

《中国学术期刊综合评价数据库》收录期刊
《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊
《中文科技期刊数据库》全文收录

ISSN 1674-8492
CN64-1066/TK



神華科技

SHEN HUA SCIENCE AND TECHNOLOGY



神華科技

神華集團有限公司·中國神華能源股份有限公司 主管

2012.1 第10卷



编辑出版:《神华科技》编辑部
联系电话:0951-6971623 6971106
电子邮箱:shenhuakeji@163.com
广告经营许可证:6400004000103

地址:宁夏银川市北京中路168号神华宁煤集团5号楼
邮编:750011 传真:0951-6971626
国际刊号:ISSN 1674-8492
国内刊号:CN64-1066/TK



Shenhuagroup

神華集團有限公司·中國神華能源股份有限公司 / 主管

2012. **1** 第10卷

www.shenhuagroup.com.cn

《神华科技》编辑委员会

主任：张喜武

副主任：张玉卓 凌文 彭苏萍 曹湘洪

蒋洪德 王梦恕

委员：张喜武 张玉卓 凌文 彭苏萍

曹湘洪 蒋洪德 王梦恕 韩建国

王晓林 李东 孙文健 郝贵

薛继连 王品刚 王金力 黄清

张克慧 顾大钊 孟坚 崔洪明

孙继平 缪协兴 朱德仁 王立志

刘振宇 史士东 包信合 卢春喜

付忠广 许世森 贾元平 许继刚

钱立新 屈晓辉 吴澎

2012年征稿启事

《神华科技》杂志是由神华集团有限责任公司、中国神华能源股份有限公司主管，《神华科技》编辑部编辑出版的面向国内、外公开发行的科技期刊。国际标准刊号ISSN1674-8492，国内统一刊号CN64-1066/TK。本刊已被《中国学术期刊综合评价数据库》、《中国核心期刊（遴选）数据库》列为收录期刊，《中文科技期刊数据库》列为全文收录期刊。《神华科技》是神华集团内部广大工程技术人员评定职称发表论文唯一公开发行的工程系列刊物。

《神华科技》办刊的宗旨和目的：以科学发展观为指导，科技强企，人才优先，致力于全面提升神华科技创新水平，促进科技成果快速转化，进一步解放和发展神华的生产力；荟萃精华，凝聚智慧，为科技人才搭建展示才华的平台和事业成长的阶梯，营造良好的自主创新氛围；突出自主，博采广集，加大矿、电、路、港、航、油（化）各主业领域关键技术科研攻关，加强知识产权保护，始终关注行业动态，引领行业发展，推动行业技术进步、产业结构升级和创新型企业建设。

《神华科技》办刊的方向和理念：立足神华，放眼全球，面向未来，走向世界；突出“权威性、前瞻性、学术性、专业性、实用性”。

《神华科技》办刊的标准和要求：坚持高起点、高质量、高品味、有特色、出精品。通过大胆探索，不断创新，把《神华科技》办成全国一流的科技期刊。

《神华科技》刊登的主要内容：在煤炭产业、电力产业、运输产业（包括铁路、港口）、煤制油与煤化工产业具有较高学术水平的最新研究成果、先进适用的技术应用成果及经验介绍、节能减排、信息化建设、企业经营管理等方面新技术及经验等。

欢迎神华集团广大工程技术人员、管理者以及相关科研院所，大专院校的专家、学者踊跃投稿。投稿字数含文中图表应不超过6000字为宜。作者文责自负，请自留底稿，采用或未被采用的稿件一律不退。收稿6个月未登者，可另投他处。作者姓名、单位、详细地址、邮政编码及联系电话务必写清楚，以便邮寄刊物等。稿件必须要有中英文摘要，字数以200字左右为宜，关键词3~5个。对论文的第一作者可按下列顺序书写其简介：姓名（出生年—），性别，职称，何年毕业于何学校（或何学位），现工作单位及任职，研究方向。

投稿邮箱：shenhuakeji@163.com

联系电话：0951-6971623

联系人：杨静 13323508341 马小军 13709583230

传真：0951-6971626

神华科技

SHEN HUA SCIENCE AND
TECHNOLOGY

2012 年第 1 期

第 10 卷(总第 45 期)双月刊

国内外公开发刊

总 编:顾大钊
副 总 编:孟 坚
主 编:李全生 俞太银
执行副主编:杨惠民
编辑部主任:杨 静 蔡丽芳
责任 编辑:马小军 王艾丽
编 务:张晓娅

编辑出版:《神华科技》编辑部

地 址:宁夏银川市北京中路 168 号
神宁煤业集团 5 号楼

邮 编:750011

联系电话:0951—6971623 6971106

传 真:0951—6971626

电子邮箱:shenhuakeji@163.com

印 刷:宁夏精捷彩色印务有限公司

广告经营许可证:6400004000103

出版日期:2012 年 1 月 26 日

刊 号: ISSN 1674-8492
CN64-1066/TK

本刊声明

本刊对已出版文章持有电子版、网络版、进行网络技术交流和与各网络数据库合作的权利,如不同意将文章以上述形式收录,请在投稿时声明。

目 次

特别报道

科技创新与世界一流

——在神华集团第三届科技大会上的讲话(摘要) 张喜武(3)

加快科技创新步伐 向国际一流企业迈进

——神华集团第三届科技大会工作报告 张玉卓(7)

关于加强神华集团公司科技创新工作的指导意见 (14)

管 理

关于新街数字化矿区建设的构想 车仁浦(18)

构建电力集团成本领先战略的物资采购策略体系 ... 何成江 陈 宏 李 政(21)

本质安全型矿井建设中安全监察工作实践与体会 田文华(27)

对矿山救护队开展预防性安全检查工作的思考 马占福(30)

地测空间管理信息系统在神宁集团的应用分析 宗伟琴(33)

煤 炭

锚注技术在立井井筒修复工程中的应用 陈为高(36)

大倾角厚煤层软岩巷道围岩破裂特征内窥实测分析 ... 陈治中 伍永平 吴学明(40)

宁东煤田侯家河勘查区煤质特征分析 张 鹏(43)

采用内排方式修筑联络线方案设计及施工探讨 ... 程永峰 谭 军 黄占宙等(48)

如何提高露天煤矿大型设备的运行效率 陈国勇(51)

羊场湾煤矿二号井胶轮运输系统布置方案分析 刘光金 李金龙(54)

电 力

关于 FC 回路是否启用速断保护的探讨 王春雨(57)

利用 3G 网络与 PLC 构建供水调度自动化的研发应用 胡连森(59)

1000MW 超超临界机组 AGC 和一次调频响应优化 钱朝明(63)

防污闪实用技术探讨 王旭辉(66)

煤制油与煤化工

SAPO-34 分子筛结构及物理化学性质分析表征方法概述

..... 邢爱华 朱伟平 岳 国(68)

合成氨一段炉旧管焊接 郝易霖(73)

运 输

神朔铁路钢轨性能对比分析 黄 鹏 吴庆辉 王慧敏(77)

在朔黄线推广锚段关节式电分相的探讨 温志萍(81)

液压涨紧带式输送机打滑故障分析 韩 斌(84)

浅析对翻车机房深坑道应急照明系统的改造 王 胜(87)

节能减排

微生物增值技术在处理高浓度 COD 污水中的应用 杜再娟(91)

浅谈作业场所所有毒有害气体监测方法 孙兆宁(95)

科技动态

神华集团第三届科技大会在京隆重召开 (6)

神华集团公司“十一五”十大科技创新成果 (17)

“煤炭直接液化国家工程实验室”项目验收会在上海召开 (35)

国华台电“电网节能调度实时煤耗在线监控系统”获国家实用新型专利 ... (76)

CONTENTS

Special Report

Scientific and Technical Innovation & The World Class

——The speech has been made in the Third Scientific and Technical Conference of Shenhua Group (Abstract) ZHANG Xiwu(3)

Speed up the Pace of Scientific and Technical Innovation, Stride Forward to the World Class Enterprises

——The work report of the Third Scientific and Technical Conference of Shenhua Group ZHANG Yuzhuo(7)

Guidelines on Strengthening Scientific and Technical Innovation of Shenhua Group Company (14)

Management

On How to Construct Xinjie Digital Mining Area CHE Renpu(18)

On the Construction of Materials Purchasing Strategy System of Cost Leadership Strategy in Power Group
HE Chengjiang CHEN Hong LI Zheng(21)

Practice and Experience of Safety Supervision in Intrinsic Safety Mine Construction TIAN Wenhua(27)

On the Preventive Safety Inspection Carried out by Mine Rescue Crew MA Zhanfu(30)

Analysis of the Application of Geological Survey Space Management Information System in Shenhua Ningxia Coal Industry Group
ZONG Weiqin(33)

Coal

The Application of Bolting and Grouting in Project of Shaft Restoration CHEN Weigao(36)

Test Analysis of Crack Characteristics of Rock Mass in Soft Steep and Thick Seam CHEN Zhizhong WU Yongping WU Xueming(40)

Analysis of the Features of Coal Property of Houjiahe Prospecting Area of Ningdong Coal Field ZHANG Peng(43)

On the Conceptual Design and Construction of Tie-line by Adopting the Way of Inner Discharge
CHENG Yongfeng TAN Jun HUANG Zhanmu, et al(48)

On How to Improve the Operating Efficiency of Scale Equipment in Open-pit Mining Area CHEN Guoyong(51)

An Analysis of Layout Plan of Rubber Tire Transit System in the 2[#] Pit of Yangchangwan Coal Mine LIU Guangjin LI Jinlong(54)

Power

On the Discussion of Whether FC Return Circuit Starts Using Quick-break Protection WANG Chunyu(57)

On the Development and Application of Constructing the Automation of Water Supply Scheduling by Using 3G Network and PLC
HU Liansen(59)

1000MW Ultra-Supercritical Unit AGC and Primary Frequency Regulation Response Optimization QIAN Chaoming(63)

On the Practical Anti-pollution Flashover Technology WANG Xuhui(66)

Coal oil and Coal Chemical Industry

Outlines for SAPO-34 Structure and Physicochemical Properties Characterization Technique
XING Aihua ZHU Weiping YUE Guo(68)

On the Welding of Old Pipe of Synthesis Ammonia Primary Reformer HAO Yiqian(73)

Transportation

Comparative Analysis of the Rail Property of Shenshuo Railway HUANG Peng WU Qinghui WANG Huimin, et aln(77)

Discussion on the Promotion of Overlapping Section Type Electric Split Phase on Shuohuang Line WEN Zhiping(81)

Analysis of Sliding Faulting of Hydraulic Tension Belt Conveyor HAN Bin(84)

Analysis of the Restructuring of Car Dumper Deep Gallery Emergency Lighting System WANG Sheng(87)

Engery-saving

Microbiological Treatment of High Value-added Technology in the Wastewater of COD Concentration DU Zaijuan(91)

Discussion on the Monitoring Method of Toxic and Harmful Gas in Operation Place SUN Zhaoning(95)

Technology dynamics

The 3rd Scientific and Technical Conference of Shenhua Group has been Ceremoniously held in Beijing (6)

Ten Scientific and Technical Innovation Achievements of Shenhua Group Company in “the Eleventh Five-Year” Plan (17)

“Coal Direct Liquefaction National Engineering Laboratory” project Acceptance Meeting has been held in Shanghai (35)

Guohua Taishan Power Generation “grid energy saving dispatch real-time coal consumption on-line monitoring system” has won national utility model patents (76)

科技创新与世界一流

——在神华集团第三届科技大会上的讲话(摘要)

神华集团党组书记 董事长 张喜武

一、深刻认识科技创新与创建世界一流的内在关系

科学技术是经济社会发展中最活跃、最具革命性的因素,是推动社会发展进步的决定性力量。回顾神华建设发展的历程,我们深刻地认识到,创新是神华 DNA 的主要元素,科技创新是神华又好又快发展的第一生产力、第一推动力和第一支撑力。

依靠科技创新,我们在安全高效煤矿建设、港口航道骤淤防治、重载铁路建设、煤直接液化等领域取得了技术突破,奠定了神华一体化发展模式的基础;通过攻克煤电油运主业发展遇到的一系列技术难题,使神华的煤炭产业安全、工效等指标处于国际领先水平;铁路、港口和国华电力公司的综合技术指标居国内领先水平。

依靠科技创新,成功研制和应用了 2.4 米至 7.0 米系列国产化液压支架,打破了国外煤机企业的垄断和封锁,累计节约采购资金超过 100 亿元。同时引领了行业科技进步,提升了神华品牌的价值和我国煤炭工业的国际地位,为提升我国民族装备制造业的创新能力做出了重要贡献。

依靠科技创新,占领了煤直接液化技术和煤制烯烃工业化领域技术制高点,使我国成为世界唯一掌握百万吨级煤直接液化技术的国家,为建设创新型国家付出了努力。

依靠科技创新,突出神华作为技术创新需求、投入、研发组织和成果转化应用 4 个主体作用,探索和实践了具有神华特色有效利用社会科技资源的科技创新模式,为我国企业科技创新探索了新的途径。近年来科技创新每年为神华创造的直接经济效益超过 100 亿元,有力地支撑了神华又好又快发展,助推了“五年经济总量翻番”提前两年实现。

面对“十二五”重要战略机遇期,集团按照国资委的部署和要求,结合实际,确定了新的战略目标,就是:科学发展,再造神华,五年经济总量再翻番,创

建具有国际竞争力的世界一流煤炭综合能源企业。

神华要建成世界一流企业,必须提升自主创新能力。胡锦涛总书记在庆祝天宫一号与神舟八号交会对接任务圆满成功大会上的讲话中指出,建设创新型国家,加快转变经济发展方式,赢得发展先机和主动权,实现我国发展的战略目标,最根本的是要靠科技的力量,最关键的是要大幅提高自主创新能力。神华要主动承担责任使命,在创一流进程中,努力形成更多具有自主知识产权的创新技术,为推动我国经济社会发展走上创新驱动的道路多做贡献。

神华要建成世界一流企业,必须领先全球煤炭科技。我们要在已有成果的基础上,加大科研攻关的力度,尽快突破煤矿重大灾害长效防治、煤炭资源与环境协调开发、煤炭清洁低碳转化利用,以及战略性新兴产业培育等技术瓶颈,持续开发支撑一流企业建设和引领行业发展的科技成果,努力在新一轮科技革命和产业革命中走在世界前列。

神华要建成世界一流企业,必须完善科技创新模式。神华创一流要突出的三大特质,分别是煤炭综合能源发展世界领先,一体化运营具有国际竞争力,成为受人尊重的国际化公司。这三大特质的实现,需要一个覆盖全产业链、有神华特色的科技创新模式做支撑。我们要进一步突出神华的创新主体作用,不断地完善以核心技术自主研发为保障、以产学研相结合为纽带,充分利用社会科技资源的开放式科技创新模式,为创一流提供持久动力。

我们要清醒地看到,尽管神华的科技创新工作取得了显著成效,但与党中央、国务院对中央企业的要求,与世界一流企业的科技水平相比,还有不小的差距。突出表现在:科技进步贡献率为 51%,低于央企平均水平 3 个百分点;关键技术自给率低,拥有的自主知识产权少,2010 年集团公司利润总额列央企第 5 位,而授权发明专利仅列第 50 名;知名品牌少,牵头制定的国家、行业标准少,获得的国家科技奖励

少。造成这些问题的主要原因,在于我们的科技创新体系还不完善,科技创新能力不足。目前,神华的煤炭和运输板块还没有专业研究机构,煤制煤化工和电力板块研发力量亟待加强,专职科技管理和研发的人员不足300人,占员工比例的0.15%,为中央企业平均数的1/30,且缺乏一批科技研发的领军人才和高端人才。

我们更要看到,目前神华具备培育一流科技创新能力,在创新型国家建设中发挥更大作用的基础和条件。我们有强大的经济实力,为科技创新提供了可靠的物质保障;我们有巨大的技术需求,为科技创新提供了广阔的市场空间;我们有初具特色的研发组织模式,以低碳所引领的“三位一体”创新基地,为科技创新提供了坚强的组织保障;我们有一批涉及国家能源安全的重大工程建设任务,为科技创新的重大技术产业化创造了良好条件。

因此,我们有决心、有信心、有能力制定和实施好神华的科技创新战略,把提高自主创新能力作为战略基点,把引领全球煤炭科技作为战略方向,把完善科技创新模式作为战略举措,依靠领先的科技打造世界一流企业,将神华的经济优势转化为创新优势、技术优势、品牌优势、竞争优势,实现高科技含量、高附加值、更高层次的发展。

二、明确科技创新战略和重点任务

围绕创一流的发展战略,神华科技创新的主要内容是:明确科技创新的指导思想,树立两个科技理念,坚持五个提升原则,实现五大目标,为建设具有国际竞争力的世界一流煤炭综合能源企业提供持久动力。

明确指导思想,就是:以科学发展观为指导,围绕创建世界一流企业,以提高自主创新能力为中心,以关键核心技术的自主研发与应用技术的系统集成创新为重点,支撑神华核心竞争力的提升和科学发展,在创新型国家建设中发挥骨干作用,在全球煤炭科技发展中发挥带动作用。

树立的两个科技理念是:高碳产业低碳发展的理念和科技创造绿色能源的理念。

坚持五个提升原则,就是:坚持体制机制创新,提升科技创新的活力;坚持创新主体地位,提升科技创新的动力;坚持自主研发与产学研结合并举,提升科技创新实力;坚持企业关键技术与行业共性技术一体化开发,提升科技创新引领力;坚持科研开发与成果产业化同步,提升核心竞争力。

实现的五大目标是:支撑神华科学发展,助推一流企业建设,引领行业科技进步,提升央企科技实力,领先全球煤炭科技。

到“十二五”末,科技投入稳步增长,科技投入占主营业务收入的比重达到3%以上,其中研发投入比重达到2%以上;自主研发机构建设,体制机制创新,人才队伍建设取得重大进展,科技创新能力明显提升;取得一批国际领先水平的重大科技成果,科技进步贡献率达到65%以上。到“十三五”末,科技创新体系更加健全、创新机制更加完善、创新文化更具特色;拥有一批具有自主知识产权,在世界范围内具有一定影响力的重大专有技术和首创技术,成为世界煤炭行业的技术领先者,成为国际低碳能源领域科技领军企业。

科技创新战略是神华发展战略的重要子战略。在神华发展史上,首次把科技创新作为一个战略来认识,来推进,它的意义不言自明。加快实施这个战略,并在实施中不断充实、完善、提升,对于神华创建世界一流企业,实现长远可持续发展至关重要。重点是:

——巩固提升科技创新模式。实践证明,“充分利用社会科技资源的产学研相结合”的科技创新模式,既符合国家的要求,又适合神华的实际,是充分发挥企业主体作用,科研单位骨干作用,院校生力军作用,从制度上突破科技与经济脱节,解决科技成果向现实生产力转化的体制机制障碍的有效途径。要推进二级企业技术中心建设。逐步形成“神华技术研究院(科技公司)、战略研究院和(子)分公司技术中心”两个层次的科技研发体系,分别负责企业前瞻性、战略性、共性技术研究及重点领域关键技术研究 and 生产一线技术、工艺改进研究。

——建立完善科技创新体系。包括“两委一部”的科技创新决策和管理体系、“两院一所”的科技研发和成果产业化体系,由科学技术和专家咨询两个委员会组成的科技创新决策层。科学技术委员会作为科技工作的决策机构,要对科技发展战略、中长期规划及科技投资、科技人才等重大事项及时做出决策。专家咨询委员会是科技工作的决策支持机构,要对产业技术发展方向等提出咨询意见。充实科技管理职能部门的力量,发挥好统筹科技创新战略规划、政策导向、科技资源配置,科技项目立项和组织实施,知识产权管理,以及对集团公司所属研发机构及二级单位的业务管理和考核作用。科技创新基地要

突出发挥好高端引领作用。二级企业科技部门要重点围绕解决本单位发展中的技术问题组织科技创新工作。三级(厂矿)企业科技部门要重点做好科技成果推广应用和群众性技术创新活动的组织。

——加快提升自主创新能力。低碳所是神华科技研发的前沿机构,是国家产学研科技创新新体制的试验田。要围绕煤的低碳清洁转化、氢能等新能源技术,以及对未来可能产生重大突破的新能源领域的基础和应用基础开展科技攻关,掌握前瞻性、战略性和革命性的科技成果。神华技术研究院(科技公司)是神华科技研发的主导力量。重点任务是开发煤炭、电力、路港运输、煤制油化工等主业发展的核心技术,做好非核心技术研发的组织管理,国家级科技项目的组织申报和实施,专利、技术秘密的挖掘,科技成果技术转让、技术咨询和产业化工作。战略研究院是世界煤炭经济信息、国家煤炭发展战略、神华发展战略、技术经济及信息情报的研究中心。重点任务是企业发展战略、技术经济、市场信息及竞争性情报、国家宏观煤炭经济、煤炭产业发展与技术政策、国际煤炭工业发展方向等的研究。

——落实重大科技攻关与示范工程。打造安全绿色智能煤矿、矿区,铁路示范段、电厂和煤直接液化示范厂。大柳塔“安全绿色智能煤矿”要实现百人千万吨,工作面无固定人员值守,决策科学化,管理数字化,生产专业化,作业智能化,技术自主化,环境生态化,形成系列技术和标准体系,实现煤炭的绿色开发,引领煤炭发展 10 至 20 年。宝日希勒露天示范煤矿要依靠科技创新,打造高寒草原区采矿——生态修复——复垦绿化——工业观光一体化的环境友好型示范露天煤矿。准格尔公司要加强科技攻关,建设综合技术经济指标世界一流的露天煤矿。新街矿区要建设高科技含量更高的示范矿区,领先全球煤炭科技。国华电力公司、朔黄铁路公司、煤制油化工公司要结合各自实际,把握技术发展方向,组织科技攻关,突破关键技术,建设重载铁路示范段、示范电厂和煤制油化工厂。

同时,围绕安全发展,加强煤炭、电力、煤制油化工、路港运输产业重大安全专项研发,突破关键技术,实施科技保安工程,建成本质安全企业。围绕产业转型升级,提高神华产业技术水平,加强煤制油、煤制烯烃和煤制天然气为代表的现代煤化工产业,氧化铝和镓提取加工以及海水淡化等新兴产业相关

技术研发,培育战略性新兴产业。围绕清洁低碳产业发展,加快对煤的低碳清洁转化、氢能等新能源、可再生能源等研发和产业化集成创新,实现产业结构低碳化和清洁化,为增强国家科技实力多做贡献。

——加快科技人才队伍建设。各单位要认真落实《集团公司“十二五”人才发展规划》,坚持“高端引进,骨干培养,国内外并举”的原则,引进、培养和凝聚高层研发人才,为建设世界一流企业提供智力支持。要大力实施高层次科技人才引进计划,以低碳清洁能源研究所、神华技术和战略研究院建设为契机,引进新能源和煤电油运领域国际知名科学家、科技领军人才和一流的研发人才。要大力实施骨干人才招聘计划,组织招聘相关专业具有科研经验的研发人才,吸纳科研和管理及科技成果经营管理的优秀骨干人才,定期招聘博士、博士后、硕士和本科毕业生。要大力实施科技人才培养计划。以神华管理学院为主要培训基地,发挥院士工作站、博士后工作站的作用,建立企业与大学、科研机构合作培养科技人才的机制,培养高水平的研发和科技管理人才。

——切实加强知识产权和技术标准工作。加快知识产权战略的实施,进一步加强专利、技术秘密、技术标准等知识产权的集中管理,提升知识产权创造、应用、管理和保护能力。要围绕重大科技攻关和示范工程,进行专利挖掘和布局,形成一批核心发明专利和自主知识产权成果,保持专利数量快速增长。加强知识产权成果的运用,开展知识产权转让许可和奖励试点工作。推进知识产权和标准的结合,加快技术标准的研究和制定,努力将企业标准上升为行业标准和国家标准,积极参与国际标准的制定,谋求国际话语权。

三、对加快实施科技创新战略的几点要求

战略任务已经明确,关键在于落实。各部门、各单位要尽快制定《神华集团公司关于加强科技创新工作的指导意见》的配套政策、措施,坚持“科技先行、资源优先、人才保障、重点突破”的原则,加快推进科技创新战略实施,使科技创新战略早日落地生根、开花结果。

一是要加强对科技创新工作的领导。各子(分)公司要完善科技工作领导体制,建立科技创新目标责任制。各主要生产型子(分)公司应设立专职负责科技创新管理的职能部门,并作为一类管理部门纳入公司管理序列,其它子(分)公司要根据本单位实际,配备适应企业发展要求的专职科技管理人员。对

于重大新建、技改项目要坚持科技先行,依靠科技的力量提前解决项目建设中的技术难题,并搞好工程设计优化;在资源配置上,要优先满足自主创新的需要,对重大科技项目要确保人才优先、投入优先。要建立高效、协调的开放式国际化科技开发平台,在完善知识产权保护制度基础上,通过“项目开放、人才开放、资金开放、成果开放”的机制,吸纳高端人才,开展产学研联合攻关,实现相关技术的新突破,快速提升综合创新能力。

二是要抓好自主创新基地建设。贯彻落实中央政治局委员中组部李源潮部长的指示精神,举全集团之力,以建立充满创新活力的全新体制机制为着力点,力争用 10 至 15 年的时间把低碳所建成产学研研发体制示范基地、国家高层次人才的储备基地、引领世界新能源发展的一流科学技术研究基地,打造中国的“贝尔实验室”。神华技术研究院与科技公司实行一套人马两块牌子,作为集团公司的子公司,由集团公司直接管理,科技发展部是其业务归口管理部门。争取 2012 年上半年完成神华技术研究院“三定方案”和注册工作,下半年完成组织体系、管理体系、研发体系的初步构建,初步具备运营条件;到 2015 年,把神华研究院建成包括 4 个分院(煤、电、油、运)和 1 个科技成果转化经营公司,人员达 500 人,国内一流的综合研究院。煤炭战略研究院下设煤炭战略、技术经济、信息情报 3 个研究所;与世界煤炭协会、国家能源局联合建设煤炭战略煤炭战略研

究所。力争用 3 至 5 年时间把战略研究院建成神华发展战略和技术经济的决策支持中心,中国煤炭工业发展重大决策的服务中心,国内外煤炭信息资源开发中心,建成为国内一流、国际有影响力的煤炭综合能源研究智库和交流平台。

三是要制定落实相关政策措施。以《关于加强神华集团公司科技创新工作的指导意见》为指针,建立完善科技投入保障、引进高层次人才、激励研发人员自主创新、推进知识产权和创品牌等政策,研究实施将科技创新相关指标作为二级公司进入 A 级企业的否决项指标的政策措施。探索科技创新激励机制,建立知识产权、科技成果等要素按贡献参与分配的激励机制,完善开放自主、尊重个性的研发运行机制,以此为引领,完善科技创新考核、评价和奖惩机制,落实研发投入、重大科技成果、知识产权等指标作为进入 A 级企业考核的否决指标的政策,建立有利于持续创新、有利于多出成果、快出成果和有利于优秀人才脱颖而出的长效激励机制。

神华的伟大事业召唤科学技术的大发展。加快实施科技创新战略,助推世界一流企业建设,是时代赋予我们的光荣使命,是全集团一项重大而紧迫的任务。广大科技工作者和广大干部职工要以科学发展观为指导,坚定信心,勇于探索,创先争优,只争朝夕,为创建具有国际竞争力的世界一流煤炭综合能源企业而不懈努力!

(责任编辑:杨 静)

科技动态

神华集团第三届科技大会在京隆重召开

本刊讯 12月24日,神华集团第三届科技大会在京隆重召开,深入贯彻落实中央企业科技工作会议精神,总结集团公司“十一五”科技创新工作,表彰奖励重大科技成果、优秀科技人才、先进单位和个人,安排部署集团公司“十二五”科技创新工作。集团公司党组书记、董事长张喜武作重要讲话,党组成员、总经理张玉卓作科技工作报告。会议由集团公司党组成员、副总经理、中国神华能源公司总裁凌文主持。党组成员、副总经理韩建国宣读《关于加强神华集团科技创新工作的指导意见》,党组成员、党组纪检组组长、工会主席孙文健宣读《关于表彰神华集团科技工作先进单位、先进集体、先进个人和专利之星、专利优秀工作者的决定》、《关于表彰神华集团第三届“科技进步奖”和“科技论文奖”的决定》和《关于表彰神华集团首届“创新杯”青年创新奖的决定》。会上,有9个单位被授予集团公司科技工作先进单位,35个集体被授予集团公司科技工作先进集体,59人被授予集团公司科技工作先进个人,5人被授予集团公司专利之星,5人被授予集团公司专利优秀工作者;同时还表彰奖励了集团公司第三届“科技进步奖”、“科技论文奖”和集团公司首届“创新杯”青年创新奖。

(神华集团科技发展部供稿)

加快科技创新步伐 向国际一流企业迈进

——神华集团第三届科技大会工作报告

神华集团党组成员 总经理 张玉卓

同志们：

这次科技大会的主要任务是：深入贯彻落实中央企业科技工作会议精神，总结神华集团“十一五”科技创新工作，表彰奖励重大科技成果、优秀科技人才、先进单位和个人，围绕建设世界一流煤炭综合能源企业发展目标，分析科技创新工作面临的形势和任务，安排部署集团“十二五”科技创新工作。下面，我代表集团公司向大会作报告。

第一部分 “十一五”科技工作回顾

自2005年第二届科技大会以来，集团公司认真贯彻国家关于科技创新的一系列方针政策，确立了“支撑神华科学发展、引领行业科技进步、提升国家科技实力、领先全球煤炭科技”的创新战略，围绕煤电油运产业转变发展方式，加强以企业为主体、产学研有机结合的创新体系建设，开展了一系列关键技术攻关和重点技术创新示范工程建设，取得了一批高水平的创新成果，支撑了产业技术和生产力水平的提升，增强了企业的核心竞争力。

“十一五”期间，集团科技投入超过100亿元，在百万吨级煤直接液化关键技术、液压支架国产化研发、资源与环境协调开采、神华煤高效安全燃烧、重载铁路建设与运营等领域取得重大突破；以低碳所、煤制油化工研究院和国华电力研究院为基础，以产业创新战略联盟、院士专家工作站、博士后工作站为支撑，以国家和省部级实验室（中心）为依托的研发体系逐步完善，集团自主创新能力大幅度提升。

“十一五”期间，知识产权工作取得显著成效。截止到目前，集团累计申请专利1336项，拥有有效专利654项，其中发明专利152项。

2011年完成专利申请500项，比2005年申请数量51项增长近10倍；获得国家科技进步奖9项，省部级科技进步奖52项；创中国企业新纪录202项，获得“中国工业大奖表彰奖”，成为我国首批“创新型企业”。

神华集团“十一五”科技工作取得的突出业绩主要表现在以下4个方面：

一、变革体制机制，自主创新能力大幅提升

（一）自主创新体系初步建立。初步形成了以技术委员会、专家咨询委员会为决策层，科技发展部为管理层，北京低碳清洁能源研究所、科技发展公司、板块技术中心或研究院、各基层单位和创新支持机构为自主研发和成果转化应用层的创新体系。在核心研发力量建设上，根据国家和企业发展需要，北京低碳清洁能源研究所已完成组建并正常运转，引进了22名国际能源领域顶尖人才。其中，18人入选国家“千人计划”，正在努力建设成中国的“贝尔实验室”。煤制油研究中心发展成为集核心技术研发与重大项目组织于一体的煤制油化工研究院。国华电力公司建立了具有独立法人资质的电力研究院，下辖3个中心。“煤直接液化国家工程实验室”、“国家能源煤炭转换利用研发（实验）中心”等国家级研发平台建设获得批准。神东煤炭集团技术中心和神宁煤业集团技术中心发展为省级技术中心。

（二）开放式创新模式得到拓展。针对神华集团行业跨度大、技术门槛高、创新领域多、技术需求强、自主创新能力弱、缺乏与需求相匹配的研发队伍的特点，探索创建了基于充分整合利用社会科技资源的开放式创新模式。先后成立了“博士后科研工作站”、“院士专家工作站”，与中国工程院、清华大学、中国航天科技集团、中煤科工集团等建立了长期稳定的战略合作机制，成为神华集团引进高端人才和充分利用国内顶层智库资源的重要平台；牵头组建“煤炭开发利用技术创新战略联盟”，探索和实践产学研合作新模式，被国家科技部授予“十一五”国家科技计划组织管理优秀组织奖；与国家自然科学基金委联合成立了“煤炭开发利用联合基金”，成为煤炭行业基础理论研究和煤炭科技人才培养的重要平台；与煤炭科学研究总院合作，共建了西北安全生产科

学院、西北矿井水文地质研究院、西北煤矿防灭火研究院 3 个专业研究机构,为消除重大安全隐患,实现安全生产提供了技术保障。5 年来,神华集团还与中国石油化工集团、中国矿业大学、华北电力大学、北京交通大学、美国西弗吉尼亚大学(WVU)等企业和高校建立了科研合作关系。国内外有 60 多家研发机构、近万名专家、学者和技术人员参与了神华集团的技术攻关工作。

(三)创新体制机制逐步健全。将科技创新成效纳入“五型企业”建设和考核范畴,建立了主要领导主抓科技创新的机制。加强创新规划,形成科技发展中长期战略、5 年规划和年度计划的动态管理体系。以需求带动投入,以考核保证投入,以效果吸引投入,建立完善了稳定通畅的科研投入渠道,形成了科技投入稳定增长的体制和机制。加强制度建设,在技术需求挖掘、项目审核批复、研发单位选择、研发过程管控、技术成果评价、项目结题验收等关键环节,实现了制度、流程、合同、规定明确,决策、执行、监督有效。初步建立了科技创新激励机制,全面落实了科研投入视同利润的政策,为集团公司完成 EVA 考核指标提供了有力支撑。组织开展不同层次的科技进步奖评审和专利申报奖励等活动,激发了各级企业和广大科技人员创新的积极性。将招标制度引入科研项目管理,通过招标择优选择项目承担单位,塑造了风清气正的科研工作作风。

(四)人才队伍建设成效显著。以北京低碳清洁能源研究所为试点,建立充分授权、开放的管理架构,使之成为有吸引力的人才特区。聘请外籍科研管理专家任“一把手”,实行所长负责制,神华集团主要是把握战略、考核“一把手”、审核预算和验收成果,科研管理完全授权,由所长按照科研需要自主配置人财物各种资源。推行首席专家制,打通技术人才成长通道,神东煤炭集团、国华电力公司、神宁煤业集团等实施首席专家或专业带头人政策。神华集团充分利用博士后工作站培养选拔高层次技术人员,激发技术人才创造性。创建神华管理学院、委托高校进行订单式人才培养、在高校设置神华奖学金、聘请知名教授开展讲座、与科研院所联合技术研究,通过各种途径加强技术人才培养。目前,神华集团拥有高级以上职称的技术人才超过 4500 人,“千人计划”、新世纪“百千万”人才工程、国务院特贴等国家级专家 41 人,专业技术人员占到职工总数的 7.4%。

二、服务主营业务,解决了一批重大技术难题

“十一五”期间,神华集团围绕煤电油运四大主业安全高效运转和产业技术提升,组织实施科技创新项目 313 个,全集团科技创新总投入超过 100 亿元,研发投入 41.35 亿元。在一些重点技术领域取得突破,有以下几项代表性的成果:

煤炭采掘装备本土化研发。组织国内近 20 家相关产学研单位开展技术攻关,有效解决了研制企业“首台业绩”的难题,形成了用户与厂家优势互补、风险共担、利益共享的机制,仅投入 200 多万元研发引导资金,成功实现了 2.4 米至 7.0 米系列液压支架国产化,取得专利 20 多项,打破了国外煤机制造业垄断格局。2006 年至今,神华集团共使用本土化液压支架近 50 套,与购买国外产品相比,节约采购资金超过 100 亿元。同时,为国内装备制造企业拓展了市场,带动了行业技术水平的提升。

煤矿安全生产风险预控体系及控制技术。系统研究了煤矿事故致因理论、危险源辨识方法、风险评估及预警技术等,建立了煤矿安全生产风险预控体系,开发了煤矿火灾、突水溃沙、瓦斯防治等重大危险源控制技术,实现了煤矿安全生产从被动管理向主动管理、事后管理向事前预控的转变。神华集团煤炭生产百万吨死亡率从 2006 年的 0.064 下降到 2010 年的 0.025,为国有重点煤矿平均水平的 1/20。该技术成果在全行业推广。

特大型矿区群资源与环境协调开发技术。针对煤炭开发存在的资源回收率低、水资源利用率低 and 环境保护技术水平低等问题,开发了适合浅埋深厚煤层和特厚煤层的超长工作面、超大采高、超长推进距离的“三超”型开采工艺,煤炭开采与水资源协调保护技术,煤炭开采与生态环境协调保护技术,显著提升了以神东矿区为代表的开采技术水平,在确保原煤产量大幅增加的同时,全员工效由 12.1 吨/工提高到 21.56 吨/工,煤炭回采率由 71.9%提高到 83%。

火电厂安全高效燃用神华煤技术。近年来,神华集团开展多项火电厂安全、高效、洁净燃用方面的课题研究。通过技术攻关,解决了我国侏罗纪煤燃烧易结渣的技术难题,形成 31 项具有自主知识产权的专利技术,在五大电力集团、神华系统上百家火电厂成功应用,实现了“神华煤”安全、高效、洁净的燃用,塑造了“神华煤”品牌。

朔黄铁路发展公司重载铁路建设与运营技术。

通过联合攻关,开发了朔黄铁路勘察设计、特殊土重载铁路路基修建、铁路环境友好工程、基于网运分管和联合运输的运营保障等一系列技术,突破了重载铁路建设和运营方面的核心技术,研制了铁路运输仿真综合培训系统,获授权专利 18 项,创造直接经济效益 108 亿元,其成果被评为全国十大“环境友好工程”,并应用于朔黄铁路发展公司 3.5 亿吨扩能改造工程,为神华铁路运能提升发挥了重要作用。

黄骅港务公司航道骤淤防治技术。开发了淤泥粉沙质海岸大型港口航道工程骤淤防治关键技术,以修筑水下防波堤为核心,解决了具有世界级难度的航道淤积问题,获多项发明专利,直接经济效益超百亿元。

各单位还针对生产运营中存在的技术问题,开展多层次技术攻关。神东煤炭集团通过加长工作面、大采高工作面、自动化工作面、放顶煤开采、保水开采等技术手段,减员提效,打造绿色环保矿山,全员工效达到 125 吨/工,回采工效 612 吨/工,矿井水复用率达 60%以上,植被覆盖率由开发之初的 3%至 11%提高到 60%以上。准能公司成功攻克厚覆盖层吊斗铲倒堆剥离和抛掷爆破技术难题,生产效率由 73 吨/工提高到 150 吨/工,剥离成本由原来的 22.85 元/立方米降低到 8.8 元/立方米。神宁煤业集团成功解决了大倾角特厚易燃煤层高效开采和立体防灭火技术难题,工作面单产由 32 万吨/年提高到 110 万吨/年。神新能源公司开发的急倾斜煤层 200 万吨工作面安全生产技术,达到世界先进水平。国华电力公司在直接空冷、DCS 国产化、抑制次同步谐振、脱硫脱硝等技术领域形成了一系列具有自主知识产权的科技成果,开创了国产 DCS 在 600 兆瓦直接空冷机组上应用的先例,建成了我国首个零淡水取用电厂。2010 年供电煤耗达到 321 克/千瓦时,低于五大电力公司。

三、围绕国家战略,在前沿科技探索方面迈出坚实步伐

近年来,神华集团坚持把研发行业前沿的核心技术作为创新的重中之重,将自身发展中的技术难题、行业发展的共性技术与国家战略储备技术有机结合,作为创新的重大需求开展攻关。近年来,神华集团主持或参与承担“863”、“973”、国家科技支撑计划、示范工程项目 23 项,获国家科技资金支持 10.7 亿元。同时,为实施国家“石油替代战略”,保障国家

能源和资源安全,占领煤炭清洁转化和煤炭伴生资源高效利用技术的制高点投入数百亿元,开发建设了一系列重大技术示范工程,在创新型国家建设中发挥了示范和带动作用。

百万吨级煤直接液化关键技术及示范项目。神华集团在煤直接液化方面开展了近 10 年的科技攻关和创新实践。承担国家级科技攻关项目 8 项,实施神华集团科研项目 28 项,成功研发了“神华煤直接液化工艺”、“煤直接液化高效催化剂”等核心工艺技术,攻克了“催化剂首次工业放大、超大超厚设备现场焊接和组装、首套工业化装置长周期安全稳定运行”等难题,形成了具有自主知识产权、世界领先水平的煤直接液化成套工艺技术,获得授权专利 63 项。其中,核心技术获得美国、俄罗斯、加拿大、澳大利亚、乌克兰、印尼等国家发明授权,制订企业标准 8 项,企业工法 7 项。煤直接液化关键技术及示范项目的成功,使神华集团成为全球唯一掌握从试验室小试、工艺验证装置,直至百万吨级商业化规模煤直接液化技术的企业,使我国成为目前世界上唯一掌握百万吨级煤直接液化技术的国家。

万吨级低温多效海水淡化技术。我国人均淡水资源仅为世界平均水平的 1/4,水资源短缺成为制约我国经济社会发展的重要因素。神华集团率先在国华沧东发电公司开展低温多效海水淡化技术研究,完成了 1.25 万吨/天低温多效海水淡化装置研制并成功应用,获专利 28 项,形成了具有自主知识产权的海水淡化设计和制造技术,建成了万吨级低温多效海水淡化示范工程。该示范工程的造水比可达 10.88,生产成本不足 5 元/吨,低于南水北调 8 元/吨的预计成本。该项目对国家淡水开发产生重大影响,有关部委正在研究制订新的淡水保障方案。

粉煤灰制备氧化铝技术。2005 年启动准格尔粉煤灰提取氧化铝的技术研发。通过几年攻关,成功开发出了基于“一步酸溶法”的粉煤灰制备氧化铝成套工艺技术和装备,年产 4000 吨粉煤灰制取氧化铝的中试生产线建成并试车成功,正在规划建设 10×50 万吨氧化铝示范生产线,形成以煤炭开发——燃煤热电联产——粉煤灰制取氧化铝、镓——电解铝、铝加工及硅、镓系列产品的循环产业链条,进一步拓展了神华集团的产业领域。

10 万吨/年的二氧化碳捕集及封存(CCS)示范工程。积极开展二氧化碳捕集、提纯、储存和运输及

地下注入和封存等技术研发,在亚洲率先建成 10 万吨/年的二氧化碳捕集及封存 CCS 示范工程,项目建成后每年可减少 5100 万立方米二氧化碳排放量,为下一步建设煤洁净转化产业,实现煤炭低碳化利用探索了新途径。

低碳能源技术研究。北京低碳清洁能源研究所作为低碳能源领域的国家级研究机构,截至目前已投入近 5 亿元,启动了 37 项瞄准世界前沿和引领行业未来发展的低碳能源项目。申报 40 项发明专利,围绕“褐煤分级炼制技术”等项目开展联合攻关,部分技术实现产业化突破,褐煤热解中试装置即将建成。此外,在煤制油工艺与催化剂、煤炭伴生资源综合利用、煤基新材料开发等领域也走在了国内乃至国际前列。

四、构筑核心竞争力,知识产权保护与运用不断加强

近年来,神华集团加强知识产权工作,从最初的自发性、零散性逐步向自觉性、系统性转变,取得显著成效。

一是制定知识产权战略。初步建立了知识产权工作体系,实施了知识产权管理办法、技术标准管理办法等制度,在科技管理人员和基层技术人员中初步培养了一批专利挖掘、撰写以及管理方面的骨干。神华集团对于每项授权专利的发明人进行奖励,已累计奖励 300 多万元。

二是知识产权数量快速增长。2002 年,神华集团申请了第一项专利。截至目前,集团公司共申请专利 1336 项,通过 PCT 国际专利合作条约途径,申请国外专利 6 项。目前,累计拥有有效专利 654 项。截至 2010 年底,神华集团共申请专利 885 项,获得授权 376 项。其中,核心发明专利获得中国、美国、日本、加拿大、俄罗斯、澳大利亚、印度尼西亚和乌克兰等国家专利授权。“十一五”期间,专利申请平均增长 47%。从 2009 年开始,神华集团加强企业标准的研究制定,发布了《滚筒采煤机大修规范》等 42 项神华企业标准,参与了 3 项国家标准制定。

三是知识产权产业化取得突破。专利技术成果取得了显著经济效益。如“煤矿井下采空区水的净化方法”、“列车模拟驾驶系统”等 6 项专利技术,仅在 2010 年就创造效益近 2 亿元。神华煤制油费托合成催化剂专利首次实现对外许可,在知识产权转让方面取得突破。

回顾“十一五”科技工作取得的突出成就,主要

有以下体会:一是突出企业创新的主体作用,是企业科技创新的动力源,是搞好科技创新的重要基础。二是建立自主研发团队,是掌握核心技术和提升核心竞争力的根本途径。三是掌握核心技术和科技创新关键环节,充分利用社会科技资源,走产学研合作的道路是搞好科技工作的有效方式。四是发挥产业链优势,依靠内部资源的优势互补,加强集成创新,是加快科技成果转化的重要依托。五是重视人才、培养人才、用好人才是科技兴企的根本所在。

同志们,过去 5 年,神华集团生产规模、营业收入、综合实力实现了跨越式发展,利润名列央企前茅,连续 6 年列国资委考核 A 级企业,科技创新发挥了第一生产力的作用。神华集团科技创新取得的辉煌业绩,是认真贯彻国家创新战略的结果,是神华集团党组正确领导的结果,是各级领导干部、广大技术人员和全体职工奋力拼搏的结果。在此,我代表神华集团向获奖的科技先进单位和个人表示热烈的祝贺!向广大技术人员和科技工作者表示崇高的敬意!

回顾神华集团“十一五”科技创新工作,虽然取得巨大成效,但也存在一些问题和不足,特别是与世界一流企业的创新能力和科技水平相比,还有较大差距。具体表现在以下 5 个方面:一是整体研发能力不强。二是研发人员少,特别是高层次的科技带头人缺乏。三是研发投入强度不够。四是核心技术和关键技术掌握不多。五是科技进步贡献率不高。上述问题和差距严重制约着神华集团的发展以及创建世界一流企业目标的实现,集团“十二五”科技创新工作任重道远。

第二部分 “十二五”科技工作的部署

“十二五”时期,是我国经济社会发展的重要时期,也是神华集团创建世界一流企业的关键时期。环顾当今世界,科技创新正成为国家与国家之间、企业与企业之间竞争的决定性力量。特别是国际金融危机以来,世界格局深刻变化,科技革命日新月异,新兴能源产业加快发展,抢占科技制高点已成为企业竞争的大趋势。面对企业经营形势的新变化、新特点,面对神华集团转型升级、做强做优的新挑战和新要求,我们必须进一步增强提升科技创新能力的紧迫感和危机感。

根据神华集团建设世界一流煤炭综合能源企业目标的需要,“十二五”神华科技工作的目标是:支撑神华科学发展,引领行业科技进步,提升国家科技实力,领先全球煤炭科技。

“十二五”神华科技工作的总体思路是：围绕“建设具有国际竞争力的世界一流煤炭综合能源企业”的战略目标，以完善技术创新体系为主线，以提高自主创新能力为核心，以关键核心技术的自主研发与应用技术的系统集成为重点，以高端人才吸引与自身队伍建设协同推进为支撑，大力推进重大科技攻关，推进经济发展方式转变，不断提升科技创新对建设世界一流企业的支撑能力。

“十二五”神华科技工作的重点：一是以建设世界一流的低碳清洁能源研究所、国内一流的神华研究院、战略研究院“三位一体”技术创新体系为重点，培育世界一流的自主创新能力；二是攻克一批低碳能源技术的核心技术，取得一批具有国际领先水平的核心技术成果，煤炭、煤制油煤化工产业技术水平保持国际领先水平，电力产业达到国际先进和国内领先水平，运输产业保持国内领先水平；三是初步形成技术创新驱动型的发展模式，提升科技创新对企业和行业发展的引领作用，科技进步对经济增长贡献率达到 65% 以上；专利申请总量达到 2000 件，专利授权量居中央企业前 20 名，牵头制定一批以神华核心技术为基础的行业标准和国家标准；四是培养、吸引、凝聚一批优秀科技人才，打造一批相关领域具有国际影响力的科学家、科技领军人物领衔的研究团队；五是形成有神华特色的创新文化；六是自主创新能力和科技综合实力进入央企先进行列。

为了实现以上目标，要着力抓好以下八项工作：

一、认真落实科技创新战略，推进创新型企业建设

认真贯彻中央企业科技工作会议和《关于加强中央企业科技创新工作的意见》精神，实施《神华集团党组关于加快推进神华科技创新战略和科技创新工程建设的决定》，全面推动神华集团科技创新战略与“十二五”科技创新规划的落地，全面推进神华创新型企业建设。各企业要坚持“围绕主业发展、着力自主创新、构筑创新体系、实现重点突破”的原则，坚持有所为、有所不为的科技创新策略，坚持核心技术自主研发和一般技术引进集成并举的科技创新手段，紧密结合本企业所处行业特点和发展需要，制定自身科技发展战略和规划，明确自主研发与新技术推广应用的重点领域，确定未来几年相关核心产业重大关键技术研发方向和重点推广应用的先进技术，坚定不移推动科技创新战略和规划的实施。

二、加强创新体系建设，提高神华自主创新能力

一是建立管理规范、分工明确、流程科学的创新管理体系。神华集团科技工作的重点放在统筹科技创新战略规划、政策引导激励、组织协调指导、整合与优化配置科技资源，国家级科技项目和神华集团重大科技项目实施，前瞻性、基础性和共性关键技术的攻关以及对二级单位科技创新工作的指导和监督等方面；二级企业科技工作的重点应聚焦在解决影响本单位发展的重大技术问题，建立健全鼓励技术人员创新的制度和措施；三级企业，即矿（厂）车间科技工作的重点应放在科技问题的提出、科技成果的推广应用和群众性科技创新活动方面。

二是建立特色鲜明的自主创新研发体系。在坚持牢牢掌握科技创新关键环节、牢牢掌握核心技术的原则下，建立健全以神华科学技术委员会、专家咨询委员会为决策层，科技发展部为管理层，神华“三位一体”创新基地和二级单位研发机构为研发层，煤、电、油、运各板块公司和相关行业为应用层的四级科技创新体系。力争用 3 年至 5 年的时间，把神华“三位一体”创新基地建设成“布局合理、装备先进、人才一流、管理科学、运行高效”的自主创新支撑体系。建成神华科技发展战略的决策支持中心，支撑四大主业发展的技术研发中心，引领行业技术进步和国家科技发展的标准制定中心。力争在 2012 年上半年完成神华研究总院组建工作，完成组织体系、管理体系、研发体系的构建，初步具备运营条件。到 2015 年，建成包括煤、电、油、运、企业经济技术 5 个分院，研发人员 500 人的综合研究院。有条件的二级单位要积极建立自己的技术中心和研发管理部门，打造能够满足自身发展需要的关键技术开发和管理中心。

三是建立健全科技创新管理制度。研究、出台技术标准、技术秘密、科技成果管理、科技奖励与激励等一批新制度、新办法，修订、完善管理办法与制度流程，建立起制度化、规范化、标准化的科技创新管理体系，使科技创新工作有章可循、有法可依。要把北京低碳清洁能源研究所和神华研究院的管理体制和运行机制作为重点来研究，既要充分调动研发人才的积极性、主动性，又要与神华企业文化相融合。要尽快启动相关科研工作，开展重大课题的研究和申报。

三、完善创新激励机制，开创全员创新大格局

神华集团科技创新工作领导小组要定期研究自主创新工作，协调解决相关问题；实施并完善“科技

创新型”企业建设标准,加大科技创新业绩在领导考评中的比重;在考核干部和选人用人上,把科技创新工作的开展成效作为一条重要标准。

制定激励创新的长效机制。一是建立有利于引进高层次人才的相关政策,吸引科技领军人才。二是加快完善“首席专家制”、“学术带头人”等政策,畅通科技人员的成才通道。三是积极探索科技创新奖励办法,让知识、技术等无形资产参与到企业的利润分配中,力争在北京低碳清洁能源研究所、科技发展公司等具备条件的企业先行试点。四是加大重大科技成果、专利、技术标准和优秀科技论文的奖励力度。五是加强基层创新,解决现场实际问题。各单位要进一步优化基层单位科研项目申报、评审和成果奖励流程,推行技术成果奖励常态化,调动基层人才解决现场实际问题的积极性。六是鼓励技术人员参加高层次学术交流活动,科技论文被国际学术组织收录的,要积极安排研发人员参加国际学术交流。对在国内外高层次学术期刊发表的论文,各单位要提供版面费,制定技术专著出版计划,对于通过神华集团审定的学术著作,要给予全额经费支持。

四、加大科技投入,提升科研资金使用效率

进一步加大技术研发的投入力度,力争两年内达到年营业收入的 1.5%,到 2015 年,研发投入比重达到 2%。同时,注重投入产出效果,逐步建立科研经费集中使用、分级管理、专款专用制度。要研究实施研发准备金制度,由总部批准的科研项目全部列入神华集团财务年度预算,总部部门、直属研究机构和子(分)公司的科研项目资金明确由神华集团财务统一列支。子(分)公司使用自有资金投入研发的经费,经审核备案后统一纳入当年神华集团的总体预算,并计入考核中。要继续加强与国家有关部委和地方政府的协调,争取从国家部委和地方政府获得更多的政策资金支持。

要注重提高科研资金的使用效率。把科研资金的使用效果作为评定经营业绩的重要指标。有关部门和单位要编制好科技资金的使用计划,保证重点科技项目的投入;加强对技术开发费的管理,确保科研资金使用管理规范;要继续推行科技项目招投标制和项目课题组负责制,强化项目过程管理。要加大企业科研投入享受国家优惠政策的落实,确保集团科研投入最大限度享受税前 150% 抵扣这一优惠政策。

五、加强技术攻关,支撑神华战略目标实现

要大力推广应用先进适用技术,改造提升现有产业,系统推进产业技术升级。加快实施“十大技术开发专项”,解决企业战略目标和行业技术进步的重大技术难题。“十大技术开发专项”包括煤炭安全高效开采技术、煤炭资源与环境协调开发技术、神华煤质提升技术、节水及环保发电技术、煤液化技术、煤化工技术、神华铁路及港口运力提升技术、矿区循环经济发展与煤炭伴生资源综合利用技术、重大装备本土化技术和新能源开发。

加强低碳能源技术的开发应用,引领未来能源技术发展方向。要围绕实施“低碳经济工程”,开展低碳能源应用基础研究、应用技术开发与集成,以及新能源发展战略和技术研究,重点是二氧化碳捕获和封存技术、煤加氢液化技术、煤基费托合成技术、煤气化技术、煤制天然气技术、合成气制乙醇技术、整体煤气化联合循环发电(IGCC)及多联产技术、氢能开发与利用技术、可再生能源技术 9 个专题。

积极申报实施国家级科技项目。围绕《国家中长期科学和技术发展规划纲要》确定的煤炭清洁高效开发利用、液化及多联产、海水淡化、综合治污与废弃物循环利用、生态脆弱区域生态系统功能的恢复重建、高效运输技术与装备、重大生产事故预警与救援等优先主题,以及氢能及燃料电池技术前沿技术,结合企业实际需要,加强与“煤炭开发利用技术创新战略联盟”成员单位为主导的科研院所及高校合作,积极申报国家级科技项目(高技术研究发展 863、基础研究 973、科技支撑计划),在行业相关高技术领域提升地位,引领行业的发展方向。

进一步建设好重大示范工程,例如:数字神华、数字化矿山,具有国际领先水平的资源综合利用型示范矿区,煤直接液化、间接液化和煤化工示范及后续工程,富氧燃烧示范工程等等。科技管理部门要将管理前移,全面参与和加强重大课题研究的过程管控和示范工程的技术服务工作。

六、加强知识产权和技术标准制定工作,打造神华科技品牌

目前,神华集团已根据国务院国资委的要求,完成《神华集团知识产权战略》的制定工作,从知识产权的创造、保护、管理和运用等各个方面对知识产权工作进行了全面统筹规划,制定了详细的操作指南。今后一段时间,神华集团要将全面推进知识产权战

略实施作为知识产权工作的重要内容。

在知识产权创造方面,专利申请工作重心要逐渐从数量向质量转移。在保证专利申请数量稳定增长的前提下,通过加大重点科研项目的专利布局和对技术人员的培训力度等一系列措施,提升专利申请的质量。进一步加强企业技术标准的制定工作,并积极参与行业、国家和国际技术标准的制定,力争将神华集团的技术影响力和专利控制力最大化。要积极争取国际标准话语权。开展技术秘密审定工作,通过专利与技术秘密的结合更好地保护技术创新成果。

在知识产权管理方面,要加强全流程管理,对重点科研项目要在前期的专利查询检索、中期的专利动态跟踪、后期的专利申请布局中起到提升研发起点、开拓研发思路、保护研发成果的作用。

在知识产权保护方面,要通过建立企业专利数据库,进一步完善知识产权预警机制。加强对科研合作单位或委托单位的知识产权管理,保障神华集团知识产权权益,防止无形资产流失。

在知识产权运用方面,要进一步加强知识产权的对外许可工作,通过运用知识产权创造经济效益。

要进一步加强技术成果的总结和提炼,在技术成果申报、新纪录创造等方面有新的突破。全集团每年申报的省部级以上科技成果应不少于 10 项,力争 15 项,其中国家级科技成果奖应不少于 3 项。在新纪录创造和挖掘方面,要涵盖煤、电、油、运等各个方面,保持神华集团的领先优势。

七、推进产学研用合作,优化科技资源配置

加强技术创新战略联盟的建设和运作。坚持以我为主,内联外引,通过契约关系建立共同投入、联合开发、利益共享、风险分担的机制,形成优势互补和协同创新的长效、稳定的利益共同体,实现技术创新要素的集聚、创新成果和知识产权的共享。“十二五”期间,神华集团原则上每年应拿出 2 个至 3 个重大课题在战略联盟平台上开展联合开发,充分激活联盟各类创新要素。对于已经签订的战略联盟合作协议,要加快落实,充分利用合作方丰富的人才、信息和实验条件,弥补我们科技力量的不足。通过技术合作,加快引进实用成熟的前沿技术,加速新技术的应用和推广,提升科技创新的速度和效果。

积极探索科技工作国际化建设。以北京低碳清洁能源研究所为平台,学习借鉴国际先进科技管理理念、管理模式、管理机制,采取多种形式引进高水

平的国外专家和海外留学人才,为神华集团核心技术研发服务。

在加强外部技术合作与交流的同时,加强神华系统内部的技术交流,不仅要组织同一板块内的技术交流,也要组织不同板块间的技术交流,通过技术交流加快已有技术成果的推广应用,加快成果的聚变升级,形成竞合互长的良好氛围。

八、加强科技人才队伍建设,提升全员创新能力

各级领导要牢固树立人力资源是第一资源的理念,加快核心技术领域技术人才队伍建设。利用神华的资金、产业、技术和装备优势,不断发掘、培养、引进各产业高层次、高水平的科技人才。

要加快实施神华技术创新基地高层次人才引进计划,以低碳清洁能源研究所为平台,积极引进国际知名科学家和高端科技人才;以神华技术研究院建设为契机,尽快谋划紧缺人才的引进,尽快聚集一批煤、电、运领域科技管理的“将才”和关键技术研发的“专才”;以神华管理学院为培训基地,加快培养管理和技术骨干人才。

各单位要根据发展需要,加大人才引进力度。在定向培养和接收主体专业大学毕业生的基础上,注重引进硕士生和博士生,提高技术人才的基础素质;要注重紧缺专业、紧缺高技能人才的引进和培养,多渠道增强企业的科技力量。

注重现有技术人才的后续培养。通过定期培训、专业深造、重要岗位锻炼等多种方式,持续提升科技人才队伍的总体素质。加快打通管理和技术两条人才培养、晋升通道,关键技术岗位人员收入原则上应高于同等管理岗位人员收入。

要加强专家队伍建设,逐步扩大专家队伍规模,形成不同层次的专家梯队;要积极推选重大科研项目专家负责制,提升专家在国内乃至国际上的影响力和知名度,提升神华集团的科技品牌和科技形象。

同志们,加快科技创新步伐、提高科技创新能力,是推动神华集团科学发展的战略选择和现实要求,是神华集团建设世界一流煤炭综合能源企业的重要组成部分,是摆在我们面前一项重要而紧迫的任务。让我们在集团公司党组的领导下,以更加强烈的责任感和紧迫感,紧紧围绕“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的战略方向,坚定信心、开拓创新,为全面提升神华集团的创新能力而努力奋斗!

(责任编辑:杨静)

关于加强神华集团公司科技创新工作的指导意见

神华科〔2011〕744号

各子公司：

为深入贯彻科学发展观，全面落实《国资委关于加强中央企业科技创新工作的意见》（国资发规划〔2011〕80号），推进科技创新战略的实施，全面提升自主创新能力，支撑神华集团公司科学发展和建设具有国际竞争力的世界一流煤炭综合能源企业目标，现就加强神华集团公司科技创新工作提出以下指导意见：

一、科技创新战略

实施科技领先战略是神华集团公司科技创新战略的核心。坚持高碳产业低碳发展、科技创造绿色能源的理念，不断完善科技创新体系，培育一流的科技创新能力，创造一系列领先的科技成果，支撑神华集团公司科学发展和世界一流企业建设，引领行业科技进步，为增强央企科技实力、提高全球煤炭科学发展的水平多作贡献。

（一）指导思想。以科学发展观为指导，围绕打造世界一流企业，以提高自主创新能力为中心，以核心技术的自主研发和应用技术的系统集成创新为重点，以领先的科技水平，支撑神华集团公司核心竞争力的提升和科学发展，在创新型国家建设中发挥骨干作用，在全球煤炭科技发展中发挥带动作用。

（二）基本原则。“五坚持、五提升”的原则。即坚持体制机制创新，提升科技创新的活力；坚持创新主体地位，提升科技创新的动力；坚持自主研发与产学研结合并举，提升科技创新实力；坚持企业关键技术与行业共性技术一体化开发，提升科技创新引领力；坚持科研开发与成果产业化同步，提升核心竞争力。

（三）战略目标。通过实施科技领先战略，全面提升科技创新能力，实现“支撑神华科学发展、助推一流企业建设、引领行业科技进步、提升央企科技实力、领先全球煤炭科技”的科技发展战略目标。

（四）“十二五”目标。到“十二五”末，科技投入稳步增长，创新体制机制得到完善，科技创新能力明显

提升，取得一批国际领先水平的重大科技成果，科技进步贡献率达到65%以上。

自主研发能力显著增强。北京低碳能源研究所、神华战略研究院和神华技术研究院（神华科技发展公司）3个自主研发机构建设取得实质性进展，建成国际领先和国际先进水平的研发平台，基本建设成国家高层次人才储备基地。

科技投入稳步增长。科技投入占主营业务收入的比重达到3%以上，其中研发投入比重达到2%以上。

科技人才队伍建设取得进展。到2015年，力争引进培养2名至3名院士，60名“千人计划”层次人才、200名“青年千人计划”层次人才，打造5个至10个具有明显优势和特色、国际知名的科技创新团队。

知识产权工作取得重大进展。专利申请总量达到4000件，专利授权量进入中央企业前列。研究制定企业技术标准100项，积极开展技术秘密工作。

科技创新成效显著。取得100项国际领先水平、支撑神华煤电油运产业科学发展、拥有自主知识产权的核心技术成果；支撑煤炭、煤制油（煤化工）产业技术水平处于国际领先水平，电力和运输产业技术水平处于国内领先水平；攻克20项抢占低碳能源技术制高点的核心技术，引领高碳的煤炭产业低碳发展。

（五）“十三五”目标。努力使神华集团公司科技创新体系更加健全、创新机制更加完善、创新文化更具特色；拥有一批具有自主知识产权，在世界范围内具有一定影响力的重大专有技术和首创技术，成为世界煤炭行业的技术领先者，成为国际低碳能源领域科技领军企业。

二、重点任务

（一）建立健全科技创新体系。建立完善以科学技术委员会为决策机构、专家咨询委员会为决策支持，北京低碳能源研究所、神华战略研究院、神华技术研究院（神华科技发展公司）3个自主研发机构为主体，科技管理部门为纽带，煤电油运4个板块企业

技术中心为骨干,厂(矿)科技创新机构为基础,高效整合利用社会科技资源的决策、管理、研发与科技成果产业化一体化的科技创新体系。

(二)研发平台建设。北京低碳能源研究所是神华集团公司科技研发的前沿机构,重点是开展煤低碳清洁转化、氢能等新能源技术研发;加强对未来可能产生重大突破的新能源领域的基础和应用基础科技攻关,掌握前瞻性、战略性和革命性的科技成果。力争用 8 年至 10 年时间把低碳研究所建成我国产学研相结合的科技研发体制示范基地、国家高层次人才储备基地和引领新能源发展世界有名的科研基地,打造低碳清洁能源领域的“贝尔实验室”。

神华战略研究院、神华技术研究院(神华科技发展公司)是神华软科学研究和科技研发的主导力量,重点是神华集团公司发展战略、技术经济及信息情报的研究,开发煤炭、电力、路港运输、煤制油化工等主业发展的核心技术,非核心技术研发的组织管理,科技成果产业孵化和营销。力争通过 5 年至 8 年的努力,把神华战略研究院、神华技术研究院(神华科技发展公司)建成神华集团公司发展战略的决策支持中心、四大主业发展的技术支持中心、重大成果经营和产业化中心,以及引领行业科学发展关键技术的研发中心。

加强二级企业技术中心建设,逐步将神东煤炭集团和准能公司技术中心、煤制油化工研究院、国华电力研究院建成国家级企业技术中心。逐步形成“低碳研究所、神华战略研究院、神华技术研究院(神华科技发展公司)和子(分)公司技术中心”两个层次的科技研发体系,分别负责企业前瞻性、战略性、共性技术及重大软科学研究和生产一线技术、工艺改进研究。

(三)优化科技资源配置。坚持牢牢掌握核心技术和科技创新关键环节,以神华集团公司院士专家工作站、煤炭开发利用技术创新战略联盟、煤炭联合基金为载体,继续完善已经建立的“充分利用社会科技资源的产学研结合”的科技创新机制,加强国内、国际科技合作;发挥科技公司和工程咨询公司的作用,推进研发、设计、工程与生产的结合,促进科技成果向现实生产力转化,提升科技创新综合能力。

(四)加强科技人才培养。落实《关于加快推进神华人才发展战略和人才工程建设的决定》(神华党组〔2010〕49 号),实施“十、百、千”人才工程,建立完善科技人才引进、培育和使用的激励机制,加强科技管

理、研发和工程技术人才队伍建设,培育应用型工程技术人才和创新型技能人才。

(五)加强安全科技攻关和示范工程建设。加强煤炭、电力、煤制油煤化工、路港运输产业重大安全专项研发,突破关键技术,实施科技保安工程,建设本质安全型煤矿、电厂、煤制油化工厂、铁路和港口。

(六)实施科技创新示范引领工程。加强科技攻关,以领先的科技为支撑,打造安全绿色智能煤矿(神东煤炭集团大柳塔井工煤矿和神宝能源公司露天煤矿)、新街矿区,朔黄重载铁路示范段、国华宁海示范电厂和煤直接液化示范厂,领先全球煤炭科技。

(七)加强产业转型升级科技攻关。实施煤炭安全高效开采、矿井水资源保护与利用、神华煤质提升、煤炭伴生资源开发利用与矿区循环经济发展、节水及环保发电、煤制油、煤化工、神华铁路及港口运力提升、重大装备国产化和新能源关键技术“十大技术开发专项”,突破核心技术,支撑产业转型升级,实现煤电油运产业安全发展、清洁发展、绿色发展及产业间协调发展,并引领行业科技进步。

(八)搞好清洁低碳产业科技攻关。研发煤低碳清洁转化、氢能、可燃冰、可再生能源等技术和产业化集成创新,占领其技术制高点,为增强国家科技实力作贡献。

(九)战略性新兴产业科技攻关与培育工程。加强煤矿高端装备、低温多效海水淡化设备、煤直接液化关键设备等高端重大装备制造业,以及煤制油、煤制烯烃和煤制天然气为代表的现代煤化工产业,氧化铝和镓提取加工及海水淡化等新兴产业相关技术研发,培育战略性新兴产业。

(十)搞好国家相关重大科技攻关。围绕《国家中长期科学和技术发展规划纲要》,以企业需求为导向,积极申报实施国家级科技项目,为提升国家科技竞争作贡献。

(十一)加强知识产权工作。加大知识产权管理力度,从项目立项抓起,加强知识产权的创造、应用、管理和保护,保持专利数量持续增长,提高发明专利比重。加快知识产权成果的应用,推进知识产权成果资本化运作,打造知名品牌。

(十二)推进科技成果产业化。加大对神华集团具有自主知识产权的重大技术成果的集成应用和再创新,推进重大研发成果的产业孵化,激活技术、项

目、人才和资本等生产要素,培育新的经济增长点。

(十三)加强技术标准工作。建立完善技术标准和质量管理体系,积极采用国际标准和国外先进标准,加快企业技术标准的研究和制定。积极参与国际标准、国家标准和行业标准的制定。

(十四)推进管理创新。加强煤、电、油、运产业发展战略及产业一体化战略、企业国际化发展战略和技术经济等软科学研究,为企业发展战略的制定、重大工程设计和建设优化提供支持。

三、保障措施

(一)加强对科技创新的领导。各级领导要把科技创新摆在重要位置,班子中要安排专人负责科技创新工作。神华集团公司科技发展部牵头负责科技创新战略的组织实施,投资规划、财务、人力资源、法律等部门要积极配合,加强对创新工作的分类指导和管理,加快科技创新战略重点任务的落实。各子(分)公司主要负责人要组织制定贯彻落实本《指导意见》的配套实施办法,保障人、财、物的投入,推进科技创新战略的实施。

(二)坚持“科技先行、资源优先、人才保障”的原则。对重大科技项目确保人才优先、投入优先;在资源配置上,优先满足自主创新的需要;对于重大新建、技改项目要坚持科技先行;使科技创新战略早日落地,战略目标早日实现。

(三)建立健全科技管理组织机构。充实集团公司科技创新管理部门的力量,强化统一管理,提高科技创新管控能力。设立神华集团公司院士专家工作站办公室,充分发挥神华集团公司院士专家工作站的作用。各主要生产型子(分)公司应设立专职负责科技创新的职能部门,并作为一类管理部门纳入公司管理序列,其他子(分)公司要配备适应企业发展要求的专职科技管理人员。

(四)完善科技投入的保障制度。要把科技投入

作为预算保障的重点,建立和完善科技创新专项资金制度和科技投入稳定增长的长效机制。

(五)探索科技创新的激励政策。以低碳研究所为试点和引领,探索建立知识产权、科技成果等要素按贡献参与分配的政策。

(六)打通技术人才成才通道。建立完善“首席专家”、“学术带头人”政策,赋予首席专家、学术带头人相应的权利,疏通技术人员的成才通道,逐步提高技术人员的薪酬待遇。

(七)完善科技创新奖励制度。设立科技奖励专项资金和“神华集团公司自主创新杰出人才奖”,修订科技进步奖励办法,加大科技创新奖励力度。

(八)制定推进知识产权战略实施的政策。制定保护知识产权、支持参与国际标准、国家标准制定和科技人员参加高层次学术交流的政策,推进知识产权工作健康发展。

(九)建立鼓励员工创新建功立业活动的政策。健全集团公司改革发展、技术创新、质量创新、改善工艺和节能减排的群众性合理化建议制度,建立员工小改、小革、小发明、小创造和合理化建议“五小”成果奖励制度。

(十)加强科技创新的考核和奖惩机制。完善科技考核指标体系,制定实施将重大科技成果和成果应用与转化纳入企业负责人的业绩考核体系,把研发投入、重大科技成果、知识产权等指标作为进入 A 级企业考核的否决指标的政策。集团公司科技管理部门负责科技创新业绩的考核。

(十一)营造良好的科技创新环境。要广泛深入宣传集团公司科技创新战略,营造崇尚科学、重视创新、尊重人才的工作氛围。要充分发挥工会、共青团的作用,动员广大干部员工积极投身到自主创新的实践中来。

(责任编辑:杨 静)



神华集团公司“十一五”十大科技创新成果

神华集团始终坚持以科技创新为引擎,实现企业跨越式发展。“十一五”期间,围绕煤电油运产业科学发展和转变经济发展方式,开展了一系列关键技术攻关和重点技术创新示范工程建设,取得了一大批高水平的创新成果。

一、安全高效矿井建设技术

安全高效矿井建设是煤炭开采的发展方向,通过自主创新,神华集团公司建成了世界上建设速度最快的千万吨级矿井,建成了世界上采高最大的千万吨级综采工作面,建成了世界上首个千万吨级矿井群,建成了我国惟一采用吊斗铲工艺的现代化特大型露天矿。研发的相关技术应用和成果推广,不仅使神华煤炭开采的安全性和效率均处于国际先进水平,共获得专利 50 余项,引领了我国安全高效矿井建设的方向,而且取得了巨大的经济效益。

二、神华矿区资源与环境协调开发技术

针对煤炭开发的资源回收率低、水资源利用率低 and 环境保护技术水平低等问题,开发了适合浅埋深厚煤层和特厚煤层的煤炭开采与水资源协调保护技术、煤炭开采与生态环境协调保护技术,获得专利 30 余项。使神华的煤炭回采率由 71.9% 提高到 83%,3 年来多采出煤炭 5000 多万吨,创造直接经济效益 120 亿元。神东矿区矿井水复用率达 60% 以上,植被覆盖率由开发之初的 3% 至 11% 提高到 60% 以上。

三、采掘装备本土化技术

针对我国高端煤机装备长期被国外公司垄断的被动局面,创新采掘装备研发模式,组织国内近 20 家相关产学研单位展开技术攻关,成功解决研制企业“首台业绩”的难题。成功研制并推广应用了 2.4 米至 7.0 米系列液压支架,获得专利 20 余项。2006 年至今,神华集团共使用本土化液压支架近 50 套,节约采购资金超过 100 亿元,为提升我国民族装备制造业的创新能力和产业技术水平作出了重要贡献。

四、煤炭伴生资源开发技术

准格尔煤田是我国煤炭伴生资源的富矿,该煤田煤炭中氧化铝总量超过 20 亿吨,是我国现有铝土矿资源储量的 3 倍;该煤田煤炭中镓的储量是世界总储量的 80%。神华集团自 2005 年开展粉煤灰提取

氧化铝和镓的技术攻关以来,成功研发了“一步酸溶法”制备氧化铝和镓的成套工艺技术,申请和获得专利 40 余项。年产 4000 吨氧化铝的中试线已建成并试车成功,正在规划建设 2×50 万吨氧化铝示范生产线。该技术的研发成功,将解决我国铝资源短缺的难题,使我国镓这一战略资源得以开发利用。

五、神华煤电厂锅炉高效安全燃烧技术

神华煤(即以神东矿区为主的侏罗纪煤)具有低灰、低硫、低磷、中高发热量的优点,但同时也存在着灰熔点低、燃烧易结渣的致命缺陷,成为长期困扰火电安全生产的重大技术难题。神华集团公司经过多年的技术攻关,彻底解决了困扰我国储量 6000 亿吨侏罗纪煤燃烧易结渣的技术难题,获直接经济效益 200 多亿元,获得专利 29 项,不仅为神华煤年销售量由 500 万吨增加到 5 亿吨提供了技术保障,而且为保障我国能源供给创造了条件。

六、万吨级低温多效海水淡化技术

水资源短缺已成为制约我国经济社会发展的重要因素。海水淡化是目前解决水资源问题的最重要途径。神华率先在沧东电厂开展低温多效海水淡化技术研究,获专利 28 项,形成了具有自主知识产权的海水淡化设计和制造技术,建成了万吨级低温多效海水淡化示范工程,生产成本不足 5 元/吨,远低于南水北调成本。该项目的成功,对国家淡水开发战略已产生重大影响,据此,国家有关部委正在研究制定新的淡水保障方案。

七、百万吨级煤直接液化关键技术

2008 年 12 月 30 日,矗立于鄂尔多斯高原的神华百万吨级煤直接液化示范工程正式投煤试车成功,使我国成为世界上惟一掌握百万吨级煤直接液化核心技术的国家。神华集团研发了“神华煤直接液化工艺”等核心技术,申请和获得专利 100 余项,其核心工艺获得了美国、俄罗斯、日本等 8 国发明专利。今年该项目将实现利税 8.8 亿元。

八、煤制烯烃技术

神华包头煤制烯烃项目是世界首套以煤为原料,生产聚烯烃的特大煤化工项目。神华集团以集成创新模式,实现了技术和装备的 (下转第 32 页)

关于新街数字化矿区建设的构想

车仁浦

(神华新街能源有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯, 017000)

摘要: 新街矿区的数字化建设总体包括两个方面,即管理的信息化和矿区生产过程的自动控制。三维数字化平台是新街矿区数字化建设的切入点,是生产过程自动控制平台矿区数字化建设的基础条件。生产过程的自动化控制是煤矿数字化建设的真谛所在。物流网络、煤炭行业数字化建设的创新机制、煤矿机电设备设计、制造、安装、维护模式的改进,是新街矿区数字化建设的重要课题。

关键词: 新街 数字化矿区 建设

中图分类号: TD2

文献标识码: A

文章标号: 1674-8492(2012)01-018-03

新街数字化矿区建设,是神华集团公司发展战略的重要组成部分,也是新街现代化矿区的特色之一。如何通过动员社会各界,行业内外的力量,借鉴世界顶尖的技术成果,结合新街的实际,进行有效地整合,建设高水平的数字化矿区,在煤炭行业企业升级中起到示范作用,是摆在我们面前的一项光荣而艰巨的任务。新街矿区优越的地理、地质条件,集约化的矿区规划设计,多年来形成的神东矿区的建设经验以及神华集团公司不断创新的企业文化,是我们数字化矿区建设的有力支撑条件。

1 新街数字化矿区的内涵

关于数字化矿区的定义和标准有多种解读,由于各煤炭企业地质条件、装备水平、历史沿革和企业文化有很大差别,目前看来很难形成统一的标准。经过几年来的调研、分析和论证,我们感到新街矿区的数字化建设总体来说,应该包括两个方面,即管理的信息化和矿区生产过程,包括煤炭生产、加工、储存、运输的自动控制。

1.1 管理的信息化

新街公司内部管理的信息化,主要是在神华集团217工程的框架之下,结合新街的特点,建设自己的运行模式、管理体制、业务流程以及相适应的一系列规章制度,用信息技术予以固化,并实现财务管理、人力资源管理、资产管理和生产管理的有效互动,提高运营效率,提升管理水平。

1.2 矿区生产过程的自动控制

新街矿区的数字化控制体系,应以统一的网络设计为基础,在一个平台下进行统一的控制。具体

来说应分为两个层次,一是矿区的煤炭洗选、加工、储存、运输系统,通用性较强。二是井下煤炭生产过程的自动控制系统。前者应该强调矿区的统一性,着眼于整个系统的优化。后者则以矿井为单元,着眼于调节单元内采煤、运输、提升、排水、通风、供电等系统之间的关系,是新街矿区数字化建设的重点和难点,如果成功实现将成为我国煤炭工业的重大突破。

1.2.1 三维数字化平台是新街矿区数字化建设的切入点

地下煤层赋存及相关地层状况的未知性和不确定性,是地下煤矿开采与地面工业的本质区别,煤矿井下工作场所随着生产过程不断移动是煤矿生产的又一个特点。以真实的地理、地质信息数据为基础,建立矿区井上下真实和模拟交互的三维立体界面,把地面可视资源与地下地质、巷道、设备状态等反映到统一的三维数字化平台,使井下情况直观透明,形成准确、丰富的人机界面,为矿区规划设计、煤矿基本建设、煤矿生产管理、煤矿生产的自动控制、井下抢险救灾、对外形象展示和交流提供平台,是新街矿区数字化建设的切入点。

1.2.2 集中控制模式的确立、平台软件的选择与控制系统的设计

将煤矿井下各生产环节的各子系统集中到统一的数据平台,用计算机统一进行自动调节,保持整个生产系统的有效运行,也就是通常所说的生产过程的自动控制,在电力、冶金、化工等行业已经属于常规武器,规定动作,而在煤矿井下应用却十分困难。煤矿地质条件的复杂性和生产过程的不确定性,使人们对煤矿生产过程的自动化控制望而生畏,落后

的观念和行业的壁垒,使这种状况又增加了合理性,能不能突破这道瓶颈,是煤矿能否真正实现现代化,实现本质安全的关键所在,也是对神华集团和新街矿区建设者的一个严肃的考验。

生产过程自动控制平台软件在国内外已经相当成熟,各种类型和风格的产品给人们提供了更多的选择空间,软件供应商也不断加快升级换代的步伐,以满足生产企业的需要。煤矿的集中控制平台应该是什么样子,是自主开发还是引进吸收,如何选择合作对象都是我们必须面对的课题。选择控制平台,实质上就是选择控制系统,具有较强的研发能力,信誉好、具备矿业背景和经验的国内外大型自动化控制公司应该是我们的首选。ABB 公司开发的以 800xA 软件平台为核心的自动控制平台,以开放的接口作为连接手段,实现了控制平台与不同厂家生产的子系统之间的有效连接,在非煤企业率先实现了生产过程的自动控制。目前他们应客户的要求,在南非等国家的 4 个煤矿进行了井下生产过程自动控制的研究,将实现井下自动控制的难点列为 18 个课题进行重点攻关。其中,井下各生产系统和设备之间的无线通讯、井下按需通风、井下设备和人员定位(误差 30m)、选矿自动控制优化等方面已完成研究并投入安装使用,煤矿井下自动控制规划和模型设计、煤矿井下空气质量控制系统也已经进入测试阶段。德国 psi 公司也在煤矿井上下生产系统优化方面进行了深入的研究,并在鲁尔矿区成功地进行了应用。重庆煤矿设计院以西门子公司的集中控制软件为基础,进行自主开发的煤矿井下生产自动控制平台,在四川攀枝花煤矿进行了实际应用。通过这个控制平台,初步实现了运输、排水、供电等子系统的互联互通和系统优化,开创了我国煤矿井下生产过程自动控制的先河。下一阶段,我们将进一步跟踪和解析这套系统的实际运行情况,为新街矿区集中控制平台和井下自动控制平台的建设提供借鉴。

1.2.3 标准化是矿区数字化建设的基础条件

矿区设计的标准化、系统的标准化、设备选型及其接口的标准化,是矿区数字化建设的基础条件,没有这一系列的标准化,就不可能实现矿区生产的自动控制。矿区自动化平台建设的意义还在于为矿区数字化建设的标准确立提供依据。平台数据接口标准的确立,应该成为神华集团数字化矿区建设的重点,这个标准一经设立,完全有可能演变成为我国煤

炭工业数字化建设的又一个标志。

1.2.4 生产过程的自动化控制是煤矿数字化建设的真谛所在

由于历史的原因,我国多数煤矿数字化建设依然处在修修补补阶段,绝大多数煤矿是在现有的基础上进行改造,增加了通讯、定位、瓦斯监控、工业电视、网络广播等相对独立的系统。虽然在煤矿技术升级方面起了一定作用,但仍然是各自为政、互不关联,在一定程度上还给管理造成了负担。就好像一个残疾人,带着眼镜、助行器、拐杖缓慢前行,步履蹒跚。而新街这样的现代化矿区的数字化建设,应该是一个有机的整体,把矿区建成像健全人一样的自动控制体系,并逐步提高智能化水平。

以矿区自动化控制平台为依托的生产过程的自动化控制,应该是一个完整的体系,这也是煤矿数字化建设的真谛所在。各种设备的感知功能和识别功能、自我控制功能的完善程度应有统一的标准,逐步成为“标配”,全矿区应该实行统一的电子设备身份识别体系,并且在设备设计制造阶段就融为一体,成为矿区设备的基本配置。

煤矿井下自动控制的子系统包括提升系统、通风系统、排水系统、供电系统、选煤系统、运输系统等,各子系统下面又包含着一系列的小系统,各子系统智能化水平的提高是矿区自动控制的基础。各子系统的稳定可靠程度,对整个系统的稳定起着决定性的作用。综采工作面自动控制能力,是整个矿区自动控制的瓶颈,也是矿区自动化水平的标志。神东矿区在这方面做了许多有益的尝试,也取得了许多经验。但这些仍然属于应用层面的,工作面装备的设计制造商对这种尝试的参与度不大,自动化控制工作面必备的感知系统没有新的内容,操作界面没有统一,三机仍然各自为战,离真正意义的自动化无人工作面还有很大的距离。我个人认为,实现采煤工作面自动化开采,是煤炭工业具有战略意义的一件大事,也是实现煤矿本质安全的根本措施。作为煤炭工业龙头老大的神华集团应该担负起这个历史责任,以新街矿区的开发建设为载体,与国内外具有强大研发能力的煤机制造商建立战略合作伙伴关系,由采煤机制造商(或神华集团)牵头,联合支架、运输机厂商,集中精力进行井下自动化采煤工作面的攻关,彻底解决煤矿生产自动化的核心问题,为我国煤炭工业发展做出贡献。

2 新街矿区数字化建设的重要课题

2.1 物流网络

新街矿区的物流网络应该是一个全新的概念,我们不妨把全矿区看作是一个大虚拟的库房,在 ERP 的框架之下,利用物联网技术,转换管理模式,实现整个矿区井上下的库房管理、资产管理、机电管理、财务管理一体化。

2.2 数字化建设的创新机制

关于煤炭行业数字化建设的创新机制,是我们必须面对的一个重要课题。煤炭工业的现代化水平几十年来一直落后于航天、航空、电力、化工、冶金等行业,这几年随着各级政府管理体制的变迁、煤炭行业的研发能力受到了极大的损伤,煤炭企业技术升级底气严重不足,对于这一点,我们通过一年多来的调研,体会是深刻的。从目前的情况来看,“国家队”仍然是科技创新的主力部队,而他们的责任感和使命感也往往高于其他企业。中央企业尤其是神华集团这样的行业领军企业,应当责无旁贷地担负起科技创新的主体责任。

以需求为导向,发动全体煤矿职工,运用现代信息和控制技术,解决煤矿生产建设的实际问题,提高煤矿的生产力水平,实现煤矿的本质安全,是煤矿数字化建设的根本目的和基本途径。而近些年来,国内外煤矿发生的重大事故的分析,应该成为我们数字化矿区建设的最佳切入点。

以新街矿区为基本载体,借鉴神东矿区数字化矿区建设的经验,结合我国煤炭工业的实际,提出新街矿区数字化建设的基本模式。选择合适的集中控

制平台,按控制流程梳理整个控制系统,从管理体制、研发机制、关键技术等各个方面,找出整个系统的薄弱环节和关键点。提出攻关目标,按照重要性和难易程度,确定攻关目标和相应措施。其中有的可由神华集团牵头联合国内外设计制造商进行重点攻关,比如采煤工作面的三机联动研究、煤矿井下极端情况下的通信网络畅通研究等;有的可以发挥神华集团的影响力,利用新街矿区建设的平台作用,提出需求标准,通过市场机制,动员社会力量进行攻关。

2.3 煤矿机电设备设计、制造、安装、维护模式的改进

煤矿机电设备设计、制造、安装、维护模式的改进,是新街矿区数字化建设的又一个课题。以煤矿井下皮带运输机的设计、制造、安装、调试过程为例,目前大多数煤矿采取的模式是,设计院负责设计,提出基本标准,煤矿按照支架、托辊、电机传动、控制系统分别采购,或业主指定产品由其中的某一家制造商采购,再由煤矿业主负责安装、调试。这种模式虽然过去有些合理性,但质量保证责任也都落到了业主身上,而事实上大多数业主根本就没有这样的能力,这就使这套系统的质量保证体系形同虚设。如果整个矿区都是这种模式,庞大系统的质量保证也将无从谈起,更谈不上矿区生产的自动控制了。因此,借鉴电力、化工、冶金、家电等行业的经验,按系统或按照业务单元选择有能力的厂商进行设计、制造、集成、安装、调试,并提供全面的质量保障是新街矿区数字化建设的必由之路。

作者简介: 车仁浦(1956-), 研究生学历, 高级工程师, 现任神华新街能源有限责任公司总经理。

On How to Construct Xinjie Digital Mining Area

CHE Renpu

(Shenhua Xinjie Energy Company, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China)

Abstract: The construction of Xinjie digital mining area is not only an important part of development strategy of Shenhua Group Company, but also one of the distinguishing features of Xinjie modern mining area. The digital construction of Xinjie mining area mainly includes two aspects: the informationization of management and the automatic control of productive process in mining area. Three-dimensional digitalized platform serves as the point of penetration in the digital construction of Xinjie mining area, and the automatic control of the platform in productive process is the basic condition of digital construction. The automatic control of productive process is what the digital construction of cola mine all about. Logistics network, the innovation mechanism of digital construction in coal industry, and the design, manufacture, installation and improvement of maintenance mode of coal mine electromechanical equipment are the major tasks in the construction of digital Xinjie mining area.

Keywords: Xinjie; Digital mining area; Construction

(收稿日期: 2011-11-28 责任编辑: 杨 静)

构建电力集团成本领先战略的物资采购策略体系

何成江¹ 陈宏² 李政²

(1. 神华北京国华电力有限责任公司,北京,100025;2. 神华国华(北京)电力研究院有限公司,北京,100025)

摘要: 自2006年以来,国华电力在以往集团化物资管理的经验基础上,根据发电企业物资管理特征,应用现代供应链管理理论和战略采购理论,围绕三方面推进采购策略体系创新。一是以集约化管理思想实施组织创新;二是推进采购策略理念体系创新;三是实施采购策略执行体系创新。采购策略体系的创新实现了直接效益和间接效益双提高。

关键词: 经营战略 物资管理 成本领先 集约化 采购策略

中图分类号: F40

文献标识码: A

文章标号: 1674-8492(2012)01-021-06

1 前言

随着电力市场化发展的不断加深,传统的以规模为特征的发电能力盈利模式转变为以机组环保经济性和市场竞争力为主导的盈利模式。在此背景下,国华电力确立了以“成本领先”为核心出发点的经营战略。

虽然燃料费占发电成本的比重很大,但仅仅关注电煤采购,无法形成可持续的核心竞争优势。发电企业成本管理的特征在于,不仅仅要关注直接的和显性的成本要素,更要关注间接的和隐性的成本损失,而发电企业的隐性成本往往存在于物资领域。因物资供应不及时造成机组停产或在建项目停顿所导致的缺货成本巨大;因物资质量缺陷所造成的安全成本、效率损失和管理成本远远高于物资本身的直接成本。因此,物资管理是有效实现发电企业成本控制、推进全寿命期资产价值最大化的关键着力点。

由于发电企业物资管理的复杂性,要实现有效管理必须进行采购策略创新。

从需求方面看,不同专业部门的个性化需求难以实现整合,不同运行工况与设备状态使需求的预控难于实现,使采购产品具备完全的MRO^①类物料的复杂特性,往往造成集中规模化采购失效。而基建需求的项目性特点与发电需求的生产性特点不同,虽然总目标一致,但在满足需求的采购绩效管理过程中,基建与生产存在明显差异。

从供应方面看,发电企业难以形成强大的议价能力。多数设备制造商对单个企业需求的依赖程度不足以形成对其自身发展的深层影响,需求即便形成规模,驱动采购价格降低的空间仍然有限;而发电

企业的运行特点经常使买方对供应商形成技术依赖,产生大量的单一货源供应商,使采购处于被动地位。同时,市场上各种类型的供应商同时存在,需要不同的管理策略、手段和过程,既要考虑电厂的地域分布和供货时间影响,又要考虑产品质量和服务响应,同时还要分析交易关系和结构,实现成本控制。

从物资采购过程看,传统的方式是以产品标准化为基础,实现以质量保障为前提的规模化采购,而实际的物料需求具有品种杂、批量小、批次多、技术条件复杂、需求计划难于预测等特点,单次订货价值不高,但订货交易管理成本巨大,集中采购的收益可能被管理成本的升高所抵消。

发电企业间接和隐性成本高于直接和显性成本的特点,决定了采购绩效必须实现安全、效率和成本的协同。安全方面包含质量与保障策略,质量策略的实施以设备和备件的失效模式分析,及其对电厂运行的影响为基础,对产品与供应商进行分级分类管理。保障策略要求将采购与库存控制、服务响应相连接,并综合平衡供应周期、响应时间、库存成本等驱动因素。效率方面,要有效管理MRO型物资需求与供应的复杂性,降低平均订货交易管理成本,提升组织运作效率。成本方面,要全面管理总体的供应链成本,以设备全寿命周期的总拥有成本(TCO^②)优化,作

^① MRO 是 Maintenance, Repair & Operations 的缩写,即维护、维修、运行。指在实际的生产过程不直接构成产品,只用于维护、维修、运行设备的物料和服务。

^② TCO 是 Total Cost of Ownership 的缩写,即总所有成本。指企业拥有一项设备或材料的全部成本,包括直接采购成本、交易成本、运输成本、安装与调试成本、运行维护成本、质量损失成本、技术升级成本、报废处置成本等。

为物资管理价值实现的出发点和落脚点。因此,发电企业要实现高效的物资管理,必须进行采购策略体系的管理创新。在组织方面从操作型向价值发掘型组织转变,在运作方面从直接采购成本导向转变为全寿命周期的总拥有成本导向,在物资管理范围方面需要统筹从生产物资向基建-生产一体化转变。

2 采购策略体系的实践

为同时实现安全、效率水平的提升与成本的降低,国华电力物资采购策略体系的创新围绕 3 个方面进行。①组织体系创新。推进组织管理指导思想的转变和组织职能定位的转变,实现分级管理、分层运作、各负其责。②采购策略制定体系的创新。以发电企业物资特征为基础开展类别管理,并将总拥有成本和基建生产一体化管理贯彻到策略制定过程中。③采购策略执行体系创新。实现采购策略、运作方式和执行操作的一致性。三方面创新互为支撑,有效协同,推动国华电力不断深化采购管理。

2.1 国华电力物资采购体系的组织创新

2006 年以来,国华电力推进采购组织定位转变,逐步从具体的以采购操作为主的组织形态,向以策略分析、专业技术支持为主的价值管理型组织形态转化;由传统被动式的职能性买办向以信息化为手段实现主动的集约化管理支持转变。组织职能摆脱了繁重的事务性订单管理,更聚焦于价值挖掘的策略管理,表现在 3 个方面:

(1)从关注直接采购成本的集中采购,转变为基于总拥有成本的集约化采购。在关注物资采购可获得成本降低的同时,采购管理更加关注采购作业成本、管理成本、质量缺陷风险成本以及供应商的关系成本。

(2)从被动响应型采购,转变为主动前置于需求发生的采购策略管理。集约化采购突出虚拟集中、物理分散的分级管理内涵,将采购策略的制定、供应寻源、采购交易、采购执行等不同职能有效切割,将大量的事务性交易操作、程序化控制转变为基于成本管控的共性需求分析与解决方案的落实,逐步实现策略集中、执行分散;分析集中、数据分散。

(3)物资信息系统从作业规范化、流程标准化的电子采购交易系统,转变为基于企业资源管理的 SCM^③供应链管理系统,作业管理转化为全面的成本控制管理。

与组织定位转变相对应,国华电力按照决策、管

理、操作、监督职能分离的原则,合理划分组织机构的层级、分工职责和权限,理顺职能关系和工作流程,明确供应管理的法律责任和管理责任,做到资源共享、集约管理、分级操作、各司其职,各负其责。实现效率效益兼顾、制约制衡有效、专业化能力发展和规范化运作。这一组织体系包含 4 个层级:

(1)主管层:国华电力采购主管部门由公司项目管理部、发电营运部、经营管理部分别负责基本建设、生产营运、非生产性物资的供应采购管理。

(2)支持层:由神华国华电力研究院物流中心建立统一的物资管理平台,具体职能包含 5 个部分:①供应链管理。供应链优化分析、需求分析、计划管理、库存结构优化与库存策略、流程优化与标准制度建设。②集约化采购。物资类别管理与采购策略控制、基建物资采购策略分析、基建物资采购信息维护、战略采购、长约采购、需求与市场供应分析、价格管理、供应寻源、瓶颈类物资供应保障。③供应商管理。供应商准入管理、供应商表现评估、供应商关系管理、供应商管理标准建设、供应商资源优化。④SCM 供应链信息化系统平台建设:采购供应业务流程标准化、主数据管理、供应链数据挖掘、统计以及客户化分析。⑤供应绩效管理评价。对标管理,年度绩效控制指标管理与指标数据统计。

(3)决策与执行层:最终决策权均属于采购主体,按照供应活动的类型,各主体根据实际行使决策权的情况承担相应的管理责任。

(4)监督层:由神华集团、国华电力和项目公司的纪检监察等部门负责,履行对采购活动的效能监督职责。

2.2 国华电力物资采购策略理念体系创新

2.2.1 基于电力物资需求与供应特征的类别管理策略

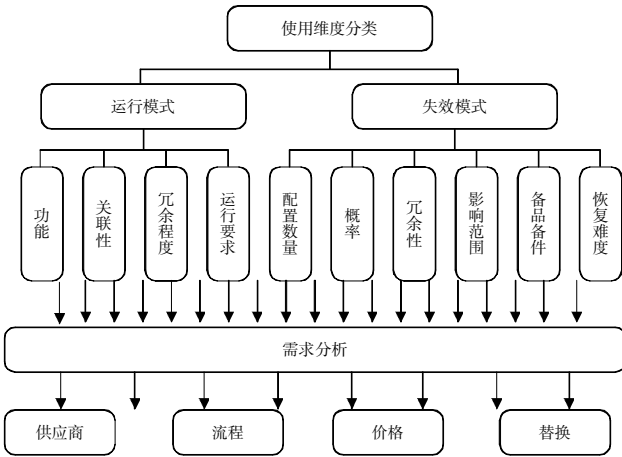
传统的物资类别管理通常以供应市场维度和采购支出维度构成两维度策略矩阵,形成 4 个物资类别,包括战略类、瓶颈类、杠杆类和常规类物资。这种简单的分类管理,无法全面反映电力企业物资管理的复杂性,在很多情况下会产生管理目标缺失,尤其是物资对机组安全性影响在两维模型中很难直观量化,看似“物小价廉”的非正品部件被采购并安装使用,给物资采购特别是机组的安全稳定运行带来极大风险,如按照常规类物资管理,则很容易导致质量失效。

^③ SCM:是 Supply Chain Management 的缩写,即供应链管理信息系统。目前国华电力 SCM 系统主数据管理着 20 余万条物资编码,用户人数超过 4000 人,日均访问量近千余次,日均交易订单近百余份。

国华电力根据电力物资的特点,结合需求管理与供应市场的管理复杂性,逐步引入使用维度分析,建立了反映发电企业特殊性的三维物资类别策略矩阵。

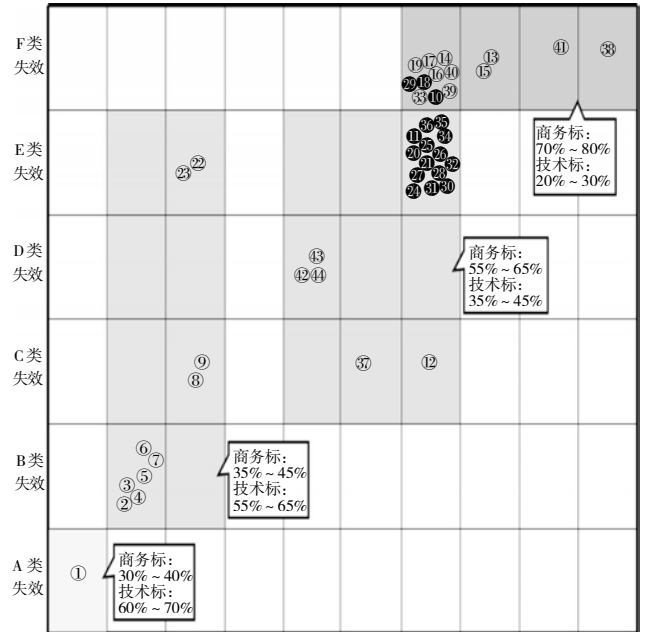
三维物资类别的采购策略制定过程包括:

(1)使用维度分析模型:通过对设备运行模式和失效模式的深入分析,建立重要性分级基础(见下图)。



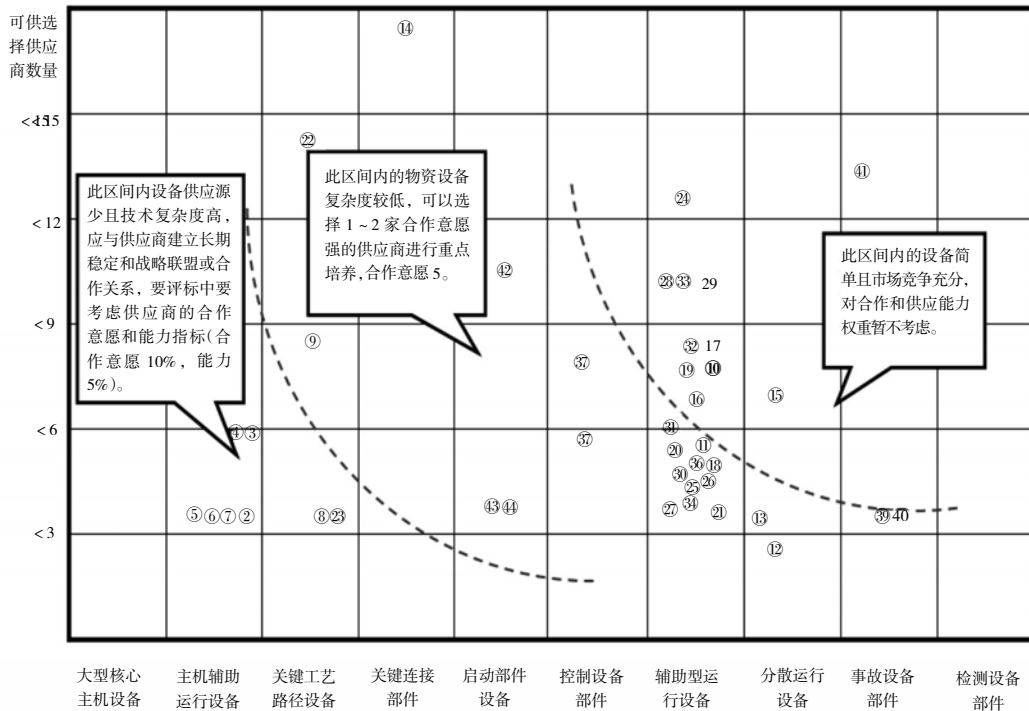
(3)再结合传统的采购策略矩阵,对采购的商务策略进行调整。

(2)以此为基础,形成采购的质量策略(下图示例):



大型核心 主机辅助 关键工艺 关键连接 启动部件 控制设备 辅助型运 分散运行 事故设备 检测设备
主机设备 运行设备 路径设备 部件 设备 部件 行设备 设备 部件 部件

(4)综合考虑供应商合作意愿,以及相关产品的总拥有成本结构,建立采购策略(如下图)。



2.2.2 全生命周期管理指导思想下的总拥有成本管理策略

电力生产的特点决定了其物资成本结构与制造

业的成本分析方法不同,必须运用全生命周期管理指导思想下的总拥有成本管理策略。例如,磨煤机在寿命期内的用电成本超过其初始采购成本,而质量

原因造成的损失可能远远大于设备采购价格。实际上,大部分电力设备的总拥有成本包括购置成本、物流成本、安装与调试成本、运行维护成本、质量损失成本、技术改造成本、报废处置成本等(如下图所示),而不同设备的总拥有成本结构存在较大差异。因此,应根据不同设备的总拥有成本结构,制定针对性的采购策略。

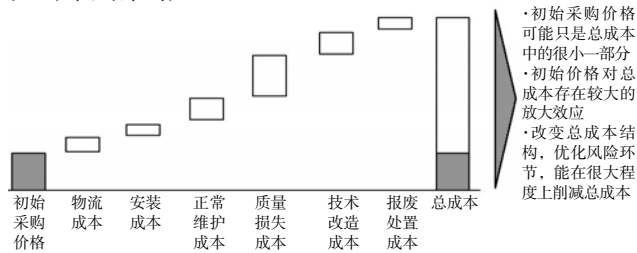


图 国华电力基建-生产一体化管理采购策略模型

在各设备系统总成本驱动结构分析的基础上,建立采购策略矩阵。

运维成本占比	高	弹性控制型 严格控制对产品质量及采购价格敏感的成本组成。	全面控制型 全面控制使用环节各项成本,加强对供应商的控制和合作来降低总成本。
	低	规模控制型 通过供应商集中,采购量集中以及产品型号集中,充分发挥规范采购经济性。	标准控制型 对使用成本各个环节,建立完善的成本标准,并监控各项驱动要素以及成本变化,及时制定成本控制策略。
		低	高

采购总支出

总成本驱动下的采购策略实施与传统的四象限采购矩阵在分类方法和策略制定方面有很大不同,实现了符合电力物资特点的采购策略创新。以弹性控制型策略为例:

主要特征:运维成本相对较高,而初始采购支出相对较低,存在着采购价格下降的同时,运维成本大幅提升的风险;采购总支出额不大,但是结合运维成本和采购价格的比例,可能存在总成本增加过快的风险。该类物资往往需要运维过程中,不断增加材料耗用、能源耗用和维护服务采购。

采购策略:①**供应商策略:**通过更加集中的供应商组合,降低供应商质量风险;通过和较少的供应商进行进一步的谈判和标准化,把后续服务和运维成本支出纳入采购范围,寻找更符合双方利益的合作方式。②**价格策略:**由于这些类别采购总支出占有所有采购比重不高,因此更应该关注这些类别的总成本。

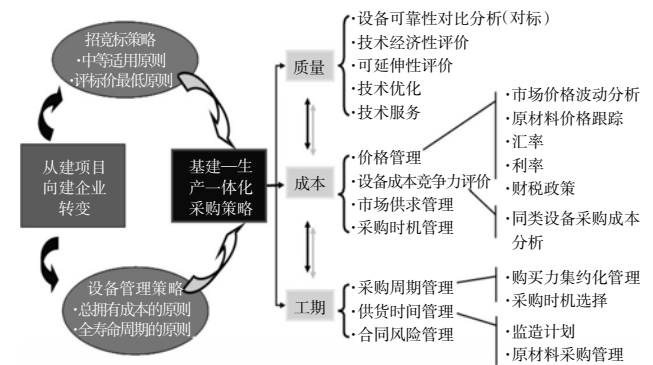
在可能的条件下,通过产品性能提升和产品价格条件的放宽,可以实现类别总成本的有效削减。

采购方式:产品技术指标要加大总成本关键驱动要素的比重。细化产品性能指标,尤其是总成本敏感性指标。

运维服务:建立运维成本关键指标的检测机制,建立标准化的检测指标体系,并纳入供应商考核范围。调整采购策略后,定期分析成本变动趋势,以便随时调整采购策略。

2.2.3 基建-生产一体化的战略性采购管理策略

与一般行业不同,电力企业成本管理的突出特点是,电站一旦建成,其成本结构和水平也基本确定下来,后期的改进需要长时间的积累才能显现效果。因此,建立电力成本领先优势必须从设计阶段开始,并将基建生产一体化战略落实到设备的采购环节中。



具体策略实施包括:

(1)**制定采购原则执行导则:**以设备系统对电厂的成本竞争力贡献为基础,通过对设备可靠性与电厂设计的对比分析,明确定义设备选择的过度、中等和过低范围,并制定对基建招标供应商的选择规范。在分析设备可靠性对电厂发电系统可靠性贡献的基础上,引入设备全寿命周期成本管理理念,修订评标价测算方法,制定评标价计算指导手册,将定性分析为主的技术工艺评价,转化为定量的技术经济性分析。

(2)**建立可量化的设备质量评价机制:**建立设备档案,全面收集设备投资、设备运行缺陷、维护成本(含库存)、运行可靠性等数据,为技术经济性评价提供依据。开展设备对标,综合比较运行系数、可用系数、非计划停运率等设备可靠性指标,以及设备能耗、运行成本等经济性指标。首先从集团内开始,逐步扩展到集团外,为实践基建物资管理原则提供分析基础。

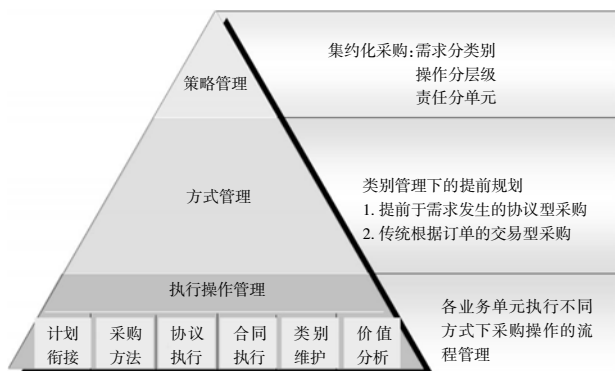
(3)建立全程化(基建+生产)设备采购管理体系:对基建设备采购建立全程化的执行手册,明确定义各阶段的工作内容和绩效标准,指导各项目公司招标采购行为。加强招标实施前的工作系统性,根据设备关键程度以及成本占比进行分级管理,并制定分级管理策略指导书;加强设备招标前的分析工作,对各种影响价格的因素和可能的变化进行深入分析,做到事前预控,并理解设备成本的横向和纵向竞争优势,为制定长期设备管理策略提供基础。建立统一的信息化系统,对基建设备的市场价格数据及其变动趋势进行分析,指导基建物资招标;建立招标策略、供应商策略和库存策略的一体化战略采购体系,更好地控制采购成本。

(4)建立基建设备集约化采购的有效途径:统一管理和协调各项目公司的基建物资采购计划,形成跨项目打包采购。根据供应商设备范围分析,调整不同批次的招标组合,集中化管理相应的供应商,将购买力转化为实际效益。推进生产辅助设备的标准化,实现购买力集约。

2.3 国华电力物资采购策略的执行体系创新

匹配采购组织体系和策略制定体系的转变,为实现采购绩效,国华电力建立了三层采购策略执行体系。

采购策略管理的基础是以物资类别管理、策略制定、职责分工、责任分级为特征的集约化采购。物资类别由研究院物流中心统一管理,根据不同的物资类别属性确定针对性的采购运作方式和操作办法,并明确运作过程中各相关单位的责任和目标。实现“虚拟集中,物理分散”,体现集约化采购的增值效益。



采购方式管理以采购策略为基础,在集约化采购的实施路径下将采购分为两种类型,即交易型采购与协议型采购。交易型采购指需求发生后一事一

议的被动性传统采购工作,其范围原则上是各发电公司的个性化需求,操作主体是各发电公司,其操作的方法包含了竞争性采购(招标、询比价)和谈判采购(单一来源)。协议型采购指国华公司层面推动的基建战略采购与生产长约采购,在需求未发生之前,由研究院物流中心进行主动的分析,提前制定需求发生时的各项供应保障条件,形成长期的合作协议。

在生产物资管理方面,根据物资类别特征将协议型采购进一步细分为公司级长约和厂级长约采购。公司级长约采购泛指针对各发电营运电厂具有一定规模共性需求的产品,由研究院物流中心在需求分析的基础上,提前于所发生的需求代表用户所开展的具有一定周期跨度的协议型采购。具体的操作方法为:首先进行物料类别的区分,结合各发电公司历史采购的数据分析,分别采取谈判、跨系统联合采购、产品招标、供应商招标、VMI^④、目录采购^⑤的方法,与供应商形成稳定的、具有一定周期跨度的采购供应框架协议。相关协议不但明确了供应产品的范围(供货清单)、价格、价格条件、供货周期等必备的协议条件。同时,对售后服务、培训、备件代储备、缺陷管理分析等不同的增值服务条件进行约定,在具体需求发生时,各发电公司按照协议进行采购供货的具体操作。

厂级长约采购指各发电公司根据自身生产运营需求,对年度需求频繁发生、采购支出较大、供应保障受地域限制,且仅为各发电公司个性需求的物料所组织的具有一定周期跨度的长约采购。各发电公司按照规定程序,自行组织、签订服务于本公司范围的长约协议,研究院物流中心对厂级长约采购进行全面管理,制定管理办法、流程标准、评价标准,引导协助各发电公司自行组织长约采购工作。

采购的执行操作管理是指在交易型与协议型采购两种方式下的采购方法(招标、询价、谈判)的选择、采购操作、协议与合同的执行、以及绩效管理与效果评价。例如生产长约采购,在与供应商签订框架协议后,相应协议将根据具体内容的设定,在SCM系

^④ VMI:是 Vendor Managed Inventory,一种以用户和供应商双方都获得最低成本为目的,在一个共同的协议下由供应商管理库存,并不断监督协议执行情况,使库存管理得到持续地改进的合作性策略。

^⑤ 目录采购:以降低管理成本,提高效率,实现采购申请自动化处理的新型采购方式。主要针对低值易耗等办公、劳保性物资。

统中进行挂接,供货目录清单中的产品,经过统一编制物料编码后,随着协议挂接建立长约直达通道。一旦长约需求发生,订单将在直达通道中,按照协议所明确的各项条件发放给长约供应商,长约供应商根据直达通道中的订单组织供货。

3 采购策略体系创新的实践效果

通过实行采购策略体系创新,国华电力在采购过程中同时实现了产品质量提升、采购价格下降,运维服务提升、单位库存下降,解决了长期困扰电力企业的质量、价格、服务、库存的矛盾。

在基建方面,通过实行全寿命周期总拥有成本管理和基建生产一体化采购,近 3 年实现基建物资采购总成本节约达到采购总额的 12%,与同期市场价格相比采购金额下降近 12%~15%。实现了备品配件的前置价格管理和基建转生产备件零移交。同时,供应商所承诺免费提供备件代储、技术服务、检修支持、日常质量状态诊断、质量保证期延长等增值性服务纳入到合同中,形成约束性条件,增加了隐性收益。

在生产方面,集约化采购比例逐年上升。2008 年、2009 年、2010 年分别为 74.5%、83.2%、89.4%。其中,两级长约采购占全公司生产营运物料采购总额

的 40%,年度直接可获得成本节约近 15%。

通过渠道优化,实现供应商资源优化。2010 年占年度供货总金额 80%的供应商数量,比上年下降近 7%,仅占当年认证注册供应商总数的 16%,供货质量得到进一步提高,供货周期缩短 8%。

通过总拥有成本管理,不仅实现采购成本的下降,提升了供应商的服务水平,还实现了对库存的有效控制。在运营机组容量大幅增加的情况下,总库存金额实现零增长,2010 年单位千瓦库存较 2008 年下降 19.7%。

参考文献

- [1] 班菲尔德著,任建标译.战略采购管理[M].中国财经出版社,2005.
- [2] 蒂莫西·拉塞特.战略采购管理:与供应商的合作与竞争[N].经济日报出版社,2003.
- [3] 克里斯蒂安·舒.棋盘博弈采购法——64 种方法削减成本[M].中国物资出版社,2009.
- [4] 英国政府商务办公室.追求卓越:建设项目采购指南[M].同济大学出版社,2011.
- [5] 帅军庆.电力企业资产全寿命周期管理[M].中国电力出版社,2010.

作者简介:何成江(1965-),教授级高级工程师,现任中国神华能源股份有限公司国华电力分公司副总经理。

On the Construction of Materials Purchasing Strategy System of Cost Leadership Strategy in Power Group

HE Chengjiang¹ CHEN Hong² LI Zheng²

(1. Shenhua Beijing Guohua Electric Power Limited Liability Company, Beijing, 100025, China;

2. Shenhua Guohua (Beijing) Electric Power Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100025, China)

Abstract: Since 2006, based on the previous experience of collectivized materials management, according to the features of materials management in power generating enterprise, Guohua Electric Power has promoted the innovation of purchasing strategy system from three aspects by applying the theories of modern supply chain management and strategic purchasing: firstly, implementing organizational innovation with the idea of intensive management; secondly, promoting the innovation of purchasing strategy ideational system; thirdly, implementing the innovation of purchasing strategy enforcement system. The innovation of purchasing strategy system has realized the dual improvement of both direct benefits and indirect benefits.

Keywords: Operating strategy; Materials management; Cost leadership; Intensification; Purchasing strategy

(收稿日期:2011-10-24

责任编辑:杨静)

本质安全型矿井建设中安全监察工作实践与体会

田文华

(神华宁夏煤业集团有限责任公司,宁夏 银川,750011)

摘要: 2009年以来,神宁煤业集团实行了安监处派驻垂直管理。新机制、新矿情、新形势,驻矿安监处如何发挥好安全监察职能,履行好安全监察职责,是摆在每个安全监察人员面前的一项任务。尤其在神宁煤业集团大力推行实施本质安全管理体系之际,驻矿安监处以此为契机,在所驻单位本质安全型矿井建设中,同样发挥着鼓手、推手、抓手的作用,监督所驻矿井做好安全生产工作。

关键词: 本安矿井 建设 安全监察 实践

中图分类号: TD7

文献标识码: B

文章标号: 1674-8492(2012)01-027-03

1 前言

白芨沟煤矿 1972 年建成投产,属高瓦斯矿井,所采煤种为“太西”无烟煤。上世纪 80 年代,全矿拥有 10 个采煤队、21 个掘进头,职工 6800 人,年产量 100 万 t,矿井生产系统复杂,抗灾能力弱。2003 年 10 月 24 日,南二采区 2421⁻¹综放工作面发生瓦斯爆炸,并导致采空区大面积着火,矿井被迫封闭。2004 年 12 月,南四采区基本恢复生产,2005 年南二采区被封闭巷道才全面启封完毕。2008 年 7 月,完成了矿井生产系统改造,核定生产能力 160 万 t/a。2009 年,矿井开始实施生产系统的简化、优化和减头、减面、减人提效工作。2010 年 5 月完成了南二、南四采区的整体回收封闭工作,矿井集中程度提高,主要开采南翼采区 2521、2621 条带,职工也由先前的 3550 人减至 2300 人,矿井形成了“一井一面”的生产格局,为进一步打造安全高效矿井奠定了基础。与此同时,神华集团本质安全管理体系建设也在白芨沟煤矿快速推进,作为驻矿安监处,有责任、有义务,把关、服务,严格督察,借力、发力、给力,力推所驻单位本质安全型矿井建设积极有序进行。

2 积极推行重大安全风险的超前监察与防控

煤矿本质安全管理体系的基本内涵,就是通过体系运行,逐步实现“人、机、环、管”的本质安全化,其核心是风险预控,并且只要抓好重大系统性危险源管控,就能防止重大事故的发生。对于生产多年的老矿井来说,水、火、瓦斯仍然是白芨沟煤矿安全生产最大的威胁,必须重点预控、强力监管。

2.1 2521 条带开采安全风险评价

2521 条带开采的同时,也在进行着 2621 条带的开拓准备,矿井生产始终面临着老空水、外围火区、高浓度瓦斯的威胁。其中,地面高温渣台(切眼附近,面积约 70000 m²,温度 230℃)、相邻的 2421 采空区火区(2003 年 10 月 24 日采空区瓦斯爆炸着火),对 2521 条带采掘作业形成的威胁最为直接。从多年厚煤层开采经验判定,从一分层到六分层,瓦斯治理难度逐步降低,防灭火难度逐步加大,整个条带安全开采的最大风险又在一二分层工作面。期间,采空区瓦斯还处于 5%以上,地面塌陷区裂隙已经与采空区导通,回风横川起坡段也与 2421 采空区联通,工作面开采中,随着地表裂缝和采空区漏风的发展、扩大,外围火区对工作面安全开采的威胁也将加大,通风、瓦斯、防火工作风险高,治理难度大。一旦高温火源与瓦斯相遇,有可能引燃引爆采空区瓦斯和遗煤,这也是白芨沟煤矿安全生产面临的重大风险。

2.2 安全监察方式

重大安全风险一旦失控,导致的可能是重大恶性事故。其中,以地面高温渣台对工作面安全开采的威胁最为直接。作为驻矿安监处安全监察的重点、难点与第一要务,必须掌握主动,积极推行安全监察“三超前”理念,实施“事前、事中、事后”监察,做到风险的超前预判、超前监察、超前防治。通过持续的安全监察,实现风险的有效预控和监管。

2.2.1 事前监察

首先在 2521⁻¹综采工作面开采过程中,驻矿安监处通过总结现场存在的问题,对即将接续的 2521⁻²综采工作面安全开采的风险进行了分析预判,提出

了“2521⁻²综采工作面外围火区下安全开采的思路及对策”,并与矿进行业务沟通,以书面形式送矿进行工作参考。

2.2.2 事中监察

驻矿安监处以明确的工作思路和方案性措施,依次开展安全监察工作。期间,在 2521⁻²综采面开采前,重点监督矿编制了“一通三防”专项安全技术措施及应急方案,据此,实施了采前、采中,全过程监督检查。

2.2.3 事后监察

2521⁻²综采工作面安全采过地面高温渣台后,及时对隐患治理效果及措施执行情况进行分析评价,并对“2521⁻²综采工作面高温渣台下开采采空区防火抑爆技术实践与应用”情况进行了技术性总结,以此对下阶段工作面安全开采进行监察、指导、服务。

2.3 效果分析

2521 条带开采以来,通风安全形势稳定。其中,从 2521⁻²综采面开始,积极探索推行风、机两巷喷浆(复合浆体)堵漏为主的漏风封堵措施,消除了以往井下需要加设辅扇通风的状况。目前,2521⁻³综采面通风瓦斯及防灭火工作一直处于有效的监管预控之中,且已督促矿对 2621 条带(计划 2014 年开采)的通风瓦斯、防灭火、防治水工作进行了分析论证及方案性设计,相应的措施也已开始实施。需要指出的是白茆沟煤矿厚煤层分层开采中,随着采掘生产动态的变化,每个分层、每个工作面的每个阶段,采空区漏风、瓦斯涌出、火区治理都有不同的情况和特点。通风、瓦斯、防火三者之间相互关联、相互影响、相互制约。因此,要做到分层分阶段综合防治,避免顾此失彼。期间,安全监察也必须遵循 PDCA 闭环管理模式,必须依据采掘安排及现场动态,预先进行安全风险评价,进而监督矿提前采取对策,对重大系统性危险源进行控制(消除),实现重大安全风险的综合防治与有效管控。

3 持续推进局部生产系统再优化、再简化

2010 年 5 月,白茆沟煤矿“一井一面”生产格局形成后,矿井各大系统得到了最大程度的简化、优化,一些重大系统性风险与隐患得到了根除,矿井抗灾能力显著增强,具备了建设安全高效矿井的基础,但局部系统还严重制约和影响安全生产,一些大的系统性危险源依然存在,进一步控制和降低系统

性风险仍然是安全管理工作的重点。

3.1 综采工作面生产系统风险分析

2521 条带开采设计中,运输机巷和回风顺槽分别布置有 2 个接续横川和 4 个回风横川(各分层共用,承担运煤、辅助提升和进、回风任务)。期间,在 2521⁻²综采工作面接续准备中,启封清理回风一川、二川、三川时,斜坡段起底掘进十分困难,巷道压力大、顶板破碎易冒落、斜巷运输繁杂、施工进度慢。同时还要面临穿过顶部的 2421 采空区火区(最近距离 6.7m)带来的瓦斯、CO 涌出,以及灌浆水与煤渣形成煤浆溃出的可能性和高温点的直接威胁,作业中始终存在着重大安全隐患,危及安全生产。同时,这种巷道布置也给生产组织及管理带来不便,以及由此带来的采掘接续紧张、系统运行效率低等问题。

3.2 督促生产系统的优化、简化

2010 年 6 月,在 2521⁻²综采面接续准备中,进一步推动生产系统的再优化、再简化,通过减少运输环节、回风联络巷等,使危险源和风险个数得以最大限度的减少,把系统风险降到最低,并易于控制和管理,系统安全高效运行的程度进一步增强。

3.2.1 取消原 1640 接续二川

使 2521⁻²综采工作面运输机巷(北段)直接与 2521 运输横川贯通,工作面机巷皮带直接与 1640 集中运输石门皮带搭接,从而减少了一部下山溜子运输,减少了提升运输环节及安全重点管理区域,提高了安全系数和运行效率。

3.2.2 新掘 2521 运顺施工通路

形成了下分层工作面风巷、机巷同时掘进的格局,保证了接续面超前准备和提前安装,缓解了一井一面厚煤层分层开采矿井工作面接续紧张的局面,为矿井稳产达产奠定了基础。

3.2.3 停用原回风一川、三川

通过优化简化,2521⁻³综采面回风横川由原来的 4 个减少到 2 个,在安全上避免了起底清理巷道面临的重大安全风险,以及生产作业中高温点的治理,消除了 2 个重大危险区域。

3.3 措施评价

通过对 2521 条带生产系统的优化、简化,实现了系统风险的再降低与生产效能的再提高。同时,通过技改回头看,在实践中“再学习、再认识、再提高”,再一次解决“观念、认知、突破”的问题。今后,安全监察工作仍然要坚持本质安全管理持续改进的原则,

持续推进生产系统的再优化、再简化、再提高,进一步控制或降低系统风险程度和等级,使驻矿安监处工作向着技术和基础方向发展,向着纵深方向推进,使风险易控、可控,隐患及时得到整改和消除。

4 大力推动本安体系建设集中整治工作

本质安全管理的概念和内涵说明,只要将岗位风险控制措施执行到位,就能防止零打碎敲事故的发生。体现在工作中,就是必须管控住员工的不安全行为,把危险源辨识、风险管控与安全质量标准化有机地结合起来。通过强基固本,抓基础抓技能,在质量标准化和精品工程创建中,塑造本质安全型人,打造本质安全型岗,使员工的岗位风险得以控制、消除,实现危险源的有效减少与风险等级的再降低,使矿井的本质安全程度进一步提升。

4.1 现场安全管理面临的问题

2009年以来,白芨沟煤矿大力推进生产系统的优化、简化,以及减头、减面、减人提效工作。然而,员工的安全意识、操作行为、工作质量却没有快速同步提升。2011年是白芨沟煤矿安全高效矿井建设的起步之年,目标任务是建成神宁煤业集团本安体系建设标杆单位,但相当部分人员思想认识有落差,安于现状,存在畏难情绪、抵触行为,反映在现场:一是质量标准化达标等级不高,在神宁煤业集团精品工程创建活动中,始终是短板、弱项。二是部分员工操作技能不高,现场作业缺乏精准、细致。三是一些员工的安全意识不强,老矿井习惯性“三违”和经验性违章现象时有发生,人员的不安全行为仍然制约着矿井安全生产形势的稳定与发展。尤其是相当多的员工缺乏积极向上的进取精神,且这种状况一时还难以扭转过来,这也给安全监察工作带来了新的难题与思考。

4.2 督查引导质量标准化现场整治活动

2010年下半年,驻矿安监处督促矿开展了以质量标准化为重点的现场整治活动,工程质量有过一次大的提升,但没有巩固再提高。2011年是全集团本安体系建设达标年,通过对本质安全管理体系知识的再学习再理解,调整安全监察的思路、方式,在本安标杆矿井建设中寻求发力点,助推白芨沟煤矿质量标准化工作及本安体系建设上台阶、上水平。

4.2.1 抓认识树信心

驻矿安监处在纵向横向对比分析了白芨沟煤矿工作现状的基础上,结合灵新煤矿早期打造精品采

区的经验,2011年一季度,在矿月度本安例会上为全矿管理干部打气、鼓劲、树信心,再次明确:只要因地制宜,统筹规划,从大搞质量标准化现场整治入手,并以此为突破,一定能够在较短的时间内,打造出白芨沟煤矿安全质量标准化的特色与亮点,能够改变银北老矿井井下面貌差、形象差的状况,逐步把白芨沟煤矿建设成银北老矿区本安样板矿井。

4.2.2 抓整治严督查

2011年二季度,全矿范围内的本安体系建设大整治活动全面展开。在此期间,驻矿安监处多次强调“什么样的工作思想、理念、标准和什么样的认识、态度、作风,决定了什么样的整治成效”。同时全程参与矿现场办公会等,高标准、严要求,步步紧盯、层层拔高。3个月的集中整治,解决了白芨沟煤矿长期以来累积的一些老大难问题,极大地提高了质量标准化水平,进一步规范了员工的操作行为,本安型矿井建设取得了新的突破。

4.2.3 抓巩固促提高

2011年8月16日,神宁煤业集团在白芨沟煤矿召开了本安体系建设现场推进会,会后面临的最大问题是如何巩固保持住现有的整治水平,进一步提升内在质量,注重动态达标,避免退步反弹。驻矿安监处提前打预防针,督促矿尽快健全完善新的激励与约束机制,通过评差促优,选树标杆区队、班组,为全矿本安体系建设持续改进、巩固提高提供了新的平台与支撑。

4.3 体会与认识

煤矿安全生产,一年、两年靠运气,三年、五年靠管理,十年、八年靠文化。本次现场推进会集中整治工作,内强了素质,外树了形象,锻炼了队伍,不仅是对全矿员工的工作标准、工作质量、工作成效的大整治大提升,更为重要的是逐步转变了员工的思想观念、工作态度、工作作风,提高了工作执行力。同时督促形成了新的管理机制,巩固并保持已经达到的标准。通过本安体系建设及质量标准化上等级、上台阶,进而进一步规范人、约束人、塑造人,培养出员工良好的行为习惯,以及现场安全决定能力,逐步培育并形成白芨沟煤矿新的安全文化。

5 结束语

本质安全管理是以风险预控为核心的、持续的、

(下转第 39 页)

对矿山救护队开展预防性安全检查工作的思考

马占福

(神华宁夏煤业集团矿山救护总队,宁夏 石嘴山,753000)

摘要: 分析了矿山救护队开展矿井预防性安全检查工作的必要性和现状,对预防安全检查工作中存在的问题提出了针对性的应对措施。

关键词: 矿山救护队 预防检查 应对措施

中图分类号: TD77

文献标识码: A

文章标号: 1674-8492(2012)01-030-03

应急救援队伍开展预防性安全检查工作,越来越受到上级部门的重视。但是由于各种因素的影响,使得这项工作的开展很难落到实处,或者虽然在形式上开展了这项工作,但收效甚微。如何利用好应急救援队伍这一有利资源,在完成抢险救灾任务之余,有效地开展预防性安全检查工作,使预防检查这项工作既为矿井安全生产服务,又为矿山救援工作的有效开展服务,是值得我们矿山救护队指战员认真思考的问题。

1 预防性安全检查工作的历史沿革及必要性

1.1 历史沿革

矿山救护队开展预防性安全检查工作由来已久。从我国有专业化矿山救护队以来,就把预防性安全检查作为矿山救护队日常工作的重要组成部分坚持了下来,只不过以前叫下井熟巷。矿山救护指战员通过下井熟巷,了解矿井的井上、下基本情况,熟悉矿井的通风系统及通风设施、运输系统、供电系统、排水系统等,掌握井下采掘工作面位置、人员分布、有害气体等情况,以及井下各硐室的位置和硐室内的设备、材料等情况,有时也肩负着井下火区检查和瓦斯重点管理区的监测等任务。这些工作的开展,对于矿山救护队在处理矿井事故时救灾工作的顺利进行,是必不可少的基础工作。但对矿来说似乎意义不大,所以得不到应有的重视,有的以各种借口不让救护队下井;有的矿更是不支持,救护队从很远的地方跑来下井,升井后连洗澡的问题都解决不了;更有甚者,有的矿认为救护队的人到井下不吉利,不让救护队进矿,更不让下井。为了改变这一现状,某省救护队与有关方面协商,以安全监管部门的名义向煤矿和救护队下文,要求煤矿和救护队互相配合,搞好预防性安全检查工作。明确救护队下井预防检查,行使安全检查员职责。

这一做法的意义在于,一是明确了矿山救护队下井检查的合法性。二是将救护队的下井熟巷变成预防性安全检查,不但提高了救护队下井的地位和待遇,而且对矿山救护队赋予了新的使命。同时,关于矿山救护队开展预防性安全检查工作,行使安全检查员的职责的内容被写入《煤矿救护规程》,后来在《矿山救护规程》(以下简称规程)中又被取消了。

1.2 必要性

规程在“救护队的任务”中规定,救护队参加审查矿山应急预案或灾害预防处理计划,做好矿山安全生产预防性安全检查,参与矿山安全检查和消除事故隐患的工作。规程在“工作规范管理”中规定,救护队建立健全预防性检查制度;规程在“矿山救护队军事化管理”中规定,救护队进行预防性检查工作时,应做到:①了解矿井巷道及采掘工作面、采空区的分布和管理情况。②了解矿井通风、排水、运输、供电、压风、消防、监测等系统的基本情况。③检查矿井有害气体情况。④了解矿井各硐室分布情况和防火设施。⑤了解矿井瓦斯、水害、自燃发火、顶板、煤与瓦斯突出等方面的重大事故隐患,以及矿井火区的分布与管理情况。⑥检查了解矿井应急预案或灾害预防和计划执行情况。⑦熟悉井下非常仓库的地点及材料、设备的储备情况。⑧在预防性检查工作中,救护人员发现危及安全生产的重大事故隐患,应通知作业人员立即停止作业并撤出现场人员。同时报告有关主管部门,对查出的重大事故隐患和问题应提出排除建议,并填写三联单,交给企业有关负责人和上级主管部门。

近几年,国家应急救援指挥中心,就应急救援队伍开展预防性安全检查工作,每年都下文部署并提出具体要求。2010年国家安全监管总局直接下文“国家

安全监管总局关于矿山、危险化学品应急救援队伍开展预防性安全检查工作的指导意见”(以下简称指导意见)。在指导意见中,明确提出了应急救援队伍开展预防性安全检查工作的指导思想和工作目标、组织和实施、检查的范围和重点内容以及工作要求。

2 预防检查工作中存在的主要问题

2.1 缺乏约束机制

近几年来,每年上级都发文,要求应急救援队伍开展预防性安全检查。国家局的文件下发后,一级一级往下转发,每级领导都有批示,文件到救护队早已是时过境迁,有的传达一下文件,象征性地作个安排了事,有的直接上报结果。至于常规性的预防检查工作,对矿井来说,矿山救护队下井检查是可有可无的事,所以救护队到矿井下井缺乏矿井应有的配合;对于救护队来说,下井是本队安排的,没有上级的考核,下多下少都一样,下井的效果好坏也都一样。

2.2 查不出问题

所谓预防性安全检查,就是为防止或减少事故的发生而事先进行的安全检查。事故的发生首先是有隐患存在,有隐患存在就有发生事故的可能,消除隐患就可避免事故的发生。事故隐患就是可能导致事故发生的危险源。在井下查隐患主要依靠两个方面,一方面是把井下现场情况与质量标准化标准(或规程等)对照,不符合标准的即为隐患。二是经验,根据自己的经验或以往的事案例,对照现场情况和工人的操作情况进行分析判断是否为安全隐患。而以上这两方面的知识和能力,是很多救护指战员所不具备的,所以查不出问题,发现不了隐患。

2.3 查出的问题得不到解决

这些年来,上级对煤矿的安全越来越重视了,除了矿井自己的检查以外,上级主管部门、监管部门等都对矿井进行定期或动态检查,不论谁检查,只要检查就肯定能查出很多问题,而查出的问题,往往得不到及时解决。试想,矿井对上级和监管部门查出的问题都得不到解决,何况救护队,谁能把救护队的意见当回事。

2.4 检查的针对性不强

救护队下井预防检查,虽然规程有规定,但只是个原则。作为开展这项工作的救护队,就要根据服务矿井的实际情况和矿井的灾害特点等,制定出自己的预防检查计划和工作重点,还要认真组织并做好预防检查前的准备工作。而实际上,由于种种原因,有时预

防检查事先没有安排,也没有目标,更没有重点。

2.5 缺乏激励机制

救护队开展预防性安全检查,不是每个队、每个人都查不出问题、发现不了隐患,关键是查出来问题能怎么样,消除了事故隐患又能怎么样?而且查出问题后,向矿方反映,往往惹人家的烦。长期保持这种状况,救护队能在事故时找到遇险人员的地点就算不错了,甚至有的救护队连这个最低限度的要求也达不到。

在 2010 年全国矿山救护技术研讨会上,围绕矿山救护队开展预防性安全检查工作问题,进行了讨论和交流,以上这些问题,可以说是普遍存在的。预防性安全检查工作没有成效,对于专业化矿山救援队伍这个宝贵资源是个极大的浪费。由于对服务矿井基本情况、安全设备设施、人员分布等掌握不够,也影响了处理事故时的救援效果。而且由于预防性安全检查工作没有收到实效,没有真正给矿井提供应有的安全生产服务,已经给救护队造成了不利影响。所以,作为专业化矿山救援队伍,应该认真研究解决这些问题。

3 应对措施

3.1 规范管理

包括矿井和救护队两个方面:对于矿井来说,救护队下井开展预防性安全检查是救护队的工作,是为矿井服务的,必须大力支持;对于救护队来说,开展预防性安全检查工作是矿山救护工作必不可少的重要工作,必须保质保量地完成。这些应由上级相关部门做出规定,并进行考核。

3.2 加强培训

救护队面临的形势是,一方面煤矿安全形势依然严峻,存在着救援队伍救援能力不足的问题;另一方面,矿山救护队的业务范围有所扩大,由原来的煤矿救护扩展为矿山救护,而且随着煤化工项目的不断增加及矿区地面消防任务的繁重,矿山救护队的任务丝毫没有减轻,相反地有所加重。在这种情况下,加大培训力度,已是迫在眉睫的事。培训的重点是矿山救护指战员,目的是切实提高救护指战员的基本素质。救护指战员不认真学习矿井安全方面的法律法规、标准,不钻研事故案例并从中总结经验教训,怎能积累知识、掌握技能,怎么能发现问题、查找安全隐患。

3.3 明确责任

一是明确救护队的责任,救护队下井预防检查,查出的隐患必须按规定及时向矿井和上级反映,还要跟踪隐患整改情况。二是明确矿井的责任,矿井接到反映的情况,必须按规定及时解决,并将解决情况反馈到救护队。

3.4 明确项目

救护队进行预防性安全检查,规程有规定,但那只是个原则,国家总局下发的指导意见也不具有针对性,而救护队要根据具体情况有目的、有重点地开展工作。救护队是以应急救援为中心的,预防性安全检查也应该为这个中心服务,哪些情况与应急救援有关呢?通风系统及设施、排水系统及设备、火区、采空区瓦斯、瓦斯监测系统、人员定位系统、避难所(硐室)、压风、供水、通讯、井上下消防材料库中的物资、应急预案的制定及管理 and 实施等。这些才是救护队检查的重点,而不是发现巷道中哪里有积水、哪里有煤尘、哪里的气筒吊挂不符合规定等等。在明确预防检查的重点的同时,要对这项工作予以足够的重视,每次下井前应进行认真的组织、安排,有计划、有目的地开展工作。

3.5 奖罚分明

救护队应制定预防性安全检查制度,严格管理。对于及时发现问题并反映情况的予以奖励;对于及时发现并消除隐患、排除重大险情的予以重奖;对于预防检查工作不认真、不负责任的予以处罚。

4 结论

矿山救护队如何开展预防性安全检查工作,本文只是粗浅的个人观点,还有待于实践的检验。但可以肯定的一点是,矿山救护队的中心任务是抢险救灾,救护队开展的一切工作应该是为救灾服务的,在矿井事故频发而救援能力不足的当今,更是如此。预防性安全检查和救援工作的战斗准备相结合,才能使预防检查和救援效果相得益彰。如果在做好事故救援及日常救护工作的同时,再帮助矿井排查隐患、消除事故,就是再好不过的事了。

作者简介:马占福(1960-),高级工程师,注册安全工程师,1982年毕业于宁夏煤校采煤专业,1987年毕业于西安矿院(函授)煤矿机械化专业,现任神华宁夏煤业集团公司矿山救护总队副总队长。

On the Preventive Safety Inspection Carried out by Mine Rescue Crew

MA Zhanfu

(Mine Rescue Crew of Shenhua Ningxia Coal Industry Group; Shizuishan, Ningxia, 753000, China)

Abstract: This paper analyzes the necessity and current situation of carrying out mine preventive safety inspection by mine rescue crew, and puts forward pertinent solutions to the problems existed in preventive safety inspection.

Keywords: Mine rescue crew; Preventive inspection; Solutions

(收稿日期:2011-10-28 责任编辑:杨 静)

(上接第 17 页) 产业化、工程化、规模化和本地化。煤制烯烃项目的成功,标志着我国具有自主知识产权的DMTO 甲醇制低碳烯烃技术实现了工业化应用,开创了煤基能源化工产业新途径,奠定了我国在世界煤制烯烃工业化产业中的国际领先地位。今年该项目将获利润 10 亿元。

九、朔黄重载铁路建设与运营技术

针对朔黄铁路穿越密集采空区、盐渍土地区等一系列技术难题,研究开发了重载铁路勘察设计、特殊路基修建等一系列重大成果,突破了我国重载铁路建设和运营方面的核心技术难题,为朔黄铁路的高效安全运行创造了条件。该技术成果已获授权专利 18 项,创造直接经济效益 108 亿元,其技术成

果正全面应用于朔黄铁路 3.5 亿吨扩能改造工程中,为神华铁路运能持续提升发挥了重要作用。

十、黄骅港航道骤淤防治技术

2003 年一场大风使黄骅港航道骤淤,航运中断。如不能解决黄骅港航道骤淤问题,当时已投资 50 多亿元的黄骅港将不得不放弃。为解决此世界建港史上从未见到的技术难题,神华集团公司组织国内外航道技术专家开展联合攻关,研究开发了黄骅港航道骤淤防治技术,解决了航道骤淤这一世界性难题,获授权专利 11 项。该项技术的成功不仅为神华集团创造了 100 多亿元的直接经济效益,而且为国内外今后在类似地质条件下建设大型港口开创了一条新路。

(责任编辑:杨 静)

地测空间管理信息系统在神宁集团的应用分析

宗伟琴

(神华宁夏煤业集团生产技术部,宁夏 银川,750011)

摘要: 地测工作是煤矿开采的先行军,实现地测数据与图形的实时网络管理与查询,是煤矿企业领导监督管理的重要手段。地测空间管理的信息系统主要是基于 GIS 理论与技术方法,并围绕煤矿地质、测量专业数据处理、分析等业务需要,设计与研发的专业型地理信息系统。系统整体上分为矿井地测空间管理信息系统与基于 Internet 的地测综合信息系统,该系统完成了神宁煤业集团所有矿井钻孔原始数据的输入和地测专题地图的数字化处理。在地测工作中发挥了重要作用,不仅为矿井安全生产提供了重要保障,而且降低了生产成本,提高了经济效益。

关键词: 地测 信息系统 SQL-Server 应用

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-033-03

1 引言

随着信息技术产业的兴起,信息系统的研究与开发已受到社会各界的广泛重视,相应的网络平台经历了终端/主机方式、客户机/服务器方式到 Intranet 的演变,对数据的收集、存储、处理与传播也由集中式走向分布式,从封闭式走向开放式。

Intranet 的出现给实用化的企业网络系统构建带来了巨大活力,它采用了全新的 Internet 技术,可以实现信息的完全共享,实现企业信息管理的网络化、快速化,同时增强了网络的安全性。信息共享、高效管理是社会所需、企业所需,当然煤矿行业也不例外。地测工作是煤矿开采的先行军,其数据是煤矿相关生产技术专业数据处理的基础。为此,地测工作的好坏将直接关系到煤矿生产的安全管理,实现地测数据与图形的实时网络管理与查询是煤矿企业领导监督管理的重要手段。

地测空间管理信息系统主要是基于 GIS 理论与技术方法,并围绕煤矿地质、测量专业数据处理、分析等业务需要,设计与研发的专业型地理信息系统。系统具有完全自主知识产权、良好的兼容性与扩展性以及充分自主权限等特点。

2 系统整体要求与构架

系统开发平台基于 Windows 操作系统和 Longruan GIS 3.0 平台。Longruan GIS 3.0 平台是北京龙软科技发展有限公司,从底层自主开发的具有完全自

主知识产权的煤矿专用地理信息系统平台,它是一套针对煤矿地测、通防、设计、安全、调度等工作开发的专业地理信息系统,采用多层次的 Client/Server 结构,在面向对象思想指导下设计与实现的。其前端采用工具是 VC++ 与 PowerBuilder 等;后台数据库服务器由 Oracle 或 SQL Server 和 Windows 2003 Server 组成,数据库管理系统提供了不同的数据接口,也提供了 C/S+B/S 模式的应用解决方案,还具有多用户并发控制与多版本管理的优点。

2.1 整体功能要求

基于 Longruan GIS 平台实现了地测空间管理信息系统的成功研发与应用。

(1) 主要实现技术层面的地测图形相关图件的自动和交互式绘制(如:过逆断层的等值线自动生成、剖面图的自动生成、采掘工程平面图的自动生成等)、动态编辑和不同方式输出。以 Internet 技术为媒介,完成地测数据、图形文件与相关文档的远程调阅。

(2) 系统与后台数据库(采用 SQL Server)进行无缝链接,矿井生产技术层可以将煤矿的各种信息动态地反应在相关图形上。

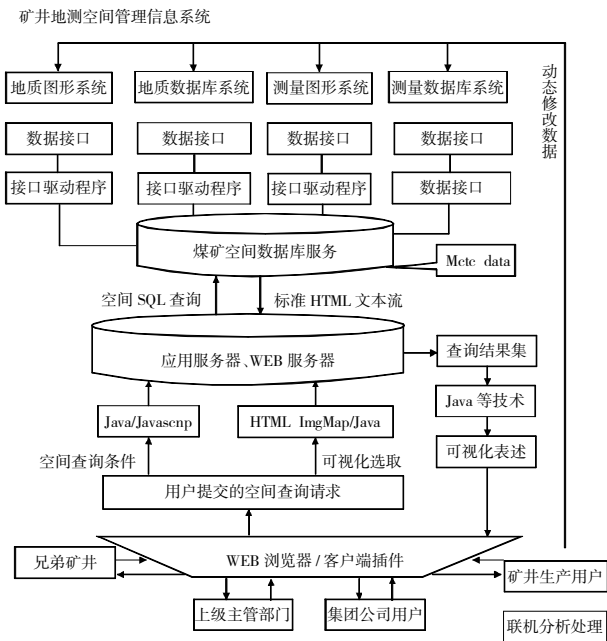
(3) 系统的具体实现分 3 个层面:矿井生产技术层、矿井生产管理層和集团公司远程管理层。矿井生产技术层主要是充分利用系统实现数据管理、内业处理、图形绘制与处理、信息发布等功能;对矿井生产管理層而言,系统具有图形处理、科学管理数据、处理数据、分析数据的功能,应用于生产并指导生

产, 利用该系统为其提供的成果数据进行矿井管理与决策, 同时还具有向上级领导(集团管理层)汇报工作的功能; 对集团公司远程管理层来讲, 集团公司管理层需要在最短的时间内得到该系统处理后的成果数据, 实现对下属矿井的监督管理和全集团公司的宏观与微观调控管理。对地测部分的各种图件的制作、打印, 地测数据的录入、计算, 日常管理等都在各个生产矿井完成, 属于矿井生产技术层与管理层的范畴。各个生产矿井处理后的成果上传至公司的 WEB 服务器, 供公司领导查询浏览, 为公司领导提供管理及决策服务, 即属于集团公司远程管理层之范畴。

(4) 系统预留了相关数据接口以供生产矿井相关生产技术专业软件应用, 起码提供 AutoCAD、MapInfo 与 MapGIS 的数据接口。

2.2 系统基本构架

系统整体上分为矿井地测空间管理信息系统与基于 Internet 的地测综合信息系统, 如图 1。



基于 Internet 的地测综合信息系统

图 1 地测空间管理信息系统的整体构架

(1) 矿井地测空间管理信息系统: 主要包括地质数据库系统、地质图形系统(含平面、剖面与素描图系统)、测量数据库系统与测量图形系统。其功能主要是实现地质基础数据录入、修改与管理, 测量观测数据录入、计算与管理, 地测相关图件的动态绘制与修改等, 如图 2。

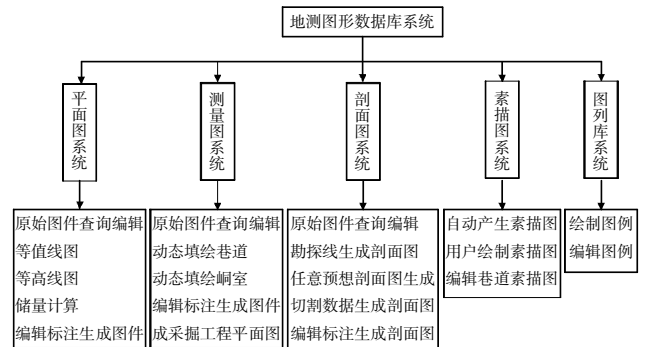


图 2 地测图形数据库系统结构组成

(2) 基于 Internet 的地测综合信息系统: 主要是实现数据、图形与文档的远程发布、查询与分析, 供领导管理层实现安全生产的辅助决策以及相关专业管理部门的图形数据下载应用。

3 系统成功开发与应用

经过一年的努力工作, 系统的建设工作圆满完成, 完成神宁煤业集团所有矿井钻孔原始数据的输入和地测专题地图的数字化处理。目前, 系统在集团及下属矿井运行十分稳定, 在我们的地测工作中发挥了重要作用, 为矿井安全生产提供了重要保障, 并且大大提高了矿井日常生产、管理的工作效率。

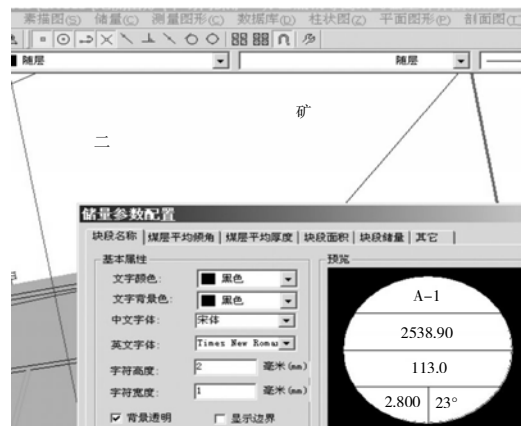


图 3 地质图形处理—储量计算



图 4 采掘工程平面图自动生成

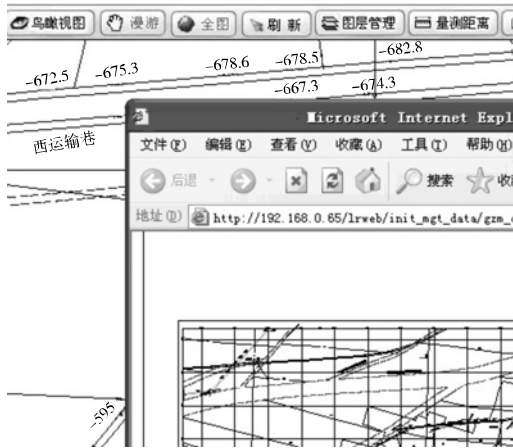


图 5 基于 WEBGIS 的工作面图形查询

4 结论

实践证明, 矿井地测空间管理信息系统的成功研发和实施, 使地测工作通过专业软件处理, 一方面提高了地测工作的自动化、专业化、规范化程度及工作效能, 降低劳动强度, 节省了人力成本; 另一方面提高了地测工作对安全生产的指导水平, 降低了生产成本, 提高了经济效益。

作者简介: 宗伟琴(1973-), 女, 工程师, 1999年7月毕业于西安科技大学测绘工程专业, 现任神华宁夏煤业集团生产技术部一级地测业务主办。

Analysis of the Application of Geological Survey Space Management Information System in Shenhua Ningxia Coal Industry Group

ZONG Weiqin

(Manufacture and Technology Department of Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Yinchuan, Ningxia, 750011, China)

Abstract: With the rise of information technology industry, information sharing, and efficient management of the coal industry needs. To test the first coal mining work is military, to measured data and graphics to achieve real-time network management and query the coal mine supervision and management of business leaders an important tool. To measure space management information system is mainly based on GIS theory and technical methods, and around the mine geology, surveying, data processing, analysis, business needs a professional design and development of geographic information systems. System as a whole is divided into the mine to test space management information systems and Internet-based integrated information systems to measure, The system completed the Shenhua Ningxia Coal mine drilling all the input raw data and thematic maps to measure digital processing. Test work on the ground played an important role, not only for mine safety has provided an important safeguard, but also reduces production costs, improve economic efficiency.

Keywords: Information; Systems to measure; SQL-Server; Application

(收稿日期: 2010-7-26 责任编辑: 杨 静)

科技动态

“煤炭直接液化国家工程实验室”项目验收会在上海召开

本刊讯 12月26日, 由煤制油化工公司承担的“煤炭直接液化国家工程实验室”项目在上海通过验收。验收专家组由中国工程院院士曹湘洪、中国工程设计大师郭志雄及中国石油大学、中国科学院上海高等研究院、上海化工研究院、上海电气集团公司等单位共10名专家组成。“煤炭直接液化国家工程实验室建设”项目于2008年获得国家发改委批复, 2009年被列为神华集团科技创新项目。经过3年的建设, 该项目完成了全部建设内容。验收专家组听取了神华集团副总工程师、国家工程实验室主任吴秀章的项目汇报, 审查了项目组提交的验收材料, 现场检查了国家工程实验室180kg/d煤直接液化等试验装置, 并进行了专家质询、项目组答疑及充分讨论。专家组一致同意该项目通过验收, 并建议应充分利用好这一开发平台, 继续进行煤直接液化相关技术开发, 为继续保持我国在煤直接液化技术领域的世界领先地位做出贡献。

(神华集团科技发展部供稿)

锚注技术在立井井筒修复工程中的应用

陈为高

(神华集团有限责任公司工程管理部,北京,100011)

摘要: 井筒连接处由于其特殊的结构形式,而成为井筒的薄弱环节。本文针对某矿井筒连接处井壁的破裂状况,分析产生破坏的原因,提出注浆堵水加固软弱地层,锚网锚索加固围岩,增强井壁支护的修复方案。

关键词: 井筒修复 锚注技术 井筒连接处 井壁设计

中图分类号:TD262

文献标识码:A

文章标号:1674-8492(2012)01-036-04

1 绪论

井筒被称为矿井的“咽喉”^[1],而井筒与马头门连接处(即马头门、上部连接段井筒、下部井底水窝),由于其结构和受力的特殊性,使其成为井筒设计和施工的关键部位。从井筒掘砌到投入生产,井壁除受到水土均匀和不均匀压力基本载荷外,在不同阶段还会受到附加荷载^[2],地层状况不可忽略。针对复杂地层对局部井筒施加载荷而造成的破坏,需在现行设计基础上调整井筒设计。为抵抗井筒外部载荷,在不改变井壁结构的基础上,一方面,加强局部地段井壁厚度或强度,即“抗”;另一方面对特殊地层进行处理,改变不利条件,即“减”^[3]。

2 工程实例

2.1 工程概况

本次工程实践在某煤矿进风立井深423m,井筒净直径6.5m,马头门底板标高+317.227m,距进风井井口393.073m,井筒连接处标高+324.227m。井筒连接处井壁设计厚度450mm,混凝土强度等级为C30,在进风立井井筒+338.227m设有2#壁座,井筒+329.227m处设有管子道,井筒+327.227m处设有安全通道。由2#壁座向下28m为所要研究井筒段。

2.2 井筒地质概况

据风井钻孔柱状图:井筒累计深度372m(2#壁座下沿)开始,自上向下岩性依次为灰色细砂岩、灰白色细砂岩、黑色粉质泥岩、黑色粉砂岩、煤层、泥岩、煤线、黑灰色泥岩、细砂岩,具体层厚和对应井筒层位如下表1所示。泥岩和煤岩属软弱岩石,遇水膨胀、崩解。而井筒连接处有16m处于该软弱地层中,

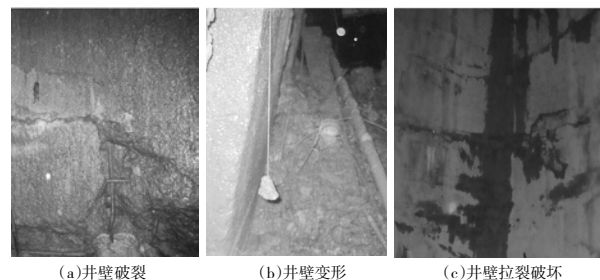
这是井筒破裂灾害产生的重要原因。

表1 井筒连接段地质详情

累深/m	层厚/m	岩层性状描述	井筒对应层位(累深)/m
375.5	7	灰色细砂岩	2#壁座下沿 372
381	5.5	灰白色细砂岩	安全通道 381~378.5
383	2	黑色粉质泥岩	管子道 383~380.25
388.7	5.7	黑色粉砂岩	
390.1	1.4	煤	马头门 386~393
393	2.9	泥岩	
393.4	0.4	煤线	马头门地板
397	3.6	黑灰色泥岩	井底水窝
400	3	细砂岩	

2.3 井筒破裂状况及解决方案

由于井筒连接段所处地层地质条件复杂,围岩松软破碎,主要为泥岩和煤岩互层,马头门两面临空,在高地应力的作用下马头门处出现严重变形破坏,主要表现为井壁严重破裂(图1-a)、变形(图1-b),井筒连接处上部井壁出现竖向拉裂破坏,裂纹环向开展(图1-c)。马头门底板处井壁缩颈内移,位移量达800mm至1200mm。地压作用下的井筒缩颈使井筒净直径减小导致卡罐,严重影响了井筒的使用功能,给安全生产带来危害。



(a)井壁破裂 (b)井壁变形 (c)井壁拉裂破坏

图1 井筒连接处破坏情况

经观测分析,井筒连接处地层的软弱泥岩和煤岩经过扰动后在水的作用下泥化崩解,导致井筒连接处马头门段在高地应力的作用下发生变形破坏,由于马头门的破坏使得井筒连接处上部井壁失去支撑,而发生环向拉裂破坏,破坏范围为 2# 壁座以下 28m 的范围。针对以上井筒破裂灾害,根据井筒埋深和破坏处恶劣的地层条件,按照“抗”的原则提出以下修复方案:①注浆加固软弱围岩,提高围岩强度和稳定性。②井筒净尺寸不变,在保证井筒使用功能的前提下,拆除破坏井壁,增加井壁支护强度。③加强井壁与围岩的连接,增强支护整体性。具体方案如下:



2.3.1 注浆加固

为防止井壁拆除和打设锚杆锚索孔时出水,进行注浆作业,充填裂隙加固地层。井壁壁后注浆具有高风险的特点,又是隐蔽工程。工程虽小,却是牵涉井壁安全和人员安全的重要工程,因此必须综合考虑施工条件及施工效果,严密设计、周密组织、严格实施。

2.3.1.1 注浆范围

根据井筒地层情况和井壁及马头门变形情况,决定对 2# 壁座下缘至马头门底板向下 7m 的范围进行注浆,注浆段高度确定为 28m。

2.3.1.2 注浆方式和注浆孔布置

采用自下而上分水平上行式注浆方式。在马头门底板标高下 6m、3m 布置 2 个注浆水平,每个注浆水平均匀布置 6 个注浆孔,注浆孔交错布置。注浆水平由下而上编号为第 1 水平、第 2 水平。马头门底板标高以上 0.5m、3.5m 处依次布置第 3、第 4 水平注浆孔,每水平布置 4 个注浆孔,布孔方位角(北向为 0°,逆时针方向为正)分别为 70°、110°、250°、290°。马头门底板标高以上 6.5m 处布置第 5 水平注浆孔,注浆孔数为 6,布孔方位角分别为 45°、90°、135°、225°、270°、315°。马头门底板标高以上 9m、12m、15m、18m、21m 分别布置第 6~10 水平注浆孔,每个注浆水平均匀布置 6 个注浆孔,注浆孔交错布置。共设计 10 个注浆水平,计 56 孔,注浆孔的布设可根据现场施工具体情况作适当调整。

2.3.1.3 注浆参数

(1)注浆孔深度 3.0m,采用花管注浆,孔间距及排间距 1.5m 左右,注浆压力不大于 2MPa。设计破壁

注浆孔深 3m,注浆孔管前部 1.5m 为花管。

(2)注浆压力:根据井壁承载能力,为防止注浆期间井壁出现大块脱落,壁后注浆取注浆正常压力为 1~1.5MPa,终压为 2MPa。

(3)注浆材料:本次注浆采用单液浆,水泥选择 R32.5 普通硅酸盐水泥。水泥浆的水灰比为 0.7:1~1:1,选用 C-S 浆液进行封孔。

(4)注浆管规格:长 3m,带螺纹,前部 1.5m 为花管。

2.3.1.4 注浆结束标准及效果浆液扩散范围和注浆量

(1)注浆终压达到设计要求 2MPa,但不能超过 2MPa。

(2)每孔注入量达到设计要求。

根据壁后注浆经验,浆液扩散半径确定为 2m。本次预计注浆量:岩层孔隙率按 3% 计, $V=28 \times (7.72^2-3.72^2) \times 3.14 \times 3\%=121\text{m}^3$,单孔注浆量为 2.16m^3 ,设计单孔注浆量为 2m^3 ,按 1:0.7 的水灰比配制水泥浆,需水泥 155t。

2.3.2 增强支护强度

该井壁是永久结构,由于该风井改造后做为人员和物资上下通道,故其安全等级应为一级,设计安全系数取为 1.2,根据单层钢筋混凝土井壁计算方法,按一倍水压计算井壁永久外载,混凝土强度等级为 C50,二级钢筋构造配筋。井壁厚度计算和验算方法如下:

2.3.2.1 永久外载计算

$$P_w = 0.01H \quad (1)$$

式中, H 为计算深度,m; P_w 为井壁受到的永久径向外载,MPa。

2.3.2.2 井壁厚度计算

按照第三强度理论推导出来的均质弹性厚壁圆筒井壁厚度计算公式为^[4]:

$$h=r_0 \left\{ \sqrt{\frac{[f_{cz}]}{[f_{cz}]-2P_w}} - 1 \right\} \quad (2)$$

$$[f_{cz}] = \frac{f_c + \mu_{\min} f_y}{K} \quad (3)$$

式中: h 为井壁厚度,mm; r_0 为井筒内半径,mm; P_w 为井壁所受水平外载,MPa; $[f_{cz}]$ 为钢筋混凝土的综合强度值, N/mm^2 ; f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值, N/mm^2 ; f_y 为钢筋强度设计值, N/mm^2 ; μ_{\min} 为最小含钢率 $\mu_{\min}=0.4\%$; K 为安全系数。

按照上式计算得井壁厚度为 $h=0.93\text{m}$,增强支护井壁设计厚度为 1.0m。

2.3.2.3 均压作用下的井壁应力计算

按照弹性理论,井壁各个应力分量可表述为^[5]:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= -\frac{Pb^2}{b^2-a^2} \left\{ 1-\frac{a^2}{r^2} \right\} \\ \sigma_\theta &= -\frac{Pb^2}{b^2-a^2} \left\{ 1+\frac{a^2}{r^2} \right\} \\ \sigma_z &= -\frac{2vpb^2}{b^2-a^2} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中, σ_θ 、 σ_r 、 σ_z 分别为切向、径向、轴向应力分量, N/mm^2 ; v 为泊松比; a 、 b 分别为计算井壁内外半径; r 为井壁计算点处半径。

由于 $r \geq a$, 所以最大主应力为切向应力, 且发生在井壁内缘 $r=a$ 处, 井深 $H=400m$ 处, 计算值为 $\sigma_\theta = -19.26MPa$ 。

同样对原井壁 (壁厚 450mm, C30 混凝土井壁) 进行应力计算, 得出 $H=400m$ 井壁内缘切向应力为 $\sigma_\theta' = -35.02MPa$, 该值已超过 C30 混凝土立方体抗压强度。

2.3.3 锚网锚索联合支护

已破坏井壁拆除后, 即刷帮至涉及尺寸, 对暴露围岩进行锚杆索网联合支护, 具体如下:

2.3.3.1 锚杆锚网支护

锚杆和锚网起到临时支护的作用, 根据地质条件确定锚杆支护间距为 700mm, 共布设 39 层, 每层 40 根, 共 1560 根。

锚杆为 $\phi 22 \times 3000mm$ 左旋无纵筋螺纹钢高强度锚杆, 采用配套托板和螺母, 树脂锚固, 锚杆的预紧力矩不得低于 $200N \cdot m$, 如图 3-a。

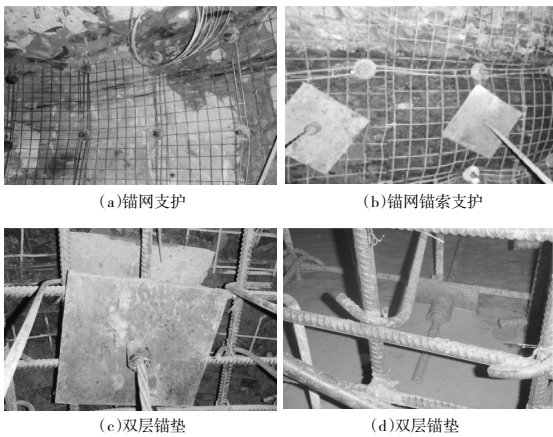


图 3 锚网锚索联合支护

钢筋桁架规格: 采用 $\phi 14mm$ 的钢筋焊接而成, 宽度 80mm, 长度 3000mm, 每隔 700mm 焊接一处

杆孔位置, 端部有 100mm 搭接段, 如图 4 所示。

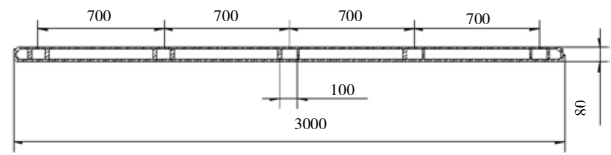


图 4 钢筋桁架设计图

钢筋网规格: 采用 $\phi 6mm$ 钢筋焊接而成的经纬钢筋网。网格间排距为 $100 \times 100mm$, 长度 \times 宽度 $=1500 \times 900mm$ 。

2.3.3.2 双层垫板锚索支护

采用 $\phi 21.6mm$ 高强度预应力钢绞线, 锚索眼深 10000mm, 锚索长度 10300mm, 钻孔直径 28mm, 树脂加长锚固, 锚固药卷采用 3 支 Z2388 的中速树脂药卷, 锚固长度为 2640mm, 采用与 $\phi 21.6mm$ 钢绞线相配套的锁具锁紧。单体锚索布置在两排锚杆中间, 锚索布置从巷道中心线开始两侧 700mm 开始布置, 锚索间距 1400mm, 锚索排距 1400m, 每排顶单体锚索共 6 根。单体锚索在装配钢托板和锁具并锁紧后, 再过 1h 后张拉至额定预紧力, 锚索的预紧力不得低于 140kN。采用 $400 \times 400 \times 14mm$ (长 \times 宽 \times 厚) 的钢托板, 中孔为 $\phi 24mm$, 如图 3-a, b, c。

2.4 其他安全技术注意事项

- (1) 施工注浆孔时, 做好钻孔中涌水量的观测记录。
- (2) 注浆时必须观测井壁变化, 发现有漏浆时, 要根据现场情况采取切实可行的措施。
- (3) 向孔里压浆时必须做到使裂隙及空隙完全充实, 并使之不再漏水。由初压逐步过度到终压, 不能突然增压。注浆过程中要密切观测井壁变化, 发现井壁变形, 必须立刻停止注浆, 打开泄浆阀, 查明情况, 妥善处理。
- (4) 井壁刷帮及锚杆索网联合支护作业时, 必须按作业规范做好人员安全防护, 严格按照设备操作要求进行操作及维护。

3 结论

在破裂井壁拆除前, 通过注浆工程加固软弱围岩, 并有效地降低了井筒出水。锚网锚索联合支护增强了围岩的稳定性。增强井壁支护设计计算, 提高新建井筒安全性能。井壁计算、验算证明井壁修复设计是安全的, 增强支护系统的整体性良好。

参考文献

- [1] 崔广心.复杂地层中地下工程特殊施工技术发展与展望[J].煤, 2000,9(6).
- [2] 崔广心.深厚表土中竖井井壁的外载[J].岩土工程学报,2002,25(3).
- [3] 杨维好.特殊地层条件下井壁破裂机理与防治技术的研究(之一)[J].中国矿业大学学报,1996,25(4).
- [4] 陶柏祥.建井工程结构[M].北京:煤炭工业出版社,1993.
- [5] 崔广心,杨维好,吕恒林.深厚表土层中的冻结壁和井壁[M].北京:中国矿业大学出版社,1998.

作者简介:陈为高(1974-),矿建工程师,1997年毕业于中国矿业大学矿井建设专业,现在神华集团工程管理部从事煤矿基建工程管理工作。

The Application of Bolting and Grouting in Project of Shaft Restoration

CHEN Weigao

(Department of Engineering Management of Shenhua Group Corporation Limited, Beijing, 100011, China)

Abstract: On account of the fracture status of shaft joint in complex stratum, the shaft joint is a weak link of shaft. We analyze the reasons causing damage, then put forward restoration plans, such as, controlling water and consolidate the weak stratum by grouting, bolting support to strengthen the surrounding rock, and strengthen the shaft supporting. We also propose to enhance supporting shaft thickness reasonably through shaft calculation, checking, and numerical simulation.

Keywords: Shaft restoration; Bolting and grouting; Shaft joint; Shaft design

(收稿日期:2011-11-3 责任编辑:杨静)

(上接第 29 页)

全面的、全过程的、全员参加的、闭环式的安全管理活动。3年来,白茆沟煤矿一年跨越一大步,本安体系与本安型矿井建设取得了实质性的进展,但还要持续改进提高,还有大量的工作要做。驻矿安监处仍然要以较高的专业素养和敬业精神,本着“监察、指导、服务”的宗旨,继续提升安全监察效能,力推所驻矿

井本安体系高效运行,实现长治久安。

作者简介:田文华(1968-),高级工程师,1990年毕业于西安矿业学院采矿系通风与安全专业,现任神华宁夏煤业集团驻红柳煤矿安监处处长。

Practice and Experience of Safety Supervision in Intrinsic Safety Mine Construction

TIAN Wenhua

(Shenhua Ningxia Coal Industry Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750011, China)

Abstract: Since 2009, stationed vertical management in safety supervision division has been carried out by Shenhua Ningxia Coal Industry Group. With new mechanism, new mining conditions and new situation, how to display safety supervision functions well and performance safety supervision responsibilities is the task of the safety supervision personnel of safety supervision division in mining area. On the occasion of Shenhua Ningxia Coal Industry Group's vigorously promotes the implementation intrinsic safety management system, safety supervision division in mining area regards this as an opportunity and plays a propulsive role in intrinsic safety mine construction of the stationed organization and supervises the safety in production in stationed mining area.

Keywords: Intrinsic safety mine; Construction; Safety supervision; Practice

(收稿日期:2011-10-31 责任编辑:杨静)

大倾角厚煤层软岩巷道围岩破裂特征内窥实测分析

陈治中¹ 伍永平^{2,3} 吴学明^{2,3}

(1.神华宁夏煤业集团枣泉煤矿,宁夏 灵武,751410;2.西安科技大学能源学院,陕西 西安,710054;

3.教育部西部矿井开采及灾害防治重点实验室,陕西 西安,710054)

摘要: 以宁夏宁东鸳鸯湖矿区大倾角厚煤层大断面软岩回采巷道为研究对象,在工作面巷道内分别布设煤体钻孔,采用电子内窥摄影仪记录开采扰动巷道围岩裂隙发育特征。直观分析了工作面采动巷帮煤体的破裂程度及松动破碎区范围,探索了围岩裂隙损伤-扩展演化特征及威严破裂机理,为工作面巷道围岩破裂定量化辨识预测提供依据。

关键词: 大倾角厚煤层 软岩巷道 破裂特征 钻孔摄影 破裂机理

中图分类号: TD327

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-040-03

1 前言

宁夏宁东矿区地质岩性较独特,地下开采应力场复杂,矿井回采巷道在施工过程中局部变形失稳严重。在大倾角厚煤层开采技术条件下,巷道围岩体裂隙在工作面煤壁前方有不同程度的发育及分布,在移动支承压力作用下,巷道两帮围岩发生剪切、拉伸和挤压塑性破坏,围岩内原生节理和弱面出现裂隙并逐步扩展。宏观表现为侧向煤壁片帮、切落、支护体被挤出,甚至整个巷道非均匀变形诱发的局部动力失稳现象。

文中基于现场钻孔内窥摄影实测方法,获取并分析了大倾角厚煤层软岩巷道围岩裂隙动态发育特征,从钻孔摄影资料的直观辨识和力学角度分析了围岩破裂机理。

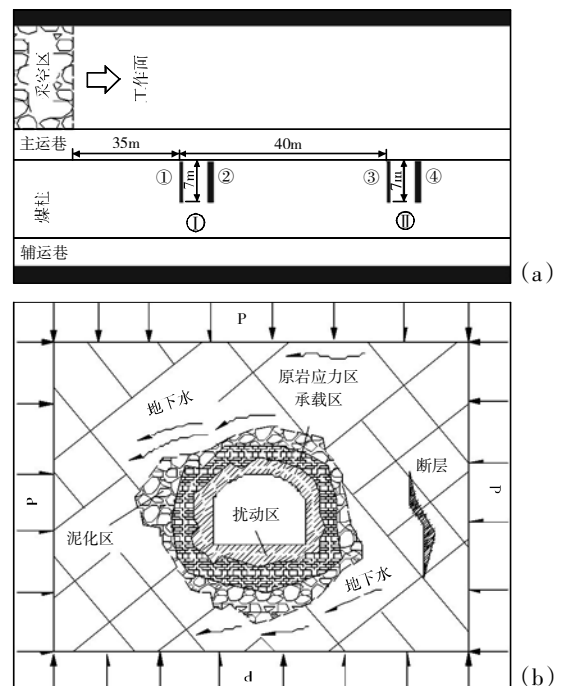
2 工程地质特征

矿区位于鄂尔多斯盆地西缘和吴忠地震活动带的东侧,煤岩体物理特征较软弱破碎,历史上地震扰动频繁,断层和不连续面分布密集,给巷道施工带来重要影响。目前,全区主采2#煤层,平均埋深179m,平均厚度6.3m, $f=1\sim 2$,煤层倾角 27° ,局部可达 $37^\circ\sim 45^\circ$ 。工作面回采巷道沿煤层顶板布置,断面形状为梯形结构且面积较大。巷道底板为中粒砂岩,直接顶为灰黑色粉砂岩和细砂岩互层,真厚1.46m,老顶为细砂岩,真厚12.8m。

3 工程实测方案

(1)在工作面巷道前方距煤壁25m和25~65m范

围的主运巷下帮分别布设I和II两个观测站。其中,在I测站内再布置1#和2#两个观测孔;在II测站内分别布置3#和4#两个观测孔;钻孔孔口垂距距离巷道底板1m。I测站距工作面煤壁35m,距开切眼280m,1#孔与2#孔间隔5m;II测站距工作面煤壁75m,距开切眼320m,3#孔与4#孔间隔为5m,I测站与II测站相距40m。钻孔斜长7000mm,方向向下且与水平方向夹角为 12° ,其探孔布设工艺及巷道赋存特征见图1。



(a.钻孔及测点布局;b.巷道环境特征)

图1 钻孔布设工艺与围岩赋存环境

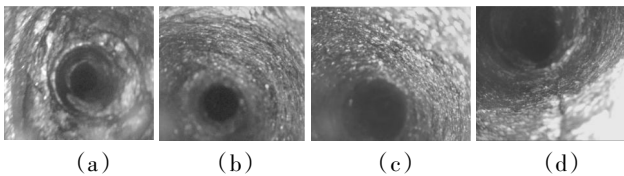
(2)在选定的方位打设钻孔,钻孔孔径为 55mm,将孔中煤岩粉末清理干净。

(3)接好插头,调试状态,将探测头深入孔内,直至钻孔底部,打开记录按钮,边往外缓慢移动探头边采集图像,并在显示器上记录并保存数据,每移动 0.5m 采取人工语音记录一次探头距离孔口的距离。当探头到达孔口时,记录停止并保存数据,准备下一阶段的探测。

(4)将图像数据进行计算机处理,分析巷道围岩的破碎情况。

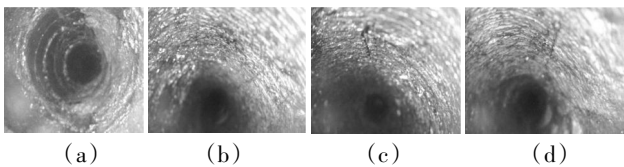
4 围岩裂隙演化实测结果及分析

获取了同钻孔深度下裂隙扩展形态的图像信息见图 2、图 3。



(a.0.5m;b.2.5m;c.4.5m;d.6.5m)

图 2 工作面巷道前方 I-1# 测孔探测结果



(a.1.0m;b.3.0m;c.4.0m;d.6.0m)

图 3 工作面巷道前方 I-2# 测孔探测结果

由图 2、图 3 可知,I-1# 孔裂隙在 0.5~6.5m 整体发育,在 2.5m 范围内损伤程度较高,裂隙成碎裂或崩解状,孔壁表面碎裂鼓胀,呈受挤压后的波浪起伏状。随着切向应力峰值的迁移,4.5m 处以环形网状裂隙发育为主,其宽度较小且长度较长,6.5m 处有 1 条纵向裂隙,且宽度和长度都较大。根据经验判断,切向应力峰值位置在 7m 处,塑性区在 4.5~6.5m,破碎区在 0~2.5m。I-2# 孔与 I-1# 孔相距 5m,孔壁破裂程度较高,3m 范围内裂纹较密,以纵横相交或网状为主,4m 处出现 3 条纵向裂隙和 1 条横向裂隙,宽度和交角都较大;6m 处有 1 条与 I-1# 孔 6.5m 处相似的纵向裂隙,附近伴有纵横相交网状裂纹。

II-3# 测孔受采动影响程度较弱,裂隙数量较少,煤体内完整性较好。

5 巷道围岩破裂机理

5.1 巷道围岩采动应力分布特征

距工作面较近的钻孔测站,其破碎区和塑性区范围要大些,孔内裂隙演化程度也不同,围岩应力的变化始终服从应力由集中、调整过渡到初始应力状态的过程,即采动下的巷道侧向围岩应力分布特征见图 4。

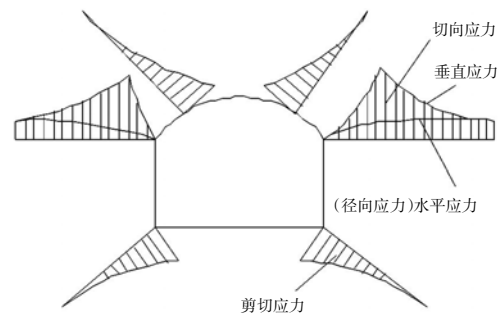


图 4 巷道围岩采动应力分布特征

调整后的应力状态表现为两向应力状态,顶、底部切向应力在塑性区外有所提高,进而逐步过渡到初始应力状态。垂直应力矢量方向演变为向采空侧发展,由于破碎区的出现,使得垂直应力迅速降为零,煤体侧的垂直应力也逐渐趋近于原岩应力,此时,在不考虑其它环境场干扰的前提下,水平应力扮演了导致围岩拉伸破坏的角色,支护应力缓解了水平应力的迁移力度。切向应力表现出由垂直应力和水平应力在围岩中的集中反应,对围岩两个方向同时存在拉伸破坏威胁,若不加强支护或者提高围岩抗拉或抗压强度,围岩内单元体将会由损伤演化至破碎。

5.2 支护场作用下巷道围岩拉剪、压剪应力状态

开采扰动不可避免地会产生受拉剪、压剪或切割的次生裂隙。支护场作用下的围岩体,其内部结构处于三向受力状态,不同部位的裂隙体也相应的存在压剪和拉剪状态(见图 5),其受力本构关系可按下式表示:

$$F^{a,b} = F^a + F^b \quad (1)$$

式中: $F^{a,b}$ —拉剪应力状态下的裂隙变形可引起的分析构元等效柔度;

F^a —无损伤下的岩体柔度张量;

F^b —压剪应力状态下的裂隙变形可引起的分析构元等效柔度。

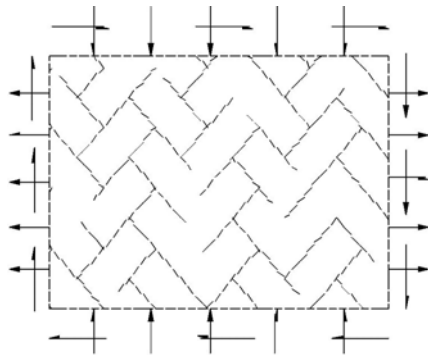


图 5 巷道裂隙围岩受力构元

5.3 巷帮单元体受力状态及破坏机理

巷道围岩侧向变形多发生于应力集中区，与裂纹扩展密切相关。巷道围岩在采动中的力学分布状况(见图 6)，应力集中区范围 $l=x_0+x_1$ 。由于岩体本身含有缺陷，集中应力使得这些缺陷扩展，进而出现大量次生裂纹。对于单元体而言，在无支护力作用下表现为双向受力状态，单元体受压后，破裂机理及形态以单斜面剪切破坏、X 状共轭斜面剪切破坏或拉伸破坏为主。在采动中，由于集中应力影响，故 $\delta_z > \delta_x$ ，一般也可简化为平面应变问题(y-z 面)来分析其扩展机理。

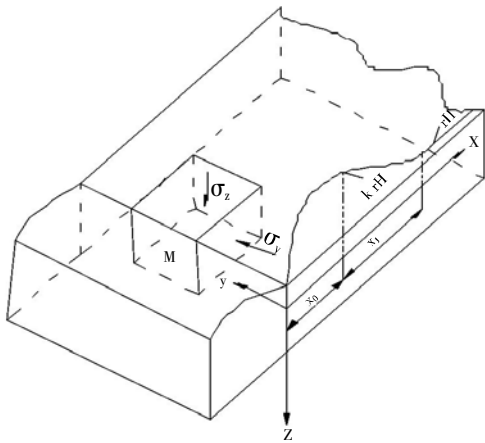


图 6 侧向应力分布及单元体受力模型

总之，巷道围岩内部单元体会演变或派生为局部范围的碎裂特征，只有三向应力下才能阻止变形的进一步恶化，但这存在一个时间的相对平衡关系，支护力的作用不能控制岩体扩容现象的发生，而在生产中需要不断的优化和跟进支护方式才可保障巷道及工作面的安全性，从而降低不必要的损失。

6 结论

(1)在倾角较大的软弱厚煤层开采技术条件下，巷道侧向变形主要以受拉为主，应力集中区还伴有剪切破坏。孔壁附近区域均表现为粗糙鼓胀和受压后的异形特征。

(2) I 测站孔口附近，受采动影响较大，在 0~2.5m 范围内裂隙破裂程度较高，受侧向支护力约束作用，碎裂后的围岩体积膨胀又充当了深部裂隙向外扩张的垫层。在切向应力作用下，浅部碎小型裂隙继续向纵深发展，可切割成个别宽度较宽的大裂隙。

(3)相比 II 测站，I 测站钻孔裂隙在 6.0~6.5m 处较宽，在 2.5m 处较碎裂，在 3.0~5.0m 范围较发育。根据实测经验，可以定量辨识诊断出巷道侧向破碎区范围在 2.5m。

(4)从应力分布形式、本构关系及单元体受力状态等各个方面对采动巷道围岩破裂机理进行了深入分析，为工作面安全开采保障及巷道围岩动力失稳辨识及控制提供依据。

参考文献

[1] 来兴平,周光华,张建华,等.基于现场监测的破碎围岩介质垮落失稳及综合分析[J].煤炭学报,2008,33(3):246-250.

[2] 唐春安,刘红元,秦四清,等.非均匀性对岩石介质中裂纹扩展模式的影响[J].地球物理学报,2000,43(1):116-121.

[3] 程久龙. 矿山采动裂隙岩体地球物理场特征研究及工程应用[J]. 中国矿业大学学报,2008,37(6):I-III.

[4] 徐永波,白以龙.动态载荷下剪切变形局部化、微结构演化与剪切断裂研究进展[J].力学进展,2007,37(4):496-516.

[5] 伍永平,吴学明,严永胜,等.软弱围岩变形三维物理模拟监测系统构建[J].西安科技大学学报,2010,30(4):381-387.

[6] 伍永平,吴学明,来兴平.基于电子窥视原理的软岩巷道采动裂隙演化特征 [C].2011 Asia-Pacific Youth Conference on Communication (2011APYCC),2011,463-467.

[7] 钱鸣高,石平五.矿山压力与岩层控制[M].北京:中国矿业大学出版社,2003.

[8] 易顺民,朱珍德.裂隙岩体损伤力学导论[M].北京:科学出版社,2005.

作者简介:陈治中(1964-),高级工程师,硕士,现供职于神华宁夏煤业集团枣泉煤矿,主要从事煤矿安全开采与灾害防治技术及管理方面的研究工作。

(下转第 47 页)

宁东煤田侯家河勘查区煤质特征分析

张 鹏

(宁夏回族自治区煤田地质局,宁夏 银川,750011)

摘 要: 宁夏宁东煤田侯家河勘查区的煤炭是宁东能源化工基地建设可持续发展的重要储备资源。侯家河勘查区煤层也是宁东煤田鸳鸯湖矿区煤层向东、向深部的延续部分。通过侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区的煤质对比,反映侯家河勘查区煤质特征及变化。侯家河勘查区的煤为不黏煤,特低灰、低硫、特低磷、高发热量,煤对二氧化碳的反应性较高、中热稳定性、焦油产率低,较低软化温度灰,中等可选~易选,是良好的动力、液化、气化、煤化工等用煤。

关键词: 侯家河 煤质 分析

中图分类号:TD21

文献标识码:A

文章编号:1674-8492(2012)01-043-05

1 绪论

宁夏宁东煤田侯家河勘查区的煤炭是宁东能源化工基地建设可持续发展的重要储备资源。侯家河勘查区位于宁夏回族自治区灵武市东南约 50km,行政区划属灵武市和盐池县管辖。勘查区呈近南北向展布,西部以鸳鸯湖矿区的清水营煤矿、梅花井煤矿、石槽村煤矿、红柳煤矿东边界为界,北部以矿权边界为界,东部以 3 煤层 +200 水平的垂直投影为界,南部以下煤组无煤区北界为界。东西宽约 5km,南北长约 40km,面积约 198km²(见图 1)。

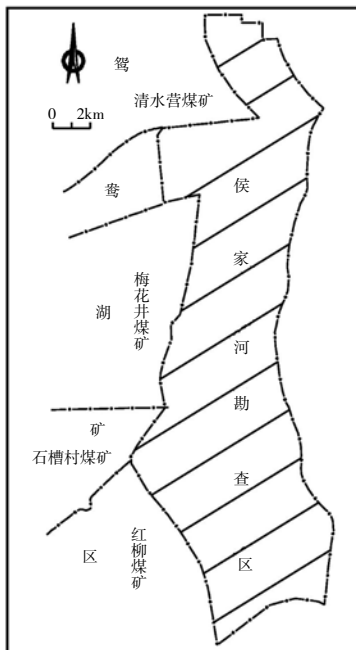


图 1 侯家河勘查区与周边煤矿位置图

勘查区含煤地层为侏罗系中统延安组,煤层埋深为 >900m ~ <1500m,区内可采煤层 10 层,即 2、3、4-1、4-2、6、10、12、15、17、18 煤层。各可采煤层厚度为 1.20 ~ 4.92m,煤层结构简单,全区或大部分区域可采。勘查区煤炭资源总量为 59 亿 t。

侯家河勘查区煤层是鸳鸯湖矿区煤层向东、向深部的延续部分。本文在侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区各煤矿煤质对比的基础上,进行分析来反映侯家河勘查区煤质特征及变化特点,为以后煤炭资源开发利用提供参考。

2 煤的物理性质和煤岩特征

2.1 物理性质

侯家河勘查区煤的物理性质与鸳鸯湖矿区煤的物理性质比较变化不大,各可采煤层的煤为黑色,条痕为褐黑色,沥青、弱沥青光泽,阶梯状、贝壳状、参差状断口,裂隙较发育,结构以条带状为主,构造多为层状。半坚硬煤,多呈块状。煤的密度侯家河勘查区较鸳鸯湖矿区有所降低,前者真密度一般为 1.45 ~ 1.47,视密度一般为 1.31 ~ 1.35,后者真密度一般为 1.45 ~ 1.63,视密度一般为 1.32 ~ 1.46。侯家河勘查区煤的密度降低主要原因是煤中矿物含量降低所致。

2.2 煤岩特征

侯家河勘查区宏观煤岩成分以暗煤为主,亮煤次之,夹镜煤条带,含少量丝炭,宏观煤岩类型为半暗煤。侯家河勘查区宏观煤岩成分亮煤和镜煤较鸳鸯湖矿区有所增高,暗煤有所降低,宏观煤岩类型鸳鸯湖矿区各煤矿暗淡煤较多。

侯家河勘查区显微组分为 96.0%, 矿物为 4.0%, 显微组分中镜质组为 66.7%, 惰质组为 29.3%。鸳鸯湖矿区各煤矿显微组分为 85.5%~94.1%, 矿物为 5.9%~14.5%, 显微组分中镜质组为 34.5%~46.1, 惰

质组为 45.2%~57.5%(见表 1)。

侯家河勘查区显微煤岩类型为微镜惰煤 V, 鸳鸯湖矿区各煤矿显微煤岩类型以微镜惰煤 I 为主, 部分为微镜惰煤 V。

表 1 煤的显微煤岩特征表

矿区(煤矿) 勘查区	显微煤岩组成 /%										显微煤岩 类型	镜质体最大反射率 $R_{\text{omn}} / \%$
	显微组分				矿物							
	镜质组	惰质组	壳质组	合计	粘土类	硫化物	碳酸盐	氧化硅	合计			
鸳鸯湖矿区	清水营煤矿	38.7	45.2	1.6	85.5	11.6	1.1	1.3	0.5	14.5	微镜惰煤 I	0.447
	梅花井煤炭	43.8	47.7	1.9	93.4	5.0	0.8	0.6	0.2	6.6	微镜惰煤 I	0.534
	石槽村煤矿	46.3	45.3	2.1	93.7	4.5	0.5	1.1	0.2	6.3	微镜惰煤 V	0.528
	红柳煤矿	34.5	57.5	2.1	94.1	2.8	0.9	1.9	0.3	5.9	微镜惰煤 I	0.542
侯家河勘查区	66.7	29.3	0.0	96.0	1.1	1.2	1.7	0.0	4.0	微镜惰煤 V	0.663	

侯家河勘查区煤的镜质体最大反射率 (R_{omn}) 为 0.663%, 鸳鸯湖矿区各煤矿镜质体最大反射率 (R_{omn}) 为 0.447%~0.534%, 侯家河勘查区的煤属低变质烟煤, 变质类型属深成变质, 变质程度较鸳鸯湖矿区略深。

从煤岩特征上看, 由浅部的鸳鸯湖矿区向较深部的侯家河勘查区有一定变化。宏观煤岩成分镜煤和亮煤有所增多, 暗煤和丝炭有所减少。宏观煤岩类型由暗淡煤为主向半暗煤为主变化。显微煤岩组成中显微组分增高, 矿物降低。显微组分中镜质组明显增高, 惰质组明显降低。镜质体最大反射率增大。

侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区煤岩特征的不同反映当时成煤环境有一定的变化。侯家河勘查区当时的成煤沼泽覆水较鸳鸯湖矿区深, 水动力条件较弱, 所以侯家河勘查区成煤植物凝胶化程度较高, 煤岩特征上侯家河勘查区比鸳鸯湖矿区镜煤亮煤要多、镜质组有所增高, 矿物降低。加之后期侯家河勘查区煤层埋深较鸳鸯湖矿区加深, 煤的变质程度增高, 镜质体最大反射率增大。成煤环境的细微变化和煤变质程度的加深, 使得侯家河勘查区的煤质特征与鸳鸯湖矿区有所不同。

3 煤的化学性质

3.1 水分

侯家河勘查区原煤的空气干燥基水分 (M_{ad}) 平均为 7.27%, 鸳鸯湖矿区各煤矿水分 (M_{ad}) 为 7.29%~10.02%。鸳鸯湖矿区北部清水营煤矿煤的水分 (M_{ad}) 较高, 为 10.02%, 由清水营煤矿向东到侯家河勘查区水分明显降低, 一般在 7% 左右。鸳鸯湖矿区其它煤矿到侯家河勘查区水分变化较小。从鸳鸯湖矿区到侯

家河勘查区煤的水分 (M_{ad}) 有所降低的原因是侯家河勘查区煤的变质程度增高所致。

3.2 灰分

侯家河勘查区原煤的灰分 (A_{d}) 产率平均为 8.71%, 属特低灰煤(据 GB/T15224.1-2010 标准), 鸳鸯湖矿区各煤矿灰分 (A_{d}) 为 10.68%~17.24%, 属低灰煤。鸳鸯湖矿区北部清水营煤矿灰分高达 17.24%, 由清水营煤矿向东到侯家河勘查区灰分降低幅度较大, 一般降低 8.5% 左右。鸳鸯湖矿区其它煤矿到侯家河勘查区, 灰分降低幅度较小, 一般降低 2%~3%。从浅部鸳鸯湖矿区到深部侯家河勘查区煤的灰分降低。反映侯家河勘查区当时的成煤沼泽覆水较鸳鸯湖矿区加深, 水动力条件变得较弱, 外来矿物减少, 形成的煤灰分较低。

3.3 挥发分

侯家河勘查区浮煤挥发分 (V_{daf}) 平均为 31.28%, 属中高挥发分煤(据 MT/T1850-2000 标准), 鸳鸯湖矿区各煤矿挥发分 (V_{daf}) 为 31.57%~37.19%, 属中高挥发分煤~高挥发分煤。从浅部鸳鸯湖矿区各煤矿到深部侯家河勘查区煤的挥发分有所降低, 表明侯家河勘查区煤的变质程度加深。

3.4 元素分析

侯家河勘查区碳 (C_{daf}) 元素平均为 81.07%, 氢 (H_{daf}) 元素平均为 4.39%, 氮 (N_{daf}) 元素平均为 0.91%, 氧 (O_{daf}) 元素平均为 12.85%, 煤的碳氢比平均为 18.46。从元素分析结果(见表 2)来看, 侯家河勘查区比鸳鸯湖矿区各煤矿碳元素增高, 氧元素降低, 氢元素和氮元素变化不大。侯家河勘查区煤的碳元素增高, 氧元素降低主要原因是煤变质程度的加深。

3.5 硫

侯家河勘查区原煤全硫($S_{t,d}$)平均为 0.89%, 属低硫煤(据 GB/T15224.2-2010 标准), 鸳鸯湖矿区各煤矿全硫($S_{t,d}$)为 0.72%~1.47%, 属低硫煤~中硫煤。从鸳鸯湖矿区北部清水营煤矿向东到侯家河勘查区, 煤的硫分变化较大, 清水营煤矿全硫为 1.47%, 到侯家河勘查区全硫降到 0.89%。从鸳鸯湖矿区梅花井煤矿、石槽村、红柳煤矿向东到侯家河勘查区, 煤的硫分变化

较小, 全硫一般在 0.70%~0.90%之间变化(见表 2)。

3.6 磷、氯、砷

侯家河勘查区煤中磷(P_d)、氯(Cl_d)、砷(As_d)含量与鸳鸯湖矿区各煤矿相比(见表 2)变化不大。侯家河勘查区原煤磷平均为 0.010%, 属特低磷煤(据 MT/T 562-2008 标准)。氯平均为 0.026, 属特低氯煤(据 MT/T 597-1996 标准)。砷平均为 $2 \mu\text{g/g}$, 属一级含砷煤(据 MT/T 803-1999 标准)。

表 2 侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区各煤矿煤的化学性质对比

矿区(煤矿) 勘查区	水分 $M_{ad}/\%$	灰分 $A_d/\%$	挥发分 $V_{ad}/\%$	元素分析			全硫 $S_{t,d}/\%$	磷 $P_d/\%$	氯 $Cl_d/\%$	砷 As_d $\mu\text{g/g}$		
				$C_{ad}/\%$	$H_{ad}/\%$	$N_{ad}/\%$						
鸳鸯湖 矿区	清水营煤矿	10.02	17.24	37.19	76.73	4.59	0.98	17.12	1.47	0.007	0.036	2
	梅花井煤炭	7.73	11.84	35.14	78.22	4.58	1.05	15.58	0.90	0.012	0.015	1
	石槽村煤矿	7.29	11.76	32.77	79.85	4.52	1.07	14.07	0.77	0.015	0.034	1
	红柳煤矿	7.31	10.68	31.57	79.97	4.56	1.03	14.01	0.72	0.014	0.035	1
侯家河勘查区	7.27	8.71	31.28	81.07	4.39	0.91	12.85	0.89	0.010	0.026	2	

4 煤的工艺性能

4.1 发热量

侯家河勘查区煤的发热量要高于鸳鸯湖矿区各煤矿, 前者原煤干基高位发热量($Q_{gr,d}$)平均为 28.82 MJ/kg, 属高发热量煤(据 GB/T15224.3-2010 标准), 后者原煤干基高位发热量($Q_{gr,d}$)为 25.17~27.95 MJ/kg, 属中高发热量煤~高发热量煤。侯家河勘查区煤的发热量增高的主要原因是煤中矿物含量降低所致。

4.2 黏结性

侯家河勘查区煤的焦渣特征(CRC)为 2, 黏结指数(G_{RI})为 0, 属无粘结性煤(据 MT/T 596-2008 标准)。在煤的黏结性上, 从浅部鸳鸯湖矿区到深部侯家河勘查区没有变化。

4.3 煤对二氧化碳的反应性

在 950℃ 的条件下, 侯家河勘查区煤对二氧化碳的还原率平均为 68.7%, 鸳鸯湖矿区煤对二氧化碳的还原率为 67.8%~79.6%(见表 3), 二者煤对二氧化碳的反应性均较高。煤对二氧化碳的反应性从鸳鸯湖矿区北部清水营煤矿向东到侯家河勘查区有所降低, 鸳鸯湖矿区其它煤矿向东到侯家河勘查区变化较小。

4.4 煤的热稳定性

侯家河勘查区煤的热稳定性测试结果(见表 3)表明, 大于 6mm 残焦(TS_{6})值平均为 69.90%, 属中热稳定性煤(据 MT/T 560-2008)。

表 3 侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区各煤矿煤的部分工艺性能对比

矿区(煤矿) 勘查区	发热量 ($Q_{gr,d}$)	黏结性 G	煤对 CO_2 的反应性 950℃/%	热稳 定性 $TS_{6}/\%$	焦油 产率 $Tar_{at}/\%$	
	MJ/kg					
鸳鸯湖 矿区	清水营煤矿	25.17	0	79.6	64.40	4.04
	梅花井煤炭	27.39	0	67.8	67.50	4.51
	石槽村煤矿	27.85	0	67.8	72.90	4.67
	红柳煤矿	27.95	0	70.3	70.90	4.61
侯家河勘查区	28.82	0	68.7	69.90	4.70	

4.5 煤的焦油产率

侯家河勘查区煤的焦油产率为 4.70%, 属含油煤。从鸳鸯湖矿区到侯家河勘查区煤的焦油产率变化较小。

4.6 煤灰成分及灰熔融性

由表 4 可知, 侯家河勘查区煤灰成分中 SiO_2 为 30.30%、 Al_2O_3 为 12.44%, 较鸳鸯湖矿区有所降低, Fe_2O_3 为 13.74%、 CaO 为 20.16%、 SO_3 为 12.674%, 较鸳鸯湖矿区有所增高, TiO_2 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 MnO_2 分别为 0.71%、5.17%、0.89%、1.25%、0.30%、与鸳鸯湖矿区相比变化不大。根据大量统计结果, 煤灰中 Al_2O_3 低于 20%, SiO_2 在 40%左右, CaO 低于 30%, 煤灰熔融性软化温度一般小于 1250℃。经测试侯家河勘查区灰熔融性软化温度一般在 1200℃左右, 属较低软化温度灰, 灰熔融性流动温度一般在 1250℃左右, 属较低流动温度灰。侯家河勘查区灰熔融性软化温度和流动温度较鸳鸯湖矿区略有增高。

表 4 煤灰成分及灰熔融性比较

矿区(煤矿) 勘查区	煤灰成分 /%										灰熔融性 /℃		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO ₂	SO ₃	软化温度 ST	流动温度 FT	
鸳鸯湖 矿区	清水营煤矿	39.72	14.77	0.77	11.72	13.37	4.75	1.03	1.78	0.13	9.68	1172	1220
	梅花井煤炭	42.82	15.59	0.91	9.37	12.20	4.67	0.80	1.59	0.12	8.77	1203	1231
	石槽村煤矿	44.15	18.26	0.87	9.84	11.49	3.22	0.97	2.01	0.31	7.09	1202	1228
	红柳煤矿	38.63	15.41	1.16	10.89	14.10	4.17	0.94	2.56	0.22	9.98	1198	1221
侯家河勘查区	30.30	12.11	0.71	13.74	20.16	5.17	0.89	1.25	0.30	12.67	1213	1247	

4.7 煤的可选性

煤的浮沉试验(见表 5)结果表明,侯家河勘查区的煤,若选煤灰分定为 5%~6%,分选密度为 1.5~1.6 g/cm³,精煤产率达到 85%左右,煤的可选性为中等可选~易选。鸳鸯湖矿区的煤,若选煤灰分定为 6%~6.5%,分选密度为 1.5~1.6g/cm³,精煤产率达到 85%左右,煤的可选性为中等可选~易选。侯家河勘查区煤的可选性难易程度与鸳鸯湖矿区相同,但是在选煤灰分要求相同的情况下,侯家河勘查区精煤产率要高于鸳鸯湖矿区。

表 5 煤的可选性

勘查区、矿区	灰分	产率	密度	$\delta \pm 0.1$ 含量	可选性 等级
	%	%	g/cm ³	%	
侯家河 勘查区	4.50	67.66	1.4	62.17	极难选
	5.46	84.06	1.5	19.25	中等可选
	5.89	86.91	1.6	4.66	易选
鸳鸯湖 矿区	5.48	73.50	1.4	63.40	极难选
	6.19	85.72	1.5	13.40	中等可选
	6.44	86.88	1.6	1.70	易选

5 煤类和煤的工业用途

侯家河勘查区煤的挥发分(V_{daf})为 31.28%,黏结指数为 0,属不黏煤。

侯家河勘查区煤的工业用途与鸳鸯湖矿区相同,是良好的动力、液化、气化、煤化工等用煤。

侯家河勘查区煤灰软化温度(ST)为 1213℃,属较低软化温度灰,较适宜液态排渣。

煤的氢含量较低(平均 4.39%),氧含量较高(平均 12.85%),碳氢质量比(平均 18.47)大于 16,活性组分(壳质组+镜质组在 67%左右)含量低,小于 80%,直接液化则氢耗量大,转化率较低。间接液化是先将煤气化制成煤气,再催化合成得到液化产品,用煤要求相对直接液化要低。本区煤是间接液化的优质煤。

侯家河勘查区的煤适宜固定床、沸腾床和悬浮床气化要求,是良好的气化用煤。

在制水煤浆方面,鸳鸯湖矿区煤的水分(M_{ad})均为 8.10%,可磨性指数(HGI)平均为 70,侯家河勘查区煤的水分、可磨性与鸳鸯湖矿区类似,根据烟煤成浆性难易程度 $D=7.5+0.5M_{ad}-0.05HGI$ 计算得出 $D=8.1$,属难成浆煤($D>7\sim 10$),可备制浓度为 65%的水煤浆。

6 结语

从侯家河勘查区与鸳鸯湖矿区煤质特征对比来看,侯家河勘查区煤质具有如下特征及变化:

(1)煤岩特征上由鸳鸯湖矿区到侯家河勘查区,镜煤和亮煤增多,暗煤和丝炭减少。由暗淡煤为主向半暗煤为主变化。煤中显微组分增高,矿物降低。显微组分中镜质组增高,惰质组降低。镜质体最大反射率增大。

由浅部的鸳鸯湖矿区到较深部的侯家河勘查区成煤环境的细微变化和煤变质程度的加深是侯家河勘查区的煤质特征与鸳鸯湖矿区不同的主要原因。

(2)由鸳鸯湖矿区到侯家河勘查区,煤的水分、灰分、挥发分降低。元素组成中的碳增高,氧降低。煤中全 S、P、Cl、As、Ge、Ga 等变化不大。

(3)侯家河勘查区煤的发热量较鸳鸯湖矿区有所增高。侯家河勘查区煤的黏结性、煤对二氧化碳的反应性、热稳定性、焦油产率、煤的可选性与鸳鸯湖矿区类似,煤灰熔融性软化温度较鸳鸯湖矿区略有增高。

(4)侯家河勘查区煤的工业用途与鸳鸯湖矿区相同,是良好的动力、液化、气化、煤化工等用煤。

参考文献

[1] 宁夏回族自治区煤田地质局.宁夏鸳鸯湖矿区各井田煤炭资源勘

- 探报告[R].银川:宁夏回族自治区煤田地质局,2005~2007.
- [2] 宁夏回族自治区煤田地质局.宁夏侯家河勘查区煤炭资源普查报告[R].银川:宁夏回族自治区煤田地质局,2010.
- [3] MT/T 1090-2008,煤炭资源勘查煤质评价规范[S].
- [4] 杨金和,陈文敏,段云龙.煤炭化验手册[M].北京:煤炭工业出版社,2004.

社,2004.

作者简介:张鹏(1956-),1982年1月毕业于西安矿业学院煤田地质与勘探专业,从事煤田地质勘查及煤质工作。

Analysis of the Features of Coal Property of Houjiahe Prospecting Area of Ningdong Coal Field

ZHANG Peng

(Coal Filed Geology Bureau of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan, Ningxia, 750011, China)

Abstract: The coal in Houjiahe prospecting area of Ningxia Ningdong coal field is the important sustainable developmental reserve resources in the construction of energy and chemical industry base in Ningdong. The coal seam of Houjiahe prospecting area is also the eastern and deep constitutions of the coal seam of Ningdong Yuanyang Lake mining area. By comparing of coal property between Houjiahe prospecting area and Yuanyang Lake mining area, the features of coal property of Houjiahe prospecting area and its change are reflected. The coal in Houjiahe prospecting area is non-caking coal with the features of ultra-low ash, low sulphur, ultra-low phosphorus, high heat, high reaction to carbon dioxide, middle heat stability, low tar yield, lower softening temperature, middle optional ~ easy optional, which is the good coal that can be used in motive power, liquefaction, gasification and coal chemical industry.

Keywords: Houjiahe; Coal property; Analysis

(收稿日期:2011-9-19 责任编辑:杨 静)

(上接第 42 页)

Test Analysis of Crack Characteristics of Rock Mass in Soft Steep and Thick Seam

CHEN Zhizhong¹ WU Yongping^{2,3} WU Xueming^{2,3}

(1. Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Lingwu, Ningxia, 751410, China; 2. School of Energy Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi, 710054, China; 3. Key Laboratory of Western Mine & Hazard Prevention, China Ministry of Education, Xi'an, Shaanxi, 710054, China)

Abstract: The evolution characteristics of damage and development of cracks are researched by taking the soft rock workings of deep and thick seam in rock mass in Yuanyanghu colliery of Ningdong mining field in Ningxia province. The drilling holes are laid out on coal walls in the workings and developments of cracks in rock mass are monitored by using the electronic peering instruments. It analyses directly the breaking degree of rock mass in different depth on the sides of the workings and the loosening range of the rock, explores fracture mechanism of surrounding rocks further, and provides scientific theories for safety mining, quantitative identification and predication of dynamic instability of rock mass and hazard control.

Key words: Steep and Thick Seam; Soft Rock Working; Crack Characteristics; Borehole Photography; Fracture Mechanism.

(收稿日期:2011-7-29 责任编辑:马小军)

采用内排方式修筑联络线方案设计及施工探讨

程永峰 谭军 黄占宙 王燕军

(神华宁夏煤业集团大峰露天煤矿,宁夏石嘴山,753004)

摘要: 山坡露天煤矿地形相对复杂,由于历史原因,往往在矿区存在大量的建筑物和高压线路,在这类区域挖方修路非常困难,而采用内排方式修筑道路,并根据实际情况优化设计,合理组织施工,可以大量节约道路修筑成本,提高露天煤矿的经济效益。

关键词: 山坡露天矿 内排 设计 施工 成本 效益

中图分类号:TD21

文献标识码:A

文章标号:1674-8492(2012)01-048-03

1 工程概况

大峰露天煤矿是典型的山坡露天煤矿,是神宁煤业集团优质无烟煤的主力生产矿井之一。为解决生产接续和将来扩能至500万t/a的技改要求,2010年年末,神宁煤业集团批准大峰露天煤矿新工业广场(以下简称新工广)技术改造工程,在大峰采区西侧靠近石汝铁路火车站处建立新的工业广场。

进入新工广原有一条联络线,局部坡度超过20%,不符合技术标准,且它位于下组煤剥离区域,不能长期留设。2010年年末,大峰露天煤矿设计在矿清真寺北侧挖方修筑盘旋式新工广联络线。2011年4月施工时,由于施工区域周边建筑物和人口较多,山体高压线密布,不能实施爆破,而设计位置基岩坚硬,液压挖掘机难以剥离,该工程随之被搁置。2011年5月,大峰露天煤矿新工广开工建设,截至2011年9月底,新工广主体工程大部分完工。

2011年7月底,随着新工广建设进度的加快和下组煤基建剥离推进,新工广联络线如果再不修筑,将影响大峰露天煤矿下组煤开采和行车安全。经过多次踏勘后定线,确定定线区域无井工和露天采空区,且该区域暂无内排规划,决定废弃原设计,重新对该路进行优化设计,在不进行爆破的前提下,采用内排方式修筑新工广联络线。2011年8月初,该工程开始施工。

2 设计方案、施工组织及施工方法

2.1 设计方案(见图1)

为了满足车辆转弯和长距离下坡安全的要求,最小转弯半径设计为20m,在转弯半径范围内,道路

纵向坡度设计为3%,道路外侧超高横坡设计为5%,其余直线路段道路纵向坡度不大于6%,路面宽度为10m,道路外侧修筑宽度不小于3m,高度不小于1.5m的安全土挡。道路经过地点要绕过石汝铁路火车站和3个小型洗煤厂、16个高压电线柱或电线塔、两条通讯线路,并在自上而下排渣时要确保道路下方8户民房的安全。

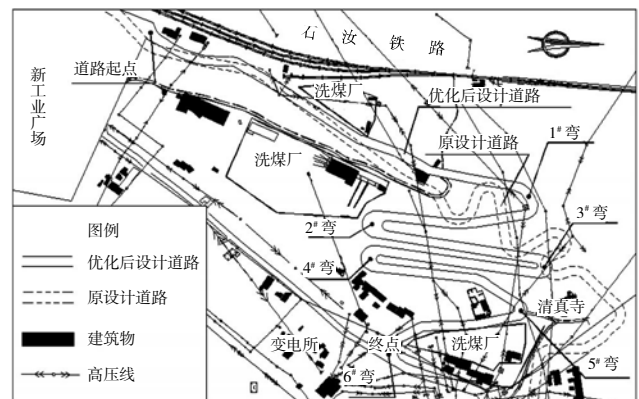


图1 大峰露天煤矿新工广联络线设计示意图

新工广平场标高为+1934水平,设计道路终点标高为+1873水平,相对高差为61m,总长为1388m。其中,设计从新工广起点向东北方向沿铁路线排渣至1#转弯点长度为453m,高差为13m,综合坡度为3%下坡。自1#转弯点转6个弯至道路终点的长度为935m,高差达48m,平均坡度超过5%。其中,西侧1#转弯点和中部4#转弯点范围内由于地形、高压线线柱限制,加之其东西向宽度不超过90m,高差却达23m,造成这个范围“三弯四路”最难粘线。在反复计算排土自然安息角所占上下道路间的平距后,最终确定将2#转弯点向西移设5m,4#转弯点

向东移设 15m 至民房后面,从而满足了转弯半径和坡度的要求。

按照设计技术手册中平曲线半径等于或小于 200m 时,应在平曲线内侧或外侧加宽路面的技术标准,为确保行车安全,遵从道路设计双车道路面加宽值参数表,最终取在道路外侧加宽值为 2.9m。按照平曲线超高横坡度技术标准表,取超高横坡坡度为 5%(见表 1、表 2)。

表 1 双车道路面加宽值参数表

曲线半径(m)	20	25	30	50	100	200
加宽值(m)	2.9	2.4	2.0	1.4	0.8	0.5

在经过科学计算后,道路设计坡度和相关参数均符合设计标准,且设计道路绕过高压线柱、电线塔、通讯线路、洗煤厂和民房,避免了因为移设高压线和通讯线、占用民房和洗煤厂,从而影响工程进度和索赔的矛盾。

表 2 平曲线超高横坡度

曲线半径(m)	超高坡度(%)
60~40	3
35~25	4
20	5
15	6

2.2 施工组织及施工方法

成立公关小组,由多个单位和部门共同参与施工,统一指挥。要求管理人员、安全员和工程技术人员现场跟班,并建立齐全的管理制度,强化现场管理。确定机械设备优先使用原则,为修筑此道路从硬件设备到软件管理提供了根本保障。

开工前,及时按照设计图放样,放样过程中,发现有挖方的情况时,立即调整设计,将挖方地段避开,避免爆破。

由于相对高差大,在内排时尽量选择普氏硬度小、粒度直径小于 10cm 的剥离物,并派专职安全员和现场管理人员监督、指挥,以防其滚落伤及电柱、民房和人员,对于粒度较大的剥离物内排至其它安全地点。在剥离物距离下部建筑物 20m 时,由液压挖掘机修筑简易道路至剥离物坡底线,挖掘机将剥离物堆积在民房后侧,形成高 3m,宽 6m 的安全土挡(缓坡地段可以适当调整安全土挡的规格),然后继

续内排,避免了剥离物冲抵民房后墙的现象,采用这种方法自道路起点一直修筑至 1# 转弯点,这段长为 453m 的范围共排弃剥离物 4.2 万 m^3 。

在 1# 转弯点处自西向东原是一条冲沟,冲沟两侧有 8 根电线柱或电线塔,下部两侧有 6 户民房。在修筑这一段道路时,经过实地考察,确定沿着这个冲沟一直内排,经过计算后在冲沟内共排弃了 2.3 万 m^3 的剥离物,满足了下部环形道路所需的填方量。然后由液压挖掘机和推土机修筑简易道路至剥离物半坡,将剥离物向冲沟两侧推移至设计位置,在放样校正后初步形成环形路形。随后,由挖掘机、推土机和压路机互相配合,最终按照设计要求将道路修整、碾压形成标准道路。

3 施工总结、经济效益比对及后续工作

3.1 施工总结

(1)由于山坡露天煤矿地形复杂,基岩坚硬,加之历史原因在修筑道路范围内存在大量地物的限制,这种地段不能实施爆破,利用填方方法修筑道路比利用挖方方法修筑道路更安全可靠,技术上可行,经济上合理。

(2)成立技术公关小组,建立健全专项工程管理制度。工程技术人员根据实际情况调整和优化设计,跟班领导、班组长和安全员靠前指挥,提高了设备利用率和工程进度,确保了安全生产。

(3)在优化设计前,现场踏勘非常重要。要根据最新的实测图纸和现场地形地物反复比对,找出最佳设计路线,避免道路下方压煤,提高道路服务年限。在施工过程中,由于剥离物自然安息角随其粒度大小变化而变化,使用小粒度剥离物填方,并根据实际情况合理调整上下两条路之间的距离尤为重要,尽可能避免剥离物安息范围侵占下部路面的空间。

(4)在民房上部的山坡上提前修筑安全土挡,利用粒度较小的剥离物修筑道路,并提前在高压线电柱和电线塔周围修筑较高的安全土挡,以防大块岩石滚下后冲撞民房和电柱。

(5)充分利用了推土机和液压挖掘机机动灵活的施工特点,在有限的空间推移剥离物,按照“先整形、后细化”的施工方法,将道路最终按照设计图纸修筑完工。

3.2 经济效益比对

此次新工广联络线先前设计为挖方修筑方案,

在大峰露天煤矿暂无内排规划的前提下，将原方案改变为内排填方修筑，在设计理念上就很先进。

经过计算，采用原方案挖方修筑共需挖方 4.3 万 m³，填方 3.2 万 m³，按照市场综合单价挖方为 22 元 / m³、填方为 16 元 / m³、填方碾压 6 元 / m³、道路整形成本约 18 万元计算(推土机 120 工 / h，挖掘机 240 工 / h，单价均为 500 元 / h)，原方案共需资金 183 万元。

采用新方案填方修筑共实现内排剥离物 6.5 万 m³，自基建西区至内排点平均运距为 0.8km，单程运距缩短 1.4km。依据每千米燃油成本 1.65 元 / m³，推土机和挖掘机共用 200 工 / h 和碾压费用 6 元 / m³ 计算，燃油费用为 8.58 万元，推土机和挖掘机费用为 10 万元，碾压费用为 39 万元，新方案合计费用为 57.58 万元(不包括设备磨损和人工工资)。新方案共节约费用为：183-57.58=125.42 万元。此次新工广联络线大峰露天煤矿没有单独立项上报神宁煤业集团，利用内排实现新工广联络线修建工程，为神宁煤业集团节约立项工程款共计 125.42 万元，经济效益明显。

大峰露天煤矿新工广联络线下部没有压煤，作为永久道路其服务年限将达 40 年。所有进入大峰露天煤矿新工广和采区的辅助车辆往返一趟距离平均缩短 2.3km，按照每天通行 50 辆车的数字预估，远景

经济效益十分可观。

3.3 后续工作

大峰露天煤矿新工广联络线筑路材料为沉积岩剥离物，在筑路过程中，虽然用压路机按照要求进行了碾压，但由于剥离物铺设厚度大，加之每天洒水数次，在今后行车过程中，道路依然会有一定程度的沉降。定期对路面下沉量进行观测，待道路下沉量趋于稳定后，将对路面进行硬化。

为美化矿区环境，大峰露天煤矿正在对这段道路的路基两侧、安全土挡和边坡绿化工作进行规划设计。

4 结语

山坡露天煤矿由于地形、地物限制，且在不影响剥离开采和安全的情况下修筑道路时选线、设计和施工往往非常困难。在有限的空间内采取逆向思维的方式来优化设计和组织施工，将会取得较好地结果。虽然大峰露天煤矿的新工广联络线修筑属于特例，但依然在山坡露天煤矿具有推广应用的价值。

作者简介：程永峰(1965-)，工程师，现任神华宁夏煤业集团驻大峰露天煤矿安监处处长。

On the Conceptual Design and Construction of Tie-line by Adopting the Way of Inner Discharge

CHENG Yongfeng TAN Jun HUANG Zhanmu WANG Yanjun

(Dafeng Open-bit Coal Mine of Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Shizuishan, Ningxia, 753004, China)

Abstract: As the terrain of hillside open-bit coal mine is relatively complex and a lot of buildings and high-tension lines existes in mining areas for historical reasons, it is so difficult to excavate and repair roads in such kind of areas. To build roads by adopting the way of inner discharge, to optimize the design and to organize the construction rationally on the basis of actual situation can greatly save the cost of road construction and enhance economic benefits of open-bit coal mine.

Keywords: Hillside open-bit coal mine; Inner discharge; Design; Construction; Cost; Benefits

(收稿日期:2011-10-26

责任编辑:马小军)

如何提高露天煤矿大型设备的运行效率

陈国勇

(神华准格尔能源有限责任公司哈尔乌素露天煤矿,内蒙古 呼和浩特,010300)

摘要: 针对我国露天煤矿生产现状,分析了大型设备运行中存在的效率低下的问题,提出了提高露天煤矿大型设备生产效率的措施。

关键词: 提高员工素质 预防性维修 优化采矿方案 科学管理

中图分类号: TD82

文献标识码: B

文章编号: 1674-8492(2012)01-051-03

进入21世纪,我国的煤炭需求日益增长,大型露天煤矿越来越多,如何提高露天煤矿大型设备运行效率,已经成为重要的课题。目前,我国在建和投入生产的露天煤矿达35座以上,但我国露天煤矿发展较晚,管理经验技术欠缺,而且以国有或国有控股的企业居多,大部分走的是“摸着石头过河”的路子,纷纷引进先进的大型采矿设备,而大型设备运行效率低,导致企业发展中期就出现了设备老化加剧、管理效能下降、企业发展后劲不足的现象,这与我国露天煤矿的长远发展极不协调。

1 提高露天煤矿大型设备运行效率的重要性

露天煤矿的特点是开采能力大、回采率高、安全生产系数较高,但大型设备多,价格昂贵,设备投资盘子大,初期投资大,维修成本高。所以,如何改善生产作业条件,充分发挥大型设备的运行效率,是露天煤矿各项工作的重中之重,也是摆在每个管理者面前的课题,对于企业经济效益的提高以及增强企业长远发展具有十分重要的意义。

2 影响露天煤矿大型设备运行效率的因素

通过分析,我们得出影响露天煤矿大型设备运行效率的因素主要有:露天开采工艺流程、操作人员的熟练程度,穿爆、采掘、运输、排弃的工程质量,设备状态及维修质量,生产调度指挥等。

3 提高露天煤矿大型设备运行效率的措施

在露天煤矿的生产过程中,只有将人、机、环、管协调统一,才能使先进的大型设备发挥出最大的效能。

3.1 提高员工素质,充分发挥设备效率

(1)强化管理人员的素质。作为大型设备的管理

者,必须要有忧患意识,学习先进的管理理念、管理经验和技巧,了解设备,掌握设备动态,深入生产一线发现问题、解决问题。

任何企业的发展,都是致力于以最小的投入达到效益的最大化,但是在一些问题上,应该谨慎对待。人们普遍认同的观点是:大型设备进口配件占用成本大、使用时间长、维修难;国产化配件占用成本小、使用时间短、维修易。所以,必须要经过严格的试用和考评来进行两种配件的优劣评价。进行综合成本效益比较后,再做出正确的决策。

(2)强化操作人员的素质。让大型设备在安全的状态下发挥其最大功效,主要取决于设备操作人员,设备操作人员的安全意识、操作技能、职业素质等影响着大型设备的效率和使用寿命。

首先,强化安全培训,加强“三级”安全教育和岗位安全教育,提高操作人员安全意识。如果操作者本人安全意识淡薄,经常发生安全事故,就谈不上提高设备运行效率和使用寿命,只能增加生产成本和消耗。所以让每名操作人员了解安全操作对大型设备和自身安全的重要性,再通过观看事故现场图片和听取事故案例分析,加深其对大型设备事故危害的认识,最终使其不愿违章,不愿冒险蛮干,自觉遵守安全操作规程,把事故消灭在萌芽状态。

其次,坚持日常专业技能培训,通过培训,使大型设备操作人员了解、掌握和正确使用设备,懂得设备的性能、构造、原理,正确分析、判断设备故障,合理操控设备,避免人为造成事故,减少设备不正常的消耗,从而延长大型设备使用寿命。其中,有一些行之有效的方法应长期坚持下去,例如:技术比武、一职多能竞赛等活动,不仅丰富了操作人员的专业理论知识,强化了安全意识,也有利于操作人员互相学

习,共同提高,更有利于生产任务的高效完成。

然而,一个人完成工作任务的质量,不仅取决于个人的安全意识、专业技能,而且还取决于个人的职业道德素养。现在的操作人员,平均文化素质比以往都高,但常常有一些大型设备操作人员不安于现状,这山望着那山高,不珍惜现有的工作岗位。必须要通过经常性的思想教育和职业道德培训,使其个人观念逐步转变,端正态度,爱岗敬业,加强工作责任心,努力完成工作任务,安全生产才能得以落实,大型设备的运行效率才能得到保障。

(3)合理操作大型设备,充分发挥设备设计能力。操作人员能够正确操作,精心使用设备,才能保证设备安全运行,发挥出设备的设计能力。除了搞好维修保养之外,还必须在管理上做到设备操作人员责任明确,有章可循,奖惩分明,注重考核操作者的安全意识、业务素质和操作技术水平,严格按规程办事,持之以恒,常抓不懈,真正做到“预防为主”。

3.2 强化维修人员的责任意识,实施预防性维修,提高设备出动率

设备故障是影响生产效率的主要因素之一,提高大型设备点检、保养和维修的质量是确保露天煤矿生产效益的重要手段。日常维修工作应该做到点检到位、及时维护、实时保养,实施预防性维修,保证故障维修质量。要加强设备操作者与维修人员的沟通,良好的沟通不仅可以避免扯皮,及时反馈、处理设备存在的问题,还可以促进维修人员认真落实设备维修保养计划,防止设备欠保、漏保和降保现象发生,避免大型设备在存在安全隐患的状态下带障运行。

强化设备点检制的执行,及时发现设备隐患,防止大型设备带障运行耽误了故障处理的最佳时间,致使故障频率越来越高,故障程度越来越大,周而复始、恶性循环,最后只能进行大修,导致维修成本大幅增加。

随着设备集成化、大型化、精密化和自动化,设备结构日益复杂,维修质量要求日益提高,故障因素很难靠人的感官和经验检查出来。这就要求利用先进的仪器和科学的方法对设备进行监测和诊断,应用设备故障诊断技术对设备进行预防性维修。通过设备运行状况分析,提出维修预警,有针对性的预防性检修,减少因故障而停机的次数,从而降低维修成本。

3.3 提高组织管理水平,优化采矿方案

在露天煤矿的开发过程中,采矿方案的选择对

整个矿山的发展起着举足轻重的作用。科学合理的采矿方案,为生产运行提供一个安全可靠的环境,能有效提高设备运行效率、降低矿山成本,对矿山的开发有极其重要的意义。在前期设计阶段进行充分论证的基础上,采用最优的采矿方案,投入生产后,做好现场规范化作业和采矿过程中的实时调整,才能充分发挥大型设备的运行效率,激活采矿方案中的各个要素,达到设备的最佳匹配,实现企业效益最大化。

在日常生产中,要及时调整工作面推进强度与速度,根据运距实施内、外排土场排弃。其中,穿爆作为采矿的重要一环,爆破质量关系着后续工艺流程能否顺利进行,爆破安全牵动着企业和社会的安危,必须下大力气抓好、抓实的同时,以最佳的爆破效果为后续工艺创造良好的条件,间接提高大型设备的运行效率。

3.4 实施科学管理,保证大型设备运行效率

(1)“建立在制度与规章之上的管理才是科学管理”。设备管理工作必须有章可循,做到系统、规范。管理制度面前人人平等,统一考核、奖惩,发现问题及时纠正。现在,我们制定的规章制度不少,但是还没有真正落到实处,需要强化我们每个人的执行力的同时,落实好监督工作,日常有检查,有监督,事后有回复,做到闭环管理。所以,在大型设备的管理上,我们应做到“谁使用、谁管理、谁负责”,做到“使用好、管理好、维修好”。

(2)引进 TMP 管理模式,充分发挥设备效益。随着露天煤矿企业规模的不断增大,生产量的不断增加,会有更多大型设备投入使用,生产工艺也更加复杂,有一些管理制度已经不能满足企业发展的要求,而 TMP 是一种符合现代化工业大生产的管理模式,可以有效地发挥每一个员工的积极性和创造性、发挥每一台设备的效率和效益,从而实现整个生产系统的高效运行和高效益。TMP 的组织模式强调“除了最高领导,其余所有成员都要一视同仁”,人人都有明确的奖惩制度,明确的竞争制度,使每一个员工都知道自己的责任和义务,从而实现企业更高效的生产和良好的经济效益。

由于 TMP 模式注重的是效率,更因为 TMP 注重所有设备资源的最大利用率,鼓励和培养一些有能力的人做到一职多能,这也是大型露天煤矿未来发展的必由之路。

表 1 国内外露天煤矿工效对照表

煤矿	Antelope Rochelle	black thunder	hambach 2008 年	黑岱沟 2010 年	哈尔乌素 2010 年	安家岭	伊敏河	胜利 1*
公司	Peabody	Arch	RWE	神华	神华	中煤	华能	神华
国家	USA	USA	Germany	China	China	China	China	China
年产量	97.5	81.2	44	26.32	21.67	17.63	14.2	10
员工数	1130	1088	603	1204	908	791	708	671
工效(t/工)	261	226	201	180	100	67.5	84.04	78.91

(3)随着露天采煤业的发展,越来越多的矿山企业认识到了应用科学管理手段的重要性和实效性,引入矿山信息化管理系统、露天煤矿生产调度管理系统、大型设备防撞预警管理系统等,这些先进的技术手段使企业管理更加科学高效(见表 1),例如:黑岱沟露天煤矿经过 30 年的发展,生产组织日趋完善,设备运行日趋合理,2011 年生产煤炭达到了 3000 万 t,已经成为中国产能最大的露天煤矿,工效达到了 180t/工,步入了世界一流采矿企业行列。

哈尔乌素露天煤矿自 2008 年建矿生产以来,合理调整采场空间位置,优化布置采场运输道路,实现优劣煤的分采分运,加强安全生产管理,全面提高员工的安全意识,经过大批高素质的工程技术人员的艰苦奋斗,生产效率逐年提升,创造了 3 年达产 2000 万 t,正在向着“中国第一,世界一流,高产高效样板露天煤矿”目标进军(见表2)!

表 2 神华哈尔乌素露天煤矿 2009~2010 年度主要设备型号和生产指标完成情况对照表

年度	主要设备	型号	台数	生产系统	单台平均年产量(万 m ³)	出动率 (%)	实动率 (%)	故障率 (%)
2009	穿孔设备	1190E	4	剥离	13.52	77.82	36.76	21.10
		D245S	2	采煤	19.42	81.77	47.48	16.73
	采掘设备	495HR	4	剥离	1029.12	83.03	63.16	15.49
		395B	2	剥离	528.12	63.40	48.36	35.72
	运输设备	MT5500	37	剥离	110.17	83.02	62.45	14.45

年度	主要设备	型号	台数	生产系统	单台平均年产量(万 m ³)	出动率 (%)	实动率 (%)	故障率 (%)
2010	穿孔设备	1190E	4	剥离	17.81	81.81	39.33	17.25
		D245S	2	采煤	18.88	83.72	38.73	15.26
	采掘设备	495HR	4	剥离	891.89	83.48	57.76	15.18
		395B	2	剥离	448.73	67.33	46.19	31.62
		L950	2	剥离	239.31	66.56	56.41	32.00
	运输设备	MT5500	37	剥离	102.50	85.01	59.72	11.12
	MT4400	18	剥离	65.32	87.82	56.41	8.67	

4 结束语

我国露天煤矿近几年发展迅速,产量占我国煤炭总产量的比例逐年升高,但在大型设备运行效率和综合工效方面与国外露天煤矿差距还很大,发展也不均衡。而且我国的装备制造水平还不高,所以,要最大限度地发挥露天煤矿大型设备的运行效率,就要针对企业的实际情况,从以上几个方面来研究解决问题,实施技术创新工程,才能降低运行成本,提高经济效益,实现露天煤炭企业的可持续发展。

参考文献

- [1] 张达贤,张幼蒂.露天开采新工艺[M].中国矿业大学出版社,1992.
- [2] 巫世晶.设备管理工程[M].中国电力出版社,2005.

作者简介:陈国勇(1967-),1989年毕业于内蒙古煤炭工业学校煤矿机电专业,现供职于神华准格尔能源有限责任公司哈尔乌素露天煤矿,从事设备管理工作。

On How to Improve the Operating Efficiency of Scale Equipment in Open-pit Mining Area

CHEN Guoyong

(Haerwusu Open-pit Coal Mine of Shenhua Zhungeer Energy Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010300, China)

Abstract: Based on the production status of open-pit coal mine in our country, this paper analyzes the problem of low efficiency existing in the operation of scale equipment, and puts forward the measures to improve the production efficiency of scale equipment in open-pit coal mines.

Keywords: Improvement of staff quality; Preventative maintenance; Optimization of mining scheme; Scientific management

(收稿日期:2011-11-3 责任编辑:马小军)

羊场湾煤矿二号井胶轮运输系统布置方案分析

刘光金 李金龙

(神华宁夏煤业集团宁夏煤矿设计研究院,宁夏 银川,750011)

摘要: 针对羊场湾煤矿二号井浅部采空区多、老巷多的特点,在分析国内现有胶轮运输系统布置技术现状,摸清现场情况基础上,充分利用地面工业场地保护煤柱,在煤炭行业内首次采用大半径螺旋形布置胶轮运输斜井的方式,较好地解决了在矿井生产水平埋深较深、无较大区间布置直线井筒的情况下胶轮运输斜井的布置问题。

关键词: 胶轮运输斜井 大半径 螺旋形布置

中图分类号: TD55

文献标识码: A

文章标号: 1674-8492(2012)01-054-03

1 羊场湾煤矿二号井概况

羊场湾煤矿二号井位于宁夏回族自治区灵武市宁东镇(原磁窑堡镇)境内,是神华宁夏煤业集团所属的主力生产矿井之一。矿井原设计生产能力 2.40Mt/a,2005 年生产原煤 2.80Mt。矿方于 2007 年委托宁夏煤矿设计研究院对矿井主要系统进行改造,要求将矿井地面至 +1050m 水平辅助运输方式由传统轨道方式改造为无轨胶轮车运输方式,矿井改造后生产能力要达到 5.0Mt/a。

羊场湾煤矿二号井井田境界浅部自二煤采空区及 +1150m 水平、六煤露头线,深部至二、六煤 +800m 水平底板等高线,南到园疙瘩向斜轴,北至第 12 勘探线及 F₂ 断层,井田走向长 7.5km,倾斜平均宽为 2.6km,井田面积 19.5km²。

井田内主要含煤岩系为早、中侏罗系延安组,共含煤 20~39 层,平均总厚度为 32.44m,含煤系数 11.3%。井田内二、六、十四、十五煤层为主要可采煤层,一、九、十二煤层为大部可采煤层。二煤可采厚度 7.5~12.02m,平均 10.28m;六煤厚度 1.53~3.03m,平均 2.57m;十四煤厚度 1.48~2.93m,平均 2.31m;十五煤厚度 0.91~3.64m,平均 2.06m。截至 2007 年 6 月,矿井保有可采储量 1.42 亿 t。

矿井采用斜井单水平上、下山开拓,水平标高 +1050m。

2 国内及宁东矿区煤矿胶轮运输系统布置方式现状

煤矿辅助运输是泛指主运输(煤炭运输)之外的

各种运输的总称,主要包括材料、设备、人员、矸石等的运输^[1]。胶轮车是辅助运输工具中的一种。无轨胶轮车运输相对其它辅助运输方式具有机动灵活、安全性能高、工时利用率大、全员工效高等优点,所以自 1994 年神东大柳塔煤矿和兖矿集团济宁三号井成功引进无轨胶轮车运输系统后,国内煤矿大量采用以胶轮车为主的辅助运输系统,较好地改变了我国煤矿辅助运输系统的落后现状。

针对矿井煤层埋深情况的不同,国内目前主要有两种胶轮运输系统布置形式:一种是在煤层埋藏较深条件下使用副立井换装形式,其代表矿井有兖矿集团济宁三号井等;另一种就是煤层埋藏相对较浅条件下使用缓坡副斜井布置形式,以神东矿区各矿井为典型代表。

宁东矿区各矿井煤层赋存稳定、开采条件好,适合建设大型现代化矿井。自 2007 年开始,羊场湾煤矿一号井、枣泉煤矿、梅花井煤矿、红柳煤矿等矿井相继开工建设了缓坡副斜井,投用了自己的无轨胶轮车运输系统。但是,宁东矿区煤层在埋藏深度上有自身的特点,煤层深,各矿多为 300~1000m,煤层倾角从 0°~20° 以上均有。设计单位针对宁东矿井各矿井的煤层条件进行过是否采用无轨胶轮车运输系统的分析比较^[2],在选择无轨胶轮车辅助运输方式的矿井中也针对具体矿井条件进行了立井换装还是缓坡副斜井布置方式的比选。由于缓坡斜井布置方式具有无需换装、系统简单等优点,除麦垛山煤矿等少量埋藏深度整体偏大的矿井采用立井换装方式外,大部分矿井最终选择的均为缓坡斜井方式。宁东矿井缓坡副斜井长度多超过 3km。因此,多采取折返布

置方式。适当次数的折返可以减小矿各井口的距离,缩短缓坡副斜井与开采煤层的石门长度,所以宁东各煤矿的缓坡副斜井大多从地面工业场地以 5° ~ 7° 坡在煤层群中经 3 ~ 5 次折返到达井底位置。

3 羊场湾煤矿二号井胶轮运输系统方案

结合矿井的煤层赋存条件和矿井产量要求分析,确定矿井井下辅助运输需采用无轨胶轮车系统。结合现有巷道布置情况,辅助运输系统井筒可以采用工业场地位置副立井换装、+1050m 车场位置副立井换装、工业场地位置缓坡副斜井的方式进行布置。

3.1 工业场地位置副立井换装方案

本方案是在工业场地内布置一条直径为 9.0m 的副立井至 +1050m 水平,井筒深度 310m,在 +1050m 水平布置长度 500m 的车场及换装站,从立井底部布置长度 1500m 的石门至原 +1050m 车场。

3.2 +1050m 车场位置副立井换装方案

在工业场地东南方向 1500m 位置 +1050m 车场正上方新建副立井工业场地,副立井直径 9.0m,深度

310m,在 +1050m 车场布置换装站。新建副立井工业场地压煤 648 万 t。

3.3 工业场地位置布置缓坡副斜井方案

矿井原工业场地位于上组煤露头位置,工业场地东侧为上组煤浅部采空区,西侧为邻近矿井下组煤采空区,工业场地南、北侧均为老井采空区。因此,可供布置缓坡副斜井区域主要集中在了工业场地约 400 × 400m 的范围内,这样必然造成直线折返式布置的缓坡副斜井在浅部频繁折返(折返次数达 9 次),大量增加转弯平巷工程量,造成胶轮车运行效率和安全性大为降低。

为了在矿井现有限制条件下将缓坡副斜井由车辆运行过程中频繁折返转弯的状态改变为基本不折返转弯的运行状态,设计将地面大型立体多层停车场环型布置进出车道的思路引入煤矿缓坡副斜井布置中,将本矿井缓坡副斜井在原工业场地煤柱范围内布置成直径 270 ~ 320m 的螺旋形巷道,井筒坡度 5°,井筒长度 3863m。羊场湾二号井缓坡副斜井布置剖面见图 1。

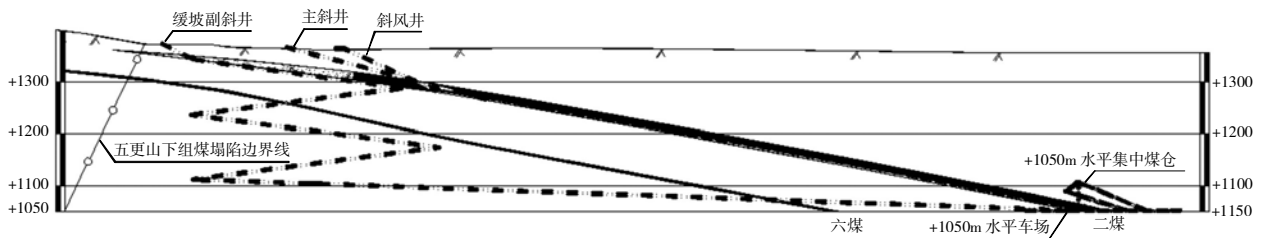


图 1 羊场湾煤矿二号井缓坡副斜井布置剖面图

3.4 方案比选

3 个方案中,2 个副立井换装方案布置方式基本相同,仅立井位置不同。在 +1050m 车场位置副立井换装方案较工业场位置副立井换装位置虽然少 1500m 石门工程量,少投资约 2200 万元,但需新布置辅助工业场地并相应增加 1.5km 的水、电、路,增加压煤 648 万 t。按煤炭资源正常回采率 70%,工业场地压煤回收率 50%,采出煤炭价值 50 元/t(扣除生产成本)计,则仅新增工业场地压煤损失价值为 6000 万元。因此,工业场地布置副立井换装方案较 +1050m 车场位置副立井换装方案优。

工业场地副立井换装与缓坡副斜井的本质区别是前者所有辅助运输通过立井下放到井底后经换装站装入胶轮车,后者是胶轮车直达工作面的运输。运输方式的不同,造成了井巷工程量及人员配备等方面的差异。

副立井换装方案井下必须设置换装站、胶轮车库并购置相应的换装设备等,缓坡副斜井方案则不需布置以上硐室及设备。2 个方案经济比较见表 1。

表 1 羊场湾煤矿二号井辅助运输方式经济比较表

序号	比较内容	副立井换装方案		缓坡副斜井方案	
		工程量	费用 / 万元	工程量	费用 / 万元
一 工程及设备费用					
1	井筒工程量, m	310	2407.15	3863	6702.31
2	车场及换装站, m	500	672.5		
3	石门, m	1500	2017.5		
4	换装站设备		150		
5	立井装备及绞车		1800		
	小计		7047.15		6702.31
二 人员					
1	副立井绞车及井口操作人员 / 人	8	640		
2	井底车场及换装站人员 / 人	8	640		

序号	比较内容	副立井换装方案		缓坡副斜井方案	
		工程量	费用 / 万元	工程量	费用 / 万元
	小计	16	1280		
三	合计				
1	费用总计		8327.15		6702.31
2	经济费用比较		± 0		- 1624.84

注:人员费用按人均费用 4 万元 /a 计算、计算时间为 20a。

从表 1 看出,副立井换装方案比缓坡副斜井方案投资多 1624.84 万元,而且副立井换装方案还有转载环节,不能实现地面到井下工作地点的连续运输。缓坡副斜井方案可实现从地面到井下的连续运输,用人少、中间环节少、占用设备少、投资小。其主要缺点是胶轮车在近 4km 的螺旋型坡道井筒中运行,若车况不好,容易造成安全事故。

3.5 缓坡副斜井大直径螺旋形布置的安全保障措施

本矿井缓坡副斜井是行业内首次采用大直径螺旋形布置方式。从安全角度考虑,首先,将井筒倾角由周边矿井常用的 5.5°调整为 5.0°,以减小车辆运行过程中的下滑力,提高稳定性。其次,将调车硐室由通常 200m 设置一个,调整为螺旋段 100m 设置一个,以降低由于车辆在螺旋段内运行过程中视线相对直线段短而可能造成的车辆拥堵问题。

另外,为保证无轨胶轮车的安全运行,矿井装设

了一套无轨胶轮车运输监控系统,又称“信、集、闭”系统。该系统具有车辆位置识别、运行状况监测、交通自动控制、人工控制优先等功能,可为矿井内胶轮车的有序安全运行提供保障。

4 结论

针对羊场湾煤矿二号井实际情况,通过多方案比较,选择了利用地面工业场地保护煤柱,采用大半径螺旋形布置胶轮运输斜井,为矿井建设节约了投资,实现了辅助运输直达工作面的无轨化。

2011 年 6 月,羊场湾煤矿二号井大半径螺旋形布置胶轮运输斜井已施工至 +1050m 水平。从井筒施工中及近期的车辆运行过程看,井筒布置方案是完全可行的。

参考文献

- [1] 赵秀梅. 辅助运输胶轮车的发展、生产及研发建议[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2007, 2.
- [1] 严志刚, 李同达. 梅花井煤矿辅助提升方式方案比较[J]. 煤炭工程, 2005(1).

作者简介:刘光金(1979-),工程师,2003年毕业于中国矿业大学采矿工程专业,现工作于神华宁夏煤业集团宁夏煤矿设计研究院有限责任公司,一直从事煤矿设计工作。

An Analysis of Layout Plan of Rubber Tire Transit System in the 2# Pit of Yangchangwan Coal Mine

LIU Guangjin LI Jinlong

(Ningxia Coal Mine Design Research Institute of Shenhua Ningxia Coal Industry Group, Yinchuan, Ningxia, 750011, China)

Abstract: For the characteristics of many empty areas and old working in the superficial part of the 2# pit of Yangchangwan coal mine, based on the analysis of current situation of layout technology of domestic rubber tire transit system as well as the understanding of site situation, and by making use of ground industrial area to protect pillar of coal, to layout rubber tire transit inclined shaft by adopting the way of long radius spiral is used for the first time in coal mine industry, which well solves the problem of layout rubber tire transit inclined shaft on the condition of decorating linear shaft in the mine with deep horizontal buried depth and smaller section.

Keywords: Rubber tire transit inclined shaft; Long radius; Spiral layout

(收稿日期:2011-8-3 责任编辑:马小军)

关于 FC 回路是否启用速断保护的探讨

王春雨

(神华神东电力有限责任公司萨拉齐电厂,内蒙古 包头,014100)

摘要: 通过对厂用 6kV 系统照明变送电时发生熔断器保护动作的情况分析,对 FC 为电源的回路进行了深入分析,指出 FC 回路不投速断保护存在的弊端,并给出限时速断保护定值计算及与熔断器熔断时限的配合。

关键词: FC 开关 充电掉闸 电流速断保护 熔断器熔断时间 配合

中图分类号: TM62

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-057-02

1 发生事件介绍

神华神东电力萨拉齐电厂设计为 2 x 300MW 循环流化床机组。于 2009 年 9 月 3 日厂用带电,厂用 6kV 系统带电后,各低压变陆续带电,在为照明变送电过程中发生了冲击掉闸情况。详细情况如下:

照明变型号 SCB10—500/6.3 干式变压器,额定容量 500kVA,额定电流 45.8A,阻抗电压 4%。照明变电源开关采用 FC 开关,照明变熔断器型号 XRNT □-7.2/80A,为库柏西安熔断器有限公司生产,高压接触器 JCZ5—7.2J,工作电流 400A,额定开断电流 3200A。在对照明变验收合格后,进行带电冲击,第一次合开关冲击后发熔断器保护动作信号,变压器跳闸,经电建人员检查后,保护回路及熔断器本身均无故障,变压器本体也无故障,经检查确认后,再次充电,仍发前熔断器保护动作信号,变压器跳闸。

原因分析:经多方查找原因,仔细翻阅厂家说明书,关于熔断器保护的描述,发现熔断器保护投入与速断保护有联系,虽然速断保护在 F+C 开关中并未投入,设计院也未给出保护定值,但熔断器保护动作的前提是,变压器电流已达速断定值,然后电流下降到额定电流的 $I_e/8$,保护延时动作于跳闸。速断保护因设计院未给出定值,也未投入,只是厂家在出厂时给出的二次电流 1A,变压器本身额定二次电流为 3.82A,在对变压器充电时,其充电电流远大于原给定值 1A,而充电结束后,变压器又只有空载电流远小于 $I_e/8$,故熔断器保护出口,两次均是如此。

如上所述,针对 FC 开关的熔断器保护因速断保护未投入而导致变压器无法充电,对于电动机也同样,虽然电动机启动时不存在熔断器保护动作的问题,因电动

机启动后其空载电流大于额定电流的 $I_e/8$,但运行过程中一定存在熔断器熔断与接触器动作相配合的问题,所以速断保护有时可以投入,有时不可以投入。

2 高压熔断器安秒特性分析

高压熔断器具有断流能力和反时限熔断特性,照明变采用额定电流为 80A 的 NT 型熔断器,当电流达到 1700A 时,熔断器熔断时间小于 0.01s,当电流为 130A 时,对应的熔断器熔断时间为 10000s。FC 回路高压接触器额定开断电流在 3200A 处交叉时对应 80A NT 熔断器的熔断时间小于 0.01s。对于 300NT 熔断器对应高压接触器额定开断电流在 3200A 处交叉时对应的熔断时间是 0.48s,容量较大的熔断器对应于接触器开断电流的时限也较长,对接触器的最大开断电流与熔断器在此电流下熔断时间及限时速断保护动作电流和时间做好配合是关键,图 1 为熔断器安秒特性曲线。

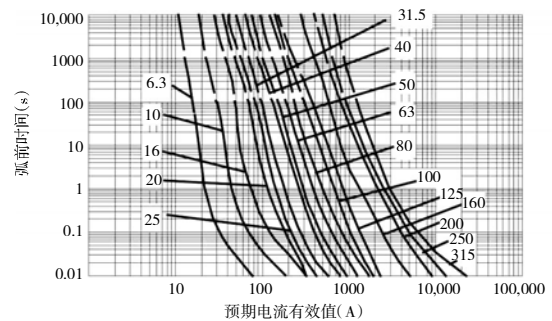


图 1 熔断器安秒特性曲线

3 FC 回路高压接触器限时电流速断保护定值计算分析

(1)变压器的速断保护定值 $I_{op1}=K_k I_{dmax}$, I_{op1} 为速断保护一次动作电流, K_k 为整定系数, I_{dmax} 为变压器低压

母线三相短路时最大电流, $I_{dmax}=S_e / (\sqrt{3} \times U_{nl} \times U_d\%)$ 。如 500kVA 照明变 $I_{dmax}=S_e / (\sqrt{3} \times U_{nl} \times U_d\%) = 1131A$, $I_{opt}=K_k I_{dmax}=1470A$, 对于 80ANT 熔断器, 其对应于 1470A 的熔断时间不到 0.02s, 此时可用接触器切断故障, 也可用熔断器动作切除故障, 切除故障时间均比较短, 速断保护可以不投, 但为了防止出现变压器充电时熔断器保护动作, 变压器充不上电的情况发生, 虽不投速断, 但给出速断保护定值, 并输入综保装置中。应该看到速断保护定值为额定电流的 32 倍, 如发生短路故障电流小的情况, 如 4~5 倍短路电流, 也就是短路电流 183~229A, 此时熔断器熔断时间为 300s, 必须由接触器来快速切断故障, 也就是限时速断应投入。对其它 FC 电源开关, 也不能一概而论, 分别计算核实。如变压器采用 250ANT 的熔断器, 其速断定值为 1587A, 而 1587A 对应的熔断时间约为 10s, 依靠熔断器保护动作时间仍较长, 而在 1587A 与 3200A 之间可由接触器来切除故障, 此时必须投入速断保护, 否则由于熔断器熔断时间较长, 会扩大事故。对 FC 回路所带电动机也存在同样问题。

4 高压接触器限时电流速断保护动作时间与高压熔断器熔断时间的配合

对于投入速断保护的回路, 不必考虑时间配合问题。但是, 对于限时电流速断保护时间, 应保证大于高压接触器额定开断电流对应的高压熔断器的熔断时间, 保证在超过接触器额定开断电流的情况下, 由熔断器来可靠切除故障, 避免由接触器切断故障而造成故障范围的扩大。如上所述, 为保证高压接触器的可靠动作可采取两种方法, 一是适当降低开断电流限值, 也就是高压接触器的电流闭锁值, 经与厂家以及各方商谈, 在额定开断电流下是安全的, 但为保证更高的可靠系数, 可降低接触器的电流闭锁值 200A。另外一种方法就是在故障电流大于接触器额

定开断电流的情况下, 取一个小延时(如 0.3s), 保证在熔断器熔断后接触器再动作。具体 $t=K \times t_{R-FC}$, 式中, t 为熔断器额定电流安-秒特性曲线对应于 FC 回路高压接触器额定开断电流的计算动作时间; K 为配合系数 1.3~1.5; t_{R-FC} 为熔断器额定电流安-秒特性曲线对应于 FC 回路高压接触器额定开断电流的熔断时间。采取上述两种方法均可实现接触器与熔断器动作的有效配合。

5 FC 回路高压接触器配置限时电流速断保护的作用

(1) 配置电流速断保护(或输入定值)可以有效避免变压器在充电时发生熔断器保护动作情况, 保证变压器正常充电。

(2) 配置限时电流速断保护可在故障电流达到速断定值情况下, 但未达到真空接触器电流闭锁值时, 速断保护可靠动作切除故障而不会由熔断器动作切除故障(熔断器切断故障时限有时过长), 这样可保证在故障发生的任一时段保护都能快速、可靠切除故障。

(3) 电动机配置限时电流速断保护, 在动作时限上与熔断器安秒特性相配合, 可以保证保护动作的可靠性。

根据以上分析计算结果投入速断保护(或输入速断定值), 并对不同负荷加以区别对待, 并做好限时速断时间与熔断器熔断时间的配合, 实现保护的可靠、快速动作, 并最大限度防止设备损坏, 取得了良好效果。

参考文献

- [1] 水利电力部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册[S]. 北京: 水利电力出版社, 1989.
- [2] 西北电力设计院. 6kV 系统保护定值计算[M]. 西安: 中国电力顾问集团西北电力设计院, 2010.

作者简介: 王春雨(1971-), 工程师, 现任职于神华神东电力有限责任公司萨拉齐电厂, 从事运行管理工作。

On the Discussion of Whether FC Return Circuit Starts Using Quick-break Protection

WANG Chunyu

(Salaqi Power Plant of Shendong Shendong Electric Power Company, Baotou, Inner Mongolia, 014100, China)

Abstract: By analyzing the protection operation of fuse during the transformation as well as transmission of power by section service 6kV system lighting, the paper deeply analyzes the return circuit in which FC serves as the electric source, points out the existing disadvantages of FC return circuit's not using quick-break protection, and provides the numeration of setting value of limit quick-break protection and its coordination with fusing time limit of fuse.

Keywords: FC Switch; Charging off gate; Quick-break protection of current; Fusing time limit of fuse; Coordination

(收稿日期: 2011-4-7

责任编辑: 马小军)

利用 3G 网络与 PLC 构建供水调度自动化的研发应用

胡连森

(神华宝日希勒能源有限责任公司,内蒙古 呼伦贝尔,021025)

摘要: 针对神华宝日希勒矿区生产、生活供水系统,研究应用了利用现有 3G 网络作为数据传输通道,通过采集高位水池水位信号,依序对输水通道中的两个加压泵站设备、水厂内设备进行系统数据的采集,实现整个系统的自动化控制。

关键词: 3G 网络 PLC RTU 供水自动化

中图分类号: TD67

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-059-04

1 前言

本系统是 SCADA(Supervisor Control AND Data Acquisition)系统在供水调度行业中的一个典型案例应用。在传统应用中,由于 PLC(Programmable logic Controller)与 RTU(Remote Terminal Unit)的各自不同特点,适用环境也不尽相同。一般来说,PLC 一般应用在室内或温度、湿度等环境良好,监控点多而且集中的环境,而 RTU 则由于其体积小、安装方便灵活,以及良好的环境适应能力、强大的通讯能力而应用在各种环境比较恶劣、监控点比较分散的环境中,更适用于现代化新兴行业的分散监控的需求。而本系统中,根据现场应用需求及设备分布、地理特点,充分利用了已有设备和条件,通过 3G 无线网与光纤广域网、局域网组成高效稳定的数据链路,将两者有效地集成到一起,形成了一个比较独特,行之有效地自动化供水调度系统。

2 项目背景

案例名称:神华宝日希勒能源有限公司供水自动化改造工程。

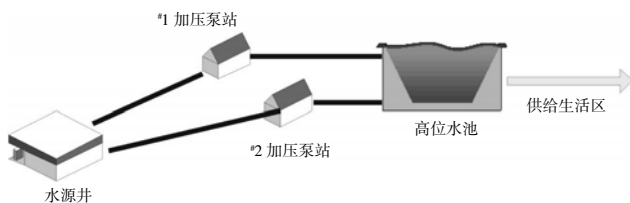


图 1 神华宝日希勒能源公司系统供水地理示意图

神华宝日希勒能源公司供水系统,供水从水源井开始,由于水源井距离高位水池很远,且高位水池

比水源井的地势要高,水源井无法将水直接送到高位水池。因此,在两者之间设有两个加压泵站以增强供水能力(见图 1)。

系统改造前,在高位水池、#1 加压泵站、#2 加压泵站分别设有值班人员,高位水池的值班人员要不断监测水池水位,当水位达到低水位线时,电话通知水源井值班人员,水源井值班人员电话联系两个加压泵站的值班人员,同时打开水源井与两个泵站的水泵和阀门。相应的,当水池水位达到高水位线时,水池值班人员电话通知水源井工作人员,水源井工作人员再电话通知两个泵站的值班人员,同时关闭水源井和两个泵站的泵阀。这种以人力手动操作进行供水的方式,运行了多年,主要缺点是限制了人力资源的利用,将人力资源长期限制在了简单、枯燥、单一的重复性工作上,而且频繁的开关泵,对管道、泵、电机等设备器件的使用寿命都有一定程度损害。

系统改造目的就是想通过自动化调度系统,将现有泵站、水池的值班人员从现有简单、枯燥、单一的重复性工作中解放出来,代之以自动化设备,在泵站、水池无人值守的情况下,实现远程自动化供水调度,并且能够对整个供水流程、设备状态及运行数据进行实时数据监控,达到节省人力、提高供水效率的目的。从而实现企业供水管理的信息化、现代化。

3 方案选择

方案核心内容是通过高位水池数据的变化,自动控制水源井、两个加压泵站的工作状态。而在每个监控地点将由动力驱动装置、数据处理设备、网络设备组成。其中,驱动设备用以驱动水泵电机、阀门电机等动力装置;数据处理设备采集动力部分的运行数据和控

制动力装置的运行;网络设备将数据信息在各个监测点与监控中心之间传递。

因此,要建立一个稳定可靠快捷的网络系统,将各个点的数据有机的连接起来,实现数据共享,统一调度。

3.1 网络系统

在此系统中,由于高位水池、#1 加压泵站、#2 加压泵站、配水厂等地点分布比较分散,且相互之间、与水源井之间距离很远,将这些点连起的距离要有 60km,如架设光缆,施工难度大、成本极高,不切合实际。向电信部门租用专用电话线又要申请很多电话号,况且采用电话线路时需要等待漫长的电话拨号过程,速度慢,带宽也有限,运营成本较高。总之,采用有线通信方式建设周期长、施工难度大、运行费用高,不便于大规模使用。与之相比,无线通信方式则显得非常灵活,它的通信带宽足够满足系统通讯需求。而且它具有投资较少、建设周期短、运行维护简单、性价比高等优点。

经过比较分析,我们选择中国电信公司的基于 CDMA 2000 标准的 3G 无线网作为此项系统的数据通信网络平台。

目前,3G 网络经过电信部门的多年建设,覆盖范围不断扩大,已成为成熟、稳定、可靠的通信网络。利用 3G 网络实现管网监控点的无线数据传输可充分利用现有网络,缩短建设周期,降低建设成本的优点,而且设备安装方便、维护简单。在设计时,为了提高数据传输效率和网络的稳定性,将系统数据链路,接入带宽达到 2M 的 APDN 专网,即将两个泵站、高位水池、配水厂等监测点与数据数据监控中心组成一个内部专网,所有点都采用专网固定 IP,这样的网络结构无论实时性,安全性和稳定性都很高,基于 3G 无线网络的供水调度监控系统具备如下技术先进性的特点:

(1)良好的实时响应与处理能力。由于 3G 具有实时在线特性,系统无时延,系统能够同时实时收取、处理多个 / 所有监测点的各种数据,可很好的满足系统对数据传输实时性的要求。

(2)远程设备控制。由于采用 3G 双向传输系统,监控中心即可以实时采集监视远程设备的运行数据,也可以反向实现对设备的控制功能。

(3)建设成本低。可充分利用现有 3G 网络,设备安装即接即通。

(4)安装调试简单,建设周期短。利用现有成熟 3G 网络,系统投入运行时基本不需要调试,安装简捷。

(5)覆盖范围广。由于泵站、水池等监控点,分布的地理位置地点分散,距离远,而采用 3G 无线网络,理论上在无线 3G 网络的覆盖范围之内,都可以实现监控,不论要控制的点的距离是有多远,只要 CDMA 网络能够覆盖,不受覆盖范围内地势的限制。

(6)数据传输速率高。CDMA 网络传送速率理论上可达 3M 带宽,实际应用时数据传输速率在 1.5M 左右,满足供水调度系统传输数据量大、传输速度快的需求。

(7)安全稳定。采用 VPDN 专网模式,将系统数据链路与公网相隔离,保障了系统远程数据传输的安全性和稳定性。

(8)通信费用低。由于 3G 网络采用包月计费的方式,运营维护成本低,按当地月通信费用每点花费 80 元所带的流量即可满足数据通讯的需求。

(9)充分利用即有网络资源构成网络结构。由于水电公司调度室远离中控室,之间没有网路连接,用电话线带宽有限、且存在线路干扰问题。如果用无线网络则由于传输数据量大,成本较高,因此,我们利用了现有资源,即通过已有的光纤链路,将中控室的监控系统画面远程发布到公司调度中心。这样就组成了一个由 3G 无线网、光纤广域网和局域网组成的网络结构(见图 2)。

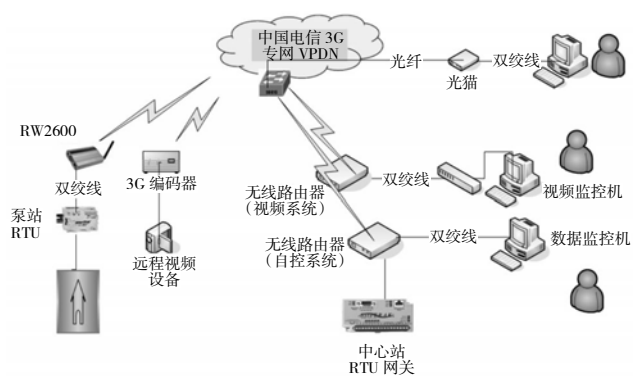


图 2 供水调度及视频监控系统的网络结构示意图

3.2 数据处理设备的选择。

在水源井,需要监控 4 个深井泵、4 个供水泵、4 个阀门、1 个水池和 2 个压力表。需要处理的数据点多而集中,因此我们采用施耐德公司的 Premium 型 PLC 设备做为数据处理设备。

另外,考虑到高位水池、配水厂和 2 个加压泵站在无人值守的情况下,要保证设备在冬季寒冷的低温环境下正常工作,而且要通过无线 3G 网与监控中

心进行数据交换,因此 RTU 设备的适应宽温工作、通讯能力强的特点无疑最适合。同时,不同地点对数据的处理方式也不尽相同。

根据系统的需求,在高位水池和配水厂只需对蓄水池液位信息数据进行采集和传输即可。而两个加压泵站则除了要对现场管道压力、变频数据进行采集外,还需对水泵运行状态、运行模式、阀门开关状态等信息进行采集和传输。同时,还要根据监控中心的命令,自动进行开关泵、变频运行及开关阀等操作。因此,两个加压泵站的 RTU 设备要具有 AI、AO、DI、DO 等 4 种不同类型的 IO 接口。兼具可编程功能,以实现泵、阀的自动化操作。

基于以上原因,我们在水源井选择法国施耐德 (Schneider) Premium 型 PLC 做为数据处理设备。此设备可扩展的 IO 口多、数据处理能力强,运行安全可靠,可以很好的完成来自水泵、阀门、水池和管道的数据采集和设备监控,而且能够与 RTU 设备进行直

接通讯。

在 RTU 设备的选择上,选择美国西斯耐特 (Sixnet)公司的 RTU 产品,SIXNET 公司的 RTU 产品都具有数据存储量大、接口便利、扩展性强、IO 点多等特点。尤其是它们都具有很宽的工作温度(-40℃ ~ 70℃)和工作湿度(5% ~ 95% RH),可以确保设备在北方低温和潮湿的环境下正常工作。而且其中 VT-MIPM-241-D 型号的 RTU 模块具有很强的 IO 扩展功能和内置强大的 TL、FDB 编程工具,可以满足系统数据处理和逻辑控制方面的需要。

3.3 动力驱动设备

关于动力驱动设备,选用西门子 M430 变频器进行水泵电机的控制。这样,既可以在启泵时以渐进方式启动和停止电机,对电机、泵、管道等提供必要的保护,还可以通过改变变频器的工作频率来调节供水管道中的水流速度,实现自动供水调度的目的。

综上所述,我们在系统结构上的设计如图 3 所示。

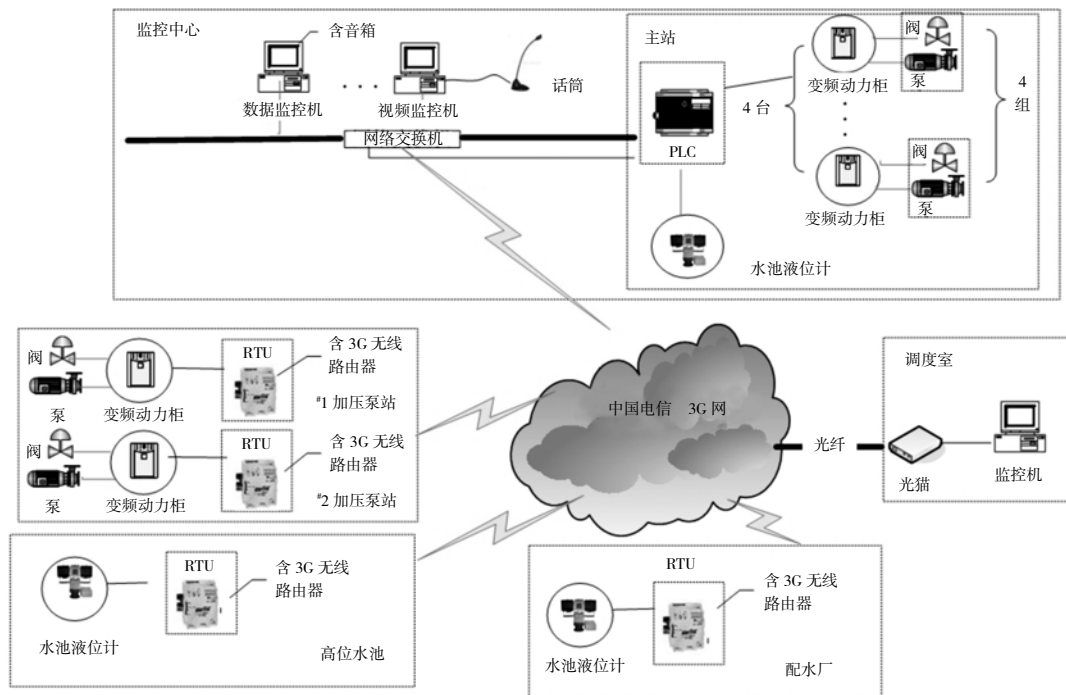


图 3 供水调度及视频监控结构示意图

4 解决方案介绍

4.1 整个供水自动化系统的工作过程

系统通过 3G 无线网和局域网组成的网络系统,实时监视高位水池和配水厂水池的水位数据。中控室 PLC 中的主调度程序根据水位数据的变

化,通过调节变频器的工作频率,自动调节水源井供水泵的工作强度,总的原则是当水位达到不同高限时,逐渐降低工作频率;当水位达到不同低限时,逐渐提高工作频率。这样,可以使水位动态保持在一定水位范围内。而当水位达到最高极限水位线时,关泵、关阀。

4.2 系统功能及特点

(1)真正实现了无人值守模式下的自动化供水调度。

(2)通过中控室监控程序人机界面,用户可以实现以下功能:①值班人员可以时刻监视本地水源井、远程的高位水池、配水厂、#1 加压泵站、#1 泵站等监测点的设备运转情况。如水泵的运行状态、工作频率、阀门的开关状态、压力、水位数据等信息。②通过人机界面,远程操作泵的开启和阀门的开关。③根据实际情况,任意调整工作泵与备用泵。④当压力、水位正等数据超限时,声音及画面实时报警。⑤历史数据查询和报表功能。监控软件具有存储运行数据信息的功能,用户可以根据需要对实时数据、历史数据进行查询、打印和数据曲线分析。⑥用户根据实际需要可以自行定义系统的水位高、限值。

(3)监控画面远程发布到调度中心,实现多方监视,提高供水业务实际运行过程中的可靠性。

(4)3G 无线网络的数据通道,易维护、易扩展,建设周期短,通讯及时稳定可靠。

(5)根据水位实时调整工作频率,大大减少了频繁开关泵、阀对设备、管道的损害,同时也一定程度上减少了水泵频繁启停对水质的影响。而在用水量骤增的情况下,保持一定量的水位可以很好的缓解供水压力。

(6)通过在变频器与动力设备、数控设备电路上安装隔离器、电抗器等抗干扰装置,且在自控程序中进行了滤波处理,有效地避免了变频器对同一电网

设备的干扰问题。

(7)在网上,将数据链路和视频语音信号隔离开来,保证了数据链路的通畅和稳定。

5 结论

采用 3G 网络系统和 PLC、RTU 构建的供水自动化调度系统,截至目前,已投入运行 3 个多月,系统运行稳定、数据及时准确,已逐步成为企业用户不可或缺的管理工具和助手。原来的人工测试水位,电话联系,手动启停泵阀的工作模式,被现在的系统读取水位信息,自动调节供水强度和状态所代替。真正实现了无人值守,将原来在泵站、水池值守的人力从单一、枯燥的重复性工作中解放出来,同时也大大提高了供水效率和供水能力,节约了人力和物力,企业的自动化程度得到了很大的提高。另一方面,这种以 CDMA2000-1xEV 无线网为数据通路,进行供水调度的方式,在国内同行业中,尚属首例。这也为无线网络在工业控制中的应用,提供了一个现实案例。相信,在不久的将来,随着企业的发展,对系统的需求不断的增加,供水自动化系统经过不断完善和扩展,将在企业的发展过程中不断发挥更大的作用。

作者简介:胡连森(1964-),高级工程师,1989年毕业于淮南矿业学院电气自动化专业,现供职于神华宝日希勒能源有限责任公司水电公司。

On the Development and Application of Constructing the Automation of Water Supply Scheduling by Using 3G Network and PLC

HU Liansen

(Shenhua Baorixile Eenergy Co., Ltd., Company, Hulun Buir, Inner Mongolia, 021025, China)

Abstract: Based on the production and living water supply system of Shenhua Baorixile mining area, by using the 3G network now available as data transmission channel and collecting the water level indicating signal of elevated water basin, the research has seriatim collected the system data of two pieces of forcing pump station equipment and equipment in water works of water channel, which has realized the automatic control of the of the whole system.

Keywords: 3G network; PLC; RTU; Automation of water supply

(收稿日期:2011-2-28

责任编辑:马小军)

1000MW 超超临界机组 AGC 和一次调频响应优化

钱朝明

(神华浙江国华浙能发电有限公司, 浙江 宁波, 315612)

摘要: 介绍了在华东电网“两个细则”实施下, 国华宁海发电公司 B 厂 2×1000MW 超超临界机组 AGC 和一次调频控制系统存在的问题, 并针对这些问题采取的优化方案。

关键词: 两个细则 超超临界 AGC 一次调频 优化

中图分类号: TM31

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-063-03

为保障电力系统安全、优质、经济运行, 维护电力企业的合法权益, 促进电网经营企业和并网发电厂协调发展, 华东电监会发布实行了《华东区域发电厂并网运行管理实施细则》和《华东区域并网发电厂辅助服务管理实施细则》, 简称“两个细则”。其中, 对 AGC 和一次调频的投入率、调节指标的考核标准进行了严格的规定, 超超临界机组采用锅炉跟随协调方式, 为了响应电网的 2% 的负荷变化率, 需要将调门调节速率加快, 而直流炉本身的蓄热能力差, 锅炉响应滞后等条件又制约着压力和温度的稳定, 从而反方向的影响机组负荷响应。如何在满足“两个细则”实施下的机组负荷响应和主汽压力和温度稳定, 以及一次调频和 AGC 负荷响应之间反向等问题, 本文提出了逻辑优化的策略和应用方案, 供同类机组借鉴。

1 概述

1.1 机组概况

国华宁海发电公司 B 厂 2×1000MW 超超临界锅炉采用上海锅炉厂有限公司利用 Alstom 技术生产的直流锅炉, 其型式为 1000MW 超超临界参数变压运行螺旋管圈直流炉、一次再热、单炉膛单切圆燃烧方式、平衡通风、全钢构架、全悬吊结构塔式锅炉, 汽轮发电机组是上海电气与西门子公司合作的 1000MW 超超临界机组, 机组采用海水冷却塔冷却, DCS 采用的是西门子公司 T-3000 系统。

1.2 国华宁海发电公司 B 厂 AGC 和一次调频概况

直流炉的受热区、蒸发区和过热区之间无固定的界限, 给水经加热、蒸发和变成过热蒸汽是一次性连续完成的, 工质从水变为过热蒸汽的加热流动完全靠给水泵的压力来驱动, 锅炉的蒸发量不仅决定

于燃料量, 同时也决定于给水流量。直流炉的蓄热量小, 外界负荷变化时, 由于直流炉的热惯性小, 其蒸汽流量能迅速变化有利于机组对电网尖峰负荷的响应。但是, 主汽压力波动剧烈, 这样对控制提出了很大的挑战。

从 2009 年底以来 B 厂考评结果情况来看, 2×1000MW 机组 AGC 基本满足两个细则的要求, 但是在调节精度和抢负荷能力方面稍显欠缺; 在调度考评一次调频、AGC 指标中, 一次调频效果最近在 0.2 左右, 动作正确率在 0.4 左右, 均未达到省调规定“机组一次调频性能月平均值应达到 60%, 动作正确率 0.8”的基本要求。一次调频性能考核在全厂总考核电量中占相当大的比重, 这就使得如何提高一次调频效果, 改善一次调频性能成为亟待解决的问题。表 1 是 2010 年 1 月至 4 月两个细则模拟运行以来 B 厂一次调频数据表。

表 1 国华宁海发电公司 B 厂一次调频数据表

月份	机组	月正确动作率	月平均调节性能
2010 年 1 月	#5 机组	60.13%	0.55338
2010 年 1 月	#6 机组	40.26%	0.21063
2010 年 2 月	#5 机组	31.84%	0.17719
2010 年 2 月	#6 机组	53.29%	0.35392
2010 年 3 月	#5 机组	38.44%	0.32537
2010 年 3 月	#6 机组	60.95%	0.70112
2010 年 4 月	#5 机组	84.65%	1.15323
2010 年 4 月	#6 机组	82.17%	1.14774

从表 1 可以看出, 2010 年 1 月至 3 月一次调频都不能满足两个细则的要求, 4 月份是优化后的数据, 基本可以满足细则的要求。

2 AGC 和一次调频存在的问题

2.1 汽压变化对一次调频的回拉作用

机组一次调频性能不理想,其中一个原因是 CCS 侧汽机主控有主汽压力修正控制回路。表现为一次调频满足动作条件时,DEH 功率回路一次调频的比例前馈立即动作,调频指令使阀门按设计的方向进行阶跃变化,此变化引起主汽压力相应变化,压力修正回路对功率指令进行快速调节,从而拉回前期的调门快速动作的效果,导致一次调频响应缓慢和被快速拉回。

2.2 AGC 负荷指令与一次调频动作方向相反问题

查看 2009 年 12 月后的一次调频考核报表,可以看出一次调频效果为 0,原因多数因为“实际积分电量”与“理论积分电量”方向相反。再查看机组 DEH 侧一次调频响应历史曲线,可以看出“实际积分电量”与“理论积分电量”方向相反,主要是因为一次调频动作时刻,AGC 负荷指令和一次调频动作目标方向相反。

2.3 与调度数据通讯的影响

机组与调度数据通讯的精度及滞后时间、质量的好坏直接影响到调度考核计算与机组运行数据的一致性。

2009 年,全省电厂热工设备评估发现,部分电厂与调度通讯过程中,负荷指令信号存在较大的精度偏差,例如调度发 120MW 负荷指令而机组接受到的指令为 125MW,致使其负荷控制始终偏离调度的目标值。

另外,电厂与调度通讯数据滞后时间相当长,某电厂 #5、#6 机组,当频差出现时机组快速地响应,而由于通讯的影响使得调度接收到的有功数据存在 10s 以上的滞后,对于积分电量存在一定的影响。尤其在小频差动作时积分电量总数较小,因而影响更为明显。

2.4 DCS 和 DEH 接口有功偏差的问题

对于 DCS 与 DEH 采用硬接线通过模拟量通道传输,不可避免的带来通道误差的影响,消除 DCS-DEH 通道误差对 AGC 的调节精度有很好的提高。

3 AGC 和一次调频优化方案

3.1 CCS 侧汽机主控进行逻辑优化

即汽机主控一定程度上参与压力控制,避免实

际压力过度偏离压力设定。稳态工况、变负荷过程中,汽机主控参与压力控制的权重有所不同。在负荷变工况中,为了满足负荷响应的需要,汽机主控的压力控制权重有所减弱。为了保证汽机能量输出、锅炉能量输入之间的平衡,功率指令至汽机主控回路中增加了惯性环节,并且根据不同的变负荷宽度设置不同的惯性时间。当负荷变化量比较小时,采用较小的功率时延,使得机组能有效地响应功率要求,机组的整体参数由本身的蓄热来消化。该策略对于机组在小负荷 AGC 控制方式时的有功合格率和机组一次调频都有较好的效果,逻辑实现的示意图见图 1。

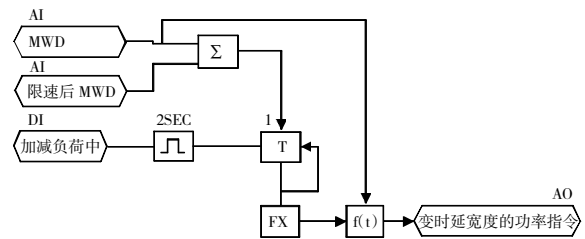


图 1 变延时逻辑图

3.2 AGC 负荷指令与一次调频反向处理

#5、#6 机组一次调频动作时,AGC 负荷指令和一次调频动作目标方向相反,导致一次调频效果不好。经过研究修改一次调频逻辑如下:

当 AGC 在增负荷且一次调频要求减负荷对 AGC 指令进行闭锁,且闭锁时间限制在 30s 以内。当 AGC 在减负荷且一次调频要求加负荷对 AGC 指令进行闭锁,且闭锁时间限制在 30s 以内,逻辑修改如图 2 所示。

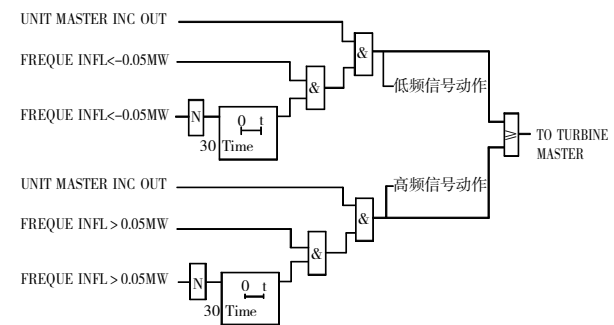


图 2 一次调频动作闭锁图

为提高 #5、#6 机组一次调频调节效果,现对逻辑进行以下修改,见图 3。

(1)在低频信号动作时,去 DEH 的负荷指令加上实际负荷与 AGC 负荷指令的偏差值,偏差限制在

0 ~ 5MW 之间,当低频信号消失时偏差值切为 0MW。

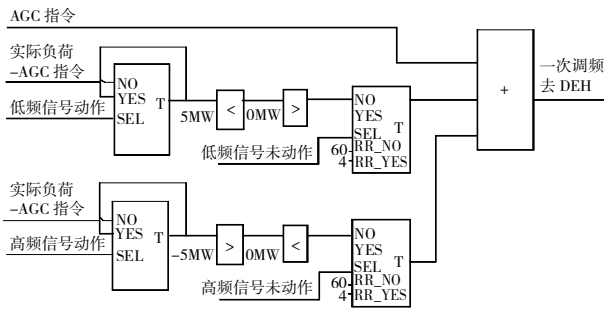


图 3 一次调频修改图

(2)在高频信号动作时,去 DEH 的负荷指令加上实际负荷与 AGC 负荷指令的偏差值,偏差限制在 -5 ~ 0MW 之间,当高频信号消失时偏差值切为 0MW。

3.3 把通讯规约改为更高级别的规约

目前,电厂与调度通讯采用 101 和 104 两种规约,104 规约的通讯速度和精度优于 101 规约。把通讯规约改为 104,计算通讯精度、时间以及上传死区都有明显的改善,消除数据通讯质量对一次调频效果的影响。

3.4 DCS 和 DEH 接口有功偏差的消除

本厂从 DCS 给 DEH 功率指令由 DCS-DEH 通过模拟量通道传输,不可避免的会带来通道误差的影响,该部分通道误差的影响,可以通过在源头上进行误差实时修正来解决,该策略已在玉环电厂的 4 台机组得到应用,该通道误差的消除,对机组的有功合格率及一次调频动作的双向有效性有一个较大的提升,SAMA 见图 4。

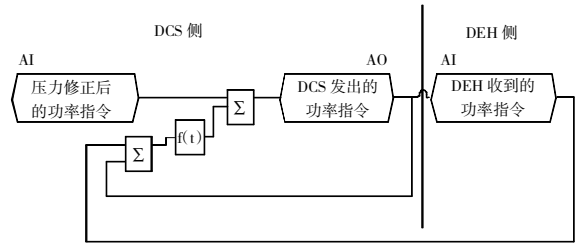


图 4 百万机组上汽机组的功率控制通道误差解决方案示意图

4 结束语

两个细则的实施,对超临界直流机组是一个较大的考验,尤其是如何避免调门快速动作带来的机组压力偏差大,如何在既要保证安全生产和两个细则考核下取得机组经济效益最大化,以及服务于电网等问题,通过本次研究和优化都取得较好的效果。

国华宁海发电公司 B 厂 1000MW 机组 AGC 和一次调频的优化,两台百万机组一次调频的月平均效果达到 70%,动作正确率大于 0.8,在浙江省的同类机组两个细则考核中名列前茅。

参考文献

- [1] 罗志浩.宁海 B 厂一次调频效果及 AGC 性能分析[R].2010.
- [2] 孙长生,火电厂热工自动化技术培训[M].中国电力出版社,2008.
- [3] 朱北恒.火电厂热工自动化系统试验[M].中国电力出版社,2005.

作者简介:钱朝明(1975-),工程师,现任职于神华浙江国华浙能发电有限公司,从事热控自动方面研究。

1000MW Ultra-Supercritical Unit AGC and Primary Frequency Regulation Response Optimization

QIAN Chaoming

(Shenhua Zhejiang Guohua Zheneng Power Generating Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315612, China)

Abstract: This paper introduces the problems existed in 1000MW ultra-supercritical unit AGC and primary frequency control system of platform 2 of plant B of Ninghai Power Generating Company as well as the corresponding adopted optimization scheme under the implementation of “two detailed rules and regulations” by East China Grid.

Keywords: Two detailed rules and regulations; Ultra-supercritical; AGC; Primary frequency; Optimization

(收稿日期:2011-6-20 责任编辑:马小军)

防污闪实用技术探讨

王旭辉

(神华陕西国华锦界能源有限责任公司, 陕西 榆林, 719319)

摘要: 介绍现阶段电力行业广为应用的几种防污闪技术,并阐述其原理和性能,为变配电设备外绝缘防污闪工作提供可靠防范措施,为同类设备外绝缘改进提供了可借鉴的经验。

关键词: 外绝缘 污闪 盐密 憎水性

中图分类号: TM7

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-066-02

电力设备外绝缘在周围固体、液体、气体导电介质的污染下,其外绝缘污染表面电导变大,表面泄漏电流增大,产生局部放电,在运行电压作用下,污染表面和外绝缘周围形成放电通道,最终导致外绝缘两极贯穿性电弧闪络,这种闪络称为污闪。电力设备发生污闪后,自动重合闸成功几率很低,往往造成大面积停电、停运,抢修难度大、时间长,经济损失严重,所以提高电力设备防污闪能力是一项极其重要的工作。

1 污染环境分级与设备选型

根据设备所处地区的雨、雪、雾、冰等气象特征,结合地区的污染因素,例如:海洋、湖泊、湿地、沙漠、工业区、人口密集区等;再依据实测外绝缘表面的盐密值和灰密值。通过综合考量,对照国家电网关于《高压架空线路和变电站污区分级与外绝缘选择标准》,对设备所处地区做出准确的分级,其中盐密和灰密检测周期至少3年一次,根据污区等级和最大运行电压等级,参照合适的爬电比距,选取足够爬距的大小裙防污型绝缘子。

2 外绝缘喷涂防污闪涂料

目前,国内所使用防污闪涂料分为短效 RTV 和长效 PRTV 两种。其中,RTV 有效期 8 年,PRTV 有效期 15 年,其材质为室温硫化型硅橡胶,它是以较低分子量的活性直链聚硅氧烷为基础胶料,加入填料、交联剂、硫化剂和颜料,不需要加热在常温下就能硫化的硅橡胶,一般简称 RTV。涂有 RTV 涂料的绝缘子表面的电阻率增大,这样使泄漏电流减小,从而可以提高闪络电压。由于硅橡胶分子 Si-O-Si 结构的特殊性,硅橡胶表面张力 $19 \times 10^{-3} \text{N/m}$ 与水的表面张力 $72.8 \times 10^{-3} \text{N/m}$ 相差很大,根据表面化学理论可知,与水的表面张力差值越大的物质憎水性越好,当水滴

或露水滴落在硅橡胶表面时,就会迅速的形成水珠自动滚落,从而阻止在绝缘表面形成水链和水膜。更为出色的是当污物落在涂层上,其憎水性能具有迁移性,即污物也具有一定的憎水性,致使泄漏电流大幅度的减小,污闪放电电压成 3~6 倍的增长,从而极大的提高外绝缘的抗污闪的能力,清扫工作量少,每 4~5 年进行一次吹灰或水冲洗。

3 加装硅橡胶辅助伞裙

硅橡胶辅助伞裙材质为有机硅橡胶,并添加白炭黑、氢氧化铝等物质经高温硫化压制成型,其性能与合成绝缘子相同,具有耐电弧、耐老化、耐劣化和优秀的绝缘性能。同时,更具有良好的憎水性和憎水迁移性,增强表面的抗污性和抗潮性。加装后又增大了爬电距离,由于其伞裙直径大于下方绝缘子伞裙,下方绝缘子积污量减小,盐密和灰密值降低,从而增强了外绝缘整体自洁功能。此种方法特别适用于已投运设备中难以更换外绝缘的设备,如:电压互感器、电流互感器、避雷器等。

4 刷涂硅油

防污闪硅油材质为二甲基硅油,其液体呈无色透明状,具有高闪点、低凝点、低挥发、张力小性能,同时也具有憎水性、防潮性、高绝缘性,对污物有吞噬作用。有效期为半年,属季节性防污闪补救措施。

5 外绝缘清扫、清洗

外绝缘清扫、清洗分为停电作业与带电作业,其中停电作业是最安全、最彻底的,但这种方法属于定期计划性作业,停电面积大、时间长,生产运行受限因素多。带电作业不影响运行方式,不受时间限制,但专用设备较多,天气因素影响大,对清洗介质要求

高,具有一定的危险性。

停电作业又分为清扫、水冲洗。一般习惯定在每年的春秋季节期间,科学上讲应该根据各地的气候特点,定在雨雪季开始之前,这样就会防止绝缘表面积灰后被高湿度气象条件浸润发生闪络,另外绝缘表上所剩少量灰尘在雨季会被雨水冲刷,可发挥自身的自洁功能。在清扫、水冲洗作业中应重点清除绝缘裙里侧、内侧,这里是雨水难以冲刷的地方,清扫、清洗原则是由上至下,先里后外逐一清扫、清洗。从而清除绝缘表面上的污秽,发现绝缘缺陷,提高绝缘强度。

带电作业主要是指带电水冲洗和带电化学清洗,主要适用 220kV 及以下的电气设备。

其中,带电水冲洗是利用高电阻率(不小于 $1500\Omega\cdot\text{cm}$)的水,通过高压水枪对绝缘表面进行冲洗,在冲洗前要测定绝缘表面的盐密值,当盐密值小于《电气设备带电水冲洗导则》中的极限值时方可进行。冲洗时必须选择良好天气进行,风力大于 4 级,气温低于零下 3°C ,雨天、雪天、雾天及雷电天气不宜进行,绝缘子有裂痕的禁止冲洗,避雷器及密封不良的设备不宜进行水冲洗。水枪接地要求,水柱的长度,操作人员的防护措施,与带电部分的距离和水枪口直径都要根据运行电压等级来确定,要严格参照《电气设备带电水冲洗导则》中的规定,总体上说带电水冲洗要求条件很高,人力物力投入大,危险性较高。

带电化学制剂清洗是一种新方法,它是根据绝缘表面污物成分,通过化学成分选择和分子化合制成,通过专用的厂家冲洗机、绝缘冲洗枪、绝缘登高设备、均压屏蔽服、绝缘护裙等来保证作业安全。对作业使用的化学清洗剂要求很高,其击穿电压要高于 25kV,绝缘电阻大于 $10 \times 10^{10}\Omega$,对绝缘表面和设备表面无腐蚀、无残留,自身燃点、闪点高,清洗过程中不会因火花和电弧的作用引燃。

6 合成绝缘子的应用

合成绝缘子是有机高分子聚合绝缘材料制成,它由芯棒、伞裙护套、连接金具组成。其中芯棒是由树脂、玻璃纤维合成为玻璃钢棒;伞裙护套主要是硅橡胶成分,其中添加抗偶联剂、阻燃剂、抗老化剂经高温加压硫化而成。

6.1 实际运行中的优点

机械性能优越。芯棒由环氧玻璃纤维制成,其扩张强度为普通钢 1.5 倍,是高强瓷瓶 3~4 倍,轴向

拉力特别强,并具有较强吸振能力,抗震阻尼性能很高,为瓷绝缘子 1/7~1/10。

抗污闪性能好。合成绝缘子具有憎水性,下雨时合成绝缘子伞形波纹表面不会沾湿形成水膜,呈水珠状滴落,不易构成导电通道,其污闪电压较高,为同电压等级瓷绝缘子 3 倍。

耐电蚀性优异。绝缘子表面漏电闪络形成不可逆性劣变起痕现象,一般标准为不低于 4.5 级(即 4.5kV),而合成绝缘子为 6~7 级。

日常维护量少。合成绝缘子风雨自洁功能好,又不产生零值绝缘子,故清扫检查工作可改为每 4~5 年一次,缩短检修、停电时间。

6.2 实际运行中出现的问题

芯棒机械强度不够。由于树脂、玻璃纤维合成比例不合理,或合成过程中出现气泡,造成芯棒机械强度下降。

过电压界面击穿。由于界面灌胶不充实,模压使用的耦合剂不当,在高电压的作用下沿薄弱处击穿。

伞裙硅橡胶表面劣化。硅橡胶原料品质纯度不够,添加剂和补强剂使用不当,造成伞裙弹性下降、易撕裂,表面憎水性下降。

施工过程中的损坏。伞裙、芯棒、护套在施工中磕碰、挤压、扭曲损坏,造成绝缘性、抗污性、机械强度下降。

7 结论

以上几种防污闪实用技术可根据现场设备的特点、运行方式要求、费用投入能力来选择适合的方法,努力降低电气设备发生污闪的几率。随着大机组和高电压电网不断建设,防污闪技术已经包含在最初设计中,其采用趋势倾向于合成绝缘子和防污闪涂料,这两种技术以其良好的防污性能、电气性能、机械性能、维护量少等特点被广泛使用。实践证明,合理运用防污闪技术可大大降低设备发生污闪的几率,提高机组和电网的稳定性,提升了经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 牛晓民,刘亚新,龚延兴,陈原.Q/HBW 16112-2008《高压架空线路和变电站污区分级与外绝缘选择标准》[S].华北电网有限公司,2008.

作者简介:王旭辉(1977-),助理工程师,1998年7月毕业于长春电力学校,现工作于神华陕西国华锦界能源有限责任公司,从事电气一次点检、高压变配电。

SAPO-34 分子筛结构及物理化学性质分析表征方法概述

邢爱华 朱伟平 岳 国

(中国神华煤制油化工有限公司北京研究院,北京,100011)

摘 要: 以 SAPO-34 分子筛的物化性能、水热稳定性分析为线索,介绍了不同表征技术对分子筛骨架化学组成及其结构、孔道结构和孔道内部化学环境、形貌、粒径大小、表面酸性的检测。有助于全面认识 SAPO-34 分子筛微观结构和物化性能,深入了解不同表征技术在 SAPO-34 分子筛结构和物化性能分析、检测中发挥的作用。

关键词: SAPO-34 分子筛 表面酸性 NMR XRD 原位表征 配位环境

中图分类号: TQ53

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-068-05

1 前言

磷酸硅铝(SAPO-n)分子筛是美国联合碳化物公司(UCC)于1984年开发的一种新型分子筛^[1]。由于SAPO-34具有中等强度的酸中心、独特的孔道结构、丰富的微孔、较大的比表面积,使其在甲醇制烯烃、氯甲烷、乙醇等低碳物转化制烯烃,烷烃氧化或直接脱氢制烯烃、高碳烷烃或烯烃裂解制低碳烯烃等催化领域、汽车尾气净化领域、膜分离领域和功能性材料领域获得了广泛的应用^[2]。

SAPO-34分子筛在不同反应中具有催化性能、对气体分离性能的好坏,取决于其骨架结构(化学组成、晶体结构形式)、微观孔道结构、酸强度、酸密度、粒径大小、粒度分布等物化性能及其水热稳定性。本文以SAPO-34分子筛骨架结构、各种物理化学性质、水热稳定性研究为线索,对不同表征技术所起的作用进行了总结。这不仅有利于全方位认识SAPO-34分子筛的骨架结构、各种性能,也有助于了解各种表征技术,在结构和性能研究所发挥的作用。为根据应用目的,以性能为导向对SAPO-34分子筛进行改进、开发提供一定帮助,并为其它分子筛开发过程中根据研究目的需要,选取不同的分析表征手段提供指导。

2 化学组成及晶体结构

2.1 物相分析

决定物质性能的因素,包括其分子的化学组成和相关原子,在空间结合成分子或物质的结构形式。X射线衍射法(XRD)是进行物相分析最有效、方便的方法,其分析速度快、分析数据准确,可以有效地监

控产品质量,指导生产,在分子筛质量分析中具有不可替代的作用。

SAPO-34分子筛的特征峰为 2θ 在 9.5° 、 15.9° 、 20.5° 出现的衍射峰以及在 26° 和 31° 出现的衍射双峰^[3]。将合成样品XRD衍射数据与标准图谱中SAPO-34分子筛对比,进行样品物相分析。XRD不同衍射角的反射强度代表该晶面结构的有序性,某个峰的强度越大,晶体沿该晶面生长规整^[4]。

2.2 骨架化学组成及结构

电感耦合等离子发射光谱(ICP)、X射线荧光光谱(XRF)、能量散射谱(EDX)、X射线光电子能谱(XPS)等均可进行SAPO-34分子筛化学组成分析。EDX、XPS分析样品表面组成,其中EDX的分析深度最大约为 $1\mu\text{m}$,XPS的分析深度最大约为 10nm 。ICP用于测定分子筛的骨架组成,XRF可分析骨架组成与表面组成。

2.2.1 骨架化学组成

EDX表征方法是指当样品受到外来粒子或能量激发后,外层电子产生跃迁,同时放出特征X射线,根据特征X射线的能量和强度就能得出不同元素的定性与定量分析结果。Martins等^[5]采用EDX对SAPO-34分子筛进行元素组成分析,样品以丙酮为溶剂进行超声处理,结果表明 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为0.48。采用ICP-MS作为EDX元素分析的参考,H-SAPO-34分子筛的单位晶胞化学组成为 $(\text{Al}_{16.5}\text{P}_{14.1}\text{Si}_{5.4})\text{O}_{72}$ 。

2.2.2 骨架结构

刘红星等^[6]采用FT-IR考察不同模板剂合成的SAPO-34分子筛骨架振动特征峰发现,所合成分子筛具有基本相同的骨架振动吸收谱带。 1125cm^{-1} 归属于P-O-Al(或者P-O-P)非对称振动峰; 1100cm^{-1} 归属

和 245cm^{-1} 出现了新的振动峰。

3 酸性分布

红外光谱是考察分子筛的常用方法,在 SAPO-34 的研究方面主要是表面羟基及酸性的表征。

3.1 酸种类确定

刘红星等^[11]采用 $\text{NH}_3\text{-IR}$ 法测定不同温度下 SAPO-34 分子筛 B 酸与 L 酸的酸量,结果表明波数为 $1700 \sim 1350\text{cm}^{-1}$ 范围内存在两个 NH_3 吸附形成的弯曲振动峰。其中 1450cm^{-1} 处的强峰为 NH_3 吸附在 B 酸位上形成的; 1620cm^{-1} 处的弱峰为 NH_3 吸附在 L 酸位上形成的。SAPO-34 的酸性主要来源于 B 酸中心,添加 HF 有利于减少其 B 酸量。

Smith 等^[12]对 D-SAPO-34 分子筛(D 为氘)进行中子衍射(ND)及 CO-FTIR 表征,结果表明该分子筛存在两种数目和强度接近的桥联羟基(Si-OD-Al)构成的 B 酸位。Flanigen^[13]和 Zobkov 等^[14]利用红外光谱分别归属了两种桥联羟基的振动,对应于 3625cm^{-1} 的羟基指向椭球形笼的中心,对应于 3605cm^{-1} 的羟基位于六棱柱内。

3.2 酸总量及酸密度

Campo^[15]采用 NH_3 吸附微量热法和气相色谱仪相结合,检测出 SAPO-34 的总酸量为 0.74mmol/g ,酸强度根据吸附热确定,为 150kJ/mol NH_3 。Martins 等^[16]将经典的总酸量表征技术($\text{NH}_3\text{-TPD}$)与精确的 FTIR 光谱技术(分析 SAPO-34 分子筛骨架 OH 振动和吸附探针分子 CO、 NH_3 后 $\text{OH}\cdots\text{CO}$ 和 $\text{OH}\cdots\text{NH}_3$ 振动)结合,分析了 SAPO-34 分子筛总酸量、吸收振动峰在 $3630, 3614, 3600\text{cm}^{-1}$ 处的 Al(OH)Si 桥羟基 OH_A , OH_B , OH_C 对应的 B 酸中心浓度,FTIR-NMR 表征结果表明, OH_B 酸性位的酸性最强与硅岛有关,低振动频率处的 OH_C 是六元环窗口骨架 O 与 H^+ 间的氢键作用所致。结果表明, $\text{NH}_3\text{-TPD}$ 与 $\text{NH}_3\text{-FTIR}$, CO-FTIR 定量分析 3 种羟基和总羟基酸中心的结果接近,如表 1 所示。3 种桥羟基 OH_A , OH_B , OH_C 在 SAPO-34 分子筛中所占比例分别为 45.7%, 10.8% 和 43.55%。

表 1 SAPO-34 分子筛的总酸量和不同桥羟基 B 酸中心浓度

参数	$\text{NH}_3\text{-TPD}$	$\text{NH}_3\text{-FTIR}$	CO-FTIR
OH_A ($\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.64	0.56	0.56
OH_B ($\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.14	0.13	0.13
OH_C ($\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.57	0.52	0.53
OH_{TOT} ($\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$)	1.32	1.22	1.22

4 形貌及粒径

4.1 形貌

扫描电镜(SEM)可以看到晶体形貌、大小、均匀程度等等不能用光学显微镜观察到的细节,有助于理解合成机理,所得晶体形貌信息可以反馈控制产物质量。周华群等^[9]对比研究了不同水热晶化时间下合成的 SAPO-34 分子筛的 SEM 照片。由图 1 可知,结晶 2 h 样品可以看出表面存在大量的 20 nm 左右的胶体颗粒,这些颗粒应该是团聚生长的基团。晶化时间延长至 4~6 h 后,结晶的样品中几乎无法看出表面的胶体。此结果说明,水热晶化所需的较长时间,并不是用于晶体形体的扩展生长,而主要在于完成团聚体内尚未完全结晶部分的晶化。随晶化时间延长,分子筛晶形逐渐趋于完美。样品晶形生长良好、轮廓清晰、晶体均匀整齐呈立方体、表面清晰、没有杂晶和模糊的胶团,说明样品晶化完全,纯度、结晶度都较高。

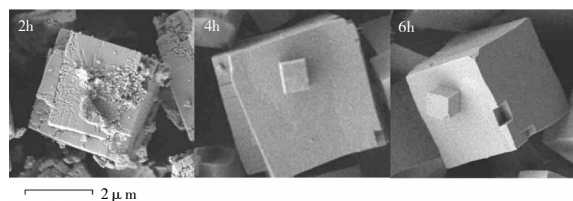


图 1 不同水热晶化时间下合成的 CHA/AEI-SAPO 分子筛的 SEM 照

4.2 粒径

模板剂对 SAPO-34 分子筛形貌和粒径影响较大。刘红星^[6]研究表明,吗啉有利于生成大晶粒的 SAPO-34,其平均晶粒度达 $35\mu\text{m}$,而四乙基氢氧化铵有利于生成比较小的晶粒,其平均晶粒度为 $1.0\mu\text{m}$ 。由三乙胺合成的分子筛晶粒度则介于以上两者之间,平均晶粒度为 $4.5\mu\text{m}$ 。由双模板剂 TEAOH- Et_3N 合成的分子筛的晶粒度远小于单纯三乙胺的合成样品,平均粒度为 $1.2\mu\text{m}$,接近于 TEAOH 合成样品;由双模板剂 TEAOH-Morpholine 合成的分子筛样品则明显含有个别超大晶粒,但绝大部分均为粒度 $1.0 \sim 5.0\mu\text{m}$ 的晶粒,其平均粒度为 $1.8\mu\text{m}$ 。

4.3 马尔文激光粒度分布

颗粒的大小称作粒度,颗粒的直径称做粒径。一般认为激光法所测的直径为等效体积直径。该方法测定速度快,不过从原理上讲颗粒越小,衍射角越大。因此,它可能更适合小颗粒。SEM 所给出分子筛

的粒径为局部样品的结果,Zhou 等^[17]采用马尔文的 Mastersizer2000 激光粒度仪分析表明,以三乙胺为模板剂水热合成的 SAPO-34 分子筛平均粒度为 3.4 μm ,平均粒度为统计分析的结果。

5 热稳定性研究

5.1 XRD

何长青等^[18]采用 XRD 检测 SAPO-34 分子筛的稳定性。结果表明,SAPO-34 分子筛在 723K 和 973K 下焙烧前后的结晶度是一样的,证明它在焙烧及其随后的降温过程中没有发生骨架破坏,具有很高的热稳定性。但是,将其置于相对湿度为 62% 的空气中若干 d(4 ~ 15 d)后,XRD 衍射强度大幅度下降。SAPO-34 分子筛在 1373 ~ 1423K 焙烧 1h 后全部崩塌为无定形物质。因此,SAPO-34 骨架结构的破坏温度高于 1300K。

5.2 原位漫反射红外光谱

漫反射红外光谱可以测量松散的粉末,避免由于压片造成的扩散影响,适用于散射和吸附性强的样品。张平等^[19]采用原位漫反射红外光谱研究 SAPO-34 分子筛的骨架随焙烧温度(823、1023、1223 K 焙烧 SAPO-34 分子筛 8h)和水热处理(773K 和 973K 下 6h)发生的变化,考察分子筛的热稳定性和湿热稳定性。结果表明,SAPO-34 骨架的吸收峰均无明显改变,表明经过高温处理,分子筛的骨架结构没有发生变化,SAPO-34 分子筛具有很高的热稳定性和湿热稳定性。

5.3 热重方法(TG)

Liu 等^[20]采用热重方法考察了以二乙胺为模板剂制备的 SAPO-34 分子筛在 50 $^{\circ}\text{C}$ ~900 $^{\circ}\text{C}$ 之间的三段失重曲线。第一失重段(损失重量 1.5wt%)发生在低温区(50 $^{\circ}\text{C}$ ~100 $^{\circ}\text{C}$),该吸热过程是由于水脱附所致。第二失重段(损失重量 13.23wt%)发生在 100 $^{\circ}\text{C}$ ~430 $^{\circ}\text{C}$ 之间,由于模板剂燃烧分解导致强放热过程。第三失重段(损失重量 1.60wt%)发生在 430 $^{\circ}\text{C}$ 以上,残留在孔道和笼中的有机物分解所致,并伴随一定的放热过程。当加热温度达到 900 $^{\circ}\text{C}$,没有发生失重现象和分子筛骨架结构坍塌,这表明以二乙胺为模板剂合成的 SAPO-34 具有较高的热稳定性。

6 水热稳定性研究

6.1 水热处理对分子筛酸性的影响

水热处理对 SAPO-34 分子筛酸性影响较大。Mee

等^[21]采用红外光谱考察了 5h、25h 水蒸汽处理后脱水 H^+ -SAPO-34 的谱图,结果表明,短时间失去大部分初始酸性,长时间失去全部酸性。 NH_4^+ -SAPO-34 脱水和脱 NH_3 后,可恢复 3600 cm^{-1} 和 3625 cm^{-1} 处的 B 酸特征振动峰。未经水蒸汽处理的 H^+ -SAPO-34 和水蒸汽处理、脱水后的 NH_4^+ -SAPO-34 在 535、573 和 645 cm^{-1} 处的骨架吸收峰较强,但在水蒸汽处理、脱水后的 H^+ -SAPO-34 未出现上述吸收峰。

6.3 水热处理对分子筛元素分布的影响

欧阳颖等^[22]对 800 $^{\circ}\text{C}$ 、100%水蒸汽水热老化处理前后的 SAPO-34 样品进行 NMR 表征,结果表明水热处理前后 ^{31}P 的化学位移($\delta = -28$)并未发生太大的变化,分子筛中 $\delta = -18$ 处的八配位铝共振峰强度明显减弱, $\delta = 38$ 处的四配位铝共振峰强度明显增强,说明在水热处理过程中一部分无定型八配位铝进入骨架转变为四配位铝。 $\delta = -95 \sim -110$ 之间的共振峰分别归属于分子筛骨架 Si(3Al),Si(2Al),Si(1Al),Si(0Al),水热处理后上述共振峰几乎消失,表明水热处理使硅在 SAPO-34 分子筛中重新分布,富硅区的硅逐渐通过取代磷,而趋向均匀分布在分子筛的骨架中,且结晶度提高。

7 结论

不同表征技术在 SAPO-34 分子筛微观拓扑结构、孔尺寸和结构、表面酸性、晶粒尺寸、晶体化学组成等物化性质的分析、检测中发挥了巨大的作用。

(1)SAPO-34 分子筛物相结构鉴定最有效、速度、准确的方法为 X 射线衍射法。根据 X 射线衍射图谱中的衍射峰角度、强度、晶面间距,可确定其中是否含有混晶、结晶度、晶胞参数。

(2)SAPO-34 分子筛骨架结构、骨架与孔道内模板剂的相互作用,根据 FTIR 分析结果确定。

(3)骨架元素组成、Al、Si、P 含量变化分析,可采用 ICP、XRF、EDX、XPS 等多种表征手段。骨架元素配位环境分析,最有效的方法是 NMR 法。

(4)SAPO-34 分子筛的形态、晶型完美程度、粒径分析可采用 SEM 进行分析,但所得粒径为局部结果。为了获得分子筛的统计粒度分布,可采用马尔文激光粒度仪进行表征。

(5)TPD 可定量分析出总酸量和酸强度,但无法区分 B 酸和 L 酸;IR 可以很好地区分 B 酸和 L 酸,但不能准确地定量。将 TPD 和 IR 两种方法的结

合可较全面、准确地得到 SAPO-34 酸性特征。

(6)SAPO-34 热稳定性和水热稳定性分析,可通过比较样品热处理、水热处理前后的 XRD 峰强度变化或衍射峰的宽化、骨架变形情况 (FTIR)、Si 和 Al 元素配位环境变化(NMR)、TG 分析结果进行监测。

参考文献

- [1] 陈俊武. 催化裂化工艺与工程[M]. 中国石化出版社, 2005.
- [2] 邢爱华, 李艺, 薛云鹏, 等. SAPO-34 分子筛应用研究进展. 工业催化剂[J]. 2010, 11(11): 10-18.
- [3] Bos ANR, Tromp PJJ, Akse H N. Conversion of methanol to lower olefins—kinetic modeling[N]. reactor simulation, and selection. Industrial & Engineering Chemistry Research, 1995, 34(11): 3808-3816.
- [4] A Izadbakhsh, F Farhadi, F Khorasheh, S Sahebdehfar, M Asadi, ZFYan. Effect of SAPO-34's composition on its physico-chemical properties and deactivation in MTO process. Applied Catalysis A: General. 2009, 364: 48-56.
- [5] GVA Martins, G Berlier, C Bisio, et al. Quantification of Bronsted Acid sites in microporous catalysts by a combined FTIR and NH₃-TPD study. J Phys. Chem, 2008, 112: 7193-7200.
- [6] 刘红星, 谢在库, 张成芳, 陈庆龄. 不同模板剂合成 SAPO-34 分子筛的表征与热分解过程研究 [N]. 化学物理学报, 2003, 16(6): 521-527.
- [7] 谭涓, 刘中民, 何长青, 等. SAPO-34 分子筛晶化机理的研究 [N]. 催化学报, 1998, 19(5): 436-441.
- [8] Lok BM, Messina CA, inventors; Crystalline silicoaluminophosphates. US Patent patent 4440871. 1984.
- [9] 周华群. 流化床甲醇 / 二甲醚制丙烯的研究 [C]. 清华大学博士学位论文, 2008, 4.
- [10] L Marchese, A Frache, E Gianotti. ALPO-34 and SAPO-34 synthesized by using morpholine as templating agent. FTIR and FT-Raman studies of the host-guest and guest-guest interactions within the zeolitic framework. Microporous and Mesoporous Materials, 1999, 30: 145-153.
- [11] 刘红星, 谢在库, 张成芳, 陈庆龄. 用氟化氢-三乙胺复合模板剂合成 SAPO-34 分子筛 [N]. 催化学报, 2003, 24(4): 279-283.
- [12] Smith L, Cheetham A K, Marchese L, et al. A quantitative description of the active sites in the dehydrated acid catalyst H-SAPO-34 for the conversion of methanol to olefins. Catal. Lett., 1996, 41: 13-16.
- [13] Flanigen EM, Paton RL, Wilson ST. Structural, synthetic and physicochemical concepts in aluminophosphate-based molecular sieve. Stud Surf Sci Catal, 1988, 37: 13-27.
- [14] Zubkov SA, Kustov LM, et al. Investigation of hydroxyl groups in crystalline silicoaluminophosphate SAPO-34 by diffuse reflectance infrared spectroscopy. J Chem Soc Faraday Trans, 1991, 87 (6): 897-900.
- [15] Ana E S ù nchez del Campo, Ana G. Gayubo, Andre's T. Aguayo, et al. Acidity, surface species, and mechanism of methanol transformation into olefins on a SAPO-34 [J]. Ind Eng Chem Res. 1998, 37: 2336-2340.
- [16] GVA Martins, G Berlier, C Bisio, et al. Quantification of Bronsted Acid sites in microporous catalysts by a combined FTIR and NH₃-TPD study. J Phys Chem, 2008, 112: 7193-7200.
- [17] Huaqun Zhou, Yao Wang, Fei Wei, et al. In situ synthesis of SAPO-34 crystals grown onto α -Al₂O₃ sphere supports as the catalyst for the fluidized bed conversion of dimethyl ether to olefins. Applied Catalysis A: General, 2008, 341: 112-118.
- [18] 何长青, 刘中民, 黄兴云, 等. 硅磷酸铝分子筛 SAPO-34 稳定性的研究 [N]. 化学物理学报, 1997, 10(2): 181-186.
- [19] 张平, 姚焱, 王乐夫. 原位漫反射红外光谱考察 SAPO-34 分子筛骨架 [N]. 广州大学学报(自然科学版): 2002, 1(6).
- [20] Guangyu Liu, Peng Tian, Jinzhe Li, et al. Synthesis, characterization and catalytic properties of SAPO-34 synthesized using diethylamine as a template. Microporous and Mesoporous Materials, 2008, 111: 143-149.
- [21] FDP Mees, LRM Martens, MJG Janssen, et al. Improvement of the hydrothermal stability of SAPO-34. Chem. Commun, 2003, (1): 44-45.
- [22] 欧阳颖, 罗一斌, 舒兴田. SAPO-34 分子筛在水热环境中的失活研究 [N]. 石油炼制与化工, 2009, 40(4): 12.

作者简介: 邢爱华 (1970 -), 女, 博士, 高级工程师, 现工作于中国神华煤制油化工有限公司北京研究院, 主要从事甲醇制烯烃催化剂和工艺开发、分离流程模拟计算及生物质高值化利用研究。

Outlines for SAPO-34 Structure and Physicochemical Properties Characterization Technique

XING Aihua ZHU Weiping YUE Guo

(China Shenhua Coal to Liquid and Chemical Beijing Research Institute, Beijing 100011, China)

Abstract: Based on the objective for analysis of SAPO-34 molecular sieve's physicochemical properties and thermal stability, the paper introduces the analysis and detection of chemical components and structure of SAPO-34 molecular sieve framework, the pore structure and chemical environment of internal pore, the micrograph and size of particle, and the surface acidity utilizing different characterization technology. The review is beneficial to understand the microscopic structure and physicochemical properties of SAPO-34 molecular sieve and the role played by different characterization technique.

Key words: SAPO-34 Molecular sieve; Surface acidity; NMR; XRD; In-situ characterization; Coordination environment

(收稿日期: 2011-7-18 责任编辑: 杨静)

合成氨一段炉旧管焊接

郝易骞

(中国神华煤制油化工有限公司包头煤化工分公司,内蒙古 包头,014010)

摘要: 介绍合成氨一段炉安装旧上升管焊接过程中分析问题以及处理问题的经过,对焊接过程中应该注意事项做了总结。

关键词: 合成氨 离心铸造 HP-Nb 焊接

中图分类号: TQ113

文献标识码: B

文章编号: 1674-8492(2012)01-073-04

鄂尔多斯联合化工有限公司是年产 60 万 t 合成氨 /104 万 t 尿素的大型中外合资企业。合成氨装置为 2 套相同的 30 万 /a 凯洛格(kellogg)型工艺流程,装置为韩国引进的二手设备,2006 年 5 月开工建设,2008 年 9 月化工投料并转入试生产。同年,11 月 8 日生产出合格尿素颗粒产品。

鄂尔多斯联合化工有限公司的一段转化炉是相同系列的 2 套凯洛格型顶烧炉,每套共 8 排,每排 40 根,总计 320 根转换管,8 根上升管,整个炉管系统悬挂于 160 个转化管弹簧及 8 个输气总管的弹簧上。根据韩国资料,1997 年 9 月对 1# 合成转化管进行了更换,1998 年 10 月对 2# 合成转化管进行了更换,用大口径的 HP-Nb 代替原设计 HK40,而 2 套装置分别于 2000 年 11 月和 2002 年 4 月相继停产,使用时间为 3~4a,使用时间不是很长,保守估计还可以继续使用 6~8a。旧管排拆解是按原管排下集气三条焊缝分 A、B、C 三组分解,B 组上升管与 107-D 输气总管从上升管管道中间切割开。现场安装就存在旧管焊接的问题,旧炉管焊接是合成氨装置一段炉检修维护的技术难题。目前一段炉炉管都是根据炉管变形情况,在使用一定期限内整体更换为主。本次利旧是因为炉管使用短,根据经验可以继续使用(炉管更换费用很大,占合成氨装置 20%~30%),综合考虑确定利旧。虽然我们提前就做好了焊接方案和焊接工艺评定,但在实际焊接过程中还是出现了问题,致使工程进度一度停滞。

1 焊接准备情况

1.1 情况介绍

拆解运回现场的炉管每排分 A、B、C 三组,按原管排下集气两条焊缝切割,B 组因上升管与 107-D

连接,拆解切割部位为 107-D 锥体水夹套 Incoloy 锻造管件与上升管焊缝向下 600mm 处。这样就有每排三道焊缝需恢复焊接,下集气管两道,上升管一道。根据原厂资料下集气材质为 Incoloy800HT,上升管为 HP-Nb,两套装置管排焊接数量为 Incoloy800HT 对接口 32 条,HP-Nb 对接口 16 条。为了对材质做进一步的确认,我们对管排做了材质光谱分析,分析数据见表 1、表 2。

表 1 上升管检测数据

Mo	Nb	Ni	Fe	Mn	Cr	Zr	备注
0.12	0.92	35.17	38.54	0.72	22.41	1.96	测点 1
0.09	1.04	35.74	37.03	0.93	24.61	0.03	测点 2

表 2 下集气管检测数据

Mo	Nb	Ni	Fe	Ti	Cr	备注
0.14	0.04	34.15	47.37	0.55	17.39	测点 1
0.13	0.03	34.33	47.50	0.67	17.00	测点 2

表 3 材质标准含量对比表

钢号	化学成分%									
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Fe	S≤	P≤
HP-Nb	0.35~0.45	2.0	≤2.0	24~27	32~37	≤0.5	0.6~1.5	余	0.03	0.03
Incoloy800 HT	0.05~0.10	1.5	1.0	19~23	30~35	Al+Ti 0.85~1.20	余	0.015	0.01	-

所测数据与原厂资料材质标准含量(见表 3)对比,化学成分与标准含量基本相当。根据韩国资料炉管更新记录和十几年来国内外类似装置的炉管更换情况,都是这两种材质,经设计单位确认,上升管为 HP-Nb,下集气为 Incoloy800HT。

1.2 材料性能

离心铸造 HP-Nb(ZG40Ni35Cr25Nb)高温合金是

在 HK-40 及其改良型的基础上研制和开发的高温合金炉管管材,目前在合成氨、乙烯生产等装置得到广泛应用。高温炉管实际服役时承受高温(最高可达到 1200℃)高压(4MPa)且连续长周期的苛刻工况,故对炉管的制造及安装质量要求非常高。离心铸造 HP-Nb 高温合金的化学成分(见表 3)。作为一种抗高温、耐高压和腐蚀的材料,含有较高的 C、Ni、Cr 等元素和强碳化物元素 Nb。较高的 C 是为了提高合金的热强度,其与合金元素形成的碳化物一方面固溶于奥氏体中,起固溶强化作用;另一方面合理分布于晶界能阻止晶界滑移,并同合金生成间隙相强化晶界,来保证合金的高温性能。同时高的 Ni 含量可形成纯奥氏体相。Cr 的加入保证了有高的抗氧化性,并可提高 Ni 的奥氏体化的能力,抑制 σ 脆相的形成,保持了奥氏体的稳定性。Nb 是强碳化物元素,它与碳形成细小的一次碳化物固溶于奥氏体,固溶强化提高合金强度,而且在使用中,使基体析出细小的 $M_{23}C_6$ 型碳化物和二次 MC 型碳化物,从而阻止了 $M_{23}(Cr,Fe)C_6$ 的大量析出和聚集长大,阻止了钢的强度和塑性的降低。同时,Nb 的加入可使晶界上碳化物独立分散和呈复杂不规则的形态,有利于阻止裂纹的倾向,因此该合金具有优异的使用性能^[1]。但是 HP-Nb 合金的焊接性较差,热裂纹敏感性大。该合金中较高的 C 和 Ni 元素,容易造成焊缝及近焊缝区的热裂纹及液化裂纹,而且该合金具有导热系数小,热膨胀系数大和冷收缩率高的特点,在焊接过程中会造成 HAZ 高温或高温停留时间长,较大热应力的作用和焊接残余应力的存在。引起 HAZ,特别是过热区奥氏体晶粒的粗大化,导致晶界弱化,耐腐蚀性降低。特别是铸造合金,微观组织的方向性强,焊缝及 HAZ 容易在合金元素、热应力、残余应力和组织的共同作用下,容易产生热裂纹和微裂纹导致机械性能下降。因此,在焊接过程中应采用线能量小的焊接方法,减少热影响区的过热程度和热应力,防止热裂纹的产生。同时用高的 Cr、Ni 以及含较高碳化物,稳定元素的焊条或焊丝焊接。

Incoloy800HT 是一种少量含有铝和钛固溶强化型 Ni-Fe-Cr 系合金,化学成分(见表 3),具有耐腐蚀、高强度、抗高温氧化等特性。焊接性能相对较好,这里主要介绍 HP-Nb 合金的焊接。

1.3 安装情况介绍

在一段炉开始安装时就提前对焊接材料进行了焊接工艺评定,材料试焊接件是采用一段炉整体拆

迁时,韩国公司库存备用炉管和下集气管。经光谱检测与安装炉管、下集气管材质相同。下集气管 Incoloy800HT 采用焊接材料为 ERNiCr-3, ϕ 2.5, 焊接方法 GTAW, 手工焊接。上升管 HP-Nb 采用焊接材料为 KHR35CT, ϕ 2.5, 焊接方法 GTAW, 手工焊接,焊接填充金属化学成分见表 4。

表 4 焊接填充金属化学成分

焊接材料	化学成分%								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	Fe	S	P
ERNiCr-3	0.03	3.03	0.31	19.40	72.1	2.2	2.50	0.006	0.007
KHR35CT	0.4	1.34	0.85	24.89	34.87	1.06	基	0.003	0.012

焊接试验所做焊接工艺评定全部合格, 监理同意进行现场焊接工作。现场安装焊接过程中下集气管焊接正常, 焊后检验全部合格。但上升管焊接出现很严重的问题, 在焊接第一层、第二层都进行 PT 检验, 热影响区发现多处裂纹, 还有焊接完成后 PT 检验热影响区也有多处裂纹, 有环向的、有轴向的裂纹, 在做打磨消除过程中, 发现裂纹有扩展现象, 焊接工作无法进行下去。安装单位随后对炉管进行了多项焊接试验, 具体如下:

(1) 旧管坡口表面堆焊, 焊接方法: GTAW 焊丝牌号 KHR35CT, 焊接电流 95 ~ 110A, 焊接极性 DC+, 焊接速度 9 ~ 12cm/min, 预热温度 50℃, 层间温度 50℃ ~ 150℃, 焊后保温缓冷。焊后 PT 检验发现堆焊焊缝表面有多处缺陷, 打磨后检验显示为微小裂纹, 且越磨越深。

(2) 旧管、新管横断面表面堆焊、对接焊, 焊接工艺相同。经 PT 检验, 旧管打底、填充、盖面均发现有裂纹, 位置位于热影响区及母材上, 新管打底、填充、盖面未发现缺陷。

经过焊接试验以及对相关资料分析研究形成如下意见: ①上升管经过高温、高压、多种介质长时间接触使用其材料组织、成分有变化。②上升管拆解部位不合理, 不应在管道中间切割, 上升管上下都是与 Incoloy 锻件焊接, 应该在上升管与 Incoloy 锻件焊缝处切割。③焊接工艺和焊材有问题, 以及安装单位对旧管焊接经验少, 对旧管焊接知识、资料没有研究和施工经验。④国内外所有项目, 在进行一段炉竖琴管排施工时, 都仅在图纸中提出关于转化管、上升管的制造检验要求, 而整个管系的焊接工作均由专业炉管供货厂家负责完成。由于炉管材料(如 supertherm、

HP-Nb 等)在 ASME 等国际通用标准中都没有收录,详细的技术指标都是按照炉管厂商提供的数据,所有的焊接材料都是炉管专业厂商,根据其自己的炉管牌号,专门开发生产的,焊接技术要求也是炉管专业厂商,自己根据自己的炉管材料自行制定。炉管厂商对旧管焊接也有一定的经验,焊接材料和焊接工作由厂家具体承担比较好。⑤为不影响一段炉整体安装工作,以及整个系统试开车时间,决定两手准备,紧急采购新的上升管与旧管焊接同时进行的方案。

现场焊接工作无法进行下去,严重影响一段炉安装进度,以及整个系统试车工作。研究相关资料和对旧炉管做综合检测,旧管的焊接是可行。决定 1# 合成氨更换新上升管道焊接,2# 合成氨请炉管厂商焊接旧管道。焊接前做试焊接和焊接工艺评定工作。为了不影响整个工程进度计划(旧管焊接时间短,新管到货最快一个月)以及保证一套合成氨系统能长周期稳定运行,保证焊接炉管不出问题,确定上面施工

方案。对旧管道焊接施工中也出现了一些小的问题,经过处理,都得到了解决,按计划完成了 2# 合成氨系统节点计划进度。

2 旧管道焊接难题的解决以及需注意的问题

现场下集气管焊接质量非常好,通过对比两种管材和所用焊接材料的化学成分,发现管材化学成分非常相近,焊接材料 Ni 含量相差却很大, Ni 含量高,可以有效避免热裂纹的形成,为此确定采取高 Ni 含量的 Incoloy82 焊接材料试焊接。

2.1 焊接过程

这次焊接采用 Incoloy82 焊丝焊接,焊接方法:GTAW 焊丝牌号 Inconel82 ϕ 2.4mm,焊接电流 100 ~ 150A,焊接极性 DC+,焊接速度 0.8 ~ 1.5mm/s,层间温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$,焊后保温缓冷,氩气保护气体纯度在 99.99%以上,保护气和背衬气流量控制在 8 ~ 15 l/min,焊丝化学成分见表 5。

表 5 Inconel82 化工成分表(%)

允许范围	C	Cr	Ti	Si	Ni	Mn	Nb	Fe	Cu	S	P	其它
	≤ 0.1	18 ~ 22	≤ 0.75	≤ 0.5	≥ 69	2.5 ~ 3.5	2.0 ~ 3.0	≤ 3.0	≤ 0.5	≤ 0.015	≤ 0.03	≤ 0.5
实测	0.023	20.23	0.33	0.03	余量	2.79	2.45	0.95	0.01	0.0019	0.0019	≤ 0.5

试焊接中,第一层焊后检测也发现很小微裂纹,数量很少。根据厂商经验出现这种现象比较正常,经过处理可以继续焊接。以前一般的做法是用小磨头打磨,检测合格继续焊接。厂商不允许用磨头打磨,采用电动小铣刀头去除微裂纹后焊接,这种方法可以有效避免裂纹扩展。经过这种方法处理,各层焊接完成,PT 检测合格全部合格,射线探伤全部合格,部分非常小的点可以直接焊接覆盖。经过几次试焊接,焊接工艺评定合格,以满足现场施工焊接。

2.2 焊接注意事项

(1)镍极易被硫、铅等杂质污染产生脆化,形成热裂纹。焊接前必须认真清理母材表面的氧化层以及油污、灰尘等杂物,单侧坡口 20mm 内外表面都要用金属铣刀,去除 0.5mm 左右厚度的母材表面,再用有机溶剂清洗(丙酮)。

(2)焊接坡口要满足焊接作业,钝边适当减小。HP-Nb 型管道材质导热性差,焊接前预热容易因过热引起晶粒长大,焊接前不需要预热,层间温度控制在 150°C 以下,为避免高温裂纹,要降低热输入量。

(3)施工焊接时必须要有防风措施,否则保护气体易受风的影响而致气体保护不良,使焊缝恶化而发生气孔,打底时须背吹保护气。在打底焊接开始时,背衬气流量大一点,封口时可适当关小,防止管内压力过大,增加焊接难度。

(4)对打磨好的坡口要进行 100%的着色探伤检查,合格后清洗焊接。

(5)打底完成、第三层完成,以及盖面完成分别要做着色探伤检查。对有问题的部位进行修复,一定要用金属铣刀去除修复部位,铣刀去除能以极小的热输入铣掉裂纹部位,避免裂纹扩展,着色合格后焊接,如缺陷比较多要加大探伤层数检查。对特别小的微裂纹可以不处理,在焊接时可以自行熔融消除。

(6)焊接完成后要 100%着色探伤和射线探伤合格。

一段炉经过原始开车,以及试生产两年多,原始开车各类事故加上正常检修停车,一段炉升温升压、降压降温次数都在十多次以上,两套合成氨装置一段炉管经受住了多次冷态、热态交替过程,炉管焊接处经过检测没有发现问题,经过实践的检验,说明焊

接工作是很成功的,旧炉管焊接是完全可行的,为以后一段炉旧管道焊接工作提供了很宝贵的经验。

3 结束语

总结这次焊接工作有以下几点值得大家注意:

(1)使用过的炉管和新炉管焊接在焊材的选择上要注意,一般选择是焊接材料与母材的主要化学成分应尽量相近,以保证各项性能与母材相当。但旧管道焊接选择高一档镍基合金材料,能有效保证焊缝使用性能。

(2)炉管旧管道更换最好不要在管道中间更换,在炉管与 Incoloy 锻件焊缝处切割焊接比较好。因为

Incoloy 锻件的焊接性能很好,能保证焊接质量(原焊肉去除焊接)。

(3)旧炉管焊接要有一定经验,对焊接工作进行很重要,对一些小的焊接缺陷能及时处理和避免,以保证焊接质量。

参考文献

- [1] 美国镍基高温合金[M].北京科技出版社,1978.
- [2] 美国金属学会.金属手册[M].北京机械工业出版社,1994,第6卷.

作者简介:郝易骞(1977-),现任中国神华煤制油化工有限公司包头煤化工分公司机电仪中心设备工程师。

On the Welding of Old Pipe of Synthesis Ammonia Primary Reformer

HAO Yiqian

(Batou Coal Chemical Industry Branch of China Shenhua Coal Liquefaction Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014010, China)

Abstract: This paper introduces the process of analyzing and dealing with the problems in the course of the welding of old ascension pipe of synthesis ammonia primary reformer, and then summarizes the matters needing attention in the welding process.

Keywords: Synthesis ammonia; Centrifugal casting HP-Nb; Welding (收稿日期:2011-6-2 责任编辑:杨 静)

科技动态

国华台电“电网节能调度实时煤耗在线监控系统”获国家实用新型专利

本刊讯 近日,国华台电公司“电网节能调度实时煤耗在线监控系统”获得国家实用新型专利,有效期10年。

国华台电“电网节能调度实时煤耗在线监控系统”于2009年12月份申请专利技术,经国家知识产权局的严格审查及公示,被正式授予实用新型专利证书。该技术通过利用SIS系统实时生产数据计算在线煤耗并集中展示在中调主站系统,通过对各类发电机组按照能耗和污染物排放水平排序实现优化节能调度,同时通过耗差分析,指导电厂降低煤耗。

“电网节能调度实时煤耗在线监控系统”是国华台电实施“建五型,创一流”战略后取得的第2项专利技术。近年来,国华台电通过提升人员素质,加强知识产权培训与管理,加大专利技术提取范围和深度,持续提升公司的科技创新能力和水平,不断向国际一流企业迈进。

(神华集团科技发展部供稿)

神朔铁路钢轨性能对比分析

黄 鹏¹ 吴庆辉² 王慧敏² 杨忠民²

(1. 神朔铁路分公司运输管理部,陕西 神木,719316;2. 钢铁研究总院结构材料研究所,北京,100083)

摘 要: 对神朔铁路现有钢轨与国外重轨,从成分、低倍组织、金相、显微组织、夹杂物等方面进行了对比分析,并对钢轨的力学性能进行了实验研究,对几种钢轨的综合性能进行了评价。结果表明,神朔铁路现在使用的 3 种钢轨,其性能均满足标准中对相应性能的要求,但 3 种钢轨之间的各项实际指标却有一定的差异。针对重载铁路线的特点,U75V 在重载线路的使用性能要优于 U71Mn,要进一步提高合金轨的性能,细化晶粒和轧后热处理是其重要手段。

关键词: 钢轨钢 重载线路 热轧轨 合金轨

中图分类号: U2

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-077-04

神朔铁路是我国继大秦铁路之后,第二条西煤东运的大通道。正线全长 266km,单线设计运输能力为 3500 万 t,复线全线贯通后的运输能力为 1.4 亿t/a。目前,神朔铁路由于神华集团生产对运力的巨大要求,使得铁路车辆通行密度远远超过设计负荷,占用了维护时间,迫使不少钢轨带病使用。随着运量的超负荷增加,钢轨损伤极其严重。为保障铁路运输安全,提高钢轨使用寿命,本文对神朔铁路现有钢轨与国外重轨,从成分、低倍组织、金相、显微组织、夹杂物等方面进行了对比分析,并对钢轨的力学性能进行了实验研究,对几种钢轨的综合性能进行了评价,为神朔铁路分公司内部建立钢轨质量评价体系提供科学依据。

1 实验材料与方法

本次实验选取了神朔铁路现有 3 家主要供应商的钢轨 1#、2#、3# 和某国外重轨 4# 作为研究对象,其中 1# 的牌号为 U71Mn,2#、3# 牌号为 U75V,4# 为过共析钢轨。表 1 列出了铁标(TB/T2344-2003)中对于这两种牌号钢轨化学成分的要求。

表 1 钢轨牌号及其对化学成分的要求^[1]

牌号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	V	Nb
U71Mn	0.65~0.76	0.15~0.35	1.10~1.40	≤0.030	≤0.030	≤0.030	≤0.010
U75V	0.71~0.80	0.50~0.80	0.70~1.05	≤0.030	≤0.030	0.04~1.12	≤0.010

注:对于 U71Mn 牌号,V 和 Nb 为残留元素;对于 U75V 牌号,Nb 为残留元素。

实验方法参照 TB/T2344-2003 中钢轨检验的相关要求取样和实验,标准中没有规定的,按照实验对应的国标进行实验。

2 实验内容与结果

2.1 实验钢轨化学成分测定

在钢轨中部取 25×25×40 的试样,利用直读光谱法测定 4 种实验材料的化学成分,结果见表 2。

表 2 实验钢轨的化学成分(%)

编号	C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Cu
1#	0.69	0.22	1.31	0.022	0.021	-	<0.01	0.047
2#	0.74	0.70	0.95	0.013	<0.005	0.097	<0.01	-
3#	0.70	0.67	0.87	0.013	<0.005	0.062	<0.01	-
4#	0.81	0.27	1.03	0.014	0.008	-	<0.01	0.31

将成分分析的结果对比铁标要求的化学成分来看,1#、2# 各成分的控制都符合标准中规定的范围,3# 碳含量略低于标准的要求,4# 过共析钢轨中含有 0.31%的铜。

2.2 实验钢轨的低倍组织

利用热酸对磨光后的钢轨横截面进行酸浸后,在体视显微镜下观察钢轨低倍组织,对 4 种钢轨的低倍组织进行了评定,评定结果见表 3。

表 3 低倍组织检验结果

编号	牌号	中心偏析(mm)	备注
1#	U71Mn	25	轨腰有不连续的中心
2#	U75V	35	偏析,无
3#	U75V	40	GB2585-2007 中其它不允许缺陷
4#	-	65	30mm 和 35mm 两条

根据铁标 TB2344-2003 附录 B, 钢轨横向酸浸试片上不允许的缺陷, 延伸至轨头或轨底超过 25mm 的分散分布的偏析判为不合格, 而本次实验的 4 种钢轨均没有此类缺陷, 判定结果都为合格。

2.3 实验钢轨的金相组织

利用蔡司金相显微镜在 500 倍的放大倍数下对 4 种钢轨轨头部分踏面到踏面以下 15mm 范围内 3 个位置的金相组织进行了观察, 4 种钢轨金相组织形貌如图 1 所示, A、B、C 分别表示距踏面 2mm、8mm 和 14mm 的位置。

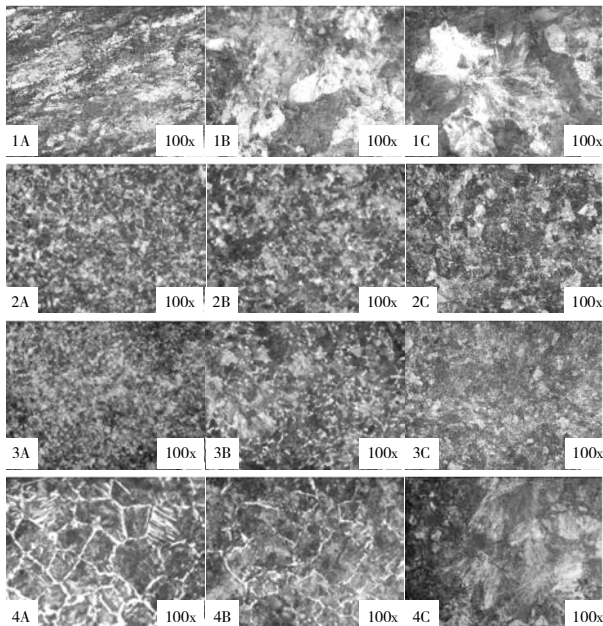


图 1 4 种钢轨的金相组织变化(500X)

从对 4 种钢轨的金相观察看出, 除 4# 以外, 其余 3 种钢轨的组织中, 1# 钢轨的组织全部为珠光体, 2#、3# 的钢轨组织中除珠光体外, 还有一定量的先共析铁素体组织。组织观察中没有发现珠光体和先共析铁素体以外的组织。在含有先共析铁素体的 2#、3# 钢轨中, 先共析铁素体含量最多的是 3#, 其次是 2#。

4# 钢轨的轨头外层组织中, 有板条状铁素体树枝晶, 且其网状铁素体的大小明显要比其它几种钢轨的大, 这可能与轧制过程中控制轧制和控制冷却的速度和温度有关。

2.4 实验钢轨的显微组织与珠光体片层大小

在 HITACH-S4300 扫描电子显微镜下, 对 4 种钢轨的显微组织进行了观察, 对珠光体片层的厚度进行了测量。图 2 是 4 种钢轨 2000 倍下的微观形貌, 图 3 是 4000 倍下珠光体片层的测量结果, 表 4 是根据测量结果估算的珠光体片层的厚度。

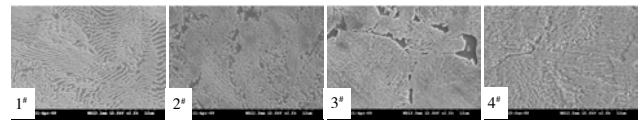


图 2 钢轨微观组织形貌(2000X)

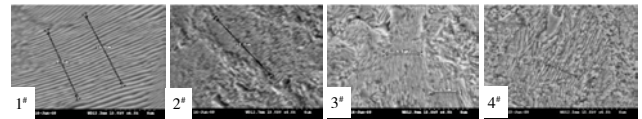


图 3 珠光体片层测量结果(4000X)

表 4 钢轨珠光体片层估算值(μm)

	1#	2#	3#	4#
5mm 处	0.311	0.152	0.105	0.225
15mm 处	0.307	0.133	0.090	0.208

对于珠光体钢, 其微观组织珠光体片层间距的大小直接与生产工艺有关, 并且影响到钢材的最终性能。轧制淬火在 650℃ ~ 600℃ 形成的片层较薄的细珠光体(片间距约 80 ~ 150nm), 称为索氏体(sorbite)。在 600℃ ~ 550℃ 形成的片层很薄的极细珠光体(片间距 30 ~ 80nm)称为屈氏体或托氏体(troosite)。微观组织及对应的特征参数见表 5。

表 5 微观组织及其对应参数

组织类型	形成温度(℃)	片层间距(μm)	硬度值(HRC)	硬度值(HV)
珠光体	Ar1~650	0.50~0.70	<25	<255
索氏体	650~600	0.08~0.15	25~33	255~312
屈氏体	600~550	0.03~0.08	33~43	312~411

从珠光体片层的微观观察中, 在距表层 15mm 范围内, 2#、3# 的组织为细珠光体即索氏体组织和先共析铁素体组成, 1# 的组织为珠光体组织, 4# 为较细片层的珠光体组织。细化有利于提高钢轨的综合强韧性能。3# 和其它几种钢轨相比, 组织中先共析铁素体含量占有一定比例, 这使得其强度与韧性配合的综合性能比其它钢轨更好。4# 钢轨含碳量为 0.81%, 碳含量在过共析范围, 其基体组织为完全的珠光体组织。对于共析钢钢轨, 获得索氏体组织的工艺为欠速淬火。因此, 可以断定 2#、3# 钢均采用了轨头热处理工艺。

2.5 实验钢轨的夹杂物含量评定

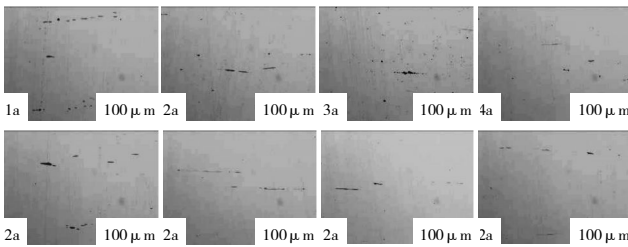
在金相显微镜下, 依照 GB/T10561《钢中非金属夹杂物的显微评级方法》, 对 4 种钢轨夹杂物的类别、级别进行了评定, 评定结果见表 6, 夹杂物形貌如图 4 所示。

根据 TB/T2344 中的规定, 钢轨的非金属夹杂物级别应符合: A 类夹杂物(硫化物)不应超过 2.5 级; B

类夹杂物(氧化铝)、C类夹杂物(硅酸盐)和D类夹杂物(球状氧化物)均不应超过2.0级。结果表明,4种钢轨夹杂物均满足标准规定。从对夹杂物的评定结果中可以明显看出,2#和3#钢轨夹杂物较少,4#最少。其中,3#的A类夹杂物级别又比2#的更低,B类夹杂3#相对较多。

表 6 钢轨中的夹杂物分类与评级

编号	A类		B类		C类		D类		DS类	
	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系
1#	1.0	2.5	0	0	0	0	0	1.0	0	0
2#	1.0	2.0	0	0	0	0	0	1.0	0	0
3#	1.0	1.0	1.0	0.5	0	0	0	1.0	0	0
4#	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0	1.0	0	0



(a表示粗系,b表示细系)

图 4 钢轨中夹杂物形貌(100X)

2.6 实验钢轨的力学性能

2.6.1 拉伸性能检验

按照铁标的规定,分别在轨头、轨腰和轨底的位置取样,试样按照拉伸实验的标准试样进行加工后,在 MTS 材料试验机上对 4 种钢轨的拉伸性能进行了测定,实验结果见表 7。

表 7 钢轨拉伸实验结果

编号	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	断后伸长率 (%)	备注
1#	930	520	13.52	
2#	985	555	11.82	
3#	1054	605.4	12.7	
4#	1270	815	9.5	断后收缩率 19%

钢轨拉伸测试结果表明,牌号 U71Mn 的 1# 强度低于 U75V 钢轨和国外钢轨,而延伸率高于其它 3 种钢轨。在 U75V 成分的两种钢轨中,3# 钢轨的强度比 2# 钢轨的强度要高,而且 3# 钢轨在高强度的同时,还保持了很好的延伸性能。4# 的强度均高于其他 3 种钢轨,但延伸率较低。

2.6.2 硬度检验

按照铁标 TB/T2344 中的规定位置,见图 5,测定

钢轨截面硬度分布。实验在恒一韦氏硬度计上测定,实验加载载荷为 5000g,硬度测定的结果见表 8。

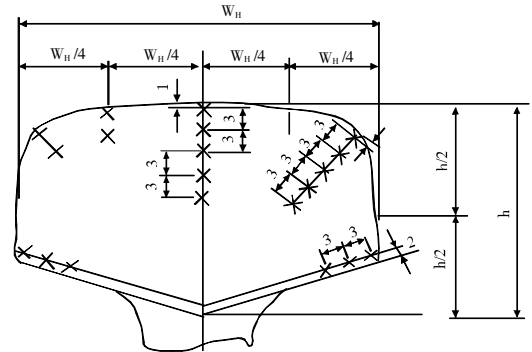


图 5 轨头硬度测定位置

表 8 轨头截面硬度测定结果(HV)

编号	位置 1	位置 2	位置 3	位置 4	位置 5	位置 6	位置 7
#1	310.8	396.7	452	407.3	352.4	405.7	381.1
	305.7	330	330	304.8	318.0	323.4	290.4
	302.8			293.2		284	274.5
	279.6	340.3	269.5	317.9	280.5	348.6	311.8
#2	259.1	316.9	289.5	272.8	303.8	258.3	323.4
	278.7			253.8		306.7	293.1
	396.7	367.5	358.5	408.8	340.3	362.4	359.8
	346.2	313.8					
#3	329.9	364.9	328.9	356.1	347.4	298.9	324.4
	354.7			328.9		372.8	341.4
	288.6	274.5	284.9	305.8	265.4	252.9	281.4
	248.5	294.1					
#4	363.8	380.8	354.8	353.1	382.8	371.2	386.8
	349.6			367.5		353.9	328.3

注:图 6 中测定位置自左向右依次对应表中位置 1~7。

按照 TB/T2344 标准,硬度检测结果表明,1#、3#、4# 均采用了一定的热处理工艺。但是从性能上分析,1# 和 3# 不能按照热处理钢检验。2# 硬度相对较低为热轧钢轨。4# 硬度值较大,可能经过欠速处理。

2.6.3 冲击韧性检验

在摆锤冲击试验机上对 4 种钢轨的冲击韧性进行了测定,试样按照冲击试验的标准试样进行加工,冲击缺口为 U 形缺口。试验分别在 0℃ 和 -20℃ 下进行测定,实验结果见表 9。

表 9 钢轨冲击韧性实验结果(U 形缺口)

	1#	2#	3#	4#
-20℃	14,18,11	33,13,28	14,10,14	6,6
平均值	14.3	24.7	12.7	6
0℃	10,6,18	38,29,33	16,12,24	6,7
平均值	11.3	33.3	17.3	6.5

从冲击实验的结果来看, 2# 钢轨的冲击韧性优于 3# 钢轨, 4# 的冲击韧性最差。对于 4# 而言, 其含碳量为 0.81%, 高于其它钢轨, 钢的冲击韧性随含碳量上升而下降, 所以它的冲击韧性比较低。

2.6.4 断裂韧性检验

为评估 4 种钢轨在裂纹出现后, 材料抗裂纹扩展的能力, 对 3 种钢轨(4# 钢轨的规格不满足试样尺寸) 的断裂韧度进行了测定。试样的加工按照铁标 TB/T2344-2003 中的要求进行加工, 实验在钢铁研究总院结构材料研究所 MTS880 万能实验机上进行, 实验结果见表 10。

表 10 钢轨断裂韧度实验结果

编号	实验温度	最大载荷 P_{max} (kN)	条件载荷 P_q (kN)	P_{max}/P_q	$2.5 (Kq/\sigma_y)^2$	K_{Ic}
1#	26℃	46.4	31.99	1.45	42.8	68.0
2#	26℃	20.76	17.83	1.16	14.2	42.0
3#	26℃	26.72	25.8	1.04	19.9	54.0

从 3 种钢轨断裂韧度的对比试验中得出, 1# 的 K_{Ic} 值最高, 其次是 3#。由于 1# 钢轨为 U71Mn 合金成分决定了其断裂韧性相对较高, 与 2# 和 3# 钢轨不具可比性。对比 2# 和 3# 钢轨断裂韧性数据表明 3# 钢轨具有明显较高抗断裂韧性性能。

3 实验结果分析

从以上各项检验结果来看, 神朔铁路现在使用的 3 种钢轨, 其性能均满足标准中对相应性能的要求, 但 3 种钢轨之间的各项实际指标却有一定的差异。2#、3# 作为加入了合金元素钒的合金轨, 其强度高与普通轨 1#。钒在钢轨中, 可以通过影响奥氏体的再结晶而细化奥氏体晶粒, 通过对珠光体片层的观察也印证了这一结论。同时, 钒还可以通过形成碳化钒等第二相粒子起到弥散强化的作用。从夹杂物的评测结果看, 由于近年来各大钢铁企业连铸及炉外精炼技术的改进, 钢轨中的各种夹杂物已经基本能控制在 1.0 级以下, 比较实验的四种钢轨, 3# 和 4# 的夹杂物控制更加严格, 这对于降低钢轨的断裂敏感性有很大的益处。从钢轨轨头硬度测定结果来看, 外层区域内硬度分布的波动性比较大, 硬化层内硬度值在临界值上下有起伏, 这表明钢轨生产中轨头局部热处理工艺技术还有待进一步提升。对照冲击韧性和断裂韧性测定的结果, 发现两者之间的一致性不是很好。一方面, 这是由于冲击韧性和断裂韧性测

定过程中, 对于夹杂物和其它缺陷的影响比较敏感, 特别是冲击韧性, 测定结果会出现偏差。另一方面, 冲击韧性和断裂韧性之间的关联性, 会因为材料的不同而有较大差异。一般而言, 断裂韧性是以断裂力学为基础的, 断裂判据可以把断裂韧性和外加应力、构件缺陷等紧密联系起来, 它比冲击韧性更有代表性。

神朔铁路作为一条运输煤炭的重载线路, 选用钢轨时, 强度和耐磨性是首要指标, 对在线钢轨伤损情况的统计也表明, 牌号为 U71Mn 的在线钢轨, 其磨损速度远高于 2# 和 3#, 因此对于重载铁路而言, 应更多的考虑使用合金轨。然而, 针对神朔铁路小半径反向曲线段断轨、裂纹、擦伤等病害多发的情况, 从钢轨的选择角度, 不能只注重钢轨的强度和硬度, 应选择强韧性综合性能优良的钢轨, 并在关键位置适当选择热处理轨来代替热轧轨, 以更好的保证钢轨的服役性能和铁路安全。

4 结论

神朔铁路现在使用的 3 种钢轨, 其性能指标均满足相应标准的规定, 属于合格产品。但针对重载铁路的特点, U75V 在重载线路的使用性能要优于 U71Mn。

晶粒细化可以使钢轨的强度和韧性综合性能得到改善, 轧后热处理可以使钢轨表面形成硬度和耐磨性更高的硬化层, 细化晶粒和轧后热处理是进一步提高钢轨使用性能的重要手段。

对于小半径反向曲线路段多, 线路繁忙, 运输任务重的现实情况, 建议神朔铁路钢轨采购验收, 特别是钢轨的夹杂物含量、强度、硬度和断裂韧性方面, 应采用比国标和铁标规定指标更为严格的标准, 以确保钢轨的良好性能, 减少因伤损和换轨带来的损失。

参考文献

- [1] TB/T2344-2003, 43kg/m~75kg/m 热轧钢轨订货技术条件[S]. 中华人民共和国铁道部, 2004, 2.
- [2] GB 2585-2007, 铁路用热轧钢轨[S]. 中国标准出版社, 2007, 8.

作者简介: 黄鹏(1976-), 工程师, 现供职于神朔铁路分公司运输管理部。

在朔黄线推广锚段关节式电分相的探讨

温志萍

(神华朔黄铁路发展有限责任公司,河北 肃宁,050405)

摘要: 分析了朔黄线原有的器件式分相绝缘器结构中存在的硬点现象严重、接触线磨损增加、容易形成电弧烧损接触线和受电弓、牵引变电所不能实现越区供电等缺陷,提出了解决该类缺陷的可行性方案,利用七跨绝缘锚段关节式分相克服了原结构的不足,从而实现了越区供电的灵活性。

关键词: 锚段关节式 电分相 推广

中图分类号:U2

文献标识码:A

文章编号:1674-8492(2012)01-081-03

1 引言

目前,朔黄线全线使用的分相绝缘器系郑州铁路局西安科学技术研究所研制并生产的 XTK-1.25、XTK-1.6 等型号的器件式分相绝缘器。由于朔黄线西段(0~256km)多为崇山峻岭地区,高海拔且大部分地段地形险要,中间站分布受地形限制,分相绝缘器的安装位置大多为曲线区段,只有少量为直线区段,西段布局尤为突出。经过朔黄线电气化近 10 年的运行实践,器件式分相绝缘器结构表现出的缺陷也越来越明显。具体表现在:第一,安装在曲线区段的分相绝缘器调整困难,负弛度和倾斜角度难以保证,经常出现电力机车受电弓经过时,对分相绝缘器造成较大冲击的现象,缩短了受电弓和分相绝缘器的使用寿命。第二,一旦电力机车由于人为原因或设备故障(自动过分相装置)出现带电通过分相时,造成分相绝缘器因表面放电而烧损,或承力索分段绝缘子串(或硅橡胶绝缘子)被击穿。第三,随着分相绝缘器接头线夹处 GLCN-250 导线磨损量的增加,必要时两端需截断重新制作接头,势必造成中性区距离的延长,增大了电力机车通过分相绝缘器时的难度。由于该结构的缺陷给供电专业检修工作带来了很大的被动性,从而增加了检修工作量,降低了天窗的检修效率。随着朔黄线运量每年千万吨级的增长,天窗次数和天窗可利用时间在不断压缩,给这种被动检修带来了很大的局限性。再者,随着朔黄线万吨单元列车的增量开行,两万吨列车的试验运行,这种被动局面也将是供电专业发生故障甚至事故的潜在不安全因素和隐患。本文就该类缺陷针对性地提出了解决途径和可行性方案。

2 缺陷分析

朔黄线各牵引变电所、分区所(AT 所)所在的中间站一侧进(出)站附近均设有器件式分相绝缘器,其设置位置如图 1 所示。

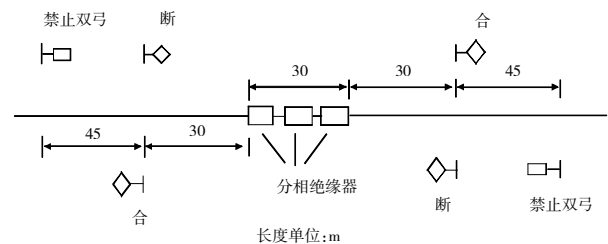


图 1 朔黄线器件式分相绝缘器设置位置图

由于器件式分相绝缘器一组包括 3 套绝缘器件,且要求这 3 套绝缘器件布置在 30m 的间距内,按照铁道部铁运[2007]69 号文件《接触网运行检修规程》第 112 条之规定:双线区段,在列车运行方向为千分之一的上升坡度;单线区段,为 $50\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 的负弛度。因此,对于 3 套绝缘器件负弛度的调整非常困难,加之朔黄线特有的地理条件和地形特点,一旦负弛度不能够得到保证,当电力机车通过分相绝缘器时,机车受电弓会对分相绝缘器造成较大的冲击,特别是运行方向分相接头线夹处尤为明显,缩短受电弓滑板和分相绝缘器的使用寿命,严重时还会发生自动降弓等弓网故障;一旦电力机车由于人为原因或设备故障带电通过分相时,分相绝缘器因表面放电而烧损或造成承力索分段绝缘子串(硅橡胶绝缘子)烧损或击穿,无谓地增加了故障停电的概率,给接触网的日常检修和维护工作带来了较大挑战,严重时还会造成受电弓损坏或断线形成事故,影响日常行车的正常组织和实施。按照铁道部铁运

[2007]69 号文件《接触网运行检修规程》第 30 条之规定:分段、器件式分相绝缘器静态检测的周期是每隔半年检测一次。但该隐患的存在,使得各供电工队接触网作业组对于分相绝缘器的静态检测周期大大地缩短,占用天窗点内的时间相应地越来越多,给供电专业检修工作带来了很大的被动性和不确定性。一方面,需要花费更多的人力、物力;另一方面,还不能从根本上保证检修质量和检修时间。同时,接触网重点设备的巡视周期(包括分相绝缘器)就得缩短,天窗时间内停电检修及调整的次数就得增加,造成天窗检修效率的下降,增加了劳动成本。

3 改造方案

结合原有器件式分相绝缘器的不足及朔黄线的实际,采用高速电气化铁道上普遍应用的七跨绝缘锚段关节式分相结构取代现有的器件式分相绝缘器,克服了普通器件式分相绝缘装置硬点现象严重、接触线磨损耗增加、形成电弧烧损接触线及受电弓等缺陷。

将器件式分相绝缘器改造成绝缘锚段关节式分相后,除了可以消除器件式分相绝缘器的弊端外,还可以非常方便地进行越区供电。

器件式分相绝缘器在牵引变电所不能实现越区供电,虽然在分区所(AT 所)可部分实现越区供电,但供电的灵活性相对不够,停送电时间较长,而锚段关节式分相却具有如下优点:

- ①当牵引变电所一边供电臂失电需越区供电时,可用同一变电所的 1#、2# 馈线与 3#、4# 馈线相互越区供电,而不需要调整保护定值(因为馈线的主保护为阻抗保护)。
- ②需要跨越分区所越区供电时,分区所内的越区隔离开关与分区所接触网分相的网上隔离开关互为备用,确保越区供电成功。
- ③当需要采用越区法处理列车停于无电区故障时方便快捷,供电调度员通过远动系统在几分钟左右即可完成。

3.1 方案介绍

结合区锚和站锚 I、II 的原有位置,尽可能地利用原有的锚段关节,综合布置新的锚段关节。根据原器件式分相绝缘器和区锚、站锚 I、II 的距离,让其提前下锚或适当延长原锚段,在现有分相绝缘器附近下锚,根据朔黄线中间站东、西两侧的具体地形特点以及现器件式分相绝缘器原来的布置位置,采用七跨绝缘锚段关节完成倒换。改造后的七跨绝缘锚段

关节式分相结构示意图(曲线区段)如图 2 所示。

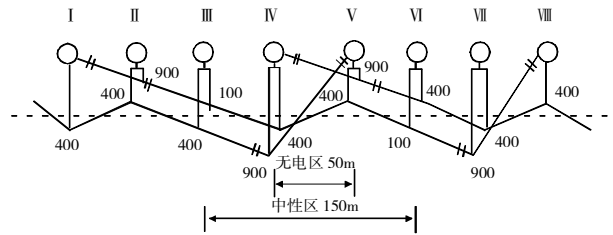


图 2 改造后的七跨绝缘锚段关节式分相结构示意图

从图 2 中可看出,在七跨绝缘锚段关节中,加入一个七跨长的中性嵌入线,中性嵌入线要保证在中间 5 个跨距内是绝缘的。该中性线从左侧第 3 根支柱起变为工作支,直到第 6 根嵌入支柱后变为非工作支,其中有 3 个跨距处于工作状态,大概保证有 100~150m 长度的中性区。

3.2 应用前景

以朔黄线上的中间站 - 东冶站为例,原上、下行器件式分相绝缘器所在的公里标为 K129+726m,原上、下行区锚和站锚 I、II 均在分相绝缘器前方靠东冶侧两个跨距后下锚,东冶站西岔区现器件式分相绝缘器局部平面布置图如图 3 所示。

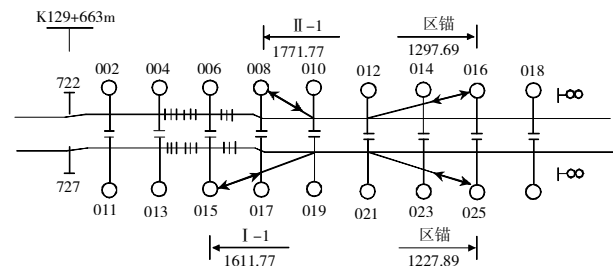


图 3 现有器件式分相绝缘器在东冶站的局部平面布置图

结合东冶站 3.5 亿 t 扩能改造工程,利用原上、下行区锚和站锚 I、II,将原器件式分相绝缘器改造成绝缘锚段关节式分相。因为现有锚段关节在设计 and 施工时为绝缘锚段关节,由于朔黄线现运行方式和停电作业方式的简化而将其短封按非绝缘锚段关节来对待(如图 3 所示),只需在此基础上增加 1 段七跨的渡线、1 套硬锚、1 套全补偿装置(根据改造成本也可使用半补偿装置,另外一端使用硬锚)、8 个分段绝缘子串(硅橡胶绝缘子)、2 套地锚、2 根拉线、2 套网上隔离开关即可。通过施工天窗点,2 台供电作业车即可完成倒换,而且也不影响既有线正常的行车组织和运输生产,可见该方案在技术上是可行的,消除了原器件式分相绝缘器的所有缺陷。

按照目前朔黄线使用的 XTK-1.25 GL250 每套价

格为 5400 元,XTK-1.6 每套价格为 7600 元来测算,改造后的绝缘锚段关节式分相其经济性非常明显。虽然改造初期一次性投资稍大,但改造后其运营成本会降低很多。改造后的东冶站西岔区七跨绝缘锚段关节式分相局部平面布置图如图 4 所示。

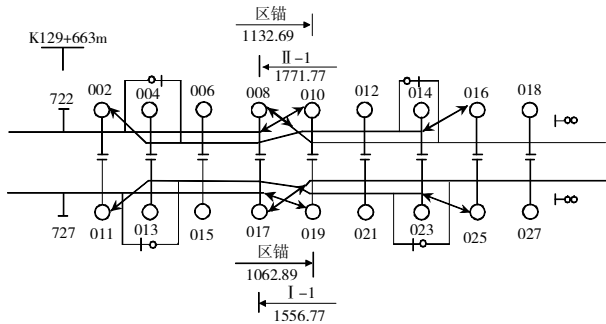


图 4 改造后七跨绝缘锚段关节式分相在东冶站的局部平面布置图

4 结论

通过对朔黄线现有器件式分相绝缘器在运行和日常维修中存在缺陷的分析和探讨,采用绝缘锚段

关节式分相取代现有的器件式分相绝缘器作为替代方案。通过改造,将有效地消除原缺陷带来的不利影响,减少供电工队检修的工作量,而且节省了运营成本,消除了供电专业发生故障或事故的潜在不安全因素和隐患,提高了检修效率。

参考文献

- [1] 中华人民共和国铁道部.铁路技术管理规程[M].北京:中国铁道出版社,2006.
- [2] 中华人民共和国铁道部.接触网运行检修规程[M].北京:中国铁道出版社,2007.
- [3] 铁道部第三勘测设计院.接触网悬挂安装图(一)[M].天津:铁道部第三勘测设计院印刷厂,1998.
- [4] 梁艳明,赵晓娜,刘京童,等.客运专线电分相锚段关节形式的比较分析[J].电气化铁道,2010,(4).
- [5] 李伟.接触网基础知识[M].北京:中国铁道出版社,2008.

作者简介:温志萍(1973-),工学硕士,工程师,2007年毕业于华北电力大学电气工程学院电力系统及其自动化专业,现任职于神华朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司,主要从事接触网、电力等方面的运营与管理工作。

Discussion on the Promotion of Overlapping Section Type Electric Split Phase on Shuohuang Line

WEN Zhiping

(Shenhua Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Company, Suning, Hebei, 050405, China)

Abstract: This paper analyzes the disadvantages like serious phenomenon of hard spot, increase of abrasion of contact line, easily burning of contact line and pantograph caused by electric arc and the irrealizable over-zone feeding occurred in traction substation, etc. of the original device type neutral section insulator structure on Shuohuang line, and puts forward feasibility scheme that can solve the above disadvantages. Using insulating overlapping section type electric split phase overcomes the shortcomings of the original structure, which realizes the flexibility of over-zone feeding.

Keywords: Overlapping section type; Electric split phase; Promotion

(收稿日期:2011-5-22

责任编辑:王艾丽)

(上接第 67 页)

On the Practical Anti-pollution Flashover Technology

WANG Xuhui

(Shenhua Shaanxi Guohua Jinjie Energy Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719319, China)

Abstract: This paper systematically introduces several anti-pollution flashover technology currently widely used in electric power industry, and describes its principle and performance, which not only provides reliable counter measures for external insulating anti-pollution flashover work of electric transformer and distribution equipment, but also provides the external insulation improvement of similar equipment with experience for reference.

Keywords: External insulation; Pollution flashover; Salt density Hydrophobic nature

(收稿日期:2011-8-15

责任编辑:马小军)

液压涨紧带式输送机打滑故障分析

韩 斌

(神华黄骅港务公司,河北 沧州,061110)

摘 要: 分析了带式输送机液压涨紧在运行过程中出现的最常见打滑故障现象。从系统的工作原理、原件选型、工作负载等各项数据出发,深入剖析各种打滑现象出现的根本原因,提出了针对性的解决方法,有效地避免了存在的安全隐患,保证了生产的安全顺畅。

关键词: 带式输送机 液压 涨紧 打滑

中图分类号:U653.922

文献标识码:A

文章编号:1674-8492(2012)01-084-03

1 前言

带式输送机经过近3个世纪的发展,已经被广泛的应用于电力、冶金、煤炭、化工、矿山、港口等各行各业。涨紧装置作为带式输送机不可或缺的一部分,起着重要的作用,其主要有以下功能:

(1)使皮带与滚筒之间形成一定的正压力,靠摩擦力将驱动滚筒的驱动力传递出来,避免出现皮带与驱动滚筒发生滑动摩擦的打滑现象。

(2)补偿皮带的弹性伸长变形和蠕变现象。

(3)限制皮带在托辊和滚筒之间的垂度,以防止皮带在托辊之间过度松弛下垂,而引起皮带跑偏,增加运行阻力和安全隐患。

(4)为皮带重新硫化接头、皮带部分的更换以及设备的维修预留必要的行程。

2 故障现象

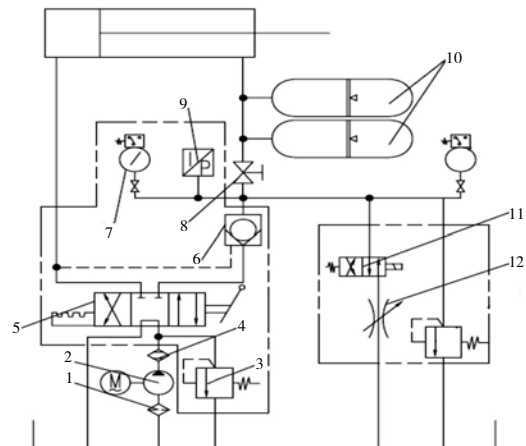
目前,神华黄骅港务公司一期、二期的翻堆线和取装线全部采用重锤式皮带涨紧装置。而二期扩容项目的4条输送带,有3条皮带机采用液压涨紧装置。其中两台(BCK1、SL7)运行正常,另一台(BDQ)在皮带启动时,涨紧滚筒不能及时被液压缸拉紧,涨紧滚筒前部皮带出现较大垂度,致使驱动滚筒与皮带出现打滑现象,并伴随着严重异响。这严重影响了皮带与驱动滚筒的使用寿命,存在重大安全隐患。

3 分析原因

3.1 液压涨紧装置的工作原理及特点

液压涨紧装置是近几年发展起来的一种涨紧形式,其继承了液压系统的优点,具有占地小、结构紧

凑、动作灵活、能耗较低,且涨紧力调整灵活、响应迅速,能有效延长皮带、滚筒及托辊的使用寿命,减少启动时的冲击以及方便维修的优点,现被广泛推广使用。神华黄骅港务公司BDQ皮带机使用的涨紧装置原理如图所示。



1.粗过滤器;2.液压油泵;3.溢流阀;4.精过滤器;5.手动换向阀;6.液控单向阀;7.电接点压力表;8.截止阀;9.压力变送器;10.蓄能器;11.电磁阀;12.节流阀

图 涨紧装置原理图

BDQ皮带机液压涨紧装置采用钢丝绳绞车对涨紧小车和滚筒进行较大距离的涨紧和调整。由液压缸提供张力,通过动滑轮、定滑轮、钢丝绳拉动涨紧小车和涨紧滚筒进行涨紧。滚筒移动距离和液压缸的行程为1:2的关系。

如图所示,在自动情况下,液压系统工作时,首先扳动手动换向阀,使手动换向阀处于右位工作。油泵排出的压力油经过滤器、手动换向阀、液控单向阀、截止阀(事先已打开)进入蓄能器和液压缸右侧有杆腔,推动活塞向左移动,进行拉紧皮带。油缸左侧无杆腔液压油经手动换向阀和回油管回油箱。系统压力继续

缓慢上升,当压力达到压力变送器所设定压力(皮带启动压力 17MPa)时,泵停止工作,皮带允许启动。当皮带启动后延时 30s,电磁换向阀断电,系统压力经节流阀进行泄压(节流阀可对泄压时间进行调整)。当压力到压力变送器所设定压力(皮带正常运转所需压力 11MPa)后,电磁换向阀通电,停止泄压。蓄能器保持油缸的设定压力,从而保证皮带的正常涨紧力。

由于输送带的塑形伸长和液压系统中油液的泄露等原因,涨紧油缸有杆腔的压力会不断下降。当压力降到电接点压力表下接点时(9.5MPa),其下限使得油泵电机重新启动,油泵又向有杆腔供油并使其压力上升。当压力上升到上限动作压力时(12.5MPa),又将油泵电机停机。经过一段时间后,压力下降到下限的动作压力时,油泵电机又启动起来,如此自动反复。输送机稳定运行期间,液压系统的压力(即油缸有杆腔的压力)是在上限和下限所整定的动作压力值范围内变动,近似为恒涨紧力。

当手动换向阀阀芯处在左位时,油泵排出的压力油经换向阀进入油缸左侧,推动活塞使活塞杆向外伸出的同时,压力油又经控制油路(图中虚线)将液控单向阀打开,可使油缸右侧的回油经液控单向阀、手动换向阀回油箱。通常是在需要将涨紧放松的时候,才将油缸活塞杆向外伸出。当需要重新张紧皮带时,可直接启动泵站后将手动换向阀手把打到右阀位,直至拉紧力上升到设定值为止。

3.2 故障原因分析

根据液压涨紧工作原理分析可知,造成这种打滑故障现象的原因可能有:

(1)设定的启动压力太低,涨紧力不够。

(2)蓄能器的选用不符合设计要求,响应速度太慢,皮带启动产生的弹性变形不能及时被吸收抵消。

(3)液压缸与蓄能器相连接管路太细,补油阻力太大。

(4)液压缸行程不够,使液压缸活塞杆回收时造成撞缸。

3.3 校核计算

3.3.1 正常涨紧力

$$\begin{aligned} \text{正常涨紧力 } F_{\text{正}} &= 2 \times 11 \times \pi(R^2 - r^2) \\ &= 2 \times 11 \times 3.14 \times 3675 \\ &\approx 25.4\text{t} \end{aligned}$$

与 BDQ 皮带机设计计算书所设计的拉力相当(这里不再对皮带机的设计计算进行校核),符合设计要求。

$$\begin{aligned} \text{启动涨紧拉力 } F_{\text{启}} &= 2 \times 1 \times 7\pi(R^2 - r^2) \\ &= 2 \times 17 \times 3.14 \times 3675 \\ &\approx 39.3\text{t} \end{aligned}$$

根据皮带机设计手册查询可得皮带机启动拉力为皮带机工作拉力的 1.3 ~ 1.6 倍,符合设计要求。

3.3.2 皮带启动时所产生的拉紧行程 $L_{\text{启}}$

胶带在启动过程中由驱动滚筒产生的拉力是皮带产生弹性变形,变形量符合胡克定律:

$$\Delta L = L_h - L_d = EL_d$$

式中: ΔL —加速度产生的弹性变形量, m;

L_h —弹性变形后的皮带长度, m;

L_d —胶带长度, m;

E —胶带弹性系数;

$$L_{\text{启}} = \frac{1}{2} \times \Delta L$$

胶带弹性系数 E 值在输送带厂家的试验报告中不予提供,一般采用现场测定的方法取得。其测量方法如下:

在正常情况下,涨紧滚筒的运行轨迹从启动开始到加速終了,转为匀速运行的过程,遵循先是拉紧后移然后回移一段,来回运动几次进入相对稳定运行的规律。测量从皮带启动前的滚筒位置,到皮带启动后涨紧滚筒后移的最大距离,测量 3 次以上取最大值。经现场测量与 BDQ 长度相当的皮带最大 $L_{\text{启}}$ 为 850mm。

3.3.3 液压缸涨紧所需充液量

现场采用液压缸型号为: 70/140/2500, 杆径 70mm, 缸径 140mm, 行程 2500mm。

经计算和现场多次测量重锤式涨紧装置的皮带在启动时配重滚筒后移量最大 850mm。而 BDQ 液压涨紧的液压缸收缩距离与滚筒后移距离为 2 : 1 的关系。即滚筒后移 850mm 时, 液压缸收缩距离为 1700mm。液压缸涨紧滚筒时所需要的充液量:

$$\begin{aligned} L &= \pi(R^2 - r^2) \times 1700 \\ &= 3.14 \times (70^2 - 35^2) \times 1700 \\ &= 3.14 \times (4900 - 1225) \times 1700 \\ &\approx 19.7L \end{aligned}$$

现液压站所选用的蓄能器的技术参数:

型号: NXQA-40/31.5-L-Y

容积: 40L

充气压力: 6MPa

数量: 2

最高工作压力: 17MPa

最低工作压力: 1.4MPa

根据所选蓄能器的参数, 计算蓄能器的有效工作容积 V_w :

$$V_0 = \frac{V_w}{P_0 \times \left[\left(\frac{1}{P_1} \right) - \left(\frac{1}{P_2} \right) \right]}$$

$$V_w = V_0 \times P_0 \times \left[\left(\frac{1}{P_1} \right) - \left(\frac{1}{P_2} \right) \right]$$

式中: V_w —有效工作容积, L;

V_0 —总容积, L;

K —绝热指数, 对氮气或空气, 可取 $K=1.4$;

P_0 —充气压力, MPa;

P_1 —最低工作压力, MPa;

P_2 —最高工作压力, MPa。

BDQ 皮带机启动方式为电机带液力耦合器直接启动, 启动时间较短, 只有 16s 左右, 所以蓄能器工作过程属于绝热过程。

$$\begin{aligned} V_w &= 80 \times 6 \times \left[\left(\frac{1}{11} \right) - \left(\frac{1}{17} \right) \right] \\ &= 80 \times 3.6 \times (0.18 - 0.13) \\ &\approx 14.4L \end{aligned}$$

由计算可知, $V_w < L$ 。现场采用的蓄能器供液量不能满足液压缸涨紧皮带时所需要的充液量。

现增加一组蓄能器, 改为 3 个 40L 蓄能器同时工作。进行验算:

$$\begin{aligned} V_{w2} &= 120 \times 6 \times \left[\left(\frac{1}{11} \right) - \left(\frac{1}{17} \right) \right] \\ &= 120 \times 3.6 \times (0.18 - 0.13) \\ &\approx 21.6 \end{aligned}$$

经验算 $V_{w2} > L$, 满足现场使用要求。

3.3.4 油管内径分析

液压管内径太小, 则流速将增高, 不仅使压力损失增大, 系统效率降低, 而且可能产生振动和噪声; 管径过大, 则难于弯曲安装, 使结构庞大。管路内径 d , 可根据导管通过的最大流量和允许的流速进行计算:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \times 10^3$$

式中: d —管路内径, mm;

Q —系统管路流量, m^3/s ;

v —允许流速, m/s 。

允许流速根据下列数据进行选取:

压力管路流速: 当压力 $P \leq 2.5MPa$ 时, 取 $V=3m/s$;

$P=2.5 \sim 10MPa$ 时, 取 $v=3 \sim 5m/s$; $P>10MPa$ 时, 取 $v=5 \sim 7m/s$ 。对于橡胶软管允许的最大流速 $v=5m/s$ 。由于现场采用橡胶软管, 所以这里取 $v=5m/s$ 。

经多次现场实际测量皮带启动过程中, 液压缸的充液时间最短为 5s, 所以,

$$Q = \frac{L}{5} \times 10^{-3} = \frac{19.7}{5} \times 10^{-3} = 3.94 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \times 10^3 = \sqrt{\frac{4 \times 3.94 \times 10^{-3}}{3.14 \times 5}} \times 10^3$$

$$\approx 31.7\text{mm}$$

由计算可知, 液压站所选取 $\Phi 19$ 的进油管不符合使用要求。对液压缸进行改进, 改为两个进油口油缸。选用一根 $\Phi 19$ 和一根 $\Phi 25$ 油管并联使用, 以满足设计使用要求。

4 整改方案

由以上计算可知, 蓄能器采用 3 个 40L 蓄能器并联; 并对液压缸进行改进, 由单进油口进油改为双进油口进油, 并对原有进油管进行更换, 由 $\Phi 19$ 油管更改为 $\Phi 19$ 、 $\Phi 25$ 两根油管并联同时供油; 并对钢丝绳绞车进行调整, 使液压缸活塞杆的伸出量达到 1.9m, 大于皮带启动时所需要的拉紧行程, 防止撞缸。

5 结束语

由于厂家采用系列化产品, 并未对 BDQ 皮带机液压涨紧进行单独设计计算。由以上分析计算可知, 皮带机液压涨紧液压站蓄能器的设计不能单凭经验进行选择, 应根据现场皮带的实际长度及运行情况进行计算。由皮带启动时所需要的拉紧行程推导出涨紧油缸所需要的充液量(有效工作容积), 进行蓄能器的设计计算。并对皮带机的启动时间进行了解(是直接启动还是变频启动), 来对进油管和油缸进行设计。在现场安装时, 尤其注意涨紧油缸活塞杆的伸出长度必须大于皮带启动时所需要的涨紧行程, 并留有足够的富余量进行缓冲, 避免撞缸。输送机不论是启动阶段或者稳定运行阶段, 手动换向阀的手柄应始终打在使其阀芯处于右阀位(油缸处于拉紧)的位置上。

参考文献

[1] 李壮云. 液压元件与系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
[2] 范德存. 液压技术手册[S]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2004.

(下转第 94 页)

浅析对翻车机房深坑道应急照明系统的改造

王 胜

(神华黄骅港务公司,河北 沧州,061113)

摘 要: 针对港口翻车机房深坑道结构系统的布局, 应急照明是深坑道内安全保障体系的一个重要组成部分。通过对翻车机房深坑道应急照明系统的改革设计与实施, 为疏散通道提供了必要的照明度, 有效保证了深坑道内人员能安全、快捷地沿通道向出口或应急出口行进。

关键词: 应急照明 翻车机 照度

中图分类号: U655

文献标识码: B

文章编号: 1674-8492(2012)01-087-04

1 概述

神华黄骅港务公司翻车机房是煤炭被翻卸作业的主要场所, 翻车机房系统共分为3个相同的部分, 每部分又包括4层构架, 其中表层是煤炭车辆正常翻卸的一层, 其环境照度已满足生产的需求; 二层是翻车机驱动动力层, 为地表-2m; 三层是漏斗装置布置层, 为地表-6m; 底层是皮带运输层, 为地表-18m。当翻车机房深坑道内发生照明故障时, 工作人员很难逃离工作场所, 极易发生伤亡事故。通过对该应急照明系统的改造, 避免了此类事件的发生, 保证了工作人员的人身安全。

2 系统设计

2.1 应急照明系统原设计方案

原设计人员在翻车机房深坑道的应急照明设计时, 选用带蓄电池的应急照明灯作为应急疏散照明, 并采取来自变电所同一台变压器电源干线的两路电源, 经就地双电源自动切换控制箱, 对应急照明灯进行供电。应急照明灯的控制方式为: 平时光源常闭、灯具处于浮充电状态; 当正常照明因故失电时, 自动点亮。但该项目建成后投入运行时, 发现并不能满足实际需要。当翻车机深坑道正常照明电源回路由于某种原因突然失电, 而应急照明灯此时并不能及时自动点亮。

原因分析: 由于选用的带蓄电池应急照明灯自身的功能构造即是在加载外电的情况下, 处于浮充电状态; 失去外电, 灯具内蓄电池放电自动点亮。由于应急照明电源是通过双电源自动切换控制箱提供的, 当正常电源失电时, 备用电源将自动切换投入, 因此实际

加载于应急照明灯的外电依然存在, 只是换了另一路电源而已, 应急疏散照明灯无法自动启动。

2.2 应急照明系统改造方案

通过仔细分析了翻车机房深坑道内的实际状况, 决定改造原有的照明供电方式。将深坑道内照明采用24h供电照明和UPS紧急供电照明, 并将UPS紧急电源改造为24h处于供电照明状态, 与正常照明电源同属一路电源的两个分支。当供电电源发生故障时, 正常照明一路处于无电状态, 应急电源一路利用UPS蓄电池继续供电30min, 并采用照度监测装置, 同时自动报警提示维护人员对照明灯具进行巡视和维护。

2.2.1 应急照明系统类型的确定

中国照明学会第1号技术文件《应急照明设计指南》中对应急照明做出以下定义, “在正常照明系统因电源发生故障熄灭的情况下, 供人员疏散、保障安全或继续工作用的照明”。其按功能分为疏散照明、安全照明和备用照明。疏散照明, 是为使人员能容易而准确无误地找到建筑物出口而设的应急照明部分; 备用照明, 则是为确保人员正常活动继续进行而设的应急照明部分。至于安全照明, 在《应急照明设计指南》中明确指出, “在正常照明电源发生故障时, 为确保处于潜在危险中的人员的安全而设的应急照明部分”, 如医院的手术室、危重患者抢救室、特别危险的作业场所等有特定需要的场所。黄骅港翻车机房深坑道内应急照明要保证在正常照明发生故障时, 维护人员能够及时撤离工作场所, 因而深坑道内应急照明应采用疏散照明方案设计。

2.2.2 疏散应急照明点和照度的确定

按照区域发生危害的严重性, 将港口作业区域分为一般区域、危险区域和重点区域3类, 翻车机房

深坑道属于重点区域。因而,翻车机房深坑道内设置的照明点应完全涵盖翻车机房深坑道内的各疏散路线、出口和应急出口的位置。处于重点区域的翻车机房深坑道在前期的土建基础设计时,考虑了突发事件时人员撤离的疏散通道设计,并且在翻车机房深坑道内设置了通往疏散通道的安全疏散通道标志。因此,在选择照明灯具时应考虑其提供的照度是否能使深坑道内的逃离人员容易看到设置在各个通道的安全通道标志,以确保各疏散人员能够安全、快捷地沿通道向出口或应急出口行进。

翻车机深坑道底层位于地表-18m,因而其内部的照明系统在设计时应充分考虑在供电电源发生突发故障时,处于翻车机房深坑道内各工种人员的安全撤离问题,为确保深坑道内人员安全撤离,设计的集中蓄电池组应能提供至少30min的应急供电电源,为深坑道内人员的撤离提供必须的照度。

2.2.3 应急照明点的确定

按照现场实际的状况以及翻车机深坑道的结构框架,将应急照明点分为4部分,包括深坑道楼梯部分、驱动二层部分、漏斗三层部分和漏斗底层部分。其中楼梯部分是该区域的应急疏散通道,应在每层楼梯侧上方设置一组应急照明灯。驱动二层部分的入口是人员逃离的关键部位,应在其入口处设置一组应急照明灯。驱动二层的两端分别安装一台翻车机的驱动电机。为便于工作人员对设备进行日常的检查以及维护,应在驱动电机处分别设置一组应急照明灯,以备检查以及维护保养情况下的使用。漏斗三层长度距离为38m,是清煤人员清理积煤的关键区域之一,相对工作人员较多。另外,该层也是翻车机深坑道内电缆集中敷设的区域,因而应在漏斗三层的两端及漏斗三层入口左右各4m处设置应急照明。漏斗底层比漏斗三层空间面积几乎大一倍,是翻车机撒煤最为严重的区域。另外,该区域设备较多,包括皮带输送机、漏斗震动给料机、排污系统以及通风系统等,各工种人员也相对较多,因而应急照明布置方式与漏斗三层一致,但数量应为7组应急照明灯。

2.2.4 照度要求

当翻车机作业时,由于煤炭的落差原因导致深坑道内的粉尘浓度相对较大。为防止煤尘进入日光灯内引发煤尘爆炸事故,在选择照明灯具时应采用防爆灯具,并且照明光源采用金卤灯。所选择的防爆灯在照度方面应充分考虑工作人员在深坑道内的逃

离问题,其照度应满足:楼梯部分的走道侧上方的应急照明在楼梯地面中心线上产生的平均照度不应低于 $5.01lx$,其他各层在疏散走道地面中心线上产生的平均照度不应低于 $0.51lx$ 。

2.3 应急照明的控制与线路敷设

2.3.1 应急照明的控制

翻车机房深坑道应急照明系统按照方便操作、灵活控制的原则,采用集中总控和独立分层控制的照明控制方式,并将应急照明控制分为4路照明控制。每一路照明控制都包括应急疏散照明和正常照明两类。为保证良好的照明效果,每一路供电控制的照明灯具数量应相差不大。其中,深坑道楼梯属于应急疏散通道,因而楼梯内所有照明属于应急疏散照明,供电采用一路控制,其电源取自UPS蓄电池供电。其他三路分别是驱动二层、漏斗三层和漏斗底层,在翻车机房深坑道内的每层应设置各路照明的集中控制箱,并将表层的控制箱设置为集中总控制箱。为了更合理地使用能源、避免能源的浪费,需对表层的集中总控制箱内设置各路照明的时钟控制器,实现照明供电的自动化控制。同时,为了便于操作和维护,各层的集中控制箱的操作面板上应设置两路照明的独立总闸开关。独立总闸开关分别对正常照明及应急疏散照明的每条供电线路进行单独控制。作为应急疏散照明的动力供电单元蓄电池组,应进行供电切换设置,使其工作在正常时处于浮充状态。一旦照明电源发生故障,则蓄电池组自动切换到供电模式进行对外应急供电。等照明电源恢复供电后,蓄电池组应自动转换到充电状态,为下次的应急疏散照明做好准备。

2.3.2 应急照明线路敷设

线路应按照建筑供电线路要求进行敷设,没有采用电缆桥架的线缆应遵循横平竖直布置的原则。当线缆采用标准的PVC管进行明线穿管铺设时,PVC管应采用膨胀螺栓固定牢固。由于翻车机房深坑道内粉尘较大,采用的穿线管内可能由于使用年限较长,造成PVC管内积煤尘较多。因此PVC管的两端应进行密封,防止煤尘的进入。线缆穿入接线箱的穿线口时应采用标准的电缆锁母进行锁紧,并做好接口的密封。

设置接线箱距地面的安装位置,应结合现场实际,一般安装高度应在1~2m之间,便于工作人员进行操作、维护。另外,按规定清煤人员需对墙面进行

不定期地冲洗。为了避免墙壁上的水,流入接线箱内,接线箱应采用离墙安装方式进行固定,并做好接线箱外壳的接地装置,防止意外触电。

2.4 应急照明系统安装

(1)为提高深坑道楼梯走道照明的照度均匀度,采用沿走道纵向布置灯具。

(2)疏散走道的灯具装设在墙上,距离地面 2.5m,疏散应急照明灯应与走道的正常照明统一间隔布置。

(3)照明灯安装在通道顶部时,不能影响人员正常通行。

(4)灯具的布置应使人员容易看到人行走道、现场环境,基本消除照明死角。

3 系统调试

(1)UPS 应急电源在送电前用 500V 兆欧表测量 UPS 接地电阻,此值应小于 5Ω ;相与地的绝缘电阻,此值不得低于 $50M\Omega$,以确保工作的可靠性和安全性。

(2)分别断开每层正常照明的断路器,测试正常照明灯的应用情况;分别断开每层应急照明的断路器,测试应急照明的应用情况,以查看是否满足实际需要。

(3)应用智能控制器,验证控制器与上位机的连锁动作情况,查看是否满足实际需要。

(4)切断两路总供电,UPS 应急照明系统自动启动,计算照明时间,按设计要求应不宜小于 30min。

4 实施效果分析

翻车机房深坑道内通过对应急照明系统的改造,解决了翻车机房深坑道内照明不完善、存在安全隐患的实际问题。

该方案实施前:当翻车机房的上级动力电源或主动力电源需要进行停电检修时,首先,要及时通知翻车机房深坑道内的所有工作人员进行撤离,包括清煤人员、维修人员、巡视人员、值班人员等多工种人员。然后,确定进入翻车机房深坑道内的工作人员到达翻车机表层后,才能进行翻车机房上级动力电源或主动力电源的停电检修。最后,停电前在翻车机房深坑道的各入口处,做好各种防护工作,以防止在停电期间外部人员进入翻车机房深坑道内。由以上可以看出,这些停电前期的准备工作相当繁琐,稍有不慎就可能发生人员伤亡事件,同时这些前期的准

备工作也严重影响了设备停电检修的工作效率。另外,如果翻车机房的主动力电源由于其他原因导致供电电源跳闸时,此时处于翻车机房深坑道内的工作人员在没有得到任何通知的前提下,将突然处于黑暗的环境中。若停电时间在 1min 之内,处于黑暗中的人员还可以保持冷静,维持原状态不难。倘若停电时间长并且又与外界失去了联系,人员的心理素质如果不够过硬而发生慌乱的话,极易发生人员伤亡事件。

该方案实施后:若遇到翻车机房主动力电源跳闸停电的情况,可通过 UPS 不间断供电方式对翻车机房深坑道内进行照明供电。该供电时间长达 30min,且深坑道内的区域照度可以满足人员的正常行走,使处于翻车机房深坑道内底层的工作人员有足够的进行安全撤离。该方案完工后,通过人工停电进行了翻车机房深坑道内突发停电事故后的人员逃离预演测试。测试结果显示,翻车机房深坑道内人员在 5min 内,即可安全到达翻车机房表层。由此得出,该应急照明系统的应用,成功地解决了翻车机房深坑道内由于主动力电源突发停电事故造成的深坑道内人员不能安全撤离的问题。同时,在翻车机房深坑道内各工种人员的撤离不存在任何安全问题的情况下,对翻车机房主动力电源需要进行检修的前期准备工作,主要是各工种人员的联系、撤离,这就不需要花费太多的时间,仅需利用原有的广播系统进行自动广播或人工喊话广播就可完成人员通知。因此,翻车机房主动力电源检修的前期准备工作就由原来的 30min 缩短至现在的 5min,大大提高了检修作业的效率。

5 日常维护及保养

(1)4~6 个月需对 UPS 蓄电池进行一次检查,测量其电池的端电压和内阻。一般电池内阻大于 $80m\Omega$ 时,应进行电池更换。

(2)环境温度对 UPS 蓄电池影响较大,为确保电池的使用寿命,其工作环境温度应在 $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间。

(3)UPS 开机运行后,应定期检查风机运行情况,确保有风从风机中吹出。

(4)保持 UPS 工作环境的清洁,防止灰尘进入 UPS 造成内部器件腐蚀或短路,从而影响 UPS 的正常工作甚至损坏 UPS。

(5)定期对照明灯具外壳进行清扫,防止积尘影

响使用效果。

(6)定期对接线箱进行清扫,防止积尘引起照明线路故障。

6 结束语

改建后的翻车机房深坑道应急照明系统自投入运行以来,系统运行稳定,应急照明控制设备几乎无需维护,表明该系统适合现场的工作环境。该系统充分满足了黄骅港翻车机房深坑道内始终满足环境照度需求,为工作人员提供了一个安全可靠的工作环境,大大促进了他们的工作热情,设备

完好率由原来的 95%提高到了 99%,取得了良好的经济和环境效益。

参考文献

- [1] 任元会.应急照明设计指南[S].北京:中国照明学会第 1 号技术文件,1993.
- [2] 中华人民共和国建设部.GB50034-92 工业企业照明设计标准[S].北京:中华人民共和国建设部,1993.

作者简介:王胜(1981-),助理工程师,毕业于河北工业大学,现为神华黄骅港务公司卸车二部技术员。

Analysis of the Restructuring of Car Dumper Deep Gallery Emergency Lighting System

WANG Sheng

(Shenhua Huanghua Port Company, Cangzhou, Hebei, 061113, China)

Abstract: Due to the layout of port car dumper deep gallery structural system, emergency lighting is an important component of security assurance system in deep gallery. The restructuring of car dumper deep gallery emergency lighting system provides necessary illumination level for evacuation exit, and effectively ensures people in the deep gallery march forward safely and quickly to the exit or emergency exit along the gallery.

Keywords: Emergency lighting; Car dumper; Illumination

(收稿日期:2011-3-3 责任编辑:王艾丽)

(上接第 80 页)

Comparative Analysis of the Rail Property of Shenshuo Railway

HUANG Peng¹ WU Qinghui² WANG Huimin² YANG Zhongmin²

(1. Transportation Management Department of Shenshuo Railway Branch, Shenmu, Shaanxi, 719316, China;

2. Structural Material Research Institute of Iron and Steel General Research Institute, Beijing, 100083, China)

Abstract: This paper seeks to have a comparative analysis of component, macrostructure, metallographic phase, microscopic structure and inclusion between the existing steel rail of Shenshuo railway and foreign heavy rail, has done an experimental study about mechanical property of the steel rail, and appraises the combination property of several kinds of steel rail. The results show that the property of all the three kinds of steel rail that are now used on Shenshuo railway meet the corresponding requirements of the standard about property, but the difference occurs in the actual indexes among the three kinds of steel rail. According to the features of heavy haul railway, the usability of U75V in heavy haul railway is better than that of U71Mn. The improvement the property of alloy rail, grain refinement and heat treatment after rolling are the important means.

Keywords: Rail steel; Heavy haul railway; Hot rolling rail; Alloy rail

(收稿日期:2011-5-22 责任编辑:马小军)

微生物增值技术在处理高浓度 COD 污水中的应用

杜再娟

(中国神华煤制油化工有限公司包头煤化工分公司,内蒙古 包头,014010)

摘要: 介绍了在煤化工行业含有高浓度 COD 污水处理系统降解的过程,并对污水处理 A/O 系统进行了改造,引入了微生物技术;改变了 A/O 工艺中活性污泥在受高浓度 COD 冲击后难以恢复污泥的活性。通过改造,污水处理能力明显增强。

关键词: 污水处理 高浓度 COD 改造 应用

中图分类号: TQ5

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-091-04

1 引言

原设计对生产来水污水的污染物浓度预测偏低, COD 值为 600mg/L, NH₃-N 值为 250mg/L, 而实际值远高于设计值, 给污水处理增加了难度。原有设施工艺简介“ A/O+ 前置反硝化 +BAF 池” 处理工艺, 是目前国内新兴的一种废水处理工艺。在上游装置来水波动时, 活性污泥的浓度、活性以及降解 COD 的能力明显下降, 给污水装置处理污水带来很大的负担。在此期间, 为提高出水回用, 对污水装置的 A/O 生化系统进行改造投加生物增效剂 - BI-chem1008CB, 以此来增加微生物的活性, 提高污水的回收率。

2 来水介绍

2.1 来水指标(见表 1)

2.2 A/O 生化系统状态

2010 年 4 月, 污水装置联动试车引进活性污泥菌种, 经过 1 个月时间培养和驯化, 调整工艺运行参数污泥浓度很快上涨到 4000mg/L, 出水达到回用标准。2011 年 1 月, 上游发生波动来水 COD 严重超标, 高达 5000mg/L 以上, 对活性污泥造成严重的冲击, 使微生物活性降低, 来水量较大污水装置不具备降负荷的条件, 从而无法很快恢复活性污泥的活性, 使出水浑浊, COD 超标。为保证污水装置平稳运行, 提高出水的利

表 1 污水处理装置来水水质水量表(除 pH 外, 均为 mg/L)

名称	水量(m ³ /h)		pH	油脂	COD	BOD	SS	氨氮	氰化物	TDS	硫化物
	正常	最大									
气化污水	200	260	8.5		600	470	100	250	0.5	2000	1
净化污水	12	16	7		1500	770				800	
甲醇制烯烃污水	0	7		100	200					800	
烯烃分离污水	0	10		100	200					800	
聚乙烯污水	0	15		20	300	100	500			800	
硫回收污水	0	3		100	200					800	
甲醇污水	7	13			215	108	150	13		800	
回用水装置排水	79	119			400		200			2230	
生活污水	14	80			300	150	100	45		800	
地面冲洗 / 污染雨水	0	30		20	400	200	150			800	
火炬污水	0	5					10			800	
未预见污水	13	15			400	200	150	40		800	
综合污水	325	573	6~9	5	555.4	334.5	123.7	157.7	0.31	1886	0.615

注:综合污水中的油脂浓度按各股污水的最大量计算,其他水质按污水的正常量计算。

用率,经公司领导批复,对 A/O 生化系统进行改造,增填生物增值技术—BI—chem1008 CB(见图 1)。

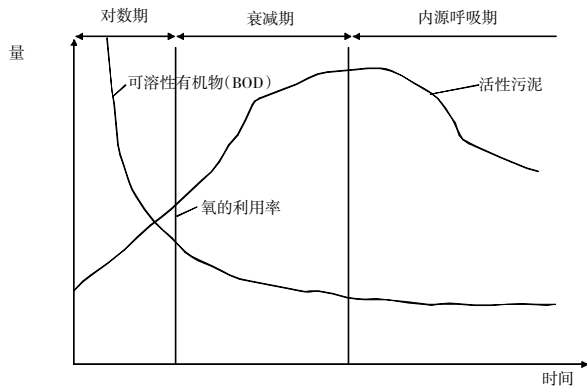


图 1 有机物、活性污泥微生物及氧的利用关系图

2.3 出水指标(见表 2)

表 2 《污水综合排放标准》GB8978-1996 一级标准水质指标(单位:mg/L)

序号	项目	出水水质
1	pH	≤6~9
2	COD _{Cr}	≤60
4	BOD ₅	≤20
5	SS	≤70
6	NH ₃ -N	≤15
7	氰化物	≤0.5
9	硫化物	≤1.0

注:在活性污泥受高浓度污染物冲击后污水装置出水 COD 较高一般在 70mg/L 左右,在二沉池出水较浑浊。

3 污水装置在处理高浓度 COD 的工艺改造和实施方案

3.1 工艺改造

在 A/O 生化系统中的好养段安装生物活化罐,工艺操作步骤如下:

(1)药剂全部运至现场。

(2)分析中心具备了此次试运工作所需的分析准备工作,包括人员和分析器具。其中部分项目由质量技术部外委完成。

(3)污水装置通过调节池来控制进入生化系统的水流量保持稳定。

(4)增效剂活化用的容器和相关管线布置完成,具备使用条件。

3.1.2 试用步骤

(1)每天完成一个循环的投加过程,具体过程包

括菌株活化和投放。

(2)在活化罐中加入一沉池出水 200L。

(3)加入 10kg 葡萄糖,加入生产水至 400L。

(4)称取生物增效剂 BI—CHEM1008CB(具体加入量见每天投加表)加入活化罐中。

(5)通入工业风,进行曝气 10~12h,直至活化完成。

(6)活化罐水温确保不低于 15℃,不高于 38℃。

(7)观察活化罐并调整合适曝气量,在保证 DO 大于 2mg/L 的前提下,避免气量过大产生泡沫,把菌种带出活化罐。

3.2 生物增效剂加入量控制实验过程(见表 3)

表 3 生物增效剂加入量控制实验过程表

时间	加入量(kg)	说明
第 1 天	100	
第 2 天	40	
第 3 天	40	
第 4 天	20	当时系统状态很差,为尽快扭转局面,相应加大初始投加量。
第 5 天	25	
第 6 天	25	
第 7 天	15	
第 8 天	5	
第 9 天	5	
第 10 天	10	
第 11 天	15	2 日调节池 COD 达到 8410mg/L,严重冲击生化系统,适当加大投放量。
第 12 天	15	
第 13 天	15	
第 14 天	5	
第 15 天	5	
第 16 天	5	
第 17 天	5	
第 18 天	5	
第 19 天	5	
第 20 天	5	
第 21 天	5	正常维持量。
第 22 天	5	
第 23 天	5	
第 24 天	5	
第 25 天	5	
第 26 天	5	
第 27 天	5	
第 28 天	5	
第 29 天	5	
合计	410	

3.3 工艺参数控制

(1)进水量 <450t/h。

(2)COD 超过 5000mg/L 时,停进料,避免冲击。

(3)试用前,系统加大了排泥量,控制 O 池污泥浓度在 4000mg/L,随后逐步提至 5000 ~ 6000mg/L。

(4)O 池溶解氧控制大于 2mg/L。

(5)生化进水正常控制 pH:6 ~ 9。

使用期间,要确保水泵、泥泵等各设备的正常运转,特别是风机的正常运转。

3.4 COD 去除总量增加

(1)使用前处理量为 335t/h,进水 COD 为 1634mg/L,出水 COD 为 104mg/L,COD 去除总量为 11907kg/d。

(2)使用后处理量为 443t/h,进水 COD 为 1516mg/L,出水 COD 为 85mg/L,COD 去除总量为 15277kg/d。

(3)前后对比,COD 去除总量增加了 28.30%。

3.5 出水 COD 值波动变小,排放水水质稳定性增强

(1)使用前进水 COD 值标准偏差为 1164 mg/L,出水为 77mg/L。

(2)使用后进水 COD 值标准偏差为 1366mg/L,出水为 19 mg/L。

(3)前后对比,在进水 COD 值标准偏差增加 17.35% 的情况下,出水降低了 75.32%。

3.6 系统抗冲击能力增强

调节池 COD 测试值为 8410mg/L,随后几天生化系统并没有发生大的水质波动(操作上也采取了适当增加生物增效剂用量的措施),证明系统具有了一定的抗冲击能力。

3.7 系统总体稳定性增强

从图 2、图 3 可以明显看出,菌种在使用前无论是 COD 绝对值,还是 COD 的去除总量都波动剧烈。但菌种使用后,出水 COD 很稳定,去除总量也很稳定。

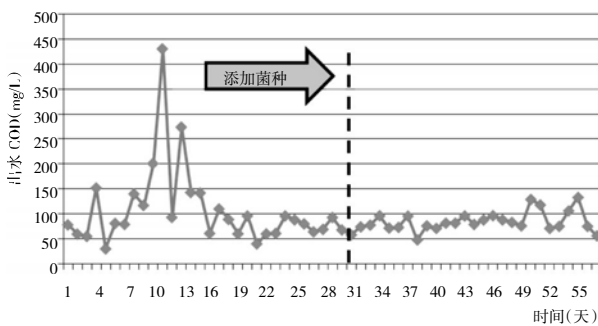


图 2 菌种使用前、后,出水 COD 的曲线图

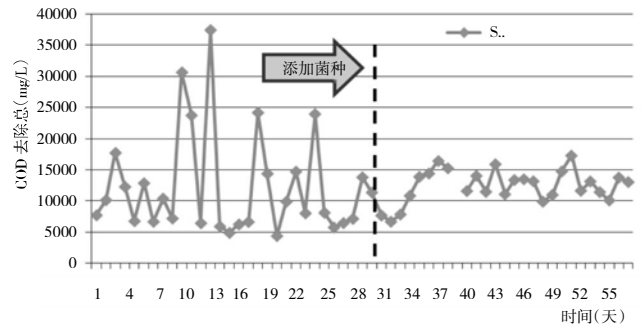


图 3 菌种使用前、后,COD 总量去除曲线图

4 药剂介绍

BI-CHEM® 1008 CB 具备多种有机物降解能力,能够应用于多种工业废水处理。微生物混合物中含有一些菌株,能够分解脂肪酸、表面活性剂、碳氢化合物、酚类化合物、酮以及不易分解的有机物。

4.1 药剂特性

- (1)能降解各种不易分解的工业化学物质。
- (2)能分解各种脂肪族烃、芳香烃、脂肪酸、蛋白质和脂质。
- (3)对不易分解的有机物、表面活性剂、酮和酚醛塑料的降解能力提高。
- (4)能对多种产品出现的没有典型特征的故障快速做出反应。
- (5)提高废水处理系统的稳定性,降低故障频率和严重程度。
- (6)减少排放物中的有机物,加强活性污泥的絮凝作用,增加原生动物的数量和多样性。
- (7)能迅速从负荷和毒物导致的故障中恢复,有针对性地清除某种特定有机物。
- (8)减轻因产量增加或产品成分变化对出水质量造成的影响,减少市政建设追加费用。
- (9)加快新建水处理厂的启动、季节性启动或维修后启动的速度。

BI-CHEM® 1008 CB 中的细菌在 pH 值为 6.0 ~ 9.0 之间能发挥作用,最佳 pH 值通常为 7.0。温度会影响细菌数量,温度低于 40℃ (104°F) 的时,细菌活性会随着温度升高而增强。温度低于 5℃ (41°F) 时,其活性相当低。

5 结论

(1)装置抗冲击能力增强,试用期间生化系统没有发生崩溃现象。

(2)COD 去除总量明显增加,事故池液位由试用前的 3.5m 降至目前的 2.0m 以下,目前装置达到了进、出水的平衡,以保证上游来水得到全部处理。

(3)系统运行稳定性增强,出水水质和 COD 去除总量保持了较小波动。

试用基本达到了预期的效果,对目前缓解污水处理、环保排放压力起到了明显的作用。

参考文献

- [1] 徐亚同,史家梁,张明.污染控制微生物工程[M].北京:化学工业出版社,2001:147-148.
[2] 刘景明,王德安.污水处理工[M].北京:化学工业出版社,2001.
[3] 余京海.工业污水处理技术[M].湖南:虎穴工业出版社,2008.

作者简介:杜再娟(1988-),女,现任职于中国神华煤制油化工有限公司包头煤化工分公司。

Microbiological Treatment of High Value-added Technology in the Wastewater of COD Concentration

DU Zaijuan

(Baotou Coal Chemical Industry Branch of China Shenhua Coal Liquefaction Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014010, China)

Abstract: In the coal chemical industry contain high concentrations of COD degradation in the process of sewage treatment systems, sewage treatment and A/O system reform, the introduction of the microbial technology; Changing the A/O activated sludge process by the high concentration of COD in the difficult to recover after impact the activity of the sludge. Through the transformation of sewage treatment capacity was increased.

Key words: Sewage treatment; High concentrations of COD; Transformation; Application

(收稿日期:2011-6-8 责任编辑:王艾丽)

(上接第 86 页)

[3] 张钺.新型带式输送机设计手册[S].北京:冶金工业出版社,2003.

[4] 蒋继海,宋锦春.液压与气动传动[M].北京:高等教育出版社,2002.

作者简介:韩斌(1981-),助理工程师,机械制造及其自动化专业,现任神华黄骅港务公司生产二部技术员。

Analysis of Sliding Faulting of Hydraulic Tension Belt Conveyor

HAN Bin

(Shenhua Huanghua Port Company, Cangzhou, Hebei, 061110, China)

Abstract: This paper analyzes the most common sliding faulting phenomenon that occurs in the hydraulic tension operational process of belt conveyor, and further analyzes the root causes of all kinds of sliding phenomenon on the basis of the working principle, the original model selection and working load of system, and puts forward pertinent solutions that effectively avoids existing potential safety hazard and ensures safe and unhindered production.

Keywords: Belt conveyor; Hydraulic; Tension; Sliding

(收稿日期:2011-6-30 责任编辑:王艾丽)

浅谈作业场所所有毒有害气体监测方法

孙兆宁

(神华宁夏煤业集团能源工程公司,宁夏 银川,750001)

摘要: 我国对生产过程中产生的有毒有害气体的监测已有相当长的历史。过去由于有限的经济条件和技术条件,对气体的监测大都出于安全考虑。本文对煤炭深加工和涂漆作业场所产生的有毒有害气体的成分、危害进行了分析,并介绍了有毒有害气体的监测方法,以及提出了如何选择相应的监测方法。

关键词: 有毒有害气体 危害 监测 采气袋 气相色谱仪

中图分类号: R134

文献标识码: A

文章编号: 1674-8492(2012)01-095-02

随着经济的发展和人民生活水平的提高,人们不但要求工作平安,还追求退休后的健康生活,所以对目前条件下作业场所所有毒有害气体监测技术提出了更高的要求。

1 有毒有害气体介绍

苯系物(包括苯、甲苯、二甲苯)等为无色具有特殊芳香气味的的气体。经皮肤接触和吸收能引起人中毒,造成嗜睡、头痛、呕吐等。苯系物被国际癌症研究机构确认为有毒物质。

甲醇毒性中等,可经呼吸道、皮肤、消化道进入体内。职业中毒以呼吸道为主。甲醇为神经毒物,有明显的麻醉作用,特别对视神经、视网膜有特殊选择作用。反复接触中等浓度甲醇,可致暂时或永久性视力障碍和失明。甲醇的毒作用带窄,因此急性中毒后果严重,往往造成死亡。其急性职业中毒,有一定的潜伏期,中毒表现与醉酒相似。根据动物实验结果推至人在接触 $39.3 \sim 65.5 \text{g/m}^3$ 的甲醇蒸气中 $30 \sim 60 \text{min}$ 是危险的。甲醇与其他醇类不同,在体内氧化缓慢,有明显的蓄积作用。当缺乏防护时,在超过国家卫生标准的环境中工作可使人渐致慢性中毒。

CO 在极低浓度时就能使人或动物遭到缺氧性伤害。轻者眩晕、头疼,重者脑细胞受到永久性损伤,甚至窒息死亡;对心脏病、贫血和呼吸道疾病的患者伤害性大;引起胎儿生长受损和智力低下。

H_2S 是剧毒物质,强烈的神经毒物,对粘膜有强烈的刺激作用。对人体健康的危害,主要是通过呼吸道吸入,高浓度时可直接抑制呼吸中枢,引起迅速窒息而死亡。当浓度为 $70 \sim 150 \text{mg/m}^3$ 时,可引起眼结膜炎、鼻炎、咽炎、气管炎;浓度为 700mg/m^3 时,可引起

急性气管炎和肺炎;浓度为 1000mg/m^3 以上时,可引起呼吸麻痹,迅速窒息而死亡。

2 有毒有害气体的监测方法

2011年,环保中心监测站拟开展了因煤炭深加工而产生的有毒有害气体和涂漆作业场所空气中主要有害物质的监测。

本项目的实施关键在于气体样品的采集和保存。众所周知,气体是看不到也摸不到的,这就增加了采集和保存的难度。如何确保采集气体样品的真实性、准确性,是需要攻克的技术难点。针对这一问题,神华宁夏煤业集团环保中心监测站组织了相关专业技术人员,根据行业特点,依照方法和标准,查询技术资料,借鉴室内环境监测方法,以解决难题。

大气样品的采集方法一般分为直接采样法和富集(浓缩)采样法两种。

2.1 直接采样法

直接采样法按采样容器不同分为玻璃注射器采样法、塑料袋采样法、球胆采样法、采气管采样法和采样瓶采样法等。

直接采样法适用于大气中被测组分浓度较高或者所用监测方法十分灵敏的情况,此时直接采取少量气体就可以满足分析测定要求。直接采样法测得的结果反映大气污染物在采样瞬时或者短时间内的平均浓度。

2.2 富集(浓缩)采样法

富集(浓缩)采样法主要有溶液吸收法和填充柱阻留法,适用于大气中污染物的浓度很低,直接取样不能满足分析测定要求的情况。此时需要采取一定的手段,将大气中的污染物进行浓缩,使之满足监测方法灵敏度的要求。由于浓缩采样法采样时间较长,

所得到的分析结果反映大气污染物在浓缩采样时间内的平均浓度。

3 根据生产业务板块产生的气体不同选择相应的采样方法

对于煤化工企业,重点开展作业场所 CO、H₂S、SO₂、CH₃OH 等有毒有害气体的监测分析,涂漆作业场所主要开展苯、甲苯、乙苯、二甲苯等有毒有害气体的监测分析,为职业健康获取更有力的数据支撑。在硬件设施方面购置安捷伦 7820A 气相色谱仪,配置 TCD(热导检测器)和 FID(氢火焰离子化检测器)两种检测器及毛细管柱和不锈钢填充柱两种色谱柱。

3.1 煤化工产生有毒有害气体监测分析

根据监测项目选择相应的采集方法、适用的检测器和色谱柱。对于甲醇厂作业场所样品的采集使用内衬铝箔的聚四氟乙烯、聚乙烯等的采气袋直接采气法,用进样器抽取一定量的气体直接注入选用 TCD 检测器配套 GS-GASPRO 填料的毛细柱进行实验分析。

3.2 涂漆工段产生有毒有害气体监测分析

涂漆作业场所所有毒有害气体选用吸附型填充柱富集采样法,鉴于非极性物质吸附剂活性炭对非极性化合物有较强的吸附能力,选择活性炭作为吸附剂采集样品。将活性炭管采集的样品使用 CS₂ 进行萃取,抽取一定量的萃取液用 FID 检测器配套 PEG-6000 不锈钢柱进行实验分析。

4 检测结果分析

以涂漆作业场所所有毒有害气体为例,将采集样品的活性炭倒入具塞瓶中,加入 1mL CS₂ 进行萃取,待测。注入色谱仪会显示出峰情况。从数据库中任意抽取一次色谱图进行分析,根据出峰面积或峰高对照曲线,不难看出该场所苯系物各组分的浓度(如表

所示)。

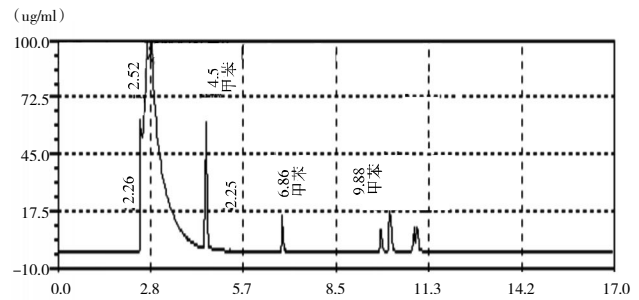


图 苯系物色谱图

表 苯系物各组分的浓度结果

序号	组份名	保留时间(min)	峰高	峰面积	结果(ug/mL)
1	苯	4.53	64914	200842	61.773
2	甲苯	6.86	17267	54836	17.565
3	乙苯	9.88	11639	48833	18.008
4	对二甲苯	10.16	20372	98078	17.691
5	间二甲苯	10.88	10914	41427	17.880
6	邻二甲苯	10.98	12105	53765	18.087

根据分析结果对照国家职业卫生标准得出,该场所存在一定浓度苯系物,应对作业人员增加劳动防护,并对该场所增加通风设施等安全措施。

5 结束语

对有毒有害气体的监测,有利于保护作业场所接触有毒有害气体的职工身体健康,防止职工发生急、慢性中毒,对于充分发挥监测和防护措施的效用有重要的推动作用。充分体现了企业“以人为本”的理念。同时,有毒有害气体的监测就是环境保护问题。环境保护工作的好坏,对保障社会劳动力再生产免遭破坏有着重要的意义。

作者简介:孙兆宁(1980-),助理工程师,2005年毕业于宁夏大学生物科学专业,现任职于神华宁夏煤业集团能源工程公司资源环境保护管理中心环境监测站,从事环保管理和环境监测工作。

Discussion on the Monitoring Method of Toxic and Harmful Gas in Operation Place

SUN Zhaoning

(Shenhua Ningxia Coal Industry Group Energy Engineering Company, Yinchuan, Ningxia, 750001, China)

Abstract: Monitoring the toxic and harmful gas in productive process has a long history in our country, In the past, due to the economic condition and technical condition, the monitoring of gas are all for security consideration. This paper introduces the composition and harm of toxic and harmful gas in coal deep processing and painting operation place, introduces the monitoring method of toxic and harmful gas, and puts forward how to select corresponding monitoring method.

Keywords: Toxic and harmful gas; Harm; Monitoring; Gas recovery bag; Gas chromatograph

(收稿日期:2011-4-18

责任编辑:王艾丽)