

中小型磷矿井下安全避险系统建设方案

胡文军¹,胡章地²,陈 龙¹,董 强¹,窦宇雄¹,张电吉¹

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074;

2. 武汉工程大学法商学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:为了在中小型磷矿完成安全避险“六大系统”建设任务,本文对相关建设规范进行了研究,通过对中小型磷矿开采条件的分析及危险因素的识别,针对不同的矿山条件,分别形成了相应的“六大系统”建设方案。紧急避险系统由个体防护、避灾设施、避灾路线、应急预案等组成。有些矿山经论证可缓建或不建避灾设施,防透水型避灾硐室采用井巷内钢管供水、地表局扇抽出式排气方案。压风自救和供水施救系统从地表空压机或高位水池安装钢管至井下形成枝状管网。监测监控系统中选用较成熟的矿井井下环境监测系统,视频监控系统将地面及井下重要安全生产岗位的图像实时传送到矿井调度室。采空区地压监测采用包括岩体声发射、顶板变形、矿柱应力监测的综合监测方案。根据井下工作人员数量新建井下人员定位系统,或设置考勤系统。根据规范要求,对原有矿山有线通信系统进行升级改造。以上“六大系统”建设方案均已通过了省安监局组织的专家验收评审,并在矿山实施,目前已相继投入运行,使矿山安全保障能力得到显著提升。

关键词:磷矿;紧急避险系统;压风自救系统;供水施救系统;监测监控系统;人员定位系统;通讯联络系统

中图分类号:X936

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.10.002

0 引 言

矿山井下安全避险“六大系统”包括:监测监控系统、人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统。国家安全生产监督管理总局 2011 年 7 月下发了《关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》,要求国内所有的已建设的地下矿山在 2013 年 6 月底前必须完成“六大系统”的建设任务。笔者主要针对中小型磷矿进行了“六大系统”建设方案的研究^[1-6]。

中小型地下开采磷矿一般具有如下特点:缓倾斜磷矿层,平硐或斜井/斜坡道开拓,浅孔房柱采矿法,年生产能力较小,井下同时作业人数较少,井下安全出口较多。

中小型磷矿开采过程中可能存在的主要危险因素有:采空区地质灾害、冒顶片帮、中毒和窒息、放炮和火药爆炸、火灾、车辆伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击、触电(包括雷击)、透水等;有害因素有:粉尘危害、噪声危害、其它危害等。井下安全避险“六大系统”(含避灾硐室)应具备防范采空区地质灾害、冒顶片帮、火灾、水灾、中毒和窒息、放炮和火药爆炸等事故的基本功能。

本文将中小型磷矿划分为以下两类:①普通

类。平硐开拓、自流排水,水文地质条件简单,且生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离小于 300 m,距中段安全出口实际距离小于 2 000 m,其“六大系统”(含避灾设施)暂可不具备防范透水事故的功能。经论证,此类矿山中有些矿山可缓建或不建避灾设施。②防透水类。斜井/斜坡道开拓,水文地质条件中等或复杂,生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 300 m,距中段安全出口实际距离超过 2 000 m,其“六大系统”(含避灾设施)应具备防范透水事故的功能。

1 紧急避险系统

紧急避险系统包括个体防护(自救器、矿灯、通讯设备)、避灾设施、合理设置的避灾路线、科学制定的应急预案等^[1]。

根据“撤离优先,避险就近”的原则,结合各矿具体情况,制定避灾路线。

根据《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T 9002—2006 国家安全生产监督管理总局)及安全避险“六大系统”建设等要求,编制应急救援预案。

紧急避险设施设置原则应符合《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(AQ 2033—2011)要求。

收稿日期:2012-09-12

作者简介:胡文军(1964-),男,湖北荆州人,教授。研究方向:安全工程设计、安全评价、安全标准化研究与技术服务。

避灾设施包括救生舱和避灾硐室等。根据矿山实际情况选用。选用救生舱应考虑避灾人数、运输及安装条件等。

中船重工矿用救生舱分 A、B、C、D 四个系列，分别为全能型（圆形）、防爆型（方形）、防透水型（圆形）、避难舱室（圆形）。

避灾硐室方案分为大直径钻孔通风方案;井巷内钢管供风供水局扇通风换气方案.

选用大直径钻孔通风避灾硐室方案应充分考虑钻孔深度、地质地层及钻孔设备条件,中小型矿

山可采用大直径钻孔通风的变形方案——井巷内钢管供风供水局扇通风换气方案。

避灾硐室(容纳 30 人)如图 1。硐室净宽大于 4 m,长 15 m,净高 >2.8 m,(半圆)拱形断面,采用锚杆+锚索+现浇钢筋混凝土(500 mm 厚),并安装防水设施,防止硐室滴水。硐室底板打地坪,高于巷道底板 0.5 m,并采用向外开启的 2 道隔离门,高 1.8 m,宽 0.8 m。两道门间距为 2 m。且在隔离门墙体周边掏槽,深度 0.2 m,墙体用空心砖砌。各种管线在进入硐室前先埋设于巷底。

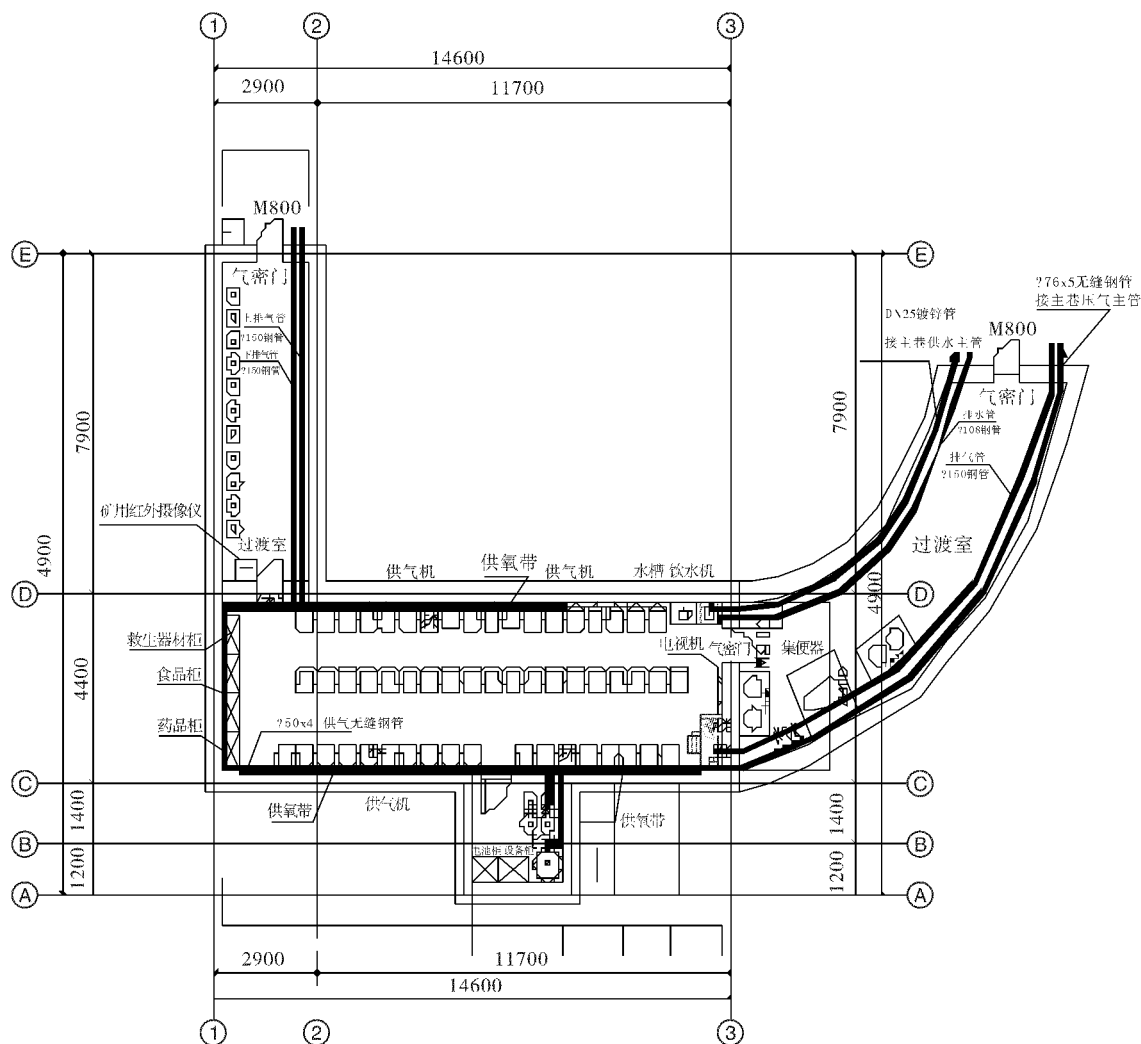


图 1 避灾硐室布置图

Fig. 1 Refuge chamber layout

避灾硐室采用向外开启的两道门结构. 外侧第一道门采用能抵挡一定强度的冲击波、水压、有毒有害气体的防护密闭防水门; 第二道门采用能阻挡有毒有害气体的密闭门. 两道门之间为过渡室, 密闭门之内为避险生存室. 门墙设单向排水管和单向排气管, 排水管和排气管加装手动阀门. 避灾硐室内采用压缩空气供氧, 硐室外设有减压阀门, 压风管线沿硐室内四周铺设, 设有供气阀门 (可接供气机, 带消声器). 在避灾硐室内布置成

弥撒式和防护罩式相结合的供气系统,最后通过单向排气管路实现避灾硐室内的空气循环,整个避灾硐室内始终保持不低于 200 Pa 的正压,防止毒害气体的渗入.在无压风的情况下,可采用备用的供氧系统(“医用氧气瓶+管道”方案)供氧.为适应水灾事故避灾需要,排气管道直通地表,排气口安装抽出式局扇.

紧急避险设施应具备安全防护、氧气供给保障、有害气体排除、环境监测、通讯、照明、人员生

存保障等基本功能,在无任何外界支持情况下额定防护时间不低于 96 h.

避灾硐室内设有电源柜,电缆从变电所直接引入,专为硐室有关设备用.另外,配备额定使用时间不少于 96 h 的备用电源(蓄电池).

硐室内设有电话,直通矿部中央监控室.硐室内设有红外线摄像头.硐室内设卫生间,安装集便器(机械打包便器).饮水:通过地面生活水池铺设供水管线和转换闸阀至生产水管,再从生产水管延伸至硐室,灾变时转供生活用水至硐室,另备满足硐内全员 96 h 的饮用水.食物:硐室内必须配备满足当班作业人员 96 h 的食品.硐室内备有担架和一定量的绷带、止血药等应急药品.每个避灾硐室配相应的位置说明、井下可供逃生的各途径说明、所指引的方位图示、应注意的重要问题和心理辅导事项.

避灾硐室内有毒有害气体处理:空气净化处理装置在净化空气的同时还能够实现制冷除湿功能.可根据避灾硐室通风效果选用.

避灾硐室内温湿度控制:可根据避灾硐室通风效果选择安装降温除湿设备.正常情况下,避灾硐室的外部矿山专用防爆制冷机组可依靠矿井电力维持运行,完成避灾硐室内冷量储备后,以较低的电能消耗维持蓄冷设备运行;当矿井发生事故造成电力供应中断或外部机组受损停止运行时,避灾硐室内可以通过蓄冷设备释放储存冷量来平衡人体散热、设备放热甚至外部传热.

避灾硐室内配备独立的内外环境参数检测或监测仪器,在突发紧急情况下人员避险时,能够对避险设施生存室内的 CO 、 CO_2 、 O_2 、温度、湿度和大气压进行检测或监测.

避灾硐室内按额定人数配备 ZY45 隔绝式压缩氧自救器.

避灾设施必须进行多次无人试验、短时试运行,对设备进行调试,环境参数检测合格后方可投入运行.

2 压风自救和供水施救系统

压风自救系统由空气压缩机、送风管路、阀门、油水分离器、压风自救装置组成.当发生灾害时,井下逃生人员可利用压风自救装置,实现自救^[2-3].

在地表空压机房内安装螺杆式空压机(及压气过滤装置),铺设钢管至避灾硐室、采矿工作面、掘进工作面,形成一枝状管网.铺设供气钢管至主要行人巷道,每 200 m 左右设置一只供气阀门,在

人员集中的采掘工作面、爆破时撤离人员集中地点和避灾硐室等场所设置阀门.

在每个采场附近安装 ZYJ 压风自救装置,可直接联入压风系统中.发生灾难时,避灾人员立即赶到附近的压风自救装置处迅速开通阀门开关,手拿自吸过滤式面罩,按在嘴上进行呼吸自救.

供水施救系统是地下开采矿山生产过程中发生灾害事故时能为井下重点区域提供生活饮水的系统,包含水源、供水管道、三通阀门、供水接头、控制阀门、检修阀门、过滤装置、供水施救设备及切换装置等.

从高位饮用水水池接钢管进入井下,采用独立式枝状管网向井下进行供水施救.优先采用静压供水.管道系统上,大约每隔 200 m 设置一组三通及阀门.与压风自救系统供气阀门配套.

供水施救系统中个人生活用水量按每天每人 6 L 计算.用水地点管道出口水压不应小于 0.1 MPa.对于静压供水系统,选择一条最不利管线进行计算,只要最不利点能够满足水压和水量要求,则其它供水点均能满足.

3 监测监控系统

监测监控系统是由主机、传输接口、传输线缆、分站、传感器等设备和管理软件组成的系统,具有信息采集、传输、存储、处理、显示、打印和声光报警功能,用于监测金属非金属地下矿山有毒有害气体浓度,以及风速、风压、温度、烟雾、通风机开停状态、地压等.

3.1 井下环境监测系统

为了提高矿井的现代化水平,保证矿井安全生产,根据该矿井的具体情况,设置井下环境监测系统,主要监测生产环境中一氧化碳等有毒有害气体浓度,主要工作地点风速、风压,重要机电硐室温度等,可以对全矿井生产的主要环节进行实时监测、监视,便于生产调度指挥,使矿井生产安全可靠,有效地预防和及时处理各种突发事故和自然灾害.

矿井井下环境监测系统选用较成熟的 KJ70N 系统,主要由地面中心站、传输接口、监控分站、各种传感器等部分组成.

地面中心站主要由两台监控主、备机组成,系统通过自己专用的传输信道,完成对整个系统测点数据的监测、记录、增减及修改等.为了保证系统的安全性和可靠性,系统选用工业控制计算机,双机热备份.若其中一台工控机发生故障,另一台可继续运行.

为防止井下有毒气体、火灾等危害人身和设备安全,在井下采掘工作面、主要巷道、机电硐室等处设置各种传感器,监测一氧化碳、温度、风速、负压等各类环境参数,由各传感器采集的监测信息,通过分站传送到地面调度中心。当出现超限情况时,地面调度中心及现场均应有声、光报警。

另配一定数量的便携式气体检测报警仪。

3.2 视频监控

为能实时、直观地了解矿井各主要生产环节的生产和运行情况,设置一套矿井工业电视系统,将地面及井下重要生产岗位的图像实时传送到矿井调度室,使调度人员和主管领导可以直观掌握现场情况,便于调度指挥。工业电视墙设在矿井调度中心,由几组监视器组成,可通过电视墙对矿井上、下重要的生产和运输系统进行实时监视。系统将现场传来的视频信号各分为两路,一路经视频矩阵切换器送电视墙显示,另一路送视频服务器进 MPEG4 数字压缩编码录像与存储。

在地面各井口等处设枪机摄像机,在各工业场地设球机摄像机。地面摄像机通过光纤,将视频信号传至调度中心。在井下主要机电硐室、中段马头门等处设井下防爆摄像机,井下摄像机通过矿用光缆将视频信号上传至调度中心。

3.3 地压监测

采空区地压监测采取综合监测方案,随着矿山采空区不断扩大,应该不断记录、分析监测结果。采空区地压综合监测方案包括:岩体声发射监测方案(采用岩体声发射监测仪)、采空区顶板变形监测方案(顶板动态报警仪系统、动态矿压传感器)、矿柱应力监测方案(安装钻孔应力计)、地面沉降监测方案。

4 人员定位和通讯联络系统

井下人员定位系统利用射频传输和数字编码识别技术,能成功识别井下人员及动态目标,可以及时反馈井下人员的各种信息,一旦发生事故,可使救治工作以最快的速度有效展开,最大限度地减少灾害损失^[4]。

对于中小型磷矿,可根据井下工作人员多少新建井下人员定位系统,设置人员定位传输分站和无线读卡器;或(当井下最多同时作业人数少于 30 人)设置考勤系统,完善人员出入井信息管理制度,准确掌握井下各个区域作业人员的数量。

通信联络系统是调度人员与各环节的工作人员之间能直接通话联系,为金属非金属地下矿山提供通信联络的系统。根据《金属非金属地下矿山

通信联络系统建设规范》(AQ 2036—2011),应具备调度室发起强拆、强插、紧呼等功能。

对原有有线通信系统进行升级改造,满足规范要求,为了提高原有井下通信线路承载强度,保证井下通信安全和畅通,使用矿用通信光缆替换原有通信电缆。同时为适应井下环境,井下电话机选用防灰尘、宽电压、宽温湿度范围的防爆电话机。

“六大系统”中的电源系统、网络系统、电话系统需安装电源防雷器、网络信号防雷器、电话防雷模块等进行防雷保护。

“六大系统”的光缆、电缆、管线应有保护措施。可选用穿管、槽钢等方案进行保护。

5 结 语

本文结合中小型磷矿的实际,对金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设方案进行了研究,针对不同的矿山条件,形成了相应的“六大系统”建设方案。主要研究结论如下:

a. 紧急避险系统由个体防护、避灾设施、避灾路线、应急预案等组成。有些矿山经论证可缓建或不建避灾设施,防透水型避灾硐室可采用井巷内钢管供风供水、地表局扇抽出式排气方案。

b. 压风自救和供水施救系统从地表空压机或高位饮用水水池安装钢管至避灾硐室、采矿工作面、掘进工作面等人员集中场所,形成一枝状管网。管道每 200 m 左右设置一只阀门。供气、供水阀门配套。

c. 监测监控系统中选用较成熟的 KJ70N 等矿井井下环境监测系统,视频监控系统将地面及井下重要安全生产岗位的图像实时传送到矿井调度室。采空区地压监测采取综合监测方案,包括:岩体声发射监测方案(采用岩体声发射监测仪)、采空区顶板变形监测方案(顶底板动态报警仪系统、动态矿压传感器)、矿柱应力监测方案(安装钻孔应力计)、地面沉降监测方案。

d. 对于中小型磷矿,可根据井下工作人员数量新建井下人员定位系统,设置人员定位传输分站和无线读卡器;当井下最多同时作业人数少于 30 人时可设置考勤系统。通信联络系统应按规定要求安装。

以上这些方案均已通过了省安监局组织的专家验收评审,在相应的矿山进行了实施,目前已相继投入运行。

参考文献:

[1] 郭亮,邓立久. 井下紧急避险系统设计关键技术研究

- [J]. 科技风, 2011(14):142-143.
- [2] 朱志坚. “压风自救装置系统”简介及应用[J]. 中州煤炭. 1988(3):12-24.
- [3] 卢鉴章. 煤矿井下压风自救系统[J]. 煤炭科学技术, 2010(12):9-11.
- [4] 王春, 华钢, 朱艾春, 等. 煤矿井下人员定位系统上位机软件的设计与实现[J]. 煤矿安全. 2010(8):68-70.
- [5] 邹文华. 生命呼唤科技 科技护佑生命——我国非煤矿山井下安全避险“六大系统”安装使用综合分析[J]. 安全与健康, 2011(5):6-7.
- [6] 贾进亚. 煤矿井下安全避险六大系统[J]. 煤炭科技, 2010(4):102.

Construction plan of underground safe evacuation systems of small and medium phosphorus mines

HU Wen-jun, HU Zhang-di, CHEN Long, DONG Qiang, DOU Yu-xiong, ZHANG Dian-ji

(1. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Law and Business, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to accomplish the construction task of “six systems” for safe evacuation in small and medium phosphorus mines, this paper carries out the research on regulations about construction of six systems for safe evacuation in metal and nonmetal underground mine. Based on the analysis on various working conditions and hazard factors of many small and medium phosphorus mines in Hubei Province, this paper carries out corresponding construction plans. Emergency refuge system is made up of individual protection, emergency refuge facility, emergency refuge route, emergency plan and so on. Through the argument, construction of emergency refuge facility can be suspended or canceled. Anti-flood refuge chamber is suitable for the plan of supplying air and water through steel tubes in roadways and air exhausting by draw-out auxiliary fans on the ground surface. Steel tubes from air compressor on the ground surface and head tank constitute the branch pipe system of compressed-air self-help system and water rescue system. As for monitoring and supervision system, the mature environmental monitoring system underground is chosen. Video monitoring system transmits real-time image of important posts on and under the ground to the dispatching room. As the ground pressure monitoring plan of goaf, a comprehensive plan is adopted consisting of rock acoustic emission monitoring, roof deformation monitoring, pillar stress monitoring and so on. Based on staff number underground, newly-bulit personnel regional positioning system or attendance system can be adopted. Additionally, the original wireline communication system should be upgraded and reconstructed. The plans mentioned have got through experts acceptance reviews by Hubei Province Administration of Work Safety. Currently, the plans have been put into operation and have strengthened safety ensuring ability of mines.

Key words: phosphorus mines; emergency refuge system; compressed-air self-help system; water rescue system; monitoring and supervision system; personnel regional positioning system; communications system

本文编辑: 龚晓宁