

# 冬瓜山铜矿盘区风流调控技术的研究与应用

吴江

(铜陵有色冬瓜山铜矿 安徽铜陵 244031)

**摘 要** 为了有效地解决冬瓜山铜矿盘区通风困难的问题,在分析了冬瓜山铜矿盘区通风特点的基础上,提出了以无风墙辅扇为主的盘区风流调控技术,并将该技术应用于实践,取得了满意的效果,表明该方法具有较好的推广应用价值。

**关键词** 冬瓜山铜矿 盘区通风 调控技术

## Research and Application of Panel Ventilation Control Technique of Dongguashan Copper Mine

WU Jiang

(Dongguashan Copper Mine, Tongling Nonferrous Metals Group Tongling, Anhui 244031)

**Abstract** In order to effectively solve the problem of panel ventilation of Dongguashan Copper Mine, a new panel ventilation control technique is studied by analyzing the characteristics of panel ventilation of Dongguashan Copper Mine. After being used in the practice, this technique achieves satisfactory effects and so this method should be applied and spread.

**Keywords** Dongguashan Copper Mine panel ventilation control technique

### 1 冬瓜山铜矿简介

冬瓜山铜矿位于安徽省铜陵市,是目前已发现的国内埋藏最深的特大型高硫铜矿,是铜陵有色股份有限公司的后续主力矿山,其中1<sup>#</sup>矿体是该矿床的主矿体,其矿石储量近1亿t,占总储量的98%,铜金属量100万t,矿体埋藏较深,在-682至-1 000 m之间,矿体走向长度1 810 m,水平宽度204-882 m,矿体厚度30-50 m。

冬瓜山铜矿采用竖井加斜坡道的开拓方式,其中深部的主要开拓中段有-670 m、-730 m、-760 m、-790 m、-850 m和-875 m等,目前冬瓜山铜矿床的开拓系统已经基本形成,包括主井、副井、辅助井、主斜坡道(-670至-875 m)、进风井、主回风井、主要回风道的部分工程等。

冬瓜山井下通风系统采用多级机站通风方式,为侧翼对角式通风系统,由进风侧和回风侧的二级主机站负担全矿大系统的通风,新鲜风流由冬瓜山副井和进风井进入,污风由回风井排出地表,同时冬瓜山主井和辅助井也承担部分回风。系统设计总风量为596 m<sup>3</sup>/s,其中副井进风132 m<sup>3</sup>/s,专用进风井进风464 m<sup>3</sup>/s,专用回风井回风528 m<sup>3</sup>/s,主井回风38 m<sup>3</sup>/s,辅助井回风30 m<sup>3</sup>/s。

由冬瓜山矿生产的特点可知,冬瓜山矿的采场生产能力大,机械化程度高,采场需风量大,而且各中段同时生产的采场和盘区的数量也较多,中段的需风量也很大。因此,在总进风量有限的情况下,必须对中段、盘区的风流进行合理调控,才能满足生产需风量的要求。但由于中段盘区的风路十分复杂,存在复杂角联网络,风量调控非常困难。经与中南大学联合攻关,提出了采用以无风墙辅扇为主,以风门等构筑物为辅的盘区风流调控方案,取得了满意的效果。

### 2 盘区风流调控技术的研究

#### 2.1 盘区风流调控技术的选择

##### 2.1.1 盘区通风的特点

根据矿体赋存条件,冬瓜山铜矿主要采用大直径垂直深孔落矿以及上向扇形中深孔落矿的阶段空场嗣后充填采矿方法,设计年产330万t矿石量(即日产万t矿石)。冬瓜山铜矿床沿走向划分盘区,盘区宽度100 m,长度为矿体水平厚度。盘区之间暂留宽18 m的隔离矿柱。采场长度方向沿矿体走向,其中尾砂充填采场长度为78 m,胶结充填采场长度为82 m,宽度均18 m,设计采用“隔一采一”的回采顺序,即先采矿房,回采结束后用胶结充填,再采矿柱,回采结束后用尾砂充填。根据上述情况,冬瓜山盘区通风有如下特点:

(1)盘区需风量大。冬瓜山年产量300万t,必须采用强采、强出、强充的“三强”生产方式,因此同时作业的采场和掘进面很多,这就决定了各个盘区的需风量很大。

(2)盘区风路存在大量的复杂角联。因在盘区进风路之间布置采场,各采场底部的出矿巷和顶部的凿岩室均与盘区的进风穿脉相通,构成复杂的角联风网,给风流调控带来困难。

(3)盘区内和盘区间的风量要随采场的变化经常性调整。因为采场生产能力大,一般单个采场从爆破落矿到全部采完时间不到1个月,这就决定了采场间的风量要经常调整,这就要求盘区调风设施具有灵活性。

(4)因采用无轨运输,要求通风设施能适应无轨设备通行的要求,不能干扰正常的生产作业。

##### 2.1.2 盘区风流调控方式的选择

矿井风流调控常用的方法有增阻调节法、降阻调节法和增压调节法3类<sup>[1]</sup>。在选择时要依据冬瓜山矿盘区生产和通风的特点。

(1)由于采用增阻调节将增大矿井阻力,使矿井总风量减少,因此在冬瓜山这种总风量十分有限而盘区需风量大的

矿山不宜过多使用。另外风门等通风构筑物过多会干扰生产,也不宜过多在冬瓜山这种大规模高强度开采的矿山应用。

(2)降阻调节法虽然有利于降低矿井总阻力,但由于工程量大,成本高,不适合盘区调风应用。

(3)增压调节法主要利用辅扇引风来调节风流的分配,即在盘区内适当的位置安设辅扇,通过辅扇增压调节风流,使其按生产需要合理分配。辅扇调节法具有机动灵活,简单易行,能降低矿井阻力,增大总风量等优点。针对上一节中分析的冬瓜山井下盘区通风的特点,冬瓜山铜矿的盘区分流调控采用增压调节是合理的。

根据辅扇安装方式的不同,辅扇调节有带风墙的辅扇和无风墙的辅扇调节法2种。带风墙的辅扇能克服较大的阻力,其调风量与辅扇风量相等,主要用于阻力差较大的区域性调节,也只能用于无通行要求的风路中。无风墙的辅扇能克服的阻力比较小,但由于无风墙辅扇的作用是靠辅扇出口动压引射风流,它能使巷道内的风量大于辅扇的风量,所以适合调节压差小、风量大的场合使用。由于冬瓜山铜矿为新建矿山,在设计时已考虑了通风的要求,盘区风路比较规范,要调控的风路间压差不大,因此采用无风墙辅扇能满足冬瓜山矿盘区风流调控的要求。同时为不影响生产作业中设备特别是运输设备的通行,在主要巷道中安设辅扇时,主要采用无风墙的方式(如图1所示)。

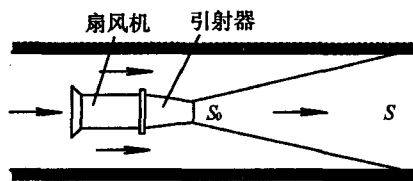


图1 无风墙辅扇示意

## 2.2 无风墙辅扇调节能力的确定

### 2.2.1 无风墙辅扇在巷道内造成的有效风压

无风墙辅扇在巷道内造成的有效风压 $\Delta H$ 可采用式(1)求得:

$$\Delta H = K \frac{S_0}{S} H_v \quad (1)$$

式中, $\Delta H$ 为辅扇在巷道内造成的有效风压,Pa; $v_0$ 为辅扇出口的风速,m/s; $S_0$ 为辅扇出口的断面积,m<sup>2</sup>;S为安设辅扇巷道的断面积,m<sup>2</sup>;K为与辅扇在巷道中的安装条件有关的系数,取值为1.5~1.8,安装条件好时取大值。 $H_v$ 为辅扇出口动压,Pa。

$$H_v = \rho v_0^2 / 2 \quad (2)$$

由式(1)、式(2)可知,无风墙辅扇的有效风压 $\Delta H$ 与辅扇出口动压 $H_v$ 成正比,即与辅扇出口风速 $v_0$ 平方成正比,因此采用大风量中低压辅扇,可提高出风口的总动压,有利于提高辅扇的控风效果。

### 2.2.2 无风墙辅扇的风量

无风墙辅扇在无其他通风动力的风路中单独工作时,辅扇的风量与安设辅扇风路的风量及风路风阻的关系式:

$$Q = \frac{0.102 Q_f}{\sqrt{RS_0 S}} \quad (3)$$

式中, $Q$ 为安设无风墙辅扇风路的风量,m<sup>3</sup>/s; $Q_f$ 为辅扇的风量,m<sup>3</sup>/s; $R$ 为风路风阻,(N·s<sup>2</sup>)/m<sup>8</sup>。

由于无风墙辅扇出口动压引射风流作用,一般情况下 $Q$ 比 $Q_f$ 要大,这有利于较大风量的调控。

## 3 无风墙辅扇的应用与效果分析

### 3.1 应用方案

冬瓜山铜矿目前开采的范围是:垂直高度从-670 m至-875 m,共6个中段;水平沿走向方向从52线至58线,水平垂直走向方向为矿体边界(厚度),共分3个盘区。

由于上下中段之间、盘区之间存在许多相互联系的井巷,使得盘区通风十分复杂,但总体风流走向是:新鲜风流通过各中段的沿脉主运输巷进入,然后分配至各盘区穿脉运输巷,再分配到需风采场和作业面,污风汇集至盘区回风道,再经盘区另一侧的主回风道流至总回风道。盘区调风主要是为了解决以下几方面问题。

(1)由于3个盘区作业不平衡,有的盘区需风量大,有的盘区需风量小,自然分风很难满足通风要求,因此要求对盘区之间的风量进行调配。

(2)盘区内存在多个不同作业类型的采场,有的正在出矿,有的正在充填,有的在作采准,还有些采准已完成而没有安排生产的采场和已采完没作处理的采场,这些采场需风量差别很大,而且存在闲置采场短路漏风现象,因此需对采场间的供风量进行调配。

(3)部分盘区的进风穿脉离主回风道很近(如57线穿脉),短路漏风严重,有效风量率低,导致总供风量不能满足总需风量的要求,因此要通过调节减少漏风。

通过上述分析及冬瓜山矿的特点,最终确定了采用无风墙辅扇作为盘区之间和盘区内采场间风量调节的主要方式,同时在局部风压差较大的漏风巷道中采用无压风门作为控制漏风的措施<sup>[2]</sup>。具体应用方案如下。

(1)对盘区通风网络进行数字化处理,利用风网分析软件进行实时风网分析<sup>[3]</sup>,同时配合井下实测,及时掌握井下风流状态。由于采场生产周期短,因此盘区(中段、采场)需风量变化很快,这项工作一般1个月要开展1次。由于已对风网作数字化处理,因此只需根据生产情况实时调整,就能快速反映实际状况。

(2)利用风网分析软件按照“按需分风”的原则确定需要调控的风量、压力、无风墙辅扇布置地点等,得到调控方案。

(3)根据调控方案,参考式(1)和式(3)计算辅扇要求的风量和风压,然后选择合适的辅扇。辅扇选择时,在参数满足要求的情况下,要尽量选择体积小、重量轻、噪声小而且无需底座的风机。

(4)实施调风方案后,要通过现场测定反馈实际效果,以便对一些不能满足要求的情况作局部调整。由于辅扇安装位置要随调风需要而进行调整,为便于移动,辅扇采用无底座的安装方式,只需将巷道底板整平,直接平稳放置好就可。

根据上述应用方案,在冬瓜山目前的开采条件下,通过通风网络分析得到了风流优化方案,该方案共应用了6台辅

(下转第39页)

响也是敏感的。鉴于此,在研究与实践中对宝新公司信息大楼采用楼顶屏蔽网格是完全必要的。

3.4.2 楼顶避雷网格技术的应用

信息楼(办公楼东楼)最高层为3层,尤其在3层屋面底部设置UPS设备,原来屋面的防直击雷的避雷带就显得太稀疏了,所以楼顶避雷网格尺寸应符合信息系统防护的要求。采用扁钢尺寸为30 mm×4 mm,网格尺寸5 m×5 m的避雷网格布置。其完善后的楼顶避雷网格见图5。

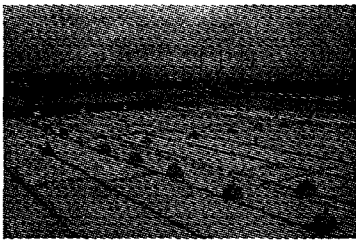


图5 楼顶避雷网格一角

4 2次雷击风险评估

宁波宝新公司是带有高度流程化特征的典型现代化企业,其大量的信息系统电子装置主要包括生产控制系统、程序监控系统、信息管理系统。雷电风险评估通常是信息系统防雷击电磁脉冲专业工程设计与施工不可缺少的前提步骤,为客观判断防雷改造后的防雷效果如何,本文给出了评估指标。宝新公司信息大楼的信息系统设备耐冲击类型和抗冲

击能力因子 $C_3$ 取0.5,这是因为经过系统改造以后,防雷击能力大大增强,其他因子取值不变。通过相应计算得: $N_c = 5.8 \times 10^{-1.5} / 7.5 = 0.024\ 454$ 。

雷电防护能力指标,即工程前后建筑物预计雷击次数 $N_c$ 的比较: $N_{c后} = 0.024\ 454 > 0.018\ 341\ 21 = N_{c原}$ 。

直击雷和雷击电磁脉冲引起信息设备损坏的可接受最大年平均雷击次数大于先前的,说明系统抗击雷电袭击的能力大大增强。

5 结语

(1)在有直击雷防护的情况下,也不能忽略信息系统易遭受雷击引起的电磁干扰现象,必须采取必要的电磁屏蔽或避雷网格措施。

(2)UPS和服务器放在建构物的中间层最为合理。

(3)信息系统防雷改造前后的二次雷击风险评估显示,改造后的系统防雷是更为合理和科学的。

(4)对于石块式地质接地系统的改造,将铸铜棒作为接地装置较为合适。

参考文献

[1]王殿江,王洪波,杨振忠,等.计算机及微电子设备的雷电电磁脉冲防护.中国雷电与防护,2003(3).  
[2]建筑物电子信息系统防雷技术规范.GB50343-2004.  
[3]建筑物防雷技术规范.GB50057-1994.

(收稿日期:2008-04-09)

(上接第31页)

扇进行盘区风流的调控:22、11、5 kW的风机各2台。其中22 kW的风机主要用于盘区间的风流调控,安装在盘区回风道中;11 kW风机主要用于盘区内的调控;5 kW风机主要用于采场间风流的调控,安装在采场出矿巷内。辅扇均采用便于安装和移动的无底座安装方式,安装地点的选择要与生产实际紧密联系,随着生产的变化而变化。一般用于采场调风的辅扇必须与采场的生产联系起来,可能需要经常性地变化位置。盘区间调风的辅扇因体积较大,位置最好相对固定,但也一般1个月到1个季度要进行1次风网分析和优化,看是否需要调整位置。

由于辅扇安设位置比较分散,而且需要经常调整,为了减少通风设备管理上的困难,研制了1套辅扇开停实时控制装置,使辅扇能根据生产实际实现自动开关,不但满足了盘区风流调控的需要,同时还大大降低了通风能耗和通风管理人员的劳动强度,取得了很好的效果。

3.2 效果分析

上述盘区风流控制方案应用1年来,已取得了满意的效果,井下通风条件得到了显著改善,通风指标也得到了优化,主要指标在调控方案实施前后的对比如表1。

表1 通风指标在调控方案实施前后的对比

| 项目        | 调控方案实施前 | 调控方案实施后 |
|-----------|---------|---------|
| 有效风量率/%   | 65      | 90      |
| 风质合格率/%   | 50      | 82      |
| 工作面空气温度/℃ | 34-39   | 27-30   |

4 结语

针对冬瓜山铜矿盘区通风的特点,提出了采用无风墙辅扇为主的盘区风流调控方案。实际应用表明,该方案能解决冬瓜山矿盘区复杂角联风网风流调控的难题,具有调风效果好,容易实施,节能,并能增加系统风量等优点。本文研究的方法对于类似开采条件的矿山也具有重要的参考价值。

参考文献

[1]王英敏.矿井通风与安全.北京:冶金工业出版社,1993.  
[2]刘斌,程磊,王勇.采区通风系统改造对矿井通风系统的影响及效果分析.陕西煤炭,2007(6):48-49.  
[3]杜翠凤,张昊.矿井通风网络解算可视化软件研究.中国安全生产科学技术,2007,3(4):51-54.

作者简介 吴江,男,1963年生,安徽铜陵人,采矿工程师,主要从事矿井通风的研究与管理工作。

(收稿日期:2008-04-30)