

# 喜人公司磷矿通风系统及排水系统施工

闫德传<sup>1</sup>, 胡文军<sup>2</sup>, 胡章地<sup>3</sup>

(1 湖北钟祥喜人化工有限公司, 湖北 荆门 448000; 2 武汉工程大学环境与城市建设学院,  
湖北 武汉 430074; 3 武汉工程大学法商学院, 湖北 武汉 430074)

**摘 要:**为了解决矿山开采设计方案与企业实际现状相差较大的问题,根据喜人磷矿多年的现场施工研究和实践经验,通风系统变更为中央对角式通风方式,从主井进风,1#斜坡道与2#斜坡道出风,不另设风井.通过变更方案,节约了掘进风井费用,降低了风阻,减少了通风费用.将排水系统由分级排水方案变更为一级排水方案并加大水仓容积.更改后的排水方案不仅减少了一10M水平水仓及泵房的投入,而且减少了一10M水平、+40M水平两级泵房的人员管理成本,虽增加水仓容积加大了投资,但实现了错峰低谷用电排水,降低了排水成本.

**关键词:**矿山;施工;设计;施工管理;通风系统;排水系统

**中图分类号:**TD2

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2012.11.007

## 0 引 言

尽管矿山开采设计方案都经过了专家评审,但由于有些设计者对企业的现状及地质实际状况了解不是很详细,导致设计方案与企业实际现状相差较大,甚至某些设计图只是示意图,根本达不到施工图要求,矿山企业进行施工时,如果严格按照设计进行施工,势必难于完成.笔者根据在喜人磷矿多年的现场施工研究和实践经验认为,设计为企业提供了大的总体规划方案,施工过程中,总体上不得改变通风和排水系统以及采矿方法总体设计方案,符合国家法律法规与标准规程,但施工细节应由企业工程技术人员根据企业实际现状,灵活布置,并绘制施工图.这样既有利于企业达到总体设计要求的安全生产条件、生产能力以及矿产资源的最理想回收率,又有利于企业技术人员在企业生产中使用新技术改善职工劳动环境,增大安全生产系数<sup>[1-3]</sup>.

喜人化工有限公司磷矿始建于1971年,一期开采工作在+215~+125 m之间.一期开采结束后,于1992年和2003年对其进行了二期开采的初步设计与修改设计;2006年已对一层矿、三层矿+90~-60 m中段进行了延伸设计,开采规模为40万吨/年.矿山采用斜井提升,脉外平巷运输的开拓方案.根据矿体形态,在全走向上布置有一条主斜井和三条盲斜井.矿体属缓倾斜的中厚矿层,

中段高度为25 m,延深设计PH<sub>1</sub>矿层为四个中段,即+15 m、-10 m、-35 m和-60 m,PH<sub>3</sub>矿层设计为6个中段,即+65 m、+40 m、+15 m、-10 m、-35 m和-60 m.

## 1 通风系统施工方案研究

根据金属与非金属矿山安全规程规定,地下开采应建立机械通风系统,对于自然风压较大的矿井,当风量、风速和作业场所空气质量能够达到要求时,允许暂时用自然通风替代机械通风.按照全矿统一通风与分区通风系统的进风井和回风井相对位置的不同,矿井通风布置形式可分为对角式、中央式、混合式三种.矿山的通风设计方案应严格遵循安全可靠、通风基建费、经营费最低和便于管理的原则进行,一般与矿井开拓提升运输、采矿方法、开采顺序、采准布置方案一并考虑.在施工中应严格按照设计布置的通风形式进行施工,保证通风巷道断面尺寸、通风构筑物和风流调节设施及通风设备施工安装达到设计要求,且便于维护管理;确需对通风系统的设计进行局部施工变更,原则上应不改变原设计的布置形式,保证风量分配调节易于满足生产需要且漏风少,运行安全可靠<sup>[4-7]</sup>.

### 1.1 变更前通风系统状况

喜人公司原设计方案中,2#斜坡道只属三层矿通风系统进风口,一层矿为主井与1#斜坡道进

风,另增设长 420 m 断面  $2.6 \times 2.5$  m 风井通风区。

-10 m 水平以上总风阻 408.38 Pa, -35 m 水平以上风阻为 426.35 Pa, -60 m 水平以上风阻为 444.32 Pa, 风机配置为 K45-15 矿用轴流式风机,电机功率为 75 kW,风量为  $34 \sim 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ,安全压力为 735~1 080 Pa。

### 1.2 变更后通风系统

根据实际现状,并与设计单位沟通,本文将一层矿通风方案变更为中央对角式通风方式,从主井进风,1#斜坡道与 2#斜坡道出风,不另设风井。通风示意图如图 1 所示<sup>[8]</sup>。

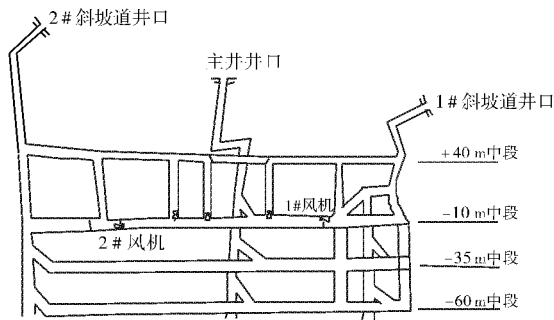


图 1 -10 m 至 +40 m 水平通风示意图

Fig. 1 Horizontal ventilation layout

设计变更后,一层矿年生产能力为 20 万吨,需 5 个矿房同时回采,1 个开拓工作面,2 个采准切割工作面。

风量计算如下:

①回采工作面所需风量

按排尘风速计算回采工作面所需风量

$$Q_{\text{采}} = nSv = 5 \times 71.1 \times 0.06 = 21.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

式中:  $n$ ——同时回采矿房数;

$S$ ——工作面面积,  $S = 15 \times 4.74 = 71.1 \text{ m}^2$ ;

$v$ ——排尘风速,  $v = 0.06 \text{ m/s}$ 。

②备用工作面所需风量

安排 2 个备用矿房,所需风量为

$$Q_{\text{备}} = 2 \times 1 = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

③掘进工作面所需风量

一层矿安排一个开拓工作面,二个采切工作面,每个工作面所需风量为  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,总需风量为  $Q_{\text{掘}} = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

④硐室需风量按  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  计算。

⑤一层矿总需风量

$$Q_{\text{总}} = K_1 K_2 (Q_{\text{采}} + Q_{\text{备}} + Q_{\text{掘}} + Q_{\text{硐}}) =$$

$$1.15 \times 1.1 (21.5 + 2 + 4.5 + 3) = 37.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

式中:  $K_1$ ——外部漏风系数;

$K_2$ ——内部漏风系数。

通风阻力计算公式为:

$$h_{\text{阻}} = \sum h_{\text{摩}} + \sum h_{\text{局}}, \text{Pa} \quad (1)$$

式(1)中:  $h_{\text{阻}}$ ——矿井通风阻力, Pa;

$h_{\text{摩}}$ ——矿井通风阻力, Pa, 计算公式为公式(2);

$h_{\text{局}}$ ——矿井通风阻力, Pa, 一般按  $h_{\text{摩}}$  的 10%~20% 计算。

$$h_{\text{摩}} = \alpha \frac{LU}{S^3} Q^2 \quad (2)$$

式(2)中:  $H_{\text{摩}}$ ——井巷的摩擦阻力, Pa;

$\alpha$ ——井巷的摩擦阻力系数, Pa;

$L$ ——井巷的长度, m;

$U$ ——井巷的断面周长, m;

$S$ ——井巷的断面积,  $\text{m}^2$ ;

$Q$ ——井巷的风量,  $\text{m}^3/\text{s}$ 。

通风阻力计算如表 1 所示。

通过计算,主井至 1#斜坡道 -10 m 水平以上风阻为 302.36 Pa, -35 m 水平以上风阻为 320.33 Pa, -60 m 水平以上风阻为 338.3 Pa; 主井至 2#斜坡道 -10 m 水平以上风阻为 358.09 Pa, -35 m 水平以上风阻为 376.06 Pa, -60 m 水平以上风阻为 394.03 Pa。设计一层矿总需风量  $37.3 \text{ m}^3/\text{s}$ , 在 -10 m 联络通道上安装两台 SWF-12NO.12 风机, 每台风机风量  $21.6 \text{ m}^3/\text{s}$ , 风压 800 Pa, 电机功率为 22 kW。局部采用局扇通风。

-10 m 中段以下开拓采用局扇通风, -35 m 中段与 -60 m 中段开拓系统完成时, -10 m 中段以上基本采完, 利用 -10 m 中段平巷为回风平巷, -35 m、-60 m 中段平巷作为新鲜风流进入平巷进行通风。

由表 1 分析可知, 通过变更方案, 不仅节约了掘进风井费用, 而且降低了风阻, 减少了通风费用。

表 1 通风阻力计算表  
Table 1 Ventilation resistance calculation table

巷道名称	支护形式	巷道摩擦阻力系数 $\alpha/\text{Ns}^2 \cdot \text{m}^{-4}$	巷道断面 $S/\text{m}^2$	长度 $L/\text{m}$	周长 $U/\text{m}$	风量 $Q/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	负压 $H/\text{Pa}$	风速 $v/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	备注
主斜井	喷浆	0.002 2	6.45	288	9.284	43.2	40.91	6.70	
+40 m 脉外平巷	不支	0.003 5	6.45	120	9.284	43.2	27.12	6.70	
主盲斜井	不支	0.003 5	6.45	120	9.284	43.2	27.12	6.70	
-10 m 穿脉平巷	不支	0.003 5	6.45	70	9.284	43.2	15.82	6.70	
中段运输平巷	不支	0.003 5	5.355	100	8.591	9.33	1.70	1.74	
中段运输平巷	不支	0.003 5	5.355	100	8.591	9.33	1.70	1.74	
中段运输平巷	不支	0.003 5	5.355	100	8.591	9.33	1.70	1.74	
回风平巷	不支	0.003 5	5.355	60	8.591	9.33	1.02	1.74	
回风平巷	不支	0.003 5	5.355	60	8.591	9.33	1.02	1.74	
回风平巷	不支	0.003 5	5.355	60	8.591	9.33	1.02	1.74	
1# 斜坡道	不支	0.003 5	5.355	850	8.591	21.6	77.65	4.03	1# 风机
2# 斜坡道	不支	0.003 5	5.355	1460	8.591	21.6	133.38	4.03	2# 风机
局部风阻							31.29		设计数据
自然风压							74.29		设计数据
合计:									
主井至 1# 斜坡道							302.36		-10 m 以上
主井至 2# 斜坡道							358.09		-10 m 以上
-35 m 增加主盲斜井	不支	0.003 5	6.45	60	9.284	43.2	13.56	6.70	
1# 增加盲斜井	不支	0.003 5	6.45	60	9.284	21.6	3.39	4.03	
2# 增加盲斜井	不支	0.003 5	6.45	60	9.284	21.6	3.39	4.03	
回风巷增加	不支	0.003 5	5.355	60	8.591	9.33	1.02	1.74	

## 2 排水系统施工方案研究

地下矿排水分自流排水与机械排水,自流排水有投资省、经营费少、管理简单、生产可靠等优点,在有条件的地方应尽可能采用自流排水;由于大部分矿山属于老矿山,开采深度比较低,只能采取机械排水。设计单位是根据企业的水文资料、开采现状、地质状况进行的设计,一般采用集中与分区排水、直接与接力排水的方案,设计的排水设施包括泵房、水仓、沉淀池、清仓排泥等工程。泵房按水泵的进水方式不同,布置形式分为吸入式或压入式,还有潜水泵排水方式。一般设计采用吸入式,井底主要泵房的出口应不少于两个,其中一个通往井底车场,另一个用斜巷与井筒连通,斜巷上口应高出泵房地面标高 7 m 以上;泵房地面标高应高出其入口处巷道底板标高 0.5 m,其下部入口应装设防水门。水仓应由两个独立的巷道系统组成,每个水仓容积,应能容纳 2~4 h 的井下正常涌水量;主要水仓总容积,应能容纳 6~8 h 的正常涌水量。企业在施工水泵房及水仓时必须严格按照设计要求施工,水仓实际施工后的容积不可能与设计容积刚好一致,但有效容积要确保在 6 h 以上。水泵房地面要比入口处的巷道地面高 0.5 m,

施工难度较大,在打泵房入口时可采取缓坡掘进,待提高 0.5 m 后再打平巷<sup>[9-10]</sup>。

### 2.1 变更前排水系统状况

喜人公司的原排水设计利用 +40 m 水平的水仓作为永久性中转水仓,分别在 -10 m 水平、-60 m 水平建水仓和泵房的分级排水方案,将水从 -10 m 水平、-60 m 水平排到 +40 m 水平的水仓后,再由 +40 m 水平水泵排出井外(高度 +140 m 水平)。

### 2.2 变更后排水系统

考虑到 +40 m 水平的水仓约 1 000 m<sup>3</sup>,已服务多年,淤泥较多,有效容积不到 600 m<sup>3</sup>,由于磷矿层为含水层,-10 m 水平的水仓随着开采深度下降将会无水而废弃,服务时间较短。经研究并与设计院探讨更改设计,在 -60 m 水平建一个较大水仓(设计为 3 700 m<sup>3</sup>)和泵房,采用一级排水方案(从 -60 m 水平一次性排出井外,高度 +140 m 水平)。在开拓过程中,在 -10 m 水平建一个 1 000 m<sup>3</sup> 的临时水仓作为接力排水中转水仓,-60 m 水平水仓和泵房建成使用后撤出 +40 m 水平和 -10 m 水平排水设施和人员,排水方案变更前后选型水泵见表 2,排水方案运行方式如表 3 所示。

更改后的排水方案不仅减少了一 10 m 水平

水仓及泵房的投入(约 60 万元),而且减少了一 10 m 水平、+40 m 水平两级泵房的人员管理成本;并将一 60 m 水仓容积设计加大达到最大昼夜涌水量的 65% 容量(一 60 m 水平正常涌水量 5 086.98 m<sup>3</sup>/d,最大涌水量 5 640.69 m<sup>3</sup>/d),可以实现错峰低谷用电排水,大大降低了排水成本;一 60 m 水仓建成运行一年就节约电费 100 多万元(相比原两级排水方案)。另外一 60 m 水仓还可以作为深部开拓的永久性中转水仓。

表 2 排水方案变更前后选型水泵对照表

Table 2 Comparison table of water aspirators in previous and current drainage plans

设计	位置	水泵	电机	台
原设计	+40 m	200D43×4	220 kW	4
	—60 m	200D43×4	220 kW	4
变更后	—60 m	200D43×6	315 kW	4

表 3 排水方案运行方式比较

Table 3 Comparison table of operation mode of water aspirators

基本数据	第一方式:正常运行 运行时间:全天 平均电价:0.705 元/kWh 开动水泵:1 台 抽水时间:17.7 h	第一方式:完全低谷排水 运行时间:0~8 h 平均电价:0.305 元/kWh 开动水泵:2 台 8 h,1 台 1.7 h
	水泵 200D43×6,3 台 管路 $\phi=273\times7$ 二路 泵房长 15 m 水仓 1 696 m <sup>3</sup> 同比费用合计 73.3 万元	水泵 200D43×6,4 台 管路 $\phi=273\times7$ 二路 泵房长 20 m 水仓 3750.4 m <sup>3</sup> 其它增加 5 万元 同比费用合计 120.6 万元
	1. 水仓储时间 8 h 2. 排水管一备一用,管内 流速 $v=1.52$ m/s. 3. 投资少 47.3 万元 4. 符合安全规程要求	1. 水仓储时间 17.7 h 2. 排水管两路并用,在开三 台时流速 $v=2.28$ m/s. 3. 年电费比常规运行少 81.4 万元 4. 水管流速稍高,但符合矿 山最大涌水量时的运行要求 5. 对深部开采有利
	比较结果	

### 3 结 语

(1)矿山设计的目的是使企业在矿产资源开采上做到经济合理、施工安全有序,达能达产,由于矿产资源地质条件的变化难于完全掌握,设计或多或少存在与实际不符的问题,在按设计进行

施工过程中不能生搬硬套,企业工程技术人员在不违背总体设计原则的条件下,应根据企业现状,灵活制定符合地质条件、切实可行的施工方案,并加强施工管理,在施工中逐步优化完善设计方案,最后实现施工与设计相符、符合法规规程的目标。

(2)将通风系统变更为中央对角式通风方式,从主井进风,1#斜坡道与 2#斜坡道出风,不另设风井。通过变更方案,不仅节约了掘进风井费用,而且降低了风阻,减少了通风费用。

(3)将排水系统由分级排水方案变更为一级排水方案并加大水仓容积。更改后的排水方案不仅减少了一 10 m 水平水仓及泵房的投入,而且减少了一 10 m 水平、+40 m 水平两级泵房的人员管理成本,虽增加了水仓容积加大了投资,但实现了错峰低谷用电排水,大大降低了排水成本。

通过灵活的变更处理,喜人磷矿通风系统及排水系统的施工既达到了规范要求,又节省了矿山投资成本。

### 参考文献:

- [1] 马杰,李含明. 矿山深部开采工程施工方案的比较[J]. 现代矿业,2010(6):87-89.
- [2] 赵君盼. 论矿山通风系统设计[J]. 民营科技,2011(12):350-350.
- [3] 尹君,王玉杰,吕林. 基于 GIS 的非煤矿山安全管理系统的研究[J]. 武汉理工大学学报,2010,23(13):110-113.
- [4] 胡汉华. 黄金矿山的通风系统改造问题探讨[J]. 矿业研究与开发,2006(5):79-82.
- [5] 徐则林. 中小型复杂矿山通风系统改造[J]. 采矿技术,2006(3):396-397.
- [6] 王勇强,侯秀贞,李小光. 矿山通风安全管理信息化建设[J]. 山东煤炭科技,2012(2):223-224.
- [7] 胡文军,胡章地,陈龙,等. 中小型磷矿井下安全避险系统通风[J]. 武汉工程大学学报,2012,34(10):6-10.
- [8] 朱吉成. 对矿山通风系统技术改革者造的研究[J]. 中小企业管理与科技,2011(30):159-160.
- [9] 兰瑞果. 铀矿山提升、排水、空压、通风设施的节能途径[J]. 铀矿冶,2006(3):122-126.
- [10] 肖晓存,韦连喜. 平煤集团矿山排水的综合利用研究[J]. 工业安全与环保,2008(1):12-13.

(下转第 64 页)