

# 河南某石膏矿立井工作面注浆设计与施工实践

段明发, 刘玉蕊, 吴清星

(河南省有色工程勘察有限公司, 河南 郑州 450052)

**摘要:**通过对河南某石膏矿立井工作面预注浆的施工, 概述了注浆堵水的设计计算, 施工工艺和方法的应用, 以及堵水效果的检查和检验方法。

**关键词:**石膏矿; 立井; 井筒工作面; 注浆堵水

**中图分类号:** TD265.4   **文献标识码:** B   **文章编号:** 1672-7428(2007)05-0027-03

**Construction Practice on Design for Shaft Face Grouting in a Gypsum Mine in Henan/DUAN Ming-fa, LIU Yu-rui, WU Qing-xing** (Henan Engineering Investigation Co., Ltd. for Nonferrous Metals, Zhengzhou Henan 450052, China)

**Abstract:** With the construction case of shaft face pre-grouting in a gypsum mine in Henan, design and calculation, and construction technology of grouting for water block are stated, as well as the testing method for water block effect.

**Key words:** gypsum mine; shaft; shaft face; grouting for water block

## 1 工程概况

位于河南省鲁山县境内的某石膏矿, 立井荒径 4.5 m, 净径 3.5 m, 设计井深 220 m, 井壁为现浇混凝土结构, 壁厚 350 mm。地层主要为寒武系灰岩、白云岩和泥灰岩。主要含水层为张夏组灰岩和辛集组豹皮灰岩。立井开挖到 140 m 时井底涌水, 用一台 3 in 泵抽水, 水位下降很小, 又下一台 3 in 泵抽水, 水突然变混, 水位不下降, 估计涌水量  $>200 \text{ m}^3/\text{h}$ 。利用水泵疏干井底涌水已不可能, 只有采取堵水措施。

## 2 堵水方案

该立井突水是因为水文地质条件不够清楚, 井筒掘进过程中遇到寒武系张夏组灰岩含水层, 岩溶裂隙发育, 涌水量大, 用水泵无法疏干, 必须采取注浆堵水。

立井注浆堵水方法有工作面预注浆和地面预注浆两种。立井工作面预注浆就是当井筒掘进距含水层有一段距离的地方停止掘进, 利用上部不透水层作为防护垫(岩帽)或修筑人工防护垫进行钻孔注浆堵水, 以便井筒能继续在水或少量涌水的条件下掘进。工作面预注浆较地面预注浆有以下优点: (1) 钻探工作量少, 节省套管; (2) 可以直接注含水层, 注浆量较易控制, 灰浆消耗较少; (3) 可用小型钻机及注浆设备。其缺点是占用井筒工期、工作面空间小、操作不便。

## 3 工作面预注浆施工

### 3.1 施工工艺流程

- (1) 在井底做一防护垫, 防止灰浆返流到井内;
- (2) 打孔埋设孔口管, 钻进深度 1 m 以上, 但不要达到含水层;
- (3) 固定孔口管, 装好孔口控制保险装置, 然后试验其密闭性和坚固性;
- (4) 通过孔口管向深处打眼, 穿过含水层;
- (5) 安装止水塞, 进行孔内注浆, 使含水层空隙完全填塞, 再依次打孔和注浆到设计深度;
- (6) 钻检查孔检查注浆质量和效果;
- (7) 在注浆后的岩层继续掘进并做好井壁支护工作;
- (8) 当井筒掘进工作面掘至下一个含水层界线时, 留下一段岩柱, 停止井筒掘进, 再打孔口管钻孔, 继续打孔注浆, 然后掘进, 这样循环作业, 直到通过含水层为止。

### 3.2 构筑防护垫

注浆防护垫是工作面预注浆极其重要的工序, 防护垫一般有岩帽和人工混凝土防护垫两种。岩帽防护垫是在含水层上部留一段不透水岩层; 人工防护垫是在井筒内利用混凝土等材料修筑一定厚度的隔水墙, 作为注浆止水垫, 一般是在岩帽强度不够或岩石裂隙多不能作止水垫时用, 或由于水文地质条件情况不清, 掘透含水层, 涌水喷出时采用。该石膏矿立井施工中掘透了含水层, 发生涌水, 因此需要构

收稿日期: 2006-10-23

作者简介: 段明发(1964-), 男(汉族), 河南新野人, 河南省有色工程勘察有限公司总工程师、高级工程师、全国注册土木工程师(岩土), 水文地质与工程地质专业, 从事岩土工程勘察、设计与施工工作, 河南省郑州市中原东路 107 号, (0371)67976323, duanmingfa64@sohu.com。

筑人工混凝土防护垫。

### 3.2.1 防护垫的设计

根据立井工作面 and 地层情况采用单级平底型防护垫,作用于防护垫的最大注浆压力:

$$P_0 = P_r + P_u$$

式中: $P_r$ ——静水压力,竖井深 140 m,地下水静止水位是 30 m, $P_r = 140 - 30 = 110 \text{ m} = 1.1 \text{ MPa}$ ;  
 $P_u$ ——注浆剩余压力,3 MPa。

故: $P_0 = 1.1 + 3 = 4.1 \text{ MPa}$ 。

止浆垫厚度: $B = P_0 r / \sigma + r$

式中: $r$ ——井筒荒径半径,2.25 m; $\sigma$ ——5 天混凝土允许抗压强度,安全系数 3,取 12 MPa。

$B = 310 \times 2.25 / 1200 + 2.25 = 2.8 \text{ m}$ ,混凝土防护垫厚度取 3 m。

### 3.2.2 混凝土防护垫的施工

井筒内水位稳定后,用导管灌注混凝土施工水下防护垫。导管直径 300 mm,壁厚 5 mm,每根长 6 m,用法兰盘连接。钢管与法兰连接要垂直,加 3 个三角形筋,弯曲偏差不超过长度的 1%,密封压力 > 1 MPa。用 42.5 普通硅酸盐水泥,水下泵送 C25 混凝土,坍落度 20 ~ 22 mm。导管底部距立井底 300 ~ 500 mm,灌注时与水下混凝土灌注桩施工工艺相同。采用 2 根导管同时灌注,当混凝土面不断上升时,导管亦徐徐提升,提升速度应保持距混凝土面 < 0.5 m,灌注应连续进行,停顿时间不能超过混凝土初凝时间,灌注时在不同的位置测量混凝土面,若混凝土厚度都大于 3 m 时,停止灌注。混凝土凝固 5 天后开始抽水,排干立井内的水后沿防护垫周围与原岩接触部位,用风钻钻孔向防护垫注入 1:1 浓度的水泥浆,加固防护垫。若防护垫表面不平要用混凝土抹平,在止水垫中心留 0.3 m 深、0.5 m × 0.5 m 的水窝。准备钻孔注浆。

## 3.3 钻孔注浆

### 3.3.1 注浆孔布置

井筒荒径  $D = 4.5 \text{ m}$ ,注浆孔沿立井壁环状布置,距井壁距离  $A = 0.75 \text{ m}$ ,注浆孔间距  $L = 1.2 \text{ m}$ 。

注浆孔个数: $N = 3.14(D - 2A) / L = 7.85 \approx 8$  个。

注浆孔底超出井径的距离为  $S = 2.5 \text{ m}$ ,含水层厚  $H = 20 \text{ m}$ ,注浆孔倾角  $\alpha = \tan^{-1}[(S + A) / H] = 10^\circ$ 。

### 3.3.2 钻孔

钻孔采用一台重型风动钻机潜孔锤钻进。开孔孔径 130 mm,钻孔倾角为  $10^\circ$ ,钻至 2 m 下入  $\varnothing 110 \text{ mm}$  孔口管,用水泥砂浆灌满管与孔壁的环形间隙,

捣实、固牢,管的上口焊法兰盘,法兰盘距防护垫的高度一般为 0.2 ~ 0.3 m,用于连接阀门和密封件。孔口管固好后用  $\varnothing 89 \text{ mm}$  的潜孔锤钻进,钻进到一定深度若涌水,立即下止浆塞,安装注浆管路和阀门。钻孔施工顺序按打一孔注一孔,间隔进行。

### 3.3.3 注浆

(1) 注浆用一台 BW-150 型泥浆泵,最大压力 7.0 MPa,水泥浆制备用一台立式单筒搅拌机,容量  $1 \text{ m}^3$ 。浆液浓度大多采用稀浆开始,浓浆结束;水灰比的变化级别一般为:2、1.5、1、0.8、0.5,达到水灰比为 1 时,不轻易调级,只有在注入量过大时才调浓浆,以便较快达到终压、终量而结束注浆。为使其速凝加 2% 水玻璃。浆液搅拌时间 < 3 min,把水泥搅合均匀,放入储浆池,用 80 目筛网过滤,防止水泥块进入浆池。搅拌时按配比进行。

(2) 注浆过程中应确保注浆泵和管路正常运转和使用。根据地层裂隙发育情况,设计单孔最大注浆量为  $10 \text{ m}^3$ ,若吸浆量大于最大注浆量,应停注 1 h 左右,继续注浆,注浆压力达到 4 MPa 时终止注浆。继续钻孔注浆直至注浆深度达到 30 m 时,施工下一个钻孔。重复以上步骤,8 个注浆孔依次施工完后,该段含水层注浆结束。

(3) 注浆过程中要及时记录吸浆量、注浆压力、用料数量的变化,必要时可调节泵量、泵压以及改变浆液浓度与凝固时间。观察周围是否有冒浆。

(4) 每次注浆结束后要关闭孔口阀门,用清水冲洗注浆泵和管路。

(5) 注浆结束后要及时拔塞,拔塞时间应掌握适当,过早易于返浆,过晚不易拔出。单一水泥浆一般控制在 4 h 左右,且注浆结束后应不时打开泄浆阀,观察其凝固情况,若不返浆即可试拔。

### 3.3.4 注浆事故处理

#### 3.3.4.1 跑浆

改变浆液浓度,让浆液由稀变稠;缩短浆液的凝固时间,增加水玻璃用量;减小泵量,降低泵压,由连续注浆变为间歇注浆。

#### 3.3.4.2 压力表故障

(1) 压浆泵出口压力表骤降为零,注浆孔口压力表比输浆管路自然静压低,吸浆能力骤降,这种征兆一般是压浆泵出口处球阀被凝固的水泥浆堵塞,因此应及时检查注浆泵运转情况。

(2) 当井上下压力表指示差不符时,压浆泵出口压力突增,而注浆口升压很慢,吸浆能力降低或停止,这种征兆一般是注浆管路堵塞。

(3)当注浆泵口压力表慢慢稳定升压而注浆口压力表压力不升或低于自然静压,吸浆能力亦正常,这种情况通常是通向注浆孔口压力表 U 形管堵塞,应及时检修。

(4)当吸浆能力骤增而随之产生压力降低,则应注意岩层或止浆垫是否变形,或有跑浆现象,若无变化则可增加浆液浓度或降低压力继续进行注浆。

### 3.4 注浆效果检查与检验

#### 3.4.1 检查

在水流上方或选择在注浆质量较差的两个孔之间打检查孔,检查孔深度与注浆孔深度相同,其孔底应超出井筒直径以外 1~2 m,检查孔为 2 个,检查孔内涌水量,用压水试验检查注浆效果,若透水率  $q < 2 \text{ Lu}$ ,注浆效果达到要求;若透水率  $q > 2 \text{ Lu}$ ,注浆效果达不到要求,在该检查孔内注浆。

#### 3.4.2 检验

井筒掘进实际观察是检验注浆效果的可靠方法,注浆结束拆除防护垫后,即开始井筒掘砌作业,涌水量为  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,基本达到了干井作业。注浆不但封堵了井筒涌水,而且井周边围岩得到了加强,加快了掘砌速度。

## 4 结语

(1)注浆堵水工作是在地面或是在井筒工作面进行,须取决于井筒含水层的赋存条件和井筒施工状况,如果需注的含水层巨厚或是相邻多层含水层,地面进行预注浆比较经济合理。当井筒掘进过程中工作面涌水或含水层距地面很深又是单一含水层时,选用工作面预注浆较为经济合理。

(2)工作面预注浆关键是构筑防护垫,防护垫有多种形式和构筑方法,要根据工作面涌水量的大小和水柱压力,采取合适的形式和构筑方法,保证防护垫止水和防止漏浆是关键。

(3)井筒掘进要充分了解水文地质条件和含水层位置、单位涌水量和水头高度,在掘进到含水层顶板时要留岩帽,进行工作面预注浆,节省构筑防护垫工作。

## 参考文献:

- [1] 黄德发,王宗敏,等.地层注浆堵水与加固施工技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [2] 林宗元.岩土工程治理手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1993.

## 空客 A320 总装线项目启动,三一电液桩机将大显身手

**本刊讯** 2007 年 5 月 15 日下午,备受中外关注的空客 A320 系列飞机总装线项目在天津滨海新区项目建设现场举行盛大开工仪式。国务委员唐家璇出席仪式,并宣布项目正式开工。三一集团北京桩机自主研发制造的 SF558 多功能电液履带桩机亮相开工仪式,将被应用于空客 A320 天津总装线项目的基础设施工程建设。

国务委员唐家璇在开工仪式上表示,空客 A320 系列飞机天津总装线的开工,有助于加强中欧战略合作伙伴关系,促进中欧航空产业的共同发展。此外,该项目还将推动天津滨海新区的开发开放,促进环渤海地区的发展。空客 A320 系列飞机天津总装线项目分为总装厂房、喷漆厂房、动力站、飞机库、总装设施、室外设施、基础设施 7 个

子项,19 个单体建设及构筑物。项目先期占地  $60 \text{ 万 m}^2$ ,仅厂房建设投资一项就达到 22 亿元,项目总投资将超过 80 亿元,预计总装厂房主体将于 2007 年 8 月完工。

在空客 A320 系列飞机天津总装线项目开工仪式上亮相的三一电液桩机,将被应用于该项目总装车间的地基维护工程建设。三一集团北京桩机自主研发制造的 SF558 多功能电液履带桩机,具有多功能、电液驱动、操作简单、作业安全、通用性强等性能特点,可广泛应用于各种桩基础工程和深基础支护工程,是建筑、桥梁、港口、水库等地下桩基础施工的高性能机械。(周志华 供稿)

## 湖北:13 座危机矿山新探出千亿元资源

**新华网武汉消息** 从湖北省国土资源厅获悉,该省 13 座危机矿山找矿势头良好,新发现的矿藏据估算潜在经济价值达到 1204.28 亿元。

以找深部矿、隐伏矿为主的“危机矿山接替资源找矿”,是近年来中国地质矿业界一项重要工作。其项目承担单位为符合要求的国有大中型危机矿山,项目勘查单位为符合要求的国有地勘单位,主攻矿种为煤、铁、锰、铜、铝、铅、锌、钨、锡、钼、铋、镍、金、磷、优质石墨、纤维石膏、涂料级高岭土、铀等 18 个矿种,主要目标是查明资源储量,延长矿山服务年限。

湖北省经国家批准立项实施,或通过论证公示的危机矿山有 13

座。其中阳新县鸡笼山金铜矿、嘉鱼县蛇屋山金矿、荆门市放马山磷矿、钟祥市大峪口磷矿、竹山县银洞沟银金矿、远安县花果树磷矿等 6 个项目 2006 年已列入全国危机矿山接替资源勘查项目,加上此前实施的另外 7 个找矿项目,极大缓解了湖北矿产资源供给不足之虞。

据湖北省国土资源厅介绍,该省危机矿山找矿成效最突出的是大冶铁矿。该矿采用高精度物探法,在尖林山矿段深约 800 m 处,新发现铁矿石储量 2330.27 万 t,使这座濒临枯竭的矿山延长服务年限 20 年。勘查还发现该矿山铜金属储量 9.17 万 t,金 3.43 t,银 55.62 t。