

Analysis about the Freezing Design of Wind Well in Tashidian Mining Area

Yifan Zhao

Beijing China Coal Mine Engineering Co., LTD, Beijing
Email: 11034188@qq.com

Received: Jul. 10th, 2018; accepted: Jul. 24th, 2018; published: Jul. 31st, 2018

Abstract

Based on the current situation of the accident wind shaft in Tashidian, together with the hydrologic conditions, the design ideas of the freezing plan, and some practical difficulties in the construction process, three common problems in the freezing engineering are analyzed to suggest that detailed hydrologic conditions, reasonable designation and reliable supply of water and electricity make essential conditions in the engineering.

Keywords

Accident Shaft, Hydrologic Conditions, Freezing Design, Water and Electricity Supply

塔什店风井冻结工程设计分析

赵一帆

北京中煤矿山工程有限公司, 北京
Email: 11034188@qq.com

收稿日期: 2018年7月10日; 录用日期: 2018年7月24日; 发布日期: 2018年7月31日

摘 要

介绍了塔什店风井事故井筒现状, 从井田水文地质情况和冻结方案设计思路出发, 结合实际施工过程中遇到的困难, 分析了三个冻结工程中常见问题, 最后提出翔实的水文地质资料、合理的设计冻结设计及可靠的水电供应是冻结工程成功必不可少的条件。

关键词

事故井筒, 水文地质资料, 冻结设计, 水电供应

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 冻结法施工在国内煤矿工程中应用较为广泛, 从东部深厚冲积层地区、南部溶洞裂隙地层、再到西部软岩地层, 冻结法施工均得到成功的应用, 尤其是对复杂地层条件下的矿井施工提供了可靠的保障[1]-[7]。但由于地层复杂性以及冻结施工的费用而借鉴相邻矿井地勘资料进行施工, 实际揭露地层与设计往往相去甚远, 采用普通法施工失败后转为冻结法施工, 如核桃峪矿、塔然高勒等矿井均用冻结法施工通过复杂地层[8] [9] [10]。

2. 工程简介

塔什店一号矿矿井设计生产能力 1.20 Mt/a, 服务年限 60a, 矿井布置主、副、风 3 个井筒, 主、副、风井前期均采用普通法施工, 副井施工至 345.8 m 时(刚进入第三系桃树园组), 井底开始涌水, 涌水量为 430 m³/h。鉴于副井涌水情况, 主井和风井分别掘进到 345.3 m 和 336.7 m 时停止掘进, 井底进行密封处理, 并且主井和风井进行了上部注浆措施, 注浆后风井井壁淋水 2.8 m³/h。风井已成井筒参数如图 1 所示。

鉴于风井普通法掘砌到 336.7 m 后转入冻结法施工, 为保护上部已成型井壁, 总体设计构想采用异径冻结器局部冻结技术 + 内侧温控孔保护冻结方案。

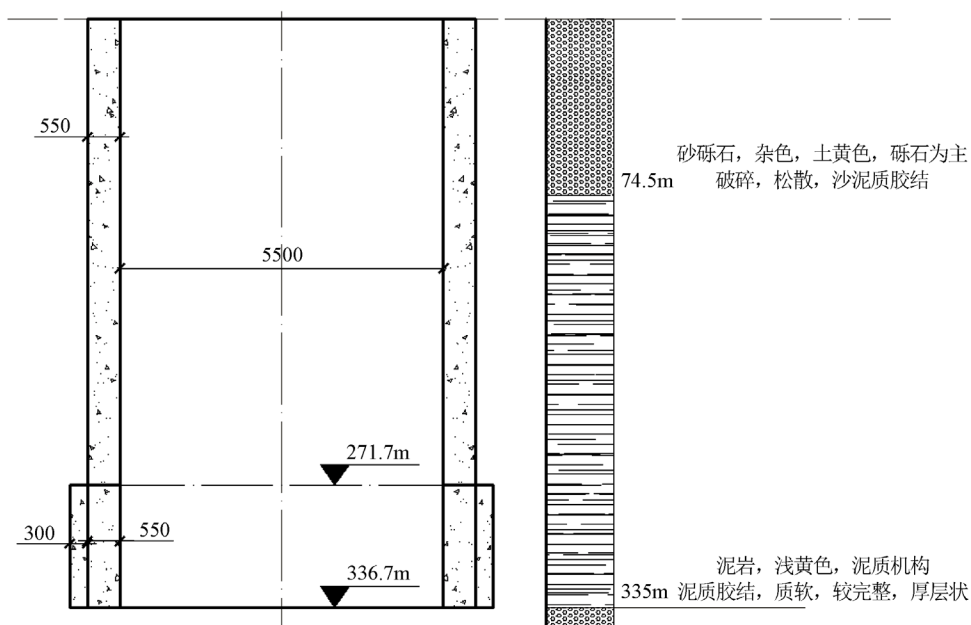


Figure 1. Schematic diagram of Tashidian air shaft

图 1. 塔什店风井已成井筒参数

3. 地层条件

3.1. 地层

矿区出露和钻探控制的地层有：中生界的三叠系和侏罗系，新生界的第三系和第四系，各层特性由老至新分别为：三叠系主要为巨厚层状砾岩和砂砾岩，底部有泥岩、粉砂及粗砂岩；侏罗系为主要含煤地层(中统塔什店组)，也是主要勘探地层，该地层属于河流、河漫、湖泊及泥炭沼泽相。第三系全区发育，超覆不整合于侏罗系之上，岩性以砾岩和砂砾岩为主，第四系位于第三系之上，普遍分布于井田，以洪积的砾石及松散砂层构成。

3.2. 地质构造

井田整体为单斜构造，只有东部存在向斜构造(塔什店北向斜 W_1)。塔什店北向斜为侏罗系向斜，井田主要位于塔什店北向斜北翼，少部分位于向斜南翼且煤层大多不可采。钻探施工中并未发现断层的发育，三维地震勘探成果表明，该煤系地层构造较简单，不存在大、中型断层，以断层落差较小、规模不大的正(7条)、逆断层(4条)为主，同时煤系地层并无岩浆岩侵入，井田构造复杂类型属简单。

3.3. 井田水系

井田内无水系，井田内南侧发育的小冲沟，仅在降水大时偶有短暂水流，一般多呈干涸状态，同时由于井检孔资料不全面，并未明确提供风井地下水系包括流向、流量的一系列参数。

4. 冻结施工工程设计

由于风井井筒用普通法掘砌至 336.7 m 后转入冻结法施工，为了保护上部成型井壁，该设计采用了异径冻结器局部冻结技术 + 内测温控孔保护冻结方案。风井井筒特征见表 1。

4.1. 设计思路

根据井筒实际情况及以往事故井筒施工经验，该井筒冻结方案采取了单圈冻结孔异径冻结器齐腿全深冻结：

- 1) 以第三系下部的流砂层底部作为控制层位来计算冻结壁厚度，地压值按照水土压力公式进行计算；
- 2) 采用扎一维公式及成冰公式进行冻结壁厚度及平均温度的计算，其中积极冻结期盐水温度取 -30°C 、安全系数取 1.2；
- 3) 根据西部地区冻结施工中以往的冻土发展速度经验值估算，确定冻结孔的圈径、孔间距等参数。最终确定该冻结方案的基本参数见表 2，设计工期见表 3。

4.2. 冻结设备选型

根据风井冻结设计，同时考虑干管的冷量损失，计算风井冻结所需的制冷量为 213.5 万大卡/h，因此装备了实际制冷能力为 60 万大卡/h 的 LG25L20MY 氨螺杆压缩机组共 4 组(备用一台低压机)，同时配备了 5 台 PMC-360E 型蒸发式冷凝器以及 4 台 HZA160 型蒸发器。

4.3. 井壁保护措施

为保护上侧已成型井壁，该设计采用了异径冻结器技术，及已成型井壁段采用 $\Phi 133 \times 5$ mm 无缝钢管、下侧冻结段采用 $\Phi 159 \times 6$ mm 无缝钢管，在保证冻结效果同时，尽量减小冻结对已成型井壁段地层的降温效果。

Table 1. Parameters of the shaft**表 1.** 井筒相关参数

| 序号 | 井筒特征 | 中部立风井 | |
|----|----------|---------|----------|
| 1 | 井筒坐标 | 经距(Y) | 4638804 |
| | | 纬距(X) | 29440462 |
| 2 | 井口高程(m) | +1176 | |
| 3 | 水平标高(m) | +700 | |
| 4 | 井筒深度(m) | 476 | |
| 5 | 井筒直径(m) | 净径 | 5.5 |
| | | 已成井段 | 550~850 |
| 6 | 井壁厚度(mm) | 下部冻结段外壁 | 450 |
| | | 下部冻结段内壁 | 900 |

Table 2. Designed freezing parameters of the air shaft**表 2.** 风井井筒冻结设计基本参数表

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 风井 |
|----|---------|----|------------|
| 1 | 井筒净直径 | m | 5.5 |
| 2 | 井筒深度 | m | 476 |
| 3 | 开挖荒径 | m | 6.6~8.2 |
| 4 | 已成井深度 | m | 336.7 |
| 5 | 冻结孔布置圈径 | m | 13.8 |
| 6 | 冻结孔深度 | m | 505 |
| 7 | 冻结孔数量 | 个 | 33 |
| 8 | 冻结孔开孔间距 | m | 1.312 (弦长) |
| 9 | 冻结壁设计厚度 | m | 3.4 |
| 10 | 冻结壁平均温度 | ℃ | -8 |
| 11 | 盐水温度 | ℃ | -30℃~-32℃ |

Table 3. Designed period of the air shaft**表 3.** 风井井筒设计工期

| 项目名称 | 单位 | 风井 | |
|-----------|--------|-----|-----|
| 施工准备期 | d | 10 | |
| 打钻工期 | d | 110 | |
| 沟槽及集配液圈安装 | d | 10 | |
| 工期 | 积极冻结工期 | d | 75 |
| | 井筒排水工期 | d | 5 |
| | 开挖到停机 | d | 60 |
| | 总工期 | d | 260 |

同时,在井壁和冻结管之间布设一圈温度控制孔,在积极冻结后期开启温/热水循环,控制冻结锋面的发展范围,将冻结施工影响降至最低。由于目前冻结工程施工并无相关温控孔设计规范,各单位普遍参照冻结施工中地层强制解冻要求及以往施工经验来进行设计,风井井筒温控孔设计参数见表 4。

Table 4. Designed parameters of the temperature controlled holes in the air shaft
表 4. 风井井筒温控孔设计参数表

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 风井 |
|----|---------|----|---------|
| 1 | 井筒净直径 | m | 5.5 |
| 2 | 井筒深度 | m | 476 |
| 3 | 开挖直径 | m | 6.6~8.2 |
| 4 | 已成井深度 | m | 336.7 |
| 5 | 温控孔布置圈径 | m | 9.6 |
| 6 | 温控孔深度 | m | 337 |
| 7 | 温控孔数量 | 个 | 12 |
| 8 | 温控孔开孔间距 | m | 2.485 |
| 9 | 温控孔规格 | mm | 133 × 5 |
| 10 | 热水温度 | ℃ | 10℃~12℃ |

5. 冻结施工过程中实际问题

目前该井筒处于积极冻结期延期冻结阶段，从该井筒冻结造孔开始至今，由于设计依据资料欠缺、设计存在缺陷等原因导致工程集中出现了一系列问题，致使工程增加投资、延长工期。

5.1. 水文地质资料欠缺导致冻结造孔过程中出现问题

由于该井筒水文地质资料较少，井筒掘砌过程中实际揭露地层的情况不多，无法预知下部易发事故地层的特性，虽然钻进过程中施工人员根据返浆特性及时调配泥浆，但在实际造孔过程中仍出现了卡钻、严重漏浆、冻结管无法下放等一系列问题，最终进行了设计的更改：采用地层灌浆、扩孔等方式进行冻结孔的施工。同时，在冻结造孔中采取了取芯施工来确定地层岩性，以验证冻结设计深度是否合理，虽然最终冻结造孔工程顺利竣工，但是由于出现了多个问题，导致冻结造孔工期滞后、造孔工程投资增加。

5.2. 冻结设计考虑不全以及管路安装不当导致降温困难

表 1 及表 2 给出了冻结设计对冻结孔孔间距、冻结壁有效厚度、安全系数及积极冻结期的取值，该设计偏于保守，提高了冻结段掘砌施工的安全可靠性，但同时也增大了冻结对已成型井壁的影响，在温控孔与冻结孔温度平衡的控制中增大了电能、煤炭的消耗。

在制冷设备选取时，由于使用旧设备，高估了冷冻机的实际制冷能力，导致在整个积极冻结期所有高、低压机均全部开启，没有了备用机，因此当一台设备出现问题需要停机维修时，制冷设备冷量供应大为降低，导致温度整体回升。

制冷设备安装时，必须做到机型匹配、冷媒分配合理。氨管路实际安装过程中往往受到空间限制，如果管路走向不合理，易导致压缩机吸气量不足，其结果是电能的消耗并未换来相应的冷量。

5.3. 积极冻结期内停水、停电对冻结影响过大

积极冻结期内高压线路出现问题导致断电停机，会对整个运行系统带来较大的安全隐患，对机组本身的寿命也造成一定影响，长时间停电甚至会造成盐水结晶导致冻结孔堵孔的后果。风井冻结站在积极冻结期内出现两次停电事故，该事故对盐水温度的直接影响参见图 2。

从图中可以看出，两次停电时间间隔较短，累计时间不超过 19 小时，但是盐水进回水温度降至停电前的温度需要将近一周时间。因此在积极冻结期开始前需要全面检查高低压线路的安全性，在不存在其

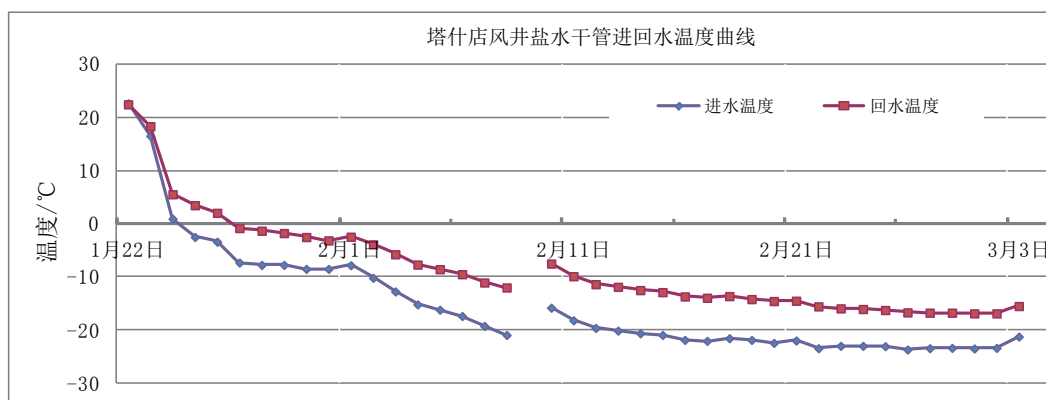


Figure 2. Salt water temperature curve of the main pipe of the air shaft

图2. 风井井筒盐水干管温度变化曲线图

他较大的安全隐患或者整体安排的前提下，极力避免积极冻结期内的停电事故。目前由于停电事故，盐水进回水温度并未在设计积极冻结期内降至设计数值，水文孔也并未冒水，而仅以非常缓慢的速度上升。根据测温孔数据发展情况计算，冻结壁的设计厚度和强度也未达到设计值。

针对冻结井筒积极冻结期内电力供应问题，主要措施是采取双回路供电或者备用维持运转的发电机组，同时在日常检修过程中确保线路正常，尽量减少停电事故。

6. 结论

综上所述，冻结井筒包括事故井筒的冻结设计必须要有足够的水文地质资料作为设计依据，冻结设计要充分考虑地层可见和不可见的因素，必要时增加设备投入以保证井筒冻结的质量和冻结的效率，最后要充分排除冻结过程中水、电供应中存在的的海安全隐患，保证井筒顺利通过积极冻结期，如期进行后续工程施工。

参考文献

- [1] 新疆邢美矿业有限公司塔什店矿区一号矿井回风立井井筒冻结工程施工招标文件[Z].
- [2] 煤矿井巷工程施工规范[S]. GB50511-2010.
- [3] 李海营, 李宁. 塔什店煤矿风井冻结法施工中井壁保护技术[J]. 山西建筑, 2016, 42(5): 108-109.
- [4] 徐华生, 杨龙, 潘三矿新西风井冻结法施工关键技术研究[J]. 煤炭技术, 2018, 37(6): 110-113.
- [5] 臧培刚, 王伟, 马宏强, 李海鹏. 超深厚冲积层冻结井筒施工关键技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2017, 45(8): 90-97, 141.
- [6] 李海营. 塔什店煤矿风井冻结施工技术[J]. 山西建筑, 2016, 42(3): 105-106.
- [7] 陈红蕾, 高伟, 李宁. 塔什店回风立井冻结施工方案温控孔设计优化[J]. 煤炭技术, 2014, 33(7): 99-101.
- [8] 杜木民, 王建平. 事故井冻结壁交圈判定依据分析[J]. 建井技术, 2016, 37(2): 42-43, 41.
- [9] 窦玉康. 浅谈塔然高勒矿井建设的经验教训[J]. 煤炭工程, 2012(S1): 27-28.
- [10] 郑彭生, 张志, 舒基强, 赵维刚. 西部地区淹水井筒冻结法凿井技术研究[J]. 煤炭技术, 2011, 30(10): 107-109.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org