

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.10.057

防渗膜截渗墙在露天煤矿防渗中的应用

刘亚运

(上海远方基础工程有限公司, 上海市 200436)

摘要:在某防渗膜截渗墙项目的基础上,探究混凝土防渗墙与 HDPE 防渗膜的组合模式在地下截水工程中的应用,分析防渗膜与地下连续墙复合施工的施工工艺。施工过程中,以自制铺膜机利用配重配合 HDPE 防渗膜进行下放,随后进行浇筑。验收结果表明,防渗膜截渗墙的止水效果良好,充分满足了该露天煤矿的截渗需求,大幅度降低了矿区内排水费用。防渗膜截渗墙施工工艺拓展了防渗墙在工程施工中的应用范围,较好地解决了露天煤矿存在的严重渗漏问题。

关键词: 防渗膜截渗墙;露天煤矿;HDPE 防渗膜;复合施工

中图分类号: TU94+3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0231-03

0 引言

混凝土防渗墙技术在 20 世纪 50 年代初期起源于欧洲,意大利、法国等国最先采用这种技术,随后又传到墨西哥、加拿大、日本等国^[1]。20 世纪 50 年代初,第一座防渗墙在巴舍斯坝修建,为连锁桩柱型防渗墙。我国的防渗墙建设开始于 20 世纪 50 年代末期,于 1958 年在山东青岛月子口水库建成,在该水库的斜墙土坝的坝踵形成了一道深 20 m、长 742 m、厚 43 cm 的混凝土防渗墙^[2]。混凝土防渗墙是土木工程中的重要基础结构,其应用范围涉及多个方面,包括水利工程、港口工程、市政工程等。

国内对于防渗墙工程的研究多集中于水利工程(如大坝、河道)中的防渗墙研究^[3-8],也有部分对支护工程进行了研究^[9-12],鲜有在露天煤矿中采用截渗墙作为防渗措施。近年来,随着地下连续墙技术应用的不断拓展,防渗膜截渗墙作为地下连续墙工艺发展的产物,对保证露天矿的安全生产、减少矿内渗漏具有重要作用,本工程的成功补充验证了防渗膜截渗墙在露天煤矿中的应用。

1 工程概况

该露天煤矿地质储量超过 5 亿 t,可采储量近 4 亿 t,2019 年经国家煤矿安全监察局核定生产能力 1 200 万 t/a。该矿累计可采厚度为 76.7 m,目前开采标高为 +260 m,最终标高 +120 m。该矿区内含煤

地层全部被冲积、洪积形成的富水性强的第四系含水层所覆盖。目前开采深度位于水位高度以下,导致矿区易出现渗水以及由渗水引起的滑坡等病险,该矿区每年矿内排水处理需花费超 2 亿元。已探明该矿 452 平盘下岩层分布:上层为砂卵石层,厚度为 5~12 m;中层为泥岩层,厚度为 4~8 m;下层为煤岩层,如图 1 所示。综合工程实际情况、技术工艺和经济因素等多方面考虑,对该矿 452 平盘采用防渗膜截渗墙进行截渗处理。

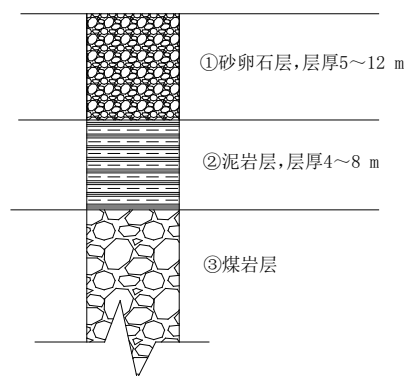


图 1 地层分布图

2 防渗墙设计分析

2.1 工程布置目的

本工程中防渗膜截渗墙除险的主要目的是:利用防渗膜截渗墙实现矿区内防渗,减少矿区内降水处理费用;有效保护防渗墙作用的内部区域,减少矿内因渗漏导致的滑坡等灾害的出现,提高矿内作业安全性。

2.2 方案选择

为了实现截渗墙处理部位的防渗效果,防渗膜截

收稿日期: 2022-02-08

作者简介:刘亚运(1990—),男,本科,助理工程师,从事岩土工程施工与管理工作。

渗墙方案采用混凝土与防渗膜组成的复合截渗墙; 导墙、路面混凝土浇筑采用 C25 混凝土, 截渗墙浇筑采用抗渗混凝土, 防渗膜采用高密度聚乙烯膜 (HDPE 防渗膜), 以此保证混凝土截渗墙的截渗效果。图 2 为防渗膜截渗墙的组合示意图, 防渗膜利用铺膜机进行铺膜工作。

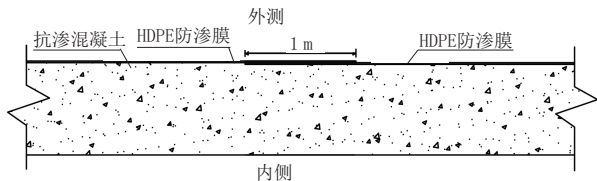


图 2 防渗膜截渗墙组合示意图

采用垂直铺膜技术, 该技术使用自制铺膜机进行施工。铺膜机如图 3 所示。防渗膜底部安装混凝土配重, 方便防渗膜铺设, 配重为 20 cm × 25 cm × 80 cm 的混凝土块, 每幅防渗膜下均匀布置 4 块配重, 相邻渗膜之间搭接 1 m, 防渗膜铺设完成后进行混凝土浇筑。



图 3 铺膜机施工图

本工程所采用的混凝土配比见表 1, 测试结果见表 2。

表 1 混凝土配比

| 混凝土配比情况 | 砂率 /% | 水胶比 | 一立方米混凝土材料用量 /kg | | | | | | | | | |
|---------|-------|------|-----------------|------|------|------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 水泥 | 砂子 | 石子 | 水 | 外加剂 1 | 外加剂 2 | 外加剂 3 | 掺合料 1 | 掺合料 2 | 掺合料 3 |
| 每立方配比 | 52 | 0.53 | 223 | 985 | 909 | 175 | 33.019 | 7.925 | — | 33 | 33 | — |
| 配合比 | | | 1 | 4.42 | 4.08 | 0.79 | 0.148 1 | 0.035 5 | — | 0.148 | 0.148 | — |

表 3 泥浆性能

| 泥浆性能 | 新配置泥浆 | | 检测方法 |
|------------------------------|-----------|-----------|-------|
| | 黏性土 | 砂性土 | |
| 比重 / (g · cm ⁻³) | 1.04~1.11 | 1.06~1.15 | 泥浆比重计 |
| 黏度 / s | 32~50 | 32~50 | 泥浆比重计 |
| 含砂率 /% | <4% | <7 | 洗砂瓶 |
| pH 值 | 8~9 | 8~9 | pH 试纸 |

控制, 避免造成胶体黏结强度不足。清孔过程中, 先在离槽底 1~2 m 处进行试吸, 避免闷管; 再将清孔管

表 2 混凝土配合比试验结果

| 稠度 /mm | 7 d 抗压强度 /MPa | 28 d 抗压强度 /MPa | 抗渗等级 | 抗冻等级 |
|--------|---------------|----------------|------|------|
| 200 | 10.9 | 17.4 | P6 | — |

2.3 墙体厚度设计

本工程中墙体的厚度主要由水力坡度所决定, 同时还应考虑作业环境和结构使用年限等因素。塑性混凝土水力坡度为 20, 根据 SL174—2014 规范标准: 深度不大于 80 m 的混凝土截渗墙, 其底部厚度可选择为 600~800 mm, 结合抗渗混凝土的试验和以往工程经验, 经过综合分析后, 本工程墙体厚度将设置为 0.8 m。

3 防渗膜截渗墙施工工艺

3.1 施工方法

本工程共计 3 种槽段: 首开槽、连接槽和闭合槽。首开槽段宽度设计为 8 m, 连接槽段幅宽设计为 7 m, 闭合槽段幅宽设计为 6 m。截渗墙槽段开挖采取分段开挖的方式, 单幅槽采用“三抓法”施工。抓斗抓出的槽内土体直接由自动装卸车运至弃土场。在抓斗施工中, 如果遇到坚硬土层或岩石, 则采用铣槽机进行入岩, 入岩深度控制在 3 m。

3.2 泥浆配比及性能指标

在泥浆制备过程中, 泥浆配比为: 膨润土 6%~8%, 先在搅拌桶内加入 1/3 高度的水, 开启搅拌机后不断向桶内加水, 同时按照配合比加入各种材料。搅拌器搅拌完成后注入储浆池, 静置 24 h 后再使用。

3.3 清孔标准

施工过程中, 对于槽内清孔必须按照标准严格

底部吸浆口靠近槽底, 距离控制在 20~30 cm 处, 确保清底效果达到要求, 避免清孔效率低。

4 抗渗混凝土质量检验

抗渗混凝土试样送检检验结果如下: 7 d 抗压强度与 28 d 抗压强度分别为 10.9 MPa、17.4 MPa, 混凝土抗渗等级为 P6。根据《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2011) 规定, 本工程混凝土防渗墙符合设计要求。

5 防渗膜截渗墙帷幕截水效果

从1990年8月15日开始疏干排水至2010年末,日均排水量为43.8万 m³/d。历年排水量见表4。

表4 矿内年度疏干排水量

| 年度 | 疏干排水量 /m ³ | 年度 | 疏干排水量 /m ³ | 年度 | 疏干排水量 /m ³ |
|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|
| 1990 | 54 685 809 | 1997 | 188 916 154 | 2004 | 161 336 658 |
| 1991 | 161 209 050 | 1998 | 212 469 376 | 2005 | 154 057 860 |
| 1992 | 182 756 670 | 1999 | 155 339 018 | 2006 | 169 241 172 |
| 1993 | 168 136 700 | 2000 | 13 666 021 | 2007 | 171 009 507 |
| 1994 | 174 454 010 | 2001 | 160 254 797 | 2008 | 150 391 807 |
| 1995 | 171 722 303 | 2002 | 154 570 693 | 2009 | 174 335 703 |
| 1996 | 172 758 098 | 2003 | 153 428 305 | 2010 | 154 903 961 |
| 总计 | | | 3 259 643 672 | | |

在防渗膜截渗墙施工完成后,该矿内日均疏干排水量为7.2708万 m³/d,日均排水量较1990—2010年减少36.5292万 m³,减少幅度达到83.4%。该结果表明,防渗膜截渗墙对于矿区内截水防渗作用非常明显,能大幅度降低矿内疏干排水量与排水费用。

6 结论

基于某露天煤矿防渗膜截渗墙项目,综合分析防渗膜地连墙的施工过程,结合现场施工实况,得出如下结论:

(1)采用自制铺膜机进行防渗膜垂直铺设效果优良,该铺膜机可以作为后续类似工程辅助工具。

(2)防渗膜截渗墙防渗效果能充分满足露天煤矿防渗要求,极大地降低矿区内排水费用,经济性佳。

(3)提出的防渗膜截渗墙是该类工程新的截渗方法,该方法的提出拓展了地连墙的应用领域,具有良好的应用前景。

参考文献:

[1] 周金阳.混凝土防渗墙加固的土石坝有限元分析研究[D].南昌:南昌大学,2010.

[2] 陈庚仪.我国混凝土防渗墙技术的概况和今后发展趋势[J].水利水电技术,1978(1):31-37.

[3] 高波,田赞,孙凯,等.塑性混凝土垂直防渗墙在田村水库除险加固工程中的应用[J].中国水利,2021(14):38-39.

[4] 于广斌,双学珍.水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工工艺及应用实践[J].四川水泥,2021(9):39-40.

[5] 姜殿斌.水利工程防渗墙构造设计及混凝土浇筑技术[J].科学技术创新,2021(21):132-133.

[6] 郭广善.混凝土防渗墙施工技术在水利水电工程中的应用[J].中国新技术新产品,2021(8):117-119.

[7] 王京军.混凝土防渗墙在水库除险加固工程中的应用[J].内蒙古水利,2021(7):50-52.

[8] 万建平.水库除险加固工程中低弹模混凝土防渗墙的应用[J].水利科学与寒区工程,2019,2(1):122-124.

[9] 陈居铮.深基坑支护地下连续墙施工技术[J].科技风,2021(21):96-97.

[10] 洪成溪.建筑深基坑工程地下连续墙施工技术[J].城市住宅,2021,28(5):239-240.

[11] 伍军,邓稀肥.超深基坑地连墙十字钢板接头变形控制方法[J].现代隧道技术,2021,58(2):204-207,237.

[12] 彭剑,杨清平.塑性混凝土防渗墙在深基坑开挖中的应用[J].中国港湾建设,2014(6):48-50.

(上接第220页)

sAnalysis of Road Pile-plank Structure in Soft Soil Area [J]. Applied Mechanics & Materials, 2014, 482: 227-232.

[6] 肖汉,郭永春.桩板结构下桩基沉降计算方法适用性探讨[J].铁道建筑,2012(1):96-98.

[7] GB5 0007—2011,建筑地基基础设计规范[S].

[8] JGJ 94—2008,建筑桩基技术规范[S].

[9] 秦晓光.现代有轨电车线路深厚软土地基一体化桩板结构沉降控制

研究[J].城市轨道交通研究,2019(6):80-84.

[10] GB 50157—2013,地铁设计规范[S].

[11] TB 10001—2016,铁路路基设计规范[S].

[12] 尧俊凯.高速铁路刚性桩桩网复合地基沉降特性研究[D].西南交通大学,2016.

[13] TB 10093—2017,铁路桥涵地基和基础设计规范[S].

[14] TB 10106—2010,铁路工程地基处理技术规程[S].