



铜冶炼车间重点防渗区的防渗工艺探讨

李道明, 余国平, 刘瀚和, 杜龙, 王红军

Discussion on anti-seepage technology for key impervious area of copper smelting workshop

LI Daoming, YU Guoping, LIU Hanhe, DU Long, WANG Hongjun

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2021.06.021>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

铜冶炼车间重点防渗区的防渗工艺探讨

李道明¹, 余国平¹, 刘瀚和¹, 杜 龙¹, 王红军²

(1. 中国瑞林工程技术股份有限公司, 江西 南昌 330031;
2. 江西华赣瑞林稀贵金属科技有限公司, 江西 丰城 331100)

摘 要: 铜冶炼过程中经常产生或使用酸、碱等具有腐蚀性或毒性的危险化学品, 我国早期建设的铜冶炼车间普遍只考虑防腐蚀, 但现在新建或改、扩建的铜冶炼车间一般都要求防渗。文章从防渗标准、防渗材料、防渗结构以及检漏设施等方面探讨了铜冶炼车间重点防渗区的防渗要求及工艺, 并提出将 HDPE 膜作为主要防渗材料的 4 种防渗结构层以及采用 HDPE 管设置检漏设施, 可为同类项目防渗处理提供借鉴和参考。

关键词: 铜冶炼; 车间防渗; 重点防渗区; HDPE 膜

中图分类号: X523

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2021.06.021

Discussion on anti-seepage technology for key impervious area of copper smelting workshop

LI Daoming¹, YU Guoping¹, LIU Hanhe¹, DU Long¹, WANG Hongjun²

(1. China Nerin Engineering Co. Ltd., Nanchang 330031, China; 2. Jiangxi Huagan Nerin Precious Metals Technology Co. Ltd., Fengcheng 331100, China)

Abstract: In the process of copper smelting, the corrosive or toxic dangerous chemicals such as acid, alkali will be produced or used. In the early construction of copper smelting workshops in China, anti-corrosion measures are generally considered, while anti-seepage treatment is basically required for the new constructions, renovation projects and expansion projects of copper smelting workshops. This paper discusses on the anti-seepage requirements and technologies for the key impervious area of copper smelting workshop from the anti-seepage standard, anti-seepage materials, anti-seepage structure and leakage detection facilities, and puts forward four kinds of anti-seepage structure layers with HDPE film as the main anti-seepage material and leakage detection facilities with HDPE pipe, aiming to provide a reference for the anti-seepage treatment of similar projects.

Keywords: copper melting; seepage control of workshop; key impervious area; HDPE film

CLC number: X523

铜是一种重要的有色金属,用途非常广泛,随着我国工业经济的快速发展,对铜的需求也不断增大。近年我国铜冶炼项目投放较为密集,据不完全统计,2018 年电解铜产量 873 万 t,2019 年产量 920 万 t,预计 2020 年新增粗炼产能投产 30 万 t,新增精炼产能投产 45 万 t。在铜冶炼过程中,经常要产生或使用酸、碱等具有腐蚀性或毒性的危险化学品^[1-2],如制酸、电解、净液和阳极泥等车间,早期普遍做法都只是考虑做好防腐蚀措施^[3-5]。随着我国环保政策越来越严格以及相关标准的颁布或更新^[6-12],现新建或改、扩建的铜冶炼车间在物料危害性大、对地下水环境隐患

大的生产区域都要求按重点防渗区进行防渗处理。本文将从防渗标准、防渗材料、防渗结构以及检漏设施 4 个方面对铜冶炼车间重点防渗区的防渗工艺进行论述,并根据铜冶炼车间地面结构提出了 4 种具体的防渗结构方案,为同类项目防渗处理提供借鉴和参考。

1 防渗标准

我国早期建设的铜冶炼车间基本都未做防渗,后来国家对环保越来越重视,才开始制定相关标准规范,但至今还没颁布铜冶炼车间的防渗标准,查阅国外相关资料^[13-14]也未找到具体有关针对铜冶炼车

收稿日期: 2021-01-14

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1802700); 国家重点研发计划项目(2018YFC1903404)

作者简介: 李道明(1980-),男,硕士、副高级工程师。研究方向: 固体废物处理处置及环境治理。E-mail: lidaoming@nerin.com

引用格式: 李道明,余国平,刘瀚和,等. 铜冶炼车间重点防渗区的防渗工艺探讨[J]. 环境保护科学, 2021, 47(6): 117-120.

间的防渗标准。目前铜冶炼车间防渗工艺主要参照《环境影响评价技术导则 地下水环境:HJ 610—2016》^[10]《有色金属工业环境保护工程设计规范: GB 50988—2014》^[9]《石油化工工程防渗技术规范: GB/T 50934—2013》^[8]等标准或规范,其中文献 [10] 根据建设项目场地天然包气带防污性能、污染控制难易程度和污染物特性划分了重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区并提出相应的防渗技术要求,同时明确一般情况下应以水平防渗为主;文献 [9] 虽然没区分重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区,但规定“贮存和

使用含重金属的液体或液氯、酸、碱等有害化学品的贮存场所必须设置围堰、事故池及事故后处理设施,围堰、地面及事故池应防渗、防腐;重有色金属冶炼湿法冶金工业场地应设置事故池,车间地面、地面向上 1.5 m 内腰墙、溶液槽及事故池应做防腐、防渗处理”,并在附录中给出了车间防渗要求;文献 [8] 根据装置、单元的特点和所处的区域和部位划分了重点污染防治区、一般污染防治区和非污染防治区,并也给出了相应的防渗性能要求。以上 3 个标准或规范具体的防渗技术要求对比,见表 1。

表 1 防渗技术要求对比表

标准或规范	污染区或场地基础条件	防渗技术要求
HJ 610—2016	重点防渗区	等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0$ m, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm·s ⁻¹ ; 或参照 GB 18598 执行
	一般防渗区	等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5$ m, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm·s ⁻¹ ; 或参照 GB 16889 执行
	简单防渗区	一般地面硬化
GB 50988—2014	重有色金属冶炼车间地面	防渗地面基础层应达到相当于 1.5 m 厚的渗透系数 $K < 1.0 \times 10^{-7}$ cm·s ⁻¹ 的黏土层的要求
GB/T 50934—2013	重点污染防治区	不应低于 6.0 m 厚渗透系数 K 为 1.0×10^{-7} cm·s ⁻¹ 的黏土层的防渗性能
	一般污染防治区	不应低于 1.5 m 厚渗透系数 K 为 1.0×10^{-7} cm·s ⁻¹ 的黏土层的防渗性能

表 1 中的 GB 18598 现行标准为《危险废物填埋污染控制标准: GB 18598—2019》^[11], 适用于新建危险废物填埋场的建设、运行、封场及封场后环境管理过程的污染控制, 而 GB 16889 现行标准为《生活垃圾填埋场污染控制标准: GB 16889—2008》^[12], 适用于生活垃圾填埋场建设、运行和封场后的维护与管理过程中的污染控制和监督管理, 这 2 个标准都是用于填埋场的防渗设计, 是防止填埋场产生的渗滤液渗漏, 而铜冶炼车间的防渗主要是考虑防止跑、冒、滴、漏的污水下渗, 两者防渗的对象有着明显的区别, 将其直接用于铜冶炼车间防渗不合理, 易造成施工困难、投资增加以及一味从严等现象。根据笔者近年设计的国内多个铜冶炼车间防渗项目的环评或工艺条件, 铜冶炼车间除配电室、办公区等没有物料或污染物泄漏的区域外, 其他都要求按重点防渗区考虑, 并且如制酸、阳极泥

等车间要求按危险废物防渗级别, 防渗技术要求等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0$ m, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s 或参照《危险废物贮存污染控制标准: GB 18597—2001》^[6] 执行; 而如电解、净液等车间要求按照第 II 类一般工业固体废物防渗级别, 防渗技术要求参照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准: GB 18599—2001》^[7] 执行, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s。本研究根据已做过的实际工程案例以及表 1 中的标准或规范防渗技术要求, 建议铜冶炼车间重点防渗区按两类防渗级别进行防渗处理, 即生产或贮存危害性大的物料、对地下水环境隐患大的生产区域按危险废物防渗级别, 防渗技术要求参照文献 [6] 执行, 其他区域按第 II 类一般工业固体废物防渗级别, 防渗技术要求参照文献 [7] 执行。文献 [6] 和文献 [7] 第 II 类一般工业固体废物具体的防渗技术要求, 见表 2。

表 2 危险废物、第 II 类一般工业固体废物防渗技术要求

标准	废物类型	防渗技术要求
GB 18597—2001	危险废物	防渗层为至少 1 m 厚黏土层 (渗透系数 $K \leq 10^{-7}$ cm·s ⁻¹), 或 2 mm 厚高密度聚乙烯, 或至少 2 mm 厚的其他人工材料, 渗透系数 $K \leq 10^{-10}$ cm·s ⁻¹)
GB18599—2001	第 II 类一般工业固体废物	当天然基础层的渗透系数 $K > 1.0 \times 10^{-7}$ cm·s ⁻¹ 时, 应采用天然或人工材料构筑防渗层, 防渗层的厚度应相当于渗透系数 $K 1.0 \times 10^{-7}$ cm·s ⁻¹ 和厚度 1.5 m 的黏土层的防渗性能

2 防渗材料

防渗材料的选择一般要根据场地条件、供料来源、防渗及材料性能、施工条件以及经济可行性等综合比较后确定。由于国内目前很难找到渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s 的优质黏土,即使能找到经过挖、填压实后其渗透系数也很难达到 10^{-7} cm/s,而且造价很高,为此有的考虑掺入一定量的膨润土

来改性天然黏土以提高防渗性能,但也很难达到要求而且施工复杂,因此实际工程中只用黏土进行防渗的很少。目前国内通常用于防渗的人工合成材料有复合土工膜、钠基膨润土防水毯(GCL)和 HDPE 膜^[15-18],其中使用最广泛的是 HDPE 膜,钠基膨润土防水毯(GCL)一般用于 HDPE 膜下保护层。压实黏土与人工合成材料的技术经济对比分析,见表 3。

表 3 压实黏土与人工合成材料的技术经济对比分析

材料名称	厚度或规格	渗透系数/cm·s ⁻¹	材料性能	供料难易程度	施工特点	造价/元·m ⁻³
压实黏土	1.0 ~ 1.5 m	$\leq 10^{-7}$	均匀性较差、遇水变形大	缺乏优质黏土	慢、质量不好控制	25 ~ 80
复合土工膜	200 g/0.75 mm/200 g	$\leq 10^{-12}$	易断裂、顶破强度差	易	快、膜比较薄质量不好控制	20 ~ 30
钠基膨润土防水毯(GCL)	$\geq 4\,500$ g·m ⁻²	$\leq 10^{-11}$	遇水膨胀、耐久性强、抗拉强度差	易	慢、材料重不好铺设,搭接处质量不好控制	35 ~ 50
HDPE膜	2.0 mm	$\leq 10^{-13}$	抗断裂、撕破强度、延展性好	易	快、质量相对好控制	40 ~ 65

表 3 可知,从防渗及材料性能、供料、施工和造价等多方面综合考虑,铜冶炼车间重点防渗区的防渗材料建议选择 2.0 mm 厚的 HDPE 膜。

3 防渗结构

不管是新建还是改、扩建的铜冶炼车间,重点防渗区一般都是先做好基础处理再铺设防渗结构层,最后再做地面结构。由于 HDPE 膜属于土工材

料,遇到石块等比较尖锐的物体容易被刺穿造成渗漏风险,因此采用 HDPE 膜进行防渗时必须考虑膜的上、下保护层,对于保护层材料的选择也要根据防渗结构层下的基础形式、地面结构以及结合后面的检漏需要进行考虑,宜同样选择土工材料。笔者根据铜冶炼车间重点防渗区的基础形式、地面结构并结合检漏需要给出以下 4 种不同防渗结构方案,见表 4。

表 4 铜冶炼车间重点防渗区防渗结构方案表

防渗结构	基础形式	地面结构	防渗结构(从上至下)
一	夯实基础(新建车间)	不含碎石(卵石)层	土工复合排水网+2.0 mm厚HDPE膜+钠基膨润土防水毯(GCL)
二	夯实基础(新建车间)	含碎石(卵石)层	土工复合排水网+600 g·m ⁻² 无纺土工布+2.0 mm厚HDPE膜+钠基膨润土防水毯(GCL)
三	混凝土地面(改建车间)	不含碎石(卵石)层	土工复合排水网+2.0 mm厚HDPE膜+600 g·m ⁻² 无纺土工布
四	混凝土地面(改建车间)	含碎石(卵石)层	土工复合排水网+600 g·m ⁻² 无纺土工布+2.0 mm厚HDPE膜+600 g·m ⁻² 无纺土工布

4 检漏设施

铜冶炼车间重点防渗区进行防渗后,除防渗结构层作为主要防渗透屏障外,地面结构层中的混凝土材料及防腐措施也具备一定的防渗功能,考虑到防渗结构层发生渗漏后很难采取补救措施,因此在防渗结构层上设置检漏设施就显得尤为重要,一旦检测到渗漏液体可及时抽排并对地面进行修补以尽可能降低环境污染影响。铜冶炼车间重点防渗区防渗结构层上的检漏设施宜做到易操作且设置后不能影

响防渗结构层本身、地面结构层及标高,因此,在设计防渗结构层时膜上保护层考虑一层可导液体的土工复合排水网,并在车间地势较低位置设若干根 HDPE 管,管径要求能放下污水泵便于将来如果检测到液体可进行抽排,管底开花孔并与土工复合排水网包裹连接。检漏设施设置好后应定期进行检测及维护。

5 结语

随着我国政府及人民对环保重视的程度越来越

越高,与环保有关的标准或规范近年频繁颁布或更新,原来铜冶炼车间设计及建设只考虑防腐,现在基本都要求进行防渗处理而且越来越细化,本文根据现行标准或规范并结合笔者做过的实际工程案例,从防渗标准、防渗材料、防渗结构和检漏设施,论述了铜冶炼车间重点防渗区的防渗工艺,并提出了 4 种具体的防渗结构方案,为同类防渗项目提供技术借鉴和参考。

铜冶炼车间重点防渗区进行防渗处理后的防渗效果与材料本身以及施工质量密切相关,应注意以下问题。

(1)目前国内防渗材料生产厂家良莠不齐,有些无良商家采用回收再生料生产 HDPE 膜,导致其材料性能大大降低,在选择购买及使用 HDPE 膜应杜绝含有再生料的膜,从材料本身降低防渗结构破损的风险。

(2)防渗结构层铺设完后有条件的情况下进行完整性检测,以避免防渗结构层在施工过程中被破坏。

参考文献

- [1] 胡生杰,叶树枫.降低“双闪”铜冶炼制酸烟气 SO_3 发生率的实践[J].硫酸工业,2018(11): 28-33.
- [2] 邵朱强,田丰.中国有色金属行业绿色发展和技术转型[J].环境保护科学,2016,42(2): 18-21.
- [3] 刘会巨.铜电解车间的防腐[J].有色金属(冶炼部分),2009(5): 13-16.
- [4] 常新宏.有色冶金厂房的防腐蚀设计探讨[J].有色金属,2010,62(2): 106-108.
- [5] 陈凯.冶金防腐工程的浅析[J].新疆有色金属,2016,39(S1): 81-82.
- [6] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.危险废物贮存污染控制标准: GB 18597—2001[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [7] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准: GB 18599—2001[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家质量监督检验检疫总局.石油化工工程防渗技术规范: GB/T 50934—2013[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部,国家质量监督检验检疫总局.有色金属工业环境保护工程设计规范: GB 50988—2014[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [10] 中华人民共和国环境保护部.环境影响评价技术导则 地下水环境: HJ 610—2016[S].北京:中国环境出版集团,2016.
- [11] 中华人民共和国生态环境部,国家市场监督管理总局.危险废物填埋污染控制标准: GB 18598—2019[S].北京:中国环境出版集团,2020.
- [12] 国家环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.生活垃圾填埋场污染控制标准: GB 16889—2008[S].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [13] International Finance Corporation. Environmental, Health, and Safety Guidelines Base Metal Smelting and Refining[EB/OL]. [2020-02-18].https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/policies-standards/ehs-guidelines.
- [14] European IPPC Bureau. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries[EB/OL]. [2020-02-18].<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/non-ferrous-metals-industries-0>.
- [15] 梁伦法,李华艳,石含鑫,等.复合土工膜应用于堆渣坝防渗设计[J].岩土工程学报,2016,38(S1): 37-41.
- [16] 姜天宇.膨润土防水毯在水库防渗工程中的应用[J].水利规划与设计,2016(7): 121-123.
- [17] 袁永强.第Ⅱ类尾矿库环保防渗系统设计探讨[J].金属矿山,2016,45(5): 178-182.
- [18] 刘宁,蒋众喜,冷凡.工业固废填埋场边坡防渗层环境安全分析[J].环境保护科学,2016,42(5): 119-123.