

矿山浆土路修筑工艺应用研究

Study on the application of slurry Earth Road Construction Technology

蔡亚吉 杨涛 刀普江 王胜利 冯孟兵
Cai Yaji, Yang Tao, Dao Pujiang, Wang Shengli, Feng Mengbing

(云南地矿建设工程有限责任公司)

(Yunnan geological and Mining Construction Engineering Co., Ltd.)

摘要: 矿山浆土路是一种重要的基础设施,它在矿山的生产运输中发挥着至关重要的作用。由于矿山浆土路的特殊性和复杂性,修筑工艺对于其质量和安全性具有至关重要的影响。本文重点结合实际的工程案例,对矿山浆土路修筑工艺的应用进行了详细的分析,以供参考。

Abstract: The Mine Mud Road is the mine production and transportation of the important infrastructure, in the mine production and transportation plays a crucial role. Because of the particularity and complexity of mine slurry pavement, its construction technology has an important impact on its quality and safety. In this paper, combined with engineering examples, detailed analysis of the application of coal slurry pavement construction technology, for reference.

关键词: 矿山, 浆土路, 修筑工艺, 应用

Keywords: Mine, will dirt road, building technology, application

作为一种与时俱进的筑路新技术,矿山浆土路修筑工艺的应用,强调采用土壤固化剂来稳定土质。与其他筑路工艺技术相比,矿山浆土路修筑工艺的应用具有节约材料成本和运输成本、缩短工期、适用性广等优势,在非洲、东南亚、中亚、南美等欠发达地区的矿山道路建设中有着极为广泛的应用。

一、矿山浆土路修筑工艺的概念

浆土路,其实就是用土路浆产品修筑的道路,即将极少量的土路浆添加到普通砂土壤当中,然后在混合材料实施均匀搅拌、平整、压实、修筑等一系列措施的道路。传统的矿山道路路面修筑以混凝土道路为主。这种道路修筑工期较长、修筑成本较高、后期维护难度较大,在矿车的高频率碾压下很容易出现裂缝等病害,并对矿山生产运输的安全性及稳定性产生影响。而浆土路修筑工艺的应用,则可以有效解决这些问题。

浆土路修筑工艺应用中使用到的土路浆,主要有三种。第一种是路易酶,即生物酶型筑路剂,英文名称为ROAD//STABILIZR®,简称RS。这是国际上最先进的一种生物酶类土壤稳固剂,能够使CBR土壤承载能力提高51%以上。第二种是路王浆,即多聚糖型筑路剂,英文名称为DUST/BLOKR®SB,简称DBSB。这是一种多糖型绿色筑路材料,可以使原本相对松散的土壤为例聚合、固结、硬化,降低路面施工过程中的扬尘污染。第三种是路邦胶,即高聚物型筑路剂,英文名称:DUST/BLOKR®PB,简称DBPB。这是一种高聚物阻尘筑路胶,同样具有较强的粘结能力和抑尘效果。

二、矿山浆土路修筑工艺的应用优势

(一) 绿色环保

在矿山浆土路修筑工艺的应用过程中,需要使用到土路浆产品。土路浆产品又包含路易酶、路王浆和路邦胶。其中,路易酶、路王浆是从植物中提取的原料,属于食品级的环保筑路材料。而路邦胶也是能够降解的高分子聚合物,符合北美的环

保应用标准。与其他道路修筑工艺相比,浆土路修筑工艺的应用不会对施工现场及其周围的生态环境产生污染,对周边的绿植健康生长产生影响。另外,在道路使用完成之后,对道路结构层进行机械化翻松拆除,还可以在原道路上种田、种树,实现绿化。

(二) 造价成本低

在矿山浆土路修筑工艺的应用过程中,需要对各种泥土添加石料进行合理的应用,既可以就地取材,也可以变废为宝。与传统的重载道路施工相比,施工成本非常低。表1为浆土路与其他道路修筑工艺的成本对比。

项目	结构层厚度 (cm)	承载力 (吨)	路基处理	使用寿命	维护修补	造价 (元/m ²)	备注
浆土路	15-25	500	95%	10	便捷快速费用低	120-280	当地土质不同,采用不同的施工方案,造价有差异
混凝土路	70-90	120	92%	10	繁琐耗时费用高	300-450	道路施工时间长水泥需要养护期过后才能通车
沥青路	70-90	120	92%	10	繁琐耗时费用高	350-500	沥青道路造价高,不能满足500吨及以上重卡通行

表1: 浆土路与其他道路修筑工艺的成本对比

(三) 重载

矿山浆土路修筑工艺的应用原理使强化了泥土的可压缩性,并且压实施工力度越大,路面结实度越高。也正因为如此,

浆土路具有较强的承压能力, 经过的车辆载重越多, 道路路面的行驶效果就越好^[1]。根据测试, 矿山浆土路的运行可以承载 500 吨以上的重载卡车。而与之相比, 普通混凝土道路的承载能力仅有 120 吨, 沥青混凝土道路的承载能力也低于 500 吨。

(四) 施工快速

与其他道路修筑工艺相比, 矿山浆土路的施工速度非常快, 只需要使用常规道路施工机械设备, 就可以满足实际的施工需求。一台施工机械设备, 一天之内能够完成 4000—6000 平米的工程了。而且, 浆土路的通车速度也很快, 只要当天完成施工, 当天就可以实现通车, 不会对矿山的正常生产运输产生影响。与之相比, 混凝土道路和沥青混凝土道路的施工速度就显得没有任何优势。因为这两类道路在施工结束后, 还需要进行不少于 28 天的养护管理。

(五) 使用寿命长

在我国交通运输领域当中, 重载道路的施工, 需要对其使用寿命进行严格的把关。矿山浆土路修筑工艺的应用原理是越压越结实, 重载车的数量越多越好。经过检测, 矿山浆土路的使用寿命超过 5 年。如果每年都投入一定的成本进行维护, 那么使用寿命还可以延长至 10 年, 甚至 20 年。而混凝土道路和沥青混凝土道路在运行一年半后, 就会出现不同程度的问题。

(六) 后期维护便利

矿山浆土路在投入运行后, 并不需要进行日常化维护。只需要在发现道路表面出现遗撒石块散料时, 安排专门的工作人员进行清理即可。针对矿山浆土路的养护, 只需要根据道路的实际受损情况, 进行 1—2 次的维护即可^[2]。维护过程也比较简单, 工作人员驾驶洒水车, 将稀释后的土路浆溶液均匀的喷洒到路面上, 对路面进行湿润处理, 然后再使用平地机原路面内进行刮平, 最后再安排重载车辆直接通行压实。如果路面上存在坑洞, 则应当先将坑洞内的浮泥脏土进行彻底的清理, 然后再将混合好的回填料填入坑洞, 并进行压实平整处理即可。

二、矿山浆土路修筑工艺应用案例分析

(一) 工程概况

选取云南黄金集团鹤庆北衙万洞山采场的浆土路作为试验段道路。该试验段道路路段全长 845m, 宽度 9—13m, 厚度为 25cm, 总共完成面积为 9000m²。项目于 2021 年 10 月 5 日进入施工前准备阶段, 直到 2021 年 10 月 25 日天气转晴后开始晾晒土方、分阶段处理路基, 到 2021 年 11 月 30 日主体土路浆道路全部完成。

(二) 试验段道路修筑施工流程

试验段道路修筑施工采用的是集中场地拌和法施工法, 施工流程为: 施工准备→按计算比例掺配砂石→喷洒土路浆溶液→砂石料拌合 1—2 遍→按计算数据加入土方, 并倒堆拌合 6—7 遍→按照计算数据放灰格线、并按照灰格上集料土→刮平机整平→振动压路机压实 2—4 遍→封面溶液喷洒→胶轮压路机压实→洒水车补洒封面遗漏位置、开放交通。

(三) 试验段道路浆土路施工效果

将浆土路修筑施工工艺应用到试验段道路的修筑施工中, 施工效果非常明显。

首先, 浆土路修筑前道路坑洼不平, 晴天尘土飞扬视线很差, 雨天泥泞湿滑通行困难, 费车费油, 不仅运输成本很高, 同时具有很大的安全隐患。烟尘滚滚, 泥巴四溅的道路运输环境对绿色矿山建设增加很大难度。而浆土路修筑后, 道路平整通畅, 晴天降尘抑尘, 雨天不陷车不打滑, 省车省油降低运输成本, 提高运输效率, 保证道路安全生产。道路不再尘烟四起泥水横流有效改善矿山环境, 有助于绿色环保矿山建设。具体差异如表 2 所示。



表 2: 浆土路施工工艺应用前后效果对比

其次, 在 K0+805—K0+845 两座小桥中间路段, 没有修筑浆土路前, 路基翻浆频繁, 严重时压出车辙沟槽 30—40 厘米, 三五天就要换填大修一次, 天天铲车平地机在修补平整, 每年投入大量人力物力, 既费时费力又耽误运输生产。而修筑完后道路强度很好路面平整密实, 一年内基本没有大修过, 平时稍加维护一下就可以。彻底解决了本路段翻浆问题。

最后, 浆土路修筑前, 此路段需要频繁洒水降尘, 平均每天洒水 6—7 遍。而浆土路修筑完成后, 每天只需要洒两次水, 洒水一项费用节省 70%。

(四) 试验段道路施工不足与改进

通过一年的使用维护和观察, 试验段道路的施工还存在以下两方面的不足。

首先, 是道路下小雨行车打滑和晴天起尘的问题。浆土路本身具有抑尘防雨的功能, 雨天不陷车不打滑, 晴天不扬尘。试验路段太短, 车辆轮胎从浆土路外带上来的外源性泥巴太多造成少量扬尘和下雨时局部出现打滑现象, 目前可以安排机械设备不定期清理清扫路面即可解决, 后期大规模修筑道路, 轮胎上来的泥巴减少并及时清扫就会解决。

其次, 是道路急转弯处路面被搓出沟槽的问题。浆土路原理是越压越结实, 通行车量越多越重效果越好。浆土路的强度是由重载车辆行驶碾压提升的, 刚修完的浆土路强度并不很高, 通过重载车辆不停的行驶碾压强度才会越来越高。浆土路抗压能力超强, 可以说目前常规矿山道路应用中浆土路的承载力没有上限。但浆土路的抗剪切能力并不强, 急弯处尤其是重型卡车在平交路口急转弯时, 路面会受到车辆前轮胎过载的横向剪切, 当浆土路强度还没有提升上来之前, 路面就会被搓出沟槽, 不及时处理沟槽会变深, 损坏加重。针对这一问题的处理, 可以采用以下三种技术方法。第一, 急弯处, 尤其是平交路口, 可延缓车辆转弯, 让纵向车辆通行碾压一段时间, 路面强度提升上来之后再开放急转弯方向车辆通行。第二, 增加路王浆材料用量, 进一步提高道路强度, 提升道路抗剪切能力。由原来的每平米使用 1000 毫升路王浆增加到每平米 1500 毫升, 或者继续增加, 最多可增加到每平米 5000 毫升。进行局部加强处理。

第三,调整级配,增加大粒径石料含量,增大石料粒径,提高路面强度,提升抗剪切能力。可以把2-4石料按一定比例加入,或者尝试继续增大石料粒径。

三、矿山浆土路修筑工艺应用的发展前景

随着科技的进步和工程实践经验的积累,矿山浆土路修筑技术在未来的一段时间内,必然会将朝着更加高效、安全和环保的方向发展。

(一) 数字化和智能化

在未来的一段时间内,矿山浆土路修筑工艺必然会越来越依赖数字化和智能化技术。通过高精度测量设备、自动化施工设备和智能化监控系统,实现修筑过程的精确控制和自动化管理,提高修筑效率和施工质量。

(二) 绿色化

随着环保意识的增强,矿山浆土路修筑工艺在未来的一段时间内必然会更加注重环保和可持续发展^[9]。即在实际施工过程中对可再生能源、绿色材料及相关技术进行有效的应用,以降低修筑过程中的环境污染和能源消耗,提高路的耐久性和可持续性。

(三) 多元化和综合化

矿山浆土路修筑工艺的应用,在未来的一段时间内,必然不会再局限于传统路基、路面和排水系统等的基本组成,而是

开始融入更多多元化的因素,例如道路安全、交通管理、环境保护等,修筑过程更加综合化。

(四) 高性能和多功能材料化

在未来的一段时间内,更多高性能和多功能材料必然会被研发出来,并应用到矿山浆土路修筑施工当中。例如,新型复合材料和智能材料的应用,可以制造出更加轻质、高强度、耐腐蚀、抗疲劳的路面和构件,提高浆土路的使用性能和使用寿命。

结语:

随着时代的发展,矿山浆土路修筑工艺也会得到持续的发展和进步,并为矿山的生产运输提供保障。但是,这一道路修筑工艺的应用还有很多不足之处。在未来的一段时间内,相关工作人员还需要结合实际情况对浆土路修筑工艺进行持续的升级和优化。

参考文献:

- [1] 李杰林,毛德华,彭朝智,等. 地下金属矿山斜坡道浆土路修筑工艺及应用研究[J]. 黄金科学技术,2022,30(6):901-911.
- [2] 程志平,郑建新. 浅谈浆土路修筑技术在大型露天矿山的应用前景[J]. 铜业工程,2022(5):18-20,49.
- [3] 赵小龙. 露天采矿区矿山道路的修筑与养护管理研究[J]. 中国科技投资,2022(8):125-127.