

基于大型矿山开采环境的矿用卡车巨型轮胎选择

吴建军

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610036)

摘要:巨型工程轮胎在大型露天矿山中的应用广泛,其整个轮胎消耗的成本占汽车运输成本非常大的比例。在实际工程应用中,不同结构类型的轮胎在露天矿山中的适应性不一样,不同厂家生产的轮胎在矿山的实际使用寿命也千差万别。阐述了以缅甸莱比塘铜矿项目为例,在吸取一些经验和教训的基础上,对矿山矿用卡车巨型工程轮胎的选择进行了一些探讨,分析了矿山特点对巨型工程轮胎选择的影响,总结出良好的耐磨性能、耐高温性能、耐刺扎性能是对巨型工程轮胎做出正确选择的主要考虑因素,同时其总体成本可控、效益最优,所取得的经验可为类似矿山工程提供有价值的参考。

关键词:大型露天矿山;巨型工程轮胎;矿山特点;轮胎选择;莱比塘铜矿

中图分类号:TD2;TD5;TD8;TD57

文献标志码:B

文章编号:1001-2184(2024)03-0055-03

Giant Tire Selection of Mining Dump Trucks Based Large-scale Open-pit Mines

WU Jianjun

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610036)

Abstract: Giant engineering tires are widely used in large open-pit mines, and tire consumption costs also account for a large proportion of transportation costs. In practical engineering applications, the adaptability of tires with different structural types varies in open-pit mines, and the actual service life of tires produced by different manufacturers in mines also varies greatly. The paper takes the Laibitang Copper Mine Project in Myanmar as an example to study the selection of giant engineering tires for mining dump trucks based on some experience and lessons learned, analyzes the impact of mining characteristics on the selection of giant engineering tires, and summarizes good wear resistance, high temperature resistance, and puncture resistance as the main starting points for the selection of giant engineering tires. At the same time, the overall cost is controllable and the benefits are optimal. The experience can provide valuable references for similar mining engineering practices.

Keywords: Large-scale open-pit mines; Giant engineering tires; Mining characteristic; Tire Selection; Laibitang Copper Mine

1 概述

目前国内外的大部分露天矿山都是采用矿用卡车运输物料,其运载能力大,单车载重能力从几十 t 到几百 t 不等,效率较高,环境适应性强,几乎所有类型的露天矿山均可使用;但其车体体型往往非常巨大,使用的轮胎也十分巨大,直径一般达到 2 m 以上,最大直径可达 4 m,单个轮胎最重可达 5.5 t,被称之为巨型工程轮胎。在矿山运输中轮胎消耗的成本约占矿山运输成本的 1/5~1/3。由于国内外大型轮胎市场需求旺盛,导致矿用卡车轮胎的价格也迅速攀升,一般占到整车

费用的 7%~10%^[1]。因此,如何选择合适的轮胎并按照相关规范要求正确使用轮胎,对于保证矿用卡车的运行安全、降低运输成本具有重要意义。笔者以缅甸莱比塘铜矿项目为例,对矿用卡车巨型工程轮胎的选择进行了分析与探讨。

2 矿山环境对巨型工程轮胎选择的影响

每个矿山的开采工程因其处在不同的地理地域和海拔高程而拥有各自特殊的环境和气候气象特点,亦因矿山的种类、成因不同拥有特殊的水文地质特征和工程地质特点,这些特点对于以矿用卡车为主要运输设备的矿山来说对工程轮胎的使用产生了很大的影响。因此,选择适合大型露天

收稿日期:2024-03-18

矿山特点的工程轮胎并保证其在良好的工程环境中使用,可以使轮胎拥有较高的使用寿命,提高其理想废弃率,进而提高矿用卡车的完好率和使用率,更好地适应矿山生产任务的要求,降低生产运输成本。

2.1 矿山气候环境的影响

缅甸属于热带季风性气候,全年平均温度保持在 20~30℃ 之间,莱比塘铜矿工程所在地的月平均气温范围为 20.70~30.95℃,绝对低温为 7.0℃,绝对高温为 44.8℃。

缅甸一年可以分为较为明显的雨季和旱季两个季节,其降水量主要集中在雨季,多为短时暴雨。根据缅甸莱比塘铜矿工程所在地区自 1970~2010 年共 40 a 的降雨量统计资料,其 1973 年的年降雨量最大,约为 1 379.22 mm,1997 年的降雨量最小,约为 349.50 mm,多年平均降雨量约为 720.50 mm。从 40 a 各月平均降雨量统计资料看,月最大降雨量约为 180 mm,最小降雨量约为 5 mm,月平均降雨量约为 67 mm;主要降雨集中在每年雨季的 8~10 月,月最大降雨量约为 151.48 mm,最小降雨量约为 129.60 mm,月平均降雨量约为 138.53 mm。

缅甸莱比塘铜矿矿山设计时采用的年平均降雨量为 751 mm,但矿区为平原上凸起的几座超过 200 m 的山丘,其在雨季在矿区经常能形成短时强降雨小气候,矿区实测到的单日降雨量可接近或达到 100 mm,进而给采矿带来了不利影响。

缅甸莱比塘铜矿工程所在地区年蒸发量为 1 876 mm,故在旱季时异常高温干燥,而在雨季时又经常为高温高湿气候,如此恶劣的环境对巨型工程轮胎选择合适的胎压提出了更为严苛的要求。

2.2 矿岩地质环境的影响

缅甸莱比塘铜矿地层产于晚第三系火山碎屑岩和晚期的安山岩-英安岩体内,为斑岩铜矿经风化淋滤和次生富集作用形成的高硫化型铜矿床。矿石比重为 2.55 t/m³,新鲜岩石的抗压强度为 174.4~183.2 MPa,岩石抗剪强度内摩擦角 $\Phi=32.9^{\circ}$;凝聚力 $c=5.52$ MPa,岩石硬度系数 $f=6\sim14$,矿山岩石较为坚硬,特别是局部高品位矿石区岩石坚硬且韧性好,穿孔爆破均较困难,对巨型工程轮胎的耐磨性和耐穿刺性要求较高。

2.3 矿区道路环境的影响

缅甸莱比塘铜矿露天采场为深凹型矿坑,设计台阶高度为 15 m,坑内运输道路的设计宽度为 16~26 m,设计坡度为 8%~10%,缓和坡段长 30 m,道路最小转弯半径为 25 m。道路路面为采用就近的废石或矿石石渣铺筑,如所在路段处于硬岩区,则其路面可能存在坚硬的石头凸起或尖角,对巨型工程轮胎的运行极为不利。而雨季或处于有渗水的局部路段可能会造成轮胎打滑、产生过度的摩擦磨损。

2.4 矿山环境对巨型工程轮胎的要求

笔者通过对多数露天铜矿矿山项目特点进行深入的分析研究归纳出缅甸莱比塘铜矿选用的巨型工程轮胎的要求:其应能承受重载及急弯、陡坡、路面凹凸不平颠簸时的过载以及拥有较好的操作舒适性和较好的耐磨性及耐石块碰撞挤压时的耐切割和耐刺扎性;在旱季炎热气候环境中具有很好的耐高温性;在雨季湿滑泥泞和雨水侵蚀的路面环境中具有较好的耐磨蚀性。

3 巨型工程轮胎的选择

3.1 轮胎型号

巨型工程轮胎型号的选择一定要根据矿山配置的矿用卡车大小及型号进行配置,缅甸某铜矿项目选用的运输主力设备主要有:载重 91 t 的 TEREX 100 矿用卡车和载重 236 t 的 NTE260 电动轮矿用卡车,其中 TEREX 100 矿用卡车配置的是 27.00R49 型巨型工程轮胎,其直径为 2 700 mm;NTE260 电动轮矿用卡车配置的是 50/80R57 型巨型工程轮胎,其外径为 3 600 mm。巨型工程轮胎的品牌较多,每种品牌的轮胎结构类型、胎面花纹及轮胎橡胶配方均不相同,故其耐磨性能、耐高温性能、耐刺扎性能亦参差不齐,这也是各品牌厂家的商业机密和核心竞争力。为了提高巨型工程轮胎的使用寿命,降低使用成本,矿山用户选择适应矿山气候条件、工程地质条件和工作环境的巨型工程轮胎尤为重要,必须根据矿山自身的特点和使用条件在不同品牌轮胎之间做出权衡,找到最适合其工作环境且性价比最高的轮胎。不正确的选择会使轮胎达不到预期的使用目标,降低矿用卡车的完好率,增加其维修和维护工作量,增加项目的运输成本,甚至影响到矿用卡车的行车安全。各轮胎供应厂家往往也会根

据各自轮胎在矿山的使用情况对轮胎的胎面花纹及轮胎橡胶配方等做出调整,以更好地适应矿山特点,提高轮胎的使用寿命。

3.2 轮胎结构的选择

巨型工程轮胎的种类按其结构主要分为斜交轮胎和子午线轮胎两大类。

斜交轮胎是一种老式结构的轮胎。其外胎由胎面、帘布层(胎体)、缓冲层及胎圈组成,帘布层为外胎的骨架,用以保持外胎的形状和尺寸,通常由成双数的多层挂胶布(帘布)用橡胶贴合而成,帘布的帘线与胎面中心线约呈 35°角,从胎体的一侧穿过胎面到另一侧胎边^[2]。斜交轮胎的纵向刚性好,胎面和胎体侧面强度大,适用于在普通路面中速行驶。在适当充气时,能够保证轮胎具有适当的弹性,足够的承载能力,能够满足矿用卡车对轮胎的使用要求;但斜交轮胎的舒适性差,在高速行驶时其帘布层间移动与磨擦大,生热量大,其不适合高速行驶。

子午线轮胎的构造主要由从胎体一边趾口延伸到另一边趾口的金属(或织物)帘子布和用于加强胎冠的多层钢丝束带组成,其结构特点是轮胎帘布层内的帘线以轮胎中心点为中心成辐射状排列,然后在帘布上面用钢皮带箍住。子午线轮胎的主要优点为:(1)降低接地面的变形和轮胎的重量。(2)提高抓地力和牵引力,同时减缓磨损率。(3)可以承受更高的气压,胎体侧面的弹性提供了良好的舒适性、更强的抗损伤和抗刺割能力。

因此,子午线轮胎与斜交轮胎相比,其弹性大,耐磨性好,滚动阻力小,附着性能好,缓冲性能好,承载能力大,不易被刺穿,具有更好的承载性能、耐磨性能和操控性能^[3];但其缺点是胎体侧面易裂口,制造技术要求高,成本高。

缅甸莱比塘铜矿为有色金属矿山,采用台阶式开采,其矿岩坚硬,选用子午线轮胎的使用寿命远高于斜交轮胎的使用寿命。

3.3 轮胎花纹的选择

轮胎胎面花纹的主要作用是增加胎面与地面之间的摩擦力,防止车轮打滑,在有水路面能更好地挤压、排除路面的积水,使轮胎面与地面紧密接触,避免轮胎面与地面间形成空包现象。合理的胎面花纹还能促进胎面的对流换热,提

升轮胎的耐高温性能^[4]。轮胎胎面花纹大体上可以分为五种:纵沟胎纹、横沟胎纹、纵横胎纹和块状胎纹及越野花纹。不同轮胎花纹具有的主要优点见表 1。

表 1 不同轮胎花纹具有的主要优点汇总表

序号	胎纹种类	主要优点
1	纵沟胎纹	操纵安定性优良、低噪音
2	横沟胎纹	驱动力、制动力
3	纵横胎纹	兼具纵沟及横沟胎纹的优点
4	块状胎纹	驱动力及制动力都很好
5	越野花纹	专为适应山路和泥泞、沙路而设计的花纹

笔者对表 1 进行分析并对照不同轮胎品牌厂家对轮胎胎面花纹的选择可以看出:几乎所有的轮胎厂家均将巨型工程轮胎的轮胎花纹设计成纵横沟胎纹或块状化的纵横沟胎纹,这已经成为矿山实践中逐渐总结优化形成的一种共识。

4 缅甸莱比塘铜矿项目对巨型工程轮胎的选择

国际知名的巨型工程轮胎品牌主要有普利司通、米其林(Michelin)、固特异(Goodyear)、横滨、蒂坦等^[5],在缅甸莱比塘铜矿项目中使用的巨型工程轮胎品牌主要有米其林(Michelin)、固特异(Goodyear)等国际知名品牌;另外还有天力、海安等国产品牌。其中,米其林、固特异和海安的轮胎材质为全钢子午线轮胎,天力轮胎的材质为斜交尼龙轮胎。从笔者对巨型工程轮胎使用情况的分析结果看:米其林轮胎的寿命范围曲线为最大,说明其对该项目矿山的适应性最好;其次为固特异轮胎,其与米其林轮胎的适应性曲线最为接近;海安轮胎的适应性次之,其需要在耐磨性、耐高温性等方面进一步提高,以提高其平均使用小时数并扩大其曲线寿命范围;天力牌斜交轮胎的适应性最差,其在耐磨性、耐切割性、耐腐蚀性和耐高温性方面的表现均与其他品牌存在较大的差距,寿命只是子午线轮胎的 1/3~1/4,表明斜交轮胎不适应莱比塘铜矿矿山的需要^[6]。分析结果证明:全钢子午线轮胎生热少,耐磨、抗刺扎、缓冲性能和操纵性能好、负荷能力大、使用寿命长,对莱比塘铜矿矿山的适应性好。

5 结 语

巨型工程轮胎在大中型露天矿山矿山卡车运输中的应用广泛,其轮胎消耗成本在运输成本中

(下转第 65 页)

护的基础上形成的新思路,现已申报专利,正在总结完善中,力争早日将其投入工程应用。

(1) 优点:①其结构与工艺简单、易操作且结构在现场安装、拆卸工程量少;②能精准控制所填筑坝体的体型尺寸与平整度,从而为面板混凝土提供良好的基础;③预制混凝土可工厂化制作,在施工现场仅进行拼装,受不良气候(负温、降雨)影响较小;④预制件提前制作并待强,安装后没有再待强的要求,能创造出垫层料连续、快速填筑的条件;⑤可标准化、产品化,推广价值高;⑥纵横向均具有类似“多节棍”形式的结构,能够更好地适应坝体变形;⑦若坝体沉降后体型不能满足面板混凝土施工要求时,该形式更有利于修整,仅需将预制混凝土板拆除即可进行处理。

(2) 缺点:①需要规划出预制混凝土的场地;②需要配置预制块运输车辆;③因预制混凝土强度等级较低,在其搬运过程中需要小心作业;④在斜坡面安装、拆除作业过程中,需要按照安全技术要求作业。

3 结 语

面板堆石坝自 1985 年在我国开始作为挡水建筑物建设已经历了近 40 a 的发展,一次又一次地突破与超越使其优越性逐步得到业界的一致认可,并将其作为主要坝型继续担当重任。然而,解决好垫层料的保护是保证垫层料质量的重要环

节,也是控制面板变形及裂缝的基础。为此,对垫层料的保护方式进行总结与分析,并将其作为根据大坝特点、所处地理位置等因素选择安全、合理、经济、施工简单的垫层料保护方式的依据,进而实现工程顺利有序的建设。

笔者通过对面板堆石坝垫层料保护方式进行的总结与分析,研究并提出了采用定型板拼装式护坡方式的垫层料保护的创新思路,旨在为解决面板堆石坝施工中垫层料保护出现的问题探索出新路,避免因垫层料保护给工程安全与质量造成影响,使面板堆石坝更好地得到发展。

参考文献:

[1] 王志明,张利荣. 混凝土面板堆石坝固坡技术的发展简述[J]. 水利建设与管理,2008,28(10):73-77.
[2] 李岱,常焕生,张云山,等. 面板堆石坝翻模固坡技术[J]. 水利水电技术,2008,39(12):20-23.
[3] 黄秋丽,林新平,杨正卿,等. 公伯峡水电站混凝土挤压式边墙试验[J]. 人民黄河,2003,55(12):33-34.
[4] 邹德高,陈楷,等. 基于跨尺度精细方法的面板坝面板损伤演化尺寸效应分析[J]. 土木与环境工程学报,2019,63(6):87-90.
[5] 李仙. 混凝土面板堆石坝垫层料上游坡面施工技术简介[J]. 广西水利水电,2014. 43(6):49-51,60.

作者简介:

王森荣(1969-),男,四川青川人,技术中心总工程师,副高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)

(上接第 57 页)

占有较大的比例。但不同结构类型的轮胎在露天矿山中的适应性表现的不一样,而不同厂家生产的轮胎在矿山应用时的实际使用寿命亦千差万别。在实际工程应用中,矿山的气候特点、金属矿山的工程地质特点及道路环境状况等均对巨型工程轮胎的使用寿命具有直接影响,因此,选择能适应矿山气候特点、工程地质特点及道路环境状况的巨型工程轮胎可以很好地提高轮胎的使用寿命,进而提高运输安全,降低运输成本。笔者对此进行了研究并将取得的成果用于工程,取得了较好的效果。

参考文献:

[1] 李曰煜. 全球巨型工程轮胎发展概述及我国巨型轮胎制造业面临的机遇和挑战(二)[J]. 现代橡胶技术,2010,

36(2):8-13.

[2] 董晓斌,李方园,睢安全. 13/80-2016PR 工程机械斜交轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2015,35(7):403-405.
[3] 薛梓晨,贺建芸,邓世涛,等. 新型子午斜交轮胎结构设计与力学性能研究[J]. 轮胎工业,2016,36(3):136-141.
[4] 徐龙靖. 滚动轮胎表面对流换热规律的研究[D]. 青岛科技大学,2017.
[5] 王松威,徐维欣,李曰煜. 全球巨型工程机械轮胎发展概述及我国巨型轮胎制造业面临的机遇和挑战[J]. 橡胶工业,2011,58(1):51-62.
[6] 宋自平,钟杰,刘铭. 巨型工程轮胎在莱比塘露天铜矿的应用分析[J]. 采矿技术,2018,18(6):124-126.

作者简介:

吴建军(1967-),男,四川简阳人,国际公司副总经理,副高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(编辑:李燕辉)