新型碎石路料在修护运矿公路的应用*

郭希静,包晓明,李 涛

(包头钢铁(集团)有限责任公司白云鄂博铁矿,内蒙古 包头 014080)

摘 要: 文章阐述了运矿车对运矿公路所产生的作用力及其对路面的破坏形式,通过对路料在养路过程中对比试验,分析了不同级配路料铺筑运矿公路路面的强度构成特点,以及白云铁矿应用后所取得的经济效益。

关键词: 运矿公路; 碎石; 路料; 运矿车; 强度

中图分类号: TD854 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)02-0017-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.02.004

Application of New Gravel Road Material in Repairing Ore Transporting Highway

Guo Xi-jing, Bao Xiao-ming, Li Tao

(*Bayan Obo Iron Mine of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014080, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is expounded the acting force caused by ore transfer car on ore transporting highway and the destructional forms to pavement, analyzed the intensity composition characteristics of pavement of ore transporting highway with different grades of road materials and the economic benefits obtained after apply new gravel road materials in Bayan Obo Iron Mine through the comparative test of road material in the process of maintaining road.

Key words: ore transporting highway; gravel; road material; ore transfer car; strength

包钢白云鄂博铁矿开采至今,开拓方式由原来的铁路开拓转为今天的铁路—公路联合开拓方式。采用运矿电动轮运输,涉及到运矿公路的修筑与维修。近些年来,修护运矿公路所用路料为露天坑口附近的新生界第三、四系砂页岩以及采坑内硬度较小爆破后较松散易碾压的钾质板岩或板岩中受地质构造影响而形成的条带状构造带上的岩体,但随着开采深度的增加,板岩已是近矿体的蚀变岩体,硬度较大,不适合修护运矿公路。因为没有较合适的路料修筑与养护运矿公路,一些路段出现沉陷、坑洼、拥挤、拥包等病害,更严重的一些路段,垫层已露出,运矿车的备品、备件、轮胎、燃油指标消耗升高,导致运矿成本增大,运矿公路修护频繁。

为改变这一现状,修建了铁矿路料加工站。该系统由3台鄂式破碎机、1台反击破碎机和胶带运输系统、筛分系统组成,生产0~10 mm、10~20 mm、20~40 mm三组规格的路料,成分也由砂页岩或板岩变更为白云岩或矿化白云岩,通过近一年半在运矿公路上的试用,运矿公路的质量有质的飞跃。本文对运矿车对道路的破坏因素、路料的选型及配比、施工工艺、新型路料的应用取得的经济效益等进行归纳总结。

* **收稿日期:** 2020-12-09

作者简介: 郭希静(1972-),男,内蒙古通辽市人,高级工程师,现从事采场管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

1 运矿车对运矿公路的破坏形式

运矿车对路面的作用可分为停驻状态和行驶状态，当运矿车处于停驻状态下，对路面的作用力为静态压力，主要由轮胎传递给路面的垂直压力 P，P 的大小与汽车轮胎的内压力 P_i、轮胎的刚度和轮胎与路面接触形状以及轮载的大小有关，轮胎标准静压力 P_i 在 0.4 ~ 0.7 MPa 范围内，轮胎与路面接触面上的压力 P 略小于内压 P_i，约为 0.8 ~ 0.9 倍 P_i，通常假定轮胎对路面的压力是均匀分布的，则接触面当量半径 δ 可用下式表示。

$$\delta = \sqrt{P}/\pi\rho \tag{1}$$

式中：δ 为接触面当量半径，m；P 为作用在轮胎的荷载，kN；ρ 为轮胎接触压力，kPa。

行驶状态的运矿车除施加给路面垂直静压力外，还有给路面施加的水平力、振动力，而受车速的影响，此两力还有瞬时性的特征，车轮受到路面给它的滚动摩擦阻力，同时车辆在弯道行驶为保持车身稳定不产生侧滑，轮胎还给路面施加侧向水平力，总之车轮给路面施加的各种水平力最大值 Q 与车轮的垂直压力 P 以及路面与车轮之间的附着系数 Φ 有关，碎石路面 Φ 值取 0.4 ~ 0.6 之间，但其最大值 Q_{max} 不会超过 P 与 Φ 的乘积，即 $Q_{max} \leqslant \Phi P$。在水平荷载的作用下，碎石路面结构层产生复杂的应力状态，直接遭受水平荷载的作用力，若抗剪强度不足会产生推挤、拥包、波浪、车辙等破坏现象[1-2]。

运矿车在道路上行驶，由于车身自身的振动和路面的不平整，车轮实际是以一定频率的振幅在路面上跳动，作用在路面上的轮载时而大于静态轮载，时而小于静态轮载，呈波动状态，运矿车每天上千次行驶，在重复轮载的作用下，筑路材料呈现出疲劳，这也是运矿公路破坏的原因。

2 路料规格的选型

2.1 碎石路面结构强度构成的特点

分析出运矿车对运矿公路的破坏形式，有针对性的对所有修筑路料进行研究分析。众所周知，路料颗粒之间的联结强度，一般比路料颗粒自身的强度小得多，在外力作用下路料颗粒间产生滑动和位移，使其失去承载能力而遭致破坏，因此路面的结构强度、路料自身强度起重要作用，但路料颗粒间的联结强度起的作用应该是决定性的，这就是说所用路料粘结力和内摩阻角所表征的内摩擦力决定的颗粒间的联结强度。从以上论述看，所用路料的配比是决定路面强度、刚度的关键。

2.2 路料配比选型

白云鄂博铁矿区属典型的大陆干燥性气候，年蒸发量大于年降水量，为路面补水工作带来极大困难，以春夏两季较为突出。由于白云铁矿运矿公路采用水结碎石路面，在路料选型上要着重考虑。通过多方论证和对比试验，选用了以下 3 种型号的路料：0 ~ 10 mm、10 ~ 20 mm、20 ~ 40 mm。表 1 为 3 种路料级配表。

表 1 3 种路料级配表

编号	通过下列筛孔的质量分数/%					小于 0.5 mm 细料性质	
	40 mm	20 mm	10 mm	5 mm	<2 mm	液限/%	塑性指数
1	100	40 ~ 60				<35	8 ~ 12
2		100	40 ~ 60			<25	<6
3			100	70 ~ 90	50 ~ 60	<25	<6

液限是细粒土呈可塑状态的上限含水率，塑限是细粒土呈可塑状态的下限含水率，液限和塑限的差值称为塑性指数。级配碎石路面，是由各种集料按照最佳级配原理修筑而成的路面层，级配碎石是由粒径大小不同的材料按一定比例配合、逐渐填充空隙，并通过粘结作用，压实后形成密实的结构。路面强度主要由压实作用以及水结作用产生，并且在路料筛分时，直接混合配制为不同级配的碎石路料分别堆置储存。

3 级配碎石在运矿公路的试用

3.1 路面破损严重时铺筑工艺

东采场主坡道 1 594 m 水平至 1 460 m 水平近 3 000 m 的坡道沉陷、沟槽、坑洞等病害严重，选用

中国知网 https://www.cnki.net

20 ~ 40 mm 的路料，施工工艺为：①在要上料的路面上洒水；②将碎石运至路面摊平，厚度为 5 cm 左右；③压道机进行一遍碾压；④洒水并重复碾压碎石数遍；⑤在碎石路面上撒铺 0 ~ 10 mm 的路料，厚度为 5 ~ 15 mm，摊平碾压并洒水碾压。施工中路料一次摊平，压实系数为 1. 2 ~ 1. 3，仔细找平，碾压时应从两侧向路面中间碾压，碾压轮迹重叠宽度为轮宽的 1 /5 ~ 1 /2。

3. 2　路面坑洞较少无沉陷时施工

2#、4#、5#、12#、5 - 2#公路路面无沉陷、沟槽等病害，只有撒水降尘后运矿车车轮碾压带起的泥块形成的小坑洞，路面基本保持平整，但不及时修复小坑洞会扩展，导致路面大规模变形破坏，修复前在要修复的路面上洒水，平路机刮平，然后按以下工序进行：①将 0 ~ 10 mm 的路料运到路上并摊平；②平路机从路的中间向路的两侧分料，压道机紧随平路机碾压、洒水，然后平路机再从路的两侧向路的中间合料，洒水、碾压，此工序重复进行 10 次左右。路料厚度为 10 ~ 20 mm 左右，压实系数为 1. 2 ~ 1. 3。

3. 3　修筑弯道路料的选择

在东矿 02、30、60、46、32 弯道和主矿 70、54 弯道上试用 0 ~ 10 mm 的路料，在正常的车流量下仅两天弯道处由于离心力的作用，路的外侧已形成沟槽、拥包。用 10 ~ 20 mm 的路料修筑上述弯道，7 天左右弯道外侧就形成沟槽、拥包等病害。用 20 ~ 40 mm的路料修筑上述弯道，30 左右天弯道外侧才出现上述病害，因此选用 20 ~ 40 mm 的路料修护弯道，减少修护弯道的次数。

4　新型路料的应用情况

通过一年半的铺路试验，3 种型号的路料修筑的路面（在未受降雨影响的前提下），道路可使用 150 ~ 180 天，而旧筑路方式修筑的公路使用 30 天左右路面便出现病害，且路面质量较低。

5　经济效益分析

经过一年半修护公路试验，使运矿公路的质量有显著提高，新型路料的应用，创造了很高的经济效益和社会效益，标志着运矿公路质量又一次质的飞跃。

节约轮胎费用：每年每台车以减少消耗 4 条轮胎计，现汽运车间开动 26 台运矿车，每条轮胎以 3 万元计算，节约费用 312 万元。

备品、备件节约费用：备品、备件每台车年节约按 1 万元计，共 26 万元。

节约柴油费用：每台车每年节约柴油 1. 5 t，每吨以 5 000 元计，年节约费用 19. 5 万元。

修路成本降低费用：从试验验结果看，每年少修路 12 次，每次修完所属路段耗油 3 t，节约费用 18 万元。

以上合计，年节约费用 375. 5 万元。

6　结束语

试用新型碎石路料铺筑运矿公路，在修筑技术上有所进步，取得了一定的经济效益，在今后工作对铺筑工艺和路料选型上有待进一步完善，使运矿公路的路面质量进一步提高，为矿山的发展做出应有的贡献。

参　考　文　献

[1]　卢廷斌. 优化修筑运矿公路碎石路料级配方案的研究 [J]. 包钢科技，2017，43（S1）：26 - 29.

[2]　骆中洲. 露天采矿学（上册）[M]. 北京：中国矿业学院出版社，1986.

中国知网　https://www.cnki.net