

# 露天煤矿的运输道路优化实践

冀建强

国家能源集团准格尔能源有限公司黑岱沟露天煤矿

**[摘要]** 我国的煤矿工业面临着良好的发展机遇,在这种情况下,露天煤矿基础设施建设管理也有良好的发展环境。随着露天开采的需要和装备技术的发展,单斗—卡车工艺以其作业机动灵活、适应性强、基建速度快等优点被广泛应用于露天矿土方剥离,国内几乎所有露天煤矿均采用此工艺。运输距离的快速准确测量对于露天矿经营及决策有着重要意义,是露天矿成本核算及采矿设计依托的基础数据和重要考量指标。

**[关键词]** 露天煤矿; 运输道路; 优化

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.1493

## 前言

众所周知,露天煤矿沿线所处的土壤、水文、气候、交通量等外部条件与普通公路有着显著的差别,路面施工层构成状况不同,材料品种多、施工水平、施工工艺、管理水平也不尽相同。同时露天煤矿运输道路由于行车荷载和自然因素的作用,路面会出现不同程度、不同类型的早期裂缝病害现象。不仅大大增加了养护管理部门的养护工作量和养护费用,还带来了不良的企业与社会影响。露天矿生产过程实质为开放空间内的巨型土石方移运工程,主要由钻孔、爆破、采掘、运输、排弃等环节构成。其中,钻孔、爆破、采掘环节的成本相对固定,受生产设计改动影响较小,而运输环节的成本随着工作帮的推进与采矿设计动态变化,尤其对于采用单斗—卡车间断式开采工艺或半连续开采工艺的露天煤矿,卡车运输环节的成本占据了整个露天矿运营成本的30%~50%。

## 1 露天矿矿山采场道路的使用功能及分类

伴随采掘面的不断延伸,露天矿的采场道路也将随之改线或直接废弃,因此其中的大部分道路都属于临时性的,因此这些道路往往线型标准较低,路面的结构也较差,整体技术标准只能达到公路技术标准的三级或四级的水平。基于采场道路实际所处的位置与用途,可以将其划分成三个大类,分别为端帮道路、斜坡道以及采剥平台道路。端帮道路用于实现采剥区、排土场及破碎站之间的连接,有着相对固定的位置,因此其往往也有着更长的使用寿命。斜坡道则指的是用于连接上下采剥平台的道路,这一类的道路位置通常不固定,同时有着较大的坡度。最后,采剥平台道路则指的是修筑于已形成的采剥平台上的临时道路,通常位于电铲附近。虽然其坡度往往较小,但由于路面有着较多的碎石,致使其维护强度却是最大的。

## 2 当前运输系统合理性分析

露天矿是一个以采掘为中心,以运输为纽带的大型生产系统。运输系统是运输线路系统、设备及调度指挥系统的总称。其中,运输线路系统是矿山生产布局合理性及系统效率的重要指标,也是国内外各大矿山重点研究的内容。开拓运输系统是露天矿经济、合理、有序完成剥离任务的重要组成部分。合理

的开拓运输系统可以减少卡车运输距离、减少剥离成本,提高生产能力。设计、优化并实施露天煤矿背斜区域采煤运输系统可显著提高矿山整体生产系统的效率,并可有效缓解当前采煤紧张的情况,减少运距,降低采煤成本。在国内露天领域,矿岩独立运输系统、运煤双坡道系统是针对山区露天矿实际生产情况的一次大胆尝试。通过坡道系统的设计和运距的优化实现对现场实际问题的有效解决。为企业实现高产高效、降低成本、提高安全性提供保障。

## 3 矿山道路的特点及技术指标

### 3.1 矿山道路的特点

(1) 坡度大、弯道多,路线移动变化快、周期短;(2) 垂直高差大,重车持续上坡运行;(3) 所承载的动力载荷比较大;(4) 受气候等影响大,以黑岱沟露天煤矿2019年为例,全年受雨、雪、沙尘等气候累计影响,造成停产超过60个台班,影响剥离量约600万m<sup>3</sup>。(5) 随着采掘工作面的不断推进,道路频繁移设,因此矿山道路不能建成永久性道路,只能是就地取材修建的满足矿山生产的临时性道路。

### 3.2 矿山道路技术标准

露天煤矿矿山道路的技术标准、参数的制定应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》(GBJ22)的有关规定,并结合生产实际情况,根据实践经验进行不断修正和完善。黑岱沟露天煤矿露天矿矿山道路技术指标按《黑岱沟露天煤矿安全作业操作技术规程》执行。(1) 平盘道路:卡车平盘道路路面宽度为32m,转弯处路宽不低于35m;外侧挡墙宽度不低于4.25m。(2) 斜坡道:所有运输道路坡度不大于8%,对于连续长距离顺坡应设置坡度不大于3%,距离不小于60m的缓冲平段;(3) 安全挡墙:沿台阶坡顶修筑的安全挡墙高度不得低于1.6m,底部宽度不得小于4.25m,沿固定道路或端帮半固定道路修筑的安全挡墙高度不得低于2.1m,底部宽度不得小于5.4m,顶部宽度不得小于1m;(4) 转弯设置:转弯区域横坡保持在1.5%~2%,内侧必须有2.5~3m的路面加宽,超高根据路宽度和横坡确定,转弯区域内侧有不少于50m的行车视距。

(5) 路面平整度要求:移动线路路面不许出现长2米,宽2

米,高差在0.3米以上的坑包,无翻浆现象。

#### 4 矿山道路质量标准化建设对成本效益的影响

##### 4.1 对轮胎的影响

路面有尖状岩石,曲线超高不合理、翻浆或凹凸不平都会造成轮胎划伤、或热剥离等异常损坏。本矿以2019年为例,全年由于各种原因造成未达到使用寿命提前报废的轮胎数量:220T卡车将近15多条,每条35万元以上;290T卡车12多条,每条40万元,对运输成本影响很大。

##### 4.2 对燃油消耗的影响

如果道路宽度不够、路面起伏不平、坡度大、道路翻浆等都会造成车辆等待、停车次数增加,频繁启动,行驶阻力增大,导致车辆达不到经济运行速度,而使耗油量增加,运输成本增大。

##### 4.3 对维修、保养费用的影响

如果矿山运输道路工程质量较差,起伏不平,洒水降尘不及时,长距离下坡等均会造成配件过早损坏;道路灰尘过大不能及时有效地缓解,就会阻塞空气滤芯使发动机磨损加剧;其他液压系统和电器配件的损坏也与道路质量好坏有着直接的关系。配件的非正常磨损、损坏导致汽车使用寿命的降低,从而使汽车维修和保养费用增加。

##### 4.4 对经济效益的影响

(1)露天煤矿卡车的运输成本主要集中在轮胎、燃油消耗及维修保养费用这3个方面,这3项费用加起来大约占到全矿总生产成本的60%左右,所以这3项费用的高低直接影响着整个露天矿总的生产成本,关系到整个矿山的经济效益。(2)2020年黑岱沟露天煤矿220T卡车单耗比计划下降了2.3%,290T卡车单耗比计划降低了1.7%,比2019年降低了2.5%;220T卡车轮胎平均使用寿命达到了12万公里,最高使用寿命达到了19万公里;通过持续不断的改进工程质量,提升道路质量标准化建设水平,切实起到了实效,节约了成本,取得了很好的经济效益。

#### 5 露天矿矿山采场道路的养护工作要点

道路养护工作主要由小修、中修及大修三方面构成。小修主要涉及对路基、路面及线路环境的紧急修补工作;中修则主要是负责对出现磨损的路面、排水沟予以修复,或是对路肩进行加固、对线路环境进行整理等;大修则主要负责对路基及道路中出现磨损部位的修复。对于采区道路而言,养护工作的关键在于确保路基、路面与构筑物能够始终保持在完好的状态,这是保证车辆运行安全的重要基础,同时也能够有效避免汽车与道路出现过早磨损的情况。要实现这一目标,需要做好路基的排水工作,对排水沟进行及时清扫,同时对路肩、路面进行

定期平整,要及时对路面上的撒落物予以清理。对于土质的砾石道路而言,还需要撒上一些细粒碎石或粗粒砂,冬季时则应做好路面结冰的预防工作。

##### 5.1 采区主干线与支线的养护工作要点

如果采区的主干线或支线路面存在局部损坏、积水坑洼或是在大雨冲刷后致使路面出现沟槽的问题,要第一时间予以有效处理。对于积水坑洼问题,首先要将积水排出,再通过石料把填平压实坑洼,从而让路面原有的平整度得以恢复。对于路面上的沟槽问题,也可以通过填铺石料压实来予以恢复。如果路面的耐磨层损坏并不大,则可以通过平路机刮平路面从而消除沟槽。此外,通过提升路料站加工路料的使用数量与质量,对路料破碎的级配予以调整,将原本仅用于主干线的炉料扩展至支线道路,进一步确保路面用料的合格性,也是优化养护工作的重要手段。

##### 5.2 采区道路出现渗水路面的处理方法

因为我国大部分矿区所处地区的气候多是湿润多雨的,年平均降雨雨量较大,同时全年的降雨量比较集中,通常5-10月分为雨季。在雨季往往会出现大量汇水流至采区,导致采区道路极易出现渗水路面,而这对于汽车运输以及道路养护工作而言,所带来的不利影响都是非常显著的。因此我们必须更加注重这一问题,在采区路面中,对于主要汇水流经路段、渗水点多的路段,可以采用埋管的方法予以处理。以此降低工程机械重复性修筑路面以及扫大块的频率,进而能够有效确保路面的整体完好率。

#### 6 案例分析

黑岱沟露天煤矿包括一采区、二采区及三采区,现开采煤层为6#煤层,一采区煤层已开采完;现开采二采区煤层,本次优化系统为黑岱沟露天煤矿二采区运输系统。

##### 7 优化方案

露天矿车流调配是否合理,将直接影响着露天矿整个生产系统的生产效率和经济效益。据苏联克里沃罗格露天矿资料,露天矿采深每增加100m,运输费用则增加50%~100%。本次系统优化设计基于以下3点:①黑岱沟露天煤矿随着采掘台阶不断的向前推进,向下延深,运输费用比重的逐步加大,生产成本变大,运输系统的优化迫在眉睫;②受破碎站涵洞限制,黑岱沟露天煤矿内排土场排弃空间较为紧张,上煤道路中间沟不能按照现有采剥推进的进行移设,导致卡车运输排弃出现失衡现象,将使得运距增大,运输费用剧增。同时对220T、290T、363T等大型自卸卡车来说,长距离的运输行走,对其损耗极其严重,设备的维修保养费用也将随之增加;③黑岱沟露天煤矿现在用主要采掘设备为太原重工WK35电铲与WK55电铲,但原有运输系统造成采剥工作线距离短,大型电铲单次采掘带

长度不足,设备调动频繁,三角量增多,致使设备效率难以充分发挥。为此特提出在采区两侧端帮新修筑运输干线,为上下水平卡车运输提供通道,同时使用采场及排土场搭桥方式进行缩短卡车运输距离。运输路径的优化,是进行物流规划、优化调度的基础,直接关系到运输卡车实时调度效果的好坏。通过修筑南北两侧端帮运输道路,进行内排,可缩短运距,降低220T、290T、363T等大型自卸卡车油耗及卡车磨损,进一步降低运输成本,达到降本增效的效果。

### 8 经济技术比较

#### 8.1 经济方面

##### 8.1.1 直接经济效益

根据黑岱沟露天煤矿往年运输成本统计,本矿矿岩的运输成本为1.2元(/m<sup>3</sup>·km),自优化开拓运输系统以来,共计内排岩量约1600万m<sup>3</sup>,共运输煤炭约600万t。岩石平均运距缩短0.7km,煤炭平均运距缩短0.3km。故产生直接经济效益为1275万元。

##### 8.1.2 其他经济效益

1)通过缩短矿岩运距,降低了自卸卡车的轮胎磨损、设备维修保养及折旧费等;2)修筑南北环形运输干线后,形成固定运输线路,减少了运输线路的移设修筑工程,从而降低了运输成本费用。3)优化开拓系统后,采剥工作面得以拉长,DM-H、CDM75等大型穿孔设备和WK-35、WK55等大型挖掘设备以及154T、185T、220 T、290T、363T 等大型运输自卸汽车的作业空间得以释放,从而提高其工作效率。4)二采区煤炭开采完毕后,转向开采三采区煤炭时,能够减少后续二次剥离工程量,极大的降低开采成本,为后续可持续发展提供保障。

#### 8.2 技术方面

1.)优化开拓系统,拉长、整直采剥工作面,改变了以往爆破环节“点多量小”的局面,使得一次爆破区域面积增大,一次爆破量增加,减少了爆破次数,提高了爆破效率,同时降低了人员及设备的避炮时间。2)原有系统,由于工作面小,使得钻机、电铲等设备调动频繁,降低了设备作业时间。优化后,设备作业平盘稳定,作业效率大幅提升。

#### 8.3 安全方面

1)原有运输系统为道路位于采区中部,造成采剥工作面较短,现有穿孔、采掘、运输等大型设备同时运作,空间狭小,安全隐患较大。新修筑端帮运输道路,取消原有中部道路,采掘工作面得以拉长,各系统环节设备工作空间增大,安全隐患进一步降低。2)修筑端帮运输道路,形成两侧端帮环

形运输,及时进行内排。减少了两侧非工作帮边坡裸露时间,进一步降低了两侧非工作帮边坡滑坡风险。3)爆破环节一直为露天矿危险系数较高的环节,原有运输系统使得工作线长度不足,单次爆破孔数较少,爆破次数频繁。优化后,拉长工作线,单次爆破量增大,爆破频次降低,人员及设备活动空间大,警戒、避炮等工序实施更为简捷,爆破安全风险进一步降低。4)原有运输干线布置的矿岩运输及辅助物料运输车流密度大,加之黑岱沟露天煤矿220T、290T、363T等大型自卸卡车体积庞大,司机驾驶时存有较大视野盲区,故存在较大安全隐患,同时管理难度也较大。优化设计将运输干线分布于采场两侧,减小了车流密度,进一步降低看安全风险,同时也更加便于车辆的调度管理。

#### 8.4 接续方面

近年来,黑岱沟露天煤矿受相邻哈尔乌素露天煤矿推进滞后的影响,导致正常采煤工作线形成1800m+500m的两种开采方式,上部剥离平盘也难以按照原正常推进度进行采排,从而导致采掘受限、排弃紧张的局面。优化开拓运输系统后,能够扩大内排容量,充分释放现有排弃空间,及时的稳定了生产接续,并对后期黑岱沟露天煤矿的接续具有重要意义。

### 结束语

通过对道路进行分析。细化道路施工工艺的要求。对工艺要求进行补充和完善,露天运输道路修筑养护的工程,使得近年来采区道路修筑与养护质量不断的提升,改善了采矿的作业环境。使部分机械的使用寿命得到了延长。也降低了矿山采矿的运输成本。提高了采矿业的生产效率,提高了采矿业的经济效益。

### 参考文献

- [1]王立友. 矿山道路质量对运输成本及运输安全的影响[J]. 露天采矿技术, 2004(05): 26-27.
- [2]苏海云. 露天矿山道路质量标准化建设的重要性[J]. 露天采矿技术, 2011(05): 31-32+36.
- [3]黄泽斌. 提高露天矿山采区道路修筑与养护质量的措施[J]. 金属矿山, 2008(02): 149-151.
- [4]舒伟. 露天矿道路质量是影响卡车运输能力、成本、安全的重要因素[J]. 煤矿安全, 2019(1): 59-61.
- [5]张峰. 露天矿山道路质量标准化建设的重要性[J]. 露天采矿技术, 2019(5): 31-32.
- [6]李文斌. 大型露天矿运输道路工程质量及效益探讨[J]. 江西有色金属, 2004, (12).