

Exploration and Research on Unconventional Development and Transportation Schemes for Open-pit Stone Mines

Ao Jiang

Zhejiang Haichuan Geological and Mineral Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

The selection of development and transportation methods concerns whether the mined ore in the mine can be quickly transported out of the mining site into the processing workshop. It is an important link in organically connecting mining and processing. The rationality of the development and transportation schemes greatly affects the initial infrastructure investment and later production costs of the mine. For open-pit stone mines, transport by trucks through roads is the most commonly used development and transportation methods. However, due to local policies or terrain conditions, some mines are unable to arrange transportation roads in a standardized manner, which hinders normal mine construction and production. This paper mainly explores some unconventional alternative development and transportation solutions, providing some new inspiration and suggestions for similar project construction.

Keywords

stone mines; transportation; hoisting

露天石材矿山非常规开拓运输方案探讨与研究

蒋敖

浙江海川地矿科技有限公司, 中国·浙江 杭州 310030

摘要

开拓运输方式的选择关系到矿山采下的矿石能否快速运离采场并进入加工车间, 是有机衔接开采和加工的重要环节。开拓运输方案是否合理很大程度影响到矿山前期基建投入和后期生产成本。对于露天石材矿山来说, 公路开拓汽车运输是最常采用的开拓运输方式, 但受地方政策或地形条件限制, 个别矿山存在无法规范布置运输道路的情况, 导致正常的矿山建设和生产受阻, 论文主要探讨一些非常规的开拓运输替代方案, 为类似项目建设提供些许新的启发与建议。

关键词

石材矿山; 运输; 吊装

1 引言

随着中国近几年建筑、装修行业快速发展, 相关行业对于建筑装饰石材产品需求与日俱增。市场上常见的石材主要分为天然石和人造石两类, 由于人造石多是以天然碎石或混凝土等为原料人工制成, 其强度和耐用性往往不及天然石材高, 因此, 高档建筑装饰材料多选用天然石材。中国绝大部分的天然石材都来源于矿山开采, 需求的增加也对石材矿山生产高效化提出了新的要求。人类使用机械辅助开采石材至今已有大约 100 多年的历史, 全部使用机械开采石材也有 30 多年的历史^[1], 因此随着技术水平持续进步、设备能力不断提高, 中国石材开采已基本实现机械化生产, 现阶段露天石材矿山主要采用全锯切法开采, 采下的石材废料装载至汽车后, 常规上多通过矿山开拓道路进行运输。由于近年来,

有关部门对于矿山项目界外临时用地审批政策的逐渐收紧, 一些矿区范围小、开采深度大的石材矿山往往无法按规范要求布置开拓道路, 浙江台州某石材矿山(以下简称“台州石材矿”)便是此类典型矿山, 在此通过分析该矿山工程概况, 探讨几种可行的替代方案, 为类似项目提供借鉴和参考。

2 工程概况

2.1 自然地理

台州石材矿矿区地形呈低山起伏, 区域内山体最高标高 +341.5m, 最低标高 +111.7m, 最大相对高差约 229.8m。地形坡度一般为 25°~40°, 植被发育。矿区属中亚热带季风气候区, 四季分明、雨量适中、日照充足。年平均气温 16.8℃, 无霜期 232 天, 年降雨量 140~1600mm。矿山所在地年最大降雨量 1563mm, 月最大降雨量 229mm, 雨量分布不均, 每年出现两个雨季, 5—6 月份为梅雨期, 7—9 为台汛期, 受热带风暴(包括台风)影响, 常出现狂风暴雨。秋季常形成阴雨天气, 天气稳定, 秋高气爽; 冬季主要为多

【作者简介】蒋敖(1982-), 男, 中国浙江杭州人, 本科, 高级工程师, 从事采矿设计、矿山安全研究。

晴朗寒冷天气,受强冷空气影响,会引起剧烈的降温,并伴有大风、大雪和冰冻天气。风向冬季以西北风为主,春季转东北风,夏季多西南风。

2.2 地层、构造

矿区出露的地层为下白垩统西山头组(J_3x)及第四系(Q)。下白垩统西山头组(J_3x)分布在矿区及其外围,岩性为灰-浅紫红色英安质含角砾玻屑凝灰岩,凝灰结构,块状构造,角砾一般大小为0.5~2cm,含量5%~15%,成分为凝灰岩为主,可见浆屑条带,具假流纹构造,假流纹产状为总体倾向 $250^\circ\sim 280^\circ$,倾角 $25^\circ\sim 35^\circ$,岩石多呈中微风化状,裂隙较为发育;第四系(Q)分布在山坳及山体表部,岩性为残坡积成因的含角砾粉质粘土、粉质粘土,角砾成份主要为凝灰岩,平均厚度约1.0m左右。

矿区受区域断裂构造影响不明显,区内断裂构造不发育。矿区范围内节理较为发育,主要有3组,分别为:① $142^\circ\angle 60^\circ$,一般2~5条/m;② $80^\circ\angle 50^\circ\sim 65^\circ$ 一般2~5条/m;③ $163^\circ\angle 60^\circ\sim 70^\circ$,一般3~15条/m。节理面较平直,闭合—微张,一般无充填物。

2.3 矿体特征

矿体为凝灰岩,分布在残坡积及强风化层之下,平面投影为近南北向展布的似长方形,最大长度290m,最大宽度236m,矿界外延伸稳定。地面出露标高+300m,延深180m,岩层产状总体倾向 $250^\circ\sim 280^\circ$,倾角 $25^\circ\sim 35^\circ$ 。

2.4 开采技术条件

矿区属丘陵地貌,地形坡度 $25^\circ\sim 40^\circ$,易于自然排水。矿区内地下水主要有松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水二类,松散岩类孔隙潜水含水层主要为残坡积层,该层分布在山体表部,分布不均匀,水量贫乏;基岩裂隙水主要赋存基岩风化带内的裂隙中,矿区未见有大的构造破碎带,说明基岩裂隙水水量贫乏,另外基岩表层风化裂隙较发育,但裂隙面平直、紧闭,故其水的连通性一般。开采区位于侵蚀基准面之上,采场底板标高为+120m,高于附近最低地面海拔标+110m左右,开采区汇水面积小。地下水主要来源为大气降水补给,沿基岩裂隙向下迳流向东侧河道渗出排泄,自然排水基本畅通。总体上矿区水文地质条件属简单类型。

矿区内上覆残坡积层较薄,一般为1.0m左右,风化层厚度为3.0m左右,岩石节理裂隙较发育,主要发育3组,与边坡的组合关系对边坡稳定性有一定影响,节理面一般平直、闭合、无充填,局部微张,局部可能产生崩塌等地质灾害;开采的岩石类型属硬质岩类,节理裂隙较发育,岩石胶结致密,厚层块状结构,完整性较好,属于II类岩体。总体上,矿区工程地质条件属简单类型。

区内无区域性主干活动断裂通过。据GB18306—2015《中国地震动参数区划图》,矿区在加速度动峰值0.05g区内,对应的地震基本烈度为VI度。因此,矿区处于地震地质环境较稳定的区域。

矿区范围内的东侧目前遗留有多处高陡边坡,边坡上有少量松动岩块和早期矿山开采遗留的矿渣,存在崩塌、落石等安全隐患。矿区范围内的山体自然斜坡较陡,为 $25^\circ\sim 40^\circ$,最大相对高差为171m。总体上,矿区环境地质条件良好。

2.5 采矿方法

根据相关规范,石材矿山的开采应优先采用机械锯切法,露天开采顺序应由上而下分台阶开采,并应遵循“采剥并举,剥离先行”的原则^[2]。本矿山采用自上而下分台阶机械切割的采矿方法,即采用矿用圆盘锯、绳锯,将长条块石从原岩体机械切割、分离、顶翻、铲装与运输、清碴的方法。根据矿用圆盘锯的切割性能,切割工作台阶高度1.5m,边坡终了时每15m留一安全平台,每隔二个安全平台设置一个6m宽的人工清扫平台,终了边坡台阶高度为15m。台阶坡面角 56° ,最终边坡角 45° 。考虑汽车掉头回转及平台外侧安全距离,确定最小工作平台宽度35m。

矿山剥离物主要为表土覆盖层,在正式开采前采用挖掘机直接挖掘剥离。在切割平台形成后先布置轨道,轨道基本垂直节理布置,切割间距与节理保持基本一致,再利用矿用圆盘锯纵向和横向切割,然后用绳锯切割水平方向分离。对于边角或者其他尺寸的荒料,采用手持式凿岩机对矿石进行穿孔作业,钻眼打好后,将铁楔放入钻眼内并锤击,锤击时各楔子时应交错锤击,各楔子用力均匀,借助铁楔的挤张力对矿石进行二次整形。荒料运输通过运输道路与各个切割平台连接,荒料经切割、整形后,利用叉车进行装车,再由自卸汽车运输至外部出售或产品堆场整形堆放。

2.6 设计开拓运输方案及存在问题

根据矿山现有设计,拟采用“公路开拓—汽车运输”的开拓运输方案。开拓公路主线利用现有防火道路,从+112.7m标高起坡,对现有局部开拓运输道路过陡部分进行降坡,并在+201m标高位置新建部分开拓运输道路与现有道路连接,沿现有开拓运输道路修至顶部+248.4m首采装载平台。此外,分别在+120m、+135m、+150m、+165m、+180m、+195m、+210m、+225m水平布置支线道路。开挖路面总宽7.0m,其中路面净宽4m,两侧路肩宽0.5m,排水沟宽0.5m、车挡宽约0.75m,路面到波形车挡距离0.25m,内侧安全距离0.5m。

由于设计的部分支线运输道路位于矿山采矿权范围之外,且涉及部分公益林地,矿山开拓运输道路的建设一直未获相关主管部门的批准,导致矿山建设和生产一直处于停滞状态,急需对原设计开拓运输方案进行调整,论文提供几种可供选择的替代方案。

3 替代开拓运输方案

3.1 吊装机械开拓运输

对于一些开采范围小、地形陡峭且相对高差大的山坡

露天矿山或者深度大的凹陷露天矿山,无法按规范要求修筑运输道路,适宜采用吊装机械开拓运输。吊装设备可分为固定式和移动式。

常规的固定式吊装设备有桅杆式起重机、塔式起重机等。其特点是结构简单,起吊重量大,服务范围比较大,吊装作业不受采面道路条件的限制,操作简便可靠。以最常见的桅杆式吊机为例,吊臂最长可达70m,最大起吊深度达80m,起吊重量最大可达50t,回转角度大约是220°~240°,作业范围达8600m²[3]。为避免吊装作业受采煤工作面推进影响,固定式吊装设备通常安装在采场的边缘,这也一定程度上影响其吊装覆盖范围,范围外的荒料仍需由其他运输设备运至吊装范围内,再由吊机转运至运输平台的车辆上(见图1)。



图1 固定式吊装设备

移动式吊装设备(又称自行式起重机)通常具备使用灵活的特点,在采场工作面不同区域或者不同开采水平灵活作业。根据行走方式的不同,石材矿山用自行式起重机分成轮式起重机(又称为汽车吊)和履带式起重机(又称履带吊)。汽车吊在作业前,须进行固定支脚安装,因此对作业场地大小和平整度都有一定的要求。而履带吊采用了类似挖掘机的行走履带,无需固定即可直接进行吊装作业,所以对采场作业面的要求更低,可在泥泞和坡度比较大的道路上行走,适用于路况差的石材矿山使用(见图2)。



图2 移动式吊装设备

石材矿山在同一开采水平或短距离搬运荒料或设备时,还可临时使用挖掘机和装载机配合吊装和移动。此外,以往石材荒料吊装一般直接采用钢丝绳捆绑吊升,操作上较为烦

琐,现阶段还可搭配使用真空吊具吸附荒料切割后的光滑表面进行搬运和移动,除了大大提高搬运效率外,真空吊具不会对石材表面造成划痕或损伤,有效保护石材的质量和美观性。

3.2 斜坡卷扬台车开拓运输

对于地形复杂、高差较大,矿区范围不大,开拓道路展线有困难的山坡或凹陷露天开采石材矿山,在不同开采水平之间可采用斜坡卷扬台车进行荒料运输。采用该开拓运输方式需提前布置好斜坡道,并安装好卷扬设备。斜坡道优先选择在开采境界之外利用地势从顶部开采平台向装载运输平台一次性布置;若只能在境界内布置斜坡道时,应确保能够连接不同开采平台及装载运输平台。同一平台内需借助其他运输方式将荒料装上卷扬台车。

这种开拓运输方案可解决开拓道路难以铺开的问题,但需要一次性构筑首采平台至装载运输平台的各级斜坡道,并完成卷扬牵引设备的安装。

3.3 架空索道开拓运输

利用架空式索道一次性完成装载、运输和装车作业,将石材荒料从开采台阶运送至宕底平台装车出运。此开拓运输系统对地形地貌及土地资源的破坏影响较小,索道布置相对灵活,建设工程量小,建设投资少,适用于地形复杂、陡峭、高差大、沟谷深、公路开拓困难,且规模较小、荒料块度不大的石材矿山。

3.4 联合开拓运输

矿山地形条件不同,开拓道路布置可行性也不尽相同,在实际生产过程中矿山可以采取“部分道路+其他方式”联合开拓运输。例如,山坡露天石材矿山可以在下部水平采用公路开拓运输,上部水平采用吊装机械或其他形式的开拓运输方案;凹陷露天石材矿山可以在封闭圈以上采用公路开拓运输,封闭圈以下采用吊装机械或其他形式的开拓运输方案。通过联合开拓,因地制宜地选择合适的开拓方式,使矿山生产运输效率最大化;多种运输方式也使矿山运输安全管理难度加大。

4 结语

常规上,露天石材矿山多采用公路开拓汽车运输方案,在公路布置地形条件受限的情况下,为确保正常生产,可采用吊装机械、斜坡卷扬台车、架空索道等非常规开拓运输方式,或对上述方式进行灵活选择和组合使用。除此之外,对于联合开拓运输产生的运输环节衔接问题和额外安全风险也应给予足够的重视,确保效率,同时兼顾安全。

参考文献

- [1] 廖原时.山坡露天饰面石材矿山开采技术介绍[J].石材,2017(4):29-34+44.
- [2] GB 50970—2014 装饰石材矿山露天开采工程设计规范[S].
- [3] 廖原时.起重和装载设备在石材矿山中的应用(二)[J].石材,2008(12):17-20.