

# 某矿区水泥灰岩矿资源开发利用的研究

农文爵, 陈远志

(广西金鲤水泥有限公司, 广西 南宁 530301)

**摘要** 文章对马壮山矿区水泥用灰岩矿的开发应用进行了研究分析, 对其矿区地质、矿体地质、矿石质量等方面进行了评估, 矿区内水泥灰岩质量较好, 资源储量蕴含含量较大。为满足2条4500t/d新型干法水泥熟料生产线产能需求, 提出了马壮山矿区水泥用灰岩矿开采设计方案和输送工程设计方案, 以期为实现该矿区资源合理应用提供借鉴。

**关键词** 水泥用灰岩矿; 皮带机输送; 资源开发

**中图分类号**: TD8

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2023)06-0052-03

水泥工业是资源型工业, 原材料一般80%是水泥灰岩。现有2条4500t/d新型干法水泥熟料生产线, 根据目前生产线的产能情况, 熟料生产线总的石灰石需求量为500多万吨。附近的马壮山矿区水泥用灰岩矿经评审同意资源量为19678.9万t。其中设计利用矿产资源储量为18967.20万t, 矿山开采规模为800万t/a, 计算得矿山服务年限为23年。本文就马壮山矿区水泥灰岩矿资源开发利用过程进行探讨研究。

## 1 矿区基本情况

马壮山矿区面积1.15km<sup>2</sup>。厂址紧靠距郁江, 郁江常年可通航1000t以上船舶, 上行可达首府南宁, 下行直通梧州、广州、港澳等地。矿区位于水泥厂区的北东方向, 直距18km左右, 交通较为便利。边坡压矿为711.70万t, 计算圈定露天开采境界内可利用矿产资源储量为18967.20万t。矿山建设用地未占用基本农田和林地。

## 2 矿产资源概况

### 2.1 矿床地质及构造特征

矿区出露的主要地层为石炭系上统大埔组(C2d)、黄龙组(C2h)、马平组(C2mp)、二叠系中统栖霞组(P2q)和第四系桂平组(Qhg)。矿区位于横寨向斜西翼, 整个矿区为一单斜构造, 形态单一, 构造简单, 产状89°~110°∠35°~42°。全矿区节理裂隙发育程度一般。在矿区西部发育有一条正断层(F), 走向近南北向, 长约150m, 倾向西, 倾角约75°, 断距约10m左右, 断层内充填白云岩角砾, 少量为白云质石灰岩矿、石灰岩矿。

### 2.2 矿体特征

矿区的两个矿层分别赋存于石炭系上统黄龙组第一层(C2h1)和马平组(C2mp)地层中。

I矿层: 矿层赋存黄龙组第一层(C2h1)石灰岩层中, 呈层状产出, 主要由灰色厚层状灰岩组成, 夹少量薄层白云质灰岩、白云岩, 局部含少量生物碎屑灰岩。矿层内部共夹有5个白云质灰岩、白云岩透镜体; 白云质灰岩或白云岩在地表风化均呈暗灰色, 具蜂窝状、刀砍状构造, 中细晶结构。

II矿层: 矿层赋存于马平组(C2mp)灰岩层中, 呈层状产出, 以灰色中厚层状灰岩为主, 含少量含生物碎屑灰岩, 局部为透镜状白云质灰岩、白云岩或相变的紫红色钙质粉砂岩。矿层内部共发现4个夹层, 其中3个为呈暗灰色, 具蜂窝状、刀砍状构造, 中细晶结构的白云质灰岩、白云岩透镜体, 另一个为块状构造的紫红色钙质粉砂岩夹层。

### 2.3 矿体围岩和夹石

#### 2.3.1 围岩

(a) 矿层顶板由二叠系中统栖霞组(P2q)含燧石团块或燧石条带灰岩组成, 主要矿物成分为方解石、硅质和少量铁泥质组成; (b) 矿层底板为上石炭统大埔组(C2d)白云岩层。主要矿物由白云石、方解石、含少量铁泥质组成; (c) 近矿围岩主要由灰岩、含生物碎屑灰岩、白云质灰岩、白云岩、含燧石团块或燧石条带灰岩组成; (d) 地表覆盖层: 主要分布在石灰岩矿山坡脚的平缓地带及低洼部位, 为第四系桂平组(Qhgg)灰黄、黄色粘土、粉砂质粘土组成, 厚约1.0~5.0m。在未来矿山开采中可考虑作为低硅粘土质原

料加以综合利用。<sup>[1]</sup>

### 2.3.2 夹石

夹石为白云质灰岩、白云岩或白云质灰岩、白云岩和灰岩互层。白云质灰岩、白云岩在地表风化均呈暗灰色,具蜂窝状、刀砍状构造,中细晶结构。主要矿物由白云石、方解石组成,含少量铁泥质;白云石含量为 72%~90%,方解石含量为 9%~27%,铁泥质含量为 1%~2%;结构成分为泥晶和粉晶,其中泥晶含量为 86%,粉晶含量为 14%;主要为 0.02mm~0.12mm 的方解石、白云石;铁泥质成点状布。

## 3 工程地质条件

断层与节理裂隙情况矿区西部 2 号勘探线西段北侧发育有一条断层(F),走向近南北向,长约 150m,断距约 10m 左右。断裂带内主要充填角砾状石灰岩矿、白云质石灰岩矿及少量白云岩,充填物具明显棱角,胶结程度好,断层对矿层连续性、完整性及矿石质量影响不大,为稳定性断层。

矿床开采为自上而下台阶式机械化露天开采。在开采中采取矿床采场最终边坡角小于 60° 的合理边坡角,避免不良工程地质现象及各种工程地质问题的发生。在采矿过程中存在高 10m~15m、坡面角 60° 的开采台阶,边坡上岩体节理、裂隙较发育,在生产过程中的爆破及机械振动将影响采矿边坡及坡上岩体稳定性,可能引发崩塌、滑坡地质灾害发生。因此,在矿床开采过程中,矿山开采要按设计要求进行开采,对边坡及坡上不稳定岩体进行清理,对岩溶地面塌陷的区段进行回填或灌浆处理。<sup>[2]</sup>

## 4 水泥灰岩矿资源开发建设方案

### 4.1 矿山建设规模及产品方案

根据矿山保有资源储量、产业政策和设计可利用的资源量,经采矿生产能力计算验证,设计确定矿山建设规模为 800 万 t。产品定位为水泥用石灰岩碎石(粒度 ≤ 75mm)。

#### 4.1.1 矿石质量要求

$\text{CaO} \geq 48\%$ ,  $\text{MgO} \leq 3\%$ ,  $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O} \leq 0.6\%$ ,  $\text{SO}_3 \leq 1\%$ ,  $\text{Cl}^- \leq 0.015\%$ ,  $f\text{SiO}_2$ : 燧石质 ≤ 4%, 石英质 ≤ 6%。

#### 4.1.2 矿山开采技术要求

1. 最低开采标高: +70m。
2. 剥采比: ≤ 0.5:1 (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)。
3. 矿石最小可采厚度: 8m。
4. 夹石最小剔除厚度: 2m。

5. 矿床开采最终边坡角: ≤ 60°。

6. 矿床开采最终底盘最小宽度: ≥ 60m。

7. 爆破安全距离: ≥ 300m。

### 4.2 开采方式

横县云表镇马壮山矿区水泥灰岩矿为山坡露天矿,根据矿山生产规模、露天采场尺寸、高差等生产技术条件,设计采用公路开拓-汽车运输系统,破碎后的矿石通过长皮带运输至水泥厂区。公路开拓-汽车运输系统其优点是基建时间短,基建投资少,可减少基建剥离量;矿区范围大,则公路开拓线路坡度小,转弯半径大,运输机动灵活;生产环节少,生产工艺简单,利于矿山机械化开采。

### 4.3 矿石回采率及贫化率

根据矿体赋存条件及采剥工艺,以及本矿山以往生产实际,设计确定矿石回采率为 97%,贫化率(废石混入率)为 0%。

### 4.4 确定开采储量

设计计算圈定露天开采境界内可利用矿产资源储量为 18967.20 万 t。本方案设计确定的矿石回采率为 97%,贫化率为 0%,则可采出矿石量为 18967.20 万 t × 97% ÷ (1-0%) = 18398.18 万 t。<sup>[3]</sup>

### 4.5 矿山服务年限确定

矿山生产规模为 800 万 t/a,矿山服务年限由以下公式计算:

$$T = QK / [A(1-r)]$$

式中:

T——矿山服务年限, a。

Q——矿山设计利用储量,取 Q=18967.20 万 t。

A——矿山生产规模,800 万 t/a。

K——矿石总回采率,取 K = 97%。

r——贫化率,取 r=0%。

$$T = QK / [A(1-r)] = 18967.20 \times 97\% / [800 \times (1-0\%)] \approx 23a$$

矿山剩余开采服务年限为 23a。

### 4.6 矿山开拓运输系统方案

矿区为低山地形,岩溶峰丛地貌。矿区出露最高标高为海拔 +261.4m,最低为 +61.6m,最大相对高差 199.8m。根据综合考虑,确定矿山采用公路开拓、汽车运输方式,布置主干公路和分支公路连接采场各台阶分段沟和出入沟。公路开拓及运输道路系统由生产干线、生产支线组成。矿区露天采矿道路从工业场地 +85m 卸矿平台修通至矿区中部 +175m、+160m、+145m、+130m

平台。结合矿区的地形条件,新建开拓运输道路沿矿区中部向北,以“之”字形绕行上升至矿区北部+190m标高形成生产干线道路。生产干线道路按矿山三级道路修建,采用双车道,路面宽11m,全长2130m,最大纵向坡度9%。矿山投入生产后按15m台阶高度自上而下分台阶开采,直至开采至+70m标高为止。设计采用深孔爆破,矿石经爆破后,采用装载机或挖掘机直接装入自卸汽车运往破碎站进行破碎加工。

## 5 水泥灰岩矿皮带输送工程

### 5.1 设计条件与原则

在矿山新建两套800t/h的石灰石破碎系统,及破碎至厂区的1800t/h石灰石长皮带输送系统,年输送石灰石量550万吨,达到水泥灰岩矿能够利用于水泥生产的要求。

### 5.2 主要工艺技术方案

1.石灰石破碎新建两套800t/h石灰石破碎系统位于马壮山石灰岩矿山北侧。破碎系统的选型配置为带给料辊的单段锤式破碎机PCF2022,当进料块度为1000×1000×1200mm、出料粒度≤75mm(90%),生产能力为800t/h,配套主电机功率:900kW。<sup>[4]</sup>

2.石灰石输送共使用3条皮带,将石灰石从矿山先输送至石灰石中转库,再由中转库计量后运至矿石石灰石破碎输送皮带上。长皮带带宽采用B1200mm,输送量最大1800t/h。

第一条皮带从石灰石破碎至中转库,中转库为Φ18m筒库,储量约10000吨。皮带头尾轮高差约37.5m,水平长度约为745.5m。电机功率约为355kW,电机变频调速。

第二条皮带机从中转库至转运站T1,皮带机的头尾轮高差约为9.70m,水平长度约8.357km,平面转弯3处,半径均为1500m,转弯角度分别为43.13°、2.16°、3.31°。所经区域大部分为较平坦的农田和经济作物区,需要穿越60m宽河道、x428县道等。总功率约为2520kW,拟设置4×630kW(头3尾1)变频电机。

第三条皮带机从T1转运站至T2转运站,皮带机的头尾轮高差约为-2.425m,水平长度约8.915km。所经区域大部分为较平坦的农田和经济作物区,需开凿一条长度约200m隧道,需要穿越220kV高压线、厂区35kV供电高压线、500kV输变电高压线、x428县道。总功率约为2520kW,拟设置4×630kW(头3尾1)变频电机。

三条长皮带廊道大部分区域为架空廊道,除靠近村庄及住户的部分区域选用上翻式桁架全封闭设计外,

其余全部采用18m~36m的下沉式钢桁架,廊道面标高绝大部分超过4m,部分特殊位置,根据现场情况适当调整,最高支腿高度约为40m。穿越高压线部分,均从底部穿过,上部净空满足《电力设施保护条例及实施细则》的要求。

### 5.3 工程建筑设计

1.屋面皮带机转运站、配电站、电气室等为现浇钢筋混凝土结构;屋面排水均为有组织排水,现浇钢筋混凝土的屋面坡度≥3%、压型钢板的屋面坡度≥10%。屋面檐口一般外挑净宽为500mm,若檐口高度超过10m、则外挑净宽为700mm。

2.楼地面车间地面为80mm厚C20混凝土地面,室内外高差为150mm,楼面为现浇钢筋混凝土随捣随光。

3.结构选型石灰石破碎、皮带机转运站、配电站、电气室等为现浇钢筋混凝土框架结构;石灰石碎石库为混凝土筒库;地坑、地沟及地下通廊,采用集料级配密实防水砼,通过适当提高砼等级,涂刷防水剂等方法来保证其防水性能。长胶带输送架空廊道主要采用钢桁架形式,主要选用跨距为18m~36m的下沉式钢桁架。部分选用上翻式封闭钢桁架(约3km),并进行全封闭设计。<sup>[5]</sup>

## 6 结语

横县云表镇马壮山矿区水泥灰岩矿按分期分区的建设用地范围设计开采顺序和布置开拓运输道路,确保矿山安全生产和矿石资源化利用成效。此外,项目设计配套石灰石皮带输送工程,不仅可以解决道路无法满足石灰石运输要求问题,而且也可以降低运输成本和减少飞尘污染,真正实现了资源的综合利用,践行了绿色开发的发展理念,也有助于增强企业的综合竞争力。

### 参考文献:

- [1] 李桥.横县马壮山水泥石灰岩矿床地质特征及成因分析[J].中国非金属矿工业导刊,2014(01):43-58.
- [2] 唐汉林,李桥.广西崇左市更陇山石灰岩矿地质特征及开发利用前景[J].现代矿业,2021,37(07):21-25,69.
- [3] 刘晓克,孙越琦,刘双.烟台马院山水泥用灰岩矿工业指标优化探讨[J].资源信息与工程,2022,37(06):60-64.
- [4] 贺国帅,黄晓毅,郭震,等.陕西某水泥灰岩矿综合利用生产线设计[J].广东建材,2022,38(05):60-62.
- [5] 李红染.LYZL公司低碱非活性石灰石骨料工程可行性分析[D].南京:南京工业大学,2017.