

Research on the Excavation Engineering Design of Tongpan Mountain in Linhai City

Yonghui Yu

Linhai Transportation Investment Group Co., Ltd., Linhai, Zhejiang, 317000, China

Abstract

In order to implement the “central take-off” and industrial city strategy proposed by the Linhai Municipal Party Committee, the grand goal of building a “modern industrial and trade new city”, and build a Tongpanshan intelligent manufacturing industrial park project. This paper takes the excavation design of Tongpan Mountain as the main body of research, conforms to geological characteristics, ensures construction safety, meets the actual output demand and conforms to the concept of sustainable development as the starting point, and continuously improves urban functions to meet the new round of development as the ultimate goal of research.

Keywords

mining; design; pioneering; mining and stripping

临海市铜盘山山体开挖工程设计研究

虞永辉

临海市交通投资集团有限公司，中国·浙江 临海 317000

摘 要

为落实中国临海市委提出的“中部腾飞”和工业立市战略，建设“现代化工贸新城”的宏伟目标，打造铜盘山智能制造产业园项目。论文以铜盘山山体开挖设计为研究主体，贴合地质特征、保证施工安全、满足实际产量需求且符合可持续发展理念为出发点，不断完善城市功能，以满足新一轮发展为最终目标展开研究。

关键词

矿山开采；设计；开拓；采剥

1 引言

为了最大限度地开发矿山资源，使矿山获得更好的经济效益，需要根据矿区的地质构造以及矿岩的空间分布，提出合理的开拓方案、采剥方案和矿岩运输方案，然后进行技术经济比较，根据比较结果选择最优方案^[1]。

在矿山开发利用发展过程中，大量专家学者都提出了可行性的实施方案，孙正春^[2]对矿山开采常见问题进行了分析；张计臻等^[3]对复杂环境下爆破开采技术进行了研究；杨天鸿、孙东东等^[4]总结了新疆地区矿产资源赋存特征及分布情况。并分别针对处于规划设计阶段与生产运营阶段的两类矿山，提出露天矿山绿色安全高效开采思路及具体实施方案；张军奎等^[5]依据矿体条件，选择原矿成本比较法、金属成本比较法、储量盈利比较法进行经济合理剥采比的研究。

论文以铜盘山为研究背景，对此矿山的特有地质构造

进行分析，并进行开拓、采剥设计研究。

2 工程概况

2.1 工程规模

铜盘山地处浙江省台州市临海市区东部，交通便捷，邻近 351 国道、214 省道、225 省道、沈海高速。区块南侧紧邻 351 国道连接线，交通便捷，区位优势明显。

本项目区大部为原始山体，本项目区设计面积约 0.2498km²，项目区主要地貌类型为丘陵，自然斜坡坡度整体在 20°~25°，地表高程 21.20~100.5m，现状基本为自然斜坡。项目区拟定范围内一般高程在约 35.0~100.5m，坡面植被发育。区内地形高差在 80m，高差起伏大，地形地貌为中等复杂类型。目前未进行过工程开采，勘察、设计难度大。项目区山体计划以整体式平移留置宕底的方式进行设计，北侧最终留置边坡。

2.2 地层岩性

项目区在华南褶皱系浙东南褶皱带中部地区，山体表面残坡积层分布较多。

项目区出露地层从老到新主要为白垩系下新统馆头组

【作者简介】虞永辉（1981-），男，中国浙江临海人，本科，助理工程师，从事矿建工程研究。

(K_{igt})和第四系地层(Q)。

2.2.1 白垩系下新统馆头组

该地层主要出露在项目区全部,岩性为泥质粉砂岩,局部夹砂砾岩为主。铁质呈不规则细小粒状、线状。地层产状: $25^{\circ} \angle 62^{\circ}$ 。

2.2.2 第四系地层

主要分布于项目区山体表层,土壤以深灰色粘土为主,结构紧密、湿,浅部含植物根系。碎石成分为基岩风化产物,大小一般为3~5cm,含量约占5%~10%,多呈次棱角状~棱角状。残坡积层厚度呈山体薄,坡脚土层较厚,平均厚度大于3m。

2.3 区域地质构造及特征

项目区所处的地质构造单元隶属华南褶皱系(I_2)浙东南褶皱带(II_3)、温州—临海拗陷(III_8),泰顺—温州断拗(IV_{12})中。根据1:20万温州区域地质图并经实地调查,项目区未发现断裂出露。

项目区山坡覆盖层及强风化层较厚,其中山体表部覆盖层厚度平均3.8m,强风化层平均厚度8.7m,均为松散层,以下即为原岩。因此,项目区工程地质条件属中等类型。

开采标高+35m~+100.5m。山体石料底板标高为+35m,最大厚度约65m,平面上呈近东西走向的近似椭圆形,长约900m,宽约450m,边坡高度最高约30m。

3 开发利用方案

3.1 总体方案

项目区宕渣矿控制资源量1000.99万吨,残坡积层剥离量为72.52万立方米。

开采方式:山坡露天开采;开拓方式:公路开拓;开采方法:项目区开采采用自上而下分层分台阶,机械凿岩,挖掘机铲装、汽车运输的工艺;生产工艺流程:表土剥离—机械凿岩—机械铲装—运输—外运;供配电方案:项目区现有高压变配电房。

根据确定的边坡参数,露天采场及最终境界参数见表1。

表1 露天采场参数

序号	参 数	指 标
1	工作台阶高度	10m
2	施工开挖临时台阶坡面角	65°
3	最终边坡坡角	$< 53^{\circ}$
4	采场顶标高	+100.5m
5	采场底标高	+35m

3.2 具体施工方案

3.2.1 建设期设计

项目区进行山坡露天开采,生产受气候影响较大,特别是夏季受高温、梅雨和台风暴雨影响等因素,年工作日定为280天,机械凿岩作业每天1班制作业,每班8小时工作制;铲装运输作业白天1班制作业,每班8小时工作制。(实

际工作制度,可根据开采情况及特点作适当的调整,实行其他工作和休息方法,但需采取必要的安全技术措施后调整)。

考虑到不均衡因素,项目开采日最大石料生产能力按下式计算,并以此作为后续设计机械开挖、铲装、运输设备能力、数量依据之一。

$$q=A(1+e) \times K/N=4500000 \times 1 \times 1.1/280=17678t/d$$

其中,A为项目区设计生产能力450万,t/a;K为项目区生产不均衡系数1.1;N为项目区年工作日280d;q为项目区日最大生产能力,t/d;e为剥采比(t/t)忽略不计。

项目区日最大的生产能力为17678t/d。

设计石料生产规模为450万吨/年,确保3年内完成开采;项目区为自然山体,开拓道路及开采工作面尚未形成,基建期较长,包括在生产期内,服务年限为3年。

3.2.2 开拓运输方案设计

项目区采用公路开拓运输方式。

设计I区及II区+75m、+55m水平、III区+55m水平作为主装运平台,汽车运输道路至各区主装运平台水平。上阶段石料采用挖掘机倒堆运输的开挖工艺分别放至I区及II区+75m、+55m水平、III区+55m水平主装运平台装车,再运至+35m底盘。

①项目区道路设计。

采场主干运输道路单向行车密度,采场主干运输道路单向行车密度计算如下:

$$N=A/(S \times C \times H \times G \times K_1)=$$

$$4500000/(6 \times 2 \times 280 \times 40 \times 1)=33 \text{ 辆/h}$$

其中,N为小时单向行车密度;K₁为汽车载重利用系数1;S为班工作时间6h;H为项目区年工作日280d;C为日工作班数2小班(每班6小时);G为汽车额定载重量40t。

②开拓运输道路布置,道路技术参数见表2。

表2 道路技术参数汇总表

序号	工程名称	路面宽度	纵坡度	回头曲线半径
1	上山简易道路	4m	$\leq 25\%$	
2	运输道路	10.5m	$\leq 8\%$	$\geq 25m$

③运输设备的选型与计算。

石料运输选用车辆载重40t矿用自卸汽车。

其汽车台班效率按下式计算:

$$A=360 \times G \times K_1 \times K_2/T=$$

$$360 \times 40 \times 1 \times 0.85/12.8=956.25t/\text{台} \cdot \text{班}$$

其中,A为汽车台班运输能力,t;G为汽车额定载重量40t;K₁为汽车载重利用系数1,K₂为时间利用系数0.85;T为汽车周转一次所需时间,min; $T=t_z+t_y+t_g+t_i=4+4.8+2+2=12.8\text{min}$;T_z为挖掘机装满一车所需时间min;t_z=4min;t_y为汽车往返运行时间min;t_y= $120 \times 1/V=120 \times 0.8/20=4.8\text{min}$;1为汽车平均运距,0.8km;V为汽车平均运行速度,20km/h;t_g为汽车卸载时间,2min;t_i为汽车等待

和调头时间 2min。

根据该石料年产量,石料运输选用载重 40t 矿用自卸汽车为该石料运输车辆。40t 自卸汽车台班效率: 956.25t/台·班、53.55 万 t/台·年。

自卸汽车数量:

$$N=K_3Q/(C \times A \times H \times K_4) = 1.1 \times 4500000 / (2 \times 956.25 \times 280 \times 0.75) = 12.3 \text{ 辆}$$

其中, N 为汽车数量(辆); K_3 为运输不均衡系数,取 1.1; Q 为项目区年运输量, 3500000t/a; K_4 为自卸汽车出车率,取 0.75; A 为自卸汽车台班运输能力; $A=956.25t/\text{台班}$; C 为每日工作班数, 2 班/d; H 为年工作日数, 280d

项目区运输车辆应配置载重 40t 矿用自卸汽车 13 辆。

根据挖掘机、汽车效率和汽车平均运距,为较好地发挥铲、车的生产效率,设计建议每台挖掘机配置 3~4 辆 40t 汽车较为合理。

3.2.3 采剥工艺

项目区采用自上而下、分平台阶、机械凿岩的开挖方法。

根据项目区开拓系统布置,采用自上而下组合台阶逐层开采工艺,挖掘机铲装、汽车运输方式。项目区开采总体上自上而下按同一水平同一台阶推进的要求进行。石料与夹层的采剥采用分采分运的工艺。夹层土石料开采过程中根据地层产状及走向,尽量做到与石料分开凿岩、铲装、运输。

挖掘机台班效率按下式计算(以 SY485 挖掘机为例):

① SY485 挖掘机(斗容 $2.6m^3$) 效率:

$$Q_b = 3600 \times E \times K_m \times T \times \gamma \times \eta / (t \times K_s) = 3600 \times 2.6 \times 0.9 \times 6 \times 2.69 \times 0.8 / (40 \times 1.5) = 1812.8t/\text{台} \cdot \text{班}$$

其中, Q_b 为挖掘机班生产能力, t/台·班; E 为斗容取平均, $2.6m^3$; K_m 为挖掘机装满系数 0.9; T 为挖掘机班作业时间 6h; η 为班作业时间利用系数 0.8; t 为挖掘机一次循环时间 40s; K_s 为矿岩在铲斗中松散系数 1.5; γ 为矿石体重 $2.69t/m^3$ 。

SY485 挖掘机(斗容 $2.6m^3$) 的台班效率为 1812.8t/台·班、101.52 万 t/年。SY365 挖掘机(斗容 $1.6m^3$) 的台班效率为 1115.6t/台·班、62.47 万 t/年。

② ZL-50 装载机台班效率按下式计算:

$$Q_z = 3600 \times V \times T \times K_h \times \eta / (t_z \times K_s) =$$

$$3600 \times 3 \times 6 \times 0.65 \times 0.85 / (58 \times 1.5) = 411.5 m^3/\text{台} \cdot \text{班}$$

其中, t_z 为装载作业一次循环时间, s; $t_z = t_a + t_b + t_c + t_d \times 58s$; t_a 为装载时间 12s; t_c 为装载点至卸载点运行时间, 24s; t_b 为卸载时间 4s; t_d 为返程空载运行时间 18s; $t_c = L/V_1$, $t_d = L/V_2$; L 为运距,取场内最大运距 80m; V_1 为重载行驶速度 12km/h ($3.33m/s$); V_2 为空载行驶速度 16km/h ($4.44m/s$); V 为铲斗容积, m^3 ; K_h 为铲斗装满系数 0.65; T 为班作业时间 6h; η 为班作业时间利用系数 0.85; K_s 为矿岩在铲斗中的松散系数 1.5。

根据年采剥生产能力约 450 万 t; 作业制度按 2 班制、280 天/年; SY485 挖掘机(斗容 $2.6m^3$) 的效率为 101.52 万 t/年, SY365 挖掘机(斗容 $1.6m^3$) 效率为 62.47 万 t/年; ZL-50 铲车效率 23.05 万 m^3 /年; 设计选用 SY485 挖掘机(斗容 $2.6m^3$) 6 台、SY365 挖掘机(斗容 $1.6m^3$) 4 台与 4 台 ZL-50CN 铲车作铲装设备,作为采场主、辅助铲装设备,能满足项目区日常生产需求。

4 结语

论文就铜盘山的山体开发利用提出如下指导: ①地质构造与现场施工紧密相连,两者相互制约,在施工前,必须做好详细的地质勘探工作并以此设计相应的施工方案; ②开拓系统、采剥设计需根据周边地质情况进行合理化分析,针对不同区域采用不同的方法,根据山体走向设计台阶参数; ③机械设备要根据产量要求、工期要求,进行合理调配。

参考文献

- [1] 王新华.某露天矿开拓运输系统研究[J].矿业工程,2022,20(2): 10-14.
- [2] 孙正春.矿山开采设计中相关问题的探讨[J].世界有色金属,2018 (6):95-96.
- [3] 张计琛,林飞,刘武军,等.复杂条件下山体开挖控制爆破技术的应用[J].煤矿爆破,2020,38(2):1-4+8.
- [4] 杨天鸿,孙东东,胥孝川,等.新疆大型露天矿绿色安全高效开采存在问题及对策[J].采矿与安全工程学报,2022,39(1):1-12.
- [5] 张军奎,张雄天,赵钺.基于经济合理剥采比的露天矿开采境界优化[J].采矿技术,2021,21(4):30-32+42.