



# 超大规模土石方工程施工组织与管理

方后春<sup>1</sup>, 邹俊飞<sup>2</sup>

(1. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032; 2. 上海东华建设管理有限公司, 上海 201612)

**摘要:**为解决超大规模土石方工程施工组织管理难度大、强度高的问题,对施工过程中技术、质量、进度以及造价控制进行统筹管理。依托大小鱼山围填海工程,分析超大规模土石方工程在施工过程中各阶段、各方面的重难点,针对性地制定解决方案。通过提前策划,重视细节,强化事前计划、事中控制、事后分析的全过程管控,在质量、进度、安全、合同造价、计量等管理中创新管理方法,最终实现石料供需平衡。

**关键词:** 超大规模; 施工组织与管理; 土石方工程

中图分类号: U 655

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)05-0056-05

## Construction organization and management of super-large scale earthwork project

FANG Hou-chun<sup>1</sup>, ZOU Jun-fei<sup>2</sup>

(1.CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2.Shanghai Donghua Construction Management Co., Ltd., Shanghai 201612, China)

**Abstract:** To solve the problem of the large-scale earthwork construction organization management with difficulty and high intensity, we carry out the management overall the technology, quality, progress, and cost control in the construction process. Relying on the reclamation project of Daxiaoyushan, we analyze the key points and difficulties in each stage and aspect in the construction process of the super-large scale earthwork project and make a targeted solution. Through the whole process control of planning, paying attention to details, strengthening the pre-planning, in-process control, and post-analysis, we propose the new management methods in quality, progress, safety, contract cost, measurement, etc., finally achieve the balance of stone supply and demand.

**Keywords:** super-large scale; construction organization and management; earthwork project

近年来,我国强调“绿水青山就是金山银山”的发展理念,突出人与自然的协调发展的重要性,要求工程建设必须规划先行,强化国土开发格局,将仅有的自然资源用到最需要的地方。土石方的利用就是对质量、数量、时间和空间方面统筹规划<sup>[1]</sup>,当4个条件全部满足就能实现土石方平衡<sup>[2]</sup>。很多学者依托建设项目对土石方平衡管理规划、计算方法等进行探讨<sup>[3-6]</sup>,但这些工程均为中小规模,土石方的平衡管理相对简单。本文以大小鱼山围填海工程为背景,论述超大规模土石方施工过程中的质量、进度、安全、造价等方面

施工组织与工程管理,运用技术、经济、法律等手段,分析各个阶段重难点,提出解决方案,实现土石方平衡,最终达到效益最大化的目的。

### 1 工程概况

工程围绕鱼山岛开展,通过开山、围堤、吹填和抛石等施工手段相结合围海成陆,工程总投资估算为183.75亿元,建设周期为6年,新建围堤长16.13 km,通过填海形成的陆地总面积17.35 km<sup>2</sup>,其中矿山开采石料总量达8 900万 m<sup>3</sup>,消耗炸药总量约2.42万 t,雷管115.81万发,导

收稿日期: 2020-12-01

作者简介: 方后春(1987—)男,硕士,工程师,从事现场施工管理。

爆管长 1 961.70 km, 并以单月开采量 332 万 m<sup>3</sup> 的施工强度刷新了国内类似工程的施工纪录。

本工程建设具有难度大、强度高、工期紧、节点目标多, 交叉施工多, 供料与需料在空间、时间匹配度上要求高的特点, 施工过程中需要统筹考虑技术、质量、进度以及造价等多方面因素, 是典型的土石方平衡案例。

2 重难点分析

1) 工程量巨大、工期紧、节点目标多。本工程建设规模巨大, 总开采工程量约 8 900 万 m<sup>3</sup>, 合同工期仅 40 个月, 开采强度高、工期紧、交地任务重, 每个开山区的交地时间节点均有明确约定。

2) 周边环境多变、组织协调难度大。本工程所用填料为就地取材, 去高(山体)填低(海域)形成陆域, 施工环境复杂多变, 施工标段多, 现场运输车辆交织, 管理难度大; 各项工作相互交叉、各个阶段相互交叉, 且工作面复杂、制约因素多, 协调工作量大。

3) 石料用途多种, 规格要求多样, 质量控制难度大。石料下游需求单位多, 用途多种, 主要包括石渣垫层、堤心抛石、护面块石、陆地抛石、水下抛石、陆域堆载预压等, 每种石料都有级配、强度、含泥量等方面的要求, 规格要求多样, 石料质量控制难度大。石料粒径要求高, 设计文件要求: 场地回填石料粒径控制在 30 cm 以内(约占开山总量的 40%), 其余石料粒径控制在 30~60 cm (约占开山总量的 55%), 粒径大于 60 cm 的石料不得超过开山总量的 5%。

4) 须统筹考虑石料供需平衡, 协调工作量大。土石方工程是建设的龙头, 处于石料供给侧, 陆域形成、海堤建设等处于石料的需求侧, 呈“一供多需”态势, 且石料需求单位需料进度变化大, 高峰期集中, 供料单位在满足自身分区交地要求的前提下, 还应统筹考虑石料供需的平衡, 与下游用料单位做好协调工作, 其工作量大。

5) 技术难度要求高。边坡质量要求高, 预留

边坡面积较多, 部分边坡采用预裂爆破进行边坡处理, 边坡处理表面积约 5.0 万 m<sup>2</sup>; 开拓运输道路等级高, 各开山区主要运输道路等级为矿山二级道路, 部分分岔路段布置成三级道路或简易道路; 开采台阶布置要求高。

3 施工组织与工程管理

3.1 质量管理

石料规格要求多样, 底板高程要求严格, 质量控制难度大。在质量控制过程中, 坚定不移地贯彻全面、全员、全过程质量管理思想, 运用动态控制原理, 进行事前计划、事中控制和事后分析, 将质量管理 PDCA (计划→执行→检查→处理) 循环具体化。

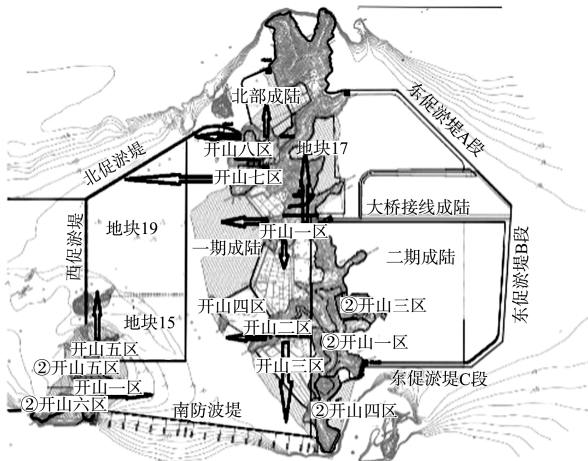
1) 在招标过程中, 通过供料单位和需料单位在招标文件中设置石料挑拣内容, 要求各单位主动控制石料粒径, 严格按照设计文件要求挑拣各自所需粒径石料, 化“被动控制”为“主动控制”。

2) 在石料供应源头上, 积极采取技术措施控制石料粒径, 通过调整炸药用量和布孔间距等方式控制石料粒径, 辅以破碎机进行二次破碎处理, 按需提供合格的、符合规格的石料。

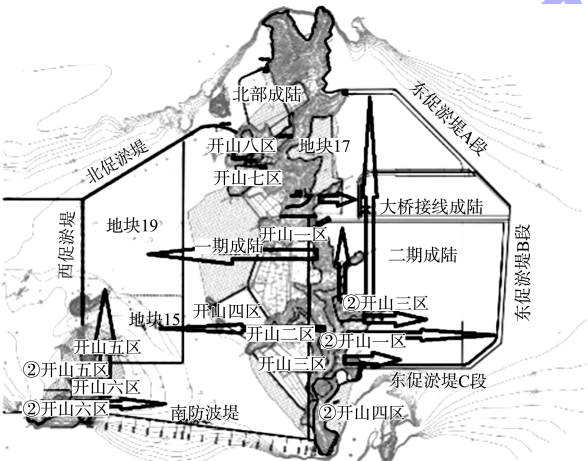
以正三角形布孔为主, 部分地方采用矩形布孔; 采用高风压潜孔钻机或液压钻机, 根据岩性条件和下游单位的石料用途及规格要求灵活调整钻孔孔径; 爆破主要为露天深孔, 采用乳化炸药装药和非电起爆网路, 以斜线起爆和逐孔起爆方式为主, 使用等边三角形布孔侧向起爆技术、“耦合-不耦合”装药技术、孔底空气间隔定向卸压爆破技术等施工关键技术, 确保一次爆破后石料规格符合使用要求, 减少二次破碎。

3) 根据现场岩性和用料需求, 满足石料规格与开山区地质条件的匹配。为了保证石料规格要求, 采取测线法对施工区域内节理、裂隙、破碎带、断层、风化程度等分布情况进行现场调查, 得出不同区块岩石硬度、种类、风化程度、节理裂隙、断层等各类指标, 将施工区域内岩体严格

按照各类指标进行划分,推测各区域内产生不同规格石料的概率,绘制出石料规格分区图,按照石料规格要求灵活调配不同区域的爆区,从宏观上满足石料规格与开山区域地质条件的匹配,如图 1 所示。



a) 一期工程



b) 二期工程

图 1 石料调配方案

3.2 进度管理

本工程建设规模大,下游用料单位及标段多,交叉施工严重,节点目标多,进度管理是重中之重。在设计阶段就规划各标段、各区域划分,明确各自节点目标。

1) 合理组织,倒排工期。在工程开工之初,根据工期约定,结合施工组织设计等技术文件,制定了详细的、切实可行的施工进度计划和进度表,并确定关键路线和关键工序。同时在项目实施过程中,每周、月、季度进行实际进度与计划进度的比对,及时进行进度分析,确保关键线路的进度,动态调整进度计划,见图 2。

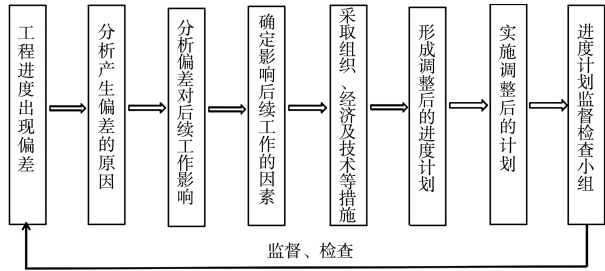


图 2 进度计划控制体系

2) 优化开拓运输系统,提高石料运输效率。为避免施工中各区山体之间时间、空间上的相互干扰,根据下游各标段节点目标要求,通过优化开拓运输系统,针对不同开山区域具体情况布置独立的开拓运输系统,确保可多区域、多台阶平行作业,并极大缩短运距,提高石料运输效率;优化开拓运输系统设计参数,布置独立的环形开拓运输道路,平均纵坡小于 6.5%,总长度约为 20 km,每条道路的行车密度都超过 100 辆/h,道路通过能力达 15 万 m<sup>3</sup>/d,提高了道路设计等级及通过能力,开采工程量见图 3。

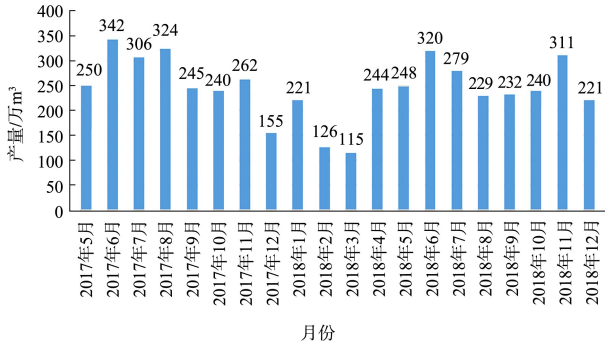


图 3 矿山开采工程量

3) 跨标段调配石料供需,保障石料空间平衡、时间匹配。在设计和招标阶段,统筹考虑石料在空间上总量平衡和时间上强度匹配,设置开山爆破机动区,根据石料需求情况按需调整开采范围



及规模，充分发挥石料“调蓄池”的作用，实时调配石料供应需求关系。考虑前期海堤建设需要较大块石和陆域形成暂不具备大面积堆载条件等因素，为保证整体石料供需平衡和海堤建设工程质量，新增直抛区，将风化程度较高的石料填至直抛区，有力缓解了阶段性石料出运压力。

3.3 安全管理

本工程涉及开山爆破和爆破挤淤筑堤工艺，爆破工序繁杂，同时存在大量土石方运输车辆，安全生产管理任务较重。

1)严格安全生产费用审批流程，确保安全投入。根据财政部、安全监督总局《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》(财企【2012】16 号)以及施工合同相关内容规定，认真落实安全生产费用管理制度，严格按照规范计取、合理计划、确保需要的原则进行管理，实行专款专用。

2)层层签订安全生产责任状，认真落实安全生产责任制。自开工以来，层层签订安全生产责任状，把安全目标层层分解细化、量化，并落实到每个人。加强“源头”管理工作，坚决制止违章指挥、违规作业和违反劳动纪律的“三违”现象，现场坚持执行日常巡查、周检查、月检查、安全隐患排查及专项检查，做到有计划、有检查、有整改、有总结，对查出的安全隐患和不安全行为都按规定进行整改落实。

3)加强爆破有害效应控制，确保安全生产。为了保证周边临建设施、作业场所人员和设备的安全，加强对爆破振动、爆破飞散物及粉尘和噪声等有害效应的控制；作业人员配备必要的防尘劳保用品外，采取防尘措施，使粉尘降至最小程度。钻孔作业时，钻孔设备配备除尘装置或采用湿式作业。现场配备洒水车对各施工道路进行定点洒水，抑制扬尘。爆破作业控制最大单段装药量，减少爆破冲击和噪声。

4)严格炸药监管程序。本工程炸药使用量大，炸药管控尤其重要：①严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等法律、法规相关规定，报当地公安

部门审批购买爆破器材，并由县民爆公司统一配送至渔山民用爆炸物品储存库，确保炸药采购和配送的安全性。②现场建设炸药临时储存午间库(仅储存一个午间)和临时炸药库，坚持 24 h 值班看守制度，完善消防和防盗设施，实行人防、技防、物防、犬防“四位一体”的防护措施，确保库房安全，见图 4。③建立健全爆炸物品出入库登记制度，完善日结月清、领取清退制度，做到账目清楚，手续完备；雷管与炸药分开存放，雷管存放在特定木质雷管箱，执行“双人双锁”；爆破监理全程旁站监管，关键环节录制视频存档备案，确保炸药使用环节万无一失。

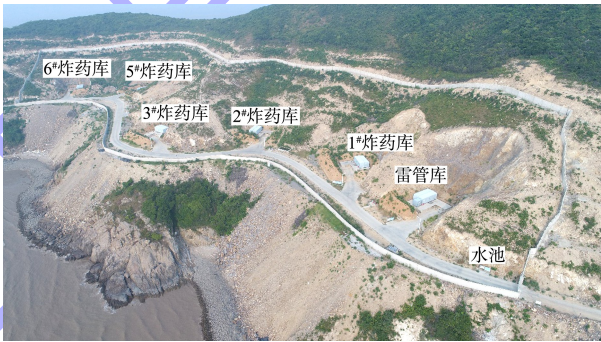


图 4 临时炸药库

3.4 造价控制

造价及投资管理工作中在整个项目管理过程中至关重要，大量的工作内容将通过合同形式进行管理。

1)精细化管理，严格计量控制。本工程开采区域不同，使用计量方式有多种，一期工程计量方式包括过磅、测量山体方、计车数，工程量按照招标文件 2.5 t/m<sup>3</sup> 折算为体积计量；二期矿山开采工程及基坑工程均以测量山体方计量，开工前以发包人委托有相应资质的第三方测量单位测量的地形测绘图纸及施工图纸为准，并经发包人、监理人及承包人确认。

在整个供料过程中，累计设立 17 个磅房，单日高峰 6 000 余车次。构建建设单位、用料单位、供料单位、监理单位、项目管理单位等多方协同办公机制，理顺了磅单管理制度，确保开山石料计量的准确性，保证下游各个标段石料精准供应，一期和二

期的石料总开采工程量为 8 905.73 万 m<sup>3</sup>，见表 1。

表 1 石料开采工程量

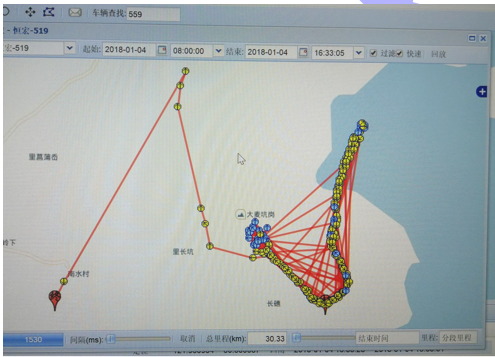
项目名称	工程量/万 m <sup>3</sup>
一期矿山开采爆破工程	3 371.92
二期矿山开采爆破工程	5 188.58
火炬气及火炬上山道路	118.99
火炬山隧道	8.10
取水磅房及配套设施基坑	39.14
一期基坑	38.58
二期基坑	140.42
小计	345.23
合计	8 905.73

高峰期，在岛自卸运输车(45 t)1 000 余辆，采用车辆设备点位检查，利用设备二维码对车辆机械设备进行信息化管理；为方便过磅计量，对所有土石方运输车辆进行统一编码，分标段管理，确保数据准确性，见图 5。

设备名称:自卸车656  
设备型号:陕汽重卡  
点位编号:dxys0857  
设备位号:dxys8zx62  
设备负责人:黄海明  
联系方式:1370580\*\*\*\*



a) 车辆二维码信息



b) 车辆运行轨迹

图 5 车辆信息化管理

2)严格变更索赔程序，加强投资管理。①严格设计变更洽商的审批程序。当设计变更洽商签认时，严格从成本、功能要求、质量和工期等方面进行综合审查，依据相应合同条款，对设计变更洽商做出决定是否签认；对于工程成本增加额度达到一定数额以上的变更洽商，必须进行经济比较、分析后，再进行签认。②严格索赔审批程

序。依据国家法律法规，细化索赔审批程序，明确索赔时效、索赔证据、索赔审批负责人等具体事项。当索赔发生后，根据过程中收集的工程索赔和反索赔的相关资料，迅速对索赔事项展开调查，分析索赔原因，审核索赔金额。

3)强化风险意识，加强合同管理。①建立完善法律保障平台。一切合同管理活动以遵守国家法律、法规和地方方法规为基础和前提，强调法律至高无上的地位和作用。②加强过程检查和管控。通过对各类合同进行统一分类、编号，随时对合同执行情况进行检查和管控。在合同发生争议时，及时了解合同争议的全部情况，及时与业主及利益相关单位进行磋商，提出方案，合理、友好地协商解决。③加强合同管理体系和制度建设。做好合同签订、合同审查、合同授权、合同公证、合同履行的监督管理。建立健全合同管理制度，严格按照规定程序进行操作，提高合同管理水平。做好合同及相关文件归档管理工作，为合同顺利履行创造条件。

4 项目管理成果

施工单位克服了工期短、施工强度大及交叉施工作业复杂等诸多困难，累计完成 8 905.72 万 m<sup>3</sup> 岩土爆破工作，见表 2。

表 2 石料需求

项目名称	工程量/万 m <sup>3</sup>
南防波堤工程	394.22
一期陆域形成	2 051.48
南堤河道	130.58
前期抛石工程	704.34
西北堤工程	498.07
北部成陆工程	296.08
大桥接线工程	366.31
东区成陆工程	1 438.54
东促淤堤工程	788.84
石化大道工程	2.68
前期道路修筑	3.02
15#和 19#地块堆载	1 237.12
临时码头及水抛石等其他用料	535.84
山体石料出运	458.60
合计	8 905.72

(下转第 145 页)