

露天矿山采剥施工总承包进度与质量一体化管控实践

刘喜利

中国葛洲坝集团易普力股份有限公司禹州分公司 河南 许昌 452570

摘 要：露天矿山采剥工程施工具有作业面广、工序衔接紧密、地质条件变异大、设备与人员流动性强等突出特征，在总承包模式下，进度与质量往往被分置于不同的管理维度，导致工期压缩挤压质量空间、质量检验滞后于施工进度之间的矛盾频发。本文从一体化管控的理论基础出发，分析了采剥工程中进度与质量的内在耦合关系，构建了涵盖目标协同、组织集成、流程再造和动态调控的一体化管控框架，并围绕计划编制、过程控制、检查验收和信息反馈四个关键环节论述了具体实施路径。研究认为，进度与质量的一体化本质上是时间维度与标准维度的统一，需要通过前瞻性规划、过程化嵌入和数字化支撑来实现两者协同优化，从而提升总承包方的综合管理效能。

关键词：露天矿山；采剥工程；施工总承包；进度管控；质量管控；一体化

引言

露天矿山采剥工程是矿产资源开发的前置环节，其施工质量直接关系到后续采矿作业的安全性与经济性，而施工进度则影响着矿山企业的投产时间和投资回报周期。随着矿山建设规模日趋大型化，采剥工程越来越多采用施工总承包模式，由总承包方统筹负责穿孔、爆破、采装、运输和排土等全流程作业。这种模式下，进度管理与质量管理不再是相互独立的平行线条，而是需要在同一组织框架内进行协调统一的有机整体。然而，在传统管理实践中，进度与质量的一体化面临显著困境。一方面，业主方往往对工期有刚性要求，总承包方在工期压力下容易采取牺牲质量标准或减少必要工序的方式来抢赶进度；另一方面，质量验收通常以事后检验为主，发现问题时已形成既成事实，返工不仅耗费成本更会加剧工期延误。这种进度与质量的“零和博弈”状态，暴露出二者在管理目标、检查时点和责任归属上的深层脱节。近年来，虽然部分矿山企业引入了项目管理方法论，但针对露天矿山采剥工程施工特点的进度与质量一体化管控研究仍相对薄弱，系统性的理论框架和实践路径尚待完善。本文立足于施工总承包方的管理视角，在剖析采剥工程进度与质量耦合关系的基础上，提出一体化管控的框架设计与关键实施路径，以期为同类工程的管理优化提供参考。

1 采剥工程施工特征及其对管控的挑战

1.1 作业环境与工艺特点

露天矿山采剥工程是在地表条件下对覆盖岩层和矿体进行剥离与开采的系列作业，其工艺流程一般包

括穿孔、爆破、采装、运输和排弃等环节。与地下工程不同，露天采剥具有作业空间开放、施工战线长、采场边坡动态变化、气候条件显著影响作业效率等特点。同时，地质条件沿走向和倾向的不均匀性，使得同一采场不同区域的岩性、硬度、裂隙发育程度差异较大，直接影响穿孔效率、爆破效果和采装难度。这些自然条件的变异性和不可控性，给施工进度的均衡推进和质量的稳定达标带来了先天挑战。

1.2 总承包模式下的管理复杂性

在施工总承包模式下，总承包方承担着设计优化、施工组织、资源调配和对外协调等多重职责。采剥工程的进度管理涉及穿孔爆破计划、采装运输计划、排土场容量规划等的协同编制，需考虑设备完好率、道路通过能力、排土场周转速度等多因素耦合。质量管理则涵盖钻孔孔位与孔深精度、爆破块度分布、采装边界控制、台阶坡面角、平整度以及运输过程中的矿石贫化损失等多项指标^[1]。进度与质量的管理主体虽同为总承包项目部，但在传统架构中分属不同部门，各自拥有独立的计划体系和考核标准，部门间的信息壁垒和局部优化倾向削弱了整体管控效果。

1.3 进度与质量矛盾的典型表现

采剥工程中进度与质量的矛盾主要表现在以下几个方面：其一，爆破环节为追求进度可能加大孔网参数或提高单耗，虽能加快穿孔进度，但容易造成大块率升高和根底留设，反而降低后续采装效率并影响爆破质量；其二，采装环节为了完成日产量指标，可能忽视对最终边帮的规整控制和平台标高的精准把握，造成边坡稳

定性隐患和底板不平整；其三，质量检验往往安排在月度或分阶段验收时进行，发现问题后整改难度大，且整改作业会严重干扰正常的生产进度安排。这些矛盾的根本原因在于进度与质量的管理流程未能有效融合，形成“先干后验、重速轻质”的惯性思维。

2 进度与质量一体化管控的理论框架

2.1 一体化的内涵与逻辑基础

进度与质量一体化管控并非简单地将两个管理职能合并，而是在承认二者差异性的前提下，寻求目标协调、流程耦合和信息共享的管理模式。其内涵包括三个层面：在目标层面，将工期目标与质量目标纳入统一的工程项目目标体系，通过多目标优化确定可接受的工期-质量折中区间，而非孤立设定各自基准值。在过程层面，将质量控制节点嵌入进度计划的关键路径之中，使质量活动成为进度推进的有机组成部分，而非游离于施工过程之外的外部约束。在信息层面，建立统一的工程数字档案，使进度数据和质量数据在同一时空坐标系中关联映射，便于发现偏差之间的因果联系。这一逻辑基础决定了进度与质量的关系从“对立冲突”转向“协同共生”。

2.2 一体化管控的核心要素

一体化管控框架包含四个核心要素：目标协同机制、组织集成结构、流程耦合设计和动态调控策略。目标协同要求在项目启动阶段通过价值工程分析，确定兼顾工期、质量和成本的最优方案，并设置合理的裕度以应对不确定性。组织集成要求改变“进度员管工期、质检员管质量”的分割格局，在项目部层面设立施工控制组，每个施工区域配备兼具进度协调和质量监督职责的现场工程师。流程耦合要求将每道工序的质量验收标准前置为工序交接的前置条件，即“上道工序质量不合格，下道工序不得开工”^[2]。动态调控要求依据实时采集的施工数据，在发现进度或质量偏差时自动触发纠偏预案，并评估纠偏措施对另一目标的影响，实现联动调整。

2.3 一体化管控的适用条件

需要指出的是，一体化管控并非适用于所有露天矿山采剥工程。其有效实施需要具备以下条件：一是总承包方拥有足够的自主决策权限，能够在业主合同框架内对施工方案和资源分配进行灵活调整；二是项目部信息化水平达到一定标准，具备实时采集、传输和处理进度质量数据的技术能力；三是现场管理人员具备复合型知识结构，能够同时理解进度逻辑和质量标准，而不是各

自为政的专业孤岛。对于条件暂不成熟的项目，可先选取关键工序或重点区域进行局部试点，积累经验后再逐步扩展。

3 一体化管控的关键实施路径

3.1 计划阶段：进度计划与质量标准的联合编制

一体化管控的起点在于计划编制的协同化。传统做法中，进度计划由工程部门依据定额和合同工期编制，质量标准则出自技术部门参照规范 and 设计要求编写，两份文件各自独立发布。改进后的做法应当是由进度工程师和质量工程师联合组建的“施工策划组”共同编制“施工控制计划”，将质量验收标准按照施工段落和工序节点逐项拆解，并明确每项质量指标对应的计划起止时间和检查时点。例如，在编制穿孔进度计划时，应同步规定不同岩性区域的孔径偏差允许值、孔深合格率底线及对应的检查批次，并将检查所需时间计入总工期。此外，计划阶段还应识别出对工期影响最大的关键质量风险点，为其设置缓冲时间，避免局部质量问题演变为工期延误的导火索。

3.2 施工过程：工序交接验收与进度计量的融合

施工过程是一体化管控的核心执行阶段。实现路径的关键在于将工序交接验收作为进度计量的前置条件。具体而言，每一工序完成后，现场工程师同步采集进度完成量和质量检验数据，只有当质量指标达到预定标准时，该段工程量方可计入有效进度产值。这一机制避免了“只计数量、不计质量”的粗放管理模式。对于爆破工序，应将爆堆形态、块度分布和根底情况纳入验收内容，验收合格后方允许采装设备进入作业面^[3]。对于采装工序，应以台阶顶底板标高、坡面角和边界规整度作为计量依据，质量不达标的部位不予计量，直至整改合格。这种“质量过关即进度有效”的规则设计，从经济利益层面引导作业队伍自觉重视质量标准，形成内在约束。

3.3 检查验收：动态监测与偏差联动纠偏

一体化管控要求检查验收工作从静态的定期抽查转向动态的连续监测。利用 GPS 定位系统跟踪采装设备的作业轨迹，可以实时判断是否越界开采或超挖欠挖；利用激光扫描仪对爆破后掌子面进行快速三维建模，可以及时评估平整度和坡面角。当监测系统发现质量偏差时，不再是简单地记录在案等待后期处理，而是立即启动联动纠偏程序：评估该偏差对后续工序进度的影响程度，如果影响较小则安排局部修整并缩短后续非关键工序时间来弥补，如果影响较大则须重新调整剩余区段的

施工方案。反之,当进度出现滞后时,纠偏措施的选择也需评估其对质量的潜在影响,例如增加设备投入能否在保证爆破质量的前提下加快穿孔速度,而非简单提高钻机行走速度导致孔位精度下降。

3.4 信息平台:进度-质量数据的关联分析

一体化管控的持续优化离不开信息平台的数据支撑。建议在工程项目管理信息系统(PMIS)中增设进度-质量关联分析模块,该模块以施工单元(按爆破分区或采装台阶划分)为基本对象,记录每个单元的计划工期、实际工期、质量检验结果以及返工次数。通过多维度的数据关联分析,可以识别出哪些岩性条件或施工班组更容易出现进度-质量矛盾,从而在后续计划编制中进行针对性调整。同时,利用统计分析绘制进度偏差与质量偏差的联合分布图,可以帮助管理层判断当前项目整体处于“高效优质”“高效低质”“低效优质”“低效低质”四个象限中的哪一区域,为管理重心的转移提供依据^[4]。信息平台还应具备预警功能,当某一施工单元的进度压缩速率超过阈值时,系统自动提示需关注质量检验数据的同步变化。

4 一体化管控实施的保障条件

一体化管控体系的有效落地与长效运行,绝非单一维度的调整所能实现,而必须构建起涵盖组织、制度、技术及人员的全方位立体化保障网络。首先,在组织保障层面,需彻底打破传统“条块分割”的管理壁垒。总承包方应重构项目部架构,撤销分散且职能重叠的工程部与质量部,转而设立集权统一的“施工控制中心”。该中心作为指挥中枢,负责统一发布施工指令与验收标准,确保指令传达的权威性与一致性,从组织架构源头上杜绝多头管理与信息孤岛现象。其次,制度保障是规范行为的基石。企业需修订完善施工管理细则,重点确立“质量-进度联合签证”机制。明确规定任何工序的工程量结算必须以质量控制工程师的签字确认为前提,实行“质量一票否决制”,从而在利益驱动上强制实现质量与进度的深度绑定,防止因盲目抢工而牺牲工程质量。再者,技术保障旨在提升管理效能。应加大投入配置便携式地质雷达、手持式三维扫描仪等快速检测设备,实现质量数据的实时采集与分析。通过技术手段缩

短检测周期,使数据获取速度匹配现场施工节奏,有效消除因等待检测结果而导致的工期延误,实现以数据驱动决策。最后,人员保障聚焦于复合型人才培育。开展针对现场工程师的交叉培训,促使进度管理人员深入理解工艺要求,质量管理人员精准掌握工期逻辑约束。通过培养一批既精通进度控制又深谙质量管理的复合型骨干,形成全员协同、主动配合的管理文化,为一体化管控提供坚实的人力资源支撑。

5 结语

露天矿山采剥施工总承包模式下的进度与质量管控,不应再沿袭各自为政的传统路径,而必须走向一体化协同。本文研究表明,进度与质量在采剥工程中并非天然对立,二者的矛盾主要源于管理流程的割裂和考核机制的单向性。通过构建以目标协同、组织集成、流程耦合和动态调控为核心的一体化管控框架,并在计划编制、施工过程、检查验收和信息反馈四个环节落实具体耦合措施,可以有效改善“重速轻质”或“因质误期”的失衡局面。值得强调的是,一体化管控的实质不在于追求进度与质量的绝对均衡,而是在充分尊重工程实际和合同约束的前提下,实现两者关系的系统优化。不同项目因其地质条件、业主要求和资源状况各异,进度与质量的优先序会有所不同,一体化的具体策略也需因项目制宜。未来,随着数字化施工技术和智能监控手段的进一步普及,进度与质量的数据融合将更加实时和精准,一体化管控的效率和精度有望获得新的提升,从而为露天矿山采剥工程总承包管理提供更加有力的支撑。

参考文献

- [1] 杨仕教,王洪武,王东,等.露天矿采剥工程施工进度影响因素分析与优化[J].矿业研究与开发,2023,43(2):112-118.
- [2] 李夕兵,周健,刘希灵,等.露天矿山爆破质量智能评价与控制研究进展[J].爆破,2022,39(4):1-9.
- [3] 陈建宏,刘浪,周智勇,等.基于BIM的矿山工程施工协同管理平台构建[J].科技导报,2024,42(1):86-94.
- [4] 吴爱祥,王贻明,胡建华,等.金属矿山施工总承包模式下的项目管理创新[J].中国矿业,2023,32(6):1-7.