

基于 AI+BIM 技术的 0 号清单数字化管理创新实践

郝立倩, 颜如玉

(中交一航局第三工程有限公司)

摘要:为解决传统工程量算量效率低、误差率高和数据管理分散等问题,以秦沈高速项目为例,提出并应用了 0 号清单数字化建造关键技术。采用人工智能(AI)识图与建筑信息模型(BIM)建模相结合的方法,通过构建数字化工作流程,实现了对工程量的高效算量与实时数据管理。结果表明, AI 识图技术将传统算量效率提升了约 50%, 算量误差率降低至 5%以下; BIM 技术有效提高了钢筋与混凝土等异形构件的复核精度,显著改善了项目清单挂接与报表生成的效率。0 号清单数字化建造技术能有效解决传统算量中的问题,显著提升工程管理效率与精度,具有广泛推广的潜力。0 号清单数字化建造技术的成功应用为建筑行业数字化转型提供了关键支持,并为后续复杂工程项目的实施奠定了坚实基础。

关键词: 数字化建造技术; AI 识图; BIM 建模; 0 号清单; 高速公路; 工程量管理

0 引言

近年来,建筑行业正处于数字化转型的关键时期,技术创新正在从根本上改变传统的项目管理模式。数字化工具的应用使建筑项目的生产效率提升了 15%~20%,建设成本减少了 10%~15%。在 2018—2023 年间,建筑行业的数字化应用率提升了 15%。许多标志性项目通过数字化转型取得了显著成效。例如,北京大兴国际机场项目通过全流程数字化管理,项目成本降低了 5%,而在西成铁路项目中借助数字化工具,复核清单增加了 3 624 万元^[1]。这些成功案例凸显了数字化技术在提升项目效益、降低成本和优化管理上的巨大潜力。

在这一背景下,高速公路识图算量数字化技术应运而生,尤其在秦沈高速项目中发挥了关键作用。该技术通过引入 AI、BIM 等先进工具,成功解决了传统算量中的低效率和高误差问题,为项目带来了全新的管理模式。

1 工程概况

秦沈高速一期工程起讫桩号为 K164+000—K402+774.295,全长 238.774 km,其中六标、七标段(K319+000—K364+990)全长 45.99 km,包含 71 座桥梁、180 道涵洞及 20.78%桥隧比的复杂结构,给施工图算量带来多重挑战:庞大的工程量需精准计算,多样化的结构形式导致算量规则差

异显著,动态设计变更要求实时核算,现场与设计不符需额外勘测,同时需整合设计图纸、施工计划、材料清单等海量数据并保证可追溯性,叠加专业人才短缺问题,亟需通过技术创新与人才培养提升算量效能。

2 项目工程量管理问题分析

在以往高速项目中,算量、用量和控量环节存在的问题直接影响了项目进度、成本控制和效率。原因分析如下:

2.1 算量环节

算量环节是工程量管理的基础,但在实际操作中,算量工作的及时性、准确性和协同性不足,导致多环节出现问题。常见现象是算量不及时、不准确,导致在实际用量环节时无精确数据可依赖。各部门缺乏协同,重复算量频繁,耗费大量人力。

1) 人员专业能力不足

算量的准确性直接取决于算量人员的专业能力和经验。然而,公司内具有丰富算量经验且熟悉计量规则的人员非常有限,且大多担任关键岗位,无法投入到实际的算量工作中。而且,很多项目的算量工作由缺乏实际施工经验的实习生或其他初级人员承担,缺少有效的复核机制。通常,各人分工算量后直接汇总,使得算量结果中经常

出现大量错误和漏洞,进而严重影响了后续的量环节。

2) 组织协调不到位

项目进场初期,难以在短时间内组织有经验的算量人员,导致算量工作量巨大且无法及时完成。在工期紧张的情况下,很多项目只能采取“抄图”的方法,甚至仅依赖设计图纸上的总工程量表,无法发现图纸中的问题,造成算量结果中的大量遗漏,影响项目的后续管理。

此外,不同业务部门对工程数量的需求不同,工程部需要分项工程数量,计合部关注清单工程量,物设部则需要材料的计划采购量。由于缺乏统一的算量标准,各部门算量结果难以互相转换,导致多个部门需要反复计算,进一步增加了算量工作的复杂性和人力成本。

2.2 用量环节

1) 基础数据不准确

由于算量工作中的延迟或错误,项目往往在需要使用工程量数据时没有准确的算量结果,导致很多时候只能使用暂估量。暂估量虽然能短期内维持项目推进,但是缺乏精度会影响材料采购和施工计划,导致项目资源配置失衡。在项目发生设计变更时,重新算量工作量巨大,需要重新分类、汇总整理0号清单和材料台账,而这些工作往往不能及时完成,从而影响后续管理工作的效率。

2) 数据不同步

在用量管理中,各部门使用的数据来源不一致,信息不同步的问题尤为严重。工程部、计合部和物设部在多次计量过程中,协同工作不足,无法准确掌握哪些工程已计量、哪些工程未计量,甚至出现现场施工与设计不符的情况。由于计量统计方法落后,存在重计、超计、错计等问题,导致资源浪费和成本超支。工程部与物设部之间在材料的超损耗及采购计划上,也难以做到精确掌控,增加了采购成本的压力^[2]。

2.3 控量环节

控量环节主要体现在验工收方量和材料节超量的管理上。项目中的控量管理主要依赖事后总量管控,缺乏在施工过程中进行实时的量化分析和管控。验工量和材料消耗量一般在事后统计时才发现问题,当发现材料消耗超量时,已难以挽回损失。项目管理中需要对过程中的数据进行精

准分析和实时管控,才能在施工过程中进行及时调整。

控量问题的根源在于缺乏精准的算量结果作为基础。没有及时、准确的算量数据支撑,用量和控量环节就无法实现精细化管理,导致事后补救困难,增加了管理难度和项目损失。

3 解决方案

针对项目存在的问题,提出从人员、管理和工具3个维度系统推进改善工作。人员方面,通过强化算量人员专业培训体系与引入分级复核机制,双轨并行提升一线算量人员的专业素养和作业规范性,有效规避经验不足或操作失误导致的数据偏差。管理层面着重构建企业级算量标准和业务数据规范,打通工程部、计合部、物设部等多部门的数据壁垒,建立标准化协同作业流程,从制度层面保障数据共享的准确性和时效性^[3]。工具革新方面,集成AI识别、BIM建模等前沿科技打造智能算量平台,实现从工程量自动提取、智能校核到动态更新的全流程数字化管控,形成覆盖项目全生命周期的精准算量体系。通过人员能力提升、管理机制优化和智能工具赋能的三维协同,从而为工程项目数字化转型提供坚实的技术支撑。

4 技术核心创新点

4.1 AI 识图技术的应用

AI识图技术基于计算机视觉与深度学习算法,通过智能解析工程图纸的图像信息,自动提取关键数据如施工部位、工程量等,并生成结构化的算量分项。其核心在于通过神经网络模型学习图纸特征,实现对复杂工程信息的快速识别与分析,不仅将传统人工抄表所需的36工日缩短至10工日(如秦沈高速试点项目),还显著降低了人工输入误差,尤其适用于大规模项目的高效处理。然而,该技术对图纸质量具有较高依赖性,若图纸存在格式不统一、手工标注模糊或扫描清晰度不足等问题,可能导致识别准确率下降,需结合人工复核或预处理流程优化应用效果。

4.2 钢筋、混凝土复核技术

钢筋、混凝土复核技术通过智能识别钢筋大样及内置二维图形与异形建模算法,实现工程算量的自动化核查。系统可自动解析钢筋大样明细并生成复核数据,同时针对常规及异形混凝土构件进行三维建模与工程量计算,显著提升复杂结

构的算量效率,避免了传统人工逐页核对的繁琐流程。该技术不仅能精准定位设计变更后的工程量差异,还能通过动态更新模型数据确保算量一致性,尤其适用于频繁变更的项目场景。然而,其应用需依赖前期模型搭建与规则配置,复杂异形结构的参数化建模可能耗时较长,且需针对特殊构件进行专项算法优化以保障计算精度。

4.3 土方自动化计算

土方自动化计算技术通过智能模块将现场断面测量数据与设计剖面图进行匹配,基于三维空间分析算法自动生成土方量核算结果。该技术通过消除人工测量与手工计算环节,有效降低了传统方法中因人为操作导致的误差率,尤其在平原、丘陵等地形条件下可显著提升大面积土方施工的测算效率与精度。

然而,其计算结果对原始数据质量具有较高依赖性,复杂地形中需确保测量点密度达标且高程数据准确,系统应用时需同步强化数据采集环节的标准化。

4.4 数据对账与可追溯性

数据对账与可追溯性技术基于AI总量表识别算法,通过自动对比明细数据与总量指标,实时定位差异项并构建全流程数据溯源链,从而实现工程量来源可查。通过自动化校验替代人工逐项核对,有效减少了数据比对的工作量,同时依托智能算法提升错误识别精度,确保数据的及时性和准确性。其优势在于动态跟踪设计变更与施工进度数据变化,为成本管控提供实时依据。然而,系统效能高度依赖清单和设计图纸的标准化程度与更新时效性,当数据混乱、分类模糊或信息滞后时,可能导致比对偏差或溯源失效,需配套标准化数据录入流程及人工辅助核查机制以保障应用效果。

4.5 多样化报表输出

多样化报表输出技术通过内置标准化报表模板,支持根据不同管理场景自动生成材料计划、分包验工等专项报表。系统基于工程数据自动匹配模板字段,简化了传统人工整理数据的繁琐流程,同时保障报表格式统一与数据准确性。其优势在于通过模块化设计实现快速生成与灵活适配,满足进度管理、成本核算等多维度需求。然而,复杂模板可能延长生成时间,且针对特殊定制化报表(如工程量计算书)需额外调整模板配置参数,

需结合项目实际需求优化模板结构以平衡效率与灵活性。

5 应用案例

秦沈高速项目通过分阶段推进数字化算量技术应用,实现了从技术准备到成果转化的全流程优化。项目初期系统集成工程图纸与数据资源,为AI识图算量技术应用奠定基础;试点阶段选择典型图纸进行技术验证,AI识图系统以95%的识别准确率自动生成工程量明细,同步验证钢筋与混凝土复核技术的精准性;基于试点成功经验,全面推广数字化算量体系,结合BIM建模技术实现全量图纸自动化算量,将传统60d的算量周期压缩至30d;通过实施效果评估发现,算量效率提升50%且错误率由15%降至5%以下,进一步优化系统功能并建立持续改进机制。该实践不仅为项目成本控制和进度管理提供技术支撑,更为公司数字化转型提供可复制的实施范式。

6 效益分析

6.1 经济效益

数字化算量技术显著提高了算量的准确性和工作效率。AI识图技术实现了对PDF、DWG等文件的高效识别,准确率高达95%。通过自动摘录清单和相关表单,大幅减少了传统手动操作中出现的漏项和错项情况。通过实时对比清单量与实际工程量,系统能够快速发现问题并自动生成核查表,大大降低了人力资源的投入,节约了时间成本。

6.2 社会效益

秦沈高速项目的成功数字化转型为建筑行业提供了具有示范意义的案例,展示了数字化技术在工程管理中的巨大潜力。这一技术创新不仅提升了公司内部的技术能力,还为未来的工程项目数字化建设奠定了基础。通过数字化工具,培养了一批具备数字化管理技能的技术人才,可在未来的其他项目中进一步推广数字化技术。此外,标准化的算量流程也推动了行业整体技术水平的提升,促进了建筑行业的现代化进程。

7 结语

秦沈高速项目通过引入高速公路识图算量数字化建造技术,实现了工程量管理的标准化和智能化。AI识图、BIM建模等技术的结合,不仅提升了算量的效率,还大幅降低了计算误差,助力项目顺利推进。同时,数字化管理为企业培养了

技术人才，为未来项目的数字化奠定了基础。这一成功案例展示了建筑行业数字化转型的巨大潜力，也为后续工程项目的技术创新提供了宝贵的经验。

未来，在建筑行业数字化转型加速背景下，高速公路识图算量数字化建造技术将聚焦以下方向：

1) 以 AI 与 BIM 深度融合推动算量自动化智能化，实现图纸智能识别、三维建模，结合深度学习与工程大数据优化算量规则、适配新工艺，减少人工干预；2) 完善数字化建设标准体系，统一工程量规则与计量标准，保障算量结果可比可

溯，推动企业级数字化管理平台迭代；3) 拓展跨领域应用，将高速领域成熟的 BIM 算量技术延伸至港口、航道等基建领域，以模块化方案提供支撑，最终推动更多基建领域工程管理向更高效、更智能升级。

参考文献：

- [1] 尤嘉敏. 以 AI+BIM 等技术推动工程量计算变革——中铁八局高新高速公路项目数字化算量实践应用[J]. 中国建设信息化, 2024(16):45-47.
- [2] 陈婷婷. 基于 BIM 技术的建筑工程造价标准化协同管理技术探讨[J]. 建材发展导向, 2025(2):79-81.
- [3] 耿欢. 基于 BIM 技术的建筑工程造价标准化管理研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(4):79-82.