数字化转型背景下公路工程项目管理咨询的机遇与挑战

王翔, 李盟

西安通途项目管理咨询有限公司, 陕西 西安 710100

摘要: 本文深入剖析了数字化转型在公路工程项目管理咨询中的应用现状、带来的机遇与挑战, 并提出应对策略。数字化转型是企业多方面的深度变革, 能够提升企业市场竞争力。文中探讨了其在公路工程中的应用, 分析了传统管理咨询模式的缺陷, 阐述了数字化转型带来的效率、质量提升及业务创新机遇, 同时也指出面临的技术、人才、数据安全等挑战, 并通过案例展示应对策略的可行性。

关键词: 公路工程; 项目管理咨询; 数字化转型; 机遇; 挑战

Opportunities and Challenges of Highway Engineering Project Management Consulting in the Context of Digital Transformations

Wang Xiang, Li Meng

Xi'an Tongtu Project Management Consulting Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi 710100

Abstract: This article deeply analyzes the current application status, opportunities, and challenges brought by digital transformation in highway engineering project management consulting, and proposes corresponding strategies. Digital transformation is a multifaceted and deep-seated change for enterprises that can enhance their market competitiveness. The article explores its application in highway engineering, analyzes the defects of traditional management consulting models, elaborates on the opportunities for efficiency, quality improvement, and business innovation brought by digital transformation. At the same time, it also points out the challenges faced in terms of technology, talent, and data security, and demonstrates the feasibility of response strategies through case studies.

Keywords: highway engineering; project management consulting; digital transformation; opportunities; challenges

引言

数字化转型是企业借助数字技术, 对业务模式、工作流程及组织架构开展全面且深入变革的进程。这绝非简单的技术升级, 关键在于凭借技术实现业务创新与效率提升, 从而适应市场与技术的飞速变迁。在当下数字化时代, 企业若不推进数字化转型, 极有可能被市场淘汰^[1]。数字化转型是企业战略层面的重大变革, 要求企业在思维模式上从经验导向转向数据驱动, 重视数据价值。在组织结构方面, 建立跨部门协作团队, 打破传统层级结构的沟通壁垒。在业务流程上, 实现自动化和智能化操作, 例如采用自动化工作流管理系统, 实现业务审批的快速流转, 提高工作效率和响应速度。

一、数字技术在公路工程中的应用

(一) 建筑信息建模 (BIM)

在公路工程的不同阶段, BIM 技术发挥着关键作用。设计阶段, BIM 实现公路项目三维建模, 助力工程师进行可视化设计与多方案比选。如在公路互通立交设计中, 借助 BIM 模型能直观呈现不同方案对交通流的影响, 从而选出最优方案, 且它可集成多专业设计信息, 便于各专业协同设计, 提前排查并解决设计冲突。施工阶段, BIM 为施工人员提供详尽施工指导, 与施工进度

计划结合实现可视化管理, 施工人员依构件安装顺序操作, 管理人员借此查看进度、及时调整偏差^[2]。运维阶段, BIM 充当公路设施数字化档案, 运维人员可快速定位故障、查询资料, 制定合理维护计划。

(二) 地理信息系统 (GIS)

地理信息系统 (GIS) 在项目前期, 能提供项目区域的地形、地貌、地质等详细地理信息, 为路线选线和环境影响评价提供有力支持。在运营阶段, GIS 与交通监控系统紧密结合, 可实时监测和分析交通流量、车速等信息。借助其强大的空间分析功能, 能

够快速定位交通拥堵点并深入分析成因，从而为交通管理部门制定科学决策提供可靠依据。

（三）物联网（IoT）

物联网（IoT）在在施工现场监控方面，通过部署各类传感器和设备，能够实时监测环境数据。在施工设备管理上，为施工机械安装物联网设备后，可实现对设备运行状态的远程监控。管理人员依据设备油耗、运行时间等信息，能合理安排设备的维护与调度，有效避免因设备故障而影响施工进度^[3]。在安全管理层面，设置人员定位和安全防护设备监测传感器，当施工人员进入危险区域时，系统会立即发出报警提醒，全方位保障施工人员的安全。

（四）数字地面模型（DTM）技术

数字地面模型（DTM）技术在在公路测设环节，能生成高精度地形模型，为路线设计提供关键数据支撑。借助DTM生成的等高线地形图可进行初步选线，通过求解桩位高程数据助力纵断面设计，生成的三维模型还能辅助优化设计，显著提升设计的精度与效率。在与其他技术协同方面，DTM可与BIM、GIS深度融合，构建综合性数字化平台，为公路工程全生命周期管理赋能^[4]。在全生命周期管理过程中，DTM与BIM结合可清晰展示地形地貌与工程结构的关系，与GIS结合则能实现路线设计与环境分析的一体化。

二、公路工程项目管理咨询的现状

（一）传统项目管理咨询的挑战

1. 信息不对称与协调困难

传统公路工程项目管理咨询中，各参与方信息掌握存在差异，缺乏统一信息平台导致沟通协作易出现误解。例如，设计与施工单位间信息传递不畅，施工单位难以及时反馈现场实际情况给设计单位，易造成设计变更延误工期。项目参与方众多，传统协调方式依赖会议、电话和纸质文件，效率低且易出现信息遗漏和偏差。如多施工队伍交叉作业时，缺乏有效协调机制会导致施工顺序混乱、场地冲突等问题。

2. 效率低下与质量风险

传统管理咨询依赖手工操作和纸质文档处理信息，信息处理速度慢且易出错。例如，成本核算手工计算易产生误差，且处理大量数据效率低。纸质文档存储、检索和传递易出现丢失、损坏和延误，影响管理效率^[5]。缺乏信息集成和管理手段，难以实现项目全生命周期整合管理。项目前期可能未充分考虑后期需求，施工中难以实时监控和调整质量、进度、成本，运维阶段无法有效利用前期建设信息。例如，施工中质量问题若不能及时发现解决，可能导致后期返工，增加成本和工期。

（二）数字化转型的必然性

1. 提高信息处理效率与准确性

数字化转型引入先进数据处理技术和工具，提高信息处理效率和准确性。例如，数字化项目管理软件可实现数据快速录入、存储、检索和分析。在成本管理方面自动核算数据，避免手工错误；进度管理中实时采集分析数据，及时发现偏差并调整。

2. 实现项目参与方实时协同

数字化技术提供实时协同工作平台，基于云计算的项目管理

平台让各方可异地同时访问和更新项目信息。例如，设计单位上传图纸，施工单位在线查看并提出疑问，各方即时沟通讨论，提高工作效率和沟通效果。同时，平台实现文档版本控制和审批流程管理，确保文件准确性和合规性。

3. 提升企业竞争力与应对市场变化

采用先进数字化技术可提升企业竞争力，为客户提供专业、高效和创新的服务。例如，利用BIM技术为客户进行项目方案演示和优化，直观展示预期效果，增强市场竞争力。数字化转型帮助企业应对市场变化和技术进步。企业通过大数据分析市场趋势和客户需求，及时调整业务方向。如随着新技术在公路工程应用，企业及时掌握并应用到咨询服务中。

三、数字化转型带来的机遇

（一）提高项目效率与质量

1. 早期问题发现与解决

数字化技术可实现公路工程项目早期风险评估和问题发现。以BIM技术为例，在设计阶段通过碰撞检测和模拟分析，提前发现结构冲突、空间不足等问题。如公路桥梁与道路连接段设计，利用BIM模型检查衔接平顺性，避免施工返工，提高项目效率。

2. 实时监控与动态调整

数字化管理系统对公路工程项目进行实时监控和动态调整。施工中通过传感器和监控设备将数据实时传输到管理系统，管理人员随时了解进度、质量和安全情况。例如，物联网技术监控混凝土浇筑参数，超出范围及时报警，管理人员采取措施调整，确保施工质量^[6]。同时，根据实时数据动态调整进度计划，合理安排资源，确保按时完成。

3. 全生命周期管理优化

数字化技术实现公路工程项目全生命周期管理和优化。从规划、设计、施工到运维，通过建立统一数字化平台，集成各阶段数据和信息，实现全过程无缝衔接和协同管理。例如，规划阶段用GIS选线和评估环境影响，设计阶段结合BIM优化方案，施工阶段用物联网和数字化系统监控管理，运维阶段用BIM和GIS进行设施维护管理和性能评估，提高整体效率和质量，降低全生命周期成本。

（二）创新业务模式与服务

1. 基于大数据和云计算的定制化服务

大数据和云计算为公路工程项目管理咨询带来新业务模式和服务机会。通过收集分析项目数据，可为客户提供定制化解决方案。根据项目特点和客户需求，利用大数据分析挖掘成本影响因素，基于云计算平台提供成本优化方案。同时，通过分析历史数据预测项目风险，提前制定应对措施，提供全面精准咨询服务。

2. 物联网远程监控与增值服务

物联网技术为客户提供远程监控和预警服务等增值服务。通过在项目现场部署物联网设备收集实时数据并传输到远程监控平台，可为客户提供24小时不间断监控服务。例如，公路隧道工程中，通过安装环境传感器和视频监控设备，利用物联网实时监测空气质量、温度、湿度、车辆通行等情况，出现异常及时向客户发送预警信息并提供解决方案，增加项目附加值。

3. 拓展新业务领域

数字化转型为公路工程项目管理咨询企业开拓新业务领域，如智能交通和智慧城市。随着数字技术发展，公路工程与智能交通系统紧密结合，咨询公司可利用自身优势参与规划、设计和建设。在城市快速路建设中结合车路协同技术，为车辆提供实时交通信息和自动驾驶辅助服务，提高道路通行效率和安全性。同时，在智慧城市建设中，咨询公司可为城市综合管理平台提供公路设施数据和运维管理方案。

四、数字化转型面临的挑战

（一）技术与人才的挑战

1. 新技术获取与应用难度

公路工程项目管理咨询企业在数字化转型中面临获取和掌握新技术的挑战。数字技术在公路工程中的应用涉及复杂软件和硬件系统，学习和应用需投入大量时间和资源。例如，BIM 软件操作需专业培训和实践经验，且不同软件功能和数据格式存在差异，企业需选择合适软件并培训员工^[7]。新技术应用需与现有项目管理流程融合，企业需重新梳理和优化业务流程，如引入 BIM 技术进行项目管理时，需建立与之匹配的项目审批、质量检查和进度管理等流程，任务复杂艰巨。

2. 数字化人才短缺与培养

数字化转型需要大量数字化技能专业人才，但公路工程项目管理咨询行业人才短缺。一方面，现有员工多熟悉传统方法，对数字化技术掌握程度低，需大规模培训和知识更新。另一方面，市场上复合型人才稀缺，企业招聘和吸引这类人才竞争激烈。企业需建立完善人才培养机制，包括与高校和培训机构合作培养人才，以及加强内部培训。例如，企业与高校联合开设数字化公路工程方向课程，培养复合型人才；通过定期组织技术培训课程、开展项目实践和技术交流活动提升员工数字化能力。

（二）数据安全和隐私问题

1. 数据安全风险

公路工程项目数字化转型过程中，数据安全至关重要。项目涉及大量敏感数据，如工程设计图纸、施工进度计划、成本预算、业主和用户信息等，一旦泄露会给企业带来巨大经济损失，甚至影响项目进展和社会公共安全^[8]。工程设计图纸泄露可能使竞争对手占据优势，业主和用户信息泄露可能侵犯个人隐私引发法律纠纷。

2. 隐私保护措施

企业需建立完善的数据安全和隐私保护机制，采用先进加密

技术和安全防护措施确保数据安全可靠。例如，采用加密算法对数据进行加密存储和传输，设置访问控制权限，防止未经授权访问。同时，企业要加强员工数据安全意识培训，提高对数据安全和隐私保护的重视程度。定期开展数据安全培训，让员工了解数据安全重要性和操作规范，防止因人为疏忽导致数据泄露。

五、如何应对数字化转型的挑战

（一）加强技术研发和人才培养

企业应加强与高校和研究机构合作，共同研发新技术。例如，某公路工程项目管理咨询公司与知名大学合作建立数字化技术研究中心，加速技术开发和应用，为企业提供人才支持。企业通过举办技术交流和培训活动提高员工技术水平和数字化能力。例如，定期组织员工参加数字化技术培训课程，邀请行业专家进行技术讲座和交流，提升员工对数字化技术的理解和应用能力。建立内部创新机制，鼓励员工提出创新想法和解决方案，激发创新潜力和积极性。设立创新奖励制度，对提出有效创新方案的员工给予奖励。

（二）构建数据安全和隐私保护机制

企业需建立完善的数据管理系统，包括数据加密、访问控制和定期审计等措施。例如，某企业实施严格数据安全政策，采用先进加密技术防止数据泄露，确保客户信息和业务数据安全。定期对数据安全策略进行评估和更新，以应对不断变化的安全威胁。例如，根据新出现的网络攻击手段和数据安全漏洞，及时调整安全策略。建立数据安全和隐私保护团队，成员包括数据安全专家、隐私保护专家和法律顾问等，负责制定和实施数据安全和隐私保护策略，监测和应对数据安全事件，确保数据安全性和可靠性。同时，加强员工数据安全意识培训，提高对数据安全和隐私保护的重视程度。

六、结论与展望

数字化转型为公路工程项目管理咨询带来机遇与挑战。通过数字化转型，企业能提升项目效率和质量，创新业务模式和服务。然而，企业也面临技术、人才、数据安全和隐私保护等挑战。通过加强技术研发和人才培养，构建数据安全和隐私保护机制等策略，企业可实现数字化转型目标，提高竞争力和可持续发展能力。数字化转型不仅是技术变革，更是企业战略层面的全面转型，企业需从多方面进行调整以适应数字化时代要求，实现业务流程自动化和智能化，提升客户满意度和品牌形象，达成可持续发展目标。

参考文献

- [1] 余文俊. 公路工程合同管理在项目成本管理中的作用 [J]. 中小企业管理与科技, 2012(9): 50 - 51.
- [2] 房华. 公路工程合同管理在项目成本管理中的作用 [J]. 交通标准化, 2013(22): 115 - 117.
- [3] 刘慧勇. 公路工程目标成本管理中的合同控制 [J]. 交通世界, 2017(29): 145 - 146.
- [4] 王昊宇, 刘兆磊, 刘俊. 浅谈雅泸高速公路科研项目咨询管理模式 [J]. 公路, 2011, (10): 272-274.
- [5] 刘昕昕. 公路工程合同管理在项目成本控制中的作用 [J]. 黑龙江交通科技, 2019(1): 210 - 212.
- [6] 马雪蕾. 公路工程合同管理在项目成本管理中的作用 [J]. 四川建材, 2023(6): 222 - 223 + 226.
- [7] 李昂. 公路工程项目全过程咨询模式研究 [J]. 交通世界, 2023, (28): 178-180.
- [8] 蒙江涛. 浅谈三浙高速公路创优咨询管理模式 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2016, 12(08): 25-27.