

基于三维全景技术的电网基建工程项目精益化管理

吴子帆

(广东电网有限责任公司, 广东 广州 510000)

摘要: 传统电网基建工程项目管理以人力为主, 然而由于项目本身建设内容复杂、涉及的施工专业众多、建设覆盖面较广, 因此增大了管理难度。本文以基于三维全景技术的电网基建工程项目精益化管理为研究对象, 首先对电网基建工程项目管理存在的问题进行了讨论分析, 随后分析了变电站智慧管理平台的建设和施工现场管理的实践过程, 最后对基于三维全景 GIS 的工程数据管理进行了分析, 希望能够为相关研究提供一定的参考。

关键词: 三维全景; 电网建设工程; 精益化管理

中图分类号: TP311

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.27.018

现阶段科技水平不断进步, 信息化社会已然成为主流, 然而, 传统电网基建工程项目管理以人力为主, 在对电网进行规划和部署的过程中很容易受到人为失误的影响, 导致管理成本增加, 难以实现精益化管理。为有效解决这一问题, 应抓住信息时代的机遇, 引入三维全景技术, 从而实现电网工程项目的可视化管理, 提升管理的信息化水平, 助力基建工程岗项目管理建设实现更好地发展。

1 电网基建工程项目管理存在的问题

1.1 劳务用工管理问题

变电站在实际建设时, 非主体工程多选择分包方式, 由劳务分包单位派遣施工人员进行施工。同时在施工现场, 由于工种类型多变且人员流动性大, 不同专业施工人员来源复杂, 从而增大了施工现场的管理难度^[1], 而只有进行高水平施工管理, 才能保证变电站工程建设的安全与质量。在当前, 针对劳务用工管理, 依然存在管理模式落后、低效的问题。

1.2 物资管理问题

在电网基建工程的建设过程中, 施工单位在乙供物资的管理上常出现管理不规范、管理手段单一落后等问题。在乙供物资的采购、出入库、结算等过程中, 施工单位有很大的操作空间, 实际受到的约束较小, 因此很容易滋生各种管理问题, 比如物资数量问题、质量问题等。同时还需要大量的人员, 来对物资运输、使用流程进行跟踪管理。由于工作量较大, 很容易出现各种人为失误, 影响物资管理水平、拖慢工程进度, 不利于电

网基建工程建设效率的提升。

1.3 安全管理问题

在变电站的施工管理中, 安全管理一直处于非常重要的地位。实际安全管理内容众多, 常见的有深基坑作业防护、临时用电管理、危险品存放管理等。在实际进行安全管理的过程中, 主要管理两大内容: 一是人的不安全行为; 二是物的不安全状态。整个管理过程对管理人员比较依赖, 需要其立足施工现场, 加强安全检查, 及时发现安全施工隐患, 保证施工现场安全。但由于施工现场作业面较广、安全施工作业量较大, 而安全管理人力有限, 很难顾及整个施工现场, 再加上部分施工人员安全施工意识有待提升, 因此很难彻底消除安全隐患。

1.4 数据资料信息管理问题

在传统管理模式下, 电网基建工程的数据信息资料主要以纸质或硬盘的方式进行存储、传输, 整体效率低下。与此同时, 在查找数据成果时, 能够采用的查找方式比较单一、关联查询难度较大^[2], 并且最终的查询结果不够直观、数据组织复杂, 增加了数据资料的管理难度。不仅如此, 由于不同设计单位采用的设计工具类型不同, 导致最终建立的电网三维格式很难进行统一, 从而限制了数据之间的共享, 不同模型数据之间也很难无缝对接, 最终给电网基建工程数据的规范化、标准化管理带来了严重影响。

1.5 施工机械设备管理问题

在电网基建工程的建设过程中, 需要应用大量的施工机

械设备。在传统管理模式下，针对这些施工机械设备的管理，多以报审和签证形式为主，难以立足机械设备的使用过程加强对设备状态以及设备控制操作的监控与管理。而在施工现场，施工机械数量、状态能否满足工程的实际施工要求，主要依赖于管理者个人的经验判断，主观性较强，缺乏施工现场真实数据信息的支撑，从而很容易造成设备资源配置不足或者过剩问题，既不利于设备利用率的提升，也不利于设备成本的控制。

2 变电站智慧管理平台建设

变电站作为电网建设工程重要的组成部分，在实际进行施工检查时，应以施工现场的管理需求为依据，结合不同施工内容，打造智慧管理平台。在这一过程中，需要划分不同的子系统，满足不同的管理需求。同时应立足整个施工建设环节，实现全过程管理。在智慧管理平台建设的过程中，还应完成对多种子功能的集成，并做好相关管理信息数据关联、操作关联等工作，从而实现管理的统一化、流程化、规范化，及时发现施工现场存在的管理问题，并促进问题解决，提高管理水平。变电站智慧管理平台子系统组成如图 1 所示。



图 1 变电站智慧管理平台子系统组成

在建立变电站智慧平台的基础上，还应利用三维模型，在 BIM 建模技术的帮助下实现三维实景重建。在这一过程中，一方面需要立足施工现场，合理划分施工区域，完成各种施工设备、设施的设计、定位等工作，为后续安全管理、质量管理、进度管理提供充足的支持；另一方面，还应加强各设计专业间的协同设计，推动相关交叉作业施工稳定顺利进行，在这一过程中，需要应用“智慧管理”平台，通过三维模型^[3]，直观展示管线预留位置、孔洞以及建筑主体结构等信息，从而成功将不同专业的施工人员集中在同一个模型平台之上，多方进行协

商，提前做好交叉施工作业安排，实现各专业的协同设计。当出现设计变更时，可以直接通过模型完成设计图纸的修改，有效提升设计变更的效率。

3 施工现场管理实践

3.1 监控设备配置

在施工现场，可以布置一个完善的视频监控系统，利用固定、移动等多种类型的监控设备，成功覆盖整个施工现场，不留监控死角。同时其还能够与施工现场各个管理模块进行联动，从而便于管理人员实时掌握施工现场的情况，为施工现场各种管理工作的开展提供良好的便利条件。不仅如此，在监控系统的帮助下，可以有效减轻管理人员的工作量，降低管理成本，提高管理效率。为达到不留监控死角的目的，需要基于不同的施工场地、区域，设置不同的监控设备。比如在工地入口处，可以配置高清枪式摄像机，实现对施工人员进出场信息的实时监控；在施工材料堆放区，应配置高清枪式摄像机，实时监控该区域的施工材料变化、使用情况；在施工材料加工区，同样需要配置高清枪式摄像机，实时监控施工人员是否按照规范要求完成施工材料的加工、施工材料加工外观是否合格等；而在施工场地的周边，应配置高清网络球机，利用其监控范围较大的优势，实时了解施工场地作业区域周围的情况；在一些固定的施工区域，可以配置 360° 高清球机，利用其 360° 全景成像的功能，确保固定施工区域不留监控死角；在施工区域，还可以安装热成像测温摄像机 / 消防火情监控等，从而及时发现施工场地火情，保障整体施工场地的消防安全。

3.2 人员管理

在正式开展施工前，针对施工班组人员，可以统一进行个人信息采集，然后为每一位施工人员建立员工档案。在这一过程中，可以应用后智能安全帽，从施工人员的视角了解现场作业环境、施工作业行为，从而实现对施工人员的针对性管控。

3.3 施工管理

第一，针对施工现场一些重点施工内容，比如基坑开挖、模板支护等，可以在其中配置传感设备，对其进行全过程监测。

第二，在土方施工方面，为准确计算土方施工量，可以利用无人机设备扫描施工现场的原始地貌信息，完成数据模型的

构建；然后结合设计图纸做好数据的导入与计算，并结合施工要求完成土方使用量的准确计算，从而有效提升土方利用率、降低施工成本。

第三，在施工现场，为实现绿色文明施工，可以配置环境监测系统，实时监控施工现场扬尘、噪声、温湿度等关键参数信息；然后以此为依据，做好针对性的管理控制，从而既能够为现场施工人员提供一个舒适的工作环境，又能够实现施工现场绿色文明施工。

第四，为保证施工现场安全，可以在三维模型的帮助下，利用 VR 技术，完成施工安全交底。将可能出现的一些重大安全施工，比如触电、高空坠落、物体打击等，以三维动态的形式进行仿真模拟。一方面，可以及时察觉可能出现的施工隐患；另一方面，还能够从视觉上带给施工人员更直观的冲击，从而增强施工人员的安全施工意识，使其主动规范自己的施工行为，杜绝违章作业施工，保证施工安全。

第五，在施工进度管理方面，可以在 BIM5D 技术的帮助下，对整体电网基建工程建设进度进行可视化动态管控^[4]。在这一过程中，可以依托 BIM 模型，融入施工进度计划时间，从而从时间维度动态了解 BIM 模型的变化过程，而这一变化过程模拟了现场的实际施工情况，因此可以将实际施工进度信息与模拟的施工进度信息进行对比，从而及时发现实际施工存在的问题，消除施工进度阻碍因素，确保实际施工进度同 BIM 模型模拟的施工进度一致，实现对施工进度的精准把控。

第六，在施工质量管理方面，针对电网基建工程岗建设，可以直接将标准工艺库及相关规范要求导入模型，然后在现场视频设备的帮助下，实时了解现场施工工序的落实情况，并对其中的关键施工内容、隐蔽工程进行全过程、可视化管控，制作成全过程影像记录。通过将这一影像记录与标准工艺库进行对比，及时发现施工过程中存在的不足与问题，及时采取纠偏措施，从而更好地保障施工质量。除此之外，在实际管理过程中，还可以将施工风险清册与智慧平台关联，准确地模型上显示施工内容、施工位置以及施工风险，从而及时消除风险，保障整体施工质量。

第七，施工机械设备管理。依托于智慧管理平台，在互联网的帮助下，利用摄像头、传感器等设备，完成对施工机械设备的数据采集工作，从而实时监控设备的操作、运行信息。

相关的设备运行信息会通过网络传输至智慧管理平台，从而在远程实现对机械设备状态的监控，及时发现设备运行中的异常问题，避免其影响施工作业正常开展。不仅如此，通过智慧平台还能够实时显示施工现场机械设备的种类与数量、型号、操作人员等信息，从而便于施工管理人员结合施工实际完成机械设备资源的合理配置，既能够满足施工要求，又能够提高设备利用率、降低施工设备成本。

4 基于三维全景 GIS 的工程数据管理

为有效解决电网基建工程的数据管理问题，可以加强对三维全景 GIS 展示的研究。在这一过程中，可以利用海量的电网基建工程数据信息，以三维全景 GIS 形式统一展示线路以及变电站建设成果。不仅如此，还可以对工程资料进行数字化、规范化管理，结合实际，明确完善的数据资料信息化管理流程，总结数据资料的采集、整理经验，最终实现电网基建工程数据管理的规范化与标准化。除此之外，还可以搭建三维全景 GIS 展示平台，对电网基建工程的历史建设成果数据资料信息进行集中管理，提升数据管理的质量与效率，有效保障数据管理的安全性。

4.1 技术框架与实践应用

(1) 数据服务层

该服务层主要有两大数据库组成：一是关系数据库；二是文件数据库。其中前者主要负责管理属性数据；后者主要负责管理空间数据^[5]。在此基础上，还需要建立子数据库，比如三维模型数据库、业务数据库、基础地理信息数据库等，并结合实际完成数据入库标准的设置，做好对应接口、工具的开发，从而确保其他平台数据能够与本系统顺利对接。

(2) 功能逻辑层

该应用层主要负责集中展示与快速渲染大数据模型，同时提供工程数据管理、三维可视化、档案管理、视图控制等功能，是实现用户界面层的基础。

(3) 用户界面层

该界面层是整个数据资料管理信息系统的表现层，用于展示工程全线精细建模杆塔等基础设施信息，同时还会展示变电站细部信息，并提供设备、档案查询，热点定位等功能，具体如图 2 所示。



图2 基于三维全景展示 GIS 数据管理系统

4.2 技术创新

基于三维全景展示 GIS 数据管理系统的技术创新包括以下几点。

(1) 多源数据统一管理

结合实际需求完成数据入库标准的制定，同时为实现数据资源共享，进行接口、工具的开发，从而确保不同格式的建模软件都能够与系统进行无缝对接，最终在三维全景 GIS 展示平台上实现多源数据的统一管理。

(2) 线路和变电紧密衔接

在确保线路部分和变电部分各自数字化成果的完整性以及准确性的基础上，通过查阅上述两部分设计资料与现场施工照片等信息，完成变电站所在位置的精准定位，同时将变电站出线到输电线路终端塔之间的导线悬挂形式、分裂变化与现实实际一一对应，最终成功建立了一个完整的基建电力输变电虚拟工程，从而可以对电网工程的建设成果进行统一化、标准化、流程化、规范化的管理。

(3) 精细模型读取

通过对模型读取的速度进行优化，同时引入集成展示与快速渲染技术，更换好的三维可视化功能。比如变电站中的杆塔、金具与变电站本身的模型，都属于精细化模型，这些模型本身的结构较为复杂，内部包含了大量的数据信息，如果采取传统

的读取方式，将会出现模型读取速度慢、渲染效率差等问题。因此，通过加强对精细模型读取速度的优化及集成展示与快速渲染技术的研究，实现精细模型的快速读取与渲染，更有利于实现三维可视化功能。

(4) 海量数据支持与高效率渲染

通过整合各种变电站的空间数据、模型数据等资料，可以同步读取与渲染这些复杂类型的工程数据信息。不仅如此，还可以以三维方式，完成对工程建设现场地理环境的模拟，客观呈现现实中的电力设备设施，从而为基建电力工程数据的管理创造有利条件。

5 结语

总而言之，在电网基建工程项目的精益化管理中应用三维全景技术，能够为相关管理工作的开展创造更为有利的条件。应结合工程建设实际，完成变电站智慧管理平台的构建，并进行各种 BIM 模型的建立，实现施工过程的模拟。同时在完善的监控设备支持下，能实现施工过程的可视化管理，有效提高电网基建工程建设施工管理的效率与质量水平。

参考文献：

- [1] 林克全, 马欣欣. 基于三维全景的电网数字化建设研究与应用 [J]. 电子制作, 2020, (09): 87-89, 49.
- [2] 吕洋. 大建设环境下电网建设深入实时型精益化管理 [J]. 工程技术 (文摘版), 2016, (11): 156.
- [3] 马凤新. 电网基建工程精益化“十维度管控法”的研究 [J]. 智库时代, 2019, (10): 266, 269.
- [4] 杨晶, 范雪峰, 杨德州, 等. 三维全景智能电网技术在电网规划中的应用 [J]. 电力勘测设计, 2015, (01): 59-62.
- [5] 萨仁高娃, 乔盟, 李铎, 等. 基于三维全景的电网数字化建设研究与应用分析 [J]. 中国新通信, 2021, 23 (15): 99-100.

作者简介：吴子帆（1991-），男，广东汕头人，大学本科，工程师，主要从事电网基建工程新技术、新设备、新工艺、新材料研究。