

[变电站]

基于三维技术的变电站 施工管理研究

文/中国能源建设集团江苏省电力设计院有限公司 李思浩 周冰
国网江苏省电力有限公司 丁道军 许志勇 薛茂生

在变电站施工管理中，充分利用三维技术，可为项目整体提高效率、降低成本、提高质量，实现精细化管理。探讨了基于三维技术的变电站施工管理内容，通过建立4D、5D数字化信息模型，在施工质量管理、进度管理和成本管理三个方面进行三维技术应用研究，并分析了产生的成效。

随着电网建设难度的增加、建设管理要求的提高，变电站的设计、施工及运行中遇到诸多问题，比如材料量统计前后差异大、施工进度难以准确把控以及施工方交付运维管理方的资料缺失等，很难以传统施工管理模式解决。广泛、深入地应用三维技术，开展变电工程施工管理，提高建设管理水平，既是电力基础设施建设发展的趋势，也是技术进步的必然。

三维技术在变电站工程中的应用现状

目前三维技术在变电站工程中的应用分为三个阶段：第一阶段为可视化阶段，主要利用CAD等基本图形平台进行三维建模，重点实现三维的可视化效果展示，但三维成品并没有在工程中实际应用；第二阶段为数字化设计阶段，是引进国内外先进的三维设计系统，并通过二次开发和用户化定制，建立三维模型，生成二维施工图，使其满足设计方面的需求；第三阶段为全寿命周期管理阶段，属于三维高级应用技术，三维技术不仅着眼于工程设计这个阶段，更从工程全寿命周期数据的管理应用角度出发，充分贯彻顶层设计的理念，实现三维模型在设计、施工、监理和运维等各个阶段的管

理应用，如进行BIM的信息共享应用，进行三维可视化施工管理系统的建设等。目前国内的研究还主要集中在第二个阶段，而对第三阶段研究内容涉入不深。

基于三维技术的施工管理内容

1. 施工管理的目标

三维技术在施工管理中的应用，并非只是简单的软件应用，而更应侧重施工管理的过程。

基于三维技术的施工管理目标主要是充分利用三维信息化手段建立的模型，结合各种分析软件，为项目整体提高效率、降低成本及提高质量，从而达到项目精细化施工管理的目的。

2. 施工管理的主要内容

三维技术在施工管理中的应用，改变的是施工管理的方式。基于三维技术的变电站工程施工管理内容与传统施工管理仍保持一致，包括范围管理、时间管理、成本管理、质量管理、人力资源管理、沟通管理、风险管理、采购管理及综合管理九个部分。而这九大方面均可利用三维技术对传统的管理方式与方法进行改进，如图1所示。

3. 施工管理的主要应用流程

变电站施工管理体系框架如图2所示，三维技

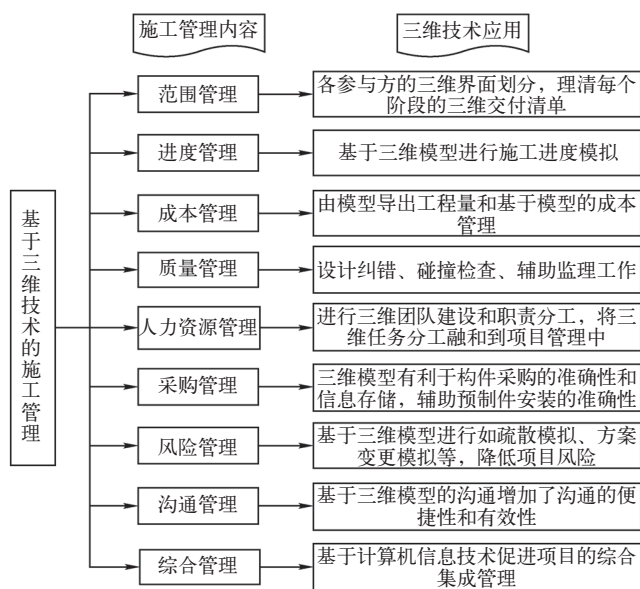


图1 三维技术在施工管理中的应用图

术在变电站施工管理中的应用流程是从基础数据层开始，经过软件平台层、模型层和信息集成平台然后到达应用层。基于三维模型针对施工管理的不同内容进行不同方面的应用，从而实现施工管理的全过程覆盖。

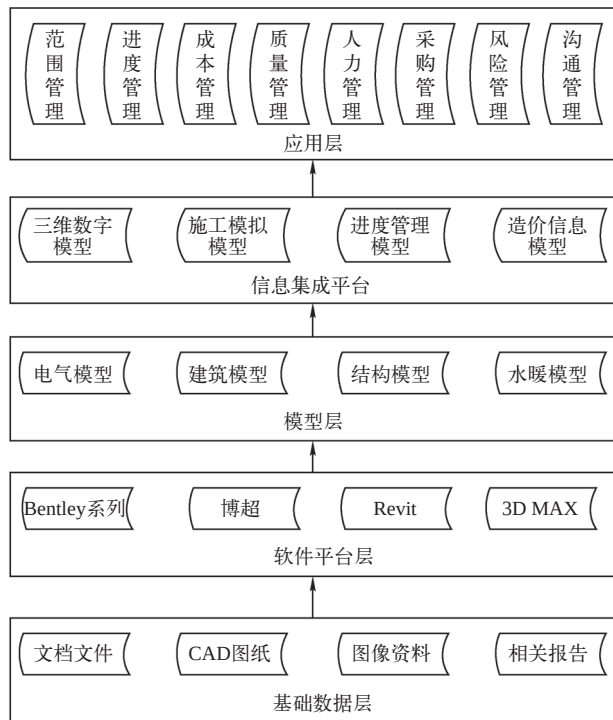


图2 变电站施工管理体系框架

基于三维技术的施工管理应用

1. 基于三维技术的施工质量管理

三维信息模型是由三维物理模型加入设计、

施工、运维和管理等各工程参见方需要的数据属性构建的。基于三维信息模型的施工质量管理方案如图3所示。

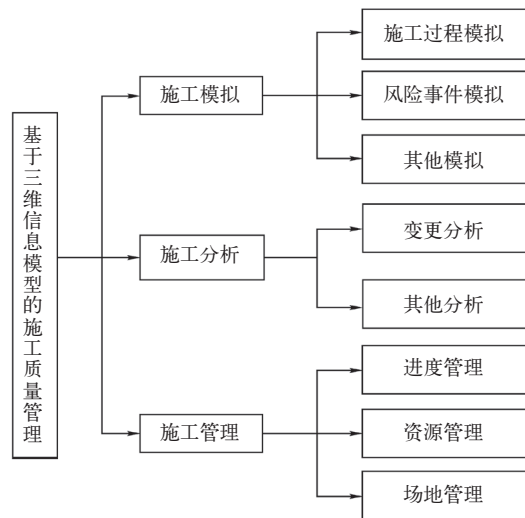


图3 基于三维技术的施工质量管理方案

(1) 项目的可视化模拟

项目的施工过程是一个随时间变化的高度动态的过程，存在着很大的不确定性，通过三维信息模型可以对变电站工程建设过程进行不确定性分析和最佳方案的模拟，通过实际施工进度和质量情况与三维可视化模型进行比较，直观地了解各项工作的执行情况，从而帮助施工人员了解施工过程中可能出现的问题，如资源冲突、工序交错等，继而可以提早对施工过程进行优化，确保目标的实现。

(2) 施工过程分析

施工过程分析是指在利用三维信息模型进行变电站施工安装过程中，对进度拖延或质量偏差的原因进行分析，从而采取相应的补救措施。在变电站项目实施的过程中，由于业主或设计方原因造成设计变更的现象较为普遍，利用三维信息模型可以在施工开始之前通过可视化模拟，进行错漏碰缺检查以及管线综合检查等工作并形成综合分析报告，及时反馈给业主或者设计单位进行修改。除此以外，三维信息模型还可以对变更进行预测，了解项目变更方案对于工程后续工作的影响，从而为决策提供支持和依据，减少设计变更，更加有利于对工程质量的控制。

(3) 施工过程管理

基于三维信息模型的施工过程管理主要包含施工资源管理和施工场地管理。施工资源管理是对材料、施工人员、施工机械以及各种资源的三

维模型信息管理,模型系统将各项施工资源与构件的三维信息模型关联起来,从而实现对任意构件、构件组以及流水段在不同施工时间的资源需求进行计算,通过更新资源模板实现对所有相关构件的资源属性的更新,从而实现资源管理的目标。施工场地管理可以辅助工作人员进行施工场地的布置,利用模型系统提供的一系列工具进行各施工阶段的场地布置,包括施工红线、围墙、道路、现有建筑物和临时房屋、材料堆放、加工场地及施工设备等场地设施。

2. 基于三维技术的施工进度管理

施工进度管理是基于BIM-4D信息模型实现的。4D信息模型是在三维信息模型基础上,加入时间维度,按照时间进展对施工过程进行可视化模拟,实现三维技术对项目施工计划与施工管理过程的影响。4D信息模型的出现,不仅有利于项目管理质量的提升,而且对于项目进度安排、成本管理都能起到一定的积极作用。

基于三维技术的施工进度管理主要通过反复进行施工过程模拟,让那些在施工阶段可能出现的问题在模拟的环境中提前发生,并对其逐一修改,并提前制定应对措施,使进度计划和施工方案达到最优(如图4所示),再指导实际的项目施工,从而保证项目施工的顺利完成。

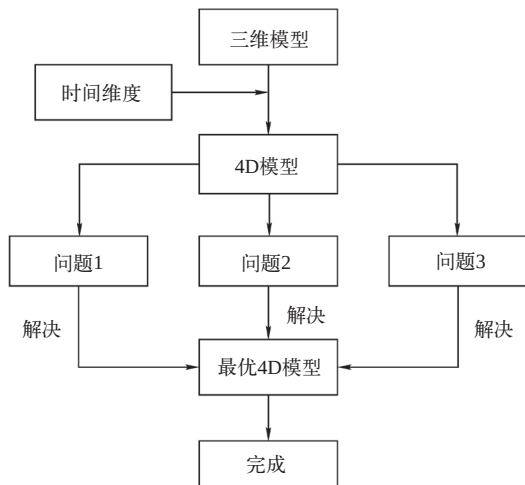


图4 三维模型在施工进度管理中的应用

该方案的实施可以有效地避免传统的施工过程中不利因素对于施工进度的影响。首先对于工程中不合理以及施工进度计划编制不合理造成的进度拖延的问题,通过基于4D模型的施工模拟,对设计存在的问题以及施工进度计划安排的合理性进行逐一模拟检查,从而在现在施工开始之前

可以排除问题。其次,对于施工现场人员素质问题以及沟通协调不善造成的施工进度拖延的问题,基于4D模型的施工模拟技术,可以为不同参与方提供多角度的平面图、立面图以及剖面图供施工人员理解和分析使用,并在彼此沟通过程中实现效果展示、问题分析,从而避免了人为表达、理解和专业水平不同带来的沟通问题,提高了沟通效率,为进度目标的实现提供了有效保障。最后,对于施工环境影响施工进度方面,基于4D模型的施工分析可预先对施工环境进行勘测、分析,在项目的开始阶段就对可能存在环境因素及其影响进行预测,并提前制定相应的应对措施。

施工进度管理帮助管理者更好地发现计划进度与实际进度之间的偏差,从而为进度计划的修改提供依据,为工程质量提供了可靠保证。

3. 基于三维技术的施工成本管理

建立成本信息模型(5D信息模型),它是在4D信息模型的基础上,进一步加入成本信息构成。基于三维技术的施工成本管理主要通过成本信息模型在工程量计算、成本动态分析、支付进度分析以及材料消耗量控制等方面的控制和管理来实现。施工阶段三维技术在成本管理中的应用主要表现在以下几个方面。

(1) 方案优化方面

传统的二维平面图样,很难在进入施工阶段之前找出各专业之间的冲突,如墙体内电线管与水管的管线碰撞引发变更、返工而造成成本的增加和工期的延误。而基于三维模型的成本控制,可以在项目施工开始之前利用三维可视化功能对模型进行碰撞检查来避免不必要的成本增加。

(2) 工程量计算方面

工程量计算是编制工程预算的基础,其计算过程烦琐,人为计算过程中容易产生漏算、错算的问题,从而影响工程量计算结果的精确性。基于三维技术建模软件本身内置计算规则,通过对模型几何尺寸和属性数据的提取,并按照一定的裕度规则进行计算可以得到客观、准确的工程量计算结果,从而避免了人为因素造成的误差。

(3) 进度款支付方面

基于三维技术的成本模型可以根据数据库、合同和图样等相关要求设定相应的参数,从而快速、准确地获得进度工程量,实现直接框图出价。通过对工程成本模型进行周期性调整、维护,继而对模型进行月度产值核算,可以有效实

现进度控制。

(4) 成本动态分析方面

成本模型数据以合同价和企业定额消耗量为依据,在5D模型中通过成本汇总、统计和拆分的过程中即时得到。因工程实际消耗量与定额消耗量会有所差异,5D模型应跟随施工进度动态调整。每月对实际消耗进行盘点,动态维护实际成本模型,可大幅减少一次性工作量,并有利于保证数据的准确性。

三维施工管理在工程中的应用成效

(1) 满足计算精准性要求

三维技术可以满足大型输变电工程施工管理数据计算精准性的要求。现代化的输变电工程量庞大,相交和异形等特殊构件导致工程量计算难度不断增大,其准确性难以得到保证。采用三维技术可满足大型输变电施工技术管理中对数据计算处理准确度的要求。

(2) 满足施工造价管理要求

三维技术可以满足施工造价管理要求。传统输变电工程计量和计价主要以人工为主,工作量较大。而采用三维技术进行施工管理,可打通施工造价管理环节,造价工作量大幅缩减。

(3) 应用三维技术进行模拟分析

借助三维信息模型进行参数分析,在三维空间中模拟变电站设备设施安装,以此科学控制安装计划和施工设备的进场、出场顺序,实现具有工序逻辑的三维施工管理目标。

(4) 满足数据资源信息共享需求

三维技术可以满足大型输变电工程施工管理中的数据资源信息共享需求。通用造价、通用施工和通用管理已经成为当前我国大型输变电工程施工管理环节模块化施工的重要特点。在此背景下,电力企业为了节省施工成本,降低施工管理的难度,减小施工影响,利用三维技术进行施工管理时,通过多方案选比,实现施工全过程管理中的数据资源共享,提高施工管理效率。通过构建5D信息模型对施工全过程进行优化管理,增强施工的科学性,减少施工索赔,保证施工项目投资、工期、质量和安全等不同管理维度能够协同化管理,以此满足大型输变电工程动态化施工管理的具体要求。

(5) 应用三维技术进行协同管理

针对大型输变电工程施工管理过程中信息

化、集约化和智能化施工管理要求,联合建管方、设计方、施工方和运维方构建三维协同创新管理的输变电工程技术管理平台,以协同作业方式实现工程数据的互通与唯一,实现工程信息的有效管理。

施工单位可以采用5D信息模型优化管理工程施工中的各项施工工序和具体工程量等,以便施工方能够合理安排资源,实现精细化管理。而施工监理可以采用三维技术对施工全过程进行精细化跟踪和监督,以此促进项目顺利进行,提高施工管理效率。

同时,通过5D信息模型还能在全过程协同化管理中核实大型输变电工程项目实施过程记录、工程设计变更记录、工程索赔记录和工程施工进度记录,甚至整个施工管控过程中的人材等资源详细调配情况,有效避免施工资料不全和施工结算依据混乱等基本施工管理问题的出现。

进一步应用设想

为了提高变电站工程的施工管理效率,相关部门需出台相关配套政策合理引导。比如,通过对国内三维技术实施应用准则的规范和完善,构建电力行业三维技术实施应用标准;利用三维技术工程造价和施工管理信息构建统一的信息分类框架、标识、准则和编码等,从而满足不同输变电工程的管理需求。

目前专业用于变电站施工管理的三维软件尚不成熟,在有应用需求、有应用标准的前提下,应促进国内外的软件商进行三维软件定制开发,以期更好地为施工管理服务。

此外,还应结合电力行业的运营特点,科学构建电网公司主导下的变电站工程三维技术协同管控平台。打通设计、施工和运维等各个环节,将三维技术在变电站施工管理中的应用拓展到全生命周期管理中,为以后的施工、运行维护提供技术支撑。同时高标准的三维技术下的施工需求,也可以对设计提出更高的精细化要求。

最后,在工作过程中,还需要提高施工人员的三维应用技能,转变施工管理思维,快速推进三维技术在各类输变电工程施工管理中的应用。EA

(收稿日期:2019.08.08)

(编辑:朱金凤)