

# 基于 BIM 技术的光伏电站土建工程施工管理优化研究

杨伟德

新疆中泰绿能投资有限公司 新疆 乌鲁木齐 830022

**【摘要】**：光伏电站土建施工工序多，场地多变，精度要求高，传统的 2D 图和离散管理容易导致设计冲突、进度失控和成本外溢。BIM 技术以参数化组件和时间-空间集成平台为基础，实现场地布局、结构埋件、电缆沟预埋、道路排水等一体化数字化模型，实现对施工全过程的预测模拟和实时协同，为施工阶段的精细化管控提供新的技术途径。探索 BIM 技术在光伏电站土建建设管理中的优化作用，对于提高新能源建设效率和确保并网节点安全具有重要的现实意义。

**【关键词】**：BIM 技术；光伏电站；土建工程；施工管理

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.055

BIM 技术的核心价值是通过三维可视化和数据整合，可打破设计、采购、施工、运营等各个环节的信息壁垒。在光伏电站土建阶段，它可以提前暴露设备基础、设备用房和电缆沟之间的空间矛盾，优化材料进场时序和机械行走路径，降低返工和闲置时间。同时，通过移动端进行现场偏差的采集，实时更新模型，为进度款审计和质量追溯提供统一的基准。在土建管理过程中引入 BIM 技术，可以实现从经验驱动到数据驱动的转型，为后续的电气安装和 25 年运营提供空间定位和数据支撑。

## 1 光伏电站土建工程施工管理挑战

### 1.1 场地条件复杂，施工适配难度大

光伏电站选址多在山地、丘陵和沙漠等野外，场地条件复杂，这些地区地形起伏大，地质组成多样，可能存在软土层、岩石层和采空区等特殊地质条件，给场地平整和支架基础施工带来了巨大的挑战<sup>[1]</sup>。同时，野外场地水文条件具有很强的不确定性，雨季降雨集中易造成基坑积水和边坡失稳，旱季扬尘防治困难。另外，场地交通可达性差，大型施工机械和材料难以运输，施工用水、用电接口，临时设施建设需要额外投入。这些复杂的因素造成施工方案的不断调整，加大了施工组织的难度，对施工进度和造价的控制产生直接影响。

### 1.2 施工范围分散，协调管理难度高

光伏电站是一种占地面积大、组件分布分散的建筑，它包含支架基础、箱逆变基础、设备基础、电缆沟、场内道路等多个子项目，每个子项目分布面积大，施工点多、线长、面广。不同工程区域地质条件、施

工进度、资源需求等各不相同，需要多个施工团队协同工作，涉及土建、机电、安装等多个专业的交叉协作。同时，在建设过程中，还需要与当地政府、环保、电力等多个部门进行沟通和协调，办理用地审批、环保审批、并网等相关手续。复杂的协调管理容易造成施工工序衔接不畅，资源分配不平衡，甚至出现返工、窝工等现象，严重影响施工效率。

### 1.3 质量控制严格，技术要求较高

光伏电站土建工程的质量对电站的安全性、稳定性和寿命都有很高的要求。支架基础是建筑结构的核心理承载结构，其抗风、抗震和沉降要求较高，对混凝土强度、地基尺寸和预埋件的安装精度要求极高。电缆沟及场内排水系统损坏，直接关系到电站的防水防腐性能，如果出现质量问题，将会造成设备的损坏和线路的失效。另外，光伏电站大多工作在恶劣的自然环境下，对建筑结构的耐久性和适应性提出了更高的要求，传统的施工管理模式很难实现全过程的精确质量控制。

### 1.4 安全风险突出，管控压力较大

在光伏电站土建施工过程中，安全风险是贯穿整个施工过程的一个重要环节。野外施工环境复杂，开挖边坡和基坑支护容易诱发塌方和滑坡等地质灾害，大型工程机械在作业中存在机械损伤和物体撞击等安全隐患，高空作业有坠落危险。同时，由于施工地域分散，安全监督难度较大，加之部分施工人员的安全意识不强，违章作业时有发生<sup>[2]</sup>。另外，在野外施工过程中，可能会遇到雷电和野生动物的袭击，对施工人员的生命安全构成威胁。安全风险具有多样性和不

确定性，这对建设工程安全管理系统的完善和应急处理能力的专业化要求非常高。

## 2 基于 BIM 技术的光伏电站土建工程施工管理优化策略

### 2.1 三维建模场地分析，优化施工总平布置

基于 BIM 技术进行光伏电站土建施工管理，要建立全专业三维模型，进行场地精细分析和施工总平面布局优化。通过采集研究区的地形地貌、地质调查报告、水文资料、周边环境等基础数据，采用 BIM 软件（Revit、Civil3D 等），建立地形模型和地质模型<sup>[3]</sup>。利用地形模型直观地展示场地的起伏状况、坡度和坡向分布，并结合地质模型直观地显示各地区的土层分布、承载力、地下水位埋深度等关键信息，为施工方案的编制提供可视化依据（施工总平布置方案优化效果对比如表 1）。

表 1 施工总平布置方案优化效果对比

布置方案	传统方案	BIM 优化方案	优化幅度
平均运输距离(m)	850.60	480.30	-43.50%
临时设施占地面积(m <sup>2</sup> )	4200.00	3100.00	-26.19%
机械通行效率(台次/h)	12.50	18.80	+50.40%
场地利用率(%)	68.30	82.50	+20.79%
风险规避率(%)	65.00	92.00	+41.54%

以场地分析为基础，对施工总平面布局进行数字化优化，在 BIM 模型中加入施工临时设施，如项目部、员工宿舍、物料堆场、搅拌站、临时水电管线、施工道路、作业区、弃土场等，并根据“因地制宜、合理布局”的原则，虚拟布局。

在此基础上，对不同布局方案的实施效果进行仿真，分析物料输送路径、施工机械效率、各作业区衔接合理性，对临时设施选址和规模进行优化，达到缩短运输距离，降低场地占用的目的。如根据光伏组件分布区域合理布置物料堆放场，保证物料输送半径最小，为提高机械设备的使用效率，应结合地形条件进行环形施工。

同时，运用 BIM 模型对施工现场的风险进行预测和规避，利用该模型对边坡稳定性进行分析，提前进行支护方案的设计<sup>[4]</sup>。模拟雨季降雨对场地影响，优化排水系统布局，设置截水沟、排水沟等设施，防止基坑积水。对施工区域内的地下管道、文物保护区等敏感部位进行识别，并在布置图上予以标示和回避。

建立模型和场地之间的联动机制，根据现场情况对模型进行更新和调整，保证施工总平面布局的科学性和适应性。

### 2.2 协同设计碰撞检查，完善施工方案编制

利用 BIM 技术协同可视化的优势，进行多专业协同设计和碰撞检测，从源头上完善施工方案，避免返工。在统一的 BIM 平台下，组织土建、机电、安装等多个专业的设计人员，对支架基础、电缆沟、升压站结构、机电管线等多个专业模型进行集成，形成一个完整的整体模型。借助 BIM 软件的协作功能，实现不同专业设计师之间的实时交流和数据共享，保证设计意图准确传达，避免因专业信息脱节而产生的设计冲突。

进行全面的碰撞检测和优化设计，通过 BIM 软件的碰撞检测功能，实现“构件-预埋管碰撞”、“基础-地下障碍物”等软碰撞检测，自动识别设计中的矛盾和不合理<sup>[5]</sup>。针对碰撞点，编制详细的碰撞检测报告，组织各专业设计人员和施工人员对事故原因进行分析，并提出优化方案。如为避开大型基础构件而对电缆沟走向进行调整，优化电缆沟及接地扁钢标高和间距以满足施工和使用要求，并根据地质条件对基础尺寸和位置进行调整。

进行精细化施工方案的编制，采用可视化的施工进度计划，针对深基坑支护、大体积混凝土浇筑等关键工序，采用 BIM 技术对施工全过程进行仿真，分析各工序受力变化规律、施工机械作业空间需求、人员配置合理性，优化施工参数和资源配置。如对大体积混凝土的浇筑过程进行模拟，确定浇筑顺序、振捣模式和养护方案，从而有效地控制混凝土的开裂，通过对边坡开挖、支护的模拟，保证边坡的安全和质量。通过 BIM 模型和施工计划的融合，可以给建设者提供直观的技术指导，提高施工方案的可操作性和实施效率（BIM 技术碰撞检查与方案优化效果统计如表 2）。

表 2 BIM 技术碰撞检查与方案优化效果统计表

碰撞类型	结构-管线碰撞	基础-地下障碍物碰撞	管线-管线间距不足	施工空间狭小碰撞	平均数值
传统模式碰撞发现率(%)	45.00	30.00	50.00	40.00	41.25
BIM 模式碰撞发现率(%)	98.50	95.00	97.20	92.80	95.88
碰撞解决率(%)	96.00	93.00	94.50	91.00	93.63

避免返工成本 (万元)	186.50	128.30	95.80	72.40	120.75
工期节约(天)	22.00	15.00	10.00	8.00	13.75

注：续表 2。

### 2.3 动态进度模拟管控，确保施工有序推进

采用 BIM 技术，建立 4D 进度管理系统，对施工进度进行动态仿真、实时监测和精确控制，保证项目按计划有序推进。根据最优施工方案和施工进度表，对 BIM 模型中各组件进行时间参数化，建立 4D 施工进度模型。在该模型中，明确各分项工程的开工、完工、工期及各工序间的逻辑关系，实现可视化模拟。

利用 4D 模型动态追踪和调整施工进度，在施工期间，定期收集施工进度数据，并通过 BIM 模型对实际进度与计划进度进行对比分析，形成进度偏差报告。用模型直观地显示了进度落后或超前的部位和原因，如：某地区的支架基础施工滞后，可能是地质条件改变引起支护方案调整；某一工序进度超前，则可能是资源配置充分。在偏差分析的基础上，对施工计划和资源进行及时的调整，对落后的工序要加大人力和机械的投入，对施工程序进行优化，以保证总体进度不受影响，在生产过程中的资源进行合理调配，避免资源浪费。

### 2.4 全流程质量追溯，强化施工质量管控

以 BIM 技术为基础，构建全过程质量可追溯系

统，对光伏电站土建施工质量进行精确控制和溯源，在 BIM 模型中增加各构件的唯一标识，并将其与设计参数、材料、施工规范、验收规范等数据进行关联。负责原材料供应商信息，原材料规格、批号号，进场检查报告，复验结果等信息输入系统，保证原材料质量的可追溯性，建立一套完整的施工过程档案，将施工人员、设备、日期和过程等信息与构件进行关联。

采用 BIM 技术对施工全过程进行质量监控和动态检测，利用移动终端安装 BIM 应用软件，实现对构件设计参数和质量要求的实时查询，并与现场施工相对照进行自我检测。监理人员可以使用移动终端对构件二维码进行扫描，查看施工进度和材料信息，完成质量验收，并实时向 BIM 模型输入验收结果。对不合格构件，在模型中标注出整改责任人、整改要求和整改时限，并对整改过程进行跟踪，直到验收合格为止。

### 3 结语

综上所述，将 BIM 技术应用于光伏电站土建施工管理，实现可视化交底、碰撞检测、资源统筹和实时纠偏，显著缩短项目工期，降低变更成本，提高一次成功率，为大型新能源基地建设提供可复制的数字化示范。未来应进一步将设备巡检维护和物联网技术相结合，实现场址调查到运维维护全寿命周期的数据融合；同时，本项目还将通过轻量化平台的研发，降低中小型建筑企业的使用门槛，推进 BIM 技术在分布式光伏项目中的推广应用，促进我国新能源产业的高质量发展。

### 参考文献：

[1] 张珂. 土建工程项目中基于 BIM 的进度协同管理优化研究[J]. 城市开发, 2025, (19): 153-155.  
 [2] 常非. BIM 技术在土建工程施工管理中的应用探索[J]. 城市建筑, 2025, 22(18): 213-216.  
 [3] 李广远. 教育项目土建与配套设备并行施工管理分析研究[J]. 价值工程, 2025, 44(22): 72-75.  
 [4] 周松涛. BIM 技术在土建现场施工管理工作中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(13): 61-63.  
 [5] 赵钠, 朱冬芝. 基于 BIM 技术的施工企业土建施工进度管理优化研究[J]. 新发现, 2025, (11): 82-84.