

新基建项目（如5G基站）监理中的技术难点与解决方案

孔令勇

中国轻工业武汉设计工程有限责任公司 湖北 武汉 430000

摘要：新基建背景下，5G基站建设具有密集化部署、技术架构复杂等特点，给工程监理带来隐蔽工程验收难、多专业协同冲突、电磁兼容与辐射安全监控难、设备安装精度控制难等技术挑战。本文针对这些问题，设计了基于BIM的隐蔽工程可视化验收、多专业协同施工动态调度系统、电磁环境实时监测与预警、设备安装精度自动化校准及监理大数据平台等智能化监理解决方案，以提升监理效能，保障5G基站建设质量。

关键词：新基建；5G基站；工程监理；技术难点；解决方案

1 5G基站建设项目特点与监理需求分析

1.1 5G基站建设的技术特性

5G基站建设相较于4G具有显著不同的技术特性，首先是密集化部署特征明显，为实现广覆盖和高带宽需求，基站站点间距大幅缩小，宏基站、微基站、皮基站等多种类型站点协同部署，导致建设场景更加复杂，涵盖城市核心区、郊区、室内场馆等多元环境。其次是技术架构更复杂，MassiveMIMO技术的应用使基站天线阵列规模大幅增加，有源天线单元与射频单元的集成度提升，对安装空间和承重条件提出更高要求^[1]。5G基站采用SA独立组网模式，核心网、传输网与接入网的协同建设需求突出，网络切片技术的应用需保障不同业务场景的差异化性能。基站功耗较4G显著提升，节能技术的应用和散热系统的部署成为建设关键环节，这些技术特性直接决定了建设过程中的质量控制和技术管理难度。

1.2 监理工作的核心目标

5G基站监理工作的核心目标是保障项目建设全过程符合技术规范、质量标准和进度要求，实现项目建设的提质增效。在质量控制方面，需确保基站设备安装、线路敷设、隐蔽工程等各环节符合通信工程施工质量验收规范，重点把控有源天线安装精度、射频线缆接头工艺、接地系统可靠性等关键质量控制点，避免因施工质量问题导致后期网络性能下降或安全隐患。在进度管理方面，需结合基站密集部署的特点，合理规划各站点建设时序，协调设备供应、施工队伍、场地协调等多方资源，避免因某一环节滞后影响整体组网进度。在投资控制方面，需严格审核工程变更和现场签证，优化施工方案以降低建设成本，同时避免因质量问题导致的返工浪费。在安全管理方面，需重点防控高空作业、用电安全、电磁辐射等风险，保障施工人员安全和周边环境安全，最终实现5G基站建设项目质量、进度、投资、安全

四大目标的协同达成。

2 5G基站监理中的技术难点剖析

2.1 隐蔽工程验收难题

5G基站建设中的隐蔽工程主要包括地下管线敷设、接地网施工、机房预埋件安装等，此类工程具有施工后覆盖隐蔽、后期核查难度大的特点，给监理验收带来诸多难题。首先，地下管线种类繁多，涵盖光缆、电源线、接地带等，部分施工区域地质条件复杂，如岩石层、流沙层等，易导致管线敷设深度不足、接头处理不规范等问题，而施工完成后难以直观检查，仅依靠施工记录难以全面验证质量。其次，接地网施工质量直接影响基站防雷性能，接地体埋设深度、接地电阻值等关键指标需严格把控，但接地网埋设于地下，验收时无法直接观测接地体焊接质量和防腐处理情况，仅通过接地电阻测试难以发现焊接虚接、防腐层破损等潜在问题。另外，机房内预埋件如承重支架、设备固定螺栓等，施工时若位置偏差或固定不牢固，后期设备安装时才会暴露问题，但此时已无法返工整改，给监理验收带来被动。同时，部分施工单位存在隐蔽工程施工记录不完整、造假等情况，进一步增加了监理验收的核查难度，导致隐蔽工程成为质量隐患的高发环节。

2.2 多专业协同施工冲突

5G基站建设涉及通信、土建、电力、市政等多个专业协同施工，各专业施工流程、技术要求不同，易产生施工冲突，给监理协调管理带来较大难点。首先，施工时序冲突突出，土建专业的机房建设、基础施工需先行开展，但若进度滞后会影响通信设备安装；而通信专业设备安装方案变更又可能要求土建专业返工，如机房承重不足需增设加固结构。电力专业的供电线路接入与基站设备安装需同步衔接，若供电接入延迟会导致设备调试无法按时进行，影响整体进度^[2]。其次，施工空间冲

突常见，城市核心区基站多采用一体化机柜部署，施工场地狭小，土建施工的混凝土浇筑、电力专业的线缆敷设、通信专业的设备安装在同一空间交叉作业，易出现场地占用、工序干扰等问题，增加施工安全风险。各专业技术标准不统一，如市政部门对管线敷设的路由要求与通信专业的传输距离要求可能存在矛盾，需监理协调各方达成一致。同时各施工单位之间沟通不畅，信息传递不及时，如电力线路停电计划未及时告知通信施工单位，导致施工中断，这些协同施工中的冲突问题若处理不当，将严重影响工程质量和进度。

2.3 电磁兼容与辐射安全监控

5G基站采用MassiveMIMO技术和更高频段，电磁兼容与辐射安全监控成为监理工作的技术难点。电磁兼容问题复杂，5G基站与周边现有通信设备、广播电视台发射塔、雷达站等电磁环境敏感点距离较近时，易产生信号干扰，影响基站通信质量和周边设备正常运行。监理需监测基站发射频率、功率等参数是否符合规范，同时核查基站与敏感点的防护间距是否达标，但电磁干扰的产生具有随机性，受环境因素影响大，常规监测手段难以精准定位干扰源和干扰强度。辐射安全监控难度大，虽然5G基站单站辐射功率符合国家标准，但密集部署导致部分区域形成辐射叠加，易引发周边居民担忧。监理需在施工前、中、后对基站周边辐射强度进行监测，但监测数据受测试距离、测试角度、环境反射等因素影响，不同时段的监测结果存在差异，难以形成连续稳定的监测数据链。部分基站部署于居民区楼顶、公园等人员密集区域，辐射安全监测需兼顾科学性和公众沟通，监理需协调监测机构出具权威报告，同时向公众普及辐射安全知识，避免因误解引发投诉纠纷，这对监理的专业能力和沟通协调能力提出更高要求。

2.4 设备安装精度控制

5G基站设备安装精度直接影响网络覆盖质量和运行稳定性，给监理工作带来严格的技术把控难点。首先，有源天线安装精度要求极高，天线方位角、下倾角需根据网络规划精准设定，方位角偏差超过5度或下倾角偏差超过1度，就会导致覆盖区域偏移、邻区干扰增加等问题。但施工过程中受风力、安装支架精度、施工人员操作水平等因素影响，易出现安装偏差，监理需使用专业仪器逐站检测，工作量巨大。其次，射频单元与天线的连接工艺要求严格，射频线缆接头需进行精密的力矩控制和防水处理，接头力矩不足会导致信号衰减，防水处理不当会引发设备故障，但这些细节质量难以通过肉眼直观判断，需借助专用测试仪器检测。另外，机房内设

备机柜的安装精度也至关重要，机柜垂直度偏差需控制在千分之三以内，否则会影响设备散热和线缆连接，而施工过程中地面平整度、机柜固定方式等因素均可能导致安装偏差。同时部分偏远地区基站施工环境恶劣，缺乏专业的安装设备和技术人员，进一步增加了设备安装精度的控制难度，监理需全程旁站监督，确保安装质量符合规范。

3 新基建项目（如5G基站）智能化监管理解决方案设计

3.1 基于BIM的隐蔽工程可视化验收

基于BIM技术的隐蔽工程可视化验收方案，以三维数字化模型实现全过程可视化管理，破解传统验收难题。施工前，监理联合设计、施工单位搭建BIM模型，精准录入地下管线、接地网、预埋件等构件的位置、规格及施工工艺参数，形成数字化验收标准。施工中，施工人员用移动终端实时上传施工影像与检测数据，监理在BIM平台远程监控，及时纠偏^[3]。隐蔽工程覆盖前，监理利用模型与现场数据比对，直观核查关键部位质量，无需破坏结构即可验收。对于无法直接观测的构件，关联第三方检测结果，实现质量数据追溯。验收后，数据同步至模型形成数字化档案，为后期运维提供精准数据，解决传统验收中信息不直观、核查难、档案管理乱等问题。

3.2 多专业协同施工的动态调度系统

多专业协同施工的动态调度系统以数字化技术打破专业信息壁垒，实现高效协同管理，解决施工冲突。系统以5G基站建设总进度计划为核心，构建各专业施工流程数字化模型，整合土建、电力、通信、市政等专业信息至统一平台。系统实时采集施工进度、人员设备、场地占用等数据，利用大数据分析预警施工冲突。如土建滞后影响设备安装，系统自动生成调度方案；施工空间冲突时，动态分配时段和区域。系统搭建多方沟通平台，设计、施工、监理、建设单位实时共享信息、协商问题，如市政管线路由调整时，同步变更信息至各团队。监理通过系统实时监控，精准把控工程节点，保障整体进度。

3.3 电磁环境实时监测与预警

电磁环境实时监测与预警解决方案采用智能化监测设备和信息化平台，实现5G基站电磁兼容与辐射安全的精准管控。首先，在基站建设区域及周边敏感点部署小型化、高精度电磁辐射监测终端，终端具备实时采集电场强度、频率范围等关键参数的功能，通过5G网络将监测数据实时上传至监控平台。平台内置电磁辐射安全评估模型，根据国家相关标准自动分析监测数据，当监测

值接近阈值时发出预警信息，监理人员可及时协调施工单位调整基站发射参数或优化天线安装位置。针对电磁兼容问题，平台整合基站与周边敏感设备的电磁参数信息，通过仿真分析预测潜在干扰风险，施工前指导优化基站部署方案，施工中实时监测干扰情况，确保基站与周边设备兼容运行。同时平台具备数据可视化展示和公众查询功能，监理可生成权威的电磁辐射监测报告，通过平台向公众公开监测数据，消除公众担忧。该方案实现了电磁环境监测的实时化、精准化和透明化，有效解决传统监测手段滞后、数据不连续、公众沟通困难等问题，为监理工作提供科学依据。

3.4 设备安装精度自动化校准

设备安装精度自动化校准解决方案借助智能化检测设备和自动化控制技术，实现5G基站设备安装精度的精准把控和高效校准。针对有源天线安装，采用无人机搭载激光雷达和高清相机进行自动化检测，无人机按照预设航线对天线进行多角度扫描，采集天线方位角、下倾角等数据，通过与BIM模型中的标准参数比对，自动计算安装偏差并生成校准报告，监理人员根据报告指导施工人员调整，调整后再次通过无人机复核，确保安装精度符合要求。对于射频线缆接头安装，使用智能力矩扳手和防水检测仪器，智能力矩扳手可精准控制接头紧固力矩并记录数据，防水检测仪器通过气密性测试检验接头防水性能，数据实时上传至监理平台，实现接头安装质量的自动化核验。机房设备机柜安装时，采用激光水平仪和智能定位设备，自动检测机柜垂直度和安装位置偏差，实时反馈给施工人员进行调整。该方案替代了传统人工检测方式，大幅提升检测效率和精度，减少人为操作误差，监理人员可通过平台远程查看自动化校准数据，实现设备安装精度的全过程闭环管理，保障基站设备安装质量。

3.5 监理大数据平台构建

监理大数据平台整合5G基站建设全过程数据资源，通过数据挖掘和智能分析为监理工作提供决策支撑，实现监理工作的智能化升级。平台构建多源数据采集体

系，整合BIM模型数据、施工过程数据、质量检测数据、进度管理数据、安全监控数据等，涵盖从项目立项到竣工验收的全生命周期数据。在数据处理层面，采用大数据处理技术对海量数据进行清洗、整合和存储，建立标准化数据字典，确保数据的一致性和可用性^[4]。平台具备多维数据分析功能，质量分析模块可通过对比不同站点、不同施工单位的质量检测数据，识别质量薄弱环节和高风险工序，为监理重点监督提供依据；进度分析模块通过实时进度与计划进度的比对，预测进度偏差风险并提出调整建议；安全分析模块通过分析高空作业、用电安全等监测数据，及时预警安全隐患。同时，平台内置智能预警和决策支持系统，当出现质量不达标、进度滞后、安全风险等问题时，自动向监理人员发送预警信息并提供解决方案参考。另外，平台支持数据可视化展示和报表自动生成，监理人员可通过仪表盘直观掌握项目整体情况，快速生成验收报告等文档，大幅提升监理工作效率和决策科学性。

结束语

5G基站作为新基建的关键项目，其建设质量关乎通信网络性能与发展。本文剖析了5G基站监理中的技术难点，并提出系列智能化解决方案。通过BIM、动态调度系统、实时监测与预警等技术手段，能有效提升监理工作的精准性与高效性。未来，随着技术持续创新，监理模式将不断完善，为新基建项目的高质量建设提供更有力的支撑，推动通信行业迈向新高度。

参考文献

- [1]岑祺.5G基站电源配置方案.现代电信科技,2020(8):29-31.
- [2]张亚飞,樊红波.5G移动通信基站电磁辐射实测验证及防护措施[J].智慧中国,2025,(02):24-25.
- [3]张庆伟.5G建设中公众邻避态度的影响因素及化解策略研究[J].广东通信技术,2025,45(02):18-21+48.
- [4]沈跃良.5G室内深度覆盖解决方案探讨[J].绿色建造与智能建筑,2024,(11):132-136.