

# 建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术研究

文 / 范正义 江苏创安防雷装置检测有限公司

**摘要：**本文以建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术为线索展开，对该技术背景、特点与应用现状进行系统介绍，着重分析了无损检测在防雷系统所具有的非破坏性、高精度、适用范围广与现场快速检测优势，对多种检测方法对比及设备选型策略做了探讨，强调了数据处理技术跟缺陷识别能力对检测效果的显著影响，采用恰当选择技术手段及优化检测进程，增强了检测的灵敏程度与结果的可靠水平，无损检测技术对防雷工程的安全与稳定起到有效保障，又为建筑防雷系统的维护管理提供了科学佐证，有着宽泛的应用前景及重要的实用价值。

**关键词：**建筑防雷工程；检测流程；检测灵敏度

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.038

## 引言

伴随建筑高度的持续增长与结构复杂程度上扬，防雷工程隐蔽部位的安全与否，成为保障建筑物及人员生命财产安全的关键点，传统检测方法多借助有破坏效果的手段，面临施工操作难、成本较高等情形，采用无损检测技术，能高效完成对防雷系统隐蔽部位完整性及其功能状态的精确评定，优化工程质量管理水平，促进建筑防雷安全技术革新与成长，有着显著的现实意义与开阔的应用前景。

### 一、建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术的概述

建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术主要是借助先进检测仪器与方法，对防雷系统中隐于建筑结构内部或者其他不便直接观察的部位进行检测评估，无需对建筑结构实施破坏，此技术含有电磁波检测、超声波检测、红外热成像等多种检测手段，可精准辨别防雷装置连接情况、导体完好程度以及潜在的缺陷与隐患。跟传统的破坏性检测作比较，无损检测技术有效增进了检测效率，实现了施工成本降低，更有力杜绝了对建筑物形成二次破坏情形，保障工程质量与安全无虞，随建筑防雷规范持续完备及技术发展，无损检测技术在防雷工程的质量把控、维护及安全评估方面正发挥着愈发关键的作用，成为守护建筑物防雷性能的关键技术手段<sup>[1]</sup>。

可在维持建筑结构完整状态的前提下，确切取得防雷系统隐蔽之处的状态资讯，常规传统检测方法往往需拆除或破坏部分结构方可检查，既费时又耗力，还极易对建筑造成二次损毁，造成维修成本增长与安全隐患凸显。非破坏性检测技术有效躲开了这些问题，可采用电磁波、超声波、红外成像等办法，实现对导体连接情况、材料的完整性及潜在毛病的快速识别评估，保障了建筑物的安全性与使用年限，非破坏性检测技术呈现出较高的实用性与经济合理性<sup>[2]</sup>。鉴于检测过程无需破坏结构，施工现场无需展开大规模的拆改事宜，大幅度缩短了检测的时间跨度，减少了对正常使用环境的滋扰，让工程进度的推进顺畅无阻，非破坏性检测省去了二次维修与重建所需的费用，把整体维护成本降下来，此技术同样支持进行多次重复检测，便于对防雷系统实施长期维护与状态监测，进而实现预防性的维护及风险管理，非破坏性检测切实保障着建筑防雷工程的安全可靠程度，同样提升了检测效率以及经济成效，成为现代建筑防雷隐蔽部位检测技术前行的关键方向。

### (二) 精度高可靠

建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术重要特点之一表现为精度高且可靠，防雷系统一般安置于建筑结构的隐蔽位置，若如墙体、楼板或管道的里面，直接观察和触碰这些部位不太容易，无损检测技术借助先进检测设备与科学检测手段，能精准发现防雷装置的连接情形、导体完好情形及潜在缺陷，保障检测数据既准确又全面。高精度检测结果可高效识别微小的裂纹、腐蚀或者接触不良等潜在隐患，为后续维修及维护工作给予科学方面的依据，规避因检测误差造成的安全威胁，高精度无损检测技术呈现出良好的重复性和稳定性，可在不同环境状况下维持检测结果的可靠性与一致性<sup>[3]</sup>。无论是采用像电磁波检测、超声波检测，以及红外热成像等技术手段，皆经过严格校准且完成标准化操作，保证检测时数据的采集和分析有极高的可信度，此等高精度大大提升了检测工作的效率，也加大了防雷工程质量控制的幅度，

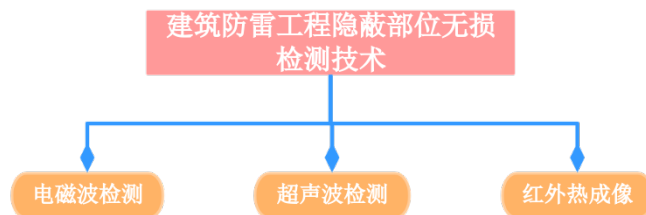


图1 建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术组成内容

### 二、建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术的特点

#### (一) 非破坏性检测

作为建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术的重要特点，非破坏性检测不可或缺，一般所说的非破坏式检测，意即检测过程里不会对被检测对象造成任何损害或破坏，

可及时发现隐患进而进行修复，为建筑物及人员的安全保驾护航。

### （三）适用范围广

针对建筑防雷工程隐蔽部位开展的无损检测技术，显著特点是适用面广，伴随建筑类型与结构的多样变化，防雷系统设计及安装的形式渐趋复杂，无损检测技术可灵活契合不同建筑结构与材料的检测要求，不管是高层的大厦、大型的工业厂房，哪怕是居住小区、公共建筑，无损检测技术可在防雷导体、接地装置及防雷连接部位的状态检测上有效施展作用。该技术可以针对混凝土、钢结构、金属管线等多种材质实施检测，贴合多样化的工程现场环境，增进了防雷工程质量控制的全面性及科学性，检测方法及设备的多样化是适用范围广的又一体现，超声波检测、电磁波检测、红外热成像、雷达扫描等多种技术手段组成了无损检测技术，这些手段可结合具体的检测对象和环境去选择最合适的技术方案，灵动应对繁杂现场条件及隐蔽结构，多样技术之间可彼此补充，组成综合检测体系，增强检测的覆盖范围与精准度，新建工程里，无损检测技术所起的作用十分重要，也大量应用到既有建筑防雷安全评估和维护管理工作中，维持建筑物防雷系统长期稳定的运转<sup>[4]</sup>。

### （四）现场快速检测

建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术的重要特点之一体现为现场快速检测能力，建筑结构内部往往分布着防雷系统的隐蔽部位，传统检测办法往往要拆除部分结构，也或进行复杂的准备工作，检测周期长，进而影响到施工进度，无损检测技术借助先进的仪器装置，可于现场直接对防雷系统进行快速扫描及检测，不用拆除既有结构，极大地把检测时间给缩短了。此快速检测能力极大地提高了工作效率，又降低了对施工与使用正常环境造成的干扰，保证工程进度顺畅有序开展，拉动了工程整体管理的效率水平，智能化数据处理系统在现代无损检测设备里多有配置，检测人员能迅速拿到检测结果并开展初步审视，利于及时发觉隐患并采取对应手段。快速检测并非只适合施工阶段的质量验收，也适合在日常维护和应急检测时采用，协助管理人员第一时间掌握防雷系统运行情形，防止潜在风险的滋生，现场快速检测技术把建筑防雷工程的检测效率提高了，还强化了防雷系统的安全保障水平，属于现代防雷工程质量把关的重要手段。

## 三、建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术分析

### （一）检测方法比较

建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术牵扯到多种检测方法，各检测方法在应用中各自存在独特的优势与短板，保障检测效果的关键之处是合理选组检测方法，常

见无损检测手段有电磁波检测、超声波检测、红外热成像及雷达扫描等，导体连接状态的判断可采用电磁波检测技术，可有效辨识导体的断裂与接触不良现象，但它穿透非金属材料的能力存在局限。超声波检测能穿透诸如混凝土的建筑材料，精准探测隐蔽角落的裂缝与空洞，但在操作环境和技术人员这两方面要求较高，红外热成像凭借温度分布的异常表现反映隐患部位，利于快速开展筛查，只是受环境温度的影响甚为明显，极易出现判断差错<sup>[5]</sup>。雷达扫描技术展现出较强的穿透实力，可以获得深层结构的讯息，然而设备成本呈现较高态势，鉴于不同工程特性与检测要求，适宜地组合多种检测方法可发挥各自长处，补全单一技术显现的不足，首先运用红外热成像开展快速筛查，界定核心检测区域，接着借助超声波或电磁波技术对疑似区域开展精细检测，优化检测的精准性与整体全面性。应当强化检测人员培训事宜，增强技术操作技能与数据分析本领，保障检测结果真实可靠，就复杂或重大的工程而言，建议契合现场实际情形，创建科学全面的检测方案，有效调配检测步骤与技术途径，最大程度增进无损检测的效率与成果，助力建筑防雷系统达成安全运行。

### （二）技术设备选型

设备选型在建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术中，是保障检测效果与工程质量的关键一环，应按照建筑的结构类型、防雷系统具体构造及检测目标来选择恰当检测设备，各类检测技术对设备性能及功能的要求不尽相同，探测混凝土结构内部的缺陷，可采用超声波检测设备，让探头频率和灵敏度与检测深度及精度需求相吻合；适宜检测金属导体完整性的是电磁波检测设备，应拥有良好的信号分辨本领和抗干扰实力。处于设备选型这个阶段，要充分顾及现场环境的条件，好比空间约束条件、施工安全保障及电磁环境之类，保证设备可稳定、高效地开展运行，防止因设备不匹配而降低检测结果的精确性，技术设备的选择需将经济性和维护便利性纳入考量，先进的检测设备往往价格较为高昂，但它凭借高精度和多功能，能够提升检测的效率与准确率，减少后续的维护开支。于选择设备的阶段，需综合考量工程预算与实际需求，兼顾性能与成本的考量，设备操作的便捷性与维护的简易性同样是关键考量点，方便检测人员迅速掌握和运用，减少因操作差错造成的误差，建议优先选取提供技术支持及售后服务保障的设备供应商，保证设备于使用进程中可及时得到维护及升级，利用科学合理的设备筛选，既提升了无损检测的技术能力，也为建筑防雷工程质量的管控提供稳固后盾。

### （三）数据处理技术

针对建筑防雷工程隐蔽部位的无损检测技术而言，

数据处理技术对保障检测结果的准确可靠起着关键作用,无损检测进程中涌现出大量复杂原始数据,怎样对这些数据实现有效采集、处理和分析,直接决定缺陷识别及隐患判断的精准度,应采用前沿的信号处理算法,诸如滤波、去噪和强化的技术,改善数据的质量水平,减轻环境噪声及干扰在检测结果里的影响。使人工智能与机器学习技术相融合,完成数据分类及异常识别的自动化,提高检测的效率与精准水平,采用对多源数据的融合分析方式,能综合借助不同检测手段的长处,完整展现防雷系统隐蔽部分的实际情形,防止单一数据解析引发的误差。完善的数据处理平台及软件系统,在提升检测能力方面作用显著,应开发或者引入专业的检测数据处理程序,做到数据的即时采集、可视化呈现以及历史数据管理,方便检测人员做多种维度的分析与比对,数据处理技术还应当可支持远程监控及云端存储,方便长久的维护与状态追溯,助推防雷工程实施智能化管理。需切实加强数据安全守护,防范数据出现丢失与外泄状况,实现检测信息的完整与保密状态,综合采用前沿的数据处理技术,不但让无损检测精度与效率双双提升,更为建筑防雷工程的科学管理及风险预警提供坚实支撑,助力行业技术不断迈进与革新。

#### (四) 缺陷识别能力

就建筑防雷工程隐蔽部位的无损检测技术而言,作为衡量检测技术有效性的重要指标,缺陷识别能力很关键,防雷系统隐蔽的地方大多处在建筑结构内部,存在导体断裂、接头松垮、腐蚀现象以及材料出现裂缝等系列缺陷,精准辨识这些隐患对保障建筑安稳十分关键。就目前而言,超声波检测、电磁波检测和红外热成像等属于主流无损检测技术,都有一定的缺陷识别能力水平,但各自在识别灵敏度和准确率方面存在差异,超声波检测对内部裂缝及空洞的探测较为灵敏,可呈现高分辨率的缺陷影像;金属导体的断裂以及连接异常,可借助电磁波检测来探查,但识别微小裂纹的本事较为有限;红外热成像利用温差体现潜在的缺陷,适宜开展快速筛查,但受环境温度的影响十分明显,容易造成判断结果的误差。鉴于不同样式的缺陷,应当恰当选取检测方法以提升识别能力,检测设备性能与检测环境也影响着缺陷识别能力,高性能检测仪器拥有更强的信号采集及处理本领,能推动缺陷识别率及定位精度的提高,多层结构、钢筋密集区等复杂的建筑环境,会对信号传输及反射产生扰动,干扰检测结果的精准度。多种检测技术宜相互结合,依靠数据融合与综合研判,增强复杂缺陷的鉴别能力,采用智能算法及人工智能技术,可实现缺陷类型的自动识别与分类,减少人工判定误差,增强检测的效率与可靠性,增强无损检测技术对缺陷的辨识能力,作为保障建筑防雷工程质量与安全的关键指引。

#### (五) 检测灵敏度

当采用建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术时,衡量检测设备及方法是否能精准发现微小缺陷与隐患的关键指标是检测灵敏度,隐蔽处的防雷系统,一般是被埋设在混凝土等各类建筑材料内部,诸如导体断裂、接头松动、腐蚀以及细微裂纹这类缺陷,往往不易被常规检测手段捕捉到。提高检测灵敏度是保障防雷系统安全性的一项重要目标,理当选用高性能的传感器与先进的信号采集设施,增进信号分辨率及信噪比,自根源方面提升对微小瑕疵的察觉水平,采用多频率和多模式检测技术的联合,可增强对不同类型缺陷响应的能力,促进检测的全面达成与灵敏度。若想提升检测灵敏度,就需要优化检测流程和数据处理技术,恰当编排检测方案,选出最佳的检测角度跟位置,能明显增进信号采集的效果,减小干扰及噪声造成的影响,采用先进的信号处理算法,诸如滤波、去除噪声与特征提取的技术,能使数据的准确性与灵敏度再上一个台阶,协助检测人员更明晰地识别隐患迹象。增强对检测设备校准及维护举措,保障设备于最佳状态下开展运作,同样是保障检测灵敏度的关键举措,联合运用高灵敏度检测设备以及科学的数据处理方法,既增强了无损检测技术识别缺陷的水平,也给建筑防雷系统的安全可靠运行增添了坚实保障。

#### 结语

作为保障建筑安全的关键方式,建筑防雷工程隐蔽部位无损检测技术,具备非破坏属性、高精度表现、适用范围广和现场快速检测等明显长处,依靠科学合理地抉择检测方法及设备,辅以先进的数据处理手段,能大幅增进缺陷识别能力及检测灵敏度,保障防雷系统的完整与可靠,伴随技术持续进步与应用逐步深入,于建筑防雷领域,无损检测技术将发挥更为核心的作用,为增进建筑安全水平以及防雷工程质量提供扎实的技术依托。

#### 参考文献

- [1] 丁晓雨. 分析无损检测技术在建筑工程检测中的运用[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(17): 2.
  - [2] 李莉, 安宁, 谈日光. 对防雷隐蔽工程施工监督要点的探讨[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(A02): 2.
  - [3] 李贵玲, 雷涛. 防雷装置隐蔽工程施工易忽视问题的探讨[J]. 工程质量 a 版, 2008.
  - [4] 黄兵兵. 建筑物防雷接地施工质量监督探析[J]. 四川水泥, 2021(11): 129-130.
  - [5] 徐颖, 田德宝, 屠周益, 等. 新建建筑物防雷隐蔽工程施工方法探析[J]. 浙江建筑, 2016, 33(1): 54-56.
- 作者简介: 范正义(1987-09), 男, 汉, 皖, 本科, 建设工程(建筑电气)中级, 研究方向: 工程防雷检测。