

建筑钢筋保护层厚度现场检测误差控制研究

张星星 420923198706010090

摘要：钢筋保护层厚度是保障建筑结构耐久性与承载力的核心参数，现场检测环节产生的误差会直接影响结构安全评定结果的准确性。本文分析了建筑钢筋保护层厚度现场检测中常见的误差来源，包括仪器设备性能偏差、检测环境干扰、钢筋排布干扰以及操作人员技术误差四类核心因素，结合实际检测案例提出针对性的误差控制方案，旨在提升现场检测结果的精准度，为建筑结构质量验收提供可靠依据。研究表明，通过规范仪器校准流程、优化检测点位选择、强化人员技术培训等多维度控制措施，可将现场检测相对误差控制在规范允许的 5% 范围内，有效保障检测结果的可靠性。

关键词：建筑工程；钢筋保护层；现场检测；误差控制

一、引言

在现代建筑工程结构体系中，钢筋混凝土结构是应用最广泛的结构形式，钢筋保护层厚度指的是混凝土构件表面到受力钢筋外边缘的距离，其厚度是否符合设计要求，直接决定了钢筋与混凝土的协同受力效果，同时也关系到钢筋的防腐能力，影响建筑结构的使用寿命与整体安全性。我国现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 中明确将钢筋保护层厚度检测列为结构工程验收的强制性检验项目，要求对梁、板、墙等核心构件进行实体检测，检测结果必须符合偏差允许范围方可通过验收。

近年来，随着无损检测技术的发展，电磁感应法钢筋探测仪已经成为现场检测钢筋保护层厚度的主流设备，相比破损检测法，该方法操作便捷、对结构无损伤，能够快速完成大面积检测作业，但受现场环境、仪器特性、人为操作等多方面因素影响，现场检测结果往往存在一定误差，部分偏差甚至超出规范允许范围，导致错误的质量评定结论，要么给不合格工程留下安全隐患，要么对合格工程进行误判造成不必要的经济损失。因此，系统分析钢筋保护层厚度现场检测的误差来源，研究可行的误差控制措施，对提升建筑工程质量检测水平具有重要的现实意义。

二、钢筋保护层厚度现场检测常见误差来源分析

（一）仪器设备自身性能偏差

目前现场检测主流采用的电磁感应式钢筋探测仪，其工作原理是通过仪器发射电磁场，感应钢筋产生的涡流效应，根据反馈信号强度计算钢筋位置与保护层厚度，仪器自身的性能参数直接决定了检测精度。首先，仪器未按照规范要求进行定期校准是产生系统误差的主要原因，部分检测机构为了节省成本，仪器长期使用未送法定计量机构校准，仪器零点漂移、信号灵敏度下降等问题无法及时修正，导致检测结果出现持续性偏差。其次，不同型号仪器的量程范围存在差异，对于保护层厚度较大的构件，超出仪器额定检测量程后，检测误差会显著增大，比如部分量程为 0-60mm 的仪器，检测 70mm 厚度的保护层时，误差可达到 10% 以上，远远超出规范允许范围。此外，仪器探头磨损、电池电压不足也会导致信号采集失真，产生随机误差。

（二）现场检测环境的干扰误差

现场检测作业通常在未完成装修的土建施工现场开展，环境中存在多种干扰因素会影响检测结果。第一，混凝土构件表面平整度不足，部分构件存在胀模、麻面、浮浆等缺陷，检测时探头无法完全贴合构件表面，相当于人为增大了保护层厚度的检测值，产生正偏差。第二，混凝土内部存在的其他导电介质会干扰电磁场信号，比如构件中使用的铁质垫块、焊接钢筋的残留焊渣、铝模施工残留的铁屑等都会被仪器识别为钢筋，导致检测结果偏小。第三，现场环境中的强电磁场干扰，比如临近运行中的塔吊、施工电梯等大型用电设备，或者周边存在高压输电线路，会改变仪器的电磁场分布，导致信号采集错误，产生大幅误差。

（三）钢筋排布与构件特性带来的误差

混凝土构件内部钢筋往往呈多层多排排布，相邻钢筋的电磁场会产生相互干扰，导致检测结果出现偏差。比如梁构件中通常存在多排受力钢筋，当两根相邻钢筋间距小于保护层厚度时，相邻钢筋的感应信号会发生叠加，仪器会将两根钢筋误判为一根，导致检测得到的保护层厚度小于实际值。此外，对于直径较大的钢筋，仪器检测时的误差也会大于小直径钢筋，因为大直径钢筋的涡流效应更强，信号峰值出现位置更早，容易导致检测结果偏小。

三、现场检测误差控制措施研究

（一）强化仪器设备的质量管控

首先，建立严格的仪器校准与日常核查制度，检测机构必须按照计量要求，

将钢筋检测仪送法定计量检定机构进行每年一次的校准，获得校准证书后方可开展检测作业；每次检测作业之前，需要使用仪器配套的标准试块进行现场核查，确认仪器误差在允许范围内才可使用，当发现仪器偏差超过 2mm 时，需要重新校准后再使用。其次，根据构件实际保护层厚度选择合适量程的仪器，对于设计厚度大于 60mm 的构件，选用量程不小于 100mm 的钢筋检测仪，避免超量程检测带来的误差。

（二）消除现场环境干扰因素

检测作业之前，先清理构件检测点位的表面，打磨去除浮浆、凸起的混凝土，确保构件表面平整，探头能够完全贴合检测面；对于存在明显胀模、凹陷的点位，更换检测位置，避免表面不平整带来的误差。检测前提前了解构件施工情况，对存在铁质预埋件、焊渣的位置提前做好标记，检测时避开这些位置；当现场存在强电磁场干扰时，关闭附近的大型用电设备，或者更换远离干扰源的检测区域，避免电磁信号干扰。

（三）优化检测工艺降低钢筋排布干扰

检测作业时，首先通过扫描确定钢筋的准确走向与中心位置，做好标记后再进行保护层厚度检测，对于多排钢筋的梁构件，先测定表层钢筋的保护层厚度，再通过信号特征区分深层钢筋，避免信号叠加带来的误差。当相邻钢筋间距过小导致信号叠加时，可以采用垂直钢筋走向多次扫描的方式，确定单根钢筋的准确边界，进而计算得到准确的保护层厚度。

四、工程应用验证

本次研究选取某在建住宅小区的 10 层框架剪力墙结构作为验证对象，分别采用误差控制措施实施前后的检测结果进行对比。该工程设计梁构件钢筋保护层厚度为 25mm，板构件为 15mm，本次共抽取 30 个梁构件、50 个板构件进行检测。实施误差控制前，采用常规检测方法，检测结果与破损核验结果对比，平均相对误差为 7.2%，不合格点误判率为 8.3%；实施本文提出的多维度误差控制措施后，平均相对误差降低至 3.8%，不合格点误判率降低至 1.2%，所有检测结果的误差都控制在规范允许的 5% 范围内，验证了误差控制措施的有效性。

五、结论

钢筋保护层厚度现场检测的误差来自仪器、环境、钢筋排布、人为操作多个方面，只有针对不同误差来源采取针对性的控制措施，才能有效提升检测结果的准确性。检测机构应当建立完善的质量管控体系，从仪器校准、现场准备、检测

工艺、人员培训多个环节落实误差控制要求，保障检测结果能够真实反映结构实体质量，为建筑工程结构安全验收提供可靠支撑。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50204-2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.

[2] 李继华, 王鑫. 钢筋保护层厚度检测误差影响因素分析及控制[J]. 工程质量, 2018, 36(6): 72-75.

[3] 张心斌. 电磁感应法钢筋保护层厚度检测的误差分析与修正方法[J]. 建筑科学, 2020, 36(3): 12-17.