

# 钢筋保护层检测技术应用于建筑工程实体检测中的研究

陈小相

广东世班检测有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i8.8357

[摘要] 加强对钢筋保护层检测技术的研究，既有一定的学术价值，也有一定的实际价值。在理论上，钢筋保护层检测技术研究能促进我国建筑工程实体检测的发展；在实际应用中，可以提升检测工作的效率与品质，使建筑工程的质量与安全性得到切实的保证。鉴于此，本文先是阐述了钢筋保护层的关键作用，然后对检测技术的基本原理进行了剖析，接着分析了钢筋保护层检测技术在建筑工程实体检测中的具体应用，最后汇总了检测数据处理方法，以期为相关人士提供参考。

[关键词] 钢筋保护层；建筑工程；实体检测

## Research on the Application of Steel Rebar Protective Layer Testing Technology in Building Engineering Quality Inspection

Chen Xiaoxiang

Guangdong Shibian Testing Co., Ltd.

[Abstract] The study of steel rebar protective layer testing technology holds both academic and practical significance. Theoretically, this research promotes the development of building engineering quality inspection in China. Practically, it enhances inspection efficiency and quality, ensuring the safety and reliability of construction projects. This paper first elucidates the critical role of steel rebar protective layers, then analyzes the fundamental principles of testing technology. Subsequently, it examines specific applications of protective layer testing in building engineering quality inspection. Finally, it summarizes data processing methods to provide reference for professionals.

[Key words] steel rebar protective layer; building engineering; quality inspection

### 一、钢筋保护层的关键作用

钢筋和混凝土的协同工作状态，需要多种条件才能达到高效的协同工作。

首先是粘着力，当混凝土凝固后，混凝土与钢筋表层会产生更大的粘性，这样在受力后二者会发生同样的变形，防止产生滑动，起到“绳索”的作用，例如，当混凝土受到弯曲时，钢筋会受到拉伸，混凝土会受到挤压，而内聚力则会阻止钢筋的形变。其次，二者的温差热膨胀系数相近，约为 $(1.0-1.5) \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，且在温差作用下，不会发生大的应力损伤粘结，保证了结构的整体性。此外，由于混凝土本身是碱的，所以可以在其上生成一种钝化膜，可以起到隔绝氧气、湿气等防腐作用，从而确保其耐久性<sup>[1]</sup>。

从钢筋的工作特性来看，混凝土具有较高的抗压强度，但抗拉强度较低，二者结合能够充分发挥各自的材料优势——通

过钢筋承担拉力、混凝土承受压力，进而提升结构的受力效率。从横断面分析，受力钢筋的位置越靠近受压区，其所能承受的弯矩就越大，对结构受力的影响也越显著。通常而言，梁、板的抗拉加强筋应布置在靠近受拉边缘的位置，例如受拉区的挑梁受力部位。但需注意的是，钢筋的主要成分铁易发生氧化反应。在腐蚀过程中，钢筋的截面尺寸会减小、强度会衰减，这不仅会影响结构的整体性，严重时还可能导致整个结构失效。

### 二、检测技术的基本原理剖析

电磁感应法是一种常用的钢筋保护层无损探伤方法，它是根据法拉第的电磁感应原理而进行的。即在混凝土中施加交变磁场，使钢筋在混凝土中形成二次磁场，从而实现钢筋在混凝土中的定位及保护层厚度的准确定位。其原理是，探测装置的发射线圈在其内部形成交变磁场，在其内部引入电流，依据楞次定律，在其周围形成次级磁场。接收线圈的作用是接受次

级场的信号，并把它转化成电信号，送到仪器作进一步的分析 and 处理。在此基础上，通过对二次磁场的幅值、相位等参量的检测，并与预先设定的算法及模型相结合，实现对钢筋的定位与保护层厚度的精确测定。由于其操作简单，检测速度快，可在较短的时间内完成大量测点的测量，适合于大部分建设项目中的钢筋保护层检测。然而，由于钢筋直径和混凝土中的铁磁材料含量等因素的影响，使得该方法在复杂的环境中存在较大的误差。比如，如果混凝土中含有大量的铁磁杂质，则会对其造成一定的磁场扰动，从而造成测量误差。

雷达法作为一种非破坏性检测方法，通过对混凝土内部的电磁波传输特征进行探测，可以有效地探测到钢筋的表面。雷达发射天线将高频率的电磁波传输至混凝土内部，当其与钢筋等材料接触时，将产生反射、折射现象。在实际工程应用中，由于材料内部存在传输速率差异，因此在传输过程中会产生与钢筋埋深（即保护层厚度）相关的信号<sup>[2]</sup>。通过对检测得到的回波信号进行分析，并结合介质等参数，即可得出保护层的厚度。雷达法具有无接触检测、检测范围广、能同时检测钢筋间距与直径等多种参数的特点，非常适合大范围的钢筋检测工作。但其检测费用昂贵，对检测员的技能水平提出了更高的要求，并且检测中易受混凝土内部缺陷和水分等因素的影响，从而降低了检测精度。比如，混凝土内部存在裂纹、孔洞等内部缺陷时，其传输途径将会产生变化，进而对检测的精度产生一定的影响。

局部破损检测法是在混凝土构件出现局部损伤后，对其进行直接测定的方法。目前较为常见的有钻孔取芯法和凿除法。采用钻孔取芯法时，需在混凝土构件中钻孔，以含有钢筋的芯样作为试件，通过测定钢筋与试件表面的间距，得出钢筋保护层的厚度；采用凿除法时，则需对混凝土表层进行部分凿削，使内部钢筋暴露出来，再用专用量具测定保护层厚度。这类局部破损检测方法具有检测结果直观、精确的特点，能够直接获取混凝土结构中钢筋保护层的真实厚度，为工程施工质量评价提供可靠依据。但该技术也存在明显缺点：会对混凝土构件造成一定破坏，且操作繁琐、耗时长、检测费用较高，因此通常仅适用于检测精度要求高、检测点数较少的场合，如重要部件或可疑部件的检测。在重大工程中，钻孔取芯法应用较为广泛，但检测结束后，必须对芯样孔洞进行妥善修补，以确保结构的完整性与安全性。

### 三、检测技术在建筑工程实体检测中的具体应用

#### （一）检测前的周全准备

在进行钢筋保护层检测前，必须先进行检验和标定。对于用电磁感应方法进行检测的仪表，要注意其外表有无破损，显

示屏是否清晰，按键是否敏感。在检测过程中，需特别注意发送线圈、接收线圈等重要元件，它们的工作状态会对检测精度产生较大影响。检测前，为确保结果准确，需使用标定样品对仪表进行校正。在标定时，应严格遵循仪表的操作规程，将仪表测定的结果与标样的实测结果相比较，如有偏差，则需要调整仪表，保证其测定的误差不超过容许的限度。比如，在 10~50 毫米的混凝土保护层的检验中，根据有关规范，检验的容许偏差应该是  $\pm 1$  毫米，经过校正可以保证该设备可以满足这个精度需求。

此外，对施工图纸及施工现场情况的了解，也是检验工作中不可或缺的环节。检测前需全面掌握建设项目的设计目的及结构特征，认真研读施工图纸中关于钢筋布置、保护层厚度等相关资料，并对关键检查点做好标记。例如，梁、板等构件因对结构承载能力和耐久性影响较大，通常是检测的关键部位。在勘察施工现场时，需注意混凝土表面是否存在障碍物、孔洞或裂缝；对于有饰面的部位，应先清理干净再进行检测，以保证检测面干净平整。同时，还要关注施工现场的电磁干扰情况，尽量避开大型电器、高压电线等强电磁干扰源，确保检测设备正常运行，保障检测结果的精度。

#### （二）检测部位与数量的科学确定

根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）及其他有关规定，所选择的测点必须要有一定的代表性，才能真实地反应出钢筋保护层的受力状况。试验部件在施工总平面上的布置要均衡，板件可按具有典型意义的天然间隔进行检验，大尺寸的板件可按纵向和横向划分检验断面，再抽样检验。尤其是梁、板等构件，其保护层的厚度对其承载力及耐久性能有很大影响。

规范对检测量的确定有明确规定。对于梁、板两类构件，每种需抽取 2% 的构件进行检验，且每种构件的检验数量至少为 5 个；若存在悬挑构件，受力构件中悬挑梁和悬挑板的占比不得低于 50%。对于选定的梁类构件，需检查其所有纵向受力钢筋的保护层厚度；对于选定的板类构件，至少要抽取 6 根钢筋的保护层厚度进行检测。在每个具有典型意义的检测位置，应分别测定 3 个点，再计算这 3 个点的平均值作为该位置的检测结果。该规范不仅能确保检测结果的真实可靠，还能对检测费用和检测人员的工作量进行有效控制。例如，某栋建筑面积为 10000 平方米的房屋，有 500 个梁类构件，根据规范要求，至少需抽取  $500 \times 2\% = 10$  个梁类构件，且其中悬挑梁的数量不得少于 5 个；同时，对板类构件的检验，也需按照相应的比例和数量规定执行，以保证检验成果能精确反映整栋楼钢筋保护层的质量水平<sup>[3]</sup>。

### (三) 检测流程与操作要点

在实际工程中,对钢筋保护层进行检验的过程通常分为两部分:一是确定钢筋位置,二是确定保护层的厚度。在加固过程中,可采用钢筋探测器对其进行检测。例如,运用“电磁感应式钢筋检测仪”时,操作过程为:将探测器贴近混凝土表面并缓慢移动,当探测到钢筋时,仪器会发出信号,同时在显示器上显示出钢筋的具体位置。进行扫描时,必须保证探针与混凝土平面呈垂直状态,且移动速度要保持一致,通常控制在10-20cm/s,这样才能实现对钢筋的精确定位。通过对不同检测方法的对比分析,可以明确各自的优缺点。

在确认钢筋位置后,便可开展保护层厚度的检测工作。根据所使用设备的型号及功能,需先设定相关参数,如钢筋公称直径、检测范围等。随后,将探针直接对准钢筋位置,从仪器仪表上读取保护层厚度数值。为保证检测精度,同一位置需进行二至三次检测,最终以平均值作为该位置的检测结果。若两次检测结果的差值超过1毫米,需舍弃该结果,排查问题根源后重新检测。若检测结果始终无法达到设计指标,则需更换检测仪器,或采用局部破损检测法进行复核。

在检测的全流程中,需要特别留意的问题较多。在检测之前,一定要对仪表进行过加热与调零,零点位置要与金属物品保持一定距离,检测期间要时常检查仪表有没有离开起始位置,并适时的调零,以确保检测结果的精度。避免在模板接头、加固接头以及绑扎钢丝等地方进行检测,以免影响检测结果。在采用雷达法量测过程中,应充分考虑混凝土内部缺陷及水分含量等对量测结果的影响,并结合现场实测资料加以修正。针对部分损伤探测方法,在钻孔或刮削过程中要注意,避免损伤到钢筋,测量时使用游标卡尺等具有更高的测量精度,测量的准确度要达到0.1毫米,以确保检测结果的准确。检查完毕后,应对部分损坏的部分进行修补,以保证结构的整体安全。

### 四、数据处理方法

在钢筋保护层检测结束后,如何科学、合理地检测结果进行分析,是获得正确结果的重要环节。首先是对资料的过滤,审核者需要仔细地将收集到的资料仔细地过滤掉,排除掉一些有问题或者是没有意义的信息。比如,如果EMF检测设备发生了故障,使得某个片断的检测结果显示了显著的变化,与其它的检测结果有很大的出入,那么就必须将其剔除掉,不再用于下一步的分析。

对可能出现的离群点应加以严密的判定与处置。一种常见的计算方式是采用3sigma原理,将一组资料的数值在均值±3个标准偏差以内的资料称为离群点。假定一批次的钢筋保护层厚度检测资料的均值是30毫米,而标准偏差是2毫米,则如

果不超过 $30-3\times 2=24$ 毫米,或者超过 $30+3\times 2=36$ 毫米,则会认为是不正常的。针对这种离群点,我们必须对其成因进行深刻的剖析。若试验中出现的误差,如试验人员操作错误、仪器瞬时受到扰动等,则可用再试验或参照其它有关资料加以校正;若因构件自身的某些特性(例如:部分钢筋腐蚀引起的保护层厚度改变等)而出现了不正常的数值,应对此区域进行细致的检测与分析,以判断其对工程施工的影响。

经过对数据的过滤、离群的分析,得到了各类型的钢筋保护层厚度的平均值及标准偏差等相关的统计学指标。该平均值是用全部有效检测数据相加后,用数据的数量来计算的,它可以反映出整体的钢筋保护层厚度水平。在此基础上,提出了一种新的混凝土保护层的新方法——混凝土保护层的厚度均匀性。相反,当标准偏差较大时,则会造成资料的离散性增加,从而影响到钢筋保护层的均匀。比如,在一项具体的工程中,梁状结构的钢筋保护层厚度检测资料,其平均值是25mm,而标准偏差是1.5mm,说明本项目中的梁型结构中的钢筋保护层整体上比较均一,多数检测点的厚度都比较接近平均水平<sup>[4]</sup>。此外,还可以画出柱状图、折线图数据分布图,使其更加形象地显示出各厚度区域的资料分布状况,进而对保护层的分布特性有一个较为完整的认识。

### 结语

总之,钢筋保护层检测技术的发展将为建筑业的可持续发展贡献力量。精确的检测方法能有效保障建筑物的安全性与耐久性,减少因质量问题产生的维修养护成本,进而降低资源浪费和对环境的影响。同时,检测技术的进步还会推动建筑材料与施工方法的创新,助力建筑业向绿色、环保、节能的方向转型。通过本项目的实施,可促进建材研究人员开发出抗腐蚀性能更优异的钢筋和混凝土材料,延长其服役寿命,减少废弃物产生,最终实现建筑业的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]许磊.关于钢筋保护层检测技术在建筑工程实体检测中的应用探讨[J].建筑与装饰,2025(8):124-126.
- [2]李伟欢.钢筋保护层检测技术在房屋建筑工程实体质量检测中的运用案例分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(5):128-131
- [3]许达.探讨建筑工程检测中钢筋保护层检测技术的应用[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):154-157
- [4]李娅.关于钢筋保护层检测技术在建筑工程实体检测中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):0032-0035.