

电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用分析

邓帅

珠海市金湾区建设工程质量监测站

摘要: 文章首先对电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术原理进行了阐述。其后,结合检测前准备、确认待测钢筋位置、检测钢筋保护层厚度等部分,分析了电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术方法、操作流程。再后,围绕适用工程情形、把控探头尺寸、确定信号峰值等方面,探讨了电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术要点、注意事项。最后,从人为因素与仪器性能两个角度入手,提出了运用电磁感应式钢筋扫描仪进行现场检测的技术质量管理建议。

关键词: 电磁感应式钢筋扫描仪; 钢筋; 保护层厚度; 现场检测

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.048

引言

在现代建筑工程建设中,钢筋是不可或缺的重要施工材料,若其在材料性能、搭建结构等方面存在缺陷,将严重影响建筑工程的整体质量。而钢筋的保护层厚度,正是关联钢筋施工应用质量的关键指标。若保护层的厚度过小,将很难满足钢结构的保护、固定、防水、防火等性能需求。若保护层的厚度过大,则会导致钢构件出现受力超负荷的负面现象。所以,有必要对运用电磁感应式钢筋扫描仪检测钢筋保护层厚度的相关技术问题展开分析探讨。

一、电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术原理

电磁感应法是现阶段工程检测体系中常用的钢筋检测方法,主要检测对象为钢筋的保护层厚度。具体来讲,其技术原理为:在启动电磁感应式钢筋扫描仪后,其信号传感器(即探头)会在单线圈或多线圈结构的支持下产生电磁场。现场检测时,若电磁场中存在金属物体,便会造成电磁波的吸收或反射回弹。此时,磁力线发生形变,电磁场的强度也会随之发生波动变化。在扫描仪持续运行的状态下,探头会对电磁信号的变化进行同步感知,并依托扫描仪系统的信号处理机制,将接收到的信号信息转化为金属物体的实测距离信息(即钢筋保护层厚度),并呈现在显示装置上。如此一来,相关人员便能通过观察读数,对钢筋保护层厚度的检测结果

进行获取和分析。

二、电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术方法及注意事项

(一) 现场检测技术方法

在使用电磁感应式钢筋扫描仪开展工程现场的检测工作时,主要应落实如下工作环节与技术流程:

1. 检测前准备

正式进行现场检测之前,需要做好图实核查、环境整理、仪器准备三项工作。在图实核查方面,应对工程现场情况与图纸设计内容进行比对,在掌握钢结构布局、钢筋位置、钢筋尺寸、钢筋间距等信息的基础上,使用游标卡尺、测距仪、钢卷尺等工具进行外部检测,严格保证图实相符。若工程现场的实测值与图纸设计值存在偏差,应及时了解是否存在工程变更、施工误差等情况,并对相关信息进行调整;在环境整理方面,应首先对待测工作面进行清洁处理,保证建筑结构表面平整且无浮灰、无污染。其后,由于钢筋扫描仪的技术原理为电磁感应,所以一旦现场存在较强的电磁干扰源,将很可能影响检测结果的精准度与可用性。因此,检测时应尽量撤出干扰能力强的用电设备,并使钢筋检测活动远离金属物体,如金属梯架、金属锤、钥匙等;在仪器准备方面,主要应做好电磁感应式钢筋扫描仪的检查、调试与校准。首先,要对扫描仪进行外观检查与系统操作检查,保证扫描仪无损坏、无故障,电量充足,整体运行质量良好。其次,要基于扫描仪的特定型号及操作说明,将扫描仪的工作参数调整至标准值。调整时,应保证扫描仪的探头部分与金属物体相隔较远。最后,使用扫描仪检测校准钢试件,并对输出的检测结果进行分析。通常情况下,钢试件的保护层厚度在10mm至40mm之间。在此区间内,若试检验结果的厚度误差小于1mm,间距误差小于3mm,则表明扫描仪性能良好,可直接用于现场检测。反之,则表明扫描仪存在过大工作误差,需要实施进一步的调试与预热,直至其性能达到现场检测要求^[1]。

2. 对待测钢筋的具体位置进行确认

应以工程设计图纸为依据,对现场建筑结构中钢筋的具体走向形成明确认知。并沿梁、柱、板等建筑构件走向的垂直方向,匀速、缓慢地移动电磁感应式扫描仪

的检测探头。现场检测时，应将探头的位移速度控制在每秒5cm以内。其后，结合工程设计内容与施工结构原理，按照信号强弱对钢筋类型进行判别，并做好相应的位置标记。一般情况下，横向钢筋的信号强度最高，纵向钢筋次之，箍筋的信号强度最弱。标记钢筋位置时，单个钢筋的标记数量不可低于三处。最后，若待测工作面的钢筋结构较为特殊，需要对确定钢筋位置与检测方向的技术方法进行适当调整。例如，在进行双层、双向钢筋网结构的现场检测时，可先检测确认两根同向钢筋的位置。其后，再取两根钢筋的中轴线作为实际的检测方向。

3. 对钢筋直径及保护层厚度进行检测

首先，需要对电磁感应式钢筋扫描仪进行复位处理，并根据建筑设计图、箍筋分布图等工程资料，将钢筋直径、钢筋保护层厚度的设计值输入扫描仪。其后，根据预先标记好的钢筋位置及走向，手持扫描仪对工作面上的各个钢筋测点进行检测。检测时，应对检测探头的移动速度进行动态控制，保证探头移速随着与钢筋距离的缩短而减慢。获得钢筋现场检测结果时，应将电磁感应式钢筋扫描仪的读数信息精确到1mm。并且，为了提高现场检测质量，保证扫描仪读数结果的可靠性，应在相同条件下对钢筋测点实施多次检测，通常以两次为宜。在此基础上，若两次检测结果的读数偏差小于1mm，则算为有效，并取两个读数的均值作为最终结果。反之，若两次检测结果的读数偏差大于1mm，则算为无效，并对造成过大偏差的原因进行排查解决。然后，再重新实施基于相同测点的两次检测行为。最后，对电磁感应式钢筋扫描仪的现场检测结果进行记录，并按照相关工程规范、技术标准开展分析工作^[2]。

4. 对现场检测结果进行分析评价

在分析电磁感应式钢筋扫描仪现场检测的记录信息与检测结果时，需要遵循的工程文件包括《混凝土中钢筋检测技术规程》《钢筋保护层检测作业指导书》《混凝土结构工程施工质量验收规范》等。具体分析实践中，应计算的数据主要为钢筋保护层厚度的均值、

特征值以及标准差，函数公式分别为 $\bar{D}_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ni}}{n}$ ，

$D_{ne} = \bar{D}_n - 1.695S_D$ ， $S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_{ni})^2 - n(\bar{D}_n)^2}{n-1}}$ 。其

中， \bar{D}_n 为钢筋保护层的厚度均值， D_{ne} 为钢筋保护层的厚度特征值， S_D 为钢筋保护层厚度测量的标准差， D_{ni} 为具体钢筋测点的厚度实测值（i为测点排序编号），n为

现场检测中工作面上的实测点数。在代入实测信息，获得计算结果后，还需要进一步对电磁感应式钢筋扫描仪的现场检测分析结果进行评价判定。首先，对于单个测点的反复检测结果，其设计值与实测值的偏差应处在相关技术规程、验收规范的要求范围内。若超出文件要求范围，则表明钢筋不合格。其次，对于整体建筑构件中多个测点的反复检测结果，需要对钢筋保护层厚度的实测特征值与设计特征值进行比值运算。若运算结果处在0.9至1.3的区间内，则可判定为合格。若运算结果低于0.9或高于1.3，则表明钢筋不合格。最后，还需要对各类钢筋现场检测的总体合格率进行运算判定，具体公式为合格率=合格测点数量/测点总数×100%。在大部分工程中，若电磁感应式钢筋扫描仪现场检测的合格率达到90%以上，则可判为达标通过。若合格率处在80%至90%之间，则需要按照相同检测条件、数量规模开展复测工作。综合两次现场检测结果，若整体合格率超过90%，同样可判为达标通过。反之，则表明钢筋保护层厚度存在施工异常，即未达到合格标准^[3]。

（二）现场检测注意事项

在使用电磁感应式钢筋扫描仪进行现场检测时，主要应明确如下注意事项与技术要点：

第一，基于电磁感应的原理特性，电磁感应式钢筋扫描仪并不适用于所有的工程情形。若建筑结构中含有铁磁性成分，或建筑钢结构已发生了严重锈蚀，将会对扫描仪的工作稳定性产生明显干扰，进而导致现场检测结果不具备可靠性。

第二，电磁感应式钢筋扫描仪探头的尺寸及工作距离均会对现场检测结果产生影响。一方面，应根据钢筋保护层的厚度选择适合尺寸的扫描仪探头。保护层越大，探头尺寸也应越大，反之亦然。另一方面，扫描仪探头距离待测钢筋越远，电磁感应信号的交互效果越差，扫描仪可能遭受的干扰也越强。所以，在现场检测时应保证扫描仪探头紧紧贴合工作面，并避免在位移过程中出现缝隙。在此基础上，若钢筋保护层的设计厚度在扫描仪最小量程以下，可在建筑构件外部加设适当厚度的垫块。获取读数、分析结果时，将垫块厚度从实测值中减去即可。对此，为了保证现场检测的精确性、有效性，也能使探头、垫块、工作面三者充分贴合。此外，若工作面平整度不佳，也会对扫描仪探头的工作距离产生影响，并可能导致探头出现过度磨损。所以，在现场检测的准备阶段，若发现待测工作面存在严重的不平整现象（例如平面凹点与凸点的差值超过0.5mm），应另选其他工作面，或对建筑构件表面实施磨平处理。

第三，在移动电磁感应式钢筋扫描仪探头进行现场检测的过程中，若探头处于被测钢筋的正上方，则此时两者间距最短、检测信号最强。在这种情况下，搭载在扫描仪系统中的蜂鸣器会被触发，进而通过鸣响提示人员对钢筋准确位置进行感知。然而在实际的技术应用中，经常发生人员在扫描仪鸣响前后标记钢筋位置的情况，继而导致相关检测信息出现偏误。对此，一方面要做好扫描仪探头位移速度的控制。通常情况下，探头移速匀速把控在每秒5cm左右。在此基础上，当信号强度明显增强时，应有针对性地减缓位移速度，具体以每秒2cm为宜。另一方面，部分扫描仪蜂鸣器有着一定的触发延时与鸣响时长。所以，在蜂鸣器发出鸣响后，相关人员应缓慢地控制扫描仪探头在工作面上做小距离往复位移，从而精准地找出检测信号的峰值点，即钢筋的实际位置^[4]。

第四，电磁感应式钢筋扫描仪与被测钢筋的空间关系，也是影响现场检测结果精确度的重要因素。所以，在现场检测实践中，应做好扫描仪方位的把控与调整，尽可能地保证信号传感线（即探头轴线）与钢筋所处平面处于平行状态，以达到最佳的扫描检测效果。在此基础上，若现场条件存在限制，扫描仪的信号传感线必然与钢筋所处平面存在夹角，则需要对检测结果实施修正处理。一般来讲，若两者夹角达到 20° ，钢筋保护层厚度的实际值会低于实测值10%以上。若两者夹角达到 90° ，钢筋保护层厚度的实际值会低于实测值20%以上。

第五，在电磁感应原理下，相邻钢筋通常也会对被测钢筋的检测结果形成干扰。具体来讲，在同一检测区域中，若相邻两条钢筋之间的距离在保护层厚度的1.5倍以上，则电磁感应钢筋扫描仪的读数不会受到明显影响。反之，若相邻钢筋的间隔距离小于这一数值，扫描仪探头在发射、接收检测信号时，便很可能会出现电磁干扰的情况。并且，同个钢结构的密度越高，即钢筋之间的距离越短，干扰影响也会越强，扫描仪显示的数值也会越小。所以，在检测高密度钢筋结构时，相关人员在获取保护层厚度信息后，应避免直接用于后续工作，而是要先对扫描仪读数进行调整处理。

三、电磁感应式钢筋扫描仪在现场检测中运用的技术质量管理建议

在运用电磁感应式钢筋扫描仪开展现场检测工作的过程中，人为因素会对技术应用质量、结果分析质量产生直接影响。若相关人员在仪器操作、现场施工中缺乏专业性、严谨性，将很容易导致检测误差的发生，继

而降低钢筋及其构件主体的建设质量，甚至对建筑工程整体效益造成损害。所以，相关单位在钢筋现场检测工作开展的过程中，应严格落实各项人员管理工作。一方面，要通过理论教育、原理讲解、实操培训、案例分析等手段，全面提升检测岗位人员的工作素养，保证人员做到熟知各类技术规程、掌握仪器运用方法、明确检测注意事项、重视检测风险控制。只有这样，才能从根本上保证电磁感应钢筋扫描仪的运用质量与作用效果。另一方面，要加强制度约束与现场监管，保证相关人员在现场检测中规范、严谨地做到按工程文件作业、按技术流程作业，以防止探头移动过快、单次实施检测、随意读取数据等负面情况出现^[5]。

除此之外，还需要对电磁感应式钢筋扫描仪的性能质量做好把控。要保证扫描仪每年至少进行专业检定一次，并能够满足不同的工程现场检测要求。一般来讲，在钢筋保护层厚度不超过40mm的情况下，扫描仪检测偏差应小于1mm。若钢筋保护层厚度处于40mm至60mm的区间内，扫描仪检测偏差应小于2mm。若钢筋保护层厚度超过60mm，则扫描仪检测偏差不应超过厚度的十分之一。只有专业检定全面合格，电磁感应式钢筋扫描仪才能运用到实际的现场检测工作中。

结论

总而言之，将电磁感应式钢筋扫描仪运用到建筑工程的现场检测中，能够达到较为理想的钢筋保护层厚度检测效果。但需要注意的是，电磁感应式钢筋扫描仪的运用涉及多个技术环节与工作流程，且实测结果的精确度会受到多种因素影响。所以，相关人员在现场检测实践中，应做好检测技术的全程化、全面化把控，并做好现场工作环境、探头位移速度、钢筋空间位置等方面影响风险的有效规避，以提高钢筋保护层厚度的最终检测质量。

参考文献

- [1] 林晟野. 钢筋保护层厚度检测精度影响因素及操作要点分析[J]. 居业, 2021(10): 162-163.
- [2] 黄伟. 钢筋保护层厚度检测及质量控制技术研究[J]. 建筑与预算, 2021(08): 122-124.
- [3] 方虹. 钢筋保护层厚度检测精度影响因素及操作要点[J]. 科技资讯, 2021, 19(30): 63-64+67.
- [4] 范庆洪. 建筑工程主体结构现场检测的意义及方法探究[J]. 四川水泥, 2021(09): 139-140.
- [5] 宋利堂. 电磁感应法检测钢筋保护层厚度相关问题探讨[J]. 中国金属通报, 2021(05): 176-177.