

Practice of Supervision and Sampling of Magnetic Well Method Based on Digital Management System

Ziwei Wen

Wenzhou Construction Market Management Station, Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract

In order to better promote the smooth construction of building engineering foundations, this paper takes Wenzhou's effective control of the length of pile reinforcement cages as an example to analyze the application of the magnetic well method for detecting the length of pile reinforcement cages under the background of rapid development of information technology. The influencing factors of the magnetic well method in the supervision and sampling of pile engineering are analyzed, and corresponding improvement ideas are proposed. A digital management platform is constructed to assist the effective application of the magnetic well method for sampling, relying on pile foundation construction data to achieve all-round digital collection, strengthening the collision interaction of pile foundation construction information, processes, and building materials, promoting the smooth progress of engineering projects, and enhancing the overall efficiency of engineering construction.

Keywords

pile foundation; magnetic logging method; digital platform

基于数字化管理系统磁测井法监督抽测的实践

温自伟

温州市建筑市场管理总站，中国·浙江温州 325000

摘 要

为了更好地促进建筑工程地基的顺利施工，论文以温州在基桩钢筋笼长度有效管控为例进行分析，介绍信息技术快速发展背景之下基桩钢筋笼长度磁测井法探测技术的运用情况，分析磁测井法在基桩工程监督抽测中的影响因素，并对此提出相应的改进思路，构建数字化管理平台助力磁测井法抽测有效应用，依托桩基施工数据实现全方位数字化采集，加强桩基施工信息、工序、建材实现碰撞交互，促进工程项目顺利开展，增强工程施工整体效能。

关键词

桩基础；磁测井法；数字化平台

1 引言

桩基础在中国高层建筑、桥梁等工程中被大量采用，已成为中国工程建设中最重要的一种基础型式，桩基础施工质量关系着建筑工程结构和人民生命财产安全。温州地处东南沿海，属于典型的深厚软土地基，桩基础是最为常用的一种基础形式，其中钻孔灌注桩占大部分。论文以温州在基桩钢筋笼长度有效管控为例，探索数字赋能下如何应用基桩钢筋笼长度磁测井法探测技术（下文简称“磁测井法”）提升质量监管效率，有效保障工程质量。

2 当前桩基施工中存在的问题

当前工程建设量大面广，各类新技术、新材料不断涌现，而各地质量监督机构力量不足、能力不高、监管方式不多，也成为工程质量问题频发的另一重要原因。据统计，温州下辖的县一级工程质量监督机构人均监管面积超过 50 万平方米，如按照《房屋建筑和市政基础设施工程质量监督管理规定》（建设部第 5 号令）的要求对工程实体质量、工程质量责任主体和质量检测等单位的工程质量行为进行抽查、抽测往往力不从心，一般都是采取事后定点方式进行质量监督，对已隐蔽的工程无法开展有效的检查。如在桩基础验收中主要监督内容是核对桩位偏差情况、检查桩小应变检测和静载试验是否满足要求，而这三项内容无法体现基桩施工过程钢筋笼长度、桩长等关键数据是否按设计要求设置，因而对基桩施工过程的质量情况无法掌握真实数据^[1]。

【作者简介】温自伟（1977-），男，中国浙江温州人，本科，高级工程师，从事工程质量监督、建筑工程市场监管以及智能建造应用等研究。

3 基桩钢筋笼长度磁测井法探测技术介绍及应用情况

3.1 磁测井法探测技术介绍

浙江省工程建设标准 DB33/T1094—2013《基桩钢筋笼长度磁测井法探测技术规程》是由浙江有色地球物理技术应用研究院主编，自 2014 年 1 月 1 日起施行，适用于基桩钢筋笼长度和钢桩长度的探测，是通过在桩中或桩侧成孔，采用专业仪器测量井壁及其周围介质的磁性参数来分析、判断钢筋笼长度的探测方法，这种方法理论上能将探测误差控制

在 1m 内，是检验施工质量、解决过程监督不到位、保证基桩钢筋笼施工符合设计要求的有效办法^[2]。

3.2 磁测井法在温州监督抽测中的应用

2020 年 11 月以来，根据多起质量投诉提供的线索并结合相应工程桩基施工现场管理及技术资料分析，温州开始利用磁测井法对基桩钢筋笼长度进行监督抽测。对投诉的 3 个项目开展的监督抽测情况看，都有不同程度的偷工减料现象存在。为全面排查全市桩基工程钢筋笼长度具体情况，在随后的半年时间里共对全市 18 个工程项目的 33 根基桩进行了磁测井法应用测试，检测情况如表 1 所示。

表 1 3 个项目监督抽测情况

桩号序号	原始资料提供钢筋笼长（m）	施工钢筋笼底标高（m）	测试钢筋笼底标高（m）	推测钢筋笼底标高偏差（m）
1	43.82	-53.2	-51.85	-1.35
2	15.8	-20.75	-17.87	-2.88
3	58	-67.45	-65.1	-2.35
4	66.6	-68.97	-67	-1.97
5	66.6	-67.47	-63.7	-3.77
6	67	-67.87	-66.15	-1.72
7	16.75	-23.35	-21.4	-1.95
8	39.49	-42.79	-39.85	-2.94
9	45.14	-50.94	-49.2	-1.74
10	43.2	-48.85	-45.25	-3.6
11	54.56	-60.35	-58.63	-1.72
12	54.56	-60.1	-57.98	-2.12
13	54.56	-60.35	-50.45	-9.9
14	48.84	-57.57	-56.13	-1.44
15	53.04	-58.7	-58.25	-0.45
16	34.49	-39.85	-39.4	-0.45
17	63.31	-68.45	-66.2	-2.25
18	63.31	-68.45	-66.2	-2.25
19	63.31	-68.45	-66.2	-2.25
20	38.49	-44.2	-44.3	-0.1
21	50.6	-58.95	-56.65	-2.3
22	50.49	-56.75	-54.11	-2.64
23	68.49	-74.75	-72.57	-2.18
24	58.42	-64.65	-65.04	0.39
25	56.38	-65.6	-64.65	-0.95
26	41.6	-46.05	-44.74	-1.31
27	59.44	-64.82	-62.7	-2.12
28	57.06	-64.17	-60.27	-3.9
29	57.34	-63.65	-55.15	-8.5
30	60.08	-66.39	-57.81	-8.58
31	59.17	-64.98	-62.31	-2.67
32	59	-64.81	-63.56	-1.25
33	58.5	-64.31	-62.56	-1.75

考虑测量误差和人员判断因素，我们认为 3m 内的负偏差可不予考虑。经抽测判定钢筋笼长度负偏差（未达到设计值）超过 3m 的桩有 6 根，占抽测总数的 18%，其中有 3 根桩负偏差达 9m 左右（为一个完整的钢筋笼）。这次排查敲响了警钟，如何加强桩基工程施工过程管理，强化对钢筋笼长度的有效监管成为迫在眉睫的质量问题。从 2021 年 6 月开展，温州市对桩基工程开始试行采用磁测井法对钢筋笼长度进行监督抽测，结合工程项目的现场管理、技术资料等情况按每个项目 1~3 根不等数量进行抽测核验^[3]。

4 磁测井法在桩基工程监督抽测中影响因素及改进探索

4.1 磁测井法在桩基工程监督抽测中影响因素分析

磁测井法是根据磁曲线来分析判断的，受到检测人员、设备本身、地质环境条件、现场施工条件、基桩成桩垂直度、钢筋规格和数量变化、测试孔垂直度与桩的间距等多重因素影响，同时由于检测技术实践不多、经验不足，检测人员对磁曲线的判断也存在争议。另外现场为逃避检查，存在有意更换桩位或人为破坏造成磁场受干扰无法检测等问题。以上原因使得抽测成果对钢筋笼的长度的判断存在着较大的不确定性^[4]。

4.2 磁测井法监督抽测改进措施分析

通过组织多家检测公司对同一根桩身开展独立测量、判断，并组织专家进行分析比对，统一判定要求，提升检测人员判断能力。通过多家检测公司对给定的曲线图进行独立判断，并组织专家进行讨论分析来统一判断要求。比如通过收集 10 个基桩的磁测井法曲线图，交由 4 家不同的检测公司进行判断，再组织专家进行分析，明确了受现场破坏干扰和检测人员判断失误等不同曲线的判断依据。表 2 为不同检测单位的原始判断情况。

表 2 不同检测单位的原始数据

基桩磁测井法曲线序号	检测单位及判断长度（m）			
	检测单位 1	检测单位 2	检测单位 3	检测单位 4
1	69.12	69.6	69.8	69.8
2	21.3 或 66.3	无法判定	66.3	无法判定
3	57	58.2	58.5	57.9
4	58.3	50.1	49	50.1
5	64 或 68.2	64	60.2 或 68.5	68.5
6	64 或 70.7	64	59.5 或 68.2	63.4 或 68.2
7	64.4	57.3	55.8 或 60	57
8	65.6	58	66.5	66.1
9	56	56	56	56.3
10	49.6 或 56	49.8	49.1 或 56	50

表 3 为经统一意见修正后的情况。

表 3 修正后的数据统计

基桩磁测井法曲线序号	修正后检测值
1	69~70
2	现场破坏干扰
3	57.5~58.5
4	49.5~50.5（人员有误判）
5	68~69（人员有误判）
6	现场破坏干扰
7	曲线采集有问题
8	65.5~66.5（人员有误判）
9	55.5~56.5
10	49~50（人员有误判）

通过不断的实践和改进，温州在磁测井法监督抽测实施中明确以 3m 的负偏差值作为临界点，3m 内的偏差不予考虑。在实施过程中统一采取“两孔测距法”（在基桩直径线上确定两个测孔，每个测孔钻孔长度超设计桩身长度 5m 以上）、“两人测定法”（由两名测量人员独立测定比对）来保证检测数据的可靠、有效。抽测工作开展前明确相关要求，如在施工现场检测环境方面确定了标准化、规范化管控要求，对现场作业的测孔要求、现场警戒范围、视频监控设置以及检测人员的要求进行了统一^[5]。

5 构建数字化管理平台助力磁测井法抽测有效应用

5.1 桩基施工数据实现全方位数字化采集

实践证明，通过磁测井法监督抽测能有效解决基桩钢筋笼长度事后无法核实的问题，对现场施工也起到震慑作用，但在实际运用中由于影响因素过多、投入人力财力大，在所有工程中推广存在一定的难度。如每根桩上万元的检测费用，如果每个项目都进行抽测势必增加政府财政或施工项目负担；同时大规模的实施，现场务必要投入大量的人力、物力确保检测过程的符合性、结果的有效性，给本来就人员不足监管带来更大的压力。

温州通过构建数字化管理平台来破解质量提升和能力不足的问题，在桩基工程施工过程中研发了工程建设“全链管”系统，通过数字化手段掌握每个桩基工程施工情况，为差异化和针对性管理夯实了基础，使得磁测井法在监督抽测中的运用有的放矢。“全链管”应用通过电脑端和手机端小程序、物联网设备结合的方式对现场施工全过程的人、机、工、料和检测等关键数据进行实时采集。应用区块链原理，以各方数据的实时比对和智能分析，防止工程数据造假，确保施工过程中施工记录、材料使用记录、检测报告等与工程实际相对应^[6]。

5.2 桩基施工信息、工序、建材实现碰撞交互

依据录入系统的验收规范和设计图纸，系统内设定工程施工一系列异常预警和提醒规则。对于施工作业事前、事

中、事后信息进行智能比对，对前后不能闭环情况进行风险预警，为质量监督人员实施差异监管提供依据。在施工过程中系统通过施工信息与设计信息、施工计划、相关验收规范的碰撞分析，能及时发现工序不到位、时间不合理、材料不一致、检测不合格等质量问题进行警示，并精准追溯具体问题原因。如通过对入岩桩入岩时间和入岩样本的比较，从入岩具体时间能验证桩基入岩是否真实。通过现场进场钢筋数量和设计需要量的对比，从检测报告和实际用量验证是否存在未检先用和偷工减料的问题。

推行工程建设“全链管”应用两年以来，温州构建了以线上数字平台为支撑，线下磁测井法、静载等有效抽测方法验证相结合的一体化桩基工程监督管理模式，建立相互制约、同向发力的质量管控体系，保证了桩基质量，也大幅度提升监管效率。据统计，可减少质监人员检查工作量 50% 以上，桩基工程验收时间提速 10 天以上。

6 磁测井法监督抽测发现问题后的处理建议

6.1 责令项目停工，约谈分析总结

通过磁测井法监督抽测发现钢筋笼存在问题，要求项目立即停工，住建部门对建设、施工、监理等单位主要负责人进行约谈，要求企业对存在的问题进行全面分析。

6.2 现场全面排查，有效落实整改

制订有效可行的排查方案，方案能对已施工的桩基工程质量情况进行全面的、实际的排查，要考虑基础的各个部位，既有主楼也有地库；要考虑不同类型桩，既有承压桩也有抗拔桩；也要考虑不同桩机或施工班组施工情况。如某个工程在全面排查时按照上面的原则对已施工的 1104 根桩选择了 31 根基桩进行磁测井法检测。明确各桩的钢筋笼情况后，对每栋楼钢筋笼长度负偏差最多以及地下室承压和抗拔桩负偏差最多的基桩进行承载力试验。某工程磁测井法检测全面排查桩位分布情况见表 4。

表 4 某工程磁测井法检测全面排查桩位分布情况

子单位 工程名称	桩型	桩径 (mm)	总桩数 (根)	桩长 (m)	抽测数量 (根)
1# 楼	承压桩	700	65	66	3
2# 楼	承压桩	700	66	66	3
3# 楼	承压桩	700	76	66	3
4# 楼	承压桩	650	61	66	3
5# 楼	承压桩	700	71	66	3
6# 楼	承压桩	700	96	66	3
7# 楼	承压桩	700	100	65	3
8# 楼	承压桩	700	60	67	3
地下室	承压兼抗拔桩	700	39	66	3
	承压兼抗拔桩	650	470	66	7
合计			1104		31

在全面排查钢筋笼长度的基础上，对每栋楼钢筋笼长度负偏差最多以及地下室承压和抗拔桩负偏差最多的基桩

进行承载力试验。基桩承载力试验数据如表 5 所示。

表 5 基桩承载力试验数据统计表

序 号	桩 号	单桩竖向 极限承载力 设计值 (kN)	单桩竖向 极限承载力 检测值 Qu (kN)	相应沉 降量 S/ 上拔量 δ (mm)	竖向抗 压承载 力是否 满足设 计要求	备注
1	2	5700	5700	23.3	满足	
2	7	5700	5700	24.9	满足	
3	14	5700	5700	17.5	满足	
4	18	4700	4700	17.7	满足	
5	5	5700	5700	21.5	满足	抗压
6	28	5700	5700	23.4	满足	
7	23	5700	5700	21.0	满足	
8	20	5700	5700	22.8	满足	
9	29	4700	4700	19.0	满足	
10	31	1600	1600	11.9	满足	抗拔

根据以上全面检测鉴定结果，由专家进行论证提出结构补强初步方案，交由原设计单位（或同资质设计单位）进行结构补强设计，完成后组织专家再次开展论证，通过后予以图审确认。根据新的设计内容编制补桩或基础补强施工方案组织施工，完成后对补桩部分按要求进行质量检测，符合要求方为完成全部整改工作，才能进入后续施工^[7]。

7 结语

温州通过多年的实践证明，磁测井法探测技术的推广应用能很好解决工程基桩施工后钢筋笼长度无法查证的技术性问题，桩基施工过程中工程建设“全链管”系统的全面应用使磁测井法监督抽测真正有效落实，两者是工程新技术和数字化系统结合应用的生动实践，能有效保证施工现场桩基工程钢筋笼按要求施工，是一种可推广复制的创新探索，值得类似城市借鉴应用。

参考文献

[1] 白诗筠,石东阳,王财富,等.重磁井震联合正反演技术在二连盆地深层目标勘探中的应用[J].物探装备,2024,34(1):26-30+34.

[2] 董中军.低应变法与磁测井法检测预制桩桩长的应用与分析[J].建筑安全,2024,39(1):53-56.

[3] 周耀质,刘敏,李辉.三分量磁测井在鄂东南地区盲矿勘查中的应用[J].资源环境与工程,2023,37(2):201-207+243.

[4] 吴发荣,楼凯峰.磁测井法在既有建(构)筑物桩长探测中的应用[J].工程技术研究,2022,7(22):33-35.

[5] 徐杰,胡鑫印.低应变法与磁测井法联合检测管桩桩长的应用与分析[J].建筑安全,2021,36(12):47-49.

[6] 高明枫,胡鑫印,张锋.低应变法与磁测井法对预应力管桩桩身完整性联合检测的应用分析[J].建筑安全,2021,36(5):34-36.

[7] 朱正.磁测井法检测钻孔灌注桩钢筋笼长度的应用与分析[J].土工基础,2021,35(2):218-221.