

灌注桩混凝土界面检测仪器的研发

祝世平¹, 刘春生², 王伏春¹, 涂国强², 章传明¹

(1. 湖北中南勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430081; 2. 武汉长盛工程检测有限公司, 湖北 武汉 430312)

摘要:灌注桩混凝土与泥浆界面检测一直是困扰施工行业的难题, 常规的手工量测误差随着空孔段的加深越来越大。利用混凝土的密度和电阻抗与其它介质不同的物性原理, 研发了灌注桩混凝土界面自动检测仪, 介绍了仪器的主要结构组成、软件设计、现场试验等。试验结果表明, 该检测仪器能够有效解决灌注桩混凝土灌注过程中混凝土与泥浆界面检测问题, 具有很好的经济、社会效益。

关键词:灌注桩; 混凝土界面; 检测仪器

中图分类号: TU473.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)01-0036-04

Development of Detecting Instrument of Concrete Interface for Bored Pile/ZHU Shi-ping¹, LIU Chun-sheng², WANG Fu-chun¹, TU Guo-qiang², ZHANG Chuan-ming¹ (1. Hubei Central South Exploration and Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430081, China; 2. Wuhan Conourish Engineering Exploration Technology Development Co., Ltd., Wuhan Hubei 430312, China)

Abstract: The detection of the interface between bored pile concrete and mud has been a bothering issue in construction, manual measurement error increases with the depth increasing of the empty hole section. Based on the physical properties that the density and electrical impedance of concrete are different with those of other media, an automatic detecting instrument of concrete interface for bored pile was developed. The paper introduces this instrument about its main structure composition, software design and the field test. The test result shows its good economic and social benefits.

Key words: bored pile; concrete interface; detecting instrument

1 项目背景

随着我国城市化进程的加速发展, 建筑土地成本随之升高, 高层和超高层建筑越来越多, 因此城市地下空间的开发与利用成为了当前城市基本建设的热点之一, 这样直接导致以下结果: 一方面作为建筑基础的形式更多采用钻孔桩基础, 且桩径越来越大、桩长越来越长; 另一方面钻孔灌注桩桩顶埋深越来越大, 且空孔长度与桩身长度的比例越来越大。以我们刚完成的武汉长江航运中心基坑及桩基工程为例: 该建筑物由1栋超高层、5栋住宅楼及商业裙楼组成, 4层地下室, 基坑开挖深度19~25 m。依据设计文件, 该建筑采用钻孔灌注桩基础形式, 桩径为800、1000 mm, 桩长为63~70 m。由于上部空孔段较长, 桩身混凝土面标高的控制难度较空孔段短的灌注桩难度大得多。

常规的桩身混凝土面标高量测方法是通过一个带着测绳的测锤进行量测, 测锤质量约1 kg, 呈锥形。测锤通过人工向桩孔内放入, 由于混凝土中含

有碎石等粗骨料, 当测锤在混凝土中通过时, 其测量人员的手感与在泥浆中的手感不一样, 通过这种感觉确认混凝土面的标高。可见随着空孔段的增加, 混凝土面越来越深, 手工量测误差越来越大。

由于混凝土面的标高控制难以精确, 待桩身混凝土凝固, 基坑开挖后, 坑内桩身柱高低不一, 呈“石林”状。其直接导致的结果是: (1) 工程材料的浪费, 工程成本的上升; (2) 桩头的截取难度增加, 不仅增加运出和处置费用, 而且造成堆放地块的使用, 同时坑内施工工期延长。比如上述武汉长江航运中心基坑及桩基工程, 基坑开挖后, 量测坑底以上桩柱长度2~5 m, 平均3 m以上, 直接浪费混凝土4093.6 m³。

为了解决以上问题, 研究开发一种快速精确量测灌注桩混凝土与泥浆界面的技术及设备, 及时终止混凝土灌注工序具有重要的现实意义。为此, 企业自筹资金, 于2013年6月立项进行研发, 目前样机已研制成功, 正在进行现场测试。

收稿日期: 2015-02-13; 修回日期: 2015-11-25

作者简介: 祝世平, 男, 汉族, 1968年生, 总工程师, 教授级高级工程师, 从事岩土工程勘察、设计工作, 湖北省武汉市青山区和平大道1250号, zspbhhy@163.com。

2 检测技术

材料的基本物性参数主要有:密度、孔隙度、热性、电性、塑性、强度等,基于易于辨识、检测手段较为成熟等方面考虑,最终采取物质密度和电性参数进行监测,即研制一种监测探头,可以直接测量介质的密度和电阻抗,因为混凝土的密度是 $2.2 \sim 2.4 \text{ g/cm}^3$,其它物质如浮浆是 $1.8 \sim 2.2 \text{ g/cm}^3$ 、泥浆是 $1.0 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$ 、水 1.0 g/cm^3 ,因此,用密度参数可以很好地监测出混凝土和泥浆的界面。另外,混凝土的电阻抗比浮浆、泥浆和水大很多,可以利用电阻抗参数辅助检测混凝土与泥浆的界面。

3 检测仪器的研发

3.1 检测仪器主要结构

本次研发的灌注桩混凝土界面自动检测仪主要包括地面主机、探头电子腔、设置在探头电子腔顶部的推杆、设置在探头电子腔底部的绝缘棒、固定套接在绝缘棒上的第一电极和第二电极、设置在探头电子腔内的电阻值测量模块和模数转换器,如图1所示。

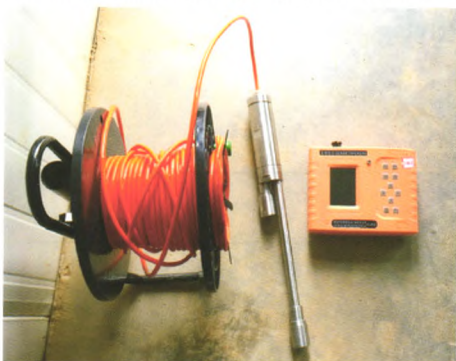


图1 灌注桩混凝土界面自动检测仪

第一电极和第二电极的导线穿过绝缘棒的导线孔后接入电阻值测量模块的两个电阻值检测端,电阻值测量模块的信号输出端连接所述模数转换器的输入端,模数转换器的输出端连接地面主机信号输入端,通过主机显示测量结果。

3.2 软件设计

(1)功能:灌注桩灌注混凝土时动态检测判断混凝土与泥浆之间的界面。

(2)原理:根据检测位置介质的密度和电阻率2个参数变化来判断。

(3)介质:分为混凝土、沉渣、浮浆、泥浆、水共5类。

(4)操作模式:一种是在灌注完成后检测不同

深度的介质密度;另一种是正在灌注时动态监测设定深度处介质密度变化,从而判断是否灌注到桩顶设计标高。

(5)软件界面:显示随采样次数改变的密度和电阻率变化趋势图,并根据两者综合计算一个指标,用颜色显示便于用户判断。

(6)文件保存:密度和电阻率数据历史记录保存并作为高级分析工具的依据。

(7)图形导出:导出密度和电阻率变化趋势图。

(8)结果列表:根据工程名称文件夹下的所有文件建立文本文件输出列表。

4 现场试验

4.1 主要操作步骤

(1)新建文件,输入基本信息。点击工具栏按钮“新建文件”,弹出基本信息对话框(图2)。

图2 基本信息对话框

(2)按实际情况输入混凝土样本的标准密度便于自动判读。点击工具栏按钮“样本密度”,弹出样本密度对话框(图3),点击左边按钮检测对应介质的密度并在右边实测值的文本框中显示相应数值,中间参考值人工输入作为判读介质的参考数值。混凝土报警阈值的百分数输入会在检测仪检测密度的数值达到输入参考值百分比时发出提示音报警。

图3 样本密度对话框

可以通过在不同深度多次采集水的密度和已知

密度的液样实现检测仪的校准,建议至少需要采集3次以上并记录才能较好地校准检测仪。检测仪在出厂前已校准,一般不需要用户自行校准。

(3)数据采集。数据采集分为“实时手动”和“定时自动”2种模式。在“实时手动”模式下,点击按钮“采集”,软件会显示检测介质的密度,并以不同颜色显示出来,如图4。通过不同位置的密度变化曲线从而较好地判断出混凝土与泥浆的分界面。



图4 实时手动采集

在“定时自动”模式下,可以设定采样间隔时长(图5),检测仪会每隔一定时长采集介质密度数据自动保存,并在右边的密度曲线记录一个点。这种模式适用于正在灌注混凝土时动态监测某一深度介质密度的变化,从而判断是否灌注到桩顶设计标高。

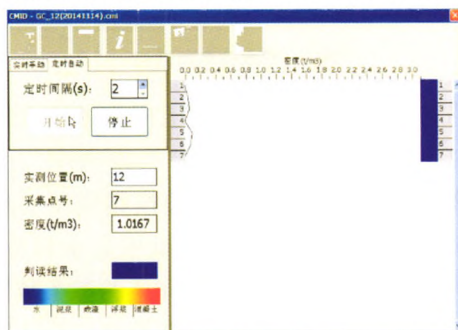


图5 定时自动采集

(4)保存采集的数据文件,导出密度曲线图像。采集完成或打开已有文件后显示界面如图6,右边显示各个检测位置密度变化的曲线,最右端的颜色块反应出根据密度判读的介质。点击工具栏按钮“保存图像”可以将密度曲线图形导出为 bmp 格式的图像文件。

4.2 现场试验结果

为测试验证仪器的实用性,选取武汉的一个桩基工程中的80根钻孔灌注桩进行现场实验,实验采取正在灌注时动态检测设定深度介质密度变化的方式,即参照连接线缆上的标尺将探头下放至桩顶标

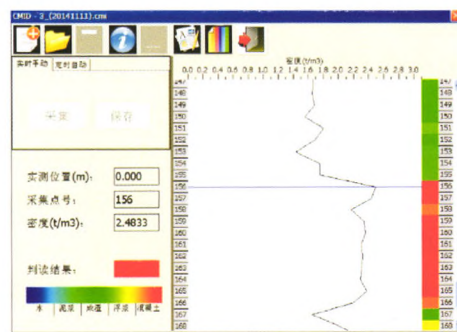


图6 监测界面

高处,使用定时自动的检测模式检测探头处的密度变化,同时与传统的测绳测深度的方法进行比较,从而对比验证本仪器的准确性与实用性。

在现场实验中,我们发现仪器采集所得的密度数据曲线大致可分为3个阶段(如图7所示),在阶段一,探头所接触的是泥浆,密度相对稳定;在阶段二,随着混凝土液面的上升,探头接触到浮浆与沉渣,采集到的密度数据逐渐变大;在阶段三,探头被混凝土淹没,密度值再次趋于稳定,即判定混凝土液面已经上升至探头高度,停止灌注。

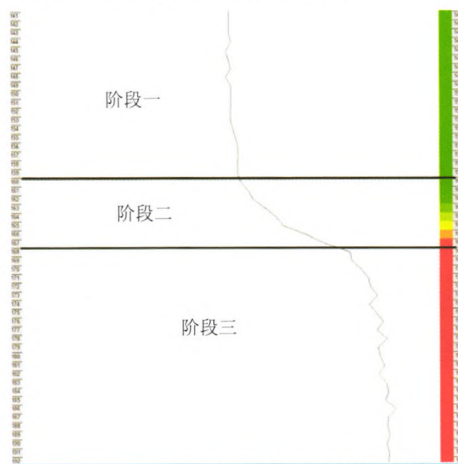


图7 现场监测曲线

研制的混凝土界面检测仪在现场试验中取得了很好的效果,与传统测绳测探深度相比,优势明显,主要体现在:(1)避免人为因素干扰,测量准确、可靠;(2)由于严格控制桩顶标高,实现精确灌注,节约大量混凝土;(3)现场操作简单,易用,节省施工周期。

详细实验数据见表1。

5 结语

国内首次提出利用物探技术来解决钻孔灌注桩混凝土与泥浆界面的检测问题,它是根据混凝土与

表 1 灌注桩混凝土界面检测试验数据

桩号	桩径/ mm	桩长/ m	空孔长度/ m	混凝土面深度/m	
				测绳	仪器
723	800	17.90	9.67	9.0	9.5
874	800	26.90	10.20	10.5	10.0
122	1000	31.90	13.30	13.9	13.0
245	1000	18.00	4.75	4.8	4.5
569	800	17.90	10.03	9.0	10.0
977	800	20.50	9.31	9.6	9.0
149	1000	31.90	14.50	13.8	14.5
178	1000	31.90	14.20	13.0	14.0
772	800	20.00	10.02	10.6	10.0
106	1000	31.90	11.48	11.0	11.4
762	800	24.90	8.87	8.0	8.5
155	1000	31.90	11.45	11.0	11.3
784	800	24.20	9.60	10.3	9.5
70	1000	31.90	10.83	11.6	10.5
873	800	23.80	9.28	10.0	9.0
141	1000	31.90	11.51	12	11.5
918	800	20.90	9.04	8.8	9.0
712	800	20.14	9.86	9.0	9.5
90	1000	30.00	12.56	12.0	12.5
711	800	19.70	10.16	11.3	10.0
564	800	17.90	10.85	11.7	10.5

泥浆的物性差异为依据,设计、开发一套检测混凝土与泥浆界面的快速、方便、简易的仪器设备,可以确

(上接第 35 页)

5 结语

GyroSProcess 程序包含软件 J6 处理、显示、打印、保存、回放功能及上述新特性,还改进了陀螺漂移测试功能,使漂移过程可存储、以图形曲线反映漂移过程;增添初始深度预置功能,结束了操作人员扳动绞车测量轮来同步深度的做法;为了解程序的适应性,成功地在 Windows7 中进行了运行。

由于 GyroSProcess 性能的增强,必将提高作业效率,使操作人员精神紧张的程度有所减缓,为测斜成果的后续利用提供了方便。可以替代软件 J6。

参考文献:

- [1] 郭光钧,王静,王铁群. JDT-Ⅲ型连续测量陀螺测斜仪[J]. 建井技术,1981(4):25-28.
- [2] 袁东锋,肖伟,马冰,等. JDT-10 型陀螺连续测斜仪的研制及应用[J]. 建井技术,2011,32(1/2):93-95.
- [3] 吕伟,李玮燕,张龙,等. 基于光纤陀螺仪的油井测斜系统[J]. 测井技术,2011,(12).
- [4] 任春华,李兵,赵幸子,等. 全姿态光纤陀螺井眼轨迹连续测量仪研究[J]. 仪器仪表学报,2012,(12):2703-2708.

保灌注混凝土面的标高达到设计要求,并且在保证工程质量的同时,减少混凝土的浪费,缩短施工工期,降低工程成本。

灌注桩混凝土与泥浆界面检测技术可广泛应用于桩基施工领域,解决困扰桩基施工多年的难题,并有较好的经济、社会效益。

参考文献:

- [1] 常士骝,张苏民. 工程地质手册(第四版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [2] 李粮纲,陈惟明,李小青. 基础工程施工技术[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2007.
- [3] 张新明,郑秀华,于进洋,等. 钻孔灌注桩泥浆流变性能评价方法探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):75-77.
- [4] 许厚材. 复杂地质条件下基坑支护灌注桩施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11):54-57.
- [5] 郝长明. 小直径灌注桩旋挖成孔工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):76-78.
- [6] 李旺. 旋挖钻孔灌注桩在泥质粉砂岩地区施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):67-69.
- [7] 丁力生,梁旭黎,王自强,等. 深基坑地下水对钻孔灌注桩施工的影响及对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):51-54,59.
- [8] 胡朝彬,王宝勋,罗冬华,等. 钻孔灌注桩成孔质量检测技术开发应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(8):46-49.
- [5] 张春熹,高爽. 自主式光纤陀螺油井测斜仪[J]. 仪表技术与传感器,2006,(11):9-11.
- [6] 王铁群. 重力加速度计在钻孔弯曲测量中的应用[J]. 煤炭学报,1996,(2):164-167.
- [7] 冯林,吴超,吴振宇. 石油测井深度测量系统[J]. 计量技术,2003,(4).
- [8] 马敬东,陈明方. 基于 USB 串口通信数据采集技术的实施[J]. 仪表技术与传感器,2007,(2):68-69,75.
- [9] 张交柏. 基于 VB6.0 环境下的变频器控制系统的设计[J]. 电脑知识与技术,2010,(6):1485-1486,1489.
- [10] 孔柱新,焦明华,俞建卫,等. 基于 VB6.0 的变频器与计算机通讯程序设计[J]. 控制工程,2006,(6):583-585,612.
- [11] 史迩冬,李青栋,周雪莉. 基于 USB 接口的 51 单片机与 PC 机通信的方法[J]. 大众科技,2008,(11).
- [12] 肖圣泗,等. 钻孔弯曲测量(第二版)[M]. 北京:地质出版社,1989:401-408.
- [13] 李静,张金昌,陈晓琳. 地质勘探钻孔轨迹计算新模型[J]. 探矿工程(岩土掘进工程),2011,38(1):22-24.
- [14] 李泉新. 煤矿井下定向钻孔轨迹设计与计算方法[J]. 煤矿安全,2014,(2):141-144.
- [15] 唐新军,严和平. 利用 VB6.0 和 AutoCAD 处理工程图形[J]. 计算机应用,2002,(1).
- [16] 李鹏,冯宏,董建梁,等. OpenSceneGraph 在水平钻孔轨迹三维立体成图中的应用[J]. 电子测试,2013,(9):75-77.
- [17] 黄井武,王志强,谭玉峰. 煤矿工程钻孔轨迹参数计算方法及绘图[J]. 建井技术,2012,(2):19-22.