

# 单桩竖向抗压静载试验检测 PHC 管桩应用研究

李俊

(江苏省无锡交通高等职业技术学校 交通工程学院, 江苏 无锡 214151)

**摘要:**PHC 管桩在工程中的使用越来越广泛,但在施工过程中管桩打入地下后桩身完好与否无法直接观察,桩基检测必不可少。文章结合某地拟建某风电项目工程的 PHC 管桩试桩检测实例,介绍了单桩竖向抗压静载试验检测技术,并应用该检测技术对工程试桩进行了检测,通过对检测结果进行分析为工程的顺序实施提供便利。

**关键词:**PHC 管桩;竖向抗压;静载试验;检测

中图分类号:TU413.4

文献标志码:A

文章编号:1671-9891(2019)4-0031-06

## 0 引言

预应力高强度混凝土管桩(Pre-stressed High-strength Concrete Pile),简称 PHC 管桩。它是采用先张预应力离心成型工艺,经过蒸压养护制成的一种空心圆筒型混凝土预制桩型。PHC 管桩的特点是单桩承载力高、制作工艺成熟、造价低、压桩方便且可缩短施工周期。随着我国基础设施建设的大力发展,PHC 管桩在我国建筑、桥梁建设等方面发挥的作用越来越大。国外越来越多的工程项目也采用 PHC 管桩基础,且正朝着高承载力的超高强预应力混凝土管桩方向发展。<sup>[1]</sup>大力推广高强预应力管桩的应用有助于提高生产效率,符合国家节能环保的大趋势。<sup>[2]</sup>

在桩基施工过程中,PHC 管桩采用锤击或者静压的方法沉入地下,但是管桩打入地下后,桩身完好与否无法直接观察,属于隐蔽性工程。因此,桩基检测必不可少。桩基检测工作分为两个方面:一是完整性检测;二是承载力检测。完整性检测的目的是确认桩基施工质量和施工要求是否一致,施工质量是否达到标准。在完整性检测达到要求的前提下,承载力检测才具有意义。目前桩身承载力的检测方法主要有静载试验和动力检测法两种,其中静载试验法测定的基桩承载力数据更直观可靠,因此,本文采用静载试验法进行检测。

## 1 项目概况

某公司拟建某风电项目工程,该工程位于湖北省孝感市,工程采用 PHC-800C-110 型预制管桩,桩身砼强度等级 C80,设计持力层为粉质黏土层。工程设计试桩单桩竖向抗压静载检测 6 根,桩长 22.6~24 m,设计有两个机位:TF11 机位和 TF24 机位。TF11 机位布置 3 根试桩,编号分别为 13、14、15,TF24 机位布置三根试桩,编号分别为 3、4、5,设计试桩桩位布置图如图 1 所示。

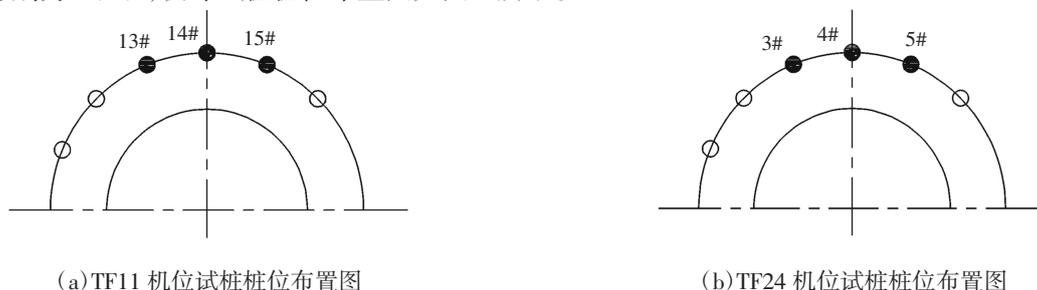


图 1 试桩桩位布置图

收稿日期:2019-10-16

作者简介:李俊(1983—),女,河南宜阳人,江苏省无锡交通高等职业技术学校交通工程学院讲师,硕士。

该项目风电场风机拟建场地北部为丘陵,南部为平原,地势低平。场地地形较平坦,高差变化不大。根据钻探及室内土工试验结果,在勘探深度范围内地层主要为第四系冲洪积粉土、黏土、细砂等。场地在勘探深度范围内土层自上而下分层工程特性如表1所示:

表1 土层分层工程特性

土层编号	土层名称	土层描述	能否用作持力层
1	耕表土( $Q_4^{pd}$ )	土质不均匀,欠固结;物理力学性能差	否
2	粉质粘土( $Q_4^{al+pl}$ )	主要成分为粘粒,干强度高,韧性好,切面光滑,无摇振反应	否
3	粉质粘土( $Q_4^{al+pl}$ )	主要成分为粘粒,干强度中等,韧性中等,切面稍光滑,无摇振反应	否
4	粉质粘土( $Q_4^{al+pl}$ )	主要成分为粘粒,干强度低,韧性差,切面稍光滑,无摇振反应	否
5	粉质粘土( $Q_4^{al+pl}$ )	主要成分为粘粒,干强度高,韧性好,切面光滑,无摇振反应	能
6	细砂( $Q_4^{al+pl}$ )	黄褐色,饱和,中密,矿物成分为石英长石,分选性一般,级配差	否
7	中砂( $Q_3^{al+pl}$ )	黄褐色,饱和,中密,矿物成分为石英长石,分选性一般,级配一般	否

## 2 单桩竖向抗压静载荷试验

本项目试桩采用单桩竖向抗压静载荷试验,该试验采用的反力装置由钢制大梁和锚桩组成。试验采用慢速维持荷载法,逐级等量加载,在每级荷载下沉量达到相对稳定后,再施加下一级荷载,直至达到设计要求的最大荷载。然后分级卸荷到零。

(1)试桩试验时设计极限承载力。TF11 机位试桩抗压极限标准值 5 000 kN,TF24 机位试桩抗压极限标准值 6 100 kN,根据设计要求,最大试验加载上浮 10%,则 TF11 机位试桩最大试验加载为 5 500 kN,TF24 机位试桩最大试验加载为 6 710 kN,现场试验采用油泵逐级加载,TF11 机位试桩共分 10 级加载,每级加载量为 550 kN,最大加载至 5 500 kN,第一级加载量取分级荷载的 2 倍<sup>[3]4</sup>,即 1 100 kN;TF24 机位试桩共分 10 级加载,每级加载量为 671 kN,最大加载至 6 710 kN,第一级加载量取分级荷载的 2 倍,即 1 342 kN。每级加载后应分别按第 5 min、15 min、30 min、45 min 和 60 min 测读桩顶沉降量,以后每隔 30 min 测读一次桩顶沉降量。

(2)沉降相对稳定标准。每一小时内的沉降量不超过 0.1 mm,并连续出现两次(从分级荷载施加后的第 30 min 开始,按 1.5 h 连续三次每 30 min 沉降观测值计算),认为已达到相对稳定,可加下一级荷载。

(3)卸载与卸载沉降量观测。每级卸载值为每级加载值的 2 倍。每级卸载后每隔 15 min 测读一次残余沉降,读两次后,间隔 30 min 再读一次,即可卸下一级荷载。卸载至零后,测读桩顶残余沉降,维持时间为 3 h,测读时间为第 15 min、30 min,以后每隔 30 min 读一次。

(4)终止加载条件。当出现下列情况之一时,即可终止加载:1)某级荷载作用下,桩顶沉降量大于前一级荷载作用下的沉降量的 5 倍,且桩顶总沉降超过 40 mm;2)某级荷载作用下,桩顶沉降量大于前一级荷载作用下的沉降量的 2 倍,且经 24 h 尚未达到相对稳定;3)已达到设计要求的最大加载值且桩顶沉降达到相对稳定标准。<sup>[3]4</sup>

(5)单桩竖向抗压极限承载力取值标准。1)根据沉降随荷载变化的特征确定:对于陡降型 Q-s 曲线,取其发生明显陡降的起始点对应的荷载值;2)根据沉降随时间变化的特征确定:取 s-lgt 曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值;3)出现终止加载条件第 2 条对应的情况时,取前一级荷载值;4)对于缓变型 Q-s 曲线可根据沉降量确定,宜取 s = 40 mm 对应的荷载值;5)当加载至设计要求的最大加载值且能保持稳定,取最大加载为极限承载力。

单桩竖向抗压承载力特征值按单桩竖向抗压极限承载力的 50%取值。

## 3 试桩单桩竖向抗压静载试验数据

各试桩单桩竖向抗压静载试验数据汇总表如表 2 至表 7 所示,从以下表格数据可以看出试桩 TF11-13、

TF11-14、TF11-15、TF24-3、TF24-4、TF24-5 加载过程平稳;试桩 TF11-13、TF11-14、TF11-15 荷载逐级大至 5 500 kN;试桩 TF24-3、TF24-4、TF24-5 荷载逐级大至 6 710 kN;符合预期。

表 2 试桩 TF11-13 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-07-02 桩长:24.00 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 100	1 650	2 200	2 750	3 300	3 850	4 400	4 950	5 500
本级沉降/mm	0.00	0.81	0.55	0.68	0.81	1.08	1.30	1.52	1.81	2.01
累计沉降/mm	0.00	0.81	1.36	2.04	2.85	3.93	5.23	6.75	8.56	10.57

表 3 试桩 TF11-14 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-07-03 桩长:24.00 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 100	1 650	2 200	2 750	3 300	3 850	4 400	4 950	5 500
本级沉降/mm	0.00	0.73	0.60	0.77	0.86	1.14	1.41	1.78	2.37	2.78
累计沉降/mm	0.00	0.73	1.33	2.10	2.96	4.10	5.51	7.29	9.66	12.44

表 4 试桩 TF11-15 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-07-04 桩长:24.00 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 100	1 650	2 200	2 750	3 300	3 850	4 400	4 950	5 500
本级沉降/mm	0.00	0.71	0.47	0.61	0.78	0.96	1.22	1.41	1.50	1.63
累计沉降/mm	0.00	0.71	1.18	1.79	2.57	3.53	4.75	6.16	7.66	9.29

表 5 试桩 TF24-3 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-06-21 桩长:24.00 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 342	2 013	2 684	3 355	4 026	4 697	5 368	6 039	6 710
本级沉降/mm	0.00	0.58	0.39	0.49	0.55	0.75	0.91	1.05	1.20	1.24
累计沉降/mm	0.00	0.58	0.97	1.46	2.01	2.76	3.67	4.72	5.92	7.16

表 6 试桩 TF24-4 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-06-22 桩长:22.60 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 342	2 013	2 684	3 355	4 026	4 697	5 368	6 039	6 710
本级沉降/mm	0.00	0.52	0.34	0.46	0.60	0.73	0.76	0.88	1.04	1.23
累计沉降/mm	0.00	0.52	0.86	1.32	1.92	2.65	3.41	4.29	5.33	6.56

表 7 试桩 TF24-5 单桩竖向抗压试验汇总表  
(测试日期:2019-06-23 桩长:24.00 m 桩径:800 mm)

荷载/kN	0	1 342	2 013	2 684	3 355	4 026	4 697	5 368	6 039	6 710
本级沉降/mm	0.00	0.41	0.27	0.41	0.53	0.70	0.84	0.92	1.05	1.25
累计沉降/mm	0.00	0.41	0.68	1.09	1.62	2.32	3.16	4.08	5.13	6.38

#### 4 单桩竖向抗压静载试验 Q-s、s-lgt、s-lgQ 曲线

各试桩竖向抗压静载试验 Q-s、s-lgt、s-lgQ 曲线如图 2 至图 7 所示,根据曲线图可以看出 6 根试桩在加载过程中桩身状态稳定。

#### 5 检测结论

通过现场测试,并经综合分析处理,单桩竖向抗压静载荷试验测试结果如表 8 所示,TF11 机位检测 3 根,单桩竖向抗压极限承载力 $\geq 5 500$  kN;TF24 机位检测 3 根,单桩竖向抗压极限承载力 $\geq 6 710$  kN。试桩单桩竖向抗压承载力满足设计要求。

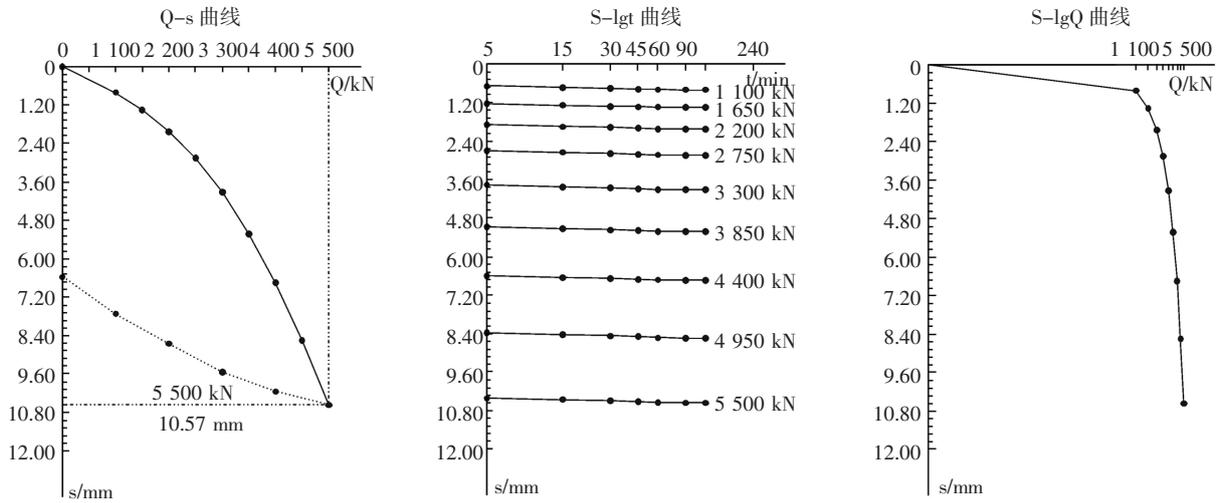


图2 试桩 TF11-13 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

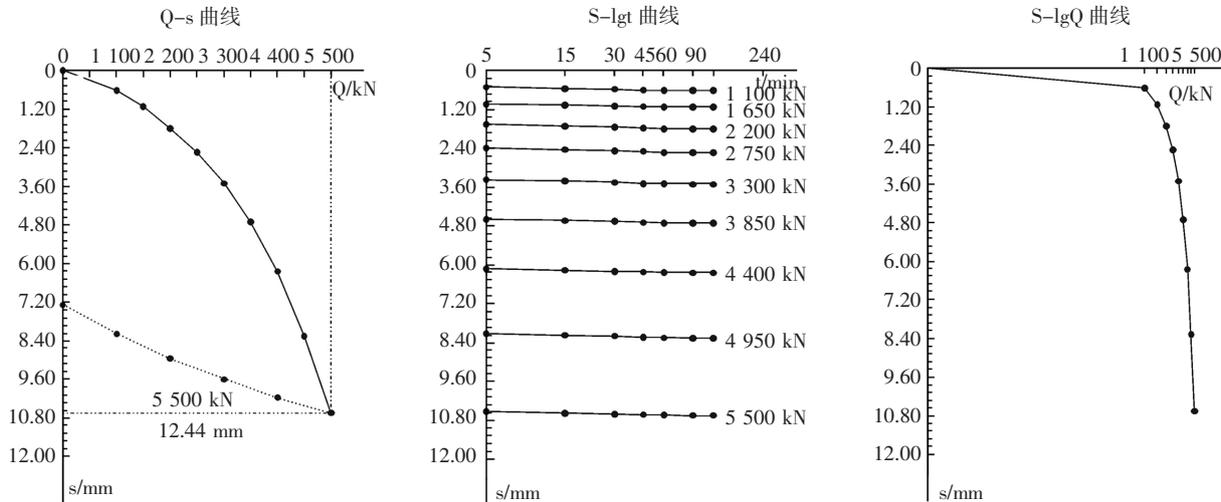


图3 试桩 TF11-14 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

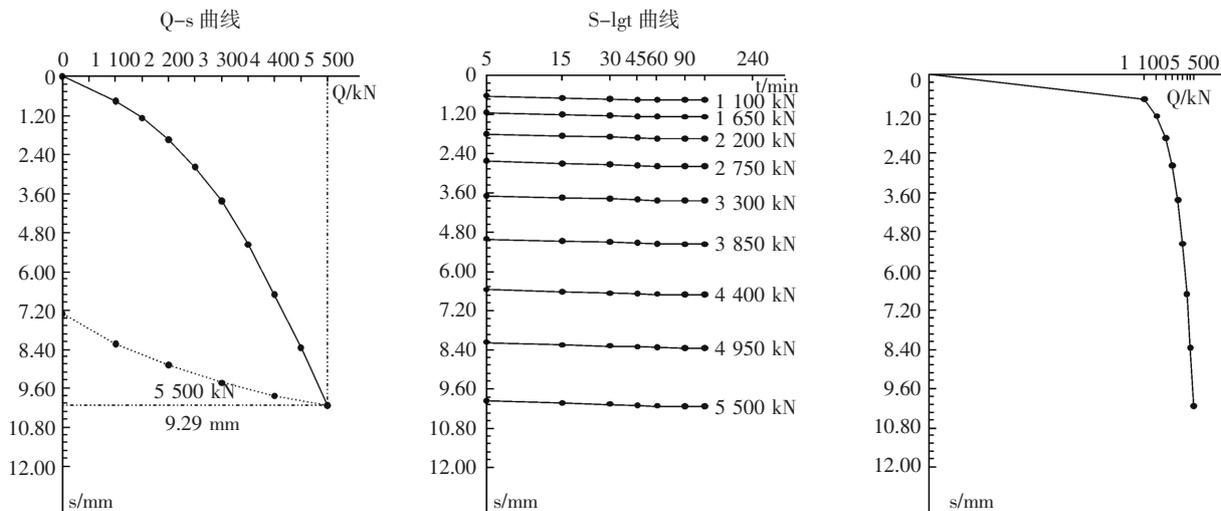


图4 试桩 TF11-15 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

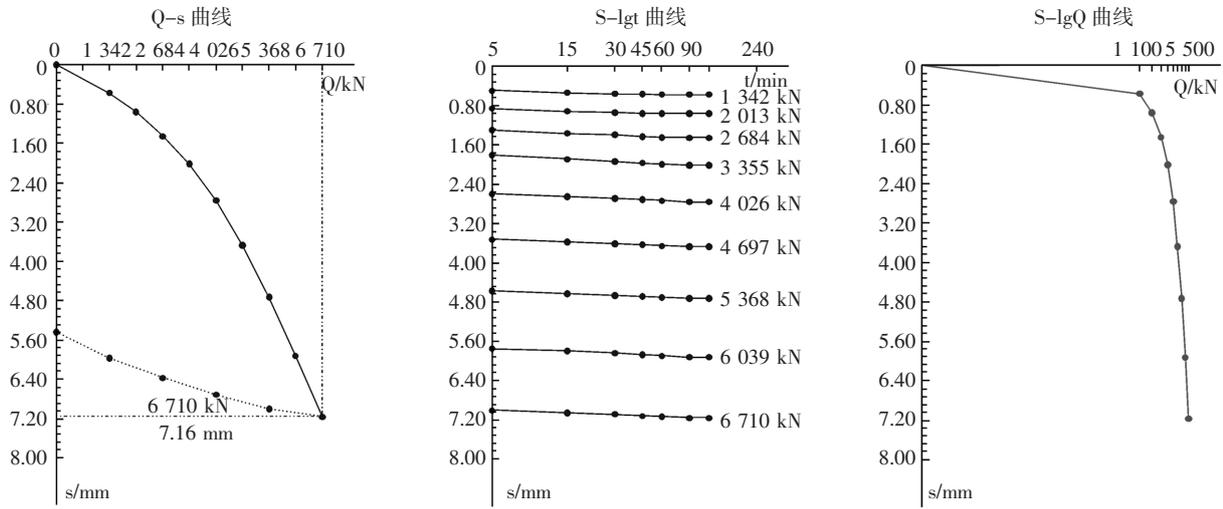


图 5 试桩 TF24-3 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

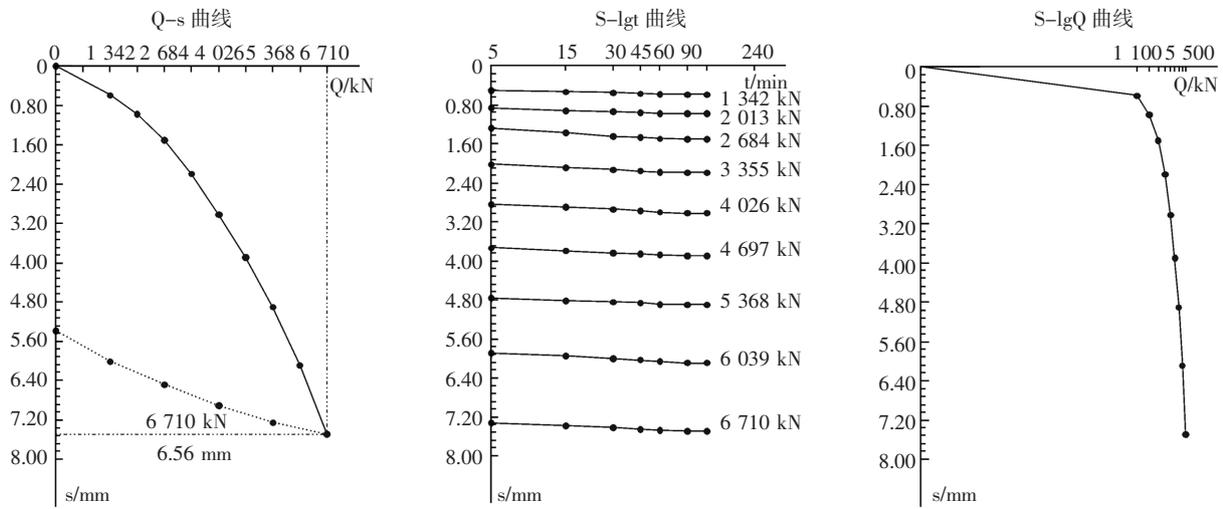


图 6 试桩 TF24-4 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

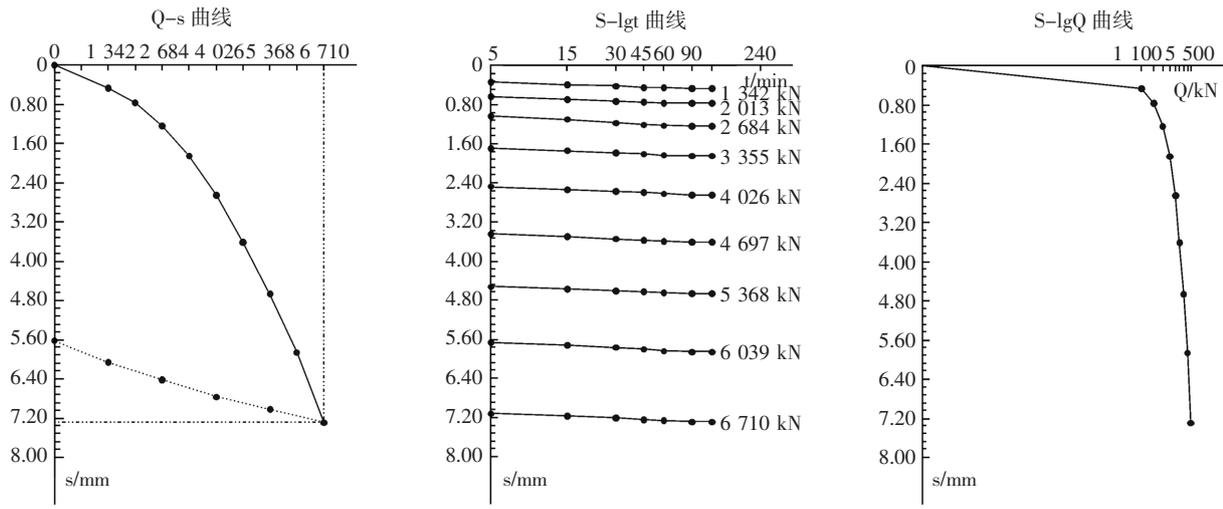


图 7 试桩 TF24-5 Q-s、s-lgt、s-lgQ 图

表8 检测成果汇总表

序号	桩号	桩径/mm	桩长/m	最大加载/kN	对应沉降/mm	极限承载力/kN
1	TF11-13	800	24.00	5 500	10.57	≥5 500
2	TF11-14	800	24.00	5 500	12.44	≥5 500
3	TF11-15	800	24.00	5 500	9.29	≥5 500
4	TF24-3	800	24.00	6 710	7.16	≥6 710
5	TF24-4	800	22.60	6 710	6.56	≥6 710
6	TF24-5	800	24.00	6 710	6.38	≥6 710

## 6 结束语

根据建筑基桩检测技术规范,本文用单桩竖向抗压静载试验,对湖北省孝感市的某风电项目工程的PHC基桩进行了检测。根据设计,共检测6根试桩。检测结果显示,试桩的单桩竖向抗压承载力均满足设计要求。在土木建设工程中,PHC管桩应用越来越多,基桩的承载力能否达到设计要求,通过单桩竖向抗压静载试验进行检测显得更为重要。

## 参考文献:

- [1]Japanese Industrial Standard.Pre-tensioned Spun Concrete Piles:JISA5337-2010[S].Japan:Japanese Standards Association,2010.  
 [2]唐孟雄.大直径随钻跟管桩的研制及工程化[J].广州建筑,2009(5):3-7.  
 [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑基桩检测技术规范:JGJ106-2014[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.

(责任编辑:张利)

# Research on Application of Single Pile Vertical Anti-compressive Static Load Test in Detecting PHC Pipe Piles

LI Jun

(School of Transport Engineering, Wuxi Transport Higher Vocational College of Jiangsu Province, Wuxi 214151, China)

**Abstract:** PHC pipe piles are more and more widely used in engineering, but whether the pile body is intact after the pipe pile is driven underground remains unobserved. Thus the detection of pile foundation is essential. Based on an example of PHC pipe pile test from a wind mill project, the article introduces a detection technique for single pile vertical anti-compressive static load test, and it is applied for detecting project trial pile. It provides convenience for sequential implementation of the project by making analysis of the detected results.

**Key words:** PHC pipe pile; vertical anti-compression; static load test; detection