

桩基检测问题处理与安全性分析

陈焕清

广东省源天工程有限公司

摘要：桩基检测是对成桩质量和承载力等情况进行全面评价的重要手段，也是评判桩基质量是否合格的重要依据。如果上部主体结构已施工完成，而部分桩基还未进行检测，如何对此类特殊个别事件问题进行分析与处理是考验工程技术人员的一个难题。本文以此背景下的某商业办公楼施工项目为例，通过对已经完成检验的桩基础进行分析，结合工程类比推断，再对桩基础、承台下的天然地基和上部结构的承载力和荷载计算分析，来综合判断整个项目的桩基础安全和可靠性。

关键词：桩基检测；承载力；安全性

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.027

引言

桩基础是各类构筑物的重要基础形式之一，承担主体结构上部荷载传递到较深和较好地层中去的作用，一旦基础失稳，势必造成整体建筑物破坏^[1]。科学的工

程检测管理可以提前预防工程建设施工出现质量事故，保证和监督建设项目的工程质量。因此，必须加强桩基工程检测，避免造成整体建筑物破坏，保障人民生命财产安全。

而在工程实践过程中时常会出现各种特殊情况，比如建筑物的上部主体结构已施工完成，但却发现还有部分桩基础未完成检测。此时再进行桩基的检测则困难很大，不仅会对结构造成较大的损伤或破坏，甚至因作业空间狭小而无法开展。面对此类特殊个别事件如何处理是值得广大工程技术人员探讨与深思，本文以此背景下的某商业办公楼施工项目为例，通过对已检测的桩基情况进行研究，采用工程类比分析法，结构承载力和荷载计算分析，来对整个项目作出安全性评估。

一、工程概况

(一) 工程简介

某商业办公楼项目包括一栋27层塔楼、6层裙楼和

表1 桩基础质量检测结果一览表

承台编号	低应变检测 (一类桩68根，二类桩6根)	超声波检测 (一类桩23根，二类桩9根)	钻芯检测 (一类桩11根，二类桩2根)	静载检测 (3根均满足规范要求)	抗拔检测 (3根均满足规范要求)
承台 (CT1)	66#、113#、116#、118#、122#	67#、115#	119#、121#、123#	116#	
承台 (CT2)	59#、71#、77#、87#、94#、110#	60#、70#、76#、86#、93#	102#、109#	87#	
承台 (CT3)	64#、73#、75#	65#、72#、74#			
承台 (CT4)	62#		63#、61#		
承台 (CT5)	9#、23#、39#、53#、132#	20# 36#			9#
承台 (CT6)	127#、117#		124#、131#	127#、117#	
承台 (CT7)	126#	125#	126#	125#	126#
承台 (CT8)	111#	112#	111#	112#	111#
承台 (CT9)	5#、6#、7#、8#、21#、22#、37#、38#、52#、68#、78#、85#、95#、101#、128#、129#	51#、69#、79#、130#	5#、6#、7#、8#、21#、22#、37#、38#、52#、68#、78#、85#、95#、101#、128#、129#	51#、69#、79#、130#	5#、6#、7#、8#、21#、22#、37#、38#、52#、68#、78#、85#、95#、101#、128#、129#
承台 (CT10)	4#、41#、55#	34#、48#	18#		
承台 (CT11)	2#、3#、11#、13#、16#、17#、32#、33#、43#、46#、47#、57#	12#、27#、42#		56#	11#
承台 (CT12)	26#、25#、29#、30#				
承台 (CT13)	54#	10#、19#、24#、35#、	40#、49#		19#
承台 (CT14)	80#、96#、100#、107#、108#	81#、83#、88#、104#、106#	92#		
承台 (CT15)	1#、14#、15#、28#、31#、44#、45#、50#、58#				

总检测桩数为120根，其中9#，11#桩同时做了低应变和抗拔检测；87#、116#桩同时做了低应变和静载检测；19#桩同时做了低应变和抗拔检测。

大底盘的3层地下室，结构体系为框架-剪力墙结构；基础形式采用旋挖灌注桩基础，其持力层为微风化泥质粉砂岩，桩直径从800-1400mm不等，根据柱荷载的大小分别采用单桩、双桩、三桩或四桩承台。本工程共布置工程桩132条，抗压桩为92根，抗拔桩为40根，其中800、1200、1400、1600直径（mm）的桩分别为20，38，40，34根。

本工程目前已经完成主体结构的施工，针对本工程的桩基础质量验收分别采用了静载试验、抗拔试验、桩

身低应变检测、超声波检测和钻孔抽芯五种方法进行桩身完整性、持力层和承载力的检测的共120根，具体检测情况见下表1。通过对检测的结果分析，本工程桩基础质量检测结果基本满足《地基基础工程质量检测技术指引》穗建质【2010】574号的要求，只是还有小部分要求有所欠失。这主要体现对桩身灌注质量或完整性的检测。这样按照检测结果分析，不满足上述的桩基础检测要求的桩共有12根。

(二) 工程地质情况

表2 岩土层物理力学计算参数

土层名称	状态	标贯试验击数	桩侧阻力特征值 (kPa)	桩端阻力特征值 (kPa)	地基承载力特征值 (kPa)
风化 残积层	硬塑状	18	36	500	340
全风化泥质粉砂岩	坚硬土状	45.2	45	600	500
强风化泥质粉砂岩	半岩半土状	58.5	80	1000	650
中风化泥质粉砂岩	块、短 柱状	---	136	2000	1225
微风化泥质粉砂岩	柱状	---	320	4500	3325

据地勘报告显示，项目场地地层自上而下依次可分为：①-1填土、②-1淤泥质粉质黏土、②-2粉砂、②-3粉质黏土、③风化残积层、④-1全风化泥质粉砂岩、④-2强风化泥质粉砂岩、④-3中风化泥质粉砂岩、④-4微风化泥质粉砂岩。

对于未检测的桩基础，承台底下的地层主要为④-1全风化岩泥质粉砂岩，该层在场地内各孔均有揭露，厚度1.20~8.10m，平均厚度4.26m。④-2强风化岩泥质粉砂岩，该层场地内普遍分布，部分钻孔揭露有两层，单层厚度0.70~8.20m，平均厚度3.14m。④-3中风化岩泥质粉砂岩，该层取1组中风化岩岩样，测得天然单轴抗压强度 f_c 值3.52MPa。④-4微风化岩泥质粉砂岩，该层取7组微风化岩岩样，测得天然单轴抗压强度 f_c 值为8.94~12.4MPa，平均值10.9MPa，标准值10.2MPa。

按照以上分析，本场地未检测的桩基础下的岩层较好，承台底则为全风化岩层。

二、工程类比分析

(一) 旋挖灌注桩施工工艺特点分析

1) 施工速度快。施工效率高可以大大减少地下水或钻孔泥浆对岩层的浸泡作用，有利于提高桩体质量。

2) 施工精度较高，沉渣少，清孔容易达到要求。施工过程对桩深度、垂直度、钻压、钻筒内装土容量等均可以通过机身电脑控制^[2]；同时在成孔时的渣土已经有筒式渣斗提出孔外，使得旋挖成孔的孔内沉渣很少，很容易满足清孔要求。确保了桩体质量和成渣厚度很少，本工程的桩体抽芯也证明了这点。

3) 对成孔穿过的地层性质的鉴别，从钻斗内科直接判断岩土性质。这样可确保达到设计要求的持力层深度和岩体强度，保证了端承力满足设计要求。

4) 易于管理。工艺简单、易于管理，施工工人易

于掌握和控制，为确保桩体质量提供有力的保障。

旋挖灌注桩，目前已经成为高承载力基础的主要成桩类型，被大量采用，成桩质量得到公认。不仅桩基质量有保证、承底沉渣成少或无，桩底与持力层岩体结合好，桩体的承载力更容易得到保证，这也在大量的项目中得到验证。

(二) 完整性未检测桩基的周边桩的质量分析

按照工程类比法进行分析，本场地在钻探深度范围内，未发现岩层受强烈挤压扭曲和明显的断裂构造痕迹，没有区域性断裂从场地通过，地质构造稳定性条件较好^[3]。地层结构简单，承台底基本为全风化岩层，变化较小，施工工艺先进，成桩质量有保证。本工程虽有12条桩未进行完整性检测，将此12条桩基础周边的桩基的成桩质量进行分析，加以佐证，通过核查周边10m范围内的桩基础检测结果，是均满足规范要求的，因此可认为该12条桩能达到规范要求的可靠性还是很高的。

三、建筑结构特点和荷载分析

(一) 按天然筏板基础验算承载力

该区域基坑开挖底面的地层为全风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩、中风化泥质粉砂岩、微风化泥质粉砂岩。基坑底位于全风化泥质粉砂岩中，标贯试验17次，击数为35-49，平均值43击，标准值41击；因此本全风化泥质粉砂岩地基承载力特征值不小于500 kPa。

根据数十栋高层建筑的受荷计算分析，抗压状态下，上部结构每层每平方米按1.5t即15.0kPa每层考虑，地下室每层每平方米按1.6t，即16.0kPa每层考虑。

1) 主塔楼建筑板底的受荷计算

整体结构均布荷载：PK=27×15+3×16=453 kPa

地基承载力富余度：500/453=1.10

全风化地层的承载力已经达到500kPa，因此已经

满足结构荷载对地基承载力要求。

2) 群楼建筑板底的受荷计算

整体结构均布荷载: $PK=6 \times 15+3 \times 16=138 \text{ kPa}$

地基承载力富余度: $500/138=3.62$

全风化地层的承载力已经达到500kPa, 大大满足

裙楼结构荷载对地基承载力要求。

(二) 按桩基础验算承载力

依据不满足《地基基础工程质量检测技术指引》

穗建质【2010】574号检测要求的12条桩基础的施工记录, 结合场地的岩土层分布, 对桩基础的承载力和设计值进行验算^[4]。具体验算和分析如下:

上部结构组合荷载: $F_n=F \times A_a$

式中: F —区域内基础上部结构荷载; A_a —桩所承担的受荷面积

旋挖灌注单桩抗压承载力特征值的确定根据广东省

《建筑地基基础设计规范》得: $R_a = u \sum q_{sia} l_i + q_{pa} A_p$

表3 未进行完整性检测的12条桩单桩承载力验算分析

桩号	单桩抗压承载力特征值 (kPa)	单桩抗压承载力极限值 (kPa)	桩顶荷载值 (kPa)	安全系数	结论
114#桩	11004	22008	5952	2.81	符合规范
120#桩	13005	26011	5544	4.16	符合规范
103#桩	9114	18229	4928	2.22	符合规范
82#桩	9135	18270	5952	3.29	符合规范
84#桩	8791	17582	5952	3.17	符合规范
89#桩	7360	14720	5952	2.65	符合规范
90#桩	7514	15028	5952	2.71	符合规范
91#桩	8053	16106	5952	2.90	符合规范
97#桩	8830	17660	5952	3.18	符合规范
98#桩	8675	17351	5952	3.13	符合规范
99#桩	7514	15028	5952	2.71	符合规范
105#桩	8253	16506	5952	2.97	符合规范

四、结论

(1) 本工程采用旋挖灌注桩基础, 桩直径从800-1400mm不等, 采用单桩、双桩、三桩、四桩和多桩承台。本工程桩基础分别进行静载、抗拔、桩身低应变、超声波和钻孔抽芯五种方法进行承载力及桩身完整性检测。各种检验方法总检验桩数120根, 占总桩数的91%, 检测结果均为合格。本场地的地层组成简单, 桩基础施工工艺先进, 对桩体成桩质量具有保证性, 现场施工和监理记录良好, 完整性未检测的12条桩基础周边10m范围内的桩基础检测结果均满足规范要求, 按照工程类比法分析, 未检测的桩基础完整性也应有很大的保证性。

(2) 按照桩基础分析, 本工程的桩基础承载力富余较大, 针对主塔楼下的9根完整性未检测桩基础来说, 同一个承台下已经检验的11条桩基础合格, 对于整个塔楼基础的保证性很大。余下的3根完整性未检测桩基础, 都在各自不同双桩承台下, 各自同一个承台下已经检验的另外一条桩基础均合格。这些对整个基础的安全性均有较大保证。

(3) 通过对未进行完整性检测的12条桩单桩承载力验算分析, 桩基础承载力特征值相比于设计值, 安全系数达到2.22-4.16, 安全储备充足, 且部分桩体富余较大。

(4) 按照场地的地层组成和结构受力特点分析, 本场地完整性未检测桩基础主要分布在主塔楼下, 该底

板厚度达到1400mm, 即使采用天然低级筏板基础, 不考虑部分桩基础的作用, 基础底面的地基承载力也能满足结构荷载对地基承载力的要求。

(5) 本场地的桩基础已经完成静载和抗拔在内的多项检测, 且根据目前的计算分析, 天然地基承载力也可满足上部结构荷载的承载力要求。仅仅12根桩基础的完整性检测结果不会对项目整体安全性构成不利影响。

总体分析, 本项目的12根桩基础的完整性检测结果缺失, 虽不满足广州市的桩基础验收要求, 但本项目的桩基础已经满足国家和广东省相关规范的要求。即使12根桩基础的完整性检测结果缺失, 通过已经完成检验的桩基础分析, 结合工程类比推断, 通过桩基础、承台下的天然地基和上部结构的承载力和荷载计算分析, 可判断整个项目的桩基础是安全和可靠的。

参考文献:

[1] 孙卫东. 探讨建筑工程中桩基质量检测[J]. 城市建设理论研究, 2011(15): 64-65.
 [2] 程子洪. 探讨高铁钻孔灌注桩施工方式优劣[J]. 科技创新与应用, 2013(6): 170-171.
 [3] 王翠彭, 王创等. 广州市某商住小区岩土工程勘察与评价[J]. 西部资源, 2018(3): 108-109.
 [4] 韩晓雷. 土力学地基基础, 冶金工业出版社, 2004.