

福建省工程建设地方标准设计图集

福建省静钻根植 先张法预应力混凝土竹节桩

统一编号：DBJT13—100

图 集 号：闽2016—G—126

2016

福建省工程建设地方标准设计图集

福建省静钻根植 先张法预应力混凝土竹节桩

统一编号：DBJT13—100

图 集 号：闽2016—G—126

主编单位：福建省建筑设计研究院

批准部门：福建省住房和城乡建设厅

实施日期：2017年03月01日

2016年·福州

图书在版编目 (CIP) 数据

福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩 / 福建省建筑设计研究院编. —福州: 福建科学技术出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-5335-5199-5

I. ①福… II. ①福… III. ①先张法预加应力-预应力混凝土-混凝土桩 IV. ①TU473.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第291408号

书 名 福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩
编 者 福建省建筑设计研究院
出版发行 海峡出版发行集团
福建科学技术出版社
社 址 福州市东水路76号 (邮编350001)
网 址 www.fjstp.com
经 销 福建新华发行 (集团) 有限责任公司
印 刷 福州万紫千红印刷有限公司
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 2.75
字 数 60千字
版 次 2017年1月第1版
印 次 2017年1月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5335-5199-5
定 价 25.00元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

福建省住房和城乡建设厅关于批准发布福建省工程建设地方标准
设计图集《福建省静钻根植复合配筋先张法预应力混凝土管桩》
和《福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩》的通知

闽建科[2016]44号

各设区市建设局(建委)，平潭综合试验区交通与建设局，各有关单位：

由福建省建筑设计研究院主编的《福建省静钻根植复合配筋先张法预应力混凝土管桩》和《福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩》，经审查，批准为福建省工程建设地方标准设计图集。《福建省静钻根植复合配筋先张法预应力混凝土管桩》图集号为闽2016—G—125，统一编号为DBJT13—99，自2017年3月1日起实施；《福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩》图集号为闽2016—G—126，统一编号为DBJT13—100，自2017年3月1日起实施。在执行过程中，有何问题和意见请函告省厅建筑节能与科技处。

该图集由省厅负责管理。

福建省住房和城乡建设厅

2016年12月15日

前言

根据福建省住房和城乡建设厅(闽建办科[2016]2号)“关于印发《福建省住房和城乡建设系统2016年第二批科学技术项目计划》的通知”的要求,编制组依据《建筑地基基础设计规范》DBJ13-07-2006和现行国家相关桩基础技术标准规定,充分考虑福建省地质情况及桩基础产业状况,经过广泛调查研究、认真总结经验、借鉴相关成果,编制完成本图集。

本图集共三章,主要内容有:1.设计说明;2.结构配筋;3.接头等构造要求。

各单位在使用本图集过程中,有何问题和意见请随时函告福建省住房和城乡建设厅建筑节能与科学技术处(地址:福州市北大路242号,邮编:350001)。

本图集主编单位:福建省建筑设计研究院

本图集参编单位:中淳高科桩业股份有限公司

福建地矿建设集团公司

北京蓝图工程设计有限公司福州分公司

福州市城市地铁有限责任公司

广州地铁设计研究院有限公司

本图集主要起草人:

任彧 王树峰 张日红 王淑英 吴永兴 陈耀 杨陶生 孙智勇 陈开良 蒋盛钢 张雅杰

本图集审定人员:

林功丁 彭伙水 夏昌 翁锦华 张树传 姜绍飞 陈宇峰

福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩

批准部门：福建省住房和城乡建设厅

批准文号：闽建科[2016]44号

主编单位：福建省建筑设计研究院

统一编号：DBJT13-100

实施日期：二〇一七年三月一日

图集号：闽 2016-G-126

主编单位负责人：



主编单位技术负责人：

技术审定人：



设计负责人：

目 录

设计说明 ······	2	焊接连接端板详图 ······	28
PHDC 450-300 (70) 桩结构配筋示意图 ······	18	PHDC桩焊接连接端板参数表 ······	29
PHDC 550-400 (95) 桩结构配筋示意图 ······	19	焊接连接桩套箍剖面图 ······	33
PHDC 650-500 (100/125) 桩结构配筋示意图 ······	20	接头焊接连接详图 ······	34
PHDC 800-600 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	21	销钉机械连接详图 ······	35
PHDC 900-700 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	22	承压桩桩顶与承台连接详图 ······	36
PHDC 1000-800 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	23	抗拔桩桩顶与承台连接详图 ······	37
PHDC 1200-1000 (130) 桩结构配筋示意图 ······	24		
扩头PHDC桩结构配筋示意图 ······	25		
PHDC桩锚固钢筋参数表 ······	26		
焊接接头构造图 ······	27		

目 录								图集号	闽2016-G-126
审核	任 斌	何 强	校对	王淑英	设计	张雅杰	张雅杰	页	1

福建省静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩

批准部门：福建省住房和城乡建设厅

批准文号：闽建科[2016]44号

主编单位：福建省建筑设计研究院

统一编号：DBJT13-100

实施日期：二〇一七年三月一日

图集号：闽 2016-G-126

主编单位负责人：



主编单位技术负责人：

技术审定人：



设计负责人：

目 录

设计说明 ······	2	焊接连接端板详图 ······	28
PHDC 450-300 (70) 桩结构配筋示意图 ······	18	PHDC桩焊接连接端板参数表 ······	29
PHDC 550-400 (95) 桩结构配筋示意图 ······	19	焊接连接桩套箍剖面图 ······	33
PHDC 650-500 (100/125) 桩结构配筋示意图 ······	20	接头焊接连接详图 ······	34
PHDC 800-600 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	21	销钉机械连接详图 ······	35
PHDC 900-700 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	22	承压桩桩顶与承台连接详图 ······	36
PHDC 1000-800 (110/130) 桩结构配筋示意图 ······	23	抗拔桩桩顶与承台连接详图 ······	37
PHDC 1200-1000 (130) 桩结构配筋示意图 ······	24		
扩头PHDC桩结构配筋示意图 ······	25		
PHDC桩锚固钢筋参数表 ······	26		
焊接接头构造图 ······	27		

目 录								图集号	闽2016-G-126
审核	任 斌	何 强	校对	王淑英	设计	张雅杰	张雅杰	页	1

设计说明

一、适用范围

1. 本图集静钻根植先张法预应力混凝土竹节桩（以下简称竹节桩，代号PHDC）是采用离心工艺生产的带有等间隔竹节状突起的环形截面预应力高强混凝土预制桩，该桩适用于工业与民用建筑的低承台静钻根植桩基础。铁路、公路、桥梁、港口、水利、市政工程的静钻根植桩基础设计可参考使用。
2. 本图集适用于福建省抗震设防烈度7度及7度以下（设计基本地震加速度值为0.15g及0.15g以下）地区的建筑物。当承受较大水平力或表层液化土层很厚时，应进行相应核算，根据验（核）算结果，调整相应的钢筋或提高混凝土强度等级或加强构造措施。
3. 本图集竹节桩按照二a类、二b类环境类别进行耐久性设计，中等及以上腐蚀性情况可按有关规范采取有效的防腐蚀措施。
4. 本图集竹节桩采用静钻根植桩施工工艺（简称根植法）沉桩。根植法沉桩适用于下列场地及情况：
 - 1) 粘性土、粉土、砂土、填土、碎（砾）石土、软土以及地质情况复杂、夹层多、风化不均、软硬变化较大的岩层。
 - 2) 当建筑场地邻近有建筑物（构筑物）或地下管线等工程设施，需控制挤土效应时。

二、设计依据

1. 《建筑结构荷载规范》 GB 50009—2012
2. 《建筑抗震设计规范》 GB 50011—2010(2016年版)

3. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010—2010(2015年版)
4. 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007—2011
5. 《钢结构设计规范》 GB 50017—2003
6. 《工业建筑防腐设计规范》 GB 50046—2008
7. 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202—2012
8. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204—2015
9. 《先张法预应力离心混凝土异型桩》 GB 31039—2014
10. 《先张法预应力离心混凝土管桩》 GB 13476—2009
11. 《通用硅酸盐水泥》 GB 175—2007
12. 《钢筋混凝土用钢 第二部分 热轧带肋钢筋》 GB 1499.2
13. 《混凝土外加剂》 GB 8076—2008
14. 《碳素结构钢》 GB/T 700—2006
15. 《预应力混凝土用钢棒》 GB/T 5223.3—2005
16. 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T50476—2008
17. 《建设用砂》 GB/T 14684—2011
18. 《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685—2011
19. 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94—2008
20. 《混凝土用水标准》 JGJ 63—2006
21. 《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》 CECS 188：2005
22. 《建筑地基基础设计规范》 DBJ13—07—2006

设计说明（一）								图集号	闽2016-G-126	
审核	任 威	任 威	校对	王淑英	任 威	设计	张雅杰	任 威	页	2

23. 《桩基础与地下结构防腐技术规程》DBJ/T13-200-2014

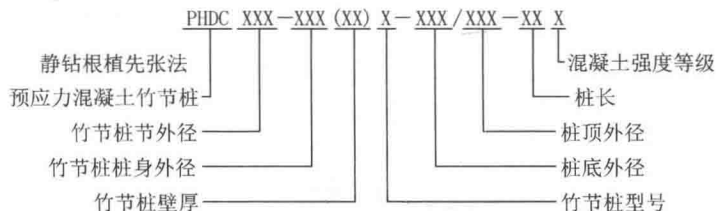
24. 《静钻根植桩基础技术规程》 Q/141002-2014

三、分类与编号

(一)分类

1. 竹节桩按混凝土强度等级分为：C80、C100。
2. 竹节桩按节外径及桩身外径分为：450-300、550-400、650-500、800-600、900-700、1000-800、1200-1000等规格。
3. 竹节桩按混凝土有效预压应力值分为A型、AB型、B型。

(二)编号



[例]竹节桩节外径650mm，桩身外径500mm，壁厚100mm，AB型，桩大头外径为600mm，小头外径为500mm，长度为12m，桩身混凝土强度为C80，标记为：

PHDC 650-500(100)AB-600/500-12 C80

如各节桩的型号或桩长不同，应按顺序分别注明标记。

四、原材料与构造要求

(一)混凝土

1. 制作竹节桩的混凝土质量应符合国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定，并按该标准的要求进行检验。

2. 桩身制作用水泥应采用强度等级不低于42.5级的水泥，根植法桩周所注水泥浆用水泥应采用强度等级不低于32.5级的水泥。水泥可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，其质量应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。
3. 细骨料宜采用洁净的天然硬质中粗砂或人工砂，细度模数宜为2.5~3.2。采用人工砂时，细度模数可为2.5~3.5，质量应符合《建设用砂》GB/T 14684的规定，且含泥量不大于1%，氯离子含量不大于0.01%，硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。
4. 粗骨料采用碎石或破碎的卵石，连续级配，针片状颗粒不应超过10%，最大粒径不宜大于25mm，且不应超过钢筋净距的3/4，其质量应符合《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定，且含泥量应不超过0.5%，硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。碎石的岩体抗压强度宜大于所配混凝土强度的1.5倍。
5. 对于有抗渗或其他特殊要求的竹节桩，其所使用的骨料应符合相关标准的规定。
6. 混凝土拌和水不得含有影响水泥正常凝结和硬化的有害杂质和油质，其质量应符合《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。
7. 外加剂的质量应符合《混凝土外加剂》GB 8076的规定，不得采用含有氯盐或有害物的外加剂。
8. 掺合料宜采用矿渣微粉、粉煤灰或硅灰等，质量要求应符合《先张法预应力离心混凝土异型桩》GB 31039的有关规定。当采用其他品种的掺合料时，应通过试验鉴定，确认符合异型桩用混凝土质量要求时，方可使用。

设计说明 (二)								图集号	闽2016-G-126
审核	任威	何	校对	王淑英	设计	张雅杰	张雅杰	页	3

(二) 钢材

1. 预应力钢材采用抗拉强度不小于1420MPa、35级延性低松弛预应力混凝土用螺旋槽钢棒，其质量应符合《预应力混凝土用钢棒》GB/T 5223.3的规定。
2. 螺旋箍筋采用低碳钢热轧圆盘条、混凝土制品用冷拔低碳钢丝，其质量应分别符合《低碳钢热轧圆盘条》GB/T 701、《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JC/T 540的规定。
3. 端板应采用Q235B钢，套箍应采用Q235钢，其质量应符合《碳素结构钢》GB/T 700的规定，端板的性能尚应符合《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T 947的规定。
4. 锚固筋宜采用钢筋混凝土用热轧带肋钢筋，质量应符合《钢筋混凝土用钢 第二部分热轧带肋钢筋》GB 1499.2的规定。

(三) 构造要求

1. 预应力钢筋的保护层厚度应符合以下规定：桩身外径为300mm的竹节桩不应小于25mm，其余规格竹节桩，保护层厚度不小于45mm。
2. 竹节桩的预应力钢筋最小配筋率不得低于0.4%，并不得少于6根。
3. 竹节桩配置锚固筋的数量及直径详见表16。

五、设计及计算

(一) 设计参数与规定

1. 预应力钢棒（代号PCB-1420-35-L-HG）的力学性能、几何特征及理论质量应分别符合表1、表2的要求。

表1 PCB-1420-35-L-HG的力学性能

符号	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ (MPa)	抗拉强度标准值 f_{ptk} (MPa)	抗拉强度设计值 f_{py} (MPa)	抗压强度设计值 f'_{py} (MPa)	断后伸长率 (%)	E_s (N/mm ²)	1000h 松弛值 (%)
ϕ^D	≥ 1280	≥ 1420	≥ 1000	≥ 400	≥ 7	2.0×10^5	≤ 2.0

表2 PCB-1420-35-L-HG的几何特征及理论质量

公称直径 (mm)	基本直径 (mm)	公称截面积 (mm ²)	理论质量 (kg/m)
7.1	7.25	40.0	0.314
9.0	9.15	64.0	0.502
10.7	11.10	90.0	0.707
12.6	13.10	125.0	0.981

注：1. 公称直径——设计采用的直径，按有效面积换算成圆的直径，本图集均用公称直径表示。
2. 基本直径——钢筋的外接圆直径。
3. 公称截面积——横截面积等于圆形光圆钢筋公称直径的面积，本图集均按公称截面积计算。

2. 张拉控制应力。预应力钢筋的张拉控制应力 σ_{con} ，本图集取钢筋抗拉强度标准值的0.7倍，即 $\sigma_{con}=0.7f_{ptk}$ 。钢筋张拉应力及每根钢筋的张拉力见表3。

设计说明 (三)							图集号	闽2016-G-126	
审核	任	任	校	对	王淑英	设计	张雅杰	页	4

表3 预应力钢筋的张拉应力及每根钢筋的张拉力

钢筋直径(mm)	7.1	9.0	10.7	12.6
张拉控制应力 σ_{con} (MPa)	994			
每根钢筋的张拉力(kN)	39.76	63.62	89.46	124.30

3. 混凝土力学性能。本图集竹节桩采用的混凝土强度等级为C80和C100，其力学性能按表4采用。

表4 混凝土强度指标及弹性模量 (N/mm²)

混凝土强度等级	f_{ck}	f_c	f_{tk}	f_t	E_c (N/mm ²)
C80	50.20	35.90	3.11	2.22	3.80×10^4
C100	61.50	43.90	3.29	2.35	4.00×10^4

4. 预应力。损失本图集预应力钢筋拉应力损失值按《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476的有关规定计算。

(二)竹节桩的结构计算

1. 桩身正截面受弯承载力设计值应符合下列规定：

$$M \leq \alpha_1 f_c A (r_1 + r_2) \frac{\sin \pi \alpha}{2\pi} + f_{py}' A_p r_p \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} + (f_{py} - \sigma_{p0}) A_p r_p \frac{\sin \pi \alpha_t}{\pi} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{0.55 \sigma_{p0} + 0.45 f_{py} A_p}{\alpha_1 f_c A + f_{py}' A_p + 0.45 (f_{py} - \sigma_{p0}) A_p} \quad (2)$$

$$\alpha_t = 0.45 (1 - \alpha) \quad (3)$$

式中： M — 弯矩设计值；

A — 桩身截面面积；

α — 受压区混凝土面积和全截面面积之比；

α_t — 受拉区纵向预应力钢筋与全部预应力钢筋面积之比；

α_1 — 混凝土矩形应力图的应力值与轴心抗压强度设计值之比，C80取0.94，C100取0.77；

σ_{p0} — 预应力钢筋有效预应力，即混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力；

f_{py} — 预应力钢筋抗拉强度设计值；

f_{py}' — 预应力钢筋的抗压强度设计值；

f_c — 混凝土轴心抗压强度设计值。

桩身极限弯矩标准值 $M_{u,k}$ 也可按上式计算，但式中的“ \leq ”应改为“ $=$ ”，“ f_c ”应改用混凝土轴心抗压强度标准值“ f_{ck} ”，“ f_{py} ”应改用预应力钢筋抗拉强度标准值“ f_{ptk} ”。

2. 桩身横向受剪承载力设计值应符合下列规定：

$$V \leq \frac{tI}{S_0} \sqrt{(\sigma_{ce} + 2\phi_t f_t)^2 - \sigma_{ce}^2} \quad (4)$$

式中： V — 桩身剪力设计值；

t — 竹节桩壁厚；

I — 桩身截面对中心轴的惯性矩；

$$I = \pi (r_2^4 - r_1^4) / 4$$

S_0 — 桩身半个圆环的面积对中心轴的面积矩；

$$S_0 = 2(r_2^3 - r_1^3) / 3$$

设计说明 (四)								图集号	闽2016-G-126
审核	任	成	校	对	王淑英	设计	张雅杰	页	5

σ_{ce} —混凝土有效预压应力;

f_t —混凝土抗拉强度设计值;

ϕ_t —混凝土抗拉强度变异性调整系数,取0.7。

开裂剪力标准值 $V_{cr,k}$ 可按上式计算,但式中的“ \leq ”应改为“ $=$ ”,“ f_t ”应改用混凝土抗拉强度标准值“ f_{tk} ”。

3. 桩身轴心受拉时,桩身受拉承载力应符合下列规定:

$$N \leq C f_{py} A_p \quad (5)$$

式中: N — 基本组合下桩顶轴向拉力设计值;

C — 考虑预应力钢筋锚头与端板连接处受力不均匀等因素的影响而取的折减系数,取0.85。

4. 桩身受压承载力应符合下列规定:

不考虑压屈影响时,桩身轴心受压承载力应符合下列规定:

$$R \leq \psi_c f_c A \quad (6)$$

式中: R — 轴压力设计值;

ψ_c — 考虑沉桩工艺影响及混凝土残留预压应力影响而取的综合折减系数,取0.85。

桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于10kPa的软弱土层的基桩,应考虑压屈影响,桩身轴心受压承载力应符合下列规定:

$$R \leq \phi \psi_c f_c A \quad (7)$$

式中: ϕ — 受压稳定系数,按《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定执行。

5. 竹节桩受弯时,裂缝控制等级取二级,并应符合下列规定:

$$M_{cr,k} \leq (\sigma_{ce} + \gamma f_{tk}) W_0 \quad (8)$$

式中: $M_{cr,k}$ — 桩身开裂弯矩标准值;

σ_{ce} — 桩身净截面混凝土有效预压应力;

f_{tk} — 桩身混凝土抗拉强度标准值;

γ — 考虑离心工艺影响及截面抵抗矩塑性影响的综合系数,C80取1.9,C100取1.8;

W_0 — 桩身截面换算弹性抵抗矩;

$$W_0 = 2 I_0 / D_w$$

$$I_0 = \pi (r_2^4 - r_1^4) / 4 + [(E_s / E_c) - 1] A_p r_p^2 / 2$$

E_s 、 E_c — 钢筋、混凝土弹性模量;

D_w — 桩身外径;

r_1 、 r_2 — 桩身环形截面内、外半径;

A_p — 全部纵向预应力钢筋的截面面积;

r_p — 纵向预应力钢筋分布圆的半径。

6. 桩身轴心受拉时,标准组合下裂缝控制等级取一级,并应符合下列规定:

$$N_k \leq \sigma_{ce} A_0 \quad (9)$$

式中: N_k — 按荷载效应标准组合计算的拉力值;

A_0 — 截面换算面积, $A_0 = A + [(E_s / E_c) - 1] A_p$ 。

7. 吊装验算。竹节桩吊装验算的动力系数取1.5;桩身自重产生的最大吊装弯矩应小于桩的抗裂弯矩。

六、选用原则

1. 设计人员应结合工程地质情况、建设区域抗震设防烈度、上部结构特点及荷载大小、性质等因素,经综合分析后选用相

设计说明 (五)								图集号	闽2016-G-126
审核	任	或	校	对	王淑英	设计	张雅杰	页	6

应类型的竹节桩。

2. 各类桩配筋及力学性能详见表5及表6。
3. 工程地质条件较复杂、桩基设计等级为甲级的根植桩基础工程，宜选用AB型或B型竹节桩。
4. 当地下水或地基土对混凝土、钢筋和钢零部件有弱腐蚀作用时，宜选用AB型或B型竹节桩；当为中等腐蚀及以上腐蚀等级作用时，应按相关标准、规范规定的措施进行处理。
5. 当采用根植法沉桩工艺时，基桩的最小中心距按《建筑桩基技术规范》JGJ 94的非挤土灌注桩相关规定执行，直径按桩节外径取值。
6. 当桩穿越可液化土或不排水抗剪强度小于10KPa的软弱土层时，应考虑压屈影响。
7. 单根桩接头不宜超过3个。对于由多节桩拼接的单根桩，设计人员可根据桩所承受的竖向力及水平力的大小，采用不同型号桩进行接桩的配桩设计。
8. 用作抗拔桩的竹节桩，应设置端部锚固筋。可根据设计要求加大端板厚度并增大端板的焊接坡口尺寸或采用机械接头。
9. 采用根植法的竹节桩成孔尺寸及扩底尺寸需满足第16页的构造要求，竖向极限承载力标准值可按《建筑桩基技术规范》JGJ 94关于预制桩的有关规定进行计算，桩直径取竹节桩外径，侧阻力特征值按预制桩相应参数取值；桩端面积取扩底投影面积，端阻力特征值按预制桩相应参数的1/2取值。在具体确定竖向承载力时，可按规范要求要求进行试桩，为设计提供有效、可靠的依据。

10. 设计选用示例。

A. 承压时选用竹节桩与复合配筋桩组合桩示例

1. 某工程土层参数见下表：

桩顶以下土层参数一览表

土层编号	土层名称	桩极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa)	桩极限端阻力标准值 q_{pk} (kPa)	土层顶标高 (m)	土层厚度 (m)
2	淤泥质粘土	20	—	-4.5	5
3	粉质粘土夹粉砂	30	—	-9.5	8
4	淤泥质粘土	22	—	-17.5	12
5	粉质粘土	67	—	-29.5	10
6	粘土	46	—	-39.5	8
7	粘土	68	—	-47.5	10
8	中砂	115	6300	-57.5	未揭穿

2. 桩顶标高-4.5m，桩长55m，桩端持力层为8层中砂土。选用桩型组合自下而上依次为：

- 第一节：竹节桩 PHDC 650-500(100)AB-600/500-15 C80；
- 第二节：竹节桩 PHDC 650-500(125)AB-600/500-15 C100；
- 第三节：复合配筋桩 PRHC 600(130) II b-15 C80；
- 第四节：复合配筋桩 PRHC 600(130) II b-10 C80。

采用静钻根植桩施工工艺沉桩，钻孔直径为750mm，桩底扩底直径为钻孔直径的1.5倍，即1125mm。详见附图一。

单桩竖向抗压极限承载力标准值：

$$Q_{uk} = u \sum q_{sikli} + 0.5 q_{pk} A_p$$

设计说明 (六)								图集号	闽2016-G-126
审核	任	或	校	对	王淑英	设计	张雅杰	页	7

$$=0.65 \times 3.14 \times (115 \times 2 + 68 \times 10 + 46 \times 8 + 67 \times 10) + 0.6 \times 3.14 \times (22 \times 12 + 30 \times 8 + 20 \times 5) + 0.5 \times 6300 \times 3.14 \times (1.125/2)^2 = 8243 \text{ kN}$$

单桩竖向抗压承载力特征值:

$$R_a = Q_{uk} / 2 = 8243 / 2 = 4121 \text{ kN}$$

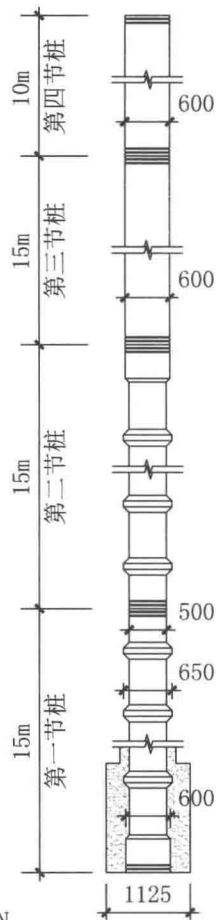
3. 桩顶荷载效应组合值。荷载效应标准组合下, 单桩竖向轴压力标准值: $R_k = 4000 \text{ kN}$
4. 单桩竖向抗压承载力验算。单桩轴压力标准值: $R_k = 4000 \text{ kN} < R_a = 4121 \text{ kN}$, 满足要求。
5. 各段桩身轴心受压承载力验算。第一节桩顶荷载特征值为第四节桩桩顶荷载特征值减去该节桩桩顶以上侧阻力, 即:

$$Q_{d1} \text{ 的特征值} = 4000 - [0.65 \times 3.14 \times (67 \times 10 + 46 \times 5) + 0.6 \times 3.14 \times (22 \times 12 + 30 \times 8 + 20 \times 5)] / 2 = 2512 \text{ kN}$$

第一节桩 PHDC 650-500(100)AB C80 的桩身轴心受压承载力设计值, 查本图集第10页表, 可得: $[R] = 3834 \text{ kN}$;

经计算 Q_{d1} 的设计值为 $3580 \text{ kN} < 3834 \text{ kN}$ 满足要求。

第二节桩桩顶荷载特征值为第四节桩桩顶荷载特征值减去该节桩桩顶以上侧阻力, 即: Q_{d2} 的特征值 = $4000 - [0.6 \times 3.14 \times (22 \times 12 + 30 \times 8 + 20 \times 5)] / 2 = 3430 \text{ kN}$



附图一

第二节桩 PHDC 650-500(125)AB C100 的桩身轴心受压承载力设计值, 查本图集第10页表, 可得: $[R] = 5495 \text{ kN}$;

经计算 Q_{d2} 的设计值为 $4888 \text{ kN} < 5495 \text{ kN}$ 满足要求。

第三、四节桩 PRHC 600(130) II b C80 的桩身轴心受压承载力设计值, 查本图集第11页表, 可得:

$$[R] = 5857 \text{ kN};$$

根据基本组合计算第三、四节桩身内轴压力设计值:

经计算 Q_{d3} 的设计值为 $5700 \text{ kN} < 5857 \text{ kN}$ 满足要求。

B. 抗拔时选用复合配筋桩示例

1. 某工程土层参数见下表:

抗拔桩桩顶以下土层参数一览表

土层编号	土层名称	桩极限侧阻力标准值 q_{sik} (kPa)	抗拔系数	土层顶标高 (m)	土层厚度 (m)
1	粉质粘土	22	0.7	-4.5	3.4
2	淤泥质粘土	24	0.7	-7.9	8.9
3	粉质粘土夹粉砂	48	0.7	-16.8	4.8
4	粘土	44	0.7	-21.6	2.9
5	粉质粘土	121	0.7	-24.5	15.3
6	粘土	46	0.7	-39.8	6.0

2. 桩顶标高-4.5m, 桩长30m, 桩端持力层为5层粉质粘土, 地下水位标高为-4.5m, 选用复合配筋桩:

PRHC 600(110) I-15 C80, 共2节, 采用根植法沉桩。

设计说明 (七)

图集号

闽2016-G-126

审核

任 斌

校 对

王淑英

设计

张雅杰

陈 强

页

8

3. 桩顶荷载效应组合值。荷载效应标准组合下，单桩竖向上拔力标准值： $N_k=1225\text{kN}$

4. 单桩竖向抗拔承载力验算。单桩竖向抗拔极限承载力标准值：

$$\begin{aligned} T_{uk} &= \sum \lambda_i q_{sik} u_{li} \\ &= 0.7 \times 3.14 \times 0.6 \times (22 \times 3.4 + 24 \times 8.9 + 48 \times 4.8 + 44 \\ &\quad \times 2.9 + 121 \times 10) \\ &= 2448\text{kN} \end{aligned}$$

单桩自重：

$$G_p = 0.432 \times 30 \times 9.8 - 3.14 \times 0.49 \times 0.11 \times 30 \times 9.8 = 77.2\text{kN}$$

单桩竖向上拔力标准值： $N_k=1225\text{kN} < T_{uk}/2 + G_p = 1301\text{kN}$ ，满足要求。

5. 桩身轴心受拉承载力验算。复合配筋桩PRHC 600(110) I C80的桩身轴心受拉承载力设计值，查本图集第8页表，可得：

$$[N]=1883\text{kN}$$

单桩竖向上拔力设计值：

$$N=1.35 \times 1225\text{kN} = 1653\text{kN} < [N]=1883\text{kN}，\text{满足要求。}$$

6. 桩身抗裂拉力验算。复合配筋桩 PRHC 600(110) I C80 按标准组合计算的桩身轴心拉力标准值上限，查本图集第8页表，为： $N_k \leq 2043\text{kN}$

$$\text{现 } N_k = 1225\text{kN} < 2043\text{kN}，\text{满足要求。}$$

七、生产制作

1. 竹节桩的制作质量应符合《先张法预应力离心混凝土异型桩》GB 31039-2014及相关生产工艺技术规程的规定。

2. 竹节桩钢模的质量应符合《先张法预应力混凝土管桩用钢模》JC/T 605的规定。布料前或脱模后应及时清模并涂刷脱模剂。

3. 混凝土和钢筋（主筋和螺旋箍筋等）应符合本图集相关要求。

4. 采用先张法预应力工艺，预应力钢筋的张拉控制应力应符合设计要求，当施工中预应力钢筋需要超张拉时，按配筋率的大小可比设计要求提高3%~5%，并应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

5. 采用离心工艺成型，离心作用按慢速、低速、中速、高速四个阶段进行，以保证混凝土密实。

6. 竹节桩脱模放张时，桩身混凝土的立方体抗压强度不得低于45MPa。

7. 经离心成型的竹节桩采用蒸汽养护，在养护过程中应按胶凝材料性质合理控制养护过程；在竹节桩混凝土达到设计强度后，常温下静停5d后方可出厂。

8. 每根桩段应将制造厂名或注册商标、桩型号、合格标记及制造日期标在距离桩端1000mm~1500mm范围内的外表面上。

设计说明（八）							图集号	闽2016-G-126
审核	任 威	任 威	校对	王淑英	设计	张雅杰	页	9

表5 PHDC桩配筋及力学性能（一）（混凝土强度等级：C80）

节 外径 D_j (mm)	桩身 外径 D_w (mm)	壁厚 t (mm)	型号	预应力 钢筋配筋	螺旋 箍筋 规格	桩身混凝土有效预 压应力计 算值 σ_{ce} (MPa)	桩身 受弯承载 力设计值 M (kN·m)	桩身 受剪承载 力设计值 V (kN)	桩身轴心 受拉承载 力设计值 N (kN)	桩身轴心受压 承载力设计值 (未考虑压屈 影响) R (kN)	桩身 开裂弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	桩身 极限弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	桩身 开裂剪力 标准值 $V_{cr,k}$ (kN)	按标准组合 计算的桩身 轴心抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	详图 页次
450	300	70	A	6 Φ^D 7.1	Φ^b4	4.15	26	79	204	1543	25	35	100	214	18
			AB	6 Φ^D 9.0		6.37	39	94	326		31	53	116	332	
			B	8 Φ^D 9.0		8.19	50	104	435		36	68	128	432	
550	400	95	A	7 Φ^D 9.0	Φ^b4	4.30	64	145	380	2777	61	85	182	399	19
			AB	7 Φ^D 10.7		5.87	87	164	535		70	116	203	549	
			B	10 Φ^D 10.7		8.03	118	186	765		84	158	228	761	
650	500	100	A	11 Φ^D 9.0	Φ^b5	4.84	131	206	598	3834	118	174	256	623	20
			AB	11 Φ^D 10.7		6.59	178	232	841		138	236	286	855	
			B	11 Φ^D 12.6		8.75	233	261	1168		164	311	319	1151	
650	500	125	A	12 Φ^D 9.0	Φ^b5	4.53	136	242	652	4493	123	181	302	682	20
			AB	12 Φ^D 10.7		6.18	185	273	918		144	247	337	938	
			B	12 Φ^D 12.6		8.24	244	307	1275		170	327	376	1265	
800	600	110	A	14 Φ^D 9.0	Φ^b5	4.60	206	270	761	5167	191	273	336	795	21
			AB	14 Φ^D 10.7		6.26	280	304	1071		224	372	375	1093	
			B	14 Φ^D 12.6		8.34	369	342	1487		265	492	419	1474	

注：螺旋箍筋的配置可根据设计的要求另行加强。

设计说明（九）										图集号	闽2016-G-126
审核	任	或	何	校	对	王淑英	设计	张雅杰	张雅杰	页	10.

续表5 PHDC桩配筋及力学性能 (一) (混凝土强度等级: C80)

节 外径 D_j (mm)	桩身 外径 D_w (mm)	壁厚 t (mm)	型号	预应力 钢筋配筋	螺旋 箍筋 规格	桩身混凝土有效预 应力计算值 σ_{ce} (MPa)	桩身 受弯承载 力设计值 M (kN·m)	桩身 受剪承载 力设计值 V (kN)	桩身轴心 受拉承载 力设计值 N (kN)	桩身轴心受压 承载力设计值 (未考虑压屈 影响) R (kN)	桩身 开裂弯矩 标准值 $M_{cr,k}$ (kN·m)	桩身 极限弯矩 标准值 $M_{u,k}$ (kN·m)	桩身 开裂剪力 标准值 $V_{cr,k}$ (kN)	按标准组合 计算的桩身 轴心抗裂拉力 $N_k \leq$ (kN)	详图 页次
800	600	130	A	16 Φ^D 9.0	Φ^b5	4.63	227	312	870	5857	206	301	388	908	21
			AB	16 Φ^D 10.7		6.31	309	352	1224		241	411	433	1249	
			B	16 Φ^D 12.6		8.40	406	396	1700		285	544	484	1683	
900	700	110	A	12 Φ^D 10.7	Φ^b6	4.60	298	322	918	6221	282	394	401	959	22
			AB	24 Φ^D 9.0		6.33	409	365	1305		331	542	449	1332	
			B	24 Φ^D 10.7		8.52	543	412	1836		395	723	503	1814	
900	700	130	A	13 Φ^D 10.7	Φ^b6	4.38	314	365	994	7103	299	416	455	1041	22
			AB	26 Φ^D 9.0		6.04	433	413	1414		350	574	509	1448	
			B	26 Φ^D 10.7		8.14	577	467	1989		417	770	571	1977	
1000	800	110	A	15 Φ^D 10.7	Φ^b6	4.89	434	383	1147	7276	402	573	476	1194	23
			AB	15 Φ^D 12.6		6.58	581	430	1593		469	770	529	1620	
			B	30 Φ^D 10.7		9.01	782	491	2295		568	1044	598	2251	
1000	800	130	A	16 Φ^D 10.7	Φ^b6	4.57	453	432	1224	8349	427	600	538	1279	23
			AB	16 Φ^D 12.6		6.16	610	485	1700		496	808	598	1738	
			B	32 Φ^D 10.7		8.47	827	553	2448		599	1104	675	2421	
1200	1000	130	A	16 Φ^D 10.7	Φ^b6	4.97	830	574	1740	10842	766	1096	711	1809	24
			AB	16 Φ^D 12.6		6.78	1123	647	2448		900	1487	794	2482	
			B	32 Φ^D 10.7		9.01	1465	728	3400		1071	1956	887	3338	

注: 螺旋箍筋的配置可根据设计的要求另行加强。

1624946

设计说明 (十)										图集号	闽2016-G-126
审核	任斌	何强	校对	王淑英	设计	张雅杰	张雅杰	张雅杰	张雅杰	页	11