

浙江省建筑标准设计

结构标准图集

夯 扩 桩

图集号：2004浙G 21

浙江省标准设计站

二〇〇四年十二月

夯 扩 桩

批准部门：浙江省建设厅

批准文号：建设发[2004] 298 号

编制单位：杭州市城建设计研究院有限公司

施行日期：2005年 1 月 1 日

图 集 号：2004 浙 G 21

编制单位负责人：邵时栋
编制单位技术负责人：王立红
技术审定人：杨爱明
设计负责人：张小明

目 录

目 录	1
设计说明	2~5
无桩尖夯扩桩施工工序示意	6
夯扩桩夯扩参数示意及夯扩参数参考表	7
夯扩桩配筋详图	8
钢筋混凝土预制桩尖详图	9

设计说明

一、一般说明

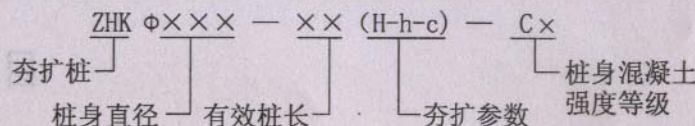
- 1、本图集夯扩桩适用于周围环境能承受锤击夯扩引起的噪音、振动及挤土的工业与民用建筑桩基础。工程的环境、地质条件应具有对混凝土无侵蚀性。
- 2、本图集夯扩桩适用于抗震设防烈度 ≤ 7 度的地区。
- 3、本图集夯扩桩适用于地基基础设计等级属于乙级或丙级的建筑物。
- 4、本图集主要考虑夯扩桩承受竖向受压荷载的情况。当夯扩桩承受水平荷载或作为抗拔桩时，设计人员应结合工程实际情况，经计算分析后选用或另行设计。
- 5、夯扩桩适用的工程地质条件是：场地上部为软弱土层，而地表下4~20m范围内有一层厚度不小于4m且性质较好的桩端持力层(如砂土、粉土、可塑~硬塑粘性土等)；对施工可能产生液化的粉土或砂土地基，应事先采取有效措施，避免施工时产生液化。
- 6、本图集所注尺寸除注明外，均以毫米(mm)为单位。

6、《建筑基桩检测技术规范》 JGJ 106-2003

7、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202-2002

三、分类、编号及使用条件

- 1、夯扩桩直径按桩管外径分为 $\Phi 325\text{mm}$ 、 $\Phi 377\text{mm}$ 、 $\Phi 426\text{mm}$ 三种。
- 2、本图集按夯扩桩的桩径、桩长、夯扩参数及混凝土强度等级来确定桩的编号。



[例] 某工程采用 $\Phi 377\text{mm}$ 直径的一次夯扩桩(不用钢筋混凝土预制桩尖)，有效桩长为4.4m，夯扩参数： $H=1.8\text{m}$ ， $h=0.8\text{m}$ ， $h-c=0.6\text{m}$ ， $c=0.2\text{m}$ ，桩身混凝土强度等级为C25，则夯扩桩型号为ZHK $\Phi 377-4.4(1.8-0.8-0.2)-C25$ 。

- 3、夯扩桩的最小中心距和最大布桩平面系数应符合表1规定，且不应小于2倍的桩端夯扩头直径D，对于大面积群桩，夯扩桩的最小中心距宜适当加大。

表1 桩的最小中心距和最大布桩平面系数

土的类别	一般情况	
	最小中心距	最大布桩平面系数
穿越饱和土	4.0d	5%
穿越非饱和土	3.5d	6.5%

注：d—夯扩桩的桩管外径

二、设计依据

- 1、《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2002
- 2、《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2002
- 3、《建筑桩基技术规范》 JGJ 94-94
- 4、浙江省《建筑地基基础设计规范》 DB 33/1001-2003
- 5、《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204-2002

- 4、夯扩桩的施工长度一般不宜大于 15m，如施工机械有可靠措施或有振动拔管设备并有成熟经验能保证桩身质量时，则可适当增长。
- 5、桩端夯扩头进入持力层的深度，应根据地质条件、沉管和扩头的可能性等因素确定，宜为1.5m 左右，且不宜小于 4 d。当存在软弱下卧层时，桩端夯扩头底以下持力层的厚度不宜小于 4 倍的桩端夯扩头直径 D，且不宜小于2.5m，并应验算下卧层的承载力及变形。
- 6、夯扩桩一般采用一次夯扩，有时为增加桩的承载力，可采用增加夯扩头投料高度H或采用二次夯扩、三次夯扩工序，详见第6页。
- 7、设计应优先采用无桩尖夯扩桩，当沉管、拔管或封底有困难时，则可采用钢筋混凝土预制桩尖。
- 8、夯扩桩的桩身上部采用焊接钢筋笼配置，其有效长度取 5 倍桩身直径、1/3 桩身长度、承台底至软弱土层底下 1 倍桩身直径深度的大值，端承型桩的钢筋笼应沿桩身通长配置。桩主筋伸入承台内的锚固长度不应小于钢筋直径的35倍。
- 9、混凝土强度等级：桩身 \geq C20，预制桩尖为C30。钢筋种类：HPB235钢筋（ Φ ），HRB335钢筋（ Φ ）。
- 10、夯扩桩主筋的混凝土保护层厚度不应小于50mm。预制桩尖主筋混凝土保护层厚度为30mm。
- 11、夯扩桩的夯扩头计算直径D及单桩竖向承载力特征值取值应按浙江省《建筑地基基础设计规范》DB 33/1001-2003中第9章的有关规定合理确定。

- 12、夯扩桩桩身混凝土强度应满足桩的承载力要求。不同混凝土强度等级的桩身混凝土轴心抗压承载力设计值见表 2。

表 2 桩身混凝土轴心抗压承载力设计值 R_c

桩身直径 (mm)	桩身混凝土强度等级		
	C20	C25	C30
$\Phi 325$	478kN	592kN	712kN
$\Phi 377$	643kN	797kN	958kN
$\Phi 426$	821kN	1018kN	1223kN

注：表中 $R_c = A_p f_c \eta_c$ （其中 η_c 取0.6）

四、施工要求

- 1、施工场地应排除地下管道、废基础、废井等地下设施，整平压实，施工场地的地面标高一般应高出承台底面0.8m以上。
- 2、在可能产生液化的饱和粉土、砂性土地基，应事先采取有效措施，避免施工时产生液化。
- 3、夯扩桩施工时可视具体情况采用 $D_1 \sim 18$ 、 $D_1 \sim 25$ 、 $D_1 \sim 40$ 、 $D_2 \sim 15$ 型柴油锤。机具应具备400~600kN的拔管力及能承担该拔管力的桩架，最好能具备振动拔管设备。
- 4、合理安排打桩顺序，以防桩身挤断和被设备压坏，独立承台下的桩应连续施工，一次完成。对群桩基础和桩中心距小于4倍桩径的桩基，应提出保证相邻桩身质量的施工技术措施。

设计说明(二)

图集号	2004浙G21
页	3

- 5、无桩尖夯扩桩施工时，必须采用 130mm高的加颈圈，当双管沉入设计深度、抽出内管后，外管内必须保持干燥，不得有水或土涌入外管内。当止淤失效时，可增长加颈圈高度（如增加至200mm高）并相应增加干混凝土的用量。
- 6、夯扩桩在施工过程中如拔管困难或止淤封底难以解决时，可采用有预制桩尖的夯扩桩。
- 7、当采用预制桩尖时，对于穿越饱和粘性土的桩，宜在预制桩尖和桩管的接触面处设密封材料（如麻绳、稻草绳等）；对进入硬塑粘土层或中密粉细砂层的桩，在预制桩尖和桩管接触面处采用环形铁圈。如在沉管过程中水或泥浆有可能进入桩管时，宜在桩管内先灌入高1.5m左右的封底混凝土，方可开始沉桩。
- 8、夯扩桩的施工工序见第6页。
- 9、夯扩桩沉管深度以设计桩长与沉管最后贯入度双重控制原则，贯入度根据地质条件、设计荷载、锤击能力、施工状况、设计要求等因素综合确定，并通过试桩来决定，以最后三阵，每阵十击的平均贯入度作为控制标准。
- 10、工程施工前应进行试成桩，数量不少于3根，位置宜选择在紧靠地质钻探孔和有代表性的部位，试成桩应详细记录混凝土的分次灌入量、外管上拔高度、内管夯击次数、双管同步沉入深度、进入持力层的深度及最后三阵每阵十击的平均贯入度、落锤高度、桩底标高、桩垂直度，并检查外管的封底情况，有无进水、涌泥等，经核定后作为施工控制依据。

- 11、混凝土中宜加适用的减水剂。混凝土的坍落度：夯扩头混凝土投料宜取20~40mm，桩身混凝土取80~100mm。
- 12、在沉管至设计标高后，应立即灌注混凝土，尽量减少间隔时间；在灌注混凝土之前，必须检查桩管内有无吞桩尖或进泥、进水。桩身混凝土（不包括扩头）的充盈系数不得小于1.1。
- 13、当夯扩工序完成、桩身混凝土灌足后，拔管时内夯管和桩锤应施压于外管中的混凝土面，边压边拔；拔管速度要均匀，对一般土层以不大于1.0m/min为宜，在软弱土层和软硬土层交界处宜控制在0.3~0.8m/min。当桩身配置的钢筋笼不通长时，桩身混凝土宜分段灌注。
- 14、夯扩工序完成、桩身混凝土灌足、上拔外管时，内夯管管底压在桩身混凝土标高应保证成型后桩的凿桩高度 ≥ 500 mm。
- 15、施工过程中应经常复核轴线，保证桩位准确。观察桩顶和地面有无隆起及水平位移，开挖基槽后应检查桩径大小、偏位及有无断裂等情况并做好详细记录。
- 16、预制混凝土桩尖必须保证质量，尺寸和钢筋布置应符合设计要求，以保证防水性能、耐打性。
- 17、夯扩桩的允许偏差：
 - (1) 夯扩参数： $H \pm 0.1m$ 、 $h \pm 0.1m$ 、 $(h-c) \pm 0.1m$
 - (2) 桩径允许偏差： $\begin{matrix} +50mm \\ -20mm \end{matrix}$ 其中负值只允许出现在个别断面上。
 - (3) 垂直度允许偏差： $<1\%$

(4) 桩位允许偏差:

- ① 单桩、条形桩基沿垂直轴线方向的桩为70mm;
- ② 条形桩基沿轴线方向的桩为150mm;
- ③ 群桩基础中的中间桩为150mm, 最外边的桩为70mm。

(5) 钢筋制作允许偏差:

主筋间距	±10mm
钢筋笼长度	±100mm
箍筋间距	±20mm
钢筋笼直径	±10mm

(6) 预制桩尖允许偏差:

构件尺寸: 桩尖高、桩径	±5mm
表面平整度	3mm

五、质量检验

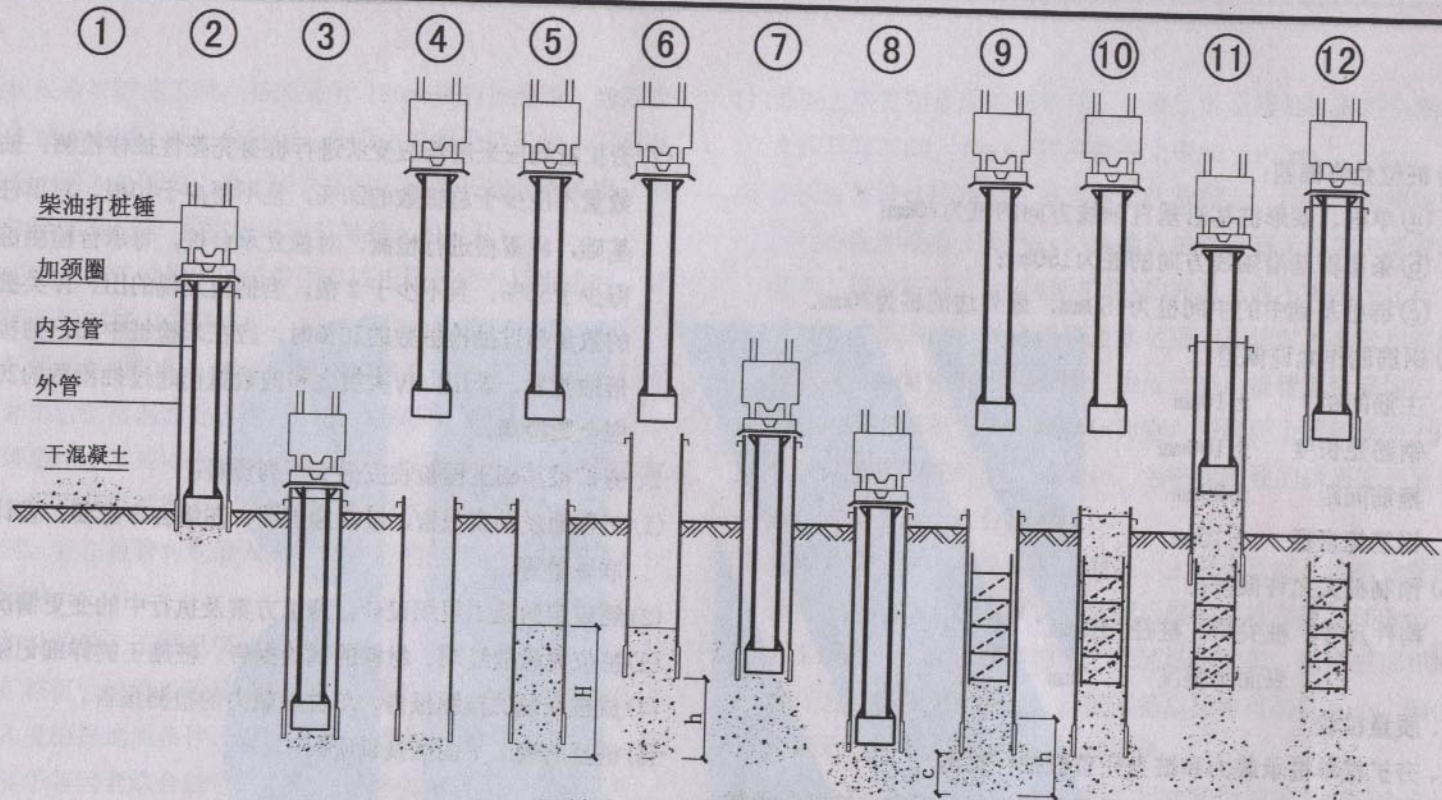
1、夯扩桩单桩承载力和桩身完整性抽样检测

- (1) 地质条件复杂、桩的施工质量可靠性低、确定单桩竖向承载力的可靠性低、桩数多的乙级桩基应采用静载试验法进行检测。当在桩试验的动、静比有经验的条件下, 也可采用高应变法检测桩的承载力。检测桩数不应少于总桩数的 1%, 且不少于 3 根, 当总桩数少于50根时, 不应少于 2 根。
- (2) 除第(1)条规定范围外的乙级桩基、有当地类似土层桩静载荷试验经验且桩承载力有足够可靠度的桩及丙级桩基可采用低应变法进行桩身完整性检测。

(3) 夯扩桩均采用低应变法进行桩身完整性抽样检测, 抽检桩数量不应少于总桩数的20%, 且不得少于10根。对单柱单桩基础, 应逐根进行检测, 对独立承台桩, 每承台检测桩数不得少于50%, 且不少于 2 根。当抽检发现的Ⅲ、Ⅳ类桩之和的数量超过抽检桩数的20%时, 应在未检桩中加倍抽检; 加倍抽检后, 若Ⅲ、Ⅳ类桩之和的数量仍超过抽检数的20%, 应全数检测。

2、夯扩桩基础工程验收应提交下列资料:

- (1) 工程地质勘察报告、桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更联系单等。
- (2) 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更情况。
- (3) 桩位测量放线图、材料的试验报告、桩施工的详细记录。
- (4) 成桩质量的检测报告、单桩承载力的检测报告。
- (5) 桩基的竣工平面图及说明。



无桩尖夯扩桩施工工序示意

- 1、在地表桩位上放4~6铁铲(平均高度不少于150mm)与桩身混凝土强度等级相同的干混凝土。
- 2、在外管内放入内夯管,对准桩位。
- 3、锤击外管、内夯管沉入土至设计深度。
- 4、内夯管从外管内提升至外管上空,提升高度以能灌注混凝土即可,卸去外管上端的加颈圈。
- 5、灌入夯扩头设计所需混凝土量 H 。
- 6、外管上拔设计规定高度 h 米。
- 7、放下内夯管进入外管内,锤击内夯管先把外管内混凝土夯出管外(如外管跟下,须用钢丝绳将外管吊住,不让他跟下)。
- 8、外管内混凝土夯出后,在锤击作用下,外管、内夯管同步下沉到设计规

定深度($h-c$)米。

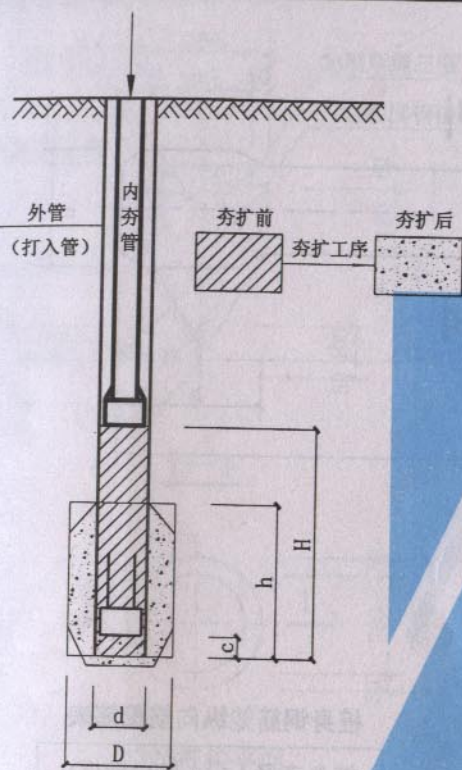
- 9、拔出内夯管,提升至外管上空,然后将混凝土灌至钢筋笼底适当标高,放入钢筋笼并固定,再灌桩身混凝土。(如钢筋笼通长则直接放入钢筋笼)
 - 10、在外管上端放上加颈圈,灌足桩身部分所需混凝土量。
 - 11、将内夯管平底压在外管内的混凝土面上,边拔外管、边加压,同时内夯管进入外管内,并控制内夯管的加压深度。
 - 12、外管拔出地面移位后,再打另一根桩。
- 如设计采用二次夯扩,先进行1~9工序,然后重复5~12工序。

无桩尖夯扩桩施工工序示意

图集号 2004浙G21

页

6



夯扩桩夯扩参数示意

图中 D — 一次夯扩扩头计算直径;

d — 外管直径;

H — 一次夯扩工序中外管内灌注混凝土高度(从桩底起算);

h — 一次夯扩工序中外管上拔高度(从桩底起算);

c — 一次夯扩工序中内外管同步下沉至离桩底的距离,可取c值为0.2m。

Φ325无桩靴夯扩桩设计参数参考表

持力层土类	桩端土静力触探探头阻力 q_c (kpa)	桩端土承载力特征值 q_{pa} (kpa)	夯扩参数 (m)			扩大头最大计算直径 (mm)	扩大头计算直径修正系数 α	桩端土夯扩实综合修正系数 β
			H	h	h-c			
粉砂和粉土	8000~10000	1080~1250	1.5~1.7	0.80	0.60	500	0.996	1.40
	5000~8000	850~1080	1.7~2.5	0.8~1.1	0.6~0.9	530	1.000~1.047	1.35
	3000~5000	700~850	2.5~3.5	1.1~1.3	0.9~1.1	620	1.047~1.081	1.30
	2000~3000	550~700	3.5~4.5	1.3~1.5	1.1~1.3	670	1.081~1.115	1.25
可硬塑粉质粘土	3000~3500	1050~1200	2.0	1.2	1.0	490	1.064	$I_p=14\sim17$ $\beta=1.05$
	2000~3000	750~1050	2.0~2.5	1.2~1.4	1.0~1.2	520	1.064~1.132	$I_p=12\sim14$ $\beta=1.1$
	1500~2000	600~750	2.5~3.5	1.4~1.8	1.2~1.6	570	1.132~1.200	$I_p=10\sim12$ $\beta=1.2$

注: 1、如桩管外径为 Φ377mm或 Φ426mm, 则H值分别乘以1.16或1.30, 扩大头直径相应增大。扩大头直径按浙江省《建筑地基基础设计规范》DB 33/1001-2003估算并合理确定。

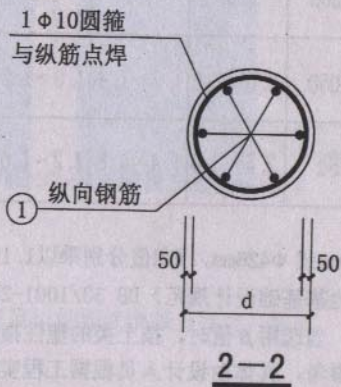
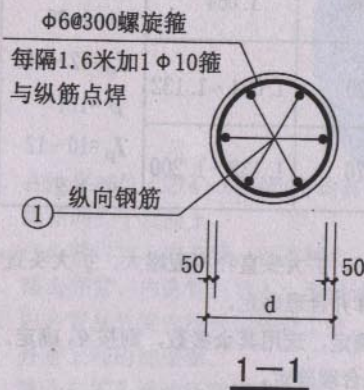
2、对可塑性粉质粘土, 当选用 β 值时, 按土类的塑性指数 I_p 确定, 选用其余参数, 则按 q_c 确定。

3、本表设计参数仅供参考, 具体由设计人员根据工程实际情况合理确定。

夯扩桩夯扩参数示意及
夯扩参数参考表

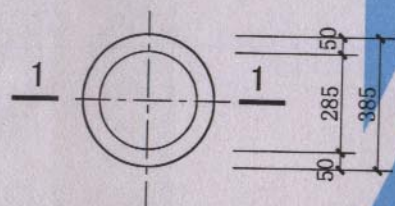
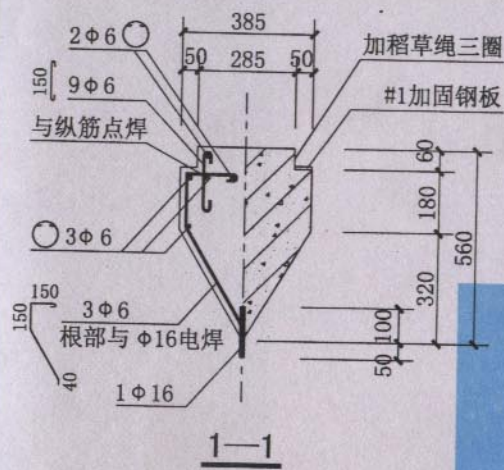
图集号 2004浙G21

页 7

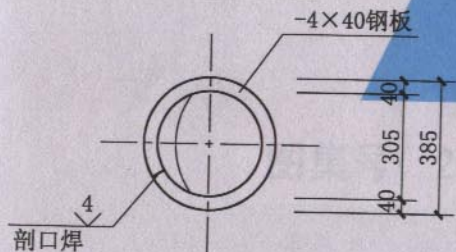


桩身钢筋笼纵向筋配筋表

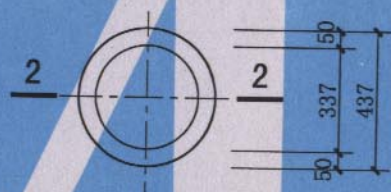
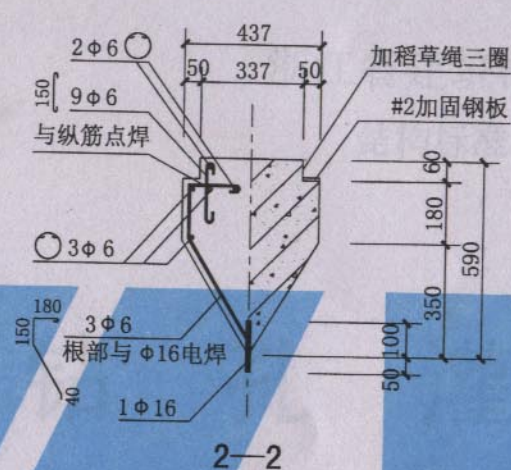
桩身直径 d	纵向筋①
$\phi 325$	6 $\phi 10$
$\phi 377$	6 $\phi 12$
$\phi 426$	6 $\phi 14$



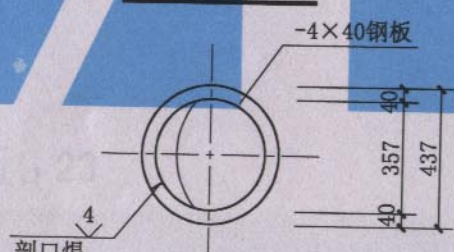
Φ325桩尖平面



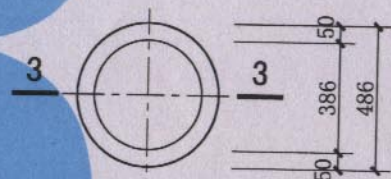
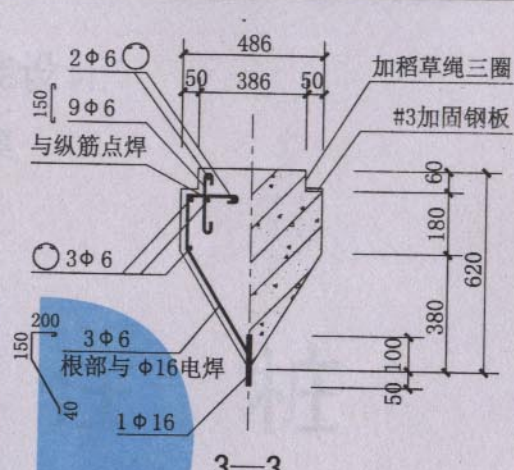
#1加固钢板圈



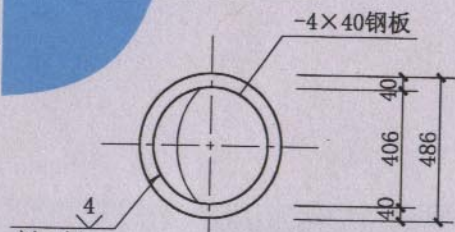
Φ377桩尖平面



#2加固钢板圈



Φ426桩尖平面



#3加固钢板圈

附注：1、桩尖中Φ6环箍搭接长度为150mm，或用单面焊（焊缝长度60mm）。

2、加固钢板采用Q235-B，焊缝质量等级不得低于三级。

钢筋混凝土预制桩尖详图

图集号 2004浙G21

页 9