



山东省建筑标准设计图集

低预应力预制混凝土实心方桩

L21ZG309

山东省住房和城乡建设厅

由威海市建筑设计院有限公司和华东岩土工程集团有限公司等单位修编的《低预应力预制混凝土实心方桩》(L21ZG309)，经审查，达到标准设计编制深度和质量要求，批准为山东省工程建设标准设计，自2021年7月1日起施行，原《低预应力预制混凝土实心方桩》(L14SG332)同时废止。现予以公告。

该标准设计由山东省工程建设标准造价中心负责管理，具体技术内容由主编单位负责解释。

2021年6月7日

目录	1
编制说明	2
方桩配筋及相关参数表	12
方桩大样图	13
方桩结构配筋图	14
普通桩尖详图	15
带钢靴桩尖详图	16
网片MP-1、吊环构造图	17
墩头端板连接详图	18

网片MP-1	17
墩头端板详图	20
方桩与承台连接方式	21

目 录		
	1	1

校	
核	
设	
计	

方桩规格

表1

代号	FZ (NFZ)
桩边长B (mm)	250、300、350、400、450、500、550、600
混凝土强度等级	C60
桩尖形式	普通桩尖、带钢靴桩尖
连接方式	镦头端板连接

用于承受较大水平荷载时需经设计人员验算后使用。
3. 普通方桩适用于二a、二b类环境和微、弱腐蚀等级的地质条件；耐腐蚀方桩适用于三a、三b类环境中、强腐蚀等级的地质条件。

4. 本图集方桩设计使用年限为50年。

二、编制依据

1. 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068-2018
2. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010(2015年版)
3. 《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010(2016年版)
4. 《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012
5. 《钢结构设计标准》 GB 50017-2017
6. 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011
7. 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94-2008
8. 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046-2018
9. 《混凝土质量控制标准》 GB 50164-2011
10. 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 GB 50202-2018

17. 《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》

GB/T 1499.2-2018

三、编制内容

本图集主要编制内容包括方桩配筋及相关参数、桩身力学性能、端板参数、桩尖详图、镦头端板连接详图、方桩与承台连接大样。

四、方桩规格、编号与示例

1. 方桩规格详见表1。

编制说明

图集号 L21ZG309

页 号 2

方桩规格

表1

代号	FZ (NFZ)
桩边长B (mm)	250、300、350、400、450、500、550、600
混凝土强度等级	C60
桩尖形式	普通桩尖、带钢靴桩尖
连接方式	镦头端板连接

3. 示例

如设计中桩边长为400mm，总长为12m，采用普通桩尖的普通方桩时，编号为FZ 400-12 a；采用带钢靴桩尖的普通方桩时，编号FZ 400-12 b；不带桩尖时，编号为FZ 400-12。

五、材料

1. 混凝土

混凝土质量要求应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定，混凝土的力学性能指标详见表2，方桩混凝土抗渗等级不低于P12。

混凝土的力学性能指标 表2

混凝土强度等级	轴心抗压强度标准值 f_{ck} (MPa)	轴心抗压强度设计值 f_c (MPa)	轴心抗拉强度标准值 f_{tk} (MPa)	轴心抗拉强度设计值 f_t (MPa)	弹性模量 E_c (MPa)
C60	38.50	27.50	2.85	2.04	3.6×10^4

为2.5~3.2；采用人工砂时，细度模数可为2.5~3.5，砂的质量应符合《建筑用砂》GB/T 14684的规定，砂的含泥量不应大于1.0%，氯离子含量不应大于0.01%，硫化物及硫酸盐含量不应大于0.5%，不得采用海砂；

2) 粗骨料应采用碎石或破碎卵石，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《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685的规定，且含泥量不大于0.5%，硫化物及硫酸盐含量不大0.5%。

(3) 掺合料

掺合料宜采用硅砂粉、矿渣微粉、粉煤灰或硅灰，其质量应符合《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197中的相关规定；当采用其他品种的掺合料时，应通过试验鉴定，满足方桩混凝土的质量要求时，方可使用。

(4) 外加剂

编制说明

图集号 L21ZG309

页号 3

校核		
设计		

采用HPB300(“Φ”表示), 钢筋质量应符合《钢筋混凝土用钢第1部分: 热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1, 《钢筋混凝土用钢第2部分: 热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定; 钢筋力学性能指标应符合表3的规定。

钢筋的力学性能指标 表3

牌号	屈服强度 标准值 f_{yk} (MPa)	极限强度 标准值 f_{stk} (MPa)	抗拉强度 设计值 f_y (MPa)	抗压强度 设计值 f'_y (MPa)	最大总 伸长率 (%)	弹性模量 E_s (MPa)
HPB300	≥ 300	≥ 420	270	270	≥ 10.0	2.1×10^5
HRB400	≥ 400	≥ 540	360	360	≥ 7.5	2.0×10^5

(2) 螺旋筋采用冷拔低碳钢丝CDW550(“Φ^b”表示), 其质量应符合《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19的规定。

(3) 端板、套筒、套箍、钢靴采用Q235B, 其质量应符合《钢结构设计标准》GB 50017的规定; 其结构力性能

度或直 径 (mm)	抗压、 抗弯 f (MPa)	(MPa)	(刨平顶 紧) f_{ce} (MPa)	f_y (MPa)	f_u (MPa)	E (MPa)
≤ 16	215	125	320	235	370	2.06×10^5
> 16, ≤ 40	205	120		225		

六、防腐蚀要求

1. 污染土和地下水对方桩的腐蚀性等级, 应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021及《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 确定。
2. 当方桩处于腐蚀性环境时, 桩身混凝土的基本要求应符合表5的规定; 桩身混凝土的防护要求应符合表6的规定。
3. 方桩应减少接桩数量, 接头宜位于非腐蚀性土层中, 可采用焊接或机械接桩。位于污染土中的桩接头, 接桩钢零件和焊缝厚度应增加2mm的腐蚀裕量或涂刷防蚀耐磨涂层。

编制说明

图集号 L21ZG309

页 号 4

桩身混凝土的基本要求 表5

最大水胶比	抗渗等级	钢筋最小保护层厚度 (mm)	胶凝材料中Cl ⁻ 含量 (%)	碱含量 (kg/m ³)	胶凝材料最少用量 (kg/m ³)
0.4	≥P12	35	≤0.06	≤3.0	400

桩身混凝土的防护要求 表6

防护措施和要求		腐蚀性介质和强度等级								
		SO ₄ ²⁻			Cl ⁻			PH值		
		强	中	弱	强	中	弱	强	中	弱
1. 提高桩身混凝土防腐性能	抗硫酸盐等级	KS120 ≥0.85	KS120 ≥0.80		—	—		—	—	
	28d龄期氯离子迁移系数 D _{RCM} (10 ⁻¹² m ² /s)	—	—	可不防护	≤5.0	≤8.0	可不防护	—	—	可不防护
2. 增加混凝土腐蚀裕量 (mm)		≥30	≥20		—	—		≥30	≥20	
3. 表面涂刷防腐涂层厚度 (μm)		≥500	≥300		≥500	≥300		≥500	≥300	

注: (1)本表适用于设计使用年限为50年, 桩基础所处的地下水、土的腐蚀性介质主要为SO₄²⁻和Cl⁻环境。当土中含有酸性液体pH≤3.0、环境水中Cl⁻≥20000mg/L时, 以及设计使用年限超过50年的防护措施应专门

- 位于以氯离子为主的强腐蚀环境土层中的接桩, 宜采用机械式连接接头, 对接处加环氧树脂密封胶密封; 机械接头钢零件的混凝土保护层厚度不应小于纵向钢筋的保护层厚度; 其他形式的接桩, 外露的接桩钢零件和焊缝厚度应增加2mm的腐蚀裕量并涂刷防腐耐磨涂层500 μm。
- 当方桩的表面涂有防腐蚀涂料时, 桩的竖向极限承载力应通过试验确定; 在估算承载力时, 亦可不计入涂层范围内的桩侧阻力。

- (4) 桩身涂刷防腐涂层的长度，应大于污染土层厚度。
- (5) 当有两类以上腐蚀性介质同时作用时，应分别满足各自防护要求，但相同的防护措施可不迭加；
- (6) 表中“-”表示可不采用此项指标控制；
- (7) 氯离子迁移系数和抗硫酸盐等级检测试验方法按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082执行。

桩身混凝土的基本要求 表5

最大水胶比	抗渗等级	钢筋最小保护层厚度 (mm)	胶凝材料中Cl ⁻ 含量 (%)	碱含量 (kg/m ³)	胶凝材料最少用量 (kg/m ³)
0.4	≥P12	35	≤0.06	≤3.0	400

桩身混凝土的防护要求 表6

防护措施和要求		腐蚀性介质和强度等级								
		SO ₄ ²⁻			Cl ⁻			PH值		
		强	中	弱	强	中	弱	强	中	弱
1. 提高桩身混凝土防腐性能	抗硫酸盐等级	KS120 ≥0.85	KS120 ≥0.80		—	—		—	—	
	28d龄期氯离子迁移系数 D _{RCM} (10 ⁻¹² m ² /s)	—	—	可不防护	≤5.0	≤8.0	可不防护	—	—	可不防护
2. 增加混凝土腐蚀裕量 (mm)		≥30	≥20		—	—		≥30	≥20	
3. 表面涂刷防腐涂层厚度 (μm)		≥500	≥300		≥500	≥300		≥500	≥300	

注：(1) 本表适用于设计使用年限为50年，桩基础所处的地下水、土的腐蚀性介质主要为SO₄²⁻和Cl⁻环境。当土中含有酸性液体pH≤3.0、环境水中Cl⁻≥20000mg/L时，以及设计使用年限超过50年的防护措施应专门

编制说明

图集号 L21ZG309

页号 5

4. 位于以氯离子为主的强腐蚀环境土层中的接桩，宜采用机械式连接接头，对接处加环氧树脂密封胶密封；机械接头钢零件的混凝土保护层厚度不应小于纵向钢筋的保护层厚度；其他形式的接桩，外露的接桩钢零件和焊缝厚度应增加2mm的腐蚀裕量并涂刷防腐耐磨涂层500 μm。
5. 当方桩的表面涂有防腐涂层时，桩的竖向极限承载力应通过试验确定；在估算承载力时，亦可不计入涂层范围内的桩侧阻力。

七、构造要求

1. 桩最小配筋率不宜小于0.8%，钢筋直径不小于14mm。
2. 桩两端螺旋筋加密区长度为外径的4倍~5倍，且不得小于1500mm，加密区螺旋筋的螺距为60mm，其余部分螺旋筋的螺距为100mm。当桩承受较大水平荷载、位于液化土层范围或遇到其他不利情况时，应根据设计要求确定加密区长度。
3. 普通方桩主筋的保护层厚度不小于45mm；
耐腐蚀方桩主筋的保护层厚度不小于55mm。
4. 耐腐蚀方桩接桩零件外露部分应涂刷耐腐耐磨涂层或增加钢零件厚度的腐蚀裕量，也可采用热收缩聚乙烯套膜或粘贴纤维布保护。

八、设计计算

1. 计算参数

- (1) 水平吊运、旋转吊立及沉桩阶段，构件安全等级为三级，相应的构件重要性系数为0.9；
- (2) 制作、吊装、运输时，桩的自重分项系数为1.0；
- (3) 吊运动力系数为1.5；
- (4) 起吊、运输过程中，桩身的裂缝控制等级为二级。

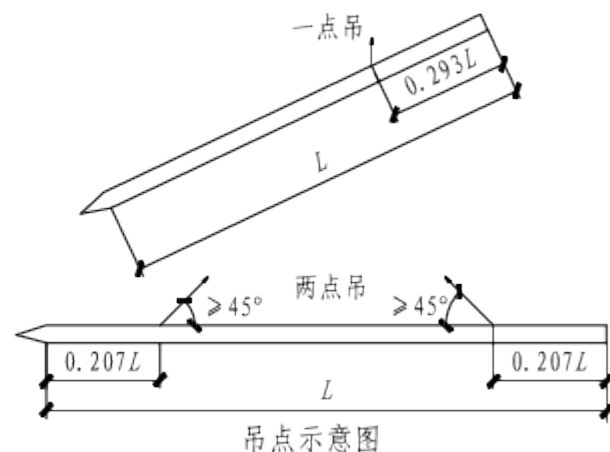
2. 计算规定

- (1) 桩身配筋按起吊过程中产生的最大内力计算确定，并满足抗裂及构造要求；
- (2) 桩主筋HRB400钢筋张拉以应力控制为主，张拉控制应力为200MPa，钢筋的张拉力详见表7；

钢筋张拉控制应力及钢筋的张拉力值 表7

钢筋规格 (mm)	Φ14	Φ16	Φ18
每根钢筋的张拉力 (kN)	30.76	40.19	50.87

- (3) 吊点位置和起吊方式应按下图所示选择。当施工吊装不符合本规定时（如改变起吊方式、桩长或吊点时），应按现场吊装条件另行验算。



3. 计算方法

(1) 预应力损失计算

本图集中方桩施加的预应力仅为避免构件起吊、运输、沉桩过程中造成的裂缝，预应力损失按《混凝土结构设计规范》GB 50010计算，仅考虑张拉锁定时

编制说明

七、构造要求

1. 桩最小配筋率不宜小于0.8%，钢筋直径不小于14mm。
2. 桩两端螺旋筋加密区长度为外径的4倍~5倍，且不得小于1500mm，加密区螺旋筋的螺距为60mm，其余部分螺旋筋的螺距为100mm。当桩承受较大水平荷载、位于液化土层范围或遇到其他不利情况时，应根据设计要求确定加密区长度。
3. 普通方桩主筋的保护层厚度不小于45mm；
耐腐蚀方桩主筋的保护层厚度不小于55mm。
4. 耐腐蚀方桩接桩零件外露部分应涂刷耐腐耐磨涂层或增加钢零件厚度的腐蚀裕量，也可采用热收缩聚乙烯套膜或粘贴纤维布保护。

八、设计计算

1. 计算参数

- (1) 水平吊运、旋转吊立及沉桩阶段，构件安全等级为三级，相应的构件重要性系数为0.9；
- (2) 制作、吊装、运输时，桩的自重分项系数为1.0；
- (3) 吊运动力系数为1.5；
- (4) 起吊、运输过程中，桩身的裂缝控制等级为二级。

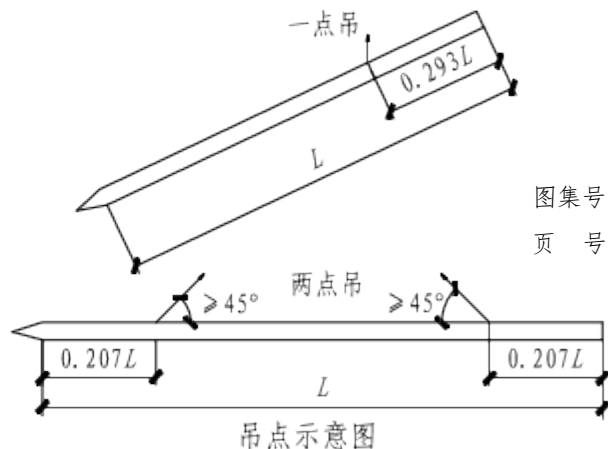
2. 计算规定

- (1) 桩身配筋按起吊过程中产生的最大内力计算确定，并满足抗裂及构造要求；
- (2) 桩主筋HRB400钢筋张拉以应力控制为主，张拉控制应力为200MPa，钢筋的张拉力详见表7；

钢筋张拉控制应力及钢筋的张拉力值 表7

钢筋规格 (mm)	Φ14	Φ16	Φ18
每根钢筋的张拉力 (kN)	30.76	40.19	50.87

- (3) 吊点位置和起吊方式应按下图所示选择。当施工吊装不符合本规定时（如改变起吊方式、桩长或吊点时），应按现场吊装条件另行验算。



图集号 L21ZG309

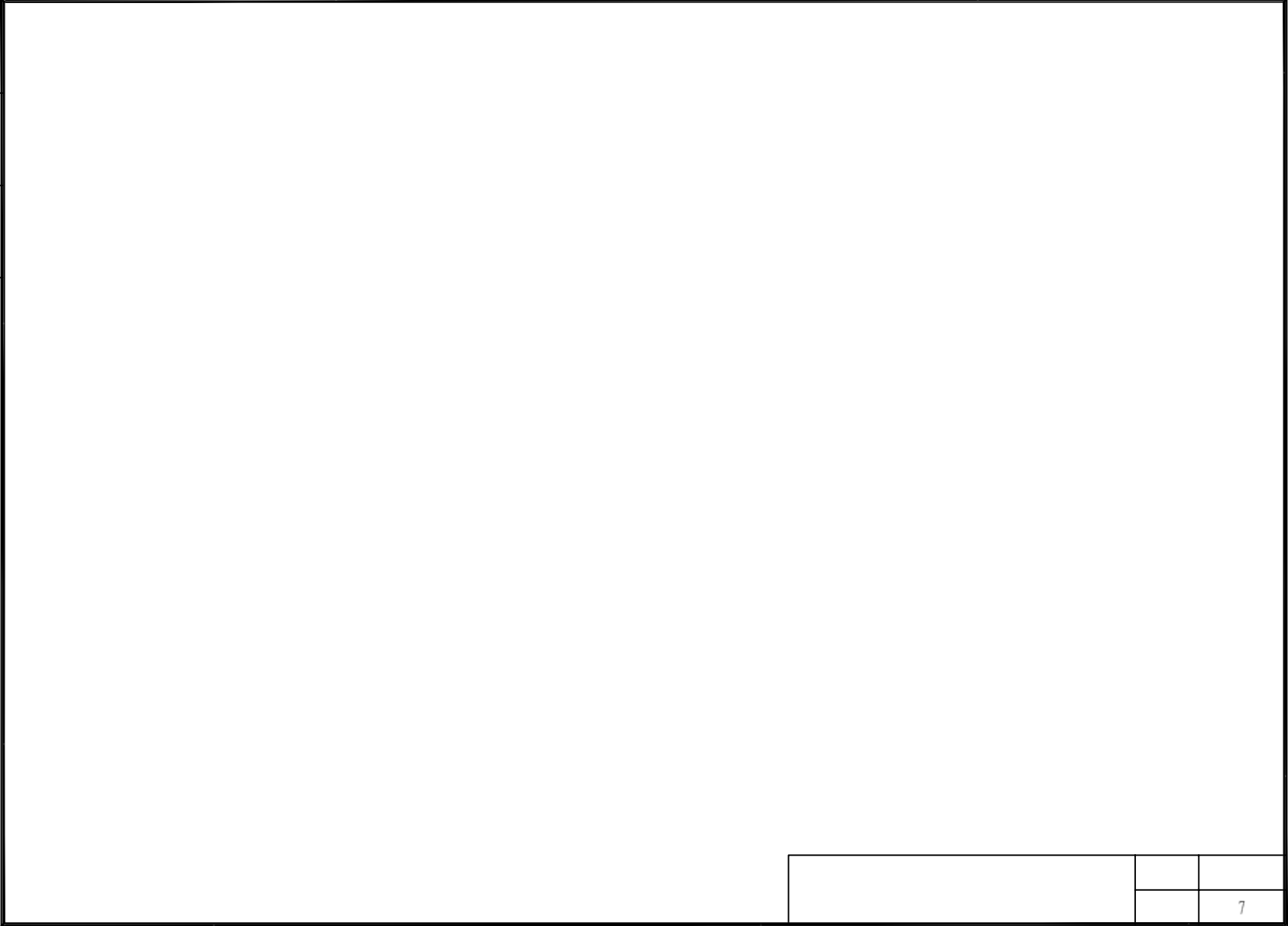
页号 6

3. 计算方法

(1) 预应力损失计算

本图集中方桩施加的预应力仅为避免构件起吊、运输、沉桩过程中造成的裂缝，预应力损失按《混凝土结构设计规范》GB 50010计算，仅考虑张拉锁定时

校核	
设计	



		7

$\gamma_n = (0.7 + 120/h) \gamma_m$
 h ——截面高度；图集中等于桩截面边长 B ，当
 $h < 400\text{mm}$ 时，取 $h = 400\text{mm}$ ；

γ_m ——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数基本值。

f_{tk} ——方桩混凝土轴心抗拉强度标准值；

W_0 ——方桩换算面积受拉边缘的弹性抵抗矩。

(3) 桩身抗弯承载力设计值计算

$$M = f_y A_s (h_0 - a_s')$$

M ——桩身正截面受弯承载力设计值；

f_y ——纵向钢筋抗拉强度设计值；

A_s ——受拉区纵向受力钢筋的截面积；

h_0 ——截面有效高度，可取方桩截面受拉区纵向钢筋截面重心到混凝土受压区外边缘距离；

a_s' ——受压区纵向钢筋合力点至截面受压边缘距离。

应用上述公式计算应符合混凝土受压区高度 x 值不大于 $2a_s'$ ，否则应按照《混凝土结构设计规范》

GB 50010中有关的规定和公式计算。

$N = C f_y A_s$
 N ——桩身竖向承载力设计值；

C ——考虑纵向钢筋墩头与端板连接处受力不均匀系等因素而取的折减系数， $C = 0.85$ ；

f_y ——纵向钢筋抗拉强度设计值；

A_s ——纵向钢筋的全部截面面积。

注：1) 裂缝控制等级二级时，在荷载效应标准组合下混凝土拉应力应符合下式要求：

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk}$$

σ_{ck} ——荷载效应标准组合下桩身混凝土正截面法向拉应力；

σ_{pc} ——桩身截面混凝土有效预压应力；

f_{tk} ——方桩混凝土轴心抗拉强度标准值。

2) 方桩用于抗拔桩时，应进行桩身结构强度、接桩连接强度、端板锚固孔抗剪强度、钢筋抗拉强度、桩顶与承台连接处强度等承载力验算。

(6) 抗剪承载力设计值 (V)

编制说明

图集号 L21ZG309

页 号

核 查	工 序

十、生产制作

1. 方桩的制作应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。
2. 放张钢筋预应力时，方桩的混凝土立方体抗压强度不应低于设计强度的75%。
3. 钢筋镦头宜采用热镦工艺，镦头强度不得低于该钢材标准强度的90%。
4. 钢筋笼宜采用滚焊机成形。
5. 主筋连接宜采用闪光对焊或电弧焊，在同一截面内主筋接头数量不得超过50%；相邻两根主筋接头截面的距离应大于35d，并不应小于500mm。
6. 制桩时应采取措施保证入模后主筋保护层厚度一致。
7. 灌注混凝土时，由桩顶部分往桩尖方向进行，必须连续灌注，不得中断，对桩顶、桩尖部分加强振捣。
8. 方桩的制作严禁采用拉模或翻模等快速脱模。
9. 桩套箍的焊接应平直、方正，不允许倾斜、串角或翘曲，焊缝必须融透饱满。
10. 桩顶主筋与桩套箍焊接时宜选用专用模具。
11. 桩顶钢筋网片应垂直于桩长方向，间距均匀。

十一、吊运与堆放

1. 当方桩的混凝土强度达到设计强度的75%时方可起吊，达到100%时才能运输。

采用一点吊法： $M_{max}=0.0429qL^2 \times 0.9 \times 1.5$
 式中： M_{max} ——最大吊装弯矩（kN·m）；
 q ——方桩理论重量（kN/m）；
 L ——桩节长度（m）。

九、选用方法

1. 桩身强度应满足桩的承载力设计要求。
2. 应优先选用单节桩，单节桩长不够时选用接桩。
3. 抗压桩接头数量不宜超过3个，抗拔桩接头数量不宜超过1个，节数及每节长度应根据现场实际情况确定，需要考虑桩架有效高度、场地条件、运输和装卸能力。
4. 摩擦桩的长径比不宜大于100；当摩擦桩需要穿越一定厚度的硬土层时，其长径比不宜大于80；端承桩的长径比不宜大于80。当桩穿越不排水抗剪强度小于10kPa的软弱土层或可液化土层时，应考虑桩身稳定性及其对承载力影响。
5. 本图集中方桩设计选用桩长不包括桩尖部分，当计算工程量时应将桩尖部分计算在内。

十、生产制作

1. 方桩的制作应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。
2. 放张钢筋预应力时，方桩的混凝土立方体抗压强度不应低于设计强度的75%。
3. 钢筋镦头宜采用热镦工艺，镦头强度不得低于该钢材标准强度的90%。
4. 钢筋笼宜采用滚焊机成形。
5. 主筋连接宜采用闪光对焊或电弧焊，在同一截面内主筋接头数量不得超过50%；相邻两根主筋接头截面的距离应大于35d，并不应小于500mm。
6. 制桩时应采取措施保证入模后主筋保护层厚度一致。
7. 灌注混凝土时，由桩顶部分往桩尖方向进行，必须连续灌注，不得中断，对桩顶、桩尖部分加强振捣。
8. 方桩的制作严禁采用拉模或翻模等快速脱模。
9. 桩套箍的焊接应平直、方正，不允许倾斜、串角或翻曲，焊缝必须融透饱满。
10. 桩顶主筋与桩套箍焊接时宜选用专用模具。
11. 桩顶钢筋网片应垂直于桩长方向，间距均匀。

十一、吊运与堆放

1. 当方桩的混凝土强度达到设计强度的75%时方可起吊，达到100%时才能运输。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/738014123014006116>

图集号：121ZG309
 编制说明
 页 号：8