

ICS 91.100.30
Q 14

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T2029—2010

预应力离心混凝土空心方桩

Precast prestressed spun concrete square piles

2010-11-22 发布

2011-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言-----	I
1 范围-----	1
2 规范性引用文件-----	1
3 产品分类-----	1
4 原材料及一般要求-----	3
5 技术要求-----	5
6 试验方法-----	8
7 检验规则-----	9
8 标志、产品合格证-----	11
9 贮存、运输-----	11
10 附录 A（资料性附录）空心方桩的抗拉性能指标-----	14
11 附录 B（资料性附录）空心方桩表面缺陷修补方法-----	16
12 附录 C（规范性附录）空心方桩抗弯性能试验方法-----	17

前 言

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录，附录 C 为规范性附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：嘉兴学院土木工程研究所、上海中技桩业股份有限公司。

本标准参加起草单位：苏州混凝土水泥制品研究院、浙江大学建筑设计研究院、昆山开发区建设工程检测有限公司、浙江鸿翔建设集团有限公司、常州市华立建材装备制造有限公司、宁波市镇海永大构件有限公司、东莞市桦业土木基础工程有限公司、上海建筑设计研究院有限公司、嘉兴中正桩业有限公司、昆山市鼎昊预制构件有限公司、浙江省建筑科学设计研究院有限公司、巨匠建设集团有限公司、温州中城建设集团有限公司、天津市建城地基基础工程有限公司。

本标准主要起草人：蒋元海、朱建舟、匡红杰、刘红飞、姚民乐、干钢、丁百湛、陆岗锋、徐锋、张达华、高路浩、伍锦湛、李亚明、王平山、邹江滔、陈中华、潘一忠、徐国孝、陈宇、杨末丽

本标准委托嘉兴学院土木工程研究所负责解释。

本标准为首次发布。

预应力离心混凝土空心方桩

1 范围

本标准规定了预应力离心混凝土空心方桩（以下简称空心方桩）的产品分类、原材料及一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、产品合格证、贮存和运输等。

本标准适用于工业与民用建筑、港口、市政、桥梁、铁路、公路、水利等工程使用的空心方桩。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB175 通用硅酸盐水泥
- GB/T700 碳素结构钢
- GB1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- GB1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T5223.3—2005 预应力混凝土用钢棒
- GB8076 混凝土外加剂
- GB/T14684 建筑用砂
- GB/T14685 建筑用卵石、碎石
- GB/T18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB50164 混凝土质量控制标准
- GBJ107 混凝土强度检验评定标准
- JC/T540 混凝土制品用冷拔低碳钢丝
- JC/T 947 先张法预应力混凝土空心方桩用端板
- JC/T 950 预应力高强混凝土空心方桩用硅砂粉
- JGJ63 混凝土用水标准

3 产品分类

3.1 类别和代号

空心方桩按混凝土强度等级分为：预应力离心混凝土空心方桩（代号为 KFZ）、预应力离心高强混凝土空心方桩（代号为 HKFZ）。

3.2 规格、尺寸及型号

空心方桩的规格由桩截面边长和内径确定，按桩身结构抗弯性能分为 A 型、AB 型、B 型和 C 型等四种型号。空心方桩的规格、型号及基本尺寸见表 1。

表 1 空心方桩的规格、型号及基本尺寸

规格		型号	单节桩长 L /m
边长 a /mm	内径 d /mm		
250	150	A	≤12
		AB	
300	160/180	A	≤13
		AB	
350	200/220	A	≤13
		AB	
400	240/270	A	≤15
		AB	
		B	
450	250/320	A	≤15
		AB	
		B	
500	300/370	A	≤15
		AB	
		B	
550	350/410	A	≤15
		AB	
		B	
600	400/460	A	≤15
		AB	
		B	
650	420/480	A	≤15
		AB	
		B	
		C	
700	460/500	A	≤30
		AB	
		B	
		C	
750	490/530	A	≤30
		AB	
		B	
		C	
800	540/580	A	≤30
		AB	
		B	
		C	

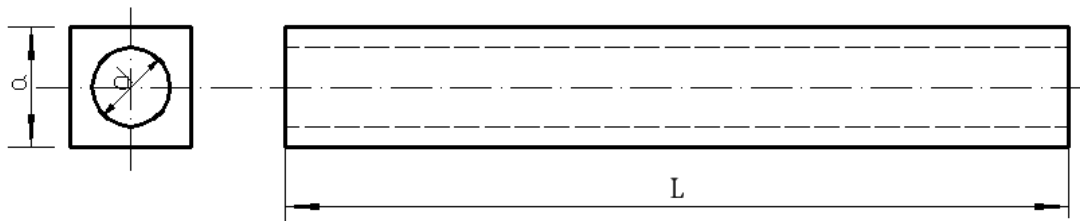
850	590/610	A	≤30
		AB	
		B	
		C	
900	640/680	A	≤30
		AB	
		B	
		C	
950	670/710	A	≤30
		AB	
		B	
		C	
1000	760	A	≤30
		AB	
		B	
		C	

注：根据供需双方协议，也可生产其它规格、型号、长度的空心方桩。

3.3 结构尺寸

3.3.1 空心方桩的结构形状和基本尺寸应符合图 1 和表 1 的规定。

3.3.2 空心方桩的长度应包括桩身和接头，不包括附加配件。



L—长度；a—边长；d—截面内径

图 1 空心方桩的结构形状

3.4 标记示例

边长 300mm、内径 160mm、长度 12m 的 A 型预应力离心混凝土空心方桩的标记为：

KFZ 300 (160) A 12 JC××××

4 原材料及一般要求

4.1 原材料

4.1.1 水泥

宜采用强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，其质量应符合 GB175 的规定。

4.1.2 集料

4.1.2.1 细集料宜采用天然硬质中粗砂或人工砂，细度模数宜为 2.3~3.2，采用人工砂时，细度

模数可为 2.5~3.5，质量应符合 GB/T14684 的有关规定，且细集料的含泥量不宜大于 1%，氯离子含量不得大于 0.01%，硫化物及硫酸盐含量不得大于 0.5%。

4.1.2.2 粗集料宜采用碎石或破碎的卵石，其最大粒径不宜大于 25mm，且不应超过钢筋净距的 3/4，质量应符合 GB/T14685 的有关规定，且粗集料的含泥量不宜大于 0.5%，硫化物及硫酸盐含量不得大于 0.5%。

4.1.2.3 采用压蒸养护时，不宜使用石灰石质集料。

4.1.3 钢材

4.1.3.1 预应力钢筋宜采用预应力混凝土用钢棒，其质量应符合 GB/T5223.3-2005 中低松弛螺旋槽钢棒的规定，且抗拉强度不得小于 1420MPa、规定非比例延伸强度不得小于 1280MPa，断后伸长率应大于 GB/T5223.3-2005 表 3 中延性 35 级的规定。

4.1.3.2 螺旋筋宜采用冷拔低碳钢丝、钢筋混凝土用热轧光圆钢筋，其质量应分别符合 JC/T540、GB1499.1 的有关规定。

4.1.3.3 若需设置端部锚固钢筋时，宜采用钢筋混凝土用热轧光圆钢筋或钢筋混凝土用热轧带肋钢筋，其质量应分别符合 GB1499.1、GB1499.2 的规定。

4.1.3.4 端板及桩尖的材质宜符合 JC/T947 和 GB/T700 的规定。

4.1.4 水

混凝土拌合用水的质量应符合 JGJ63 的规定。

4.1.5 外加剂

外加剂的质量应符合 GB8076 的有关规定，严禁使用氯盐类外加剂。

4.1.6 掺合料

4.1.6.1 掺合料宜采用硅砂粉、矿渣微粉、粉煤灰等，其质量应分别符合 JC/T950、GB/T18046、GB/T1596 的有关规定。

4.1.6.2 当采用其他类别的掺合料时，应通过实验验证，确认符合空心方桩用混凝土质量要求后方可使用。

4.2 一般要求

4.2.1 预应力钢筋

4.2.1.1 钢筋应清除油污，切断前应保持平直，不应有局部弯曲，切断后端面应平整。同根空心方桩中预应力钢筋镦头后长度的相对差值：长度小于等于 15m 时不得大于 1.5mm，长度大于 15m 时不得大于 2mm。

4.2.1.2 钢筋镦头部位的强度不得低于该材料抗拉强度的 90%。

4.2.2 钢筋骨架

4.2.2.1 预应力钢筋应均匀配置，最小配筋率不得低于 0.4%，并不得少于四根。

4.2.2.2 螺旋筋的直径应符合表 2 的规定。螺旋筋的螺距：空心方桩两端 1000mm~1500mm 范围内为 50mm，其余为 100mm。

表 2 螺旋筋直径

空心方桩边长 /mm	螺旋筋直径 /mm
250~450	4
500~600	5
650~1000	6

4.2.2.3 钢筋骨架焊接成型后，与螺旋筋焊接处预应力钢筋的强度损失不得大于该材料抗拉强度的5%。

4.2.2.4 钢筋骨架成型后，各部分尺寸应符合如下要求：

- a) 预应力钢筋间距偏差为±5mm；
- b) 螺旋筋的螺距偏差为±10mm；
- c) 钢筋骨架的焊接上拱度不超过3mm。

4.2.2.5 桩身端部设置锚固筋时，应符合设计图纸的要求。

4.2.3 空心方桩的抗拉性能

空心方桩的抗拉性能宜符合附录A的规定。

5 技术要求

5.1 混凝土

5.1.1 混凝土质量控制宜参照GB50164的有关规定。

5.1.2 预应力离心混凝土空心方桩用混凝土强度等级不得低于C60，预应力离心高强混凝土空心方桩用混凝土强度等级不得低于C80。

5.1.3 放张预应力筋时，空心方桩的混凝土抗压强度不宜低于45MPa。

5.1.4 出厂时空心方桩用混凝土抗压强度不得低于混凝土设计强度等级值。

5.2 混凝土保护层

5.2.1 预应力钢筋的混凝土保护层厚度不得小于25mm。

5.2.2 用于腐蚀环境下的空心方桩，应根据设计要求，采取选用合适的水泥品种、混凝土配合比以及增加保护层厚度等措施。

5.3 外观质量

5.3.1 外观质量应符合表3的规定。

表3 空心方桩的外观质量

序号	项 目	外 观 质 量 要 求
1	粘皮和麻面	局部粘皮和麻面累计面积≤桩身外表面积的0.5%，每处粘皮和麻面的深度≤5mm
2	桩身合缝漏浆	漏浆深度≤10mm，每处漏浆长度≤300mm，累计长度≤空心方桩长度的10%，或对称漏浆的搭接长度≤100mm
3	混凝土局部磕损	每处面积≤6400mm ² ，混凝土局部磕损深度≤10mm
4	内外表面露筋	不允许
5	表面裂缝	不得出现环向和纵向裂缝，但龟裂、水纹和内壁浮浆层中的收缩裂缝不在此限
6	桩端面平整度	空心方桩端面混凝土和预应力钢筋锚头不得高出端板平面
7	断筋、脱头	不允许
8	内表面混凝土塌落	不允许
9	桩与端板结合面	漏 浆
		空洞和蜂窝
		漏浆深度≤10mm，漏浆长度≤桩横截面周长的1/4，每处漏浆长度≤30mm
		不允许

5.3.2 当外观质量存在表 3 中 1、2、3、9 条所明确的缺陷时，必须进行修补，检验合格后出厂，修补方法见附录 B。

5.4 尺寸和保护层厚度的允许偏差

空心方桩各部位的尺寸和保护层厚度的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 空心方桩的尺寸和保护层厚度的允许偏差

序号	项 目		允许偏差 /mm
1	桩长 L		+0.7%L -0.5%L
2	端部倾斜		≤0.5%a
3	边长 a		+5 -4
4	内径 d		+5 负偏差不限
5	保护层厚度		+10 0
6	桩身弯曲度		≤L/500
7	端 板	外侧平面度	≤1.5
		边 长	±1
		内 径	±2
		厚 度	正偏差不限 0

5.5 抗弯性能

5.5.1 空心方桩的抗弯性能指标应符合表 5 中的规定。

表 5 空心方桩的抗弯性能

规 格		型 号	抗裂弯矩检验值 M _{cr} /kN·m	极限弯矩检验值 M _u /kN·m
边长 a /mm	内径 d /mm			
250	150	A	19	28
		AB	23	38
300	160/180	A	34/32	50/48
		AB	41/39	68/65
350	200/220	A	52/50	78/75
		AB	64/61	106/101
400	240/270	A	76/72	114/107
		AB	94/88	154/145
		B	111/104	200/187
450	250/320	A	112/98	168/147
		AB	137/120	226/199
		B	163/143	293/257

500	300/370	A	149/130	224/195
		AB	183/159	302/263
		B	217/189	390/340
550	350/410	A	193/172	289/258
		AB	236/211	390/348
		B	280/250	504/449
600	400/460	A	244/217	365/325
		AB	299/266	493/439
		B	354/315	637/567
650	420/480	A	316/286	473/429
		AB	387/351	639/579
		B	458/416	825/748
		C	530/480	1060/961
700	460/500	A	390/368	586/552
		AB	479/451	790/745
		B	567/535	1020/962
		C	655/618	1310/1236
750	490/530	A	482/457	723/685
		AB	591/560	975/924
		B	700/663	1259/1194
		C	809/766	1617/1533
800	540/580	A	573/543	859/814
		AB	702/665	1159/1098
		B	832/788	1498/1418
		C	962/911	1923/1821
850	590/610	A	674/657	1011/985
		AB	826/805	1363/1328
		B	979/953	1762/1716
		C	1131/1102	2262/2204
900	640/680	A	785/743	1178/1115
		AB	963/911	1589/1503
		B	1140/1079	2053/1943
		C	1318/1247	2636/2494
950	670/710	A	930/884	1394/1325
		AB	1140/1083	1881/1787
		B	1350/1283	2430/2310
		C	1560/1483	3120/2966
1000	760	A	1013	1520
		AB	1242	2050
		B	1471	2649
		C	1700	3401

5.5.2 空心方桩接头处极限弯矩不得低于桩身极限弯矩。

6 试验方法

6.1 混凝土抗压强度

6.1.1 混凝土试件的制备

混凝土试件的制备应符合下列规定：每一个工作班制作的试件作不少于三组，其中：一组试件检验预应力钢筋放张时混凝土抗压强度；一组试件检验 28d 的混凝土抗压强度，采用压蒸养护工艺时，检验出釜后 1d 的混凝土抗压强度；其余试件备用或检验空心方桩出厂时的混凝土抗压强度。

6.1.2 混凝土抗压强度试验

6.1.2.1 混凝土拌合物应在搅拌站或喂料工序中随机抽取，制作标准尺寸试件，并与空心方桩同条件养护。

6.1.2.2 检验强度等级的试件，拆模后放入标准养护室养护至 28d（采用压蒸养护工艺时，出釜后冷却至常温）。

6.1.2.3 检验出厂强度的试件，拆模后与空心方桩同条件养护。

6.1.2.4 混凝土抗压强度试验方法应符合 GB/T50081 的有关规定。

6.2 外观质量、尺寸及保护层厚度的检验

外观质量、尺寸偏差和保护层厚度的检查工具和检查方法见表 6、表 7。

表 6 外观质量的检查工具和检查方法

序号	检查项目		检查工具和检查方法	测量工具分度值 mm
1	粘皮和麻面		用钢直尺和钢卷尺测量粘皮和麻面的尺寸并计算其面积；用游标卡尺测量粘皮和麻面的深度，精确至 1mm	0.5
2	桩身合缝漏浆		漏浆长度：用钢卷尺测量，精确至 1mm	0.5
			漏浆深度：用钢丝插入漏浆处孔隙，然后用游标卡尺测量钢丝的深度检测值，精确至 1mm	0.5
3	混凝土局部磕损		用钢直尺和钢卷尺测量混凝土局部磕损处的尺寸并计算其面积；用游标卡尺测量混凝土局部磕损处的深度，精确至 1mm	0.5
4	内外表面露筋		目测	/
5	表面裂缝		用 20 倍读数放大镜测量，精确至 0.01mm	0.01
6	桩端面平整度		目测	/
7	断筋、脱头		目测	/
8	内表面混凝土塌落		目测	/
9	桩与端板结合面	漏浆	漏浆长度：用钢卷尺测量，精确至 1mm	1.0
			漏浆深度：用钢丝插入漏浆处孔隙，然后用游标卡尺测量钢丝的深度检测值，精确至 1mm	0.5
		空洞和蜂窝	目测	/

表 7 尺寸偏差及保护层厚度的检查工具和检查方法

序号	检查项目	检查工具和检查方法	测量工具分度值 mm
1	长度	用钢卷尺测量，精确至 1mm	1
2	桩端部倾斜	将直角靠尺的一边紧靠桩身，另一边与端板紧靠，测其	0.5

			最大间隙处, 精确至 1mm	
3	边 长		用卡尺或钢直尺在同一断面测定相互垂直的两边长, 取其平均值, 精确至 1mm	0.5
4	内 径		用钢直尺在同一断面相互垂直的方向测定两处内径, 取其平均值, 精确至 1mm	0.5
5	保护层厚度		用深度游标卡尺在空心方桩的中部同一断面的二处不同部位, 精确至 0.1mm	0.02
6	桩身弯曲度		将拉线紧靠桩的两端部, 用钢直尺测量其弯曲处的最大距离, 精确至 1mm	0.5
7	端 板	外 侧 平 面 度	用钢直尺立起横放在端板面上缓慢旋转, 用塞尺测量最大间隙, 精确至 0.1mm	0.1
		边 长	用游标卡尺或钢直尺测量, 精确至 0.5mm	0.5
		内 径	用游标卡尺测量, 精确至 0.5mm	0.5
		厚 度	用游标卡尺或钢直尺测量, 精确至 0.5mm	0.5

6.3 抗弯试验

空心方桩的抗弯试验方法见附录 C。

7 检验规则

7.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目

包括混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、抗裂弯矩。

7.2.2 批量和抽样

7.2.2.1 混凝土抗压强度: 检验的批量和抽样应按 GBJ107 执行。

7.2.2.2 外观质量: 逐根检验。

7.2.2.3 尺寸偏差: 同类别、同规格、同型号的空心方桩连续生产 300000m 为一批, 但在三个月内生产总数不足 300000m 时仍作为一批, 在外观质量检验合格的产品中随机抽取 10 根进行检验。

7.2.2.4 抗裂弯矩: 在外观质量和尺寸偏差检验合格的产品中随机抽取二根进行抗裂弯矩的检验。

7.2.3 判定规则

7.2.3.1 混凝土抗压强度: 检验评定应按 GBJ107 执行。

7.2.3.2 外观质量: 符合 5.3.1 条规定, 判外观质量为合格; 不符合 5.3.1 条表 3 第 4、5、6、7、8 项中任意一项规定, 判外观质量为不合格。若符合 5.3.1 条表 3 中第 4、5、6、7、8 项的规定, 其余项经修补后能符合相应规定, 判外观质量为合格。

7.2.3.3 尺寸偏差: 若所抽取的 10 根全部符合 5.4 条的规定, 则判尺寸偏差为合格; 若有三根及以上不符合 5.4 条的规定, 则判尺寸偏差为不合格; 若有二根及以下不符合 5.4 条的规定, 应从同批空心方桩中再抽取加倍数量进行复验, 复验产品全部符合 5.4 条的规定, 判尺寸偏差为合格, 若仍有一根不合格, 判尺寸偏差为不合格。

7.2.3.4 抗裂弯矩: 若所抽 2 根全部符合 5.5.1 条规定, 则判抗裂弯矩合格; 若有一根不符合 5.5.1 条规定, 应从 10 根抽样余下的空心方桩中抽取加倍数量进行复验, 复验结果若仍有一根不合格,

则判抗裂弯矩不合格；若有 2 根全部不符合 5.5.1 条规定，则判抗裂弯矩为不合格。

7.2.3.5 总判定：混凝土抗压强度、抗裂弯矩、外观质量和尺寸偏差全部合格，则判该批产品为合格，否则判为不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 检验条件

有下列情况之一时均应进行型式检验：

- a) 新产品投产或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 当结构、材料、工艺有较大改变时；
- c) 生产企业每半年必须进行型式检验一次；
- d) 停产半年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 检验项目

包括混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、保护层厚度、抗弯性能。若无特殊要求，空心方桩接头处抗弯试验可以不检验。

7.3.3 抽样

在同类别、同规格、同型号的出厂检验合格的产品中随机抽取 10 根进行外观质量和尺寸偏差检验，在外观质量和尺寸偏差检验合格的产品中再随机抽取二根进行抗弯性能检验。抗弯试验完成后，在二根中抽取一根，在空心方桩中部同一截面的二处不同部位测量保护层厚度。

7.3.4 判定规则

7.3.4.1 混凝土抗压强度：根据同龄期批次空心方桩的混凝土抗压强度检验的原始纪录，按 GBJ107 规定检验评定。

7.3.4.2 外观质量：若所抽取的 10 根全部符合 5.3.1 条的规定，则判外观质量为合格；若有三根及以上不符合 5.3.1 条的规定，则判外观质量为不合格；若有二根及以下不符合 5.3.1 条的规定，应从同批空心方桩中抽取加倍数量进行复验，复验产品全部符合 5.3.1 条的规定，判外观质量为合格，若仍有一根不合格，判外观质量为不合格。其中，每根桩的外观质量判定按 7.2.3.2 条执行。

7.3.4.3 尺寸偏差：若所抽取的 10 根全部符合 5.4 条的规定，则判尺寸偏差为合格；若有三根及以上不符合 5.4 条的规定，则判尺寸偏差为不合格；若有二根及以下不符合 5.4 条的规定，应同批空心方桩中抽取加倍数量进行复验，复验产品全部符合 5.4 条的规定，判尺寸偏差为合格，若仍有一根不合格，判尺寸偏差为不合格。

7.3.4.4 抗弯性能：若所抽二根的抗裂弯矩和极限弯矩全部符合表 5 的规定，则判抗弯性能合格；若有一根的抗裂弯矩或极限弯矩不符合表 5 的规定，应从 10 根抽样余下的空心方桩中抽取加倍数量进行复验，复验结果若仍有一根的抗裂弯矩或极限弯矩不符合表 5 的规定，则判抗弯性能不合格；若所抽二根的抗裂弯矩或极限弯矩全部不符合表 5 的规定，则判抗弯性能为不合格，且不得复检。

7.3.4.5 保护层厚度：若所抽一根中的二个数值全部符合 5.2.1 条的规定，则判保护层厚度为合格。若有一个数值不符合 5.2.1 条的规定，应从 10 根抽样余下的空心方桩中抽取加倍数量进行复

验，复验结果若仍有一根不符合 5.2.1 条的规定，则判保护层厚度不合格；若所抽一根中的二个数值全部不符合 5.2.1 条的规定，则判保护层厚度为不合格，且不得复检。

7.3.4.6 总判定：混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、抗弯性能、保护层厚度全部合格，则判该批产品为合格，否则判为不合格。

8 标志、产品合格证

8.1 标志

8.1.1 标志应位于距端头 1000mm~1500mm 处的空心方桩外表面。

8.1.2 标志内容：制造厂的厂名或产品注册商标、空心方桩标记、制造日期或空心方桩编号、合格标识。

8.2 产品合格证

产品合格证应包括下列内容：

- a) 合格证编号；
- b) 采用标准号；
- c) 空心方桩类别、规格、型号及长度；
- d) 产品数量；
- e) 混凝土强度等级；
- f) 空心方桩编号；
- g) 制造厂厂名、制造日期、出厂日期；
- h) 检验员签名或盖章（可用检验员代号表示）。

9 贮存、运输

9.1 贮存

9.1.1 堆放场地应坚实平整。

9.1.2 应按类别、规格、型号、长度分别堆放，堆放层数不宜超过表 8 的规定。对于长度不大于 15m 的空心方桩，最下层宜按图 2 所示，将两支点放在垫木上；对于长度大于 15m 的空心方桩及拼接桩，最下层应采用多支垫堆放，垫木应均匀放置且在同一水平面上，并采取防滑、防滚措施。若堆场地基经过加固处理，也可采用着地平放。

表 8 空心方桩堆放层数

空心方桩边长 /mm	250~400	500~600	650~1000
堆放层数	9	7	5

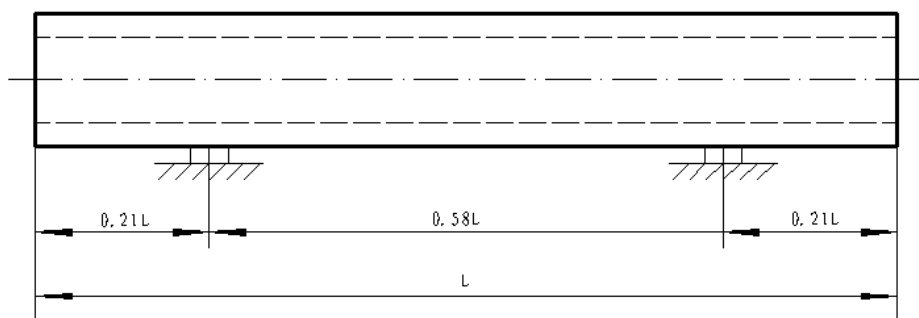


图 2 两支点法位置示意图

9.1.3 吊装

9.1.3.1 长度小于 15m 的空心方桩宜采用两头勾吊法或两点吊。两点吊的吊点位置见图 3，吊钩与桩身水平夹角不得小于 45° 。

9.1.3.2 长度大于 15m 且小于 30m 的空心方桩或拼接桩，应采用四点吊，见图 4。

9.1.3.3 长度大于 30m 的空心方桩或拼接桩，应采用多点吊，吊点位置应另行验算。

9.1.3.4 采用多吊点时，吊点位置应符合设计要求，允许偏差为 $\pm 20\text{cm}$ 。

9.1.3.5 装卸应轻起轻放，严禁抛掷、碰撞、滚落。

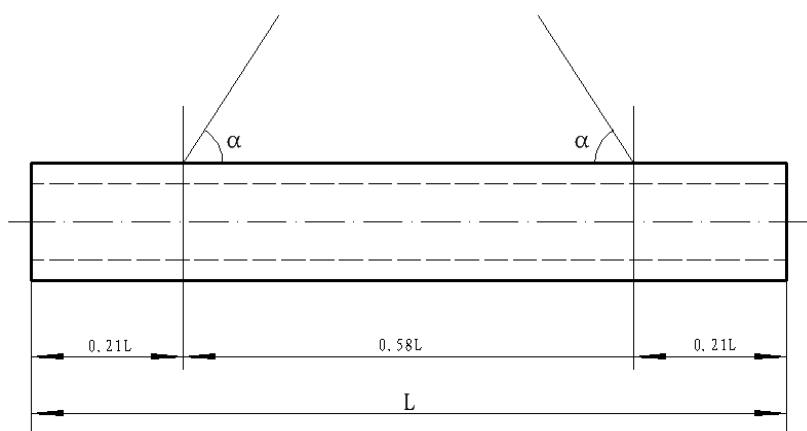


图 3 两点吊的吊点位置示意图

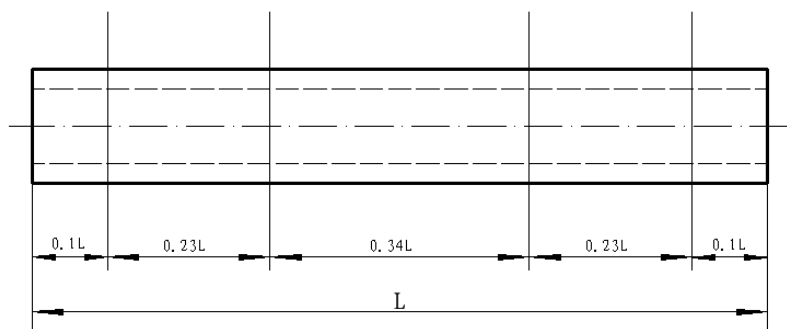


图 4 四点吊的吊点位置示意图

9.2 运输

- 9.2.1 吊运应符合 9.1.3 条的规定。
- 9.2.2 运输过程中应捆绑牢固，防止滑动和滚落。
- 9.2.3 在运输过程中的支承要求应符合 9.1.2 条的规定。

附录 A

(资料性附录)

空心方桩的抗拉性能指标

A.1 空心方桩的抗拉性能指标见表 A.1。

表 A.1 空心方桩的抗拉性能

规 格		型号	桩身结构控制和裂缝控制抗拉承载力		
边长 a mm	内径 d /mm		/kN		
			桩身结构控制	一级裂缝控制	二级裂缝控制
250	150	A	257	219	347
		AB	362	297	424
300	160/180	A	322/322	279/277	478/461
		AB	515/515	426/422	626/606
350	200/220	A	322/322	284/282	543/523
		AB	515/514	438/435	698/676
400	240/270	A	515/515	447/443	774/736
		AB	723/723	610/602	937/895
		B	1005/1005	814/801	1141/1094
450	250/320	A	772/515	664/449	1102/797
		AB	1085/723	904/613	1341/961
		B	1508/1005	1202/821	1639/1169
500	300/370	A	772/772	672/660	1183/1066
		AB	1085/1085	919/895	1430/1302
		B	1508/1507	1229/1187	1740/1593
550	350/410	A	1029/1029	886/871	1474/1357
		AB	1447/1447	1206/1178	1794/1664
		B	2010/2010	1604/1554	2192/2040
600	400/460	A	1286/804	1099/702	1767/1255
		AB	1809/1286	1491/1078	2159/1631
		B	2513/1809	1975/1453	2643/2005
650	420/480	A	1543/1286	1319/1101	2129/1790
		AB	2170/1543	1791/1299	2600/1988
		B	3015/2512	2373/1985	3183/2673
		C	3517/3015	2695/2306	3504/2995
700	460/500	A	1543/1543	1334/1323	2257/2160
		AB	2170/2170	1818/1798	2741/2635
		B	3517/3015	2759/2387	3685/3224
		C	4522/4020	3382/3019	4305/3856
750	490/530	A	1800/1800	1555/1543	2621/2518
		AB	2532/2532	2119/2079	3184/3072

		B	3517/3517	2822/2738	3888/3758
		C	5025/4522	3788/3421	4854/4395
800	540/580	A	2058/2058	1772/1758	2943/2829
		AB	2894/2894	2411/2386	3582/3457
		B	4020/4020	3206/3161	4378/4232
		C	5527/5020	4167/3792	5338/4864
850	590/610	A	2315/2315	1988/1981	3269/3208
		AB	3256/3256	2703/2690	3984/3916
		B	4522/4522	3591/3566	4871/4793
		C	5527/5527	4240/4205	5520/5432
900	640/680	A	2315/2315	2002/1987	3394/3261
		AB	3618/3618	2996/2963	4388/4237
		B	5020/5020	3976/3918	5369/5192
		C	6030/5527	4622/4236	6015/5510
950	670/710	A	2572/2572	2226/2212	3794/3656
		AB	3979/3618	3305/3009	4873/4453
		B	5527/5020	4390/4000	5958/5444
		C	7035/6532	5357/4966	6924/6410
1000	760	A	2830	2429	3987
		AB	3980	3302	4860
		B	5528	4386	5944
		C	7035	5350	6908

附录 B

(资料性附录)

空心方桩表面缺陷修补方法

B.1 修补范围

当空心方桩的外观质量不符合表 3 的规定时，应对桩进行修补。

B.2 表面缺陷的修补用料

表面缺陷的修补用料配方见表 B.1。

表 B.1 修补用环氧树脂胶凝材料配方

配方种类	原材料	重量比
环氧树脂胶泥	主 剂：E-44(#6101)环氧树脂	100
	固化剂	25
	填料：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	200
环氧树脂砂浆	主 剂：E-44(#6101)环氧树脂	100
	固化剂	25
	填 料：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	100~200
	中砂	200~300
环氧树脂细石混凝土	主 剂：E-44(#6101)环氧树脂	100
	固化剂	25
	填 料：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	100~200
	中砂	100~150
	石子：粒径 5~20	200
环氧树脂净浆	主 剂：E-44(#6101)环氧树脂	100
	固化剂	25
	稀释剂：二甲苯	20~40
	环氧氯丙烷	20

B.3 修补方法

B.3.1 修补桩表面粘皮时，首先将待修补处的桩表面清理干净，用水泥砂浆掺聚合物乳液 107 胶水修补平整，或用环氧树脂砂浆涂刷 1~2 层，或用环氧树脂胶泥修补平整。

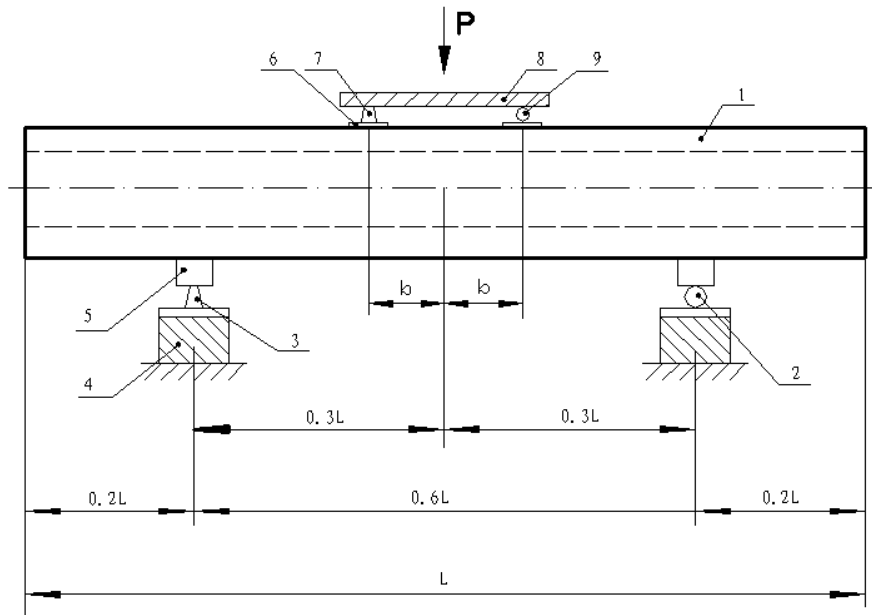
B.3.2 修补表面蜂窝、合缝处漏浆及接头与桩身结合面漏浆时，应将表面松动的石子清理干净，再用环氧树脂水泥砂浆修补密实、平整。

B.3.3 修补内表面混凝土坍落、桩与端板结合面的空洞及蜂窝时，应将表面松动的石子清理干净，再用环氧树脂细石混凝土修补密实、平整。

附录 C
(规范性附录)

空心方桩抗弯性能试验方法

C.1 空心方桩的抗弯试验采用简支梁对称加载装置,如图 C.1 所示,其中, P 的方向可垂直于地面,也可平行于地面,但空心方桩的轴线均应与地面平行,且以正截面平放。



1—空心方桩; 2—滚动铰支座; 3—固定铰支座; 4—支墩; 5—下垫板; 6—上垫板;
7—分配梁固定铰支座; 8—分配梁; 9—分配梁滚动铰支座

图 C.1 空心方桩抗弯试验示意图

C.2 抗弯试验用的空心方桩其单节桩长不宜超过表 1 规定的单节桩长,也不得小于表 C.1 中规定的抗弯试验用空心方桩的最短单节桩长。

表 C.1 抗弯试验用空心方桩的最短单节桩长

边长 a /mm	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
最短单节桩长 /m	5		6		7		8		9		10		11		12	

C.3 两根空心方桩焊接接头的抗弯试验方法与 C.1 相同,且符合 C.2 的规定,接头应位于最大弯矩处。

C.4 加载程序

第一步:按抗裂弯矩的 20%的级差由零加载至抗裂弯矩的 80%,每级荷载的持续时间为 3min;然后按抗裂弯矩的 10%的级差继续加载至抗裂弯矩的 100%。每级荷载的持续时间为 3min,观察是否有裂缝出现,测定并记录裂缝宽度。

第二步:若在抗裂弯矩的 100%时未出现裂缝,则按抗裂弯矩的 5%的级差继续加载至裂缝出

现。每级荷载的持续时间为 3min，测定并记录裂缝宽度。

第三步：按极限弯矩的 5% 的级差继续加载至出现 C. 6. 2 所列极限状态的检验标志之一为止。每级荷载弯矩的持续时间为 3min，观测并记录各项读数。

C. 5 弯矩计算公式

实测弯矩按式(C.1)~(C.3)计算。

C. 5. 1 垂直向下加载

$$M = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2b \right) + \frac{1}{40}WL \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

C. 5. 2 垂直向上加载

$$M = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2b \right) - \frac{1}{40}WL \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

C. 5. 3 水平加载

$$M = \frac{P}{4} \left(\frac{3}{5}L - 2b \right) \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：M —— 抗弯弯矩，kN·m；

W —— 空心方桩重量，kN；

L —— 空心方桩长度，m；

P —— 荷载，kN。垂直加载时，应将加载设备的重量作为荷载值的一部分。

b —— 1/2 的加载跨距，m。当 a ≤ 1000mm，且 L ≤ 15m 时，b = 0.5m；a > 800mm，且 L > 15m 时，b = a。

C. 6 抗裂荷载和极限荷载的确定

C. 6. 1 当加载至表 5 中的抗裂弯矩时，桩身不得出现裂缝。

C. 6. 2 当加载至表 5 中的极限弯矩时，空心方桩不得出现下列任何一种情况：

- a) 受拉区混凝土裂缝宽度达到 1.5mm；
- b) 受拉钢筋被拉断；
- c) 受压区混凝土破坏。

C. 6. 2. 1 当在加载过程中第一次出现裂缝时，应取前一级荷载值作为抗裂荷载实测值；当在规定的荷载持续时间内第一次出现裂缝时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为抗裂荷载实测值；当在规定的荷载持续时间结束后第一次出现裂缝时，应取本级荷载值作为抗裂荷载实测值。

C. 6. 2. 2 当在规定的荷载持续时间结束后出现 C. 6. 2 所列的情况之一时，应取此时的荷载值作为极限荷载实测值；当在加载过程中出现 C. 6. 2 所列的情况之一时，应取前一级荷载值作为极限荷载实测值；当在规定的荷载持续时间内出现 C. 6. 2 所列的情况之一时，应取本级荷载值与前一级荷载的平均值作为极限荷载实测值。