

ICS 91.100.30

Q 14

备案号:

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2126.5—202×

代替 JC/T 2126.5—2012

水泥制品工艺技术规范

第5部分：环形混凝土电杆

Process technology specification for cement products—

Part 5: Circular concrete pole

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2023.6)

202× - ××-××发布

202× - ××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目录

前 言.....	0
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 原材料.....	2
4.1 水泥.....	2
4.2 骨料.....	2
4.3 水.....	3
4.4 外加剂.....	3
4.5 掺合料.....	3
4.6 纤维.....	4
4.7 钢材.....	4
4.8 原材料质量控制.....	4
5 生产工艺要求.....	5
5.1 生产工艺流程.....	5
5.2 钢筋骨架.....	6
5.3 混凝土.....	9
5.4 清模装模.....	10
5.5 预应力钢筋张拉.....	12
5.6 离心成型.....	12
5.7 养护及脱模.....	13
5.8 修补.....	14
5.9 过程质量控制.....	14
6 成品检验.....	15
7 标识、贮存和运输.....	15
7.1 标识.....	15
7.2 贮存.....	15
7.3 运输.....	16
附录 A（规范性）生产过程关键质量控制点与控制指标.....	17

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 JC/T2126《水泥制品工艺技术规范》的第5部分。

JC/T2126 已经发布以下部分：

- 第1部分：混凝土与钢筋混凝土排水管；
- 第2部分：预应力混凝土管；
- 第3部分：预应力钢筒混凝土管；
- 第4部分：自应力混凝土输水管；
- 第5部分：环形混凝土电杆；
- 第6部分：先张法预应力混凝土管桩；
- 第7部分：硅酸钙板/纤维水泥板。

本文件代替 JC/T2126.5-2012《水泥制品工艺技术规范第5部分：环形混凝土电杆》，与 JC/T2126.5-2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 调整了本文件的适用范围(见第1章，2012年版的第1章)；
- b) 增加了配制高性能混凝土时，对粗骨料、细骨料(含石英砂)的质量及技术要求(见4.2.2)；
- c) 增加了骨料存放的要求(见4.2.3)；
- d) 增加了纤维的质量及技术要求(见4.6.1)；
- e) 增加了原材料质量控制技术要求(见4.8)；
- f) 删除了原工艺流程图，按不同喂料工艺细化流程图(见5.1，2012版的4.1)；
- g) 删除钢筋冷拉强化工艺，取消HPB235钢筋的应用(见2012版的4.2.2.4)；
- h) 调整及补充钢筋骨架设计、制作、钢筋骨架质量的部分技术要求(见5.2.3)；
- i) 增加了混凝土耐久性能、配合比设计、拌合物工作性能技术要求内容(见5.3.2、5.3.3、5.3.4)；
- j) 增加了电杆钢模的基本要求和使用的要求(见5.4.1、5.4.2)；
- k) 增加了泵送喂料的工艺技术要求(见5.4.4.8)；
- l) 增加了离心成型机基本管理、技术要求(见5.6.1)；
- m) 调整及补充了蒸汽养护部分技术要求，增加了自然养护技术要求(见5.7.2、5.7.3)；
- n) 增加了生产过程质量控制点和控制参数技术要求(见5.9)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本文件负责起草单位：

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012年首次发布为 JC/T2126.5-2012；
- 本次为第一次修订。

水泥制品工艺技术规范

第 5 部分：环形混凝土电杆

1 范围

本文件规定了环形混凝土电杆包含高性能混凝土电杆（以下简称“电杆”）的原材料、生产工艺要求、成品检验、标识、贮存和运输。

本文件适用于采用离心成型工艺制造、符合 GB/T4623 环形混凝土电杆或 JC/TXXXX 高性能混凝土电杆。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥
- GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋
- GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 1596-2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2103 钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2694 输电线路铁塔制造技术条件
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 4623 环形混凝土电杆
- GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝
- GB/T 5223.3 预应力混凝土用钢棒
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB/T 6170 1 型六角螺母
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T9793 热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金
- GB/T 13788 冷轧带肋钢筋
- GB/T 13793 直缝电焊钢管
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 18046-2017 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维
- GB/T 23265 水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 38143 水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维

GB/T 39147 混凝土用钢纤维
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50017 钢结构设计标准
GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
GB/T 50146 粉煤灰混凝土应用技术规范
GB 50164 混凝土质量控制标准
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范
JC/T 364 环形混凝土电杆钢模
JC/T 540 混凝土制品用冷拔低碳钢丝
JC/T 822 水泥制品工业用离心成型机技术条件
JC/T XXXX 高性能混凝土电杆
JG/T 568 高性能混凝土用骨料
JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
JGJ/T 23 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程
JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
JGJ 63 混凝土用水标准

3 术语和定义

GB/T 4623 和 JC/T XXXX 界定的术语和定义适用于本文件。

4 原材料

4.1 水泥

4.1.1 水泥宜采用强度等级不低于 42.5 级硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和抗硫酸盐硅酸盐水泥，其质量应符合 GB175、GB/T 748 的规定。离心工艺不宜采用火山灰质硅酸盐水泥。

4.1.2 电杆采用蒸汽养护方式时，水泥终凝时间不宜长于 6h，初凝时间不应早于制杆成型所需时间，且不宜早于 45min。

4.1.3 不同厂商、不同品种、不同强度等级的水泥应分仓贮存，不应混仓。

4.1.4 水泥贮存期不应超过 90d。超过 90d 贮存期或对质量有疑问时，应按规定进行复检，并按复检结果处理。

4.1.5 水泥进厂时应具有质量证明文件，各项指标合格方能入库和使用。

4.2 骨料

4.2.1 粗骨料

粗骨料宜采用碎石或破碎的卵石，其最大粒径不宜大于 25mm，且不应大于钢筋最小净距的 3/4，质量应符合 GB/T 14685 的规定。当配制高性能混凝土时，粗骨料质量及技术要

求应符合 JG/T568 的有关规定。

4.2.2 细骨料

4.2.2.1 细骨料宜采用细度模数为 3.2-2.3 的天然砂或机制砂，其质量及技术要求应符合 GB/T 14684 的规定，天然砂含泥量、机制砂石粉含量、泥块含量应满足相应类别要求。当配制高性能混凝土时，细骨料质量应符合 JG/T568 的有关规定。

4.2.2.2 使用石英砂配制高性能混凝土时宜采用单粒级石英砂，其技术指标应符合表 1 的规定。不同粒径石英砂的超粒径颗粒含量限制应符合表 2 的规定。

表 1 石英砂的技术指标

项目	技术指标 (%)
SiO ₂ 含量	≥97
氯离子含量	≤0.02
硫化物及硫酸盐含量	≤0.50
云母含量	≤0.50
含泥量	≤0.50

表 2 不同粒径石英砂的超粒径颗粒含量

粒径要求	1.25mm~0.63mm		0.63mm~0.315mm		0.315mm~0.16mm	
	≥1.25mm	<0.63mm	≥0.63mm	<0.315mm	≥0.315mm	<0.16mm
超粒径颗粒含量(%)	≤5	≤10	≤5	≤10	≤5	≤10

4.2.3 骨料存放

进厂的粗、细骨料应按不同的品种、规格分开堆放在有坚硬地坪、符合环保要求的料仓内，不应混有杂物。

4.3 水

混凝土拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。

4.4 外加剂

4.4.1 选用的外加剂性能应符合 GB8076 的规定，禁止使用氯盐类或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。

4.4.2 外加剂的选择应与混凝土的性能要求相适应，并经试验确定。

4.4.3 宜采用液体外加剂，当采用粉状混凝土外加剂时，搅拌时间应至少延长 1min。

4.4.4 外加剂的应用应符合 GB 50119 的要求。

4.4.5 外加剂进厂时应具有相应的质量证明文件，各项指标合格方能进厂。

4.5 掺合料

4.5.1 拌制混凝土时可掺入适量的硅灰、矿渣粉、粉煤灰等混凝土掺合料，掺合料掺量应经试验确定，并应符合 JGJ 55 的规定。

4.5.2 硅灰质量应符合 GB/T 27690 的规定；矿渣粉宜采用 S95 及以上等级，质量和应用应分别符合 GB/T 18046-2017 和 GB/T 51003 的规定；粉煤灰宜采用 II 级 F 类以上等级，质量和应用应分别符合 GB/T 1596-2017 和 GB/T 50146 的规定；如采用其他掺合料时应符合相关

标准要求，并通过试验验证。

4.5.3 掺合料进厂时应具有质量证明文件，各项指标合格方能入库和使用。存放时应挂牌标明品种、生产厂商、数量及进厂日期，掺合料不应混合存放。

4.6 纤维

4.6.1 钢纤维性能应符合 GB/T 39147 的规定；合成纤维性能应符合 GB/T 21120 的规定；耐碱玻璃纤维性能应符合 GB/T 38143 的规定；玄武岩纤维性能应符合 GB/T 23265 的规定。

4.6.2 纤维进厂时应有质量证明书，各项指标合格方能入库和使用。应按不同厂商、不同品种、不同规格、不同强度等级分别存放，保持标识完整。

4.7 钢材

4.7.1 普通纵向受力钢筋宜采用热轧带肋钢筋，其性能应符合 GB/T 1499.2 和 GB/T 700 的规定。

4.7.2 预应力纵向受力钢筋宜采用低松弛预应力混凝土用钢丝、钢棒、钢绞线，其性能应分别符合 GB/T 5223、GB/T 5223.3、GB/T 5224 和 GB/T 2103 的规定。

4.7.3 架立圈钢筋宜采用热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、冷拔低碳钢丝，其性能应分别符合 GB/T 1499.1、GB/T 1499.2、JC/T 540 的规定。

4.7.4 螺旋筋宜采用冷拔低碳钢丝和冷轧带肋钢筋，其性能应分别符合 JC/T 540、GB/T 13788 的规定。

4.7.5 钢板圈、端板和法兰盘所用钢板宜采用 Q235、Q355 和 Q420，其性能应分别符合 GB/T 700、GB/T 1591 和 GB/T 3274 的规定。如有特殊情况，经试验验证可采用其他材质，并应符合相应标准要求。

4.7.6 穿钉管、排水管等预埋件所用钢管宜采用 Q235、Q355 材质，其性能应符合 GB/T 13793 的规定，宜作热镀锌防腐处理。接地螺母、脚钉螺母宜采用四级以上热镀锌螺母，其性能应符合 GB/T 6170 的规定。

4.7.7 钢材进厂应具有质量证明书，各项指标合格方能入库和使用。

4.7.8 钢材应按不同厂商、不同品种、不同规格、不同强度等级分别堆放，保持标识完整，并有防雨、防潮设施。

4.8 原材料质量控制

进厂原材料应进行质量控制，主要原材料的质量检验或查验项目按表 3 的规定，合格后方可投入使用。

表 3 主要原材料进厂质量检验或查验项目

原材料品种	检验或查验项目	质量控制指标
水泥	检查质量证明文件； 检验或查验安定性、凝结时间、抗折强度和抗压强度指标的符合性。	按本文件 4.1 要求控制
粗骨料	检验含泥量、泥块含量、颗粒级配、压碎值，必要时进行针片状含量检验。	按本文件 4.2.1 要求控制
细骨料	检验天然砂含泥量、泥块含量、细度模数； 检验机制砂石粉含量、泥块含量、细度模数； 检验或查验石英砂 S_iO_2 含量、氯离子含量、硫化物及硫酸盐含量、云母含量、含泥量、不同粒径石英砂	按本文件 4.2.2 要求控制

	的超粒径颗粒含量。	
外加剂	检查质量证明文件； 检验或查验 PH 值、含固量、密度、减水剂的减水率。	按 GB8076 相关要求控制
掺合料	检查质量证明文件； 检验或查验硅灰 SiO ₂ 含量、含水率、烧失量、比表面积、火山灰活性指数； 检验或查验矿渣粉比表面积、流动度比、密度； 检验或查验粉煤灰细度、需水量比、烧失量。	按本文件 4.5.2 要求控制
纤维	检查质量证明文件； 检验或查验钢纤维形状和尺寸、拉伸强度、弯曲强度、抗腐蚀性能； 检验或查验合成纤维断裂强度、断裂伸长率、线密度； 检验或查验耐碱玻璃纤维外观和尺寸、二氧化锆含量、密度、拉伸强度、断裂伸长率、耐碱性、抗腐蚀性、耐久性。 检验或查验玄武岩纤维拉伸强度、断裂伸长率、密度、线膨胀系数、化学成分。	按本文 4.6.1 要求控制
钢材	检查质量证明文件； 检验钢材的屈服强度、抗拉强度、延伸率、弯曲性能，检测钢筋直径或钢板的厚度、重量偏差，检查钢材的外观质量。	按本文件 4.7 要求控制

5 生产工艺要求

5.1 生产工艺流程

电杆生产工艺流程见图 1。

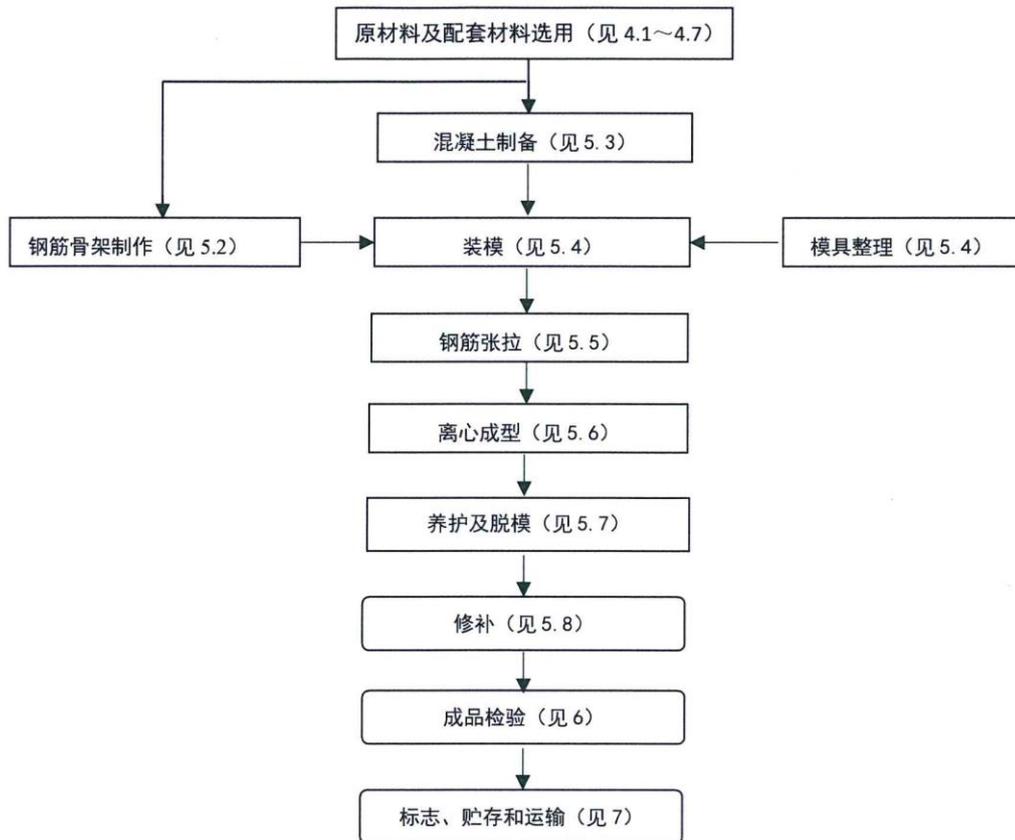


图 1 电杆生产工艺流程图

5.2 钢筋骨架

5.2.1 钢筋骨架设计

5.2.1.1 钢筋骨架应按设计图纸要求或按结构设计计算确定。

5.2.1.2 纵向受力钢筋应沿电杆环向均匀布置，其根数不应少于 GB/T 4623、JC/T XXXX 的规定。

5.2.1.3 所用钢材的品种、规格、数量均应符合设计图纸的要求；如不符合时，征得设计部门认可，可按 GB 50010-2010 第 4.2.8 条规定进行代换。

5.2.1.4 普通纵向受力钢筋直径不宜小于 8mm、预应力纵向受力钢筋直径不宜大于 14mm，不应大于壁厚的 2/5。纵向受力钢筋的环向净间距不宜小于 30 mm 和大于 70 mm。

5.2.1.5 高性能混凝土电杆纵向受力钢筋净间距不宜小于 25 mm。

5.2.1.6 对于大配筋率的钢筋骨架设计，为确保最小环向钢筋间距要求，宜采用并筋及双层布置，并筋的技术要求应符合 GB 50010 的规定。

5.2.1.7 电杆在其全部长度范围内均应配置螺旋筋，螺旋筋直径宜采用 2.5 mm~6 mm。当锥形杆的梢径大于或等于 190 mm、小于 230mm 时，螺旋筋直径不宜小于 3 mm；当锥形杆梢径或等径杆的直径大于或等于 230 mm 时，螺旋筋直径不宜小于 4 mm；当采用钢筋骨架滚焊成型机成型时，螺旋筋直径不宜小于 4 mm。螺旋筋间距在距两端各 1.5 m 内不宜大于 70 mm，其余不得大于 120 mm，所有杆段的两端螺旋筋应密缠 3 圈—5 圈。

5.2.1.8 纵向受力钢筋内侧应设架立圈，架立圈钢筋直径宜采用 5 mm~10 mm。当纵向受力钢筋直径大于 18 mm 时，架立圈钢筋直径不宜小于 8 mm。架立圈间距对于钢筋混凝土电杆不宜大于 500 mm；对于预应力、部分预应力混凝土电杆不宜大于 1000 mm（配有非预应力纵向受力钢筋的不宜大于 500 mm）。当采用滚焊机成型骨架时可不设架立圈（两端头处除外）。

5.2.1.9 钢筋骨架应加保护层定位卡，宜采用塑料定位卡或水泥砂浆、混凝土定位垫块，定位卡宜沿着钢筋骨架纵向受力钢筋每间隔 1000mm，在环向均匀错位布置四个。双层钢筋骨架的层间宜采用架立筋连接牢固。钢筋骨架净保护层厚度应满足 GB/T4623 或 JC/TXXXX 的设计要求。

5.2.1.10 穿（挂）预应力筋的穿（挂）孔孔径宜比预应力钢筋外径大 0.5mm，杆段间法兰连接的螺栓孔直径宜比螺栓直径大 1.5mm~2.0mm，根部法兰连接的地脚螺栓孔径宜比螺栓直径大 4mm~8mm。

5.2.1.11 梢径等于或大于 350mm 的电杆的顶段上端与末段下端（带根法兰或钢板圈的除外），宜设置高度 70mm~100mm 的加固钢箍，加固钢箍应采取有效的防腐处理措施。

5.2.1.12 法兰盘、钢板圈的设计制作应符合 GB50017 和 GB50205 的规定。法兰盘应采用热浸镀锌或热喷锌防腐，质量要求应符合 GB/T2694 或 GB/T9793 的规定；连接钢板圈的高度不宜小于 140mm、厚度不宜小于 8mm，宜采用有机富锌或其他有效的防腐材料进行处理。

5.2.1.13 预应力混凝土电杆中埋设的穿钉管和接地螺母要与每根纵向预应力钢筋连接，一般采用将穿钉管、接地螺母焊于架立圈钢筋上，而纵向受力预应力钢筋再与架立圈钢筋绑扎；同时采用纵向预应力钢筋和普通纵向受力钢筋的电杆中所埋设的穿钉管和接地螺母与普通纵向受力钢筋焊接，满足接地要求。

5.2.2 钢筋加工

5.2.2.1 预应力钢筋经调直、定长切断后的长度相对误差应不大于钢筋长度的 1.5/10000，不应有切刀造成的台阶现象。

5.2.2.2 非预应力盘卷钢筋调直除锈时，其延伸率不宜大于 2%，当采用有延伸功能的机械设备调直钢筋时，应对盘卷调直后的钢筋断后伸长率、重量偏差进行检验，且应符合 GB50204 的要求。

5.2.2.3 非预应力钢筋的连接宜采用闪光对焊，焊接要求应符合 JGJ18 和 GB50204 的规定，其接头处的强度应不小于钢筋本身强度等级要求。

5.2.2.4 当部分预应力混凝土电杆中配置非预应力钢筋，采用绑扎搭接时，接头要求应符合 GB50010 的规定。

5.2.2.5 架立圈应圆正平整，椭圆度及外径公差应不大于 1.5 mm；架立圈接头应重合焊接，按规格堆放，不应混放。

5.2.3 预应力混凝土电杆钢筋骨架制作

5.2.3.1 预应力钢筋的镦头强度应不低于该材料强度的 95%；镦头直径一般为钢筋直径的 1.5~1.8 倍，镦头不应歪斜或有裂纹。

5.2.3.2 纵向受力钢筋内侧应设架立圈，架立圈应与纵向受力钢筋垂直，并与纵向受力钢筋绑扎固定。当配有纵向非预应力钢筋时，架立圈应与纵向非预应力钢筋焊接牢固。

5.2.3.3 当采用手工缠绕螺旋筋时，绑扎螺旋筋应在纵向受力钢筋张紧处于设计位置上进行。采用机械缠绕时，也宜将螺旋筋与纵向受力钢筋绑扎。

5.2.3.4 对于组装预应力混凝土电杆、部分预应力混凝土电杆，预应力钢筋与法兰盘连接处的钢筋镦头不宜外露。

5.2.4 钢筋混凝土电杆钢筋骨架制作

5.2.4.1 钢筋骨架中的纵向受力钢筋与架立圈不得采用手工绑扎成型，可采用滚焊机滚焊成型或人工焊接成型。

5.2.4.2 纵向受力钢筋对接接头在 500 mm 或不小于纵向受力钢筋直径 35 倍的区间范围内，接头总面积不应大于纵向受力钢筋总截面积的 25%；钢筋骨架纵向受力钢筋的接头总面积不应大于纵向受力钢筋总截面积的 50%；同一根纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。

5.2.4.3 架立圈应采用手工电弧焊或气体保护焊与主筋焊接牢固并与主筋保持垂直。滚焊成型可不放置架立圈。

5.2.4.4 当采用手工缠绕螺旋筋时，螺旋筋应用铁丝与纵向受力钢筋绑扎或接触焊固定；当采用机械缠绕时，两端必须挂牢。当采用滚焊成型时，整个钢筋骨架脱焊点数量不应大于 3%，且需要全部绑扎补齐。

5.2.4.5 为保证钢筋骨架在混凝土环向截面上的设计位置，应按设计要求放置水泥垫块或塑料保护层定位卡，也可采取其它措施以保证设计混凝土保护层厚度。

5.2.4.6 当采用滚焊成型时，纵向受力钢筋两端头宜放置架立圈，且与纵向受力钢筋焊牢或绑扎，纵向受力钢筋端头露出架立圈长度不宜大于 20 mm。

5.2.4.7 用手工电弧焊或气体保护焊焊接的带钢板圈或法兰盘的钢筋骨架应满足下列要求：

a) 钢板圈的椭圆度应小于 2 mm；外径允许误差 ± 2 mm，外端面应车加工，坡口为 30 度，且均匀连续；

b) 为防止焊接咬边缺陷，不宜采用过大电流，焊接角度应准确，焊接缝隙应不超过钢筋直径或钢板圈厚度的 0.1 倍；

c) 纵向受力钢筋与钢板圈或法兰盘焊接时，HRB335 和 HRB400 钢筋搭接长度不应小于 5 倍钢筋直径。焊缝宽度不应小于钢筋直径的 0.6 倍，焊缝厚度不应小于钢筋直径的 0.35 倍；

d) 纵向受力钢筋应与钢板圈或法兰盘保持垂直，钢筋骨架的中心线应与钢板圈或法兰盘端面垂直；

e) 焊缝应平滑均匀无中断现象，被熔过的金属在焊缝上应呈鱼鳞状，无裂纹及气泡；

f) 纵向受力钢筋距钢板圈或法兰盘外端面的距离不应小于 35 mm。

5.2.4.8 在环境温度低于 -5°C 条件下施焊时，焊接工艺应符合 JGJ18 的要求；当环境温度低于 -20°C 时，不宜进行各种焊接作业。

5.2.5 预埋件制作

预埋件制作应符合设计图纸要求，制作材料、尺寸及预埋件在杆体中的定位允许偏差应符合设计图纸、GB/T4623 或 JC/TXXXX 要求。

5.2.6 钢筋骨架质量

5.2.6.1 钢筋骨架应有足够的刚度，接点牢固，不松散、不塌垮、不倾斜，无明显的扭曲变形，钢筋骨架在运输、装模及电杆成型过程中，应保持其整体性。

5.2.6.2 钢筋骨架各部分尺寸允许偏差应符合表 4 的规定

表 4 钢筋骨架尺寸允许偏差

项目	允许偏差 mm
纵向受力钢筋间距	± 5

架立圈间距	±20
架立圈垂直度	1/40 架立圈直径
骨架长度	±10
螺旋筋间距	±10
法兰盘倾斜	2
钢板圈倾斜	3
钢筋骨架外径	±2

5.2.6.3 钢筋骨架在冬季和雨天焊接时，未冷却前严禁碰冰雪和雨水。

5.2.6.4 钢筋骨架经检验合格并按规格、级别标识后方可使用。

5.2.7 钢筋骨架堆放

5.2.7.1 钢筋骨架转运时，严禁抛掷和拖移，以免变形。

5.2.7.2 钢筋骨架应分规格型号整齐堆放，钢筋骨架堆放的层数：当杆长小于等于 12 m 时，不宜超过四层；杆长大于 12 m 时，不宜超过三层。

5.2.7.3 搬运钢筋骨架，其受力点应为架立圈与纵向受力钢筋交叉处，当杆长小于等于 12 m 时，起吊受力点不宜少于 2 点；杆长大于 12 m 时，不宜少于 3 点。滚焊成型的骨架，其受力点应为螺旋筋与纵向受力钢筋交叉点焊处，且起吊受力点不少于 4 点，或用吊装带捆绑单根两点吊运。

5.3 混凝土制备

5.3.1 混凝土强度

制杆用混凝土强度等级应符合图纸设计要求和 GB/T 4623 或 JC/T XXXX 规定。

5.3.2 混凝土配合比设计

混凝土配合比应按 JGJ 55 的规定进行设计。混凝土配合比应在材料试验的基础上，通过试验确定。

5.3.3 混凝土耐久性能

制杆用高性能混凝土耐久性指标应符合工程设计图纸要求和 JC/TXXXX 规定。

5.3.4 混凝土拌合物工作性

混凝土拌合物按生产班次抽样测定坍落度，采用喂料机喂料的混凝土拌合物的坍落度宜采用 30 mm~60 mm；采用泵送喂料的混凝土和高性能混凝土拌合物的坍落度宜为 150mm~180 mm。

5.3.5 混凝土配料和搅拌

5.3.5.1 混凝土制备宜采用具有自动计量系统的搅拌设备，混凝土搅拌机宜采用强制式搅拌机。

5.3.5.2 水泥料仓、掺合料料仓应配备除尘设备，搅拌楼（站）宜密封并配备相应的除尘设施，满足环保要求。

5.3.5.3 严格按混凝土配合比配料，并根据粗、细骨料的含水率及时调整用水量。

5.3.5.4 原材料允许称量偏差应符合：水泥、掺合料、水、外加剂、纤维不大于±1%；粗细

骨料不大于±2%。所用计量器具应经过检定合格，并在有效使用期内，计量装置称量前检查，符合要求方能使用。

5.3.5.5 混凝土净搅拌时间符合：塑性混凝土不应少于 90s；超高性能混凝土不应少于 120s；并确保混凝土料拌合均匀，掺加外加剂、掺合料、纤维时，搅拌时间宜延长 60s。

5.3.5.6 搅拌第一盘混凝土时，搅拌机应先充分湿润，并按配合比增加水泥用量 10%。

5.3.5.7 混凝土拌合物应即拌即用，在混凝土初凝前使用完毕。环境温度高于 25℃时，混凝土停放时间不宜超过 45min；环境温度低于 25℃时，停放时间不宜超过 60 min。

5.3.5.8 当环境温度低于 5℃时，应采取热拌或保温措施，搅拌的混凝土拌合物出机温度不应低于 10℃。

5.3.5.9 混凝土质量控制应符合 GB50164 的规定

5.3.6 混凝土质量检验

5.3.6.1 混凝土抗压强度试验

5.3.6.1.1 在混凝土的浇注地点随机取样制作抗压强度试件，三个试件为一组。

5.3.6.1.2 每天搅拌的同配合比混凝土，取样不应少于一次，每次至少成型 3 组试件，两组试件与电杆同条件养护，分别用于检验脱模强度和出厂强度；另一组经与电杆同条件养护脱模后再进行标准养护，用于检验评定 28d 强度。

5.3.6.1.3 混凝土抗压强度 试验及评定分别按 GB/T50081、GB/T50107 的规定进行。

5.3.6.2 混凝土耐久性试验

5.3.6.2.1 高性能混凝土电杆投入生产或混凝土配合比有调整时应进行相应的耐久性检测。

5.3.6.2.2 根据设计要求在混凝土浇注地点随机取样制作耐久性试件。

5.3.6.2.3 混凝土耐久性试件的制作及试验方法按 GB/T50082 进行。

5.4 清模装模

5.4.1 电杆钢模的基本要求

5.4.1.1 钢模应符合 JC/T364 的技术要求。在调试完好的离心机上试模，不应有明显的跳动和异常的响声。

5.4.1.2 电杆钢模尺寸允许偏差应满足 GB/T4623 或 JC/TXXXX 规定的该产品各部分尺寸允许偏差要求。两端口及合缝应无明显间隙，部件间连接的紧固件应牢固可靠。

5.4.1.3 钢模投入使用前应在模体内制作产品永久标识，其位置宜标识在埋深线以上 1.5 米处或按照用户要求。

5.4.1.4 钢模应分规格编号，便于分析影响产品质量的因素和维修钢模。

5.4.1.5 缺失、损坏的合口螺栓应补齐，缺失的企口应修补、打磨完整；倒伏、缺失的筋板应扶正、补齐；开裂的主焊缝应焊牢。若因产品需要必须改造钢模时，应避免损伤加强筋板和大面积焊接，保持钢模重量在圆周分布的均衡性和焊接的对称性。

5.4.1.6 钢模吊环的焊接位置宜分别在距两端 $2/9L$ 处（ L 为钢模的长度）。

5.4.2 电杆钢模的使用要求

5.4.2.1 电杆钢模使用前，应对模具内外进行清理，剔除水泥浆渣结垢，特别是企口内和夹角根部的混凝土。与混凝土接触的工作面应均匀涂刷脱模剂，其余部位涂刷清机油。

5.4.2.2 放置钢模的平台水平支撑点高度差应 $\leq 4\text{mm}$ 。

5.4.2.3 防漏浆的线绳直径不宜过大，其压缩后的截面积能填充企口合拢后预留的空间即可，直径过大将影响企口的定位性能。

5.4.2.4 合模时，清理好合口面，上、下模对齐，拧紧螺栓，尤其是端部和跑轮根部的螺栓。

5.4.2.5 离心时，严禁高速过猛，以防飞模。同一钢模若连续三次发生撞击声应停用修理。

5.4.2.6 蒸养时，钢模的放置：底层钢模支撑点的高度差应 $\leq 2\text{mm}$ ，二层以上钢模应跑轮对跑轮堆放。

5.4.2.7 脱模时，若电杆脱模困难，严禁敲击加强筋板和钢模其他部位（可击打模端法兰盘合口面径向外沿边角处）。严禁单片模叠压摆放。

5.4.2.8 钢模的停放应符合下列要求：

a) 停用的钢模宜将电杆保留其内。如为空模，钢模内壁应涂刷机油防锈蚀。

b) 螺栓应涂刷机油防腐。

c) 以接近 $2/9L$ (L 为钢模的长度) 处的跑轮作支点摆放，二层以上应以跑轮相互接触摆放。以一个月为限，对钢模进行一次 180 度翻身换位，以防止和纠正重力引起的塑变。

d) 露天存放应防雨淋和雨水浸泡。

5.4.3 清模

5.4.3.1 钢模内壁及合缝口处应清理干净并均匀涂刷脱模剂，严禁脱模剂在模底堆积和流淌；张拉头、挂筋板、保护层挡浆圈、锚固盘等均应清理干净并涂刷脱模剂。

5.4.3.2 脱模剂可选用油脂、乳化油脂、松香皂类等。

基本要求为不粘和不污染电杆表面，成膜性好，易涂刷，与钢模的附着力强。

5.4.4 装模

5.4.4.1 应根据电杆的规格、配筋选择张拉头、挂筋板、保护层挡浆圈、锚固盘等。

5.4.4.2 钢筋骨架入模时应轻起轻放。模内的钢筋骨架必须保证在混凝土中的设计位置，钢筋骨架不应扭曲，两端钢板圈、法兰盘或张拉头、挂筋板应与钢模紧贴；对纵向受力钢筋、螺旋筋、架立圈、预埋件及混凝土保护层卡的位置必须检查校正，对缺失的混凝土保护层卡要补齐；对带孔预埋件与杆表面接口部位应用易清理的填塞物塞住，防止预留孔被混凝土堵塞。

5.4.4.3 预应力混凝土电杆预张拉时，张拉力严禁过大，其力度以用手指在钢模中部位位置能将相邻两根钢筋并拢为宜。

5.4.4.4 布混凝土料时，模具温度不宜超过 45°C 。

5.4.4.5 不应使用含有杂物或初凝后的混凝土。

5.4.4.6 夏季生产时，混凝土温度不宜高于 35°C ；冬季生产时，混凝土温度不宜低于 5°C 。

5.4.4.7 采用布料机喂料时，喂料应连续，并控制速度。对锥形电杆：在距梢端 1.5m 内应填满捣实混凝土，在距根端 0.5m 内应适当少喂混凝土料；对等径电杆：在距两端 0.5m 内应适当少喂或不喂混凝土料。喂料后，应将上、下钢模合缝处清理干净，并加上防漏浆垫条方可合模，在确认上下模对齐无错口后，由中间向两端或由一端向另一端两侧同步紧固合口螺栓。

5.4.4.8 采用泵送喂料时，应符合下列技术要求：

- a) 泵送布料车应能同步计量，而且电脑联动泵机，准确控制布料量。
- b) 单根电杆的泵送料量应根据原材料情况以及混凝土容重计算，并且经过试验确认壁厚满足设计要求，核算出实际下料量后进行批量生产。
- c) 布料前，应将钢筋骨架置于模具内设计位置，上下杆模合缝处清理干净进行合模，并均匀对称紧固合口螺栓。
- d) 在泵料灌模第一条电杆前，应先用砂浆冲刷泵料管，使泵料管充分湿润。
- e) 应确保梢端 0.5 米范围内喂足料，根端 0.3 米处可以不喂料。
- f) 如泵送系统暂时不作业，每相隔 10 分钟左右，宜点动泵送 1-2 次，防止混凝土凝固。
- g) 泵机运转时，严禁把身体的任何部位及硬质物体伸入料斗、水槽及其它运动的零部件，严禁蹬踏料斗。

5.5 预应力钢筋张拉

5.5.1 张拉预应力钢筋所用的各种机具设备及仪表，应定期维护和校检，校验期不宜超过六个月，长期未使用时，使用前应全面进行检验。

5.5.2 张拉预应力钢筋所用的各种机具设备及仪表，应由专人操作和维护。张拉机必须有铭牌，技术参数清晰。

5.5.3 当张拉过程中发生断筋频次过高、张拉机具设备漏油严重、压力表指针不能回零、张拉机不能保压和更换压力表时，应重新校验仪表和检查张拉机具。

5.5.4 张拉控制应力除满足设备要求外，还应符合下列要求：

- a) 钢棒 Q_{con} 不大于 $0.7f_{ptk}$
- b) 预应力钢丝 Q_{con} 不大于 $0.75f_{ptk}$
- c) 低预应力度的部分预应力混凝土电杆，预应力钢筋的最低张拉控制应力不应低于 $0.4f_{ptk}$ 。

5.5.5 张拉机头中心线应对准钢模轴心线后开始张拉，两端不应站人或设置挡板。为减少预应力损失，可采用超张拉，最大张拉控制应力值不应大于 GB 50010 的规定。

5.5.6 实际张拉值与设计张拉值的允许偏差应控制在 $\pm 3\%$ 之内。

5.5.7 在张拉过程中，当出现预应力钢筋的实际伸长值与理论伸长值相差 10% 以上时，应及时检查其原因。

5.5.8 张拉后的质量要求

- a) 张拉盘、挂筋板、法兰盘或钢板圈的倾斜不应超过 2mm；
- b) 张拉盘的支承锚固点不应少于 2 处，并应等分设置，支承稳定后才能撤出张拉机。
- c) 张拉后不应有断筋。

5.6 离心成型

5.6.1 离心机应符合下列基本管理、技术要求。

a) 离心机应符合 JC/T 822 的技术要求。

b) 离心机的性能要整体性好、坚固耐久、运转平稳、设置钢模防飞装置，并应满足工艺设计的转速要求范围内无级调速。

c) 离心机应具有转速和时间程序控制功能，其转速误差为 $\pm 5\%$ 。应选用符合节能要求的电动机。

d) 离心机宜采用新工程材料托轮或整体半地下式盖罩等减噪措施。

e) 离心机托轮中心与钢模跑轮中心连线的夹角以 $75^\circ \sim 120^\circ$ 为宜，优先选用 90° 。

f) 各主动轮轮径差、各托轮顶点高差、两托轮横向间距、各托轮公共轴线的水平度和同轴度以及两相邻托轮端面的一致性均不应大于 1mm。

g) 每日检查螺栓是否松动一次，每周检查切线直线度一次，每月检查垂直度一次，每半年综合检查一次。

h) 定人定机管理维护。

5.6.2 每次混凝土离心成型都应该经过低、中、高三个速度阶段；低速为布料阶段，中速为过渡阶段，高速为密实阶段。

5.6.3 离心时间和速度可根据电杆规格、混凝土料分布均匀程度和脱水密实等情况，通过理论计算与实际试验而确定。离心成型工艺制度可参考表 5 的规定。

表 5 离心成型工艺制度

离心转速	钢模转速 (r/min)			时间 min
	电杆的梢径或直径			
	φ 190mm 以下	φ 190mm~φ 310mm	φ 310mm 以上	
低速	80~150	70~120	60~120	1.5~3
中速	280~320	250~280	230~260	2~3
高速	400~450	350~400	330~370	6~12

注：总离心时间不得少于 12min

5.6.4 梢端混凝土发生串动而产生缺料时，可在中速阶段填补相同配比的混凝土，在停车前 3min 不应再补料。

5.6.5 离心完毕，应将杆内余浆倾倒入干净，冲洗钢板圈或法兰盘，有缺陷时，应立即修整。

5.6.6 离心成型后的电杆，起吊运输时应轻起轻落，严禁碰撞。

5.6.7 离心余浆宜及时回收利用。

5.7 养护及脱模

5.7.1 养护方式

5.7.1.1 产品养护分为蒸汽养护、自然养护。

5.7.1.2 免蒸养（24 小时内脱模）可按自然养护方式。

5.7.1.3 养护前，应对成型后的电杆内表面质量进行检查，发现缺陷应立即修整。

5.7.2 蒸汽养护

5.7.2.1 蒸汽养护宜采用高效、节能的养护设施，合理码放，提高填充系数，每个养护单元应设置单独的蒸汽调节电磁阀门和测温元件自动控制系统，温度可在 100℃ 以下任意调整，温度表分度值不应大于 5℃。

5.7.2.2 蒸汽养护制度分为静停、升温、恒温、降温 4 个阶段，应根据不同季节、不同材料、不同工艺、不同养护设施由试验室确定合理的蒸养制度，并严格执行。

——静停：根据季节和产品需要确定时间，静停时应采取保温和防冻措施；

——升温：升温不宜大于 25℃/h；

——恒温：恒温时间应视蒸养设施效率、水泥品种、掺外加剂情况、杆壁厚度而定，应以保证脱模强度为准。最高恒温温度应根据水泥品种参照表 6 规定确定；

——降温：降温速度不宜大于 25℃/h，控制出池前电杆与环境温差不大于 30℃，保持一定的降温时间。

5.7.2.3 不同品种水泥最高蒸养温度应符合表 6 规定。

表 6 最高恒温温度

水泥品种	最高温度 (°C)
硅酸盐水泥	80
普通硅酸盐水泥	85
矿渣硅酸盐水泥	95

5.7.2.4 蒸养过程中，应严格执行养护制度，控制蒸养温度，根据温度变化调整供汽量，并做好记录。

5.7.3 自然养护

5.7.3.1 自然养护应采取措施保持杆体的温、湿度。宜采用放入养护池内，两端封堵，用罩盖盖好的方式带模自然养护，直到杆体混凝土达到脱模强度。

5.7.3.2 使用抗硫酸盐硅酸盐水泥宜采取常温自然养护。

5.7.4 脱模

5.7.4.1 养护结束，确认电杆混凝土强度达到规定的脱模强度后，方可脱模。

5.7.4.2 预应力钢筋宜采用整体放张应力工艺，当单根放张时，应对称进行。放张后，方可卸合口螺栓。

5.7.4.3 脱模后应找出预埋件，打通预留孔，切除伸出端面的预应力钢筋头，并在切除处涂上防腐材料，电杆上段梢部用水泥砂浆封顶。

5.7.4.4 电杆脱模时，应在同一平面上放置软垫层，脱模后的电杆应按标准规定注明临时标识，转入堆场进行后期保养。当气温在 10°C 以上时，电杆宜在水池中或洒水保湿养护，在干燥气候条件下，洒水时间不宜少于 7d，每天 (2-3) 次。

5.8 修补

5.8.1 脱模后的电杆若存在 GB/T4623 或 JC/TXXXX 允许修补范围内的外观缺陷，应进行修补。

5.8.2 修补材料可用：混凝土或水泥砂浆、乳胶砂浆、无毒树脂和无毒树脂砂浆，修补材料应与混凝土颜色接近。

5.8.3 修补前应清除有缺陷的混凝土或砂浆，清除油污，以利于与原混凝土或砂浆面的结合。修补用的水泥与生产电杆用的水泥品种应相同。

5.8.4 修补的部位，应根据修补材料品种采用相应的养护方法，以利修补材料的粘结与固化，确保修补质量。

5.9 过程质量控制

5.9.1 应建立完善的质量保证体系和满足生产要求的试验室，并配备相应的检验仪器、设备、人员。

5.9.2 生产过程关键质量控制点和控制指标应符合附录 A 要求。

5.9.3 当杆体混凝土强度采用回弹试验时，应按 JGJ/T 23 的规定执行。杆体混凝土强度回

弹测试数据仅为生产过程强度控制参考，测试数据不能作为强度评定依据。

5.9.4 利用钢筋扫描仪等无损检测设备进行电杆钢筋保护层厚度及钢筋直径、定位分布情况检测时，所测数据仅作为生产过程中质量控制参考，测试数据不能作为钢筋保护层厚度合格与否的判定依据。

6 成品检验

成品检验按 GB/T4623 或 JC/TXXXX 规定进行。

7 标识、贮存和运输

7.1 标识

经检验合格的产品，应根据 GB/T4623 或 JC/TXXXX 的要求，在杆身外表面上标明：品种、规格、荷载级别、商标、厂名和生产日期等内容。

7.2 贮存

7.2.1 电杆堆放场地应坚实平整。

7.2.2 电杆按生产日期、规格、型号、等级分别堆放，不应混放。宜实行先入先出的原则。

7.2.3 电杆堆放层数应符合 GB/T4623 或 JC/TXXXX 规定。堆放时应采取有效的安全防塌落、滚动措施。

7.2.4 产品堆垛应放在支垫物上，层与层之间用支垫物隔开，每层支承点应在同一平面上，各层支垫物位置应在同一垂直线上，且支垫物的高度大于电杆连接外法兰或根法兰的宽度。电杆支点位置见图 2、图 3、图 4。

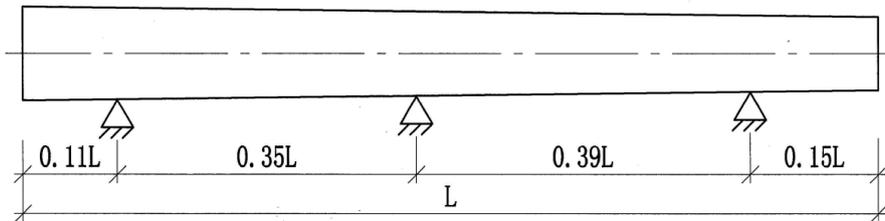


图2 锥形杆三支点位置

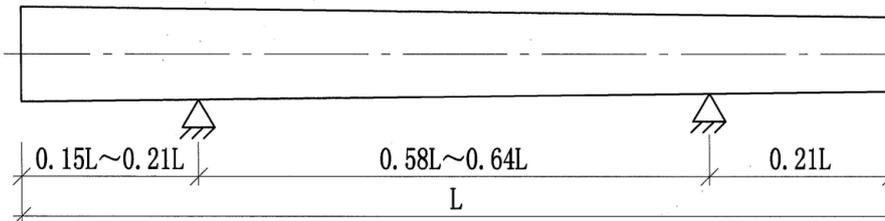


图3 锥形杆二支点位置

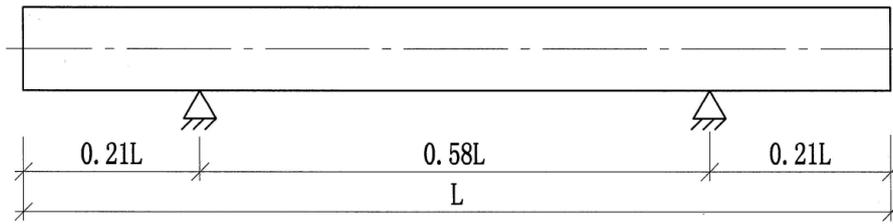


图4 等径杆二支点位置

7.3 运输

7.3.1 电杆起吊运输时，应采用2吊点法，装卸起吊应轻起轻放，严禁抛掷、碰撞或自由滚落。

7.3.2 电杆装卸过程中，每次吊运根数：梢径大于170 mm的电杆不宜超过2根，梢径小于或等于150 mm的电杆不宜超过4根。

7.3.3 装车发运时，应采取防止滑移、滚动、窜动的措施，并与车厢绑扎牢固，如遇超宽、超长情况应采取相应措施。

附录 A
(规范性)

生产过程关键质量控制点与控制指标

表 A.1 规定了电杆生产过程关键质量控制点与控制指标

表 A.1 生产过程关键质量控制点与控制指标

序号	关键质量控制点	控制指标
1	混凝土制备	原材料计量误差： 水泥、掺合料、纤维、水、外加剂 $\pm 1\%$ ；石子、砂子 $\pm 2\%$ ；
		混凝土搅拌时间 混凝土净搅拌时间不少于 90S，掺外加剂、纤维时延长搅拌时间 1min
		混凝土工作性： 采用喂料机喂料的混凝土坍落度 30mm~60mm；采用泵送喂料的混凝土及高性能混凝土坍落度 150mm~180mm。
		混凝土强度： 脱模强度不小于设计强度的 70%；出厂强度不小于设计强度。
2	钢筋骨架制作	钢筋骨架各部分尺寸允许偏差： 纵向受力钢筋间距 ± 5 mm；骨架长度： ± 10 mm；螺旋筋间距 ± 10 mm（连续 10 环平均）；架立圈数量：(+1, 0)；架立圈间距 ± 20 mm；法兰盘倾斜 ≤ 2 mm；钢板圈倾斜 ≤ 3 mm，钢筋骨架外径 ± 2 mm。
		钢筋骨架两端： 钢筋骨架两端螺旋筋必须密绕 3 圈~5 圈，纵向钢筋头露出环向钢筋、架立圈长度不大于 20 mm。
		钢筋骨架刚度： 钢筋骨架有足够的刚度，接点牢固，不松散、无下塌、倾斜，无明显的扭曲变形，在骨架运输、装模及成型电杆过程中保持其整体性。
3	制杆成型	离心成型工艺： 钢模转速、离心时间按表 5 控制。
4	产品养护	蒸汽养护： 蒸汽养护按 5.7.2 要求控制。
		自然养护： 自然养护按 5.7.3.1 要求控制。