

ICS 91. 100. 30
Q 12
备案号:30049-2011

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2030—2010

预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程

Technical rules of reinforced concrete segments

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

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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(SAC/TC 197)归口。

本标准负责起草单位：苏州混凝土水泥制品研究院、深圳市市政工程总公司。

本标准参加起草单位：深圳港创建材股份有限公司、扬州大学、广州市建筑机械施工有限公司、广州市建筑材料工业研究所有限公司、浙江省天和建材集团有限公司、北京港创瑞博混凝土有限公司、辽宁兴荣昌地铁管片有限公司、北京建工混凝土构件有限公司、新疆国统管道股份有限公司、陕西天石实业有限责任公司、河北众鑫源桥隧设备制造有限公司、宁波浙东建材集团有限公司、吉林电力管道工程总公司、上海隧道工程股份有限公司构件分公司、杭州市政华浙地铁管片有限公司、成都金炜制管有限责任公司、浙江永和建材有限公司、北京首钢机电有限公司重型机器分公司、河南康晖水泥制品有限公司、深圳市华森机电技术有限公司、广州市广铿建筑材料有限公司、杭州鸿利机械制造有限公司、胶南市水泥制品厂、杭州宏勋机械制造有限公司。

本标准主要起草人：谈永泉、高俊合、刘德树、张永秋、杨鼎宜、马凌风、许晓东、丁昌银、罗云峰、陈敏、杨寒冰、杨思忠、邹勇、郑勇、啜志强、安晓东、刘洋、李军奇、徐永平、李世龙、张兴昌、严天龙、凡志杰、彭传森、王茂、俞峰

本标准委托苏州混凝土水泥制品研究院负责解释。

本标准为首次发布。

预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程

1 范围

本标准规定了盾构施工法用预制混凝土衬砌管片(以下简称管片)产品制造过程中各工序的工艺技术要求,包括原材料、钢筋骨架、混凝土、模具及组装、成型、蒸汽养护、脱模、修补、后期养护、检验、标志、防腐、产品贮存及运输等。

本标准适用于以钢筋、混凝土为主要原材料制成的用于轨道交通、公路、铁路、水工、电力、市政等隧道工程的预制混凝土衬砌管片。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋

GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 18046 用于水泥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 22082 预制混凝土衬砌管片

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB/T 50080—2002 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50081—2002 普通混凝土力学性能试验方法标准

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

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 50299 地下铁道工程施工及验收规范

GB 50446 盾构法隧道施工与验收规范

GBJ 82 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法

GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

GBJ 146 粉煤灰混凝土应用技术规范

JG/T 3064—1999 钢纤维混凝土

JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63 混凝土用水标准

CCES 01 混凝土结构耐久性设计与施工指南

CECS 53:1993 混凝土碱含量限值标准

3 原材料

3.1 水泥

3.1.1 宜采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥,其性能应符合GB 175的规定。

3.1.2 水泥存放不应超过 3 个月,过期或对质量有疑问时,需按规定重新检验,并按检验结果使用。

3.1.3 水泥中的氯离子含量不得超过 0.06%,碱含量不得超过 0.60%。

3.2 细集料

细集料宜采用中砂,细度模数为 2.3~3.0,含泥量不应大于 2%,其他质量应符合 JGJ 52 的规定。

3.3 粗集料

粗集料宜采用碎石或卵石,其最大粒径不宜大于 30 mm 且不应大于钢筋骨架最小净间距的 3/4,针片状含量不应大于 15%,含泥量不应大于 1%,其他质量应符合 JGJ 52 的规定。

3.4 水

应符合 JGJ 63 中钢筋混凝土用水的规定。

3.5 外加剂

3.5.1 混凝土外加剂的质量应符合 GB 8076 的规定,严禁使用氯盐类外加剂或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。

3.5.2 混凝土外加剂应经试验确定,外加剂的应用应符合 GB 50119 的规定。

3.5.3 外加剂的选择应与管片生产工艺相适应。

3.6 掺合料

3.6.1 粉煤灰应采用符合 GB/T 1596 的不低于 II 级技术要求的粉煤灰,粉煤灰的应用应符合 GBJ 146 的规定。

3.6.2 矿渣粉应采用符合 GB/T 18046 的不低于 S 95 级技术要求的矿渣粉。

3.6.3 其他掺合料不得对管片产生有害影响,使用前应进行试验验证。

3.7 钢筋

3.7.1 直径大于 10 mm 时宜采用热轧螺纹钢筋,其性能应符合 GB 1499.2 的规定;直径小于或等于 10 mm 时宜采用热轧光圆钢筋,其性能应符合 GB 1499.1 的规定。

3.7.2 钢筋应根据设计要求选用,管片所使用的钢筋的种类、钢号、直径等应符合施工图及有关文件的规定。

3.7.3 钢筋进厂时应有出厂证明书或产品合格证,并经检验合格满足要求方可使用。

3.7.4 钢筋应平直、无损伤,表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

3.7.5 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时,应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

3.8 钢纤维

如使用钢纤维,钢纤维应符合 JG/T 3064—1999 的规定,并进行相关钢纤维混凝土耐久性试验。

3.9 合成纤维

如使用合成纤维,合成纤维应符合 GB/T 21120 的规定,并进行相关合成纤维混凝土耐久性试验。

3.10 预埋件

预埋件应符合设计图纸的要求。预埋件应与混凝土连接严密,预埋件为非金属件且管片采用蒸汽养护工艺时,应进行耐温试验。预埋件通过蒸养后不得变形。

4 钢筋骨架

4.1 钢筋加工

4.1.1 钢筋配料及制作应严格按设计图纸要求,不得随意更改。钢筋的断料应先进行放样试切,经检测尺寸无误后方可连续断料。

4.1.2 钢筋调直应符合 GB 50204 的相关规定。钢筋加工尺寸偏差应符合表 1 的规定。

表 1 管片钢筋加工尺寸允许偏差表

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
1	主筋和构造筋剪切	±10	尺量	同一设备加工的同类型钢筋 每班抽检不少于 5 件
2	主筋折弯点位置	±10	尺量	
3	箍筋折弯尺寸	±5	尺量	

- 4.1.3 钢筋进入弯弧机时应保持平稳、匀速,弧形主筋加工时应防止平面翘曲,钢筋弯曲成型后不得出现裂纹、鳞落及撕裂现象,且成型尺寸正确。
- 4.1.4 钢筋的弯钩和弯折应符合 GB 50204 中的有关规定。
- 4.1.5 除焊接封闭环式箍筋外,箍筋的末端应作弯钩,弯钩形式应符合设计要求;当设计无具体要求时,应符合下列规定:
- 4.1.5.1 箍筋弯钩的弯弧内直径应符合 GB 50204 中的有关规定;
- 4.1.5.2 箍筋弯钩的弯折角度应为 135°且弯后平直部分长度不应小于箍筋直径的 5 倍。
- 4.1.6 钢筋焊接前须消除焊接部位的铁锈、水锈和油污等,钢筋端部的扭曲处应矫直或切除。施焊后焊缝表面应平整,不得有烧伤、裂纹等缺陷。
- 4.2 钢筋骨架制作
- 4.2.1 钢筋骨架的组装、焊接应在符合设计的靠模上进行。
- 4.2.2 采用 CO₂ 保护焊点焊方式施焊。焊接以保证焊接点牢固不伤主筋为标准,四周满焊,内部要求至少隔点点焊,不得漏焊、假焊,焊点表面不允许有气孔及夹渣。
- 4.2.3 每个钢筋骨架内主筋对焊焊接点数量不应超过 2 个,对焊焊接点的位置应在弧面钢筋层上且不在骨架最外层四周钢筋上,其他焊接质量还应符合 GB 50204 的规定。
- 4.2.4 检验合格的钢筋骨架应做好标识,以方便下一道工序使用。
- 4.2.5 钢筋骨架制作尺寸偏差应满足表 2 的要求。

表 2 骨架制作尺寸允许偏差

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
1	主筋间距	±10	尺量	同一类型钢筋骨架每班抽检 不少于 5 个,每个钢筋骨架的 相应尺寸检查 4 点。
2	箍筋间距	±10	尺量	
3	分布筋间距	±5	尺量	
4	骨架长、宽、高	±10	尺量	

5 混凝土

5.1 混凝土配合比

- 5.1.1 混凝土设计强度等级和抗渗等级应符合工程设计要求。混凝土的配合比设计应符合 JGJ 55 的规定。纤维混凝土的配合比设计应符合相应的规定。
- 5.1.2 混凝土的耐久性设计应符合 GB 50010 和 CCES 01 的有关规定,氯离子含量不得大于胶凝材料总用量的 0.06%,混凝土的总碱含量应 ≤ 3.0 kg/m³。
- 5.1.3 投入生产前或混凝土设计配合比有调整时应进行混凝土抗渗试验,抗渗试验按 GBJ 82 进行。
- 5.1.4 投入生产前或混凝土设计配合比有调整时应进行混凝土总碱量和混凝土氯离子含量的检验,混

凝土总碱量按 CECS 53:1993 进行检验。氯离子含量的检验按相应组分的氯离子含量试验方法进行,总氯离子含量为各组分带入的氯离子含量的总和。

5.2 混凝土搅拌

5.2.1 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定,其工作性应满足设计配合比的要求。开始生产时应至少留置一组标准养护试件,作为验证配合比的依据。

5.2.2 在开盘前测定粗、细骨料的含水率,并据此计算提出施工配合比。混凝土原材料计量偏差:水泥、水、外加剂、掺合料 $\leq 1\%$,粗细集料 $\leq 2\%$ 。

5.2.3 第一次搅拌混凝土,搅拌机应充分湿润,并按配合比增加水泥用量的 10%。混凝土应搅拌均匀、色泽一致、和易性良好。搅拌时间不应低于 120 s。冬季生产混凝土搅拌时间应适当延长。

5.2.4 混凝土工作性应符合设计要求。浇筑前应进行坍落度的检测,并目测检查混凝土粘聚性和保水性;混凝土拌合物性能的试验方法应符合 GB/T 50080—2002 的规定。

5.2.5 每天拌制的同配合比的混凝土,取样不得少于一次,每次至少成型三组。两组试件与管片同条件养护,测定混凝土脱模强度和出厂强度,管片出厂时的混凝土强度不低于设计强度;另一组试件与管片同条件养护脱模后再进行标准养护至 28 d,检验设计强度。混凝土抗压强度试验方法应符合 GB/T 50081—2002 的规定。混凝土 28 d 抗压强度的评定应符合 GB/T 50107 的规定。

5.2.6 混凝土的质量控制应符合 GB 50164 的要求。

5.2.7 上料系统计量装置必须按规定进行周期检定并作好记录。

6 模具及组装

6.1 管片模具

6.1.1 管片模具应由钢模制造商制造,并提供相应的技术保证。模具的制造材料必须具有良好的抗氧化性,模板四角宜有合模尺寸快速校验刻痕。

6.1.2 对新购置的模具应进行管片试生产。在试生产的管片中,随机抽取两环或三环进行水平拼装检验,拼装合格后方可正式生产。每套钢模生产 200 环时必须再次进行水平拼装检验。

6.1.3 管片必须采用高精度的钢模制作,钢模拼装合拢后拼缝应严密,间隙不大于 0.1 mm,不得有造成漏浆的缺陷。钢模应有足够的强度和时效处理,模具不得存在变形、破损等缺陷。

6.1.4 高精度钢模尺寸允许偏差见表 3。

表 3 管片模板尺寸允许偏差

序号	项 目	允许偏差(mm)	检查数量
1	宽度	± 0.4	6 点/片
2	弧弦长	± 0.4	4 点/片
3	靠模夹角间隙	≤ 0.2	4 点/片
4	对角线	± 0.8	2 条/片
5	内腔高度	± 1.0	6 点/片

注:靠模夹角间隙是指采用由管片模具厂提供的靠模测得的模具的端模与底模、端模与侧模的间隙。

6.2 模具清理

6.2.1 组模前必须先清理模具,清理后的模具内表面的任何部位都不得有残留杂物,与混凝土接触的钢模面清理时不准用锤敲和凿子凿,严防损害钢模表面。

6.2.2 钢模清理完毕后涂刷脱模剂,涂刷应均匀一致,不得出现漏刷、积油和淌油现象。脱模剂应选用质量稳定、无气泡、适于喷涂、脱模效果好、不影响构件外观颜色的材料。

6.2.3 模具清理顺序:先内后外,先侧板、端板再底板,先中间后四周。清洁关键部位:止水带凹槽、底部密封条、定位机构、侧端板连接部、侧端板下口、手孔座眼、椎形螺栓四周。

6.3 模具组装

6.3.1 每套钢模及其配件均应编号,组装时必须对号入座,禁止相互混用。

6.3.2 组模前应检查模具各部件、部位是否洁净,脱模剂喷涂是否均匀,不足的地方要涂抹、补喷涂。在钢模合拢前应查看模底与侧模接触处是否干净。

6.3.3 按照模具手册要求的扭矩紧固相应螺栓,由中间位置向两端顺序拧紧,严禁反顺序操作,以免模具变形造成精度损失。

6.3.4 钢模合拢后,用内径千分尺在快速校验刻痕点对组装后的模具进行宽度校验,若超过误差允许范围,必须重新调整直至符合要求。

6.3.5 每套模具每生产 100 片管片,必须进行系统检验,其允许偏差须符合表 3 的规定。

6.4 钢筋骨架入模

6.4.1 钢筋骨架应放于钢模平面中间,其四个周边及底面须卡绑垫块,垫块厚度应符合设计混凝土保护层厚度要求。

6.4.2 钢筋骨架不得与螺栓手孔模芯相接触。安装螺栓棒必须到位,不得有松动现象。

6.4.3 安装灌浆孔(吊装孔)预埋件时,其底面必须紧密贴于安装面,不能产生倾斜和位置错动现象。

6.4.4 所有预埋件必须按照设计要求准确就位,并应固定牢靠,防止混凝土振捣时产生移位现象。如是钢质预埋件,应与钢筋骨架连接焊牢,暴露在混凝土外的面应进行防腐处理。

6.4.5 钢筋和预埋件不得沾有油污和脱模剂。

6.4.6 检查钢筋骨架入模质量,确认合格后,由质量检查员和施工操作人员签字后才允许浇筑混凝土。

7 成型

7.1 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

7.2 管片的成型常用的有:插入式高频振动棒振动成型、附着式振动器振动成型、振动台振动成型等。三种成型要求如下:

7.2.1 插入式高频振动棒振动成型

7.2.1.1 混凝土先两端后中间均匀布料,并分层摊铺。沿弧长方向先两端后中间、宽度方向先中间后两侧进行混凝土振捣,振捣插入点间隔半径不大于 30 cm。

7.2.1.2 混凝土进行分层振捣。振捣第二层时,插入式振动棒必须插入到下层 10 cm 左右,振捣棒提拔时必须慢慢提拔,不得留下插入孔。

7.2.1.3 振捣时振动棒严禁与钢模接触,不得支撑在钢筋骨架上,不允许碰撞芯棒及预埋件,振动棒操作做到快插慢提。

7.2.2 附着式振动器振动成型

7.2.2.1 混凝土采用分层下料方式以减少表面气泡。混凝土下料后开启振动器,模具不允许空振。

7.2.2.2 应保证混凝土连续成型,振动时间的控制以混凝土不出现离析分层并密实为准。不允许过振,也不允许欠振。

7.2.3 振动台振动成型

7.2.3.1 振动台技术要求:应有固定模具的装置,保证实现同步振动。

7.2.3.2 钢模在振动台定位后开始下料,开动振动器辅助下料,均匀下料直到布满钢模外弧面内。

7.2.3.3 混凝土溢满钢模外弧面时起,持续振动,振动时间的控制以混凝土不出现离析分层并密实为准。不允许过振,也不允许欠振。

7.3 成型后的管片外弧面混凝土收水间隔时间以管片外弧面混凝土表面已达到初凝来控制。成型结束后,使用刮板沿着钢模外弧面刮除多余的混凝土,使外弧面沿钢模弧度平整,然后压实压光。

注:特种要求的管片可不进行抹面。

- 7.4 为加强模具周转,提高模具使用效率,避免人为影响,可采用自动流水线组织生产。此时应注意各工序衔接严密,模具传递过程中应注意避免振动。
- 7.5 成型过程中须观察各紧固螺栓、钢筋骨架及预埋件情况,如发生变形或移位,立即停止浇筑、振捣,尽快在已浇筑混凝土凝结前修整好。
- 7.6 振捣时间以混凝土表面停止沉落或沉落不明显、混凝土表面气泡不再显著发生、混凝土将模具边角部位充实表面有灰浆泛出时为宜,不得欠振或过振。
- 7.7 管片收水抹面后,应及时覆盖塑料薄膜,避免管片出现失水龟裂。
- 7.8 每次浇筑混凝土后需将钢模外表面清理干净,以免影响钢模组装精度。

8 养护

- 8.1 混凝土浇筑成型后至开模前,应覆盖保湿,可采用蒸汽养护或自然养护方式进行养护。
- 8.2 当采用蒸汽养护时,应经试验确定混凝土养护制度。管片混凝土应进行预养护,静停时间不小于 1 h。升温速度不宜超过 15℃/h,降温速度不宜超过 20℃/h,恒温最高温度不宜超过 60℃。
- 8.3 管片的蒸汽养护可采用养护罩、养护坑或隧道养护窑养护。蒸汽养护的设施必须完整无损,以保证蒸汽养护的质量。管片在恒温阶段相对湿度应不小于 90%。
- 8.4 蒸养过程要勤观察,及时调节供汽量、控制温度、升降温速度。蒸汽养护结束,混凝土应能达到规定的脱模强度。
- 8.5 管片在未脱模前混凝土表面上的塑料薄膜不可揭开,以保证混凝土表面的温湿度,防止温湿度下降太快而产生裂纹。

9 脱模

- 9.1 管片成型后以同条件养护的试块的抗压强度达到脱模强度后方可脱模、吊运。出模后当管片表面温度与环境温差大于 20℃时,管片应在室内车间进行降温,防止风吹,直至管片表面温度与环境温差不大于 20℃,此时方可进入下一道工序。
- 9.2 管片脱模时的混凝土强度,当采用吸盘脱模时应不低于 15 MPa;当采用其他方式脱模时,应不低于 20 MPa。
- 9.3 管片脱模前应根据模具使用的规定,先拆卸侧板,再拆端头板。脱模时严禁硬撬硬敲,以免损坏管片的模具。
- 9.4 管片脱模起吊采用真空吸盘或专用吊具,应平衡起吊,不允许单侧或强行起吊。起吊时吊具和钢丝绳保持垂直;管片脱模后到翻身架翻身过程中应避免受到冲击。
- 9.5 起吊的管片可在专门设计制造的翻身架上翻身。翻身架与管片接触部位须垫有柔性材料保护。

10 修补

- 10.1 管片损坏、质量有缺陷时,应及时进行修补。
- 10.2 对深度大于 2 mm、直径大于 3 mm 的气泡、水泡孔和宽度不大于 0.2 mm 的表面干缩裂纹修补后,应打磨平整。
- 10.3 破损深度不大于 20 mm、宽度不大于 10 mm,用环氧树脂砂浆修补研磨处理。
- 10.4 管片修补时,修补材料的抗拉强度和抗压强度均不低于管片设计强度。

11 后期养护

- 11.1 脱模后的管片经标识后进入后期养护。后期养护可以采用水中养护、喷淋养护或喷养护剂进行养护,以减少混凝土失水导致管片干缩开裂。

11.2 水中养护。采用水中养护方式时,要求管片混凝土内外温差、管片温度与水温度相差不超过 20°C ,管片可以进入养护池进行水中养护。水中养护时管片必须全部浸没,养护时间一般为 $7\text{d}\sim 14\text{d}$ 。

11.3 喷淋养护。采用喷淋养护方式时,应用纤维织物遮盖后进行喷淋。喷淋要保证表面混凝土湿透、混凝土处于湿润状态。依据气温不同,每天喷淋的次数有所不同,喷淋时间一般为 $7\text{d}\sim 14\text{d}$ 。

11.4 喷养护剂养护。采用喷养护剂养护方式时,要求管片脱模后,应尽快进行养护剂喷涂。养护剂的用量依说明书或现场试验确定。

12 检验

12.1 成品管片的外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏、抗弯、抗拔等按GB/T 22082的规定进行检验。

12.2 成品管片的出厂检验、型式检验按GB/T 22082的规定进行。

13 标志

13.1 在管片的内弧面标明企业永久标志,其内容为生产厂标识。

13.2 在管片的弧面或端侧面喷涂标志,该标志在施工现场组装结束之前不得消失,应清晰易识别。标记内容应包括:管片标记、管片编号、模具编号、生产日期、检验状态。每一片管片应独立编号。

14 防腐

14.1 设计有要求时应按合同要求进行防腐处理。

14.2 管片的防腐应符合GB 50446的规定。

15 产品贮存及运输

15.1 产品堆放场地应坚实平整,产品应按型号分别堆放。

15.2 可采用侧面立放或内弧面向上平放,管片之间应使用垫木分隔。管片堆放高度,宜根据管片大小、自重计算决定。管片内弧面向上平放超过五层或侧面立放超过三层时应进行受力验算。

15.3 管片在吊装过程中应采取适当的防护措施,防止管片损坏。

15.4 管片在堆场上的堆放时间在6个月以上的,必须对其采取一定的防护措施,以避免管片在自然气候交替作用下产生微细裂纹,导致管片耐久性的劣化。管片在贮存阶段应有可靠措施,防止管片出现损坏。

15.5 产品运输、存放时应放在支垫物上,层与层之间用垫木隔开,每层支撑点在同一平面上,各层支垫物在同一直线上。