

ICS 91.100.30

CCS Q 12

备案号:

DB42

湖北省地方标准

DB 42/TXXXX—2020

预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程

Technical rules of reinforced concrete segments

(征求意见稿)

2020 - XX - XX 发布

2020 - XX - XX 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 总则.....	3
5 基本规定.....	3
6 预制构件生产和检验.....	3
7 生产工艺流程.....	5
8 钢筋加工及钢筋骨架制作.....	5
9 混凝土.....	7
10 模具及组装.....	8
11 生产工艺流程.....	11
12 脱模前养护.....	12
13 脱模.....	12
14 修补.....	12
15 后期养护.....	12
16 检验.....	13
17 标志.....	13
18 防腐.....	13
19 贮存及运输.....	14
附 录 A.....	14
(条文说明)	14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口管理。

本文件起草单位：中建科技武汉有限公司、中建三局科创发展有限公司、中铁大桥勘测设计院集团有限公司、武汉理工大学、武汉科技大学、中建三局第一建设工程有限责任公司、湖北省建筑工程质量监督检验测试中心。

本文件主要起草人：潘寒、蔡茂涛、刘献伟、曹红林、马保国、谷倩、姚国锋、刘艳、龚建伍、王亮、王康、夏志勇、江涛、蔡振伟、李鹏、张婷、王续胜、牛寅龙、王嘉彬。

本文件主要审查人：

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：407483361@qq.com。在执行过程中如有意见和建议请邮寄至中建科技武汉有限公司（地址：湖北省武汉市湖北国展中心西塔 20F，邮编 430050）。

预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程

1 范围

本文件规定了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、钢筋加工及骨架制作、混凝土、模具及组装、成型、养护、脱模、修补、后期养护、检验、标志、防腐、产品贮存及运输。

本文件适用于以钢筋、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、市政等隧道工程管片的生产。

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 50108 地下工程防水技术规范
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 50446 盾构法隧道施工与验收规范
GB 50666 混凝土结构工程施工规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 8076 混凝土外加剂
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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 9142 混凝土搅拌机
GB/T 10171 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）
GB/T 14902 预拌混凝土
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准
GB/T 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
GB/T 18046 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 22082 预制混凝土衬砌管片
GB/T 37613 预埋槽道型钢

GB/T 38901 纤维混凝土盾构管片
GB/T 39147 混凝土用钢纤维
GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
GB/T 50081 普通混凝土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/T 50146 粉煤灰混凝土应用技术规范
CJJ/T 164 盾构隧道管片质量检测技术标准
JC/T 2030 预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程
JC/T 2238 水泥制品用矿渣粉应用技术规程
JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程
JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程
JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
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
JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

3 术语和定义

3.1

预制混凝土衬砌管片 reinforced concrete segment

组成盾构隧道预制衬砌环的预制混凝土基本单元（部件），简称管片。类型主要有：以混凝土及钢筋为主要原材料制成的钢筋混凝土管片，以掺加钢纤维、合成纤维或其他纤维的混凝土及钢筋为主要原材料制成的纤维混凝土管片。

3.2

固定式生产线 fixed production line

管片模具固定放置在水平地面上，模具组装、骨架入模、浇筑成型、养护、脱模等工序在模具工位完成的管片生产设施。

3.3

流水生产线 Assembly line

管片模具放置在流水线上，按工艺流程顺序在流水线上循环流动，完成模具组装、骨架入模、浇筑成型、养护、脱模等工序的管片生产设施。

3.4

检漏试验 testing of leakage

对用于实际工程的管片进行的渗透性检验，以检验管片抗地下水渗透能力。

3.5

水平拼装检验 testing of horizontall assembly

指通过测量管片水平组装两环或三环后的尺寸精度和形位偏差,对管片和模具进行的检验。

3.6

抗弯性能试验 testing of bending

对管片进行的承载能力试验,以检测其在规定的试验方法下的承载力是否符合设计要求。

3.7

抗拔试验 resistance to pull off

对管片中心吊装孔的预埋构件进行拉拔试验,以检测其在外力作用下承受的抗拔力是否符合设计要求。

3.8

预埋槽道 embedded channel

由一根经热轧成型工艺生产的 C 型槽钢和布置在槽钢背面的锚杆组成,预埋在管片内弧面,用于固定电线电缆、管线与设备支架等物件的槽式部件。

4 总则

4.1 为加强管片生产管理,规范管片产品制造过程中各工序的工艺技术要求,保证工程质量安全,制定本规程。

4.2 管片的生产工艺技术要求,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家、行业及湖北省地方现行有关标准的规定。

5 基本规定

5.1 管片生产企业应具有健全的质量管理体系、质量控制和检验制度,并应制定安全生产和绿色生产制度。

5.2 管片生产操作人员应进行技术培训,合格后方可上岗;特殊工种应持证上岗。

5.3 管片生产设备和设施应满足生产要求,并应定期对主要设备进行检定或测试。

5.4 管片生产前应编制施工组织设计或技术方案。

6 预制构件生产和检验

6.1 一般规定

6.1.1 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。

6.1.2 水泥应按不同厂家、不同品种和强度等级分批存储，并采取防潮措施；出现结块的水泥不得用于管片生产；水泥出厂超过 3 个月，应进行复检，合格后方可使用。不同厂商、不同品种和强度等级的水泥不得混用。

6.1.3 水泥中的氯离子含量不应大于 0.06%，碱含量（等效 Na_2O ）不应大于 0.6%。

6.2 细集料

细集料宜采用非碱活性中粗砂，细度模数为 2.3~3.3，含泥量不应大于 2%，硫化物和硫酸盐含量不应大于 1.0%，氯离子含量不应大于 0.06%，人工砂总压碎值指标应小于 30%，其他质量应符合 JGJ 52 的规定。

6.3 粗集料

粗集料宜采用非碱活性碎石或卵石，其最大粒径不宜大于 31.5mm 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%，硫化物和硫酸盐含量不应大于 1.0%，其他质量应符合 JGJ 52 的规定。

6.4 水

混凝土拌和用水应符合 JGJ 63 中钢筋混凝土用水的规定。

6.5 外加剂

6.5.1 混凝土外加剂应符合 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，减水剂宜使用聚羧酸系高性能减水剂。

6.5.2 外加剂应与水泥具有良好的适应性，其种类和掺量应经试验确定。外加剂的应用应符合 GB 50119 的规定。

6.5.3 外加剂应与管片生产工艺具有良好的适应性。应在混凝土配合比设计前，根据生产工艺，确定混凝土的含气量、凝结时间之差、坍落度经时变化量的合理范围，宜模拟生产工艺条件进行试验确定。

6.6 掺合料

6.6.1 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 GB/T 50146 的规定。

6.6.2 矿渣粉应采用符合 GB/T 18046 的不低于 S95 级技术要求的矿渣粉，矿渣粉的应用应符合 JC/T 2238 的规定。

6.6.3 其他掺和料使用前应进行试验验证，不得对管片产生有害影响。

6.7 钢筋

6.7.1 直径大于 10mm 时宜采用热轧带肋钢筋，其性能应符合 GB/T 1499.2 的规定；直径小于或等于 10mm 时宜采用热轧光圆钢筋，其性能应符合 GB/T 1499.1 的规定。

6.7.2 钢筋品种、级别、规格应符合设计要求。

6.7.3 钢筋进场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。

6.7.4 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。

6.7.5 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的检验或其他专项检验。

6.8 钢纤维

钢纤维性能应符合 GB/T 39147 及 GB/T 38901 的规定，并进行相关钢纤维混凝土耐久性试验。

6.9 合成纤维

合成纤维性能应符合 GB/T 21120 及 GB/T 38901 的规定，并进行相关合成纤维混凝土耐久性试验。

6.10 预埋件

6.10.1 预埋件应符合设计要求，预埋件应与混凝土连接牢固、严密。

6.10.2 管片采用蒸汽养护工艺时，应对预埋件进行耐温试验，预埋件通过蒸汽养护后不得变形以及发生损害混凝土的现象，预埋件不应与混凝土产生化学反应。

7 生产工艺流程

7.1 管片生产工艺流程见图 1。

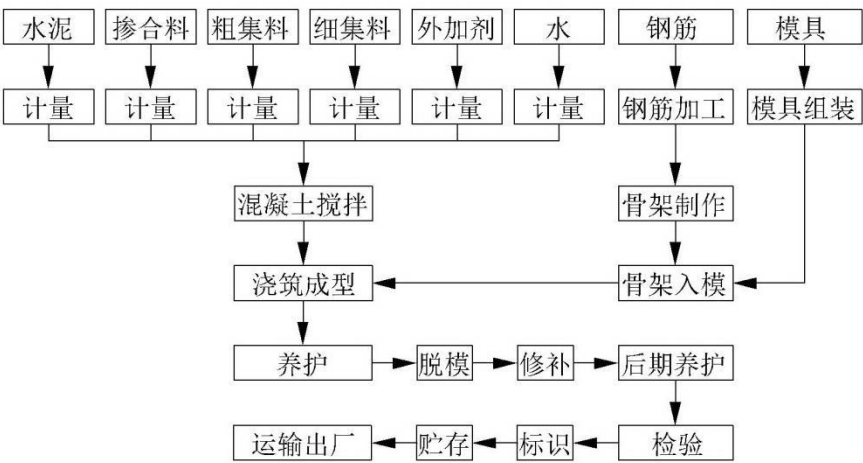


图 1 管片生产工艺流程图

7.2 纤维混凝土管片的生产工艺流程，除了应符合本规程的规定外，还应符合 GB/T 38901 的规定。

7.3 管片的生产线型式有：固定式生产线、流水生产线，管片的生产线型式应与场地条件、产量、生产周期等因素相适应，宜优先采用流水生产线。

8 钢筋加工及钢筋骨架制作

8.1 钢筋加工

- 8.1.1 钢筋下料及制作应符合设计要求，并按钢筋下料表进行钢筋切断或弯曲。
- 8.1.2 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。
- 8.1.3 弧形钢筋加工时应防止平面翘曲，钢筋进入弯弧机时应保持平稳、匀速。
- 8.1.4 钢筋加工成型后不得出现裂纹、鳞落及撕裂现象，且成型尺寸正确。
- 8.1.5 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，钢筋的弯钩和弯折应符合 GB 50204 的规定。
- 8.1.6 钢筋设置接头时，可采用对焊连接或机械连接，接头质量应分别符合 JGJ 18 或 JGJ 107 的规定。
- 8.1.7 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。
- 8.1.8 弧形钢筋宜制作专用存放架存放，不允许发生变形。
- 8.1.9 钢筋加工允许偏差和检验方法应符合表 8.1.9 的规定。

表 8.1.9 钢筋加工允许偏差和检验方法

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法	检验数量
1	主筋和构造筋长度	±10	尺量	同一设备加工的同类型钢筋 每班且每生产 15 环同类型钢筋 骨架，抽检不少于 5 件。
2	弯起钢筋的弯折位置	±10	尺量	
3	箍筋外廓尺寸	±5	尺量	

8.2 钢筋骨架制作

- 8.2.1 制作前，应按钢筋下料表核对钢筋品种、级别、规格、尺寸及数量。
- 8.2.2 钢筋骨架的组装、焊接应在符合设计要求的胎模上进行，钢筋的位置应符合设计要求。
- 8.2.3 焊接前应对焊接处进行检查，不应有水锈、油渍。
- 8.2.4 应采用 CO₂ 气体保护电弧焊机点焊方式焊接钢筋，并根据钢筋品种、级别、规格、焊机性能、焊丝直径进行试焊，确定焊接参数后方可批量焊接。焊点设置应符合设计要求，当设计无规定时，钢筋骨架四周应满焊、内部宜对称隔点焊接。焊点应牢固可靠，焊点的压入深度应为较小钢筋直径的 18%~25%，每件钢筋骨架的焊点脱落及漏焊数量不允许超过焊点总数的 4%，且相邻两焊点不允许有脱落及漏焊现象。焊点表面不允许有气孔及夹渣。
- 8.2.5 同一钢筋骨架内，纵向受力钢筋的连接接头不得多于 2 个，且不得在同一根钢筋上，带接头的钢筋不允许相邻布置，接头的位置应在钢筋骨架的内或外弧面且不在钢筋骨架四周，钢筋接头布置及连接质量还应符合 GB 50204 的规定。
- 8.2.6 检验合格的钢筋骨架应做好标识，宜制作专用存放架存放，不允许发生变形。
- 8.2.7 钢筋骨架允许偏差和检验方法应符合表 8.2.7 的规定。
- 8.2.8 钢筋骨架允许偏差和检验方法应符合表 8.2.7 的规定。

表 8.2.7 钢筋骨架允许偏差和检验方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验方法	检验数量
1	主筋间距、层距	±5	尺量	同一类型钢筋骨架每班抽检不少于 5 件，每件的每个检验项目检查不少于 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, +5	尺量	

9 混凝土

9.1 混凝土配合比

9.1.1 混凝土的配合比设计应符合 JGJ 55 的规定，冬期施工的混凝土配合比设计还应符合 GB 50666 及 JGJ/T 104 的规定，纤维混凝土的配合比设计应符合 GB/T 38901 及 JGJ/T 221 的规定。

9.1.2 除投入生产应用的混凝土配合比外，宜根据原材料变化、生产条件变化等因素，另设计至少一组混凝土配合比备用。

9.1.3 混凝土设计强度等级应符合设计要求且不低于 C50。

9.1.4 混凝土抗渗等级应符合设计要求，无设计要求时抗渗等级应符合 GB 50108 的规定。

9.1.5 混凝土的耐久性设计应符合 GB 50010 及 GB/T 50476 的规定，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≤3.0kg/m³。混凝土的耐久性检验按 GB/T 50082 进行，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，总碱含量的检验按相应组分的碱含量试验方法进行，总碱含量为各组分带入的碱含量的总和。

9.1.6 纤维混凝土的抗弯性能等级应符合设计要求。

9.1.7 混凝土应具备良好的工作性，应与管片生产工艺相适应。坍落度宜在 50~90mm 之间，最小不应小于 40mm、最大不应大于 120mm。

9.1.8 在混凝土配合比使用过程中，应根据生产工艺，对混凝土的含气量、凝结时间之差、坍落度经时变化量进行验证，应根据混凝土质量的动态信息及时调整，并应符合 GB 50164 及 JGJ 55 的规定。

9.1.9 混凝土宜采用免蒸养配合比设计，采用蒸汽养护时应采取措施消除混凝土耐久性及其稳定性降低的影响。

9.2 混凝土制备

9.2.1 混凝土搅拌站（楼）应符合 GB/T 10171 的规定，搅拌机型式应为强制式，并应符合 GB/T 9142 及 GB/T 10171 的规定，宜采用立轴强制式搅拌机，容量不应小于 1m³/盘、不宜小于 1.5m³/盘。

9.2.2 搅拌站（楼）宜配置搅拌用水的热水供应装置或者水加热装置用于冬期生产，并配置有控温装置，满足水温能达到 60℃、控制精度在±5℃的要求，并应符合 JGJ/T 104 的规定。搅拌站（楼）可配置粗、细集料加热装置用于冬期生产，并配置有控温装置，满足料温能达到 40℃、控制精度在±5℃的要求。

9.2.3 搅拌系统的水泥、掺合料、砂、石、外加剂、水等原材料计量应采用电子计量设备。计量设备应能连续计量不同混凝土配合比的各种原材料,并应具有逐盘记录和储存计量结果(数据)的功能,其精度应满足混凝土原材料每盘计量允许偏差值:水泥、掺合料、外加剂、水 $\leq 1\%$,粗细集料 $\leq 2\%$ 。计量设备应具有法定计量部门签发的有效检定证书,并应定期校验。计量设备每月应至少自检一次,每一工作班开始前,应对计量设备进行零点校准。

9.2.4 粗、细集料应采用三面墙及顶部封闭式料仓储存,仓顶设置雾化降尘装置、仓地面应硬化并配置疏水设施。在开盘前测定粗、细集料的含水率,计算出施工配合比。聚羧酸系外加剂必须采用不与外加剂发生化学反应的设施储存,宜采用塑料材质的储存设施,禁止采用金属材质的储存设施。

9.2.5 对首次使用或使用间隔时间超过三个月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。

9.2.6 搅拌首盘混凝土,搅拌罐内应先充分湿润不积水,并按施工配合比增加 10%水泥用量。混凝土应搅拌均匀、色泽一致、和易性良好。强度等级 C50、C55 的普通混凝土,搅拌时间不应低于 90s,强度等级 C60 及以上的高强混凝土,搅拌时间不应低于 120s,冬期施工期间的搅拌时间应相应延长 30s。

9.2.7 混凝土的质量控制应符合 GB 50164 及 GB/T 14902 的规定,拌合物性能应符合设计及生产工艺要求,浇筑前应进行坍落度检测,并检查混凝土工作性,混凝土拌合物性能的试验方法应符合 GB/T 50080 的规定。

9.2.8 混凝土拌合物应在浇筑工序中随机取样,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,分别检验脱模强度和出厂强度;另一组试件与管片同条件养护脱模后再进行标准养护至 28d,检验评定混凝土 28d 抗压强度。混凝土试件的制作及抗压强度试验方法应符合 GB/T 50081 的规定,混凝土 28d 抗压强度的评定应符合 GB/T 50107 的规定。

9.2.9 混凝土抗水渗透试验的试件制作及试验方法应符合 GB/T 50082 的规定。

9.2.10 纤维混凝土的制备、质量检验、试验,应符合 GB/T 38901 及 JGJ/T 221 的规定。

9.2.11 混凝土冬期施工应符合 GB 50666 及 JGJ/T 104 的规定。

10 模具及组装

10.1 管片模具

10.1.1 管片模具必须采用高精度钢模,焊条材质应与被焊物的材质相适应。

10.1.2 模具内表面宜进行表面抗氧化处理防止锈蚀,内表面严禁喷涂或涂刷油漆。

10.1.3 模具应满足管片尺寸和形状等质量要求,不得存在变形、破损等质量缺陷,应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性能,且应与混凝土振捣成型工艺相适应。

10.1.4 模具应便于安装、拆卸、检验和使用。每套模具应有唯一标识、每套模具中的每个模具应有唯一标识、每个模具中的每根芯棒应有唯一标识且与孔位一一对应,模具四角应有合模快速组装标记,模具内腔应有宽度测量位置标记;标识与标记应明显、易于辨识、持久。

10.1.5 模具侧模的开合方式可采用整体平移式开合或者扇形式开合,且应与管片止水橡胶条梯形凹槽腰边与底边的夹角相适应,侧模打开时凹槽腰边不应破损“咬边”,宜优先采用整体平移式开合。

10.1.6 模具安装后应进行初次检验,符合设计要求后方可试生产。在试生产的管片中,每套模具均应随机抽取至少一环管片进行水平拼装检验,合格后该套模具方可通过验收并投入正式生产。

10.1.7 当出现下列情况之一时,应对模具进行检验:

- a) 每套模具每生产 100 环;
- b) 模具受到重击或严重碰撞;
- c) 管片几何尺寸不合格;
- d) 模具停用超过 3 个月,再次投入生产前。

10.1.8 模具允许偏差和检验方法应符合表 10.1.7 的规定。

表 10.1.7 模具允许偏差和检验方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验方法	检验数量
1	宽度	± 0.4	使用内径千分尺在模具内腔的宽度测量标记点上测量	6点/个
2	弧弦长	± 0.4	使用靠模及游标卡尺沿侧模测量	4点/个
3	靠模夹角间隙	≤ 0.2	靠模及塞尺测量	4点/个
4	对角线	± 0.8	尺量	2条/个
5	内腔高度	± 1.0	游标卡尺测量	2点/边
6	拼缝间隙	≤ 0.1	塞尺测量	2点/缝

注:靠模夹角间隙是指采用靠模测得的模具的端模与底模、端模与侧模的间隙,拼缝间隙是指模具组装合拢后端模与底模、端模与侧模、侧模与底模的间隙。

10.2 模具清理

10.2.1 组装模具前必须清理模具,清理后的模具内表面不得有残留杂物。宜使用橡胶锤及硬橡塑类铲刀清理模具,禁止使用金属工具直接锤敲及清理模具。

10.2.2 模具应按先内后外,先侧板、端板再底板,先中间后四周的顺序清理,并做好止水带凹槽、底部密封条、定位机构、侧板端板连接部、侧板端板上口及下口、螺栓孔芯棒、手孔上的芯棒孔座眼、侧板及端板上的芯棒孔四周、预埋槽道定位螺栓、侧板端板开合螺栓等关键部位的清理检查。

10.2.3 模具清理完毕后,内表面涂刷脱模剂,涂刷应均匀一致,不得出现漏刷、积液现象;螺栓宜涂抹少量润滑油,润滑油不得带入模具内腔污染混凝土。

10.2.4 脱模剂应选用质量稳定、脱模效果好、不影响构件外观颜色的材料,脱模剂应与混凝土及管片生产工艺相适应,宜在投入生产前进行验证试验。

10.3 模具组装

10.3.1 组装模具前应检查模具各部件、部位是否清洁,脱模剂喷涂是否合格。

10.3.2 应根据模具使用手册规定的顺序组装模具，当模具使用手册无具体规定时，模具组装的顺序应为：先组装端板再组装侧板；应按照模具使用手册规定的扭矩紧固端板及侧板螺栓，紧固顺序为：由板中间位置向两端顺序拧紧。严禁反顺序操作，以免模具变形。

10.3.3 模具配件组装时必须根据标识对号入座，禁止混用。

10.3.4 模具组装后，应目测检查内腔各缝隙处是否闭合、模具四角的合模快速组装标记是否复位，必要时进行宽度检验，若超过允许偏差，必须调整直至合格。

10.4 预埋槽道安装

10.4.1 管片设计有预埋槽道时，槽道质量应符合 GB/T 37613 的规定，槽道的安装位置应符合设计要求。

10.4.2 应先对模具喷涂脱模剂再进行槽道预埋安装。

10.4.3 槽道预埋前应仔细检查槽道型号及质量。槽道表面应清洁、无油污，槽道表面处理层若有脱离、裂纹或槽道变形等质量问题，应及时更换。槽道内部的填充材料及槽口处的粘贴封装胶带，其质量除了应符合 GB/T 37613 的规定外，还应满足在管片成型后填充物及胶带应能完全取出不残留、取出过程中不影响槽道结构及尺寸、不破坏槽道涂层的要求。

10.4.4 槽道在模具上应固定牢靠，槽口应紧贴模具，保证在混凝土浇筑及振捣时不松动。槽道在模具上的固定方法应符合设计要求，宜参照附录 A 执行。

10.4.5 槽道固定后，严禁槽道、锚杆及固定件与钢筋骨架接触，确有困难时，可采用绝缘材料进行固定，满足杂散电流防护要求。

10.4.6 槽道的安装允许偏差和检验方法应符合表 4 的规定。

表 4 槽道安装允许偏差和检验方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验方法	检验数量
1	中心线位置	5	尺量，每 1m 长度范围内，偏差最大值与最小值之和	2 点/1m
2	嵌入深度（槽口面与模板面间距）	3	尺量	3 点/个

10.5 钢筋骨架入模

10.5.1 钢筋骨架入模前，应核对骨架型号与模具型号是否对应，严禁混用钢筋骨架。

10.5.2 骨架入模时不应対模具造成损坏，骨架四周及底面必须安装保护层垫块，入模后骨架各部位的保护层应符合设计要求，钢筋不得与预埋件、手孔模芯、螺栓孔芯棒碰撞。

10.5.3 预埋件必须按照设计要求准确就位，并应固定牢靠，防止混凝土振捣时移位。安装灌浆孔（吊装孔）预埋件时，其底面必须紧贴于模板面，不能倾斜。安装螺栓孔芯棒时，芯棒顶端必须完全插入手孔上的芯棒孔座眼，芯棒末端必须固定牢靠。安装螺栓孔预埋管时，管两端必须安装密封橡胶圈。

10.5.4 钢筋和预埋件不得沾有油污和脱模剂。

10.5.5 浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程验收。

11 生产工艺流程

11.1 当混凝土自由倾落高度大于 3m 时，宜采用串筒、溜管或振动溜管等辅助设备。混凝土从搅拌机卸出到浇筑完毕的延续时间，当气温不大于 25℃ 时不应超过 90min，当气温大于 25℃ 时不应超过 60min。混凝土在运输和浇筑过程中严禁加水。冬期施工时，混凝土入模温度不应低于 5℃。

11.2 管片的振动成型工艺可采用附着式振动器振动成型、振动台振动成型、插入式高频振动棒振动成型等，振动成型工艺应与生产线型式相适应，并满足以下要求：

11.2.1 附着式振动器振动成型

- a) 振动器附着于模具底板，适用于固定式生产线、流水生产线。
- b) 浇筑工位应有固定模具装置，保证模具振动时不移位。浇筑工位应有振动缓冲装置，保证模具柔顺平稳振动。振动器应有线性或档位调节振动力大小的功能。
- c) 混凝土分层下料。模具两端混凝土达到 1/3 高度时，开启振动器，模具不允许空振。在浇筑过程中振动力应由小到大。

11.2.2 振动台振动成型

- a) 模具整体置于振动台上，适用于流水生产线。
- b) 振动台应有固定模具装置，保证模具同步整体振动。振动台应有振动缓冲装置，保证模具柔顺平稳振动。振动台应有线性或档位调节振动力大小的功能。
- c) 混凝土分层下料。开启振动器辅助下料，模具不允许长时间空振。在浇筑过程中振动力应由小到大。

11.2.3 插入式高频振动棒振动成型

- a) 适用于固定式生产线。
- b) 模具应牢靠固定在地面上且调平。
- c) 混凝土布料顺序为先两端后中间，均匀布料且分层摊铺，振动棒振捣顺序为沿弧长方向先两端后中间、沿宽度方向先中间后两侧。
- d) 振动棒插入点间距不应大于振动棒振动作用半径的一倍，分层振捣时振动棒必须插入到下层混凝土约 5cm。
- e) 振捣时必须快插慢拔，不得留下插入孔，振捣时振动棒严禁与模具接触，不得支撑在钢筋骨架上，不允许碰撞芯棒及预埋件。

11.3 振动时间以混凝土充满模具、混凝土表面不沉落、混凝土不出现离析分层、混凝土表面无显著气泡逸出、混凝土表面泛浆为准，不得欠振或过振。

11.4 振动过程中应观察各紧固螺栓、钢筋骨架及预埋件情况，如发生变形或移位，立即停止浇筑及振动，经调整合格后才可继续。

11.5 浇筑结束后，应打开模具盖板进行抹面，并应满足以下要求：

- a) 初抹面应使用刮尺沿管片外弧面刮除多余的混凝土，并进行填补压实；
- b) 中、细抹面应使用木抹板、胶抹板、钢抹板等工具进行抹面收光，使管片外表面形成弧形且平整；
- c) 抹面结束后，必须拔出螺栓孔芯棒，动作应缓慢轻柔，严禁使用蛮力。抹面期间及结束后，管片应及时覆盖塑料薄膜保湿。

d) 浇筑过程中及抹面结束后,应清理模具外表面混凝土。

11.6 混凝土冬期施工应符合 GB 50666 及 JGJ/T 104 的规定。

12 脱模前养护

12.1 可采用蒸汽养护或自然养护方式进行养。

12.2 当采用蒸汽养护时, 养护设施可采用养护罩、养护坑或养护窑。养护制度应经试验确定, 包括静停、升温、恒温 and 降温四个养护阶段。静停时间不宜少于 2h、不得少于 1h, 升温速度不宜超过 15°C/h, 恒温最高温度不宜超过 60°C, 恒温阶段相对湿度应不小于 90%, 降温速度不宜超过 20°C/h。

12.3 养护期间必须覆盖塑料薄膜。

13 脱模

13.1 同条件养护试块的抗压强度达到脱模强度后方可脱模、起吊。管片脱模起吊应采用真空吸盘机或专用吊具,管片脱模时的混凝土强度,当采用真空吸盘机脱模时应不低于 15MPa,当采用专用吊具脱模时应不低于 20MPa。

13.2 应根据模具使用手册规定的顺序拆模,当模具使用手册无具体规定时,应按组装模具的逆顺序拆模。拆模时严禁硬撬或硬敲,以免损坏模具。

13.3 管片脱模起吊工具可采用真空吸盘机或者专用夹具,管片与工具的接触面应隔有柔性材料保护,应平衡起吊,不允许单侧或侧拉起吊。

13.4 管片起吊后在移动过程中应避免撞击。管片起吊后的翻转工具,可采用带翻转功能的真空吸盘机或者专用翻转架。当采用带翻转功能的真空吸盘机翻转管片时,应在管片起吊移至翻转工位后再进行翻转操作,严禁在水平移动管片的同时进行翻转操作。当采用专用翻转架翻转管片时,翻转架应可靠固定于地面上,与管片接触部位须垫有柔性保护材料。

13.5 翻转后的管片,应移入车间内成品区放置,进行质量检查、修补及标识。

13.6 当管片表面温度与环境温差大于 20°C时,管片应在车间内自然降温,必要时覆盖以防止冷风直接吹,直至管片表面温度与环境温差不大于 20°C。严禁用冷水淋湿管片进行降温。

14 修补

14.1 除 GB/T 22082 及 GB 50446 规定的应该修补的质量缺陷外,对深度大于 2mm、直径大于 3mm 的气泡,也应进行修补。

14.2 管片修补前,应分析管片破损原因及程度,制定修补方案,并经相关单位批准。

14.3 管片修补材料的抗拉强度和抗压强度应不低于管片设计强度,修补后质量应符合验收要求。

15 后期养护

15.1 后期养护方式有：泡水养护、喷淋养护、涂养护剂养护、自然养护。

15.1.1 泡水养护。要求管片混凝土内外温差、管片表面温度与水溫相差不超过 20℃，方可入水，泡水养护时管片必须全部浸没。

15.1.2 喷淋养护。可使用纤维织物遮盖后进行喷淋，或者采用其它可靠措施，以保证管片全部表面保持湿润状态。

15.1.3 涂养护剂养护。在管片表面喷涂养护剂，养护剂的使用方法按照说明书要求执行。

15.1.4 自然养护。管片贮存在堆场中自然养护，应采取措施防止暴晒及冻害。

15.2 后期养护工艺有：先泡水养护后喷淋养护再自然养护、先喷淋养护再自然养护、涂养护剂养护。宜采用先泡水养护后喷淋养护再自然养护工艺，或者涂养护剂养护工艺。

15.2.1 先泡水养护后喷淋养护再自然养护。泡水养护时间不少于 7d，喷淋养护时间不少于 7d，自然养护直至管片出厂。

15.2.2 先喷淋养护再自然养护。喷淋养护时间不少于 14d，自然养护直至管片出厂。

15.2.3 涂养护剂养护。在管片脱模后即可喷涂养护剂，养护剂的有效时间必须保持直至管片出厂。

15.3 冬期施工期间，泡水养护水池宜使用蒸汽加热，防止水结冰。

16 检验

16.1 管片的外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏试验、抗弯性能、抗拔性能等按 GB/T 22082 的规定进行检验。

16.2 管片的出厂检验、型式检验按 GB/T 22082 的规定进行。

16.3 管片出厂时的混凝土强度不低于设计强度值。

17 标志

17.1 在管片的内弧面标明企业永久标志，其内容为生产厂标识。

17.2 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。

17.3 宜在管片中预埋无源 RFID 电子标签，标签内容包括：工程名称、建设单位、施工单位、管片生产企业、监理单位、混凝土强度等级、抗渗等级、每工序的开始及结束时间、出厂时间、检验状态、检验人、安装时间等，预埋位置宜统一为注浆管轴线半径 100mm 以内、贴近管片内弧面。

18 防腐

18.1 设计有要求时应按要求进行防腐处理，并应符合 GB 50446 的规定。

19 贮存及运输

19.1 贮存

19.1.1 管片堆放场地应坚实平整、排水通畅，应根据管片的堆放方式验算地面承载力。

19.1.2 管片的堆放应满足以下要求：

- a) 应按型号分别堆放，可采用侧面立放方式或内弧面向上平放方式。
- b) 管片与地面之间必须采用垫木或其它可靠支垫材料垫高隔开，支垫材料应经过承载力验算，当采用硬性支垫材料时，其与管片接触面应使用柔性耐久材料作衬垫。
- c) 管片各层之间必须采用垫木隔开，应经过承载力验算。
- d) 支垫材料应均匀摆放，水平方向放在同一水平面上，竖直方向对齐，必须保证管片受力均匀、平稳不倾斜。

19.1.3 侧面立放方式应符合以下要求：

- a) 管片与地面之间的支垫材料，沿堆垛纵向不应少于 3 列，材料截面尺寸不宜小于 150mm×150mm、单根长度不宜小于 3m。
- b) 管片各层之间的垫木截面尺寸不宜小于 100mm×100mm、单根长度不宜小于 3m。
- c) 同一层的管片之间，宜放置柔性材料隔开。

19.1.4 内弧面向上平放方式应符合以下要求：

- a) 管片与地面之间的支垫材料，每堆垛不应少于 2 根或 4 个支点，材料截面尺寸不宜小于 150mm×150mm、单根长度不得超过管片宽度。
- b) 管片各层之间的垫木截面尺寸不宜小于 100mm×100mm、单根长度不得超过管片宽度。
- c) 堆垛之间的距离不少于 200mm。

19.1.5 管片堆放高度，宜根据管片堆放场地的设备设施条件、管片类型、管片大小、管片自重计算确定。管片侧面立放超过 4 层或内弧面向上平放超过 6 层时应进行受力和稳定性验算。

19.1.6 当生产工艺有特定要求时，贮存场地应加设顶棚，保护管片杜绝暴晒、淋雨等。

19.1.7 管片在吊放过程中应采取适当的保护措施，防止管片损坏。

19.2 运输

19.2.1 管片运输前，应对运输线路和交通路况进行实时勘测，选择合适、经济、安全的运输路线。

19.2.2 管片装车前，应设计好管片在车上的摆放数量、位置、高度、支垫方式、固定方式等，并符合以下要求：

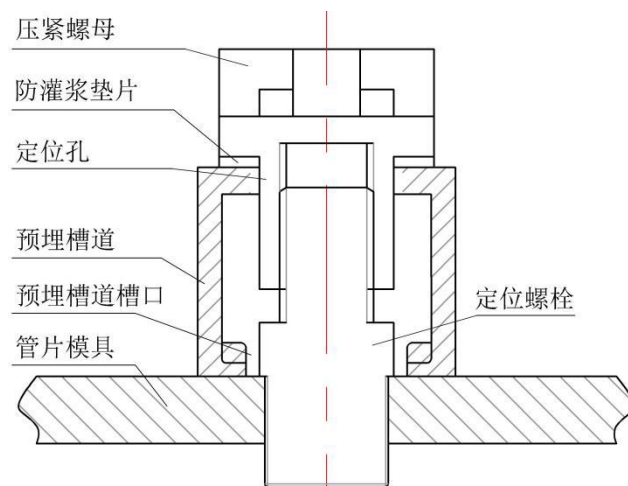
- a) 管片装车应以环为单位，内弧面向上平放装车。
- b) 管片与车厢底板之间应采用 2 根通长枕木支垫，并应经过承载力验算，枕木截面尺寸不宜小于 150mm×150mm，枕木应牢靠固定于车厢底板上。
- c) 管片各层之间必须采用垫木隔开，应经过承载力验算，不应少于 2 根或 4 个支点，垫木截面尺寸不宜小于 100mm×100mm。

- d) 支垫材料应均匀摆放，水平方向放在同一水平面上，竖直方向对齐，必须保证管片受力均匀、平稳不倾斜。
- e) 管片堆垛之间的距离不少于 200mm，每堆垛管片宜采用韧性扎带拉伸固定，扎带两端固定于车辆底板。

19.2.3 车辆行驶过程中，严禁急加速、急减速，最高行驶速度不宜超过 60km/h。

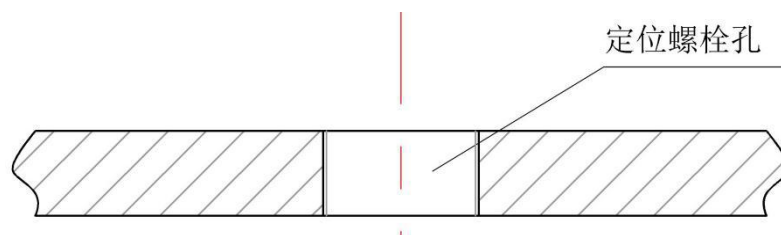
附 录 A
(规范性)
预埋槽道安装固定方法

A.1 预埋槽道通过压紧螺母和定位螺栓结合进行固定。



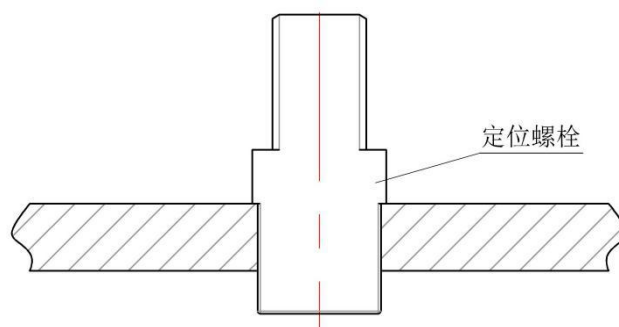
预埋槽道固定示意图

A.1.1 根据设计要求，在盾构管片模具上的对应位置攻丝加工定位螺栓孔，孔径不宜小于M10。

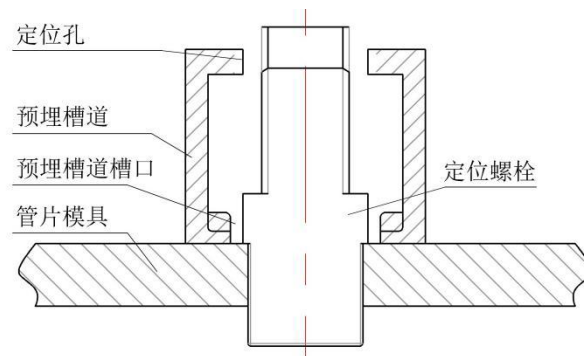


预埋槽道固定示意图

A.1.2 安装定位螺栓，将定位螺栓拧入定位螺栓孔中。



A.1.3 放置预埋槽道。槽道上的定位孔与模具上的定位螺栓一一对应，槽道的轴向位置通过定位孔进行控制，槽道的横向位置通过定位螺栓进行控制。



A. 1. 4 紧固预埋槽道。将防灌浆垫片套装在压紧螺母上，将压紧螺母拧入定位螺栓，使槽道贴紧模具底板。

A. 1. 5 安装完成后，应检查安装质量，合格后方可进入下一道工序。

本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

a) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

b) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

c) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

d) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 文件中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……有关规定（要求）”或“应按……执行”。

湖北省地方标准

预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程

Technical rules of reinforced concrete segments

条文说明

6.6 掺合料

6.6.3 当掺硅粉时应先进行试验验证，且必须与粉煤灰或矿渣粉复掺。

6.10 预埋件

生产实践证明，金属预埋件的某些涂层会与混凝土发生化学反应，特别是在经过蒸汽养护后，会生成较多气体包裹在预埋件周围降低锚固力，或者溢出混凝土后在混凝土内形成孔洞。

9 混凝土

9.1 混凝土配合比

9.1.6 生产过程中，管片外弧面在上为人工收光面，内弧面为模具接触面。管片外弧面呈弧形、中间高两边低，当混凝土坍落度大于120mm时，处于塑性阶段的高处混凝土在重力作用下，向两边低处缓慢移动，人工收面时无法再恢复成较标准的弧形，因此，管片混凝土坍落度宜在50~90mm之间、在50~70mm之间最佳。

9.1.8 大量研究表明，对混凝土进行蒸汽养护虽然提高了生产效率、减少了模具投入，但降低了混凝土耐久性 & 稳定性，国内部分工程及国外较多国家的管片是不实行蒸汽养护的。采用免蒸养混凝土配合比设计，没有降低混凝土的耐久性 & 稳定性，延长了工程寿命，与普通混凝土不实行蒸汽养护对比，提高了生产效率、减少了模具投入，但混凝土成本相应有所增加。

9.2 混凝土制备

9.2.1 湖北省冬季最低气温可达零下9℃，冬期混凝土搅拌宜使用温热水。强制式搅拌机分立轴、卧轴两种，管片混凝土相比商品混凝土，坍落度更小，实际生产数据表明：相比卧轴式搅拌机，在相同的搅拌时间内，采用立轴式搅拌机搅拌的管片混凝土，均匀性更佳。

10 模具及组装

10.1 管片模具

10.1.4 模具四角的合模快速组装标记，用于合模后初步检查模具是否合模到位，不作为判定合模是否合格的依据，应以表3中的检验方法为准。

10.2 模具清理

10.2.4 生产实践证明，脱模剂对混凝土外观有极重要的影响，脱模剂化学成分与不同的混凝土存在适应性已越来越明显。

10.4 预埋槽道安装

10.4.1 管片设计有预埋槽道的工程案例，国内已越来越多，预埋槽道的质量相比早期已大幅度提高。

10.4.4 预埋槽道安装质量必须严格保证，一旦浇筑混凝土后，将无法进行校正，且后期修复极其困难。

10.5 钢筋骨架入模

10.5.2 骨架四周每面不少于2个保护层垫块，位置位于每面长度的1/3处。底面不少于3排、每排2个保护层垫块，纵向位置分别位于骨架正中、骨架两端向中间数第2根箍筋，横向位置分别位于骨架两侧向中间数第3根主筋处。

10.5.3 生产实践中，安装螺栓孔芯棒易出现质量问题，芯棒孔座眼必须事先清理干净彻底，否则芯棒顶端无法完全插入，导致芯棒松动。

11 成型

11.3 混凝土的振动成型质量与设备、操作密切相关，应在试验总结的基础上，制定相应的振动操作制度。

15 后期养护

15.1.1 管片混凝土内外温差，为注浆孔内壁温度最高值与管片外表面温度最低值之差。

16 检验

16.3 对于管片出厂时是否要达到28d龄期，与管片相关的国家标准、行业标准中均未作明确规定，具体以设计和工程要求为准，但管片出厂时的混凝土强度不应低于设计强度值。

17 标志

17.3 管片上的标志，除了模具编号外，其它内容均是刻章油印在管片表面上，这是目前通行的做法。经统计国内管片生产企业情况，油印标志普遍存在保持时间不长、不耐脏易被污染导致无法辨识等现象。在隧道施工完成后，油印标志也会被覆盖而无法辨识，当隧道出现

质量问题而需要对管片进行质量溯源时，难以查到某一片管片的浇筑日期、出厂日期、质量检验等信息。采用在管片中预埋无源RFID电子标签的方法，可解决上述问题。
