**团体标准**

**T/JSTJXH XXX**

城市轨道交通工程盾构管片预制及拼装技术标准

**Technical standard for prefabrication and assembly**

**of shield segments in urban rail transit**

**（征求意见稿）**

**2021-XX-XX**发布 **2021-XX-XX**实施

江苏省土木建筑学会 发布

**江苏省土木建筑学会标准**

城市轨道交通工程盾构管片预制及拼装技术标准

**Technical standard for prefabrication and assembly**

**of shield segments in urban rail transit**

**T/JSTJXH XXX**

**批准机构：江苏省土木建筑学会**

**施行日期：2021年XX月XX日**

**中国建筑工业出版社**

**2021年XX月XX日**

**前言**

为规范江苏省城市轨道交通工程盾构管片的工厂预制、拼装施工及质量验收，编制组通过广泛调查研究，参考国家、行业现行相关标准，结合江苏省工程建设特点，总结已建项目设计、生产、施工经验，在广泛征求行业专家意见基础上，制定本标准。

本标准共7章，主要包括：1、总则；2、术语；3、基本规定；4、管片预制；5、管片拼装；6、质量验收；附录；条文说明。

本标准由江苏省土木建筑学会负责管理，无锡市市政工程质量监督站负责解释。在执行过程中如有意见或建议，请与无锡市市政工程质量监督站联系（地址：江苏省无锡市梁溪区广瑞路926-88号 邮编：214011 电话：0510-82441889）。

本标准主编单位：无锡市市政工程质量监督站

江苏省土木建筑学会城市轨道交通建设专业委员会

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc3707)

[2 术语 2](#_Toc26343)

[3 基本规定 3](#_Toc26261)

[4 管片预制 4](#_Toc10661)

[4.1 一般规定 4](#_Toc17245)

[4.2 分类、形状与规格、标记 4](#_Toc4593)

[4.3 混凝土管片预制 5](#_Toc17837)

[4.4 钢管片预制 16](#_Toc13311)

[4.5 管片成品检验 18](#_Toc21674)

[4.6 管片预制安全及管理 22](#_Toc22322)

[4.7 管片标志与出厂证明书 23](#_Toc27574)

[5 管片拼装 24](#_Toc15558)

[5.1 一般规定 24](#_Toc13553)

[5.2 拼装前准备 24](#_Toc1227)

[5.3 拼装作业 25](#_Toc15578)

[5.4 拼装质量控制 27](#_Toc27597)

[5.5 管片修补 31](#_Toc12227)

[5.6 管片拼装安全及管理 31](#_Toc11998)

[6 质量验收 33](#_Toc22595)

[6.1 一般规定 33](#_Toc4324)

[6.2 混凝土管片预制 34](#_Toc3523)

[6.3 钢管片预制 37](#_Toc4945)

[6.4 管片拼装 38](#_Toc31956)

[附录A 试验检测方法 42](#_Toc17846)

[附录B 检验批验收记录表 52](#_Toc19216)

[附录C 施工记录表 59](#_Toc29769)

[附录D 管片出厂证明书 74](#_Toc19625)

[本标准用词说明 76](#_Toc1994)

[引用标准名录 77](#_Toc32582)

附：[条文说明 79](#_Toc13847)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc3707)

[2 Terms 2](#_Toc26343)

[3 Basic requirements 3](#_Toc26261)

[4 Segment prefabrication 4](#_Toc10661)

[4.1 General requirements 4](#_Toc17245)

[4.2 Classification, shape and specification, marking 4](#_Toc4593)

[4.3 Prefabrication of concrete segments 5](#_Toc17837)

[4.4 Prefabrication of steel segments 16](#_Toc13311)

[4.5 Inspection of segments 18](#_Toc21674)

[4.6 Segment prefabrication safety and management 22](#_Toc22322)

[4.7 Segment mark and factory certificate 23](#_Toc27574)

[5 Segment installation 24](#_Toc15558)

[5.1 General requirements 24](#_Toc13553)

[5.2 Preparation before Installation 24](#_Toc1227)

[5.3 Installation 25](#_Toc15578)

[5.4 Installation quality control 27](#_Toc27597)

[5.5 Segment repairing 31](#_Toc12227)

[5.6 Segment prefabrication safety and management 31](#_Toc11998)

[6 Acceptance of quality 33](#_Toc22595)

[6.1 General requirements 33](#_Toc4324)

[6.2 Prefabrication of concrete segments 34](#_Toc3523)

[6.3 Prefabrication of steel segments 37](#_Toc4945)

[6.4 Segment installation 38](#_Toc31956)

[Appendix A test and detection method 42](#_Toc17846)

[Appendix B inspection lot ccceptance record 52](#_Toc19216)

[Appendix C construction record form 59](#_Toc29769)

[Appendix D segment factory certificate 74](#_Toc19625)

[Explanation of wording in this code 76](#_Toc1994)

[List of quoted standards 77](#_Toc32582)

Addition [explanation of provisions 79](#_Toc13847)

## 1 总则

**1.0.1** 为加强城市轨道交通工程盾构隧道施工质量管理，统一城市轨道交通工程盾构管片（以下简称管片）的预制、拼装施工及质量验收，确保工程质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于城市轨道交通工程盾构管片的预制、拼装施工及质量验收。

**1.0.3** 盾构管片的预制、拼装施工及质量验收，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和江苏省现行有关标准的规定。

## 2 术语

**2.0.1 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，以模拟检验管片抗地下水渗透能力。

**2.0.2 水平拼装试验 testing of horizontall assembly**

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。

**2.0.3 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。

**2.0.4 拉拔试验 resistance to pull off**

对管片专项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。

**2.0.5 盾构姿态 shield position and stance**

盾构主机的空间状态，通常采用横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口里程等参数描述。

**2.0.6 椭圆度 ovality**

圆形隧道管片衬砌拼装成环后隧道最大与最小直径的差值与隧道设计内径的比值，以千分比表示。

**2.0.7 管片错台 step**

相邻管片接缝处的偏差。

**2.0.8 预埋槽道 embedded anchor channel**

预埋于混凝土管片内，用于固定管线或设备安装支架的专用型钢，由槽体和锚杆组成。

**2.0.9 预埋套筒 embedded sleeve**

预埋于混凝土管片内的一种注塑加工而成的高分子筒状体，由内部螺纹、外部固定耳、三角筋和筒体环装凹凸结构等组成，用于固定管线或设备的安装支架。

## 3 基本规定

**3.0.1** 承担管片预制、拼装施工的单位应建立健全生产施工技术、质量、安全生产管理体系和组织管理机构，制定各项生产、施工管理和检验制度。

**3.0.2** 管片预制、拼装施工单位应按照合同、设计文件和有关规范标准的要求进行生产、施工。如发生变更，应报设计单位批准并取得设计单位书面同意文件。

**3.0.3** 管片预制、拼装施工单位的焊工、盾构机司机等特种作业人员应持证上岗。

**3.0.4** 管片预制、拼装施工所用的原材料、半成品和成品应进行进场检查验收，质量合格证书、检验报告等质保资料齐全有效，观感质量良好，性能参数满足要求。涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要原材料、半成品和成品，应按规范和设计文件等规定进行复验，并应经监理检查认可，合格后方可使用。

**3.0.5** 管片预制、拼装施工中采用的各类计量器具、设备应检定合格，且在检定有效期内。承担材料和设备检测的单位，应具备相应的资质。

**3.0.6** 管片预制、拼装施工应编制专项施工方案，经审批后方可实施。作业前，应向作业人员进行详细的质量安全技术交底，并形成书面文件。

**3.0.7** 管片预制、拼装施工的质量控制应符合下列规定：

**1** 各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，分项工程完成后，应进行检验；

**2** 相关各分项工程之间，应进行交接检验；所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收；未经检验或验收不合格不得进入下道分项工程施工；

**3** 管片预制、拼装施工过程中应对有关的预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

## 4 管片预制

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 施工单位、监理单位宜派代表驻厂对管片预制过程进行监督。

**4.1.2** 管片预制单位应设置独立试验室，试验检验的设备、设施、人员应满足安全生产管理要求，并定期对主要设备、设施进行检定或测试，生产、检验操作人员应进行技术培训和安全生产教育，合格后方可上岗。

**4.1.3** 玻璃纤维管片预制参照混凝土管片预制的相关要求。

### 4.2 分类、形状与规格、标记

#### 4.2.1 分类

**1** 管片按拼装成环后的隧道线型分为：直线段管片（Z）、曲线段管片（Q）和既可用于直线段又可用于曲线段的通用管片（T）三类。曲线段管片分为左曲管片（ZQ）、右曲管片（YQ）和竖曲管片（SQ）。

**2** 根据隧道的直径大小，管片块数可分为4块～13块。

**3** 按照管片在环内的拼装位置，分别为：标准块（B）、邻接块（L1、L2）、封顶块（F）。

#### 4.2.2 形状与规格

**1** 形状：根据隧道的断面形状可分为圆形（Y）、椭圆形（TY）、矩形（J）、双圆形（SY）、异形（YY）等多种断面；

**2** 管片规格详见表4.2.2。

表4.2.2 管片规格

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规格 | 内径×宽度×厚度（mm） | |
| 5500×1200×350 | 5900×1200×350 |
| 5500×1200×350 | 5900×1200×400 |
| 5800×1200×350 | 6000×1200×350 |
| 5800×1200×400 | 6000×1200×400 |
| 注：本表给出的是常用规格，其它规格可由供需双方确定。 | | |

#### 4.2.3 标记

管片以隧道形状、分类代号、块数、规格、管片在环内的位置、标准编号编排，标记示例如下：

**1** 圆形隧道、直线段管片、6块、内径5500mm、宽度1200mm、厚度350mm、标准块的管片标记为：YZ6-5500×1200×350-B。

**2** 圆形隧道、通用管片、6块、内径5400mm、宽度1200mm、厚度300mm、封闭块的管片标记为：YT6-5400×1200×300-F。

### 4.3 混凝土管片预制

#### 4.3.1 原材料

**1水泥**

**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，其性能应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定；

**2）**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）**不同厂家、不同规格品种、不同强度等级的水泥不得混用；严禁使用含氯化物和出厂超过三个月的水泥，水泥中不应有杂和结块现象；

4）水泥进场时，应对其品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等进行检查，并对水泥的强度、安定性和凝结时间进行检验，检验结果应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的相关规定。

**2 集料**

1. 细集料宜采用非碱活性中粗砂，细度模数为2.5～3.0，含泥量不大于1%，泥块含量不大于0.5%，云母含量不大于1.0%，轻物质含量不大于1.0%，硫化物和硫酸盐含量不大于1.0%，氯离子含量不大于0.06%，有机物含量应符合要求。人工砂总压碎值指标小于30%，其他质量应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定；
2. 粗集料宜采用非碱活性连续级配碎石，最小粒径不宜小于5mm、最大粒径不宜大于31.5mm，压碎指标不大于10%，含泥量不大于1.0%，泥块含量不大于0.5%，针片状颗粒含量不大于12%，硫化物和硫酸盐含量不大于1.0％，其它质量应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52；
3. 粗、细集料进场时厂家应提供质保书。
4. 集料应隔仓加盖储存，堆场四周排水通畅；

**3 拌合用水**

混凝土拌合用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63中有关钢筋混凝土用水的规定。

**4 外加剂**

**1）**混凝土外加剂的质量及应用应符合《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定，严禁使用氯盐类外加剂或其它对钢筋有腐蚀作用的外加剂；

**2）**外加剂的选择应与管片生产工艺相适应，使用前应进行试验验证。

**5 掺合料**

**1）**粉煤灰应采用符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596等级达到Ⅱ技术要求的粉煤灰，粉煤灰的应用应符合《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T 50146的规定；

**2）**矿渣粉应采用符合《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的不低于S95级技术要求的矿渣粉；

**3）**其它掺合料不应对管片产生有害影响，使用前应进行试验验证。

**6 钢筋**

1. 钢筋应根据设计要求选用，其种类、钢号、直径、性能应符合设计及《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 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

2）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；

3）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；

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

**7 玻璃纤维筋**

1. 玻璃纤维筋中树脂基体应使用乙烯基和环氧树脂体系或乙烯基树脂和环氧树脂混合树脂，产品物理和耐久性应满足使用要求。树脂基体的原料聚合物不应含有任何聚酯成分。玻璃纤维筋的其它性能要求应满足设计和相关标准要求。
2. 玻璃纤维筋的检测要求、试验方法、检测规则应满足现行《土木工程用玻璃纤维增强筋》JG/T 406、《盾构可切削混凝土技术规程》CJJ/T 192等相关规范、规程要求。
3. 使用前应核对产品质量保证书、检验报告，并对其品种、规格、数量进行检查验收。

**8 纤维**

1）如使用钢纤维，应符合《钢纤维混凝土》JG/T 472的规定，并应按规定进行相关钢纤维混凝土耐久性试验；

2）如使用合成纤维，应符合《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120的规定,并按规定进行相关合成纤维混凝土耐久性试验。

**9 预埋槽道**

1）进场时应对其外观质量、尺寸、涂层厚度进行检查，并进行耐碱试验；

2）槽口与配套连接的T型螺栓头应具备齿牙连接形式的机械传力构造，二者机械咬合尺寸应完全吻合；

3）槽道齿牙的构造、尺寸宜全线统一。

4）预埋槽道制作精度要求应符合表4.3.1-1。

**表4.3.1-1预埋槽道制作精度要求（mm）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 截面宽度 | 截面高度 | 截面开口宽度 | 开口部位厚度 | 其它部位厚度 |
| 尺寸要求 | ≥28 | 20 | 14 | 3.5 | 2.5 |
| 允许偏差 | 0~+0.5 | 0~+0.5 | 0~+0.2 | 0~+0.2 | 0~+0.2 |
| 项目 | 齿牙高度 | 锚杆直径 | 锚杆扩大头直径 | 在混凝土中的锚固长度 | 锚杆间距 |
| 尺寸要求 | 1.5 | ≥8 | ≥17 | ≥60 | ≤200 |
| 允许偏差 | 0~+0.15 | -0.1~+0.1 | -0.2~+0.2 | -1.0~+1.0 | -1.0~+1.0 |

**10 预埋套筒**

套筒进场时应对其材质、外观质量、尺寸等进行检查，其材质、规格、加工精度应满足设计和相关标准要求。

2）套筒应采用一次注塑成型工艺制造，套筒外观除可见合模线外，不得有注塑缺陷。表面应光滑、清洁，无杂质，不允许有裂纹、划伤等缺陷。

3）套筒与对应的螺栓应旋合畅通，无卡阻、松动。

4）预埋套筒尺寸偏差应符合表4.3.1-2。

**表4.3.1-2预埋套筒尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 配套螺栓规格 | 内径 | 外径 | 内长 | 外长 |
| 尺寸要求 | M12 | 12 | 20 | 64 | 70 |
| 允许偏差 | ±0.26 | ±0.42 | ±0.66 | ±0.78 |

**11 其它预埋件**

1）预埋件的材质、规格、加工精度和焊接质量应满足设计和相关标准要求；

2）吊装孔预埋件可采用工程塑料吊装孔或钢质吊装孔，抗拉拔力应≥25t，并满足其他设计要求；

3）环、纵向螺栓孔预埋件的尺寸、位置、规格应符合设计要求；

4）若有钢制螺栓孔垫圈时，垫圈表面应进行防腐处理，质量应符合设计要求。

#### 4.3.2 模具及组装

**1 一般规定**

1）模具的制造商应编制完善的技术文件，并提供模具使用说明书；

2）模具的制造材料应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；

3）模具各组成部件加工精度应符合设计要求；

4）模具应具有足够的承载能力、刚度、稳定性、耐久性和良好的密封性能，满足管片尺寸和形状要求；

5）模具应便于安装和拆卸；

6）模具应预留槽道、套筒等预埋件定位和固定措施。

2 模具精度及检验

1）模具在正式投入使用前应组织进场检查验收，符合本标准要求后方可进行管片试生产。在试生产的管片中，随机抽取三环进行水平拼装检验，拼装合格方可正式生产。

2）在正常生产状态下，应对钢模进行浇捣前的快速检测和周期性检查。检查合格或修正复检合格后方可继续生产。每套模具生产200环时应再次进行水平拼装检验。每套模具每生产100环应进行系统检验，允许偏差应符合表4.3.2的要求。

**表4.3.2管片模板允许偏差表**

| 序号 | 项目 | 允许偏差  （mm） |
| --- | --- | --- |
| 1 | 宽度 | ±0.2 |
| 2 | 弧、弦长 | ±0.4 |
| 3 | 边模夹角 | ±0.2 |
| 4 | 对角线 | ±0.8 |
| 5 | 内腔高度 | －1～＋2 |

3 模具清理

1）组模前应先清理模具，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得锤敲或凿子凿；

2）模具清理顺序按模具手册要求进行。

3）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、积油或淌油现象。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。

4）每次浇筑混凝土后应将钢模表面清理干净。

4 模具组装

**1）**每套钢模及其配件均应编号，组装时应对号入座，禁止相互混用；

**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，不足的地方要清抹、补喷涂；在钢模合拢前应查看模底与侧模接触处是否干净；

**3）**按照模具手册要求的扭矩紧固相应螺栓，严禁反顺序操作，以免模具变形造成精度损失；

**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，应重新调整直至符合要求。

5 模具维修保养

管片生产厂家应建立模具使用档案，对检查、维修、保养情况进行记录。具体维修保养要求按模具使用说明书进行。

#### 4.3.3 钢筋骨架

**1 钢筋加工**

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；

2）钢筋调直应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的相关规定。钢筋加工尺寸偏差应符合表4.3.3-1的规定；

**表4.3.3-1钢筋加工尺寸允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 允许偏差（mm） |
| 1 | 受力钢筋长度 | ±8 |
| 2 | 弯起钢筋弯折位置 | ±8 |
| 3 | 箍筋外廓尺寸 | ±5 |
| 4 | 分布钢筋长度 | ±8 |

**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**）钢筋的弯钩和弯折应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定；

**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：

箍筋弯钩的弯弧内直径应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定；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10倍。

1. 钢筋焊接前应清除焊接部位的铁锈、水锈和油污等，端部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。

**2 钢筋骨架制作**

**1）**钢筋骨架制作应进行试生产，经检验合格后方可进行批量生产；

2）钢筋骨架的组装、焊接应在符合设计的靠模上进行。

**3）**应采用CO2保护焊点焊方式，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）**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，且不在同一截面和骨架最外层四周钢筋上,其它焊接质量还应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定；

**5）**钢筋骨架制作偏差应满足表4.3.3-2的要求；

**表4.3.3-2 钢筋骨架制作、安装允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差  （mm） |
| 1 | 钢筋骨架 | 长、宽、高 | +5，－8 |
| 2 | 主筋 | 间距 | ±5 |
| 保护层厚度 | +5，－3 |
| 3 | 箍筋间距 | | ±8 |
| 4 | 分布筋间距 | | ±5 |
| 5 | 环、纵向螺栓孔和中心吊装孔 | | 畅通、内圆面平整 |

**6）**钢筋骨架检验合格后应挂牌标识；

7）检验合格的钢筋骨架宜呈拱形堆放，码放层数不宜超过4层，码放高度不宜超过2m。

**3 钢筋骨架入模**

**1）**钢筋骨架应放于钢模平面中间，其四个周边及底面应卡绑垫块，垫块厚度应符合混凝土保护层厚度要求；

**2）**钢筋骨架不得与螺栓手孔模芯、预埋槽道、预埋套筒接触。安装螺栓手孔模芯应到位，不得有松动现象；

**3）**钢筋骨架入模时不应对模具造成损伤；

4）钢筋骨架不得沾有油污和脱模剂。

#### 4.3.4 预埋件安装

**1 一般要求**

1. 预埋件安装前应再次对其型号、外观质量、尺寸、涂层厚度等进行检查；
2. 所有预埋件应按设计要求准确就位，并应安装牢固。
3. 钢质预埋件与钢筋骨架连接时，应焊接牢固，与空气接触的非隐蔽面应进行防腐处理；
4. 预埋件不得沾有油污和脱模剂；

**2 预埋槽道安装**

1）预埋槽道应通过锚筋可靠安装在混凝土管片上，锚筋间距及锚固长度应满足承载力要求；

2)预埋槽道在管片模具上应定位准确、固定牢固；预埋槽道应避开管片灌浆孔（吊装孔），距灌浆孔净距不小于120mm，端部距管片纵缝净距不小于80mm；

3)预埋槽道中的填充物不应具有腐蚀性，不得侵蚀槽道钢材及其表面涂层；

4)槽道安装后，其底面与管片表面在垂直线路方向的误差不超过2mm、端部位置偏差不允许超过1.5mm。

5）预埋槽道安装精度要求详见表4.3.4。

**表4.3.4预埋槽道安装精度要求（mm）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 角度检查 | 扭转度测量 | 槽道内半径公差 | 槽道弧长、弦长 | 每环槽道任意两点 | 槽口与管片内表面 | 槽口在管片端头定位 |
| 槽道弯曲度不大于1.5mm/m | 槽道不允许有明显的扭转，扭转度小于1°/m | 小于等于±1.0mm | -1.0mm。总弯曲度不大于总长度的1.5‰ | 在顺线路方向的误差不得大于2mm | 错台偏差不得大于3mm | 偏差不得大于-0~2mm |

**3 预埋套筒安装**

1）套筒在模具上的位置应准确，套筒与模具应牢固连接且与底模不得有间隙，混凝土振捣时不应移位；

2）套筒应有密封塞或其他密封措施避免套筒内进入混凝土；

3）套筒预埋施工后垂直度、平整度偏差不超过3mm，位置偏差不超过10mm。

4）套筒与管片模板弧面的切线应保持垂直，倾斜度应不大于1.5°。

**4 其它预埋件安装**

安装灌浆孔（吊装孔）预埋件时，应核实其内部结构尺寸与现场拼装螺栓是否匹配，其底面应紧贴安装面，不得产生倾斜、错位现象，并采取固定措施，以确保预埋件稳定牢靠；

安装环、纵向螺栓孔预埋件时，应按设计要求精准定位，固定牢靠，并采取措施防止混凝土浇筑振捣时堵塞螺栓孔。

安装背覆钢板时，应防止因焊接管片背面锚筋而使钢板面翘曲变形，钢板面平整度允许偏差为±1mm，气割边钢板正面应砂平。钢板宜开透气孔，以保证管片混凝土浇筑质量。

始发环、接收环的圆环钢板预埋安装应符合设计要求。

#### 4.3.5 混凝土

**1 混凝土配合比**

**1）**混凝土设计强度等级和抗渗等级应符合设计要求，且强度等级不低于C50，抗渗等级不低于P8，试配的抗渗等级应比设计要求提高0.2MPa。纤维混凝土设计应符合《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221的规定；混凝土的配合比设计应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定；混凝土的配合比由生产厂家设计并应委托具有相应资质的检测机构进行验证；

**2）**混凝土的耐久性设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476的有关规定；氯离子含量不得大于胶凝材料总量的0.06%，混凝土的总碱含量应不超过3.0 kg/m3；

**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、混凝土总碱量和混凝土氯离子含量的检验。抗渗试验按《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082进行，混凝土总碱量按《混凝土碱含量限值标准》CECS 53:93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。氯离子扩散系数应符合《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的规定。

**2 混凝土搅拌**

1）混凝土搅拌应使用强制式搅拌机集中拌和，上料系统应采用电子计量装置。加料斗及传送带应设置防雨罩。

2）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；

**3）**每工作班在开盘前应测定粗、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、掺合料不超过1%，粗细集料不超过2%；

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

**5）**混凝土工作性应符合设计要求，坍落度不宜大于70mm。应在搅拌或浇筑地点检测坍落度，应逐盘目测检查混凝土粘聚性和保水性；混凝土拌合物应在浇筑工序中随机取样，混凝土拌合物性能的试验方法应符合《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的规定；

**6）**混凝土的质量控制应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的要求；

**7）**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2组试件。1组试件与管片同条件养护，测定混凝土脱模强度；另1组试件与管片同条件养护脱模后再进行标准养护至28天，检验评定混凝土28天抗压强度；混凝土28天抗压强度的评定应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定。

混凝土抗渗试件应在浇筑地点随机取样。同一配合比的混凝土，每30环留置1组抗渗试件，试验结果应符合设计要求。

#### 4.3.6 管片成型

**1** 钢筋骨架入模位置应保持正确，钢筋保护层厚度应满足设计要求。浇筑混凝土时不得扰动预埋件和钢筋。

2 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。浇筑混凝土的同时应留置试件，混凝土试件留置应符合本标准4.3.5节的规定，所做试件应具有代表性。

**3** 混凝土应连续浇筑成型，根据生产条件选择适当的振捣方式，振捣时间以混凝土表面停止沉落或沉落不明显为宜，不得漏振或过振。管片成型常用的三种方式要求如下：

**1）**插入式高频振动棒振动成型

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30cm；

混凝土进行分层振捣。振捣第二层时，插入式振动棒应插入到下层10cm左右，振动棒提拔时应慢慢提拔，不得留下插入孔；

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。

**2）**附着式振动器振动成型

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；

应保持混凝土连续成型，振动时间的控制以混凝土不出现离析分层并密实为准。

**3）**振动台振动成型

振动台应有固定模具的装置，保证实现同步振动；

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；

混凝土溢满钢模外弧面时起，持续振动直到上盖板开口处无喷射状气、水泡并均匀为止。

4）当混凝土出现下列现象时，可停止振捣；

混凝土表面停止沉落或者沉落不显著；

混凝土表面气泡不再显著发生或在振捣器周围没有气泡冒出；

混凝土表面呈水平，并有灰浆出现。

5）管片成型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，应立即停止浇筑、振捣，尽快在已浇筑混凝土凝结前修整好。

4 可采用自动流水线组织生产，各工序应衔接严密，模具传递过程中不应对混凝土造成扰动。

5 管片浇筑成型后，在初凝前应再次进行压面，以确保管片外弧面平整。

#### 4.3.7 养护、脱模、修补

1 管片养护

**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；

**2）**当采用蒸汽养护时，应经试验确定混凝土养护制度。预养护时间不宜小于2h。升温及降温速度不宜超过15℃/h；恒温最高温度不宜超过60℃，恒温时间不宜小于2h。当采用自然养护时应注意覆盖保湿。

**3）**蒸汽养护的设施应完整无损，以保证蒸汽养护的质量。管片在恒温阶段相对湿度不应小于90%；

**4）**蒸养过程应勤观察，及时调节供汽量、控制温度、升降温速度；

**5）**管片在未脱模前混凝土表面应保持覆盖状态。

2 管片脱模

**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。出模后管片表面温度与环境温差不应大于20℃。

**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；

**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；

**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；

**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。

**6）**脱模后的管片应进行标识标记。

3 管片修补

**1）**管片外观不允许有严重缺陷，存在一般缺陷时，应及时进行修补；

**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；

**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；

**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

5）修补后的管片质量应符合设计要求和本标准的要求。

4 后期养护

1. 后期养护宜采用水中养护方式。总养护时间不应小于14天；
2. 当管片混凝土内外温差、管片与水温差不超过15℃时,管片可以进入养护池进行水中养护。管片应全部浸没在水中，养护时间不少于7天，养护用水的PH值应控制在9～11范围内。

#### 4.3.8 冬季施工

1 冬季施工应编制专项施工方案，采取有效措施保证原材料、混凝土及管片质量符合设计和有关规定要求。

**2** 骨料不得带有冰块和冻结团块，严格控制混凝土配合比和坍落度；

**3** 对水箱进行保温或对水进行加温，用热水冲洗拌机，并控制投料顺序；

**4** 适当延长混凝土搅拌时间。合理控制混凝土下料时间，减少出机混凝土暴露等待时间，保证混凝土拌合物出机温度不低于15℃，入模温度不低于10℃；

**5** 严格控制管片蒸养时间，静停区域应适当通蒸汽提高静停温度；

6 管片脱模后应表面覆盖保温，使其冷却到与养护水温差不大于20℃时方可进入水养工序。

#### 4.3.9 存储和运输

1 管片堆放场地应坚实平整。

2 管片应按型号分别堆放，堆放高度应根据管片大小、自重计算确定。一般内弧面向上平放不超过6层或侧面立放不超过4层，当超过时应进行管片受力和地基承载力验算。

3 管片吊装、运输中，在边角或绳索接触处宜采用衬垫加以保护，或采用工具式运输配件。

4 管片在堆场上的堆放时间在6个月以上，应采取防护措施。

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。

### 4.4 钢管片预制

#### 4.4.1 原材料

**1 钢板**

1）钢板的品种、级别、规格、性能等应符合国家现行标准的规定并满足设计要求。钢板进场时，应按国家现行标准的规定抽取试件且应进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和厚度偏差等检验，检验结果应符合国家现行标准的规定。

2）钢板的平整度、厚度及其允许偏差应满足其产品标准和设计文件的要求。

**4）**当钢材的表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度允许负偏差值的1/2，且不应大于0.5mm；

钢材表面的锈蚀等级应符合现有国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1规定的C级及C级以上等级；

钢材端边或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。

5）厚度不小于40mm的钢板，应按国标《厚钢板超声波检测方法》GB/T 2970进行超声波检验，钢板的质量应达到Ⅱ级要求。

**2 焊接材料**

1. 焊接材料的品种、等级、规格、性能等应符合现行国家标准的规定应满足设计要求。焊接材料应按其产品标准的要求进行抽样复验，复验结果应符合现行标准的规定并满足设计要求。

**3 涂装材料**

1. 钢管片的防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料的品种、规格、性能等符合现行国家标准和设计要求；
2. 钢管片防火涂料的品种和技术性能应满足设计要求，并经法定的检测机构检测，检测结果应符合国家现行标准的规定。
3. 防腐涂料和防火涂料的型号、名称、颜色及有效期应与其质量证明文件相符。开启后，不应存在结皮、结块、凝胶等现象。

#### 4.4.2 钢管片制作

1 钢管片预制厂家应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的规定进行焊接工艺评定，根据评定报告确定焊接工艺，编写焊接工艺规程并进行全过程质量控制。

**2** 钢管片背板、侧板（腹板）及外弧板（翼缘板）构件应采用整块钢材，严禁拼接。

**3** 钢材若有弯曲，应矫正后方可使用。矫正后的钢材表面不应有明显的凹面或损伤，划痕深度不应大于0.5 mm，且不得大于该钢材厚度负允许偏差的1/2，矫正后的允许偏差应符合表4.4.2规定。

**表4.4.2 钢材矫正后允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差（mm） | 图例 |
| 钢板的局部平整度 | t≤14 | 1.5 | QQ截图20210527110718 |
| t≥14 | 1.0 |

**4** 后期需拆除的钢管片，其两环面除满足平行度0.3mm外，尚应确保内弧面宽度大于外弧面宽度。

**5** 钢材焊接宜采用二氧化碳气体保护焊，并符合现行行业标准《二氧化碳气体保护焊工艺规程》JB/T 9186的规定，焊接时应控制变形。

**6** 加工光洁度应满足设计要求，如设计未注明，则内弧面，环、端板外表面及螺栓孔均为12.5级，其余为0级别。

**7** 焊缝高度不小于12mm，与外表面有关的焊缝均要求水密。

**8** 钢管片外露表面的防腐处理和涂层加工应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

### 4.5 管片成品检验

#### 4.5.1 检验分类

1 管片成品检验包括型式检验和出厂检验两类。

2 当有下列情况之一，应进行型式检验：

1）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

2）正式生产后如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时；

3）产品长期停产后，恢复生产时；

4）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

5）当相同产品生产周期达半年或生产达到批量要求时；

6）建设行政主管部门或国家质量监督检验机构提出进行检验时。

#### 4.5.2 混凝土管片成品检验

1 型式检验

型式检验项目有：混凝土抗压强度、混凝土抗渗等级、外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏试验、抗弯性能、抗拔性能、预埋槽道及套筒力学试验。批量与抽样应符合表4.5.2-1规定。

**表4.5.2-1 型式检验批量组成与抽样数量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 批量 | 抽样数量 |
| 1 | 混凝土抗压强度 | 按本标准4.3.5节，查受检批产品相应试验记录 | |
| 2 | 混凝土抗渗等级 | 按本标准4.3.5节，查受检批产品相应试验记录 | |
| 3 | 外观质量 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 1环 |
| 4 | 尺寸偏差 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 1环 |
| 5 | 水平拼装 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 3环 |
| 6 | 检漏试验 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 1片 |
| 7 | 抗弯性能 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 1片 |
| 8 | 抗拔性能 | 1000环，不足1000环时也可作为一批 | 1片 |

预埋槽道及套筒力学试验具体试验内容、方法参照《城市轨道交通预埋槽道及套筒技术标准》T/CAMET 02003、《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》TB/T 3329的规定。

2 出厂检验

出厂检验项目有：混凝土抗压强度、混凝土抗渗等级、外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏试验，批量与抽样应符合表4.5.2-2规定。

**表4.5.2-2 出厂检验批量组成与抽样数量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 批量 | 抽样数量 |
| 1 | 混凝土抗压强度 | 每天拌制的同配合比混凝土 | 2组试件 |
| 2 | 混凝土抗渗等级 | 同一配合比的混凝土，每30环 | 1组试件 |
| 3 | 外观质量 | 200环 | 1环 |
| 4 | 尺寸偏差 | 200环 | 1环 |
| 5 | 水平拼装 | 200环 | 3环 |
| 6 | 检漏试验 | 200环 | 1片 |

3 混凝土管片抗压强度

1）混凝土管片的强度等级应符合设计要求。对管片混凝土的强度评定应以检查生产过程中的试件强度检测报告为依据。

2）当试件强度检测报告出现不合格、异常或对管片质量有怀疑或争议时，应采取回弹法或钻芯法对管片混凝土的强度进行检测，实体检测按每生产1000环或连续生产一个月随机抽取3环。

4 外观质量

混凝土管片外观质量不应有严重缺陷，当存在一般缺陷时应按本标准4.3.7的要求进行修补。外观质量检验方法及判定标准详见附录A.1。

**表4.5.2-3 外观质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 缺陷 | 质量要求 | 等级 |
| 1 | 贯穿裂缝 | 不允许 | 严重缺陷 |
| 2 | 内、外表面露筋 | 不允许 | 严重缺陷 |
| 3 | 孔洞 | 不允许 | 严重缺陷 |
| 4 | 疏松、夹渣 | 不允许 | 严重缺陷 |
| 5 | 拼接面裂缝 | 裂缝宽度＞0.20mm | 严重缺陷 |
| 拼接面长度不超过密封槽、且宽度≤0.20mm | 一般缺陷 |
| 6 | 非贯穿性干缩裂缝 | 外表面裂缝宽度＞0.20mm | 严重缺陷 |
| 内表面不允许，外表面裂缝宽度≤0.20mm | 一般缺陷 |
| 7 | 麻面、粘皮、蜂窝 | 表面麻面、粘皮、蜂窝总面积不大于表面积的5%，允许修补 | 一般缺陷 |
| 8 | 缺棱掉角、飞边 | 不应有，允许修补 | 一般缺陷 |
| 9 | 环、纵向螺栓孔 | 畅通、内圆面平整，不得有塌孔 | 一般缺陷 |

5 尺寸偏差

混凝土管片的尺寸允许偏差应符合表4.5.2-4的规定。

**表4.5.2-4 管片尺寸允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） |
| 1 | 宽度 | ±1 |
| 2 | 厚度 | +3，-1 |
| 3 | 钢筋保护层厚度 | ±5 |

6 水平拼装

混凝土管片水平拼装尺寸允许偏差应符合表4.5.2-5的规定，具体检验方法及合格判定标准详见附录A.2。

**表4.5.2-5 管片水平拼装尺寸允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 允许偏差（mm） |
| 1 | 成环后内径 | ≤6000mm | ±5 |
| 2 | ＞6000mm | ±10 |
| 3 | 环向缝间隙 | | ≤2 |
| 4 | 纵向缝间隙 | | ≤2 |

7 检漏试验

管片的检漏试验应采用专用试验仪器设备，试件为按规定抽样的样品。具体试验仪器、检测方法、合格判定标准详见附录A.3。

8 抗弯性能

管片抗弯性能试验应采用专用试验仪器设备，以测定裂缝荷载和破坏荷载，并在荷重下对管片的挠度和水平位移进行测试。试件为按规定抽样的样品。具体试验仪器、检测方法、合格判定标准详见附录A.4。

9 抗拔性能

管片的抗拔性能试验应采用专用试验仪器设备，以测定管片吊装孔螺栓最大抗拔力，测定其抗拔性能。试件为按规定抽样的样品。具体试验仪器、检测方法、合格判定标准详见附录A.5。

#### 4.5.3 钢管片成品检验

1 钢管片成品检验的项目有：钢板材质、钢板强度、外观质量、尺寸偏差、水平拼装、抗弯性能（如有设计要求）、抗拔性能（如有设计要求）、涂层厚度、焊缝探伤检测。

2 钢管片成品检验频率应符合下列规定：

1）应逐片检查外观质量；

2）每生产15环管片应抽检1环管片进行几何尺寸检验；不足15环管片时应进行抽检1环管片进行几何尺寸检验；

3）每生产200环管片应进行水平拼装检验1次；不足200环管片时也应进行水平拼装检验1次。

**3** 外观质量

1）钢管片外观应清洁，不得有裂缝、锈蚀、毛边或飞溅物；

2）螺栓孔应畅通，内表面应平整。

**3）**钢管片焊缝表面不应有焊接缺陷，钢管片主要焊缝应按不小于50%比例进行PT（着色探伤）或MT（磁粉探伤）检查，焊缝质量应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

**4）**涂层质量应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

**4** 单片钢管片外形尺寸偏差应符合表4.5.3-1的规定。

**表4.5.3-1 钢管片外形尺寸允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） |
| 1 | 宽度 | ±0.3 |
| 2 | 弧弦长 | ±1.0 |
| 3 | 管片内半径 | ±1.0 |
| 4 | 管片外半径 | 0~+2.0 |
| 5 | 管片厚度 | -1.0~+3.0 |
| 6 | 螺栓孔位及直径 | ±1.0 |
| 7 | 环面间平行度 | 0.5 |
| 8 | 环面与端面、环面与内弧面的垂直度 | 1.0 |
| 9 | 端面、环面平整度 | 0.1~0.2 |

**5** 成环钢管片三环水平拼装应符合表4.5.3-2的规定。

**表4.5.3-2 钢管片三环水平拼装允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） |
| 1 | 环向缝间隙 | 1.0 |
| 2 | 纵向缝间隙 | 1.0 |
| 3 | 成环后内径 | ±2.0 |
| 4 | 成环后外径 | ±3.0 |
| 5 | 对应的环、纵向螺栓孔不同轴度 | ±1.0 |

### 4.6 管片预制安全及管理

4.6.1 管片生产单位应依法设置安全生产管理部门，配备安全生产管理人员，落实安全生产责任制，明确人员的安全生产职责。

4.6.2 管片生产单位应遵守安全生产法律法规、标准规范，并建立健全安全生产规章制度，且定期进行宣贯。

4.6.3 管片生产应建立安全生产应急管理制度和应急预案。

4.6.4 生产设备应符合国家法律、法规、标准等要求，应制定常规检查、维修保养计划，特种设备需报备且定期检测。

4.6.5 厂区内原材料装卸、储存、运输等，应做好安全防护措施，符合国家相关标准要求。

4.6.6 应建立混凝土分项工程、开模出模、成品吊装等作业安全制度，严禁人员在狭窄或封闭区间作业，杜绝落水、触电、坠落、重物击打等事故发生。

4.6.7 严禁厂内吊装作业起吊设备下人员靠近或停留。

4.6.8 管片生产单位应根据国家、行业或地方有关规定和要求，为作业人员配备劳动防护用品和装备。

4.6.9 管片生产单位应做好安全生产管理，凡进入生产厂区，应穿戴安全帽及反光背心。

### 4.7 管片标志与出厂证明书

4.7.1 管片标志

1 管片标志包括永久标志和临时标志。

2 应在管片的内弧面标明永久标志，其内容包括生产厂标识、隧道形状、分类代号信息等。

3 临时标志

**1）**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。

**2）**内容应包括：线路或工程项目名称、生产厂家、埋深、管片标记、管片编号、生产日期、检验状态等。每一片管片应独立编号。

4.7.2 出厂证明书

凡经检验合格的产品，应按规定填写出厂证明书，其内容应包括：

1）制造厂厂名、商标、厂址、电话；

2）生产日期、出厂日期；

3）执行标准；

4）产品型号、规格；

5）混凝土抗压强度检验结果；

6）出厂检验项目检验结果；

7）制造厂技术检验部门签章。

## 5 管片拼装

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 管片选型应符合下列规定：

**1** 应根据设计要求，选择管片类型、排版方法、拼装方式及位置；

**2** 当在曲线地段或需纠偏时，管片类型和拼装位置的选择应根据隧道设计轴线与上一环管片姿态、盾构姿态、盾尾间隙、推进油缸行程差和铰接油缸行程差等参数综合确定。

**5.1.2**  管片应按便于拼装的顺序存放，存放场地基础条件应满足承载力要求。管片宜内弧面向上平放，高度不宜超过3层，管片存放还应满足本标准4.3.9节的规定。

**5.1.3** 宜配置远程监控系统实施项目信息化管理，在施工期间能够实时监控盾构姿态。

**5.1.4** 在小曲率半径盾构隧道等特殊条件下，宜采用BIM技术进行盾构掘进、管片拼装作业及规避工程施工风险；BIM技术的应用应符合现行国家标准《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235的规定。

5.1.5 在管片结构上采用后锚固安装方案应进行设计或编制专项施工方案，经批准后方可施。后锚固钻孔应避开管片钢筋，钻孔距管片接缝、螺栓孔、吊装孔的间距应满足设计和《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145等相关规范要求。

### 5.2 拼装前准备

**5.2.1**  应根据设计要求确定最优拼装方式，合理安排工序，编制拼装作业流程图和拼装纠偏方案。

**5.2.2** 管片进场后应再次对管片外观质量、几何尺寸等进行检查验收，其质量应符合本标准4.5.2、4.5.3的规定。

**5.2.3** 防水密封条、弹性密封垫和传力衬垫的规格、型号和尺寸应符合设计及规范要求，产品质保资料齐全，各项性能满足要求；粘贴前，首先应将管片槽内外清理干净，然后将防水密封条、弹性密封垫和传力衬垫粘贴牢固、平整、严密且位置正确，不得有起鼓、超长或缺口等现象。防水密封条尺寸允许偏差应符合表5.2.3的规定。

**表5.2.3 防水密封条尺寸允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 允许偏差 | 附 注 |
| 1 | 长度 | 纵向：-5mm～＋8mm；  环向：-10mm～＋5mm |  |
| 2 | 高度 | ±0.5mm |  |
| 3 | 宽度 | ±1.0mm |  |
| 4 | 接头 | ±0.5mm | 相对高度 |

**5.2.4** 管片螺栓材质与最小抗拉强度应符合设计要求，管片螺栓及连接件防腐涂层的处理工艺与涂层厚度应符合设计文件要求。

**5.2.5** 注浆使用的原材料、浆液配合比应符合设计要求。

**5.2.6** 管片应在堆场完成弹性密封垫、传力衬垫和防水密封条的粘贴。管片连接件、配件和垫圈等材料应随管片一起运至盾构机工作面。管片防水密封条的粘贴应符合下列规定：

**1** 粘贴管片防水密封条前应将管片密封条槽清理干净；

**2** 粘贴后的防水密封条应牢固、平整、严密、位置正确，不得有起鼓、超长和缺口现象；

3 管片防水密封条粘贴完毕并达到粘贴时间要求后方可拼装；

**4** 管片拼装前应对粘贴的密封条进行检查，拼装时不得损坏密封条。

**5.2.7** 施工地面现场宜用龙门吊将管片卸到堆放区或盾构工作井内；区间隧道内用电机车运输到盾构机附近，再经管片吊装机吊运至管片拼装机工作范围内。

**5.2.8** 盾构组装调试完成后，应对盾构设备、反力系统、始发台、盾尾系统、加固体效果等进行全面检查与始发条件验收，验收通过才可实施凿除洞门。

### 5.3 拼装作业

5.3.1 管片拼装机应能满足拼装作业受力、安全、动作、行程、角度等方面的要求，管片拼装前应将上一环管片环面进行清理干净。

5.3.2 在拼装前，应再次核查管片是否满足设计和规范要求，检测内容包括：管片类型、外观质量、传力衬垫、防水密封条、吊装孔位置、吊装孔螺旋管、逆止阀、封堵盖和其它主要预埋件等质量或效果；同时，要求备齐管片接头所需的螺栓、螺母、垫圈、螺栓和弹性密封垫等附件材料，才能允许拼装；如不满足，则应更换管片和备齐附件材料。

**5.3.3** 在管片拼装过程中，应严格控制千斤顶的压力和行程，并保持盾构姿态和开挖面稳定。管片拼装中油压模式应采用低压模式。

**5.3.4** 应根据管片位置和拼装顺序，逐块依次拼装成环。管片拼装应按照管片位置和拼装顺序，分组有序地回缩单块拼装位置的液压缸，并及时复位。

管片拼装时，先安装拱底落底块管片，作为第一块定位管片，然后自下而上，左右交叉，对称依次拼装标准块和邻接块管片，最后纵向插入安装封顶块管片，封顶成环。封顶块管片插入前，应查验开口尺寸，符合尺寸要求，并对防水密封条进行润滑处理*。*封顶块拼装应先径向居中压入拼装位置，调准后再沿纵向缓慢插入；如遇阻碍应缓慢抽出后进行调整，严禁强行插入和上下大幅度调整，以免损坏或松动防水密封条。

**5.3.5** 管片连接螺栓紧固扭矩应符合设计要求。管片拼装完成，脱出盾尾后，应对管片螺栓及时复紧。安装紧固完成后的外露螺纹长度不宜小于3个螺距。

**5.3.6** 同一环内各点位的管片位置应正确，不得互换。

**5.3.7** 拼装管片时，应防止管片和防水密封条损坏。

**5.3.8** 在既有隧道结构内空推盾构和拼装管片时，应合理设置导台，导台基面预埋安装导向轨，导台结构的承载力满足盾构空推施工要求。还应采取措施控制管片拼装质量和壁后填充效果。

**5.3.9** 壁后注浆应保证管片背后充实密实，注浆压力、注浆量应符合设计要求。

**5.3.10** 在曲线段拼装时，按照排版图选用楔形管片，使各管片环向定位准确，隧道轴线符合设计要求。

**5.3.11** 当盾构进入特殊地段时，应采取防止管片上浮、偏移或错台的措施。

**1** 覆土厚度不大于盾构直径的浅覆土层地段

应严控掘进参数和盾构姿态，宜采取壁后注浆控制地层变形，应尽量避免对管片拼装影响，穿越河流、湖泊等浅覆土层应采取防止管片上浮措施；

**2** 小半径曲线地段

应严格控制超挖量，宜勤量测，采取壁后注浆避免管片变形，防止管片错台或开裂，提升拼装作业水平；

**3** 坡度大于30‰地段

应采取上坡、下坡盾构姿态调整对策，再进行管片拼装作业；

**4** 地下管线和地下障碍物地段

应查明类型、位置、走向和允许变形值等，制定专项施工方案，采取针对性控制措施，再进行管片拼装，防止拼装反力产生较大变形；

**5** 建（构）筑物地段

应评估拼装施工的影响，采取地表变形控制措施，勤量测，采取快凝早强注浆材料进行壁后注浆；

**6** 隧道净间距小于0.7倍盾构直径地段

应采取措施控制隧道相互作用影响，加强监测，控制盾构姿态后方可进行管片拼装，采取各项控制措施（如拼装中管片变形、接头螺栓变形和断裂、漏水、地表下沉量过大等）；

**7** 水域地段

应查明工程地质、水文条件、河床状况和驳岸状况，应配备足够的排水设备设施，查验盾构密封系统，壁后注浆应采取快凝早强注浆材料，制订控制措施和应急预案后进行管片拼装作业；

**8** 地质条件复杂地段、砂卵石地段和岩石地段

应建立措施防止坚硬砾岩、砂卵石、孤石等对管片产生过大变形损害；

**9** 岩溶地段

应避免注浆压力对管片的挤压，强化管片接缝的防水措施；

**10** 存在有害气体地段

应勤通风，勤监测，防止易燃易爆气体发生爆炸，以免对拼装作业产生危害或对管片结构产生损伤。

**5.3.12** 对已拼装成环的衬砌环应进行椭圆度抽査。

5.3.13 当在联络通道等特殊位置拼装管片时，应根据特殊管片的设置位置，预先调整盾构姿态和盾尾间隙，管片拼装应符合设计要求。

### 5.4 拼装质量控制

**5.4.1** 管片不得有内外贯穿裂缝、宽度大于0.2mm裂缝及混凝土剥落、缺棱掉角现象。

**5.4.2** 管片防水密封质量符合设计要求，不得缺损，粘贴应牢固、平整，防水垫圈不得遗漏。

**5.4.3** 螺栓质量与拧紧度符合设计和规范标准要求。

**5.4.4** 管片拼装过程中应对隧道轴线和高程进行控制，其允许偏差和检验方法应符合表5.4.4的规定。

**表5.4.4 隧道轴线和高程允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 | 检查频率 |
| 1 | 隧道轴线平面位置 | ±50 | 全站仪测中线 | 1点/环 |
| 2 | 隧道轴线高程 | ±50 | 水准仪测高程 | 1点/环 |

**5.4.5** 管片拼装允许偏差和检验方法应符合表5.4.5的规定。

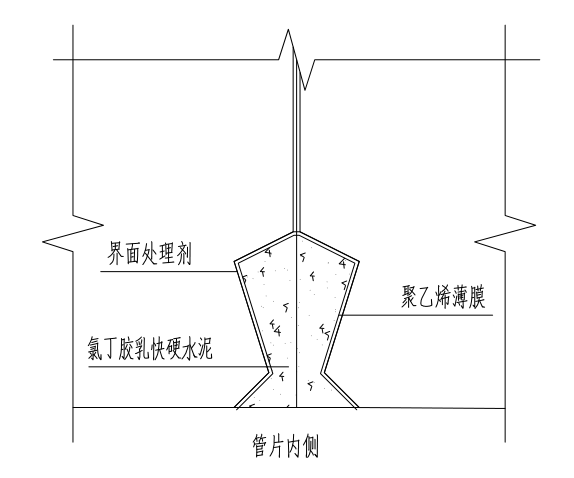
**表5.4.5 管片拼装允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 | 检查频率 |
| 1 | 衬砌环直径椭圆度 | 5‰D | 尺量和计算 | 每10环 |
| 2 | 相邻管片的径向错台 | ≤5 | 尺量 | 4点/环 |
| 3 | 相邻管片环面错台 | ≤6 | 尺量 | 4点/环 |
| 4 | 管片环缝及纵缝 | ≤2 | 塞尺量 | 4点/环 |

注：D指隧道的外直径，单位：mm。

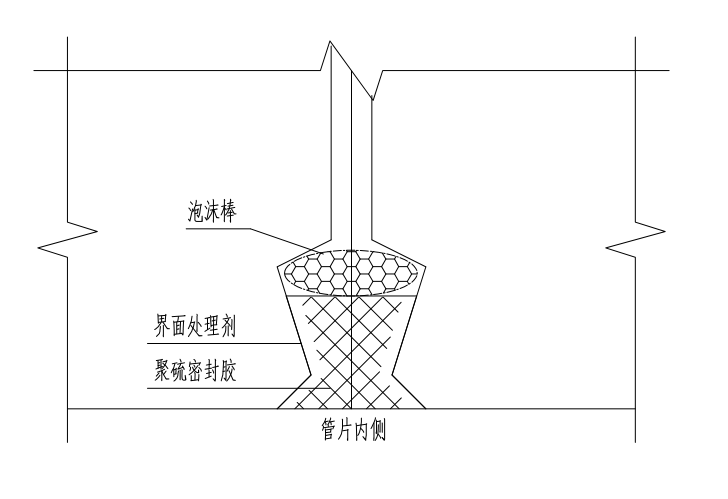
**5.4.6** 管片嵌缝范围、构造及防水性能应符合设计要求；当无设计要求时，可参考以下规定执行：

1 盾构隧道底以上90°范围内环纵缝宜采用氯丁胶乳快硬水泥嵌缝，嵌填前应采用界面处理剂涂刷嵌缝槽基面。氯丁胶乳PH值宜为3～5、比重不小于1.085、含固量不小于35%。嵌缝构造示意图详见图5.4.6-1。



**图5.4.6-1 氯丁胶水泥嵌缝构造示意图**

2 道床以上管片环纵缝以及变形缝的嵌缝应采用泡沫棒和聚硫密封胶，嵌填前应采用界面处理剂涂刷嵌缝槽基面，嵌缝构造示意图详见图5.4.6-2。

**

**图5.4.6-2 聚硫密封胶嵌缝构造示意图**

3 嵌缝槽内面不应有积水或杂物，对渗漏处应先进行堵漏处理，嵌缝槽槽口有严重缺损时应先进行修补。

4 胶乳在配入各种助剂后，其PH值应在10～12范围内。配置氯丁胶乳快硬水泥时，氯丁胶乳的掺量宜为水泥用量（重量）的10%~20%（以氯丁胶乳固形物计算）。快硬水泥抗压强度应达到10MPa（4小时之内）。

**5.4.7** 管片手孔的处理方案、封堵范围应符合设计要求。设计无要求时，应符合以下规定：

1 不封堵手孔的外露螺栓应采用二次喷锌防护，喷锌防护层厚度不小于120μm，含锌量不低于96％。喷锌前应进行表面净化处理，清除表面油脂和其他污物。对有锈蚀的螺栓应进行除锈处理，除锈等级不低于《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T 8923所要求的Sa21/2；喷锌施工环境温度宜为5～38℃，相对湿度不宜大于85%。

2 采用硫铝酸盐超早强（微膨胀）水泥封堵手孔时，应符合以下要求：

1. 硫铝酸盐超早强（微膨胀）水泥的性能指标应符合：比表面积不小于350㎡/kg，初凝时间不低于5min、终凝时间不大于30min，抗拉强度应达到4h以内10MPa、8h以内16MPa、24h以内30MPa，抗折强度应达到4h以内1.8MPa、8h以内2.6MPa、24h以内4.5MPa。2）可拌入适量的普通硅酸盐水泥以延长凝结时间，其配合比为硫铝酸盐超早强（微膨胀）水泥：普硅水泥=1：1。
2. 封堵前应对手孔内壁涂刷界面处理剂，其技术指标应符合表5.4.7的规定。

**表5.4.7 界面处理剂技术指标**

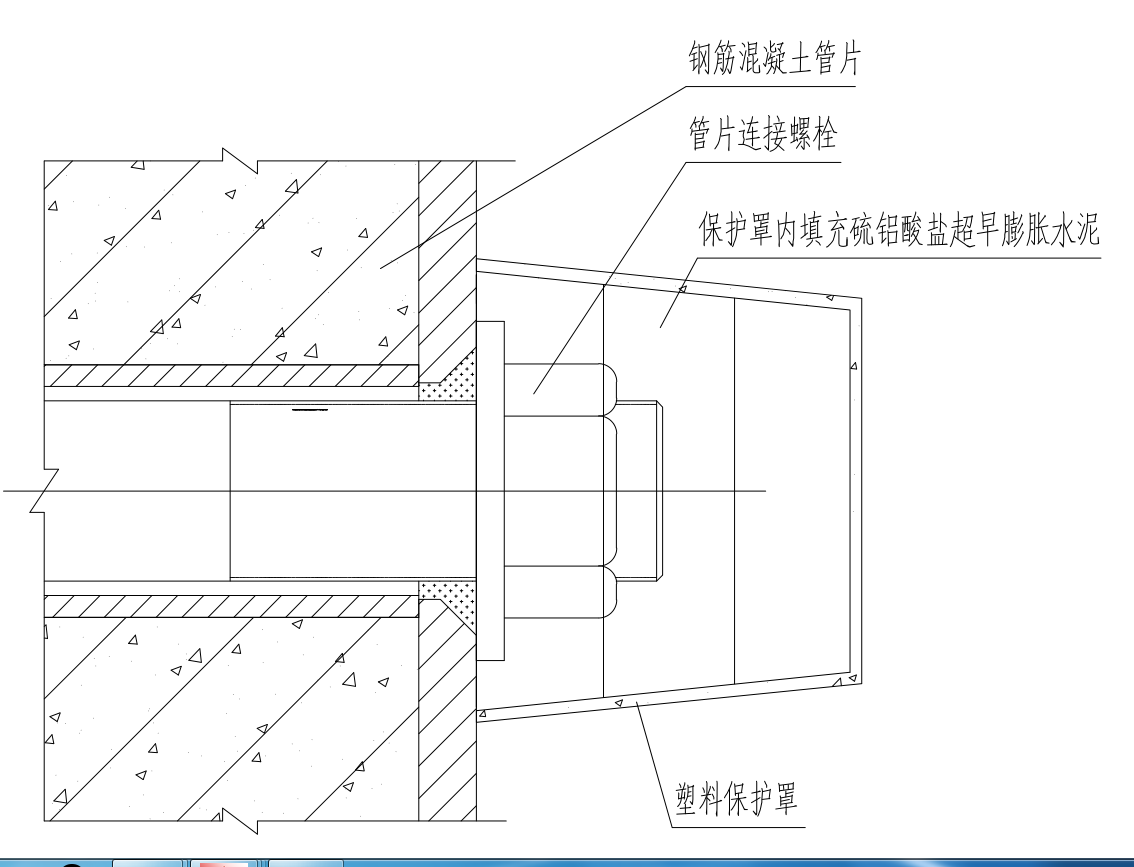
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 剪切粘结强度（MPa） | 7天 | | ≥1.0 |
| 14天 | | ≥1.5 |
| 拉伸粘结强度  （MPa） | 未处理 | 7天 | ≥0.4 |
| 14天 | ≥0.6 |
| 浸水处理 | | ≥0.5 |
| 热处理 | |
| 冻融循环处理 | |
| 碱处理 | |

3 采用塑料保护罩封堵手孔时，应采取防止保护罩及内部填充材料松动脱落的措施，并符合以下规定：

1）塑料保护罩的材质为低密度聚乙烯，其性能指标应符合：密度为0.91~1.2g/cm3，拉伸强度不低于16MPa，相对伸长率不低于90%，氧指数不小于23；

2）塑料保护罩内螺纹线间距为12mm，保护罩的厚度应均匀，厚度允差小于0.1mm；

3）采用硫铝酸盐超早强（微膨胀）水泥充填，塑料保护罩套于螺栓上，保护罩内螺纹线中间两段内壁面加工成不规则三角麻点，以加强硫铝酸盐超早强（微膨胀）水泥与保护罩的紧密咬合。保护罩封堵构造图详见图5.4.7。



**图5.4.7 塑料保护罩封堵构造图**

4 道床范围内的手孔应在道床混凝土浇筑时一起封堵。

**5.4.8** 管片拼装完毕，盾构隧道成型后，应符合下列规定：

**1** 表面应无贯穿性裂缝、无缺棱掉角，管片接缝应符合设计要求；

**2** 隧道防水应符合设计要求；

**3** 隧道结构严禁侵入建筑限界；

**4** 隧道允许偏差应符合表5.4.8的规定。

**表5.4.8 成型隧道管片允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 | 检查频率 | |
| 环数 | 点数 |
| 1 | 衬砌环直径椭圆度 | ±6‰D | 全站仪测量后计算 | 每10环 | 1次 |
| 2 | 相邻管片的径向错台 | ≤10 | 尺量 | 4点/环 |
| 3 | 相邻管片环面错台 | ≤15 | 尺量 | 4点/环 |
| 4 | 隧道轴线平面位置 | ±100 | 全站仪测中线 | / |
| 5 | 隧道轴线高程 | ±100 | 水准仪测高程 | / |
| 6 | 管片环缝及纵缝 | ≤2 | 塞尺量 | 4点/环 |

注：D指隧道的外直径，单位：mm。

### 5.5 管片修补

**5.5.1** 当已拼装完成的混凝土管片表面出现本标准4.5.2条中规定的一般缺陷时，应及时修补；出现严重缺陷时，应编制专项施工技术处理方案并经设计单位认可；必要时还应组织专家论证，通过后方可实施。

**5.5.2**  管片修补时，应分析管片破损原因及危害程度，制定修补方案；

**5.5.3**  管片修补材料应符合下列要求：

**1** 宜采用与原混凝土品种一致的水泥；

**2** 调整颜色的材料，应采用不低于42.5级的白水泥；

**3** 外掺料、胶液应有出厂检验证明，并在包装上有明显标识。

**4** 处理所用材料的抗拉强度和抗压强度均不低于管片设计强度，耐久性应满足隧道设计使用年限要求。

**5.5.4** 修补后的管片质量应符合设计要求，修补后质量验收应符合下列规定：

**1** 处理后的缺陷点应顺平、颜色与原混凝土基本一致，目测外观形状应无明显凹陷、变形等痕迹。

**2** 缺陷处理应进行批量检查验收。

### 5.6 管片拼装安全及管理

**5.6.1** 管片拼装单位应建立管片吊装、拼装作业的安全生产应急管理制度和应急预案。

**5.6.2** 管片吊装与拼装应专人指挥，严格遵守安全生产规章制度。

**5.6.3** 吊装前，应对钢丝绳、吊带等进行检查，发现破损或断丝及时进行更换，严禁在管片上堆放螺栓或轨道夹板等散件物品。

**5.6.4**  管片拼装作业人员需经过操作培训，严格执行国家、行业和省市现行的安全技术规程；特种作业人员应取得特种作业操作资格证书，并满足上岗作业要求后，方可上岗。

**5.6.5** 拼装设备应符合国家法律、法规和标准等要求，应制定常规检查和维修保养计划，特种设备需检验报备且定期检测。

**5.6.6** 举重臂拼装端头要拧紧到位，定期检查磨损情况；对内丝口损坏的管片，应采取可靠的措施方案并报备同意后方可使用。

**5.6.7** 吊装头与管片预埋孔不能有效的紧固连接时，应禁止使用。

**5.6.8** 管片在旋转上升前，宜用千斤顶将管片固定，以防止管片在旋转过程中晃动。

**5.6.9** 举重臂旋转时，严禁施工人员进入举重臂活动半径内下方；待在管片就位完毕后，举重臂方可复位，拼装作业人员方可作业；封顶块管片拼装就位未完毕时，严禁人员进入封顶块下方。

**5.6.10** 在进行紧固螺栓时，严禁移动管片安装机。

**5.6.11** 拼装管片时，作业人员应处在安全可靠的位置，严禁将手、脚放在环缝或千斤顶的顶部，以免受到意外的伤害。

## 6 质量验收

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 管片预制、拼装施工是盾构隧道子单位工程的2个分部工程，其质量验收应在施工单位自检基础上，按检验批、分项工程、分部工程的顺序进行，其分部、分项、检验批的划分应符合表6.1.1的规定。

**表6.1.1 管片预制、拼装施工的分项工程**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分部工程 | 分项工程 | 检验批 |
| 管片预制 | 管片钢筋加工 | 每天每台班不大于15环 |
| 管片钢筋安装 | 每天每台班不大于15环 |
| 管片模具 | 周转100次 |
| 管片成品 | 每天每台班不大于15环 |
| 钢管片 | 每15环 |
| 拼装施工 | 盾构掘进 | 每10环 |
| 管片拼装 | 每10环 |
| 成型隧道 | 每10环 |

**6.1.2** 管片预制、拼装施工分项工程（检验批）质量验收合格应符合下列规定：

**1** 主控项目的质量经抽样检验合格；

**2** 一般项目中的实测（允许偏差）项目抽样检验的合格率应达到95%及以上，且超差点的最大偏差值应在允许偏差值的1.5倍范围内并不得有严重缺陷；

**3** 主要工程材料的进场验收和复验合格，试块、试件检验合格；

**4** 主要工程材料的质量保证资料以及相关试验检测资料齐全、正确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

**6.1.3** 管片预制、拼装施工分部（子分部）工程质量验收合格应符合下列规定：

**1** 分部（子分部）工程所含全部分项工程的质量合格；

**2** 质量控制资料应完整；

**3** 分部（子分部）工程中，混凝土强度、混凝土抗渗、位置及高程等的检验和抽样检测结果应符合本标准的有关规定，管片水平拼装、检漏、抗弯、抗拔等性能试验应满足要求；

**4** 外观质量验收应符合要求。

**6.1.4** 管片预制、拼装施工质量验收不合格时，应按下列规定处理：

**1** 经返工返修或更换材料、构件、设备等的分项工程，应重新进行验收；

**2** 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的分项工程，应予以验收；

**3** 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求、但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能要求的分项工程，可予以验收；

**4** 经返修或加固处理的分项工程、分部（子分部）工程，改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

**6.1.5** 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全和使用功能要求的分部（子分部）工程，严禁验收。

### 6.2 混凝土管片预制

#### 6.2.1 管片模具

**Ⅰ 主控项目**

**1** 模具应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性，并应满足管片尺寸和形状等质量要求；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**2** 槽式预埋件、吊装孔等预埋件的位置、固定方式应符合要求；

检查数量：全数；

检查方法：观察，尺量。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 管片模具的精度及检验应符合本标准4.3.2条和相关规范的规定；

检查数量：全数检查；

检查方法：尺量。

**2** 管片模具的清理、保养及脱模剂的涂刷应符合要求；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察。

**3** 槽式预埋件与模具不接触，钢筋保护层厚度允许偏差应符合本标准表4.3.3-2的规定；

检查数量：按日生产量的3%进行抽检，每日抽检不少于3件，且每件检验4点；

检查方法：观察，尺量。

#### 6.2.2 管片钢筋加工

**Ⅰ 主控项目**

**1** 进场钢筋原材料的力学性能检验应符合本标准4.3.1条和有关标准的规定；

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定；

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**2** 受力钢筋的弯钩和弯折应符合设计和有关标准的规定。

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件；

检查方法：尺量。

**3** 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应做弯钩，弯钩形式符合设计要求。当设计无要求时，应符合本标准4.3.3条的规定；

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班抽查不应少于3件；

检查方法：尺量。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 进场钢筋原材料的外观质量应符合本标准4.3.1条的规定；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察。

**2** 钢筋调直应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定；

检查数量：同一设备加工的同一牌号、同一规格的调直钢筋，重量不大于30t为一批，每批见证抽取3个试件；

检查方法：检查抽样检验报告。

**3** 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合本标准表4.3.3-1的规定；

检查数量：同一设备加工的同一类型钢筋，每工作班每生产15环抽查不应少于5件；

检查方法：尺量。

#### 6.2.3 管片钢筋安装

**Ⅰ 主控项目**

**1** 钢筋骨架安装时，受力钢筋品种、级别、规格和数量应符合设计要求；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，尺量。

**2** 钢筋骨架的焊接应符合本标准4.3.3条的规定和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的相关规定；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 钢筋骨架安装偏差应符合本标准表4.3.3-2的规定；

检查数量：按日生产量的3%进行抽检，每日抽检不少于3件，且每件检验4点；

检查方法：尺量。

**2** 环、纵向螺栓孔和中心吊装孔通畅、内圆面平整；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察。

#### 6.2.4 管片成品

**Ⅰ 主控项目**

**1** 管片混凝土配合比设计、原材料的进场验收应符合有关标准的规定；

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定；

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**2** 混凝土的耐久性应符合设计要求；

检查数量：按混凝土原材料进场批次；

检查方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**3** 管片混凝土的强度、抗渗等级应符合设计要求；

检查数量：按生产批次；

检查方法：检查施工记录及混凝土强度、抗渗试验报告。

**4** 混凝土强度、钢筋保护层厚度实体检测结果应符合设计要求；

检查数量：按生产批次；

检查方法：检查实体检测报告。

**5** 管片混凝土外观质量不应有本标准表4.5.2-3所列的严重缺陷。

对已经出现的严重缺陷，应有管片预制单位提出技术处理方案，并经设计、监理单位认可后进行处理；对经处理的部分应重新验收。

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，检查处理记录。

**6** 管片成品按应设计和规范要求进行检漏测试验和水平拼装检验，检测结果应符合要求；

检查数量：按生产批次；

检查方法：检查检漏试验报告和水平拼装检验记录。

**7** 管片抗弯、抗拔性能应符合设计要求；

检查数量：按生产批次；

检查方法：检查抗弯、抗拔性能检测报告。

**8** 管片预埋件的现场拉拔力试验应符合要求；

检查数量：按出厂批次；

检查方法：检查现场拉拔力试验检测报告。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 管片混凝土的外观质量不应有本标准表4.5.2-3所列的一般缺陷。

对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，检查处理记录。

**2** 管片几何尺寸允许偏差应符合本标准表4.5.2-4的规定；

检查数量：每生产15环管片抽检1环；

检查方法：尺量。

**3** 应在管片内弧面角部和端侧面标记管片型号与编号、模具编号、生产日期和商场单位名称；

检查数量：每生产15环管片抽检1环；

检查方法：观察。

### 6.3 钢管片预制

**Ⅰ 主控项目**

**1** 钢管片的的材质、拼接应符合本标准4.4.1条和有关标准的规定；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**2** 钢管片外观质量不应有严重缺陷；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，检查处理记录。

**3** 钢管片的水平拼装允许偏差应符合本标准表4.5.3-2的规定；

检查数量：每生产200环管片应进行水平拼装检验1次；

检查方法：尺量，塞尺塞缝。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 管片混凝土的外观质量不应有一般缺陷；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，检查处理记录。

**2** 钢管片几何尺寸允许偏差应符合本标准表4.5.3-1的规定；

检查数量：每生产15环管片抽检1环；

检查方法：尺量。

**3** 钢管片的标识应符合本标准4.7节的要求；

检查数量：每生产15环管片抽检1环；

检查方法：观察。

### 6.4 管片拼装

#### 6.4.1 盾构掘进

**Ⅰ 主控项目**

**1** 盾构掘进应保证正面土体稳定，正确编组千斤顶；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**2** 掘进速度应与地表控制的隆陷值、进出土量、正面土压平衡调整值及同步注浆等相协调；

检查数量：全数检查；

检查方法：检查盾构机数据。

**3** 盾构掘进过程中，隧道中线和高程允许偏差应符合表5.4.4的规定；

检查数量：每环检查1个点；

检查方法：全站仪、水准仪。

**4** 注浆浆液应根据实际情况选择，其配合比、性能及注浆压力应试验确定，并满足设计要求；

检查数量：全数检查；

检查方法：检查原材料质量证明文件、配合比报告、施工记录。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 盾构掘进应做好施工记录，监控体系健全；

检查数量：全数；

检查方法：检查盾构掘进记录、监控体系资料。

**2** 注浆前应对注浆孔、注浆管路和设备进行检查并将盾尾封堵严密。注浆压力应符合设计要求，完工后及时将管路、设备清洗干净；

检查数量：全数；

检查方法：检查设备维修养护记录。

**3** 注浆时壁后空隙应全部充填密实，注浆量应控制在130%～180%。注浆流程应符合施工规范的规定；

检查数量：全数；

检查方法：检查壁后注浆记录。

#### 6.4.2 管片拼装

**Ⅰ 主控项目**

**1** 管片拼装中，应保持盾构稳定状态，防止盾构后退和已砌管片受损；管片无内外贯穿裂缝，无大于0.2mm的推顶裂缝及混凝土剥落现象；

检查数量：全数；

检查方法：检查盾构机姿态，观察。

2 管片密封条材质、性能参数应符合设计要求；

检查数量：同品种、同规格的300 环橡胶密封条为一批，从每批中随机抽取3 环进行规格尺寸、外观质量的检验，从检验合格的样品中再任一抽取一框进行物理性能的检验。施工单位需按成品送检。

检查方法：观察、量测、检查产品出厂合格证、质量检验报告。

**3** 管片拼装顺序应严格符合设计和规范要求，控制管片环面平整度和封口尺寸；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**4** 管片防水密封质量应符合设计要求，不得缺损，粘结应牢固、平整；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**5** 管片螺栓产品质量应符合设计要求和相关标准的规定；

检查数量：同批次生产出厂的产品应按1个检验批，不应超过200环管片的螺栓安装总套数。每检验批抽检1组，每组3套；

检查方法：检查产品出厂合格证、质量检验报告，以及螺栓抗拉强度和防腐涂层厚度等产品性能检测报告。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 管片防水密封条粘贴前应将密封槽清理干净，粘贴后的防水密封条应牢固、平整和严密、位置应正确，不得有起鼓、超长和缺口现象；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**2** 螺栓孔橡胶密封圈安装应符合设计要求，不应遗漏，不得外露。

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**3** 管片螺栓及连接件安装数量、拧紧度应符合设计要求，安装紧固完成后的外露螺纹长度不宜小于2个螺距；

检查数量：逐环检查；

检查方法：观察，力矩扳手检查。

**4** 管片拼装允许偏差应符合本标准表5.4.5的规定；

检查数量：椭圆度每10环检查1次，错台逐环检查、每环4个点；

检查方法：断面仪、全站仪测量，尺量。

#### 6.4.3 成型隧道

**Ⅰ 主控项目**

**1** 隧道防水质量应符合设计文件要求，渗水情况应符合设计文件要求的防水等级要求；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，尺量。

**2** 隧道管片结构表面无贯穿性裂缝、无缺棱掉角，管片接缝应符合设计文件要求；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察，仪器检查。

**3** 管片结构不应侵入建筑限界；

检查数量：每5环检查1个断面；

检查方法：全站仪、水准仪、隧道断面仪测量。

**4** 隧道轴线平面位置和高程允许偏差应符合本标准表6.4.3的规定；

检查数量：每10环检查1个断面；

检查方法：全站仪、水准仪、经纬仪测量。

**5** 预制构件拼缝处防水材料应符合设计要求，并具有合格证及检测报告。必须提供防水密封材料进场复试报告。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录和检验报告。

**6** 密封胶应打注饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和深度符合要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查、尺量。

**Ⅱ 一般项目**

**1** 隧道椭圆度、错台允许偏差应符合本标准表5.4.8的规定；

检查数量：每10环检查1个断面；

检查方法：全站仪、水准仪、经纬仪测量。

**2** 隧道管片表面无污渍、无明显色差，螺栓孔封堵、闷盖安装符合设计要求；

检查数量：全数；

检查方法：观察。

**3** 密封胶缝应横平竖直、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

**4** 嵌缝材料嵌填应密实、连续、饱满，表面平整，密贴牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查

**5** 手孔封堵及防腐处理应符合设计要求。外露螺栓喷锌层厚度均匀无遗漏，水泥封堵密实、牢固、无缺棱掉角，保护罩安装稳固、不得松动或脱落。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查

## 附录A 试验检测方法

### 附录A.1 混凝土管片外观质量检测

**A.1.1 检测方法**

1 裂缝

1）目测管片表面有无可见裂缝，对发现的裂缝进行编号；

2）依据贯穿裂缝、非贯穿干缩裂缝、拼接面裂缝的特征对裂缝进行分类；

3）用读数显微镜或裂缝宽度检测仪测量裂缝的最大宽度，精确至0.01mm；

4）用钢直尺或钢卷尺测量裂缝的长度，精确至1mm；

5）记录所检管片的裂缝数量，每条裂缝的最大宽度和长度。

2 露筋

1）目测管片表面有无露筋和锈斑，对发现的露筋进行编号；

2）用钢直尺或钢卷尺测量露筋的长度，精确至1mm；

3）记录外露钢筋的根数和每条露筋的长度。

3 孔洞

1）目测管片表面有无孔洞，对发现的孔洞进行编号；

2）用钢直尺或钢卷尺测量孔洞的最大直径，精确至1mm；

3）用钢直尺或深度游标卡尺测量孔洞的最大深度，钢直尺沿着管片的纵向轴线紧贴在管片表面，用深度游标卡尺测量孔洞底部至管片表面的最大距离，精确至1mm；

4）记录孔洞的数量，每个孔洞的最大孔径和最大深度。

4 疏松、夹渣

1）目测管片表面是否有疏松、夹渣；

2）记录疏松、夹渣的数量。

5 麻面、粘皮

1）目测管片表面有无麻面、粘皮；

2）用钢直尺或钢卷尺测量麻面、粘皮的尺寸并计算面积；

3）用钢直尺和深度游标卡尺测量麻面、粘皮的最大深度；

4）记录麻面、粘皮的数量及其相应的面积和最大深度。

5）麻面、粘皮面积的估算可按《盾构隧道管片质量检测技术标准》 CJJ/T 164中附录B的方法计算。

6 蜂窝

1）目测管片表面有无蜂窝；

2）用钢直尺和20号铁丝测量蜂窝的深度、尺寸，计算其面积；

3）记录蜂窝的数量及其相应的面积和最大深度。

4）蜂窝面积的估算可按《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164中附录B的方法计算。

7 缺棱掉角、飞边检测应符合下列要求：

1）目测管片是否有缺棱掉角、飞边；

2）用钢直尺或钢卷尺测量缺棱掉角、飞边的尺寸；

3）记录缺棱掉角、飞边的数量和尺寸。

8 环、纵向螺栓孔

1）管片沿环、纵向拼接，用螺栓穿孔进行试验，检查螺栓是否能顺利通过；

2）记录螺栓孔是否畅通、内圆面是否平整及有无塌孔。

**A.1.2 合格判定标准**

1 单项检测项目所有检查点全部合格为外观质量单项合格。

2 所有检测项目中，无严重缺陷且一般缺陷不超过2项，则判定该检验批外观质量合格，否则判定为不合格。

### 附录A.2 混凝土管片三环拼装试验

**A.2.1 检测方法**

1 成环后内径检测应符合下列要求：

1）测点位置：在同一水平测量断面上选择间隔约45°的四个方向直径，见图A.2.1；



图A.2.1 直径环向测点位置示意图

2）用钢卷尺在所选的四个方向测量管片内径，精确至1mm。

2 环、纵向缝间隙检测应符合下列要求：

1）用目测观察管片拼接处，选择较不贴合的接缝；

2）用塞尺塞进成环管片的缝隙，每环与环、块与块测定一个最大值，精确至0.1mm。

**A.2.2 合格判定标准**

1 单项检测项目的超差点不超过检查点的20%为该单项合格。

2 全部检测项目合格，判定水平拼装性能合格。

3 任意一项检测项目不合格，判定水平拼装性能不合格。

1）目测管片表面有无可见裂缝，对发现的裂缝进行编号；

2）依据贯穿裂缝、非贯穿干缩裂缝、拼接面裂缝的特征对裂缝进行分类；

3）用读数显微镜或裂缝宽度检测仪测量裂缝的最大宽度，精确至0.01mm；

4）用钢直尺或钢卷尺测量裂缝的长度，精确至1mm；

5）记录所检管片的裂缝数量，每条裂缝的最大宽度和长度。

### 附录A.3 混凝土管片检漏试验

**A.3.1 试验仪器设备**

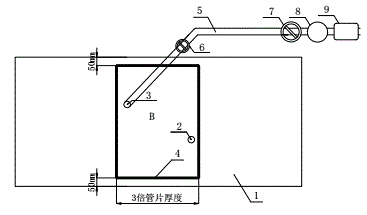
**1 检漏试验架**

**1**）抗渗试验台应采用刚性支座，横压件、紧固螺杆及检验架钢板应有足够的刚度。密封面与管片应能紧密接触，结合处应采用橡胶密封垫密封，进水口分布在承水压面的中心线上。检漏装置如图A-1.1示。

说明：1-横压件；2-紧固螺杆；3-螺母；4-管片；5-检验架钢板；6-刚性支座；7-泄压排水孔；8-加压进水孔；9-橡胶密封垫。

A-1. 1 检漏装置示意图

**2**）抗渗试验台与管片外弧面的密封区设置在管片外弧面中部，管片环向密封垫长度取不小于3倍管片厚度，且距管片边缘的距离为50mm，密封区应布置进水口和出水口。密封试验区布置见图A-1. 2。



说明：1-抗渗试验台；2-泄压排水孔；3-加压进水孔；4-密封橡胶垫；5-进水管；6-阀门；7-总阀门；8-压力表；9-加压泵。

图A-1.2 管片受检区域示意图

**2 仪器**

试验用仪器其技术要求见表A-1，压力表应按规定期限进行检定。

表A-1 检漏试验仪器技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | 技术指标 | | |
| 量程 | 分度值 | 精度 |
| 压力表 | 2.5MPa | 0.05MPa | 1.6级 |
| 电子秒表 | ＞2h | ≤1s |  |
| 加压泵 | 能保证均匀加压 | | |

**A.3.2 试验方法**

**1** 将管片平稳安放在试验架上，检查密封橡胶垫是否紧贴在管片外弧面上，密封橡胶垫距管片边缘的距离为50mm；

**2** 为防止紧固横杆时损坏管片，试验时在管片内弧面轴线上垫上三条橡胶条，中间一条，两边沿各一条；

**3** 在管片内弧面宽度方向压上紧固横杆，用螺栓与下支承座上的紧固横杆连接，从中间开始向两边收紧；

**4** 打开放气阀门，然后接通进水阀，注入自来水，当排气孔中排出水后，关闭排气阀，启动加压泵，按0.005MPa/min的加压速度，加压到0.2MPa，恒压10min，检查管片是否有渗漏水现象，观察侧面渗透高度，做好记录；

**5** 继续加压到0.4MPa、0.6MPa……，每级恒压时间10min，直至加压到设计抗渗压力，恒压2h。检查管片是否有渗漏水现象，观察侧面渗透高度，做好记录。

**A.3.3 合格判定标准**

**1** 在设计检漏试验压力的条件下，恒压2h，不得出现漏水现象，渗水深度不超过50mm。则判定该批产品的检漏试验合格；

**2** 若第一块不合格，复检的2块均符合标准要求，同样判定该批产品的检漏试验合格。

### 附录A.4 混凝土抗弯性能试验

**A.4.1 试验仪器设备**

**1 试验反力架**

用于固定试件的反力试验架最大承载能力应满足试验要求。试验装置示意图见图A-2.1，挠度和水平位移测试点示意图见图A-2.2。



说明：1-加压反力架；2-移动小车；3-液压千斤顶；4-载荷分配梁；5-加压棒；6-橡胶垫；7-管片，D1～D7位移测点。

图A-2.1 抗弯性能试验装置示意图



说明：D1、D2、D3、D5和D7测管片的竖向位移，D4和D6测管片的水平位移。

图A-2.2 抗弯性能试验位移测试点示意图

**2 仪器**

试验用仪器，应按规定期限进行检定，其技术要求指标见表A-2.1。

表A-2.1 试验仪器技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | 单位 | 技术指标 | | |
| 量程 | 分度值 | 精度 |
| 荷载测试仪 | KN | 500 | 0.1 | 1级 |
| 读数显微镜 | mm | 10 | 0.01 | 0.01 |
| 百分表 | Mm | 30 | 0.01 | 1级 |
| 电子秒表 | S | ＞2h | 1s | 1级 |
| 加压千斤顶 | KN | 500KN能保证连续加压 | | |

**A.4.2 试验方法**

**1** 将管片平稳安放在试验架上，在加载点上垫上厚度不小于20mm的橡胶垫；

**2** 采用千斤顶分配梁系统加荷，加荷点标距900mm或设计确定。加压棒长度应覆盖管片全宽度，支承管片两端的小车可沿地面轨道滚动；

**3** 荷载分级和持续时间：

管片抗弯性能检验采用分级加载方式：先按设计荷载的20%级差加荷至设计荷载的80%，再按设计荷载的10%级差加荷至设计荷载的90%，继续按设计荷载的5%级差加荷至设计荷载，每级保持加荷荷载时间5min，加荷至设计荷载值时应持荷30min。加荷过程中每一级持荷结束后均应记录每级荷载值下的中心点和加荷点击水平位置等各测点位移，记录裂缝开展情况和最大裂缝宽度。加荷至设计荷载持荷结束后可以卸载，终止检验。如需继续检验，则按设计荷载的5%级差加荷，每级保持加荷荷载时间5min，直至破坏。

**4** 裂缝荷载：裂缝宽度为0.20mm时的荷载值。

**5** 破坏荷载：当加荷至测试仪显示数据不再上升时，以此级荷载值为最终破坏荷载，并记录最大裂缝宽度。

**6** 试验记录及位移变量计算：

1）记录每一级加荷后的位移变量，并按下列计算：

中心位移点=D1-（D5+D7）/2

载荷点位移=（D2+D3）/2-（D5+D7）/2

水平点位移=（D4+D6）/2

2）根据位移变量绘制各中心点、荷载点、水平点变量与荷载的关系曲线图；

3）记录在不同荷载情况下裂缝出现的位置和裂缝宽度。

**7** 当出现下列情况，检验失效，应重新检验，以重新检验结果为准：位移变量曲线出现异常突变；管片在加载点处出现局部破坏。

**A.4.3 合格判定标准**

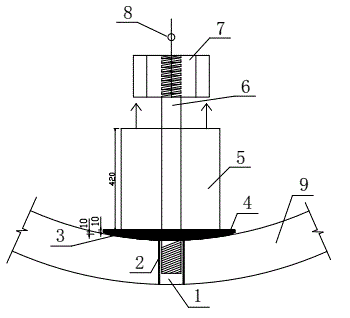
当加荷达到设计荷载时，受检管片裂缝宽度不大于0.20mm，则判定管片抗弯性能符合设计要求。

### 附录A.5 混凝土管片抗拔性能试验

**A5.1 试验仪器设备**

**1 试验反力架**

管片采用穿心式张拉千斤顶进行吊装孔的预埋件抗拔性能试验，用于固定试件的反力试验架的最大承载能力应满足试验要求。试验装置示意图见图A-3.1。



说明：1-管片预埋吊装孔；2-预埋受力构件；3-橡胶片；4-钢板；5-穿心式千斤顶；6-螺杆；7-螺帽；8-百分表；9-管片

图A-3.1 抗拔性能试验装置示意图

**2 仪器**

试验用仪器，应按规定期限进行检定，其技术要求指标见表A-3.1。

表A-3.1 试验仪器技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | 单位 | 技术指标 | | |
| 量程 | 分度值 | 精度 |
| 测力传感器 | KN | 500 | 0.1 | 1级 |
| 读数显微镜 | mm | 10 | 0.01 | 0.01 |
| 百分表 | mm | 30 | 0.01 | 1级 |
| 电子秒表 | S | ＞2h | 0.01 | 1级 |
| 加压千斤顶 | KN | 500KN能保证连续加压 | | |

**A5.2 试验方法**

**1** 现将螺栓旋入管片吊装孔螺栓管内，检查连接后螺栓的旋入深度及垂直度应符合设计要求；

**2** 将橡胶垫片及支承钢板套进螺杆，然后安装穿心式千斤顶，使管片、螺栓、千斤顶连接成一整体；

**3**  安装测力传感器，开始加载测试；

**4**  管片抗拔性能检验采用分级加载方式：先按设计荷载的20%级差加荷至设计荷载的80%，再按设计荷载的10%级差加荷至设计荷载的90%，继续按设计荷载的5%级差加荷至设计荷载，每级保持加荷荷载时间5min，加荷至设计荷载值时应持荷30 min。加荷过程中每一级持荷结束后均应记录每级荷载值下的吊装孔螺栓的位移量，记录裂缝开展情况和最大裂缝宽度。加荷至设计荷载持荷结束后可以卸载，终止检验。如需继续检验，则按设计荷载的5%级差加荷，每级保持加荷荷载时间5min；直至破坏；

**5** 最大抗拔力：当位移突然增大传感器读数不再增加，螺栓周围混凝土破坏时的荷载即为最大抗拔力。

**A.5.3 合格判定标准**

当试验荷载达到设计荷载，管片未出现裂缝，测力传感器读数没有突然增大，管片预埋受力构件位移未发生突变，则判定管片抗拔性能符合设计要求。

## 附录B 检验批验收记录表

### 表B.1 管片钢筋加工检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | | 分项工程名称 | | | |  | | | | | | 骨架编号 | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | | | 项目经理 | | | |  | | | | | | 专业工长 | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | | | 分包项目经理 | | | |  | | | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 进场钢筋原材料的力学性能检验应符合本标准4.3.6条和有关标准的规定； | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |  |
| 2 | 受力钢筋的弯钩和弯折应符合设计和有关标准的规定。 | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| 3 | 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应做弯钩，弯钩形式符合设计要求。当设计无要求时，应符合本标准4.4.1.5条的规定； | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 进场钢筋原材料的外观质量应符合本标准4.3.6条的规定； | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |  |
| 2 | 钢筋调直应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定； | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| 3 | 钢筋加工形状、尺寸应符合设计要求，允许偏差(mm) | | 主筋和构造筋剪切 | | ±10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 主筋折弯点位置 | | ±10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 篐筋内净尺寸 | | ±5 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  验收结论 | | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | |

### 表B.2 管片钢筋安装检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | | | 分项工程名称 | | | |  | | | | | | 骨架编号 | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | | | | 项目经理 | | | |  | | | | | | 专业工长 | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299)、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | | | | 分包项目经理 | | | |  | | | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | | | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 钢筋骨架安装时，受力钢筋品种、级别、规格和数量应符合设计要求； | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |  |
| 2 | 钢筋骨架的焊接应符合本标准4.4.2条的规定和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的相关规定； | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 环、纵向螺栓孔和中心吊装孔通畅、内圆面平整 | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| 2 | 钢筋骨架安装位置允许偏差(mm) | | 受力主筋 | | 间距 | ±5 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 层距 | ±5 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 骨架 | | 长 | +5，-10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 宽 | +5，-10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 高 | +5，-10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 篐筋间距 | | | ±10 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 分布筋间距 | | | ±5 | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  验收结论 | | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### 表B.3 管片模具检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | 分项工程名称 |  | | | | 骨架编号 | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | | 项目经理 |  | | | | 专业工长 | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299)、预制混凝土衬砌管片（GB/T22082） | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | | 分包项目经理 |  | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 模具应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和良好的密封性，并应满足管片尺寸和形状等质量要求； | | | | | |  | | | | | | |  |
| 2 | 槽式预埋件、吊装孔等预埋件的位置、固定方式应符合要求； | | | | | |  | | | | | | |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 管片模具的精度及检验应符合本标准4.6.2条和相关规范的规定； | | | | | |  | | | | | | |
| 2 | 管片模具的清理、保养及脱模剂的涂刷应符合要求； | | | | | |  | | | | | | |
| 3 | 钢筋骨架受力主筋保护层厚度允许偏差(mm) | | | +5，-3 | | |  |  |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  验收结论 | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | |

### 表B.4 管片成品检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | | 分项工程名称 | | | |  | | | | | 管片编号 | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | | | 项目经理 | | | |  | | | | | 专业工长 | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299)、铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定 （铁建设[2005]157号）、预制混凝土衬砌管片（GB/T22082） | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | | | 分包项目经理 | | | |  | | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 管片混凝土配合比设计、原材料的进场验收应符合有关标准的规定； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 混凝土的耐久性应符合设计要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 3 | 管片混凝土的强度、抗渗等级应符合设计要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 4 | 混凝土强度、钢筋保护层厚度实体检测结果应符合设计要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 5 | 管片混凝土外观质量不应有本标准表4.10.3所列的严重缺陷。对已经出现的严重缺陷，应有管片预制单位提出技术处理方案，并经设计、监理单位认可后进行处理；对经处理的部分应重新验收。 | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 6 | 管片成品按应设计和规范要求进行检漏测试验和水平拼装检验，检测结果应符合要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | 7 | 管片抗弯、抗拔性能应符合设计要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
|  | 8 | 管片预埋件的现场拉拔力试验应符合要求； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 管片混凝土的外观质量不应有本标准表4.10.3所列的一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 应在管片内弧面角部和端侧面标记管片型号与编号、模具编号、生产日期和商场单位名称； | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 2 | 管片尺寸允许偏差(mm) | | 管片宽度 | | ±1 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 管片弦长 | | ±1 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 管片厚度 | | +3，-1 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  验收结论 | | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | |

### 表B.5 钢管片预制检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | | |  | | | | | 分项工程名称 | | | |  | | | | | 管片编号 | | | |  |
| 施工单位 | | | |  | | | | | 项目经理 | | | |  | | | | | 专业工长 | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299)、铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定 （铁建设[2005]157号）、预制混凝土衬砌管片（GB/T22082） | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | | |  | | | | | 分包项目经理 | | | |  | | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 钢管片的的材质、拼接应符合本标准5.3.2条和有关标准的规定； | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 钢管片外观质量不应有严重缺陷； | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 3 | 钢管片三环水平拼装允许偏差(mm) | | | 环向缝间隙 | | 1.0 | | |  | | | | | | | | | | | |
| 纵向缝间隙 | | 1.0 | | |  | | | | | | | | | | | |
| 成环后内径 | | ±2.0 | | |  | | | | | | | | | | | |
| 成环后外径 | | ±3.0 | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | 对应的环、纵向螺栓孔不同轴度 | | ±1.0 | | |  | | | | | | | | | | | |  |
|  | 环向缝间隙 | | 1.0 | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 管片混凝土的外观质量不应有一般缺陷； | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 钢管片的标识应符合本标准5.5节的要求； | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 2 | 钢管片外形尺寸允许偏差(mm) | 宽度 | | | | | ±0.3 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 弧弦长 | | | | | ±1.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 管片内半径 | | | | | ±1.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 管片外半径 | | | | | 0~+2.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 管片厚度 | | | | | -1.0~+3.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 螺栓孔位及直径 | | | | | ±1.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 环面间平行度 | | | | | 0.5 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 环面与端面、环面与内弧面的垂直度 | | | | | 1.0 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 端面、环面平整度 | | | | | 0.1~0.2 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 宽度 | | | | | ±0.3 | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位  验收结论 | | | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | |

### 表B.7 管片拼装检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | 分项工程名称 | | |  | | | | | 验收部位 | | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | 项目经理 | | |  | | | | | 专业工长 | | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | 分包项目经理 | | |  | | | | | 施工班组长 | | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | 监理单位检查评定记录 | | | | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 管片拼装中，应保持盾构稳定状态，防止盾构后退和已砌管片受损；管片无内外贯穿裂缝，无大于0.2mm的推顶裂缝及混凝土剥落现象； | | | | |  | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 管片拼装顺序应严格符合设计和规范要求，控制管片环面平整度和封口尺寸； | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 3 | 管片防水密封质量应符合设计要求，不得缺损，粘结应牢固、平整； | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 4 | 管片螺栓产品质量应符合设计要求和相关标准的规定； | | | | |  | | | | | | | | | | |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 管片防水密封条粘贴前应将密封槽清理干净，粘贴后的防水密封条应牢固、平整和严密、位置应正确，不得有起鼓、超长和缺口现象； | | | | |  | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 螺栓孔橡胶密封圈安装应符合设计要求，不应遗漏，且不得外露。 | | | | |  | | | | | | | | | | |  |
| 3 | 管片螺栓及连接件安装数量、拧紧度应符合设计要求，安装紧固完成后的外露螺纹长度不宜小于2个螺距； | | | | |  | | | | | | | | | | |  |
| 4 | 管片拼装允许偏差值（mm） | | 隧道圆环平面位置 | | ±50 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 隧道圆环高程 | | ±50 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 相邻管片的径向错台 | | 5 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 相邻环片环面错台 | | 6 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | | 专业监理工程师：  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | |

### 表B.8 成型隧道检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | | 分项工程名称 | | | |  | | | | | | | | | | 验收部位 | | | | | |  |
| 施工单位 | | |  | | | 项目经理 | | | |  | | | | | | | | | | 专业工长 | | | | | |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 盾构法隧道施工与验收规范(GB50446)、地下铁道工程施工及验收规范 (GB50299) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分包单位 | | |  | | | 分包项目经理 | | | |  | | | | | | | | | | 施工班组长 | | | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | | | | | 监理单位检查评定记录 | | | | | | | | | | | | | | | | | 监理(建设)单位验收记录 |
| Ⅰ 主控项目 | 1 | 隧道防水质量应符合设计文件要求，渗水情况应符合设计文件要求的防水等级要求； | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 隧道管片结构表面无贯穿性裂缝、无缺棱掉角，管片接缝应符合设计文件要求； | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 管片结构不应侵入建筑限界； | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 隧道轴线平面位置和高程允许偏差（mm） | | | 隧道圆环平面位置 | | ±100 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  |  |  |  |
| 隧道圆环高程 | | ±100 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  |  |  |  |
| Ⅱ 一般项目 | 1 | 隧道管片表面无污渍、无明显色差，螺栓孔封堵、闷盖安装符合设计要求； | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 2 | 成型隧道允许偏差值（mm） | | 衬砌环直径椭圆度 | | | | 5‰D |  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  |  |  |  |
| 相邻管片的径向错台 | | | | 10 |  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  |  |  |
| 相邻管片环向错台面 | | | | 15 |  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  |  |  |
| 施工单位  检查评定结果 | | | 项目专业质量检查员： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | | 专业监理工程师：  （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## 附录C 施工记录表

### 表C.1 管片模具检测汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | 生产厂家 |  | |
| 管模类型 |  | 检查数量 |  | 检查日期 |  |
| 检查项目  管片环  序号 | 宽度 | | 弧弦长 | | 备注 |
| 平均偏差  (mm) | 最大偏差  (mm) | 平均偏差  (mm) | 最大偏差  (mm) |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 检查结论 |  | | | | |

注：每片模具每生产100片管片检查一次 , 使用“管片模具检测记录表”进行检查，进行存档。

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.2 管片模具检测记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | 生产厂家 |  | | | | 检测日期 |  |
| 管模编号 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 宽度设计值 | | K(mm) | | B1(mm) | | B2(mm) | | A1(mm) | | A2(mm) | | A3(mm) | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 实测点 | | 实测值  （mm） | 公差  （mm） | 实测值  （mm） | 公差  （mm） | 实测值  （mm） | 公差  （mm） | 实测值  （mm） | 公差  （mm） | 实测值  （mm） | 公差  （mm） | 实测值  （mm） | 公差  （mm） |
| 宽度  （允许偏差±0.4 mm） | 凹 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 中 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 凸 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 凹 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 中 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 凸 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 弧弦长  （允许偏差±0.4 mm） | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 检查结论 | |  | | | | | | | | | | | |

注：1、尺寸允许偏差根据设计和规范要求，从严确定。

2、钢模宽度精度检测工具：经计量合格，可测宽度大于1220mm，最小读数为微米的内千分尺。

3、检测人员应能熟练使用检测工具和掌握检测方法。检测中发现超标项，找出原因，重新合模，及时整改，直到符合标准要求。

4、左右楔型钢模宽度测点位置应有明显的标志点，并有相应的理论宽度值，因此在宽度检测中卡尽位置要正确，所测读数值减去理论值，即得到该宽度的公差。

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.3 管片钢筋骨架制作检查汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | 生产厂家 |  | |
| 骨架类型 |  | 检查数量 |  | 检查日期 |  |
| 检查项目  骨架序号 | 钢筋原材料状况 | 钢筋加工质量 | 骨架外观质量 | 焊接质量 | 骨架尺寸质量 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 检查结论 |  | | | | |

注：钢筋骨架按日产量3%抽检，使用“管片钢筋骨架制作检查记录表”进行检查，进行存档。

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.4 管片钢筋骨架制作检查记录

钢筋骨架型号：

编号 成型日期： 年 月 日

1. 钢筋原材料检验状态【合格】
2. 半成品质量检验【合格】
3. 骨架外观质量直观检查【合格】
4. 钢筋骨架焊接质量检查【合格】
5. 钢筋加工及骨架总装检测【合格】

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差  mm | 应测点 | 实测偏差值 mm | | | 备注 |
| 主筋和构造筋剪切 | ±10 | 3 |  |  |  |  |
| 主筋折弯点位置 | ±10 | 3 |  |  |  |  |
| 箍筋内净尺寸 | ±5 | 3 |  |  |  |  |
| 骨架长度 | -10，+5 | 3 |  |  |  |  |
| 骨架宽度 | -10，+5 | 3 |  |  |  |  |
| 骨架高度 | -10，+5 | 3 |  |  |  |  |
| 主筋间距 | ±5 | 3 |  |  |  |  |
| 箍筋间距 | ±10 | 3 |  |  |  |  |
| 分布筋间距 | ±5 | 3 |  |  |  |  |

1. 钢筋骨架是否正确挂牌标识 √/ⅹ 【 】
2. 钢筋骨架装运存放是否符合要求 √/ⅹ 【 】
3. 综合评定 【 】

质检员： 负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.5 预埋槽道质量检验表

工程名称：轨道交通\_\_\_\_\_\_号线 进场日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 检验内容 | | | | 质量检验情况 | | | | | | | |
| 外观质量 | 锚钉统一、对齐 | 是否 | | |  | | | | | | | |
| 填充物紧密接触、不松散 | 是否 | | |  | | | | | | | |
| 表面涂层完整、未脱落 | 是否 | | |  | | | | | | | |
| 表面无锌瘤毛刺 | 是否 | | |  | | | | | | | |
| 外形尺寸 | 检验项目 | 标准值 | | | 实际测量值 | | | | | | | 判定 |
| 弧长 | 3200mm | ±5mm | |  | |  | | |  | |  |
| 650mm |  | |  | | |  | |  |
| 弧度 | 凹凸误差≤1.0mm | | |  | |  | | |  | |  |
| 滑槽宽度 | 30±0.5mm | | |  | |  | | |  | |  |
| 滑槽高度 | 26±0.5mm | | |  | |  | | |  | |  |
| 滑槽内腔宽度 | 14±0.2mm | | |  | |  | | |  | |  |
| 扭转度 | ±3mm | | |  | |  | | |  | |  |
| 涂层检测 | 涂层厚度 | ≥110um | | |  | |  | | |  | |  |
| 耐碱试验 | 是否有气泡、斑点、变色 | | |  | |  | |  |  | |  |  |

注：外观质量、尺寸、涂层厚度每班次抽检3根，耐碱试验每200环抽检5根。

检 验 员： \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 复 核：

### 表C.6 管片隐蔽工程验收记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | 管片编号 |  | |
| 隐检部位 | | 管片钢筋、预埋件 | | | | |
| 隐检项目名称 | | 单位(㎜) | 数量 | 检验依据 | | |
| 管片主筋 | |  |  | 地下铁道工程施工质量验收标准（GB/T50299）  预制混凝土衬砌管片（GB/T22082） | | |
|  |  |
| 管片面筋 | |  |  |
|  |  |
| 质量项目名称 | | 质量情况 | | | | 检查结果 |
| 钢筋保护层厚度 | | 外弧面mm，内弧面mm。 | | | |  |
| 焊接焊缝质量 | | 二氧化碳保护焊，饱满无夹杂、咬边现象。 | | | |
| 钢筋外观质量 | | 钢筋表面无锈斑、油污。 | | | |
| 滑槽外观质量 | | 防腐涂层无破损，热镀锌层厚度≥85μm。 | | | |
| 滑槽填充物及密封条 | | 内部填充物均匀、饱满、形状规则；密封条粘结牢固。 | | | |
| 预埋件安装质量 | 脱模剂涂刷薄而匀、无积聚流淌 | | | | |
| 注浆管、弯管及预埋槽道安装牢固、定位准确、无扭转、数量准确；滑槽与钢筋骨架无接触。 | | | | |
| 滑槽底面与盾构管片表面垂直间隙不大于2mm，符合设计要求。 | | | | |
| 滑槽端部定位偏差不超过1.5mm，符合设计要求。 | | | | |

质检员： 技术负责人： 年 月 日

### 表C.7 混凝土管片组模及浇筑汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | --- | |  | | | | 生产厂家 |  | | |
| 管片类型 |  | | 检查数量 |  | 检查日期 |  | |
| 检查项目  管片编  号 | 钢模清理状况 | 压注孔及预埋件定位和焊接质量 | 保护层厚度状况 | 混凝土来料质量 | 混凝土浇捣时间 | 外弧面收水质量 | 模具、环境保洁状况 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 检查结论 |  | | | | | | |
|  |  | | | | | | |

注：管片组模、浇捣每日生产全数检查，使用“混凝土管片组模及浇筑记录表”进行检查，进行存档。

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.8 混凝土管片组模及浇筑记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | 管片型号 | |  | |
| 施工单位 |  | | | | | |
| 浇筑日期 | 年月 日 | 天气情况 | |  | 室内温度 | ℃ |
| 设计强度 |  | 设计砼数量 | | m3 | 入模钢筋骨架编号 |  |

1. 钢模清理，隔离剂涂刷，合拢精度是否接受 √/ⅹ 【 】

2. 压注孔及预埋件定位和焊接是否符合要求 √/ⅹ 【 】

3. 保护层厚度检测

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 部 位 | 允许偏差（mm） | 应测  点数 | 实测偏差值  （mm） | | | 检查结果 |
| 外 弧 面 | ±5 | 3 |  |  |  |  |
| 凸 弧 面 | ±5 | 3 |  |  |  |  |
| 凹 弧 面 | ±5 | 3 |  |  |  |  |

4．混凝土浇捣前综合检查是否符合浇捣要求 √/ⅹ 【 】

隐蔽项目验收确认签名：

5. 混凝土浇捣检查

1. 混凝土来料是否已被确认 √/ⅹ 【 】

混凝土浇捣 开始时间时分

结束时间时分

B. 外弧面收水质量是否符合要求 √/ⅹ 【 】

C. 模具、环境保护是否符合要求 √/ⅹ 【 】

质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.9 管片蒸养记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | | | | | |  | |  | |
| 生产厂家 |  | | | | | | | | 蒸养日期 | |  | |
| 钢模编号 |  | | | | | | 环号 | |  | | | |
| 管片编号  项目 | A1 | | A2 | | A3 | | B1 | | B2 | | K | |
| 升  温 | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| 恒  温 | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| 降  温 | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |
| : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ | : | ℃ |

说明:升温第一格填写自然温度

试验员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.10 混凝土管片成品检测汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 生产厂家 |  | | |
| 管片类型 |  | | 检测数量 |  | 检测日期 |  | |
| 检测项目  管片环  序号 | 管片外观质量 | 修补状况 | 环、纵向螺孔质量 | 压注孔与埋件质量 | 管片成品标识状况 | 管片尺寸状况 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 检查结论 |  | | | | | | |

注：管片成品每日生产全数检测，使用“混凝土管片成品检测记录表”进行检查，进行存档。

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.11 混凝土管片成品检测记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | | | |  | | | | | | | | | | | | 生产厂家 | | | | | |  | | | | | | 生产日期： | | | | | | 检测日期： | | | | | |
| 管片编号 | | | | | - A1 | | | | | | A2- | | | | | | -A3 | | | | | | -B1 | | | | | | -B2 | | | | | | - K | | | | | |
| 检查项目 | | | | | 检查记录 | | | | | | 检查记录 | | | | | | 检查记录 | | | | | | 检查记录 | | | | | | 检查记录 | | | | | | 检查记录 | | | | | |
| 1 | 管片外观是否符合：无蜂窝麻面，无缺角掉边及无裂缝等要求 | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
| 2 | 修补状况 | 修补部位 | | |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |
| 损坏描述 | | |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |
| 修补后能否接受 | | |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |  |  | |  | |  |
| 3 | 环、纵向螺孔是否  坍孔和畅通 | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
| 4 | 压注孔与埋件是否符合  标准要求 | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
| 5 | 管片成品标识是否符合要求 | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
| 6 | 管片尺寸允许偏差(mm) | | 管片宽度 | ±1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 管片弦长 | ±1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 管片厚度 | +3，-1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |

注：1、修补部位编号：A内弧面B外弧面C两侧面D两端面E环纵向螺孔F压注孔G其他。

质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.12 管片检漏记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | | 部位 | |  | | | |
| 管片型号 |  | | | | | 生产日期 | \_\_\_\_\_年 \_\_月\_\_日 | | | 检漏日期 | \_\_\_\_\_年 \_\_月\_\_日 | | |
| 设计检漏压力 | | | MPa | | | 设计恒压时间 | \_\_小时 | | | 允许渗水高度 | | | \_\_CM |
| 渗水位置示意图 | | | | | | | | | | | | | |
| 加 压 时 间 | | | | 压力  MPa | 检 漏 描 述 | | | | | | | 是否合格  √/X | |
| 无 渗 漏 | | 有 渗 漏 | | 渗水高度 | | |
| 时 分 | | | | 0.2 |  | |  | | CM | | |  | |
| 时 分 | | | | 0.4 |  | |  | | CM | | |  | |
| 时 分 | | | | 0.6 |  | |  | | CM | | |  | |
| 时 分 | | | | 0.8 |  | |  | | CM | | |  | |
| 时 分 | | | | 0.8 |  | |  | | CM | | |  | |
|  | | | |  |  | |  | |  | | |  | |
| 卸压时间:\_\_\_\_\_时\_\_\_\_\_分 | | | | | | | 稳压\_\_\_\_\_\_小时 | | | | | | |

试验员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.13 衬砌圆环三环拼装记录表

B2

K

B1

A3

A1

A2

A3

A1

B1

K

B2

A2

B2

B2

A3

A3

A2

K

K

A1

A1

B1

B1

A1

B1

K

B2

A2

A3

A2

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

### 表C.14 盾构机掘进指令及盾构姿态记录

工程名称：环号： 施工日期：

|  |
| --- |
| **一、掘进指令：**  **1、地质及地面状况：**  **2、线路特点**：  **3、管片类型及掘进参数（指令/记录）**  管片类型 俯仰角(mm/m)  封顶块位置 滚动角(mm/m)  总推力(t) 土仓压力（Kpa）  刀盘扭矩(KN.m) 注浆压力(Mpa) 1#  刀盘转速（rpm） 2#  掘进速度（mm/min） 注浆量（理论m3）m3  螺旋输送器转速（rpm） 实际出土量（理论m3）：m3  螺旋机扭矩(KN.m)发泡剂比例(%)：  螺旋机门开度（%）发泡剂注入量(L) |
| **二、盾构姿态：**  **1、盾构机位置：**  掘进前轴线偏差（mm）：水平（前点/后点）；竖直（前点/后点）  掘进后轴线偏差（mm）：水平（前点/后点）；竖直（前点/后点）  **2、千斤顶行程（mm）**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 管片安装前 |  |  |  |  |  | 掘进初 |  |  |  |  |  | | 管片安装后 |  |  |  |  |  | 掘进后 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   （1）推进千斤顶行程 （2）铰接千斤顶行程  **3、盾尾间隙**：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 拼装前 |  |  |  |  |  | | 拼装后 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |   **4、掘进时间：**  **5、管片拼装时间**： |
| 盾构机操作手： 质检员：  技术负责人： 监理工程师： 年 月 日 |

### 表C.15 盾构管片拼装记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | 起止里程 |  | | | |
| 管片环宽（m） | |  | | 管片分块数 |  | | 掘进线路： □左线 □右线 | | | | |
| 环号 | 管片里程 | 施工班组 | 管片型号 | 封顶块位置 | 拼装时间 | | 中线高程偏差（mm） | 中线平面位置偏差（mm） | 相邻管片平整度最大偏差（mm） | | 备注 |
| 起 | 止 | 纵缝 | 环缝 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

记录员： 质检员 技术负责人： 监理工程师： 年 月 日

## 附录D 管片出厂证明书

### 表D.1 混凝土管片出厂证明书

编号：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生产单位 | |  | | 委托单位 |  | |
| 工程名称 | |  | | 区间名称 |  | |
| 混凝土强度等级 | |  | | 混凝土抗渗等级 |  | |
| 质  量  情  况 | 环数 | 型号 | 管片编号 | 生产日期 | 抗压强度 | 抗渗 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 外观  质量 | □合格 □不合格 | | | | |
| 出厂检验结论 | □合格 □不合格 | | | | |

检验人员： 生产厂家技术负责人：

施工驻场人员： 监理工程师：

### 表D.2 钢管片出厂证明书

编号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 建设单位 |  | | 规格 |  |
| 工程名称 |  | | 区间名称 |  |
| 构件质量技术指标 | | | | |
| 外观质量 |  | | | |
| 管片弧弦长 |  | | 管片宽度 | 抗压强度  抗渗 |
| 垂直度  ≤1mm | 背板 |  | 除锈 |  |
| 端板 |  | 油漆 |  |
| 总环 |  |
| 拼装纵缝  ≤1mm |  | | | |
| 拼装环缝  ≤1mm |  | | | |
| 管片制作  单位评定 | 专业质量员：  项目经理： | | | |
| 出厂日期： | | | | |

## 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样不可的：

正面用词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词用“宜”，反面词用“不宜”；

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，釆用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《地铁设计规范》GB50157

《混凝土结构设计规范》GB50010

《通用硅酸盐水泥》GB175

《混凝土外加剂》GB8076

《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119

《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1

《混凝土质量控制标准》GB50164

《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446

《地下防水工程质量验收规范》GB50208

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

《预制混凝土衬砌管片》GB/T22082

《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T50299

《地下铁道工程施工标准》GB/T51310

《城市轨道交通预埋槽道及套筒技术标准》T/CAMET 02003

《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》TB/T 3329

《城市轨道交通工程测量规范》GB/T50308

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596

《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T50146

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T18046

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T1499.2

《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T21120

《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476

《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080

《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081

《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107

《混凝土碱含量限值标准》CECS53:93

《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T164

《地铁隧道工程盾构施工技术规程》DG/TJ08

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55

《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T221

《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23

《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384

《预制混凝土衬砌管片预制工艺技术规程》JC/T2030

《钢纤维混凝土》JG/T472

**江苏省土木建筑学会标准**

城市轨道交通工程盾构管片技术规程

T/JSTJXH XXX

## 条文说明

**制定说明**

《城市轨道交通工程盾构管片技术规程》T/JSTJXH XXX，经江苏省住房和城乡建设厅2021年月日以第号公告批准、发布。

本标准制定过程中，编制组对江苏省城市轨道交通盾构法区间预制管片主要生产单位和施工单位生产、施工情况进行了广泛、深入的调查研究，相关的建设单位、设计单位、施工单位等为本标准的编制提供了极有价值的参考资料，规程编制充分结合了江苏省盾构法区间管片预制、掘进施工的现实情况。同时本标准还参考了国内现行《盾构法隧道施工及验收规范》GB50446、《预制混凝土衬砌管片》GB/T22082、《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T50299等相关规范标准。

为便于广大建设、设计、施工、监理、管片预制厂家等单位有关人员在使用本标准时，能够正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通工程盾构管片技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目 次**

[1 总则 82](#_Toc199)

[3 基本规定 83](#_Toc16004)

[4 管片预制 85](#_Toc15474)

[4.1 一般规定 85](#_Toc30546)

[4.3 混凝土管片预制 85](#_Toc23876)

[4.4 钢管片预制 90](#_Toc26921)

[4.5 管片成品检验 90](#_Toc18424)

[5 管片拼装 92](#_Toc12544)

[5.1 一般规定 92](#_Toc32443)

[5.2 拼装前准备 92](#_Toc28548)

[5.3 拼装作业 93](#_Toc29165)

[5.4 拼装质量控制 94](#_Toc1108)

[5.5 管片修补 95](#_Toc30830)

[5.6 管片拼装安全及管理 95](#_Toc29090)

[6 质量验收 97](#_Toc16174)

[6.1 一般规定 97](#_Toc15873)

## 1 总则

**1.0.1** 本条是编制本标准的宗旨和原则，以规范城市轨道交通工程盾构管片的预制、拼装施工及质量验收，标准实施后能更好地指导工程建设，提升轨道交通工程盾构隧道建设水平。

**1.0.3** 城市轨道交通工程盾构管片预制、拼装施工及质量验收涉及的工程技术较多，本标准不可能包括全部内容。为满足管片预制、拼装施工及质量验收需要，除应执行本标准的规定外，尚应符合国家、行业和江苏省现行有关标准的规定。

## 3 基本规定

**3.0.1** 城市轨道交通工程盾构隧道设计使用年限为100年，管片预制、拼装施工直接影响成型隧道实体质量，建立健全生产施工技术、质量、安全生产管理体系，是确保工程实体质量的前提条件。生产、施工单位的质量管理体系应全面、详细，包括原材料进场控制、生产工艺流程控制、施工工序控制、相关工序间交接检验、施工过程质量控制、质量验收等方面。

管片预制、掘进施工单位的组织机构人员配置应与工程规模、生产施工进度相匹配，实时掌握生产、施工状态，确保过程可控。

**3.0.2** 本条规定了管片预制、拼装施工的依据，各单位不得随意修改。随着城市轨道交通行业的不断发展，生产、施工单位的经验越来越丰富，但盾构隧道沿线地质条件复杂多变，拼装施工过程中难以预测的突发事件时有发生，施工单位往往会根据工程实际情况进行图纸深化，这也可以充分利用施工单位的经验，有助于及时解决施工过程的问题。但为了保证工程质量，规定与图纸不一致的变更均应取得设计单位的书面认可。

**3.0.3** 管片预制、拼装施工是成型隧道实体质量的关键，本标准规定的焊工、盾构机司机等特种作业人员持证上岗，由专业人员进行关键工序生产、施工，是生产、施工质量的有力保障。

**3.0.4** 管片预制、拼装施工所用原材料、半成品和成品的质量将直接影响到盾构区间的实体质量，所以本标准规定原材料、半成品和成品进场需进行进场检查验收。验收一般由供货商、监理单位、施工单位代表共同参加，验收时检查质保资料是否齐全有效，质保资料上的内容要与实物相对应，开具日期与实际供货时间相符，外观无明显质量缺陷，可采用卷尺、游标卡尺、测厚仪等简单的仪器对原材料、半成品和成品的品种、规格、尺寸、涂层厚度等参数进行实测实量，并形成书面的实测实量记录，相关验收人员应在记录上签字。对性能参数与设计不符或外观有明显质量缺陷影响工程质量的原材料、半成品和成品应进行退场处理，不允许进入施工现场，监理、施工单位应对退场情况做好详细的记录，便于今后查阅。

对进场材料进行复验，是为确保盾构区间安全、节能、环境保护和主要使用功能采取的一种确认方式，有助于避免不合格材料用于盾构区间管片预制、掘进施工中，也有助于解决供货质量与质保资料不符的问题。需要复验的材料和项目一般按设计单位、规范规定的要求确定，均为涉及盾构区间主体结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的材料，对取样和送检过程一般执行见证取样制度，以提高试验的真实性和公正性，见证人员一般由监理单位或建设单位具备相应技术能力的人员担任。

**3.0.5** 不同计量仪器、设备使用要求不同，同一仪器在不同使用状况下测量精度不同，因此本标准要求严格按照有关规定按时对仪器进行检定，确保仪器处于有效期，保证测量精度。

**3.0.6** 专项施工方案是管片拼装施工单位质量管理体系的重要组成部分，本条文对施工方案的编制与审批、技术交底做出规定，要求按规定程序进行企业内部、监理单位审批，施工单位还应就施工方案的内容、关键点对作业班组进行安全技术交底、提醒，确保施工方案内容在施工现场能充分得到实施。

**3.0.7** 本条给出了管片预制、拼装施工的质量控制基本规定：

第1款强调工程施工中各分项工程应按施工技术标准进行质量控制，且在完成后进行检验（自检）。

第2款强调各分项工程之间应进行交接检验（互检），所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，规定未经检验或验收不合格不得进行其后分项工程或下道工序。分项工程和工序在概念上应有所不同的，一项分项工程由一道或若干工序组成，不应视同使用。

## 4 管片预制

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本条所指施工单位一般指施工总承包单位即管片拼装施工单位。施工单位、监理单位派代表驻厂，可以督促管片预制单位严格按照设计、规范要求进行生产，使用符合要求的原材料、成品和半成品，确保生产过程质量可控，保障成品管片出厂质量。驻厂代表应及时填写旁站、平行检查、日志等监督资料，内容应真实反映生产过程实际情况。

**4.1.3** 玻璃纤维管片以玻璃纤维代替普通混凝土管片中的钢筋，其它原材料与混凝土管片相同，预制工艺也基本与混凝土管片相同，本标准不再对玻璃纤维管片预制过程累述。

### 4.3 混凝土管片预制

#### 4.3.1 原材料

2 为更好的控制粗集料级配，也可采用多组分单粒级碎石配制连续粒级的粗集料，单粒级碎石的各项指标应符合本条文要求。

**3** 混凝土拌合用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63中有关钢筋混凝土用水的规定。

**4** 混凝土外加剂种类较多，且均有国家现行有关质量标准，使用时，混凝土外加剂的质量不仅要符合有关国家标准的规定，也应符合相关行业标准的规定。外加剂的检验项目、检验方法和批量应符合有关标准的规定。进场检查验收时应检查合格证、型式检验报告、出厂检验报告等质量证明文件。

**5** 混凝土用矿物掺合料的种类主要有粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、石灰石粉、硅灰、沸石粉、磷渣粉、钢铁渣粉和复合矿物掺合料等，各种矿物掺合料均应符合相应的标准要求。

**9** 预埋槽道的耐碱试验是指在23±2℃条件下，以100ml蒸馏水中加入0.12g氢氧化钙的比例配置碱溶液并充分搅拌，该溶液PH值应达到12~13，按《色漆和清漆 耐液体介质的测定》GB 9274规定的甲法（浸泡法）进行周期为168h的试验。槽道涂层经过耐碱试验后，涂层不变色、无气泡、斑点，对于表面出现斑点（如黑锈）的情况，应检测黑锈的化学成分，分析其成因，并检验除锈后镀锌层厚度是否满足设计要求。

本条推荐槽道齿牙构造、尺寸全线统一是为了便于后续机电、系统专业安装及运营维护，避免出现T型螺栓与槽道尺寸不匹配影响锚固性能的情况。

#### 4.3.2 模具及组装

**1** 管片生产厂家应根据管片预制的进度要求、管片的种类、数量配备足够的钢模。管片生产厂家选用的钢模应与生产工艺相配套，并具有一定的先进性，以保证管片生产的质量和进度要求；

管片生产前，应将所选用的钢模设计图、操作说明、精度指标、检验测定方法、钢模的档案资料报监理工程师审批备案。在得到监理工程师批准同意后，方可用于管片的试生产和正式生产。

2 模具精度及检验

管片生产厂家选用的钢模应便于检测，对不同的钢模应提供完整的检测工具，以便监理工程师检查。监理工程师有权在任何时候任何情况下要求对钢模进行检查，管片生产厂家应予积极配合。管片生产厂家应定期对检测工具进行计量标定，经监理工程师审查批准后方可继续使用；

模具的检验分为四阶段检测：加工装配精度检测、运输到厂钢模定位后的精度检测、试生产后的钢模精度同实物精度对比检测及试生产中管片随机三环水平拼装精度的综合检测。

快速检测是用专用的快速测量工具对钢模中心宽度和能显示钢模正确合拢的项目进行测试，测试工具保持完好状态。每套钢模每周转100次时应进行周期性检验，必要时，可缩短检查周期或作针对性检查。

3 模具清理

本条规定清理与混凝土接触的钢模面时禁止锤敲和凿子凿，主要是防止模具清理时损伤钢模表面影响混凝土管片预制质量。

模具清理顺序一般遵循“先内后外，先侧板后端板再底板，先中间后四周”的原则。清洁关键部位包括止水带凹槽、底部密封条定位机构、侧端板连接部、侧端板下口、手孔座眼、锥形螺栓四周等。

每次浇筑混凝土后及时清理钢模表面，以免影响钢模组装精度。

4 模具组装

紧固螺栓时应按从中间向两端顺序依次拧紧。

5 模具维修保养

模具的保养一般包括紧固定位机构、密封条、型腔面等部位。

模具的侧模和下模安装有紧固定位装置。紧固定位机构的工作部分（定位锥和定位套的配合面、螺栓螺母的螺纹旋和部分）不允许有夹杂和锈蚀，应当在每次合模前进行检查并做清理，每周进行涂油保护；

模具的侧模，端模，各部位的密封胶条在清理模具时应认真清理，不能有混凝土粘结，清理后要均匀涂抹脱模剂，不允许用柴油及汽油进行清洗，不能用尖锐物体清理密封胶条，发现损坏要及时更换；

模具型腔在使用中不能使用尖锐物体撞击，碰撞型腔表面。端模与下模、端模与侧模、侧模与下模接触面，应严格清理，不允许有积灰或杂物。生产间隔若超出一周的时间，需将钢模用油脂封存，并覆盖苫布。

#### 4.3.3 钢筋骨架

**1 钢筋加工**

第2）款，本条提出钢筋调直的相关要求，是为了加强对调直后钢筋性能质量的控制，防止冷拉加工过度改变钢筋的力学性能。国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010已将混凝土保护层厚度按最外层钢筋（箍筋）规定，此种情况下截面尺寸减2倍保护层厚度后将直接得到箍筋外廓尺寸，故箍筋加工尺寸偏差按外廓尺寸测量。

**2 钢筋骨架制作**

第5）款，钢筋骨架标识牌的内容包括主筋规格、检验状态、检验人员等信息，钢筋骨架标识清楚以便下一道工序使用；

第6）款，钢筋骨架堆放时，宜放置在专用支架或垫木上，不得直接接触地面，避免污染或变形。钢筋骨架临时堆放不得超过4层，应保持上下重心一致，堆放整齐。

**3 钢筋骨架入模**

第2）款，轨道交通运营期间，螺栓手孔模芯、预埋槽道、预埋套筒表面可能附着杂散电流，本条规定钢筋骨架不与其接触，是防止杂散电流对管片钢筋造成腐蚀；

第4）款，钢筋骨架沾有油污或脱模剂会影响钢筋握裹力，故本条文作此规定。

#### 4.3.4 预埋件安装

**1 一般要求**

预埋件沾有油污或脱模剂会影响其锚固力，故本条文作此规定。

**2 预埋槽道安装**

槽道内嵌填填充物的目的是避免混凝土浇筑时灌入槽口。

预埋槽道精度要求较高，施工具有隐蔽性，误差超限后难以补救，必须严格控制各工序施工质量，施工、监理单位应共同做好隐蔽验收工作。

**3 预埋套筒安装**

预埋套筒精度要求较高，施工具有隐蔽性，误差超限后难以补救，必须严格控制各工序施工质量，施工、监理单位应共同做好隐蔽验收工作。

#### 4.3.5 混凝土

**1 混凝土配合比**

在混凝土中，水泥、集料、外加剂和拌合用水等都可能含有氯离子，可能引起混凝土结构中钢筋的锈蚀，应严格控制其氯离子含量；混凝土碱含量过高，在一定条件下会导致碱骨料反应。钢筋锈蚀或碱骨料反应都将严重影响管片受力性能和耐久性，故应严格控制混凝土中的氯离子含量和碱含量。

**2 混凝土搅拌**

本条文中，混凝土28天抗压强度是针对强度评定检验批而言的，应将整个检验批的所有各组混凝土试件强度代表值按《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关公式进行计算，以评定该检验批的混凝土强度等级，并非指某一组或几组混凝土试件的抗压强度代表值。

#### 4.3.6 管片成型

**1** 钢筋骨架在模具内的定位宜采用专用定位卡，保证混凝土保护层厚度。

2 混凝土超过初凝时间会降低其强度，从而影响管片的抗剪、抗弯性能。

4 自动流水线生产能加强模具周转，提高模具使用效率，减少人为影响，提高混凝土管片生产质量。

5 管片成型结束后，使用刮杆沿着钢模外弧面刮除多余的混凝土，使用抹子对管片外弧面进行反复抹压，使外弧面平整、顺滑，在初凝前宜再次进行压实、压光。

一般应进行3次压面处理，第一次压面在管片混凝土浇筑振捣完成后进行，第二次压面在混凝土管片与模具一起被输送到静养区后进行，第三次压面在管片混凝土初凝前（即送入到蒸养区升温室之前）进行。

#### 4.3.7 养护、脱模、修补

1 管片养护

管片的蒸汽养护可采用养护罩、养护坑或隧道养护窑养护。

蒸汽养护过程中应做好温度变化记录，蒸汽养护结束，混凝土应能达到规定的脱模强度。

管片在未脱模前混凝土表面上塑料薄膜不可撕开，特别在温差大时更应注意。以保证混凝土表面温湿度，防止温湿度下降太快而产生裂纹。

2 管片脱模

管片出模后当表面温度与环境温差大于20℃时，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℃，方可进入下一道工序。

4 后期养护

混凝土管片的后期养护方式有水中养护、喷淋养护、喷养护剂养护；其中水中养护方式效果最佳，可避免混凝土失水导致管片出现干缩裂纹。水养池应定期更换，每月不少于1次，夏季高温时，应视养护水的清洁程度增加更换频率，并定期测量水的pH值。管片在养护池中应按生产日期及型号侧立排放整齐。

当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天；

当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。

#### 4.3.8 冬季施工

当室外日平均气温连续5d稳定低于5℃即进入冬期施工；当室外日平均气温连续5d高于5℃时解除冬期施工。冬季施工起止日期经实测确定。

对水箱进行保温或对水进行加温时，最高水温不应超过60℃。投料顺序依次为骨料、水（外加剂）搅拌，再加水泥及掺合料。

冬季混凝土搅拌时间可延长至90s～120s之间。

#### 4.3.9 存储和运输

管片堆放可采用侧面立放或内弧面向上平放。管片之间应使用适当的材料进行支撑或分割，上下应对齐。管片堆放时间过长，在自然气候交替作用下容易产生微细裂纹，导致管片耐久性的劣化，故本标准规定堆放时间超过6个月采取防护措施。

### 4.4 钢管片预制

#### 4.4.1 原材料

**1 钢板**

钢板是钢管片预制的主要材料，直接影响成品钢管片质量。所以无论是国内供应的钢板还是进口钢板都应符合设计和标准的规定，每批钢板应具有钢厂出具的产品质量证明书。

钢板的厚度、规格、尺寸是影响承载力的主要因素，进场验收时重点抽查钢板厚度和、规格、尺寸是必要的，

由于许多钢材基本上是露天堆放，受风吹雨淋和污染空气的侵蚀，钢材表面会出现麻点和片状锈蚀，严重者不得使用，因此本条对钢材表面缺陷做了规定。

**3 涂装材料**

本条涂装材料的进场验收除检查资料文件外，还要开桶抽查。开桶抽查除检查涂料结皮、结块、胶凝等现象外，还要与质量证明文件对照涂料的型号、名称、颜色及有效期等。

### 4.5 管片成品检验

#### 4.5.2 混凝土管片成品检验

3 采用回弹法检测管片的混凝土强度时，被检测混凝土的表层质量应具有代表性，且混凝土的抗压强度和龄期应符合相应技术规程的规定；回弹法检测可参照《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23的规定执行；

当被检测混凝土的龄期或抗压强度超过回弹法的技术规程限定的范围时，可采用钻芯法或钻芯修正法。采用钻芯法检测可按《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的规定执行。

采用回弹法或钻芯法对管片混凝土强度进行检测，并作为质量处理的依据；采用回弹法或钻芯法所得的管片混凝土强度推定値大于或等于设计强度，可判定该批管片混凝土强度符合设计要求；当回弹法或钻芯法所得的管片混凝土强度推定値不能满足设计要求时，则判定该批管片混凝土强度不合格；

5 尺寸偏差

**1**检测方法

1）宽度检测应用游标卡尺在内外表面端部及中部测量各三点，精确至0.1mm。

2）厚度检测应用游标卡尺在管片两个长边侧模端部及中部测量各三点，精确至0.1mm。

3）钢筋保护层厚度的检测应符合下列要求：采用钢筋保护层厚度测定仪进行测量；将钢筋测定仪探头安放在管片表面，在内弧面和外弧面各测量三点，精确至1mm；有争议时可凿开混凝土保护层，用深度游标卡尺进行钢筋保护层厚度测量。

**2**合格判定标准

1）受检管片中，宽度、厚度项目所有检查点全部合格为尺寸偏差单项合格；

2）当管片宽度、厚度合格，钢筋保护层厚度超差点不超过检查点的20%，则判定该检验批尺寸偏差质量合格，否则为不合格。

## 5 管片拼装

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 管片的排版、选型和拼装位置是管片拼装过程中的关键技术环节，管片姿态控制和成型管片轴线偏差控制是管片拼装质量控制的重要内容。

**5.1.2**  管片在地面上按拼装顺序和管片类型排列堆放。堆放场地基面需进行硬化处理，平整坚实及良好的排水系统，达到管片堆放荷载的承载力要求，防止发生差异沉降或沉陷，而导致堆放管片倾覆或地面塌陷等事故发生。当堆放于车站结构顶板上时应进行主体结构承载力核算。

**5.1.3** 管片拼装施工应建立信息管理体系，是为了便于及时了解施工现场情况。对盾构姿态的监控是为了掌握盾构机的状态，并对施工过程提前预判，有利于及时调整盾构姿态进行纠偏、合理确定盾构机掘进参数等。

5.1.5 建设各方应加强对成型隧道管片的保护，建设、监理单位督促后续土建、机电安装单位充分利用预制管片的预埋槽道、预埋套筒，避免施工过程对管片结构产生损伤，以提高盾构隧道安全生命周期健康度和安全性。

### 5.2 拼装前准备

**5.2.1**  管片拼装前应根据设计要求，确定管片拼装方案，应按照拼装方式合理安排工序，制定拼装作业流程图，并编制管片拼装作业指导书及管片拼装纠偏作业方案。

**5.2.4** 螺栓属机械加工件，目前盾构专业领域对于管片螺栓尺寸加工精度的现场检验没有统一规定，按紧固件的加工要求，管片螺栓及连接件的尺寸公差应符合现行国家标准《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1和《紧固件公差 平垫圈》GB/T 3103.3的规定。

**5.2.6** 管片防水材料进场，应对其构造形式及材料性能进行检验，检验结果应符合设计及规范要求。

**5.2.7** 管片吊装下至盾构工作井并由电机车运至盾构施工区域，再由梁式专用水平吊运设备送到拼装机工作范围，拼装手应检查管片吊运顺序是否与拼装顺序一致需、管片有无破损、止水条粘贴是否牢固，以确保拼装工序顺利开展。

### 5.3 拼装作业

5.3.1 管片拼装前，需对举重臂或吸盘的动作是否灵活、闭锁是否安全可靠等进行检查，以确保施工安全。另外，拼装区容易积存泥水、杂物，影响管片拼装质量，易引起错台、拼缝不紧密、管片姿态偏差、环缝防水密封垫损坏、拼缝漏水等质量问题。

**5.3.3** 根据拼装管片的位置，回缩对应的千斤顶，如果回缩的千斤顶过多将十分危险的，前方土体的支撑压力可能使盾构机后移，影响土压平衡状态，轻微时影响盾构机姿态，严重时可能引发安全事故。

管片安装就位后，应及时伸出该位置的千斤顶并且顶紧管片，顶推力宜大于稳定管片所需的压力，方可移开管片拼装机。

**5.3.4** 封顶块的拼装尤为重要，其质量将直接影响到成型隧道的防水效果。通常提前对拼装面防水密封条进行润滑处理。

**5.3.5** 每环管片拼装过程中，随管片定位的同时用螺栓连接，并对螺栓进行初紧。待掘进下一环后，管片脱出盾尾，已具备拧紧螺栓的工作面，此时应对该环螺栓进行再次拧紧。后续盾构掘进时，在每环管片拼装之前，对相邻已拼装成环的3环范围内连接螺栓进行全面检查并复紧。

**5.3.6** 管片迎千斤顶面和背千斤顶面的受力不同，方向不应装错。每环管片均有管片类型标记、环类型标记和纵缝对接标记，安装管片时应检查标记，确保管片安装正确。

**5.3.7** 本条针对管片防水提出要求，拼装管片作业时，应防止管片及防水密封条损坏，防水应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108规定。

**5.3.8** 盾构空推时，根据已建结构断面尺寸、隧道线型等条件，合理设计施作底部导台。导台可选用素混凝土、钢筋混凝土、钢结构等结构形式，防止盾构穿越时导台发生变形，对管片结构质量和轴线控制产生影响。盾构空推前进时，应提供充足的顶推反力，以保证管片拼装质量和管片防水效果。管片壁后填充材料和工艺应满足设计要求，达到填充密实、固结及时、强度满足、防水有效的要求，以保证管片结构稳定，受力均匀，防止产生管片变形、错台、偏位、渗漏水等质量问题。

**5.3.9** 因刀盘开挖直径大于管片外径，加上开挖扰动，形成超挖，在盾构掘进的同时，脱出盾尾的管片与地层之间会出现一定空隙，因此要及时进行管片壁后注浆填充。壁后注浆的主要作用为：

1 防止周围土体松动或坍塌，控制隧道周边地层变位及地面沉降；

2 使管片受力均匀，约束管片变位，保证管片早期稳定性；

3 在管片外形成防水隔层，增强隧道防水性能。

壁厚注浆按注入时期分为一次注浆、二次补强注浆或多次补强注浆。其中，一次注浆按注入部位和方式分为盾尾同步注浆和管片即时注浆。二次补强注浆是在盾构掘进数环之后，利用管片注浆孔对壁后进行补强注浆的方法，其作用是弥补和增强一次注浆的不足。

壁后注浆施工中，无论一次注浆、二次或多次补浆，均要求以保证壁后空隙全部充填密实为目的。注浆效果检验，可利用注浆过程中实际注入量和注浆压力双指标进行评定是否充填密实；或在盾构机通过后，利用地址雷达等无损检测设备对壁后空洞或密实情况进行检测；必要时，将管片注浆孔打开，直接检测壁后密实情况。

**5.3.10** 曲线段隧道是依靠设置楔形环管片使拼装后管片环轴线纵向形成一条曲线，并符合曲率半径，每环管片的拼法与直线段施工相同。要保持隧道曲轴线的精度，主要控制好楔型管片成环精度，要求第一块管片定位要正，使楔型管片的左右两腰管片宽度的最大差值在水平中心断面线的位置上。

**5.3.12** 管片衬砌环椭圆度测量，可以反映衬砌结构收敛变形特征，椭圆度分两个阶段进行测量，第一阶段为管片拼装成环尚未脱出盾尾，即无外荷载作用；第二阶段为管片脱出盾尾承受外荷载作用。两阶段椭圆度测量在通视条件下进行。椭圆度抽查频次结合地域特征确定。

### 5.4 拼装质量控制

**5.4.1** 当管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落、大于0.2mm的裂缝或贯穿性裂缝等缺陷时，应进行修补。管片修补时，应分析管片破损原因及程度，制定修补方案。修补材料强度不应低于管片强度。

**5.4.2** 管片防水密封质量应符合设计要求，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定，管片防水材料不得缺损，粘贴应牢固、平整，防水垫圈不得遗漏、缺失。

**5.4.6** 管片嵌缝槽应保证嵌缝材料填充饱满、牢固，防止嵌缝材料发生脱落。嵌缝槽宜采用外窄内宽的“宝瓶口”型。

### 5.5 管片修补

**5.5.1** 盾构隧道出现一般缺陷时，要采取合理的技术措施进行修补处理；出现严重缺陷时，修补处理方案须经审批通过；修补处理原则为满足结构受力要求、兼顾外观质量。目前，国内针对特别严重的缺陷已有隧道内张钢圈加固施工工法，可以提高隧道结构承载力。

**5.5.3**  管片修补材料宜采用与管片混凝土同等以上强度的砂浆或特种混凝土，可保证衬砌管片的整体强度统一，对结构受力有益。

**5.5.4** 管片缺陷修补质量应符合设计及规范要求，管片缺陷修补完成后应进行质量验收。

### 5.6 管片拼装安全及管理

**5.6.1** 管片吊装、拼装作业应建立安全生产管理制度及应急预案，明确各相关作业人员职责，并明确应急管理及应急处置流程。

**5.6.2** 管片吊装及拼装作业人员应持证上岗。指挥人员作业时应与操作人员密切配合，执行规定的指挥信号。操作人员应按照指挥人员信号进行作业，当信号不清或发生错误时操作人员可拒绝执行。管片吊装及拼装作业时应严格按照安全生产规章制度执行。

**5.6.3** 管片吊装前操作人员应对吊索、吊具进行认真检查，确认合格后方可进行下道工序操作。

**5.6.4**  管片拼装作业人员应经过操作培训与安全管理培训，作业时要有专人负责指挥，作业人员应严格贯彻执行国家及行业现行的安全技术规程。

**5.6.5** 应建立盾构机设备管理领导组织体系，制定详细的维护保养制度，使用操作施工手册，定人、定岗、定责，强化盾构机的管理。

**5.6.6** 举重臂拼装端头应拧紧，不得松动，有磨损情况，及时更换，不得冒险吊运。当拼装端头与管片预埋孔不能紧固连接时，应制作专用的拼装架，拼装架设计应经技术部门审核批准、试验合格后方可使用。

**5.6.8** 管片在旋转上升之前，应用管片安装机举重臂小脚将管片固定，防止管片在旋转过程中晃动。

**5.6.9** 举重臂应在管片固定就位后，纵环向螺栓全部与相邻管片连接的情况下，方可复位。封顶块管片就位未完毕时，人员严禁进入封顶块的下方。拼装机操作人员应确认管片下方无人后，才能松开千斤顶。

**5.6.10** 管片安装器转动过程中，严禁施工人员进入安装器旋转范围内活动。如其他人员需停留在此区域内，应预先告知管片安装工。拼装管片时，拼装工应站在安全可靠的位置，严禁将手脚放在环缝处和千斤顶的顶部，以防意外伤害。在管片基本到位后，才准靠近察看管片结合情况。

**5.6.11** 拼装机旋转时，应鸣号警示，严禁施工人员进入举重臂活动半径内；拼装工在管片全部定位后，方可作业。在施工人员未能撤离施工区域时，严禁启动拼装机。

## 6 质量验收

### 6.1 一般规定

**6.1.2** 合格率的计算公式为：



**6.1.4** 本条规定了管片预制、拼装施工质量验收不合格处理的具体规定：返修，系指对工程不符合标准的部位采取整修等措施；返工，系指对不符合标准的部位采取的重新制作、重新施工等措施。返修或返工的验收批或分项工程可以重新验收和评定质量合格。正常情况下，不合格品应在验收批检验或验收时发现，并及时得到处理，否则将影响后续验收批和相关的分项、分部工程的验收。本条从“强化验收”促进“过程控制”原则出发，规定施工中所有质量隐患必须消灭在萌芽状态。

但是，由于特定原因在验收批检验或验收时未能及时发现质量不符合标准规定，且未能及时处理或为了避免更大的经济损失时，在不影响结构安全和使用功能条件下，可根据不符合规定的程度按本条规定进行处理。采用本条第4款时，验收结论必须说明原因和附相关单位出具的书面文件资料，并且该分项工程、分部（子分部）工程不应评定质量合格，只能写明“通过验收”，责任方应承担相应的经济责任。