

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2026

轨道交通预埋套筒及外置槽道应用  
技术规范

Technical specification for application of embedded sleeve and external channel in  
rail transit

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2026 年 5 月 7 日)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施



## 目 次

引 言 .....	II
前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本规定 .....	2
5 设计 .....	2
5.1 预埋套筒承载能力验算 .....	2
5.2 外置槽道承载能力及变形验算 .....	2
5.3 构造要求 .....	3
6 材料 .....	3
6.1 材质要求 .....	3
6.2 机械性能要求 .....	3
6.3 防腐性能要求 .....	5
6.4 防松动性能要求 .....	5
6.5 耐火性能要求 .....	5
6.6 加工制作要求 .....	5
7 施工 .....	6
7.1 套筒预埋 .....	6
7.2 管片拼装 .....	6
7.3 槽道安装 .....	6
8 质量控制 .....	7
8.1 一般规定 .....	7
8.2 检验项目和数量 .....	7
附 录 A .....	9
(资料性) .....	9
预埋套筒参考结构及尺寸 .....	9

## 引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到附录A中与A.2相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：杭州地铁科技有限公司

地址：浙江省杭州市拱墅区舟山东路198号宸创大厦16层1628室

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

## 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由杭州市地铁集团有限责任公司提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：杭州市地铁集团有限责任公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、杭州地铁科技有限公司、北京交通大学、苏州市轨道交通集团有限公司、国网浙江省电力有限公司杭州供电公司、杭州市交通投资集团有限公司、杭州市地下管道开发有限公司、浙江皓特节能系统工程有限公司、江苏远兴集团建设有限公司、维机轨道交通科技（镇江）有限公司、中铁电气化局集团有限公司、江苏安荣电气设备有限公司、浙江省建材集团有限公司、中铁电气化局集团宝鸡器材有限公司、浙江沪平盐铁路有限公司、山东轨道交通信息有限公司、山东轨道交通勘察设计院有限公司。

本文件主要起草人：唐兆军、陈用伟、李团社、郭亮、孙宇、刘世武、徐国忠、俞国荣、黄明、程江波、傅俊武、徐寅翔、杨建学、相旭、张碧文、杨俊、李稚鸿、姚岚，许岩枫、徐飞生、姜军、匡子胤、耿占权、葛易生、徐江华、冯明水、梁冰、张厂育、陈敏华、冉伟锋、李家栓、李敏锋、沈炯、杨国平、刘浩、葛佳佳、柴建勇、韩刚。



# 轨道交通预埋套筒及外置槽道应用技术规范

## 1 范围

本文件规定了轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道的基本规定、设计、材料、施工和质量控制等内容。

本文件适用于轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道的设计、材料选择、施工和质量控制。

## 2 规范性引用文件

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

- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 20878 不锈钢 牌号及化学成分
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母
- GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母
- GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体（双相）不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法
- GB/T 6461 金属基体上金属和其它无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10431 紧固件横向振动试验方法
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法
- GB/T 26784 建筑构件耐火试验 可供选择和附加的试验程序
- GB/T 31838.4 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第4部分：电阻特性（DC方法）绝缘电阻
- GB/T 31838.2 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第2部分：电阻特性（DC方法）体积电阻和体积电阻率
- GB/T 37613 预埋槽道型钢
- JB/T 6040 工程机械 螺栓拧紧力矩的检验方法
- JGJ 145 混凝土结构后锚固技术规程
- TB/T 2073 电气化铁路接触网零部件技术条件
- TB/T 3329 电气化铁路接触网隧道内预埋槽道

## 3 术语和定义

### 3.1

**预埋套筒** pre embedded sleeve

预埋于混凝土结构内，用于固定管线、设备及设施等的筒状体构件。

### 3.2

**外置槽道 external channel**

利用盾构管片内部的预埋套筒，固定在隧道内壁上用于进一步固定隧道内设备支架的槽型构件。

3.3

**T型螺栓副 T bolt pair**

与预埋套筒及外置槽道配合使用，用于固定各类管线及设备支吊架等的连接螺栓及配套组件。

[来源：GB/T37613-2019，3.3，有修改]

**4 基本规定**

- 4.1 预埋套筒、外置槽道及T型螺栓应满足轨道交通工程运营条件下的安全性、耐久性和适用性要求。
- 4.2 套筒在混凝土中的预埋应做到工艺简单、施工便捷、预埋精准，且应不影响结构的安全性和耐久性。
- 4.3 预埋套筒的设计使用年限应为100年。外置槽道的设计使用年限宜为50年。
- 4.4 预埋套筒和外置槽道、T型螺栓副的各种参数及性能应完全匹配。

**5 设计**

**5.1 预埋套筒承载能力验算**

- 5.1.1 应根据隧道内相关设施的荷载要求、线路的设计时速及盾构管片或结构设计参数等因素，综合计算预埋套筒所需要的承载能力设计值，确定套筒的选型、数量及横纵向布置间距等参数。
- 5.1.2 预埋套筒和外置槽道的荷载效应应根据外部连接构件或支吊架上被承载体的荷载类型、受力状况、外形特征等因素综合确定。
- 5.1.3 预埋在混凝土中的套筒应按照《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145进行拉力、剪力及拉剪复合作用下的承载能力验算。
- 5.1.4 预埋套筒的构造尺寸及型号可参考附录A进行选择。

**5.2 外置槽道承载能力及变形验算**

- 5.2.1 外置槽道应进行拉力、剪力作用下的承载能力及变形验算。
- 5.2.2 外置槽道及T型螺栓应满足沿隧道径向拉力及纵向剪力作用时，1.5倍工作荷载下应无塑性变形、3.0倍工作荷载不发生破坏的要求。
- 5.2.3 外置槽道的承载能力应采用式（1）、（2）进行验算：

$$1.5S \leq R_r \tag{1}$$

$$3S \leq R_s \tag{2}$$

式中： $S$ ——承载能力极限状态下，外置槽道上作用组合的效应设计值，对持久设计状况及短暂设计状况应按作用的基本组合计算，单位为牛（N）；

$R_r$ ——外置槽道屈服承载力设计值，单位为牛（N）；

$R_s$ ——外置槽道极限承载力设计值，单位为牛（N）；

- 5.2.4 外置槽道屈服承载力及极限承载力应根据槽道的材料及规格型号进行计算，或根据力学试验测试获得。

5.2.5 外置槽道在沿隧道径向的拉力或沿隧道纵向的剪力作用下的挠度应满足：1倍工作荷载作用下，挠度变形应符合 $1/500L$ （ $L$ 为槽道单跨长度，即套筒环向间距），且不大于 $1.6\text{mm}$ 。连续梁在跨中集中荷载条件下挠度应采用式（3）进行计算：

$$Y_{max} \leq \frac{pl^3}{100EI} \quad (3)$$

式中： $Y_{max}$ ——槽道最大挠度，单位为毫米（ $\text{mm}$ ）；

$E$ ——槽道钢材的弹性模量，单位为牛每平方米（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）；

$I$ ——槽道的截面惯性矩，单位为毫米四次方（ $\text{mm}^4$ ）。

$p$ ——集中荷载，单位为牛（ $\text{N}$ ）；

$l$ ——梁跨单位为毫米（ $\text{mm}$ ），即套筒间距。

### 5.3 构造要求

5.3.1 预埋套筒基材混凝土的厚度应满足式（4）：

$$h \geq 2h_{ef} \quad (4)$$

式中： $h$ ——预埋套筒的基材混凝土厚度；

$h_{ef}$ ——有效锚固深度，不包括装饰层或抹灰层。

5.3.2 预埋套筒的最小间距和最小混凝土边距应不小于6倍套筒外径或符合产品说明书的要求。

5.3.3 外置槽道端部与预埋套筒中心线最小距离宜按 $5\text{cm} \sim 10\text{cm}$ 控制。

## 6 材料

### 6.1 材质要求

6.1.1 预埋套筒、外置槽道及T型螺栓应选择适应环境要求的材料及采用适宜的耐久性保护措施，满足隧道、户外、积水、酸性环境下的耐腐蚀性以及特殊条件下的抗脆裂性。

6.1.2 预埋套筒材质宜选择低碳合金钢或不锈钢。低碳合金钢材质的套筒其化学成分及力学性能应符合GB/T 1591。不锈钢材质套筒化学成分应符合GB/T 20878，力学性能应符合GB/T 1220。

6.1.3 外置槽道材质宜选择Q355等低碳合金钢，材料化学成分及力学性能应符合GB/T 1591的要求。

6.1.4 与预埋套筒配套的T型紧固螺栓副及与外置槽道配套的T型螺栓副材质，宜采用合金钢，化学成分及材料性能符合GB/T 3098.1及GB/T 3098.2。对防腐要求较高的工况，可采用不锈钢螺栓副，化学成分及材料性能符合GB/T 3098.6及GB/T 3098.15。

6.1.5 套筒、T型螺栓、外置槽道采用不同材质时，应有措施避免不同金属材料直接接触时产生的电化学腐蚀。

### 6.2 机械性能要求

#### 6.2.1 一般要求

1 预埋套筒、外置槽道及T型螺栓机械性能应满足本标准规定的要求，同时在使用期间应能承受工作荷重（包括紧固件对其形成的预紧荷重和附加弯矩）和使用功能要求。

2 与预埋套筒连接的T型螺栓应与套筒尺寸及构造相匹配，与外置槽道连接的T型螺栓应与套筒尺寸及构造相匹配。

#### 6.2.2 套筒

1 不同型号的预埋套筒静承载力应符合表3要求。

表 3 不同型号预埋套筒的静承载力要求

预埋套筒	型号		
	M12-90型	M12-100型	M14-100型
拉伸承载力 (kN) FL	≥8	≥10	≥12
剪切承载力 (kN) FJ、FH	≥8	≥10	≥12

注1: FL——套筒能够承受的沿轴线方向单个螺栓产生的最大拉伸工作荷载值。  
注2: FJ、FH——套筒能够承受的沿垂直于轴线方向单个螺栓产生的最大剪切工作荷载值。  
注3: 不同型号的预埋套筒承载能力尚需根据套筒预埋在混凝土中的深度及具体布置根据5.1节进行计算。

2 预埋套筒与 T 型紧固螺栓副连接后应进行拉伸和剪切荷载试验。在 1.5 倍承载力作用下, 预埋套筒无塑性变形, 在 3 倍承载力作用下, 预埋套筒应不产生功能性失效破坏。

3 预埋套筒及 T 型紧固螺栓组合构件应按照表 4 中要求进行疲劳试验, 疲劳试验后套筒口部应未发生变形。在拉伸和剪切方向进行疲劳试验后的破坏载荷下降不大于 5%, 满足 TB/T 3329 的要求。

表 4 套筒疲劳试验要求

槽道状态	疲劳频率	疲劳次数	标准值及幅值
套筒裸件	1Hz~3Hz	$5 \times 10^5$	FL±30%FL
套筒预埋于混凝土中	1Hz~3Hz	$2 \times 10^6$	FL±30%FL

### 6.2.3 外置槽道

1 按照 5.2 节要求对外置槽道进行选型, 外置槽道的规格、尺寸应符合 GB/T 37613 及 TB/T 3329 要求, 确定的外置槽道机械性能应满足本节要求。

2 外置槽道在与预埋套筒固定的工况下, 与 T 型螺栓副连接后应进行拉伸、剪切和滑动荷载试验, 应同时满足本节 3~5 款的要求。

3 在预埋套筒静承载力 (FL、FJ 及 FH) 荷载的作用下挠度变形应不大于  $1/500L$  ( $L$  为套筒间距), 且应不大于 1.6mm。

4 在分别 1.5 倍 FL、1.5 倍 FJ 及 1.5 倍 FH 荷载作用下, 槽道应无塑性变形的要求。

5 在分别 3 倍 FL、3 倍 FJ 及 3 倍 FH 荷载作用下, 槽道应不产生功能性失效破坏。

6 槽道及内 T 型螺栓组合构件应按照表 5 中要求进行疲劳试验, 疲劳试验后槽道槽口应未发生变形。在 FL、FH 方向进行疲劳试验后的破坏载荷下降不大于 5%, 满足 TB/T 3329 的要求。

表 5 外置槽道疲劳试验要求

槽道状态	疲劳频率	疲劳次数	标准值及幅值
外置槽道	1Hz~3Hz	$5 \times 10^5$	$F_L \pm 30\%F_L$

### 6.2.4 T 型螺栓副

1 T 型螺栓副的形状及尺寸应符合设计图规定, 允许偏差符合 GB/T 37613、GB/T 3103.1、GB/T 197 等要求。

2 采用合金钢的 T 型螺栓副, 螺栓机械性能不低于 8.8 级, 螺母性能等级不低于 8 级, 并符合 GB/T 3098.1 及 GB/T 3098.2。采用不锈钢的 T 型螺栓副, 机械性能不低于 A2-70, 并符合 GB/T 3098.6 及 GB/T 3098.15。

3 T 型螺栓经紧固力矩试验后, 螺栓与螺母应不发生歪斜、破损、咬死现象, 螺栓的预紧力对套筒或槽道应不产生破坏, 满足 JB/T 6040 的要求。

4 T 型螺栓经紧固力矩试验后, T 型螺栓螺纹失效时的紧固力矩值应不小于标准紧固力矩的 1.3 倍。

5 合金钢材质的 T 型螺栓的标准紧固力矩按照 JB/T 6040 中附录 A 选取。不锈钢材质的 T 型螺栓紧固力矩应依据试验数据确定。

6 8.8 级 T 型螺栓允许荷载见表 6。

表 6 8.8 级 T 型螺栓允许荷载

型号	单根螺栓允许荷载	标准紧固力矩 (N·m)
----	----------	--------------

	抗拉 (kN)	抗剪 (kN)	
M12	16	10	≥80
M16	30	18	≥200
M20	67	40	≥400

7 T型螺栓应进行破坏试验，T型螺栓的破坏载荷应不小于3倍的单根螺栓允许荷载。

### 6.3 防腐性能要求

6.3.1 不锈钢材质的套筒应采用酸洗钝化或其他附加防腐工艺，对预埋套筒内外表面及配套T型紧固螺栓进行处理。套筒及配套T型紧固螺栓成品取样按照GB/T 4334经晶间腐蚀试验后，不应有因晶间腐蚀而产生的裂纹。

6.3.2 合金钢材质的套筒应采用热镀锌、热浸锌等防腐工艺进行表面处理，防腐涂层应满足300h铜盐加速醋酸盐雾试验（CASS）或2400h中性盐雾试验（NSS试验）后不出现红锈的要求。防腐涂层评定等级不应低于9级。盐雾试验按GB/T 10125的规定执行，评定等级应按GB/T 6461的规定执行。

6.3.3 槽道及T型螺栓应采用热镀锌、热浸锌等防腐工艺进行表面处理，防腐涂层应满足150h铜盐加速醋酸盐雾试验（CASS）或1200h中性盐雾试验（NSS试验）后不出现红锈的要求。防腐涂层评定等级不应低于9级。

6.3.4 防腐涂层应具备耐冲击性能。按GB/T 1732要求进行冲击试验，1kg重锤由50cm高度落下，防腐层不应出现裂纹、皱纹及剥落现象。

6.3.5 预埋套筒的表面涂层及施工工艺应不与混凝土中的碱性物质发生化学反应。涂层按GB/T 9274规定的甲法（浸泡法）进行周期为168h的试验后，涂层应不变色、无气泡和斑点。

### 6.4 防松动性能要求

6.4.1 套筒及T型螺栓副、槽道及T型螺栓副等相关紧固件应有防松措施。

6.4.2 螺栓副防松动性能应满足GB/T 10431和TB/T 2073试验要求。在不同防松方式规定的紧固力矩及润滑的条件下，M12的螺栓振幅为0.5mm，直径大于12mm的螺栓振幅为0.8mm，频率12.5Hz，振动1500次，紧固并拆装5次后，残余轴力与初始轴力之比不低于85%。

### 6.5 耐火性能要求

6.5.1 预埋套筒的耐火等级应为一级。

6.5.2 预埋套筒、外置槽道及T型螺栓副按照GB/T 26784的规定进行耐火试验，试验后耐火承载力不丧失。耐火承载力及承载时间应符合表7的要求。

表7 耐火承载力及承载时间要求

型号	GB/T 26784 (隧道火灾 RABT-ZTV 升温条件标准温度-时间曲线)	
	承载力 (kN)	时间 (min)
外置槽道及连接配件	1.0	60
预埋套筒及其连接配件	1.0	120

### 6.6 加工制作要求

#### 6.6.1 套筒制造加工应符合下列要求：

1 套筒应采用一体浇注成形工艺，不锈钢套筒不应采用热锻或焊接等对套筒的耐腐蚀性能和力学强度造成影响的加工工艺。

2 低碳合金钢材质的套筒和T型螺栓副表面宜采用热浸镀锌防腐工艺，并符合GB/T 13912的规定，热浸镀锌为一级，套筒的热浸镀锌厚度应不小于85 μm，T型螺栓副的热浸镀锌厚度应不小于50 μm。

涂层厚度按照 GB/T 4956 进行检测。

3 预埋套筒与配套 T 型螺栓应安装畅通，无卡阻。

#### 6.6.2 槽道制造加工应符合下列要求：

1 采用性能符合设计要求的低碳合金钢，应热轧一次成型，且保证成品由一根型钢加工而成。

2 槽道和 T 型螺栓表面宜采用热浸镀锌防腐工艺，并符合 GB/T 13912 的规定，热浸镀锌为一级，槽道的热浸镀锌厚度应不小于  $85\ \mu\text{m}$ ，T 型螺栓及组件的热浸镀锌厚度应不小于  $50\ \mu\text{m}$ 。涂层厚度按照 GB/T 4956 进行检测。

3 槽道生产应满足以下要求：

- (1) 槽道背面弧度需与管片弧度相符，确保可完全贴合管片内壁。
- (2) 槽道弯曲度应不大于  $1.5\text{mm/m}$ ，总弯曲度不大于总长度的  $1.5\%$ 。
- (3) 槽道不应有明显的扭转，扭转度应小于  $1^\circ/\text{m}$ 。
- (4) 弧形槽道的半径公差应不大于  $\pm 10\text{mm}$ 。
- (5) 应采用专用构件产品进行弧度加工。

## 7 施工

### 7.1 套筒预埋

7.1.1 套筒预埋前应仔细核查套筒型号、尺寸等，应与设计文件一致。

7.1.2 应采用可靠的方式固定及安装套筒，确保在混凝土浇筑及振捣时套筒不产生松动和位移。宜采用在模具上开孔并安装定位塞的方式来固定套筒，开孔孔位应避开管片钢筋，环、纵向孔位偏差应不大于  $2\text{mm}$ 。

7.1.3 套筒与模具接触面之间宜采用橡胶密封圈进行封闭。

7.1.4 套筒安装固定前，应对管片钢模进行彻底清理。

7.1.5 钢筋笼中钢筋位置应避开套筒设置，冲突时可适当调整钢筋位置。套筒在混凝土边沿预埋时，除满足最小边距要求外，应置于结构最外排主筋的内侧。套筒不得与钢筋连接。

7.1.6 套筒安装到位后，应对套筒轴线进行检查，套筒轴线应与管片模具内弧面切线垂直，倾斜误差应不大于  $1^\circ$ 。

7.1.7 混凝土向钢模内倾倒时应采取缓冲措施，避免套筒歪斜或脱离安装孔。

7.1.8 混凝土振捣时振动棒的位置应尽量远离套筒轴线。

7.1.9 生产好的管片中的预埋套筒应进行封堵，封堵头构造型式与套筒匹配，宜采用橡胶、塑料等材质，应具备防掉落及成品保护功能，其材质的燃烧性能等级需达到 B2 级。

### 7.2 管片拼装

7.2.1 接触网环等非全环均匀预埋的管片拼装里程应按照接触网悬挂点、锚段关节等位置进行确定。

7.2.2 接触网环等非全环均匀预埋的管片拼装时，施工方应提前考虑管片排版，确保封顶块位置位于设计要求的点位，管片按既定位置进行拼装，不应随意调换封顶块位置及方向。

7.2.3 管片运输及拼装过程中做好对预埋套筒封堵头的保护，避免杂物进入套筒内部。

### 7.3 槽道安装

7.3.1 槽道安装前应对预埋套筒的位置误差进行复核，确认槽道长度及背面腰形孔尺寸是否满足安装要求。

7.3.2 槽道应按设计要求在隧道上安装且与管片内壁贴合，稳定可靠，不转动、不滑动。

7.3.3 固定槽道的 T 型螺栓副应配单螺母 1 个，双碟防松垫圈 1 套。T 型螺栓的螺母安装扭矩应符合 6.2.4 的要求。

7.3.4 固定隧道内设备支架的 T 型螺栓应安装在固定槽道的相邻预埋套筒之间位置。

## 8 质量控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 采用预埋套筒及外置槽道技术的项目，应在套筒预埋前对套筒及 T 型螺栓副的材质、外观尺寸、力学性能耐火性能及防腐性能进行检验，在预埋后对套筒的预埋精度及拉拔承载力进行检验，预埋套筒拉拔承载力的检验应按照 JGJ 145 附录 C 的方法执行。

8.1.2 采用外置槽道技术的项目，应对槽道及 T 型螺栓副的材质、外观尺寸、力学性能、防腐性能及耐火性能进行检验。

8.1.3 预埋套筒、外置槽道及 T 型螺栓副应具备有资质的第三方检测机构出具的检测报告或认证报告。

8.1.4 套筒、槽道及 T 型螺栓副产品在交货前应进行型式检验和出厂检验，首批产品应提供合格的型式检验报告及出厂检验报告或产品合格证。

8.1.5 套筒在管片混凝土预埋前应进行进场检验，检验合格后方可进行预埋。

8.1.6 预埋了套筒的管片应在施工拼装前应进行预埋后现场检验，检验合格后方可用于盾构隧道施工。

8.1.7 应在套筒正式预埋前对管片预制钢模上的预埋套筒固定孔的位置及偏差进行检验，检验合格后方可进行套筒预埋及管片生产。每生产 1000 环管片，宜对固定孔的磨损情况及固定的可靠性进行检查。

8.1.8 套筒的预埋精度要求高，施工具有隐蔽性，误差超限后难以补救，应严格控制各工序施工质量，并应进行各工序预埋专项验收。

### 8.2 检验项目和数量

8.2.1 套筒及 T 型螺栓副的出厂检验及进场检验宜按 2000 个为一检验批次，不足 2000 个按一批次检验。外置槽道及 T 型螺栓副的出厂检验及进场检验宜按 2000m 为一检验批次，不足 2000m 按一批次检验。

8.2.2 套筒及 T 型螺栓副的检验规则及技术要求按表 8 执行。

表 8 预埋套筒及 T 型螺栓副的检验规则和要求（每批）

序号	检验项目	技术要求	检验类型						
			型式检验		出厂检验		进场检验		
			项目	数量	项目	数量	项目	数量	
1	外观、尺寸及制造	满足 6.6 及设计要求	√	5	√	5	√	5	
2	材质检测	满足 6.1 的要求	√	2	√	2	√	2	
3	套筒静承载力	满足 6.2.2 的要求	拉力作用下	√	3	√	3	√	3
			剪力作用下	√	3	√	3	√	3
4	标准紧固力矩试验	满足 6.2.4 的要求	√	3	√	3	—	—	
5	耐火性能检验	满足 6.5 的要求	√	3	√	3	—	—	
6	螺栓副防松性能	满足 6.4 的要求	√	3	—	—	—	—	
7	抗疲劳性能	满足 6.2.2 的要求	√	3	—	—	—	—	
8	防腐性能检验	满足 6.3 的要求	√	3	√	3	—	—	
9	涂层厚度检验		√	3	—	—	—	—	
10	涂层附着力检验		√	3	—	—	—	—	
11	表面抗碱性检验	满足 6.3.5 的要求	√	3	—	—	—	—	

注：打“√”为必检项目，打“—”的为选择性检测项目。

8.2.3 外置槽道及 T 型螺栓副的检验规则及技术要求按表 9 执行。

表 9 外置槽道及 T 型螺栓副的检验规则和要求（每批）

序号	检验项目	技术要求	型式检验		出厂检验		进场检验		
			项目	数量	项目	数量	项目	数量	
1	外观、尺寸及制造	满足 6.6 及设计要求	√	5	√	5	√	5	
2	材质检测	满足 6.1 的要求	√	3	√	3	√	5	
3	槽道静承载力	满足 6.2.3 的要求	拉力作用下	√	3	√	3	√	2
			剪力作用下	√	3	√	3	√	2

4	耐火性能检验	满足 6.5 的要求	√	3	√	3	—	—
5	扭转度测量	满足 6.6.2 的要求	√	2	√	2	√	2
6	标准紧固力矩试验	满足 6.2.4 的要求	√	3	√	3	—	—
7	疲劳试验	满足 6.2.3 的要求	√	3	—	—	—	—
8	盐雾试验	满足 6.3 的要求	√	3	—	—	—	—
9	防腐层厚度		√	3	—	—	—	—
10	涂层附着力检验		√	3	—	—	—	—
11	螺栓副防松性能检验	满足 6.4 的要求	√	3	—	—	—	—

注：打“√”为必检项目，打“—”的为选择性检测项目。

#### 8.2.4 现场检验应符合以下要求：

1 带预埋套筒的管片须提前在管片厂进行进行外置槽道试安装，验收合格后方可批量生产带预埋套筒的盾构管片。

2 外置槽道应在盾构隧道中进行试安装，验收合格后方可批量生产该类型的外置槽道。

3 预埋套筒及外置槽道的盾构区间应进行现场拉伸和剪切试验检验。检验频次应符合设计要求。

4 外置槽道和套筒预埋后的现场检验为随机抽检，应进行非破坏性的拉力和剪力等力学性能检验。检验应符合 6.2.2 及 6.2.3 的要求。

8.2.5 检验项目不合格时，应取双倍试样进行复验。当复验结果有任意一项不合格，则判定该批不合格。

## 附录 A

(资料性)

## 预埋套筒参考结构及尺寸

A.1 预埋套筒按结构型式及固定方式不同分为酒杯状预埋套筒和柱状预埋套筒，也可根据设计需要采用其他型式的预埋套筒。酒杯状预埋套筒和柱状预埋套筒的几何形状及外形尺寸偏差要求见A.2及A.3，其他型式预埋套筒的几何形状及外形尺寸偏差应符合设计要求。

A.2 酒杯状预埋套筒几何形状示意图见图A.1。主要外形尺寸、角度及允许偏差应符合下表A.1的规定。

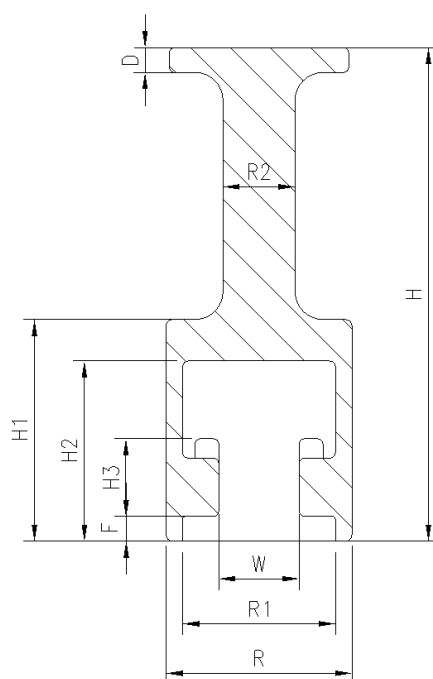
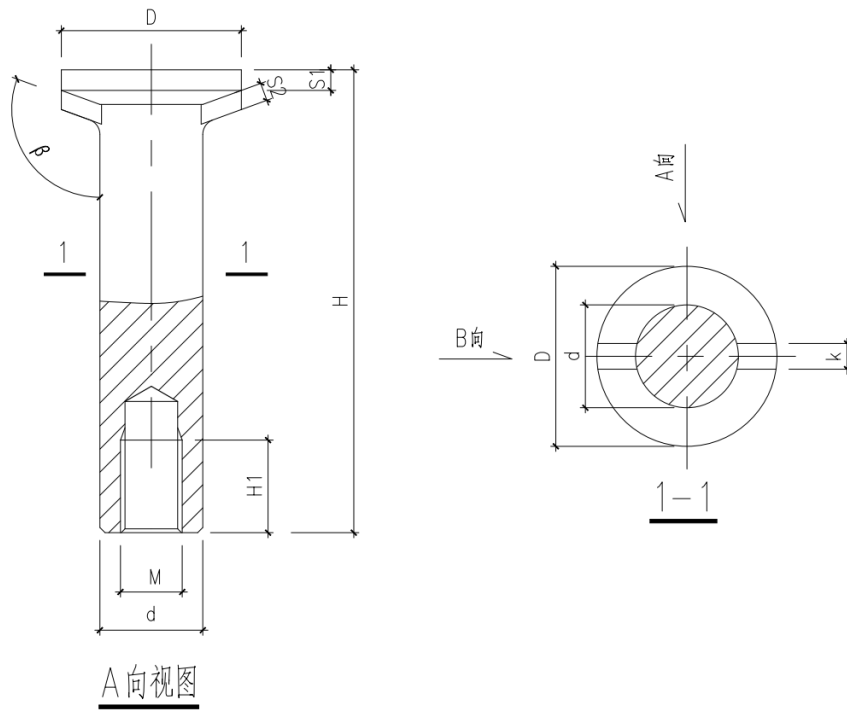


图 A.1 酒杯状预埋套筒示意图

表 A.1 酒杯状预埋套筒外形尺寸及允许偏差表

型号	总高	端部高	腔内深	挂槽深	外圆直径	内圆直径	杆直径	腔口宽	尾部厚	台阶深
	H(mm)	H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	R(mm)	R1(mm)	R2(mm)	W(mm)	D(mm)	F(mm)
M12-Φ34×90	90±1.0	40±1.0	33±1.0	14±0.5	34±0.5	27±0.5	13±0.5	15±0.5	4.5±0.5	4.5±0.5
M12-Φ34×100	100±1.0	40±1.0	33±1.0	14±0.5	34±0.5	27±0.5	13±0.5	15±0.5	4.5±0.5	4.5±0.5
M14-Φ36×100	100±1.0	41±1.0	34±1.0	15±0.5	36±0.5	28±0.5	14±0.5	16±0.5	5±0.5	5±0.5

A.3 柱状预埋套筒几何形状示意图见图A.3。主要外形尺寸、角度及允许偏差应符合下表A.3的规定。



图A. 2 柱状预埋套筒示意图  
表 A. 2 柱状预埋套筒外形尺寸及允许偏差表

型号	总高 (mm)	内螺纹 高 (mm)	杆直径 (mm)	内螺纹 直径 (mm)	底座直 径 (mm)	底座厚 度 (mm)	底座肋 厚 (mm)	底座肋角	底座肋 宽 (mm)
	H	H1	d	M	D	S1	S2	$\beta$	k
M12- $\Phi$ 20 $\times$ 90	90 $\pm$ 1.0	19 $\pm$ 1.0	20 $\pm$ 1.0	12 $\pm$ 0.5	35 $\pm$ 1.0	4 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.5	110° $\pm$ 2°	5 $\pm$ 0.5
M12- $\Phi$ 20 $\times$ 100	100 $\pm$ 1.0	19 $\pm$ 1.0	20 $\pm$ 1.0	12 $\pm$ 0.5	35 $\pm$ 1.0	4.5 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.5	110° $\pm$ 2°	5 $\pm$ 0.5
M14- $\Phi$ 23 $\times$ 100	100 $\pm$ 1.0	22 $\pm$ 1.0	23 $\pm$ 1.0	14 $\pm$ 0.5	38 $\pm$ 1.0	5.5 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.5	110° $\pm$ 2°	5 $\pm$ 0.5

轨道交通预埋套筒及外置槽道应用技术规范  
(征求意见稿)  
编制说明

标准起草组

2026年5月

## 目 录

一、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人 .....	1
二、 制定标准的必要性和意义 .....	2
三、 主要工作过程 .....	5
四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系 .....	6
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述 .....	8
六、 重大意见分歧的处理依据和结果 .....	12
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况 .....	12
八、 贯彻标准的措施建议 .....	13
九、 其他应说明的事项 .....	13

# 1 任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

## 1.1 任务来源

2024年1月，杭州市地铁集团有限责任公司及中铁第一勘察设计院集团有限公司参加了中国交通运输协会2024年度第四批团体标准立项会议，提出《轨道交通预埋套筒及外置槽道技术标准》立项申请并汇报，经质询、讨论，通过立项申请。会议纪要号：〔2024〕第120期（立审）。根据中国交通运输协会发布的“2024年度第四批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2024〕60号）要求进行后续标准编制工作。

## 1.2 起草单位

本标准由中国交通运输协会牵头组织编制，杭州市地铁集团有限责任公司及中铁第一勘察设计院集团有限公司作为主要起草单位。邀请杭州地铁科技有限公司、北京交通大学、苏州市轨道交通集团有限公司、国网浙江省电力有限公司杭州供电公司、杭州市交通投资集团有限公司、杭州市地下管道开发有限公司、浙江皓特节能系统工程有限公司、江苏远兴集团建设有限公司、维机轨道交通科技（镇江）有限公司、中铁电气化局集团有限公司、江苏安荣电气设备有限公司、浙江省建材集团有限公司、中铁电气化局集团宝鸡器材有限公司、浙江沪平盐铁路有限公司、山东轨道交通信息有限公司、山东轨道交通勘察设计院有限公司。等单位参与编制工作。

## 1.3 主要起草人

唐兆军、陈用伟、李团社、郭亮、孙宇、刘世武、徐国忠、俞国荣、黄明、程江波、傅俊武、徐寅翔、杨建学、相旭、张碧文、杨俊、李稚鸿、姚岚，许岩枫、徐飞生、姜军、匡子胤、耿占权、葛易生、徐江华、冯明水、梁冰、张厂育、陈敏华、冉伟锋、李家栓、李敏锋、沈炯、杨国平、刘浩、葛佳佳、柴建勇、韩刚。

起草人员工作任务如下表：

序号	章节	参与人员
1	总体策划，技术顾问	谢锡荣、唐兆军、李团社
2	前期技术调研与资料整理	傅俊武、徐寅翔
3	标准正文内容编制与验证（1-3章）	姜军、匡子胤
4	标准正文内容编制与验证（第4章 基本规定）	郭亮、杨建学
5	标准正文内容编制与验证（第5章 设计）	郭亮、张碧文

6	标准正文内容编制与验证（第 6 章 材料）	李稚鸿、徐飞生
7	标准正文内容编制与验证（第 7 章 施工）	冯明水、耿占权
8	标准正文内容编制与验证(第 8 章 质量控制)	杨俊、葛易生、梁冰、李家栓
9	标准化审查与项目协调	唐兆军、李稚鸿

## 2 制订标准的必要性和意义

### 2.1 背景和意义

当前，我国正全面推进交通强国建设，《交通强国建设纲要》明确提出推动交通发展向质量效益转型、向创新驱动转型，构建安全、便捷、高效的现代化综合交通体系，为轨道交通行业高质量发展划定核心方向。轨道交通作为交通强国建设的骨干力量，近年来建设规模持续扩大，盾构隧道作为轨道交通地下线路的核心结构，其工程质量直接关系到轨道交通运营安全与服务品质。

在传统轨道交通盾构隧道设备支架安装过程中，普遍采用后置锚栓施工方式，该方式需施工人员在成型的盾构管片上人工打孔、植入锚栓，不仅会直接破坏隧道管片结构完整性，降低管片承载能力和耐久性，还存在施工环境恶劣、施工效率低下、锚栓锚固可靠性不足等突出问题。长期运营过程中，后置锚栓易出现松动、脱落等隐患，严重威胁轨道交通运营安全，与交通强国建设“安全可靠、高质量发展”的核心要求相悖。

近些年，相较于传统钻孔安装的锚栓工艺，国内外常见的新型无损伤快速安装的盾构管片预留预埋技术主要采用四种预埋方式，分别为预埋槽道、挂耳+外置槽道、预埋套筒+外置槽道和预埋尼龙套管。其中，预埋槽道及预埋套筒+外置槽道两种方式应用最为广泛，预埋槽道技术已有行业标准和团体标准，产品标准也已形成国标推荐性标准，但预埋套筒+外置槽道技术目前还暂无相关技术标准。预埋套筒及外置槽道技术作为一种新型无损安装技术，相较于传统后置锚栓技术，具有对既有隧道无损伤、施工环境好、耐久性强、便于运营维护等显著先进性；对比预埋槽道技术，其优势在于能够实现精准预埋，通过槽道外挂的形式减少材料用量，大幅提升预留预埋技术的经济性，该技术已通过宁波地铁 4 号线试验段及杭州地铁四期建设项目约 150km 线路盾构隧道的实践验证，使用效果良好，目前在轨道交通盾构隧道工程中逐步推广应用。其核心优势在于通过在盾构管片预制阶段提前预埋套筒，配合外置槽道实现隧道内设备支架的固定，从根本上规避了传统后置锚栓的诸多弊端，可有效提升隧道设备安装质量和运营安全性，契合轨道交通高质量发展的内在需求。

然而，目前国内轨道交通领域暂无针对“预埋套筒+外置槽道”组合技术的专项技术规范，各施工单位、生产企业缺乏统一的技术标准指引，导致技术应用过程中出现产品规格不统一、预埋工艺不规范、安装质量参差不齐、验收标准不明确等问题，不仅影响了该技术优势的充分发挥，也制约了其在轨道交通行业的规模化、标准化推广，无法满足交通强国建设背景下轨道交通工程高质量建设与运营的需求。

为此，编制本标准具有重要现实意义：一是填补行业技术空白，完善轨道交通标准体系，衔接现有国家标准、行业标准及预埋槽道相关标准，为该组合技术应用提供统一规范；二是规范技术应用流程，解决当前应用乱象，保障隧道设备安装质量和轨道交通运营安全；三是推动技术升级迭代，助力轨道交通施工技术向绿色化、精细化转型，充分发挥该技术的经济性与先进性，提升施工效率和经济效益；四是落实交通强国建设要求，为轨道交通高质量发展提供技术支撑，推动该成熟实用技术广泛应用，实现安全效益、经济效益与社会效益的统一。

## 2.2 必要性

### （一）创新性

预埋套筒及外置槽道组合技术是轨道交通盾构隧道设备安装领域的创新突破，相较于传统后置锚栓技术，其核心创新点在于实现了“预制预埋+外置安装”的无损施工模式，从根源上解决了传统施工对隧道结构的损伤问题，同时对比已形成标准体系的预埋槽道技术，具备精准预埋、经济性强的独特优势，是轨道交通施工技术向绿色化、精细化、安全化升级的重要体现。目前，国内虽有部分项目单独应用预埋槽道或预埋套筒技术，且预埋槽道已形成完善标准，但针对“预埋套筒+外置槽道”组合技术的系统性和专项规范仍是行业空白，现有相关标准仅涉及单一预埋构件，未涵盖组合技术的整体要求、施工流程及验收标准。本标准聚焦这一创新技术，系统规范其设计及材料要求、预埋工艺、安装流程、质量控制等全流程应用，既体现了行业技术创新趋势，又有效填补了行业专项规范空白，符合团体标准“聚焦新技术、新产业，填补标准空白”的核心定位，对推动行业技术创新具有重要引导作用。

### （二）实用性

本标准的编制紧密结合轨道交通工程实际施工需求，精准聚焦当前预埋套筒及外置槽道技术应用中存在的核心痛点，包括产品规格不统一、材料性能参差不齐、预埋工艺不规范、安装步骤不清晰、验收标准无依据等问题，明确了各环节的核心技术要求和操作规范，内容具体、可操作性强，能够直接指导施工单位、生产企业开展相关工作。该

技术已通过宁波地铁 4 号线试验段及杭州地铁四期线路的实践验证，使用效果良好，其先进性和实用性已得到工程实践检验，标准的编制可进一步固化成熟施工经验，推广优良应用模式。通过标准的实施，可有效减少设计标准不统一及施工过程中的返工、整改现象，降低施工安全风险，提升施工效率和工程质量；同时，标准明确的产品规格和技术要求，可推动生产企业标准化生产，降低生产和施工成本，充分发挥该技术的经济性优势，避免资源浪费，切实解决行业发展中的实际问题。此外，标准还兼顾了技术的可更换性和后期维护便利性，进一步提升了技术应用的综合效能，完全贴合工程实际应用需求。

### （三）适用性

本标准充分考虑我国轨道交通行业的发展现状，兼顾不同地区、不同规模轨道交通盾构隧道工程的差异，针对地铁、轻轨等不同类型轨道交通盾构隧道的结构特点和设备安装需求，明确了预埋套筒及外置槽道技术的适用范围、应用条件和核心技术要求，可广泛适用于各类轨道交通盾构隧道内供电、通信、给排水等设备支架的预埋、安装、验收及后期维护工作，具有广泛的适用性。该技术已在宁波、杭州等城市的地铁项目中成功应用，验证了其在实际工程中的适配性，标准的编制将进一步拓展其应用场景。同时，本标准严格衔接现有轨道交通相关国家标准、行业标准及预埋槽道相关标准，避免与现有规范冲突，兼顾了技术的先进性和实用性，既适用于新建轨道交通盾构隧道工程，也可指导既有隧道的改造升级，能够满足不同工程场景、不同企业的应用需求，为行业提供全面、统一的技术指引。

### （四）紧迫性

随着我国轨道交通建设高峰的回落，轨道交通工程的发展进入高质量和可持续阶段。隧道盾构隧道工程数量增加，预埋套筒及外置槽道技术的应用范围逐步扩大，且该技术已通过多项工程实践验证，应用前景广阔，但由于缺乏统一的技术标准，技术应用乱象日益突出。部分项目因产品质量不达标、施工工艺不规范，已出现设备支架松动、隧道结构隐患等问题，严重威胁轨道交通运营安全，给人民群众生命财产安全带来潜在风险，也制约了该技术的健康、规模化推广。当前，交通强国建设对轨道交通高质量发展提出了更高要求，亟需通过专项标准规范技术应用，防范安全风险、规范行业秩序。同时，相较于已形成标准体系的预埋槽道技术，预埋套筒+外置槽道技术因具备独特的经济性和先进性，行业企业对其统一标准的需求日益迫切，若不及时编制相关标准，将进一步加剧技术应用的混乱局面，影响轨道交通工程质量和运营安全，无法满足行业高

质量发展的需求。因此，编制本标准具有极强的紧迫性，是保障轨道交通运营安全、推动行业健康发展的迫切需要。

### 3 主要工作过程

#### 3.1 起草组工作概述

根据要求，中国交通运输协会于2024年上半年开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，杭州市地铁集团有限责任公司积极收集有关本标准的各类信息，并组织相关的调研和试验验证工作，联络参编单位，最终明确了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。制定项目章程，每月定期组织召开例会，按计划推进，完成了标准前期调研，大纲评审，征求意见稿草案评审等各项工作。

(1) 2024年1月至2024年4月，为标准立项阶段。编制组经与中国交通运输协会沟通，完成了标准立项材料的编制，通过了标准立项审查会，于2024年5月正式立项。

(2) 2024年4月至2024年8月，为标准编制大纲制定阶段。编制组经内部研讨会、一系列调研等工作，制定了标准编制大纲，并于2024年8月23日通过了由中国交通运输协会组织的标准大纲审查会议。

(3) 2024年9月至2026年3月，为标准征求意见稿编制阶段。编制组开展了内部研讨会、调研、试验、检验、工程应用等一系列工作后，完成了标准征求意见稿。并向中国交通运输协会申请进行征求意见稿标准的评审。

(4) 2026年3月至2026年4月，根据征求意见稿审查意见对标准草案进行完善修改。

#### 3.2 历次审查会专家审查意见及结论

标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，并结合结合设计、材料、施工工艺和应用技术发展趋势，在充分总结国内外技术研究与应用基础上，于2024年4月编写完成了团体标准《盾构管片预埋套筒及外置槽道技术规程》的立项申请材料。4月9日，协会组织行业专家在北京召开立项审查会议（〔2024〕第120期（立审）），对标准立项报告进行审核，通过了标准项目的编制申请。

立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件。

标准起草工作组按照立项审查会议内容，结合编制工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见草稿的编制以及试验项目的实施工作，于2024年6月完成了国内外调研和试验验证工作，8月编写完成了团体标准《盾构管片预埋套筒及外置槽道技术规程》的工作大纲与征求意见初稿。8月23日，协会组织行业专家在北京召开大纲审查会议（〔2024〕第401期（纲审）），形成以下审查意见：

1. 标准名称改为《预埋套筒及外置槽道》；
2. 结合标准定位，扩大调研范围，调整章节结构；
3. 增加有代表性的参编单位，加强起草组力量；
4. 另行申请施工技术规范，主要突出工程安装技术及安装质量控制等方面内容。

根据评审意见，标准起草工作组对国内城市轨道交通应用预埋套筒及外置槽道技术的应用情况进行了扩大调研，结合调研情况，对工作大纲及标准名称进行了调整，并结合杭州地铁四期项目施工过程中对标准中的参数指标进行了测试验证。

2025年7月，根据项目分工，结合大纲评审意见，完成标准各章节条文的编写，汇总形成征求意见初稿。2025年8月20日，协会组织行业专家在北京召开征求意见初稿评审会议（〔2025〕第380期（征审）），形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《轨道交通预埋套筒及外置槽道技术规范》；
2. 按照技术规范的要求修改完善。

重新明确了标准定位仍为技术规范。2026年3月，结合征求意见稿初稿评审意见，完成征求意见稿草案的编制。2026年3月11日，协会组织行业专家在北京召开征求意见稿草案评审会议（〔2026〕第98期（征审）），形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《轨道交通预埋套筒及外置槽道应用技术规范》；
2. 章节结构调整“4 基本规定”“5 设计”“6 材料”“7 施工”“8 质量控制”；
3. 进一步补充完善“7 施工”一章。

专家组同意通过征求意见稿草案审查，按照专家意见修改完善后尽快开展下一阶段工作。

2026年5月，结合征求意见稿草案评审意见，完成征求意见稿修订。

## 四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

### 4.1 标准编制原则

（一）统一性：统一预埋套筒及外置槽道技术的设计原则、技术要求指标及术语定

义，消除不同城市、不同线路间的技术差异。术语定义（如 3.3 T型螺栓副）在引用 GB/T37613 等国家标准的基础上进行适应性修改，确保概念基本一致。

（二）协调性：与现行国家/行业标准（如预埋槽道、螺栓、螺母等）深度衔接，避免冲突。规范性引用文件（第 2 章）明确采用 GB/T 37613（预埋槽道）、JGJ 145（套筒受力验算）等，技术指标（如 不锈钢及碳钢材质力学性能等级）与国标对齐。

（三）适用性：覆盖地铁、国铁等多种轨道交通形式，适用范围（第 1 章）声明“适用于轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道的设计、材料选择、施工和质量控制”，设计（第 5 章）考虑的输入条件“根据隧道内相关设施的荷载要求、线路的设计时速及盾构管片或结构设计参数等因素”综合确定。

（四）一致性：技术要素与 GB/T 20878（不锈钢材质）、GB/T 1591（碳钢材质）等国内标准理念一致。T 型螺栓允许荷载（表 6）采用的分级（如 M12、M16、M20），符合国标分级规定。

（五）规范性：严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》的起草规则。文件结构（前言、范围、术语等）完全按导则要求编排。

（六）目标性：以提升预埋套筒及外置槽道技术应用的可靠性、安全性为核心目标。材料技术要求（第 6 章）强调“机械性能、防腐性能、防松性能等”，质量控制要求（第 8 章）作为实现可靠性、安全性目标的重要检验手段。

## 4.2 技术要素确定原则

### （一）目的性原则

以提升技术应用可靠性、安全性为核心，兼顾经济性与施工便捷性，所有技术要素围绕核心目标展开，优先明确影响结构安全、锚固可靠性的关键内容，发挥技术精准预埋、材料节约优势，实现安全与经济双重目标。

### （二）性能特性原则

聚焦核心性能，结合隧道应用场景，覆盖结构、使用、耐久三大性能，明确套筒锚固强度、槽道承载能力等指标，衔接相关国标要求，明确防腐、防松措施，体现该技术相较于传统工艺及预埋槽道技术的优势。

### （三）可证实性原则

坚持可量化、可检验，避免模糊表述，材料性能、施工精度等均明确可检测标准，制定清晰验收指标与方法，衔接国标检测规范，确保技术要素可追溯、可验证，便于施工执行与监理监督。所有技术要求需通过标准化方法验证。第 8 张规定每个质量控制环

节的检验检测方法及要求，确保质量可控。

#### 4.3 与现行法律、法规的关系

无。

#### 4.4 与相关标准的差异性分析

与国家标准的对比差异如下表。

表 1 与国家标准对比差异表

标准号	标准名称	本标准差异化内容
GB/T 10431	紧固件横向振动试验方法	1. 填补空白：明确了不锈钢 T 型螺栓副与碳钢 T 型螺栓副的横向振动试验条件及合格标准，仅按照螺栓直径进行区分（6.4.2）。
GB/T 37613	预埋槽道型钢	1. 填补空白：明确了预埋套筒结构的耐火性能等级，与基材结构保持一致（6.5.1）。补充明确了外置槽道及连接配件的耐火性能要求（6.5.2）。

## 五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

### 1 范围

本文件规定了轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道的基本规定、设计、材料、施工和质量控制等内容。

本文件适用于轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道的设计、材料选择、施工和质量控制。

### 2 规范性引用文件

本文件所引用的国家、行业有关规范、规程、标准均为现行且有效的，条文中给出编号，以便于使用时查找。

### 3 术语

在现有标准规范的基础上增加了以下术语。本章在现有标准规范的基础上对预埋套筒及外置槽道相关的概念进行了解释，便于规范应用者理解和应用。

#### 3.1 预埋套筒 pre embedded sleeve

预埋于混凝土结构内，用于固定管线、设备及设施等的筒状体构件。

#### 3.2 外置槽道 external channel

利用盾构管片内部的预埋套筒，固定在隧道内壁上用于进一步固定隧道内设备支架的槽型构件。

### 3.3 T型螺栓副 T bolt pair

与预埋套筒及外置槽道配合使用，用于固定各类管线及设备支吊架等的连接螺栓及配套组件。

## 4 基本规定

本章结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术实践，对预埋套筒与外置槽道技术应用的总体要求及标准进行规定。

4.3 套筒因预埋在轨道交通盾构隧道等主体结构内，无法更换，因此应与预埋的结构设计使用年限相一致，取100年；外置槽道在运营期可以更换，但运营期更换外置槽道也会对运营造成一定影响，因此设计使用年限按可更换构件取50年。

## 5 设计

本章在参考相关国家、行业标准的基础上，结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，对轨道交通工程盾构管片预埋套筒及外置槽道设计、验算进行了规定。

5.1.3 参考钢筋混凝土后置锚栓的作用机理及受力原理，按照JGJ 145中的相关要求，应对预埋套筒进行拉力、剪力及拉剪复合作用下的承载能力验算。

5.1.4 及附录A给出了目前国内市场上较常用的两种预埋套筒型式，在标准化的前提下，供使用者选择。

5.2.2 参考《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》（TB/T 3329-2013）中5.5.3关于槽道静态允许荷载的要求，外置槽道及T型螺栓应满足沿隧道径向拉力及纵向剪力作用时，1.5倍工作荷载下应无塑性变形、3.0倍工作荷载不发生破坏。

5.2.5 参考《管道支吊架 第1部分 技术规范》（GBT 17116.1-2018）中6.10.3款，对外置槽道在外荷载作用下的变形进行了规定。外置槽道在1倍工作荷载作用下，挠度变形应符合 $1/500L$ （L为槽道单跨长度，即套筒环向间距），且不大于1.6mm。

5.3.1 参考《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145-2013）中7.1.1款，预埋套筒受力机理类似与机械锚栓，对预埋套筒基材混凝土的厚度提出了要求，不应小于2倍的预埋套筒有效锚固深度。

5.3.2 参考《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145-2013）中7.1.2款对群锚锚栓的最小边距及最小间距要求，对预埋套筒的最小间距和最小混凝土边距进行了规定。

5.3.3 外置槽道的端部若与预埋套筒中心距离较大，后续设备安装时可能会出现槽道悬臂受力的不利情况，因此结合生产实际，对外置槽道端部与预埋套筒中心线的最小距离给出了规定。

## 6 材料

本章在参考相关国家、行业标准的基础上，结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，对预埋套筒及外置槽道的材质、各项性能及加工制作要求进行了规定。

### 6.1 材质要求

规定了常用的预埋套筒、外置槽道及配套 T 型螺栓副的材质要求。

6.1.2 目前国内大多数应用预埋套筒的项目，均采用了不锈钢材质，虽防腐性能较好，但成本较高；国内应用预埋槽道的项目有采用不锈钢材质也有碳钢材质，因此对预埋套筒的材质进行了明确，宜选择低碳合金钢或不锈钢，因预埋套筒一般要求与隧道结构同寿命，因此采用低碳合金钢材质的预埋套筒需要采取辅助的防腐措施提升耐久性。

6.1.3 外置槽道作为固定在隧道内表面的构件，隧道运营期具备更换的条件，因此宜选择低碳合金钢材质便于控制成本。

6.1.4 T 型螺栓用于固定安装隧道内的设备支架，隧道运营期也具备更换的条件，因此推荐采用低碳合金钢材质便于控制成本，由于螺栓相比槽道费用相对占比较低，对于防腐要求较高的工况也可以采用不锈钢螺栓，减少运营期更换的频次。

### 6.2 机械性能要求

规定了套筒和槽道的承载能力、疲劳性能及 T 型螺栓副的紧固力矩、机械性能等要求。

6.2.2 结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，规定了几种常用的不同类型套筒的静承载力要求，以及力学性能检验的要求。根据实践的检测数据，不同型号的预埋套筒在对应静承载力作用下，均可以满足本节的要求。同时针对轨道交通工程运营期存在振动的特殊工况，规定了预埋套筒及套筒本体在疲劳荷载作用下的性能要求。

6.2.3 结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，规定了常用的不同类型槽道的静承载能力要求，以及力学性能检验的要求。不同型号的外置槽道在不同的套筒间距情况下，均应满足静承载力作用下 3~5 款的要求。例如：套筒间距 360mm 时，4022 槽道不满足 1 倍静承载力工作荷载下挠度和沿隧道径向承载力不小于 3 倍静承

载力工作荷载的要求，5026 槽道能够满足上述要求。

同时针对轨道交通工程运营期存在振动的特殊工况，规定了槽道在疲劳荷载作用下的性能要求。

6.2.4 本节根据预埋套筒及外置槽道的力学性能要求，给出了推荐的 T 型螺栓的机械性能等级，同时参考《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》（GB/T3098.1-2010）及《工程机械 螺栓拧紧力矩的检验方法》（JB/T 6040-2011）中附录 A 相关内容，规定了不同 8.8 级 T 型螺栓副的允许荷载及标准紧固力矩等要求。

### 6.3 防腐性能要求

规定了不锈钢及碳钢材质材质的套筒、槽道及 T 型紧固螺栓副防腐工艺及防腐性能要求及耐盐雾性能要求。

6.3.1 不锈钢原材在空气和水等介质作用下，表面会产生锈迹，影响表面质量，但对长期性能影响微乎其微，为了美观，本条规定了不锈钢材质的套筒表面应采用酸洗钝化等附加防腐工艺进行临时防锈，同时规定了不锈钢材质的套筒的耐腐蚀检验要求。

6.3.2 及 6.3.3 对合金碳钢材质的套筒及槽道防腐性能进行了规定，套筒预埋在隧道结构中，一般要求的耐久性为 100 年，外置槽道要求的耐久性一般为 50 年，防腐性能要求也不同。

6.3.4 对于合金材质的套筒或槽道，为了确保其耐久性，需要进行表面金属涂层处理，一般采用热镀锌或热浸锌工艺，但防腐涂层在套筒预埋、槽道安装及后期使用过程中易损伤，影响套筒及槽道的耐久性，因此对涂层附着力提出了要求。

6.3.5 这条规定是为了防止预埋套筒表面的涂层在混凝土浇筑时与混凝土发生碱性反应，进而产生气泡，影响混凝土及预埋质量。

### 6.4 防松动性能要求

针对轨道交通工程长期运营时存在振动的特殊场景，明确了套筒及槽道配套 T 型螺栓等相关紧固件的防松措施及防松动性能要求，防松性能要求分别参考了国际标准 ISO16130-2015、国标 GB/T 10431-2008 和铁标 TB/T2073-2020 中的相关内容。

### 6.5 防火性能要求

针对隧道火灾工况下预埋套筒及槽道的正常使用需求，规定了预埋套筒、外挂槽道及配套 T 型螺栓等相关紧固件的耐火承载力要求。其中预埋套筒及外置槽道的要求有所区别。

### 6.6 加工制作要求

为了保证套筒及槽道生产质量，规定了套筒及槽道的加工制作工艺要求。

## 7 施工

本章在参考相关国家、行业标准的基础上，结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，对套筒预埋、管片拼装及外置槽道安装施工过程中的要求进行了规定。

7.1 为了保证套筒在盾构管片内预埋精准，同时避免管片浇筑过程中，套筒的预埋质量和管片混凝土的浇筑及生产质量相互影响，结合工程实际经验总结，提出本节的若干要求。

7.2 受制于盾构法工艺要求，每块管片在拼装过程中的位置不是固定的，因此对于接触网位置等环向非均匀预埋套筒的情况，提出了对管片拼装的要求。

7.3 外置槽道的安装是本技术的最后一道工序，为了保证后续设备安装的顺利开展，对槽道的安装提出了要求。

## 8 质量控制

本章在参考相关国家、行业标准的基础上，结合轨道交通工程应用预埋套筒及外置槽道技术的工程实际，对套筒及槽道的产品生产、检验、预埋及管片验收的全过程质量控制及检验验收要求进行了规定。

8.1 对全过程质量控制及检验验收内容及频次进行了规定。

8.2 对具体的检验项目和数量进行了规定。

## 六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

## 七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准针对国内标准 GB/T 10431-2008《紧固件横向振动试验方法》中关于螺栓副防松性能检验只有试验方法没有合格标准且 M12 螺栓试验振幅较大、振动检验难以通过的现状，参考了国际标准 ISO16130-2015 Aerospace series — Dynamic testing of the locking behaviour of bolted connections under transverse loading conditions (vibration test) 中的相关要求，明确了 M12 及 M16 的振幅、振动频率及次数、检验合

格标准。

## 八、贯彻标准的措施建议

(1) 精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确轨道交通工程预埋套筒及外置槽道的设计要求及方法、性能要求、施工要求、质量控制要求等方面的规定，指导轨道交通工程预埋套筒及外置槽道的实施，有效推动贯标工作的开展及落实。

(2) 组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示预埋套筒及外置槽道工程效果及具体施工工艺；

(3) 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对预埋套筒及外置槽道进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

## 九、其他应说明的事项

本文件附录 A 中的套筒型式涉及到若干项专利内容，专利名称及专利号如下：

- 1、《一种预埋锚固件的单点固定节点》，ZL201820453179.X
- 2、《一种可替换的预埋式锚固槽道及其安装方法》，ZL201810283707.6
- 3、《一种预埋式锚固支架》，ZL201820452121.3
- 4、《一种可替换预埋式锚固槽道》，ZL201820453177.0

上述专利持有人已向本文件的发布机构中国交通运输协会承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。