

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 5169—2025

城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程

Technical code of practice for application of channel system in
urban rail transit engineering

2025-07-30 发布

2026-02-01 实施

江苏省市场监督管理局
江苏省住房和城乡建设厅
中国标准出版社

发 布
出 版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语、定义和符号.....2

4 材料5

5 设计6

6 产品9

7 施工与验收.....13

8 维护.....16

附录A(规范性) 检验方法及检验规则17

附录B(规范性) 产品型号表示方法30

附录C(规范性) 产品尺寸及公差32

附录D(资料性) 槽道系统进场验收记录41

附录E(资料性) 预埋槽道系统施工验收记录42

附录F(资料性) 预埋套筒槽道系统施工验收记录43

附录G(资料性) 外置挂耳槽道系统施工验收记录44

参考文献45

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。

本文件由江苏省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、南京地铁建设有限责任公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、南京市玄武区建设工程质量监督站、维机轨道交通科技(镇江)有限公司。

本文件主要起草人：陈志宁、张亚挺、焦月红、张英杰、钱嘉伟、胡永嘉、张杰、许伟宏、李烜东、徐清、赵杨、窦妍、毕承伟、欧阳启东。

城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程

1 范围

本文件规定了城市轨道交通工程槽道系统材料、设计、产品、施工与验收及维护。

本文件适用于江苏省城市轨道交通工程盾构隧道中槽道系统的应用。

注：城市轨道交通槽道系统遵循城市轨道交通工程全寿命周期的可持续原则，并进行标准化设计、工厂化生产和规范化施工。

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 90.2 紧固件 标志与包装
GB/T 97.1 平垫圈 A 级
GB/T 197 普通螺纹 公差
GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
GB/T 849 球面垫圈
GB/T 852 工字钢用方斜垫圈
GB/T 1220 不锈钢棒
GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母
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 2694 输电线路铁塔制造技术条件
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 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
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 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件

GB/T 14234 塑料件表面粗糙度
GB/T 19867.1 电弧焊焊接工艺规程
GB/T 20878 不锈钢 牌号及化学成分
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 37613 预埋槽道型钢
GB 50017 钢结构设计标准
GB/T 50010 混凝土结构设计规范
GB/T 51438 盾构隧道工程设计标准
JB/T 9186 二氧化碳气体保护焊工艺规程
JB/ZQ 4080 高强度螺栓专用垫圈
TB/T 2074 电气化铁路接触网零部件试验方法
TB/T 3274 铁路混凝土梁配件多元合金共渗防腐技术条件
TB/T 3329 电气化铁路接触网隧道内预埋槽道

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

槽道系统 channel system

城市轨道交通工程盾构隧道中由槽道和螺栓等组成,用于固定管线、设备及设施的专用构件系统。

注:包括预埋槽道系统、预埋套筒槽道系统以及外置挂耳槽道系统。

3.1.2

预埋槽道系统 cast-in anchor channel system

由预埋槽道和 T 型螺栓等组成的专用构件系统。

3.1.3

预埋套筒槽道系统 cast-in sleeve and external channel system

由预埋套筒、外置槽道、T 型螺栓和紧固螺栓等组成的专用构件系统。

3.1.4

外置挂耳槽道系统 external ear and external channel system

由外置挂耳、外置槽道、T 型螺栓和连接销栓等组成的专用构件系统。

3.1.5

预埋槽道 cast-in anchor channel

由一根经热轧成型的 C 型槽钢和布置在槽钢背面的锚杆组成,预埋在预制混凝土构件内,用于承载受力的专用制件。

3.1.6

预埋套筒 cast-in sleeve

预埋在混凝土管片内用于紧固外置槽道,并将外力传递给混凝土的专用制件。

3.1.7

外置槽道 external channel

通过与预埋套筒或外置挂耳连接紧固在隧道混凝土管片内壁上的热轧成型 C 型槽钢。

3.1.8

外置挂耳 external ear

通过管片纵向螺栓、螺母固定于管片螺栓手孔位置的板状金属构件,用于连接和承载外置槽道。

3.1.9

T型螺栓 T-bolt

连接固定管线、设备、设施支架与槽道的 T 型专用制件。

3.1.10

连接销栓 connecting pin

在外置槽道与外置挂耳之间形成可靠机械连接的构件。

3.1.11

紧固螺栓 fastening bolt

在外置槽道与预埋套筒之间形成可靠机械连接的构件。

3.1.12

定位塞 positioning plug

将预埋套筒固定到管片模具模板上的专用塑料辅助件。

3.1.13

塑料堵头 plastic plug

管片生产完成后,采用过盈配合安装在预埋套筒螺孔端,用于防止异物进入预埋套筒螺孔的塑料辅助件。

3.1.14

扭转度 twisting

槽道加工中产生的沿槽道长度方向的扭转变形。

3.1.15

拉伸承载力 tensile capacity

单根螺栓沿 T 型螺栓轴线方向对槽道产生的最大拉伸工作承载力。

3.1.16

剪切承载力 shear capacity

单根螺栓同时垂直于 T 型螺栓及槽道长度方向,且对槽道不产生力臂状态,对槽道产生的最大剪切工作承载力。

3.1.17

滑动承载力 sliding bearing capacity

单根螺栓沿槽道长度方向,且对槽道不产生力臂状态的允许承载力。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

3.2.1 作用和作用效应

f ——槽道的抗弯强度设计值

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值

M_x ——同一截面处绕 x 轴的弯矩设计值

M_y ——同一截面处绕 y 轴的弯矩设计值

$N_{Ed,j}$ ——紧固螺栓和预埋套筒的拉力设计值

$N_{Ed,t}$ —— T 型螺栓的拉力设计值
 $N_{Rd,j}$ —— 紧固螺栓和预埋套筒的抗拉承载力设计值
 $N_{Rd,t}$ —— T 型螺栓的抗拉承载力设计值
 Q_{1k} —— 第 1 个可变作用(主导可变作用)的标准值
 Q_{jk} —— 第 j 个可变作用的标准值
 R_d —— 非地震作用组合下的承载力设计值
 S_d —— 承载能力极限状态下作用组合的效应设计值
 $V_{Rd,j}$ —— 紧固螺栓和预埋套筒的抗剪承载力设计值
 $V_{Ed,j,x}$ —— 紧固螺栓和预埋套筒平行于槽道的剪力设计值
 $V_{Ed,j,y}$ —— 紧固螺栓和预埋套筒垂直于槽道的剪力设计值
 $V_{Rd,t}$ —— T 型螺栓的抗剪承载力设计值
 $V_{Ed,t,x}$ —— T 型螺栓平行于槽道的剪力设计值
 $V_{Ed,t,y}$ —— T 型螺栓垂直于槽道的剪力设计值

3.2.2 材料性能

F_H —— 滑动承载力,单根螺栓沿槽道长度方向,且对槽道不产生力臂状态的允许承载力
 F_J —— 抗剪承载力,单根螺栓同时垂直于 T 型螺栓及槽道长度方向,且对槽道不产生力臂状态,对槽道产生的最大剪切工作承载力
 F_L —— 抗拉承载力,单根螺栓沿 T 型螺栓轴线方向对槽道产生的最大拉伸工作承载力
 N_t —— 预埋套筒及紧固螺栓的抗拉承载力
 V_t —— 预埋套筒及紧固螺栓的抗剪承载力
 W_{nx} —— 槽道对 x 轴的净截面模量
 W_{ny} —— 槽道对 y 轴的净截面模量

3.2.3 几何参数

c —— 最小混凝土边距
 d_s —— 预埋槽道锚杆或预埋套筒外径
 h —— 预埋套筒与预埋锚杆的混凝土基材厚度
 h_{ef} —— 预埋套筒与预埋锚杆的有效锚固深度
 L —— 预埋套筒的最大预埋间距或外置挂耳的弧向中心距
 L_1, L_2 —— 槽道一边与平台的距离
 $s_{min,t}$ —— 预埋套筒的最小间距
 W —— 槽道宽度
 θ —— 槽道扭转角度

3.2.4 计算系数

γ_x —— 对主轴 x 的截面塑性发展系数
 γ_y —— 对主轴 y 的截面塑性发展系数
 γ_0 —— 结构重要性系数
 γ_{Gi} —— 第 i 个永久作用的分项系数
 γ_{L1} —— 第 1 个考虑结构设计工作年限的荷载调整系数
 γ_{Lj} —— 第 j 个考虑结构设计工作年限的荷载调整系数

γ_{Q1} ——第 1 个可变作用(主导可变作用)的分项系数
 γ_{Qj} ——第 j 个可变作用的分项系数
 Ψ_{cj} ——第 j 个可变作用的组合值系数

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 原材料应采用本文件或设计要求的材料牌号,化学成分和机械性能应符合相关标准的要求。
4.1.2 槽道系统材料应采取保护措施,满足在使用环境下的耐腐蚀性要求,避免材料产生电化学腐蚀。
4.1.3 与预埋槽道或外置槽道配套使用的 T 型螺栓性能等级应不低于 8.8 级,与 T 型螺栓配套使用的螺母性能等级应不低于 8 级,或采用性能等级不低于 70 级的不锈钢螺栓、螺母。T 型螺栓的抗拉承载力设计值 $N_{Rd,t}$ 、抗剪承载力设计值 $V_{Rd,t}$ 按表 1 取值。

表 1 T 型螺栓承载力设计值

型号	$N_{Rd,t}/\text{kN}$	$V_{Rd,t}/\text{kN}$
M12	19	10
M16	35	17
M20	56	26

4.1.4 T 型螺栓、连接销栓及其配套零件(螺母、垫圈等)的机械性能应符合 GB/T 3098.1、GB/T 3098.2、GB/T 3098.6、GB/T 3098.15 和 GB/T 97.1 的要求,螺母应符合 GB/T 1229 的要求,平面垫圈应符合 JB/ZQ 4080 的要求,球面垫圈应符合 GB/T 849 的要求,斜面垫圈应符合 GB/T 852 的要求。
4.1.5 主材及防护材料的选用应同时考虑使用环境、设计工作年限和经济性的要求。

4.2 预埋槽道系统

4.2.1 预埋槽道材质可选用碳钢或不锈钢,碳钢宜选用 Q355B,不锈钢宜选用 06Cr19Ni10(S30408)、022Cr17Ni12Mo2N(S31653)等,化学成分、机械性能和耐腐蚀性能应符合 GB/T 1591 或 GB/T 1220、GB/T 20878 的要求。预埋槽道与锚杆材质宜相同。
4.2.2 预埋槽道内部宜选用安全环保的轻质材料填充密实,槽口处应封贴胶带(见图 1),填充材料燃烧性能应不低于 GB 8624 中 B2 级要求。

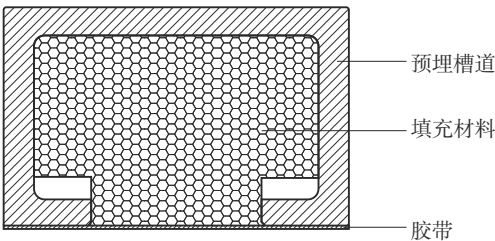


图 1 填充材料形状示意图

4.3 预埋套筒槽道系统

4.3.1 预埋套筒及配件应符合下列规定：

- a) 预埋套筒宜选用 S30408、S31603 等不锈钢材质,化学成分、机械性能和耐腐蚀性能应符合 GB/T 1220、GB/T 20878 的要求;
- b) 预埋在混凝土中的预埋套筒及对应的紧固螺栓抗拉承载力设计值 $N_{Rd,j}$ 、抗剪承载力设计值 $V_{Rd,j}$ 取值见表 2;

表 2 预埋套筒及紧固螺栓承载力设计值

预埋套筒型号	$N_{Rd,j}/\text{kN}$	$V_{Rd,j}/\text{kN}$
YT-20/12	10	10

- c) 固定槽道的紧固螺栓与预埋套筒应相互匹配,并采取防松动措施,宜采用双碟防松垫圈、弹簧垫圈、斜面垫圈等装配形式。

4.3.2 外置槽道及配件应符合下列规定:

- a) 外置槽道材质宜选用 Q355B,化学成分和机械性能应符合 GB/T 1591 的要求;
- b) 槽道、T 型螺栓与设备支架的连接,应采取防松动、防滑移措施,宜采用双螺母、双碟防松垫圈、弹簧垫圈、斜面垫圈等装配形式。

4.4 外置挂耳槽道系统

4.4.1 外置挂耳材质宜选用 ZG310-570,化学成分和机械性能应符合 GB/T 11352 的要求。外置槽道材质宜选用 Q355B,化学成分和机械性能应符合 GB/T 1591 的要求。

4.4.2 外置挂耳与外置槽道的连接、外置槽道与设备支架的连接,应采取防松动、防滑移措施,宜采用双螺母、双碟防松垫圈、弹簧垫圈、斜面垫圈等装配形式。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 预埋槽道及锚杆、预埋套筒的设计工作年限宜与混凝土构件的结构寿命相适应,不应少于 100 年;外置挂耳、外置槽道、T 型螺栓、紧固螺栓及连接销栓等可更换构件的设计工作年限不应少于 50 年。

5.1.2 槽道系统设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法和承载力分项系数的设计表达式。

5.1.3 槽道系统的选型及相关参数应综合考虑城市轨道交通相关设施的荷载要求以及线路的设计时速等因素,并经计算确定。

5.1.4 预埋槽道系统应进行槽道、锚杆、T 型螺栓的承载力计算,预埋套筒槽道系统应进行槽道、预埋套筒、紧固螺栓、T 型螺栓的承载力计算,外置挂耳槽道系统应进行管片螺栓、挂耳、槽道、连接销栓、T 型螺栓的承载力计算。

5.1.5 盾构管片混凝土强度等级应符合 GB/T 51438 的规定,混凝土的材料性能设计参数应符合 GB/T 50010 的规定。

5.1.6 槽道系统设计应采取杂散电流防护措施。

5.1.7 不锈钢槽道系统采用紧固件与碳素钢及低合金钢构件连接时,应采用绝缘垫片分隔或采取其他有效措施防止双金属腐蚀,且不应降低连接处力学性能。不锈钢构件不应与碳素钢及低合金钢构件进行焊接。

5.2 承载能力计算

5.2.1 基于混凝土对预埋槽道、预埋套筒的局部约束,应根据承载能力极限状态设计方法,采用式(1)对

槽道系统进行设计和失效模式验算。

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

γ_0 ——结构重要性系数,不小于 1.1,对偶然与地震设计状况不小于 1.0;

S_d ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值;

R_d ——非地震作用组合下的承载力设计值。

5.2.2 预埋槽道或预埋套筒所受外部荷载简化为拉力和剪力的形式。

5.2.3 槽道系统构件承载能力验算的结构作用设计值应采用基本组合,并应符合式(2)的要求:

$$S_d = \sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} G_{ik} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} Q_{1k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Qj} \psi_{cj} \gamma_{Lj} Q_{jk} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值;

Q_{1k} ——第 1 个可变作用(主导可变作用)的标准值;

Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值;

γ_{Gi} ——第 i 个永久作用的分项系数,当对结构不利时,不应小于 1.3;当对结构有利时,不应大于 1.0;

γ_{L1}, γ_{Lj} ——第 1 个和第 j 个考虑结构设计工作年限的荷载调整系数,设计工作年限为 50 年时,取值 1.0;设计工作年限为 100 年时,取值 1.1;

γ_{Q1}, γ_{Qj} ——第 1 个可变作用(主导可变作用)与第 j 个可变作用的分项系数,当对结构不利时不应小于 1.5;当对结构有利时,应取为 0;

ψ_{cj} ——第 j 个可变作用的组合值系数,风荷载组合值系数取值 0.6,其他可变作用的组合值系数取值 0.7。

5.2.4 T 型螺栓承载能力计算应符合下列要求:

a) T 型螺栓的拉力设计值 $N_{Ed,t}$ 、平行于槽道的剪力设计值 $V_{Ed,t,x}$ 及垂直于槽道的剪力设计值 $V_{Ed,t,y}$ 应按照所固定的设备支架、疏散平台等的实际布置与荷载,利用力学方法进行计算;

b) T 型螺栓的抗拉承载力 $N_{Rd,t}$ 、抗剪承载力 $V_{Rd,t}$ 设计值按表 1 取值;

c) T 型螺栓的内力设计值应符合式(3)~式(5)的要求:

$$\gamma_0 N_{Ed,t} \leq N_{Rd,t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\gamma_0 V_{Ed,t,x} \leq V_{Rd,t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\gamma_0 V_{Ed,t,y} \leq V_{Rd,t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

γ_0 ——结构重要性系数,不小于 1.1,对偶然与地震设计状况不小于 1.0;

$N_{Ed,t}$ ——T 型螺栓的拉力设计值;

$N_{Rd,t}$ ——T 型螺栓的抗拉承载力设计值;

$V_{Rd,t}$ ——T 型螺栓的抗剪承载力设计值;

$V_{Ed,t,x}$ ——T 型螺栓平行于槽道的剪力设计值;

$V_{Ed,t,y}$ ——T 型螺栓垂直于槽道的剪力设计值。

5.2.5 槽道承载能力计算应符合下列要求。

a) 当槽道受到 T 型螺栓传递的拉力设计值 $N_{Ed,t}$ 、垂直方向剪力设计值 $V_{Ed,t,y}$ 作用时,可假定槽道为跨度等同于两个固定点间距的单跨简支梁模型,计算受拉弯矩设计值 M_x 、 M_y ,剪力设计值 V_x 、 V_y 。若预埋槽道安装的一个或多个 T 型螺栓的位置未知或可调,则应对受力最不利的工况进行内力计算。

- b) 当下列条件无法同时满足时,需考虑 T 型螺栓的剪力作用点不在槽道表面而产生的附加弯矩:
- 1) 被紧固件为钢制且紧贴预埋槽道的槽口安装。
 - 2) 被紧固件其与 T 型螺栓的接触长度不应小于被紧固件厚度的一半。
- c) 槽道受弯强度应符合式(6)的要求:

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- M_x ——同一截面处绕 x 轴的弯矩设计值;
- M_y ——同一截面处绕 y 轴的弯矩设计值;
- f ——槽道的抗弯强度设计值;
- γ_x, γ_y ——对主轴 x, y 的截面塑性发展系数,取值 1.05;
- W_{nx}, W_{ny} ——槽道对 x 轴和 y 轴的净截面模量。

5.2.6 预埋锚杆的截面、间距应与预埋槽道截面相匹配,并满足 6.2 中力学性能的要求。

5.2.7 紧固螺栓和预埋套筒承载力计算应符合下列要求。

- a) 紧固螺栓和预埋套筒承受来自设备支架或外置槽道的拉伸及剪切荷载,其拉力设计值 $N_{Ed,j}$ 、剪力设计值 $V_{Ed,j,x}, V_{Ed,j,y}$ 利用影响线的方法进行计算。当外置槽道受多处集中力时,紧固螺栓和预埋套筒所受拉力等于各集中力的线性分布力叠加值。
- b) 外置槽道所承担的平行槽道的剪切荷载,由紧固螺栓或预埋套筒平均分配,且每段槽道参与分配的紧固螺栓或预埋套筒不多于 3 个。
- c) 紧固螺栓和预埋套筒的抗拉承载力设计值 $N_{Rd,j}$ 和抗剪承载力设计值 $V_{Rd,j}$ 按表 2 取值。
- d) 同时承受剪力和杆轴方向拉力的紧固螺栓和预埋套筒,其承载力应符合式(7)的要求:

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed,t,x}}{V_{Rd,t}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed,t,y}}{V_{Rd,t}}\right)^2} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- γ_0 ——结构重要性系数,不小于 1.1,对偶然与地震设计状况不小于 1.0;
- $N_{Ed,j}$ ——紧固螺栓和预埋套筒的拉力设计值;
- $N_{Rd,j}$ ——紧固螺栓和预埋套筒的抗拉承载力设计值;
- $V_{Rd,j}$ ——紧固螺栓和预埋套筒的抗剪承载力设计值;
- $V_{Ed,jx}$ ——紧固螺栓和预埋套筒平行于槽道的剪力设计值;
- $V_{Ed,jy}$ ——紧固螺栓和预埋套筒垂直于槽道的剪力设计值。

5.3 构造规定

5.3.1 预埋槽道锚杆的最小间距、混凝土最小边距和最小厚度应符合预埋槽道的设计要求,预埋套筒的最小间距 $s_{min,t}$ 和最小混凝土边距 c 应符合预埋套筒的设计要求;当无相关数据时,预埋锚杆、预埋套筒的最小间距和最小混凝土边距均应取 6 倍的锚杆或预埋套筒外径 d_s 。

5.3.2 预埋套筒与预埋锚杆的混凝土基材厚度 h 应不小于 2 倍的有效锚固深度 h_{ef} ,其中 h_{ef} 应根据预埋套筒和锚杆的规格确定,不应包括装饰层或抹灰层。

5.3.3 外置槽道应为紧固螺栓预留螺栓孔,并预留纵、横向的活动余量,纵向宜取 10 mm~30 mm,横向宜取 1 mm~3 mm。

5.3.4 预埋套筒应沿管片内侧均匀布置。盾构管片采用错缝拼装时,相邻预埋套筒间距应与管片分块位置相适应,预埋套筒沿线路纵向分布应在同一条直线上,预埋套筒相对管片表面垂直度允许偏差不宜超过 1° 。

- 5.3.5 预埋槽道或预埋套筒宜靠近管片中部布置,避开管片螺栓孔。
- 5.3.6 外置挂耳槽道系统具体厚度和设置形式应根据计算确定,挂耳耳板厚度不宜小于 6.5 mm。
- 5.3.7 外置挂耳槽道系统中外置槽道规格不宜低于 W53/34,如管片相邻间纵向螺栓弧长小于 1 m 时,可根据受力工况适当调整槽道规格。
- 5.3.8 外置挂耳槽道系统中挂耳与外置槽道间应采用螺栓连接,拧紧后连接螺栓应高于挂耳底部 5 mm 及以上,螺栓性能等级不应低于 8.8 级。
- 5.3.9 外置挂耳槽道系统中挂耳与外置槽道间连接时,应采取防滑、抗振、防松动、抗疲劳等措施。
- 5.3.10 外置挂耳槽道系统安装在管片纵向螺栓上,其设计需考虑管片拼装误差、曲线段与道床冲突时的解决方案。

6 产品

6.1 一般规定

- 6.1.1 槽道应由整根型钢采用热轧一次性成型工艺制造,宜采用专用弯弧设备进行弧度加工。
- 6.1.2 槽道、预埋套筒、外置挂耳及螺栓表面不应有裂纹、斑点。
- 6.1.3 预埋槽道与锚杆的连接应采用铆接或焊接方式。预埋槽道与锚杆的焊接应按焊接工艺要求进行,焊缝质量应符合 GB 50017 的规定,焊缝质量等级不应低于二级。焊接应在专用工装上进行,避免发生侧弯、扭转和热变形等,焊接以后应去除应力。采用二氧化碳或氩气保护焊,应符合 JB/T 9186 或 GB/T 19867.1 的规定。
- 6.1.4 外置挂耳宜采用铸造工艺,应进行正火、回火热处理。
- 6.1.5 T 型螺栓承载力应符合下列规定:
- a) T 型螺栓承载力包括抗拉承载力、抗剪承载力、标准紧固力矩;
 - b) T 型螺栓的破坏荷载不应小于 3 倍的单根螺栓承载力设计值,应符合表 1 的规定;
 - c) 进行标准紧固力矩试验后,螺栓与螺母不应发生歪斜、破损、咬死现象,螺栓的预紧力不应槽道产生破坏。T 型螺栓、连接销栓和紧固螺栓的紧固力矩值均应符合表 3 的规定。

表 3 T 型螺栓标准紧固力矩

型号	标准紧固力矩/(N·m)
M12	≥80
M16	≥206
M20	≥250

- 6.1.6 防腐涂层要求应符合下列规定。
- a) 防腐涂层表面应平整、清洁、无划痕。
 - b) 碳钢材质的槽道及挂耳表面宜按照 GB/T 13912 采用热浸镀锌等防腐工艺,涂层表面应平整、清洁、无划痕,镀锌层平均厚度不应小于 80 μm。
 - c) T 型螺栓、连接销栓与配套的螺母、垫圈等宜按照 GB/T 5267.3、TB/T 3274、GB/T 26110 采用热浸镀锌、多元合金共渗或锌铝涂层等防腐工艺。采用热浸镀锌防腐工艺时,镀锌层平均厚度不应小于 50 μm;采用多元合金共渗防腐工艺时,渗层平均厚度不应小于 50 μm;采用锌铝涂层防腐工艺时,锌铝涂层平均厚度不应小于 20 μm。
 - d) 不锈钢材质的预埋槽道、预埋套筒、螺栓及螺母表面均应进行钝化处理,且应采用固溶处理的工

艺制造,涂层厚度应满足设计文件的要求。

6.1.7 槽道系统产品尺寸及公差要求应符合附录 C 的规定。

6.2 预埋槽道系统要求

6.2.1 力学性能要求应符合下列规定。

- a) 预埋槽道静承载力应符合表 4 的规定,并应满足下列要求:
 - 1) 在 1.5 倍的 F_L 、 F_J 及 F_H 荷载作用下,预埋槽道均应无塑性变形。
 - 2) 对预埋槽道进行破坏荷载试验,其拉伸、剪切、滑动荷载均不应小于 3 倍的 F_L 、 F_J 、 F_H 荷载。

表 4 预埋槽道静承载力

型 号	F_L /kN	F_J /kN	F_H /kN
C30/20	10	10	10
C30/26	10	10	10
C38/23	12	12	12
C40/22	12	12	12
C50/26	15	15	15

- b) 预埋槽道应按照表 5 的要求,在 F_L 方向进行疲劳试验,疲劳试验后槽口应未发生变形,锚杆、槽身与锚杆连接均应未发生破坏,试验后的拉伸极限破坏值应不低于 2.85 倍的 F_L 。

表 5 疲劳试验要求

预埋槽道状态	疲劳频率/Hz	疲劳次数	基准值及幅值/kN
预埋槽道裸件	1~3	5×10^5	$(1 \pm 0.3)F_L$
预埋槽道预埋于混凝土中	1~3	2×10^6	$(1 \pm 0.3)F_L$

6.2.2 防腐涂层性能要求应符合下列规定：

- a) 预埋槽道耐盐雾性能应满足 300 h 铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)或满足 2 400 h 中性盐雾试验(NSS 试验),不应出现红锈;
- b) T 型螺栓耐盐雾性能应满足 150 h 铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)或满足 1 200 h 中性盐雾试验(NSS 试验),不应出现红锈;
- c) 耐冲击性能试验应按照 GB/T 1732 要求进行,1 kg 重锤从 50 cm 高度落下,预埋槽道防腐层不应出现裂纹、剥落现象;
- d) 预埋槽道封闭层附着力试验应按照 GB/T 9286 进行,附着力应达到 0 级;
- e) 预埋槽道耐碱性能应按照 GB/T 9274 规定的甲法(浸泡法)进行周期为 168 h 的试验,预埋槽道涂层不应变色、起泡、出现斑点;
- f) 绝缘性能指标可根据供需双方协商确定。

6.2.3 不锈钢预埋槽道应无晶间腐蚀。

6.2.4 预埋槽道系统防松性能试验应按照 GB/T 37613 进行,试验后螺母等紧固件应无松动。

6.2.5 预埋槽道系统耐火性能试验应按照 GB/T 26784 中隧道火灾 RABT-ZTV 升温曲线的条件进行,试验后承载力不应丧失。耐火时间及承载力要求应符合表 6 的规定。

表 6 耐火时间及承载力要求

型 号	耐火时间/min	承载力/kN
C30/20	120	0.8
C30/26	120	0.8
C38/23	120	1.0
C40/22	120	1.0
C50/26	120	1.5

6.2.6 预埋槽道系统应进行拉伸、剪切、滑移等力学性能现场试验,槽道在 1.5 倍静承载力作用下不应产生塑性变形,在 3 倍静承载力作用下,不应发生功能性失效破坏,周围混凝土应完好。

6.3 预埋套筒槽道系统要求

6.3.1 力学性能要求应符合下列规定。

- a) 预埋套筒的最大间距 L 不大于 590 mm 时,预埋套筒槽道系统静承载力应符合表 7 的规定,并应满足下列要求:
- 1) 在 1.5 倍的 F_L 、 F_J 及 F_H 荷载作用下,外置槽道均应无塑性变形;
 - 2) 对外置槽道进行破坏荷载试验,其拉伸、剪切、滑动荷载均不应小于 3 倍的 F_L 、 F_J 、 F_H 荷载。

表 7 预埋套筒槽道系统静承载力

型号	F_L /kN	F_J /kN	F_H /kN
W40/22	5	5	5
W53/34	8	8	8
W64/44	10	10	10

- b) 预埋套筒静承载力应符合表 8 的规定,并应满足下列要求:
- 1) 在 1.5 倍的 N_t 、 V_t 荷载作用下,紧固螺栓应无塑性变形;
 - 2) 对预埋套筒进行破坏荷载试验,拉伸、剪切荷载达到 3 倍的 N_t 、 V_t 荷载时,不应发生功能性失效破坏,周围混凝土应完好。

表 8 预埋套筒及紧固螺栓静承载力

预埋套筒型号	N_t /kN	V_t /kN
YT-20/12	10	10

- c) 预埋套筒槽道系统应按照表 9 的要求,分别在 F_L 、 F_J 方向进行疲劳试验,试验后槽口应未发生变形,拉伸、剪切极限破坏值应分别不低于 2.85 倍的 F_L 、 F_J 。

表 9 疲劳试验要求

疲劳频率/Hz	疲劳次数	基准值及幅值/kN
1~3	5×10^5	$(1 \pm 0.3)F_L$; $(1 \pm 0.3)F_J$

6.3.2 防腐涂层性能要求应符合下列规定：

- a) 预埋套筒盐雾试验应满足 300 h 铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)或满足 2 400 h 中性盐雾试验(NSS 试验),不应出现红锈；
- b) 外置槽道、T 型螺栓和紧固螺栓耐盐雾性能应满足 150 h 铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)或满足 1 200 h 中性盐雾试验(NSS 试验),不应出现红锈；
- c) 耐冲击性能试验应按照 GB/T 1732 要求进行,1 kg 重锤从 50 cm 高度落下,外置槽道防腐层不应出现裂纹、剥落现象；
- d) 外置槽道封闭层附着力试验应按照 GB/T 9286 进行,附着力应达到 0 级；
- e) 预埋套筒耐碱性能应按照 GB/T 9274 规定的甲法(浸泡法)进行周期为 168 h 的试验,预埋套筒涂层不应变色、起泡、出现斑点；
- f) 绝缘性能指标可根据供需双方协商确定。

6.3.3 预埋套筒槽道系统防松性能试验应按照 GB/T 37613 进行,试验后螺母等紧固件应无松动。

6.3.4 预埋套筒槽道系统耐火性能试验应按照 GB/T 26784 中隧道火灾 RABT-ZTV 升温曲线的条件进行,试验后承载力不应丧失。耐火时间及承载力要求应符合表 10 的要求。

表 10 耐火时间及承载力要求

型 号	耐火时间/min	承载力/kN
W40/22	120	0.8
W53/34	120	1.0
W64/44	120	1.0

6.3.5 预埋套筒槽道系统应进行力学性能现场检测,并符合下列规定：

- a) 在已预埋套筒的管片上对预埋套筒进行拉伸、剪切试验,在荷载为 30 kN 的情况下,预埋套筒及周围混凝土均应完好,紧固螺栓、预埋套筒与紧固螺栓的连接均不应产生破坏；
- b) 在已预埋套筒的管片上连接外置槽道,对槽道进行拉伸、剪切、滑移试验,槽道在 1.5 倍静承载力作用下不应产生塑性变形,在 3 倍静承载力作用下,不应发生功能性失效破坏。

6.4 外置挂耳槽道系统要求

6.4.1 力学性能要求应符合下列规定。

- a) 当外置挂耳的弧向中心距 L 不大于 1 150 mm 时,外置槽道静承载力应符合表 11 中的规定,并应满足下列要求：
 - 1) 在 1.5 倍的 F_L 、 F_J 及 F_H 荷载作用下,外置槽道均应无塑性变形；
 - 2) 对外置槽道进行破坏荷载试验,其拉伸、剪切、滑动荷载均不应小于 3 倍的 F_L 、 F_J 、 F_H 荷载。

表 11 外置槽道静承载力

型号	F_L /kN	F_J /kN	F_H /kN
W53/34	11	11	11

- b) 外置挂耳槽道系统应按照表 12 中要求,分别在 F_L 、 F_J 方向进行疲劳试验,试验后槽口应未发生变形,拉伸、剪切极限破坏值应分别不低于 2.85 倍的 F_L 、 F_J 。

表 12 疲劳试验要求

疲劳频率/Hz	疲劳次数	基准值及幅值/kN
1~3	5×10^5	$(1 \pm 0.3)F_L; (1 \pm 0.3)F_J$

- 6.4.2 防腐涂层性能要求应符合下列规定：
- a) 外置槽道、外置挂耳、T型螺栓和连接销栓耐盐雾性能应满足 150 h 铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)或满足 1 200 h 中性盐雾试验(NSS 试验),不应出现红锈；
 - b) 耐冲击性能试验应按照 GB/T 1732 要求进行,1 kg 重锤从 50 cm 高度落下,外置槽道防腐层不应出现裂纹、剥落现象；
 - c) 外置槽道封闭层附着力试验应按照 GB/T 9286 进行,附着力应达到 0 级；
 - d) 绝缘性能指标可根据供需双方协商确定。

- 6.4.3 外置挂耳槽道系统防松性能试验应按照 GB/T 37613 进行,试验后螺母等紧固件应无松动。
- 6.4.4 外置挂耳槽道系统耐火性能试验应按照 GB/T 26784 中隧道火灾 RABT-ZTV 升温曲线的条件进行,试验后承载力不应丧失。耐火时间及承载力要求应符合表 13 的要求。

表 13 耐火承载力及承载时间要求

型 号	耐火时间/min	承载力/kN
W53/34	120	1.0

- 6.4.5 外置挂耳槽道系统应进行力学性能现场检测,外置挂耳槽道系统在盾构隧道现场各系统支架上方进行最不利工况下的均布荷载试验,要求疏散平台及其他设施在设计荷载的 1.5 倍作用下不应产生塑性变形,设计荷载的 3 倍作用下不应产生失效破坏。

6.5. 包装、运输、存放

- 6.5.1 包装应符合下列规定：
- a) 槽道包装应按型号、规格分类,分件隔断、分层固定；
 - b) 预埋套筒、T型螺栓、连接销栓等紧固件的包装按照 GB/T 90.2 执行。
- 6.5.2 在运输过程中,应采用有效的防护措施,防止雨水和酸、碱及有机溶剂等腐蚀性物质的侵蚀；产品应摆放平整、固定牢固,且应不破坏产品的几何形状,不划伤产品外表面。装卸时应采取保护措施,防止造成损坏。卸货时宜使用叉车整托卸货；当采用吊车卸货时不应将吊点布置在槽道上。
- 6.5.3 存放应符合下列规定：
- a) 产品应贮存在通风干燥的仓库内,远离酸、碱及有机溶剂等腐蚀性物质；
 - b) 若存放于露天场地时应采取遮阳防雨措施。

7 施工与验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 槽道系统的验收包括材料进场的抽样检验与验收,施工过程的检验与验收。
- 7.1.2 材料进场抽样检验应按照附录 A 要求执行,可按照附录 D 的要求进行检查记录。
- 7.1.3 槽道系统的进场检验应由建设单位委托第三方检测机构进行,经抽检合格后方可使用。
- 7.1.4 槽道系统施工验收可按照附录 E~附录 G 的要求进行检查记录。

7.2 预埋槽道系统要求

7.2.1 预埋施工应符合下列规定：

- a) 在预埋施工前,应对预埋槽道进行检查,确保外观无破坏,预埋槽道封贴胶带、填充物及封堵头应完整;
- b) 预埋槽道应采用可靠的预埋方式进行施工,严格按照设计图纸要求控制预埋槽道在管片模具上的安装位置,保证预埋槽道预埋位置的精度以及与管片模具完全贴合;
- c) 预埋槽道实际中心线与理论中心线的最大偏差,每1 000 mm范围内不超过5 mm;
- d) 预埋过程中预埋槽道及锚杆不应与管片结构中钢筋接触;
- e) 混凝土浇筑和振捣时,应采用可靠措施防止预埋槽道发生位置移动;
- f) 预埋槽道预埋时,应采取措施,确保混凝土的密实度,保证预埋槽道与混凝土的可靠锚接;
- g) 预埋槽道槽口处混凝土层清理时,应不破坏预埋槽道涂层。

7.2.2 预埋槽道配套支架安装应符合下列规定：

- a) 将预埋槽道封贴胶带及填充物去除,槽道内部应不出现混凝土砂浆等杂物;
- b) 确定支架和T型螺栓安装位置,安装T型螺栓、支架、锁紧垫片、螺母等,根据紧固力矩设计值进行紧固。

7.2.3 预埋槽道系统施工质量检验与验收应符合下列规定。

- a) 管片养护完成后应对预埋在管片中的预埋槽道进行拉伸承载力、剪切承载力及滑动承载力检测。
检验数量:抽检1‰,应不少于3根。
检验方法:用加载设备施加到设计承载力荷载时,预埋槽道槽口无变形。
- b) 预埋槽道实际中心线与理论中心线的距离,每1 000 mm范围内最大偏差不超过5 mm。
检验数量:抽检1‰。
检验方法:观察检查、尺量。
- c) 混凝土施工完成后应对预埋槽道外露表面进行检查,预埋槽道槽口处应覆有相对完整的封贴胶带。
检验数量:抽检100%。
检验方法:观察检查。
- d) 预埋槽道槽内填充物应充实,无混凝土砂浆渗入,槽内无异物等。
检验数量:抽检100%。
检验方法:观察检查。
- e) 预埋槽道在盾构管片内埋置后,其表面(保护层揭除后)与盾构管片表面在垂直线路方向的偏差应不超过2 mm。
检验数量:抽检1‰。
检验方法:观察检查、尺量。

7.3 预埋套筒槽道系统要求

7.3.1 预埋套筒施工要求应符合下列规定。

- a) 预埋套筒埋设应符合设计要求,生产前应仔细核实预埋套筒固定位置,避免与管片中相关部件冲突。
- b) 预埋套筒与管片模板弧面的切线应保持垂直,倾斜度 $\leq 1.5^\circ$ 。管片模具上预埋套筒预埋处开孔孔位的环向和纵向偏差均应 ≤ 2 mm。

- c) 浇筑混凝土前,应将预埋套筒配套的定位件拧紧,将预埋套筒压紧在管片模板上,避免混凝土进入预埋套筒内。
- d) 管片脱模时应取下定位塞,脱模完成后应及时用塑料堵头堵住预埋套筒螺纹孔。
- e) 预埋过程中预埋套筒不应与管片结构中钢筋接触。

7.3.2 外置槽道施工要求应符合下列规定:

- a) 外置槽道与预埋套筒的安装位置应符合设计要求;
- b) 槽道与预埋套筒连接的数量应符合设计要求。

7.3.3 预埋套筒和外置槽道连接应符合下列规定:

- a) 预埋套筒与外置槽道采用紧固螺栓连接,安装时不应切割槽道;
- b) 安装锁紧垫片、紧固螺栓和槽道,根据紧固力矩设计值进行紧固;
- c) 紧固螺栓安装完成后不应凸出槽道外口。

7.3.4 确定支架和 T 型螺栓安装位置,安装 T 型螺栓、支架、锁紧垫片、螺母等,根据紧固力矩设计值进行紧固。

7.3.5 预埋套筒槽道系统施工质量检验与验收应符合下列规定。

- a) 检查管片预埋套筒与槽道固定螺栓紧固情况,不允许有漏拧及力矩不足现象。
检验数量:抽检 100%。
检验方法:观察检查、扭矩扳手。
- b) 检查外置槽道倾斜情况,槽道两侧与混凝土结构表面的距离差不宜超过 5 mm。
检验数量:抽检 1%。
检验方法:观察检查、尺量。
- c) 外置槽道实际中心线与理论中心线的距离,每 1 000 mm 范围内最大偏差不超过 5 mm。
检验数量:抽检 1%。
检验方法:观察检查、尺量。

7.4 外置挂耳槽道系统要求

7.4.1 外置挂耳施工要求应符合下列规定:

- a) 外置挂耳耳板角度应与管片纵向连接螺栓处的手孔角度一致;
- b) 外置挂耳与外置槽道间应采用可靠的防滑移、防松动的连接方式。

7.4.2 外置挂耳和外置槽道连接应符合下列规定:

- a) 外置挂耳与外置槽道采用连接销栓连接,安装时不应切割槽道;
- b) 安装锁紧垫片、连接销栓和外置槽道,根据紧固力矩设计值进行紧固;
- c) 紧固螺栓安装完成后不应影响后期系统设备的安装和限界;
- d) 外置挂耳和外置槽道系统安装应采用双螺帽安装挂耳,管片纵向螺栓应适当加长,并另行配置 1 套螺帽和垫圈,如图 2 所示。

7.4.3 确定支架和 T 型螺栓安装位置,安装 T 型螺栓、支架、锁紧垫片、螺母等,根据紧固力矩设计值进行紧固。

7.4.4 外置挂耳槽道系统施工质量检验与验收应符合下列规定。

- a) 检查管片挂耳与管片纵向连接螺栓紧固情况以及管片挂耳与槽道连接销栓紧固情况,不允许有漏拧及力矩不足现象。
检验数量:抽检 100%。
检验方法:观察检查、扭矩扳手。
- b) 检查外置槽道倾斜情况,槽道两侧与混凝土结构表面的距离差不宜超过 5 mm。

检验数量:抽检 1%。

检验方法:观察检查、尺量。

- c) 外置槽道实际中心线与理论中心线的距离,每 1 000 mm 间范围内最大偏差不超过 5 mm。

检验数量:抽检 1%。

检验方法:观察检查、尺量。

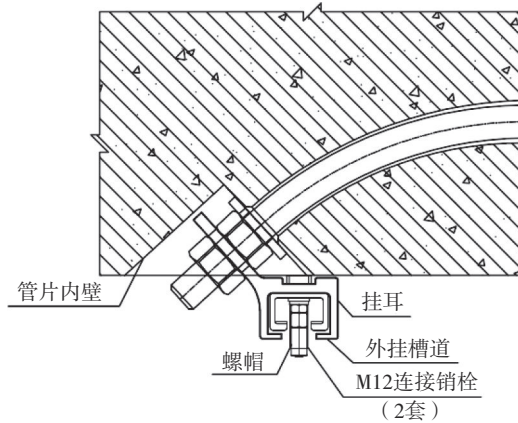


图2 外置挂耳槽道系统双螺帽安装示意图

8 维护

8.1 槽道系统的维护检查可分为定期检查和专项检查。槽道系统的定期检查宜每 2 年进行 1 次,对长期处于振动环境或潮湿环境下的槽道系统,宜缩短定期检查周期;当发生可能对槽道系统相关构件造成损伤的地震、洪涝或火灾等灾害后,应及时进行专项检查。

8.2 槽道系统的维护检查内容宜包括下列项目,检查方法可按第 7 章的相关规定执行:

- a) 槽道系统的安装连接情况;
- b) 槽道系统的耐腐蚀情况;
- c) 槽道系统的杂散电流防护情况。

8.3 槽道系统维护、维修作业时,如涉及拆卸更换构件,更换构件的性能不应低于原产品设计要求。

8.4 槽道系统的维护检查宜采用安装智能化监测系统的方式进行。智能化监测系统应具备能及时探测槽道系统连接松动、杂散电流强度等安全隐患的功能,且做到技术先进、经济合理、便于维护。

附 录 A
(规范性)
检验方法及检验规则

A.1 检验方法

A.1.1 预埋槽道系统检验方法

预埋槽道系统检验方法如下。

- a) 尺寸检查：
 - 1) 尺寸检测使用精度为0.01 mm的游标卡尺,长度检测使用米尺;
 - 2) 角度检测时先将预埋槽道用线切割沿垂直长度方向切成1 mm厚的薄片,用万能显微镜测量其角度。
- b) 外观检查：

采用目测检查,必要时可采用不超过10倍的放大镜检查。

- c) 扭转度检测：

将长度为1 m的预埋槽道放在平台上(锚杆朝上),以预埋槽道一端紧贴平台,用塞尺测量预埋槽道另一端两边与平台的距离,分别为 L_1 、 L_2 。用游标卡尺测量预埋槽道宽为 W 。

扭转角度按照式(A.1)计算：

$$\theta=\arcsin[(L_1-L_2)/W] \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

θ ——扭转角度,单位为度(°);

L_1 、 L_2 ——边与平台的距离,单位为毫米(mm);

W ——槽道宽度,单位为毫米(mm)。

- d) 材质检测：

预埋槽道化学成分检测按照GB/T 4336、GB/T 11170的规定执行,机械性能检测按照GB/T 228.1、GB/T 232的规定执行。

- e) 力学性能检测。
 - 1) 预埋槽道裸件的静承载力检测。

可采用万能材料试验机进行,仪器准确度应不低于1级精度。试验荷载应均匀平稳地增加,加载速度不应大于0.5 kN/s。分别在1.5倍 F_L 、 F_J 及 F_H 荷载下持续10 s,观察预埋槽道有无塑性变形,继续施加荷载直到预埋槽道破坏,检测出预埋槽道极限荷载。在进行 F_L 荷载试验时,锚杆轴线应与T型螺栓轴线保持一致。在进行 F_J 、 F_H 荷载试验时,施加荷载的板厚宜为8 mm~10 mm。预埋槽道裸件的静承载力加载方式如图A.1所示。
 - 2) 预埋于混凝土中的静承载力检测。

试块模拟实际工况,采用强度等级不低于C50的混凝土,外形尺寸不小于500 mm×500 mm×500 mm。预埋槽道长度400 mm,至少带有2个锚杆,预埋于混凝土试块的中间位置。

试验方法同预埋槽道裸件的静承载力检测,预埋于混凝土中的静承载力 F_L 加载如图A.2所示,加载在两锚杆中间的中心处, F_J 和 F_H 加载方式如图A.3所示。采用拉拔仪,通过T型螺栓对预埋槽道分别施加 F_L 、 F_J 及 F_H ,并符合如下要求：

- 测试设备:力值精度不低于2级的拉拔仪、秒表、卷尺、连接用工装卡具;
- 安装要求:T型螺栓一端与预埋槽道相连,另一端与转换杆相连,转换杆穿过检测设备,通过螺母固定于设备上。拉力测试应以非约束拉拔方式进行;
- 施加荷载达到3.0倍的 F_L 、 F_J 、 F_H 时,预埋槽道不应发生功能性失效破坏,周围混凝土应完好。

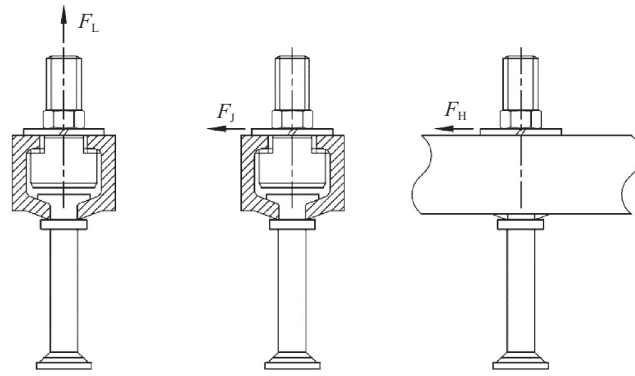


图 A.1 预埋槽道裸件的静承载力加载示意图

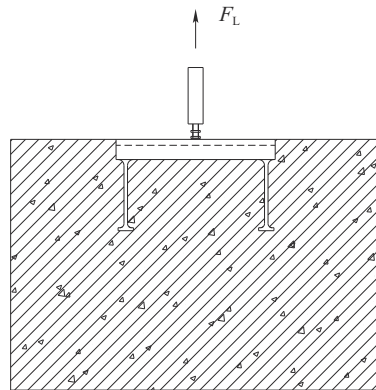
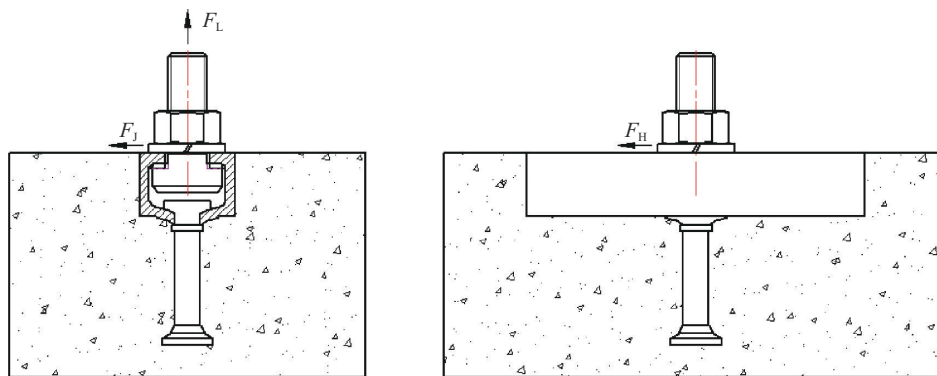
图 A.2 预埋于混凝土中的静承载力 F_L 加载示意图

图 A.3 预埋于混凝土中的预埋槽道静承载力加载示意图

3) 预埋槽道裸件的疲劳试验。

将带有单锚杆的预埋槽道和T型螺栓连接好通过卡具安装在疲劳试验机上,锚杆轴线与T

型螺栓中心线一致,按照 TB/T 2074 的规定执行,疲劳试验按照下列要求:

- 疲劳试验荷载位置: F_L 按照图 A.1 所示进行加载;
- 疲劳交变波形:正弦波;
- 疲劳频率:1 Hz~3 Hz;
- 疲劳试验后破坏荷载检测:按照 A.1 中预埋槽道静承载力 F_L 检测方式进行。

4) 预埋于混凝土中的疲劳试验。

槽道预埋混凝土试块同预埋于混凝土中的静承载力检测要求,将预埋槽道和 T 型螺栓连接好,并通过卡具安装在疲劳试验机上,按照 TB/T 2074 的规定执行,疲劳试验按照下列要求:

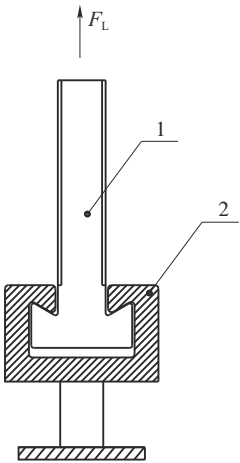
- 疲劳试验荷载位置: F_L 加载在两锚杆中间的中心处;
- 疲劳交变波形:正弦波;
- 疲劳频率:1 Hz~3 Hz;
- 疲劳试验后破坏荷载检测:按照 A.2 中预埋槽道 F_L 静承载力检测方式进行。

f) T 型螺栓承载力试验。

1) 抗拉承载力试验。

T 型螺栓的抗拉承载力试验按照 TB/T 3329 的规定执行。

试验通过工装(模拟预埋槽道)安装在试验机上,卡具的横截面形状应与 T 型螺栓所配合使用的预埋槽道截面形状一致。试验时,卡具中心线与 T 型螺栓轴线一致,如图 A.4 所示。



标引序号说明:

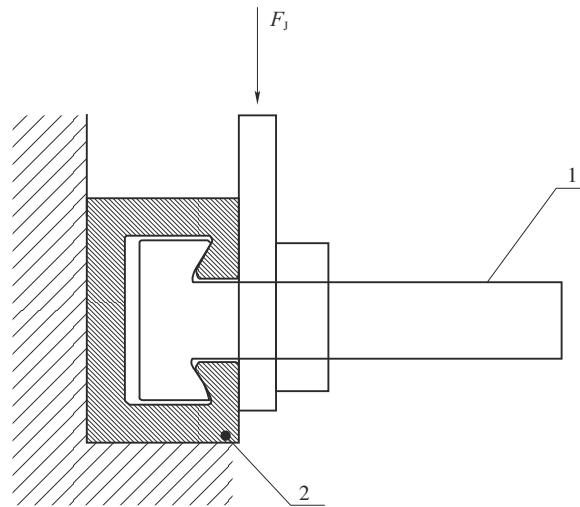
- 1——T 型螺栓;
- 2——工装。

图 A.4 T 型螺栓抗拉承载力试验示意图

2) 抗剪承载力试验。

T 型螺栓的抗剪承载力试验按照 TB/T 3329 的规定执行。

试验通过工装(模拟预埋槽道)安装在试验机上进行,如图 A.5 所示。



标引序号说明：

1——T型螺栓；

2——工装。

图 A.5 T型螺栓抗剪荷载试验示意图

3) 标准紧固力矩试验。

按照 TB/T 2074 的规定执行。

g) 防腐涂层性能试验。

1) 防腐层厚度宜使用涂层测厚仪或扫描电镜进行测量,涂层厚度采用磁性法测量时,应按照 GB/T 4956 的规定执行;采用扫描电镜法测量时,应按照 TB/T 3274 的规定执行。

2) 盐雾试验按照 GB/T 10125 的规定执行。

3) 耐冲击试验按照 GB/T 1732 的规定执行。

4) 附着力试验按照 GB/T 9286 的规定执行。

5) 耐碱试验：

预埋槽道在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,以 100 mL 蒸馏水中加入 0.12 g 氢氧化钙的比例配置 pH 值 12~13 的碱溶液并充分搅拌,按 GB/T 9274 规定的甲法(浸泡法)进行周期为 168 h 试验。

h) 晶间腐蚀试验。

不锈钢预埋槽道按照 GB/T 4334 中方法 E 执行。

i) 防松性能试验。

预埋槽道系统按照 GB/T 37613 的要求在振动频率为 100 Hz,波形为正弦波,振幅为 0.2 mm 的试验条件下进行 300 万次试验。

j) 耐火性能试验。

试块模拟实际工况,截取长度 400 mm,至少带有 2 个锚杆的槽道预埋于强度等级不低于 C50 的混凝土中,按照 GB/T 26784 的要求进行试验。耐火试验加载如图 A.6 所示。

k) 力学性能现场检测。

采用拉拔仪对预埋槽道系统进行拉伸、剪切、滑移等非破坏性力学试验,检测方法同 A.2、A.3 中预埋于混凝土中的静承载力检测。

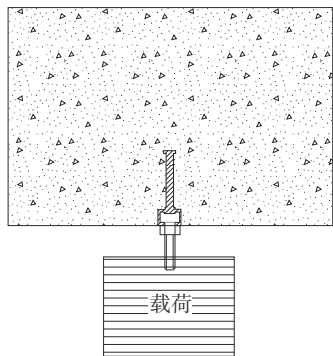


图 A.6 耐火试验加载示意图

A.1.2 预埋套筒槽道系统检验方法

预埋套筒槽道系统检验方法如下。

- a) 尺寸检查：
 - 1) 尺寸检验用精度为 0.01 mm 的游标卡尺,长度检验用米尺;
 - 2) 角度检验时先将外置槽道用线切割沿垂直长度方向切成 1 mm 厚的薄片,用万能显微镜测量其角度。
- b) 外观检查：

采用目测检查,必要时可采用不超过 10 倍的放大镜检查。
- c) 扭转度检测：

将外置槽道放在平台上,长度为 1 m,以外置槽道一端紧贴平台,用塞尺测量外置槽道另一端两边与平台的距离,分别为 L_1 、 L_2 。用游标卡尺测量槽道宽为 W 。

$$\theta = \arcsin[(L_1 - L_2) / W] \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

扭转角度按式(A.2)计算:

式中:

 - θ ——扭转角度,单位为度($^{\circ}$);
 - L_1 、 L_2 ——边与平台的距离,单位为毫米(mm);
 - W ——槽道宽度,单位为毫米(mm)。
- d) 材质检测：

预埋套筒、外置槽道化学成分检测按照 GB/T 4336、GB/T 11170 的规定执行,机械性能检测按照 GB/T 228.1、GB/T 232 的规定执行。
- e) 力学性能试验。
 - 1) 预埋套筒槽道系统静承载力检测。

采用外形尺寸为 $(L+150)\text{mm} \times 400\text{mm} \times 300\text{mm}$ 、强度等级不低于 C50 的混凝土试块,模拟实际工况。外置槽道长度不小于 $(L+100)\text{mm}$,预埋套筒预埋数量 2 个, L 为最大预埋间距,预埋于混凝土试块的中间位置,如图 A.7 所示。

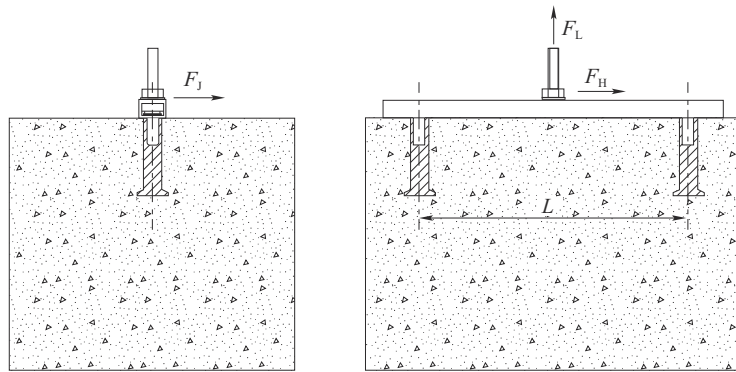


图 A.7 预埋于混凝土中的静承载力加载示意图

试验方法同 A.1.1 中预埋于混凝土中的静承载力检测, F_L 、 F_J 及 F_H 加载方式如图 A.7 所示。

2) 预埋套筒静承载力试验。

预埋套筒预埋混凝土试块如图 A.7 所示, 静承载力试验可采用拉拔仪或其他设备进行, 仪器准确度不低于 2 级精度, 试验荷载应均匀平稳地增加, 不应有冲击。通过配套紧固螺栓沿预埋套筒轴线方向和垂直方向分别施加荷载, 检查预埋套筒及周围混凝土情况。

3) 预埋套筒槽道系统疲劳试验。

预埋套筒槽道系统预埋混凝土试块如图 A.7 所示, 将外置槽道和 T 型螺栓连接好通过卡具安装在疲劳试验机上, 按照 TB/T 2074 的规定执行, 疲劳试验按下列要求。

- 疲劳试验荷载位置: F_L 、 F_J 加载在固定间距的中心处, 按照图 A.7 所示进行加载;
- 疲劳交变波形: 正弦波;
- 疲劳频率: 1 Hz~3 Hz;
- 疲劳试验后破坏荷载检测: 按照图 A.7 中预埋套筒槽道系统预埋于混凝土中的静承载力检测方式进行。

4) T 型螺栓承载力试验。

T 型螺栓承载力试验方法同 A.1.1f)。

f) 防腐涂层性能试验。

- 1) 防腐层厚度宜使用涂层测厚仪或扫描电镜进行测量, 涂层厚度采用磁性法测量时, 应按照 GB/T 4956 的规定执行; 采用扫描电镜法测量时, 应按照 TB/T 3274 的规定执行。
- 2) 盐雾试验按照 GB/T 10125 的规定执行。
- 3) 耐冲击试验按照 GB/T 1732 的规定执行。
- 4) 附着力试验按照 GB/T 9286 的规定执行。
- 5) 耐碱试验。

预埋套筒在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下, 以 100 mL 蒸馏水中加入 0.12 g 氢氧化钙的比例配置 pH 值 12~13 的碱溶液并充分搅拌, 按 GB/T 9274 规定的甲法(浸泡法)进行周期为 168 h 试验。

g) 防松性能试验。

预埋套筒槽道系统按照 GB/T 37613 的要求在振动频率为 100 Hz, 波形为正弦波, 振幅为 0.2 mm 的试验条件下进行 300 万次试验。

h) 耐火性能试验。

试块模拟实际工况, 截取合适长度外置槽道并将槽道通过预埋套筒安装紧固在混凝土试块上, 如图 A.7 所示, 按照 GB/T 26784 的要求进行试验。耐火试验加载如图 A.8 所示。

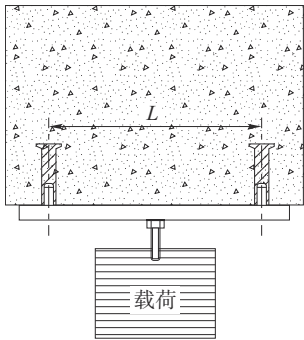


图 A.8 耐火试验加载示意图

- i) 力学性能现场检测。
采用拉拔仪对预埋套筒进行拉伸、剪切荷载试验,对预埋套筒槽道系统进行拉伸、剪切、滑移等非破坏性力学试验,检测方法同 A.1.2 中预埋套筒槽道系统静承载力检测。

A.1.3 外置挂耳槽道系统检验方法

外置挂耳槽道系统检验方法具体如下。

- a) 尺寸检验：
 - 1) 尺寸检验用精度为 0.01 mm 的游标卡尺,长度检验用米尺；
 - 2) 角度检验时先将外置槽道用线切割沿垂直长度方向切成 1 mm 厚的薄片,用万能显微镜测量其角度。
- b) 外观质量检查：
采用目测检查,必要时可采用不超过 10 倍的放大镜检查。
- c) 扭转度检验：
将外置槽道放在平台上,长度为 1 m,以槽道一端紧贴平台,用塞尺测量外置槽道另一端两边与平台的距离,分别为 L_1 、 L_2 。用游标卡尺测量槽道宽为 W 。
扭转角度按式(A.3)计算：

$$\theta = \arcsin[(L_1 - L_2) / W] \dots\dots\dots (A.3)$$

- 式中：
- θ ——扭转角度,单位为度(°)；
 - L_1 、 L_2 ——边与平台的距离,单位为毫米(mm)；
 - W ——槽道宽度,单位为毫米(mm)。
- d) 材质检测：
外置挂耳、外置槽道化学成分检测按照 GB/T 4336、GB/T 11352 的规定执行,机械性能检测按照 GB/T 228.1、GB/T 232 的规定执行。
 - e) 力学性能试验。
 - 1) 外置槽道静承载力检测：
可采用万能材料试验机进行,仪器准确度不低于 1 级精度,试验荷载应均匀平稳地增加。将外置槽道固定在试验机上,固定间距 L 为挂耳间距,外置槽道静承载力检测方法同 A.1.2 预埋套筒槽道系统静承载力检测。
 - 2) 外置挂耳槽道系统疲劳试验：
将外置挂耳槽道系统按相邻挂耳弧向间距 L 固定,通过 T 型螺栓和卡具安装在疲劳试验机

上,按照 TB/T 2074 的规定执行,疲劳试验按照下列要求:

- ① 疲劳试验荷载位置: F_L 、 F_J 加载在固定间距的中心处;
- ② 疲劳交变波形:正弦波;
- ③ 疲劳频率:1 Hz~3 Hz;
- ④ 疲劳试验后破坏荷载检测:按照 A.1.3e)中外置槽道静承载力检测方法进行测量。

3) T型螺栓承载力试验:

T型螺栓承载力试验方法同附录 A.1.1f)。

f) 防腐涂层性能试验。

- 1) 防腐层厚度宜使用涂层测厚仪或扫描电镜进行测量,涂层厚度采用磁性法测量时,应按照 GB/T 4956 的规定执行;采用扫描电镜法测量时,应按照 TB/T 3274 的规定执行。
- 2) 盐雾试验按照 GB/T 10125 的规定执行。
- 3) 耐冲击试验按照 GB/T 1732 的规定执行。
- 4) 附着力试验按照 GB/T 9286 的规定执行。

g) 防松性能试验:

外置挂耳槽道系统按照 GB/T 37613 的要求在振动频率为 100 Hz,波形为正弦波,振幅为 0.2 mm 的试验条件下进行 300 万次试验。

h) 耐火性能试验:

试块模拟实际工况,将外置挂耳槽道系统按挂耳弧向间距 L 安装紧固在混凝土试块上,混凝土强度等级不应低于 C50,按照 GB/T 26784 的要求进行试验。

i) 力学性能现场检测:

采用位移计、砝码等测试设备,对外置挂耳槽道系统各系统支架上方进行最不利工况下的均布荷载试验。测量挠度时,用位移计测量槽道初始位移和达到 1.0 倍设计荷载时的位移,二者之差的绝对值即为其挠度。

A.2 检验规则

A.2.1 预埋槽道系统检验规则如下。

- a) 检验分出厂检验、进场检验、型式检验。检验项目按表 A.1 规定执行。

表 A.1 预埋槽道系统检验规则

序号	检验项目		技术要求	检验类型			检验数量	检验方法
				出厂检验	进场检验	型式检验		
1	外观检查		6.1.2 6.1.6	√	√	√	逐件	A.1.1b)
2	尺寸检查		附录 C	√	√	√	5	A.1.1a)
3	扭转度		附录 C	√	√	√	2	A.1.1c)
4	防腐层厚度		6.1.6	√	√	√	5	A.1.1g)
5	材质检测		4.2.1	—	√	√	1	A.1.1d)
6	静承载力	裸件的静承载力检测	6.2.1	√	√	√	2	A.1.1e)

表 A.1 预埋槽道系统检验规则（续）

序号	检验项目		技术要求	检验类型			检验数量	检验方法
				出厂检验	进场检验	型式检验		
7	静承载力	预埋于混凝土中的静承载力检测	6.2.1	—	√	√	2	A.1.1e)
8	T 型螺栓承载力		6.1.5	√	√	√	2	A.1.1f)
9	疲劳试验		6.2.1	—	—	√	2	A.1.1e)
10	预埋在混凝土中的疲劳试验		6.2.1	—	—	√	2	A.1.1e)
11	预埋槽道盐雾试验		6.2.2	—	—	√	2	A.1.1g)
12	T 型螺栓盐雾试验		6.2.2	—	—	√	2	A.1.1g)
13	耐冲击性能		6.2.2	—	√	√	3	A.1.1g)
14	封闭层附着力试验		6.2.2	—	√	√	3	A.1.1g)
15	耐碱性能		6.2.2	—	√	√	2	A.1.1g)
16	防松性能试验		6.2.4	—	—	√	1	A.1.1i)
17	耐火性能试验		6.2.5	—	—	√	1	A.1.1j)
18	晶间腐蚀试验		6.2.3	—	—	√	1	A.1.1h)
注 1：“√”为必检项目，“—”为不适用项目。								
注 2：第 1~17 项适用于碳钢材质预埋槽道性能检测,第 1—3 项、第 5—10 项、第 16—18 项适用于不锈钢材质预埋槽道性能检测。								

- b) 出厂检验。
- 预埋槽道及配套零件应由生产厂家质检部门按本文件逐件进行外观检验，其余检验项目应按每 3 000 m 为一检验批(不足 3 000 m 按一批检验)，检验合格后方可出厂。
- c) 进场检验。
- 1) 预埋槽道及配套零件应由第三方检测机构按本文件进行检测。
- 生产厂家首次供货的前两次检验批按 15 000 m 控制，如检测合格，后续检测按 30 000 m 为一检验批；如有不合格，则仍按 15 000 m 为一个检验批，检验合格后方可投入使用。
- 2) 预埋槽道系统力学性能现场检测频率。
- 区间长度不超过 1 500 m 时，预埋槽道拉伸、剪切、滑移试验每个区间 2 次(左右线各 1 个)；区间长度不超过 3 000 m 时，预埋槽道拉伸、剪切、滑移试验每个区间 4 次(左右线各 2 个)；区间长度超过 3 000 m 时，预埋槽道拉伸、剪切、滑移试验每个区间 6 次(左右线各 3 个)。预埋槽道系统力学性能宜在盾构管片生产现场进行。
- d) 型式检验：
- 有下列情况之一时，应进行型式检验：
- 1) 新产品定型；
- 2) 生产厂家正式生产后，如结构、材料、工艺等有较大改变可能影响产品性能时；
- 3) 生产厂家停产后 1 年以上恢复生产时；
- 4) 进场检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 5) 连续生产满 3 年时；

- 6) 初次供货有要求时。
- e) 判定规则：
- 1) 外观质量检验不合格,应返厂修复,修复后仍不合格,则判定该产品不合格;
 - 2) 尺寸检验、材质检测项目不合格,则判定该产品不合格;
 - 3) 除外观质量、尺寸、材质检测项目外,任何一项不合格,应双倍抽样进行复检。复检样本中有一项不合格,则判定该产品不合格。
- A.2.2 预埋套筒槽道系统检验规则如下。
- a) 检验分出厂检验、进场检验、型式检验。检验项目按表 A.2 规定执行。

表 A.2 预埋套筒槽道系统检验规则

序号	检验项目	技术要求	检验类型			检验数量	检验方法
			出厂检验	进场检验	型式检验		
1	外观检测	6.1.2 6.1.6	√	√	√	逐件	A.1.2b)
2	尺寸检测	附录 C	√	√	√	5	A.1.2a)
3	材质检测	4.3.1 4.3.2	—	√	√	1	A.1.2d)
4	扭转度	附录 C	√	√	√	2	A.1.2c)
5	T 型螺栓承载力	6.1.5	√	√	√	6	A.1.2e)
6	预埋套筒槽道系统预埋于混凝土中的静承载力	6.3.1	—	√	√	2	A.1.2e)
7	预埋套筒静承载力试验	6.3.1	—	√	√	2	A.1.2e)
8	预埋套筒槽道系统疲劳试验	6.3.1	—	—	√	4	A.1.2e)
9	防腐层厚度	6.1.6	√	√	√	5	A.1.2f)
10	外置槽道及预埋套筒盐雾试验	6.3.2	—	—	√	2	A.1.2f)
11	T 型螺栓和紧固螺栓盐雾试验	6.3.2	—	—	√	2	A.1.2f)
12	耐冲击性能	6.3.2	—	√	√	3	A.1.2f)
13	封闭层附着力试验	6.3.2	—	√	√	3	A.1.2f)
14	耐碱性能	6.3.2	—	√	√	2	A.1.2f)
15	防松性能试验	6.3.3	—	—	√	1	A.1.2g)
16	耐火性能试验	6.3.4	—	—	√	1	A.1.2h)
注：“√”为必检项目，“—”为不适用项目。							

- b) 出厂检验。
- 预埋套筒槽道系统应由生产厂家质检部门按本文件逐件进行外观检验,外置槽道其余检验项目应按每 3 000 m 为一检验批(不足 3 000 m 按一批检验),检验合格后方可出厂;预埋套筒其余检验项目应按每 3 000 m 外置槽道设计配置的对应盾构环数的套筒数量为一检验批(不足 3 000 m 按一批检验),检验合格后方可出厂。
- c) 进场检验。

- 1) 预埋套筒槽道系统应由第三方检测机构按本文件进行检测。
- 生产厂家首次供货的外置槽道前两次检验批按 15 000 m 控制,如检测合格,后续检测按 30 000 m 为一检验批;如有不合格,则仍按 15 000 m 为一个检验批,检验合格后方可投入使用。
- 生产厂家首次供货的预埋套筒前两次检验批按 15 000 m 外置槽道设计配置的对应盾构环数的套筒数量为一检验批,如检测合格,后续检测按 30 000 m 外置槽道对应的套筒数量为一检验批;如有不合格,则仍按 15 000 m 外置槽道对应的套筒数量为一个检验批,检验合格后方可投入使用。
- 2) 预埋套筒槽道系统力学性能现场检测频率。
- 区间长度不超过 1 500 m 时,预埋套筒拉伸、剪切试验每个区间 2 次(左右线各 1 个),预埋套筒槽道系统拉伸、剪切、滑移试验每个区间 2 次(左右线各 1 个);区间长度不超过 3 000 m 时,预埋套筒拉伸、剪切试验每个区间 4 次(左右线各 2 个),预埋套筒槽道系统拉伸、剪切、滑移试验每个区间 4 次(左右线各 2 个);区间长度超过 3 000 m 时,预埋套筒拉伸、剪切试验每个区间 6 次(左右线各 3 个),预埋套筒槽道系统拉伸、剪切、滑移试验每个区间 6 次(左右线各 3 个)。预埋套筒力学性能宜在盾构管片生产现场进行,预埋套筒槽道系统力学性能宜在盾构现场进行。

d) 型式检验。

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 1) 新产品定型;
- 2) 生产厂家正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变可能影响产品性能时;
- 3) 生产厂家停产后 1 年以上恢复生产时;
- 4) 进场检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 5) 连续生产满 3 年时;
- 6) 初次供货有要求时。

e) 判定规则:

- 1) 外观质量检验不合格,应返厂修复,修复后仍不合格,则判定该产品不合格;
- 2) 尺寸检验、材质检测项目不合格,则判定该产品不合格;
- 3) 除外观质量、尺寸、材质检测项目外,任何一项不合格,应双倍抽样进行复检。复检样本中有一项不合格,则判定该产品不合格。

A.2.3 外置挂耳槽道系统检验规则如下。

- a) 检验分出厂检验、进场检验、型式检验。检验项目按表 A.3 规定执行。

表 A.3 外置挂耳槽道系统检验规则

序号	检验项目	技术要求	检验类型			检验数量	检验方法
			出厂检验	进场检验	型式检验		
1	外观检测	6.1.2 6.1.6	√	√	√	逐件	A.1.3b)
2	尺寸检测	附录 C	√	√	√	5	A.1.3a)
3	扭转度	附录 C	√	√	√	2	A.1.3c)
4	材质检测	4.4.1	—	√	√	1	A.1.3d)

表 A.3 外置挂耳槽道系统检验规则（续）

序号	检验项目	技术要求	检验类型			检验数量	检验方法
			出厂检验	进场检验	型式检验		
5	外置槽道静承载力	6.4.1	√	√	√	2	A.1.3e)
6	外置挂耳槽道系统疲劳试验	6.4.1	—	—	√	4	A.1.3e)
7	T型螺栓承载力	6.1.5	√	√	√	6	A.1.3e)
8	防腐层厚度	6.1.6	√	√	√	5	A.1.3f)
9	槽道及挂耳盐雾试验	6.4.2	—	—	√	2	A.1.3f)
10	T型螺栓和连接销栓盐雾试验	6.4.2	—	—	√	2	A.1.3f)
11	耐冲击性能	6.4.2	—	√	√	3	A.1.3f)
12	封闭层附着力试验	6.4.2	—	√	√	3	A.1.3f)
13	防松性能试验	6.4.3	—	—	√	1	A.1.3g)
14	耐火性能试验	6.4.4	—	—	√	1	A.1.3h)
注：“√”为必检项目，“—”为不适用项目。							

b) 出厂检验。

外置挂耳槽道系统应由生产厂家质检部门按本文件逐件进行外观检验,外置槽道其余检验项目应按每3 000 m为一检验批(不足3 000 m按一批检验),检验合格后方可出厂。外置挂耳其余检验项目应按每3 000 m外置槽道设计配置的对应外置挂耳数量为一检验批(不足3 000 m按一批检验),检验合格后方可出厂。

c) 进场检验。

1) 外置挂耳槽道系统应由第三方检测机构按本文件进行检测。

生产厂家首次供货的外置槽道前两次检验批按15 000 m控制,如检测合格,后续检测按30 000 m为一检验批;如有不合格,则仍按15 000 m为一个检验批,检验合格后方可投入使用。

生产厂家首次供货的外置挂耳前两次检验批按15 000 m外置槽道设计配置的对应外置挂耳数量为一检验批,如检测合格,后续检测按30 000 m外置槽道对应的外置挂耳数量为一检验批;如有不合格,则仍按15 000 m外置槽道对应的外置挂耳数量为一个检验批,检验合格后方可投入使用。

2) 外置挂耳槽道系统力学性能现场检测频率。

区间长度不超过1500 km时,外置挂耳槽道系统均布荷载试验每个区间2次(左右线各1个);区间长度不超过3 000 m时,外置挂耳槽道系统均布荷载试验每个区间4次(左右线各2个);区间长度超过3 000 m时,外置挂耳槽道系统均布荷载试验每个区间6次(左右线各3个)。外置挂耳槽道系统力学性能宜在盾构现场进行。

d) 型式检验。

有下列情况之一时,应进行型式检验:

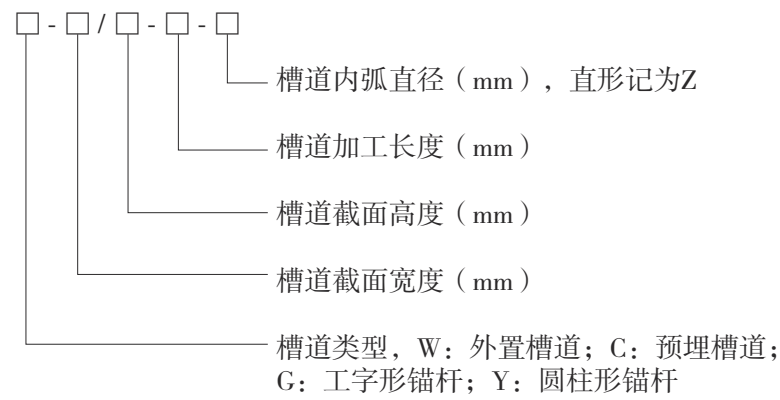
- 1) 新产品定型;
- 2) 生产厂家正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变可能影响产品性能时;
- 3) 生产厂家停产后1年以上恢复生产时;
- 4) 进场检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 5) 连续生产满3年时;
- 6) 初次供货有要求时。

e) 判定规则。

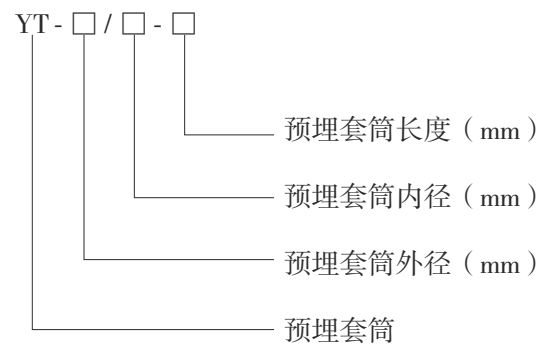
- 1) 外观质量检验不合格,应返厂修复,修复后仍不合格,则判定该产品不合格;
- 2) 尺寸检验、材质检测项目不合格,则判定该产品不合格;
- 3) 除外观质量、尺寸、材质检测项目外,任何一项不合格,应双倍抽样进行复检。复检样本中有一项不合格,则判定该产品不合格。

附录 B
(规范性)
产品型号表示方法

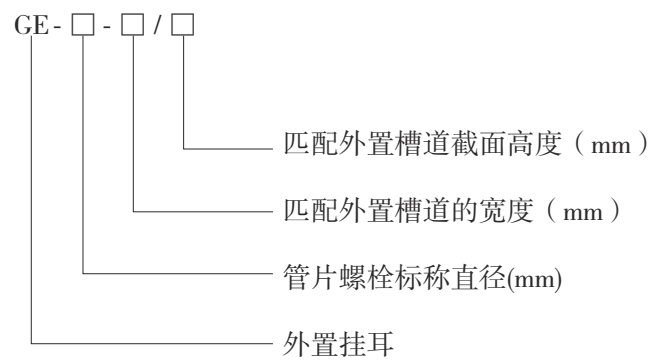
B.1 槽道型号根据截面尺寸、加工长度和内弧直径按下列形式表示。



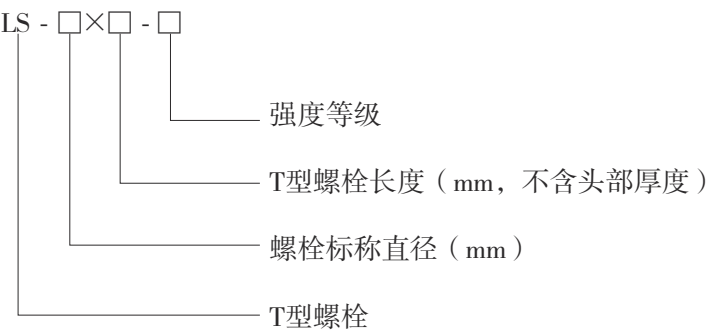
B.2 预埋套筒型号根据预埋套筒外径、内径和预埋套筒总长度按下列形式表示。



B.3 外置挂耳根据管片螺栓直径和匹配外置槽道截面尺寸按下列形式表示。



B.4 槽道配套 T 型螺栓根据规格、长度、强度等级按下列形式表示。



附 录 C
(规范性)
产品尺寸及公差

C.1 当采用圆柱形锚杆时,预埋槽道尺寸示意图如图 C.1 所示,尺寸及公差应符合表 C.1、表 C.2 的规定。

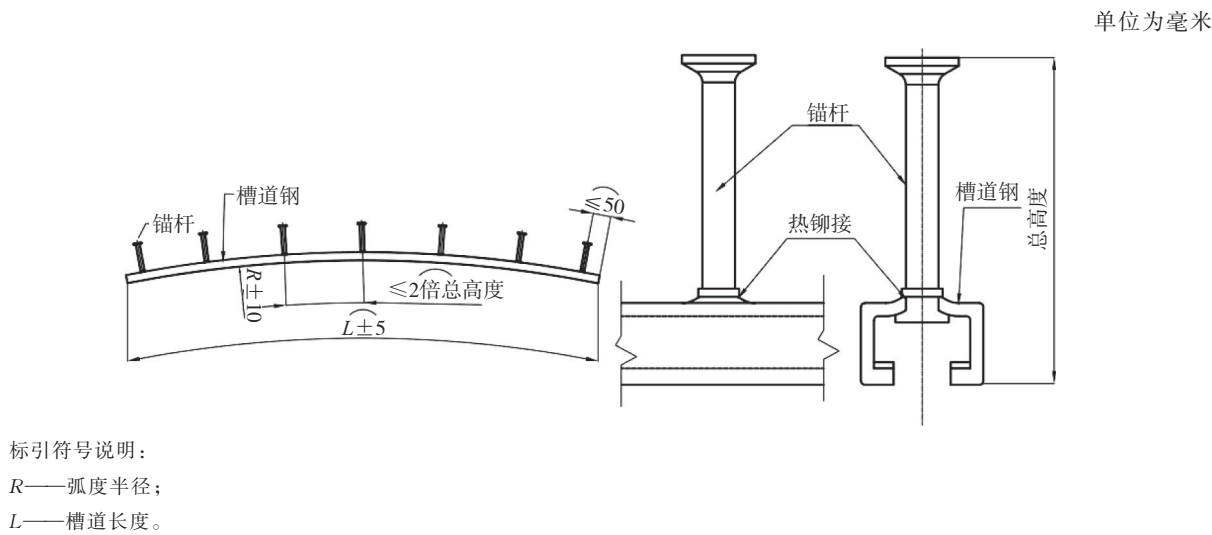


图 C.1 预埋槽道(圆柱形锚杆)尺寸示意图

表 C.1 预埋槽道尺寸及公差

锚杆和槽道钢连接方式	长度公差	弧度公差	扭转度
铆接/焊接	$L \pm 5 \text{ mm}$	$\leq 10 \text{ mm}$	$\leq 1(^{\circ})/\text{m}$

表 C.2 预埋槽道锚杆布置尺寸

锚杆和槽道钢连接方式	锚杆间距	锚杆与槽道钢一端最近距离
铆接/焊接	$\leq 2 \text{ 倍总高度}$	$\leq 50 \text{ mm}$

C.2 当采用工字形锚杆时,预埋槽道尺寸示意图如图 C.2 所示,尺寸及公差应符合表 C.1、表 C.2 的规定。

C.3 平齿预埋槽道及外置槽道横截面的尺寸示意图如图 C.3 所示,尺寸及允许偏差应符合表 C.3 的规定。

单位为毫米

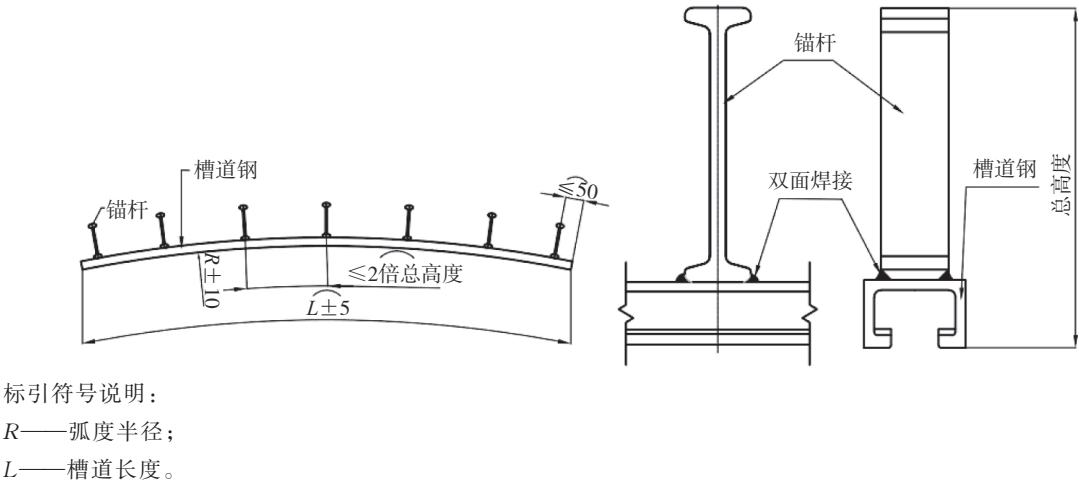


图 C.2 预埋槽道(工字形锚杆)尺寸示意图

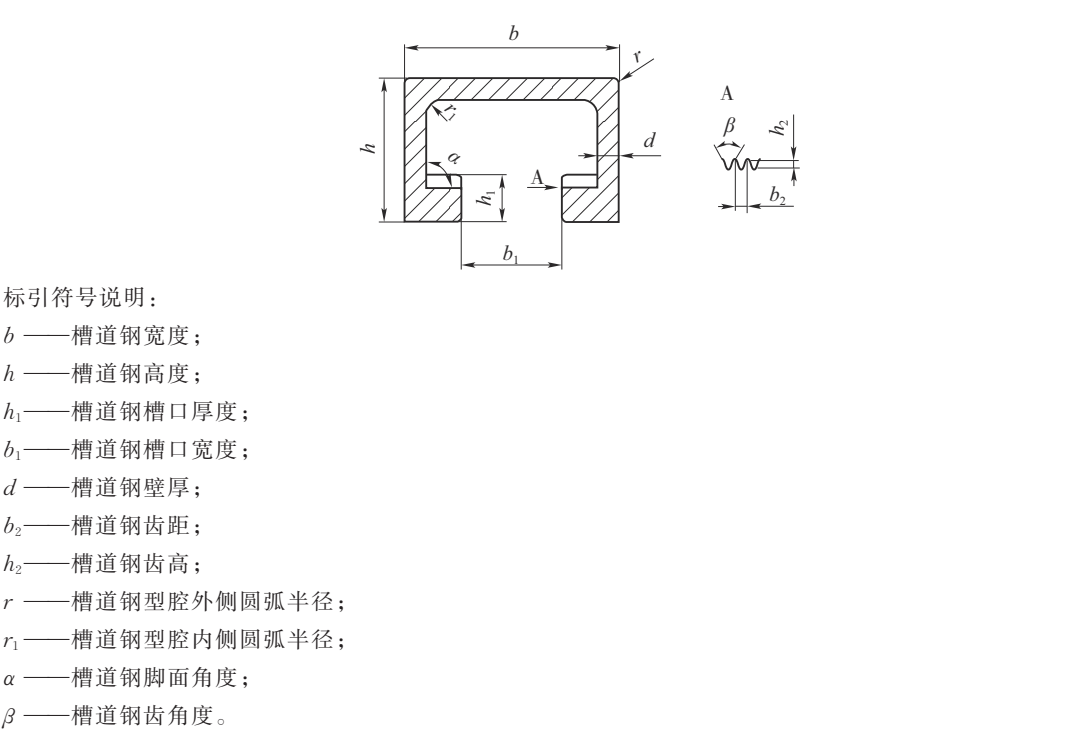


图 C.3 平齿预埋槽道及外置槽道横截面的尺寸示意图

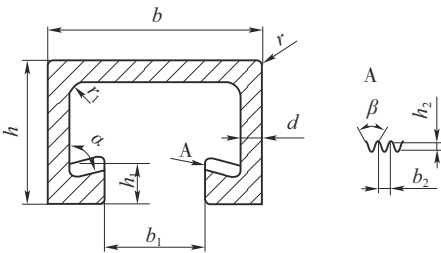
表 C.3 平齿预埋槽道及外置槽道横截面尺寸、角度及允许偏差

型号	尺寸/mm							角度	
	b	h	h_1	b_1	d	b_2	h_2	α	β
C30/20	30 ± 1	20 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$
C30/26	30 ± 1	26 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$
C38/23	38 ± 1	23 ± 1	6.0 ± 0.5	18 ± 1	3.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$

表 C.3 平齿预埋槽道及外置槽道横截面尺寸、角度及允许偏差（续）

型号	尺寸/mm							角度	
	b	h	h_1	b_1	d	b_2	h_2	α	β
C40/22	40 ± 1	22 ± 1	6.0 ± 0.5	19 ± 1	3.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
C50/26	50 ± 1	26 ± 1	8.0 ± 0.5	21 ± 1	4.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
W40/22	40 ± 1	22 ± 1	6.0 ± 0.5	19 ± 1	3.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
W53/34	53 ± 1	34 ± 1	8.0 ± 0.5	22 ± 1	4.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
W64/44	64 ± 1	44 ± 1	9.0 ± 0.5	26 ± 1	4.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$90^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
型号表示方法按附录 B。									

C.4 燕尾齿预埋槽道及外置槽道横截面的尺寸示意图如图 C.4 所示,尺寸及允许偏差应符合表 C.4 的规定。



- 标引符号说明：
- b —— 槽道钢宽度；
 - h —— 槽道钢高度；
 - h_1 —— 槽道钢槽口厚度；
 - b_1 —— 槽道钢槽口宽度；
 - d —— 槽道钢壁厚；
 - b_2 —— 槽道钢齿距；
 - h_2 —— 槽道钢齿高；
 - r —— 槽道钢型腔外侧圆弧半径；
 - r_1 —— 槽道钢型腔内侧圆弧半径；
 - α —— 槽道钢脚面角度；
 - β —— 槽道钢齿角度。

图 C.4 燕尾齿预埋槽道及外置槽道横截面的尺寸示意图

表 C.4 燕尾齿预埋槽道及外置槽道横截面尺寸、角度及允许偏差

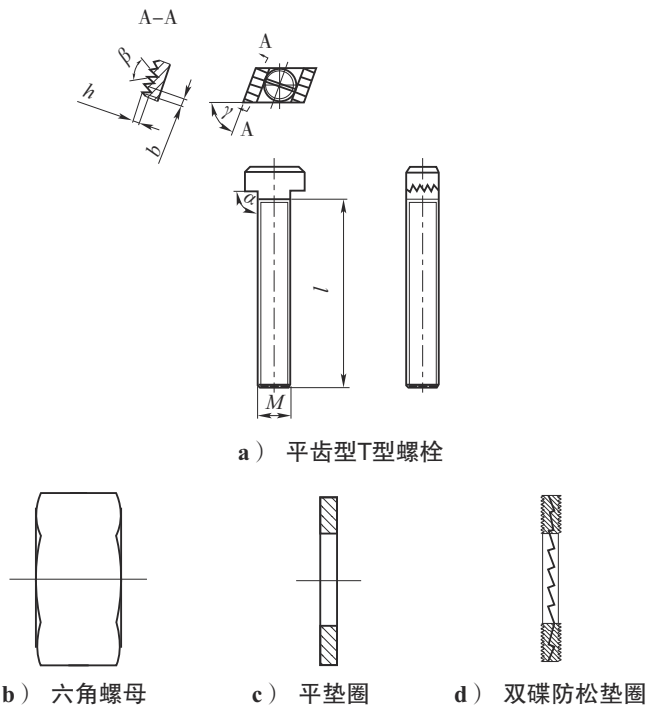
型号	尺寸/mm							角度	
	b	h	h_1	b_1	d	b_2	h_2	α	β
C30/20	30 ± 1	20 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
	30 ± 1	20 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.5 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$80^{\circ}\pm 1^{\circ}$
C30/26	30 ± 1	26 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
	30 ± 1	26 ± 1	5.5 ± 0.5	14 ± 1	3.0 ± 0.4	3.5 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$80^{\circ}\pm 1^{\circ}$
C38/23	38 ± 1	23 ± 1	6.0 ± 0.5	18 ± 1	3.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$60^{\circ}\pm 1^{\circ}$
	38 ± 1	23 ± 1	6.0 ± 0.5	18 ± 1	3.5 ± 0.4	3.5 ± 0.2	$1.5^{+0.3}_{-0.2}$	$70^{\circ}\pm 2^{\circ}$	$80^{\circ}\pm 1^{\circ}$

表 C.4 燕尾齿预埋槽道及外置槽道横截面尺寸、角度及允许偏差（续）

型号	尺寸/mm							角度	
	b	h	h_1	b_1	d	b_2	h_2	α	β
C40/22	40±1	22±1	6.0±0.5	19±1	3.5±0.4	3.0±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	60°±1°
	40±1	22±1	6.0±0.5	19±1	3.5±0.4	3.5±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	80°±1°
C50/26	50±1	26±1	8.0±0.5	21±1	4.5±0.4	3.0±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	60°±1°
W40/22	40±1	22±1	6.0±0.5	19±1	3.5±0.4	3.5±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	80°±1°
W53/34	53±1	34±1	8.0±0.5	22±1	4.5±0.4	3.0±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	60°±1°
W64/44	64±1	44±1	9.0±0.5	26±1	4.5±0.4	3.0±0.2	1.5 ^{+0.3} _{-0.2}	70°±2°	60°±1°
型号表示方法按附录B。									

C.5 预埋槽道及外置槽道配合使用的T型螺栓宜配六角螺母两件、双碟防松垫圈各一件。配套使用的垫圈及螺母公差应符合GB/T 3103.1的要求,螺纹公差应满足GB/T 197的要求,双碟防松垫圈应符合DIN 9250或DIN 25201的要求。

a) 平齿型T型螺栓及相关配件的尺寸示意图如图C.5所示,其尺寸及允许偏差应符合表C.5的规定。



标引序号说明：

l ——T型螺栓公称长度；

b ——T型螺栓齿距；

M ——T型螺栓外径；

h ——T型螺栓齿高；

α ——T型螺栓脚面角度；

γ ——T型螺栓头部角度；

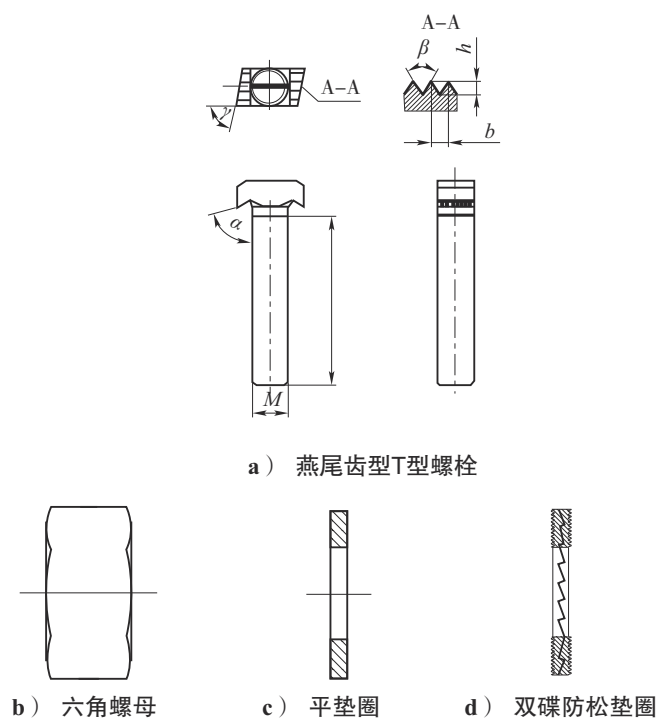
β ——T型螺栓齿形角度。

图 C.5 平齿型 T 型螺栓及相关配件示意图

表 C.5 平齿型 T 型螺栓主要外形尺寸、角度及允许偏差

型号	尺寸/mm			角度		
	l	b	h	α	β	γ
M12	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
M16	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
M20	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$90^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$

b) 燕尾齿型 T 型螺栓及相关配件的尺寸示意图如图 C.6 所示,其尺寸及允许偏差应符合表 C.6 的规定。



标引序号说明：
 l ——T 型螺栓公称长度；
 b ——T 型螺栓齿距；
 M ——T 型螺栓外径；
 h ——T 型螺栓齿高；
 α ——T 型螺栓脚面角度；
 γ ——T 型螺栓头部角度；
 β ——T 型螺栓齿形角度。

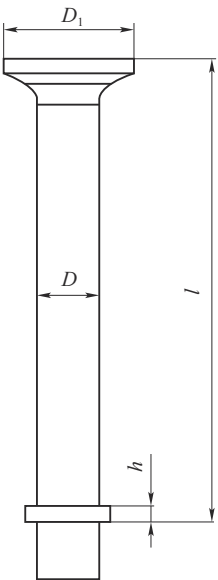
图 C.6 燕尾齿型 T 型螺栓及相关配件示意图

表 C.6 燕尾齿型 T 型螺栓主要外形尺寸、角度及允许偏差

型号	尺寸/mm			角度		
	l	b	h	α	β	γ
M12	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$70^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
	40~160	3.5 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$70^\circ\pm2^\circ$	$80^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
M16	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$70^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
	40~160	3.5 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$70^\circ\pm2^\circ$	$80^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$
M20	40~160	3.0 ± 0.2	$1.2^0_{-0.2}$	$70^\circ\pm2^\circ$	$60^\circ\pm1^\circ$	$45^\circ\sim90^\circ$

C.6 锚杆分为圆柱形锚杆和工字型锚杆,具体规定如下:

a) 圆柱形锚杆的尺寸示意图如图 C.7 所示,其尺寸及允许偏差应符合表 C.7 的规定;



标引序号说明:
 D —— 圆柱形锚杆直径;
 D_1 —— 圆柱形锚杆外端部直径;
 l —— 圆柱形锚杆高度;
 h —— 圆柱形锚杆锚固端盖厚度。

图 C.7 圆柱形锚杆示意图

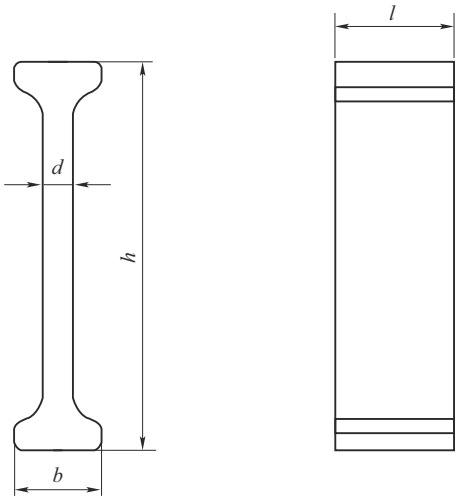
表 C.7 圆柱形锚杆主要尺寸及允许偏差

预埋槽道型号	尺寸/mm			
	D	l	D_1	h
C30/20	8~10	60~80	14~18	1.5~2.5
C30/26				
C38/23	10~12	70~100	20~26	1.5~2.5

表 C.7 圆柱形锚杆主要尺寸及允许偏差（续）

预埋槽道型号	尺寸/mm			
	D	l	D_1	h
C40/22	10~12	70~100	20~26	1.5~2.5
C50/26	12~14	100~120	24~28	2.0~3.0
				0

b) 工字型锚杆的尺寸示意图如图 C.8所示,其尺寸及允许偏差应符合表 C.8的规定。



标引序号说明：
 d ——工字形锚杆腰厚度；
 l ——工字形锚杆长度；
 h ——圆柱形锚杆高度；
 b ——工字形锚杆腿宽度。

图 C.8 工字型锚杆示意图

表 C.8 工字型锚杆主要尺寸及允许偏差

预埋槽道型号	尺寸/mm			
	d	h	l	b
C30/20	6 ± 1.0	≥80	14~22	18 ± 1.5
C30/26				
C38/23	6 ± 1.0	≥100	20~28	18 ± 1.5
C40/22				
C50/26	6 ± 1.0	≥120	30~40	25 ± 2.0

C.7 预埋套筒螺丝处截面尺寸及允许偏差应符合设计要求,预埋套筒形状如图 C.9所示。

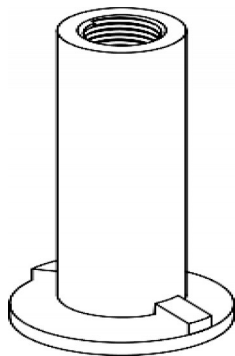


图 C.9 预埋套筒示意图

C.8 预埋套筒定位塞用于预埋套筒预埋时与管片模具定位固定,尺寸及构造应满足管片混凝土浇筑、模具振动过程中的固定、封闭要求,预埋套筒定位塞如图 C.10 所示。

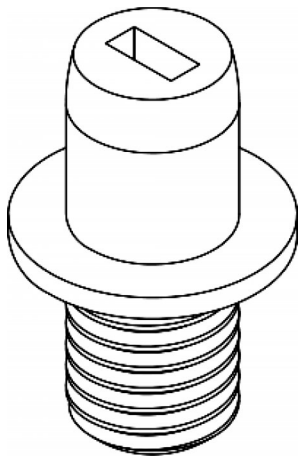


图 C.10 预埋套筒定位塞示意图

C.9 塑料堵头表面粗糙度应达到 GB/T 14234 中的 $Ra3.2$ 的要求,塑料堵头尺寸及允许偏差应满足设计要求,塑料堵头如图 C.11 所示。

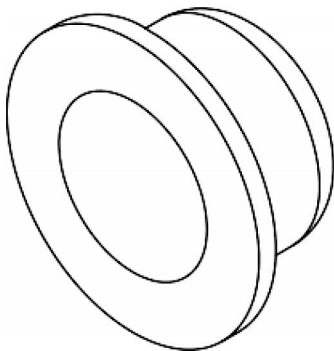


图 C.11 塑料堵头示意图

C.10 外置挂耳尺寸及允许偏差应符合设计要求,外置挂耳形状如图 C.12 所示。

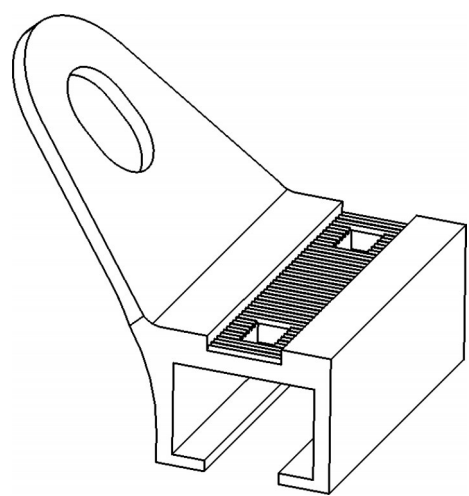


图 C.12 外置挂耳示意图

C.11 连接销栓可采用双六角螺母、防松螺母、双碟防松垫圈等配套紧固件,其配套紧固件的尺寸及性能应符合相关标准规范或设计图纸要求,连接销栓如图 C.13 所示。连接销栓尺寸可根据大管片跨度和设计要求适时调整。配套使用的垫圈及螺母公差应符合 GB/T 3103.1 的要求,螺纹公差应满足 GB/T 197 的要求。

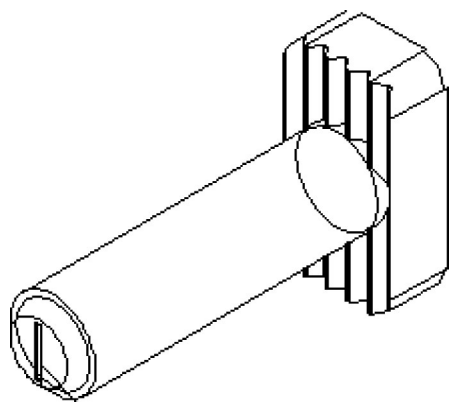


图 C.13 连接销栓外形示意图

C.12 外置槽道设置椭圆孔时应满足预埋套筒或外置挂耳安装边间距的要求。

附 录 D
(资料性)
槽道系统进场验收记录

槽道系统进场验收记录见表D.1。

表 D.1 槽道系统进场验收记录

建设单位		施工单位	
工程名称		分部(分项工程)	
槽道系统产品名称			
生产厂家名称		规格、型号	
生产批号		验收依据	DB32/T 5169《城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程》
材料检查	1 外观、包装、标识 2 规格 3 其他		
技术文件检查	1 发货单 份 张 2 合格证、出厂检测报告 份 张 3 型式检验报告 份 张 4 其他		
进场材料抽检	项目	检查结果	
	附录 A 进场检验项目		
施工单位 检查结果		专业工长： 质量员： 年 月 日	
监理单位验收结论		监理工程师： 监理单位项目负责人： 年 月 日	

附 录 E

(资料性)

预埋槽道系统施工验收记录

预埋槽道系统施工验收记录见表 E.1。

表 E.1 预埋槽道系统施工验收记录

工程名称			分部工程名称		分项工程名称	
施工单位			项目负责人		检验批部位	
施工依据			验收依据	DB32/T 5169《城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程》		
验收项目			规范要求	最小/实际抽样数量		检查结果
验收项目	1	承载力检测	7.2.3			
	2	预埋槽道预埋位置偏差检查	7.2.3			
	3	混凝土施工完成后预埋槽道外露表面检查	7.2.3			
	4	预埋槽道槽内填充物检查	7.2.3			
	5	预埋槽道其表面(保护层去除后)与盾构管片表面在垂直线路方向的偏差检查	7.2.3			
施工单位检查结果			专业工长： 质量员： 年 月 日			
监理单位验收结论			监理工程师： 监理单位项目负责人： 年 月 日			

附 录 F
(资料性)

预埋套筒槽道系统施工验收记录

预埋套筒槽道系统施工验收记录见表F.1。

表 F.1 预埋套筒槽道系统施工验收记录

工程名称				分部工程名称		分项工程名称	
施工单位				项目负责人		检验批部位	
施工依据				验收依据	DB32/T 5169《城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程》		
验收项目				规范要求	最小/实际抽样数量		检查结果
验收项目	1	管片预埋套筒与槽道固定螺栓 紧固力矩检查		7.3.5			
	2	外置槽道倾斜检查		7.3.5			
	3	外置槽道位置偏差检查		7.3.5			
施工单位检查结果				专业工长： 质量员： 年 月 日			
监理单位验收结论				监理工程师： 监理单位项目负责人： 年 月 日			

附 录 G

(资料性)

外置挂耳槽道系统施工验收记录

外置挂耳槽道系统施工验收记录见表 G.1。

表 G.1 外置挂耳槽道系统施工验收记录

工程名称			分部工程名称		分项工程名称	
施工单位			项目负责人		检验批部位	
施工依据			验收依据	DB32/T 5169《城市轨道交通工程槽道系统应用技术规程》		
验收项目			规范要求	最小/实际抽样数量		检查结果
验收项目	1	管片挂耳与管片纵向连接螺栓 紧固力矩检查	7.4.4			
	2	管片挂耳与槽道连接销栓紧固 力矩检查	7.4.4			
	3	外置槽道倾斜检查	7.4.4			
	4	外置槽道位置偏差检查	7.4.4			
施工单位检查结果			专业工长： 质量员： 年 月 日			
监理单位验收结论			监理工程师： 监理单位项目负责人： 年 月 日			

参 考 文 献

- [1] GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌层
 - [2] GB/T 9978.1 建筑构件耐火试验方法 第1部分:通用要求
 - [3] 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
 - [4] GB/T 26110 锌铝涂层 技术条件
 - [5] GB 50016 建筑设计防火规范
 - [6] GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
 - [7] GB 50367 混凝土结构加固设计规范
 - [8] GB 55001 工程结构通用规范
 - [9] GB 55006 钢结构通用规范
 - [10] GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
-