

中国交通运输协会团体标准

城际铁路盾构隧道预留接触网基础 技术规程

Technical specification for reserved catenary foundation of intercity railway
shield tunnel

（征求意见稿）

编制说明

中国铁路设计集团有限公司
京津冀城际铁路投资有限公司
中铁十二局集团有限公司
中铁十四局集团有限公司
2024-09

目录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
二、制订标准的必要性和意义	1
三、主要工作过程	1
四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	1
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	2
六、重大意见分歧的处理依据及结果	10
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	10
八、作为推荐性标准建议及其理由	10
九、贯彻标准的措施建议	11
十、其他应说明的事项	11

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2023 年度第一批团体标准项目立项的公告”要求，由中国铁路设计集团有限公司联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：张贵忠、孟庆余、苏芑、张旭彪、贾辉、程泽宇、张弛、古晓东、马志富、吕宾林、赵钰、方健、于晨、冯丛、靳锐勇、芦振宇、吴强、王乐明、苗壮、王旭、霍飞、霍思逊、李岩巍、万自强、申慧涛、曹志勇、赵瑞、林尚月、高始军、常浩。

二、制订标准的必要性和意义

本标准的制订，是为了规范城际铁路盾构隧道预留接触网基础技术的设计、施工、验收，保障预留槽道基础的安全与耐久性，以制定本技术规范。本规范适用于城际铁路领域的盾构隧道预留接触网基础，其他领域可参照使用。从国内外相关标准调研来看，绝大部分标准对预留接触网基础的材料、验收等方面做出了统领性指导条款，但大直径（10m 以上）盾构预留接触网基础验收方面内容不够详细，且缺少针对预留基础网基础设计及施工的规定，基于以上原因有必要制定系统的盾构隧道接触网预留基础技术标准，以便规范行业及市场应用，保证工程应用安全。

三、主要工作过程

本标准通过收集既有工程（汕汕铁路、广湛铁路、津兴二期铁路、京唐铁路、京滨铁路等）应用经验以及相关研究成果、现场测试结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，依据《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》（TB/T 3329-2013）的基本规定要求，针对城际铁路盾构隧道预留接触网基础技术的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1 《预埋槽道型钢》 GB/T 37613-2019
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB 50010-2010
- 3 《盾构隧道工程设计标准》 GB/T 51438-2021
- 4 《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》 TB/T 3329-2013
- 5 《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》第 1 号修改单 TB/T 3329-2013/XG1-2023
- 6 《铁路隧道钢筋混凝土管片》 TB/T 3353-2014
- 7 《电气化铁路接触网零部件技术条件》 TB/T 2073-2020
- 8 《电气化铁路接触网零部件试验方法》 TB/T 2074-2020
- 9 《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》 Q/CR 1001-2023
- 10 《城市轨道交通预埋槽道及套筒技术规范》 T/CAMET 02002-2019

现行行业标准《电气化铁路接触网隧道内预埋槽道》TB/T 3329-2013 对槽道、锚杆、螺栓的性能，以及槽道、锚杆、T 型螺栓组合一体预制在混凝土试块中的性能进行了规定，但未涉及预埋槽道管片的设计技术、槽道在预制模具的固定方式、预埋槽道管片成品的检验检测、预埋槽道管片在盾构机顶进施工时的吸附安装方式、预埋槽道管片的排版技术。

现行行业标准《高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》TB 10758-2018 条文 5.3.5 规定了铁路隧道内预留接触网基础施工质量验收要求，但针对盾构隧道的预留接触网基础验收要求不够详细，盾构隧道涉及到注浆孔、手孔等结构与预埋槽道的相对位置关系，相关条文亟需补充完善。上述两项内容是本项目着重解决的问题。

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

本文件规定了城际铁路盾构隧道预留接触网基础的结构计算及构造设计、槽道布置、管片构造、槽道预埋、预留接触网基础管片拼装、槽道清理、验收等要求。

本文件适用于城际铁路盾构隧道预留接触网基础的设计、施工及验收。

本文件仅对预留接触网基础钢筋混凝土管片的设计、施工和验收中不同于普通钢筋混凝土管片的设计、施工和验收的专门要求做出规定。当按本文件进行城际铁路盾构隧道预留接触网基础的设计和施工时，尚应按所属结构工程类别分别符合现行有关国家标准和行业标准的规定。

2 规范性引用文件

规范性引用文件的条款通过在本标准中引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

3 术语和定义

在现有标准规范的基础上增加了以下术语。

3.2 预留接触网基础 overhead contact system reserved foundation

预埋在隧道衬砌内部的用于固定接触网设备、设施的锚固组件。

3.4 预留接触网基础管片 segment with reserved foundation of overhead contact system

在浇筑管片前，将槽道等型式的接触网基础固定于管片模具上，而后安放钢筋笼并浇筑混凝土，形成的含有预留接触网基础的管片。

3.5 拱顶局部预埋槽道环 segment ring with locally embedded channels on the arch crown

仅在拱顶中央的管片上设有预埋槽道的单个管片环。

3.6 多块预埋槽道环 segment ring with multiple segments having embedded channels

在多块管片上设有预埋槽道的单个管片环。主要满足接触悬挂补偿下锚、无补偿下锚、中心锚结下锚、隧道口附加线终端下锚安装的功能需求。

3.7 盾构机滚动扭转 rolling and twisting of shield tunneling machine

盾构机在地层掘进过程中，盾构机姿态在环向发生一定角度的转动。

4 总则

4.1 电气化铁路接触网隧道内预埋槽道本体材料等相关技术要求执行TB/T 3329的规定。

4.2 接触网平面布置和安装形式应适应盾构管片制作、拼装的工艺水平要求。

5 设计

5.1 结构计算

5.1.2 根据津兴二期铁路盾构隧道管片的原型抗弯破坏性试验结果，在首条裂缝出现后至多条裂缝出现前，预埋槽道管片内弧面裂缝宽度小于常规管片，表明预埋槽道的存在，有利于管片的抗弯性能，故预埋槽道管片与常规管片的抗裂要求保持一致。

5.2 预埋槽道布置

5.2.1 为便于推广和应用，接触网基础槽道型式宜统一，推荐采用拱顶局部预埋槽道环为主、多块预埋槽道环为辅的槽道布置方案，以提高预埋槽道利用率。

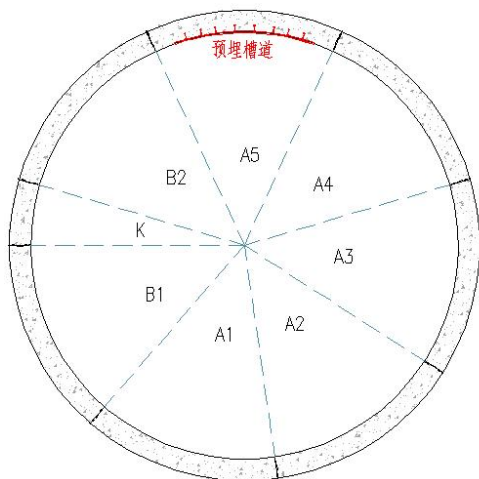


图5.2-1 “SD (隧道)-A型” 槽道

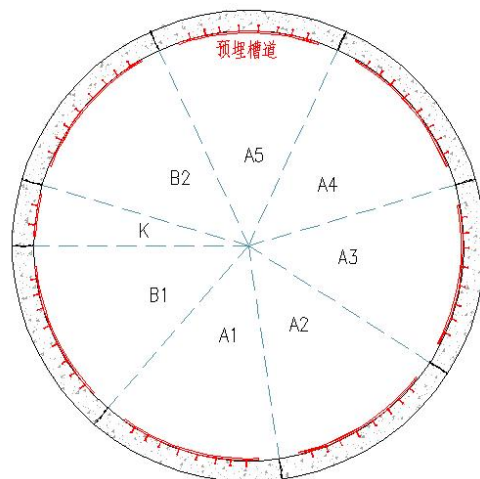


图5.2-2 “SD (隧道)-B型” 槽道

图5.2-1 新增接触网预埋槽道环布置示意图。

5.2.2 “拱顶局部预埋槽道环”宜优先选用固定的标准块预埋槽道，以便于管片厂规模化生产，降低模具改造的成本。双线盾构隧道拱顶中央的槽道，承担着作为左线和右线接触网基础的作用，单线盾构隧道拱顶中央的槽道只需保证自身，故不论是双线盾构隧道还是单线盾构隧道，在隧道拱部中央设置预埋槽道，可便于接触网设备安装。

5.2.4 接触网安装需求、管片构造、真空吸盘布置形式、槽道环拼装误差、盾构掘进滚动扭转量都是确定槽道长度必须考虑的因素。盾构机在掘进过程中普遍存在环向滚动扭转的情况，过短的预埋槽道，往往导致盾构机向左（右）滚动扭转后，右（左）线预埋槽道基础失效的严重后果，设计中可以根据地层情况、盾构机掘进长度、施工水平并结合既往经验尽可能合理的确定槽道长度。

5.2.5 当封顶块为 $1/3$ 块时，其弧长较短，管片成环后， $1/3$ 封顶块位置多不适合安装接触网设备，在 $1/3$ 块上布设预埋槽道能，其作用发挥有限，故 $1/3$ 封顶块不宜设预埋槽道。

5.2.6 若连续两环设置预埋槽道均需要设置在拱顶, 易引起管片的通缝拼装。

5.2.7 本条根据广湛、京唐、京滨、津兴二期、津潍多个项目的实践，给出建议，盾构隧道单块管片内的两根预埋槽道中心线间距宜为500mm或600mm，主要是为了统一型式。

5.3 管片构造

5.3.1 在《盾构隧道工程设计标准》(GB/T 51438-2021) 8.2.1的基础上, 增加预埋槽道长度因素。

5.3.2 在《盾构隧道工程设计标准》(GB/T 51438-2021) 8.2.4的基础上, 增加预埋槽道间距因素。

5.3.3 在《盾构隧道工程设计标准》(GB/T 51438-2021) 8.2.6的基础上, 增加预埋槽道间距因素。

5.3.4 槽道在管片上的位置构造要求:

- a) 预埋槽道端部距离管片纵缝净距不宜小于100mm
- b) 预埋槽道与管片螺栓孔、手孔的实际距离不应小于50 mm。
- c) 预埋槽道与管片定位孔、吊装孔、注浆孔的距离不应小于150mm。

5.3.5 预埋槽道两端的管片内弧面及纵缝面, 可考虑设置L型或U型护角钢筋, 特别是在槽道端部与管片纵缝面距离较小时。

5.4 管片拼装

5.4.1 槽道环需要通缝拼装时, 对通缝环数的限制为2环。

5.4.2 预留接触网基础管片环沿线路里程满足跨距要求的同时, 里程偏差为 ± 2 环, 具体的管片里程调整范围施工单位应与设计单位协商确定。

6 施工

6.1 预埋

6.1.3 混凝土浇筑时, 应采用可靠措施防止浇筑和振捣混凝土引起预埋槽道发生位置错动。槽口应紧贴模具, 槽道内部应密实填充, 混凝土砂浆不应灌入槽道内。

6.1.4 根据津兴二期、京唐铁路的预埋槽道管片制作经验, 提出本条。槽道预埋应采用可靠的预埋方式进行施工, 严格按照图纸要求控制预埋槽道在混凝土工程中的安装位置, 保证预埋槽道预埋的位置精度。

6.1.7 在现浇法衬砌中, 为确保预埋槽道的间距满足误差要求, 采用成组固接的预埋槽道组, 已成为共识。预埋槽道管片的制作中, 也曾尝试采用成组固接的预埋槽道组, 然而管片厂反映两根槽道成组固接后, 给管片钢筋笼的制作带来一定困难。在能够保证槽道间距等要求的情况下, 允许不采用成组槽道, 以简化工艺。

6.1.9 槽道与混凝土接触面上的脱模剂会降低管片混凝土对槽道的握裹作用。

6.2 拼装

6.2.2 槽道环拼装前应提前通过调整邻近环拼装方式适应隧道线型。

6.2.3 为确保槽道的环向定位准确性，盾构机发生滚动扭转后，应及时纠偏。

6.2.5 大直径盾构隧道管片的标准块和邻接块，一般需由3个真空吸盘同时吸附，预埋槽道管片存在槽道横跨真空吸盘的问题，不进行处理，吸盘无法将槽道管片吸附，本条根据广湛铁路、津兴二期铁路、京滨铁路、京唐铁路的施工经验，提出处置方法。当盾构机真空吸盘无法完全包裹槽道时，可能引起真空度不足，宜选用槽道缝隙填塞法、槽道内置法、环保EVA发泡胶封闭法等解决方案。施工单位应制定具体的控制措施，并经现场保压试验合格后方可正常吊装。

6.2.7 根据施工情况，如果需要调整预留接触网基础管片纵向里程，具体方案应由设计单位确定，施工单位不得自行调整。

7 质量检验与控制

7.2 槽道本体

7.2 结合TB/T 3329的相关规定，对槽道的进场检验进行规定。

7.3 预埋槽道管片

7.3.1 部分内容引用TB/T 3329, 部分内容根据津兴二期预埋槽道管片相关力学试验的数据，提出针对埋置于混凝土内弧面的槽道的验收标准，详细说明如下：

1) 抗拉拔试验

①加载至 F_L 时，力作用方向上的槽道位移对于RZ型、L1型、Z1型 $\leq 0.5\text{ mm}$ ，对于R2型、L2型 $\leq 0.8\text{ mm}$ ；参考TB/T 3329-2013 5.5.3.1，并结合津兴二期预留接触网基础管片槽道拉拔试验结果提出。



(a) 带数显表的手动油泵



(b) 空心油缸



(c) 转换杆和锚杆式拉拔仪



(d) 拉拔试验的位移测点位置

图 7.3.1-1 津兴二期预埋槽道管片拉拔试验照片

表 7.3.1-1 津兴二期预埋槽道管片拉拔试验槽道凸起量测量记录表

试验	加载至 1 倍 F_L 且不卸载的凸起变形量	加载至 3 倍 F_L 且不卸载的凸起变形量
位置 A 抗拉拔试验	0.128	0.787
位置 B 抗拉拔试验	0.142	0.801
位置 C 抗拉拔试验	0.141	0.794
位置 D 抗拉拔试验	0.144	0.791
位置 E 抗拉拔试验	0.137	0.785
位置 F 抗拉拔试验	0.139	0.792
位置 G 抗拉拔试验	0.143	0.783
位置 H 抗拉拔试验	0.141	0.772

②加载至1倍 F_L 荷载后，卸载并移除加载设备后，槽道开口变形量不大于0.5 mm；

本条根据津兴二期预留接触网基础管片槽道拉拔试验结果提出。

表 7.3.1-2 津兴二期预埋槽道管片拉拔试验槽道开口量测量记录表

试验	槽道初始开口量	加载至1倍 F_L 后卸载的开口量	加载至3倍 F_L 后卸载的开口量
位置A抗拉拔试验	22.38	22.54	22.80
位置B抗拉拔试验	22.38	22.58	22.86
位置C抗拉拔试验	22.46	22.60	22.84
位置D抗拉拔试验	22.34	22.46	22.74
位置E抗拉拔试验	22.36	22.52	22.76
位置F抗拉拔试验	22.40	22.58	22.78
位置G抗拉拔试验	22.44	22.58	22.82
位置H抗拉拔试验	22.34	22.52	22.76

③加载至3倍 F_L 荷载时，槽道加载点周边混凝土无功能性破坏。引用TB/T 3329-2013

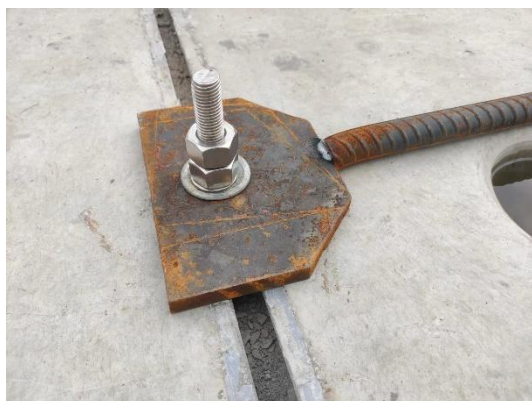
5.5.3。

2) 抗剪切试验

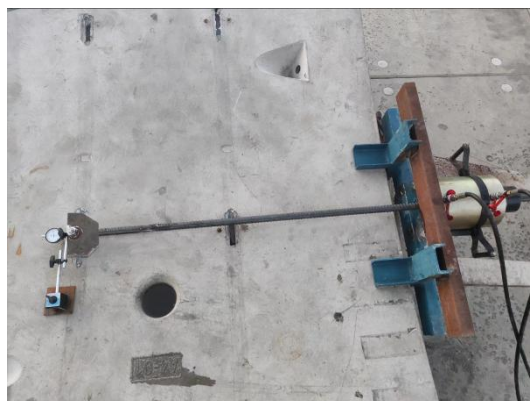
①加载至1倍 F_j 荷载，加载点附近的槽道凸起位移 ≤ 0.5 mm；

②加载至3倍 F_j 荷载后，卸载并移除加载设备，槽道的开口变形量应小于0.3 mm；

③加载至3倍 F_j 荷载后，卸载并移除加载设备，加载点位的槽道开口处会发生一定的破损，破损范围在槽道轴线方向不应大于10 mm，破损深度不应大于3mm。



(a) 剪切扣具的安装



(b) 试验现场图

图 7.3.1-2 津兴二期预留接触网基础管片槽道抗剪切试验现场图

表 7.3.1-3 抗剪切试验螺栓固定点槽道沿剪切方向变形

试验	加载至 1 倍 F_j 沿加载方向的位移 (mm)	加载至 3 倍 F_j	加载至 3.25 倍 F_j
位置 A 抗剪切试验	0.257	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 B 抗剪切试验	0.213	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 C 抗剪切试验	0.226	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 D 抗剪切试验	0.246	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 E 抗剪切试验	0.254	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 F 抗剪切试验	0.229	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 G 抗剪切试验	0.241	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓
位置 H 抗剪切试验	0.262	无明显塑性变形	未拔出 T 型螺栓

表 7.3.1-4 抗剪切试验槽道凸起变形量

试验	加载至 1 倍 F_j 且不卸载的凸起变形量	加载至 3 倍 F_j 且不卸载的凸起变形量
位置 A 抗剪切试验	0.170	0.281
位置 B 抗剪切试验	0.171	0.274
位置 C 抗剪切试验	0.165	0.282
位置 D 抗剪切试验	0.166	0.278
位置 E 抗剪切试验	0.172	0.278
位置 F 抗剪切试验	0.160	0.277
位置 G 抗剪切试验	0.168	0.280

位置 H 抗剪切试验	0.165	0.283
------------	-------	-------

3) 沿槽道轴线抗滑移

F_H 见 TB 3329-2013 5.5.2.2 单根螺栓沿槽道轴向的允许滑动荷载 kN。

①1倍 F_H 荷载作用下，加载点附近的槽道凸起位移 ≤ 0.5 mm；

②螺栓水平位移大于1.5 mm且荷载不能上升时，不应小于37 kN；

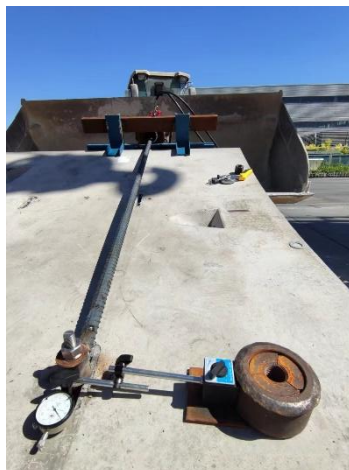


图 7.3.1-3 津兴二期预埋槽道管片抗滑移试验

表 7.3.1-5 抗滑移试验的滑动荷载

试验	加载至 1 倍 F_H 的位移量 (mm)	滑动荷载 (kN)
位置 A 抗滑移试验	0.289	38.5
位置 B 抗滑移试验	0.292	38.5
位置 C 抗滑移试验	0.295	38.5
位置 D 抗滑移试验	0.288	38.5

7.3.2 预埋槽道管片的抗弯性能和抗渗性能要求，与无槽道的混凝土管片一致。

根据津兴二期预埋槽道管片相关试验的数据，提出的针对成品预埋槽道管片的抗弯性能和抗渗性能要求。



图 7.3.1-4 津兴二期预埋槽道管片抗弯试验



图 7.3.1-5 津兴二期预埋槽道管片抗渗试验

7.3.3 引自《高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》(TB 10758-2018)

5.3.5, 在附录中增加测量方法。

7.3.4 引自《高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》(TB 10758-2018)

5.3.5, 在附录中增加测量方法。

7.3.5 预埋槽道端部沿环向偏移误差: 每米预埋槽道端部实际位置与理论位置沿环向偏差在 $\pm 1.0\text{mm}$ 以内, 是根据多个项目预埋槽道管片生产实践总结出的要求。

7.4 成型盾构

7.4.1 引自《高速铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》(TB 10758-2018)

5.3.5。

7.4.2 顺线路方向位置偏差: $\pm 500\text{mm}$ 。当难以在原定设计环号安装预埋槽道管片时, 挪动槽道环管片环号需征得设计同意。盾构隧道的拼装过程中, 受线路平纵影响, 管片实际拼装里程与预计里程存在一定偏差, 本条对顺线路方向的偏差大小做出规定。

7.4.3 考虑了盾构机在掘进过程中的滚动扭转, 给予 200mm 的偏转容错范围。

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

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

铁路领域盾构隧道工程不断增多, 通过调研发现, 目前铁路盾构隧道后植锚固定接触网方式在到达使用年限后难以修补, 在铁路盾构隧道中使用预埋槽道施工期可加快施工进度, 运营期可降低维护成本, 应加快推广应用铁路盾构隧道预留接触网基础技术。

从国内外相关标准调研来看, 绝大部分标准对预留接触网基础的材料、验收等方面做出了统领性指导条款, 但大直径(10m 以上)盾构预留接触网基础验收方面内容不够详细, 且缺少针对预留基础网基础设计及施工的规定, 基于以上原因有必要制定系统的盾构隧道接触网预留基础技术标准, 以便规范行业及市场应用, 保证工程应用安全。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由交通运输协会统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的铁路建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确城际铁路盾构隧道预留接触网基础的设计、施工、验收等方面的具体要求，指导盾构隧道预留接触网基础工程的实施，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，直观展示盾构隧道预留接触网基础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，不断对盾构隧道预留接触网基础技术进行改进，保持技术领先。

十、其他应说明的事项

暂无。