

# 冻结法施工地铁联络通道后期渗漏水分析及处置研究

赵 干<sup>1</sup> 丁顺良<sup>2</sup>

(1. 中国市政工程西北设计研究院有限公司, 730099, 兰州; 2. 建基建设集团有限公司, 214263, 宜兴//第一作者, 高级工程师)

**摘 要** 对冻结法施工的地铁联络通道在融沉注浆后仍普遍存在的渗漏水现象, 进行了总结归类。深入分析研究了渗漏水发生的各自原因, 分别提出了前期预防措施及后期处置方法, 并将其在多个联络通道施工中加以应用。工程实践检验表明, 这些防漏措施及方法具有较好的工程效果及经济效益。

**关键词** 冻结法; 联络通道; 渗漏水

**中图分类号** U457+.2

**DOI**: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.030

## Analysis and Disposal of Cross Passage Leakage at the Late Stage Built by Freezing Method

ZHAO Gan, DING Shun Liang

**Abstract** In this paper, the widespread leakage water phenomenon in metro cross passage constructed with freezing method even after the thaw settlement grouting is summarized and classified. With an analysis of different water leakage reasons, the pro-phase prevention measures and the later disposal methods for the cross passage leakage are put forward, both methods are applied to multiple cross passage constructions. The engineering practices show that these measures have better engineering results and economic benefits.

**Key words** freezing method; cross passage; leakage water

**First-author's address** China Municipal Engineering Northwest Design and Research Institute Co., Ltd., 730099, Lanzhou, China

在城市地铁规划设计中, 上下行隧道间设置的联络通道, 起着连结、集排水和防火等作用。联络通道开挖前, 必须对其周围土体进行加固<sup>[1]</sup>。冻结法加固土体是一种行之有效的方法, 在北京、上海及广州等城市的地铁中都得到了成功应用<sup>[2,3]</sup>。

因施工工艺存在一定缺陷, 而且施工过程中管理缺位, 冻结法施工的联络通道在二次衬砌结构浇筑完成及融沉注浆结束后, 仍普遍存在不同程度的渗漏水现象, 在后期需要长时间花费大量人力、物

力进行堵漏处理。因此, 有必要全面总结冻结法施工联络通道后期渗漏水发生的时间及部位, 深入分析其产生的原因, 研究出有效的预防及处置方法, 以高效、彻底地解决地铁联络通道后期渗漏水问题。

## 1 渗漏水位置

如图 1 所示, 冻结法施工地铁联络通道通常发生后期渗漏水的位置主要有 4 处:

- 1) 孔口管及冻结管割除、封堵后, 冻结孔所在位置经常会出现渗漏水现象。
- 2) 充填及融沉注浆孔, 在融沉注浆结束后经常因封堵处理不当而渗漏水。
- 3) 后浇的混凝土结构与通道洞口处钢管片间存在缝隙, 经常渗漏水。
- 4) 通道结构的底板与侧墙交接处经常渗漏水。

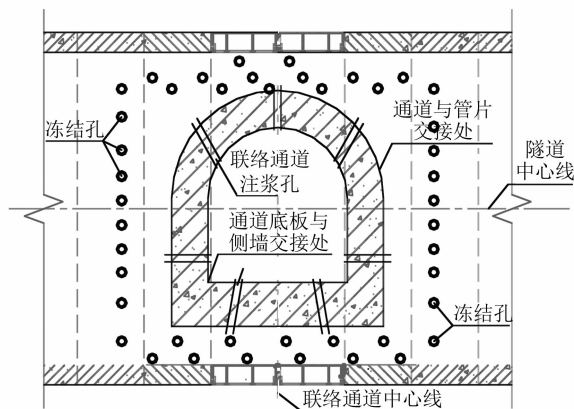


图 1 联络通道后期渗漏水发生位置示意图

## 2 各处渗漏水原因分析及处理

### 2.1 孔口管及冻结管处渗漏水

#### 2.1.1 渗漏水发生原因

孔口管及冻结管处渗漏水, 主要是由于孔口管内壁与冻结管外壁之间存在空隙(一般孔口管内径较冻结管外径大 10~20 mm<sup>[4]</sup>), 一旦对孔口管及冻结管的封堵处理不密实, 则在冻结土体融化后, 土

中水份就会沿渗漏通道渗出,如图2所示。

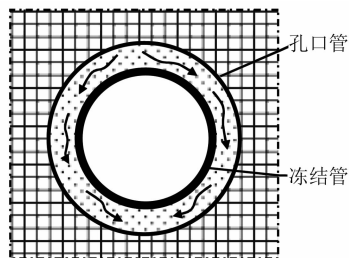


图2 孔口管及冻结管渗水通道示意图

### 2.1.2 渗漏处置措施

针对孔口管及冻结管处渗漏水可采取提前预防措施及后期处理措施,具体如下:

1) 在冻结管钻进施工前,提前对冻结区域进行隧道管片壁后预注浆。壁后预注浆能在隧道管片与土体间形成一层水泥固结体<sup>[5]</sup>,其除能有效避免打钻施工时涌砂、流水现象的发生外,还能在孔口管与冻结管间空隙的一端形成封堵,从而能一定程度上降低冻结管处渗漏水现象发生的风险。

2) 冻结管钻进施工完成后,应及时通过孔口管上预留的注浆孔,向周围土体进行压注水泥浆,不仅能补偿钻进施工造成的土体流失,也能在冻结管四周形成一层固结体,进而有效封堵孔口管与冻结管间的空隙,避免渗漏水发生。

3) 冷冻管割除后,采用特制封堵装置进行冻结管管端封堵。封堵装置通过固定螺栓与割除留下的孔口管相连接,安装固定在管端隧道管片内,封堵装置设有预留注浆孔及控制阀门。封堵装置安装前后的细部构造见图3及图4。在联络通道融沉注浆结束后,通过封堵装置的注浆管压注水泥+水玻璃双液浆,封堵了冻结管与孔口管间的空隙,从而能有效隔绝隧道管片后土体中的水流出。

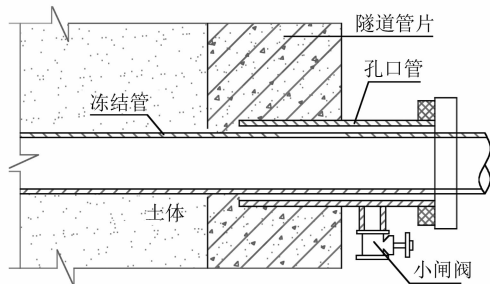


图3 孔口管及冻结管割除前细部示意图

## 2.2 融沉注浆管处渗漏水

### 2.2.1 渗漏发生原因

在喷射初期支护混凝土预埋的融沉注浆管,

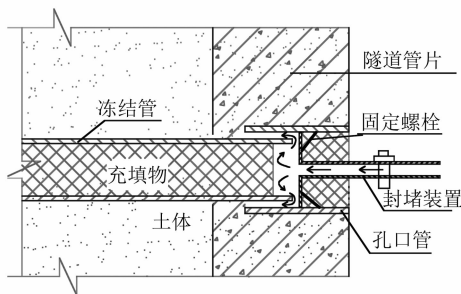


图4 割除孔口管及冻结管后封堵装置安装细部示意图

穿透初期支护及二次衬砌结构层进入土体中,以便在联络通道结构浇筑完成、冻土融化后,通过其对冻土区进行融沉补偿注浆。若注浆不均匀、注浆量不足,或后期对注浆管封堵不密实,都可能导致土体中孔隙水沿注浆管外壁与结构层间空隙渗出,从而发生渗漏水现象。

### 2.2.2 渗漏处置措施

针对融沉注浆管处发生的渗漏水,应采取以下处理措施:

1) 在通过注浆管对冻土进行融沉补偿注浆时,应严格按照相关规程及设计要求,遵循少量、多次、均匀的原则,对冻土区进行充分足量注浆。这样才能在防止冻土融化造成地面发生沉降的同时,也能有效地对融沉注浆管周围间隙进行封堵,避免注浆管位置发生渗漏水。

2) 在融沉注浆结束、注浆管割除后,用微膨胀水泥封堵,以保证封堵体的密实。

## 2.3 通道洞口处渗漏水

### 2.3.1 渗漏发生原因

联络通道处的隧道管片通常采用钢管片,以便于在开挖通道时进行割除。因此,在浇筑施工完联络通道二次衬砌钢筋混凝土结构后,通道洞口处存在一圈隧道钢管片与钢筋混凝土结构的交接界面。而钢管片与后浇钢筋混凝土很难做到密贴连接。因此,联络通道结构施工完成后,在通道洞口处门头及侧边位置,外围土层中的地下水会沿着钢管片与钢筋混凝土的接头处缝隙流出,形成渗漏。这种情况下的渗漏水通道如图5所示。

### 2.3.2 渗漏处置措施

针对洞门处发生渗漏水现象,结构设计常用的预防措施是在洞门管片内侧布设一圈止水橡胶条。但由于橡胶条与钢管片连接工艺较繁琐,安设钢筋及浇筑混凝土的施工过程易造成止水橡胶条的晃动甚至脱落,使其难以紧密贴设在钢管片上,从而

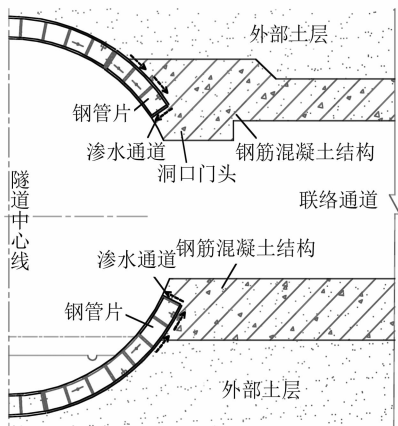


图5 洞口处渗漏水通道示意图

失去阻止渗漏水发生的效用。

针对这种情况,可在通道洞口处增设一圈止水钢板。止水钢板高度约为 50 mm,沿洞口顶部、两侧及底部环形布设,采用满焊方式焊接于隧道钢管片上,使得两者间连接牢固、止水密封效果好。止水钢板安设位置如图 6 所示。止水钢板设置于此处主要是为了避免对二次衬砌结构钢筋的连续性布设造成影响。

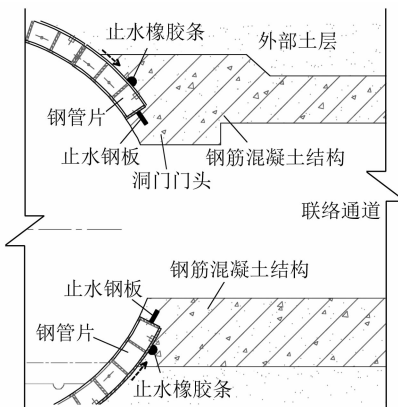


图6 止水钢板安设位置示意图

## 2.4 通道底板与侧墙处渗漏水

### 2.4.1 渗漏发生原因

联络通道二次衬砌结构的施工工序为:在开挖、初支及防水层施工完成后,先进行通道底板钢筋绑扎,再进行底板混凝土浇筑;待底板混凝土具有一定强度后,进行通道侧墙及拱顶的钢筋绑扎、支模;最后,进行侧墙及拱顶的混凝土浇筑。

所以,联络通道整个二次衬砌混凝土分底板结构、侧墙及拱顶结构两部分先后浇筑施工。这就使得通道底板结构与侧墙结构交界处存在施工缝。若施工缝处理不当,则易产生渗漏水现象。

### 2.4.2 渗漏处置措施

防止通道底板结构与侧墙结构交界处发生渗漏水,主要是要做好施工缝的处理工作。

1) 施工缝应留设在合理的位置。施工缝不应留设在底板上,而是应留设在结构受剪力较小且便于施工的位置<sup>[6]</sup>,例如在底板顶面以上 500 mm 处。

2) 施工缝位置应安装通长钢板止水带,或按设计要求安装止水装置。

3) 浇筑侧墙混凝土前,应清除已硬化混凝土交界面上的水泥薄膜、松动石子及软弱混凝土层,并加以充分湿润和冲洗干净,且不得积水,应做到去掉乳皮、微露粗砂、表面粗糙。

4) 侧墙与拱顶混凝土应采用泵车压送方式浇筑,且采用振捣设备振动密实,以保证新旧混凝土的紧密结合。

## 3 结语

除上述常见位置处的渗漏水外,冷冻法施工完成的联络通道还有其他许多部位可能发生渗漏水。例如,防火墙与侧墙交接处等也会发生渗漏水,这主要是由于接缝处施工质量差及二次衬砌混凝土浇筑不密实引起的。针对这些部位的渗漏水,后期需要通过结构充填注浆及压注环氧树脂等措施,来进行封堵。

总之,对于冻结法施工联络通道后期出现的渗漏水,应根据其发生部位、渗水量等,深入分析其产生的原因,有针对性地采取不同的封堵方法,或提前采用有效的预防措施,以便快速、高效、彻底地解决联络通道后期渗漏水现象的发生。

## 参考文献

- [1] 张庆贺,宋杰,阮林军,等.地铁区间隧道旁通道施工及监测技术[J].施工技术,2001,30(1):32.
- [2] 周晓敏,苏立凡,贺长俊,等.北京地铁隧道水平冻结法施工[J].岩土工程学报,1999,5(3):319.
- [3] 徐晶.冻结法在上海地铁联络通道施工中的应用[J].中国市政工程,2004(5):63.
- [4] 上海市住房和城乡建设管理委员会.旁通道冻结法技术规程:DG/TJ 08-902—2006[S].上海:同济大学出版社,2006.
- [5] 崔建军,李宁,王胜利.上海地铁旁通道冻结法施工壁后预注浆施工技术[J].现代隧道技术,2009(5):82.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.混凝土结构工程施工规范:GB 50666—2011[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.

(收稿日期:2018-07-28)