doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2025.04.014

地铁车站主体与附属接口冷缝新型防水方案应用研究

胡显鹏，邹志林
（北京城建设计发展集团股份有限公司，北京 100037）

摘　要：为解决地铁车站主体与附属结构接口部位的冷缝因无法预埋中埋式止水构件的问题，研发出一种卡槽型高分子涂层止水带及其配套的产品和施工工艺。该止水带内部芯材采用“T”型结构的 1 mm 厚钢板，四周包覆 1.2 mm 厚高分子防水、防腐涂料。采用配套的固定胶与冷缝截面固定，配套“L”型连接板和配套连接胶将止水带连接成环，实现冷缝的中埋止水带止水。该新型止水方案已经过实验室检测，并在北京、徐州、周口等地区的地铁、人防等地下工程实际应用，可很好地解决接口冷缝渗漏水问题，具有重要的推广意义，可供类似工程参考。

关键词：地铁；地下工程；防水；施工缝；止水带
中图分类号：U231　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-6073(2025)04-0105-05

Application Research on New Water-proof Scheme of Construction Joint between Main Body and Accessory of Metro Station

HU Xianpeng, ZOU Zhilin
(Beijing Urban Construction Design and Development Group Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: To solve the joints at the interface between the main body and the ancillary structure of the subway station cannot be pre embedded with embedded waterproof components, the author and their team have developed a slot type polymer coated waterstop and its supporting products and construction technology. The internal core material of the waterstop is made of 1 mm thick steel plate pre processed into a “T” structure, surrounded by 1.2 mm thick polymer waterproof and anti-corrosion coating. Using matching fixing glue to fix the cold joint section, using matching “L”-shaped connecting plates and matching connecting glue to connect the waterstop into a ring, achieving the middle buried waterstop of the cold joint. This new waterproofing solution has been tested in the laboratory and proven to effectively solve the problem of interface cold joint leakage in underground projects such as subways and civil air defense in Beijing, Xuzhou, Zhoukou, and other areas. It has good promotion and application significance and can be used as a reference for similar projects.

Keywords: subway; underground engineering; waterproof; construction joints; waterstop strip

0　引言

随着城市化进程的不断推进，城市发展日新月异，为缓解城市空间发展与可用土地资源紧缺之间的矛盾，地下空间开发进入飞速发展时期，随之渗漏水病害问题不断增加。不管是民用建筑地下室还是管廊、地铁

收稿日期：2024-10-18　修回日期：2025-03-05
第一作者：胡显鹏，男，硕士研究生，教授级高级工程师，从事轨道交通设计与研究工作，35380174@qq.com
基金项目：2023 年度北京市科技服务业专项–科技服务品牌机构发展(20230467182)；北京市基础设施投资有限公司科研项目经费资助(2024–GD–03)
引用格式：胡显鹏，邹志林. 地铁车站主体与附属接口冷缝新型防水方案应用研究[J]. 都市快轨交通，2025，38(4)：105–109.
HU Xianpeng, ZOU Zhilin. Application research on new water–proof scheme of construction joint between main body and accessory of metro station[J]. Urban rapid rail transit, 2025, 38(4): 105–109.

等地下工程，施工缝、变形缝、结构裂缝及特殊施工缝部位渗漏水多发，其中地铁车站主体与附属结构接口部位的冷缝因无法预埋中埋式止水构件，且止水措施有限，成为地下工程防水薄弱点，基本十缝九漏[1-2]。初步统计针对该部位渗漏治理，一条轨道交通线治理费达到近千万。根据 2023 年城市轨道交通年度分析报告显示，截至 2023 年年底，大陆地区共有 59 个城市开通城市轨道交通运营线路 338 条。每年整个轨道行业接口冷缝部位渗漏治理费用达到数亿元以上。长期渗漏水不仅影响结构耐久性，缩短其使用寿命，而且降低使用功能，影响乘客正常出行，造成不利的社会影响[3]。经调研，对于特殊施工缝埋设中埋式止水构件的防水措施，目前有《一种地下工程施工冷缝防水结构》(CN 209779704 U)[4]、《一种地下工程施工冷缝防水结构及施工方法》(CN 201910132224)[5]、《一种混凝土结构接缝防渗漏的施工方法》(CN 110144972 A)[6]、《一种新老混凝土界面防水结构及施工方法》(CN 115182387 A)[7]等相关专利技术。但这些专利技术有其局限性，如原结构边有边梁或结构柱、侧墙有围护结构情况时不适用。地铁车站主体与附属接口部位因洞边梁箍筋及侧墙围护结构而无法提前预埋中埋式止水构件。

因此，针对地铁车站主体与附属接口部位渗漏水病害“顽疾”，研究一种新型止水措施是十分必要的。笔者团队研发出了一种卡槽型高分子涂层止水带及其配套的产品和施工工艺，已在多个工程应用并取得很好效果，能有效降低接口冷缝部位渗漏水率，具有重要的推广意义，可供类似工程参考。

1 接口冷缝防水现状

地铁车站主体与附属接口冷缝部位目前常用防水措施为：施工缝界面凿毛并涂刷水泥基渗透结晶防水涂料+双道遇水膨胀止水条(胶)+注浆管，如图 1、图 2 所示。该方案存在以下问题。

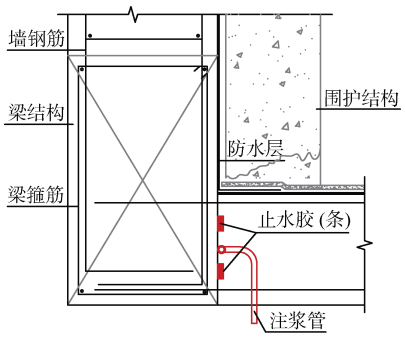


图 1 地铁车站主体与附属接口传统防水做法

Figure 1 Traditional waterproofing methods for the main and auxiliary interfaces of subway stations

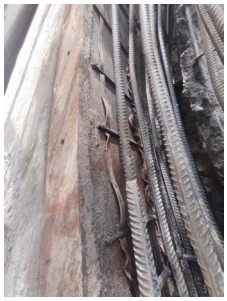


图 2 遇水膨胀止水条提前膨胀、脱落现场照片

Figure 2 On site photos of the expansion and detachment of the water sealing strip in advance when encountering water

1) 注浆管与凹凸不平的施工缝表面不密贴，或注浆管固定不牢、固定间距过大，浇捣混凝土时两个固定点间的管体易出现位移，很容易导致注浆管后期注浆失败[8]。

2) 遇水膨胀止水胶或止水条止水面积小，且易遇水提前膨胀而脱落、安装不连续，难以起到阻水作用，导致该部位渗漏水频发[9-10]。

2 接口冷缝防水新技术研究

2.1 施工冷缝中埋式止水带防水机理研究

为了能在施工冷缝中设置中埋式止水带，将止水带设置成“T”型截面。该止水带的主要工作原理是通过延长渗水路径来实现止水，如图 3 所示。止水带左侧靠洞边梁的接缝通过在基面涂刷水泥机渗透结晶防水涂料和卡槽内填充固定用配套防水胶完全隔绝渗水路径。止水带右侧的渗水通道上，止水带与混凝土粘结部分是防水的关键，当止水带与混凝土的粘结力能够抵抗水压，中埋止水带才有防水效果。止水右侧的长度根据规范取值 140 mm。

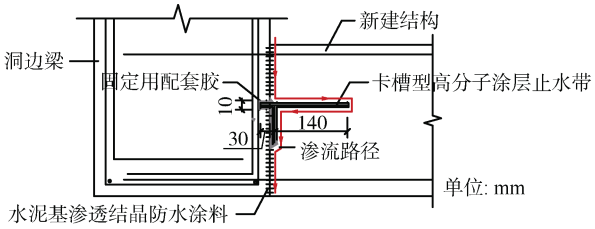


图 3 卡槽型高分子涂层止水带防水原理

Figure 3 Waterproofing principle diagram of card slot type polymer coated waterstop

左侧卡槽的深度不得大于洞边梁钢筋保护层的厚度，一般取 30 mm，宽度一般取 10 mm，这样既可以确保止水带能够完全卡入，又可以确保槽内填充的防水胶可以完全隔绝该部位的渗水通道。

2.2 卡槽型高分子涂层止水带

该止水带芯材采用“T”型结构的 1 mm 厚钢板，

四周包覆 1.2 mm 厚高分子防水、防腐涂料，由卡入端、自由端和固定端组成，如图 4 所示。根据国检中心检测报告，该高分子涂料耐热性(80℃，168 h)、耐碱性(10%氢氧化钠，30 d)、耐酸性(10%硫酸，30 d)耐盐水性(3%氯化钠，30 d)均满足规范对防水材料耐久性的相关要求。高分子涂料与钢板的粘结强度达到了 2 MPa 以上，与后浇混凝土的粘结强度达到了 0.5 Mpa (止水带清洁或被泥土污染情况下)以上，如图 5 所示，远高于目前市面上的止水带与后浇混凝土的粘结强度。

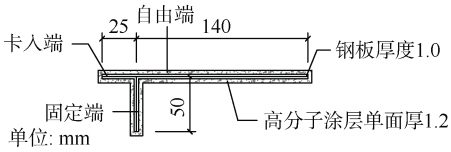


图 4　卡槽型高分子涂层止水带大样

Figure 4　Detailed drawing of card slot type polymer coated waterstop

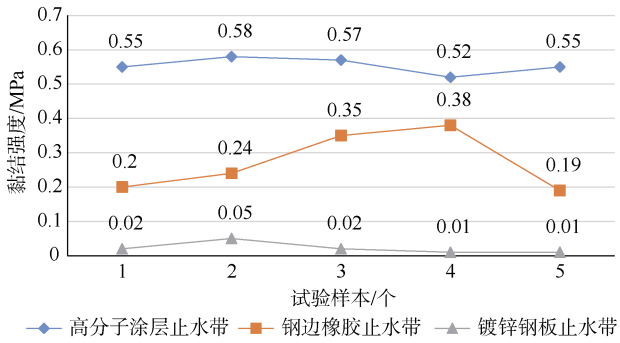


图 5　止水带与后浇混凝土粘结强度对比实验结果

Figure 5　Comparative experimental results of bond strength between waterstop and post poured concrete

为验证止水带适应结构变形的情况，使用 AI-7000M-GD 高低温拉力试验机，对埋入混凝土试块进行拉伸变形实验，如图 6 所示。实验结果为随着止水带缓慢张拉混凝土逐渐开裂，张拉伸长 2.37 mm 时混凝土开裂脱落。此时，检查止水带外附涂层未见脱落和开裂现象，这说明只要混凝土不破坏脱落，止水带一直具备防水的功能。同时，国检中心检测报告显示，止水带涂层的断裂伸长率为 484%；大于钢板橡胶止水带的 380%，说明该止水带完全能够适应施工冷缝变形时的防水要求。

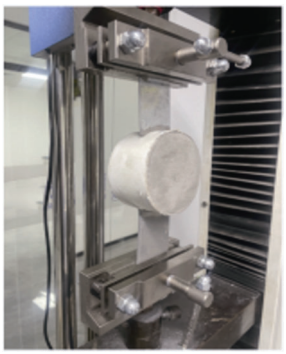


图 6　止水带拉伸变形实验

Figure 6　Tensile deformation test of waterstop

2.3　固定止水带的固定用配套胶

国检中心检测报告显示，本发明的固定用配套胶断裂伸长率为282%，拉伸强度为15.2 MPa，吸水率为3.5%，对混凝土基面粘结力为 2.8 MPa，对止水带的粘结力为 4.5 MPa，粘结层抗渗压(常温，168 h)为 1.5 MPa，理论上至少可以抵抗 1.5 MPa 的水压。耐酸碱盐、腐蚀性均满足规范要求，完全满足中埋式止水带防水的需求。

2.4　止水带搭接部位连接用配套胶

该连接用配套胶在止水带被水泡、泥土、混凝土污染等情况下仍保持良好的粘结强度。国检中心检测报告显示，本发明的连接用配套胶，拉伸强度为 10 MPa，断裂伸长率为 460%，不透水性达到 0.4 MPa/2 h 以上，在止水带被泥土污染的情况下能保持止水带粘结剪切强度不低于 35 N/mm，满足设计要求。

2.5　接口部位防水层连接

车站与附属接口部位围护结构凿除时极易损坏车站主体既有外设防水层，导致附属结构外设防水层无法与之有效搭接。为保证外设防水层封闭成环，可以采用非固化橡胶沥青防水涂料或喷涂聚脲防水涂料对接口部位新旧防水层搭接过渡处理。地铁车站主体与附属接口新型防水构造如图 7 所示。

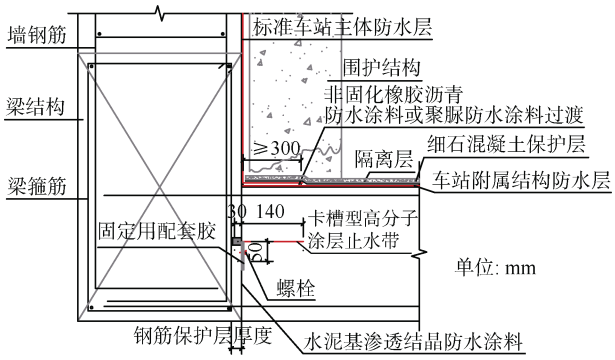


图 7　地铁车站主体与附属接口新型防水构造

Figure 7　New waterproofing scheme for the main body and auxiliary interfaces of subway stations

3　新型防水方案施工技术要求

地铁车站主体与附属接口新型防水方案施工技术要点如下。

1) 施工缝基面凿毛。施工缝基面凿毛是为了增加

新旧混凝土的粘结而减小开裂。施工缝基面应干净、无浮浆、无起砂、无油污、无明水。粘贴固定端部位 60 mm 范围基面不凿毛，凹凸不平、蜂窝、缝隙等部位应修补平整。其余部分基面凿毛处理，如图 8 所示。

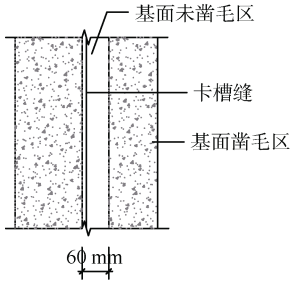


图 8　施工缝基面处理示意

Figure 8　Schematic diagram of construction joint base surface treatment

2) 剔槽。在施工缝基面中部采用角磨机或风镐剔出卡槽，如图 7 所示。卡槽宜在施工缝截面居中设置，卡槽深度和宽度按设计要求。然后清除槽内及基面凿毛处渣土和浮灰，保证基面表面坚实、无浮灰及疏松部位。当然，对于新建工程，该部位的卡槽也可以通过前期设计配合提前做好预留，施工将更为方便。

3) 抹涂固定用配套胶。在止水带固定端及卡入端满涂固定用配套胶，胶层厚度不低于 10 mm；

4) 止水带固定。如图 9 所示，止水带采用直径不小于 5 mm、长度不小于 50 mm 的钢质螺栓或射钉与基面固定；螺栓或射钉宜在固定端居中打设，间距 2 m 为宜，每段止水带不得少于 2 个。止水带固定完成后应采用连接用配套胶覆盖螺栓或锚栓钉头。

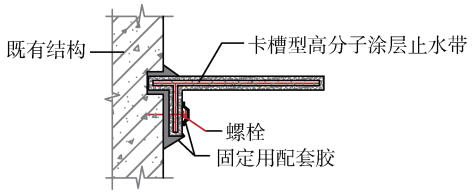


图 9　涂胶及螺栓固定示意

Figure 9　Schematic diagram of adhesive coating and bolt fixation

5) 止水带搭接。采用“L”型配套连接板及连接用配套胶进行搭接连接，搭接区域总长度不小于 200 mm，并满涂 3 mm 厚连接用配套胶，四角采用直径不小于 3 mm、长度不小于 15 mm 的钢质铆钉或自攻螺丝固定。如图 10 所示。

6) 外设防水层施工。附属外设防水层施工关键点是要做好与主体接口预留防水层的搭接。可采用非固化橡胶沥青防水涂料或喷涂聚脲防水涂料加强附属外设防水层与车站主体接口部位防水层的搭接连接(见图 7)。

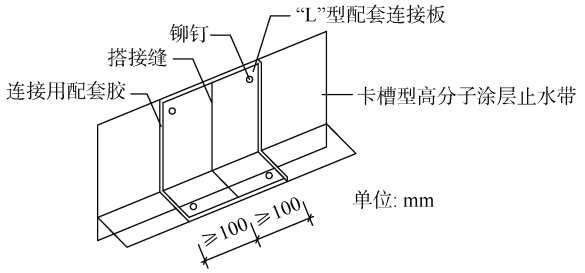


图 10　卡槽型高分子涂层止水带连接构造

Figure 10　Structural diagram of connection for slot type polymer waterproof and anti-corrosion waterstop

7) 浇筑混凝土。止水带部位的混凝土须充分振捣，确保止水带与混凝土咬合密实，这是止水带发挥止水作用的关键，应确实做好。振捣时严禁振捣棒触及止水带。混凝土浇筑时建议从靠近止水带向远处逐步浇筑、逐步振捣，对止水带上下部分的混凝土应加强横向振捣。

4　工程应用

4.1　北京地铁 16 号线西北旺站与商业地块接驳

该出入口位于粉土粉砂层，地下水为上层滞水(一)、潜水(二)、层间～承压水(三)，地层含水量丰富。该出入口原设计采用 200 mm 厚砖墙临时封堵，因漏水严重，需采用钢筋混凝土墙永久封堵。永久封堵墙与原结构墙之间的冷缝采用卡槽型高分子涂层止水带止水。该封堵墙于 2024 年 5 月施工完成，如图 11 所示。截至 2024 年 11 月历经一个雨季，封堵墙与原结构接缝处未见任何渗漏水痕迹，封堵墙中部由于混凝土浇筑质量问题存在渗漏水情况，对比显示接口冷缝部位新型防水方案效果良好。



(a) 施工现场　(b) 实施后效果

图 11　西北旺车站封堵墙接缝防水施工

Figure 11　Construction photos of waterproofing site for sealing wall joints at Xibeiwang Station

4.2　徐州地铁 6 号线塘坊站主体与出入口接口

该出入口主要位于粉质黏土、粉土、粉砂层，地

下水为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水，本场地历史最高水位接近自然地面，近 3～5 年最高地下水位为地面以下 0.5 m。该出入口 2024 年 8 月施工完成，如图 12 所示。接口冷缝位置未见渗漏水。



图 12　塘坊站主体与出入口接缝防水现场施工

Figure 12　On site construction of waterproofing joints between the main body and passageway interfaces of Tangfang Station

4.3　某人防指挥所地下室集水坑

某人防指挥所地下室共计 11 个集水坑，由于集水坑太浅，不满足现行给排水设计要求，需将集水坑加高 50 cm，新旧结构冷缝处采用卡槽型高分子涂层止水带止水，如图 13 所示，集水坑满水后接缝位置未见渗漏水，效果良好。



图 13　集水坑加高新旧结构接缝防水现场施工

Figure 13　Site operatio of waterproofing at the joint of the old structure of the collection pit with high-tech technology on site

5　结论与展望

1) 通过后置中埋止水带设计理念，卡槽型高分子涂层止水带防水措施可以有效解决地铁车站与附属接口等冷缝部位现有防水措施防水性能不足的问题。

2) 卡槽型高分子涂层止水带及其配套产品以其优良的耐久性以及与混凝土优良的粘结性能，具有良好的防水性能。

3) 该止水带施工方便，所有搭接和固定都主要通过配套胶粘剂来实现，无需焊接或热硫化施工。

4) 如果接口部分能够提前预留好凹槽，则接缝防水性能将更进一步提高。下一步也可以根据现场实际情况优化或取消切槽的方案。

5) 接口冷缝部位采用本文新型防水措施，可有效降低渗漏水率 50%以上，1 年可以节省工程渗漏治理费数亿元，社会及经济效益显著，有利于城市地下工程的可持续发展。

参考文献

[1] 刘清文，杨其新. 地铁可维护性防水新理念[J]. 都市快轨交通, 2006, 19(6): 65-68.
LIU Qingwen, YANG Qixin. New idea of maintainable waterproofing in metro[J]. Urban rapid rail transit, 2006, 19(6): 65-68.

[2] 王军琪，张坚，邓国华. 西安地铁渗漏水原因及应对措施[J]. 都市快轨交通, 2012, 25(4): 89-93.
WANG Junqi, ZHANG Jian, DENG Guohua. Causes and countermeasures for the water leakage in Xi'an metro[J]. Urban rapid rail transit, 2012, 25(4): 89-93.

[3] 杨广武，彭华，李宇杰，等. 北京地铁既有结构渗漏风险防控体系研究[J]. 都市快轨交通, 2024, 37(1): 75-81.
YANG Guangwu, PENG Hua, LI Yujie, et al. Risk prevention and control system of existing structure leakage in Beijing subway[J]. Urban rapid rail transit, 2024, 37(1): 75-81.

[4] 刘亮，杜宇等. 一种地下工程施工冷缝防水结构：CN 209779704 U[P]. 2019, 12, 13.

[5] 刘亮，杜宇等. 一种地下工程施工冷缝防水结构及施工方法：CN 109778917 B[P]. 2024, 02, 09.

[6] 陈绪港，朱志勇等. 一种混凝土结构接缝防渗漏的施工方法：CN 110144972 A[P]. 2019, 08, 20.

[7] 周清松，徐智丹等. 一种新老混凝土界面防水结构及施工方法：CN 115182387 B[P]. 2024, 04, 09.

[8] 郭德友. 施工缝预埋注浆管防水质量控制[J]. 中国建筑防水, 2013(5): 27-31.
GUO Deyou. Waterproofing quality control of embedded grouting pipe of construction joints[J]. China building waterproofing, 2013(5): 27-31.

[9] 朱祖熹，陆明. 遇水膨胀类止水材料的性能及其应用技术(上)[J]. 中国建筑防水, 1999(5): 27-31.
ZHU Zuxi, LU Ming. Properties and application technology of water-swellable water-stopping materials (Ⅰ)[J]. China building waterproofing, 1999(5): 27-31.

[10] 朱祖熹，陆明. 遇水膨胀类止水材料的性能及其应用技术(上)[J]. 中国建筑防水, 1999(5): 5-8.
ZHU Zuxi, LU Ming. Properties and application technology of water-swellable water-stopping materials (Ⅰ)[J]. China building waterproofing, 1999(5): 5-8.

（编辑：傅依萱）