

# 延安方塔大道箱涵损坏段应急加固设计

李晓梅, 裴如龙

(上海市市政工程设计研究总院集团第十市政设计院有限公司, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 道路下埋设的过水构筑物的质量, 对整体工程的安全可靠起着决定性的作用, 尤其是在湿陷性黄土地区, 地下隐蔽工程的渗漏保障设计更是工程设计的重要内容之一。延安市方塔大道下沿道路长度方向布设有排水箱涵, 紧邻道路的山体滑坡导致箱涵局部路段受到损坏, 结合箱涵损坏段加固设计, 总结了伸缩缝处止水破坏、伸缩缝处出现裂缝、涵身出现微小裂缝以及涵身混凝土表层脱落等病害发生后的设计方案, 并详细阐述了处置步骤及注意事项, 经过1 a多运营监测, 其工程质量良好, 经受住了一个雨季的考验, 可为今后类似工程提供参考。

**关键词:** 箱涵损坏; 伸缩缝处止水破坏; 伸缩缝处裂缝; 涵身裂缝; 涵身混凝土脱落

**中图分类号:** U449.7

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2025)01-0204-03

## Emergency Reinforcement Design for Damaged Section of Box Culvert in Yan'an Fangta Avenue in Yan'an

LI Xiaomei, PEI Rulong

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute Group No.10 Municipal Design Institute Co., Ltd.,  
Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** The quality of the water-flowing structures buried under the road plays a decisive role in the safety and reliability of the whole project, especially in the collapsible loess area. The leakage protection design of underground concealed engineering is one of the important contents of engineering design. The drainage box culvert is arranged along the length of the road under Fangta Avenue in Yan'an. A landslide adjacent to the road has caused the damage of partial road section of box culvert. Combined with the reinforcement design of the damaged section of the box culvert, the design scheme for the water stop failure at expansion joint, crack at expansion joint, micro-crack at culvert body and concrete surface falling off of culvert body are summarized, and the treatment steps and matters needing attention are set forth in detail. After more than one year of operation monitoring, its engineering quality is good, and it has withstood the test of a rainy season, which can provide the reference for the similar projects in the future.

**Keywords:** box culvert damage; water stop failure at expansion joint; crack at expansion joint; culvert crack; falling off of culvert concrete

## 0 引言

城市道路地下隐蔽工程对整体工程的质量安全起着至关重要的作用, 更由于其不便排查、维修、加固而备受重视, 尤其是在湿陷性黄土地区, 地下排水构筑物一旦出现裂缝、沉降, 引发渗漏现象将对整体工程造成致命性破坏, 因此, 涵洞、排水管线等地下工程, 特别是沿道路长度方向布设的箱涵等体量较大构筑物的防渗设计, 在一个工程中都被给予了高度重视。

然而, 面对自然灾害, 地下隐蔽工程出现各种破坏在所难免, 如何在有限的时间内, 做出稳定可靠的维修加固方案, 避免次生灾害的发生, 成为应急抢险工程的核心内容。

延安市方塔大道下沿道路长度方向布设有排水箱涵, 道路局部路段紧邻山体。2022年, 因东侧山体滑坡导致箱涵伸缩缝处止水、涵身等部位不同程度受到破坏。本文通过灾害发生后箱涵应急加固设计方案的总结, 以期对类似工程提供参考。

## 1 工程概况

延安市方塔大道是贯通城区的一条交通性干道, 部分路段东侧紧邻地寺茆山体。道路下沿道路

收稿日期: 2024-03-27

作者简介: 李晓梅(1974—), 女, 本科, 高级工程师, 从事道路桥梁设计审核工作。

长度方向布设有排水箱涵,断面采用单箱 4.5 m×3.6 m 矩形断面形式,钢筋混凝土箱体,其中顶板厚 450 mm,底板厚 550 mm,两侧腹板厚 450 mm,见图 1。

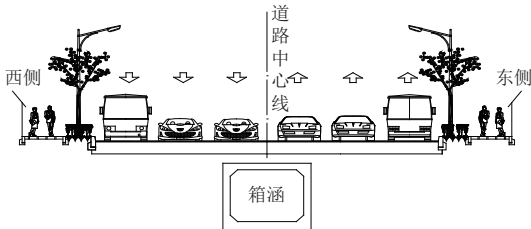


图1 箱涵与道路关系示意图

2022 年 4 月,由于连续的强降雨,紧邻道路的地寺茆山体发生滑坡,箱涵受到不同程度破坏,路面也出现凸起、沉陷和裂缝等病害,导致道路封闭、交通绕行,给市民出行带来极大不便。

滑坡发生后,首先对滑坡体进行了滑坡治理设计和施工处置,避免了滑坡进一步发展造成更大损失。紧接着对其它地下管线等隐蔽工程进行损毁摸排。

通过现场踏勘和损毁情况的梳理,发现滑坡影响段排水箱涵主要存在 6 类问题,分别是涵身破坏、涵身伸缩缝处横向错位、伸缩缝处止水破坏、伸缩缝开裂、涵身裂缝、涵身混凝土脱落。对于涵身破坏及伸缩缝处涵身横向错位的路段,采用挖除新建的方案,设计方案与原设计的新建方案基本相同,重点需要对其余 4 类问题进行方案研究和设计,4 类问题详见图 2。



图2 箱涵其余 4 类损坏情况实景图

2 加固设计

2.1 总体设计

根据现场踏勘及《箱涵安全评估报告》,箱涵 H0+167 ~ H0+173 段涵身主体结构出现结构性破坏,有横向变形和较大裂缝,应拆除新建;其它段落箱涵出现不同程度损坏,但主体结构基本完好,经加固处置可继续使用,具体情况如下:

(1)伸缩缝处止水破坏,出现裂缝,存在渗漏情况;

(2)伸缩缝处止水完好,但伸缩缝处有裂缝出现,存在渗漏隐患;

(3)涵身没有出现结构性破坏,但有微小裂缝,存在渗漏安全隐患;

(4)涵身没有出现结构性破坏,但混凝土表层脱落,防腐安全存在隐患。

对拆除新建的段落,设计方案与原新建设计一致;而针对上述需加固设计的 4 项内容,加固设计方案给出了针对性的解决措施。

2.2 伸缩缝处止水破坏处置方案

伸缩缝处出现止水破坏的,须对止水进行更换。首先,按照箱涵平面布置情况对路面结构进行挖除,切除箱涵顶板;然后,在箱涵底板及侧墙伸缩缝背水侧开槽释放应力,槽宽 30 mm,使其在迎水面凿槽与背水面槽口共同形成更换空间。其中箱涵底板及侧墙槽宽 300 mm,深 250 mm,见图 3。混凝土表层应凿成蜂窝麻面状,并冲洗干净或用毛刷清理干净。凿除混凝土时应避开受力钢筋和分布钢筋,防止钢筋切断。若遇钢筋切断的情况,应对分布钢筋按 1 号筋进行化学植筋,对受力钢筋按原设计钢筋直径进行焊接,焊接搭接长度应按不小于 10 d 进行预留。

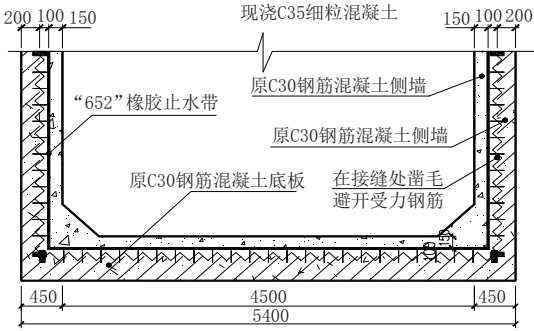


图3 更换止水横断面示意图(单位:mm)

接下来,在伸缩缝背水侧填充 30 mm 厚聚乙烯密闭孔泡沫板,填塞 100 mm BM 缓膨型止水条,再在伸缩缝迎水面 150 mm 处更换“652 型”橡胶止水带,并采用双组份聚硫密封胶填缝。原箱涵内完成植筋后,在槽内浇筑 C35 细粒混凝土,见图 4 至图 6。

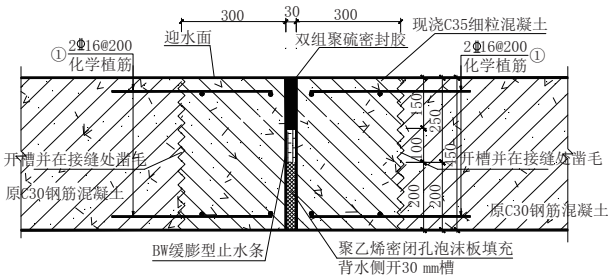


图4 顶板更换止水大样图(单位:mm)

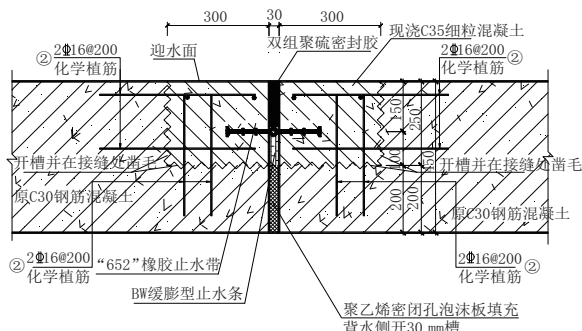


图5 侧墙更换止水大样图(单位:mm)

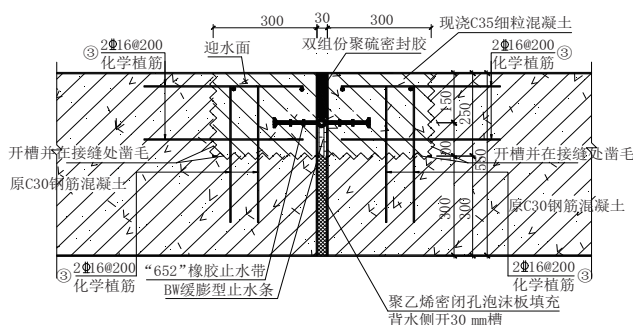


图6 底板更换止水大样图(单位:mm)

现场浇筑用的混凝土,抗冻等级为F200,抗渗等级为W6。同时,混凝土中应加入早强剂及快凝剂等添加剂,保证加固后的箱涵满足设计要求。

### 2.3 伸缩缝处裂缝处置方案

对于伸缩缝处止水完好,伸缩缝有裂缝的情况,采用安装不锈钢板的方案进行处理。

在箱涵底板上层、侧墙内侧顶板、顶板内侧制作安装不锈钢板,间距为200 mm,距离结构边缘100 mm。制作安装顺序从前往后分别为:开槽—化学螺栓制作—安装槽钢(缝隙用水玻璃胶灌实)—安装 $\phi 40$ 橡胶止水条—安装400×6不锈钢板—拧紧螺栓—砂浆灌封,见图7、图8。

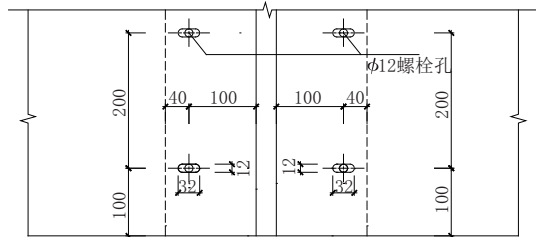


图7 伸缩缝处不锈钢板安装平面图(单位:mm)

### 2.4 涵身微小裂缝处置方案

对涵身开裂且宽度小于5 mm的裂缝,采用化学注浆法进行修复处置。

化学注浆液固结体抗压强度应大于1.5 MPa,黏结强度应大于1.0 MPa,抗渗强度应大于0.8 MPa,抗渗系数为 $10^{-6} \sim 10^{-7}$  cm/s。裂缝处置前,应对裂缝周

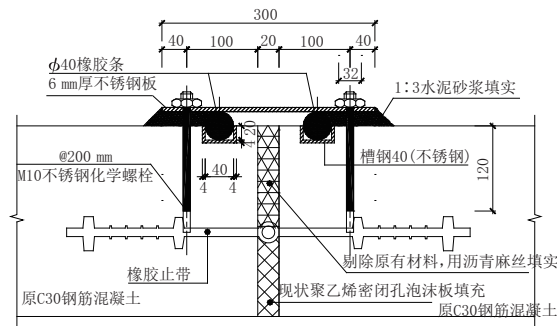


图8 不锈钢板立面安装大样图(单位:mm)

围的污渍残渣等进行清理,然后按下述步骤进行处置:

(1)确定止水针头的点位及长度,初步确定针头长度为20 cm,具体需要根据现场实际情况进行调整;

(2)在裂缝两侧按V字形标记打孔的点位,间距为200 mm,见图9;

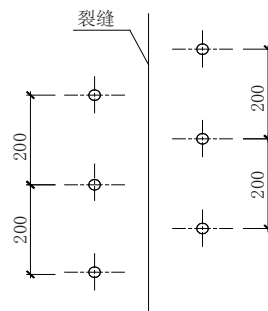


图9 裂缝处置注浆孔布置大样图(单位:mm)

(3)以 $45^\circ$ 方向垂直于裂缝钻出预埋孔,并确保预埋孔贯穿裂缝,孔的深度根据针头的长度确定,以针头插入拧紧后其切割线与箱涵表面齐平为宜;

(4)用气泵清理预埋孔,吹出内部的灰尘;

(5)安装注浆针头,将针头插入孔内至针头的切割线位置,方便后期清理针头;

(6)拧紧针头,使针头前方的橡胶膨胀锁死针头,避免灌浆时浆液被压力顶出来;

(7)用灌浆机的枪头锁住预埋好的针头,开启高压泵注入聚氨酯浆液;

(8)注浆时应从一侧开始,直到浆液涌出后换下一针头注浆;一侧针头注浆完毕再换另一侧注浆。竖向裂缝应注意从下往上注浆;

(9)从切割线处敲断针头,用1:2水泥砂浆填充针孔及缝隙。

### 2.5 涵身混凝土表层脱落处置方案

对于箱涵涵身混凝土表层出现脱落的部位,采用表层加固的设计方案。