

深挖路堑地下水暗排降系统施工技术研究

巫庆明¹, 刘志业², 吕钦飞³, 肖友淦⁴, 李立新⁵

1. 厦门特房建设工程集团有限公司, 福建 厦门 361001

2. 福建联美建设集团有限公司, 福建 厦门 361001

3. 福建省融旗建设工程有限公司, 福建 福州 350300

4. 福州城建设计研究院有限公司, 福建 福州 350001

5. 厦门大学建筑设计研究院有限公司, 福建 厦门 361000

摘要： 在修筑道路时，如何避免由于地下水位上升而对路基产生损害，一直是设计和施工人员试图解决的难题，而传统降水方法由于技术复杂且效果不佳已逐渐无法适应现代施工需求。因此，本文将通过将仰斜式排水管、树形支撑渗沟技术集成于地下水暗排降系统，成功将边坡结构的地下水汇集至位于边沟底部的纵向碎石盲沟，从而将水排出路基范围，有效防止深路堑边坡病害，同时使得地下水位得到控制。深挖路堑地下水暗排降系统施工技术为工程的长期使用提供了重要保障，也为后续同类地下水的排降工程施工提供了科学指导。

关键词： 地下水暗排降；路堑；渗沟；盲沟

Research on the Construction Technology of Concealed Groundwater Drainage System in Deep Excavated Road Graben

Wu Qingming¹, Liu Zhiye², Lv Qinfei³, Xiao Yougan⁴, Li Lixin⁵

1 Xiamen Tefang Construction Engineering Group Co., Ltd. Xiamen, Fujian 361001

2 Fujian Lianmei Construction Group Co., Ltd. Xiamen, Fujian 361001

3 Fujian Rongqi Construction Engineering Co., Ltd. Fuzhou, Fujian 350300

4 Fuzhou City Construction Design & Research Institute Co., Ltd. Fuzhou, Fujian 350001

5 Xiamen University Architectural Design and Research Institute Co., Ltd. Xiamen, Fujian 361001

Abstract： When constructing roads, how to avoid damage to the roadbed due to the rise of the water table has always been a topic that designers and constructors have tried to solve, and the traditional methods of water descent have gradually failed to adapt to the needs of modern construction due to the complexity of the technology and poor results. Therefore, this paper through the inclined drainage pipe, tree-supported trench technology integrated in the underground water drainage system, the success of the slope structure of the underground water to the longitudinal gravel blind ditch located in the bottom of the side ditch, so that the water out of the range of the roadbed, and effectively prevent the deep graben slope damage, and at the same time, make the groundwater level is controlled. Deep excavation road graben groundwater dark drainage system construction technology for the long-term use of the project provides an important guarantee, but also for the subsequent similar groundwater drainage project construction provides a scientific guide.

Key words： concealed groundwater drainage drop; road graben; seepage trench; blind trench

引言

在多雨路段或地下水较为丰富的地区修筑道路时，特别是当路段的地下水位高于预期路肩标高时，为确保长期有效的排水，需要设计考虑如何降低地下水位，以防止路面地下水位上升导致病害。传统路基降水施工一般是通过在路基两边设置沉降沟，并用透水性材料等填充反滤层，或用土工布包裹粒径均匀的砾石作为渗水材料进行沉降沟填充作业^[1]。通过以上手段可对地下水的排降起到一定作用，但仍不够理想，且施工方法相对复杂，此外，还存在使用寿命短、后续维护费用高的缺陷。针对上述现状，本文对深挖路堑地下水暗排降系统施工技术进行深入研究。

一、施工工艺

深挖路堑地下水暗排降系统施工技术是采用边坡树形支撑渗

沟与纵向碎石盲沟相结合的方式对深挖路堑地下水排除。

施工工艺流程为：施工准备→树形支撑渗沟沟槽开挖→仰斜式排水孔钻孔→路床翻挖→渗水盲管安装→树形支撑渗沟回填→

纵向碎石渗沟开挖→铺设盲管→碎石回填→路面层施工。

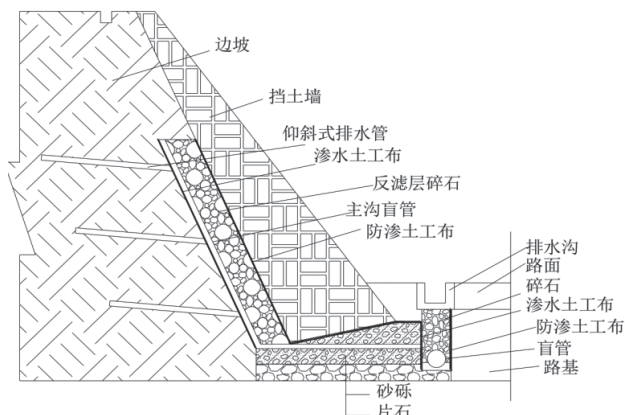


图 1-1 深挖路堑地下水暗排降系统结构示意图

(一) 边坡树形支撑渗沟结构工艺原理

在修建边坡树形支撑渗沟时，应注意维护边坡稳定性，在此基础上按照设计间距逐步实施挖掘渗沟沟槽作业；在树形支撑渗沟中埋设主沟盲管和支沟盲管，盲管均需外包渗水土工布；树形支撑渗沟使用人工填筑法，同时分层砌筑挡土墙；在树形支撑渗沟中埋设仰斜式排水管，排水管与主沟盲管贯通，主沟盲管连接至挡土墙底部，挡土墙后方地下水即可汇集到树形支撑渗沟的主沟槽中，最终汇集至边沟下面的纵向盲沟进行排降。

(二) 纵向碎石盲沟工艺原理

在露天排水边坡底部修建纵向砾石盲沟，在盲沟底部埋设带透水土工布的穿孔盲管，在砾石盲沟内人工回填砾石，在砾石盲沟相对于路面的一侧铺设防下沉土工布、边坡一侧则铺设透水土工布，以防止沟外的泥沙进入盲沟^[2]，造成堵塞，同时也起到防止地下水渗入对路面造成破坏的作用，砾石盲沟可作为主管盲沟排水口。

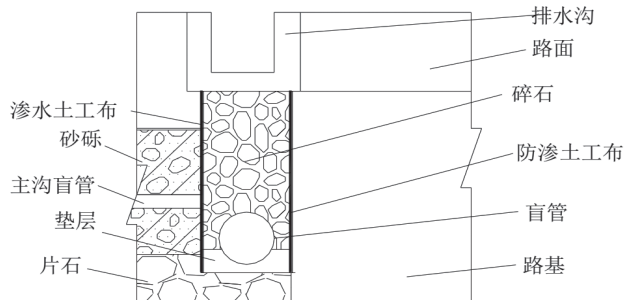


图 1.2-1 纵向碎石盲沟结构示意图

二、施工控制要点

(一) 施工准备

施工前，先对路堑两边边坡按设计要求进行修整。按相关设计规范进行道路基层施工，与一般路基施工相同。

(二) 树形支撑渗沟沟槽开挖

按设计要求，在修整好的边坡上根据树形支撑渗沟沟槽具体尺寸进行放线。树形支撑渗沟的主沟槽开挖选择人工与机械配合施工策略，首先利用挖掘机械开挖至主沟槽的底部10cm以上位置，剩余部分选择使用人工开挖方式；树形支撑渗沟的支沟槽应全部采用人工开挖策略^[2]。树形支撑渗沟主沟槽设置上至水位线

上1m，下至坡底，纵向间距可根据实际情况进行调节，一般为6~8m。从下往上开挖沟槽，开挖后迅速进行下道工序的施工，切忌裸露时间过长导致主沟槽边坡坍塌，沟槽的开挖必须保证两壁平整。树形支撑渗沟的沟槽应严格禁止超挖，一旦出现过度开挖且无法用土回填的情况，可采用M7.5级浆砌片石进行回填，沟槽验收合格后才能进行下一步施工。

(三) 仰斜式排水孔钻孔

在仰斜式排水孔钻孔前必须预先固定钻机，以确保钻头和钻杆始终沿着规定的方向钻孔。仰斜式排水孔应设置在树形支撑渗沟主沟槽中间位置，第一排仰斜式排水孔低于水位线30~50cm，仰斜式排水孔每2m设1孔，孔深3~5m，高度角5~7°，与中心线成垂直角，钻孔设备安装必须保证钻机平整、稳定、牢固，并对钻孔方位角和高度角进行校正。排水孔由100mm的PVC管制成，为了保证排水孔的质量，排水孔的钻孔设计为110mm进行施工作业。

(四) 路床翻挖

在挡土墙底部至纵向砾石的渗沟区域，反挖100cm的路床基层，更换为50cm厚的板岩和50cm厚的砾石，并在此基础上铺设渗水土工布，与树形支撑渗沟内土工布搭接。

(五) 渗水盲管安装

首先在沟槽底部铺一层透水土工布，四边收边，然后安装盲管。钻孔的直径为5cm，孔距为75mm，每节断面错开8个孔排列，管道底部高度的下三分之一处不打孔，应在靠顶部位置打孔，孔的分布要均匀，注意孔眼安装时要向上。仰斜式排水管和支沟盲管与主沟盲管相连，水流集中进入主沟盲管，主沟盲管穿过挡土墙下部，通向边沟后由纵向盲沟排放口统一排放。

(六) 树形支撑渗沟回填

反滤层由人工填充砾石，其施工作业与挡土墙分层砌筑同步进行。挡土墙由MU30板岩和M7.5水泥砂浆砌成，接缝处用M10砂浆灌浆，过滤砾石层和挡土墙之间用防渗土工织物覆盖，以防止地下水进入挡土墙。挡土墙的底部砌筑时，要在主沟槽盲管的顶部填入砾石保护层。用于排水和渗透的填充砾石在使用前必须过筛并清洗干净，用于渗透的过滤材料应选用粒径为6~10mm的硬石或碎石，以确保排水层的空隙度。

(七) 纵向碎石渗沟开挖

渗沟按照0.8m的设计宽度进行开挖作业，当挖至2m深时，在渗沟的两侧安装木板桩作为支撑，防止渗沟壁坡土壤发生坍塌，确保施工人员的安全^[3]。当开挖深度达到设计深度时，沟底通过人工进行压实作业，随后修建设计坡度的流水坡，流水面设置在渗沟底部，通常采用10cm厚的片石混凝土垫层进行铺设。

(八) 铺设盲管

盲管规格为Φ500HPDE，应使用渗水土工布包裹后再进行安装^[4]，盲管安装时应保持管道平顺，管道连接处用套管或卡箍固定牢靠，盲管上的排水孔位置应向上，以确保排水通畅。盲沟起始处的多孔管应由土工织物紧紧围住，并在其前端填充300毫米厚的粗砂砾，在盲沟中每隔200m设置一个2.5m深的控制坑，可兼作沉砂、泥作用。

(九) 碎石回填

盲管周围采用人工回填的方式填充粒径均匀的砾石，相比机械回填可有效避免盲管本身和盲管包裹土工布受到破坏；回填时

应注意不得混入粘土、塑料等不透水材料影响盲管渗水效果。此外,当回填层覆盖盲管深度大于超过50cm时,应使用小型压实机对盲管回填砾石进行震动压实操作。

（十）路面层施工

道路面层两侧设置明排水沟,排水沟与挡土墙之间的空隙用混凝土进行回填浇筑。

三、质量控制

深挖路堑地下水暗排降系统施工技术采用 Φ100mmPVC管、MU30片石、砂砾、渗水土工布、碎石、M7.5水泥砂浆、M10砂浆、粒径在6 ~ 10cm的砾石或碎石、木板桩、C20混凝土、Φ500HPDE管、粗颗粒碎石等,所有材料均需满足相应的国家、行业标准或规范的要求,并符合现场施工工艺对质量的要求,所有材料须检验合格后方可进场,随后按照施工进度计划要求存放在拌和站的储料库中^[9]。

（一）过滤层施工质量控制措施

排水和填充的渗水砾石在使用前必须经过筛选和清洁,渗沟内的过滤材料应选择用粒径为6 ~ 10cm的硬石砾或碎石填充。砾石作为过滤层填充渗沟后,还应在其上部铺设防渗水土工布,防止地上水再渗入挡土墙。

（二）仰斜式排水管施工质量控制措施

仰斜式排水管应按照设计角度精准施工,通过采用水准仪等高精度机械进行定位后方可安装,保证与渗沟主管的合理连接,排水孔也要提前检查,保证排水流畅。在仰斜式排水管的开挖过程中,要时刻关注钻机的掘进速度,并对渣土进行抽样检测,准确记录排水管的开挖情况,可适当拍摄照片、视频等影像材料留底^[9]。排水管钻孔作业完成后应立即安装PVC管进行封堵,防止出现塌孔等妨碍施工进度情况。

（三）树形支撑渗沟质量控制措施：

树形支撑渗沟应紧密连接挡土墙,排水孔与排水管道等连接全程必须流畅平顺。树形支撑渗沟开挖时应间隔施工,一边开挖一边回填支护,防止在开挖过程中因过度暴露而出现边坡土体滑动甚至坍塌现象。树形支撑渗沟严格禁止超挖,一旦出现过度开挖且无法用土回填的情况,可采用M7.5级浆砌片石进行回填^[7],树形支撑渗沟中的回填碎石应该排列紧密,不能出现空洞部分。

（四）盲沟质量控制措施

盲沟铺设土工布时应注意松紧适中,沿沟壁面均匀铺设,严禁出现褶皱;渗水土工布的横向和纵向铺设应交错布置,其搭接部分的宽度应在300mm以上。除此之外,盲沟的渗水布置应根据盲沟与路基边侧距离适当调整,并分段施工,确保盲管水流畅通,盲沟积水时,管接头用套筒或胎具严密连接,盲管排水孔位置应向上布置。

施工中不得在Φ500HPDE穿孔盲管上方产生额外压力,在回填土未完全回填的情况下,不得允许机械车辆行驶,以免压坏盲管^[8]。纵向盲沟开挖时,在接近设计标高的10cm处应选用人工开挖方式,不仅可以防止边坡和盲沟底部原土层受到破坏,也有效避免了欠挖和超挖现象。盲沟的沟槽开挖土应及时运输离场,严禁在沟槽旁进行堆放,影响后续开挖排水工作。路基旁的盲沟地基一定要压实,杜绝出现盲沟水渗出进而损伤路基的情况。

四、可行性分析

与传统的在路基两侧开挖渗透井、回填透水材料作为反滤层以减少和排出边坡地下水的方法相比,深挖路堑地下水暗排降系统施工技术采用仰斜式排水管和树形支撑渗沟结合的方式,将边坡地下水导入沟底纵向砾石盲沟,进一步使其排除在路面区域之外,从而快速有效地减少和排出土建沟槽中的地下水。

在挡土墙后的边坡上修建树形支撑渗沟沟槽,将主沟和边沟的盲管铺设在沟内,并用碎石回填反滤层的,主沟盲管通过挡土墙底部引至边沟下的纵向盲沟,有效降低和排出边坡的地下水,减少边坡内的地下水。采用仰斜式排水管排水的方法,在主沟内设置仰斜式排水管,将仰斜式排水管与主沟盲管连接,可有效排除边坡深层地下水,快速降低地下水位,减小边坡内地下水动力和渗流压力,提高抗剪强度^[9]。所有渗水盲管均设置排水孔,并用渗水土工布密封。在安装过程中,必须注意确保孔眼朝上,以确保渗水盲管畅通无阻,并提高其耐用性。靠近路基的盲沟用砾石回填后,上方要用防渗水土工布铺设,靠近斜坡的盲沟用砾石回填后,上方要用渗水土工布铺设。通过以上操作,可有效隔绝沟外淤泥砂石造成盲沟堵塞,同时避免地下水渗到路面情况发生^[10]。本文所介绍的将仰斜式排水管和树形支撑渗沟集成于地下水暗排降系统技术,工艺相对传统降水方法得到有效简化,施工成本也大大减低,且对环境的影响小,综上,该技术实用性强,具备一定的推广价值和实践价值。

深挖路堑地下水暗排降系统施工技术适用于一般路堑道路排水施工,特别适用于多雨水地区深挖路堑道路地下水排除施工。

五、结语

本文提出的将仰斜式排水管和树形支撑渗沟集成于地下水暗排降系统施工技术,不仅有效解决多雨地区的地下水排降问题,同时针对地下水丰富路段设计防渗水布置,对路堑边坡渗水进行拦截,以防进入路基施工作业面损毁路基。该技术排水效果好,对降低路基面范围内的地下水位产生积极作用,同时保证了路基修建工作的施工进度和质量。现将深挖路堑地下水暗排降系统施工技术进行总结,以为类似地下水排降工程提供经验借鉴。

参考文献

[1]李树晨,包庆云.富水地段路堑采用软式透水管排降地下水施工技术[J].铁道建筑技术,2000,(01):25-27.
[2]王同元.富水深挖路堑排降地下水施工技术[J].施工技术,2017,46(S2):982-984.
[3]袁振波.十天高速公路第三系红层渗水边坡处治设计[J].山西建筑,2013,39(21):151-153.
[4]马凤伟.严寒地区重载铁路既有线深路堑高边坡工程病害整治[J].神华科技,2017,15(05):84-88.
[5]曾繁涛.渗水盲沟处理地下水发育路堑方法在龙烟铁路的应用研究[J].铁道标准设计,2015,59(06):56-59
[6]陈佩.富水深厚软土地区保水路基结构设计方法及关键参数研究[D].东南大学,2021.
[7]朱小兵,周元辅,安柯等.高水压山地城市隧道地下水限量排放研究[J].地下水,2023,45(06):24-26.
[8]吴陆军.关于地下水处理方法的探讨[J].土工基础,2018,32(06):646-649.
[9]田阳辉,汪海洋.降雨条件下某铁矿排土场边坡渗流场分布特征研究[J].工程勘察,2011,39(09):51-55.
[10]房召亮.浅析迪拜哈斯彦清污燃煤电厂陆上深基坑降水施工技术[J].工程建设与设计,2022,(11):191-193.