

Analysis of a Flood Control and Water Retaining Device for Rail Transit Construction

Chunmei Cao¹ Wei Cui²

1. Beijing Moushi Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China
2. Shougang Mining Machinery Manufacturing Plant, Beijing, 100000, China

Abstract

Currently, with the rapid development of urbanization and rail transit, more and more subway lines are effectively alleviating urban road traffic pressure, making subway the first choice for people's safe and portable travel. The rapid development of cities and the abnormal global climate lead to the heat island effect and rain island effect, which make rainstorm and flood disasters occur frequently and show an increasing trend. Sudden and extreme rainstorm and flood disasters occur frequently in large cities and show an obvious increasing trend. In the face of rainstorm, because the entrance and exit of the underground station are open and in low-lying terrain, the surface water is easy to accumulate in rainy weather, and the subway is frequently flooded. The entrance and exit of the underground station are open and low-lying terrain, resulting in ponding in a section of the subway, and in extreme cases, the flood flows back into the station, causing the subway tunnel to be flooded. The situation has led to the closure of the station entrance and the shutdown of the entire line. Currently, the flood prevention materials at the entrance and exit include flood prevention (water blocking) boards, water blocking bags, sandbags, anti-skid pads, and other flood prevention materials, which not only consume a lot of manpower and material resources, but also have poor timeliness. Low aesthetic level, inconvenient to carry, and long installation and disassembly cycle. Smart subway safe travel requires us to fully ensure the operation and maintenance of flood prevention facilities at various subway platforms and entrances. We combine mechanical and electrical integration design, automation control, sensors, and safety warning light strips, and integrate intelligent analysis and calculation to design flood prevention and water blocking devices (referred to as "water blocking devices") for rail transit construction.

Keywords

rail transit; flood control; water retaining device

浅析一种轨道交通建设的防汛挡水装置

曹春美¹ 崔伟²

1. 北京眸视科技有限公司, 中国·北京 100000
2. 首钢矿山机械制造厂, 中国·北京 100000

摘 要

目前, 随着城市化进程和轨道交通的快速发展, 越来越多的地铁线路正在有效缓解城市道路交通压力, 因而地铁也成为人们的安全出行、便携出行的首选。城市快速发展及全球气候异常导致的热岛效应、雨岛效应, 使暴雨洪涝灾害频发且呈增多趋势。大城市突发性、极端暴雨洪涝灾害频发且呈现明显增多趋势。暴雨面前, 因地下车站出入口敞开式和低洼地势, 造成地铁某路段积水、极端情况洪水倒灌进站导致地铁隧道被淹等情况亦有发生, 导致站口封闭及全线停运等恶劣态势, 而现阶段出入口防汛物资有防汛(挡水)板、阻水袋、沙袋、防滑垫等防汛物资, 不仅耗费大量的人力物力, 且时效性很差。美观程度低, 携带不方便, 安装与拆卸, 周期也很长。智慧地铁安全出行要求我们在地铁各站台、地铁各门口防汛配套运维等都做到全面保障, 我们结合机电一体化设计, 自动化控制, 传感器和安全警示灯带等声光设备, 集成智能分析与计算, 设计出用于轨道交通建设的防汛挡水装置(简称“挡水装置”)。

关键词

轨道交通; 防汛; 挡水装置

1 引言

随着城市轨道交通建设的快速发展, 随着数字化智能化产品的普及, 聚焦行业需求, 抓住数字化转型发展的新机

遇, 地铁以设备智能化为突破口, 搭建智慧车站体系, 实现多场景的智慧通行, 提供多维度的智慧服务, 建设“安全创新型地铁”成为地铁行业所面对的最大命题。

目前, 城市快速发展及全球气候异常导致的热岛效应、雨岛效应, 使暴雨洪涝灾害频发且呈增多趋势。暴雨面前, 地铁频频被淹受灾, 地下车站自身出入口敞开式和低洼地

【作者简介】曹春美(1986-), 女, 中国河北秦皇岛人, 本科, 工程师, 从事机械设计研究。

势,雨水天气时易积蓄地表水造成地铁某路段积水、极端情况洪水倒灌进站导致地铁隧道被淹等情况,给乘客安全和地铁设备设施正常运营都带来了极大隐患。

2 概况

轨道交通出入口一般配有防汛(挡水)板、阻水袋、沙袋、防滑垫等防汛物资,在极端及暴雨天气时需分派人员手动将防汛板串联装好,并用阻水袋及沙袋将其底部压劳,以免被雨水冲开。但其自动化程度低、功能和样式单一、维修使用不便,且耗费大量值守人力和时间,在应急突发状况时,很大程度上无法及时执行中控指令并做好地铁门防汛工作,错失掉黄金防汛时间。故现有形式已无法满足轨道交通智慧化建设需求^[1]。

为解决以上汛期地铁口挡水问题,迫切需要一种可以兼具美观、便携、易安装、易收放、更安全的新产品出现。为了适应智慧地铁的发展需求,为了给全民提供更好的地铁出行体验,为解决上述问题,为了在汛期提供给全民安全的出行体验,结合智慧化轨道交通建设发展趋势,我们设计的挡水装置,用良好密封性及自动开启功能兼具的防汛闸翻板,配置雨水监测和智能分析系统,将简易防汛板及沙袋替代成具备智能化翻起的自动挡水装置,其同时可手动及自动翻起,当出现雨水倒灌车站险情时,防汛翻板可在中控室下达指令后10s内完成翻板翻转动作,及时形成出入口防汛安全屏障,第一时间对倒灌危险进行防控。

3 研究难度与复杂程度

目前地铁内暴雨防汛需分派人员手动拼接防汛板并用阻水袋压牢底部,耗费大量人、财力和时间,挡水装置可突破现有技术通过巧机电一体化设计,将带霍尔的电动推杆、折叠翻板、密封条结构融合为一体,常态下翻板关闭时与地面浑然一体;当洪涝发生时,翻板翻起时与地铁周边设施可形成一道有效密封的挡水屏障,阻挡地铁口顺势流入的废水。翻板采用带霍尔的电动推杆,可通过控制霍尔参数控制电动推杆推出与缩回,可判断防汛翻板开闭。

此外,挡水装置可将翻板的电动、手动翻起实现联动,需手挡开启时,仅需要使用定制专用钥匙以很小的扭矩转动翻转机构,即可手动翻转开启翻板,且在此过程中不会对自动翻转的电动部件造成损伤。手动开闭执行完后,亦可切换至电动开闭动作。

挡水装置设计有开闭电动控制和安全防护远程系统,并集成雨量传感器和安全警示灯带等声光信号,通过传输设备将雨量信息发送给综控室后台控制中心,操作人员可在综控室完成远端信息查阅、现场异常报警确认和远端操控等全部工作,防汛翻板开启后翻开面有警示标语,且安全警示灯带常亮红色,同时语音信号可警示乘客勿入。解决了现有挡

水板需要人力值守、无声光报警、无法与总台联动等问题^[2]。

4 技术原理及优点

挡水装置提供一套便捷操作的自动挡水设备,可实现智能化开启及用户小扭矩开启防汛翻板功能,省掉高负荷的人工操作及实施时间,给用户带来了智能、高科技、使用方便的体验。

挡水装置可通过系统设置及远程管理,联动控制及时开启、关闭防汛翻板,集成雨量监测传感器实现远程智能报警与控制,可在汛期后完成自动排水工作。所述的安全防护远程管理方法包括以下:出入口外侧集水导流槽的雨量传感器检测瞬时水流量信息,经系统计算若确认有防汛需求向后台控制中心主控屏发出动态警报信息并伴有语音提示,提醒操作人员及时发送响应控制指令,执行防汛翻板开启命令。

多种挡水装置开闭控制模式:可近端自动开闭操作、亦可由后台控制中心触发指令开闭或由现场人员进行开闭操作,不同操作方式设有不同优先级;具有机械锁闭及防强制打开功能,锁闭信号可反馈控制中心;极端情况下,可使用专用钥匙手动开闭防汛翻板。具体如下:

①挡水装置开闭机构通过自动控制电动推杆开闭一通过开启时电动推杆的推力行程霍尔数据变化,控制防汛翻板的开闭并监控位置信息,当程序发出控制指令时,电动推杆将慢慢推出,使翻板由闭合位置翻转至图一的打开位置,翻板上密封条及弹簧推拉机构将推至密封位置,将翻板与地铁周边设施形成一道有效的挡水密封屏障,满足现场安装及使用需求。翻板和翻板底座采用不锈钢板焊接而成,如图1所示。

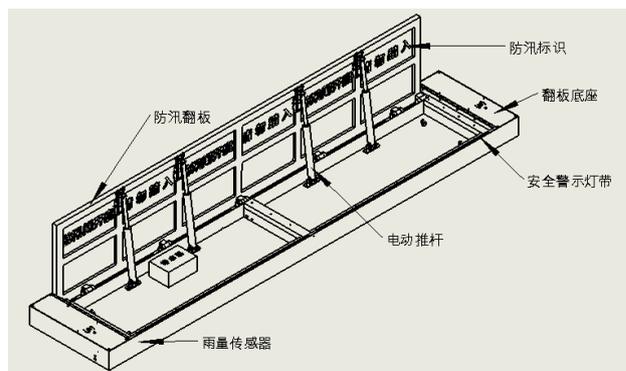


图1 翻板和翻板底座

②挡水装置开闭机构如图2所示;手动执行防汛翻板开闭——当定制款专用钥匙带动锥齿轮1.2组、减速机及换向锥齿轮组3.4组成的传动机构降速增扭,开启翻板过程中通过棘轮棘爪装置可实现任意点位停止;关闭翻板时由专用钥匙带动锥齿轮传动,通过单向轴承防反转及抱闸与其摩擦可避免关闭时噪声巨大震动。

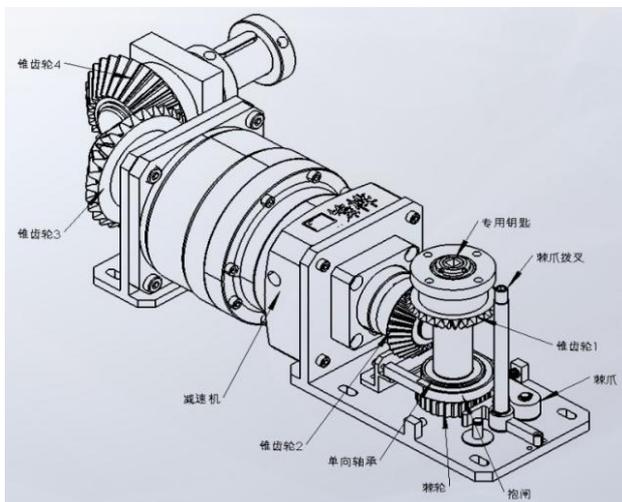


图2 挡水装置开闭机构

具体的：专用钥匙可开启的手动驱动及锁装置——在底座内安装有用于驱动的专用钥匙轴，该轴上锥齿轮1旋转带动锥齿轮2旋转，而锥齿轮2旋转又作为行星减速器的输入轴，行星减速机在降速增扭后带动锥齿轮3同步转动，进而带动锥齿轮4与防汛翻板同轴转动，从而实现防汛翻板翻转。此专用钥匙一头为外四方形翻版钥匙可开启翻板，另一头为一外六方型拨叉旋扭器。

在该手动翻起动作开启前，先用专用钥匙的拨叉旋扭器的外六方插入拨叉调整轴的内六方孔中，旋转后将棘爪的拨叉拨至手动位，再将专用钥匙这一头从拨插内六方孔中拔出来后，当将手动钥匙的外四方一头插入翻转所需锥齿轮轴的内四方专用钥匙孔时，转动专用钥匙即可将翻板翻起，翻板转至90度停止时即翻转停止时，棘轮棘爪可以实现反向抱死，可以稳固的停靠在手动钥匙此时停止的位置并保持住；当翻板需要专用钥匙（外四方一头）手动关闭时，同样的动作反向操作即可实现，增加了单向轴承可防止翻板翻下时极大地重力而引起的翻板加速拍下和反转，且马蹄形抱闸机构摩擦单向轴承也可以给翻板提供一定的与下翻相反的缓冲力、可适当减小门体下落速度，实现翻板的缓速稳定关闭动作。该定制款手动钥匙机械锁的开闭，亦防止人为强制打开，减速机速比大、开启扭矩小（女生用单手的力亦可打开）。

③防水装置翻板前端集水倒流装置是将传统的市政排水地漏与导流槽结合为一体，增设雨量传感器及时监测雨量动态。在该倒流槽前端顶部设有红色报警灯带，在汛期翻板开启后红色灯带常亮，以警示人们勿踏入该禁入区域。防汛

翻板表面预留槽位敷设与周围地面同材质石材。未开启时与地面颜色无异。

经调研，此前世界范围内未曾有地铁可实现手自动联动的挡水装置的应用，以上几点可充分的体现挡水装置的科学价值极大，此挡水装置已经处于世界领先水平^[3]。

5 取得的经济及社会效益

本项目实现智能自动化开启及小扭矩开启防汛翻板，可安全防护远程智能化运维与管理，可自动化运行与系统化联动操作，可进行全寿命周期管理，控制中心远程监控防汛翻板开闭状态、雨量及安全警示灯状态，通过监测设备运行状态，评估、分析设备健康情况，通过内置算法提供维修指导意见进行智能化运维，使地铁系统在汛期内免于遭受雨水倒灌的风险，将本项目积极投入于地铁运营服务升级和智慧地铁建设，增加地铁内防汛物资自动化及智能化程度、融入多样化功能、维修使用更方便，外观更美观、更便于开启和关闭，实现了快速安全操作并减少了人力操作和时间成本，为地铁智慧化自动化运营创造了极大的经济效益，减少洪涝期值守人、财力并节约时间，实现了安全调度，创造了经济效益，降低洪涝期地铁内生命和财产安全隐患，保障社会安全。在自动化浪潮的席卷下，后期社会效益及经济效益在其经年服务中更可得到更好的体现。

6 结语

本项目积极地打造全新立体化门户系统，助力智慧轨道交通地铁建设和发展及地铁运营服务升级，深挖智慧轨道交通建设中汛期地铁发展的需求，着眼于地铁安全运营，通过美观且人文的设计、电动及手动机械多重设计融合，提高了乘客乘坐地铁的安全性，提高了安全应急的效率，提高了运营人员的指挥操作性，降低了地铁运营的人力和时间成本及防汛物资储备空间，减少了乘客的人身和财产安全的风险，并实现了降本增效的目的，为抗洪抢险指挥提供科学依据，带动了整个地铁系统防汛物资升级工作，为乘客及运营人员提供更便捷更安全的服务，引领社会的进步与发展。

参考文献

- [1] 王敏,牛涛.浅谈中国城市轨道交通建设现状及发展对策[J].甘肃科技,2009,25(6):3.
- [2] 邱光宇.轨道交通建设中有关问题的思考[J].地铁与轻轨(2):17-18+10.
- [3] 林维河.城市轨道交通防汛智能化场景方案研究[J].智能城市,2021,7(20):2.