

Interface Design of Flood Gate System and Signal System in Rail Transit Engineering

Changyi Lu

Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510010, China

Abstract

The paper introduces the basic working principle of the interface between the flood-proof door system and the signal system, and analyzes the improvement measures of the interface in the electrical design. In order to ensure the stability of the interface, a design method of double-cutting loop is proposed, the influence of the "gate fully open" interlocking signal on train operation is analyzed, and the optimization plan of the interface is proposed. From the perspective of protecting train safety, the anti-flood door system can only meet the conditions for closing the anti-flood door system after it sends out a "request to close the door" and receives a response from the signal system.

Keywords

interface; gate fully open; request for closing the door; allow door closing

轨道交通工程防淹门系统与信号系统的接口设计

卢昌仪

广州地铁设计研究院股份有限公司, 中国·广东广州 510010

摘要

论文介绍了防淹门系统与信号系统之间接口的基本工作原理, 分析了该接口在电气设计上改进的措施。为保证接口的稳定性, 提出了双切回路的设计方法, 分析了“闸门全开”联锁信号对列车运营的影响, 提出了接口的优化方案。从保护列车安全角度出发, 防淹门系统发出“请求关门”并得到信号系统的响应之后才能满足关闭防淹门系统的条件。

关键词

接口; 闸门全开; 请求关门; 允许关门

1 引言

地铁防淹门系统属于地铁工程的防灾设施, 主要设置在区间以地下线路穿越水域的两侧适当位置, 以防止穿越水域的区间隧道因意外事故而引起的洪水灾害事故扩大化。在水系发达的地区均考虑设置防淹门系统, 如中国广州、上海、武汉、南京等地。若防淹门系统设置不当, 将对地铁安全运营造成一定的影响。事故发生后, 应尽快关闭防淹门, 而关闭防淹门之前应得到信号系统的允许, 确保防淹门防护的隧道区间内没有列车在运行。现从列车安全运行角度出发, 浅析防淹门系统与信号系统的接口功能设计方案。

2 接口的必要性

防淹门一般设置于过江隧道水域的两端, 通常位于车站的端部。若地下隧道因意外事故发生渗水并达到危险水位时,

将操作防淹门系统关闭闸门, 切断车站与区间的空间联系, 有效把区间渗水挡在车站之外。隧道水域两端之间的区间称为防淹门防护区。

在防淹门关闭之前必须确定防淹门防护区内没有列车正在运行, 并且能有效地阻止即将进入防淹门防护区的列车停止在车站内。信号系统是列车安全运行的“指挥者”, 在防淹门关闭之前, 信号系统应能确保列车的安全运行。因此, 信号系统必须与防淹门系统进行功能接口, 建议两系统之间的有效通信及呼应, 信号系统应能实时监视防淹门系统的状态; 防淹门系统在关闭闸门时应能得到信号系统的响应及允许关门的回复。

为满足防淹门系统与信号系统的接口功能需求, 信号专业须在防淹门位置的轨道边设置轨旁信号防护机。

3 防淹门系统操作的基本流程

3.1 报警信息收集

防淹门系统在防护区间范围中的废水泵房集水井(一般设置在区间最低里程处)内设置了一套水位探测装置, 为防

【作者简介】卢昌仪(1976-), 男, 中国广西横县人, 本科, 高级工程师, 从事轨道交通站台门、电扶梯研究。

淹门系统提供区间水情信息，用于收集防淹门防护区内的水情报警信息。一般来说，水位探测装置设置4级水位，每级水位之间的高度差为100mm，分别为1级、2级、3级、4级，最高水位为4级水位，即危险水位（以威胁到列车安全运行的水位）。同时，水位达到1级水位时，系统自动计算水位上涨速度。当水位达到4级水位或水位上涨速度达到或超过设定值之后，防淹门系统将自动发出关闭防淹门的报警信号^[1]。

3.2 防淹门系统的关门操作

防淹门系统的关门操作程序如图1所示。防淹门系统在平时是处于闸门全开状态的。当收到水位报警信号（4级水位或水位上涨超速）时，应人工确认区间水位的水情情况，之后再向信号系统发出“请求关门”信号。信号系统发出“允许关门”命令之前，自动检测保护区间是否有列车在运行。同时，应自动阻止驶向保护区间的列车停车，保证列车在保护区间之外停止运行^[2]。

3.3 防淹门系统的开门操作

防淹门保护区段解除险情之后，开启防淹门，恢复地铁运营。防淹门系统的开门操作如图2所示。

防淹门系统开门操作完成之后，恢复了正常状态，即信号系统与防淹门系统之间通过“闸门全开”信号进行联锁。

3.4 非正常操作

当防护区间险情发生时，必须关闭防淹门系统。由于防淹门系统与信号系统之间的联锁关系，在实际操作工程中，如果防淹门系统无法收到信号系统的“允许关门”信号时，操作人员将绕过信号系统强制性关闭防淹门。为了保证乘客的安全，在关闭防淹门之前，应通过线路控制中心对列车进行控制，或者人工制停列车。此时，现场人员操作防淹门启闭设备的抱闸装置关闭防淹门^[3]。

4 接口设计

4.1 接口电气回路的基本要求

防淹门系统与信号系统之间的信号属于安全至关重要信号，接口电气回路采用安全型继电器硬线干接点连接，如图3所示。

接口电气回路应满足以下要求：

①回路必须为双切双断，系统之间通过各自的继电器状态进行状态信息判断。

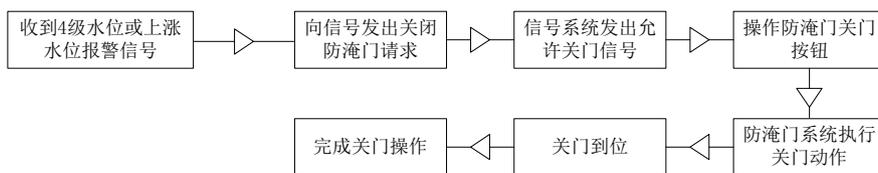


图1 防淹门系统关门流程图

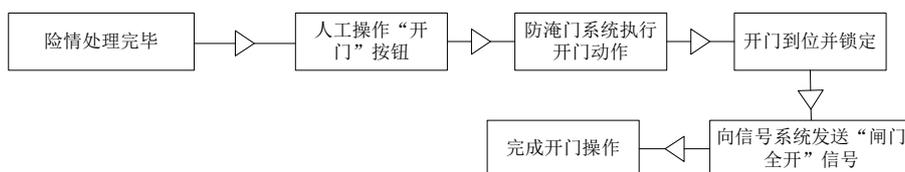


图2 防淹门系统开门流程图

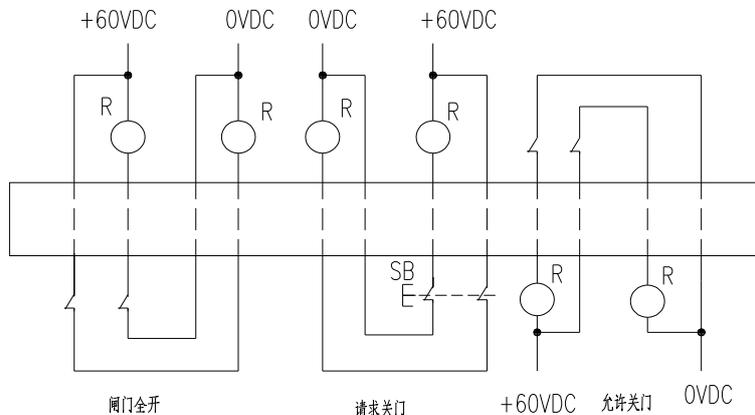


图3 接口电气回路图

②状态采集端所选用的继电器必须是安全型继电器，正常情况下，继电器应为励磁状态；当状态改变时，继电器应可靠失磁，满足“故障—安全”的功能要求。

4.2 接口功能

防淹门系统与信号系统的接口是以保证列车安全运行及乘客人身安全为前提的，防淹门系统需要在关闭闸门之前，由信号系统确认防淹门防护区内没有列车正在运行。防淹门系统与信号系统的接口信息主要有“闸门全开”“请求关门”及“允许关门”三种^[4]。接口功能如图4所示。

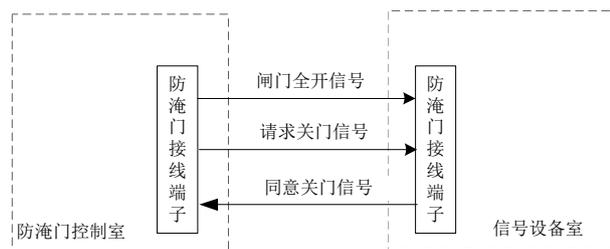


图4 接口功能示意图

4.2.1 联锁防护功能

在正常情况下，防淹门系统与信号系统是联锁关系的，处于“闸门全开”状态，信号系统必须实时对防淹门系统的“闸门全开”状态进行监视。当“闸门全开”状态改变时，如防淹门系统故障，或者闸门非正常下落而切断区间，防淹门系统与信号系统的联锁马上失效。此时，信号系统ATP应确保在防淹门防护区两端车站以外的列车驶入防护区，必须在防淹门防护机之前停车。对于已经驶入防淹门防护区的列车，根据列车调度的指令进入人工驾驶模式，人工驾驶列车驶离防护区。

4.2.2 关门请求功能

防淹门防护区积水并达到危险水位（4级水位或水位上涨超速）时，防淹门系统应向信号系统发出“请求关门”命令，收到信号系统的回复后才能操作关闭防淹门。

信号系统对防淹门系统的“请求关门”进行实时的监视，一旦防淹门系统发出“请求关门”命令时，信号系统对“请求关门”进行响应之前必须完成以下工作：

①信号系统收到“请求关门”命令后，立刻封锁防淹门防护区两端的轨旁信号防护机，同时取消该区域的列车进路信号，阻止即将进入该区域的列车停在信号防护机以外。

②信号系统收到“请求关门”信号后，同时对防淹门防护区内检测是否有列车。若有，将延时（延时时间根据区间的长度定）取消该列车的进路。确保列车安全驶离防淹门防护区，或者防淹门防护区内没有列车之后，信号系统将向防淹门系统反馈“允许关门”命令。

③防淹门系统发出的“请求关门”信号应是持续不断的信号，信号系统连续不断地监视，直到信号系统发出“允许关门”信号。在此期间，如果“请求关门”信号中断，信号

系统将认为是防淹门系统的误动作，或者防淹门系统已解除关门报警，同时信号系统将终止对“请求关门”状态的监视。

5 存在的问题

由于防淹门系统与信号系统之间存在“联锁”的关系，一旦防淹门系统的故障（如电源故障而引起接口回路的继电器失电）而引起防淹门系统“全开”状态的消失，信号系统必将制停列车，造成列车运行时刻的延误，影响运营服务水平，此类问题时有发生。为此，专门为防淹门系统的控制电源提供了不间断后备电源（UPS）设备。

另外，由于潮湿、绝缘损坏、雷电冲击等因素可能造成无车路段的路轨被短接，显示出异常红光带或“闪红”，影响信号系统向防淹门发送“允许关门”的指令。此时，信号系统需要人工介入干预，人工发出“允许关门”命令。

6 总结及建议

根据地铁工程的功能需求，防淹门系统与信号系统的接口是有必要的，同时防淹门系统的故障将影响列车的正常运营，信号系统的故障影响防淹门系统的关闭。因此，在工程设计中，防淹门系统与信号系统接口的可靠性、稳定性固然重要，也应提高系统的可靠性，降低故障率。

另外，在接口设计中仅考虑了防淹门系统与信号系统的联锁功能，并没有考虑人工解锁的功能，主要有以下两点原因：

①关闭闸门之前必须得到信号系统的许可，如人工干预解除防淹门系统与信号系统的联锁，将势必增加列车的安全隐患。

②防淹门系统的所有操作均由人工完成，若接口出现故障，信号系统无法反馈“允许关门”信号，根据列车调度的指令，由人工手动强行关门防淹门。

7 结语

鉴于防淹门系统故障影响列车运营的问题，建议防淹门系统与信号系统之间取消“联锁”的功能，仅保留“请求关门”和“允许关门”功能。但是，防淹门系统应具备异常（如防淹门锁紧装置故障等）报警的功能，一旦发生异常时，应向车站控制室、控制中心发出报警信号，站务员能第一时间介入，尽快消除故障，保证列车不间断运营。

参考文献

- [1] 孙增田. 广州地铁2号线防淹门系统的设计分析[J]. 都市轨道交通, 2004(S1): 79-82.
- [2] 卢昌仪. 地铁防淹门系统的设计[J]. 都市轨道交通, 2005, 18(4): 116-120.
- [3] 莫庭斌. 地铁工程中地下结构防水问题的探讨[J]. 地铁与轻轨, 2002(1): 36.
- [4] 李德堂. 信号系统与屏蔽门的接口问题及优化方案[J]. 都市轨道交通, 2005(4): 109-110.