

# 门控单元危害分析

张 勇

西安铁路信号有限责任公司 陕西 西安 710100

**摘 要：**门控单元是屏蔽门系统的重要组成部分，通过门控单元的危害分析，识别门控单元危害，提出控制措施，为门控单元的安全设计提供依据。

**关键词：**门控单元；屏蔽；门系统

## 引言

随着屏蔽门系统应用，发现乘客依靠屏蔽门、哄抢上下车、无视关门提醒、夹在屏蔽门和车门之间夹伤或死亡等情况。屏蔽门系统的安全性成为重要课题。门控单元（DCU，也叫门控器<sup>[1]</sup>）作为屏蔽门系统重要部分，对整个屏蔽门系统的安全性有着重要作用。门控单元安全设计成为保障屏蔽门整体安全的重要一环。

## 1 系统简介

屏蔽门系统主要由监控系统、门机、门体结构、电源系统及接地四个部分组成。监控系统由监视系统（MMS）、中央控制盘（PSC）、就地控制盒（LCB）、就地控制盘（PSL）、门控单元（DCU）、局域网和接口模块组成。

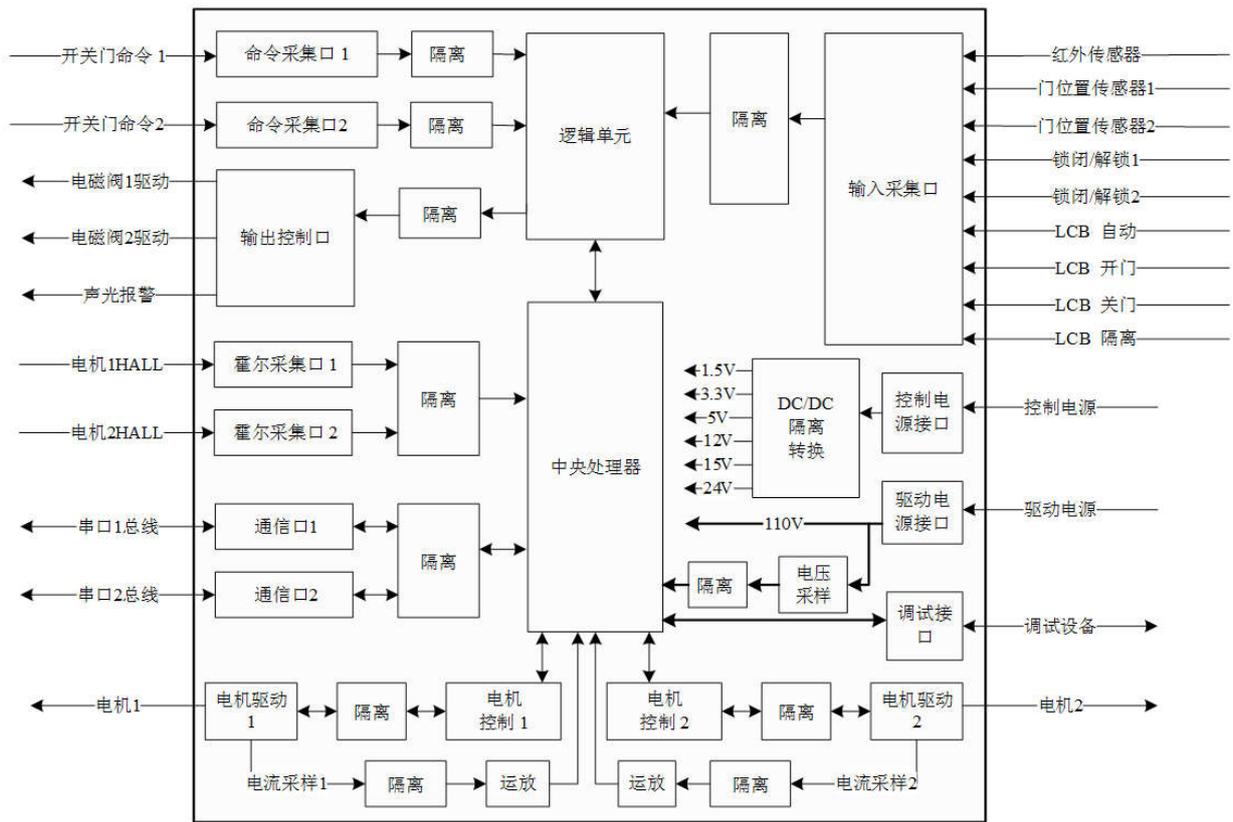


图1 DCU硬件结构

DCU是屏蔽门监控系统的一部分，安装在全高屏蔽门滑动门上方顶箱内或半高屏蔽门固定侧盒内。门控单元主要功能如下：

- 1) 当DCU采集到开/关门控制指令后，在采集外部信号正常且满足开/关门条件时，输出电机的电源，驱动电机进行旋转，通过传动装

置带动门体运动。在门运动过程中，DCU实时采集电机电流、转速及其它外部传感器的状态，不断改变电机电源电压，使门按照预设的开/关门速度曲线进行开/关门动作及相应的紧急处置等。

2) 在开/关门过程中，当DCU通过障碍物传感器检测到障碍物或通过内置电流传感器检测到阻力超限后，及时进行相应安全处置，以保护乘客和屏蔽门系统的安全。

3) DCU实时采集电机状态、门的位置、传感器状态、电磁阀节点等信息，接收到监控系统查询指令后，将信息发送到监控系统；同时可接收及保存监控系统发送的各种参数。

4) 当要开门时，DCU输出电磁阀电源，打开电磁

阀，为后续的开门动作做准备。在门打开后，DCU切断电磁阀电源。

5) 在开/关门之前及开/关门过程中，DCU应驱动蜂鸣器和报警灯给出声光报警信号。

DCU硬件结构见图1。

## 2 初步危害分析

我们收集DCU危害信息，采用头脑风暴法对DCU进行初步危害分析（PHA）。我们按照危险源分析列表中固有的危险特性、有害环境、人为操作、系统的故障等危险源，对DCU进行危害识别，针对识别的危害提出相应措施，控制风险在可接受范围内。初步危害分析识别的部分危害及控制措施见表1。

表1 初步危害分析识别危害及控制措施

序号	危害描述	控制措施
1	维护人员操作错误，导致DCU关门力阈值过高。	1、DCU维护人员必须经过相关培训，取得相关资质。 2、DCU维护人员进行维护时必须经过授权。 3、监视系统应该设置相关安全密码，只有经过授权才能获取密码。 4、DCU的调试接口设计成专用接口。 5、DCU设置关门力安全阈值，对监视系统和调试接口传送的配置参数进行识别，超过规定阈值不采用。 6、维护人员设置DCU参数完毕后应进行确认。
2	DCU装卸操作失误。	1、调试或维护人装卸DCU时佩戴防护手套。 2、DCU维护人员必须经过相关培训，取得相关资质。
3	PSC未发出开门命令，DCU输出电磁阀电源和电机电源。	1、开/关门命令采集采用内在-故障安全的单电子结构。 2、DCU同时采集LCB的5个信号，根据其逻辑关系判断LCB命令。
4	屏蔽门与车门之间有人，DCU输出电机关门电源。	障碍物信号采集采用内在故障-安全的单电子结构。

## 3 接口危害分析

屏蔽门正常运行时，整个工作过程可以分为：开门、开门保持、关门、关门保持4个过程，四个过程中DCU实现功能为：1) PSC给出开门命令，DCU驱动电机开门；2) PSC给出开门命令，DCU进入开门保持状态；3) PSC给出关门命令，DCU驱动电机关门；4) PSC给出关门命令，DCU进入关门保持状态。

DCU外部电气接口为：1) 硬线采集接口，采集PSC的硬线命令；2) 声光报警接口，输出声光报警器驱动；3) 电磁阀驱动接口，输出电磁阀驱动；4) 解锁/锁闭采集接口，采集电磁阀的解锁/锁闭信号；5) 电机驱动接

口，输出电机驱动；6) 霍尔采集接口，采集电机霍尔信号；7) 门位置传感器采集接口，采集门位置传感器信号；8) 障碍物检测接口，采集障碍物传感器信号；9) LCB接口，采集LCB命令；10) 通讯接口，与MMS通信；11) 电源输出接口，当输入的控制电源为DC110V时，DCU可对外输出DC24V。

我们采用HAZOP方法，对DCU外部电气接口进行危害分析。通过HAZOP方法识别危害，对识别的危害提出控制措施，使危害风险可接受,识别的部分危害及控制措施见表2。

表2 HAZOP识别危害及控制措施

序号	危害描述	控制措施
1	PSC给出关门命令，DCU驱动电机关门，屏蔽门和列车之间有乘客，DCU没有采集到障碍物传感器信号。	障碍物信号采集采用内在故障-安全的单电子结构。
2	PSC给出关门命令，DCU保持屏蔽门关闭并锁闭，采集到开门命令。	开/关门命令采集采用内在-故障安全的单电子结构。
3	PSC给出关门命令，DCU保持屏蔽门关闭，屏蔽门列车之间有乘客，DCU没有采集到障碍物信号。	障碍物信号采集采用内在故障-安全的单电子结构。

续表:

序号	危害描述	控制措施
4	PSC给出关门命令, DCU保持屏蔽门关闭, LCB开关拨到自动挡, DCU采集到LCB手动开命令。	1、DCU采集LCB命令不是自动、手动开、手动关、隔离四个命令, DCU自动切换到“隔离”状态, 不再执行PSC命令。 2、DCU同时采集LCB的5个信号, 根据其逻辑关系判断LCB命令。 3、LCB命令采集有自检。

#### 4 故障模式、影响和危害性分析

故障模式、影响和危害性分析(FMECA)是产品可靠性分析的一个重要的工作项目, 也是开展维修性分析、安全性分析、测试性分析和保障性分析的基础<sup>[2]</sup>。在产品设计时应同步进行产品FMECA, 并应在产品设计过程中不断进行FMECA, 以及时发现设计中的薄弱环节并加以改进。

产品在实施设计FMECA时, 应明确分析对象, 即明确约定层次的定义。硬件FMECA可按产品的硬件结构层次关系定义。我们根据DCU的硬件结构, 对DCU硬件电路进行划分, 划分出DCU的最小硬件功能单元作为最低约定层次, 屏蔽门系统为FMECA的初始约定层次。

故障模式是FMECA的基础, 每种产品硬件和功能都不同, 都有自己的故障模式。我们划分DCU硬件层次结构, 按照划分电路功能, 识别DCU的故障模式。故障判据是判别产品故障的界限, 可根据产品功能、使用环境、性能指标等允许的极限进行确定。常用元器件的故障模式, 一般都可以从国内外标准、手册中获取。DCU中元器件故障模式采用GB/T28809-2012<sup>[3]</sup>附录C中的故障模式。GB/T28809-2012为国内轨道交通行业的安全标准, 已被广泛应用。

通过FMCEA方法识别危害, 对识别的危害提出控制措施, 使危害风险可接受。表3列出FMECA识别的部分危害及控制措施。

表3 FMECA识别危害及控制措施

序号	危害描述	控制措施
1	DCU采集到电机电流比实际电流小。	DCU通过电机电流采集和检测电路检测电机采集电流是否正常。
2	电磁阀驱动单元没有收到驱动电磁阀指令, 输出电磁阀驱动。	DCU实时采集电磁阀锁闭和解锁触点状态, 判断电磁阀是否解锁。
3	电磁阀驱动单元收到驱动电磁阀指令, 输出驱动电磁阀电流变小。	DCU实时采集电磁阀锁闭和解锁触点状态, 判断电磁阀是否解锁。
4	核心处理单元无输出或错误输出。	CPU内核和片内外设故障检测和诊断。

#### 5 结束语

通过对DCU的初步危害分析、接口危害分析和故障模式、影响和危害性分析, 识别DCU的危害, 并对识别的危害提出对应的管控措施。所有危害信息纳入危害日志, 为DCU的安全设计提供依据。

#### 参考文献

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部.CJJ 183-2012城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范[S].北京:中国建筑

工业出版社,2012

[2]中国人民解放军总装备部.GJB/Z 1391-2006故障模式、影响及危害性分析指南[S].北京:总装备部军标出版发行部,2006

[3]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会.GB/T 28809-2012轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统[S].北京:中国标准出版社,2013