客车乘客门多功能控制系统的开发

许 哲
（厦门金龙联合汽车工业有限公司，福建 厦门 361023）

摘 要：基于《城市公共汽电车车辆专用安全设施技术要求》（JT/T 1240—2019）条款 5.3 和条款 5.7 及欧盟法规 UN R107《关于 M_2 和 M_3 车辆一般结构的认证要求》中对乘客门及其控制系统的要求，结合乘客门控制系统应用过程中的问题，开发一种乘客门多功能集成的控制系统。

关键词：客车；乘客门；多功能集成；控制系统
中图分类号：U463.83⁺4 **文献标志码**：A **文章编号**：1006-3331(2024)01-0024-04

Development of a Multi-functional Control System for Bus Passenger Door

XU Zhe
(Xiamen King Long United Automobile Industry Co., Ltd., Xiamen 361023, China)

Abstract: According to the terms of 5.3 and 5.7 of Technical specifications of special safety facilities for urban public bus and trolleybus (JT/T 1240—2019) and the requirements for passenger doors and their control systems in EU regulation UN Regulation No. 107 Uniform provisions concerning the approval of category M_2 or M_3 vehicles with regard to their general construction, the author combines with the problems in the application of passenger door control system to develops a multi-functional integrated control system for passenger door.

Key words: bus; passenger door; multi-function integrated; control system

客车作为公共交通工具，其安全性直接关系到乘客的生命安全，其乘客门是乘员正常上下车及紧急逃生时至关重要的窗口[1]。目前国内客车的乘客门常以压缩空气或电机作为动力源（本文仅涉及压缩空气动力源），通过仪表台翘板开关提供的电信号控制乘客门控制系统中的电磁阀换向，从而实现乘客门的开启与关闭[2]。

本文以提升乘客门安全性能为出发点，分析国内外相关乘客门法规要求，结合售后出现的问题，总结出乘客门需要具备的多种功能（正常开关门、应急控制器的抑制及自动恢复功能、一键开关门及开关门缓冲功能），并开发一种适合多种功能集成的乘客门（集成）控制系统。

1 开发背景及意义

GB 7258—2012 对乘客门的相关要求如下：“乘客门除了保证正常开关门外，在出现故障或意外的情况下，仍应能通过车门应急控制器简便地从车内打开”[3]。同时，为充分保证行车过程中乘员的安全，JT/T 1240—2019 中有更进一步的要求：“当车辆以大于 5 km/h 的速度正常运行时，乘客门控制器应处于被抑制状态，防止非正常操作而危及乘客的安全；当车辆静止或车速小于或等于 5 km/h 时，乘客门控制器应自动恢复其正常功能；乘客门控制系统宜在驾驶员座位附近，易于驾驶员操作部位设置驾驶员位应急控制器。在紧急情况下，当车辆静止或以小于或等于 5 km/h 的速度运行时，操作该应急控制器可同时开

收稿日期：2023-09-04。
第一作者：许 哲（1992—），男，工程师；主要从事客车车身的设计与研究工作。E-mail：xuz@mail.king-long.com.cn。

启所有乘客门。打开后,保持门处于开启状态”[4]。

乘客门控制系统的相关安全功能在国外的现行法规中也有所体现。以欧盟 UN R107 法规为例,相关要求如下:“在紧急情况下,当客车静止或车速≤3 km/h 时,不论是否有动力供应,都应能通过控制器从车内开启,车门未锁时,可从车外开启;当车速>3 km/h 时,内部控制器应处于失效状态,此要求也适用于外部控制器。”

此外,在日常维护中,如果乘客门缺少开关门缓冲功能,在应急控制器复位时,通气过程中门泵两端的气压差大,开关门速度较快,容易造成维护人员受伤。

目前市场上的乘客门(包括内外摆门及近些年受市场欢迎的塞拉门)控制系统大多数由乘客门厂家配套提供。厂家提供的乘客门控制系统的功能不完全相同,但工作原理大同小异。以“一键开门功能”为例,其功能实现都是在常规二位五通电磁阀上进行变型改造,且单独增加一路进气口,通过电信号或气源实现开门/关门功能。其气路走线大致如图 1 所示[5]。

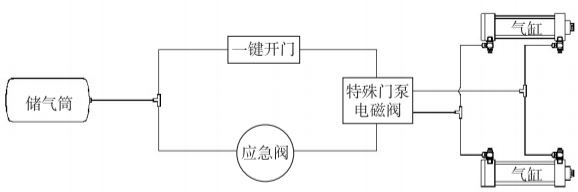

图 1　市面上现有产品的气路原理

乘客门厂家提供的控制系统的优点是:①有利于提升乘客门厂家产品的适用性(不涉及整车厂引进气路改造);②可保证产品的独立性(专利保护)[6]。其缺点是过度依赖此款特殊开发的二位五通电磁阀,使控制系统的成本居高不下。

近些年主机厂的竞争比以往更加激烈,面临的经营成本压力越来越大,产品的成本管控迫在眉睫。由乘客门厂家配套提供的乘客门控制系统已无法满足客车主机厂成本控制及方便售后维护的需求。一款由客车主机厂开发的多功能乘客门控制系统应运而生。

2　功能需求及特性

依据 GB 7258—2012《机动车安全技术条件》[3]、JT/T 1240—2019《城市公共汽电车车辆专用安全设施技术要求》[4]以及 UN R107《关于 M_2 和 M_3 车辆一般结构的认证要求》[7]的要求,结合售后出现的问题,除常规的一键开关车门功能外,新增应急控制器的抑制及自动恢复功能和开关门缓冲功能,并对一键开门功能进行改进。各功能具体描述如下:

1) 新增应急控制器的抑制及自动恢复功能。车内外所有乘客门的应急控制器,可根据车速信号实现自动抑制及自动恢复功能。

2) 新增开关门缓冲功能。无论是正常开关门或操作应急控制器开关门,均能实现开关门缓冲功能,且缓冲速度可调节。

3) 对一键开门功能进行改进。在驾驶员附近设置一键开关门按钮(非电控),紧急情况下操作此按钮可同时自动开启所有乘客门,复位后可同时自动关闭所有乘客门。一键开关门按钮属于应急控制器,必须同时满足“应急控制器的抑制及自动恢复功能”。原一键开门功能仅能实现一键开门,无法实现一键关门且无法实现抑制及自动恢复功能。

客车乘客门控制系统除了满足功能要求还需具备以下 5 个要求:①3 种功能自由选装,可单一实现、组合实现、同时实现,终端客户可根据车辆运行场景选配;②气路改造简便,无需对乘客门内部气路结构进行特殊改造;③无特殊开发零部件,系统中各零部件均为市面上常见的零部件,无需单独研发;④安全性可靠性有保证;⑤成本低。

3　技术原理及性能指标

通过对各控制器(电磁阀)运行机理的分析,结合多种预期功能的使用要求及条件,在现有控制系统上进行改造,形成初步的控制系统。再进一步优化整合控制逻辑及各部件,最终形成多功能一体的控制系统[8]。

3.1　技术原理

基本原理是对现有常规乘客门气路进行改造[9],气路原理如图 2 所示。通过改变原有气路和增加多

条回路,用以实现新增应急控制器的抑制及自动恢复、开关门缓冲和一键开门的改进 3 个功能。图 2 中的气路 1、气路 2、气路 3 为 3 条并联气路,通过逻辑控制,在不同工况下开启对应气路回路,实现所需功能。

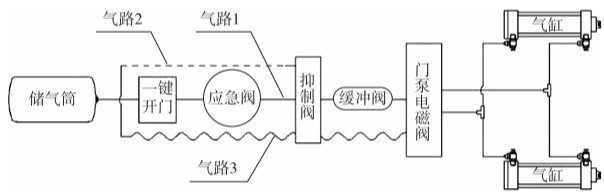

图 2 本项目的气路原理

1) 气路 1 为乘客门常规开关控制车门气路(即常规功能控制气路)。

2) 气路 2(新增)为车速大于 5 km/h 时抑制应急控制器的气路,以实现应急控制器的抑制及自动恢复功能。

3) 气路 3(新增)为车辆静止或车速小于等于 5 km/h 时一键开关门的气路,以实现一键开关门功能。

4) 在抑制阀后面新增缓冲阀,通过调节阀体两端气流速度,实现开关门缓冲功能[10]。

3.2 功能指标

经过实车反复测试,各功能指标如下:

1) 一键开关门功能。当车辆静止或以小于或等于 5 km/h 的速度运行时,操作副仪表台应急控制器可同时开启所有乘客门,从触发到车门完全开启的时长不超过 4 s,远低于法规要求的 8 s。同时该应急控制器兼具复位功能,可同时关闭所有乘客门。

2) 控制器自动抑制及恢复功能。当车辆以大于 5 km/h 的速度正常运行时,乘客门控制器(含一键开关门控制器)处于被抑制状态;当车辆静止或车速小于或等于 5 km/h 时,乘客门控制器(含一键开关门控制器)自动恢复其正常功能。

3) 开关门缓冲功能。相比现有系统,操作应急控制器时,门泵两侧气压差由原来的 0.8 MPa 降低到 0.3 MPa(气压差可在 0.1~0.6 MPa 调节)。对应乘客门开启速度由原来的 3 m/s 降低到 0.5 m/s;开启极限力值由原来的 580 N 降低到 50 N。

4) 成本优势。相比市面上现有系统(仅能实现一键开关门、应急控制器抑制两种功能),本控制系统单车可实现降成本 1 500 元,成本优势明显。

4 应用及测试

该多功能的客车乘客门控制系统可应用于使用压缩空气作为驱动力的各种车辆,包含但不限于车辆乘客门系统、车辆行李舱门系统、车辆外推窗系统等,适用范围广[11]。

该多功能的客车乘客门控制系统在现有控制系统上进行优化整合,采用的各零部件均为市面上的成熟产品,安装便捷、控制逻辑清晰、安全性高。经过相关耐久、耐腐蚀、高低温等试验,部分试验结果见表 1 和表 2。

表 1 电磁阀铜加速乙酸盐雾试验及结果

试验条件	试验要求	试验结果
试验箱温度 50 ℃ 氯化钠浓度 5% pH 值 3.1 氯化铜浓度 0.26 g/L 80 cm^2 平均沉降量 1.6 ml/h 试验时间 72 h	达到 9 级	样品出现轻微腐蚀 9 级

表 2 车门管路气流试验及结果

试验条件	试验结果
高温试验:在 80 ℃的环境下 6 h,试验中每半小时循环 5 次(循环一个周期为一次),进、出气口施加 1.0 MPa 气压,试验完成后立即进行漏气、通气、流量是否变化检测。	样件无泄漏,正常通气,流量(节流后的流量检测)正常。
低温试验:在-40 ℃的环境下 12 h,试验中每半小时循环 5 次(循环一个周期为一次),进、出气口施加 1.0 MPa 气压,试验完成后立即进行漏气、通气、流量是否变化检测。	样件无泄漏,正常通气,流量(节流后的流量检测)正常。

该控制系统项目研发至落地期间,陆续完成装车验证 20 多套,经试用验证后,目前已作为我司海内外、公路公交全系车型的选装配置,也作为售后加装改制项目。截至 2023 年 8 月,选装该乘客门控制系统的海内外订单已累计达到 900 余套。

5　结束语

多功能客车乘客门控制系统的研究是基于国内外现行的法规要求，历经 9 个月时间，通过对逃生时间、预防乘客误触、预防乘客夹伤等方面的优化，形成了安全可靠、经济适用的控制系统。提升了乘客门在正常使用及应急逃生情况下的综合性能，最大程度地保障广大乘员的生命安全，为公共交通工具的安全运行贡献了一份力量。

参考文献：

[1] 厦门金龙联合汽车工业有限公司. 一种多功能的客车乘客门控制系统：202123222193. X[P]. 2022-05-10.

[2] 罗文发，罗鹏. 车门控制系统的应用技术[J]. 商用汽车，2009(1)：122-124.

[3] 公安部道路交通管理标准化技术委员会. 机动车运行安全技术条件：GB 7258—2012[S]. 北京：中国标准出版社，2012：30.

[4] 全国城市客运标准化技术委员会. 城市公共汽电车车辆专用安全设施技术要求：JT/T 1240—2019[S]. 北京：人民交通出版社，2019：4.

[5] 王晓员. 电动客车门控制系统的研究[D]. 合肥：合肥工业大学，2008.

[6] 金湖县戈尔客车门系统有限公司. 一种城市公交车乘客门控制系统：202010376822. 5[P]. 2020-08-14.

[7] United Nations Economic Commission for Europe. Uniform provisions concerning the approval of category M_2 or M_3 vehicles with regard to their general construction: UN. Requlation No. 107[S]. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2020: 45-46.

[8] 孙环忠. 客车外摆门控制系统的研究与开发[D]. 南京：东南大学，2004.

[9] 贾志伟，董社森，王庆国. 城市客车内摆式乘客门控制方式[J]. 客车技术与研究，2005，27(3)：30-31.

[10] 王凡，李伟. 乘客门应急装置结构改进及气路设计[J]. 客车技术与研究，2017，39(6)：30-32.

[11] 夏正强. 豪华客车车门控制系统工作原理[J]. 汽车电器，2015(3)：5-9.

(上接第 7 页)

[4] 曾勇，张光亚，黄炎. 一种车载太阳能充电系统的原理与应用研究[J]. 时代汽车，2023(15)：114-116.

[5] 范志鹏. 新能源汽车的一种能量管理策略研究[D]. 恩施：湖北民族大学，2022.

[6] 刘剑. 三源三充太阳能客车动力系统的设计研究[J]. 客车技术与研究，2018，40(3)：27-30.

[7] 刘晓艳，祁新梅，郑寿森，等. 局部阴影条件下光伏阵列的建模与分析[J]. 电网技术，2010，34(11)：192-197.

[8] 吴春华，周笛青，李智华，等. 光伏组件热斑诊断及模糊优化控制方法[J]. 中国电机工程学报，2013，33(36)：50-61.

[9] 李恒瑞，廖冬初，陈俊. 局部阴影情况下一种基于改进 BFOA 的光伏阵列 GMPPT 策略研究[J]. 可再生能源，2019，37(4)：513-520.

[10] 王云平. 局部阴影条件下光伏阵列结构、MPPT 方法及阻抗匹配变换器研究[D]. 南京：南京航空航天大学，2018.

[11] 高元. 光伏系统的最大功率点跟踪技术研究[D]. 成都：西南交通大学，2020.

[12] 叶国敏，肖文波，章文龙. 粒子群组合算法跟踪局部遮荫下光伏 GMPPT 研究[J]. 控制工程，2022，29(5)：910-917.

[13] 中国第一汽车股份有限公司技术中心. 电动汽车 能量消耗率和续驶里程试验方法：GB/T 18386—2017[S]. 北京：中国标准出版社，2017：16.