

轨道交通自动售检票系统区域中心接口设计的探讨

刘柯宏

重庆市轨道交通(集团)有限公司 重庆 400020

摘要: 本文探讨了轨道交通自动售检票(AFC)系统区域中心(ZLC)接口的设计原则与关键要素。AFC系统是集计算机、通信、网络和自动控制技术于一体的自动化系统,涵盖售票、检票、计费等功能。ZLC接口设计需遵循标准化、兼容性和可扩展性原则,确保数据高效交互和系统稳定运行。分析了数据接口层级划分、接口数据组织方式、接口的安全性与可靠性以及可维护性和可扩展性等关键要素,为轨道交通AFC系统ZLC接口设计提供了理论参考和实践指导。

关键词: 轨道交通;自动售检票系统;区域中心;接口设计

引言

随着城市轨道交通的快速发展,自动售检票(AFC)系统作为轨道交通的核心组成部分,其重要性日益凸显。AFC系统的高效运行依赖于各层级间的无缝对接与数据交互,而区域中心(ZLC)接口设计则是实现这一目标的关键。本文深入探讨了ZLC接口的设计原则与关键要素,推动轨道交通行业的可持续发展。

1 AFC系统基本架构和功能

1.1 AFC系统基本架构

城市轨道交通自动售检票(AFC)系统是一个集计算机、通信、网络和自动控制技术于一体的综合性自动化系统,其核心功能涵盖售票、检票、计费、收费、统计、清分及管理关键环节。车票,作为乘客乘车的基本凭证,采用无触点集成电路卡技术,并根据应用方式细分为单程票、储值票等多种类型,每张车票均配备数据通信加密及双向验证密码系统,确保票务管理的安全性、可靠性,有效遏制票务欺诈。车站终端设备,包括售票机、检票机及相关配套设施,是车站层面不可或缺的角色,它们不仅承担着售票和检票的主要任务,还具备正常服务模式、降级服务模式、维护模式和故障模式等多种工作模式,以适应不同运营需求,确保系统在各种环境下都能高效稳定运行。车站计算机系统则负责接收线路中央计算机系统的运行参数、运营模式及黑名单等信息,并下传至车站终端设备,同时采集并上传车站终端设备的原始交易数据和设备状态数据,确保信息实时传递和数据准确记录,为后续统计分析提供坚实基础。线路中央计算机系统作为车站计算机系统与城市轨道交通清分系统之间的桥梁,负责接收、发送各类运行参数、票价表及降级运行模式等重要任务,并对数据进行分类处理,生成统计分析报告和报表,为轨道交通运营

提供数据支持^[1]。

1.2 AFC系统功能

城市轨道交通自动售检票(AFC)系统是一个集多功能于一体的自动化系统,全面覆盖了轨道交通票务管理的各个环节。该系统通过车站终端设备,为乘客提供了便捷的购票服务,乘客可以自由选择购买单程票或储值票,并根据需求设定购票数量和支付方式,从而实现了快速购票,这一功能不仅显著提升了购票效率,还有效减轻了人工售票的工作压力,进一步提高了车站的运营效能。同时AFC系统的检票功能通过读取车票信息,能够迅速验证乘客的乘车资格,有效防止了逃票和非法乘车行为,确保了轨道交通的乘车秩序,并为乘客带来了更加流畅的进出站体验。系统还能根据乘客的乘车里程和时间,实时记录进出站信息,并依据预设费率表精确计算乘车费用,确保了收费的准确性和公正性,同时也为乘客提供了明确的费用明细。在支付环节,AFC系统支持现金、银行卡、移动支付等多种支付方式,进一步提高了收费效率,并为乘客提供了更多样化的支付选择。除此之外,AFC系统还具备强大的统计功能,能够对原始交易数据和设备状态数据进行深入分析,生成各类报表和报告,为轨道交通运营提供有力的决策支持。在清分方面,系统能够对采集的车票交易数据进行分类处理,完成账务清分和数据上传,确保了票务管理的规范性和准确性。

2 ZLC接口设计原则

2.1 标准化原则

在设计和实施ZLC(Zone Local Controller,区域局部控制器)接口的过程中,标准化原则发挥着举足轻重的作用。这一原则不仅适用于围绕换乘枢纽站构建、辐射并涵盖多条线路部分车站的区域化运营管理和维修管理

模式，也适用于以车站个体为基准的工程建设。无论采用何种管理模式或建设策略，确保同一ZLC管理域内的多条线路车站设备运行数据、运营数据及运营管理平台的高度统一与兼容至关重要。所以ZLC接口设计必须严格遵循标准化原则，即系统各层级间及层内数据定义与传输方式均需遵循既定标准。这种标准化设计促进了不同线路、车站及设备间的数据无缝对接与高效交互，显著提升了系统的响应速度与运营效率。标准化原则的应用带来了多重益处：它能加速系统对运营事件的响应，减少数据转换与处理时间；它能提高服务水平，确保信息准确一致，为用户提供更可靠、高质量的服务；它还能降低运营成本，通过简化数据转换与处理流程，使系统资源利用更高效，减少资源浪费。

2.2 兼容性原则

在当前的建设与管理模式下，ZLC系统不可避免地会集成来自不同供应商或不同版本的多种系统与设备，这种多元化的共存现状对ZLC接口设计提出了兼容性这一关键要求。所以在ZLC接口设计过程中，必须将兼容性原则置于核心位置，确保系统能与各种异构设备和系统实现顺畅交互，良好的接口兼容性设计不仅为设备采购提供了更广泛的选择空间，使我们能根据实际需求、性能、成本效益等因素综合考量，选择最适合当前应用场景的设备与系统，而且还有助于减少改造工程量，降低工程实施复杂度。当新设备或系统接入现有ZLC系统时，良好的兼容性设计能避免大量的定制开发与适配工作，节省时间与资源，加速项目进程。而且兼容性原则对提升系统可靠性和稳定性至关重要，一个能良好兼容多种设备与系统的ZLC能更好地应对突发情况和异常状态，确保系统持续稳定运行，这不仅提升了用户体验，还在关键时刻保障了轨道交通的安全与顺畅^[2]。

2.3 可扩展性原则

在ZLC系统的构建与发展历程中，其作为一个持续接纳新车站、新设备的动态系统，承载着跨越较长时间段的建设任务。所以在设计和规划ZLC接口时，可扩展性原则显得尤为关键。这一原则要求接口设计不仅要满足当前需求，更要具备前瞻性和灵活性，以应对未来可能出现的各种变化和挑战。为实现这一目标，ZLC接口设计需充分预留物理层面的接口扩展槽位、软件层面的编程接口以及数据层面的通信协议等空间和资源。这样的设计确保了当新技术不断涌现、新设备不断接入时，ZLC系统能够轻松应对，无需大规模改造或重构。同时接口设计中还需融入模块化和标准化的思想，模块化设计提高了系统的灵活性和可维护性，而标准化设计则确保了不同

模块、设备之间的接口能够无缝对接，避免了因接口不兼容导致的系统瓶颈或故障。可扩展性原则还有助于满足未来产品升级和扩展的需求，使ZLC系统能够轻松接纳新的车站、设备和应用场景，并通过简单配置或升级实现系统功能的扩展和优化，从而提高了系统的灵活性，降低了维护成本，更好地服务于轨道交通行业的长远发展。

3 ZLC 接口设计关键要素

3.1 数据接口层级的划分

在AFC（自动售检票）系统的五层架构体系中，数据接口层级的划分在ZLC建设模式下显得尤为重要，这一体系涵盖了ACC（轨道交通清分中心）与LC/ZLC（线路中央计算机/区域局部控制器）、LC/ZLC与SC（车站计算机系统）、SC与SLE（车站终端设备，涵盖闸机、售票机等）以及SLE（读写器）与票卡之间的四个核心层级接口。在ZLC的建设背景下，每个层级间的接口都需依据ZLC的独特功能与特性进行精细定义和严格验证。具体来说，ACC与LC/ZLC接口需负责轨道交通清分系统关键信息的接收与发送，包括运行参数、票价表、降级运行模式等，并处理采集的数据以生成统计报告；LC/ZLC与SC接口则负责接收线路中央系统的运行参数、运营模式及黑名单等，并下载到车站终端设备，同时上传车站终端的原始交易数据和设备状态；SC与SLE接口专注于车站终端设备与车站计算机系统间的数据传输与通信，确保设备正常运行；SLE（读写器）与票卡接口则保障车票的正常读写与数据的准确传输^[3]。

3.2 接口数据的组织方式

非实时类数据对于运维人员而言至关重要，尽管其实时性要求并不严格，但便于追踪和查看是关键。这类数据通常采用文件方式进行封装，并选用外部数据表示（XDR）格式以确保在不同体系结构和异构计算机系统间正确传输。XDR不仅是一套描述数据的语言，更是一套编码规则，它以一种与体系结构无关的方式封装数据，使得XDR文件能够基于XDR编码规则被准确定义。此外，利用远程过程调用（RPC）技术，我们可以轻松地将XDR文件（即.x文件）转换成多种开发语言的源程序，简化维护工作。当接口需要调整时，仅需修改.x文件即可确保接口的一致性。而对于实时性要求极高的实时类数据，由于数据刷新频率高且通常无需记录变化过程，所以更适合采用消息队列或网络通信协议进行传输。消息队列作为一种先进先出的数据结构，支持数据的异步传输，由一个或多个生产者将消息放入队列，再由一个或多个消费者取出处理，不仅提高了系统的响应速度和可靠性，还能对数据进行缓存和持久化，确保数据的完整

性和可追溯性。TCP/IP、UDP等网络通信协议也常用于实时类数据的传输，这些协议以其数据传输速度快、传输距离远、传输可靠等显著优点，能够满足实时类数据的严苛传输需求，但在使用时需定义明确的数据包格式和传输规则，以确保数据的正确性和一致性。

3.3 接口的安全性与可靠性

ZLC接口作为轨道交通系统中负责整合并处理来自多条线路的运营数据和设备状态信息的核心部件，ZLC系统的稳定运行是确保整个轨道交通网络运营安全和服务质量的关键所在。如果ZLC接口的数据安全出现任何纰漏，如数据外泄或遭到恶意篡改，都将直接冲击轨道交通运营的连续性和乘客出行的安全性，进而可能引发服务中断、信息误导等一系列灾难性后果。所以在接口设计的初期阶段，就必须将安全性作为首要考量，通过实施数据加密、访问控制以及安全审计等一系列严密的安全措施，来构建一个坚如磐石的数据防护体系。数据加密作为保障数据安全的第一道坚固防线，能够有效防止敏感信息在传输过程中被未经授权的人员轻易获取。并且严格的访问控制机制，它通过设置合理的访问权限和身份验证流程，来限制对敏感数据和关键功能的非法访问。而且安全审计功能的加入，更是为接口的数据访问和操作行为提供了实时的监控和记录，为后续的安全事件追溯和责任追究提供了有力的证据支持。在轨道交通这一关乎公众出行安全的特殊行业中，接口的可靠性同样具有举足轻重的地位。任何系统故障或数据丢失都可能对乘客的出行计划造成不可预测的影响，甚至可能引发社会恐慌和不满情绪，所以在接口设计中，必须充分考虑系统的容错性和冗余性，通过引入多路径传输、数据备份和恢复机制等技术手段，来确保在单个节点或链路发生故障时，系统能够迅速切换至备用路径或资源，从而持续提供稳定可靠的服务。

3.4 接口的可维护性和可扩展性

为了确保接口能够紧跟技术潮流并顺利兼容新设

备，设计之初即需前瞻性地预见并预留充足的接口资源与空间，这不仅是技术前瞻性的体现，更是保障系统长期稳定运行及灵活适应变化能力的基石。所以需要采纳模块化设计和参数化配置等先进理念，以显著提升接口的可维护性和可扩展性。模块化设计将接口精妙地分割为多个既独立又协同工作的功能模块，各模块各司其职，并通过标准化接口相互通信，这种设计不仅极大地增强了系统的可维护性，使得模块维护或升级无需波及整个系统，进而有效控制了维护成本和复杂度，还赋予了系统卓越的可扩展性，让我们能够轻松根据实际需求集成新功能模块，实现系统的无缝扩展。同时，参数化配置作为另一项关键策略，通过将接口配置信息从代码中分离，实现了配置的灵活调整与动态修改，使得无论是技术标准更迭还是设备型号变换，仅需简单修改配置文件，无需触及代码本身，即可迅速适应新环境与新需求，这不仅大幅简化了维护流程，更显著提升了系统的灵活性与响应速度^[4]。

结语

综上所述，轨道交通自动售检票系统区域中心接口设计是一项复杂而关键的任务。通过遵循标准化、兼容性和可扩展性原则，并合理规划数据接口层级、优化接口数据组织方式、强化接口的安全性与可靠性以及提升接口的可维护性和可扩展性，可以构建出高效、稳定、灵活的AFC系统。

参考文献

- [1]宋国瑜.关于生物识别技术应用在城市轨道交通自动售检票系统的探讨[J].建筑工程技术与设计,2020(7):3586.
- [2]阮书航.地铁自动售检票系统设计及关键技术探讨[J].建筑工程技术与设计,2021(31):1913-1914.
- [3]陆海亭,付保明,金立艳,等.沪苏城市轨道交通票务互联互通研究[J].现代城市轨道交通,2024(5):117-122.
- [4]厉男.大连地铁2号线自动售检票线路中央计算机系统概要设计[J].工业控制计算机,2022,35(3):104-105,108.