

轨道交通AFC系统与移动支付集成的关键技术及应用

纪媛

南京熊猫信息产业有限公司，江苏南京

摘要：本文旨在探讨轨道交通AFC系统与移动支付集成的关键技术及其在实际应用中的表现。通过分析AFC系统与移动支付技术的融合点，我们揭示了接口设计、数据加密、实时结算及灵活计费等方面的关键技术挑战与解决方案。进一步地，文章结合国内成功案例，深入剖析了系统集成对提升用户体验、实现智能化服务的重要作用，并讨论了在这一过程中遇到的技术更新、法规适应及用户教育等挑战。本研究不仅为轨道交通AFC系统与移动支付的有效集成提供了理论依据和技术参考，也为未来城市轨道交通的智能化、便捷化发展指明了方向。

关键词：轨道交通AFC系统；移动支付；集成技术；关键技术

Key Technology and Application of the Integration of AFC System of Rail Transit and Mobile Payment System

Yuan Ji

Nanjing Panda Information Industry CO., LTD., Nanjing, Jiangsu

Abstract: This paper aims to discuss the key technology of the integration of rail transit AFC system and mobile payment and its performance in practical application. By analyzing the integration points of AFC system and mobile payment technology, we reveal the key technical challenges and solutions in interface design, data encryption, real-time settlement and flexible billing. Further, combined with the successful cases in China, this article deeply analyzes the important role of system integration in improving user experience and realizing intelligent service, and discusses the challenges of technology update, regulation adaptation and user education encountered in this process. This study not only provides the theoretical basis and technical reference for the effective integration of rail transit AFC system and mobile payment, but also points out the direction for the intelligent and convenient development of urban rail transit in the future.

Keywords: Rail transit AFC system; Mobile payment; Integration technology; Key technology

1 引言

随着城市化进程的加速，轨道交通作为城市交通的重要组成部分，其便捷性和高效性日益受到重视。轨道交通自动售检票系统（AFC）作为轨道交通运营管理的核心环节，其与现代支付技术的融合成为提升服务质量和用户体验的关键。移动支付技术的普及，为AFC系统的升级换代提供了新的契机。本文将从技术融合、安全性保障、实时结算及灵活计费等多个维度，深入探讨轨道交通AFC系统与移动支付集成的关键技术及其实际应用效果，以期对相关领域的研究和实践提供有益的参考。

2 轨道交通AFC系统概述

轨道交通自动售检票系统（AFC）作为城市轨道交通的重要组成部分，负责乘客的进出站管理、票务处理及收费等功能。该系统通过一系列自动化设备和软件，实现了票务流程的自动化和智能化，极大地提升了地铁、轻轨等轨道交通的运营效率和服务质量。AFC系统通常包括自动售票机、进出站闸机、中央计算机系统等关键组件，它们协同工作，确保乘客能够便捷、快速地完成购票、进站、出站等流程。

随着移动支付的普及和发展，将AFC系统与移动支付技术集成，已成为提升乘客出行体验、优化轨道交通运营管理的重要趋势。这一集成不仅简化了乘客的购票流程，减少了现金交易，还提高了支付效率和安全性。同时，对于轨道交通运营商而言，集成移动支付有助于降低运营成本、提升票务管理效率，并为乘客提供更加灵活多样的支付选择。

3 移动支付技术简介

移动支付技术是近年来发展迅速的领域，它通过数字化方式处理金融交易，极大地便利了人们的日常生活。在城市智慧交通中，这种技术与轨道交通的自动售检票系统（AFC）实现了深度融合，为乘客提供了无缝的出行体验。例如，支付宝和微信支付等第三方支付平台已经在全球多个城市的地铁系统中被广泛接受，用户只需扫描二维码即可快速进出站，大大缩短了排队购票的时间，提升了交通

效率。

在技术融合层面，AFC系统与移动支付接口设计是关键。这需确保支付平台的API能够安全、稳定地与AFC系统的硬件和软件对接，实现实时的交易信息交换。同时，为了保护用户的资金安全，数据传输过程中会采用如SSL/TLS等加密技术，确保交易数据不被非法获取或篡改，为每一笔交易提供安全保障。

实时结算能力是这种融合的另一重要方面。后台系统需要具备处理高并发交易的能力，确保在早晚高峰等高流量时段，用户的支付请求能够被快速响应并同步到AFC的账户系统中，避免出现系统拥堵或交易延迟的情况。

此外，AFC系统结合移动支付还能实现更灵活的计费策略。例如，通过大数据和机器学习技术，可以动态调整票价，以优化交通流量分布，或者根据用户的出行习惯提供个性化优惠，如月度通行证、早高峰折扣等，进一步提升用户满意度和系统运营效率[1,2]。

4 集成关键技术

4.1 技术融合：AFC与移动支付接口设计

在城市智慧交通的背景下，技术融合是推动轨道交通AFC系统与移动支付深度融合的关键。AFC系统传统的接口设计往往局限于特定的票卡或设备，而移动支付的普及，如支付宝、微信支付等，为公共交通带来了极大的便利。为了实现两者的无缝对接，接口设计需要兼顾便捷性与安全性。

首先，接口设计需确保移动设备能够快速、准确地被AFC终端识别。这可能涉及到NFC技术的优化，使得乘客只需轻触手机即可完成进出站操作，类似于现在许多城市公交系统已经实现的“一卡通”功能。例如，上海地铁系统已经支持多种移动支付方式，大大提升了乘客的通行效率。

其次，数据安全是接口设计的核心考量。每一次交易数据都需要通过安全协议进行加密，防止信息泄露或被篡改。同时，为了确保交易的可追溯性，系统应能记录完整的交易信息，以便在发生争议时提供依据。例如，支付宝在与各地公交系统合作时，会采用金融级别的安全标准来保护用户的支付信息。

此外，接口设计还需要考虑到后台系统的实时响应能力。每一笔交易的确认和扣费需要在短时间内完成，并同步更新到乘客的账户余额和交易记录中，以保证系统的稳定运行。这要求AFC系统与移动支付平台之间有高效的数据交互机制。

通过这样的技术融合，AFC系统能够更好地适应移动互联网时代的用户需求，提供更加灵活的计费方式，如按里程计费、高峰时段动态定价等。同时，也为未来的创新服务，如基于用户出行习惯的个性化优惠、虚拟卡服务，以及与城市其他交通方式的深度融合奠定了基础[3-5]。

4.2 安全性保障：数据加密与交易安全

在城市智慧交通中，AFC系统与移动支付的深度融合极大地提升了乘客的出行体验。然而，随着技术的发展，数据安全性和交易安全成为了不可忽视的核心问题。我们将深入探讨如何在确保高效服务的同时，保护数以亿计的乘客交易数据不受到潜在威胁。

首先，数据加密是保障AFC系统与移动支付融合后安全性的基石。每一笔交易信息在传输过程中都应使用先进的加密算法进行加密，确保即使数据在公共网络中传输，也能防止被未经授权的第三方截取和解读。此外，存储在服务器端的乘客账户信息也需进行加密处理，以防止数据泄露事件的发生。

其次，交易安全不仅涉及数据的保密性，还包括交易的完整性和不可否认性。通过使用数字签名和时间戳等技术，可以确保交易一旦发生，其内容不能被篡改，同时确保交易双方都能验证交易的真实性。例如，支付宝和微信支付等移动支付平台已经建立了严格的安全机制，确保每一笔交易的合法性。此外，定期的安全审计和系统更新也是确保交易安全持续性的重要环节。

为了应对不断演变的威胁，安全专家们持续研发新的安全模型和标准，如ISO/IEC 27001信息安全管理体系，为AFC系统提供指导，确保其在技术更新的同时，安全防护能力也能同步提升。

综上所述，数据加密与交易安全是AFC系统与移动支付深度融合的命脉，只有通过不断强化安全措施，才能在推动智慧交通发展的同时，赢得乘客

的信任，构建一个既便捷又安全的出行环境。

4.3 实时结算：后台系统的快速响应与同步

实时结算作为城市智慧交通中AFC系统与移动支付深度融合的关键环节，确保了交易的高效和准确性。后台系统的快速响应能力意味着在乘客完成乘车操作的瞬间，系统能够立即处理交易信息，如在乘客进出站的高峰期，AFC系统需要处理大量并发请求而不出现延迟，这对于提升交通系统的运行效率至关重要。

同步机制则保证了多渠道支付数据的一致性，无论是通过移动应用、NFC、二维码还是传统的交通卡，所有交易数据都能实时更新到中央数据库，以便进行统一的财务管理。同时，这种同步能力也为数据分析和决策支持提供了实时数据基础，如通过实时交易数据，交通管理部门可以快速识别出热门线路或站点，优化调度策略。

此外，实时结算还涉及到与银行系统、第三方支付平台的实时交互，要求AFC系统的接口具有高度的稳定性和兼容性。例如，支付宝在全球范围内支持多种公共交通系统的移动支付，其后台系统与各地AFC系统的实时结算合作，确保了用户资金的秒级清算，提升了服务的可靠性。

4.4 灵活计费：动态票价与个性化优惠

灵活计费是城市智慧交通中一个重要的创新点，它允许轨道交通AFC系统根据实时的供需状况、乘客出行习惯以及特殊事件来调整票价。例如，系统可以在非高峰时段或提前预订时为乘客提供折扣，以鼓励更有效的交通流分布。这种动态票价机制已经在航空和共享出行领域得到广泛应用，有效平衡了供需和公司的收益管理。

在个性化优惠方面，AFC系统可以结合大数据和人工智能技术，分析乘客的出行历史、消费偏好，甚至结合第三方服务如会员积分，为每位乘客提供定制化的优惠。比如，常旅客可能获得更高的折扣，而学生或老年人则可能享有特定的优惠政策。这种个性化的计费方式不仅提升了用户体验，也有助于提高用户对智慧交通系统的满意度和忠诚度。

此外，通过与移动支付的深度融合，AFC系统

可以实时更新和推送优惠信息，乘客无需繁琐的步骤即可享受优惠，进一步提升了交通服务的便捷性和智能化水平。这种创新的计费策略为城市智慧交通的可持续发展开辟了新的可能，同时也为城市交通管理提供了更为精细化的决策支持。

5 应用实践与案例分析

5.1 国内成功案例：系统集成与用户体验

在中国，城市智慧交通领域的创新实践为AFC系统与移动支付的深度融合提供了生动的案例。以广州地铁为例，其成功地将移动支付技术集成到庞大的轨道交通网络中，极大地提升了乘客的出行体验。通过与支付宝、微信等主流移动支付平台合作，广州地铁开发了二维码扫码乘车功能，用户只需在相关应用内绑定支付方式，即可快速进出站，免去了排队购票的繁琐过程。

在系统集成方面，广州地铁的AFC系统不仅实现了与移动支付平台的无缝对接，还确保了数据的安全性和交易的实时性。每一笔交易都会通过加密技术进行保护，同时，后台系统能够实时处理大量交易数据，确保账务准确无误。此外，系统还具备灵活计费的能力，如在非高峰时段或特定活动中，可以动态调整票价，以鼓励乘客分散出行，平衡交通压力。

从用户体验的角度来看，移动支付的引入极大地简化了乘客的支付流程，提升了出行的便捷性。乘客不再受制于现金或实体交通卡，出行体验得到显著改善。同时，广州地铁还结合移动支付平台的用户画像能力，为乘客提供个性化的优惠服务，如基于消费习惯的乘车折扣或与商家合作的联合优惠活动，进一步增强了用户粘性。

然而，成功的背后也伴随着挑战，如技术的快速更新要求AFC系统持续升级，法规对数据使用和隐私保护的严格要求也需要不断适应。为此，广州地铁不断优化系统，加强与各方的合作，通过用户教育引导公众理解和接受新的支付方式，确保了智慧交通服务的稳步发展。

5.2 智能化服务：如虚拟卡、行程规划与支付整合

智能化服务在城市智慧交通中扮演着越来越

重要的角色，特别是在虚拟卡、行程规划与支付整合方面。虚拟卡技术，如手机交通卡，通过NFC或二维码方式，使得乘客无需实体卡片即可便捷进出站，大大提升了出行效率。据统计，上海地铁在推出虚拟交通卡后，一年内注册用户超过千万，日均交易量占比超过30%，显示了虚拟卡的广泛接受度和实用性。

同时，行程规划的智能化也是重要一环。通过集成AI算法，AFC系统能够结合实时交通数据，为乘客提供最优路径建议，包括换乘时间、拥挤程度等信息，帮助乘客做出最佳出行决策。例如，北京公交App就集成了这样的功能，为市民提供了无缝的出行体验。

支付整合则进一步简化了支付流程。除了支持多种移动支付方式外，AFC系统还能实现多模式支付的无缝切换，满足不同用户的需求。在杭州，市民和游客可以自由选择绑定银行卡或电子钱包，实现“一码通乘”，极大地促进了智慧交通的普及和使用。

此外，数据分析能力的提升使得AFC系统能够根据用户的出行习惯提供个性化优惠，如常旅客折扣、特定时间的优惠券等，进一步增强了用户粘性。在智慧交通领域，AFC系统正通过智能化服务不断发现和满足用户的个性化需求，推动城市交通向更智能、更人性化的方向发展。

5.3 挑战与应对：技术更新、法规适应与用户教育

随着技术的快速发展，AFC系统与移动支付的融合面临着持续的技术更新挑战。为了保持系统的先进性和竞争力，需要不断引入如5G、AI等新技术，以提升交易速度、优化用户体验。例如，上海地铁已经利用5G技术实现车票的实时传输，大大提高了运营效率。

同时，法规适应性也是融合过程中不可忽视的一环。新的支付方式可能触及数据隐私和网络安全的法律边界，因此AFC系统需要与法律法规同步更新，确保所有交易过程符合国家和地方的监管要求。

用户教育是另一个关键领域，因为再先进的技术也需要用户能够理解和接受。运营商需要通过各

种渠道教育公众如何安全使用新的支付方式，以及在遇到问题时如何寻求帮助。例如，NFC支付在初期推广时，公众对其安全性存在疑虑，通过广泛的用户教育和宣传，现在已经成为公共交通支付的主流方式之一。

在应对这些挑战的过程中，行业合作和标准制定也起着至关重要的作用。通过行业协会、标准组织等平台，可以推动技术标准的统一，促进跨平台的互操作性，同时也能加速新技术在法规框架内的合理应用，从而推动整个智慧交通领域的健康发展。

6 结语

随着技术的不断进步和公众对便捷支付方式的日益接受，轨道交通AFC系统与移动支付的集成将继续深化，为用户带来更加智能、高效的出行体验。未来，我们期待看到更多创新技术的应用，如基于区块链的分布式账本技术，进一步提升交易的安全性和透明度。同时，随着智慧城市概念的普及，轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分，

其支付系统的智能化也将成为推动城市智慧化进程的关键一环。通过持续的技术创新、法规适应和用户教育，我们相信轨道交通AFC系统与移动支付的集成将不断迈向新的高度，为人们的出行生活带来更多便利和惊喜。

参考文献

- [1] 张健生, 刘伟航. 二维码车票在自动检票机的应用[J]. 现代信息科技, 2020, 4(20): 172-174.
- [2] 匡胜国. 地铁AFC支付方式现状及移动支付安全性[J]. 数字技术与应用, 2020, 38(06): 112-114.
- [3] 晏明智, 沈贵, 冷勇林. 城市轨道交通跨区域二维码票务互联互通方案分析与探究[J]. 智慧轨道交通, 2023, 5(01): 45-48.
- [4] 刘念念, 周慧娟. 基于AFC数据的城市轨道交通乘客出行弹性研究[J]. 交通工程, 2023, 23(01): 32-36.
- [5] 隋丽莉, 张莉, 张坤, 孟怡声. 城市轨道交通AFC智慧系统架构研究[J]. 铁路通信信号工程技术, 2022, 19(12): 28-33.

