

# 地铁车门系统安装偏差影响开关门可靠性评估

王志 李晓龙 王大伟 宫成冬 徐立栋

中车青岛四方机车车辆股份有限公司 山东 青岛 266111

**【摘要】**：地铁车门系统的开关可靠性对列车的正常运行至关重要。安装偏差是导致车门系统出现故障和不稳定性的主要因素之一，影响车门开关的灵敏度和安全性。针对这一问题，本文提出了一种基于安装偏差对车门系统开关可靠性影响的评估方法，通过对车门系统各项参数的精确测量与分析，评估不同安装偏差对车门功能和安全性的潜在影响。研究结果表明，较小的安装误差可能引发车门关闭不严或开启不完全等问题，降低车门的使用寿命和稳定性。通过采取相应的修正措施和优化方案，可以有效提升车门系统的可靠性，确保地铁的安全运行。

**【关键词】**：地铁车门系统；安装偏差；开关门可靠性；评估方法；安全性

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.049

地铁车门系统作为地铁列车安全运营的重要组成部分，其可靠性直接关系到乘客的安全和列车的正常运行。车门系统在制造与安装过程中难免会产生一些偏差，这些偏差可能对车门的开关过程产生不良影响，进而影响地铁的整体安全性。尤其在高频次、大流量的运营环境下，车门的故障可能引发更为严重的后果。因此，准确评估安装偏差对车门开关可靠性的影响，并采取有效的技术措施进行优化，对于提高车门系统的稳定性和运行安全性具有重要意义。本文旨在深入探讨地铁车门系统安装偏差与开关门可靠性之间的关系，并提出相应的评估方法与改进措施，为地铁行业提供更为可靠的技术参考。

## 1 安装偏差对车门系统可靠性的影响分析

地铁车门系统的安装偏差是影响其开关可靠性的一个重要因素。车门在安装过程中，由于设备制造公差、施工精度等原因，可能会产生一些与设计要求不符的误差。这些偏差不仅影响车门的外观和操作，还可能导致车门开关过程中的功能异常，甚至危及列车的安全运行。车门系统的可靠性主要体现在门的启闭动作、门体密封性、以及与其他系统（如车载控制系统、传感器等）的协同工作上。若车门的安装存在偏差，开关过程可能无法顺利完成，导致车门出现部分闭合、关不严或无法完全开启等问题，从而增加运营过程中出现故障的概率。

安装偏差对车门系统的影响可通过对各个安装环节的误差进行量化分析。偏差源通常包括车门本体、轨道、门控系统等多个方面。车门本体的尺寸误差、门轨的弯曲度或倾斜度、门控系统的安装角度偏差等，均会造成车门开启或关闭时的机械干涉<sup>[1]</sup>。这些偏差会引发车门运动的非线性效应，进一步导致门体受力不均、运动阻力增大，增加开关操作的复杂性。长期运行中，机械部件的磨损加剧，系统稳定性逐渐降低，车门的使用寿命也会受到影响。

从开关门的可靠性评估角度来看，安装偏差不仅体现在机

械层面，还可能对电气控制系统和传感器的响应产生不良影响。车门的开关操作通常依赖于电气控制信号与门体位置传感器的协同工作，任何偏差都可能导致传感器信息失真或信号传递延迟，从而使得车门的开关过程变得不精确。特别是在高频率的使用情况下，偏差累积效应显现，可能引发更严重的故障或安全事故。

## 2 基于偏差评估的车门系统优化方法

在车门系统的安装过程中，偏差问题不可避免，但通过合理的优化方法可以有效降低其对开关门可靠性的负面影响。优化车门系统的关键在于全面评估偏差的来源与影响，并结合实际应用需求，采取针对性的调整措施。通过对车门系统各个组成部分的精确测量与分析，结合现代化的检测技术，能够精准地识别出各环节中潜在的安装偏差，并根据偏差的类型采取不同的修正手段。针对车门本体的尺寸误差问题，精确加工和控制每个部件的制造公差至关重要。通过使用高精度的加工设备，可以确保车门与门轨、车门控制系统的配合更加紧密，减少因部件不匹配所带来的误差。安装过程中需要对车门的摆动角度、启闭速度等进行精细调节，确保车门在运行时的平稳性。对于安装过程中可能出现的倾斜度或偏心问题，可以通过调整安装基准点，确保车门系统各部件处于正确的位置，避免由于偏移造成的机械干涉。

车门轨道的精准度对车门的运行稳定性具有重要影响。轨道的弯曲度、坡度、水平度等参数对车门的开启与关闭具有直接影响。在偏差较大的情况下，车门运动路径会受到阻碍，导致车门无法顺利开关。为此，需要采用激光测量技术对轨道进行精确测量，并根据测量结果进行必要的调整，以确保轨道平直且与车门的配合度达到最佳状态<sup>[2]</sup>。在电气控制系统方面，优化车门系统需要保证传感器和控制电路的稳定性。偏差的存在可能导致传感器位置的偏差，从而影响车门开关信号的反

馈。通过改进传感器的安装精度并增强其抗干扰能力，能够提高车门系统对控制信号的响应速度和准确度。电控系统的调试同样不容忽视，控制程序的优化可以有效提高车门开关动作的协调性，减少由于信号传递延迟导致的故障发生。

车门系统的优化不仅限于机械和电气部件的调整，还需要对整个系统进行综合调试与验证。通过引入模拟试验和实际运行数据的反馈，可以有效检验优化措施的实际效果，并及时进行调整。基于大数据技术车门运行状态监测系统可以为优化过程提供实时数据支持，帮助精确识别影响车门可靠性的关键因素，从而实现系统的持续优化和提升。通过以上措施，车门系统的可靠性得以显著提升，确保了地铁运行的安全性和稳定性。

### 3 影响评估结果的关键因素与改进建议

在车门系统的可靠性评估中，偏差对评估结果的影响因素较为复杂，涉及多个环节。安装过程中的机械误差、电气控制精度以及外部环境因素都是影响评估结果的重要因素。车门的安装精度是最直接的影响因素，任何在车门本体或轨道上的尺寸误差都可能导致车门运行过程中的不稳定。即使是微小的尺寸偏差，也可能在长期使用中积累，导致开关不顺畅，增加维护成本。优化生产和安装过程中的尺寸控制，以及严格的质量检测，是确保评估结果准确性和可靠性的基础。车门控制系统中的电气误差同样是关键因素。传感器的精度和控制电路的响应速度直接决定了车门系统的开关精度。传感器安装位置的微小偏差、信号传输中的延迟以及控制算法的优化问题都会影响

#### 参考文献:

- [1] 赵欣.基于贝叶斯网络的地铁车门系统异常诊断研究[J].自动化应用,2025,66(11):202-204+212.
- [2] 于丹丹,李翔宇,李静,等.基于威布尔分布的地铁车门系统可靠性研究[J].人民公交,2025,(06):166-168.
- [3] 刘司朝.基于球型模糊 Petri 网的地铁车门系统故障诊断方法研究[D].北京交通大学,2021.

车门开关过程的准确性。如果传感器误差过大，会导致控制系统无法准确判断门体的位置，从而影响车门的开关动作<sup>[3]</sup>。为了提高系统的可靠性，必须对传感器的安装和电气系统进行精密调试，并定期进行校验，以确保控制信号的高效传递。

环境因素也在车门系统的可靠性评估中扮演着重要角色。温度、湿度、灰尘等外部因素可能会导致机械部件的膨胀、收缩或磨损，从而引发车门运行的不稳定。对车门系统进行环境适应性测试，有助于预见和防范由于环境变化导致的潜在故障。通过在设计 and 测试阶段对这些外部因素的充分考虑，可以有效提高车门系统的稳定性。针对这些影响评估结果的因素，改进措施可以从多个方面入手。在生产环节，应加强工艺控制，确保车门各部件的制造精度；在安装过程中，采取更为精细的测量与调整手段，确保车门与轨道、控制系统之间的完美配合；电气控制系统方面，应定期进行检修和优化，以提高其精度和响应速度；强化车门系统的环境适应性，进行系统性检测和适配，确保车门系统在各种复杂环境下的稳定运行。

### 4 结语

车门系统的安装偏差对其开关可靠性具有显著影响。通过系统的评估与优化措施，可以有效减少这些偏差对车门性能的负面影响。精确的安装与调试、改进的电气控制系统、以及对环境因素的适应性设计，都为提升车门系统的可靠性提供了保障。未来，随着技术的不断发展，相关优化方法将会更加完善，进一步提升地铁运行的安全性和稳定性。