

地铁车辆检修模式与修程划分的分析与研究

杨珂

北京市地铁运营有限公司运营三分公司回龙观维修中心, 北京 100089

摘 要： 以往，地铁车辆的维护与修理主要是基于既定的时间间隔和运行里程来进行的“计划性维修”。维修工作通常安排在车辆即将达到或超过其预计寿命之前，以此作为预防性措施来避免可能发生的故障问题。而一旦地铁车辆发生了故障，便会进入到“事后故障修”阶段。然而，随着轨道交通系统的快速发展以及城市化进程的不断加速，这不仅对传统的维修模式提出了新的挑战，同时也要求必须重新审视和优化维修流程。为此，本文将针对地铁车辆检修模式与修程划分展开深入研究分析，以期对相关从业者提供借鉴和参考。

关 键 词： 地铁车辆；维修；修程优化

Analysis and Research on the Maintenance Mode and Maintenance Procedure Division of Metro Vehicles

Yang Ke

Huilongguan Maintenance Center, Third Operating Branch, Beijing Subway Operation Co., Ltd. Beijing 100089

Abstract： Traditionally, the maintenance and repair of metro vehicles have been based on a "planned maintenance" approach, which is carried out at predetermined time intervals and mileage. Maintenance work is usually scheduled before the vehicle reaches or exceeds its expected lifespan, serving as a preventative measure to avoid potential failures. However, when a metro vehicle breaks down, it enters the "reactive maintenance" phase. With the rapid development of rail transit systems and accelerating urbanization, this not only poses new challenges to traditional maintenance modes but also demands a re-examination and optimization of maintenance processes. Therefore, this article conducts an in-depth study and analysis of the maintenance mode and maintenance procedure division of metro vehicles, aiming to provide relevant practitioners with reference and guidance.

Keywords： metro vehicles; maintenance; maintenance optimization

地铁作为城市人们的交通主要工具，其运行可靠性直接关系到人民群众的生命财产安全。因此，对车辆进行定期检修和维护是保障地铁高效、稳定运营的重要环节^[1]。然而，由于受到外界不同因素影响，地铁运营过程中不可避免会出现各种机械磨损、电气故障等问题。一旦这些潜在的故障被忽视，很可能会随着时间的推移而恶化，进而引发更大规模的安全隐患。因此，地铁运营单位必须制定并执行严格的维修计划，确保每辆车都能得到专业的检查和必要的维修，以有效降低故障发生率，确保乘客安全出行。

一、车辆维修的基本方式

地铁车辆维修工作，对地铁车辆的各个部分和零件进行了更为细致和科学的划分^[2]。这种划分基于这些部件的具体使用寿命以及更换周期，确保维修工作既高效又经济。具体而言，地铁的维修可分为两种主要模式：日常维修和定期维修。

在日常维修方面，具体工作包括日检和列检。日检即每日例行的车辆检查，而列检则是针对运行中的地铁列车进行全面的检查，以发现潜在的问题并及时处理。至于定期维修，则包含了一系列更加深入和全面的检查。月修是一种周期性的维修计划，每月执行一次，旨在彻底清洁、润滑和调整所有关键部件，确保车辆能够在长时间的运行中保持最佳状态。修程则是一项综合性的大检修，通常在几个月内进行一次，涉及到对整个列车网络进行大规模的检查与

修复。然而，地铁车辆经常面临临时故障的挑战，这类故障也被称为临修。临修根据维修场景的不同，可以进一步细分为在场临修和场内维修。在场临修发生在实际运行的地铁站内，此时需要立即停止列车服务，以便技术人员快速抵达现场进行维修。而场内维修则发生在列车停站不动的情况下，技术人员可以直接进入车厢内部进行修理，这样的灵活性和效率对于紧急情况来说至关重要。

二、地铁车辆检修模式

1. 计划性检修

所谓计划性检修就是指基于一定的时间或者运行里程制定的固定检修计划。这种方式主要依据车辆的使用寿命和运行环境等来确定检修的频率和项目。计划性检修工作的重点在于对车辆进行定期

与定项的保养和修理，以确保其持续稳定地运行^[3]。一般情况下地铁计划性检修主要包括日检、周检、月检、定修、架修和厂修几个方面。很多地铁运营单位根据日检、周检、月检的实际情况，积极探索出了均衡的修程方式，共计24修程，每半月进行一回。采用这种检修方式，使车辆效率明显提高。在此基础上，为进一步调节人与车辆比例，还积极探讨实施列检均衡修的整合检修，将列检与平衡修工作进行统筹安排，并在同一班组内实施，实现对人与车比例的有效调控，提高维修员工的技术能力。

2. 故障性检修

故障性检修大都是在车辆出现故障或者异常情况时进行的，一般不设定具体的时间规制，由实际情况决定。故障性检修的主要任务是确定故障的原因并进行相应的维修处理。在日常运行中，如果车辆出现故障，首先要进行的是故障诊断。技术人员要根据车辆的症状和故障代码，结合设备手册和经验，判断出故障的可能位置和原因。然后，进行具体的处理措施，进行故障修复。地铁运营单位根据具体情况，也会开展预防性的故障检修工作。

3. 状态性检修

状态性检修主要是基于车辆运行状态和设备性能参数等信息，实时对车辆进行健康监测和状况评估，从而确定是否需要维修^[4]。一般情况下，状态性检修主要由四个步骤构成：数据采集、数据分析、健康评估和维修决策。第一，通过各种传感器和监测设备，对车辆运行中的关键参数进行实时采集，如温度、压力、震动、电流、电压等；第二，将收集到的数据进行深度分析，比如趋势分析、频谱分析、故障诊断等，对设备的性能变化和可能出现的故障进行预测；第三，根据数据分析结果，对设备的健康状况进行评估，判断其是否有故障发生的风险；第四，依据设备的健康状况和其他影响因素（如设备重要性、维修成本、手头备件情况等），做出是否进行维修的决策。状态性检修往往在车辆大修（例如每年一次）或者大规模升级改造（例如每5年一次）之前进行。通过详细的检查和评估，找出车辆可能存在的问题，提前进行修理或者更换，从而尽量避免故障的发生，保证地铁车辆的安全、可靠和高效运行。

三、地铁车辆架大修工作内容

1. 总体要求

地铁车辆架大修是一项关键的预防性维护措施，涉及一系列细致而复杂的工序。首先，专业技术人员要对地铁整车进行彻底拆解和详细检查，确保每一个部件都能在车辆运行中发挥其应有的作用。随后，对那些已经达到或即将到达设计使用寿命的零部件进行评估，这些被称为“必换件”。对于这些零件，要更换新的产品以保持车辆的安全与可靠。此外，当检测到某些零部件出现故障时，也要进行相应的维修或更换工作，这类维修工作称之为偶换件检修。这项工作是为了及时排除潜在的问题，避免可能导致更严重故障的风险。同时，针对那些高风险部位或者关键部件，则要执行更为细致的检修和保养工作。例如，探伤、绝缘处理、润滑等等，以此延长部件的使用寿命。最后，完成上述所有步骤后，车辆要重新

组装起来并经过严格的调试。这一过程不仅要恢复其的基本性能，同时还要确保车辆的各项指标符合最新的运营标准。确保车辆能够安全、稳定地运行至下一个架修或大修周期。

2. 整车拆解检查、测量

在进行维修过程中，维修人员应对车辆进行全面的状态检查。首先要下载牵引系统和制动系统等关键部件的详细数据。接着，维修人员要进行解编作业，即拆解车体和转向架，以便进一步观察和检查车钩、转向架内部的结构。此外，还要将空调系统、受电弓以及制动和牵引系统分解开来，每个部分都要单独进行检修和测试。并且，对于车轮、车钩、受电弓等易损件的磨损情况也要进行精确测量。这些数据不仅有助于确定是否需要更换零件，同时还能确保车辆的整体运行效率和安全性。

3. 必换件更换

在对铁路车辆进行维修时，必须更换的零件主要有受电弓系统中的软连线、气囊；空调系统中滤网、风机轴承；转向架系统中的轴箱弹簧、橡胶关节；至于具体哪些部件需要更换，通常情况下，维修人员要参考车辆维保手册来确定。手册中详细列出了每一类零部件的技术要求和推荐更换时间点，以确保维护工作的准确性和高效性。然而，考虑到每个车辆的具体情况不同，有些特殊部件可能需要根据实际状况进行判断。因此，维修人员还要根据车辆的实际状态，共同商议决定哪些部件需要进行更换，以及何时更换。这样做既能确保车辆达到最佳运行状态，又能避免不必要的资源浪费和经济损失。

4. 偶换件检修

在进行设备检修过程中，对于那些无法通过简单修理恢复到正常工作状态的部件，称之为偶换件。为了确保设备的正常运行和延长使用寿命，除了那些必须更换的关键部件外，其他零部件都应该接受定期的检查与测试。如果任何零部件的性能指标无法达到预期的使用需求，那么这类问题部件全部被视为偶换件，要按照相应的程序进行更换。这样做可保证所有部件都能够在其设计寿命内保持最佳状态，从而避免因部件损坏而导致的潜在风险和额外的维护成本。

5. 高风险、重要部位检修、保养

高风险、重要部位通常是指那些对于确保行车安全至关重要，或者在发生故障时需要大量人力、物力和财力来解决的关键部件。这些部位包括转向架中的旋转轮轴、坚固的构架、与列车挂钩相连的整体车钩以及用于接收电力的受电弓等。此外，还有一些线缆也属于这一范畴。对于此类部件，必须对其进行细致的检查、探伤以及校正，以确保没有任何潜在的损伤或缺陷存在。除了对结构本身的维护之外，对于车钩、转向架、受电弓和二系悬挂等经常承受磨损的部件也要定期进行重新润滑，以防止因缺少润滑油引起机械故障。

6. 整车组装、调试

在完成车辆检修之后，要按照出厂时的严格标准进行精心组装。组装完成后不可直接投入使用，而是要对车辆进行调试。调试过程中，要对车辆的状态进行全面的检查，确保所有数据准确无误，同时还要对各项功能进行详尽的验证和确认，以确保每一辆出厂的车辆都能安全、可靠的服务于乘客和运输任务。

四、影响地铁车辆维修修程的因素分析

地铁车辆的维修修程不仅是保证地铁系统正常运行的关键环节，也是确保乘客安全出行、提升运营效率的重要措施。在此过程中，维修能力的高低直接影响着维修作业的质量与速度。从宏观角度来分析，维修能力可以被细分为两个层次：一是有效能力，二是设计能力。有效能力是指在现有的维修技术条件、车辆维护水平和故障记录基础上所能进行的维修操作范围。这一能力通常会受到多种因素的影响，如设备老化程度、车辆质量问题、技术更新换代等，因此在实际操作中往往会有所下降。而设计能力，则是指在理想情况下，地铁车辆能够得到的维修服务数量。在实际维修作业中，由于各种限制，如技术类型的局限性、维修难度的不同等因素，有效能力往往低于其设计能力。这种情况下，维修资源的浪费将不可避免的增加，进而影响到整个维修周期的经济性和有效性。除了维修能力之外，地铁车辆的运营状况、维修流程的合理性、物料供应的稳定性、设施设备的完备程度、技术类型的适用性以及人力资源的充足与否，都会对地铁车辆的维修工作产生显著的影响。这些因素的综合作用，不仅决定了维修效率，而且还会间接影响到维修生产的速度和质量。为了提高维修质量，延长地铁车辆的维修间隔，同时减少维修次数，必须深入分析地铁车辆的实际情况，并据此对维修作业流程进行细致的规划和调整。

五、地铁车辆维修技术要点

在地铁维修过程中，应用故障诊断技术能够准确、迅速地定位问题，大幅缩短维修时间，提高地铁运营效率^[1]。然而，故障诊断技术应用要遵循标准化流程，如明确设定诊断目标、清晰识别故障类别，以及提供详尽的危害分析结果。这样的步骤可确保对车辆系统各个组成部分的全面评估，进而提高诊断的准确性，增强系统的整体性能。以地铁车辆悬挂系统为例，悬挂系统的维修工作涉及到多个方面，其中最为重要的环节便是横向止挡的维修。在这一过程中，维修人员要通过监测车辆构架与车体之间的位移量（即构架—限制车体）来判断轮轨相互作用的影响程度。根据行业标准，位移量每增加2mm，则横向止挡施加的力道应该相应增加至4.7kN。如果位移量继续增加，那么对应增加的力道也会增大，例如从4mm上升到6mm时，施加的力道应达到6.8kN，而当位移量进一步增至6mm时，则需考虑9kN的力才能维持稳定。在进行此类故障诊断时，首先要确定悬挂系统中横向止挡的具体位置，作为诊断目标。然后，通过细致的监测数据分析，判断是否存在异常的刚度变化。一旦发现刚度有明显变化，就可以推断出这可能是由于某个部件出现故障导致的刚度异常，从而引发位移量超出正常范围的问题。这

参考文献

- [1]张波, 卿光毅, 黄德勇. 地铁车辆“精益检修”模式探讨[J]. 城市公共交通, 2020,(10):52-56.
- [2]蔺高, 蒋欣, 王大奎. 城市轨道交通车辆检修模式探讨[J]. 设备管理与维修, 2020,(15):55-58.
- [3]张振. 郑州地铁1号线车辆均衡修应用与探讨[J]. 设备管理与维修, 2020,(09):53-55.
- [4]黄涛. 某地铁车辆均衡修模式应用分析[J]. 中国设备工程, 2020,(08):38-40.
- [5]王丽红, 徐彦. 郑州地铁车辆拟用检修模式的分析与建议[J]. 铁道机车车辆, 2011,31(06):74-76.

种情况若不及时处理，将直接影响地铁车辆的运行安全，甚至可能造成严重事故。因此，准确地定位并修复这些故障，对于确保地铁系统的高效运作至关重要。

六、提升地铁车辆检修效率的策略

1. 构建完善的地铁车辆检修制度

为了确保地铁车辆检修工作的高效性与规范性，地铁运营单位应当深入研究《城市轨道交通运营管理办法》以及《轨道交通可靠性、可用性、维修性和安全性规范及示例》等一系列政策文件，基于政策文件进一步完善制度体系。实践中具体可从以下两方面进行入手，一是，建立健全规章制度和操作规程。明确维修人员的职责和权限，规定各种故障应对措施，以及维修设备、工具的使用和管理等内容。二是，优化补充作业流程。优化作业流程是提高检修效率的重要一环，其中包括要疏通和简化工作过程，进行专业分工，明确每个环节的操作要求，让整个流程更加流畅，减少因为流程困扰导致的等待时间。

2. 加大地铁车辆检修管理力度

目前，地铁车辆的检修与管理工作基本是由车辆管理部门和客运部门来共同承担。车辆管理部门是负责地铁运营车辆全生命周期管理工作的核心，因此，该部门要制定详细的车辆检修计划，包括车辆的定期检查、维修和保养等环节。这些计划不仅要涵盖常规的检查项目，还要根据地铁线路的实际运营情况进行相应的调整。同时，该部门应该建立有效的监督机制，对检修工作的执行情况进行跟踪和评估，确保各项措施得到切实执行。而客运部门虽然不直接参与车辆检修过程，但客运部门必须密切关注地铁车辆的使用状况，客运部门要及时将这些信息反馈给车辆管理部门，协助检修人员优化车辆的使用和维护。通过车辆管理部门和客运部门的紧密合作与协调，才能够实现对地铁车辆的全面而细致的检查，及时预防并处理可能出现的问题，从而最大限度减少故障发生的概率。

七、结束语

综上所述，地铁车辆检修模式和修程划分的精细化管理是地铁稳定运营的重要支撑。一方面，要通过日常维修、定期维修等多元化的维修策略，以及采用最新的技术手段进行故障诊断与修理，以有效提升地铁车辆的运行安全与效率。另一方面，还要将维修工作系统化与规范，以制定出科学合理的修程划分。只有这样才能在确保地铁车辆安全、稳定运行的同时，满足城市化进程中对地铁运营的日益增长的需求，更好的服务于社会，服务于人民。