

一种客车轮椅升降装置安装结构方式

邓毅帆

江西凯马百路佳客车有限公司 江西 南昌 330013

摘 要：本文针对客车轮椅升降装置的安装结构展开研究，提出适配不同类型客车的安装结构方式。通过详细分析功能、性能及安装环境需求，设计了合理的升降平台、驱动系统等关键部件，并选用适配材料进行力学分析。该研究成果为客车轮椅升降装置的安装结构设计及优化提供了理论依据，有助于提升装置的安全性、可靠性与适用性，推动无障碍出行服务的发展。

关键词：客车；轮椅升降装置；安装结构；结构设计

1 客车轮椅升降装置安装结构的需求分析

1.1 功能需求

客车轮椅升降装置是保障行动不便乘客顺畅上下车的关键设施，其功能需求紧密围绕使用场景与用户需求。首要功能是实现轮椅乘客在地面与客车车厢之间的平稳、安全运输，这要求装置能依据不同高度的客车底盘与地面灵活调节，具备精准的升降能力。操作便捷性至关重要，无论是驾驶员操作还是乘客自主使用，操作界面都应简洁明了，降低使用门槛。升降平台需有足够的承载能力，以容纳不同尺寸和重量的轮椅及乘客，且平台表面应设计防滑结构，防止轮椅在升降过程中滑动，保障乘客安全。此外，装置需与客车车门实现联动，在车门开启时迅速、准确地就位，提升乘客上下车效率，且在升降过程中平台保持水平，避免倾斜给乘客带来不适与危险。

1.2 性能需求

性能方面，客车轮椅升降装置需具备高可靠性与稳定性。运行过程应平稳无卡顿，升降速度适中，一般控制在每分钟0.3 - 0.5米，加速度和减速度均匀，避免速度突变给乘客带来冲击。使用寿命是重要指标，关键部件应满足客车长期运营需求，正常情况不低于8 - 10年。装置还需具备良好的耐候性，能在高温、低温、潮湿、风沙等不同气候条件下正常工作^[1]。在安全性上，应配备多重防护机制，如过载保护、急停功能、防夹手功能等，确保在突发情况下保障乘客生命安全。

1.3 安装环境需求

客车轮椅升降装置的安装环境受客车类型、底盘结构和使用场景影响。不同类型客车（如城市公交、长途客车、旅游客车）的车门位置、底盘高度和空间布局存在差异，这就要求安装结构具有通用性和可调节性，以适配不同客车。安装空间需充分考虑客车底盘下方和

车门周边的限制，确保安装后不影响客车正常行驶和其他部件功能。安装过程应尽量减少对客车原有结构的改动，降低成本和对客车性能的影响。同时，安装环境要考虑通风、防水、防尘要求，避免环境因素影响装置性能和使用寿命，安装位置应便于日常维护和检修。

2 客车轮椅升降装置选型

2.1 选型原则

轮椅升降装置选型需综合考虑客车类型、使用场景、承载需求、成本预算等因素。对于城市公交，因运营频繁、对噪音和环保要求较高，优先选择电动驱动的升降装置；长途客车和旅游客车承载重量较大，液压驱动装置更为合适；若对成本较为敏感且对输出力要求不高，气动驱动装置也可作为备选。同时，装置的尺寸、升降范围等参数应与客车车门和底盘结构相匹配。

2.2 常见类型及特点

（1）剪叉式升降装置：结构紧凑，占用空间小，升降平稳，适用于空间有限的客车。但升降高度相对较低，且在承载较大重量时，剪叉臂受力较大，对材料强度要求较高。

（2）导轨式升降装置：运行精度高，导向性好，能承受较大的水平力和垂直力，适用于对升降平稳性和定位精度要求较高的场景。不过，其结构相对复杂，安装和维护成本较高。

（3）链条式升降装置：结构简单，成本较低，安装方便，但链条易磨损，需要定期维护和更换，且升降速度相对较慢。

3 客车轮椅升降装置安装结构方式

3.1 不同类型客车适配安装结构

3.1.1 城市公交安装结构

城市公交车门多为双内摆门，底盘离地高度较低（约400-500mm）。采用嵌入式安装结构，将升降装置的

支撑框架通过螺栓与底盘纵梁、横梁固定,螺栓规格为M12,间距不超过300mm,确保连接强度。升降平台导轨嵌入车门下方预留凹槽,与车门共用门框支撑结构,减少空间占用。驱动系统集成于底盘内侧,通过密封防护箱隔离,防止雨水、灰尘侵入。

3.1.2 长途客车安装结构

长途及旅游客车安装结构 长途客车和旅游客车在安装结构上有所相似,但具体细节因车门形式和底盘高度不同而有所调整。长途游客车车门多为单外摆门,底盘离地高度较高(约800-1000mm),而旅游客车车门形式多样,注重外观美观与空间利用。对于这两类客车,升降装置通常需安装在行李舱内或底盘附近,并配备专门的轮椅升降器乘客门。安装时,在底盘两侧增设钢制或轻量化铝合金安装支架(长途客车优先采用钢制,焊接连接,焊缝长度不小于50mm,焊接厚度不低于8mm;旅游客车可考虑轻量化铝合金材质,通过高强度螺栓与底盘连接,螺栓扭矩控制在80-100N·m)。升降平台通过铰接方式与支架连接,可向外翻转展开并设置限位。导向系统采用双导轨结构,导轨固定于支架外侧,确保平台升降稳定。对于旅游客车,特别注重隐藏式安装结构的应用。在车门下方设计可折叠式升降平台,不使用时收纳于底盘下方的专用舱室。舱室配备密封胶条,防止雨水渗入,同时设置通风孔,以保障装置的散热性能。

3.2 关键部件安装工艺

3.2.1 升降平台安装

3.2.1 升降平台与校准

安装升降平台前,需校准底盘安装区域至 $\pm 2\text{mm}$ 平整度。采用定位销(直径10mm)与螺栓(间距200-250mm)固定,确保平台与车门地板高度差 $\pm 5\text{mm}$ 内,倾斜角度 $< 1^\circ$ 。例如,某城市公交安装中,通过精确校准与调整,实现了平台与地板的无缝对接。

3.2.2 驱动系统部署

电动、液压或气动驱动系统分别固定于底盘支架、防护舱及侧面。电机配减震垫(邵氏50-60度),液压泵与油箱通过高压橡胶管(耐压 $\geq 16\text{MPa}$)连接,气动系统采用快插式接头。如长途客车采用液压驱动,通过优化管道布局,确保了系统的高效稳定运行^[2]。

3.2.3 导向系统安装与校准

导轨式系统需安装固定座(间距 $\leq 500\text{mm}$),导轨直线度误差每米 $< 0.5\text{mm}$ 。滚轮式系统调整滚轮与轨道间隙1-2mm。例如,旅游客车采用滚轮式导向,通过精细调整,确保了升降平台的平稳运行。

3.2.4 支撑结构强化

支撑系统安装前进行强度检测,采用焊接或螺栓连接(双螺母防松,扭矩 $\geq 120\text{N}\cdot\text{m}$)。连接点分布均匀,避免应力集中。如某型号客车支撑结构采用对称焊接,有效减少了变形,提升了稳定性。

3.2.5 安全防护实施

紧急停止按钮安装于操作台及平台显眼位置(高度1.2-1.5m)。限位开关距极限位置50-100mm。防护栏高度 $\geq 1.2\text{m}$,间隙 $\leq 100\text{mm}$ 。如某城市公交安装了全面的安全防护装置,有效防止了意外发生,保障了乘客安全。

3.3 安装流程与质量控制

安装流程包括:底盘安装区域预处理(打磨、清洁)→部件定位(使用激光标线仪)→固定连接(螺栓紧固、焊接)→系统调试(升降测试、安全功能测试)→验收检查(外观、尺寸、性能检测)。质量控制方面,关键部件安装后需进行1.2倍额定载荷的承载试验,持续时间不少于30分钟,检查部件变形与连接部位松动情况。每台客车安装完成后,进行不少于10次的升降循环测试,确保装置运行稳定可靠。

4 客车轮椅升降装置安装结构的材料选择与力学分析

4.1 材料选择

材料选择关乎客车轮椅升降装置性能与寿命,需综合考量强度、刚度、重量、耐腐蚀性及成本等因素。对于升降平台、支撑系统等主要承载部件,优先选用高强度钢材,如Q355或更高强度钢材,其屈服与抗拉强度高,能满足承载需求。为减轻装置重量,可用铝合金材料,它密度小、强度高且耐腐蚀,适用于平台框架、导向系统等对重量敏感的部件。与乘客直接接触的部件,如平台表面,应选无毒无味、防滑佳的材料,如防滑橡胶或工程塑料。驱动系统关键部件,如电机外壳、液压管路,要选耐磨、密封性好的材料,以保障系统可靠稳定^[3]。

4.2 力学分析

力学分析是保障客车轮椅升降装置安装结构安全可靠的关键举措。开展分析时,先要明确装置受力状况,涵盖平台与乘客重量、升降惯性力、风力等。接着,运用力学原理及计算方法,对主要承载部件进行强度、刚度与稳定性分析。平台和支撑系统采用静力学分析,计算最大承载重量下部件的应力与变形,确保应力不超许用值、变形在允许范围。驱动和导向系统则需考虑动态载荷,进行动力学分析,研究运动时受力与振动情况,优化设计参数,提升装置运行平稳性与可靠性,为结构设计和选材提供理论支撑。

5 客车轮椅升降装置安装结构力学性能分析

5.1 力学性能计算结果

借助专业有限元软件计算,获取应力分布、变形、振动频率等关键力学性能结果。(1)应力分布:连接部位与结构拐角处应力集中,应力值 200 - 250MPa (Q345 钢材许用应力约 230MPa)。(2)变形情况:满载(轮椅及乘客总重约 200kg)升降至极限位置,平台最大变形量 2 - 3mm。(3)振动频率:客车行驶振动频率 5 - 15Hz,轮椅升降装置若频率与之相近,可能引发共振^[4]。

5.2 结构优化建议

基于力学性能计算结果,制定针对性结构优化建议。对于应力集中部位,可增加加强筋。如在应力集中区域增设宽度为20mm、厚度为5mm的加强筋,能改变力的传递路径,分散应力,使该区域应力降低15%-20%,提高结构强度和刚度。将尖锐拐角改为半径为10mm的圆角,可减少应力集中现象,使应力降低约10%。选用更高强度的材料,如Q420钢材(屈服强度 $\geq 420\text{MPa}$),能提高部件承载能力,增强结构对应力的抵抗能力。对于变形较大的部件,合理调整支撑点位置,可使部件受力状态更合理,变形量降低20%-30%;增加支撑数量,如在平台下方增加2-3个支撑点,能为部件提供更多支撑力,增强结构稳定性。在振动方面,增加阻尼装置,如橡胶阻尼器,可吸收振动能量,使振动幅度降低30%-40%;改变部件质量分布,调整装置固有振动频率,使其避开客车固有频率,避免共振现象发生。从整体结构布局出发,优化部件位置和连接方式,能使力的传递更顺畅,减少不必要的应力和振动,提高装置整体性能和可靠性。

5.3 安全评估、合规性检查及生命周期管理

在力学性能分析的基础上,进一步对客车轮椅升降装置安装结构进行了深入的安全评估与合规性检查。我们仔细研究了国内外关于此类装置的相关标准和规范,

确保该装置在设计、材料选择、制造工艺、安装流程以及后期维护等各个环节均严格符合安全要求。为了保障乘客和工作人员的安全,不仅对该装置的结构强度、稳定性以及耐久性进行全面评估,还特别关注了其在紧急情况下的应急处理能力。还设计了一系列应急措施,确保在紧急情况下能够迅速、有效地保障乘客的安全撤离。另外,还特别注重该装置的生命周期管理,制定详细的使用和维护说明,指导用户如何正确使用该装置,并进行定期的维护和保养。同时还建立完善的售后服务体系,为用户提供及时、专业的技术支持和维修服务,确保该装置在整个生命周期内都能保持良好的性能状态,持续为乘客提供安全、便捷的轮椅升降服务。

结束语

本文提出的客车轮椅升降装置安装结构方式,充分考虑不同类型客车特点与安装需求,通过合理的结构设计、安装工艺及质量控制,确保装置安全可靠、安装便捷。该研究成果为客车无障碍设施建设提供技术支持,未来可进一步探索智能化安装结构,提升装置的自动化与适配性,推动无障碍出行服务的发展。

参考文献

- [1]李岳坤.超声波高精度几何测量方法研究[D].大连海事大学:2022.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2022.001540.
- [2]曹轩.基于复杂路面的轮椅—人体系统稳定性与舒适性研究[D].沈阳理工大学:2023.DOI:10.27323/d.cnki.gsgyc.2023.000157.
- [3]靳义新,徐美,姜洪奎,等.基于模态分析的施工升降机减振方法研究[J].工程机械,2024,55(02):22-28+7.
- [4]姜昊,靳义新,姜洪奎.施工升降机异常振动原因分析和减振方案设计[J].工程机械与维修,2024,(06):8-10.