

浅谈充电式升降横移机械车库技术要点

汪 立 代 悅 涵

宁波海仕凯驱动科技有限公司 浙江 宁波 315300

摘要：在新能源汽车保有量持续攀升的背景下，充电式升降横移机械车库作为融合立体停车与智能充电技术的创新解决方案，正成为缓解城市“停车难+充电难”双重困境的关键突破口。本文聚焦充电式升降横移机械车库技术要点展开探讨。首先概述了充电式升降横移机械车库的基本情况，接着深入剖析其技术要点，涵盖结构设计、充电系统设计、安全防护系统设计以及控制系统设计等方面。最后对其技术发展趋势，如智能化技术应用、高效充电技术发展、绿色节能技术创新等进行了展望。

关键词：充电式；升降横移机械；车库技术

引言：随着城市化进程加快，汽车保有量持续攀升，停车难问题日益凸显，传统车库已难以满足需求。在此背景下，充电式升降横移机械车库应运而生，它不仅能有效增加停车位数量，还可为电动汽车提供充电服务，成为解决停车与充电难题的新途径。然而，该类型车库涉及结构、充电、安全防护及控制等多方面技术，其技术要点直接关系到车库的性能、安全性与可靠性。因此，深入研究充电式升降横移机械车库技术要点，对推动该领域技术发展、提升车库建设质量具有重要意义。

1 充电式升降横移机械车库概述

充电式升降横移机械车库是融合立体停车与充电功能的创新型设备，通过升降与横移载车板实现车辆高效存取，同时为新能源汽车提供充电服务。其核心结构包括钢结构框架、载车板、传动装置、安全防护系统及智能控制系统，并增设充电桩、线缆收纳装置及电力分配模块。以北京鹏龙大厦项目为例，该车库仅占用8个地面车位，却通过3层设计容纳43辆新能源汽车，配备34个慢充接口和1个快充接口，支持车辆在移动过程中持续充电。用户通过手机APP即可完成充电预约、支付及车位导航，存取车时间缩短至90秒内。该技术突破了传统车库功能单一、空间利用率低的局限，尤其适用于土地资源紧张的城市中心区、商业综合体及住宅小区，既缓解停车难问题，又推动新能源汽车普及，成为城市静态交通领域“空间集约化+能源绿色化”的典型解决方案^[1]。

2 充电式升降横移机械车库技术要点

2.1 结构设计要点

2.1.1 钢结构框架设计

钢结构框架是充电式升降横移机械车库的承重核心，需采用性能优良的钢材构建。常用高强度钢材为Q345B，它具有良好的力学性能和焊接性能，可通过焊

接或螺栓连接的方式成型。此外，近年来也有一些新兴研发材质逐渐应用于该领域，例如部分经过特殊合金化处理的钢材，在保证强度的同时，进一步提升了耐腐蚀性和抗疲劳性能，不过目前应用范围相对较窄，成本也较高。设计时需综合考虑车库层数、载重需求及环境条件，确保框架具备足够的强度、刚度和稳定性。框架结构通常采用门式刚架或桁架形式，通过有限元分析优化截面尺寸与节点连接方式，以抵抗风载、地震力等横向荷载。

2.1.2 载车板设计

载车板设计需兼顾承载能力、车辆适配性及运行平稳性。通常采用型钢（如槽钢、角钢）焊接成框架结构，表面铺设防滑花纹钢板，并设置挡轮器、限位开关等安全装置。载车板边缘需设计导向轮或导向条，确保车辆驶入时精准定位，避免偏移。为适应不同车型（如轿车、SUV），载车板长度与宽度需符合国家标准，并预留充电接口安装孔位。此外，载车板需通过轻量化设计（如优化结构、选用高强度材料）降低升降能耗，同时确保长期使用不变形，保障车辆停放安全。

2.1.3 升降与横移机构设计

升降机构作为车库核心动力部件，有链条、钢丝绳传动及液压驱动等方式。链条传动靠链轮与链条啮合，将电能经电机、减速机转化为机械能驱动载车板升降；钢丝绳传动通过卷筒收放钢丝绳实现；液压驱动则是电能驱动液压泵，液压油推动油缸活塞运动。设计要依车库情况选传动方式，算传动效率（输出功率/输入功率）。电机功率与负载力相关，需综合传动比、摩擦等因素计算。横移机构用电机驱动齿轮齿条或链轮链条，采用模块化与冗余设计，保障平稳运行与安全可靠。

2.2 充电系统设计要点

2.2.1 充电桩选型与布局

充电桩选型需根据车库服务对象（如私家车、运营车辆）及充电需求（快充/慢充）确定功率等级与接口类型。优先选用符合国标（GB/T18487）的交流充电桩（7kW）或直流快充桩（60kW以上），并支持智能充电协议（如CHAdeMO、CCS）。布局时需结合车位分布，采用“一桩一车”或“一桩多车”共享模式，确保充电接口与载车板充电位垂直对齐，避免电缆过度弯折。同时，充电桩应靠近配电柜以减少线路损耗，并预留检修空间，便于后期维护。此外，需配置防雨罩、急停按钮等安全装置，适应户外或半户外环境。

2.2.2 充电线缆设计与布置

充电电缆需选用耐高温、阻燃型低压电缆（如YJV、RVV），并满足充电功率需求。直流快充电缆需采用双层屏蔽设计，减少电磁干扰；交流电缆则需具备柔韧性，适应载车板升降时的动态拉伸。电缆布置应沿钢结构框架专用线槽敷设，避免与机械传动部件交叉，防止磨损。在升降机构处，需采用螺旋电缆或拖链设计，确保电缆随载车板移动时保持有序，不发生缠绕或拉断。

2.2.3 充电管理系统设计

充电管理系统需集成车辆识别、充电控制、计费结算及远程监控功能。通过RFID或车牌识别技术自动匹配车辆与充电桩，支持预约充电、即插即充等模式。系统需实时监测充电状态（如电压、电流、温度），并在异常时自动切断电源并报警。计费模块应支持多种支付方式（如微信、支付宝、ETC），并与车库管理系统数据互通，实现“停车+充电”联合计费。

2.3 安全防护系统设计要点

2.3.1 车辆定位与防坠落装置设计

车辆定位装置需通过激光测距、红外感应或视觉识别技术，实时监测车辆停放位置，确保其完全停入载车板指定区域，避免因偏移导致升降或横移时发生碰撞。防坠落装置需采用双重保护机制：机械式防坠器（如挂钩式或楔块式）在载车板停稳后自动锁止，配合电磁制动器实现动态防坠；同时，电气系统需设置行程开关，当载车板异常下坠时立即触发紧急制动，切断动力源并报警。

2.3.2 防火与烟雾报警装置设计

防火设计需采用阻燃材料（如B1级防火板）包裹电气柜及充电区域，并设置防火隔离带，防止火势蔓延。烟雾报警装置需选用高灵敏度光电式或离子式传感器，覆盖车库各层及充电位，实时监测烟雾浓度。当检测到异常时，系统应立即启动声光报警，并通过短信或APP

推送信息至管理人员，同时联动通风系统排出烟雾。此外，车库需配备灭火器、消防栓等基础消防设施，并在充电桩附近设置自动灭火装置（如七氟丙烷气溶胶灭火器），确保火灾初期快速响应，降低损失风险。

2.3.3 紧急制动与故障报警装置设计

紧急制动装置需独立于常规控制系统，采用机械式手动制动阀或电磁阀，在断电或系统故障时可通过物理按钮或拉杆立即停止所有机械动作，防止设备失控。故障报警装置需集成传感器网络，实时监测电机温度、链条张力、制动器状态等关键参数，当参数超出阈值时自动触发分级报警（如预警、停机），并通过HMI屏幕或远程平台显示故障代码，指导维修人员快速定位问题。

2.4 控制系统设计要点

2.4.1 控制方式选择

控制系统需采用分层分布式架构，结合集中控制与分散执行模式。主控制器（如PLC或工业计算机）负责全局调度与逻辑处理，通过现场总线（如CAN、Profibus）连接各层从控制器（如变频器、I/O模块），实现升降、横移、充电等功能的协同控制。操作方式应支持自动模式（基于传感器反馈的无人化运行）、手动模式（通过控制柜或遥控器局部操作）及应急模式（断电时手动释放制动装置）。

2.4.2 传感器应用与信号传输

传感器是控制系统实现精准控制与安全防护的核心。需部署位置传感器（如编码器、限位开关）监测载车板升降/横移位置，力传感器（如压力开关）检测链条张力或制动器状态，环境传感器（如温度、烟雾探测器）监控设备运行环境。信号传输需采用抗干扰设计：模拟信号通过屏蔽双绞线传输，数字信号采用光耦隔离或差分传输，关键信号（如急停、防坠落）需冗余配置并设置硬件滤波电路。

2.4.3 软件系统开发

软件系统需基于实时操作系统（如RTOS）开发，采用模块化设计思想，将运动控制、充电管理、安全监测等功能封装为独立模块，便于维护与扩展。核心算法包括路径规划（优化载车板移动顺序以减少存取时间）、冲突检测（避免多车同时操作同一区域）及故障诊断（通过模式识别定位传感器或执行器异常）。软件需支持远程升级与调试，并配备数据记录功能，存储设备运行日志、故障记录及操作轨迹，为运维分析提供依据^[2]。

2.5 操作与管理技术要点

2.5.1 传统操作规范

制定详细且标准化的操作流程手册，涵盖车库启

动、载车板升降横移、车辆存取以及充电操作等各个环节。操作人员需经过专业培训，熟悉车库各部件功能与操作逻辑，严格按照手册步骤操作，避免因误操作引发设备故障或安全事故。例如，在车辆存入前，需确认载车板处于正确位置且无障碍物；充电操作时，要确保车辆与充电接口正确连接。

2.5.2 易用性设计——小程序或APP联网操作

开发配套的小程序或APP，实现车库的远程联网操作。用户通过手机即可实时查看车库状态，包括空闲车位、载车板位置、充电状态等信息。还能进行远程预约车位、控制载车板升降横移以及启动或停止充电等操作。同时，系统具备智能提醒功能，如充电完成提醒、设备故障预警等，极大提升用户使用的便捷性与体验感。

2.5.3 使用操作管理

建立完善的车库使用记录系统，自动记录每一次车辆存取时间、载车板运行情况、充电时长与电量等数据。管理人员可定期分析这些数据，了解车库使用高峰时段、设备运行频率等信息，以便合理安排维护计划。此外，设置用户权限管理功能，不同用户拥有不同操作权限，保障车库使用安全与有序管理。

3 充电式升降横移机械车库技术发展趋势

3.1 智能化技术应用

充电式升降横移机械车库的智能化发展正加速向全感知、自决策、自适应方向演进。在感知层面，多传感器融合技术（如激光雷达、红外热成像与高精度编码器）的集成应用，可实时获取车库内车辆位置、载车板状态、充电设备温升及环境参数等全维度数据，并通过边缘计算实现本地化快速处理，提升系统对异常状态的响应速度。控制层面，基于深度强化学习的路径优化算法可动态调整载车板升降与横移顺序，结合充电需求预测模型，实现存取效率与能源利用率的协同优化。数字孪生技术通过构建车库虚拟镜像，支持设备健康状态实时监测与剩余寿命预测，指导预防性维护策略制定。

3.2 高效充电技术发展

充电式升降横移机械车库的高效充电技术正朝着高功率、高兼容性、高安全性方向加速演进。在功率提升方面，800V高压平台与5C超充技术成为主流，支持充电

10分钟续航460公里，充电效率逼近燃油车补能水平。同时，双向充放电（V2G）技术逐步普及，通过电能变换模块实现充电、储充、V2G等多模式混插兼容，使车库充电桩可参与电网调峰，提升能源利用率。在兼容性优化上，充电系统支持多标准接口（如CHAdeMO、CCS、GB/T）与多电压平台（400V-1000V）自适应匹配，满足不同品牌新能源汽车的充电需求。安全防护层面，高防护等级充电模块（IP65）与独立风道散热技术广泛应用，可适应高盐、高湿、沙尘等复杂环境，配合智能监测系统实时采集充电参数，实现故障预判与自动断电保护，确保充电过程安全可靠。

3.3 绿色节能技术创新

充电式升降横移机械车库的绿色节能技术正围绕能源高效利用与低碳排放持续突破。在能源供给端，光伏一体化设计成为主流趋势，通过在车库顶棚、立面集成柔性光伏板，结合储能系统（如锂电池、液流电池）实现绿电自给，部分项目光伏发电占比可达30%以上。同时，智能微电网技术通过协调充电桩、储能设备与电网的功率交互，优先消纳可再生能源，减少对传统电网的依赖。在设备运行层面，永磁同步电机与变频调速技术的普及使升降、横移机构的能耗降低20%-40%，配合能量回收装置将制动过程产生的动能转化为电能回馈电网^[3]。

结束语

充电式升降横移机械车库作为融合停车、充电与智能管理的创新解决方案，其技术要点涵盖结构安全、高效充电、智能控制与绿色节能四大维度。通过高强度钢材与多重防坠落装置保障设备稳定性，超充与双向充放电技术提升充电效率，物联网与数字孪生实现全流程智能调度，光伏一体化与能量回收系统推动低碳运营。

参考文献

- [1]潘银章.浅谈升降横移机械式停车设备现有类型及特点[J].中国高新技术企业,2021(20):174-175
- [2]樊晨.浅析升降横移类机械式停车设备的现场检验[J].消费电子,2021(7):170-170.
- [3]朱华,卢文斌.新能源电动汽车充电站发展趋势探讨[J].计量与测试技术,2021,43(03):9-11.