

新能源电动车技术在旅游观光车上的应用

简中兴 杨强 简中强 高朝文

贵州航天特种车有限责任公司, 贵州 遵义 563000

[摘要] 文章主要讲述新能源电动车技术在旅游观光车上的应用, 基于目前旅游观光车的技术现状, 以及新能源电动车的研究成果, 在传统旅游观光车上引入新能源电动车相关技术, 可实现新能源观光车较传统观光车在性能上巨大的提升, 包括爬坡能力、续航里程等, 并采用寿命较长的锂电池作为动力系统, 避免了传统铅酸电池和燃油对环境的污染, 远程监控系统可远程判断整车状态, 提前准备, 能够极大地减少整车的售后成本。

[关键词] 新能源; 观光车; 性能

DOI: 10.33142/sca.v2i3.616

中图分类号: U462

文献标识码: A

Application of New Energy Electric Vehicle Technology in Tourism Vehicle

JIAN Zhongxing, YANG Qiang, JIAN Zhongqiang, GAO Chaowen

Guizhou Aerospace Special Vehicle Co., Ltd., Guizhou Zunyi, 563000 China

Abstract: This article mainly narrates the application of the new energy electric vehicle technology on the sightseeing and sightseeing vehicle. Based on the present technical status of the tourist vehicle and the research results of the new energy electric vehicle, the new energy electric vehicle related technology is introduced to the traditional sightseeing car, which can realize the performance of the new energy sightseeing car more than the traditional sightseeing car. The long life lithium battery is used as the power system, which avoids the pollution of the traditional lead-acid battery and fuel to the environment. The remote monitoring system can judge the state of the whole vehicle remotely and prepare in advance, which can greatly reduce the cost of the vehicle after sale.

Keywords: New energy; Sightseeingcar; Performance

引言

目前旅游观光车主要分为燃油观光车和电动观光车两大类。其中电动观光车市场上绝大部分均采用酸性蓄电池作为动力, 酸性蓄电池又称为铅酸蓄电池。

铅酸电池是目前所有蓄电池中, 使用最广泛, 技术最成熟的一种电池。铅酸电池主要应用于汽车、电动车、拖拉机、小型运输机和实验室中的电源。随着我国经济的高速发展, 铅酸电池的用量将大大增加, 从而废铅酸电池的产量也在不断的增加。铅酸蓄电池的组成成分中含有铅、酸、镉、砷等有毒有害物质, 能够直接或间接对环境和人体产生危害。当其作为商品进入流通、使用和报废处置等环节时, 若使用或管理不当, 必然对安全和环境产生影响。铅酸蓄电池的安全性主要是指铅蓄电池在运输或使用过程中是否会给人们的生产、生活造成危险, 例如, 铅蓄电池发生酸液外泄时可能产生的化学腐蚀, 带电的蓄电池发生短路时, 可能引起的着火危险等。

能源危机和环境污染是当今世界的两大问题, 而大气污染的 42%来自燃油汽车的废气排放。目前, 全世界汽车每年向大气排放的有害气体多达 5 亿吨, 成为污染环境的主要原因之一。由于燃油汽车尾气排放严重污染环境, 各国对汽车污染的限制越来越严。随着环境保护概念的深入人心和国际原油供应的持续紧张, 多数发达国家的研究机构和汽车厂商都加大了对新能源汽车技术的研发投资, 以替代传统以石油为燃料的汽车, 形成了多种技术共同发展的局面, 其中部分技术已经在商业化领域取得了重要成功。

1 旅游观光车发展现状

2016 年我国观光车行业产量约 5 万辆, 同比 2015 年的 3.25 万辆增长了 42.9%, 近几年我国观光车行业产量如图 2 所示:

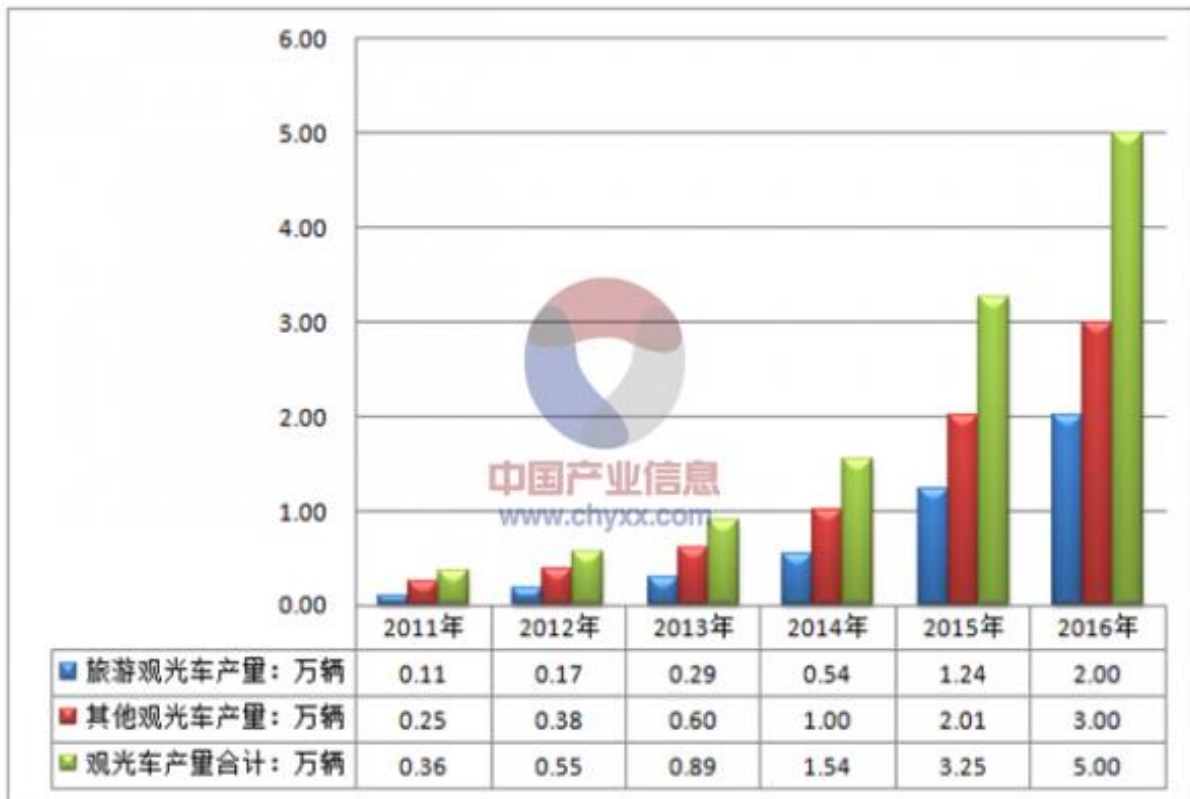


图1 观光车行业产量对比

近年来, 景区的旅游景观车作为一个新兴市场日益受到客车企业的关注, 从国内旅游行业的用车状况来看, 传统的旅游班线用车及旅游包车等增幅都有限, 尤其是旅游包车市场的车辆大多以更新为主。与此形成鲜明对比的是, 景区内交通的需求却日益增长, 目前国内的 5A 级景区正在加快“大交通建设”, 每年的景观车需求都非常旺盛, 加上还有近千家 4A 级景区中大多数都在积极申报 5A 级景区, 而 5A 级景区一个必要条件就是要有封闭式的“景区大交通”管理, 所以说旅游景观车的市场空间尤为巨大。

目前国内有一定数量的企业从事观光车的研制和生产工作, 作为一种新能源车, 国家对于发展电力车有一定的支持政策, 所以很多厂家对于生产观光车有较高的积极性。生产观光车没有技术壁垒, 也没有行业垄断, 整体处于公平竞争的阶段, 这对于发展观光车生产来说是有利的。从品牌上来看, 目前我国观光车重要品牌包括安凯客车、厦门金龙、东风汽车等多个品牌。

从观光车目前市场反应来看, 需求比较旺盛。国内很多城市都在大力发展旅游业, 老的景区有更换和新购置的需求, 新的景区有大量的购置需求, 所以市场总体来说还是有很大需求的。另外, 景区观光车还可以作为城市游览车, 能够充分发挥这种车辆的多功能用途, 这样也刺激了很多市政项目对景区观光车的购买需求。

2 新能源观光车动力系统

新能源观光车动力系统主要由“三电系统”构成, 主要划分为整车控制系统 (MCU)、电池及管理系统 (BMS)、牵引动力驱动系统。其余作为观光车辅助系统, 包含: 监控系统、车载充电机、DC/DC 电源、电动真空助力泵、电动转向 EPS、音响系统等。

2.1 整车控制系统 (MCU)

观光车电气元件较新能源纯电动高速汽车, 将整车控制器、电机控制器集中设计, 电气二合一集成研究。通过 CAN 总线控制, 实现电气系统的高度集成化。集成驱动控制系统多合一产品, 简化整车的线束, 减少线束接头, 合理利用整车空间, 减少成本, 提高整车电气系统的可靠性和稳定性。整车控制系统原理图见图 2 所示。

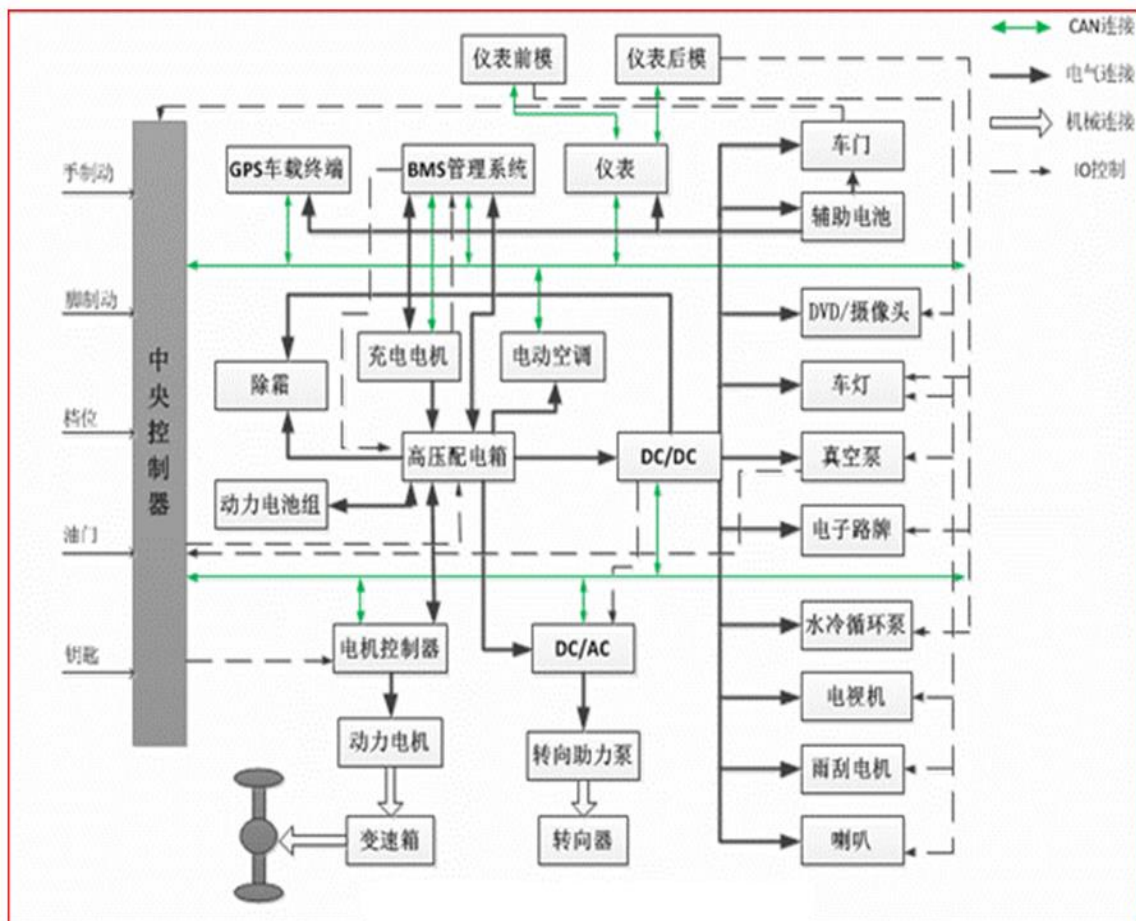


图2 整车三电系统原理

整车控制系统由能量管理、高压回路监控、热管理、多种开关量和模拟量 I/O 口设计、多路 CAN 通信口设计、宽范围电源设计、动力驱动系统、动态协调控制、牵引力控制组成。

1) 能量管理：通过动力驱动控制策略与算法、制动能量回馈控制策略与算法、整车能量管理与优化，提高整车能量管理效率。

2) 高压回路监控：整车控制带防虚接高压回路检测功能。

3) 热管理：在电机与电机控制器、电池等其他设备热管理方面，做到实施控制与管理，控制策略更合理、更安全。通过对低温环境下的动力电池加热使电池在最有利的环境温度下进行充电，监控加热过程和充电过程电池温度、充电电压、加热电流和充电电流保证电池的使用寿命和使用安全。同时放电过程对电池的放电电流、放电温度、放电电压进行监控防止电池过放，影响电池的使用寿命和使用安全。

4) 多种 I/O 口设计：整车控制器能适应多种控制设备特性，能输出高电平和低电平控制不同设备，同时输入口也能采集不同设备给出的信号。

5) 多路 CAN 通信口设计：整车控制器配置 2 路 CAN 通信口，同时通信口采用隔离技术设计，增强整车控制器的抗干扰能力。

6) 宽范围的电源设计：针对整车控制器输入电源选用范围比较宽的电源模块，能适应 9VDC 到 32VDC 的输入范围，增强整车控制器电源的通用性。

7) 模拟量 I/O 口设计：针对整车其他设备的输入输出特性，整车控制器设计了模拟量采集口和模拟量输出口。

8) 动力驱动系统主要由电机、整车控制器、减速器及高低压线束组成。整车控制器发送指令控制驱动电机，电机通过减速器连接到车轮，完成整车的动力驱动要求。电机驱动模式转换见图 3。

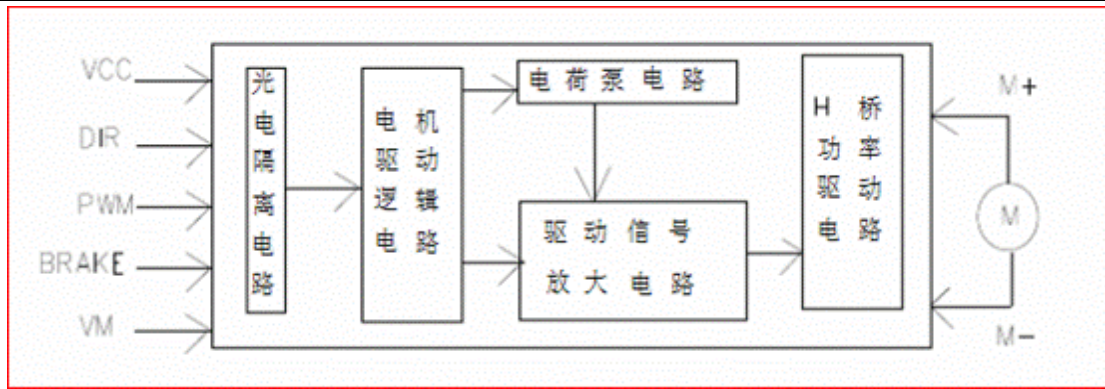


图3 电机驱动模式转换

9) 动态协调控制：在对路面驱动阻力进行识别的基础上，通过对制动踏板、电机转速、保持转速的电机负荷率以及转矩的协调控制，改善 EV 从电爬行启动车及巡航控制状态到加速踏板开度决定的转矩控制转换过程中，电机转速控制模式切换到转矩模式控制产生的扭矩冲击。

10) 牵引力控制：通过对驱动轮与从动轮转速对比，判别车轮打滑状态，结合路面附着系数的辨识结果，调整电机负荷，保证驱动轮附着性能最佳。

2.2 电池及管理系统

动力电池是由很多只单体电池通过串联和并联的方式组成，即通常说的 PACK。电池管理系统由主控模块、采集模块（从控模块）、显示模块、采集线束、通讯线束、功能线束及控制软件组成。

电池管理系统的功能主要是对电池的电压、电流、温度进行实时检测，同时进行漏电检测、热管理、电池均衡管理、报警提醒、容量计算、SOC/SOH 状态报告，还根据电池的电压、电流、温度用算法控制最大输出功率以获得最大的行驶里程，通过算法控制充电过程中的电流、电压及温度。低温下电池运用技术：改进电解质，使用多元溶剂以及寻找性能更好的锂盐。目前低温锂电池已经可以做到-30℃可以放出常温（20℃）容量的 86%以上，-20℃以上则可以达到更高的放电容量。整个电池及管理系统拓扑图如图 4 所示。

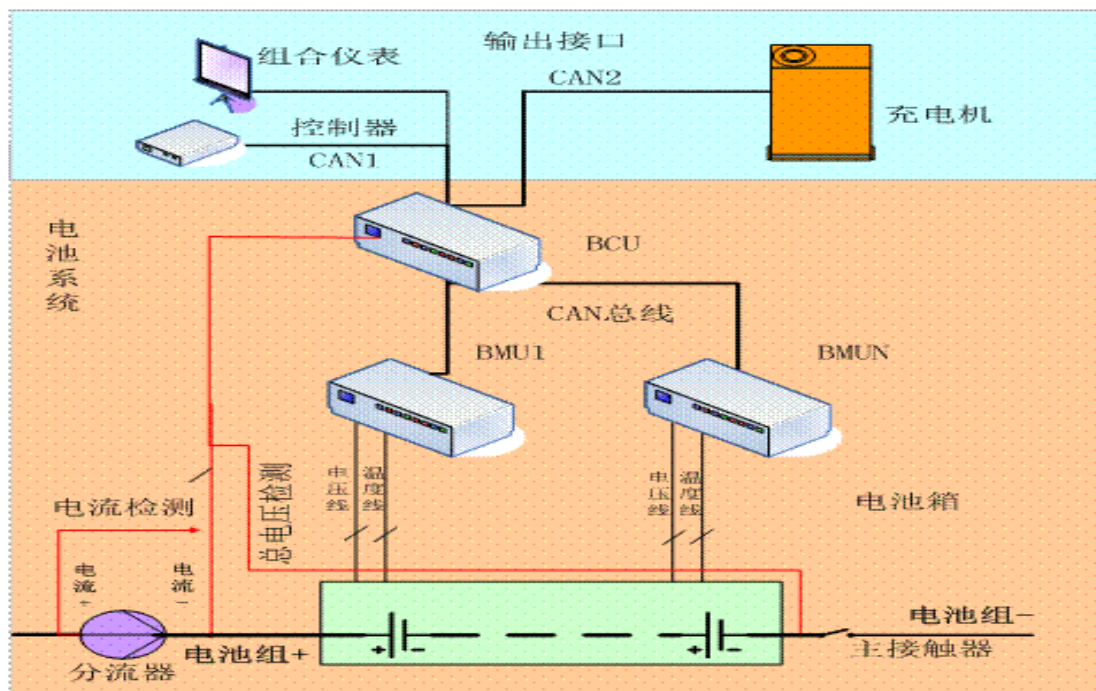


图4 电池及BMS 拓扑结构

2.3 电机驱动系统

整车驱动电机采用 10kW 永磁同步电机，控制器输出三相交流电流至电机输入端，驱动电机运行。在电机 2300rpm 以下运行时，控制器采用最大转矩电流比矢量控制策略，充分利用电机凸极效应产生的磁阻转矩，相比普通 $I_d=0$ 控制策略转矩密度更大，效率更高。而在电机 2300rpm 以上运行时，控制器采用弱磁控制策略，可大大提高电机的峰值转速和恒功率区间。另外控制器接收电机温度传感器信号，具有过热保护功能，可确保电机在各种工况下安全运行。驱动电机外形图如图 5 所示。

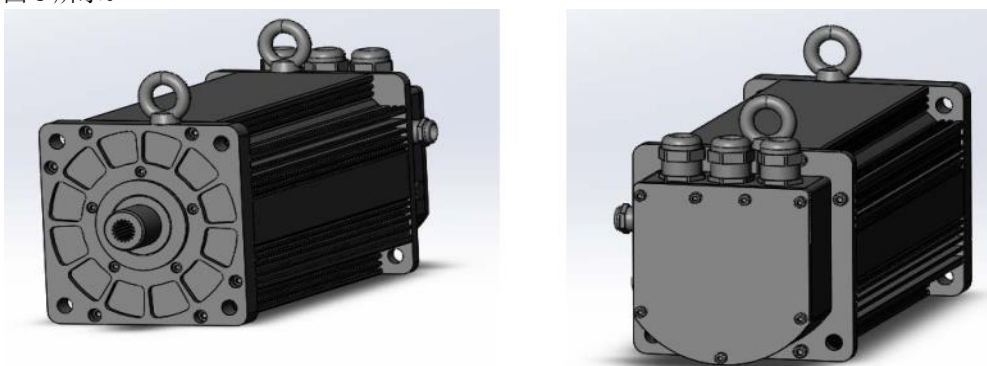
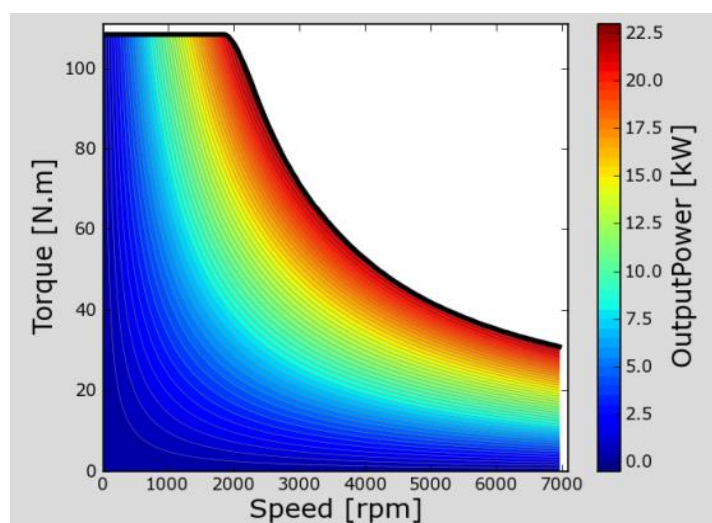
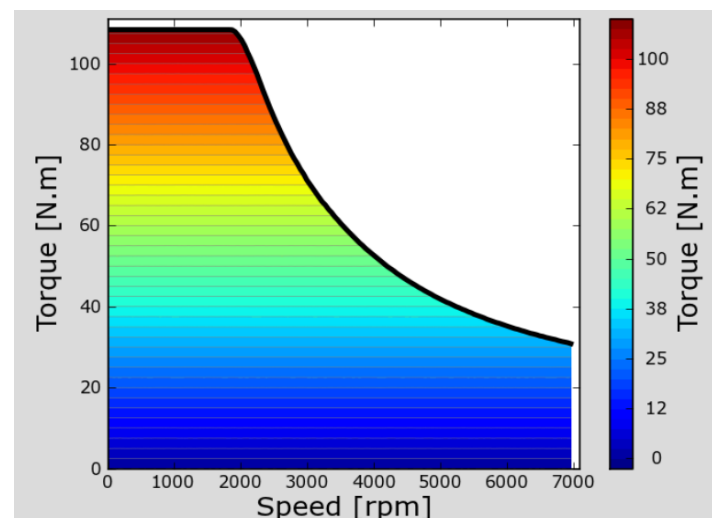


图 5 驱动电机外形

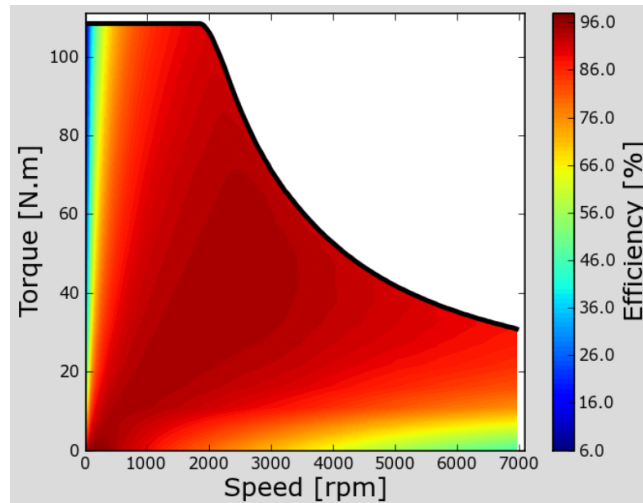
电机输出功率 MAP:



电机转速转矩 MAP:



电机转矩转速效率 MAP:



2.4 远程监控系统

远程监控系统是车载记录设备(称为车载远程监控终端)将车辆的定位信息、CAN 总线信息和故障信息,通过 GPRS/3G 无线网络,发送到远程监控中心的数据服务器,并最终可通过页面展示给工程、售后人员的系统。



图 7 远程监控系统简化图

基于“私有云”的故障诊断系统、后服务体系技术和车辆监控管理系统,依托车载设备 GPS 定位,完成 GPRS 远程传输,整车故障、电池信息采集,事故信息存储、车辆定位、故障分析、电池状态信息储存、分析。



图 8 远程监控车载终端

远程监控系统有一套完整的上位机软件,上位机软件可以显示当前车辆的位置、车辆底盘架号、电池单体信息、故障信息、使用情况(使用时间、总里程等)、充电信息等均实时显示。它的首页主要功能是车辆情况的一个总览,首页的左边部分显示了当前车辆总数,在线车辆数量,充电车辆数量以及故障车辆数量。下半部分在一张地图中显示了

各省车辆分布情况，将鼠标移动到相应的区域就会显示对应省份所具有的车辆数量。上位机首页界面如图 9 所示。



图 9 监控系统转首页界面

远程监控系统的作用：

工程技术人员：积累车辆运行的真实数据，为后续产品优化、评审零部件供应商提供数据支持；

售后人员：第一时间收到车辆故障报警，获取车辆故障前后的运行状态信息，实现远程检修、售后服务；

景区客户：提供远程、实时查询旗下车辆运营状况的能力。进一步的，未来可提供相关运营统计报告，以协助景区客户提高车辆使用效率；

集团公司：为集团公司年报提供数据依据，并可作为新能源车推广和节能减排成果的原始数据。

2.5 整车电磁兼容设计

新能源汽车电气系统采用专业抗干扰电子装置，对干扰源进行隔离，在屏蔽体的装配面处涂导电胶，在装配面处加导电衬垫，甚至采用导电金属胶带进行补救。导电衬垫可以是编织的金属丝线、硬度较低于塑型的软金属(铜、铅等)、包装金属层的橡胶、导电橡胶或者是梳状簧片接触指状物等。在不影响性能的前提下，适当调整设备电缆走向和排列，做到不同类型的电缆相互隔离。改变普通的小信号或高频信号电缆为带屏蔽的电缆，改变普通的大电流信号或数据传输信号电缆为对称绞线电缆。加强接地的机械性能，降低接地电阻。同时对于设备整体有单独的低阻抗接地。在设备电源输入线上加装或串联电源滤波器。在可能的情况下，对重要器件进行屏蔽、隔离处理，加装接地良好的金属隔板或小的屏蔽罩等。在各器件电源输入端并联小电容，以隔离旁路电源带来的高频干扰。

3 新能源观光车的应用举例

根据以往对观光车动力系统的设计经验，并结合新能源动力系统特色，如整车控制器、电池及管理系统、驱动电机系统，以及其它辅助系统，基于常规旅游观光车底盘设计改进一款新能源观光车。整车主要输入要求见表 1 所示。

表 1 整车输入要求

序号	项目	参数	单位	备注
1	额定载客人数	14	人	
2	整备质量	1220±35	kg	空车
3	最大车速	30±3	km/h	按 GB/T 21268-2014
4	最大爬坡度	23	%	
5	最大爬坡度持续长度	1	公里	
6	远程监控	GPS		

3.1 整车系统配置

根据整车主要输入要求设计整车动力配置，整车动力系统主要采用的系统配置见表 2 所示。

表 2 系统配置

序号	名称	规格/主要技术参数	数量	备注
1	整车控制器	96VDC/120A/15kVA	1	
2	电池	LiFeO4/96VDC/14.96kW·h	1	峰值电流 300A
3	永磁同步电机	96VDC/140A/38N·m/2500rpm	1	峰值扭矩 115 N·m
4	车载充电机	3.3kW/96VDC	1	
5	加速踏板	输入：12VDC 输出：0.4~4.7±0.1V	1	
6	制动踏板开关	1 路开关量	1	
7	档位换向器	0V~360V/3A	1	
8	远程监控系统	GPS 定位/3G	1	包含终端、服务器、上位机软件

3.2 整车工作原理

新能源观光车整车三电系统（除辅助系统）电气原理图见图 10 所示。

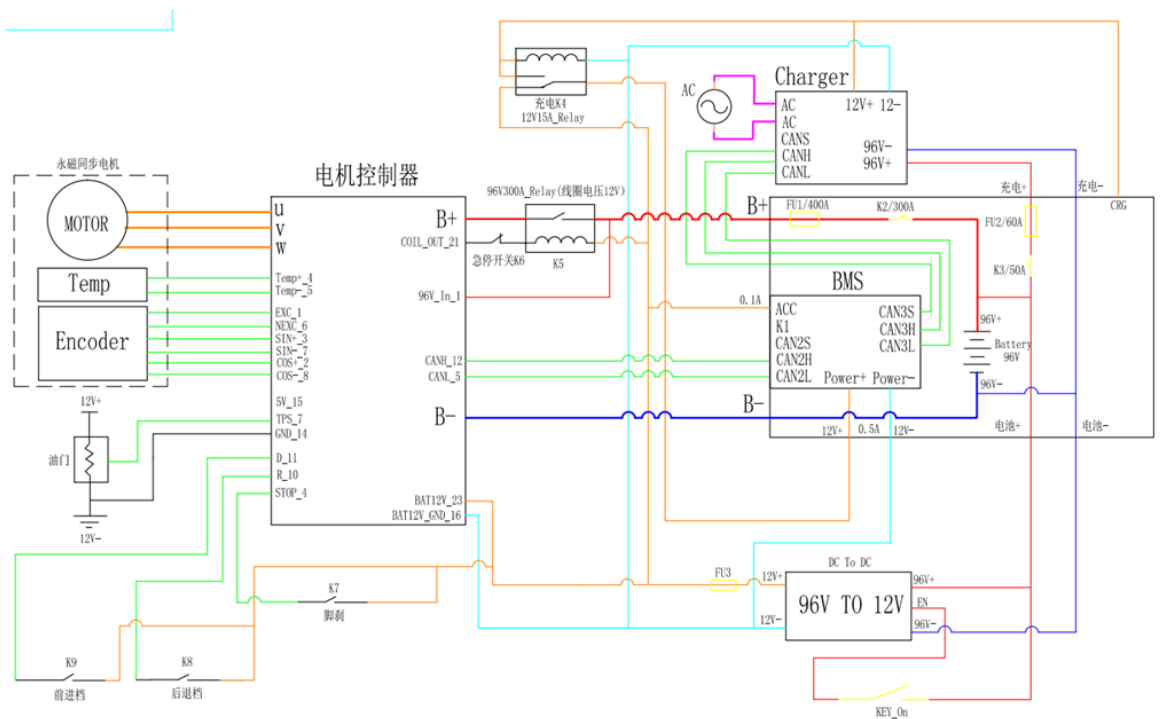


图 10 整车三电系统电气原理图

3.2.1 上电控制

1. 钥匙开关 KEY_ON 后, 电源转换器 DC/DC 接收到 96V 的使能信号, 开始工作并输出直流 12V 电源。
2. BMS 接收到 12V 电源, BMS 被唤醒。
3. BMS 判断电池无故障, 闭合 K2 继电器, 大电流输出。
4. MCU 检测到 96V 小电后, 开启继电器 K5 (main relay)。
5. MCU 与 BMS 均进入运行状态。

运行状态控制: 完成正常上高压后, BMS 通过 CAN 发送电池状态信息(根据当前电池 SOC 和温度, VCU 根据整车工作状态对功率进行分配)。运行过程中若电池系统出现故障, BMS 进行故障诊断, 并判断故障严重等级和充放电功率限制值计算, BMS 通过 CAN 上报故障并进行功率限制, 若发生导致电池不能进行充放电的故障时, 则电池充放电功率限制值变为 0, VCU 收到信息后会整车进入故障状态, 当 BMS 收到 VCU 发送高压回路紧急断开要求时, BMS 无条件执行高压回路断开。

3.2.2 下电控制

钥匙开关 KEY_off 后, 正常下电: BMS 在收到 VCU 停止信号, 断开放电继电器 2。出现四级故障: BMS 首先检测到电池存在四级故障, 然后上报故障到 VCU, 最后根据故障表进行处理(限功率为 0 或者断继电器, 视故障而定)。

3.2.3 充电控制

1. 按照车载充电协议(车载充电机 CAN 网络通信协议), BMS 检测到充电信号时, BMS 发送请求“车载充电机连接确认”给整车 VCU, 禁能电机控制器, 防止充电过程车辆误行驶造成事故; 然后控制充电接触器闭合, 保证正常充电;

2. 先恒流限压充电 $\leq 30A$, 充电末端模拟恒压充电。

3. 充电过程中, 单体最高电压达到 3.65V 时开始降电流。降流方式为: 以当前充电请求电流为基础, 每次降到 60% 电流, 等待 5S 给充电机调整充电电流, 此期间下调充电电流。最大单体电压达到 3.65V, 且充电请求电流 $\leq 5A$ 时, 充电完成, 修正 SOC 至 100%。

4. 回馈充电: BMS 收到 VCU 回馈充电信号时, BMS 发送当前最大允许充电电流, 整车匹配回馈电流。回馈充电过程中, 不可切断电池箱内放电接触器。

3.3 新能源观光车测试过程说明

在整车装配及调试结束后, 通过对观光车进行一系列试验, 来验证其功能和性能, 实验项目见表 3 所示。

表 3 试验项目

序号	项 目	备注
1	外观及装配质量检查	确保整车机械性能正常
2	结构尺寸与质量参数测量	确保满足输入要求
3	电气系统性能试验	
4	爬坡性能及坡道起步试验	
5	能量回馈及续驶里程试验	
6	远程监控系统试验	

注: 在表 3 中序号 1 和序号 2 两项均试验合格后, 方可进行剩下 4 项试验项目的测试。

3.4 测试结果

电气系统性能试验、爬坡性能及坡道起步试验和能量回馈及续驶里程试验分别见表 4、表 5、表 6 所示。

表 4 电气系统性能试验

产品型号	HT-GD14CL	产品编号	18024119
------	-----------	------	----------

试验地点	厂内试验场地	试验时间	20180510	
检查内容及要求			试验结果	结论
电气系统工作正常，包括收录机、刹车助力泵、转向助力泵、雨刮器、前组合灯、大灯、转向灯、小灯、倒车蜂鸣器、刹车灯、喇叭等。			正常	合格
仪表显示正常，包括电量、电流、电压、速度、里程、挡位及照明系统等。			正常	合格
车辆在坡道上稳定爬坡行驶，驱动电机稳定爬坡电流不超过驱动电机额定电流的2倍。			213A	合格
行驶、加速及制动全过程车辆应平稳、无异响、无抖动、无断电现象。			平稳	合格
充电系统	充电功能正常，充电过程有指示，充满自行停止。		正常	合格
	充电器插头应有容错设计、有错插功能。		有	合格
	充电过程中，车辆不能通过自身的驱动系统行驶，即充电时，车辆无法启动行驶。		满足	合格

表5 爬坡性能及坡道起步试验

产品型号	HT-GD14CL	产品编号	18024119	
试验地点	厂外试验场地	试验时间	20180510	
检查内容及要求			试验结果	结论
满载状态在坡路全速行驶时最低车速不小于10km/h。			13 km/h	合格
坡道驻车5分钟，车辆应无下滑现象。坡路起步应平稳，应无明显倒车现象。	空载车辆车头向上		无明显倒退	合格
	空载车辆车头向下		无下滑	合格
	满载车辆车头向上		无明显倒退	合格
	满载车辆车头向下		无下滑	合格
坡道停车5秒内不出现溜坡、倒退现象	满载状态		未出现溜坡	合格
	空载状态		未出现溜坡	合格
满载状态在坡路起步应平稳，应无明显倒车现象，1分钟内向上行驶距离不小于10米。			远大于10米	合格

表 6 能量回馈及续驶里程试验

产品型号	HT-GD14CL	产品编号	18024119	
试验地点	厂外试验场地	试验时间	20180511	
检查内容及要求			试验结果	结论
完全松开油门，不踩刹车踏板，观察仪表应有回馈电流，且电流大小应随初速度增大而增大。	在车初速度为 10km/h 时		11A	合格
	在车初速度为 20km/h 时		19A	合格
	在车初速度为 30km/h 时		28A	合格
空载续驶里程不低于 100 公里（无载状态下，仅增加驾驶人员 1 人）			115 公里	合格
满载许续驶里程不低于 80 公里（在空载基础上，满载乘员时的等效载荷（人均 85kg）均匀分布在乘客座椅上）			90 公里	合格

表 7 远程监控系统试验

产品型号	HT-GD14CL	产品编号	18024119	
试验地点	监控室	试验时间	20180511	
检查内容及要求			试验结果	结论
车辆基本参数信息是否准确，包括：运营时间、底盘编号、电机编号、控制器编号、历史数据			准确	合格
车辆实时数据是否准确，包括：位置、速度、总电压、总电流、里程、单体电压、单体温度、电机温度、控制器温度、充电信息等			准确	合格

测试结果：此电气系统满足该新能源观光车的输入要求。

4 结论

基于目前低速观光车的技术现状，以及新能源电动车的研究成果，在观光车上引入新能源电动车技术，可实现新能源观光车较传统观光车在性能上巨大的提升，包括爬坡能力、续驶里程等，采用寿命较长的锂电池作为动力系统，避免了传统铅酸电池和燃油对环境的污染，远程监控系统能极大地减少整车一些不必要的售后成本。新能源电动车技术在观光车上的应用具有广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1]王刚,荆旭龙,等. 新能源汽车[D]. 北京:清华大学,2015.
- [2]王庆年,曾小华,等. 新能源汽车关键技术[D]. 北京:化学工业出版社,2017.
- [3]GB/T21268-2014 非公路用旅游观光车技术条件[S]. 中国国家标准化管理委员会. 2014.
- [4]王文伟,毕荣华,等. 电动汽车技术基础[M]. 北京:机械工业出版社,2010.

作者简介：简中兴(1992-)，大学本科，助理工程师