

半挂车厢自备双电源水冷机组委托设计与安装技术规格书

一、项目概述

本项目拟为半挂车厢设计、组装并安装一套车载自备双电源水冷机组系统。该系统以水冷机组为制冷核心，配套柴油发电机组与磷酸铁锂电池组构成双电源动力与储能体系，并由能源管理系统（EMS）实现全自动智能联动控制。系统应满足车载环境下的可靠性、安全性与自动化运行要求。

二、设计依据与引用标准

本项目的设计、组装、安装及验收应遵循以下国家标准及行业规范（不限于）：

- **GB/T 21145-2023《运输用制冷机组》** ——适用于汽车、列车用，以发动机驱动或电力（电动机）驱动的运输用制冷机组，规定了机组的型式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则等；
- **GB/T 18430.1-2024《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》** ——规定了冷水机组的型式与基本参数、技术要求、试验方法等；
- **GB/T 36545-2023《移动式电化学储能系统技术规范》** ——适用于以锂离子电池为电能存储介质的移动式电化学储能系统的设计、制造、试验、检测、运行、维护等；
- **GB/T 23336《半挂车通用技术条件》** ——半挂车厢体设计应满足的相关要求；
- **GJB 79《厢式车通用规范》** ——车载电站厢体设计的相关要求。

此外，车载电站的厢体设计应满足进风量大于机组排风量与燃气量总和的要求，排风口风速应控制在和风以内（ $\leq 8\text{m/s}$ ），排风口离前方障碍物距离应在 600mm 以上。

三、系统组成与功能要求

本系统由以下四大核心子系统组成：

1. **水冷机组**（制冷核心）
2. **柴油发电机组**（动力源之一）
3. **磷酸铁锂电池组**（储能与动力源之二）
4. **能源管理系统（EMS）**（智能管控中枢）

各子系统应集成安装于半挂车厢内，实现结构紧凑、布局合理、维护便利的整体设计。

四、各子系统技术要求

(一) 水冷机组

1. 基本性能参数

参数项目	技术要求
名义制冷量	$\geq 14 \text{ kW}$
制冷方式	蒸气压缩循环水冷式
冷却水出水温度控制精度	$\leq \pm 1^\circ\text{C}$
温度控制范围	覆盖车载工况实际需求（建议 $0\sim 40^\circ\text{C}$ 可调）
运行环境温度	$-30^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$
防护等级	$\geq \text{IP54}$ （户外车载型）

2. 结构与组件要求

- 机组应包含压缩机、水冷冷凝器、蒸发器、膨胀阀、水泵、水箱等核心部件；
- 压缩机应采用工业级设计，保障长时间连续运行可靠性；
- 水箱应配备稳液装置，以应对车载环境下的颠簸工况，确保液位检测准确；
- 机组应具备漏液检测、高低压保护、过流报警等多重安全保护机制；
- 冷却液宜采用乙二醇与纯水混合液（建议比例 50%:50%），经去离子处理，电导率控制在 $< 5 \mu\text{S/cm}$ 。

3. 独立控制逻辑

水冷机组应具备独立控制逻辑，在 EMS 系统之外可独立运行，至少包括：

- 根据冷却水出水温度自动启停制冷机组；
- 温度超限报警与保护功能；
- 故障自诊断与状态输出功能。

(二) 柴油发电机组

1. 基本性能参数

参数项目	技术要求
额定功率	≥ 8 kW
品牌	玉柴 (YC) 系列或同等品质品牌
启动方式	电启动, 支持 EMS 远程自动启停控制
冷却方式	水冷
燃料类型	柴油

2. 功能要求

- 发电机组的启动与停止应接受 EMS 的统一调度控制;
- 机组应具备自动保护功能 (过载、低油压、高水温、超速等);
- 应配备必要的减震措施, 确保车载运行平稳;
- 排烟系统应符合车载环保要求。

(三) 磷酸铁锂电池组

1. 基本性能参数

参数项目	技术要求
电池类型	磷酸铁锂电池 (汽车级)
额定容量	≥ 15 kWh
标称电压	建议 51.2V (DC)
循环寿命	≥ 5000 次

参数项目	技术要求
工作温度范围	满足车载宽温域要求（建议-20℃ ~ +55℃）

2. 功能要求

- 电池组应配备 BMS（电池管理系统），实现电池状态实时监控；
- BMS 应与 EMS 建立通讯连接，实时上传 SOC（剩余电量）、电压、电流、温度等状态参数；
- 电池组应具备过充、过放、过温、短路等保护功能；
- 电池模块的布置应满足安全间距要求，能量型电池模块不宜超过 15kWh/块；
- 电池组安装应满足车载振动、冲击环境下的机械强度要求。

（四）能源管理系统（EMS）

1. 系统概述

EMS 作为本系统的智能管控中枢，应实现对各子系统的集中监控与联动控制。EMS 应具备数据采集、逻辑判断、自动控制、状态显示与故障报警等完整功能。

2. 联动控制要求

EMS 应实现以下三项核心联动控制功能：

（1）根据电池 SOC 自动启停发电机组

- 当电池 SOC 下降至设定下限值（建议 $\leq 20\%$ ）时，EMS 自动发出启动信号，启动发电机组为电池充电；
- 当电池 SOC 恢复至设定上限值（建议 $\geq 80\%$ ）时，EMS 自动发出停止信号，关闭发电机组；
- SOC 阈值应可根据实际使用需求进行现场调整；
- 应设置启动延迟与停止延迟，避免频繁启停。

（2）根据冷却水出水温度自动启停制冷机组

- EMS 实时监测冷却水出水温度；
- 当出水温度高于设定上限值时，自动启动制冷机组；
- 当出水温度低于设定下限值时，自动停止制冷机组；
- 温度设定值应可根据实际工况调整；

- 应具备温度传感器故障检测与报警功能。

(3) 根据冷却水水位高度和环境温度自动启停喷雾水泵

- EMS 实时监测冷却水箱水位高度；
- 同时监测车厢环境温度；
- 当水位处于正常范围且环境温度高于设定阈值时，自动启动喷雾水泵进行辅助降温；
- 当水位低于安全下限或环境温度低于设定阈值时，自动停止喷雾水泵；
- 水位过低时应发出缺水报警信号。

3. 系统功能要求

- EMS 应具备人机交互界面（建议触摸屏），可实时显示系统运行状态、各参数数值及报警信息；
- 应支持 RS485/Modbus 等标准通讯协议，便于与各子系统设备通讯；
- 应具备历史数据记录与查询功能；
- 应具备故障自诊断与分级报警功能；
- 应支持参数现场设定与修改；
- 系统应具备手动/自动两种控制模式切换功能。

五、系统集成与安装要求

(一) 总体布局

1. 各子系统应在半挂车厢内合理布局，保证整车的轴荷分配均匀；
2. 水冷机组宜布置于车厢前部或侧部，便于散热与维护；
3. 发电机组与电池组应分开布置，满足安全间距要求；
4. 管路与线缆布置应整齐、规范，减少占用空间。

(二) 安装要求

1. 所有设备应通过安装组件牢固固定在车厢底盘或专用支架上，满足车载振动工况下的强度要求；
2. 设备底座与安装面之间应铺设减震橡胶垫，厚度建议 10 ~ 12mm；
3. 发电机组排风口应确保通风顺畅，排风口离前方障碍物距离应在 600mm 以上；

4. 车厢进风量应大于机组排风量与燃气量总和;
5. 电气线路应符合车载电气安全规范, 做好绝缘、防护与接地;
6. 冷却水管路应做好保温与防漏处理。

(三) 车厢适应性要求

1. 车厢设计应满足《厢式车通用规范》(GJB 79) 和《半挂车通用技术条件》(GB/T 23336) 的相关要求;
2. 设备安装应考虑检修维护的操作空间;
3. 应设置必要的检修门/舱门, 便于日常维护。

六、验收要求

(一) 出厂验收

1. 水冷机组应在出厂前按 GB/T 21145-2023 及 GB/T 18430.1-2024 要求进行名义工况性能测试;
2. 制冷量应在名义工况下达到 $\geq 14\text{kW}$ 的设计要求;
3. 各子系统应分别进行功能测试, 确认运行正常。

(二) 安装后现场验收

1. 系统安装完成后应进行 72 小时连续运行测试;
2. 验证 EMS 三项联动控制功能的准确性与可靠性;
3. 验证各子系统在车载环境下的协同工作能力;
4. 验证系统在模拟颠簸、高低温等工况下的运行稳定性。

(三) 验收文档

承制方应提供以下技术文档:

1. 系统设计图纸与电气原理图;
2. 各子系统设备清单与合格证明;
3. 安装施工记录;
4. 系统操作手册与维护保养手册;
5. 出厂测试报告与现场验收测试报告。

七、其他要求

1. **质保期**：整套系统质保期不少于 12 个月，自验收合格之日起计算；
2. **培训**：承制方应提供不少于 2 个工作日的现场操作与维护培训；
3. **售后服务**：承制方应提供 24 小时技术响应服务；
4. **文档交付**：所有技术文档应以纸质版和电子版两种形式交付。

八、附件

(以下附件由承制方在方案设计阶段提供)

- 附件 1：系统总体布置图
- 附件 2：电气原理图
- 附件 3：各子系统详细技术规格书
- 附件 4：EMS 控制逻辑流程图
- 附件 5：安装施工方案