

车载式油电一体化供暖技术在流动医诊车上的应用

汪海涛¹, 蔡斌¹, 王雷¹, 刘凯¹, 王文涛²

(1. 北京福田欧辉新能源汽车有限公司, 北京 102206;

2. 北京公交集团资产管理有限公司, 北京 100161)

摘要:采用燃油加热和电液加热一体化技术分别控制专用流动医诊车在行车和驻车两种情况下的座舱供暖。试验结果表明,燃油加热与电液加热均能稳定输出,可满足车厢内采暖需求。

关键词:车载式; 油电一体化; 供暖技术; 流动医诊车

中图分类号: U463.6

文献标志码: A

DOI: 10.15917/j.cnki.1006-3331.2025.01.011

Application of Integrated Heating Technology of Vehicle-carried Fuel and Electricity to Mobile Medical Diagnosis Vehicle

WANG Haitao¹, CAI Bin¹, WANG Lei¹, LIU Kai¹, WANG Wentao²

(1. Beijing Foton Ouhui New Energy Automobile Co., Ltd., Beijing 102206, China;

2. Beijing Public Transport Group Assets Management Co., Ltd., Beijing 100161, China)

Abstract: The paper adopts the integrated heating technology of fuel heating and electro-hydraulic heating to respectively control the cabin heating under two conditions of driving and parking for a special mobile medical diagnosis vehicle. The test results show that both fuel heating and electro-hydraulic heating can stably output to meet the heating demand in the carriage.

Key words: vehicle-carried; integration of fuel and electricity; heating technology; mobile medical diagnosis vehicle

选用10米级城间客车作为流动医诊车,车内搭载医诊设备为就医条件较差的地区提供流动医诊服务。车内供暖需求要充分考虑行车供暖和驻车供暖两种情况。本文以我司生产的BJ5160XYL车型为例,介绍将燃油加热和电液加热进行一体化的供暖设计方案。

1 油电一体化供暖的总体方案设计

油电一体化供暖方案包括两种情况:

1) 医诊车出诊,车辆处于行车状态。此时若车厢内有采暖需求,开启燃油加热器,燃油加热器将水泵从发动机散热系统中吸取来的工作介质(汽车冷却液)持续加热至80℃后由管路输送至车厢内的散热器中,散热器内部的灌流风机将热量通过散热片吹散

至车厢内供暖^[1-2]。此部分为传统的供暖方案。

2) 医诊车开展诊疗活动时,车辆处于驻车状态,发动机停机。此时若车厢内有采暖需求,采用传统燃油加热的供暖方案会消耗蓄电池的电量,车载360 A蓄电池不足以支持燃油加热器长时间工作。因此,本文设计一种油电一体化供暖方案,在传统燃油加热管路中并联电液加热器,通过水路中常闭电磁阀的通断,并结合仪表中的发动机转速信号,来切换燃油加热器和电液加热器的工作状态。车辆处于驻车状态时,由车载配电柜外接380 V市电为电液加热器提供电源,开启电液加热器开关为车内供暖。以实现驻车状态下的车内采暖需求。

上述油电一体化供暖的总体方案架构如图1所示。

收稿日期: 2024-07-30。

第一作者: 汪海涛(1986—),男,工程师,主要从事智能网联热管理研究工作。E-mail: wanghaitao6@foton.com.cn。

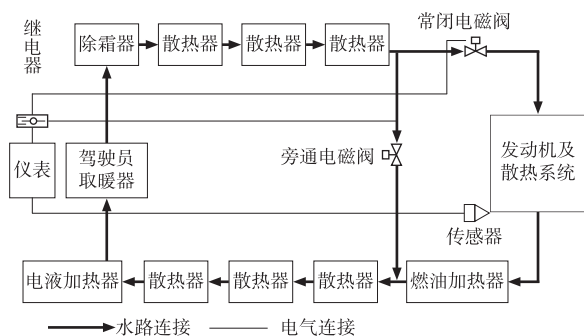


图1 油电一体化供暖方案架构图

系统基本原理为: 仪表作为控制主体, 通过转速传感器监控发动机转速, 当发动机转速 $> 150 \text{ r/min}$ 时触发上升沿, 判断为行车状态, 仪表输出正信号, 经继电器向水路中的常闭电磁阀发出开阀指令, 冷却液流经燃油加热器、左侧车厢散热器、电液加热器、驾驶员取暖器、除霜器、右侧车厢散热器后回到发动机, 此时旁通电磁阀处于关闭状态且电液加热器不启动加热, 此循环为燃油加热供暖状态。当发动机转速 $\leq 150 \text{ r/min}$ 时触发下降沿, 判断为驻车状态, 仪表停止输出正信号, 继电器复位, 水路中的常闭电磁阀关断, 旁通电磁阀打开, 冷却液流经左侧车厢散热器、电液加热器、驾驶员取暖器、除霜器、右侧车厢散热器, 此循环为电液加热供暖状态。

2 供暖系统热负荷设计

2.1 行车采暖方案热负荷计算

此车非运营车, 性质为捐赠医疗资源, 可不按运营等级评定的性能要求进行评估, 但考虑到车厢内医诊人员的采暖舒适性, 决定按基础车型 10 米级运营大客车高二级 (含) 以上性能要求, 设定额定制热量人均不小于 $2\,000 \text{ kJ/h}^{[3]}$ 。行车时承载 8~10 名医乘人员, 整车理论热负荷为 $10 \times 2\,000 = 20\,000 (\text{kJ/h})$, 即 6 kW 。医诊车上搭载的医用离心机、智能采血仪、生化分析仪、除颤仪等医疗设备最佳工作环境温度 15°C , 所以医疗设备也应计入热负荷。物质热量计算公式如下:

$$Q = C \cdot M \cdot (t - t_0) \quad (1)$$

式中: Q 为热量; C 为比热容; M 为质量; t_0 为初始温

度; t 为目标温度。

根据式 (1) 可知, 医疗设备热负荷 $Q = 2.5 \times 75 \times [15 - (-25)] = 7\,500 (\text{kJ/h})$, 约等于 2.1 kW 。此车热负荷总和为 $6 + 2.1 = 8.1 (\text{kW})$, 考虑到高寒地区管路的热量损失较大, 根据实际情况热量要增加一定余量^[4], 制热量在理论热负荷的基础上加大 30%, 故此车实际热负荷为 $8.1 \times 1.3 = 10.53 (\text{kW})$, 约等于 11 kW 。由于行业内燃油加热器最小功率为 20 kW , 因此选用型号为 YJ-Q20/2. D. FT 的燃油电喷加热器即可满足此车热负荷。

该燃油加热器工作时序为: 开启加热器, 电源指示灯亮起, 主机开始吹扫, 20 s 后点火电极供电, 点火成功后燃油主机进入正常燃烧状态。水温升至 80°C 时, 加热器停机, 当水温降至低温启动温度值 68°C 时, 加热器自动进入下一个工作循环, 以此保证所需温度。

由于所选 20 kW 燃油加热器功率远远大于所需功率, 医乘人员可根据实际需求, 通过翘板开关分别控制前、中、后三个区域散热器的工作状态, 从而达到节能的目的。当医诊车处于行车状态时, 开启 20 kW 燃油加热器, 使车厢相应区域的温度在 20 min 内提升至 $8 \sim 9^\circ\text{C}$ 。

2.2 驻车采暖方案热负荷计算

当医诊车开展诊疗活动时, 驾驶员和导诊员下车引导就医人员并维持秩序, 车内除医诊人员外, 就医人员依次上下车, 其他就医人员在车外排队等候。此时车内人数少于行车时的人数, 所以驻车时车内热需求少于行车时, 并且考虑到驻车时车载用电设备功率总和不能高于发电机组额定功率, 故选取 AC380 V/13.5 kW 电液加热器。电液加热器同样具备温度自动控制功能, 当水温达到 80°C 时加热器停止加热, 当水温降至 68°C 时电液加热器自动重启。

当医诊车处于驻车状态时, 医护人员和就医人员同样可根据实际需求通过翘板开关控制车厢前、中、后三个区域散热器的工作状态。

2.3 车内散热器选择及布置

根据车内散热器的散热功率需要与热负荷需求

相匹配的原则,选择标称散热功率为 2.2 kW 的壁挂散热器 6 个,标称散热功率为 2 kW 的驾驶员取暖器 1 个,标称散热功率为 4 kW 的除霜器 1 个。

在暖风系统设计中,车厢内散热器的布置一般采用两种方式^[5]:

1) 并联方式。即车内散热器 2 个一组,分 3 组并联。其优点是每组散热器均可独立工作,若其中一个分支管路中有空气阻碍工作液流动不会影响到其他分支管路中工作液的流动,所以不会因气阻而导致 3 组散热器均不散热。其缺点是管路布置繁琐,水管用量较多,成本相对较高^[6]。

2) 串联方式。即将发动机、燃油加热器、车内散热器、电液加热器、除霜器依次串联^[7]。其优点是管路布置路线简单,水管用量少,成本较低,管路内流阻降低,工作液可快速升温。其缺点是温度场分布不均,距离加热器最近的散热器温度最高,距离加热器最远的散热器温度相对较低,二者实测温差最高为 6℃。

经评估,此次散热器布置方式采用结构简单、成

本较低的串联方式。

3 水暖系统电气连接设计

3.1 水暖系统低压电器连接设计

1) 设备低压用电功率计算。设备低压用电功率直接决定低压供电的负荷。将车内散热器和驾驶员取暖器(低压用电功率 40 W×7)、除霜器(低压用电功率 250 W)、燃油加热器(低压用电功率 150 W)、水泵(用电功率 75 W)等暖风系统设备的低压用电功率叠加,得到低压用电总功率为 755 W。

2) 电流计算。根据电流计算公式 $I=P/V$ (P 为功率, V 为电压)可算出暖风系统低压工作电流为 $755\text{ W}/24\text{ V}\approx 31\text{ A}$ 。

3) 低压线束线径选取。根据计算出的暖风系统低压工作电流,选取对应的安全载流量为 35 A 的 4 mm² 的铜芯电源线^[8]。

4) 绘制低压线束图。根据暖风系统器件功能对线束接插件进行管脚定义,然后结合管脚定义明细绘制出如图 2 所示的低压线束图。

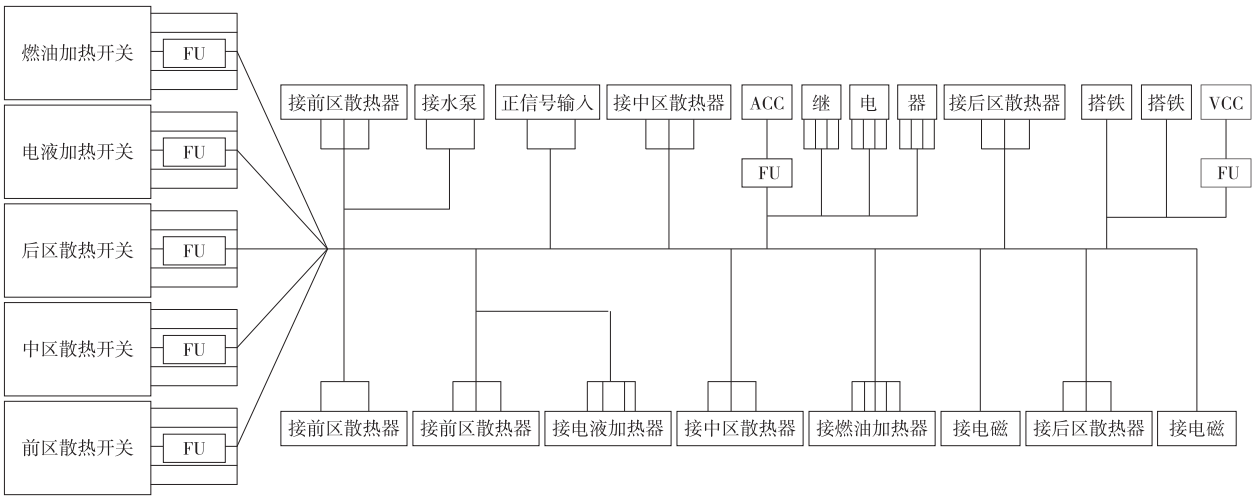


图 2 一体化水暖系统低压线束图

3.2 220 V 配电方案设计

因车内搭载了医用离心机、智能采血仪、生化分析仪、除颤仪等医诊设备,所以驻车医诊时有 220 V 用电需求。本文定向开发一款通过外接 380 V 市电或 380 V 发电机组的车载双电源降压配电柜,将 380 V 电压转化为 220 V 电压输出给医诊设备。

配电柜采用三相四线制,柜体转换开关采用德力西 DCQ3(CB 级)系列双电源自动转换开关^[9],无需人工操作即可完成常用电源和备用电源的自动转换,以保证供电的连续性和可靠性。配电柜的额定电流为 63 A,级数为 4P,按功能需求设置 9 路空开,降压配电柜的电路图如图 3 所示。

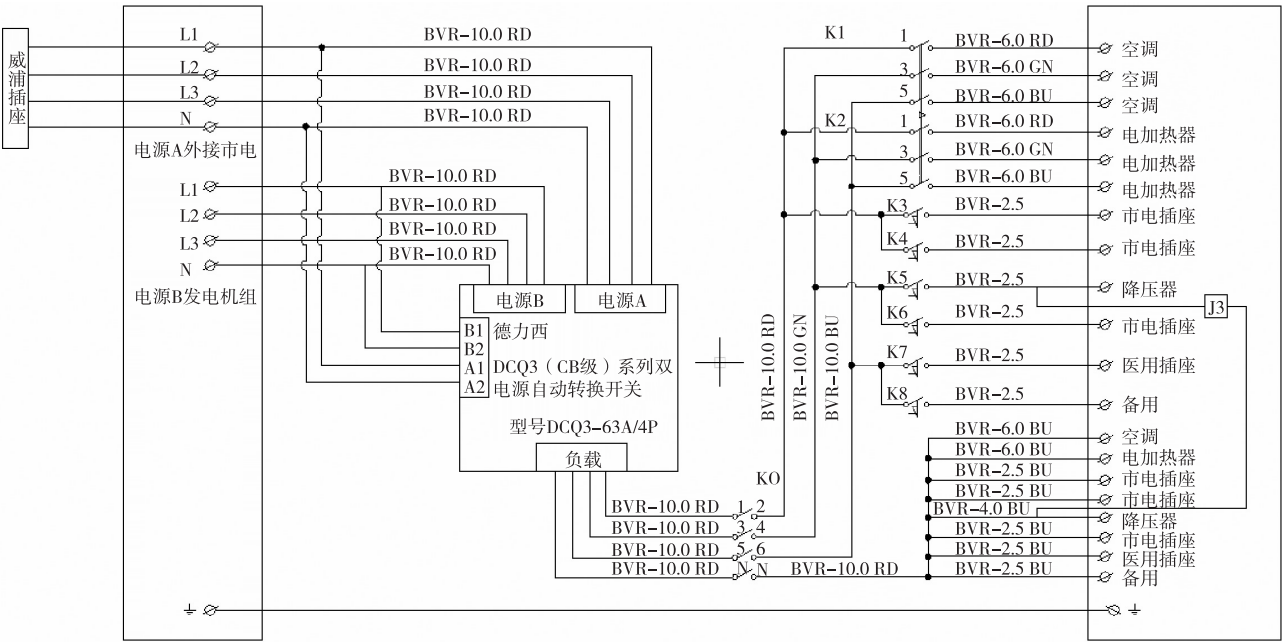


图 3 降压配电柜电路图

4 一体化供暖技术验证

为了验证油电一体化供暖技术的有效性,选取应用此方案的某 5160XYL 型医诊车在某汽车低温实验室进行实车采暖测试。测试方案为两种:

1) 对应行车工况的燃油加热方案。实验室降温至-25℃以下,打开行驶风模拟装置,模拟客车以 50 km/h 的速度稳定行驶,装载情况为 3 名测试人员。选取车厢两处座椅作为测试点,一处位于车厢中部用 C1 表示,另一处位于车厢后部用 C2 表示。记录测试点初始温度后关闭所有车门及车窗,开启燃油加热器

使水温升至 80℃,然后开启散热器保持最大风速开始计时,试验总时长为 35 min。每隔 5 min 测量并记录测试点的温度^[10]。

2) 对应驻车工况的电液加热方案。结束燃油加热测试后关停行驶风模拟装置。打开所有车门及车窗,直至供暖系统工作液和车内外温度都稳定在-25℃左右,记录测点初始温度后关闭所有车门及车窗,开启电液加热器,使水温升至 80℃,然后开启散热器保持最大风速开始计时。测点及测试方法同燃油加热方案。两种供暖方案的实测数据见表 1。

表 1 一体化供暖方案采暖实测数据

模式	测试时间/min	测点	实测温度/℃
燃油加热	0/5/10/15/20/25/30/35	C1	-25.2/-18.6/-8.2/2.0/9.2/14.1/19.2/24.8
		C2	-25.2/-18.2/-7.8/2.4/9.6/14.5/19.6/24.4
电液加热	0/5/10/15/20/25/30/35	C1	-25.0/-21.6/-16.4/-10.5/-5.2/3.3/9.6/17.1
		C2	-25.0/-21.0/-16.0/-10.1/-4.8/2.9/9.2/16.7

由表 1 可知:

1) 无论哪种供暖方式,当车厢内温度稳定后,两种供暖方式下 C1 测点与 C2 测点的温差绝对值均为 0.4℃,即其温度的不均匀性未超过±0.5℃,符合标准要求。

2) 燃油加热方式。开启 20 kW 燃油加热器 12

min 可将 45 L 供暖系统工作液水温提升至 80℃,停机 2 min 后水温降至 68℃,加热器重启。工作时序与流程符合设定要求。

3) 电液加热方式。开启 13.5 kW 电液加热器 20 min 可将 45 L 供暖系统工作液水温提升至 80℃。停机 2 min 后水温降至 68℃,加热器重启。工作时

序与流程符合设定要求。

5 结束语

在-25℃低温环境下,采用本文油电一体化供暖技术的医诊车,开启燃油加热器 10 min 内可将车厢内温度提升 10 K 以上,开启电液加热器 20 min 内可将车厢内温度提升 10 K 以上。说明油电一体化供暖技术能够保证车辆在行车和驻车两种场景下车内采暖的稳定性,解决了驻车采暖的能耗焦虑,拓宽了采暖渠道,有效降低了车辆能耗。

参考文献:

- [1] 崔勇,朱勇,陶德清. 客车独立热源水暖加热系统的布置及维护[J]. 科技创新导报,2018,15(13):111-112.
- [2] 薛德保. 便捷式纯电动客车水暖加热器设计与应用[J]. 汽车测试报告,2021,18(19):125-126.
- [3] 中华人民共和国交通运输部. 客车空调系统技术条件:JT/T 216—2020[S]. 北京:中国标准出版社,2020:10.
- [4] 李杨,周舟. 燃油加热辅助热源在商用汽车上的应用[J]. 汽车电器,2023(2):31-35.
- [5] 杨宏波,周扬帆. 传统客车暖气系统设计[J]. 汽车博览,2020(13):109.
- [6] 朱爱荣. 客车水路系统布置及其气体净化设计[J]. 汽车实用技术,2021(15):79-81.
- [7] 王瑞君. 城市客车暖风系统设计[J]. 客车技术与研究,2018,40(2):39-41.
- [8] 刘红舫. 探讨汽车线束设计思路及零部件选型[J]. 环球市场,2018(4):392.
- [9] 德力西电气有限公司. 创新引领电气供给侧改革,德力西电气再推领航者系列全新产品[J]. 电气与能效管理技术,2016(10):76.
- [10] 吕永楼,张炳力,曹皇亲,等. 某轻型客车采暖系统边界条件的研究[J]. 北京汽车,2013(4):4-8.
- [9] 杨公侠,杨旭东. 不舒适眩光与不舒适眩光评价[J]. 照明工程学报,2006,17(2):11-15.
- [10] 周琼,刘嘉梁,何芳. 汽车反光和成像分析方法及优化设计研究[C]//中国汽车工程学会. 2022 中国汽车工程学会年会论文集(5). 2022:508-512.
- [11] 张羽佳,薛伟鹏,李彦鹏. 重卡驾驶室视野分析校核方法[J]. 汽车制造业,2023(3):42-44.
- [12] 朱琳,王书雷,杨树峰. 风窗成像问题的解析研究[C]//河南省汽车工程学会. 第十五届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集. 2018:185-186.
- [13] 文学,薛志刚,林启权,等. 基于 SPEOS 的汽车中控屏防眩目仿真精度影响因素研究[J]. 汽车技术,2019(1):57-62.
- [14] 刘丰华. 车联网显示屏设计的研究[J]. 信息与电脑,2016(21):176-177.

(上接第 43 页)