

# 上海轨道交通 1 号线空调智能运维系统

樊任璐

(上海地铁维护保障有限公司车辆分公司,200237,上海//工程师)

**摘 要** 传统的车辆空调运维模式难以适应城市轨道交通网络化时期大规模车辆空调运维的要求,存在诸多问题,通过空调智能运维系统可实现空调系统的状态修。分析了目前传统车辆空调运维模式中存在的问题,介绍了上海轨道交通 1 号线车辆空调系统组成及维修成本。基于上海轨道交通 1 号线空调系统的实际情况,进行相关的硬件改造和软件开发,建立了空调智能运维系统。应用验证表明,该系统可实现基于信息化的部件状态监控、故障报警、故障预警和寿命预警。

**关键词** 城市轨道交通; 车辆空调系统; 智能运维

**中图分类号** U270.38<sup>+</sup>3

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2023.S1.028

## Shanghai Rail Transit Line 1 Air-conditioner Intelligent Operation and Maintenance System

FAN Renlu

**Abstract** The conventional vehicle air-conditioner maintenance mode has difficulty in meeting the requirements of large-scale vehicle air-conditioner maintenance in the urban rail transit networking era, and many problems are coming to existence. An intelligent air-conditioner operation and maintenance system can be used to achieve the status repair of air-conditioning systems. The problems existing in the current operation and maintenance mode of the conventional vehicle air-conditioning system are analyzed, and the composition and maintenance cost of Shanghai Rail Transit Line 1 vehicle air-conditioning system are introduced. Based on the actual situation of Shanghai Rail Transit Line 1 air-conditioning system, the hardware transformation and software development are carried out to establish an intelligent air-conditioner operation and maintenance system. Application verification shows that the system can realize information-based monitoring of component status, fault alarms, fault early-warnings and lifespan early-warnings.

**Key words** urban rail transit; vehicle air-conditioning system; intelligent operation and maintenance

**Author's address** Vehicle Branch of Shanghai Metro Maintenance Support Co., Ltd., 200237, Shanghai, China

## 1 传统空调维修模式问题分析

随着城市轨道交通车辆空调功能多样化和自动化控制需求的提升,空调系统变得越来越复杂,随着产品复杂程度的提高,传统维修策略与之不相适应的问题日益显现。传统车辆空调检修是典型的劳动密集型产业,主要依靠人工检查、记录各项信息,并根据经验制定计划修修程,定期开展检查。其弊端是维修强度大、效率低、人工成本高,难以适应大规模车辆空调运维的要求。主要问题有:

1) 过度修造成维修成本浪费。空调系统计划修通常只能通过提高检修频率和更换周期来保障空调机组可靠性及车辆舒适度。车辆空调系统是非常复杂的系统,传统计划修具有检修工作量巨大且效率不高等缺点,而且频繁检修和过度更换造成了人力资源浪费和维修成本的增加。

2) 依据经验制定计划修修程。车辆空调上有上百种零部件,传统的计划修修程主要依据空调供应商和零部件供应商的经验来指定部件的检修和更换周期,未考虑空调的实际运行环境和状态,容易造成过度修或者维修不及时。

3) 故障排查困难,故障不容易复现。车辆空调因系统结构复杂,系统或零部件一旦发生故障,因为缺乏故障前后的参数和状态数据,给故障原因分析和故障复现带来困难。根据某空调供应商提供的数据,目前车辆空调系统中存在 30% 以上无法找到根本原因的故障,所能采用的处理措施只能是更换或批量更换有故障表现的零部件,这造成了巨大的维修成本。

4) 应急响应处置难度上升。上海轨道交通目前拥有线路基地 23 座,由于基地占地面积大,因此分布于上海市比较偏僻区域,两座相距最远的基地直线距离达 100 km。基地数量多以及位置分散导致了维修资源调度、应急响应处置难度上升,这是实施集中统一检修调度的巨大挑战。



随着技术进步和相关政策支持,车辆空调也开始朝信息化、数字化和智能化的方向发展。与此同时,互联网+、大数据、云计算、人工智能、PHM(故障预测与监控管理)等前沿技术的迅速发展,也为车联网的智能化管理提供了良好

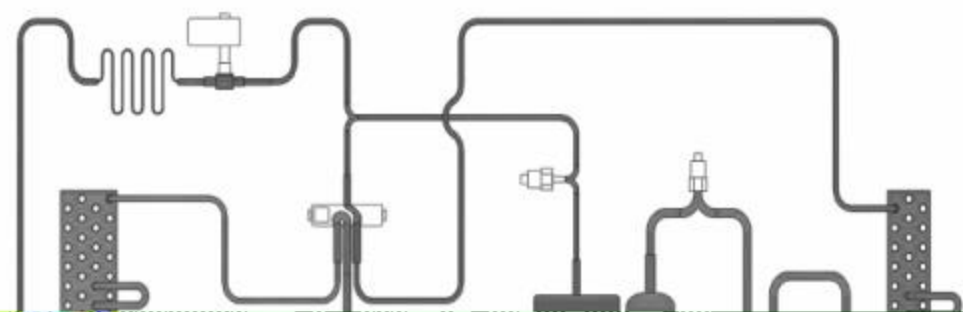


图 1 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

图 2 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

名称	规格	备注
压缩机	1.6L	原厂配件
冷凝器	1.6L	原厂配件
蒸发器	1.6L	原厂配件
膨胀阀	1.6L	原厂配件
储液干燥器	1.6L	原厂配件
制冷剂	1.6L	原厂配件
空调泵	1.6L	原厂配件
空调开关	1.6L	原厂配件
空调继电器	1.6L	原厂配件
空调保险丝	1.6L	原厂配件

图 3 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

名称	规格	备注
压缩机	1.6L	原厂配件
冷凝器	1.6L	原厂配件
蒸发器	1.6L	原厂配件
膨胀阀	1.6L	原厂配件
储液干燥器	1.6L	原厂配件
制冷剂	1.6L	原厂配件
空调泵	1.6L	原厂配件
空调开关	1.6L	原厂配件
空调继电器	1.6L	原厂配件
空调保险丝	1.6L	原厂配件

从上海别克通用 I 号别克别克空调系统图可以看出,该系统采用了变频压缩机,能够实现制冷量的连续调节,从而提高了空调系统的能效比。此外,该系统还配备了电子膨胀阀,能够实现制冷剂的精确控制,从而提高了空调系统的制冷效果。同时,该系统还配备了电子冷凝器,能够实现制冷剂的快速冷凝,从而提高了空调系统的制冷速度。综上所述,上海别克通用 I 号别克别克空调系统具有较高的能效比、制冷效果和制冷速度,能够满足用户的需求。

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

上海别克通用 I 号别克别克空调系统图,展示了该系统的整体结构和工作原理。图中可以看到,该系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等部件组成。这些部件通过管道连接,形成一个封闭的循环系统。在制冷过程中,制冷剂在压缩机的作用下被压缩,然后在冷凝器中散热,接着在蒸发器中吸热,最后通过膨胀阀回到压缩机,完成一个循环。此外,图中还标注了各个部件的规格和型号,方便用户进行维修和更换。

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

上海别克通用 I 号别克别克空调系统图,展示了该系统的整体结构和工作原理。图中可以看到,该系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等部件组成。这些部件通过管道连接,形成一个封闭的循环系统。在制冷过程中,制冷剂在压缩机的作用下被压缩,然后在冷凝器中散热,接着在蒸发器中吸热,最后通过膨胀阀回到压缩机,完成一个循环。此外,图中还标注了各个部件的规格和型号,方便用户进行维修和更换。

上海别克通用 I 号别克别克空调系统图,展示了该系统的整体结构和工作原理。图中可以看到,该系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等部件组成。这些部件通过管道连接,形成一个封闭的循环系统。在制冷过程中,制冷剂在压缩机的作用下被压缩,然后在冷凝器中散热,接着在蒸发器中吸热,最后通过膨胀阀回到压缩机,完成一个循环。此外,图中还标注了各个部件的规格和型号,方便用户进行维修和更换。

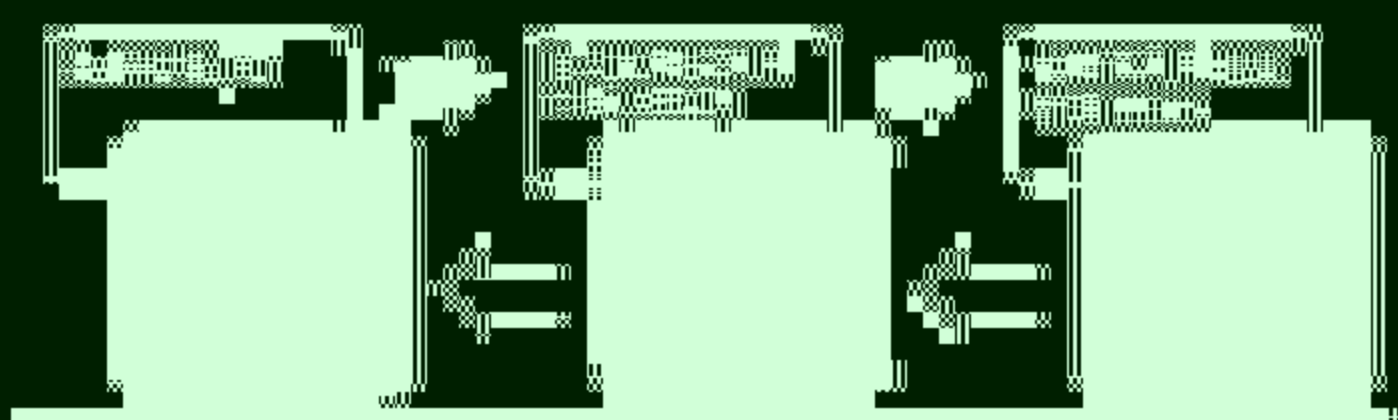


图 4 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

上海别克通用 I 号别克别克空调系统图,展示了该系统的整体结构和工作原理。图中可以看到,该系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等部件组成。这些部件通过管道连接,形成一个封闭的循环系统。在制冷过程中,制冷剂在压缩机的作用下被压缩,然后在冷凝器中散热,接着在蒸发器中吸热,最后通过膨胀阀回到压缩机,完成一个循环。此外,图中还标注了各个部件的规格和型号,方便用户进行维修和更换。

### 上海别克通用 I 号别克别克空调系统图

上海别克通用 I 号别克别克空调系统图,展示了该系统的整体结构和工作原理。图中可以看到,该系统主要由压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等部件组成。这些部件通过管道连接,形成一个封闭的循环系统。在制冷过程中,制冷剂在压缩机的作用下被压缩,然后在冷凝器中散热,接着在蒸发器中吸热,最后通过膨胀阀回到压缩机,完成一个循环。此外,图中还标注了各个部件的规格和型号,方便用户进行维修和更换。





