

研
究
开
发200 km/h 动车组水泵系统
消化吸收与国产化

王丽芳, 张 宪, 刘建宏

(北京动车段 设备车间, 北京 102160)



作者简介: 王丽芳 (1973-), 女, 工程师, 现从事动车设备维护与管理工作。

摘 要: 介绍了 200 km/h 动车组进口水泵系统消化吸收和国产化的进程和现状。具体分析了水泵系统的结构与控制原理, 对比分析了国产化泵与进口泵的差异, 介绍了水泵系统在运行中出现的问题和解决办法。

关键词: 水泵; 系统控制; 国产化; 适应性改造; 200 km/h 动车组

中图分类号: U266.2; U270.38*5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2012)02-0025-03

Digestion-absorbtion and Localization of 200 km/h EMUs Water-pump System

WANG Li-fang, ZHANG Xian, LIU Jian-hong

(Equipment Plant, Beijing Power Car Depot, Beijing 102160, China)

Abstract: Digestion-absorbtion and localization progress and existing condition of 200 km/h EMUs importing water-pump system were introduced. The structure and control principle of water-pump system was analyzed. The localization and importing pump was compared and the operating problems and solving measures were provided.

Key words: water pump; system control; localization; adaptive modification; 200 km/h EMUs

0 引言

200 km/h 动车组为我国铁路第六次提速的主力车型, 其水泵系统为国外进口。进口配件存在价格昂贵、供货周期长等问题。经过一段时间的消化吸收, 目前水泵系统已经能够实现国产化。

1 200 km/h 动车组水泵系统

1.1 水泵系统的结构

为实现给水系统的轻量化设计, 200 km/h 动车组的水泵系统集成于水箱之内。水泵安装在水箱装置的泵室内, 水泵的控制部分安装在车上配电盘内。

水泵系统由车上控制部分和泵房工作部分组成, 其中车上控制部分包括水泵控制器、水量计、水泵无触点开关、计时器和复位开关等; 车下泵房工作部分包括水泵 (内置供水压力开关、流量开关、缓冲罐)、吸气开关、水位电极、供水电磁阀、排水电磁阀等部件。通过车上控制部分与泵房工作部分的协作, 实现水泵对车内各处供水的自动控制。泵房内主要配件详细布

置参见图 1。



图 1 泵房内水泵系统结构组成

泵房内水泵系统主要部件的功能如下:

压力开关: 作用是检测水泵出水管路内水的压力, 当管路压力低于 98 kPa 和高于 127 kPa 时输出不同的信号至车上控制装置。

流量开关: 作用是检测水泵管路的流量, 当管路内水的流量小于 2.5 L/min 和大于 2.6 L/min 时, 输出信号至车上控制装置。

吸气开关: 作用是当泵水管路内无水, 水泵泵气, 检测到管路内压力低于 59 kPa 时, 输出信号至车上给水控制装置。

收稿日期: 2011-07-05; 收修稿日期: 2011-09-09

排水盖板：作用是备用水泵供水出口，这里可作为水泵内排水用。

进水阀：从水箱到水泵之间的阀门，可以打开或切断水泵从水箱内吸水。

缓冲罐：其容量为1L，内置橡胶膜，对水管路起到稳压缓冲作用。确保用水过程中水量稳定输出。

车上温水废物配电盘内水泵控制系统的主要元件分布如图2所示。

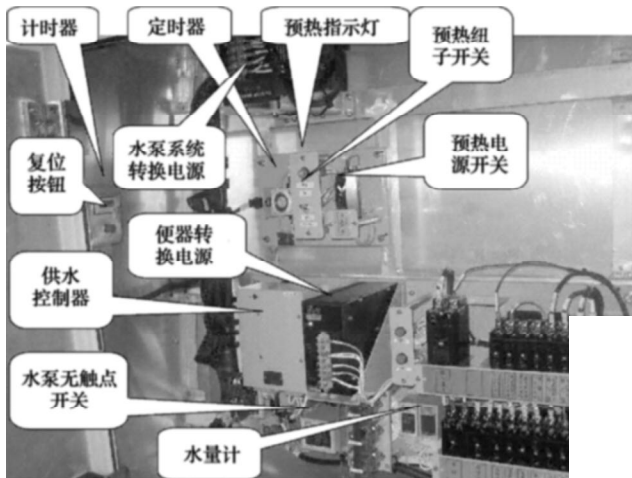


图2 温水废物配电盘主要组成

结构主要组成名称和功能如下：

供水控制器：是水泵系统的控制中心，对来自于车下泵房的供水压力开关、流量开关、吸气开关的信号进行处理，并实现对水泵动作的控制。其内部设置有8组跳线，可以对吸气开关动作后的延时和加压留置时间长度等方面进行调节设置。

水泵无触点开关：受供水控制器控制，实现水泵电源通路的接通与断开功能。

水量计：接受来自于水箱泵房内液位电极信号，对缺水情况进行处理，输出缺水信号，并与吸气开关信号输出控制一起，实现无水时停止水泵工作的功能。

水泵系统转换电源：为了防止列车过分相时断电排水问题，在供给列车交流输出AC 100 V电源同时，通过蓄电池供电直流电源DC 100 V逆变为AC 100 V，确保过分相时供水控制器工作。

计时器与水泵工作时，计时器记录水泵积累工作时间。在列车没有升弓，有直流供电的时候，水泵无触点开关指示灯亮，水泵不工作，但是计时器仍然会工作（此项为系统的一个BUG）。

1.2 水泵系统的工作原理

管路上的电磁阀相互协同控制完成水泵的供水工作：

①水泵得电时，供水电磁阀得电打开，排水电磁阀得电闭合，水泵启动；当配管内压力达到压力开关设定值127 kPa时，压力开关输出关断信号，水泵停止工作。

②正常使用中，用水时，配管内压力下降，达到压力开关设定值98 kPa时，压力开关输出开启信号，水泵启动供水；不用水时，配管内的压力达到压力开关设定值时，水泵停止工作。

③欠水时，当剩余水量低于140 L时，液位控制器检测到欠水信号，欠水指示灯亮，吸气开关起作用；当水用完配管内吸入空气时，配管内压力下降，下降至吸气开关设定值59 kPa时，吸气开关输出无水信号，水泵继续运行30 s后停止。

④水泵输出流量严格受限。水泵流量被控制在一个设定范围，一般用水设备的出水量设定值为2~6 L/min。地面试验时，完全打开出水口阀门，吸气阀提前动作，水箱不能排空；将阀门调整到一般开度，可实现吸气开关正常输出缺水信号，控制水泵将水箱内存水抽空。

给排水工作原理图参见图3。

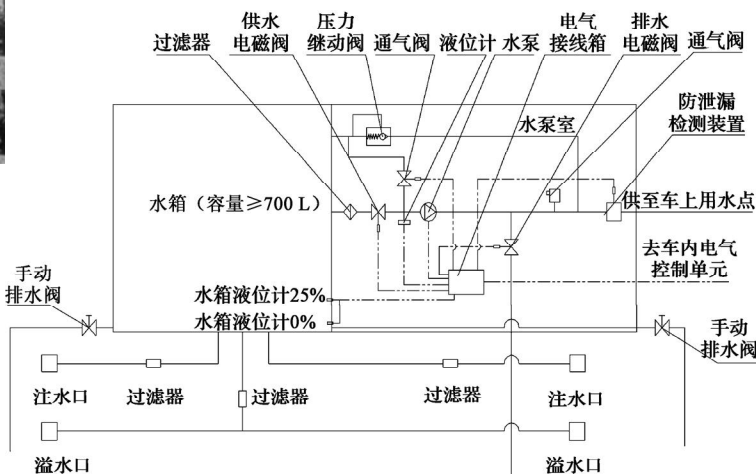


图3 给排水卫生系统原理图

1.3 水泵系统的工作过程

1) 水泵的启动和停止

电源接通时，排水电磁阀关闭，水泵开始启动；当供水管路中压力达到设定值时，压力开关（PS1）OFF，水泵停止运转。水泵开启控制流程参见图4。



图4 水泵开启控制

2) 正常使用

当车上用水时，供水管路内压力下降，供水压力开关ON，水泵开始启动；当停止用水时，供水压力开关OFF，水泵停止。正常使用水泵控制流程图参见图5。

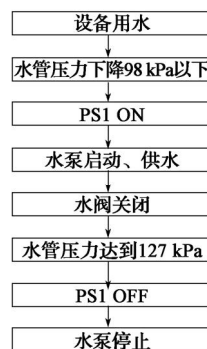


图5 正常使用水泵控制流程图

3) 缺水保护

当水箱内无水时，水泵控制系统给出无水信号，断开水泵工作电源，水泵停止工作。

当水箱再次注水后,通过水泵控制系统检测到满水位信号,使水泵电源电路复位。

4) 断电保护

电源切断后,排水电磁阀打开,供水管路中的水排至车外。

2 水泵系统的试验调试

水泵系统试验调试的内容包括运转前状态检查、运转试验、排空试验、加压留置试验、整列加压留置试验、计时器检查试验、预热试验、电伴热通电试验。其中,加压留置试验为:开加压留置开关或断开液位仪电源开关,检查泵房内是否排水。合上司机室背面的“停放”开关,检查各车辆泵房内是否排水。

3 水泵系统的优缺点分析

200 km/h 动车组水泵系统的工作机理与国内以往水泵系统不同,具有其特殊性:① 吸气开关和液位电极水位检测共同控制水箱缺水保护,使水箱内的容水可以充分利用。②流量开关和压力开关、缓冲罐配合的稳压供水策略,可以实现稳定供水,避免水泵的频繁启动和停止。③与车上用水量的准确控制相配合,确定吸气开关的压力设定值。如果改变用水设备,需要对用水量进行准确控制。④水泵模块化控制,配件更换比较方便,不对整体结构形成影响,降低维护成本。

4 水泵系统的国产化

为实现水泵的顺利国产化,前期做了多种国产化替代方案并进行了样件试制和试验等。

4.1 国产化水泵系统分析

水泵的国产化整体替换要求国产化水泵系统与原进口水泵系统的部件和全套系统能互换,国产化所有配件接口尺寸和安装外形尺寸要求与原水泵系统完全相同。国产化水泵的控制模块、外形尺寸、定位尺寸、电气接口等要与进口水泵系统相一致,满足现车使用要求。通过对国产化水泵系统和原五光水泵系统的一系列地面对比试验,国产化水泵及控制系统能够完全满足原五光水泵系统的所有功能。

五光水泵系统组成元件大部分均可通过市场采购获得,但水泵和控制模块技术为五光垄断,没有类似的技术可以借鉴。联合有关单位研制了集成化更高的PLC控制模块和TERAL水泵。为保证国产化水泵的可靠性和适用性,经过多次反复的试验调整,使得2种水泵的特性曲线达到完全一致。经过试验验证,国产化水泵在性能曲线、接口、使用条件、外形尺寸、功能构件、接口等方面与进口水泵相一致。

4.2 水泵系统对比

国产化水泵系统实现了原进口水泵系统的所有功

能,各种接口保持了与原型水泵系统的一致,能够实现现车安装、替换原泵。

1) 水泵控制器外形

原进口水泵控制系统安装在温水污物配电盘中的水泵控制器的尺寸为183 mm×162 mm×83 mm,可容纳电气元件的空间为150 mm×140 mm×78 mm,国产化水泵控制器维持在这个空间内安装PLC和2个中间继电器。

2) 电气接口

国产化水泵电气接插件采用与进口水泵控制器相同的接插件,以实现整套水泵系统维修或整体替换时的替换,不更改现车电气接口。

3) 水泵替换

根据试验报告,国产化水泵各个参数完全符合进口水泵的参数,可以替换进口水泵。国产化水泵的外形件参见图6。

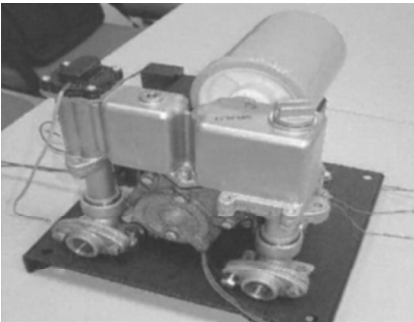


图 6 国产化水泵

4.3 国产化水泵与进口水泵的详细参数比较

水泵主要参数对比参见表1。

表1 国产化泵与进口泵的主要参数对比

控制参数	技术要求	进口（五光）水泵	国产化水泵	结论
电源电压	AC 100 V, 50 Hz	AC 100 V, 50 Hz	AC 100 V, 50 Hz	一致
水泵功率	150 W	150 W	150 W	满足要求
供水流量	3 L/min, 扬程 14 m 时	3 L/min, 扬程 14 m 时	完全一致	满足要求
供水压力	98~127 kPa	98~127 kPa	98~127 kPa	满足要求
欠水指示	140 L 以下显示缺水信号	140 L 以下时液位控制器检出报警并使吸气开关起作用	完全一致	满足要求
无水停机	水箱无水时停水泵	140 L 以下时, 吸气开关作用, 无水吸入气体时延时30 s 停机	完全一致	满足要求
控制模块		采用五光特制的单功能控制模块	采用 PLC 可编程控制器制作的模块, 尺寸和接口完全一致	满足要求, 比原车更稳定可靠, 控制灵活可扩展
水量计算	能显示用水量	利用计时器计水泵工作时间换算得到	完全一致	满足要求
加压留置	断水并排水	停止水泵运行并关闭上水阀、打开排水阀, 延时 5 min 后送加压留置信号到污物处理装置	完全一致, 延时间通过 PLC 编程器调节	满足要求

(下转第85页)

8) 资料归档

实现对铁道部、铁路局、站段各类红头文件及规章制度的存储与管理。

9) 新闻通知

以分栏目的形式, 对各类新闻、图文、通知等进行查询和管理。

3.2 基于J2EE 3层体系的开发应用

选择Tomcat5.5为J2EE容器, 采用Struts框架来完成应用开发, 开发步骤如下:

①使用MyEclipse5.5为系统开发工具, 完成与Tomcat5.5容器、JDK1.5编译环境的配置;

②建立hibernate配置文件hibernate.cfg.xml, 声明系统获取连接的连接名;

③建立数据操作对象model;

④使用hibernate建立对象model与oracle数据库之间的对应关系;

⑤建立hibernate获取数据库连接的java类;

⑥创建ActionForm, ActionForm是数据表单的对象实现, 是页面与后台进行数据交互的会话类;

⑦创建Action, 完成其executive()方法, 经调用数据操作类中的函数实现业务逻辑的程序控制;

⑧创建JSP实现系统的页面表示, 调用Struts标签库实现与ActionForm的数据通信;

⑨配置Struts-config.xml, 完成action、ActionForm和JSP之间的控制过程。

系统在开发过程中, 首先完成系统功能模块的划分, 系统数据结构的设计, 并根据模块和结构需要处理的内容来设计ActionForm和Action类, 以及表现处理结果的JSP页面, 同时配置Struts-config.xml文件; 然后将界面设计和数据处理完成分离, 在JSP页面中使用Struts标签库, 使页面避开Java脚本代码。这种3层结构的设计是一种非常有效的逻辑结构, 具有不少优点, 在系统具体开发过程中, 由于业务逻辑层与表现层的分离, 当业务逻辑发生改变时, 只需要改动服务器端的业务逻辑即可。

4 结语

通过采用J2EE技术建立起一套完整的针对LKJ车载设备的数据采集、数据分析和数据处理的信息系统, 构筑了LKJ车载设备的综合管理信息平台, 规范了LKJ芯片换装、机车卡控等工作, 确保了铁路运输安全。该系统目前已在南昌铁路局推广应用。

参考文献:

- [1] 孙卫琴. 精通Struts: 基于MVC的java Web设计与开发 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国铁道部. 列车运行监控装置(LKJ)运用维护规则 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [3] 杜耀文. 基于J2EE的大型新闻图片图表管理系统 [J]. 北京工商大学学报, 2004 (3).
- [4] 陈 阳. J2EE的三层体系结构在管理信息系统的应用 [J]. 兵工自动化, 2006 (10).

(上接第27页)

5 水泵系统适应性改造

由于动车组冬季在室外长时间存放、维护条件不完善, 泵房内的水泵易冻结损坏。在实施“加压留置”操作, 排水阀排空水箱后, 水泵至供水电磁阀间的管路、水泵出水口侧内腔体和水泵进口侧内腔体内仍有存水。另外由于水质和水箱内部焊渣等问题, 杂质容易堵塞水泵, 造成水泵叶轮卡滞或损毁等。根据运营中存在的问题, 对水泵系统进行了加改:

①为解决水泵冻结, 将供水管出口处连接改为三通, 引管路到泵房外, 增加排水阀。排水阀位于注水口下方, 只要打开注水检查门就可以进行排水。另外为改善泵房内水管冻结问题, 在泵房内的管路上增加1根功率25 W的伴热线。

②为解决水泵堵塞问题, 在水泵的吸水口管路上增加过滤措施, 防止水箱内部杂质进入水泵。

③在水泵进水口处增加排气阀, 解决水泵启动时排气不畅和空转现象。

④其他, 目前发现水泵损坏主要是由水泵润滑和

散热不当造成的, 问题的彻底解决亟待进一步研究。

6 结语

在200 km/h动车组给水系统的消化吸收过程中, 经过不懈努力基本掌握了水泵系统的结构组成、工作原理、配件特性等, 补充完善了水泵系统的调试试验内容, 明确了水泵系统各项参数设置方法, 掌握了动车组供水型式的设计机理。通过一段时间的线路运营逐渐暴露出水泵系统的适用性问题, 包括水泵卡塞烧损、水泵配件冻坏、排水困难等问题。目前正在对这些问题进行改造处理及进一步调查研究。

进口水泵系统已经应用于200 km/h动车组, 但其配件价格昂贵, 供货周期长, 给维修造成很大的困难。鉴于以上情况, 对从各个方面进行系统替换提出了完整的方案。国产化的水泵系统不仅在性能方面完全符合原车要求, 而且在控制灵活性和稳定性方面更要优于原车进口水泵系统。从以上可以看出无论从水泵安装方面还是从水泵功能、电气接口方面和显示面板方面, 国产化水泵都可以完全实现对进口水泵的替换。