

窄轨电机车型式试验装置研制

张建宏¹, 张小平², 尹翔²

(1. 湘潭市质量技术监督信息管理所, 湖南 湘潭 411104; 2. 湖南科技大学 先进矿山装备教育部工程研究中心, 湖南 湘潭 411201)

摘 要: 根据窄轨电机车型式试验要求, 研制了一套专用的型式试验装置. 介绍了该试验装置的基本结构与工作原理, 改进了传统试验电源的主电路结构并设计了相应的斩波稳压控制环节, 开发了系统控制软件并研制了相应的实验装置, 最后结合电机车产品对该试验装置进行了各项性能测试, 结果表明: 该试验装置完全满足电机车有关型式试验项目的试验要求, 具有较高的应用价值.

关键词: 窄轨电机车; 试验装置; 型式试验

中图分类号: TD524.3

文献标志码: A

文章编号: 1672-9102(2015)01-0064-05

Development of test device for narrow gauge locomotives

ZHANG Jianhong¹, ZHANG Xiaoping², YIN Xiang²

(1. Xiangtan Municipal Information Management of Quality and Technology Supervision, Xiangtan 411104, China;

2. Engineering Research Center of Advanced Mining Equipment, Ministry of Education,
Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: A set of type test device for narrow gauge electric locomotive is developed according to the requirements of type test. In this paper, the basic structure and operation principle of the test device are introduced. The main circuit structure of the traditional test power supply has been improved, and the relevant chopper regulator control circuit is designed. In addition, the software of the whole control system and the corresponding test device are developed. Finally, various performance tests of locomotive are carried out. Results show that the test device fully meets the requirements of type test for narrow gauge locomotive, which has a high application value.

Key words: narrow gauge electric locomotive; test device; type test

随着国民经济的快速发展,对矿产资源的需求量迅速增加. 窄轨电机车作为矿山运输的一种重要工具,因具有运载量大、无级调速、运行平稳等特点而在矿产资源开采中得到了广泛应用^[1,2]. 为保证窄轨电机车各项性能指标满足技术要求,必须在其出厂前进行型式试验,因而满足其型式试验要求的试验装置便成为窄轨电机车生产厂家或专业检验机构必不可少的试验设备. 文中介绍的试验装置即根据窄轨电机车的型式试验要求专门研制而成^[3,4],其成功研制对提高窄轨电机车产品质量,保证窄轨电机车在矿山的安全运行具有重要意义.

收稿日期: 2014-06-09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51477047); 湖南省科技重大专项资助项目(2014FJ1004)

通信作者: 张建宏(1969-), 女, 湖南湘潭人, 高级工程师, 研究方向: 电气工程. E-mail: 13007321332@163.com

1 试验装置基本结构与工作原理

该试验装置包括机械系统和电气系统2部分,其基本结构与工作原理分别介绍如下。

1.1 机械系统基本结构与工作原理

该试验装置的机械系统基本结构如图1所示。图中:1为轨道轮,2为万向十字联轴器,3为扭矩传感器,4为齿轮箱,5为同步带,6为负载电机,7为飞轮装置。当被试电机车司控处于牵引状态时,由电机车带动轨道轮旋转,轨道轮经万向十字联轴器与扭矩传感器联接,再经齿轮箱增速,控制负载电机带动飞轮装置转动,实现电机车带负载运行。由安装在增速齿轮箱另一端输出轴上的同步带实现2电机的转速同步。当被试电机车司控处于制动状态时,由负载电机和飞轮装置经齿轮箱减速后,带动轨道轮旋转,轨道轮再带动电机车运转,直至在电机车的制动力下减速并停止运转。牵引和制动过程由负载电机模拟电机车的摩擦阻力,由飞轮模拟电机车的惯性。在进行最大牵引力试验时,启动电机车至全电压运行状态,并逐渐加重负载电机载荷使电机车减速,直至车钩牵引力达到设定的最大牵引力,并同时测量轨道轮的扭矩,得到轮缘牵引力。

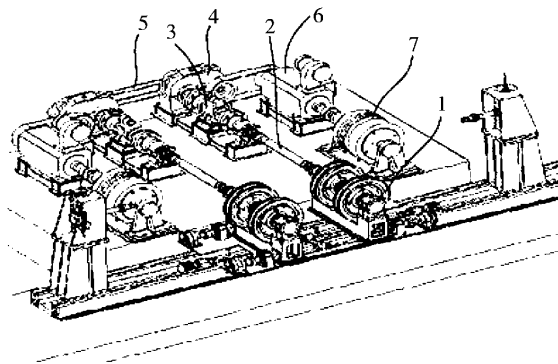
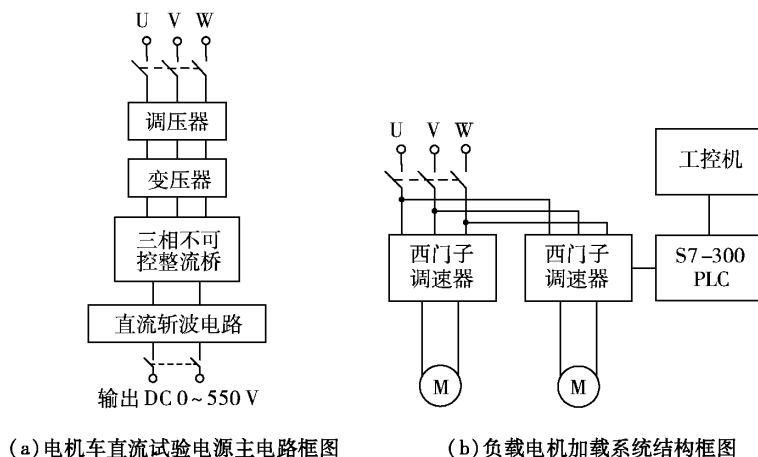


图1 试验装置机械系统结构图

1.2 电气系统基本结构与工作原理

电气系统总体结构框图如图2所示。其中:图2(a)为电机车直流试验电源主电路框图,图2(b)为负载电机加载系统结构框图。电机车直流试验电源由三相交流电源、感应调压器、隔离变压器、三相不可控整流桥及直流斩波稳压电路构成^[5,6],其基本工作原理是:电网三相交流380V电压经感应调压器、隔离变压器及三相不可控整流桥变成直流,再由斩波稳压电路得到0~550V之间可调的直流电压供电机车试验用。负载电机加载系统由西门子直流调速装置、S7-300 PLC及工控机等构成,由西门子直流调速装置将三相交流380V电压整流成直流电压供给负载电机,S7-300 PLC用于实现对整个系统的控制,并通过工控机设计出友好的人机界面实现对系统的参数设置、状态显示及远程监控等功能。



(a) 电机车直流试验电源主电路框图

(b) 负载电机加载系统结构框图

图2 电气系统总体结构框图

2 电机车直流试验电源主电路设计

电机车传统直流试验电源主电路大多采用感应调压器调压结合三相不可控整流的结构形式,这种结构由于感应调压器存在特性软及调节速度慢等缺陷,致使其在带负载时出现输出电压下跌严重及在调压过程中存在电压波动大等问题,给正常的产品试验造成了极为不利的影响。为此,本系统在上述三相不可

控整流的输出侧增加了一个直流斩波稳压环节,则有效解决了传统直流试验电源存在的上述问题,其中主电路的具体线路如图 3 所示^[7,8].

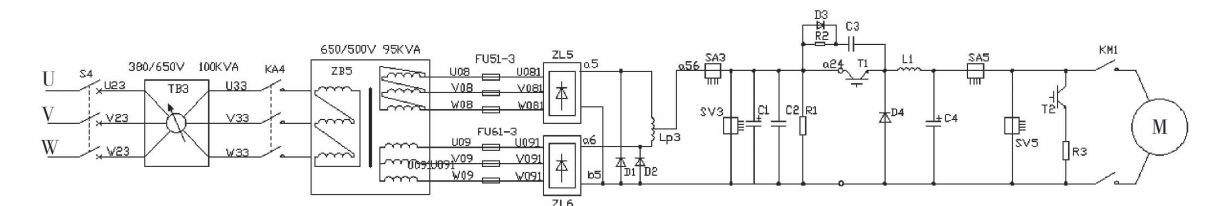


图 3 电机车试验电源主电路图

而对于图 3 中的斩波稳压环节,其斩波稳压控制电路原理框图如图 4 所示^[9,10]. 该控制电路主要由单片机完成其控制功能,PLC 则用于对整个系统进行控制,包括给单片机提供相应的控制参数与控制指令,其基本工作原理为:在电机车带负载试验前,PLC 先根据设定的试验电压及升压系数,通过调节调压器使整流桥的输出电压调整到设定值,再由斩波稳压电路将输出电压调整到要求的试验电压;在进行带负载试验时,由于调压器的特性软而使输出电压产生下跌,则斩波稳压电路可将输出电压迅速调整到正常值,从而确保负载试验的正常进行. 图中电压传感器用于实时检测直流侧电压以实现直流电压的闭环控制,电流传感器主要用于检测输出电流以实现试验装置的过载保护. 另外,该系统还具有能耗制动环节,即在制动时单片机控制制动环节 IGBT 开通,从而实现电机车的能耗制动的目的.

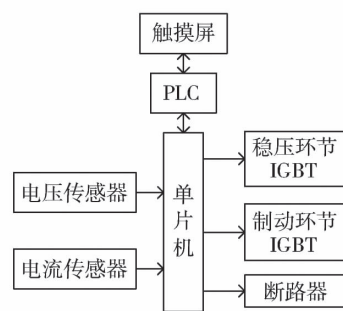


图 4 直流斩波控制电路原理框图

3 控制软件设计

该试验装置控制软件包括 PLC 控制软件和斩波稳压环节单片机控制软件,其主要控制流程分别如图 5 和图 6 所示.

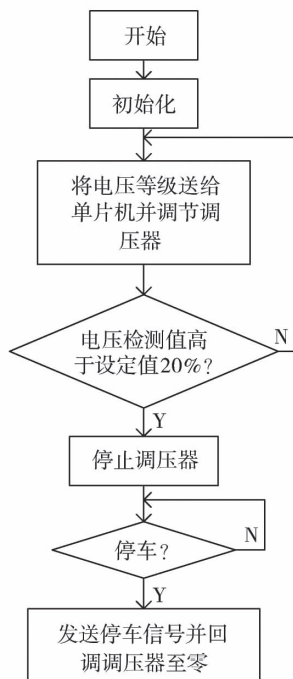


图 5 PLC 程序流程图

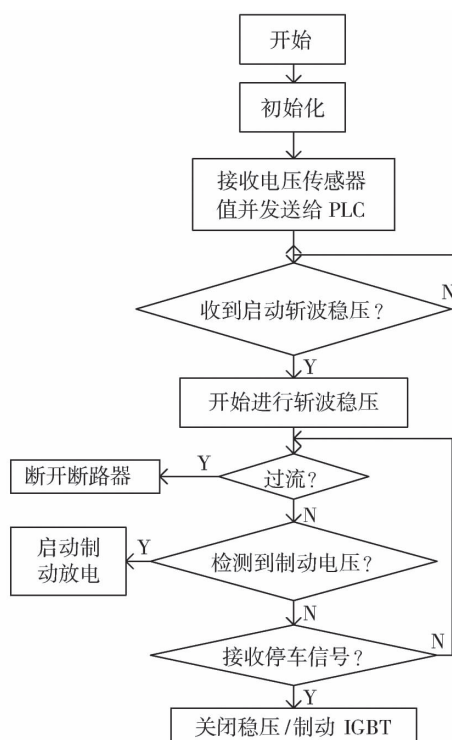


图 6 单片机程序流程图

4 装置试验

窄轨电机车试验装置可进行运行试验、启动和加速、牵引性能、最大牵引力、单机制动、机械制动、电气制动、供电中断和电压突变、过载、效率特性、起制动电阻温升等试验项目,下面介绍其中运行试验、最大牵引力试验和单机制动试验的基本情况。

1)运行试验:首先通过工控机输入电机车粘着重量、额定电压、额定速度和最大速度等值,然后电机车以额定速度往前/后方向各运行 15 min,再以最大速度各运行 20 min,最后由工控机观察各部位轴承与减速箱润滑油温升。运行试验界面如图 7 所示。

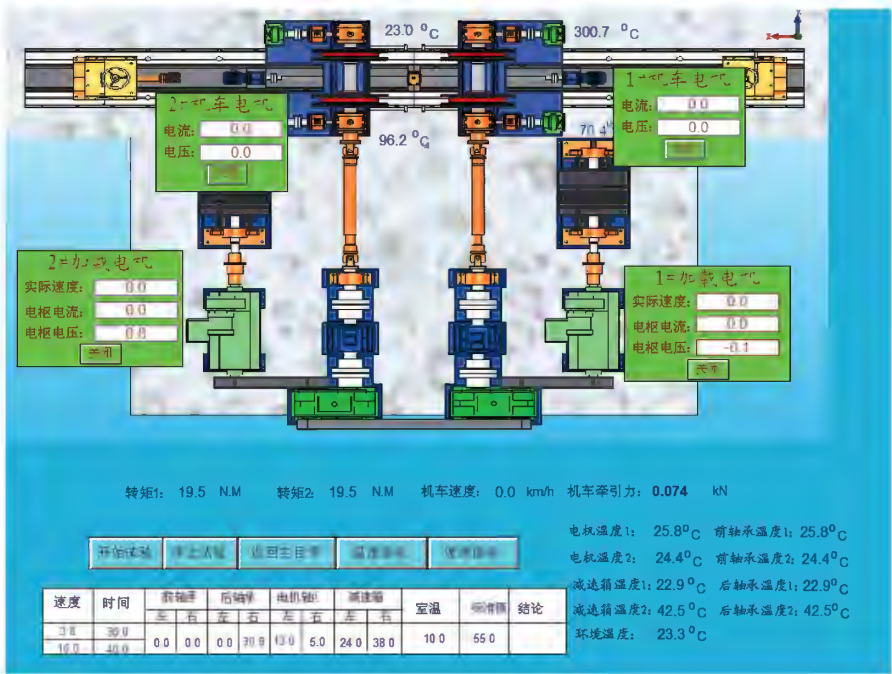


图 7 运行试验界面

2)最大牵引力试验:启动电机车至全电压运行状态,并逐渐加重载荷使电机车减速,直至车钩牵引力达到设定的最大牵引力,并同时测量轨道轮的扭矩,得到轮缘牵引力。最大牵引力试验界面如图 8 所示。



图 8 最大牵引力试验界面

3) 单机制动试验: 采用负载电机模拟电机车的摩擦阻力和飞轮模拟电机车惯性, 将电机车启动并加速至最大速度, 如加上全电压后仍达不到最大速度, 可以增加网压, 然后将电机车转换为制动状态, 检测制动距离和制动时间。单机制动试验界面如图 9 所示。



图 9 单机制动试验界面

5 结论

1) 该试验装置在传统试验电源主电路的基础上增加了一个直流斩波稳压环节, 有效解决了带负载时输出电压下跌严重及调压过程中电压波动大等问题。

2) 除最小曲线半径试验项目外, 经过试验比对, 该试验装置可替代传统的试车线试验, 有效降低了试验成本, 简化了试验过程。

3) 该试验装置能应用于各类窄轨电机车的型式试验项目, 包括运行试验、启动和加速特性、牵引性能、制动性能、供电中断和电压突变、过载、效率特性等试验, 具有较高的应用价值。

参考文献:

- [1] 王彩虹. 架线式窄轨交流矿用电机车的改造及应用[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(9): 278-279.
- [2] 林范坤. JJK14-6/550 型交流窄轨架线式电机车[J]. 电力机车与城轨车辆, 2004, 27(1): 16-18.
- [3] 刘纷纷, 吴军辉, 王重秋. 惯量电模拟在矿用电机车制动器试验台中的应用[J]. 矿山机械, 2011, 39(3): 27-30.
- [4] 崔述凯, 刘纷纷. 矿用电机车制动器试验台的设计[J]. 煤矿机械, 2010, 31(8): 160-161.
- [5] 郭凤仪, 史艳影, 王建跃, 等. 矿用电机车直流斩波调速系统的研究与实现[J]. 测控技术, 2011, 30(10): 40-43.
- [6] 李立平, 韩兵欣. 矿用电机车直流斩波调压的仿真研究[J]. 电气技术, 2008(7): 17-20.
- [7] 程正梅, 郭小定, 陈晓可, 等. 矿用小机车新型试验电源稳压电路仿真[J]. 矿业工程研究, 2011, 26(2): 57-60.
- [8] 高艳丽, 孙阳, 刘迪. 基于 DSP 的直流斩波电源的设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2012(4): 78-80.
- [9] 李军生. 单片机控制的直流斩波电路[J]. 宝鸡文理学院学报, 2004, 24(1): 57-59.
- [10] 樊永杰. 一种基于 PLC 的直流电机车智能控制系统[J]. 煤矿机电, 2012(4): 80-81.