

轻轨转向架分离设备液压升降平台的改进

于 今, 蒲亨林

(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400030)

摘要: 轻轨转向架分离设备液压升降平台作为轻轨车辆的检修维护设备,已在重庆市轻轨二号线中投入使用,经过一段时间使用,发现该升降平台存在基准面对位精度差的缺陷。针对该液压升降平台对位精度不足的问题,在充分吸收原有设备优点的基础上,采用带位置检测的液压缸和比例阀来替代原液压系统中所采用的三级油缸和普通电磁换向阀,同时运用闭环同步控制技术,完善了该液压系统的同步控制策略,对该升降平台液压系统进行了优化改进。研究结果表明,改进后该液压升降平台的沉降梁基面与水泥地面梁基面对位精度达到水平错位小于2 mm,左、右错位小于3 mm,对位精度满足该设备的设计性能要求,可实现该液压升降平台的高精度、平稳和可靠运行,可为轻轨车辆连续运营提供可靠保证。

关键词: 轻轨;转向架分离设备;液压升降平台;系统控制策略

中图分类号: U239.3;TH137;TH39 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)08-0920-03

Improvement on hydraulic lifting platform of light rail bogie separation equipment

YU Jin, PU Heng-lin

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Aiming at poor positional error problem arisen in the course of using the hydraulic lifting platform (a kind of bogie separation devices has been employed in the light rail No.2 line of Chongqing Municipality as the key maintenance equipment for light rail vehicles), a set of corresponding solutions were introduced to improve the hydraulic system of the lifting platform, the advantages of original system were retained, hydraulic cylinders with position detection and proportional valves and the closed loop synchronous control technology were used in the improved system, the multi-stage hydraulic cylinders and ordinary electromagnetic valves in the original hydraulic system were replaced. The results indicate that the horizontal plane positional error between the lifting beam and the track beam is less than 2 mm, the side plane positional error is less than 3 mm after the improvement, the lifting platform could run smoothly in a reliable status with high accuracy, ensure the continuous operation of the light rails.

Key words: light rail; bogie separation device; hydraulic lifting platform; system control strategy

0 引 言

轻轨交通作为一种中低运量的公共交通系统,在欧洲等地得到了普及^[1],目前在我国逐渐得到了推广应用,北京、上海、重庆等大中城市均有投入运营的轻轨车辆交通系统。轻轨交通系统不仅可以弥补常规公交系统运量不足的缺憾,还可以规避因地铁建设投资大(地铁建设成本是轻轨的2~3倍)、周期长的风险,同时也为中小城市建设新型、快捷的交通系统提供很好的

选择^[2]。由于我国轻轨交通系统发展起步较晚,整体装备水平相对国外还有一定的差距,在某些关键设备上还需要进口。因此,实现轻轨交通系统整体设备的自主化研制已成为发展轻轨产业的迫切任务^[3]。转向架作为轻轨列车的核心设备,经过一段时间使用后,需要得到定期的维护和检修,同时橡胶轮胎在水泥地面上(PC梁上表面)行驶磨损较大,需定期更换,而且还必须定期进行轮胎充气。但由于轻轨列车车体下的空间设计非常紧凑,无法直接进行轮胎更换或相关检修

工作,工作人员必须将转向架与车体分离,然后用专用换轮设备进行相关作业,更换或检修完毕后,再将转向架装回车体^[4]。

为了完成上述工作,本研究设计制造相配套的转向架分离设备,从而保证轻轨车辆的连续运营。

1 现有转向架分离设备性能分析

转向架分离设备作为保证轻轨车辆正常运营的关键维护设备,初期的研制工作主要是参考国外同类产品,重庆市轻轨二号线转向架分离设备的升降平台采用两个三级液压油缸作为动力源来实现升降动作,同时采用齿轮齿条的机械刚性连接,保证沉降梁基准平面与PC梁基准平面的位置精度^[5]。

该液压升降平台经过一段时间的使用后出现如下问题:

(1) 三级油缸活塞表面有磨损,在使用过程中两个油缸的位置同步性差;

(2) 水平保持机构中导轮等零件磨损严重,沉降梁基准平面与轨道梁基面的对位精度较差;

(3) 升降平台受到过度偏载,导致平台出现偏斜,使得平台运动平稳性和基准面对位精度不足,同时对该设备长久运行带来了一定的安全隐患。

为了确认该系统出现上述问题的原因,本研究通过空载试验来检测液压升降平台的对位精度,即在沉降梁上没有转向架时来测量沉降梁基准面与PC梁基准面的对位精度,发现水平错位和左右错位都大于4 mm。本研究将齿轮拆卸下来,发现齿轮齿面磨损较为严重,液压升降平台只在两个三级油缸作用下进行升降,发现水平错位和左右错位均超过5 mm。

因此,现确定该升降平台的两个三级油缸是导致产生上述问题的主要原因,两个三级油缸作为系统的动力源,其结构刚性和同步精度是影响系统性能的主要因素。该套设备的初期设计具有一定的试验性,从节约成本考虑,本研究采用两个三级油缸作为系统的动力源,但是从实际效果来看,两个三级油缸不能长期满足轻轨转向架分离设备液压升降平台的性能要求。

2 液压升降平台改进

在轻轨转向架分离设备液压升降平台的改进设计中,本研究充分吸收重庆市轻轨二号线已有转向架分离设备升降装置的优点,通过改进或者增加新机构,完善控制策略,解决先前使用过程中存在的问题。

本研究采用液压闭环同步控制系统来实现升降平台的同步升降,即采用带位置检测的液压缸和比例换向阀构成闭环同步控制回路系统^[6]。油缸与地面基础、油

缸与升降平台的连接均采用万向座,从而增加油缸在升降过程中活塞杆和缸体的适应性,避免因承受弯曲力而导致油缸受损。在液压系统的设计中本研究应用了比例阀、带位置检测的液压缸等液压元器件,采用闭环同步控制,从而使得整个设备在控制精度和可靠性上得到了很大提高,转向架分离设备总体布置图如图1所示。

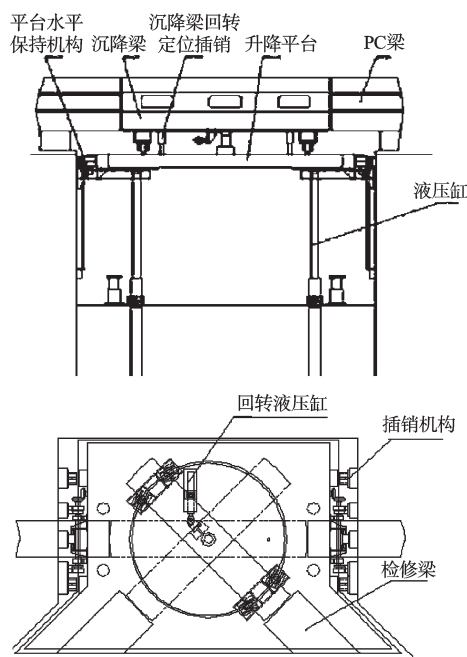


图1 转向架分离设备总体布置图

3 升降平台液压系统

液压系统除了给升降平台提供动力外,还需要保持沉降梁升降时升降平台的水平状态,以及沉降梁基面与PC梁基面的对位精度:平面错位 ≤ 2 mm;左右错位 ≤ 3 mm。沉降梁平台升降高度为2 m。

升降平台升降机构的液压控制回路如图2所示,

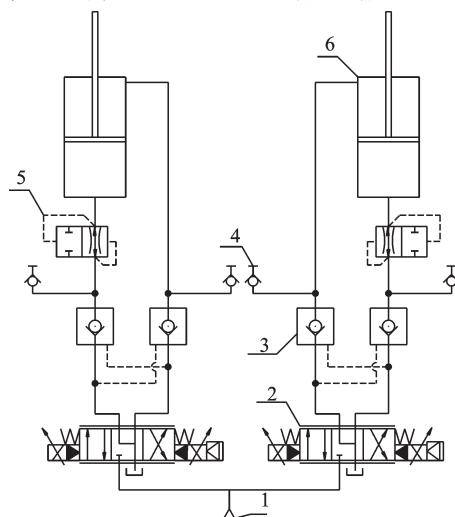


图2 升降平台液压回路原理图

1—液压泵站;2—比例阀;3—双向液锁阀;4—检测接头;
5—防爆阀;6—带位置检测油缸

本研究通过对比例阀阀芯位移的控制,实现升降平台升降速度可控,比例阀选取中位为“Y”型的三位四通阀,该阀的中位机能保证双向液压锁有效锁紧,从而防止液压缸活塞因自重而下落,同时防爆阀将有效防止因单向阀前的管路爆裂后立式油缸失速下滑,起安全保护作用^[7]。

该系统主要元器件均选自国外高性能产品。油缸规格:行程为2 100 mm,额定压力为28 MPa,工作压力为21 MPa,安装方式为中间耳轴安装,带位置检测传感器。比例阀主要参数如下:最大工作压力为31.5 MPa,额定流量为35 L/min,工作电压为24 V(DC)。

转向架分离设备工作流程如图3所示。

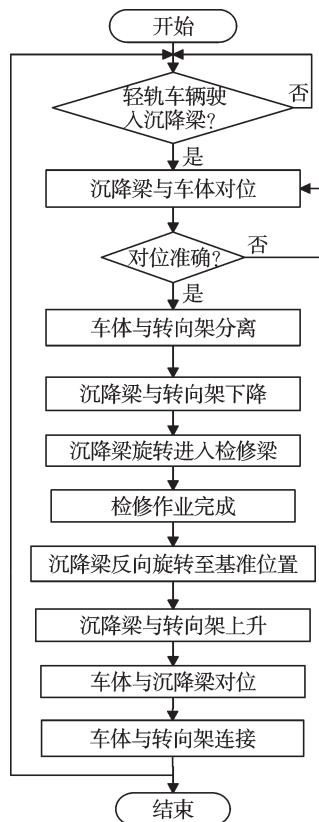


图3 工作流程图

沉降梁与车体对位由插销机构来保证其可靠完成,沉降梁与转向架下降至检修梁工作面后,整体由旋转机构在水平液压油缸的推动下旋转 $\pm 45^\circ$,该设备有两个转向架检修梁,可以同时作业,从而提高转向架相关检修作业的工作效率。本研究在该升降平台设备中进行多处设置,包括设定液压油缸升降行程终位检测点、沉降梁旋转终位检测点等,从而保证各行程位置的准确性。

4 系统控制策略

升降平台液压系统采用主从控制策略实现位置同步控制^[8],其控制原理如图4所示。

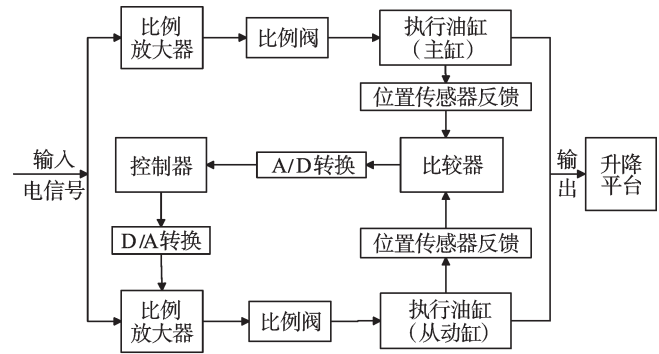


图4 主从方式原理图

在该液压系统中,其中的一个缸为主缸,另一个为从动油缸,从动油缸的输出跟踪主执行油缸的输出。本研究通过液压缸自带的位置检测传感器,经过转换、比较和控制器等环节,最终将反馈控制信号输出给执行从动缸,实现升降平台的同步升降。

5 结束语

本研究对已有轻轨车辆转向架分离设备升降平台进行了分析,主要通过改进现有设备的液压系统,开发出高精度、高可靠性的轻轨转向架分离设备液压升降平台。在工况下运行时,油缸额定下降或上升速度为30 mm/s,其沉降梁基面与PC梁基面水平误差小于2 mm,左、右误差小于3 mm。该设备相对以前的系统无故障运行时间长,对位精度高,运动平稳。

参考文献(References):

- [1] 倪逢春. 欧洲的轻轨铁路和新交通系统[J]. 铁道工程学报, 2001, 18(4): 64-66.
- [2] CARPINTERO S, MARANA V, BARCHAM R. Benefits of urban light rail trains: a perspective from Spain [C]//16th International Conference on Urban Transport and the Environment. Limassol, CYPRUS: [s.n.], 2010: 239-248.
- [3] 冯爱军, 魏运. 轻轨交通系统在我国的应用前景[J]. 都市快轨交通, 2011, 24(6): 1-5.
- [4] 任光胜, 吴刚, 王汉熙. 跨座式单轨转向架分离装置的研究与设计[J]. 武汉理工大学学报, 2008, 30(5): 125-127.
- [5] 刘建卫. 跨座式单轨车辆转向架分离装置升降平台的液压同步控制研究[D]. 重庆: 重庆大学机械工程学院, 2011.
- [6] 成大先. 机械设计手册液压控制[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [7] 周恩涛. 液压系统设计元器件选型手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [8] 邓文亮, 强宝民. 双缸同步液压系统 Fuzzy-PID 控制仿真研究[J]. 机床与液压, 2010, 38(14): 28-30, 47.

[编辑: 张翔]