

多单元泵同步控制在模板系统中的应用

郭世滔 卢卫平 梁利文 周大海

(柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545006)

摘要:本文介绍了一种多单元泵同步控制技术。通过分析模板系统的施工特征,提出了多单元泵同步控制在模板系统中的应用。并通过工程实际应用,验证模板系统的同步精度。

关键词:多单元泵 同步控制 同步精度 模板系统

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2017.02.008

引言

在模板系统中,由于各个点处内模板与砼面的摩擦力不尽相同,反应到四根支承杆上的爬升机的负载也不同,加上爬升机本身的内摩擦也不尽相同,若不采取同步措施进行控制,根据液压传动原理,液流将流往负载较小的爬升机,造成模架倾斜,进而造成脱模困难、钢管立柱弯曲变形、砼面损坏等问题。

同步回路是实现多个执行元件以相同位移或相等速度运动的回路^[1]。利用液压同步回路来实现同步控制的方法有:调流阀同步控制、同步阀同步控制、液压同步马达同步控制、比例阀的同步控制等。但这些同步控制方法具有一定的局限性:如同步精度低、同步调整麻烦;成本高、外形尺寸庞大;对电控系统的依赖较高等缺点。

根据模板系统的实际需求,综合分析各种同步回路的优缺点,提出了多单元泵同步控制在模板系统中的应用,为模板系统的同步控制提供更合理的解决方案。

1 模板系统的施工原理

模板系统是一种桥梁高墩施工装备。其施工原理是:预先在墩身混凝土结构中埋置钢管立柱(称之为支承杆),液压爬升机夹持固定在四根支承杆上,四根支承杆提供给液压爬升机爬升所需反作用力,电控系统控制液压爬升机的反复爬升动作,从而实现与液压爬升机相连的模架连续提升,无需等待混凝土形成强度,提升过程中外模架在外模表面向上移动,确保外模与砼面保持静止,避免了反复拆除、安装模板,即保证了砼

外观质量,又加快了施工速度。模板系统结构如图1所示。

模板系统在桥梁高墩施工过程中,必需保证四台液压爬升机的同步爬升。若不进行同步控制,将造成模架倾斜,进而造成脱模困难、支承杆弯曲变形、砼面损坏等问题。

在施工过程中,液压爬升机的动作时间与其它工序的时间相比较短暂,且为间歇性动作。因此,无论从成本或者使用维护方面来讲,采用手动式操作,不需要设置行程开关、位移传感器等,相对较经济实用。此外,模板系统受桥墩尺寸的限制,由于外形尺寸较小,提供给液压系统的安装空间也有限,因此要求液压系统的结构较为紧凑。

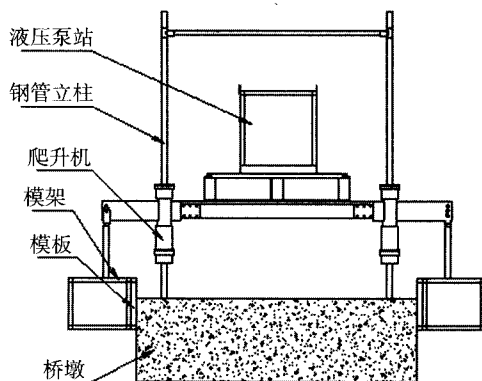


图1 模板系统结构图

2 多单元泵同步控制技术

多单元泵同步控制技术是采用两个或多个同样规格的单元泵来驱动两个或多个同样规格的千斤顶,以实现同步控制。这些单元泵可以是并联的多个液压泵,也可以是一台具有多个出口的柱塞泵。其原理如图2所示。每个单元泵对每台千

斤顶进行单独控制,由于单元泵规格型号一样,在相同转速的电机驱动下,其在单位时间内输出的流量基本相同,驱动相同规格的千斤顶,可得到很好的同步效果,在控制系统未进行同步干预的情况下,同步精度亦可达到 $\pm 1\text{mm}$ 。^{[2][3]}

与其它同步控制方法相比,多单元泵同步控制具有如下优点:

- (1) 适用于低速小流量的液压系统;
- (2) 结构紧凑,成本相对较低,调整方便;
- (3) 不需要电气系统的干预就可获得较高的同步精度,在电气系统参与控制时则能得到更高的同步精度;

(4) 每个油路相互独立,可单个油路动作,方便行程到位时消除误差。

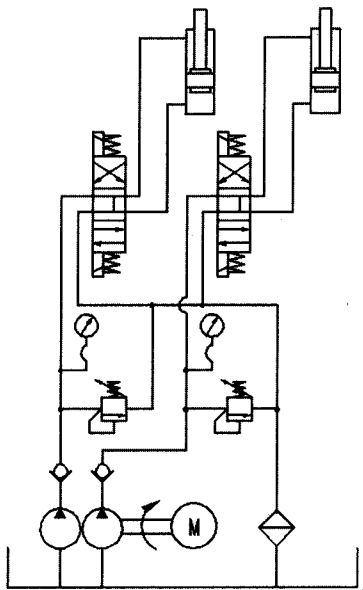


图2 多单元泵同步控制的原理

3 工程应用

3.1 模板系统的同步系统的设计

根据模板系统的工作原理,液压系统需同步控制四个爬升机主顶。基于模板系统的需求,综合考虑各种同步回路的优缺点,采用多单元泵同步控制的方案显然比较合理。

运用一台具有四个出口的柱塞泵作为液压系统的泵源,该柱塞泵每个出口的流量相等。每个出口驱动一台爬升机主顶,并由换向阀进行控制。每个油路相互独立,互不干扰,可单台动作,也可四台同步动作。模板系统的爬升机主顶同步控制油路如图3所示。

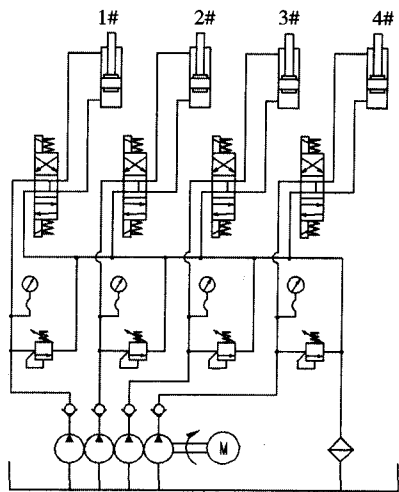


图3 油路图

3.2 同步精度试验

同步精度,是表示同时数个同步执行器(液压缸或液压马达)输出力或转矩的机件(液压缸的活塞杆、液压马达的输出轴),它们之间运动速度或位移的误差程度。^[4]在实际工作中,一般以实际同步误差值表示。

根据模板系统的工作特性,在工厂条件下对四台爬升机主顶进行模拟试验,检验系统的同步精度是否符合要求。具体的试验方法及步骤为:

- (1) 测量四台顶的开始位置;
- (2) 对四台顶同时伸缸,当四台顶伸缸约2/3行程(千斤顶行程为150mm)后,同时停止;
- (3) 测量四台顶的终止位置,并计算各个顶的实际位移值;
- (4) 计算各项之间的最大位移差,及平均位移;
- (5) 计算同步精度,即同步精度=位移差/平均位移。

试验数据如表1所示。可知,模板系统四台爬升机主顶的同步精度为1.51%,小于所需求的 $5\text{mm}/150\text{mm}=3.33\%$ 。

表1 同步精度试验值及计算结果

	开始位置 /mm	终止位置 /mm	位移值 /mm	位移差 /mm	平均位移 /mm	同步 精度
1#顶	1408	1541	133			
2#顶	1392	1525	133	2	133	1.51%
3#顶	1413	1547	134			
4#顶	1398	1530	132			

(下转第37页)

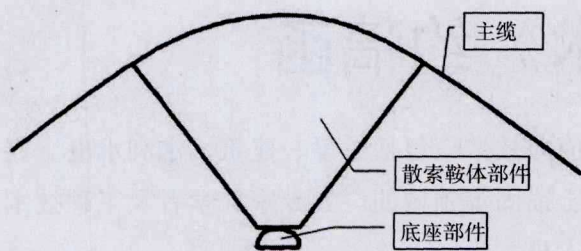


图7 散索鞍力学模型

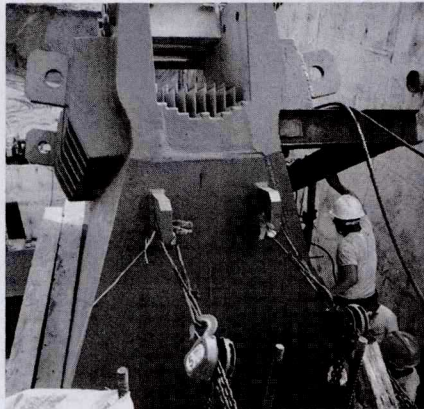


图8 散索鞍偏摆试验方案

(2) 角度测量方案设计，偏摆角度较小，给直接测量带来不便，需借助先进仪器间接测量。这里采用全站仪来间接测量偏摆角度，主要步骤为：

(上接第33页)

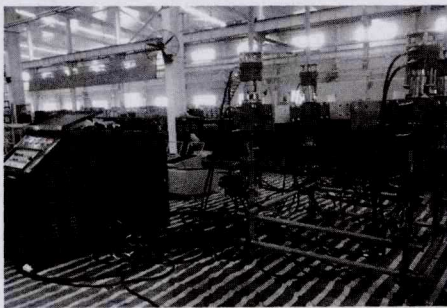


图4 模板系统的同步精度试验

3.3 工程应用效果

采用多单元泵同步控制的模板系统已成功应用于柳梧高速富悦一号大桥，以及遵贵高速扩容工程新田坡大桥的高墩施工中。模板系统在工作过程中，操作简便，各个爬升机主顶平稳运行，同步性很好，同步精度在5mm/150mm以内，没有出现因同步超差而造成的问题。

4 结论

多单元泵同步控制技术具有同步精度高，油路简单，结构紧凑，造价相对较低，对电气系统的要求也较低等特点。经工程应用证明，多单元

- 1) 选定参考坐标系及参考点；
- 2) 测量偏摆过程的绝对坐标；
- 3) 将数据换算成偏摆角度。

5.2 试验结果

(1) 选定作用点与反作用点后，可以通过手拉葫芦牵引散索鞍进行偏摆；

(2) 测得散索鞍的最大偏摆角度为 $\pm 1.5^\circ$ 符合设计要求。

(3) 全站仪法测量偏摆角度是可行的。

6 结论

散索鞍是悬索桥主要受力部件之一，对桥梁安全的重要性不言而喻。依据良庆大桥散索鞍结构、功能等特点而设计的施工技术及试验在应用上取得了满意的效果，不仅安装精度、稳定性等要求均达到了设计要求，而且缩短了工期、节约了成本。同时，通过试验，验证了全站仪法可以有效测量散索鞍偏摆角度，可为类似桥梁的施工提供参考。

参考文献

- [1] 孟凡超. 悬索桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011年6月
- [2] 郑宪政. 悬索桥架设过程的结构分析[J]. 铁道工程学报, 1998(3)

泵同步控制技术满足模板系统的使用需求，为模板系统的同步控制提供了更合理的解决方案。同时也为其它桥梁装备的同步控制提供了借鉴。

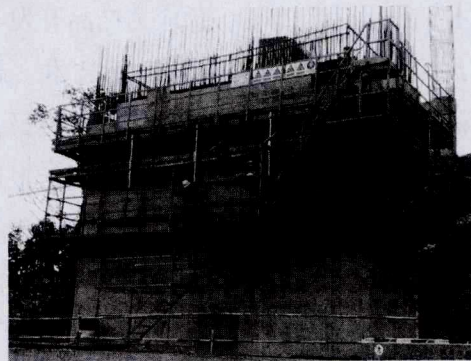


图5 模板系统的工程应用

参考文献

- [1] 李壮云. 液压元件与系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005
- [2] 梁利文, 郭世滔等. 应用于桥梁支座更换的超高精度液压同步顶升系统[J]. 液压气动与密封, 2016(12): 57-60
- [3] 梁利文, 李兴奎, 严李荣等. 智能分控式液压同步顶升系统: 中国, ZL2014 2 0846351.X[P]. 2015-7-1.
- [4] 张绍九等. 液压同步系统[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010