

变速器磨合台自动控制系统

山东临工工程机械有限公司 杨忠田 李强
山东省莒县交通局 于俊兰

摘要: ZL50型装载机用变速器是具有2个前进挡和1个后退挡的行星式动力换挡变速器,其变矩器拥有两级涡轮,系统能够根据外负荷大小自动实现两级涡轮的结合或脱离,从而实现各个挡位下的自动变速。由于具有性价比高、操纵方便等优点,该型变速器目前仍是国内5t级装载机的主流配置。为提高其可靠性和发现早期质量问题,多数生产厂家在变速器装配完成后要在专用试验台架上以不同转速对各个挡位进行空载磨合。以往输入转速及挡位转换均需人工操作,工作效率低且很难完全按工艺要求进行磨合。通过对系统改造,利用PLC编程自动控制各阶段运行时间,并根据不同时间段按预先设置参数,通过控制变频器的输出频率,改变磨合台变频电机转速。同时还输出3路不同组合电信号,通过3只电磁阀来控制3只气缸的伸缩,推拉变速器的换挡操纵杆,使之处于不同挡位,实现变速器的自动换挡磨合。系统可以通过触摸屏很方便地修改运行参数,同时还具有循环过程提示、运行参数自动储存、打印输出及数据查询等功能。

关键词: 自动控制 变速器 PLC 磨合

ZL50型装载机用变速器是具有前进I、II挡和倒退挡共3个挡位的行星式动力换挡变速器,其变矩器拥有两级涡轮,系统能够根据外负荷大小自动实现两级涡轮的结合或脱离,从而实现各个挡位下的自动变速。由于具有性价比高、操纵方便等优点,该变速器目前仍是国内5t级装载机的主流配置。为提高其可靠性和发现早期质量问题,多数生产厂家在变速器装配完成后要在专用试验台架上以不同转速对各个挡位进行空载磨合。我公司目前采用的磨合工艺是进行40min的空载磨合:低速(500r/min)磨合10min,中速(1000r/min)磨合15min,高速(1500r/min)磨合15min,在每种速度下要求I、II及R挡都要分别进行磨合。为了避免冲击,换挡时要求先把电机转速降至500~700r/min后再进行换挡。

在系统未改造前,磨合台输入采用电磁调速3

相异步电机,调整是靠人工调节控制器及手工推拉变速器换挡操纵杆实现转速及挡位控制。由于磨合过程需要频繁调速和换挡,每位操作者管理2台机器时就会出现顾此失彼、系统压力与温度等异常不能及时发现等问题,磨合过程也很难严格按工艺要求执行。为此我们对磨合试验台进行了改造:采用PLC编程实现对各部分的自动控制,磨合台自动控制系统框图见图1。改造后磨合台具备以下功能:3种转速自动转换、各种转速下挡位自动切换、磨合时间自动控制及磨合过程各种参数自动储存和打印。

1 电机转速调整

系统磨合输入转速调整是利用PLC输出控制信号给变频器,通过变频器对3相交流电进行频率变换,从而控制变频电机实现转速调节。本调速系统

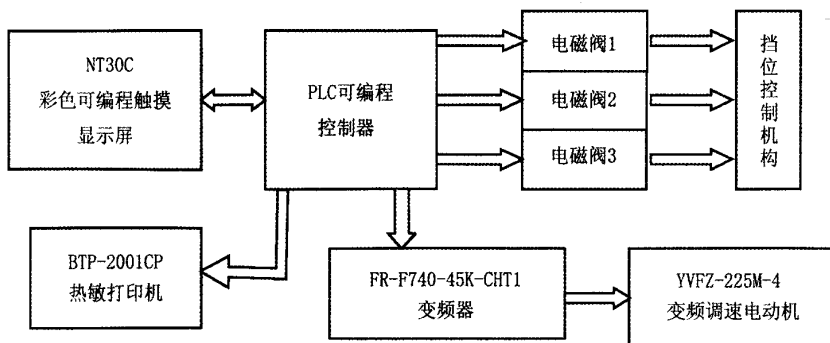


图1 磨合台自动控制系统框图

选用了FR-F740-45K-CHT1型变频器,动力输出选用了45 kW的YVFZ-225M-4型变频调速3相电机。

2 挡位控制机构

ZL50型装载机用变速器的挡位是根据阀杆所处4个不同位置(R、N、I、II),通过变速阀控制内部油路实现动力换挡。装配后要求变速阀阀杆的操纵力 ≤ 150 N。由于操纵力较小,挡位控制执行机构采用可靠性较高的气压传动。

为保证系统有足够拉力,选择气缸时以输出拉力较小的活塞杆返回行程进行计算:

$$F_0 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p$$

$$\eta = \frac{F}{F_0} \times 100\%$$

式中: F_0 ——气缸理论输出拉力;

D ——气缸缸径;

d ——气缸活塞杆直径;

p ——系统压力,此处为消除压力波动,取 $p=0.35$ MPa;

η ——气缸负载率,对于低速动载荷, $\eta \leq 50\%$;

F ——气缸受到的轴向负载力。

由于变速器各挡位行程均为10 mm,为便于采购和布置初步选用气缸型号为:SDA40X10,活塞杆直径为16 mm,则系统拉力:

$$F = \frac{\pi}{4} (40^2 - 16^2) \times 0.35 \times 50\% \approx 184.7 \text{ N} > 150 \text{ N}$$

因此,选用SDA40X10气缸能够满足换挡操纵力需求。

本系统采用3只气缸串联,根据程序设置和运

行时间,PLC自动输出控制信号控制气路系统3只电磁阀的通、断电,转换气缸进气端,从而控制各个气缸的伸缩,通过3个气缸不同动作组合分别实现R、I和II挡控制,其控制机构安装位置见图2,动作原理见图3。

气路系统利用车间管道压缩空气,通过三联体将系统压力调至0.3~0.4 MPa(虽然理论计算值为0.35 MPa,但在实际调试过程中发现,即使调整到0.3 MPa,气缸的推拉力也足够大,这与计算时所取气缸负载率(经验数据)较小、变速阀阀杆操纵力较大有关)。气路原理及实物图见图4。

3 显示及控制面板

本系统选用了NT31C型彩色可编程触摸显示屏(OMRON)实现输入输出操作,其控制主菜单设计成由4个画面组成:主画面、手动画面、设置画面及查询画面,如图5~8所示。

主画面:该画面为正常操作所使用的画面,当操作者将变速器总成固定并连接好管路后即可进入此界面。操作时首先输入变速器编号,然后按运行按钮,系统便根据事先编好的程序自动按工艺要求进行磨合直至结束。运行期间所在挡位、运行时间及系统转速等参数都在画面中进行显示。中间过程如果出现异常可按停止按钮终止程序或置于手动状态进行控制。

手动画面:该画面用于变速器总成出现问题或运行与设定工艺要求不同的磨合内容及进行试验时所用,设定完时间后选择挡位和运转速度进行磨合。

设置画面:该画面用于工艺参数的调整,为避免误操作或恶意修改,系统设有密码保护,正确输入密码后方可进入系统下一级菜单,实现对运转速度、挡

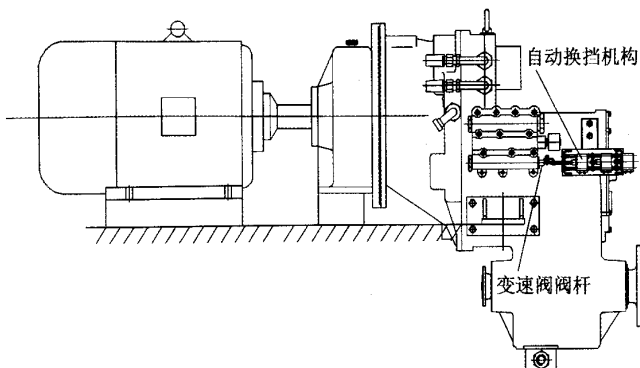
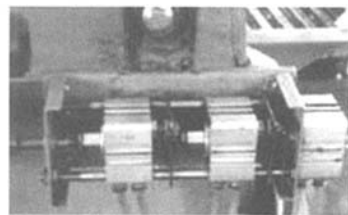
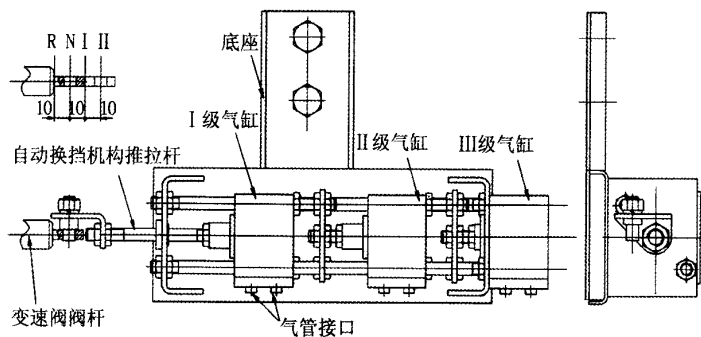


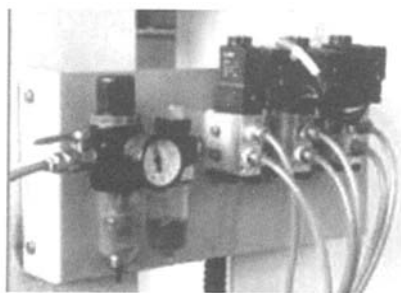
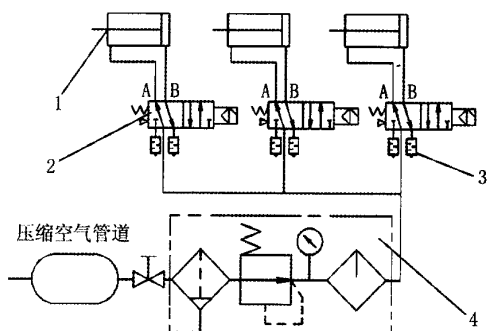
图2 换挡机构安装位置





挡位	各级气缸状态			
	I级	II级	III级	
倒退R	伸出	伸出	伸出	
空挡N	伸出	伸出	缩进	
前进 I	伸出	缩进	缩进	
前进 II	缩进	缩进	缩进	

图3 换挡机构结构及动作原理图



1.气缸 SDA40X10 2.电磁阀 4V210-08-DC24V 3.消声器 4.三联体

图4 系统气路原理及实物图

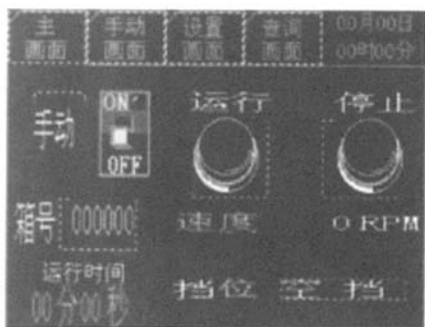


图5 主画面

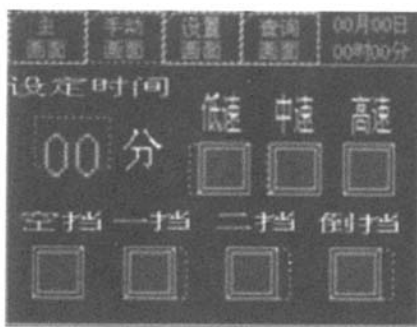


图6 手动画面

位转换和磨合时间等工艺参数的修改。

查询画面:该画面是为方便对已经完成磨合的变速器运行状态的调阅或打印而设置的。输入完变速器的编号后,系统会将储存的该变速器磨合时的运行参数显示在屏幕上,必要时也可将参数

打印输出。

为方便操作者的工时考核和产品自检记录以及为检验人员提供检查依据,系统还设置了热敏打印机如图9所示,每完成1台变速器的磨合,系统将该车变速器磨合的工艺参数自动打印输出。



图7 设置画面

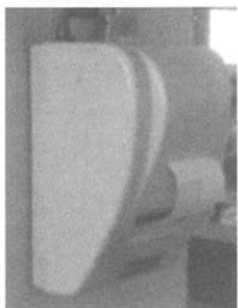


图9 热敏打印机

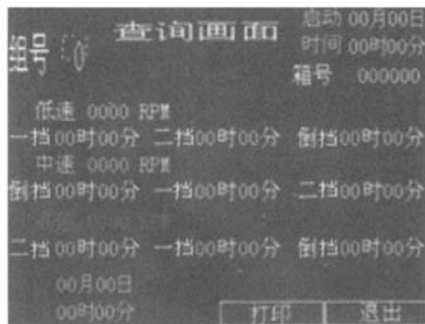


图8 查询画面

我公司通过对已有的6台磨合台的改造,不仅保证了变速器完全按工艺要求进行磨合,工效也大为提高:现每人可同时轻松管理3台设备,在保证磨合质量的同时较好地解决了产品迅速上量所带来的变速器磨合工序的瓶颈问题。

参考文献

- [1] 成大先. 机械设计手册(气压传动)[M].北京:化学工业出版社,2004.

通信地址: 山东临沂经济技术开发区临工工业园技术中心
(276023) (收稿日期:2007-08-23)

(上接第24页)

泵轮变矩器 $i_w=0$ 曲线重合, $i_w=0$ 是仅内泵轮工作时的输入特性曲线; $i_w=0$ 是内泵轮工作、外泵轮部分工作时的输入特性曲线。由图2可知,若采用可变容量的双泵轮液力变矩器,当轮胎打滑时,可将控制手柄向牵引力减小方向移动,直至使外泵轮不工作,仅内泵轮工作,当其输入特性曲线与发动机油门全开时的调速特性曲线 AB 相交于 G 点时,即处于轮胎打滑的临界点。此时,与使用单泵轮液力变矩器时减小油门的效果相比,发动机仍在油门全开时的调速特性 AB 段工作,工作机构和转向机构的液压泵仍工作在额定工况,因而作业循环时间和生产效率不受影响。

3.2 对单侧轮胎打滑的应对措施

如前所述,由于差速器是必不可少的,当一侧车轮打滑时,为使另一侧车轮有驱动能力的最简单的办法,是使差速器不起差速作用,其具体措施就是使用限滑差速器,以便当一侧车轮打滑时,另一侧驱动轮仍然可以有较大的牵引力,从而提高装

机的通过能力。限滑差速器目前有多种结构形式,在装载机中使用较多的是高摩擦自锁差速器,使用这种差速器可以显著增大装载机的铲掘能力,减小轮胎的磨损。

3.3 对因存在寄生功率而使轮胎打滑的应对措施

寄生功率是由于前后轮滚动半径不一致造成的,当铲掘作业时,为提高驱动能力,使用四轮驱动。当车辆高速运行时,可在变速器输出轴上设置后桥接合分离机构,只采用前桥驱动就可避免这种现象。此外,使用轴间差速器也是防止轮胎打滑的措施之一。

参考文献

- [1] 吉林工业大学工程机械教研室编. 轮式装载机设计[M].北京:建筑工业出版社,1982.
[2] 何正忠. 装载机[M].北京:冶金工业出版社,1998.

通信地址: 山东省临沂市经济开发区 临工工业园(276023)
(收稿日期:2007-07-17)