

# 轨排生产线升降平台液压系统的研究

## Research on Hydraulic System of Lifting Platform for Track Skeleton Production Line

左 转 玲

ZUO Zhuan-ling

中铁二十局集团西安工程机械有限公司, 陕西 西安 710032

China Railway 20th Bureau Group Construction Machinery Co. Ltd., in Xi'an, Xi'an 710032, Shaanxi, China

**【摘要】** 对全液压往复机械轨排组装机生产线的升降平台结构进行了介绍,并给出了升降平台液压系统的工作原理;通过同步回路、锁紧回路、换向及卸荷回路几个方面对液压系统的特点进行了研究;最后对液压元件的选型及液压系统管路进行了计算。实际应用证明:升降平台所采用的液压系统同步精度高、结构简单、操作方便、噪声低。

**【Abstract】** The structure of lifting platform for the full hydraulic reciprocating mechanized track skeleton production line is introduced, and the principle of hydraulic system is presented. Characteristics of the hydraulic system are researched on aspects of synchronous circuit, locking circuit, direction-changing and unloading circuit. Type choosing for hydraulic components and pipes of hydraulic system are calculated. Practical use indicates that hydraulic system used on the lifting platform has high synchronous accuracy, simple structure, low noise and easy to manipulate.

**【关键词】** 升降平台; 液压系统; 研究; 设计

**【Key words】** lifting platform; hydraulic system; research; design

中图分类号: U415.5

文献标识码: B

文章编号: 1000-033X(2008)08-0075-02

## 0 引言

全液压往复机械轨排组装机生产线是中铁二十局集团西安工程机械有限公司为了提高铁路铺架施工效率,在中国国内技术的基础上专门为安哥拉铁路修复设计制造的。该生产线可实现从轨枕吊进到轨排成品的全工序机械化流水作业,用于生产长度不超过25 m的P43、P50、P60型标准、非标准钢轨以及普通钢筋混凝土轨枕的正线、站线和桥面轨排,主要设备包括自动翻枕龙门、升降平台、硫磺砂浆锚固模板平台、转序工作台车等,其中升降平台设计用于螺栓锚固、二次翻枕匀枕、安装配件、安装钢轨、紧固螺栓等工序的完成。以往升降平台通过液压控制油缸伸缩而牵引钢丝绳带动连杆来实现升降,而本文介绍的结构完全是通过液压油缸的同步升降实现升降平台的升降。为了适应非洲的环境,对液压系统也进行了改进。

## 1 升降平台的结构及液压系统原理

升降平台共有6组,每组平台主要由两侧的工字钢焊合

梁、液压系统及附件组成。其中每组平台有8根油缸、7个分(集)流阀和8个液压锁。6组平台共用1个液压泵站,每2组平台共用1组两联操纵阀。当转序台车运送轨排组件停留在各组液压升降平台处时,分别操作各组液压阀手柄,使升降平台升起,将转序工作台车上的轨排组件顶起,在此平台上完成组装轨排的各道工序。与此同时,将最后1组台车上组装好的轨排吊起,转序台车返回原始位置,直到所有工序完成,升降平台下降,使轨排组件及成品轨排落到工作台车上,完成1组轨排的组装。液压升降平台见图1。



图1 液压升降平台

液压系统包括油泵、电机、操纵阀、液压锁、分(集)流阀、油缸、油箱及附件,油泵为三联泵。起动电机带动油泵、控制操纵阀,通过分(集)流阀使升降平台工字梁上升或下降。

## 2 液压系统的特点

升降平台的液压系统设计有同步回路、锁紧回路及换向卸荷回路几个回路<sup>[1-3]</sup>。

### 2.1 同步回路

由于组装的轨排长度为25 m,所以在此液压升降平台的研制中,长度确定为25.5 m,在其长度范围内分左、右侧共布置8个油缸,油缸底部固接于地面,顶部与工字钢焊合梁相联。为了保证两侧工字钢焊合梁上表面的水平度,避免平台在升降过程中各油缸不同步,因此在平台液压系统中采用了同步回路。目前,保证同步的液压回路有很多,最简单的还是直接采用分(集)流阀同步回路。在此系统用分(集)流阀同步回路,结构简单、使用方便,偏载下仍能保持同步,同步精度高。此阀为三级分流,分流精度为1%,同步累积误差为4%,油缸伸缩同步误差为±6 mm,使平台在动态过程中达到基本同步,减小了动态过程同步误差造成工字钢梁的变形。可以先通过微调油缸活塞杆端和耳环之间的螺纹调整不到位的油缸;另外阀内部有小供油口,当某一油缸到位后,可从小供油口继续供油,使另外的几个油缸也到位,消除累积误差。这样保证了升降平台的油缸同步,使左、右2根工字钢梁水平不会产生扭曲变形,并保证了轨排的安装质量。

### 2.2 锁紧回路

分(集)流阀内部各节流孔相通,当油缸在行程中需要停止时,为防止油缸因负载相差窜油,该液压系统中在分(集)流阀之后、油缸下腔之前附近接入液压锁。同时,升降平台在安装轨排时,需要停留一段时间保持不动。采用此液压锁可有效地使油缸在任意位置停留并锁紧。此外,将阀安装在此位置还可避免因下腔管路接头密封损坏等使油缸活塞下滑,提高升降平台的工作可靠性。

### 2.3 换向及卸荷回路

为了使操作简便可靠,采用手动换向阀,换向阀中位可进行中位卸荷,有利于液压泵空载启动,节省了电机功率,减少了系统发热。

## 3 液压系统的设计计算

### 3.1 液压元件的选型计算

#### 3.1.1 油缸计算

油缸安装尺寸及行程根据轨排生产线设备中的要求确定为安装长度为445 mm、行程S为150 mm,每组轨排最大重量为12 000 t,加上每组平台的一部分重量4 000 t,升降平台的受力共计总重16 000 t,每组平台为8个油缸。根据刚性计算及考虑压力损失,取油缸缸径D为80 mm。

8个油缸的总容积V为

$$V=8 \times \frac{\pi}{4} D^2 S=6 \text{ L} \quad (1)$$

取升起时间t为20 s,则每组升降平台8个油缸所需的流量Q为

$$Q=V/t=\frac{6}{20} \text{ L/s}=18 \text{ L/min} \quad (2)$$

两组平台16个油缸共用1个油泵,流量 $Q_B$ 为

$$Q_B=2Q=36 \text{ L/min} \quad (3)$$

#### 3.1.2 油泵计算

初选油泵的流量 $Q_B$ 为36 L/min,采用三联泵供油,则油泵的排量q为

$$q=\frac{Q_B}{n\eta_v}=25.2 \text{ mL/r} \quad (4)$$

式中:n——泵转速,取1 500 r/min;

$\eta_v$ ——容积效率,取0.95。

因此排量要达到25 mL/r,考虑压力为12 MPa、油泵压力等级为16 MPa,采用CBYE2025型可满足要求。

#### 3.1.3 电机计算

3台油泵同时工作,电机的功率最大,电机的功率N为

$$N=3 \times \frac{pqn}{\eta_p \eta_m}=29.6 \text{ kW} \quad (5)$$

式中:p——系统压力,取12 MPa;

$\eta_m$ ——马达效率,取0.8。

取电机功率最大为30 kW。

### 3.2 液压系统管路计算

该升降平台每组平台的长度为25 m,共6组平台,即便液压泵站处于中间位置,距最远处也将近80 m。管路过长会造成油液发热、元件变形、系统泄漏增加、设备故障率提高。在研制液压系统时,减小压力损失采取了放大管路中管径、加大元件中阀的流量、配置合理的管路、减少管接头的数量等措施,采用液控单向阀构成保压回路,使换向阀卸荷,尽量减少系统在非工作过程中的压力损失,保证有足够可靠的油泵压力输送到油缸,以使升降平台正常升降。

原有压力油管的内径 $d_H$ 为

$$d_H=4.63 \sqrt{\frac{Q_B}{v}}=14.84 \text{ mm} \quad (6)$$

式中:v——液液流速,取3.5 m/s。

考虑管子的长度太长,则将管子的内径d扩大为18 mm。因为用卡套式管子,壁厚为2 mm管子的外径用22 mm,在以下的管路计算中按此内径计算。

#### 3.2.1 管路压力损失计算

管路中的压力损失 $\Delta P$ 是沿程压力损失 $\Delta P_1$ 与局部压力损失 $\Delta P_2$ 之和,即 $\Delta P=\Delta P_1+\Delta P_2$ 。

计算出油在管中的流速最大为

(下转第80页)

将风扇与发动机隔开并将整个发动机密封起来,从而使噪声无法通过风扇出风口传到外部,降低噪声对环境的影响;通过优化液压管路排列来降低液压油泵、节流阀和油管振动产生的噪声;可在机罩等覆盖件处设计粘贴吸音、隔音材料;可设计全密封整体式驾驶室,密封减振、隔音降噪,真正体现“以人为本”的设计宗旨。

### 2.2.3 液压系统维护

保持传动液压油的清洁度对工程机械的液压传动非常重要,因此精心设计工程机械液压系统(如采用高效、高精度过滤装置)十分必要,这样就可去除油液中的微尘垃圾、机械磨损物等杂质,减少液压元件故障与磨损,延长常用液压元件的使用寿命,降低液压油的更换频率;同时可有效避免液压油在工作中温度升得过高、过快,延长换油间隔时间,减少对周边作业环境的污染。另外,通过采用增压液压油箱可改善泵的吸油效果,从而延长其使用寿命,并且能很好地防止外界灰尘和水分进入油箱,提高了整个液压系统的清洁度。

液压系统的渗漏对周围环境的污染是目前部分工程机械产品普遍存在的问题,液压管路采用耐腐蚀、防老化、密封性能优良的进口优质胶管很有必要。为了减少损坏软管的废弃量,设计时应尽量使用硬管;若设计过程中只能采用软管并且容易破裂时,应防止油液流出而污染环境。

### 2.2.4 节能设计

工程机械的高效节能也是环境保护的重要一环,减少

(上接第76页)

$$v_{\max} = \frac{Q_B}{\pi d^3/4} = 2.35 \text{ m/s} \quad (7)$$

选用46号液压油,其40℃运动黏度 $\gamma$ 为 $5 \times 10^{-5}$  m/s。雷诺数 $Re = \frac{vd}{\gamma} = 846 < 2300$ ,全部呈层流,沿程阻力系数 $\lambda = \frac{64}{Re}$

0.0756,液压油的密度 $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ , $\Delta P_1 = 1.406 \text{ MPa}$ 。

另外,局部压力损失 $\Delta P_2$ 计算得0.037 MPa,则总的压力损失 $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 1.406 + 0.037 = 1.443 \text{ MPa}$ 。

### 3.2.2 电机功率核算

油泵的压力取为12 MPa,若到油缸处的压力损失共为2 MPa,则油缸处的实际压力为10 MPa,油泵排量 $q$ 为25 mL/r,电机转速 $n'$ 为1470 r/min,油泵的流量 $Q_B$ 为

$$Q'_B = qn'\eta_i = 34.9 \text{ L/min} \quad (8)$$

电机的功率 $N'$ 为

$$N' = 3pQ'_B\eta_m = 16.75 \text{ kW} \quad (9)$$

因此所选电机能满足要求。从此可看出每个油缸所产生的力 $F_{\max} = \frac{\pi d^2}{4} p = 50.265 \text{ kN}$ ,完全可满足轨排承重要求。

## 4 应用

2006年2月,轨排生产线通过了中铁二十局集团公司的

能源消耗即意味着减少对环境的污染。故选用电控高性能、长寿命节能型发动机是研制环保型机械最基本的。另外,在设计时采用双泵分合流、液压负荷传感环节、静液驱动等技术都可达到节能降耗的目的。

## 3 结语

高效、安全、可靠是人们人们对工程机械的基本要求。除此之外,工程机械产品对环境的影响也应予以考虑。在施工过程中,应科学、合理地利用工程机械,并注意日常的维护与保养。通过安装后处理装置可以有效地减小工程机械造成的噪声与粉尘等污染,而环保型产品则可以防患于未然,从污染的源头、根本上明显地降低工程机械施工对环境的影响,因此市场前景广阔。

### 参考文献:

- [1] 黄宗益,王 晓. 降低工程机械对环境的负荷[J]. 建筑机械,2003,23(2):17-19.
- [2] 杨 武. 控制噪声污染改善居住环境质量[J]. 山西能源与节能,2007,45(2):15-16.
- [3] 罗晓渭. 建筑施工中噪声分析和治理措施探讨[J]. 甘肃科技,2007,23(10):130-133.

收稿日期:2008-02-15

[责任编辑:谭忠华]

验收和评审,2006年4月在安哥拉基地使用,截至2006年10月,实际组装轨排已超过300 km。该液压系统在非洲炎热的气温下油温始终低于60℃,压力损失为1.5 MPa,同步误差只有 $\pm 5 \text{ mm}$ ,并在承重12 t的载荷下保压20 min无下降。

## 5 结语

升降平台采用了此液压系统,与以往的平台相比同步精度高、自锁性能好、结构简单、操作方便,降低了噪声,保证了轨排组装的可靠性,提高了轨排质量。2006年12月13日,全液压往复机械式轨排组装生产线设备通过了中铁建总公司的评审,评审专家一致认为其技术性能达到了国际先进水平,2007年11月又获得了陕西省科学技术进步二等奖。

### 参考文献:

- [1] 李芳民. 工程机械液压与液力传动[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [2] 周国庆. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [3] 雷天觉. 液压工程手册[M]. 北京:机械工业出版社,1990.

收稿日期:2008-02-26

[责任编辑:张宗涛]