

## 液压废钢剪平衡阀的改进

曲思民, 刘富增, 张玉华, 郑建起, 江波

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

**摘要:** 针对液压废钢剪剪台空载下行时压力大的问题, 分析认为平衡阀的压降是影响差动回路功率特性的主要因素。为此, 将先导溢流阀的溢流口接在低压回路上, 以增加平衡阀主阀的开度, 降低平衡阀的压差, 改善差动回路的功率特性。改进后, 剪台空载下行时的压力由10MPa降为1.8MPa, 降低了回路阻力损失, 减少了系统发热。

**关键词:** 液压废钢剪; 平衡阀; 差动回路; 功率特性

中图分类号: TH137.52<sup>+1</sup> 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2003)05-0023-03

## Improvement of Balance Valve of Hydraulic Scrap Shear

QU Si-min, LIU Fu-zeng, ZHANG Yu-hua, ZHENG Jian-qi, JIANG Bo

(Jinan Iron and Steel Group, Jinan 250101, China)

**Abstract:** Pointing to the problem of big pressure at the time of empty load and go down of hydraulic scrap shear stand, consider the pressure reducing of balance valve is important factor to influence power property of differential loop. So it can increase the aperture of main gate of balance valve, reduce the pressure difference of balance valve and improve the power property of differential loop to connect nozzle of guiding overflow valve to low pressure loop. After improved the pressure at the time of empty load and go down of shear stand is reduced from 10MPa to 1.8MPa, so the resistance loss of loop is decreased and the calorific capacity of this system is reduced.

**Keywords:** hydraulic scrap shear; balance valve; differential loop; power property

## 1 前言

济南钢铁集团总公司原料厂(简称济钢原料厂)液压废钢剪为捷克产CNS800d-11型,其剪台控制回路的原理如图1所示。该液压废钢剪安装投产后,在剪台下行时易发生剧烈振动,为此,将原来的单向调速阀C44改为图2所示的平衡阀。改造完成后,虽然剪台下行时的振动现象消失,设备运行平稳,但在剪台空载下行时压力表C39指示的压力达到10MPa以上。如果该问题不解决,不仅会使功率消耗过高,更重要的是会增加系统发热,使油温升高,降低油液粘度,增加泄漏,降低效率。

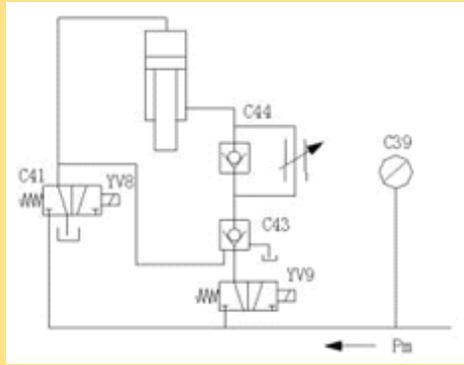


图1 改进前的剪台油路

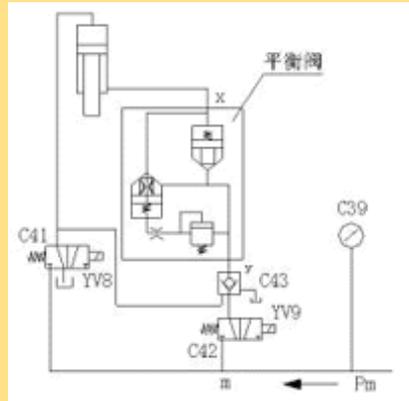


图2 改进后的剪台油路

## 2 平衡阀对差动回路功率特性的影响

### 2.1 差动回路工作原理

如图2所示，在剪台空载下降时，电磁铁YV8、YV9均带电，构成了一个差动回路，实现了剪台空载时的快速下降。当交汇点m处的压力升高到18MPa时，由压力继电器控制YV9失电，使回路转换到非差动回路，达到增加剪切力的目的。

### 2.2 差动回路功率特性分析

为了便于分析，将图2所示的差动回路简化为图3所示的模型，二者在回路阻力特性的处理上是完全等效的。其中 $P_1$ 、 $P_2$ 分别是液压缸无杆腔、有杆腔的压力， $A_1$ 、 $A_2$ 分别是液压缸无杆腔和有杆腔活塞面积， $K_1$ 、 $K_2$ 和 $K_3$ 分别是各段油路的阻力特性系数， $Q_1$ 和 $Q_2$ 是各支路的流量， $P_m$ 和 $\Delta P$ 分别是交汇点的压力（也就是压力表C39显示的压力值）和平衡阀的压降。液压缸按差动回路工作时，其受力平衡方程为：

$$P_1 A_1 + G = P_2 A_2 \quad (1)$$

式中G——活塞及其联接机构的重量。

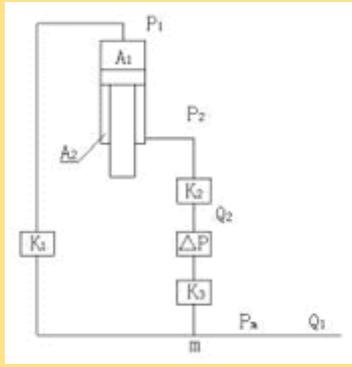


图3 简化后的差动回路

根据流体力学中的阻力计算公式，液压缸上、下腔与交汇点的压力分别是：

$$P_2 - P_m = (K_2 + K_3) Q_2^2 \quad (2)$$

$$P_m - P_1 = K_1 (Q_1 + Q_2)^2 \quad (3)$$

因此：

$$\begin{aligned} P_2 &= K_1 (Q_1 + Q_2)^2 + (K_2 + K_3) Q_2^2 + P_1 + \Delta P \\ &= K_1 (Q_1 + Q_2)^2 + (K_2 + K_3) Q_2^2 + A_2/A_1 \cdot P_2 - G/A_1 + \Delta P \\ &= A_1 / (A_1 + A_2) [K_1 (Q_1 + Q_2)^2 + (K_2 + K_3) Q_2^2 - G/A_1 + \Delta P] \end{aligned} \quad (4)$$

在此， $A_1 = 2A_2$

因此

$$P_2 = 2 [K_1 (Q_1 + Q_2)^2 + (K_2 + K_3) Q_2^2 - G/A_1 + \Delta P] \quad (5)$$

$$\begin{aligned} P_m &= P_2 - (K_2 + K_3) Q_2^2 + P_1 - \Delta P \\ &= 2 [K_1 (Q_1 + Q_2)^2 + (K_2 + K_3) Q_2^2 - G/A_1 + \Delta P] - (K_2 + K_3) Q_2^2 - \Delta P \\ &= 2 [K_1 (Q_1 + Q_2)^2 - G/A_1] + (K_2 + K_3) Q_2^2 + \Delta P \end{aligned}$$

可以通过测量和计算得出在液压缸以非差动工作方式工作时， $\Delta P$ 大约等于2MPa。而在液压缸以差动方式工作时流经平衡阀的流量 $Q_2$ 是非差动方式时的2倍，从二通插装阀的流量—压力损失特性可知，其压力损失大约与流量的平方成正比。也就是说平衡阀在差动方式下的压力损失 $\Delta P$ 大约是非差动方式下的4倍，即8MPa。可见，造成压力过高的主要因素是 $\Delta P$ 。只有大幅度降低 $\Delta P$ 才能从根本上改善回路的功率特性。

### 3 改进方案

#### 3.1 改进方案的确定

如前所述，改善平衡阀对回路功率特性的影响在于大幅度降低 $\Delta P$ 。将图2中插装阀的阀芯全部抽掉，把液控单向阀C43换成图4所示的平衡阀。与图2中的平衡阀不同的是，它的先导溢流阀的溢流孔，是利用原液控单向阀的泄油管路与油箱接通而不是接在主回路上。采用这一方案可使平衡阀具有较好的压力—损失特性，有效降低 $\Delta P$ 。

