

液压伺服阀故障分析及处理



作者简介：杨国安先生，工程师；主要从事自动化仪表系统维护以及项目设计工作。

杨国安 陆平

(牡丹江恒丰纸业股份有限公司, 黑龙江牡丹江, 157013)

摘要：介绍了牡丹江恒丰纸业股份有限公司 10[#]纸机的压榨、雕印、施胶系统的液压伺服阀控制原理，并结合实际应用阐述 MOOG 伺服阀 D633 系列的维护经验和故障处理方法。

关键词：液压；伺服阀；故障处理

中图分类号：TS737^{*}.3

文献标识码：A

DOI：10.11980/j.issn.0254-508X.2016.02.009

Fault Analysis of Hydraulic Servo Valve

YANG Guo-an LU Ping*

(Mudanjiang Hengfeng Paper Co., Ltd., Mudanjiang, Heilongjiang Province, 157013)

(* E-mail: mdj.lp@139.com)

Abstract: The hydraulic servo valve control principle of press, carving and surface sizing systems in PM10 of Mudanjiang Hengfeng Paper Co., Ltd. were introduced. The maintenance experience and fault processing method of MOOG servo valve D633 series were presented based on the practical application.

Key words: hydraulic; Servo valve; fault analysis

特种纸机的压榨系统（包括一压、二压和雕印）以及施胶机和卷取系统都是由液压站提供动力的。控制这些设备按要求运行的一般是采用美国穆格公司生产的 D633 系列伺服阀，该伺服阀具有调节和换向功能，所以通常也称为换向比例阀，本文简称为 D633 比例阀。

无论控制特种纸机压榨系统还是施胶机或卷取系统，都是要求某个动辊能够在分开方向和关闭方向（包括接触和加压）进行分步骤精确控制。以牡丹江恒丰纸业有限责任公司 10[#]纸机的二压工作原理为例（如图 1 所示），当 D633 比例阀自身发生故障，或者因为油质等外界因素导致 D633 比例阀故障，都会使 D633 比例阀停止工作。如果是 D633 比例阀电路或接线故障，D633 比例阀在两侧弹簧作用下会恢复中间位置，保证控制设备保持原有状态。如果是油质中含有颗粒杂质堵塞 D633 比例阀阀芯，控制设备就不能保持原有状态。本文就牡丹江恒丰纸业有限责任公司 10[#]纸机的压榨系统中 D633 比例阀在使用过程中遇到的典型故障及处理方法进行介绍。

1 D633 比例阀工作原理

图 2 所示为 D633 比例阀的结构。D633 比例阀是直动式比例阀，它具有阀芯位置反馈功能，可以实现闭环控制。阀芯由永磁式线性马达驱动，它可以灵活地从弹簧对中位置双向驱动阀芯。与只能产生单向驱动力的比例电磁阀相比，它具有双向驱动力的优点。D633 比例阀位置传感器和线性力马达形成闭环控制是通过集成电路板实现的。驱动阀芯位移信号是电气信号通过电路板转换为脉宽调制信号，再由脉宽调制信号来驱动线性力马达。D633 比例阀在正常工作中，阀芯位移信号与指令信号进行比较，系统输出比例信号，推动阀芯移至指定位置。

1.1 D633 比例阀功能

图 3 为 D633 比例阀的功能示意图。从图 3 可知，该阀可应用于三通、四通节流型流量控制阀。其中阀口 P 为压力入口，阀口 A 和阀口 B 作流量控制阀口，阀口 T 为回流出口。10[#]纸机比例阀是由 DCS 发

收稿日期：2015-07-21(修改稿)

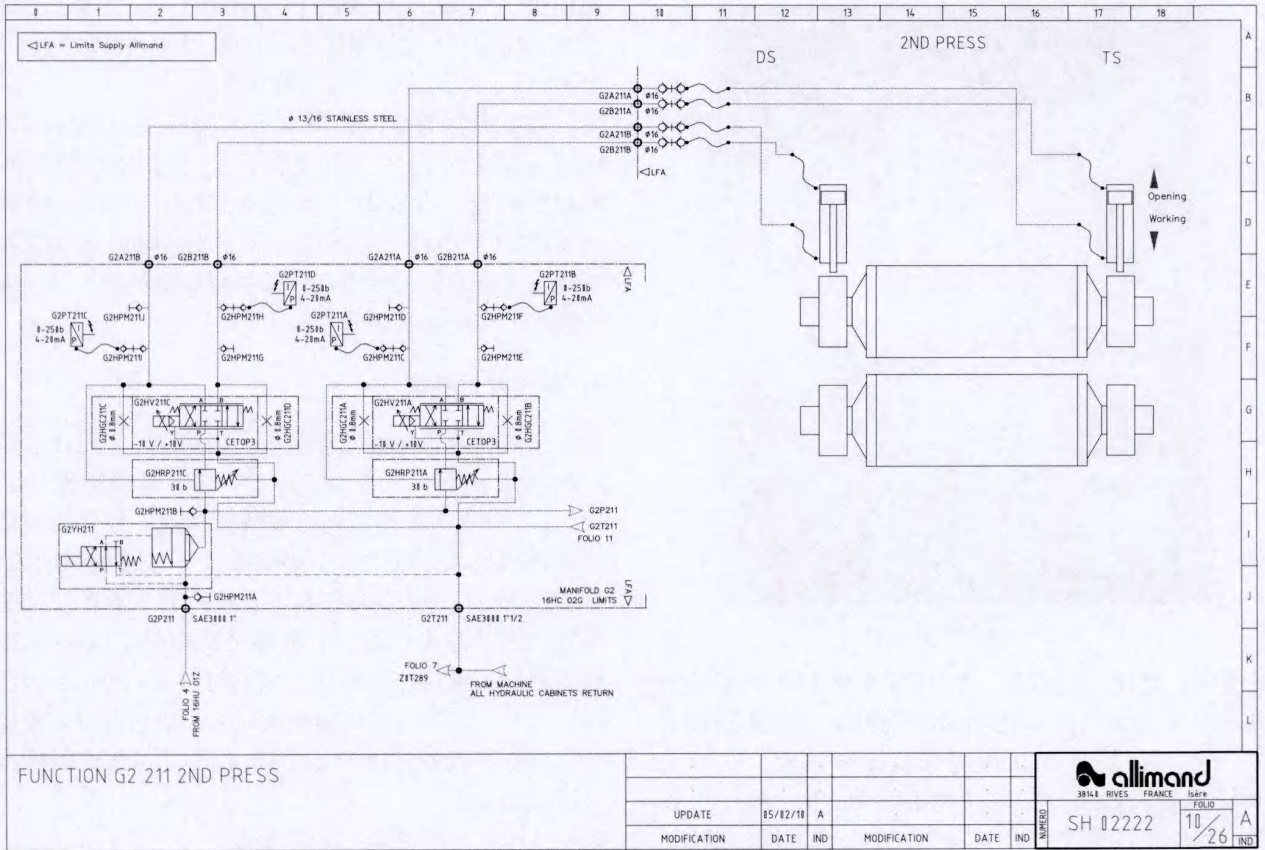


图1 10#纸机二压工作原理

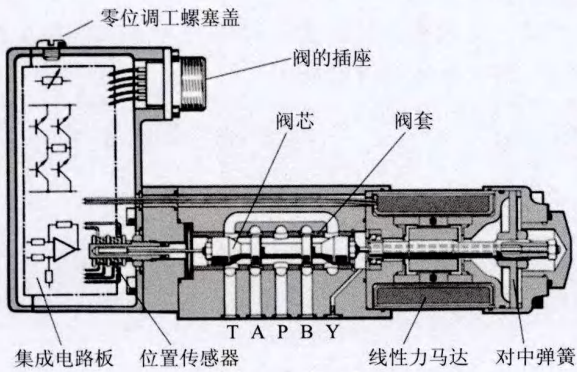


图2 D633比例阀的结构

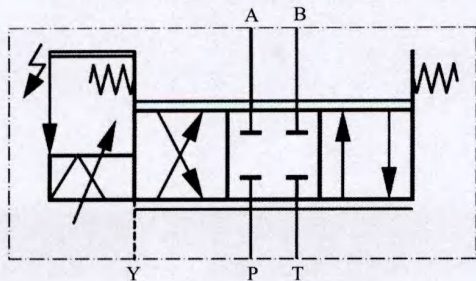


图3 D633比例阀功能

出0至±10 V指令信号控制。如图3所示,当发出+10 V信号时,阀口100%全开,且阀口P和阀口A沟通、阀口B和阀口T沟通。指令信号为0时,阀芯居中。当发出-10 V信号时,阀口-100%全开,且阀口P和阀口B沟通、阀口A和阀口T沟通。如果要应用在三通节流型流量控制阀时,必须根据需要将阀口A或阀口B堵死。

2 故障现象

图4所示的比例阀控制柜中有压榨系统中的一压、二压和雕印共3个分部的D633比例阀,每个分部有两个D633比例阀分别控制传动侧和操作侧,共计6个D633比例阀。故障发生之前,这3个分部测试第一次都正常工作,当测试第二次时就不能正常工作了,而且3个分部动辄都是在分开位置。在DCS系统画面查看3个分部输出的控制信号和阀位反馈信号都正常。

3 故障分析及处理

由于是6个D633比例阀同时发生故障,所以判

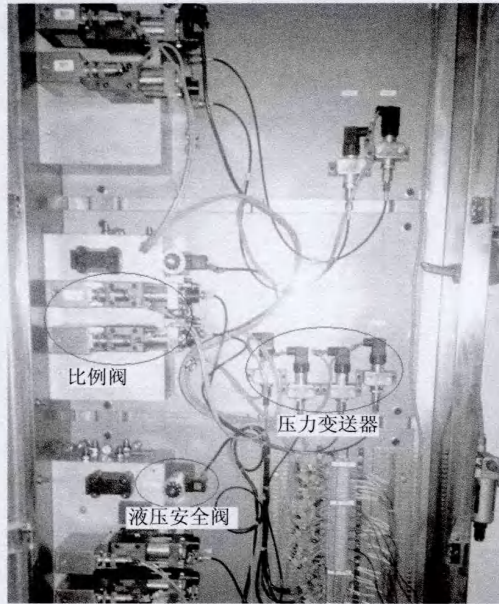


图4 比例阀控制柜

定不应该是比例阀故障。到 DCS 系统 I/O 柜端子测量 $\pm 10\text{ V}$ 输出信号和比例阀控制柜端子测量控制信号一致。通过 D633 比例阀安装图纸发现,这 6 个 D633 比例阀是由一路 24 V 电源驱动。那么除了设备原因等外界因素之外,只能是 D633 比例阀电源了。当测量每个 D633 比例阀 24 V 电源时,发现电压只有 18 V 左右,约 30 min 后,24 V 电源空开跳闸。由于 6 个 D633 比例阀共用一个 24 V 电源,所以逐个拆线测量,发现控制二压操作侧的 D633 比例阀 24 V 线圈

阻值很小(用万用表测量已经导通了)。发现了故障点后,将 D633 比例阀更换,送上 24 V 电源之后,6 个 D633 比例阀进入正常工作状态。

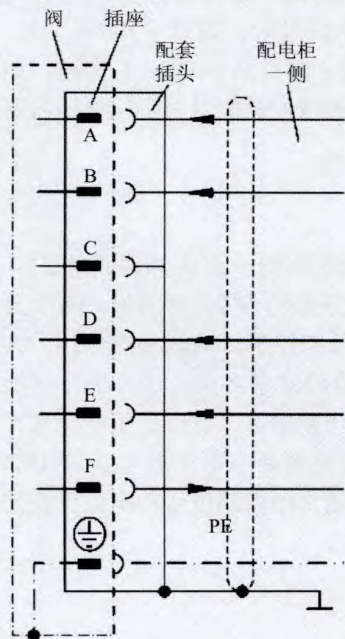
需要说明的是,如图 1 所示的位号为 G2YH211 的液压安全阀 24 V 工作电源,是通过 DCS 系统 DO 模块控制的,不是 24 V 电源空开控制。这个 DO 模块输出 24 V 电源与液压站压力、两侧 D633 比例阀控制压力差和压力上限等保护信号有连锁控制,从而保护现场二压的相关设备。

4 故障分析总结

上述故障虽然处理方法不是很繁琐,但是由于第一次测试正常,认为 D633 比例阀不能同时发生故障,以及 D633 比例阀电源软故障接地。导致处理故障时间很长,造成生产不必要损失。总结故障原因,在 DCS 画面上没有看到 D633 比例阀真正阀位反馈是导致处理故障走弯路一个重要原因。查看 D633 比例阀资料和阀体接线图发现,该阀门有 4~20 mA 阀位反馈信号,如图 5 比例阀接线所示。事后查看其他机台压榨部等设备,D633 比例阀都没有安装比例阀阀位反馈信号。

4.1 D633 比例阀阀位反馈测试

为了证明阀位反馈信号功能,根据图 5 的 D633 比例阀接线,用 24 V 直流电源、+10 V/-10 V 信号发生器、万用表连接测试一下 D633 比例阀阀位反馈信号。连接测试如图 6 所示。



功能	电流指令	电压指令
电源	24 V 直流电 (19~32 V DC)	
电源/信号地	\perp (0 V)	
不用		
额定输入指令 (差动)	输入指令 $I_D = -I_E: 0 \sim \pm 10\text{ mA}$ 输入指令 (inv.) $I_E = -I_D: 0 \sim \pm 10\text{ mA}$ ($R_c = 200\ \Omega$)	$U_{D-E} = 0 \sim \pm 10\text{ mA}$ $R_E = 10\text{ k}\Omega$
阀芯实际位移输出值	对于两种信号类型,输入电压 U_{D-B} 和 U_{E-B} 都限定为: 最小 -15 V, 最大 +24 V	
保护接地	$I_{F-B}: = 4 \sim 20\text{ mA}$. 12 mA 时, 阀芯居中。 $R_L = 300 \sim 500\ \Omega$	

注 符合以前的 DIN 43563 标准。

图5 D633 比例阀接线

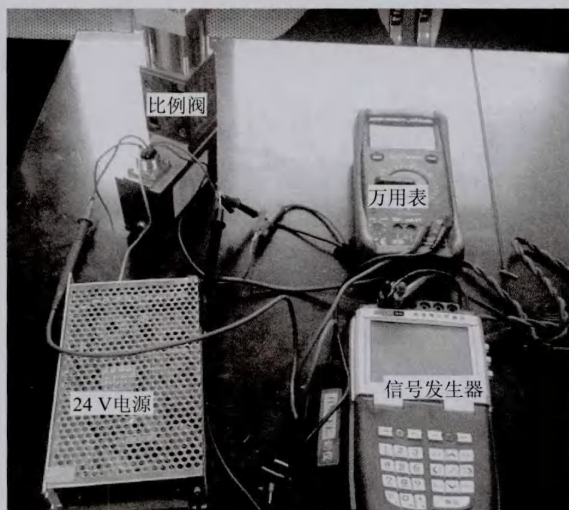


图6 连接测试

通过图6所示接线,得到结论是当发生器输出 -10 V 信号时,万用表测得信号是 4 mA ;当发生器输出 0 信号时,万用表测得信号是 12 mA ;当发生器输出 $+10\text{ V}$ 信号时,万用表测得信号是 20 mA 。那么对应的比例阀反馈应为 4 mA 是 -100% 、 12 mA 是 0 、 20 mA 是 $+100\%$ 。

4.2 阀位反馈测试应用

通过3.1测试得出的结论,完全可以将阀位反馈信号(端子B和端子F)接线安装在D633比例阀控制柜端子排上。当发生类似故障时可以到端子排用万用表测量,根据电流信号推断出真正阀位反馈值。

如果DCS系统有空余AI通道,可以将阀位反馈信号做到相应比例阀控制界面上,这样可以实现阀位实时监测和故障监测。其阀位反馈编程逻辑如图7所示。

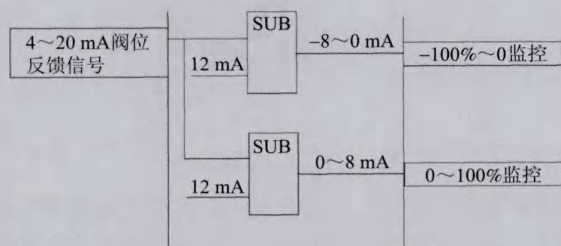


图7 阀位反馈编程逻辑

5 D633 比例阀应用要求

根据D633系列MOOG阀技术参数要求,D633比例阀在使用中对液压油的压力、温度、油质清洁度有一定要求。

5.1 工作压力范围

比例阀阀口P、A、B和T压力 $\leq 350\text{ bar}$ (5000 psi)。(注 $1\text{ bar} = 100\text{ kPa}$)

5.2 温度范围

温度范围包括环境温度和油液温度,分别是 $-20\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\sim 140\text{ }^{\circ}\text{F}$)和 $-20\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\sim 170\text{ }^{\circ}\text{F}$)。在实际应用中,油温保持在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 工作状态最好。

5.3 油质清洁度

液压油流体清洁度显著影响比例阀性能(阀芯位置精度、高分辨率等)和磨损情况(节流边、压力增益、泄漏等),所以油质十分重要。根据液压油清洁度标准,MOOG厂家推荐两个清洁度等级,分别是一般使用和较长寿命使用。

(1) 一般使用等级:IOS 4406 < 15/12。

根据标准为:大于 $6\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒数范围在 $160\sim 120$ 个(1 mL 中的颗粒数);大于 $14\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒数范围在 $20\sim 40$ 个(1 mL 中的颗粒数)。

(2) 较长寿命使用等级:IOS 4406 < 14/11。

根据标准为:大于 $6\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒数范围在 $80\sim 160$ (1 mL 中的颗粒数);大于 $14\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒数范围在 $10\sim 20$ (1 mL 中的颗粒数)。

牡丹江恒丰纸业有限责任公司采用欧洲生产的液压油激光颗粒分析仪进行检测,它可检测每 100 mL 液压油中直径为 4 、 6 、 14 、 21 、 25 、 38 、 50 、 $70\text{ }\mu\text{m}$ 杂质颗粒。

6 结语

上述D633系列伺服阀在生产过程中出现的故障现象和故障处理过程是笔者在实际工作中总结出的一些经验,在处理过程中也获得一些体会,希望处理故障的方法和思路可以供同行借鉴。

参考文献

- [1] HUO Huai-cheng. Analysis and Elimination of Faults in the Hydraulic System of Papermaking equipment[J]. China Pulp & Paper, 2007, 26, (2): 69.
霍怀成. 造纸设备液压系统故障的分析与排除[J]. 中国造纸, 2007, 26(2): 69.
- [2] CHEN Qin-zhang. Maintenance and Common Fault Diagnosis of Hydraulic Equipment[J]. China Pulp & Paper, 2005, 24(2): 61.
陈勤彰. 液压设备的维护和常见故障判断[J]. 中国造纸, 2005, 24(2): 61. [CPP]

(责任编辑:常青)