

DOI: 10.13228/j.boyuan.issn1005-4006.20200004

DANIELI连铸机扇形段液压控制与故障诊断

闫凡熙, 董 伟, 王建军, 隗和明, 毛占昕, 丁 剑

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司炼钢部, 河北 唐山 063200)

摘 要:简单介绍了DANIELI连铸机扇形段液压控制的原理和故障诊断,对液压控制系统的日常维护和改造都具有指导意义。通过对每个扇形段的入口和出口的辊缝进行控制,实现了轻压下的控制。

关键词:扇形段;液压控制;故障诊断

文献标志码:A **文章编号:**1005-4006(2020)03-0061-04

Hydraulic control and fault diagnosis for DANIELI continuous casting machine segment

YAN Fan-xi, DONG Wei, WANG Jian-jun, WEI He-ming, MAO Zhan-xin, DING Jian

(Steelmaking Department, Shougang Jingtang United Iron and Steel Co., Ltd., Tangshan 063200, Hebei, China)

Abstract: Principle and fault diagnosis of DANIELI continuous casting machine fan segment hydraulic control were briefly introduced, which is of guiding significance to the daily maintenance and transformation of the hydraulic control system. Through the control of the roll gap at the entrance and exit of each sector, the control of the light pressure was realized.

Key words: segment; hydraulic control; fault diagnosis

连铸机是钢铁厂生产系统的主体,连铸机包括主体、辅助、工艺设备和自动化设备。重要设备包括二次冷却设备、铸坯支撑导向装置、铸坯矫直装置、火焰切割装置、去毛刺装置和打号装置。扇形段是连铸设备的主要部分,由零段、弯曲段、矫直段和水平段组成。扇形段主要是通过喷嘴冷却促使铸坯迅速凝固形成坯壳,防止铸坯在形成过程产生缺陷的设备^[1-3]。

1 扇形段整体结构与系统性能要求

扇形段对铸坯有冷却、支撑、导向、引导和夹持的作用。按照连续铸造的要求,扇形段设定工作和实际的辊缝是楔形辊缝,沿着铸流方向扇形段上口设定的辊缝值要比下口稍大一些^[4-5]。扇形段结构如图1所示。

扇形段油缸位置示意图如图2所示。每个扇形段有4个液压缸负责加紧工作,4个加紧缸分布在扇形段的四角,加紧缸的活塞杆与扇形段下框架相连,扇形段下框架固定不动,加紧缸的缸桶与扇形段上框架连接,上框架做升降运动,液压缸内部装有位置传感器。

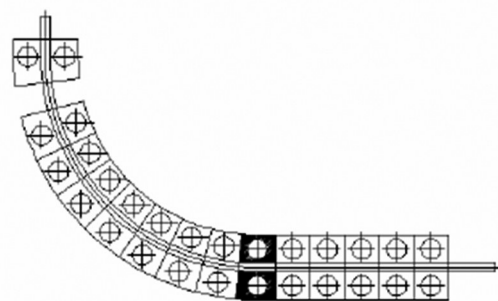


图1 连铸机扇形段结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of segment structure of continuous casting machine

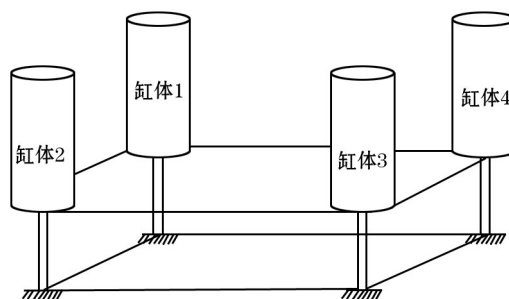


图2 扇形段油缸位置示意图

Fig.2 Schematic diagram of cylinder position in sector segment

扇形段辊缝控制精度会直接影响铸坯质量缺陷的产生,是铸机功能精度的重要控制指标。DANIELI连铸机1-3段扇形段浇铸时的实际间隙由加紧系统被调整为线性锥度,4-19段扇形段区自动执行软压下。同为扇形段进口或出口的两对加紧缸开口度应相同,防止扇形段的辊缝偏差,辊缝在同一水平线上的偏差不大于0.1 mm才不会对铸坯质量造成影响,所以液压缸传感器的控制精度必须高于0.1 mm^[6-7]。

对于板坯连铸机,扇形段上框架带着辊组,所以重力较大,可以达到数十吨以上的重量,为确保加紧缸的位置控制精度,必须减少加紧缸、上框架部件的惯性力和导向部位的摩擦力,所以扇形段上框架的上升下降时,临近停止时速度要减小,进而确保扇形段辊缝数值的准确。如果辊缝控制精度低还会使铸坯在钢水静压力的作用下产生铸坯鼓肚,所以在位置控制时不但要求位移的精度还会对压下力进行控制,防止压下力过大损坏装备^[8-9]。

主要控制要求为:(1)在允许的误差范围内,4个缸同步运动;(2)扇形段进口和出口的两对液压缸的辊缝相同,避免扇形段辊子倾斜;(3)防止外力过大造成液压缸损坏,系统应具有自我保护功能。

2 液压元件介绍及原理图分析

扇形段控制液压系统是实现扇形段升降动作和辊缝精度控制要求设备,以液压油作为传动力,由动力系统、控制系统和执行机构组成。利用控制流量和压力实现扇形段的压下精度控制^[10]。

2.1 液压系统主要元件介绍

2.1.1 液压系统供油压力及介质

扇形段液压系统供油压力由铸机类型、压下力大小、液压缸分布要求和精度控制水平而定^[11],连铸机液压系统系统供油压力为21 MPa,介质为鞍山华公司高精度多元醇脂阻燃液压油。

2.1.2 液压泵

扇形段液压站主泵为4台柱塞泵,3备1用,选用力士乐的A4VSO250DR/22RPPB13N00柱塞泵^[12]。

2.1.3 液压缸

扇形段由4条夹紧缸和2条驱动缸组成,加紧缸由活塞杆与扇形段的下框架连接,固定不动;加紧缸缸筒与上框架连接,上框架和辊组做升降运动,扇形段控制单元结构示意图如图3所示。

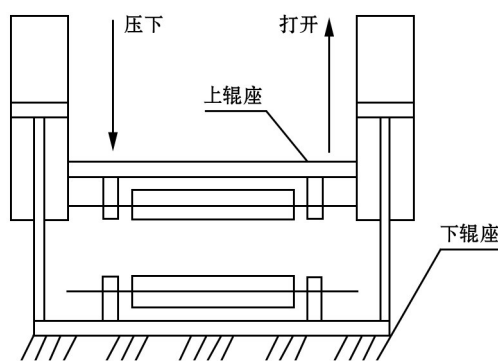


图3 扇形段控制单元结构示意图

Fig.3 Schematic diagram of sector control unit structure

2.1.4 伺服阀

扇形段辊缝调节液压系统有4个伺服阀,分别控制4个油缸的有杆腔油压,其型号为4WRPEH-6-C4-B40-L-2X/G24-K0-F1V。

2.1.5 三通比例减压阀

三通减压阀为无杆腔提供恒定的压力,其中1-3段为4.5 MPa,4段为3.5 MPa,5-19段位为3 MPa。1-4段比例减压阀型号为3DREME-10-P-6X/200Y/G24K31V;5-19段比例减压阀型号为3DREME-16-P-6X/200Y/G24K31V。

2.1.6 位置传感器

扇形段位置传感器是将磁环固定在液压缸活塞上,传感器插入液压缸缸筒内,缸筒运动时传感器在磁环内运动进而进行计数测量^[13]。

2.1.7 过滤器

因为此液压系统由压力比例换向阀和比例减压阀对系统进行控制,由于比例阀精度高,所以在进入比例阀前的油路上增加了过滤器,保证比例阀的稳定工作。

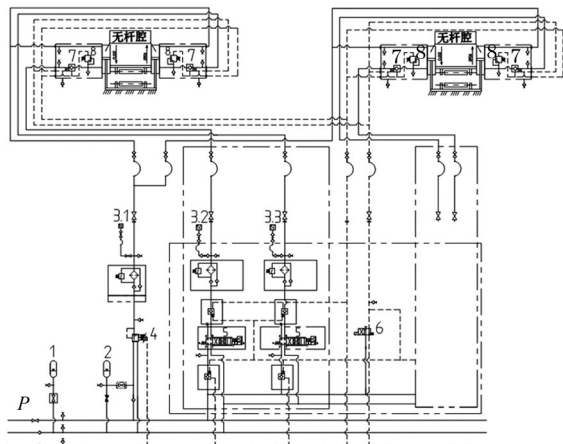
2.1.8 蓄能器

蓄能器的主要作用是储存油液的压力能。在液压系统中蓄能器的用途为:(1)在短时间内供应大量压力油液;(2)维持系统压力;(3)减小液压冲击或压力脉动。

2.2 液压原理图分析

扇形段辊缝调节液压系统工作原理如图4所示。液压油从液压站中输出进入P管后分成两个油路,一条油路经过三通比例减压阀减压后,压力减小唯一的值(1-3段为4.5 MPa,4段为3.5 MPa,5-19段为3 MPa),然后液压油分成4条油路,分别作用在扇形段的无杆腔;另一条油路与4个伺服阀和电磁换向阀连接,分别控制通过4个油缸有杆腔的油

压,给扇形段压下的力,当扇形段压下的力大于无杆腔的力时,扇形段下降;当扇形段的压下的力小于无杆腔恒定的力时,扇形段打开。系统正常工作时电磁换向阀处于得电状态,为液控单向阀提供控制口提供压力,使液压油可以双向流动。当出现事故PLC断电后,当电磁换向阀失电时,液压单向阀控制口无压,根据图4可知,PLC断电后系统能够保持扇形段处于原位不动。液压缸有杆腔缸口配有安全阀来避免扇形段过载。压力继电器显示压力并参与控制,3.1压力继电器显示扇形段提起压力,其余4个压力继电器分别显示液压缸有杆腔压力。



1—蓄能器(4 L); 2—蓄能器(10 L); 3—压力继电器;
4—三通比例减压阀; 5—伺服阀; 6—电磁换向阀;
7—液控单向阀; 8—安全阀。

图4 扇形段辊缝调节液压系统原理图

Fig.4 Schematic diagram of fan section roll gap regulating hydraulic system

3 扇形段液压控制系统工作原理

3.1 液压控制系统工作原理

液压伺服系统由控制元件和执行机构以及传感器反馈元件等组成。液压伺服控制的原理是液压流体动力的反馈控制,即利用反馈连接得到偏差信号区控制液压能源输入到系统的能量,是系统向着减小偏差的方向变化,从而使系统的实际输出与目标值相符^[14-15]。在液压伺服控制系统中,输出量能够自动、快速而准确的实现输入量的变化规律,同时还对输入信号进行功率放大,因此也是一个功率放大器。

图5所示为一个典型的液压伺服控制系统原理流程图。控制阀是液压伺服控制中的放大元件,它将输入的电流信号转换成流量或压力输出,并将功率放大;执行元件的输入是压力油的流量,输出是运动速度;反馈机构为反馈信号,使系统构成一个

闭环的控制系统。在该系统中,系统输入信号功率很小,而系统的输出功率却很大。功率放大所需要的能量是由液压能源供给的,供给能量的控制是根据伺服系统偏差的大小自动进行的,所以液压伺服系统也是一个控制液压能源输出的装置。

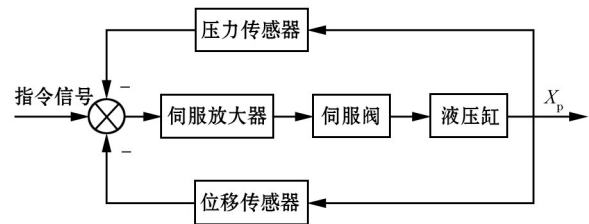


图5 液压控制系统方框图

Fig.5 Block diagram of hydraulic control system

3.2 扇形段辊缝液压控制系统工作原理

京唐连铸机每流有19个扇形段,其中1-3号扇形段只进行位置控制(无轻压下控制),4-19段可进行轻压下。扇形段轻压下控制就是对每个扇形段的辊缝进行控制。液压伺服系统发出指令,将扇形段的辊缝调整至一定的位置,通过传感器形成闭环控制,将辊缝调到设定的目标值。每个扇形段有左入,右入,左出,右出4个液压缸,分别控制4个方位的辊缝,实现对板坯厚度及轻压下程度的控制。

连铸机扇形段液压控制系统,主要由执行液压缸、液压泵站、扇形段阀台、缸口阀块、位置传感器和压力继电器组成。连铸机扇形段轻压下液压系统采用伺服阀控制,控制精度高,响应快。

3.2.1 校核控制

在对扇形段进行位置控制之前,必须对每个扇形段的入、出口辊缝进行校核。当校核开始之前,手动测量并记录入口左,入口右,出口左,出口右4个方位的辊缝值,由主控工将辊缝值输入电脑界面,进行校核。

3.2.2 初始设定控制

初始设定是对校核后扇形段辊缝是否能达到指定位置的测定,一般在浇铸前,扇形段打开至247 mm。

3.2.3 位置保持控制

位置保持控制是指计算机输出的扇形段辊缝位置与实际位置一致。扇形段的位置控制为PLC程序将设定值与液压缸实际位置进行比较,一旦扇形段某个液压缸位置偏离设定值,则该液压缸会自动调节位置,直至实际位置值与设定值偏差不高于0.1 mm。

3.2.4 扇形段的位置控制及位置限制

扇形段的液压缸根据目标位置值调整位置,实现自动位置控制。某一液压缸的实际辊缝开口度小于设定值,则该液压缸位置自动上升;某一液压缸的实际辊缝开口度大于设定值,则该液压缸位置自动下降。同时还要比较某扇形段内左右侧液压缸位置,出、入口侧的液压缸位置,以及上一扇形段出口与该扇形段入口之间、下一扇形段入口与该扇形段出口之间的液压缸位置来实现位置限制。

扇形段4个油缸的同步运动也会对扇形段位置进行限制。例如,某扇形段内左右侧液压缸位置偏差超过某值,或段内出、入口液压缸位置偏差超过某值,或上一扇形段出口与该扇形段入口液压缸位置之差超过某值,则偏差大的液压缸停止动作,等待偏差小的液压缸,直到4个液压缸的位置在允许范围内,再一起动作。

4 液压系统故障诊断

4.1 通过液压系统原理图分析结合测量工具排除故障

利用液压系统原理图分析和查找故障部位,首先要熟悉本系统的工作原理,熟悉本系统所使用的所有元件的结构和技术性能,然后才能逐步找出故障部位和故障原因。这是查找液压故障的一种基本方法。在利用液压系统原理图分析和查找故障部位时,结合使用测量工具更有利于故障确诊,例如压力表、流量计、温度计和听针等工具。

4.2 扇形段常见故障诊断

4.2.1 扇形段无动作故障排查

第一步,检查各管路阀门,确认是否完全打开;第二步,确认是否油管接反、传感器有无接反;第三步,检查扇形段解锁阀是否得电同时检查换向阀是否换向到位;第四步,查看扇形段打开压力是否正常,如果3.1压力继电器无压力显示,立即测量三通比例减压阀信号,如果三通比例减压阀无信号可以检查三通比例减压阀供电保险,有信号输出,更换比例阀放大板、或更换液压阀;第五步,主控室查看伺服阀阀位,测量伺服阀信号检查伺服阀阀芯有无卡组。

4.2.2 扇形段压力波动故障排查

第一步,查看位置传感器FDA曲线观察位置传感器是否有跳变现象(伺服控制回路传感器跳变容易引起压力波动);第二步,查看扇形段打开比例减

压阀压力FDA曲线看是否有明显压力波动(3DREME型号比例阀放大板电路故障极易引起压力波动);第三步,查看伺服阀关闭压力FDA曲线,当伺服阀输出异常会导致系统压力波动。

5 结论

DANIELI连铸机在生产应用中,有效得改善了板坯的中心疏松和宏观偏析,在扇形段辊缝液压控制系统中使用快速响应的伺服阀,每个液压缸都安装位置传感器,位置控制精度高,扇形段开关时间短,油泄漏量极少,易于维护。液压设备是由机械、液压、电气和自动化等设备组合而成的统一体,液压系统的故障也是由各方面因素综合影响的一个较为复杂的问题。因此,在分析液压系统故障之前必须了解系统原理图和控制程序,然后根据故障现象进行分析判断,准确地找到故障部位和故障产生原因并制定有效的整改方案。

参考文献:

- [1] 郭勇. 宝钢三铰链点扇形段辊缝间隙控制技术应用[J]. 中国冶金, 2020, 30(2): 89.
- [2] 刘赵卫, 李新强, 曾晶. 板坯连铸机扇形段结构形式探讨与研究[J]. 连铸, 2019, 44(6): 74.
- [3] 吕士金, 秦勇. 典型活动扇形段改造[J]. 连铸, 2019, 44(1): 61.
- [4] 陆小武. 1 450 mm板坯连铸机改造扇形段设计与实践[J]. 连铸, 2018, 43(6): 42.
- [5] 李瑞生, 赵艳良, 罗北平, 等. 连铸二级系统升级及拓展的探讨与实践[J]. 中国冶金, 2018, 28(12): 60.
- [6] 闫凡熙, 肖华生. DANIELI 2150连铸机浇铸状态自动更换中间包浸入式水口设计[J]. 连铸, 2019, 44(6): 80.
- [7] 刘建伟. 宽厚板坯连铸机引锭头的应用技巧[J]. 宽厚板, 2012, 18(1): 15.
- [8] 朱广宇. 连铸扇形段连铸辊力学性能分析[J]. 化学工程与装备, 2019(1): 199.
- [9] 刘亮. 奥钢联板坯铸机驱动力报警问题的分析及改进[J]. 中国冶金, 2019, 29(1): 52.
- [10] 陈敏, 秦文彬. 板坯连铸机扇形段有限元分析[J]. 冶金设备, 2013(1): 41.
- [11] 时彦林, 李建朝. 连续铸钢生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [12] 时彦林, 侯维芝. 液压传动[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [13] 孙博, 王臻明, 段雪亮, 等. 论连铸机对弧测量的原理性差异及对比分析[J]. 连铸, 2018, 43(5): 63.
- [14] 秦文彬. 无间隙辊缝调节扇形段的研发及运用[J]. 连铸, 2018, 43(3): 1.
- [15] 宋胜德. 攀钢2号大方坯连铸机优化设计及改造[J]. 连铸, 2015, 40(3): 40.