数控火焰切割机自动调高系统

张 芳

(包钢集团机械设备制造有限公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章介绍了数控火焰切割机的基本原理和结构,主要分析了自动调高系统。该控制系统本质上是一个位置随动系统,由三个反馈控制环组成,内环是电流截止负反馈,中间是电压反馈,外层是位置反馈。该系统顺利的保证了切割机的割嘴和待加工的钢板之间的距离为一恒值,提高切割的质量,减少了废料的产生。

关键词: 电容调高; 电流截止负反馈; 电压反馈; 位置反馈

中图分类号: TG659 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2018)06 - 0071 - 04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.06.020

Automatic Height Adjusting System of Numerical Controlled Flame Cutting Machine

Zhang Fang

(*Mechanical Equipment Manufacturing Co., Ltd. of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this article, it is introduced the basic principles and structure of the numerical controlled flame cutting machine as well as mainly analyzed the automatic height adjusting system. This control system is essentially a system of random position and composed of three feedback control loops. The inner loop is negative feedback of current cut - off, the middle loop is voltage feedback and the outer loop is position feedback. The distance between cutting torch of cutting machine and steel plate to be processed is smoothly ensured to be a constant with the system so that the cutting quality is improved and the scrap is reduced.

Key words: increase capacitance; negative feedback of current cut - off; voltage feedback; position feedback

改革开放以来我国经济迅速发展,我国的机械制造业在国际市场上已经占据重要地位。数控切割机是机械制造业的基础设备,这些年数控系统不断更新完善,但在实际操作中总会由于部分缺陷使操作过程中出现许多问题,例如,数控切割机在切割板材的时候,由于工人的操作失误割据会碰到钢板,造成的后果是割据直接报废,如果经常发生这样的事情,就会造成不小的经济损失。我们在数控切割机的割据位置增设电容调高系统来解决这一问题。

1 数控火焰切割简介

1.1 火焰切割技术

火焰切割就是利用气体火焰的热能将工件切割处金属预热到一定温度后,喷出高速切割氧气流使预热处的金属燃烧并放出热量实现切割的方法。最常见的气体切割是氧 - 乙炔火焰切割。钢材的气割是利用气体火焰(称预热火焰)将钢材表面加热到能够在氧气流中燃烧的温度(即燃点),然后送进高

收稿日期: 2018 - 03 - 20

作者简介: 张 芳(1982 -),女,内蒙古包头市人,工程师,主要从事机动专业能源计量和电气技术工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

纯度，高流速切割氧，使钢材中的铁在氧氛围中燃烧生成氧化铁熔渣，同时放出大量热，借助这些燃烧热和熔渣不断加热钢材的下层和切口边缘，使之也达到燃点，直至工件的底部。与此同时，切割氧流把氧化铁熔渣吹掉，从而形成切口将钢材切割开。

1.2 数控火焰切割机的特点

功能齐全，自动化程度高。具有割炬自动升降和自动调高、自动点火、自动穿孔、自动切割、割缝自动补偿、动态图形跟踪显示等功能，实现了切割全过程的自动控制。可配置多个割炬工作，省去了制作样板和划线的工时，生产效率高。能合理选定切割工艺参数及切割路径，可减小热变形，加工精度高，切割质量好，能够减少后续打磨和装焊工时。切割信息易于准备、修改和保存。机器运行稳定可靠，操作方便。

2 数控火焰切割机原理

数控火焰切割机是应用计算机数字程序控制(Computer Numerical program Control)的全自动化切割设备，人们借助计算机辅助设计程序，把所要切割零件的形状、尺寸、切割顺序及切割过程中的各项辅助功能按一定的语言程序规则进行编程，然后输入控制机，经运算后发出运动控制及辅助功能指令，再有伺服行走系统和切割执行机构协调动作，数控系统控制主横梁上的小车沿纵向运动，控制带有割炬的小车沿横向运动，其横、纵向的运动合成为割炬的运动轨迹，也就是所要切割的工件的形状。同时，火焰切割数控系统中的PLC实现切割气路的阀动作和时序控制。从而完成所需零件的切割。

3 数控切割机主要结构

数控切割机主要由机构门架、横向移动体、机器驱动和割炬升降装置四个部分组成，其中，机器门架由横梁和纵向移动体组成。

横梁由横梁体及其上的齿条、导轨组成，在横梁上可安装同步钢带随动的横向驱动多个小车。

纵向移动体包括主动纵向移动体和被动纵向移动体，每个移动体上都安装有两个滚轮，滚轮中均装有深沟球轴承，保证机床门架在导轨上滚动阻力最小。

横向移动体有主动和被动之分，被动横向移动体是主动横向移动体通过钢带带动，可以做同向或镜向运动。

机器驱动是由可靠的原装三菱伺服驱动系统实现的。

割炬升降装置是通过电机直传丝杆，带动升降杆上下运动，运动的直线度是由圆直线导轨来控制，升降装置上下都装有限位开关。为了保持切割机头与钢板之间的距离不变，配备自动调高装置。

4 电容调高系统

电容式调高系统是一个闭环控制系统，它包括位置信号检测、信号处理变换、逻辑控制、电机驱动四个部分。适用于数控切割设备的火焰切割割炬的自动高度控制。

位置(高度)信号检测装置采用电容式传感探头，探头环与机床绝缘，安装与割嘴下方，通过同轴电缆连接到割炬旁边的金属探头，用于感应割炬割嘴与钢板的高度，通过调高器内部电路处理后输出相应的电信号，送到逻辑控制电路，再输出信号到电机驱动信号，驱动电机正反向运动。电机驱动采用脉宽调制(PWM)方式。

该控制系统本质上是一个位置随动系统，由三个反馈控制环组成，内环是电流截止负反馈，简称截流反馈；中间是电压反馈；外层是位置反馈。对于随动系统而言，给定量即位置指令是经常变化的，是一个随机变量，要求输出量准确跟随给定量的变化，因而跟随性能指标即系统输出响应的快速性、灵敏性与准确性成为它的主要性能指标。调高电机选用永磁伺服直流电动机。

4.1 电压负反馈调速系统

采用电机端电压负反馈的方法来代替测速发电机的速度反馈，使系统加以简化。不仅降低了购买测速发电机的成本，又减少了维护上的困难，图1是电压负反馈调速系统的原理图。

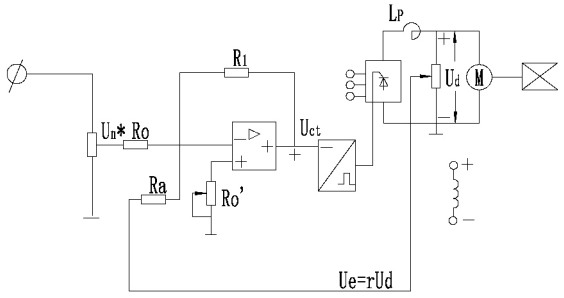


图1 电压负反馈调速系统的原理图

对应图2为电压负反馈调速系统稳态结构图。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图中 U_i 表示电流负反馈型号电压，U_u 表示转速负反馈信号电压。电压负反馈的作用是稳定输出电压，电压反馈信号 $U_u = yU_d$，y 称作电压反馈系数。电压负反馈取自电枢端电压 U_d，为了在结构图中把 U_d 显示出来，须把电阻 R 分成两个部分，即:

$$R = R_{rec} + R_a$$

式中: R_{rec}—— 晶闸管整流装置的内阻(含平波电抗器内阻) ;

R_a—— 电动机电枢电阻。

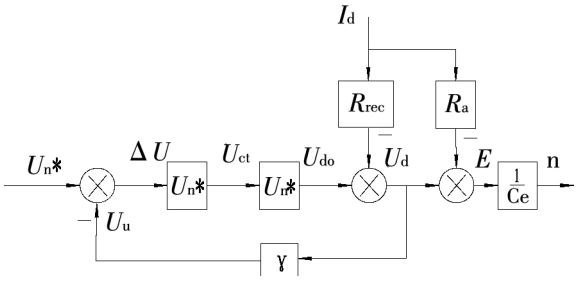


图 2　电压负反馈调速系统稳态结构图

由图可知电压负反馈调速系统的静态特性方程:

$$n = \frac{K_p K_s U_n^*}{C_e(1+K)} - \frac{R_{rec} I_d}{C_e(1+K)} - \frac{R_a I_d}{C_e}$$

式中 $K = yK_pK_s$。从静态特性方程可以看出，电压负反馈把被包围的变流器内阻等引起的稳态速降减小 $1/(1+k)$ 倍，因为扰动在电压负反馈环之外，系统对它引起的转速降落没有抑制作用，因此，电压负反馈调速系统的即稳态性能要差些。

在实际系统中，为了尽可能减小静态速降，电压反馈的两根引出线应尽量靠近电动机电枢两端[1]。

4.2　电容调高系统

为了提高切割的质量，减少废料的产生，需要切割机的割嘴和待加工的钢板(待加工材料) 之间的距离在切割机工作的过程中始终保持在设定的数值。而数控火焰切割机由于其割嘴的温度相当高，不能用普通的传感器，因此需自行设计高度传感器装置。一种可行的方法是在和割嘴等高的平面内放置一钢制的平面感应环(可以耐高温) ，感应环和钢板之间就构成了一电容 (C_x) ，电容的大小与感应环和钢板之间的高度(d_x) 之间的关系为 $C_x = \varepsilon S/d_x$ (ε 为割嘴和钢板之间的介电常数，S 为平面感应环的面积) ，通过检测此电容的值就可以计算出高度。若 d_x 不符合要求，通过高度调节器控制电机进行调节，直到与给定高度相等为止。本调高系统选用 CNC－300A 电容高度控制器[2]。

4.3　电容高度控制器

CNC－300A 电容高度控制器增加了断线保护功能，当高频电缆不连接或出现短路时，在自动状态下割炬自动调升，即断线检测功能。克服了割炬撞击钢板、损坏割炬或升降体的弊病。CNC－300A 电容高度控制器技术指标如下:

供电电压: AC 24 V ± 10% ，50/60 Hz;

升降电机: DC 24 V 永磁直流电机;

输出电流: 1 ~ 4 A;

精度: ± 0.2 mm;

精度内的调节范围: 距工件表面 1 ~ 20 mm;

最大输出功率: 100 W，通过改变电流反馈电阻可到 150 W;

高频电缆长度(HF－cable) : 1 000 mm;

主体外形尺寸(长 × 宽 × 高) : 150 mm × 133 mm × 47 mm。

CNC－300A 调高盒详细显示如下:

Power: 电源指示灯亮，表示电源已经接入。

Height: 高度调节电位器，在自动状态时，用于调节割炬与钢板之间的高度。顺时针旋转，高度增加; 逆时针旋转，高度减少。

Sensitivity: 灵敏度调节电位器，在自动状态下，顺时针调节灵敏度电位器时，灵敏度增大; 逆时针调节灵敏度电位器时，灵敏度降低。如果自动切割时切割小车 跟随较慢，则将灵敏度调大; 如果自动时切割小车抖动较大，则将灵敏度调小。

Cap: 探头连接器，连接到调高探头线。

Auto/Hand: 自动/手动选择开关，当开关处在 Auto 位置时，从 CNC 来的外部自动信号可以接入; 当开关处在 Hand 位置时，从 CNC 来的外部自动信号不能接入，调高器一直处于手动状态。(该信号与面板上的自动测试信号无关)

Up: 上升测试按钮，按住此按钮时，割炬上升。

Down: 下降测试按钮，按住此按钮时，割炬下降。

Auto: 自动测试按钮，按住此按钮时，调高器处在自动调高状态，这时，可通过 Height 高度调节电位器设定所需要的高度，调整高度时，必须一直按住 AUTO 按钮。切割时，由外部自动信号来控制调高器的自动，与该测试信号无关。

5　现场调试

下面 CNC－300A 调高器介绍调试步骤:

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(1)自动调高时高度的设定。将调高盒安装好,将探头线及前面的探头环等完全连接好,按住面板上的"AUTO"按钮,此时,调高盒处于自动状态,调节调高器面板上的高度调节电位器"Height",电机应能够停在某一平衡位置。在自动状态下,割炬的高度由"Height"电位器决定,顺时针旋转,高度将增加,逆时针旋转,高度将降低;将高度调到合适的位置即可。自动状态时的运动特性为离平衡点越近速度越慢,离平衡点越远速度越快。

(2)刹车调整。刹车调整电位器RP1(在调高盒内部)。如果手动上升或下降时,刹车不好,调节此电位器可以取得良好的刹车效果。

6 结束语

本数控系统采用了CNC-300A电容高度控制器,克服了割炬撞击钢板、损坏割炬或升降体的弊病,保证了切割机的割嘴和待加工的钢板(待加工材料)之间的距离,还提高了切割的质量,减少了废料的产生,尤其在切割坡口时效果很好,大大降低了工人在切割后的手工打磨强度和时间,提高了工作效率。

参 考 文 献

[1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京:机械工业出版社. 2000.

[2] 宋凯云. 基于微电容的数控火焰切割机自动调高系统[J]. 机械设计与制造工程,2008,(4):153-155.

(上接第66页)

4 实施效果

GKD_2型机车将4YJ继电器的常闭触点接入保护回路中后,在司机实施非常制动后,4YJ继电器常闭触点断开,同时LLC励磁机励磁接触器失电断开,从而达到自动卸载的目的。

DF_{7C}型机车将原机车总风缸管路上的500 kPa风压继电器短路,连接4YK风压继电器(即300 kPa风压继电器),这样在机车非常制动时,300 kPa风压继电器断开,LLC励磁机励磁接触器也能断开,机车不加载,从而使机车制动。

5 结束语

机车施行非常制动的目的是遇紧急情况时,机车能快速停车,保证行车安全,避免扩大事故。若施行非常制动机车却不能卸载,会造成制动距离增加、牵引电机损坏、机车动轮迟缓等严重后果,对行车安全非常不利。通过对GKD_2、DF_{7C}机车控制系统改造,在机车实施非常制动时,列车能够紧急制动的同时机车卸载,消除了安全隐患,保证了行车安全。

参 考 文 献

[1] 甘永双,邱林. 机车电机电器[M]. 成都:西南交通大学出版社,2015.

[2] 李瑞荣. 机车电力电子技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2013.

[3] 李丹娜,刘智,李春茂. 电工与电子技术[M]. 成都:西南交通大学出版社,2013.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net