

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710017708.8

[51] Int. Cl.

B23K 9/18 (2006.01)

B23K 9/133 (2006.01)

B23K 9/12 (2006.01)

B23K 9/10 (2006.01)

B23K 9/095 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 10 月 24 日

[11] 公开号 CN 101058126A

[22] 申请日 2007.4.13

[21] 申请号 200710017708.8

[71] 申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市兰工坪 85 号

[72] 发明人 张鹏贤 张瑾 马跃洲 陈剑虹
梁卫东

[74] 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任公司
代理人 董斌

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

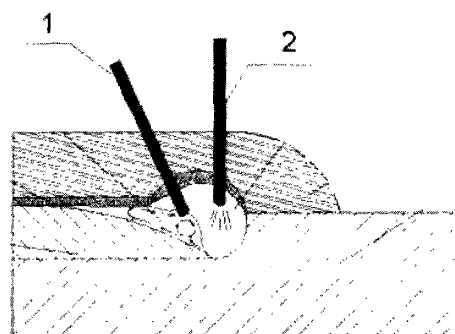
[54] 发明名称

冷丝埋弧焊接方法及装置和控制系统及控制方法

[57] 摘要

冷丝埋弧焊接方法及装置和控制系统及控制方法，采用一根冷丝插入过热的熔池中，填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心部位；冷丝由送丝轮驱动，经由定位套筒中的蛇形软管和定位嘴伸出，定位套筒以转动副为轴在定位板上的滑道上作圆周滑动，定位板安装在固定套筒上；控制系统由相同单片机的两个子系统组成，通过 RXD、TXD 接口串行通讯交换数据，采用一片 74HC373 作为地址锁存器，一片 27C64 为程序存储器，采用定时器/计数器 82C54 产生同步触发脉冲；其方法为：确定冷丝插入位置，冷丝填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心；燃弧焊丝引弧，形成熔池；实时采集的焊接电流、电弧电压，确定熔池长度阈值，当熔池长

度大于熔池长度阈值时，以给定速度开始送进冷丝。



1、冷丝埋弧焊接方法，以燃弧焊丝与被焊工件间产生的电弧为热源，其特征是采用一根不通电、不加热的填充冷丝插入过热的熔池中，作为焊缝填充金属，冷丝的填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心部位，在焊接过程完成前，首先停止冷丝送进，然后再熄灭燃弧焊丝，结束整个焊接过程。

2、实现权利要求 1 所述方法的冷丝埋弧焊接装置，固定安装在常规的焊接小车上，由冷丝填充机构、燃弧焊丝送丝机构组成，其特征在于燃弧焊丝送丝机构中的燃弧焊丝（5）由两对由直流电机驱动的第一送丝轮（4）驱动，经由固定套筒（2）、安装在固定套筒（2）下端的导电嘴（1）送入焊接熔池；冷丝填充机构由冷丝调节机构和冷丝送丝机构组成，冷丝调节机构由定位套筒（7）、定位板（9）、转动副（8）、紧定螺帽（11）组成，冷丝送丝机构由两对第二送丝轮（4'）及直流电机组成，冷丝（6）由第二送丝轮（4'）驱动，经由定位套筒（7）中的蛇形软管和定位嘴（12）伸出，定位套筒（7）以转动副（8）为轴在定位板（9）上的滑道（10）上作圆周滑动，定位板（9）安装在固定套筒（2）上，固定套筒（2）的轴心线垂直于水平面，定位套筒（7）与固定套筒（2）的轴心线的夹角小于 90° 。

3、控制权利要求 2 所述装置、实现权利要求 1 所述方法的冷丝埋弧焊接控制系统，其冷丝填充机构的送丝驱动采用直流伺服电机，通过双向晶闸管 BTA41 调节电枢电压，同步信号 SY1 由光电耦合器 TLP521 从交流输入电压获取，接至第二子系统（II）中 82C54 的 GATE 端，其特征在于该控制系统由采用相同 80C196KB 单片机的第一子系统（I）和第二子系统（II）组成，第一子系统（I）和第二子系统（II）通过 80C196KB 的 RXD、TXD 接口串行通讯交换数据，单片机外部总线 8 位，采用一片 74HC373 作为地址锁存器，一片 27C64 为程序存储器，采用十六位定时器/计数器 82C54 产生同步触发脉冲；第一子系统（I）通过扩展 2 片 82C54，为电源主电路晶闸管和燃弧焊丝调速电路晶闸

管提供 4 路触发脉冲, 实现电源静特性及燃弧焊丝速度实时控制; 第二子系统 (II) 采用 1 片 82C54 提供 2 路触发脉冲, 通过对焊接小车, 或滚轮架, 或操作机的驱动电机调速电路和填送丝直流伺服电机的调速电路中晶闸管触发角进行实时调整, 实现对焊接速度和填充冷丝速度闭环控制。

4、控制权利要求 2 所述装置、实现权利要求 1 所述方法的冷丝埋弧焊接控制系统采用的控制方法, 其步骤为:

(1) 预置燃弧焊丝的焊接电流 I 、焊接电压 U 和焊接速度 V_h 的值, 获得对应与预置的规范参数的冷丝填充速度 V_l 的值;

(2) 确定冷丝插入位置, 冷丝的填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心;

(3) 燃弧焊丝引弧, 形成熔池;

(4) 实时采集的焊接电流 (I)、电弧电压 (U), 确定熔池长度阈值 L_g ,

$L_g = P2UI$, 当熔池长度 $L > L_g$ 时, 以给定速度开始送进冷丝, 当焊接停止时, 首先停止冷丝的送进, 然后停止燃弧焊丝送进, 通过延时和特性衰减使电弧返烧, 燃弧焊丝熄灭, 整个焊接过程结束。

冷丝埋弧焊接方法及装置和控制系统及控制方法

技术领域

本发明涉及电弧焊接中的埋弧自动焊，国际专利分类为 B23K9/18。

背景技术

埋弧自动焊是一种通过熔融焊剂参与焊缝冶金反应同时在焊剂层下形成气腔隔离空气，熔化极作为填充金属并与被焊工件材料共同熔融结晶形成接头，实现连接的大线能量熔焊方法。但这种工艺方法在焊接管线钢、高强钢等热敏感性强中厚板的材质时，大线能量对母材带来的过热造成热影响区软化等损害。

目前在工业上采用的多丝多弧埋弧焊方法，在焊接一些厚板焊接结构（大型船体、焊接钢管，厚壁压力容器，H型钢梁）中，已经应用多达 3~6 台送丝电机，可同时进行 3~10 根焊丝的多弧焊，可大大提高焊接速度和生产效率。但这种多弧焊方法，其提高焊接速度的实质是通过提高线能量的方法来实现的。往往需要焊后校正高热输入造成的变形问题，并且忽略了对母材的热损伤。尤其是采用单丝或多丝埋弧焊接细晶粒高强钢及热敏感性强的一类材料时，大能量输入于母材和焊缝中，将会给母材和焊缝造成过热损害，引起母材的热影响区晶粒粗化，产生局部软化现象，使得热影响区的力学性能不均匀，影响焊接质量和使用性能。

发明内容

本发明的目的是减小大线能量对母材和焊缝造成的过热损害和局部软化现象的产生，同时充分利用电弧热源，提高熔敷效率，获得较好的焊缝成形和质量。

本发明是冷丝埋弧焊接方法及装置和控制系统及控制方法，其冷丝埋弧焊接方法，以燃弧焊丝与被焊工件间产生的电弧为热源，采用一根不通电、不加热的冷丝插入过热的熔池中，作为焊缝填充金属，冷丝的填充位置在相对焊接

前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心部位，在焊接过程完成前，首先停止冷丝送进，然后再熄灭燃弧焊丝，结束整个焊接过程。

实现以上所述方法的冷丝埋弧焊接装置，固定安装在常规的焊接小车上，由冷丝填充机构、燃弧丝送丝机构组成，燃弧丝送丝机构中的燃弧丝 5 由两对由直流电机驱动的第一送丝轮 4 驱动，经由固定套筒 2、安装在固定套筒 2 下端的导电嘴 1 送入焊接熔池；冷丝填充机构由冷丝调节机构和冷丝送丝机构组成，冷丝调节机构由定位套筒 7、定位板 9、转动副 8、紧定螺帽 11 组成，冷丝送丝机构由两对第二送丝轮 4'及直流电机组成，冷丝 6 由第二送丝轮 4'驱动，经由定位套筒 7 中的蛇形软管和定位嘴 12 伸出，定位套筒 7 以转动副 8 为轴在定位板 9 上的滑道 10 上作圆周滑动，定位板 9 安装在固定套筒 2 上，固定套筒 2 的轴心线垂直于水平面，定位套筒 7 与固定套筒 2 的轴心线的夹角小于 90° 。

控制以上所述装置、实现以上所述方法的冷丝埋弧焊接控制系统，其冷丝填充机构的送丝驱动采用直流伺服电机，通过双向晶闸管 BTA41 调节电枢电压，同步信号 SY1 由光电耦合器 TLP521 从交流输入电压获取，接至第二子系统(II) 中 82C54 的 GATE 端，该控制系统由采用相同 80C196KB 单片机的第一子系统(I) 和第二子系统(II) 组成，第一子系统(I) 和第二子系统(II) 通过 80C196KB 的 RXD、TXD 接口串行通讯交换数据，单片机外部总线 8 位，采用一片 74HC373 作为地址锁存器，一片 27C64 为程序存储器，采用十六位定时器/计数器 82C54 产生同步触发脉冲；第一子系统(I) 通过扩展 2 片 82C54，为电源主电路晶闸管和燃弧焊丝调速电路晶闸管提供 4 路触发脉冲，实现电源静特性及燃弧焊丝速度实时控制；第二子系统(II) 采用 1 片 82C54 提供 2 路触发脉冲，通过对焊接小车，或滚轮架，或操作机的驱动电机调速电路和填送丝直流伺服电机的调速电路中晶闸管触发角进行实时调整，实现对焊接速度和填充冷丝速度闭环控制。

以上冷丝埋弧焊接控制系统采用的控制方法，其步骤为：

(1) 预置燃弧焊丝的焊接电流 I 、焊接电压 U 和焊接速度 V_h 的值，获得对应与预置的规范参数的冷丝填充速度 V_l 的值；

(2) 确定冷丝插入位置, 冷丝的填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心;

(3) 燃弧焊丝引弧, 形成熔池;

(4) 实时采集的焊接电流 (I)、电弧电压 (U), 确定熔池长度阈值 L_g ,

$L_g = P2UI$, 当熔池长度 $L > L_g$ 时, 以给定速度开始送进冷丝, 当焊接停止时, 首先停止冷丝的送进, 然后停止燃弧焊丝送进, 通过延时和特性衰减使电弧返烧, 燃弧焊丝熄灭, 整个焊接过程结束。

本发明以燃弧焊丝与被焊工件间产生的电弧为热源, 采用一根不通电、不加热的填充冷丝自动插入过热的熔池中, 吸收其多余热量, 平衡熔池热量的分配比, 并作为焊缝填充金属, 焊后工艺评定表明, 焊缝性能优良, 焊接热影响区明显变窄, 热影响区无软化现象出现。

附图说明

图 1 为冷丝埋弧焊熔池成形示意图, 图 2 是冷丝埋弧焊接装置的结构示意图, 图 3 为冷丝送丝机构直流电机的电枢电压负反馈控制电路图, 图 4 为冷丝调速电路原理图, 图 5 为第二子系统 (II) 的控制原理图, 图 6 为串口通讯电路原理图, 图 7 为第一子系统 (I) 控制原理图, 图 8 为第二子系统 (II) 控制原理图。

具体实施方式

如图 1 所示, 本发明的冷丝埋弧焊接方法是, 以燃弧焊丝与被焊工件间产生的电弧为热源, 采用一根不通电、不加热的冷丝插入过热的熔池中, 作为焊缝填充金属, 冷丝的填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心部位, 在焊接过程完成前, 首先停止冷丝送进, 然后再熄灭燃弧焊丝, 结束整个焊接过程。

如图 2 所示, 本发明的冷丝埋弧焊接装置, 固定安装在常规的焊接小车上, 由冷丝填充机构、燃弧丝送丝机构组成, 燃弧丝送丝机构中的燃弧丝 5 由两对由直流电机驱动的第一送丝轮 4 驱动, 经由固定套筒 2、安装在固定套筒 2 下端的导电嘴 1 送入焊接熔池; 冷丝填充机构由冷丝调节机构和冷丝送丝机构组

成,冷丝调节机构由定位套筒 7、定位板 9、转动副 8、紧定螺帽 11 组成,冷丝送丝机构由两对第二送丝轮 4'及直流电机组成,冷丝 6 由第二送丝轮 4'驱动,经由定位套筒 7 中的蛇形软管和定位嘴 12 伸出,定位套筒 7 以转动副 8 为轴在定位板 9 上的滑道 10 上作圆周滑动,定位板 9 安装在固定套筒 2 上,固定套筒 2 的轴心线垂直于水平面,定位套筒 7 与固定套筒 2 的轴心线的夹角小于 90° 。

如图 2 所示,根据确定的焊接小车前进方向(即焊接方向),将冷丝埋弧焊接装置经固定套筒 2 的旋转运动,使定位嘴 12 在相对于焊接方向燃弧丝 5 的后方,根据工艺参数确定的燃弧丝 5 的干伸长(导电嘴 1 距离被焊工件的高度),将固定套筒 2 相对滑动,使定位嘴 12 的端部、导电嘴 1 端部与被焊工件的距离处于同一高度上,松开紧定螺帽 11,定位套筒 7 以转动副 8 为轴在定位板 9 上的滑道 10 上作圆周滑动,当燃弧丝 5 与被焊工件表面接触点到冷丝 6 与被焊工件表面接触点间的距离得到保证时,拧紧紧定螺帽 11,则冷丝 6 插入位置被确定。

图 4 为冷丝调速电路原理图,图 5 为第二子系统(II)的控制原理图,图 6 为串口通讯电路原理图,图 7 为第一子系统(I)控制原理图,图 8 为第二子系统(II)控制原理图。如图 4~图 8 所示,为控制以上所述装置、实现以上所述方法的冷丝埋弧焊接控制系统图,采用两片 Inter16 位单片机 80C196KB 为核心构成冷丝埋弧焊机的双机并行微机控制系统。第一子系统(I)和第二子系统(II)采用相同的最小系统构成:80C196KB 为微处理器,单片机外部总线 8 位,采用一片 74HC373 作为地址锁存器,一片 27C64 为程序存储器,采用十六位定时器/计数器 82C54 产生同步触发脉冲。根据子系统处理任务不同,分别匹配不同的外围接口电路。第一子系统(I)主要通过扩展 2 片 82C54,为电源主电路晶闸管和燃弧焊丝调速电路晶闸管提供 4 路触发脉冲,实现电源静特性及燃弧焊丝速度实时控制。同时,第一子系统(I)还完成焊接电流、电压参数预置、采样、数字显示,开关状态输入,继电器控制和系统自我监控和协调控制等任务。第二子系统(II)采用 1 片 82C54 提供 2 路触发脉冲,通过对焊接小车(或滚轮架、操作机)电机调速电路和填充丝电机调速电路的晶

闸管触发角实时调整,实现对焊接速度和填充丝速度闭环控制。每片 82C54 工作方式相同,其计数器 0 工作于方式 3 (方波脉冲频率输出),计数脉冲 CLK0 来自单片机的时钟输出 CLKOUT,脉冲输出 OUT0 作为 82C54 的计数器 1、2 的计数时钟。82C54 计数器 1、2 工作于方式 5 (硬件触发单拍脉冲输出),其 GATE 端接从电路中捕捉的同步信号,当 GATE 端获得正跳变时触发计数器,对置入的时间常数作减 1 计数,计数器回零时将在 OUT 端输出一个时钟周期的低电平脉冲,此脉冲经功率放大即为晶闸管的触发脉冲 TR1 和 TR2。第一子系统 (I) 和第二子系统 (II) 通过 80C196KB 的 RXD、TXD 接口串行通讯交换数据,实现系统运行状态监测和协调控制。焊接电流、电弧电压、焊接速度、冷丝填充速度等参数的精确预置、动态数字显示、焊接过程操作通过控制盒上的人机界面完成。第一子系统 (I) 的系统复位、电源监控和 WDT 采用 X24045 芯片,利用其 EEPROM 进行焊接规范参数的记忆和锁定;第二子系统 (II) 采用 IMP705 芯片构成系统复位及运行监控电路,实现系统自我保护和可靠运行。

控制上述装置、实现上述方法的冷丝埋弧焊接控制系统采用的控制方法为:

(1) 预置燃弧焊丝的焊接电流 I 、焊接电压 U 和焊接速度 V_h 的值,获得对应与预置的规范参数的冷丝填充速度 V_l 的值;

(2) 确定冷丝插入位置,冷丝的填充位置在相对焊接前进方向上位于电弧中心后方的高温熔池中心;

(3) 燃弧焊丝引弧,形成熔池;

(4) 实时采集的焊接电流 (I)、电弧电压 (U),确定熔池长度阈值 L_g ,

$L_g = P2UI$,当熔池长度 $L > L_g$ 时,以给定速度开始送进填充冷丝,当焊接停止时,首先停止填充冷丝的送进,然后停止燃弧焊丝送进,通过延时和特性衰减使电弧返烧,燃弧焊丝熄灭,整个焊接过程结束。

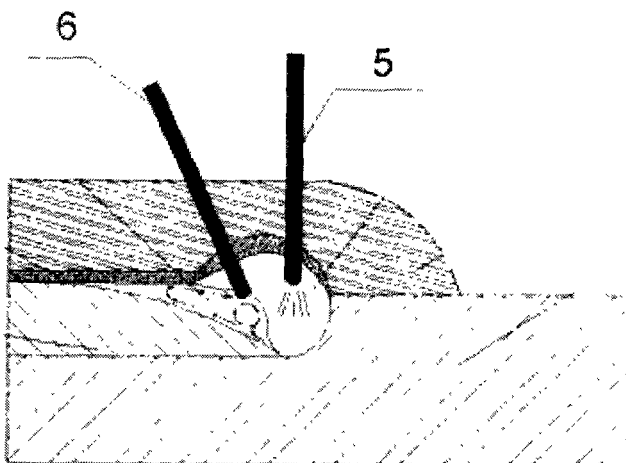


图 1

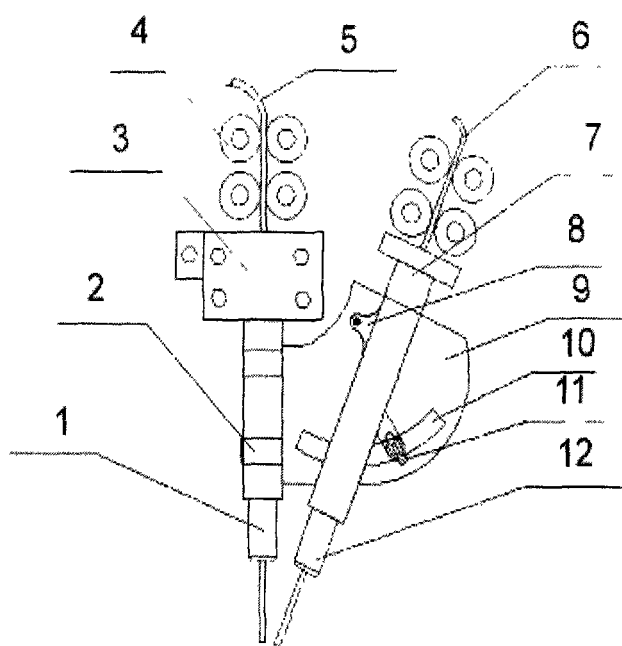


图 2

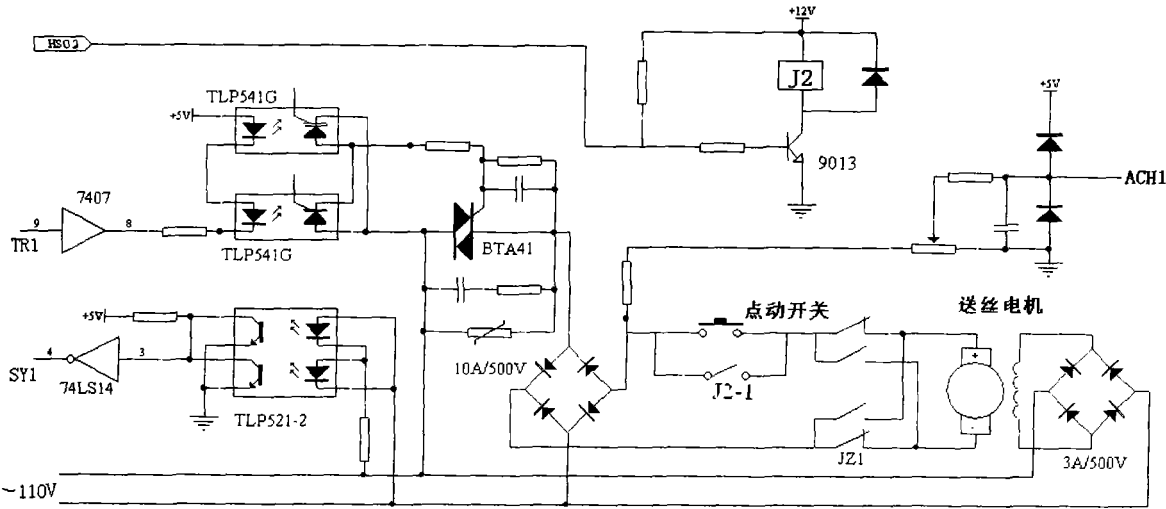


图 3

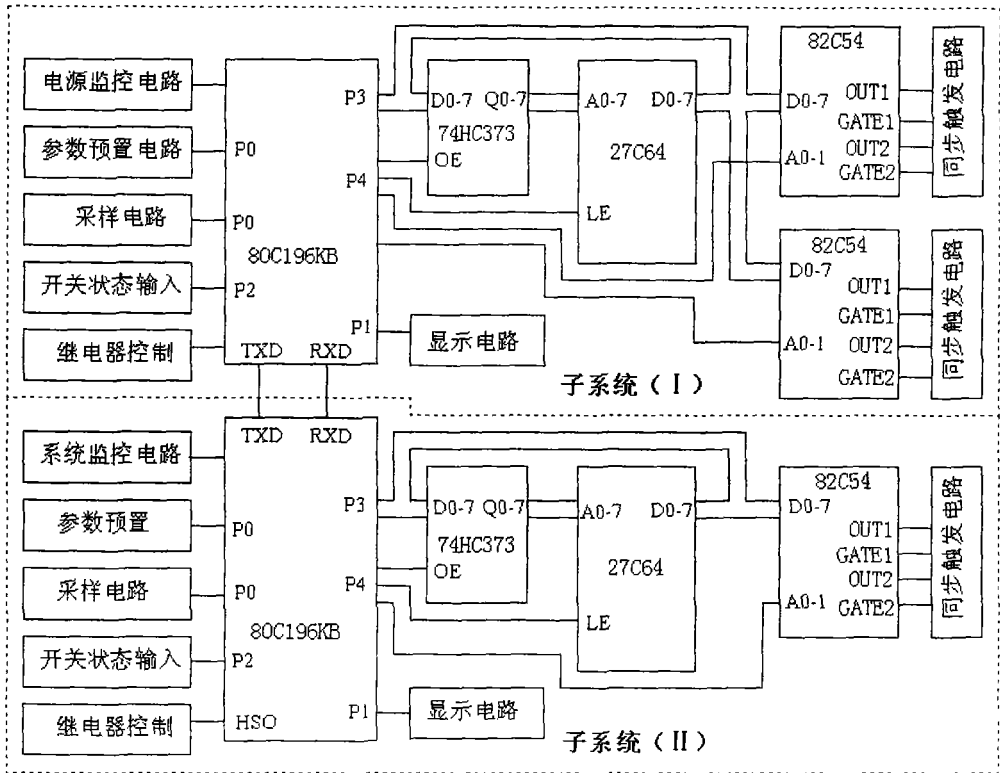


图 4

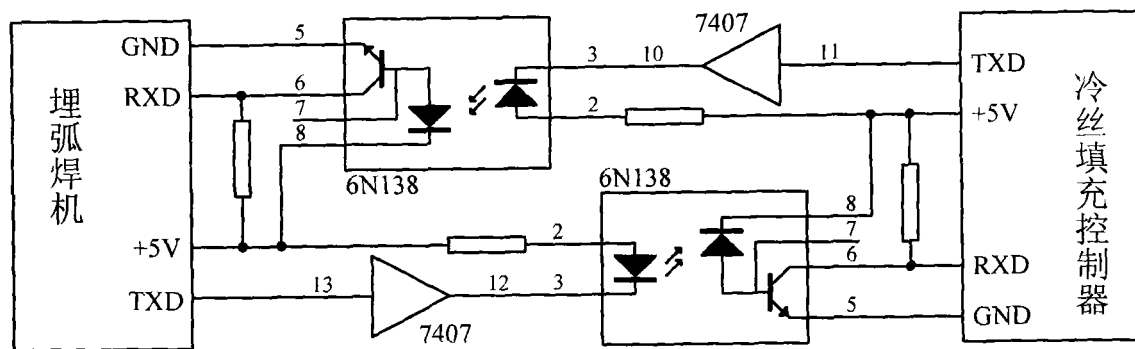
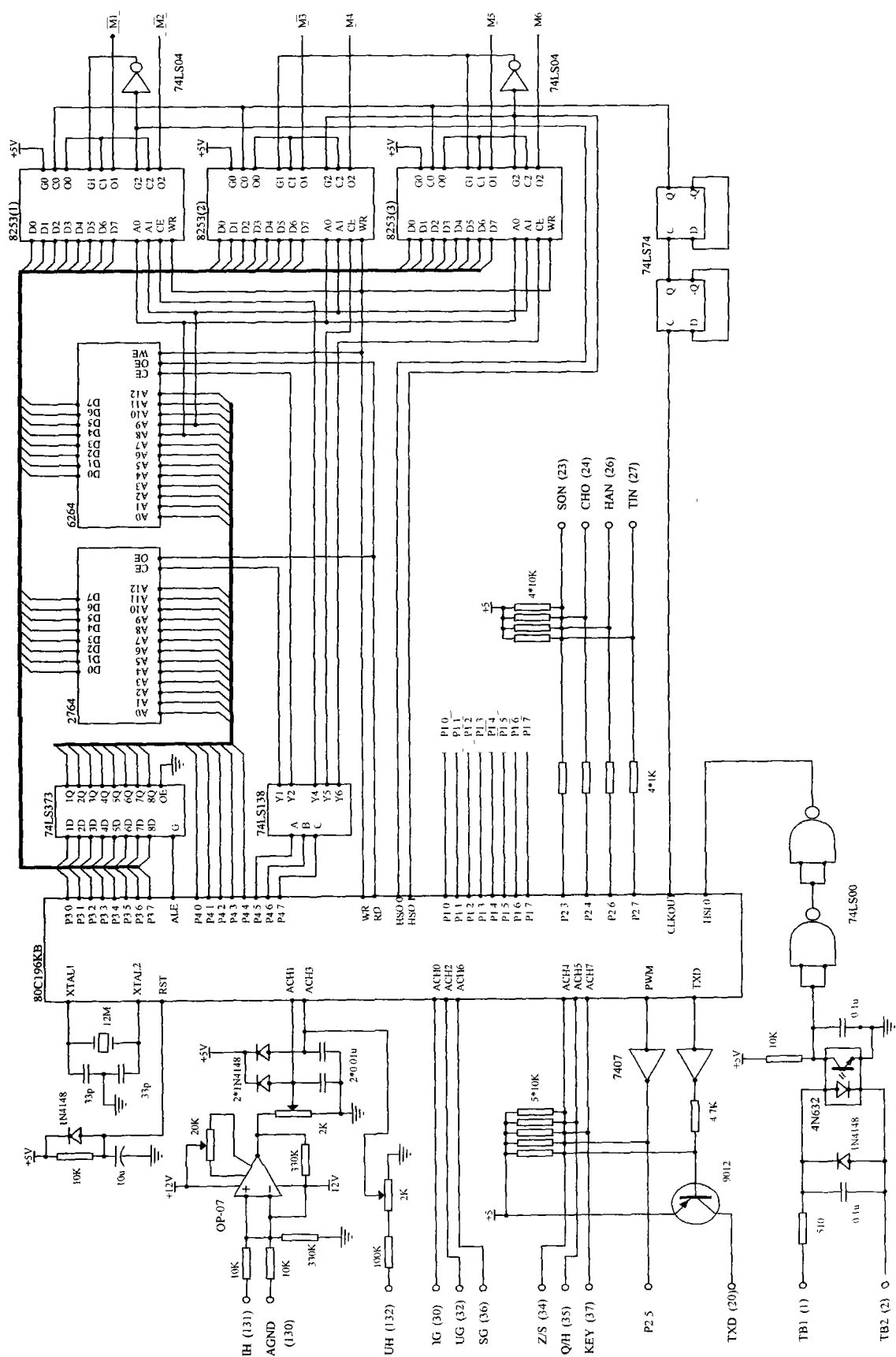
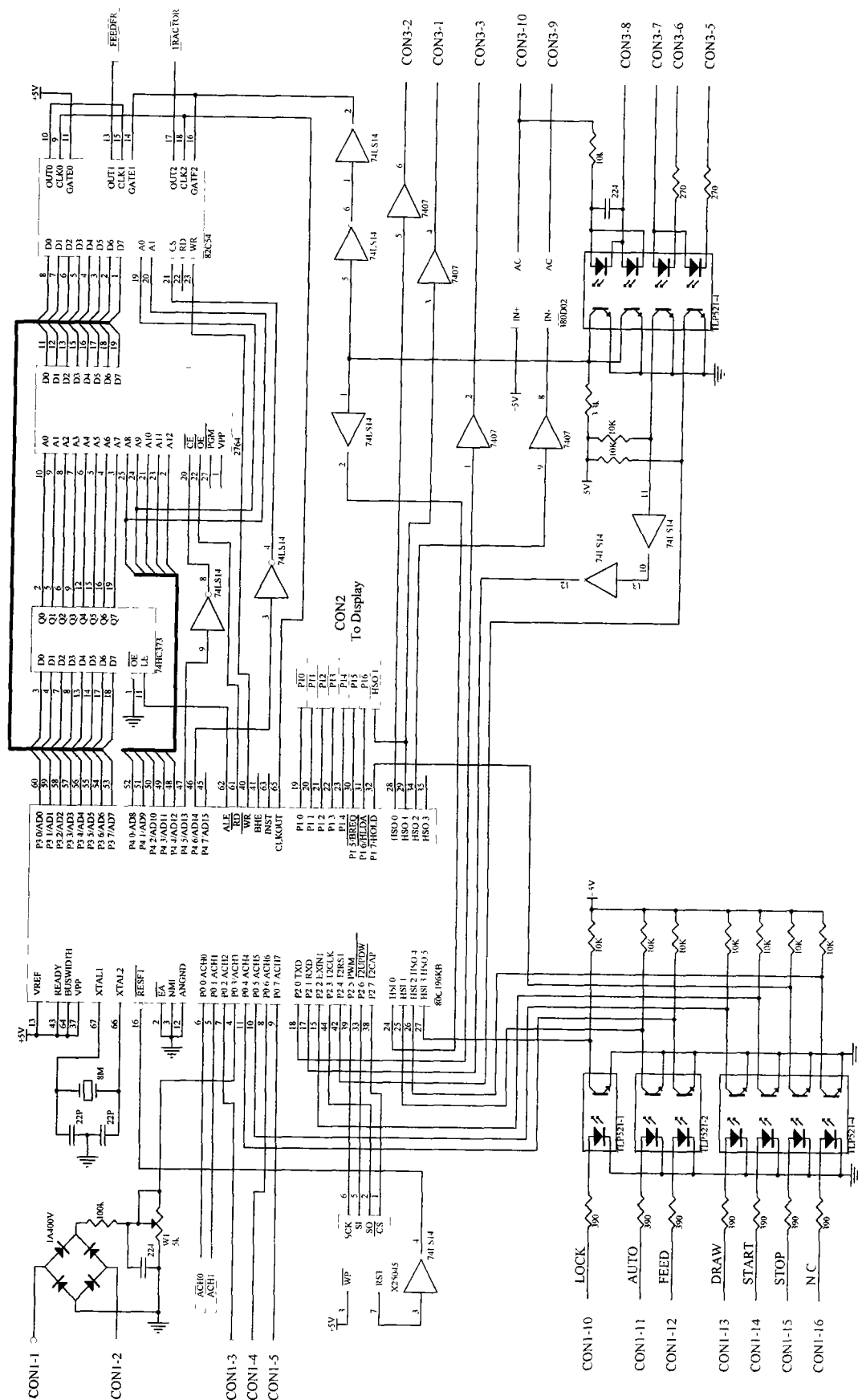


图 5



6
A



7
[XIII]

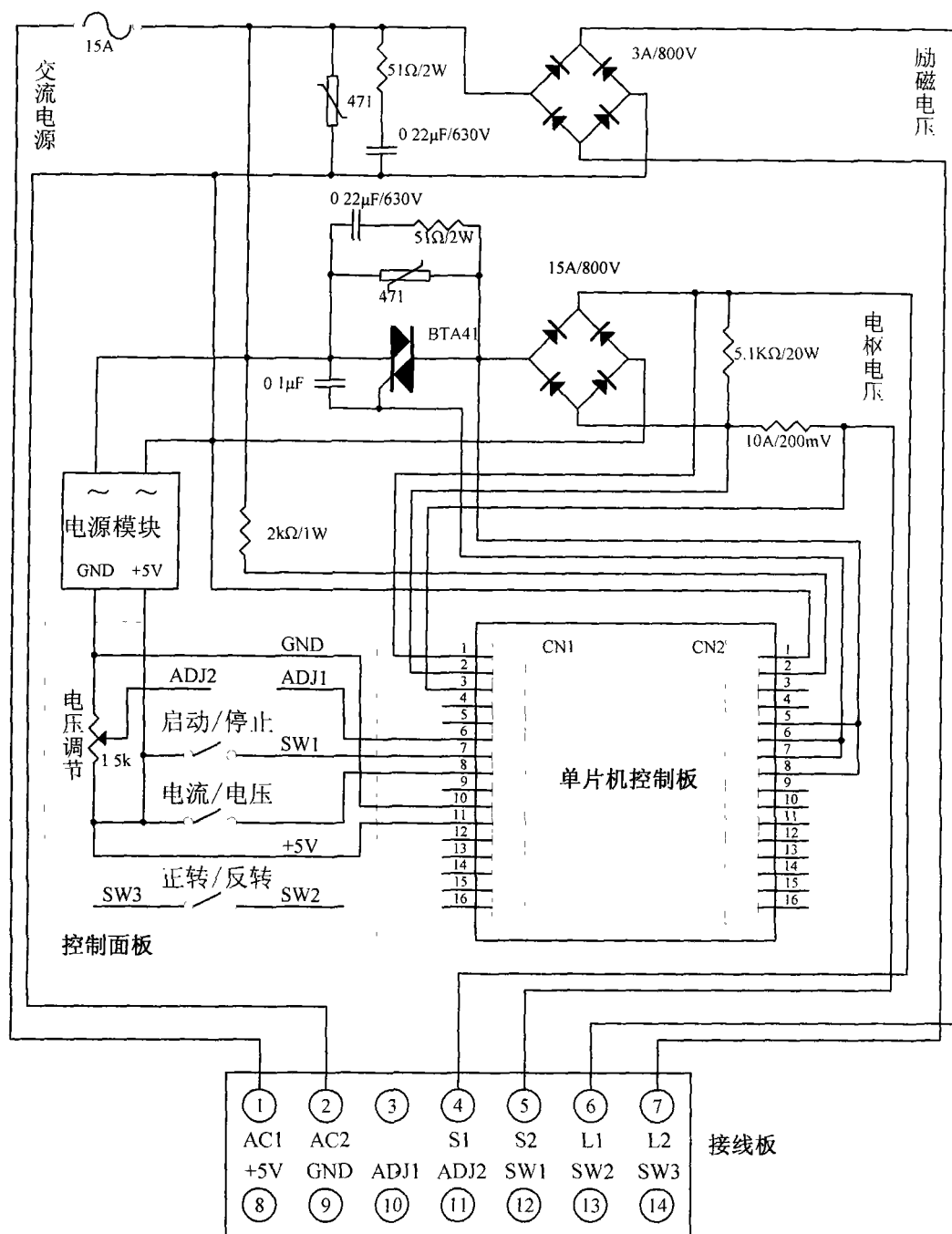


图 8