



专用于国家职业技能鉴定


国家职业资格培训教程

维修电工

(技师技能 高级技师技能)

WEIXIU DIANGONG

劳动和社会保障部组织编写
中国就业培训技术指导中心

 中国劳动社会保障出版社

专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

维修电工

(技师技能 高级技师技能)

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心 组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

维修电工：技师技能 高级技师技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2003

国家职业资格培训教程

ISBN 7 - 5045 - 4169 - 9

I. 维… II. 劳… III. 电工-维修-技术培训-教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091658 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 281 千字

2004 年 1 月第 1 版 2007 年 5 月第 7 次印刷

印数：10000 册

定价：21.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211

发行部电话：010 - 64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64911344

国家职业资格培训教程

维修电工

编审委员会

主任 陈宇

委员 陈李翔 李玲 陈蕾 王宝金 袁芳

葛玮 刘永澎 刘永乐 徐晓萍 王宝刚

闵红伍 姜社霞 楼一光

本书编审人员

主编 沙启荣

编者 葛龙龙 周洁稚 董斌 普群杰

主审 安毅民

前 言

为推动维修电工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在维修电工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——维修电工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——维修电工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上针对维修电工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容覆盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——维修电工（技师技能 高级技师技能）》适用于对维修电工技师、高级技师的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由中国一拖集团有限公司沙启荣、葛龙龙、周洁稚、董斌、普群杰编写，沙启荣主编；机械工业职业技能鉴定指导中心安毅民主审。本书的第一部分第二章第四节中关于V5系统的调试，由襄樊长虹电气传动设备有限公司高级工程师黄养文编写。

中国一拖集团有限公司承担了车工、机修钳工、装配钳工、维修电工4个职业的国家职业资格培训教程的组织编写工作，给予了大力支持，在此一并感谢！

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 维修电工技师技能

第一章 工作前准备(读图与分析)	(1)
第二章 安装调试与维修	(7)
第一节 电气故障检修	(7)
第二节 配线与安装	(39)
第三节 测绘	(48)
第四节 调试	(62)
第五节 新技术应用	(74)
第六节 工艺编制	(89)
第七节 设计	(92)
第三章 培训指导	(102)
第一节 指导操作	(102)
第二节 理论培训	(103)
第四章 管理	(104)
第一节 质量管理	(104)
第二节 生产管理	(106)

第二部分 维修电工高级技师技能

第五章 工作前准备(读图与分析)	(114)
第六章 安装调试与维修	(118)
第一节 电气故障检修	(118)
第二节 测绘	(141)
第三节 调试	(146)
第四节 新技术的应用	(158)
第五节 工艺编制	(162)
第六节 设计	(166)
第七章 培训指导	(173)

第一部分 维修电工技师技能

第一章 工作前准备 (读图与分析)

一、操作技能

1. J50 数控系统的读图

J50 数控系统是日本安川公司的数控产品,它是一个单轴半闭环数控系统,其示意图如图 1—1 所示。半闭环数控系统具有较高的稳定性,是目前数控机床普遍采用的一种系统。其特点是在伺服电动机上加装编码器,通过检测伺服电动机的转角,间接检测移动部件的位移量,然后反馈到数控装置中去。

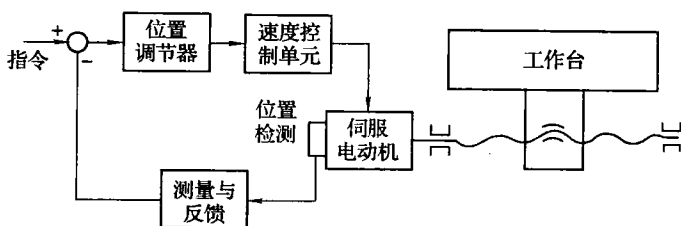


图 1—1 单轴半闭环数控系统示意图

(1) J50 数控系统的组成

图 1—2 是一台小型数控立式铣床中的 J50 数控系统连接示意图。伺服电动机驱动 X 轴、Y 轴方向滚珠丝杠使工作台移动,驱动 Z 轴使工作台升降。主轴是一台三相异步电动机,受数控系统控制。

1) 主控模块 主控模块 A 由计算机模块 (CP50)、通信模块 (PC50)、伺服控制模块 (SR50) 组成。它是整个数控系统的核心部分,所有输入信号、输出信号、伺服电动机编码器的反馈信号、显示信号、各种运算和伺服驱动模块的输入信号,都由主控模块 A 控制。

2) 操作单元 操作单元 B 由数控系统内部可编程序控制器模块 (SP50—1)、显示器 B₁ (CRT)、键盘 B₂ (KEY) 组成。它可以将输入、输出信号经可编程序控制器处理后传送给主控模块,显示器和键盘能显示加工程序、提示报警、输入程序和数据,实现人机对话。

3) 可编程序控制器 数控系统中的可编程序控制器 CN4 口输入 24 点、输出 16 点, CN5 口输入 24 点、输出 16 点, CN6 口输入 16 点、输出 24 点。可编程序控制器主要用于定义数控机床中各开关、按钮和指示灯的功能。数控立式铣床部分开关输入连接图如图 1—3 所示。

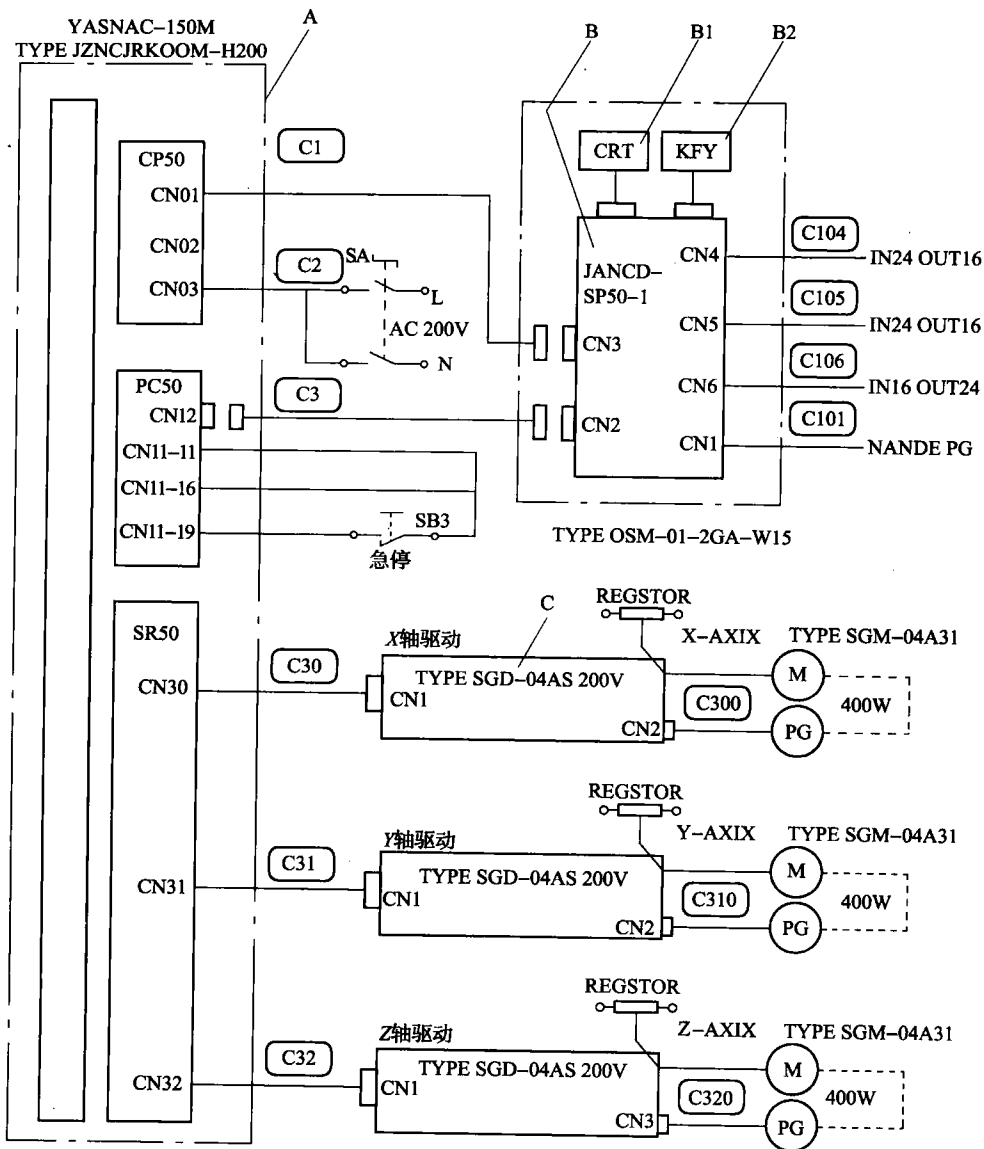


图 1—2 J50 数控系统连接示意图

4) 伺服电动机功放模块 伺服电动机功放模块 C 将驱动信号进行放大调制后, 驱动交流伺服电动机, 它有过载保护功能。PG 是旋转编码器, 产生转角位移信号并反馈给主控模块。

(2) J50 数控系统的工作过程

J50 数控系统连接示意图如图 1—2 所示, 各模块之间由专用电缆连接。数控立式铣床的零件加工程序通过键盘输入传送给主控模块 A, 各种操作由按钮或开关从可编程控制器输入, 经处理后传送给主控模块 A。主控模块 A 将程序、控制信号进行集中运算和处理后传送给伺服电动机功放模块 C, 驱动交流伺服电动机。主控模块 A 再接收交流伺服电动机编码器的反馈信号来控制它的运行精度, 同时监视系统中的各种异常情况, 及时给出报警信息。

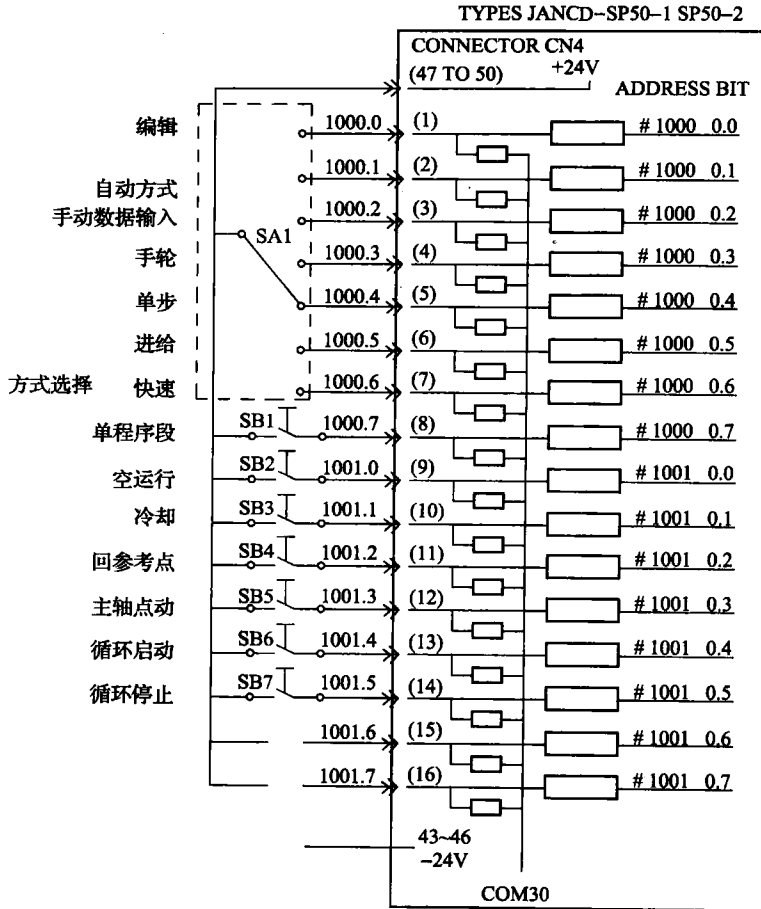


图 1—3 数控立式铣床部分开关输入连接图

2. 外语水平要求

借助词典读懂进口设备相关外文常用电气词汇（标牌）及使用规范的主要内容。由于各单位进口设备不同，故对其要求也不相同。现以英文常用电气（标牌）词汇为例进行英译汉，见表 1—1。其他外文资料见相关技术文件。

表 1—1 进口设备常用电气词汇英汉对照表

中文名称	英文名称	中文名称	英文名称
液压	hydraulic	电源	power supply
冷却	coolant	指示灯	indicator lamp
润滑	lubrication	控制	control
砂轮	wheel	手动	manual
工件	piece	自动	automatic
主轴	spindle	循环	cycle
电动机	motor	启动	start
接触器	contact	停止	stop

续表

中文名称	英文名称	中文名称	英文名称
继电器	relay	紧急	emergency
按钮开关	push button	保护	protection
控制开关	control swith	修整	adjustment
选择开关	selector swith	操作	operate
泵	pump	关闭	close
阀	valve	打开	open
电磁铁	electromagnet	运行	run
电器柜	cabinet	旋转	rotation
工作台	talbe	铭牌	data plate
变频器	frequency changer	型号	type
温度	temperature	规格	characteristic
速度	velocity	电压	voltage
电路	circuit	电流	current
输入	input	保险	fuse
输出	output	频率	frequence
向前	forward	额定频率	rate frequence
向后	backward	最大的	maximum
备用	reserve	最小的	minimum
显示	display	接近开关	proximity switch
放大器	amplifier	微动开关	microswitch
电桥	bridge	电压互感器	voltage transformer
集成电路	intergrated circuit	电流互感器	current transformer
印制线路板	print board	自整角变压器	synchro
速度变换器	velocity transducer	旋转变压器	resolver
位置传感器	position senser	压力变换器	pressure transducer
传感器	senser	位置变换器	position transducer
发生器	generator	温度变换器	temperature transducer
力矩电动机	torque motor	感应线圈	induction coil
异步电动机	asynchronous motor	计数器	counter
同步电动机	synchronous motor	寄存器	register
同步发电机	synchronous generator	编码器	coder
隔离开关	disconnecter (isolator)	时钟	clock
电磁吸盘	magnetic chuck	电流表	ammeter
加热元件	heating device	电压表	voltmeter
报警器	alarmer	电位器	potentiometer
蓄电池	battery	电容器	capacitor

续表

中文名称	英文名称	中文名称	英文名称
气动阀	pneumatic valve	电阻器	resistor
变流器	converter	导线	conductor
整流器	rectifier	电缆	cable
晶闸管	thyristor	插头	plug
逆变器	inverter	插座	socket
技术	technology	端子板	terminal board
程序	program	二极管	diode
网络	network	晶体管	transistor
直流	direct current	顺时针	clockwise
交流	alternating current	逆时针	counter clockwise
模拟	analog	延时	delay
辅助	auxiliary	限制	limiting
加速	accelerating	可调	adjustability
附加	add	制动	braking
安全	safe	记录	recording
接地	earthing	连接	connect
快速	fast	相	phrase
反馈	feedback	同步	synchronizing
时间	time	步进	stepping
资料	material	闭锁	latching
说明	instrument	低	low
图表	diagram	高	high
左	left	中	medium
右	right	反	reverse
红	red	置位	set
蓝	blue	复位	reset
黑	black	返回	return
黄	yellow	气压	air pressure
白	white	安培	ampere
绿	green	信号	signal
故障	fault	控制板	control panel
报警	alarm	数控车	number controlled lathe
代码	code	数控铣	milling machine
线路图	circuit diagram	电气原理图	electro circuit diagram
电气接线图	electro wiring diagram		

二、相关知识

在仔细阅读数控机床技术说明书，了解其控制系统的总体结构后，再阅读、分析电气原理图。其读图方法和步骤如下：

1. 分析数控装置

根据数控装置的组成分析数控系统，包括数控装置的硬件和软件组成。

2. 分析伺服驱动装置

数控系统的控制对象是伺服驱动装置，它通过驱动主轴和进给来实现机床运动。可根据已掌握的伺服驱动知识进行分析，目前常用的有直流伺服驱动和交流伺服驱动两种。

3. 分析测量反馈装置

对机床采用的测量元件和反馈信号的性质（速度、位移等）进行分析。

4. 分析输入/输出装置

对各种外围设备及相应的接口控制部件进行分析，包括键盘、显示器、可编程序控制器等。

5. 分析连锁与保护环节

生产机械对于安全性、可靠性要求很高，因此除了合理的控制方案以外，还可在控制线路中设置一系列的电器保护和必要的电器连锁。

6. 总体检查

经过逐步分析每一局部电路的工作原理及各部分之间的控制关系后，还要检查整个控制线路，看是否有遗漏。特别要从整体的角度进一步检查和了解各控制环节之间的联系，达到充分理解原理图中每一部分的作用、工作过程及主要参数的目的。

第二章 安装调试与维修

第一节 电气故障检修

一、操作技能

1. 龙门刨床 V5 系统常见电气故障及排除

典型的龙门刨床 V5 系统,如 SIMOREG—V5 调速系统框图如图 2—1 所示。在分析判断龙门刨床电气故障前,首先要检查龙门刨床各开关、手柄是否处于正确的位置,然后根据故障现象采取相应措施予以排除。

(1) 步进、步退不正常

工作台步进、步退不正常的现象有步进、步退开不动,或只能进不能退等。

步进、步退工作时,信号传递的流向是:按步进、步退按钮,使前进、后退继电器动作,速度给定装置将速度给定电压输出给 V5 控制器(A2 的 57 号端子);速度给定电压经过速度调节器向电流调节器和无环流逻辑装置送出信号;电流调节器向脉冲触发电路送出移相信号;无环流逻辑装置开放相应的触发脉冲输出;相应的整流器向电动机输出电压,电动机旋转。检查时应注意调节器释放信号是否满足,以及过电流等保护电路是否动作等。

如果主电路有电压、电流输出,而步进、步退不动作,则故障出在动力机构方面,应检查机械方面是否卡住,电动机的励磁电流是否正常,导轨润滑油黏度是否过低等(此时电压不高,但电流却很大)。

如果主电路没有电压和电流输出,经检查主电路交流电源正常的情况下,应检查晶闸管上有无触发脉冲。

1) 如果有触发脉冲,应检查触发脉冲是否很弱,脉冲宽度是否太窄。如果有问题,则应进一步检查引起的原因;如果脉冲正常,则应检查触发脉冲能不能移相。如果能移相,而没有输出,则是晶闸管损坏;如果不能移相,则应按着步进、步退工作时信号传递的流向进行检查。

按步进、步退按钮时,检查速度调节器输出(测量点 B6)电压是否变化。如果不变化,故障点在速度调节器或其前面的电路中;如果速度调节器输出电压变化而电流调节器输出电压不变化,则问题出在电流调节器中;如果速度调节器和电流调节器输出电压都正常,则应检查电流调节器与脉冲触发器的移相电路之间的电路,可用万用表直流电压挡逐点测量进行查找。

2) 如果没有触发脉冲,其原因为脉冲触发电路、锯齿波发生器、无环流逻辑装置及过电流保护装置有故障,使得脉冲无法产生或脉冲的输出被封锁。

(2) 工作台速度不正常

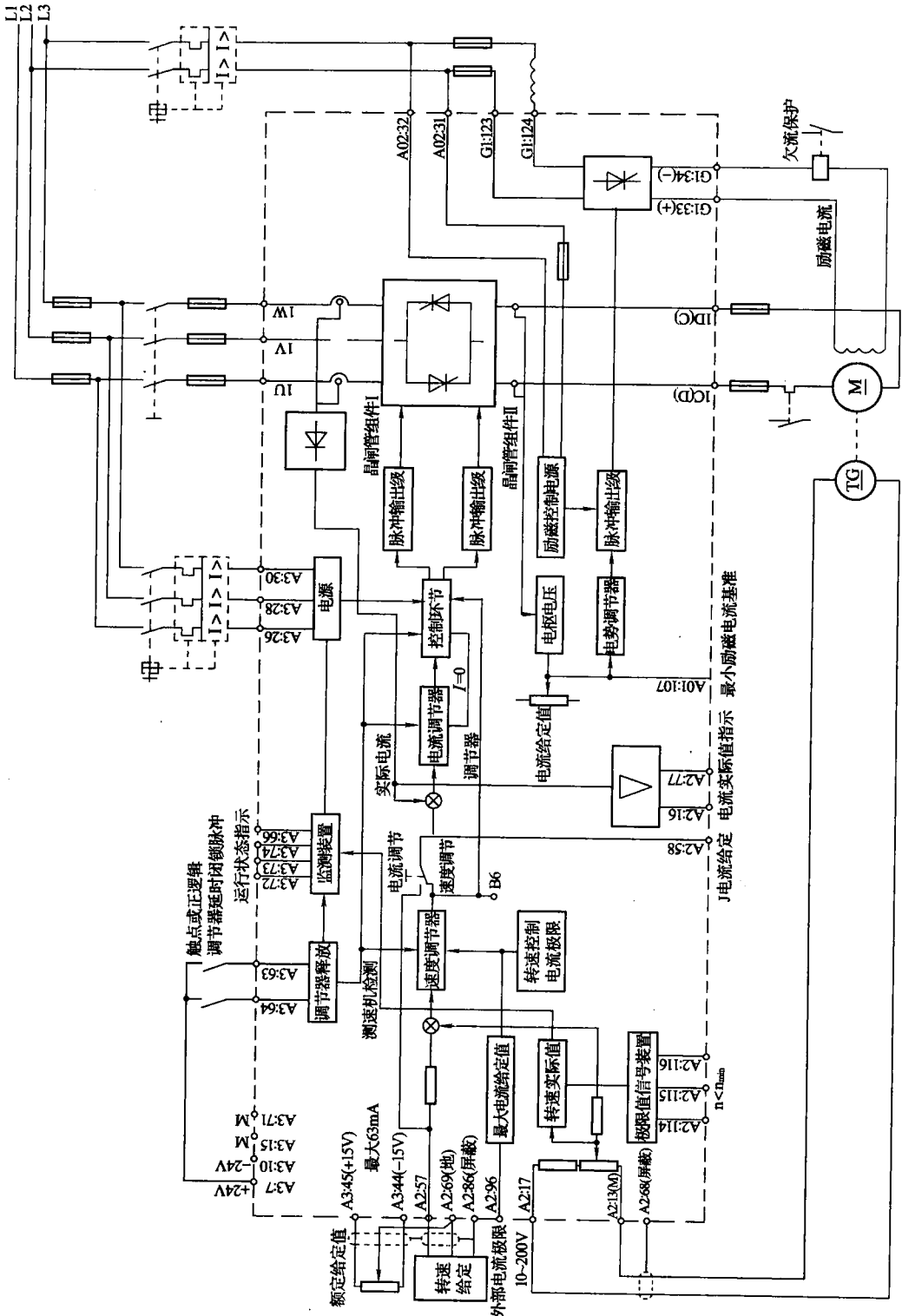


图 2-1 SIMOREG—V5 调速系统框图

工作台速度不正常的现象有工作台速度过高、工作台速度快慢不均、工作台速度升不高或升高时间太长、吃刀后工作台速度下降过大等。

决定工作台速度的有关信号传递流向是：速度给定装置有相应的输出电压，测速发电机有相应的反馈电压，两者同时送入速度调节器进行综合。综合后的信号经速度调节器、电流调节器向触发电路发出移相控制信号，触发电路发出相应角度的脉冲去触发晶闸管，整流器输出相应的电压。电动机在此电压驱动下，拖动工作台以相应的速度运行。

首先，可用万用表测量速度给定电压（A2 的 57 号端子）与所需的速度是否相对应，检查测速发电机的反馈电压是否正常。如果以上检查都正常，则应当在速度调节器、电流调节器、触发电路和晶闸管整流器上查找原因。

1) 工作台速度过高 首先检查测速发电机反馈信号是否正常，是否有断线、虚焊等现象，从而造成无速度反馈电压，或者因速度反馈信号线接反而造成正反馈。如果速度反馈电路正常，可进一步检查速度反馈的强弱调节是否正确，以及速度给定电路到速度调节器之间有无干扰信号窜入等。

一般来说，除了启动和制动这样的动态过程外，电动机的端电压与速度给定电压之间近似于正比关系。如果这两者的关系不成正比，在排除了反馈系统的原因之后，问题多出在速度调节器和电流调节器电路中，可进一步检查这两个调节器。

2) 工作台速度快慢不均 首先判断是机械部分问题还是电气部分问题。机械部分可检查测速发电机固定是否牢固；机械传动部分是否有松动。电气部分可检查电动机电刷是否过分磨损或接触不良；电动机联轴器连接是否良好；转速反馈信号是否正常（有无因接触不良等引起的断续现象）；机壳的接线是否良好，控制信号是否受到干扰；整个晶闸管调速系统是否调整到良好的状态等。

3) 工作台速度升不高或升高时间太长 工作台速度升不高，首先应检查电动机是否伴有异常的声音。

①如果声音异常，同时电动机火花增大，极有可能是整流器三相输出不平衡，可用万用表直流电压挡带电测量 6 个晶闸管两端的电压是否一致。如果不一致，可能是某个晶闸管熔断器断路，或某个晶闸管不导通，也可能是触发脉冲的问题。对于触发脉冲的问题，需要用示波器进一步检查，从而确定是集成电路损坏，还是电路虚焊、接触不良或其他原因造成的故障。

②如果声音正常，可检查速度给定电压能否调高；速度调节器和电流调节器是否正常；速度负反馈是否调得太强等。

当电流限幅值调得过低，或加速度调节器和励磁控制部分没有调整好时，也会出现工作台速度升不高，或虽能升高但升得太慢的现象，同时可能出现吃刀时工作台速度下降的现象。

(3) 换向或停车时冲击电流大

换向电流产生的过程如下：速度给定装置输出相反极性的给定电压后，速度调节器对这个电压进行积分，输出反向电压；电流调节器使触发脉冲角度后移，使工作的整流器处于逆变状态；系统经本桥逆变后，电枢电流为零。在零电枢电流信号及反向的转矩极性信号共同作用下，无环流逻辑切换，封锁原工作的整流器，开放原封锁的整流器。在切换过程中，电流调节器使触发脉冲角从 β_{\min} 逐渐前移，系统一开始就处于回馈制动状态，避免了由于整流器电压与电动机反电势作用方向一致而产生的冲击电流。由此可见，避免大冲击电流的关键

在于切换后开放的整流器首先要处于最大逆变状态，然后逆变角逐渐增大，直到逆变电压与电动机反电势大小相适应为止。

无论是电流调节器出现故障，还是将电流调节器推到逆变状态的逻辑信号出现故障，都可能造成大的换向冲击电流。为了查找这些故障，可用万用表或示波器仔细检查相关的电路。

以上介绍了龙门刨床 V5 系统可能出现的问题中的极小一部分。同一故障，其故障原因可能是多方面的，牵涉面很广。查找故障原因，首先要熟悉控制电路的基本原理和各部分电路之间的联系，从系统工作的信号流向进行检测、分析、再检测、再分析，直到找出设备的故障。

2. 数控机床电气维修项目及故障检修

(1) 数控系统的日常电气维修

数控系统的日常维修应参照随系统带的维修手册进行，这里仅介绍一些共性的内容。

1) 数控系统控制部分的检修 数控系统控制部分包括数控单元模块、电源模块、I/O 接口模块、伺服放大器、主轴放大器、人机通讯单元、操作单元面板、显示器等部分。日常检修的项目包括：

①检查各有关的电压值是否在规定范围内，如电源模块的各路输出电压、数控单元和伺服放大器的参考电压等。若偏离规定范围，应按要求调整。

②检查系统内各电气元件连接是否松动。

③检查各功能模块的风扇运转是否正常，清除风扇及滤尘网上的灰尘。

④检查伺服放大器和主轴放大器使用的外接式再生放电单元的连接是否可靠，并清除灰尘。

⑤检查各功能模块存储器的后备电池电压是否正常，一般应根据厂家要求定期更换。

日常检修的周期可根据数控系统的使用环境而定，但至少一年要检查一次。对于长期停用的设备，应经常开机运行一段时间，这样可延长数控系统的寿命。

2) 伺服电动机和主轴电动机的检查与保养 对于伺服电动机和主轴电动机，应重点检查噪声和温升。若噪声或温升过大，应查明是轴承等机械问题还是与其相配的放大器的参数设置问题，并采取相应措施加以解决。还应该检查电动机的冷却风扇运转是否正常并清扫灰尘。

对于直流电动机，应对其电刷、换向器等进行检查、调整、维修或更换，使其工作状态良好。电刷的异常或过度磨损，会影响电动机性能甚至使其损坏。另外还有炭粉末的清理问题。炭粉末是导电的粉末，如果积累过多，造成电刷架对地放电，可烧毁伺服模块；如果残留在换向器表面，会造成换向器片间短路，绕组损坏；送到电动机内部会引起各种放电短路现象；吹到测速发电机中可造成速度不稳、机床爬行或测速发电机绕组局部短路的现象。因此，定期地认真清理炭粉末是十分必要的。

3) 测量反馈元件的检查与保养 数控系统采用的测量反馈元件包括编码器、光栅尺、感应同步器、磁尺、旋转变压器等，应根据使用环境情况定期进行检查与保养，检查检测元件连接是否松动，是否被油液或灰尘污染。

光栅尺的维护保养首先应保证防护系统的完好。如果发现光栅尺有问题，应研究明白再动手，不要盲目拆卸。标尺光栅或指示光栅上有污物时要小心清除，首先检查、清理光栅及周围的硬质杂物，然后用脱脂棉和高纯度乙醇进行擦拭。注意不能用手或一般擦布清擦，以

免造成人为故障。

测量反馈元件的重新安装应严格按照规定要求进行，否则可能造成新的故障。

4) 电气部分的维护保养 电气部分包括电源输入线路、继电器、接触器、控制电路等，可按下列步骤进行检查。

①检查三相电源电压是否正常。如果电压超出允许范围，则应采取措施。

②检查所有电气元器件连接是否良好。

③借助数控系统 CRT 显示的诊断画面或输入/输出模块上的 LED 指示灯，检查各类开关是否有效，否则应更换。

④检查各继电器、接触器工作是否正常，触点是否良好。可用数控语言编制功能试验程序，通过运行该程序帮助确认各控制部件工作是否完好。

⑤检验热继电器、电弧抑制器等保护元件是否有效。

以上的检查应每年进行一次。此外，还要特别注意电气控制柜的防尘及散热问题。电气控制柜及操作面板显示器的箱门应密封良好，若密封条脱落、箱门变形等应及时修好。不能用打开柜门使用外部风扇冷却的方式降温，否则会吹入大量的灰尘而损坏设备。

电气控制柜必须采取降温措施，因为温度越高，电气元件的可靠性及使用寿命将越低。电气控制柜防尘滤网、电路组件及电子元器件的散热片通风沟应每月清扫一次；电气控制柜冷却风扇或电气控制柜空调应每天检查一次，确保运行正常。

(2) 数控系统的现场电气维修

1) 数控系统的自诊断及报警处理方法

①开机自检。数控系统通电时，系统内部自诊断软件对系统中关键的硬件和控制软件逐一进行检测。一旦检测通不过，就在 CRT 上显示报警号或报警信息，指出故障部位。只有开机自检项目全都正常通过后，系统才能进入正常运行准备状态。

开机自检一般可将故障定位到电路或模块上，有些甚至可定位到芯片上。但在不少情况下只能将故障原因定位在某一范围内，需要通过进一步的检查、判断才能找到故障原因并予以排除。

②实时自诊断。数控系统在正常运行时，随时对系统内部、伺服系统、I/O 接口以及数控装置的其他外部装置进行自动测试检查，并显示有关状态信息。若检测有问题，则立即显示报警号及报警内容，并根据故障性质自动决定是否停止动作或停机。检查时，维修人员可根据报警内容，结合实时显示的 NC 内部关键标志寄存器及 PLC 的操作单元状态，进一步对故障进行诊断与排除。

故障排除以后，报警往往不会自动消除。根据不同的报警，需要按“RESET”或“STOP”软键来消除，或者需用电源复位或关机重新启动的方法消除，恢复系统运行。

2) 数控系统的参数故障及软件故障

①参数故障的产生原因。

a. 后备电池失效将导致全部参数丢失。因此，在正常工作时应经常检查是否有电池电压低的报警信息或 LED 信号灯指示。如果发现该报警，应及时更换后备电池。更换电池应严格按照该系统的说明书要求进行操作，如有的系统要求停电后一定时间范围内将电池更换完毕，有的则要求系统在通电状态中方可更换电池，以保证更换电池时数据不会丢失。

b. 由于操作者的误操作，可能将个别或全部参数清除。