

湖北省劳动和社会保障厅 组编

当代技师手册

—— 电 工 ——

湖北长江出版集团
湖北人民出版社

湖北省劳动和社会保障厅 组编

当代技师手册

—— 电 工 ——

湖北长江出版集团

湖北人民出版社

鄂新登字 01 号
图书在版编目(CIP)数据

当代技师手册/湖北省劳动和社会保障厅组编.
武汉:湖北人民出版社,2009.3

ISBN 978 - 7 - 216 - 05587 - 1

I. 当…

II. 湖…

III. 工业技术—技术手册

IV. T-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 054098 号

当代技师手册

湖北省劳动和社会保障厅 组编

出版发行: 湖北长江出版集团
湖北人民出版社

地址:武汉市雄楚大街 268 号
邮编:430070

印刷:湖北民政印刷厂
开本:787 毫米×1092 毫米 1/16
字数:1 572 千字

经销:湖北省新华书店
印张:76.25
插页:5

版次:2009 年 3 月第 1 版
书号:ISBN 978 - 7 - 216 - 05587 - 1

印次:2009 年 3 月第 1 次印刷
定价:180.00 元(共五册)

本社网址:<http://www.hbpp.com.cn>

序

湖北省劳动和社会保障厅组织编写了《当代技师手册》，用于技术规范总结和教学指导，在当前，具有重要的意义。

我国是制造业大国，正在向制造业强国迈进。在这个过程中，需要大批研究开发型人才，也需要大批将设计思想和工程图纸转化为合格产品的技术工人。从生产制造的整体要求看，工程技术人员是人才，掌握娴熟技艺的高技能劳动者也是人才。发达国家的历史经验表明，一个国家的经济能否快速发展，与技能劳动者的素质和规模密切相关，与职业教育水平密切相关。近年来，国家高度重视技能型人才的培养，把发展职业教育作为经济社会发展的重要基础和教育工作的一个战略重点，提出培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才的目标，并制定了一系列政策来推动这项工作。湖北省劳动和社会保障厅适应形势发展的要求，组织编写了这套手册，对于培养造就千百万熟练技术工人，提高企业在岗生产人员的技能水平，将起到积极的促进作用。

该手册成书历时两年多，编写人员绝大多数来自职业院校的高级教师、高级实习指导教师和企业高层技术管理

人员，具有坚实的专业理论基础和丰富的实践教学经验。手册从技术应用的角度出发，采用当代成熟的实用技术规范，强调教学与生产实际的对接，内容丰富，分类清楚，表述简明，易学易用，可作为职业教育和职业培训的教学参考和辅导读物，也可供专业技术人员参考使用。

希望本手册的出版，给广大职业技术教育工作者的教学实践提供指导，给职业院校的青年学生和企业技术工人的技能提升带来帮助，也希望有更多的有识之士来关注和支持职业教育和技能人才培养事业，有更多优秀的适用图书面世，推动我国技能人才队伍建设不断地向前发展。

中国科学院院士



2008年9月19日

编写委员会

主任委员：邵汉生

副主任委员：张建平

执行委员：龙一民 韩俊桥

委员：(排名不分先后)

尹海香 曾伏珠 郭发友 任万伦

张军平 孙照军 张永国 范华儒

余争鸣 孙楚强 叶振华 夏卫东

马燕峰 刘景岗 陈俊军 黄延平

叶春元 傅永光 吕汉华 胡颂桥

肖 平 张惠民 程立新

执行编委

主 编：周晓鸣

副主编：王国庆 刘建雄 董 武

编 者：李贞权 李清玉 彭庆红 朱爱游

王小芳 周定萍 万体抄 陈家燕

目 录

第 1 章 电工基础知识	1
§1.1 常用名词	1
§1.2 常用符号	3
一、电工常用文字符号	3
二、电工常用辅助文字符号	6
三、电工测量仪表常用文字符号	7
§1.3 电工常用计量单位	7
一、国际单位制单位	7
二、可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位	8
§1.4 安全用电知识	9
一、触电及其预防	9
二、触电的急救	11
三、接地与接零	13
第 2 章 仪表仪器	17
§2.1 仪表仪器基本知识	17
一、常用电工仪表仪器的结构及工作原理	17
二、常用电工仪表的分类	19
三、电工仪表面板上的符号及其意义	19
§2.2 常用电工测量	23
一、电流的测量	23
二、电压的测量	25
三、功率的测量	28
四、电能的测量	32
五、频率的测量	34
六、相位和功率因数的测量	35
§2.3 常用电子仪器	37
一、信号发生器	37
二、电子电压表	38
三、示波器	39
四、数字仪表	39
第 3 章 变压器	43
§3.1 变压器的基本知识	43

一、变压器的基本原理和额定数据.....	43
二、变压器的分类和结构.....	45
三、变压器的联结组别和极性.....	48
§3.2 电力变压器	52
一、电力变压器的用途、分类和型号.....	52
二、电力变压器铭牌	53
§3.3 特种变压器	56
一、整流变压器	56
二、电炉变压器	59
三、试验变压器	63
四、矿用变压器	63
五、船用变压器	64
六、中频变压器	64
七、大电流变压器	64
八、电抗器	64
§3.4 变压器的故障及其检修方法	65
第4章 电动机	71
§4.1 基础知识	71
一、电动机的分类	71
二、电动机的主要性能.....	71
§4.2 三相异步电动机	72
一、三相异步电动机的结构.....	72
二、三相异步电动机的启动、维护与修理.....	72
三、定子绕组的重绕工艺.....	77
四、绕线转子的重绕工艺.....	83
§4.3 单相异步电动机	85
一、电动机的常见故障及修理.....	85
二、单相异步电动机的定子绕组.....	86
§4.4 特殊用途电动机	90
一、直流电动机	90
二、单相串励电动机	92
三、同步电动机	94
第5章 低压电器	96
§5.1 低压电器产品型号	96
§5.2 常用低压电器	98
一、刀开关	98

二、组合开关	99
三、低压断路器	99
四、熔断器	99
五、主令电器	101
六、接触器	102
七、继电器	103
八、其他常用低压电器	105
§5.3 低压电器常见故障及处理	106
一、开启式负荷开关常见故障及处理	106
二、组合开关常见故障及处理方法	107
三、低压断路器的常见故障及处理	107
四、熔断器常见故障及处理方法	107
五、按钮的常见故障及处理方法	108
六、行程开关常见故障及处理方法	108
七、主令控制器常见故障及处理方法	108
八、热继电器常见故障及处理方法	109
九、JS7—A 系列时间继电器常见故障及处理方法	109
十、速度继电器的常见故障及处理方法	110
十一、电磁铁的常见故障及处理方法	110
十二、凸轮控制器的常见故障及处理方法	110
第 6 章 变配电	111
§6.1 高压电器设备及其选用	111
一、高压负荷开关	111
二、高压熔断器	112
三、高压开关柜及其选用	114
§6.2 工矿企业变配电所的接线和布置	117
一、变配电所位置的确定原则	117
二、变配电所的类型	118
三、变配电所的主要电气设备	119
四、电气设备选择的一般原则	119
五、工矿企业变配电所的布置	121
第 7 章 常用机械电气控制线路	124
§7.1 电气控制线路中常用环节	124
§7.2 常用机械控制线路	138
一、C620-1 普通车床控制线路	138
二、Y3150 滚齿机控制线路	138

三、M7130 卧轴矩台平面磨床控制线路	139
四、Y7131 齿轮磨床控制线路	139
五、Z37 摇臂钻床控制线路	140
§7.3 可编程控制器	141
一、可编程序控制器的硬件	141
二、可编程序控制器的软件	142
§7.4 机床电气检修步骤及方法	151
一、机床电气故障的分类	151
二、电气检修的步骤及方法	151
第 8 章 电子技术	156
§8.1 常用电子元件	156
一、电阻器、电容器的型号命名及标志方法	156
二、电阻器	158
三、电容器	159
§8.2 半导体分立器件	162
一、半导体分立元器件型号命名法	162
二、晶体二极管	164
三、稳压二极管	165
四、晶体三极管	165
五、场效应管	167
六、发光二极管	168
七、光电晶体管	169
八、光电耦合器	171
§8.3 晶闸管及其应用	172
一、晶闸管的型号及技术参数	172
三、晶闸管的选择	179
四、晶闸管的保护	181
五、单结晶体管	182
六、晶闸管触发电路	184
七、触发电路的输出环节	188
§8.4 模拟集成电路	190
一、半导体集成电路型号命名方法	190
二、集成运算放大器	190
三、电压比较器	192
四、集成稳压器	192
五、霍尔集成电路	194

§8.5 数字集成电路	196
一、TTL 集成电路	196
二、CMOS 集成电路	199
§8.6 集成定时器及其应用	200
§8.7 电子元器件的简易测试	203
一、电阻器的检测	203
二、电容器的检测	206
三、二极管、桥堆、稳压二极管、变容二极管和发光二极管的检测	208
四、三极管的检测	210
五、扬声器、耳机和话筒的检测	213
六、磁头和磁鼓的检测	215
七、黑白显像管的检测	216
八、彩色显像管的检测	217
九、液晶显示器的检测	217
十、集成电路的测试	219
十一、超大规模集成电路 (VLSI) 的拆装方法	224

第1章 电工基础知识

§1.1 常用名词

导体 具有良好的导电能力的物体称为导体。如金属银、铜、铝等。

绝缘体 不能导电或者导电能力非常微弱的物体称为绝缘体。如木材、橡胶、塑料、陶瓷、玻璃等。

半导体 导电能力介于导体和绝缘体之间的物体。如硅、锗、硒等。

电流 电荷有规则的定向移动叫做电流。规定以正电荷的移动方向为电流的方向。

电流强度 单位时间内通过导体横截面积的电量，叫做电流强度。

电路 电流通过的路径叫做电路。电路主要由电源、负载和连接导线组成。

电位 单位正电荷在电场中某点所具有的电位能称为该点的电位。

电压 电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功叫做两点间的电压。在数值上也等于两点间的电位之差。

电动势 电源力将单位正电荷从电源负极经电源内部移动到正极所做的功，叫做电源电动势。

感应电动势 分为动生电动势和感生电动势。动生电动势是指组成回路的导体（整体或局部）在恒定磁场中运动时使回路中的磁通量发生变化而产生的电动势；感生电动势是指固定回路中磁场发生变化使回路磁通量改变而产生的电动势。

电阻 物质阻碍电流能力的大小叫电阻。当导体两端的电压为 1 伏，导体内通过的电流为 1 安时，这段导体的电阻就是 1 欧姆。

电导 衡量导体导电能力的大小叫电导。

电容器 储存电荷的容器，简称电容。

电容量 指电容器在一定电压作用下储存电荷能力的大小，也简称电容。

电感 是自感与互感的统称。自感是指线圈自身电流变化而产生感应电动势的现象；互感是指一个线圈中电流发生变化，而使邻近的另一个线圈中产生感应电动势的现象。

直流电 方向不随时间改变的电流叫直流电。

交流电 大小和方向随时间作周期性变化且在一个周期内平均值为零的电流叫交流电。

频率 交流电每秒钟内完成周期性变化的次数叫做频率。

瞬时值 交流电在任一时刻的量值称为瞬时值。

有效值 将交流电通过一个电阻在一个周期内消耗的能量，若与一直流电通过

同一电阻在相同时间内消耗的能量相等,则此直流电的量值称为该交流电的有效值。

感抗 交流电通过具有电感的电路时,电感阻碍电流流过的能力。

容抗 交流电通过具有电容的电路时,电容阻碍电流流过的能力。

电抗 感抗和容抗的差值叫电抗。

阻抗 交流电通过具有电感、电容和电阻的电路时,电感、电容和电阻共同阻碍电流流过的能力。

相位 交流电是随时间按正弦规律变动的物理量,用公式可表示为 $i = I_m \sin(\omega t + \phi)$ 。

式中 $\omega t + \phi$ 称为交流电在某一瞬时 t 的相位,而 ϕ ($t=0$) 称为初相位。因相位常以角度表示,固又可称为相角。 ω 称为角频率。

相位差 两个频率相同的正弦交流电的初相位之差称为相位差。

瞬时功率 指交流电在某一瞬间的功率。即电压瞬时值与电流瞬时值的乘积。

视在功率 在具有电阻和电抗的电路中,总电压与总电流有效值的乘积称为视在功率。

有功功率 交流电路功率在一个周期内的平均值称为平均功率,也称为有功功率。它实质上反映了电路从电源取得的净功率。

无功功率 在具有电感或电容的电路中,反映电路与外电源之间能量反复交换规模的大小称为无功功率。它实质上是指只与电源交换而不消耗的那部分能量。

功率因数 指有功功率与视在功率的比值。

相电压 在三相交流电中,任一根火线与中线之间的电压叫做相电压。

线电压 在三相交流电中,任两根火线之间的电压叫做线电压。

相电流 在三相负载中,每相负载中流过的电流叫做相电流。

线电流 三相电源线各线中流过的电流叫做线电流。

磁感应强度 衡量磁场中某一点磁性强弱的物理量。当载流直导体与磁场的方向垂直时,磁场对载流导体的作用力与导体中的电流强度及导体有效长度的乘积成正比,磁场中某点的这个比值叫该点的磁感应强度,也叫磁通密度。

磁通量 衡量磁场中某一截面磁性强弱的物理量。磁场中某点的磁感应强度和垂直于磁感应强度方向的面积的乘积,叫做通过这一面积的磁通量,简称磁通。

磁路 磁通经过的路径叫磁路。

磁阻 磁路对磁通所起的阻碍作用叫磁阻。

剩磁 铁磁物质在外磁场中被磁化,当外磁场消失后,铁磁物质仍保留一定的磁性,称为剩磁。

§1.2 常用符号

一、电工常用文字符号

表 1-1 电工常用文字符号

设备、装置 和器件种类	举 例	基本文字符号	
		单字母	双字母
组件部分	分离元件放大器	A	
	激光器		
	调节器		
	本表其他地方未提及的组件、部件		
	电桥		AB
	晶体管放大器		AD
	集成电路放大器		AJ
	磁放大器		AM
	电子管放大器		AV
	印制电路板		AP
非电量到电量变换器或 电量到非电量变换器	抽屉柜	B	AT
	支架盘		AR
	热电传感器		
	热电池		
	光电池		
	测功计		
	晶体换能器		
	送话器		
	拾音器		
	扬声器		
电容器	耳机	C	
	自整角机		
	旋转变压器		
	模拟和多级数字变换器或传感器(用作指示和测量)		
	压力变换器		BP
	位置变换器		BQ
二进制元件 延迟器件 存储器件	旋转变换器(测速发电机)	D	BR
	温度变换器		BT
	速度变换器		BV
	数字集成电路和器件		
	延迟线		
	双稳态元件		
	单稳态元件		
其他器件	磁心存储器	E	
	寄存器		
	磁带记录机		
	盘式记录机		
	本表其他地方未规定的器件	E	
	发热器件		EH
	照明灯		EL
	空气调节器		EV

设备、装置 和器件种类	举 例	基本文字符号	
		单字母	双字母
保护器件	过电压放电器件避雷器	F	
	具有瞬时动作的限流保护器件		FA
	具有延时动作的限流保护器件		FR
	具有延时和瞬时保护动作的限流保护器件		FS
	熔断器		FU
	限压保护器件		FV
发生器 发电机 电源	旋转发电机	G	
	振荡器		
	发生器		GS
	同步发电机		GA
	异步发电机		GB
	蓄电池		GF
信号器件	旋转式或固定式变频器	H	
	声响指示器		HA
	光指示器		HL
	指示灯		HL
继电器 接触器	瞬时接触继电器	K	KA
	瞬时有或无继电器		KA
	交流接触器		KA
	闭锁接触继电器(机械闭锁或永磁铁式有或无继电器)		KL
	双稳态继电器		KL
	接触器		KM
	极化继电器		KP
	簧片继电器		KR
	延时有或无继电器		KT
	逆流继电器		KR
电感器 电抗器	感应线圈	L	
	线路陷波器		
	电抗器(并联或串联)		
电动机	电动机	M	
	同步电动机		MS
	可做发电机或电动机用的电机		MG
	力矩电动机		MT
模拟元件	运算放大器 混合模拟/数字器件	N	
测量设备 试验设备	指示器件	P	
	记录器件		
	积分测量器件		
	信号发生器		
	电流表		PA
	(脉冲)计数器		PC
	电度表		PJ
	记录仪器		PS
	时钟、操作时间表		PT
	电压表		PV
电力电路的 开关器件	断路器	Q	QF
	电动机保护开关		QM
	隔离开关		QS
电阻器	电阻器	R	
	变阻器		
	电位器		RP
	测量分路表		RS
	热量电阻器		RT
	压敏电阻器		RV

设备、装置 和器件种类	举 例	基本文字符号	
		单字母	双字母
控制、记忆、信号电 路的开关器件选择器	拨号接触器 连接级	S	SA
	控制开关		
控制、记忆、信号电路 和开关器件选择器	选择开关		SA
	按钮开关		SB
	机电式有或无传感器（单级数字传感器）		
	液体标高传感器		SL
	压力传感器		SP
	位置传感器（包括接近传感器）		SQ
	转数传感器		SR
	温度传感器		ST
	电流互感器		
变压器	控制电路电源用变压器	T	TA
	电力变压器		TC
	磁稳压器		TM
	电压互感器		TS
			TV
调制器 变换器	鉴频器	U	
	解调器		
	变频器		
	编码器		
	交流器		
	逆变器		
	整流器		
	电报译码器		
电子管 晶体管	气体放电管	V	
	二极管		
	晶体管		
	晶闸管		
	电子管		VE
	控制电路用电源的整流器		VC
传输通道 波导 天线	导线	W	
	电缆		
	母线		
	波导		
	波导定向耦合器		
	偶极天线 抛物天线		
端子 插头 插座	连接插头和插座	X	
	接线柱		
	电缆封端和接头		XB
	焊接端子板		
	连接片		XJ
	测试插孔		XP
	插头		XS
	插座		XT
电气操作的 机械器件	端子板	Y	
	气阀		YA
	电磁铁		YB
	电磁制动器		YC
	电磁离合器		YH
	电磁吸盘		YM
	电动阀		YV
	电磁阀		