

李贞权 李义华 刘友斌 主编

维修电工技师

手册

机械工业出版社

维修电工技师手册

李贞权 李义华 刘友斌 主编



机械工业出版社

本书内容有电工常识、安全用电、电工材料、变压器、三相异步电动机、单相异步电动机、直流电机、同步电机、其他电机、低压电器、常用机械电气控制、高压一次回路、变配电所、高压开关、与测量回路、常用电工仪表、晶体管及其应用、集成电路及其应用、晶闸管及其应用、直流稳压电源、单片机及其应用、可编程序控制器等知识。全书图文并茂、语言精炼、从实用角度出发阐述了电气维修的工艺流程、技术要求、特点、技巧与方法。全书所用标准和单位均采用了国家最新标准和法定计量单位。

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技师手册/李贞权等主编. —北京: 机械工业出版社, 1999.8

ISBN7-111-07294-4

I. 维... II. 李... III. 电工—维修—手册
IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 14781 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱 华 版式设计: 张世琴 责任校对: 姚培新

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·30.5 印张·4 插页·877 千字

0 001—4 512 册

定价: 50.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

机械、汽车工业是技术密集型的加工制造业，工人的操作技能水平对于保证产品质量、降低物资消耗、提高经济效益、增强市场竞争能力，无疑是一个决定性的因素。因此，振兴和发展机械、汽车工业，离不开一支以高级工为骨干，中级工为主体，技艺精湛、结构合理的技术工人队伍。

技师是高级工人中的优秀技术人才，是技术工人队伍中的佼佼者，是企业中的能工巧匠，是千千万万青年工人学习技术的良师，是走岗位成才之路的榜样。

技师具有技术全面、一专多能、技艺高超、生产实践经验丰富的技术素质。他们担负着组织和指导生产人员解决本工种生产过程中出现的关键或疑难技术问题；开展技术革新、技术改造；推广、应用新技术、新工艺、新设备、新材料以及组织、指导工人培训、考核、评定等工作任务。

为了帮助技师做好工作，为他们提供一本实用的工具书，我们组织编写了这套技师手册。

技师手册是参照劳动部、机械工业部共同颁发的《工人技术等级标准·机械工业（通用部分）》中有关工种高级工“知识要求”、“技能要求”、参考国家技术监督局制定的《技术监督行业技师技术考核标准》，紧密结合企业生产和技师工作实际编写的。手册内容包括技师应熟练掌握的基础理论、专业理论和其他有关知识；以主要篇幅从较高层

次上介绍了设备应用、操作技能、工艺规程、生产技术组织管理和国内外新技术的发展和应用等内容，并列举了大量的工作实例。

本套手册力求选材实用，编排全面系统，叙述简明扼要，图表数据可靠，全书采用了最新国家标准，本套手册也适合高级工人使用。

我们是第一次为技师和高级工人组织编写工具书，由于缺乏经验，不足之处和错误在所难免，恳切希望读者多提宝贵意见。

机械工业部技术工人教育研究中心

目 录

前言

第一章 基础知识	1
第一节 常用计算公式	1
第二节 常用符号	12
第三节 安全用电知识	16
第四节 电阻与电热材料	23
第五节 磁性材料	48
第二章 变压器	59
第一节 电力变压器	59
第二节 单相及三相干式变压器的计算	74
第三节 特种变压器	99
第四节 控制变压器	117
第三章 三相异步电动机	121
第一节 三相异步电动机的维护与修理	121
第二节 定子绕组的重绕工艺	135
第三节 绕线转子的重绕工艺	168
第四节 电动机的简易计算	179
第四章 单向异步电动机	200
第一节 家用电器电动机的常见故障与修理	200
第二节 单向异步电动机作单向运行与绕组重绕	240
第五章 直流电机	265
第一节 直流电机的常见故障及维修方法	265

第二节	直流电动机电枢绕组故障及维修方法	271
第三节	直流电动机定子磁极绕组的检修	289
第四节	换向器的修理	293
第六章	同步电机	298
第一节	同步电机的结构与原理	298
第二节	同步电机的使用与维修	308
第七章	其他电机	318
第一节	微型电机	318
第二节	特殊用途电动机	353
第八章	低压电器	411
第一节	低压电器各部分常见故障与修理	411
第二节	常用低压电器的故障与修理	414
第三节	起动装置的常见故障与修理	424
第九章	常用机械电气控制	429
第一节	机床电气检修步骤	429
第二节	机床电气检修方法	447
第三节	CW6163B 型车床电气控制线路 的原理与维修	449
第四节	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的原理 与维修	454
第五节	X62W 型万能铣床电气控制线路的原 理与维修	460
第六节	T68 型镗床电气控制线路的原理 与维修	475
第七节	B2012A 型龙门刨床电气控制线路的原 理与维修	484
第八节	M7475B 型磨床电气控制线路的原	

	理与维修	510
第九节	T610 型镗床电气控制线路的原理 与维修	520
第十节	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路的 原理与维修	539
第十一节	CE7120 型半自动液压仿形车床电气控制 线路的原理与维修	545
第十二节	15/3t 桥式起重机电气控制线路 的原理与维修	559
第十三节	轿厢手柄开关控制自平自开门电梯电气 控制线路的原理与维修	561
第十四节	ZD1/t 蓄电池铲车电气控制线路的 原理与维修	570
第十五节	D6140A 高频脉冲电蚀加工机床电气控制 线路的原理与维修	573
第十章	高压一次回路	582
第一节	对高压一次回路主要设备的要求	582
第二节	高压一次回路的使用与常见故障维修	592
第十一章	变配电所	598
第一节	工矿企业供电方式	598
第二节	车间变电所的设备运行及维修	600
第三节	变压器运行中的维护与检修	604
第四节	变压器的事故处理	606
第十二章	高压开关	611
第一节	高压断路器	611
第二节	高压隔离开关	621
第三节	高压熔断器	626

第四节	避雷器	629
第十三章	测量回路	633
第一节	测量仪表的接线	633
第二节	测量回路的常见故障与维修	637
第十四章	常用电工仪器仪表	643
第一节	电流电压的测量	643
第二节	电阻的测量	646
第三节	电能的测量	652
第四节	常用电工仪表	656
第十五章	晶体管及其应用	662
第一节	晶体二极管及整流电路	662
第二节	晶体管及其应用	680
第三节	稳压二极管	700
第四节	光敏二极管、光敏晶体管和光耦合器	702
第五节	晶体管电子继电器	707
第六节	半导体器件代换原则和方法	711
第十六章	集成电路及其应用	715
第一节	集成电路型号命名方法	715
第二节	模拟集成电路	720
第三节	数字集成电路	741
第四节	集成电路的使用与代换方法	764
第十七章	晶闸管及其应用	771
第一节	晶闸管	771
第二节	晶闸管主电路及其应用	795
第三节	晶闸管门极控制电路	836
第十八章	直流稳压电源	853
第一节	直流稳压电源的技术指标和类型	853

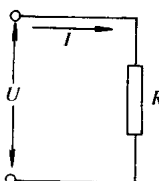
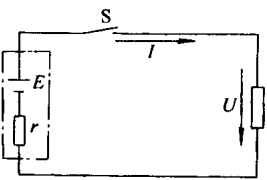
第二节	连续调整型直流稳压电源	855
第三节	开关调整型稳压电源	861
第四节	集成稳压器	863
第十九章	单片机及其应用	875
第一节	MCS-51 系列单片机的结构与原理	875
第二节	单片机应用系统的配置与接口技术	903
第三节	单片应用系统的故障诊断与维护	933
第二十章	可编程序控制器	937
第一节	可编程序控制器 (PC) 的基本结构 和工作原理	937
第二节	可编程序控制器 (PC) 的使用方法	952
第三节	PC 的一般维修方法	959
参考文献		964

第一章 基础知识

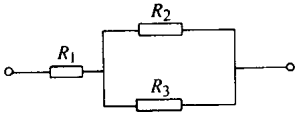
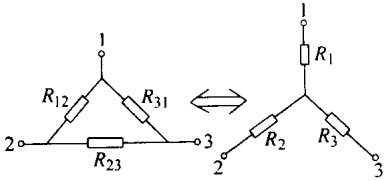
第一节 常用计算公式

电工常用计算公式及基本定律见表 1-1。

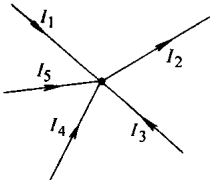
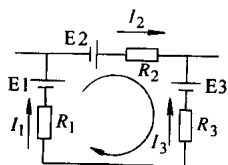
表 1-1 电工常用计算公式及基本定律

名 称	公 式	备 注
电阻	$R = \rho \frac{l}{A}$	l —— 导体的长度(m) A —— 导体的截面积(m ²) ρ —— 导体的电阻率($\Omega \cdot m$) R —— 导体的电阻(Ω)
欧姆定律	 $I = \frac{U}{R}$	U —— 电压(V) I —— 电流(A) R —— 电阻(Ω)
全电路欧姆定律	 $I = \frac{E}{R + r}$	E —— 电动势(V) R —— 负载电阻(Ω) r —— 电源内阻(Ω)
直流电路电功率	$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	P —— 电功率(W)
电功	$W = Pt = UIt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$	W —— 电能(J) t —— 时间(s)

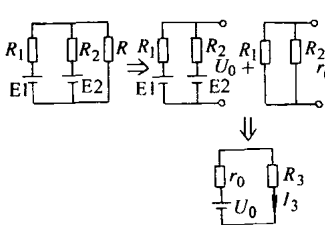
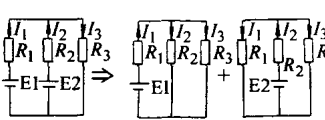
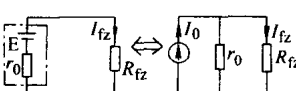
(续)

名 称	公 式	备 注
电 阻 串 联总值	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$	R —— 总电阻值 (Ω) $R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ ——分电阻(Ω)
电 阻 并 联总值	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	
电 阻 混 联	 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	
电 容 值	$C = \frac{Q}{U}$	Q —— 电容器所带 电荷量(C)
电 容 串 联	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$	U —— 电容器两端 电压(V)
电 容 并 联	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$	C —— 电容器的电 容量(F)
电 阻 星 形 三 角 形 联 结 互 换	$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ 	R_1, R_2, R_3 —— 星 形联结的电阻(Ω) R_{12}, R_{23}, R_{31} —— 三角形联结的电阻 (Ω)

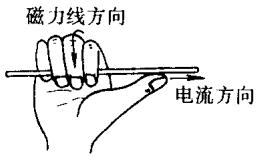
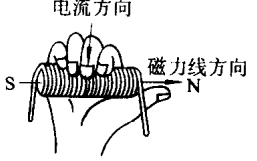
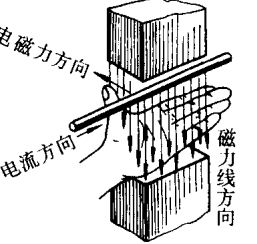
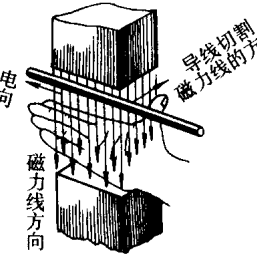
(续)

名 称	公 式	备 注
电阻星 形三角 联结互换	$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$ $R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$ $R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$	R_1, R_2, R_3 —— 星 形联结的电阻(Ω) R_{12}, R_{23}, R_{31} —— 三角形联结的电阻 (Ω)
基尔霍 夫第一定 律	$\sum I_i = \sum I_o \text{ 或 } \sum I = 0$  例 $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2 \text{ 或 } I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\sum I_i$ —— 流入节点 电流之和 (A) $\sum I_o$ —— 流出节点 电流之和 (A) $\sum I$ —— 电流代数 和(A)
基尔霍 夫第二定 律	$\sum IR = \sum E$  例 $I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 + E_2 - E_3$	$\sum IR$ —— 电阻电压 代 数 和 (V) $\sum E$ —— 电动势的 代 数 和 (V)

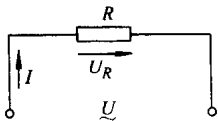
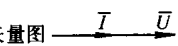
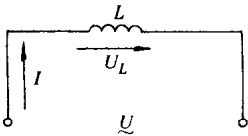
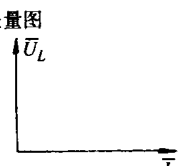
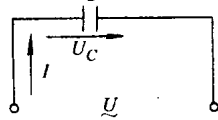
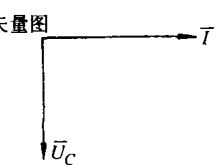
(续)

名 称	公 式	备 注
戴维南 定律	 $I_3 = \frac{U_0}{r_0 + R_3}$	U_0 —— 将待求支路断开的有源二端网络的开路电压(V) r_0 —— 电路中所有电动势短路时的无源二端网络间的等效电阻(Ω) I_3 —— 待求支路的电流(A)
叠加定 理	 $I_1 = I_1' - I_1''$ $I_2 = -I_2' + I_2''$ $I_3 = I_3' + I_3''$	I_1, I_2, I_3 —— 待求支路的电流 I_1', I_2', I_3' —— 设 $E_2 = 0$ 时, E_1 单独作用时在各支路的电流 I_1'', I_2'', I_3'' —— 设 $E_1 = 0$ 时, E_2 单独作用时在各支路的电流(A)
电流源 与电压源 的等效变 换	 $E = I_{sro} \quad I_s = \frac{E}{r_0}$ $I_{fz} = \frac{E}{r_0 + R_{fz}} \quad I_{fz} = \frac{r_0}{r_0 + R_{fz}} \times I_s$	E —— 电压源(V) I_s —— 电流源(A) r_0 —— 内阻(Ω) R_{fz} —— 负载电阻(Ω)

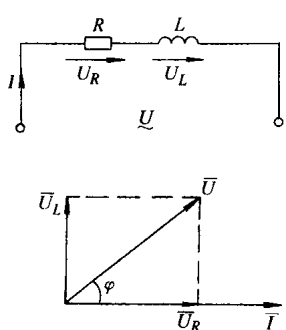
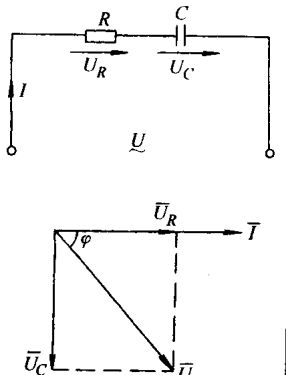
(续)

	名 称	公 式	备 注
电 磁 感 应 定 律	直导体右手螺旋定则		大拇指——指向 电流方向 弯曲四指——指 向磁力 线的方 向
	螺旋线圈右手螺旋定则		大拇指——指向 磁力线的 方向 弯曲四指——指 向电流 方向
	左手定则		伸直四指——指 向电流 方向 掌心——磁力线 垂直穿 过 大拇指——电磁 力方向
	右手定则		大拇指——导体 运动方向 掌心——磁力线 垂直穿 过 伸直四指——感 应电动 势方向

(续)

名 称	公 式	备 注
纯电阻电路  矢量图 	$I = \frac{V}{R} = \frac{U_R}{R}$ $P = IU_R$ $\cos \varphi = 1$ $i = I_m \sin \omega t$ $u = U_m \sin \omega t$	U_R —— 电阻两端电压 (V) P —— 有功功率 (W) $\cos \varphi$ —— 功率因数 i —— 电流瞬时值 (A) u —— 电压瞬时值 (V)
纯电感电路  矢量图 	$X_L = \omega L = 2\pi fL$ $I = \frac{U_L}{X_L} = \frac{U_L}{\omega L} = \frac{U_L}{2\pi fL}$ $Q_L = IU_L = I^2 X_L = I^2 \omega L$ $\cos \varphi = 0$ $i = I_m \sin \omega t$ $u_L = U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ)$	X_L —— 感抗 (Ω) L —— 电感量 (H) U_L —— 电感两端电压 (V) Q_L —— 电感上无功功率 (var)
纯电容电路  矢量图 	$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ $I = \frac{U_C}{X_C} = \frac{U_C}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ $Q_C = IU_C = I^2 X_C = U^2 \omega C$ $\cos \varphi = 0$ $i = I_m \sin \omega t$ $u_C = U_{Cm} \sin(\omega t - 90^\circ)$	X_C —— 容抗 (Ω) C —— 电容 (F) U_C —— 电容两端电压 (V) Q_C —— 电容上无功功率 (var)

(续)

名 称	公 式	备 注
电阻电感串联电路 	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$ $U_R = IR$ $U_L = IX_L$ $U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$ $P = IU_R = IU \cos \varphi$ $Q_L = IU_L = IU \sin \varphi$ $S = IU = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$ $i = I_m \sin \omega t$ $u_R = U_{Rm} \sin \omega t$ $u_L = U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ)$ $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$	Z —— 阻抗(Ω) S —— 视在功率(VA)
电阻电容串联电路 	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$ $U_R = IR$ $U_C = IX_C$ $U = IZ = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$ $P = IU_R = IU \cos \varphi$ $Q_C = IU_C = IU \sin \varphi$ $S = IU = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$ $i = I_m \sin \omega t$ $u_R = U_{Rm} \sin \omega t$ $u_C = U_{Cm} \sin(\omega t - 90^\circ)$ $u_O = U_m \sin(\omega t - \varphi)$	