

实用电气自动控制 计算手册

徐崇庶 张博玲 编

北京工业大学出版社

实 用 电 气 自 动 控 制 计 算 手 册

徐崇庶 张博玲 编

北京工业大学出版社

内 容 简 介

本手册是一本易读易查的实用参考工具书,书中归纳了电气自动控制方面常用的基本定理、基本定律和计算公式。全书共分两篇,第一篇包括数学、物理、电工基础、电工测量、电子学和电机等内容;第二篇包括了古典控制理论和现代控制理论等内容。考虑到实用的需要,书末还附有工程中常用的变换表及常数。

本手册可作为高等学校、中专和职工大学有关专业的教学工具书,也是广大科技人员必备的参考工具书。

实用电气自动控制计算手册

徐崇庶 张博玲 编

*

北京工业大学出版社出版发行

各地新华书店经销

河北省徐水县宏远印刷厂印刷

*

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

787×1092毫米 32开本 11.25印张 270千字

印数:1~6000册

ISBN7-5639-0254-6/T·29 定价:7.50元

(京)新登字 212 号

前 言

在科学技术高度发展的今天,电气自动控制与许多学科都有着密切的联系,电气自动控制已经得到非常广泛的应用。就部门而言不仅在自然科学领域甚至在社会学领域也都有着非常广泛的应用,几乎渗透到每一个部门,学习和应用电气自动控制的人们,已遍布四面八方,人们在解决这方面的问题时,往往要查阅有关的公式,针对这种情况我们认为编写这样一本手册还是非常必要的。

本手册共分为两大部分:第一部分即第一篇包括了物理、电工基础、电工测量、电子学和电机等内容;第二部分即第二篇包括了古典控制理论和现代控制理论等内容。全书归纳了这两大部分常用的计算公式、基本定理和定律。像其他手册一样,本书也归纳了常用的数学物理公式及必要的常用表格。本书作为工具书可供人们随时查找所需的数据及公式,以节省时间,提高工作效率。我们相信本书对读者的工作、学习会有很大帮助。

另外,参加本书第一篇编写的还有吕镒,参加第二篇编写的还有鹿树理二位同志。书中插图绘制工作

均由吕鑑同志完成。全书由徐崇庶定稿。

由于编者水平所限,书中不妥和错误之处敬请广大读者批评指正。

本书在编著及出版过程中得到了北工大出版社周汝忠、刘津瑜、冯惠霞等同志的热情帮助和大力支持,在此谨致以衷心地感谢。

编者

1993.2

目 录

第一篇 电气工程

第一章 数学基础	(1)
1-1 复数的表示法	(1)
1-2 复数的四则运算	(2)
1-3 笛美弗定理	(3)
1-4 复数的倒数	(3)
1-5 指数函数的计算	(3)
1-6 对数公式	(4)
1-7 欧拉公式	(4)
1-8 三角函数的基本恒等式	(4)
1-9 二角和差的三角函数	(5)
1-10 倍角三角函数	(5)
1-11 $A\sin\omega t + B\cos\omega t$ 的合成	(6)
1-12 双曲函数	(6)
1-13 负数双曲函数	(6)
1-14 双曲函数的近似值	(6)
1-15 二角和差及倍角的双曲函数	(7)
1-16 双曲函数与三角函数的关系	(7)
1-17 行列式	(7)
1-18 矩阵及其秩	(8)
1-19 矩阵的相等	(9)

1-20	矩阵的加减	(9)
1-21	矩阵的数乘	(10)
1-22	矩阵的乘法	(10)
1-23	矩阵的转置	(11)
1-24	递矩阵	(11)
1-25	逆矩阵的求法	(11)
1-26	麦克劳林级数展开式	(12)
1-27	$(1+x)^n$ 的台劳级数展开式	(13)
1-28	微分基本法则	(13)
1-29	微分公式	(13)
1-30	不定积分法则	(14)
1-31	常用的不定积分公式	(15)
第二章	物理公式	(17)
2-1	基本单位	(17)
2-2	力和加速度	(17)
2-3	具有加速度 a 的物体的移动距离	(17)
2-4	向心力	(18)
2-5	万有引力	(18)
2-6	地球重力	(18)
2-7	重力位能	(19)
2-8	质量和能量	(19)
2-9	热能	(19)
2-10	动能	(20)
2-11	光能	(20)
2-12	光的波长与频率	(20)
2-13	速度和质量的关系	(21)
2-14	功	(21)
2-15	功率	(22)
2-16	旋转力矩	(22)

2-17	弯曲力矩	(22)
2-18	波义尔定律	(23)
2-19	主要物理常数	(23)
第三章	电与磁	(24)
3-1	欧姆定律	(24)
3-2	电阻与电阻率	(24)
3-3	电阻和电阻的温度系数	(24)
3-4	电阻的串联	(25)
3-5	电阻的并联	(25)
3-6	克希荷夫定律	(26)
3-7	直流电功率	(27)
3-8	电能	(27)
3-9	焦耳—楞次定律	(27)
3-10	电源的串联	(28)
3-11	电源的并联	(28)
3-12	磁库仑定律	(29)
3-13	磁感应强度与磁场强度	(29)
3-14	磁通量	(29)
3-15	磁路欧姆定律	(30)
3-16	磁阻	(30)
3-17	磁场能量	(30)
3-18	磁铁的吸引力	(31)
3-19	毕奥—萨瓦尔定律	(31)
3-20	直线导体产生的磁场强度	(31)
3-21	圆形线圈中心的磁场强度	(32)
3-22	圆形线圈轴线上的磁场强度	(32)
3-23	长线圈内的磁场强度	(33)
3-24	环型线圈内部的磁场	(33)
3-25	佛来明左手定则(电磁力)	(34)

3-26	电磁力的大小	(34)
3-27	平行导线间的作用力	(35)
3-28	楞次定律	(35)
3-29	电磁感应定律	(36)
3-30	佛来明右手定则(电动势)	(36)
3-31	导体在磁场中运动所产生的感应电动势	(36)
3-32	直线导体的电感	(37)
3-33	平行导体的电感	(37)
3-34	线圈中的电感	(37)
3-35	线圈的感应电势	(38)
3-36	互感电势	(38)
3-37	电感的联接	(39)
3-38	耦合系数	(39)
3-39	电荷的库仑定律	(39)
3-40	奥—高定理	(40)
3-41	电通量和电场强度	(40)
3-42	平行板电容	(40)
3-43	同心球体的电容	(41)
3-44	同心圆筒的电容	(41)
3-45	平行线电容	(41)
3-46	电容的连接	(42)
3-47	电场力	(42)
3-48	电场能量	(42)
3-49	电荷与电压的关系	(43)
第四章 交流电路		(44)
4-1	正弦交流电的瞬时值表示式	(44)
4-2	正弦交流电的有效值	(44)
4-3	电抗	(45)
4-4	阻抗	(45)

4-5	阻抗角	(46)
4-6	导纳	(46)
4-7	功率因数	(47)
4-8	正弦交流电的复数表示法	(47)
4-9	正弦交流电路的欧姆定律	(48)
4-10	瞬时功率	(48)
4-11	单相功率	(49)
4-12	单相无功功率	(50)
4-13	视在功率	(50)
4-14	纯电阻电路(R 电路)	(51)
4-15	纯电感电路(L 电路)	(51)
4-16	纯电容电路(C 电路)	(52)
4-17	RL 串联电路	(52)
4-18	RC 串联电路	(53)
4-19	RLC 串联电路	(53)
4-20	RLC 串联谐振	(54)
4-21	RLC 并联谐振频率	(54)
4-22	调谐回路的品质因数 Q	(54)
4-23	RL 与 C 并联回路的谐振频率	(55)
4-24	交流电路的克希荷夫定律	(55)
4-25	正弦交流电的旋转向量表示法	(56)
4-26	阻抗的复数表示	(56)
4-27	三相交流电的表示法	(56)
4-28	线电压与相电压	(57)
4-29	线电流与相电流	(58)
4-30	三相功率	(59)
4-31	三相无功功率	(59)
4-32	三相视在功率	(59)
4-33	阻抗 Y - Δ 接法的换算	(59)
4-34	阻抗 Δ - Y 接法的换算	(60)

4-35	不平衡负载的中点电位	(61)
第五章	非正弦电路	(62)
5-1	周期函数分解为付里叶级数	(62)
5-2	方波的付里叶级数展开式	(64)
5-3	三角波的付里叶级数展开式	(64)
5-4	半波整流波的付里叶级数展开式	(65)
5-5	全波整流波的付里叶级数展开式	(65)
5-6	梯形波的付里叶级数展开式	(66)
5-7	锯齿波的付里叶级数展开式	(66)
5-8	代表性非正弦波的分析	(67)
5-9	非正弦波的有效值、平均值	(68)
5-10	非正弦波的功率	(69)
5-11	非正弦波的功率因数	(69)
5-12	波形系数	(69)
5-13	峰值系数	(69)
5-14	失真系数	(70)
5-15	几种常见波的有效值、波形系数和峰值系数	(70)
第六章	过渡过程	(72)
6-1	时间常数	(72)
6-2	RL 电路接通电源时的过渡过程	(72)
6-3	RL 电路短路电源时的过渡过程	(73)
6-4	RC 电路接通电源时的过渡过程	(74)
6-5	RC 电路通过电阻放电时的过渡过程	(75)
6-6	RL 电路接通交流电源时的过渡过程	(76)
6-7	RC 电路接通交流电源时的过渡过程	(76)
6-8	RLC 电路加直流电压时的过渡过程	(77)
6-9	RLC 电路中电荷放电时的过渡过程	(78)
6-10	过渡过程电路方程的拉普拉斯变换	(80)
6-11	拉普拉斯反变换	(81)

第七章 分布参数电路	(83)
7-1 分布参数电路的一次参数	(83)
7-2 串联阻抗和并联导纳	(83)
7-3 分布参数电路的电压和电流	(84)
7-4 传播常数	(84)
7-5 衰减常数	(84)
7-6 相移常数	(85)
7-7 传播速度	(85)
7-8 特性阻抗(波动阻抗)	(86)
7-9 分贝和奈培	(86)
7-10 两根平行输电线的特性阻抗	(87)
7-11 同轴输电线的特性阻抗	(87)
7-12 无损耗线路的传播常数	(88)
7-13 无失真线路的传播常数	(88)
7-14 同轴电缆的传播常数	(89)
7-15 微波用同轴电缆的传播速度	(89)
7-16 无限长线路	(89)
7-17 反射系数 穿透系数	(90)
7-18 长线的传输	(90)
7-19 传输线路的最佳条件	(91)
7-20 传输线路上任意点的电压、电流	(91)
7-21 有限长线路的电压、电流	(92)
7-22 驻波比	(92)
7-23 标称阻抗	(93)
7-24 史密斯圆图	(93)
7-25 终端开路时的电压和电流	(94)
7-26 终端短路时的电压和电流	(95)
7-27 任意终端阻抗时的电压和电流	(95)
7-28 谐振线路的品质因数 Q	(96)

7-29	通讯线路衰减最小的条件	(96)
第八章	网络计算	(98)
8-1	迭加原理	(98)
8-2	互易定理	(99)
8-3	补偿定理	(99)
8-4	戴维南定理	(100)
8-5	诺顿定理	(102)
8-6	二端口网络的基本方程式	(102)
8-7	二端口网络基本方程式的矩阵表示	(103)
8-8	二端口网络常数	(103)
8-9	Z 参数表示的基本方程式	(104)
8-10	Y 参数表示的基本方程式	(104)
8-11	H 参数表示的基本方程式	(105)
8-12	双口网络参数间的关系	(105)
8-13	几种常用网络的二端口网络参数	(107)
8-14	二端口网络的级联	(108)
8-15	二端口网络的并联	(110)
8-16	开路阻抗 Z_o	(111)
8-17	短路阻抗 Z_s	(112)
8-18	镜像阻抗(特性阻抗)	(112)
8-19	电压传输常数	(114)
8-20	电流传输常数	(114)
8-21	对称网络的传输常数	(114)
第九章	电机	(115)
9-1	直流电机电磁转矩	(115)
9-2	直流电机感应电势	(115)
9-3	直流电机电势平衡方程式	(116)
9-4	直流电机转矩平衡方程式	(117)
9-5	直流电机的机电能量变换	(117)

9-6	直流电机的效率	(119)
9-7	直流发电机的电压调整率	(119)
9-8	他励(并励)直流电动机的机械特性	(119)
9-9	直流电动机的转速变化率	(120)
9-10	调速指标	(120)
9-11	变压器变比	(121)
9-12	变压器原、副边电压和电流的关系	(121)
9-13	变压器原、副边的电动势	(122)
9-14	变压器磁势平衡方程式	(122)
9-15	变压器电势平衡方程式	(122)
9-16	变压器的折算	(123)
9-17	变压器的等值电路	(124)
9-18	变压器参数的测定	(125)
9-19	变压器电压变化率	(127)
9-20	变压器的联接组	(127)
9-21	同步转速	(127)
9-22	转差率	(128)
9-23	电角度	(128)
9-24	交流电机单相绕组的磁势	(128)
9-25	三相绕组的磁势	(128)
9-26	异步电动机定子绕组电势	(129)
9-27	三相异步电动机转子电流频率	(129)
9-28	异步电动机电势平衡方程式	(129)
9-29	异步电动机的等值电路	(129)
9-30	三相异步电动机转矩	(130)
9-31	异步电动机参数计算	(131)
9-32	同步电机的功角特性	(135)
9-33	步进电机的步距角	(136)
9-34	步进电机的转速	(136)

第十章 电子技术	(137)
10-1 电子伏特	(137)
10-2 热电子发射公式(里查孙公式)	(137)
10-3 光电子功函数	(138)
10-4 PN 结的电流—电压特性	(138)
10-5 晶体管电流放大系数	(139)
10-6 场效应管的电流方程	(140)
10-7 晶体管单管放大电路的放大倍数	(143)
10-8 晶体管的输入电阻	(143)
10-9 MOS 场效应管单管放大电路的放大倍数	(143)
10-10 晶体管放大电路的稳定系数	(144)
10-11 单管共射电路的频率响应	(145)
10-12 多级放大电路的频率响应	(146)
10-13 放大电路的增益带宽积	(147)
10-14 直接耦合放大电路的放大倍数	(147)
10-15 阻容耦合式放大电路的放大倍数	(148)
10-16 差动放大电路	(149)
10-17 共模抑制比	(151)
10-18 负反馈放大电路的放大倍数	(151)
10-19 电压串联负反馈电路	(152)
10-20 电压并联负反馈电路	(152)
10-21 电流串联负反馈电路	(153)
10-22 电流并联负反馈电路	(153)
10-23 比例电路	(154)
10-24 求和电路	(155)
10-25 单运放加减电路	(155)
10-26 双运放加减运算电路	(156)
10-27 积分电路	(156)
10-28 微分电路	(157)

10-29	低通滤波电路(LPF)	(157)
10-30	高通滤波电路(HPF)	(159)
10-31	通带滤波电路	(160)
10-32	带阻滤波电路(BEF)	(162)
10-33	RC 串并联式正弦波振荡电路的谐振频率	(163)
10-34	LC 正弦波振荡电路的谐振频率	(163)
10-35	互补功率放大电路的输出功率和效率	(165)
10-36	单相半波整流电路	(166)
10-37	单相桥式整流电路	(166)
10-38	单相半波可控整流(电阻性负载)	(167)
10-39	单相半波可控整流(电感性负载)	(168)
10-40	单相半波可控整流(反电势负载)	(170)
10-41	单相桥式全控整流	(171)
10-42	三相半波可控整流电路(三相零式)	(173)
10-43	三相桥式半控整流电路	(175)
10-44	三相桥式全控整流电路	(176)
10-45	逻辑代数的基本运算	(177)
10-46	逻辑代数的基本公式	(178)
10-47	逻辑代数等式的若干规则	(179)
10-48	逻辑代数常用公式	(180)
第十一章 电气测量		(181)
11-1	标准电池的电动势	(181)
11-2	电流表的分流系数	(181)
11-3	电压表的分压系数	(182)
11-4	单相功率的测量(三电压表法)	(182)
11-5	单相功率的测量(三电流表法)	(183)
11-6	二表法测三相功率	(184)
11-7	惠斯顿电桥测电阻	(184)
11-8	双臂电桥的平衡条件	(185)

11-9	接地电阻的测量	(185)
11-10	电池内阻的测量(曼斯法)	(185)
11-11	电池内阻的测量(电压表法)	(186)
11-12	用交流电桥测量 L 和 R	(186)
11-13	高阻值电阻的测量	(186)
11-14	西林电桥测量电容 C	(187)
11-15	凯里—福斯特电桥测互感	(187)
11-16	用坎贝尔电桥测量频率	(187)
11-17	文氏电桥测量频率	(188)
11-18	用李沙育图形测量频率	(188)
11-19	用 Q 表测量品质因数	(189)
11-20	用 Q 表测量电感	(189)
11-21	用 Q 表测量电容	(189)

第二篇 自动控制

第十二章	自动控制一般概念	(191)
12-1	自动控制和自动控制系统	(191)
12-2	开环控制系统	(191)
12-3	闭环控制系统	(192)
12-4	自动控制系统的组成及术语	(193)
12-5	线性控制系统	(194)
12-6	非线性控制系统	(195)
12-7	连续控制系统	(195)
12-8	离散控制系统	(195)
12-9	恒值控制系统	(196)
12-10	随动控制系统	(196)
12-11	程序控制系统	(196)