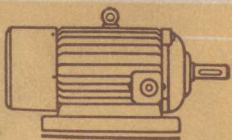


电器工人

参考资料



上海市轻工业局电子技术训练班编

存

电器工人参考资料(内部交流)

编辑出版:上海市轻工业局革委会电子技术训练班

印刷者:上海新华印刷厂

1970年10月修订版 第一次印刷

印数 10001—24000 册

工本费: 1.00 元

清样

目 录

(一) 电力拖动继电控制

电工学常用基本公式	1
电力拖动概述	5
自动控制的符号及线路图	6
1. 可逆控制线路图	16
2. 鼠笼式电动机定子串入电阻的起动图	17
3. 星三角起动图	17
4. QC ₃ 系列自耦减压起动器线路	18
5. 三相交流异步电动机的制动线路	18
GTZ—5301, — 5304, 型补偿器线路图	21
电力拖动简单计算	27
电力拖动常见的故障和修理	29
液压自动电镀槽	37
电镀用自动滚镀槽	44
五层载货自动电梯	47
自耦减压起动器手动改自动起动线路	56
三相交流整流子电动机	57
电动机控制器的线路图	62

(二) 配电设备

根据变压器容量选配电器及导线表	70
SJ, SJ ₁ 型变压器外型尺寸图	71
变压器室几种通风方案	72
矩形母线敷设在25°C时连续允许负荷表	73
长方型截面的金属排(钢)载流量	74
金属圆梗(铜、铝)载流量	74
各种材料所需要的接触面积	75
钢制接地体和接地导体的最小尺寸	75
屋内敷设绝缘电线的绝缘子中间的距离	76
各型总熔丝盒子板尺寸及熔丝盒内所允许装的磁保险盒数量	77
电表板(木质)标准尺寸表	77

农村用电表间标准	77
有功及无功电度表接线图	78
S—1型交流单相电度表	80
HQ—1~3 型交流单相电度表规格	80
直接敷设在地中的铜总纸绝缘电丝安全载流量	82
钢筋混凝土电杆高低压横担层距表	83
架空线的最低点与地面最小允许距离	83
各种电杆规格及埋设深度表	83
提高功率因数问答	84
每一千瓦有功容量所需之电容器容量表	86
与电动机常接的电容器最高容量表	87
力率调整增, 减电价对照表	88
功率与电流关系对照表	89

(三)开关电器

自耦减压起动器 (QJ ₃)	90
QC ₁ 系列磁力起动器所配用之 JR ₁ 热继电器热元件选择表	91
QC ₁ 系列磁力起动器的基本技术数据	92
QC ₁ 系列吸力线圈绕组数据及其工作电流	93
JR ₁ 及 JR ₆ 系列热继电器	93
JR ₂ 系列热继电器热元件规格选择表	94
CJO 接触器控制交流感应电动机的相应容量	94
CJO 接触器技术数据表	95
CJ ₁ 系列交流接触器线圈外型尺寸表	97
CJ ₁ , CJ ₂ , CJ ₃ —75 交流接触器线圈数据	98
CJ ₁ —150 交流接触器线圈数据	98
CJ ₁ —300, CJ ₁ —600 交流接触器线圈数据	99
CJ ₂ —150, CJ ₂ —300 交流接触器线圈数据	100
CJ ₃ —300 交流接触器线圈数据	101
CZ ₁ —CZ ₃ —CZ ₆ 系列直流接触器技术数据	102
JT ₃ , JT ₄ 系列继电器技术数据	104
JS ₃ 系列直流电磁式时间继电器技术数据	106
MZD1 系列交流单相制动电磁铁特性数据	107
MZZ2 系列系列直流制动电磁铁特性数据	109
MZS1 系列交流三相制动电磁铁特性数据	109
50周牵引电磁铁线圈数据	110
油开关交流耐压试验的电压标准	111

522 型电压继电器技术数据	111
522 型电流继电器技术数据	112
121 型高灵敏继电器技术数据	112
JAG—2 型转换干式舌簧继电器	113
JAG—2 型常开干式舌簧继电器	114
JAG—4 型常开干式舌簧继电器	115
JAG—5 型大功率干式舌簧继电器	116
JC—2F 型磁电式继电器	116
JCX—3F 型小型磁电式继电器	116
JE—9F 型电热继电器	116
JRX—4 型小型电磁继电器	117
JRX—11 型小型电磁继电器	118
JRX—13F 型小型电磁继电器	119
JRX—14 型小型电磁继电器	119
JRX—18F 型小型线簧继电器	119
高压, 密封, 微型电磁继电器	120
JY—16A 电磁继电器系列数据表	121
JS—10 型电动机式时间继电器	123
JS—11 型多回路时间继电器	124

(四) 变压器

SJ 电力变压器数据 (铁芯)	126
SJ 三相变压器数据 5—1000KVA	129
变压器各种组别的接线方法	143
三相变压器组别极性的规律	149
BK ₁ 系列单相控制变压器	150
交流弧焊机	164
交流电流互感器	171
直流电流互感器	174
调压变压器技术数据	175
三相电动机干燥变压器	176
单相大电流变压器	177
中小型变压器设计	178
三相中型变压器的设计	197
变压器线圈绝缘电阻	219
变压器线圈交流耐压试验	219
变压器常用绝缘材料表	219

圆导线直径, 面积, 电流参数表	220
铜扁线规格及截面积表	222
整流变压器设计参考表	224
3—1000VA 变压器功率, 电流, 铁芯, 匝数参数表	226
小型变压器铁芯规格	227
扩大机阻抗匹配表	228
FS—3 10W, 15W, 25W 输送变压器接线法	229
5W (夹式)变换型输送变压器	230
五灯收音机电源变压器额定电性能数据表	230

(五)电动机

JX, JY, JZ 系列技术数据	231
JX, JY, JZ 系列线圈绕制技术数据	234
JW, JWF, JWYB 系列技术数据	238
*71 56 机座三相微型异步电动机系列	244
J, JO 系列技术数据	245
JO ₂ 系列技术数据	261
JDO 系列技术数据	267
JS, JSQ, JR, JRQ 系列技术数据	269
JS, JSQ, JR, JRQ 系列槽形尺寸	293
JK ₂ 系列技术数据	295
电钻系列技术数据	297
风扇系列技术数据	300
电吹风, 电轧机, 家用缝纫机电机	309
杂牌电动机数据参考表	310
JFO2 系列技术数据	313
杂牌吊扇台扇线圈参考表	314
J, JO, JO ₂ 系列轴承对照表	315
轴承尺寸及公差表	316
电动机出线规格, 螺钉, 铜接头参考表	317
电动机试验电压	317
鼠笼式感应电动机起动特性	318
电压变动对感应电动机性能的影响	318
A级绝缘感应电动机的温度限额	318
重绕感应电动机空铁芯的简易算法	319
电动机修理参考图	322
直流发电机的检修经验	329

交流感应电动机接线图	330
电机中常用的绝缘材料	370

(六)其它

重绕电磁开关的经验公式	371
硅整流元件 2ZC 系列	372
各种整流线路的特点	377
电瓶车充电机计算	382
铅蓄电池之容量与放电电流表	389
铅蓄电池充电电流表	390
高频引弧器	391
铅锡合金丝之熔断电流表	395
铜丝之熔断电流表	395
屋内敷设橡胶铜芯及铝芯导线的安全载流量表	396
各种软线的载流量表	396
日光灯镇流器维修与设计	397
日光灯镇流器的简单测定	406
日光灯用电阻电容代替镇流器	407
自制快热电烙铁	407
镍铬丝电阻长度资料	409
镍铬丝规格表	410
电热丝参考表	412
电热器输入电流每相计算参数表	412
扩音机常见故障分析	413

(一)电力拖动继电控制

电工学常用基本公式

(一)电流: 在一秒间流过导体横断面的电量称为电流强度, 亦称为电流。

1 安培 ($I = \text{电流}$) = 电荷/时间 = 库仑/秒。

1 库仑 $\approx 6.24 \times 10^{18}$ 个电子所带的总电荷。

电压: 用一焦耳能量移动 1 库仑电荷所变动的电位。

电阻: 阻碍电流流动的阻力。

1 欧姆 ($R = \text{电阻}$) = 在温度 $^{\circ}\text{C}$ 时长 106.3 公分, 横截面积 1 平方公厘的水银柱具有的电阻。

导体电阻:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\text{欧})$$

$R = \text{电阻}$ $\rho = \text{电阻率}$ $l = \text{长度(米)}$ $S = \text{截面积(毫米}^2\text{)}$

(二)各种导线的电阻率 ρ (欧 = 毫米²/米)

银 0.016

铁 0.13

铜 0.0175

铅 0.2

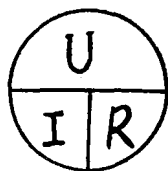
铝 0.03

水银 0.94

如果要求有温度系数的电阻 $R = \rho \frac{l}{S} (1 + \alpha t)$

(三)欧姆定律:

$$U = IR \quad R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R}$$



(四)电功: 某时间内电流作功的总量。

1 焦耳 ($W = \text{电功}$) = 电压 $\times$ 电荷 = 伏特 $\times$ 库仑。

电功率: 电流在单位时间 (每秒) 内所作做的功。

1 瓦特 ($P = \text{电功率}$) = 电功/时间 = 焦耳/秒。

因 1 瓦特 = 焦耳/秒, 但 1 焦耳 = 伏特 $\times$ 库仑。

∴ 瓦特(P) = 伏特 × 库仑/秒 = 伏特(U) × 安培(I)

(∵ 安培 = 库仑/秒)

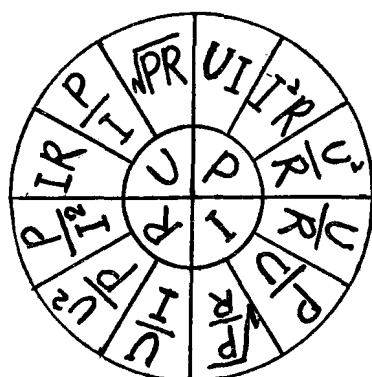
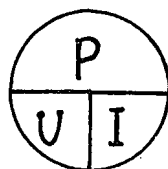
$$P = U \times I$$

$$1000 \text{ 瓦特} = 1 \text{ 瓩} \begin{cases} = 1.36 \text{ 马力 (公制)} \\ = 1.34 \text{ 马力 (英制)} \end{cases}$$

电功实用单位:

$$W = P \times t = \text{电功率} \times \text{时间} = \text{瓦} \times \text{秒或瓩小时}$$

(五) 电功率与欧姆定律的相互关系:



$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{U^2}{P}$$

$$R = \frac{P}{I^2}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$U = IR$$

$$U = \frac{P}{I}$$

$$U = \sqrt{PR}$$

$$P = I^2 R$$

$$P = UI$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

(六) 效率% = (输出/输入) × 100%

(七) 大单位和小单位:

兆 = 1,000,000 倍 (MEG)

例 1 兆欧 = 1,000,000 欧 (100 万欧)

0.5 兆欧 = 500,000 欧 (50 万欧)

0.3 兆欧 = 300,000 欧 (30 万欧)

例 1 千瓦 = 1000 瓦 = 1 瓩

1 千伏 = 1000 伏

50 千伏 = 50,000 伏 (5 万伏)

毫 = $\frac{1}{1000}$ (MILI)

例: 1 毫安 = $\frac{1}{1000}$ 安 (千分之一安) = 0.001 安

30 毫安 = $\frac{30}{1000}$ 安 (百分之三安) = 0.03 安

$$\text{微} = \frac{1}{1,000,000} (\text{MICRO})$$

$$\text{例: } 1 \text{ 微法} = \frac{1}{1,000,000} \text{ 法 (一百万分之一法)} = 0.000001 \text{ 法}$$

$$1 \text{ 微亨} = \frac{1}{1,000,000} \text{ 亨 (一百万分之一亨)} = 0.000001 \text{ 亨}$$

$$1 \text{ 微欧} = \frac{1}{1,000,000} \text{ 欧 (一百万分之一欧)} = 0.000001 \text{ 欧}$$

(八) 电热丝计算一般采用的公式:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \times 10^5 \rho P^2}{\pi^2 E^2 W}} \quad L = \frac{E^2 \pi d^2}{4 \rho P \times 10^3}$$

式中 d ——电热丝直径 毫米

ρ ——电热丝的比电阻·欧·毫米²/米

P ——功率 KW (三相时用每相功率)

E ——电源电压伏 (三相时用每相的相电压)

W ——表面负荷 瓦/厘米²

L ——电热丝长度 米

(九) 感抗 $X_L = \omega L = 2\pi f L$

式中 $\omega = 2\pi f$ 电气角周率

f ——频率 每秒周波数

L ——电感量 亨利

(十) 容抗 $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

式中 C ——电容 法拉

(十一) 阻抗 $Z = \sqrt{\gamma^2 + (x_L - x_C)^2} \Omega$

(十二) 直流功率 $P = U \cdot I \times 10^{-3} \text{ KW}$

U ——电压 伏

I ——电流 安

(十三) 单相交流功率

有功功率 $P_a = U \cdot I \cos \phi 10^{-3} (\text{KW})$

无功功率 $P_P = UI \sin \phi 10^{-3} (\text{KW})$

视在功率 $P = UI 10^{-3} (\text{KW})$

式中 U ——电压有效值 伏

I ——电流有效值 安

(十四)三相交流功率

$$\text{有功功率 } P_a = \sqrt{3} U_{\text{线}} I_{\text{线}} \cos \phi 10^{-3} (\text{KW})$$

$$\text{无功功率 } P_P = \sqrt{3} U_{\text{线}} I_{\text{线}} \sin \phi 10^{-3} (\text{KW})$$

$$\text{视在功率 } P = \sqrt{3} U_{\text{线}} I_{\text{线}} 10^{-3} (\text{KW})$$

式中 $U_{\text{线}}$ ——线电压

$I_{\text{线}}$ ——线电流

(十五)功率因数 $\cos \phi = \frac{P_a}{P}$

式中 P_a 有功功率

(十六)电磁感应定律

$$E = 4.44 f W \phi 10^{-8}$$

式中 E ——所加之电动势 伏

W ——线圈匝数

ϕ ——磁通 马克斯威尔

f ——周率 每秒之周波数

(十七)电流之热效应定律

$$Q = 0.24 I^2 R t (\text{卡})$$

(十八)电流对平行二导体之电动力效应定律

$$F = 2.04 \frac{I_1 \cdot I_2}{a} \times 10^{-8}$$

式 F = 作用于 1cm 长导体上的力 公斤

$I_1 I_2$ ——二导体中的通过电流 A

a ——二导体中心间距

(十九)直流电磁铁的起重力

$$P = \frac{SB^2}{8\pi 918 \times 10^3} \text{公斤}$$

式中 P ——起重力 公斤

S ——磁铁横截面积 cm

B ——磁感应强度 (高斯)

(二十)三相电路中的各种基本关系

星形接法 $I_{\text{线}} = I_{\text{相}}$

$$U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$$

三角接法 $I_{\text{线}} = \sqrt{3} I_{\text{相}}$

$$U_{\text{线}} = U_{\text{相}}$$

电力拖动基础

一、电力拖动概述

毛主席教导我们：“为了更加巩固的基础上迅速发展中国的社会主义事业，为了进行伟大的建设工作，在我们面前，摆着极为繁重的任务。”我们必须寻求一种劳动强度低，生产率高，质量高的标准的工作法。电力拖动就是这样的一种方法。它是广泛应用电动机来拖动各式生产机械进行工作，我们把这种拖动方法称为电力拖动。

电力拖动设备安装在电动机的生产机械上，将各种电机与电器按一定规则组成控制系统对生产过程进行“自动控制”，因此电力拖动的自动控制的任务，就是实现电动机的自动控制，使其自动地起动，停车、反转、调速以及按一定工艺要求进行规定依次顺序的工作。自动控制是通过电器及电机等控制元件，由它们所组成的系统来实现的。

“人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结。在有阶级存在的社会内，阶级斗争不会完结。在无阶级存在的社会内，新与旧、正确与错误之间的斗争永远不会完结。在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”电力拖动的自动控制就是在手动控制的基础上发展而成的。现在简述一下控制方法发展的过程。

手动控制时用的刀开关、转换开关、鼓型控制器等。由工人直接用手控制电路的通与断。手动电器的缺点是切断电弧有较大的困难，难以控制较大的功率。这种控制方法不能满足生产机械力逐步进步的要求。更不能满足集中控制的要求。集中控制之所以必要，由于近代生产机械有多种运动形状，例如龙门刨床上有工作台的往复运动，刀架进给，刀架快速移动，横梁夹紧与放松，横梁的快速移动等，它们都分别由专门的电动机来带动，为了操作方便，要求在两个或更多个集中对它们进行控制，这个对用手动控制方法是难以胜任的，这就发展到下面一种控制方法。

用继电器与接触器组成的控制系统，一般是通过按钮（或主令控制器）接通继电器再接通接触器，靠后者将电动机接通与开断，从而实现了自动地起动，停车或反转。这种继电器接触器控制的优点：

1. 控制器因有较完善的消弧装置，可控制大功率的电机。

2. 操作回路电流小，易在多点集中控制，可在不同电动机间互锁。
3. 可实现按工艺过程加工的自动循环。

缺点：

1. 控制的方法是断续的。

2. 因继电器和接触点的触点只有开与断，不能连续反映控制信号的变化。连续控制系统由连续控制元件再加上继电器及接触器共同组成。连续控制的元件有电机放大机，磁放大器，电子管放大器及半导体放大器等，用它们组成能连续反映，控制信号以及使用反馈的自动调节系统。这种控制系统可以完成不同的控制任务，如得到很宽的调速范围，在加工过程中保持某些加工量为定值，控制过渡过程中的加速或减速以及在仿型机床上按模型作发出的信号进行仿型加工等。近年来在机床、轧钢机与其它工业部门中发展一种新型的控制方法——程序控制。它能使机床或轧钢机按照人们预先给定的顺序，切削用量运动痕迹（即轨迹）例轧钢机的装下量自动进行工作。当加工零件改变时，只要改变其程序装置的指令，就能加工新的工件。程序装置可用凸轮或模型来承担（类似仿型加工）最近发展到以纸带，纸卡，或磁带等程序控制。

另外，还有综合自动控制，即用机械，液压与电器元件所组成，例机床自动线，自动车间，自动工厂等。

实现自动控制的元件是多种多样的，有电器元件，机械元件，气动元件，液压元件等，我们只研究电器元件组成的自动控制加以学习。

二、自动控制的符号及线路图

现代的自动控制系统由各种电机与电器元件所组成。所有发电机电动机，电机放大机，继电器，接触器，按钮，行程开关，自整角机，伺服电动机以及其它种类，电机电器元件等，这些元件间用导线联接起来，成为一个完整的系统，以完成一定的工作任务，从电气设备的实物接线图，不易看出之间关系，必须借助电气自动控制原理图来表明，在电气原理里，用各种图形符号与文字符号来代表各个元件，用线条表示它们之间的电气联系。

我国的电气线路与文字说明在建国廿一年来，在党和毛主席的英明领导下，取得了很大的成绩，但是在以中国赫鲁晓夫及其一小撮走资派的操纵下，抵制毛主席提出的自力更生，奋发图强，走我们自己国家道路英明指示，而

推行媚修仿外的爬行哲学，把苏修和资本主义国家陈词烂货照样画葫芦的搬了来，我们要加以彻底批判。

现把常用电路新旧符号和对照 (GB312-64) 分述如下，（供大家参考使用）。

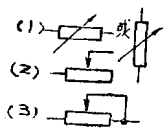
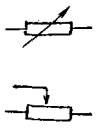
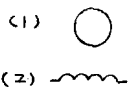
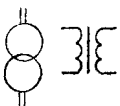
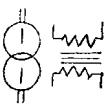
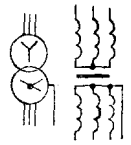
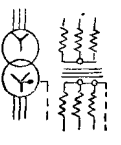
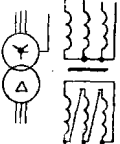
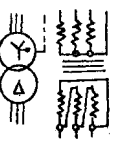
一、电工系统图图形符号

(GB 312-64)

(一)

符 号 名 称	图 形 符 号	
	国家标准(1964年)	旧 符 号
直 流 电	—	—
交 流 电	~	~
交 直 流 电	— ~	~ —
正 极	+	+
负 极	—	—
电气连接的一般符号 注：①如需表示电气连接是可拆卸的（例如端子）必须采用符号(3) ②如果经过相应说明，符号(2)也可用以表示可拆卸的电气连接	(1) (2) ● 或 ● (3) ϕ	● 或 ○ ϕ (可拆)
屏 蔽		
接 地		
软电缆、软导线		
电缆终端头(电缆终端套管)		
绝缘击穿的一般符号		
电阻的一般符号(固定电阻)		

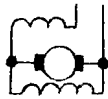
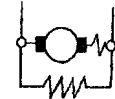
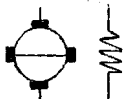
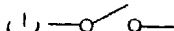
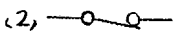
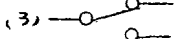
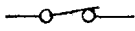
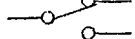
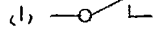
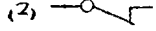
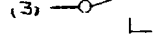
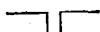
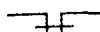
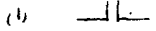
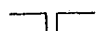
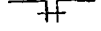
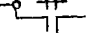
(续上表)

符 号 名 称	图 形 符 号	
	国家标准(1964年)	旧 符 号
变阻器(可调电阻) (1)一般符号 (2)可断开电路的 (3)不断开电路的		
电容器的一般符号		
可变电容器		
变压器绕组 (1)单 线 (2)多 线		
电 感 线 圈		
有铁芯的电感线圈		
电 抗 器		
有铁芯的单相双线组变压器(多线)		
有铁芯的三相双线组变压器(多线) 绕组连接: 星形——有中性点引出线的星形		
有铁芯的三相双线组变压器(多线) 绕组连接: 有中性点引出线的星形——三角形		

(续上表)

符 号 名 称	图 形 符 号	
	国家标准(1964年)	旧 符 号
有铁芯的三相双绕组变压器(多线) 绕组连接: 星形——三角形		
单次级绕组电流互感器(多线)		
旋转电机的绕组 (1) 换向绕组 (2) 补偿绕组 (3) 交流电机定子绕组(每相)或直流电机励磁绕组 如果需将并励绕组和串励绕组区别, 可以用四个半圆表示并励绕组		
在换向器上的电刷		
旋转电机的一般符号 在圆圈内允许加注表示电流种类的符号, 如~(交流), 3~(三相交流), —(直流); 在圆圈内允许加注电机用途的文字符号, 如 F、D 分别表示发电机, 电动机。例如: (1) 直流发电机 (2) 三相交流电动机		
三相鼠笼异步电动机(多线)		
他励式直流电机(多线)		
串励式直流电机(多线)		
并励式直流电机(多线)		

(续上表)

符 号 名 称	图 形 符 号	
	国家标准(1964年)	旧 符 号
复励式直流电机(多线)		
交磁放大机, 有一个控制绕组(多线) 注: 一个以上的控制绕组应增加相应的绕组数		
原电池或蓄电池		
开关和转换开关触点 (1) 动合(常开)触点 (2) 动断(常闭)触点 (3) 切换触点	  	  
继电器触点 (1) 动合(常开)触点 (2) 动断(常闭)触点 (3) 切换触点	  	  
接触器, 起动器, 动力控制器的触点 (1) 动合(常开)触点 (2) 动断(常闭)触点 (3) 切换触点	  	  
带时限的继电器和接触器的触点 (1) 延时闭合的动合(常开)触点 (2) 延时开启的动合(常开)触点 (3) 延时闭合与开启的动合(常开)触点	继电器   	接触器   