



电工实用技术

周裕厚 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电 工 实 用 技 术

周裕厚 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书是作者根据多年实践经验并结合电工实际工作需要而编写的,介绍了实用电路计算口诀;照明电路、三相异步电动机各种控制电路的绘制、安装及制作;三相异步电动机故障排查与维修;宾馆电气工程安装实例;变配电所的运行、电气设备的检测及常见故障的处理方法和 10 ~ 35kV 供电系统方案的介绍。

本书适合高低压运行、维修、值班、安装的电工使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用技术/周裕厚编著. —北京:机械工业出版社, 2005.

ISBN 7-111-16202-1

I. 电 ... II. 周 ... III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 014808 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:林春泉 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:陈 沛 责任印制:陶 湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$ · 14.25 印张 · 2 插页 · 346 千字

0001—4000 册

定价:23.00 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)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济建设的迅速发展，对电力的需求与日俱增，用电、供电的规模日益增大，对电工的要求也越来越高。提高电气工程安装质量，保证电力系统、电气设备的安全可靠运行，对于电工来说是极其重要的工作。

根据电工实际工作需要及应掌握的实用技术，编写了《电工实用技术》一书，其内容包括电工计算公式口诀，低压控制电路的绘制、安装、制作，宾馆电气安装工程实例，10kV 变配电所接线，直流电源装置，变配电所的运行及事故处理，变配电所的运行检修实际技能和 10~35kV 变电所的设计方案等。

本书适合高低压运行维修、值班、安装的电工使用。

本书中的电路图均由北京正阳经济贸易公司设备科的武朝晖同志协助整理。

由于本人水平有限，书中恐有错误和不妥之处，恳请广大电工朋友、工程技术人员指正，不吝赐教。

作 者

目 录

前言

第一章 实用电路计算口诀 1

- 第一节 照明电路电流计算及开关
熔丝选择 1
- 第二节 380/220V 常用负荷电流计算 2
- 第三节 直接起动电动机容量刀开关
熔丝的选择 3
- 第四节 电动机接触器热元件选择 3
- 第五节 三相电力变压器 35/10/6/0.4kV
电流计算 4
- 第六节 10 (6)/0.4kV 变压器一、二次侧
熔丝电流计算及选择 5
- 第七节 导线安全电流计算 5
- 第八节 380V 三相电动机导线截面选择
计算 6
- 第九节 导线穿管管径选择计算 7
- 第十节 10kV 及以下架空线路电杆高度
及埋设深度计算 8
- 第十一节 10/6/0.4kV 架空线路供电容量
距离计算 9
- 第十二节 低压三相四线 380/220V 架空
线路导线截面选择计算 10
- 第十三节 矩形母排载流量计算 11
- 第十四节 变压器并列运行阻抗百分比
不同时的负荷分配计算 12
- 第十五节 两台变压器容量短路阻抗不等
时的平衡电流(环流)计算 13
- 第十六节 高压电能表倍率计算 13

第二章 实用电路 15

- 第一节 照明电路 15
- 第二节 三相异步电动机单方向运行控制
电路 16
- 第三节 三相异步电动机可逆运行控制
电路 18
- 第四节 三相异步电动机可逆运行限位
控制电路 23
- 第五节 三相异步电动机自动往复循环运动

控制电路 25

第六节 三相异步电动机星-三角起动
控制电路 27

第七节 三相异步电动机自耦减压起动
控制电路 32

第八节 三相绕线转子异步电动机起动控制
电路 34

第九节 三相异步电动机反接制动控制
电路 37

第十节 三相异步电动机能耗制动控制
电路 39

第十一节 三相异步电动机定时运转自动
控制电路 41

第三章 三相异步电动机控制电路的 制作与维修 42

- 第一节 制作电动机控制电路的步骤 42
- 第二节 三相异步电动机单方向点动控制
电路的检查和试车 45
- 第三节 三相异步电动机正反方向起动控制
电路(按钮联锁)的检查和试车 48
- 第四节 三相异步电动机正反方向起动
控制(辅助触头联锁)电路的
检查和试车 50
- 第五节 三相异步电动机正反方向起动控
制(双重联锁)电路的检查和试车 ... 51
- 第六节 三相异步电动机限位控制电路的
检查和试车 53
- 第七节 三相异步电动机自动往复循环控制
电路的检查和试车 54
- 第八节 三相异步电动机(手动)Y- Δ 起动
控制电路的检查和试车 56
- 第九节 三相异步电动机(自动)Y- Δ 起动控
制电路(按钮转换)的检查和试车 ... 58
- 第十节 三相异步电动机(自动)Y- Δ 起动
控制电路(时间继电器转换)的检
查和试车 60
- 第十一节 三相异步电动机反接制动控制

电路的检查和试车	61	第五节 变电所直流电源装置	128
第十二节 三相异步电动机能耗制动控制 电路的检查和试车	63	第六节 变配电所的运行方式及设备操作的 有关规定	142
第十三节 三相异步电动机定时运转自动 控制电路的检查和试车	64	第六章 变配电所常见故障处理及电气 设备的检测	148
第十四节 三相异步电动机自动起动切换 减压补偿器控制电路的检查 和试车	66	第一节 电气事故处理要求	148
第十五节 三相绕线异步转子电动机转子绕 组串接起动变阻器电路的检查 和试车	67	第二节 变配电所全部无电判断处理	149
第十六节 三相绕线异步转子电动机转子 绕组采用频繁变阻器起动控制 电路的检查和试车	68	第三节 开关拉合失灵的原因及处理	157
第四章 宾馆电气工程安装介绍	71	第四节 10kV 中性点不接地系统一相接地 故障处理	158
第一节 宾馆供电系统	71	第五节 电压互感器一、二次侧熔丝熔断 的处理	161
第二节 空调电器的安装	74	第六节 电流互感器二次侧开路的处理	163
第三节 电热水器的安装	81	第七节 高压电工操作技能	164
第四节 火灾自动报警装置的安装	84	第八节 触电急救	176
第五节 调光装置的安装	91	第七章 10 ~ 35kV 供电方案介绍	181
第五章 变配电所的运行	96	第一节 电力系统简介	181
第一节 变配电所的接线	96	第二节 10kV 工业企业高压变电所单 电源供电方案	182
第二节 典型 10kV 变电所接线的介绍	100	第三节 10kV 工业企业高压变电所双路 电源及多路电源供电方案	195
第三节 直流电源装置	110	第四节 母联开关自投备用电源自投供电 方案	208
第四节 中央信号报警及计算机电量测通 装置	115	第五节 35kV 双路电源常用供电系统 方案	213

第一章 实用电路计算口诀

电工在工作中经常遇到一些计算问题,若忽略计算或计算错误,其后果严重。掌握实用的计算公式是电工应具备的能力,但公式繁多,应用时查找不方便。本书在第一章中将一些常用的公式以口诀的形式写出,以便记忆和应用。

第一节 照明电路电流计算及开关熔丝选择

口诀: 白炽灯算电流,可用功率除压求;
荧光灯算电流,功率除压及因数;
开关、熔丝也好求,一点五倍额定流。

说明: 照明电路中的白炽灯为电阻性负荷,功率因数 $\cos\varphi = 1$,用额定功率 P (单位为 W)除以额定电压 U (单位为 V),等于额定电流 I (单位为 A)。荧光灯为电阻性负载(灯丝)和电感性负荷(镇流器)组成,用额定功率 P 除以额定电压 U 、功率因数 $\cos\varphi$,等于额定电流 I 。荧光灯功率因数($\cos\varphi$ 为 $0.4 \sim 0.6$)一般计算取 $\cos\varphi = 0.5$ 。

[例 1-1] 有一照明电路,额定电压为 220V,接有功率为 100W, 60W, 40W 各 10 盏灯,功率 25W 8 盏灯,求总电流,选择刀开关、断路器、熔丝。

解 已知: $U = 220V$

总功率: $\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 2200W$

求总电流: $I_N = \frac{\sum P}{U} = \frac{2200}{220} A = 10A$

选刀开关: $I_{QK} = (1.1 \sim 1.5) \times I_N = 11 \sim 15A$

选 15A 刀开关。

选断路器: $I_{QF} \geq I_N = 10A$

选 10A 空气断路器。

选熔丝: $I_R = (1.1 \sim 1.5) \times I_N = 11 \sim 15A$

选 15A 熔丝。

式中 I_{QK} ——刀开关的电流;

I_{QF} ——空气断路器的电流;

I_R ——熔丝的电流。

答: 电路总电流为 10A,可选择 15A 刀开关, 15A 熔丝、10A 空气断路器。

[例 1-2] 有一照明电路,额定电压为 220V,接有荧光灯功率为 40W、20W、15W 各 10 盏灯,求总电流,选择刀开关、断路器,熔丝功率因数 $\cos\varphi = 0.5$ 。

解 已知: $U = 220V$, $\cos\varphi = 0.5$

总功率: $\sum P = P_1 + P_2 + P_3 = 750W$

求总电流: $I_N = \frac{\sum P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{750}{220 \times 0.5} A = 6.82A$

选刀开关: $I_{QK} = (1.1 \sim 1.5) \times I_N = 7.5 \sim 10.23A$, 选用 10A 刀开关

选断路器: $I_{QF} \geq I_N$, 选 10A 断路器。

选熔丝: $I_R = (1.1 \sim 1.5) \times I_N = 7.5 \sim 10.2A$, 选 10A 熔丝。

答: 电路总电流为 6.82A, 选用 10A 刀开关, 10A 熔丝或 10A 空气断路器。

第二节 380/220V 常用负荷电流计算

口诀: 三相千瓦两倍安, 热, 伏安, 乏一倍半;

单相二百二十为四点五, 若三百八十则为两倍半。

说明: “三相千瓦两倍安”是指三相 380V 电动机容量 1kW 电流为 2A。“热, 伏安, 乏一倍半”是指三相电热器、变压器、电容器容量为 1kW、1kVA、1kvar 时, 电流为 1.5A。“单相二百二十为四点五, 若三百八十则为两倍半”, 是指单相 220V 设备容量为 1kW 时, 电流为 4.5A; 单相 380V 设备(电焊机)容量为 1kVA 时电流为 2.5A。

【例 1-3】有一台三相异步电动机额定电压为 380V, 容量为 14kW, 功率因数为 0.85, 效率为 0.95, 计算电流。

解 已知: $U = 380V$, $\cos \varphi = 0.85$, $\eta = 0.95$, $P = 14kW$

$$\text{求电流: } I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi \eta} = \frac{14}{1.732 \times 0.38 \times 0.85 \times 0.95} A = 26.37A$$

答: 电流为 26.37A。

【例 1-4】有一台三相 380V 电力变压器、容量为 20kVA, 求电流。

解 已知: $U = 380V$, $S = 20kVA$

$$\text{求电流: } I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{20}{1.732 \times 0.38} A = 30.38A$$

答: 电流为 30A。

【例 1-5】有一台 BW0.4-12-3 电容器求电流。

解 已知: $U = 0.4kW$, $Q = 12kvar$

$$\text{求电流: } I = \frac{Q}{\sqrt{3} U} = \frac{12}{1.732 \times 0.4} A = 17.3A$$

答: 电流为 17.3A。

【例 1-6】有一台单相 220V、1kW 电热器, 求电流。

解 已知: $U = 220V$, $P = 1000W$

$$\text{求电流: } I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{220} A = 4.5A$$

答: 电流为 4.5A。

【例 1-7】有一台单相电焊机, 额定电压为 380V, 容量为 28kVA; 求电流。

解 已知: $U = 380V$, $S = 28kVA$

$$\text{求电流: } I = \frac{S}{U} = \frac{28000}{380} A = 73.68A$$

答: 电流为 73.68A。

注: 以上计算单相设备的额定电压为 220V, 这类负载的功率因数 $\cos \varphi = 1$, 电流为容量

的 4.5 倍。单相设备额定电压为 380V，如电焊机、行灯变压器之类负载，其电流为容量的 2.5 倍。

第三节 直接起动电动机容量刀开关熔丝的选择

口诀： 十倍容量直起流，十千瓦下可直投；
刀闸按容六倍选，四倍容量选熔丝；
空断电流也好选，按其额定电流算；
多台电机选熔丝，最大千瓦四倍流，
加其总容 2 倍求。

说明：电动机直接起动电流为额定电流的 4~7 倍，大容量电动机直接起动的尖峰电流会给电网造成很大的电压降，影响供电电压的稳定性。所以北京地区对直接起动电动机的容量做以下规定：对于由专用变压器供电用户，电动机起动时电压降不超过额定电压 U_N 的 10%，可以经常直接起动；电压降不超过额定电压 U_N 的 15%，可以不经常直接起动；由小区配电变压器供电，电动机容量不超过 14kW 的可以直接起动；对于低电压用户，电动机容量不超过 10kW 可以直接起动。

说明：口诀“十倍容量直起流”是指变压器容量为电动机容量的 10 倍，可供电动机直接起动，起动电流造成的电压降不超过额定电压 U_N 的 10%~15% 的要求。口诀中的“十千瓦下可直投”是指电动机容量在 10kW 及以下可以直接投入起动。满足北京地区由公用低压电网供电电动机容量在 10kW 及以下可以直接起动的要求。口诀中的“刀闸按容六倍选，四倍容量选熔丝”是指电动机用刀开关或转换开关操作时，刀开关的电流按 1kW 为 6A 选择，电动机选用熔丝保护时，熔丝的额定电流按电动机容量 1kW 为 4A 选择。

一般规定刀开关的额定电流，按电动机额定电流的 1.5~3 倍选择，熔丝的额定电流按电动机额定电流的 1.5~2.5 倍选择。

口诀中的“空断电流也好选，按额定电流算”是指电动机选用空气断路器控制保护时，空气断路器的额定电流按大于等于电动机额定电流选择。

【例 1-8】 有一台三相异步电动机，额定电压为 380V，容量为 5kW，功率因数为 0.85，效率为 0.95，求电流后选刀开关、空气断路器、熔丝。

解 已知： $U = 380V$ ， $P = 5kW$ ， $\cos\varphi = 0.85$ ， $\eta = 0.95$

求电流： $I_N = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{5}{1.732 \times 0.38 \times 0.85 \times 0.95} A = 9.28A$ 取 $I_N = 10A$

选刀开关： $I_{QK} = (1.5 \sim 3) \times I_N = 15 \sim 30A$ ，选 30A。

选空气断路器： $I_{QF} \geq I_N$ ，选 10A。

选熔丝： $I_R = (1.5 \sim 2.5) \times I_N = 15 \sim 25A$ ，选 20A。

答：电动机电流为 10A，选 30A 刀开关，10A 空气断路器，20A 熔丝。

第四节 电动机接触器热元件选择

口诀：电动机选接流，两倍额定电流求；

电动机选热件，一点二五额流算；

一倍额流来整定，过载保护有保证。

说明：交流接触器是接通和断开电动机负荷电流的一种控制电器，一般交流接触器的额定电流按电动机额定电流的 1.3 ~ 2 倍选择。口诀中的“电动机选接流，两倍额定电流求”是指电动机选择交流接触器的额定电流按电动机额定电流的 2 倍选择。口诀中的“电动机选热件，一点二五额流算，一倍额流来整定，过载保护有保证”，是指电动机选择过载保护采用热继电器，热元件按电动机额定电流的 1.1 ~ 1.25 倍选择，一般取 1.25 倍，整定值按电动机 1 倍额定电流整定，热继电器在电路中作为过载保护。

【例 1-9】 有一台三相异步电动机额定电压为 380V，容量 10kW，功率因数为 0.85，效率为 0.95，求电动机电流，选择交流接触器、热元件及整定值。

解 已知： $U = 380V$ ， $P = 10kW$ ， $\cos\varphi = 0.85$ ， $\eta = 0.95$

求电流： $I_N = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{10}{1.732 \times 0.38 \times 0.85 \times 0.95} = 18.8A$ 取 $I_N = 20A$

选择交流接触器： $I_{KM} = (1.3 \sim 2) \times I_N = 26 \sim 40A$

选择 CJ10—40 接触器

热元件选择： $I_{FR} = (1.1 \sim 1.25) \times I_N = 22 \sim 25A$

I_{FR} 选择 25A

热继电器选择：JR-16-20/30，RJ-22

热元件整定值：RJ 按 20A 整定

答：电动机额定电流为 20A，选 CJ10-40 交流接触器选 JR16-20/30 热继电器，热元件 JR 选 22A，整定为 20A。

第五节 三相电力变压器 35/10/6/0.4kV 电流计算

口诀：容量算电流，容乘系数求；

三十五千，一后点六六，十千，五后点七七；

六千，九后点六；零点四千，一四四；百千伏安流算齐。

说明：三相电力变压器容量为视在功率 $S = \sqrt{3} UI$ 口诀中“容量算电流，容乘系数求”是指变压器容量乘以系数即可求出变压器一、二次电流，变压器绕组额定电压不同，其系数也不同，口诀中以容量 100kVA 为例，其系数 35kV 为 1.66，10kV 为 5.77，6kV 为 9.6，0.4kV 为 144，系数的单位为 A。

【例 1-10】 有额定电压为 35/6kV 和 10/0.4kV、容量为 100kVA，三相电力变压器各一台，求各台变压器一次、二次电流。

解 已知：35/6—100 一台，10/0.4—100 一台

求：两台变压器一次和二次电流

(1) 第一台 35/6—100

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} U_1} = \frac{100}{1.732 \times 35} A = 1.65A$$

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} U_2} = \frac{100}{1.732 \times 6} A = 9.6A$$

(2) 第二台 10/0.4—100

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} U_1} = \frac{100}{1.732 \times 10} \text{A} = 5.77 \text{A}$$

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} U_2} = \frac{100}{1.732 \times 0.4} \text{A} = 1.44 \text{A}$$

答：对于 100kVA 变压器，35kV 侧绕组电流为 1.66A，6kV 侧绕组电流为 9.6A，10kV 侧绕组电流为 5.77A，0.4kV 侧绕组电流为 144A。

第六节 10 (6)/0.4kV 变压器一、二次侧熔丝 电流计算及选择

口诀：高压选熔丝，一点五至三倍额流求；容小，流小也好选，机械强度为 10 安
低压选熔流，大等额流求。

说明：变压器一次侧熔丝做为变压器一、二次绕组，铁心，引线，瓷套管的短路保护和变压器二次侧故障的后备保护，熔丝不宜选择过大或过小。口诀中的“熔流”是指熔丝的额定电流，一般 10kV 或 6kV 变压器容量在 100kVA 及以下，一次侧熔丝按一次侧额定电流 I_{N1} 的 2~3 倍选择，变压器容量在 100kVA 以上，一次侧熔丝按一次侧额定电流 I_{N1} 的 1.5~2 倍选择，小容量变压器一次侧电流小，从机械强度考虑，熔丝额定电流不小于 10A。变压器二次侧熔丝按大于等于变压器二次侧额定电流 I_{N2} 选择。

【例 1-11】 有一台 S_7 —100/10 电力变压器，求一、二次侧电流，选择一、二次侧熔丝。

解 已知： $S = 100\text{kVA}$ ， $U_1 = 10\text{kV}$ ， $U_2 = 0.4\text{kV}$

求：变压器一、二次电流

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} U_1} = \frac{100}{1.73 \times 10} \text{A} = 5.77 \text{A}$$

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} U_2} = \frac{100}{1.73 \times 0.4} \text{A} = 144 \text{A}$$

选择变压器一、二次侧熔丝

$I_{R1} = (2 \sim 3) \times I_{N1} = 8.65 \sim 17.3 \text{A}$ ，选 15A 熔丝。

$I_{R2} \geq I_{N2} \geq 144 \text{A}$ ，选 150A 熔丝。

答：变压器一次侧熔丝选用额定电流为 15A，二次侧熔丝选用额定电流 150A。

第七节 导线安全电流计算

导线安全电流计算是电气工程中极为重要的工作之一，也是电工工作经常应用的实际技能，很多电气火灾是由于导线过负荷运行中发热所致，其后果严重。每个从事电气工作人员必须熟练掌握导线安全电流的计算方法，正确选择导线截面是确保电气设备安全运行的重要因素。本节介绍导线安全电流计算的口诀，以便记忆和应用。

口诀(一)：十下五，百上二；

二五，三五，四、三界；

七十，九五两倍半；
裸线加一半，铜线升级算；
穿管，高温，八、九折。

口诀中“十下五”是指导线截面积在 10mm^2 及以下，每平方毫米安全电流为 5A 。口诀中“百上二”是指导线截面积在 100mm^2 及以上，每平方毫米安全电流为 2A 。口诀中“二五，三五，四、三界”是指导线截面积在 25mm^2 和 35mm^2 之间分界，导线截面积在 16mm^2 和 25mm^2 线号等级，每平方毫米安全电流为 4A 。导线截面积在 35mm^2 和 50mm^2 线号等级，每平方毫米安全电流为 3A 。口诀中“七十、九五两倍半”是指导线截面积在 70mm^2 和 95mm^2 线号等级，每平方毫米安全电流为 2.5A 。口诀中“裸线加一半，铜线升级算”是指裸导线的散热系数大于绝缘导线，计算安全电流时，可按绝缘导线安全电流乘以 1.5 倍来计算。铜质导线的载流量(电流密度)大于铝质导线，同截面积的铜导线按铝导线大一线号等计算安全电流。口诀中“穿管，高温，八、九折”是指导线穿管和温度超过 25°C 时其散热系数小，在计算导线安全电流时，若穿管使用安全电流则应乘以系数 0.8 ，在高温场所(温度超过 25°C)使用时安全电流应乘以系数 0.9 。

口诀(二)：二点五下整九倍，升级减一顺号对；
三十五线乘以三点五，双双成组减半倍；
条件不同算有异：高温九折，铜升级，裸线加半算为宜；
导线穿管二，三，四，八，七，六折勿忘记。

说明：口诀中“二点五下整九倍，升级减一顺号对”是指导线截面积在 2.5mm^2 及以下每平方毫米安全电流为 9A ，导线截面积从 2.5mm^2 以上，即从 4mm^2 开始，线号增大一等级，安全电流减小 1A 直至 25mm^2 为止。口诀中“三十五线乘以三点五，双双成组减半倍”是指导线截面积 35mm^2 每平方毫米安全电流为 3.5A ，导线截面积在 35mm^2 以上的导线，两个等线的导线为一组，安全电流每平方毫米减 0.5A ，依次往上推算。口诀中“高温九折，铜升级，裸线加半算为宜”与口诀(一)相同。口诀中“导线穿管二，三，四，八，七，六折勿忘记”是指导线穿管 2 条导线其安全电流乘以系数 0.8 ，导线穿管 3 条导线其安全电流乘以系数 0.7 ，导线穿管 4 条导线其安全电流乘以系数 0.6 。

注：以上口诀(一)，(二)是以铝绝缘导线，温度为 25°C 的标准。见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 口诀(一)导线截面安全电流表

导线截面/ mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
安全电流/ A	5	5	5	5	5	4	4	3	3	2.5	2.5	2	2	2	2

表 1-2 口诀(二)导线截面安全电流表

导线截面/ mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	180	240
安全电流/ A	9	9	8	7	6	5	4	3.5	3	3	2.5	2.5	2	2	2

第八节 380V 三相电动机导线截面选择计算

口诀：电动机选导线，截面系数加、减算：

二点五，二，四为三；
六上均五，往上算；
百二返百，升级减；
线大容小，一级选。

说明：380V 三相异步电动机选择导线截面积，是电工工作经常遇到的问题，可以应用此口诀选择导线截面积，口诀是以铝绝缘导线为准，考虑导线穿管及高温场所使用。

口诀中“二点五、二”是指导线截面积 2.5mm^2 加上系数 2 为电动机容量。即： $(2.5 + 2)\text{kW} = 4.5\text{kW}$ ， 2.5mm^2 的导线可供 4.5kW 及以下的电动机使用。

口诀中“四为三”是指导线截面积 4mm^2 加上系数 3 为电动机容量。即： $(4 + 3)\text{kW} = 7\text{kW}$ 。 4mm^2 导线可供 7kW 及以下电动机使用。

口诀中“六上均五”是指导线截面积在 6mm^2 及以上的导线截面积加上系数 5 为电动机容量。

[例 1-12] $(6 + 5)\text{kW} = 11\text{kW}$ ， 6mm^2 导线可供 11kW 电动机使用。

[例 1-13] 25mm^2 绝缘铝导线可供电动机使用的容量为： $(25 + 5)\text{kW} = 30\text{kW}$

口诀中“百二返百，升级减；线大容小，一级选”是指导线截面积为 120mm^2 可供 100kW 三相 380V 电动机使用，导线截面积在 120mm^2 以上，按导线截面积小一等级计算电动机的容量。

[例 1-14] 120mm^2 绝缘铝导线可供 100kW 电动机使用， 150mm^2 绝缘铝导线可供 120kW 电动机使用， 185mm^2 绝缘铝导线可供 150kW 电动机使用， 240mm^2 绝缘铝导线可供 185kW 电动机使用。若采用铜绝缘导线，其导线截面积可选择铝绝缘导线并小一等级截面积的导线。导线截面积选配使用，由于电流的集肤效应所致，导线截面积愈大，其载流量愈小。

第九节 导线穿管管径选择计算

导线穿管管径选择计算是电气工程和电工工作经常遇到的问题，若管径选择过小运行中影响导线散热，使导线安全电流载流量下降，导线绝缘老化过程加快，在导线穿管时还会造成导线绝缘损伤影响电气设备的安全运行，本节口诀简而易记使用方便，可供工作中选择管径参考。

口诀：一至四方配十五，六方线管配二十；
十方线管配二五，十六，二五配三二；
线径再大选线管，两线一管顺线排；
百五以上管难穿，两线一管穿配来；
若采塑管配线时，管径应增大一级。

说明：口诀中“一至四方配十五，六方线管配二十，十方线管配二五、十六，二五配三二”是指导线截面积为 $1 \sim 4\text{mm}^2$ 之间，均配用内径为 15mm 钢管；导线截面积 6mm^2 配内径 20mm 钢管；导线截面积 10mm^2 配内径 25mm 钢管；导线截面积 16mm^2 、 25mm^2 配内径 32mm 钢管。

口诀中“线径再大选线管，两线一管顺线排”是指导线截面积在 25mm^2 以上，两种导线截面积选择一种内径钢管，管径递增顺序排列。

口诀中“百五以上管难穿，两线一管穿配来”是指导线截面积在 150mm^2 以上的导线穿三条或四条在同一管径内，由于钢管内径截面小，可将两条导线穿在一条管内(但钢管内不能穿一条导线)。

导线穿管技术要求：

(1) 管内面积 $1 \sim 6\text{mm}^2$ 按不大于管内径 33% 计算， $10 \sim 50\text{mm}^2$ 按 35% 计算， $70 \sim 120\text{mm}^2$ 按 30% 计算。

(2) 线管超过下列长度时，应在中间装设分线盒。见表 1-3。

- 1) 线管长度 30m 无弯曲时；
- 2) 线管长度超过 20m 有一个弯曲时；
- 3) 线管长度超过 15m 有二个弯曲时；
- 4) 线管长度超过 8m 有三个弯曲时。

表 1-3 导线穿管时选用导线截面管径表

导线截面/ mm^2	1~4	6	10	16.25	35	50.70	95	120 150	185	240
钢管内径/mm	15	20	25	32	40	50	70	80		

第十节 10kV 及以下架空线路电杆高度及埋设深度计算

口诀：水平敷线选电杆，横担距尖零点三；

低与低担点六米，高与高担一米算；

高低担距一点二，高担转角点五米；

低担转角零点三，垂低对地小六米；

弧垂点七勿忘记，杆高埋深六比一；

短杆浅埋二米五，若杆加高为一米；

埋深需增零点一，

三角敷线选电杆，横担距尖点六算；

其它数据均不变。

说明：10kV 及以下选择电杆高度考虑因素如下：

- (1) 横担安装位置(L_1)；
- (2) 高低压横担(高压与高压横担或低压与低压横担)之间距离(L_2)；
- (3) 低压弧线弧垂(L_3)；
- (4) 低压导线对地垂直距(L_4)；
- (5) 电杆埋设深度(L_5)。

电杆高度选择可用下式计算：

$$H = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

式中 H ——电杆高度(m)。

口诀中“横担距尖”是指横担安装位置与电杆杆顶距离，水平排列敷设导线为 0.3m，三角排列敷设导线为 0.6m。口诀中“低与低担点六米，高与高担一米算，高低担距一点二”

是指低压横担与低压横担之间距离为 0.6m，高压横担与高压横担之间距离为 1m，高、低压横担之间距离为 1.2m。

口诀中“高担转角点五米，低担转角零点三”是指高压横担转角距离为 0.5m，低压横担转角为 0.3m。

口诀中“垂低对地小六米，弧垂点七勿忘记”是指低压架空线路导线弧垂对地最小距离为 6m，一般低压导线弧垂夏季非最大导线截面弧垂按 0.7m 计算(严格要求导线弧垂应计算确定)。

口诀中“短杆浅埋一米五”是指电杆的埋设深度不应小于 1.5m(变台杆埋设深度不小于 2m)，8m 以上电杆高度每增加 1m 其埋设深度增加 0.1m。一般 15m 以下电杆埋设深度为杆长的 1/6。见表 1-4。

表 1-4 电杆高度埋设深度表

杆长/m	8	9	10	11	12	13	15
埋设/m	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.3

【例 1-15】 有 10kV 和 0.4kV 架空线路同杆架设混合排列敷设导线，计算杆和埋设深度。

解 $H = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$

根据安装标准规定：

$L_1 = 0.6\text{m}$ ， $L_2 = 1.2\text{m}$ ， $L_3 = 0.7\text{m}$ ， $L_4 = 6.5\text{m}$ ， $L_5 = 1/6H$

$H = (0.6 + 1.2 + 0.7 + 6.5) \div \frac{5}{6}$

$H = 10.8\text{m}$ ，选用 11m 电杆，埋设深度 1.8m

答：杆长选用 11m，埋设深度 1.8m。

第十一节 10/6/0.4kV 架空线路供电容量距离计算

口诀：送电能力为荷矩，高矩高来，低矩低；

高、低荷矩有差异，高压荷矩千伏安/公里；

低压荷矩三八/千瓦一公里

十千荷矩为十六，六千荷矩为六矩；

低压三相三八矩，单相荷矩为六矩。

说明：口诀中“送电能力为荷矩”是指送电容量和距离用荷矩来表示。

口诀中“十千荷矩为十六，六千荷矩为六矩”是指供电电压 10kV，送电能力为 16MVA/km。一般经实践证明供电电压 10kV 送电功率为 200 ~ 2000kW，距离 6 ~ 20km 较为经济。供电电压 6kV 送电能力为 6MVA/km。6kV 供电送电能力为 100 ~ 1200kW，距离 4 ~ 15km 较为经济。

口诀中“低压三相三八矩，单相负矩为六矩”是指低压 380V 供电，送电能力为 38kW/km，一般电压 380V 容量 100kW 可送电距离为 0.6km，低压 220V 供电送电能力为 6kW/km。

以上计算口诀功率因数为 0.8，电压损失 5%。

第十二节 低压三相四线 380/220V 架空线路 导线截面积选择计算

口诀：架空线路选导线，荷矩系数相乘算；

三相荷矩系乘四，单相荷矩二十四；

得数即为截面积，得数除以一点七；

求得铜线截面积。

说明：低压架空线路安装选择导线截面积是电工工作经常遇到的实际问题，导线截面积选大了造成浪费，投资高；导线截面积选小了不能满足安全供电和供电电压的质量要求。导线截面积按口诀选择，满足电压损失 5% 和供电的安全要求。

口诀中“架空线路选导线，荷矩系数相乘算”是指选择导线截面积，求出送电负荷矩，再乘以系数即为应选择的导线截面积。

口诀中“三相荷矩系乘四，单相荷矩二十四”是指三相四线制供电电压 380V，求出负荷矩再乘系数 4 即为选择的导线截面积，单相 220V 供电求出负荷矩再乘以系数 24 即为选择的导线截面积，选择铜线时可求出的导线截面积除以 1.7 即为铜导线截面积。

[例 1-16] 有三相四线制供电 380V 架空线路，长度为 200m，输送电能功率为 30kW，允许电压损失 5%，求导线截面积。

解 已知：三相四线供电电压 380V

$$M = 4m$$

$$S = 4 \times 30 \times 0.2$$

$$S = 24\text{mm}^2$$

选用铜导线：

$$S = \text{铝线} \div 1.7 = 24 \div 1.7$$

$$S = 16\text{mm}^2$$

选用 25mm² 铝导线，16mm² 铜导线，

M ——负荷矩(kW/km)。

答：导线截面积选择铝线 25mm²，铜线 16mm²。

[例 1-17] 有单相 220V 照明电路长度为 100m，输送电能功率为 20kW，允许电压损失 5%，求导线截面积。

解 已知：单相 220V 照明供电

$$M = 24m$$

$$S = 24 \times 20 \times 0.1$$

$$S = 48\text{mm}^2 \text{ 选 } 50\text{mm}^2$$

选用铜导线

$$S = 48 \div 1.7$$

$$S = 29.4\text{mm}^2 \text{ 选 } 35\text{mm}^2$$

答：导线截面积选用铝导线为 50mm²，铜导线为 35mm²。

第十三节 矩形母排载流量计算

口诀：矩形母排算载流，宽厚系数相乘求；
排厚增一系增一，顺厚上递增下去；
铜排流乘一点三，高温九折勿忘记；
母排排列二，三，四，八，七，六折流为宜；
采用铜排来供电，截面除以一点七。

说明：非标准配电装置敷设矩形母排供电是电工工作经常遇到的实际问题，母排截面积选择得合适与否是关系到安全用电、电气设备正常运行的关键，故此正确选择矩形母排的截面积很重要。

“排厚三乘以十，排厚四乘十二”是指母排的宽度和厚度乘以系数为载流量，厚度3mm，系数乘以10，厚度4mm，系数乘以12。

“排厚增一系增一，顺厚上递增下去”是指母排厚度从4mm开始厚度增加1mm，系数增加1，顺厚度往上递增系数顺序增加下去。

母排厚度从3mm升至10mm为止，其中7mm和9mm的矩形母排无此规格；为便于记忆，按顺序排列以此说明母排厚度与系数的递增关系，如表1-5所示。

表 1-5 矩形母排厚度与系数关系递增表

母排厚度/mm	3	4	5	6	7	8	9	10
安全载流量/A	宽 × 10	宽 × 12	宽 × 13	宽 × 14	宽 × 15	宽 × 16	宽 × 17	宽 × 18

[例 1-18] 求铝排，铜排安全载流量，母排厚度为 15mm × 3mm，30mm × 4mm，50mm × 5mm，60mm × 6mm，80mm × 8mm，100mm × 10mm，求安全载流量。

解 已知：母排厚度：3mm 系数为 10；4mm 系数为 12；5mm 系数为 13；6mm 系数为 14；8mm 系数为 16；10mm 系数为 18。

求铝排安全电流

$$15 \times 10A = 150A$$

$$30 \times 12A = 460A$$

$$50 \times 13A = 650A$$

$$60 \times 14A = 840A$$

$$80 \times 16A = 1280A$$

$$100 \times 18A = 1800A$$

求铜排安全电流：

$$15 \times 10 \times 1.3A = 195A$$

$$30 \times 12 \times 1.3A = 468A$$

$$50 \times 13 \times 1.3A = 845A$$

$$60 \times 14 \times 1.3A = 1092A$$

$$80 \times 16 \times 1.3A = 1664A$$

$$100 \times 18 \times 1.3A = 2340A$$