



GONGCHANG
GONGYONGDIAN
JISHU

工厂供用电技术

责任编辑 黄绍琨
封面设计 孙晓云
技术设计 苟新馨

工厂供用电技术

吴浩烈 黄明琪 冯济婴 编

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 16开本 22印张 547千字

印数 1—10,000

1983年7月第1版 1983年7月第1次印刷

书号: 15115·151 定价: 2.00元

内 容 提 要

全书共十一章，内容包括供用电一般知识，电力负荷和无功补偿，工厂电力线路，工厂变配电所，变压器，异步电动机，工厂供电系统的保护，防雷与接地，电气照明，电工仪表与电工测量，晶体管电路和可控硅基本知识等。

本书取材实际、叙述简明、文字通俗，可作具有初中以上文化程度的五级以下内、外线电工和维修电工的教材及参考书，也可供从事供用电技术工作的技术人员和大、中专、电大学生参考。

前 言

供用电技术是电工和电气技术人员应当具备的基本知识。本书将供电与用电的技术合编在一起，供从事供用电技术工作的厂矿内、外线电工、维修电工、农村电工和有关技术人员学习参考。为了达到看得懂、用得上和解决实际问题之目的，书中在介绍供用电实际技术知识和技术规定的同时，尽量应用基础理论进行说明。

本书共十一章。主要内容有供用电一般知识，电力负荷和无功补偿，工厂电力线路，工厂变配电所，变压器，异步电动机，工厂供电系统的保护，防雷与接地，电气照明，常用电工仪表和电工测量，晶体管电路和可控硅的基本知识等。各章自成一体，读者可根据自己的需要选读其中一章或几章。附录部分有多种技术参数表和常用电工仪表、电气设备的型号和规格介绍，可供查阅和参考。

本书可作具有初中以上文化程度的五级以下内、外线电工的学习教材，也可供从事供用电技术工作的技术人员和大学、中专及电大学生参考。

本书在编写过程中，承贵州省电力局用电处、铁道部第五工程局机电处、贵州省各地（州）供电局、贵州省电力局高级工程师周衍松和陈梦麟、贵州省经委高级工程师何士璇、贵阳供电局高级工程师高言训和工程师王啸乾、贵州工学院副教授卿定极和讲师刘福海等提供宝贵的意见，在此表示衷心感谢！

供用电技术涉及范围广，专业性强，编者水平有限，错误和不当之处，请广大读者批评指正。

编 者

1982年10月

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1-1 工厂供用电的基本知识.....	(1)
§ 1-2 供电质量对用户的影响.....	(2)
§ 1-3 工厂电工须知.....	(3)
第二章 工厂的电力负荷和无功补偿	(5)
§ 2-1 工厂用电设备的种类.....	(5)
§ 2-2 工厂电力负荷的简易估算法.....	(5)
§ 2-3 工厂电力负荷曲线.....	(8)
§ 2-4 电能测量与电能节约.....	(11)
§ 2-5 功率因数计算与无功补偿设备.....	(12)
第三章 工厂电力线路	(17)
§ 3-1 工厂电力线路的分类和电压选择.....	(17)
§ 3-2 工厂电力网的接线方式.....	(18)
§ 3-3 常用电线的种类、规格和使用范围.....	(21)
§ 3-4 常用电缆的种类、规格和使用范围.....	(26)
§ 3-5 电线和电缆允许电流值的估算.....	(30)
§ 3-6 电线和电缆的选择方法.....	(32)
§ 3-7 架空电力线路的结构和技术要求.....	(38)
§ 3-8 架空接户线.....	(51)
§ 3-9 电缆线路的敷设.....	(54)
§ 3-10 户内配电线路的敷设.....	(56)
§ 3-11 工厂电力线路的运行维护.....	(58)
第四章 工厂变配电所	(61)
§ 4-1 工厂变配电所的作用和类型.....	(61)
§ 4-2 变配电所中的高压开关设备.....	(62)
§ 4-3 电压互感器和电流互感器.....	(72)
§ 4-4 工厂常用低压配电电器.....	(79)
§ 4-5 工厂变配电所一次接线图的使用分析.....	(86)
§ 4-6 工厂变配电所的控制、信号和测量.....	(88)
§ 4-7 工厂变配电所的结构和配电装置.....	(91)
§ 4-8 工厂变配电所的运行管理.....	(94)
第五章 变压器	(97)
§ 5-1 变压器的结构.....	(97)
§ 5-2 变压器的基本工作原理.....	(103)

§ 5-3	三相变压器	(108)
§ 5-4	变压器的运行和维护	(113)
§ 5-5	变压器油	(122)
§ 5-6	自耦变压器和电焊变压器	(124)
第六章	异步电动机	(129)
§ 6-1	三相异步电动机的结构和铭牌	(129)
§ 6-2	三相异步电动机的运转原理	(133)
§ 6-3	三相异步电动机的定子绕组	(136)
§ 6-4	三相异步电动机工作情况的分析	(149)
§ 6-5	三相异步电动机的起动	(154)
§ 6-6	三相异步电动机的调速	(166)
§ 6-7	三相异步电动机的制动	(168)
§ 6-8	三相异步电动机的使用和维护	(170)
§ 6-9	单相异步电动机	(178)
第七章	工厂供电系统的保护	(182)
§ 7-1	保护装置的作用、要求和类型	(182)
§ 7-2	工厂常用熔断器保护和自动开关保护	(182)
§ 7-3	操作电源和保护继电器	(187)
§ 7-4	工厂常用继电保护装置	(191)
§ 7-5	工厂供电系统保护装置的选择	(196)
第八章	防雷与接地	(199)
§ 8-1	防雷保护的基本知识	(199)
§ 8-2	防雷装置	(200)
§ 8-3	架空线路的防雷保护	(205)
§ 8-4	变配电所的防雷保护	(206)
§ 8-5	建筑物的防雷保护	(208)
§ 8-6	接地和接零的基本知识	(210)
§ 8-7	保护接地的范围和各种接地电阻值的要求	(215)
§ 8-8	接地装置的装设及维护检查	(215)
第九章	电气照明	(221)
§ 9-1	照明的基本知识	(221)
§ 9-2	常用照明电光源的类型、工作原理及使用方法	(222)
§ 9-3	照明设备的选择与布置	(226)
§ 9-4	照明配电系统	(228)
§ 9-5	照明线路导线的选择	(232)
§ 9-6	照明设备的安装	(233)
第十章	常用电工仪表和电工测量	(236)
§ 10-1	电工仪表的基本知识	(236)

§ 10-2	磁电式仪表、直流电流和电压的测量	(238)
§ 10-3	电磁式仪表、交流电流和电压的测量	(241)
§ 10-4	电动式仪表、交流电功率的测量	(242)
§ 10-5	感应式仪表、电能的测量	(247)
§ 10-6	万用表	(252)
§ 10-7	钳形表	(255)
§ 10-8	直流电桥	(256)
§ 10-9	兆欧表	(259)
第十一章	晶体管电路和可控硅的基本知识	(262)
§ 11-1	晶体二极管	(262)
§ 11-2	晶体管整流电路	(267)
§ 11-3	滤波器	(273)
§ 11-4	晶体三极管	(275)
§ 11-5	低频小信号放大器	(281)
§ 11-6	多级放大器	(285)
§ 11-7	功率放大器	(287)
§ 11-8	可控硅元件及其应用	(290)
附 录		(301)
附表 1	各种用电设备允许的电压波动参考值	(301)
附表 2	6、10、35kV三相架空线路铝导线电压损失表	(302)
附表 3	6、10kV三相铝芯电缆线路电压损失表	(303)
附表 4	380V三相架空线路铝导线电压损失表	(303)
附表 5	380V三相铝芯导线及电缆电压损失表	(304)
附表 6	20kV 及以下的部分断路器型号及主要技术数据	(305)
附表 7	油断路器的试验项目、周期和标准	(306)
附表 8	隔离开关型号及主要技术数据	(307)
附表 9	高压熔断器型号及主要技术数据	(308)
附表 10	户内压气式负荷开关型号及主要技术数据	(308)
附表 11	电压互感器型号及主要技术数据	(309)
附表 12	电流互感器型号及主要技术数据	(309)
附表 13	低压熔断器型号及主要技术数据	(310)
附表 14	自动开关型号及主要技术数据	(311)
附表 15	部分电力变压器的技术数据	(312)
附表 16	TDGC、TSGC 系列自耦调压变压器技术数据	(315)
附表 17	中小型三相异步电动机常用系列的产品型号	(316)
附表 18	J2、J02 系列三相异步电动机性能数据表	(317)
附表 19	J02 系列三相异步电动机定子铁芯和绕组数据	(320)
附表 20	HH3、HH4 铁壳开关规格	(324)

附表21	QC10、QC12系列磁力起动器技术数据·····	(325)
附表22	QX1~QX4系列星-三角起动器主要技术数据·····	(326)
附表23	QJ3X 系列手动油浸式星-三角起动器技术数据·····	(326)
附表24	QJ3系列手动自耦减压起动器技术数据·····	(327)
附表25	电动机常用润滑脂的牌号和性能·····	(327)
附表26	部分常用电流、电压表的型号及规格·····	(328)
附表27	常用功率表的型号及规格·····	(328)
附表28	根据无功电度与有功电度之比查平均功率因数·····	(329)
附表29	部分常用电度表的型号及规格·····	(330)
附表30	部分万用表的型号及规格·····	(331)
附表31	常用钳形表的型号及规格·····	(332)
附表32	常用直流电桥的型号及规格·····	(332)
附表33	常用电工系统图形符号·····	(333)
附表34	LW5—15·B8404/3 型万能转换开关触点连接·····	(342)

第一章 概 论

§ 1-1 工厂供用电的基本知识

电能具有输送简单，取用方便，转变容易（利用电动机能方便地将电能变成机械能，利用电炉能方便地将电能变成热能，利用电灯能方便地将电能转变成光能等），而且可以远距离控制、调节和测量，为实现生产过程自动化创造了良好的条件，因此电力成了现代工业生产的主要动力。而安全、可靠地供电和用电，对保证工厂企业的正常生产和生活是极为重要的。

绝大多数工厂都是由电力系统供电的；少数工厂因为生产的重要性，或本厂有可利用的燃料，或因历史原因才建有自备发电厂。

什么叫电力系统呢？为了充分利用动力资源，减少燃料运输，降低发电成本，在有水力资源的地方建造水电站，在有燃料资源的地方建造火电厂。但是，这些有动力资源的地方，往往离用电中心地区较远，必须用高压输电线路进行远距离输电。这就需要各种升压、降压变电所和输配电线路（如图1-1）。

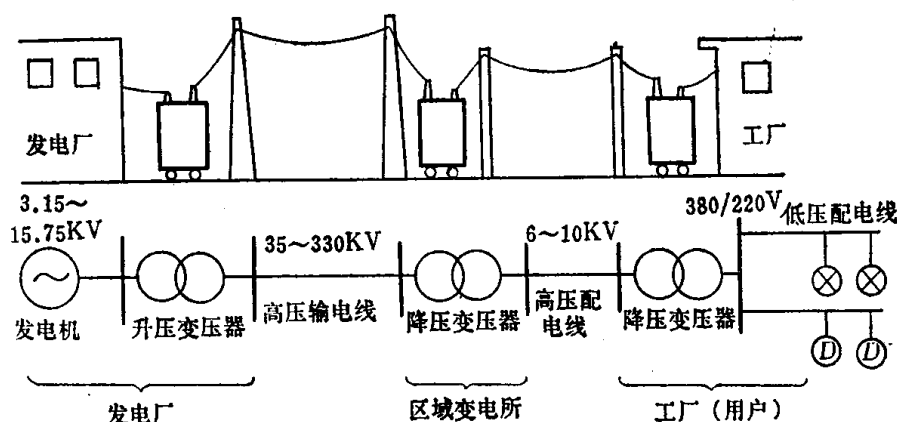


图1-1 从发电厂到用户的输电过程示意图

在各个发电厂、变电所和电力用户之间，用不同电压的电力线路，按一定规律将它们连接起来，这些不同电压的电力线路和变电所的组合，称为电力网。电力网往往按电压等级来区分，如10kV电力网、380/220V电力网等，这里的电力网实际指的是电力线路。由发电厂的电气设备、不同电压的电力网和电力用户的用电设备所组成的一个发电、变电、输电、配电和用电的整体，称为电力系统。

一般工厂如何从电力系统得到供电呢？图1-2是一个比较典型的中型工厂供电系统的电气主接线示意图。

由图上看，这个厂的高压配电所有两条6~10kV的电源进线（L-1、L-2），分别接在高压配电所的两段母线上，电源进线的另一端接在电力系统中的其他变电所，工厂通过这两条电源线从电力系统获得供电。

这个高压配电所有四条高压配电线(L-3~L-6)供电给三个车间变电所。车间变电所设有变压器将6~10kV的电压变为低压,低压侧设有低压母线,低压母线间设有联络线,由低压母线引出低压配电线,送至各低压用电设备。

对于小型工厂一般只设一个简单的降压变电所,相当于图1-2中的一个车间变电所。用电量在100kW以下的小型工厂,还可采用低电压供电,工厂只需一个低压配电室就行了。

对于大型及某些中型工厂,它们由35kV及以上电网中的变电所获得供电,这种工厂一般设总降压变电所,将35kV及以上的电压降为6~10kV电压,然后通过高压配电线将电能送到各个车间变电所,再降到一般低压用电设备所需的电压,供用电设备使用。但也有35kV进线的工厂,只经一次降压,直接降为低压,供用电设备使用,这种供电方式叫做高压深入负荷中心的直配方式。

从上面介绍可知,工厂的供用电系统是电力系统中的一个重要组成部分。电力系统运行可靠可提高对工厂供电的可靠性,工厂

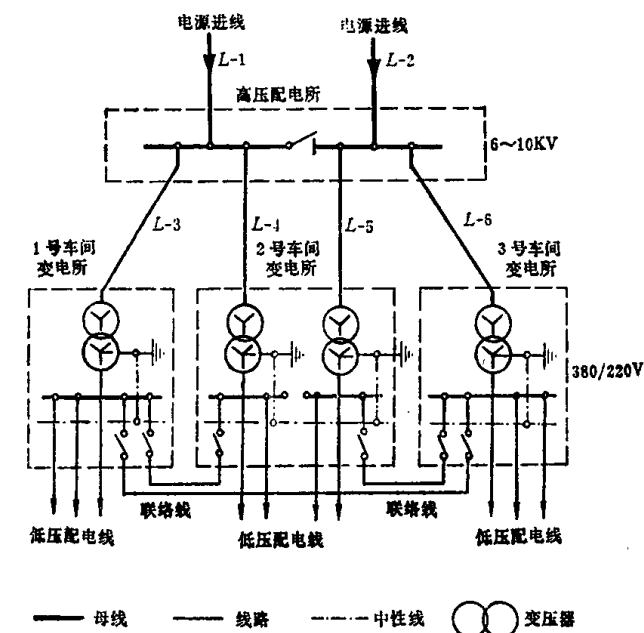


图1-2 中型工厂供电系统主接线示意图

用电的可靠性也将影响电力系统的工作,二者是密切相关的。据有关部门统计,工业部门的用电量占全国电厂所生产电能的70%以上,因而工业用电的节约在全国各部门的电能节约中就显得特别突出和重要。工厂电气技术人员和电工应与其他工作人员密切合作,为提高供用电工作的可靠性,为寻找节约用电途径、积累节电经验和节约电能作出贡献。

§ 1-2 供电质量对用户的影响

衡量工厂用户供电质量的主要指标是:电压、频率和可靠性。

一、电压

电压是电能的主要质量指标之一。电压质量对电网稳定运行,降低线路损失,保证工农业生产安全,提高产品质量,降低用电单耗都有直接影响。

电压质量既有电压数值上的要求,也有波形上的要求。数值上,一般电力用户受电端电压偏移不得超过定额电压的 $\pm 5\sim\pm 7\%$;波形应是正弦波,畸变不大;三相电压之间还要求对称,一般差数不得超过5%。

当用电设备上所加电压不能保证质量时,对用户的危害是很大的。如照明用的白炽灯,当所加电压低于其定额电压时,发光效率显著降低,工人在暗弱的灯光下生产,既影响健康,也会降低劳动生产率。当所加电压高于定额电压时,则使灯泡经常损坏(电压高出额定电压5%,寿命缩短一半)。其他的日光灯、水银荧光灯等电光源也有类似情况。对电动机而言,当电压降低时,转矩急剧减小,转速降低甚至停转,这种情况会导致工厂生产废品甚至

招致重大事故；对感应电动机本身，也将因转差增大使有功功率损耗增加，绕组过热，绝缘迅速老化，甚至烧坏。当电压太高时，电动机在轻载或没有负载的情况下都将造成绕组过热。某些电热及冶炼设备的电压降低将使生产率下降，能耗显著上升，成本增高。电焊机因电压偏移将使焊接质量变坏等。

供电电压波形发生畸变，不是正弦波，即供电系统中的电压电流出现高次谐波，这对用户也会产生很大影响。高次谐波电流会增加线路损失；加速电机、变压器、电缆特别是电容器等元件的绝缘老化，从而降低了用户用电的可靠性；同时，对自动运动装置和通讯线路还要产生干扰。近年来，供电系统都在采取抑制高次谐波的技术措施。

三相用电设备上所加的三相电压应该对称。当有的相上所加的相电压较正常值大，而其他相上所加的相电压又较正常值小，就将影响电气设备的工作，如降低出力、增大损耗、引起局部过热和缩短寿命等。

二、频率

我国电力系统的额定频率规定为50Hz（赫兹），容许偏差不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ ，即频率的波动范围在49.5~50.5Hz内视为符合要求。

电力系统低频率运行时，所有用户的交流电动机转速都将相应降低，如频率降至48Hz，电动机转速则降低4%。这会给许多工厂的产量和质量带来影响。如冶金、化工、机械、纺织、造纸等工业的产量将下降，质量也会降低。如纺织品断线和毛疵，纸张厚薄不匀等。此外，频率变化还将使某些仪表（如电度表）的读数发生误差等。

频率变化对电力系统中发电厂的厂用电影响更严重，它影响电力系统的稳定运行。在电力系统中设有自动按频率减负荷装置，当电力系统频率下降时，能自动切除某些次要负荷，确保频率质量。

三、可靠性

任何一个工厂企业都希望供电可靠。因停电而招致的停工和恢复生产，总要给工厂带来损失，所以供电的可靠性显然是供电质量的指标之一。为了定量地说明供电的可靠性，有的国家使用了“供电可靠率”这一概念，即一年内每一用户实际供电时间（应供电总时间减去平均停电时间）与应供电时间的比率。日本供电可靠率为99.95%，美国为99.99%。

以上讨论了供电质量对用户的影响，在电网容量扩大和电压等级增多后，保持各级电网和用户电压正常是比较复杂的工作。因而电力用户应配合供电部门共同来保证供电质量。

§ 1-3 工厂电工须知

工厂的供电和用电工作十分重要。小而言之，它影响工厂生产的正常进行；大而言之，它影响到国民经济的发展和四个现代化的实现。工厂的供电和用电问题又是一门科学，在工厂从事电气工作的工人对下述共同的、基本的知识应该掌握：

(1) 工厂电力负荷的要求及各种用电设备负荷电流的估算方法；(2) 常用电线、电缆的名称、规格、使用范围及简易选择方法；(3) 高、低压架空线路与电缆线路的结构、敷设、主要技术要求及运行维护知识；(4) 屋内动力与照明配电的基本知识；(5) 工厂常用高、低压电气设备的结构原理及选用基本知识；(6) 10kV及以下工厂变配电所的电气接线及操作、运行知

识;(7)变压器的基本原理及运行、维护、故障处理的基本知识;(8)交直流电动机的工作原理及运行、维护、故障检查的基本知识;(9)交直流电动机的常用起动、控制线路;(10)工厂供电系统的继电保护、防雷保护与接地的基本知识;(11)正确使用普通电工测量仪表的基本知识;(12)晶体管电路与可控硅电路的简单常识;(13)电气设计原理图与施工图的一般表示法;(14)电业安全工作规程的有关条文及触电救护法。

电气工人在掌握上述基本知识时,根据工种不同,可有所侧重。本书是从中小工厂的实际需要出发,来介绍上述的基本知识。

为了防止电气事故的发生,确保生产任务的全面完成,所有电气工作人员均应熟悉电业安全工作规程的有关条文,并须联系实际,考试合格及在工作中切实执行。

要树立安全生产的观点,严格执行操作规程,加强运行维护和检修试验工作。这对电气设备的安全运行有重大作用。对容易触电的场所和手提电器,应采用36 V或更低的安全电压。在易燃、易爆场所,应采用密闭或防爆型电器。在电气设备上工作应切实遵守保证安全的组织措施(各种工作制度)和技术措施,如按规定采用各种安全用具(绝缘钩棒、绝缘夹钳、绝缘手套、绝缘靴、绝缘地毯、高压验电器、低压试电笔、临时接地线和警告牌等)。

当因电气故障或漏电而起火时,应立即切断电源。电气设备起火时,只能用砂子覆盖灭火,或者用四氯化碳灭火器或二氧化碳灭火器来灭火,绝不能用水或一般酸碱泡沫灭火器灭火,否则有触电危险。但在使用四氯化碳灭火器时,门窗应该打开,最好戴上防毒面具,以防中毒。在使用二氧化碳灭火器时,也要打开门窗,人要离火区2~3 m远,小心喷射,防止冻伤和窒息。

电气工作人员均应熟悉触电救护法。如遇触电事故,在尽快使触电者脱离电源后,应立即进行现场急救,包括施行人工呼吸。人工呼吸法不仅医务人员必须熟悉和掌握,从事电气工作的人员也必须熟悉和掌握。

第二章 工厂的电力负荷和无功补偿

§ 2-1 工厂用电设备的种类

工厂电气工作人员应当熟悉厂内各种用电设备的性能，掌握其运行状况，并能准确、熟练地进行操作及处理事故。但工厂用电设备的种类繁多，例如有带动不同机械的各种电动机，各种电炉、电焊、电解和试验、控制设备及电力照明等。这就使人们掌握其性能发生一定困难，通常采用分类的办法，来掌握其特点。如工厂用电设备按电流种类可分为直流与交流；按电压可分为低压与高压，1000 V 及以下属低压，1000 V 以上属高压。

从供用电的角度出发，我们应该将用电设备按对供电可靠性的要求和按负载持续时间的长短（即按工作制）来进行分类。因为前者影响供电系统的接线，后者关系到负荷计算，现介绍如下：

一、根据用电设备对供电可靠性的要求分类

1. 一级负荷：突然停电将造成人身伤亡事故，或重大设备损坏且难以修复，或给国民经济带来重大损失者。

2. 二级负荷：突然停电将产生大量废品、大量减产，损坏生产设备等，在经济上造成较大损失者。

3. 三级负荷：停电损失不大者。

必须指出，用电设备的分级必须根据具体情况，进行具体分析才能确定。如冶金工厂的供水水泵，供水停止，可能造成重要设备损坏，而一般工厂的水泵便没有如此重要。所以，电气人员对本厂用电设备所要求的供电可靠性，应有明确的认识。

二、根据工作制分类

1. 连续运行工作制：凡使用时间较长，连续工作的用电设备均属此类。此类设备在工作时有的负荷稳定，如通风机、水泵和压缩机等用的电动机；有的负荷变动较大，如金属加工机床上的电动机等。这些将影响负荷电流的计算。

2. 短暂时运行工作制：凡工作时间甚短、停歇时间却相当长的用电设备属此类。如水闸门的启闭电动机，某些辅助机械的电动机属于这种工作制。负荷计算时，与连续运行工作制同样看待。

3. 反复短时工作制：凡时而工作，时而停歇，如此反复运行的用电设备属此类。如吊车用电动机及电焊变压器等。因为是反复短时工作，用电时间短，从发热观点看比连续运行工作制的设备要好些，同样的名牌功率，负荷电流可取小些。

在设计中计算工厂电力负荷时，应该根据不同的工作制进行适当的换算。

§ 2-2 工厂电力负荷的简易估算法

连接在工厂电力网上的全部用电设备所消耗的功率称为工厂的电力负荷。计算工厂电力

负荷的方法很多,为了现场配线和选用开关设备方便起见,这里介绍电力负荷的简易估算法,供实际工作中参考。

一、单台低压用电设备负荷电流的估算

单台低压用电设备的负荷电流值(安培数),可按用电设备名牌上的功率(kW、kVar、kVA)直接折算而得,折算的口诀是:

“马达加倍,其他加半;单相4.5,相间两安半。”口诀前两句适用于低压380V的三相用电设备,后两句适用于接220V和380V的单相用电设备。

应用口诀的方法如下:

1. **“马达加倍”**的意思是:380V的三相电动机(马达),其千瓦数加一倍(乘2)即是其负荷电流的安培数。例如5.5kW的三相380V电动机,其负荷电流为11A(5.5×2);40kW三相380V电动机,其负荷电流为80A(40×2)。

这也就是有人说的:“1个千瓦,2个安培”的意思。

2. **“其他加半”**的意思是:除电动机外的其他380V的三相用电设备,如380V的三相电炉、三相四线制的照明负荷(单位为kW)、三相移相电容器(单位为kvar)、三相变压器和三相整流器(单位为kVA),将它们的功率数(千瓦数、千乏数、千伏安数)加一半(乘1.5)即是其负荷电流的安培数。例如15kW的三相380V电阻炉,其负荷电流为23A(15×1.5);12kW的三相380V照明负荷,其负荷电流为18A(12×1.5);100kvar的三相380V移相电容器,其电容电流为150A(100×1.5);320kVA的三相配电变压器,其380V电压侧的电流为480A(320×1.5)。

3. **“单相4.5”**的意思是:接220V相电压的单相用电设备,当功率为1kW(或kVA)时,其负荷电流约为4.5A。直流220V的用电设备亦适用。如220V1000W的投光灯,其负荷电流为4.5A(1×4.5);500VA的行灯变压器,其220V侧的电流为2.3A(0.5×4.5)。

4. **“相间两安半”**的意思是:接380V相间电压的单相用电设备,当功率为1kW(或kVA)时,其负荷电流约为2.5A。例如单相380V32kW的电阻炉,其负荷电流为80A(32×2.5);21kVA的交流电焊变压器,其初级接单相380V,则电流为53A(21×2.5)。

二、单台高压三相用电设备负荷电流的估算

单台高压三相用电设备的负荷电流值(安培数),也可按用电设备名牌上的功率(kW、kvar、kVA)直接折算而得。折算的口诀是:

“10千伏百六,6千伏百十;若为千瓦,再加两成。”口诀前两句适用于以千伏安或千乏为单位的高压三相用电设备,后两句用于以千瓦为单位的高压电动机。

应用口诀的方法如下:

1. **“10千伏百六,6千伏百十”**的意思是:对高压三相用电设备,当设备额定电压为10kV时为 $\frac{6}{100}$ A(即0.06A);当设备额定电压为6kV时为 $\frac{10}{100}$ A(即0.1A)。例如320kVA的三相配电变压器,其高压10kV侧的电流为19A(320×0.06);200kvar三相移相电容器,额定电压为6kV时,其电容电流为20A(200×0.1)。

2. **“若为千瓦,再加两成”**的意思是:以kW为单位的高压电动机,其电流计算,可先把“kW”看成“kVA”,用上面的方法计算后,再将其结果加大两成(即乘1.2)。例如260kW

电动机，额定电压为6kV，其额定电流为31 A ($260 \times 0.1 \times 1.2$)。

对少数高压为3kV的用电设备，口诀没有介绍。可以6kV为准，电压降低 $\frac{1}{2}$ ，电流便增大2倍。例如260kW电动机，额定电压为3kV时，其额定电流为62 A (31×2)。

三、车间负荷电流的估算

在工厂的车间里，用电设备不止一台，如何估算其负荷电流以作为车间供电线路选择的依据呢？

在一条供电线路上接有多台用电设备时，将这些用电设备名牌上的额定容量相加得到总的容量，按总容量换算出来的电流并不等于实际的负荷电流。因为所有设备不一定同时工作，同时工作的设备也不一定都满负荷（因生产不需要或设备不配套）。这种参差不齐的程度与生产工艺的性质、工作制、材料情况、工人熟练程度和工具质量等很多因素有关，有些因素又是变化的，很难进行计算。负荷电流估计过大和过小都是不合适的，过大要增加供电设备的容量，过小则导致供电元件过热或使供电能力受到限制。这里介绍一种经验的工程估算方法。

根据机械工厂车间的工艺性质，供电线路上每接100kW用电设备，其负荷电流的安培数可按下面的口诀估算：

“冷床50，热床75，电热120，其余150；台数少时，两台倍数，几个车间，再乘系数”。
口诀解释如下：

1. **“冷床50”**：指一般车床、刨床等冷加工机床，每100kW设备容量，估算负荷电流为50A。**“热床75”**指锻、冲、压等热加工机床，每100kW设备容量，估算负荷电流为75A。**“电热120”**：指电阻炉等电热设备，也可包括电镀等整流设备，每100kW设备容量，估算负荷电流为120A。**“其余150”**：指压缩机、水泵等长期运转的设备，每100kW设备容量，估算负荷电流约150A。

如机械加工车间机床容量等共240kW，估算其负荷电流为 $\frac{240}{100} \times 50 = 120$ A；空压站压缩机容量共225kW，估算其负荷电流为 $\frac{225}{100} \times 150 = 338$ A。

2. **“台数少时，两台倍数”**：指一条供电线路上接的用电设备台数很少，按上述口诀算出的负荷电流很小，小到连满足其中一台设备的电流也不够。这时，估算电流应以满足其中最大两台设备的电流为好。

如图2-1为机械加工车间的某个配电箱，供电给5台机床，共30kW。按上述口诀估算负荷电流为 $\frac{30}{100} \times 50 = 15$ A，这比图中最大那台10kW的电流还小。对于这种台数较少的情况，可取其

中最大两台容量的千瓦数加倍，作为估算的负荷电流，即取 $(10 + 7) \times 2 = 34$ A作为负荷电流。

3. **“几个车间，再乘系数”**：指一条供电干线供给两个或两个以上车间，考虑到各车间用电参差不齐，将各车间估算出的负荷电流相加后，再乘系数0.8，即为这条干线上的负荷电流。如果一个车间有几个不同的大工段，也可以先估算出各工段的电流，相加以后再乘以0.8，即为对它们供电的干线的负荷电流。

如一条干线供电给机械加工（负荷电流180 A）和热处理（负荷电流240 A）两车间，则这条干线的负荷电流约为 $(180 + 240) \times 0.8 = 336 \text{ A}$ 。又如一个由电镀和热处理工段组成的车间，估算电流分别为150 A及230 A，则车间进线的负荷电流为 $(150 + 230) \times 0.8 = 304 \text{ A}$ 。

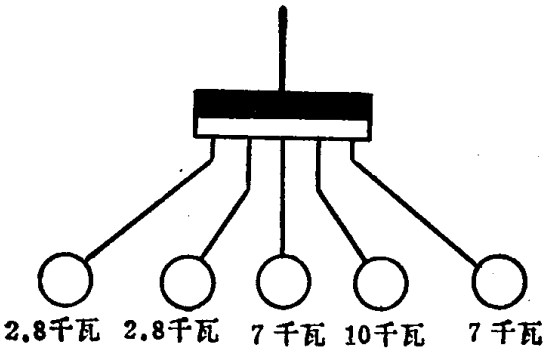


图2-1 支干线配电箱

需要说明的是：统计用电设备容量时，可按工艺用电设备统计，统计时不必分单相和三相，也不必分千瓦和千伏安，可以统统看成千瓦而相加。对于一些辅助用电设备，如卫生通风机、吊车、附属电焊设备及照明等，允许忽略（统计进去了也影响不大）。因在估算的电流中已有适当裕量，可以包括这些设备的用电量。备用设备的容量一般不必计入，因为只有当工作设备退出工作后才投入使用。

四、全厂用电容量的估算

向当地供电部门申请用电或选择工厂配电变压器容量，都需要掌握全厂所需的用电量。一个工厂的用电量主要由工厂工艺设备的容量和工厂的性质决定。

统计用电设备容量的方法同前。工厂的性质，从用电的角度来看，根据主要设备运行的工作制及负荷稳定程度可以分为三种：第一种是主要设备长期连续运行，负荷比较稳定的工厂，如冶金、纺织、水泥等厂；第二种是主要设备短时连续运行，负荷波动较大的工厂，如各种机械制造及修理的工厂；第三种是属于上述两种性质之间的厂，负荷的长期性及稳定性比第一种低，但比第二种高，如一些轻工和化工工厂等。

估算上述三种工厂的全厂用电容量（kVA）和全厂工艺设备容量（kW）的关系，可以用以下口诀：

“**冶纺1，机械半，其余7成算**”

应用口诀的方法如下：

- 1. “**冶纺1**”的意思是：第一种性质的工厂，全厂用电容量的千伏安数和工艺设备容量的千瓦数相同（即1比1的关系）。如一座纺织厂，工艺设备容量为2700kW，其全厂用电容量估算约2700kVA，如拟设四台变压器，则可选四台800kVA的或其他方案。
- 2. “**机械半**”的意思是：第二种性质的工厂，全厂用电容量的千伏安数约为工艺设备容量千瓦数的一半。如一座机械修配厂，工艺设备容量为1800kW，其全厂用电容量估算约900kVA (1800×0.5) ，如拟设一台变压器，则可选1000kVA的。
- 3. “**其余7成算**”的意思是：第三种性质的工厂，全厂用电容量的千伏安数约为工艺设备容量的70%。如一座铸管厂，工艺设备容量为1200kW，其全厂用电容量估算约840kVA (1200×0.7) ，可选一台800或1000kVA的变压器，也可选用两台500kVA的变压器。

§ 2-3 工厂电力负荷曲线

一个工厂的电力负荷总是在经常变动的，原因在于用电设备所带负载的变化，用电设备

的投入或退出工作等。表示电力负荷随时间变化的曲线称为电力负荷曲线。负荷曲线的纵坐标表示有功功率、无功功率或电流等；横坐标表示时间，以时、日、年等为时间段。按其取用纵、横坐标表示量的不同，负荷曲线可以是有功功率日负荷曲线、无功功率日负荷曲线、有功功率年负荷曲线等。根据需要的不同，负荷曲线可以绘制成全厂的，也可以绘制成某一性质用电设备组的。

常用的负荷曲线有下列两类：

一、日有功负荷曲线

有功功率日负荷曲线简称日有功负荷曲线。图2-2(a)所示的全厂日有功负荷曲线是连续变化的曲线；为了便于在运行中制订负荷曲线，负荷曲线常绘成阶梯形，如图2-2(b)所示。阶梯形负荷曲线的绘制方法是根据有功功率表，每隔一定时间，读一个数，并假定在此时间间隔内的负荷维持不变，以此依次连接而得。

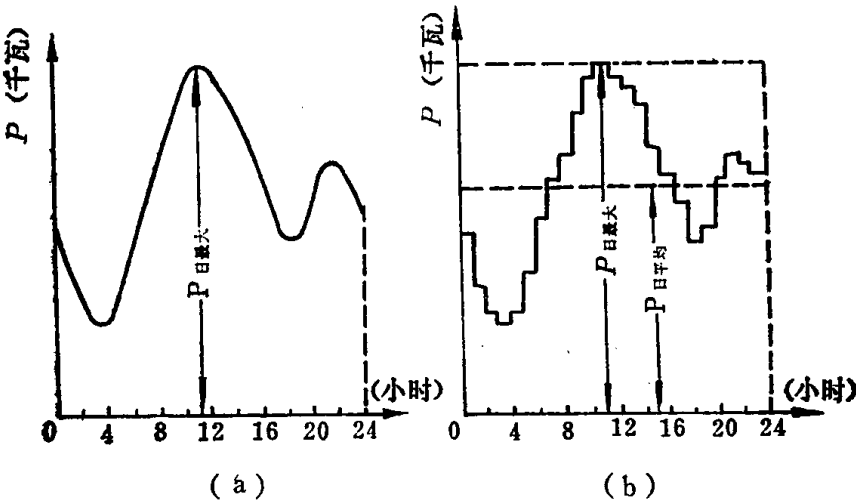


图2-2 日有功负荷曲线

从日有功负荷曲线上可看出每天24小时内有功负荷的变动情况，为了定量地说明这个问题，我们引用了一个系数，称为“负荷率”(或“负荷系数”)，它的数学表达式为：

$$\delta = \frac{P_{\text{日平均}}}{P_{\text{日最大}}} \tag{2-1}$$

式中：δ——负荷率；

$P_{\text{日最大}}$ ——日有功负荷曲线中的最大负荷；

$P_{\text{日平均}}$ ——日有功负荷曲线中的平均负荷（可根据负荷曲线求得，也可根据电度表所记录的全天用电量除以24小时求得）。

负荷率越接近于1，说明负荷越平稳。如日最大负荷接近于设备的额定容量，负荷率越接近于1，则说明设备的利用率越高。

二、年有功负荷曲线

从日负荷曲线上，我们知道负荷在一昼夜内的变化规律。如果需要知道负荷在一年内的变化规律，就需要讨论年负荷曲线。最常用的年负荷曲线有日最大负荷全年变动曲线和年持续负荷曲线。