

工厂企业电工讲义

上海供电局編

科技卫生出版社

工厂企业电工讲义

上海供电局編

科技卫生出版社

內 容 提 要

本書全面地敘述了工厂企业方面的电气知識,对变配电所,配电裝置、变压器、电气綫路、电动机、靜电电容器、照明設备与移动电具、接地裝置、安全用具、触电緊急救护等都作了詳細的說明。內容切合实际,解釋通俗易懂,非常适合工厂企业电气工人的要求。

本書可供各工厂企业作为短期电工講習班培訓电工的教材,亦可供全国中等技术学校有关專業学生参考。

工厂企业'电工'讲义

上海供电局編

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版業营业許可證出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海发行所总經售

开本 850×1168 1/32 印張 14 字數 343,000

(原科技版印 10,000 册)

1959年2月新1版 1959年2月新1版第1次印刷

印數 1—4,000

統一書号: 15119·834

定价: (九) 1.45 元

前 言

目前,全国各地正在鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义,要使我国工业在十五年或者更短的时间内,在主要的工业产品产量方面赶上和超过英国。工厂企业的电气工作者与其他工种的工人一样,在提高思想水平的同时必须提高技术水平,做好安全合理节约用电的工作,迎接技术革命的到来,保证工业生产大跃进。

为此,我们编写了这本讲义,可以用来作为短期电工讲习班的课本,以便各工厂企业培训电工,提高他们的技术水平,亦可供电工进修参考。讲义的主要对象既为工厂企业的电工,因此没有涉及一般生活用电及商业用电和特殊的用电设备。

凡一般电工在工厂企业内具体工作一年以上,对于电气设备略有认识,有高小文化程度者,即可采用本讲义作为教材。具有相同文化程度的新电工,可以结合现场实习,采用本讲义进行讲解。

编写这本讲义时所引用的资料有国内及上海的有关规程及规定,苏联规程及实际工作经验等。讲义内容结合规程规定,说明具体的做法,附带作通俗易懂的解释,使能切合企业电工的要求。但规程规定往往因时、因事、因地而有所更动,因此在具体工作中当须随时注意各项新规定和本厂具体情况,使电气工作做到安全、经济、多快好省。

最后,希望这本讲义能对各工厂企业的电工培训有所帮助。内容上有错误和不适当的地方,热烈希望读者将意见函寄上海市江西中路 367 号上海供电局用电监察科,以便及时更正。

一九五八年五月廿八日

目 录

第一章 变配电所	1
第一节 低压供电工厂的配电所	1
第二节 高压供电工厂的变电所	12
第二章 配电装置	36
第一节 配电装置概述	36
第二节 闸刀开关	43
第三节 隔离开关	53
第四节 油开关	60
第五节 保险器	76
第六节 空气自动开关	86
第七节 母线与绝缘子	91
第八节 互感器、仪器、继电保护及二次回路	112
第九节 高压配电设备	128
第三章 变压器	140
第一节 概述	140
第二节 变压器的安装与运行	152
第三节 变压器的检修与试验	168
第四章 电气线路	176
第一节 屋内线路	176
第二节 屋外线路	206
第三节 架空线路	208
第四节 电缆线路	213

第五章 电动机	220
第一节 电动机概述	220
第二节 电动机的选择	230
第三节 电动机的安装与运行	240
第四节 电动机的维护检修及试验	260
第六章 静电电容器	276
第一节 概述	276
第二节 电容器的安装	280
第三节 电容器的运行与试验	285
第七章 照明、插销、开关与移动电具	291
第一节 照明	291
第二节 开关、插销	310
第三节 移动电具	320
第八章 接地及接零装置	328
第一节 定义	328
第二节 接地及接零的设计计算	331
第三节 接地及接零的装设	348
第四节 接地及接零装置的运行	369
第九章 安全用具和它的使用	372
第一节 分类	372
第二节 绝缘棒和绝缘钳	373
第三节 绝缘手套和绝缘靴(套鞋)	378
第四节 橡胶绝缘毯和绝缘台	380
第五节 带有绝缘柄的电气工具	382
第六节 携带型验电器(电压指示器)	382
第七节 携带式电流指示器(钳形电流表)	386
第八节 携带型接地线	386
第九节 遮栏和警告牌	391

第十章 触电紧急救护	396
第一节 触电对人身体的伤害	396
第二节 影响触电危险性的因素	397
第三节 按照触电危险程度的分类	402
第四节 触电的方式	405
第五节 触电急救	411
第六节 人工呼吸法	416
第十一章 值班工须知	421
第一节 变配电所的运行	421
第二节 变配电所的事故处理	427

第一章 变 配 电 所

工厂企业所用的电力除了有自备发电机的以外，一般都是由电力系统的发电厂供给的，从发电厂送电到用户中间经过各种输电、配电系统。同样，在工厂里也必须有一个专用的地方来接受电力系统送来的电力和将电力分配到各用电的车间去，有时还要降低电压方才分配，这种地方就叫做变配电所。

变配电所可以是屋内的，也可以是屋外的。一般除了电压特别高或者容量特别大的以外，多数是屋内的变配电所。

只是用来接受和分配电力的变配电所，换句话说，里面只有油开关、隔离开关、保护装置、仪表、母线等等设备的电气装置，就叫做配电所（俗称开关间）。

如果不单是有配电用的电气装置，而且还有变压器，譬如象高压供电的用户还需要变到低压来配电的，这种就叫变电所。变电所通常包括高压和低压配电室，以及变压器室。亦有些变电所没有变压器室，而将变压器放在屋外的。

第一节 低压供电工厂的配电所

1. 概述

所谓低压和高压是以电压为 1000 伏分界的，在 1000 伏以下的电压叫做低压，而超过 1000 伏的电压叫做高压。在三相四线制的系统中，380/220 伏是最普通的低压电源的电压。

低压供电工厂的配电所是全厂用电设备的总枢纽，也是电力系统与工厂企业发生联系的地方，它的位置应该尽量靠近厂内的

负荷中心(即用电比重最大的地方),并且考虑电力系统进线的便利。

在配电所中,房屋建筑应该注意到防水、防火和通风,以保障用电安全(图 1-1)。

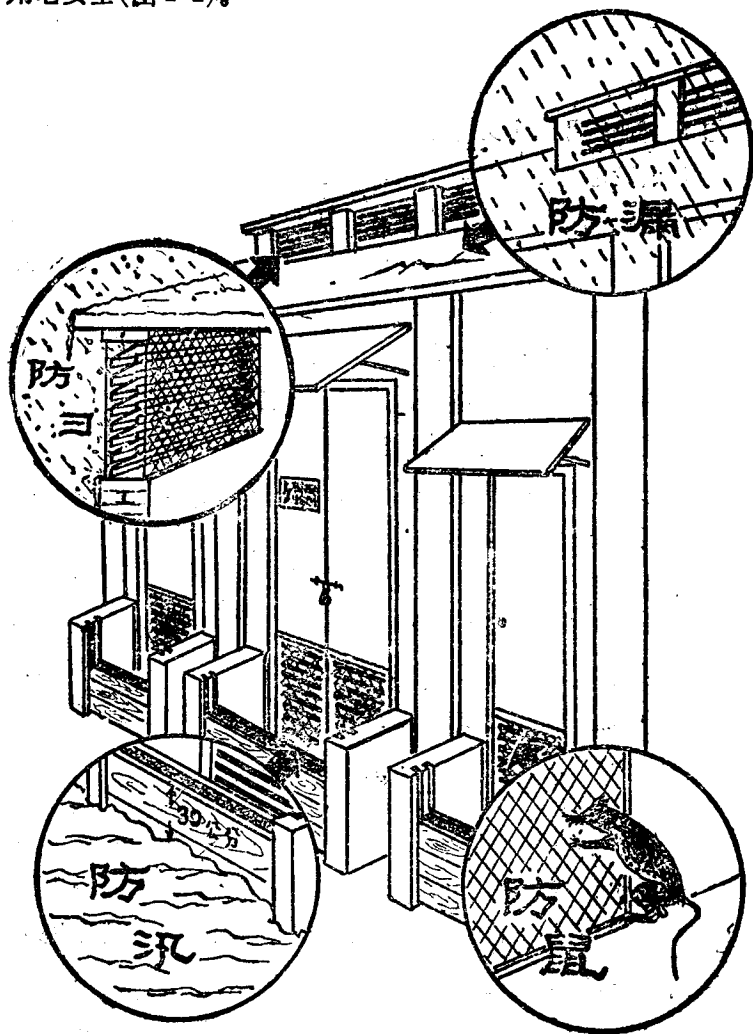


图 1-1 四防一提示意图

2. 配电所的建筑

一切电气设备和电气装置必须有良好的绝缘，才能够安全地运行；而水分或潮气的侵入，能够使绝缘变劣产生事故。配电所的建筑应该严格防止雨水的漏入。屋顶应有适当的坡度及排水装置，屋顶与墙壁发生漏水和渗水应该立即修补。通风口外应有挡水的百页窗，窗户外应有窗檐，窗框下不能让雨水积聚。除此以外，在配电所的进线和出线上，亦须防止雨水渗漏。保护电线的瓷管采用有喇叭形弯口的，安装时屋内一头稍高而屋外一头稍低。电线本身应有滴水弯头，必要时在电线最低处将绝缘外皮剥去一节，并搪焊锡。

在上海经常有潮汛的季节，应该有防水的挡板或闸门，堵塞一切漏洞，使潮汛不致侵入，这些防汛措施应该准备能抵挡比历年最高水位高 0.3~0.5 公尺的潮汛。如果是新建的配电所，地基就需要垫高到最高水位以上。

另外，在配电所附近不应该有潮湿蒸汽的生产车间或浴室等等，可以避免潮气积聚在绝缘上而引起事故。同样理由，配电所也不应该靠近产生腐蚀性气体的生产车间。

如果配电所内的电气装置很多，而且又有象油开关等等设备带有很多的油，在发生事故时，燃烧的可能性很大，配电所的建筑应该考虑能防止火灾的蔓延。一般用不会燃烧的材料（如砖头、水泥、钢铁等等）来制成配电所的墙壁和屋顶。门可以采用木质的，外面包一层铁皮，防止引起燃烧，最好在铁皮与木板之间再垫上一层耐火的石棉布。至于窗栏可以采用可燃烧的材料，譬如木料等。

至于有些配电所里只有铁壳开关、闸刀开关等等没有油的电气设备，建筑物的防火要求就可以降低。所用的材料只要难以燃烧，或者火源移开后立即停止燃烧的，譬如在普通的木墙上抹粉刷 20 公厘厚，或者木楼板下钉板条或金属网并抹灰粉刷 20 公厘厚即可。门窗都可以用木头制成的。

在规模比较大的配电所里，油开关等设备很多，虽然象母綫（俗称銅排或汇流排）、导綫、开关等设备的电阻都很小，但是通过的电流很大，发出的热量相当可观，我們知道，任何导电的东西里通过电流以后，总要发热的，电阻愈大发热愈多，电流增加发热更多，如果电流比原来增加一倍，发热就要比原来多三倍。为了保持配电所内的温度正常，最多比室外空气温度高摄氏 10° 左右，一定要把发出的热量散出去，所以应该有适当的通风，讓冷空气从下面的通风口进来，热空气从上面的通风口出去。

配电所的房屋和内部配电裝置的布置不但应该保证用电安全，并且也要顧到运行检修的便利。

为了和进綫的高度能够配合，并且使得散热条件改善，配电所房屋的高度一般都不比 4 公尺低。同时为了在正常情况下能够进出方便，也为了在发生危险的情况下能够讓工作人員很快离开，配电所的門应该向外面开，門的寬度不应该比 0.75 公尺狭，它的高度也不应该比 1.9 公尺低。因此在配电所里走人的通道上，最低的地方，象鉄絲網棚到地面，不应该比 1.9 公尺低；最狭的地方，象开关的把手到墙壁，不应该比 0.8 公尺再狭。在通道里当然不应当堆放杂物阻碍交通（图 1-2）。

3. 设备的布置

在低压配电所中，一切帶电的裸导体最好安装在离开地面 2.2 公尺以上，使工作人員站在地面上接触不到。在有些配电所里由于条件限制，裸导体离地高度不到 2.2 公尺，这种配电所里的通道寬度就应该比较大一些。如果只是通道的一面有帶电裸导体，譬如只有一排靠墙安裝的配电设备，通道的寬度应使帶电的裸导体（如隔离开关）离开对面的墙壁至少有 1 公尺（电压不到 500 伏），或者 1.5 公尺（电压在 500 伏以上）的距离。如果在通道的两面都有帶电裸导体而且离地不到 2.2 公尺，那么通道应该更寬一些，使这些帶电的裸导体互相隔开至少 1.5 公尺（电压不到 500 伏），或者

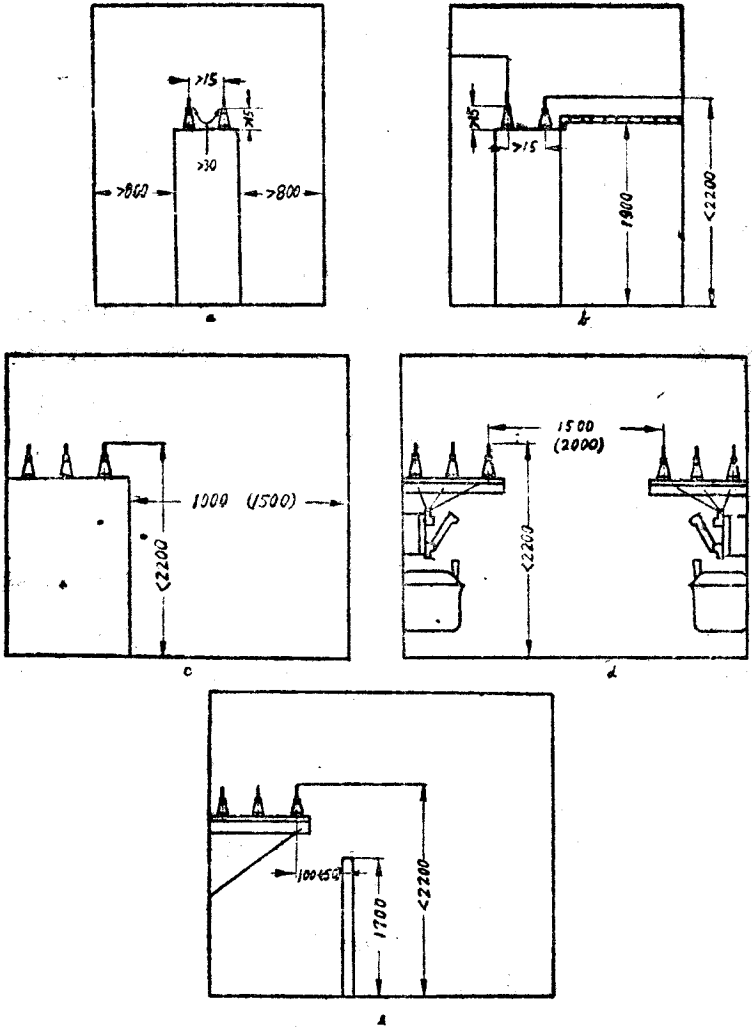


图 1-2 低压开关和开关柜布置图

2.0 公尺(电压在 500 伏以上)(图 1-2)。

在通道内有带电裸导体离地不到 2.2 公尺,譬如象在通道上面跨过的母线,或者象穿过地板上来的裸导线等等,就应该加防护

来。遮护的材料可以用整块的铁板，或者金属的网，网眼最大 20×20 公厘。这种遮护围栅的高度应该有 1.7 公尺高。如果用金属网，应该离开裸导体至少 100 公厘；用铁板做围栅，应该离开裸导体至少 50 公厘。带电的裸导体各相中间，以及和其它金属部分之间的距离，从绝缘面算来至少要有 30 公厘，从空间算来应该有 10 公厘（图 1-2）。

在规模较大的配电所里，采用配电盘的装置，在配电盘的背面通常有一条维护或检修设备用的通道。如果配电盘比 5 公尺长。这条维护用的通道应该有两个出口（不论是逆到这间房间或者其它房间里），保证工作人员的安全，不过假使配电设备都是没有油的，譬如闸刀熔丝等等，而且通道比 3 公尺宽，不一定要有两个出口。

4. 电源

低压配电所的电源大都是从屋外的架空供电线路供给的，这些从屋外线路上把电力引到配电所里来的装置就是进户装置。进户装置包括屋外第一支持物、进户线、进户管。除了有备用电源的工厂企业外，一般都是只有一路进线来供给所有厂内的全部用电。

在很多工厂中配电所并不靠近屋外架空供电线路，按照上海的习惯把联络供电线路与配电所间的线路分成两个部分：接户线和进户线。接户线是从供电线路到进户地点屋外的第一个支持物的一段；从接户线末端接到配电所里的总熔丝盒为止的一段，就叫进户线。屋外第一个支持物可以是架设在墙上的绝缘子，也可以是在进户地点附近的电杆。

因为接户线一般都跨过厂内或厂外空旷的地方，象广场、通道等等。根据屋外线路的要求至少应离开地面 3.5 公尺，接户线和进户线当然也不例外。所以进户线穿墙引到配电所里来的地方，一般应该不比 3.7 公尺低，方才能和接户线互相配合，并且进户线上的滴水弯头离开地面也有 3.5 公尺高。如果配电所建筑高度不

够,或者对接户线离地高度有更高的要求,譬如跨过公共街道有车辆来往的地方,最低只允许6公尺,那么可以在进户地点的附近装设一根木质的电杆。

一般工厂的进户线采用橡胶绝缘线，并且是整根没有接头的，有很好的绝缘。进户线各根导线的截面应该根据实际负荷电流的大小来选择（详细在“电气线路”一章中解释），但是为了保证有一定的机械强度，也就是不容易断，这些橡胶绝缘线的导线截面不应该比4平方公厘小。换句话说，用更细的导线是不够可靠的。进户线有一半在屋内，另一半在屋外。屋内的一头应该预先留一段，接到总熔断盒里，一般最少15公分。屋外的一头和接户线连接以后，仍旧能够保持有一个滴水弯头，一般来说，不能比0.8公尺再短（图1-3）

瓷管穿过墙壁一般都是整根的，用水泥装牢在墙洞里。瓷管的根数和进户线根数一样，必须注意只能一根瓷管穿一根导线，不然就会降低进户线的绝缘水平。安装时，瓷管屋内的一头应该伸到总熔丝盒底板上的圆孔里，屋外一头稍低一些，弯口向下。如果墙壁很厚不得不把两根瓷管接起来用，接头的地方应该没有凹凸不平，并且紧密可靠，最好把线先穿在橡胶管子里，再穿瓷管。

钢管一般用在配电所高度不够的地方，用钩钉或者夹头固定在墙壁上或者电杆上。一方面使进户线与总熔丝盒的连接很便利，另一方面亦使接户线离开地面仍旧有足够的高度。为了保证不漏水，钢管应该是整根的。屋外的一头必须有一个向下的防水弯头（可以把管子拗弯或者另装弯头）。屋外的钢管口应该离地有3.7公尺高，屋内的钢管口也应该伸到总熔丝盒底板上的圆孔里，用螺丝帽旋紧，进户线用的钢管也同其它的钢管一样，（详细在“电气线路”一章里解释），必须用镀锌钢管（俗称白铁管，做自来水管用的），管壁的厚度至少1公厘。钢管两头必须有护圈，防止绝缘破裂。钢管的作用只是机械保护，不象瓷管还有加强绝缘的用处。为了避免钢管在交流电的感应下发热，必须把同一回路的进户线全部穿在一根钢管里。譬如供给电力用的三根导线，一定要穿在一根钢管里，不可以分开穿在三根钢管里。

由于配电所高度不够，往往需加装木杆，杆顶的高度应该使接户线保持离开地面至少4公尺或屋面2公尺的距离。杆顶应劈尖并涂沥青，防止雨水积聚而腐烂。埋在地下的木杆必须用涂沥青或者烧根的方法防腐。梢径至少是100公厘的元木，或者140×140公厘的方木，入土至少0.9公尺。固定在建筑物柱上的短木杆应该用对梢螺丝或铁箍安装牢固，至少应采用梢径为90公厘的元木，或者75×75公厘的方木。所有木杆不可以倒装。以上是上海地区的具体要求。

进户装置一般都由各工厂自己安装，象上海就是这样。

5. 量电装置

电源送到了配电所以后,首先需要经过量电装置然后才到工厂的总开关,母綫等等配电装置,电业局根据负荷的大小适当配置了容量相当的量电装置,电力和照明分别装置。量电装置包括总熔絲盒(或者带隔离开关的熔絲箱,俗称令克熔絲箱)、总綫(从总熔絲盒到电度表和从电度表到总开关或母綫的两段电綫)、电流互感器和它的二次回路(就是小綫)以及电度表。当然,电度表是量电装置中的主要部分。在容量不大的配电所里,电源是直接经过电度表的;但是在大多数工厂的配电所里,电源接到电流互感器的初级回路,而电度表接在它的二次回路里,扩大了电度计量的范围。全部负荷在 100 安培以上的配电所,量电装置中就有电流互感器。总熔絲是用来保护电度表和电流互感器的,主要是短路故障的保护,有时候为了切断电源的方便,总熔絲前还加装一付隔离开关(俗称令克),组成带有隔离开关的熔絲箱(俗称令克熔絲箱)。从电流互感器到电度表的一段二次回路,一般都穿在钢管里。总熔絲盒、电流互感器、电度表都是经供电机构(电业局)加封的。这些量电装置都不是直接安装在墙上,而是装在固定在墙上的底板上,这些底板是各面都涂漆,至少 25 公厘厚的木板。安装量电装置的墙壁应该干燥而坚固,并且不受振动,最好是至少 250 公厘厚的砖墙,或者至少 100 公厘厚的水泥墙。

总熔絲盒底板的四只角应该用四个鱼尾螺絲(一头是叉形的)和螺絲帽牢固地装在墙上。总熔絲盒底板的大小要看熔絲盒的容量大小(安培数)和数目多少来决定的。电力綫路中有單相的负荷时,用的底板应该装得下四只熔絲盒;如果没有單相负荷时,只需要能够装得下三只熔絲盒的底板。电灯綫路如果是單相的,采用有两只熔絲盒地位的底板;如果是三相的,就用有四只熔絲盒地位的底板。譬如象上海地区两只 10 安培熔絲盒的底板尺寸是 200 × 150 公厘,而四只 200 安培熔絲盒的底板尺寸是 800 × 400 公厘。

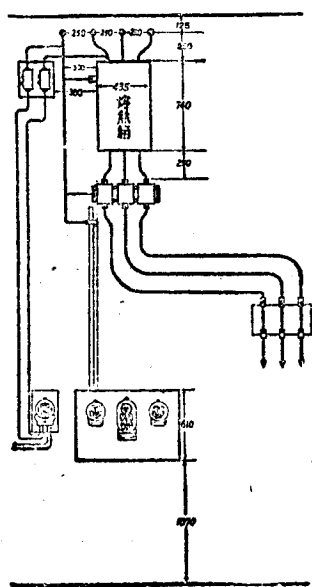


图 1-4 低压接线图

至于 200 安培以上就采用带有隔离开关的熔断箱，尺寸是 740×460 公厘，底板厚度为 25 公厘（图 1-4）。

电流互感器在容量超过 100 安培的量电装置都装用的，靠近总熔断箱，或者并排安装，或者上下安装。电流互感器所占的地位一般是 510×610 公厘，离开总熔断箱约 180 公厘。（图 1-4）

电度表的安装必须保证电度量计的准确性。电度表底板应该安装得同地平面垂直。电度表本身也不能有丝毫偏斜。为了读电度表的便利，电度表的高度在 1.4~1.7 公尺左右，因此在上海电度表底板一般

都装在离地 1.2~2.0 公尺的范围里。底板的尺寸也看电度表的用途而不同。上海地区所采用的电力用的底板，除了电源直接经过电度表的用 370×510 公厘的以外，凡是有电流互感器的量电装置都是 610×910 公厘的。电灯用的底板尺寸，单相的是 230×355 公厘，三相的是 370×510 公厘。两块并列的电度表底板（例如电力电度表和电灯电度表）中心到中心的距离，习惯上都在 30 公分以上。电度表底板的安装和总熔断箱底板一样，至少应该用三个螺丝（象 610×910 公厘的就用四个螺丝）钉牢在墙上。有时候也可以把电度表装在专用的配电盘上，这时就可以不需要底板（图 1-4）。

装电度表的地方的温度，不应该低于摄氏 0° ，也不应该高于摄氏 40° ，否则会影响电度表的准确性。装在屋外也是同样不允许的，在冬天室内温度常常在摄氏 0° 以下的地方，应该把电度表