

目 录

- 1、工厂供配电系统概述
- 2、供电网路的结构
- 3、电压的选择
- 4、变电所位置和容量的选择，变压器容量和数量的选择
- 5、总降压变电所、配电所、车间变电所的接线方式
- 6、厂区内部的接线方式
- 7、方案比较的主要内容和比较方法

§ 1、工厂供配电系统概述

工厂供电 (Power Supply), 就是工厂所需的电能的供应和分配, 亦称工厂配电。是电力系统的主要组成部分, 它是电能的主要用户。

工厂供电的基本要求:

- 安全: 在电能的供应、分配和使用中, 不应发生人身事故和设备事故。
- 可靠: 应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- 优质: 应满足电能用户对电压和频率等电能质量的要求。
- 经济: 就是供电系统的投资要少, 运行的费用要低, 并尽可能地节约电能和减少有色金属的消耗量。

§ 2、供电网路的结构

架空线和电缆是用得最普遍的两种户外网路的结构。

架空线和电缆的优缺点比较：

- ▶ 架空线设备简单、造价低。电缆与架空线比较，它的造价约为架空线的四倍；
- ▶ 架空线裸置空中，依靠定期巡线便能及时发现缺陷，有故障时易于检修和维护。电缆线路埋设在地下，不易发现缺陷，有故障时较难寻找，修复的工作量大。
- ▶ 架空线主要利用空气绝缘，建造比较容易，这一优点在超高压线路上尤为明显。单这对工厂的网路来说意义不大。
- ▶ 架空线需占用一定的空间，它的对地高度及临近建筑物距离都根据电压的高低由明确的规定，工厂的厂区生产厂房密集，人员较多，运输频繁，加之负荷分散，采用架空线时，线路纵横交错，占地面积较大。

➤ 架空线影响厂区的美化。

因此，综上所述的情况来看，厂区工厂供电多采用电缆线路。

架空线的主要构成部分是包括避雷线在内的导线、杆塔、绝缘子和用来作为连接、防震及保护用的金具。

由于电缆的导体和绝缘部分都在一个整体中，因此，电缆线路的结构问题实际上就成了电缆的敷设问题。

户外电缆的敷设主要有三种：

- ◆ 最常用、经济的类型就是把电缆直接埋入地下；
- ◆ 电缆数量较多或是容易受到外界损伤的场所，电缆应敷设在埋入地下的排管中；
- ◆ 如果平行敷设的电缆较多时，可将电缆敷设在隧道中。当电缆的数量超过30根时，修建隧道往往是经济的。

§ 3、电压的选择

(1) 供电电压的选择

一般说来，提高供电电压能减少电能损耗，提高电压质量，节约有色金属，但却增加了线路设设备的投资费用。

① 负荷大小和距离电源远近对供电电压的选择有很大关系。某一供电电压，必然有它所对应的最合理的供电容量和供电距离。如果导线的截面积是按照电流的经济密度选择的，根据计算证明：当电压一定时，能量损耗与有色金属的消耗量和负荷距离成正比。根据不同电压推荐的输送容量和输送距离列表如下：

额定电压 (kv)	传输方式	输送功率 (kw)	输送距离 (km)
0.22	架空线	<50	0.15
0.22	电缆	<100	0.2
0.38	架空线	100	0.25
0.38	电缆	175	0.35
3	架空线	100~1000	3~1
6	架空线	2000	10~3
6	电缆	3000	<8
10	架空线	3000	15~5
10	电缆	5000	<10
35	架空线	2000~10000	50~20
60	架空线	3500~30000	100~30
110	架空线	10000~50000	150~50
220	架空线	100000~500000	200~300

供电电压还与以下因数有关：

- 导线截面的大小；
- 工厂的生产班次和负荷曲线的均衡程度；
- 负荷的功率因数；
- 电价制度；
- 折旧等费用在设计时占投资额的百分比；
- 国家规定的还本年限；
- 是否有大型用电设备等。

根据上述这些复杂的条件，选择供电电压显然不可能用一个简单的公式就完整地概括。但是，有一点却是很明显的，那就是在设计时尽量减少中间变压等级，就会取得较好的经济效益。

③本地区的原有电压对工厂供电电压的选择起了及严格的限制作用。其实工厂能够自己比较和决定的可能性不大。

(2) 工厂厂区高压配电电压的选择

工厂厂区高压配电电压一般为6~10kV。3kV电压太低，作为配电电压不经济，基本上已经不再采用了。主要设备、元器件与电压之间的关系如下：

①感应电动机的额定电压愈低，其效率愈高，且价格也较低。

➤同容量的感应电动机用于380V时，较用于3kV时效率约高1%；

➤同容量的感应电动机用于3kV时，较用于6kV时效率约高1%；

➤同容量的感应电动机用于6kV时，较用于10kV时效率及价格大致相等。

①同容量的变压器在6、10kV时，效率与价格相同，35kV的变压器较6、10kV的变压器贵20~30%。

②传输相同的功率（500kVA以上），10kV线路比6kV线路，节省有色金属约40%。这两种电压的线路设计中，除投资占较小部分的绝缘子有所不同外，其他相差无几。因此，全部线路由于导线截面的减小，将会节约投资费用。如果用电缆送电，额定电压愈高，价格也愈高，但6、10kV差别很小。从传输功率来看，它与电压成正比，故用电缆在厂区内配电时，10kV较6kV的费用便宜得多。

•在传输相同功率的条件下，10kV可以减少配电线路的回路数，从而可以使配变电所及网路的接线简化。

- ⑤ 额定电压为6、10kV的开关设备，其价格主要是根据其切断容量及流过短路电流时的稳定程度而定。当切断容量相同时，价格相差不大。但如果把开关设备的电压由10kV增至35kV时，价格将会较显著地增加。
- ⑥ 如果导线的电流密度相同，则10kV比6kV线路功率损失约少40%，电压损耗也减少40%。

根据以上条件分析，工厂内选用10kV高压配电的优点较多。一般接近农村的电网都属于10kV的电网，获得作为第二备用电源的可能性较大。过去10kV的电动机一般最低的额定功率只能够做到2000kW，而200~2000kW之间的高压电机只能够选用6kV和3kV两种电机。但是现在10kV的高压电机也能做到132kW的容量。因此，是否采用10kV的电压供电，还需要经过技术经济比较才能决定。

为了简化供电系统，减少投资费和电能损失，近些年来不少采用供电和厂区配电电压合一的高压线深入负荷中心的供电方式，这种方式就是把35kV~110kV，甚至是220kV的供电电压直接送入工厂内部。对于大型，厂区面积较大的工厂，在负荷较大且集中的地方，直接采用高压线引至负荷中心。降价到6~10kV，这样的做法，就等于把降压变电所分散，从而减少了6~10kV的配电网，取消了中转传送的环节，经济效益比较明显。

而对于那些中、小型工厂，如果没有大容量的用电设备，35~110kV的高压线深入厂区后，在车间直接用35~110kV/0.4kV的变压器向车间内部供电，不需要建设总降压变电所，就免除了总降压变电所的投资和变压器的电能损耗，经济效果还是比较显著的。

(2) 1000V以下电压的选择

除非因为安全所规定的特殊电压以外，对于供给用户直接使用的交流动力及照明电压，国际标准直列入了380V/220V一种，但是在矿井里，因为变电所往往不能够设在负荷中心，为了保证电压的质量，也有采用660V电压供电的。另外，随着不少国外企业的进入，不少国外的一些工艺用电设备也被引入进来。通常有美国的一些用电设备，美国最常用的电压是480V/277V，而民用的单相电压是120V/240V。

按照IEC的规定，220/380V (50Hz) 和240/415V (50Hz) 的电源推荐在2013年前过渡到230/400V (50Hz) (国际标准电压)，60Hz的国际标准电压为120/208V (民用) 或277/480V (工业用)。

§ 4、变电所位置和容量的选择，变压器容量和数量的选择

变电所是接收、变换、分配电能的环节，是供电系统中极其重要的组成部分。它是由变压器（有变流器的叫变流站）、配电装置，保护及控制设备，测量仪表以及其它附属设备（实验、维修、油处理）及有关建筑物构成的。

变电所分总降压变电所和车间变电所。只用来接收和分配电能，而不进行电压变换的称之为配电所。

一、总降压变电所位置的选择

变电所位置的选择原则是要使它尽量接近负荷中心。对于总降压变电所来说，还要考虑电源进线的方向。为使有色金属消耗最小和功率消耗最小，电压的比值越大，降压变电所的位置越应由负荷中心向电源侧靠近。实际上影响总降压变电所位置选择的因素有很多，如工厂生产厂房的布置，工艺设备的布局，工厂环境，进出线路径，防火要求，厂区运输，安全甚至水位、风向，以及建筑观等都对总降压变电所的选择有影响。有时不得不偏离负荷中心。但是，应当明确，任何偏离负荷中心的位置都对投资、运行，以及有色金属的消耗量产生不利的后果。

二、总降压变电所变压器台数及容量的选择

①变压器的过载能力

变压器是有过负荷潜力的，其原因是：

- 变压器在运行时，负荷不可能保持恒定不变，在昼夜二十四小时中，很多时间甚至远远低于变压器的额定电流。
- 设计标准中规定，变压器运行时周围最高空气的温度为 40°C 。最高日平均气温为 30°C 。实际上，我国最热的地区也不可能全年固定维持在这个温度上。
- 选择变压器容量时，往往考虑系统的故障运行状态，因此，在正常工作时，变压器一般不可能达到它的额定值。

在故障情况下，由于部分变压器被切除，还在工作的变压器，不管在故障前的负荷大小均可按下列条件短期过负荷，这是根据绝缘自然损坏率的20%余量决定的。

三、车间变电所位置的选择

在计算得出车间总计算负荷的基础上，按照下属原则确定车间变电所的位置，分散设置并接近负荷中心；便于低压网路的备用联络；尽量减少故障影响波及面等。

负荷中心的概念，从理论上讲，可以用力学上求重心的方法计算出来，然而工艺、建筑、运输及低压配电的方式、结构都有可能是车间变电所偏离理论上的负荷中心。但是，在设计时应尽量满足这一条基本的要求。

车间变电所的位置主要有以下几种类型：

- ①独立变电所，独立地设置在车间的外部。主要是用在负荷过于分散，将变电所建到任一车间均不适宜，有时由于车间生产环境的限制，如防火、防爆、防尘、有腐蚀气体等，才考虑设置独立变电所。现在已经很少使用了，因为它不太经济。设置独立变电所时要考虑该电压下的合理输送容量及距离，如果条件允许，变压器也可设在户外。
- ②附设变电所，附设变电所利用车间一面或是两面墙壁，其中外附式车间变电所一般用在厂房生产面积受限制，车间环境特殊，或因生产工艺要求设备经常变动的情况。

附设变电所最好布置在车间较长的一边上，并使其略偏向电源的方向，在两个跨度或是三个跨度的车间，也可以将变电所棋布在车间的两端。

③ 车间内变电所，车间内变电所设置在车间内部，可使供电点最大程度的接近负荷中心，特别适用于跨度较大，设备配置稳定及一般环境的车间。

如果能进一步发展全封闭组合电器，是变电所小型化，占地少，易于搬动，变压器采用干式变压器，车间内变电所的应用范围还可以更广泛。

④ 地下或梁架上变电所，前者设于地下，通风不良，投资较大，用于防空等特殊场合。而设于工厂梁、架上，主要是考虑车间面积狭窄，运输不便。但为了充分利用车间空间，接近负荷中心等方面的原因，为减少体积，减轻重量，保证安全，地下或梁架上变电所可考虑采用全封闭组合电器及干式变压器。

四、车间变电所变压器数量及容量的选择

1. 变电所变压器数量的选择，应考虑下列原则：

- ① 应满足用电负荷对供电可靠性的要求。对供有大量一、二级负荷的变电所，应采用两台变压器，以便当一台变压器发生故障检修时，另一台变压器能对一、二级负荷继续供电。对只有二级二五一级负荷的变电所，也可以只采用一台变压器，但必须在低压侧敷设于其他变电所相联的联络线最为备用电源，或另有自备电源。
- ② 对季节性负荷或昼夜负荷变动较大而易于采用经济运行方式的变电所，也可考虑采用两台变压器。
- ③ 除以上另种情况外，一般车间变电所宜采用一台变压器。但是负荷集中且容量相当大的变电所，虽为三级负荷，也可采用两台或多台变压器。
- ④ 在确定变电所主变压器数量时，应适当考虑负荷的发展，留有一定的余地。

2. 变电所主要变压器容量的选择：

- ① 只装一台主变压器的变电所，主变压器容量 $S_{N.T}$ 应满足全部用电设备中计算负荷 S_{30} 的需要，即 $S_{N.T} \geq S_{30}$
- ② 装有两台主变压器的变电所，每台变压器的容量 $S_{N.T}$ 应同时满足以下两个条件：

➤ 任一台变压器单独运行时，宜满足总计算负荷 S_{30} 的大约60%~70%的需要，即 $S_{N.T} = (0.6 \sim 0.7) S_{30}$

➤ 任一台变压器单独运行时，应满足全部一、二级负荷的需要，即

$$S_{N.T} \geq S_{30} (I+II)$$

- 车间变电所主变压器的单台容量上限，车间变电所主变压器的单台容量，一般不宜太大。这一方面是受到低压开关电器断流能力和短路稳定度要求的限制；另一方面也是考虑到可以是变压器更接近于车间负荷中心，以减少低压配电线路的电能损耗、电压损耗和有色金属消耗量。如果车间负荷容量较大、负荷集中且运行合理，也可以选用单台容量为2500~3150KVA的配电变压器，这样可以减少主变压器台数及高压开关电器和电缆等。
- 适当考虑负荷的发展，适当考虑今后5~10年电力负荷的增长，留有一定的余地。干式变压器的过载能力较小，更易留有较大的裕量。电力变压器的额定容量 $S_{N.T}$ 是在一定温度条件下（例如户外安装，年平均气温为20℃）的持续最大输出容量（出力）。如果安装地点的年平均气温每升高1℃，变压器容量相应地减小1%。

电力变压器事故过负荷允许值

油浸自冷式变压器	过负荷百分数(%)	30	60	75	100	200
	过负荷时间/min	120	45	20	10	1.5
干式变压器	过负荷百分数(%)	10	20	30	50	60
	过负荷时间/min	75	60	45	16	5

3. 电力变压器并列运行的条件

两台或多台变压器并列运行时，必须满足以下三个条件：

- ① 并列变压器的额定一、二次电压必须对应相等。亦即并列变压器的电压比必须相同，允许差值不超过 $\pm 5\%$ 。如果并列变压器的电压比不同，则并列变压器二次绕组的回路内将出现环流，即二次电压高的绕组将向二次电压低的绕组供给电流，导致绕组过热甚至烧毁。
- ② 并列变压器的阻抗电压（即短路电压）必须相等。由于并列运行变压器的负荷是按其阻抗电压值成反比分配的，如果阻抗电压相差很大，可能导致阻抗电压小的变压器发生过负荷现象，所以要求办理运行变压器的阻抗电压必须相等，允许值不得超过 $\pm 10\%$ 。

③ 并列运行变压器的联结组别必须相同。这也就是所有并列变压器一、二次电压的相序和相位都必须对应地相同，否则不能并列运行。假设两台变压器并列运行，一台为Yyn0联结，另一台为Dyn11联结，则它们的二次电压将出现 30° 相位差，从而在两台变压器的二次绕组间产生电位差 ΔU ，这一 ΔU 将在变压器的二次侧产生一个很大的环流，可能是变压器绕组烧毁。

此外，并列运行的变压器容量应尽量相同或相近，其最大容量与最小容量之比，一般不能超过3:1。如果容量相差悬殊，不仅运行很不方便，而且在变压器特性稍有差异时，变压器间的环流将相当显著，特别是容量小的变压器容易过负荷或烧毁。

§5、总降压变电所、配电所、车间变电所的接线方式

一、接线图的意义和目的

表示电气设备的元件与其相互间联接顺序的图称为接线图。接线图分为两类：即二次接线图及主接线图（原理图）。

二次接线表示仪表及保护的接入和联结。其中有测量用的电流和电压互感器，各种仪表、继电器及控制电路的元件等，二次接线图中应附有主电路的设备或元件，以便进行了解。

主接线图表示电能由电源分配至用户的主要电路。在此图上应表示出所有的电气设备。有时为了更好地说明电力系统的工作，也列入二次接线的元件（仪表、继电器等）。

一般说来，主接线图只表示电气装置的一相连接，因为三相交流店里装置中的所有三相连接方法都是相同的，所接的电气设备也是一样的，这种图称之为单线图。为了使看图更容易，图上只画出系统中的主要元件（设备），如发电机、变压器、变流器、断路器、隔离开关等，及其相互间的连接。单线图清晰易懂，广泛用于设计和运行。

二、变电所主接线图的要求

变电所的接线应从**安全、可靠、灵活、经济**出发。

安全包括：设备安全及人身安全。因此，必须严格按照国家标准和桂发的规

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/997020141120006104>