

用电实用技术丛书

厂矿电气设备 安全经济运行技术

主编 王柳 陈蕾



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

用电实用技术丛书

厂矿电气设备 安全经济运行技术

主编 王柳 陈蕾



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍厂矿电气设备安全经济技术, 全书共分 14 章, 分别介绍了电力系统及变配电所供电方式, 同步发电机、变压器的安全经济运行, 高、低压配电装置、互感器、避雷器及接地装置、并联电容器、继电保护、自动装置、电工仪表、电缆线路的安全运行, 室内外配线及照明设备、电动机的安全经济运行, 厂矿电气安全管理和厂矿节电措施等内容。

本书可供广大厂矿电工培训和自学用, 也可供电气技术人员及管理人员学习参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

厂矿电气设备安全经济运行技术 / 王柳, 陈蕾主编
— 北京: 中国水利水电出版社, 2011. 7
(用电实用技术丛书)
ISBN 978-7-5084-8797-7

I. ①厂… II. ①王… ②陈… III. ①工业企业—电气
设备—运行—安全技术 IV. ①TM08

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第137627号

书 名	用电实用技术丛书 厂矿电气设备安全经济运行技术
作 者	主编 王柳 陈蕾
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 22 印张 522 千字
版 次	2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	58.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

P R E F A C E

为了适应厂矿企业的飞速发展，更快地提高广大厂矿电工的岗位技术素质，加强厂矿电气设备技术管理工作，确保电力系统及厂矿的供用电设备的安全、经济、合理的运行，特编写了本书。

本书编者是从事多年的电力生产设备运行维护及电工岗位技术培训的第一线专家，有着极其丰富的岗位实践经验，在编写过程中强调突出岗位实用的特点，深入浅出地介绍了厂矿电工岗位应知应会的技术知识，重点是实际操作，尤其是对初学者起到“一学就会、拿来就用”的效果。

本书内容系统全面，严格按照国家现行标准、规程、规范进行编写。全书简明扼要、通俗易懂、便于自学，可供厂矿电工在日常工作中借鉴，从而维护好供用电设备，提高供用电的可靠性，增加本企业的经济效益。

由于编者的水平有限，书中如有不妥之处，恳请读者、专家给予批评指正。

编 者

2011 年 1 月

本书编写人员名单

主 编 王 柳 陈 蕾

副 主 编 张 利 郭 悦 马 伦 郭峻男
李 鹏 臧小萌

编写人员 陈家斌 雷 明 李拥军 张海涛
孟凡钟 郭宝明 殷竣河 刘竞赛
马 雁 牛新平 张露江 罗碧华
段志勇 张宏宾 季 宏 王云皓
吴 健 刘海涛 杨 旭 杨富颖
朱瑞芳 宋 东

目 录

CONTENTS

前言

第一章 电力系统及变配电所供电方式	1
第一节 电力系统的组成	1
第二节 供电系统的要求与电能质量指标	4
第三节 厂矿供电系统接线方式	7
第二章 同步发电机的安全经济运行	12
第一节 发电机的运行要求	12
第二节 发电机的启动与并列	23
第三节 发电机的运行维护	30
第四节 同步发电机的运行事故处理	43
第五节 火电厂的经济运行及环保管理	62
第六节 水电机组的安全经济运行	65
第七节 氢冷发电机的安全运行	76
第八节 双水内冷发电机的安全运行	79
第三章 变压器的安全经济运行	83
第一节 变压器的运行要求	83
第二节 变压器投退操作	88
第三节 变压器的运行维护	96
第四节 变压器油的试验及运行中的要求	102
第五节 变压器的运行异常处理	104
第六节 变压器的经济运行	120
第四章 高、低压配电装置安全运行	130
第一节 高压配电装置的要求	130
第二节 高压配电装置的运行维护	133
第三节 SF ₆ 断路器的运行维护及故障处理	138
第四节 真空断路器的运行维护及故障处理	142

第五节 隔离开关的运行维护及故障处理	146
第六节 低压配电盘运行维护	155
第七节 低压开关和低压电器运行维护	158
第五章 互感器的安全运行	165
第一节 电压互感器的运行管理	165
第二节 电压互感器的故障处理	170
第三节 电流互感器的运行管理	177
第四节 电流互感器的故障处理	180
第六章 避雷器及接地装置的安全运行	184
第一节 避雷器的运行管理	184
第二节 避雷器的故障处理	185
第三节 接地装置的技术要求	188
第四节 接地装置的运行维护	191
第七章 并联电容器的安全运行	196
第一节 电容器的运行要求	196
第二节 电容器的运行维护	197
第三节 电容器的运行故障处理	202
第八章 继电保护、自动装置安全运行	212
第一节 电力继电保护装置的要求	212
第二节 电力继电保护装置的运行维护	213
第三节 电力继电保护装置的事故处理	218
第九章 电工仪表的安全运行	220
第一节 电工仪表的基本要求	220
第二节 电工仪表的运行异常处理	220
第三节 电能表的使用与维修	226
第十章 电缆线路的安全运行	229
第一节 电力电缆线路的运行要求	229
第二节 电力电缆线路的运行维护	230
第三节 电力电缆线路的运行故障处理	237
第十一章 室内外配线及照明设备的安全经济运行	243
第一节 室内外配线的基本要求	243
第二节 室内外配电线路运行维护	249
第三节 照明装置的安全运行管理	250
第四节 室内外配电线路故障检修	253
第五节 电气照明灯的故障修理	256

第六节 电气照明节电措施	264
第十二章 电动机的安全经济运行	273
第一节 电动机的运行要求	273
第二节 电动机运行中的维护	277
第三节 电动机的运行故障处理	282
第四节 感应电动机的经济运行	290
第十三章 厂矿电气安全管理	300
第一节 电气防火防爆	300
第二节 电气安全用具及使用	311
第三节 电气作业安全措施	314
第十四章 厂矿节电措施	319
第一节 优化厂矿配电系统的节电措施	319
第二节 厂矿供电电压的管理	325
第三节 厂矿线损的管理	326
第四节 厂矿负荷率的管理	328
第五节 厂矿高次谐波的管理	329
第六节 厂矿电力功率因数及提高措施	331
第七节 厂矿采用移相电容器补偿无功方法	339

第一章 电力系统及变配电所供电方式

第一节 电力系统的组成

电源往往建设在距负荷中心较远的地方，必须通过输电线路和变电所这一中间环节，将生产的电能供给用户使用。为了提高供电的可靠性和实现经济运行，往往将许多发电厂和电力网连接在一起并列运行。这样，把由发电厂、电力网和用户组成的统一整体称为电力系统，如图 1-1 所示。

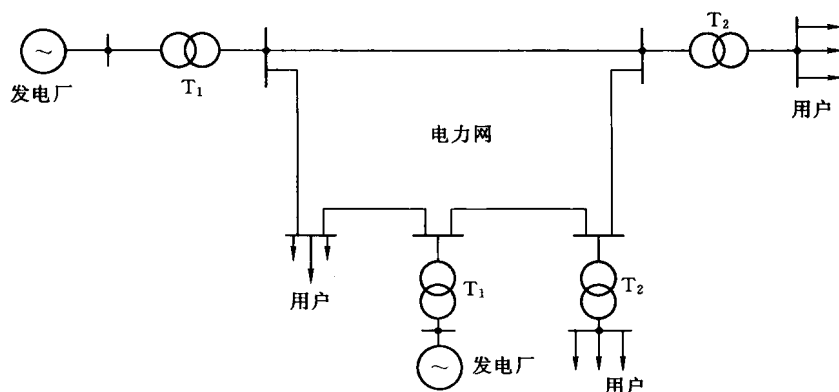


图 1-1 电力系统示意图

T₁—升压变压器；T₂—降压变压器

随着国民经济的发展，发电厂数量的增加，电网供电范围的逐步扩大，电力系统的规模也越来越大。电力系统之间通过联络线实现并网运行，则形成了联合电力系统。

一、电力系统的优点

电力系统和联合电力系统较地区电厂单独供电有以下优点。

1. 可减少电力系统的总装机容量和备用容量

由于电力系统各地区的负荷组成及特点不同，整个系统的日最高负荷或季最高负荷都比各地区的日最高负荷或季最高负荷之和要少，因此可以减少总装机容量。

此外，系统中各发电厂可按照统一制定的检修计划轮流检修，错开检修时间。当机组发生故障时，各地区也可通过电力网相互支援。因此，整个电力系统需要准备的备用容量将比各个地区的检修或事故备用容量之和要小。

2. 提高供电可靠性

由于系统容量大，个别环节故障对整个系统的影响较小，而且多个环节同时发生故障的概率也减小。当任一电厂发生事故停电时，系统中的其他电厂可以继续供电，因而使供



电的可靠性大大提高。

3. 提高运行的经济性

在电力系统的运行过程中,可以充分发挥各类电厂的特点和作用,合理地利用资源。例如,在丰水期间,可让水电厂多发电,以节省火电厂的燃料;在枯水期间,可让水电厂少发电而只承担尖峰负荷。

电力系统中各个发电厂和机组的发电成本不同,并列运行,可按最少燃料消耗和最低发电成本的原则实现经济调度,从而获得系统运行的最大经济效益。

4. 提高电能质量

电力系统负荷的波动会引起电网频率的变化。但由于电力系统供电范围的扩大和供电能力的加强,总的负荷波动比各地区负荷波动之和要小,引起的频率变化也相对较小。此外,冲击负荷在容量较大的系统中引起的频率变化也同样减小。

5. 可安装大容量机组

安装大容量机组是降低发电成本、减少燃料消耗、加快电力建设的重要措施之一。但是对于较小容量的电力系统,大机组的采用却会造成系统运行和检修方面的困难。一般认为 100 万 kW 以上的电力系统,机组单台容量不宜超过系统容量的 10%。所以系统容量越大,按此比例可装设的机组单台容量也越大,收到的经济效益也就越大。

由于电能不能大量储存,所以发电、供电、用电实际上是同时进行的,三者之间是一个密切相关的有机整体,这也是电力生产的突出特点。因此,发电厂和供电网络的故障直接影响用户的正常用电。同时,也可能由于用户的事事故影响电力系统,造成系统大面积停电,从而影响更多的用户正常用电。

二、电力系统的组成

(一) 发电厂

发电厂根据利用的能源不同可分为以下几种类型:火力发电厂,水力发电厂,原子能发电厂以及利用其他能源(如地热,风力、太阳能等)作为动力的发电厂。

在现代的电力系统中,以火力发电厂、水力发电厂和原子能发电为主。至于地热发电厂、风力发电厂和太阳能发电厂,由于技术要求复杂以及受地理、气候和开发等条件的限制,容量尚不能做得很大,目前在电力系统中的数量还很少。

(二) 电力网

电力网是连接发电厂和用户的中间环节。它由输、配电线路和变电所组成,按其功能常分为输电网和配电网两大部分。输电网是由 35kV 及以上的输电线路和与其相连接的变电所组成,是电力系统的主要网络。它的作用是将电能输送到各个地区的配电网或直接送给大型的工业用户。配电网是由 10kV 及以下的配电线路和配电变压器所组成。它的作用是将电力分配到各类用户。

为了使电气设备的制造标准化,规定了电气设备和电力网的额定电压。各种电气设备(如变压器、电动机等)正常运行并具有最经济的效果时的电压,称为它们的额定电压。

我国电力网的额定电压如表 1-1 所示。



表 1-1

电力网和电气设备的额定电压等级

单位: kV

电网额定电压	发电机额定电压	变 压 器 额 定 电 压	
		原 边	副 边
0.22	0.23	0.22	0.23
0.38	0.40	0.38	0.40
3	3.15	3~3.15	3.15~3.3
6	6.3	6~6.3	6.3~6.6
10	10.5	10~10.5	10.5~11
35	13.8	35	38.6
110	15.75	110	121
220	18.00	220	242

(三) 用户和用电负荷分类

电力系统中的用户,按照用电容量的大小和企业的规模可以接在电力网的各个电压等级中。目前,我国大多数的企业是以 10kV 和 35kV 供电,以 110kV 供电的用户数量不多,以 220kV 以上供电的用户是极个别的。对大量的居民生活用电则多采用 380/220V 系统供电。

连接在电力系统各级电网上的一切用电设备所需用的功率,称为用户的用电负荷。按照消耗功率的性质,用电负荷分为有功负荷 (kW) 和无功负荷 (kvar)。

由于发电、供电、用电实际上是同时进行的,因此,发电机组发出的有功功率和无功功率始终和负荷消耗的有功功率和无功功率保持平衡。如果供电能力小于用电负荷的需要,则会影响电力系统的频率和电压,严重时将会造成事故。

电力系统中工业的负荷,按其重要程度一般可分为以下三级。

(1) 一级负荷。这种负荷停电后,会引起人身伤亡或重大设备损坏事故以及国民经济的关键企业的大量减产。

(2) 二级负荷。这种负荷停电后,将引起主要设备损坏、产品的大量报废或大量减产。

(3) 三级负荷。指不属于一级、二级的负荷,如工业的附属车间等。

按照电气设计规程的要求,对一级负荷应由两个独立的电源供电,只有在备用电源自动投入的时间内,才可短时停电;对二级负荷应尽量由不同变压器或两段母线供电;对三级负荷的电源则无特殊要求。

三、电力系统运行的统一调度

电力系统具有发电、供电、用电同时进行的特点,必须设置专门的调度机构,以实行统一的调度管理。调度管理的任务是领导全系统的运行操作,以保证实现以下基本要求。

- (1) 充分发挥本系统内发电、供电设备能力,以保证有计划地供应系统负荷需要。
- (2) 使整个系统安全运行和连续供电。
- (3) 使系统内各点供电的质量(如频率、电压等)符合规定标准。
- (4) 合理使用资源,使整个系统在最经济的方式下运行。



电力系统调度管理机构的设置,通常根据系统的容量和复杂程度分以下几种。

(1) 一级制调度——设立调度所。它适用于发电厂较少的电力系统,由调度所直接指挥发电厂和变电所的值班员。

(2) 二级制调度——设立中心调度所和地区调度所。它适用于发电厂和变电所数量较多,系统供电范围较大的电力系统。对系统中较小容量的发电厂和地区性变电所划由地区调度所调度。

(3) 三级制调度——设立总调度所、中心调度所和地区调度所。它适用于连接几个省(区)的大容量电力系统,并按具体情况分级管理。

为了执行调度任务,调度所内一般设有模拟图板、调度台、调度范围内的发电厂、变电所和调度所联系的通信和运动装置以及录音机、标准钟、记录式仪表和电子计算机等。

调度所内的值班调度员,在其值班时间内,为全系统运行操作的指挥人。电力系统内的主要电气设备均属值班调度员管辖;以做到高度集中统一。在电力系统值班调度员管辖下的任何设备,未经许可,不得改变其运行或备用状态(但对电气工作人员和电气设备安全有威胁时除外)。调度所值班调度员直接对其所管辖系统内的值班人员(发电厂值班长、变电所值班员和下一级的调度所值班员)发布命令。除非该命令可能威胁电气工作人员和电气设备的安全,对电力系统值班调度员的命令必须立即执行。否则,接令人将对不执行或迟延履行命令所造成的不良后果负责。

第二节 供电系统的要求与电能质量指标

在电力系统中,供电部门和用户均应加强设备管理,切实执行国家制定的有关保证电力系统安全,经济、合理运行的规程制度。供电部门应指导协助用户做好各项管理工作,并且努力提高服务质量,更好地为用户服务。作为用户,应该高度重视发电、输电、配电和用户之间存在的非常紧密的相互依赖和制约的关系,从整个电力系统全局着想,从本单位做起,加强用电技术管理,以促进整个电力系统的安全,经济运行。

一、对供电系统的基本要求

(一) 供电可靠性

用户要求供电系统有足够的可靠性,特别是连续供电,用户要求供电系统能在任何时间内都能满足用户用电的需要,即使在供电系统中局部出现故障情况,也不能对某些重要用户的供电有很大的影响,因此,为了满足供电系统的供电可靠,要求电力系统至少具备10%~15%的备用容量。

(二) 供电质量合格

供电质量的优、劣,直接关系到用电设备的安全经济运行和生产的正常运行。如上所述,无论是供电的电压、频率以及不间断地供电,哪一方面达不到标准都会对用户造成不良的后果。因此,要求供电系统应确保对用户供电的电能质量。

(三) 安全、经济、合理性

供电系统要安全、经济、合理地供电,这同时也是供、用电双方要求达到的目标。为了达到这一目标,就需要供电、用电双方共同加强运行管理,做好技术管理工作,同时还



要求用户积极配合,密切协作,提供必要的方便条件。例如负荷、电量的管理、电压、无功的管理工作等。

(四) 电力网的运行调度的灵活性

对于一个庞大的电力系统和电力网,必须做到运行方式灵活,调度管理先进。只有如此,才能确保系统的安全可靠运行,通过灵活的调度,及时检修系统局部故障,保证系统安全、可靠、经济、合理地运行。

二、供电电能质量标准

供电电能质量标准,主要有以下四项:电压;频率;可靠性;正弦波形及三相电压的对称性。

(一) 电压

供电系统应保持额定电压运行,供电系统向用户供电,用户受电端电压变动幅度应不超过以下范围:①35kV及以上供电的用户和对电压质量有特殊要求的用户为额定电压的 $\pm 5\%$;②10kV及以下高压供电用户和低压电力用户为额定电压的 $\pm 7\%$;③低压照明用户受电端电压变动幅度为额定电压的 $5\% \sim 10\%$ 。

供电部门应定期对用户受电端的电压进行调查和测量,发现电压不符合质量标准应及时采取措施,加以改善。

电压变动幅度可按式(1-1)计算

$$\Delta U\% = \frac{U_L - U_N}{U_N} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 $\Delta U\%$ ——电压变动率;

U_L ——用户受电端实测压(输入端);

U_N ——供电额定电压。

额定电压的概念及电压低对用户的危害如下。

1. 额定电压

额定电压又称标称电压,是指电气设备的正常工作电压,是在保证电气设备规定的使用年限,能达到额定出力的长期安全、经济运行的工作电压。

变压器、发电机、电动机等电气设备均有规定的额定电压,而且在额定电压下运行,其经济效果最佳。

电力系统的额定电压,实际上是电气设备所处系统中的位置不同,其额定电压也有不同的规定。例如在系统中运行的电力变压器有升压变压器,有降压变压器,有主变压器也有配电变压器,由于所处在系统中的位置和作用的不同,额定电压的规定也不同。

(1) 电力变压器一次侧的额定电压,直接与发电机相连接时(即升压变压器),其额定电压与发电机额定电压相同,即高于同级线路额定电压的 5% 。如果变压器直接与线路连接则一次侧额定电压与同级线路的额定电压相同。

(2) 变压器二次侧的额定电压是指二次侧开路时的电压,即空载电压,如果变压器二次侧供电线路较长(即主变压器),则变压器的二次侧额定电压比线路额定电压高 10% 。而二次侧线路不长时(配电变压器),变压器额定电压只需高于同级线路额定电压的 5% 。

供电局对用户的供电电压,应从供、用电安全、经济出发,根据电网规划、用电性



质、用电容量,供电方式及当地供电条件等因素,进行技术、经济比较后与用户协商确定。

用户的用电设备容量在 250kW 或变压器容量 160kVA 及以下者,应以低压方式供电,特殊情况也可以高压方式供电。

在电力网中,额定电压的选定是一项很重要的技术管理工作,对不同容量的用户及不同规模的变电、配电所要求选择不同的额定电压供电,额定电压的确定与供电方式、供电负荷、供电距离等因素有关,额定电压的选择可参考表 1-2 的数字。

表 1-2 供电电压与输送容量的关系

额定电压 (kV)	线路种类	极限容量 (kW)	输送距离 (km)
6	架空	2000	3~10
	电缆	2000	8
10	架空	3000	5~15
	电缆	5000	10
35	架空	2000~10000	20~50
110	架空	10000~50000	50~150
220	架空	50000~200000	150~300
500	架空	200000 以上	300 以上

2. 电压低对用户的危害

电力系统的运行,不但需要有功率随时达到供需平衡,而且要求无功功率也要随时平衡,以保证电力网的电压合乎质量。如果无功功率用大于供,就会造成电网的电压下降,这样会使用户的受电电压达不到额定电压,将会造成以下危害。

(1) 造成发电、供电设备的出力下降。

(2) 造成电力系统的稳定性下降,严重时可能导致电压崩溃,使系统解列造成大面积停电。

(3) 造成电力网的线损增大,浪费电能。

(4) 电动机启动困难,甚至启动不起来。

(5) 使电动机转速下降,电流增大,温度升高,严重时烧毁电动机。

(6) 用电设备达不到额定出力。

(7) 电动机由于不能按额定转速工作,使产品产量质量下降,甚至于出现残次品。

(8) 安装失压控制的设备,可能由于电压降低而停电,造成停电的损失。

(9) 日光灯不能启动,白炽灯等照明设备发光效率降低。

(10) 对广播、通信、电视的播放质量有严重的影响。

(二) 频率

1. 供电系统供电频率允许偏差

(1) 电力网容量在 300 万 kW 及以上者,要求绝对值不大于 0.2Hz。

(2) 电力网容量在 300 万 kW 以下者,要求绝对值不大于 0.5Hz。



2. 额定频率（又称周波）及低频率运行对用户的危害

(1) 电力系统是以三相正弦交流电向用户供电，一个国家或地区电气设备的额定频率是统一的。当前世界上通用的频率为 50Hz 和 60Hz 两种，我国和世界上大多数国家的额定频率为 50Hz，美国、加拿大、朝鲜、古巴等国家以及日本中部和西部地区为 60Hz。

额定频率是指电力系统中的电气设备（特别是电感性、电容性设备）能保证长期正常运行的工作频率。

(2) 低频率运行对用户的危害。电力系统必须保证在额定频率状态下运行，由于供、用之间有功功率的不平衡，将会使系统的运行频率与额定频率有较大的偏差，一般当需用有功功率超过供电的有功功率时，则造成频率（周波）下降，而达不到额定频率。

因此，为了保证系统在额定频率状态下运行，就需要采取必要的调荷措施，以保证电力系统能在额定频率下正常运行。如果系统的频率低于额定频率将会对用户和系统的运行造成以下不良后果。

1) 频率降低，将会造成发电厂的汽轮机叶片共振而断裂，严重时造成发电机被迫停机，加剧了供电出力的减少。

2) 造成用户电动机转速下降，电动机不能在额定转速的情况下运转。

3) 当频率严重降低，还会造成电力系统应付事故的能力减弱，当电力网一有波动极易造成电网解列，引起大面积停电。

4) 发电厂出力下降，一般每降低 1Hz，电厂出力降低 3%。

5) 增加了损耗使产品的单耗上升。

6) 使生产的产品质量降低，甚至有些行业的生产会出现残次品。

7) 容易造成某些自动设备不能正常工作。

8) 对通信、广播、电视的质量有严重影响，甚至会造成政治影响。

(三) 可靠性

为了保证对用户供电的连续性，尽量减少对用户的停电，供电系统与用户设备的计划检修应相互配合，尽量做到统一检修。供电部门的检修试验应统一安排，一般 35kV 及以上每年停电不超过 1 次，10kV 每年不超过 3 次。对于重要用户，计划检修一般于 7 天前通知用户。

(四) 正弦波形及三相电压的对称性

对供电质量的要求，目前已经将非正弦和电压的不对称度列入指标之内。由于电力工业的发展，在电力系统中，投入了大量的谐波源，导致电压波形畸变，影响了系统的电压质量和三相电压的对称性。电力系统电压的不对称主要原因是，系统中接入了大功率的单相设备以及系统中出现了不对称性故障。因此，供电部门要对用电负荷进行调查并加强管理，系统三相电压的不对称度一般不应超过额定电压的 5%。

第三节 厂矿供电系统接线方式

一、厂矿常用变、配电所的类型

用电单位常用的供电系统，按其用电性质和客观条件采用不同类型的变配电所（站）



供电。目前可分为以下几种类型。

(一) 室外变电所

这种变电所一般称为变电站，采用露天结构，变压器装于室外。室外变电所的结构特点如下。

(1) 占地面积大，建筑面积小，土建费用节省。

(2) 这种电站适用于电压等级较高，土建需要工程量很大，而且环境条件较少粉尘和污染的开阔地带。

(3) 受环境污染严重，不宜建在沿海地区，化工和水泥行业不宜采用。

(二) 室内变电所

变电所在人口比较密集的地区和环境不太好的地区宜采用室内型变电所，这种变电所的高压设备和变压器装于室内。室内变电所的结构特点如下。

(1) 建设费用高，占地面积小。

(2) 适用于电压不超过 110kV 的地区。

(3) 受环境污染少，减少了清扫的工作量。

(三) 地下变电所

这种变电所建于地下，但是对电压过高的变电所，绝缘距离问题不好处理。地下变电所的结构特点如下。

(1) 适合于人口比较密集的地区。

(2) 节省占地；土建工程量大，设备造价高。

(3) 保密性好，但使用电缆较多，故障的机会多。

(四) 移动式变电所

它是将变压器装于车上，又叫列车变电所，适用于电压不太高，容量不大的场合。移动式变电所的结构特点如下。

(1) 电气设备装于车上，结构紧凑。

(2) 容量不大。

(3) 设备简单，使用灵活。

(五) 箱式变电所

所有高、低压电气设备装于定型的铁箱内。箱式变电所的结构特点如下。

(1) 占地面积小，无需土建工程，建设费用低。

(2) 使用灵活，不需值班，操作方便。

(3) 适合于工地用电或临时建设用电。

(4) 总投资省，操作安全。

二、变、配电所的电源引入方式

(1) 单路电源供电的变电所电源引入方式一般有架空线引入电源和直配电缆的引入电源。对于 10kV 变、配电所有些企业由于场地限制，采用电缆引入电源的单路供电方式。这种供电方式为了保证电力网的安全运行，要求电缆外侧（电源侧）安装跌开式熔断器作为进线的保护装置。



(2) 变、配电所电源的“T”接引入与“Ⅱ”接引入的供电方式。对于配电网中，单路供电的中、小容量的配电所，常采用“T”接方式，即从网络干线中引出分支线向用户变、配电所供电的供电方式，这种供电方式简单易行，多数是架空进线的用户采用这种引入电源的方式。

35kV 及以上的用户变、配电所以及重要的 10kV 用户变、配电所，常常采用以双路电源供电的方式。如果用户变、配电所的母线也作为电力系统中环形供电网运行设备一部分或母线中流过系统中的负荷电流时，用户属于从系统的两个进线口供电。这种电源引入方式称为“Ⅱ”接引入。

35kV 及以上用户变电所采用这种供电方式以便系统运行灵活。但是用户变、配电所是系统中电网的一部分，故其运行方式由供电局调度所实行统一调度。

三、变、配电所的主接线

主接线图是指由变、配电所的一次设备（即通常所称高压与电力网直接连接）的主要电气设备组成的变、配电所主电路接线图。接线图中一般采用单线形式画出母线、断路器、互感器、隔离开关、变压器及其相互间的连接。

（一）对电气主接线的基本要求

厂矿变电所运行值班人员必须熟悉本所的主接线，了解电路中各种电气设备的用途、性能及维护、检查项目和进行操作的步骤等，以便准确进行各种操作和事故处理。

厂矿变电所的主接线应满足以下几点基本要求。

- (1) 满足本单位各类用电负荷对供电可靠性的要求。
- (2) 接线应力求简单，运行方式灵活，倒闸操作方便。
- (3) 高、低压配电装置的布置应紧凑合理，排列尽可能对称，以利于运行值班人员记忆，并便于巡视检查。
- (4) 应保证运行操作和维修人员的人身安全，便于进行运行维护和试验工作。
- (5) 根据厂矿的近期和长远规划，适当地留有增容扩建的发展余地，届时不需对原有运行的设备进行大的改动。
- (6) 在满足以上要求的前提下，做到设备的一次投资和年运行费用最低。

此外，对电气主接线中元件的选择，还应根据具体要求，并结合当地供电部门的具体规定，考虑受电容量的大小、受电地点短路容量的大小、用电负荷的重要程度、对电度量安装方式的要求（如高压侧还是低压侧计量）及运行操作技术（如控制方式、联锁方式）的需要等因素。如需要高压侧计量电度的，则应配置高压侧的电压互感器和电流互感器；受电容量大或用电负荷重要的，或对运行操作要求快速的，则应配置自动开关及相应的电气操作系统装置，受电容量虽小，但受电地点的系统短路容量大的，则应考虑保护设备开断短路电流的能力，如采用断路器等，一般容量小的及不重要的用电设备，可以配置跌开式熔断器控制和保护等。

（二）常用电气主接线的形式

(1) 单母线式主接线，如图 1-2 所示。它的主要特点是单母线不分段接线式，适用于单电源进线的一般性中、小型容量的用户，电压为 6~10kV 级。