



21世纪全国高职高专电子电工类规划教材

供配电技术

GONGPEIDIAN JISHU

孙成普 主 编
张秀凤 邵欣源 杨玉明 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子电工类规划教材

供配电技术

孙成普 主 编

张秀凤 邵欣源 杨玉明 副主编

饶庆和 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是编者在多年教学经验和工程实践经验的基础上编写的。全书共分 8 章,其内容包括供配电技术概论,电力负荷计算,供配电系统短路电流计算,供配电系统的高、低压一次设备的结构原理选择及校验,35 kV/10 kV/0.4 kV 变配电所的电气主接线及低压一次系统供配电的结构原理,供配电系统的继电保护,输电线路及变配电所的防雷接地保护,电气照明等。

本书理论与实践紧密结合,论述清晰准确,深入浅出,通俗易懂,便于自学。编写中尽量贯彻我国现行的标准规范,力求体现现代化供配电技术的新知识。本书注重培养学生的职业技能。为使学生更好地掌握供配电系统方面的技能知识,每章开始都有内容提要,每章结束都附有小结和复习思考题。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院、技师学院电气类各相关专业的专业课教材。亦可作为国家职业技能鉴定中、高级电工培训教材,还能作为电气工程、电气控制、自动化技术应用专业的工程技术人员、大中专院校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

供配电技术/孙成普主编. —北京:北京大学出版社, 2006.9
(21 世纪全国高职高专电工电子类规划教材)
ISBN 7-301-09964-9

I. 供… II. 孙… III. ①供电—高等学校: 技术学校—教材 ②配电系统—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 132744 号

书 名: 供配电技术
著作责任者: 孙成普 主编
责任编辑: 桂 春 方志猛
标准书号: ISBN 7-301-09964-9/TH·0048
出 版 者: 北京大学出版社
地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871
电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962
网 址: <http://www.pup.cn>
电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn
印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司
发 行 者: 北京大学出版社
经 销 者: 新华书店
787 毫米×980 毫米 16 开本 18 印张 380 千字
2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷
定 价: 29.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

编者根据国家高等职业技术教育的要求,结合现代供配电技术教学特点,编写了这本适合于各高等职业院校、职工技师培训、高级技校及相关行业各电气类专业选用的教材。本教材强调理论与实践相结合,建议在讲授此课程时理论联系实际,充分运用现场教学、实践教学、多媒体教学等手段,以求收到最佳的教学效果。建议授课时数为80学时。教材内容可根据各不同专业要求和教学时数取舍,有些内容可安排选讲或布置给学生自学。

本书共分8章,主要内容包括:供配电技术概论;电力负荷计算;短路电流计算;配电系统的高、低压一次设备的结构原理及选择校验,35kV/10kV/0.4kV变配电所的电气主接线及低压一次供电系统类型、结构布置、安装与维护;供配电系统的继电保护,包括输电线路的过电流保护、电流速断保护、零序过电流保护;电力变压器的过电流保护、电流速断保护、零序过电流保护、瓦斯保护、差动保护及高压电动机的过电流保护、电流速断保护、过负荷保护;输电线路及变配电所的防雷接地保护、电气照明等内容。

本书是在总结多年来讲授这门课程教学经验的基础上,结合编者长期的工程实践经验编写的。编写前调研了部分大中型企业的电气工程技术人员,听取了他们根据多年现场实践经验提出的意见和建议。本书编写中充分考虑现代供配电系统科学技术的发展和应用,深入浅出地讲述了供配电系统各个环节。编写时十分注重内容的精选,尽量删除传统过时的内容,增加先进技术的内容,力求与现代供配电技术相结合,突出实用技术和实际应用问题,对常用的高低电压电气设备着重叙述基本结构原理和使用方法。图文并茂,培养学生动手能力,使读者与生产实际相联系,缩短理论与实际的差距。

本书第1、2、3章由沈阳职业技术学院孙成普编写,第5、7章由抚顺建筑工业学校张秀凤编写,第4、8章由沈阳职业技术学院邵欣源编写,第6章由沈阳职业技术学院杨玉明编写。本书由沈阳职业技术学院副教授、高级工程师孙成普主编并对全书进行统稿,抚顺建筑工业学校张秀凤,沈阳职业技术学院邵欣源、杨玉明为副主编,全书由重庆工业职业技术学院、国家机械教育发展中心高职高专电气类教育教学改革方案评审组专家、副教授饶庆和主审。

本书在编写过程中得到了辽宁电力有限公司高级电气工程师王绍绵,辽宁电力职工大学副教授程淑敏,辽宁正茂消防电子有限公司总工程师郭景宏,抚顺电业局高级电气工程师潘革等同志的大力支持,谨在此表示诚挚的谢意。由于编者水平有限,书中错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年6月

目 录

第 1 章 供配电概论	1
1.1 供配电系统的基本要求	1
1.1.1 供电安全性	1
1.1.2 供电可靠性	1
1.1.3 保证供电质量	2
1.1.4 系统运行的经济性	2
1.2 供配电系统的电源	2
1.2.1 发电厂和电力系统简介	2
1.2.2 电力系统运行的主要特点	5
1.2.3 电力系统运行基本要求	5
1.3 电力系统的电压和频率	6
1.3.1 电力系统的额定电压	6
1.3.2 电力系统的频率	8
1.4 电力系统中性点接地方式	8
1.4.1 中性点不接地系统	9
1.4.2 中性点经消弧线圈接地系统	11
1.4.3 中性点直接接地系统	13
1.4.4 低压配电系统保护接地的形式	13
1.4.5 中性点接地方式的选择	14
1.5 本章小结	15
1.6 复习思考题	15
第 2 章 电力负荷计算	17
2.1 电力负荷及负荷曲线	17
2.1.1 电力负荷的有关概念	17
2.1.2 负荷曲线	17
2.1.3 利用负荷曲线确定计算系数	19
2.2 用电设备及设备工作制	20
2.2.1 用电设备的分类	20
2.2.2 用电设备容量的确定	20

2.3	用电设备组计算负荷的确定	21
2.3.1	计算负荷 P_{30} 的意义	21
2.3.2	需要系数法确定计算负荷	21
2.3.3	二项式系数法确定计算负荷	24
2.4	工厂计算负荷的确定	25
2.4.1	概述	25
2.4.2	按逐级计算法确定工厂计算负荷	25
2.4.3	按需要系数法确定工厂计算负荷	26
2.4.4	按年产量或年产值估算工厂计算负荷	26
2.5	工厂功率因数及无功功率补偿	27
2.5.1	工厂的功率因数	27
2.5.2	功率因数的提高和无功补偿	28
2.5.3	无功补偿后工厂计算负荷的确定	28
2.6	本章小结	30
2.7	复习与思考	30
第3章	供配电系统短路电流计算	31
3.1	短路电流的基本知识	31
3.2	短路电流计算的基本假设	32
3.2.1	短路电流计算假设条件	32
3.2.2	三相短路电流计算中各元件表示方法	33
3.2.3	三相短路电流计算方法	34
3.3	无限大容量电力系统发生三相短路的物理过程	34
3.3.1	最简单系统突然发生三相短路的物理过程	34
3.3.2	分析几个与短路有关的物理量	36
3.4	三相短路电流实用计算法	38
3.4.1	有名值法	38
3.4.2	标幺值法	42
3.4.3	两相短路电流的计算	47
3.5	本章小结	47
3.6	习题与思考题	48
第4章	高低压电气设备及选择	49
4.1	开关电器中的灭弧原理	49
4.1.1	电弧的形成	49
4.1.2	电弧间隙的去游离	50
4.1.3	熄灭电弧的基本方法	51

4.2	常用的高压开关电器	53
4.2.1	高压隔离开关	54
4.2.2	高压负荷开关	55
4.2.3	高压断路器	56
4.2.4	高压熔断器	61
4.3	互感器	62
4.3.1	电流互感器	63
4.3.2	电压互感器	67
4.4	母线、电力电缆、导线及绝缘子	73
4.4.1	母线及其选择	73
4.4.2	电力电缆及其截面选择	78
4.4.3	输电线路结构及截面积的选择	84
4.4.4	绝缘子	94
4.5	变配电所常用的低压电器	95
4.5.1	低压刀开关	95
4.5.2	开启式负荷开关	95
4.5.3	低压断路器	96
4.5.4	低压熔断器	99
4.6	电力变压器	100
4.6.1	电力变压器的作用	100
4.6.2	电力变压器的类型	100
4.6.3	电力变压器的结构原理	101
4.6.4	主变压器台数及容量的选择原则	104
4.6.5	变压器的常见故障分析	106
4.7	高压电气设备的选择及校验	107
4.7.1	电气设备选择的一般条件	108
4.7.2	隔离开关、负荷开关及高压熔断器的选择	110
4.7.3	互感器的选择	111
4.8	本章小结	113
4.9	习题与思考题	114
第5章	供配电系统	115
5.1	35 kV/10 kV 变配电所电气主接线	115
5.1.1	变配电所的电气主接线基本要求	115
5.1.2	单母线接线	116
5.1.3	单母线分段接线方式	116

5.1.4	双母线接线	117
5.1.5	桥式接线	118
5.2	10 kV/0.4 kV 变电所电气主接线	119
5.2.1	10 kV/0.4 kV 变电所的主接线	119
5.2.2	变配电所主接线施工图的绘制	121
5.3	变配电所的结构、类型及位置	123
5.3.1	变配电所所址的选择	123
5.3.2	车间变电所的类型	123
5.3.3	变配电所的总体布置	124
5.3.4	变配电所的结构	127
5.3.5	箱式变电所	130
5.4	低压配电网基本接线方式	131
5.4.1	放射式接线	131
5.4.2	树干式接线	131
5.4.3	变压器—干线式接线	132
5.4.4	环形接线	132
5.4.5	链式接线	133
5.5	低压室内线路的敷设与安装	133
5.5.1	导线及导线敷设的基本知识	133
5.5.2	室内低压线路的敷设与安装	136
5.6	低压配电系统典型示例	137
5.6.1	图面表示的基本情况	137
5.6.2	用电设备概况	138
5.6.3	配电线路	138
5.7	本章小结	139
5.8	复习与思考题	139
第 6 章	供配电系统的继电保护	140
6.1	继电保护的作用及基本要求	140
6.1.1	继电保护的作用	140
6.1.2	继电保护的基本原理	141
6.1.3	对继电保护装置的基本要求	143
6.2	继电器的结构原理及操作电源	146
6.2.1	继电器的作用	146
6.2.2	常用继电器的结构及原理	147
6.2.3	保护装置的接线和操作电源	155

6.3	高压输电线路的继电保护	159
6.3.1	过电流保护的動作原理及組成元件	159
6.3.2	过电流保护装置的整定计算	163
6.3.3	电流速断保护	169
6.4	电力变压器的继电保护	173
6.4.1	变压器可能发生的故障和应装置的保护	173
6.4.2	变压器的过电流保护、电流速断保护和过负荷保护	174
6.4.3	变压器的瓦斯保护	179
6.4.4	变压器的差动保护	182
6.4.5	变压器的接地保护	186
6.5	电动机的保护	187
6.5.1	电动机保护的基本概念	187
6.5.2	电动机的相间保护	188
6.5.3	电动机的单相保护	189
6.5.4	电动机的过负荷保护	190
6.5.5	电动机的低电压保护	191
6.6	本章小结	191
6.7	思考题及习题	191
第7章	电气照明	192
7.1	照明基本知识	192
7.1.1	照明常用的度量单位	192
7.1.2	照明的种类	193
7.2	常用的电光源及适用场所	194
7.2.1	电光源的分类	194
7.2.2	常用电光源及适用场所	195
7.3	照明灯具的布置和安装	198
7.3.1	常用照明灯具的类型和选择	198
7.3.2	照明灯具的布置	201
7.3.3	照明灯具的安装	203
7.4	照度标准及照度计算	204
7.4.1	照度标准	204
7.4.2	照度计算	205
7.5	低压接户线与进户装置	207
7.5.1	照明线路的一般要求	207
7.5.2	照明线路的进户点和进户装置	207

7.6	照明总配电装置	207
7.6.1	照明供配电系统	207
7.6.2	照明线路的基本形式	208
7.6.3	电气照明施工图	209
7.7	照明负荷的计算	213
7.7.1	照明线路的计算负荷	213
7.7.2	照明线路的计算电流	213
7.8	照明导线截面选择与校验	214
7.8.1	按使用环境和敷设方式选择导线的类型	215
7.8.2	按机械强度选择	215
7.8.3	按允许截流量选择	216
7.8.4	按电压损耗校验截面	216
7.8.5	中性线和保护线截面的选择	217
7.9	本章小结	217
7.10	复习与思考题	218
第8章	供配电系统的防雷保护	219
8.1	大气过电压及防护装置	219
8.1.1	雷云对地放电的发展过程	219
8.1.2	雷电流参数	222
8.1.3	大气过电压的形式	224
8.2	输电线路的防雷保护	227
8.2.1	输电线路防雷保护措施	227
8.2.2	避雷线在防雷保护中的作用	230
8.2.3	各级输电线路的防雷措施	230
8.3	变电所的防雷保护	232
8.3.1	概述	232
8.3.2	变电所的直击雷保护	233
8.3.3	变电所的防雷保护接线	234
8.4	防雷保护设备	237
8.4.1	避雷针(线)作用原理	237
8.4.2	避雷针(线)的保护范围	238
8.4.3	避雷器	242
8.5	供配电系统的接地问题	247
8.5.1	接地的基本知识	247
8.5.2	防雷接地的计算	250

8.6 本章小结	253
8.7 习题与思考题	253
附录	255
参考文献	274

第 1 章 供配电概论

内容提要

本章主要概述供配电系统的基本知识，简介电力系统的发电厂、变电所、电力网及供配电系统的基本概况，发电—输电—变电—配电—用电的整体关系。重点论述电力系统的中性点运行方式，供配电系统电压等级和频率标准等问题。

1.1 供配电系统的基本要求

电力广泛应用于国民经济建设的各个方面，它已成为现代工农业生产不可缺少的动力源泉，是改进和提高生产率的技术基础，也是不断提高人民的物质文化生活和生产关系的重要条件。电能由发电厂利用各种天然资源，如：煤炭、石油、天然气的化学能及河流的水能等生产出来的。然后通过输电线路、变电设备送到电能用户使用。

电能具有很多优点：它可用不同的电压，通过输电线路迅速且损失很小地将电能输送到用户需要的地方，再用配电网很方便的分配到各用电部门。电能很容易转变为其他能量，如机械能、光能、热能、化学能等。它还用来实现特种工艺生产过程，如电解，电焊，电热、冶炼以及使生产过程实现机械化及其自动化，等等。

由此可见，搞好供配电工作对于生产的正常进行和人民生活的安定具有十分重要的意义。对于供配电系统来说，首先应该保证供配电的可靠与安全，并做到在技术和经济方面合理地满足生产和生活的需要。一般对供配电系统有以下基本要求。

1.1.1 供电安全性

在电能的供应、分配和使用中，不应发生人身伤亡事故和设备事故。

1.1.2 供电可靠性

供电系统对用户持续供电的能力称为供电可靠性。它以对用户停电的时间及次数来衡量，常用供电可靠率 K_{rel} 表示，即实际供电时间与统计期全部时间的比值的百分数表示：

$$K_{\text{rel}} = \frac{T_w}{T_t} \times 100\%$$

$$T_w = T_t - T_s \quad T_s = \sum_{i=1}^n t_i$$

式中： T_w ——统计期实际供电时间之和 (h)；

T_t ——统计期全部时间 (h)；

T_s ——统计期内停电时间之和；

t_i ——统计期内每次停电时间。

1.1.3 保证供电质量

在满足供电安全可靠的前提下，还应满足电能用户对电压质量和频率等方面的要求。良好的电能质量表现在电压和频率上，一般规定电压偏移不得超过额定值的 $\pm 5\%$ ，频率偏差不得超过 $\pm (0.2 \sim 0.5)$ Hz。

1.1.4 系统运行的经济性

在满足以上要求的前提下，应力求供配电系统设计简单、投资少，运行费用低，厉行节约是系统运行遵循的原则，要降低电能在输配电过程中的损失，降低有色金属的消耗量，等等。

1.2 供配电系统的电源

1.2.1 发电厂和电力系统简介

为了充分利用自然界蕴藏的各种资源，发电厂往往建在动力资源丰富的地方，距离电能用户很远。为使供电可靠、经济、合理，一般发电厂都将低电压升为高电压后，直接或间接地经枢纽变电所将高电压逐级降为低电压，然后再分配给工矿企业或民用住宅区的降压变电所。采用这种高压深入负荷中心的供电方式，对减少网络电能损耗，保证供应高质量的电能具有十分重要的意义。

1. 发电厂

将自然界中蕴藏的各种一次能源，如：煤炭、石油、水力、风力、太阳能、原子能等能源转化为电能的工厂，称为发电厂。它按利用能源的不同，又可分为火力发电厂、热电厂、水电厂、原子能发电厂等。目前，我国以火力和水力发电为主。

(1) 火力发电厂。利用煤炭、石油或天然气等燃料发电的工厂，叫做火力发电厂又称火电站。在火力发电厂中，一般是利用燃料将锅炉内的水烧成高温高压蒸汽，用蒸汽冲动汽轮机转动，并使与之联轴的发电机旋转发电。我国的火电厂以燃煤发电为主。其能量转化过程为：(燃料) 化学能 \rightarrow (锅炉) 热能 \rightarrow (汽轮机) 机械能 \rightarrow (发电机) 电能。

(2) 热电厂。热电厂的生产过程与火力发电厂的生产过程基本相同，除生产供给外界用户电能外，还供给热能。如向附近的工厂或住宅供应生产用汽或采暖用热水，在这种电厂中装有供热式机组。

火电厂与热电厂的区别就是火电厂采用凝汽式机组，热电厂采用供热式机组。

(3) 水力发电厂。利用水流的势能来生产电能的工厂，称水电厂或水电站。当控制水流的闸门打开时，水流流进水管进入水轮机蜗壳室，冲动水轮机叶片，并带动发电机发电。其能量转化过程为水流势能 \rightarrow (水轮机) 机械能 \rightarrow (发电机) 电能。发电容量与水电站所在地点上下游的水位差和流过水轮机的水流量的乘积成正比。

(4) 原子能发电厂。利用原子核的裂变能来生产电能的工厂称原子能发电厂或核电站。其原理与火力发电类似。其能量转化为：核裂变能 \rightarrow (核反应堆) 热能 \rightarrow (汽轮机) 机械能 \rightarrow (发电机) 电能。

2. 电力系统

发电厂规模大，发电效率高，运行可靠，电压和频率稳定，是我国电力工业的基础。由于它生产的电能不能被附近的用户完全用掉，因此，需要把大量的电能送到离发电厂较远的地方去，这就是输电的任务。

现代的输电和配电主要采用交流三相制，如图 1-1 所示，这主要是由发电机和变压器所决定的，从输配电线路结构的本身来看，三相比单相复杂一些，但由于发电机和绝大多数电动机都是制成三相的，所以与之配合的电力网也应是三相的，并应采用很高的电压输电。例如：110 kV、220 kV、330 kV、500 kV 等。因此，首先要用升压变压器将电压升高，而用电设备使用的电压较低（绝大多数使用 220V/380V 的电压），所以需要将输送来的高电压再降低。这个任务由降压变压器来完成。

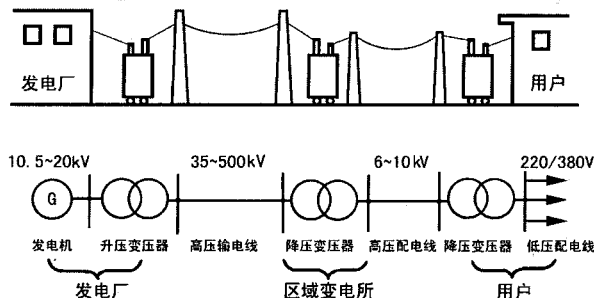


图 1-1 发电厂到电能用户送变电过程示意图

生产实际中并不能把输送来的 110 kV 以上高电压直接降低到 220 V/380 V 的低电压, 因为这种电压的电网供电半径不超过几百米, 为满足广大面积上电能用户的需要, 就必须大量密集地建设这种降压变电所, 而这种做法是十分不现实的。因此只能采用逐级降压的办法, 用电压一级比一级低的电力网把电能层层分配下去, 完成电能分配的任务, 如图 1-2 所示。

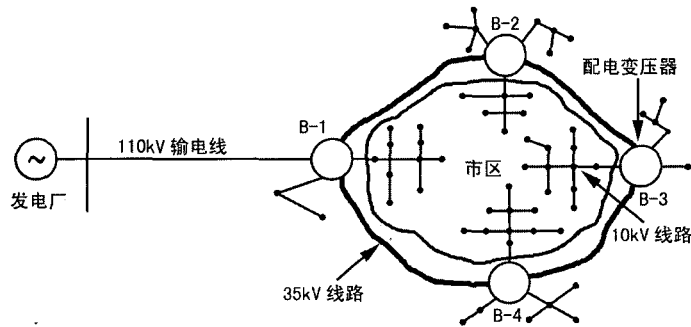


图 1-2 城区供配电系统电能输送和分配示意图

(1) 动力系统。随着电能应用的普遍化, 一般将不同类型的发电厂并联在公共电网上运行。动力系统是指发电厂、输电线路、变电所、电能用户及热力网和热能用户, 所联结成的一个电能与热能的整体。它们构成电能和热能生产与消费的全过程, 如图 1-3 所示。

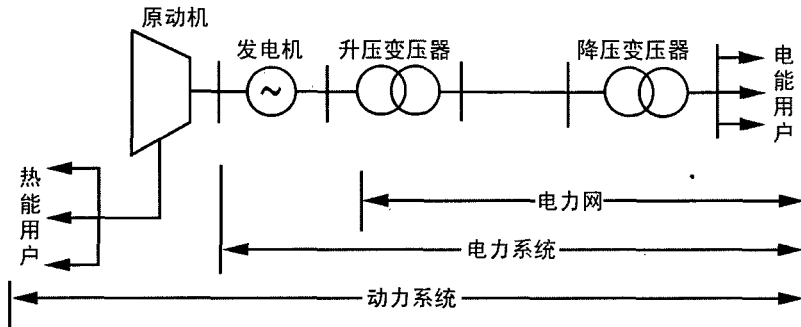


图 1-3 动力系统、电力系统、电力网三者的关系示意图

(2) 电力系统。动力系统中的一部分, 即由发电机、变电所、输电线路和电能用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体, 称为电力系统。电力系统与动力系统的区别就在于电力系统不包括火电厂的热力部分和水电厂的水力机械部分。

(3) 电力网。电力系统的一部分, 即电力系统中各种不同电压等级的变电所及电力线路联结所组成的部分, 即输电、变电、配电和用电的整体, 称为电力网, 简称电网。习惯上, 电网或系统是按电压等级来划分的, 例如说 10 kV 电网或 10 kV 系统, 通常是指 10 kV

的整个电力线路。

供配电系统的概念与电力系统有所区别，供配电系统是指工矿企业或大型民用住宅区等用户所需的电力电源。一般电能用户的电源进线电压为6~10 kV，低压用电设备使用的电压为220V/380V。

1.2.2 电力系统运行的主要特点

1. 电能不能储藏

电能的生产、输送、分配和使用是在同一时刻完成的，因此，电能无法储藏。电能的生产与消耗每时每刻都保持相等，电力系统的功率是准确的，每时每刻是平衡的。正是由于这一特点，电力系统各元件都密切地相互联系，相互影响。任何一个元件的损坏都可能导致不同程度的供电中断。

2. 电力系统的暂态过程异常迅速

电力系统的各部分是通过电或磁联系起来的。上述由于短路、过电压、切断而引起的变化速度是非常快的。其过程在千分之一秒（波过程）或百分之几秒（电磁过程）内完成。由于这个特点，要求电力系统内装设各种自动装置。

3. 生产高度的统一

电力系统是一个有机的整体。运行的可靠性和经济性都必须从整体考虑，局部要服从整体。因此在系统运行时就需要一个机构来统一指挥供电工作，编制检修计划，经济合理地分配负荷，这个机构一般称为调度所。

它的任务是：在系统正常工作的情况下，规定系统的负荷，并检查完成情况，主持调频调压，进行计划检修前后的转接等；在系统发生故障时，负责消除故障，及时发出适当的命令。

1.2.3 电力系统运行基本要求

不同的电能用户对供电可靠性有不同的要求，一般把电能用户按照用电设备或用电单位对供电可靠性要求不同以及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响程度不同分为三级。

(1) 一级负荷。即重要负荷，对供电可靠性要求最高，如果中断供电将造成人身伤亡，重大设备的损坏、产品报废，或在政治、经济上将造成极坏的影响，后果将十分严重，因此对此类用户负荷的供电，应使用两个独立电源供电。

(2) 二级负荷。这一类用户也属于重要负荷，但对它的中断供电，仅造成大量减产，

不会危害人身和设备的安全等，主要用电设备不会损坏，不会在经济上造成较大损失。与一级负荷相比，中断供电对它造成的影响没那么严重，所以是否要有备用电源，要视实际情况而定。当条件允许且投资不高时，宜采用双回路电源供电。

(3) 三级负荷。即不重要的负荷，它属于一般的电力负荷，中断供电将会造成不便，但不会造成损失或损失不明显，因而对供电没有特殊的要求。

1.3 电力系统的电压和频率

1.3.1 电力系统的额定电压

由电工学可知，三相交流电的电压 U 、电流 I 、功率 P 的关系是：

$$P = \sqrt{3}UI \cos \phi$$

从而得：

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \phi} \quad (1-1)$$

式 1-1 表明，当输送功率一定时，线路电压越高，线路电流就越小，电流小不仅可以使截面较小的导线，而且能降低线路的功率损耗，但并不是线路电压越高就越经济，因为电压越高线路的绝缘要求就越强，用于绝缘方面的投资就越大。

综合考虑导线的能耗和投资两方面的因素，对应一定的输电条件，必有一个较合适的电压。因此，国家对电力系统的电压规定了一系列的标准电压等级。电力系统的额定电压包括各种发电、供电、用电设备的额定电压。额定电压是能使电气设备长期运行在经济技术效果最佳的电压，它是国家根据国民经济发展的需要、电力工业的水平和发展趋势，经全面技术经济分析后确定的。国家标准《GB 156-93》规定的电气设备和系统额定电压等级，如表 1-1 所示。

表 1-1 我国交流电网和电力设备的额定电压 (kV)

分 类	电网和用电设备的额定电压	发电机额定电压	电力变压器额定电压	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	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
	—	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	—
	35	—	35	38.5