

全国电力工人岗位技能培训教材

# 变电运行岗位 技能培训教材 ——35kV 变 电站分册

焦 生 主编

西安交通大学出版社



供  
电  
类

TM 63  
68

全国电力工人技术教育委员会教材编审委员会  
编委主任 李元魁 副主任 焦生 委员 李元魁 焦生 李元魁 焦生

# 全国电力工人岗位技能培训教材

## 内容简介

全国电力工人技术教育委员会教材编审委员会

# 变电运行岗位技能培训教材

## ——35kV 变电站分册

主任 曹明强

副主任 冯 颖

编委 魏朝晖

焦 生 主编

隋雪梅

李殿魁

李元魁

李元魁

罗碧明

李元魁

王 颖

隋雪梅

刘信元

焦 生

号 007 字 壹 陆 ( 页 )

陕西省电力工人技术教育委员会教材编审组

组 长 魏朝晖

副组长 阮瑞亭

组 员 焦 生 徐宏谱 徐洪

李建群

西安交通大学出版社

西安交通大学出版社

西安交通大学出版社

西安交通大学出版社

西安交通大学出版社



全国电力工人岗位技能培训教材

## 内 容 简 介

本教材是由全国电力工人技术教育委员会委托陕西供电协作组组织有多年运行工作经验的技术人员编写的,并经全国电力工人技术教育委员会聘请的供电系统专家统审定稿的全国电力工人技能培训试编教材。本教材选材依据 1991 年部颁《电力工人技术等级标准》和现行规范、规程,着重介绍变电站的一、二次设备及其布置、接线与运行,电气设备的倒闸操作,电气设备的巡视检查,电气设备和电网的异常、事故分析及处理,变电站的安全运行与修试、验收,变电站行之有效的运行管理制度和方法,同时对某些新设备、新规程和班站管理知识也予以简要介绍。本教材密切联系生产实际,突出生产技能培训,重点章节有案例分析,有异常、事故分析处理表,内容丰富、直观生动,便于自学。

本教材可作电力企业变电运行岗位职工和其它企业变电运行人员的培训教材,亦可作为电力中专、技校相关专业的技能教学参考书。

主 编

(陕)新登字 007 号

全国电力工人岗位技能培训教材  
变电运行岗位技能培训教材  
——35kV 变电站分册

焦 生 主 编

\*

西安交通大学出版社出版发行  
(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码 710049)

西安向阳印刷厂印装

各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 509 千字  
1995 年 7 月第 1 版 - 1995 年 7 月第 1 次印刷  
印数: 1—5,600

ISBN7-5605-0729-8/TM·36 定价:12.50 元

## 总 序

### 全国电力工人技术教育委员会教材编审委员会

主 任 金明轩

副主任 刘治国 郝振邦

编 委 门丕勋 叶致平 余名德 曾昭强

鲍承新 喻希麟 潘劲松

### 全国电力工人技术教育供电委员会教材编审委员会

主 任 曾昭强

副主任 邓 颖

编 委 魏朝钰 刘会友 周健真 陆雪梅

李殿鹏 李智芬 秦德明 罗碧明

李元魁 王震邦 陆继刚 刘信元

焦 生

### 全国电力工人技术教育供电委员会教材编审委员会

### 陕西省电力工人技术教育供电协作组教材编审组

组 长 魏朝钰

副组长 阮瑞亭 赵禧章

组 员 焦 生 徐宏德 徐淑英 严宽宝

李建华 张晓泉 李友好

# 总序

由全国电力工人技术教育供电委员会组织编写的全国电力工人岗位技能培训试编样本教材——《变电运行岗位技能培训教材》，在中电联教育培训中心的指导下，经过三年的探讨，反复修编，现在和读者见面了。这套教材集中了全国供电系统许多专家、学者的智慧，汲取了全国电力系统工人培训教材建设的成果、经验和教训，在体裁、结构、内容上均有较大的革新和突破。本教材按原能源部1991年颁布的电力工人技术等级标准和变电运行岗位规范的要求，打破传统教材体系，紧密结合生产，理论联系实际，坚持按需施教，按岗位、设备组编教材；以现行的规程、规范内容为主线，突出生产技能，使专业理论知识为生产服务，具有很强的针对性、实用性和一定的先进性。本教材的主要内容包括：变电一、二次设备及运行，变电站运行方式变换的操作，变电运行的异常、事故的分析及处理，变电运行管理等。此外，本教材还选编有较多的运行操作实例、事故案例、典型经验和有关变电运行、修试及验收的常用数据及简明计算方法。教材适用于各个变电站（所）、供电部门的岗位技能培训，也可作为厂矿企业值班电工和农村电工的培训教材，还可作为电力技校、中专和大专学生的技能教学参考用书。

这套教材按电压等级：35kV 变电站、110kV（含66kV）变电站、220kV 变电站、500kV（含330kV）变电站分册出版。

岗位技能培训教材的编写尚在摸索试点，限于我们的水平，作为试编教材的不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

全国电力工人技术教育供电委员会教材编审委员会

1994年9月

## 第5章 高压断路器及运行

5.1 高压断路器的基本知识..... (95)

5.2 常用的高压断路器..... (99)

5.3 断路器的操作机构..... (102)

5.4 高压断路器的运行..... (104)

## 第6章 高压隔离开关、高压熔断器、高压负荷开关及运行

6.1 高压隔离开关..... (111)

6.2 高压熔断器..... (115)

6.3 高压负荷开关..... (122)

## 第7章 电力电容器、电抗器及运行

7.1 电力电容器..... (124)

7.2 电抗器..... (131)

## 第8章 母线、引线设备及运行

8.1 导体..... (131)

8.2 绝缘瓷件及金具..... (136)

# 序 总

35kV 变电站分册,是由陕西供电协作组和主编单位渭南供电局具体组织编写,先后经陕西电力系统供电专家多次审核,全国供电专家最后编审修改而定稿的。

参加统审的专家一致认为:本分册概括了变电站运行岗位的基本技能和相关知识,贯彻原能源部 1991 年部颁电力工人技术等级标准、变电运行岗位规范和现行规程,理论联系实际,紧密结合生产,满足岗位需要,突出技能培训,有很强的针对性和实用性。

本分册共分 18 章,由渭南供电局高级工程师焦生主编,川南电力调度分局教授级高级工程师姚仲华主审。参加编写的有焦生、白展、王永翔、徐淑英、吴青云、杨光伟、李应明、贾荣寿、王浩飞、淡步厚、陈铁康等。本分册在编写过程中,汲取了全国电力系统工人培训教材建设的成果、经验和教训,收集和总结了来自基层行之有效的运行经验和管理方法,得到了中国电力企业联合会教育培训中心和电力部供电系统的有关领导,西北电力管理局以及西北、西南供电协作组,渭南、重庆、西安、川南等供电(电业、调度)局的大力支持,在此致以衷心的感谢。

编 者

1994 年 9 月

全国电力行业职业技能鉴定委员会职业技能鉴定教材委员会

1994 年 9 月



# 目 录

总 序	
第 1 章 电力系统的组成及调度	
1.1 电力系统的组成	(1)
1.2 电力系统的额定电压	(3)
1.3 电力系统的调度管理	(4)
1.4 电力系统的通讯	(10)
第 2 章 变电站的主接线及布置	
2.1 主接线及运行方式	(13)
2.2 站用电接线及运行方式	(17)
2.3 变电站的布置	(21)
第 3 章 电气设备的倒闸操作	
3.1 倒闸操作的方法和原则	(38)
3.2 倒闸操作的步骤和注意事项	(42)
3.3 操作票的填写方法和考核标准	(44)
3.4 防误闭锁装置及操作	(46)
第 4 章 变压器、互感器、消弧线圈及运行	
1 变压器	(59)
2 互感器	(79)
3 消弧线圈	(89)
第 5 章 高压断路器及运行	
5.1 高压断路器的基本知识	(95)
5.2 常用的高压断路器	(97)
5.3 断路器的操作机构	(102)
5.4 高压断路器的运行	(104)
第 6 章 高压隔离开关、高压熔断器、高压负荷开关及运行	
6.1 高压隔离开关	(114)
6.2 高压熔断器	(118)
6.3 高压负荷开关	(122)
第 7 章 电力电容器、电抗器及运行	
7.1 电力电容器	(124)
7.2 电抗器	(131)
第 8 章 母线、引线设备及运行	
8.1 导体	(133)
8.2 绝缘瓷件及金具	(136)



8.3	母线、引线设备的运行	(142)
<b>第9章</b>	<b>过电压保护装置及运行</b>	
9.1	外部过电压及防雷设备	(147)
9.2	内部过电压及限制措施	(153)
9.3	接地与接地装置	(155)
9.4	过电压保护装置的运行	(160)
<b>第10章</b>	<b>操作电源及运行</b>	
10.1	交流操作电源	(163)
10.2	整流操作电源	(163)
10.3	蓄电池组操作电源	(168)
10.4	直流监察装置	(179)
10.5	直流供电网络	(182)
<b>第11章</b>	<b>二次回路概述</b>	
11.1	二次回路的定义与分类	(185)
11.2	二次回路接线图	(185)
11.3	二次回路的故障及检查方法	(194)
11.4	交流二次回路	(196)
<b>第12章</b>	<b>电气测量仪表及使用</b>	
12.1	电气测量仪表的标志与型号	(200)
12.2	指示式仪表	(200)
12.3	携带式仪表	(209)
<b>第13章</b>	<b>中央信号装置</b>	
13.1	概述	(213)
13.2	事故信号装置	(215)
13.3	预告信号装置	(217)
13.4	闪光装置	(220)
<b>第14章</b>	<b>断路器的控制回路及运行</b>	
14.1	控制回路概述	(222)
14.2	灯光监视的断路器控制回路及运行	(224)
14.3	音响监视的断路器控制回路及运行	(227)
14.4	控制回路故障的分析及处理	(231)
<b>第15章</b>	<b>继电保护、自动装置及运行</b>	
15.1	继电保护装置的基本知识	(234)
15.2	保护装置的配置	(235)
15.3	常用继电器	(236)
15.4	变压器保护	(241)
15.5	线路保护	(249)
15.6	备用电源自动投入装置	(255)
15.7	输电线路的自动重合闸装置	(258)



15.8	自动按频率减负荷装置	(261)
15.9	继电保护及自动装置的运行	(262)
<b>第16章 电气的修试和验收</b>		
16.1	一次设备的检修	(264)
16.2	一次设备的试验	(269)
16.3	一次设备的验收	(285)
16.4	二次设备的检验	(288)
<b>第17章 事故处理</b>		
17.1	事故处理的基本知识	(291)
17.2	频率降低事故的处理	(292)
17.3	电压降低及失压事故的处理	(292)
17.4	配电网铁磁谐振故障的处理	(293)
17.5	单相接地故障的处理	(294)
17.6	线路断路器分闸事故的处理	(295)
17.7	主变压器断路器分闸事故的处理	(296)
<b>第18章 变电站的运行管理</b>		
18.1	运行管理	(298)
18.2	设备管理	(306)
18.3	技术管理	(310)
18.4	安全管理	(314)
18.5	培训管理	(324)
18.6	技术经济指标	(326)

### 1.1.2 变电站

变电站是电力系统中接受和分配电能并变换电压的场所。通过变压器可将不同电压等级的电力网联系起来。

变电站的主要设备有断路器、隔离开关、互感器、电力电容器、避雷器、消弧线圈和二次电气设备等。变电站按电压等级分为高压变电站和低压变电站。

根据变电站的用途，可分为升压变电站和降压变电站。升压变电站设置在发电厂附近，经升压变压器将发电机电压升高，通过输电线路把电能输送到远方。降压变电站设置在用电中心附近，通过降压变压器将输电线路输送来的电压降低成较低的电压，以便电能的分配与使用。

根据降压变电站在电力系统中的位置，可分为地区变电站和降压变电站。地区变电站一般可分为区域变电站和地方变电站。

35kV 变电站是由地区电网供电的变电站，为地方供电。个别大型工业企业及农村供电。地方变电站高压侧电压一般为 110kV，低压侧电压为 6~10kV。

### 1.1.3 电力线路

电力线路是输送分配电能的重要途径。按电压等级可分为架空线路和电缆线路。

# 第 1 章 电力系统的组成及调度

## 1.1 电力系统的组成

为了提高运行的安全可靠性和系统的经济性和确保供电质量,目前广泛地将许多发、送、变、配电设备连接起来并列运行。这些由发电厂电气部分、变电站、输电线路和用电设备所组成的统一体,称为电力系统。电力系统与各类电厂中的能源动力装置(热力部分、水力部分、核反应堆等)和供热设备所组成的统一体,称为动力系统。电力系统中的各级电压的变电站和输电线路组成的统一体,称为电力网。

### 1.1.1 发电厂

发电厂是将其他形式的能源(化学能、水能、核能等)转换成电能的工厂。根据能源取得形式的不同,电厂可分为火力、水力、核能、风力、地热、潮汐等发电厂。根据电厂容量的大小及其供电范围,发电厂又可分为区域性、地方性及自备等发电厂。

目前,我国 35kV 电压级电力系统中的发电厂,主要是地方性的中小型火力发电厂、水力发电厂及自备发电厂。中小型火力发电厂一般是以煤为燃料的凝汽式发电厂。由于凝汽式发电厂的效率只有 30%~40%,因此在工业中心的城市可建造中小型热电厂。它除发电外还向用户供热,其效率可达 60%~70%。中小型水力发电厂是利用水的重力势能和动能进行发电的电厂,其型式多为引水式、混合式和抽水蓄能式。自备电厂建在重要的大厂矿企业,作为自备电源(一般为小型汽轮机或内燃机发电厂)。这种发电厂的生产虽不经济,但对重要的大厂矿企业和电力系统起到了后备保安作用。

### 1.1.2 变电站

变电站是电力系统中接受和分配电能并能变换电压的场所。通过变压器可将不同电压等级的电力网联系起来。

变电站由一次电气设备的电力变压器、断路器、隔离开关、互感器、电力电容器、避雷器、消弧线圈和二次电气设备的保护、控制、信号、测量及直流设备等组成。

根据变电站的用途,变电站可分为升压变电站和降压变电站。升压变电站建设在发电厂附近,经升压变压器将发电机电压升高后通过高压输电线路把电能输送到远方;降压变电站建设在用电中心附近,通过降压变压器将供电网络中较高的电压改变成较低的电压,以便电能的分配与使用。

根据降压变电站在电力系统中的地位、供电范围和高低压侧电压等级,降压变电站一般可分为区域变电站和地方变电站两类。

35kV 变电站是由地区电网供电的地方变电站,它主要给城镇、个别大型工业企业及农村供电。地方变电站高压侧电压一般为 35kV 及以上,低压侧电压为 6~10kV。

### 1.1.3 电力线路

电力线路是输送分配电能的通道。电力线路按架设方式分为架空线路和电缆线路。架空

线路由于比电缆线路造价低,施工期短,维护检修方便,因此得到了广泛的应用。架空线路由导线、避雷线、杆塔、基础、绝缘子、金具和接地装置等组成。电缆线路由电力电缆及其敷设方式所需的土建设施等组成。

电力线路按用途分为输电线路和配电线路。在电力系统中,起输送和交换功率骨干作用的电力线路称为输电线路;向用电单位或城乡供电的电力线路称为配电线路。输配电线路的最高额定电压,随电力工业的发展在不断提高。它与输送容量、传输距离的关系见表 1-1。

表 1-1 各级电压架空线路的输送容量、距离与适用范围

额定电压(kV)	输送容量(MW)	输送距离(km)	适用范围
0.38	<0.1	<0.6	低压动力与三相照明
3	0.1~1.0	1~3	高压电动机
6	0.1~1.2	4~15	发电机、高压电动机
10	0.2~2.0	6~20	配电线路、高压电机
35	2~10	20~50	县级输电网、用户配电网
110	10~50	50~150	地区输电网、用户配电网
220	100~500	100~300	省、区级输电网
330	200~1 000	200~600	省、区级输电网及联合系统输电网
500	1 000~1 500	150~850	省、区级输电网及联合系统输电网
750	2 000~2 500	>500	联合系统输电网

#### 1.1.4 电力用户和电力负荷

使用电能的单位称为电力用户。联接在电力系统中的一切用电设备所消耗的功率,称为电力负荷。根据供电可靠性的要求,可将电力负荷分为以下三级:

一级负荷:停止供电时,将造成人身伤亡、设备损坏,出现大量废品,引起生产混乱,使重要交通枢纽、干线受阻,重要城市水源、通讯、广播中断,因而造成巨大经济损失和重大政治影响者。

二级负荷:停止供电时,会引起严重减产、停工,局部地区交通阻塞停顿;大部分城市居民的正常生活被打乱者。

三级负荷:不在一、二级负荷范围内的电力负荷。这类负荷短时停电造成的损失不大。

在电力负荷中,由电能转换成其它能(如机械能、光能、热能),并在用电设备中真实消耗掉的功率即有功功率,称为有功负荷(常用单位千瓦,符号为 kW);电动机为了带动机械运转,在静子中建立磁场所需的功率,即无功功率,亦称无功负荷(常用单位千乏,符号为 kvar),同样,变压器建立电压也需要无功功率。无功和有功负荷同样重要,只是无功负荷不作功,只完成电磁能量的相互转换,从这个意义出发称为无功负荷。

为了满足有功负荷和无功负荷的需要,发电机既发有功功率,又发无功功率,发电机发出的全部功率称为视在功率(常用单位千伏安,符号为 kVA)。有功功率与视在功率的比值称为功率因数。发电机的额定功率因数一般在 0.8~0.9 之间;电动机在额定负荷下的功率因数为 0.8 左右;电灯和电阻炉等,由于不消耗无功功率,功率因数等于 1。

电力负荷是随时间不断变化的。一般情况下,一天中傍晚时刻有功负荷最大,称为高峰负荷。深夜负荷最小称为低谷负荷。农业排灌用电比重大的农电系统,最大负荷出现在夏季



和秋季。

## 1.2 电力系统的额定电压

使各种电气设备正常工作的电压称为额定电压。各种电气设备在额定电压下运行时,其技术性能和经济效果最好。国家根据国民经济发展的需要,为了使电气设备生产实现标准化和系列化,我国规定了电气设备的统一额定电压等级,如表 1-2 所示。

表 1-2 三相交流电力网和电气设备的额定电压(kV)

电力网和用电设备的额定电压	交流发电机的额定电压	电力变压器的额定电压	
		一次线圈	二次线圈
0.22	0.23	0.22	0.23
0.38	0.40	0.38	0.40
3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.30
6	6.30	6 及 6.30	6.30 及 6.60
10	10.50	10 及 10.50	10.50 及 11
	15.75	15.75	
35		35	38.5
(60)		(60)	(66)
110		110	121
(154)		(154)	(169)
220		220	242
330		330	363
500		500	550
750		750	825

注:表中有“( )”的电压等级为淘汰电压等级。

电力线路的正常工作电压应与线路直接相连的受电设备的额定电压相等。但由于电力线路在运行时有电压损耗,因此一般线路首端电压高,末端电压低。当负荷变化时,线路中的电压损耗也随着变化,因而,线路各点的电压不可能是恒定的。要使所有受电设备都运行正常,则必须使所有受电设备的端电压与电网额定电压尽可能接近,一般取线路首末端电压的平均值作为受电设备的额定电压,或称为电网的额定电压。从表 1-2 及有关原则得知:

1. 用电设备的额定电压 用电设备的额定电压必须与电网的额定电压相等。

2. 发电机的额定电压 发电机的额定电压高于其连接的直配线路额定电压的 5%,无直配线路者与线路额定电压无关。

3. 变压器一次额定电压 变压器一次线圈是接受电能的,相当于受电设备,其额定电压应等于受电设备的额定电压。对于直接与发电机连接的升压变压器,其一次线圈的额定电压应与发电机的额定电压相等;对于连接在线路上的降压变压器,其一次线圈的额定电压应与电网额定电压相等。

4. 变压器二次额定电压 变压器二次线圈是输出电能的,相当于发电机,其额定电压比电

网的额定电压高 5%。但是,由于变压器二次线圈的额定电压是指空载时的电压,当变压器带负荷运行时,电流通过线圈要产生电压损耗,为了使二次线圈在带额定负荷时,实际输出电压仍高出电网额定电压 5%,对阻抗大的变压器(容量大于 15MVA 的 35/3~10kV 和所有高压线圈为 110kV 及以上电压的变压器),二次线圈的额定电压比电网额定电压可高 10%。

图 1-1 为电力系统及其额定电压的实例。图中 35kV 变压器的额定容量均大于 15MVA。

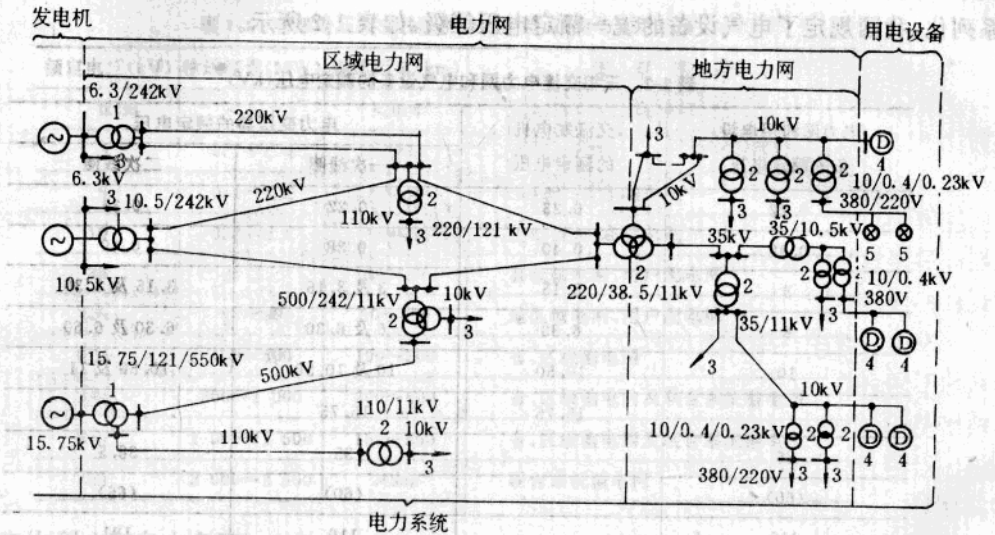


图 1-1 电力系统及其额定电压示意图

1—升压变压器;2—降压变压器;3—综合负荷;4—电动机;5—照明负荷

## 1.3 电力系统的调度管理

### 1.3.1 电力系统调度管理的基本任务

电力系统的发电、供电和用电是一个不可分割的完整系统,为保证系统的安全经济运行,对系统内的发供电设备,必须实行统一调度、分级管理的原则。电力系统调度管理的基本任务如下。

#### 1.3.1.1 充分发挥系统内发供电设备的能力,最大限度地满足系统内用电的要求

在电力系统内,始端是生产电能的发电厂,末端是消耗电能的用户,中间是传输、分配电能的变电站和输配电线路即电力网,电力在传输、分配过程中要消耗电能。这三者应在任何瞬间达到电力平衡,即发电负荷等于用电负荷加损耗。这种电力的平衡工作就是调度的一大任务。因此,电力系统调度的值班员在值班期间,应经常掌握负荷情况、用电性质和用电规律,指挥发电厂增减发电出力,保持电力平衡。

#### 1.3.1.2 使整个系统安全运行和连续供电

电力系统事故是坏一点、停一线、限一片,直接影响各行各业的生产和社会的安定。可以说,电力系统事故是国民经济的一大灾害。因此,要求调度值班员,必须熟悉设备运行状态,掌握事故发生规律,主要事故象征,尽可能地把事故消灭在萌芽状态。倘若发生事故,定要

“稳、准、快”地处理好事故。“稳”就是沉着、不慌乱,全面了解和掌握事故情况;“准”就是依据情况判断准确,采取正确有效的处理步骤;“快”就是迅速果断地作出决定,使处理时间短、影响范围小,尽快恢复正常。

### 1.3.1.3 使系统内的电(热)能质量达到规定标准

衡量电能质量的标准有电压、频率、波形三个重要参数。

1. 电压 电力系统各处的电压都不相等,电压质量具有分散性的特点。因此,对于电压管理一般是实行分级管理的原则。例如 220kV 及以上系统中枢点的电压由网调或省调管理,110kV 中枢点的电压由省调或市调管理,地区(市)电网的 35~110kV 级电压由市调或县调管理。电力系统各处的电压应保持额定值运行。用户受电端供电电压允许偏差值为:

- (1) 35kV 及以上用户供电电压正负偏差为额定电压的  $\pm 5\%$ ;
- (2) 10kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的  $\pm 7\%$ ;
- (3) 低压照明电压偏差可为额定电压的  $-10\%$  至  $+5\%$ 。

35kV 及以下变电站供电母线电压允许偏差也应满足一定要求,其具体范围由调度部门确定。

2. 频率 电力系统的频率应经常保持 50Hz,其误差对于 300 万 kW 及以上的系统不得超过  $\pm 0.2\text{Hz}$ ;对于不足 300 万 kW 的系统不得超过  $\pm 0.5\text{Hz}$ 。还应保证电钟所表示的时间正确性,300 万 kW 及以上的系统电钟在任何时间的偏差不应大于  $\pm 30$  秒;不足 300 万 kW 的系统不应大于  $\pm 1$  分钟。

频率是全系统性的问题,连接在一起的电力系统,其频率处处皆相同,它由网或省调控制和调度,禁止升高或降低频率运行。

3. 波形 电力系统中的电压标准波形是正弦波。但是,随着冶金、化工、电气铁路、电车等换流设备及其他非线性用电设备的增加,致使大量的高次谐波注入系统,造成电压波形的畸变,使电能质量下降,给发供用电设备带来严重的危害。为此,必须对其高次谐波加以限制,使系统内任一点的电压正弦波形畸变率均不得超过下表所示值。

表 1-3 电网电压正弦波形畸变率限值(相电压)

用户供电电压 (kV)	总电压正弦波形畸变率 $DFV = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (U_n)^2} / U_1 \times 100\%$	各奇、偶次谐波电压正弦波形畸变率 $DFV_n = \frac{U_n}{U_1} \times 100\%$	
		奇次	偶次
0.38	5	4	2
6 或 10	4	3	1.75
35 或 63	3	2	1
110	1.5	1	0.5

注:  $U_1$ —基波电压有效值;  $U_n$ — $n$  次谐波电压有效值。

### 1.3.1.4 合理使用燃料和水力资源,使整个系统在最经济的方式下运行

衡量电力系统经济运行的标准主要有标准耗煤量、厂用电率、线路损耗率三个经济指标。

1. 标准耗煤量 生产 1kWh 电能所消耗标准煤量,一般为 0.3~0.6kg/kWh。

2. 厂用电率 发电厂在电力生产过程中耗用的电量占发电量的百分比,一般为 5%~10%。



3. 线路损耗率 电能在各级电网输送中的损耗量占供电量的百分比,一般为5%~8%。

电力系统经济运行的目的,是在保证供电负荷的条件下,使整个系统的燃料消耗量最少,电能成本最低。为此,调度值班员应力争将上述三个经济指标降到最小。其具体措施是:对发电厂实行经济负荷分配,充分利用水能、高效率的机组多带负荷,减少开停机次数,有条件时可按机组的经济特性分配负荷;对电网应减少变压级数、减少迂回供电、减少输送无功电量,有条件时可将开式电网改为闭式运行,提高电网运行电压水平,降低线路损耗率等。

### 1.3.2 电力调度的机构设置

现代电力系统都是大系统,多数是跨省系统。因此,调度机构按五级设置,即国家调度机构,跨省、自治区、直辖市调度机构,省、自治区、直辖市调度机构,省辖市级调度机构,县级调度机构。市或县调度机构直接负责地区(市)或县发电厂和变电站以及输配电线路的调度。一般为110kV及以下的发电厂、变电站、线路和35kV供电的工厂企业用户变电站。

电力调度机构是电力系统运行的指挥机构。它既是生产单位,又是职能机构。在其管辖范围内,发电厂、变电站的运行值班单位必须服从该级调度机构的调度。在特殊情况下,上一级调度可直接调管下一级调度所管设备。电力系统的调度值班员,在其值班期间是系统运行操作的指挥人。所有接入系统的发供电设备均属调度值班员管辖,未经许可不得从运行或备用中退出,必须由调度值班员对发电厂值班长、变电站值班长发布命令,然后才能根据命令执行操作,使设备从运行或备用中停下来。当然对人员或设备安全有威胁者,可先解除威胁,然后汇报调度。

### 1.3.3 设备名称与编号

设备名称、设备编号是电网运行管理工作中最基础的部分。现就设备名称和某地35kV变电站设备编号方法说明如下。

#### 1.3.3.1 设备名称

采用汉语拼音编写,其常用设备的文字符号见表1-4。

图1-4 常用设备的文字符号

序号	设备名称	文字符号	序号	设备名称	文字符号	序号	设备名称	文字符号
1	发电机	F	8	变压器	B	15	阻波器	ZB
2	调相机	T	9	消弧线圈	XQ	16	电容器	DR
3	电动机	D	10	电压互感器	YH	17	接触器	C
4	母线	M	11	电流互感器	LH	18	线圈(绕组)	Q
5	断路器(开关)	DL(K)	12	避雷器	BL	19	蓄电池	XDC
6	隔离开关(刀闸)	G	13	熔断器	RD	20	按钮	AN
7	线路	XL	14	电抗器	DK	21	接地刀闸	JD

注:①断路器在倒闸操作时通常亦称为“开关”;  
②隔离开关在倒闸操作时通常亦称为“刀闸”。

#### 1.3.3.2 设备编号

1. 母线编号 用一位数字编号。单母线为“1(I)”,单母线分段和双母线分别为“1(I)”和“2(I)”,旁路母线为“5”。

2. 断路器编号 用三位数字编号。

(1)线路断路器:35kV线路断路器,首位数为“3”,中位数为变电站编号,末位数为站内断

路器编号;6kV 线路断路器首位数为“6”,10kV 线路断路器首位数为“1”,中位数均为所接母线的编号,末位数为所接该段母线断路器编号。

(2) 主变断路器、单母线分段断路器、母联断路器和旁路断路器,均为一固定编号。首位数对 35kV 断路器为“3”,6kV 断路器为“6”,10kV 断路器为“1”;中位数对主变断路器为“0”,单母线分段断路器为“1”,母联断路器为“2”,旁路断路器为“5”;末位数对主变断路器为主变编号,对单母线分段断路器、母联断路器和旁路断路器,末位数均为“0”。

3. 隔离开关编号 用四位数字编号。

(1) 凡与断路器直接连接的隔离开关,前三位数应为断路器编号,末位数对主变、线路出线侧为“3”,母线侧为母线编号,站用变为“8”。

(2) 对接在母线上的站用变压器和电压互感器用的隔离开关,首位数对 35kV 隔离开关为“3”,6kV 隔离开关为“6”,10kV 隔离开关为“1”;第二位数均为“0”;第三位数对站用变压器为母线编号,电压互感器为“0”;末位数对站用变压器为“8”,电压互感器为母线编号。

4. 接地刀闸编号 用五位数字编号。前四位数一般按隶属关系为刀闸编号,末位数为“0”。

图 1-2 为变电站设备编号示意图。

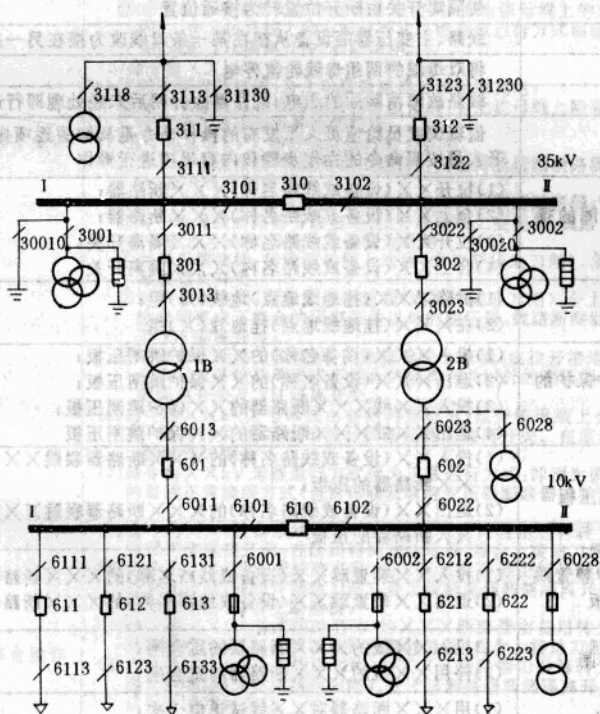


图 1-2 变电站设备编号示意图

图中 3118 是站用变压器隔离开关;若为线路互感器 YH 时,隔离开关编号改为 3119(一般线路 YH 可不装设该隔离开关)

### 1.3.4 调度和操作术语

为了保证变电值班员准确理解和执行调度命令及倒闸操作,需要与调度之间有一套标准语言,这就是调度术语和倒闸操作术语。常用的调度和倒闸操作术语见表 1-5。

表 1-5 常用调度和倒闸操作术语

术 语	含 义
一次电气设备的状态	
充电	设备带额定电压但不带负荷
送电	对设备充电并带负荷
停电	拉开断路器使设备不带电
停电检修	设备停电,并做好安全措施,处于检修状态
设备备用	设备处于完好状态,随时可以投入运行
热备用状态	指线路、母线等电气设备的断路器分闸,隔离开关仍在接通位置
冷备用状态	指线路、母线等电气设备的断路器分闸,隔离开关在断开位置
紧急备用	设备停止运行,隔离开关断开,有安全措施,但设备具备运行条件(包括有较大缺陷可短期投入运行的设备)
停止备用	设备不具备立即投入运行的条件
×次冲击合闸	合拉断路器×次,以额定电压给设备连续×次充电
拉开开关	使断路器由合闸位置转为分闸位置
合上开关	使断路器由分闸位置转为合闸位置
拉开刀闸	使隔离开关由接通位置转为断开位置
合上刀闸	使隔离开关由断开位置转为接通位置
倒母线	线路、主变压器等设备从接在某一条母线改为接在另一条母线上
轮停母线	将双母线的两组母线轮流停电
线路试送电	线路故障消除后的送电;线路事故分闸后未经处理即行送电
逐项操作命令:	值班调度员给值班人员发布的操作命令是具体的逐项操作步骤和内容,要求值班人员按照命令的操作步骤和内容逐项进行操作
操作命令	
1. 拉、合开关、刀闸的操作	(1) 拉开××(设备或线路名称)×××断路器; (2) 合上××(设备或线路名称)×××断路器; (3) 拉开××(设备或线路名称)×××隔离开关; (4) 合上××(设备或线路名称)×××隔离开关
2. 拆挂地线	(1) 拆除×××(挂地线地点)地线(×)组; (2) 在×××(挂地线地点)挂地线(×)组
3. 投入、退出某种保护的跳闸压板	(1) 投入×××(设备名称)的××保护跳闸压板; (2) 退出×××(设备名称)的××保护跳闸压板; (3) 投入×××线×××断路器的××保护跳闸压板; (4) 退出×××线×××断路器的××保护跳闸压板
4. 投入、退出联跳压板	(1) 投入××(设备或线路名称)的×××断路器联跳××(设备或线路名称)的×××断路器的压板; (2) 退出××(设备或线路名称)的×××断路器联跳××(设备或线路名称)的×××断路器的压板
5. 投入、退出某种装置跳某个开关的压板	(1) 投入××装置跳××(设备或线路名称)的×××断路器压板 (2) 退出××装置跳××(设备或线路名称)的×××断路器压板
6. 投入、停用重合闸	(1) 投入×××线的×××断路器的重合闸; (2) 停用×××线的×××断路器的重合闸
7. 线路跳闸后送电	(1) 用×××断路器对×××线试送电一次; (2) 用×××断路器对×××线强送电一次
8. 给新线路或新变压器冲击	用××的×××断路器对××(线路或变压器名称)冲击×次
9. 变压器改分头	将×号变压器高压或中压侧分接头由×(或××kV×档)改为×(或××kV)档