

中压电网电压无功自动调节 及接地补偿应用技术

刘三洋 刘铁根 张建辉 等 主编



河北大学出版社

内容提要

本书从电力系统入手,论述了中压电网电压调节与无功调节的方法和自动调节的必要性以及电网中性点接地补偿的意义和方法,并介绍了具体产品的实际应用。

全书共分四章,包括电力系统与电力网、电压自动调节、无功自动调节和接地补偿等内容。比较详细地阐述了电网有载调压和无功自动调节及中性点接地补偿的意义。从实际应用的角度介绍了有载分接开关和无功补偿装置的设计方法和选择应用原则,介绍了中性点接地补偿的技术和消弧线圈自动调谐的实际应用。

本书可供电力系统设计人员和设备运行管理人员参考,也可从事相关设备制造设计人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

中压电网电压无功自动调节及接地补偿应用技术/刘
三洋等主编. —保定:河北大学出版社,2008.6
ISBN 978-7-81097-294-9

I. 中… II. 刘… III. ①中压电力系统-自动调节系统-
技术②中压电力系统-接地系统-技术 IV. TM7
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 094134 号

责任编辑:马 力

封面设计:王占梅

责任印制:闻 利

出版:河北大学出版社

地址:河北省保定市五四东路 180 号

经销:全国新华书店

印制:保定天德印务有限公司

规格:1/16(787×1092)

印张:12.75

字数:310 千字

版次:2008 年 6 月第 1 版

印次:2008 年 6 月第 1 次

定价:25.00 元

书号:ISBN 978-7-81097-294-9/TM·1

编辑委员会

主 任:刘三洋 刘铁根

副主任:魏军海 李 伟 麻丰林

委 员:刘三洋 刘铁根 魏军海 李 伟 麻丰林 张建辉 段 明

主 编:刘三洋 刘铁根 张建辉 侯建军 刘士城 韩惠棣 魏志新
林少波 孙 艳 魏军海

参加编写人员:王立成 黄 杰 李荣翠 李 伟 麻丰林 田达志
宋立新 李 健 陈书元 陈鹏涛 宁士英 王新中
江运国 翟 培 郭晨曦 张海军 宋宝彦 王 宇
苏建武 段 明

前 言

随着我国国民经济的发展和国际化能源紧张局势的不断加剧以及建设能源节约型社会国策的深入贯彻,加强电能质量和节能降耗以及电力系统安全运行管理成为电力行业工作的重中之重。电网电压自动调节是提高电能质量的一个重要手段,无功自动调节对提高电能质量和节能降耗具有重要意义,消弧线圈接地自动跟踪补偿是提高电网安全运行指标的重要措施。

本书第一章简要介绍了电力系统与电力网概念、电能质量的基本要求、电力网中性点运行方式、电压无功自动调节的必要和电网中性点消弧线圈接地补偿的作用。第二章论述了有载分接开关在电网电压自动调节中的应用,有载分接开关的工作原理以及中压电网应用的有载分接开关主要类型和结构及其控制器的原理和使用。重点介绍了部分有载分接开关的功能参数和型号以及有载分接开关的安装使用和安全维护。第三章阐述了无功补偿在提高电能质量和节能降耗中的意义以及如何根据不同应用场合合理选择无功补偿形式的问题并从实际应用角度介绍了多种无功补偿装置的结构特点和使用方法、应用效果以及日常维护等问题。第四章详细介绍了电网中性点接地的有关规定和接地方式选择。重点分析了消弧线圈接地补偿的原理和意义以及调匝式消弧线圈自动跟踪补偿装置的结构性能和运行维护等事项。

本书力求理论与实际应用相结合,并以实际应用为关注重点,比较全面系统地介绍中压电网电压调节、无功调节、消弧线圈自动跟踪补偿的作用和实际应用。

本书可为从事电能质量、节能工作的技术设计人员和设备运行管理人员提供参考,也可作为相关设备制造设计人员的参考。

本书在编写过程中参考了大量技术文献和论文总结,编者在此一并表示深切的谢意!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏之处,恳切希望读者给予批评指正。

编者

2008年5月

目 录

第一章 电力系统与电力网	(1)
第一节 电力系统与电力网的基本概念	(1)
一、电力系统发展概述	(1)
二、动力系统	(1)
三、电力系统	(1)
四、电力网及其分类	(3)
五、电力系统的额定电压	(5)
第二节 电力生产的特点	(6)
一、电力生产的同时性	(6)
二、电力生产的整体性	(6)
三、电力生产的随机性	(6)
四、电能质量管理的严格性	(6)
五、电能使用的便捷性	(7)
六、电力生产先行性	(7)
第三节 电力负荷及负荷分类	(7)
一、电力负荷	(7)
二、电力系统负荷分类	(8)
三、用电负荷分类	(8)
第四节 对供电系统的基本要求	(9)
一、供电可靠性	(9)
二、电能质量合格	(9)
三、保证电力系统运行的经济性	(9)
第五节 供电质量	(9)
一、电能质量	(9)
二、供电可靠性	(12)
第六节 电力系统中性点的运行方式	(12)
一、中性点不接地(绝缘)的三相系统	(13)
二、中性点经消弧线圈接地的三相系统	(14)
三、中性点直接接地的三相系统	(16)
第七节 综述	(16)
第二章 电压自动调节	(17)
第一节 电压调节与变压器分接开关	(17)

一、变压器分接开关	(17)
二、有载分接开关的用途	(17)
第二节 有载分接开关的基本知识	(19)
一、有载分接开关的定义	(19)
二、有载分接开关的工作原理	(22)
第三节 油浸式有载分接开关	(28)
一、SY□Z 系列有载分接开关	(28)
二、DYZ 系列有载分接开关	(37)
第四节 干式有载分接开关	(43)
一、空气有载分接开关	(43)
二、柜式真空有载分接开关	(46)
第五节 有载开关控制器	(50)
一、概述	(50)
二、控制器工作原理	(50)
三、控制器的参数整定	(52)
四、ZYK-8 型有载分接开关控制器	(53)
第六节 有载分接开关安装、运行及检修	(58)
一、有载分接开关的现场安装和验收	(58)
二、有载分接开关运行注意事项	(62)
三、有载分接开关的检修	(64)
第三章 无功自动调节	(68)
第一节 无功补偿的意义及补偿方式	(68)
一、无功功率及无功补偿	(68)
二、无功补偿的意义	(69)
三、无功补偿的方法	(70)
四、调相机、并联电容器、静止无功补偿综合性能比较	(71)
第二节 并联电容器补偿	(71)
一、并联电容器补偿的特点	(71)
二、并联电容器的结构	(72)
三、并联电容器补偿容量的确定	(73)
四、并联电容器补偿的形式	(77)
第三节 高压无功补偿装置	(77)
一、固定补偿装置	(77)
二、线路无功补偿装置	(82)
三、机械开关分组投切无功补偿装置	(85)
四、电压调节器多级无功补偿装置	(90)
五、静止无功补偿装置(SVC)	(95)

六、静止无功发生器(SVG)	(99)
第四节 GWBZ 电压无功综合自动调节装置	(99)
一、概述	(99)
二、DWK - II 电压无功综合控制器	(104)
三、PK 屏	(109)
四、ZNII - 10 电容器组投切专用真空开关	(111)
五、并联电容器	(113)
六、串联电抗器	(117)
七、放电器	(122)
八、氧化锌避雷器	(123)
九、喷逐式熔断器	(126)
第五节 GWBZ 电压无功综合自动调节装置分组方式及柜体选择	(129)
一、电容器的分组方式	(129)
二、柜体型号选择	(130)
第六节 GWBZ 电压无功综合自动调节装置的运行和维护	(131)
一、并联电容器的运行维护	(131)
二、投切开关的运行维护	(134)
第七节 GWBZ 电压无功综合自动调节装置应用实例	(134)
一、港口的应用	(134)
二、煤矿企业的应用	(135)
三、工业企业的应用	(135)
四、电业局的应用	(135)
第四章 接地补偿	(137)
第一节 电力系统中性点接地方式介绍	(137)
一、电力系统中性点接地方式	(137)
二、中性点接地方式相关规定	(137)
三、中性点接地方式现状	(139)
四、中性点接地方式的选择原则	(139)
第二节 消弧线圈接地补偿方式	(142)
一、消弧线圈接地补偿的原理及意义	(142)
二、消弧线圈的安装选择	(157)
三、调匝式消弧线圈自动跟踪补偿装置	(163)
第三节 消弧线圈的运行与维护	(176)
一、消弧线圈的操作	(176)
二、提高消弧线圈动作成功率措施	(180)
三、XHJZ 智能型消弧限压接地补偿装置运行注意事项	(182)
四、ZXHK 消弧线圈控制器通信规约	(182)

五、电容电流的现场实测 (184)

第四节 小电流接地选线装置..... (190)

一、单相接地的线路判别 (190)

二、利用故障信号暂态分量选线 (190)

参考文献..... (193)

第一章 电力系统与电力网

第一节 电力系统与电力网的基本概念

一、电力系统发展概述

在电力工业发展初期,发电厂多数在用电地区(如工厂集中区或城市),它们多半是彼此没有联系的孤立的发电厂,并且是采用电压不高的输电线路向邻近小区域供电。

为了充分利用动力资源,减少燃料运输,以降低发电厂的投资和运行费用,应建设水电站和燃烧地方性燃料的火电厂。但是由于动力系统资源丰富的地区和电能、热能集中消费的地方往往不在一处,这就需要用高压输电线把远方发电厂的电能送到用户所在地。

随着电力技术特别是大机组、高电压技术的发展,利用高电压输电可以增加输电容量和距离并降低送电损耗的特点,在发电厂和用户之间建立了升压和降压变电所,用高压远距离输电线路输送电能。此外,为了保证运行的可靠性和经济性,发电厂之间、地区和地区之间需要互相联系,从而组成了庞大和统一的电力系统。

近年来,伴随电力工业发展的要求和科学技术水平的不断提高,世界各国都在致力于将跨越省(区)甚至国界的几个电力系统连接起来联合运行,而形成所谓的“联合电力系统”。

二、动力系统

1. 动力系统的概念

电力系统和动力部分的总和称为动力系统。

电力系统包括发电机、变压器、电力线路、用电设备。动力部分包括锅炉、汽轮机、热力网和用热设备、水库、水轮机、原子能电厂的反应堆等。

在动力系统中,首先通过汽轮机、发电机、变压器等能量变换元件,把不同形式的能量转换为电能,然后通过电力线路、变电所的配电装置等输送元件把电能输送出去,分配到各用户,由电动机、机械设备、家用电器等再转变为各用户所需要的其他形式的能量。

2. 动力系统与电力系统、电力网的关系

动力系统与电力系统、电力网的关系如图 1-1 所示。

三、电力系统

电力系统是指从发电机到用电设备的总和,包括发电机、变压器、电力线路、用电设备。

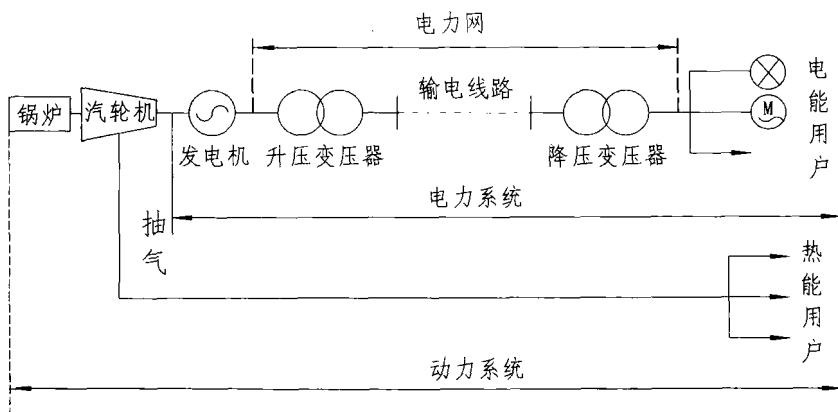


图 1-1 动力系统与电力系统、电力网关系示意图

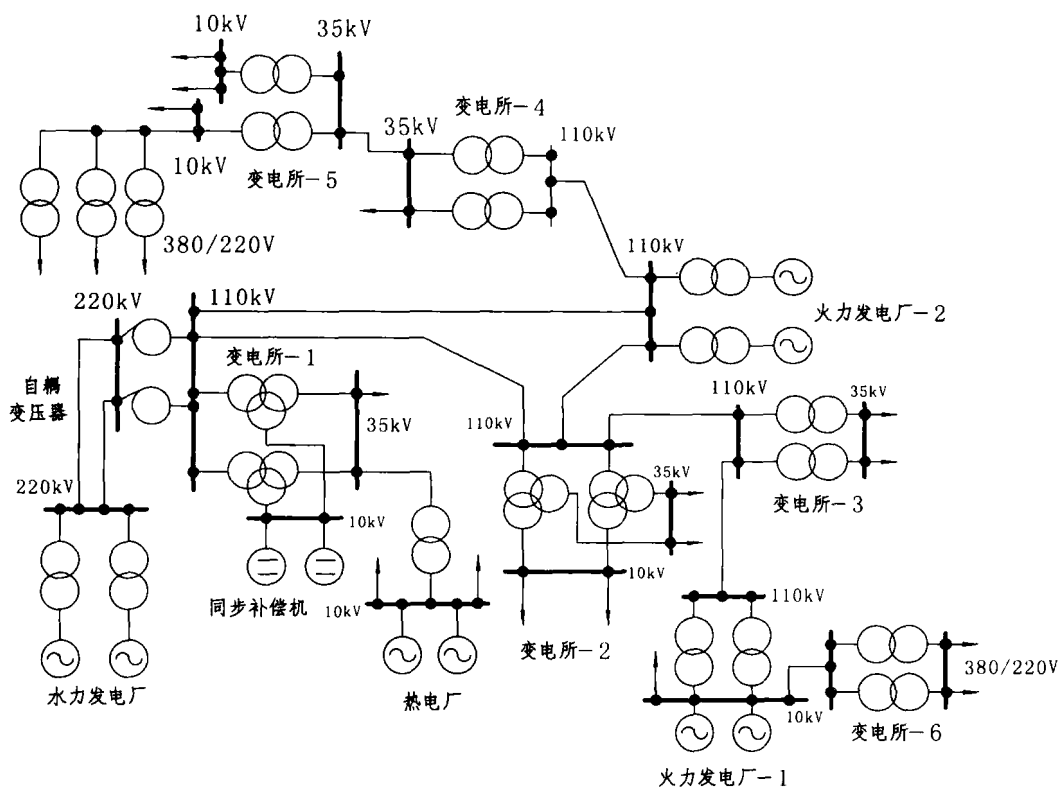


图 1-2 电力系统示意图

图 1-2 是一个较大电力系统的单线图。在这个系统内有四个发电厂,其中有两个是火力发电厂(火力发电厂-1、火力发电厂-2),一个热电厂,一个水力发电厂。大型水力发电厂的发电机不经过发电电压的母线而直接与升压变压器连接,升到 220kV,再用双

回路 220kV 高电压远距离输电。一个热电厂建立在热能用户的中心,对附近用户用发电机电压 10kV 供电,同时还通过一台升压变压器和一条 110kV 线路与大电网相连。火力发电厂-1 的 10kV 母线电压通过升压变压器升压到 110kV,与电网相连,同时用 10kV 线路向附近用户和配电变压器(变电所-6)供电,配电变压器将电压降到 380/220V,供电给低压电网。火力发电厂-2 直接将发电机出口电压升到 110kV,再与电网相连。从图中可知,一个较大的电力系统往往包括火力发电厂、水力发电厂和热电厂等各种类型的发电厂。

四、电力网及其分类

1. 电力网概念

电力系统中除发电机和用电设备外的部分叫电力网。

电力网是将各电压等级的输电线路和各种类型的变电所连接而成的网络。电力网的构成见图 1-3 所示的电力网示意图。

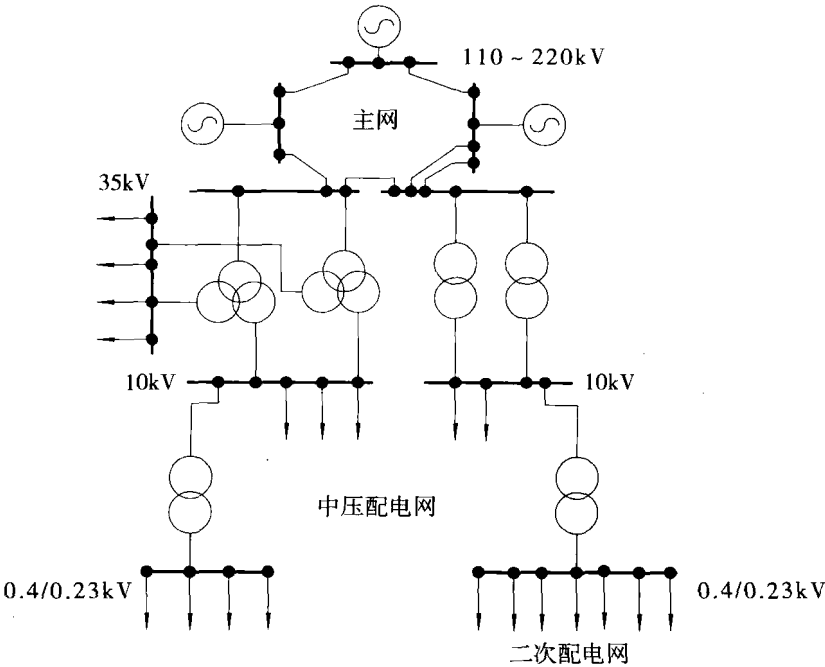


图 1-3 电力网示意图

2. 电力网分类

电力网按其在电力系统中的作用不同,分为输电网和配电网。输电网是以高电压甚至超高电压将发电厂、变电所之间或变电所与变电所之间连接起来的送电网络。所以又可称为电力网的主网架。直接将电能送到用户,即主要起分配电能作用的网络称配电网。配电网因用户需要不同,而电压等级不同。配电网分为高压配电网(35~110kV)、中压配

电网(10kV、6kV、3kV)和低压配电网(220V、380V)。配电网按供电区的功能不同可分为城市配电网、农村配电网和工厂配电网。

3. 联合电力系统

联合电力系统,是随着电力工业的发展需要和科学技术的进步而产生的,它是把跨越省(区)甚至国界的几个电力系统连接起来联合运行和统一管理。

由于联合电力系统的逐步形成和发展,电力系统中的输送功率、输送距离与输电线路的电压等级之间的关系日趋重要,使远距离、超高电压输电线路逐步建立。电力线路上输送的功率越大、输送距离越远,从技术经济角度考虑,选择较高的电压等级越有利。表1-1列出了电力线路的电压与输送容量、距离的关系。

表 1-1 电力线路的电压与输送容量、距离的关系

线路电压(kV)	输送容量(MVA)	输送距离(km)
35	2~10	20~50
60	3.5~30	30~100
110	10~50	50~150
220	100~500	100~300
330	200~800	200~600
500	1000~1500	150~850
750	2000~2500	500 以上

电力系统互联后可以获得显著的技术经济效益,具有以下优点:

① 合理开发一次能源,实现水电、火电资源的优势互补。可以在煤炭资源丰富的矿口建设大型火力发电厂向负荷中心送电;可以建设有调节能力的大型水电厂,以充分利用水资源,在丰水季节多发水电,节省火电厂的燃料。

② 减少电力系统的总装机容量。由于联合电力系统跨越的地域广大,各地区最大负荷发生的时间不尽相同,因此全系统总的最大负荷必然小于各地区最大负荷之和。

③ 减少备用容量。由于电力系统中的各种设备会发生故障和需要检修,系统中必须设置一定的备用容量。互联系统中个地区设备的检修时间可以错开安排、轮流检修,这样可以减少检修备用容量。而在各系统发生故障或事故时,可以通过联络线互相支援,可以减少事故备用容量。

④ 便于采用效率高的大容量发电机组。在系统容量较小的电力系统中,如果安装占系统容量比重较大的机组,一旦该机组因事故等原因退出工作,将对系统产生很大的影响,甚至造成系统不能正常运行。而在大型系统的联合系统中,虽然单机容量数值较大,但所占系统的比重较小,对系统的影响也较小,因此非常有利于采用高效率的大容量机组。

⑤ 提高供电可靠性和电能质量。联合电力系统的容量很大,其中一部分发生故障或负荷波动时,对整个电力系统的影响也较小,因此能提高供电的可靠性和保证一定的电能质量。

五、电力系统的额定电压

电力系统的额定电压及合理的电压系列的选择,是一个涉及面很广的综合性问题,除了考虑送电容量、距离、运行方式等因素外,还应根据动力资源分布、电源及工业布局等进行技术经济比较。为了便于电气设备的设计制造及使用,国家规定了电气设备的额定电压系列标准。各种用电设备只有在额定电压(包括额定频率)下运行才能取得最佳技术性能和经济效果。而在一个电力系统中,电压系列的电压等级差,按照国内外的一般经验应为 2~3 倍。我国现行的电力系统额定电压的标准如表 1-2 所示。

表 1-2 额定电压等级

(单位:kV)

电力设备额定电压	发电机电压	变压器线电压	
		一次绕组	二次绕组
3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
10	10.5	10 及 10.5	10.5 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	525
750		750	

注:列入()内的电压等级为将要淘汰的电压等级。

电力系统的额定电压依照与电力设备的额定电压相等来选定。表 1-2 中的发电机、变压器的额定电压是按照如下原则确定的:

① 发电机一般位于电力线路的始端,由于沿电力线路的电压降落,因此要求发电机额定电压高于线路的额定电压。但发电机的机端通常接有负荷,其额定电压偏差不应超

过额定值的 5%,因此发电机的额定电压比线路的额定值高出 5%。

② 变压器的一次侧相当于用电设备,其额定电压应等于用电设备的额定电压。如果变压器的一次侧与发电机相联,则应等于发电机的额定电压。而变压器的二次侧相当于电源,所连接的电力线路末端的电压一般要降低约 10%,为使线路末端所带负荷的电压偏移不超过 -5%,则变压器二次侧电压应比线路额定值高 5%,在额定负荷下变压器内部还有约 5% 的电压降落,因此变压器二次侧额定电压应比线路的额定电压高 +10%。只有漏抗较小(百分值小于 7.5%)、二次侧直接与用电设备相联的变压器,其二次侧额定电压才比线路额定电压高 +5%。

③ 变压器二次侧接 380V 低压配电网时,其二次侧额定电压为 400V。

第二节 电力生产的特点

电力生产与其他工农业产品生产相比,具有非常明显的特点。

一、电力生产的同时性

电能的生产、输送、分配以及使用(转换为其他形态能量)的过程,是同时进行的。电能不能大量储存。电力系统中瞬时生产的电力,必须等于同一瞬时取用的电力。

电力生产发电、供电、用电要在同一时间内完成的特点,决定了发电、供电、用电时刻要保持平衡,发供电随用电的瞬时增减而增减。这就是说它的生产、运输、销售(使用)是十分紧密地联系在一起的,三个环节只能共同存在,任何一个环节都不能孤立存在,而且在时间上是瞬时的,没有周转期和间歇期。发电、供电都是电力部门生产的组成部分。它的建设、管理是电力部门的内部工作,这是一个方面;而用电则是在电力部门之外,是电力的使用者,是另一个方面。因此说,发电、供电、用电是三个环节,两个方面。

二、电力生产的整体性

电力生产是高度集中、统一的。在一个电网里,不管有多少个发电厂、供电局,也不论这些发电厂、供电局的隶属关系如何,都必须接受电力网的统一调度,要有统一质量标准,统一管理办法,在技术业务上受电网的统一指挥和领导。电能由电网统一分配和销售,电网设备的检修、启动、停止、发电量和电力的增减,都由电网来决定。

三、电力生产的随机性

电力系统中各元件的投入或退出都在一瞬间完成,负荷变化、设备异常情况、电能质量的变化以及事故的发生,随时都在变化着,而且发展迅速,波及面大。因此,电力生产中,除了有关生产指挥人员必须具有相应的技术、业务水平以外,还必须广泛采用特殊的自动装置和保护装置,才能保持正常稳定运行。

四、电能质量管理的严格性

电能的质量管理是非常严格的。交流电网的电压和频率的质量,不仅直接影响电力

用户终端产品的质量,而且直接关系电网本身的安全和电力用户用电的可靠性。

五、电能使用的便捷性

电能使用最方便、适用性最广泛。发电厂、电网经一次投资建成后,它就随时可以运行。电能不受或很少受时间、地点空间、气候、场地的限制,与其他能源比较是清洁、无污染、对人类环境无害的能源。

六、电力生产先行性

电力生产在国民经济发展中具有先行性。国民经济发展中电力必须先行。所谓先行作用,主要是装机容量、电网容量、发电量增长速度大于工业总产值的增长。

第三节 电力负荷及负荷分类

一、电力负荷

所谓电力负荷是指发电厂或电力系统,在某一时刻所承担的各类用电设备消费电功率的总和。单位用“kW”表示。电力负荷可分为如下几类。

1. 用电负荷

是指用户的用电设备在某一时刻实际采用的功率的总和。通俗地讲,就是用户在某一时刻对电力系统所要求的功率。从电力系统来讲,则是指该时刻为了满足用户用电所需具备的发电出力。

2. 线路损失负荷

电能从发电厂到用户的输送过程中,不可避免地会发生功率和能量的损失,与这种损失所对应的发电功率,叫线路损失负荷。

3. 供电负荷

用电负荷加上同一时刻的线路损失负荷,是发电厂对外供电时所承受的全部负荷,称为供电负荷。但有些大电网在计算供电负荷时,减去了属于电网调管的高压一次网损,称为电网的供电负荷。有的电网把属于地区调管的公用发电厂的厂用电负荷也称为地区供电负荷。

4. 厂用电负荷

电厂在发电过程中要耗用一部分功率和电能,这些厂用用电设备所消耗的功率,称为厂用电负荷。

5. 发电负荷

电网对外担负的供电负荷,加上同一时刻各发电厂的厂用电负荷,构成电网的全部生产负荷,称为电网发电负荷。

在交流电路中,电功率包含有功功率,称为有功负荷,简称电力,单位为 kW;无功功率称为无功负荷又称无功电力,单位为 kvar。视在功率,包含着有功、无功两部分,由于系统电压比较稳定,电压和电流的乘积就是视在(表视)功率,所以负荷电流也就反映了系统

中的视在功率,因此,系统中的电力负荷也可以通过负荷电流反映出来。视在功率的单位为 kVA。

二、电力系统负荷分类

电力系统中按负荷发生的时间不同可分为三类。

1. 高峰负荷

又称最大负荷,是指电网或用户在一天时间内所发生的最大负荷值。为了分析的方便常以小时用电量作为负荷。高峰负荷又分为日高峰负荷和晚高峰负荷,在分析单位的负荷率时,选一天 24h 中最高的一个小时的平均负荷作为高峰负荷。

2. 低谷负荷

又称最小负荷,是指电网中或用户在一天 24h 内发生的用量最少的一个小时平均电量,为了合理用电应尽量减少发生低谷负荷的情况,对于电力系统来说,峰、谷负荷差越小用电则越趋近于合理。

3. 平均负荷

是指用电网中或某用户在某一时段确定时间阶段的平均小时用量。为了分析负荷率,常用日平均负荷,即一天的用电量被一天的用电小时来除,为了安排用电量做好用电计划往往也用月平均负荷和年平均负荷。

三、用电负荷分类

1. 根据用户在国民经济中所在部门分类

- ① 工业用电负荷。
- ② 农业用电负荷。
- ③ 交通运输用电负荷。
- ④ 照明及市政生活用电负荷。

2. 根据突然中断供电所引起的损失程度分类

① 一类负荷。也称一级负荷,是指突然中断供电将会造成人身伤亡或会引起对周围环境严重污染的;突然中断供电将会造成巨大经济损失,如重要的大型设备损坏,重要产品或用重要原料生产的产品大量报废,连续生产过程被打乱且需长时间才能恢复生产的;突然中断供电将会造成社会秩序严重混乱或产生严重政治影响的,如重要的交通与通讯枢纽、国际社交场所等的用电负荷。

② 二类负荷。也称二级负荷,是指突然中断供电会造成较大经济损失,如生产的重要设备损坏,产品大量报废或减产,连续生产过程需较长时间才能恢复;突然中断供电将会造成社会秩序混乱或产生较大政治影响,如交通与通信枢纽、城市主要水源、广播电视、商贸中心等用电负荷。

③ 三类负荷。也称三级负荷,是指不属于上述一类或二类负荷的其他负荷,对这类负荷,突然中断供电所造成的损失不大或不会造成直接损失。

3. 根据国民经济各个时期的政策和季节的要求分类

- ① 有限保证供电的重点负荷。

- ② 一般性供电的非重点负荷。
- ③ 可以暂时限制或停止供电的负荷。

第四节 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,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、电能质量合格

电能质量的优劣,直接关系到用电设备的安全经济运行和生产的正常进行,对国民经济的发展也有着重要的意义。

三、保证电力系统运行的经济性

不言而喻,电能生产和其他行业一样,要讲究经济效益。同时,电能又是工农业生产的主要动力,消耗的能源在国民经济总能源消耗中占有很大的比重,因而提高电能生产的经济性,更具有重要意义。

第五节 供电质量

供电质量是指电能质量与供电可靠性两个方面。供电质量不合格,会使用电设备的性能恶化,如设备运行效率和功率因数下降,电能损耗增加,使用寿命缩短;使自动运动装置或电子设备的工作失常;使生产机械生产效率下降,生产的产品质量变劣。严重时会使产品大量报废,甚至危及设备和人身安全。

一、电能质量

电能质量就是表征电能品质的优劣程度。包括电压质量与频率质量两部分。电压质量又分为幅值与波形质量两方面,通常用电压偏差、电压波动与闪变、电压正弦波畸变率、负序电压系数、频率偏差等指标来衡量。

1. 电压偏差

(1) 电压偏差的概念

在某一时间段内,电压幅值缓慢变化而偏离额定值的程度,以电压实际值与额定值之差 ΔU 或其百分值 $\Delta U\%$ 来表示,即:

$$\Delta U = U - U_e$$

$$\Delta U\% = [(U - U_e) / U_e] \times 100(\%)$$

式中: U 为检测点上电压实际值(V), U_e 为检测点电网电压的额定值(V)。