



电网运行及调度 技术问答

(第二版)

李 坚 编著

DIANWANGYUNXING JI DIAODU
JISHUWENDA



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电网运行及调度 技术问答

(第二版)

李 坚 编著

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用简明扼要的问答形式,对电网发、输、供,以及超(特)高压电网和智能电网及智能调度所涉及的知识进行了介绍,旨在帮助广大电网运行管理工作者更好地学习和掌握电网基本知识及新技术发展所带来的电网结构和电网运行的深层次问题,从而使电网管理者能尽快适应新的电网发展需要。

全书共九章,第一章通过电网、电力网设备及运动通信、交直流输电、电力系统规划及负荷管理、电能质量及供电管理等系统地介绍了电网供电技术所涉及的基础知识;第二章对电网运行、网架结构、计算分析及事故、应急、黑启动等进行了介绍;第三章阐述了电网调度运行过程中的调度、操作、并列、设备检修、新扩建设备接入电网及电厂和大机组运行管理等内容;第四章系统地介绍了电网运行所涉及的无功补偿设备特性和配置原则、无功电压管理、各级电网的电压调整等内容;第五章介绍了串联电容补偿、电网过电压及设备绝缘等内容;第六章对电网中运行的发电机、变压器、电容器、电抗器、SF₆设备、线路、电动机等,从原理、配置、组合到运行管理进行了介绍;第七章对电网继电保护及自动装置技术管理进行了介绍;第八章介绍了电网保护和测量所用互感器,尤其是新型互感器的介绍可为我国今后在超高压电网发展中解决现有传统互感器存在的缺陷问题提供参考;第九章介绍了智能电网及特高压技术。

本书是电网运行和管理人员全面了解供用电电网各环节基本知识的技术书籍,同时可供电力企业相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电网运行及调度技术问答/李坚编著. —2版. —北京:中国电力出版社,2012.8

ISBN 978-7-5123-3384-0

I. ①电… II. ①李… III. ①电力系统运行-问题解答②电力系统调度-问题解答 IV. ①TM73-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 181584 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 3 月第一版

2013 年 1 月第二版 2013 年 1 月北京第十一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 35.5 印张 916 千字

印数 29001—32000 册 定价 88.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

本书出版已近八年,期间,承蒙各级电网技术管理和调度人员的厚爱,已发行 29 000 册。回想自己从事电力工作的经历和我国电网的发展,感想颇深。毕业前在华北电力大学《初鸣》总第一期上发表的“《我国电力系统展望及存在问题》——献给即将毕业的未来电力工作者”注定了自己对电力事业发展的关注。1985 年 21 岁大学毕业进入广西,此年,随着电力需求和装机容量的扩大,220kV 电压技术已经成熟,500(330)kV 电压等级开始起步,省间联网迅速发展,全国逐步形成了以 220kV 为骨干网架的近 30 个省级电网,初步形成了除华南以外的华北、东北、华东、华中、西北、西南 6 个区域电网和 7 个独立省网。此时,电网调度仍处于人工调度为主,自动化辅助服务为辅的传统向现代发展阶段;继电保护基本处在整流型和晶体管为主,感应型保护共存,集成和微机保护开始出现;自动化是 4 遥完善发展,遥测、遥信基本成熟,遥调刚刚起步,遥控还在探讨;通信则从以载波为主,微波开始普及,卫星通信开始出现。1988 年 5 月调回山西至今。期间,两广电网联网的全过程参与,继电保护发展过程中的保护问题,以及由于神头地区装机容量过大和 500kV 电网的加强,晋北电网用电低谷时电压偏高,无功严重过剩的突出矛盾等问题的解决,使自己的电网知识面得到了极大提高。2004 年本书出版之际,500(330)kV 电网技术已经成熟,三峡电站开始蓄水发电,以三峡工程建设为契机,促成了华中与华东、华中与南方互联,全国联网进程加快,同时东北与华北、华中与华北、华中与西北也实现了交流联网。川渝、山东、福建等独立省网并入区域电网。2010 年,随着西北 750kV 和我国特高压交直流试验示范工程的投产,再加上新疆与西北主网通过 750kV 实现联网和青藏直流联网工程开工的建设,全国形成了华北—华中、华东、东北、西北、南方 5 个同步电网。

目前,随着东北与华北电网通过高岭直流背靠背工程实现异步联网,华中与华东电网通过葛洲坝—南桥、龙泉—政平和宜都—华新直流工程实现异步联网;华中与南方电网通过三峡—广东直流工程实现异步联网;西北与华中电网通过灵宝直流背靠背工程、德阳—宝鸡直流工程实现异步联网,全国联网基本形成。从全球气候环境变暖形势来看,在日益严峻的环保和减排压力形势下,为应对全球气候平均气温的升高,中国政府承诺,到 2020 年中国单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%。为此,实现节能减排目标,改变我国以煤为主的能源结构,加快发展水电、核电、风电、太阳能等清洁能源,并根据我国能源分布和负荷消纳地域分布特点,实现能源资源的大范围、高效率配置,就为我国建设发展智能电网提出了要求。当然,随着通信、信息和现代管理技术的综合运用,信息技术、传感器技术、自动控制技术与电网基础设施的有机融合,同时电网运行管理的信息化、自动化水平的大幅提高,使电网技术得到了极大提高,也为智能电网的建设提供了技术支撑。这些都为本书如何能在新的电网结构情况下,如何才能适应广大的电网运行管理者对新知识和新技术的掌握和学习提出了要求,为此,2012 年春节期间对本书进行了重新修订。

本次修订删除了原第九章电力市场部分的内容，改为智能电网及特高压技术，专门对智能电网、智能调度、新能源新技术以及特高压电网技术等进行了介绍。另外在第一章中，也相应增加了特高压输电技术的内容。全书共九章，第一章通过电网、电力网设备及远动通信、交直流输电、电力系统规划及负荷管理、电能质量及供电管理等系统地介绍了电网供电技术所涉及的基础知识；第二章对电网运行、网架结构、计算分析及事故、应急、黑启动等进行了介绍；第三章阐述了电网调度运行过程中的调度、操作、并列、设备检修、新扩建设备接入电网及电厂和大机组运行管理等内容；第四章系统地介绍了电网运行所涉及的无功补偿设备特性和配置原则、无功电压管理、各级电网的电压调整等内容；第五章介绍了串联电容补偿，电网过电压及设备绝缘等内容；第六章对电网中运行的发电机、变压器、电容器、电抗器、SF₆设备、线路、电动机等从原理、配置、组合到运行管理进行了介绍；第七章对电网继电保护及自动装置技术管理进行了介绍；第八章介绍了电网保护和测量所用互感器，尤其是新型互感器的介绍可为我国今后在超高压电网发展中解决现有传统互感器存在的缺陷问题提供参考；第九章介绍了智能电网及特高压技术。

本书在修订过程中，有关专家学者的文献资料为本书的编辑起到了相当的作用，也得到了国网运营监测（控）中心崔吉峰主任的指导，在此，表示衷心的感谢。同时，为求书中内容涉及面能够相对系统和实用，书中的错误和不足之处，欢迎广大读者及有关专家给予批评指正（联系电话 0351-4266997，手机 15333666997）。

编 者



随着电网的发展和超高压大容量电网的形成,电力给国民经济和社会发展带来了巨大的动力和效益,并成为当今社会发展和人民生活不可缺少的能源之一。但随着经济时代的到来,电网的运行和管理已发生了深刻的变化,国内外经验表明,如果对供用电电网尤其是超高压电网管理不善,一旦发生自然和人为故障,轻者造成部分用户停电,重者则使电网的安全运行受到威胁,造成电网运行失去稳定,严重时甚至会使电网瓦解,酿成大面积停电,给社会和国民经济带来灾难性的后果,如2003年的美国加拿大的大面积停电和意大利停电事故,2005年5月25日俄罗斯莫斯科大面积停电事故等,同时,随着厂网分家的实现和各电网公司的成立,电网的运行是否经济、管理的技术手段是否科学,这些都直接涉及电力企业的所得利润和全社会的整体经济效益。为此,电网经营企业一定要尽一切所能以提高供电电能质量和企业整体效能,努力降低供电过程中的事故损失和电能损耗,把电力工业从传统的追求速度和规模转移到注重质量和效益的轨道上来,从而最终实现电网资源优化配置和可持续发展战略目标。这可以说是社会主义市场经济新形势对电网发供用电企业所提出的新目标和新要求。因此,为了使广大电力职工熟悉和了解供用电电网及其设备,了解电网的运行和管理,作者根据有关部门对注册电气工程师专业基础大纲的相关要求和作为电网经营企业成员所应具备的业务知识,结合在广西和山西电力系统多年从事继电保护和运行方式各专业运行管理及参加广东、广西两广联网期间的工作经验总结,以问答的形式,编辑整理了本书。书中从组成电路的基础知识入手,围绕电网安全经济稳定运行,从电能的产生到电网的组成和发展,系统而有条理地对电力系统运行、故障分析处理、调度管理、设备操作及电网网架、规划、计算,以及电网各设备的原理及运行管理等进行了详细介绍。最后结合目前我国正在进行的经济体制改革,对电力市场进行了介绍。全书内容丰富,深入浅出,采用简明扼要的问答形式对发电和电网运行所涉及的知识进行了介绍,尤其是对未来的特高压和现代超高压电网网架结构及大电网运行中的稳定、经济调度、自动化、短路电流、500/220kV电磁环网、大机组运行、过电压、无功补偿、电压调整及黑启动、受端电网建设、大型变压器过励磁及其保护等现代电网所暴露出的诸多技术问题和无人值班变电站、静止无功和同步补偿器 SVC 和 STATCOM、超导电缆和超导变压器、SF₆全封闭组合电器 GIS 及小型化和智能化、高压和超高压户外紧凑型组合电器、SF₆气体绝缘变压器 GIT、电网稳定控制、用于传统变电站的敞开瓷柱式电子互感器和用于组合电器的电子式互感器等新技术作了介绍。本书富有理论性和实用性,适合电网、供电企业及发电企业的电网管理、运行和继电保护及相关电气技术人员阅读,是一本对电网各环节介绍相对比较全面的技术性书籍。

全书共9章35节,其中:第一章系统地介绍了电网供电技术所涉及的基本原理和概念;第二章介绍了电网经济运行所涉及的调频、调峰、稳定、振荡、调度自动化、……、黑启动等各个方面;第三章阐述了电网调度运行过程中的调度、操作、并列、设备检修、新扩建设备接

入电网等内容；第四章系统地介绍了电网运行所涉及的无功补偿设备特性原理和配置原则、无功电压管理、各级电网的电压调整等内容；第五章介绍了串联电容补偿、电网过电压及设备绝缘等内容；第六章对电网中运行的发电机、变压器、电容器、电抗器、SF₆设备、线路、电动机等，从原理、配置、组合到运行管理等进行了介绍；第七章对电网继电保护及自动装置技术管理，分4节对继电保护基础知识和运行管理、变压器和发电机的保护设备及配置、自动装置及继电保护二次回路和试验等内容进行了分析和阐述，第八章电网保护和测量所用互感器，分3节对传统互感器和新型电子式互感器从原理配置到运行管理，尤其是对已在外国电网投入运行的失电传感器，从原理、特性和经济性等各方面进行了全面介绍，可为我国今后在超高压电网发展中解决现有传统互感器存在的缺陷问题提供参考。第九章对正在进行的电网商业化运营的电力市场体制，从促进电力工业的可持续发展，最终提高整个电力企业和全社会的整体经济效益为出发点，对其所涉及的运作、监管、成本、电价、营销、规则及技术支持系统等进行探讨了介绍。在此，希望本书起到抛砖引玉的作用，并能为我国电网事业的发展添砖加瓦。

本书在编辑和整理的过程中，分别受到了有关领导和专家的关怀和帮助，尤其是山西省电力公司主管生产的崔吉峰副总经理在工作百忙之余，不但对全书的内容进行了审核，而且对全书的内容补充和章节编排给予了具体指导。同时，有关专家学者所编著出版的文献资料也为本书的编辑起到了相当的作用，在此，特借本书出版之际，向对本书在出版和编辑过程中给予帮助和支持的有关领导和专家表示衷心的感谢。同时也向在学习和工作期间给予本人无私教导和支持的有关师长、领导和专家，表示衷心的感谢和诚挚的敬意。

由于编者在电力系统中工作的时间和经验水平有限，再加上时间比较匆促，为求内容涉及面能够相对系统和实用，书中的错误和不足之处，欢迎广大读者及有关专家给予批评指正。

编者

2003年9月



前言

第一版前言

第一章 电力网及电网基础知识

第一节 电网基础知识	1
1 电力系统由什么组成? 什么是电网?	1
2 电网的功能是什么? 现代电网具有哪些特点?	1
3 如何从宏观上对电网进行分析?	2
4 什么是电路? 如何组成? 有几种工作状态?	2
5 电路和组成电路的元件一般都有什么特性?	3
6 在纯电阻、纯电感和纯电容交流电路中, 电压与电流的相位关系如何?	3
7 在纯电阻电路和纯电感(电容)交流电路中, 有功功率的计算公式如何? 为什么?	3
8 什么是交流电的谐振? 线性谐振、非线性谐振又是什么?	4
9 什么是功率和额定功率? 有功功率、无功功率、视在功率又是什么?	4
10 什么是功率因数? 提高功率因数有何意义?	5
11 目前电网中有哪几种发电形式? 特点是什么?	5
12 什么是新能源? 发展趋势如何?	7
13 什么是恒压源? 有何特点?	8
14 什么是恒流源? 有何特点?	8
15 电网中, 变电站的作用是什么? 可分为哪几种?	8
16 电力线路在电网中的作用是什么? 它由哪些元件构成?	9
17 什么是发电厂、变电站的环境保护?	9
18 什么是电网的输电能力? 电能经过电网传输为什么会产生损耗?	9
19 电能 in 高压网中有哪几种传输方式? 它们各有哪些优点?	9
20 什么是高压直流输电(HVDC)? 原理如何? 有什么用途?	10
21 交流输电和直流输电的相互关系及定位如何?	10
22 什么是特高压输电技术? 我国发展高压输电技术的目标是什么?	11
23 交流同步电网的优势有哪些?	12
24 电网接线有哪几种方式? 各有哪些优缺点?	12
25 在电网中, 何谓大电流接地系统? 何谓小电流接地系统? 它们的划分标准是什么?	13
26 电网中性点接地的意义和我国电网现有的接地方式有哪些?	13
27 大型同步电网的特点有哪些? 世界发展趋势如何?	13
28 什么是“三华”同步电网? 我国目前同步电网的基本格局是什么?	14
29 什么是电力系统的安全和稳定? 电网经济运行又是什么?	15

30	什么是电网运行的 $N-1$ 原则? 用途有哪些?	15
31	什么是电网运行的三道防线?	15
32	为什么电网安全稳定问题日趋复杂?	16
33	电网对继电保护的基本要求是什么?	16
34	什么是电力系统安全自动装置? 作用是什么? 都有哪些?	17
35	什么是稳定控制装置和区域性稳定控制系统? 集中和分散切负荷的优缺点是什么?	17
36	电力系统运行监视和控制的信息有哪些?	18
37	电力系统实时信息收集和传输的意义如何?	18
38	调度自动化向调度员提供的信息有哪些?	18
39	电力系统自动安全监视和控制系统的功能有哪些?	19
40	如何实现电力系统信息的传输? 其采用装置如何?	19
41	什么是故障信息处理系统 (POFIS)? 其目的有哪些?	20
42	什么是事故追忆?	20
43	什么是雷电监测分析系统?	20
44	什么是电力二次系统安全防护体系?	20
45	什么是智能电网? 有什么优势?	21
46	智能电网具备哪些特点和特征?	21
47	为什么说智能电网是电网发展的必然趋势?	22

第二节 电力网设备及远动通信基础知识 23

48	什么是电气一次设备和一次回路?	23
49	什么是二次设备和二次回路?	23
50	变电站的中央信号装置如何组成? 都有哪几种?	23
51	什么是电气主接线? 它的作用如何?	23
52	变压器的组成和作用如何?	24
53	超高压电网的变压器中性点直接接地原则是什么?	24
54	电网对变电站母线的要求有哪些?	25
55	为什么高压电网中要安装母线保护装置?	25
56	什么是高压开关设备? 特高压开关设备有哪些?	25
57	什么是高压断路器? 它在电网中的作用如何?	25
58	电网运行对高压断路器的要求是什么?	25
59	电网对所选用高压开关设备的技术要求有哪些?	26
60	什么是高压隔离开关? 结构形式有哪几种?	26
61	电网对隔离开关的选型和运行要求是什么?	26
62	什么是避雷器? 按结构如何分类?	27
63	避雷器的性能有哪些? 电网对避雷器有哪些要求?	27
64	避雷器用于特高压电网的要求是什么?	28
65	什么是电流互感器? 其作用如何?	28
66	用于特高压电网的电流互感器有哪些?	28
67	什么是电压互感器? 其作用如何?	29
68	用于特高压电网的电压互感器有哪些?	29

69	什么是二次设备系统的弱电化、选线化、远动化、电子化?	29
70	什么是光纤? 如何分类?	30
71	什么是光缆? 结构如何?	30
72	光缆的类型有哪些? 什么是电力特种光缆?	30
73	什么是光纤复合低压电缆?	31
74	什么是远动和远动监视? 远动设备包括哪些内容?	31
75	什么是远方终端 (RTU)?	31
76	电网调度的远动功能有哪些?	31
77	电力系统故障动态记录的主要任务是什么? 有何功能?	32
78	电力系统对故障动态记录的基本要求是什么?	32
79	变电站自动化监控系统的发展及结构特点有哪些?	33
80	变电站自动化包括哪些内容?	33
81	什么是变电站综合自动化? 对其要求和体系结构有哪些?	33
82	变电站综合自动化可划分为哪些系统? 有何要求?	34
83	变电站无人值班有几种模式?	35
84	什么是智能变电站? 都采用了哪些新技术?	36
85	什么是通信网? 如何组成? 电力通信网如何构成?	36
86	电力通信网的功能和特点都是什么? 都采用了哪些新技术?	39
87	什么是无源光网络技术?	39
88	电力系统通信信息有八大类?	40
89	电网必须具有哪些通信通道手段?	40
90	电力系统主要通信方式有哪些?	41
91	什么是光纤通信? 原理如何?	41
92	光纤通信的特点有哪些?	42
93	什么是微波通信? 有哪些特点?	42
94	微波地面中继通信的组成如何? 中继站转接的方式有哪几种?	42
95	电力载波通信的组成如何? 各元件的作用如何?	43
96	电力线载波通信的特点有哪些?	44
97	什么是绝缘地线载波通信? 原理如何? 有哪些特点?	44
98	什么是超导体和超导体的零电阻效应?	45
99	超导材料的实用性发展及意义有哪些?	45

第三节 电网交直流输电 46

100	什么是输电线路? 什么是配电线路? 输电线路都有哪些?	46
101	架空输电线路主要组成部分有哪些? 其作用是什么?	46
102	对电力线路的基本要求是什么? 电气参数有哪些?	47
103	什么是碳纤维复合导线? 其特点和应用场所有哪些?	48
104	什么是分裂导线? 为什么要采用相分裂导线? 对导线的最小直径有什么要求?	48
105	什么是架空电力线路的线间距离、档距、耐张段、水平档距和垂直档距? 什么是保护区?	49
106	什么是架空线路的弧垂? 其大小受哪些因素影响? 定位气象条件又是指什么?	49
107	什么是紧凑型输电线路? 有什么特点?	49

108	什么是同塔多回输电技术? 有什么特点?	50
109	交流输电线路中的电功率是由高电压端向低电压端传送的吗?	50
110	交流输电对环境的影响有哪些? 对人的影响如何?	51
111	什么是灵活交流输电系统(FACTS)?	51
112	目前正在开发研究的 FACTS 装置有哪些?	52
113	高压直流输电的优缺点是什么? 何时采用直流输电?	53
114	高压直流输电系统按结构可分为哪些种类? 输电线路有哪些基本类型?	54
115	直流输电系统接线方式有哪些?	54
116	什么是直流单极大地回线方式与单极金属回线方式? 有何优缺点?	55
117	双极接线方式当线路或换流站的一个极发生故障需要退出工作时, 可转为何种运行方式?	56
118	什么是背靠背直流输电? 有什么特点?	56
119	采用背靠背直流输电对实现非同步联网具有哪些优点?	57
120	什么是多端直流输电系统? 启动和停运分几种?	57
121	什么是轻型直流输电? 可用于哪些场合?	58
122	轻型直流输电技术的特点是什么?	58
123	直流输电系统的设备分为哪几类?	59
124	换流站的主要设备包括哪些? 作用是什么? 什么是基本换流单元?	59
125	晶闸管在直流输电中起什么作用? 经历了哪些发展过程?	59
126	换流变压器为什么必须要有分接头? 分接头设计中需要注意哪些问题?	60
127	高压直流输电的调节控制需要具备哪些功能? 换流器控制方式有哪些?	60
128	什么是直流输电控制系统的分层结构? 都有哪些?	60
129	什么是额定直流功率、额定直流电流、额定直流电压?	62
130	为什么要规定最小直流电流限值?	62
131	什么是直流输电的运行方式?	62
132	直流输电系统是如何进行控制调节的? 控制系统的功能有哪些?	62
133	高压直流输电的有功功率控制方式有哪些?	62
134	直流系统的电压运行方式有哪些? 在哪些情况下需要降压运行?	63
135	直流输电系统降压运行的方法有哪些?	63
136	什么是直流过负荷? 分哪几种? 其危害和标准如何?	63
137	什么是直流输电系统的潮流反转? 如何实现? 有哪些类型?	64
138	什么是直流系统极开路试验? 什么情况下进行?	65
139	直流运行发生换相失败的原因是什么? 有什么危害?	65
140	直流输电系统一般都包括哪些保护功能?	65
141	直流线路保护有哪些? 其中行波保护原理是什么?	66
142	直流输电系统启动的操作步骤是什么?	66
143	什么是直流的再启动? 其过程如何?	67

第四节 电力系统规划及负荷管理..... 67

144	电力系统的任务是什么? 其规划设计标准有哪些内容?	67
145	电力系统规划的意义和任务是什么?	68
146	规划设计电力系统时应满足哪些基本要求?	68

147	电网建设规划的原则内容和任务有哪些？	68
148	新形势下的电力系统规划设计应满足哪些基本原则？	69
149	为什么要高电压引入大城市和大负荷中心？有什么好处？	69
150	如何根据输电容量选择配电线和输电线截面？	69
151	特高压输电与超高压输电的经济性比较如何？	70
152	特高压投运后对现有电网规划带来的变化有哪些？	70
153	什么是高峰负荷、低谷负荷和平均负荷？	72
154	电网日负荷曲线由哪几部分组成？	72
155	各类电厂在电网日负荷曲线中的位置如何？	73
156	什么叫负荷率？提高负荷率的意义和方法是什么？	73
157	调整负荷的含义是什么？	73
158	什么叫高峰定点负荷率？什么叫月平均日负荷率？什么叫日负荷率？什么叫最小负荷率？	74
159	什么是代表日负荷记录？它有什么用途？	74
160	什么是负荷预测？什么情况下需要负荷预测？	74
161	电网负荷预测如何划分？其适用范围如何？	75
162	电力负荷从安全角度可分为几类？	75
163	重要电力用户分为几级？	75
164	对电网电能质量有危害的负荷有哪些？如何处理？	75
165	我国对冲击性负荷电压波动和电压闪变的允许值如何规定？	76
166	对冲击性负荷的供电应采取什么控制措施？	77

第五节 电网电能质量及供电管理..... 78

167	考核电网供电质量的指标是什么？	78
168	发电机的电频率和电力系统的频率有什么不同？有什么特点？	78
169	电网的频率为什么会波动？	78
170	我国规定电网运行频率的允许偏差是多少？	79
171	频率合格率如何计算？	79
172	电力系统频率与电压之间的关系如何？	79
173	什么是发电机的频率特性？何谓频率的一次调整、二次调整和三次调整？	79
174	什么是同步发电机的功角特性？	80
175	电力系统各种负荷的频率电压特性如何？	80
176	电网谐波产生的原因及影响有哪些？	81
177	我国对公用电网电压谐波的限制值如何？	82
178	为什么要制定《电力供应与使用条例》？国家对电力供应和使用的管理原则是什么？	82
179	如何对企业用户进行供电电压等级选择？	82
180	我国是如何规定供电企业供电额定电压的？	83
181	世界一些国家的供电电压偏差是多少？	83
182	什么叫用户受电端？	84
183	我国是如何规定用户受电端供电电压偏差的？	84
184	什么是线损、线损率和线损电量？影响线损的因素有哪些？	85
185	什么是供电系统用户供电可靠性？提高供电可靠性的意义何在？	85

186	影响供电可靠性的因素有哪些？	85
187	供电可靠性的主要统计评价指标及计算公式有哪些？	86
188	供电可靠率的指标要求有哪些？影响供电可靠性的停电类型有哪些？	87
189	提高供电可靠性的措施有哪些？	88
190	电网企业的供电可靠率如何统计？	89
191	什么是电网的可靠性？其内容如何？	89
192	电网的可靠性指标如何分类？	90
193	电网设计和运行的可靠性要求有哪些？	90

第二章 电网运行及网架结构

第一节 电网运行基础知识..... 91

194	电力企业生产的特点和目的是什么？	91
195	电力生产管理的要求有哪些？	91
196	电力安全生产的目标是什么？	91
197	电网运行的基本要求是什么？管电为什么必须管网？	92
198	什么是电网运行分析和运行分析总结？	92
199	保持电网频率正常的管理措施有哪些？	92
200	电网运行为什么要对调频厂进行选定？	92
201	选择调频厂一般应遵循哪些原则？	93
202	不同类型发电厂在电网运行中的组合原则是什么？	93
203	发电机并入电网的方法有哪些？有什么特点？	93
204	电网如何调频？何谓电网的一次调频、二次调频和三次调频？	94
205	电网为什么要配置低频减负荷装置？	94
206	电网低频减负荷装置的配置和整定要求有哪些？	95
207	电网低频率运行时有功功率怎样折算？	96
208	何谓电网的备用容量？如何配置？	96
209	电网备用容量设置目的和标准如何？	97
210	什么是电网调峰？其影响因素有哪些？	97
211	电网的调峰电源有哪些？发电机组的调峰幅度如何？有哪些调峰方式？	97
212	电网运行可分为哪几种状态？	98
213	什么是电力系统的预防性安全分析？	100
214	如何实现电网正常状态下的安全控制？	100
215	如何实现电网恢复状态的安全控制？	100
216	电网运行方式包括哪些内容？它与电网结构有什么关系？	101
217	电网运行方式如何分类？	101
218	什么是电网的正常运行方式、事故后运行方式和特殊运行方式？	101
219	对不同运行方式的要求有哪些？	101
220	编制运行方式方案时应考虑哪些因素？其内容有哪些？	102
221	什么是电网的最大运行方式和最小运行方式？作用如何？	102

222	电网运行中为什么会产生电晕?	102
223	电晕的危害有哪些? 超高压设备如何考虑?	103
224	电晕对导线上波的传播过程有何影响? 如何避免?	104
225	什么是不对称运行? 不对称运行的危害有哪些?	104
226	什么是并列运行?	105
227	什么是电网合环运行? 有什么好处?	105
228	电网合环运行应具备的条件有哪些?	105

第二节 电网运行及管理

229	电力系统暂态过程有几种? 各有什么特点?	105
230	什么是电力系统的安全性? 安全分析包括哪些内容?	106
231	电网安全稳定运行有何意义?	106
232	保证电力系统安全稳定运行的基本条件有哪些?	106
233	电力系统有哪些大扰动? 发生大扰动时如何划分安全稳定标准?	106
234	对特殊情况下的安全稳定要求有哪些?	107
235	什么是电力系统稳定性? 分哪几种? 远距离输电线路的输电能力受什么限制?	107
236	采用单相重合闸为什么可以提高暂态稳定性?	109
237	电力系统不稳定性如何分类?	109
238	什么是电力系统振荡? 有何现象和危害?	109
239	电网振荡和短路的区别是什么?	110
240	什么是同步发电机的同步振荡和异步振荡? 引起系统异步振荡的原因有哪些?	110
241	电网发生振荡的原因有哪些?	110
242	当电网发生振荡时如何区分是同步振荡还是异步振荡?	110
243	消除电力系统同步振荡的措施有哪些?	111
244	什么是低频振荡? 有何现象? 产生的原因有哪些?	111
245	变电站识别功率低频和异步振荡的方法有哪些? 如何处理?	111
246	发电厂识别功率低频和异步振荡的方法有哪些? 应采取哪些预防控制措施?	112
247	什么是次同步振荡? 其产生原因和防止措施有哪些?	112
248	电力系统设计和运行中, 需要进行哪些方面的稳定性计算?	113
249	保证电力系统稳定运行的要求有哪些?	113
250	运行中对静态稳定储备有何要求? 如何计算静态稳定储备系数?	113
251	提高电力系统静态稳定的措施有哪些? 维持高压母线电压恒定的目的是什么?	114
252	防止电网发生安全稳定破坏事件的运行管理和技术措施有哪些?	114
253	发电机快速励磁系统对静态稳定有何影响? 方法有哪些?	115
254	电力系统稳定器 PSS 的作用是什么?	115
255	提高电力系统暂态稳定的措施有哪些?	115
256	采用单相重合闸为什么可以提高暂态稳定性?	116
257	当继电保护和断路器正确动作时, 电力系统在哪些扰动情况下应保持正常运行?	116
258	当继电保护和断路器正确动作时, 电力系统在哪些扰动情况下应保持稳定, 但允许损失部分负荷?	116
259	如何从继电保护配置上防止超高压电网稳定破坏事故的发生?	116

260	为防止系统崩溃,并尽量减少负荷损失,对哪些情况应采取预定措施?	117
261	保证电网安全运行的技术管理措施有哪些?	117
262	如何对电网运行控制极限进行管理?	118
263	保障电网运行第三道防线安全可靠的措施有哪些?	118
264	如何从系统稳定计算分析上防止系统稳定破坏事故发生?	118
第三节 经济运行及电网网架		
265	什么是“电网的安全、优质、经济运行”?	119
266	什么是电网的经济调度?内容如何?	119
267	电网经济运行的意义何在?	119
268	经济调度软件包括哪些功能模块?	120
269	实现电网经济调度的基础资料有哪些?	120
270	如何实现电网内机组的经济组合?	120
271	如何实现水火电混合电网的经济调度?	120
272	最优潮流与传统经济调度的区别是什么?	121
273	什么是等微增率经济调度?如何分析?	121
274	电网经济调度中对发电厂的微增率为什么要进行网损修正?如何计算?有何特点?	122
275	自动发电控制(AGC)的目标和控制模式如何?	122
276	如何选择自动发电控制的调整厂或机组?需要哪些条件?	123
277	实现自动发电控制所需要的信息有哪些?	123
278	220kV和500kV电网中,影响线路输送容量的因素有哪些?	123
279	110kV及以上电压等级电网为什么要采用大电流接地系统?	125
280	电网合环的条件是什么?	125
281	什么是电磁环网?有何弊病?	125
282	对与220kV电网相连110kV电网的运行方式有何规定?	126
283	运行中的500/220kV电磁环网一般应采取什么措施?	126
284	合理电网网架结构的基本要求是什么?	127
285	如何建设一个合理的电网网架结构?	127
286	合理网架结构电网的技术原则有哪些?	128
287	影响电网结构的环境条件有哪些?	129
288	为什么要进行电网的互联,我国目前的电网格局如何?	129
289	全国联网的作用和优越性有哪些?	130
290	电网间联网的必要条件是什么?	131
291	如何实现互联电网的经济调度?	131
292	电网互联形成大电网初期的突出问题有哪些?	131
293	如何从电网规划和建设上防止系统稳定破坏事故发生?	132
294	为什么加强受端系统的电网建设可提高电网的安全稳定水平?	132
295	受端系统的发展受什么因素影响?如何解决?	133
296	如何在受端系统采取措施以提高电网的安全稳定水平?	133
297	更高一级电压网络出现后,应如何对下级电压网络进行简化和改造?	134
298	现代电网为什么必须采用自动调频控制?	135

299	区域电网联络线超过稳定限额时应采取哪些措施?	135
300	联络线超暂态稳定(或按静态稳定)限额运行时应注意哪些问题?	136
301	电网联络元件输送潮流超过暂态稳定、静(热)稳定限额时如何处理?	136
302	在满足哪些条件时,允许失去同步的局部电网作短时非同步运行,而后再同步?	136
303	电网发生解列的原因有哪些?如不及时处理有何危害?如何处理?	136
304	电网设置解列点的原则是什么?什么情况下应能实现自动解列?	137
305	可设置解列装置的地点有哪些?	137
306	500kV/220kV 电磁环网解环点的设置原则是什么?	137
307	直流联网是否可以隔离交流系统区域电网间的故障传播?	138

第四节 电力系统计算及分析

308	电力系统网络模型包括哪些内容?实用化要求有哪些?	138
309	什么是无穷大容量电力系统?	138
310	什么是有名值和标么值?采用标么值计算时的基值体系和优点是什么?	139
311	如何对不同基值的标么值进行换算?	139
312	如何计算输电线路的实际参数?	140
313	如何计算双绕组变压器参数?	142
314	如何计算三绕组变压器参数?	143
315	什么是电网的序参数?零序参数有何特点?	144
316	零序参数与变压器接线组别、中性点接地方式、输电线架空地线、相邻平行线路有何关系?	144
317	什么是网络拓扑分析?	145
318	潮流计算的目的是什么?常用计算方法有哪些?其特点和适用条件如何?	145
319	潮流计算中哪些是有源节点?哪些是无源节点?如何考虑选择原则?	146
320	潮流计算需要输入哪些原始数据?	146
321	潮流计算对运行方式的要求和注意事项有哪些?	146
322	初始潮流计算结果应符合哪些要求?	147
323	什么是最优潮流?其目标函数、控制度量和约束条件有哪些?	147
324	短路计算的作用是什么?常用方法有哪些?	147
325	如何考虑短路电流计算时的等值阻抗?安全校核的目的是什么?	148
326	电网静态稳定破坏的形式有几种?如何分析?	148
327	如何对电力系统静态安全进行分析?	149
328	安全稳定计算分析的要求和条件有哪些?	149
329	稳定计算分析的主要内容和关键问题有哪些?	150
330	安全稳定计算的目的是什么?都有哪些?	151
331	稳定计算的基础条件和要求有哪些?	151
332	稳定计算中的发电机模型是什么?	152
333	稳定计算中对同步电机控制系统的要求有哪些?	153
334	稳定计算中直流和风电等设备的模型如何选取?长过程计算如何考虑?	153
335	稳定计算中的负荷模型如何考虑?线路变压器参数如何选取?	154
336	稳定计算与潮流计算在数学模型及计算方法上的区别是什么?	154
337	稳定计算选取系统接线和运行方式的原则是什么?	154

338	计算时对网络接线的简化和等值原则有哪些？	154
339	对稳定计算研究的动态等值有何要求？	155
340	小扰动动态稳定计算的简化原则有哪些？	155
341	稳定计算时如何对故障类型、地点、重合闸及故障切除时间进行选取？	156
342	静态功角稳定的判据和计算方法是什么？	156
343	静态功角稳定储备的标准要求有哪些？	157
344	如何对电力系统暂态和动态稳定进行分析？	157
345	暂态稳定计算的数学模型、方法和判据是什么？	158
346	动态稳定计算的数学方法和判据要求是什么？	159
347	动态稳定计算发电机模型如何选取？应作长过程动态稳定分析的情况有哪些？	159
348	电力系统再同步计算的目的、判据和校验内容是什么？	160
349	如何保证电网安全稳定运行？编制运行控制方案有何要求？	160
350	对稳定计算结果的分析表述还有哪些要求？	160

第五节 电网故障及事故应急管理 161

351	什么是事故和事故致因理论？都有哪些？	161
352	什么是电力系统事故？可分为几类？	162
353	影响电网事故发生和发展的因素有哪些？	162
354	电网最常见的故障是什么？有什么后果？	163
355	什么是短路？什么是对称和不对称短路？原因有哪些？	163
356	中性点直接接地与不接地系统的短路特点是什么？	164
357	大电流接地系统中发生接地短路时的主要特点有哪些？ 为什么零序电流与变压器中性点接地有关？	164
358	大电流接地系统单相接地短路特点有哪些？	164
359	两相短路和两相接地短路的基本特点有哪些？	165
360	电力系统三相对称性短路的特点是什么？	166
361	单相接地故障电流大于三相短路故障电流在什么情况下发生？	166
362	小电流接地系统中为什么中性点要经消弧线圈接地？如何选择？	166
363	如何判别单相接地故障的故障相别？	167
364	架空线路夏季易发生哪些事故？如何防止？	167
365	架空线路覆冰有哪些危害？常见的覆冰事故有哪些？	168
366	电网中一般限制短路电流的常用措施有哪些？	168
367	提高电网故障后的稳定性措施有哪些？	168
368	为什么现代电网所出现的问题往往是“系统技术”问题？	169
369	电网的短路电流水平包括哪些因素？如何对其进行分析？	170
370	短路电流超标对电网有什么影响？限制措施有哪些？	170
371	现代电网在确定短路电流水平及其配合时，应考虑哪些因素？	171
372	电力安全事故划分标准如何？	172
373	防止电网发生事故的措施有哪些？	174
374	防止枢纽变电站全站停电事故的措施有哪些？	175
375	什么是电网瓦解？发生电网瓦解事故后如何处理？	176