

全国注册电气工程师 执业资格考试

实战知识点精编

黄少鹏 编著



★ 考点解析，权威透彻 ★

★ 试题精选，重点突出 ★

★ 一书在手，考试无忧 ★



全国注册电气工程师执业资格考试
实战知识点精编
——发输变电专业

黄少鹏 编著



机械工业出版社

本书研究分析了近年来全国注册电气工程师执业资格考试的真题，将其中出现频率较高、难度较大的内容抽取出来，尤其是难度较大的案例题内容，使广大考生从浩繁的复习资料中脱身，向有方向性、有目的性的复习转变，极大地提高了通过考试的可能性。

本书可作为广大电力工程技术人员的参考书、工具书。

图书在版编目（CIP）数据

全国注册电气工程师执业资格考试实战知识点精编——发输变电专业/
黄少鹏编著. —北京：机械工业出版社，2014.4

ISBN 978-7-111-46217-0

I. ①全… II. ①黄… III. ①电气工程-工程师-资格考试-自学参考资料②发电-电力工程-工程师-资格考试-自学参考资料③输电-电力工程-工程师-资格考试-自学参考资料④变电所-电力工程-工程师-资格考试-自学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 055455 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张俊红 责任编辑：阎洪庆

版式设计：霍永明 责任校对：赵蕊

封面设计：马精明 责任印制：乔宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·27.75 印张·680 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-46217-0

定价：99.00 元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

自 2005 年开始注册电气工程师考试以来，共进行了 9 次考试，每年一次。对历年发输变电专业及案例题真题进行解剖分析表明，考题难度逐年增加，范围越来越广，计算量越来越多。除了要求考生对基本概念、基本原理、基本公式要扎实掌握、全面理解、相当熟悉之外，还要求会灵活运用，在具体场景中能够运用相关公式、概念去解决、计算具体问题，这一点在案例题方面表现得尤其明显。

按照发输变电执业资格考试专业考试大纲，发输变电专业及案例题考试涉及 6 大设计手册及 81 本规程、规范（详见参考文献），内容从一次设备、继电保护、自动装置、输电线路、电力系统、直流系统，到仪表与控制、厂所用电、照明设计、消防设计、劳动安全、抗震设计等，包括火电厂、水电厂、变电站，而且有的规程、规范每年都会更新，可以说考试内容十分浩繁。而图书市场上具有针对性、实战性的复试资料明显匮乏，有的复习资料，挂名考试指导教材，实际上已经跟不上目前考试的要求，考生在使用这些资料进行复习时，往往费了很大精力和时间，效果却不明显。这也是为何近年来发输变电专业考试通过率不高的原因之一。

正是基于上述现象，我下决心编写了本书。本书从 2007 年公布的发输变电执业资格考试专业考试大纲出发，同时系统地研究了历年考试真题，可以说兼具系统性和实战性。本书在各节后面还附有大量典型例题和详细解答，这些例题基本都摘自历年考试真题，既有助于把握基本公式、基本概念在具体案例题中的运用，也有助于了解实际专业考题的难度及要求。本书的出版，对广大考生来说无疑是一大福音，相信必将成为广大考生的“羊皮卷”。

本书共分 27 章，附录部分还附有 27 项内容。本书在编写过程中，得到机械工业出版社电工电子分社张俊红副社长及其他编辑的大力支持，在此表示感谢。同时由于本书涉及内容较多，而且编写时间很紧，书中难免存在疏漏和错误，请广大考生和读者提出宝贵意见，以便改进。

黄少鹏

2014 年 5 月

Contents 目录

前言

第一章 环境条件	1
一、导体和电器的环境温度	1
二、厂用电抗器的允许工作电流	1
三、开关柜母线的允许工作电流	2
四、穿墙套管的允许工作电流	2
五、试验电压温度校正系数	2
六、日照的影响	2
七、风速的影响	2
八、冰雪的影响	2
九、湿度的影响	3
十、污秽的影响	3
十一、海拔的影响	3
十二、电磁干扰	4
十三、噪声的影响	4
十四、地震的影响	4
第二章 最高电压、回路工作电流、谐波	6
一、设备最高工作电压	6
二、不同回路的持续工作电流	6
三、电网谐波	7
第三章 电气主接线	9
第四章 短路电流计算	15
一、短路电流及短路点选择	15
二、常用基准值	15
三、标么值和有名值的变换公式	15
四、变压器和电抗器的等值电抗计算	18
五、网络简化	20
六、非周期分量衰减时间常数 (T_n)	21
七、冲击电流和全电流计算	21
八、不对称短路电流计算	22
九、高压厂用电系统短路电流计算	22
十、低压厂用电系统短路电流的计算	24
第五章 短路电流热效应	28
一、导体、电器短路电流的热效应	28
二、热效应周期分量、非周期分量	28
三、厂用短路电流电热效应	28
四、导体热效应截面	29

五、热稳定校验温度	30
第六章 主变压器	32
一、容量选择	32
二、台数、相数的确定	32
三、阻抗的选择	34
四、分接头、调压方式及调压范围的选择	34
五、中性点接地方式	35
六、自耦变压器的选用	36
七、油浸变压器冷却方式的选择	37
八、并联运行的条件	37
九、变压器功率损耗	39
第七章 限流电抗器、中性点小电抗	41
一、限流电抗器	41
二、普通电抗器的电抗百分值计算	41
三、分裂电抗器的电抗百分值计算	42
四、并联电抗器中性点小电抗	43
第八章 并联电容器组	46
一、接线方式	46
二、容量计算	46
三、谐振容量	48
四、电容器的运行电压	48
五、回路导体、电器的选择	48
六、电容器、电抗器承受电压、电流的能力	49
七、串联电抗器电抗率取值范围	49
八、电容器对短路电流的影响	49
第九章 断路器、隔离开关	52
一、断路器的有关规定	52
二、断路器两端为互不联系电源时的校验	52
三、断路器开断性能的校验	53
四、断路器直流分量的问题	53
五、断路器非周期分量的问题	53
六、特殊情况下的开断能力	54
七、断路器切断空载长线电流的能力	54
八、断路器开断电容器组的参考容量	55
九、断路器断口并联电阻	55
十、断路器接线端子的机械荷载	55
十一、发电机断路器的有关规定	56
十二、隔离开关的有关规定	57
十三、隔离开关切合电感、电容性小电流的能力	57
十四、屋外隔离开关接线端的机械荷载	57
第十章 高压熔断器、高压负荷开关	59
一、高压熔断器的有关规定	59

二、变压器回路熔断器	59
三、保护电压互感器的熔断器	60
四、电容器的熔断器	60
五、电动机回路熔断器	60
六、厂用高压熔断器串真空接触器的选择	60
七、高压负荷开关	60
第十一章 电流互感器、电压互感器	61
一、电流互感器	61
二、电压互感器	63
第十二章 中性点接地方式、消弧线圈、电容电流	65
一、中性点接地方式	65
二、消弧线圈接地方式	66
三、消弧线圈补偿容量	66
四、中性点位移电压、脱谐度	67
五、选择消弧线圈的台数和容量的注意事项	67
六、电网或发电机回路的电容电流计算	68
七、厂用电系统的电容电流计算	68
第十三章 中性点接地电阻、接地变压器	71
一、电网系统中性点接地电阻	71
二、接地变压器	72
三、高压厂用电系统中性点接地电阻	73
第十四章 导体、管形导体	75
一、导体和绝缘子的安全系数	75
二、导体的最高工作温度与热效应	75
三、导体的选择	75
四、经济电流密度	76
五、导体无镀层接头的电流密度	77
六、短路电动力	77
七、惯性半径	77
八、自振频率	77
九、荷载组合条件及弯矩与应力	79
十、微风振动	79
十一、端部效应	80
十二、挠度计算	80
第十五章 设备布置	82
一、变压器	82
二、高压配电装置	83
三、厂(所)用电配电装置	86
四、控制屏	89
五、直流系统	91
六、并联电容器组	93
第十六章 高压配电装置	94

一、基本规定	94
二、电气设备选择	95
三、接地刀闸数量的核算	96
四、型式选择	97
五、布置及特点	98
六、屋外配电装置架构的荷载条件要求	100
七、GIS 配电装置对土建的要求	100
八、安全净距	101
九、摇摆弧垂计算	105
十、架构宽度计算	106
十一、架构高度计算	106
第十七章 爬电比距、空气间隔及绝缘子片数计算	112
一、爬电比距	112
二、空气间隔及绝缘子片数计算	113
第十八章 过电压	118
一、过电压分类及允许水平	118
二、过电压及限制	119
三、避雷针(线)保护范围计算	124
四、阀式避雷器选择及额定电压	127
五、排气式避雷器外间隙	128
六、避雷器至主变压器间的最大电气距离	128
七、 S_a/S_0	129
八、高压架空线路的雷电过电压保护	131
九、发电厂和变电站直击雷过电压保护	133
十、架构避雷针(线)的设置	134
十一、范围 I 配电装置的雷电侵入波过电压保护	135
十二、最小间隙	143
十三、绝缘配合	144
第十九章 接地装置	151
一、接地的一般规定	151
二、钢接地体和接地线的最小规格	156
三、接触电位差、跨步电位差	156
四、发电厂、变电所接地电阻计算	159
五、线路杆塔接地电阻计算	160
六、架空线路杆塔的接地装置	161
七、接地装置的热稳定校验	162
第二十章 继电保护、自动装置和二次回路	166
一、继电保护及配置	166
二、保护整定计算	182
三、电流互感器	188
四、电压互感器	191
五、控制方式	196

六、控制系统	197
七、信号系统	199
八、控制和信号设备的选择	199
九、二次回路的保护设备	200
十、常用测量仪表及测量系统	202
十一、控制电缆	203
十二、发电厂电气系统的计算机监控	204
十三、变电站和发电厂网络部分的计算机监控	206
十四、发电机励磁系统	207
十五、接地与抗干扰	210
第二十一章 直流系统	218
一、系统标称电压	218
二、蓄电池型式及组数	218
三、接线方式及网络设计	219
四、保护和监控	220
五、直流负荷	220
六、蓄电池选择及容量计算	222
七、高频开关模块选择和配置要求	225
八、充电装置	225
九、直流设备的选择	227
十、短路电流计算	231
第二十二章 厂用电	238
一、厂用电有关要求	238
二、PC 与 MCC	246
三、电压调整	247
四、用电率	249
五、负荷计算	249
六、电动机正常起动时的电压校验（火电厂）	252
七、电动机起动时的电压校验（水电厂）	253
八、电缆电压损失校验（水电厂）	255
九、熔断器及断路器的选择及配合	255
十、供电回路持续工作电流计算（变电站）	256
十一、继电保护配置（火电厂）	258
十二、电能表及电流互感器配置（火电厂）	263
第二十三章 电缆	266
一、环境温度	266
二、电缆导体最高允许温度	266
三、导体材质选择	266
四、电缆芯数	267
五、电缆绝缘水平	267
六、电缆绝缘类型	267
七、电缆护层类型	268

八、电缆护层电压限制器参数的选择	269
九、回流线	270
十、电缆敷设	270
十一、电缆支持与固定	272
十二、电缆金属层感应电势	274
十三、电缆回路压降	274
第二十四章 输电线路	277
一、路径选择	277
二、气象条件	277
三、导线选用原则	278
四、防雷计算	278
五、风速观测高度影响的换算及风压	283
六、无线电干扰限值修正	283
七、电气参数计算	284
八、应力计算	289
九、导线布置	296
十、塑性伸长	298
十一、杆塔荷载组合	298
十二、导线对地距离及交叉跨越	300
十三、电线防振	300
第二十五章 消防	305
一、火电厂	305
二、变电站	311
三、地下变电站	313
四、并联电容器组	314
第二十六章 照明 (火电厂/变电站)	316
一、照明种类	316
二、光源	316
三、照度	316
四、灯具	317
五、照明网络供电	320
六、照明线路的敷设及接地	320
七、负荷计算	321
第二十七章 电力系统	324
一、容量组成及总备用容量	324
二、各类电厂的分工原则	324
三、电压质量标准	325
四、电压允许偏差值	325
五、最大允许电压损失	325
六、功率因数	326
七、无功电力	326
八、稳定计算及分析	327

九、工频过电压及潜供电流计算	330
十、几个计算公式	331
附录	333
附录 A 裸导体的长期允许载流量及其校正系数	333
附录 B 10kV 及以下常用电力电缆允许 100% 持续载流量及校正系数	340
附录 C 经济电流密度曲线	346
附录 D 高压输电设备的绝缘水平	348
附录 E 常用网络变换的公式	351
附录 F 短路电流实用计算的假设条件及发电机运算曲线	355
附录 G 380V 系统短路电流计算结果及低压电器最小规范（火电厂/变电站）	358
附录 H 电容涌流计算	377
附录 I 外绝缘放电电压的气象条件校正	378
附录 J 保护灵敏系数	379
附录 K 电池回路设备、电池参数及充电装置回路设备选择表	380
附录 L 常用负荷特性表（火电厂/水电厂/变电站）	385
附录 M 照度值（火电厂/水电厂/变电站）	397
附录 N 电能计量一般规定	404
附录 O 电测量	406
附录 P 调度系统信息采集	410
附录 Q 负荷分级及厂用负荷分类	413
附录 R 重要、一般电力设施划分，建筑物分类	414
附录 S 爆炸性气体环境、粉尘环境、火灾危险环境分区	414
附录 T 火灾报警系统保护对象分级	415
附录 U 火灾探测器、灭火介质设置（火电厂/变电站）	417
附录 V 建（构）筑物火灾危险性分类及耐火等级（火电厂/变电站）	420
附录 W 三级安全稳定标准	423
附录 X 电缆敷设安装有关尺寸	423
附录 Y 架空输电线路对地距离及交叉跨越	425
附录 Z 外壳防护等级分类	429
附录 AA 缩写与代号	431
参考文献	432

第一章 环境条件

一、导体和电器的环境温度 ★★★

选择导体和电器的环境温度见表 1-1。

表 1-1 选择导体和电器的环境温度

类别	安装场所	环境温度	
		最高	最低
裸导体	屋外	最热月平均最高温度	
	屋内	该处通风设计温度。当无资料时，可取最热月平均最高温度加 5℃	
电器	屋外	年最高温度	年最低温度
	屋内电抗器	该处通风设计最高排风温度	
	屋内其他	该处通风设计温度，当无资料时，可取最热月平均最高温度加 5℃	

注：1. 年最高（或最低）温度为一年中所测量的最高（或最低）温度的多年平均值。

2. 最热月平均最高温度为最热月每日最高温度的月平均值，取多年平均值。

按 GB 763—1990《交流高压电器在长期工作时的发热》的规定，电气设备的正常使用环境条件规定为：周围空气温度不高于 +40℃。普通高压电器一般可在环境最低温度为 -30℃ 时正常运行。在高寒地区，应选择能适应环境最低温度为 -40℃ 的高寒电器。

当电器安装点的环境温度高于 +40℃（但不高于 +60℃）时，在符合该标准导体及电器的最高运行温度下，允许降低负荷长期工作，推荐周围空气温度每增加 1K，减少额定电流负荷的 1.8%。

当电器设备使用环境条件为风速小于 0.5m/s、日照强度大于 0.1W/cm²、周围空气温度为 +40℃ 时，其长期工作电流负荷应降低到额定负荷的 80%。

当电器安装点的环境温度低于 +40℃ 时，在符合该标准导体及电器的最高运行温度下，允许过负荷长期工作，推荐每降低 1K，增加额定电流负荷的 0.5%；但其最大过负荷不得超过额定电流负荷的 20%。

当电器设备使用在海拔超过 1000m（但不超过 4000m）且最高周围空气温度为 +40℃ 时，允许温升每超过 100m（以海拔 1000m 为起点）降低 0.3%。

二、厂用电抗器的允许工作电流 ★★★

$$I = I_N \sqrt{\frac{100 - \theta_{zd.k}}{100 - \theta_{ek}}} \quad (1-1)$$

式中 I ——电抗器允许工作电流（A）；

I_N ——电抗器额定电流（A）；

100——电抗器绕组最高允许温度（℃）；

θ_{ck} ——电抗器允许的最高温度 (°C)；

$\theta_{zd.k}$ ——周围最高空气温度，即小室排风温度 (°C)。

2

三、开关柜母线的允许工作电流 ★★★

$$I_t = I_{40} \sqrt{\frac{40}{t}} \quad (1-2)$$

式中 t ——环境温度 (°C)；

I_t ——环境温度 t 下的允许电流；

I_{40} ——环境温度 40°C 时的允许电流。

四、穿墙套管的允许工作电流 ★★★

$$I_{xu} = I_c \sqrt{\frac{85 - \theta}{45}} \quad (1-3)$$

式中 I_{xu} ——穿墙套管的允许工作电流 (A)；

I_c ——额定电流 (A)；

θ ——周围实际环境温度 (°C)。

五、试验电压温度校正系数 ★★★

对环境空气温度高于 40°C 的设备，其外绝缘在干燥状态下的试验电压应取其额定耐受电压乘以温度校正系数 k_t ：

$$k_t = 1 + 0.0033(T - 40) \quad (1-4)$$

式中 T ——环境空气温度。

六、日照的影响 ★★★

选择屋外导体时，应考虑日照的影响。对于按经济电流密度选择的屋外导体，如发电机引出线的封闭母线、组合导线等，可不校验日照的影响。

计算导体日照的附加温升时，日照强度取 0.1 W/cm^2 ，风速取 0.5 m/s 。

日照对屋外电器的影响，当缺乏数据时，可按电器额定电流的 80% 选择。

七、风速的影响 ★★★

选择导体和电器所用的最大风速，可取离地面 10m 高、30 年一遇的 10min 平均最大风速，500kV 电器宜采用离地面 10m 高、50 年一遇 10min 平均最大风速。

一般高压电器可在风速不大于 35 m/s 的环境下使用，超过这一数值，可在屋外配电装置的布置中采取措施。

阵风对屋外电器及电瓷产品的影响，应由制造部门在产品设计中考虑。

八、冰雪的影响 ★★★

在积雪、覆冰严重地区，应尽量采取防止冰雪引起事故的措施。隔离开关的破冰厚度一

一般为 10mm，并应大于安装场所的最大覆冰厚度。

九、湿度的影响 ★★★

导体和电器的相对湿度，应采用当地湿度最高月份的平均相对湿度。对湿度较高的场所，应采用该处实际相对湿度。当无资料时，相对湿度可比当地湿度最高月份的平均相对湿度高 5%。

一般高压电器可使用在 +20℃，相对湿度为 90% 的环境中（电流互感器为 85%）。

十、污秽的影响 ★★★

在工程设计中，应根据污秽情况选用下列措施：

- 1) 增大电瓷外绝缘的有效爬电比距，选用有利于防污的电瓷造型，如采用硅橡胶、大小伞、大倾角、钟罩式等特制绝缘子。
- 2) 采用热缩增爬裙增大电瓷外绝缘的有效爬电比距。
- 3) 采用 GIS 或屋内配电装置。

十一、海拔的影响 ★★★

安装在海拔高度超过 1000m，且在 4000m 以下的电器外绝缘试验电压应乘以系数 K ， K 按下式计算。

$$K = \frac{1}{1.1 - \frac{H}{10^4}} \quad (1-5)$$

式中 H ——安装地点的海拔 (m)。

对安装在海拔超过 1000m 地区的电器外绝缘一般应予加强，可选用高原型产品或选用外绝缘提高一级的产品。在海拔 3000m 以下地区，220kV 及以下配电装置也可选用性能优良的避雷器来保护一般电器的外绝缘。由于现有的 110kV 及以下大多数电器的外绝缘有一定裕度，故可使用在海拔 2000m 以下的地区。

当电动机用于 1000~4000m 的高海拔地区时，如使用地点的最高环境温度随海拔的升高而递减并满足下式时，则电动机的额定功率不变，即

$$\frac{h - 1000}{100} \Delta\theta - (40 - \theta) \leq 0 \quad (1-6)$$

式中 h ——使用地点的海拔 (m)；

$\Delta\theta$ ——海拔每升高 100m 影响电动机温升的递增值，为电动机额定温升的 1% (°C)
(注：电动机的额定温升可取 80°C)；

θ ——使用地点的环境最高温度 (°C)，当无通风设计资料时，可取最热月平均最高温度加 5°C。

当不能满足式 (1-6) 时，则按式 (1-6) 计算超过 1°C，电动机的使用容量降低 1%，或与制造厂协商处理。

十二、电磁干扰 ★★★

1) 330kV 及以上的配电装置内设备遮栏外的静电感应场强水平（离地 1.5m 空间场强），不宜超过 10kV/m，少部分地区可允许达到 15kV/m。

配电装置围墙外侧（非出线方向、围墙外为居民区时）的静电感应场强水平（离地 1.5m 空间场强）不宜大于 5kV/m。

2) 330kV 及以上电压等级的配电装置应重视对无线电干扰的控制。配电装置围墙外 20m 处（非出线方向）的无线电干扰水平不宜大于 50dB。

3) 电器和金具在 1.1 倍最高工作相电压下，晴天夜晚不应出现可见电晕，110kV 及以上电压等级导体的电晕临界电压应大于导体安装处的最高工作电压，无线电干扰电压不宜大于 500kV。

根据运行经验和现场实测结果，对于 110kV 以下的电器一般可不校验无线电干扰电压。

4) 500kV 送电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时，房屋所在位置离地 1m 处最大未畸变电场不得超过 4kV/m。

十三、噪声的影响 ★★★

高压电器运行时产生的噪声，不应大于下列水平（测试位置距声源设备外沿垂直面的水平距离为 2m，离地高度为 1~1.5m 处）：

连续性噪声水平：85dB。

非连续性噪声水平：屋内为 90dB；屋外为 110dB。

十四、地震的影响 ★★★

(1) 一般规定

1) 电压为 330kV 及以上的电气设施，7 度及以上时，应进行抗震设计。

2) 电压为 220kV 及以下的电气设施，8 度及以上时，应进行抗震设计。

3) 安装在屋内二层及以上和屋外高架平台上的电气设施，7 度及以上时，应进行抗震设计。

4) 对 8 度及以上的一般设备和 7 度及以上的重要设备应该核对其抗震能力，必要时进行抗震强度核算。在安装时，应考虑支架对地震力的放大作用。电器的辅助设备应具备与主设备相同的抗震能力。

5) 7 度及以上地区的混凝土高塔和 9 度及以上地区的各类杆塔均应进行抗震验算。

6) 基本烈度为 9 度地区不宜建设 220~500kV 变电站。

(2) 设计方法

电气设施的抗震设计方法分为动力设计法和静力设计法，并应符合下列规定：

1) 对高压电器、高压电瓷、管型母线、封闭母线及串联补偿装置等构成的电气设施，应采用动力设计法，其抗震计算应包括下列内容：体系自振频率和振型计算；地震作用计算；在地震作用下，各质点的位移、加速度和各断面的弯矩、应力等动力反应值计算；电气设备、电气装置的根部和其他危险断面处，由地震作用及其他荷载所产生的弯矩、应力的计

算；抗震强度验算。

2) 对变压器、电抗器、旋转电机、开关柜(屏)、控制保护屏、通信设备、蓄电池等构成的电气设施,可采用静力设计法,其抗震计算应包括下列内容:地震作用计算;电气设备、电气装置的根部和其他危险断面处,由地震作用及其他荷载所产生的弯矩、应力的计算;抗震强度验算。

(3) 电气设施型式的要求

1) 当为9度时,电气设施布置应符合下列原则要求:

- ① 电压为110kV及以上的配电装置型式,不宜采用高型、半高型和双层屋内配电装置。
- ② 电压为110kV及以上的管型母线配电装置的管型母线,宜采用悬挂式结构。
- ③ 主要设备之间以及主要设备与其他设备及设施间的距离宜适当加大。

2) 9度及以上地区的110kV及以上配电装置宜采用GIS装置。

3) 8度及以上的地区,配电装置宜采用屋外中型布置,但其母线不宜采用支持式硬导体。

4) 当为8度或9度时,110kV及以上电压等级的电容补偿装置的电容器平台宜采用悬挂式结构。

5) 当为8度或9度时,限流电抗器不宜采用三相垂直布置。

(4) 7度及以上时,电气设施安装设计的要求:

1) 设备引线和设备间连线宜采用软导线,其长度应有余量。当采用硬母线时,应有软导线或伸缩接头过渡。

2) 电气设备、通信设备和电气装置的安装必须牢固可靠。设备和装置的安装螺栓或焊接强度必须满足抗震要求。

3) 装设减震阻尼装置应根据电气设备结构特点、自振频率、安装地点场地土类别,选择相适应的减震阻尼装置,并应符合下列要求:安装减震阻尼装置的基础或支架的平面必须平整,使每个减震阻尼装置受力均衡;根据减震阻尼装置的水平刚度及转动刚度验算电气设备体系的稳定性。

4) 变压器类的安装设计应符合的要求

- ① 变压器类宜取消滚轮及其轨道,并应固定在基础上。
- ② 变压器类本体上的油枕、潜油泵、冷却器及其连接管道等附件以及集中布置的冷却器与本体间连接管道,应符合抗震要求。

③ 变压器类的基础台面宜适当加宽。

5) 蓄电池、电力电容器等的安装设计应符合的要求

- ① 蓄电池的安装应装设抗震架。
- ② 蓄电池间的连线宜采用软导线或电缆连接,端电池宜采用电缆作为引出线。
- ③ 电容器应牢固地固定在支架上,电容器引线宜采用软导线。当采用硬母线时,应装设伸缩接头装置。

6) 开关柜(屏)、控制保护屏、通信设备等,应采用螺栓或焊接的固定方式。当为8度或9度时,可将几个柜(屏)在重心位置以上连成整体。柜(屏)上的表计应组装牢固。

7) 旋转电机的安装设计应符合的要求

- ① 安装螺栓和预埋铁件的强度,应符合抗震的要求。
- ② 在调相机、空气压缩机和柴油发电机附近应设置补偿装置。

第二章 最高电压、回路工作电流、谐波

一、设备最高工作电压 ★★★

设备最高工作电压见表 2-1。

表 2-1 1kV 以上的交流三相系统设备最高工作电压

设备最高电压 (kV)	标称系统电压 (kV)	设备最高电压 (kV)	标称系统电压 (kV)
3.6	3	126	110
7.2	6	252	220
12	10	363	330
(24)	(20)	550	500
40.5	35	800	750
69, 72.5	66	1200	—

注：括号内的数值为用户有要求时使用。

二、不同回路的持续工作电流 ★★★

不同回路的持续工作电流可按表 2-2 中所列原则计算。

表 2-2 回路持续工作电流

回路名称	计算工作电流	说明
带电抗器出线	电抗器额定电流	
单回路	线路最大负荷电流	包括线路损耗与事故时转移过来的负荷
双回路	(1.2~2) 倍一回路的正常最大负荷电流	包括线路损耗与事故时转移过来的负荷
环形与一台半断路器接线回路	两个相邻回路正常负荷电流	考虑断路器事故或检修时，一个回路加另一最大回路负荷电流
桥形接线	最大元件负荷电流	桥回路尚需考虑系统穿越功率
变压器回路	1.05 倍变压器额定电流	1) 根据在 0.95 额定电压以上时其容量不变 2) 带负荷调压变压器应按变压器的最大工作电流
	(1.3~2.0) 倍变压器额定电流	若要求承担另一台变压器事故或检修时转移的负荷，则按第六章有关内容确定
母线联络回路	1 个最大电源元件的计算电流	若为变压器，按 1.05 倍额定电流计算
母线分段回路	分段电抗器额定电流	1) 考虑电源元件事故跳闸后仍能保证该段母线负荷 2) 分段电抗器一般发电厂为最大一台发电机额定电流的 50%~80%，变电所应满足用户的一级负荷和大部分二级负荷
旁路回路	需旁路的回路最大额定电流	