

建筑工程设计技术问答丛书

供配电设计

300

问

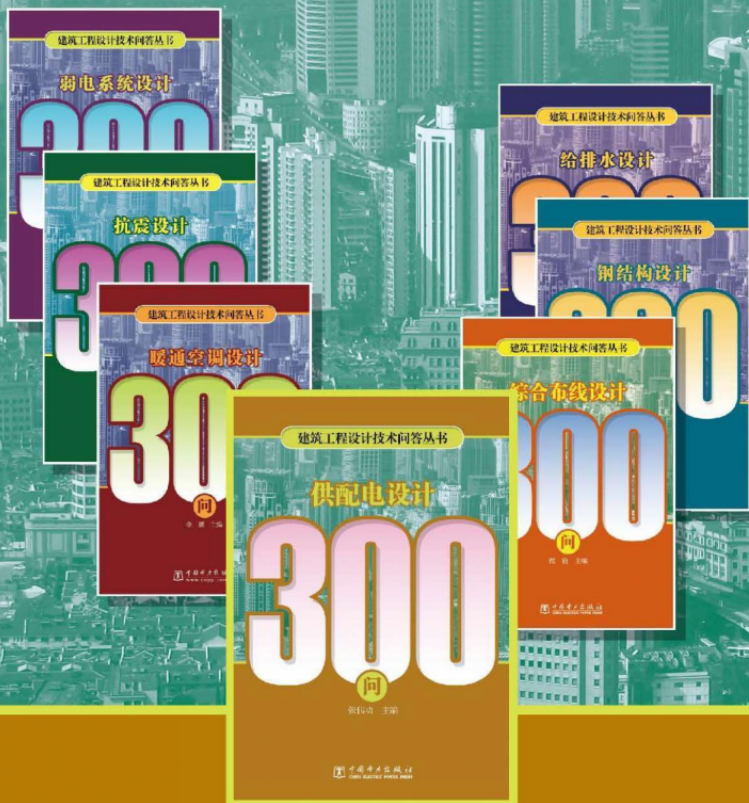
张伟功 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

责任编辑 / 乐 苑
联系电话 / 010-63412380
电子信箱 / yuan-le@sgcc.com.cn

建筑工程设计技术问答丛书



ISBN 978-7-5123-0532-8



9 787512 305328 >

定价：28.00元

上架建议：建筑工程

建筑工程设计技术问答丛书

供配电设计

300问

主编 张伟功

参编 程艳芬 李方刚 双全 高彤



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

本书是建筑工程设计技术问答丛书之一。

本书主要根据 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》将供配电设计所涉及的系统设计、工程计算、设备选型和保护控制等内容，以一问一答的形式，全面进行了阐述，并在部分章节中给出了具体的工程设计施工图。

本书内容新颖、实用，可作为学习建筑电气、电气技术及相关专业知识的配套资料，也可供从事建筑供配电技术工作的设计工程技术人员、管理人员和施工人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

供配电设计 300 问/张伟功主编. —北京: 中国电力出版社, 2010

(建筑工程设计技术问答丛书)

ISBN 978-7-5123-0532-8

I. ①供… II. ①张… III. ①供电-电力系统-设计-问答②配电系统-设计-问答 IV. ①TM72-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 111107 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 月第一版 2010 年 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 12.75 印张 331 千字

印数 00001—00000 册 定价 0.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

随着我国改革开放的不断深入、先进科学技术的发展，建筑电气技术也迅猛发展，因此对供配电技术的设计规范、设备选择和保护控制等方面都提出了新的技术要求。

本书在编写过程中，遵循现行的 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》以及国家相关部门颁布的最新标准和规范，通过一问一答的形式系统而清晰地阐述了供配电设计所涉及的系统设计、工程计算、设备选型和保护控制等主要内容。本书可作为学习建筑电气、电气技术及相关专业知识的配套资料，也可供从事建筑供配电技术工作的设计工程技术人员、管理人员和施工人员参考。

在本书的编写过程中，高美玲、马可佳、杜蕊、夏欣和韩艳等同志做了很多辅助性的工作，在此表示衷心的感谢！

限于编者的水平和经验，书中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月



目 录

前言

第一章 供配电工程设计基础知识	1
第一节 供配电的设计要求	1
问题 1 供配电系统的概念是什么?	1
问题 2 确定供配电系统时应符合哪些要求?	1
问题 3 什么是电力负荷? 电力负荷是如何分级的?	2
问题 4 各级电力负荷对供电电源的要求是什么?	3
问题 5 建筑物、储罐(区)、堆场消防用电设备的 电源应符合哪些规定?	4
问题 6 为什么要规定不同的电压等级?	4
问题 7 额定电压是如何确定的?	5
问题 8 什么是电压偏差? 电压偏差的允许值是多少?	8
问题 9 如何计算电压偏差?	8
问题 10 为了减少电压偏差, 应采取哪些措施?	16
问题 11 中低压电能质量标准是什么?	17
问题 12 什么是电压波动? 电压波动的允许值是多少?	18
问题 13 什么是电压闪变? 电压闪变的允许值是多少?	19
问题 14 为了抑制电压波动和电压闪变, 应采取 哪些措施?	20
问题 15 什么是谐波? 产生谐波电流的设备有哪些?	20
问题 16 谐波的危害有哪些? 应采取哪些措施抑制谐波?	21
问题 17 为了保证供电可靠性, 应采取哪些措施?	23
第二节 供配电系统设计的内容及程序	23
问题 18 供配电系统的设计应遵循哪些原则?	23

问题 19	供配电工程设计一般包括哪几个阶段? 其基本程序是怎样的?	24
问题 20	供配电工程设计阶段的具体内容是什么?	25
问题 21	供配电工程设计互提资料包括哪些? 具体内容是什么?	31
问题 22	供配电系统的节能应采取哪些措施?	33
第二章 负荷计算		35
第一节 负荷计算的内容及相关概念		35
问题 23	负荷计算中需要确定的电气负荷有哪些? 其计算目的是什么?	35
问题 24	用电设备按工作制是如何划分的?	35
问题 25	什么是设备功率? 如何确定用电设备的 设备功率?	36
问题 26	什么是用电设备的负荷持续率和负荷系数? 如何进行计算?	37
问题 27	什么是负荷曲线? 它是如何进行分类的?	38
问题 28	常用的电力负荷是如何进行分级的?	39
第二节 负荷计算的方法		47
问题 29	什么是计算负荷?	47
问题 30	如何确定需要系数?	48
问题 31	如何用需要系数法确定用电设备组的计算负荷?	52
问题 32	如何用需要系数法确定配电干线和配电所的 计算负荷?	53
问题 33	如何用需要系数法确定总变电所的计算负荷?	53
问题 34	如何用单位指标法确定计算负荷?	54
问题 35	单相用电设备的负荷计算应遵循哪些原则?	56
问题 36	照明负荷的类型包括哪些? 如何确定照明支路 的计算负荷?	57
问题 37	什么是尖峰电流? 如何计算尖峰电流?	60
第三节 无功功率补偿设计		61
问题 38	线路损耗的计算方法有哪些?	61
问题 39	如何计算变压器的功率损耗?	63

问题 40	什么是功率因数？如何计算功率因数？	64
问题 41	电力系统的无功电源包括哪些？	65
问题 42	要提高用电设备的功率因数，应采取哪些措施？	66
问题 43	采用人工补偿来提高功率因数的方法有哪些？	66
问题 44	选用电容器时应符合哪些要求？	67
问题 45	电容器分组时应符合哪些要求？	67
问题 46	无功补偿装置的投切方式在什么情况下 宜采用手动投切的无功补偿装置？	68
问题 47	无功补偿装置的投切方式在什么情况下宜 装设无功自动补偿装置？	68
问题 48	确定无功自动补偿的调节方式时应符合 哪些原则？	68
问题 49	采用静电电容器补偿的调压原理是什么？	69
问题 50	高压并联电容器的接线方式有哪几种？ 应符合哪些规定？	69
问题 51	并联电容器的配套设备有哪些？	70
第四节 用电设备容量的计算		72
问题 52	如何确定配电变压器的容量？	72
问题 53	如何确定专用变压器的容量？	73
问题 54	如何确定柴油发电机组的容量？	74
问题 55	低压配电系统的备用应急柴油发电机主接线 应满足哪些要求？	76
问题 56	如何确定蓄电池容量？	77
问题 57	与 UPS 相比，EPS 的优势有哪些？	77
问题 58	如何确定 EPS 的容量？	79

第三章 短路电流计算..... 81

第一节 短路概述		81
问题 59	短路的原因是什么？	81
问题 60	短路有哪些危害？	82
问题 61	短路的形式包括哪些？	82
问题 62	无穷大功率电源的概念及其特征是什么？	83
问题 63	无穷大功率电源供电系统三相短路的物理	

过程是怎样的?	84
问题 64 短路的相关物理量有哪些? 如何进行计算?	86
第二节 三相短路电流的计算	89
问题 65 什么是正序阻抗、负序阻抗及零序阻抗?	89
问题 66 短路电流计算的作用是什么? 常用的计算方法有哪几种?	89
问题 67 如何采用欧姆法进行三相短路的计算?	90
问题 68 如何采用标幺制法进行三相短路的计算?	95
问题 69 如何采用短路容量法计算短路电流?	96
问题 70 什么是次暂态短路电流?	98
问题 71 如何采用实用运算曲线法进行三相短路的计算?	100
第三节 两相短路电流的计算	106
问题 72 什么是对称分量法?	106
问题 73 对称分量法计算不对称短路电流的步骤是什么?	108
问题 74 如何用估算法计算两相短路电流?	111
问题 75 什么是元件的负序电抗?	112
第四节 其他短路形式电流的计算	113
问题 76 供电系统中性点不接地的方式有哪些应用?	113
问题 77 供电系统中性点直接接地的方式有哪些应用?	115
问题 78 供电系统中性点经消弧线圈接地的方式有哪些应用?	116
问题 79 单相接地的短路电流如何进行计算?	118
问题 80 两相接地的短路电流如何进行计算?	120
问题 81 高压电网短路电流的计算条件是什么?	122
问题 82 低压电网短路电流的计算条件是什么?	123
问题 83 低压系统的单相短路电流的计算方法包括哪些?	123
问题 84 如何计算电动机反馈冲击电流?	124
问题 85 变压器低压侧短路时折算到高压侧穿越电流的换算关系是什么?	125
第五节 短路电流的效应与校验	126
问题 86 短路电流的电动效应是什么? 如何计算电动力?	126
问题 87 如何校验短路的动稳定度?	127
问题 88 什么是短路电流的热效应?	129

问题 89	如何计算短路电流所产生的热量?	130
问题 90	如何校验短路的热稳定度?	133

第四章 供配电系统的电气设备

第一节 高压电气设备的类型及选择	134
问题 91 电气设备选择的一般原则是什么?	134
问题 92 高压开关电器的具体选择原则是什么?	135
问题 93 什么是熔断器? 其一般性能如何?	136
问题 94 常见的高压熔断器的类型有哪些? 各自的 工作原理是什么?	136
问题 95 高压熔断器的选择情况包括哪几种?	139
问题 96 选择高压熔断器时应符合哪些要求?	141
问题 97 什么是高压隔离开关, 其功能是什么?	142
问题 98 高压负荷开关的工作原理是什么?	143
问题 99 高压断路器是如何进行分类的? 并介绍几种 常见的高压断路器的功能。	146
问题 100 高压绝缘子的类型有哪些? 其性能如何?	148
问题 101 什么是高压开关柜? 其功能如何?	149
问题 102 选择高压开关柜时应符合哪些要求?	150
问题 103 如何配置和选择电流互感器?	151
问题 104 如何校验电流互感器?	152
问题 105 电压互感器选择的一般原则是什么?	153
第二节 低压电气设备的类型及选择	154
问题 106 什么是低压断路器? 它是如何进行分类的?	154
问题 107 选择低压断路器时应符合哪些条件?	156
问题 108 如何校验低压断路器?	157
问题 109 常见的低压熔断器的类型有哪些? 各自的性能怎样?	158
问题 110 选择低压熔断器时应遵循哪些原则?	159
问题 111 低压接触器的主要技术参数包括哪些?	160
问题 112 选择低压接触器时应遵循哪些原则?	161
问题 113 常用的低压交流接触器有哪些类型?	163
问题 114 选择热继电器时应遵循哪些原则?	164

问题 115	选择热继电器时需要考虑哪些因素?	165
问题 116	什么是剩余电流动作保护器? 其工作原理 是什么?	166
问题 117	电磁式剩余电流动作保护器和电子式剩余电流动作 保护器在性能上有何异同点?	167
问题 118	选择剩余电流动作保护器时需要考虑 哪些因素?	167
问题 119	剩余电流动作保护器的拒动作和误动作指的是什么? 各自产生的原因是什么?	168
问题 120	常见的低压起动器有哪几种?	170
问题 121	选择低压起动器时应遵循哪些原则?	172
问题 122	选择低压配电路的保护电器时应符合 哪些要求?	173
第三节 变压器的选择		173
问题 123	变压器的工作原理是怎样的? 如何对其 进行分类?	173
问题 124	如何绘制相量图?	175
问题 125	如何选用不同类型的变压器?	176
问题 126	如何计算电力变压器的空载电流和空载损耗?	178
问题 127	如何计算电力变压器的阻抗?	179
问题 128	如何计算电力变压器的负载损耗?	179
问题 129	如何计算电力变压器的效率?	180
问题 130	如何计算电力变压器的电压调整率?	180
问题 131	变压器在出厂前需要进行测试的 主要项目包括哪些?	182
问题 132	为什么一般情况下宜采用 Dyn11 接线的 变压器?	186
问题 133	变压器变换分接头的调压方式分为哪几种?	187
问题 134	变压器并联运行应符合哪些条件?	189
问题 135	什么是干式变压器?	189
问题 136	选择变压器时应综合考虑哪些问题?	190
第四节 柴油发电机组		191
问题 137	自备柴油发电机组的供电范围包括哪些方面?	191

问题 138	柴油发电机组的布置应符合哪些要求？	193
问题 139	柴油发电机房对相关专业的要求？	194
问题 140	康明斯柴油发电机组的基本特征有哪些？	195

第五章 变配电所的确定与设计 197

第一节 变配电所型式和所址的确定 197

问题 141	变电所所址的选择应符合哪些要求？	197
问题 142	露天或半露天的变电所不应设置在哪些场所？	198
问题 143	变配电所的主要型式有哪些？ 分别适用在什么场所？	199
问题 144	什么是箱式变电站？它的特点是什么？	200
问题 145	各种箱式变电站的技术性能特点 是怎样的？	200
问题 146	欧式箱变的技术参数和外形尺寸分别是多少？	202
问题 147	埋地式变压器与常规配电装置相比， 有哪些优点？	207
问题 148	美式箱变的技术参数和外形尺寸分别是多少？	207
问题 149	国产紧凑型变电站的技术参数是怎样的？	210

第二节 变配电所的布置设计 211

问题 150	变配电所的总体布置应符合哪些要求？	211
问题 151	室内外配电装置的最小安全净距分别是多少？	213
问题 152	变配电所对相关专业的要求？	214
问题 153	几种常见的欧式箱变典型设计图是怎样的？	218
问题 154	箱式变电站的典型电气主接线及布置 方案是怎样的？	224
问题 155	设计地下变电站时必须符合哪些原则？	225
问题 156	设置地下变电站时应有哪些方面的特殊处理？	226
问题 157	独立变电所的平面布置图是怎样的？	227
问题 158	地下变电所的平面布置图是怎样的？	231
问题 159	在变电所的设计过程中，常见的问题 有哪些？应如何进行改进？	231

第六章 导线与电缆的选择及敷设 235

第一节 导线与电缆的选择	235
问题 160 架空导线是如何进行分类的?	235
问题 161 电气设备用电线是如何进行分类的?	236
问题 162 常用中低压电缆是如何进行分类的?	237
问题 163 哪些场所适宜选用铜芯的电线电缆?	238
问题 164 如何选择导体的绝缘材料及护套?	238
问题 165 电力电缆型号的表示和含义是什么?	240
问题 166 导体截面的选择条件包括哪些?	241
问题 167 按允许载流量选择导线和电缆截面积时 应满足哪些基本关系?	243
问题 168 按允许载流量选择导线和电缆截面积时 需要注意哪些问题?	244
问题 169 按允许电压损失, 如何选择导线和电缆的 截面积?	245
问题 170 按经济电流密度, 如何选择导线和电缆的 截面积?	247
问题 171 如何校验高压电缆的短路热稳定度?	247
问题 172 如何校验低压电线电缆的短路热稳定度?	248
问题 173 如何选择低压配电系统的中性线(N线) 的截面积?	249
问题 174 如何选择低压配电系统的保护线(PE线) 的截面积?	250
问题 175 如何选择低压配电系统的保护中性线 (PEN线)的截面积?	251
问题 176 如何选择母线的截面积?	251
问题 177 如何校验母线的截面积?	253
问题 178 如何选择母线槽的类型?	255
问题 179 如何校验母线槽的动、热稳定性?	256
第二节 导线和电缆的敷设	256
问题 180 如何敷设绝缘导线?	256
问题 181 电缆的敷设方式有几种?	258

问题 182	电缆布线应符合哪些规定?	260
问题 183	电缆的敷设应符合哪些要求?	261
问题 184	竖井布线适用在哪些场合? 技术方面有 哪些要求?	262
问题 185	在电线及电缆的选择与敷设设计中, 常见的问题 有哪些? 应采取哪些措施进行改进?	263
第七章 供配电系统的保护		266
第一节 继电保护		266
问题 186	什么是继电保护? 继电保护是如何 进行分类的?	266
问题 187	继电保护装置的任务是什么?	267
问题 188	继电保护装置是由哪些元件构成的?	267
问题 189	继电保护装置应满足哪些基本要求?	268
问题 190	电磁式电流继电器的工作原理是怎样的?	269
问题 191	如何选择确定变配电所的操作电源?	271
问题 192	直流操作电源的设计应符合哪些技术要求?	272
问题 193	什么是交流操作电源, 如何设计交流 操作电源?	274
第二节 线路保护		275
问题 194	常用的电流保护装置的接线方式有哪几种?	275
问题 195	带时限的过电流保护是如何进行分类的?	277
问题 196	定时限过电流保护装置的组成和 动作原理分别是什么?	277
问题 197	反时限过电流保护装置的组成和 动作原理分别是什么?	279
问题 198	带时限过电流保护的整定原则包括哪些方面?	281
问题 199	定时限与反时限过电流保护各自有什么特点?	283
问题 200	线路中为什么要增设电流速断保护?	283
问题 201	电流速断保护的整定原则包括哪些方面?	283
问题 202	无选择绝缘监视装置的保护原理是什么?	284
问题 203	3~63kV 中性点非直接接地电力网中线路的保护 应符合哪些原则?	285

问题 204	低压配电线路的保护应符合哪些一般规定?	287
问题 205	单相接地保护的工作原理及其组成是怎样的?	287
问题 206	单相接地保护的整定原则包括哪些方面?	289
第三节 电力变压器的保护		291
问题 207	电力变压器的继电保护装置有哪些? 这些装置应各自符合哪些要求?	291
问题 208	电力变压器过电流保护的整定原则包括 哪些方面?	292
问题 209	电流速断保护的整定原则包括哪些方面?	293
问题 210	零序电流保护的整定原则包括哪些方面?	293
问题 211	什么是瓦斯保护? 瓦斯保护的原理是怎样的?	294
问题 212	差动保护的原理是怎样的?	296
问题 213	产生不平衡电流的主要原因有哪些? 可以采取哪些措施进行解决?	297
问题 214	温度继电器的工作原理是怎样的?	299
第四节 供配电系统的自动装置		300
问题 215	什么叫备用电源自动投入装置? 它的基本 原理是什么?	300
问题 216	备用电源自动投入装置应符合哪些基本要求?	301
问题 217	备用线路 APD 装置的接线图是怎样的? 其主要的电器设备有哪些?	301
问题 218	备用线路 APD 装置的接线工作原理是什么?	303
问题 219	母联分段断路器 APD 装置的接线图是怎样的? 其主要的电器设备有哪些?	304
问题 220	母联分段断路器 APD 装置的工作原理是什么?	306
问题 221	选用电源自动转换装置时应符合哪些要求?	307
问题 222	电力线路在什么情况下应装设自动重合 闸装置?	308
问题 223	电气式一次 ARD 的基本工作原理是什么?	309
问题 224	ARD 电路应满足哪些基本要求?	310
第五节 断路器的控制回路和信号系统		312
问题 225	断路器的控制信号回路的构成是怎样的?	312
问题 226	如何进行断路器的跳闸及合闸操作?	312

问题 227	防跳的工作原理是怎样的?	314
问题 228	什么是闪光装置?	315
问题 229	断路器的信号系统可分为几类?	316
问题 230	高压断路器的控制回路及其信号系统 应符合哪些主要要求?	317
问题 231	采用手力操动机构的断路器控制回路及 其信号系统的工作原理是怎样的?	317
问题 232	采用电磁操动机构的断路器控制回路及 其信号系统的工作原理是怎样的?	319
问题 233	采用弹簧操动机构的断路器控制回路及 其信号系统的工作原理是怎样的?	321
第六节 变电所综合自动化系统		324
问题 234	什么是变电所的综合自动化?	324
问题 235	变电所综合自动化的优越性体现在哪些方面?	324
问题 236	变电所综合自动化系统的“四遥”指的是什么?	326
问题 237	变电所的综合自动化是如何发展起来的?	327
问题 238	变电所微机保护装置具有哪些特点?	329
问题 239	微机保护装置应满足哪些要求?	329
问题 240	电力线路微机保护装置的配置及其应用是 怎样的?	330
问题 241	配电变压器微机保护装置的配置及其 应用是怎样的?	331
问题 242	电力电容器微机保护装置的配置及其 应用是怎样的?	331
问题 243	电动机微机保护装置的配置及其应用是 怎样的?	332
问题 244	主变压器微机保护装置的配置及其应用是 怎样的?	332
问题 245	在变电所综合自动化系统的工程设计中 会遇到哪些主要问题?	333
问题 246	微机保护配置是怎样的? 保护对象的整定 计算分别是如何进行的?	335
问题 247	微机保护和配电自动化系统设计中常见的问	

题有哪些?应采取哪些措施进行改进?	337
-------------------------	-----

第八章 建筑物的防雷及过电压保护与接地设计

第一节 建筑物的防雷设计	339
问题 248 雷电是如何形成的?	339
问题 249 线状雷电及球状雷电的特性分别是什么?	339
问题 250 如何通过计算确定建筑物年预计雷击次数?	340
问题 251 建筑物的防雷分类是如何划分的?	341
问题 252 第一类防雷建筑物应采取哪些防雷措施?	342
问题 253 第二类防雷建筑物应采取哪些防雷措施?	347
问题 254 第三类防雷建筑物应采取哪些防雷措施?	353
问题 255 特殊建筑物应采取哪些防雷措施?	356
问题 256 如何进行接闪器的选择及其布置?	356
问题 257 如何进行引下线的选择及其布置?	359
问题 258 什么是跨步电压?应采取哪些防护措施?	361
问题 259 什么是接触电压?应采取哪些防护措施?	361
第二节 电气装置的过电压保护设计	362
问题 260 变配电所的雷电过电压保护是如何进行设计的?	362
问题 261 高压架空线路的雷电过电压保护是如何进行设计的?	368
问题 262 如何进行阀式避雷器的选择?	369
问题 263 暂态工频对地过电压应采取哪些防护措施?	370
问题 264 各防雷区的定义及划分原则是什么?	371
问题 265 屏蔽、接地和等电位联结应分别符合哪些要求?	372
问题 266 如何进行配电线路电涌保护器的选择与配合?	374
第三节 建筑物的接地设计	379
问题 267 电气装置应接地的范围和可不接地的范围分别包括哪些?	379
问题 268 电气设备的接地设计应符合哪些原则?	380
问题 269 什么是接地装置?	380