

第三版

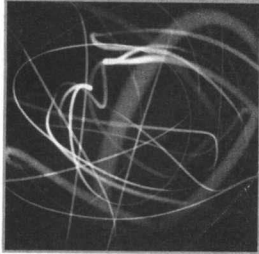
工业与民用配电设计手册

中国航空工业规划设计研究院 组编

- 廿二春秋精磨一剑 新编第三版隆重推出
- 九大名院扛鼎之作 电气设计师必备工具
- 卅余专家竭诚奉献 业界同仁重要参考书



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



第三版

工业与民用配电设计手册

主 编

中国航空工业规划设计研究院 任元会

副主编

中国航天建筑设计研究院 卞锐生

核工业第二研究设计院 姚家祚



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

★ 内容提要

本手册编制了 35kV 及以下工业与民用配电设计的基本原则、规范要求、计算公式、常用数据及大量图表。

本手册第三版在第二版基础上,依据国际、国内最新标准、规范,跟踪当前电气技术及电工产品的发展,总结多年的实用经验,在坚持原手册风格基础上,作了大幅更新和扩充。如新增高压开关柜、UPS、EPS 的选择,高压系统接地方式设计要点,及接地变压器、消弧线圈的选用,变电所微机保护和综合自动化,全面更新了二次回路图,充实了高低压电器型谱和数据,按最新国标编制了线缆的载流量;强调了电气安全,扩展了爆炸危险环境电气设备选择,新增防电磁脉冲、电磁屏蔽,防电气火灾,阻燃和耐火电缆选择,更新了特殊场所电击防护要求;重视节能,推介电气设备能效标准,编列了 TOC 法优选变压器和电缆截面最佳化的新概念;着力于设计方便、实用,新增了配套的计算软件,随书奉送。

本手册是工业与民用项目供配电设计的必备工具书,注册电气工程师(供配电)执业资格考试的指定参考书;电气施工安装和运行维护人员的常用资料,也可作为大专院校有关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工业与民用配电设计手册/中国航空工业规划设计研究院等编. —3 版. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7 - 5083 - 3034 - X

I. 工... II. 中... III. 配电系统 - 设计 - 手册
IV. TM72 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 009252 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>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1983 年 11 月第一版

1994 年 12 月第二版

2005 年 10 月第三版 2005 年 10 月北京第十二次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 65 印张 1600 千字

印数 155281—159280 册 定价 135.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

《工业与民用配电设计手册》第三版 编写单位及人员

中国电子工程设计院

孙美君 吴晓斌

第一章

中国兵器工业第六设计研究院

王秀华

第二章

齐长顺

第三章

中船建筑工程设计研究院

安在宇 郭丽萍

第四章

中国兵器工业第五设计研究院（五洲工程设计研究院）

李治祥

第五章

王素英

第十一章（部分）

中国航空工业规划设计研究院

丁杰 徐永根 谢哲明

第六章

陈泽毅 任元会 陈超

第十一章

王厚余 徐华

第十五章

核工业第二研究设计院

姚家祎

第七章

张环

第八章

中国船舶工业第九设计研究院

王志强 傅益君

第九章

王培康

第十章

中国航天建筑设计研究院

张艺滨 朱宇 李承耀 刘文波

第十二章

卞锐生

第十二章（部分）、第十六章

信息产业电子第十一设计研究院

杨天义

第十三章

顾尔矿

第十四章

北京博超时代软件有限公司

林飞 窦延峰

附录

前 言

本手册由国内九家知名设计院联合编写，于1983年首版，原名《工厂配电设计手册》；1994年扩充修编为第二版，更名《工业与民用配电设计手册》；本书是新世纪初的新编第三版。

历经二十多年，本手册受到全国众多电气工程设计、施工安装、运行维护以及大专院校相关专业师生的赞誉，成为电气设计人员必备的工具书之一，并荣幸地挤身于注册电气工程师（供配电）执业资格考试指定参考书，已被业界同仁在专业文献中及CAD软件中广泛引用。

第二版发行十余年来，我国经济发展和技术进步举世瞩目，国际、国内电气设计规范和电工产品标准亦有修订，电气设备和材料日新月异，配电系统设计技术随之长足发展。因此，亟需对本手册进行修订。经过三年多不懈努力，我们克服重重困难，推出了本手册第三版。

第三版跟踪当前电气技术和电工产品发展，总结多年的实用经验，对手册内容做了大幅扩充、更新、充实：

- 新增高压开关柜、UPS及EPS的选择；高压系统接地方式设计要点，以及接地变压器、接地电阻器、消弧线圈的选用；变电所微机保护和综合自动化；医用X光机配电等。

- 更新了高低压电器的型谱和技术数据，继电保护和二次回路的全新插图；按新国标编制了电缆电线的载流量及其校正系数，增加了新型电线电缆品种；常用规范标准索引、气象参数等资料亦已刷新。

- 强调电气安全：扩展和修订了爆炸危险环境电气设备选择；新增防电磁脉冲、电磁屏蔽、防电气火灾，阻燃和耐火电缆选择；更新了特殊场所电击防护要求。

- 重视节能：推介电气设备能效标准；列入TOC法优选变压器、电缆截面最佳化的新概念，充实了电缆经济电流的内容。

- 方便应用，新编写了配套的计算软件，随书发行。

第三版继承和发扬了本手册的优良传统，努力做到理论性与实用性相结合，工业与民用并重，普及与深入兼顾。对每一课题，先介绍技术概念，编列规范、标准要求，再给出可靠的设计和计算方法，并提供实用的资料和数据，对常用者还编制了大量便查图表。这种做法的艰辛是不言而喻的，但我们不改初衷，殚精竭虑，举九家设计院、近30名编写人员之力，向广大电气同仁奉献出这本严谨、实用、方便的工具书。

手册第三版编写组对为本手册奠定基础和付出艰辛劳动的第一、第二主编徐永根和全体编者所做的卓越贡献表示致意；对我国资深专家林维勇、王厚余、刘淞伯、弋东方的指导、帮助深表谢意；向在编写中提供宝贵资料和给予支持、协助的国际铜业协会（中国）和

上海电器科学研究所、沈阳变压器研究所的领导和有关人员表示衷心的感谢。

向支持、协助第三版编写工作并提供产品技术资料的以下企业表示感谢：

ABB（中国）投资有限公司

施耐德（中国）投资有限公司

北京德威特电力系统自动化有限公司

奥地利埃姆斯奈特（MSchneider）

OBO 培训中心（中国）

法国潮高美（Socomec）电气公司

北京明日电器设备有限公司

江苏宝胜科技创新股份有限公司

编 者

2005 年 5 月

目 录

前言

第一章 负荷计算及无功功率补偿	1
第一节 概述	1
第二节 设备功率的确定	1
第三节 需要系数法确定计算负荷	3
第四节 利用系数法确定计算负荷	7
第五节 单位面积功率法和单位指标法确定计算负荷	11
第六节 单相负荷计算	12
第七节 电弧炉负荷计算	14
第八节 尖峰电流的确定	15
第九节 企业年电能消耗量计算	15
第十节 电网损耗计算	16
第十一节 无功功率补偿	20
一、提高用电设备的自然功率因数 (20)	
二、采用并联电力电容器补偿 (21)	
三、利用同步电动机补偿 (22)	
四、电力电容器补偿、控制及安装方式的选择 (23)	
五、全厂负荷计算及无功功率补偿计算示例 (23)	
第二章 供配电系统	25
第一节 负荷分级及供电要求	25
一、规范对负荷分级的原则规定 (25)	
二、部分行业的负荷分级 (26)	
三、一级负荷对供电电源的要求 (29)	
四、二级负荷对供电电源的要求 (29)	
第二节 供配电系统设计要则	29
第三节 高压配电系统	30
一、电压选择 (30)	
二、接地方式 (31)	
三、配电方式 (35)	
第四节 变压器选择和变配电所主接线	37
一、变压器选择 (37)	
二、变配电所的电气主接线 (46)	
三、变配电所所用电源 (56)	
第五节 低压配电系统	57
一、电压选择 (57)	
二、带电导体系统和接地系统的分类 (57)	
三、低压电力配电系统 (58)	
四、照明配电系统 (60)	
第六节 应急电源	63
一、应急电源种类 (63)	
二、应急电源系统 (63)	
三、柴油发电机组 (65)	
四、不间断电源 UPS (67)	
五、应急电源 EPS (68)	
第七节 民用建筑供配电系统	70
一、高层建筑供配电系统 (70)	
二、体育建筑供配电系统 (71)	
三、影剧院供配电系统 (72)	

四、医疗建筑供电系统 (73)	五、商住楼供电系统 (75)	
附录 供、配电设计的原始资料		75
一、需向供电部门提供的资料 (75)	二、需向供电部门索取的资料 (76)	三、需向建设单位了解的内容和索取的资料 (76)
第三章 35~10 (6) kV 变配电所		77
第一节 变配电所所址和型式选择		77
一、变配电所分类 (77)	二、变配电所所址选择 (77)	三、变配电所型式选择 (78)
第二节 变配电所的布置		78
一、总体布置 (78)	二、控制室 (82)	三、高压配电室 (83)
四、电容器室 (88)	五、低压配电室 (90)	六、变压器室 (90)
七、露天安装的变压器、户外箱式变电站 (96)		
第三节 柴油发电机房		97
第四节 变配电所对土建、采暖、通风、给排水的要求		102
第五节 35kV 变电所设计实例		118
第四章 短路电流计算		123
第一节 概述		123
一、短路电流计算方法 (123)	二、短路电流计算的基本概念 (123)	三、限制短路电流的措施 (125)
第二节 电路元件参数的换算及网络变换		126
一、标幺制 (126)	二、有名单位制 (127)	三、网络变换 (127)
第三节 高压系统电路元件的阻抗		130
一、同步电机 (130)	二、异步电动机 (130)	三、电力变压器 (130)
四、电抗器 (131)	五、高压线路 (131)	
第四节 高压系统短路电流计算		133
一、计算条件 (133)	二、远端短路的单电源馈电的三相短路电流初始值 I''_k 的计算 (134)	三、近端短路的一台发电机馈电的三相短路电流初始值 I''_k 的计算 (136)
四、短路点由多个电源供电的三相短路电流初始值 I''_k 的计算 (148)	五、三相短路电流峰值 i_p (即短路全电流最大瞬时值) 的计算和全电流最大有效值 I_p 的计算 (149)	六、电动机对短路电流的影响 (150)
七、两相不接地短路电流的计算 (152)	八、单相接地电容电流的计算 (152)	
第五节 低压网络电路元件阻抗的计算		153
一、高压侧系统阻抗 (154)	二、10 (6) /0.4kV 三相双绕组配电变压器的阻抗 (155)	三、低压配电线路的阻抗 (156)
四、钢导体的阻抗 (159)		
第六节 低压网络短路电流的计算		162
一、计算条件 (162)	二、三相和两相 (不接地) 短路电流的计算 (162)	三、单相短路 (包括单相接地故障) 电流的计算 (163)
四、10 (6) /0.4kV 电力变压器低压侧短路电流值 (172)		
第七节 短路电流计算示例		172
一、高压系统短路电流计算示例 (172)	二、低压网络短路电流计算示例 (178)	
第八节 GB/T 15544—1995《三相交流系统短路电流计算》简介		179
一、主题内容与适用范围 (179)	二、使用主要术语 (180)	三、确定最大短路电流的短路型式 (181)
四、不对称短路的短路电流计算 (181)	五、“GB 95”短路电流计算与本手册的比	

较 (182)	
第九节 柴油发电机供电系统短路电流的计算	184
一、计算条件 (184)	
二、短路系统电参数的计算与简化 (184)	
三、柴油发电机供电系统短路电流的计算 (188)	
四、同步发电机主要参数 (191)	
五、柴油发电机供电系统短路电流计算示例 (191)	
第五章 高压电器及开关柜的选择	199
第一节 概述	199
一、内容及范围 (199)	
二、高压电器及开关柜的选择条件 (199)	
第二节 按工作条件选择高压电器及开关柜	200
一、按工作电压选择 (200)	
二、按工作电流选择 (201)	
三、按开断电流选择 (201)	
四、高压电器的绝缘配合 (202)	
五、按接线端子静态拉力选择 (202)	
第三节 按环境条件选择高压电器及开关柜	203
一、概述 (203)	
二、环境温度 (204)	
三、环境湿度 (205)	
四、高海拔地区的高压电器和导体 (205)	
五、地震影响 (206)	
第四节 高压电器和导体的短路稳定校验	206
一、短路稳定校验的一般要求 (206)	
二、短路电流的电磁效应及导体的动稳定校验 (207)	
三、短路电流的热效应及电器导体的热稳定校验 (210)	
四、校验计算及数据 (212)	
第五节 选择高压电器的其他要求	213
一、高压断路器 (213)	
二、高压负荷开关 (215)	
三、高压熔断器 (216)	
四、高压负荷开关—熔断器组合电器 (217)	
五、高压隔离开关和接地开关 (219)	
六、限流电抗器 (219)	
七、中性点接地设备 (220)	
第六节 高压开关柜及环网负荷开关柜选择的基本要求	224
一、高压开关柜 (224)	
二、环网负荷开关柜 (224)	
三、选择高压开关柜和环网负荷开关柜的一般要求 (225)	
第七节 高压电器短路稳定校验的示例	226
一、近端系统 (226)	
二、远端系统 (228)	
第八节 高压电器及导体短路稳定校验数据表	228
第六章 电能质量	253
第一节 概述	253
第二节 电压偏差	255
一、基本概念 (255)	
二、电压偏差允许值 (255)	
三、电压偏差计算 (257)	
四、线路电压损失允许值 (259)	
五、改善电压偏差的主要措施 (260)	
第三节 电压波动	261
一、基本概念 (261)	
二、闪变的发生和危害及电磁兼容 (261)	
三、电压变动和闪变的限值 (262)	
四、三相炼钢电弧炉熔化期供电母线上的电压变动和闪变 (264)	
五、电弧焊机焊接时的电压波动 (265)	
第四节 电动机起动时的电压下降	266
一、基本概念 (266)	
二、电动机起动时在配电系统中引起电压下降时的电压允许值 (267)	
三、笼型电动机和同步电动机起动方式的选择 (267)	
四、选择降压起动电器需要满足的基本条件 (268)	
五、降压起动方式的选择 (269)	
六、电动机起动时电压下降的计算 (269)	

七、计算示例 (273)	
第五节 谐波	280
一、基本概念 (280)	
二、谐波源及部分电气设备产生的谐波电流值 (281)	
三、谐波的危害 (285)	
四、谐波标准及谐波计算与测量 (286)	
五、减小谐波影响的技术措施 (290)	
第六节 不平衡度	291
一、基本概念 (291)	
二、不平衡负荷产生的影响 (292)	
三、降低三相低压配电系统的不平衡度的措施 (292)	
四、不平衡度的相关计算表达式 (292)	
第七章 继电保护和自动装置	294
第一节 一般要求	294
第二节 电力变压器的保护	295
一、保护配置 (295)	
二、整定计算 (296)	
三、示例 (305)	
第三节 6~10kV 线路的保护	308
一、保护配置 (308)	
二、整定计算 (308)	
三、示例 (310)	
四、线路纵联差动保护 (313)	
第四节 6~10kV 母线分段断路器的保护	315
一、保护配置 (315)	
二、整定计算 (315)	
三、示例 (315)	
第五节 6~10kV 电力电容器的保护	316
一、保护配置 (316)	
二、整定计算 (317)	
三、示例 (318)	
第六节 3~10kV 电动机的保护	323
一、保护配置 (323)	
二、整定计算 (323)	
三、示例 (325)	
四、同步电动机失步保护 (327)	
五、低电压保护 (328)	
六、同步电动机的单相接地电容电流和短路比 (329)	
第七节 微机继电保护	331
一、微机继电保护装置的特点 (331)	
二、变压器微机保护装置的特点 (332)	
三、变压器微机保护的电流平衡调整 (332)	
四、变压器、电动机微机差动保护整定计算 (333)	
五、微机差动保护中电流互感器的选择 (335)	
六、微机电流、电压保护整定计算 (336)	
七、DVP-600 系列微机保护监控装置 (337)	
第八节 保护装置的动作配合	339
一、保护装置的动作电流与动作时间的配合 (339)	
二、保护装置选择性配合示例 (340)	
第九节 保护用电流互感器	341
一、保护用电流互感器名词定义 (341)	
二、保护用电流互感器的选择 (342)	
三、按照 10% 误差曲线校验电流互感器的步骤 (342)	
四、电流互感器允许误差的计算步骤 (343)	
第十节 交流操作的继电保护	345
一、继电保护跳闸方式 (345)	
二、整定计算 (345)	
三、示例 (349)	
四、以 UPS 电源作操作电源的交流操作继电保护 (357)	
五、在短路时各种保护装置回路内的电流分布 (357)	
六、常用继电器、脱扣器及电流互感器的技术数据 (357)	
第十一节 接地信号与接地保护	367
一、零序电压过滤器小接地电流信号装置 (367)	
二、BD-31E 型小接地电流继电器 (368)	
三、MLN98 型微机小接地电流系统接地选线装置 (简称 MLN98 装置) (369)	
四、中性点经低电阻接地系统的特点与接地保护 (370)	
第十二节 自动重合闸装置及备用电源自动投入装置	372

一、自动重合闸装置(简称AR)(372) 二、备用电源自动投入装置(简称ATS)(380)

第八章 变电所二次回路 389

第一节 变、配电所常用操作电源 389

一、直流操作电源系统(389) 二、交流操作电源(408)

第二节 断路器的控制、信号回路 411

一、断路器的控制、信号回路的设计原则(411) 二、灯光监视的断路器控制、信号回路接线(412) 三、断路器二次接线全图举例(423)

第三节 电气测量与电能计量 434

一、电气测量与电能计量的设计原则(434) 二、电流互感器及其二次电流回路(439) 三、电压互感器及其二次电压回路(442) 四、电测量变送器(444)

第四节 中央信号装置 447

一、中央信号装置的设计原则(447) 二、中央信号装置的接线(447) 三、闪光装置(451)

第五节 二次回路的保护及控制、信号回路的设备选择 453

一、二次回路的保护设备(453) 二、控制开关的选择(455) 三、灯光监视中的位置指示灯及其附加电阻的选择(455) 四、中间继电器的选择(456) 五、信号继电器及附加电阻的选择(457)

第六节 二次回路配线 460

一、二次回路绝缘导线和电缆的一般要求(460) 二、控制电缆的金属屏蔽(460) 三、控制电缆接线的要求(460) 四、控制电缆芯数和根数的选择(461) 五、控制电缆截面的选择(461) 六、控制、信号回路用控制电缆选择(463) 七、端子排(463) 八、小母线(465)

第七节 变电站微机综合自动化系统 466

一、概述(466) 二、变电站微机综合自动化的基本功能(466) 三、二次系统设计(467) 四、外部电缆设计(468) 五、变电站综合自动化系统二次接线图(468)

第九章 电线、电缆选择 480

第一节 电线、电缆类型的选择 480

一、导体材料选择(480) 二、电缆芯数选择(480) 三、电力电缆绝缘水平选择(481) 四、绝缘材料及护套选择(482) 五、铠装及外护层选择(488) 六、爆炸危险场所电线、电缆的选择(489) 七、分支电缆选择(490) 八、母线的选择(490)

第二节 电线、电缆截面的选择 492

一、电线、电缆截面选择的条件(492) 二、按温升选择截面(492) 三、按经济电流选择截面(493) 四、按电压损失校验截面(493) 五、按机械强度校验截面(494) 六、中性线(N)、保护接地线(PE)、保护接地中性线(PEN)的截面选择(494) 七、爆炸及火灾危险环境导线截面的选择(496)

第三节 电线、电缆载流量 496

一、载流量的说明(496) 二、塑料绝缘电线的载流量(507) 三、交联聚乙烯绝缘电力电缆的载流量(513) 四、聚氯乙烯绝缘电力电缆的载流量(516) 五、橡皮绝缘电力电缆的载流量(518) 六、架空绝缘电缆的载流量(520) 七、矿物绝缘电缆的载流量(521) 八、涂漆矩形母线及安全式滑触线的载流量(522) 九、裸线载流量(525) 十、导体中频载流量(527)

第四节 按经济电流选择电缆截面 530

一、《电力电缆截面的经济最佳化》原理和方法(530) 二、电缆的经济电流范围(532) 三、

经济电流密度曲线 (535)	四、按经济电流选择电缆截面的注意要点 (537)	
第五节 电压损失计算		538
一、导线阻抗计算 (538)	二、电压损失计算 (542)	三、常用导线主要参数 (544)
四、矿物绝缘电缆常用数据 (546)	五、架空线路的电压损失 (547)	六、电缆线路的电压损失 (550)
七、室内线路的电压损失及直流线路电流矩 (554)	八、中频线路的电压损失计算 (556)	
附录 1 电线电缆产品型号编制方法简介		560
附录 2 电缆非金属含量参考表		561
第十章 线路敷设		564
第一节 屋内、外布线		564
一、一般要求 (564)	二、裸导体布线 (564)	三、绝缘导线明敷布线 (566)
四、穿管布线 (566)	五、钢索布线 (569)	六、线槽布线 (570)
七、母线槽布线 (570)	八、竖井布线 (570)	九、屋内电气线路和其他管道之间的最小净距 (571)
第二节 电缆线路		572
一、电缆敷设的一般要求 (572)	二、电缆埋地敷设 (574)	三、电缆在沟内敷设 (575)
四、电缆在隧道内敷设 (575)	五、屋内电缆敷设 (576)	六、电缆穿管敷设 (577)
七、电缆在排管内敷设 (577)	八、架空电缆敷设 (578)	九、桥梁电缆的敷设 (578)
十、水下电缆的敷设 (578)	十一、电缆敷设的防火、防爆、防腐措施 (579)	十二、电缆散热量计算 (580)
第三节 架空配电线路敷设		580
第十一章 低压配电线路保护和低压电器选择		584
第一节 低压配电线路的保护		584
一、短路保护 (584)	二、过负载保护 (586)	三、接地故障保护 (587)
四、保护电器的装设位置 (588)		
第二节 低压电器选择的一般要求		589
一、按正常工作条件选择 (589)	二、按短路工作条件选择 (589)	三、按使用环境条件选择 (590)
四、低压电器标准目录及外壳防护等级 (593)		
第三节 爆炸和火灾危险环境的低压电器设备选择		597
一、爆炸性气体环境电气设备的选择 (598)	二、爆炸性粉尘环境电气设备选择 (610)	三、火灾危险环境电气设备选择 (614)
第四节 保护电器的选择		616
一、低压熔断器 (616)	二、低压断路器 (624)	三、剩余电流动作保护器 (俗称漏电保护器) (637)
第五节 开关、隔离电器和接触器的选择		638
一、开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器 (638)	二、接触器和起动器 (642)	
第六节 各级保护电器间的选择性		648
一、选择性动作的意义和要求 (648)	二、熔断器与熔断器的级间配合 (648)	三、熔断器与非选择型断路器的级间配合 (648)
四、非选择型断路器与熔断器的级间配合 (648)	五、选择型断路器与熔断器的级间配合 (649)	六、非选择型断路器与非选择型断路器的级间配合 (649)
七、选择型断路器与非选择型断路器的级间配合 (649)	八、上级用带接地故障保护的断路器	

(650) 九、区域选择性连锁 (650)	
第七节 低压保护电器选择示例	650
第十二章 常用用电设备配电	653
第一节 电动机	653
一、电动机的选择和常用参数 (653) 二、电动机主回路接线 (657) 三、电动机的起动方式 (658)	
四、隔离电器的选择 (664) 五、短路和接地故障保护电器选择 (665) 六、过载和断相保护电器的选择 (668)	
七、起动控制电器的选择 (671) 八、交流电动机的低电压保护 (673) 九、导线和电缆的选择 (674)	
十、交流电动机的控制回路 (674) 十一、常用电动机起动、保护电器及导线选择表 (675)	
十二、附录 (696)	
第二节 起重机	711
一、起重机的供电 (711) 二、起重机的配电方式 (712) 三、计算电流和尖峰电流 (714)	
四、开关和熔断器的选择 (715) 五、导线选择 (715) 六、滑触线的安装要点 (719)	
七、常用起重机开关及导线、滑触线选择 (721)	
第三节 电梯和自动扶梯	733
一、电梯和自动扶梯的供配电方式 (733) 二、电梯的电力拖动和控制方式 (733) 三、电梯功率的估算 (733)	
四、电梯和自动扶梯的计算电流 (734) 五、电梯和自动扶梯电源开关、熔断体和导线选择 (735)	
六、电梯井道和机房的配线 (735) 七、电梯的接地和等电位联结 (735)	
八、常用电梯和自动扶梯的电源开关、熔体和导线的选择 (735)	
第四节 电焊机	744
一、电焊机的配电方式 (744) 二、电焊机开关电器和保护电器的装设 (744) 三、电焊机保护元件的选择 (744)	
四、电焊机电源线的选择 (745) 五、常用电焊机开关、熔断器及导线选择 (745)	
第五节 电阻炉	750
一、电阻炉的计算电流 (751) 二、常用电阻炉配线图表 (751)	
第六节 整流器	758
一、整流器的选择 (758) 二、整流器交流输入电流的计算 (758) 三、常用整流器熔断体和导线的选择 (760)	
第七节 工业探伤设备及医用射线设备	764
一、工业探伤设备 (764) 二、医用 X 射线机 (766)	
第八节 断续和短时工作制用电设备及其导线的载流量	767
一、断续工作和短时工作制用电设备 (767) 二、导线和电缆在断续负载和短时负载下的允许载流量 (768)	
第十三章 雷电防护及电力设备过电压保护	775
第一节 概述	775
一、雷击机理及雷击电流参量 (775) 二、雷击效应及其危害 (778) 三、落雷的相关因素 (781)	
四、建筑物防雷的内容及依据标准 (782)	
第二节 建筑物 (含构筑物) 的雷电防护	783
一、建筑物年预计雷击次数 (783) 二、建筑物防雷分类 (783) 三、建筑物的防雷措施 (785)	
四、其他防雷措施及相关要求 (790) 五、高层民用建筑物的防雷分类及其相关措施 (790)	
第三节 特殊建、构筑物的防雷	791

一、有爆炸危险的露天封闭钢罐的防雷 (791)	二、户外架空管道的防雷 (791)	三、水塔的防雷 (792)	四、烟囱的防雷 (792)	五、微波站、电视差转台的防雷 (792)	六、卫星通信地球站的防雷 (794)	七、广播发射台的防雷 (795)	八、雷达站的防雷 (796)	九、测试调试场的防雷 (796)	十、移动通信基地站的防雷 (797)
第四节 建筑物防雷接闪器的选择和布置	797								
一、防雷接闪器的种类和滚球半径 (797)	二、避雷针的保护范围 (798)	三、架空避雷线的保护范围 (802)							
第五节 建筑物防雷装置	804								
第六节 防雷击电磁脉冲和电涌	807								
一、概述 (807)	二、防雷区 (LPZ) (807)	三、降低雷击电磁脉冲干扰的基本措施 (808)							
第七节 电涌保护器的选择和配合要求	827								
一、电涌保护器的种类 (827)	二、SPD 的性能及参数 (828)	三、SPD 的性能选择及配合性要求 (830)	四、SPD 的安装和选用 (841)						
第八节 交流电气装置的过电压保护	845								
一、雷电过电压保护 (845)	二、电力系统内过电压保护及绝缘配合 (853)								
第九节 交流电气装置防雷接闪器的保护范围	857								
一、避雷针的保护范围 (857)	二、避雷线的保护范围 (860)	三、山地和坡地上的避雷针或避雷线的保护范围 (861)	四、避雷针、避雷线联合保护范围 (861)						
第十节 交流电气装置的过电压限制器件	861								
一、阀式避雷器 (861)	二、排气式避雷器 (866)	三、保护间隙 (867)							
附录 雷击危险度评估及电涌防护分级	867								
一、概述 (867)	二、雷击危险度评估方法及电涌保护等级的划分 (868)	三、各级电涌防护的 SPD 级位配置和主要参数选择建议 (869)							
第十四章 接地	871								
第一节 概述	871								
一、基本概念 (871)	二、接地的分类 (871)	三、联合接地方式 (872)							
第二节 3~35kV 电气装置的接地	872								
一、3~35kV 电气装置的接地方式 (872)	二、变电所的接地装置 (874)	三、发电、变电、送电和配电电气装置保护接地的范围 (876)	四、电气装置保护接地的接地电阻 (877)						
第三节 低压电气装置的接地	879								
一、低压系统的接地型式 (879)	二、保护线的最小截面 (881)	三、爆炸和火灾危险环境电气装置的接地 (881)	四、手持式和移动式电气设备的接地 (882)	五、直流电气设备的接地 (882)					
第四节 等电位联结	883								
一、等电位联结的作用 (883)	二、等电位联结的分类 (883)	三、等电位联结线的截面 (884)	四、等电位联结线的安装 (885)						
第五节 接地装置	885								
第六节 接地电阻的计算	889								
一、接地电阻的基本概念 (889)	二、土壤和水的电阻率 (889)	三、均匀土壤中接地电阻的计算 (890)	四、非均匀土壤中接地电阻的计算 (897)	五、冲击接地电阻计算 (898)					

第七节 高土壤电阻率地区降低接地电阻的措施.....	900
第八节 电子设备、大中型电子计算机及特殊设备的接地	903
一、电子设备接地 (903) 二、电信综合楼接地 (906) 三、大、中型电子计算机接地 (907)	
四、微波站接地 (908) 五、屏蔽接地 (910) 六、高频电炉接地 (911) 七、常用高压试验设备接地 (911)	
八、防静电接地 (912)	
第十五章 低压电气装置的防电击和特殊环境的电气安全	915
第一节 概述	915
一、人体通过电流时的生理反应 (915) 二、直接接触电击防护 (916) 三、间接接触电击防护 (917)	
第二节 正常环境中用自动切断电源措施的间接接触电击防护 (接地故障保护)	918
一、基本要求 (918) 二、TN 系统 (919) 三、TT 系统 (922) 四、IT 系统 (923)	
五、RCD 的选用和安装 (924)	
第三节 特殊场所内的电气安全	925
一、浴室 (925) 二、游泳池 (928) 三、喷水池 (929) 四、桑拿浴室 (930) 五、农畜设施 (931)	
六、狭窄导电场所 (932) 七、数据处理设备的电气装置 (933) 八、旅游车及其停车场 (934)	
九、医院 (937) 十、装有电气设备的家具 (940) 十一、室外照明装置 (941)	
十二、特低电压照明装置 (943) 十三、临时用电场所 (944)	
第十六章 常用资料	950
第一节 量和单位	950
一、基本概念 (950) 二、国际单位制和我国法定计量单位 (950) 三、常用的物理量和法定计量单位 (956)	
四、常用单位换算 (977) 五、美国线规简介 (982)	
第二节 常用标准	984
一、国内标准的种类、分级和代号 (984) 二、常用电气设计规范、标准索引 (985) 三、常见国际标准和国外标准 (994)	
四、国际电工委员会 (IEC) 简介 (994)	
第三节 电工材料常用数据	996
一、导电金属特性 (996) 二、绝缘材料特性 (996) 三、绝缘材料的耐热分级 (996)	
第四节 电工产品环境条件	1003
一、环境条件的定义和分类 (1003) 二、自然环境条件的分区 (1004) 三、应用环境条件的分级 (1006)	
第五节 气象资料	1009
一、温度、气压名词解释和应用说明 (1009) 二、大气压力、温度与海拔的关系 (1010) 三、全国主要城市气象参数 (1011)	
附录 计算机辅助配电设计简介	1021
一、CAD 的发展概述 (1021) 二、CAD 的性能要求 (1021) 三、配合本手册使用的电气计算软件 (1023)	

第一章 负荷计算及无功功率补偿

编者 孙美君 吴晓斌 校审者 徐荣铁

第一节 概 述

1. 负荷计算的内容和目的

(1) 计算负荷又称需要负荷或最大负荷。计算负荷是一个假想的持续性负荷，其热效应与同一时间内实际变动负荷所产生的最大热效应相等。在配电设计中，通常采用 30min 的最大平均负荷作为按发热条件选择电器或导体的依据。

(2) 尖峰电流指单台或多台用电设备持续 1s 左右的最大负荷电流。一般取起动电流的周期分量作为计算电压损失、电压波动和电压下降以及选择电器和保护元件等的依据。在校验瞬动元件时，还应考虑起动电流的非周期分量。

(3) 平均负荷为某段时间内用电设备所消耗的电能与该段时间之比。常选用最大负荷班（即有代表性的一昼夜内电能消耗量最多的一个班）的平均负荷，有时也计算年平均负荷。平均负荷用来计算最大负荷和电能消耗量。

2. 负荷计算的方法

负荷计算的方法有需要系数法、利用系数法、单位指标法等几种。

(1) 需要系数法。用设备功率乘以需要系数和同时系数，直接求出计算负荷。这种方法比较简便，应用广泛，尤其适用于配、变电所的负荷计算。

(2) 利用系数法。采用利用系数求出最大负荷班的平均负荷，再考虑设备台数和功率差异的影响，乘以与有效台数有关的最大系数得出计算负荷。这种方法的理论根据是概率论和数理统计，因而计算结果比较接近实际。适用于各种范围的负荷计算，但计算过程稍繁。

(3) 单位面积功率法、单位指标法和单位产品耗电量法。前两者多用于民用建筑，后者适用于某些工业建筑。在用电设备功率和台数无法确定时，或者设计前期，这些方法是确定设备负荷的主要方法。

(4) 除采用以上的方法外，还有二项式法以及近年国内出现的 ABC 法、变值需要系数法等。这些方法有的已被其他方法代替，有的是利用系数法的简化，还有的实用数据不多，未能推广，故不在此介绍。

单位面积功率法、单位指标法和单位产品耗电量法多用于设计的前期计算，如可行性研究和方案设计阶段；需要系数法、利用系数法多用于初步设计和施工图设计。

第二节 设备功率的确定

进行负荷计算时，需将用电设备按其性质分为不同的用电设备组，然后确定设备功率。

用电设备的额定功率 P_r 或额定容量 S_r 是指铭牌上的数据。对于不同负载持续率下的额定功率或额定容量, 应换算为统一负载持续率下的有功功率, 即设备功率 P_e 。

1. 单台用电设备的设备功率

(1) 连续工作制电动机的设备功率等于额定功率。

(2) 短时或周期工作制电动机(如起重机用电动机等)的设备功率是指将额定功率换算为统一负载持续率下的有功功率。

当采用需要系数法计算负荷时, 应统一换算到负载持续率 ϵ 为 25% 下的有功功率

$$P_e = P_r \sqrt{\frac{\epsilon_r}{0.25}} = 2P_r \sqrt{\epsilon_r} \quad \text{kW} \quad (1-1)$$

当采用利用系数法计算负荷时, 应统一换算到负载持续率 ϵ 为 100% 下的有功功率

$$P_e = P_r \sqrt{\epsilon_r} \quad \text{kW} \quad (1-2)$$

上两式中 P_r ——电动机额定功率, kW;

ϵ_r ——电动机额定负载持续率。

(3) 电焊机的设备功率是将额定容量换算到负载持续率 ϵ 为 100% 时的有功功率

$$P_e = S_r \sqrt{\epsilon_r} \cos \varphi \quad \text{kW} \quad (1-3)$$

式中 S_r ——电焊机的额定容量, kVA;

$\cos \varphi$ ——额定功率因数, 其值见表 1-1 或表 1-7。

(4) 电炉变压器的设备功率是指额定功率因数时的有功功率

$$P_e = S_r \cos \varphi_r \quad \text{kW} \quad (1-4)$$

式中 S_r ——电炉变压器的额定容量, kVA;

$\cos \varphi_r$ ——电炉变压器的额定功率因数。

(5) 整流变压器的设备功率是指额定直流功率。

(6) 白炽灯和卤钨灯的设备功率为灯泡额定功率。气体放电灯的设备功率为灯管额定功率加镇流器的功率损耗(荧光灯采用普通型电感镇流器加 25%, 采用节能型电感镇流器加 15%~18%, 采用电子镇流器加 10%; 金属卤化物灯、高压钠灯、荧光高压汞灯用普通电感镇流器时加 14%~16%, 用节能型电感镇流器时加 9%~10%)。

2. 用电设备组的设备功率

用电设备组的设备功率是指不包括备用设备在内的所有单个用电设备的设备功率之和。

3. 变电所或建筑物的总设备功率

变电所或建筑物的总设备功率应取所供电的各用电设备组设备功率之和, 但应剔除不同时使用的负荷, 例如:

(1) 消防设备容量一般可不计入总设备容量。

(2) 季节性用电设备(如制冷设备和采暖设备)应择其最大者计入总设备容量。

4. 柴油发电机的负荷统计

(1) 当柴油发电机仅作为消防、保安性质用电设备的应急电源时, 用电负荷应计算消防泵(含消火栓泵、喷淋泵、消防加压泵和排水泵)、消防电梯、防排烟设备、消防控制设备、安防设备、电视监控设备、应急照明等设备的功率。

(2) 当采用柴油发电机作为备用电源时, 除计算保安性质负荷的用电设备外, 根据用电