

配电工程设计 简明规范计算实用手册

钟泉发 等 编著

PEIDIAN GONGCHENG SHEJI

JIANMING GUIFAN JISUAN SHIYONG SHOUC

常用规范、系数、计算公式

实用简明快捷计算

各种计算结果速查表



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

目 录

前言

第 1 章 供电系统负荷分级、供配电系统设计及供电质量	1
1.1 一般规定	1
1.2 负荷分级	1
1.3 各级负荷用户和设备的供电要求	5
1.4 供配电系统设计	7
1.5 供电质量与谐波治理	8
第 2 章 负荷计算	11
2.1 负荷计算的内容	11
2.2 负荷计算的方法和计算公式	11
2.3 电流的计算	18
2.4 尖峰电流的计算	19
2.5 有功功率、无功功率、视在功率和功率因数的关系诺模图	19
第 3 章 配变电所设计原则规范	21
3.1 一般规定	21
3.2 配变电系统	22
3.3 配变电所的布置	24
3.4 配电变压器	28
3.5 配电装置	32
3.6 对有关专业的要求	33
3.7 低压配电	34
3.8 低压配电线路保护及防触电措施	38
3.9 保护电器选择性配合及计算公式	46
3.10 开关电器的选择和计算公式	51
第 4 章 电缆、电线选择	64
4.1 电缆、电线的绝缘水平	64
4.2 绝缘材料及护套选择	64
4.3 电缆防护结构的选择	65
4.4 电线、电缆截面选择的原则	65
4.5 按经济电流密度选择电缆、架空线路导线截面	69
4.6 电线电缆载流量的确定	70
4.7 导体截面选择	73

4.8	经修正后的设计实用的计算结果表	75
4.9	工程计算实例	96
第5章	无功容量补偿	97
5.1	功率因数低的不良影响	97
5.2	对无功补偿配置的要求	97
5.3	电容器组的接线方式和要求	98
5.4	电容器的保护	98
5.5	电容器补偿容量的计算	99
5.6	串联滤波电抗器电抗率 $x\%$ 值的推导计算	103
5.7	串联电抗器额定容量、额定电压和电抗值计算	106
第6章	电压损失、功率损失及电能损耗计算	108
6.1	导线的电阻计算	108
6.2	三相单相线路电压损失计算	108
6.3	架空线路电压损失	109
6.4	电缆线路的电压损失	112
6.5	变压器的电压损失 $\Delta u_T\%$ 计算	117
6.6	线路电压损失允许值	118
6.7	各类电源容量下允许全压启动的鼠笼型电动机最大功率	119
6.8	变压器调压分接头与二次空载电压和电压提升的关系	119
6.9	功率损耗计算	119
6.10	电能损耗计算	122
第7章	三相短路电流计算	124
7.1	阻抗计算 (标幺制法)	124
7.2	10kV 短路电流、短路容量计算	125
7.3	用户 10kV 直配电动机反馈短路电流周期分量有效值 $I''_{d,D}$ 计算	127
7.4	用户变压器低压侧 (0.4kV) 母线三相最大短路电流计算	127
7.5	10kV 母线三相最大短路电流计算	128
7.6	变压器低压侧阻抗和三相最大电流计算	130
7.7	用户 400V 出线上, 最大三相短路电流计算	132
7.8	两相最大短路电流计算	133
7.9	两相最小短路电流计算	133
7.10	短路电流计算工程实例	133
第8章	电气设备选择校验技术条件、热稳定、动稳定校验	142
8.1	校验的技术条件	142
8.2	热稳定校验	142
8.3	动稳定校验	144
8.4	断路器遮断容量选择校验	146

8.5	电流互感器 10%误差校验	146
8.6	电流互感器、电压互感器变比选择	148
8.7	电流互感器、电压互感器的准确级次选择和误差限值	148
8.8	隔离开关合、分电流的能力	149
8.9	负荷开关的开断和关合能力	150
8.10	熔断器熔体额定电流 I_n 的选择	150
第 9 章	继电保护	151
9.1	继电保护的基本要求	151
9.2	保护装置的类型及其功能、保护范围、保护的整定原则	152
9.3	10kV 配电变压器继电保护动作电流整定及灵敏系数计算	155
9.4	10kV 电动机电流速断和过电流保护的整定计算	158
9.5	10kV 线路继电保护动作电流整定与灵敏系数校验计算	159
9.6	10kV 进线保护整定计算与灵敏系数校验计算	161
9.7	配电变压器单相接地保护动作电流与灵敏系数计算	162
9.8	10kV 线路单相接地保护	164
第 10 章	二次回路构成原理及功能要求	165
10.1	配电工程二次回路设计范围	165
10.2	构成二次回路的功能要求	165
10.3	灯光监视的断路器控制、信号按功能要求构成的二次回路原理	165
10.4	二次回路动作原理举例说明	168
10.5	二次回路编号的规定	170
10.6	端子排排列和接线的规定	171
10.7	二次回路标号的规定	171
10.8	小母线符号、电缆标号的规定	173
第 11 章	直流系统 220V、110V 直流系统技术规范书	176
第 12 章	10kV 系统开关站综合自动化系统技术条件书	194
第 13 章	关于配电变压器低压出线开关额定电流和出线电缆截面选择配合问题	205
第 14 章	关于配电变压器低压总开关脱扣保护整定值的分析和论证	207
第 15 章	关于电流互感器 10%误差饱和倍数校验方法	221
15.1	校验电流互感器 (TA) 10%误差饱和倍数的目的和概念	221
15.2	校验 10%误差倍数的方法和步骤	221
15.3	变压器速断保护校验其电流互感器 10%饱和电流的要求	224
15.4	举例	225
附录 1	作者简介	228
附录 2	珠海电力建设工程有限公司简介	229
	参考文献	236

第1章 供电系统负荷分级、供配电系统设计及供电质量

依据国家建设部 2009 年 7 月发布、12 月出版的《全国民用建筑工程设计技术措施/电气》(简称《技术措施/电气》)。

1.1 一般规定

1 供配电系统的设计, 首先应确定用电负荷的等级, 并根据负荷等级认真仔细进行技术经济比较, 确定外部(市电)电源、自备(应急)电源, 设计合理的供电系统接线。

2 供配电系统应简单、安全、可靠, 分级要少而明确, 便于管理、便于维护。

3 供配电系统设计, 应做到技术先进, 选用性能良好的节能设备, 节约设备、材料和建设投资; 低压配电线路要短, 减少运行的电能损耗, 保证供电质量。

4 供配电系统的设计, 应遵守国家住房和城乡建设部颁发的《技术措施/电气》和现行的国家标准、行业标准、地方标准或相关规定。

1.2 负荷分级

民用建筑电气负荷, 根据建筑物在政治、经济上的重要性或用电设备对供电可靠性的要求, 分为三级。即一级负荷、二级负荷、三级负荷。

根据设计规范 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》及 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》, 某些“特等建筑”、“不允许中断供电”的负荷列为特别重要负荷。

1.2.1 一级(含特别重要)负荷用户和设备

中断供电将造成人身伤害、重大社会影响、重大经济损失及公共场所秩序严重混乱的用电单位(用户)和用电设备。

特别重要负荷用户和设备。

(1) 特别重要负荷用户。

重要的通信、交通枢纽; 重要的经济信息中心; 特、甲级体育建筑、国宾馆、承担重大国事活动的国家级会堂、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等。

(2) 特别重要负荷设备。

1) 中断供电将造成人员伤亡的用电设备。

2) 中断供电将造成中毒、爆炸、火灾等的用电设备。

3) 特别重要负荷用户中的重要的计算机网络及实时处理的计算机等重要设备。

4) 特殊重要场所的不允许中断供电的设备。

1.2.2 二级负荷用户和设备

(1) 中断供电将造成较大社会影响或经济损失。

(2) 中断供电将造成公共场所秩序混乱的用电单位或用电设备。

1.2.3 三级负荷

不属于特别重要和一、二级负荷者为三级负荷。

1.2.4 民用建筑中用户及用电设备负荷

民用建筑中的用户及用电设备负荷分级，见表 1.1 和表 1.2（取自 2009 年版《技术措施/电气》）附录 2.7 表 2.7.1 及表 2.7.2）。

表 1.1 民用建筑用户负荷分级

负 荷 等 级	用 户 名 称
特别重要用户	国宾馆；国家级及承担重大国事活动的会堂、国际会议中心；国家级政府办公楼；国家军事指挥中心；国家级图书馆、文物库；特级体育场、馆；国家及直辖市广播电台、电视台；民用机场；地、市级以上气象台、站；通信枢纽及市话局、卫星地面站；大型博物馆、展览馆；四星级及以上宾馆、饭店；大型金融中心、大型银行、大型证券交易中心；省、部级计算中心；大型百货商场、贸易中心；三级医院；超高层及特大型公共建筑；经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所；中断供电将发生爆炸、火灾以及严重中毒的民用建筑；有关部门规定的特级用户；国家级及省部级防灾应急中心；电力调度中心；交通指挥中心
一级负荷用户	直辖市、省部级办公楼；大型高层办公楼；三星级宾馆；大使馆及大使官邸；二级医院；银行；大型火车站；3 万 m ² 以上的百货商店；重要的科研单位、重点高等院校；地、市级体育场馆；大量人员集中的公共场所；当地供电主管部门规定的一级负荷用户
二级负荷用户	高层普通住宅、高层宿舍；大型普通办公楼；甲等电影院；中型百货商场；高等学校、科研单位；一、二级汽车客运站；大型冷库
三级负荷用户	不属于特别重要及一、二级负荷用户的其他用户

注 1. 本表参照北京市地方标准《北京市建筑设计技术细则（电气专业）》中的表 2.2.2-1 用户负荷等级表，作了少量删改。

2. 表中超高层建筑的高度范围为 100～250m。

表 1.2 用电设备负荷分级

序号	建 筑 物 名 称	用 电 负 荷 名 称	负荷级别
1	国家级会堂、国宾馆、国家级国际会议中心	主会场、接见厅、宴会厅照明，电声、录像、计算机系统用电，消防用电	特别重要
		客梯电力、总值班室、会议室、主要办公室、档案室用电	一级
2	国家及省部级政府办公建筑	客梯电力、主要办公室、会议室、总值班室、档案室及主要通道照明用电，消防用电	一级
3	国家及省部级计算中心	计算机系统用电，消防用电	特别重要
4	国家及省部级防灾中心、电力调度中心、交通指挥中心	防灾、电力调度及交通指挥计算机系统用电，消防用电	特别重要

续表

序号	建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别
5	地、市级办公建筑	主要办公室、会议室、总值班室、档案室及主要通道照明用电	二级
6	地、市级及以上气象台	气象业务用计算机系统用电	特别重要
		气象雷达、电报及传真收发设备、卫星云图接收机及语言广播设备、气象绘图及预报照明用电，消防用电	一级
7	电信枢纽、卫星地面站	保证通信不中断的主要设备用电	特别重要
8	电视台、广播电台	国家及省、市、自治区电视台、广播电台的计算机系统用电，直接播出的电视演播厅、中心机房、录像室、微波设备及发射机房用电，消防用电	特别重要
		语音播音室、控制室的电力和照明用电，客梯电力	一级
		洗印室、电视电影室、审听室、楼梯照明用电	二级
9	剧场	特、甲等剧场的调光用计算机系统用电	特别重要
		特、甲等剧场的舞台照明、贵宾室、演员化妆室、舞台机械设备、电声设备、电视转播用电，消防用电	一级
		甲等剧场的观众厅照明，空调机房及锅炉房电力和照明用电，乙、丙等剧场的消防用电	二级
10	电影院	甲等电影院的照明、放映用电，消防用电	二级
11	博物馆、展览馆	大型博物馆、展览馆安防系统用电，珍贵展品展室照明用电，消防用电	特别重要
		展览用电	二级
12	图书馆	藏书量超过100万册及重要图书馆的安防系统、图书检索用计算机系统用电，消防用电	特别重要
		其他用电	二级
13	体育场、馆	特级体育场（馆）、游泳馆的比赛场（厅）、主席台、贵宾室、接待室、新闻发布厅、广场及主要通道照明、计时记分装置、计算机房、电话机房、广播机房、电台和电视转播及新闻摄影用电，消防用电	特别重要
		甲级体育场（馆）、游泳馆的比赛场（厅）、主席台、贵宾室、接待室、新闻发布厅、广场及主要通道照明、计时记分装置、计算机房、电话机房、广播机房、电台和电视转播及新闻摄影用电，消防用电	一级
		特级及甲级体育场（馆）、游泳馆中非比赛用电，乙级及以下体育建筑比赛用电	二级
14	商场、超市	大型商场及超市经营管理用计算机系统用电	特别重要
		大型商场及超市营业厅备用照明、消防用电	一级
		大型商场及超市自动扶梯、空调电力用电，中型百货商场、超市营业厅备用照明	二级
15	银行、金融中心、证交中心	重要的计算机系统和安防系统用电，金库照明，大型银行、大型金融中心、大型证交中心的消防用电	特别重要
		大型银行营业厅及门厅照明、安全照明用电，客梯电力	一级
		小型银行营业厅及门厅照明用电	二级

续表

序号	建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别
16	民用机场	航空管制、导航、通信、气象、助航灯光系统设施和台站用电，边防、海关的安全检查设备用电，航班预报设备用电，三级以上油库用电，消防用电	特别重要
		候机楼、外航驻机场办事处、机场宾馆及旅客过夜用房、站坪照明、站坪机务用电	一级
		其他用电	二级
17	大型火车站	大型站和国境站的调度设备用电，旅客站房、站台、天桥、地道用电，消防用电	一级
18	水运客运站	通信、导航设施用电	一级
		港口重要作业区、一级客运站用电	二级
19	汽车客运站	一、二级客运站用电	二级
20	汽车库（修车库）、停车场	I类汽车库、机械停车设备及采用升降梯作车辆疏散出口的升降梯用电，消防用电	一级
		II、III类汽车库和I类修车库、机械停车设备及采用升降梯作车辆疏散出口的升降梯用电，消防用电	二级
21	宾馆、饭店	四星级及以上宾馆、饭店的经营及设备管理用计算机系统用电	特别重要
		四星级及以上宾馆、饭店的宴会厅、餐厅、厨房、康乐设施、门厅及高级客房、主要通道等场所的照明用电，厨房、排污泵、生活水泵、主要客梯电力，计算机、电话、电声和录像设备、新闻摄影用电，三星级及以上宾馆、饭店的消防用电	一级
		三星级宾馆、饭店的宴会厅、餐厅、厨房、康乐设施、门厅及高级客房、主要通道等场所的照明用电，厨房、排污泵、生活水泵、主要客梯电力，计算机、电话、电声和录像设备、新闻摄影用电，除上栏所述之外的四星级及以上宾馆、饭店的其他用电	二级
22	科研院所、高等院校	四级生物安全实验室及其他对供电连续性要求极高的国家重点实验室用电	特别重要
		除上栏所述之外的其他重要实验室用电，消防用电	一级
		主要通道照明用电	二级
23	二级以上医院	重要手术室、重症监护等涉及患者生命安全的设备（如呼吸机等）及其照明用电	特别重要
		急诊部、监护病房、手术室、分娩室、婴儿室、血液病房的净化室、血液透析室、病理切片分析、磁共振、介入治疗用CT及X光机扫描室、血库、高压氧舱、加速器机房、治疗室及配血室的电力照明用电，培养箱、冰箱、恒温箱用电，走道照明用电，百级洁净度手术室空调系统用电，重症呼吸道感染区的通风系统用电，客梯电力，消防用电	一级
		除上栏所述之外的其他手术室空调系统用电，电子显微镜、一般诊断用CT及X光机用电，高级病房、肢体伤残康复病房照明用电	二级

续表

序号	建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别
24	一类高层建筑	走道照明、值班照明、警卫照明，障碍照明，屋顶停机坪信号灯用电，主要业务和计算机系统用电，安防系统用电，电子信息设备机房用电，客梯电力，排污泵、生活水泵用电，消防用电	一级
25	二类高层建筑	主要通道及楼梯间照明用电，客梯电力，排污泵、生活水泵用电，消防用电	二级

注 1. 本表依照 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》附录 A 表 A 编制。
2. 各类建筑物的分级见现行的有关设计规范。
3. 负荷分级表中的“消防用电”，指的是消防控制室内的主要设备、火灾自动报警及联动控制装置、火灾应急照明（含超高层建筑避难层照明和屋顶停机坪专用信号灯）及疏散指示标志、防烟排烟设施、自动灭火系统。

1.3 各级负荷用户和设备的供电要求

1.3.1 一级（含特别重要）负荷用户和设备的供电电源和供电系统

1 一级负荷用户和设备应由两个电源供电，并要求当两个电源中的一个电源发生故障（或检修）时，另一个电源不致同时受到损坏（或检修）。

2 特别重要负荷用户的供电电源，应考虑为其供电的一个电源故障或检修的同时，另一电源又发生故障的可能，因此，除有两个或两个以上市政电源外，尚应增设自备（应急）电源。

3 符合下列条件之一的用户，应设置自备（应急）电源：

- 1) 特别重要负荷用户。
- 2) 外电源不能满足一、二级负荷需要的用户。
- 3) 设置自备（应急）电源较从电力系统取得第二电源经济合理的用户。
- 4) 所在地区偏僻，远离电力系统，设置自备电源作为主电源或备用电源，经济合理者。
- 5) 有常年稳定余热、压差、废气可供发电，技术经济合理者。

4 下列电源可作为应急电源：

- 1) 独立于正常电源的专用馈电线路。
- 2) 独立于正常电源的发电机组。
- 3) 蓄电池、UPS 或 EPS 装置。

5 根据允许中断供电的时间，可分别选择下列自备（应急）电源：

- 1) 要求连续供电或允许中断供电时间仅为毫秒级的负荷，应选用不间断电源装置（UPS），有同样要求的照明负荷可选用应急电源装置（EPS）。
- 2) 双电源自动转换装置的动作时间（ATSE 切换时间一般小于 0.15s，接触器类自动转换装置切换时间一般小于 0.5s）能满足允许中断供电时间要求者，可选用带自动转换装置的独立于正常电源的专用馈电回路。

3) 当允许中断供电时间为 15~30s 者, 可选用快速自动启动的柴油发电机组; 当柴油发电机组启动时间不能满足负荷对中断供电时间的要求时, 可增设其他应急电源 (如 UPS 或 EPS) 与柴油发电机组相配合。

6 不间断电源和应急电源的工作时间, 应满足负荷对其工作时间或恢复正常电源所需时间的要求。与自动启动的柴油发电机组配合使用的 UPS 或 EPS 应急电源, 其供电时间不应少于 10min。

7 为保证应急电源的独立性, 防止正常电源故障时影响或拖垮应急电源, 应急电源与正常电源之间必须采取防止并联运行的措施。

8 一级负荷用户变配电室内的高、低压配电系统, 均应采用单母线分段方式, 各段母线间宜设联络断路器, 可手动或自动 (高压宜为手动, 低压宜为自动) 分、合闸。两电源平时应分列运行, 故障时互为备用。

9 特别重要负荷用户变配电室内的低压配电系统, 应设置应急母线段, 为特别重要负荷设备供电。

为特别重要负荷设备供电的回路中, 严禁接入其他级别的负荷设备。

10 一级 (含特别重要) 负荷用户的高压配电系统, 宜采用断路器保护方式。

11 消防用电设备的供电, 应从本建筑的总配电室或分配电室采用消防专用回路供电, 避免因发生火灾切断非消防电源时, 也同时切断了消防电源。

12 为一级负荷设备供电的两个电源回路, 应在最末一级配电 (或控制) 装置处自动切换。切换时间应满足用电设备对中断供电时间的要求。必要时设置不间断电源装置。照明负荷可采用两个电源各带一半负荷的供电方式, 当一个电源故障时, 仍能维持工作场所 50% 的照度。

13 分散的小容量一级负荷 (如应急照明), 可采用设备自带蓄电池 (干电池) 或集中供电型电源装置 (EPS) 作为应急电源。

1.3.2 二级负荷用户和设备的供电电源和供电系统

二级负荷的供电系统, 应满足当电力变压器或线路发生故障时, 能及时恢复供电的要求。可根据当地电网的条件, 用电设备的性质、安装位置的分布情况等, 采取下列方式之一:

1 由同一座变电站的两段母线分别引来的两个回路在适当位置自动或手动切换供电。

2 由两个电源供电, 其第二电源可引自邻近单位或自备发电机组。

3 当地区供电条件困难时, 可由一路 6kV 及以上专用架空线供电, 或采用两根电缆供电, 其每根电缆应能承担全部二级负荷。

4 当变配电系统的高压侧为两路供电, 且低压侧为单母线分段 (设有母联开关) 时, 对大容量设备 (例如: 属二级负荷的冷水机组), 可由变配电所低压配电柜采用单路放射式供电。

5 对二类建筑内工作性质相同, 容量较小的多台消防设备 (例如: 多台排烟风机、防火卷帘门、排污泵控制箱或多台应急照明配电箱等) 可采用两路消防专用供电回路树干式配电到控制 (或配电) 箱, 自动切换供电, 自动切换箱链接的台数不宜超过 5 台。

6 经双电源切换箱自动切换后,自动切换箱配出至用电设备的线路,均应采用放射式供电。

7 分散的小容量应急照明负荷,可采用一路消防电源与设备自带的蓄(干)电池(组)自动切换供电。当本工程无消防电源时可采用一路正常电源与设备自带的蓄(干)电池(组)自动切换供电。

1.3.3 三级负荷用户和设备的供电

1 三级负荷均采用单电源单回路供电;但应尽量减少配电级数,使配电系统简单,便于管理维护,节能、节材。

2 小容量三级负荷用户的高压系统,宜采用负荷开关加熔断器保护方式。

3 当三级负荷用户中,有少量一、二级负荷设备时,宜在适当部位设置仅满足一、二级负荷需要的自备(应急)电源。

1.4 供配电系统设计

1 应根据用电负荷的容量及分布,使变压器深入负荷中心,以缩短低压供电半径,降低电能损耗,节约有色金属,减少电压损失,满足供电质量要求。

2 供配电系统应简单可靠,尽量减少配电级数,且分级明确。同一用户内,高压配电级数不宜多于两级,低压一、二级负荷不宜多于三级;三级负荷不宜多于四级。

配电级数不超过三级,不应理解为保护级数不超过三级,配电级数与保护级数不同,不按保护开关的上下级个数(保护级数)作为配电级数,而是按一个回路通过配电装置分配为几个回路的一次分配称作一级配电。对于一个配电装置而言,进线总开关与馈出分开关合起来称为一级配电,不因它的进线开关采用断路器或采用隔离开关而改变它的配电级数。

3 保护级数不宜过多,配电系统的保护电器,应根据配电系统的可靠性和管理维护的要求设置,各级保护电器之间的选择性配合,应满足供电系统可靠性的要求。

4 供电系统的设计,除特别重要负荷外,不应按一个电源系统检修或故障的同时,另一电源又发生故障设计。

5 需要两回及以上线路供电的用户,宜采用同级电压供电。但根据各级负荷的不同需要及地区供电条件,亦可采取不同电压供电。

6 同时供电的两回及以上供配电电源线路中,某一电源线路中断供电时,其余线路应能满足全部一级及二级负荷的供电要求。

7 具备下列情况之一者,宜分散设置配电变压器:

1) 单体建筑面积大或场地大,用电负荷分散;

2) 大型建筑群或住宅小区;

3) 超高层建筑,除在地下层或首层设置主变配电室外,宜根据负荷分布情况,在顶层或中间层设置分变配电室,此分变配电室的单台变压器容量,宜为500kVA及以下,以便运输和安装。具体要求见《技术措施/电气》第3.4节(配电变压器)。

8 高压配电系统宜采用放射式。根据负荷等级、容量、分布及线路走廊等情况，也可采用树干式或环网式。

9 每条线路、每个配变电所都应有明确的供电范围，不宜交错重叠。

10 住宅（小区）的 10（6）kV 供电系统，宜采用环网方式。

11 高层住宅宜在底层或地下一层设置 10（6）/0.4kV 户内变电所或预装式变电站，以便缩短低压供电半径。

12 多层住宅小区、别墅群，宜分区设置 10（6）/0.4kV 预装式变电站，其单台变压器容量，宜不大于 800kVA。

1.5 供电质量与谐波治理

1.5.1 受电端电压偏差允许值

国家标准 GB/T 12325—2003《电能质量供电电压允许偏差》中规定，用电单位（用户）受电端供电电压的偏差允许值，应符合下列要求。

- 1 10kV 及以下三相供电电压允许偏差为标称系统电压的 $\pm 7\%$ 。
- 2 220V 单相供电电压允许偏差为标称系统电压的 $+7\%$ 、 -10% 。
- 3 对供电电压允许偏差有特殊要求的用电单位，应与供电企业协议确定。

1.5.2 用电端电压偏差允许值

参照 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》及 GB 50052—95《供配电系统设计规范》等标准中规定，用电设备端子处的电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示），正常运行情况下，宜小于下列限值的要求。

- 1 照明：室内场所为 $\pm 5\%$ ；对于远离变电所的小面积一般工作场所，难以满足上述要求时，可为 $+5\%$ 、 -10% ；应急照明、景观照明、道路照明和警卫照明为 $+5\%$ 、 -10% 。
- 2 一般电动机为 $\pm 5\%$ 。
- 3 电梯电动机为 $\pm 7\%$ 。
- 4 其他用电设备，当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

1.5.3 减小电压偏差的措施

为减少电压偏差，供配电系统的设计应满足下列要求。

- 1 正确选择变压器的变比、电压分接头和阻抗电压。
- 2 降低配电系统阻抗。
- 3 采用（恰当的方式、在适当的地点、用适当的容量进行）无功功率补偿。
- 4 应将单相负荷尽量均匀地分配到三相电源的各相上。

1.5.4 为减小电压波动和闪变采取的措施

为减小电压波动和闪变对电能质量的影响，对波动性、冲击性低压负荷宜采取下列

措施。

- 1 宜采用专线供电。
- 2 与其他负荷共用配电线路时，宜降低配电线路阻抗。
- 3 较大功率的波动性、冲击性负荷或波动性、冲击性负荷群，宜与对电压波动、闪变敏感的负荷由不同变压器供电。
- 4 有条件时，由短路容量较大的回路供电。

1.5.5 降低三相低压配电系统的不平衡、不对称度的措施

为降低三相低压配电系统的不平衡、不对称度，设计低压配电系统时，宜采取下列措施。

- 1 220V 或 380V 单相用电设备接入 220/380V 三相系统时，应尽可能使三相负荷平衡。
- 2 由地区公共低压电网供电的 220V 照明负荷，线路电流不大于 40A 时，允许采用 220V 单相供电；否则，宜采用 220/380V 三相供电。

1.5.6 公共电网电压波形要求

供电公司向用户提供的公共电网电压波形应符合国标 GB/T 14549—93《电能质量公用电网谐波》的要求，谐波电压（相电压）限值见表 1.3。

表 1.3 谐波电压（相电压）限值表

电网标称电压 (kV)	电压总谐波畸变率 (%)	各次谐波电压含有率 (%)	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2

1.5.7 注入公共连接点谐波电流允许值

注入公共连接点谐波电流允许值，见表 1.4。

表 1.4 注入公共连接点谐波电流允许值（方均根值）

标准电压 (kV)	基准短路容量 (MVA)	谐波次数及谐波电流允许值（A）																								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12	
6	100	43	34	21	34	14	24	11	11	8.5	16	7.1	13	6.1	6.8	5.3	10	4.7	9	4.3	4.9	3.9	7.4	3.6	6.8	
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9	3.7	4.1	3.2	6.0	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1	
35	250	15	12	7.7	12	5.1	8.8	3.8	4.1	3.1	5.6	2.6	4.7	2.2	2.5	1.9	3.6	1.7	3.2	1.5	1.8	1.4	2.7	1.3	2.5	

注 1. 本表引自国标 GB/T 14549—93《电能质量公用电网谐波》。
2. 当公共连接点处的最小运行方式的短路容量与本表中相应的基准短路容量不同时，谐波电流允许值应（按正比）进行换算。
3. 同一公共连接点的每个用户向电网注入的谐波电流允许值，按此用户在该点的协议容量与其公共连接点的供电设备的总容量之比进行分配。

1.5.8 非线性负荷容量较大时对注入的谐波电流的抑制措施

当非线性负荷容量较大时，对非线性用电设备向电网注入的谐波电流（有条件时进行计算或实测），必要时采取如下抑制措施。

1 在 $3n$ 次谐波电流含量较大的供配电系统中，应选用 Dyn11 变压器，如果谐波严重，又未得到有效治理，需考虑谐波电流对变压器负载能力的影响，必要时，适当降低变压器的负载率。

2 省级及以上政府机关、银行总行及同等金融机构的办公大楼、三级甲等医院医技楼、大型计算机中心等建筑物，以及有大容量调光等谐波源设备的公共建筑，宜在易产生谐波和对谐波骚扰敏感的医疗设备、计算机网络设备附近或其专用干线末端（或首端）设置滤波或隔离谐波的装置。当采用无源滤波装置时，应注意选择滤波装置的参数，避免电网发生局部谐振。

3 当配电系统中具有相对集中的长期稳定运行的大容量（如 200kVA 或以上）非线性谐波源负载，且谐波电流超标或设备电磁兼容水平不能满足要求时，宜选用无源滤波器；当用无源滤波器不能满足要求时，宜选用有源滤波器或有源无源组合型滤波器或设置隔离变压器等其他抑制谐波措施。

4 大容量的谐波源设备，应要求其产品自带滤波设备，将谐波电流含量限制在允许范围内，大容量非线性负荷除进行必要的谐波治理外，尚应尽量将其接入配电系统的上游，使其尽量靠近变配电室布置，并以专用回路供电。

5 对谐波严重又未进行治理的回路，其中性线截面选择，应考虑谐波电流的影响。

6 当配电系统中的谐波源设备已设有适当的滤波装置时，相应回路的中性线宜与相线等截面。

7 由晶闸管控制的负载宜采用对称控制，以减小中性线中的电流。当中性线中的电流大于相线电流时，可按《技术措施/电气》第 5 章，表 5.6.3 选择中性线截面。

8 当三相 UPS、EPS 电源输出端接地型式采用 TN-S 系统时，其输出端中性线应就近直接接地，且输出端中性线与其电源端中性线不应就近直接相连。

9 谐波严重场所的功率因数补偿电容器组，宜串联适当参数的电抗器，以避免谐振和限制电容器回路中的谐波电流，保护电容器。当采用自动调节式补偿电容器时，应按电容器的分组，分别串入电抗器。

第2章 负 荷 计 算

2.1 负荷计算的内容

负荷计算的主要内容有设备容量、计算容量、计算电流、尖峰电流。

2.1.1 设备容量

设备容量也称为安装容量，它是用户安装的所有用电设备的额定容量或额定功率（设备铭牌上的数据）之和，是配电系统设计和计算的基础资料和依据。

2.1.2 计算容量

计算容量也称为计算负荷、需要负荷或最大负荷（不含备用设备容量）。它标志用户的最大用电功率，是配电设计时，确定用户的正常电源、备用电源、应急电源容量、无功补偿容量和季节性负荷容量的依据。也是计算配电系统各回路中电流，并按发热条件选择变压器、开关等电器及导体的依据。

2.1.3 计算电流

计算电流是计算负荷在额定电压下的正常工作电流。它是配电系统设计的重要参数，是选择配电变压器、导体、电器、计算电压偏差、功率损耗的依据。也可以作为电能损耗及无功补偿的估算依据。

2.1.4 尖峰电流

尖峰电流是负荷的短时（如电动机启动等）最大电流。它是计算电压降、电压波动和选择导体、电器及保护元件的依据。

2.2 负荷计算的方法和计算公式

2.2.1 设备容量的计算

在计算用户的设备容量时，应先对单台用电设备或用电设备组进行如下处理再相加。

- 1 单台设备的设备容量一般取其铭牌上的额定容量或额定功率。
- 2 连续工作的电动机的设备容量即铭牌上的额定功率，是轴输出有功功率，未计入电动机本身的损耗。
- 3 短时工作电动机，应将额定功率换算到统一负载持续率的有功功率。

4 照明设备的设备容量采用光源的额定功率加上附属设备的功率。如荧光灯、金属卤化物灯、高压钠灯、高压汞灯，均为灯泡的额定功率加上镇流器的损耗。低压卤钨灯、低压钠灯为灯泡额定功率加上变压器的功耗。

5 成组用电设备的设备容量不包括备用设备。

6 消防设备与火灾必然切除的设备取其大者计入总设备容量。

按《工业与民用配电设计手册》第一章第二节之 3 中明确一般可不计入总设备容量。

7 季节性负荷，如空调制冷设备与采暖设备取其大者计入总设备容量。

8 住宅的设备容量采用每户的用电设备之和乘以需要系数。

2.2.2 计算容量的计算公式

1 方案设计阶段确定计算容量时，采用单位指标法计算、并根据计算结果确定电力变压器的容量和台数。各类建筑物的用电指标见表 2.1。

表 2.1 各类建筑物的用电指标

建筑类别	用电指标 (W/m ²)	建筑类别	用电指标 (W/m ²)
公寓	30~50	医院	30~70
旅馆	40~70	高等学校	30~40
办公	30~70	中小学	12~20
商业	一般: 40~80	展览馆 博物馆	50~80
	大中型: 60~120		
体育	40~70	演播室	250~500
剧场	50~80	汽车库	8~15

注 1. 当空调冷水机组采用直燃机时，用电指标一般比采用电动压缩机制冷时的用电指标降低 25~35 VA/m²。表中所列用电指标的上限值是按空调用电动压缩机制冷时的数值。

2. 表中的用电指标为 W/m²，考虑功率因数和变压器负荷率，折合成变压器容量 VA/m²，乘以系数 1.5。

2 施工图阶段采用需要系数法。

计算容量（计算负荷、有功负荷、有功功率）：

$$P_{js} = K_x P_e$$

式中 P_{js} ——计算容量，kW；

K_x ——需要系数（见表 2.2）；

P_e ——设备容量，kW。

视在容量（视在功率）：

$$S_{js} = \frac{P_{js}}{\cos\phi} \text{ kVA}$$

无功负荷（无功功率）：

$$Q_{js} = \sqrt{S_{js}^2 - P_{js}^2} \text{ 或 } Q_{js} = P_{js} \cdot \tan\phi \text{ kvar}$$

单相负荷应均衡的分配到三相上。当无法使三相完全平衡，且最大一相与最小一相负荷之差大于三相总负荷的 10% 时，应取最大一相负荷的 3 倍作为等效三相负荷计算。

同类设备的计算容量，可以将设备容量的算数和乘以需要系数。不同类型的设备的视

在功率，应将其有功负荷和无功负荷分别相加后求其均方根值。

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2}$$

2.2.3 各类设备负荷的需要系数及功率因数

各类设备负荷的需要系数及功率因数见表 2.2。

表 2.2 各类设备负荷的需要系数及功率因数

负 荷 名 称	K_1		$\cos\phi$
工厂一般连续运行的设备	0.95~0.9		
不连续运行的设备	0.55~0.85, 多数在 0.7~0.8		
各种金属加工厂	0.19~0.27, 《设计手册》建议用 0.21		
水泥厂、混凝土厂	0.5~0.84, 《设计手册》建议用 0.71		
纺织厂	0.32~0.6, 《设计手册》建议用 0.5		
化学工厂	0.17~0.38, 《设计手册》建议用 0.28		
有色冶金企业	0.6~0.7, 《设计手册》建议用 0.65		
小型造船厂	0.32~0.5, 《设计手册》建议用 0.33		
中型造船厂	0.35~0.45, 有电炉时取最高值		
大型造船厂	0.35~0.4, 有电炉时取最高值		
冷冻机房、锅炉房	1~3 台	0.9~0.7	0.8~0.85
	>3 台	0.7~0.6	
洗衣机房、厨房	≤100kW	0.4~0.5	0.8~0.9
	>100kW	0.3~0.4	
生产用通风机	1~5 台	0.8~0.95	0.8~0.85
	>5 台	0.8~0.6	
各种水泵	1~5 台	0.8~0.95	0.8
	>5 台	0.6~0.8	
工厂、办公楼电梯	0.2~0.5		0.5
空调	0.7		0.8
起重机械	0.1~0.3		0.5
压缩机、球磨机、破碎机、 筛选机、搅拌机、生产用通风机	0.75~0.85		0.8~0.85
电焊机	0.25~0.35		0.35
冲压剪床	0.25~0.35		0.6

注 1. 表中《设计手册》指《工业与民用建筑配电设计手册》，更多的工业、民用建筑用电设备需要系数、 $\cos\phi$ 值详见该《设计手册》第一章第三节表 1.1~表 1.4。

2. 照明负荷需要系数的大小与灯的控制方式和开启率有关。大面积集中控制的灯比相同建筑面积的多个小房间分散控制的灯的需要系数大；插座容量的比例大时，需要系数的选择可以偏小些。

2.2.4 住宅小区的负荷预测

住宅小区的供电负荷预测一般采用需用系数法，参考（珠海供电局 2004 年 10 月 22