

NONGCUN PEIDIAN

# 农村配电



## 设计手册

SHEJI SHOUC

阎士琦  
编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

TM727.1-62  
Y095

# 农村配电设计手册

阎士琦 编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本手册是根据全国农村电网建设与改造精神,结合农村配电网及其配电设备的实际情况编写的,其内容紧密结合我国农村配电设计技术规范的有关规定。主要内容包括:农村配电设计概述;负荷分级及计算;短路电流计算;变配电台区设计;变配电所设计;配电线路设计;农村地理电力线路设计;村镇住宅电气设计;室内外照明设计;常用用电设备配电设计;低压电网漏电保护;无功补偿设计;防雷与接地设计;电气设计基础等。

本手册是农村配电设计人员的必备工具书,也可供农村电气施工、安装、运行、维护人员及高等院校有关专业师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

农村配电设计手册/阎士琦编. - 北京:中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0569-8

I. 农… II. 阎… III. 农村配电—系统设计—手册  
IV. TM727. 1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 12952 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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 429 千字

印数 0001—3000 册 定价 40.00 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)

# 前言

随着我国现代农村电气化的建设，农村用电正在进行“两改一同价”，农村供电的任务越来越重，农村供电人员技术素质也正在更新提高。当人类社会迈向 21 世纪的今天，作为国民经济发展的基础之一的电力工业，它的地位越来越重要，任务也越来越艰巨。

我国有庞大的中、低压电力网络，尤其是在县（区）级及以下乡镇农村，农村电力网正在形成。近几年来，通过农村电气化县建设、电力扶贫和双文明建设的实施，农村电力建设进入了新的发展时期，农村电力网将覆盖祖国大地，为农业生产增长、农村经济腾飞、农民生活用电服务起到不可估量的作用。为了帮助广大农电工程技术人员和农村电工更好地掌握变配电、电力网及住宅配电设计、建设与改造施工，特编写此手册。本手册简明扼要，一目了然，采用国家最新标准和设计规程，并列举计算实例及技术参考图纸，从而方便农电职工和农村电工查找运用，实现一册在手，基本满足农村配电设计要求。

在本手册编写过程中，孙成宝高级工程师反复审阅，提出不少宝贵意见，并为手册提供很多资料。王敏同志仔细审阅了全稿。在此一并表示真诚的感谢！

本手册可能有不完善、错误和不妥之处，敬请有关专家和读者批评指正。

**编 者**

2001.3



## 前言

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第一章 农村配电设计概述</b> .....       | 1   |
| 第一节 农村配电设计一般要求 .....            | 1   |
| 第二节 农村低压配电系统 .....              | 3   |
| <b>第二章 负荷分级及计算</b> .....        | 5   |
| 第一节 负荷分级 .....                  | 5   |
| 第二节 负荷计算 .....                  | 6   |
| <b>第三章 短路电流计算</b> .....         | 15  |
| 第一节 短路电流计算方法 .....              | 15  |
| 第二节 低压各元件阻抗参考值及短路电流计算示例 .....   | 20  |
| <b>第四章 变配电台区设计</b> .....        | 27  |
| 第一节 变配电台区、所址的选择 .....           | 27  |
| 第二节 变配电台区变压器的选择 .....           | 28  |
| <b>第五章 变配电所设计</b> .....         | 32  |
| 第一节 变配电所的布置 .....               | 32  |
| 第二节 变配电所主接线 .....               | 37  |
| 第三节 变配电所设备的选择 .....             | 44  |
| 第四节 变配电所进出线的选择 .....            | 50  |
| 第五节 箱式变配电所设计 .....              | 58  |
| 第六节 变配电所二次回路及继电保护 .....         | 66  |
| <b>第六章 配电线路设计</b> .....         | 76  |
| 第一节 乡镇配电线路设计 .....              | 76  |
| 第二节 乡镇小型企业低压配电线路设计 .....        | 101 |
| 第三节 低压架空绝缘导线束及框架托抱式配电线路设计 ..... | 118 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>第七章 农村地埋电力线路设计 .....</b> | <b>131</b> |
| 第一节 地埋线基础知识 .....           | 131        |
| 第二节 地埋线路规划与设计 .....         | 133        |
| 第三节 地埋线施工技术 .....           | 142        |
| <b>第八章 村镇住宅电气设计 .....</b>   | <b>147</b> |
| 第一节 村镇住宅电气设计的要求 .....       | 147        |
| 第二节 住宅电气设计 .....            | 149        |
| <b>第九章 室内、外照明设计 .....</b>   | <b>159</b> |
| 第一节 照明设计一般要求及光源的选择 .....    | 159        |
| 第二节 灯具布置方案及照度值选择 .....      | 163        |
| 第三节 照度计算 .....              | 173        |
| 第四节 照明设计实例 .....            | 180        |
| <b>第十章 常用用电设备配电设计 .....</b> | <b>185</b> |
| 第一节 电动机配电设计 .....           | 185        |
| 第二节 电焊机配电设计 .....           | 223        |
| <b>第十一章 低压电网的漏电保护 .....</b> | <b>232</b> |
| 第一节 漏电保护基本接线 .....          | 232        |
| 第二节 漏电保护方式 .....            | 234        |
| <b>第十二章 无功补偿设计 .....</b>    | <b>240</b> |
| <b>第十三章 防雷与接地设计 .....</b>   | <b>248</b> |
| 第一节 防雷 .....                | 248        |
| 第二节 接地 .....                | 262        |
| <b>第十四章 电气设计基础 .....</b>    | <b>270</b> |
| 第一节 设计说明书和工程概预算 .....       | 270        |
| 第二节 电气制图要求 .....            | 272        |
| 第三节 电气制图实例 .....            | 275        |
| 第四节 常用电气符号 .....            | 280        |



# 农村配电设计概述

整个电力系统设施由发电、变电、输电、配电装置以及用户的用电设备所组成。电压等级在 10kV 及以下者为配电，而配电又分为高压配电（6~10kV）和低压配电（380V/220V）。

## 第一节 农村配电设计一般要求

(1) 农村配电设计一般要求见表 1-1。

表 1-1 农村配电设计一般要求

| 序 号 | 设计原则         | 具 体 要 求                                                    |
|-----|--------------|------------------------------------------------------------|
| 1   | 遵守规程<br>执行政策 | 必须遵守国家的有关规程和标准，执行国家的有关方针政策，包括节约能源、节约有色金属等技术经济政策            |
| 2   | 安全可靠<br>先进合理 | 应做到保障人身和设备的安全、供电可靠、电能质量合格、技术先进和经济合理，应采用效率高、能耗低、性能较先进的电气产品  |
| 3   | 近期为主<br>考虑发展 | 应根据工程特点、规模和发展规划，正确处理近期建设与远期发展的关系，做到远、近期结合，以近期为主，适当考虑扩建的可能性 |
| 4   | 全局出发<br>统筹兼顾 | 必须从全局出发，统筹兼顾，按照负荷性质、用电容量、工程特点和地区供电条件等，合理确定设计方案             |

(2) 农村配电设计的基本内容见表 1-2。

表 1-2 农村配电设计的基本内容

| 序 号 | 类 别      | 设 计 的 基 本 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 农村变配电所设计 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 负荷计算及无功补偿计算</li><li>2. 变电所主变压器台数和容量的确定（配电所设计不含此项）</li><li>3. 变配电所主接线方案的选择</li><li>4. 变配电所所址的选择</li><li>5. 变配电所进出线的选择</li><li>6. 短路计算及开关设备的选择</li><li>7. 二次回路方案的确定及继电保护的选择与整定</li><li>8. 防雷保护与接地装置的设计</li><li>9. 变配电所的照明设计</li><li>10. 编写设计说明书</li><li>11. 绘制变配电所主电路图、平面图、剖面图、二次回路图及其他施工图纸</li><li>12. 编制设备材料清单及工程概算</li></ol> |

续表

| 序 号 | 类 别      | 设 计 的 基 本 内 容                                                                                                                                         |
|-----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2   | 乡镇配电线路设计 | 1. 乡镇配电方案的确定<br>2. 负荷计算<br>3. 导线或电缆的选择<br>4. 杆位的确定及电杆与绝缘子、金具的选择<br>5. 防雷保护和接地装置的设计<br>6. 编写设计说明书<br>7. 绘制乡镇线路系统图、平面图、电杆总装图及其他施工图纸<br>8. 编制设备材料清单及工程概算 |

(3) 农村配电设计的设计程序见表 1-3。

表 1-3 农村配电设计程序

| 设计阶段  | 设 计 程 序 和 内 容                                                                                                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 初步设计  | 1. 收集设计所需的原始资料<br>2. 计算乡镇的最大用电容量和电能需要量<br>3. 与当地供电部门签订供用电协议<br>4. 确定乡镇供电系统方案<br>5. 选择乡镇供电系统的主要电气设备及线路器材<br>6. 绘制设计图纸, 包括乡镇供电系统的总体布置图、主电路图和变配电所平面布置图等<br>7. 编写设计说明书<br>8. 编制主要设备材料清单及工程概算 |
| 施工图设计 | 1. 验证和修正初步设计阶段的有关基础资料和计算数据<br>2. 绘制全套施工图纸, 包括变配电所平面图、剖面图、有关设备的安装图以及某些部件的制作安装图等<br>3. 编制设备材料明细表<br>4. 编制工程总预算, 必要时编写施工说明书                                                                 |

(4) 农村配电设计依据的主要技术标准见表 1-4。

表 1-4 农村配电设计依据的主要技术标准

| 序 号 | 标准代号         | 标 准 名 称            | 序 号 | 标准代号          | 标 准 名 称         |
|-----|--------------|--------------------|-----|---------------|-----------------|
| 1   | DL/T621-1997 | 交流电气装置的接地          | 7   | SDJ7-1979     | 电力设备过电压保护设计技术规程 |
| 2   | GB50052-1995 | 供电系统设计规范           | 8   | SDJ9-1987     | 电测仪表装置设计技术规程    |
| 3   | GB50053-1994 | 10kV 及以下变电所设计规范    | 9   | DL499-1992    | 农村低压电力技术规程      |
| 4   | GB50054-1995 | 低压配电设计规范           | 10  | DL477-1992    | 农村低压电气安全工作规程    |
| 5   | GB50062-1992 | 电力装置的继电保护和自动装置设计规范 | 11  | DL/T-601-1996 | 架空绝缘配电线路设计技术规程  |
| 6   | GB50227-1995 | 并联电容器装置设计规范        |     |               |                 |

## 第二节 农村低压配电系统

### 一、基本原则

(1) 低压配电系统应能满足生产和使用所需的供电可靠性和电能质量的要求，还要注意做到接线简单，操作方便、安全，具有一定的灵活性。配电系统的层次不宜超过两级。

(2) 对工厂的车间或建筑物内，当大部分用电设备容量不大，无特殊要求时，宜采用树干式接线方式配电；当用电设备容量大或负荷性质重要，或有潮湿、腐蚀性的车间、建筑内，宜采用放射式接线方式配电。

(3) 对距供电点较远且彼此相距较近的用电设备，可采用链式接线方式配电。但每一回路链所接设备不宜超过 5 台，总容量应不超过 10kW。

(4) 对高层建筑，当向各楼层配电点供电时，宜用分区树干式接线方式配电；而对部分容量较大的集中负荷或重要负荷，应从低压配电室以放射式接线方式配电。

(5) 对单相用电设备进行配电时，应力求做到三相平衡配置。在 TN 及 TT 系统的低压电网中，若选用 Y, yn0 接线组别的三相变压器，其由单相负荷引起的三相不平衡中性线电流不得超过变压器低压绕组额定电流的 25%，且任一相的电流不得超过额定电流值。

(6) 对冲击性负荷和容量较大的电焊设备，应设单独线路或专用变压器进行供电。

(7) 配电系统的设计应便于运行和维修。对一个工厂可分车间进行配电，对住宅小区可分块进行配电。

(8) 对用电单位内部的邻近变电所之间应设置低压联络线。

### 二、电压选择

(1) 一般电力用户及其他建筑物的配电电压大都采用 220/380V。

(2) 对有特殊要求的场所或用电设备，可采用下列电压配电。

100V：只用于电压互感器、继电器等控制系统的电压。

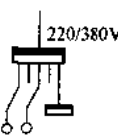
127V、133V：只限于矿井下、热工仪表和机床控制系统的电压。

### 三、常用低压配电系统接线

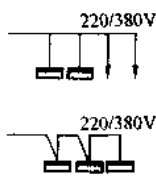
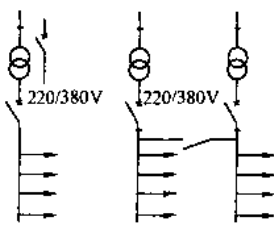
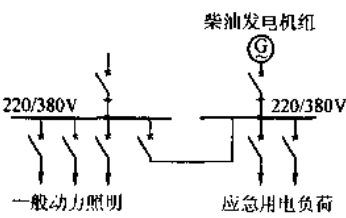
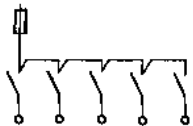
常用低压配电系统的接线和有关说明见表 1-5。

表 1-5

常用低压配电系统接线

| 名 称 | 接 线 图                                                                               | 简 要 说 明                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 放射式 |  | <p>配电线故障互不影响，供电可靠性较高，配电设备集中，检修比较方便，但系统灵活性较差，有色金属消耗较多。一般在下列情况下采用：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 容量大、负荷集中或重要的用电设备；</li> <li>2) 需要集中连锁启动、停车的设备；</li> <li>3) 有腐蚀性介质和爆炸危险等场所不宜将配电及保护启动设备放在现场者</li> </ol> |

续表

| 名 称          | 接 线 图                                                                               | 简 要 说 明                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 树干式          |    | <p>配电设备及有色金属消耗较少, 系统灵活性好, 但干线故障时影响范围大;</p> <p>一般用于用电设备的布置比较均匀、容量不大、又无特殊要求的场合</p>                                                                                                                                                                                    |
| 变压器<br>干线式   |    | <p>除了具有树干式系统的优点外, 接线更简单, 能大量减少低压配电设备;</p> <p>为了提高母干线的供电可靠性, 应适当减少接出的分支回路数, 一般不超过 10 个;</p> <p>频繁启动、容量较大的冲击负荷, 以及时电压质量要求严格的用电设备, 不宜用此方式供电</p>                                                                                                                        |
| 备用柴油<br>发电机组 |   | <p>10kV 专用架空线路为主电源, 快速自启动型柴油发电机组做备用电源。</p> <p>用于附近只能提供一个电源, 若得到第二个电源需要大量投资时, 经技术经济比较, 可采用此方式供电。应注意:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 与外网电源间应设连锁, 不得并网运行;</li> <li>2) 避免与外网电源的计费混淆;</li> <li>3) 在接线上要具有一定的灵活性, 以满足在正常停电 (或限电) 情况下能供给部分重要负荷用电</li> </ol> |
| 链式           |  | <p>特点与树干式相似, 适用于距配电屏较远而彼此相距又较近的不重要的小容量用电设备;</p> <p>链接的设备一般不超过 5 台, 总容量不超过 10kW;</p> <p>供电给容量较小用电设备的插座, 采用链式配电时, 每一条环链回路的数量可适当增加</p>                                                                                                                                 |

## 第二章

# 负荷分级及计算

## 第一节 负荷分级

(1) 负荷对供电电源的要求见表 2-1。

表 2-1 对供电电源的要求

| 负荷级别 | 分级条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 对供电电源的要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一级负荷 | <p>1. 中断供电将造成人员伤亡者</p> <p>2. 中断供电将在政治、经济上造成重大损失者，如重大设备损坏、重大产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需长时间才能恢复等</p> <p>3. 中断供电将在政治、经济上造成重大影响者，如重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷</p> <p>在一级负荷中，特别重要的负荷是指中断供电将发生爆炸、火灾或中毒等情况的负荷，以及特别重要的场所不允许中断供电的负荷，如重要的事故照明、通信系统、火灾报警设备、保证安全停产的自动控制装置、执行机构和配套装置等</p> | <p>一级负荷应由两个电源供电，当一个电源发生故障时自动切换至另一个电源应不致同时受到损坏，保证不间断供电</p> <p>一级负荷中特别重要的负荷，除上述两个电源外，还必须增设应急电源。为保证对特别重要负荷的供电，严禁将其他负荷接入应急供电系统</p> <p>1. 常用的应急电源可使用下列几种电源：</p> <p>(1) 独立于正常电源的发电机组；</p> <p>(2) 干电池；</p> <p>(3) 蓄电池；</p> <p>(4) 供电网络中有效地独立于正常电源的专门馈电线路</p> <p>2. 根据特别重要负荷允许中断供电的时间可分别选择下列应急电源：</p> <p>(1) 蓄电池静止型不间断供电装置、蓄电池机械贮能电机型不间断供电装置或柴油机不间断供电装置等系统，适用于允许中断供电时间为毫秒级的供电；</p> <p>(2) 带有自动投入装置的独立于正常电源的专用馈电线路，适用于自投装置的动作时间能满足允许中断供电时间的应急电源；</p> <p>(3) 快速自起动的发电机组，适用于允许中断供电时为 15s 以上的供电；</p> <p>(4) 应急电源的工作时间，应按生产技术上要求的停车时间考虑。当与自动起动的发电机组配合使用时，不宜少于 10min</p> |
| 二级负荷 | <p>1. 中断供电将在政治、经济上造成较大损失者，如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等</p> <p>2. 中断供电将影响重要用电单位的正常工作者，如交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等大量人员集中的重要的公共场所秩序混乱者</p>                                                                                                                                                  | <p>二级负荷的供电系统，应做到当发生电力变压器故障或电力线路常见故障时不致中断供电，或中断后能迅速恢复</p> <p>在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回 6kV 及以上专用架空线供电</p> <p>当采用电缆自配电所配电时，必须采用两根电缆，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷，且互为热备用</p> <p>线路常见故障不包括杆塔倾倒或龙卷风引起的极少见的故障</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 三级负荷 | 不属于一级和二级负荷者                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 对供电电源无特殊要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

(2) 乡镇电力负荷分级见表 2-2。

表 2-2 乡镇电力负荷分级

| 序号 | 名 称   | 用电设备名称    | 负荷级别 | 序号 | 名 称   | 用电设备名称   | 负荷级别 |
|----|-------|-----------|------|----|-------|----------|------|
| 1  | 机械加工厂 | 一般设备机械加工  | 3 级  | 8  | 小区锅炉房 | 集中供暖     | 2 级  |
| 2  | 木器加工厂 | 一般用电设备    | 3 级  | 9  | 粮 库   | 储运、加工粮谷  | 2 级  |
| 3  | 机修厂   | 一般用电设备    | 3 级  | 10 | 农 灌   | 农时季节波动负荷 | 2 级  |
| 4  | 电线厂   | 生产用电      | 2 级  | 11 | 广 播   |          | 2 级  |
| 5  | 铸铁厂   | 各种用电熔炉    | 2 级  | 12 | 消 防   |          | 2 级  |
| 6  | 水 厂   | 供居民、企业用水  | 2 级  | 13 | 通 信   |          | 2 级  |
| 7  | 煤气站   | 冷却风扇、鼓风机等 | 2 级  |    |       |          |      |

(3) 非工业电力负荷分级见表 2-3。

表 2-3 非工业电力负荷分级

| 序号 | 建筑类别   | 建筑物名称       | 用电设备及部位名称                                 | 负荷级别 |
|----|--------|-------------|-------------------------------------------|------|
| 1  | 宿舍建筑   | 小区宿舍        | 主要通道照明                                    | 二级   |
| 2  | 教学建筑   | 高校教学楼       |                                           | 二级   |
|    |        | 高校重要实验室     | 如生物制品实验室的电力与照明,如中断供电将造成人身伤亡或重大政治、经济损失     | 一级   |
| 3  | 科教建筑   | 科研院所重要实验室   |                                           | 一级   |
|    |        | 计算中心        | 主要业务用电子计算机及其外部设备电源                        | 一级   |
|    |        |             | 客梯电力                                      | 二级   |
| 4  | 文娱建筑   | 县(区)级广播站电视台 | 照明、电声、广播及电视转播、新闻摄影电源                      | 一级   |
| 5  | 医疗建筑   | 县(区)级及以上医院  | 手术室、分娩室、婴儿室、急诊室、监护病房、病理切片分析、区域性中心血库的电力及照明 | 一级   |
|    |        |             | 细菌培养、电力显微镜、电子计算机 X 线断层扫描装置、放射性同位素加速器电源    | 二级   |
| 6  | 公用附属建筑 | 区域采暖锅炉房     |                                           | 二级   |

(4) 负荷类别及用途见表 2-4。

表 2-4 负荷类别及用途

| 序号 | 负荷类别名称        | 用 途                                 |
|----|---------------|-------------------------------------|
| 1  | 计算负荷(半小时最大负荷) | 作为按发热条件选择变压器、开关电器和导线、电缆截面以及确定补偿容量之用 |
| 2  | 尖峰负荷          | 作为检验电压水平和选择整定保护设备之用                 |

## 第二节 负荷计算

### 一、负荷计算方法

负荷计算方法见表 2-5。

表 2-5 负荷计算方法

| 序 号 | 计 算 方 法  | 适 用 范 围                                     |
|-----|----------|---------------------------------------------|
| 1   | 需要系数法    | 用电设备台数较多、各台设备容量相差不太悬殊时，特别在确定乡镇的计算负荷时，宜于采用   |
| 2   | 二项式法     | 用电设备台数较少、有的设备容量相差悬殊时，特别在确定干线和分支线的计算负荷时，宜于采用 |
| 3   | 单位产品耗电量法 | 乡镇的初步设计中估算负荷用                               |
| 4   | 单位面积耗电量法 | 建筑的初步设计中估算照明负荷用                             |
| 5   | 典型调查及实测法 | 有特殊使用要求的用户采用                                |

(1) 需要系数法（见表 2-6 ~ 表 2-8）。

表 2-6 按需要系数法计算负荷

| 序 号              | 计 算 负 荷                                                                                                                                                                                                                             | 计 算 公 式                                       | 适 用 条 件                         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.1              | 有功 (kW)                                                                                                                                                                                                                             | $P_{30} = K_d P_e$                            | 已知三相用电设备组或用电单位的设备容量及功率因数，求其计算负荷 |
| 1.2              | 无功 (kvar)                                                                                                                                                                                                                           | $Q_{30} = P_{30} \lg \varphi$                 |                                 |
| 1.3              | 视在 (kVA)                                                                                                                                                                                                                            | $S_{30} = P_{30} / \cos \varphi$              |                                 |
| 1.4              | 电流 (A)                                                                                                                                                                                                                              | $I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N$              |                                 |
| 2.1              | 有功 (kW)                                                                                                                                                                                                                             | $P_{30} = K_{\Sigma p} \Sigma P_{30 \cdot i}$ | 已求出各设备组或各单位的有功和无功计算负荷后，求总的计算负荷  |
| 2.2              | 无功 (kvar)                                                                                                                                                                                                                           | $Q_{30} = K_{\Sigma q} \Sigma Q_{30 \cdot i}$ |                                 |
| 2.3              | 视在 (kVA)                                                                                                                                                                                                                            | $S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2}$         |                                 |
| 2.4              | 电流 (A)                                                                                                                                                                                                                              | $I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N$              |                                 |
| 符<br>号<br>含<br>义 | $P_e$ ——设备组或单位的设备容量 <sup>①</sup> ，kW，不计备用设备容量；<br>$U_N$ ——设备额定电压，kV；<br>$K_d$ ——需要系数 <sup>②</sup> ；<br>$K_{\Sigma p}$ 、 $K_{\Sigma q}$ ——有功和无功负荷同时系数 <sup>③</sup> ；<br>$P_{30 \cdot i}$ 、 $Q_{30 \cdot i}$ ——各设备组的有功和无功计算负荷，i 为任一组数 |                                               |                                 |

注 ①对反复短时工作制设备，其设备容量必须按规定的负荷持续率  $\epsilon$  进行换算：

电焊机组（换算为  $\epsilon = 100\%$ ）： $P_e = P_N \sqrt{\epsilon_N} = S_N \cos \varphi \sqrt{\epsilon_N}$

吊车电动机组（换算为  $\epsilon = 25\%$ ）： $P_e = 2 P_N \sqrt{\epsilon_N}$

以上式中  $P_N$  (kW) 和  $S_N$  (kVA) 为对应于负荷持续率  $\epsilon_N$  时的铭牌容量。

②用电设备组、乡镇工厂的需要系数值。

③由设备组计算乡镇配电干线负荷时，可取  $K_{\Sigma P} = 0.85 \sim 0.95$ ， $K_{\Sigma Q} = 0.9 \sim 0.97$ ；由设备组直接计算变电所低压母线总负荷时，可取  $K_{\Sigma P} = 0.8 \sim 0.9$ ， $K_{\Sigma Q} = 0.85 \sim 0.95$

表 2-7 用电负荷的需要系数和功率因数参考值

| 序号 | 用电设备名称 | 需要系数<br>$K_d$ | 功率因数<br>$\cos \varphi$ | $\lg \varphi$ | 序号 | 用电设备名称   | 需要系数<br>$K_d$ | 功率因数<br>$\cos \varphi$ | $\lg \varphi$ |
|----|--------|---------------|------------------------|---------------|----|----------|---------------|------------------------|---------------|
| 1  | 机械加工   | 0.2~0.25      | 0.6                    | 1.33          | 8  | 水厂(水源厂)  | 0.5~0.65      | 0.8                    | 0.75          |
| 2  | 木器加工   | 0.25~0.35     | 0.65                   | 1.17          | 9  | 锅炉房      | 0.65~0.75     | 0.8                    | 0.75          |
| 3  | 机修厂    | 0.2~0.25      | 0.6                    | 1.33          | 10 | 粮库       | 0.25~0.4      | 0.85                   | 0.62          |
| 4  | 电镀厂    | 0.4~0.6       | 0.85                   | 0.62          | 11 | 工厂及办公室照明 | 0.81~1.0      | 1.0                    | 0             |
| 5  | 变压器厂   | 0.3~0.4       | 0.65                   | 1.17          | 12 | 生活区照明    | 0.6~0.8       | 1.0                    | 0             |
| 6  | 开关厂    | 0.25~0.3      | 0.7                    | 1.02          | 13 | 街道照明     | 1             | 1.0                    | 0             |
| 7  | 煤气站    | 0.5~0.7       | 0.65                   | 1.17          |    |          |               |                        |               |

- 注 1. 当设备组总台数  $n=1\sim 2$  时, 可取  $K_d=1$ ; 而单台电动机为  $P_{30}=P_N/\eta$ , 式中  $P_N$  为电动机额定容量,  $\eta$  为电动机额定效率。
2. 这里照明的  $\cos \varphi$  和  $\lg \varphi$  值, 均为白炽灯照明的数值。如为荧光灯照明, 应取  $\cos \varphi=0.9$ ,  $\lg \varphi=0.48$ ; 如为高压汞灯、钠灯, 应取  $\cos \varphi=0.5$ ,  $\lg \varphi=1.73$ 。

表 2-8 乡镇企业需要系数、功率因数和年最大有功负荷利用小时参考值

| 序号 | 乡镇企业类别 | 需要系数<br>$K_d$ | 功率因数<br>$\cos \varphi$ | $\lg \varphi$ | 年最大有功负荷<br>利用小时 (h) |
|----|--------|---------------|------------------------|---------------|---------------------|
| 1  | 电气开关厂  | 0.35          | 0.75                   | 0.88          | 3000                |
| 2  | 电机厂    | 0.33          | 0.65                   | 1.17          | 3200                |
| 3  | 电线厂    | 0.35          | 0.73                   | 0.94          | 3500                |
| 4  | 煤矿机械厂  | 0.32          | 0.71                   | 0.99          | 3700                |
| 5  | 石油机械厂  | 0.27          | 0.73                   | 0.94          | 4500                |

(2) 二项式法见表 2-9、表 2-10。

表 2-9 按二项式方法计算负荷

| 序号   | 计算负荷                                                                                                                                                       | 计 算 公 式                                                                                                 | 适 用 条 件                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1    | 有功 (kW)                                                                                                                                                    | $P_{30} = b P_e + c P_x$                                                                                | 已知三相用电设备组的设备容量及功率因数, 求其计算负荷            |
|      | 无功 (kvar)                                                                                                                                                  | $Q_{30} = P_{30} \operatorname{tg} \varphi$                                                             |                                        |
|      | 视在 (kVA)                                                                                                                                                   | $S_{30} = P_{30} / \cos \varphi$                                                                        |                                        |
|      | 电流 (A)                                                                                                                                                     | $I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N$                                                                        |                                        |
| 2    | 有功 (kW)                                                                                                                                                    | $P_{30} = \Sigma (b P_e)_i + (c P_x)_{\max}$                                                            | 已知各三相用电设备组的设备容量及最大 $x$ 台的设备容量, 求总的计算负荷 |
|      | 无功 (kvar)                                                                                                                                                  | $Q_{30} = \Sigma (b P_e \operatorname{tg} \varphi)_i + (c P_x)_{\max} \operatorname{tg} \varphi_{\max}$ |                                        |
|      | 视在 (kVA)                                                                                                                                                   | $S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2}$                                                                   |                                        |
|      | 电流 (A)                                                                                                                                                     | $I_{30} = S_{30} / \sqrt{3} U_N$                                                                        |                                        |
| 符号含义 | $P_e$ ——设备组的设备容量 (kW), 不计备用设备容量;<br>$P_x$ ——设备组中容量最大的 $x$ 台设备容量, $x$ 值;<br>$(c P_x)_{\max}$ ——各组 $c P_x$ 中最大的一组;<br>$U_N$ ——设备额定电压 (kV);<br>$b, c$ ——二项式系数 |                                                                                                         |                                        |

表 2-10 二项式系数及功率因数参考值

| 序号 | 用电设备名称                                 | 二项式系数 |      | 最大容量<br>设备台数<br>$x$ | $\cos\varphi$ | $\lg\varphi$ |
|----|----------------------------------------|-------|------|---------------------|---------------|--------------|
|    |                                        | $b$   | $c$  |                     |               |              |
| 1  | 小批生产的金属冷加工机床电动机                        | 0.14  | 0.4  | 5                   | 0.5           | 1.73         |
| 2  | 大批生产的金属冷加工机床电动机                        | 0.14  | 0.5  | 5                   | 0.5           | 1.73         |
| 3  | 小批生产的金属热加工机床电动机                        | 0.24  | 0.4  | 5                   | 0.6           | 1.33         |
| 4  | 大批生产的金属热加工机床电动机                        | 0.26  | 0.5  | 5                   | 0.65          | 1.17         |
| 5  | 通风机、水泵、空气压缩机及其电动发电机组                   | 0.65  | 0.25 | 5                   | 0.8           | 0.75         |
| 6  | 非连锁的连续运输机械及铸造工厂、整砂机械                   | 0.4   | 0.4  | 5                   | 0.75          | 0.83         |
| 7  | 连锁的连续运输机械及铸造工厂、整砂机械                    | 0.6   | 0.2  | 5                   | 0.75          | 0.88         |
| 8  | 锅炉房和机加、机修、装配等类企业的吊车( $\epsilon=25\%$ ) | 0.06  | 0.2  | 3                   | 0.5           | 1.73         |
| 9  | 铸造车间的吊车( $\epsilon=25\%$ )             | 0.09  | 0.3  | 3                   | 0.5           | 1.73         |
| 10 | 自动连续装料的电阻炉设备                           | 0.7   | 0.3  | 2                   | 0.95          | 0.33         |
| 11 | 实验室用小型电热设备(电阻炉、干燥箱等)                   | 0.7   | 0    |                     | 1.0           | 0            |

注 当设备台数  $n < 2x$  时,可取  $x = n/2$  (按“四舍五入”规则取整数)。当  $n = 1 \sim 2$  时,  $P_{30} = P_N$ 。而对单台电动机,  $P_{30} = P_N/\eta$ , 式中  $P_N$  为设备和电动机额定容量,  $\eta$  为电动机额定效率。

(3) 单位产品耗电量法见表 2-11, 部分产品耗电量参考值见表 2-12。

表 2-11 按产品耗电法计算负荷

| 序号 | 计 算 内 容                                               | 计 算 公 式                                |
|----|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  | 由单位产品耗电量 $a$ 和年产量 $A$ 计算出乡镇年耗电量 (kWh)                 | $W_a = A \cdot a$                      |
| 2  | 由乡镇年耗电量 $W_a$ 和年最大有功负荷利用小时 $T_{\max}$ 计算乡镇有功计算负荷 (kW) | $P_{30} = \frac{W_a}{T_{\max}}$        |
| 3  | 乡镇无功计算负荷 (kvar)                                       | $Q_{30} = P_{30} \cdot \lg\varphi$     |
| 4  | 乡镇视在计算负荷 (kVA)                                        | $S_{30} = \frac{P_{30}}{\cos\varphi}$  |
| 5  | 乡镇计算电流 (A)                                            | $I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3} U_N}$ |

注 1.  $\cos\varphi$  为乡镇最大负荷时功率因数。  
2.  $U_N$  为乡镇供电电源额定电压 (kV)。

表 2-12 部分产品耗电量参考值

| 序号 | 乡镇工业部门<br>及产品名称 | 产品单位 | 单位产品耗电量<br>(kWh/产品单位) | 序号 | 乡镇工业部门<br>及产品名称 | 产品单位 | 单位产品耗电量<br>(kWh/产品单位) |
|----|-----------------|------|-----------------------|----|-----------------|------|-----------------------|
| 1  | 电动机             | 台    | 14                    | 8  | 大 米             | t    | 25                    |
| 2  | 变压器             | 台    | 2.5                   | 9  | 玉米面             | t    | 24.13                 |
| 3  | 肥 皂             | t    | 16.6                  | 10 | 红 砖             | 万块   | 436                   |
| 4  | 草报纸             | t    | 174                   | 11 | 水 泥             | t    | 82                    |
| 5  | 水               | t    | 0.28                  | 12 | 水泥电杆            | 根    | 9.2                   |
| 6  | 饼 干             | t    | 384                   | 13 | 水泥瓦             | 万片   | 131                   |
| 7  | 啤 酒             | t    | 92.1                  |    |                 |      |                       |

(4) 单位面积耗电量法见表 2-13, 照明单位面积耗电量参考值见表 2-14。

表 2-13

按单位面积耗电量计算负荷

| 序 号 | 计 算 内 容                                   | 计算公式                                |
|-----|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 由单位面积耗电量 $a$ 和建筑面积 $A$ 计算建筑照明的有功计算负荷 (kW) | $P_{30} = A \cdot a \times 10^{-3}$ |
| 2   | 计算电流 (A)                                  | $I_{30} = P_{30} / \sqrt{3} U_N$    |

注 1.  $a$  为照明装置单位面积耗电量 ( $W/m^2$ );

2.  $A$  为建筑面积 ( $m^2$ );

3.  $U_N$  为照明系统的额定线电压 (kV), 为灯具额定电压的 $\sqrt{3}$ 倍。

表 2-14

照明单位面积耗电量参考值

 $W/m^2$ 

| 序 号 | 建筑物名称 | 单位面积耗电量 | 序 号 | 建筑物名称  | 单位面积耗电量 |
|-----|-------|---------|-----|--------|---------|
| 1   | 机械加工厂 | 7~9     | 5   | 变配电所   | 8~12    |
| 2   | 木器加工厂 | 10~12   | 6   | 办公室及宿舍 | 10~15   |
| 3   | 汽车装配厂 | 8~11    | 7   | 学校     | 12~15   |
| 4   | 锅炉房   | 7~9     | 8   | 县医院    | 12~18   |

## 二、负荷计算 (见表 2-15 ~ 表 2-22)

表 2-15

单相负荷换算成等效三相负荷

| 序号 | 负 荷 情 况          | 计 算 方 法 和 计 算 公 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 单相负荷均接于相电压上      | 1. 按需要系数法计算各单相负荷的计算负荷 $P_{30 \cdot \varphi}$<br>2. 各相的单相计算负荷分别相加, 找出最大负荷相的计算负荷 $P_{30 \cdot \max}$<br>3. 等效三相计算负荷为 $P_{30 \cdot eq} = 3 P_{30 \cdot \max}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2  | 单相负荷均接于线电压上      | 1. 按需要系数法计算各单相负荷的计算负荷 $P_{30 \cdot i}$<br>2. 只有一台时, 等效三相计算负荷为 $P_{30 \cdot eq} = \sqrt{3} P_{30 \cdot i}$<br>3. 如有多台时, 则各相间计算负荷分别相加, 找出最大的相间计算负荷 $P_{30 \cdot \max}$ , 等效三相计算负荷为: $P_{30 \cdot eq} = 3 P_{30 \cdot \max}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3  | 单相负荷分别接于相电压和线电压上 | 1. 将接于线电压的负荷换算为相电压负荷, 换算公式为<br>A 相: $P_A = P_{AB-A} P_{AB} + P_{CA-A} P_{CA}$ , $Q_A = q_{AB-A} P_{AB} + q_{CA-A} P_{CA}$<br>B 相: $P_B = P_{BC-B} P_{BC} + P_{AB-B} P_{AB}$ , $Q_B = q_{BC-B} P_{BC} + q_{AB-B} P_{AB}$<br>C 相: $P_C = P_{CA-C} P_{CA} + P_{BC-C} P_{BC}$ , $Q_C = q_{CA-C} P_{CA} + q_{BC-C} P_{BC}$<br>式中 $P_{AB}、P_{BC}、P_{CA}$ ——接于 AB、BC、CA 相间的有功负荷容量<br>$P_{AB-A}、q_{AB-A}$ ——接于 AB 相间的负荷换算为 A 相负荷的有功和无功换算系数; 余类推; 各换算系数值<br>2. 按需要系数法计算所有各单相负荷的计算负荷, 然后分相相加, 找出最大的相计算负荷 $P_{30 \cdot \max}$<br>3. 等效三相计算负荷为 $P_{30 \cdot eq} = 3 P_{30 \cdot \max}$ |

表 2-16 线电压单相负荷换算成相电压单相负荷系数

| 换算系数                           | 负荷功率因数 |       |      |      |      |      |      |       |       |
|--------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                | 0.35   | 0.4   | 0.5  | 0.6  | 0.65 | 0.7  | 0.8  | 0.9   | 1.0   |
| $P_{AB-A}, P_{BC-B}, P_{CA-C}$ | 1.27   | 1.17  | 1.0  | 0.89 | 0.84 | 0.8  | 0.72 | 0.64  | 0.5   |
| $P_{AB-B}, P_{BC-C}, P_{CA-A}$ | -0.27  | -0.17 | 0    | 0.11 | 0.16 | 0.2  | 0.28 | 0.36  | 0.5   |
| $Q_{AB-A}, Q_{BC-B}, Q_{CA-C}$ | 1.05   | 0.86  | 0.58 | 0.38 | 0.3  | 0.22 | 0.09 | -0.05 | -0.29 |
| $Q_{AB-B}, Q_{BC-C}, Q_{CA-A}$ | 1.63   | 1.44  | 1.16 | 0.96 | 0.88 | 0.8  | 0.67 | 0.53  | 0.29  |

表 2-17 单相负荷计算表

| 用电<br>设备<br>名称     | 设备<br>容量<br><br>(kW) | 设备<br>台数                        | 单相设备容量在三相中的分配   |                |                |                      |                      |                      |                      |
|--------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                      |                                 | 接于线电压的单相设备 (kW) |                |                | 容 量 换 算              |                      |                      |                      |
|                    |                      |                                 |                 |                |                | p                    |                      | q                    |                      |
|                    |                      |                                 | AB              | BC             | CA             | AB-A<br>BC-B<br>CA-C | AB-B<br>BC-C<br>CA-A | AB-A<br>BC-B<br>CA-C | AB-B<br>BC-C<br>CA-A |
| 220V<br>电 热<br>干燥箱 | 10                   | 2                               |                 |                |                |                      |                      |                      |                      |
|                    | 30                   | 1                               |                 |                |                |                      |                      |                      |                      |
|                    | 20                   | 1                               |                 |                |                |                      |                      |                      |                      |
| 380V<br><br>对焊机    | 14<br>ε = 100%       | 2                               | 28<br>ε = 100%  |                |                | 0.8                  | 0.2                  | 0.22                 | 0.8                  |
|                    | 20<br>ε = 100%       | 1                               |                 | 20<br>ε = 100% |                |                      |                      |                      |                      |
|                    | 30<br>ε = 60%        | 1                               |                 |                | 23<br>ε = 100% |                      |                      |                      |                      |
| 总 计                |                      | 各 相 总 的 有 功 和 无 功 计 算 负 荷       |                 |                |                |                      |                      |                      |                      |
|                    |                      | 总的等效三相计算负荷<br>(按最大的B相计算负荷的3倍计算) |                 |                |                |                      |                      |                      |                      |

| 用电<br>设备<br>名称     | 单相设备容量在三相中的分配          |      |      |      |                 |      | 设备<br>功率<br>因数 | 需要<br>系数<br>$K_d$ | 各 相 计 算 负 荷    |        |      |              |      |        |
|--------------------|------------------------|------|------|------|-----------------|------|----------------|-------------------|----------------|--------|------|--------------|------|--------|
|                    | 接于及换算于相电压的单相设备<br>(kW) |      |      |      |                 |      |                |                   | A              |        | B    |              | C    |        |
|                    | A                      |      | B    |      | C               |      |                |                   | P              | Q      | P    | Q            | P    | Q      |
|                    | P                      | Q    | P    | Q    | P               | Q    |                |                   | (kW)           | (kvar) | (kW) | (kvar)       | (kW) | (kvar) |
| 220V<br>电 热<br>干燥箱 | 20                     |      |      |      |                 |      | 1              | 0.7               |                |        |      |              |      |        |
|                    |                        |      | 30   |      |                 |      |                |                   | 14             | 0      | 21   | 0            | 14   | 0      |
|                    |                        |      |      |      | 20              |      |                |                   |                |        |      |              |      |        |
| 380V<br>对焊机        | 27                     | 24.6 | 21.6 | 26.8 | 22.4            | 21.1 | 0.7            | 0.35              | 9.45           | 8.61   | 7.56 | 9.38         | 7.84 | 7.39   |
| 总 计                | 各相总的有功和无功计算负荷          |      |      |      |                 |      |                |                   | 23.5           | 8.61   | 28.6 | 9.38         | 21.8 | 7.39   |
|                    | $P_{30}$ (kW)          |      |      |      | $Q_{30}$ (kvar) |      |                |                   | $S_{30}$ (kVA) |        |      | $I_{30}$ (A) |      |        |
|                    | 85.8                   |      |      |      | 28.1            |      |                |                   | 90.3           |        |      | 137          |      |        |