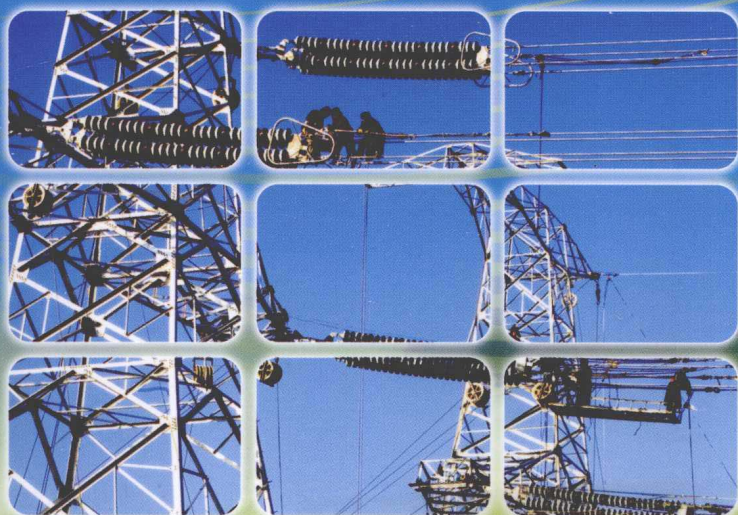


电网建设与发展新技术丛书

孙成宝 苑薇薇 黑晓红 主编

配电网实用新技术



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



电网建设与发展新技术丛书

配电网实用新技术

孙成宝 苑薇薇 黑晓红 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



内 容 提 要

全书共分十二章,较详细地介绍了配电网的负荷预测、规划设计,架空配电线路及其施工,电缆线路及其施工,配电变压器容量选择、安装接线、运行与维护,配电网的电压变动与无功补偿,配电网的防雷与接地,箱式变电站,配电网的新设备等基本知识。内容具体实际,通俗易懂,便于培训和自学。

本书可作为配电工作人员的工具书,也可作为配电网新技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

配电网实用新技术 / 孙成宝,苑薇薇,黑晓红主编

— 北京:中国水利水电出版社,2011.4

(电网建设与发展新技术丛书)

ISBN 978-7-5084-8502-7

I. ①配… II. ①孙… ②苑… ③黑… III. ①配电系
统一基本知识 IV. ①TM727

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第054222号

书 名	电网建设与发展新技术丛书 配电网实用新技术
作 者	孙成宝 苑薇薇 黑晓红 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 29.75印张 705千字
版 次	2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	59.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 审 人 员 名 单

主 编	孙成宝	苑薇薇	黑晓红	
副主编	马作春	于作学	刘子玉	刘福义
主 审	俞淳元	戴欧根		
参 编	丁毓山	李启业	杨晓东	胡 平
	解 放	孙克强	徐春海	丛柏生
	孙春和	李晓军	关守俊	刘永光
	张永山	徐守安	周 越	王 红

前 言

随着我国电气化事业的发展和新技术、新装备及新工艺的不断出现，配电网的技术状况也有了截然的改观。城市电网的改造、环网供电的实施、电力电缆及绝缘导线的应用逐步取代架空明线、住宅小区供电的箱式变电站、全绝缘变台及农村电网的重合器、分段器的应用等，所有这些都要求供电局、农电局从事配电工作的人员更新观念，进一步提高技术业务水平，适应形势发展的需要。为此，我们广泛收集了国内外有关资料，根据多年从事配电工作的实践经验，编写了本书，并希望它能成为一本工具书，供从事配电工作的人员在工作中参考使用。

全书共分十二章，较详细地介绍了配电网的负荷预测、规划设计，架空配电线路及其施工，电缆线路及其施工，配电变压器容量选择、安装接线、运行与维护，配电网的电压变动与无功补偿，配电网的防雷与接地，箱式变电站，配电网的新设备等基本知识。内容具体实际，通俗易懂，便于培训和自学。

在编写本书的过程中，沈阳电业局各供电局的领导和同事们曾多次进行了审阅，提出了许多宝贵意见，并给予了大力支持和帮助，编者在此表示诚挚的谢意。

提供资料并参加本手册部分编写工作的还有：张强、张方、高水、石峰、王卫东、石威杰、贺和平、任旭印、潘利杰、程宾、张倩、张娜、李俊华、石宝香、成冲、张明星、郭荣立、王峰、李新歌、尹建华、苏跃华、刘海龙、李小方、李爱丽、胡兰、王志玲、李自雄、陈海龙、李亮、韩国民、刘力侨、任翠兰、张洋、吕洋、任华、李翱翔、孙雅欣、李红、王岩、李景、赵振国、任芳、魏红、薛军、吴爽、李勇高、王慧、杜涛涛、李启明、郭会霞、霍胜木、邢烟、李青丽、谢成康、杨虎、马荣花、张贺丽、薛金梅、李荣芳、马良、孙洋洋、胡毫、余小冬、丁爱荣、王文举、冯娇、徐文华、陈东、毛玲、李键、孙运生、尚丽、王敏州、杨国伟、李红、刘红军、白春东、林博、魏健良、周凤春、黄杰、董小玫、郭贞、吕会勤、王爱枝、孙金力、孙建华、孙志红、孙东生、王彬、王惊、李丽丽、吴孟月、闫冬梅、孙金梅、张丹丹、李东利、王奎洵、吕万辉、王忠民、赵建周、刁发良、胡士锋、王桂荣、谢峰、秦喜辰、张继涛、徐信阳、牛志刚、杨景艳、乔可辰、张志秋、史长行、

姜东升、宋旭之、田杰、温宁、乔自谦、史乃明、郭春生、高庆东、吉金东、李耀照、吕学彬、马计敏、朱英杰、焦现峰、李立国、刘立强、李炜、郝宗强、王力杰、闫国文、苗存园、权威、蒋松涛、张平、黄锦、田宇鲲、曹宝来、王烈、刘福盈、崔殿启、白侠、陈志伟、李志刚、张柏刚、王志强、史春山、戴晓光、刘德文、隋秋娜等。

编者的意愿是良好的，希望阅读本书的读者，能对配电新技术有一个较详细的了解，对从事的工作有所帮助。但是，限于编者的水平，书中遗漏和错误之处在所难免，深望各同行专家和广大读者不吝指正。

作 者

2011年1月于沈阳

目 录

前言

第一章 配电网的负荷与负荷预测	1
第一节 各类用户的负荷特性	1
第二节 各种不同性质的负荷	2
第三节 负荷预测与计算	3
第二章 配电网规划与设计	7
第一节 配电网规划、设计特点	7
第二节 配电网的接线方式	10
第三节 路径勘察	13
第四节 配电线路的设计	14
第三章 架空配电线路	22
第一节 架空线路的结构	22
第二节 架空配电线路常用电气设备	32
第三节 架空绝缘线	35
第四节 架空配电线路的运行与故障	37
第四章 架空配电线路的施工	41
第一节 施工常用工具	41
第二节 杆顶组装	45
第三节 架空线路的架设	57
第四节 接户线的安装	68
第五章 电力电缆线路	71
第一节 电力电缆的种类及结构	71
第二节 电缆的载流能力及温升	75
第三节 电力电缆截面的选择	79
第四节 地埋电力线路	81
第五节 电缆线路的运行维护	83
第六节 电力电缆的试验	86
第六章 电力电缆线路的施工	96
第一节 电力电缆线路的敷设	96
第二节 制作电缆头的基本要求	101
第三节 10kV 交联聚乙烯绝缘电缆终端头制作工艺	103

第四节	10kV 交联聚乙烯绝缘电缆中间接头制作工艺	110
第五节	10kV 油浸纸绝缘电缆户内外终端头制作工艺	117
第六节	10kV 油浸纸绝缘电缆中间接头制作工艺	124
第七节	1kV 及以下电缆终端头、中间接头制作工艺	130
第七章	配电变压器的容量及安装接线	135
第一节	配电变压器容量的选择	135
第二节	变压器安装位置的选择	142
第三节	配电变压器小型化的经济效益	145
第四节	变压器台安装要求	148
第五节	配电变压器的保护装置	153
第八章	配电变压器的运行与维护	156
第一节	配电变压器的技术参数	156
第二节	变压器的允许运行方式	159
第三节	变压器的并列运行	167
第四节	变压器的经济运行	170
第五节	变压器的故障分析	175
第六节	变压器的运行和维护管理	182
第九章	配电网的电压变动与无功补偿	192
第一节	电压损耗和电压损耗率	192
第二节	电压波动的原因和调整措施	194
第三节	无功功率补偿及其方法	198
第四节	补偿电容器	202
第五节	配电线路无功负荷的最优补偿	209
第六节	电力用户无功负荷的最优补偿	216
第七节	电容器的运行与维护	225
第十章	配电网的防雷与接地	228
第一节	雷电的形式及防雷措施	228
第二节	防雷元件	229
第三节	配电设备的防雷保护	233
第四节	接地装置	236
第五节	接地装置的维护与测量	243
第十一章	箱式变电站	246
第一节	住宅小区供电方案	246
第二节	箱式变电站	247
第三节	箱式变电站的操作与维护	254
第四节	箱式变电站实例	257

第十二章 配电网的新设备	266
第一节 重合器	266
第二节 线路分段器	280
第三节 FDK10—12/D 型户外交流高压跌落式分段器	285
第四节 六氟化硫负荷开关	287
第五节 高压限流熔断器	290
第六节 RMW ₂ —10/100 型有灭弧装置的跌落式熔断器	298
第七节 合成绝缘氧化锌避雷器	300
第八节 微机保护器	303
附录一 国家电网公司城市配电网技术导则 (Q/GDW 370—2009)	309
附录二 中国南方电网城市配电网技术导则 (Q/CSG 10012—2005)	328
附录三 城市中低压配电网改造技术导则 (DL/T 599—2005)	367
附录四 配电变压器运行规程 (DL/T 1102—2009)	372
附录五 10kV 及以下架空配电线路设计技术规程 (DL/T 5220—2005) (摘要)	379
附录六 电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工 及验收规范 (GB 50173—1992)	396
附录七 架空绝缘配电线路设计技术规程 (DL/T 601—1996)	410
附录八 架空绝缘配电线路施工及验收规程 (DL/T 602—1996)	426
附录九 架空配电线路及设备运行规程 (试行) (SD 292—1988)	445
附录十 电力线路防护规程 (水利电力部 [79] 水电规字第 6 号)	461
参考文献	464

第一章 配电网的负荷与负荷预测

第一节 各类用户的负荷特性

一、居民住宅

居民住宅的用电设备主要是电灯、家用电器，如电风扇、收音机、电视机、洗衣机、电热毯、电熨斗、电冰箱、空调器、热水器、电饭锅、电炉、电灶等。需用系数较高，一般为70%~95%；年负荷率为10%~20%，即年15min最大负荷利用小时数为900~1800h左右，一般沿海城市较高，内地较低；同时率为0.9~0.85。

二、机关团体

机关团体的用电设备主要是电灯、电风扇、空调器、电梯、电开水器、电冰箱、红外消毒器、吹风机、锅炉房的风机水泵等。需用系数一般为60%~90%；年负荷率为15%~25%，即年15min最大负荷利用小时数为1350~2250h左右；同时率为0.85~0.80。

三、商业大楼

商业大楼是指宾馆、餐厅、百货商场、贸易中心等高层建筑而言，用电设备除电灯、电风扇、电视机外，还有空调、电梯、水泵等。需用系数较低，一般为40%~70%；年负荷率为25%~30%，即年15min最大负荷利用小时数为2250~2700h；同时率为0.9~0.85。

四、路灯

路灯的需用系数接近100%；负荷率夏季约为25%~35%，冬季可达50%；同时率接近于1。

五、工业

凡以电为原动力，或以电冶炼、烘焙、熔焊的一切工业生产的用电设备以及生产车间的照明、空调等都在内。由于一班、二班、三班生产的不同，规模大小、产品种类的差异，各种系数也随之而有很大差距。一班生产、二班生产的需用系数约为50%~80%，但负荷率前者只有25%~30%，即月最大负荷利用小时数180~220h，后者可达40%~55%，即月最大负荷利用小时数290~400h。三班生产的机械、水泥等行业需用系数为60%~80%，负荷率约为60%~70%；钢铁、煤炭、纺织、造纸、自来水等行业需用系数可达80%~90%，负荷率约为70%~80%；冶炼、化工等行业需用系数可达70%~80%，负荷率可超过90%。中压配电电压受电、容量在160kVA以上的工业用户，功率因数标准是0.9，低压配电电压受电、容量在100kVA以上的工业用户功率因数标准是0.85。

六、农业灌溉

用电设备主要是电动机带动的水泵，需用系数可达80%~100%，月负荷率最高可达70%~80%，最低可为0，年负荷率很低，为15%~20%，同时率约为0.9~0.65。

第二节 各种不同性质的负荷

一、单相负荷、三相负荷、不平衡负荷

电力负荷分单相负荷及三相负荷。例如三相电动机为三相负荷；照明、家用电器为相电压 220V 的单相负荷；电焊机为线电压 380V 的单相负荷。当将单相负荷接入三相配电系统时，应尽量使系统的三相负荷平衡化。尤其是因为现在的配电变压器绝大部分是 Yyn0 接线，这点就更重要。规程规定 Yyn0 接线配电变压器的不平衡负荷应限制在额定单相设备容量的 25% 以下，运行经验说明，最好限制在 15% 以下。

二、冲击性负荷

除电动机的起动电流外，电弧炉、感应电炉、滚轧机、大型卷扬机、各种弧焊机以及较大型试验用电都能引起电压骤降，电流、电压波形畸变，电压偏移增大。目前我国对电压骤降尚未制定具体标准，一般在负荷侧加装串联电抗器或晶体闸流管控制的并联电容器，同时也可在电源侧加大配电变压器的容量，敷设专用线路，装设专用配电变压器，增加串联电容器或提高三相短路容量来限制或防止电压骤降。

表 1-1 电网相电压正弦波形畸变率限值

用户供电电压 (kV)	总电压正弦波形 畸变率限值 (%)	各奇、偶次谐波电压 正弦波形畸变率限值 (%)	
		奇 次	偶 次
0.38	5	4	2
6 或 10	4	3	1.75
35 或 63	3	2	1
110	1.5	1	0.5

三、畸变性负荷

整流设备如老式的汞弧整流器、新式的可控硅整流器、可控硅调压器、可控硅调速器，非线性用电设备如电弧炉、感应电炉、交流弧焊机、饱和电抗器等都是高次谐波源，都能引起电流、电压正弦波形的畸变，加大电压偏移。谐波能引起静电电容器在某一特定频率发生调谐而过负荷，系统电容与变压器等的电抗发生共振

等。零序谐波电流的存在对通信线路、广播、电视会产生干扰。三倍频谐波或过量励磁电流会引起角接变压器绕组过负荷。波形畸变会引起控制设备的误动作、计量设备的不正确等等。1984 年原水利电力部颁发的《电力系统谐波管理暂行规定》规定了电网相电压正弦波形畸变率的极限值和用户注入电网的谐波电流允许值（有效值，A），见表 1-1、表 1-2。

表 1-2 用户注入电网的谐波电流允许值

用户供电电压 (kV)	谐波次数及谐波电流允许值（有效值，A）																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0.38	53.0	38.0	27.0	61.0	13.0	43.0	9.5	8.4	7.6	21	6.3	18.0	5.4	5.1	7.1	6.7	
6 或 10	14.0	10.0	7.2	12.0	4.8	8.2	3.6	3.2	4.3	7.9	2.4	6.7	2.1	2.9	2.7	2.5	
35 或 63	5.4	3.6	2.7	4.3	2.1	3.1	1.6	1.2	1.1	2.9	1.1	2.5	1.5	0.7	0.7	1.3	
110 及以上	4.9	3.9	3.0	4.0	2.0	2.8	1.2	1.1	1	2.7	1.0	3.0	1.4	1.3	1.2	1.2	

注 18、19 次谐波电流允许值从略。

四、不能停电的负荷

如果停电将造成人身伤亡、将在经济上造成重大损失、政治上造成重大影响、或引起环境严重污染的负荷，应供给备用保安电源。在系统大面积停电时仍需不间断用电，或自备电源比从电网供给第二电源更为经济合理的负荷，可自行准备发电机等设备作为保安电源。

第三节 负荷预测与计算

一、电量预测方法

1. 年平均增长率法

$$E_t = E_0(1+i)^{t-t_0} \quad (1-1)$$

式中 i ——所取期限内基期到末期年电量平均增长率；

E_t ——预测年份年电量预测值；

E_0 ——所取期限内基期年电量；

t ——预测年份；

t_0 ——基期年份。

2. 电力弹性系数法

$$E_t = E_0(1 + K_w P_{t-t_0})^{t-t_0} \quad (1-2)$$

$$K_w = \frac{\Delta A\%}{\Delta B\%} \quad (1-3)$$

式中 P_{t-t_0} ——基期到预测年份工农业总产值年平均增长率；

$\Delta A\%$ ——年平均电量总消耗增长率（一般采用发电量）；

$\Delta B\%$ ——年平均国民生产总值增长率（以采用工农业总产值为宜）；

K_w ——电力弹性系数。

3. 综合单耗法

$$E_t = NT_t \quad (1-4)$$

$$N = \frac{\sum N_i}{n} \quad (1-5)$$

式中 N ——综合单耗；

$\sum N_i$ ——各年综合单耗；

n ——所取年数；

T_t ——预测年份年产量（或年产值）预测值。

二、负荷预测

1. 根据年需电量求最大负荷

最大负荷 $P_{\max}$ 等于年需电量除以年最大负荷利用小时 $T_{\max}$ 。

各类电力用户的年最大负荷利用小时 $T_{\max}$ 见表 1-3。

表 1-3 各类电力用户的 $T_{\max}$

企业种类	$T_{\max}$ (h)	企业种类	$T_{\max}$ (h)
煤炭工业	4000~5500	食品工业	4000~4500
石油工业	6500~7000	其他工业	4000
黑色金属采选	4000~6500	交通运输	3000
钢铁联合企业	4500~7000	电气化铁道	6000
有色、化工采选	5000~6500	城市生活用电	2500
有色金属冶炼	7500	上下水道	5500
电解铝工业	8000	农村工业	3500
机械、电器制造	2000~5000	农村照明	1500
化学工业	6000~7000	农副加工	2000
建材工业	4000~6500	电 灌	1300~1500
造纸工业	6000~6500	农村综合	1800~2500
纺织工业	5000~6000		

2. 综合需用系数法

最大负荷 $P_{\max}$ 等于综合需用系数乘以总装机容量。综合需用系数一般取 0.16~0.3。

3. 负荷密度法

以各负荷区或负荷小区目前负荷密度已经达到的每平方公里千瓦数，参考城市规划中有关的发展、人口、居民收入水平等分区规划，再与类似城市对比，推算出各负荷区或负荷小区的负荷密度预测值，乘以各自的面积，就可得负荷的预测值。

三、负荷计算

1. 排灌负荷

某县属平丘区，排渍不多，主要是电灌（排灌用电量占农用电量的 40%）。就某处电灌站而言，电灌负荷为

$$P = 9.81 \frac{QH}{\eta} (\text{kW}) \quad (1-6)$$

式中 P ——电灌负荷，kW；

Q ——水的流量， m^3/s ；

H ——总扬程，m；

η ——水泵、电动机和机械传动装置的总效率，对水泵取 0.6~0.7。

求得 P 的数值后，选择标准型号的水泵并配用电动机，此电动机的容量就是设备容量 P 。而就某一地区而言，总电灌负荷为

$$P_{\Sigma} = KK'P \quad (1-7)$$

式中 K ——负载率取 0.8；

K' ——同时率取 0.6~0.8。

电排负荷一般与电灌负荷错开使用，不另计算。

例如，根据某乡调查，有耕地 13352 亩，安装电灌设备容量 992kW，负载率 $K=0.8$ ，同时率 $K'=0.8$ ，则需要电灌负荷为

$$P_{\Sigma} = KK'P = 0.8 \times 0.8 \times 992 = 635(\text{kW})$$

平均每千瓦灌田为 $13352/635=21$ (亩)。

2. 农副产品加工负荷

某县农副产品加工主要有碾米、粉碎、磨面、榨糖、榨油、磨粉、磨豆、制茶等，全县共有装机容量 4648kW，占农用容量的 34%。一般农副产品加工厂同时率为 0.4~0.6，负载率为 0.8，试计算该县农副加工负荷。

$$P_{\Sigma} = KK'P = 0.8 \times 0.6 \times 4648 = 2231.04(\text{kW})$$

3. 县乡工业负荷

县乡工业负荷，一般采用需用系数法和产品单耗电量法计算。

(1) 需用系数法，即将各类设备的需用系数乘以设备总容量得计算负荷。

各类设备的需用系数及功率因数见表 1-4。

表 1-4 需用系数值 K_{zx}

用电设备名称	K_{zx}	$\cos\varphi$	用电设备名称	K_{zx}	$\cos\varphi$
造纸机	0.4	0.7	农副产品加工	0.3~0.48	0.65
机床	0.2	0.65	照明	0.8	
泵、鼓风机、压缩机、破碎机、筛选机、电阻炉	0.8	0.8	大米厂机械	0.7	0.75
电焊变压器	0.35	0.35	卷扬机	0.5	0.8
纺织机械	0.5	0.7	球磨机	0.72	0.8
化肥生产设备		0.9	农机修配	0.2	0.6

(2) 产品单耗电量法，根据产品单耗和年产量求出年耗电量，再除以年最大负荷利用小时得计算负荷。

$$P = \frac{\text{年耗电量}}{T_{\max}} = \frac{\text{产量单耗电量} \times \text{年产量}}{T_{\max}} \quad (1-8)$$

各类用户电量单耗见表 1-5。

表 1-5 电力用户电量单耗统计表

用电负荷名称	电量单耗	用电负荷名称	电量单耗
电解铝	20000kW·h/t	机制纸	790kW·h/t
冶金电炉钢	700kW·h/t	大米	20.2kW·h/t
原煤	40.63kW·h/t	面粉	48kW·h/t
电石	3650kW·h/t	自来水	296kW·h/t
合成氨(小型)	1600kW·h/t	水泥(立窖)	82.11kW·h/t
日用瓷	1369kW·h/万件	原油加工	55.117kW·h/t
棉纱	1586kW·h/t	矽铁	950kW·h/t
棉布	14kW·h/m	耐火砖	147kW·h/t
烧碱	2450kW·h/t	刨花板	240kW·h/m ²
氯酸钾	7835kW·h/t	糖	364kW·h/t
锰粉	185kW·h/t	啤酒	920kW·h/t

4. 日常生活用电

某县有照明负荷装机容量为 1179kW，照明负荷的负载率 $K=1$ ，同时率 $K'=0.8$ ，试求计算负荷。

$$P = KK' \times 1179 = 1 \times 0.8 \times 1179 = 943.2(\text{kW})$$

随着农村生活水平的提高，收音、电视、广播用电日益增多，空调、电炊等家电也越来越被广泛使用，其计算负荷按设备额定容量乘以同时率 ($K'=0.8$) 即可得出。

农村乡村工业往往采取一班制生产，因而照明用电负荷与工业负荷是错开的。

5. 农村电力网有功负荷计算

(1) 同时率与网损率见表 1-6、表 1-7。

表 1-6 各类设备的同时率

名 称	同时率	名 称	同时率
排 灌	0.9	生活照明	0.8
灌 溉	0.6~0.8	35kV 变电站	0.8~0.9
农副产品加工	0.4~0.6	6~10kV 农用线路	0.3~0.4
6~10kV 配变	0.3~0.9	6~10kV 工业线路	0.5~0.6

表 1-7 各级农用电网网损率

名 称	网损率 (%)	备 注
0.38kV 线路	1~4	配电房装总表 只有 1%
6~10kV 线路及变压器	6~12	
35kV 线路及主变	6~10	
110kV 线路及主变	5~10	

注 以各级电网最大负荷作基准的百分数表示。

(2) 供电负荷计算。供电负荷是指一个变电站或某一电力网的综合最大负荷，考虑了有功功率损失和负荷错开情况。计算公式如下

$$P = \sum_{i=1}^n P_i K' (1 + K'') (\text{kW}) \quad (1-9)$$

式中 $\sum_{i=1}^n P_i$ —— n 个用户 (或变电站) 各自最大负荷的算术和, kW;

K' —— 同时率;

K'' —— 网损率。

【例 1-1】 某 35kV 变电站配出 10kV 线 4 条，各线最大负荷分别为：1100、500、1500、600kW，同时率为 0.8，网损率为 0.12，试问该变电站应配多大主变适合？

解： $\sum_{i=1}^n P_i = 1100 + 500 + 1500 + 600 = 3700(\text{kW})$

$$P = \sum_{i=1}^n K' (1 + K'') = 3700 \times 0.8 \times (1 + 0.12) = 3315.2(\text{kW})$$

主变视在功率

$$S = \frac{P}{\cos\varphi}$$

当 $\cos\varphi=0.8$ 时

$$S = \frac{3315.2}{0.8} = 4144(\text{kVA})$$

一般 35kV 变电站按 2 台同容量或一大一小考虑，以便轻载时停运 1 台。配置设备容量应考虑 5 年内的发展情况，因而该变电站选择两台 2500kVA 的主变较为适合。

第二章 配电网规划与设计

第一节 配电网规划、设计特点

中、低压配电网绝大部分都在城乡范围以内，而且基本可以认为是均匀分布负荷，因此中压配电网必须先有规划，根据供电区域内的负荷密度分布预测负荷，确定中压变电站的位置、容量、供电范围，以及中压配电线路主干线（习惯叫中压配电网的网架）的供电半径、走向位置、导线截面和分支线的导线截面。

主干线包括绝大部分的干线和部分分支线。中压配电网规划是城市 and 农村总体规划的组成部分。规划批准以后，所有大修、更改、业务扩充工程的设计，只要涉及这些主干线，都要按主干线的标准和要求设计，分支线也要按规定的导线截面设计，以期逐步实现中压配电网的规划。

低压配电网的发展也要有个规划，根据负荷密度预测确定每平方公里面积内低压变电站的数量、容量和低压配电线路的供电半径和导线截面。

配电网的设计和规划要做到安全与经济的统一。应保证有充足的供电能力，以满足供电可靠性和运行经济性的要求，并应考虑环境保护和标准化等方面的要求。需要指出的是，在设计、规划中，除了选择好接线方式外，主要是导线截面和供电半径的选择。

一、导线截面

选择导线截面除了应满足允许电压降和最大发热电流的要求外，还必须尽量使线路年度运行费用为最小，以达到经济上最合理的要求。年度运行费用包括资金费用和电能损耗费用两个部分。其中资金费用包括线路投资的合理利润、基本折旧和大修理费。目前我国规定的基本折旧率，中压配电线路是 3.96%；大修理基金率是 1.4%；合理利润率是复利 10%，若不按复利计算，每千元投资折合的年度资金费用为 153.6 元。电能年损耗费用等于最大负荷时的电流的平方数乘上线路电阻，再乘以 8760h 和损耗系数，再乘以每千瓦小时电能的电价后除以 1000。由此可见，电能损耗与导线截面成反比，而线路投资则随导线截面的增加而相应地增加，图 2-1 所示曲线表示的就是导线截面和年度运行费用的相互关系，投资费用和线损费用两条曲线相加后所得的曲线是总合费用曲线，其最低点所对应的导线截面 S' 就是最经济导线截面。

从理论上说，不同电压等级、不同线路结构（如架空线和电缆、水泥杆和铁塔、双回路与单回路）、不同负荷情况的线路的最经济导线截面都不一样，需要分别计算。另外，负荷的大小年年月月都有变化，因此计算某一条线路的经济截面是比较复杂的。一般常用的办法是，首先按负荷预测得出

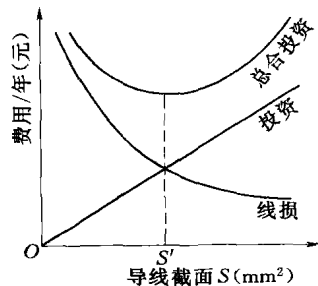


图 2-1 导线截面和年运行费用关系曲线图

在规划考虑年限内的最大负荷电流（规划考虑年限按城网规划设计导则规定为 20~25 年），然后根据最大负荷电流，在满足允许电压降和最大发热电流的条件下，求出最小允许导线截面，最后再根据最大负荷利用小时数，用规定的经济电流密度的方法来选定导线截面。可是，目前中压配电线路经济电流密度，我国还没有统一的规定，现行的经济电流密度，详见表 2-1。

表 2-1 经济电流密度 (A/mm^2)

导体材料	最大负荷利用小时数 (h)		
	不足 3000	3000~5000	超过 5000
铜裸导线和母线	3.0	2.25	1.75
铝裸导线和母线	1.65	1.15	0.9
铜芯电缆	2.5	2.25	2.0
铝芯电缆	1.92	1.73	1.54

由于材料价格和发电成本的变动，对于 10kV 架空线路来说，表 2-1 的铝裸导线和母线的经济电流密度已偏高，对 10kV 电缆线路来说，表 2-1 的经济电流密度已接近或超过允许发热电流，因此选择导线截面可按最大发热电流和允许短路电流来确定。

除了上述方法决定导线截面外，还必须考虑配电网的标准化、灵活性和供电可靠性，

对于城市中压配电网的主干线的导线截面，在采用铝导线时，应在 240、185、150、120、95mm² 五种规格中选用一种或两种，分支线也应尽量减少选用导线截面的种类，以利于维护和发展。

二、中压配电线路供电半径

从理论上分析，在满足供电质量和导线发热等技术条件下，导线截面可以变动，相应的供电半径也可变动。但从经济上分析，中压配电线路的投资随供电半径的增大而增加，如图 2-2 中曲线 1。这是因为供电半径越大，导线截面要越大，投资也就越大，曲线是上升的。而中压变电站的投资则随供电半径的增大而减少，见曲线 2。这是因为供电半径越大，同一地区的中压变电站数可减少，投资也就越小，曲线呈下降。把一个地区内中压配电线路的投资和中压变电站的投资相加，就得到这一地区中压配电系统的总投资，见曲线 3。这条曲线的最低点所对应的供电半径 r_0 就是经济供电半径。

按照经济供电半径建设中压配电系统，总投资将是最小；而理论计算表明，电网的建设投资最小时，年度运行费用也接近最小值。

计算经济供电半径的公式是

$$r = \frac{\sqrt{K}}{2} \frac{1}{\sqrt[3]{\sigma}} \quad (2-1)$$

$$P = K \sqrt[3]{\sigma} \quad (2-2)$$

式中 r ——中压配电线路经济供电半径，km；

P ——中压变电站经济容量，kVA；

K ——与中压配电线路及中压变电站建设投资有关的系数；

σ ——地区负荷密度，kW/km²。

根据经验，大中城市中压配电系统架空线路计算用的常数 K 是 2800，经济供电半径见表 2-2。各单位应根据各自中压配电系统的条件计算出架空线路、电缆线路的常数 K ，

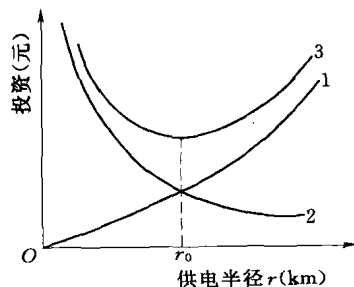


图 2-2 中压配电线供电半径与投资的关系曲线图

1—中压配电线路的投资；2—中压变电站的投资；3—综合投资