

小型水电站机电设计手册

电 气 一 次

强 尧 臣 主 编
袁 森 徐 国 授 主 审

中国电力出版社

目 录

前 言

第1章 地区电网规划与小水电站接入电网设计	1
第1节 地区电网规划	1
第2节 输电线路规划设计与小水电站接入电网其它有关问题	27
第2章 水电站电气主接线	47
第1节 综述	47
第2节 水电站电气主接线方式	49
第3节 厂用电及坝区用电的电源	52
第4节 主变压器的台数与容量选择	54
第5节 电气主接线技术经济比较	55
第6节 电气主接线其它问题	62
第7节 水电站电气主接线实例	63
第3章 水电站厂用电设计	77
第1节 厂用电接线	77
第2节 厂用电变压器选择	83
第3节 厂用低压电气设备选择	87
第4节 厂用低压载流导体选择	114
第5节 电焊及起重回路导体和保护电器设备选择	117
第6节 水电站厂用电实例	124
第4章 短路电流计算	128
第1节 高压网络短路电流计算条件和步骤	128
第2节 高压网络电路元件标么值参数计算	130
第3节 高压网络变换	133
第4节 高压网络三相短路电流计算	136
第5节 高压网络短路电流计算实例	147
第6节 1kV以下网络短路电流计算	153
第7节 1kV以下网络短路电流计算实例	171
第8节 短路电流的计算机算法	172
第5章 中压电气设备及其选择	185
第1节 中压电气设备选择的一般规定	185
第2节 中压电气设备选择	187
第6章 电气设备布置	209

第1节	小型水电站枢纽电气布置	209
第2节	厂房电气设备布置	213
第3节	屋内配电装置布置	225
第4节	屋外配电装置	227
第7章	过电压保护与接地	243
第1节	过电压保护	243
第2节	接地	254
第8章	电缆选择与敷设	272
第1节	电力电缆简介与型式选择	272
第2节	电缆截面选择	279
第3节	电缆载流量	287
第4节	电缆敷设	301
第5节	电缆选择实例	315
第9章	照明	317
第1节	电光源选择	317
第2节	照明器的选择及布置	318
第3节	照度标准及照明容量的计算	331
第4节	照明供电网络	340
第10章	工程设计实例	355
第1节	设计说明书	355
第2节	计算书	359
第3节	主要设计图纸	381
第11章	常用电气设备	401
第1节	水轮发电机	401
第2节	电力变压器	431
第3节	电压互感器	457
第4节	电流互感器	462
第5节	中压断路器	480
第6节	中压隔离开关	493
第7节	操动机构	510
第8节	中压熔断器	522
第9节	避雷器	531
第10节	电瓷	543
第11节	成套开关柜	569
第12节	低压电器	659
第13节	电缆	743
第14节	金具	782

第15节 金属及非金属材料.....	798
第16节 淘汰产品.....	813
附录1 常用法定计量单位及其有关换算.....	818
附录2 常用电气设计图形符号.....	820
参考文献.....	850

第15节 金属及非金属材料.....	798
第16节 淘汰产品.....	813
附录1 常用法定计量单位及其有关换算.....	818
附录2 常用电气设计图形符号.....	820
参考文献.....	850

第 1 章

地区电网规划与小水电站接入 电 网 设 计

第 1 节 地区电网规划

一、概述

我国地域辽阔，能源资源丰富，但分布不均衡。水能资源居世界首位，可开发水电装机容量多达3.7亿kW，其中，中、小水电可开发装机容量达1.34亿kW。我国又是一个人口大国，人口众多又居住分散，电力建设势必应走一条因地制宜，大中小并举，多渠道、多层次办电的道路。小水电建设在农村供电方面起着很重要的作用。据统计至1989年底，全国小水电装机容量1261万kW，年发电量达到360亿kW·h。在全国2300多个县中，以小水电供电为主的县有770多个。小水电已成为农村能源、农村电气化建设的一个很重要的方面。多年来小水电和农村电气化建设也积累了丰富的勘测、规划、设计和管理经验。

地区电网规划的目的是使其尽可能趋于合理，在保证供电的前提下搞好网络布局，节省工程投资，降低运行费用，将水电站所发电能经济、安全、可靠地供给用户，充分发挥小水电的效益，促进农村电气化事业的发展。同时地区电网规划也为小水电站的电气设计提供依据。

地区电网规划的基本内容，通常应包括基本资料的搜集整理，负荷预测与电力电量平衡，送电网络规划设计，潮流分布计算以及某些专题的研究和论证。

通过地区电网规划应给电气设计提供如下资料。

- 1) 地区电网各设计代表年的地理接线、单线接线及各序阻抗图。
- 2) 输电电压，各级电压出线回路数，各回出线的走向、接点和投入运行时间，最大、最小输送容量，功率因数及年最大负荷利用小时数。
- 3) 地区电网对电站电气主接线的要求，包括：各级电压接机台数，各级电压间的交换容量以及电站在地区电网中的地位和作用等。
- 4) 地区电网负荷增长幅度及对电站调节性能的要求。
- 5) 电力系统对电站主变压器的要求，如主变压器型式、调压方式、中性点接地方式以及阻抗等。
- 6) 发电机是否作为调相机运行。
- 7) 电力系统对发电机参数、励磁参数及励磁方式的要求，包括：额定电压及允许变化范围，额定功率因数及允许变化范围，暂态电抗，短路比、飞轮力矩、最大充电容量和调相容量，励磁电压顶值倍数与上升速度等。

- 8) 电力系统对水电站承担各种备用容量的要求。
- 9) 要求电站设置哪些提高电力系统稳定性的措施。
- 10) 电力系统对水电站的自动化、远动化、通信和继电保护等方面的要求。

二、基本资料收集

(一) 综合资料的收集

(1) 自然地理及社会经济情况:

1) 一般情况: 包括地区地理位置、土地面积、行政区划、总人口、农村人口、农户数、劳动力、粮食总产量、工农业总产值、乡镇工业总产值, 以及当地经济结构、自然资源及开发利用价值和前景。

2) 自然特点: 包括当地无霜期、日照时间、降雨量及频率特性、平均气温、年蒸发量、河川径流、水资源利用、地形地貌、水文地质、雷电活动、风速及地震烈度等。

3) 农业现代化基础: 地区排灌机械、水利设施、排灌面积、农副产品加工机械以及其它农业现代化设施。

(2) 地区经济状况和集体经济的比重, 对国家投资的依赖程度, 自筹物资和资金的能力和其主要应用方向。

(3) 地区主要工业生产布局、产品产量、主要工业厂矿的技术经济指标。

(4) 地区当前和长远发展工农业生产的方针、方向和规划目标。

(二) 负荷预测资料的收集

(1) 地区农业区划或农业发展总体规划。

(2) 农田水利、农业机械化、林牧副渔、乡镇工业、城乡建设以及人口发展规划。

(3) 地区工业、交通、地质、矿产以及能源开发规划。

(4) 各类用电基本资料:

1) 排灌用电。包括排灌站布置、装置功率、控制面积、设计标准、历年的排灌用电资料, 如单位面积排灌水量、耗电量、单位装机效益等。

2) 农机配套设备用电与农业生产用电。

3) 农副产品加工用电。包括人口数量、口粮标准、加工总量; 棉花、油料、茶、蔗、烟、糖、水产、水果等经济作物总量及在本地加工量; 农副产品加工网点布局、标准、装置功率、用电单耗指标; 畜牧和饲养饲料加工量等。

4) 乡镇工业用电。当前乡镇工业的规模、分布、产值、主要产品产量、用电情况及主要问题; 今后乡镇工业发展设想、产值产量规划指标; 用电设备容量、用电单耗、生产班次、最大负荷、年用电量、投产时间等。

5) 农村生活用电。包括地区农户数、人口、乡镇、农林牧渔场、村民委员会、自然村数目, 目前已送电村的数目, 农村生活用电普及程度, 家用电器使用情况及发展趋势。

6) 县镇用电。县城工矿企业发展水平, 规划目标, 企业产品产量、生产班次, 用电设备装置功率、耗电定额等以及城镇建设规划和生活用电水平。

7) 其它用电。其它用电包括不属于以上各项的用电, 如国防、军工、交通、地质、矿山、水利施工等各项用电。

以上各项内容，均需要从专业深度要求出发，深入细致地进行调查分析和专题研究。

资料收集的深度要求为：

1) 能进行耗电定额、用电标准、设备负载系数、同时系数、年最大负荷利用小时数等指标的测算和分析。

2) 能确定各历史发展阶段或负荷水平年地区用电发展速度、负荷结构、用电量增长与产值、产量增长的比例关系。

3) 能满足各种类型或项目用电或地区综合用电年、月、日负荷曲线及其特性指标的分析。

(三) 动力资源资料的收集

(1) 本地区各河流流域的整体规划资料及有关文件。

(2) 主要河流的径流特性、落差、规划兴建电站的地点、装机容量及开发条件。

(3) 已开发电站的水库库容，综合利用情况，调节能力，最大、最小、设计水头和流量，装机容量，保证出力等。

(4) 近期规划电站的水库库容、调节能力、综合利用情况以及电站勘测设计资料中的重要技术经济指标。

(5) 各种燃料资源的分布情况、蕴藏量及开发规划、生产成本、运输方式、运价等。

(四) 电网规划资料的收集

(1) 地区电网的电压等级、接线方式，各枢纽变电站的设备容量、负荷水平、发展裕度；输电网络中主干线的起止地点、杆塔结构、导线型号、供电能力、负荷水平、电压质量、发展裕度；地区电网的经营方式、供电成本以及当前存在问题。

(2) 地区电网的现状及供电情况：

1) 地区电网地理接线图、系统接线图、负荷分布图、以变电站为单元的配电系统图。

2) 现有小型水电站和小型火电站的装机容量、年发电量、煤耗、发电成本、发电设备平均年最大负荷利用小时数、设计保证率，以及有无扩建的可能。

3) 地区电网运行情况、负荷曲线的变化规律、各负荷集中点的同时系数、各供电环节的网损率。

4) 地区电网供、用电设备配置比例，电压结构，各供电区的负荷密度。

5) 电压调整和无功补偿方式及容量。

6) 历年的电力系统统计报表，工程造价资料以及电网规划设计文件和资料。

三、地区负荷预测

(一) 负荷预测的意义

在地区电网规划设计中，地区负荷预测占有比较重要的地位。负荷预测包括电力负荷预测和用电量预测，其中电力负荷预测又分为负荷特征指标的预测和各种负荷图的预测。正确的电力电量预测结果，不仅对编制电力系统发展规划、搞好系统电力电量平衡有重要意义，而且对水电站运行方式的确定，机电设备参数选择等方面有重要意义。

(二) 负荷与用电量预测方法

地区电网负荷与用电量预测可采用以下方法：单耗法、综合需用系数法、典型模式组合法、平均增长率法和分项预测法。

1. 单耗法

单耗法是根据各用电单位生产某一种产品或单位效益所耗用的电量，按总产量或总效益折算为总用电量，再按各用电单位的年最大负荷利用小时数折算为最大负荷，根据各用电单位用电同时率，折算为系统最大负荷。即

$$P_m = t \sum_{i=1}^n \frac{S_i d_i}{T_i} \tag{1-1}$$

式中 P_m ——系统最大负荷，kW；
 t ——同时率，根据部分县级电网统计资料， $t = 0.25 \sim 0.45$ ；
 d ——产品用电单耗；
 S ——用电单位总产量或总效益；
 T ——年最大负荷利用小时数，h；
 $i (1, 2, \dots, n)$ ——各用电单位序号。

表1-1列出了部分用电行业的同时率，供参考。

表 1-1 各 类 用 户 同 时 率			
用 户 种 类	同 时 率	用 户 种 类	同 时 率
一班制生产	0.94~0.95	塑料纤维联合工业	1.00
二班制生产	0.95~0.97	水泥工业	0.98~1.00
三班制生产	0.97~0.98	日常生活用电	0.92~1.00
煤炭工业	0.95	农业用电	0.90~0.97
有色金属工业	0.97~0.98	电力牵引	1.00
化学工业	0.98~1.00		

2. 综合需用系数法

应用综合需用系数法预测地区最大负荷和年用电量时为：

$$P_m = K_{zx} \Sigma P_z \tag{1-2}$$

$$E = P_m T_m \tag{1-3}$$

式中 P_m ——系统最大负荷，kW；
 K_{zx} ——综合需用系数；
 ΣP_z ——地区电网总的负荷装置功率，kW；
 E ——地区年用电量，kW·h；
 T_m ——年最大负荷利用小时数，h。

对于综合需用系数的取值，通过全国范围内100多个县级电网的调查分析，并将其负荷密度 σ_z 与综合需用系数 K_{zx} 、工业负荷所占比例 G_b 与年最大负荷利用小时数 T_m 之间的关系绘制成图1-1、图1-2。

由图可见，对于一般情况，综合需用系数 K_{zx} 的取值为0.16~0.30，而且不随地区负荷密度变化而变化。而工业负荷所占比例 G_b 与年最大负荷利用小时数 T_m 之间近似成线性

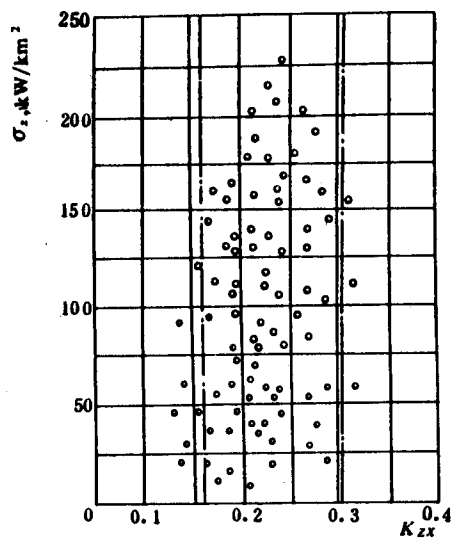


图 1-1 综合需用系数与负荷密度关系图

注：点划线内为推荐使用范围。

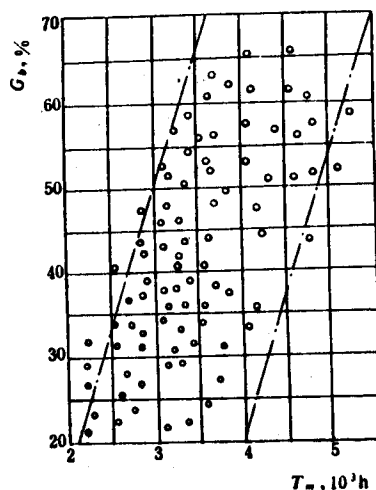


图 1-2 年最大负荷利用小时与工业负荷比重关系

注：点划线内为推荐使用范围。

关系。这一调查分析结果可为综合需用系数法的应用提供一定依据。

对图1-2进行分析整理，地区工业负荷所占比例 G_b 与年最大负荷利用小时数 T_m 之间的关系如表1-2所示。

表 1-2 年最大负荷利用小时数推荐表

工业负荷所占比例 G_b , %	年最大负荷利用小时数 T_m , h	工业负荷所占比例 G_b , %	年最大负荷利用小时数 T_m , h
<20	<2800	50~60	3000~4000
20~30	2100~3100	60~70	3300~4300
30~40	2400~3400	>70	>3600
40~50	2700~3700		

3. 典型模式组合法

典型模式组合法是依照自然地理、经济状态、负荷结构、现有用电水平，将全地区划分为若干个具有不同特性的分区，分别调查其用电水平，同时考虑经济水平、居民收入增长速度、工农业生产发展情况等，采用扩大指标，确定今后若干年各分区可能达到的水平，作为典型模式，进行全地区组合。

4. 平均增长率法

当已知基期用电水平和系统平均递增率后，第 n 年的用电负荷水平或用电量水平可用下式计算：

$$A_n = A_1(1+i)^n \quad (1-4)$$

式中 A_n ——第 n 年用电负荷或用电量；

A_1 ——基准年用电负荷或用电量；

i ——年平均递增率。

5. 分项预测法

分项预测方法是对影响负荷与用电量指标的某些大的项目单独列出, 分别进行预测, 然后汇总为这些项目总的用电负荷和年用电量指标。加上一般情况下的一般行业的用电负荷和用电量即为全系统的用电负荷和用电量指标。对于地区电网负荷与用电量预测, 分项项目宜与年报统计口径一致, 以便取得长序列资料。分项项目为:

- (1) 排灌用电负荷与用电量。
- (2) 农副产品加工与农业生产用电负荷和用电量。
- (3) 乡镇工业用电负荷与用电量。
- (4) 农村、城镇居民生活用电负荷与用电量。
- (5) 国营、地方工业用电负荷与用电量。
- (6) 其它用电负荷与用电量。

当对如上各项用电负荷与用电量作出分项预测后, 最后可汇总为全地区用电负荷与用电量。

(三) 发(供)电负荷计算

1. 系统供电最大负荷计算

系统供电最大负荷可用下式计算

$$\text{供电最大负荷} = \text{用电最大负荷} / (1 - \text{网损率})$$

对于地区电网规划, 统计分析表明, 网损率可按 $8\% \sim 12\%$ 计算。各种电压线路及变压器的网损率见表1-3。

表 1-3 各种电压线路网损率

名 称	网 损 率
380V 线路	4 ~ 6
6 ~ 10kV 线路及变压器	6 ~ 11
35 ~ 60kV 线路及变压器	10 ~ 15
110kV 线路及变压器	5 ~ 10

2. 系统发电最大负荷计算

发电最大负荷可按下式计算:

$$\text{发电最大负荷} = \text{供电最大负荷} / (1 - \text{厂用电率})$$

厂用电率可按如下标准取值:

小型火电厂 $10\% \sim 12\%$

小型凝汽式电厂 $5\% \sim 6\%$

小型水电站 $0.5\% \sim 1.0\%$

对于水火电联合运行的电力系统, 其综合厂

用电率可用加权平均法计算。

3. 各工种、行业用电单耗指标

在进行电网负荷和用电量计算时, 如下一些工种和行业的统计用电单耗指标可供参考。

(1) 农业生产用电

水稻脱粒	$7 \sim 8 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{t}$
大小麦脱粒	$8 \sim 10 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{t}$
玉米脱粒	$1 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{t}$
烘干	$4 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{t}$
电耕 (电犁)	$1.5 \sim 3.5 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{亩}$

(2) 农副产品加工用电

磨小麦粉	50~70kW·h/t
磨玉米粉	25~28kW·h/t
碾米	21~40kW·h/t
碾高粱米	30kW·h/t
磨薯粉	3kW·h/t
块根切断	2.4kW·h/t
青饲料切割	1~1.5kW·h/t
干草切割	4~8kW·h/t
粉碎豆饼	8kW·h/t
粉碎玉米核	10kW·h/t
粉碎其它干茎叶	18.4kW·h/t
榨豆油	350kW·h/t
榨花生油	270kW·h/t
榨菜子油	135~250kW·h/t
榨芝麻油	90kW·h/t
榨棉籽油	295~400kW·h/t

(3) 乡镇企业用电

制茶	6~7kW·h/担
轧花	20~23kW·h/t
弹花	50~70kW·h/t
酿酒	10kW·h/t
制糖	51kW·h/t
造纸	
纸浆	340kW·h/t
机制纸	900kW·h/t
纸板	15kW·h/t
制砖	200~950kW·h/万块
机制瓦	620kW·h/万块
石灰	16~17kW·h/t
水泥	
石灰石水泥	105kW·h/t
矿渣水泥	70kW·h/t
化肥	
合成氨	1100~1400kW·h/t
碳铵	125kW·h/t
农药	1245~2500kW·h/t

纺织（包括缫丝）

棉纱	250kW·h/件
棉布	100kW·h/km
绢丝	9700kW·h/t
细丝	2500kW·h/t
丝织	300kW·h/km
麻袋	0.4kW·h/只
拔丝	
线材	85kW·h/t
钢丝	590kW·h/t
镀锌钢丝	215kW·h/t
黑铁丝	90kW·h/t
锯木	15kW·h/m ³

（4）家用电器用电

名 称	规 格	容量, W
电饭锅	4 ~ 6 人量	550
	6 ~ 8 人量	650 ~ 750
	8 ~ 10 人量	750 ~ 850
	10 ~ 12 人量	950 ~ 1100
电水壶	3L	1500
	4L	2000
	5L	2500
电茶壶	一般分为	300、400、500
电熨斗	一般分为	300、500
洗衣机	一般分为	120、200、300
电冰箱	50 ~ 75L	50 ~ 80
	100 ~ 150L	80 ~ 100
交流收音机		40 ~ 60
黑白电视机	31 ~ 36cm	30 ~ 35
	41 ~ 48cm	50 ~ 70
	51 ~ 61cm	70 ~ 80
彩色电视机	31 ~ 36cm	60 ~ 70
	41 ~ 48cm	70 ~ 80
	51 ~ 61cm	80 ~ 110

四、电力电量平衡

（一）电力电量平衡的目的

地区电网规划中应进行规划负荷水平年的电力电量平衡分析，其目的如下：

- (1) 确定水电站装机进度和合理配置配套电源的规模。
- (2) 确定水电站的运行方式和出力, 编制与国家大电网或邻网电力电量往来计划。
- (3) 确定设置季节性用户, 以利用季节性电能。

(二) 电力电量平衡的方法

地区电网电力电量平衡的步骤和方法如下。

(1) 编制不同水文年冬、夏季控制月份最大负荷的电力平衡及年电量平衡, 必要时需按月编制最大负荷日的电力平衡和月电量平衡。

(2) 电力平衡工作先地区后分区。首先根据控制月份的全系统最大负荷和水电月平均出力, 确定水电月调节系数及月最大负荷日的平均出力, 并考虑各类电站合理运行的一般原则, 进行月最大负荷日的电力平衡, 分别求出全地区日最大、最小负荷时的总出力。

(3) 在电力电量平衡中按水平年确定拟建水电站的合理容量。

电力电量平衡可以用列表法进行, 也可用典型负荷曲线分析法进行。无论用哪一种方法, 其负荷资料需由负荷预测成果确定出来。用列表法进行电力电量平衡时可参照表1-4进行。

表 1-4 系统规划水平年电力电量平衡表 kW, kW·h

序号	项 目	1 月	...	12 月	备 注
		电力电量	电力电量	电力电量	
1	地区电网规划供电综合最大负荷和电量				
2	发电设备工作容量及发电量				
	(1) 现有发电设备容量及电量				
	其中: 水电				
	火电				
	(2) 新增发电设备容量及电量				
	其中: 水电				
	火电				
3	厂用电				
4	发电厂供电能力				
5	大电网(邻网)供给				
6	电力盈亏				4+5-1
7	备用率, %				$6 \div 1 \times 100\%$

(三) 设计水平年的确定

在确定电力负荷发展水平时, 对于小型水电站, 其设计水平年一般以电站第一台机组投入运行后的3~7年为设计水平年, 容量较小的小型水电站取小值。对于地区电网规划的设计水平年, 则一般应与国民经济五年计划年份相一致。小水电电气化试点县规划的设计水平年应以规定的电气化水平达到标准年为设计水平年。

(四) 水电站供电范围的确定

在水能规划设计阶段进行水电站装机容量选择时, 一般已对供电范围进行了分析和论证。为使电站的容量和电量效益得以充分的发挥, 进行地区电网规划时应以已论证过的水电站供电范围为依据。若在装机容量审定和地区电网规划中, 电站装机进度或工业布局、

负荷结构等发生重大变化, 则应重新分析论证供电范围。

小型水电站发电量一般全部送入地区电网。对于容量较大的小水电站, 若有多余电量或有联网效益时, 则应研究扩大供电范围的合理性。

扩大供电范围通常可取得如下效益。

(1) 提高水电工作容量, 改善利用水电季节性电能的条件, 避免或减少弃水, 节省系统的煤耗。

(2) 降低系统最大负荷, 减小电源设备容量。

(3) 减小备用容量。

(4) 提高供电可靠性。

若相邻地区的火电比重大, 联网后水、火电可配合运行, 扩大供电范围可取得下列效益。

1) 在枯水期, 水电发电受限制, 由相邻地区的火电在负荷低谷时多发电量, 送入水电系统, 使水电留蓄一部分水量在负荷高峰时多发, 提高水电工作容量和火电运行效率。

2) 在丰水期, 水电可向邻近地区输送季节性电能, 改善火电检修条件。

3) 提高电力系统运行调度的灵活性。

在研究扩大供电范围的合理性时, 应对上述可能取得的效益和相应增加的输变电投资及年运行费进行技术经济比较。

确定供电范围涉及的因素比较多, 除了进行技术经济比较之外, 还应根据国家和当地的具体情况和建设方针, 结合动力资源及其开发条件、工农业生产基础及电网现状等进行综合分析论证。

(五) 电力负荷曲线编制

为了较准确地进行电力电量平衡, 确定各类电厂的运行方式, 需编制全系统及系统中某些枢纽变电站的电力负荷曲线。曲线特征可以用一些指标表示。需要编制的曲线, 一般有冬、夏季代表日负荷曲线和电量累计曲线, 年内最大负荷及月平均负荷的逐日变化曲线。日负荷曲线见图1-3。

1. 负荷特征指标计算

(1) 日负荷率:

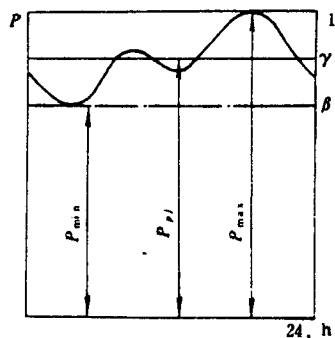


图 1-3 日负荷曲线图

1) 日平均负荷率按下式计算

$$\gamma = \frac{W}{24 P_{\max}} \quad (1-5)$$

或

$$\gamma_{pj} = \frac{\sum_{j=1}^{12} W_{\max}^j}{24 \sum_{j=1}^{12} P_{\max}^j} \quad (1-6)$$

式中 γ ——日平均负荷率;

γ_{pj} ——年平均的日平均负荷率;

W ——日电量, kW·h;

$P_{\max}$ ——日最大负荷, kW;

$W_{\max}^y$ ——月最大负荷日的电量, kW·h;

$P_{\max}^y$ ——月最大负荷。

2) 日最小负荷率按下式计算

$$\beta = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \quad (1-7)$$

式中 β ——日最小负荷率;

$P_{\min}$ ——日最小负荷, kW。

γ 和 β 的近似关系为

$$\beta = \alpha\gamma - 1 \quad (1-8)$$

(2) 月负荷率 (月不均衡率):

$$\delta = \frac{W_{pj}^y}{W_{\max}^y} \quad (1-9)$$

或

$$\delta_{pj} = \frac{\sum_{y=1}^{12} W_{pj}^y}{\sum_{y=1}^{12} W_{\max}^y} \quad (1-10)$$

式中 δ ——月负荷率;

δ_{pj} ——年平均的月负荷率;

W_{pj}^y ——月平均日电量, kW·h。

(3) 季负荷率 (季不均衡率):

$$\rho = \frac{\sum_{y=1}^{12} P_{\max}^y}{12 P_{\max}^n} \quad (1-11)$$

式中 ρ ——季负荷率 (季不均衡率);

$P_{\max}^n$ ——年最大负荷, kW。

(4) 年最大负荷利用小时数:

$$T_m = \frac{W^n}{P_{\max}^n} = 8760 \gamma_{pj} \delta_{pj} \rho \quad (1-12)$$

式中 W^n ——年用电量, kW·h。

(5) 年增长比率:

$$K = \frac{W_2}{W_1} = \frac{P_2}{P_1} \quad (1-13)$$

式中 P_2 、 W_2 ——本年度的最大负荷和电量;

P_1 、 W_1 ——上一年度的最大负荷和电量。

当已知两个水平年的最大负荷和电量时, 年增长比率可近似地按平均增长计算。即

$$K = n\sqrt[n]{A} \quad (1-14)$$

式中 n ——两个水平年的相隔年数；

A ——两个水平年的最大负荷或电量之比 $\left(\frac{P_n}{P_1} \text{ 或 } \frac{W_n}{W_1}\right)$ 。

(6) 静态下降系数：

$$K_j = \frac{P_j^{st}}{P_j^{dt}} \quad (1-15)$$

式中 P_j^{st} ——夏季静态最大负荷，kW；

P_j^{dt} ——冬季静态最大负荷，kW。

确定规划水平年的如上负荷特征指标时，应根据系统原有负荷资料和特征指标结合负荷发展趋势等影响因素经论证后计算确定。表1-5提供的各行业负荷特征指标可供参考。

表 1-5 各行业负荷典型特征指标

行业名称	γ		β		σ	K_j	静态负荷 小时数
	冬	夏	冬	夏			
煤炭工业	0.835	0.796	0.600	0.612	0.86	0.98	6000
石油工业	0.945	0.940	0.890	0.890	0.91	1.00	7000
黑色金属工业	0.860	0.856	0.700	0.700	0.88	0.96	6500
铁合金工业	0.950	0.965	0.890	0.910	0.93	0.98	7700
有色金属采选	0.780	0.795	0.550	0.574	0.86	0.96	5800
有色金属冶炼	0.946	0.943	0.890	0.890	0.91	1.00	7500
电铝工业	0.990	0.988	0.980	0.980	0.94	1.00	8200
机械制造业	0.660	0.675	0.400	0.445	0.90	0.90	5000
化学工业	0.940	0.960	0.900	0.895	0.90	0.96	7300
建筑材料工业	0.860	0.847	0.680	0.680	0.86	1.00	6500
造纸工业	0.880	0.900	0.680	0.700	0.86	0.96	6500
纺织工业	0.810	0.830	0.600	0.630	0.86	0.95	6000
食品工业	0.628	0.653	0.500	0.266	0.86	0.94	4500
其它工业	0.610	0.595	0.200	0.250	0.86	0.80	4000
交通运输	0.387	0.356	0.100	0.100	0.97	1.00	3000
电气化铁道	0.700	0.700	0.400	0.400	0.98	1.00	6000
城市生活用电	0.382	0.324	0.150	0.143	0.95	0.70	2500
上下水道	0.766	0.795	0.570	0.490	0.965	1.16	5500
农业排灌	0.110	0.925	0.010	0.300			
农村工业	0.570	0.610	0.150	0.215	0.80	0.70	3500
农村照明	0.250	0.225	0.050	0.071	0.90	0.70	1500

2. 负荷曲线编制方法

(1) 日负荷曲线。日负荷曲线是编制其它负荷曲线的基础。根据地区电网的特点，选择两个控制月份有代表意义的典型日进行日负荷曲线编制。由中小水电供电为主的地区电网一般选择冬季最大负荷月（一般为12月份）及夏季最小负荷月（一般为6月份）的典型日作为代表日，或者选择设计水平年电力电量平衡矛盾比较突出的两个月份的典型日进行日负荷曲线编制。其它月份则用这两个月的日负荷曲线按某种比例关系插值计算。

日负荷曲线的编制方法有以下几种。

1) 现有曲线修正法。本法是一种在实际工作中应用较多且比较简便的方法。这种方