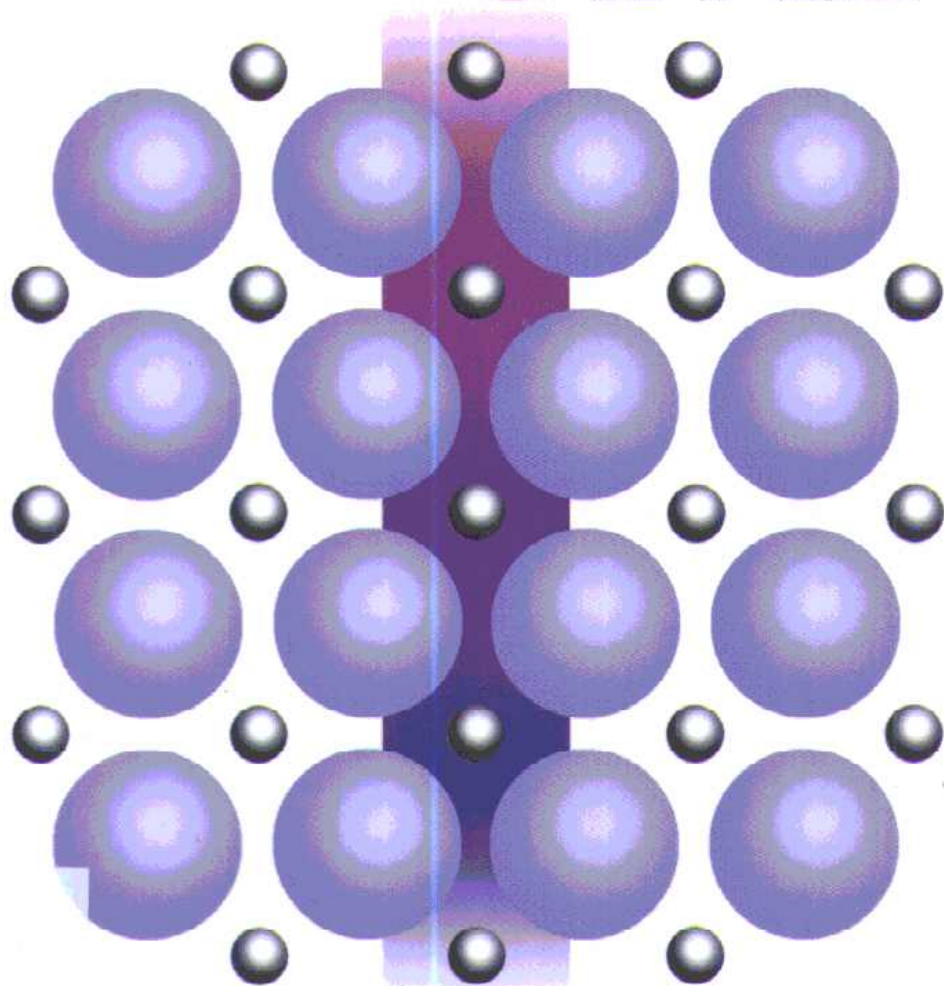


OHM 电子电气入门丛书

图
解

电力技术

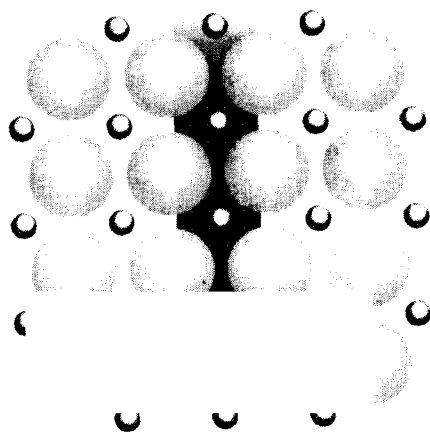
〔日〕 福田 务 相原良典 著



OHM 电子电气入门丛书

图解 电力技术

〔日〕 福田 务 相原良典 著
提兆旭 译 李福寿 校



科学出版社 OHM 社

2000 北京

图字：01 - 1999 - 3029 号

Original Japanese edition

Etoki Denryoku Gijutsu by Tsutomu Fukuda and Yoshinori Aihara

Copyright © 1991 by Tsutomu Fukuda and Yoshinori Aihara

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき 電力技術

福田 務 相原良典 オーム社 1998 第1版第6刷

图书在版编目(CIP)数据

图解电力技术/(日)相原良典等著;提兆旭译.-北京:

科学出版社,2000

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-008173-0

I. 图… II. ①相… ②提… III. 电力工程-图解 IV. TM7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73140 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本:889×1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张:6

印数:1—5 000 字数:158 000

定 价: 18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

支撑现代社会的能源中,电是用得最广的能源,尤其是在信息高度发达的现代社会中,不仅要求少停电,而且要求供电电压稳定、频率稳定。

按照上述要求,本书将对在电能的生产和消耗过程中的多种电力设备及其各自的作用等问题,进行简单、明了、易懂的说明。并特别注意对新能源开发等领域中引人注目的先进技术,尽可能地给以简洁地介绍。

本书采用了大量插图和照片,并采用部分彩色印刷的方法,试图增强视觉效果,帮助有志学习电力技术的读者更好地理解有关内容。

本书的内容结构是:首先从总体上介绍电能与社会的关系,然后按照电流的“流向”,即按照:各种各样的发电方式→输电(变电)→配电→户内配电的顺序进行介绍。

考虑到本书可作为教科书,所以也介绍了电气法规的有关内容。本书不仅可以作为各相关领域的学习参考书,而且对于从事电力工作的人员,作为基础专业书也是很有益的。因此,我们热切地希望,读者通过阅读本书能对电力技术更有兴趣,活用其中的基本知识,使自己具有更强的电力技术能力。

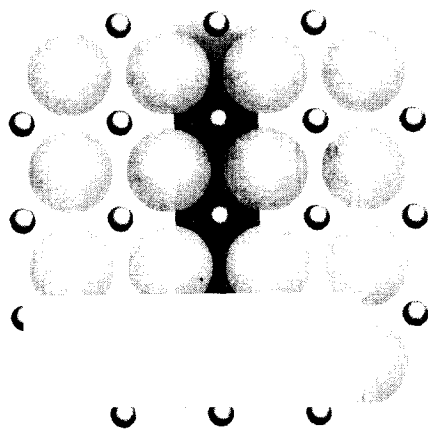
在本书出版之际,我们对欧姆社(OHMSHA)的各位给予的多方帮助,表示由衷地感谢。

福田 务
相原良典

OHM 电子电气入门丛书

图解 电力技术

〔日〕 福田 务 相原良典 著
提兆旭 译 李福寿 校



科学出版社 OHM 社

2000 北京

图字：01 - 1999 - 3029 号

Original Japanese edition

Etoki Denryoku Gijutsu by Tsutomu Fukuda and Yoshinori Aihara

Copyright © 1991 by Tsutomu Fukuda and Yoshinori Aihara

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき 電力技術

福田 務 相原良典 才一ム社 1998 第1版第6刷

图书在版编目(CIP)数据

图解电力技术/(日)相原良典等著;提兆旭译.-北京:

科学出版社,2000

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-008173-0

I. 图… II. ①相… ②提… III. 电力工程-图解 IV. TM7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73140 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本:889×1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张:6

印数:1—5 000

字数:158 000

定价:18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

支撑现代社会的能源中,电是用得最广的能源,尤其是在信息高度发达的现代社会中,不仅要求少停电,而且要求供电电压稳定、频率稳定。

按照上述要求,本书将对在电能的生产和消耗过程中的多种电力设备及其各自的作用等问题,进行简单、明了、易懂的说明。并特别注意对新能源开发等领域中引人注目的先进技术,尽可能地给以简洁地介绍。

本书采用了大量插图和照片,并采用部分彩色印刷的方法,试图增强视觉效果,帮助有志学习电力技术的读者更好地理解有关内容。

本书的内容结构是:首先从总体上介绍电能与社会的关系,然后按照电流的“流向”,即按照:各种各样的发电方式→输电(变电)→配电→户内配电的顺序进行介绍。

考虑到本书可作为教科书,所以也介绍了电气法规的有关内容。本书不仅可以作为各相关领域的学习参考书,而且对于从事电力工作的人员,作为基础专业书也是很有益的。因此,我们热切地希望,读者通过阅读本书能对电力技术更有兴趣,活用其中的基本知识,使自己具有更强的电力技术能力。

在本书出版之际,我们对欧姆社(OHMSHA)的各位给予的多方帮助,表示由衷地感谢。

福田 务
相原良典

目 录

I 电能供给与环境

1.1 能源和电力	8
电力需求在变化中增长/怎样的资源能变成电能?	
1.2 供电系统	17
随着电力需求的增长而升高的供电电压/电力系统怎样运行?	
1.3 电力技术与环境	25
电力技术在日常生活中的应用/与社会环境密切相关的电力事业	
本章小结	33

II 发 电

2.1 火力发电	36
火力发电厂的结构——用蒸汽发电的火力发电厂/关于热能/汽轮机发电厂中有哪些设备?/除了汽轮机发电之外,火力发电还有哪些形式?	
2.2 水力发电	59
利用水的落差发电的发电厂的构成/水的性质与水的能量/水力发电厂有哪些设备?/水轮机发电的结构种类	
2.3 核能发电	79
利用原子能的核能发电/轻水堆核电站的构成/核燃料的有效利用及安全性/未来核发电技术中的新型反应堆	

2.4 新能源发电和电力储存	94
燃料电池发电方式/利用自然界巨大能量 的新发电方式/高效地使用能量——节能/ 储存电能的各种技术	
本章小结	111

III 输 电

3.1 输电方式和输电线特性	114
电力输送以交流为主/输电线上发生的种种 现象	
3.2 输电线的构成	127
输电线上有架空电力线与架空地线/支持导 线的铁塔与绝缘子	
3.3 过电压和绝缘	136
雷电是输电线的大敌/关于输电线的过电压	
3.4 变电站	146
变电站的作用/变电站有哪些设备? /紧凑 型气体绝缘式变电所	
本章小结	156

IV 配电、户内配线、法规

4.1 配 电	158
配电线路的组成/架空配电线路与地下电 缆的比较/配电线路的电气计算/用电大户 使用的自备配电站的结构	
4.2 户内配线	174
户内配电盘和实际供电方式/将来的户内配 线——户内配线现代化	
4.3 电气法规	180
安全用电法规/法规内容	
本章小结	187

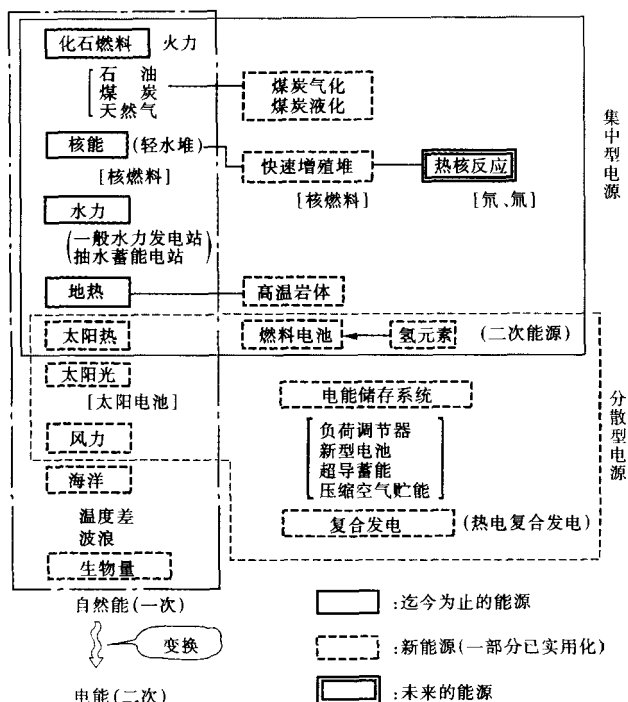
参考文献	189
------------	-----

I

电能供给与环境

由于电能清洁而方便,所以它在能量的消费比例中,具有日益增大的趋势。目前电能是由石油、核能、水能等能量资源产生的,为了满足将来的能源需求,希望电力技术能飞速发展。本章就电能与社会的深刻关系进行讨论。

1.1 能源和电力



集中型电源:作为大容量、长距离输电的电源
分散型电源:作为中、小容量且离用户近的电源

能源和电

1.1.1 电力需求在变化中增长

(a) 增长的负荷和电气化率

电是清洁的,因而在照明、热、动力、通信等多方面得以应用,且随着经济的发展其需求也不断地发展(图 1.1)。

经过 1973 年、1978 年两次石油危机的冲击,人们强烈地认识到石油作为资源是有限的,同时也预示着电力需求将有大的增长。据估计到 2030 年,其年增长率是 2%—3%,特别是家电普及

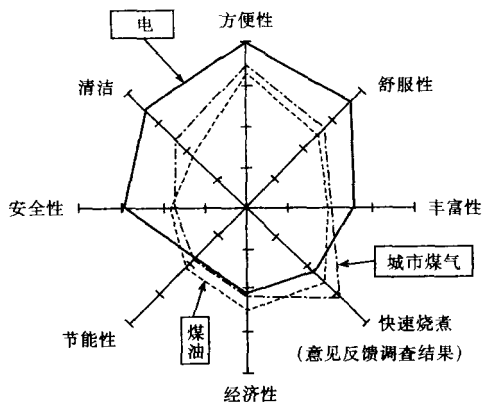


图 1.1 电是容易使用的清洁能源

率日益提高,近年来,随着家庭空调的增长,尤其夏天的电力负荷具有越来越高的倾向(图 1.2)。

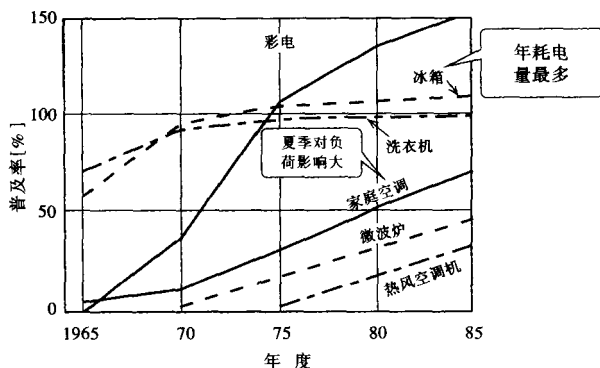


图 1.2 家用电器普及率的提高(日本)

1990 年日本总的电量需求大约是 6000 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 特别民用电增长率很大(图 1.3)。

表示电能需求量的多少,用电气化率来表示,它是电能需求量占总能量(含石油)需求的百分比,即

$$\text{电气化率} = \frac{\text{电能总需求量}}{\text{能量总需求量(国内最终需求量)}} \% \quad (1.1)$$

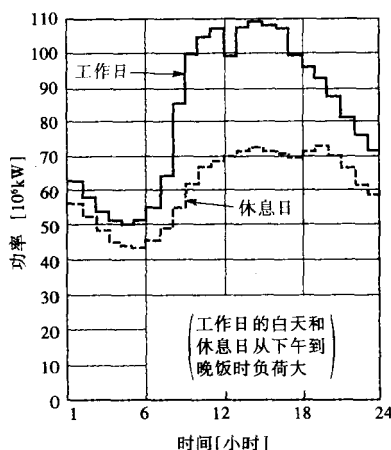


图 1.5 全国日电力负荷变化曲线(日本)

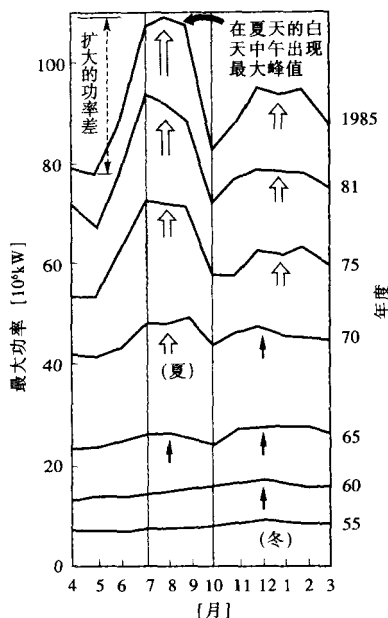


图 1.6 按月表示的全国最大电力负荷变化情况(日本)

电力负荷随昼夜变化之差、季节变化之差年年扩大，年负荷率（相对年内最大用电量，年平均电力需求量所占的比率）逐年下降，1965年是70%，1970年是60%，1995年是56%。虽然电力供给必须满足最大负荷需求，但是，为了提高电能利用率，通过高效的电能储存技术，使负荷平均化，通过复合发电技术等手段有效地利用能量（提高热效率）的重要性逐渐增加起来了。

1.1.2 怎样的资源能变成电能？

(a) 世界的能量资源

从20世纪50年代中期开始，世界各国所用能量，急速由煤炭向石油转化（能源革命）。但是，第一次石油危机出现之后，一次能源的石油依存度，从1973年的78%，到1984年逐渐降低为60%以下。将来的电力供给除了石油之外利用化石燃料（煤炭等）、核能、水力及新能源（燃料电池、太阳光·太阳热、风、海洋等

自然能)来维持日益增大的电力需求。表 1.1 给出了到 2010 年各种能源供应的预测值,除了石油之外的其他能源都增加了。

表 1.1 2010 年各种能源供应的预测值

种 类	1992 年(实际)	2010 年*
石 油	$3.15 \times 10^8 \text{kl}$ (58.2%)	$3.03 \times 10^8 \text{kl}$ (47.7%)
煤 炭	1.16×10^8 吨 (16.1%)	1.34×10^8 吨 (15.4%)
天 然 气	$4070 \times 10^4 \text{kl}$ (10.6%)	$5800 \times 10^4 \text{kl}$ (12.8%)
核 能	$2230 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ (10.0%)	$4800 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ (16.9%)
水 力	$790 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ (3.8%)	$1050 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ (3.7%)
新 能 源	$670 \times 10^4 \text{kl}$ (1.2%)	$1910 \times 10^4 \text{kl}$ (3.0%)
地 热	$55 \times 10^4 \text{kl}$ (0.1%)	$380 \times 10^4 \text{kl}$ (0.6%)
总供给量 (换算成石油)	$5.41 \times 10^8 \text{kl}$ (100%)	$6.35 \times 10^8 \text{kl}$ (100%)

(日本政府综合能源调查会)

[到 2010 年核能大约是 1992 年的 2.2 倍,对石油依存度下降到 47%。]

* 是新规定的情况

表 1.2 是世界能源拥有量,日本与其他国家相比,水利资源已经开发得差不多了,今后增长率也不会很高,不得不依赖进口。

表 1.2 世界能源拥有量表

资 源	拥有量		利用状态		剩 余	
石油($\times 10^8$ 桶) ¹⁾	已确定的蕴藏量	10000	年生产量	217	可采年数 ³⁾	约 50 年
天然气($\times 10^6 \text{m}^3$)		113		2		约 60 年
煤炭(无烟煤、烟煤) ($\times 10^8$ 吨)		10800		33		约 300 年
核能(铀)($\times 10^4$ 吨)		360		3.7		约 100 年
水利($\times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$) (1984 年)	蕴藏量 ²⁾ 19.4		开发率 22% (日本:68%)		未开发率 78% (日本:32%)	

1): 1 桶 = 0.159kl。

2): 蕴藏量是指由于雨雪水中可以作为能源利用的水。

3): 石油开发的年数要根据开发的情况而定,实际上可能比上述时间长。

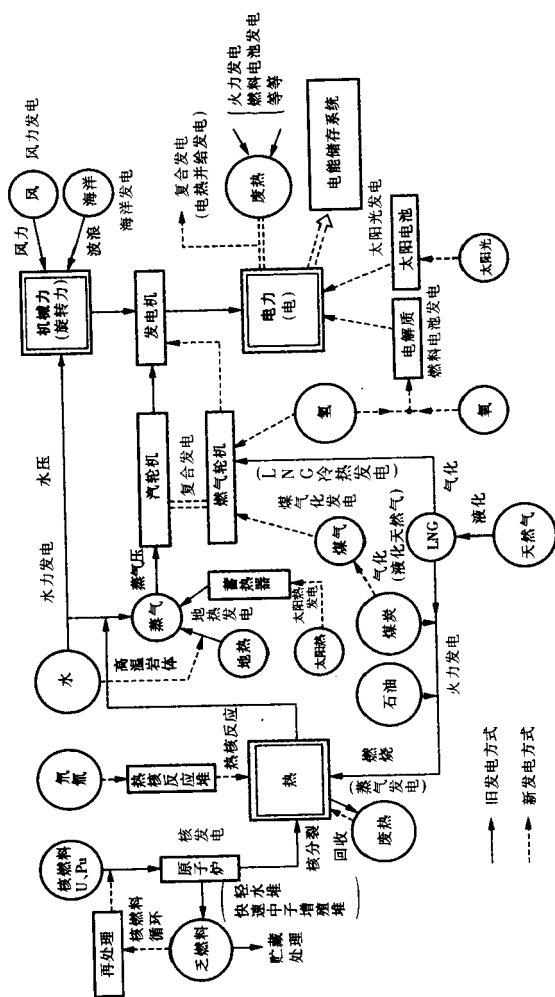


图 1.7 电能变换流程图