

日本电力负荷预测 与供电计划

日本电力调查委员会 编

孙景明 秦晓彤 蒋建民 译



水利电力部计划司

责任编辑 凌长卿

日本电力负荷预测与供电计划

出版 辽宁省电机工程学会
(地址: 沈阳市南五马路五段七号)

印刷 沈阳有色冶金设计研究院印刷厂
(地址: 沈阳市十三纬路二段十九号)

《日本电力负荷预测与供电计划》中译本序言

本书是日本电力调查委员会为纪念该会成立三十周年（1982年）而出版的电力调查报告书。全书共分四大部分：第一部分是总论，主要介绍了日本电力调查委员会的组织情况和电力调查报告书的调查纲目。在第二部分中，历史地、全面地分析了日本电力负荷的发展情况，用宏观方法（即从能源生产、国民经济生产总值、人口发展等方面进行分析的方法）和微观方法（即从电力负荷的不同类别、不同容量、不同的电压等级等方面进行分析的方法）分析了电力负荷的现状和预测其发展趋势。同时，较详细地介绍了日本所采用的电力负荷预测方法，并简单地介绍了美国及西欧诸国的电力负荷预测方法。第三部分是供电能力分析，简要地介绍了各种水力、火力和原子能发电厂承担负荷能力的特性；介绍了联合电网供电计划的制定方法；对各类发电厂供电能力和电力系统检修备用容量的计算方法也做了叙述。第四部分收录了为进行电力负荷预测所需要的各种统计资料，包括日本和主要工业发达国家的统计资料。

本书不仅可作为电力规划、计划和生产调度人员的参考资料，也可供研究日本经济的人士参考。

本书的第一、二部分由东北电管局高级工程师秦晓彤翻译，第三部分及第四部分的第一、二两章由东北电力试验研究院高级工程师建民翻译，其余部分由孙景明高级工程师翻译。参加校对的有高级工程师和傅鸿祥高级工程师，最后由孙景明高级工程师校核了全

本书内容丰富，但时间仓促，译文中有错误不当之处，希望广大读者提出指正，以便共同讨论提高。

吕叔湘

1988年1月11日

序

日本电力调查委员会每年都要定期进行远景电力供需展望的调查，根据电站设备生产情况，以报告书的形式，将调查结果向国内外公布。

本委员会的调查报告书从1952年秋第一次出版以来，已经出版六十次了，这是全国电力企业和政府有关部门共同努力的结果。目前，日本的远景电力供需计划都是按照本报告书确定的方式而编制的。

1962年11月正值纪念本委员会创立十周年之际，出版了远景电力供需计划编制方法的说明。尔后于1967年、1972年及1977年，又分别出版了修订本。日本经历了1973、1980年两次石油危机，社会经济状况发生明显变化，由此反映出电力负荷的实况也有很大变化。随之在电力供应方面也有很大进展，如增设核电站、转向燃用煤炭和液化气等多种燃料，同时，电源建设所需要的时间，实际上也越来越趋向长期化。

本委员会面对这种情况，除延长调查期间外，还进行了详细的调查研究，希望能把过去五年间编制计划的方法，加以改进完善，在出版新的说明书时，将这些成果添加进去。今年正值本委员会创建三十周年之际，出版了这本新的说明书作为纪念。

本书不仅可作为从事实际工作者的入门书，也有助于更加广泛地理解远景电力供需计划的编制方法。

最后，对给予本书编辑以大力支持的电力企业及有关人员，表示深切的谢意。

日本电力调查委员会 委员长 白潭富一郎

目 录

第一部分 总 论

第一章 日本电力调查委员会的目的、组织和经营	(1)
(一) 设立与目的.....	(1)
(二) 组织与经营.....	(1)
第二章 调查报告书的梗概	(4)
(一) 要点.....	(4)
一、调查方式.....	(4)
二、调查范围.....	(4)
三、地区的划分.....	(4)
四、电力供需平衡.....	(4)
五、发电设备容量.....	(6)
(二) 编制步骤.....	(6)
(三) 调查报告书的组成.....	(7)

第二部分 电力负荷

第一章 概述	(9)
(一) 电力负荷的现状与展望.....	(9)
一、电力负荷的特点.....	(9)
二、电力负荷的现状与演变.....	(9)
三、今后的电力负荷.....	(11)
(二) 电力负荷的内容.....	(12)
一、电量.....	(12)
二、最大负荷.....	(13)
三、负荷曲线.....	(14)
(三) 电力负荷的预测.....	(14)
一、预测的意义.....	(14)
二、预测值的性质.....	(14)
三、预测方法.....	(15)

四、预测的种类	(16)
(四) 本委员会的负荷预测	(16)
一、预测的目的	(16)
二、预测的特点	(16)
第二章 电力负荷的现状与演变	(18)
(一) 宏观考察	(18)
一、能源动态与电力负荷	(18)
二、国民生产总值 (GNP) 与电力负荷	(24)
三、电力负荷按时间序列的演变	(34)
四、工业生产指数 (IIP) 与产业用电负荷	(35)
五、设备投资与电力负荷	(43)
六、人口动态与电力负荷	(44)
(二) 微观考察	(45)
一、家庭用电	(45)
二、业务用电	(50)
三、一般用户用电	(54)
四、大用户用电	(54)
五、自备电厂自发自用电量动态	(81)
六、送电损失率、最大负荷和负荷曲线动态	(85)
(三) 欧美主要国家的电力负荷	(93)
一、负荷增长率水平	(93)
二、人均耗电量及人均电灯用电量	(93)
三、电灯负荷构成比	(93)
四、电力转换	(94)
五、电力对国民生产总值的弹性系数	(94)
第三章 电力负荷预测	(98)
(一) 目标年度电量的预测方法	(98)
一、预测的概要	(98)
二、确定前提条件的方法	(99)
三、按用途分类迭加的预测方法	(105)
四、宏观预测方法	(116)
(二) 目标年度前的中间年度的预测方法	(117)
一、近期年度的预测 (青本预测) 方法	(117)
二、中间各年度的预测方法	(117)
(三) 目标年度以后的超长期的预测方法	(117)
一、按照经济指标及其他预测方法	(118)
二、按实际曲线趋向的预测方法	(118)
(四) 送电损失率、送电端供电量的预测方法	(118)
(五) 最大负荷的预测	(118)

一、按照各类负荷年负荷率的预测方法·····	(118)
二、按夏季负荷、基本负荷的预测方法·····	(119)
(六) 负荷曲线的预测方法·····	(119)
一、微观方法(迭加方法)·····	(119)
二、宏观方法(按时间序列趋向线的方法)·····	(120)
三、其他方法·····	(120)
(七) 一些国家的负荷预测方法·····	(120)
一、美国·····	(120)
二、英国·····	(121)
三、法国·····	(122)
四、西德·····	(122)
五、意大利·····	(123)
六、加拿大·····	(123)

第三部分 供电能力

第一章 供电计划概要····· (124)

(一) 供电计划的意义·····	(124)
一、短期供电计划·····	(124)
二、长期供电计划·····	(124)
(二) 电源的分类及特性·····	(124)
一、水力发电·····	(124)
二、火力发电·····	(125)
三、原子能发电·····	(126)
四、其他·····	(126)
(三) 制定供电计划时对负荷和供电能力的处理方法·····	(127)
一、供电能力要与负荷相适应·····	(127)
二、供电平衡程度的表示方法·····	(127)
(四) 现行计算方法概要·····	(128)
(五) 供电计划与联网的关系·····	(130)
一、联网的意义和运用·····	(130)
二、供电计划与联合经营的关系·····	(131)

第二章 供电计划的具体计算方法····· (133)

(一) 供电能力计算要领·····	(133)
(二) 供电能力各要素的具体计算方法·····	(133)

一、一般事项	(133)
二、水电厂的供电能力	(134)
三、火电、核电的供电能力	(143)
四、从自备电厂接受的电力	(148)
五、互供电力	(148)
(三) 供电计划的制定	(148)
一、供电能力计算和供电量计算	(150)
二、供电计划计算过程	(152)
三、负荷的表示方法	(152)
四、在日负荷曲线上水电、火电及核电所承担的负荷	(152)
五、火电及核电检修容量的计算	(155)

第三章 供电备用容量 (160)

(一) 概述	(160)
一、供电备用容量的意义	(160)
二、供电备用容量的定义	(160)
三、必要备用容量的研究	(160)
(二) 供电备用容量计算方法要点和要考虑的主要因素	(161)
(三) 对于偶然发生的供需变化所需要的供电备用容量的计算方法	(161)
一、综合出力变化概率的求法	(161)
二、供电可靠性的表示方法	(162)
三、具体的计算方法	(162)
四、联网的各个系统综合的供电备用容量	(165)
五、考虑具体的联网容量时备用容量的计算方法	(166)
(四) 必要供电备用容量的考虑方法	(168)
一、对于偶发性供需变化所需要的供电备用容量	(168)
二、对于持续过负荷所需要的备用容量	(168)
(五) 从日常运行观点对备用容量进行分类	(169)
(六) 实际的备用电源	(170)
一、实际备用电源的意义	(170)
二、表示方法	(170)
三、实际备用容量(准计划基准)的具体计算方法	(171)
四、实际最小三天日平均供电备用容量 (以实际负荷为基准)的具体计算方法	(172)

第四部分 资料及统计

第一章 一般资料 (174)

(一) 日本电力调查委员会协定书及章程	(174)
---------------------	---------

一、有关电力调查的协定书·····	(174)
二、日本电力调查委员会章程·····	(174)
三、电力专门委员会分科会的设置及其工作方针·····	(175)
(二) 日本电力调查委员会的组成·····	(176)
(三) 一般供电的九家电力公司及冲绳电力公司 的供电区域与频率分布的现状·····	(177)

第二章 有关负荷方面的资料····· (180)

(一) 负荷预测必需的统计方法·····	(180)
一、最小二乘法·····	(180)
二、增长曲线·····	(184)
三、三点二次式·····	(187)
四、采样误差的简单求法·····	(188)
五、季节性调节·····	(188)
(二) 统计·····	(193)
(1) 各地区人口情况·····	(193)
(2) 国民总支出情况·····	(194)
(3) 工矿企业生产指数情况·····	(194)
(4) 主要物资的实际生产情况(全国合计)·····	(195)
(5) 全国各种电力用户用电量情况·····	(196)
(6) 各个地区总负荷情况·····	(197)
(7) 各电力公司供电量(照明电力)情况—供电力工业用·····	(198)
(8) 各地区照明负荷情况·····	(199)
(9) 各地区照明合同户数情况·····	(199)
(10) 全国家用电器普及率情况·····	(200)
(11) 各个地区家用电器普及率(1981年度实际值)情况·····	(200)
(12) 每户照明负荷一年的用电量和每户人口情况·····	(201)
(13) 深夜电力负荷户数和每户用电量及总用电量情况·····	(201)
(14) 办公用电量情况·····	(202)
(15) 办公用电力负荷及每千瓦负荷用电量情况·····	(202)
(16) 小用户电力负荷情况·····	(203)
(17) 低压电力负荷每千瓦用电量和总用电量情况·····	(204)
(18) 高压甲类负荷每千瓦用电量和总用电量情况·····	(205)
(19) 大用户电力负荷(电力事业用)情况·····	(206)
(20) 其他电力负荷情况用电量·····	(207)
(21) 各电力公司变电所内用电量情况·····	(208)
(22) 各地区自备电厂自发自用电量情况·····	(209)
(23) 各电力公司送电端用电量情况·····	(210)
(24) 最大电力负荷和年负荷率情况·····	(211)

(25) 各电力公司送电损失率情况·····	(212)
(26) 其他电力公司的情况·····	(213)
(27) 大电力用户分行业的用电量(包括自备电厂自发自用电量) 情况·····	(216)
(28) 各地区特别用户的产品及其产量情况·····	(228)
(29) 各地区特别用户的产品单耗情况·····	(232)
(三) 一些国家的统计资料·····	(235)
(1) 人口情况·····	(235)
(2) 国民总支出(1975年价格)情况·····	(236)
(3) 工矿企业生产指数(1975年基准)情况·····	(236)
(4) 总用电量情况·····	(237)
(5) 照明负荷情况·····	(237)
(6) 照明负荷占总负荷的比例·····	(238)
(7) 每人每年占有的电量·····	(238)
(8) 每户照明负荷年消耗的电量·····	(239)
(9) 能源总消费量(换算成石油)·····	(239)
(10) 每人的能源消费量(换算成石油)·····	(240)
(11) 电力对国民生产总值(GNP)的弹性系数·····	(240)

第三章 有关供电能力方面的资料····· (241)

(一) 计算方式的演变·····	(241)
一、计算方式的演变情况·····	(241)
二、现行计算方式的确立·····	(242)
(二) 供需计划研究会统一方式·····	(242)
一、概述·····	(242)
二、制订现行方式时的基本思路·····	(242)
三、现行方式要探讨研究的问题·····	(242)
四、现行方式的要点·····	(243)
五、现行方式的内容·····	(244)
(三) 本委员会计算方式的演变及其他·····	(248)
一、从五年计划改为十年计划·····	(248)
二、制订计划从每年二次改为一次·····	(248)
三、供电备用容量保有的目标值·····	(248)
四、最大电力供需对照的表达方法·····	(248)
五、按计划上决定的设备及争取的设备来表达供需对照·····	(249)
六、关于抽水蓄能用电量的处理·····	(250)
七、发电设备容量·····	(250)
八、新增发电设备一览表·····	(250)
九、水力发电厂的分类·····	(250)

十、和供需计划研究会统一计算方式的关系·····	(250)
十一、实际出现的供电备用容量的表达方法·····	(251)
十二、对付小时内负荷变动的供电能力的处理·····	(251)
十三、地区的划分·····	(252)
十四、关于调查范围·····	(252)
(四) 美国EEI和本委员会计算方式的比较·····	(253)
一、年度的采用·····	(253)
二、计划时间·····	(253)
三、关于负荷·····	(253)
四、制订计划的对象设备·····	(253)
五、最大电力平衡·····	(253)
六、最大电力平衡时对火电检修出力的处理·····	(253)
(五) 广范围经营的演变·····	(253)
一、广范围经营的开创·····	(253)
二、推进广范围经营·····	(253)
三、广范围经营的扩大·····	(253)
四、电力互相输送的演变·····	(257)
(六) 水力及火力发电厂无计划停机率调查报告·····	(259)
一、调查要点及说明·····	(259)
二、无计划停机率调查结果·····	(267)
(七) 抽水蓄能式水电厂无计划停机率调查报告·····	(295)
一、调查要点及说明·····	(295)
二、无计划停机率的第1次调查结果(摘要)·····	(300)
(八) 必需的供电备用能力的具体计算程序及计算实例·····	(302)
一、火电厂的无计划停机概率·····	(302)
二、水电厂的无计划停机概率·····	(303)
三、水、火力发电厂综合无计划停机概率·····	(303)
四、根据来水状况的变化,求水电最大出力变化的概率·····	(305)
五、由于负荷的预测值变动的概率·····	(305)
六、综合无计划停机、来水状况及负荷变化等总的出力变化概率·····	(305)
七、负荷持续曲线·····	(305)
八、预计不足的日数和供电备用容量的关系·····	(305)
(九) 关于负荷的变化(摘要)·····	(306)
一、将来的方向性·····	(306)
二、应用方法·····	(306)
(十) 考虑系统联系情况下的供电备用容量计算的实例·····	(307)
一、计算程序的计算实例·····	(307)
二、计算的前提条件·····	(312)
(十一) 从运用的角度上关于供电备用容量的调查(摘要)·····	(318)

一、来水变化概率分布的调查·····	(318)
二、短期不规则负荷变化的调查·····	(318)
(十二) 对应 1 小时内负荷变化的供电能力·····	(320)
一、1 小时内负荷变化值和与此相适应的供电能力·····	(320)
二、对应 1 小时内负荷变化的供电能力的发展状况·····	(320)
三、对应 1 小时内负荷变化的供电能力减少的影响及对其修正·····	(323)
(十三) 实际供电备用容量(按计划基础)·····	(324)
(十四) 电力供需模拟计算·····	(325)
一、模拟的意义·····	(325)
二、模拟计算实例的概要·····	(325)
三、模拟计算的效果·····	(328)
四、模拟和现行计算方法的关系·····	(328)
(十五) 核电厂运行情况调查(摘要)·····	(329)
一、调查对象·····	(329)
二、调查结果·····	(329)
三、其他·····	(331)
(十六) 水电、火电、核电等供电能力的实际状况统计·····	(334)
一、水电·····	(334)
二、火电·····	(341)
三、核电·····	(346)
四、发电厂设备构成比率·····	(349)
第四章 一些国家的资料及统计 ·····	(353)
(一) 美、加两国的调查报告书·····	(353)
一、美国·····	(353)
二、加拿大·····	(355)
(二) 对一些国家电力供需计划制定方法的调查(概要)·····	(356)

第一部分 总 论

第一章 日本电力调查委员会的目的、组织和经营

(一) 设立与目的

1952年11月5日,由日本九大电力公司、电源开发公司、公用电力企业管理者协会、住友联合电力和日本国营铁路重电机设备制造厂等单位,组成了日本电力调查委员会。

为恢复第二次世界大战后日本的萧条经济,加快当时最急待解决的电源建设,受政府之聘来日本的美底特律银行总裁道济氏向日本政府建议,采用美国爱迪生电气协会(Edison Electric Institute,以下缩写为EEI)的调查方式。因此,美国爱迪生电气协会应日本政府的邀请,于1952年9月派遣电力调查委员会的专家来到日本。在专家的指导下,调查了日本长远电力供需以及重电机设备的制造情况。

将这次调查的结果,汇总成为第1次日本电力调查报告书(1952年10月1日调查),并以此为契机,成立了日本电力调查委员会。

在第1次日本电力调查报告书的序言中,已将该期间的情况叙述清楚了。

该报告书具体地预测了电力负荷与供电能力的平衡关系,及其远景发展趋势,并调查了电源建设所需要的重电机设备生产情况。

当时,日本采用的调查方式,主要是以电量(kWh)为重点,而未能将决定电源建设所需的电力(kW)作为重点。

而且,在数值表现方法上也缺乏统一性,为此必须尽快地规定出适宜向国外发表的调查方式。

因此,认为日本今后应当按照美国爱迪生电气协会的调查方式,进行定期调查。

本委员会定于每年4月1日及10月1日两次公布具有各时期特点的电力调查报告书。

第2次以后的电力调查报告书,是由日本电力调查委员会编制并向国内外公布的。

如上所述,日本电力调查委员会设立的目的,是定期调查日本国民生活水平的提高、产业兴旺发达的情况、年度与远景电力负荷平衡以及重电机设备的生产状况等,并按照世界通用的方式,向国内外发表。

作为基础资料的调查报告书,将有助于政府编制长远电源建设计划,因而,本委员会得到了政府全力的支持。

(二) 组织与经营

日本电力调查委员会是由下列企业组成的:

日本九大电力公司
冲绳电力公司
电源开发公司
公用电力企业管理者协会
其他电力设备公司(日本原子能发电、住友联合电力、日本国营铁路重电机设备制造厂)

日本电力调查委员会是由上述各企业推选的委员和有学识、有经验者计22名委员所

组成。委员会选出委员长、副委员长各一名。能源资源厅、通商产业省机械情报产业局、经济规划厅（日文为“经济企画厅”，主管经济方面的计划和规划，以下均简译为经济规划厅——译者注）综合计划局和电力企业联合会以及日本电机工业协会等也派员参加。

本委员会为便于调查，在电力部门设有电力专门委员会，在重电机设备部门设有机械专门委员会。政府方面有经济规划厅综合计划局电源开发官、能源资源厅公益事业部开发课长和计划课调查室长、通商产业省机械情报产业局电气机器课长等参加委员会工作。专门委员会为完成调查工作，下设各分科会，另外，为分析研究基础问题，还设有研究会。

由专门委员会、各分科会及其研究会完成电力调查报告书的编制工作。为处理日常工作，委员会内又设置了事务局。为有助于调查，除专任职员外，由各组成单位推荐出常任研究员和干事若干名，研究合理地编制计划的方法和审核所收集的情报的真实性等工作。

委员会的组织机构，如图 1-1-1 所示。

（本委员会成立初期，如前所述是受美国爱迪生电气协会即 EEI 指导，以 EEI 调查方式为基础进行电力调查，因此，本委员会的调查方式，称为 EEI 方式，而且称本调查委员会为 EI。）

本委员会的业务是定期调查与电力供需平衡有关的问题，其调查项目与内容大致如下：

（1）定期调查电力供需状况

1. 编制电力调查报告书

①调查电力供需现状并预测远景电力负荷；

②收集整理电力供需的历史资料。

2. 编制电力调查报告书的电力供需详

细资料

（2）定期调查重电机设备有关情况

1. 调查重电机设备制造能力

①调查过去重电机设备发货的实际情况；

②调查重电机设备预约供货情况；

③调查重电机设备存货订购量；

④预测重电机设备为将来订货所需制造能力。

2. 调查本委员会成员以外的制造厂家的生产能力

（3）编制电力平衡计划和进行有关问题的调查研究

1. 预测远景电力负荷及研究负荷结构的变化

2. 研究改进编制电力负荷预测的方法

3. 分析长远经济发展趋势和用电增长趋势

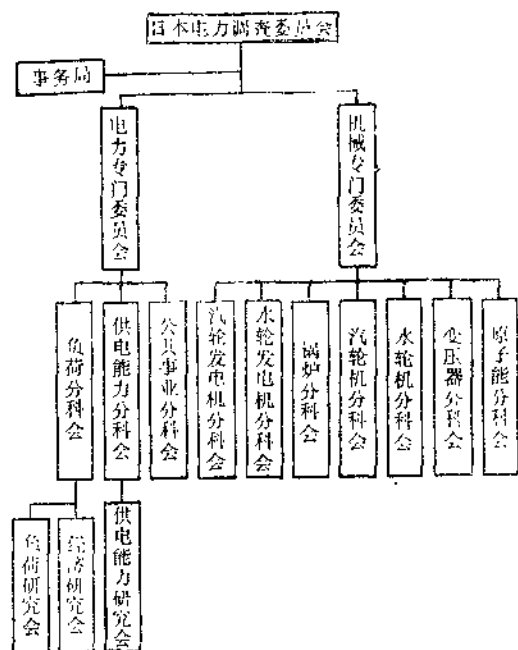


图 1-1-1 日本电力调查委员会的组织机构

4. 研究备用电源

5. 研究电力供需计划的编制方法和调查有关的各种因素

(4) 收集情报

1. 收集和介绍有关电力供需方面的情报
2. 协助经济协作开发机构(OECD)

进行有关问题的调查

3. 介绍欧美各国主要制造厂的生产情报

4. 介绍一些主要国家的电力调查报告书及有关资料

本委员会编制的电力调查报告书,有日文版及英文版两种,每次出刊都向国内及海外公开发表。

第二章 调查报告书的梗概

日本电力调查委员会编制的电力调查报告书的梗概，如下所述。

(一) 要 点

一、调查方式

本报告书于4月1日的调查，是按照美国爱迪生电气协会（EEI）和西欧大多数国家都采用的电力调查方式，预测未来十年的电力供需状况，并据此编制长期供电计划。10月1日的调查，是汇编过去电力供需实际数值。

报告书是按负荷和供电各自的预测要点和测算要点分别进行编制的。报告书从全国的观点出发，在考虑各地区特殊情况的同时，还要充分考虑联网经营。

调查报告书中有关电力供需的特点，叙述如下。

1. 调查范围

日本九大电力公司

冲绳电力公司

电源开发公司

日本原子能发电公司

公共电力企业

全国其他所有电力企业

2. 一般情况下，目标年度的负荷调查，不考虑市场行情的波动，而按正常发展规律进行预测。通常年最大负荷出现在8月份。最大负荷与当时发电设备所具有的供电能力相比较，按此时最大负荷供需对照（最大负荷平衡）表示电力供需情况。

3. 年用电量与年供电量相比较，按此时电量供需对照（电量平衡）表示电量供需

情况。

4. 上述数值均以送电端送出数值（即发电机出力减去厂用电）表示。

5. 在长远供电计划中，作为最大负荷供需平衡时的供电能力，除在调查当时经电源开发调整审议会讨论并已列入政府电源建设基本计划的“已定”设备外，还包括各电力公司希望建设的“争取”设备，用这两种数值来表示。

二、调查范围

调查范围包括电力企业和自备发电厂，1982年4月1日调查的企业，如表1-2-1。

对于自备发电厂虽然也进行调查，但在发表的报告书中不含这部分数值。该部分发电设备和发电量，分别约占全国发电设备和发电量的10%左右。

三、地区的划分

报告书中提到的全国和各个地区的划分，是依据电力系统的实际状况，把全国划分为东、中、西部三个地区。

即：东部地区包括北海道、东北及东京等电力公司。中部地区包括中部、北陆及关西等电力公司。西部地区包括中国、九州及四国等电力公司及冲绳电力公司的各个供电区域。此外，日本全国所有经营供电的各个企业，其供电区域以及不同频率分布状况，如图1-2-1所示。

四、电力供需平衡

报告书中关于电力供需调查项目，是按