

电力需求侧管理资源调查系列丛书

照明节电资源 调查与评估

国家发展改革委经济运行调节局
南方电网公司市场营销部 编
国家电网公司营销部



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电力需求侧管理资源调查系列丛书

照明节电资源 调查与评估

国家发展改革委经济运行调节局
南方电网公司市场营销部 编
国家电网公司营销部

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

电力需求侧管理是综合资源规划的重要组成部分,通过提高终端用电效率和优化用电方式,达到节约资源和保护环境的目的。为深入开展电力需求侧管理工作,国家发展和改革委员会经济运行调节局会同南方电网公司市场营销部、国家电网公司营销部组织有关单位和专家编写出版了《电力需求侧管理资源调查系列丛书》,用于指导电网企业需求侧管理人员更好承担需求侧管理实施主体职责,指导用能企业切实了解自身的能效水平,指导节能服务公司便捷地完成节能诊断。

本套丛书共分 7 个分册,包括《节约电力与蓄能系统资源调查与评估》《供配电节电资源调查与评估》《电机系统节电资源调查与评估》《中央空调节电资源调查与评估》《热泵系统节能资源调查与评估》《照明节电资源调查与评估》和《分布式发电资源调查与评估》,从不同方面对需求侧管理资源调查与评估方法体系进行了论述,系统阐释电力需求侧管理资源潜力调查的内容和方法体系,具有较强的操作性与实用性。本分册为《照明节电资源调查与评估》。

本套丛书可以为电力用户、能源服务机构等能源管理人员提供能源服务项目的初步可行性评估,同时为各地政府电力需求侧管理主管部门、电网企业开展电力需求侧管理工作提供方法参考。

图书在版编目(CIP)数据

照明节电资源调查与评估/国家发展改革委经济运行调节局,南方电网公司市场营销部,国家电网公司营销部编. —北京:中国电力出版社,2017.6

(电力需求侧管理资源调查系列丛书)

ISBN 978-7-5198-0633-0

I. ①照… II. ①国…②南…③国… III. ①照明—节电—资源调查②照明—节电—资源评估
IV. ①TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 070438 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王 晶 马 青(010-63412784, 610757540@qq.com)

责任校对:常燕昆

装帧设计:张俊霞 左 铭

责任印制:邹树群

印 刷:三河市万龙印装有限公司

版 次:2017 年 6 月第一版

印 次:2017 年 6 月北京第一次印刷

开 本:710 毫米×980 毫米 16 开本

印 张:5.25

字 数:82 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:25.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

《电力需求侧管理资源调查系列丛书》

编写单位及人员

编 写 单 位

国家发展改革委经济运行调节局

南方电网公司市场营销部

国家电网公司营销部

编 写 委 员 会

主 任 许之敏

副主任 吴建宏 徐阿元

编 委 (按姓氏笔画排序)

王海龙	王晓明	王 鑫	邝新武	江 迪
孙鼎浩	许燕颢	杨小云	何仁强	张 军
张兴华	张新建	陈 超	周伏秋	林 杰
罗 莉	赵远凉	徐 睿	夏 鑫	黄 炜
梁树华	童清雄	詹 硕		

编 写 组

组 长 曹 重

副 组 长 林跃舜

编写人员 (按姓氏笔画排序)

叶丰章 冯 发 石 坤 白 炜 付国仙

孙 皓	刘加根	刘 炜	刘憬奇	闫华光
江 真	李 扬	李亦宁	李德智	杨 彪
何宇坤	何 胜	宋总涛	汪 振	张崇超
陈宋宋	陈春常	陈 钢	林波荣	欧阳诚
周龙华	赵小军	徐 睿	翁军华	高赐威
栾晓东	凌 猛	董福海	彭龙生	章激扬
常 良	程文辉	傅晓锋	雷 鸣	廖卫列

技术总顾问 李 扬 高赐威

特别鸣谢

南方电网综合能源有限公司

国家电网公司电力需求侧管理指导中心

国家发展和改革委员会能源研究所

清华大学建筑学院

东南大学电力需求侧管理研究所

顺德中山大学太阳能研究院

中国电力科学研究院用电与能效研究所

杭州国电能源环境设计研究院

国际铜业协会

上海市能效中心

珠海市节能协会

北京清华同衡规划设计研究院有限公司

上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司

国网节能服务有限公司

上海置信电气股份有限公司

常州天合光能有限公司

广州智光节能有限公司

广州艾思高能源科技有限公司

北京恩耐特分布能源技术有限公司

北京世纪源博科技股份有限公司

大连易世达新能源发展股份有限公司

同方川崎节能设备有限公司

胜利油田胜利动力机械集团有限公司

电力需求侧管理是综合资源规划(integrated resource planning, IRP)的重要组成部分,通过提高终端用电效率和优化用电方式,达到节约资源和保护环境的目的。为深入开展电力需求侧管理工作,增强全社会参与需求侧能效项目的能力,国家发展和改革委员会经济运行调节局会同南方电网公司市场营销部、国家电网公司营销部组织有关单位和专家编写出版了《电力需求侧管理资源调查系列丛书》,用于指导电网企业需求侧管理人员更好承担需求侧管理实施主体职责,指导用能企业切实了解自身的能效水平,指导节能服务公司便捷地完成节能诊断。

本套丛书尝试为读者建立一种电力需求侧管理资源调查与评估的方法,从用能客户的微观层面获取需求侧资源的潜力和解决方案。为便于了解文中的主要内容和逻辑关系,对有关概念做如下说明。

一、电力需求侧管理资源的定义

电力需求侧管理(demand side management, DSM)是指为提高电力资源利用效率,改进用电方式,实现科学用电、节约用电、有序用电所开展的相关活动。实施电力需求侧管理具有显著的经济效益和社会效益。对于电力用户,可以降低用电负荷和用电量,减少电费支出,提高用电安全性、可靠性,从而降低企业经营成本、提高产品竞争力,还可以通过在线监测有效提升管理水平。对于电网企业,可以削减高峰用电负荷,在电力供应紧张时有效缓解限电压力;可以提高电网设备利用率,促进电网安全、经济运行,延缓或减少电网建设所需投资。对于社会,可以减少一次能源的消耗,减少对发供电资源的占用,从而促进环境保护与资源节约。

电力需求侧管理资源指终端用电领域的节电和转移电力的资源,凡是有用电的地方都存在潜在的节电和转移电力的资源。概括起来大致包括:

(1) 提高照明、空调、电动机及系统、电热、冷藏、电化学等设备用电

效率后可以节约的电力和电量。

(2) 蓄冷、蓄热、蓄电等改变用电方式可以转移的电力和电量。

(3) 能源替代、余能回收可以减少和节约的电力和电量。

(4) 合同约定可中断负荷可以转移或节约的电力和电量。

(5) 建筑物保温等改善用电环境可以节约的电力和电量。

(6) 用户改变消费行为减少或转移用电可以节约的电力和电量。

(7) 自备电厂参与调度后电网可以减供的电力和电量。

二、电力需求侧管理资源的界定和分类

需求侧管理资源按照其可开发情况可分为技术可开发资源、经济可开发资源。

(1) 技术可开发资源。即在一定时期内，对于技术而言存在可行性的节电资源，即只要以更高效率的技术替换现有技术，便可能获得的资源节约量。

(2) 经济可开发资源。即不仅存在技术可行性，也同时满足经济要求的节电资源，具体做法是在满足技术可行性的基础上进行成本效益分析，从而得出具有经济效益的节电资源。

电力需求侧管理资源按照其资源属性，可以分为三类：可节约的电力资源、可节约的能量资源以及可替代的资源。

(1) 可节约的电力资源。指电功率(kW)的节约量，根据电力系统的负荷特性，以某种方式将用户的电力需求从电网负荷高峰期削减，或将其转移到电网负荷低谷期，减少日或季节性的电网峰荷，促使电力需求在不同时序上合理分布，增加低谷期设备利用率，提高系统运行的可靠性和经济性。

(2) 可节约的能量资源。指电量(kWh)的节约量，是指以提高电能利用效率为目的，通过各种节电改造项目、技术、产品、工艺等挖掘的节约电能消耗量，从而减少因发电而消耗的一次能源以及其他社会资源，是一种可循环的资源。典型的电力需求侧可节约能量资源开发范例为能效电厂，即以电量节约的方式满足用户的用电需求，实现供需平衡，同时还能带来其他效益，如减少污染物的排放、减少对煤的需求、提高电力系统运行的经济性和可靠性等。

(3) 可替代的资源。指被清洁能源替代的能量(kWh)，从广义上讲，电力替代也是电力需求侧资源之一，是节能、节电的重要措施。电力产品面临的替代品主要有天然气、风能、太阳能等，尤其是天然气在发电、民用方面

有着良好的替代性，可以减轻缺电压力，更加清洁，并提高能源利用效率。

三、电力需求侧管理资源调查对象及方法

本套丛书所称调查方法是对电力需求侧管理节电资源调查一般方法的阐述，是典型调查、一般调查和抽样调查方法的结合，根据每个特定节电领域的具体特点而灵活开展。调查评估机构接到某一节电资源调查评估任务后，可按照以下工作程序完成相关任务：收集前期资料、准备相关调查测试器材、办理入场许可、开展现场调查、编制调查评估报告。

电力需求侧管理资源具体的调查对象为：

(1) 各供配电单位。通过供配电单位以往的运行数据，得到电力系统的负荷特性，从而可以用某种方式将用户的电力需求从电网负荷高峰期削减，或将其转移到电网负荷低谷期，减少日或季节性的电网峰荷，促使电力需求在不同时序上合理分布，增加低谷期设备利用率，提高系统运行的可靠性和经济性。

根据调查供配电单位的变压器、线路和无功补偿装置的现状，相关厂家改造的费用等基本情况，进而分析供配电系统经济运行、节电改造和改善电能质量所节省的电力与电量资源，进行相关的电力需求侧管理项目。

(2) 各用电单位。电力需求侧管理资源调查工作展开的主体可以是政府、电力公司或用户本身，对于政府相关决策机构，电力需求侧管理资源调查要整合全社会需求侧管理资源，制定需求侧管理资源调查工作机制，因此调查对象需要包含全社会各行业。对于用户本身，需求侧管理资源调查工作旨在挖掘本身潜力，达到节电，降低经济运行和企业的经营成本，提高产品竞争力。

电力需求侧管理资源调查可以采用抽样调查与典型用户调查结合的方法，具体流程图如图 I 所示。

根据电力需求侧管理目标，分析电力需求侧管理资源调查需要得到的用户信息，主要包括用户用电潜力信息以及用户价值信息。通常来说，用户电力需求侧资源的潜力信息需要深入了解用户负荷特性、开展实地调研；用户价值信息可以采取文案调研的方法。

开展电力需求侧资源实地调研需要借助调查表。需要根据信息需求，合理设计调查表。根据电力需求侧资源调查方案编制的需要，调查表需要涉及以下几方面的信息：用户基本信息，主要设备的负荷及运行特点、重要程度，企业生产班次和厂休情况，企业生产设备检修计划，可中断负荷控制对企业

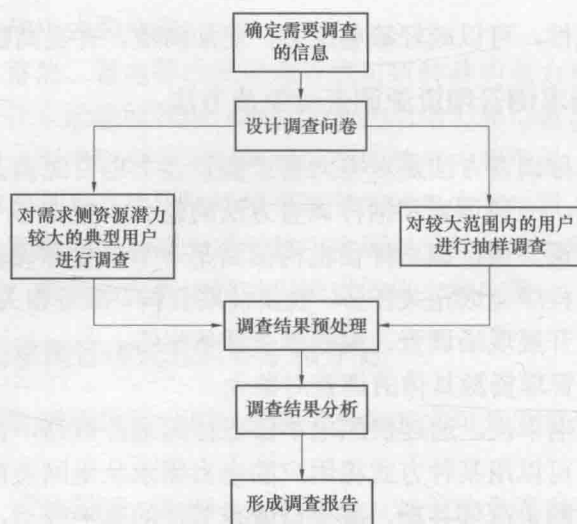


图 I 电力需求侧资源调查工作流程

生产安全、生产成本、代工范围等方面的影响，蓄能技术的情况等。同时，调查表应当具备信息完备、简洁易懂、操作性强等特点。

可节约电力资源调查采用文案调研与实地调研相结合的方法。对于用户电力需求侧资源潜力信息，主要采用实地调研的方法。对于重点行业、重点用户负荷特性调查，实地调研可以以调查表为主要调研依据，采用现场调查、问卷调查和交流访谈等方法，提出具体的实地调研方案，并就相关注意事项做出说明。

此外，文案调研方法也是节电资源调查的重要方法。用户信息（尤其是用户价值信息）如单位产值电耗、电费收益率、对于经济的促进作用等，可能来自于不同的信息渠道。在对信息搜集渠道进行分析的基础上，提出各类信息的获取途径和方法。

本套丛书按照通用设备节电资源的分类，包括《节约电力与蓄能系统资源调查与评估》《供配电节电资源调查与评估》《电机系统节电资源调查与评估》《中央空调节电资源调查与评估》《热泵系统节能资源调查与评估》《照明节电资源调查与评估》《分布式发电资源调查与评估》等7个分册，分别从需求响应节约电力、空调蓄能、供配电系统、电机系统、中央空调、热泵系统、分布式光伏发电、天然气分布式能源、煤层气综合利用和余热余压发电等方面对需求侧管理资源调查与评估方法体系进行了论述，站在电力需求侧管理

的角度，从市场需求出发，系统阐释电力需求侧管理资源潜力调查的内容和方法体系，具有较强的操作性与实用性，可以为电力用户、能源服务机构等能源管理人员提供能源服务项目的初步可行性评估，同时为各地政府电力需求侧管理主管部门、电网企业开展电力需求侧管理工作提供方法参考。

丛书的编写得到了南方电网综合能源有限公司、东南大学、国家发展和改革委员会能源研究所、中国电力科学研究院等单位、机构和专家的大力支持，尤其南方电网综合能源有限公司结合自身节能业务开展情况提供了大量调查表及案例支持，在此一并表示感谢。

限于编者水平，书中难免有欠妥之处，诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

2017年2月

由于照明技术产品应用的量大面广，照明节能受到越来越多的重视。我国从 20 世纪 90 年代开始启动绿色照明工程，在高效照明产品的推广应用方面取得了较大成效。但随着高效节能技术的不断发展，LED 照明的节能优势不断凸显，同时照明技术及控制也逐渐向着“智慧照明系统”的方向发展。

本分册从照明节电资源的角度入手，分析梳理了高效照明节能产品、光导技术、智能照明控制系统等节电技术和发展现状，从照明系统设计的角度达到节能的目的。通过资源调查表及必要测试的形式获取照明节电资源的现状情况，从节约电量及经济效益方面统筹制定节电项目方案，推动用电客户节能项目的实施。最后通过道路照明、建筑室内照明和工业照明等不同方面案例展示了照明节电资源调查与评估的方式方法，为用电客户开展节电改造工作提供借鉴。

本分册由南方电网综合能源有限公司雷鸣主编，第二、五章由白炜编写，全书由东南大学电力需求侧管理研究所李扬教授主审。中山大学王钢教授、罗涛博士，工业和信息化部电子第五研究所蒋春旭主任对本书提供了内容支持，一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见。

编 者

2016 年 12 月

丛书前言

本书前言

第一章 概述	1
第一节 绿色照明	1
第二节 照明节电资源	4
第三节 照明节电资源调查	7
第二章 照明节电技术	8
第一节 主要技术指标	8
第二节 照明节电技术介绍	9
第三节 照明节电技术发展现状	27
第四节 照明设计	33
第三章 照明节电调查方法与流程	35
第一节 照明改造调查工作流程	35
第二节 照明调查表格设计	35
第三节 现场测试	37
第四章 照明节电资源评估	40
第一节 照明节能技术选择	40
第二节 用电基准线设定	41
第三节 照明节电资源节约电量计算方法	41
第四节 经济评价指标与方法	43
第五章 照明节电资源调查案例	48
第一节 某道路照明节电资源调查	48

第二节 某建筑照明节电资源调查	53
第三节 工业照明改造	60
附录 照明常用标准	65
参考文献	66

第一章

概 述

自 1973 年世界上发生第一次能源危机以来,照明节能受到越来越多国家的重视,以节约能源、保护环境、提高照明品质为宗旨的绿色照明理念首先于 1991 年由美国环保局提出,之后很快得到联合国的支持和世界许多国家的关注。我国从 1993 年开始启动绿色照明工程,并于 1996 年正式开始实施了《中国绿色照明工程实施方案》,经过二十多年的推广,我国绿色照明工程取得显著成效。

本章旨在通过介绍照明节能的相关技术以及照明节电资源调查的方法与流程,促进绿色照明工程的开展以及照明节能新技术的应用。

第一节 绿 色 照 明

绿色照明是指通过科学的照明设计,采用效率高、寿命长、安全和性能稳定的照明电器产品(光源、灯具、镇流器、调光控光设备等),充分利用天然光,改善提高人们工作、学习、生活的条件与质量,从而创造一个高效、舒适、安全、经济、有益的环境并充分体现现代文明的照明。

一、实施绿色照明的宗旨

节约能源、保护环境、提高照明品质是实施绿色照明的三个基本宗旨。

(1) 节约能源。我国的照明用电约占全社会用电量的 13%,以 2014 年为例,全社会用电量为 55 233 亿 kWh,照明用电量约为 7180 亿 kWh,若全社会实现 LED 照明产品替换,将节电约 3500 亿 kWh,相当于 4 座三峡水电站的发电量,同时节省 1.22 亿 t 标准煤,同时少排放总悬浮颗粒物(Total Suspended Particulate, TSP) 8330 万 t、二氧化碳(CO₂) 3052 万 t、二氧化硫(SO₂) 920 万 t。

(2) 保护环境。电气照明在对社会进步和美好生活发挥积极作用的同时,也

给环境造成很大的污染。一方面利用化石燃料燃烧发电提供照明用电产生二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有害气体,造成地球的臭氧层破坏、地球变暖、酸雨等问题。另一方面,现阶段广泛使用的荧光灯、金属卤化物灯、高压钠灯等光源本身含有汞等有害重金属物质,如果不进行妥善回收和无害化处理,将会对环境造成污染。再者,近年来由于夜景照明的兴起与失控,城市照明滥用灯光危及天文观测和居民生活的现象日趋严重,这种“光污染”和“光干扰”显然是与绿色照明的环保概念相违背的,需要采取各种积极措施进行治理。

(3) 提高照明品质。照明与人们的生产、工作、学习、生活息息相关,在节约能源和保护环境的同时,还应充分研究光对人的心理、生理、美学方面的影响,通过提高照明品质,创造有益于提高人们生产、工作、学习效率和生活质量、保护身心健康的照明光环境。

二、我国绿色照明工程的发展

(一) 发展历程

自从 1991 年 1 月美国环保局首先提出“绿色照明 (Green Lights)”的概念并且实施“绿色照明工程”以来,绿色照明已经引起许多国家的重视和响应,从而在全球掀起了绿色照明热潮。我国从“八五”计划时期开始接触乃至推行绿色照明,至今已越来越受到人们的关注和支持。

(1) “九五”期间:绿色照明在中国起步。1993 年国家经贸委开始组织制订我国绿色照明工程计划,并在上海、广东、北京等地区试点实施。1996 年 5 月国家经贸委宣布成立中国绿色照明工程领导协调小组,9 月印发了《中国绿色照明工程实施方案》,在 10 月举行的“全国节能宣传周”活动上,“中国绿色照明工程”全面启动。1998 年起我国实施节能法,其中就包括照明节能。2000 年国家经贸委、建设部、国家质量技术监督局联合制定并发布了《关于进一步推进“中国绿色照明工程”的意见》,提出了推动绿色照明工程的具体政策措施。

(2) “十五”期间:绿色照明工程成效显著。2004 年 5 月,国家建设部开始实施《节约能源—城市绿色照明示范工程》计划,目标是到 2008 年实现城市照明节电 15%,并且减少温室气体的排放,提高城市照明质量,改善城市人居环境。

1996 年到 2005 年,中国绿色照明工程实施 10 年取得了明显成效:高效照明电光源产品国内销售量约 10 亿件,增长 20 倍;照明产品结构趋于优化,荧光

灯与普通白炽灯的生产比例由 1:6.25 上升到 1:1.5; 产品质量不断提高, 紧凑型荧光灯产品合格率提高到 95.1%, 增长 1 倍; 高效照明产品保有量占全社会照明产品保有量的比例超过 50%, 用户普及率超过 80%。专家测算, 十年间中国绿色照明工程累计实现节电 550 亿 kWh, 相当于减少二氧化碳排放 1452 万 t。

(3) “十一五”期间: 推进绿色照明工程。2006 年 7 月, 《“十一五”十大重点节能工程实施意见》在全国节能工作会议上发布, 绿色照明工程是其中之一, 其有关的主要内容是: 节能照明产品生产线技术改造; 节能照明产品推广; 采用 LED 照明产品, 改造大中城市交通信号灯系统, 开展在景观照明中应用 LED 的示范。为此采取的配套措施包括: 完善并实施照明产品能效标准, 建立市场准入制度; 加强照明产品节能认证, 实施节能照明产品质量承诺制; 强化绿色照明公众宣传, 增加政府对绿色照明宣传的投入, 建立绿色照明宣传的政府支持机制。

与此同时, 国家建设部发布《“十一五”城市绿色照明工程规划纲要》。它提出的主要目标包括: 以 2005 年底为基数, 年城市照明节电目标 5%, 5 年累计节电 25%; 灯具效率在 80% 以上的高效节能灯具应用率达 85% 以上; 高光效、长寿命光源的应用率达 85% 以上。它计划采取的重点措施包括: 修订《城市照明管理规定》, 深入广泛开展城市绿色照明示范工程活动; 认真总结实施“中国绿色照明促进项目”经验, 建立健全制订能效标准、节能认证、能效标识的工作协调机制; 2008 年全面完成编制城市照明专项规划; 深入开展绿色照明新型节能产品、新工艺、新技术等战略与理论研究; 广泛深入持久的开展绿色照明宣传, 增强全社会的照明节能意识。

(4) “十二五”期间: 推进城市绿色照明工作, 提高城市照明节能管理水平。2011 年 10 月, 住房和城乡建设部印发“十二五”城市绿色照明规划纲要, 明确提出“十二五”城市绿色照明总体目标, 即发展城市绿色照明, 建立有利于城市照明节能、城市照明品质提升的管理体制和运行维护机制; 完善城市照明法规、标准和规章制度; 建立和落实城市照明能耗管理考核制度; 积极使用节能环保产品和技术, 提高城市照明系统的节能水平。

规划明确指出: 以 2010 年底为基数, 到“十二五”期末, 城市照明节电率达到 15%; 完成城市照明规划编制; 完善城市绿色照明标准体系; 提高城市照明设施建设和维护水平; 提高城市道路照明质量和节能水平; 实行景观照明规范化管理; 推进高效照明节能产品的应用, 城市照明高光效、长寿命光源的应用率不低于 90%; 在满足配光要求的前提下, 高压钠灯和金属卤化物灯光源的道路照明