



电力需求侧管理

王永利
wy16006@126.com
华北电力大学
经管学院电力经济管理教研室



电力需求侧管理 (DSM)

- 需求侧管理 (Demand Side Management) 简称DSM
- 又称需求方管理, 由于它是在合理有效用电的基础上减少电量消耗和电力需求, 也称为负荷管理。

需求侧管理(DSM)是综合资源规划(IRP)的主要组成部分, 是当前国际上推行的一种先进的资源管理方法和管理技术反映了20世纪90年代以来负荷管理的新思维。



工业领域电力需求侧管理促进中心

“负瓦革命”——削减电力瓦特的革命

- 负瓦革命的核心理念就是减少能源消耗, 特别是电力的消耗。因为电力是昂贵和高度定向的高品位的二次能源, 需要以不可逆转的方式消耗地球宝贵的资源并造成环境污染。如果将其再次转换为低品位的热能, 例如采暖或烧洗澡水, 从本质上是一种浪费。



工业领域电力需求侧管理促进中心

什么是电力需求侧管理

- 电力需求侧管理是指通过采取有效的激励措施, 引导电力用户改变用电方式, 提高终端用电效率, 优化资源配置, 改善和保护环境, 实现最小成本电力服务所进行的用电管理活动, 是促进电力工业与国民经济、社会协调发展的一项系统工程。

——《加强电力需求侧管理工作的指导意见》。

国家发展改革委、国家电监会

二〇〇四年五月二十七日

发改能源[2004]939号



工业领域电力需求侧管理促进中心

需求侧管理产生的背景

- 需求侧管理首先于1978年由美国全国节能法案中正式提出。

1973年10月6日爆发的第四次中东战争

1978年10月28日伊朗的“伊斯兰革命”

1980年9月22日爆发并持续8年之久的两伊战争

1991年1月27日爆发的“海湾战争”

石油减产

油价上涨



工业领域电力需求侧管理促进中心

产生背景

- 这一次次的世界能源危机, 促使西方国家在不断调整能源战略的同时, 把合理有效地利用能源资源放在首要地位, 制定一系列相应的法规、标准和政策, 在开发各种能源资源的同时, 大力推动节约能源的环境保护, 鼓励节能研究和开发高效节能产品, 强化民众的节能意识, 积极研究更适应当今社会发展要求的资源配置方法和管理模式, 以减少经济发展对能源需求的依赖程度, 深入挖掘能源资源的潜力, 需求侧管理就是在这种背景下产生的。



工业领域电力需求侧管理促进中心

第一节 电力需求侧管理概述

- 电力需求侧管理是随着经济的发展，电力需求的不断增长，以及电力部门的自身要求而产生的。20世纪70年代，由于第四次中东战争，引发了第一次世界能源危机，造成石油短缺和油价暴涨，严重影响了西方发达国家的经济发展。为了克服能源短缺造成的经济危机，以美国为首的西方国家开始注重合理有效地利用能源资源，减少能源的消耗，并制定了一系列的法规、标准、政策等，电力需求侧管理就是在这种背景下产生的。



一、电力需求侧管理

- (一)综合资源规划
- 综合资源规划(IRP)是目前国际上推行的一种先进的资源管理方法和管理技术，可以首先应用在电力、煤气、热力、供水等公共事业部门，目前比较成熟的是应用于电力部门。
- 综合资源规划是将供应方和需求方各种形式的资源，作为一个整体进行规划。综合资源规划应用于电力行业的基本思路是：把需求方减少电量消耗和降低电力需求视为一种资源同时参与电力规划，通过对供电方案和节电方案进行成本效益分析，经过评价、优选，形成对社会、电力企业、电力客户等各方受益，成本最低，又能满足同样能源服务的综合规划方案。



- 综合资源规划的目的是通过需求方管理，能更合理有效地利用能源资源、控制环境质量、减少电力建设投资、降低电网运营支出，为电力客户提供最低成本的能源服务。
- 综合资源规划改变了电力规划中传统的资源概念，把节电也作为一种资源纳入了电力规划，克服了传统电力规划中只注重电源开发，忽视终端用电的倾向。同时改变了传统的电力规划模式，克服了电力规划只注重局部利益，忽视社会整体效益的倾向，突出了综合经济效益的观念。



(二)电力需求侧管理

- 电力需求侧管理(DSM)，又称为电力需求方管理或负荷管理，是20世纪80年代初在美国提出的一种由客户参与，并充分挖掘电能资源的一种管理方法和技术。
- 电力需求侧管理是综合资源规划的主要组成部分，反映了20世纪80年代以来负荷管理的新思维。
- 所谓电力需求侧管理是指电力公司采取有效的激励和诱导措施以及适宜的运作方式，与客户共同协力提高终端用电效率，改变用电方式，为减少电量消耗和电力需求所进行的管理活动。
- 电力需求侧管理与传统意义上的用电管理有着本质的不同，是管理方法的一种变革，主要体现在以下几个方面。



二、电力需求侧管理的目的

- 电力需求侧管理目标主要体现在电力和电量的改变上：
- (1)提高客户终端用电效率，减少不合理的电力消耗，在满足同样能源服务的同时节约能源。
- (2)减少客户在电网高峰时段对电力的需求，以提高电网的负荷率及其运行的经济性，并减少或延缓新增的发电装机容量。
- (3)在减少能源消耗的同时，减少发电废物的排放量，改善和保护环境。



三、电力需求侧管理的作用

- (1)改善电网的负荷特性。通过需求侧管理活动，引导电力客户采用蓄冷、蓄热、蓄电等蓄能方式或选择合理的用电时间，达到移峰填谷，减少用电峰谷差，降低电力最大需求，提高用电负荷率的目的。既有利于电网的安全、经济、优质运行，又有利于能源的优化利用，特别对水电比重大的电网还可以提高水能资源的利用率。



三、电力需求侧管理的作用

- (2)节约用电，减少能源需求和污染排放。能源的供应是有限的，能源资源的稀缺将在一定程度上制约社会经济的发展，同时能源环境问题已引起国际社会的普遍关注，能源引起的环境污染也将制约社会经济的发展。因此，必须通过需求侧管理活动，引导电力客户采用高效用电设备，改进电力消费行为，改善用电条件和用电环境，回收利用余能，选择合理的能源消费方式，使电力和能源需求的绝对水平相对下降。同时也减少污染排放，保护环境。



工业领域电力需求侧管理促进中心 13

- 例如，美国电力生产产生20%的造成气候变化的有害气体，70%的二氧化硫和33%的氧化合物，而后两种污染是造成酸雨和城市烟雾的主要原因。所以，提高能源利用效率，尤其是用电效率，能够明显改变环境效益和提高人类健康水平。中国能源利用是以煤为主，因此提高用电效率将有利于改善环境，而积极推进DSM，无疑是全社会的资源得到了优化配置，抑制了资源的过快消耗，实现了可持续发展。



工业领域电力需求侧管理促进中心 14

三、电力需求侧管理的作用

- (3)减少电源建设和电网建设的投入。开展需求侧管理活动，可以使电力最大需求相对降低，因而为满足电力最大需求而投入的电源和电网建设费用可以相对减少。对电力供不应求的电网，此项工作更具有重要的现实意义。开展需求侧管理活动虽然也需要一定的资金投入，但相对电源和电网建设的资金投入来说要少得多。需求侧管理有投资少、见效快、投资回收周期短的突出优点。
- 据研究分析，我国如果采用电力需求侧管理减少电力需求，将节电5%及降低高峰负荷5%，则到2020年将减少装机1亿kW。



工业领域电力需求侧管理促进中心 15

三、电力需求侧管理的作用

- (4)降低电力客户的用电成本。对于直接参加电力需求侧管理活动的电力客户，通过采用先进的技术和设备可减少电能消费，通过选择合理的用电方式可使电能消费更为经济，他们可以直接从需求侧管理活动获得效益。没有直接参加电力需求侧管理的电力客户，则通过电力需求侧活动的整体效益及相对较低的电价间接获得需求侧管理的效益。



工业领域电力需求侧管理促进中心 16

三、电力需求侧管理的作用

- (5)提高电能终端能源消费中的比重。当电能终端能源消费中的比重较低时，一般地区都以分散、小型的直接燃煤方式为主要能源消费方式。直接燃煤效率低、污染大，严重影响环境。而火力发电厂采用的集中燃煤方式相对于分散的直接燃煤方式效率高，污染排放相对减少。随着高效洁净燃煤发电技术的开发和利用，火力发电厂的污染排放将进一步减少。因此，为提高能源利用的效率，减少污染排放，改善环境，提高生活质量，应通过需求侧管理活动提高电能终端能源消费中的比重。



工业领域电力需求侧管理促进中心 17

四、电力需求侧管理的内容

- 电力需求侧管理是一项系统工程，涉及面较广，基本内容包括以下八个方面。
- 1. 对资源进行调查 资源分为供应方资源和需求方资源。
- 供应方资源是指电力企业可提供给客户的资源，要包括：1)燃煤、燃油、燃气的火电厂；2)水电站；3)核电站；4)太阳能、风力发电厂；5)老电厂的扩建增容；6)外购电以及电力系统发、输、供电效率提高所节约的电力和电量。实际上，对一个地区来讲，在规划期内有条件纳入综合资源规划的供应方的资源是有限的。



工业领域电力需求侧管理促进中心 18

需求方的资源

- 需求方资源是指电力客户的节电资源，主要包括：
 - 1) 提高照明、空调、电动机、电热、冷藏等设备用电效率所节约的电力和电量；
 - 2) 蓄冷、蓄热、蓄能等改变用电方式所节约的电力；
 - 3) 能源代替、余能回收所减少和节约的电力和电量；
 - 4) 合同约定可中断负荷所节约的电力和电量；
 - 5) 建筑物保温等完善用电所节约的电力和电量；
 - 6) 客户改变消费行为减少用电所节约的电力和电量；
 - 7) 自备电厂参与调度后电网所减少供应的电力和电量。
- 需求方资源的类型比较多，情况也比较复杂，要进行具体选择。



工业领域电力需求侧管理促进中心 19

2、选择管理的对象

- 电力需求侧管理的对象是指与减少供应方资源有关的终端用电设备以及与用电环境条件有关的设施。
- 由于与供应方资源有关的终端设备涉及的量大且非常复杂，通常根据具体的条件，在可能实现的目标中选择其中一部分。概括起来有以下几个方面：
 - 1) 客户终端的主要用能设备，如照明、空调、电动机、电热、冷藏、热水器、暖气和通风设备；
 - 2) 与电能设备相互替代的用能设备，如燃气、燃油、燃煤、太阳能、沼气等热力设备；



工业领域电力需求侧管理促进中心 20

- 3) 与电能有关的余热回收设备，如热泵、余热锅炉、换热器等；
- 4) 与用电有关的蓄能设备，如蒸汽蓄热器、热水蓄热器、电动汽车蓄电池等；
- 5) 自备发电厂，如自备背压式、抽背式或抽汽式热电厂，柴油机电厂、余热发电和余压发电等； 6) 与用电有关的环境设施，如建筑物的保温、自然采光等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 21

3 . 设置管理目标

- 电力需求侧管理要考虑两个方面；一方面要以较少的新增装机容量达到系统的电力供需平衡，这就需要通过减少电力客户在电网高峰时段的电力需求，来降低电网的最大负荷；另一方面要减少系统的发电燃料消耗，主要通过使电力客户更有效地利用能量来减少用电量。因此，电力需求侧管理的目标主要集中在电力客户的电力和电量的节约上。
- 管理目标的设置一般以电力企业预期要达到的目标为准，在电力供应不足时，一般以节约电量为目标；在电力供需平衡时，一般以节约电力，提高负荷率为目标。



工业领域电力需求侧管理促进中心 22

4 . 制定政策、法规和标准

- 为了规范和推动电力需求侧管理，政府必须制定相应的法律政策和标准，以规范电力消费和市场行为。
- 以美国为例，在电力需求侧管理的法律规范方面主要做了以下几个方面的工作：一是立法方面。美国联邦政府先后出台了《公共电力公司管制法》和《国家节约能源法》，促进了电力需求侧管理的广泛开展；二是制定政策建立系统效益收费制度。即通过在电价中加收1%—3%的费用，用于开展电力需求侧管理工作；三是推行能效标准。美国从20世纪70年代末开始实施强制性能效标准，先后为冰箱、空调、电视机、热水器、洗衣机等12个产品制定了《国家耗能器具节能法》，要求上述产品三年内必须达到能耗标准，三年后能耗超标的产品禁止进入市场流通。



工业领域电力需求侧管理促进中心 23

5 . 选择有效的管理手段

- 为了实施电力需求侧管理，完成电力需求侧管理计划，必须采用多种电力需求管理手段。包括技术手段、经济手段、法律手段和宣传手段等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 24

6. 制定电力需求侧管理计划

- 根据资源调查的结果、选择的管理对象、设置的管理目标，结合政府制定的政策和标准，以及可供选择的管理手段，制定中、长期电力需求侧管理计划。



7. 实施电力需求侧管理项目

- 根据电力需求侧管理计划提出的项目方案，经过评估和选择，确定可实施的项目方案。项目的实施有三种方式：
- (1)直接安装方式。直接安装方式是指电力公司直接组织施工力量，进行电力需求侧管理项目的具体施工。大多数电力公司执行的就是这种施工方式，项目施工费用均在电力需求侧管理费用中开支。这种方式优点是，施工项目易于管理，工程进度和质量容易得到保证，项目成效准确。



- (2)折扣方式。折扣方式多集中在终端用电效率提高的项目。对于这类项目，待参与客户选定后，电力公司向它们提供高效节能设备或高效节能器具的购置费超支部分，客户承担与传统设备相同的那一部分购置费和施工，电力公司派员监督工程的全过程。
- (3)委托方式。委托方式就是由专门承担电力公司委托电力需求侧管理项目施工的能源服务公司负责实施。



8. 项目实施效果评价

- 项目实施效果评价分为阶段性过程评价、效果评价和整体工程效果评价。
- (1)阶段性过程评价。阶段性过程评价主要分析研究施工过程中存在的问题。
- (2)效果评价。效果评价主要评价阶段性目标的完成情况，包括分析需量节约、电量节约、费用开支与阶段性目标任务的差距，是否超出了目标任务规定的要求，并提出改进意见。
- (3)整体工程效果评价。整体工程效果评价主要是指在工程项目竣工投入正常使用后，对整体工程效果进行的评价。包括测算电力需求侧管理项目计划实施的需量及电量节约效果、评估费用使用情况等。



- 由于实施DSM计划，将使负荷需求量减少，相应地会使电力公司的售电收入有所减少，有时会采用提高一点电价的做法以保持电力公司受益不减少。但从长远的角度考虑，解决这个问题的办法，还是要靠国家出台一些刺激电力公司积极进行DSM的政策和有效的激励机制。其实，据有关研究人员对天津电力公司、山西电力公司等单位的调研结果反映，在我国目前的政策法规环境下，节电可能会使电力公司减少售电量(售电收入)，使电力公司固定成本部分上升，自有利润减少。但是，实施DSM是否会减少售电量，继而影响电力公司的利润，其实应该取决于电力系统装机规模及其构成、负荷构成、电力成本、DSM规模及成本、电力供应的紧张程度以及燃料类型等因素，不能一概而论。



第二节 电力需求侧管理手段

- 需求侧管理的激励手段有经济手段、技术手段、行政手段和引导手段等。

(1)经济手段。首先，采用激励手段，对设备采购的贴息低息贷款、折价销售、免费安装以及节电效益退还、节电特别奖励、节电招标竞争等。它是开拓节能市场，增强节能活力的最主要的手段。第二，利用电价机制，直接激励用户主动参与需求侧管理。它是需求侧管理中最先采用的一项激励措施。根据削峰填谷提高负荷率的需要，世界上已形成了各种各样的电价，有分时峰谷电价、季节性电价、节假日电价、功率因数调整电价、用电负荷率电价、蓄冷(热)电价、可停电电价、实时电价等。



(2)技术手段。技术手段是指有益于节能的调整负荷和环境保护的生产工艺、材料及设备，以及保障经济、行政手段有效实施的管理性技术，如高效节能灯具、高效电机、节能变压器、蓄热式电锅炉、节能环保型家用电器、蓄冷蓄热技术、节能调速技术、高效绝热保温技术、远红外加热技术、余热余压发电技术、电热冷联产技术、电力负荷控制技术。



• (一) 改变用户用电方式

• 1、削峰

在电网高峰负荷期减少用户的电力需求的方法称为削峰。削峰可减少在高峰负荷期间调用昂贵发电机组的次数，减少备用容量，特别是旋转备用，可降低运行费用，同时提高电网运行的安全性和经济性。

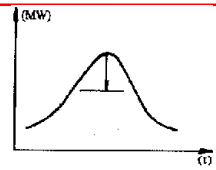


图 2-5 削峰示意图

削峰会减少一定的峰期售电量，相应会降低电力公司的部分售电收入。常用的削峰手段主要有以下两种。



(1)直接负荷控制。直接负荷控制是在电网高峰时段，系统调度人员通过远动或自控装置随时控制客户终端用电的一种方法。由于它是随机控制，常常冲击生产秩序和生活节奏，大大降低了客户峰期用电的可靠性，多数客户不易接受，尤其那些对可靠性要求高的客户和设备，停止供电有时会酿成重大事故，并带来很大的经济损失，即使采用降低直接负荷控制的供电电价也不太受客户欢迎。因而这种控制方式的使用受到了一定的限制。直接负荷控制一般多用于城乡居民的用电控制。

(2)可中断负荷控制。可中断负荷控制是根据供需双方事先的合同约定，在电网高峰时段，系统调度人员向客户发出请求中断供电的信号，经客户响应后，中断部分供电的一种方法。它特别适合于对可靠性要求不高的客户。不难看出可中断负荷是一种有一定准备的停电控制，由于电价偏低，有些客户愿意用降低用电的可靠性来减少电费开支。它的削峰能力和系统效益，取决于客户负荷的可中断程度。可中断负荷控制一般适用于工业、商业、服务业等对可靠性要求较低的客户。



• 2、填谷

填谷是指提高电网低谷负荷。一般采用日峰谷价和季节性峰谷价，刺激低谷时的用电需求，充分利用空闲机组，降低峰谷差，增加电力销售收入，同时，也降低用户的电费支出。

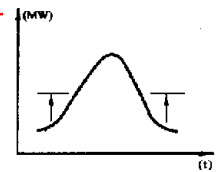


图 2-6 填谷示意图

比较常用的填谷技术措施有：

1) 增加季节性用户负荷。在电网年负荷低谷时期，增加季节性用户负荷；在丰水期鼓励用户多用水电，以电力替代其他能源。



2) 增添低谷用电设备。在夏季尖峰的电网可适当增加冬季用电设备，在冬季尖峰的电网可适当增加夏季用电设备。在日负荷低谷时段，投入电气锅炉或蓄热装置采用电气保温，在冬季后夜可投入电暖气或电气采暖空调等进行填谷。

3) 增加蓄能用电。在电网日负荷低谷时段投入电气蓄能装置进行填谷，如电气蓄热器、电动汽车蓄电池和各种可随机安排的充电装置等。



• (二) 提高用户用电效率

通过改变用户的消费行为，采用先进的节能技术和高效节电设备来实现。其作用是节约了电量消耗，在一定状况下减少了电力的需求。

主要措施：选用高效用电设备，实行节电运行，采用能源替代，实现余热、余能回收，以及应用高效节电材料，作业合理调度，改变消费行为等为。



电力需求侧管理手段

- (3)引导手段。引导手段是指对用户消费的行为进行合理的引导,使其有助于节能和合理消费。它是市场经济不可缺少的激励措施,目的是帮助用户克服购物时不注意节能、不讲求效率的心理。主要诱导手段有普及节能知识、传播节能信息、开展节能咨询服务、开办节能技术讲座、举办节能产品展示、宣传节能政策等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 37

电力需求侧管理手段

- (5)行政手段。行政手段是指政府和有关部门,通过法规、标准、政策来规范电力消费和市场行为,以政府的行政力量来推动节能,约束浪费,保护资源和环境,确保节能市场的健康发展。



工业领域电力需求侧管理促进中心 38

基本观点

- (1)改变了传统的资源观念,把节电作为资源与供电资源置于同等地位参与规划,目的是最经济、有效地利用电力资源。
- (2)改变了传统的规划模式,把综合经济效益置于突出地位,以成本效益为准则,以社会效益为主要评价标准,注意协调供、需双方的贡献和利益,达到改善社会整体环境为目的。
- (3)把终端节电的实施作为一个重要的规划领域。把节电的落脚点放置在终端的具体用能技术设备上,关注的是实实在在的节能节电活动,防止以往规划与实施脱节的倾向。



工业领域电力需求侧管理促进中心 39

运营特点

- (1)需求侧管理非常强调在提高用电效率的基础上取得直接的经济效益。需求方管理是一种运营活动,它既求效率,更追求效益。任何一项节电措施,都要给社会、电力公司和用户带来经济效益,使电力公司和用户都有利可图。电力公司在运营过程中,在获得允许的节电收益前提下,要采取以鼓励为主的市场手段推动用户主动节能节电。



工业领域电力需求侧管理促进中心 40

(2)需求侧管理也非常强调建立电力公司与用户之间的伙伴关系。改变过去用户对电能使用无选择余地的求助地位。电力公司要调动用户节电的主动性。需求侧管理要求电力公司和用户间建立起融洽的合作感情,为供电和用电效益上共同承担风险,共同争得利益。

- (3)需求侧管理还非常强调基于用户利益基础上的能源服务。电力公司必须树立优质服务观点,摒弃不顾用户承受能力和经济利益强行限电等做法去减少用电需求。更多的是鼓励采用科学的管理方法和先进的技术手段,促使用户主动改变消费行为和用电方式,提高用电效率和减少电力需求,做到既提高电网运行的经济性,又节省了用户的电费支出。



工业领域电力需求侧管理促进中心 41

- (4)电力需求侧管理非常强调电力公司的主体作用。由于电力需求侧管理的节电活动要有投入,政府必须激发电力公司开展需求侧管理的主动性和积极性,国家的政策和法规方面必须保证用于节电方面的投资回报要高于新建电厂或机组的投资回报。在体制和机构方面,要把电力公司的职能范围从发供电扩展到发供电以及节能上,并采取一定的经济手段为促进电力客户节能创造条件。



工业领域电力需求侧管理促进中心 42

供应方资源与需求方资源

- 一、供应方的资源
 - (1) 各种类型的电厂；
 - (2) 外购电；
 - (3) 电力系统节省的电力和电量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 43

需求侧管理不等于“计划用电”

需求侧管理有三个特点：一是强调在提高用电效率的基础上取得直接的经济收益，做到既节电，又不影响用户的生产、生活；二是强调建立电力公司和用户之间的伙伴关系，电力需求侧管理建立在自觉自愿基础上，用户自由参加；三是强调进行基于用户利益基础上的能源服务，需求侧管理不主张强行拉闸限电，倒班轮休，而主张在不影响正常生产、生活秩序的前提下，促使用户主动改变用电方式。

——著名电力专家 朱成章



工业领域电力需求侧管理促进中心 44

为什么现在才提需求侧管理？

- 需求侧管理在中国十几年的徘徊，并非没有引起过政府主管部门的关注，关键是在当时的利益格局下无法建立一个有效长期的执行机制。当时行业归口的原国家经委主管部门由于自身不具备执行体制，只能依靠电力部和后来衍生的国家电力公司推进“需求侧管理”。中国的电力行业从来就是以发电量和供电量来衡量和考核工作成绩的，让这样一个部门来执行一件致力于减少电力需求，减少电力消耗的工作是不可思议的事情，在企业利益上是根本冲突的。特别是90年代后期，用于计划不周造成电力产能阶段性过剩，为了偿还银行贷款，电力企业和政府都将工作重心转移到了“开拓电力市场，促进电力消费，减轻电力用户负担”的鼓励用电的热潮之中，再提需求侧管理当然是不合时宜。因此，需求侧管理自然而然地销声匿迹了。



工业领域电力需求侧管理促进中心 45

能源综合规划的必要性

- 2004年7月23日，北京用电负荷攀升943万千瓦，逼近950万的极限。同一天，同在京津唐电网中的天津的用电负荷也已经逼近510万千瓦的极限。尽管北京已经采取了各种控制用电的措施，包括企业停产休假，限制空调温度等，但是在河北、山西等地为保北京用电，不得不实施限电措施。在北京的电力负荷中，专家估计有接近40%的电力负荷是被电空调占用的，也就是说，河北、山西的老百姓在为北京人的电空调“拉闸限电”。然而，就是在这最缺电的时段，北京的天然气供应能力却大量闲置。北京冬季天然气负荷为1950万立方米/日，而夏季负荷仅为250万立方米/日，峰谷差距接近8倍。而天然气是可以直燃机直接制冷，完全可以代替电力来直接削减这400万千瓦制冷电空调负荷。



工业领域电力需求侧管理促进中心 46

DSM成果

- 在今年迎峰度夏期间，由于国网公司加大需求侧管理力度，逐项落实行政、经济、技术的需求侧管理措施，并通过有效地错峰、避峰，有效缓解了电力供需矛盾，减少了因缺电造成的损失。7月23日，在国家电网出现2983万千瓦电力缺口的情况下，各网省公司共对13.08万用户实施了需求侧管理，实现错峰避峰转移负荷1905万千瓦，负控限电281万千瓦，占全部电力缺口73.3%，电网运行平稳，社会供用电秩序稳定。



工业领域电力需求侧管理促进中心 47

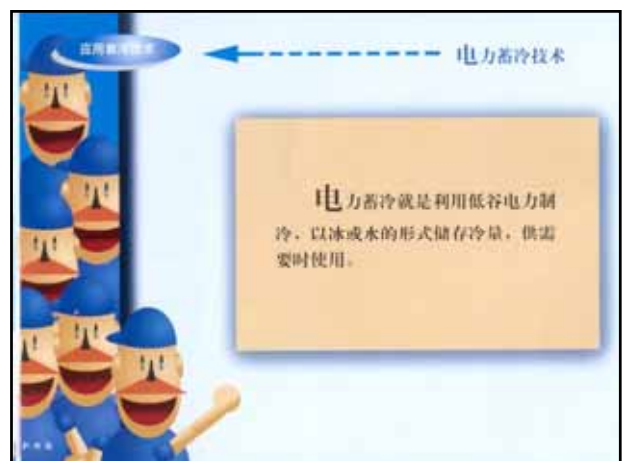
DSM成果

2003年，我国电力缺口为1300万千瓦左右，电量缺额为400亿千瓦时左右。针对这种情况，各地积极开展电力需求侧管理，大约弥补了900万千瓦左右的负荷缺口。

- 2000年，美国人均GDP比1973年增长了74%，而能源消费却几乎一样。能源效率的提高已成为美国增长最快的能源资源。据预测，到2020年，美国需要新增发电机4亿千瓦，但美国采用需求侧管理，预计可以减少2.6亿千瓦装机。



工业领域电力需求侧管理促进中心 48



电力蓄冷的意义

应用蓄冷技术

1. 利用电力清洁能源, 减少环境污染, 符合环保政策。
2. 减少制冷主机的容量与数量, 减少系统的电力容量与变配电设施投资。
3. 利用电网峰谷电力差价, 降低系统的运行费用。
4. 易于实现低温送风, 提高室内空气品质。
5. 具有应急功能, 空调系统的可靠性高。
6. 系统冷量调节灵活, 过暖季节少开或不开制冷主机。
7. 平衡电网峰谷负荷, 优化电力资源配置。

电力蓄冷的应用场所

应用蓄冷技术

电力蓄冷可应用于各种功能的建筑物中, 下列场所可积极采用电力蓄冷技术:

- 综合大楼、宾馆建筑
- 工厂企业
- 面积较大的住宅小区
- 工艺用冷库
- 体育馆、影剧院、餐厅、酒楼
- 办公楼、商场、金融大楼、医院

电力蓄冷装置的形式

应用蓄冷技术

1. 冰球式
以放置于蓄冷槽(罐)内的冰球作为热交换器, 利用流过的冷冻水球内的水流动, 储存冷量。
2. 盘管式
以放置于蓄冷槽(罐)内的盘管或塑料制成的盘管作为热交换器, 利用流过的冷冻水在盘管外的水流动, 储存冷量。
3. 水蓄冷
以水为蓄冷介质, 利用低温电蓄冷槽(罐)内的水降至2-5℃, 储存冷量。
4. 其它型式
冰蓄冷还有冰晶式、冰壳式、盘管式等型式。

第三节 电力需求侧管理的应用与发展

- 一、国内电力需求侧管理的应用与发展现状
- 从长远看, 我国的能源紧张问题非常突出。我国人均资源占有量不到世界平均水平的一半, 但产值能耗比世界平均水平高出一倍。以煤炭为主的能源结构, 又使能源的开发利用与环境保护的矛盾更加尖锐。因此, 提高电力的利用效率非常重要。在这方面, 电力需求侧管理大有可为。有关方面预测, 如果实施有效的电力需求侧管理, 到2020年, 我国可减少装机1亿kW左右, 超过5个三峡工程的装机容量, 同时还节约8000亿—10000亿元的投资。所以, 加强需求侧管理投资少、见效快、潜力大。抓电力需求侧管理, 提高电力利用效率, 应该成为今后我国电力发展长期坚持的方针。

工业领域电力需求侧管理促进中心 58

- 我国于20世纪90年代初引入需求侧管理, 经过10多年的探索与实践, 取得了一定的成效。特别是在2003年严峻的电力短缺形势下, 需求侧管理作为缓用电紧张矛盾的重要措施, 对保障人民群众生活用电, 保障重点企业生产用电需要, 保障电网安全稳定运行发挥了重要作用。我国台湾省也具有参考价值的经验。20世纪80年代台湾出现了高峰负荷持续攀升、电网峰谷差不断拉大、夏季高峰用电十分紧缺的状况, 政府部门和电力公司积极发挥电价在电力资源配置中的杠杆作用, 通过实施峰谷分时电价、可中断电价、季节性电价以及推广蓄冷空调、对中央空调实施周期性暂停用电等需求侧管理措施, 削减、转移了50%左右的高峰负荷, 缓解了缺电矛盾。2001年台湾电力公司通过需求侧管理抑制高峰负荷438.7万kW, 占年最高负荷的17%。总之, 我国在过去的十年中, 作为技术创新, 在政府的倡导下, 电力公司及电力用户密切合作, 做了大量的工作。

工业领域电力需求侧管理促进中心 59

实施中存在的主要问题及应采取的对策

- 尽管, 从20世纪90年代初DSM被介绍到中国以来, 政府有关部门和电力企业非常关注它的应用前景并给予大力支持。原国家经贸委和国家计委将DSM以法规形式纳入了2000年12月29日发布的《节约用电管理办法》中。2002年原国家经贸委制定的“关于推进电力需求侧管理工作的指导意见”中明确指出要本力倡导和支持需求侧管理, 并要求各级地方政府制定相应的实施细则, 从政策、资金等方面给予大力支持, 使其发挥更大的作用。原国家电力公司把DSM列入了《国家电力公司一流供电企业考核标准(试行)》的内容。
- 但是, 我国在推广DSM工作中, 还存在许多问题。

工业领域电力需求侧管理促进中心 60

- 1. 缺乏政策及资金支持
- 国外DSM项目的实施是有政策支持的，主要是通过折扣补偿节电设备购置费、按节电效益对用户补贴等措施，以促进DSM的实施。我国还没有特殊政策及资金支持，这无疑加大了DSM项目的风险，成为DSM项目实施的一大障碍。我国的政策法规偏向于供应侧资源获利，不能保证电力公司DSM成本的回收，对电力公司实施DSM更没有刺激措施。
- 2. 电价不合理
- DSM的主要目标是通过科学引导电力消费，改变电力用户的用电方式。如削减峰荷、转移峰荷及节约电能达到更有效地合理地使用电力。为此，需要建立合理的电价体系，如分时电价、可中断负荷电价、季节电价、可靠性电价等，使电价能反映成本和供需关系。我国目前还没有形成合理的电价体系。由于缺乏价格的诱导，用户对DSM兴趣不大，为实施DSM带来困难。可以说，当事人电力客户是否能够或愿意去做，相当大的程度上取决于实施DSM的政策法规环境。



工业领域电力需求侧管理促进中心 61

三、国外电力需求侧管理的应用与发展现状

- 早在20世纪70年代，美国一个能源研究小组提出一个惊人的观点：改善用电效率比建设和运行新电厂的花费更少，即节电越多效益越大，这就是著名的“需求侧管理”理论(DSM)。美国在加利福尼亚、西太平洋、新英格兰和威斯康星州对能源领域实施DSM规划，到1998年节约能源费用达100亿美元，取得了电力工业效益最大化的成功实践。美国已经有30个州的50多家电力公司采用电力需求侧管理的方法，取得了显著的效果。除此之外，它在日本、加拿大等国和欧洲的一些国家和地区也得到了应用。目前，美国、日本、加拿大、德国、法国、意大利等国都有一支庞大的队伍从事DSM工作，成果都比较显著。



工业领域电力需求侧管理促进中心 62

1. 美国电力需求侧管理现状

- 美国实施需求侧管理20多年来，通过出台行政法规和经济政策、落实资金渠道、制定能效标准、建设示范工程和开展能源服务等方面推动需求侧管理的开展，取得了巨大的经济和社会效益。1989—2001年美国电力公司共投入230多亿美元用于需求侧管理工作，其中仅2000年，美国投入约15.6亿美元实施DSM项目，节电537亿kWh，减少高峰负荷2200万kW。另外，在2000年夏季，美国加州发生了严重的电力危机，加州政府积极采取需求侧管理措施缓解电力短缺矛盾，出台一系列需求侧管理的政策(如系统效益收费、节电设备补贴及税收优惠等)。2001年实现节电547.62亿kWh，削减高峰负荷2495.5万kW，相当于负荷增长的20%—40%。



工业领域电力需求侧管理促进中心 63

- 美国实施需求侧管理的成本远远低于新建电厂，所有节能项目平均节电成本约1.6美分/kWh，不到新建电厂成本4美分/kWh的一半。可以说，美国实施IRP/DSM后，节约每千瓦电力的投资额，相当于新建电力投资的十分之一到二分之一，可降低用电负荷增长率的20%—40%。平均移峰成本约30美元/kW，只占500美元/kW电厂投资成本的6%。在保持经济平稳增长的情况下，2001年夏季全州共削减557万kW的高峰负荷(此外还有320万kW的可中断负荷可供削减)，其中六七月削减6.7%的用电量和10%的高峰负荷，从而避免了电力危机的再次发生。2001年降低高峰负荷500万kW，大大缓解了电力短缺的局面，避免了由于停电可能造成的损失约200亿美元。



工业领域电力需求侧管理促进中心 64

2. 日本电力需求侧管理现状

- 日本东京电力公司从1991年实施IRP/DSM后，电力负荷率由原来的61.8%下降到1995年53.8%。东京电力公司作为电力供应侧，依靠政府，采取经济、技术、行政、法规等有效手段以及选择适当的运作方式，鼓励用户采取各种节电技术来改变需求方式，转移高峰负荷和节约能源。1995年，转移高峰负荷3.1GW(占全网负荷的5%)，计划到2000年转移负荷3.95GW。开展电力DSM，对用户、电力公司、社会都有明显的效益。用户用电量减少，电费下降。电力公司通过转移高峰负荷，使电源和电网的建设投资降低17%。同时还有减少能源消耗和环境污染的社会效益。



工业领域电力需求侧管理促进中心 65

3. 加拿大电力需求侧管理现状

- 加拿大在需求侧管理方面的工作开展相对晚一些，但通过一定的努力，也已获得相当的成效。安大略水电局是加拿大最大的电力公司，在1989—1992年，实施DSM项目所节省的电力容量约为709MW。随着发电量的减少，发电产生的二氧化碳、氮氧化物和二氧化硫也相应减少，由此减少了温室效应，对环境保护十分有利。加拿大实施DSM工作削减高峰负荷近1.7GW工业用户进行DSM的信息支持和金融鼓励。如安大略电力公司对每移峰1kW的项目，一次性补助加元\$400/年。每节电1kWh，每年补助加元\$10元。对商业用户，它们主要采用照明节电工程。电力公司对采用节能型灯管给予补助。对居民用电，它们主要是协助政府制定建房节能标准，并要求对照明用电采用同商业用户一样的鼓励标准。内部节能工作。制定明确的节能行动计划，提高全员节能意识，健全内部节能组织与机构等。除采用一系列技术措施外，对自用电一律照价收费。



工业领域电力需求侧管理促进中心 66

4. 英国电力需求侧管理现状

- 英国Cyclo Contr01公司的电力需求侧管理系统是利用现有高、中、低压电网，集中控制任意终端设备的电力需求侧管理系统，该系统使用现有的50Hz或60Hz的电网来传递信号，在零交叉点区域内把电网电压波形调制为二进制信号，并传送到任意数目的接收器中。不需要任何网络调节设备或对现有电网进行改变，并且在长距离传输过程中有很高的可靠性。典型的Cyclo Contr01系统的设备，其发送机可从33kV和11kV配电变压器低压侧接入，接收机工作在220V和380V低压端，整个网络的通信距离可长达约97km，且终端的数量不受任何限制。控制中心可以通过电话网、无线网或者专线与Cyclo Contr01发送设备通信，由Cyclo Contr01终端控制系统软件完成接入设备的控制和负荷侧管理。此外，系统还能实现实时监控、需求分析和报警控制等功能。无论对不同的配电系统，还是复杂的电力需求侧管理方式，Cyclo Control都能提供稳定可靠的、灵活的解决方案，并保证系统的经济性和高效性。Cyclo Contr01系统主要用于公用照明系统、工业负荷管理、需求侧负荷管理、多费率管理和民用负荷管理等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 67

5. 韩国电力需求侧管理现状

- 韩国推行电力DSM紧紧围绕提高电力负荷率，通过开发天然气、煤气和太阳能等能源作为电力替代能源。



工业领域电力需求侧管理促进中心 68

6. 法国电力公司的电力需求侧管理政策

- 法国国家电力公司是一个覆盖全国，集发电、输电和供电为一体的公司，提供全国发电量的如%和供电量的95%。法国国家电力公司作为一个国有公共事业公司，唯一的目的是以最小的成本为客户提供最好的服务。在电力需求侧管理方面主要采取了以下措施：
- (一)利用电价方面 电价是电力需求侧管理的一种有效的经济手段，电价必须能很好地反映成本，成为协调电力客户与电力公司之间关系的有效工具。在电价方面主要采取了以下措施：(1)实行绿色和黄色电价。法国国家电力公司于1957年开始执行绿色电价，绿色电价分为8个时间段。1984年又引入黄色电价，作为对绿色电价的有效补充。黄色电价相对比较简单，对小公司来说实行黄色电价已经足够了。(2)区分低谷和高峰时段电价。法国国家电力公司对于居民客户区分低谷和高峰时段，使电蓄热热水器得以快速发展，提高了负荷曲线的稳定性。



工业领域电力需求侧管理促进中心 69

- (二)促进高效用电方面
- 法国国家电力公司自20世纪印年代以来，为了促进电力客户有效地使用电能，积极推动发展高效用能技术，包括改进现有技术和开发新技术。尤其是石油危机推动了高效用能技术的发展。1995年，国家电力公司采取了一项重要措施，花费6120亿法郎用于电力应用技术的研发。



工业领域电力需求侧管理促进中心 70

- (三)海外行政区采取的行动 由于法国海外行政区的电力成本是法国本土电力成本的2倍，而售电价却相同，在法国海外行政区开展电力需求侧管理具有重要意义。主要采取的措施有：因此1)推广紧凑型节能日光灯取得很好的成果，每售出100万只灯，在总负荷为500MW的情况下，降低高峰负荷15MW； 2)公共照明系统采用高压钠灯替代现有灯泡； 3)减少空调的使用，采用自然空调方法，或采用带人工空调的最佳建筑设计； 4)采用带有多种选择的高效设备空调器； 5)推进负荷管理项目，如促进在低谷时段使用蓄热式热水器、采用蓄冰制冷技术大客户签订高峰限电合同等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 71

- (四)同法国环境与保护署的合作
- 法国国家电力公司同法国环境与保护署在1993年签定了一个合作协议，在协议中决定共同为开展电力需求侧管理项目做出努力。在确定的历个实验项目中，涉及以下内容：(1)居民用电方面。通过广告宣传推广节能灯；推广有欧洲节能标签的冰箱和制冷设备；对100个抽样家庭中进行用能统计，提高终端能源消费者的节能意识；对选定的农村电网实施电力需求侧管理。(2)在第三产业方面。对建筑物照明、大型厨房和洗衣房等进行能源审计。(3)工业方面。推广变速电机；对压缩空气系统和工业冷气系统进行全面审计；向客户发放调查表，根据调查情况向客户提出使用设备的建议。



工业领域电力需求侧管理促进中心 72

7、意大利国家电力公司的电力需求侧管理政策

- 意大利国家电力公司是政府实施电力需求侧管理的机构。从20世纪70年代末，国家电力公司逐步加强了电力需求侧管理，将电力需求侧管理融入发展战略的各个方面。直接指导客户选择用能方式，提高电能利用效率。国家电力公司的电力需求侧管理主要涉及工业、服务业与家庭居民和农业等电力客户。



工业领域电力需求侧管理促进中心 73

- (一)工业部门的电力需求侧管理 国家电力公司对全国工业部门用能的各个环节进行了深入细致的分析。根据中期、近期电力生产情况，确定了一些电热应用项目，如将热泵用于升温、恒温、干燥和冷却等方面。通过采用新技术，不仅提高了能源效率，而且节省了电力客户的费用。为了向客户宣传先进高效技术，国家电力公司选择最有效的工艺、装置设备以及设备使用方法开展宣传和咨询活动，并与其他机构合作，实施一些示范项目。



工业领域电力需求侧管理促进中心 74

- (二)服务业与居民客户的电力需求侧管理 国家电力公司出版了面向居民、旅馆和商业建筑物的采暖、通风和空调系统以及照明设备的应用指南，每个指南都向系统设计师和客户的技术和经济信息。此外国家电力公司还积极推广太阳能热水器、热泵热水器和紧凑型荧光灯等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 75

- (三)农业部门的电力需求侧管理 在农业部门，由于热泵、空调和烘干方面电力技术的应用，大大提高了电能利用效率。国家电力公司向当地政府和农村广泛宣传有关应用指南的技术和经济知识。



工业领域电力需求侧管理促进中心 76

- (四)在负荷曲线合理化方面的电力需求侧管理 从1980年起，为了使重点电力客户的需求合理化，国家电力公司制定了适当的电价体制：(1)将分时电价的执行范围扩大。分时电价的执行范围扩大为所有容量为 kW 以上客户。根据分时电能表对每个客户耗电过程的计算，可实现“面向对象”收费。(2)实行“可中断供电合同”。国家电力公司与容量为 $3000kW$ 以上的弹性电力客户签定“可中断供电合同”，要求在确定的时段至少减少 $1MW$ 负荷，国家电力公司根据全年可中断负荷量给客户一定的电费折扣。(3)实行“定时可中断供电合同”。客户在合同期(冬季约4个月，夏季约1个月)的电力系统高峰时间减少负荷，客户所获得的利益是根据中断的重要性和持续时间在电费中得到回报。



工业领域电力需求侧管理促进中心 77

需求侧管理的节能技术

- 一、绿色照明技术
- “绿色照明”概念源于20世纪90年代初的美国，后来传播到世界许多国家，它是指以提高照明效率、节约电力、保护环境为主要目的的照明设计及控制方法，选择高效节能照明器具，替代传统低效的照明器具，以提高照明用电效率和照明质量。
- “绿色照明”运动的蓬勃发展主要受两方面的影响，一是近半个世纪以来照明新技术和新产品不断涌现，照明效率日益提高，为照明节电提供了技术保证；二是由于能源危机和全球气候变化等问题引发了全球绿色节能环保运动的兴起，促进了绿色照明运动的广泛开展。20世纪70年代初出现的世界性的能源危机，对节能照明起到了有力地推动作用。90年代初又进一步提出了“绿色照明”。



工业领域电力需求侧管理促进中心 78

- 许多国家的照明组织先后提出了相应的实施绿色照明的建议和规定。有关照明设施的制造、研究和设计部门围绕这一课题开展了大量的工作。各国的照明厂家在研究开发新型节能光源、高效率灯具及照明控制设备等方面，都不断有新产品大量投入市场。而一些发达的国家还相继按节能的要求修订了照明标准，照明设计人员也根据节能的原则对照明方式作了有益的改革与创新。



工业领域电力需求侧管理促进中心 79

- “绿色照明”主要包含三项内容：照明设施、照明设计及照明维护管理。
- 1. 主要内容
- (1)开发并应用高光效光源。
- (2)选择高效率节能照明器具替代传统低效的照明器具，使用先进(如智能化)的控制系統，提高照明用电效率和照明质量。
- (3)采用合理的照明设计。
- (4)充分利用天然光。
- (5)加强照明节能管理。



工业领域电力需求侧管理促进中心 80

- 2. 主要指标
- (1)高效：以消耗较少的电能获得足够的照明。
- (2)环保：减少光污染和大气污染排放。
- (3)安全：不产生紫外线、眩光等有害光照。
- (4)舒适：光照清晰、适度、柔和。



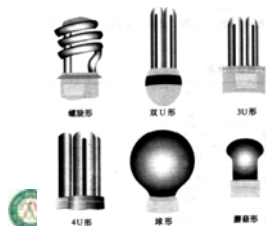
工业领域电力需求侧管理促进中心 81

- 我国照明用电约占全国总发电量的12%左右。2013年我国发电量为18900亿kw·h，即照明用电约为2268亿kw·h，且大都为峰荷用电。据估算，如果我们能用3亿只高效节能光源代替能耗高的白炽灯等光源，每年可节约220亿kw·h的电量，相当于少建约350万kw装机容量的电站，节约电力建设资金250亿元左右，同时可减少二氧化碳排放量2200万吨左右。
- 电器照明的能源利用效率非常低，由电能转换成光能的平均效率约为10%，由初级能源(燃料)转换成光能的总效率只有3%。从需求侧估算，节约比V容量的投资约为电源侧发电新增容量造价的20%。40%，因此，利用新技术开展节能照明的潜力很大。



工业领域电力需求侧管理促进中心 82

- 我国当前绿色照明推广的是：用紧凑型荧光灯替代白炽灯；用细管三基色高效荧光灯替代粗管低效荧光灯；用新型高效高压钠灯和金属卤化物灯替代高压汞灯、低效钠灯和卤钨灯；用电子镇流器或低耗能电感镇流器替代普通高耗能电感镇流器。



工业领域电力需求侧管理促进中心 84

二、热泵技术

- 一、热泵是一种有效的节能装置
- 热泵是一种利用高位能(如电能)使热量从低位热源流向高位热源的节能装置。这种装置可以把不能直接利用的低位能(如空气、土壤、水中所含的热能、太阳能、工业废热等)转化为可以利用的高位能(如热水、热空气等)，以达到节约部分高位能的目的。因此，热泵作为一种有效的节能产品，可望在暖通空调、工业、农业等多种领域内得到广泛的应用。



工业领域电力需求侧管理促进中心 84

- 二、热泵发展背景
- 1. 节约能源政策
- 2004年中国一次能源产量达18.46亿吨标准煤，其中，原煤产量达19.56亿吨，比上年增长2.89亿吨。2004年末全国电力装机容量达4.4亿kW，全年新增装机5000万千瓦以上，年发电量达21870亿kw·h；原油产量1.75亿吨，比上年增长292万吨；天然气产量408亿m³，比上年增长64亿m³。据国家信息中心预测，2010年我国能源需求将达21.6~23.2亿吨标准煤。洁净能源的迅速发展，优质能源比重的提高，为提高能源利用效率和改善大气环境起了重要的作用。在使用燃气热泵(CEHP)后，由于利用废热，GEHP的综合利用可达到80%—85%；若通过轴动力传动热泵，利用了低位热能，故综合热效率可达到150%—170%。《中华人民共和国节约能源法》中的节约能源政策，促进了热泵事业的发展。



工业领域电力需求侧管理促进中心 85

- 2. 环境保护政策 20世纪90年代初，环保要求进一步提高，促进了热泵市场的发展。
- 3. 城市能源结构的改变特别是要求限制CO₂排放量的呼声越来越 大中城市人口集中，能源消耗量大，污染问题突出。实施国家能源政策，改善能源结构，提倡使用清洁优质能源，限制煤炭的使用，为热泵的应用创造了条件。



工业领域电力需求侧管理促进中心 86

三、水源热泵

- 1. 水源热泵原理
- 水源热泵技术是利用地球表面浅层水泥如地下水、河流和湖泊中吸收的太阳能和地热能而形成的低温低位热能资源，并采用热泵原理，通过少量的高位电能输入，实现低位热能向高位热能转移的一种技术。目前国内常见的水源热泵有井水泥热泵冷热水机组、污水源热泵、地表水(江、河、湖、海水)热泵、水环热泵空调系统中的小型室内热泵机组等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 87

- 地球表面浅层水源如深度在1km以内的地下水、地表的河流、湖泊中，吸收了太阳进入地球的相当的辐射能量，并且地下水的温度一般都十分稳定。水源热泵机组工作原理就是在夏季将建筑物中的热量转移到水源中，由于水源温度低，所以可以高效地带走热量，而冬季，则从水源中提取能量，通过使其品位提高，用以加热空气或水，然后将热泵提升温度后经空气或水送到建筑物中，供用户使用。通常水源热泵消耗1KW的能量，用户可以得到4kW以上的热量或冷量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 88

- 2. 水源热泵的利用优势
- (1)属可再生能源利用技术。水源热泵是利用了地球水体所储藏的太阳能资源作为热源，进行能量转换的供暖空调系统。其中可以利用的水体，包括地下水以及地表的河流、湖泊和海洋。地表土壤和水体不仅是一个巨大的太阳能集热器，收集了约47%的太阳辐射能量，比人类每年利用能量的500倍还多(地下的水体是通过土壤间接地接受太阳辐射能量)，而且是一个巨大的动态能量平衡系统，地表的土壤和水体自然地保持能量接受和发散的相对均衡，这使得利用储存于其中的近乎无限的太阳能或地能成为可能。所以说，水源热泵的低位热源是清洁的可再生能源。



工业领域电力需求侧管理促进中心 89

- (2)高效节能。冬季水体温度比环境空气温度高，水源热泵循环的蒸发温度比空气源热泵要高，能效比也高。而夏季水体温度比环境空气温度低，所以制冷的冷凝温度也比空气源热泵低，从而使机组效率提高。据美国环保署EPA估计，设计安装良好的水源热泵，平均来说可以节约用户30%—40%的供热制冷空调的运行费用。



工业领域电力需求侧管理促进中心 90

- (3)运行稳定可靠。水体的温度一年四季相对稳定，其波动的范围远远小于空气的变动。水体温度较恒定的特性，使得热泵机组运行更可靠、更稳定，也避免了空气源热泵冬季除霜等问题。



- (4)环境效益显著
- 设计良好的水源热泵机组的电力消耗，与空气源热泵相比，减少了约30%以上，与电供暖相比，减少了约70%以上，也就减少了环境污染。水源热泵采用R22、R134A、R407C和R410A等工质，没有燃烧，没有排烟，也没有废弃物，有利于保护大气臭氧层。



- (5)一机多用，应用范围广。
- 水源热泵系统可供暖、制冷，还可提供生活热水，一机多用，一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套系统。特别是对于同时有供热和供冷需求的建筑物，水源热泵有着明显的优点。不仅节省了大量能源，而且用一套设备可以同时满足供热和供冷的要求，减少了设备的初投资。水源热泵可应用于宾馆、商场、办公楼、学校等建筑，小型的水源热泵更适合于别墅住宅的采暖和供冷。



3. 目前中国水源热泵推广应用中存在的问题

- 国家的水政策
- 可选用的水源条件限制
- 水层的地理结构的限制
- 投资的经济性



三、建筑节能技术

- 建筑能耗，是能源消耗的一个主要方面。西方发达国家，建筑能耗占社会总能耗的30%—45%。如日本的建筑能耗，约占社会总能耗的30%左右，美国约占35%，法国约占45%。因而，各国对建筑节能极为关注。于是，建筑节能成了世界节能浪潮的主流之一。
- 有统计数据表明，到2000年末，我国建筑年消耗能源共计3.76亿tce，占全社会终端能耗总量的27.6%。而21世纪头20年，又是我国建筑业的鼎盛期。预计到2020年，全国房屋建筑面积将接近2000年末的2倍。



- 人们重视了建造房屋，积累财富，却忽略了房屋在100年使用期内需消耗大量能源。一方面，既有的近400亿m²建筑中有99%为高耗能建筑；另一方面，新建筑(目前每年建成的房屋面积高达16.20亿m²)中95%以上仍属高耗能建筑，我国单位建筑面积采暖能耗是发达国家新建建筑面积的3倍以上。照此发展，到2020年，我国建筑能耗将达到10.89亿tce，空调高峰负荷上升到相当于10个三峡电站的满负荷出力。
- 然而，我国是一个能源资源短缺的国家。资料显示，即使核电再建60个大亚湾电站，装机容量1.2亿kw；水电增加10个三峡电站，把2.6亿kw可经济开发的水源全部用完；标准煤开采达到空前的19亿t；可再生能源开发利用到4.6亿tce。其一次能源的总供应量，也只能达到32亿tce。届时，人均能源的占有量仅能增加一倍。尤为严重的是因大气污染等导致生态环境恶化的形势将更加严峻。所以，仅靠扩大能源的供应已不能满足当前的发展方式，只有节能，实施可持续发展，才是硬道理。



- 建筑节能工作，主要围绕提高建筑物围护结构的保温隔热性能和提高供热制冷系统效率两个方面展开。根据国际惯例，建筑节能是指建筑物在使用和建造过程中，合理地使用和有效地利用能源，提高建筑使用过程中的能源效率，主要包括采暖、通讯、空调、照明、炊事、家用电器和热水供应等的能源效率。以便在满足同等需要或达到相同目的条件下，尽可能降低能耗。鉴于通过建筑围护结构散失的能量和供热制冷系统的能耗在整个建筑中占大部分，因此国际上建筑节能的重点都是放在节约采暖和降温能耗上，并且把建筑节能工作同提高热舒适性、降低采暖和空调费用以及减轻环境污染结合起来。



工业领域电力需求侧管理促进中心 97

- 建筑节能的技术途径，主要依靠减少围护结构的散热以及增进供热、制冷系统的热效率两方面。前者要求加强门窗、外墙、屋顶和地区的保温隔热，后者则要求系统设备合理配套，运行控制调节灵活，并设有能量计量装置，同时，在建筑物建造过程中，要重视采用节能技术和节能产品，以降低能源消耗。



工业领域电力需求侧管理促进中心 98

四、家用电器节电技术

- 近几年，我国居民年用电量都在以10%—15%的速度增长，其年耗电量约占全国总用电量的10%以上，而居民用电的负荷特性很差，其最高负荷可达当地最高负荷的30%—40%，居民用电中空调用电量居于首位，每年超过700亿kW·h，其次是电冰箱，年用电量约为500亿kW·h。
- 家用电器耗电量大、负荷高的主要原因，一是数量多；二是现存的大量低效的家用电器消耗了大量电能；三是用电时段较为集中。以家用空调为例，有专家统计，时下我国家用空调能效比低于2.6的仍占32%左右，而GB12021.3—2004《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》规定，房间空调器能效等级必须达到2级以上才属于节能型空调，即整体式能效比为2.9以上，分体式为3.0及以上，且居民空调与照明用电主要集中在晚高峰时段，对电网的经济运行极为不利。
- 家用电器节能的主要途径是提高其使用效率。那些能够获得相同功效而耗电处于先进水平的即节能型家用电器。此外，改善家用电器使用环境和使用方式，也可达到节约电能的目的。



工业领域电力需求侧管理促进中心 99

空调的节电技术

- 制冷量是家用空调器的第一性能参数，国家和制冷行业部门为测定空调的制冷量规定了统一的标准和条件，在该标准和条件下实际测得的制冷量即为额定制冷量。
- 制冷量以“w”为单位，一般家用空调的制冷量在2200—7200w之间。特别要注意的是，这里的“2200—7200w”并不是指空调压缩机的耗用功率。我们传统上还有一种说法叫“匹”，一般情况下，2200—2600w都可称为1匹，3200—3600w可称为1.5匹，4500—5100w可称为2匹，3匹相当于6500—7200w。
- 家用空调的另一重要参数是能效比，以EER (Energy Efficiency Rating) 表示。能效比指制冷量与制冷功率的比值。例如，一台空调的制冷量是4800w，制冷功率是1860W，其EER是：4800 / 1860 = 2.58。显然，能效比越大，即EER值越大，空调效率就越高，空调也就越省电。



工业领域电力需求侧管理促进中心 100

- 三、房间空调器的主要节电手段
- 空调是所有家用电器中耗电量最大的一种，其年耗电量约占整个家庭年耗电量的30%，因此空调节电在家庭节电中有举足轻重的作用。空调节电应从选购、安装、使用、维护等多个方面入手。
- 1. 房间空调器的选购
- 依据家庭实际使用情况正确选购房间空调器是节电的首要环节。在选购空调器时应该考虑以下几个因素：



工业领域电力需求侧管理促进中心 101

- (1)根据房间大小选择适当的机型和适当功率的空调器。一般家用空调包括窗式、分体式和柜式三种。在选购时应首先考虑使用房间面积的大小来确定采用何种机型和多大功率，如果空调器功率过小，则房间温度难以调节到舒适程度；如果空调器功率过大，则因很快达到设定温度而使压缩机频繁启停，一方面房间温度忽冷忽热，人体不能获得舒适感；另一方面也浪费了大量电力且影响压缩机使用寿命。
- 一般情况下，空调制冷 / 热量与房间面积有如下关系：
- 制冷量 = 140-180W × 房间面积；制热量 = 180-240W × 房间面积。如果房屋层高大于2.5m或为顶层或西晒，则应当加大功率。例如一个20m²的房间所需要的制冷量为2800-3600W，制热量为3600-4800w，可选择我们通常所说的大约1.5匹的空调器。此外，房间的朝向、冷墙面积、窗墙比、是否顶层等也是需要考虑的因素，综合这些因素，选择相应功率的上限或下限。同时，在节能型建筑条件下，可适当降低空调器的功率。



工业领域电力需求侧管理促进中心 102

- (2)选择高能效比的空调器。EER值是衡量空调器效率最重要的指标，同一功率的空调，其EER值越高则空调器效率越高也越省电。据测算，EER每提高0.1，即可省电约4%。因此应尽可能选择能效等级为国家标准中2级以上的节能型家用空调。
- (3)选择带有定温、定时及睡眠功能的空调器。这种空调可以提供更舒适的环境，同时定温功能可以根据外界气温设定房间温度，避免了空调的无效运转；定时功能可以及时开关空调器，避免了在无人状态下运行，节省了电能消耗；睡眠功能使空调器在运行一段时间后，逐渐提高设定温度，风扇低速运转，一方面使人体更加舒适，另一方面也更省电。
- (4)选择交流变频或直流调速空调。变频空调初启动时，压缩机电动机高速运转，使房间温度迅速达到设定温度，随后压缩机转速和风机转速逐步自动平稳下降，确保室温在设定温度的±0.5℃范围内。当压缩机低速运转时其耗电量大幅度下降，据有关资料显示，由于避免了压缩机的频繁启动，交流变频或直流调速空调可以比定速空调节省30%—45%的电能，且空调连续运行时间越长越省电。



工业领域电力需求侧管理促进中心 103

- 2. 房间空调器的安装
- (1)保持室外机通风良好。空调器室外机排风口50cm以内无障碍物，保持排气畅通无阻，避免因气流受阻而影响机器工作效率；室外机尽可能不装设在受阳光直射的地方；装设高度宜距离地面75cm以上，以免灰尘污染散热器影响效率，增加耗电量。室外机不宜装设遮阳篷，以利于热量的散发。
- (2)室内机与室外机的连接管尽可能短，并避免过多弯曲。连接管太长或弯曲过大过多，会影响制冷剂的热移动，使制冷效率降低。有实验表明，假设连接管长度为3m时的制冷效率为100%的话，那么5m时效率降为97%，10m时降为95%。同时，连接管弯曲部分的曲率半径宜在10cm以上。



工业领域电力需求侧管理促进中心 104

3. 房间空调器的使用和维护

- (1)增加密封性。使用空调的房间门窗宜加装密封条，尽量减少门窗的开关次数，以减少与室外热量的交换，避免压缩机因温度的变化而频繁启动，或变频空调的始终处于高速运转状态而增加耗电量。
- (2)提高隔热效果。采用双层玻璃窗，加装隔热窗帘，窗口可安装遮阳篷，窗外种植可以遮阳的植物，以避免阳光直射室内从而影响制冷降温速度，增加耗电量。有条件的可在房屋内墙、屋面、地面增加保温层，增强隔热效果，提高空调器效率。
- 带有换气功能的空调器，应在适当的时候开启，不宜长时间持续开启。
- (3)温度设定适宜。制冷宜设定于26℃—27℃，制热宜设定于16℃—18℃。据测算，制冷时若设定温度提高1℃，大约可以节约6%的电能。



工业领域电力需求侧管理促进中心 105

- (4)增大空气流通速度。制冷时，配合电风扇一起使用，可以增加室内空气流通，加快降温速度，减少耗电量。
- (5)避免热源。制冷时空调房间内避免使用发热器具，以免增加压缩机高速运转时间，增加耗电量。
- (6)及时清洗空调器室内机滤网及室外散热器。如果滤网上附着的灰尘过多，会阻碍空气在空调器中的流通，增加耗电量。一般空调器滤网以2—3周清洗一次为宜。室外散热器也应在使用季节之前清洗。



工业领域电力需求侧管理促进中心 106

- 7)调整叶片方向。空调器制冷时叶片应向上，制热时叶片应向下，以利于室内空气有效对流，提高制冷或制热效率，减少耗电量。
- (8)及时补充制冷剂。一般空调器在使用3—5年后，制冷剂即会有少量泄漏，如不及时补充，则会影响空调器运行效率，增加耗电量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 107

4. 房间空调器的淘汰和更新

- 我国的家用空调器在20世纪80年代后期开始进入家庭，按正常使用寿命10—15年计算，从2003年起我国就进入了家用空调器报废的高峰期。属于应淘汰范围的空调运行效率很低，且耗电量极大，因此宜及时更新换代



工业领域电力需求侧管理促进中心 108

电冰箱的节电

- 电冰箱是现代家庭必备的家用电器，由于其全年不断地运转，因此耗电量相当可观一般约占家庭年耗电量的20%左右。电冰箱节电对减少家庭总耗电量意义重大。
- 电冰箱的构造与空调相似，包括4个基本组件：压缩机、冷凝器、冷媒控制器、蒸发器，再配合控制装置及外箱保温隔热层组合而成。压缩机可以说是电冰箱的“心脏”，它将低压低湿气态制冷剂压缩成高压高温的气态制冷剂，经冷凝器冷却成高压中温的液态制冷剂，再通过冷媒控制器降压为低压中温的液态制冷剂，使制冷剂能够在蒸发器中吸热蒸发为低温气态制冷剂。此时制冷剂吸收的是电冰箱内的热量。由于冰箱内空气放热而使箱内温度降低，从而达到制冷的目的。



工业领域电力需求侧管理促进中心 109

家用电冰箱的节电手段

- (1)正确选购节能型电冰箱。以200L的家用电冰箱为例，普通电冰箱每天耗电近1kW·h，但如果使用变频式或高效节能电冰箱，每天耗电仅为0.4—0.5kW·h，节电率50%—60%。电冰箱使用寿命期一般为10—15年，在寿命期内节能型电冰箱比非节能型电冰箱节约2000kW·h。
- (2)摆放位置得当。电冰箱摆放位置应避免阳光直射或靠近炉灶等热源，防止因周围温度上升而增加耗电量。
- (3)保留散热面空间。电冰箱散热面周围应至少保留15cm左右的空间，以确保冰箱良好的通风散热环境，提高制冷效率。
- (4)保持密封条性能良好。电冰箱门上的橡胶条应保持闭合严密，磁性良好。冰箱门上的缝隙将增加5%—15%的耗电量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 110

- (5)正确使用温控开关。装有温控开关的普通电冰箱，其温控开关应随季节变化随时调节。夏季宜调至“4”或最高档，冬季调至“1”，或“2”，这样可以减少电冰箱启动次数，节约用电。此外，温控开关不可长时间处于强冷或急冷的位置，避免增加耗电量。
- (6)控制食物储存容量。电冰箱内储存的食物不宜超过总容积的80%，以保持内部有足够的冷空气循环空间。食物存放过多将增加耗电量4%—5%。热的食物应待其冷却后再放入电冰箱，否则会加重蒸发器表面结霜厚度，使压缩机工作时间过长，耗电量增加。
- (7)及时除霜。积霜超过6mm时应及时除霜，以免影响制冷效果。
- (8)减少开门次数和缩短开门时间。在室温为20°C的情况下，每天若增加10次开门次数，则可能增加3%的耗电量；在周围温度为30°C的情况下，每延长10s的开门时间，则可能增加3%—4%的耗电量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 111

热水器的节能技术

- 减少热水器的耗电量，关键是选择合适的种类和容量。
- (1)若热水器在一天当中的使用时间较长，则可以优先考虑选择热泵式电热水器，它比一般电热水器节能约70%。
- (2)若家庭用电容量允许，则可以优先选择即热式电热水器，其热损耗比储水式电热水器少，约省电40%—65%。
- (3)若选择储水式电热水器则应首先考虑那些保温性好、防腐蚀、防结垢的品牌。目前一些保温性能较好的产品可将水温下降速度控制在1/h之内(环境温度20度)，冬季环境温度较低，则下降速度相对快一些。



工业领域电力需求侧管理促进中心 112

- (4)根据家庭人口选择适当容量的储水式电热水器。仅供厨房使用的热水器可选择10—15L左右的；用于洗浴的，2—3人可选用80L左右的，3—5人则可选择150L左右的。
- (5)选择带有预约功能的电热水器，可以根据洗澡时间开始加热储水罐中的热水，减少保温时间，降低热损耗。
- (6)在执行峰谷分时电价地区，选择带夜电模式保温性能好的储水式电热水器，低谷时段开启，蓄热保温，高峰时段关闭，可降低电网高峰负荷。使用廉价低谷电，可以减少家庭电费支出。



工业领域电力需求侧管理促进中心 113

洗衣机的节电技术

- 洗衣机的耗电量取决于电动机的使用功率和使用时间的长短。非变频调速洗衣机的电动机功率是固定的，因此，恰当地减少洗涤时间，就能节约用电。
- (1)选择节能型洗衣机。比如变频调速洗衣机，能源效率等级高的节能型洗衣机。
- (2)注意使用方法。适当的洗衣时间，很多浸泡生洗涤，适当的水量。



工业领域电力需求侧管理促进中心 114

五、变压器的节能技术

- 变压器在传输电能过程中必定产生损耗。变压器的损耗主要来自铁芯的空载损耗和绕组的负载损耗。这两个损耗值是衡量变压器是否为节能系列产品的依据。
- (1) 更换老旧变压器，采用更为节能的新型变压器，能带来明显的节电效果。
- (2) 根据使用投机环境和条件选择不同的变压器。如，采用单相变压器用于居民低压配电单相三线制系统，对降低低压配电损耗意义重大。采用非晶合金变压器的空载损耗比硅钢片的变压器下降70%左右。其他如干式变，组合式变压器，有载调压变压器等。



工业领域电力需求侧管理促进中心 115

- 自1979年美国联信公司发明非晶片至今，该变压器在全世界范围作为样品研制和少量生产使用。非晶合金配电变压器的空载损耗比硅钢片的配电变压器下降70%-80%，至今未全面推广使用的根本原因是价格较高。1998年上海置信公司引进了美国GE公司的非晶合金铁芯变压器制造技术，其生产的SH-M型非晶合金铁芯密封式变压器额定容量在50-2500kV·A之间，空载损耗在34-700W之间，负载损耗在870-21500W之间，空载电流在0.5%-1.5%之间，短路阻抗在4% - 4.5%之间。



工业领域电力需求侧管理促进中心 116

- (3) 优化运行方式、合理调整负载，改善运行条件，降低变压器的有功功率和无功功率损耗，提高变压器电源侧的功率因数，从而最大限度地降低变压器及电网损耗。



工业领域电力需求侧管理促进中心 117

六、交流电动机的调速节能技术

- 电动机是企业中应用最多的电气设备。它所消耗的电能约占工业用电量的60%，降低电动机的电能损耗，可节约大量的电能。
- 交流电动机调速应根据其服务对象的不同采用不同的速度。
- (1) 不同的生产机械要求有不同的运行速度，甚至一台机械在不同的生产过程中需要不同的运行速度。
- (2) 对于风机、泵类负载，如采用调速改变其流量，可达到显著的节能效果。20%-60%



工业领域电力需求侧管理促进中心 118

- 交流电动机的特点
- 三相交流异步电动机自19世纪80年代发明、使用至今，在电力拖动领域其一直占据着统治地位。与直流电动机相比，它具有以下特点：
- (1) 单机容量大。国际上，直流电动机的单机容量一般不超过12—14MW，而交流电动机的单机容量却远远大于这个值。
- (2) 转速高而且耐高压。直流电动机配有换向器，最高电压一般只能到1kV。交流电动机则可以达到6—10kV，甚至更高。直流电动机的转速一般不超过3000转/min，交流电动机却可以达到几万转/min。
- (3) 物美价廉。其体积、重量、价格比相同容量的直流电动机小，且交流电动机结构更简单、坚固耐用、经济可靠、惯性低。
- (4) 对环境的适应性强。交流电动机尤其是鼠笼型异步电动机对环境的适应性强，使用上受到的限制比较少。
- (5) 应用范围广。交流电动机的应用范围比直流电动机的应用范围要广得多，故对交流电动机调速，能更显著体现节能效果。



工业领域电力需求侧管理促进中心 119

电力系统基础知识

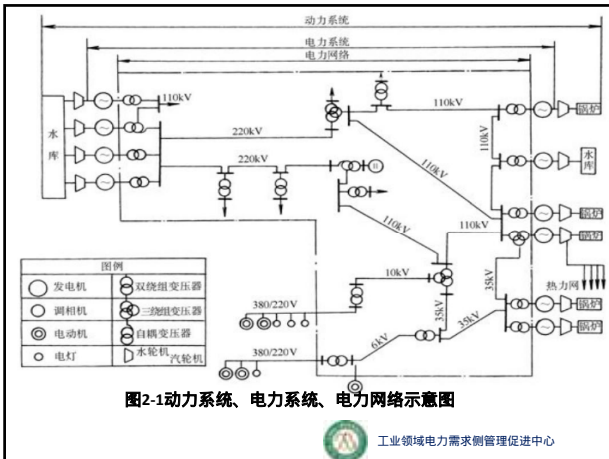
一、电力系统概述

- (1) 一个完整的电力系统由分布各地的各种类型的发电、升压和降压变电所、输电线路及电力用户组成，它们分别完成电能的生产、电压变换、电能的输配及使用。
- (2) 电力网络或电网指电力系统中除发电机和用电设备之外的部分，即电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所。
- (3) 动力系统指电力系统加上发电一“动力部分”。“动力部分”一包括水力发电厂的水库、水轮机，热力发电厂的锅炉、汽轮机、热网和用电设备，以及核电厂的反应堆等等。

总结：电力网络是电力系统的一个组成部分，而电力系统又是动力系统的一个组成部分，这二者的关系见下图：



工业领域电力需求侧管理促进中心



电力系统基础知识

二、电力系统的电压

1. 三相交流电网和电力设备的额定电压

根据受电设备和供电设备的额定电压，国标GB/T156-2007《标准电压》规定了交流电力网和电力设备的额定电压等级。

1) 电网(电力线路)的额定电压

电网的额定电压是确定其它一切电力设备额定电压的基本依据，它是国家根据国民经济发展的需要以及电力工业的现有水平，经过全面的技术分析后确定的。三相交流电网和电力设备常用的额定电压如下表所示。

表2-1 我国交流电力网和电气设备的额定电压

分类	电网和用电设备电压/kV	发电机额定电压/kV	电力变压器额定电压/kV	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
	3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
	6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
高压	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	—	13.8, 15, 17.5, 18, 20, 22, 24, 26	13.8, 15, 17.5, 18, 20, 22, 24, 26	—
	35	—	35	38.5
	66	—	66	72.6
	110	—	110	121
	220	—	220	242
330	—	330	363	
500	—	500	550	
750	—	750	825	

电力系统基础知识

2. 电压设备的额定电压

用电设备的额定电压规定与同级电网的额定电压相同。

发电机的额定电压规定高于同级电网额定电压的5%，以补偿线路上的电压损失。

变压器的额定电压分为一次绕组额定电压和二次绕组额定电压。

(1) 变压器一次绕组额定电压分两种情况：当变压器直接与发电机相连时，如图2-2中的变压器T1，其额定电压与发电机额定电压相同，即高于同级电网额定电压的5%；当变压器连接在电路上时，如图2-2中的变压器T2，成为电网上一个负荷，其一次绕组额定电压与电网额定电压相同。

图2-2 电力变压器的额定电压说明

电力系统基础知识

2) 变压器的二次绕组额定电压也分两种情况：当变压器二次侧供电线路较长时，如图2-2中的变压器T1，其额定电压应高于同级电网额定电压的10%，5%用来补偿变压器二次绕组的内阻抗压降，5%用来补偿线路上的电压损失；当变压器二次侧供电线路不太长时，如图2-2中的变压器T2，其额定电压只需高于电网额定电压的5%即可，用于补偿变压器内部的电压损耗。

图2-2 电力变压器的额定电压说明

电力系统基础知识

三、供电系统的质量指标

1. 电压的质量要求

国家标准GB12325-2008《电能质量供电电压偏差》规定了不同电压等级的允许电压偏差的限值：

- 35 kV及以上供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的10%；
- 20kV及以下三相供电电压偏差为标称电压±7%；
- 220kV单相供电电压偏差为标称电压的+7%、-10%。

对供电点容量较小，供电距离较长以及对供电电压偏差有特殊要求的用户，由供、用电双方一协议确定。

电力系统基础知识

三、供电系统的质量指标

2. 频率的要求

我国规定的额定电压频率为50 Hz，大容量系统允许的频率偏差为±0.2 Hz，中、小容量系统允许的频率偏差为±Hz。频率的调整主要由发电厂进行。电力系统的频率指标由电力系统给予保证。



工业领域电力需求侧管理促进中心

电力系统基础知识

三、供电系统的质量指标

3. 供电的可靠性要求

保证供电系统的安全可靠性是电力系统运行的基本要求。所谓供电的可靠性，是指确保用户能够随时得到供电。这就要求供电系统的每个环节都安全、可靠运行，不发生故障，以保证连续不断地向用户提供电能。

不同的用户对供电可靠性的要求是不一样的。根据对供电可靠性的要求及中断供电造成的损失或影响的程度，将电力用户负荷分为三类。



工业领域电力需求侧管理促进中心

电力系统基础知识

三、供电系统的质量指标

3. 供电的可靠性要求

1) 一级负荷

一级负荷是指中断供电将造成人身伤亡危险，或造成重大设备损失且难以修复，或给国民经济带来重大损失，或在政治上造成、重大影响的电力负荷。

一级负荷要求由两个独立电源供电，当其中一个电源发生故障时，另一个电源应不致同时受到损坏。对一级负荷中特别重要的负荷，除上述两个电源外，还必须增设应急电源。常用的应急电源有：独立于正常电源的发电机组、专门的供电线路、蓄电池、干电池等。



工业领域电力需求侧管理促进中心

电力系统基础知识

三、供电系统的质量指标

3. 供电的可靠性要求

2) 二级负荷

二级负荷是指中断供电将在政治、经济上造成较大损失的电力负荷，如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等。

二级负荷要求由双回路供电，供电变压器也应有两台，当其中有一条回路或一台变压器发生常见故障时，二级负荷应不致中断供电，或中断供电后能迅速恢复供电。

3) 三级负荷

三级负荷为一般电力负荷，所有不属于上述一、二级负荷者均为三级负荷。由于三级负荷为不重要的一般负荷，因而它对供电电源无特殊要求。



工业领域电力需求侧管理促进中心

电力系统基础知识

• 三、电力负荷特性指标

- 1、日负荷率 γ 与日最小负荷率 β
- 2、月用电不均衡率 σ
- 3、年用电不均衡率 ρ
- 4、年负荷率 δ
- 5、年负荷静态变化率 κ_j
- 6、负荷年增长率 α_p
- 7、年最大负荷利用小时数 h_H



工业领域电力需求侧管理促进中心

1、日负荷率 γ 与日最小负荷率 β

- 日负荷率：

$$\gamma = \frac{P_{av}^c}{P_{max}^c}$$

- 日最小负荷率：

$$\beta = \frac{P_{min}^c}{P_{max}^c}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

2、月用电不均衡率 σ

- 月平均日用电量与月最大日用电量的比值。

$$\sigma = \frac{W_{av}^{Mc}}{W_{max}^{Mc}}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

3、年用电不均衡率 ρ

- 全年12个月份的最大负荷的平均值与年最大负荷的比值定义为年用电不均衡率。

$$\rho = \frac{\sum_{1}^{12} P_{max}^M}{12 P_{max}}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

4、年负荷率 δ

- 全年实际用电量与全年按最大负荷用电所需电量的比值。

$$\delta = \frac{W}{8760 P_{max}}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

5、年负荷静态变化率 κ_j

- 夏季静态最高负荷与冬季静态最高负荷的比率定义为负荷静态变化率。

$$\kappa_j = \frac{P_{Smax}}{P_{Wmax}}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

6、负荷年增长率 α_p

- 本年度最大负荷与上年度最大负荷的比值，为负荷年增长率。
- 本年度用电量与上年度用电量的比值，为用电量年增长率。

$$\alpha_p = \frac{P_{max,t}}{P_{max,t-1}} \times 100\%$$

$$\alpha_w = \frac{W_t}{W_{t-1}} \times 100\%$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

7、年最大负荷利用小时数 h_H

- 年用电量与年最大负荷之比定义为年最大负荷利用小时数。

$$h_H = \frac{W}{P_{max}}$$

$$h_H = 8760 \gamma_{av} \sigma_{av} \rho_{av}$$



工业领域电力需求侧管理促进中心

