

普通高校土木工程专业系列精品规划教材
PUTONGGAOXIAOTUMUGONGCHENGZHUANYEXILIEJINGPINGUIHUAJIAOCAI



建筑节能

JIANZHUIJENENG
JIANZHUIJENENG

◎主 编 刘 靖
◎副主编 刘惠卿 王海涛



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

建筑节能

主 编 刘 靖
副主编 刘惠卿 王海涛
参 编 韩欣欣 梁 庆



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能/刘靖主编. —长沙:中南大学出版社,2015.1

ISBN 978-7-5487-1235-0

I. 建... II. 刘... III. 建筑-节能-高等学校-教材
IV. TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 281427 号

建筑节能

刘 靖 主编

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 国防科技大学印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 17.5 ☐字数 438 千字

☐版 次 2015 年 1 月第 1 版 ☐2015 年 1 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1235-0

☐定 价 45.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

普通高校土木工程专业系列精品规划教材

编审委员会

主 任 余志武

常务副主任 雷晓燕

副主任(按姓氏笔画排序)

王卫东	王有凯	龙志林	刘哲锋	祁 皓	杨 斌
吴国雄	陈振富	陈 淮	胡习兵	祝明桥	徐长节
崔 杰	彭立敏				

委 员(按姓氏笔画排序)

刁心宏	于向东	马飞虎	王 英	王星华	王晓光
王 薇	方 焘	甘元初	石钰锋	白明洲	乔建东
刘小明	刘 坚	刘根强	刘 靖	宇德明	孙 晓
孙翠羽	杨伟军	杨仲轩	杨建军	杨春霞	李长春
李东平	肖 潇	张 健	张维锦	张鹏飞	张燕茹
陈友兰	陈长坤	陈汉利	陈锐林	罗小勇	周小林
周书葵	周凌宇	周智辉	周德泉	郑明新	赵小平
赵国宇	胡文韬	胡晓波	耿大新	徐林荣	郭文华
黄海林	蒋丽忠	傅 纯	戴公连		

总 序

土木工程是促进我国国民经济发展的重要支柱产业。近 30 年来,我国公路、铁路、城市轨道交通等基础设施以及城市建筑进入了高速发展阶段,以高速、重载和超高层为特征的建设工程的安全性、经济性和耐久性等高标准要求向传统的土木工程设计、施工技术提出了严峻挑战。面对新挑战,国内、外土木工程行业的设计、施工、养护技术人员和科研工作者在工程实践和科学研究工作中,不断提出创新理念,积极开展基础理论和技术创新,研发了大量的新技术、新材料和新设备,形成了成套设计、施工和养护的新规范和技术手册,并在工程实践中大范围应用。

土木工程行业日新月异的发展,对现代土木工程专业人才培养提出了迫切需求。教材建设和教学内容是人才培养的重要环节。为面向普通高校本科生全面、系统和深入阐述公路、铁路、城市轨道交通以及建筑结构等土木工程领域的基础理论和工程技术成果,由中南大学出版社、中南大学土木工程学院组织国内土木工程领域一批专家、学者组成“普通高校土木工程专业系列精品规划教材”编审委员会,共同编写这套系列教材。通过多次研讨,确定了这套土木工程专业系列教材的编写原则:

1. 系统性

本系列教材以《土木工程指导性专业规范》为指导,教材内容满足城乡建筑、公路、铁路以及城市轨道交通等领域的建筑工程、桥梁工程、道路工程、铁道工程、隧道与地下工程和土木工程管理等方面的需求。

2. 先进性

本系列教材与 21 世纪土木工程专业人才培养模式的研究成果密切结合,既突出土木工程专业理论知识的传承,又尽可能全面反映土木工程领域的新理论、新技术和新方法,注重各门内容的充实与更新。

3. 实用性

本系列教材针对 90 后学生的知识与素质特点,以应用性人才培养为目标,注重理论知识与案例分析相结合,传统教学方式与基于现代信息技术的教学手段相结合,重点培养学生的工程实践能力,提高学生的创新素质。这套教材不仅是面向普通高校土木工程专业本科生的课程教材,还可作为其他层次学历教育和短期培训的教材和广大土木工程技术人员的专业参考书。

4. 严谨性

本系列教材的编写出版要求严格按国家相关规范和标准执行,认真把好编写人员遴选关、教材大纲评审关、教材内容主审关和教材编辑出版关,尽最大努力提高教材编写质量,力求出精品教材。

根据本套系列教材的编写原则,我们邀请了一批长期从事土木工程专业教学的一线教师负责本系列教材的编写工作。但是,由于我们的水平和经验所限,这套教材的编写肯定有不尽人意的地方,敬请读者朋友们不吝赐教。编委会将根据读者意见、土木工程发展趋势和教学手段的提升,对教材进行认真修订,以期保持这套教材的时代性和实用性。

最后,衷心感谢全套教材的参编同仁,由于他们的辛勤劳动,编撰工作才能顺利完成。真诚感谢中南大学学校领导、中南大学出版社领导和编辑们,由于他们的大力支持和辛勤工作,本套教材才能够如期与读者见面。



2014年7月

前 言

随着城市建设的高速发展,我国的建筑能耗逐年大幅度上升,已达全社会能源消耗量的32%,加上每年房屋建筑材料生产能耗约13%,建筑总能耗已达全国能源总消耗量的45%。庞大的建筑能耗,已经成为国民经济的巨大负担,因此建筑节能势在必行。

建筑节能是指建筑在选址、规划、设计、建造和使用过程中,通过采用节能型的建筑材料、产品和设备,执行建筑节能标准,加强建筑物所使用的节能设备的运行管理,合理设计建筑围护结构的热工性能,提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和管道系统的运行效率,以及利用可再生能源,在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下,降低建筑能源消耗,合理、有效地利用能源。

建筑节能是一门跨学科、跨专业性很强的技术,其中涉及城市规划、土木建筑、热能力、空调制冷、环境、技术经济、机电、自动控制等工程学科的专业知识。为了能够胜任建筑节能的工作,相关专业的大学生及研究生在校学习期间,必须学习并掌握有关建筑节能方面的知识及技能。

本书全面地介绍了建筑节能所涵盖的内容,可适用于建筑环境与能源应用工程、建筑学、土木工程、城市规划、热能动力工程以及公共管理等专业的本科生教材,亦可作为这些专业研究生的参考书目。为了兼顾不同专业知识背景,本书编写中包括了能源及节能概述部分内容,原因是建筑学、土木工程、城市规划、公共管理等专业的学生缺乏能源及节能知识的背景,通过这部分内容的学习,可使学生初步建立起能源及节能的基本概念,从而为建筑节能的学习做好铺垫。本教材各章节内容重点为基本原理的介绍,各章之间即相互联系,又自成体系,可有利于不同专业按照各自的教学要求,有所取舍。

本书共分15章,其中第1章、第4章、第12章、第13章由刘靖编写;第2章、第3章、第9章由韩欣欣编写;第5章、第6章、第7章由刘惠卿编写;第8章、第10章、第11章由王海涛编写;第14章、第15章由梁庆编写。全书由刘靖主稿。

本书编写过程中,硕士研究生周山山、孟山青同学做了大量的录入、校对工作,对此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了国内外著名学者主编的著作,在此表示深深的谢意。

由于作者水平有限,不妥或错误之处,恳请读者指正,将有助于本书在今后的修订过程中不断充实及提高。

编者
2014年9月

目 录

第1章 能源及节能概述	(1)
1.1 能源	(1)
1.2 节能概述	(7)
1.3 我国节能的主要途径	(11)
重点与难点	(28)
思考与练习	(28)
第2章 建筑节能基础	(29)
2.1 建筑节能概况	(29)
2.2 建筑能耗基本知识	(32)
2.3 建筑能耗的构成及节能途径	(35)
2.4 我国建筑能耗的现状 & 节能任务	(41)
2.5 我国建筑节能相关标准 & 规范	(43)
重点与难点	(46)
思考与练习	(46)
第3章 建筑规划节能	(47)
3.1 建筑选址 & 布局	(47)
3.2 建筑风环境优化	(58)
重点与难点	(64)
思考与练习	(64)
第4章 建筑单体节能设计	(65)
4.1 建筑形态节能设计	(65)
4.2 典型低能耗建筑举例	(71)
重点与难点	(77)
思考与练习	(77)
第5章 建筑围护结构节能设计	(78)
5.1 建筑围护结构节能的目的 & 意义	(78)
5.2 建筑节能对围护结构热工性能的要求	(78)
5.3 绝热材料	(87)
5.4 外墙保温隔热技术	(91)

5.5	屋顶保温与隔热技术	(98)
5.6	门窗节能技术	(104)
5.7	遮阳技术	(108)
5.8	双层皮幕墙技术	(114)
	重点与难点	(118)
	思考与练习	(118)
第6章	建筑自然通风节能技术	(119)
6.1	自然通风原理	(119)
6.2	改善建筑自然通风的方法	(123)
	重点与难点	(129)
	思考与练习	(129)
第7章	供热系统节能技术	(130)
7.1	供热系统节能现状	(130)
7.2	热网节能措施	(132)
7.3	室内供热系统节能	(136)
7.4	分户热计量技术	(143)
7.5	供热系统运行节能技术	(148)
	重点与难点	(150)
	思考与练习	(150)
第8章	空调系统节能技术	(151)
8.1	空调系统的形式	(151)
8.2	泵、风机及其节能措施	(153)
8.3	空调系统变容量节能技术	(157)
8.4	蓄冷空调技术	(162)
8.5	热电冷联供技术	(167)
8.6	辐射供冷	(171)
8.7	空调系统运行节能技术	(173)
	重点与难点	(181)
	思考与练习	(181)
第9章	采光与照明节能技术及应用	(182)
9.1	自然采光与建筑节能	(182)
9.2	人工照明与建筑节能	(196)
	重点与难点	(205)
	思考与练习	(205)

第 10 章 可再生能源在建筑节能中的应用	(206)
10.1 太阳能在建筑节能中的应用	(206)
10.2 热泵技术在建筑节能中的应用	(233)
重点与难点	(241)
思考与练习	(241)
第 11 章 建筑节能检测	(242)
11.1 建筑节能检测内容	(242)
11.2 建筑节能检测基本参数	(243)
11.3 建筑节能检测方法	(246)
重点与难点	(252)
思考与练习	(253)
第 12 章 绿色建筑及其评价	(254)
12.1 绿色建筑发展概述	(254)
12.2 绿色建筑设计原则	(255)
12.3 绿色建筑评价体系	(259)
重点与难点	(263)
思考与练习	(263)
参考文献	(264)

第1章

能源及节能概述

1.1 能源

1.1.1 能源的定义

能源是人类活动的物质基础,在某种意义上,人类社会的发展离不开优质的能源和能源技术的使用。在当今世界,能源的发展,能源和环境的平衡,是全世界、全人类共同关心的问题,也是我国社会经济发展的重要问题。

那么,究竟什么是能源呢?关于能源的定义,约有20种。《大英百科全书》中:“能源是一个包括所有燃料、流水、阳光和风的术语,人类用适当的转换手段便可让它为自己提供所需的能量”;《日本大百科全书》中:“各种生产活动中,我们利用热能、机械能、光能、电能等来作功,可用来作为这些能量源泉的自然界中的各种载体,称为能源”;我国的《能源百科全书》中:“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源”。可见,能源是一种呈多种形式的,且可以相互转换的能量的源泉。简单地说,能源是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。

因此要全面理解能源的概念,关键是对能量内容的准确把握。

1. 能量

能量是物质运动转换的量度,简称“能”。世界万物是不断运动的,在物质的一切属性中,运动是最基本的属性,其他属性都是运动的具体表现。能量是表征物理系统做功本领的量度。

对应于物质的各种运动形式,能量也有各种不同的形式,它们可以通过一定的方式互相转换。在机械运动中表现为物体或体系整体的机械能,如动能、势能、声能等。在热现象中表现为系统的内能,它是系统内各分子无规则运动的动能、分子间相互作用的势能、原子和原子核内的能量的总和,但不包括系统整体运动的机械能。对于热运动能(热能),人们是通过它与机械能的相互转换而认识的。

空间属性是物质运动的广延性体现;时间属性是物质运动的持续性体现;引力属性是物质在运动过程中由于质量分布不均所引起的相互作用的体现;电磁属性是带电粒子在运动和变化过程中的外部表现,等等。物质的运动形式多种多样,每一个具体的物质运动形式存在相应的能量形式。

宏观物体的机械运动对应的能量形式是动能;分子运动对应的能量形式是热能;原子运

动对应的能量形式是化学能；带电粒子的定向运动对应的能量形式是电能；光子运动对应的能量形式是光能，等等。除了这些，还有风能、潮汐能等。当运动形式相同时，物体的运动特性可以采用某些物理量或化学量来描述。物体的机械运动可以用速度、加速度、动量等物理量来描述；电流可以用电流强度、电压、功率等物理量来描述。但是，如果运动形式不相同，物质的运动特性唯一可以相互描述和比较的物理量就是能量，能量是一切运动着的物质的共同特性。

在国际单位制中，能量的单位，功及热量的单位通常用焦(J)表示，而单位时间内所做的功或吸收(释放)的热量则称之为功率，单位为瓦(W)。因为在能量的转换和使用中焦和瓦的单位都太小，因此更多的是用千焦(kJ)和千瓦(kW)，或兆焦(MJ)和兆瓦(MW)，更大的单位如GJ, GW等。

在工程应用中，还有其他一些单位，如卡、大卡、标准煤当量(ce)、标准油当量(oe)、百万吨煤当量(Mtce)、百万吨油当量(Mtoe)等。它们与国际单位之间的关系是：1卡=4.186 J；1千克标准煤当量(kgce)=7000大卡；1千克标准油当量(kgoe)=10000大卡。

2. 能量的形式

如前所述，相应于不同物质的运动形式，能量已具有不同的形式，而且各种不同能量可以通过一定的方式相互转换。

对能量的分类方法没有统一的标准，迄今为止，人类认识的能量有以下六种形式。

(1) 机械能

物体在力学现象中所具有的能量形式，包含动能和势能(位能)，即机械能=动能+势能。

动能是指系统(或物体)由于机械运动而具有的做功能力。动能 E_k 可以用式(1-1)计算：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1-1)$$

式中： m 为物体质量； v 为物体的运动速度。

势能与物体的状态有关，除了受重力作用的物体因其位置高度不同而具有所谓重力势能外，还有弹性势能，即物体由于弹性变形而具有的做功本领；以及所谓的表面能，指不同类物质或同类物质不同相的分界面上，由于表面张力的存在而具有的做功能力。重力势能 E_p 可以用式(1-2)计算：

$$E_p = mgH \quad (1-2)$$

式中： m 为物体的质量； g 为重力加速度； H 为高度。

弹性势能 E_r 的计算式为：

$$E_r = \frac{1}{2}kx^2 \quad (1-3)$$

式中： k 为物体的弹性系数； x 为物体的变形量。

表面能 E_s 可以用式(1-4)来计算：

$$E_s = \sigma S \quad (1-4)$$

式中： σ 为表面张力系数； S 为相界面的面积。

(2) 热能

热能是能量的一种基本形式,其他形式的能量都可以完全转换为热能,而且绝大多数的一次能源(一次能源的概念将在后面介绍)都是首先经过热能的形式而被利用的,因此热能在能量利用中具有重要的意义。构成物质的微观分子运动的动能和势能总和称之为热能。这种能量的宏观表现是温度的高低,它反应了分子运动的激烈程度。通常热能 E_q 可表述为:

$$E_q = \int Tds \quad (1-5)$$

式中: T 为温度; ds 为熵增。

(3) 电能

电能是和电子流动与积累有关的一种能量,通常是由电池中的化学能转换而来,或是通过发电机由机械能转换而来;反之电能也可以通过电动机转换为机械能,从而显示出电做功的本领。电能 E_e 可表述为:

$$E_e = UI \quad (1-6)$$

式中: U 为驱动电子流动的电动势; I 为电流强度。

(4) 辐射能

辐射能是物体以电磁波的形式发射的能量。物体会因各种原因发出辐射能,其中从能量利用的角度而言,因热的原因而发出的辐射能(又称热辐射能)是最有意义的,例如地球表面所接受的太阳能就是重要的热辐射能。物体的辐射能 E_r 可由式(1-7)计算:

$$E_r = \varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (1-7)$$

式中: ε 为物体的发射率; c_0 为黑体辐射分效; T 为物体的温度。

(5) 化学能

化学能是物质结构能的一种,即原子核外进行化学变化时放出的能量。按化学热力学定义,物质或物系在化学反应过程中以热能形式释放的热力学能称为化学能。人类利用最普遍的化学能是燃烧碳和氢,而这两种元素正是煤、石油、天然气、薪柴等燃料中最主要的可燃元素。燃料燃烧时的化学能通常用燃料的发热值表示。

(6) 核能

核能是蕴藏在原子核内部的物质结构能。轻质量的原子核(氘、氚等)和重质量的原子核(铀等)其核子之间的结合力比中等质量原子核的结合力小,这两类原子核在一定的条件下可以通过核聚变和核裂变转变为在自然界更稳定的中等质量原子核,同时释放出巨大的结合能。这种结合能就是核能。由于原子核内部的运动非常复杂,目前还不能给出核能的完全描述。但在核裂变和核聚变反应中都有所谓的“质量亏损”,这种质量和能量之间的转换可用式(1-8)来描述:

$$E = mc^2 \quad (1-8)$$

式中: E 表示物质释放出的能量; m 为转变为能量的物质的质量; c 为光速。

1.1.2 能源的分类

由于能源形式多样,因此通常有多种不同的分类方法,它们或按能源的来源、形成、使用进行分类,或从技术、环保角度进行分类。不同的分类方法都是从不同的侧面来反映各种能源的特征。

1. 按地球上的能源来源分类

地球上能源的成因不外乎以下三个方面。

①地球本身蕴藏的能源,如核燃料、地热等。

②来自地球外天体的能源,如宇宙射线及太阳能,以及由太阳能转换的水能、风能、波浪能、海洋温差能、生物质能和化石燃料(如煤、石油、天然气等,它们是一亿年前由积存下来的有机物质转化而来的)等。

③地球与其他天体相互作用的能源,如潮汐能。

2. 按被利用的程度分类

从被开发利用的程度、生产技术水平 and 经济效益等方面对能源进行分类如下。

①常规能源,其开发利用时间长、技术成熟、能大量生产并广泛应用,如煤、石油、天然气、薪柴燃料、水等,常规能源又称为传统能源。

②新能源,其开发利用较少或正在研究开发之中,如太阳能、地热能、潮汐能、生物质能等。核能通常也称为新能源,尽管核燃料提供的核能在世界一次能源的消费中已占15%,但从被利用的程度看,还远不能和已有的常规能源相比。另外,核能利用的技术非常复杂,可控核聚变至今未能实现,这也是将核能视为新能源的主要原因之一。不过也有不少学者认为,应将核裂变视为常规能源,而将核聚变作为新能源。新能源有时又称为非常规能源或替代能源。

3. 按获得的方法分类

①一次能源,即自然界已存在、可供直接利用的能源,如煤、石油、天然气、风、水等。

②二次能源,即由一次能源直接或间接加工,转换而来的能源,如电、蒸汽、焦炭、煤气、氢等,它们使用方便,易于利用,是高品质的能源。

4. 按能否再生分类

①可再生资源,它不会随其本身的转化或人类的利用而日益减少,如水能、风能、潮汐能、太阳能等。

②非再生资源,它会随着人类的利用越来越少,如石油、煤、天然气、核燃料等。

5. 按能源本身的性质分类

①含能体能源,其本身就是可提供能量的物质,如石油、煤、天然气、氢等,它们可以直接储存,因此便于运输和传输,含能体能源又称为载体能源。

②过程性能源,它们是指由可提供能量的物质的运动所产生的能源,如水能、风能、潮汐能、电能等,其特点是无法直接储存。

6. 按是否能作为燃料分类

①燃料能源,它们可以作为燃料使用,如矿物燃料、生物质燃料,以及二次能源中的汽油、柴油、煤气等。

②非燃料能源,它们是不可作为燃料使用的能源,其含义仅指其不能燃烧,而能起燃料的某些作用,如加热等。

7. 按对环境的污染情况分类

①清洁能源,即对环境无污染或污染很小的能源,如太阳能、水能、波浪能、潮汐能等。

②非清洁能源,即对环境污染较大的能源,如煤、石油等。

此外在各种书籍和报刊中还常常看到另外一些有关能源的术语或名词,如商品能源、非

商品能源、农村能源、绿色能源、终端能源等。它们也都是从某一方面来反应能源的特征。例如，商品能源是指经流通环节大量消费的能源，如煤、石油、天然气、电力等；而非商品能源则是指不经流通环节而自产自用的能源，如农户自产自用的薪柴、秸秆，牧民自用的牲畜粪便等。表 1 - 1 所示为能源分类的情况。

表 1 - 1 能源的分类

按使用状况分类	按性质分类	按一、二次能源分类	
		一次能源	二次能源
常规能源	燃料能源	泥煤(化学能) 褐煤(化学能) 烟煤(化学能) 无烟煤(化学能) 石煤(化学能) 油页岩(化学能) 油砂(化学能) 原油(化学能、机械能) 天然气(化学能、机械能) 生物燃料(化学能) 天然气水合物(化学能)	煤气(化学能) 余热(化学能、机械能) 焦炭(化学能) 汽油(化学能) 煤油(化学能) 柴油(化学能) 重油(化学能) 液化石油气(化学能) 丙烷(化学能) 甲醇(化学能) 酒精(化学能) 苯胺(化学能) 火药(化学能)
	非燃料能源	水(机械能)	电(电能) 蒸汽(热能、机械能) 热水(热能) 余热(热能、机械能)
新能源	燃料能源	核燃料(核能)	沼气(化学能) 氢(化学能)
	非燃料能源	太阳光(辐射能) 风(机械能) 地热(热能) 潮汐(机械能) 海水温差(热能、机械能) 海流、波浪(机械能)	- 激光(光能)

1.1.3 能源的评价

能源的形式多种多样，各有优缺点。为了正确地选择和使用能源，必须对各种能源进行正确的评价。能源评价包括以下方面。

1. 储量

储量是能源评价中的一个非常重要的指标。作为能源的一个必要条件是储量要足够丰富。对储量常有不同的理解。一种理解认为，对煤和石油等化石燃料而言，储量是指地质资源丰富；对太阳能、风能、地热能等新能源而言，储量则是指能源总量。而另一种理解是，储量是指有经济价值的可开采的资源量或技术上可利用的资源量。在有经济价值的可开采的资源量中又分为普查量、详查量和精查量等几种情况。在油气田开采中，通常又将累计探明的可采储量与可采资源量之比成为可采储资比，用以说明资源的探明程度。储量丰富且探明程度高的能源才有可能被广泛地应用。

2. 能量密度

能量密度是指在一定的质量、空间或面积内，从某种能源中所得到的能量。显然，如果能量密度很小，就很难作为主要能源。太阳能(指在地球表面接受的太阳光)和风能的能量密度就很小，各种常规能源的能量密度都比较大，核燃料的能量密度最大。几种能源的能量密度见表 1-2。

表 1-2 几种能源的能量密度

能源类别	能量密度
风能(风速 3 m/s)	0.02 kW/m ²
水能(流速 3 m/s)	20 kW/m ²
波浪能(波高 2 m)	30 kW/m ²
潮汐能(潮差 10 m)	100 kW/m ²
太阳能(晴天平均)	1 kW/m ²
太阳能(昼夜平均)	0.16 kW/m ²
天然铀	5.0 × 10 ⁸ kJ/kg
铀 235(核裂变)	7.0 × 10 ¹⁰ kJ/kg
氘(核聚变)	3.5 × 10 ¹¹ kJ/kg
氢	1.2 × 10 ⁵ kJ/kg
甲烷	5.0 × 10 ⁴ kJ/kg
汽油	4.4 × 10 ⁴ kJ/kg

3. 储能的可能性

储能的可能性是指能源不用时是否可以储存起来，需要时是否又能立即供应。在这方面化石燃料容易做到，而太阳能、风能比较困难。由于在大多数情况下，能量使用是不均衡的，比如白天用电多，深夜用电少；冬天需要热，夏天却需要冷。因此在能量的利用中，储能是

很重要的。

4. 供能的连续性

供能的连续性是指能否按需要和所需要的速度连续不断地供给能量。显然太阳能和风能就很难做到供能的连续性。太阳光白天有，夜晚无；风力则时大时小，且随季节变化大。因此，常常需要有储能装置来保证供能的连续性。

5. 能源的地理分布

能源的地理分布和能源的使用关系密切。能源的地理分布不合理，则开发、运输、基本建设等费用都会大幅度的增加。例如，我国煤炭资源多在西北，水能资源多在西南，工业区却在东部沿海，因此能源的地理分布对使用很不利，带来“北煤南运”、“西电东送”等诸多问题。

6. 开发费用和利用能源的设备费用

各种能源的开发费用以及利用该种能源的设备费用相差悬殊。例如太阳能、风能不需要任何成本即可得到。各种化石燃料从勘探、开采到加工却需要大量投资。但利用能源的设备费用则正好相反，太阳能、风能、海洋能（潮汐、波浪、海水温差）的利用设备费用按每千瓦计，远高于利用化石燃料的设备费用；核电站的核燃料费用远低于燃油电站，但其设备费用却高得多。因此在对能源进行评价时，开发费用和利用能源的设备费用是必须考虑的重要因素，并须进行经济分析和评估。

7. 运输费用和损耗

运输费用和损耗是能源利用中必须考虑的一个问题。例如太阳能、风能和地热能都很难输送出去，但煤、油等化石燃料却很容易从产地输送至用户。核电站的核燃料运输费用极少，而燃煤电站的输煤就是一笔很大的费用，因为核燃料的能量密度是煤的几百万倍。此外，运输中的损耗也不可忽视。

8. 能源的可再生性

在能源日益匮乏的今天，评价能源时不能不考虑能源的可再生性。比如太阳能、风能、水能等都可再生，而煤、石油、天然气则不能再生。在条件许可的情况下，应尽可能地采用可再生能源。

9. 能源的品位

能源的品位有高低之分。例如水能够直接转变为机械能和电能，它的品位要比先由化学能转变为热能，再由热能转换为机械能的化石燃料要高些。另外在热机中，热源的温度越高，冷源的温度越低，则循环的热效率越高，因此温度高的热源品位比温度低的热源高。在使用能源时，特别要防止高品位能源降级使用，并根据使用需要，适当安排不同品位的能源。

10. 对环境的影响

使用能源一定要考虑对环境的影响。化石燃料对环境的污染大；太阳能、风能对环境基本上没有污染。在使用能源时，应尽可能采取各种措施，防止对环境的污染。

1.2 节能概述

1.2.1 节能的含义

按照世界能源委员会 1979 年提出的节能定义：采取技术上可行、经济上合理、环境和社会