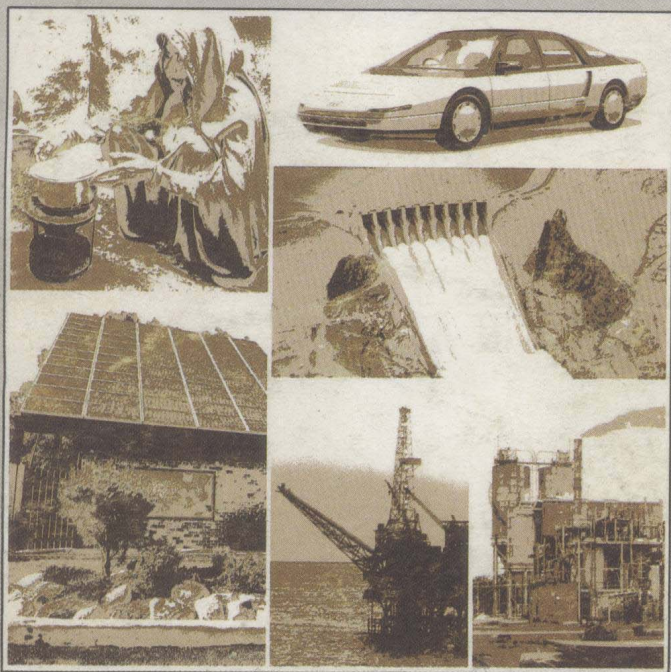


世界能源

[巴] J. 戈尔德堡 [瑞] T. B. 约翰森 著
[印] A. K. N. 雷迪 [美] R. H. 威廉斯



中国环境科学出版社

内 容 简 介

本书分六部分介绍了能源危机的回顾、需求方的惊愕、引起密切关注的能源问题、未来的新能源、在数字的背后、改变发展中国家能源的利用等能源综合利用技术。我们只有一个地球，地球上的资源是有限的。但是，社会越向前发展，消耗的能源越多，对全球环境的污染、气候变化的影响越大，本书就是针对这些问题，提出了工业化国家、发展中国家应该怎样合理利用能源以及开发新能源的技术问题。

可供资源、能源、机械制造业、交通、建筑业、环境部门的管理人员、科技人员及有关大专院校师生参考。

Jose' Goldembeerg Thomas B. Johansson
Amulya K.N. Reddy Robert H. Williams

ENERGY FOR A SUSTAINABLE WORLD

World Resources Institute, 1987

世 界 能 源

〔巴〕 J. 戈尔德堡 〔瑞〕 T. B. 约翰森 著
〔印〕 A. K. N. 雷迪 〔美〕 R. H. 威廉斯
金兰 庄大邦 邹源 王培 梁一丁 译
吴锦 吴再思 校
责任编辑 吴淑岱

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

三河县二百万印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1989年12月 第一版 开本787×1092 1/32

1989年12月 第一次印刷 印张 5 1/8

印数 1—3 000 字数 115千字

ISBN 7-80010-555-5/X·305

定价：2.20元

致 谢

本文介绍了“全球能源综合利用项目 (EUGEP)” 在全球范围内调查研究的结果，本作者为该项目的共同组织者。这一项目的研究结果，在另一本名称相同的书中，有更详细地介绍，此书正由印度新德里“威利-伊斯登” 出版。

这里作者谨向为本项目研究及本书的出版，提供支持与资助的下列团体表示感谢：

世界资源研究所；洛克菲勒兄弟基金会；约翰·迪-凯瑟琳·梯·麦克阿瑟基金会；阿利达-马克·戴顿·查里泰布联合企业；瑞典能源研究委员会；国际劳工组织；马克斯-安娜·莱文森基金会；瑞典国际开发署；麦考利-海伦·道·怀廷基金会。

作者对下列人员表示由衷的感激。S. 鲍德渔、D. 布莱维斯、G. 达特、H. 费维森、H. 盖勒、F. 希波尔、R. 休卡、E. 拉森、I. 米泽、J. R. 莫瑞拉、L. 希珀、R. 索科洛和 P. 斯蒂恩在产生本报告的课题研究过程中，参加了富有成果地讨论，给予了帮助和鼓励。A. 米勒多次参加介绍我们研究成果报告初稿的讨论和修改工作。D. 谢维登和 K. 库里厄 两位编辑在本文手稿编辑定稿的工作中付出了辛勤的劳动。

J. G

T. B. J

A. K. N. R

R. H. W

前 言

70年代，工业化国家在能源利用上无异经历了一场革命。尽管随着经济连续数十年地增长，能源需求也紧跟着增长。但是，1973~1974年和1978~1979年的石油价格冲击，打破了这种历史上的关系。在1973~1986年间，这种变化是如此深刻，美国的经济在此期间增长了30%，而能源的消耗却未见增加。在西欧和日本亦出现了类似的情况，即能源需求与经济增长之比呈下降趋势。

这种变化大大搅乱了常规的能源分析研究，因此，一种新型的能源分析研究工作者也就应运而生。这种新型的能源分析研究工作者一直致力于能源问题的研究，但其主要注意力并没有放在能源供给上，而是放在了对能源需求的细致研究上。尽管常规的能源分析研究工作者们提出了这样的问题：“什么样的能源供给构成才能最好地满足规划的能源需求（此处的能源需求是基于规划中的宏观趋向）”，然而新型的能源分析研究人员提出的问题是：“对能源的需求究竟是为了什么实际用途？怎样才能使这些需求得到最充分有效的满足？”在从事“能源综合利用”研究的众多学者中，处在最前列的是这一课题研究的倡导者——一个由J·戈尔德堡（Jose' Goldomberg, 巴西）、T.B.约翰森（Thomas B. Johansson, 瑞典）、A.K.N.雷迪（Amulga K.N.Reddy, 印度）及R.H.威廉斯（Robert H.Williams, 美国）等组成的国际小组，世界资源研究所已经同他们合作了多年。

全球能源综合利用项目（EUGEP）的研究分析发现，

而且实际经验也证明：能源补偿（源自能源多级利用）所能获得的效率可能比1973年前的任何一种设想愿望都要高得多，而且比当今的常规能源研究所揭示的都可能要深远得多，这一研究项目在本质上有多么重要的意义。

根据对美国、瑞典、印度和巴西的能源经济的详细研究提出的EUGEP的全球能源方案预测：到2020年，工业化国家的人均能耗量大约为1980年的一半（即 $3.2\text{kW}/\text{人}$ ，而不是 $6.3\text{kW}/\text{人}$ ）。展望发展中国家在能源利用上由使用传统的、低效能的非商业性燃料向应用高效率的现代能源技术的广泛转变，EUGEP方案预计：发展中国家要达到当今西欧国家的生活水平，人均能耗为 1.3kW （与目前人均能耗 1.0kW 相比略有增加）。从总体说来，即使全球人口达到70亿，EUGEP方案预测：全球的能源消耗也只不过比目前多出10%，而常规能源规划则预计，增加的幅度要大于100%，两种预测形成了十分鲜明的对比。

EUGEP的研究分析既非是一种计划性规定，也不是一种政策性的规定。它象是对在技术上所可能实现的一种说明，而且是一种相当保守的说明。这种说明仅反应业已用了工业上可用的，或接近工业的技术。尽管如此，其政策上的意义仍然是十分深刻的。其中最重要的是：各国政府是否必须把各自的能源供应增长量规划限定在10%而不是100%，政府具有更大的灵活性和行动自由。这也并非一定要推动几乎是每项能源都去满足规划的要求，EUGEP向决策者们提供的信息是：他们可以自行选择。

在本书中详细描述的林UGEP方案反映了作者有特殊价值见解的精华：要限制利用核能的增长，以减少核扩散的危险；采用一种能源合理搭配的供应方法以减少从中东的石油

进口，进而促进国家的自立，加强全球的安全感；对使用一般矿物化石燃料，特别是煤要加以限制，以减少温室效应和其它环境污染危险的程度。

就我个人观点来说，这些都是很精彩的见解。每个国家的政策制订者们的着重点可能有所不同。象常规能源战略所作的那样，此项工作中的关键仍然在于证明：在目前或接近目前的全球能源消耗水平上，相对合理的能源综合供应方法，不致严重地激化其它紧迫的全球环境问题和全球的安全问题，使之能够得到认可。

本课题报告的作者们所做的工作与世界资源研究所自1983年以来所做的研究密切相关。世界资源研究所已经研究了生物能在发展中和在工业中的作用，就这一主题召开了一次国际会议，并且还调查分析了能源上的补贴费用在发展中国家和工业化国家中，对改进低效率能源利用的作用。世界资源研究所就温室效应、地球臭氧保护层的耗竭、酸雨、对流层臭氧及其他大气污染物所做的科研工作与政研工作，也和本研究课题中就如何达到经济目标，而不致造成严重的环境问题所建议施行的措施有直接的联系。

世界资源研究所为能支持EUGEP的作者们的研究工作，并使他们的研究成果得以发表而与作者们进行的密切合作感到十分高兴。他们对这一全球重要性的、具有国际水平的课题进行了合作研究，其互相协作的成就是一个极好的范例。

世界资源研究所和EUGEP课题组，仅借此机会向下列组织表示衷心的感谢。这些组织为实施和完成本课题提供了慷慨财政资助，他们是：洛克菲勒兄弟基金会；约翰迪-凯瑟琳·梯·麦克阿瑟基金会；阿利达-马克·戴顿·查里泰布联合企业；瑞典能源研究委员会；国际劳工组织；麦克斯-安

娜·莱文森基金会；瑞典国际开发署；麦考利-海伦·道·怀廷基金会。

世界资源研究所所长
詹姆斯·斯佩斯
(James Gustave Speth)

目 录

一、能源危机的回顾.....	(1)
二、需求方的惊愕.....	(6)
(一)制造业中一场无声的革命.....	(6)
(二)未来的可能性.....	(7)
(三)与发展中国家的关系.....	(13)
(四)结论.....	(17)
三、密切关注的能源问题.....	(20)
(一)石油消费者的暂时性缓解.....	(20)
(二)能源与开发.....	(23)
(三)其他能源危机.....	(25)
(四)常规能源背后隐藏的费用.....	(28)
(五)全球性的不稳定和中东石油.....	(29)
(六)全球气候变化和化石燃料的使用.....	(29)
(七)核武器的猛增与核能.....	(31)
(八)展望未来——对前景乐观的原因.....	(33)
四、未来的新能源.....	(34)
(一)IIASA/WEC的数据和我们的数据意味着 什么.....	(38)
(二)一个更有希望的前景.....	(42)
五、在数字的背后.....	(43)
(一)一个新的探讨.....	(44)
(二)工业化市场调节国家生产结构的转移.....	(45)

(三)发展中国家能源需求的构成·····	(54)
(四)有效地使用商业能源的机会·····	(64)
(五)情况调查 (瑞典和美国) ·····	(89)
(六)结论·····	(98)
(七)发展中国家能源的利用——具有意义的 试验·····	(99)
六、改变中的能源政治经济学·····	(108)
(一)市场在能源终端利用战略中所起的作用·····	(110)
(二)促进更有效地利用商品能源·····	(115)
(三)能源和经济开发·····	(127)
(四)国际活动·····	(134)
(五)结论·····	(143)
附录·····	(145)
参考文献·····	(151)

一、能源危机的回顾

1973年和1979年世界石油价格的骤增，从根基上震撼了世界经济（见图1）。在1973~1981年期间，工业化国家用于石油进口上的花费，比涨价前同期的开销，即以1972年的世界石油价格计算多付出了15000亿美元（以1984年美元比价计算）。尽管石油出口商通过增加投资和增加购物，将这些钱中的一部分返还到工业化国家的市场经济中去。但是石油价格的上涨，仍然导致了财富的巨大转移和购买力的极大损失，这些购买力影响到所有商品和服务业。石油费用的增加，当然是导致同时发生通货膨胀和经济萧条的主要原因之一，也正是这两者困扰着70年代的世界经济。

穷国亦深受石油价格上涨之苦。到1981年，低收入和中等收入的发展中国家，在石油进口上的开支分别占这些国家出口创汇的61%和37%^[1]（见表1）。这些国家亦将其出口

表1 八个发展中国家1973~1984年间的净
石油进口及其与出口创汇之间的关系

净石油进口支出(单位: 100万美元, 近期价格)							
	1973	1974	1977	1979	1981	1983	1984
肯尼亚	1	27	57	113	316	208	219
赞比亚	11	30	53	72	63	274	454
泰国	173	510	806	1150	2170	1740	1480
南朝鲜	276	967	1930	3100	6380	5580	5770
菲律宾	166	570	859	1120	2080	1740	1470

续表

净石油进口支出(单位: 100万美元, 近期价格)							
	1973	1974	1977	1979	1981	1983	1984
巴 西	986	3 230	4 200	6 920	11 720	8 890	7 470
阿根廷	83	328	338	351	302	—	—
牙买加	21	193	242	309	490	—	—
印 度	308	1 176	1 750	3 067	—	—	—
孟加拉国	—	92	172	247	509	286	314
坦桑尼亚	47	153	102	174	306	175	156

石油进口支出占出口创汇的百分比(%)							
肯尼亚	0.1	4.1	4.8	10.2	26.9	21.2	20.3
赞比亚	2.2	5.1	9.5	8.2	7.8	20.8	21.4
泰 国	11.1	20.9	23.1	21.6	30.9	27.3	20.0
南朝鲜	8.6	21.7	19.2	20.6	30.0	22.8	19.7
菲律宾	8.8	20.9	27.5	24.4	36.8	35.4	27.8
巴 西	15.9	40.7	34.7	45.4	50.4	40.6	27.7
阿根廷	2.5	8.3	6.0	4.5	3.3	—	—
牙买加	18.1	27.3	32.4	37.7	50.3	—	—
印 度	10.6	29.7	27.5	39.3	—	—	—
孟加拉国	—	26.5	36.1	37.4	64.6	39.4	33.6
坦桑尼亚	12.8	38.0	20.2	34.8	52.7	47.0	42.3

资料来源: 国际货币基金 (1985)。

创汇用于购买技术以发展自己的工业和农业技术及偿还外债。石油进口的开支, 造成了这些发展中国家资金的滚滚外流, 很多贫穷国家经济停滞, 债务偿还危机也由此产生。

世界石油价格的急剧上涨也导致了其他种类能源(如天然气)实际价格的上涨。但是, 电价的增长则主要是其他因素造成的。1979~1985年期间, 与石油价格急剧下降的同时, 平均电价在日本增长了21%, 在美国增长了20%, 在西欧增长了12%。电价的提高是由于超额发电的高昂成本。换句话说, 超额发电的实际成本比平均市价要高。在美国, 从

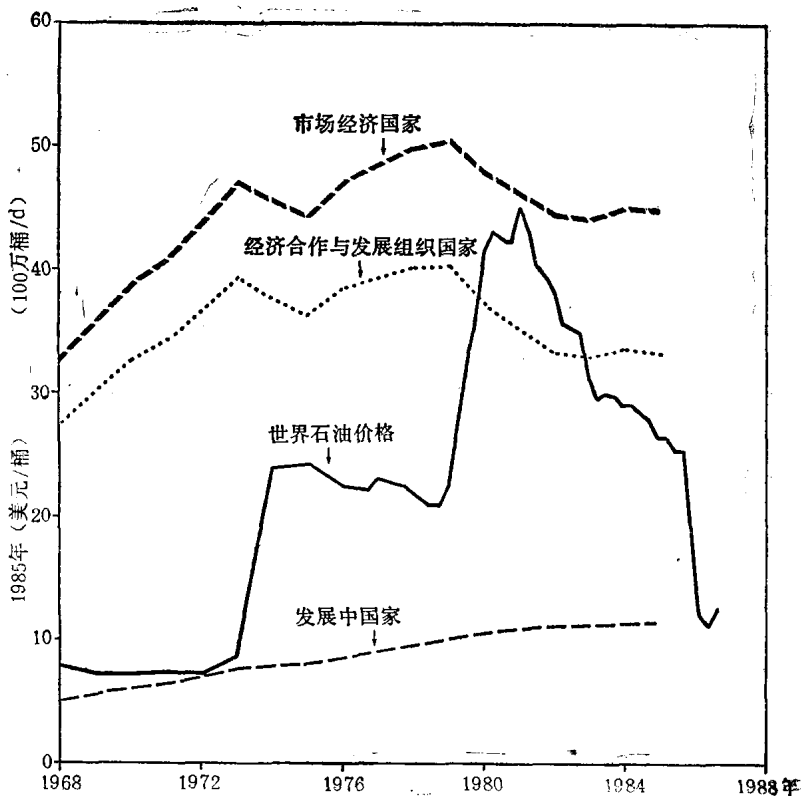


图1 世界石油价格和石油消费速率

注：图中分别表示经济合作与发展组织成员国、发展中国家及具有市场经济各国的石油消耗速率（单位：100万桶/d）。图中所示的世界石油价格，是美国从进口的原油到获得精炼提取物过程中所需的成本（单位：1985年的美元/桶）。自1977年以来，每季度在图上标绘一次数据，石油价格则转换成用国民生产总值减缩指数（扣除通货膨胀率）计算的具有固定比价的美元。

70年代的早期电价长期下降的情况呈回升趋势开始，一直到今天都存在着这个问题（见图2）。用煤发电和核能发电的成本，在70年代急剧上升，其主要原因是质量控制问题及更加严格的环境法规和安全法规。

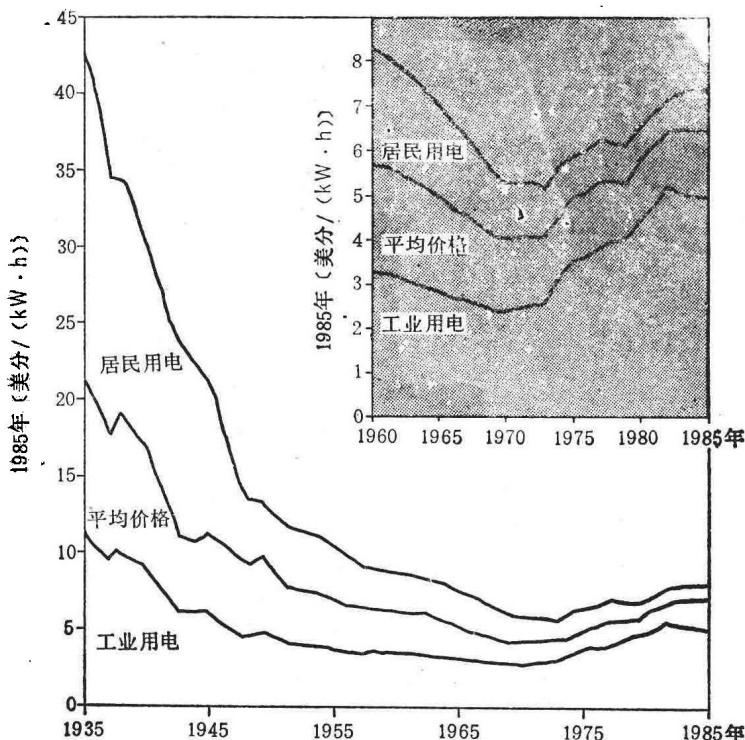


图2 美国长期和近期（嵌入图）电的价格趋势

注：电价转换成1 kW·h（每千瓦小时）所需的，用国民生产总值 减缩指数计算的，具有固定比价的1989年美分数。

总的说来，能源供应的资金花费正在不断增加。在美国1972~1982年花在能源供应上的资金，从占有新工厂、新

设施花费的26%增加到39%（从占国民生产总值的2.5%增加到4%），而国民生产却保持原有水平^[2]。在发展中国家，国内投资中用于能源供应的比例，由1970年占国民生产总值1~2%增加到1980年的2~3%；而能源投资中所需用的外汇，1982年大约为250亿美元，或大约为全部投资所用外汇的1/3^[3]。

二、需求方的惊愕

（一）制造业中一场无声的革命

由于70年代能源危机使人十分烦恼，这场危机便导致了一套全新的管理能源问题的方法，为我们提供了避免能源危机再次发生的希望。能源决策者们第一次把注意力从扩大能源供应的历来偏见，转到检验如何使用能源才能更有效地为象炊事、照明、空调冷热调节、制冷和动力提供服务。决策者们已经发现，可以耗费比以前想象的更少的能源而提供更有效的服务，其结果是打破了能源利用水平和经济效益间历来的密切联系。这一革命性的发展还没有在报纸和杂志上以特大的消息予以报道，因为它不是由任何大国政府或重大的工业能源项目所造成的结果。更确切地说，这一发展是一场无声的革命，发现了许多解决环境问题的方法，每个方法都针对一次能源综合利用问题。而且这些“革命”不仅仅是能源供应公司和政府机构的共同结合，而且他们也是一个更为不同的团体：能源使用设备和机车的生产者、居住和商业区的建筑者及企业主、房产主和其它人员。

考虑一下近期取得的成就：在美国，新型汽车和轻型卡车的平均燃料经济性在1975~1985年间提高了66%，到1985年，所节约的燃料相当于每天240万桶石油，接近美国石油进口量的60%。在瑞典，那些已经采取节能措施的钢铁企

业，其节约的能源约占瑞典产业能源用量的1/5，在1976和1983年间生产每吨钢所需能源减少了1/4。在日本，电冰箱占居民用电量的30%，新型电冰箱的用电量在1973~1982年间平均减少了2/3^[4]。

这样的改进带来的总效果已经对经济合作与发展组织国家（OECD）产生了影响。这些国家的石油用量在1973~1985年间减少了15%，或相当于每天减少610万桶。在同一时期内，这些国家人均能源总用量减少了6%，而人均国民总产值（GDP）增加了21%。有些国家取得了更为显著的进步。美国人均能源用量减少了12%，而人均国民总产值增加了17%。日本在这一时期，人均能源用量减少了6%，而人均国民总产值增加了46%。

（二）未来的可能性

经济合作与发展组织国家自1973年以来的经验是表明了一个新趋势，自1973年以来对于能源价格上涨是否就一次调整呢？有力的证据表明：目前在能源效率方面的技术革命也许会持续数十年，因为目前可利用的或在开发的商品化的最有效的技术，远远胜过现有的技术。

1986年生产的Chevrolet/Suguki Sprint牌汽车，其燃料行驶效率为57英里/加仑（4.1L/100km），几乎是目前世界上普通汽车效率的3倍。在美国和瑞典，新型超隔离型房屋用于取暖的能源只是普通房屋的1/10（见图3）。现有的可用的节能型电器包括：热管道水暖设备，其能源使用量只有普通电阻水暖设备的1/3；空调器其能源需用量不到目前传统空调器的一半；发动机变速控制装置减少了风扇、排气

管和其他动力用电量的20~50%；新的照明技术——可以削减商业建筑物中照明用电量的50%或更多。

在其他先进技术中，正在由瑞典开发研究的埃尔里德和普拉斯麦斯梅尔特钢铁制造工艺，相对于瑞典钢铁工业，目前已实现降低的能源用量还将减少1/3或更多。在1986年，

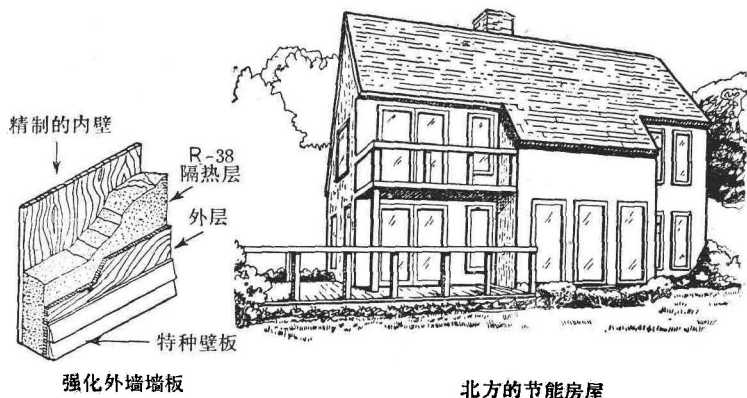


图3 在北方节能房屋(右)中使用的“强化外墙墙板剖面图(左)

注：在一些超级隔离的房屋中，具有高隔离性能的“强化外墙墙板”是很有特色的(摘自“强化外墙墙板”，《进步建设》1986年9月刊，23~26页)，在美国东北部就有这种北方节能房屋(NEH)。在梁柱框架之上安置了4英尺×8英尺(1.2m×2.4m)的强化外墙墙板。墙板是在工厂组装的，有一很厚(8英寸，20cm)的硬质聚苯乙烯隔离层。在快速建造时，易于安装在一起。在工厂里用泡沫材料把门窗密封在墙板中。因为墙板材料结构紧密，自然空气渗透率很低，所以使用热交换器进行强制性通风，吸收排出的废气中残余的热量，温暖进来的新鲜空气。

用于绝缘和强制通风所需的额外费用超过了各方面的节约的费用。预制墙板的使用可节约建筑施工中的时间和劳力。此外，房间中的一组小型室内加热器可以保持室内温度均匀，此种加热器的费用远低于配有通风系统的中心锅炉的费用。纽约城地区的一幢牧场式节能房屋，其面积为1300平方英尺(120m²)，每年用于天然气燃料的费用不到50美元，而美国中大西洋地区普通房屋每年用于取暖的费用超过400美元。