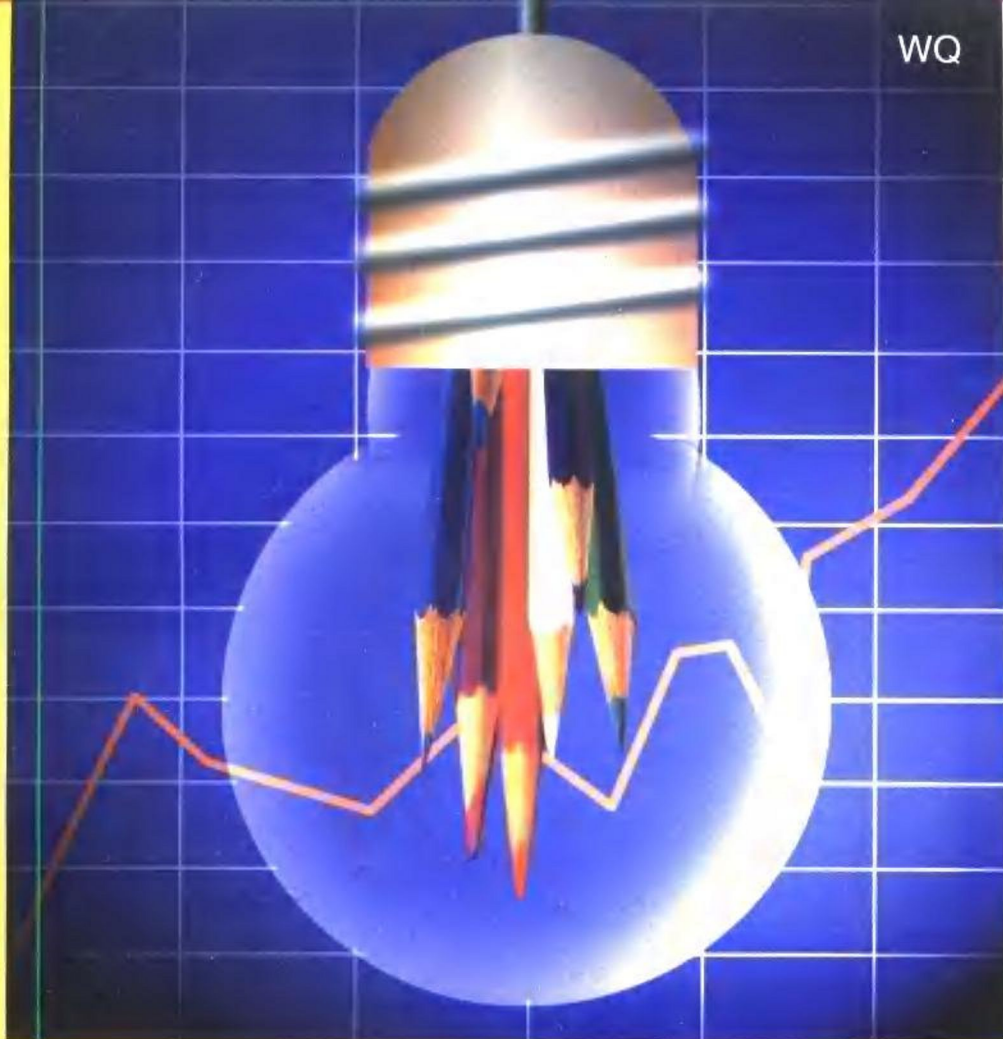




企业能源审计方法

孟昭利 编著

.62



清华大学出版社



98
F239.62
26
2

企业能源审计方法

孟昭利 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书从理论与实践两个方面介绍了企业能源管理方法。书中建议我国政府在经济条件下,加强对企业用能的管理与监督,开展企业能源审计工作。作者建议放弃我国对企业能源系统长期采用的“黑箱模型”分析方法,提出一种企业能量平衡模式,用以分析企业用能水平,寻找企业节能方向,改善企业能源管理,并介绍了相关的企业能源管理国家标准与企业能源审计方法。

全书包括:企业能源审计、企业能源统计、企业能量平衡、企业节能技术经济评价方法和节约能源与保护环境等五章。

本书可作为能源管理专业大学生与研究生教材和参考书,也可作为节约能源和企业能源管理人员的培训教材与参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无防伪标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

企业能源审计方法/孟昭利编著. —北京:清华大学出版社,1997.12

ISBN 7-302-02743-9

I. 企… II. 孟… III. 企业-能源-审计 IV. F239.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 24854 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编:100084)

因特网地址: www.tup.tsinghua.edu.cn

责任编辑:尹芳平

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 7.125 字数: 168 千字

版 次: 1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02743-9/F·162

印 数: 0 001~3 000

定 价: 17.00 元

前 言

我们都在期盼《中华人民共和国节约能源法》出台,最近国家计委、国家经贸委和国家科委颁布了《中国节能技术政策大纲》,明确提出“加强能源计量、控制、监督和能源科学管理”的政策要求。其中,要求基本建设与节能技改项目的可行性报告增列节能篇(章),进行节能审查。我国工业企业用能占全国能源消费总量的2/3,用电占全国发电量的3/4,节能工作重点在工业企业。因此,在我国开展企业能源审计是十分必要的。

全书共分五章,第1章企业能源审计,第2章企业能源统计,第3章企业能量平衡,第4章企业节能技术经济评价方法,第5章节约能源与环境保护。

第1章介绍企业能源审计工作的意义、内容与基本方法(包括政策法规、国家标准、审计程序以及审计报告的编写)。在近十年间(1988—1997年)逐步地将本项研究成果用于所参加执行的8项亚洲开发银行对华《工业节能与环保》技术援助与贷款项目(包括造纸、化工、炼油、纺织、水泥、钢铁和有色金属等行业),编写与评审相关企业能源审计报告。从1994年开始编入清华大学、中国节能教育中心教材,进行企业能源审计培训工作,逐渐得到有关方面的认可。当前,我国企业能源审计方法尚需做更多的研究探索工作,通过典型示范、逐渐完善。

第2、3章介绍一种新型的企业能量平衡模式与方法。根据现行的国家标准GB 3484-83《企业能量平衡通则》(1993年进行过修订),是把企业用能系统看做黑箱模型,只研究系统的能源收入与支出量的平衡关系,是以耗能设备的能量测试计算为主的企业能量平衡模式,实践中已经发现诸多弊端。在国家计委,国家经贸委

的支持下,从1986年开始组织专家小组进行企业调查,提出了以统计计算为主的企业能量平衡模式。直接研究企业用能系统内部各用能环节和单元之间的能量平衡关系,进行综合分析与评价,为改进能源管理,实行节能技术改造,提高能源利用率提供科学依据。同时,将企业能源管理与日常的企业能源统计工作结合起来,并为引入电子计算机技术,建立企业能源管理信息系统,为开展企业能源审计工作打下基础。

在本书出版前,得知国家技术监督局于1996年11月28日正式发布,并于1997年7月1日开始实施的国家标准:《企业能量平衡统计方法》(GB/T16614-1996),《企业能量平衡表编制方法》(GB/T16615-1996),《企业能源网络图绘制方法》(GB/T16616-1996)。必将有力地推动我国企业能源管理工作。这三项国家标准是由孟昭利、黄志杰、蔡子群、杨志荣、张管生等5人编写的。

第4、5章所介绍的内容,是企业能源管理者提供一些节能技术经济评价方法和节能工作对环境保护的影响及其计算方法与参数。作为一本实用手册,推荐给读者。

全书编写过程中,得到了国家计委、国家经贸委、国家技术监督局,有关工业部门与企业的领导同志和能源工作者的多方面支持与帮助,在此表示诚挚的谢意。

清华大学核研院能源系统工程教研室、清华大学能源训练中心和中国节能教育中心的老师们、同学们,李均升、李沈生、王庆一、黄志杰和英国专家泰那(B. G Tunnah)先生对本书编写提出过宝贵意见,以及尹芳平老师为本书编辑出版做了大量工作,在此一并表示致谢。

企业能源审计方法尚处研究探索阶段,加之作者水平有限,必然有些不妥之处,敬请读者指正。

孟昭利

1997年10月5日

• II •

目 录

第 1 章 企业能源审计.....	1
1.1 中国节能管理	1
1.1.1 中国能源系统.....	1
1.1.2 中国节能成果.....	3
1.1.3 中国改革开放的影响.....	8
1.1.4 中国近期推广的节能技术措施	12
1.2 能源管理基础.....	17
1.2.1 能源管理	17
1.2.2 能源供应与需求管理	17
1.2.3 政府宏观能源管理	19
1.2.4 能源标准化管理	21
1.2.5 企业能源管理	27
1.2.6 综合资源规划与需求侧管理	29
1.2.7 能源消耗定额管理	30
1.2.8 节能监测	30
1.3 企业能源审计.....	31
1.3.1 企业能源审计	31
1.3.2 企业能源审计机构与职责	33
1.3.3 企业能源审计的主要内容	34
1.3.4 企业能源审计管理程序	34
1.3.5 企业能源审计类型	35
1.3.6 企业能源审计过程	37

1.3.7	企业能源审计报告	39
1.3.8	便携式仪表	40
1.4	实例	40
1.4.1	亚洲开发银行对华贷款项目(PPTA2087-PRC) 能源审计报告目录	40
1.4.2	亚洲开发银行对华贷款项目(PPTA2087-PRC) ——某一化工总厂能源审计报告	43
第2章	企业能源统计	46
2.1	能源统计	46
2.1.1	能源统计特点	46
2.1.2	基本概念	48
2.1.3	所用单位	50
2.1.4	燃料发热量计算	54
2.1.5	能量单位换算	59
2.2	企业能源统计	64
2.2.1	企业能源统计系统	64
2.2.2	企业能源统计工作	65
2.2.3	企业能源计量考核指标	69
2.3	企业能源统计指标体系	70
2.3.1	企业能源购入贮存量统计	70
2.3.2	企业能源加工转换量统计	72
2.3.3	企业能源输送分配量统计	74
2.3.4	企业最终用能统计	77
2.3.5	非生产用能统计	78
2.3.6	企业节约能源量统计	78
2.4	企业能源统计原始记录与报表	81
2.4.1	企业能源消耗原始记录	81

2.4.2	企业能源统计台账	82
2.4.3	企业能源统计报表	84
2.5	能源统计图形	90
2.5.1	曲线图	90
2.5.2	直方图	91
2.5.3	饼形图	92
2.6	单位产品能耗统计数据分析	93
2.6.1	数学关系式	93
2.6.2	举例	96
第3章	企业能量平衡	98
3.1	企业能量平衡模式	98
3.1.1	目的	98
3.1.2	企业能量平衡模式	99
3.1.3	企业能量平衡系统	101
3.1.4	企业能量平衡方法	103
3.1.5	技术评价指标	105
3.1.6	有效利用能计算	108
3.1.7	工作程序	108
3.2	企业能量平衡表	110
3.2.1	用途	110
3.2.2	编制原则	111
3.2.3	填写说明	112
3.2.4	企业能源统计表	112
3.2.5	企业能量平衡表	114
3.2.6	企业能量平衡表格式	117
3.2.7	编制企业能量平衡表的数据	122
3.2.8	文字说明	122

3.3	企业能源网络图	123
3.3.1	网络图论简介.....	123
3.3.2	网络图的表示法.....	123
3.3.3	企业能源网络图.....	125
3.3.4	企业能源网络图的作用.....	126
3.3.5	企业能源网络图的绘制方法.....	127
3.4	企业能流图	131
3.4.1	企业能流图及其用途.....	131
3.4.2	企业能流图绘制原则.....	131
3.4.3	企业能流图绘制方法.....	132
3.4.4	文字说明.....	133
3.4.5	实例.....	133
3.4.6	非标准企业能源图.....	141
第4章	企业节能技术经济评价方法.....	143
4.1	静态评价方法	143
4.1.1	企业节能技术改造的经济效果评价.....	143
4.1.2	财务评价中的费用和收益计算.....	146
4.1.3	静态计算方法.....	149
4.2	动态评价方法	150
4.2.1	基本概念.....	150
4.2.2	复利计算关系式.....	153
4.2.3	动态评价方法.....	161
4.3	投资回收与固定资产折旧	170
4.3.1	企业固定资产折旧.....	170
4.3.2	几种折旧计算方法.....	171
4.3.3	我国现行的企业固定资产折旧方法.....	175

第 5 章 节约能源与环境保护	178
5.1 节能与环保	178
5.1.1 引言	178
5.1.2 排放	179
5.1.3 节能与环保	183
5.2 中国环境管理	184
5.2.1 中国环境状况	184
5.2.2 中国环境管理体系	190
5.2.3 中国环境管理法规	191
5.3 环境排放系数及其计算方法	197
5.3.1 排放系数	197
5.3.2 工业企业固体废弃物排放	199
5.3.3 工业企业污染气体排放	203
5.3.4 温室气体 CO ₂ 排放	205
5.3.5 放射性废弃物处理	210
参考文献	212

第 1 章 企业能源审计

1.1 中国节能管理

1.1.1 中国能源系统

节约能源是中国经济发展的一项长期战略方针,节约能源不仅是为了缓解能源供需矛盾,更是为了促进国民经济持续、健康、快速地发展和保护环境。

1996 年中国能源消费总量已达到 13.95Gtce,其中煤炭占 75.4%,石油占 17.6%,其余为天然气和水电。全国发电量达到 1 054.9TW·h,中国加强节能管理,提高能源效率,对世界的能源消费与保护环境都将产生巨大的影响。

1995 年中国能源生产与消费总量居世界第 3 位,但是人均能源消费水平很低。1995 年全国人口总数为 12.11 亿人,人均能耗为 1.07tce,低于世界平均值的 1/2;人均用电量为 814kW·h,约为世界平均值的 1/4。

中国能源消费中工业企业是主要能源消费部门,占全国能源消费总量的 2/3,其电力消耗占全国电力消费量的 4/5。由于中国企业设备陈旧、技术落后,特别是管理水平低等原因,中国主要工业产品的能耗比世界平均水平要高 30%~90%,同时也说明节能潜力很大。因此,节能工作的重点在工业企业。

1. 中国能源生产量(见表 1.1)

1995 年中国一次能源生产量达到 1.29Gtce,其中煤炭产量为 1.36Gt,居世界第 1 位,产量约占世界产量的 1/4;石油产量为 150Mt,居世界第 5 位;1995 年发电量为 1 008.0TW·h,居世界第 2 位,其中水电为 190.6TW·h 占 18.9%。水电占全国能源总

量的 6%;1995 年能源生产总量比 1994 年增加 8.7%,电力生产增加 8.6%。

表 1.1 中国能源生产量

年 份	原 煤 (Mt)	原 油 (Mt)	天然气 (Gm ³)	发电量 (TW·h)		能源生产总量 (Mtce)
					水 电	
1978	618	104.05	13.73	256.6	44.6	627.70
1979	635	106.15	14.51	282.0	50.1	645.62
1980	620	105.95	14.27	300.6	58.2	637.35
1981	622	101.22	12.74	309.3	65.5	632.27
1982	666	102.12	11.93	327.7	74.4	667.78
1983	715	106.07	12.21	351.4	86.4	712.70
1984	789	114.61	12.43	377.0	86.8	778.55
1985	872	124.90	12.93	410.7	92.4	855.46
1986	894	130.69	13.76	449.5	94.5	881.24
1987	928	134.14	13.89	497.3	100.0	912.66
1988	980	137.05	14.26	545.2	109.2	958.01
1989	1 054	137.64	15.05	584.8	118.3	1 016.39
1990	1 080	138.31	15.30	621.2	126.7	1 039.22
1991	1 087	140.99	15.49	677.5	124.7	1 048.44
1992	1 116	142.10	15.79	753.9	130.7	1 072.56
1993	1 151	145.24	16.77	839.5	151.9	1 112.63
1994	1 240	146.08	17.56	928.1	167.4	1 187.29
1995	1 361	150.05	17.95	1 008.0	190.6	1 290.34
1996	1 375	158.52	19.90	1 054.9	183.1	1 309.58

2. 中国能源消费量(见表 1.2)

表 1.2 中国能源消费总量及其构成

年 份	能源消费总量 (Mtce)	构成(以能源消费总量为 100)			
		煤炭	石油	天然气	水电
1978	571.44	70.7	22.7	3.2	3.4
1979	585.88	71.3	21.8	3.3	3.6
1980	602.75	72.2	20.7	3.1	4.0
1981	594.47	72.7	20.0	2.8	4.5
1982	620.67	73.7	18.9	2.5	4.9
1983	660.40	74.2	18.1	2.4	5.3
1984	709.04	75.3	17.4	2.4	4.9
1985	766.82	75.8	17.1	2.2	4.9
1986	808.50	75.8	17.2	2.3	4.7
1987	866.32	76.2	17.0	2.1	4.7
1988	929.97	76.2	17.0	2.1	4.7
1989	969.34	76.0	17.1	2.0	4.9
1990	987.03	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	1 037.83	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	1 091.70	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	1 159.93	74.6	18.2	2.0	5.2
1994	1 227.37	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	1 354.72	75.0	17.0	1.8	6.0
1996	1 395.36	75.4	17.6	1.7	5.3

3. 中国能源系统特点

(1) 能源生产与消费总量很大,但是人均占有水平低。

(2) 能源生产的增长明显地高于能源消费的增长,供需总量平衡,煤炭库存增大。

(3) 电力生产发展强劲,1995 年底总装机容量达到 210GW,但是全国缺电现象尚未缓解。

(4) 1994 年原油产量达到 146.08Mt。1993 年中国首次成为石油净进口国,原油和石油制品进口 33.19Mt,比上年增加 73.4%;出口量为 23.99Mt,比上年减少 12.7%,净进口石油量达到 9.2Mt,石油进口幅度过大。

(5) 中国能源消费中煤炭所占比重约为 3/4,能源利用率低,节能潜力很大;同时能源运输和环境保护的负担沉重。

1.1.2 中国节能成果

1. 概述

当今人类社会所关心的“人口、资源与环境”问题,也受到中国政府的特别重视。节约能源是中国经济发展的一项长远战略方针。节约能源不仅缓解能源供需矛盾,促进经济持续、迅速、健康地发展,而且对改善环境起着重要的作用。

1978 年中国政府提出能源发展方针是“开发与节约并重,近期把节能放在优先地位”。从 1981 年开始把节能工作列入国民经济发展计划,在全国建立了节能管理系统,开始运用行政、立法等手段推动节能工作。为了提高能源利用率,加强了组织管理,进行工艺设备改造,并把节能技术改造与企业用能的科学管理的重点放在工业企业,特别是对高耗能行业——冶金、化工、建材与电力部门。经过十多年努力,中国的能源利用率由 1980 年的 26%,提

高到 1993 年的 30% 左右, 预计到 2000 年可以提高到 35%。

中国能源强度下降很快, 每万元国民生产总值所消耗的能源量由 1980 年的 7.64tce 下降到 1994 年的 4.18tce, 年平均节能率为 4.2%, 累计节约能源量为 550Mtce, 相当于节约能源开发投资 4 000 亿元, 减少企业能源成本 1 200 亿元。对保证中国改革开放, 高速发展经济起着重大作用。

1991—1994 年能源消费增长率为 5.6%, 保证了国民经济年增长 12% 以上的需要。1991—1995 年的节能率达到 5.8%, 五年来累计节能 358Mtce, 为 1981—1990 年的总和。

2. 节能管理

随着经济体制和国家机构的改革, 中国政府节能管理机构的设置与职能都做了较大的调整, 开始逐步运用经济、法律与行政手段, 加强监督管理与协调控制的职能, 其全国节能管理组织机构见图 1.1。

(1) 国务院节能工作办公会议: 由主管能源的副总理召集中央有关部委和省级政府负责人, 研究和审议国家节能政策、法律和计划, 通常每两年召开一次会议。

(2) 国家经贸委: 主管节能工作是国家经贸委的资源节约与综合利用司。负责全国资源节约、综合利用、工业部门设备管理以及农村能源和新能源开发利用的管理与监督; 参与制定有关政策法规、组织实施、推行节能技术改造示范工程项目; 指导企业合理用能、节能监测、培训等工作。

(3) 国家计委: 主管节能工作是交通能源司。负责制订能源产业政策, 节能政策以及指导性规划; 安排和审批国家重点建设项目。

(4) 国家科委: 主管能源工作是工业科技司。负责能源新技

3. 节能投资(见表 1.3)



表 1.3 1980~1993 年节能投资及其效果

项 目	投资额(亿元)				节能总量 (Mtce)
	1981~1985 年	1986~1990 年	1991~1993 年	小计	
节能技改 (国家、地方、企业)	51.03	46.52	30.00	127.55	41.00
基建投资	49.39	114.00	140.00	303.39	43.96
合 计	100.42	160.52	170.00	430.94	84.96

4. 工业节能

中国工业部门能源消费比重一直占全国能源消费总量的 2/3 左右。其中消费煤炭的 2/3,成品油的 1/3,电力与天然气的 4/5,是全国节能工作的重点,同时也是节能潜力最大部门。几个主要耗能工业部门的节能进展如下:

(1) 钢铁工业:1993 年钢铁产量达到 88.68Mt,全行业能源消费总量 122.9Mtce,分别比上一年增加 9.9%和 8.0%。吨钢综合能耗为 1 545kgce,比 1992 年下降 29kgce,节能率为 1.84%,节能量为 2.4Mtce。

(2) 化工工业:1993 年全行业用能总量为 100.3Mtce,1993 年化工工业单位产值能耗比上一年下降 1.5%,节能量达到 0.4Mtce。

(3) 电力工业:1993 年,全国火电发电量达到 687.7TW·h,(占总发电量 82%)发电用能总量为 254.8Mtce,分别比上一年增加 11.07%和 9.45%,平均供电煤耗降到 417gce/kW·h,比 1992 年降低 3gce/kW·h,节能率为 0.71%。节能总量为 2.06Mtce。

(4) 建材工业:1993 年全行业用能为 170Mtce,大中型水泥企业单位产品综合能耗为 193kgce/t,比 1992 年减少 6kgce/t,节能率为 3%,节能总量约 5Mtce。

5. 城市民用、商业节能

1993 年底,中国城市已有 570 个,中国城镇人口达到 3.34 亿

人,占全国人口总数的 28.1%。中国城镇人口不断增长,随着居民生活质量的提高和第三产业的发展,能源需求尤其电力需求增长十分迅速。城市民用、商业用能快速增长,加强管理,厉行节约是十分重要的。

(1) 城市集中供热发展迅速。集中供热建筑面积为 400.8Mm^2 ,耗能约 17.5Mtce ,与分散锅炉房供热相比,可节能 2.6Mtce 。

(2) 全国城镇燃气普及率达到 56.9%,折算燃煤总量为 22Mtce ,与直接燃煤相比可节能 5.5Mtce 。

(3) 建筑节能。中国建筑物采暖、空调、降温 and 照明的能源需求,占全国能源消费总量的 11.5%。节能潜力巨大。预计 1993~2000 年累计节能量可达 41Mtce ,到 2000 年,每年节能量将超过 10Mtce 。

(4) 照明节电。中国正在推行一个“绿色照明工程计划”。大力发展新光源和推广使用节能灯具,预计到 2000 年可节电 40TWh ,转移峰荷 $10\text{GW}\sim 12\text{GW}$ 。

6. 农村节能

(1) 中国广大农村用能量很大,1992 年达到 569.8Mtce ,其中商品能源 324Mtce 约占总量的 56.9%,非商品能源 245.8Mtce 占 43.1%;农村居民生活用能 320.5Mtce ,其中非商品能源占 71.5%;农业生产和乡镇工业用能 249.3Mtce ,其中薪柴占 6.7%。

(2) 节能灶。1993 年有 1.58 亿个,每年可节能 30Mtce 。

(3) 农村型煤销售量达 32Mt ,每年可节能 8Mtce 。

(4) 太阳能热水器。集热面积可达 2.3Mm^2 ,每年可节约 $20\sim 40\text{kgce/m}^2$,节能 $46\text{ktce}\sim 92\text{ktce}$ 。

(5) 农业生产节能。1993 年开展了建设 50 个生态农业县,实施可持续发展农业。

(6) 乡镇工业。1993 年乡镇工业节能量约为 10Mtce ,其中包