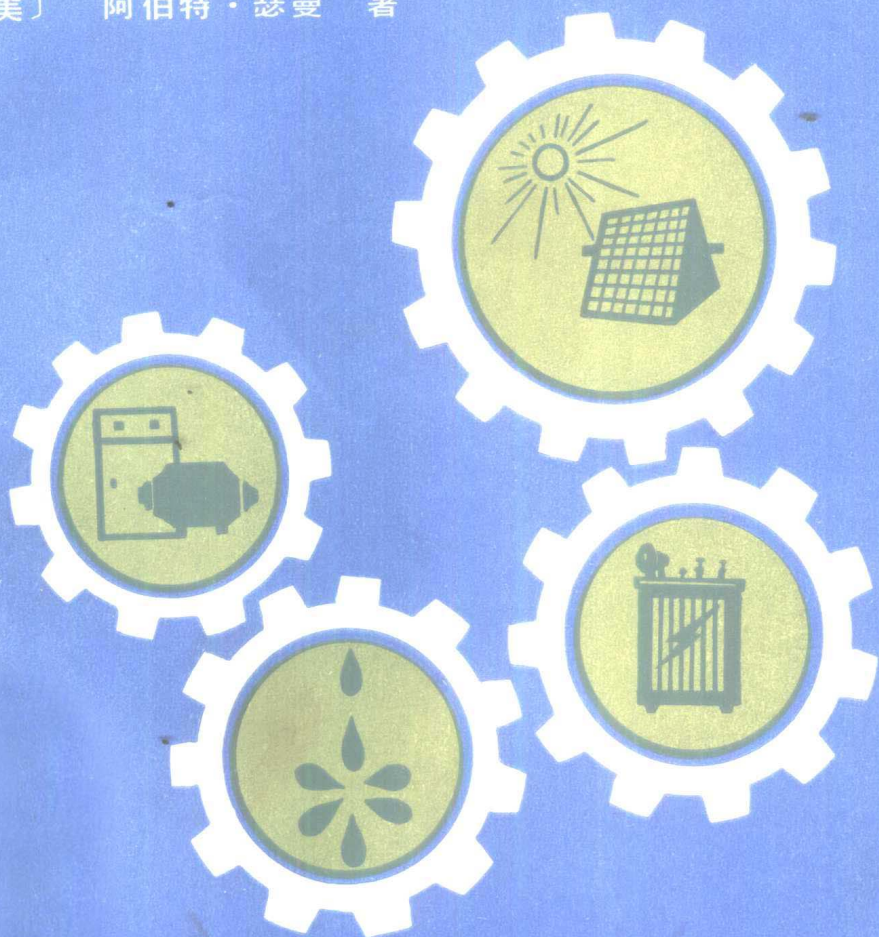


工厂节能指南

〔美〕 阿伯特·瑟曼 著



上海科学技术文献出版社

工厂节能指南

[美国] 阿伯特·瑟曼 著

金 行 仁
高 寿 华 等译
虞 月 瑾
张 逸 民 校

上海科学技术文献出版社

Plant Engineers and Managers
Guide to Energy Conservation
By Albert Thumann, P. E.
1977
Van Nostrand Reinhold Company,
USA.

工厂节能指南

【美国】阿伯特·瑟曼著

金行仁 高寿华 虞月瑾 等译

张逸民 校

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 10.25 字数 247,000

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数: 1—13,100

书号: 15192·216 定价: 1.26 元

《科技新书目》32-270

内 容 提 要

本书共十二章。第一章叙述节能、降低能源成本的重要性；第二章介绍寿命周期成本核算法；第三~十章分别从功率因数、照明、热平衡、太阳能和设备维护等对节能工作进行分析；第十一章介绍有效的节能计划管理实施；第十二章提供了许多供读者查考的工具资料，如利息表、蒸汽表等。

全书译校后，由高寿华、金行仁两同志审校。

前 言

本书是一本综合性的、简明易懂的适用于现有设备和新建工厂中降低能源费用的指南。

为了使美国在能源方面能够自给，就需要一个全面性的能源自给计划。本书的目的并不是主张将节能工程技术作为发展能源自给的万应灵药，而是提供一个现在就能够被采用的步骤。

一个全面性的能源自给计划必须包括推广成熟技术以及发展新能源的内容。在把技术用于实现美国的能源自给方面，工程技术的资源将起着极其重要的作用。

阿伯特·瑟曼

目 录

第 一 章	实施节省费用的节能计划	1
第 二 章	利用寿命周期成本核算法降低年度经营费用	17
第 三 章	提高功率因数,降低月度电费	31
第 四 章	负荷管理和照明的有效利用	55
第 五 章	减少公用工程和生产过程中的能量损耗	70
第 六 章	应用传热原理减少设备和管道的热能损失	103
第 七 章	降低建筑物的能量消耗	124
第 八 章	降温与采暖中的节能	173
第 九 章	应用太阳能集热器降低高峰负荷	197
第 十 章	建立维护制度,降低工厂能量消耗	231
第十一章	实施一项有效的节能计划	243
第十二章	方便的工具资料汇编	252

第一章 实施节省费用的节能计划

1.1 节能就是节省金钱

工业能源的消耗量^[32] 占美国能源总消耗量 40% 左右。事实反复证明采用节能的措施, 能使能源消耗量减少 30% 或更多些。某厂^[45] 推行了一种节能计划后, 它的公用事业(指水、电、煤气、冷却水等)开支减少了五十万美元。

对于工业来说, 节能计划意味着: 可以每月节约能源开支; 即使能源供应有可能减少, 仍能维持生产; 尽管有冻结燃料分配的可能性, 也不影响生产的增长。鉴于燃料供应的不稳定以及燃料价格的上涨, 采取节能计划的要求就更为迫切。

在本章中, 通过学习如何规划一个节能计划的必要程序和节能术语, 如何制定蒸汽和公用事业的费用报告, 和如何确定产品的能含(energy content), 读者就能掌握如何来“推动这项管理的开展”。

1.2 工厂经理与节能

一个节能计划并非偶然产生的。它需要一个引导力量才能“推动这项管理的开展”。对于通常制定计划的工厂经理来说, 生产、能源消耗, 以及原材料的供应是事关重大的。只有明确了以下各点, 计划才会取得良好的结果:

最高管理部门承担节能责任;

确定节能对象和目标;

节能计划的协调方法。

最高管理部门需要造成一种促进节能的气氛。每个人都应了解节能的目标。节能投资的利润率是多少? 应采用哪些统一的档案保管方法, 报告以及能源计算程序? 这还仅仅是必须首先解答

的几个问题。

1.3 节能计划

节能计划通常包括以下步骤:

1. 确定能量利用和损耗;参阅核对用清单(见表 1-1)。

表 1-1 确定能量利用和损耗的核对用清单

能量利用和损耗调查

A. 第一步调查,旨在弄清能通过维护或操作来防止的能量浪费,例如:

1. 蒸汽或其他公用设备的漏泄;
2. 炉子喷燃器的失调;
3. 需要修理或增加的绝热层;
4. 不需要时设备仍在运转。

B. 通过调查来确定何处应增设测量能流的仪表以及在经济上判断是否值得支付这笔安装费用。

C. 建立每个过程的能量平衡,详细注明:

1. 诸如原材料和公用工程的能量输入;
2. 废料处理中的能量消耗;
3. 由副产品所得的能量回收;
4. 主产品的实际耗能量;
5. 散失或消耗的能量。

注:对于所有的原材料、燃料和公用工程如电力、蒸汽等等,均需建立能量当量值,以便所有的能量都能用英热单位(Btu)的通用单位来表示。

D. 深入分析所有生产过程中的能量平衡:

1. 能否回收废热来产生蒸汽、提供热水或作为某一种原料?
2. 能否取消生产过程的一个工序或用某些方法把它改善一下,来减少使用的能量?

3. 能否采用能含较低的别种原材料?

4. 有无提高产量的途径?

5. 是否有正当的理由:

a. 用能量消耗较少的新设备来代替旧设备?

b. 用一整套能量消耗较少的新的不同的工艺装置来替换过时的效率低的工艺装置?

E. 定期地进行周末和夜间检查。

F. 对于下述的特定系统和设备,有计划地进行调查:

1. 蒸汽系统;
 2. 压缩空气系统;
 3. 电动机;
 4. 天然气管道;
 5. 供热和空调系统。
-

资料来源:美国国家标准局手册 115。

2. 落实节能的措施;参阅核对用清单(见表 1-2)。

3. 继续努力监控能源的节约;参阅核对用清单(见表 1-3)。

确定能量利用和损耗

这可能是最不容易落实的一个步骤。只有当所有能量的利用都弄清楚了,才能发觉确实存在着能量的浪费。这一步骤包括如何进行调查以便查清浪费,对每个工艺过程进行能量平衡并深入地分析每个工艺过程的能量平衡。

落实节能的措施

一旦掌握了能源的使用,即能确定可行的节能方案。每个方案将以预期的年度节约能量数以及开始时所需的投资额作为建议的依据。

继续努力监控能源的节约

能源的使用,需以每单位产品的通用的能量消耗为基准来追踪检查。这个追踪检查可对能量消耗中的变化迅速地加以证实。

本章其余部分将说明节能的术语和它的应用。

表 1-2 落实节能措施的核对用清单

落实节能措施

A. 采取必要的维护或操作措施来防止在第一步调查中所查清的能量的浪费。

B. 把通过能量平衡分析、调查等推定的所有节能方案列成表。评价并选择可供实施的方案。

1. 计算每个方案每年所能节约的能量;
2. 预计未来能源耗费并计算每年能节约的金额;
3. 估计方案的投资或消耗的费用;
4. 采用诸如投资利润率等方法,评价方案的投资价值;
5. 根据投资价值,优先考虑某些方案;
6. 选择可供实施的节能方案并要求批准所需的资金;
7. 落实批准了的计划。

C. 复核所有主要方案的设计,如新建厂、扩建、房屋建筑等等,以便保证在设计中已采用能源的有效利用。

注:在对新的设备和新的工厂作出决策时,应将能源供应的可能性考虑在内。

资料来源:美国国家标准局手册 115。

表 1-3 继续努力开展节能工作的核对用清单

继续努力开展节能工作

A. 测定效果:

1. 制定按车间部门的单位产品耗用能量图表;
2. 制定按全厂的单位产品耗用能量图表;
3. 监控和分析单位产品的英热单位图表, 同时应考虑复杂可变因数的影响, 如室外环境空气温度, 生产率水平, 产品品种的组合等等:

a. 将单位产品的英热单位值与过去实际和理论英热单位值进行比较。

b. 观察节能措施和可供实施的方案对降低单位产品的英热单位值的影响。

c. 如可能的话, 调查、证实和改正那些可能使单位产品的英热单位值增长的因数。

B. 继续开展节能委员会的活动:

1. 定期开会;
2. 每个委员应是委员会和管理人员所代表的那个车间之间的交流联系环节;

3. 定期地修订、完善节能方案表;

4. 部署并参加节能调查;

5. 交流节能技术;

6. 部署并执行持续活动和交流的规划, 以便保持对节能的兴趣;

7. 在促进节能工作中, 发展与社会各组织的协作。

C. 要求职工参加有关活动:

1. 节能委员会的工作;

2. 节能训练课程;

3. 节能手册编写;

4. 节能建议的奖励计划;

5. 节能成果的表彰;

6. 关于照明、绝热、蒸汽疏水器以及其他题目的技术报告;

7. 节能活动的标语、图案、招贴;

8. 在工厂新闻、公告中进行宣传;

9. 通过社会新闻的媒介进行宣传;

10. 向家庭发信宣传节能;

11. 向本地区各组织作报告。

D. 对方案的评价:

1. 复核节能工作的进展情况;

2. 对原来目标进行评价;

3. 考虑方案的修改;

4. 按需要修改目标。

资料来源: 美国国家标准局手册 115。

1.4 节能技术的术语

为了交流节能的目标并分析这个领域的文献,了解节能技术的术语和如何应用它,是很重要的。

每一种燃料都有它的热值,用英热单位(Btu)来表示。英热单位就是使一磅水的温度上升 1°F 所需的热量。表1-4说明不同燃料的热值。为了对不同燃料的性能作比较,最好把燃料的利用率转换成英热单位。表1-5说明用于节能计算的换算系数。

在比较燃料费用时,通常使用美制热量单位(1热量单位为100,000英热单位)这个名词。

表1-4 不同燃料的热值

燃	料	平 均 热 值
燃料油		
煤油		134,000 英热单位/加仑
2号喷燃器燃料油		140,000 英热单位/加仑
4号重质燃料油		144,000 英热单位/加仑
5号重质燃料油		150,000 英热单位/加仑
6号重质燃料油	含硫2.7%	152,000 英热单位/加仑
6号重质燃料油	含硫0.3%	143,800 英热单位/加仑
煤		
无烟煤		13,900 英热单位/磅
烟煤		14,000 英热单位/磅
次烟煤		12,600 英热单位/磅
褐煤		11,000 英热单位/磅
煤气		
天然气		1,000 英热单位/磅
液化丁烷		103,300 英热单位/磅
液化丙烷		91,600 英热单位/磅

资料来源: Brick & Clay Record, 1972年10月。

表 1-5 换算系数表

1 美制桶=42 美制加仑
1 大气压=14.7 磅/英寸 ² 绝压
1 大气压=760 毫米(29.92 英寸)汞柱(汞密度为 13.6 克/厘米 ³)
1 磅/英寸 ² =2.04 英寸汞柱
=2.31 英尺水柱
1 英寸水柱=5.20 磅/英尺 ²
=0.433 磅/英寸 ²
1 英热单位(Btu)=使一磅水的温度上升 1°F 所需的热量
1 热量单位=100,000 英热单位
1 千瓦(KW)=1.341 马力(hp)
1 千瓦·小时(KWh)=1.34 马力·小时
1 马力(hp)=0.746 千瓦(KW)
1 马力·小时=0.746 千瓦·小时(KWh)
1 马力·小时=2,545 英热单位
1 千瓦·小时(KWh)=3,412 英热单位
发 1 千瓦·小时(KWh) 的电, 需 10,000 英热单位的燃料(一般电厂中的耗 用量)
1 冷冻吨=12,000 英热单位/小时
1 冷冻吨, 商用空气调节需 1 千瓦(或 1.341 马力)动力。
1 标准英尺 ³ 是在 60°F 和 14.7 磅/英寸 ² 绝压标准状态下的数据。
1 度日=65°F 减去该日的平均温度, °F
1 年=8,760 小时
1 年=365 天
1 MBtu=一百万英热单位
1 千瓦=1000 瓦
1 万亿桶=1×10 ¹² 桶
1 KSCF=1,000 标准英尺 ³

注: 在这些换算中, 水柱的英寸和英尺是在 62°F(16.7°C) 时测量的, 而汞柱的英寸和毫米是在 32°F(0°C) 时测量的。

1.5 审定蒸汽和公用事业费用

对大多数工厂来说, 蒸汽和公用事业费用是值得注意的。把

燃料费用定量地表示为生产的函数这一点很重要。图 1-1 是古德伊尔橡胶轮胎公司 (Goodyear Tire & Rubber Co.)^[45]所采用的一份典型的蒸汽和公用工程费用的报告。这份报告使工厂经理能对所消耗燃料的总英热单位、燃料的总费用以及产生蒸汽的总成本根据生产情况作出评价。这份报告每月发布一次。

因为每个工厂有同样的报告, 所以工厂与工厂之间可以进行比较, 从而衡量出能源有效利用的程度。

1.6 审定电力费用

电力费用报告是另外一份已被证明确有价值的报告。这份报告包括最大需量(千伏安), 电能消耗(度), 总成本以及电能的平均成本和工厂功率因数。电能消耗量与每月产量相比较, 可以提供能源有效利用的度量。

1.7 计算生产过程中的能含

了解工厂生产过程中的能含, 是懂得如何降低成本的第一步。更有效地利用能量, 可以降低产品成本, 增加利润。为了计算生产过程中的能含, 必须对某一给定期间内所有输入和输出工厂的能量加以测量。图 1-2 说明了一个生产过程中能含的报告。它适用于任何制造过程, 无论它是纸浆厂、钢厂或装配线。这份报告使人们能迅速地查明能量效率差的工序。

这样, 就可把注意力集中在应该更新哪些设备和应该开始采取哪些维护计划上。这份报告也注意到原材料的选择。借助于单位产品的英热单位数值, 就能制订出适当的节能目标。这份报告也可以证实在哪里可能减少能源使用。利用表 1-6 所示的热值, 就能估算原材料的能含。

1.8 工程模拟题

在本书各章中, 读者可以体验到工程的一些情况和问题。每个模拟题及答案, 可供读者练习参考之用。

筹备生产 磅, 运费在内的价格

车胎产量

A. 蒸汽

数量

1. 实际产生的蒸汽

000 磅

a) 压力和温度 磅/英寸² °F 000 磅

b) 压力和温度 磅/英寸² °F 000 磅

c) 压力和温度 磅/英寸² °F 000 磅

2. 蒸发系数(美国机械工程师协会标准)

a)

b)

c)

3. 当量蒸汽 (No.1×No.2)

000 磅

4. 排污

磅

由于排污损失的热量, 以英热单位计 英热单位
英热单位/磅·加仑·英尺³

总金额(美元)

总数

5. 煤

吨

6. 油

加仑

7. 燃气

百万英尺³

8. 其他

9. 燃料消耗的

英热单位总量

000,000 英热单位

10. 锅炉效率 $\frac{(970.3 \times \text{No.3}) + \text{No.4}}{\text{No.9}} = \text{} \%$

11. 燃料总费用 (No.5+No.6+No.7+No.8)

12. 操作劳力(包括工资福利)

13. 操作用品(水、化学药品等)

14. 发电厂辅助设备用电 度

15. 维护费用

16. 其他杂项费用

17. 运行总成本 (No.11 到 No.16)

18. 蒸汽总成本 (No.17+固定成本)

图 1-1 蒸汽和公用

(经特许重印自

1975 年

工程费用报告

19 年 月

开工天数

B. 锅炉房的运行条件和数据

补给水量 000 (加仑)

水处理的化学药品

a) 磷酸盐

磅

b) 盐

磅

c)

磅

d)

磅

e)

磅

f)

磅

g)

磅

平均给水温度

°F

最大蒸汽需要量

磅/小时

每 100 磅运费在内价格消耗

的当量蒸汽 磅

单位 燃料

成本

美元

美元

美元

美元

美元

美元

美元

美元

单位成本

美元/千磅(当量蒸汽)

美元

美元

美元

美元

工程费用报告

"Plant Engineering"

2 月 20 日

生产过程中能含报告

生产过程_____ [1] 产品总数_____

原材料和杂项需要的能量
每单位产品的

	总 用 量	英热单位	英热单位总值
a. _____	_____	× _____	= _____
b. _____	_____	_____	_____
c. _____	_____	_____	_____
d. _____	_____	_____	_____

[2] 原材料所需总能量_____英热单位

主要公用工程的能量
(电力, 蒸汽, 冷却水, 天然气, 等等)

	总 用 量	每单位产品 的英热单位	英热单位总值
a. _____	_____	× _____	= _____
b. _____	_____	_____	_____
c. _____	_____	_____	_____

[3] 公用工程所需总能量_____英热单位

由副产品带来的能量回收

	总 产 量	每单位产品 的英热单位	英热单位总值
a. _____	_____	× _____	= _____
b. _____	_____	_____	_____
c. _____	_____	_____	_____

[4] 能量回收_____英热单位

[5] 生产过程中净能含 [5] + [3] - [4] _____英热单位

[6] 每单位产品的能含 [5] ÷ [1] _____英热单位/单位产品

图 1-2 生产过程中能含报告

表1-6 原材料的燃烧发热值

	化 学 式	高位发热值 (英热单位/磅)
原材料		
碳	C	14,093
氢	H ₂	61,095
一氧化碳	CO	4,347
链烷属烃类		
甲烷	CH ₄	23,875
乙烷	C ₂ H ₆	22,323
丙烷	C ₃ H ₈	21,669
正丁烷	C ₄ H ₁₀	21,321
异丁烷	C ₄ H ₁₀	21,271
正戊烷	C ₅ H ₁₂	21,095
异戊烷	C ₅ H ₁₂	21,047
新戊烷	C ₅ H ₁₂	20,978
正己烷	C ₆ H ₁₄	20,966
烯属烃类		
乙烯	C ₂ H ₄	21,636
丙烯	C ₃ H ₆	21,048
正丁烯	C ₄ H ₈	20,854
异丁烯	C ₄ H ₈	20,737
正戊烯	C ₅ H ₁₀	20,720
芳香族类		
苯	C ₆ H ₆	18,184
甲苯	C ₇ H ₈	18,501
二甲苯	C ₈ H ₁₀	18,651
其他气体		
乙炔	C ₂ H ₂	21,502
萘	C ₁₀ H ₈	17,303
甲醇	CH ₃ OH	10,258
乙醇	C ₂ H ₅ OH	13,161
氨	NH ₃	9,667

资料来源:美国国家标准局手册 115。