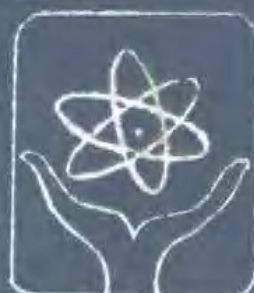


能源管理手册

上册



北京能源学会

上册目录

第1章 概论	1	的条件	26	4.4.4 绘图	65
1.1 背景	1	3.2.1 人力条件	26	4.5 基本收益方程	67
1.2 能源和经济增 长的“解耦”	2	3.3 程序和技术	31	4.6 纳税问题	68
1.3 几个推荐的 能源管理原则	4	3.3.1 数据收集	34	4.6.1 折旧	68
参考文献	6	3.3.2 分析技术	39	4.6.2 折旧的类型	68
第2章 能源管理计划 的发起、组织 和管理	7	3.3.3 节能机会的 评价	49	4.6.3 折旧方法	69
2.1 概述	7	3.3.4 工厂能源研 究项目报告	53	4.6.4 所得税问题	71
2.2 能源管理计划 的组织	7	3.4 实施和继续研究	55	4.7 货币的时间价值	72
2.3 能源管理计划 的发起和管理	10	3.4.1 实施、计划 和安排	55	4.7.1 现金流量模型	73
2.3.1 计划	10	3.4.2 定期进度检查	55	4.7.2 连续贴现	75
2.3.2 领导	11	3.4.3 再研究	56	4.8 项目评价的方法	77
2.3.3 管理	12	3.5 能源咨询员的 选择和有效利用	56	4.8.1 偿还	77
2.3.4 促进	13	3.5.1 能源咨询员 ——什么时 候和为什么	56	4.8.2 投资者的利 润率	77
2.3.5 检查	13	附录3.1 典型工厂 能源研究 报告目录	61	4.8.3 年度化成本	78
2.3.6 报告	14	第4章 经济分析	63	4.8.4 现值	78
附录2.1	17	4.1 目的	63	4.8.5 内部利润率	79
参考文献	6	4.2 问题的范围	63	4.8.6 通用分析方 法的优缺点	79
第3章 能源核算： 节能机会的 系统化探索	20	4.3 特点	63	4.9 更新分析	81
3.1 定义和概念	20	4.4 投资项目解剖	64	4.9.1 攻防概念	81
3.1.1 语义	20	4.4.1 初始投资	64	4.9.2 分析的方法	82
3.1.2 工厂能源研究的 类型	21	4.4.2 投资利润	65	4.9.3 MAPI法	82
3.1.3 基本能源概念	24	4.4.3 经济寿命	65	4.9.4 年度成本法	82
3.2 工厂能源研究				4.9.5 现值法	83
				4.9.6 资产的剩余 寿命	83
				4.9.7 用租赁更新	84
				4.10 预算问题	85

4.11 特殊问题	86	6.2.1 定义和术语	125	7.1.2 国际单位制 换算	152
4.11.1 通货膨胀	86	6.2.2 饱和蒸汽的 性质	126	7.1.3 顶部循环	153
4.11.2 风险分析	88	6.2.3 过热蒸汽的 性质	128	7.1.4 底部循环	165
4.11.3 资本投资项目 中纳入风险 因素的程序	88	6.2.4 蒸汽的传热 特性	131	7.1.5 热电联产评价	166
4.12 总结	90	6.3 蒸汽用量及其 价值的估计	131	7.1.6 热电联产评 价实例	168
参考文献 参考书目	91	6.3.1 蒸汽需要量 的确定	132	7.2 结论	172
第5章 锅炉和燃烧 系统	92	6.3.2 表面损耗和 漏泄损耗估计	134	第8章 废热回收	173
5.1 引言	92	6.3.3 蒸汽和凝结 水流量测量	135	8.1 引言	173
5.2 最大效率的关 键因素	92	6.3.4 蒸汽价值计算	136	8.1.1 定义	173
5.2.1 过量空气	92	6.4 疏水器及其应用	137	8.1.2 效益	173
5.2.2 烟气温度控制	98	6.4.1 疏水器的作用	137	8.1.3 工厂中废热 回收的潜力	173
5.2.3 废热蒸汽发生	103	6.4.2 疏水器的种 类和选择	138	8.1.4 废热的定量 表示	173
5.2.4 热平衡	106	6.4.3 疏水器规格 的选择	139	8.1.5 负荷与废热 源的匹配	174
5.2.5 锅炉排污	112	6.4.4 疏水器高效 运行的维护	142	8.1.6 废热品质分类	174
5.2.6 凝结水回收	117	6.5 凝结水回收	144	8.1.7 废热的贮存	176
5.3 用煤作燃料	119	6.5.1 凝结水系统 中能量和质 量损耗的估计	144	8.1.8 用热源提高 废热等级	177
5.3.1 提高烧煤效率	119	6.5.2 凝结水热能 回收方法	144	8.1.9 废热排放	178
5.3.2 如何测定相 对工作效率	120	6.5.3 凝结水回收系 统的总体设计	150	8.1.10 开式废热交 换器	179
5.3.3 为最大经济效 益而做的改进	120	6.6 结语	150	8.1.11 过程空气和 水的连续使用	179
5.3.4 日常操作注 意事项	121	参考书目	151	8.1.12 闭式换热器	179
5.3.5 改烧煤的问题	122	第7章 热电联产	152	8.1.13 环行系统	179
参考书目	123	7.1 热电联产	152	8.2 废热调查	180
第6章 蒸汽和凝结 水系统	123	7.1.1 一般术语和 定义	152	8.3 废热交换器	186
6.1 引言	123			8.4 废热回收设备 产品选择	189
6.1.1 蒸汽和凝结 水系统的构成	123			参考文献	196
6.1.2 蒸汽系统中 的节能机会	124				
6.2 蒸汽的热性能	125				

第1章 概 论

Roger W. Sant

卡内基—米隆研究所能源生产率中心主任

1.1 背 景

在1970年以前，能源的供应和消费对大多数人来说是一件不太清楚的事。但在不到十年之间，“能源”作为当时极为引人注意的词汇之一而出现。确实，七十年代可以说是“能源危机”的十年。美国和世界能源问题变成了电视商业广告节目的主题、课堂讨论的论题和激烈的政治辩论的议题。

“能源”一词变得家喻户晓之后，现在却在几乎是每一个地方引起争论。对于消费者的代言人，它复活了石油公司巧取豪夺的幽灵；对于能源工业的经理们，它是政府立法的一个置人于死地的圈套；对于环境保护主义者，它意味着石油污染的海岸和露天矿区；对于能源官僚们，它是国会极不愿意处理的棘手问题；对于议员，它是从各个选区提出的一大堆似乎是水火不相容的要求；而对于工厂经理们，就是燃料费和电费的上涨意味着增加生产费用预算而无把握获得收益。

毫不奇怪，许多关于我国能源问题的讨论是刺耳的和刻毒的。对于寻求某种具体行动方针的努力，不论其结果如何，都被描绘得极其可怕。这种争论的气氛是由许多因素造成的。当然，我们的能源问题是实在而非常广泛的，它在许多非常合情合理的个人目标和国家目标之间造成冲突。即使那些将“能源危机”看作是骗局的人，也避免不了近年来偶然发生的燃料紧缺和价格上涨。在一个开放的民主社会中，处理这样一个困难的问题，不可避免地会引起争论。

而且，围绕能源问题的争论被各个党派在辩论中的背道而驰的动机搞得过分尖锐了。

对于使用能源的公司经理们，问题是非常清楚而且令人伤脑筋的：如何适应上涨的燃料费用和供应不稳定。1973年以来，工业天然气价格平均每年上涨28%。馏分燃料油和渣油为21%；煤14%，电14%（数字为到1979年5月的生产厂价格）⁽¹⁾。去年的上涨幅度更为严重。燃料油价格上涨67%，天然气、电力和煤分别是41、15和3%。⁽²⁾

如表1.1所示，从1976年起的三年中，外购燃料和电力总费用在生产加工附加价值中所占百分比也急剧增长了——在五个能源最密集的工业部门中几乎达到50%。

表1.1 外购燃料和电力成本在生产加工附加价值中所占百分比

	1976	1979	1976—1979增长%
初级金属	15.8	23.8	51
炼油	15.9	23.2	46
石料、粘土和			
玻璃	12.9	18.6	44
纸张	12.2	17.3	46
化工品	10.5	15.1	44

资料来源：Annual Survey of Manufacturers for 1976，1979年为按比例估算值。

1973—1974年石油禁运除造成短缺和价格上涨外，还促使人们重视节能的需要。过去的节能方针只是“不用”。许多经理人员处事的准则是：为了自己的经济利益而削减其能源用量；他们降低恒温器的设定温度，购买更小的、舒适程度更差的公司小汽车，放

慢卡车的开车速度，为职员组织车辆合用，这仅是其中少数几个例子。但是，单纯的“不用”造成雇员的不满和生产的削减。不幸的是，“不用”仍然是许多人仍在促进的主要节能方法。许多部门通过改进能源系统而达到了更有实效的节能——即较“不用”更有效地利用能源。在制造业中取得的成绩是非常显著的：许多公司发现，只要进行更好的管理，不用很多的投资，也不必降低产量，就可减少能源用量的10到30%。恐怕没有一个单位不曾试用过某种能源管理方式，但大多数认真的现场人员都认为还存在着很大的潜力。

从更长期的角度来看，节能的最大潜力和成效在于“更换”——采用能效更高的设备或过程，以便在更低的能耗水平上提供同样的能源服务效果或效益。

原始形式的能源，如石油、天然气、煤、太阳能和铀，以及载体形式的能源，如电力和蒸汽，必须与能源服务相区别，后者是指能源提供的功能，如加热、冷却、照明和机械运动等。能源服务自然是与一般经济活动的维持密切联系在一起的，例如卡车和汽车必须要推动，钢必须进行加工等。但是，上述每种能源服务都可通过换用能效更高的工艺而以较少的初始能源来实现。这个事实从石油禁运以来已变得愈来愈明显了，更高的能源价格和短缺的前景刺激了这些新工艺的应用。此外，人们现在更多地注意到能源“质量”的差异。更高温度的能源——如2000°F的1Btu与200°F的1Btu相比——有更高的“质量”，表现在它能实现更多的服务项目，例如炼钢以及将水煮沸。将消耗能源的“质量”与要完成的具体能源服务项目相匹配，即可改善能源效率。

这些原则有千百种可能的应用。在室内供暖的场合，可换用一电热泵进行直接的电加热，这样可以保持同样的室温，电能却减少40%。销售人员的汽车选用设计得更好的

车型，既保持了同样的内部舒适性和同样的乘客公里数，又可少耗30—50%的汽油。钢铁热处理炉可以加一台回流换热器，这样就可将排气中一部分有效热能加以循环利用，而降低能耗15%以上。

结论是显而易见的：一定的能源功能通常可以通过采用其它系统或设备来代替部分能源消耗而实现。因此，在实现一定的能源服务方面高能效技术变得类似于能源；这样的技术在能源服务市场上已成为燃料的竞争对手，有助于以最低的费用获得能源利用的效益。

这种节能方式的潜力——或者更恰当地说，能源生产率——在“能源危机”之初是没有被认识到的。

1.2 能源和经济增长的“解耦”

紧跟着石油禁运之后，人们普遍认为，最有意义的节能莫过于“不用”。一般都以为，要节能就要作出牺牲。所以蔡斯·曼哈顿银行于1972年指出：

“对能源使用情况的分析表明，不损害国民经济及其生活标准就很难大量减少能源用量。…有一些较小的能源应用确实是无关紧要的，但将其取消并不能实现大量的节约”。〔3〕

值得注意的是，《增加的限度》一书中也提出了类似的结论，该书作者指出：

“削弱增长推力的反压力恐怕不会是令人愉快的，它将肯定地使若干世纪的增长所深深印入人类文化中的社会和经济结构发生广泛的变化”。〔4〕

上述两种论点的作者对于如何解决“能源危机”可能有不同的意见，但他们都一致认为，节能将导致基本的社会和经济调整。卡特总统在其1979年7月向全国发表的讲话中继续了这个主题：

“我要求你们为了你们自己和国家安全，不要进行不必要的旅行，在一切可能的地方参加车辆合用或利用公共交通，每周多停一天你的汽车，遵守速度限制，降低你的自动调温器以节省燃料”。〔5〕

近来，有迹象表明以上三种观点是过于悲观了。现在看来，尽管我们感到不知所措，但自从石油禁运以来已经发生了基本的变化，大部分是由于更高的能源价格所致。幸好，变化的性质不是牵涉到牺牲生活标准，而是牵涉到能源利用效率的提高。

在1973年，国民生产总值每~1972年美元要消耗60,000Btu的能源。1979年，也就是6年之后，国民生产总值中每一美元消耗54,000Btu，降低10%。〔6〕换句话说，我们以减少10%的能源维持住相同的经济生产率水平。现在要预测目前这种趋势将继续发展到什么程度还为时过早，因为1979年的Btu消费与国民生产总值美元之比还处于我们所记录的实际结果的最低水平上。

然而，有确切的迹象表明，我们看到的只是能源生产率显著改善的开始。例如，在禁运前的20年中，能源消费的增长和经济活动的增长平均起来是平行发展的；经济增长4%要求能源用量增长4%。但是在今天，大约只需要增加过去所需能源增长量的一半就可维持经济活动的增长。

工业部门效率的改善远远超出了大多数人的预期。从1973年到1979年前9个月，工业在商品和服务方面（不包括公用事业）的产出增长34%，而工业用能仅增加2%，大致相当于能源生产率提高了23%。〔7〕结果，1979年工业的能源费用比1973年能源效率水平所需减少了160亿美元。

这些节约与工业的能源密集程度是不成比例的。据商业部的资料，用能最多的5个部门平均节约14%，其次5个部门平均节约21%（见表1.2）。

大多数改进归因于能源供应不稳定和石

表1·2 工业节能情况，1972-1978（%）

初级金属	9
炼油	16
纸张	14
石料、粘土和玻璃	13
化工	17
前5种平均	14
食品	17
运输设施	21
纺织	19
非电气机械	28
制造的金属部件	22
后5种平均	21
前10种平均	18

油禁运以后更高的能源价格产生的经济刺激，可能还由于政府的几个自愿的和强制性的计划（包括全国若干家最大的公司必须上报其能源需要量）。

目前能源价格的进一步上涨以及政府的其它计划，如新建筑物自愿效率标准和节能税贷款，将促进更多的改进。

与我们几年前的预期相反，能源生产率的急剧改善已开始发生，结果是服务的费用较之如果没有改善所能达到的水平是下降了。我们可能对这种改善进一步会发展到什么程度拿不准，但其方向是朝着更高的能效则是毫无疑问的，而且到目前为止的效果较预期为好。

这种经验的现象——能源增长与经济增长的“解耦”——导致人们相信国家科学院核能和替代能源系统委员会需求和节约小组提出的一个一般论点：

“结果表明，如果有时间对价格、立法和鼓励措施做出反应，美国的能源需求量是很富有弹性的。因此，在能源消费方面改用先进的技术，可以大大放慢能源需求量的增长速度而取得显著的经济增长”。〔8〕

该报告继而从理论上说明，2010年的单位国民生产总值能耗如何才能较1973年降低60%。虽然许多人可能对此设想有争议，认

为它太高（特别是由于它假设实际能源价格上涨四倍），仍然形成了一个在技术上日趋一致的看法：能耗可以显著降低，而且不仅不会发生几年前曾普遍预测要发生的有害后果，反之，产出或许还可提高。

不必削减我们的经济增长即可减少初始能源消耗量的非常现实的前景，说明了为什么出现能源生产率概念居于支配地位的情况；它可以与其它促进结束我们的能源问题的基础因素共存；它可以延缓通货膨胀；它植根于美国的技术发展和自由企业的传统；它可以达到每个人所希望的结果而不造成经济和社会的脱节现象；因而它也博得最广泛的选民的支持。

1.3 几个推荐的能源管理原则

如果说能源生产率对整个国家来说是重要的机会的话，它对于每个公司就是必然的了。它是富于创造性的管理者降低产品成本中1973年以来上涨最多的那一部分的一个实际机会。

利用了这些机会的人所以这样做，是因为最高领导者有明确的意图和委托。一个组织的所有各级领导一旦理会了这个委托，就可以而且必然要严肃地利用到手的这个机会。没有上述领导，设计得最好的能源管理计划也产生不了多少成效，此外，我们在这里推荐四个基本原则，如能采用，将可扩大现有能源管理计划的效果或者为新开始的努力提供一个出发点。

第一条原则是：控制能源功能或服务的成本，而不是控制能源的Btu值。正如大多数操作人员所看到的，能源只是提供某种服务或效益的手段。可能除了石油化工生产中作为原料外，能源都不是直接消耗的。它总是要转换成某种有用的功能。现有的数据并不象人们希望的那么完全，但这些数据都显示出一些使人惊异的情况。例如，1978年工

业总计的能源开支为550亿美元。其中35%用于以电动机驱动机器，29%作原料，27%用于过程加热，7%用于电解，2%空调和照明。如表1.3所示，这与这些功能以Btu衡量的情况成为尖锐对比，例如，机器驱动耗用35%的美元，而所需的Btu仅为12%。

表1.3 工业能源功能的开支和Btu, 1978

功能	美元开支 (10亿)	开支%	总Btu. %
机器驱动	19	35	12
原料	16	29	35
过程蒸汽	7	13	23
直接用热	4	7	13
间接用热	4	7	13
电解	4	7	3
空调和照明	1	1	1
总计	55	100	100

在大多数机构中，能源功能愈专门化愈好，例如，投入过程热量的典型用途蒸发、蒸馏、烘干和再热等。在某些情况下，宜于将热能按温度加以划分，这样就可以利用热源与做功的需要相匹配的机会。

除能源费用外，还需计算提供服务所需的转换设备的折旧、维护、劳力和其它操作费用。这些费用达燃料费的50%。

需要管理和控制的不是能源的Btu，而是这些功能的总费用。各种不同的能源的Btu费用有很大差别，使通常使用的Btu度量造成很大的混乱。如表1.4所示，在1979年11月，电力1 Btu的成本为蒸汽用煤1 Btu的9倍。

表1.4 每百万 Btu工业能源的费用，1979

蒸汽用煤	\$1.11
天然气	2.75
渣油	2.95
馏分油	4.51
电力	10.31

可用性也是不同的，为维持燃料的灵活性而付出的费用要影响到产品的成本。如前所述，天然气的平均年价格增长幅度几为电力的三倍。故控制单位产品Btu的能源管理系统可能完全忽略了替代能源的经济性和可用性变化的影响以及每种燃料使用性能上的巨大差异的影响。控制能源功能的总费用更为切近于一个机构的经理的主要利益之一——控制成本。

能源管理的第二个原则是：控制能源功能时，将其作为产品成本，而不是作为生产开销或总开销的一部分。许多公司仍然把所有能源费用混入一笔总的或生产的开销帐目中，而不将能源功能费用最高的那些产品区分出来，实在令人惊奇。在大多数场合中，能源功能必须成为标准成本体系的一部分，这样就可以评价每一种功能对产品成本的影响。

生产某一特定产品的最低理论能源开支，一般可在确定该产品的标准能源费用过程中加以确定。例如，25马力电机驱动的秒数、在一个2200°F加热炉中加热一钢部件所需分钟数或进行电解分离所需的5V电力分钟数可以确定为理论最低值，并与实际数字相比较。如同在所有生产成本功能中一样，最低标准常常是很难遇到的，但它可以作为节能机会潜力大小的尺度。

在对比实际值与最低值时，可有四种缩小其差距的方法，通常按如下顺序排列：

1. 可确立一个按小时或按日控制的体制，以将功能费用保持在理想的水平上。
2. 换用更便宜更现成的燃料。
3. 改变过程的方法以降低对某种功能的需要量。
4. 安装新设备以降低某种功能的费用。

降低费用的起点应当在于达到以现有设备和过程所能达到的最低费用。安装管理控制系统可以表明，在一个良好受控的条件下什么是最低可能的能源用量。只是在这一点

上才可以考虑过程或设备结构的改变。在现有体系中实际上最大限度地降低开支之前就改变设备，可能造成新设备过大，或更换设备而用于非必要的功能。

第三个原则是：只控制和计量主要的能源功能——这大约只占20%，却占费用的80%。通常都是少数的功能占费用的大部分。必须集中力量控制那些占费用主要部分的功能，而将其余的归为一个总类。美国许多工厂只有一台计量仪表，装在由外部引入工厂的煤气总管或电力总线上。不管建立的标准成本是否合理，由于不测定相对于该标准的实际能耗，而使这样一个体系变得没有用。对各主要功能进行分别计量，不仅可以在短的时间间隔中测量而且可以控制费用。总计量和分计量的费用，对于在一个生产系统的主要能源功能方面实现大幅度降低成本的潜力而言，一般都是次要的。

第四个原则是：将一个能源管理计划的主要之点放在安装控制设备和取得结果。通常人们都是设法对一个工厂能节约多少能源求得一般的了解，而忽略了如何取得这样的节能效果。节能工作中的每一个步骤，都需由经理或一线的监督人员经常地检查，以了解是否有明显的变化。在实现任何一项节能之前，差不多都需记录重要的燃料用量和进行性能观测。因此，非常重要是能源主任或委员会应得到经理的授权有权安装控制设备，而不仅仅是向生产线的领导者提出建议。那些取得最大降低成本效果的主管人员，必然实际安装系统和控制设备，而不只是提出良好的建议。

如前所述，提高能源生产率和降低能源服务费用的潜力是很大的。1972年以来工业能源生产率提高20%只是一个开端。一家大化工公司的能源主任说，“长期的效果还要大得多”。

虽然没有一个人确切地知道我们在实践

中能將能源生產率提高多少，^[7]但美國物理學會在其1974年節能研究報告中指出，達到1972年能源與產量之比的八倍在理論上是可能的。^[8]更明確地說，我們離節能機會經濟上的飽和還有很長的路（參見文獻[10]）。有一種普遍的論點，認為在實現了15或20%的改善之後已無多少餘地，是沒有根據的，應置之不顧。能源生產率提供的是愈來愈大的機會，而不是最後一着。本書以後各章將提供各個機構為充分利用這個機會所需的資料。

參考文獻

1. Statistical Abstract of the United States, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1979, Table 785.
2. Energy User News, Jan. 14, 1980.
3. JOHN G. WINGER et al., Outlook for Energy in the United States to 1985, The Chase Manhattan Bank, New York, 1972, p. 52.
4. DONELLA H. MEADOWS et al., The Limits to Growth, Universe Books, New York, 1972, pp. 153-154.
5. JIMMY E. CARTER, July 15, 1979. "Address to the Nation," Washington Post, July 16, 1979.

6. Monthly Energy Review, Jan. 1980, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., p. 16
7. Monthly Energy Review, Jan. 1980, U. S. Department of Energy, Washington D.C., p. 8; Statistical Abstract of the United States, U.S. Government Printing Office, Washington, D. C., 1979, Table 1409; Energy User News Jan. 20, 1980, p. 14.
8. American Association for the Advancement of Science. "U.S. Energy Demand: Some Low Energy Futures," Science, Apr. 14, 1978, p. 143.
9. American Physical Society Summer Study on Technical Aspects of Efficient Energy Utilization, 1974. Available as W. H. CARNAHAN et al., Efficient Use of Energy, a Physics Perspective, from NTIS PB-242-773, or in Efficient Energy Use, Vol. 25 of the American Institute of Physics Conference Proceedings.
10. R. W. SANT, The Least-Cost Energy Strategy, Carnegie Mellon University Press, Pittsburgh, Pa, 1979.

(上接19頁)

地這其它公司在節能方面的工作，通知各廠長和分部經理。

9. 幫助分部各廠制訂总的年度節能計劃。
10. 協助組織能源管理協調委員年會。

參考文獻

1. C. HunPhrey, "Sense, Nonsense,

and Games in Training for Conservation," API RePrint 08-76, Los Angeles, 1976.

2. Federal Register, notice of June 28, 1977 (425R-32831).

第2章 能源管理计划的发起、组织和管理

Milton A. Williams

德克萨斯州奥斯丁市能源管理咨询公司

2.1 概述

今天可供用于实现节能的新概念或特殊技术并不多。节能只不过是应用人们已经熟知的基本工程原理和实现一个稳妥的和全面的能源管理计划。但是，尽管不存在什么魔杖，对于任何一个以前未执行过节能计划的工厂，以少量的投资实现10到25%的节能几乎是毫无问题的。当然，某些关键因素是非常重要的：（1）如何以及在何处求得节能；（2）什么用得成功而经济，什么不是这样；（3）如何组织和推进一个进行中的和有效的节能计划；（4）如何进行全面的能源核算；以及（5）如何应用优良的工程原理。

节能中的大部分可以用成本/效益之比远小于2的投资实现。维修项目实现的节约，有些基本上不用花钱。通过全面能源核算提出来的大多数节能项目，其经济效益可与公司所能进行的任何其它投资相竞争而占很大优势。还有一些附加的经济好处：节能设备的加速的折旧安排和提高的税收投资信用。一个公司中的连续的节能计划将保持住已实现的节能并创造一个鼓励职工自己提出更多的设想和方案的环境。

本章中提出的工业节能计划为一项成功的和面向结果的计划提供一个基本工具。它既适用于大公司，也适用于小公司。例如为大公司的工厂提出的组织方式完全可以用于小公司作为其实现节能计划的初步组织方

式。只需调整整个计划的规模，使之与公司规模和能源密集度相适应。开始节能计划时要遵循的一个很好的经验规则是算出公司能源费用的15%左右，假设全年最终至少要节约出这笔钱；然后，就可将这笔钱作为计划的投资，用于人力资源和设备。

并非所有的小公司都有人力和(或)专家提出和实施一个计划，它们可能需要外部的帮助。在这种情况下，最好是雇请一个专门从事节能工作的有声誉并有竞争力的咨询公司。这样的专家，特别是在进行深入的能源核算方面，将加速节能的实现。经验表明，能源核算是改善现有设施的能源效率的最好途径。通过能源核算揭示和实现的节能，大多数都能达到小于1的成本/效益比。

2.2 能源管理计划的组织

首先，最高领导者必须热心于节能计划并负起责任来；他们必须愿意提供所需的人力物力。他们必须相信，节能对于公司未来的发展是最重要的。问题就出现了：如何得到最高领导者的重视和支持？当然，有许多办法可试。最好的办法之一是开出一张节能项目清单，列出各个项目的美元和Btu费用和节约值。如果公司里还未实行过较大规模的节能计划，则无疑会有许多投资回收少于一年的项目。这种有吸引力的投资肯定会引起他们的重视，而且还会使他们对一个连续的能源管理计划发生兴趣。引起最高领导者关注的其它的可能办法还有：（1）介绍过

去十年中能源费用的上涨情况以及这些费用如何影响了公司，以及未来的能源费用；(2)讨论可能的能源削减量及其对公司和公司各地工厂的影响；(3)努力发现竞争对手在干什么，如果公司没有一个能源管理计划，将在市场中受到什么有害影响；(4)指出许多公司以少量或不用投资实现了5—15%的节能，通过回收期少于两年的项目实现节能达30%。一般说，当最高领导者在面对着能使公司提高其赢利并有可能取得市场优势的事实时，就会对计划表示赞许。

一旦公司主管部门采取了批准能源管理计划这一重要步骤，就要任命一个人，最好是高级经理，负责协调整个公司的计划，并向主管部门报告工作。只有在主管能源问题的高级经理向负责实际工作的最高领导层报告工作的机构，才能在全体职员心目中强调出该机构对能源的有效利用的重视程度，从而实现最有效的计划。对于任何规模的公司，这个岗位需给以充分的重视。在这个职位上的人必须是有威信、有丰富知识和富于进取心的。

最好委派一个委员会支持此协调人。这应当是一个代表着几个职能的四五个人的小组，如工程设计和制造等，或者小组仅限于几个制造部门或地区的代表（一般是最大的能源用户）。委员会成员通过定期开会可以提出和支持在节能领域中的新设想和必要条件，这样就可为继续发展公司的节能工作而发起新的计划。委员会和高级经理应与经营经理和生产现场保持密切联系以执行各项计划，并进行与他们的活动有关的必要的联络通信。

在大公司中还要有一个技术指导委员会，以便协调公司的总的节能技术计划。该委员会的任务是了解涉及一个以上部门的节能机会，并制订出有关在这些方面的进一步活动和特殊技术的导则供所有部门使用。此外，委员会还就效率不高的那些部门开展工作提出建议，并建立起在各组之间进行技术情报交流的体制。此委员会一般是在全公司的技术指导委员会领导下工作。图2.1所示为一个典型的公司能源管理组织形式。

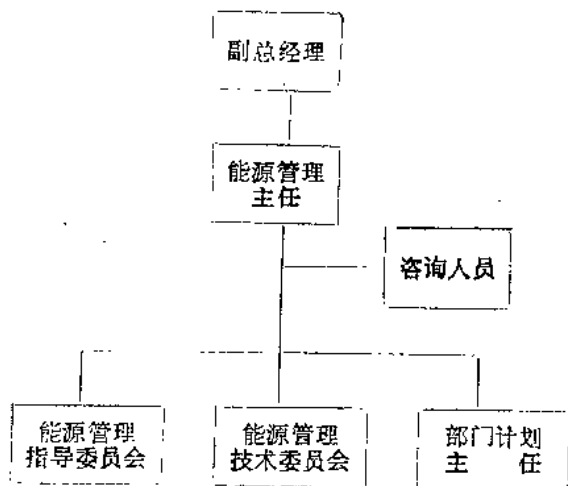


图2.1 典型的公司能源管理计划

最好是在现有职能机构的基础上制订节能计划，通过和依靠这些职能机构来实施计划。节能小组加强、协调和支持他们的计划。如果职能机构的规模足够，可以有自己

的计划协调人，但要在部门经理的支持下工作（见图2.2）。

组织一个工厂的能源管理计划无疑有许多方法。但大多数公司都采取在每个工厂指

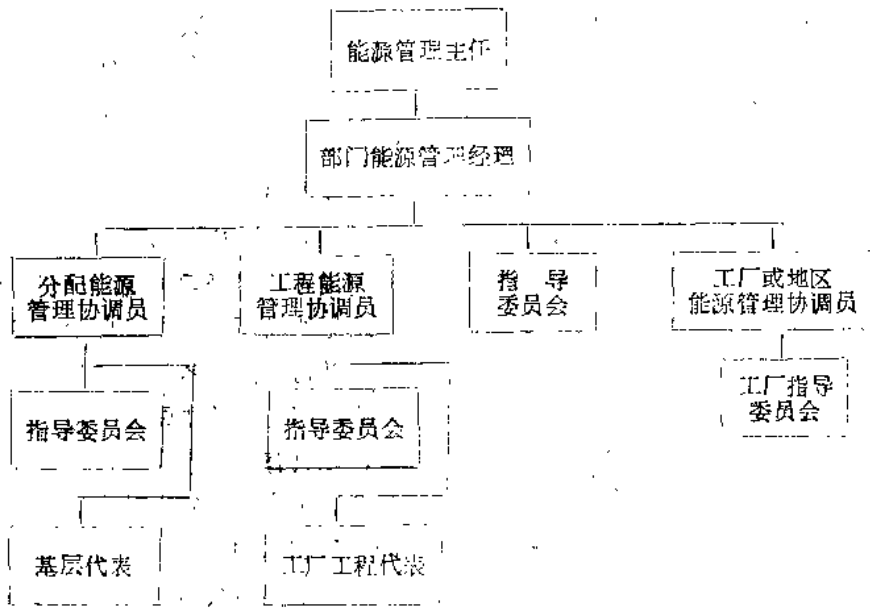


图2.2 典型的工厂能源组织

定一个人负责的作法，他负责推动节能方案和机会，使计划的情况保持一目了然，监督其进展，并普遍地促进人们注意节约能源用量和费用。图2.3所示为一个典型的工厂能源管理组织形式。各公司的组织形式如果有

差别的话，就在于工厂协调员岗位选派人员的级别。有的公司任命副厂长级人员，有的低一级，相当于科室主任一级，有的则任命一般的工程师。级别并不特别重要，只要给他以适当的时间进行工作并得到工厂领导的

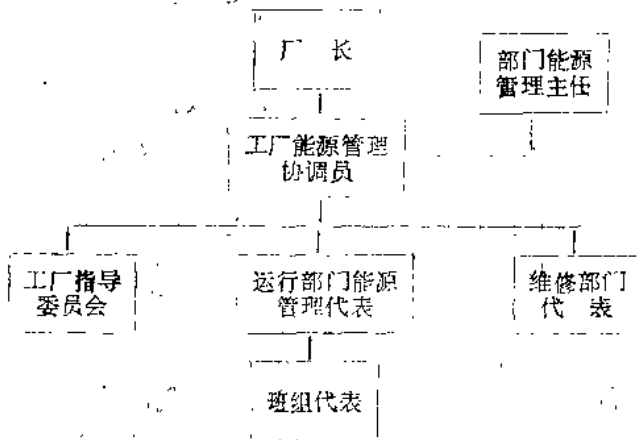


图2.3 典型的工厂能源组织

支持。该协调员用于此项工作的时间取决于工厂的能源密集程度。

不管任命什么级别的人员，绝对重要的是他要向厂长报告工作，并要给他以众目所见的支持。当然，工厂协调员有创造性，富于进取心，对计划热心，就更好了（见附录2.1）。工厂生产线组织负责研究、发起（可能提供资金）和实现节能项目。技术部门则可从技术方面对项目进行协助。

有一个委员会协助协调员，好处是很大的。委员会只需几个人或十几个人；这要由协调员和厂长斟酌处理。委员会由工厂中各个职能部门的代表组成，如技术、维修、班组组织、公用设施、生产等等。委员会还是工厂组织和工厂协调员之间联系的渠道。

为了进一步推动工作并确保每个工作部门都有一个行之有效的计划，工厂应当采取每一个部门都有一个监督员负责节能计划的原则。这是非常有效的，因为各部门的首长和厂长一样，也有许多其它的职责。部门代表是部门与工厂能源管理协调员和委员会之间的主要联系人。此代表是部门中操作和维修人员在有关能源管理问题上的焦点和连接点。他采取各种办法促进和加强部门的计划，包括支持提出新设想，进行机组的能源平衡以找出需要认真研究的部位，报告能源用量和费用，并广泛地宣传本部门的节能计划。非常重要的仍然是，接受此任命的人应当有足够的时间用于部门的节能计划。成效一般都是与代表用于节能工作的时间相当的。

如果有可能，将能源管理计划扩展为每小时的组织方式，即在每个部门指定一个小时负责人作为小时小组的协调员。此人的任务类似于部门能源管理代表，但范围更为有限。如果工厂是按班组组织的，则小时代表就在他的班上配合班组监督员推动节能。该代表接受有关该班次的节能资料，他再将该班次的任何新设想传达给部门监督人员。

公司的规模决定了能源管理计划组织的规模。参与的人愈多愈好，但组织形式应保持在可以管理的规模上。必须有确定的联系途径和职责。如前所述，在各级组织中建立“指导委员会”是最有用的。部门级的委员会可帮助推进该部门的节能计划。委员会可提出设想，接受委托编写材料，作为一个交换意见的场所，使大家集中力量于工厂的需要，并帮助推广各种合理化建议。委员会成员应从部门中的重要职务和大用能部位选任，以具有广泛的代表性。有计划地轮换委员会成员也是个好办法，这样可以吸引更多的人参加这项重要的活动，增加获得新鲜设想和观点的机会（参见附录2.1）。

为使一个能源管理计划得到成功，最高领导者必须在计划的实行中起积极主动的而不是被动的的作用。他们应当从一开始就给以支持并给人们以明显的利益。在组织形式至少如图2.1所示那样基本完备后，领导者必须花精力和时间撰写文章，说明为什么需要此项计划，以及计划对公司的活力的重要性。他们要拿出基金来开展一个强有力的“开幕式”活动，以吸引全体职工的注意。可以采取的宣传推广活动方式有告示、海报、工厂报纸、小册子以及标语牌等等。下一节介绍一个计划的发起和进行的细节。

2.3 能源管理计划的发起和管理

在能源管理组织机构建立并明确了职责分工之后，计划的管理工作就开始了。德克萨斯大学机械工程和空间工程助理教授H. Echerlin说：“节能首先是人的问题，其次才是技术问题”。在按照前述建立了组织机构之后，主管人员就要开始执行他的三个首要的职能——计划、领导和管理。

2.3.1 计划

为使公司节能经理及早做出如何实现节

能计划的决策,需要有一个措施计划。将要出现并加以处理的几个问题是:(1)公司愿意提供什么人力和物力资源?(2)目标是什么?计划的主要关键问题是什么:是能源核算,维护工程,人员的高能效操作培训,改进维护,还是更新设备等等?(4)公司如何鼓励职工:表扬,奖金,职守标准,自觉?(5)如何监督和报告公司的进展?这些就是经理在公司节能计划实施阶段初期制订措施计划时所遇到的问题。一个好的全面的工作计划实际上就是对整个理想目标的思考分析过程。

由于不可能一下子把公司经济标准范围内可以用于节能的每一个问题都包括进去,必须将该公司有最大潜力的那些领域排出优先次序。应当确定出公司有最大可能实现的最理想的成效。应当向下一级的监督人员制订导则、工作程序和设想,使他们能发挥自己的创造性为计划做出显著贡献。整个计划中要考虑的一个重要问题是人们习惯于抗拒变革这样一个事实。如不能克服这种阻力,计划就收不到成效。不管计划有多好,如果人们不接受或不理解推行计划的理由或不愿去执行,计划也将夭折。换句话说,计划必须考虑实现此计划的人们的利益和想法。一个好的计划开始于公司抓的及时并带领职工走向一个他们能看得到的最后结果。

公司的节能计划不可能在一开始就把所有的阶段定的很准确。许多阶段随着计划的进行自然要有所发展变化。但非常重要的是如第2.2节所指出的,要尽可能吸引更多的人参与。参加和互通消息是关键问题。人们提出建议的机会愈多并能看到他们的意见和建议被纳入节能计划和工作计划,则他们愈能更多地担当起管理的作用。但是,必须使职工有充分的时间理解和实现计划。

总的节能计划的实施计划既已确定,如何创造条件使职工们热心支持计划?如何领导职工奔向你的目标呢?

2.3.2 领导

对经理人员的衡量尺度,是他引导和指导其他人达成目标的能力。由于本书目的不是讲授做经理的一般基础知识,而只是运用这些基础知识于领导能源管理计划,本节将主要讨论经理在推动职工方面的职责。

推动职工的最有效的手段之一是“自觉”。为了促使职工支持能源管理计划,应当让他们知道:(1)他们所用的能源数量;(2)花了多少钱;(3)为使他们的职位保持活力,能源所起的关键作用;(4)他们在操作中可以实现节能的许多办法;(5)生产率 and 能耗之间的关系;(6)能源问题的严重性以及它在未来对国民经济的潜在影响。公司如何启发这种觉悟?当然有许多办法,下面是几个例子。

- 1.各操作部门计算其每月每磅产品的Btu值或每单位生产系数的Btu值,标在目标曲线上。将此图挂在引人注目的地方。

- 2.公布预算的能源用量和费用,使职工们了解其数量。

- 3.编制一个能源用量与生产率的关系曲线,公布出去,以便在削减生产时鼓励人们认真地减少能源用量。(在大多数情况下,此曲线远非线性的。)

- 4.对每一个生产操作编制一个节能机会表,使操作人员、维护人员、监督人员和工程部门了解。

- 5.厂长通过开会或录象带向全体职工说明公司的和工厂的能源状况以及全国的能源状况。

另一个鼓励职工的有效方法是表扬。所有的人对称赞和“赞许地拍拍肩膀”都有好感。而这种简单的姿态根本不花钱,却能保证人们持续地关心和不断地提出想法。最重要的是要确定一个迅速确认职工提出的想法的办法,而不管这些想法是好的、坏的或大同小异的。没有人喜欢被人轻视。

如果职工个人参与了现实而具有挑战性

的节能目标的制订，则随着参与而来的或是承担义务。重要的是，节能目标应由操作部门和工厂提出；目标不能靠下达。在各部和工厂之间推动合理的竞争也是有益的。它促使每个人看得更高更远，并为达到目标而更努力地工作。有了这样的目标，每个部门和每个工厂还应编写出如何达到其目标的书面计划。计划包括为达到此目标而开展的各项活动以及各人的具体职责。

如有可能，将能源管理工作列为每个监督员工作职责的一部分。如果监督员知道总经理大力支持公司的能源管理计划，因而也知道监督员岗位的总的工作成绩在某种程度上取决于他所在部门或小组所达到的节能效果，则监督员将很认真，并将看到一种使职工们关心和合作的适宜气氛。

另一个推动职工提出节能建议的办法是奖励，即奖金或表彰。奖励促进积极性，推动人们直接参与计划，但存在另一个可能的危险。如果最后停止了物质奖励，则建议可能会减少，而抵消了原来得到的好处。人们可能会习惯于为每件事而接到额外报酬，而这本来是他们的本职工作。

公司为采购和安装设备以实现能源管理项目而拨出的专门资金，对计划是有力的推动。职工们看到领导上明显的支持，他们也愿意提出更多的节能项目。

对职工进行适当的培训是经理们的最优先的工作之一，而且也是他在指导他人方面的职责之一。此外，培训也起推动作用。如果职工们没有受到正确的指导，告诉他们如何在他们的作业中提高能源效率，怎么能够期望他们节能呢？首先的条件，是 they 要拥有对能源用量进行控制和检测的仪表工具。有了工具，还要对他们进行培训；经理不能依赖于老操作人员带徒弟的作法，这是不够的。老的操作规程要改变以反映当今的能源价格。经理应确保这些规程为大家所完全理解和遵循。人们只记得学习曲线，却忽略了

遗忘曲线^[1]。而培训工作的需求在很大程度上取决于受培训的最后一个人如何训练下一个人去学习。知识量不可避免地要逐步减少。培训应当从一线监督员开始，然后进至计时工人。在当前能源价格不断上涨的世界里，经理们必须重新考虑：（1）培训计划；（2）补充必要的资料；（3）提供高能操作的工具。

能源管理计划的管理有两个有关领导（指导他人）而与促进措施无关的问题。一个是能源核算的概念。能源核算可能是改善现有设施的能效的最佳途径。简言之，能源核算就是对一个操作部位或系统中如何处理能源进行深入的技术研究。关于进行能源核算的具体细节（包括性能分析）在本书其它部分中说明，但它对有效的能源管理计划的重要性，却是怎样强调也不会过分的。在维修计划推行以后，能源计划经理为进行能源核算必须获得训练有素的和有竞争能力的人员。为此可能需要雇佣专业从事节能工作的咨询公司。其成效将是十分显著的。

另一个问题是节能设备的选购。计划经理必须确保采购人员了解和利用“寿命周期”成本计算的概念。简言之，在决定买什么样的设备方面，采购人员必须考虑到以更高的价格买更有效的设备一年可节约多少钱。这个问题将在第4章中更深入地讨论。

2.3.3 管理

经理的最后一项首要职责是管理，就是估计和调整工作的进展以及评价取得的结果。经理必须确保计划的顺利进展，如果有问题，就要进行变动，包括改变方向，增加人力物力，发现和解决问题；简言之，要在病人还活着的时候进行诊断和处置。在报告了结果之后，就应当分析如下问题：取得了什么经验，如何进一步提高效果，如何达到更高的成就，哪些措施取得了最大的效果，优先级别是否要改变，如何保持已得到的成果，等等。管理是经理为保证计划并提高其

成果而必须执行的职责。这个问题将在下面关于监督和报告的章节中进一步讨论。

2.3.4 促进

宣传和促进是一项成功的能源管理计划的重要环节。它们是推动职工节能的重要一环。宣传和促进很难与推动措施相分割，因为二者的首要目的都是使人们愿意和敢于节能。它是一种促使职工获得节能成果的宣传形式。还必须大力宣传职工职业继续和节约金钱之间的关系。

下面是一些宣传和促进能源管理计划的措施：

1. 在公司或工厂报纸上每月发表一篇文章。包括对进行能源管理活动的人的介绍，以及至少一个已实现的好节能方案。
2. 有适宜的节能广告的笔记本。
3. 印有各种节能机会和设想的操作部门记录本。
4. 工作帽上的印花节能图案。
5. 节能海报和标语。
6. 工作会议上列入节能议程。
7. 向一线监督员提供节能资料，用于计时职工每季至少一次的定期讨论。
8. 工厂协调员和单元（机组）代表与工厂人员进行面对面的节能讨论。节能机会一览表可以作为讨论主题。
9. 由工厂协调员和单元（机组）代表每月公布工厂和部门的节能成绩。
10. 单元代表和几个单元人员每季度进行一次现场巡视，调查了解节能机会。
11. 利用全厂性的醒目的车辆或设备张贴宣传节能的标语。
12. 使第1项的文章取得当地报纸的重视和报导。
13. 在工厂中每年另举行两次能源宣传日。
14. 编写能源使用测验，发给每个单元中的计时职工。
15. 工厂能源协调员每年举行会议。

16. 工厂中各单元代表每季举行会议。

17. 设计和采用公司能源管理标识。

宣传节能中的一个重要之点是采用职工们日常生活中熟悉的术语。“Btu”对普通职工是没什么意义的，但如采将Btu换算成多少加仑汽油、他们家庭的暖气、洗衣机的电力等等，就有实际意义了。例如：“晚上少点一个灯泡，就可省出洗碟机一年的电”。

2.3.5 检查

为了保证科室、工厂或操作部门的计划按进度走向预定的目标，必须定期进行检查。检查还能起到保持计划势头的作用。随时掌握发展趋势并测量成绩，是有效的计划的一个组成部分。

检查有几种作法。掌握费用趋势和能源用量，可能了解总的进展情况，但不幸的是，这两者并不能说明全部问题。确实，总能源费用是重要的；但是，随着能源价格的连续上涨，费用已不是衡量节能计划进行好坏的真实尺度。将计划进展与能源用量联系在一起，还会造成误解，因为产量还影响着能耗。例如，两年期间的能源用量可表现出逐步下降，经理由此而得到错误的结论，认为一切都很正常。而实际上可能发生的事是工厂或部门的产量在此期间里以更快的速度下降。那么答案是什么呢？单位产出量的能源用量是一个好答案，尽管人们公认产出量并不总是易于测量的。

能源有多种表示法：立方英尺天然气，加仑石油，千瓦小时电力等等。如果生产单元只用一种形式的能源，就可将产出与能源记帐形式关联起来。但一般都要使用一种以上的能源，因此最好是将各种能源形式换为一个公分母“Btu”。关于各种燃料的Btu值已有充分的资料。只要将一定时期内消耗的能源的计量值取来换算成Btu，再除以同期内的生产单位值，即可得到单位产出的Btu值这样一个系数。将这些系数按时间座标标出来，就可以清楚地看出来一个部门的节能

工作进展如何了。它可以不反映全部问题，因为如前所述 单位产出的能耗可能受到开工率的影响。但是，如果有历史数据可供给出能源用量与生产率的关系曲线，则上述系数可按开工率加以调整，而得到一个真实有效的系数。这种调整是否需要，视该单元（机组）对开工率波动和能耗的敏感程度而定。在节能计划的早期阶段，对系数进行复杂的调整大多是不必要的：计算出 Btu/lb 系数曲线就足够了。图2.4所示是一个耗能生产设施的 Btu/lb 系数的时间曲线。如果连这个也做不到，给出某一单元的 Btu 用量亦可相当清楚地看出该单元中节能计划的进展程度。

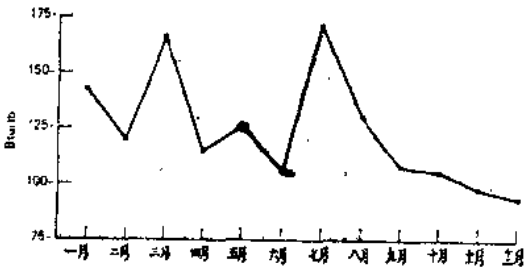


图2.4 一年中十二个月份的 Btu/lb 值。

最好能将一个工厂或生产部门的耗能部位尽可能划小，以便更好地显示出在哪里出现了偏离计划的情况。耗能区划的愈小，报告周期愈短，则一旦发生偏差，反应也就愈快。通过严格检查可以节省大量能源。同样的原则亦适用于保持能源管理计划的势头。关心程度降低，节能设想数量减少，单位产出的 Btu 值系数增大，领导支持减弱，这些都是计划要遇到麻烦的迹象。在计划的早期阶段就要确定出各种反应这些问题的方法。

单位产品的 Btu 值系数虽是最好的监督能源管理计划的方法之一，但还有其它方法。美国政府用其中一种方法监督美国 10 个能源最密集的工业的节能进展。每一个工业部门将其在 1972 年（基础年）生产单位产品的能源用量与当前报告期中生产同样数量产品所用能源数量相比较。每个工业部门中的

50 家最大的公司每年必须报告两次，但可以通过一贸易机构而不必直接向能源部报告。由于所有的公司都必须收集上报数据，所以这些数据在公司内部作为检查其节能计划进展情况的手段是非常有用的。许多公司都有各生产点和操作部门的报告，并将指数逐月标绘出来以供监督之用。关于如何计算此指数的资料，由华盛顿美国能源部或其各地区的办事处提供。

各公司用以检查能源计划进展的其它方法包括：

1. 项目完成后的美元节约值。
2. 项目完成的 Btu 节约值。
3. 美元节约与能源开支美元之百分比。
4. Btu 节约与 Btu 消耗的百分比。
5. 研究中或进行中的项目的估计美元节约。
6. 节能计划的投资。
7. 完成的节能项目数。

检查进度和报告结束的 6 种格式如表 2.5 至 2.10 所示。

2.3.6 报告

在节能经理决定了公司或分部节能计划检查中的重点后，就要进而决定报告的内容和上报周期。最高领导者关心的是计划的进展，以及从人力物力开支中实际节约多少。但他们没有时间去了解节约情况的细节，因此，报告要适应其读者的要求。领导级别愈低，对其上报的材料的内容就愈详尽。

对最高领导的报告应以精炼的形式列出节约美元、节约 Btu、投资和美元开支，以及如有可能加上节能指数，所有这些数据都要与目标值相对照。报告应按季呈报，并按分部计算出年内累计值。分部中的每个工厂都应上报同样的资料，以便全分部进行汇总。但是，工厂还应指明本季内完成了什么节能项目，每个项目实现了多少节约，以及实现这些项目的费用，所有都按部门列出。按部门列的结果也要与部门的目标相对照。