

纺织工业 的 能源节约与环境保护

〔美〕 Sidney G · Cooper

姚光晞 周祖权 潘自麟 节译

上海科学技术文献出版社

纺织工业的能源节约与环境保护

[美] Sidney G. Cooper

姚光晞 周祖权 潘自麟节译

上海科学技术文献出版社

前 言

能源节约和环境保护是关系着工业生产经济效益和国民经济发展速度的两个重要问题,当前正受到各方面的重视。为配合我国纺织工业开展节能和环保工作,我们选译了美国的《纺织工业的环境保护和能源节约》一书中的部分章节,以供参考。

本书主要介绍美国纺织工业各部门的能源使用和节约技术,废水的产生和处理技术,废气的发生和控制,固体废弃物的引起和处置,以及有毒废弃物和噪声的防护等。本书取材于1973—1977年间美国政府公布的资料和工厂的现场调查数据,内容具体,有参考价值。

参加本书翻译的有姚光晞(第一章)、周祖权(第三章)、潘自麟(第二、四、五、六章),校稿的有金智才(第一章)、姚光晞(第二、三、四、五、六章)。全书由姚光晞负责总校。由于译者的文字和技术水平有限,错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

译者 1982年6月

目 录

第一章 能源问题

一、纺织工业总的能源使用状况.....	1
二、纺织工业各组成部门的能源使用状况.....	3
三、迄今所取得的能源节约成就.....	16
四、能源节约与环境保护局(EPA)或职业安全卫生管理局(OSHA)的规定 间的矛盾.....	18
五、能源节约的可能性.....	19
六、技术上可行的节能综合措施.....	32
七、经济上可行的节能综合措施.....	37
八、改变所用能源的形式对节能的影响.....	41
九、美国联邦能源局(FEA)节能措施的制定	42
十、部分特殊省能工艺的选例.....	50
十一、1980年以后的能源问题.....	60
十二、有待深入研究的项目.....	60

第二章 空气 污 染

一、污染的排放源.....	62
二、控制技术.....	64

第三章 水质 污 染

一、纺织工业的用水.....	69
二、废水来源.....	70
三、染整废水特性.....	73
四、法令约束.....	81
五、工厂内部的废水处理技术.....	92
六、废水处理工艺.....	111

第四章 有害废弃物

一、定义.....	148
二、有害废弃物的类型.....	148

第五章 固体废弃物

一、有害固体废弃物的来源.....	156
二、无害的固体废弃物.....	167
三、污泥的处置技术.....	168

第六章 噪声污染

某些拥有专利权的噪声控制方法.....	173
---------------------	-----

第一章 能源问题

历来，能源费用在美国纺织品的生产成本中所占的比例并不大，因为大多数的纺织物都可用廉价的天然气和电能进行生产。但由于取消了一些有关的规定，以及争取天然气新来源的需要，纺织工业受到的能源压力是不小的。在某些纺织工序如热定形中，天然气是重要的燃料，这是因为其燃烧产物可与织物接触的关系。燃料油虽然比天然气贵得多，但在制汽工序中却正在逐渐取代天然气的地位。

实际的能源费用因织物类别和产品结构的不同而差异很大。据估计，每公斤织物能源费用为 2~8 美分。针织物如袜类在能源费用方面属较低的一类纺织品，而厚重的机织物则属较高的纺织品。而且，企业所在的地区和产品结构也可能使能源费用产生相当大的变化。美国的纺织工业是十个能源消耗最多的工业部门之一，而在具有改善能源使用潜力的部门中则名列第二。

一、纺织工业总的能源使用状况

美国纺织工业使用的能源约为全国制造业能源总消耗量的 2.4%，1974 年的总耗用量为相当于 946 亿千瓦·小时的能源。下面按重要性和用途列出纺织工业所消耗的主要能源类型：

天然气 用作制汽锅炉的燃料

天然气 直接用来烧工艺炉

购入电能 用于驱动机器的电动机；空气调节系统；照明器；办公用

燃料油 锅炉燃料

烧天然气的锅炉的备用燃料

汽车车队和其他运输设施的燃料

煤 炭 锅炉燃料

丙 烷 一切使用天然气场合的备用燃料

纺织工业 1971 年和 1974 年所耗能源及费用见表 1，其间产量虽然增加了 4%，而能源消耗却下降 11%。除购入电能的消耗量增加了 8% 以外，其他类型的能源都是下降的。1974 年与 1971 年相比，煤炭的耗用量降低得最多，减少了 43%，主要是因为要贯彻大气排放标准，其次是因为改用了天然气。由于天然气的每单位消耗量的费用较低，所以许多纺织厂都把烧煤的锅炉改为烧天然气和(或)燃料油。

1971 年以前，纺织工业的年度能源耗用量都是上升的，但 1971 年的能源耗用量下降。在 1962 至 1971 年间单位产量的能源耗用量降低了近 6%，主要原因是由于天然气取代了煤炭作为锅炉燃料。1971 年至 1974 年间，单位产量的能源消耗下降了 14% 以上，其主要原因是由于石油禁运而促进了节能工作。

纺织工业竞争十分激烈，因此必须采用许多措施来降低成本。产品的结构很可能影响每

表 1 纺织工业的能源耗用情况^[1]

能源种类	1974年		1971年		1971~1974年的变化		纺织工业能源消耗在整个工业中所占百分比		
	数量 (百万)	费用 (百万美元)	数量 (百万)	费用 (百万美元)	增减量 (百万)	±%	1974年	1971年	±%
总计的电能当量值* (千瓦·小时)	94600	690	106500	401	-11900	-11	2.4	2.8	-14
燃料油(桶)	10.3	123	11.2	48	-0.9	-8	3.6	4.6	-22
煤炭(吨)	0.886	27	1.546	21	-0.660	-43	1.9	2.5	-24
天然气 (英尺 ³)	99000	83	101000	53	-2000	-2	1.6	1.6	0
其他**及没有指明的燃料当量值 (千瓦·小时)	13200	53	20800	38	-5500	-	3.6	4.5	-20
购入电能 (千瓦·小时)	26900	404	25000	241	+1900	+8	4.3	4.8	-10

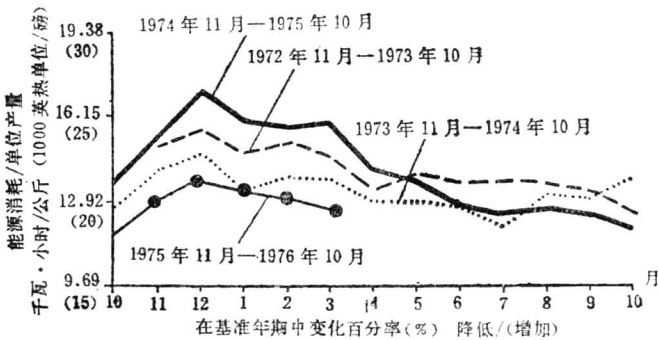
* 由于取圆整数的关系，总和可能有出入；

** 其他燃料包括丙烷、汽油、购入蒸汽，1974年其他燃料的用费为2100万美元，1971年为1000万，数量值是倒推算出来的。

公斤产量的能源消耗。服装业已趋向用较厚衣料为成衣原料，一般说来用较厚的衣料制作服装，每公斤要求的能源比制作薄衣料要少，因为较重、较粗的纱线占的空间较大，用来生产一定重量的织物所要求的机器工艺道数较少，加工时间较短。

1973年 11 月，美国纺织制造者协会(ATMI)发起了一项自愿汇报能源消耗的制度。大约有 80 家公司参与了这一活动，这些公司中包括美国最大的纺织公司，其产量约占整个纺织工业产量的50%。这些公司按月把公司范围内的能源消耗和生产数据报送到 ATMI，由 ATMI 将汇编起来的资料分送给这项申报活动的参与者和美国商务部的能源使用自愿申报制度的监管部门。资料中表明，1975 年 11 月到 1976 年 3 月的单位产量的能源消耗比 1972 年至 1973 年同期降低了12.5%。

美国商务部的资料(见图 1 和表 2)表明，能源的使用有季节性变化，冬季和早春使用的能源比夏季和初秋多用10%。



1973—1974	5.4	5.3	11.0	9.2	6.4	4.2	7.9	6.4	12.8	2.7	1.9	(84)
1974—1975	(2.9)	(10.0)	(6.7)		(3.2)	(7.4)	(4.2)	1.2	5.7	9.5	6.8	7.2 5.1
1975—1976	13.3	11.0	10.5	13.8	13.5							

图 1 纺织工业一年中能源消耗的波动变化情况^[1]

表 2 单位产量的能源消耗^[1]

时 间 (年 月)	为 期 半 年		为 期 一 年	
	千英热单位/磅	千瓦·小时/公斤	千英热单位/磅	千瓦·小时/公斤
1972.11—1973.4	22.90	14.77	21.89	14.11
1973.5—1973.10	20.89	13.47		
1973.11—1974.4	21.30	13.73		
1974.5—1974.10	20.03	12.92	20.67	13.33
1974.11—1975.4	24.23	15.62		
1975.5—1975.10	19.76	12.74	21.99	14.18
1975.11—1976.3	20.41	13.16		

同时,在 1974 年的第四季度和 1975 年第一季度的这段时间里,发生能源消耗较高的现象,因为当时的产量大大低于拥有的生产能力。在此期间,每公斤产量使用了 15.62 千瓦·小时的能源,比 1972 年 11 月至 1973 年 4 月几乎多用 6%,比 1975 年 11 月至 1976 年 3 月多用 16%。

二、纺织工业各组成部门的能源使用状况

1. 纺纱工艺

纺纱厂的能源主要耗用在生产机器的运转和空调设备上。这类工厂所用的能源,90%以上是电能。空调对于有效地纺纱必不可少。恰当的温湿度控制可确保在断头较少的情况下进行高速纺纱,因此使产量和质量得以提高。几乎所有的单纺厂就象在大多数坯布厂的纺纱部一样都是使用空调的。典型纺纱厂的能源消耗如下:

用 途	占全厂总能源消耗的百分比(%)	能源种类
生产设备		
棉包开棉机	3	电 能
混合机	1	电 能
梳棉机	11	电 能
并条机	5	电 能
粗纺机	5	电 能
环锭精纺机	25	电 能
拈线机	10	电 能
络筒机	5	电 能
小 计	65	
其他用途		
空调	19	电 能
取暖	6	燃料油或天然气
照明	4	电 能
运输(厂内)	<1	丙 烷
其他	5	电 能
小计	35	

从 14 家纱厂所收集到的能源消耗、产量和设备利用率的数据见表 3。

在表 3 中, 和在其他纺织部门的类似表中, 工厂是按 1975 年能源消耗的增加而排列次序的。能源消耗量用投入生产的每公斤纤维的千瓦·小时表达。设备利用率指的是在表上所列时间之内工厂的生产设备利用的百分数。全利用(100%)指的是工厂的全部设备必须运转的时间每周 5 天, 每天 24 小时(纺织工业的标准工作周)。这些规定也适用于后面其他纺织部门的数据表。

从表 13 的能源消耗数据的对比可得出如下结论:

每公斤产量的能源耗用量下降了 11%。表中有两家厂能源消耗明显减少 (第 2 家厂减少约 50%, 第 14 家厂为 40%) 对单耗的下降起到主要的作用。此外, 1975 年设备的利用率比 1971 年高 6%。

14 家厂中有 6 家报告, 加工每公斤原料的能耗的千瓦·小时数增加了。其中部分能耗增加可能是由于多用空调和安装空气收集和过滤系统以符合现行的美国职业安全卫生法案(OS-HA)中的棉尘标准而造成。这些因素在介绍坯布厂时将详细讨论。

表 3 纺织工业中纺纱部门能源消耗的状况^[1]

工厂 序号*	单位产量的能耗 (千瓦·小时/公斤)		设备利用率(%)		说 明
	1972年— 1973年	1975年— 1976年	1972年— 1973年	1975年— 1976年	
1	3.40	2.10	—	—	1972—1973年纤维耗用量为4914公斤/月, 1975—1976年纤维耗用量为633千公斤/月
2	7.37	3.49	94	>130	1972—1973年平均纱支为20, 1975年—1976年为15; 化纤纺纱, 大型现代化厂, 全面空调
3	2.84	3.56	103	70	1972—1973年平均纱支为14.44, 1975—1976年为19.45, 化学纤维, 1910年老厂房, 设备中等, 锅炉用No.2燃料油, 仅供暖。
4	2.78	3.91	—	—	1972—1973年纤维耗用量1018千公斤/月, 1975—1976年为657千公斤/月
5	2.59	4.27	115	101	1972—1973年平均纱支为13, 1975—1976年为14; 老式矮小建筑 (1920年建), 空调, 无上浆部门, 锅炉用No.2燃料油和天然气仅供暖
6	5.11	4.39	103	105	1972—1973年平均纱支为27, 1975—1976年为27; 化学纤维, 1910年老厂房, 部分空调, 锅炉用No.2燃料油和天然气。
7	2.49	4.66	95	104	1972—1973年平均纱支为17, 1975—1976年亦为17; 化学纤维, 1890年老厂房, 部分空调, 新式设备, 锅炉用No.2燃料油
8	4.91	4.84	97	97	1975—1976年纤维耗用量为340千公斤/月, 1968年新建厂房, 全部空调。
9	5.62	4.95	—	—	1972—1973年纤维耗用量264千公斤/月, 1975—1976年为264千公斤/月。
10	4.59	4.98	107	97	1972—1973年平均纱支为37, 1975—1976年亦为37, 纱厂带做上浆, 新式厂房, 全部空调, 取暖用热由机器发热供应。
11	7.00	5.84	77	96	聚酯/棉混纺纱
12	8.92	6.43	—	—	1972—1973年纤维耗用量为359千公斤/月, 1975—1976年为438千公斤/月
13	5.69	6.72	97	96	1972—1973年平均纱支19, 1975—1976年为18; 1900年老厂房, 多层建筑, 部分空调, 锅炉仅用于取暖, 用No.2燃料油和天然气
14	12.28	7.24	74	>130	1972—1973年平均纱支为33, 1975—1976年为37; 1900年老厂房, 无上浆部门, 锅炉仅用于取暖, 用No.4燃料油和天然气
平均	5.40	4.81	96	102	能源消耗下降12%的同时, 设备利用率增加6%
标准 偏差	2.79	1.39			

* 工厂按1975—1976年间能源消耗量增加的次序排列(下同)。

每公斤产量的能源消耗随着所纺纱线的支数(每单位重量的纱线长度)的增高而增加。因此, 纺 1 公斤高支纱比纺 1 公斤低支纱要多耗用能源。这种类同的关系在其他部门也会遇到, 即生产愈是轻薄的产品能源消耗愈多, 后面将有更详细的讨论。

影响能源有效使用的因素不止一个。表中第2家厂单位产量的能源消耗有显著的下降，可能与生产设备利用率的提高，所纺纱线的支数降低和采取能源节约措施等因素的综合作用有关。

每单位产量能源消耗的标准偏差在1972年和1975年间急骤下降。这说明工厂的营经管理部门在这期间更认识到了能源节约的重要性，并有所作为的结果。表中的纺织厂都用不许随便浪费能源的措施来加强它们的管理工作。

2. 变形工艺

变形丝厂几乎全是以电作为能源进行变形工艺、照明、驱动电动机和空调。
典型变形丝厂的能源消耗如下：

用 途	占全厂总能源消耗的百分比(%)	能源类型
生产设备		
变形机	16	电 能
编织-拆散设备	2	电 能
高压釜	7	燃料油、电能
并丝与络筒机	15	电 能
	小计 40	
其他用途		
照 明	9	电 能
空 调	45	电 能
运 输(厂内)	1	丙 烷
其 他	5	电 能
	小计 60	

有五家变形丝厂的能源消耗平均数据如下：

单位产量的能源消耗(千瓦·小时/公斤)

	1972—1973 年	1975—1976 年
平均	4.85	4.36
标准偏差	1.99	1.83

3. 机织工艺

机织车间几乎都有空调设备，典型织造厂能源消耗的结构表如下：

用 途	占全厂总能源消耗的百分比(%)	能源种类
生产设备		
准备设备(包括上浆和烘燥)	35	燃料油
织 机	19	电 能
	小计 54	
其他用途		
空 调	30	电 能
取 暖	4	燃料油
照 明	7	电 能
运输(厂内)	1	电能、丙烷
其 他	4	电 能
	小计 46	

四家机织厂的能源消耗和生产数据见表4。

有一家拥有11个机织厂的公司曾估计1975年每公斤产量的平均能源消耗为4千瓦·小时。这表明1972年到1975年间每公斤产量的平均能源节约超过25%。表4中第4家厂每公斤产量能源节约竟超过50%。节约如此之多的原因之一是由于1975年与1972年相比,生产机织物的单位重量增加了60%。较重的织物是用较重而粗的纱线织成的,这就使单位织物面积上要求较少的经纱和纬纱,因此机器织造的操作也就减少了。

表4 纺织工业中机织部门能源消耗的状况^[1]

工厂 序号	单位产量能耗 (千瓦·小时/公斤)		设备利用率(%)		织物重量规格(码/磅)	
	1972—1973年	1975—1976年	1972—1973年	1975—1976年	1972—1973年	1975—1976年
1	2.22	2.00	—	—	1.57	1.65
2	2.79	2.92	—	—	2.07	2.29
3	4.86	5.41	—	—	4.22	4.21
4	13.37	6.23	—	—	4.14	2.61
平均	5.81	4.14	—	—	能源消耗降低29%	
标准 偏差	5.17	2.00				

在上述统计时间内,安装了增设的空调、集尘和滤尘设备。这些方面能源消耗降低所产生的影响将在介绍坯布厂一节时讨论。

4. 针织工艺

针织厂内针织机消耗能源最多,其他主要耗能部门是空调和取暖设备。一家有代表性的针织厂的能源消耗数据如下:

用 途	占全厂总能源消耗的百分比(%)	能源种类
生产设备		
针织机和验布设备	47	电能, 燃料油
	小计 47	
其他用途		
空 调	19	电 能
取 暖	14	电 能
照 明	6	电 能
运输(厂内)	1	液化石油气、电能
其 他	13	燃料油
	小计 53	

季节性变化对有空调设施的针织厂的能源消耗影响很大。夏季能源总消耗量可能比冬季高40%。受调查的一家针织厂提供了详细的按季节统计的能源消耗数字。在统计的时间里,生产是保持正常的,所以针织机的能源消耗是稳定的,而用于环境保护的能源消耗增长了一

倍以上，如下所示：

用 途	能源消耗(每周1000千瓦·小时)	
	夏季	冬季
生产设备		
针织和验布设备	57	57
	小计 57	57
环境保护和其他设施		
冷冻设备	25	—
风 机	16	—
空气压缩机	18	18
锅 炉	1	5
照 明	11	11
	小计 71	34
总计	128	91

一般如针织一类的“干加工”工艺，每公斤产量的能源消耗因为空调的关系往往夏季比冬季高些。所以，象染整一类的湿加工在冬季往往由于湿法加工(供烘燥用的较冷的进水和补充空气)需要较大的加热热量，每公斤产量要消耗较多的能源。

5. 机织坯布厂

坯布厂是前面各工序的部门的联合企业，最常见的坯布厂是纺纱与机织的联合厂。坯布厂的空调和取暖几乎占能源消耗量的一半。整个纺纱和织造车间都是使用空调的。机织用的浆纱机和全厂取暖所需要的蒸汽都取自锅炉。真正的生产设备消耗的能源约占全厂能源用量的30%。每道工序占整个工厂能源耗用量的比例数估计如下：

工 艺	占全厂总能源消耗量的百分比(%) (估计)		能源种类
	No.1 厂	No.2 厂	
纺 纱	23	20	电 能
上 浆	12	17	电能、蒸汽
机 织	9	20	电 能
空 调	37(用于全面空调的坯布厂)	20	电 能
照 明	7	7	电 能
工厂取暖	10	13	蒸 汽
其 他	2	3	电 能

在ATMI 能源汇报活动期中，所收集到的 57 家坯布厂的能源消耗、产量、设备利用率等方面的数据，比任何其他纺织部门都多。这证明了纺织工业中坯布行业的兴旺。这些厂报来的数据可概括于下：

	每单位产量的能源消耗(千瓦·小时/公斤)		设备利用率(%)	
	1972—1973年	1975—1976年	1972—1973年	1975—1976年
平 均	9.07	8.71	106	107
标准偏差	3.13	3.06	—	—

从报来的数据可知，坯布纺织行业总节能数达4%。取得这个成绩是很不容易的，因为1972年以后，该行业中不少的厂都增添了空调和空气集尘与滤尘系统。在1972年以后的三年时间里，坯布纺织全行业范围内的空调能源消耗增加了3%。这个增加的数字显然已被能源节约措施的收效所抵消。自1972年以来，按照现行OSHA 棉尘标准的要求安装了许多棉尘收集和过滤系统。这些吸尘处理设备的安装增加了工厂的用电量，同时也使空调的能源消耗有所提高。估计对一般性的坯布纺织厂能源消耗提高2%。显然，这个增加数字也被电能节约措施的效果所抵消。各厂耗能资料表明，能源消耗有显著的下降，有家厂设备的利用率略有下降，并增添了空调设备，但是每单位产量的能源消耗仍有降低，因为这家厂在节约能源的工作中采取了精心规划的步骤，其中包括了停止无人场所的取暖等措施。另一家厂所填报的能源消耗也有下降，原因至少部分是由于1975年所生产的织物重量规格有所增加。

将1972和1975两年的织物重量规格对于同时期的每单位产量的能源消耗绘成曲线，其最小二乘方回归分析结果见图2。

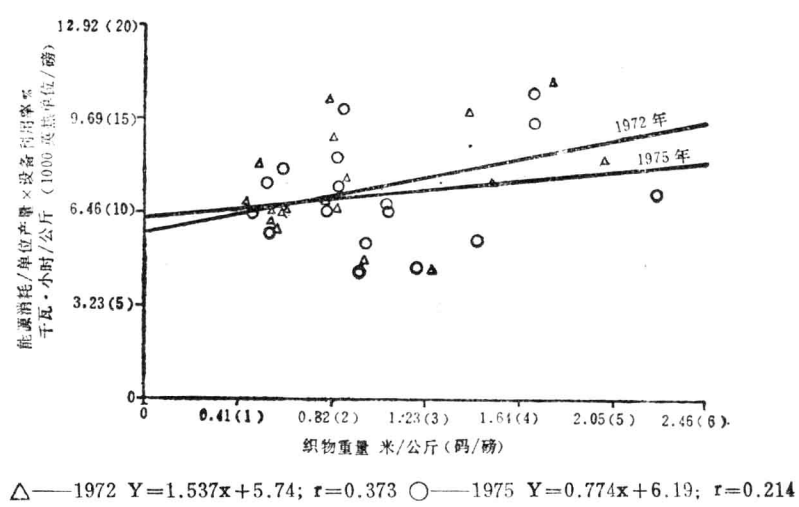
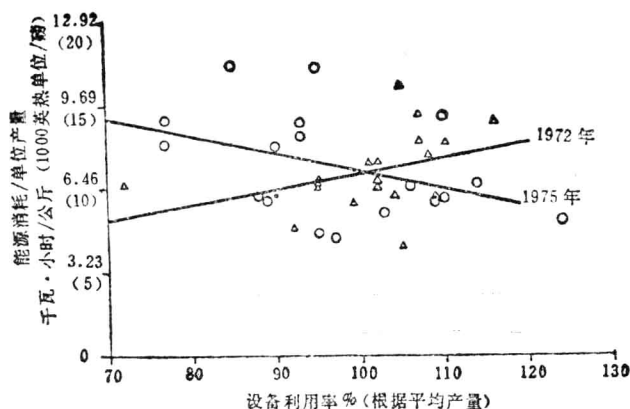


图2 坯布纺织厂能源消耗与织物重量规格间的关系^[1]

在所调查的工厂之间出现的设备利用率的差异是用单位产量的能源消耗量乘以设备利用率的百分数而得到的。

图中两根与描点轨迹极为接近的直线说明了在织物重量规格减小时，生产每磅织物的能源消耗也随之增加。这个事实与纺织工业管理部门的说法一致，同时也符合较厚织物是用较粗纱线织成，较粗重的纱线占的地位比较多，所以生产一定量的织物只需较少的机器运转量（少用能源）的道理。因此，所生产的织物重量规格往往影响到纺织厂的能源消耗。由于衣服厚度的季节性变化以及式样随潮流的发展，纺织厂经常要改变织物的重量规格。因此，每单位产量的能源消耗可能随季节变化和式样潮流变更而不同。应该指出，图2中1975年直线的斜率小于1972年的直线。这个事实说明，现阶段纺织厂的能源消耗可比以往较少地依赖于所生产的织物的重量规格，这或许是能源节约措施的推行所致。低的相关系数表明，还有其他因素也影响到能源的消耗。另有两家厂的资料在一定程度上也说明了每单位产量的能源消耗与设备利用率之间的关系。显然当设备利用率增加时（包括织物重量规格在内的其他因素保持不变时），单位产量的能源消耗应下降。根据19家纺织厂的数据，绘出图3如下：



$\triangle$ ——1972 $y=0.0583x+1.09$; $r=0.365$ $\bigcirc$ ——1975 $y=-0.0699x+14.01$; $r=0.434$

图 3 坯布纺织厂能源消耗对设备利用率的关系^[1]

奇怪的现象是在1972年，每单位产量能源消耗是随设备利用率的增加而增加的，而1975年发生了已经预料到的与上相反的关系。这个事实说明了在石油禁运之前能源的使用存在着浪费现象，对能源节约缺乏认识。但是，到1975年时，能源节约的计划已使上图因素之间的关系进入较为正常的状态。图 37 中 1975 年的直线表明，每单位产量的能源消耗的确与设备容量如何充分有效地利用有关。

正如标准偏差所表明的那样，每单位产量的能源消耗量有一相当大的变化范围。这个现象的部分原因是由于有些坯布纺织厂的纺纱产量(包括纤维原料的开松)超过了本厂织机能够使用的量，要出售一部分纱给其他厂使用，而且也有与上相反的情况。所以，那些纺纱设备容量大的坯布纺织厂，由于进厂的纤维原料最后没有完全织成布，结果是每单位产量的能源消耗较低。相反，那些织造设备容量过多(与其纺纱能力相比)的坯布纺织厂，因为用的纱是在其他厂纺的，这部分能源消耗必然没有包括在计算每公斤产量能源消耗的基数内，其结果一定会表现出不真实的高能源消耗。

6. 机织物染整工艺

机织物染整厂的60%的能源是消耗在前处理、染色、整理所用的蒸汽的生产上。蒸汽是由烧天然气、燃料油或煤炭的锅炉产生的。天然气也是用在织物烘干和焙烘等整理加工中的主要燃料。现将每道主要工序能源消耗的百分数和所用的能源种类估计如下。这些估计数字在整个机织物染整行业中具有代表性，不是任何特定厂的数据。

工艺过程	占全厂总能源消耗的百分比(%)			
	天然气	蒸汽	电能	总计
织物前处理	3	24	1	28
染色	9	21	1	31
整理	4	20	3	27
照明	0	0	1	1
取暖	0	5	1	6
其他	1	4	2	7
总计	17	74	9	100

在各染整厂之间每单位产量的能源消耗有很大的差异。就是在主要的工序之间也因特定的工艺和所加工的织物的不同而有差异。

织物的染色是连续的或间歇的。目前使用的有各种各样的连续式和半连续式染色法。其中有些方法的能源消耗列于下表中。因此，在染色加工中每单位产量的能源消耗几乎相差一倍，这是由于工艺本身的差异所造成的。织物的类别和重量、产品的结构以及所用染料对能源消耗的影响也很大。

染色方法	能源消耗(千瓦·小时/公斤)
浸轧-卷堆	2.3
浸轧-烘燥	3.4
浸轧-烘燥-焙烘	3.8
浸轧-烘燥-化学浸轧-汽蒸	3.9
浸轧-烘燥-热固色-化学浸轧-汽蒸	4.5

织物的印花加工对于每单位产量的能源消耗也有显著的影响。可用白坯布或色坯布进行印花，但后者的单位产量的能源消耗比前者要多得多，因此能源消耗的其他波动现象可能是由于印花有以上两种不同选择的关系。

从 20 家机织物染整厂收集的总能源消耗见表 5。

织物染整部门能源消耗量较高，这可从这一部门每公斤产量的能耗多于“干加工”作业部门这个事实清楚地看出。往往能耗愈多，节约能源的潜力也越大。工业管理部门注意到了这点，而且能耗大幅度降低(23%)正反映了他们在这方面工作所取得的一些成就。1972至1975年间单位产量能耗显著的下降也正说明工业部门的能源节约措施是富有成效的。现在，能源消耗与生产的关系变得愈来愈密切，具体表现盲目使用能源的现象已大为减少。大部分工厂1973年7月至1974年1月间单位产量的能耗资料的汇编，也是纺织工业资助的对染整工厂进行研究工作的一部分。其平均值介于上表中1972年和1975年间相应产值之间。各厂之间所发生的差异也与这段时期的相似。

把1972年和1975年单位产量的能耗对于织物重量规格的变化关系绘成曲线，最小二乘方回归分析的结果示于图 4。所调查的工厂之间设备利用率的差异是用设备利用率乘以单位产量的能耗而表示的。

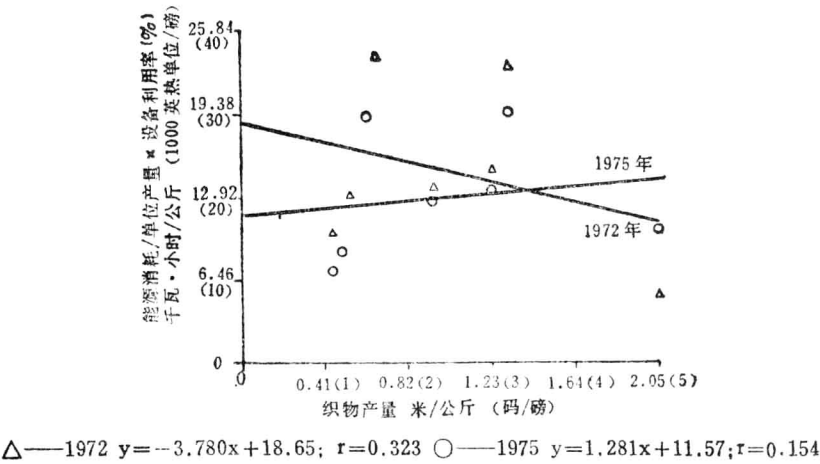


图4 能源消耗与机织物染整的织物重量的关系^[1]

表 5 纺织工业中机织物染整部门的能源消耗状况^[1]

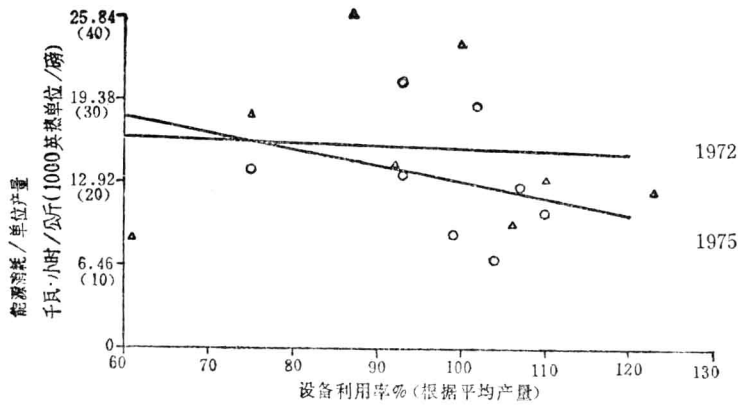
工厂 序号	每单位产量的能耗 (千瓦·小时/公斤)		设备利用率(%)		说 明
	1972—73	1975—76	1972—73	1975—76	
1	9.56	6.87	106	101	生产毛巾, 织物重量规格1/5码/磅
2	14.21	8.72	92	99	织物重量规格: 1972—73为1.3码/磅, 1975—76为1.2码/磅, 现代化设备, 喷射染色, 仅在办公室有空调, 锅炉用No.5燃料油
3	11.23	9.67	95	95	织物重量规格: 1972—73为1.4码/磅, 1975—76为1.3码/磅, 1900年老厂房, 部分空调
4	12.98	10.59	110	110	厂龄中等, 经现代化改造的、用连续工艺的大型厂, 能耗未包括污水处理在内, 能耗的统计是根据用电和供汽磅数而不是锅炉煤耗统计数
5	13.51	11.32	—	—	织物重量规格: 1972—73为1.9码 ² /磅, 1975—76为1.4码 ² /磅
6	12.01	12.43	123	107	生产被单布和衣料织物, 织物重量规格为1.4码/磅
7	18.15	13.39	75	93	生产衣料织物, 织物重量规格为1.2码/磅
8	8.60	13.95	60	75	具有14台卷染机的染色、整理和涂层设备, 织物重量规格为5码/磅(在两段统计期间内)
9—13	16.09	14.79	—	—	五家厂的平均能耗: 1972—73为12.3—32.3千瓦·小时/公斤, 1975—76为10.8—27.7千瓦·小时/公斤
14	41.49	16.04	—	—	从针织物转业到机织物染整, 织物重量规格: 1972—73为1.8码 ² /磅, 1975—76为2.0码 ² /磅
15	22.62	17.18	—	—	日产量18000公斤
16	20.14	18.40	—	—	织物重量规格: 1972—73为1.2码 ² /磅, 1975—76为1.1码 ² /磅
17	30.99	18.41	—	—	织物重量规格: 1972—73为3.1码 ² /磅, 1975—76为2.2码 ² /磅
18	27.36	18.62	—	—	织物重量规格: 1972—73为3.2码 ² /磅, 1975—76为2.6码 ² /磅
19	23.71	18.67	100	102	织物重量规格: 1972—73为1.6码/磅, 1975—76为1.5码/磅, 现代化厂房, 喷射染色, 锅炉用天然气和6号燃料油
20	26.36	20.74	87	93	织物重量规格: 在统计的两段时间内均为3.20码/磅; 新式设备和设施, 厂龄约十年
平均	18.67	14.45	94	93	设备利用率增加4%的同时能耗节约23%
标准 偏差	8.74	4.81			

1975年数据的分布与一直线十分接近, 这正好与一般认为重量规格较小的织物(即单位重量的长度较大的织物)比更大的织物消耗较多能源的说法一致。这是由于所要加工的织物面积变大了, 因此生产所需的运转量大了, 换句话说讲, 单位重量织物所要求的蒸汽滚筒的转数提高, 印花时机器的操作次数增加, 以及增加了一些其他消耗能源的工序。

1972年的数据直线表现出与上述相反的关系, 即织物重量规格减轻时, 每公斤的能耗也下降。这可能是染整工艺的组配不同所造成, 特别是在厚重织物少用印花工艺, 多用染色工艺时, 就会使每公斤的能耗增加。1972年所用染料种类也影响了染整加工时所需要的能源。为了保证染料渗透到较厚的织物中去, 选择性愈差的染料要求上染的时间愈长。因此上述各

种织物染色消耗的能源增多了。

将1972年和1975年每公斤产量的能耗对于设备利用率的关系绘成曲线。最小二乘方回归分析的结果示于图5中。虽然两根很直的直线表明在设备利用率增加时能耗都下降,但是1972年能耗数据的相关系数最低,这说明与1975年相比,1972年能耗与利用率之间的关系不大。



Δ ——1972 $y = -0.0185x + 17.45$; $r = 0.057$ $\bigcirc$ ——1975 $y = -0.1339x + 26.28$; $r = 0.315$

图5 机织物染整时能源消耗与设备利用率的关系^[1]

7. 针织物染整工艺

如同机织物染整一样，针织物染整的能耗也是由好几道加工工序必须使用的热水消耗情况来决定的。这种热水通常是用蒸汽加热，而产生蒸汽所用的燃料是按天然气、燃料油、煤炭这个次序进行选择的。综观针织物染整工艺，其耗用的各种燃料的比例如下：

能源种类	占总能源消耗的百分比(%)
电 能	17
天然气	49
燃料油	29
煤 炭	5
	100

一家典型针织物染整厂的能源消耗状况如下：

用 途	占全厂总能源消耗的百分比(%)	能源种类
生产设备		
准备	28	燃料油
染色	31	燃料油
整理	27	天然气
小计	86	
其他方面		
空调	3	电 能
取暖	3	燃料油
照明	4	电 能
运输	1	电能、丙烷
其他	3	电 能
小计	14	