



更新蒸汽锅炉设备时引入节能技术

富士写真胶卷公司 R&D 统管部
生产技术本部 设计维护小组

关键词： 废热的回收利用、热变动力等的合理化（热电联产设备）

主题的概要

在各种条件下生产工序中会产生 VOC，一般采用多个排气处理设备进行处理。但这种处理设备不断老化，与新建时相比排气条件已经出现了明显的差别，现在的处理方式不是很有效。因此对工厂锅炉设备的节能措施进行了研讨，用效果优良的蓄热式排气处理设备来处理 VOC，引入热电可变型燃气涡轮的热电联产设备，在重新加热提升电气输出用蒸汽时，利用 VOC 处理设备的燃烧排热，实现热电联产设备的高效化，整体实现大幅节能。

本事例的实施期间

	2000 年 7 月~2004 年 6 月 30 日	
·计划立案期间	2000 年 7 月~2002 年 7 月 31 日	(共计 25 个月)
·对策实施期间	2002 年 8 月~2003 年 7 月 31 日	(共计 12 个月)
·对策效果确认期间	2003 年 8 月~2004 年 6 月 30 日	(共计 11 个月)

企业概要

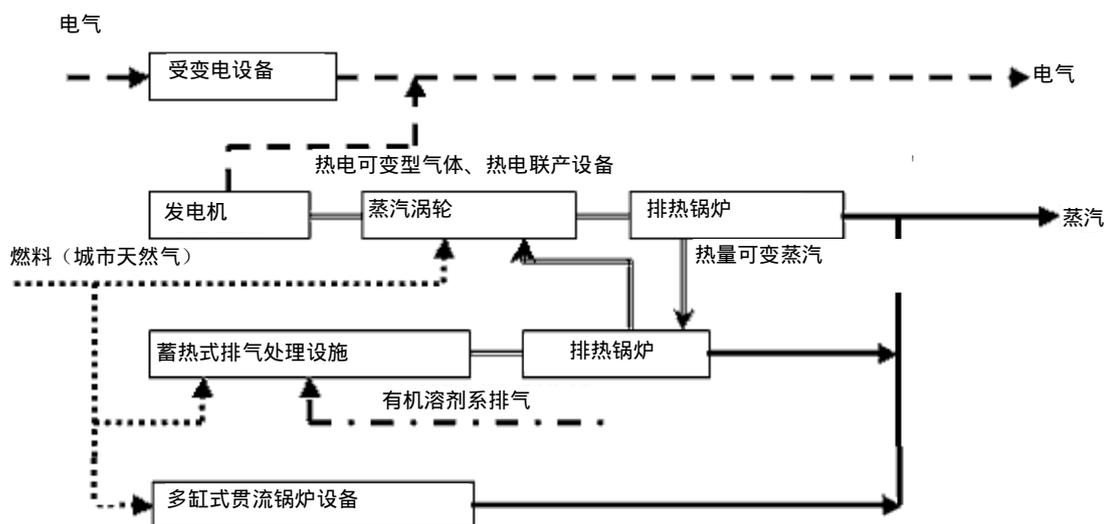
生产品种 电子显示器用功能性胶卷、记录媒介、摄影用化学药品

职员 1,160 名

能源年度使用量(2003 年度实际情况)

重油	6,415kL
城市天然气	9,965 千 Nm ³
电力	83,220 千 kwh

对象设备工序



1. 选定主题的理由

本公司小田原工厂在 1999 到 2004 年迎来了能源使用的新时代，发生了很大的改变。

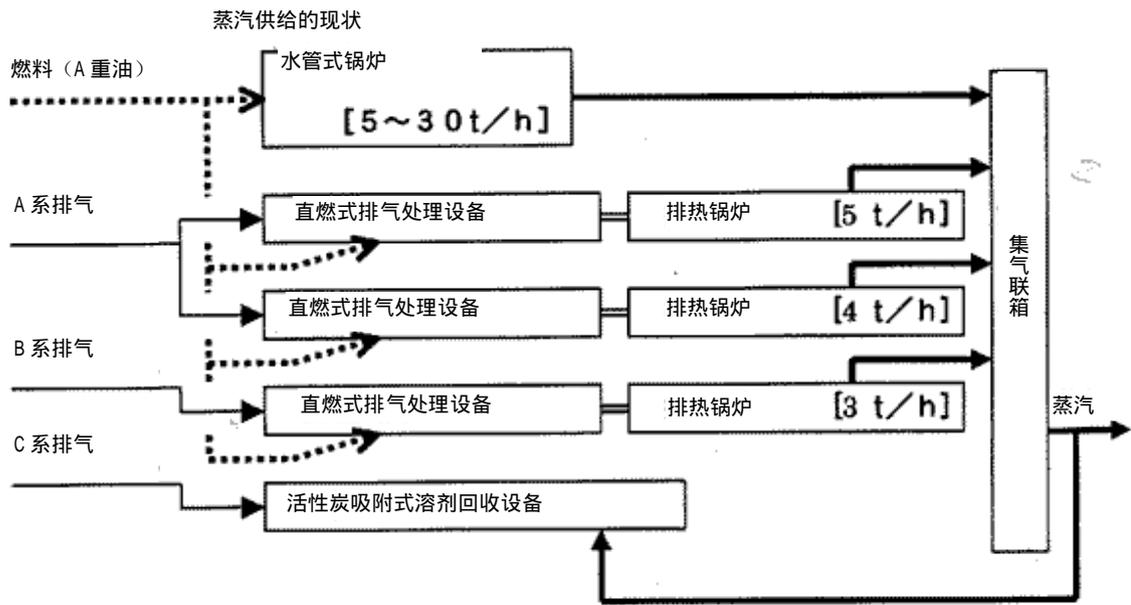
- [1]与能源供给有关的陈旧设备的更新.....燃烧锅炉、排气处理设备等
 - [2]为了降低二氧化碳气体的排放，燃料全面转换为清洁能源（A 重油 城市天然气）
 - [3]引入了热电联产设备作为节能措施
 - [4]伴随着生产设备的新建，能源用量增加
- 等

在对这些进行研究时，工厂整体为了有效利用能源，以 2004 年 4 月为目标，进行了与整厂能源利用有关的“最佳化模拟”，制定最佳的中长期能源使用措施。以此为基础开始着手建设锅炉设备。

2. 对现状的把握以及分析

(1) 对现状的把握

本公司的蒸汽供给现状：以回收水管式锅炉（1 台）以及直燃式排气处理设备（3 台）的排热为目的，各自附有排热锅炉（3 台），由这些锅炉生成蒸汽，提供给工厂的生产设备。



电气全部向电力公司购买，提供给工厂的生产设备。

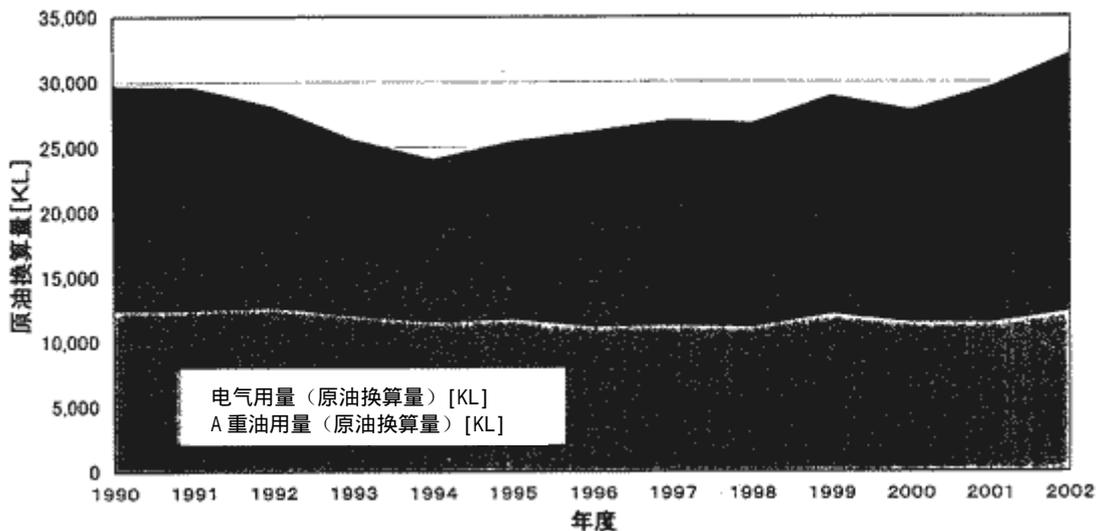
另外，附带了排热锅炉的直燃式排气处理设备的设置目的是为了处理从工厂流程排出的有机溶剂类（以下称作“VOC 气体”。VOC: Volatile Organic Compounds）排气。排放 VOC 气体的生产流程由 3 个系统组成，用 3 台直燃式排气处理设备和 1 台活性炭吸附式溶剂回收设备进行处理，在所有直燃式排气处理设备中，为了进行排热回收，设置了“排热锅炉”和加热锅炉给水用的“给水加热器（预热器）”，有效利用了其排放的热量。

(2) 对现状的分析

1) 能源用量的变化

本公司内的能源用量从 1990 年以后蒸汽基本上比较稳定，而电气显示出增加倾向。这是因为生产品种变为多使用电能的产品，可预计今后的生产发展也将显示同样的倾向。

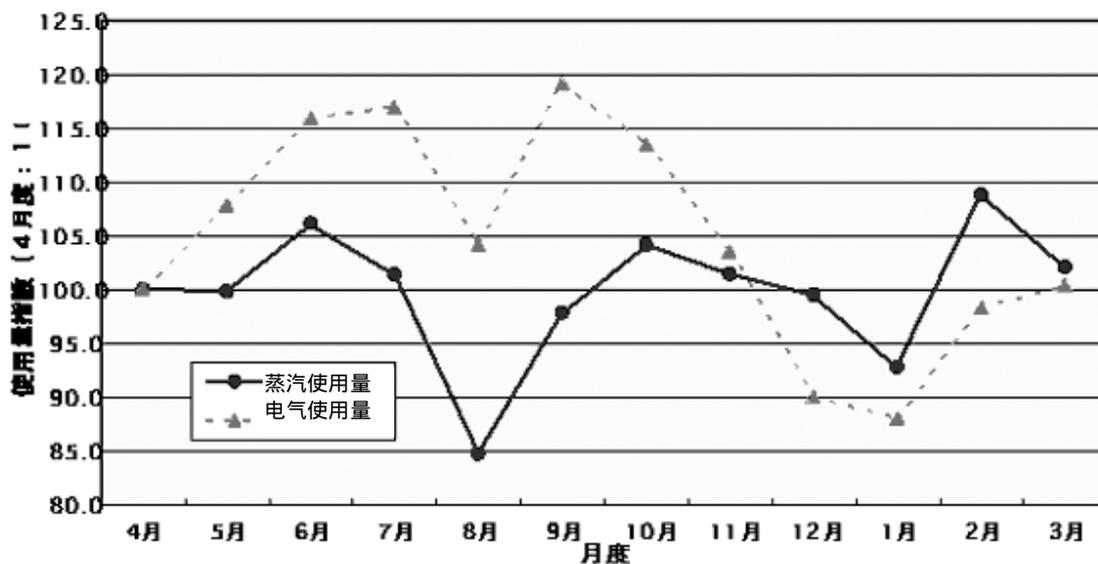
能源使用量的变化（原油换算量）



2) 不同能源年度需求变动

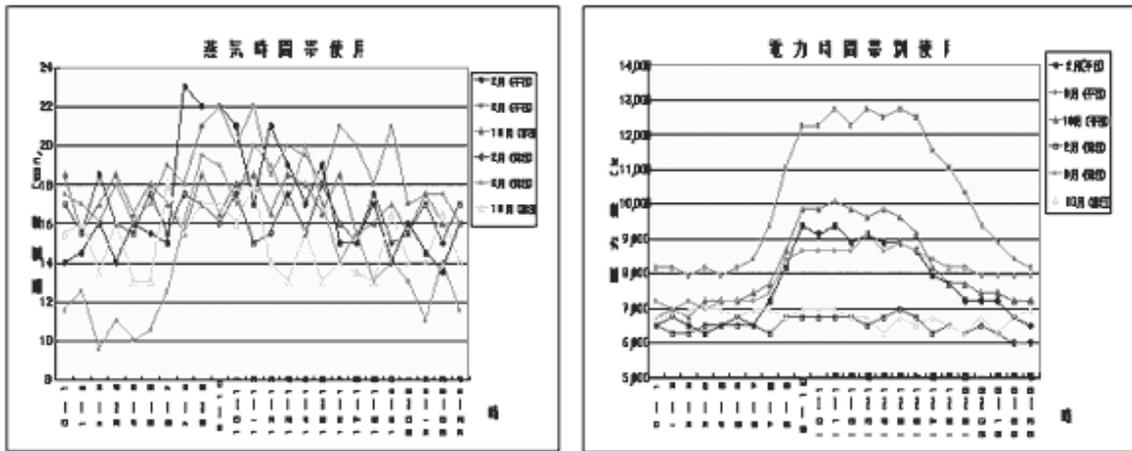
夏季（8月）电气、蒸汽的使用量都呈现出减少趋势，这是由于夏季连休造成生产设备运转减少的缘故。在冬季，电气用量虽然减少，蒸汽用量却因为制暖等没有多大程度的减少。

不同能源年度需求变动



3) 不同能源时间带需求的变动

蒸汽在夏季及春秋的假日用量较少，夏季以及冬季平日白天时用量较多。电气在夏季平日白天时用量较多，在冬季及春秋的假日里，与时间带无关，使用量较少。



4) 排气处理设备的节能效果

如果对“生成蒸汽的单位能耗”下排气处理设备排热回收的节能效果进行评价，可看出近年（1999~2000年）单位能耗出现恶化。这是由于为改善环境，“浓缩生产液体（降低排气浓度）”，同时为提高产品品质，改变生产设备运转条件，增加排气处理设备的助燃燃料而导致的结果。

表-1

	生成蒸汽的单位能耗[L-重油/t-蒸汽]	
	设备新设时	1999~2000 年度
排气处理设备 排热锅炉	73~75	95~110
专烧锅炉	81~84	

3. 活动的经过

(1) 配合体制

解析现在的蒸汽及电气的供需情况，推算 2004 年 4 月时的蒸汽及电气用量，拟定与此相应的锅炉设备及排气处理设备等的最佳构成，并进行模拟。

(2) 设定目标

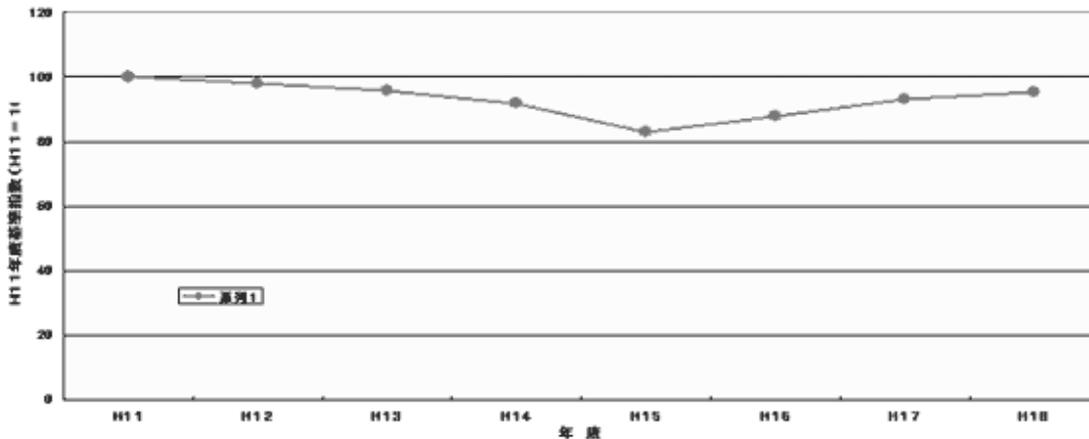
降低能源用量：6803kL/年（换算成原油）
 降低二氧化碳排放量：29100t-CO₂/年
 剩余蒸汽排放量：1000t/年（降低率 75%）

(3) 问题点及其研究

1) 能源使用和二氧化碳排放量的增加量

在本公司的小田原工厂里，从 1999 到 2003 年度逐渐推进节能，但主要产品“电子显示器用功能性胶卷”有大幅度的增产计划，从 2003 年开始，电气以及蒸汽的使用量都大幅度的增加，因此预计二氧化碳排放量也将会显著增加。

二氧化碳排放量的预测



2) 剩余蒸汽的排放

由排热锅炉生成的蒸汽产量是没有办法控制的。为了使锅炉稳定运转，只有在“5~30t/h”的范围内才可以控制用燃烧锅炉生成的蒸汽。因此，如果蒸汽需求量在“排热锅炉+5t/h”以下，则吸取需求的变化量。并为使燃烧锅炉能够稳定运转，而不得不将该变化量与蒸汽需求量之间的差量通过隔音管道排放到大气。这些排放出的蒸汽量就是能源的损耗。（剩余蒸汽排放量：1999年度 3,800t / 年）

3) 排气处理设备排热回收效率的恶化

在本公司小田原工厂里，通过“直燃式排气处理设备”和“活性炭吸附式溶剂回收设备”等多个排气处理设备对生产工序中产生的VOC气体进行处理。前者为了VOC气体的燃烧处理使用重油作为助燃燃料，后者为了脱掉所吸附的溶剂需要使用大量的蒸汽。不管是哪一种方式，由于生产品种发生变化，或者排气条件与新建时具有显著差异，都无法断定现在的处理方式一定有效。

4. 对策的内容

(1) 节能型锅炉设备的建设

在本公司小田原工厂里，对能源利用进行最佳化模拟，建设节能型锅炉设备。模拟时基于对现有能源需求进行的解析，以2004年度的“电力需求端负荷”、“蒸汽需求端负荷”、“年度产量”、“设备投资内容”、“电气、燃料价格”等为基础，选定锅炉设备（是否可以引入热电联产设备、热电联产方式的选择、能力的研究、燃料的选择）和排气处理设备（蓄热燃烧式、催化燃烧式等以及有无排气锅炉）等，根据环境性（二氧化碳排放量）、节能性（能源使用量）、经济性（能源成本）、设备投资额以及投资回收年数等进行综合评价，以选定设备。

主要设备有：

热电联产设备：热电可变型燃气涡轮·热电联产设备

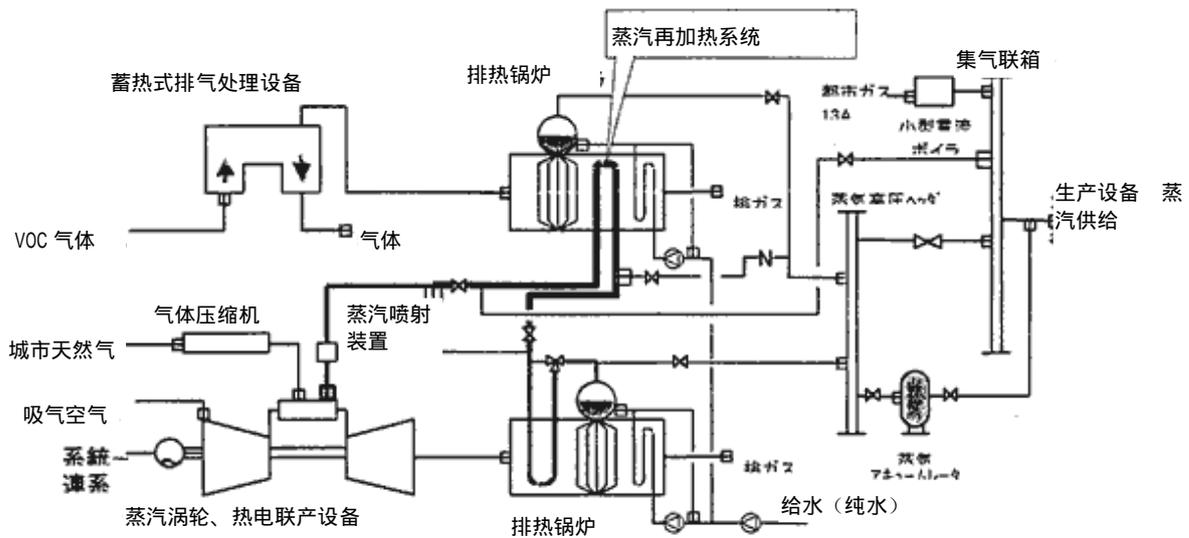
锅炉设备：

多缸式小型贯流锅炉设备+热电联产排热锅炉+排气处理设备排热锅炉

排气处理设备：蓄热式排气处理设备(排热锅炉附带)

燃料全面转换：A 重油 13A 城市天然气(LNG)

为了节能还采取了将设备联系起来等措施，安装使用新技术的设备。新锅炉设备的流程图如下。



(2) 排气处理设备的排热回收提高了发电效率

蓄热式排气处理设备里的 VOC 气体处理温度为 850 高温，通过排热锅炉以蒸汽方式回收热量后，在通过预热器（节碳器）进行温水回收时，出口温度仍较高，采取的节能措施不够充分。因此，在排气处理设备的排热锅炉部和预热器部之间，设置了燃气涡轮喷射蒸汽的再加热器，使喷射蒸汽升温。从热电联产设备排热锅炉的加热器部位的加热状态(255 ， 1.96Mpa(G))使喷射蒸汽再升温 85 (到 340)，由于保有热焓增加了，预计能降低对燃气涡轮的投入能源。

在这种蒸汽再加热系统的试运转上采取了 3 个标准的数据，其结果如下表所示。

表-2

Case				1		2	
Run				1	2	3	4
蒸汽再加热				OFF	ON	OFF	ON
运转条件	日時	日期	月/日	8/29		8/26	
		开始时刻	時:分	14:35	13:30	13:26	19:40
	大气	温度	°C	15:05	14:00	13:56	20:10
		压力	hPa	35.55	36.01	30.50	28.64
		相对湿度	%	1009	1009	1011	1010
	蒸汽喷射	温度	°C	54	55	75	78
压力		MPa(G)	258.3	302.1	253.5	295.7	
流量		kg/h	1.76	1.73	1.77	1.73	
性能观测值	燃料流量	Nm ³ /h	4.991	4.986	4.974	4.988	
	发电输出	kW	1,709	1,699	1,709	1,696	
	发电效率	%	6,392	6,380	6,404	6,395	
	效率变化(相对值)	%	32.35	32.48	32.41	32.63	
			标准	+0.41%	标准	+0.65%	

从以上数据可知：通过引入本系统，能够提高 0.41~0.65% 的热电联产设备的“发电效率”

(3) 引入节能型排气处理设备

处理对象 VOC 气体的主要成分是酯类，是一种有机溶剂气体，其浓度常高达“1,500~3,000ppm”。在蓄热式排气处理设备里不需要助燃燃料，其浓度足够自燃。处理燃烧时的热量如果仅蓄热于蓄热材料则显得过多，根据不同的运转条件，有时还需要在系统内排放高温气体。因此，对这种处理排放的高温气体进行热量回收，可以实现节能，因此在该设备里设置了“排热锅炉”，并对该锅炉设置了“给水加热器（节碳器）”，更进一步地实现了节能。

本排热锅炉的蒸汽产生单位能耗：

43Nm³-LNG / t-蒸汽(每 1t 蒸汽生成量相应的城市天然气使用量)

* 小型贯流锅炉 70Nm³-LNG / t-蒸汽

与一般的贯流锅炉相比，约节能 38%。

(4) 减排剩余蒸汽

作为减排剩余蒸汽的措施，在本锅炉设备中具有如下效果：

[1] 引入了“多缸式小型贯流锅炉设备”，以生成蒸汽补充排热锅炉生成蒸汽量。最小蒸汽生成量的减少为“5t/h 0.5t/h”。即使是生成少量蒸汽，锅炉设备运转也很稳定，提高了补充蒸汽量的控制性。

[2] 为了防备产生剩余蒸汽，设置了“蒸汽存储设备(可储存 12t 蒸汽量)”，实现了防止向大气排放蒸汽的设备化。

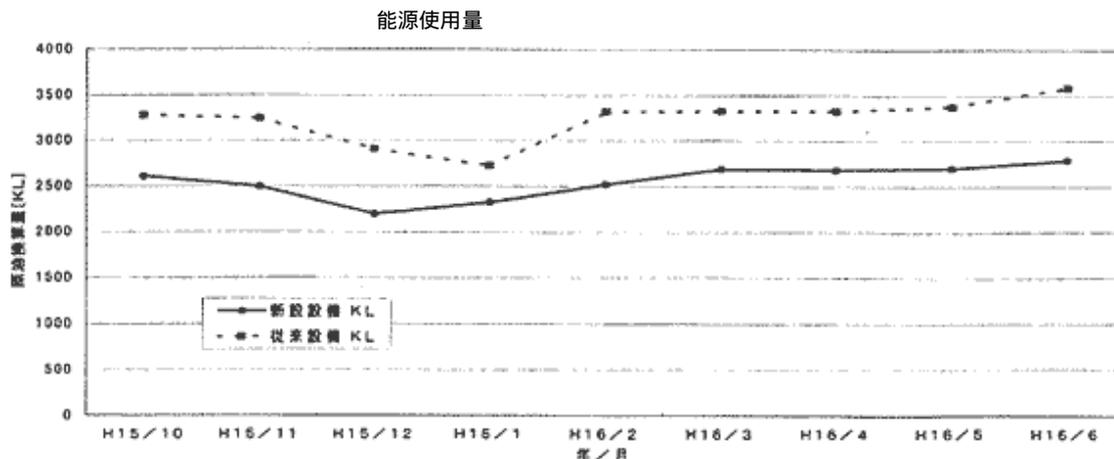
在约 1 年期间的效果确认期内，大气排放剩余蒸汽量的产生为“0t / 年”。

以前的排放值曾经高达“3,923~4,441 t / 年(2000 年以及 2001 年实际情况值)”，实现了大幅度的降低。

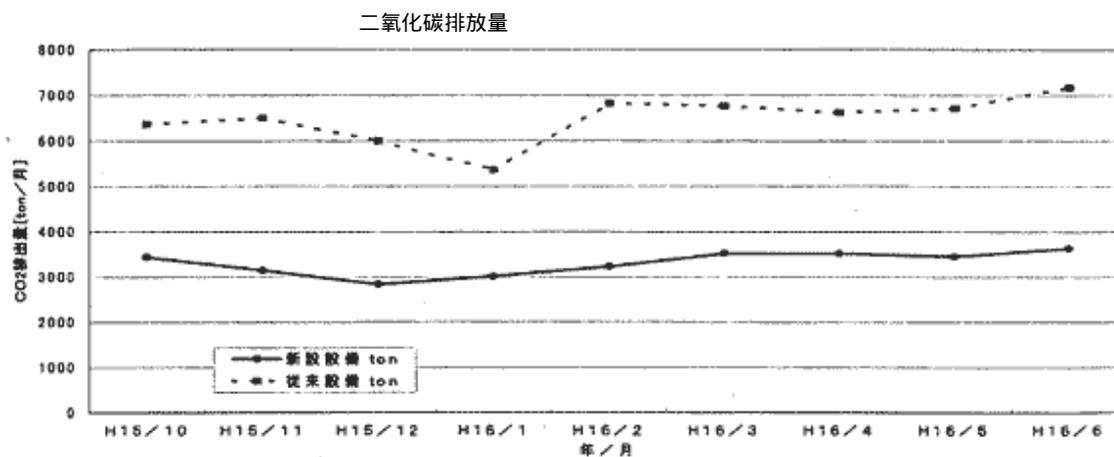
5. 采取措施后的效果（节能金额、节能率、节能量、单位能耗等）

(1) 节能效果和减排二氧化碳

引入了热电可变速燃气涡轮、热电联产设备，燃料从全面 A 重油转换为城市天然气。作为蒸汽的供给源，引入了“热电联产设备排热锅炉”“蓄热式排气处理设备排热锅炉”“多缸式小型贯流锅炉设备”，对其效果进行了确认，其结果是能源使用量：



二氧化碳排放量:



(2) 效果总结

能源用量: 8130kL/年 降低 (换算成原油)
[21.0%]

CO2 排放量: 38017t-CO2/年 降低
[48.9%]

剩余蒸汽排放量: 0t/年 (2003/10~2004/6 实际情况)

提高发电效率: 0.41~0.65%

6. 总结

更新锅炉设备时, 同时更新“热电联产设备”和“锅炉设备”以及“排气处理设备”。引入了“排气处理设备排热回收提高发电效率”这一新技术(专利申请中), 新建了具备适当容量的“蒸汽存储设备”, 实现了大幅度降低能源用量以及二氧化碳排放量。通过约1年时间的效果确认, 将以前每年产生4,000t左右的排放到大气中的剩余蒸汽降低到了0t。

7. 今后的计划

在本公司小田原工厂里, 在增加生产设备的同时计划增设“锅炉设备”。在这个增设计划中, 设置基础锅炉“水管式锅炉设备(10t/h、1台)”, 以该锅炉为基础, 准备建设将本厂设备里的“热电联产设备排热锅炉”“排气处理设备排热锅炉”“多缸式小型贯流锅炉设备”以及“蒸汽存储设备”连接起来的新节能型蒸汽供给系统。

| 经济产业局长奖

