

对象设备的工序

图1中显示的是啤酒生产工序。下料工序中主要通过蒸汽加热，发酵、贮酒、过滤工序中使用盐水进行冷却，无论在电力还是热能方面都是需要使用大量能源的工序。

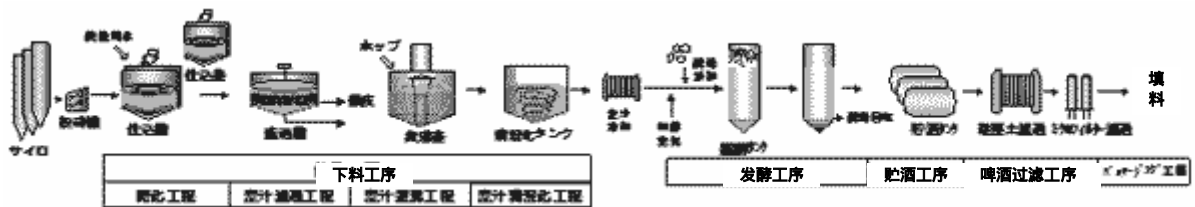


图1 啤酒生产工序概要

[\[TOP\]](#)

1. 主题选定理由

京都啤酒工厂作为敝公司第2家啤酒工厂于1969年正式创立，作为敝公司的骨干工厂在满足西日本市场供求方面始终发挥着重要的作用。但是近年来，随着运营年数的增加，生产设备逐渐老化，有效供给、利用效率也明显恶化，已经步入了生产设备更新换代的时期。从1999年下料工序的废旧立新开始、到生产设备的更新换代、以及效用供给系统的更换，工厂抓住这个大好时机，在大范围内采取节能措施，全面致力于冷冻系统及电力供给系统的改善。

A “冷冻系统的改善”事例

2(A). 现状的掌握与分析

改善前的冷冻系统工序图如下所示。冷冻机中包括发酵冷冻机及电动冷冻机2个系列，2个系列都进行了-5℃的盐水制作。

目前的问题只要有以下几点。

发酵冷冻机的老化

5台冷冻机中有3台（占总体25%的冷冻效率）已经老化并进入更新换代时期。

老化导致冷冻效率下降、单位能耗恶化

· 功效 1,530JRt (设计值: 1,773JRt)、· 单位能耗 2.25kWh/JRt (设计值: 1.53kWh/JRt)

与设计值相比效率大幅度下降, 高峰期(夏季)出现了功效不足的危险。

各工序的要求温度如下所述。

- 下料麦汁冷却工序 . . . -5
- 发酵工序 . . . 0
- 贮酒工序 . . . -5
- 过滤工序 . . . -5

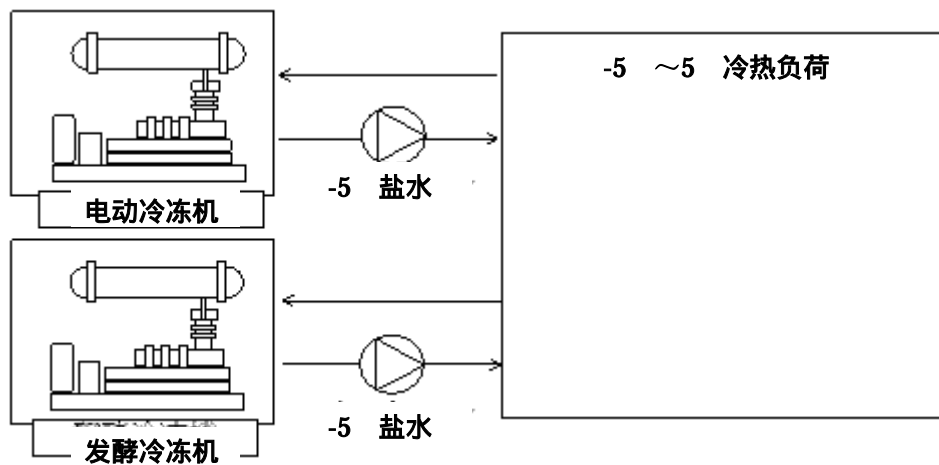


图2 改善前的冷冻系统流程

[\[TOP\]](#)

3(A). 活动经过

(1) 管理体制

本工厂定期举办由各部门/工序的领导组成的节能分组会议, 使节能活动日常化。其中, 本次的主题活动以工程部门的原动组、技术人员为中心, 与各小组相关人员共同合作开展活动。

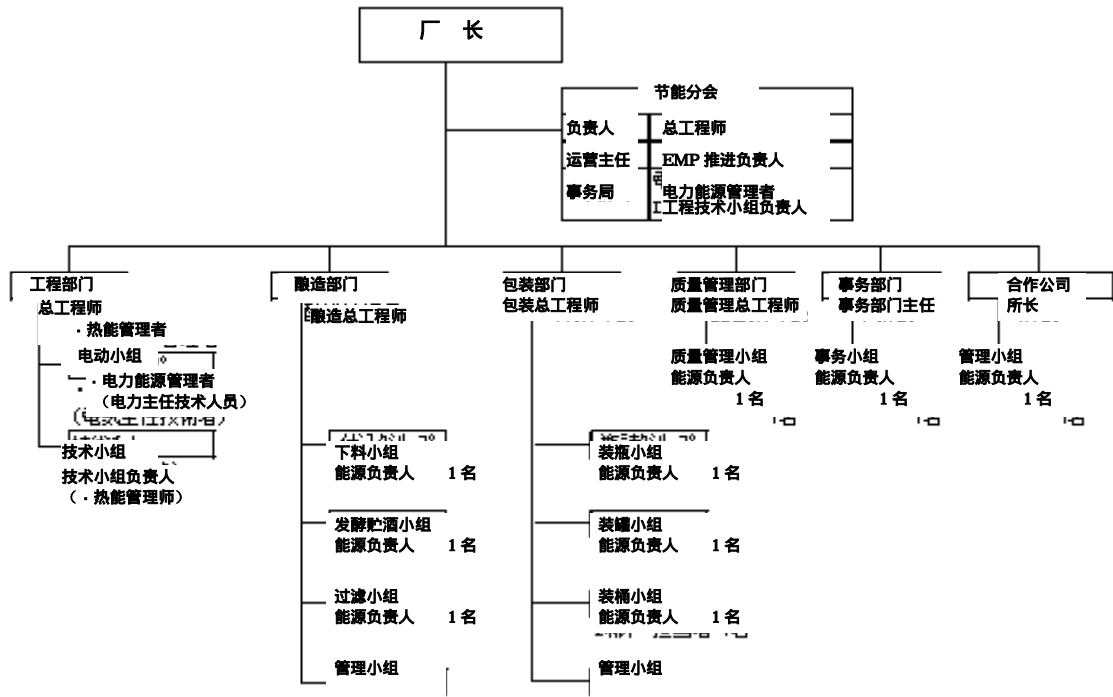


图 3 节能分组会议组织结构图

(2) 目标的设定

- 节能量 1,047kL
- 节能率 5.4%
- CO₂排放削减量 1,206t-CO₂(全电源)、3,219t-CO₂(火力平均)

(3) 问题点及其研究

设备老化导致制冷制作效率的低下、以及需要对各温度带不同负荷供给一定温度的盐水，这些都使得制冷制热效率成为一个重要课题，我们就其改善措施进行了研究和探讨。同时，探讨中也加入了尽可能多的节能措施与课题。

[\[TOP\]](#)

4(A). 对策内容

冷冻系统的高效化

根据负荷所要求的温度，按-5 温度带（啤酒冷却、酒桶冷却、冷藏室冷气）、0 温度带（发酵桶冷却、冷藏室冷气）、5 温度带（冷水制作）这三种温度带进行分离。

并由此决定，-5 冷热温度由电动冷冻机控制、0 冷热温度由发酵冷冻机控制、而 5 冷热温度则引进蒸汽吸收式冷冻机进行控制。

电动驱动冷冻机的高效化

- 在进入了更新换代期的发酵冷冻机更换机种方面还考虑到设备的脱氟问题，因此引进了 NH_3 冷冻机。
- 通过提高盐水温度实施低压缩比运转，削减了冷冻机压缩功率（图 4）。
- 通过提高盐水供给温度及其返回温度（温度差增大）减少冷冻机制冷热损耗

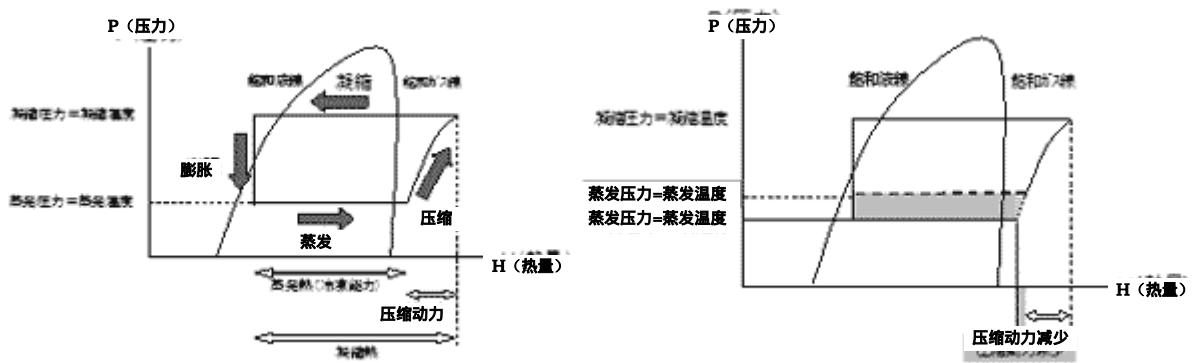


图 4 通过盐水蒸发温度的提高削减冷冻机压缩功率

助推机车功率的削减

- 通过将冷媒从盐水换成冷水实现了搬运功率的削减。

和热电联产系统的协调

- 为了使当时引进的燃气轮机热电联产系统具有稳定的蒸汽负荷引进了蒸汽吸收式冷冻机。

通过以上对策得以改善的冷冻系统流程图如下所示。

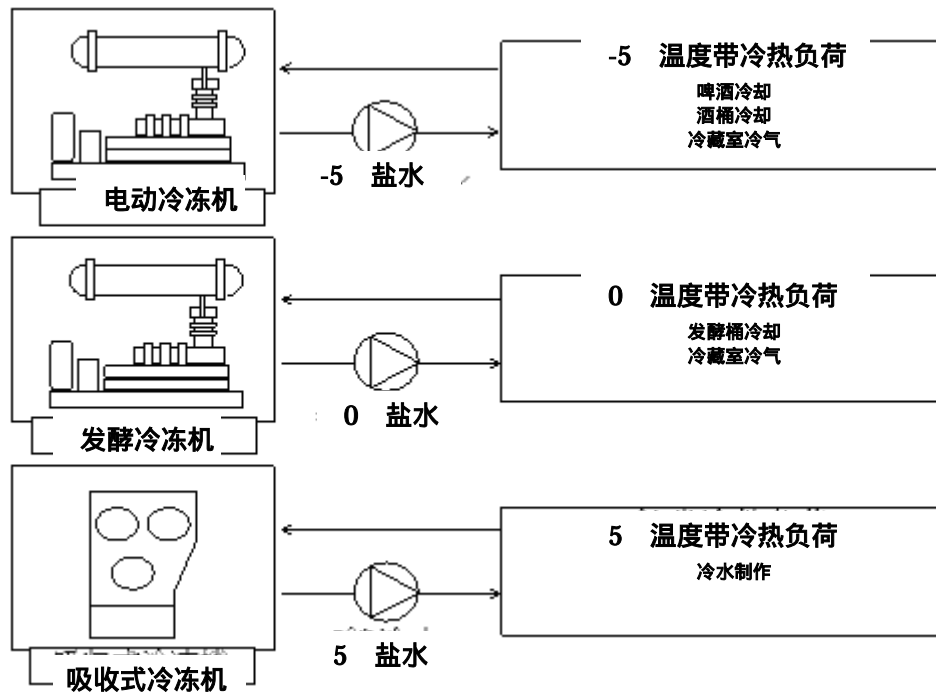


图5 改善后的冷冻系统流程

[\[TOP\]](#)

5(A). 对策实施后的效果

- 节能量 1,047kL
- 节能率 5.4%
- CO₂排放削减量 1,206t-CO₂(全电源)、3,219t-CO₂(火力平均)

B. “燃气发动机热电联产机组的导入”事例

2(A). 现状的掌握与分析

改善前的冷冻系统流程图如下所示。对电力负荷提供1,500kW的燃气轮机发电电力及购买电力。而对于蒸汽负荷，则是先将燃气轮机排热汽锅产生的1.6MPa的高压蒸汽通过蓄热器储存并减压至0.8MPa后再进行供给。对于不足的部分则供给20t/h的燃气水管汽锅产生的蒸汽。此外，还通过蒸汽吸收式冷冻机制作5℃的冷水。

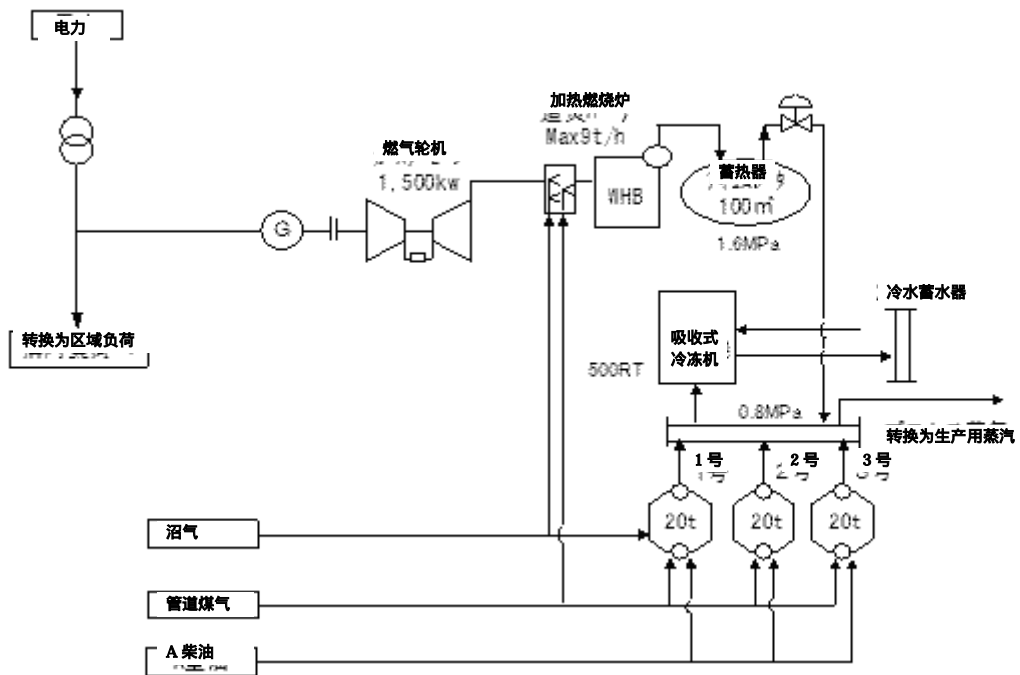


图6 改善前的能源供给系统流程图

以下图7所示为本工厂改善前一周内的电力负荷、蒸汽负荷状况。

燃气轮机热电联产系统采用WSS（周末停止启动）方式进行运转，但是，相对瞬间最大电力负荷，燃气轮机发电机的发电电力却很小，只有1,500kW，由此可以发现，电力负荷上还有引进自行发电设备的余地。此外，在蒸汽负荷方面也可以发现，燃气轮机产生的蒸汽基本可以满足基本负荷（9t/h左右），但无法应对大幅度的供给蒸汽量的增加（无使用对象）。

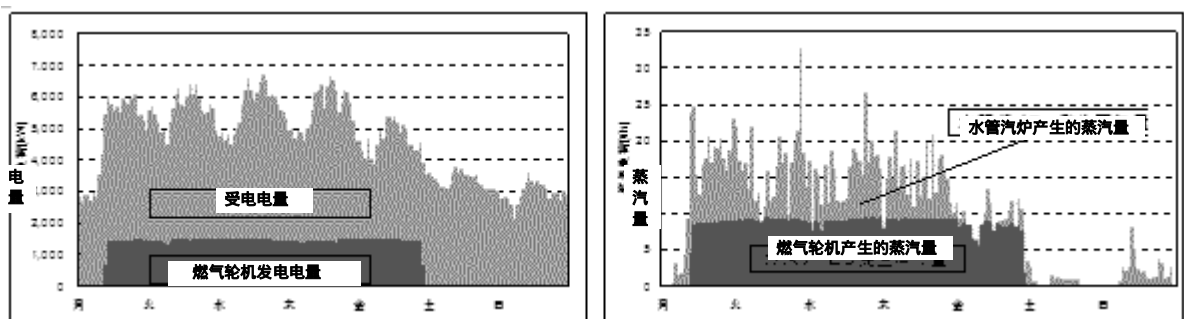


图7 电力负荷状况及蒸汽负荷状况（一周内）

[TOP]

3(B). 活动经过

(1) 管理体制

与 A. “冷冻系统的改善”事例一样，以工厂的节能分組会为基础，并以工程部门的原动组、技术人员为中心，与各小组相关人员共同合作开展活动。

(2) 目标的设定

- 节能量 1,186kL
- 节能率 7.1%
- CO₂排放削减量 535t-CO₂(全电源)、5,055t-CO₂(火力平均)

(3) 问题点及其研究

引进热电联产系统时，能否完全利用排热理所当然成为重要的课题。同时，在选定发电容量时，必须对未来的作业状况事先做好预测，然后再作出正确的选择。关于上述 2 点，我们进行了周密的作业预测模拟操作，并就系统的合理性进行了探讨和研究。

[\[TOP\]](#)

4(B). 对策内容

(1) 课题及其研究

研究课题大致分为以下 3 点。

热电联产机组种类和容量的选定

如上所述，原有燃气轮机热电联产系统的排热所产生的蒸汽量可以**满足基本**负荷，但在稳定的供给蒸汽大幅度增加时却没有使用对象。因此，本次决定引进发电效率优于排热回收效率的燃气发动机热电联产系统。

其次，在发电机的容量方面，由于部分负荷运转会降低发电效率，因此选定了可以全年以 100% 的负荷长时间（WSS）运转的機種、2,000kW 级的燃气动力发电机中具有世界最高效率的 2,385kW 的燃气发动机。

燃气发动机排热锅炉的效率

对于燃气发动机排热锅炉所产生的蒸汽供给对象，提出了向原有蓄热器（1.6MPa）输送并通过负荷变动来防止作业时间减少，以及直接向原有蒸汽汇集器（0.8MPa）输送的 2 套方案。前者通过高压锅炉使所产生的蒸汽量比 0.8MPa 规格时下降了约 7%。而后者通过蒸汽负荷模拟操作也发现，作业损耗几乎被控制在 0 左右，因此决定采用 0.8MPa 规格的方案。

燃气发动机排放温水的利用方法

燃气发动机主机除了排放废气以外还会排热，由此可以从中获得 90 左右的温水。而对于这些温水的利用对象，最先考虑到的是原有的排热回收系统，但由于该系统已经可以充分发挥其效果而无需使用 90 的温水，因此决定，在温水吸收式冷冻机上使用以实现削减冷冻电力的目的。通过冷水负荷模拟作业，确认了燃气发动机所排放的温水可以 100%进行利用。

(2) 对策的内容

通过上述的研究探讨结果决定，引进以下规格的燃气发动机热电联产系统。

- 燃气动力发电设备 2,383 kW
- 排热回收蒸汽锅炉 1.85 t/h、0.8Mpa
- 温水吸收式冷冻机 125 USRT

引进后的能源系统供给流程图如图 8 所示。

为了确保燃气发动机的设置空间，撤去了 3 号锅炉，燃气发动机的发电电力根据区域负荷使用。排热回收式蒸汽锅炉所产生的蒸汽被放入蒸汽汇集器，并作为生产用蒸汽进行使用。温水吸收式冷冻机与原有的蒸汽吸收式冷冻机联合制作 5 的冷水。

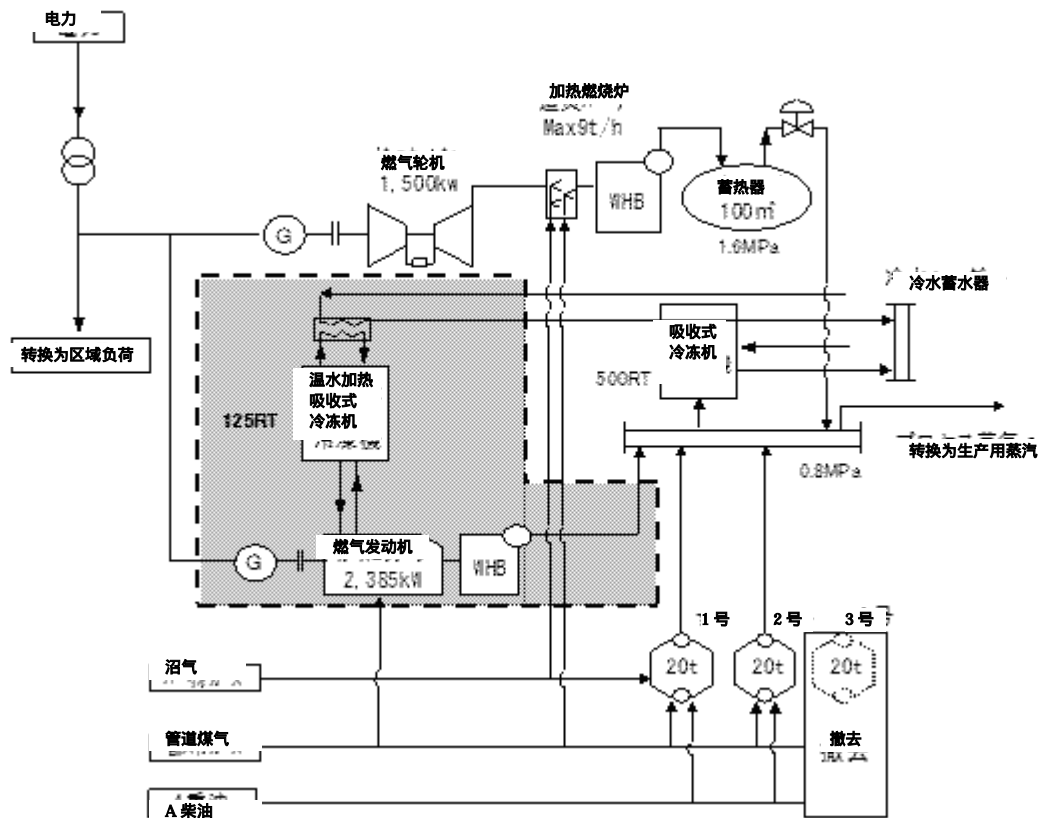


图 8 改善后的蒸汽·电力供给系统流程图

(3) 对策实施后的状况

引进后的能源运用状况如图 9 所示。

预计能够实现预定计划的 WSS 运转，以及所计划的作业时间。燃气轮机的运用方面也和引进前同样采用 WSS 运转方式，未发生作业时间减少的现象。排热利用方面也和蒸汽、温水吸收式冷冻机所产生的冷水一样，几乎可以达到 100% 的利用效率。

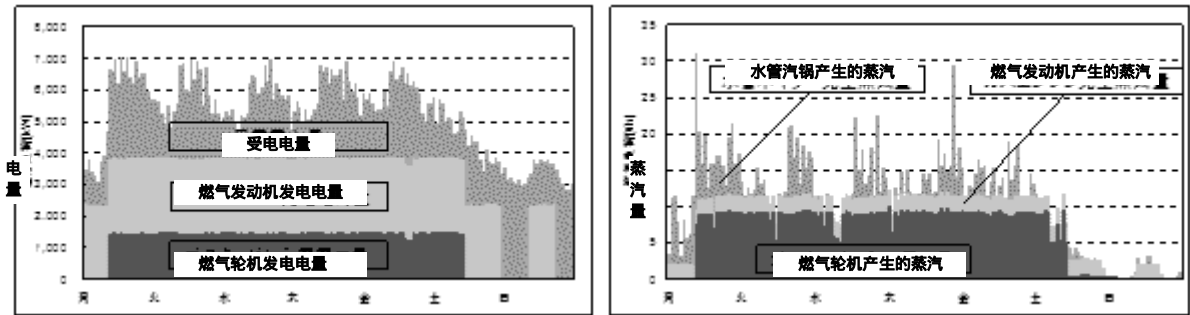


图 9 对策实施后的电力负荷状况及蒸汽负荷状况（一周内）

作业后测定的热平衡如下所述，确认已经获得了计划预定的性能。通过 42% 的高度自行发电效率成功地削减了发电、供电损耗，同时在最大范围内利用排热，使综合效率提高至约 75%。通过本次的燃气发动机热电联产系统的引进，工厂电力使用量的自行发电比率提高至 60%，同时在最大限度上实现了自行发电及其排热利用的节能目标。

燃料投入热量	发电电力	蒸汽回收热量	温水回收热量	综合效率
kW	kW	kW	kW	%
5,624	2,355	1,401	434	
	41.9%	24.9%	7.7%	74.5%

表 1 燃气发动机热平衡

5(B). 对策实施后的效果(2005 年预计)

- 节能量 1,186kL
- 节能率 7.1%
- CO₂ 排放削减量 535t-CO₂(全电源)、5,055t-CO₂(火力平均)

6. 总结

以生产设备的更新换代为契机，通过对能源供给，利用系统的改善，实现了工厂总体 125% 的节能目标。在京都议定书已经生效的今天，相信本次在削减 CO₂ 排放量方面也取得重大成效的事例同样可以在其他工厂获得满意的实施效果。

7. 今后的计划

今后将继续在生产设备的更新中引进节能设备。目前正在研究探讨具体的节能空调系统的引进方案。同时，确立更高效的应用方法并继续研究探讨负荷的平均化问题，以实现延长热电联产作业时间的目标。