



追求最佳热量效率的节能挑战

出光兴产公司 千叶工厂
乙烯课 特别小组 A 组

关键词： 加热、冷却、导热合理化（加热设备等）

主题概要

向石油化学部门提供原料的石脑油分配器装置，是通过设备改善和机器更新而来的乙烯装置和集成节能装置，是节能活动中的主要装置。但是，由于最近长期运转，减少了节能改善机会。应该打破这样的现状，勇于挑战，通过改善运转方法，以期达到节能的目的。在确定节能运转方法的同时，操作员自身深入研究了打破以往框架的装置设计，实现了一年减少约 5×10^4 (GJ) 热量消耗的大幅度节能。

事例实施期间

	2003 年 2 月~2004 年 6 月	
· 企划立案期间	2003 年 2 月~2003 年 8 月	(共计 7 个月)
· 措施实施期间	2003 年 9 月~2004 年 3 月	(共计 7 个月)
· 措施效果确认期间	2004 年 4 月~2004 年 6 月	(共计 3 个月)

企业概要

- 生产品种 乙烯、丙烯、聚乙烯、聚丙烯、苯、对二甲苯、苯乙烯单体、聚碳酸酯等
- 从业人员 366 名
- 能源年使用量
 - 燃料使用量（原油换算） 638×10^3 kl
 - 电力使用量 662×10^3 MWh

对象装置概要

该石脑油分配器装置，如图-1 所示，将由原油精制而成的 FRN 作为原料，分馏成 LPG、LN、SNR、MHN、HHN 的装置。

LPG、LN、SNR、MHN 应用于石油化学原料，HHN 应用于石油精制原料。

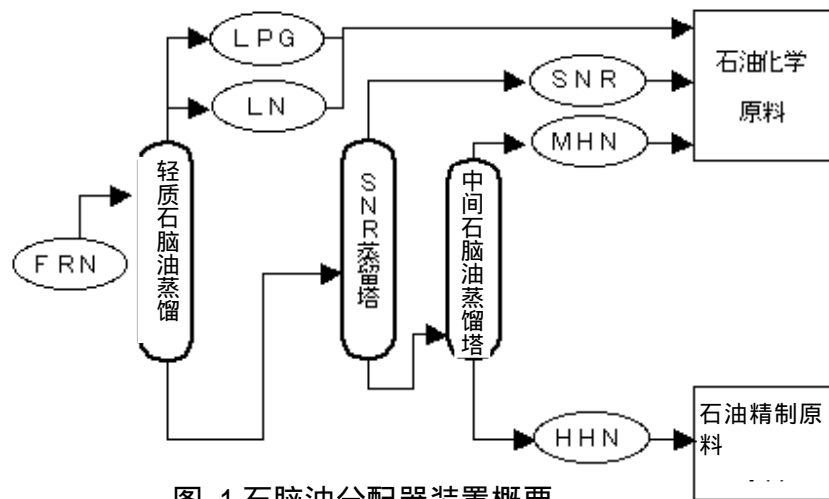


图-1 石脑油分配器装置概要

1. 选定主题的理由

本公司根据“实现能源节减率 1%以上（与前一年相比）”的企业方针，设立节能推进组织和分科会，积极实施节能活动。但是，近些年装置运转长期化减少了设备改造和机器更新的机会。基于这点，致力于开展旨在实现最高效能运转的节能活动，实现了高效化运转以及活用运转支持系统的自动化运转。

2. 现状把握与分析

2-1 现状把握

如图-2 所示，石脑油分配器装置是由 3 层蒸馏塔构成的。原料全域石脑油（以下称 FRN）分配到 2 系统，1 系统（以下称 A 系统）用于回收第 1 层蒸馏塔（V260）塔顶气体，另一个 1 系统（以下称 B 系统）用于回收第 2 层蒸馏塔（V270）塔顶气体以及塔顶气体与塔底油进行热交换时产生的热量，然后通过第 1 层塔供给预热器（E261）的 0.21Mpa 蒸汽，进一步进行预热，为第 1 层塔的蒸馏塔提供恒温。蒸馏塔的再热器（E260、270、280）使用 2.1Mpa 以及 1.4Mpa 蒸汽。就这样，石脑油分配器装置使用 3 种不同压力和温度水平的蒸汽。如图-3 热量回收系统简略图所示，分配于 2 系统中的原料 FRN 的分配量，即使改变原料油种类，馏分发生变化，也一直能（等量）稳定运转。

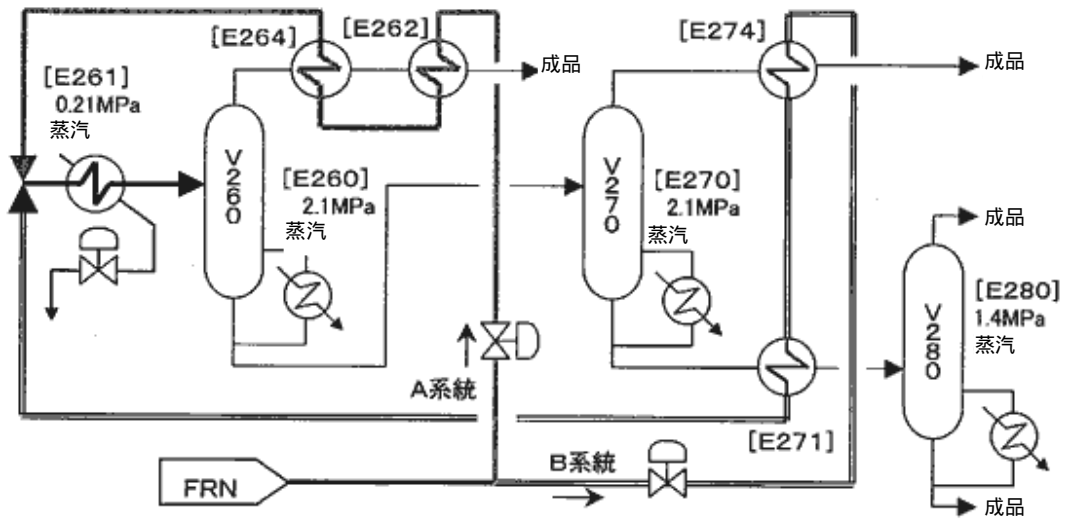


图-2 石脑油分配装置的热量供给和回收

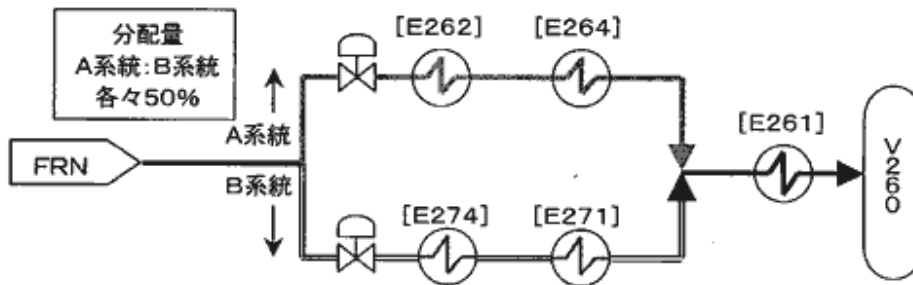


图-3FRN 预热系统简略图

2-2 现状分析

如图-4 所示，石脑油分配器装置中的第 1 层塔为原料预热器（E261）和各蒸馏塔再热器内使用油种类的不同，会产生不同的消耗热量。（原料供给量稳定的情况下）

根据原料 FRN 的使用油种类，提取馏分量有所不同，各蒸馏塔再热器的消耗热量也随之发生变化。此外原料供给量稳定的 E261 的消费热量，即使原料供给量保持稳定，也会相应改变。

根据这个 E261 的热量变化，通过模拟器，可以确认消耗热量变化大的使用油种类 1 和种类 3 的预热系统中的热量回收量，如图-5 所示的那样，因使用油种类不同，导致预热系统的热量回收量发生变化，结果造成 E261 的消耗热量发生变化。

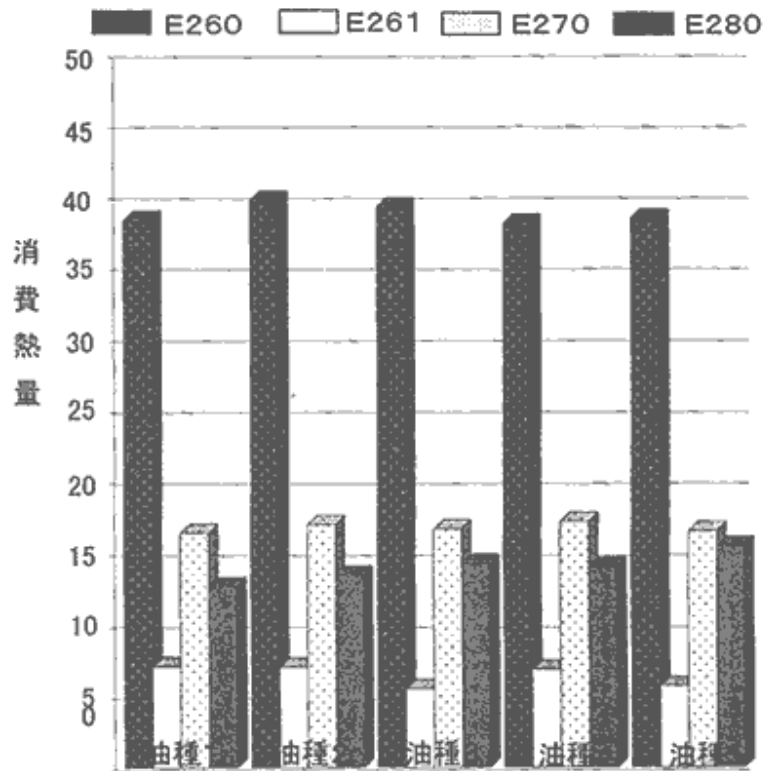


图-4 不同种类油的消费热量 (GJ/h)

预热系统的回收比例按等量来计算 (单位 GJ/h)

	油种 1	油种 3
A 系统的热回收量	15.3	14.0
B 系统的热回收量	12.2	15.4
小计	27.5	29.4
E261 的消费热量	7.0	5.1
总计	34.5	34.5

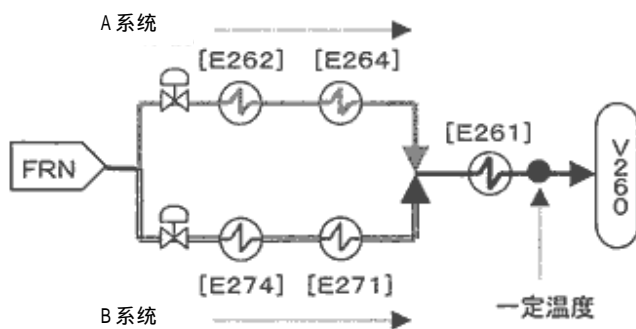


图-5 据原料 FRN 的油种的不同而得出的预热系热回收量的变化

3. 活动经过

3-1 配套体制

本次主题是，以（特别小组 A 组）的 6 名成员为中心，开展活动。另外，可共享为解决设备、有关系统的

问题事项而成立的工作部门，以及制定运转条件、设备条件的相关信息，明确负责内容。

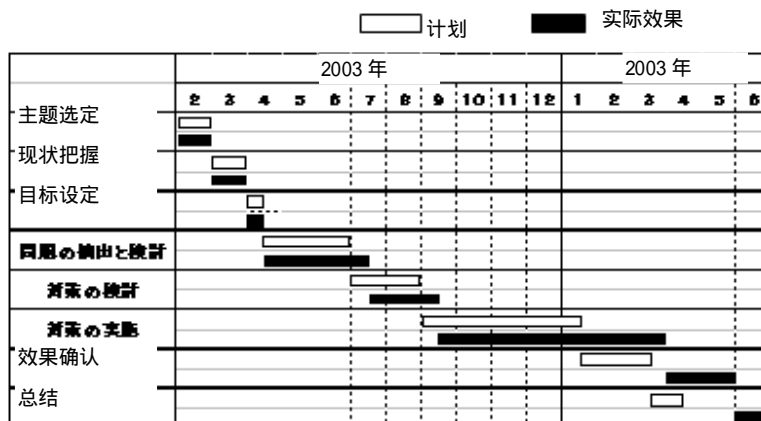


图-6 活动时间表

3-2 实施体制

作为本公司的领跑者，将超越企业方针“年能源节减率 1%以上（与前一年相比）”；实现比前一年减少 2%（通过石脑油分配器装置减少使用热量 2%以上）作为奋斗目标。

3-3 问题点及其相关讨论

(1) 问题点

（预热系统的最佳热量回收方法不明确）

我们知道原料油种类不同，预热系统的热量回收量也随之不同，E261 中的供给热量也会发生变化。主要原因是，因为原料馏分不同，导致预热系统内热量交换器的热量导体中的各部分流量发生变化。但是，预热系统的最佳热量回收问题不明确，导致原料分配率（ α ），始终是等量（50%）运转，从而无法确保节能运转状态。

$$\alpha = \frac{B \text{ 系统流量}}{A \text{ 系统流量} + B \text{ 系统流量}}$$

(2) 问题点讨论

通过模拟器，确认了热量回收量和装置整体消耗热量之后，如图-7 所示，可以发现降低分配率后，预热系统的热量回收量也随之降低，从而实现装置整体消耗热量减少。

(单位 GJ/h)

	分配率30%	分配率50%	分配率70%
A系统的热回收量	17.3	16.8	16.4
B系统的热回收量	11.0	12.2	13.1
小计	28.3	29.0	29.5
E261的消费	8.3	7.0	6.1
采用石脑油分配装置后的总消费热量	72.7	74.6	76.9

图-7 当预热系的分配率变化时的回收热量和消费热量的变化 (油种 3)

根据模拟结果，减少石脑油分配器装置中总蒸汽使用量，就是减少原料分配率，是最佳节能方案。因此，FRN 预热系统的 A、B 系统的分配率，通过实际装置，使其发生实际变化。然后，根据石脑油分配器装置内整体消耗热量的变化，测试验证模拟器结果。结果如图 8 所示，可以发现通过降低分配率的方法，使得石脑油分配器装置内使用的整体消耗热量，逐渐减少。

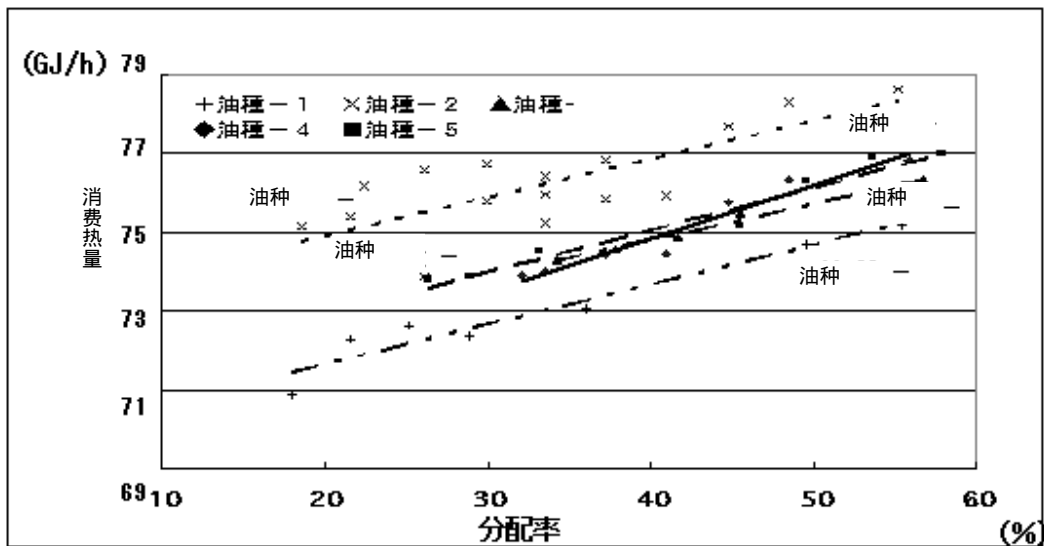


图-8 分配率和消费热量

通过降低分配率，可以使石脑油分配器装置内整体消耗热量减少的原因，如图-9 所示，因为 B 系统流量的减少 (1)，降低了 V260 的供给温度，E261 的热量就增加了。同时，V280 供给液温度上升，导致低温、低压的 E261 的热量增加，而高温高压的 E280 热量减少了。

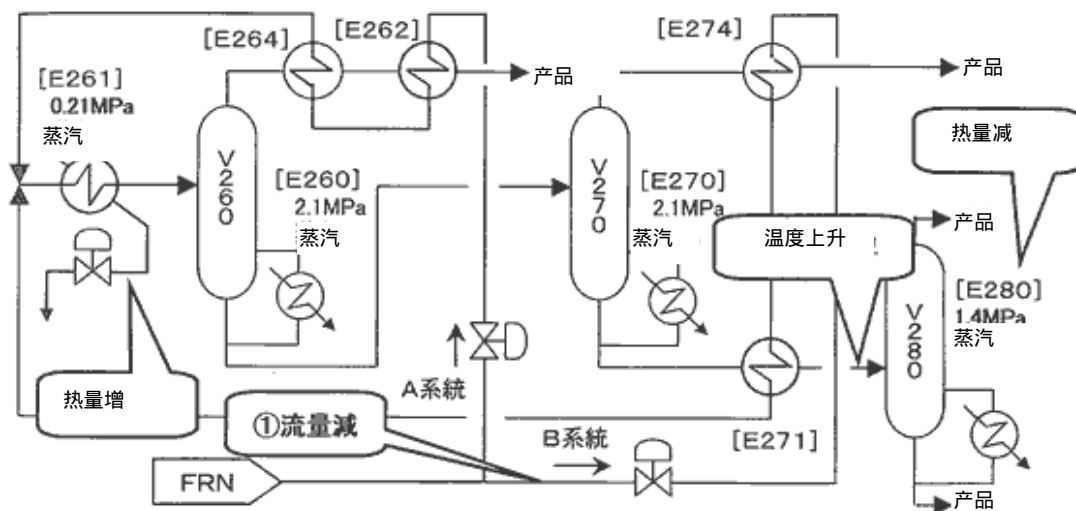


图-9 分配率降低时的变化

4. 措施内容

4-1 措施讨论

关于问题点的讨论，确认了通过降低分配率，可以减少石脑油分配器装置的整体消耗热量。通过头脑风暴法，就分配率发生变化时的应对问题，提出了以下 2 项主要应对问题

问题（1）分配率发生变化时，各热量交换器本体以及出入口配套管道的温度有可能超过设定值。

问题（2）由于减少蒸汽使用量，进行运转，需要精确地调整分配率。因此工作人员就必须一直确认运转状况，这样会对工作人员造成更多负担，有悖于减少工作人员操作工作的课题方针。

4-2 应对方案

(1) 问题（1）应对方案与实施

运用模拟器的讨论结果，如图-10 所示，分配率发生变化时，有可能超过设定温度的现象，仅仅发生在分配率逐步减少时，E271 管道出口配套管道处。（其他的热量交换器以及出入口配套管道没有问题）

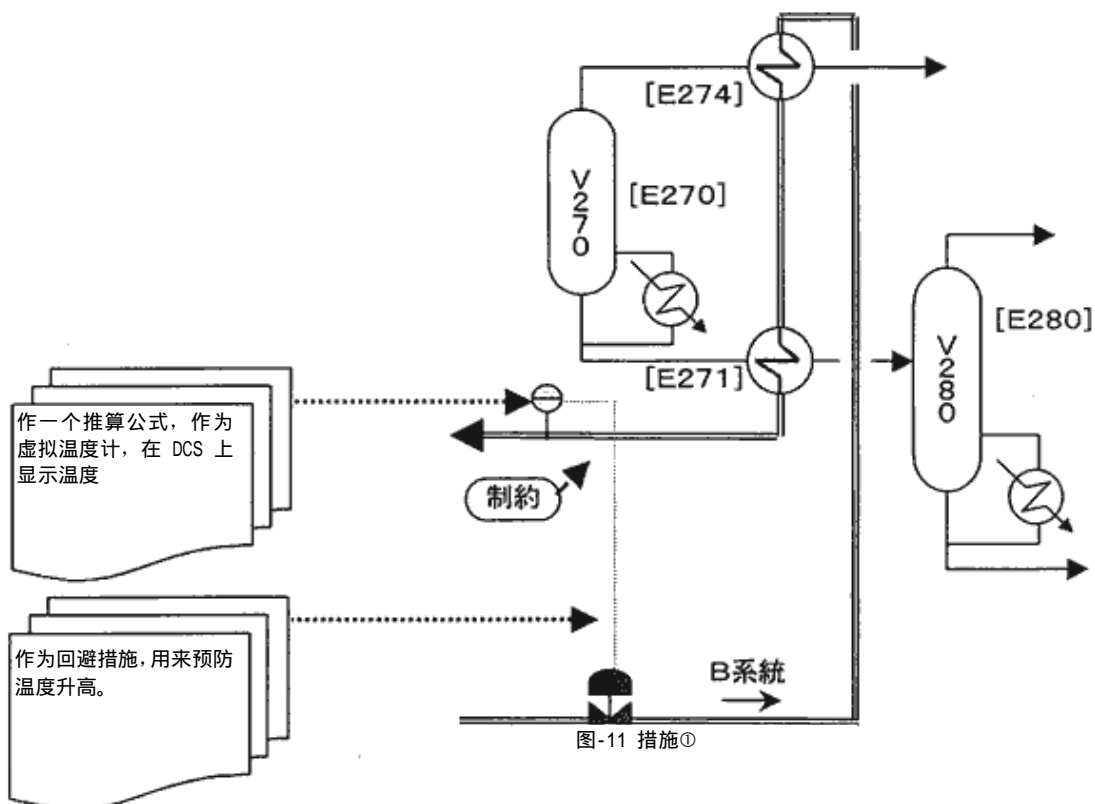
	热交换器本体	出入口管道
E 2 6 1	○	○
E 2 6 2	○	○
E 2 6 4	○	○
E 2 7 1	○	× (管道出口)
E 2 7 4	○	○

图-10 分配率变化时会出现问题的地方

措施实施

E271 出口温度超过设定温度

这个出口配套管道处，并未设置温度计。把整个流程中的热平衡形成的推算公式，作为虚拟温度计，将温度显示在 DCS 上，并设定警报值，便能保持实时管理状态（图-11）



比较了各种各样分配率的推算值和实测值之间的温度差之后，如图-12 所示，存在 ± 2 以下的差值。这个差值在运转领域，被认作误差在 2% 以内，视为安全。因此，考虑到推算值和误差，就能保证配套管道的监控温度。（实测值是表面温度计的测定值）

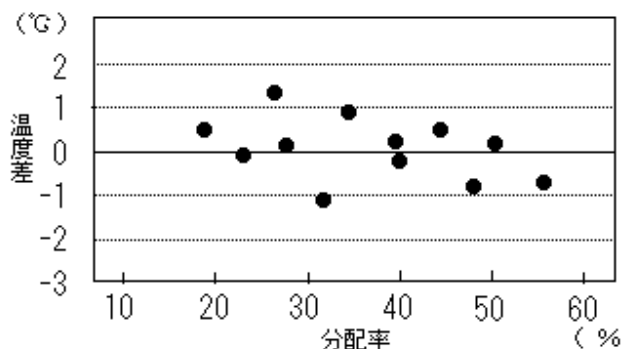
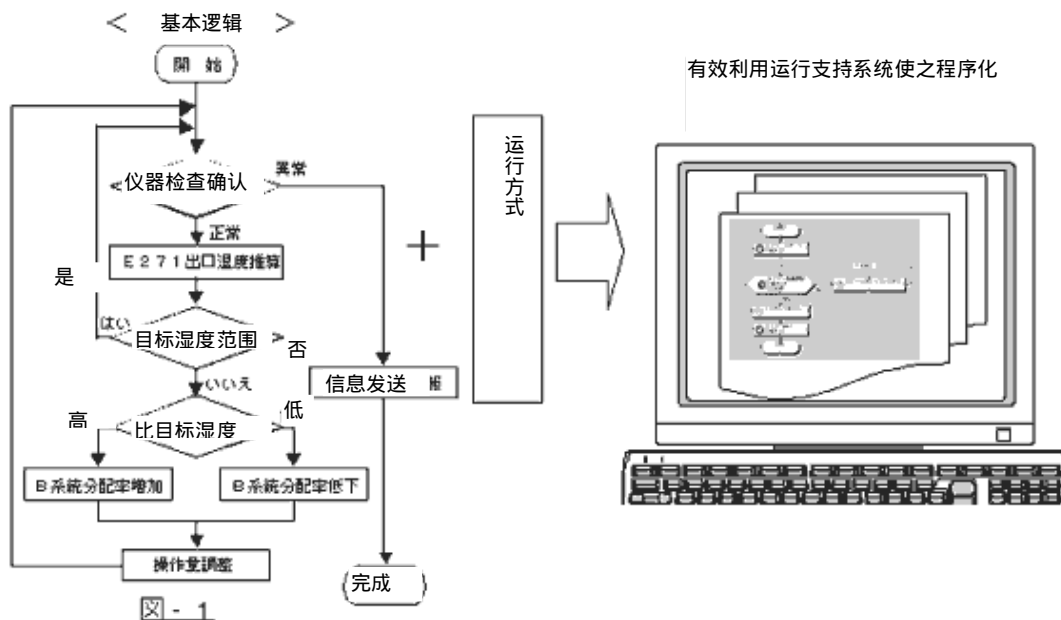


图-12 推算值和实测值的差 (推算值-实测值)

(2) 问题 (2) 应对方案与实施

无需工作人员介入, 实时保证 E271 的限制出口温度, 与此同时, 又能自动调整最高效运转时分配率的运转支持系统, 如图-13 所示, 在团队中构建融合了基本逻辑和运转技术知识的运转支持系统。构建之际, 首先运用了组成控制以及收益率控制的高度控制, 并考虑了对其产生影响的因素。



支持系统的成效

支持系统投入使用后, 没有工作人员介入的状态下, 如图-14 所示, 稳定了 E271 出口温度在设定值标准幅度 3 以内。因此, 不但节能, 还实现了出口温度管理值要求的稳定运转。

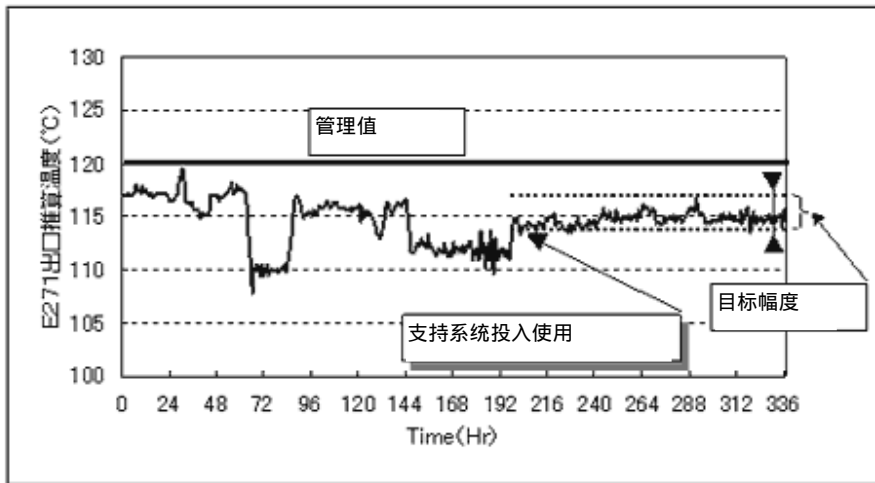


图-14

构建支持系统，节能以外的其他效果

除了节能效果以外，减少工作人员的调整操作（支持系统投入使用前，虽然没有实际操作，估计的调整频率，如图-15所示）从而减少了负荷以及默认值系统化之后，工作人员得以抽身，传授熟练的运作技术。

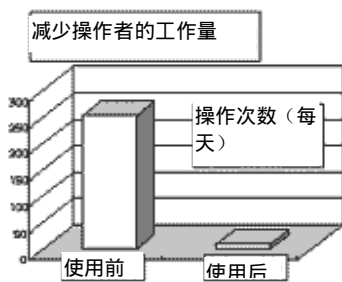
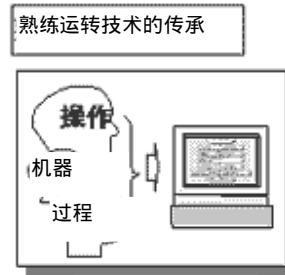


图-15

由于调整，操作者的操作量急剧减少。



看到该系统，即便是今后成为操作员的年轻人也能理解其所构筑的目的和意义。

图-16

5. 节能措施的效果

节能措施实施前后一年间的能源消耗量的比较以及效果，如图 17~图 19 所示。

油种	采取措施前的使用量 (GJ/年)	采取措施后的使用量 (GJ/年)	削减量 (GJ/年)	削减率 %	削减金额实际 效果 (百万日元)
油种 1	58.5×10^4	52.9×10^4	5.6×10^4	9.6	27
油种 2	61.5×10^4	55.6×10^4	5.9×10^4	9.6	28
油种 3	59.3×10^4	55.1×10^4	4.2×10^4	7.1	20
油种 4	59.8×10^4	54.1×10^4	5.7×10^4	9.5	26
油种 5	59.7×10^4	54.6×10^4	5.1×10^4	8.5	24
平均	59.8×10^4	54.5×10^4	5.3×10^4	8.9	25

图-17 节能措施前后的全年能源使用量

目标: 达到 2%

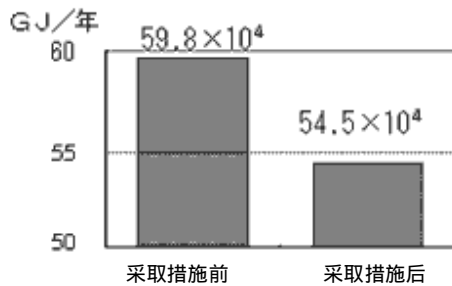


图-18 能源使用量的对比

CO2削减量 (ton/年)	原油换算削减量 (KL/年)	优点 (百万日元/年)
3,700	1,371	25

图-19 节能实施效果

6. 总结

以往的运转作业，无法从“单纯运转装置”的意识中，找到有关节能改善的相关策略。弊社，取得了 TPM 的活动成果之后，开始了“自主实施”的思想变革。通过本次事例，步入控制系统化，改善了装置规模。这一切将促使我们考虑今后节能活动的部署工作。

本次活动中取得的成果是有目共睹的。希望提高更多的节能意识，以求开展能取得 TPM 一样成果的活动。今后，应继续挑战极限，进一步为开展节能活动作出贡献。

7. 未来计划

E271 管道出口设定温度，是本次节能活动的最大成果。今后，希望对本温度计设备，配套管道设计进行重新审

视、讨论改造，以求实现有效使用所有能源。

节能中心会长奖



Copyright(C) ECCJ 1996-2010