



依靠管理标准 实现污水处理厂节能降耗

大和川下流流域下水道组合 西部管理中心(今池处理厂)
继承日本四季委员会

关键字：燃料燃烧的合理化，将电能转换为动力、热能等的合理化（照明设施、升降机、办公设备、生活设施）

主题概要

在污水处理厂中，作为水处理中枢环节的微生物反应环境维护、污泥处理工序等能源消耗量很大。因此为了依靠能源管理标准实现永久性的节能降耗，我们在制定了具体的运行方法后，又验证了反映实施效果的“能源降低量”指标（主要针对燃料、电力，其次针对药品类等），下面对这些事例进行介绍。

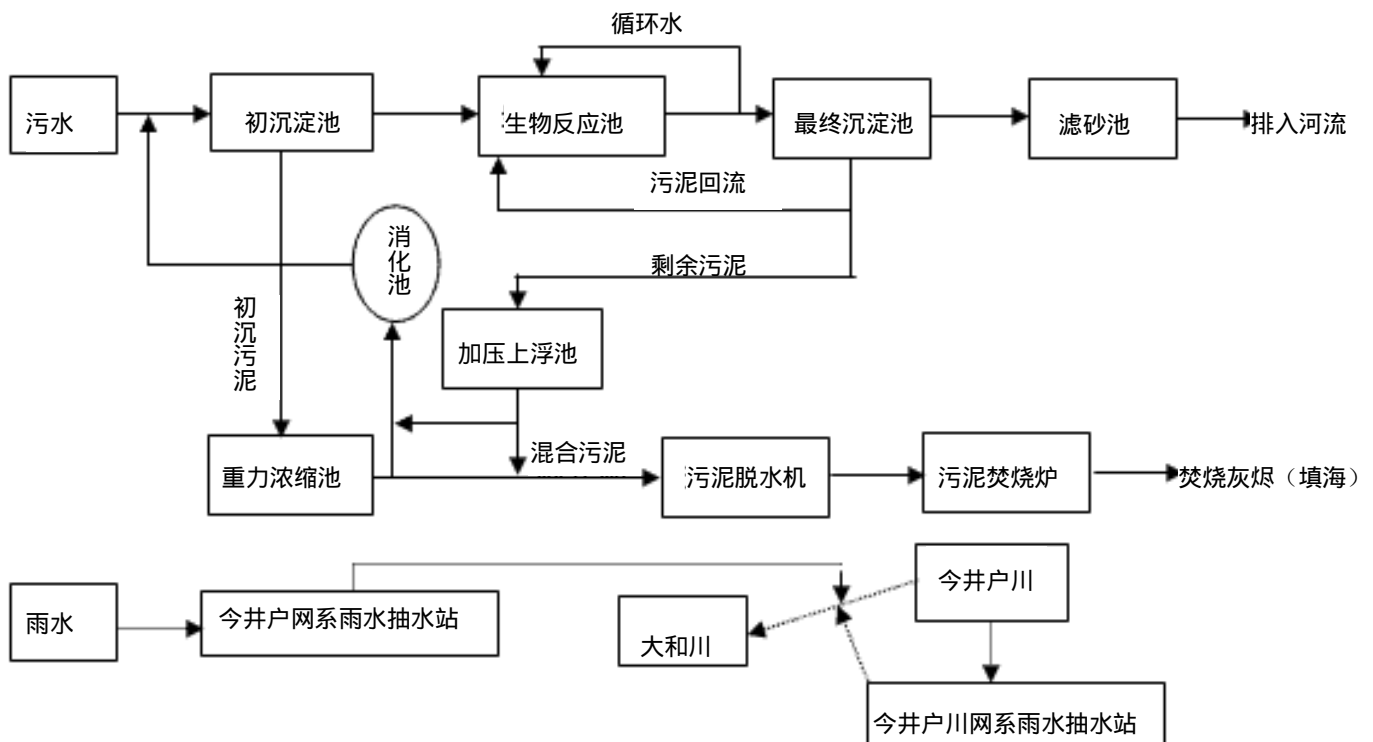
对该事例的实施期限

- 规划制定期 2004 年 4 月～2005 年 3 月 共计 12 个月
- 对策实施期 2005 年 4 月～现在 共计 16 个月
- 对策效果确认期 2005 年 4 月～2006 年 3 月 共计 12 个月

事业所概要

- 从事行业：下水道终端处理厂
- 维护管理员人数：总计 73 人，其中组合职员 12 人，合同工 61 人
- 年度能源消耗量（2005 年实绩）
 - 重油：347kL
 - 消化气体：287,659m³
 - 电力：20,334 千 kwh

对象设备的工序概况



1. 主题选定理由

根据 2003 年修订的“与能源使用合理化有关的法律”（2002 年 12 月 11 日法律第 145 号），今池处理厂从原来的第 2 类电气管理指定工厂被改为第 1 类电气管理指定工厂，必须进一步有计划的实施节能降耗。虽然之前内部已经开展了一次包括关闭不必要的照明及空调等项目在内的节能行动，但作为部门却没有统一进行汇总和编制手册等制度化，因此从 2004 年度开始，我们开展了以管理标准为中心的系统性节能降耗活动。

2. 现状的掌握与分析

今池处理厂的配备包括：1. 污水处理设备；2. 雨水排放设备；3. 河水排放设备；4. 进排气、空调、照明设备等，并且以上设备里面还包含有用途各异、各种各样的机器，并且昼夜不停地运行着。

此次节能活动实施的对象包括所有以上设备，数量极其庞大，故而我们按表-1 将其分为七部分推进，将总共 23 名参加者（其中组合职员 12 人、维护人员 11 人）分为 4 个小组，各负责一部分设备，并且通过细分思考范围的方式，加快了改善提案的形成。另外，我们还以将以下两项内容作为节能改善工作的前提：1. 以改善现有设备的运行方法和运行时间为主，不考虑追加和变更设备；2. 严格保证处理水质与维持工作环境。

表 1 设备分组表

设备编号	设备名称	共有项目	负责小组
1	管理大楼设备（包括自备发电站、超高压变电站）	照明	G1
2	第 网系水处理站设备（包括今井户网系雨水抽水站、用水处理）	照明	G2
3	第 网系水处理站设备	照明	G2
4	鼓风机站、滤沙池设备	照明	G3
5	卵形消化池及机械浓缩站设备	照明	G3
6	污泥处理楼设备（包括今井川河网系雨水抽水站）	照明	G4
7	焚烧炉楼设备（包括煤气储气罐）	照明	G4

(1) 现状的掌握

首先，我们将设备内的机器分成 4 组，然后再逐一确认有无降低能耗的可能性。在实施确认时，我们也不是盲目的针对所有机器，而是采用先确认常时运行且容量较大的机器（设备），然后再向非常时运行（排水泵等）和容量较小的机器展开的方式。

一旦确定了符合要求的机器和能源，接下来的工作就该是确认运行方法和找出问题点及研究改善措施了。但要研讨改善对策，就必须针对长久以来养成的习惯性运行、操作条件从根本上予以重新纠正。另外，为获取用来对改善实施前后情况进行比对所需的数据资料，还必须记录原单位数据（例如：每立方米处理水量所需能源消耗等）。因此，各小组一起举办实例讲解会，对上述情况记录的书写格式进行了统一，并通过每月一次向委员会提交统一格式的报告的方式，来汇报当月活动实施经过，也为小组之间的信息交流和相互学习提供了机会。

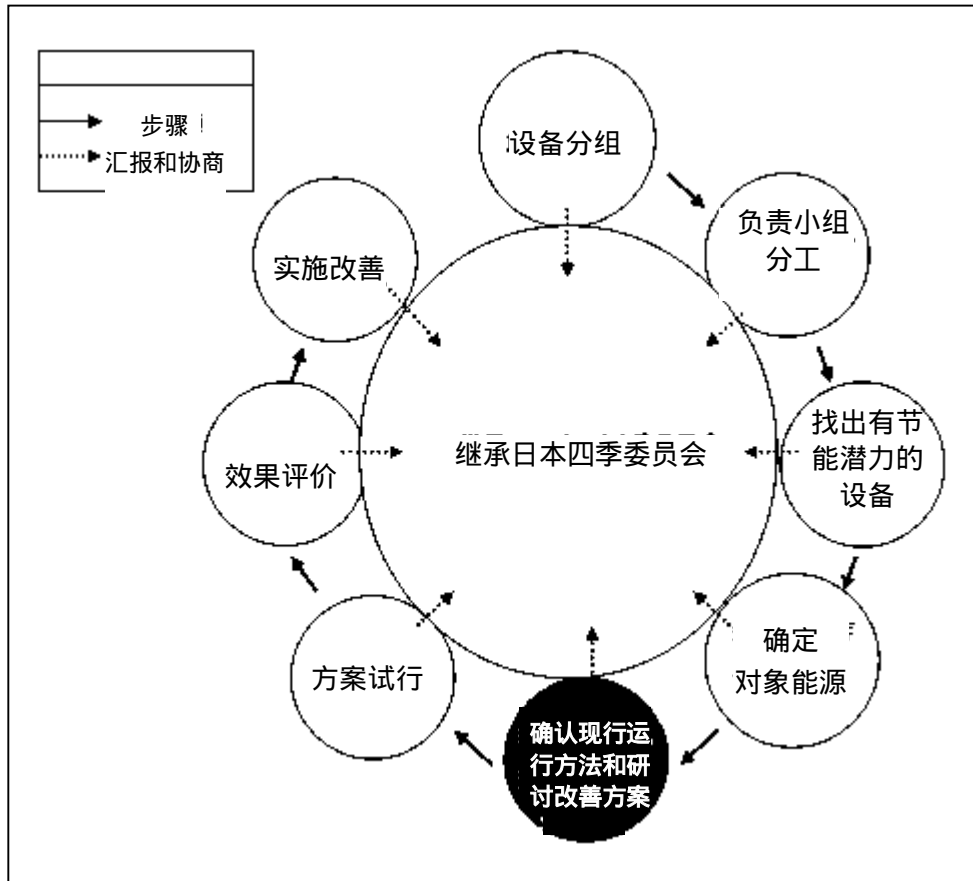
(2) 现状的分析

只要确定对象设备和能源，就可针对其现状进行梳理，研讨哪个部分存在问题点和浪费，并且改善哪些环节有助于降低能源消耗。比如空调设备，我们要通过改善用来判断空调启停时间的参考标准—外气温度及运行中室内温度的设定来促进节能，那么就可把“外气温度”和“室内温度”设为“改善项目”（管理项目），把设定值作为“管理基准值”；然后再把过去实绩数值以及改善完成前这一范围内的数值设为“管理值”；把改善后的数值作为“目标值”。然后为了维持目标值不变，根据需要对设备进行检修并计测，记录相关数据，设定管理标准和记录改善方案。

在实施节能改善时，对于照明设备的开、关和自备发电设备的试运转次数，因只须实施“关停”操作即可判断改善效果，所以不必试行。但对于进排气设备的开与关，因必须对停机后的室内温度、湿度、气味等进行持续而有计划的调查，因此对那些必须进行试行的改善方案，我们都极力压缩其试工期（节能效果计划在年度间比对，若试工期拖长将无法体现出明显差距），并对改善实施前后的情况进行比对和分析。

3. 活动的经过

图-1 基于管理标准的节能降耗活动实施流程



在我们所处的南河内地区也出现了冬天的地面积雪量减少、夏天的最高温度超过 35℃、日降雨量 100 毫米以上的暴雨等“地球变暖”的征候。因此，我们以“将众多先辈所经历过的和煦美丽的日本四季传承于后世”为宗旨，将每月一次汇集各工作小组改善提案的委员会命名为“继承日本四季委员会”，按图-1 所示的组织流程持续开展了节能工作。我们在 2004 年度完成了图中“效果评价”前的所有工作环节，从 2005 年 4 月 1 日开始，将之前推进的所有改善项目一齐过渡到“实施”环节中，同时把 2005 年整年度作为效果确认期以及新的改善方案的酝酿期。

4. 对策的内容

通过 2005 年的整个年度进行效果确认后，我们发现多起改善方案实施后没有奏效，例如：因实施改善反而派生出意想不到的障碍，或者完全没有节能效果等。而以下针对取得了效果的改善方案阐述其概要：

用于抽污水、排雨水、排河水的动力泵：在不影响机器负载检修等的范围内，改变定期试运行间隔，削减燃料消耗，降低辅助设备的用电量；

空调设备：改变制冷和制热的启停时间，严格遵守运行中的温度设定，隔断外气等，以削减用电量；

进排气设备：调整必要的运行期和时间段等，以降低用电量；

卵形消化池：在不影响搅拌效率的范围内，调低搅拌机的转速以削减用电量；

加压气浮浓缩设备：从不加药运行改为加药运行，使污泥浓度从 3% 提高到 4.5%。以此削减后续脱水工序的药品加注量，缩短脱水机的运行时间，并进而降低泥饼的含水量最终削减焚烧时的燃料消耗；

流动焚烧设备：修订炉内石英砂的管理指标，缩短泥饼（脱水污泥）在贮留槽间的滞留时间，抑制有机物分解引发泥饼水分的增加等，以削减燃料（重油和消化气体）消耗；

各楼内及室外的照明设施：拉大开灯间距，严格实行必要才开灯的制度。

以上仅为概要，接下来选取介绍在削减燃料或电力方面取得显著效果的代表性事例。

1) 燃料

有效削减燃料消耗的代表性事例是“削减流动焚烧炉的 A 重油和消化气体”，改善污泥浓度，缩短泥饼贮留时间等多种措施获得的实效是：换算成重油约削减 120KL/年。下面介绍其中效果最显著的一例。

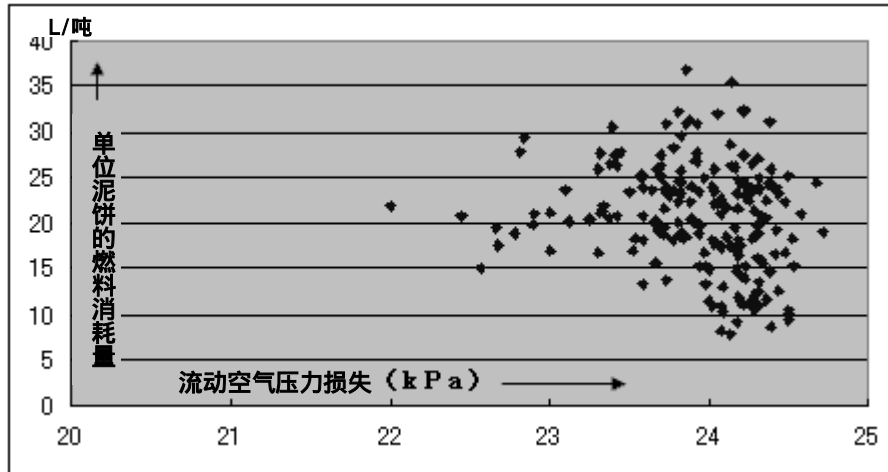


图-2 空气压力损失与燃料消耗

若从燃料消耗的角度分析流动炉的运行，最理想的状态就是泥饼含水量与炉内温度维持平衡的自燃运行（不消耗辅助燃料，靠泥饼自身热量维持炉内温度）。然而，自燃状态几乎都使炉内温度呈上升趋势，不得不在低于额定处理能力的状态下运行，例如控制泥饼投入等。另外，泥饼的含水率因受初沉污泥与剩余污泥的混合比例、水温升高引起的污泥厌氧化等综合因素的影响而随时发生变化，虽然也可控制药品加注率和脱水机滤网的速度降低，但并不容易控制。因此我们研讨了影响燃料消耗量的其他几个主要因素：流动石英砂积蓄热量的多少可以抑制泥饼投入时的炉内温度变化的幅度，有助于削减辅助燃料；还有可以简单地通过空气流动压力损失（1 吨石英砂相当于 1kpa 的空气流动压力损失）管理的炉内石英砂保有量（在此之前空气流动压力损失管理指标为 22kPa~24kPa）。在 2004 年度的一定时间内，我们在固定了空气流量（4,800Nm³/h），改变石英砂用量调查燃料消耗量的变化情况，结果如图-2 所示，从图中可以看出即使在相同的压力损失下燃料消耗量依然维持 10L~30L/吨的范围，但这主要取决于含水量的差异。但出现 10L/吨左右的燃料消耗量的压力损失则集中在 24~24.5kPa 的范围，根据上述调查结果，我们于 2005 年度设定了 24~25kPa 的管理标准并以此管理焚烧炉，此举有效削减了燃料消耗。

2) 电力

在我厂使用的多种电力负荷设备中，进排气设备依靠设立管理标准节能降耗效果最大（削减了约 50%用电量），下面作为代表事例介绍。

我们确认了安设在厂内各楼内用于换气的进排气设备的运行现状，结果如下：（1）有的场所仅运行进气设备，而有的场所进排气设备都运行，没有规定一年四季的运行方法；（2）因故障处于长期停用状态；（3）由于没开关机定时器，无法自动运行；（4）各楼都存在 24 小时连续运行（过剩运行）等共同问题。为了掌握不引起工作环境的恶化和设备（尤其是热电阻小的电气和计测部件）损坏的管理范围，我们根据各楼所处的环境条件，尽可能改善了故障未修复和不能自动运行的设备，从表-2 中筛选出部分项目，于 2004 年度进行了调查。

表-2 改变进排气设备运行条件的调查项目表

运行条件	天气	气温	室温	湿度	气味	
					● 气味指数	● 硫化氢浓度
● 仅白天运行						结露状态
● 仅夏季运行						
● 24 小时连续运行						
● 停机						

我们证实到许多事实，如：因设备运行导致室内温度升高、未处理臭气向外扩散等引起环境恶化的情况以及存在不需要运行的季节或时间段等。然后针对管理标准中的相关管理项目详细制定了的运行指导规则，并从 2005 年度开始推行。下面介绍今井户网系雨水泵站沉砂池的进排气设备的事例。

a) 改善前的运行方法

如表-3 所示，全年都由 24 小时定时器控制，每天运行 16 小时。

表-3 沉砂池进排气设备改善前的运行方法

设备名称	对象场所	额定电功率	实测电功率	总运行时间 (小时)	用电量 (kwh/日)
沉砂池机械室进气风扇	沉砂池机械室	7.5	7.1	16	113.6
沉砂池机械室排气风扇	沉砂池机械室	11.0	8.2	16	131.2
合计					244.8

b) 验证改善方法

我们以正常运行（16h/日）、1/2 时间运行（8h/日）、停机三种条件确认了上述设备得状态，结果如表-4 所示。由此可知，在低温期内，即使处于停机状态，室温、湿度、气味、结露等指标都良好；在高温期内，室温、湿度、气味的指数都升高，必须运行进排气设备。

表-4 沉砂池进排气设备运行状态验证

	测量项目	单位	3月8日	3月12日	3月13日	3月14日	3月14日	7月5日	7月6日	7月7日	7月10日	7月11日
运行条件	/	/	正常运行	1/2 时间运行			全部停机		正常运行	1/2 时间运行		全部停机
户外	外气温度		12.5	8.2	6.0	7.1	6.5	27.2	23.5	27.5	28.0	25.0
	外气湿度	%	32	35	23	13	20	65	84	40	75	75
沉淀池	室温		11.0	9.0	7.0	9.5	9.0	26.0	25.0	26.0	26.0	26.0
	湿度	%	63	60	57	73	87	84	84	72	95	100
	气味指数	/	0	0	0	0	0	0	3	3	5	1
	结露状态	有/无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	少许

c) 效果

根据以上的调查结果，我们采取“仅夏季（7、8、9月）运行换气，其他时间按照管理标准的要求（10月~6月）停机”的方案，实现了以下的节能效果。

以前的用电量：244.8kwh × 365 日 = 89,352kwh/年

实施了管理标准后的用电量：244.8kwh × 92 日 = 22,522kwh/年

节能效果：89,352kwh - 22,522kwh = 66,830kwh/年

5. 改善实施后的效果

把设备分组为七部分实施改善后一年取得了节能效果，我们把通过测量或者计算得出的主要项目数据汇总到下面表-5 中。还有许多设备因为节能效果不明或数量较少而没有列入。

表-5 能源削减量明细

对象设施		改善内容概要		针对能源	削减量
管理大楼	污水泵设备	改变柴油机的定期试运转的间隔时间，削减燃料使用量。		A 重油	1,813L
	空调设备	改变冷暖空调设备的运行时间和运行期，削减用电量（管理大楼空调、空气处理站、水冷式整体空调等）。		电力	56,651kwh
	进排气、除臭设备	因未除气味体已被沉砂池排气扇排出，故采取停用进排气设备，将除臭风扇从 1 台改为 2 台运行的解决方式。虽然差额电量上升了，但通过缩短电动设备和抽水站排气扇的年运行期，来削减总体的用电量。		电力	82,129kwh
	进排气设备	调整柴油机的试运转次数，从而减少排气设备的运转次数。		电力	28,160kwh
	自备发电设备	调整柴油机的试运转次数，削减燃料使用量。		A 重油	3,595L
	照明	管理大楼	关停 1 楼自动售货机内的荧光灯；平时 2 楼工会办公室的更衣室内熄灯；在包括工会办公室、2 楼走廊、秘书处办公室以及 3 楼维修办公室在内区域贯彻休息时间关灯制度；3 楼中央		电力

			监控室荧光灯从 48 个减为 24 个。		
第 网系水 处理站	水 处理 站	再循环水 设备	通过将消泡剂输送泵与泡沫分离机连动的方式来减少泵设备运行时间。	电力	21,695kwh
		进排气设备	重新调整水处理站上层排气扇, 终沉排气扇, 除臭设备进排气扇等的运行时间和运行期来削减用电量。	电力	70,604kwh
	雨 水 抽 水 站	雨水泵设备	通过改变柴油机的定期试运转间隔时间来削减燃料使用量以及辅助设备的用电量。	A 重油 电力	7,780L 5,138 kwh
		进排气设备	调整沉沙池机械室, 配电室, 加药间等场所的进排气扇的运行时间和运行期来削减用电量。	电力	25,600kwh
	照 明	水处理站	严格执行平时关灯和必要时才开灯制度和标明照明区域。	电力	96,826kwh
		雨水抽水站	同上。	电力	6,130kwh
第 网系水 处理站	水 处理 站	进排气设备	调整消毒设备室, 配电室等场所的进排气扇的运行时间和运行期来削减用电量。	电力	238,44kwh
	照 明	水处理站	严格执行平时关灯和必要时才开灯制度和标明照明区域。	电力	31,987kwh
砂 过 滤 站	砂 过 滤 设 备	进排气设备 制冷设备 供水设备	虽然通过调整配电室, 药品室等的进排气扇和制冷设备的运行时间和运行期, 削减了用电量, 但从 17 年度开始新添设“小溪”设备提供处理水而增加的能源消耗量却高出很多, 故削减结果为负。	电力	-34,492kwh
卵 形 消 化 池	消 化 池	池内搅拌 设备	将卵形消化池搅拌机的转速从 60%改为 40%后, 削减了用电量。	电力	46,340kwh
污 泥 处 理 站	污 泥 处 理 设 备	进排气设备	虽然因气味的影晌, 无法削减污泥处理站的进排气设备的用电量, 卵形消化池, 机械浓缩站, 焚烧炉场的各设备进行了电力, 通过调整各设备的运行时间和运行期, 也实现了用电总量的削减。	电力	61,057kwh
		脱水设备	通过向加压气浮装置加注药品的方式提高浓缩污泥的浓度(从 3%提高到 4.5%), 从而削减后面脱水工序药品加注量和缩短了脱水设备运行时间最终削减了用电量。由于存在药品加注设备运行导致用电增加和加压气浮环节药品用量的成本, 反而导致了能耗和成本的上升。	电力(脱水) 电力(加压 药品)脱水) 1,029 日元/kg 药品(加压) 381 日元/kg	6,353kwh -2,470kwh 3,196kg -4.456kg
	河 流 抽 水 站	河水泵 设备	通过改变柴油机的定期试运转间隔时间来削减燃料使用量以及辅助设备的用电量。	A 重油 电力	120L 288kwh
	照 明	污泥处理站	严格执行平时关灯和必要时才开灯制度和标明照明区域。	电力	194,859kwh
焚 烧 场	焚 烧 设 备	焚烧设备	加压上浮加药引使泥饼含水量降低, 从而削减燃料消耗。通过泥饼存储池低水位运行来降低泥饼含水量, 从而削减燃料消耗。调整对焚烧炉内石英砂的管理来削减燃料消耗量。	电力	71,139L 44,622kwh(30,343L)
合 计	电 力	进排气设备削减的用电量			505,993kwh
		照明设备削减的用电量			396,291kwh
		其他			99,503kwh
		小计			1001,787kwh
	燃 料	柴油设备削减的重油消耗量			13,308L
		焚烧炉削减的燃料消耗量(换算成 A 重油量)			101,482L
小计			114,790L		

决定处理厂运行燃料消耗量多与少的主要因素中，除新添设施外有代表性的是“污水处理量”和“污泥处理量”，随着我厂处理责任区域内的下水道普及率不断提高，其数量呈逐年增加趋势。在下面的表-6和图-3中，我们把属于本改善事例策划期的2004年的能源消耗实绩同不实施本改善事例情况下的2005年预测能源消耗量和2005年的实绩进行了比较。

表-6. 能源消耗因素与燃料、电力削减量

	燃料					电力	
	焚烧的泥饼量 (吨/年)	焚烧炉用燃料 (换算成重油 L/年)	降雨量 (毫米/年)	柴油燃料 (L/年)	+	晴天水量 (立方米/年)	用电量 (kwh/年)
2004年实绩	25,544	601,069	1,290	100,214	701,283	30,137,400	20,984,320
2005年预测 A	26,658	627,282	954	49,168	676,450	31,452,400	21,461,940
2005年实绩 B	26,658	506,930	954	35,860	542,790	31,452,400	20,334,630
比较 (B-A)	0	-120,352	0	-13,308	-133,660	0	-1,127,310

柴油主要用来排出河水和雨水，由于降雨量减少，2005年的燃料预测值低于2004年数值。

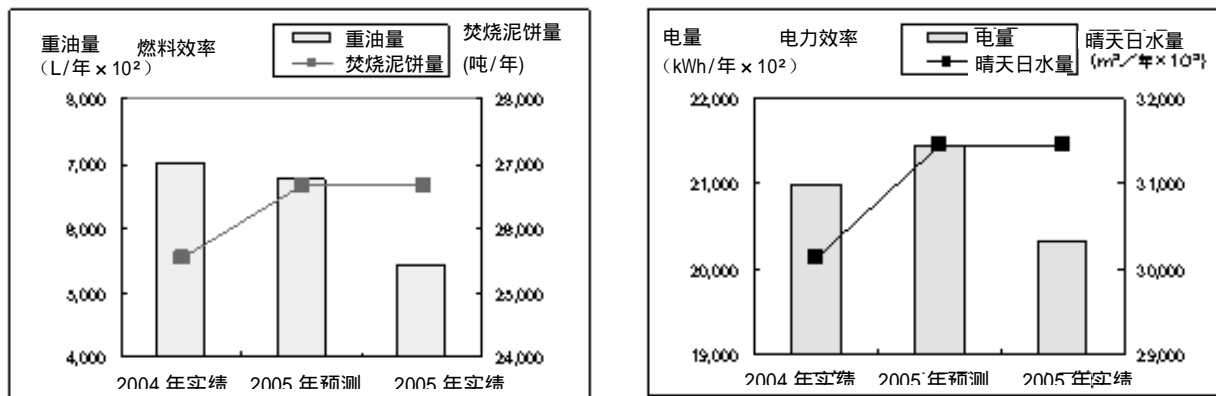


图-3 能源消耗因素与燃料、电力的节能效果

上表-5和表-6揭示的节能效果为燃料削减约124kL/年，电力削减约1064kwh，换算成二氧化碳排放量就相当于实现减排710吨/年。

6. 对策实施后的总结

上述节能活动好比麦收后拾麦穗，细致审视当前的运行状况，将名为“浪费”的麦穗一根根拾起，是一项需要耐心的工作，逐一看每项改善方案也许会感觉收获比不上付出，但正所谓聚沙成塔。并且我们确信：与只是喊口号相比，激发今池处理厂每个员工的节能意识既使我们实现了目标，又能持续保持积极性。

7. 今后的节能推进规划

与不实施节能活动相比，通过这次活动一举实现削减燃料消耗20%，电力5%的效果，继续坚持下去今后每年都能取得相同的效果。并且“继承日本四季委员会”仍然继续在为提出更多有效的提案而继续努力。当然，按目前的活动方式（以改善运行方法和运行时间为主，不追加和改变设备），最多3到4年，改善的“金山”就会枯竭，难以出现具有建设性的中、长期的提案。

我厂配备有初当作“摇钱树”的卵形消化池，虽然有将其产生的消化气体作为焚烧炉的辅助燃料全部利用，但由于焚烧炉结构上存在不能利用的环境区，故而采取与A重油并用的运行方法；虽然处理水量的1/2采用的是脱磷和脱氮的高度处理净化方式，但生物反应池曝气采用的深水机械搅拌式曝气方式，其平均输气倍率达到7倍，与使用散气板的微细气泡方式的3~4倍相比送风机的电力消耗存在浪费。对上述项目逐一分析其能效比后通过“改良”，也可以使这些设备改头换面。类似设备还很多，所以我们认为今后必须针对这些设备开展节能降耗活动。

