

冷冻机

3-5. 通过改善冷冻机管理方法节约电能

行业	汽车零部件	电气, 电子, 半导体	其他
符合			0

3-5. 通过改善冷冻机管理方法节约电能

一、现状及问题

当前装有2台螺杆式冷冻机以供给冷水到本厂，计划将通过诊断运行状态来改善问题。

(1) 蒸发器热交换不良

上述现状分析数据显示，螺杆水冷式冷冻机的COP非常低，为1.55，仅相当于额定值3.39的45（%），这意味着当前浪费很多消耗功率。其原因在于，考虑到诊断时的各种运行条件，可能在蒸发器侧热交换部分附着大量结垢。

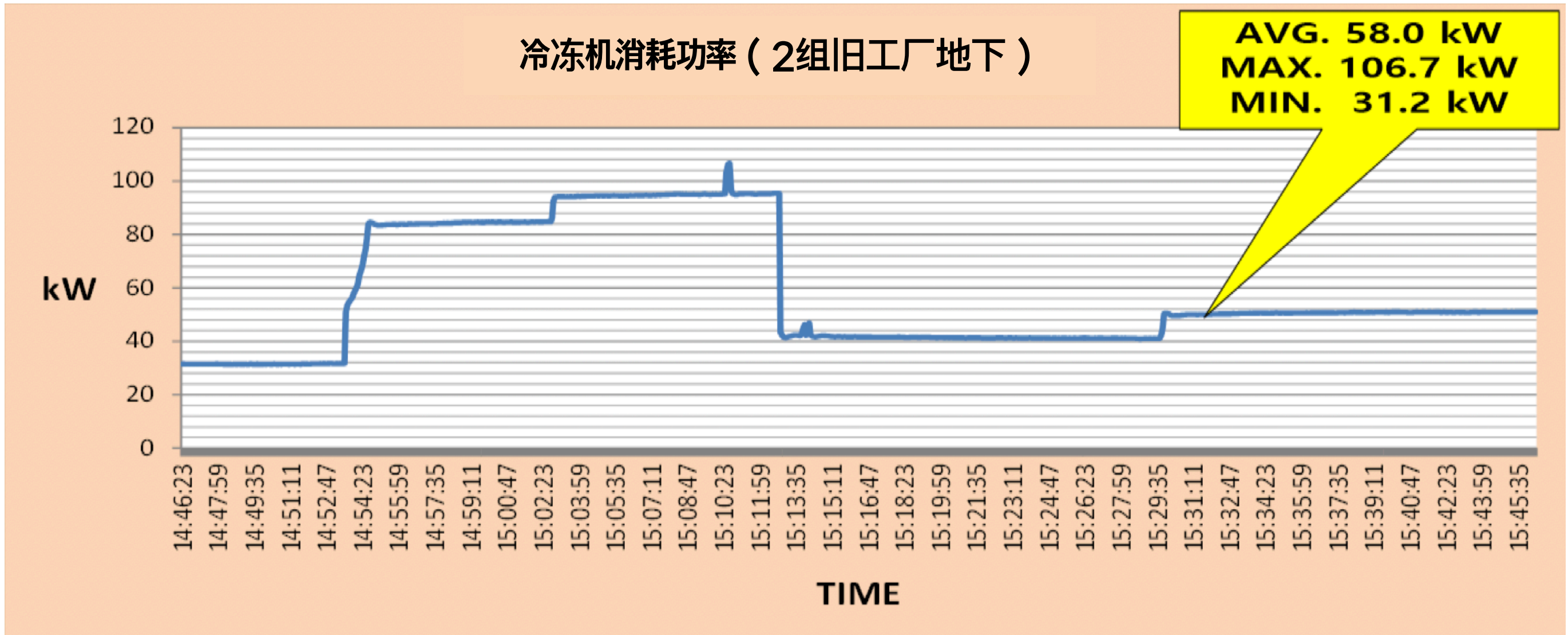
(2) 冷却水不足

分析结果显示，高压侧（冷凝器）冷却水量为50.19（m³/h），低于额定值74.8（m³/h）。在这种状态下，冬季或低负荷时不会有问题，但在夏季或高负荷时则可能会导致高压上升和消耗功率增加。

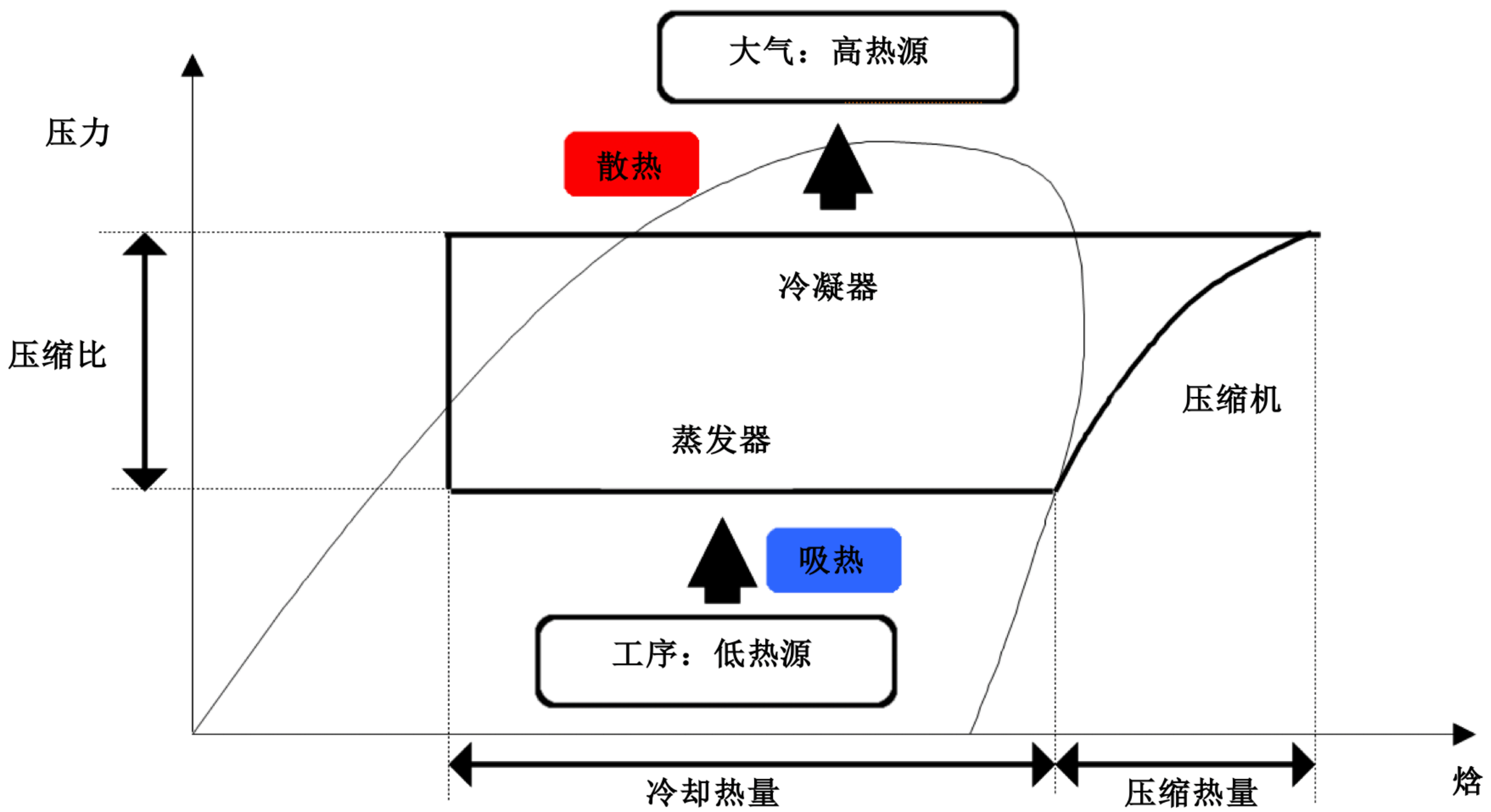
[表3-1]冷冻机安装及运行现状

测量项目			设备分类		备注	
			旧工厂地下1楼 冷冻机 #1			
测量日期			2021.10.27 14:46 ~ 15:46			
分类	项目	单位	额定	测量		
压缩机	冷水进口温度	kW	99.1	58.0	电力分析仪	
冷却负荷	消耗功率	°C	12.0	13.8	3次测量平均值	
	冷水出口温度	°C	7.0	12.7	3次测量平均值	
	冷水量	m ³ /h	55.70	70.09	超声波流量计测量值	
	冷却热量		kcal/h	288,600	77,094	
			usRT	95.4	25.5	
负荷率	%		26.7%	与额定值相比		
冷凝器	冷却水量	m ³ /h	74.8	50.19	超声波流量计测量值	
冷冻机性能	COP		3.39	1.55		
	与额定值相比			45.6%		
	电力效率	kW / RT	1.04	2.28		
冷冻机形式			螺杆水冷式			
使用制冷剂			R-407			
安装年度			2016.02			
制造商			Century			

3-5. 通过改善冷冻机管理方法节约电能



[图3-1]冷冻机消耗功率Pattern



(1) 冷冻机性能分析

100RT冷冻机的运行效率 (COP) 非常低, 平均为1.55, 相当于额定值3.39的45.7 (%), 因此, 比电能效率额定值 (1.04 kWh/usRT) 多消耗约123 (%) 以上。

一般来讲, 除非有特殊的故障或老化, 冷冻机性能下降的原因主要在于高压 (冷凝器侧) 或低压 (蒸发器) 侧的管路清洗不良, 虽然本工厂定期进行管路清洗 (每年1次以上), 但发现低压 (蒸发器) 侧没有进行管路清洗

同时, 分析结果显示, 高压侧 (冷凝器) 冷却水量为50.19 (m³/h), 低于额定值74.8 (m³/h)。

3-5. 通过改善冷冻机管理方法节约电能

二、改善方案

(1) 实施蒸发器管路清洗

通过立即对冷水侧蒸发器进行管路清洗来改善性能。因为冷水侧不是冷却水消耗的地方，所以应采用硬水软化器、磁化水处理器等，尽量减少结垢的产生，并且定期进行管路清洗。

(2) 增加冷却水流量

(a) 额定冷却水量计算

$$\begin{aligned} \text{额定冷冻机容量} &: 95.4(\text{usRT}) \times 3,024(\text{kcal/h-usRT}) \\ &= 288,490(\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{压缩机热量} &: 99.1(\text{kW}) \times 860(\text{kcal/kW}) \\ &= 85,226(\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{额定冷却水量} &= \frac{(\text{冷却容量} + \text{压缩机热量})\text{kcal/h}}{\text{比重}(\text{kg/m}^3) \times \text{比热}(\text{kcal/kg}^\circ\text{C}) \times (\text{冷却塔流入温度} - \text{出口温度})^\circ\text{C}} \\ &= \frac{(288,490 + 85,226)\text{kcal/h}}{1000(\text{kg/m}^3) \times 1.0(\text{kcal/kg}^\circ\text{C}) \times (37 - 32)^\circ\text{C}} \\ &= 74.8(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b) 增加量} &= 74.8 - 50.19 \\ &= 24.61(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

三、预期效果

设备电能节约量 [MWh/年]	设备电能节约率 [%]	节约量 [toe/年]	节约额 [百万韩元/年]	投资费用 [百万韩元]	投资回收期 [年]	温室气体减排量 [tCO ₂ eq/年]
147.91	48.3	33.87	18.05	11.50	0.64	67.80

(1) 利用参数

(a) 电力单价：122(韩元/kWh)

(b) 改善前：运行功率58.0(kW)

(c) 改善前 COP：1.55

(d) 改善后 COP：3.0

(e) 年度运行时间：5,288(h/年)

(f) 节约率计算

$$\begin{aligned} \text{节约率}(\%) &= \frac{\text{改善后COP} - \text{改善前COP}}{\text{改善后COP}} \times 100 \\ &= \frac{3.0 - 1.55}{3.0} \times 100 = 48.3(\%) \end{aligned}$$

3-5. 通过改善冷冻机管理方法节约电能

(2) 年度电能节约量

$$\begin{aligned}
 &= [\text{改善前消耗功率 (kW)}] \times [\text{节约率 (\%)}] \times \text{年度运行时间} \\
 &= 58.0(\text{kW/h}) \times 48.3(\%) \times 5,280(\text{h/年}) \\
 &= 147,914[\text{kWh/年}] \\
 &\quad \rightarrow 147.91(\text{MWh/年}) \times 0.229(\text{toe/MWh}) \\
 &= 33.87[\text{toe/年}]
 \end{aligned}$$

(3) 设备电能节约率

$$\begin{aligned}
 &= \text{电能节约量}[\text{kWh/年}] / \text{改善前电能使用量}[\text{kWh/年}] \times 100 \\
 &= 147,914[\text{kWh/年}] / 306,240[\text{kWh/年}] \times 100 \\
 &= 48.3[\%]
 \end{aligned}$$

(4) 年度节约额

$$\begin{aligned}
 &= \text{年度电能节约量 (kWh/年)} \times \text{电力单价 (韩元/kWh)} \\
 &= 147,914(\text{kWh/年}) \times 122(\text{韩元/kWh}) \\
 &= 18.05[\text{百万韩元/年}]
 \end{aligned}$$

(5) 投资费用：11.50[百万韩元]

项目	内容	单价 (千韩元)	数量	金额 (千韩元)
	蒸发器管路清洗 100 RT	5,000	2	10,000
	其他费用 15%			1,500
合计				11,500

(6) 投资回收期

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{预计投资费用 (百万韩元)}}{\text{节约金额 (百万韩元/年)}} \\
 &= \frac{11.50}{18.05} = 0.64[\text{年}]
 \end{aligned}$$

(7) 温室气体减排量

$$\begin{aligned}
 &= \text{碳减排量 (tC/年)} \times (\text{二氧化碳分子量/碳分子量}) \\
 &= 18.49(\text{tC/年}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\
 &= 67.80[\text{tCO}_2\text{eq/年}]
 \end{aligned}$$