

冷冻机

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

行业	汽车零部件	电气, 电子, 半导体	其他
符合			0

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

一、现状及问题

本厂具备冷藏冷冻设施并运营集贸市场，地下机房里有6台氨冷冻机（485 RT）持续正常运行，房顶上安装有20台风冷式氟利昂冷冻机652（RT），消耗功率约为526（kW），均以室温管理形式，按用途分为冷藏、冷冻、急冷、预冷，使用的制冷剂为R-22（15台）和R-507（5台），其容量比氨冷冻设备大，但效率较低，从而产生很大的消耗功率。

[表3-1]按室温管理分类的冷冻机及其性能

分类	冷冻机编号	制冷剂	室温管理(°C)	法定冷冻能力(RT)	额定消耗功率(kW)	蒸发温度(°C)	冷凝温度(°C)	性能COP
冷藏房	1~5 (5台)	R-22	-1	100.71	65.5	-11	45	1.92
冷冻房	6,9,10, 13 (4台)	R-22	-25	91.09	62.75	-30	48	0.93
急冷房	7,8,12 (3台)	R-22	-30	201	154	-35	60	0.74
预冷房	16,19,20 (3台)	R-507	-5	86.5	120	-15	50	1.38
搬出房	11,14,15 (3台)	R-22	5	101.5	63.5	-5	40	2.97
拆解房	17,18 (2台)	R-507	20	71	60.0	5	40	3.46
合计	20台			651.8	525.8			

※注(1) [表3-1] 按室温管理分类

※冷冻机的性能系数：COP(Coefficient of Performance)

COP是显示供冷/供暖所需的消耗功率利用效率的指标，按冷却热量与压缩热量之比计算，具体方法如下：

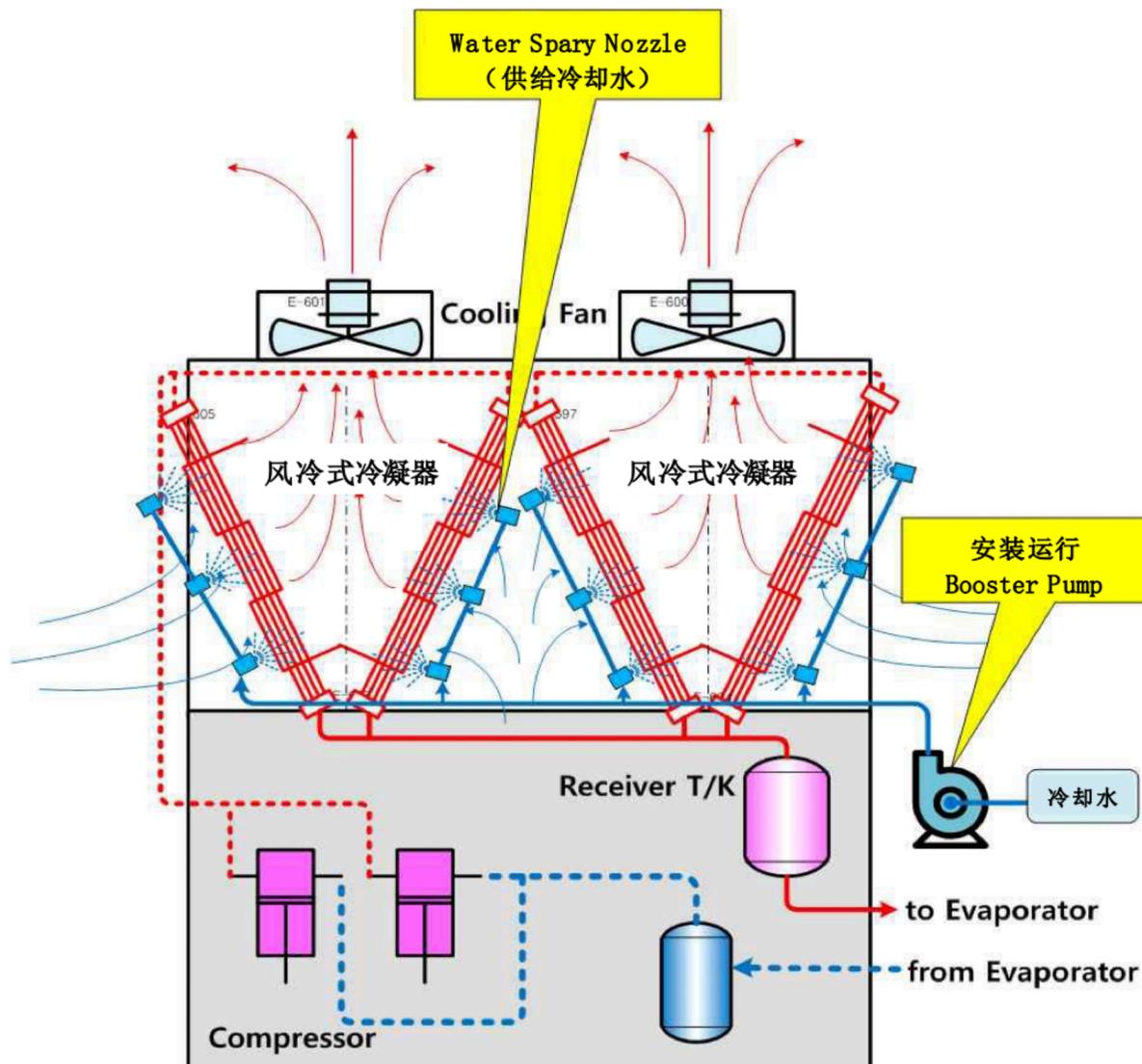
$$\begin{aligned}
 \text{性能系数(COP)} &= \frac{\text{冷却热量(kcal/h)}}{\text{消耗功率(kW)} \times 860(\text{kcal/kW})} \\
 &= \frac{\text{蒸发器出口焓}(h_2) - \text{蒸发器进口焓}(h_1)}{\text{冷凝器进口焓}(h_3) - \text{蒸发器出口焓}(h_2)}
 \end{aligned}$$

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

二、改善方案

提高风冷式冷冻机性能的方法有两种：一是在冷凝器中安装遮光膜以避免阳光直射，二是采用洒水系统，这里建议采用洒水系统。

(1) 采用洒水系统



[图3-1]改善后的风冷式冷冻机洒水系统

如上图所示，在风冷式冷凝器外部安装喷水嘴（Water Spray Nozzle）来喷洒冷却水，利用水的气化冷却热使高压降低，并且降低了冷凝温度，使COP得到改善，从而减少消耗功率。

(2) 泵容量计算

(a) 流量（耗水量）

$$\begin{aligned} & 1) \text{ 压缩机节约热量：参考[表3-2]} \\ & = \text{节约电能(kWh/年)} \times 860(\text{kcal/kWh}) \\ & = 252,573(\text{kWh/年}) \times 860(\text{kcal/kWh}) \\ & = 217,212,780(\text{kcal/年}) \end{aligned}$$

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

2) 冷却热量

$$\begin{aligned}
 &= \text{压缩机节约热量 (kcal/年)} \times \text{COP} \\
 &= 217,212,780(\text{kcal/年}) \times 2.05 \\
 &= 445,286,264(\text{kcal/年})
 \end{aligned}$$

3) 耗水量

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{节约冷凝热量(kcal/year)}}{\text{水的汽化热(kcal/kg)} \times \text{年度运行时间(h/year)}} \times \text{宽放率} \\
 &= \frac{(\text{节约压缩机热量} + \text{冷却热量})(\text{kcal/year})}{\text{水的汽化热(kcal/kg)} \times \text{年度运行时间(h/year)}} \times \text{宽放率} \\
 &= \frac{217,212,780 + 445,286,264(\text{kcal/year})}{539(\text{kcal/kg}) \times 2000(\text{h/year})} \times 1.5 \\
 &= 921(\text{kg/h}) \rightarrow 0.92(\text{m}^3/\text{h})
 \end{aligned}$$

(b) 泵扬程: 50(m)

→ 实施时可能会根据具体设计规格而有所变更。

(3) 上水道费用计算：年度运行时间 - 参考[表3-2]

$$\begin{aligned}
 &= \text{耗水量 (m}^3/\text{h)} \times \text{年度运行时间} \times \text{上水道单价 (韩元/m}^3\text{)} \\
 &= 0.92(\text{m}^3/\text{h}) \times 2,000(\text{h/年}) \times 1,800(\text{韩元/m}^3\text{)} \\
 &= 3,312[\text{千韩元/年}]
 \end{aligned}$$

[表3-2]风冷式氟利昂冷冻机消耗功率节约量

NO.	冷冻设备名称	制冷剂	室温管理	法定冷冻能力	额定消耗电力	蒸发温度	冷凝温度(°C)		COP (at "coolpack")		节约率	节约功率	年度运行时间	年度节约量	安装年度
			°C	usRT	kW	°C	改善前	改善后	改善前	改善后	%	kW	hr./y	kWh	
1	牛加工冷冻机	R-22	-1	28.54	19	-11	45	40	1.92	2.16	12.5%	2.38	1,920	4,560	2006
2	牛加工包装房冷冻机	R-22	-1	19.55	11	-11	45	40	1.92	2.16	12.5%	1.38	1,920	2,640	2006
3	牛加工冷藏房1	R-22	-1	24.19	15	-11	45	40	1.92	2.16	12.5%	1.88	1,920	3,600	2006
4	牛加工冷藏房2	R-22	-1	8.88	5.5	-11	45	40	1.92	2.16	12.5%	0.69	1,920	1,320	2006
5	牛加工冷藏房3	R-22	-1	19.55	15	-11	45	40	1.92	2.16	12.5%	1.88	1,920	3,600	2006
6	牛加工冷冻房	R-22	-25	19.55	15	-30	55	48	0.93	1.07	15.1%	2.26	2,560	5,781	2006
7	牛加工急冷房1	R-22	-30	28.54	22	-35	60	50	0.74	0.89	20.3%	4.46	2,560	11,416	2006
8	牛加工急冷房2	R-22	-30	28.54	22	-35	60	50	0.74	0.89	20.3%	4.46	2,560	11,416	2006
9	内脏冷冻房1	R-22	-25	28.40	22	-30	55	48	0.93	1.07	15.1%	3.31	2,560	8,478	2012
10	内脏冷冻房2	R-22	-25	35.52	22	-30	55	48	0.93	1.07	15.1%	3.31	2,560	8,478	2017
11	安心韩牛收缩器	R-22	5	14.80	11	-5	40	35	2.59	2.97	14.7%	1.61	960	1,549	2012
12	猪冷却房急冷隧道	R-22	-30	143.92	110	-35	60	50	0.74	0.89	20.3%	22.30	2,560	57,081	2015
13	安心韩牛副产品冷冻	R-22	-25	7.62	3.75	-30	55	48	0.93	1.07	15.1%	0.56	2,560	1,445	2016
14	搬出等待房	R-22	5	46.71	30	-5	40	35	2.59	2.97	14.7%	4.40	960	4,225	2007
15	新搬出等待房	R-22	5	40.00	22.5	-5	40	35	2.59	2.97	14.7%	3.30	960	3,169	2006
16	牛预冷房5号	R-507a	-5	35.50	30	-15	50	40	1.38	1.98	43.5%	13.04	1,920	25,043	2017
17	牛拆解房冷冻机	R-507a	20	35.50	30	5	40	35	3.46	4.17	20.5%	6.16	1,920	11,820	2018
18	猪拆解房冷冻机	R-507a	20	35.50	30	5	40	35	3.46	4.17	20.5%	6.16	1,920	11,820	2018
19	牛预冷房6号	R-507a	-5	25.50	45	-15	50	40	1.38	1.98	43.5%	19.57	1,920	37,565	2021
20	牛预冷房7号	R-507a	-5	25.50	45	-15	50	40	1.38	1.98	43.5%	19.57	1,920	37,565	2021
合计				651.81	525.75	-17	49	42	1.72	2.05	23.3%	122.7	2,000	252,573	

※注(1) 冷凝温度(改善后): 洒水时, 以比改善前温度下降5~10(°C)为准

注(2) COP改善前/改善后: 参考"coolpack"程序

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

注(3) 节约率：
$$\frac{\text{改善后 COP} - \text{改善前 COP}}{\text{改善前 COP}} \times 100$$

注(4) 节约电能：额定消耗功率 × 节约率

注(5) 年度运行时间：以夏季为准(4月~11月)，周末(周六、周日休息)

冷藏房(1~5)：每天12小时(周一~周五)

冷冻房(6、9、10、13)：每天16小时(周一~周五)

急冷房(7、8、12)：每天16小时(周一~周五)

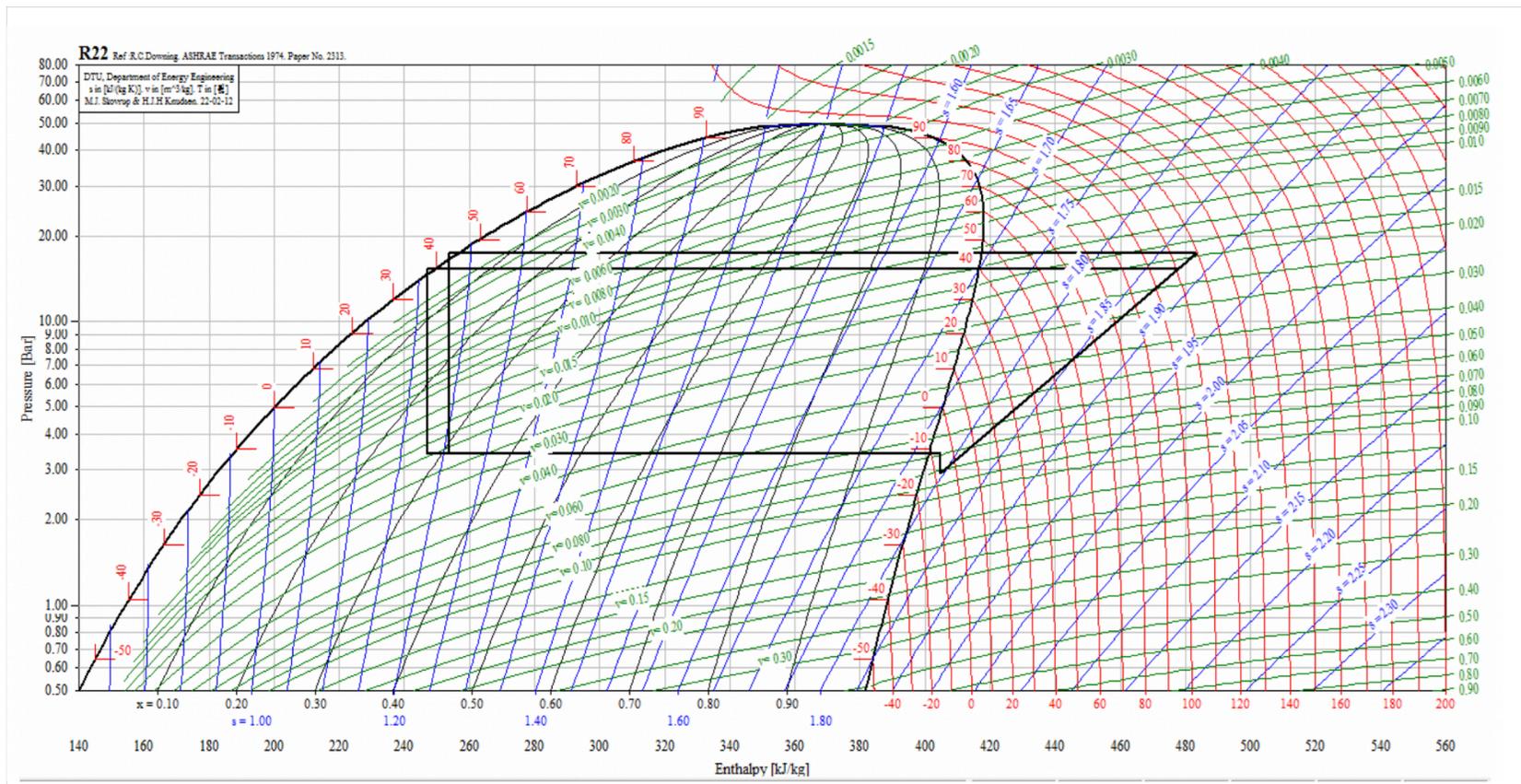
预冷房(16、19、20)：每天12小时(周一~周五)

搬出房(11、14、15)：每天6小时(周一~周五)

拆解房(17、18)：每天12小时(周一~周五)

注(6) 年度节约量：节约电能 × 年度运行时间

改善时，平均COP从1.72增加至2.05，夏季消耗功率有望节约122.7(kW)。



[图3-2]冷藏房改善前/后

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 [tCO2eq/年]
252.57	19.18	57.84	19.67	14.40	0.73	115.76

3-2. 通过采用风冷式冷冻机室外机洒水器节约电能

(1) 利用参数

- (a) 节约电能：252,573 (kWh/年) - 参考 (表3-2)
- (b) 电力单价：91.0 (韩元/kWh)
- (c) 用水单价：1,800 (韩元/m³)
- (d) 用水消耗量：0.92 (m³/h) × 2,000 (h/y) = 1,840 (m³/年)

(2) 电能节约量

$$\begin{aligned}
 &= 252,573[\text{kWh/年}] \\
 &= 252.57 (\text{MWh/年}) \times 0.229 (\text{toe/MWh}) \\
 &= 57.84[\text{toe/年}]
 \end{aligned}$$

(3) 年度节约额

$$\begin{aligned}
 &= \text{年度电能节约量 (kWh/年)} \times \text{电力单价 (韩元/kWh)} - \text{用水消耗量 (m}^3\text{/年)} \times \text{用水单价 (韩元/m}^3\text{)} \\
 &= 252,573 (\text{kWh/年}) \times 91.0 (\text{韩元/kWh}) - 1,840 (\text{m}^3\text{/年}) \times 1,800 (\text{韩元/m}^3) \\
 &= 19.67[\text{百万韩元/年}]
 \end{aligned}$$

(4) 投资费用：14.40[百万韩元]

项目	内容	金额[千韩元]
管道设备及加压泵	管道25A、15A SUS Pump&Motor: 920 L/H, 50m 2台	10,000
喷嘴等		2,000
其他费用	20%	2,400
合计		14,400

(5) 投资回收期

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{预计投资费用(百万韩元)}}{\text{节约金额(百万韩元/年)}} \times 100 \\
 &= \frac{14.40}{19.67} = 0.73[\text{年}]
 \end{aligned}$$

(6) 温室气体减排量

$$\begin{aligned}
 &= \text{碳减排量 (tc/年)} \times (\text{二氧化碳分子量/碳分子量}) \\
 &= 31.57(\text{tC/年}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\
 &= 115.76[\text{tCO}_2\text{eq/年}]
 \end{aligned}$$