

冷热交换系列 应用指南

机密资料

日期: 2009年12月

版本: V1.0 (中文版)



机密资料

目录

1. 前言	7
2. 相关资讯	8
2.1 热力学定律	8
2.2 热交换公式	8
3. 产品分类	9
3.1 工业冰水机产品分类	9
3.2 模具控温机产品分类	9
3.3 编码原则	10
3.3.1 冰水机编码原则	10
3.3.2 中央冰水主机编码原则	10
3.3.3 模具控温机编码原则	11
4. 制冷原理介绍	12
4.1 基本制冷原理	12
4.2 应用范围	13
4.3 冷媒简介	13
5. SIC 工业冰水机 (Portable Water Chiller) 运行标准工况	17
6. SIC 工业冰水机用于工业制冷系统的解决方法	18
7. 影响 SIC 制冷效果的因素	21
8. SIC 工业冰水机主机的选型	23
8.1 负荷计算	23
8.2 循环水量	24
8.3 SIC 管径及循环泵浦	29
8.4 SIC 泵浦扬程的计算实例	36
8.5 SIC 保温水箱	37
8.6 冷却塔简要计算	39
8.7 SIC 水质标准	39
9. SIC 问题与解答	42
10. STM 模具控温机 (Mould Temp. Controller) 的应用范围	49

11. STM 模具控温机的选型	49
12. STM 问题与解答	51
13. 参考资料	52
13.1 单位换算	52
13.2 SIC 选购泵浦参数	53
13.3 原料比热表	55
13.4 STM 冷却参数表	56
版本	57

机密资料

表格索引

表 4-1: R22 冷媒饱和温度压力对照表.....	14
表 4-2: 制冷剂 R410A、R407C 与 R22 物性比较.....	16
表 5-1: SIC 工业冰水机运行标准工况.....	17
表 8-1: 管内理想流速 (m/s).....	29
表 8-2: 水系统的流量和单位长度阻力损失.....	29
表 8-3: 配管用碳钢管摩擦损失水头表.....	32
表 8-4: 阀件等效长度表.....	33
表 8-5: 弯头等效长度表.....	35
表 8-6: 水质标准.....	41
表 13-1: 温度换算表.....	52
表 13-2: 能量换算表.....	52
表 13-3: 功率换算表.....	52
表 13-4: 压力换算表.....	52
表 13-5: 中压泵浦 (50Hz) 泵浦参数表.....	53
表 13-6: 中压泵浦 (60Hz) 泵浦参数表.....	53
表 13-7: 高压泵浦 (50Hz) 泵浦参数表.....	54
表 13-8: 高压泵浦 (60Hz) 泵浦参数表.....	54
表 13-9: 原料比热表.....	55
表 13-10: STM 冷却参数表.....	56

图片索引

图 3-1: 工业冰水机分类.....	9
图 3-2: 模具控温机分类.....	9
图 4-1: 基本制冷循环.....	12
图 4-2: SIC 应用图例.....	13
图 6-1: 三通阀调节冷却水量.....	18
图 6-2: 三通阀调节出水温度.....	19
图 6-3: 三通阀调节回水温度.....	19
图 6-4: 高精密度温度控制.....	20
图 6-5: 使用化学液体或油为介质.....	20

图 8-1: SICC-60A 制冷能力曲线图	26
图 8-2: SICC-90A 制冷能力曲线图	27
图 8-3: SICC-120A 制冷能力曲线图	28
图 8-4: 实扬程图示	31
图 8-5: 泵浦扬程计算实例图	36
图 8-6: 保温水箱示意图	38
图 9-1: 热力膨胀阀示意图	42
图 9-2: 无段容调功能示意图	44
图 10-1: STM 应用图例	49

机密资料

1. 前言

本指南是冷热交换系列的选型及应用手册，其中介绍了热交换的资讯、SHINI 用于注塑机及模具等之温度控制的各种设备的选择与应用。

目的

为了帮助业务人员或客户服务人员为客户选择正确的产品，帮助其更加了解产品的应用范围，提高其对于产品的应用水平。

适用对象

直接面对客户的 SHINI 业务人员及客户服务人员，需要其为客户的具体需求做出选择正确的产品，或对 SHINI 产品感兴趣的客户。

相关资料

在为客户做产品选型时，具体型号以参考“产品目录”为准。若客户需求不清楚或由于其他原因无法提供选型服务时，请参考“选型调查表”及相关技术手册。

注意事项

应当根据地理位置、季节（如周围环境的湿度）及具体的应用要求来确定如何选择模具控温机及工业冰水机。

本指南仅用于对 SHINI 产品冷热交换系列的初步选型，建议在客户下订购单之前，请与 SHINI 客服人员联系，以确保选型正确，以免遭受损失。

本指南中引用的相关文字及数据不代表 SHINI 的观点。

您若想详细了解相关产品，可以采用三种方法与我们联系：

中国服务热线：800-999-3222

信易集团网站：www.shini.com

邮箱：shini@shini.com

2. 相关资讯

2.1 热力学定律

热力学第一定律 (能量守恒)

无论何种热力过程，在机械能与热能的转换或热能的转移中，系统和外界的总能量守恒。即：

输入系统的能量 - 输出系统的能量 = 系统贮存能量的变化

外界对一系统传递的热量 Q ，系统从内能为 E_1 的状态改变到内能为 E_2 的状态，同时系统对外做功为 A ，则 $Q = E_2 - E_1 + A$ 。说明外界对系统所传递的热量，一部分使系统的内能增加，一部分用于系统对外所作的功。

热力学第二定律

热不可能自发地、不付出代价地从低温物体传到高温物体。

热力学第二定律有丰富的含义，解释了自然界能量转化方向的深刻的规律，它描述能量自动传递的方向：分子有规则运动的机械能，可以完全转化为分子无规则运动的热能；热能却不能完全转化为机械能。

2.2 热交换公式

$$Q = M \times S \times T$$

其中： Q —热交换所需要的能量，单位 kcal / hr。

M —热交换对象的质量，单位 kg。

S —热交换对象的比热，单位 kcal / kg·°C。

T —热交换对象的温度差，单位 °C。

由上式可得出，物质在进行热交换时，所需要的外在能量与对象的质量、比热与交换的温度差有关。

3. 产品分类

3.1 工业冰水机产品分类

目前信易的工业冰水机分为水冷式冰水机、风冷式冰水机、水冷式中央冰水主机及风冷式中央冰水主机四大类：

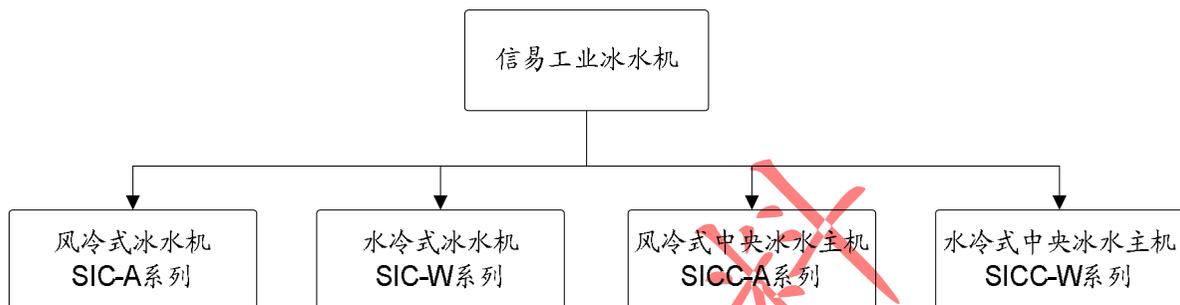


图 3-1: 工业冰水机分类

3.2 模具控温机产品分类

目前信易的模具控温机分为标准水式模温机、经济水式模温机、标准油式模温机、经济油式模温机、高温水式模温机、高温高压水式模温机、高温油式模温机、水油两用模温机八大类：

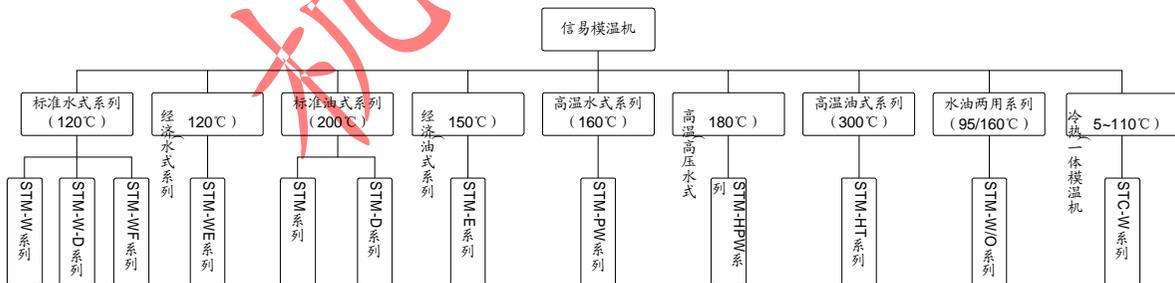
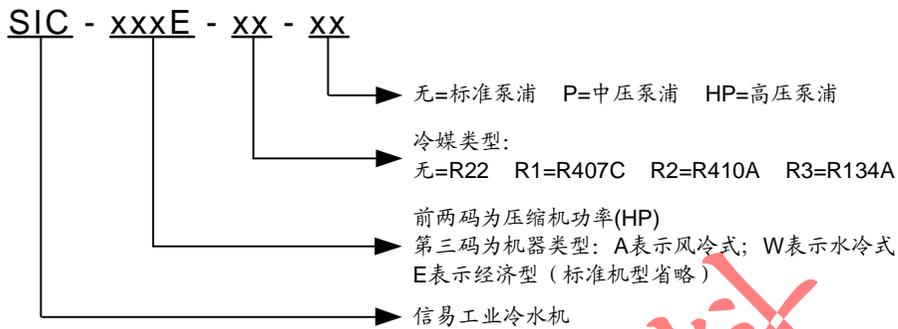


图 3-2: 模具控温机分类

3.3 编码原则

3.3.1 冷水机编码原则



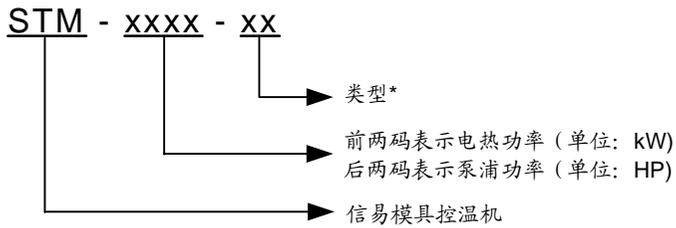
3.3.2 中央冰水主机编码原则



注: *

S=单压缩机系列 D=双压缩机系列

3.3.3 模具控温机编码原则



注: *

O=油式

PW=高温水式

W/O=水油两用

W=水式

HPW=高温高压水式

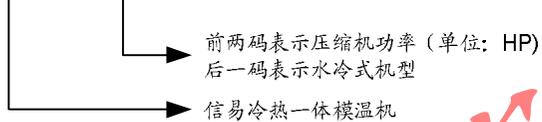
D=双段

HT=高温

WE=经济型水式

WF=流量型水式

STC - xx W



机密资料

4. 制冷原理介绍

4.1 基本制冷原理

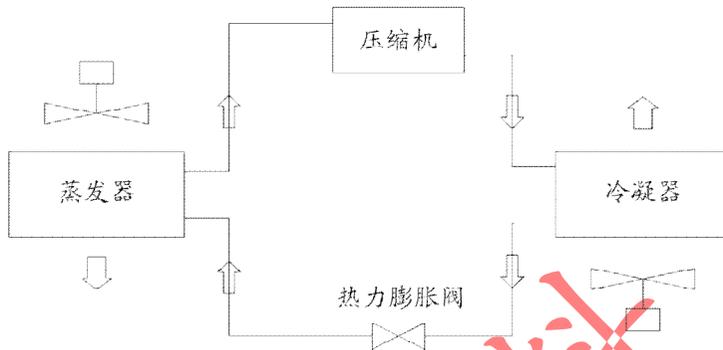


图 4-1: 基本制冷循环

蒸发吸热，所有液体在蒸发的时候必须要吸取热量。

凝结放热，所有蒸汽要凝结的时候必须要放出热量。

冷媒，很容易蒸发、凝结，我们利用其特性来制冷，是最佳的吸热、放热介质，少量的冷媒蒸发或凝结即可吸收或放出大量的热量；蒸发温度很低，容易蒸发，可以很容易的达到我们所要的低温。

蒸发器，里面的冷媒是从液态变成气态，冷媒配管从下面进入，从上面排出，以利气流上升。

冷凝器，里面的冷媒是从气态变成液态，冷媒配管从上面进入，从下面排出，以利液体下沉。

压缩机，把低压低温的气态冷媒压缩成高压高温的气态冷媒，并维持这种状态是整个系统的核心，一般压缩机的功率为制冷主机制冷能力的 25%~30%。

水配管，冷缩热胀（冷重热轻），所以较低温的管配在下面，较高温管配上面，以利流动。

冷冻水，是指制冷主机到需要冷却设备部分的循环水。

冷却水，是指冷却水塔到制冷主机部分的循环水。

4.2 应用范围

随着工业现代化、自动化的发展，工业冰水机在各行各业的生产过程中发挥着无可替代的作用。工业冰水机应用于塑料加工机械成型模具冷却，能够大大提高塑料制品表面光洁度，减少塑料制品表面纹痕和内应力，使产品不缩水、不变形，便于塑料制品的脱模，加速产品定型，从而极大地提高塑料成型机的生产效率。

工业冰水机同时应用于机床的冷却，能够精确地控制油温，有效地减少机床的热变形，提高机床的加工精度。此外冰水系统应用于饮料冷却灌装，可快速将高温饮料降到特定温度，保证饮料的品质，加快工业流程等。

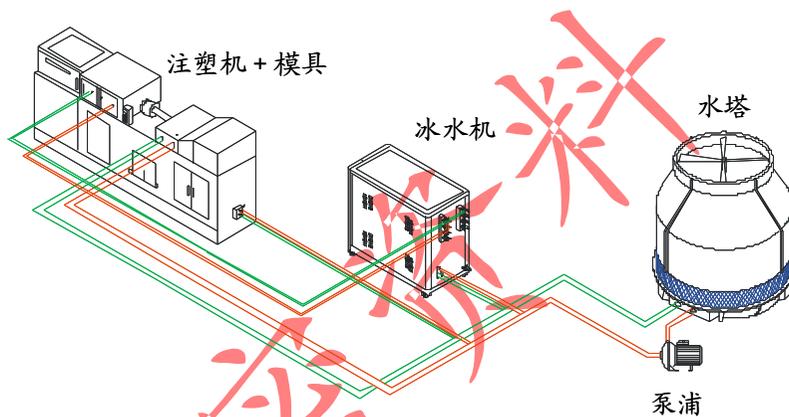


图 4-2: SIC 应用图例

4.3 冷媒简介

R22

R22 俗称氟里昂，化学名称叫做“二氟一氯甲烷”，分子式 CHClF_2 ，常温下为无色的气体，加压可液化为无色透明的液体。R22 是综合性能最为优秀的制冷剂，技术相当成熟，是世界上使用最广泛的制冷剂；其化学成分稳定、安全（从制冷剂标准的角度看）、不可燃且能效高。不幸的是，它会破坏臭氧层。

R22 冷媒压力随温度变化，与其它因数无关，不可以以压力的大小来测量冷媒的重量。

表 4-1: R22 冷媒饱和温度压力对照表

温度		压力		温度		压力	
℃	℉	Psig	Kgf/cm ²	℃	℉	Psig	Kgf/cm ²
-20	-4.0	20.85	1.47	20	68.0	117.11	8.25
-19	-2.2	22.24	1.57	21	69.8	120.83	8.51
-18	-0.4	26.67	1.88	22	71.6	124.63	8.78
-17	1.4	25.14	1.77	23	73.4	128.51	9.05
-16	3.2	26.65	1.88	24	75.2	132.47	9.33
-15	5.0	22.53	1.59	25	77.0	136.52	9.61
-14	6.8	29.82	2.10	26	78.8	140.56	9.90
-13	8.6	31.47	2.22	27	80.6	144.84	10.20
-12	10.4	33.16	2.34	28	82.4	149.13	10.50
-11	12.2	34.90	2.46	29	84.2	153.49	10.81
-10	14.0	35.69	2.51	30	86.0	157.95	11.12
-9	15.8	38.53	2.71	31	87.8	162.49	11.44
-8	17.6	40.42	2.85	32	89.6	167.12	11.77
-7	19.4	42.35	2.98	33	91.4	171.85	12.10
-6	21.2	44.35	3.12	34	93.2	176.65	12.44
-5	23.0	45.40	3.20	35	95.0	181.56	12.79
-4	24.8	48.49	3.41	36	96.8	186.55	13.14
-3	26.6	50.64	3.57	37	98.6	191.63	13.50
-2	28.4	52.85	3.72	38	100.4	196.81	13.86
-1	30.2	55.11	3.88	39	102.2	202.08	14.23
0	32.0	57.43	4.04	40	104.0	207.46	14.61
1	33.8	59.80	4.21	41	105.8	212.93	15.00
2	35.6	62.24	4.38	42	107.6	218.5	15.39
3	37.4	64.73	4.56	43	109.4	224.16	15.79
4	39.2	67.28	4.74	44	111.2	229.93	16.19
5	41.0	69.90	4.92	45	113.0	235.79	16.60
6	42.8	72.56	5.11	46	114.8	241.77	17.03
7	44.6	75.32	5.30	47	116.6	247.85	17.45
8	46.4	78.12	5.50	48	118.4	254.02	17.89
9	48.2	80.99	5.70	49	120.2	260.31	18.33
10	50.0	83.92	5.91	50	122.0	266.7	18.78
11	51.8	86.93	6.12	51	123.8	273.22	19.24
12	53.6	90.00	6.34	52	125.6	279.84	19.71
13	55.4	93.13	6.56	53	127.4	285.56	20.11
14	57.2	96.34	6.78	54	129.2	293.4	20.66
15	59.0	99.62	7.02	55	131.0	300.36	21.15
16	60.8	102.97	7.25	56	132.8	307.43	21.65
17	62.6	106.39	7.49	57	134.6	314.62	22.16
18	64.4	109.89	7.74	58	136.4	321.93	22.67
19	66.2	113.46	7.99	59	138.2	329.35	23.19

R407C

R407C 由 R32/R125/R134a 与 23/25/52wt%组成。单位容积制冷量、蒸发压力、冷凝压力、排气温度等，综合的热力学性能与 R22 接近，换热系数比 R22 低 10%左右，压缩机润滑油需采用聚酯油（Polyol Ester Oil），冷媒充灌量适当减小，毛细管适当加长，向系统充注时必须全部将系统的 R407C 排出，然后才能采用液相充注。

R410A

R410A 由 R32/R125 与 50/50wt%组成。冷凝压力比 R22 高约 60%，单位容积制冷量比 R22 增加约 50%，在相同的测试条件下，冷凝换热系数高于 R22 约 2~6%，压力损失低约 20~40%；蒸发换热系数比 R22 高约 20~30%，使用 R410A 的系统比 R22 的系统更加紧凑，压缩机润滑油需采用聚酯油；向系统充注时必须全部将系统的 R410A 排出，然后才能采用液相充注。

机密文件

表 4-2: 制冷剂 R410A、R407C 与 R22 物性比较

对比项目	R22	R407C	R410A
成分	R22 (100%)	R32/R125/R134a (23/25/52%)	R32/R125 (50/50%)
分子量	86.5	86.2	76.2
沸点 (°C)	-40.8	-43.8	-51.4
工作压力比	100%	约 108%	约 160%
单位能力容积比	100%	100%	68.5%
功率比	100%	约 103%	约 107.7%
最高工作压力 (MPa)	2.60	2.60	4.15
温度滑移	单一工质 (0°C)	非共沸混合工质约 (4~6°C)	近共沸混合工质 (0.1°C)
臭氧消耗潜值 (ODP)	0.055	0	0
全球变暖潜值 (GWP)	1500	1530	1730

5. SIC 工业冷水机 (Portable Water Chiller) 运行标准工况

表 5-1: SIC 工业冰水机运行标准工况

机型	标准工况
中央式水冷冰水机 SICC-W	冷却水进水温度为 30℃, 冷却水出水口温度为 35℃, 冷冻水进水温度为 12℃, 冷冻水出水口温度为 7℃。
中央式风冷冰水机 SICC-A	环境温度 35℃, 冷冻水进水温度为 12℃, 冷冻水出水口温度为 7℃。
水冷冷水机 SIC-W	冷却水进水温度为 30℃, 冷却水出水口温度为 35℃, 冷冻水进水温度为 17℃, 冷冻水出水口温度为 12℃。
风冷冷水机 SIC-A	环境温度 35℃, 冷冻水进水温度为 17℃, 冷冻水出水口温度为 12℃。

注意:

- 机组相关运行参数 (电流、制冷量), 是在标准工况下运行所测得的。
- 在实际测量数据做故障分析判断时, 标准工况参数只能做参考而不能作为标准。
- 各机种都有自己的运行范围, 在运行范围外去分析处理故障是没有意义的。

6. SIC 工业冰水机用于工业制冷系统的解决方法

资料来源：东城空调公司

全年使用问题

冬季气温太低，压缩机内冷媒溶于油，必须配置曲轴加热器，使冷媒分离，而且高压太低，解决方法：

- 零下温度地区，应采用风冷式，并控制室外散热风量，由高压压力值或冷凝器出口温度值（30℃）来控制风扇的转速或启停。
- 零上温度地区，采用水冷式时，除控制冷却水塔风扇的启停外，应加装三通阀调节冷却水量。

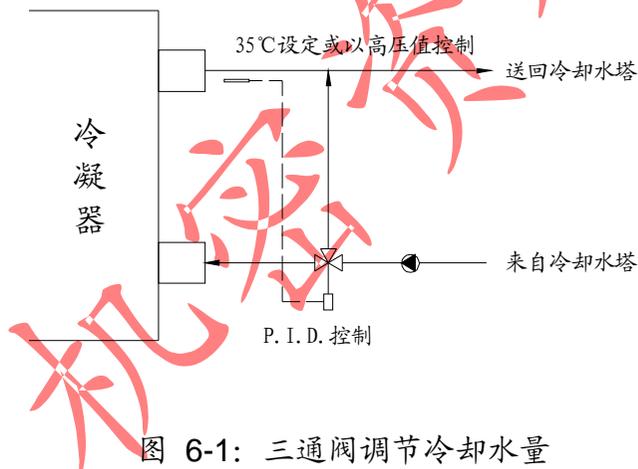


图 6-1：三通阀调节冷却水量

可使用温度的范围

应确保在公司规定的范围内，不可太低，否则有冻结的危险（5℃以上），若需求较高温度使用时，应注意：

- 高出入水温度使用时，采用加装热换器及三通阀调节出水温度。

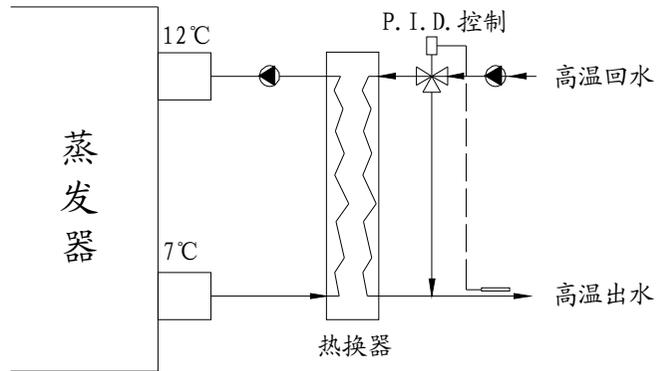


图 6-2: 三通阀调节出水温度

- 正常出水温度，但回水温度高时，采用三通阀调节回水温度。

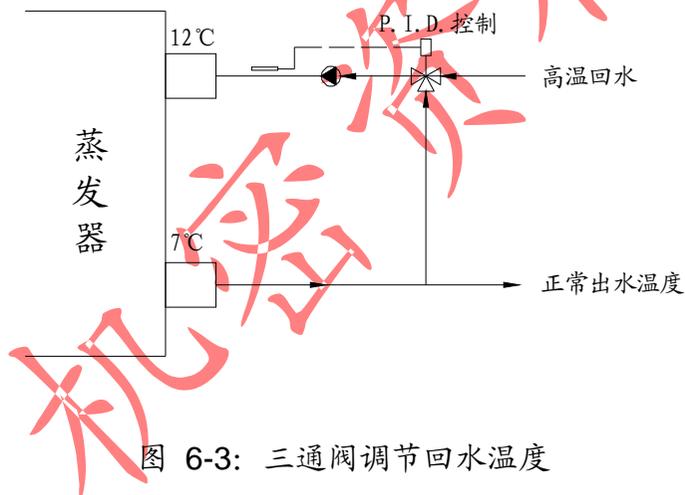


图 6-3: 三通阀调节回水温度

要求温度的精度

压缩机因为停机后有高低压平衡以及电机的一些问题，所以都有规定启停的次数与频率，亦即压缩机不可频繁启动与停止。

一般恒温器大约精度为 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，不可自行更换恒温器去符合精密温度的要求，而造成压缩机频繁启停，若确实需要，工程上可以克服，如下图：

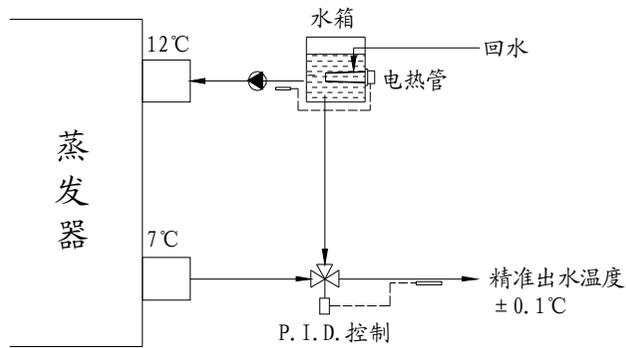


图 6-4: 高精密度温度控制

化学液体、油的问题

目前所有的机种都不能使用水或卤水（特制品）以外的介质，如在实际工程中必须使用化学液体或油作为介质，需采用如下方法：

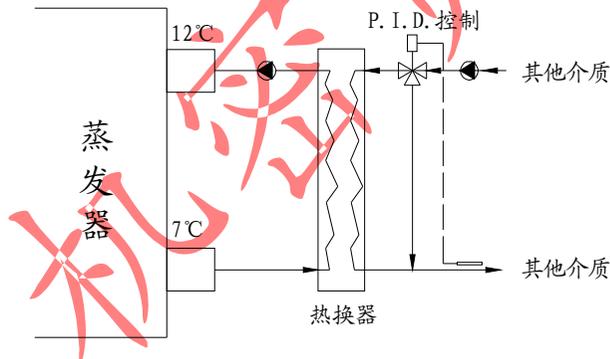


图 6-5: 使用化学液体或油为介质

总之，工业用冷却皆可由工程上去实现，但必须注意：

- 负载的计算一定要准确。
- 出入水温度永远在限定值以内。
- 水流量及电流值永远在限定值以内。

7. 影响 SIC 制冷效果的因素

蒸发温度

蒸发器内制冷剂的蒸发温度，应该比空气温度低，这样机房的热量才会传给制冷剂，制冷剂吸收热量后蒸发成气体，由压缩机吸走，使得蒸发器的压力不会因受热蒸发的气体过多而压力升高，从而使蒸发温度也升高，以致影响制冷效果。

通过计算，在冷凝温度不变情况下，蒸发温度越低，压缩机制冷效果降低，排气温度升高。制冷系统中蒸发器的制冷剂，蒸发温度降低 1°C ，要产生同样的冷量，耗电约增加 4% 左右。

膨胀阀开启度

开启度一般是装机试机时调好出厂，一般不需作调整。

冷凝压力

- 冷凝器

若制冷主机采用风冷式冷凝器，它由多组盘管组成，在盘管外加肋片，以增加空气侧的传热面积，同时，采用风机加速空气的流动，以增加空气侧的传热效果。因片距较小，加上机房空调连续长时间使用，飞虫杂物及尘埃粘在冷凝器翅片上，致使空气不能大流量通过冷凝器，热阻增大，影响传热效果，导致冷凝效果下降，高压侧压力升高，制冷效果降低。

- 冷凝器配置不当

有些厂家为了节约成本，追求利润最大化，故意配置偏小的冷凝器，使空调制冷效果降低，这种情况尽量在空调设计时进行避免。

- 系统内部有空气

如果空调抽真空不够，加液时不小心，就会混进空气。空气在制冷系统中是有害的，它会影响制冷剂的蒸汽的冷凝放热，使冷凝器的工作压力升高，如当时的冷凝温度为 35°C ，对应的冷凝压力为 $12.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 表压，可实际压力表的压力可能是 $14\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，这多出来的 $1.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 的空气占据在冷

凝器中(道尔顿定律), 由于排气压力增高, 排气温度也升高, 制冷量减少, 耗电量增加, 所以必须清除高压系统中的空气。

- 制冷剂充注过多冷凝压力也会升高由于多余的制冷剂会占据冷凝器的面积, 造成冷凝面积减少, 使冷凝效果变差。

机密资料

8. SIC 工业冷水机主机的选型

8.1 负荷计算

成型机的冷却一般分为对模具的冷却 Q_1 、成型机的冷却 Q_2 及热流道的冷却 Q_3 ，即：总需求制冷量 $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ ，但在实际应用中，需根据客户的具体需求而计算出合理的制冷量。

模具的冷却计算

事实上，一副模具就是一个换热器，热量由融熔的塑料传入模具，再由模具传入不断循环的冷却介质—冰水中，只有很小一部分进入空气和注塑机的压模板。众所周知，塑料成型的周期，相当大的部分用于冷却，有时可占到塑料成型周期 80% 以上，因此将冷却时间控制到最小是绝对必要的。

$$Q_1 = M \times S \times T \times \delta$$

其中： Q_1 —制冷量 (kcal/h)

M —原料重量 (kg/h)

S —原料比热 (kcal/kg $^{\circ}$ C)

T —温度差 ($^{\circ}$ C)

δ —安全系数

δ 为安全系数 (一般取 1.35~3.0)，当单机匹配时，一般选择小值 1.35，而当一台冷水机与多台模具相配时取大值 3.0，如选择风冷式冷水机时， δ 也应适当选大一点， δ 可取 3.0；如为吹瓶机， δ 可取 4.0。

例如：

一副模具生产 PP 制品，每小时生产量约 50kg，问冷却需要量为多少？应配多大的冷水机为合适？

$$\begin{aligned} Q_1 &= M \times S \times T \times \delta = 50 \text{ kg} \times 0.48 \text{ kcal} / \text{kg}^{\circ}\text{C} \times 200^{\circ}\text{C} \times 1.35 \\ &= 6480 \text{ (kcal/h)} \end{aligned}$$

即，每小时需 6480kcal/h 冷却量。

在实际选用冷水机过程中,很难取得比较完整的数据。根据我们以往多年规划,配套销售的经验,温度差 $T = 200^{\circ}\text{C}$,它是众多常用制品经过多年统计后的一个平均值。

成型机的冷却计算

成型机的冷却量与液压成型机或电动成型机之电机功率、成型周期有关,可参考下面公式计算:

$$Q_2 = P (\text{kW}) \times 860 (\text{kcal} / \text{kW}) \times \delta$$

其中: Q_2 —制冷量 (kcal/h)

P —电动机功率 (kW)

δ —系数

系数 δ 一般取 0.35~0.5,当普通成型周期(一般成型周期大于 10 秒)时 δ 取 0.35,当采用快速成型周期(一般成型周期 3~10 秒)时 δ 取 0.5 或更大些。

热流道的冷却计算

成型机的的模具若配有热流道,可参考下面公式计算:

$$Q_3 = P (\text{kW}) \times 860 (\text{kcal} / \text{kW}) \times \delta$$

其中: Q_3 —制冷量 (kcal/h)

P —热流道功率 (kW)

δ —系数, δ 一般取 0.6~0.8。

8.2 循环水量

参考由主机之性能,配合现场负荷需求及所设计冰水主机器之出入水温差(介于 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$,若应用于 PET 系统则取 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$),进而决定真正之系统循环水量。一副模具所需的冰水流量直接与模具要带走的热量和冰水进出模具的温差有关。可根据经验公式,例如:

要将 $6480 \text{ kcal} / \text{h}$ 的热量从模具上带走,若温差为 5°C ,那么至少需要的冰水流

量为 $L = 6480\text{kcal} / \text{h} \div 5^{\circ}\text{C} \div 60\text{min} = 21.6 (\text{L} / \text{min})$ 。

冷却水流量

$$L = Q \div (4.5 \sim 5) \div \text{常数 } 1.163 \times \text{安全系数} (1.15 \sim 1.2)$$

其中：L—冷却水需求流量 (m^3 / h)

Q—冰水机制冷量 (kW / h)

冷冻水流量

$$L = Q \div (4.5 \sim 5) \times \text{常数 } 1.163$$

其中：L—冷冻水需求流量 (m^3 / h)

Q—成型机需求制冷量 (kW / h)

机密资料

SICC-60A制冷能力曲线图

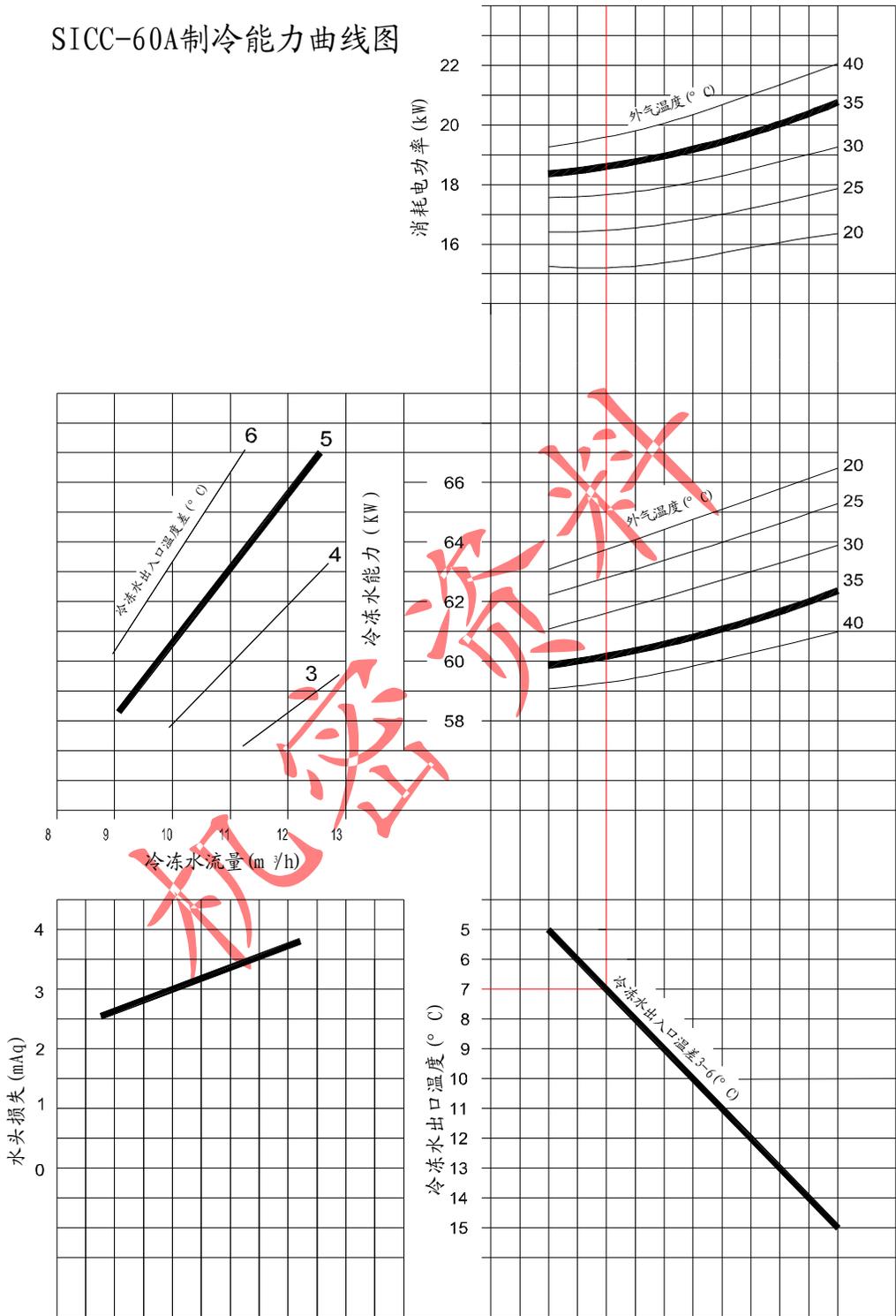


图 8-1: SICC-60A 制冷能力曲线图

SICC-90A制冷能力曲线图

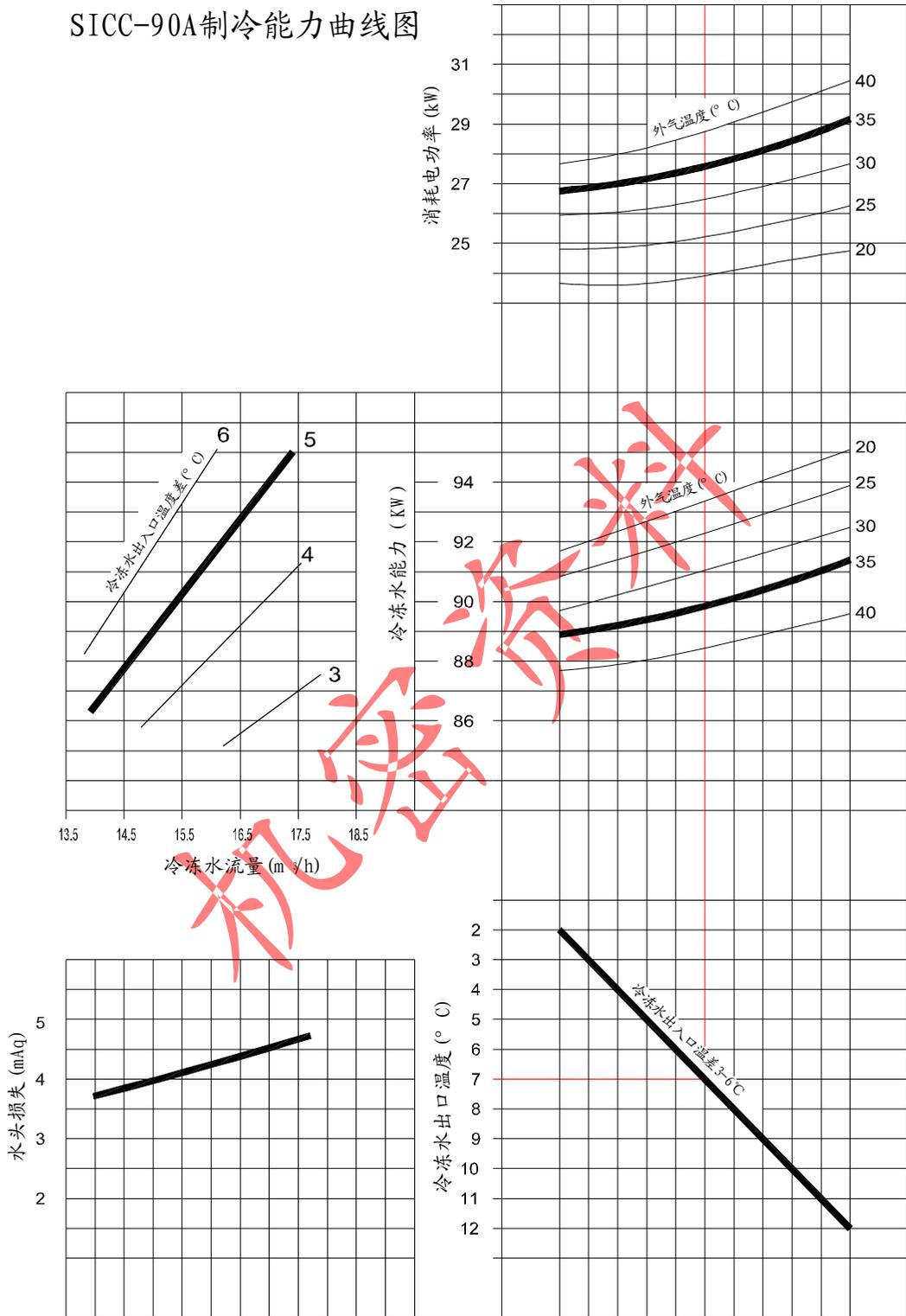


图 8-2: SICC-90A 制冷能力曲线图

SICC-120A 制冷能力曲线图

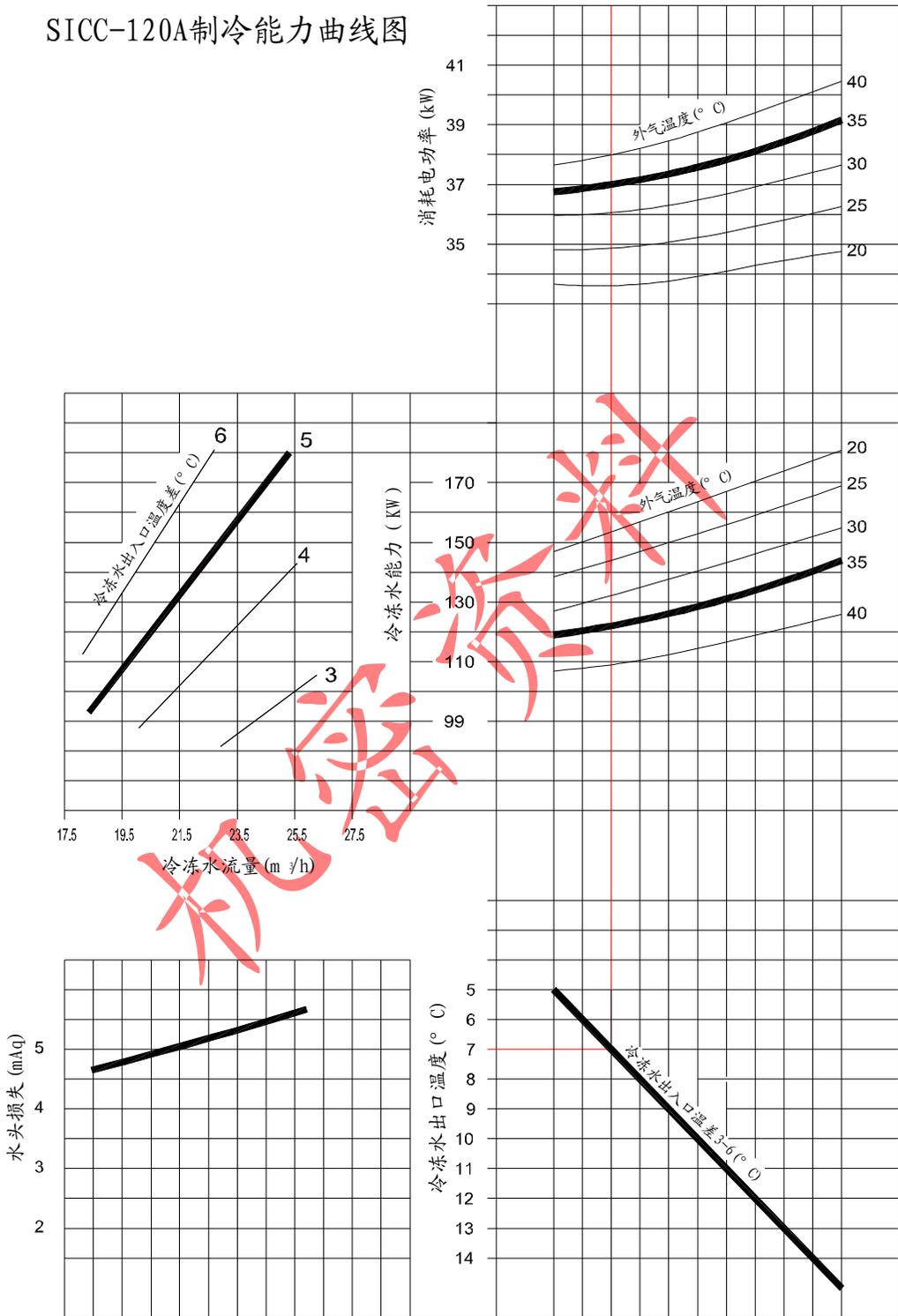


图 8-3: SICC-120A 制冷能力曲线图

8.3 SIC 管径及循环泵浦

资料来源：东成空调公司，本节之相关参数仅适用于中央式冰水机主机 SICC 系列，若需要更加详细的技术规划，请联系 SHINI 系统工程设计部门。

管径大小的选择

管径大小之决定系以管路摩擦损失约 30~100mmH₂O / m 为例，并参考下表决定管内流速之后，才从循环水量求出管径。

表 8-1: 管内理想流速 (m/s)

加压送水	水泵吐出侧主管	2.4~3.6
	水泵吸入侧主管	1.2~2.1
	一般主管	1.2~4.5
	立管	0.9~3.0
	一般分歧管	1.5~3.0
	自来水配管	0.9~2.1
自然送水	排水管	0.6~1.5

表 8-2: 水系统的流量和单位长度阻力损失

钢管管径 (mm)	闭式水系统		开式水系统	
	流量 l/s	KPa/100m	流量 l/s	KPa/100m
15	0 ~ 0.14	0 ~ 60	--	--
20	0.12 ~ 0.23	10 ~ 60	--	--
25	0.22 ~ 0.60	10 ~ 60	0 ~ 0.5	0 ~ 43
32	0.46 ~ 1.2	10 ~ 60	0.5 ~ 1.0	11 ~ 40
40	0.7 ~ 1.8	10 ~ 60	0.7 ~ 1.5	10 ~ 40
50	1.4 ~ 3.6	10 ~ 60	1.4 ~ 2.9	10 ~ 40
65	2.2 ~ 6	10 ~ 60	2.2 ~ 4.3	10 ~ 40
80	4 ~ 11	10 ~ 60	4.1 ~ 8.2	10 ~ 40
100	8 ~ 22	10 ~ 60	8.2 ~ 17	10 ~ 40
125	15 ~ 18	10 ~ 60	15 ~ 31	10 ~ 40
150	22 ~ 55	10 ~ 47	25 ~ 43	10 ~ 34
200	51 ~ 100	10 ~ 37	51 ~ 82	10 ~ 24
250	92 ~ 156	10 ~ 26	92 ~ 125	10 ~ 18
300	140 ~ 230	9 ~ 23	125 ~ 180	8 ~ 15
400	230 ~ 340	8 ~ 17	220 ~ 300	7 ~ 12
450	320 ~ 400	8 ~ 15	300 ~ 400	7 ~ 12
500	420 ~ 550	8 ~ 13	400 ~ 500	7 ~ 11

水管管径计算公式:

$$D = \sqrt{(4 \times Q) / (\pi \times V \times 3600)} \times 1000$$

其中: D—水管直径 (mm)

Q—水的流量 (m^3/h)

V—水的流速 (m/s)

遇有长的管路与短的管路并存时, 短的管路之流速要比长的管路流速快速, 以使双方管路阻抗相等。

另外管之腐蚀, 是依流速比例而增大, 一般以腐蚀性而言, 最好流速在 2.5m/s 以下。选择管径越小, 流速越快, 阻力越大, 选择水泵功率也会增大。

水管流量经验公式:

承受流量 (m^3/h) = 管道截面积 $\times 3.14 \times 1.8\text{m/s}$ (经验值: 水的流速) $\times 3600$

泵浦扬程的计算

$$H = h_a + h_f + h_t + h_k$$

其中: H—水泵所须之扬程(mH_2O)

h_a —实扬程(吐出与吸入水面之高低差) (mH_2O)

h_f —配管摩擦损失水头(mH_2O)

h_t —局部损失水头(mH_2O)

h_k —机器之损失水头(mH_2O)

- 水泵所须之扬程(H)

估算时 $H \approx 2h_a$, 但仅用于弯头或垂直距离较少时。

- 实扬程(h_a)之考虑事项

实扬程为吐出面与吸入水面之高低差, 在一般之场合可一目了然。而在密闭循环管路之系统, 吐出面与吸入水面之高低差为零, 即 $h_a=0$ 。膨胀水箱在密闭循环管路之系统, 因膨胀水箱管路之水并没有流动, 因此 $h_a=0$ 。如下图。

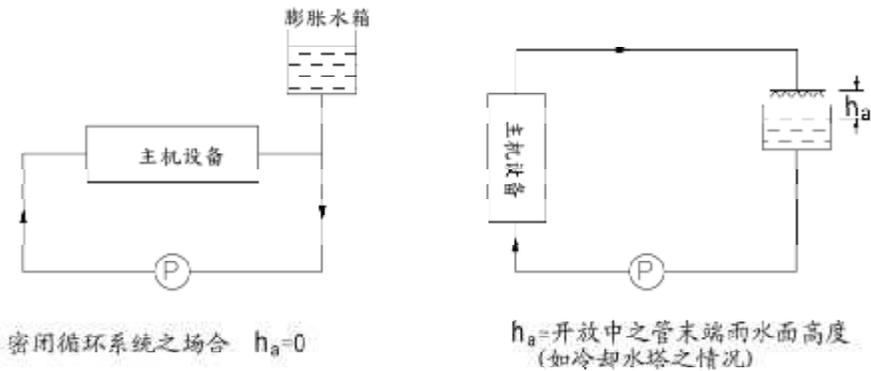


图 8-4: 实扬程图示

- 配管摩擦损失水头(h_f)

配管摩擦损失:

- 与管长成正比例
- 与管内径成反比例
- 与流速平方成正比例
- 普通使用碳钢管之摩擦损失水头参考表 7-3

- 局部损失水头(h_t)

阀、弯头类之损失水头，从表 8-4 及表 8-5 查出相当长，再求出之摩擦损失乘以阀或弯头之数量即得，从表 8-3 之摩擦损失以 30-80(mmAq/m)参考范围查询。

- 机器之损失水头(h_k)

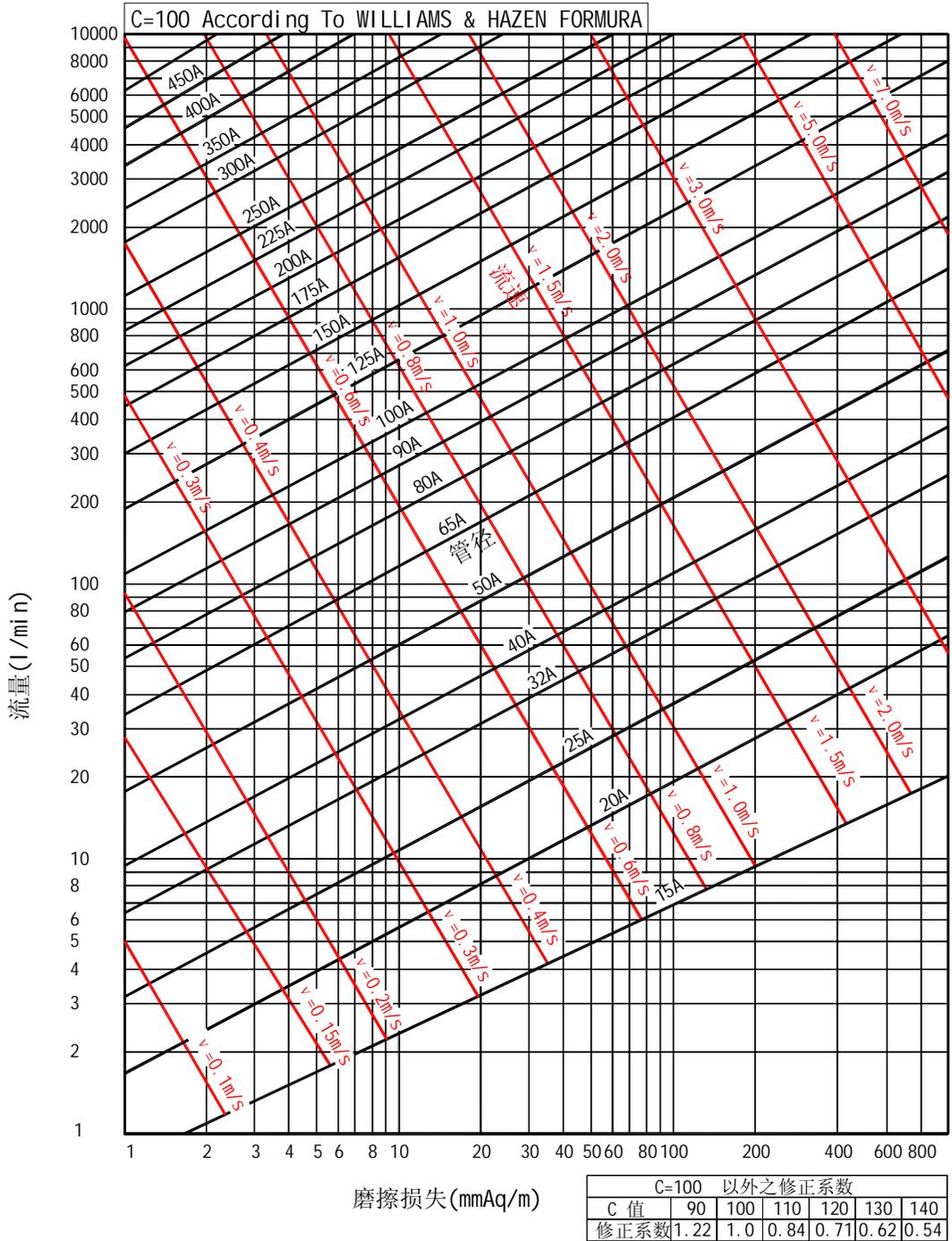
机器设备之损失水头，如冷却水塔、主机、泵浦等。

泵浦流量的计算 (经验公式)

$$\text{冷却水量 (m}^3/\text{hr)} = \text{制冷量} \times 0.2$$

$$\text{冷冻水量 (m}^3/\text{hr)} = \text{制冷量} \times 0.18$$

表 8-3: 配管用碳钢管摩擦损失水头表



例如，在摩擦损失为 30~80 (mmAq/m)，流量为 80 (L/min)，可选用 40A (直径为 40mm) 的管径。

表 8-4: 阀件等效长度表

尺寸 Nominal	球型阀 Globe Valve		60° Y型阀 60° Y - Type Valve		45° Y型阀 45° Y - Type Valve		角阀 Angle Valve		闸阀 Gate Valve		摆动式截止阀 Swing Check Valve		升降式截止阀 Lift Check Valve		静音式截止阀 Silence Check Valve		蝶阀 Butter Valve		Y型过滤器 Y-Type Strainer		Y型过滤器 Y-Type Strainer		伸缩接头 Flexible Join	
	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG	mWG	f tWG
10	5.2	17	2.4	8	1.8	6	1.8	6	0.2	0.6	1.5	5												
15	5.5	18	2.7	9	2.1	7	2.1	7	0.2	0.7	1.8	6												
20	6.7	22	3.4	11	2.7	9	2.7	9	0.3	0.9	2.4	8												
25	8.8	29	4.6	15	3.7	12	3.7	12	0.3	1.0	3.0	10												
32	11.6	38	6.1	20	4.6	15	4.6	15	0.5	1.5	4.3	14												
40	13.1	43	7.3	24	5.5	18	5.5	18	0.5	1.8	4.9	16												
50	16.8	55	9.1	30	7.3	24	7.3	24	0.7	2.3	6.1	20												
65	21.0	69	10.7	35	8.8	29	8.8	29	0.9	2.8	7.6	25												
75	25.6	84	13.1	43	10.7	35	10.7	35	1.0	3.2	9.1	30												
100	36.6	120	17.7	58	14.3	47	14.3	47	1.4	4.5	12.2	40												
125	42.7	140	21.6	71	17.7	58	17.7	58	1.8	6	15.2	50												
150	51.8	170	26.8	88	21.3	70	21.3	70	2.1	7	18.3	60												
200	67.1	220	35.1	115.0	25.9	85	25.9	85	2.7	9	24.4	80												
250	85.4	280	44.2	145	32.0	105	32.0	105	3.7	12	30.5	100												
300	97.6	320	50.3	165	39.6	130	39.6	130	4.0	13	36.6	120												
350	109.8	360	56.4	185	47.3	155	47.3	155	4.6	15	41.2	135												
400	125.0	410	64.0	210	54.9	180	54.9	180	5.2	17	45.7	150												
450	140.2	460	73.2	240	61.0	200	61.0	200	5.8	19	50.3	165												
500	158.5	520	83.8	275	71.6	235	71.6	235	6.7	22	61.0	200												
600	186.0	610	97.6	320	80.8	265	80.8	265	7.6	25	73.2	240												
750	253	829.8	-	-	110.0	360.8	110.0	360.8	10.0	32.8	107.0	351.0												
800	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
850	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
900	36	305	100.0.4	-	126	413.28	126.0	413.3	12.0	39.4	122.0	400.2												
1050	42	351	1151.3	-	151	495.28	151.0	495.3	13.0	42.6	137.0	449.4												

注意:

- 上表阀之阻力系指全开之场合，45° Y 型阀之阻力与角阀同，有相当各口径阀座之起升止回阀其摩擦阻力与球阀同。
- 尽量不要使用球阀及角阀，因为其损失水头相当大，若一定需要，建议采用大一级阀体连接。且在廉价二流品中，阀阻抗在上图表亦有，因此应尽量使用国家核准之规格品。

机密资料

表 8-5: 弯头等效长度表

尺寸 NOMINAL Pipe OR mm in	平滑T型接头				90°平滑弯头 ELB-90°				45°平滑弯头 ELB-45°				80°平滑弯头 ELB-180°				斜接弯头																
	分支弯头		直流不变径		直流变径 1/4		直流变径 1/2		标准型 (Std.)		短半径弯头 (Street)		标准型 (Std.)		短半径弯头 (Street)		标准型 (Std.)		90°弯头		60°弯头		45°弯头		30°弯头								
	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG	mWG	ftWG							
10	3/8	0.8	2.6	0.3	1.0	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.3	1.0	0.7	2.3	0.8	2.7	0.3	1.1	2.0	0.6	0.1	0.3						
15	1/2	0.9	3.0	0.3	1.0	0.4	1.3	0.5	1.6	0.5	1.6	0.3	1.0	0.8	2.6	0.2	0.7	0.2	0.7	0.2	0.7	0.3	1.0	1.3	0.3	0.7	0.1	0.4					
20	3/4	1.2	3.9	0.4	1.3	0.6	2.0	0.6	2.0	0.4	1.3	0.4	1.3	0.3	1.0	0.3	1.0	0.5	1.6	1.2	4.0	0.5	1.6	3.0	0.9	0.2	0.5						
25	1	1.5	4.9	0.5	1.6	0.7	2.3	0.8	2.6	0.6	2.0	0.5	1.6	1.2	3.9	0.4	1.3	0.6	2.0	1.2	3.9	1.5	5.0	0.6	2.1	3.3	1.0	0.2	0.7				
32	1 1/4	2.1	6.9	0.7	2.3	0.9	3.0	1.0	3.3	1.0	3.3	0.7	2.3	1.7	5.6	0.5	1.6	0.9	3.0	1.7	5.6	2.1	7.0	0.9	3.0	4.9	1.5	0.3	0.9				
40	1 1/2	2.4	7.9	0.8	2.6	1.1	3.6	1.2	3.9	1.2	3.9	0.8	2.6	1.9	6.2	0.6	2.0	1.0	3.3	1.9	6.2	2.4	8.0	1.0	3.4	5.9	1.8	0.3	1.1				
50	2	3.0	9.8	1.0	3.3	1.4	4.6	1.5	4.9	1.5	4.9	1.0	3.3	2.5	8.2	0.8	2.6	1.4	4.6	2.5	8.2	3.0	10.0	1.4	4.5	7.5	2.3	0.4	1.3				
65	2 1/2	3.7	12.1	1.2	3.9	1.7	5.6	1.8	5.9	1.8	5.9	1.2	3.9	3.0	9.8	1.0	3.3	1.6	5.2	3.0	9.8	3.7	12.0	1.6	5.2	9.2	2.8	0.5	1.7				
75	3	4.6	15.1	1.5	4.9	2.1	6.9	2.3	7.5	2.3	7.5	1.5	4.9	2.7	8.9	1.2	3.9	2.0	6.6	3.7	12.1	4.6	15.0	2.0	6.4	10.5	3.2	0.6	2.0				
100	4	6.4	21.0	2.0	6.6	2.7	8.9	3.0	9.8	3.0	9.8	2.0	6.6	5.2	17.1	1.6	5.2	2.6	8.5	5.2	17.1	6.4	21.0	2.6	8.5	14.8	4.5	0.8	2.7				
125	5	7.6	24.9	2.5	8.2	3.7	12.1	4.0	13.1	4.0	13.1	2.5	8.2	6.4	21.0	2.0	6.6	3.4	11.2	6.4	21.0	7.6	25.0	3.4	11.0	19.7	6.0	1.0	3.2				
150	6	9.1	29.8	3.0	9.8	4.3	14.1	4.9	16.1	4.9	16.1	3.0	9.8	7.6	24.9	2.4	7.9	4.0	13.1	7.6	24.9	9.1	30.0	4.0	13.0	23.0	7.0	1.2	4.0				
200	8	12.0	39.4	4.0	13.1	5.5	18.0	6.1	20.0	6.1	20.0	4.0	13.1	—	—	3.0	9.8	—	—	—	—	12.2	40.0	5.2	17.0	29.5	9.0	1.6	5.1				
250	10	15.0	49.2	4.9	16.1	20.0	65.6	7.6	24.9	7.6	24.9	4.9	16.1	—	—	4.0	13.1	—	—	—	—	13.0	42.6	15.2	50.0	6.4	21.0	39.4	12.0	2.2	7.2		
300	12	18.0	59.0	5.8	19.0	7.9	25.9	9.1	29.8	9.1	29.8	5.8	19.0	—	—	4.9	16.1	—	—	—	—	16.0	49.2	18.3	60.0	7.6	25.0	42.6	13.0	2.4	8.0		
350	14	21.0	68.9	7.0	23.0	9.1	29.8	10.0	32.8	10.0	32.8	7.0	23.0	—	—	5.5	18.0	—	—	—	—	17.0	55.8	20.7	68.0	8.8	29.0	49.2	15.0	2.7	9.0		
400	16	24.0	78.7	7.9	25.9	11.0	36.1	12.0	39.4	12.0	39.4	7.9	25.9	—	—	6.1	20.0	—	—	—	—	19.0	62.3	23.8	78.0	9.5	31.0	55.8	17.0	3.0	10.0		
450	18	26.0	85.3	8.8	28.9	12.0	39.4	13.0	42.6	13.0	42.6	8.8	28.9	—	—	7.0	23.0	—	—	—	—	21.0	68.9	25.9	85.0	11.3	37.0	62.3	19.0	3.4	11.0		
500	20	30.0	98.4	10.0	32.8	13.0	42.6	15.0	49.2	15.0	49.2	10.0	32.8	—	—	7.9	25.9	—	—	—	—	25.0	82.0	30.5	100	12.5	41.0	72.2	22.0	4.0	13.0		
600	24	35.0	114.8	12.0	39.4	15.0	49.2	18.0	59.0	18.0	59.0	12.0	39.4	—	—	9.1	29.8	—	—	—	—	29.0	95.1	35.1	115	14.9	49.0	82.0	25.0	4.9	16.0		
750	30	46.0	150.9	15.0	49.2	—	—	—	—	22.0	72.2	15.0	49.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
800	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
850	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
900	36	53.0	173.8	18.0	59.0	—	—	—	—	27	88.6	18	59.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1050	42	61.0	200.1	21.0	68.9	—	—	—	—	30	98.4	21	68.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

8.4 SIC 泵浦扬程的计算实例

资料来源：东城空调公司，本节之相关参数仅适用于中央式冰水机主机 SICC 系列，若需要更加详细的技术规划，请联系 SHINI 系统工程设计部门。

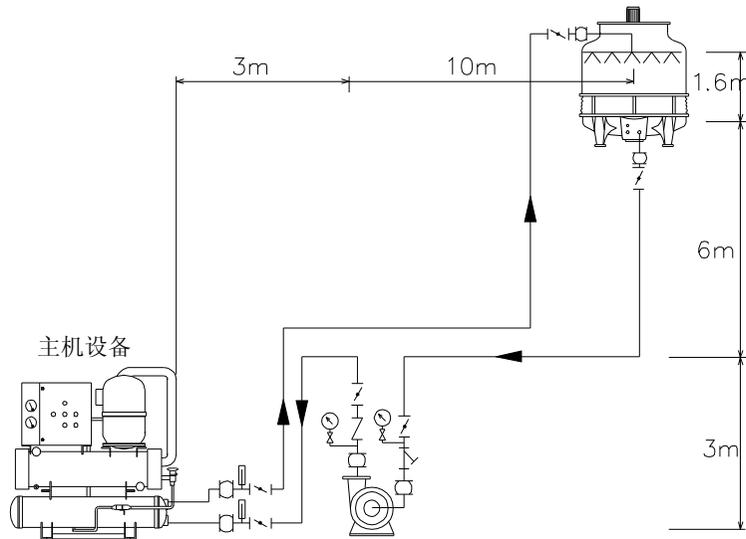


图 8-5：泵浦扬程计算实例图

如上图，从冷却水塔送 190L/min 水量至主机冷凝器(水头损失 5m)，再回冷却水塔，求所需管径、水泵扬程为若干。

摩擦阻力表 8-3 求出管内流速为 1.35m/s，管径为 50A；

h_a 为冷却水塔之高度=1.6mH₂O；

管路总长：6m+10m+3m+3m+3m+3m+3m+3m+10m+6m+1.6m = 51.6m；

每 m 之摩擦损失水头由摩擦阻力表 8-3 查为 75mmH₂O/m；

$h_f = 51.6m \times 0.075mmH_2O/m = 3.87mH_2O$ 。

求阀类、弯头之损失水头：

从表 8-4 及表 8-5 得知：

90° 弯头 × 9 个，相当长 1.5m × 9 = 13.5m；

升沉式逆止阀 × 1 个，相当长 16.8m × 1 = 16.8m；

Y 型过滤器 × 1 个，相当长 4.3m × 1 = 4.3m；

闸阀 × 6 个，相当长 0.7m × 6 = 4.2m；

伸缩接头 × 6 个，相当长 $0.9\text{m} \times 6 = 5.4\text{m}$;

总计，相当长 = 44.2m

$$h_t = 44.2\text{m} \times 0.075\text{mmH}_2\text{O}/\text{m} = 3.315\text{mH}_2\text{O}$$

机器之损失水头:

冷凝器损失水头 $h_k = 5\text{m H}_2\text{O}$

$$\text{故 } H = h_a + h_f + h_t + h_k$$

$$= 1.6\text{ mH}_2\text{O} + 3.87\text{mH}_2\text{O} + 3.315\text{mH}_2\text{O} + 5\text{mH}_2\text{O}$$

$$= 13.785\text{mH}_2\text{O}$$

考虑 10% 余裕 $H = 13.785\text{mH}_2\text{O} \times 1.1 = 15.2\text{mH}_2\text{O}$

8.5 SIC 保温水箱

保温水箱简介

在冰水系统中，保温水箱的功能是蓄水，保证系统运行有足够的水量；保温水箱的另一功能是蓄能。水箱越大，蓄能越多，冰水机不用频繁启动，节能省电。

保温水箱不承受外在压力，仅承受一定的箱内冰水自身重量及标准大气压力。保温是利用一定介质（如聚胺脂发泡）使水箱与外界隔离，使水温在一定环境温度条件下，下降较小。

保温水箱结构一般包括水箱内胆、保温层、外壳三个部分。内胆材料包括不锈钢 304、搪瓷内胆、搪塑粉内胆（水晶内胆）。水箱使用寿命关键在于原材料选择，及水箱制作工艺技术要求及技术成熟程度。一般来说，不锈钢制作工艺较为简单，主要解决焊接工艺。

水箱保温层是指水箱内胆与外壳之间一种保温介质。它包括聚氨酯整体发泡，EPS 保温、石棉保温等。聚氨酯发泡保温包括高压发泡及自由发泡。保温材料密度大约为 28~32，即 $28\sim 32\text{kg}/\text{m}^3$ ，水箱保温层 40~60mm，保温水箱保温效果关键在于保温材料及保温层厚度。

水箱外壳材料包括：不锈钢 304、不锈钢 430、碳钢喷粉（冷板经酸洗磷处理后喷粉）、彩钢板等。水箱外壳在不同环境中选用是关键，如果在海边的客户选用喷粉产品，保温水箱使用寿命就会很短。规划人员在产品安装位置不同选购水箱外观是很有讲究。

在保温水箱中，需要设计进出水口、排污口、补水口、排气口等，补水口安装浮球开关。

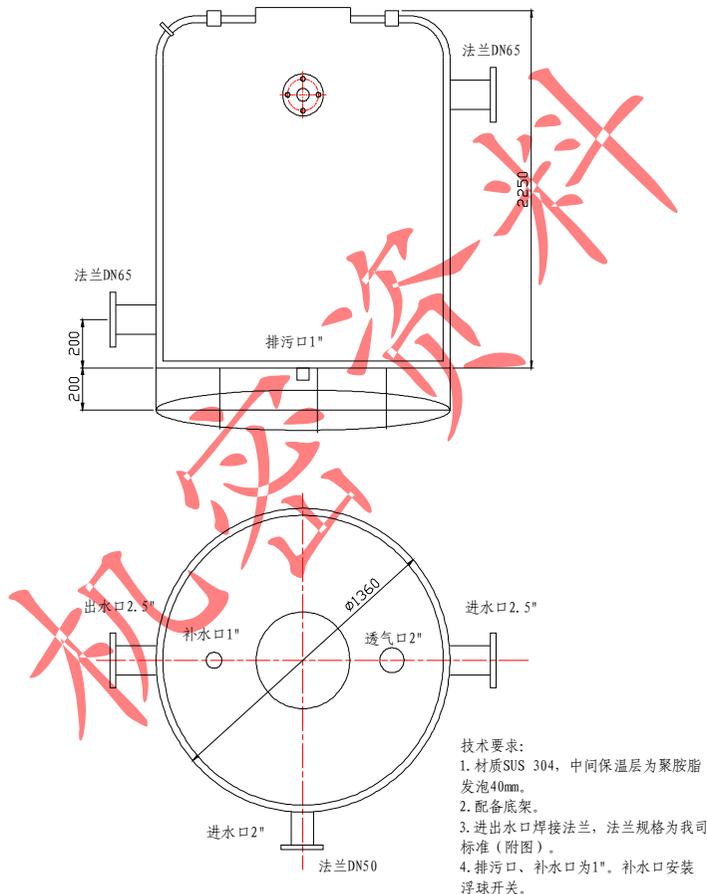


图 8-6: 保温水箱示意图

保温水箱的选择

根据经验公式，水箱 $C(L) \geq \text{泵浦额定流量}(L/min) \times 3min$ 。

8.6 冷却塔简要计算

冷却塔的选择

- 现在一般制冷系统工程使用较多的是低噪声或超低噪声型玻璃钢逆流式冷却塔，其国内产品代号一般为 DBNL-水量数 (m^3/h)。如 DBNL3-100 型表示水量为 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ ，即：
水量 (m^3/h) = (主机制冷量 kW + 压缩机输入功率 kW) \div 常数 3.165。
- 初选的冷却塔的名义流量应满足冷水机组要求的冷却水量，同时塔的进水和出水温度应分别与冷水机组冷凝器的出水和进水温度相一致。再根据设计地室外空气的湿球温度，查产品样本给出的塔热工性能曲线或说明，校核塔的实际流量是否仍不小于冷水机要求的冷却水量。
- 校核所选塔的结构尺寸、运行重量是否适合现场安装条件。

经验值计算公式

冷却塔水初选流量 = 设备总制冷量 (kW) \times 860 (kcal/h) \div 常数 3000;

冷却塔实际流量 = 冷却塔水初选流量 \times 1.2~1.3 (安全系数)。

8.7 SIC 水质标准

循环冷却水在冷却塔和空气接触时，部份蒸发，带走潜热。在此过程中，冷却水会因空气污染而被污浊或腐化。被污染过之水质对冰水机将造成各式各样故障。

水质不良之危害

由于水质不良而引起之故障大致可分为：腐蚀（凝结器破裂）、水垢（形成高压事故）、藻泥（微生物之形成），兹分述如下：

- 腐蚀

金属的腐蚀将造成漏水现象。如腐蚀发生于凝结器内部，则将腐蚀冷却管，故必须将冷却管更换，甚或整个凝结器换新。如腐蚀产生铁锈，可能堵塞冷却管，致高压压力开关作动，此时修护将变成非常昂贵，且凝结器能力将变

成很差。造成腐蚀的可能原因有下列几种：

- 水质很差对金属有腐蚀作用，标准水质如表 8-6 所示。
- 即使水质良好，但腐化后也将对金属产生腐蚀作用。
- 流速越快，则金属腐蚀越快，故冷却水量以标准最好。
- 如有泥沙或灰尘混进冷却管，并积存下来，也会加速腐蚀。
- 藻泥存在，也会加速腐蚀。

● 水垢

在冷却管壁形成水垢之后，除了直接阻碍热传导外，冷却水量也同时减少，导致高压压力开关动作而停止运转。此外，水垢也会促进凝结器或冷却管腐蚀甚或产生针孔。形成水垢之原因如下：

- 冷却水中含有 CaCO_3 、 SiO_2 、 Fe 等成分，当冷却水长时间循环后，水份蒸发，浓度遂慢慢增加，直至超过溶解度而被析出沉积于管壁；
- 腐蚀生成物积留在管内而形成；
- 藻泥等被水流带入管内而形成；
- 泥沙混入而在管内沉淀形成。

● 藻泥

藻泥在下列条件下形成，即食物、适当温度，氧和日光（日光有时并不需要），当冷却塔拥有这些适宜于形成微生物之条件，则将很快地阻塞或腐蚀管路。

冷却水水质之注意事项

近年来伴随产业的发展，由工厂及办公大楼的烟囱所排出的煤烟以及汽车的排气气体，使得大气污染（二氧化硫气体公害）日益严重，若在此大气污染状态中使用冷却水塔，冷却塔的冷却水便会有有害气体溶入水中。

这个结果会造成冷却水水质日益恶化，随着冷却水循环，有害成分会被浓缩，使用此冷却水的冷冻机及空调机之凝器冷却管（一般为铜管）被腐蚀的事故亦随之增多。

此外，有潮风吹拂的场所，冷却水会产生盐化现象而腐蚀冷却管，而使用水质恶化的地下水时，也会发生同样的问题，诸如此类事故一旦发生，不仅只是凝凝器的冷却管热交换的问题，可能会造成装置全体的不良影响。

为防范冷却管腐蚀事故于未然，首先须检查冷却水水质，添加腐蚀防止剂及补给更换新水，以保持最安全的状态。

冰水机、冷却塔及水处理剂厂商，针对此共同的问题，以水质管理基准为规范，共同研讨以整合出万全的体制。

表 8-6: 水质标准

项 目 (ppm)		补给水标准	冷却水标准	趋 势	
				腐蚀	水垢
基 本 因 素	pH (25℃)	6.0~8.0	6.0~8.0	○	○
	导电率(25℃)(μ v/m)	(ppm) 200 以下	500 以下(4)	○	
	Cl ⁻	(ppm) 50 以下	200 以下	○	
	SO ₄ ²⁻	(ppm) 50 以下	200 以下	○	
	全铁 Fe	(ppm) 0.3 以下	1.0 以下	○	○
	碱质 CaCO ₃	(ppm) 50 以下	100 以下		○
	全硬度 CaCO ₃	(ppm) 50 以下	200 以下		○
建 议 因 素	S ²⁻	(ppm) 不能检出	不能检出	○	
	NH ₄ ⁺	(ppm) 不能检出	不能检出	○	
	SiO ₂	(ppm) 30 以下	30 以下		○

9. SIC 问题与解答

问：热力膨胀阀的作用是什么？

答：热力膨胀阀是根据热力转换平衡原理，实现对蒸发器供液量自动调节和控制的阀件。除了节流的作用外，它能根据蒸发器出口处制冷剂蒸气过热度的变化，自动调节供液量，使供液量与热负荷相适应，并通过保持适当的过热度，充分发挥蒸发器的工作效率。

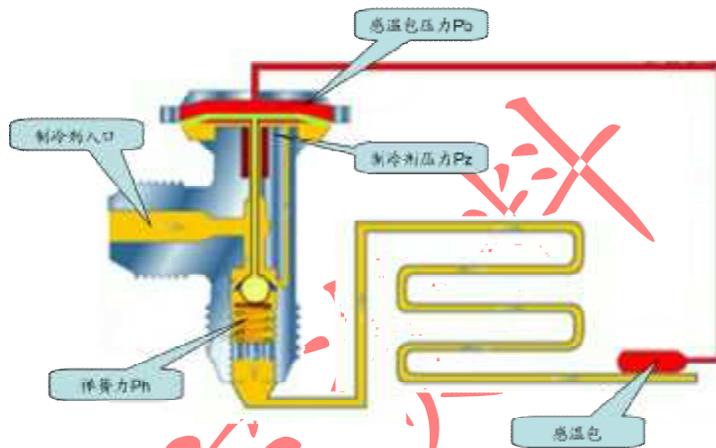


图 9-1：热力膨胀阀示意图

安装在蒸发器的入口管路上，感温包内为蒸发器出口处蒸气的过热度所感应产生的饱和压力 P_b 。毛细管把感温包的压力传送给金属膜片的上部，膜片能根据上、下作用力的变化发生相应的变形。传动杆把膜片的动作传给阀针，也把弹簧的作用力传给膜片。膜片下方与蒸发器是连通的。在工作中，膜片受到三个作用力：上部是来自感温包的压力 P_b ，下部是弹簧的作用力 P_h 与制冷剂的压力 P_z 。

不论工况如何变化，热力膨胀阀能根据新的条件自动调节供液量，使之与热负荷相适应，并将过热度保持在给定值，最终有平衡方程式：

$$P_b = P_h + P_z$$

问：请问压缩机在使用过程中需要哪些注意事项？

答：严格控制水分：

一般压缩机系统内的水的含量小于 150mg，大量的水分进入压缩机，会直接造成泵体生锈，压缩机堵转；如果系统内含有较多的水分，在运行过

程中会造成系统冰堵冷媒在水分存在的情况下会发生水解，生产酸性物质。酸性环境加剧铜在冷媒和润滑油的混合物中溶解（氧化）。溶解的铜离子在与压缩机内的钢或铸铁接触时被还原析出，并沉积在钢铁部品（活塞、滑片、汽缸）表面，形成一层铜膜，这就是所谓的“电镀铜”现象。电镀铜会影响部品的配合间隙和密封效果；严重的电镀铜现象会直接导致配合部品的堵转（滑片与滑片槽、活塞与汽缸）。水分导致的酸性环境会加剧油的劣化和电机烧毁；生成碳渣对压缩机产生致命影响。

高真空度保证：

系统在封入冷媒之前，对系统要进行抽真空，真空度的要求，是避免空气在系统中残留，如果真空不够，可能产生的不良有系统内部含有水蒸气、空气，冷冻机油的氧化加剧，制冷剂会分解，空气为不凝结气体，导致系统压力高，工况不稳定，排气温度升高，空气与冷冻机油混合到一定比例，有爆炸的危险。

固体杂质的危害：

如果制冷系统内落入固体杂质，会造成系统堵塞；会磨损压缩机的气缸，严重会导致压缩机卡死，烧毁电机。一般制冷系统中落入固体杂质的途径有：铜配管加工中产生的铜屑、杂质没有清理；铜配管焊接时没有充氮气保护，产生氧化皮；蒸发器、冷凝器、储液器和其他制冷配件贮存不当，没有相关防尘措施，固体杂质落入其中。

问：何为 SICC-W 的“无段容调功能”？

答：

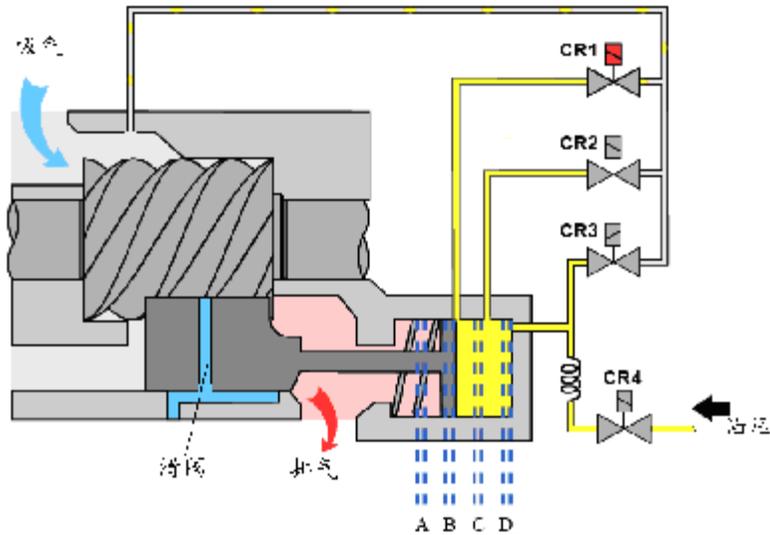


图 9-2: 无段容调功能示意图

液压容量控制:

上图表示液压容量控制的原理, 通过移动滑阀来控制吸气量, 如果滑阀被完全移至吸气侧(图中的左侧), 螺杆齿间的工作空间将充满冷媒气体; 滑阀越靠近排气侧, 螺杆齿间的工作空间变得越小, 吸入的制冷剂越少, 质量流量越少, 制冷量越小。

滑阀由一个液压活塞控制, 如果阀 CR4 开启, 压力腔中的油压提高, 滑阀向吸气侧移动, 制冷量增大。

如果阀 CR1(75%)、CR2(50%)或 CR3(25%)开启, 液压活塞的压力降低。排气将滑阀压向排气侧, 制冷量减小。

100%(活塞处于位置 A): 阀 CR1、CR2、CR3 均关闭;

75%(活塞处于位置 B): 阀 CR1 开启, CR2、CR3 关闭 (如图所示);

50%(活塞处于位置 C): 阀 CR1 关闭, CR2 开启, CR3 关闭;

25%(活塞处于位置 D): 阀 CR1、CR2 关闭, CR3 开启;

以上为四段容调过程, 无段容调的实现过程如下: 当要求增大制冷量时, 对 CR4 电磁阀进行脉冲通电 (持续 0.5s, 暂停 5s), 使滑阀极其缓慢地向吸气侧移动, 制冷量亦缓慢增加。当到达所设定的温度范围时, 电磁阀不再通电, 此时滑阀保持不动, 制冷量保持不变。当要求减少制冷量时, 对 CR3(25%)电磁阀进行脉冲通电 (持续 0.5s, 暂停 5s), 使滑阀极其

缓慢地向排气侧移动，制冷量亦缓慢减少。依此方式在 25%~100%的范围内实现精确调节。

水冷螺杆机运转时间统计：100%运转时间约占 1%，75%运转时间约占 42%，50%运转时间约占 45%，25%运转时间约占 12%。

假设以 100%耗电量为 1，则 75%约为 0.75，50%约为 0.57，25%约为 0.48。

最短停机时间：5 分钟，同时 CR3（25%）电磁阀带电以保障滑阀复位，以免下次启动时带载启动。

一小时内最大启停次数：

CSH/CSW 65/75 系列：6 次

CSH/CSW 85/95 系列：4 次

最短运行时间：5 分钟。

机密资料

问：请问 LPM 是什么单位，SIC-5W-HP 需求 100LPM 与 SIC-8W-HP 需求 180 LPM，压力 3.5 ~ 4bar，这两种机型是否是我们公司的标准？

答：LPM 为流量单位，即，升/分钟（L/min），SHINI 标准 SIC-5W-HP 最大流量为 116L/min，最大压力 4.6bar，SIC-8W-HP 最大流量 116L/min，最大压力 5.5bar，若 SIC-8W-HP 要求流量为 180 L/min，就需要更改泵浦。

问：若需要 10℃ 的冷水 3m³/hr，环境温度 40~50℃，补水温度最高为 42℃，请选择合适的冰水机。

答：根据条件可选用 SICC-194WSH 冷水机组，需要增加内外循环水泵（内循环需要流量 26~30m³/hr，外循环需要流量客户 3m³/hr）及其控制系统，水箱有效容积约 1m³。

问：SIC-A 和 SIC-A-P 的区别有哪些？

答：SIC-A 采用标准泵浦，SIC-A-P 采用中压泵浦，即泵浦压力不一样，具体参数可参考 SIC 系列产品目录。

问：客人新装了 2 条挤出机生产线：

挤出机生产线 1 使用冷水使用量 35000 L/hr；

挤出机生产线 2 使用冷水使用量 14000 L/hr；

工作压力 4~8 bar，请推荐合适的冰水机。

答：SICC-210A 流量为 36100L/hr，可以满足客人要求，但需要选用水泵压力为 4~8bar，控制部分及水箱需要定制；

SICC-90A 流量为 15500L/hr，可以满足客人要求，但需要选用水泵压力为 4~8bar，控制部分及水箱需要定制；

假如客人利用一台冷水机组来供 2 条线工作，可以选用 SICC-300A，流量可达 56800L/hr。但需要选用水泵压力为 4~8bar，控制部分及水箱需要定制。

问：客户咨询我司的冷水机能否做到 IP65 的安全等级，即可以满足室外使用的要求？

答：IP65 对整个电气结构要求比较高，我司目前不能达到这种要求。

问：客人要求制冷量 11RT，工作压力 7bar，流量 200L/min，请推荐合适的

冰水机。

答：选用 SIC-15W，但部分配件需要特别制作，水泵更改为 CDLF16-60，功率 5.5kW，水泵外置等。

问：客人需要一个可以连续提供 30m³/hr 冷却水的冷却系统，入口温度为 24℃，温差为 10℃，湿球温度为 20℃，热交换器要在入口温度为 24℃时可以工作，请推荐合适的冰水机。

答：入口温度是不是进入到冰水机中的水的温度，一般我们公司的冰水机进出水口之间的温差为 5 度，所以单机可能满足不了要求。若选用 SICC 系列，则需要外部进行整体制冷系统规划才能够满足客户的要求，我们的蒸发器的入口温度可以达到 24℃。

问：客户成型机处理 PET 原料，要求制冷量为 10RT，最大压力为 6bar，同时流量也要达到 600LPM，请推荐合适的冰水机。

答：目前我司标准 SIC-W/A 系列无法达到客户的流量和压力的需求，制冷量的大小决定了冷水机的流量大小，10RT 的制冷量最大流量为 100L/min~150L/min 比较合适。假如大流量大负载，回水温度太高（回水温度比出水温度大 5℃为高），会造成高压过高，设备无法正常工作。

问：以下为客户提供参数，请选择合适的冰水机：

液压马达功率： 15 kW；

生产量： 15 kg/hr PP；

出水温度： 10℃；

回水温度： 15℃；

环境温度： 32℃；

流量： 33 L/min；

泵浦压力： 3bar。

答：SIC-5W 可以满足客户的需求。

客户需要冷却液压马达：液压马达的功率为 15kW，所以需要的冷却能力为 $15 \times 0.5 = 7.5\text{kW}$ ；

客户需求的成型产量为 15kg/hr 的 PP 材料，所以冷却模具的制冷量为：

$Q=15 \times 0.46 \times 200 \times 2 = 2.8\text{kW}$ ；

所以客户需求的总的制冷量应为 10.3kW，根据目录可以选用 SIC-5W 或是 SIC-5A；

客户要求的泵浦压力为 3bar，流量 33L/min，故要选用高压泵浦可满足客户的要求，选 SIC-5A/W-HP。

问：客户需求泵浦流量是否能提高至 950L/min，压力 8kgf/cm²，请选择合适的冰水机。

答：目前 SHINI 的 SIC 系列不能做到如此高的流量和压力要求，可以选择 SICC-W 型的冷水机，流量 57m³/hr，压力为 8kgf/cm²。SICC-363WS 流量可以达 63m³/hr，另外选一台 CDLF65-30，最大压力 8kgf/cm²，流量 65m³/hr。

问：客户提供如下资料，请选择合适的冰水机：

最大功率：400kW；

温度范围：+10℃~ +15℃；

周围环境温度：+ 45 °C；

制冷量：190 kW；

该冰水机应该在沙漠环境当中使用。

答：用环境温度+45 °C，风冷式冷水机组无法正常工作，会导致冷却不足，系统高压报警，建议使用环境温度不大于+35°C，最高不能高于+ 43°C。建议选用水冷式冷水机，但冷却水的温度建议不高于+35°C，制冷量 190KW，可以选用 SICC-223WS。

10. STM 模具控温机 (Mould Temp. Controller) 的应用范围

STM 系列模具控温机主要应用于模具的加热与恒温，也可适用于其它有相同需求的领域。

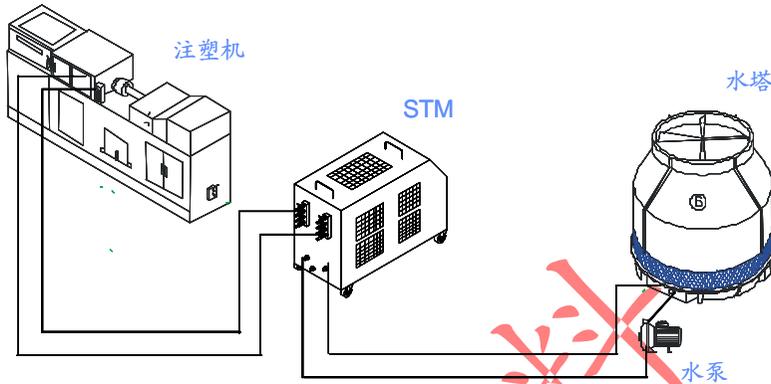


图 10-1: STM 应用图例

11. STM 模具控温机的选型

选型范例

问：有一客户需一台模温机，提供了以下参数：

媒介为油，模具重量 300kg，模具材料比热 0.115kcal/kg-°C，模具温度与环境温度差 40°C（简称模环温差），最高温度要求 200°C，加热时间 1hr，模具进出口温差 5°C（简称进出温差）。

解：计算公式

电热 (kW) = 模具重量 (kg) × 模具材料比热 (kcal/kg-°C) × 模环温差 (°C) × 安全系数 ÷ 加热时间 ÷ 860

安全系数可以在 1.3~1.5 之间选取。

流量 (L/min) = 电热功率 (kW) × 860 ÷ [热媒油比热 (kcal/kg-°C) × 热媒油比重 (kg/L) × 进出温差 × 时间 (60min)]

热媒油比热 = 0.49kcal/kg-°C

热媒油比重 = 0.842kg/L

计算数据:

$$\text{电热 (Kw)} = 300\text{kg} \times 0.115\text{kcal/kg-}^\circ\text{C} \times 40^\circ\text{C} \times 1.3 \div 1 \div 860 = 2.08\text{kW}$$

$$\begin{aligned}\text{流量 (L/min)} &= 2.08\text{kW} \times 860 \div (0.49 \text{ kcal/kg-}^\circ\text{C} \times 0.842\text{kg/L} \times 5 \times 60) \\ &= 14\text{L/min}\end{aligned}$$

根据以上计算所得功率和流量，由目录查得相对应的机型。

建议采用 STM-607。

机密资料

12. STM 问题与解答

问：为什么 STM 的铁弗龙管进水口和出水口大小不一致？

答：因为客户模具端的接头不同于 SHINI 标准的接头，以后遇到了这种问题，客户应该提前告诉我们模具接头形状是 H 还是 PT 牙，让我们给客户id提供转接头连接。

问：STM-1220PW 的冷却能力是多少，采用何种形式的冷却器？

答：STM-1220PW 的冷却能力是 11.3kW，压力为 2~5kgf/cm²，冷却器采用管式，其他机型冷却参数可参考“表 13-10 STM 冷却参数表”。

问：SHINI 是否可以提供一个可以控制模温机和冰水机水流的产品？目前我们只发现信易产品有 SFR 但是不能数码控制。客户需要对每台机器进行控制，因为其目前有多台注塑机使用的是不同的模温机。我们是否可以提供一种产品来自动控制这些来自冰水机或者水塔的水流量？这样的话我们就可以按每台成型机的需要配中央冰水机及模温机。

答：目前 SHINI 还没有合适的产品，建议客户可以在管路上安装流量计（不控制流量仅带流量显示功能）。

13. 参考资料

13.1 单位换算

温度

表 13-1: 温度换算表

摄氏度 °C	华氏度 °F	绝对温度 K
- 273.15	- 459.4	0
0	32	273.15
100	212	373.15
$t^{\circ}\text{C}=(^{\circ}\text{F}-32)*5/9$ $t^{\circ}\text{F}=(^{\circ}\text{C}*9/5)+32$ $t\text{K}=t^{\circ}\text{C}+273.15$		

能量

表 13-2: 能量换算表

焦耳 J	千卡 Kcal	千瓦时 Kw/h	英尺磅 ft.lbf	英热单位 BTU
1	2.39×10^{-4}	2.778×10^{-7}	0.7376	9.486×10^{-4}
4187	1	1.162×10^{-3}	3088	3.968
3.6×10^6	860.0	1	2.655×10^6	3413
1.356	3.239×10^{-4}	3.766×10^{-7}	1	1.285×10^{-3}
1055	0.2520	2.928×10^{-4}	778.1	1

功率

表 13-3: 功率换算表

千瓦/Kw	美国冷冻/US.RT	千卡/时 Kcal/h	英尺磅/秒 ft.lbf/s	英热单位/BTU/h
1	0.2844	860	737.6	3412.48
3.5163	1	3024	2593.6	1.20×10^{-4}
1.163×10^{-3}	3.307×10^{-4}	1	0.8572	3.968
1.356×10^{-3}	3.859×10^{-4}	1.167	1	4.629
2.930×10^{-4}	8.3366×10^{-5}	0.2520	0.2161	1

压力

表 13-4: 压力换算表

巴 bar	千帕斯卡 kPa	兆帕斯卡 MPa	工程大气压 kgf/cm ²	水柱 m	磅/平方英寸 psj
1	100	0.1	1.020	10.2	14.5
0.01	1	0.001	0.0102	0.102	0.145
10	1000	1	10.20	102	145.0
0.9807	98.07	0.09807	1	10	14.22
0.06895	6.895	6.895×10^{-3}	0.0703	0.703	1
0.09807	9.807	9.807×10^{-3}	0.1	1	1.422

13.2 SIC 选购泵浦参数

中压泵浦 (50Hz)

表 13-5: 中压泵浦 (50Hz) 泵浦参数表

机型	型号 (50Hz)	流量via压力 (50Hz)	最大流量	最大压力
SIC-3W	CHLF(T)4-40(0.75kW)	83L/min @ 2.6bar	117L/min	3.8bar
SIC-4W	CHLF(T)4-40(0.75kW)	83L/min @ 2.6bar	117L/min	3.8bar
SIC-5W	CHLF(T)4-40(0.75kW)	83L/min @ 2.6bar	117L/min	3.8bar
SIC-8W	CHLF(T)4-50(1.1kW)	100L/min @ 2.6bar	117L/min	4.6bar
SIC-10W	CHLF(T)4-50(1.1kW)	100L/min @ 2.6bar	117L/min	4.6bar
SIC-12.5W	CHLF(T)8-40(1.5kW)	150L/min @ 3bar	183L/min	3.9bar
SIC-15W	CHLF(T)8-40(1.5kW)	150L/min @ 3bar	183L/min	3.9bar
SIC-20W	CHLK16-30(3kW)	300L/min @ 3bar	366L/min	3.85bar
SIC-25W	CHLK16-30(3kW)	300L/min @ 3bar	366L/min	3.85bar
SIC-30W	CHLK16-30(3kW)	300L/min @ 3bar	366L/min	3.85bar
SIC-40W	CHLK16-30(3kW)	300L/min @ 3bar	366L/min	3.85bar
SIC-45W	CDL16-40(4.0kW)	366L/min @ 3.4bar	366L/min	5.4bar
SIC-50W	CDL16-40(4.0kW)	366L/min @ 3.4bar	366L/min	5.4bar

中压泵浦 (60Hz)

表 13-6: 中压泵浦 (60Hz) 泵浦参数表

机型	型号 (60Hz)	流量via压力 (60Hz)	最大流量	最大压力
SIC-3W	CHLF(T)2-30(0.75kW)	50L/min @ 2.7bar	66L/min	3.8bar
SIC-4W	CHLF(T)2-30(0.75kW)	50L/min @ 2.7bar	66L/min	3.8bar
SIC-5W	CHLF(T)2-30(0.75kW)	50L/min @ 2.7bar	66L/min	3.8bar
SIC-8W	CHLF(T)4-30(1.1kW)	100L/min @ 2.8bar	133L/min	3.9bar
SIC-10W	CHLF(T)4-30(1.1kW)	100L/min @ 2.8bar	133L/min	3.9bar
SIC-12.5W	CHLF(T)8-30(2.2kW)	150L/min @ 3.7bar	216L/min	4.1bar
SIC-15W	CHLF(T)8-30(2.2kW)	150L/min @ 3.7bar	216L/min	4.1bar
SIC-20W	CHLF(T)8-40(3kW)	216L/min @ 3.3bar	216L/min	5.5bar
SIC-25W	CHLF(T)8-40(3kW)	216L/min @ 3.3bar	216L/min	5.5bar
SIC-30W	CHLK16-30(5.5kW)	400L/min @ 3.2bar	467L/min	4.9bar
SIC-40W	CHLK16-30(5.5kW)	400L/min @ 3.2bar	467L/min	4.9bar
SIC-45W	CDL16-30(5.5kW)	400L/min @ 4bar	433L/min	5.7bar
SIC-50W	CDL16-30(5.5kW)	400L/min @ 4bar	433L/min	5.7bar

高压泵浦 (50Hz)

表 13-7: 高压泵浦 (50Hz) 泵浦参数表

机型	型号 (50Hz)	流量via压力 (60Hz)	最大流量	最大压力
SIC-3W	CHLF(T)4-50 (1.1kW)	67L/min @ 3.8bar	116L/min	4.6bar
SIC-4W	CHLF(T)4-50 (1.1kW)	67L/min @ 3.8bar	116L/min	4.6bar
SIC-5W	CHLF(T)4-50 (1.1kW)	67L/min @ 3.8bar	116L/min	4.6bar
SIC-8W	CHLF(T)4-60 (1.1kW)	89L/min @ 3.5bar	116L/min	5.5bar
SIC-10W	CHLF(T)4-60 (1.1kW)	89L/min @ 3.5bar	116L/min	5.5bar
SIC-12.5W	CHLF(T)8-50 (2.2kW)	133L/min @ 4.2bar	183L/min	4.9bar
SIC-15W	CHLF(T)8-50 (2.2kW)	133L/min @ 4.2bar	183L/min	4.9bar
SIC-20W	ZS50-32-200(4.0kW)	300L/min @ 4.2bar	333L/min	5.29bar
SIC-25W	ZS50-32-200(4.0kW)	300L/min @ 4.2bar	333L/min	5.29bar
SIC-30W	ZS50-32-200(4.0kW)	300L/min @ 4.2bar	333L/min	5.29bar
SIC-40W	ZS50-32-200(4.0kW)	300L/min @ 4.2bar	333L/min	5.29bar
SIC-45W	CDL16-50(5.5kW)	367L/min @ 4.2bar	367L/min	6.8bar
SIC-50W	CDL16-50(5.5kW)	367L/min @ 4.2bar	367L/min	6.8bar

高压泵浦 (60Hz)

表 13-8: 高压泵浦 (60Hz) 泵浦参数表

机型	型号 (60Hz)	流量via压力 (60Hz)	最大流量	最大压力
SIC-3W	CHLF(T)4-40 (1.5kW)	100L/min @ 3.8bar	133L/min	5.3bar
SIC-4W	CHLF(T)4-40 (1.5kW)	100L/min @ 3.8bar	133L/min	5.3bar
SIC-5W	CHLF(T)4-40 (1.5kW)	100L/min @ 3.8bar	133L/min	5.3bar
SIC-8W	CHLF(T)4-40 (1.5kW)	100L/min @ 3.8bar	133L/min	5.3bar
SIC-10W	CHLF(T)4-40 (1.5kW)	100L/min @ 3.8bar	133L/min	5.3bar
SIC-12.5W	CHLF(T)8-30(2.2kW)	117L/min @ 4bar	216L/min	4.1bar
SIC-15W	CHLF(T)8-30(2.2kW)	117L/min @ 4bar	216L/min	4.1bar
SIC-20W	CHLF(T)8-50(3kW)	216L/min @ 4bar	216L/min	6.9bar
SIC-25W	CHLF(T)8-50(3kW)	216L/min @ 4bar	216L/min	6.9bar
SIC-30W	CHLK16-30(5.5kW)	267L/min @ 4.4bar	467L/min	4.9bar
SIC-40W	CHLK16-30(5.5kW)	267L/min @ 4.4bar	467L/min	4.9bar
SIC-45W	CDL16-30(5.5kW)	400L/min @ 4bar	433L/min	5.7bar
SIC-50W	CDL16-30(5.5kW)	400L/min @ 4bar	433L/min	5.7bar

13.3 原料比热表

表 13-9: 原料比热表

原料名称	干燥温度(℃)	堆积密度(kg/L)	干燥时间(hr)	比热(kcal/kg-℃)
ABS	80	0.6	2~3	0.34
CA	75	0.5	2~3	0.5
CAB	75	0.5	2~3	0.5
CP	75	0.6	2~3	0.6
LCP	150	0.6	4	0.6
PA	70~80	0.65	3~6	0.4
PBT	120~140	0.7	4	0.5
PC	120	0.7	2~3	0.28
PE	90	0.6	1	0.55
PEI	150	0.6	3~4	0.6
PEN	170	0.85	5	0.85
PES	150~180	0.7	4	0.7
PET	160~180	0.85	4~6	0.5
PETG	60~70	0.6	4~6	0.6
PI	120~140	0.6	3	0.27
PMMA	70~100	0.65	3	0.65
POM	95~110	0.6	3	0.35
PP	90	0.5	1	0.46
PPO	110~125	0.5	2	0.4
PPS	140~150	0.6	3~4	0.6
PS	80	0.5	1	0.28
PSU	120~170	0.65	4	0.31
PVC	70	0.5	1	0.2
SAN	80	0.5	2~3	0.32
TPE	105	0.7	3	0.7

备注：以上数据仅供设备选型时参考，在实际应用中，请以原料供应商提供参数为准。

13.4 STM 冷却参数表

表 13-10: STM 冷却参数表

机型	泵浦最大压力 (kgf/cm ²)	泵浦最大流量 (L/min)	工作温度 (℃)	冷却能力 (kW)
STM-607	3.8	27	200	5.93
STM-910	5.0	42	200	9.12
STM-1220	6.2	74	200	11.31
STM-2440	8.0	90	200	18.7
STM-3650	8.0	100	200	24.68
STM-907HT	4.8	28	300	12.82
STM-1215HT	5.8	58	300	17.45
STM-2440HT	8	100	300	28.51
STM-607PW	3.8	27	160	8.4
STM-910PW	5.0	42	160	10.17
STM-1220PW	6.2	74	160	11.3
STM-607W/O	3.4	55	160	4.64
STM-907W/O	3.4	55	160	5.76
STM-1207W/O	3.4	55	160	6.5
STM-304W	4.0	12	120	33.2
STM-607W	3.8	27	120	33.2
STM-910W	5.0	42	120	33.2
STM-1220W	6.2	74	120	36.37
STM-2440W	8.0	90	120	39.22
STM-3650W	8.0	100	120	53.2

备注：以上数据适用于不带负载时，带负载时视情况而定。

版本

版次	页 (P) 章 (C)	说明	日期 部门/姓名
1		新文件	2009-10-30 MC/张海林

机密资料

意见反馈表

感谢您在百忙之中抽出时间看完本应用手册，我们一直致力于帮助业务人员为客户选择合理的产品，提高业务人员对于产品的应用水平。对于本应用手册的内容和形式都有待完善，编者也希望大家能就此提出宝贵意见和建议，这对我们也是一种鞭策。

1、 您对本手册的总体感觉:

很好 一般 不好

2、 您认为本手册的版式编排:

很好 一般 不好

3、 您认为本手册的内容对选行及应用有帮助吗?

很好 一般 没有

4、 您认为本手册哪些内容是您所需要的?

5、 您认为本手册需要增加哪些相关的应用内容?

6、 您认为本手册哪些方面还有哪些需要改进?

您的姓名: _____

联系方式: _____