

# 空调系统热回收装置选用与安装

批准部门 中华人民共和国建设部

批准文号 建质[2006]281号

主编单位 中国建筑西北设计研究院

统一编号 GJBT-964

实行日期 二〇〇六年十二月一日

图 集 号 06K301-2

主 编 单 位 负 责 人 季伟

主编单位技术负责人 周敏

技 术 审 定 人 季伟

设 计 负 责 人 周敏

## 目 录

目 录 ..... 1

总说明 ..... 4

图 例 ..... 13

热回收装置系统流程图 ..... 14

热回收装置控制原理图 ..... 15

1. 转轮式热回收装置

转轮式热回收说明 ..... 16

ET-I型热回收器性能及选用 ..... 20

ET-II型热回收器性能及选用 ..... 21

PT型热回收器性能及选用 ..... 22

热回收器外形尺寸及驱动电机 ..... 23

组合式热回收机组组合示意图 ..... 24

组合式热回收机组性能及选用 ..... 26

转轮式热回收选用实例 ..... 29

2. 板式和板翅式热回收装置

板式和板翅式热回收说明 ..... 30

板翅式热回收器性能及选用 ..... 35

板翅式热回收效率表(夏季) ..... 36

板翅式热回收效率表(冬季) ..... 37

目 录								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	王谦	王谦	设计	周敏	周敏	1

热回收通风装置外形图·····	38
热回收通风装置性能及选用·····	39
组合式热回收机组组合示意图·····	40
组合式热回收机组性能及选用·····	42
吊顶式热回收装置安装图·····	44
板翅式热回收选用实例·····	45
<b>3. 热管式热回收装置</b>	
热管式热回收说明·····	46
热回收器性能及选用·····	51
热回收通风装置性能及选用·····	54
组合式热回收机组组合示意图·····	57
组合式热回收机组性能及选用·····	59
热管式热回收选用实例·····	61
<b>4. 液体循环式热回收装置</b>	
液体循环式热回收说明·····	63
乙二醇水溶液性能表·····	68

热回收器性能及选用·····	69
热回收装置系统流程图·····	71
热回收装置控制原理图·····	73
溶液循环式热回收选用实例·····	74
<b>5. 溶液吸收式热回收装置</b>	
溶液吸收式热回收说明·····	77
热回收器外形尺寸及选用·····	80
热回收器性能及选用·····	81
溶液吸收热回收机工作原理图·····	83
热泵型热回收机性能及选用·····	84
余热型热回收机性能及选用·····	85
溶液吸收式热回收选用实例·····	86
<b>6. 制冷机冷凝热回收装置</b>	
制冷机冷凝热回收说明·····	87
热用户系统流程图·····	94
制冷机系统流程图·····	95

目 录									图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	王谦	王谦	设计	周敏	周敏	页	2

生活热水部分冷凝热回收装置流程图.....	99
生活热水全冷凝热回收装置流程图.....	100
冷凝热回收选用实例.....	101

目 录										图集号	06K301-2
审核	季 伟	制图	校对	王 谦	主编	设计	周 敏	审定	页	3	

# 总 说 明

## 1. 编制依据

1.1 本图集根据建设部建质函[2006]71号文“关于印发《2006年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”进行编制。

## 1.2 规范、标准和规程

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2003

《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2005

《空调通风系统运行管理规范》GB 50365-2005

《空气-空气能量回收通风设备的标定》ARI 1060-2005

《通风空调用空气-空气能量回收装置型式与基本参数》JB/T 5151-91

《热管术语》GB/T 14811-93

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2002

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231-98

## 1.3 适用范围

本图集适用于民用建筑空调系统中的各种排风能量回收以及制冷机冷凝热回收的设计选用与安装，工业建筑中空调系统的各种排风能量回收也可参考本图集进行选用。民用或工业建筑中通风系统的热回收另见标准图《空气-空气能量回收通风装置选用

与安装》（新风换气机部分）06K301-1。

## 1.4 编制内容

本图集提供了两类热回收形式——空气-空气热回收和制冷机冷凝热回收中六种常用的热回收装置，即转轮式热回收装置、板式和板翅式热回收装置、热管式热回收装置、液体循环式热回收装置、溶液吸收式热回收装置以及制冷机冷凝热回收装置。

图集较详细地介绍了各种热回收装置的原理、性能特点、计算选用方法、系统流程、控制原理以及施工安装要求，并附有选用实例，力求提供给读者一本全面、系统的热回收装置设计选用图集。

## 2. 选用说明

### 2.1 热回收装置分类及组成

2.1.1 空调系统中的空气-空气热回收装置，由空气侧的热回收器（也称为热回收芯体或能量回收芯体）、送排风机、空气过滤器、冷热盘管、加湿器，液体循环与溶液吸收式热回收装置的循环水泵、管道和阀门，以及其他设备等组成。

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	页	4

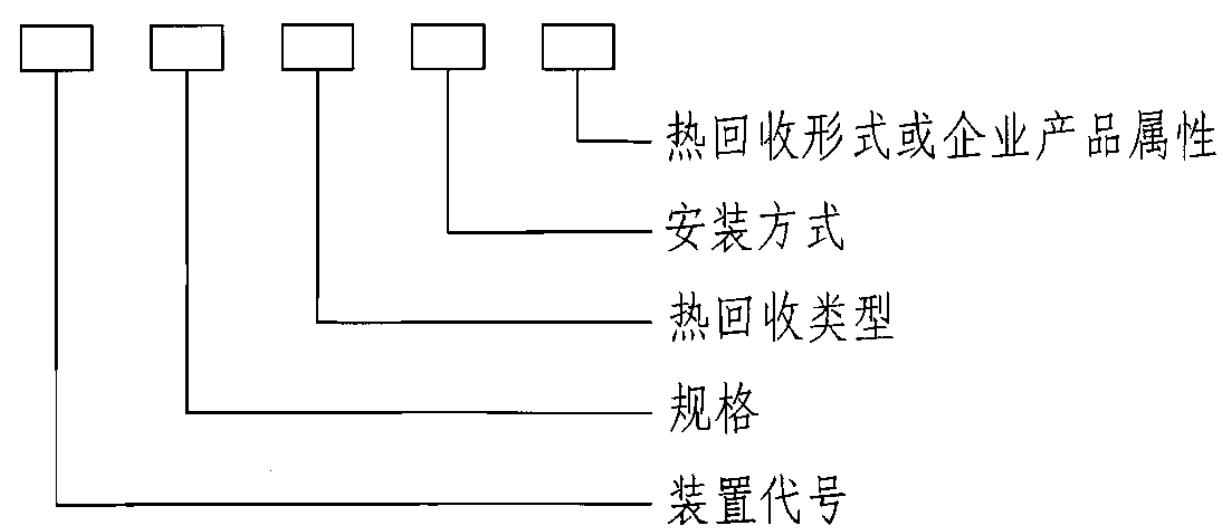
2.1.2 空气—空气热回收装置按空气侧的组成及功能，有以下两种常用形式：

1) 空气—空气热回收通风装置(简称热回收通风装置，也称为新风换气机)，由热回收器、送排风机、空气过滤器组成，通常配带有简单的电控装置。

2) 空气—空气组合式热回收机组(简称组合式热回收机组)，由热回收器、送排风机、空气过滤器、冷热盘管、加湿器等组成，装配在组合式空调机组内。

2.1.3 制冷机冷凝热回收装置(简称冷凝热回收装置)，由制冷机、冷却塔、水泵、管道和阀门以及热用户等组成。

2.2 空气—空气热回收装置（器）规格、型号表示方法



注：装置代号——热回收装置（AERVE）、热回收器（AEREE）；  
规格——热回收装置为名义新风量、热回收器为外形尺寸；  
热回收类型——全热型（QR）、显热型（XR）；

安装方式——落地立/卧式（LD-L/W）、吊装式（DZ）、壁挂式（BG）；

热回收形式——旋转式包括：转轮式（XZ-Z）、通道轮式（XZ-T）；静止式包括：板式（JZ-B）、板翅式（JZ-C）、热管式（JZ-R）、液体循环式（JZ-Y）、溶液吸收式（JZ-X）。

2.3 热回收装置（器）性能的评价

2.3.1 空气—空气热回收装置（器）性能的评价一般采用热回收效率  $\eta$ ，也称为热交换效率（简称热效率），定义式为：

$$\eta = \frac{\text{实际传递量（湿或热）}}{\text{两气流间最大可能传递量}} \quad (1)$$

2.3.2 空气—空气热回收装置（器）的热回收效率  $\eta$  分为以下三种形式：

显热回收效率  $\eta_t$ ，简称显热效率，也称为温度交换效率；  
潜热回收效率  $\eta_d$ ，简称潜热效率，也称为湿量交换效率；  
全热回收效率  $\eta_i$ ，简称全热效率，也称为焓交换效率。

2.3.3 空气—空气热回收装置（器）新风和排风处理过程中性能参数的变化如图1所示，其中各热回收效率  $\eta$  和热回收量  $Q$  的计算分别如下：

1) 显热效率  $\eta_t$  (%) 的计算公式为：

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	季 伟	5



$$\eta_t = \frac{Q_t}{Q_{t,\max}} = \frac{G_x C_{px} (t_2 - t_1)}{G_{\min} C_{p,\min} (t_3 - t_1)} = \frac{G_p C_{pp} (t_3 - t_4)}{G_{\min} C_{p,\min} (t_3 - t_1)} \quad (2a)$$

式中  $Q_t$ ——实际交换（传递）的热量(kW);  
 $Q_{t,\max}$ ——最大可能交换（传递）的热量(kW);  
 $G_x$ 、 $G_p$ ——新风、排风的空气质量流量(kg/s);  
 $G_{\min}$ ——新风、排风气流中，质量流量小的空气质量流量(kg/s);  
 $C_{px}$ 、 $C_{pp}$ ——新风、排风空气的定压比热，一般取1.01kJ/(kg·℃);  
 $C_{p,\min}$ ——新风、排风气流中，质量流量小的空气定压比热，一般取1.01kJ/(kg·℃);

$t_1$ 、 $t_2$ ——新风进、出热回收装置（器）的温度(℃);  
 $t_3$ 、 $t_4$ ——排风进、出热回收装置（器）的温度(℃)。

对空调热回收装置，当 $G_x=G_p$ 时，公式（2a）可简化为：

$$\eta_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \times 100\% = \frac{t_3 - t_4}{t_3 - t_1} \times 100\% \quad (2b)$$

当图集中未明确指出时，显热效率 $\eta_t$ 均按公式（2b）进行计算；当 $G_x \neq G_p$ 时，应对公式（2b）中的显热效率 $\eta_t$ 进行修正。

2) 潜热效率 $\eta_d$ (%)的计算公式为：

$$\eta_d = \frac{Q_d}{Q_{d,\max}} = \frac{G_x r_q (d_2 - d_1)}{G_{\min} r_q (d_3 - d_1)} = \frac{G_p r_q (d_3 - d_4)}{G_{\min} r_q (d_3 - d_1)} \quad (3a)$$

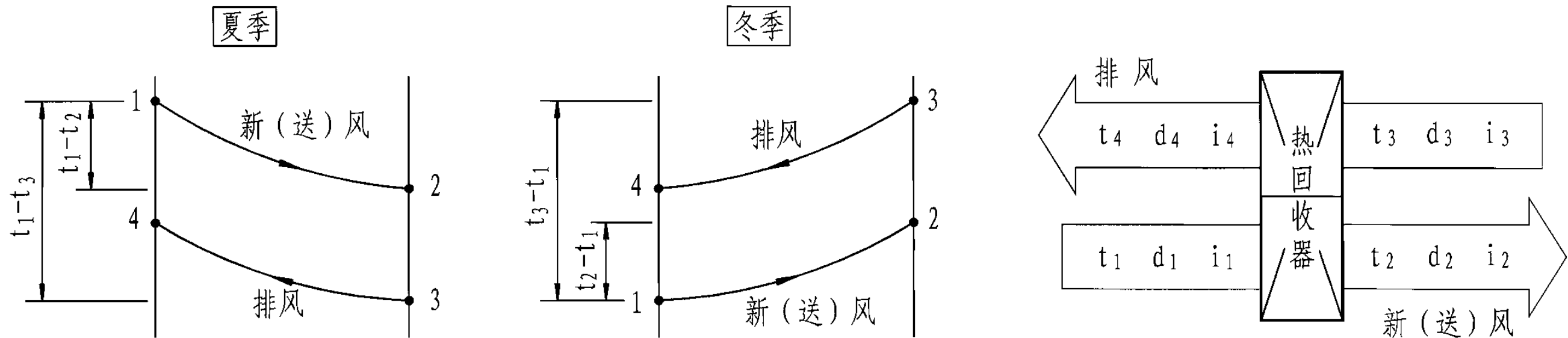


图1 空气—空气热回收装置（器）空气性能参数变化示意图

注：图1中送排风空气焓*i*和含湿量*d*的状态与温度*t*的状态标注相同。

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	页	6

式中  $Q_d$  —— 实际传递湿量中所含的热量 (kW);

$Q_{d,max}$  —— 最大可能传递湿量中所含的热量 (kW);

$r_q$  —— 水的汽化潜热 (kJ/kg);

$d_1$ 、 $d_2$  —— 新风进、出热回收装置 (器) 的含湿量 (kg/kg);

$d_3$ 、 $d_4$  —— 排风进、出热回收装置 (器) 的含湿量 (kg/kg)。

当  $G_x = G_p$  时, 公式 (3a) 可简化为:

$$\eta_d = \frac{d_2 - d_1}{d_3 - d_1} \times 100\% = \frac{d_3 - d_4}{d_3 - d_1} \times 100\% \quad (3b)$$

当图集中未明确指出时, 潜热效率  $\eta_d$  均按公式 (3b) 进行计算; 当  $G_x \neq G_p$  时, 应对公式 (3b) 中的潜热效率  $\eta_d$  进行修正。

3) 全热效率  $\eta_i$  (%) 的计算公式为:

$$\eta_i = \frac{Q_i}{Q_{i,max}} = \frac{G_x(i_2 - i_1)}{G_{min}(i_3 - i_1)} = \frac{G_p(i_3 - i_4)}{G_{min}(i_3 - i_1)} \quad (4a)$$

式中  $Q_i$  —— 实际交换 (传递) 的热能量 (kW);

$Q_{t,max}$  —— 最大可能交换 (传递) 的能量 (kW);

$i_1$ 、 $i_2$  —— 新风进、出热回收装置 (器) 的焓 (kJ/kg);

$i_3$ 、 $i_4$  —— 排风进、出热回收装置 (器) 的焓 (kJ/kg)。

对空调热回收装置, 当  $G_x = G_p$  时, 公式 (4a) 可简化为:

$$\eta_i = \frac{i_2 - i_1}{i_3 - i_1} \times 100\% = \frac{i_3 - i_4}{i_3 - i_1} \times 100\% \quad (4b)$$

当图集中未明确指出时, 全热效率  $\eta_i$  均按公式 (4b) 进行计算; 当  $G_x \neq G_p$  时, 应对公式 (4b) 中的全热效率  $\eta_i$  进行修正。

4) 由于全热回收量  $Q_i$  等于显热回收量  $Q_t$  与潜热回收量  $Q_d$  之和, 所以, 热回收量 (即全热回收量)  $Q$  (kW) 的计算可表示为:

$$\text{夏季 } Q = G_x(i_1 - i_2); \text{ 冬季 } Q = G_x(i_2 - i_1) \quad (5a)$$

$$\text{或夏季 } Q = G_p(i_4 - i_3); \text{ 冬季 } Q = G_p(i_3 - i_4) \quad (5b)$$

2.3.4 评价制冷机冷凝热回收装置优劣的参数, 一般采用热回收性能系数 (COP<sub>h</sub>)。为体现采用冷凝热回收时对制冷效率的影响, 通常也考虑制冷机的制冷性能系数 (COP<sub>l</sub>), 其计算公式为:

$$COP_h = Q_h / N \quad (6)$$

$$COP_l = Q_l / N \quad (7)$$

式中  $Q_h$  —— 热回收装置回收的热量 (kW);

$Q_l$  —— 制冷机冷凝热回收时的制冷量 (kW);

$N$  —— 制冷机输入的净功率 (kW)。

2.3.5 对空气—空气热回收装置 (器) 进行评价时, 应注意以下几点:

1) 对热回收装置 (器) 整体的效益评价, 应采用全年运行收益分析; 同时, 还应考虑由于使用新风、排风机所消耗的能量。

## 总 说 明

图集号

06K301-2

审核

王 谦

王 谦

校对

周 敏

设计

季 伟

季 伟

季 伟

页

7

2) 对热回收装置(器)的性能评价, 原则应采用设计工况下的全热效率  $\eta_i$ 。

3) 风量和工况相同时, 热回收装置(器)应采用同一种热回收效率进行评价; 但风量相等工况不相同, 热回收装置(器)应采用热回收量进行评价。

4) 显热效率  $\eta_t$ 、潜热效率  $\eta_d$  以及全热效率  $\eta_i$  三者之间并无直接的关系, 但相互之间却具有如下关系:

$$\eta_t \geq \eta_i \geq \eta_d \quad (8)$$

当热回收器为显热型时,  $Q_i=Q_t$ 、 $Q_d=0$ 、 $\eta_d=0$ ; 仅当新风与排风中的  $d_1=d_3$  时,  $\eta_i=\eta_t$ 。

2.4 各类热回收装置的性能与特点见表1。

2.5 设计选用

2.5.1 热回收装置的选用应首先进行必要的技术经济及合理性分析; 其次, 根据需处理的空气特性(特别是排风)选择适合的热回收装置, 以达到经济、合理的目的。

2.5.2 热回收装置的选用宜遵守如下原则:

1) 当建筑物内设有集中排风系统, 并且符合下列条件之一时, 宜设置排风热回收装置, 但选用的热回收装置的额定显热效率  $\eta_t$  原则上不应低于60%、全热效率  $\eta_i$  不应低于50%。

① 送风量大于或等于3000 m<sup>3</sup>/h的直流式空调系统, 且新风

与排风之间的温差大于8℃时;

② 设计新风量大于或等于4000 m<sup>3</sup>/h的全空气空调系统, 且新风与排风之间的温差大于8℃时;

③ 设有独立新风和排风的系统。

2) 有人员长期停留但未设置集中新风、排风系统的空调区域或房间, 宜安装热回收换气装置。

3) 当居住建筑设置全年性空调、采暖, 并对室内空气品质要求较高时, 宜在通风、空调系统中设置全热或显热热回收装置。

4) 在设有四管制或冬季需供冷的空调系统中, 制冷系统应优先选用带冷凝热回收装置的制冷机, 以充分利用制冷机的冷凝热。

2.5.3 空气—空气热回收装置新风和排风的旁通设置宜按以下原则选用:

- 1) 非热回收使用期运行的时间较长时, 可设置全旁通;
- 2) 非热回收使用期运行的时间较短, 但无效使用会缩短热回收装置运行寿命或风机无效运行能耗较大时, 可设置全旁通;
- 3) 在非热回收使用期(如过渡季)运行中, 装置有增大新风或排风风量的需求时, 可设置全部或部分旁通;
- 4) 非热回收使用期运行时间较短或设置旁通较困难时, 可不

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	页	8



表1 热回收装置性能与特点

性能特点	空气—空气热回收装置						制冷机冷凝 热回收装置
	转轮式	板 式	板翅式	热管式	液体循环式	溶液吸收式	
能量回收形式	显热或全热	显热	全热	显热	显热	全热	冷凝热
交换介质（芯体材质）	金属或非金属	金属或非金属	非金属	金属	金属	溶液	—
能效评价	显热或全热效率	显热效率	全热效率	显热效率	显热效率	全热效率	热回收性能系数
热回收效率(%)或能效比	50~85	50~80	50~75	50~70	55~65	50~85	0.5~6.0
迎面风速(m/s)	2.0~5.0	1.0~5.0	1.0~3.0	2.0~4.0	1.5~3.0	1.5~2.5	—
压力损失(Pa)	100~300	100~1000	100~500	100~500	150~500	150~370	—
排风泄漏率(%)	0.5~10	0~5	0~5	0~1	—	—	—
热回收机械运动部件	有	无	无	无	水侧有、空气侧无	水侧有、空气侧无	有
允许空气含尘量	较低	较低	低	中	中	高	—
其他要求	温度和腐蚀性	腐蚀性	温度	一般	一般	溶解和化学反应性	—
维护保养	较难	较难	困难	容易	容易	中	容易
适用风量	较大	较小	较小	中	中	较小	—
主要适用系统及条件	允许新风和排风有 适量交叉渗漏的较 大风量系统	需回收显热的一般 通风空调系统	需回收全热、空气 较清洁且投资要求 较低的系统	空气有轻微尘量或 温度较高的系统	新风、排风的设备 布置分散或回收、 利用点数量较多	需回收全热，可对 气有除尘和空净化 作用的系统	可利用冷凝热的生 活热水或供暖系统

设置旁通。

2.5.4 热回收装置送排风机的设置位置，应根据热回收器性能和新排风空气的物理、化学特性，并依据表2中的特点进行选择。

2.5.5 热回收装置及系统设计应进行必要的监测与控制，基本内容要求如下：

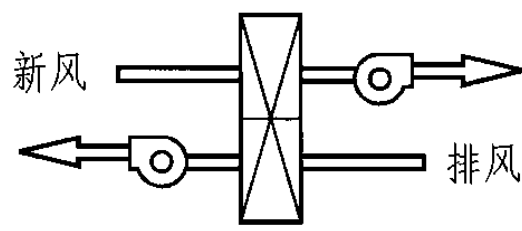
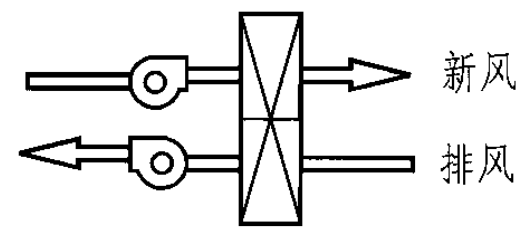
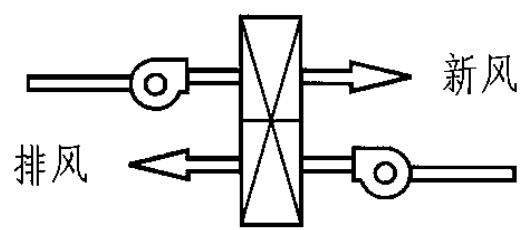
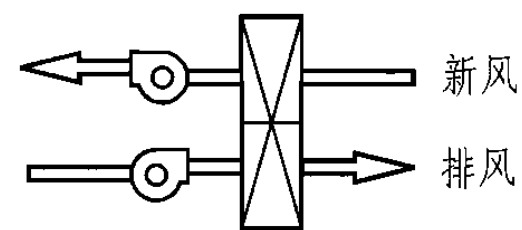
- 1) 空气温、湿度的监测与控制；
- 2) 装置中各冷热水温度的监测与控制；
- 3) 设备运行状态的监测及事故报警；
- 4) 热回收器的防霜冻保护；
- 5) 空气过滤器和热回收器的超压报警或显示；
- 6) 旁通、直通等电动阀的开闭及运行工况的转换。

2.5.6 对于处理风量较大或空气处理功能复杂和要求较高的空气—空气热回收装置，可采用组合式热回收机组。机组常用的组合方式可在本图集第24、25、40、41、57、58页中选取，但选用时应注意各组合方式的适用范围及热回收器和风机风量的选配。当有某些特殊需求时，可按要求进行重新组合。

2.5.7 在空气—空气热回收器的新排风入口处，应合理选择设置空气过滤器。对于转轮式、板式以及板翅式热回收装置，宜采用粗、中效两级过滤。

2.5.8 为保证空气—空气热回收装置安全可靠高效地运行，设计

表2 热回收装置中送排风机的设置位置及特点

设置方式	设置位置示意图	特 点
方式一	 <p>新风、排风吸入式</p>	①进入热回收器的气流均匀； ②在保证新风侧风压大于排风侧时，排风泄漏风量较少
方式二	 <p>新风压出、排风吸入式</p>	①新风进入热回收器的气流均匀性较差，排风气流较好； ②由于新风侧风力总大于排风侧，排风泄漏风量少
方式三	 <p>新风、排风压出式</p>	①进入热回收器的气流均匀性较差；②由于新风与排风侧压差较难合理匹配，排风泄漏风量较大
方式四	 <p>新风吸入、排风压出式</p>	①新风进入热回收器的气流较均匀，排风气流均匀性较差；②由于新风侧压力总小于排风侧，排风泄漏风量大

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	页	10

应考虑热回收器冷凝水（冬季排风侧、夏季新风侧）的排放和冬季的防霜冻措施。一般采取的方法有：预热新风温度、旁通部分新风（或循环溶液）、降低转轮转速、加大热管倾斜角度等。

2.5.9 由于热回收器的结霜、结冻取决于霜冻持续的时间、空气流量、空气的入口温度和湿度、热回收器芯体温度、热回收效率、热回收形式、芯体几何形状和传热系数等多种因素，又由于采取的措施通常会降低热回收效率  $\eta$ ，所以防霜冻的温度取值及具体措施应综合考虑确定。

2.5.10 为方便空气—空气热回收器的设计选用和性能对比，设备名义工况条件宜按表3确定。

表3 空气—空气热回收器名义工况条件

内 容	排风进风		新风进风	
	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
	(℃)	(℃)	(℃)	(℃)
夏季热回收效率	27.0	19.5	35.0	28.0
冬季热回收效率	21.0	13.0	5.0	2.0
注：风量、压力损失以及漏风率所采用的新排风工况均为干球温度14~27℃。				

2.5.9 空气—空气热回收装置（器）热回收效率  $\eta$  的设计选用，应符合以下要求：

1) 热回收装置（器）的选择计算，应采用与热回收的能量回

收形式相对应的热回收效率，即全热效率  $\eta_i$  或显热效率  $\eta_t$ 。

2) 全热回收效率  $\eta_i$  应按设计工况条件下选用，当采用名义工况时，应对其进行必要的修正。显热回收效率  $\eta_t$  一般可按名义工况选用。

3) 在热回收装置（器）处理新风、排风量中，一般  $G_x \neq G_p$ ，通常将排风、新风量之间的比（简称排风新风比）用  $R$  表示；新风、排风量之间的比（简称新风排风比）用  $R_f$  表示。 $R$  也称为计算风量比，其计算式为：

$$R = \frac{1}{R_f} = \frac{G_p}{G_x} \tag{9}$$

当  $R \neq 1$  时，对于采用公式（2b）、（3b）、（4b）所获得的各热回收效率  $\eta$ ，应进行相应的修正。

4) 产品生产企业确定后，应针对具体产品的热回收效率  $\eta$  进行校核计算，以免设计效率与实际效率相差较大，影响今后使用。

2.5.10 由于各类热回收装置（器）的产品规格、性能尚未统一，在设计选用时应将本图集与各产品生产企业所提供的产品资料配合使用。

2.5.11 热回收装置的设置应符合以下要求：

总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	季 伟	11

- 1) 为便于热回收装置的维护管理, 设备宜设置在专用机房内。
- 2) 热回收装置的周围, 应考虑适当的设备检修和空气过滤器抽取空间。
- 3) 热回收装置吊装时, 应采用弹性吊架; 落地安装时, 应设置在设备专用基础上, 基础高度可取50~100mm, 尺寸宜取设备底座外扩100mm。当空气处理过程有冷凝水排出时, 基础应按排放需要设置高度。
- 4) 热回收装置两侧宜装配观察窗, 以便观察和测试设备的运行状态, 观察窗具体尺寸大小详见本图集第19页表1-4。

### 3. 安装、调式及维护管理

- 3.1 热回收装置的安装, 应遵守其相关设备和系统的施工、验收规范, 同时还应依据产品生产企业提供的技术资料要求。
- 3.2 热回收装置在抵达现场安装前, 应对热回收器的型号、规格以及性能等进行核验, 设备标牌上应有热回收装置(器)名义工况条件下的性能参数。
- 3.3 热回收装置在安装完毕后, 应进行新风、排风之间交叉渗漏风的监测调试; 应进行通风、空调系统与该装置的联动调试。
- 3.4 通风空调系统中的热回收装置应定期检查和维护, 对于板翅式热回收器应在累计运行2000h 后进行清洗, 通常采用真空吸尘

设备去除表面浮尘; 其他形式的热回收器通常一年至少检查两次, 并对热回收换热器的接触表面, 视现场实际情和热回收器类型进行定期清洗或冲洗, 可采用压缩空气、水、蒸气以及专用清洗剂等方式进行人工或自动清洗。

3.5 热回收装置新风和排风侧的空气过滤器, 应及时清洗或更换; 同时对溶液介质和冷冻、冷却水等系统的水过滤器, 也应定期清理。热回收装置的热回收效率和其他性能参数应按期进行检测, 以便热回收装置能正常地运行。

3.6 热回收装置的安装、调式及维护管理除应遵守《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2002、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231-98、《空调通风系统运行管理规范》GB 50365-2005、《组合式空调机组》GB/T 14294-93之外, 还应遵守本标准图说明中热回收装置的具体要求。

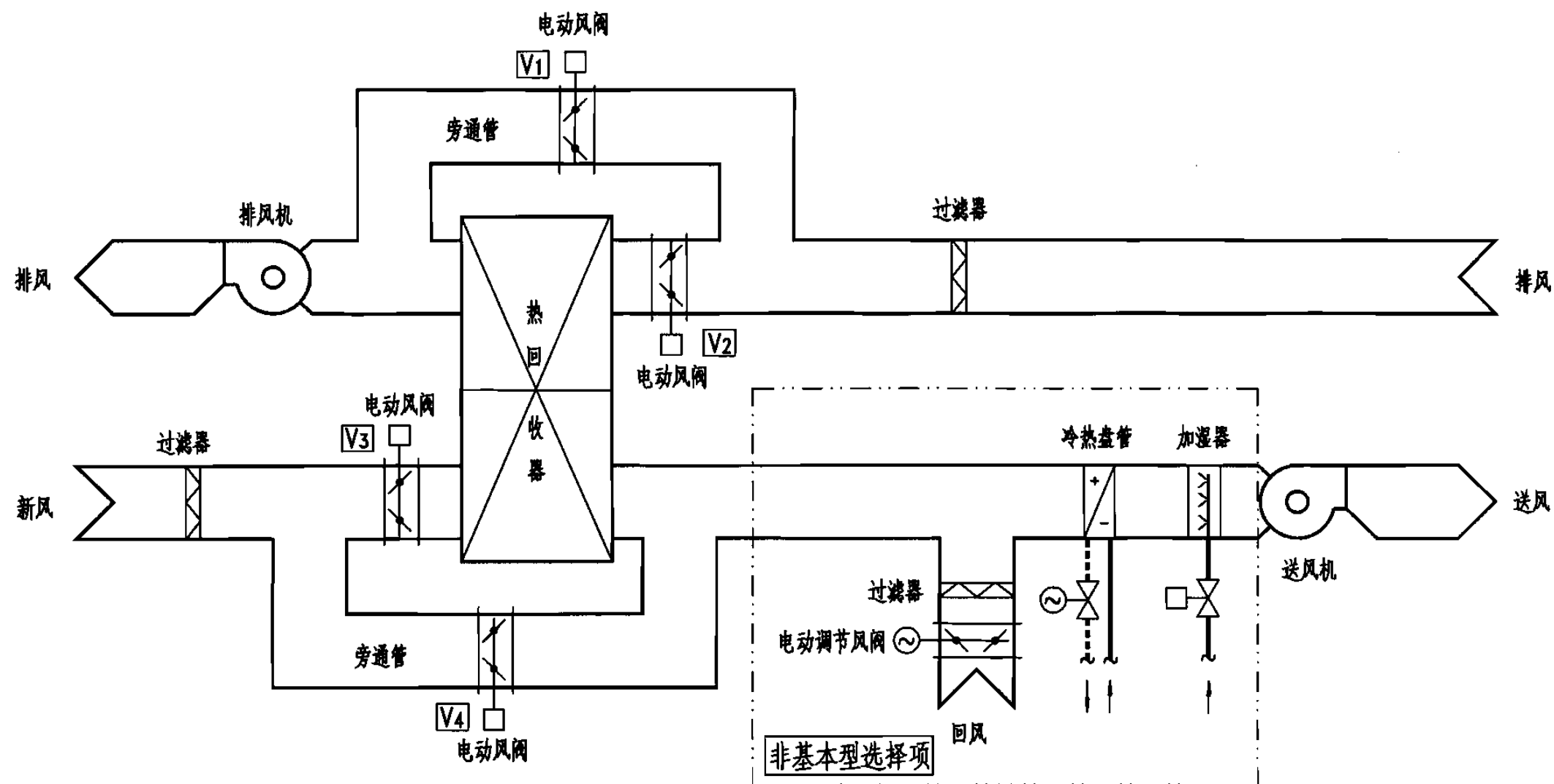
总 说 明								图集号	06K301-2
审核	王 谦	王 谦	校对	周 敏	周 敏	设计	季 伟	页	12



图 例

序号	名 称	图 例	附 注	序号	名 称	图 例	附 注
1	供水管		一般表示	17	水 泵		
2	回水管		一般表示	18	风 机		
3	冷却水供水管			19	热回收器		A : 通用型 B : 转轮式 C : 板式和板翅式 D : 热管式
4	冷却水回水管						
5	制冷剂管		氟汽或氟液				
6	冷媒或载冷剂管		乙二醇水溶液等				
7	二通阀		一般通用型	20	空调冷、热盘管		左: 单加热 中: 单冷却 右: 冷热双功能
8	三通阀			21	空气过滤器		左: 粗效过滤 右: 中效过滤
9	膨胀阀			22	换热器 (装置)		
10	止回阀			23	空气加湿器		
11	安全阀		一般通用型	24	温度传感器		
12	水过滤器		一般通用型	25	压差传感器		
13	管道坡向及坡度			26	液位传感器		
14	介质流向			27	电动双位执行器		开关型
15	进、出风方向		左: 出风; 右: 进风	28	电动调节执行器		调节型
16	风量调节阀						





空气—空气热回收装置系统流程

热回收装置配置及说明

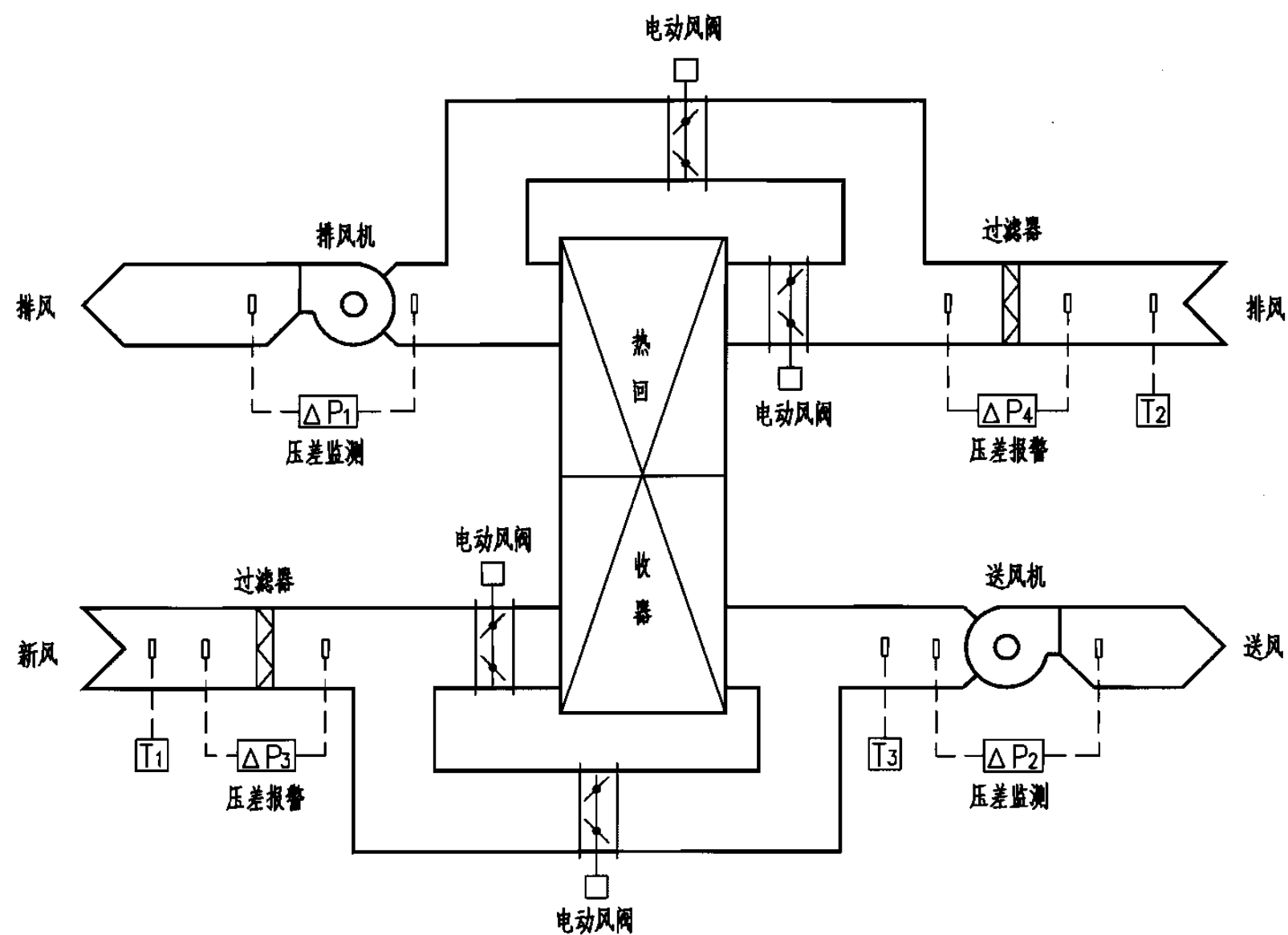
序号	设备名称	设置要求
1	热回收装置	装置适合于转轮式、板式、板翅式、热管式以及溶液吸收式
2	送排风机	风机的设置及特点见本图集第10页表2
3	过滤器	过滤器为必配件，其与风阀的设置位置可调整选择
4	旁通管及旁通阀	处理风量大且非热回收期使用时间较长时，宜采用旁通
5	电动风阀	图中为常规设置，手动或电动（双位或调节）可选择。V2和V3可按实际需要设置
6	加湿、回风及盘管	为可选择项，应根据实际需要确定内容

热回收装置旁通设置的示意

电动风阀	V1	V2	V3	V4	旁通管
无旁通设置	无	无	无	无	无
部分旁通设置	有	无	无	有	有(小)
全旁通设置	有	有	有	有	有(大)

热回收装置系统流程图

图集号 06K301-2



空气—空气热回收装置控制原理

- 注：1.本控制原理及要求为通用做法，对于无旁通形式可参考此原理选用；对于有回风、冷热盘管以及加湿等可参考常规空调原理选用；对于小风量或简易的热回收装置选用时可简化。
- 2.本控制采用新风和排风温度比较，也可采用焓值比较其节能效果更佳。
- 3.对严寒、寒冷地区，新风处上可设有防霜冻控制器，并与送排风机以及转轮的传动机构联锁。

热回收装置控制要求及说明

系统说明	本原理图包含有热回收装置的风机、过滤器以及旁通机构，实际使用中可根据要求与加热、冷却及加湿设备配套使用，或根据设计条件减少热回收装置本身的旁通机构等设备部件
控制原理	通过在不同季节对比新风、排风温度的高低，控制各电动风阀的开、关；对于转轮式又可控制转轮的转速
控制对象	风机启停、电动风阀以及转轮传送电机启停
控制方法	冬季：当排风温度高于新风温度时，开启送、排风主管上的电动风阀，同时关闭旁通管上的电动风阀；夏季：当排风温度低于新风温度时，开启送、排风主管上的电动风阀，同时关闭旁通管上的电动风阀；过渡季（当需要室外的新风直接进入室内时）：关闭送、排风主管上的电动风阀，开启旁通管上的电动风阀。 对于转轮式冬季、过渡季：当排风温度高于新风温度时启动转轮传送电机，同时比较新风温度与室内温度控制转轮的转速；夏季：当排风温度低于新风温度时，启动转轮传送电机并全速运行
监测	新风温度、排风温度、送风温度和送风机、排风风机以及转轮传送电机的启停和工作状态
联锁	风机启动后，进、出口两侧压差低于设定值时，联锁停机；当送风温度低于设定温度时，联锁关闭送、排风机
报警	风机启动后，进、出口两侧压差低于设定值时，自动报警；新风、排风过滤器两侧压差超过设定值时，自动报警

热回收装置控制原理图

图集号 06K301-2

转轮式热回收说明

1. 转轮式热回收原理

转轮式热回收是利用100~200mm 厚，具有蓄热或吸附水分（全热回收时）作用的转轮为载体，对通过的新风和排风进行能量交换，从而实现能量的回收利用。新风和排风一般为逆向流动，当转轮——蓄热芯体开始旋转时，新风、排风同时通过转轮的各自一侧，排风释放出冷量（夏季）或热量（冬季），新风同时吸收冷量或热量；新风、排风的湿传递与冷、热量的能量交换过程一样，也是通过转轮来实现的。转轮式热回收可实现全热或显热的热回收，显热回收时无湿传递过程。

2. 转轮式热回收装置

- 2.1 转轮式热回收装置主要由以下部分组成：转轮式热回收器、送排风机、空气过滤器以及冷热盘管等。装置的系统流程及组成可见本图集第14页。
- 2.2 转轮式热回收器通常被均分成两个独立的密封通道，即一个新风通道、一个排风通道。转轮内填充有透气的蜂窝状复合纤维或金属箔蓄热载体，同时热回收器还配带有转轮驱动装置，该热回收器的外形结构详见图1-1。
- 2.3 转轮式热回收器新风、排风交叉污染和泄漏量通常在0.5%~10% 之间。为降低转轮的污染和泄漏量，当新风、排风间存在一

定压差时，在转轮内通常设置有一个双清洁扇面（见图1-2），可使新风、排风间泄漏量减小至0.013%以下。

2.4 转轮式热回收装置热交换效率的评价可见本图集第5页的第2.3条，该类装置的热回收效率  $\eta$  一般为50%~85%。

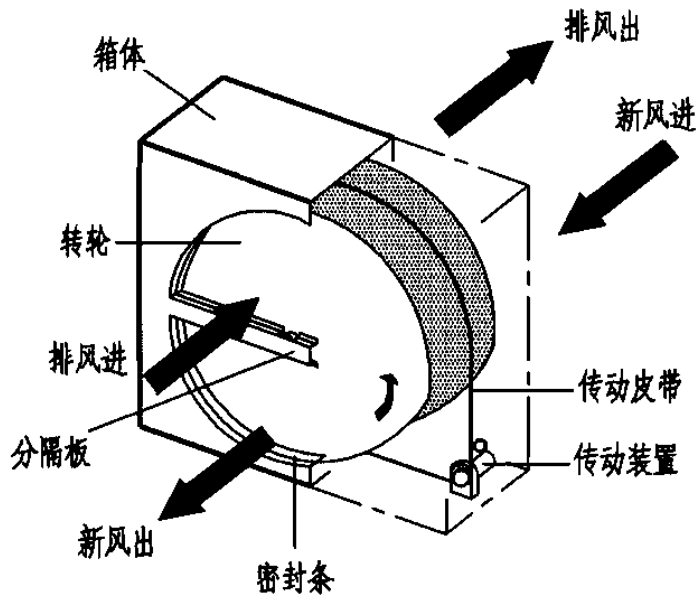


图1-1 转轮式热回收器结构示意图

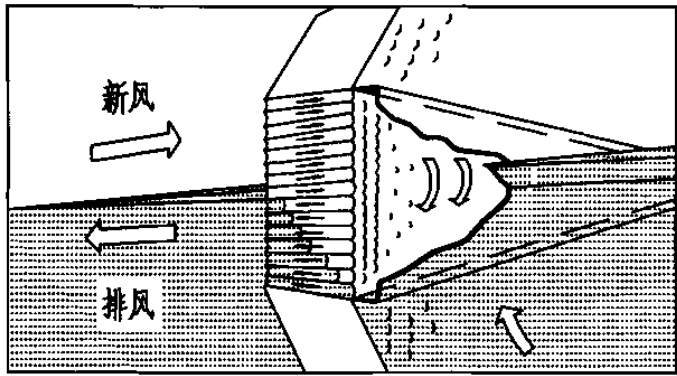


图1-2 转轮双清洁扇面结构示意图

转轮式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王立峰	校对	周敏	制图	王立峰	页	16

3. 热回收装置分类及性能特点

3.1 转轮式热回收装置一般分类见表1-1。

表1-1 转轮式热回收装置分类

分类依据		分 类 内 容
能量回收形式		显热 、 全热
转轮芯体材质	非金属类	全热型: 难燃纸质、纤维体、离子树脂; 显热型: 陶瓷
	金属类	1) 覆有吸湿涂层的抗腐蚀铝合金箔 (ET 型); 2) 耐高温耐腐蚀铝合金箔 (PT 型); 3) 覆有塑料涂层的耐腐蚀铝合金箔 (KT 型); 4) 纯铝箔 (RT 型); 5) 铝合金或不锈钢 (EH 型); 6) 覆有吸湿剂的铝合金箔 (FT 型)
耐腐蚀级别		普通型、耐腐蚀型、强耐腐蚀型
转轮类别		1) 以热回收为主的转轮——采用有吸湿或无吸湿能力的吸附剂; 2) 以除湿为主的转轮——采用吸湿能力强的吸附剂 (如分子筛、氯化锂或活性硅胶等)
整机功能		直流式 (仅回收)、新风式 (回收处理)、空调式 (回收加回风再处理)

注: 上表括号内ET、PT等为转轮芯体材质的简写表示符号。

3.2 常用转轮式热回收器性能与特点见表1-2。

表1-2 转轮式热回收器性能与特点

转轮类型	ET 型	RT 型	PT 型	KT 型
吸湿性能	有	无	无	无
能量回收形式	全热	显热 (潜热)	显热	显热 (潜热)
热回收量	高	低	低	低
耐腐蚀性	差	一般	较好	好
适用温度	≤ 70℃	≤ 70℃	≤ 300℃	≤ 160℃
使用场所	普通舒适性民用通风空调系统	人员密集且舒适性公共场所的通风空调系统或一般工业通风系统	高温通风系统 (如厨房、印染、干燥等场所)	腐蚀通风系统 (如游泳馆、电镀等场所)

注: 上表 (潜热) 是指仅当空气温度低于露点时才存在的潜热量。

4. 热回收装置的控制

4.1 在空气—空气热回收装置中, 转轮式热回收装置与其他装置在控制和能量调节方面最大的不同之处是——热回收量可通过控制转轮的转速来实现, 一般采用的控制方式主要有:

转轮式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季 伟	季伟	校对	周 敏	周敏	设计	王立峰	王立峰	17



- 4.1.1 处理后的新风温度控制转轮的转速;
- 4.1.2 处理后的新风露点温度控制转轮的转速;
- 4.1.3 新风、排风入口处温度差控制转轮的最大转速;
- 4.1.4 新风、排风入口处焓值差控制转轮的最大转速。
- 4.2 为避免转轮长期不用时由于吸湿不均产生转轮的不平衡,转轮宜设有定时短期运行的启停装置。
- 4.3 为防止转轮热回收器的霜冻,在新风出口侧应设置温控装置,自动控制新风阀的关闭或预热器的开启。
- 4.4 转轮热回收装置的控制原理及要求,可见本图集第15页。

5. 转轮式热回收装置的设计选用及计算

- 5.1 热回收装置的设计选用及计算步骤:
  - 5.5.1 由新风和排风气体特性,选择合适的热回收器和装置;
  - 5.1.2 由新风量 $L_x (G_x)$ 和推荐的迎面风速 $v$ ,确定转轮直径
  - 5.1.3 由选定的转轮直径和计算风量比 $R$ (排风与新风之比),查取所全热或显热回收效率 $\eta$ 和转轮的压损失 $\Delta P$ ;
  - 5.1.4 由迎面风速 $v_y$ 和热回收效率 $\eta$ ,确定转轮的转速 $n$ ;
  - 5.1.5 由热回收效率 $\eta$ 计算处理后空气的参数;
  - 5.1.6 计算装置的热回收量 $Q$ ;
  - 5.1.7 选择计算热回收装置的其他配套设备(如送排风机和需再次处理的盘管容量以及加湿量等);

- 5.1.8 绘制相关图纸。
- 5.2 设计选用原则及要点
  - 5.2.1 影响热回收效率 $\eta$ 的因素:

1) 转轮转速 $n$ 与热回收效率 $\eta$ 的关系见图1-3, 由图可知: 转速 $n \leq 4r/min$ 时, 显热效率 $\eta_t$ 明显下降; 转速 $n \geq 10r/min$ 时, 显热效率 $\eta_t$ 几乎不再变化; 显热效率 $\eta_t$ 与潜热效率 $\eta_d$ 随转速 $n$ 的变化并不一致, 通常转速 $n$ 设计选用时采用 $10r/min$ 。

2) 转轮转速 $n$ 、迎面风速 $v_y$ 与热回收效率 $\eta$ 的关系见图1-4, 由图可看出: 当迎面风速 $v_y$ 增加时, 同转速 $n$ 条件下热回

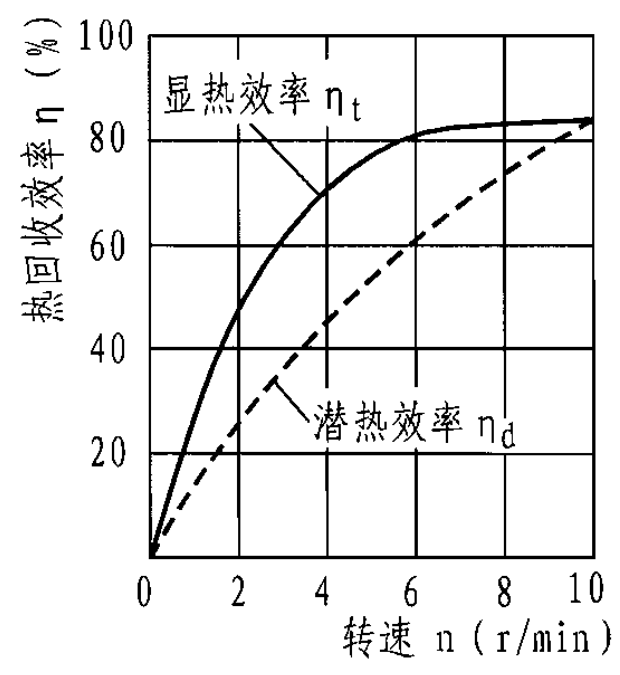


图1-3 转速、热效率关系示意图

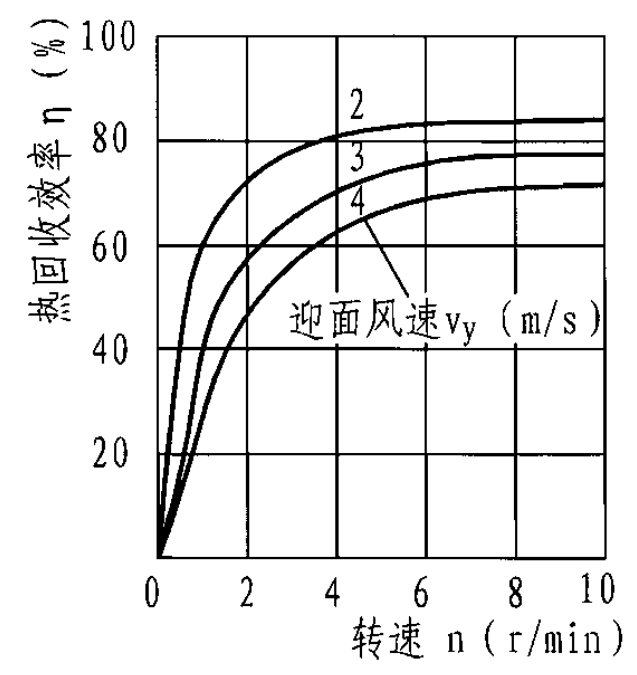


图1-4 转速、迎面风速及热效率关系示意图

转轮式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王立峰	校对	周敏	制图	王立峰	页	18



收效率  $\eta$  将降低，反之亦然。通常选用推荐迎面风速  $v_y$  为 2 ~ 4 m/s，最大不建议超过 5 m/s。

3) 比表面积  $f$  (即转轮单位体积的换热表面积) 越大，通常热回收效率  $\eta$  越大，空气压力损失  $\Delta P$  增大，反之亦然。一般选用推荐比表面积为 2800 ~ 3000  $\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

### 5.2.2 转轮式热回收装置 (器) 的选用要点:

1) 转轮式热回收器的选用，首先应按照处理空气的性能参数依据表 1-2 选用合适的转轮类型；其次，根据热回收效率和转轮的性价比，在本图集第 20 ~ 22 页提供的几种常用转轮式热回收器中，选择确定所需转轮式热回收器的型号。当已确定采用某具体企业产品时，应按该产品生产企业提供的技术资料进行实际选用。

2) 为保证转轮双清洁扇面的正常工作 (新排风之间相互渗漏量低)，新风侧风压应比排风侧风压至少大 200Pa。

3) 在严寒和寒冷地区使用转轮式热回收器，应对换热中可能出现的结霜或结冰进行校核。

5.2.3 对于处理风量大或处理功能复杂的热回收装置，宜采用组合式热回收机组，常用方式见本图集第 24 ~ 25 页。

5.2.4 转轮芯体与壳体主要配套形式及选择见表 1-3。

5.2.5 为方便观察和测试转轮的运行状况，在其两侧的四个进

出口处应设置观察窗，窗口不小于表 1-4 中给出的尺寸。

表 1-3 转轮芯体与壳体配套形式

转轮直径 D (mm)	600 ~ 2900	1500 ~ 2900	2150 ~ 3800	4200 ~ 5000
转轮芯体形式	W	S	S	S
转轮壳体形式	V	V	B	B

注：表中各符号为转轮芯体：W-连续卷装，S-扇段组装；转轮壳体：V-整装镀锌壳体，B-现场拼装壳体。

表 1-4 热回收器观察和测试的配套

转轮直径 D (mm)	观察窗尺寸 (mm)	数 量
$\leq 600$	150 × 150	4
800 ~ 1500	300 × 300	4
1700 ~ 1900	500 × 500	4
2000 ~ 2400	500 × 500 / 500 × 1200	3 / 1
2650 ~ 5000	500 × 500 / 500 × 1400	3 / 1

## 6. 热回收装置的安装、调式及维护管理

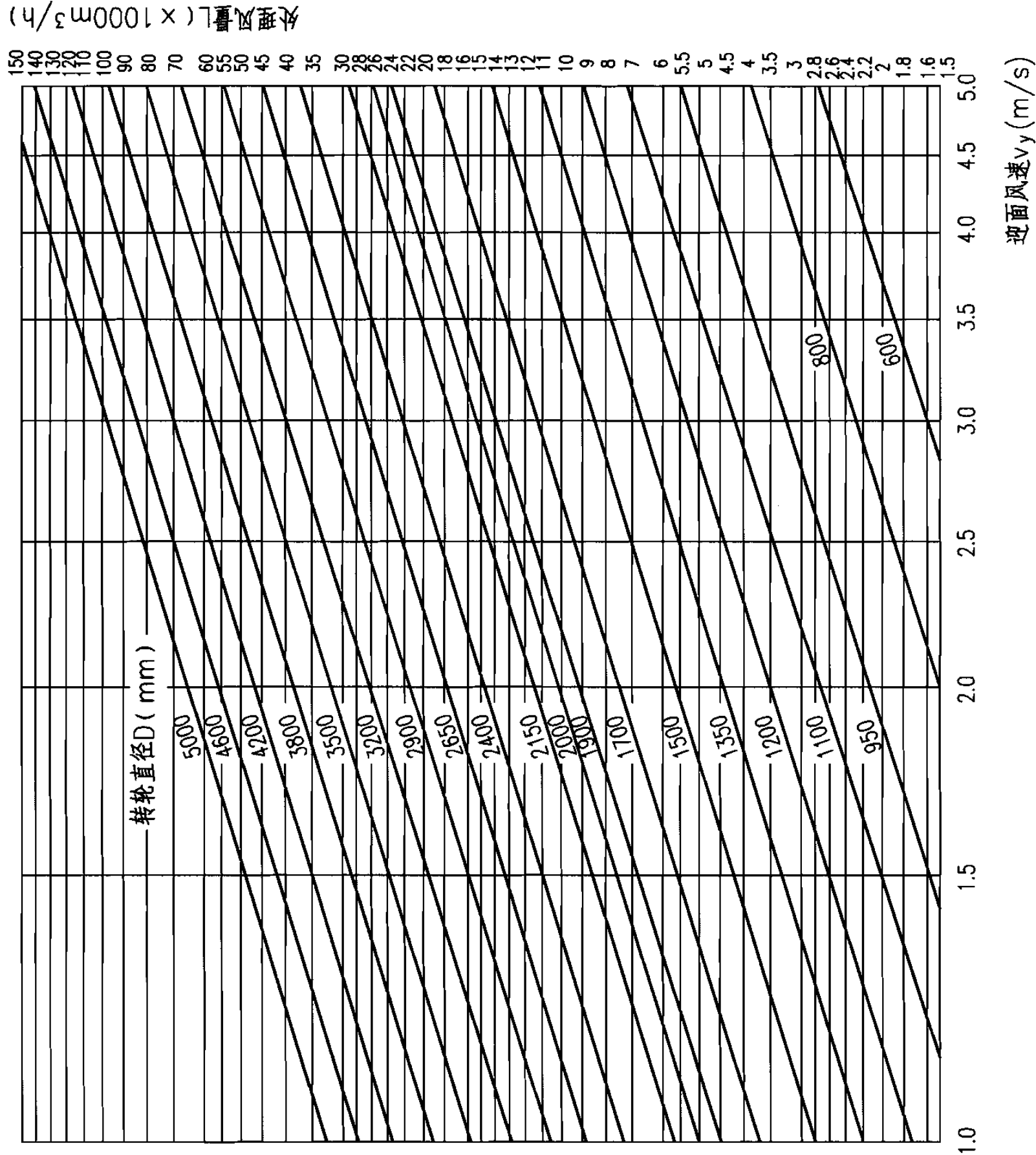
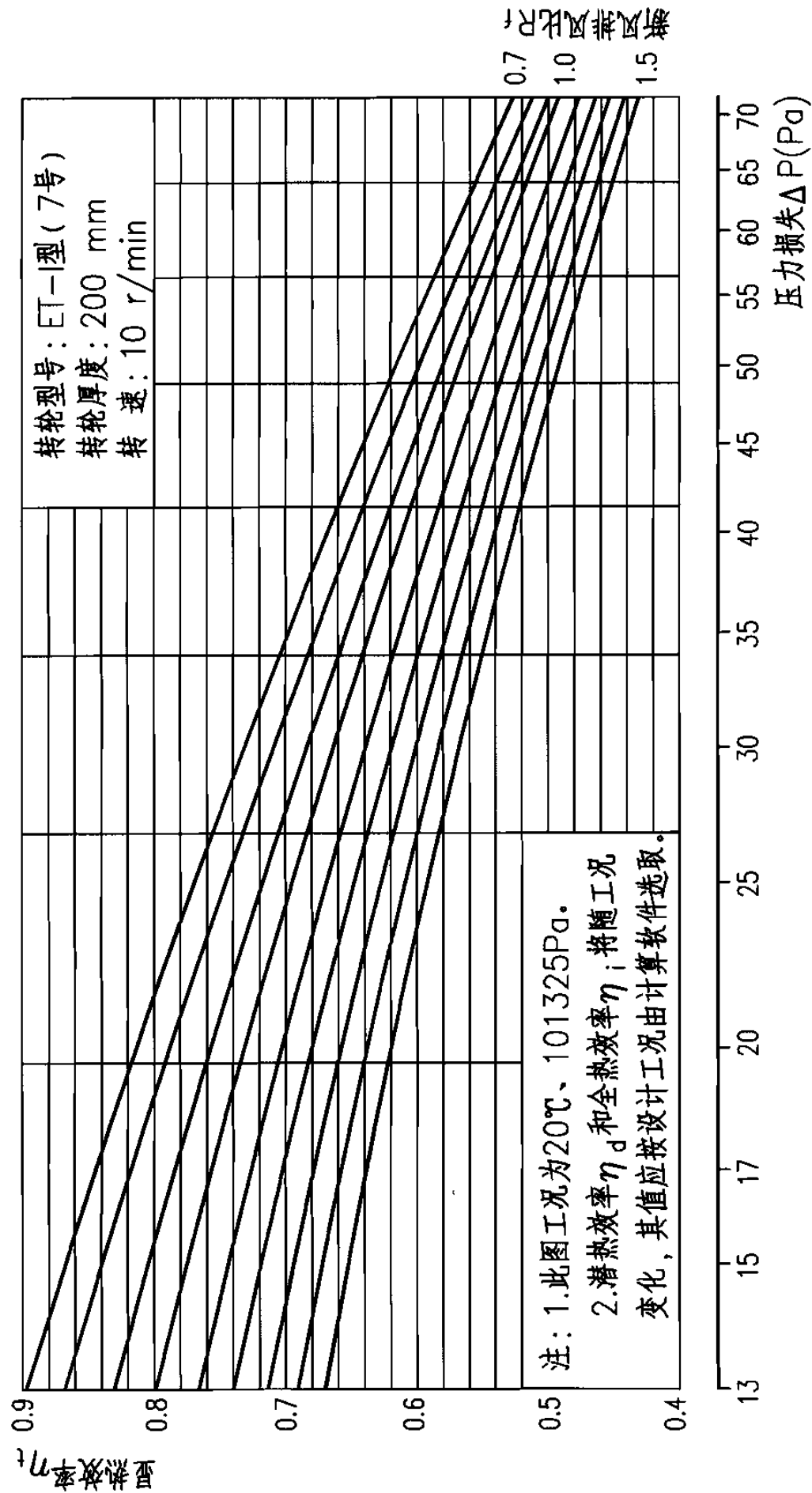
6.1 对于热回收装置的转轮应定期检查传动箱的轴封，V型传动皮带应在第一次运行 100h 后进行检查且重新张紧。

6.2 为确保转轮的密封性，应定期对密封带进行检查。

## 转轮式热回收说明

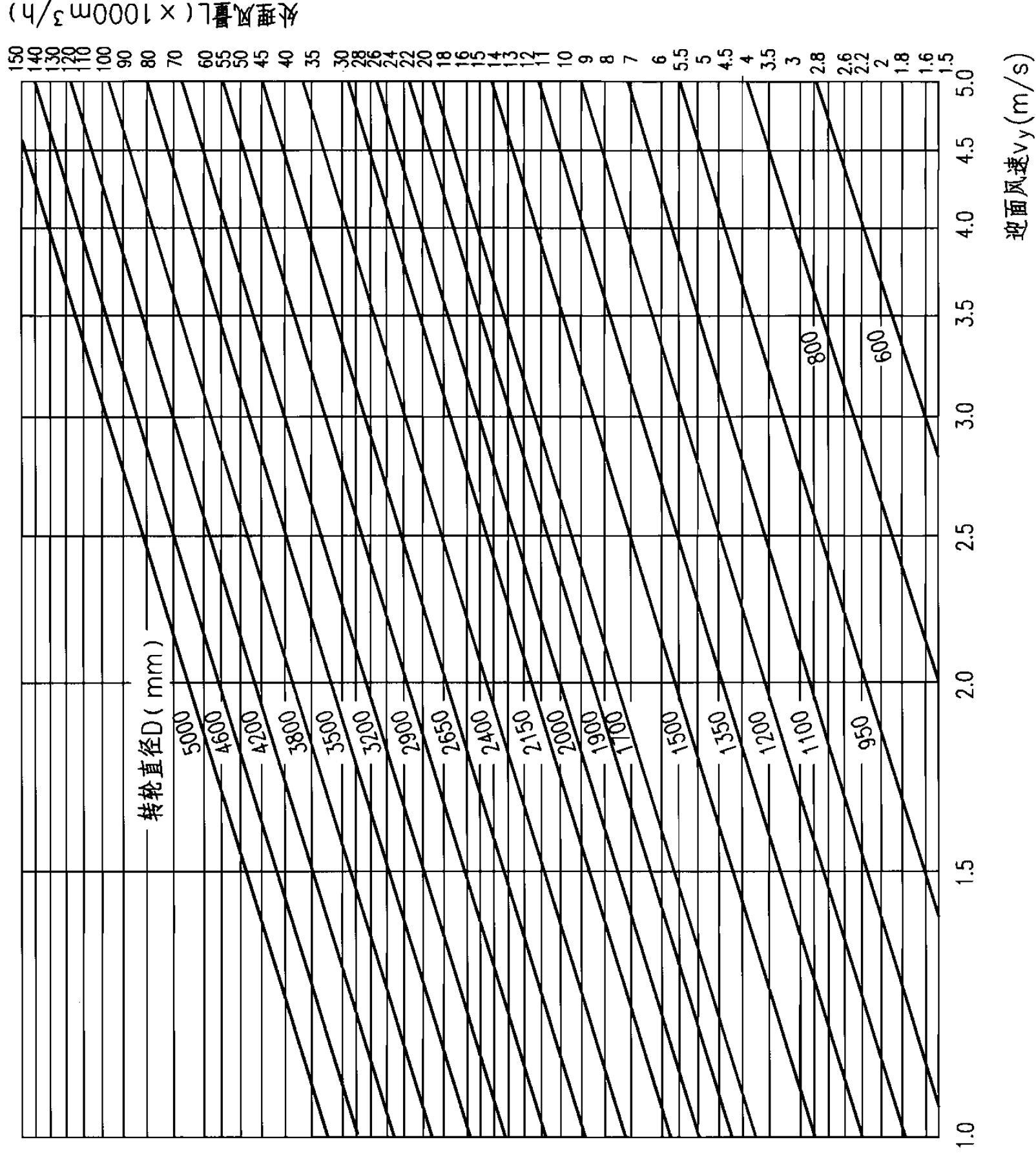
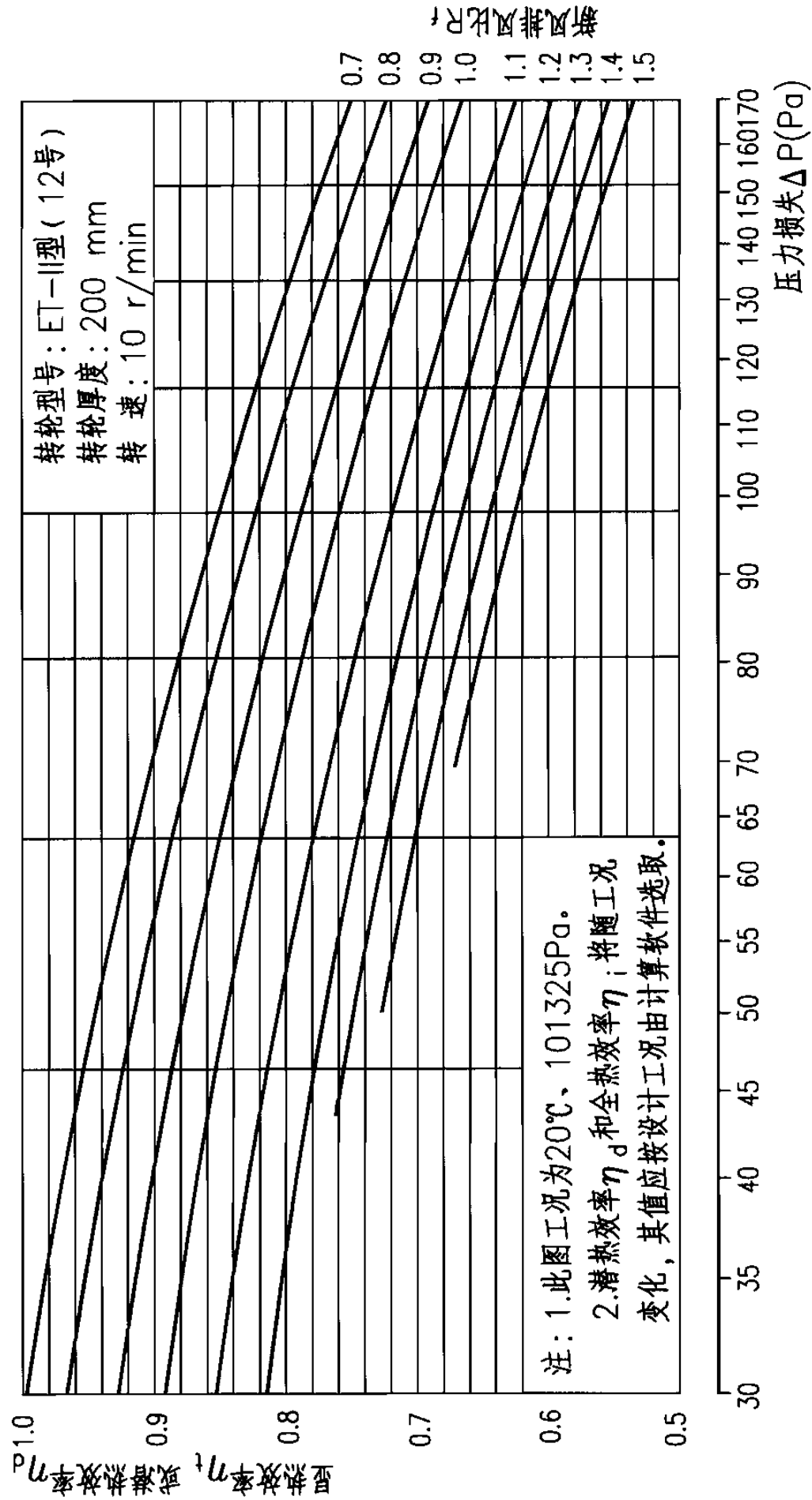
图集号 06K301-2

审核 季 伟 校对 周 敏 设计 王立峰 页 19



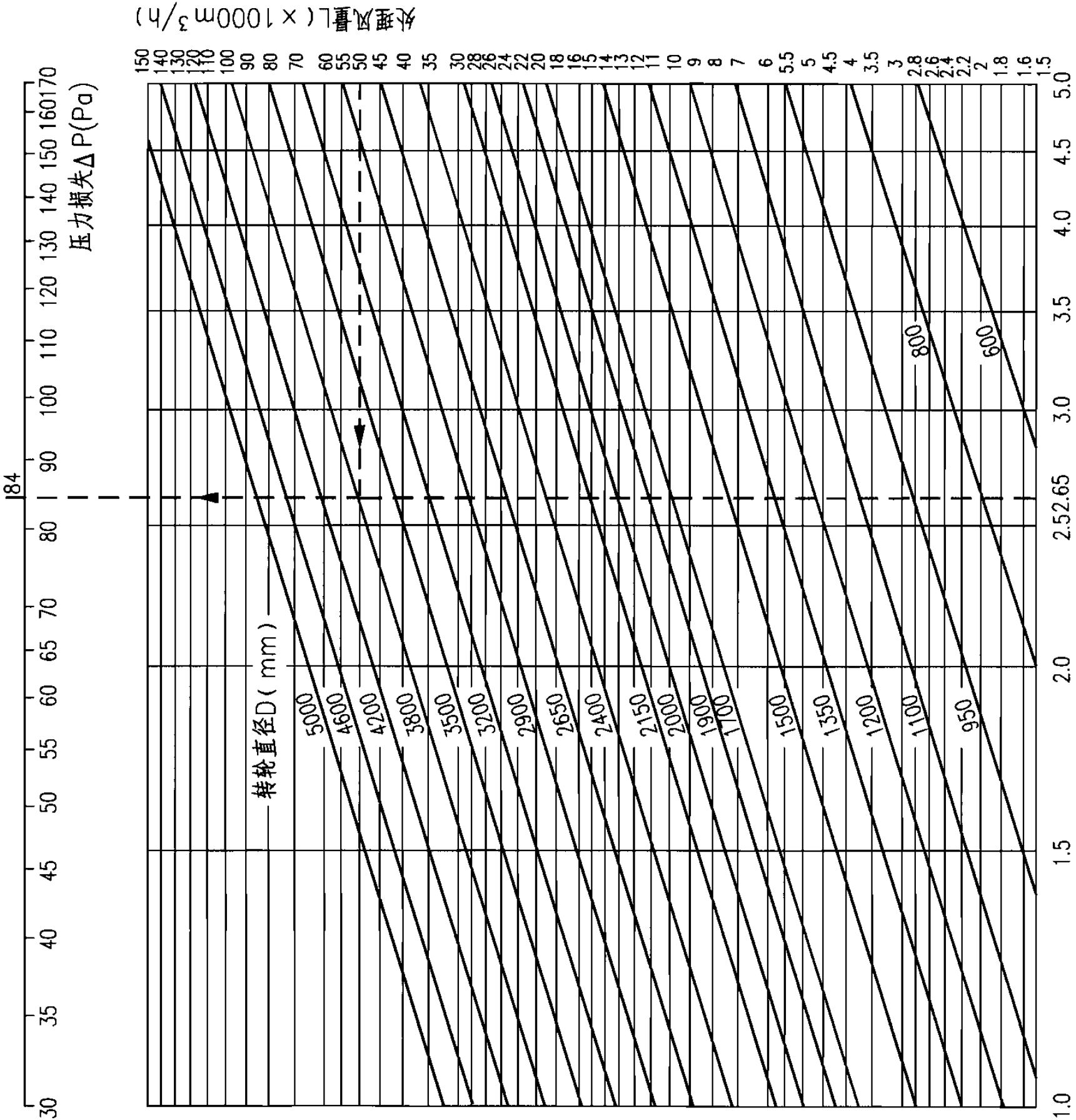
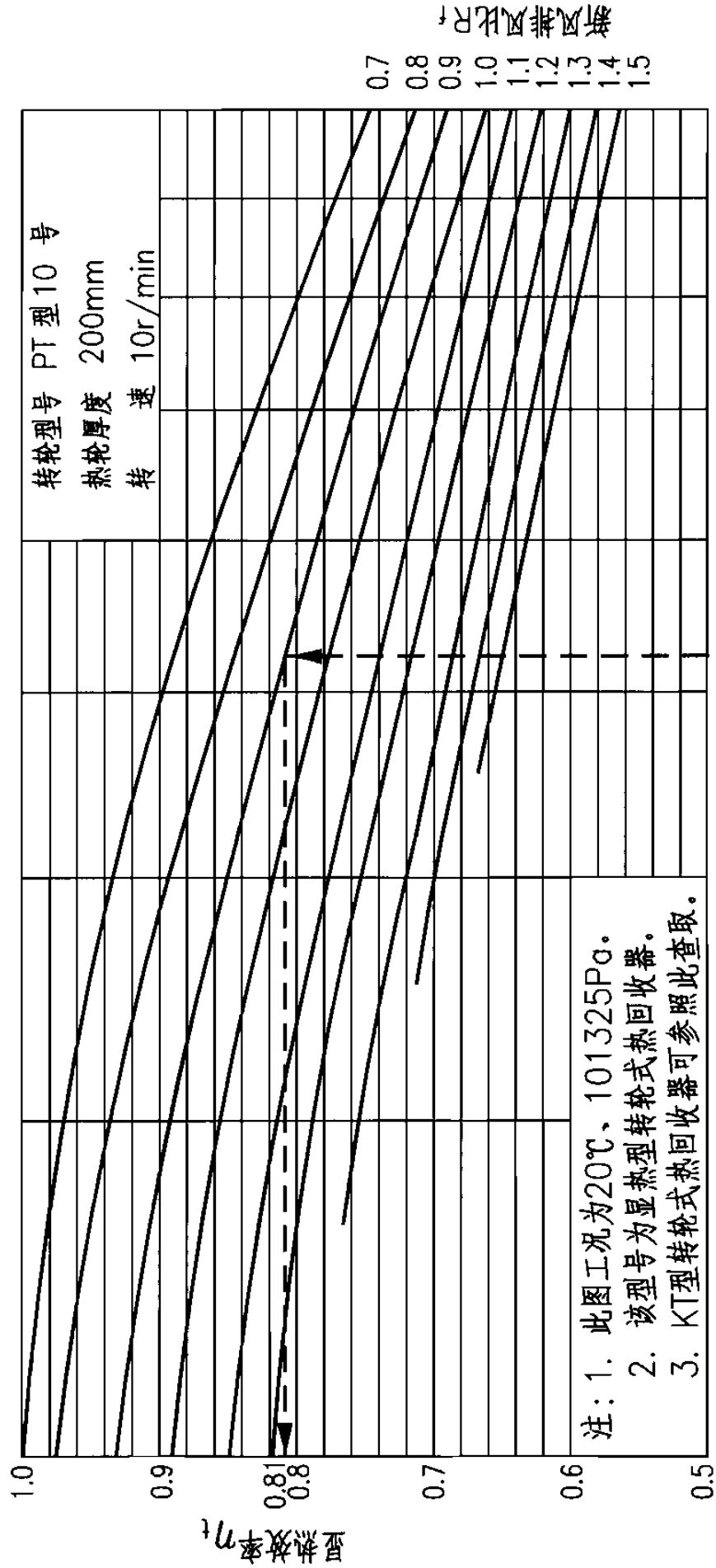
ET-I型热回收器性能及选用

审核	季伟	校对	周敏	设计	薛建文	图集号	06K301-2
页	20	页	薛建文	薛建文	薛建文	图集号	06K301-2



ET-II型热回收器性能及选用

审核	季伟	校对	周敏	设计	薛建文	图集号	06K301-2
						页	21

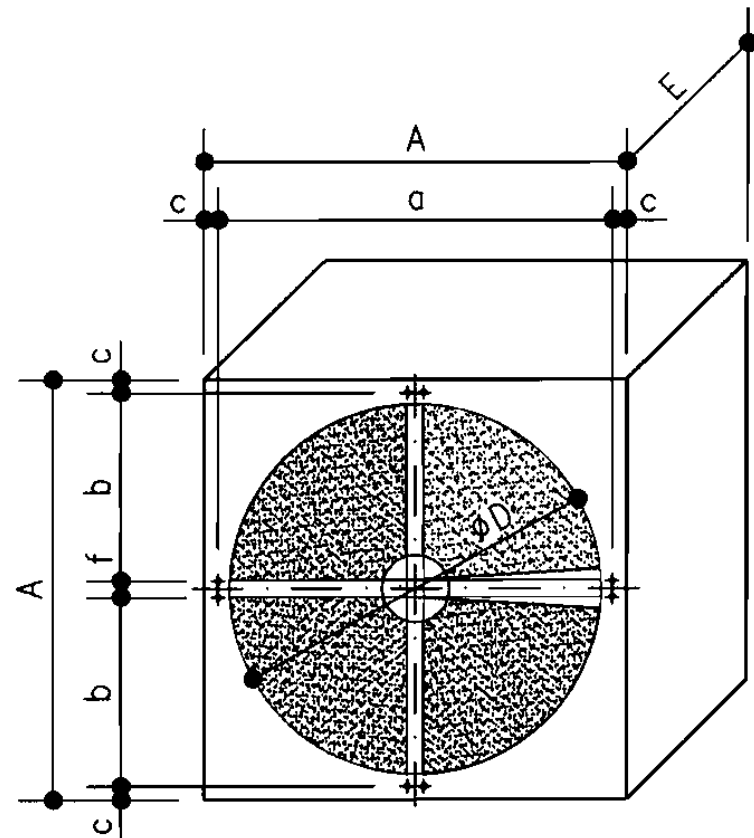


PT型热回收器性能及选用

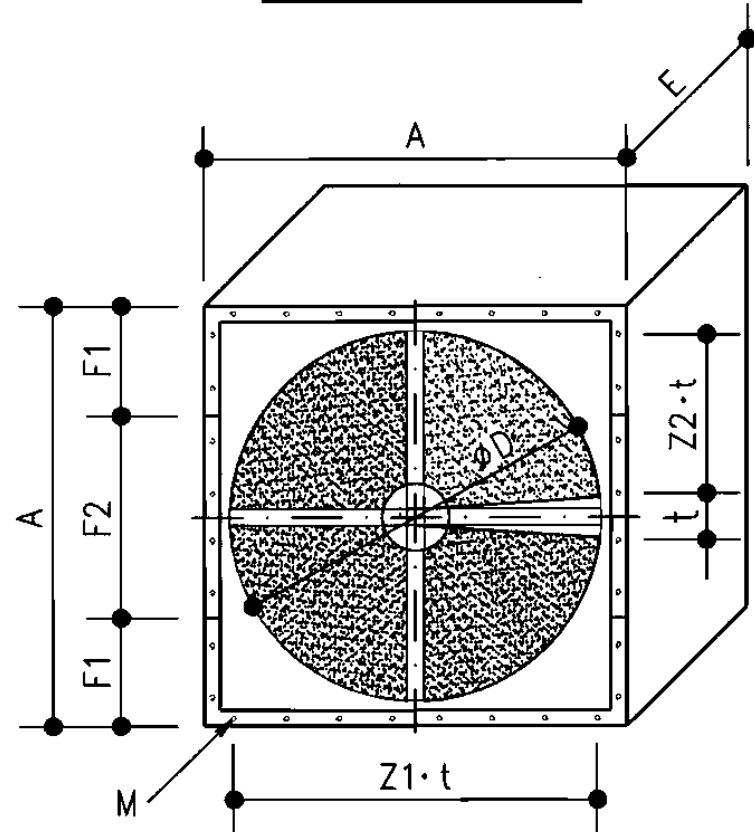
审核 季伟	校对 周敏	设计 薛建文	图集号 06K301-2
季伟	周敏	薛建文	页 22



转轮式热回收器外形尺寸及驱动电机参数



V型整装壳体图



B型拼装壳体图

壳体形式	转轮直径	A	D	E	a	b	c	f	M	重量	功率	电流	电源
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(W)	(A)	
V型	600	700	600	300	660	315	20	30	8	65	90	0.4	50Hz
	800	900	800	300	860	415	20	30	8	90	90	0.4	
	950	1300	950	320	1240	605	30	30	8	135	90	0.4	
	1100	1400	1100	320	1340	655	30	30	8	180	90	0.4	
	1200	1500	1200	320	1440	705	30	30	8	200	180	0.6	380V
	1350	1600	1350	320	1540	755	30	30	8	230	180	0.6	
	1500	1700	1500	360	1656	806	22	44	10	270	180	0.6	
	1750	1900	1750	360	1856	906	22	44	10	310	370	1.1	
	1900	2100	1900	360	2056	1006	22	44	10	360	370	1.1	
	2000	2200	2000	360	2156	1056	22	44	10	410	370	1.1	
	2150	2400	2150	390	2336	1141	32	54	10	465	370	1.1	
	2400	2640	2400	390	2576	1261	32	54	10	540	370	1.1	
	2650	2900	2650	390	2836	1391	32	54	10	600	750	1.9	
	2900	3100	2900	430	3036	1491	32	54	10	775	750	1.9	
壳体形式	转轮直径	A	D	E	F1	F2	Z1	Z2	t	重量	功率	电流	电源
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(个)	(个)	(mm)	(kg)	(W)	(A)	
B型	2150	2400	2150	390	1100	200	12	5	190	780	370	1.1	50Hz
	2400	2640	2400	390	1165	310	13	5	190	835	370	1.1	
	2650	2900	2650	390	1335	230	14	6	190	980	750	1.9	
	2900	3100	2900	430	1260	580	15	7	190	1150	750	1.9	380V
	3200	3400	3200	430	1390	620	16	8	190	1395	750	1.9	
	3500	3660	3500	430	1380	900	17	9	190	1630	750	1.9	
	3800	4000	3800	430	1610	780	19	9	190	1880	750	1.9	
	4200	4500	4200	470	1795	910	12	6	350	2530	1500	3.9	
	4600	4900	4600	470	1970	960	13	6	350	3120	1500	3.9	
	5000	5400	5000	470	2000	1400	15	7	350	3500	1500	3.9	

热回收器外形尺寸及驱动电机

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 薛建文

校对 周敏

制图 周敏

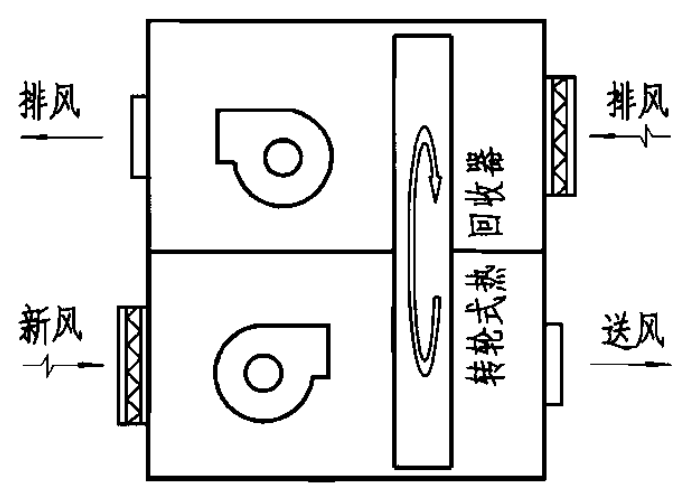
设计 薛建文

审核 季伟

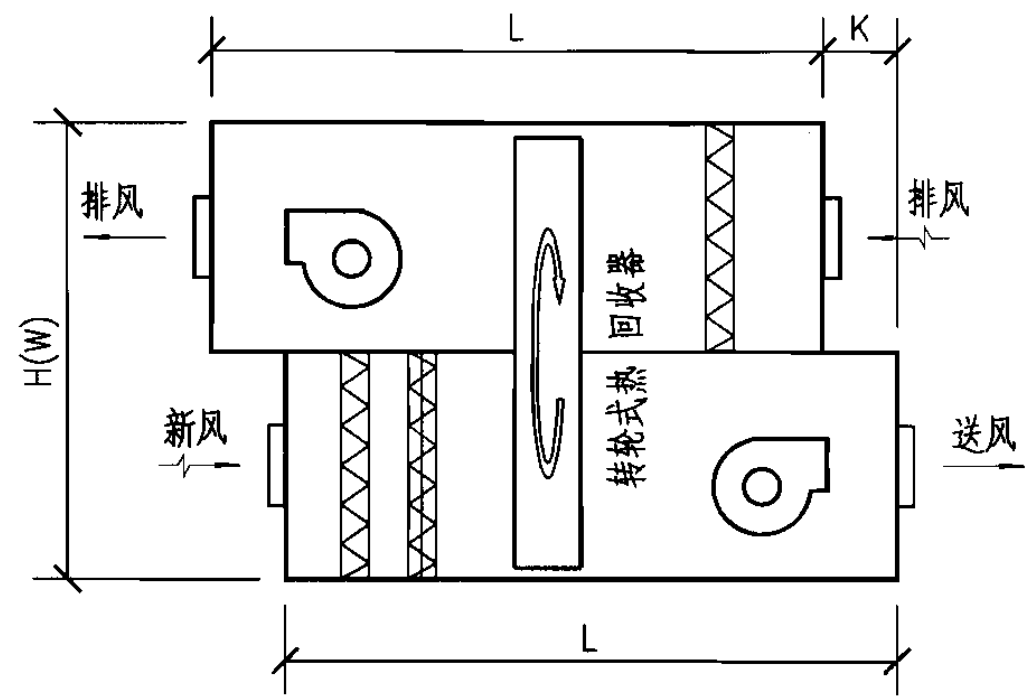
页

23

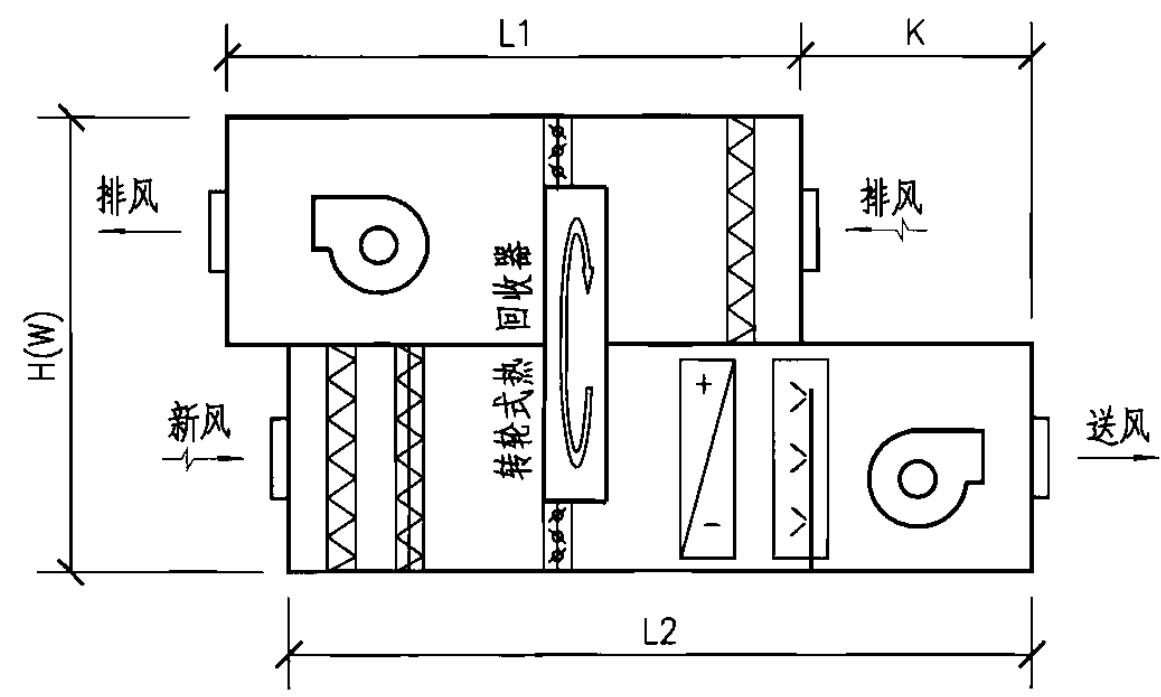




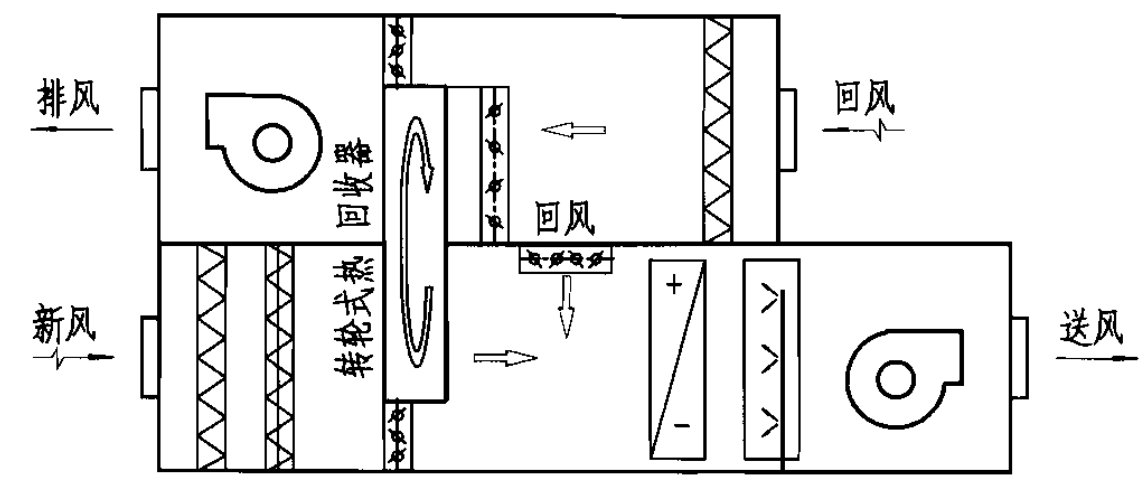
方式一



方式二



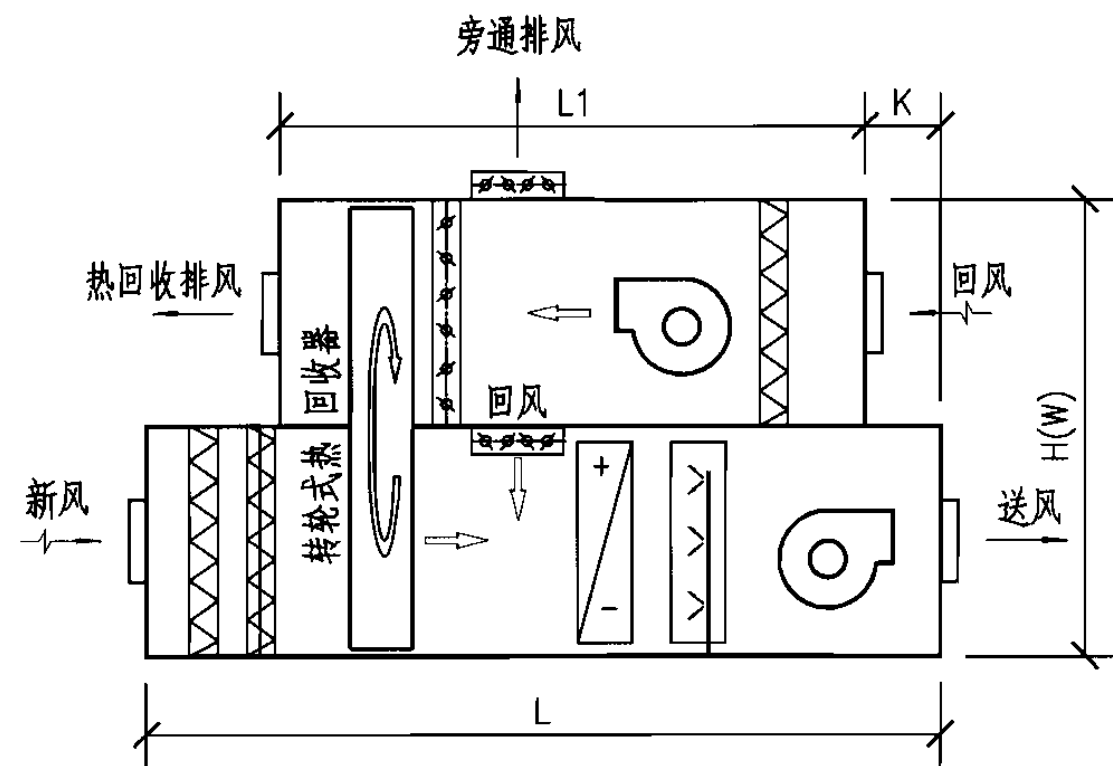
方式三



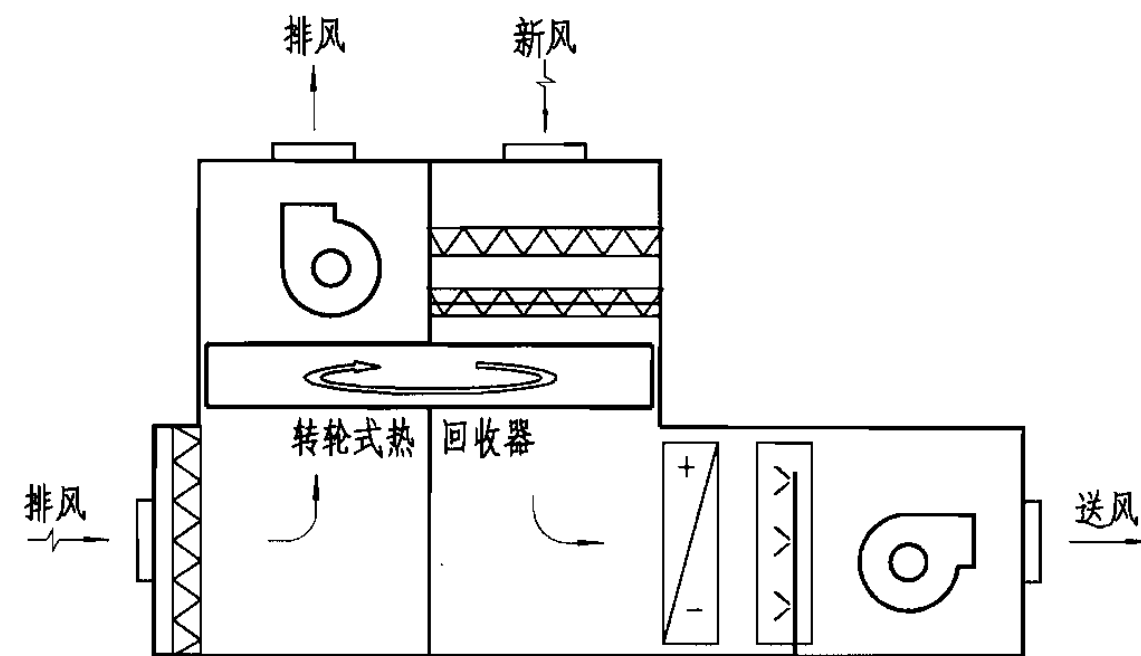
方式四

- 注：1. 方式一~方式四设置的机组，适合于水平或叠式布置。  
2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。  
3. 标注尺寸的组合方式相关数据可在本图集第26~28页中查取，其他组合方式的产品数据可参考企业产品样本或其网站。

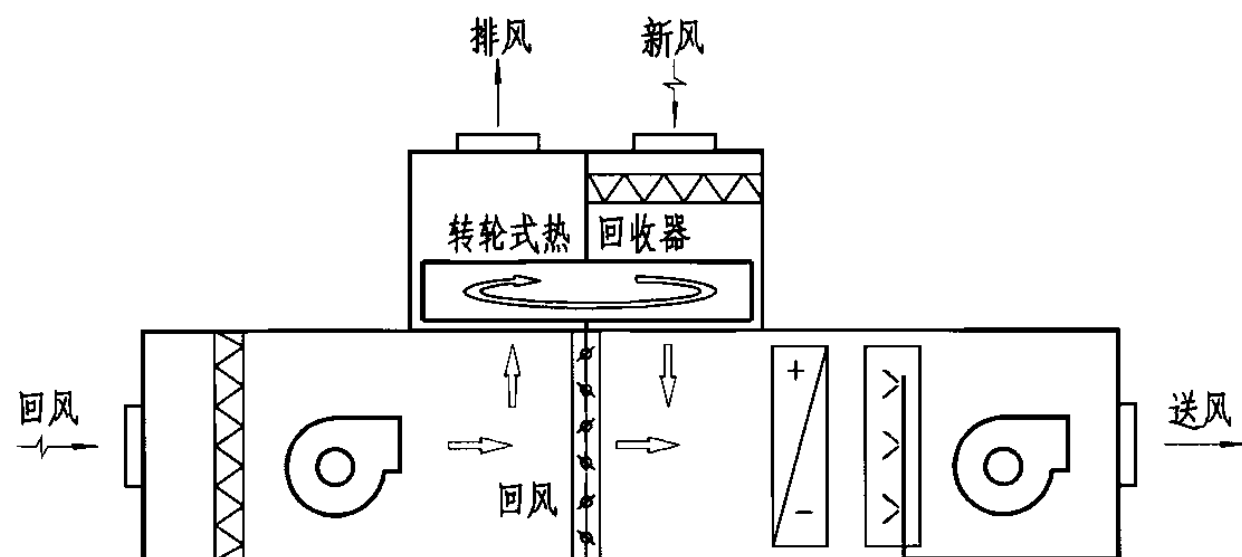
组合式热回收机组组合示意图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王立峰	校对	周敏	制图	王立峰	页	24



方式五



方式六



方式七

- 注：1. 方式五~方式七设置的机组，适合于水平或叠式布置。  
2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。  
3. 标注尺寸的组合方式相关数据可在本图集第26~28页中查取，其他组合方式的产品数据可参考企业产品样本或其网站。

机组组合方式特点及说明

机组组合方式	方式一	方式二	方式三	方式四	方式五	方式六	方式七
热回收器安放形式	垂直式	垂直式	垂直式	垂直式	垂直式	水平式	水平式
系统功能形式	新风	直流新风	处理新风	空调	空调旁通	处理新风	空调
旁通系统形式	无	无	部分	部分	全部	无	无
排风渗漏量	极少	少	少	较少	多	少	多
适用场所	小风量简易 吊顶式	一般新风直 流或吊顶式	新风处理	大风量空调 落地式	需旁通且回 收器压损较 小的空调	新风处理	大风量空调 落地式

组合式热回收机组组合示意图

图集号

06K301-2

审核 季 伟

设计 王立峰

校对 周 敏

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰



续前表

机组型号		机组余压	送风、排风机功率	内部漏风率	进出口接管尺寸	组合形式 —— 方式二				
						外形尺寸 (mm)				设备重量
国标通用型号	产品型号	(Pa)	(kW)	(%)	(mm)	L	W(宽)	H(高)	K	(kg)
AERVE 2100 X(Q)R LD XZ-Z	VS21-R-R	100~300	0.75~1.5	≤3	310×820	2220	960	980	—	390
AERVE 3000 X(Q)R LD XZ-Z	VS30-R-R	100~300	1.5~2.2	≤3	440×820	2220	960	1240	—	443
AERVE 4000 X(Q)R LD XZ-Z	VS40-R-R	150~350	1.5~3.0	≤3	310×1030	2220	1170	1240	—	517
AERVE 5500 X(Q)R LD XZ-Z	VS55-R-R	150~350	1.5~5.5	≤3	580×1200	2590	1340	1510	340	656
AERVE 7500 X(Q)R LD XZ-Z	VS75-R-R	150~350	2.2~7.5	≤3	700×1340	2590	1480	1750	340	656
AERVE 10000 X(Q)R LD XZ-Z	VS100-R-R	150~350	4.0~11.0	≤3	800×1520	2950	1660	1950	730	992
AERVE 12000 X(Q)R LD XZ-Z	VS120-R-R	200~450	4.0~11.0	≤3	830×1750	2950	1890	2020	730	1168
AERVE 15000 X(Q)R LD XZ-Z	VS150-R-R	200~450	5.5~11.0	≤3	930×1950	2950	2090	2230	730	1355
AERVE 18000 X(Q)R LD XZ-Z	VS180-R-R	200~500	7.5~22.0	≤3	1140×1950	2950	2090	2710	730	1757
AERVE 23000 X(Q)R LD XZ-Z	VS230-R-R	200~500	11.0~22.0	≤3	1140×2350	2950	2490	2710	730	2108
AERVE 30000 X(Q)R LD XZ-Z	VS300-R-R	300~550	15.0~37.0	≤3	1440×2450	3320	2590	3310	1110	2512
AERVE 40000 X(Q)R LD XZ-Z	VS400-R-R	300~650	15.0~45.0	≤3	1670×2950	3320	3090	3780	1110	3566
AERVE 50000 X(Q)R LD XZ-Z	VS500-R-R	300~850	18.5~55.0	≤3	1670×3450	3680	3590	3780	1460	4687
AERVE 65000 X(Q)R LD XZ-Z	VS650-R-R	300~900	18.5~55.0	≤3	2150×3560	4050	3700	4730	1830	5714

注： 1. 本页按上海威柯空调设备有限公司提供的技术资料编制。  
2. 本表中送风、排风机功率为在机组提供的余压范围内可供选择的电机功率。

续前表

机组型号		组合形式——方式三						组合形式——方式五					
		外形尺寸 (mm)					设备重量	外形尺寸 (mm)					设备重量
国标通用型号	产品型号	L1	L2	W(宽)	H(高)	K	(kg)	L	L1	W(宽)	H(高)	K	(kg)
AERVE 2100 X(Q)R LD XZ-Z	VS21-R-R	2221	3318	961	976	1097	451	4050	2587	961	976	731	492
AERVE 3000 X(Q)R LD XZ-Z	VS30-R-R	2221	3318	961	1240	1097	499	4050	2587	961	1240	731	544
AERVE 4000 X(Q)R LD XZ-Z	VS40-R-R	2221	3318	1168	1240	1097	603	4050	2587	1168	1240	731	652
AERVE 5500 X(Q)R LD XZ-Z	VS55-R-R	2587	3684	1339	1510	1463	767	4415	2953	1339	1510	731	825
AERVE 7500 X(Q)R LD XZ-Z	VS75-R-R	2587	3684	1480	1750	1463	917	4415	2953	1480	1750	731	983
AERVE 10000 X(Q)R LD XZ-Z	VS100-R-R	2953	4050	1660	1950	1829	1105	4781	3318	1660	1950	731	1189
AERVE 12000 X(Q)R LD XZ-Z	VS120-R-R	2953	4050	1891	2024	1829	1289	4781	3318	1891	2024	731	1379
AERVE 15000 X(Q)R LD XZ-Z	VS150-R-R	2953	4050	2085	2226	1829	1525	5147	3684	2085	2226	731	1705
AERVE 18000 X(Q)R LD XZ-Z	VS180-R-R	2953	4050	2085	2714	1829	2053	5147	3684	2085	2714	731	2241
AERVE 23000 X(Q)R LD XZ-Z	VS230-R-R	2953	4050	2493	2714	1829	2412	5147	3684	2493	2714	731	2625
AERVE 30000 X(Q)R LD XZ-Z	VS300-R-R	3318	4415	2585	3312	2194	2770	5513	4050	2585	3312	731	3004
AERVE 40000 X(Q)R LD XZ-Z	VS400-R-R	3318	4415	3085	3778	2194	3993	5513	4050	3085	3778	731	4287
AERVE 50000 X(Q)R LD XZ-Z	VS500-R-R	3684	4781	3585	3778	2560	4904	5878	4415	3585	3778	731	5230
AERVE 65000 X(Q)R LD XZ-Z	VS650-R-R	4050	5147	3697	4732	2926	6018	6244	4781	3697	4732	731	6403

- 注：1. 本页按上海威柯空调设备有限公司提供的技术资料编制。
2. 冷加盘管、加湿器等性能参数可根据实际需要，并参照具体产品资料选用。
3. 本表过滤器阻力值为对应板式粗效过滤器的阻力数据。
4. 显热回收时，热回收效率可取较大值；全热回收时，热回收效率可取较小值。
5. 实际的热回收效率应按选定的具体产品并依据设计工况（冬、夏季）条件选取。



转轮式热回收选用实例

已知:某地区大气压为101325Pa—空调系统,需16.83Kg/s (50000m<sup>3</sup>/h)的新风量,冬季排风温度26℃,湿度70%,夏季排风温度27℃,湿度70%,新风、排风比R<sub>f</sub> = 0.9。

求: 选用转轮式热回收器的型号, 并计算空气状态和热回收量。

解:

1. 查取本地区室外气象资料如下:

冬季 (室外干球温度-5℃, 湿度67%)

$i_1 = -0.92 \text{ kJ/kg}$      $d_1 = 0.0017 \text{ kg/kg}$

夏季 (室外干球温度35.2℃, 湿球温度26℃)

$i_1 = 80.34 \text{ kJ/kg}$      $d_1 = 0.0175 \text{ kg/kg}$

2. 查取室内排风参数:

冬季  $i_3 = 63.96 \text{ kJ/kg}$      $d_3 = 0.0148 \text{ kg/kg}$

夏季  $i_3 = 67.34 \text{ kJ/kg}$      $d_3 = 0.0157 \text{ kg/kg}$

3. 选择转轮式热回收装置:

由所需处理的新风量及迎面风速控制的要求,拟选用KT型转轮式热回收器, 根据本图集22页R<sub>f</sub> = 0.9查得: 选用直径为3800mm的转轮时, 通过转轮的实际迎面风速为2.65m/h, 显热效率为81%, 压力降为84Pa, 可选用本图集26页的VS500-R-R组合式热回收机组。

4. 计算空气离开转轮式热回收器时的状态:

注: 以上参数中空气重量均为干空气的重量

当转轮的转速为10r/min时,由本图集第18页图1-3可知, 潜热效率等于显热效率。由本图集总说明公式 (1)、公式 (2) 和以上所得数据知:

冬季  $t_2 = \eta (t_3 - t_1) + t_1$   
 $= 0.81 \times [26 - (-5)] + (-5) = 20.11 (^\circ\text{C})$   
 $d_2 = \eta (d_3 - d_1) + d_1$   
 $= 0.81 \times (0.0148 - 0.0017) + 0.0017 = 0.012 (\text{kg/kg})$   
夏季  $t_2 = t_1 - \eta (t_1 - t_3)$   
 $= 35.2 - 0.81 \times (35.2 - 27) = 28.56 (^\circ\text{C})$   
 $d_2 = d_1 - \eta (d_1 - d_3)$   
 $= 0.0175 - 0.81 \times (0.0175 - 0.0157) = 0.016 (\text{kg/kg})$ 。

查焓湿图得: 夏季  $i_2 = 69.69 \text{ kJ/kg}$ , 冬季  $i_2 = 50.76 \text{ kJ/kg}$ 。

5. 计算转轮式热回收器回收的冷(热)量:

由本图集总说明公式 (4) 和以上所得数据可知:

夏季  $Q = G_x (i_1 - i_2)$   
 $= 16.83 \times (80.34 - 69.69) = 179.24 (\text{kW})$   
冬季  $Q = G_x (i_2 - i_1)$   
 $= 16.83 \times [50.76 - (-0.92)] = 869.77 (\text{kW})$

转轮式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	陈闯瑞	陈闯瑞	页 29

# 板式和板翅式热回收说明

## 1. 板式和板翅式热回收原理

由金属或非金属板材间隔并密闭分开，形成两个独立的气流通道，通常将此称为板式或板翅式热回收。此类热回收是依靠板两侧流过的空气（新风和排风）存在的温度或湿度差，当新风和排风以交叉或逆流形式流经密闭的两侧板间时（见图2-1），两侧将进行能量的交换。

板式热回收在两侧仅进行温度的显热量形式交换；板翅式热回收由于换热材料采用的是多孔纤维，当隔板两侧气流之间存在温度和水蒸气分压力差时，两气流之间就产生传热和传质的能量交换过程，即进行了温度和湿度的全热交换。

## 2. 板式和板翅式热回收装置

2.1 板式或板翅式热回收装置主要由以下部分组成：板式或板翅式热回收器、送排风机、空气过滤器、冷热盘管以及加湿器等，装置的系统流程及组成见本图集第14页。

2.2 板式热回收器属显热回收，其通常由光滑的金属或非金属塑料板装配而成，形成基本的波纹板交叉叠积平面通道。板间一般形成△形、U形或Π形截面，在一定的设备体积条件下，气流与板之间的接触面积增大。

2.3 板翅式热回收器属全热回收，其结构形式与板式基本相同，

仅在构成热交换的材质上有所不同。板翅式热回收通常采用非金属多孔纤维性材料（如纸或膜）作为基材制成换热的单元体。单元体的波纹板交叉叠积，并用胶使其峰谷与隔板粘结而组成。

2.4 板间两侧气流的流向主要有两种形式，即交叉流和逆流（见图2-2），交叉流式通常应用较普遍，但热回收效率略低；逆流式应用较少，热回收效率较高。

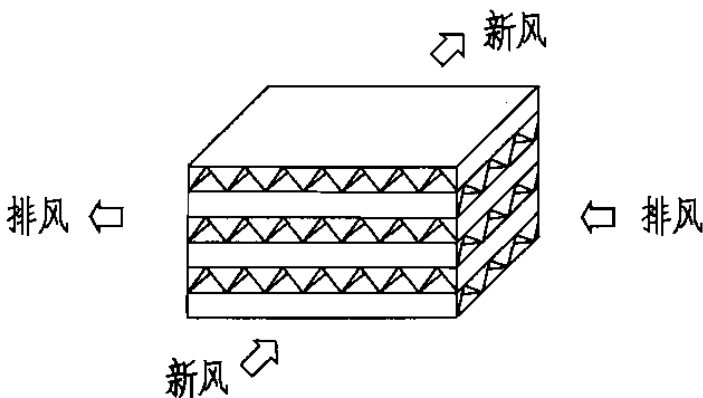


图2-1 板式和板翅式热回收器结构示意图

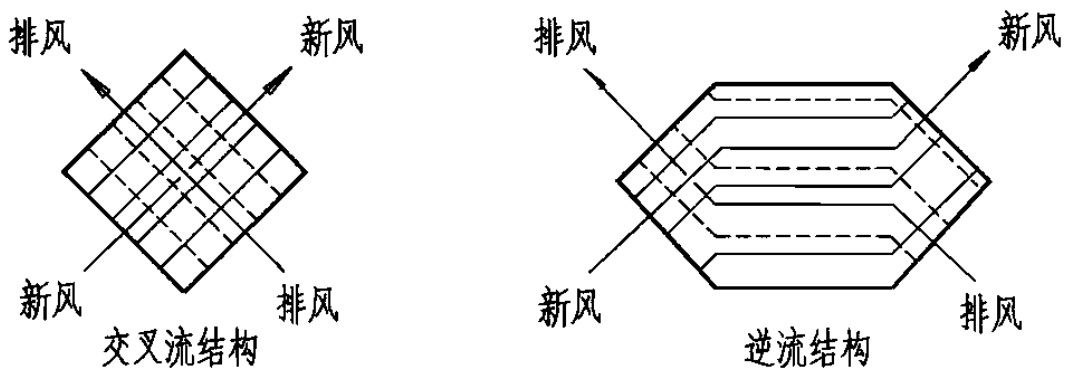


图2-2 板式和板翅式热回收器内部介质流向示意图

板式和板翅式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王立峰	校对	周敏	制图	王立峰	页	30

2.5 板式和板翅式热回收器由于自身无需动力，属于静止式热回收器，新风、排风交叉污染和泄漏量小于等于5%。

2.6 板式和板翅式热回收装置热回收效率的评价见本图集总说明的第2.3条，该类装置的热回收效率通常为50%~80%。

3. 热回收装置分类及性能特点

3.1 板式和板翅式热回收装置一般分类见表2-1。

表2-1 板式和板翅式热回收装置分类

分类依据	分 类 内 容
回收能量形式	显热、全热
热回收芯体材质	显热类：铝箔、不锈钢、塑料 全热类：多孔纤维性材料如纸或膜
介质流向	交叉流、逆流

3.2 常用的板式和板翅式热回收器性能与特点。

3.2.1 热回收器内各介质流向的对比见表2-2。

表2-2 各介质流向的对比

介质流向形式	交叉流型结构	逆流型结构
热回收结构	简 单	复 杂
热回收效率	低	高
气体密封性	好	差
实际应用	较 广	较 少

3.2.2 板式和板翅式热回收性能与特点见表2-3。

表2-3 板式和板翅式热回收性能与特点

热回收器类型	板式热回收	板翅式热回收
回收能量形式	显热	全热
芯体材质	金属或非金属塑料	多孔纤维非金属性材料
全热效率 $\eta_i$	—	50%~73%
显热效率 $\eta_t$	50%~80%	50%~75%
潜热效率 $\eta_d$	—	50%~72%
迎风面风速	1~5m/s	1~3m/s
压力损失	100~1000Pa	100~500Pa
适用温度	-60~800℃	-10~50℃
承受工作压力	大	小
允许空气含尘量	一般	高
芯体使用寿命	长	较短
设备一次性投资	高	较低

4. 热回收装置的控制

板式和板翅式热回收装置的控制原理可参见本图集第15页。板式和板翅式热回收装置与转轮式相比，在控制中最主要的不同点

是转轮式有驱动电机，而板式和板翅式没有。

5. 板式和板翅式热回收装置的设计选用及计算

5.1 热回收装置的设计选用及计算步骤

5.1.1 板式和板翅式热回收装置的设计选用及计算步骤:

- 1) 由新风和排风气体的特性，选择合适的热回收装置;
- 2) 由新风量和计算风量比R选择迎面风速 $v_y$ ，根据给定的热回收器性能曲线图或表，查得热回收效率、压降，并选定热回收器的规格和尺寸;
- 3) 由热回收效率，计算处理后新风的空气参数;
- 4) 计算装置的热回收量;
- 5) 选择计算热回收装置的其他配套设备（如送排风机、冷热盘管、加湿器以及空调机组等）;
- 6) 绘制相关图纸。

5.1.2 板式热回收器的设计选用

当无合适的热回收器性能曲线图或表可查时，对于板式热回收器的设计选用，以上5.1.1中的步骤2)也可采用以下传统的方法计算获得，具体步骤为:

- 1) 计算传热系数 $K[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ 和换热单元数NTU(个)。

传热系数K为:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_X} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_P}} \tag{2-1}$$

式中  $\alpha_X$  —— 新风侧的换热系数 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ ;  
 $\alpha_P$  —— 排风侧的换热系数 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ ;  
 $\delta$  —— 板的厚度 (m);  
 $\lambda$  —— 板材的导热系数 $[W/(m \cdot ^\circ C)]$ 。  
 $\alpha_X$ 、 $\alpha_P$ 可近似按下式计算:

$$\alpha_X = \alpha_P = 49 v_y^{0.6} \tag{2-2}$$

式中  $v_y$  —— 新风或排风入口处的迎面风速 (m/s)。

换热单元数NTU(个)为:

$$NTU = KF/(G_X C_P) \tag{2-3}$$

$$F = 2LWH/(S + \delta) \tag{2-4}$$

式中  $F$  —— 换热面积 (m<sup>2</sup>);  
 $C_P$  —— 新风的比热容 $[J/(kg \cdot ^\circ C)]$ ，一般取1.01;  
 $G_X$  —— 新风量 (kg/s) ;  
 $S$  —— 板间距 (m);  
 $L$ 、 $W$ 、 $H$  —— 热回收器的长、宽、高，(m)。

板式和板翅式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	王立峰	王立峰	页 32



2) 由换热单元数NTU和新风排风比 $R_f$ ，查图2-3得到显热回收效率 $\eta_t$ 。

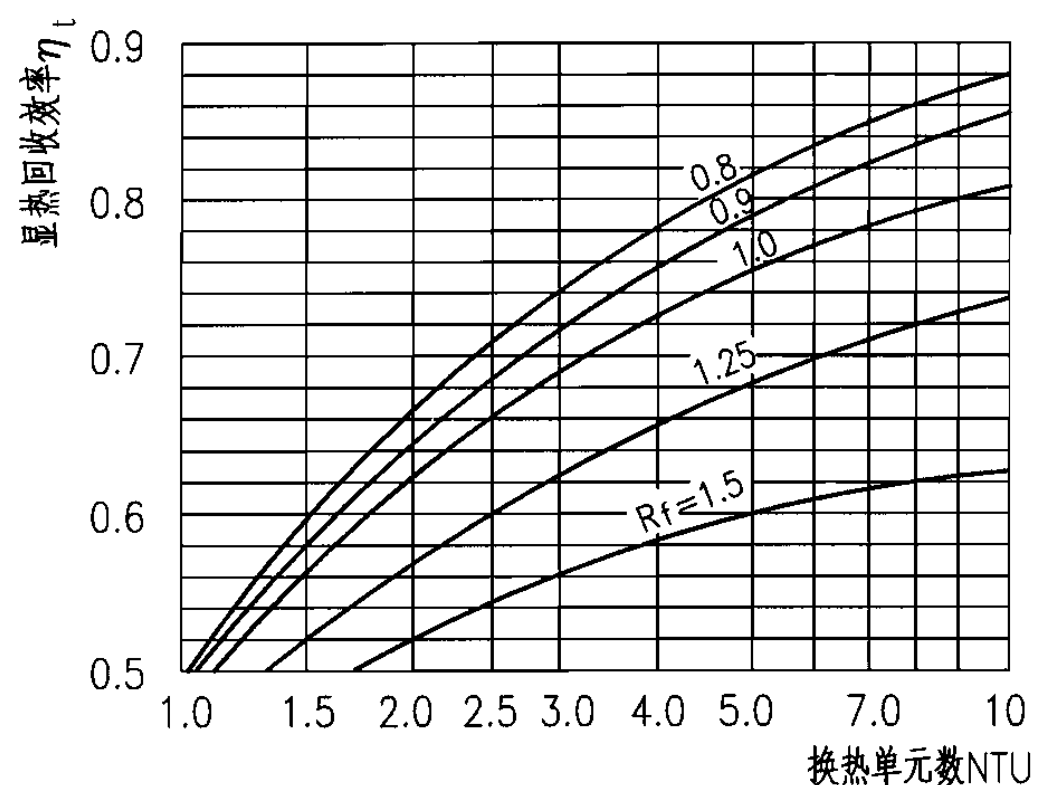


图2-3 板式热回收器热回收效率图

3) 由迎面风速 $v_y$ ，计算压力降 $\Delta P$  (Pa):

$$\Delta P = 17v_y^{1.75} \quad (2-5)$$

式(2-5)中，当换热器表面出现凝水时(即湿工况)， $\Delta P$ 应乘以1.2~1.3的湿工况系数。其排风迎面风速 $v$ 低时取下限值；新风迎面风速 $v$ 高时取上限值。

5.1.3 板翅式热回收器一般由若干只换热芯体组合而成，常用的

每只换热芯体额定风量为 $1250\text{m}^3/\text{h}$ 。

5.1.4 板翅式热回收器的一般性能及外形尺寸，可按本图集第35页内容选用。热回收效率 $\eta$ 的选取应根据设计工况，按本图集第36~37页中的工况选用。

5.2 设计选用原则及要点

5.2.1 板式和板翅式热回收装置的选择，应在充分了解处理空气的参数特性后确定，特别是板翅式热回收装置对空气中含尘的成分、温度等有一定的使用限制要求。

5.2.2 一般当新风温度低于 $-10^\circ\text{C}$ 时，排风侧可能出现结霜或结冰现象，此时不宜选用板式和板翅式热回收装置；如选用应采取在新风进风侧增设空气预热器等相应的防冻措施，空气预热器的设置容量，在不相对影响热回收量的前提下合理匹配。

5.2.3 对于板翅式全热回收装置与其他装置相比，热回收效率将随使用时间的延长和换热芯体含尘量的增加而降低。

5.2.4 对于处理风量大或空气处理功能较多的热回收装置，宜采用组合式热回收机组，常用的机组组合方式见本图集第40~41页。

5.2.5 热回收器应在处理空气的两侧设置观察和测试窗口，

## 板式和板翅式热回收说明

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 王立峰

校对 周敏

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

设计 王立峰

页

33

尺寸见本图集第19页表1-4。

5.2.6 当单回程（或称一级）板式和板翅式热回收芯体的热回收效率不能满足需要时，热回收器的芯体可采用多回程的形式（见图2-4）。

5.2.7 当处理风量较小、空气处理功能单一、对热回收装置要求（如过滤、控制等）较低时，可采用整体吊装式热回收机组。

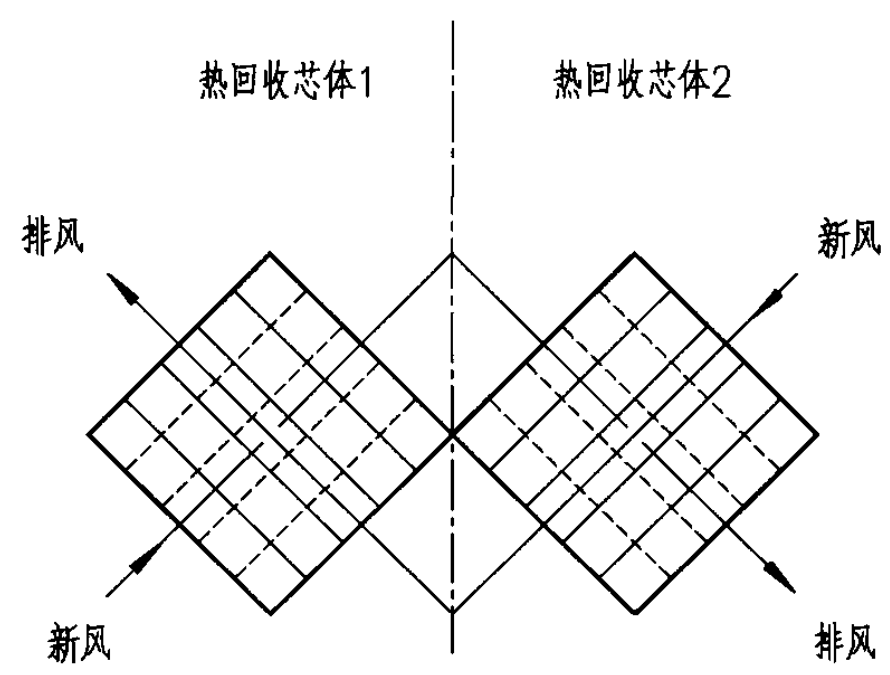
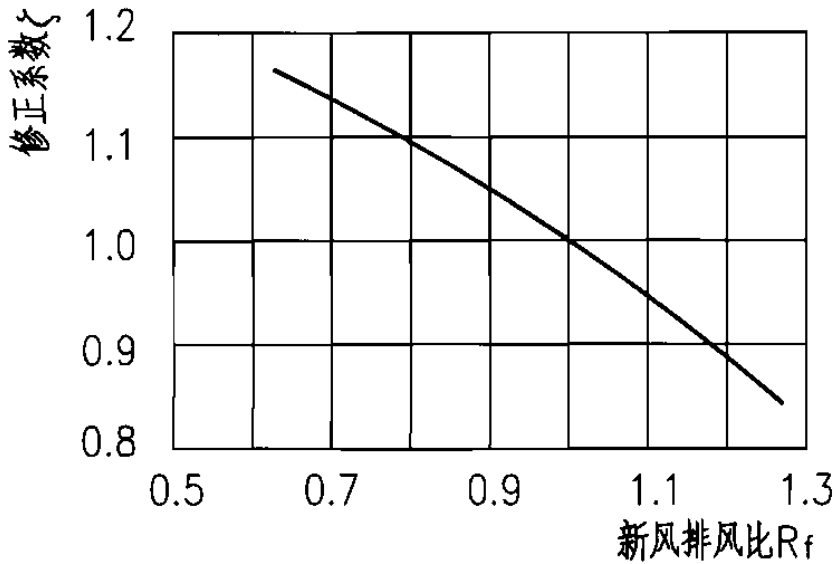


图2-4 多回程形式热回收器示意图

板式和板翅式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	王立峰	王立峰	页 34

常用单元组合板翅式热回收器性能参数

额定风量 (m³/h)		2500	3750	5000	5000	7500	10000	11250	15000	20000	25000
箱体数 (个)		1	1	1	2	2	2	3	3	4	5
每只箱体内含芯体数 (只)		2	3	4	2	3	4	3	4	4	4
热回收芯体总数 (只)		2	3	4	4	6	8	9	12	16	20
芯体压力损失 (Pa)		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
外形尺寸 (mm)	L (长)	1130	1645	2160	1130	1645	2160	1645	2160	2160	2160
	W (宽)	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
	H (高)	850	850	850	1705	1705	1705	2560	2560	3415	4270
运行重量 (kg)		180	260	340	360	520	680	780	1020	1360	1700



板翅式热回收效率修正图

注：1.  $R_f < 1$ 室内为正压； $R_f > 1$ 室内为负压。  
2. 板翅式热回收器中，热回收效率是以平均每个换热器芯体的新风、排风量 $1250\text{m}^3/\text{h}$ 为准编制的。  
3. 本图集第36~37页中热回收效率是以新风排风比 $R_f=1$ 编制的；当 $R_f \neq 1$ 时，热回收效率 $\eta$ 应乘于修正系数 $\zeta$ 。

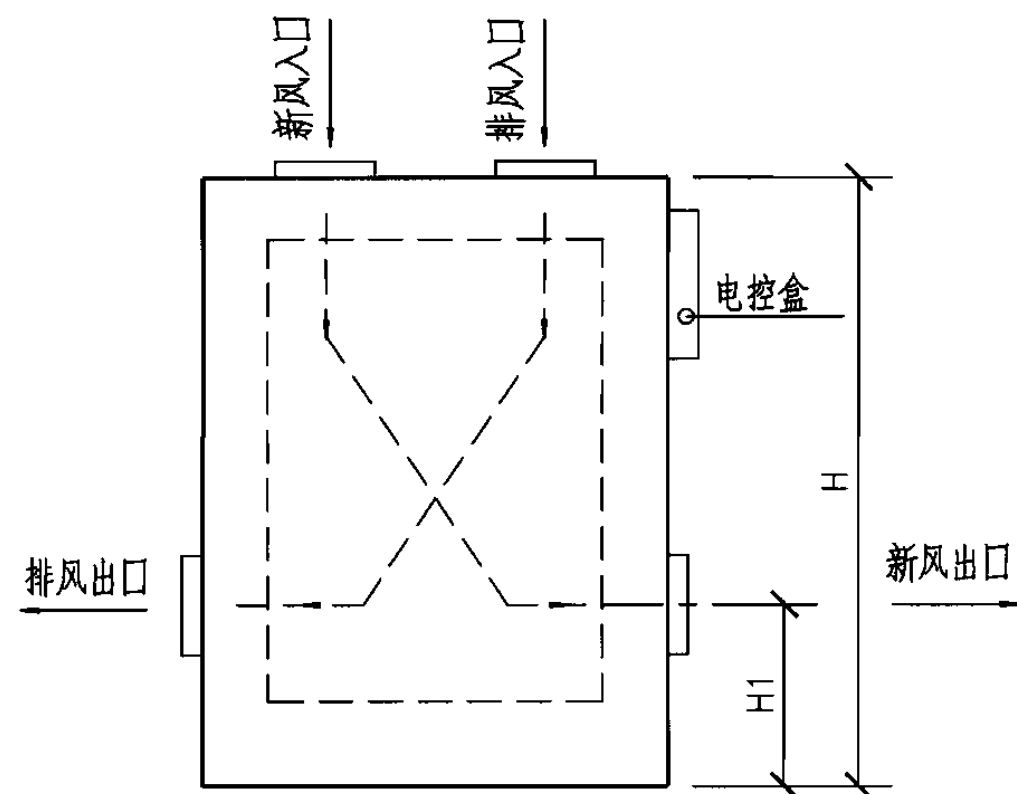
板翅式热回收器全热回收效率  $\eta_i$  (%) (夏季工况)

室外 \ 室内		室内温度	22℃			24℃			26℃			28℃		
室外温度	湿球温度(℃)	相对湿度	40%	50%	60%	40%	50%	60%	40%	50%	60%	40%	50%	60%
	(相对湿度)	焓 (kJ/kg)	38.9	43.1	47.3	43.1	47.9	52.7	47.6	53.0	58.4	52.3	58.4	64.6
36℃	30(64.8%)	99.4	52.6	53.0	53.5	52.1	52.6	53.2	51.6	52.2	52.9	51.1	51.7	52.5
	28(54.8%)	89.4	53.7	54.3	55.0	53.2	53.9	54.9	52.7	53.6	54.7	52.1	53.2	54.7
	27(50.1%)	84.7	54.3	55.1	56.0	53.9	54.8	56.0	53.4	54.6	56.1	52.9	54.3	56.6
	26(45.5%)	80.2	55.1	56.0	57.2	54.7	55.9	57.4	54.3	55.8	58.0	53.8	55.8	59.3
34℃	30(74.9%)	99.5	51.8	52.1	52.6	51.3	51.7	52.1	50.7	51.1	51.7	50.0	50.5	51.1
	28(63.8%)	89.5	52.7	53.2	53.8	52.2	52.8	53.5	51.5	52.2	53.2	50.8	51.6	52.8
	27(58.4%)	84.7	53.3	54.0	54.7	52.7	53.5	54.4	52.1	53.0	54.3	51.4	52.4	54.1
	25(48.5%)	75.9	54.7	55.7	57.0	54.2	55.5	57.2	53.7	55.2	57.9	53.0	55.1	59.6
32℃	30(86.5%)	99.6	51.0	51.3	51.6	50.4	50.7	51.1	49.7	50.0	50.5	49.0	49.3	49.7
	28(74.0%)	89.6	51.7	52.2	52.7	51.1	51.6	52.2	50.4	50.8	51.6	49.5	50.0	50.8
	26(62.4%)	80.3	52.7	53.4	54.2	52.1	52.9	53.9	51.3	52.1	53.5	50.3	51.3	53.0
	24(51.7%)	71.9	54.2	55.2	56.7	53.6	54.9	56.9	52.8	54.5	57.6	51.8	54.0	60.0
30℃	25(66.9%)	76.1	52.1	52.8	53.6	51.3	52.0	53.1	50.3	51.0	52.3	48.9	49.6	51.1
	24(61.0%)	72.0	52.7	53.6	54.7	51.9	52.9	54.4	50.8	51.9	54.0	49.3	50.5	53.4
	23(55.4%)	68.0	53.5	54.6	56.2	52.7	54.1	56.3	51.6	53.2	56.9	50.0	51.9	—
	22(49.9%)	64.2	54.4	56.0	58.2	53.7	55.7	59.3	52.6	55.4	63.4	50.9	—	—

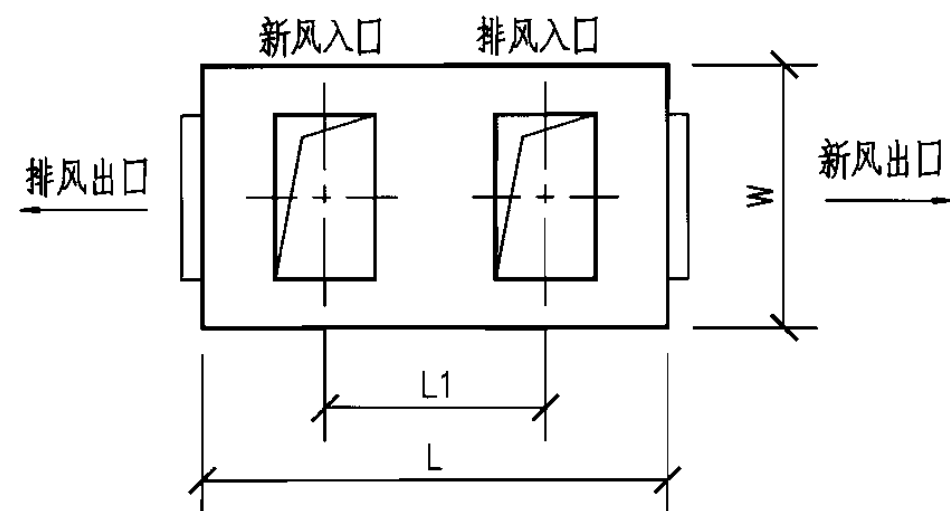


板翅式热回收器全热回收效率  $\eta_i$  (%) (冬季工况)

室外 \ 室内		室内温度	18℃			20℃			22℃			24℃		
室外温度	湿球温度(℃)	相对湿度	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%	30%	40%	50%
	(相对湿度)	焓 (kJ/kg)	27.9	31.1	34.4	31.2	34.9	38.6	34.7	38.9	43.1	38.3	43.1	47.9
4℃	3(85.1%)	14.8	72.0	67.0	63.6	69.8	65.5	62.6	68.1	64.4	61.7	66.8	63.4	61.0
	2.5(77.8%)	13.8	70.3	65.9	62.8	68.5	64.7	62.0	67.1	63.7	61.2	66.0	62.9	60.6
	2(70.6%)	12.9	68.9	64.9	62.1	67.4	63.9	61.4	66.3	63.1	60.8	65.3	62.4	60.2
	1.5(63.6%)	12.0	67.6	64.0	61.5	66.4	63.2	60.9	65.5	62.5	60.4	64.7	61.9	59.9
0℃	-1(82.2%)	7.75	67.8	64.9	62.7	66.8	64.1	62.0	66.0	63.4	61.4	65.2	62.7	60.8
	-1.5(73.6%)	6.92	67.0	64.3	62.2	66.1	63.6	61.6	65.4	62.9	61.0	64.7	62.3	60.5
	-2(65.0%)	6.11	66.2	63.7	61.7	65.5	63.1	61.2	64.9	62.5	60.7	64.2	62.0	60.2
	-2.5(56.5%)	5.31	65.5	63.1	61.3	64.9	62.6	60.8	64.3	62.1	60.4	63.8	61.6	60.0
-4℃	-4.5(89.1%)	2.18	66.9	64.6	62.8	66.2	64.0	62.2	65.6	63.4	61.7	64.9	62.8	61.1
	-5(78.3%)	1.43	66.3	64.2	62.4	65.7	63.6	61.9	65.1	63.0	61.4	64.6	62.5	60.9
	-5.5(67.8%)	0.0685	65.8	63.7	62.1	65.2	63.2	61.6	64.7	62.7	61.1	64.2	62.2	60.6
	-6(57.2%)	-0.0496	65.3	63.3	61.7	64.8	62.9	61.3	64.3	62.4	60.9	63.8	61.9	60.4
-8℃	-9(73.1%)	4.34	65.7	63.9	62.5	65.2	63.5	62.0	64.8	63.0	61.5	64.3	62.5	61.1
	-9.5(59.8%)	-5.02	65.3	63.6	62.2	64.9	63.2	61.8	64.5	62.7	61.3	64.0	62.3	60.9
	-10(46.6%)	-5.69	64.9	63.3	61.9	64.5	62.9	61.5	64.1	62.5	61.1	63.8	62.1	60.7
	-11(20.7%)	-7.02	64.2	62.7	61.4	63.9	62.4	61.1	63.6	62.0	60.7	63.2	61.6	60.3

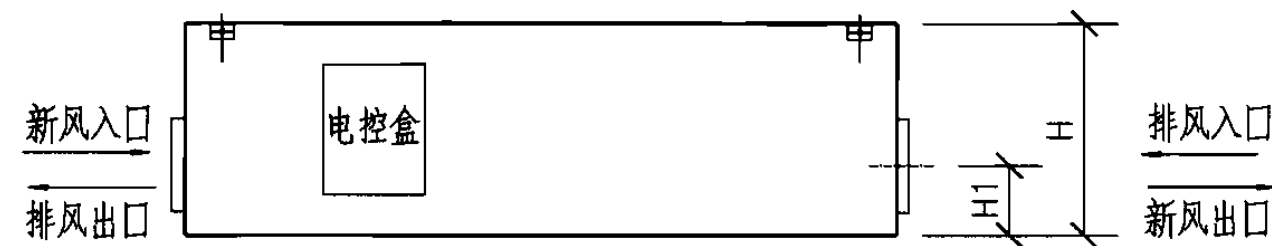


立面

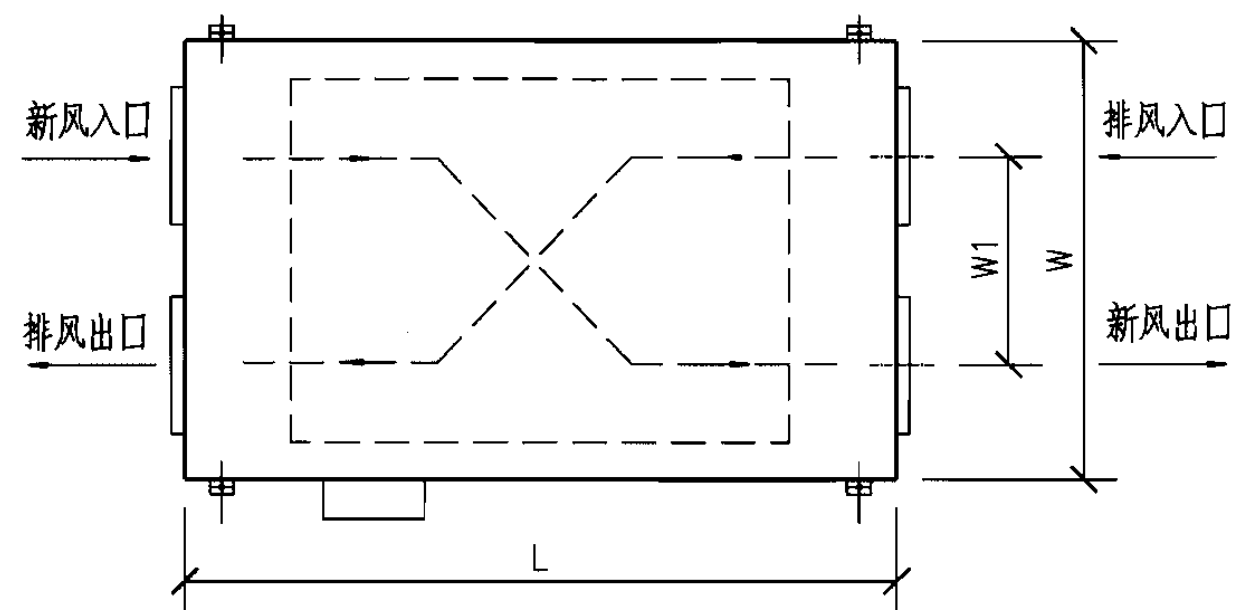


平面

立柜式热回收装置外形图



立面



平面

吊顶式热回收装置外形图

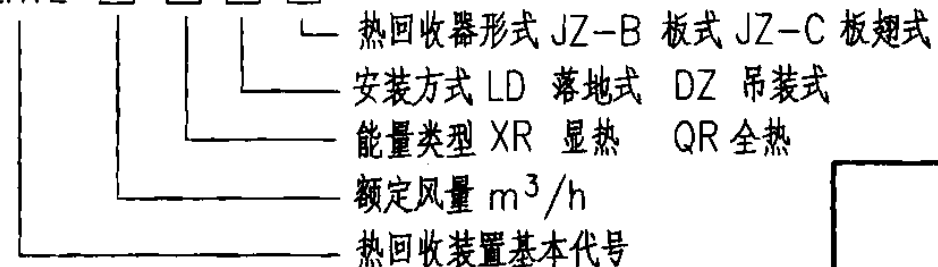
注： 本图为热回收通风装置的外形图，该类装置也可加装冷热盘管。

热回收通风装置外形图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王立峰	校对	周敏	制图	王立峰	页	38

板翅式热回收装置性能及外形尺寸

安装形式	国标通用型号	新风量 (m³/h)	全热效率 (%)		显热效率 (%)	出口静压 (Pa)	噪声 [dB(A)]	额定功率 (kW)	电 源 (V)	外形尺寸 (mm)						接口尺寸 (mmxmm)	净 重 (kg)
			制 冷	制 热						L	W	H	L1	W1	H1		
吊顶式	AERVE 3000 XR DZ JZ-B AERVE 3000 QR DZ JZ-C	3000	65	68	75	250	56	1.1	380	1400	1100	866	-	640	230	300x250	180
	AERVE 4000 XR DZ JZ-B AERVE 4000 QR DZ JZ-C	4000	66	69	76	300	63	2.0	380	1650	1600	866	-	840	230	350x300	280
	AERVE 5000 XR DZ JZ-B AERVE 5000 QR DZ JZ-C	5000	65	68	75	300	65	2.7	380	1650	1600	866	-	840	230	350x300	288
	AERVE 3000 XR LD JZ-B AERVE 3000 QR LD JZ-C	3000	66	70	76	210	61	1.4	380	1150	900	1440	528	-	515	400x620 (300x200)	265
	AERVE 4000 XR LD JZ-B AERVE 4000 QR LD JZ-C	4000	65	69	75	220	63	2.0	380	1150	900	1790	528	-	515	400x910 (350x300)	305
	AERVE 5000 XR LD JZ-B AERVE 5000 QR LD JZ-C	5000	66	69	75	260	65	3.0	380	1400	900	1840	700	-	515	500x910 (400x250)	370
立柜式	AERVE 6000 XR LD JZ-B AERVE 6000 QR LD JZ-C	6000	65	69	75	300	64	4.4	380	1550	1100	1890	775	-	723	600x910 (500x250)	530
	AERVE 8000 XR LD JZ-B AERVE 8000 QR LD JZ-C	8000	66	70	76	300	68	6.0	380	1650	1100	2340	825	-	723	650x1130 (400x400)	660
	AERVE 10000 XR LD JZ-B AERVE 10000 QR LD JZ-C	10000	66	70	76	300	69	6.0	380	1700	1100	2440	850	-	723	650x1420 (500x250)	720
	AERVE 15000 XR LD JZ-B AERVE 15000 QR LD JZ-C	15000	66	70	76	450	72	14.0	380	2200	1100	2890	1100	-	905	900x1640 (650x400)	980
	AERVE 20000 XR LD JZ-B AERVE 20000 QR LD JZ-C	20000	65	69	75	400	74	18.0	380	2550	1100	3240	1275	-	1230	1100x1930 (750x400)	1150
	AERVE 30000 XR LD JZ-B AERVE 30000 QR LD JZ-C	30000	65	69	75	500	77	30.0	380	3850	2100	3740	1925	-	1450	1750x2440 (1050x800)	2355

注：1. 国标通用型号的表示方法如下：AERVE □ □ □ □



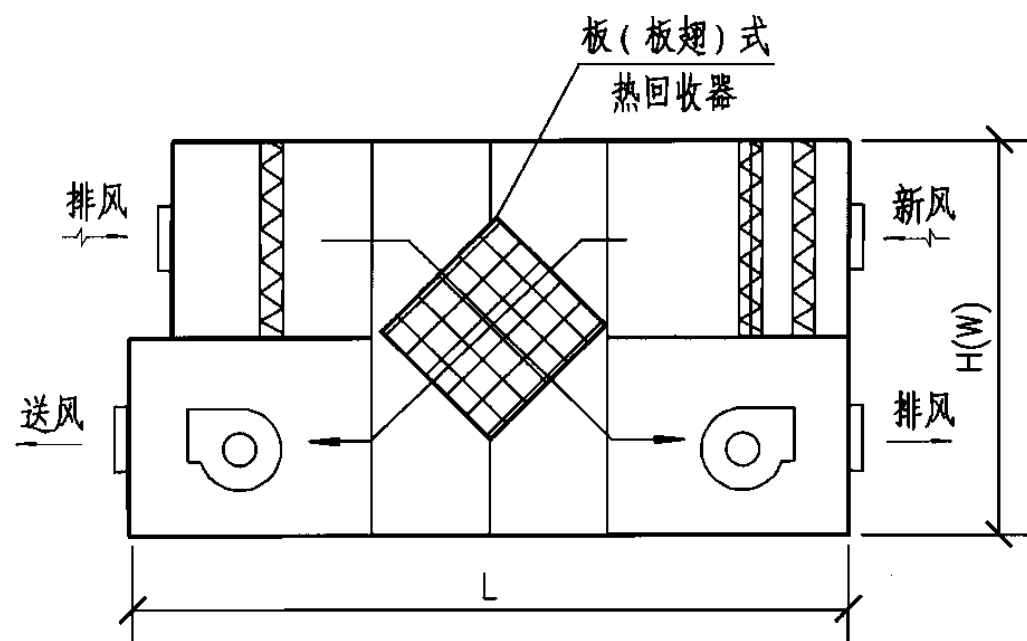
2. 本表显热效率对应板式热回收器，全热效率对应板翅式热回收器。

3. 扩号内的接口尺寸表示出风口尺寸，扩号外表示进风口尺寸。

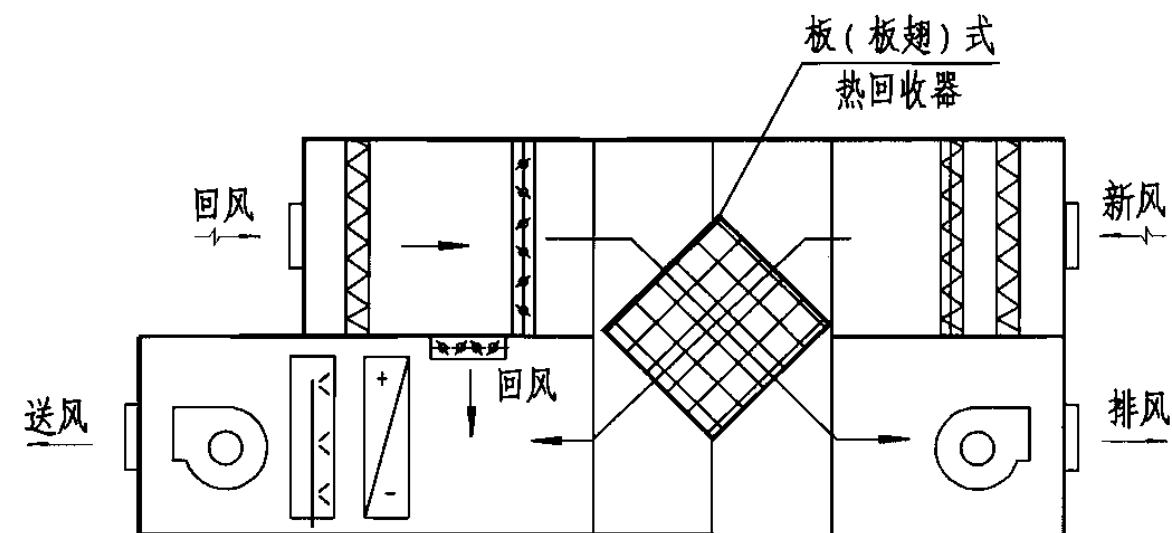
热回收通风装置性能及选用

图集号
 06K301-2

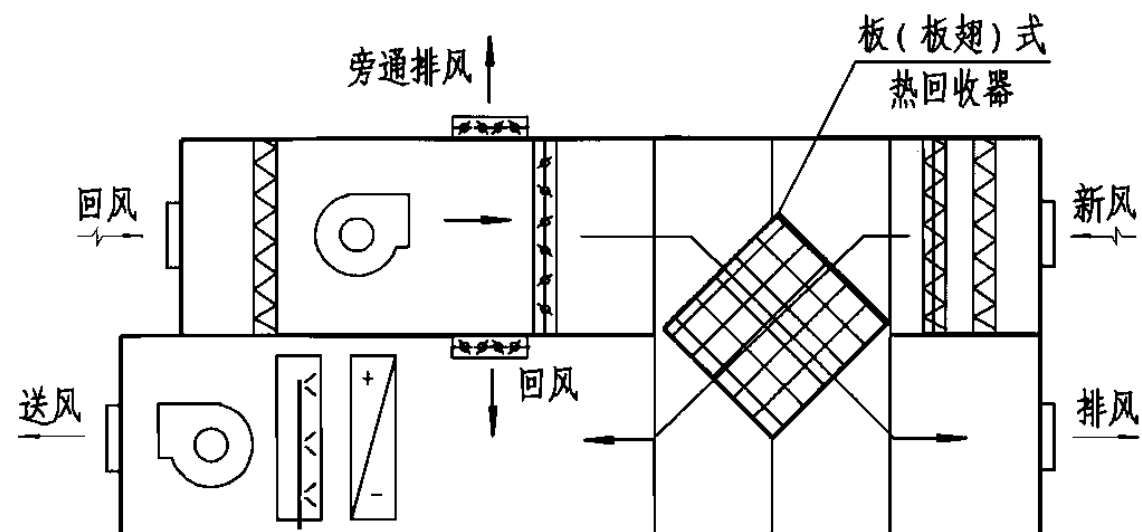
审核
 季伟
 设计
 王立峰
 校对
 周敏
 页
 39



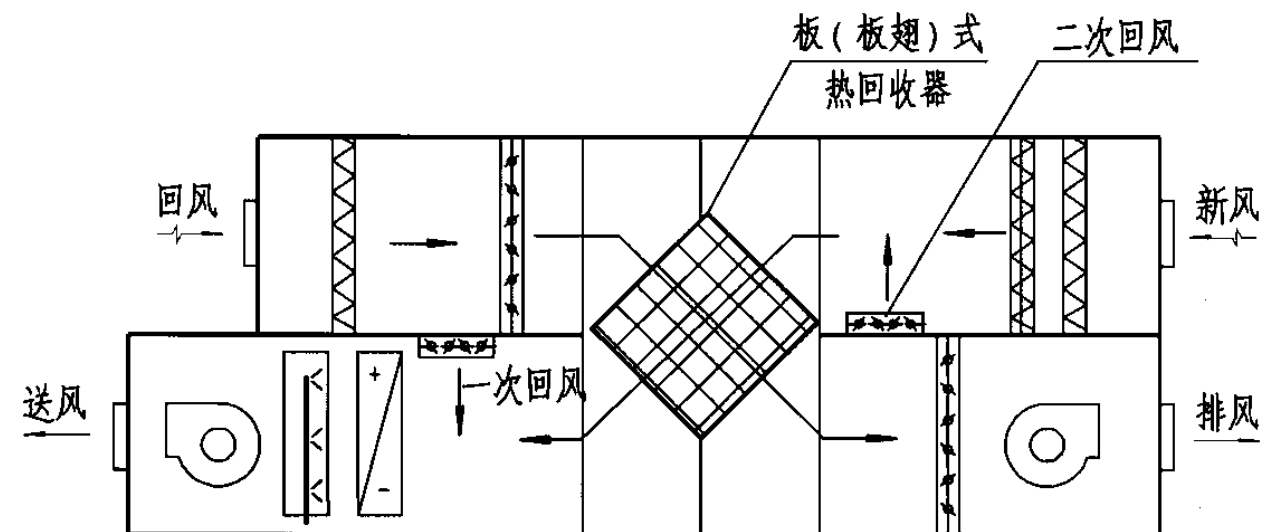
方式一



方式二



方式三



方式四

- 注：1. 方式一~方式四设置的机组，适合于水平或叠式布置。  
2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。  
3. 标注尺寸的组合方式相关数据可在本图集第42、43页中查取，  
其他组合方式的产品数据可参考企业产品样本或其网站。

### 组合式热回收机组组合示意图

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 王立峰

校对 周敏

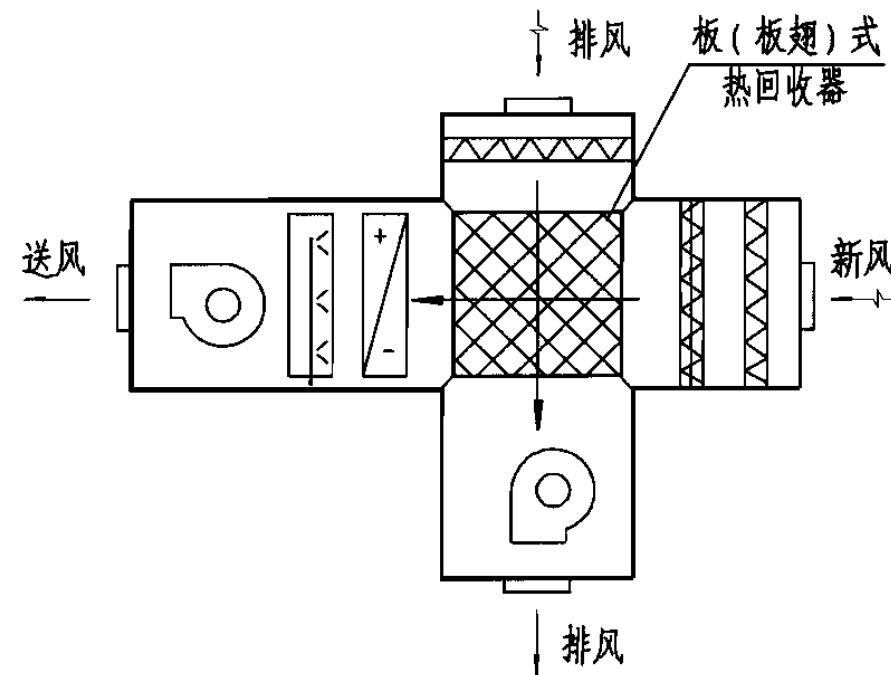
设计 王立峰

设计 王立峰

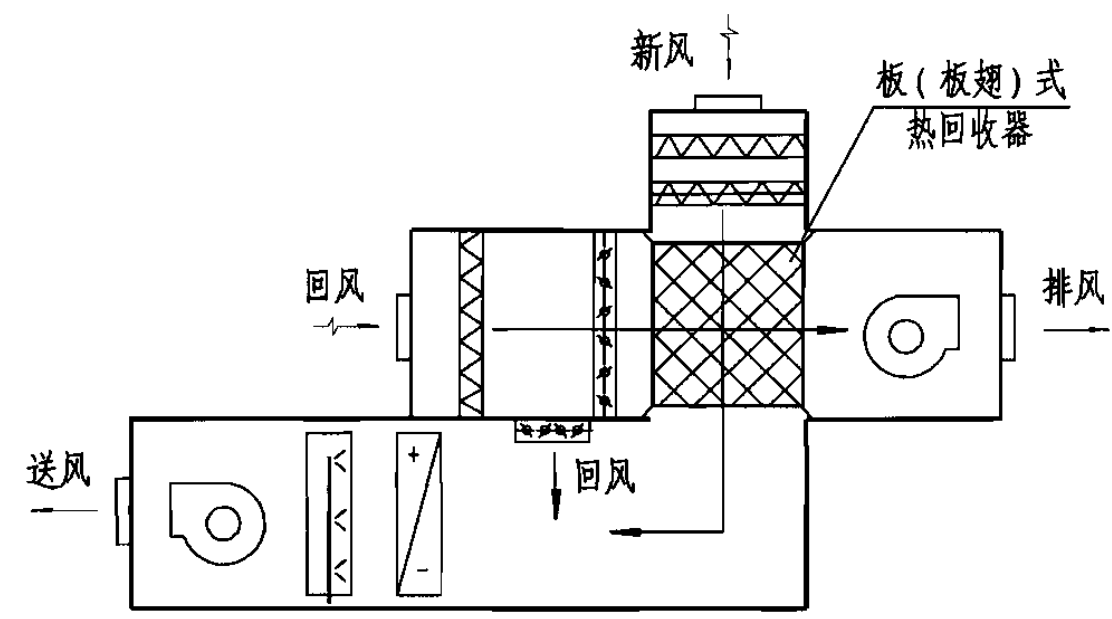
页

40

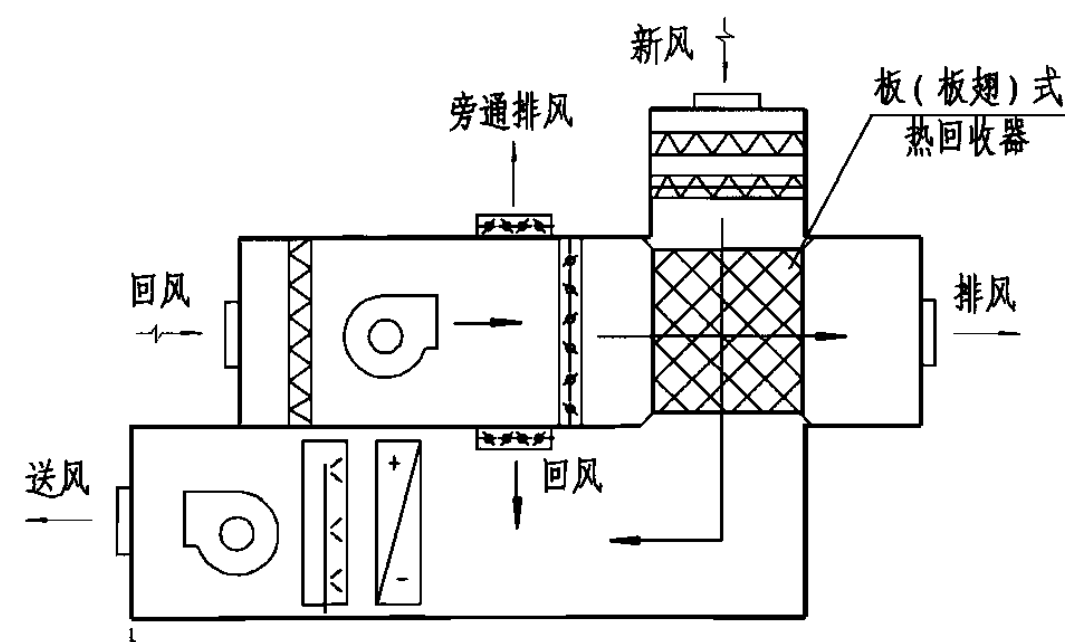




方式五



方式六



方式七

- 注：1. 方式五设置的机组，适合于水平布置；方式六、方式七设置的机组，适合于水平或叠式布置。  
 2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。  
 3. 方式三和方式七设置的机组，适合于热回收器压损较小的装置。

机组组合方式特点及说明

机组组合方式	方式一	方式二	方式三	方式四	方式五	方式六	方式七
热回收器安放形式	45°斜向	45°斜向	45°斜向	45°斜向	水平或垂直	水平或垂直	水平或垂直
系统功能形式	新风	空调	空调旁通	新风预热空调	新风	空调	空调旁通
旁通系统形式	无	无	有	无	无	无	有
排风渗漏量	少	较多	较多	多	少	多	多

组合式热回收机组组合示意图

图集号 06K301-2

热回收装置性能及尺寸表

机组型号		风量 (m³/h)			板式和板翅式热回收器				过滤器阻力
					风速 (m/s)		热回收效率	回收器压力损失	
国标通用型号	产品型号	额定风量	最小风量	最大风量	最大风速	迎面风速	(%)	(Pa)	(Pa)
AERVE 2100 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS21-R-P	2100	1310	3000	3.3	2.3	60~83	175	245
AERVE 3000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS30-R-P	3000	1600	4300	3.3	2.3	60~83	178	244
AERVE 4000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS40-R-P	4000	1960	5660	3.3	2.3	61~80	200	248
AERVE 5500 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS55-R-P	5500	3100	8200	3.3	2.2	61~80	190	242
AERVE 7500 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS75-R-P	7500	4500	11000	3.4	2.2	61~80	180	246
AERVE 10000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS100-R-P	10000	5700	13500	3.1	2.3	61~80	219	254
AERVE 12000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS120-R-R	12000	8350	18000	3.5	2.3	62~78	204	244
AERVE 15000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS150-R-P	15000	12000	22000	3.4	2.3	62~78	218	246
AERVE 18000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS180-R-P	18000	15000	27000	3.3	2.2	62~78	195	245
AERVE 23000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS230-R-P	23000	20000	33400	3.2	2.2	62~78	189	260
AERVE 30000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS300-R-P	30000	23000	44500	3.4	2.3	63~78	175	252
AERVE 40000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS400-R-P	40000	28000	60000	3.5	2.3	63~76	199	248
AERVE 50000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS500-R-P	50000	34000	67500	3.1	2.3	60~74	203	255
AERVE 65000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS650-R-P	65000	50000	95000	3.2	2.2	60~74	206	255

注：1. 国标通用型号表示方法如下：AERVE 

□

□

□

□

—

热回收形式 JZ-B 板式；JZ-C 板翅式

—

安装方式 LD 落地式；DZ 吊装式

—

能量类型 QR 全热；XR 显热

—

额定风量 m³/h

—

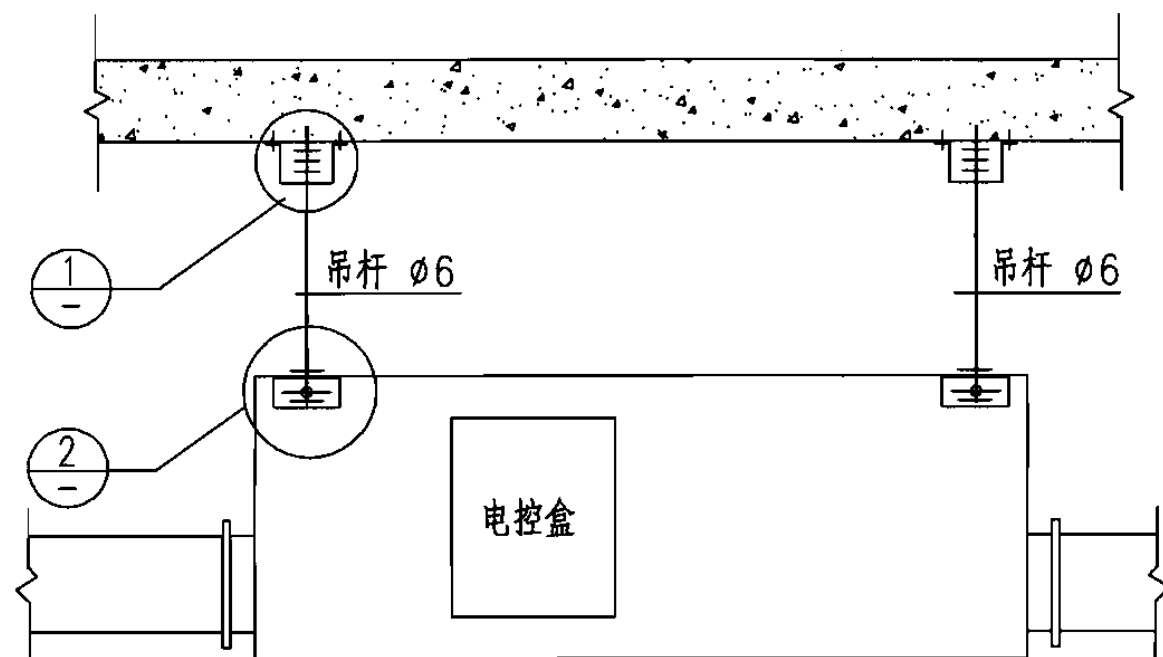
热回收装置基本代号

2. 本页按上海威柯空调设备有限公司提供的技术资料编制。

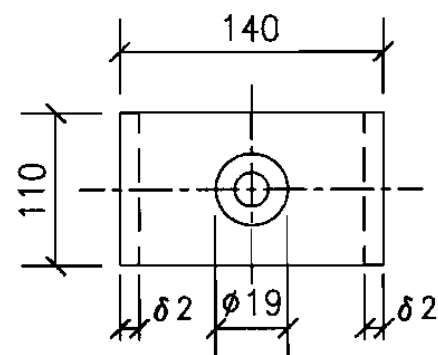
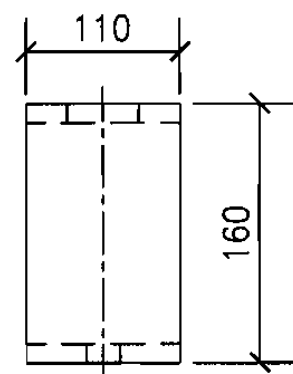
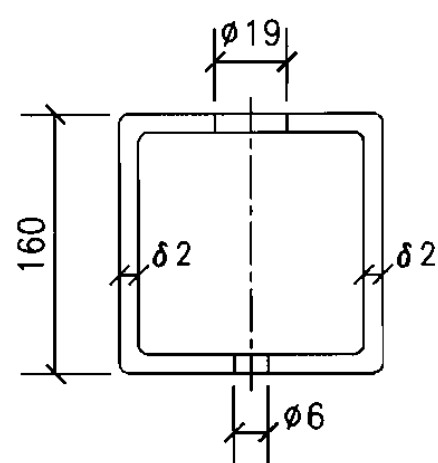
续前表

机组型号		机组余压	送风、排风机功率	内部漏风率	进出口接管尺寸	组合形式——方式一			
						外形尺寸 (mm)			设备重量
国标通用型号	产品型号	(Pa)	(kW)	(%)	(mm)	L	W(宽)	H(高)	(kg)
AERVE 2100 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS21-R-P	100~300	0.75~1.5	≤0.016	310×820	2590	960	980	415
AERVE 3000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS30-R-P	100~300	1.5~2.2	≤0.016	440×820	2590	960	1240	474
AERVE 4000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS40-R-P	150~350	1.5~3.0	≤0.016	310×1030	2590	1170	1240	553
AERVE 5500 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS55-R-P	150~350	1.5~5.5	≤0.016	580×1200	3320	1340	1510	742
AERVE 7500 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS75-R-P	150~350	2.2~7.5	≤0.016	700×1340	3320	1480	1750	906
AERVE 10000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS100-R-P	150~350	4.0~11.0	≤0.016	800×1520	3680	1660	1950	1099
AERVE 12000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS120-R-R	200~450	4.0~11.0	≤0.016	830×1750	3680	1890	2020	1221
AERVE 15000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS150-R-P	200~450	5.5~11.0	≤0.016	930×1950	4050	2090	2230	1475
AERVE 18000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS180-R-P	200~500	7.5~22.0	≤0.016	1140×1950	4050	2090	2710	1955
AERVE 23000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS230-R-P	200~500	11.0~22.0	≤0.016	1140×2350	4050	2490	2710	2246
AERVE 30000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS300-R-P	300~550	15.0~37.0	≤0.016	1440×2450	5150	2590	3310	3074
AERVE 40000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS400-R-P	300~650	15.0~45.0	≤0.016	1670×2950	5150	3090	3780	3898
AERVE 50000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS500-R-P	300~850	18.5~55.0	≤0.016	1670×3450	5510	3590	3780	4549
AERVE 65000 X(Q)R LD JZ-B(C)	VS650-R-P	300~900	18.5~55.0	≤0.016	2150×3560	6610	3700	4730	6000

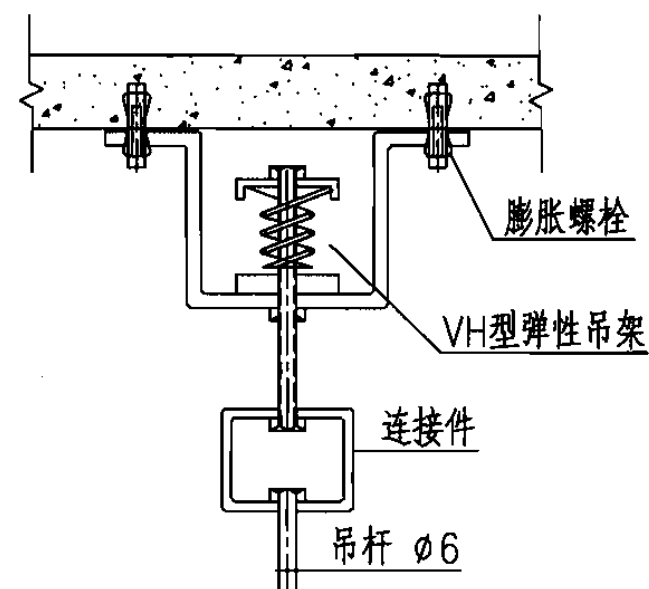
- 注：1. 本页按上海威柯空调设备有限公司提供的技术资料编制。
2. 冷加盘管、加湿器等性能参数可根据实际需要，并参照具体产品资料选用。
3. 本表过滤器阻力值为对应板式粗效过滤器的阻力数据。
4. 板式显热回收时，热回收效率可取较大值；板翅式全热回收时，热回收效率可取较小值。
5. 实际的热回收效率应按选定的具体产品资料，并依据设计工况（冬、夏季）条件选用。
6. 本表中送风、排风机功率为在机组提供的余压范围内可供选择的电机功率范围。



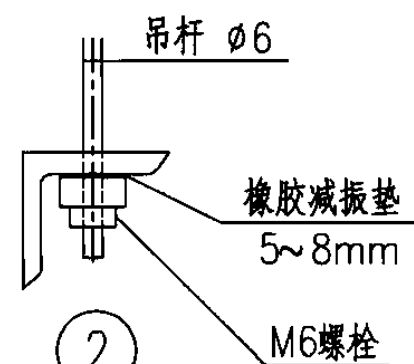
吊顶式热回收装置吊装图



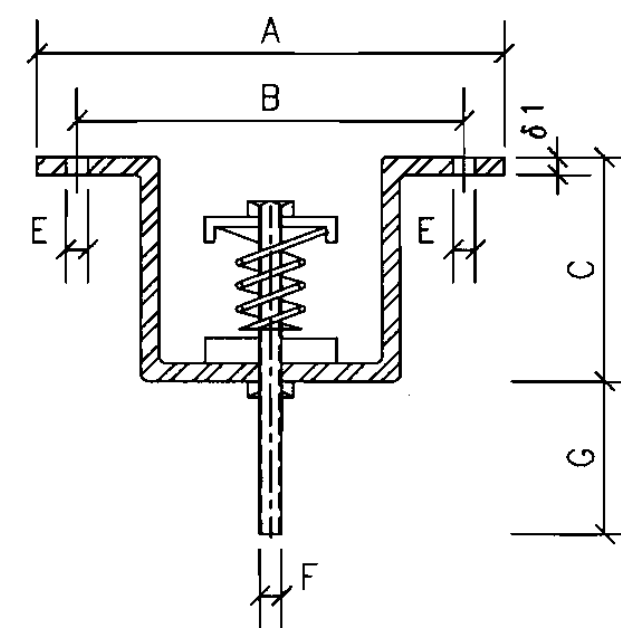
连接件零件图



1



2



VH型弹性吊架结构图

VH型弹性吊架选用表 (mm)

型号	额定荷载 (kg)	A	B	C	D	E	F	G	Ø 1	Ø 2
VHA	61	146	130	134	84	Ø10	M16	126	10	4
VHB	88	146	130	134	84	Ø10	M16	126	10	4
VHC	133	146	130	134	84	Ø10	M16	125	10	4
VHD	167	146	130	134	84	Ø10	M16	125	10	4
VHE	185	146	130	134	84	Ø10	M16	127	10	4
VHF	435	220	171	150	124	Ø14	M16	107	10	8

吊顶式热回收装置安装图

图集号

06K301-2



板翅式热回收选用实例

已知:某地区大气压为101325Pa一空调系统,需1.01Kg/s (3000m<sup>3</sup>/h)  
的新风量,冬季排风温度22°C,湿度40%,夏季排风温度26°C,  
湿度60%,新风、排风比R<sub>f</sub> = 1.1。

求: 选用板翅式热回收器的型号, 并计算空气状态和热回收量。

解:

1. 查取本地区室外气象资料如下:

冬季 (室外干球温度-4°C, 湿度67%)

$i_1=0.46\text{kJ/kg}$       $d_1=0.0018\text{kg/kg}$

夏季 (室外干球温度34.0°C , 湿球温度28.2°C)

$i_1=90.55\text{kJ/kg}$       $d_1=0.022\text{kg/kg}$

2. 查取室内排风参数:

冬季  $i_3=38.89\text{kJ/kg}$       $d_3=0.007\text{kg/kg}$

夏季  $i_3=58.46\text{kJ/kg}$       $d_3=0.013\text{kg/kg}$

3. 选择板翅式热回收装置:

根据处理的新风量查本图集第42页, 可选VS30-R-R型组合式  
热回收机组, 额定风量3000m<sup>3</sup>/h, 回收器压力损失为178Pa, 过滤  
器阻力为244Pa。

4. 计算空气离开板翅式热回收器时的状态:

由已知室内外计算参数查本图集第36、37页可知:

冬季:  $\eta_i=62.7\%$      夏季:  $\eta_i=53.2\%$

根据新风量与排风量的比R<sub>f</sub> = 1.1, 查本图集第35页板翅式热  
回收效率修正图得:  $\xi=0.95$ 。

冬季  $i_2=\xi \eta_i (i_3-i_1) + i_1$   
 $=0.95 \times 62.7\% \times (38.89-0.46) + 0.46$   
 $=23.35 \text{ (kJ/kg)}$

夏季  $i_2=i_1-\xi \eta_i (i_1-i_3)$   
 $=90.55-0.95 \times 53.2\% \times (90.55-58.46)$   
 $=74.33 \text{ (kJ/kg)}$

5. 计算板翅式热回收器回收的冷(热)量:

由本图集总说明公式(4)和以上所得数据可知:

夏季  $Q = G_x (i_1-i_2)$   
 $= 1.01 \times (90.55-74.33)=16.38 \text{ (kW)}$

冬季  $Q = G_x (i_2-i_1)$   
 $= 1.01 \times (23.35-0.46)=23.12 \text{ (kW)}$

注: 以上参数中空气重量均为干空气的重量

板翅式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	陈闽瑞	校对	周敏	设计	陈闽瑞	页	45

# 热管式热回收说明

## 1. 热管式热回收原理

热管式热回收是利用热管元件作为能量回收芯体，对通过的新风和排风进行能量交换，从而实现能量的回收利用。热管是在真空的管子内充入某种工质，依靠毛细结构的抽吸作用来驱动工作介质循环流动的蒸发、凝结传热元件（见图3-1）。

热管种类繁多，应用广泛，民用建筑通风、空调所用的热管式热回收一般均采用重力热管形式。当重力热管的热端（蒸发段）从流经热管的热气流吸收热量后，热管内的挥发性液体蒸发，产生的高饱和蒸气流向冷端（冷凝段），冷气流吸收了蒸气释放的冷凝热后，这些蒸气冷凝成液体并依靠重力回流到蒸发段，如此就完成了蒸发到冷凝的循环，也完成了热量交换的过程。为了便于冷凝后液体顺利回流到蒸发段，热管通常采

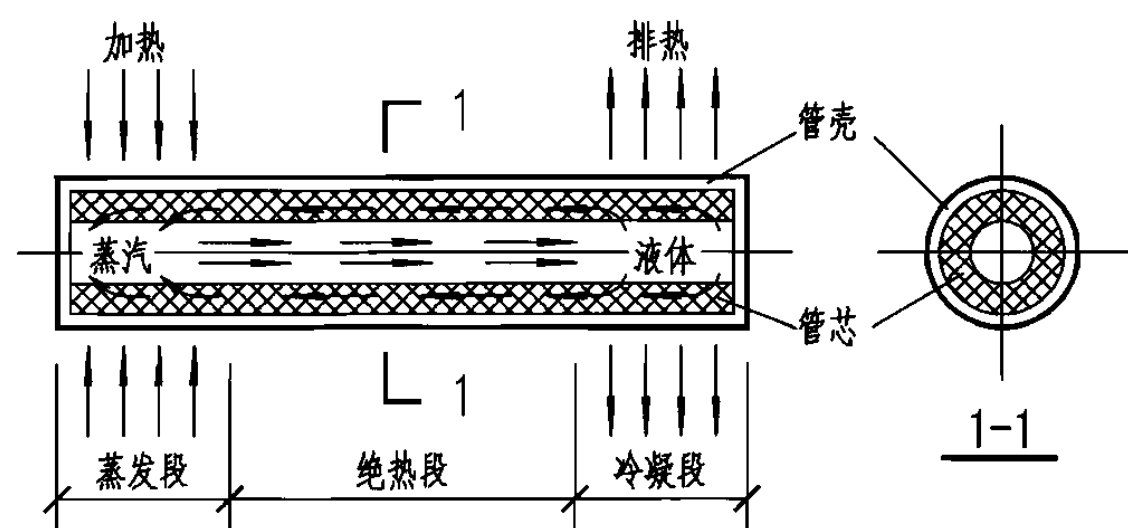


图3-1 热管元件结构示意图

用略微倾斜的布置方法。

## 2. 热管式热回收装置

2.1 热管式热回收装置主要由以下部分组成：热管式热回收器、送排风机、空气过滤器、冷热盘管以及加湿器等。装置系统流程及组成详见本图集第14页。

2.2 热管式热回收器是由多根平行布置的热管元件组成，有些文献、资料也将它称为热管换热器。

2.3 热管管壳一般采用铝材制成，并带有同种材质的翅片以增大传热面积，内部工质一般采用卤烃类混合物。

2.4 热管式热回收装置一般工作温度在 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间。

2.5 热管式热回收器自身无需动力，属于静止式显热回收器，新风、排风交叉污染和泄漏率小于等于1%。

2.6 热管式热回收装置热回收效率的评价，可见本图集总说明第2.3条，该装置显热回收效率一般为50%~70%。

## 3. 热管式热回收器的分类及特点

3.1 在民用建筑通风、空调系统中的热管式热回收器有：整体式重力热管热回收器和分离式重力热管热回收器两种形式。

## 热管式热回收说明

图集号 06K301-2

审核 季伟 设计 赵民 页 46

3.2 热管式热回收器性能与特点见表3-1。

表3-1 热管式热回收器性能与特点

分类	整体热管式热回收器	分离热管式热回收器
性能特点	<div>1) 结构简单、紧凑，单位体积换热效率高；</div> <div>2) 换热流体通过换热器时的压力损失小；</div> <div>3) 冷、热流体通过热管式热回收器不同部位换热，因而产生交叉污染量很小，排风泄漏率在1%以下；</div> <div>4) 热管元件相互独立，因此某根热管失效、穿孔对整个热管式热回收器影响可忽略不计；</div> <div>5) 无任何转动部件，没有附加动力消耗；</div> <div>6) 通过改变热管式热回收器的倾斜角度，可方便实现冷热流体的变换；</div> <div>7) 运行方便可靠，便于清洗，使用寿命长；</div> <div>8) 仅能回收显热部分；</div> <div>9) 接管位置固定，缺乏配管的灵活性</div>	<div>分离热管式热回收器具有整体热管式热回收器相同的一般特点外，还有以下不同之处：</div> <div>1) 冷、热流体通过热管式热回收器换热部位彻底分开，因而不会产生交叉污染；</div> <div>2) 可实现冷热流体之间较远距离之间的传热，配管灵活；</div> <div>3) 一般不能实现冷热流体之间的变换；</div> <div>4) 热管之间互相连接，因此一组热管管束损坏，对整个换热器的换热效率影响较大；</div> <div>5) 无定型产品，可根据设计要求加工制作；</div> <div>6) 需现场连接</div>

3.3 由于分离式热管式热回收器是非标准化产品，需根据设计者的要求加工生产。因此本图集如无特殊说明，热管式热回收器中的核心部件均指整体式重力热管。

4. 热管式热回收装置的控制

重力热管的容量和传热率可以通过改变热管的倾斜度来控制，但由于这种控制装置较复杂，一般采用固定坡度的方法，

为实现冷热量的回收，热管式热回收装置配有季节转换装置。转换装置仅在冷热回收变换时使用一次，一般采用手动调节。热管式热回收装置的其他控制及要求见本图集第15页。

5. 热管式热回收装置设计选用

热管式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周敏	校对	赵民	制图	热凡	页	47

5.1 计算公式

5.1.1 理论最大热回收量

冬季:  $Q_{\max} = L_{\min} \rho C_p (t_3 - t_1)$   
夏季:  $Q_{\max} = L_{\min} \rho C_p (t_1 - t_3)$  (3-1)

式中  $Q_{\max}$  ——热管式热回收器理论最大热回收量 (kW);

$L_{\min}$  ——新风或排风量较小侧的风量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$t_1$  ——新风进入热管式热回收器的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_3$  ——排风进入热管式热回收器的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\rho$  ——风量较小侧对应的空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$C_p$  ——空气的定压比热, 一般可取  $1.01\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

5.1.2 热管式热回收器可回收的热量

$Q = \eta_t Q_{\max}$  (3-2)

式中  $\eta_t$  ——热回收装置 (器) 的显热回收效率 (%)。

5.1.3 离开热管式热回收器时的空气温度

冬季:  $t_2 = t_1 + Q / (L_x \rho_x C_p)$   
夏季:  $t_2 = t_1 - Q / (L_x \rho_x C_p)$  (3-3)

式中  $L_x$ 、 $\rho_x$  ——新风的风量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 及对应的空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$t_2$  ——新风离开热管式热回收器的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

冬季:  $t_4 = t_3 - Q / (L_p \rho_p C_p)$   
夏季:  $t_4 = t_3 + Q / (L_p \rho_p C_p)$  (3-4)

式中  $L_p$ 、 $\rho_p$  ——新风的风量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 及对应的空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$t_4$  ——排风离开热管式热回收器的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

夏季, 当排风温度 ( $t_3$ ) 较低、室外湿度较高时, 新风经过热管式热回收器后, 可能会有少量凝结水产生; 冬季, 当室外温度 ( $t_1$ ) 较低, 排风经过热管式热回收器后, 温度常会低于露点温度, 因此往往会有凝结水产生。此时, 热管式热回收器发生了潜热交换, 当发生这种情况时, 气流离开热管式热回收器的状态可近似按 (3-5) 式计算, 一般离开热管式热回收器的空气相对湿度可按 90%~95% 考虑。

5.1.3 离开热管式热回收器时的空气焓值

$i_2 = i_1 + Q / (L_x \rho_x)$  或  $i_4 = i_3 + Q / (L_p \rho_p)$  (3-5)

式中  $i_1$ 、 $i_2$  ——新风进、出热回收装置 (器) 的焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ );

$i_3$ 、 $i_4$  ——排风进、出热回收装置 (器) 的焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )。

5.2 热管式热回收器外形见图3-2。

5.3 热管式热回收器的性能参数见表3-2。

5.4 热管式热回收器的性能参数修正:

5.4.1 当冬季使用热回收时, 虽然实际与测试的工况有一定所不同, 但回收效率通常偏差较小在工程中可不必进行修正。

热管式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周敏	校对	周敏	设计	赵民	页	48



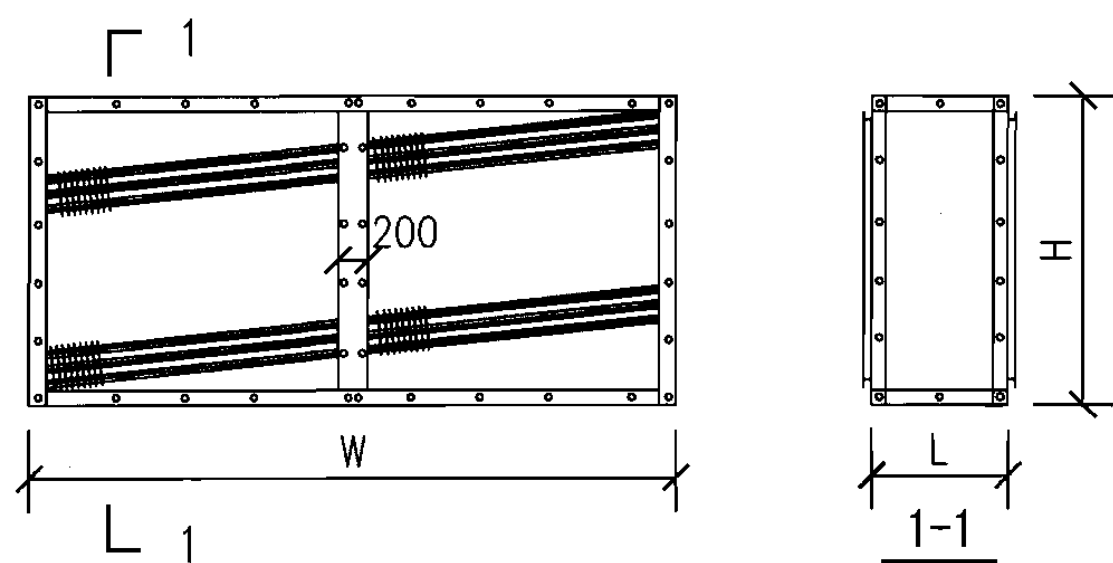


图3-2 热管式热回收器外形图

表3-2 热管式热回收器热回收效率  $\eta_t$  和压力损失  $\Delta P$

迎面风速 (m/s)		2.5	3.2	3.8	4.5	5.0
热回收效率 (%)	4排	54	52	50	49	48
	6排	62	60	58	57	56
	8排	68	66	64	63	62
	10排	72	70	68	67	66
压力损失 (Pa)	每排	15	20	30	45	55

- 注：1. 测试环境：标准大气压、20℃。
2. 测试工况：按《空气-空气能量回收通风设备的标定》ARI 1060-2005冬季工况。新风进风：干球温度1.7℃，湿球温度0.6℃；排风进风：干球温度21℃，湿球温度14℃。
3. 测试条件：计算风量比R=1。
4. 测试设备：选用片距2.1mm、片高9.5mm的热管式热回收器。

5.4.2 当夏季热回收时，应将表3-2中查出的热回收效率  $\eta_t$  乘以0.95。

5.4.3 当流经热管式热回收器的气流量不相等时，会影响热回收效率。但在设计选用中一般采用风量较大侧的迎面风速  $v_y$  来选用热回收效率  $\eta_t$ ，故不再考虑对热回收效率  $\eta_t$  进行修正。

5.4.4 由于使用期间热管和翅片上积灰等因素，设计中应考虑一定的富余量，建议按表3-2中查出的热回收效率乘以0.9。

5.4.5 如采用片距为2.4mm、片高为9.5mm的热管式热回收器时，热回收效率  $\eta_t$  会下降约2%，压力损失  $\Delta P$  每排会减少3~5Pa。

5.5 常用空气密度见表3-3。

表3-3 标准大气压下空气密度  $\rho$

温度 (℃)	35	30	25	20	15	10
密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1.146	1.165	1.185	1.205	1.226	1.247
温度 (℃)	5	0	-5	-10	-15	-20
密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1.270	1.293	1.317	1.342	1.368	1.395

5.5 热回收装置的设计选用及计算步骤：

5.5.1 综合比较，确定合适的热回收装置；

5.5.2 查取当地气象资料，获取处理前空气参数；

- 5.5.3 由风量和推荐的迎面风速确定热回收器的规格尺寸;
- 5.5.4 由选定的热回收器规格和迎面风速 $v_y$ , 查表3-2确定热回收效率 $\eta_t$ 及压力损失 $\Delta P$ ;
- 5.5.5 根据设计工况修正热回收效率 $\eta_t$ 和压力损失 $\Delta P$ ;
- 5.5.6 由(3-2)、(3-3)式计算热回收器的热回收量;
- 5.5.7 由(3-4)、(3-5)式计算处理后空气的状态参数;
- 5.5.8 选择计算热回收装置的其他配套设备(如送排风机和需再次处理的盘管容量以及空调机组等);
- 5.5.9 绘制相关图纸。
- 5.6 设计选用原则及要点
  - 5.6.1 使用热管式热回收装置时, 应使热管与水平面保持一定的倾斜角度, 低温侧应上倾 $5^\circ \sim 7^\circ$ 。
  - 5.6.2 为增加热管的传热面积提高热回收效率, 热管外应带有翅片。根据排风中的含尘量, 可选择不同的片距, 当输送空气中含尘较多时, 翅片间距宜取2.4mm; 对于普通型空调及净化系统, 翅片间距宜取2.1mm。
  - 5.6.3 根据设计要求, 热管式热回收器的排数可在4~10排之间选择。当热管排数较少时, 热回收效率较低; 当大于10排时, 热回收效率上升较小。
  - 5.6.4 为提高换热效率, 冷热气流应采用逆流分布流经热管。

- 5.6.5 气流流过热管式热回收器的迎面风速宜为2~4m/s, 建议取2.5~3.5m/s。
- 5.6.6 热管式热回收器冷热端之间的隔板, 宜采用双层结构, 以防止因漏风而造成交叉污染。
- 5.6.7 热管式热回收器可以垂直或水平安装, 也可几个并联或串联。
- 5.6.8 气流进入热管式热回收器前, 应先经空气过滤。
- 5.6.9 根据设计使用的情况, 热管式热回收装置应设置凝结水排放装置。
- 5.6.10 热管式热回收器可单独使用在空气输送系统中, 也可与风机组装在一起构成热管式热回收装置, 选用这种形式时可参见本图集第54~56页。此外, 热管式热回收器也常用于组合式空气调节处理机组中, 为方便选用, 本图集列出了7种较常用的组合方式, 具体可参见本图集第57~58页。
- 5.6.11 热回收器宜在处理空气的两侧应设置观察窗和测试孔, 其尺寸可参考本图集第19页表1-4。

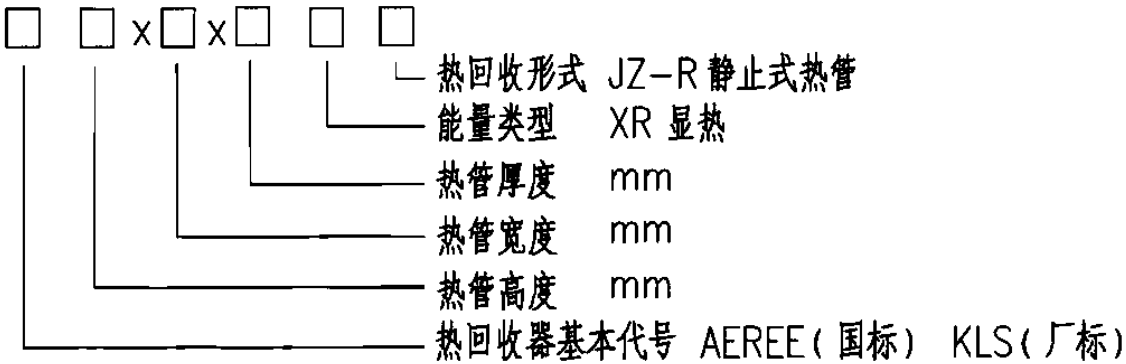
热管式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周敏	校对	赵民	制图	热	页	50

热管式热回收器性能

热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)	热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)
		迎面风速 (m/s)							迎面风速 (m/s)				
		2.5	3.0	3.5					2.5	3.0	3.5		
KLS 630 × 1075	0.20	1791	2149	2507	8	137	KLS 1111 × 2089	0.76	6840	8208	9576	15	444
KLS 730 × 1075	0.25	2205	2646	3087	10	164	KLS 1264 × 2089	0.91	8145	9774	11403	18	522
KLS 883 × 1075	0.31	2826	3391	3956	13	204	KLS 1417 × 2089	1.05	9459	11351	13243	21	599
KLS 985 × 1075	0.36	3240	3888	4536	15	233	KLS 1519 × 2089	1.15	10332	12398	14465	23	650
KLS 1138 × 1075	0.43	3861	4633	5405	18	243	KLS 1672 × 2089	1.29	11637	13964	16292	26	734
KLS 1291 × 1075	0.50	4482	5378	6275	21	310	KLS 1825 × 2089	1.44	12942	15530	18119	29	819
KLS 1444 × 1075	0.57	5103	6124	7144	24	365	KLS 1978 × 2089	1.54	13860	16632	19404	32	904
KLS 784 × 1572	0.38	3438	4126	4813	10	243	KLS 1121 × 2586	0.83	7470	8964	10458	13	486
KLS 957 × 1592	0.49	4401	5281	6161	13	294	KLS 1223 × 2586	0.96	8640	10368	12096	15	549
KLS 1059 × 1592	0.56	5040	6048	7056	15	333	KLS 1376 × 2586	1.14	10296	12355	14414	18	644
KLS 1212 × 1592	0.67	6003	7204	8404	18	392	KLS 1529 × 2586	1.33	11943	14332	16720	21	739
KLS 1365 × 1592	0.77	6966	8359	9752	21	451	KLS 1631 × 2586	1.45	13050	15660	18270	23	803
KLS 1518 × 1592	0.88	7929	9515	11100	24	515	KLS 1784 × 2586	1.63	14697	17636	20576	26	898
KLS 1671 × 1592	1.00	8982	10778	12575	27	579	KLS 1937 × 2586	1.82	16353	19624	22894	29	1002
KLS 856 × 2089	0.52	4662	5594	6527	10	315	KLS 2090 × 2586	2.00	18000	21600	25200	32	1106
KLS 1009 × 2089	0.66	5967	7160	8354	13	385	KLS 2243 × 2586	2.18	19656	23587	27518	35	1210

注：1.本表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。

2.型号的表示方法如下：



3.表中型号将热管厚度、能量类型以及热回收形式等省略，完整标记见注2。

4.热管厚度（顺气流方向）：6排管341mm；8排管430mm；10排管519mm。

5.表中热管式热回收器重量按8排管确定，热回收器为6排管时，重量约为8排管重量的74%~80%，4排管的重量约为8排管重量的50%~60%。

热回收器性能及选用										图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	薛洁	薛洁	薛洁	页	51

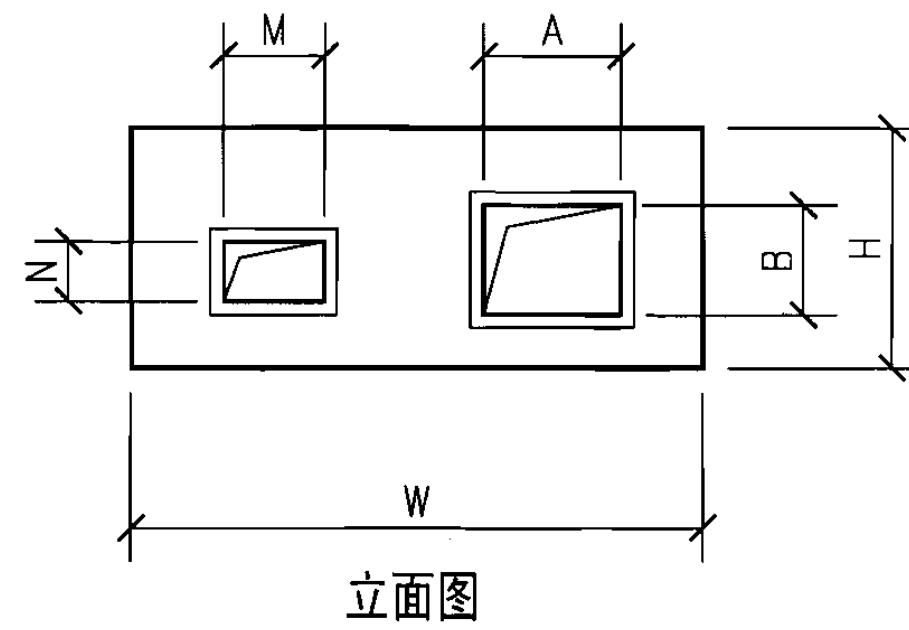
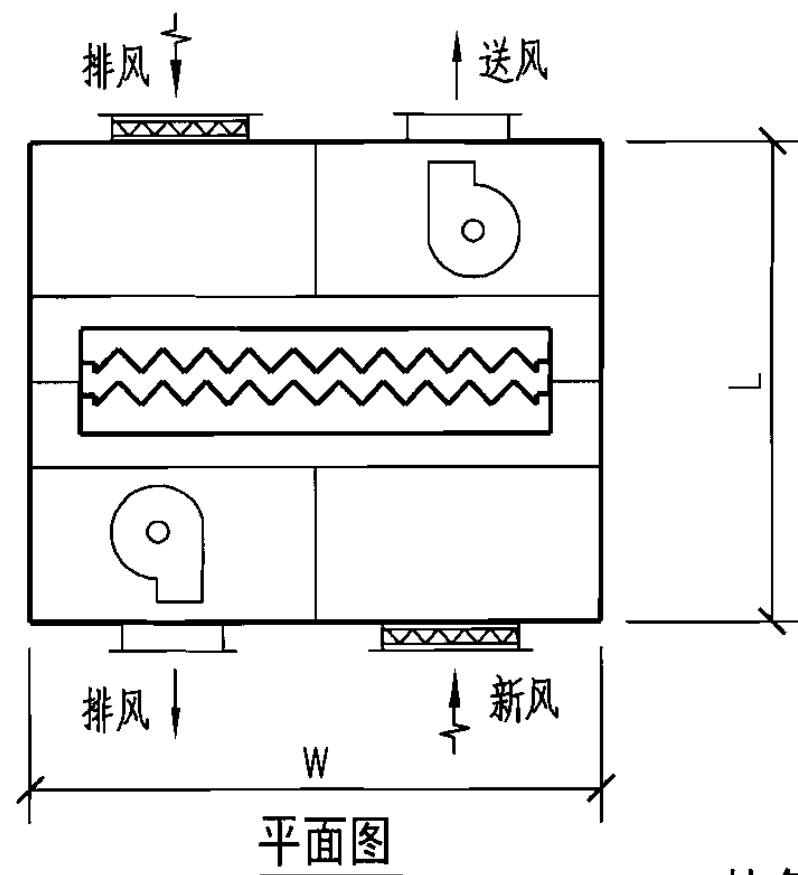
续前表

热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)	热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)
		迎面风速 (m/s)							迎面风速 (m/s)				
		2.5	3.0	3.5					2.5	3.0	3.5		
KLS 1276 × 3084	1.16	10440	12528	14616	15	650	KLS 2960 × 3581	4.14	37206	44647	52087	47	2227
KLS 1429 × 3084	1.38	12438	14726	17413	18	783	KLS 3113 × 3581	4.40	39555	47466	55377	50	2369
KLS 1582 × 3084	1.61	14436	17323	20210	21	877	KLS 3266 × 3581	4.67	41985	50382	58779	53	2511
KLS 1676 × 3084	1.74	15660	18792	21924	23	953	KLS 2094 × 4078	2.88	25889	31067	36245	29	1570
KLS 1837 × 3084	1.97	17757	21308	24860	26	1066	KLS 2247 × 4078	3.17	28506	34207	39908	32	1732
KLS 1990 × 3084	2.19	19710	23652	27594	29	1189	KLS 2400 × 4078	3.46	31122	37346	43571	35	1894
KLS 2143 × 3084	2.42	21753	26104	30454	32	1312	KLS 2553 × 4078	3.75	33738	40486	47234	38	2057
KLS 2296 × 3084	2.64	23715	28458	33201	35	1476	KLS 2706 × 4078	4.04	36355	43626	50896	41	2220
KLS 2449 × 3084	2.86	25749	30899	36049	38	1599	KLS 2859 × 4078	4.33	38971	46765	54559	44	2382
KLS 1481 × 3581	1.62	14580	17496	20412	18	882	KLS 3012 × 4078	4.62	41587	49905	58222	47	2545
KLS 1634 × 3581	1.88	16920	20304	23688	21	1013	KLS 3165 × 4078	4.91	44204	53044	61885	50	2707
KLS 1728 × 3581	2.06	18486	22183	25880	23	1100	KLS 3318 × 4078	5.20	46820	56184	65548	53	2869
KLS 1889 × 3581	2.34	21069	25283	29497	26	1232	KLS 3471 × 4078	5.49	49436	59323	69211	56	3033
KLS 2042 × 3581	2.57	23166	27799	32432	29	1374	KLS 3624 × 4078	5.93	53460	64152	74844	59	3102
KLS 2195 × 3581	2.83	25506	30607	35708	32	1516	KLS 2299 × 4575	3.58	32256	38708	45159	32	1949
KLS 2348 × 3581	3.10	27846	33415	38984	35	1658	KLS 2452 × 4575	3.91	35217	42260	49304	35	2132
KLS 2501 × 3581	3.35	30186	36223	42260	38	1800	KLS 2605 × 4575	4.24	38178	45813	53449	38	2314
KLS 2654 × 3581	3.62	32526	39031	45536	41	1943	KLS 2758 × 4575	4.57	41138	49366	57593	41	2498
KLS 2807 × 3581	3.87	34866	41840	48812	44	2085	KLS 2911 × 4575	4.90	44099	52918	61738	44	2681



续前表

热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)	热管式热回收器型号	迎风 面积 (m <sup>2</sup> )	风量 (m <sup>3</sup> /h)			热管 每列 根数	8排 重量 (kg)
		迎面风速 (m/s)							迎面风速 (m/s)				
		2.5	3.0	3.5					2.5	3.0	3.5		
KLS 3064×4575	5.23	47059	56471	65883	47	2863	KLS 2710×5570	5.23	47056	56467	65878	38	2829
KLS 3217×4575	5.56	50020	60024	70028	50	3046	KLS 2863×5570	5.63	50705	60846	70987	41	3053
KLS 3370×4575	5.89	52980	63576	74172	53	3228	KLS 3016×5570	6.04	54354	65225	76096	44	3276
KLS 3523×4575	6.22	55941	67129	78317	56	3412	KLS 3169×5570	6.45	58003	69604	81204	47	3500
KLS 3676×4575	6.55	58901	70682	82462	59	3490	KLS 3322×5570	6.85	61652	73983	86313	50	3723
KLS 3829×4575	7.03	63297	75956	88616	62	3583	KLS 3475×5570	7.26	65301	78362	91422	53	3946
KLS 2352×5073	4.00	36007	43209	50410	32	2166	KLS 3628×5570	7.66	68950	82740	96530	56	4171
KLS 2505×5073	4.37	39312	47174	55037	35	2369	KLS 3781×5570	8.07	72599	87119	101639	59	4265
KLS 2658×5073	4.76	42617	51140	59664	38	2571	KLS 3934×5570	8.47	76248	91498	106748	62	4379
KLS 2811×5073	5.10	45922	55106	64290	41	2776	KLS 2609×6067	5.28	47502	57002	66503	35	2842
KLS 2964×5073	5.47	49226	59072	68917	44	2979	KLS 2762×6067	5.72	51495	61794	72093	38	3086
KLS 3117×5073	5.84	52531	63037	73544	47	3181	KLS 2915×6067	6.16	55489	66586	77684	41	3331
KLS 3270×5073	6.21	55836	67003	78170	50	3384	KLS 3068×6067	6.61	59482	71378	83275	44	3574
KLS 3423×5073	6.57	59141	70969	82797	53	3587	KLS 3221×6067	7.05	63475	76170	88865	47	3818
KLS 3576×5073	6.94	62446	74935	87424	56	3791	KLS 3374×6067	7.50	67469	80962	94456	50	4061
KLS 3729×5073	7.31	65750	78900	92051	59	3878	KLS 3527×6067	7.94	71462	85754	100047	53	4305
KLS 3882×5073	7.83	70497	84596	98696	62	4010	KLS 3680×6067	8.34	75455	90546	105637	56	4550
KLS 2404×5570	4.42	39758	47710	55661	32	2382	KLS 3833×6067	8.83	79448	95338	111228	59	4653
KLS 2557×5570	4.83	43407	52088	60770	35	2605	KLS 3986×6067	9.43	84870	101844	118818	62	4812

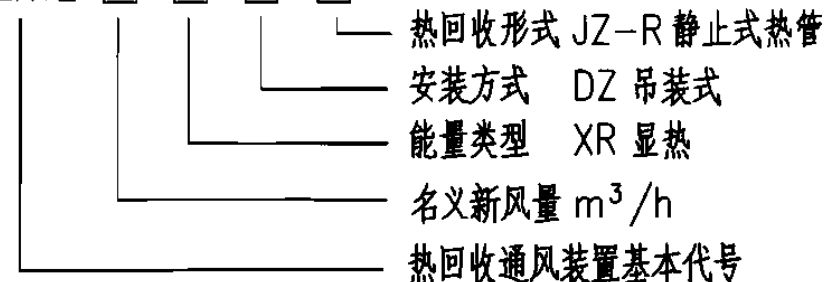


热管式热回收装置（吊顶式）

装置型号		风量	送排风机功率	电源	机组余压	外型尺寸 (mm)			进口尺寸 (mm)		出口尺寸 (mm)		重量
国标通用型号	产品型号	(m <sup>3</sup> /h)	(kW)	(V)	(Pa)	L (长)	W (宽)	H (高)	A (宽)	B (高)	M (宽)	N (高)	(kg)
AERVE 300 XR DZ JZ-R	RGX-03	300	0.01	220	30	750	720	300	200	150	214×75		45
AERVE 400 XR DZ JZ-R	RGX-04	400	0.04	220	70	950	900	300	260	200	230	110	70
AERVE 600 XR DZ JZ-R	RGX-06	600	0.14	220	100	1050	1220	300	260	200	230	120	90
AERVE 800 XR DZ JZ-R	RGX-08	800	0.14	220	100	1050	1220	370	320	230	230	150	100
AERVE 1200 XR DZ JZ-R	RGX-12	1200	0.20	220	150	1100	1420	420	420	300	230	120	156
AERVE 1600 XR DZ JZ-R	RGX-16	1600	0.20	220	150	1100	1640	460	460	300	270	140	198
AERVE 2100 XR DZ JZ-R	RGX-20	2100	0.37	220	200	1250	1640	560	460	320	260	230	240

注：1.本表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。

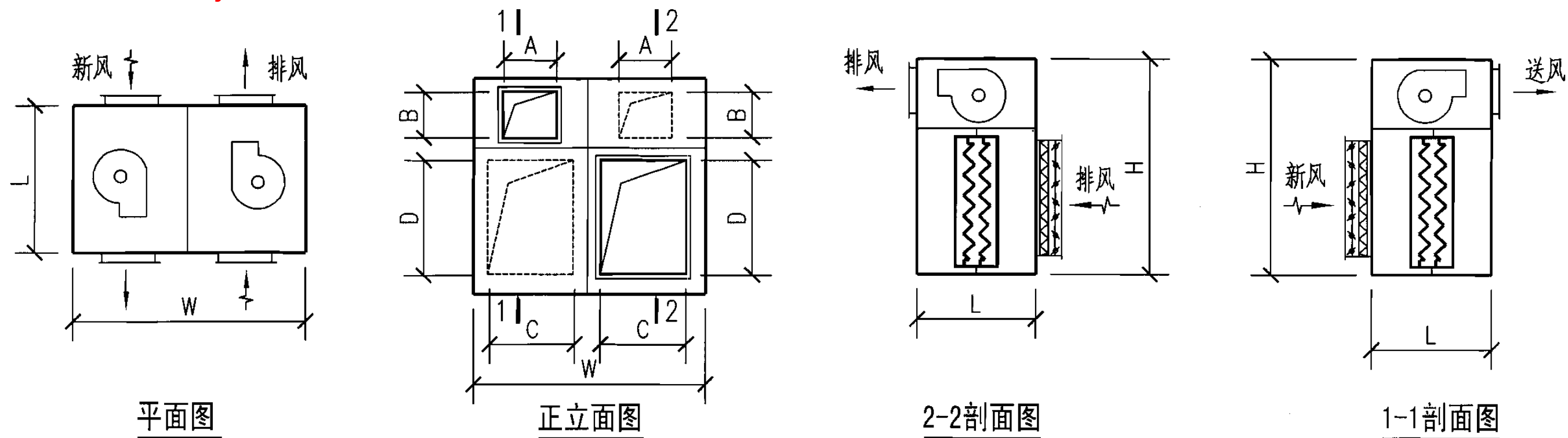
2.国标型号的表示方法如下：AERVE □ □ □ □



3.风量按迎面风速2.5m/s确定。

4.热管式热回收装置内均配6排热管式热回收器，机组回收效率均为62%，可根据设计要求改变回收器的排管数。

热回收通风装置性能及选用								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	薛洁	校对	周敏	制图	周敏	页	54



热管式热回收通风装置（立式落地）

装置型号		风量	显热效率	外型尺寸（mm）			进口尺寸（mm）		出口尺寸（mm）		重量
国标通用型号	产品型号	(m <sup>3</sup> /h)	(%)	L(长)	W(宽)	H(高)	A(宽)	B(高)	C(宽)	D(高)	(kg)
AERVE 4000 XR LD-L JZ-R	RHSL 14 12	4000	62	1250	1450	1900	400	400	645	1170	660
AERVE 5000 XR LD-L JZ-R	RHSL 14 14	5000	62	1250	1450	2100	400	400	645	1370	710
AERVE 6000 XR LD-L JZ-R	RHSL 20 12	6000	62	1450	2050	1900	600	400	945	1170	870
AERVE 8000 XR LD-L JZ-R	RHSL 20 15	8000	62	1450	2050	2300	700	400	945	1470	1100
AERVE 9000 XR LD-L JZ-R	RHSL 20 16	9000	62	1650	2050	2400	700	500	945	1570	1250
AERVE 10000 XR LD-L JZ-R	RHSL 26 15	10000	62	1650	2650	2400	800	500	1245	1470	1370
AERVE 12000 XR LD-L JZ-R	RHSL 26 16	12000	62	1650	2650	2400	900	500	1245	1570	1510
AERVE 15000 XR LD-L JZ-R	RHSL 30 18	15000	62	1850	3050	2500	900	550	1445	1770	2080
AERVE 18000 XR LD-L JZ-R	RHSL 36 18	18000	62	1850	3650	2700	1000	600	1745	1770	2350
AERVE 20000 XR LD-L JZ-R	RHSL 38 18	20000	62	1850	3850	2700	1200	600	1845	1770	2570

注：1.本表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。

2.风量按迎面风速2.5m/s确定。

3.热管式热回收装置内均配6排热管式热回收器，可根据设计要求改变回收器的排管数。

4.风机功率及风压可根据设计要求参照所选产品资料选用。

## 热回收通风装置性能及选用

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 薛洁

校对 周敏

设计 薛洁

设计 薛洁

设计 薛洁

设计 薛洁

设计 薛洁

设计 薛洁

设计 薛洁

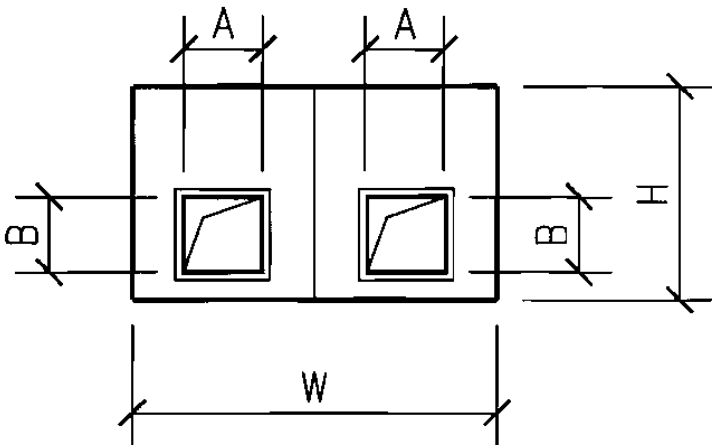
页

55

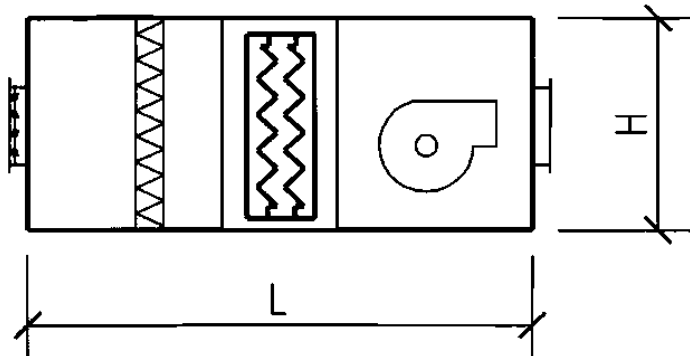
热管式热回收通风装置（卧式落地）

装置型号		风量	外型尺寸 (mm)			进出口尺寸 (mm)		重量
国标通用型号	产品型号	(m³/h)	L(长)	W(宽)	H(高)	A(宽)	B(高)	(kg)
AERVE 4000 XR LD-W JZ-R	RHSW14 12	4000	2800	1450	1250	400	400	890
AERVE 5000 XR LD-W JZ-R	RHSW14 14	5000	3200	1450	1450	600	400	950
AERVE 6000 XR LD-W JZ-R	RHSW20 13	6000	3200	2050	1350	600	400	1180
AERVE 8000 XR LD-W JZ-R	RHSW20 15	8000	3600	2050	1550	600	600	1400
AERVE 10000 XR LD-W JZ-R	RHSW20 18	10000	3600	2050	1850	650	650	1880
AERVE 15000 XR LD-W JZ-R	RHSW26 20	15000	3600	2650	2050	800	600	2320
AERVE 18000 XR LD-W JZ-R	RHSW30 18	18000	4000	3050	1850	800	800	2640
AERVE 20000 XR LD-W JZ-R	RHSW30 21	20000	4000	3050	2150	800	800	2890
AERVE 25000 XR LD-W JZ-R	RHSW30 24	25000	4000	3050	2450	1000	900	3400
AERVE 30000 XR LD-W JZ-R	RHSW36 25	30000	4000	3650	2550	1200	1000	4040
AERVE 35000 XR LD-W JZ-R	RHSW40 26	35000	5200	4050	2650	1200	1200	4500
AERVE 40000 XR LD-W JZ-R	RHSW40 28	40000	5600	4050	2850	1400	1200	4870
AERVE 50000 XR LD-W JZ-R	RHSW46 33	50000	6000	4650	3350	1400	1200	5890
AERVE 60000 XR LD-W JZ-R	RHSW46 37	60000	6000	4650	3750	1400	1400	6960
AERVE 70000 XR LD-W JZ-R	RHSW52 39	70000	6400	5250	3950	1500	1500	7880
AERVE 80000 XR LD-W JZ-R	RHSW56 40	80000	6400	5650	4050	1500	1500	9100
AERVE 90000 XR LD-W JZ-R	RHSW62 42	90000	6800	6250	4250	1500	1500	9970
AERVE 100000 XR LD-W JZ-R	RHSW66 42	100000	6800	6650	4250	1250×2	1250×2	11900

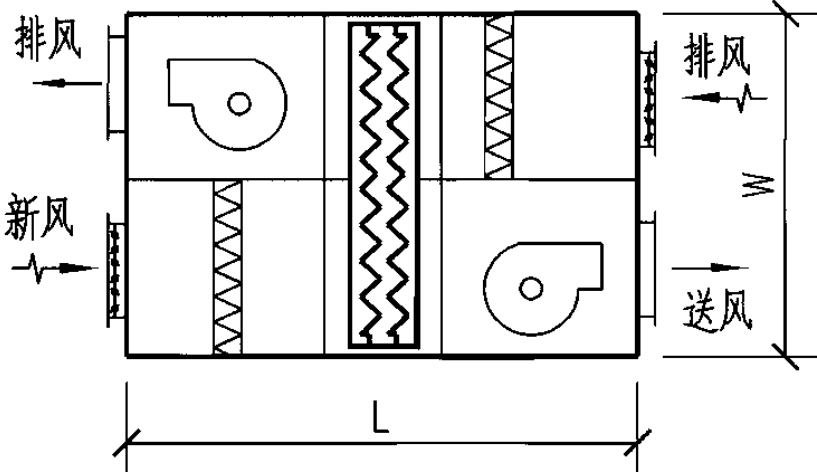
注：1.本表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。  
 2.风量按迎面风速2.5m/s确定。  
 3.热管式热回收装置内均配6排热管式热回收器，机组回收效率均为62%；  
 可根据设计要求改变回收器的排管数。  
 4.风机功率及风压可根据设计要求参照所选产品资料选用。



侧立面图

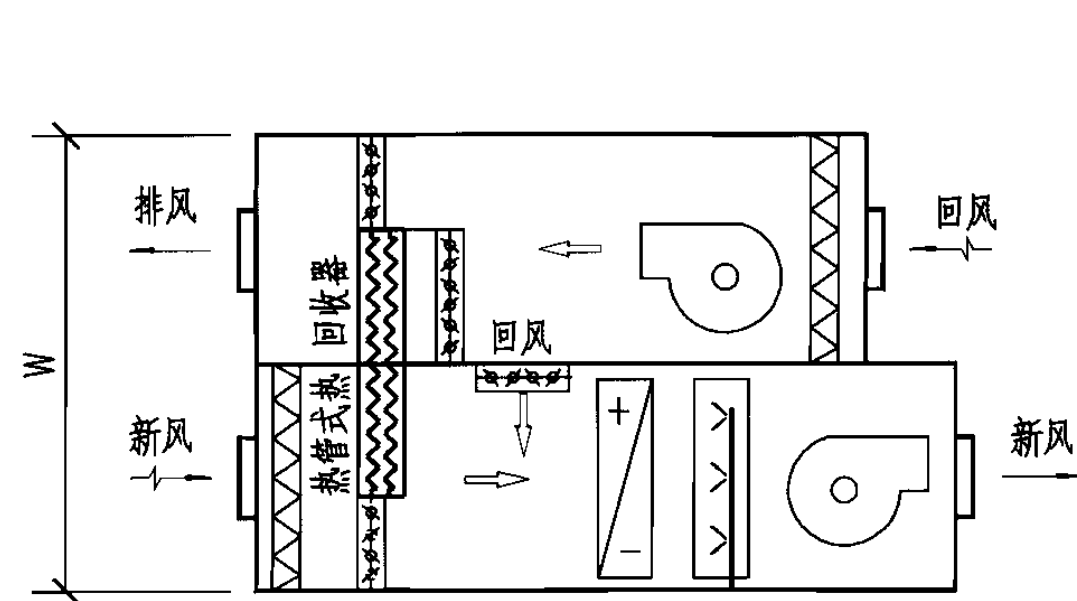


正立面图

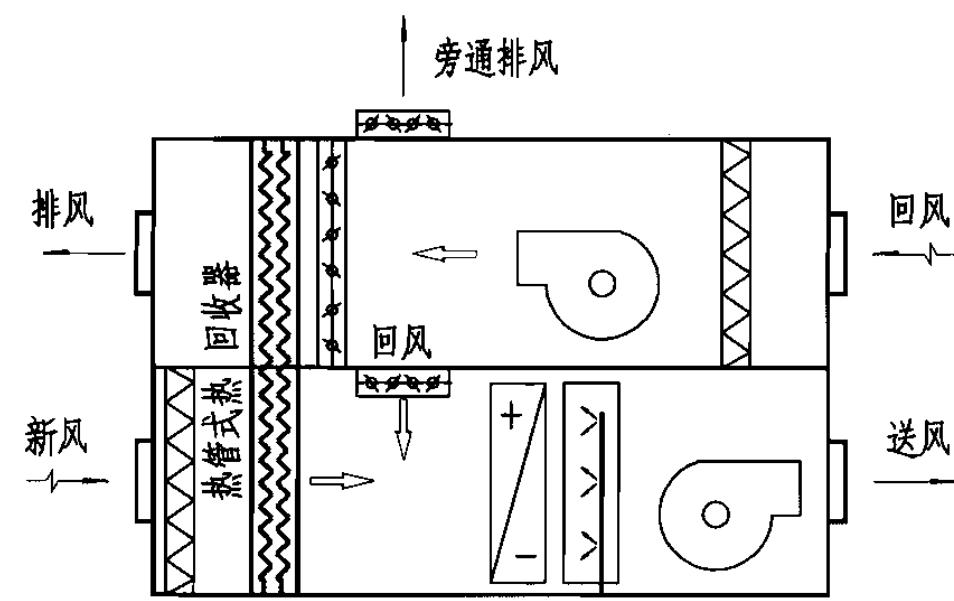


平面图

热回收通风装置性能及选用								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	薛洁	校对	周敏	制图	薛洁	页	56

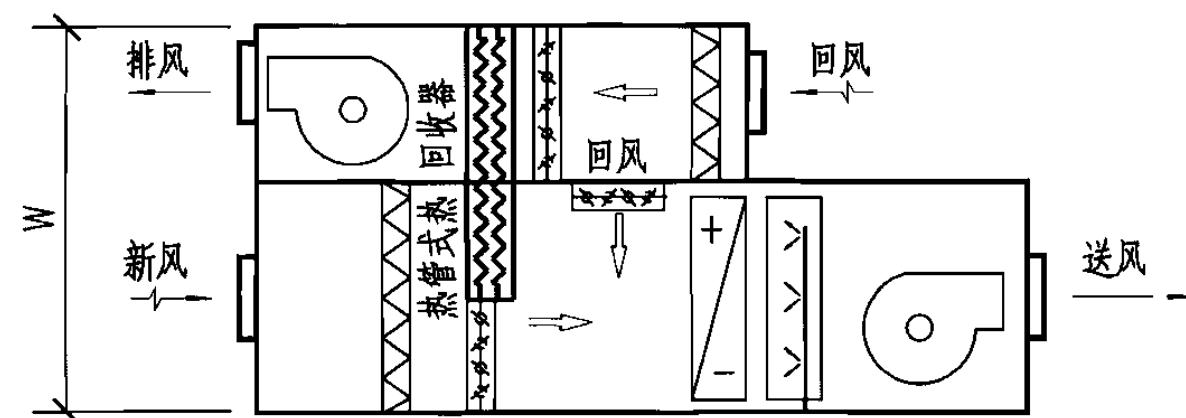


方式一



方式三

- 注：1. 方式一~方式三的机组设置为水平视图布置。
2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。
3. 标注的尺寸在本图集第59页中查取，其他组合方式可参考此。
4. 方式一和方式三设置的机组，适合于热回收器压损较小的装置。



方式二

机组组合方式特点及说明

机组组合方式	方式一	方式二	方式三	方式四	方式五	方式六	方式七
设置形式	垂直式	垂直式	垂直式	水平式	水平式	垂直式	垂直式
适用系统	空调系统	空调系统	空调系统	新风系统	空调系统	新风系统	新风系统
旁通形式	部分	无	全部	无	无	无	无
热回收季节	冬、夏	冬、夏	冬、夏	冬、夏	冬、夏	夏	冬

组合式热回收机组组合示意图

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 周敏

校对 赵民

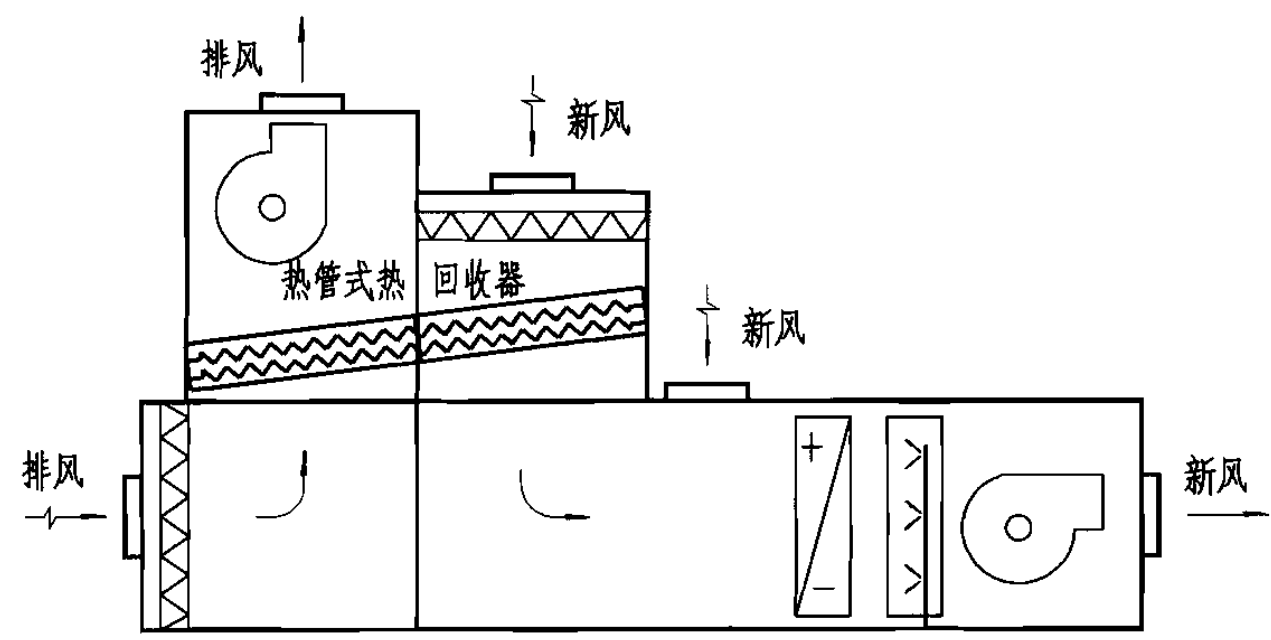
设计 赵民

设计 赵民

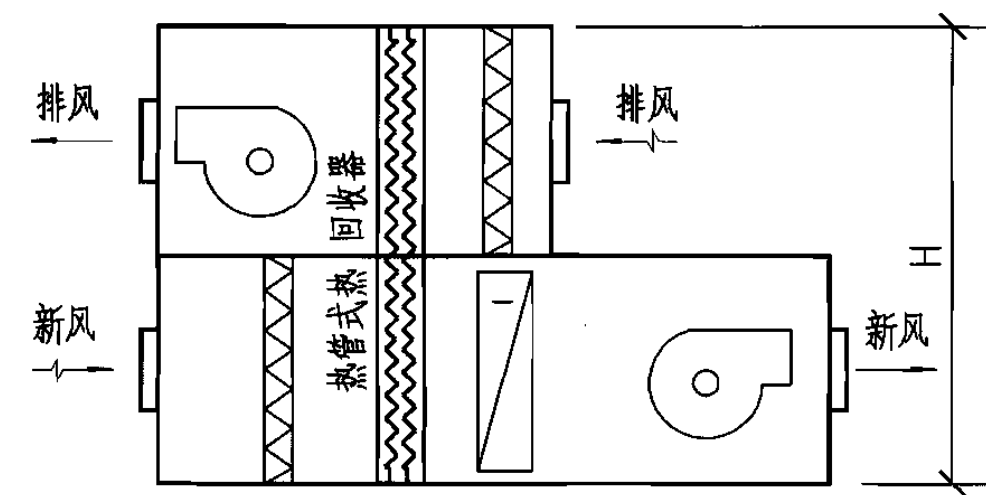
页

57

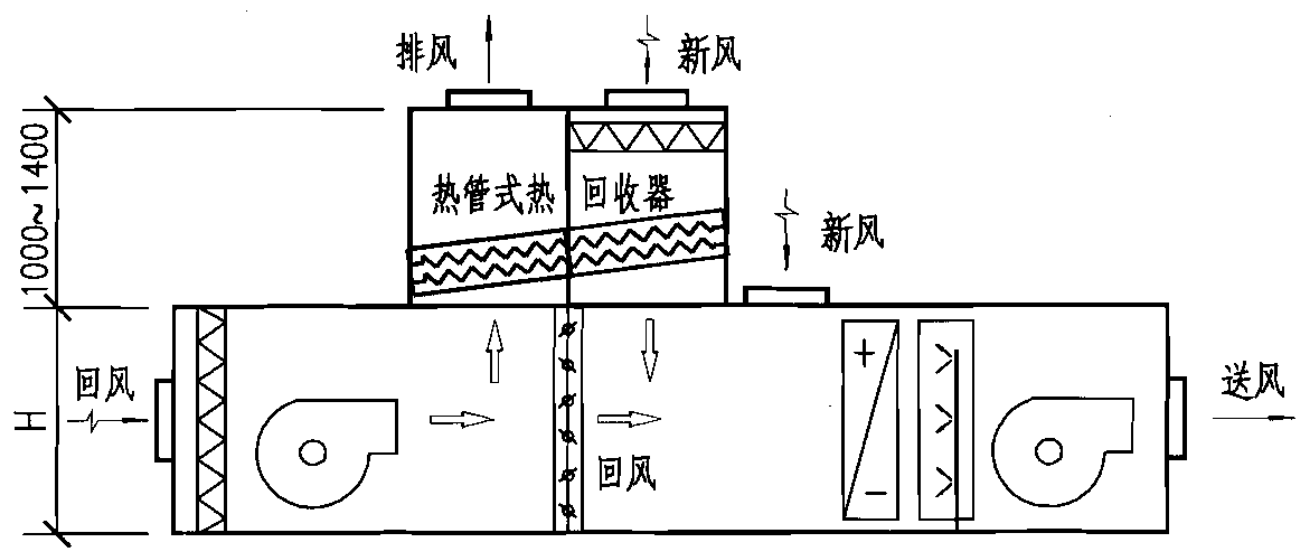




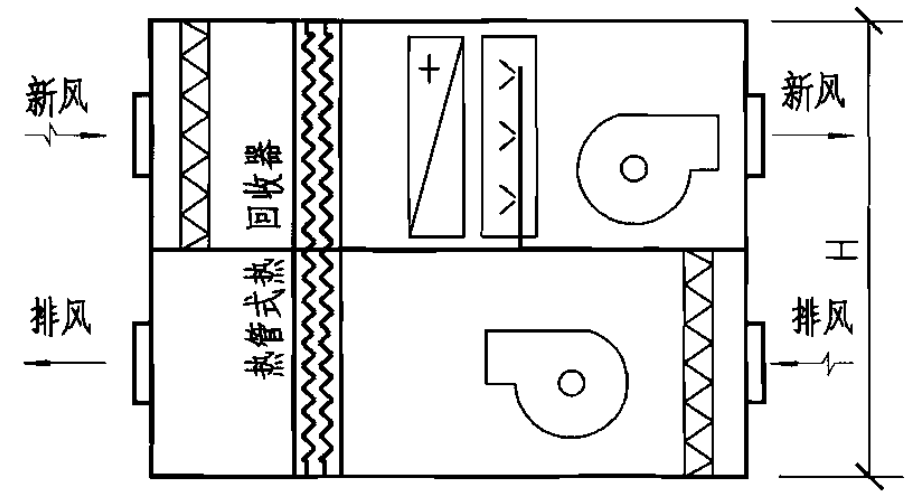
方式四



方式六



方式五



方式七

- 注：1. 方式四~方式七的机组设置为立面视图布置。  
2. 中效过滤、冷热盘管以及加湿器均为可选内容。  
3. 标注的尺寸在本图集第60页中查取，其他组合方式可参考此。  
4. 方式五设置的机组，适合于热回收器压损较小的装置。

组合式热回收机组组合示意图						图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周敏	校对	赵民	页	58

组合式热回收机组性能及选用

型号	额定风量 (m <sup>3</sup> /h)	组合形式——方式一		组合形式——方式二		显热效率 (%)	内部漏风率 (%)	外型尺寸 (mm)	
		回收新风比*(%)	内置热回收器型号	回收新风比*(%)	内置热回收器型号			W(宽)	H(高)
JNK114 12	4000	0~50	KLS 630 × 1075	0~100	KLS 985 × 1075	66.6	≤1	1450	1250
JNK114 14	5000	0~50	KLS 730 × 1075	0~100	KLS 1291 × 1075	66.6	≤1	1450	1450
JNK120 13	6000	0~50	KLS 883 × 1075	0~100	KLS 1059 × 1592	66.6	≤1	2050	1350
JNK120 15	8000	0~50	KLS 784 × 1572	0~100	KLS 1365 × 1592	66.6	≤1	2050	1550
JNK120 18	10000	0~50	KLS 957 × 1592	0~100	KLS 1671 × 1592	66.6	≤1	2050	1850
JNK126 20	15000	0~50	KLS 1212 × 1592	0~100	KLS 2090 × 2586	66.6	≤1	2650	2050
JNK130 21	20000	0~50	KLS 1264 × 2089	0~100	KLS 1937 × 2586	66.6	≤1	3050	2150
JNK130 24	25000	0~50	KLS 1519 × 2089	0~100	KLS 2243 × 2586	66.6	≤1	3050	2450
JNK136 25	30000	0~50	KLS 1825 × 2089	0~100	KLS 2449 × 3084	66.6	≤1	3650	2550
JNK140 26	35000	0~50	KLS 1784 × 2586	0~100	KLS 2348 × 3581	66.6	≤1	4050	2650
JNK140 28	40000	0~50	KLS 1937 × 2586	0~100	KLS 2654 × 3581	66.6	≤1	4050	2850
JNK146 33	50000	0~50	KLS 1889 × 3581	0~100	KLS 3012 × 4078	66.6	≤1	4650	3350
JNK146 37	60000	0~50	KLS 2094 × 4078	0~100	KLS 3471 × 4078	66.6	≤1	4650	3750
JNK156 40	80000	0~50	KLS 2553 × 4078	0~100	KLS 3729 × 5073	66.6	≤1	5650	4050
JNK166 42	100000	0~50	KLS 2758 × 4575	0~100	KLS 3986 × 6067	66.6	≤1	6650	4250

注：1.本表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。

2.回收新风比表示组合式热回收机组新风进入热回收装置的风量占机组总送风量的百分比。

2.风量按迎面风速3.0m/s确定。

3.热管式热回收装置内均配8排热管式热回收器，可根据设计要求改变回收器的排管数。

4.冷加盘管、加湿器等性能参数可根据实际需要，并参照具体产品资料选用。

5.风机功率及风压可根据设计要求参照所选产品资料选用。

6.组合方式图见本图集第57页。

续前表

型 号	额定风量 (m <sup>3</sup> /h)	迎风面积 (m <sup>2</sup> )	组合形式——方式五	外型尺寸 (mm)		型 号	额定风量 (m <sup>3</sup> /h)	迎风面积 (m <sup>2</sup> )	组合形式——方式六、七	外型尺寸 (mm)	
			内置热回收器型号	W(宽)	H(高)				内置热回收器型号	W(宽)	H(高)
JNK208 06	2000	0.20	KLS 630 × 1075	850	650	JNK310 14	3000	0.31	KLS 883 × 1075	1050	1450
JNK210 06	3000	0.31	KLS 883 × 1075	1050	650	JNK312 14	4000	0.36	KLS 985 × 1075	1050	1450
JNK212 08	4000	0.36	KLS 985 × 1075	1250	850	JNK314 14	5000	0.50	KLS 1291 × 1075	1450	1450
JNK214 08	5000	0.50	KLS 1291 × 1075	1450	850	JNK312 20	6000	0.57	KLS 1444 × 1075	1250	2050
JNK215 08	6000	0.57	KLS 1444 × 1075	1550	850	JNK314 20	8000	0.77	KLS 1365 × 1592	1450	2050
JNK216 08	8000	0.77	KLS 1365 × 1592	1650	1050	JNK316 20	9000	0.88	KLS 1518 × 1592	1650	2050
JNK216 10	9000	0.88	KLS 1518 × 1592	1650	1050	JNK318 20	10000	1.00	KLS 1671 × 1592	1850	2050
JNK218 10	10000	1.00	KLS 1671 × 1592	1850	1050	JNK316 25	12000	1.15	KLS 1519 × 2089	1650	3050
JNK218 12	12000	1.15	KLS 1519 × 2089	1850	1250	JNK320 25	15000	1.44	KLS 1825 × 2089	2050	2550
JNK220 12	15000	1.44	KLS 1825 × 2089	2050	1250	JNK318 30	18000	1.63	KLS 1784 × 2586	1850	3050
JNK220 14	18000	1.63	KLS 1784 × 2586	2050	1450	JNK320 30	20000	1.82	KLS 1937 × 2586	2050	3050
JNK224 14	20000	1.82	KLS 1937 × 2586	2450	1450	JNK324 30	25000	2.18	KLS 2243 × 2586	2450	3050
JNK224 16	25000	2.18	KLS 2243 × 2586	2450	1650	JNK324 35	30000	2.86	KLS 2449 × 3084	2450	3550
JNK224 18	30000	2.86	KLS 2449 × 3084	2450	1850	JNK324 40	35000	3.10	KLS 2348 × 3581	2450	4050
JNK226 20	35000	3.10	KLS 2348 × 3581	2650	2050	JNK326 40	40000	3.62	KLS 2654 × 3581	2650	4050
JNK230 20	40000	3.62	KLS 2654 × 3581	3050	2050	JNK330 40	45000	4.13	KLS 2960 × 3581	3050	4050
JNK234 20	50000	4.67	KLS 3266 × 3581	3450	2050	JNK332 40	50000	4.67	KLS 3266 × 3581	3250	4050
JNK308 14	2000	0.20	KLS 630 × 1075	850	1450						

注：1.本页表根据北京德天节能设备有限公司提供的产品说明书编制。

2.风量按迎面风速3.0m/s确定。

3.热管式热回收装置内均配8排热管式热回收器，机组回收效率均为66.6%，可根据设计要求改变回收器的排管数。

4.冷加盘管、加湿器等性能参数可根据实际需要，并参照具体产品资料选用。

5.风机功率及风压可根据设计要求参照所选产品资料选用。

6.组合方式图见本图集第58页。

组合式热回收机组性能及选用								图集号	06K301-2
审核	季 伟	设计	薛 洁	校对	周 敏	制图	周 敏	页	60

# 热管式热回收选用实例

已知：某地区一空调系统，设计新风量为11000m³/h，设计排风量为10000m³/h。拟采用热管式热回收器回收排风能量。

求：选用热管式热回收器，并计算回收能量和空气状态。

解：

- 1. 综合比较，确定合适的热回收装置（略）
- 2. 查取当地气象资料，获取处理前空气参数：  
大气压：冬季97870Pa，夏季95920Pa  
新风量： $L_x=11000\text{m}^3/\text{h}=3.06\text{m}^3/\text{s}$   
新风状态：冬季（干球温度-8℃，相对湿度67%）  
 $i_1=-4.8\text{kJ/kg}$   $d_1=0.0012\text{kg/kg}$   
夏季（干球温度35.2℃，湿球温度26℃）  
 $i_1=83.8\text{kJ/kg}$   $d_1=0.0189\text{kg/kg}$   
排风量： $L_p=10000\text{m}^3/\text{h}=2.78\text{m}^3/\text{s}$   
排风状态：冬季（干球温度20℃，相对湿度40%）  
 $i_3=35.6\text{kJ/kg}$   $d_3=0.0061\text{kg/kg}$   
夏季（干球温度26℃，相对湿度55%）  
 $i_3=57.8\text{kJ/kg}$   $d_3=0.0124\text{kg/kg}$

3. 选择热管式热回收器型号：

按迎风面风速 $v=3\text{m/s}$ ，采用较大侧风量，计算迎风面积 $F$ ：

$F=L_x/v_y=3.06/3=1.02\text{ (m}^2\text{)}$

查本图集第51~53页，可选择热管式热回收器型号为：

KLS 1671×1592（迎风面积 $F=1.0\text{m}^2$ ），或选KLS 1417×2089（迎风面积 $F=1.05\text{m}^2$ ），或选KLS 1376×2586（迎风面积 $F=1.14\text{m}^2$ ），或选KLS 1276×3084（迎风面积 $F=1.16\text{m}^2$ ）等多种形式。设计者可根据热管式热回收器的宽、高尺寸，选择适合要求的一种。本例题采用KLS 1417×2089型热管式热回收器，并选用8排管、片距2.1mm的热管布置方式。

4. 求热管式热回收器的热回收效率 $\eta_t$ 和压力损失 $\Delta P$ ：

按所选热管式热回收器的迎风面积计算实际风速：

$v_y=L_x/F=3.06/1.05=2.91\text{ (m/s)}$

因为热管的效率与通过气流风速成反比，因此这里采用风量较大的一侧计算气流通过热管式热回收器的风速，较安全。查表3-2并采用插值计算，得热回收效率 $\eta_t=66.8\%$ ，压力损失 $\Delta P=188\text{Pa}$ 。

5. 修正热回收效率 $\eta_t$ 和压力损失 $\Delta P$ ：

按本图集第49页第5.4条，对热管式热回收器的性能参数

热管式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	赵民	页	61

修正要求，则冬季热回收效率为： $\eta_t = 66.8\% \times 0.9 = 60.1\%$

修正后夏季热回收效率为： $\eta_t = 66.8\% \times 0.95 \times 0.9 = 57.1\%$

压力损失不修正，仍为： $\Delta P = 188\text{Pa}$ 。

## 6. 计算热管式热回收器回收的热量

按本图集第48页（3-2）式和（3-3）式分别对冬夏季可回收热量进行计算，则：

$$\begin{aligned}\text{冬季: } Q_{\max} &= L_{\min} \rho C_p (t_3 - t_1) \\ &= 2.78 \times 1.205 \times 1.01 \times [20 - (-8)] \\ &= 94.7 \text{ (kW)}\end{aligned}$$

$$Q = \eta_t Q_{\max} = 60.1\% \times 94.7 = 56.9 \text{ (kW)}$$

$$\begin{aligned}\text{夏季: } Q_{\max} &= L_{\min} \rho C_p (t_1 - t_3) \\ &= 2.78 \times 1.175 \times 1.01 \times (35.2 - 26) \\ &= 30.4 \text{ (kW)}\end{aligned}$$

$$Q = \eta_t Q_{\max} = 57.1\% \times 30.4 = 17.4 \text{ (kW)}$$

## 7. 计算空气离开热管式热回收器时的状态

按本图集第48页（3-3）式和（3-4）式，分别对冬夏季离开热管式热回收器时的空气温度进行计算，则：

$$\begin{aligned}\text{冬季: } t_2 &= t_1 + Q / (L_x \rho_x C_p) \\ &= -8 + 56.9 / (3.06 \times 1.332 \times 1.01) \\ &= 5.8 \text{ (}^\circ\text{C)}\end{aligned}$$

$$t_4 = t_3 - Q / (L_p \rho_p C_p)$$

$$= 20 - 56.9 / (2.78 \times 1.205 \times 1.01)$$

$$= 3.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

查焓湿图，冬季排风的露点温度为6℃左右，因此在排风侧肯定会有凝结水，采用本图集第48页（3-5）式计算：

$$\begin{aligned}i_4 &= i_3 - Q / (L_p \rho_p) \\ &= 35.6 - 56.9 / (2.78 \times 1.205) \\ &= 18.6 \text{ (kJ/kg)}\end{aligned}$$

离开热管式热回收器的空气相对湿度按90%考虑，查焓湿图得冬季排风温度 $t_4$ 为5.5℃。

$$\begin{aligned}\text{夏季: } t_2 &= t_1 - Q / (L_x \rho_x C_p) \\ &= 35.2 - 17.4 / (3.06 \times 1.146 \times 1.01) \\ &= 30.3 \text{ (}^\circ\text{C)} \\ t_4 &= t_3 + Q / (L_p \rho_p C_p) \\ &= 26 + 17.4 / (2.78 \times 1.175 \times 1.01) \\ &= 31.3 \text{ (}^\circ\text{C)}\end{aligned}$$

8. 选择计算热回收装置的其他配套设备（略）。

9. 绘制相关图纸（略）。

注：以上参数中空气重量均为干空气的重量

## 热管式热回收选用实例

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 季伟

校对 周敏

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民

设计 赵民



## 液体循环式热回收说明

### 1. 液体循环式热回收原理

在系统的排风和新风管上分别设置水-空气换热器，通过液体循环，将热量传递给新风或排风，从而预热或预冷新风。这种显热热回收称之为液体循环式热回收又称为中间热回收，其装置被称为液体循环式热回收装置。

### 2. 液体循环式热回收装置组成、分类及特点

2.1 液体循环式热回收装置是由循环泵，排风换热器，新风换热器和密闭式膨胀罐组成。换热器的结构与换热机理与一般水-空气换热器相同。循环液体通常为水。为了降低水的冰点，一般在水中加入一定比例的乙烯乙二醇溶液（简称乙二醇）。乙二醇水溶液的质量百分比可视当地冬季最低室外温度而定。

2.2 从调节上划分有两种形式，一种是带水量调节装置，另一种是带风量调节装置的液体循环式热回收装置，具体见图4-1、图4-2。

2.3 从排风换热器与新风换热器的配套关系可分为一对一、一对多、多对一和多对多形式的液体循环式热回收装置，详见本图集第71页。

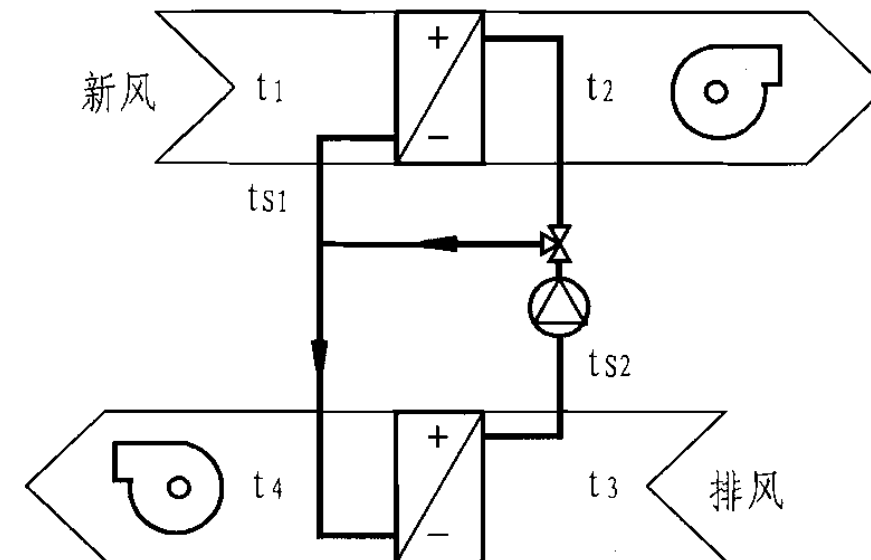


图4-1 带水量调节装置的液体循环式热回收

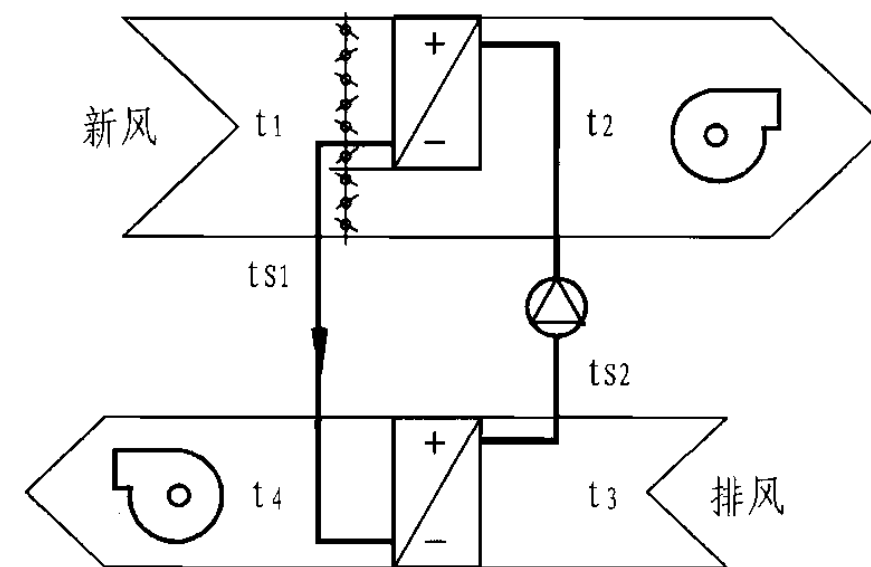


图4-2 带风量调节装置的液体循环式热回收

## 液体循环式热回收说明

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 王谦

校对 周敏

设计 王谦

审核 季伟

设计 王谦

校对 周敏

设计 王谦

审核 季伟

设计 王谦

校对 周敏

2.4 液体循环式热回收装置的特点见表4-1。

表4-1 液体循环式热回收装置特点

优 点	缺 点
1) 排风与新风在管路上完全隔开, 不会发生新、排风间的交叉感染。 适用于医院、无菌动物实验室以及排放有毒、有害气体的工业厂房。	1) 由于是通过循环液体与排风和新风空气进行间接的换热, 所以, 其换热的效率比较低, 通常装置的热回收效率低于65%。
2) 运行稳定可靠, 使用寿命长。	2) 换热器是按显热回收方式运行, 不能回收潜热。
3) 换热器之间通过管道连接, 布置灵活、安装方便, 占地空间小、便于旧系统改造。	3) 由于配备循环水泵并且排风、新风换热器具有一定的空气阻力, 因而有一定的动力能耗
4) 水泵、换热器均为常规通用产品, 设备费用低, 维修简便	

3. 液体循环式热回收装置性能及影响因素

3.1 取决于排风侧（供热侧）和新风侧（得热侧）的显热效率。即排风换热器和新风换热器的换热性能越好效果越佳。

1) 新风、排风的含尘量、流速等直接影响换热器空气侧的对流换热系数，从而影响显热效率。其中新风换热器的迎风风速较为敏感，建议范围为1~2.8m/s。

2) 液体循环系统中液体的粘度、流速等直接影响换热器液体侧的对流换热系数，从而影响显热效率。

3) 液体循环系统的气水比及新风、排风质量流量比影响系统的显热效率。显热效率随气水比增大而降低，随新风、排风质量流量比增大而降低。通常情况气水比宜取0.3，建议取值范围为0.15~0.45；新风、排风质量流量比取1.0，建议取值范围为0.70~1.20。

3.2 取决于排风侧的初温（t3）和新风侧的初温（t1）。其温差越大热回收效率越高。

液体循环式热回收装置的性能最终反映在装置的热回收效率上，显热效率的一般范围值在55%~65%之间。

4. 液体循环式热回收装置设计计算及选用

4.1 液体循环式热回收装置设计的主要步骤：

- 4.1.1 确定循环液体及合理的质量百分比；
- 4.1.2 选择适合的送风换热器与排风换热器；
- 4.1.3 确定系统热回收显热效率，计算热回收量和送风换热器后的送风温度；
- 4.1.4 计算并选择溶液循环泵、系统膨胀水箱（膨胀罐）；

- 4.1.5 判定并确定系统的防结霜措施;
- 4.1.6 如将新风处理至设定温度, 计算需要的再热量。
- 4.2 液体循环式热回收装置的设计

根据工程通风、空调的排风或生产工艺的余热特征, 本着回收利用热能(余热), 防止和避免交叉污染的原则, 通过对能量回收利用的可行性分析, 确定液体循环式热回收方案, 并进行液体循环式热回收装置的设计。

4.2.1 通常以一定比例的乙二醇水溶液为循环液体溶液。其溶液凝固点低于当地冬季最低室外气温4~6℃为宜。可根据表4-2确定质量百分比, 一般乙二醇水溶液的质量百分比不宜大于50%。

表4-2 乙二醇水溶液凝固点

凝固点(℃)	-1.4	-3.2	-5.4	-7.8	-10.7	-14.1	-17.9	-22.3
质量百分比(%)	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
容积百分比(%)	4.4	8.9	13.6	18.1	22.9	27.7	32.6	37.5

4.2.2 换热器选择及热回收装置的热工计算

换热器(盘管)的排数, 宜选择6~8排。换热器选择与通常空气-水(表冷器)换热器相同。换热器(盘管)的迎面风速 $v_y$ , 宜选择 $v_y=2\text{m/s}$ , 最大风速不宜大于 $2.8\text{m/s}$ 。通过盘管管束内的溶液流速宜为 $0.6\sim 1.0\text{m/s}$ 。乙二醇密度、比

度、比热、导热系数、动力粘度见本图集第68页。

换热器的选型通常可将设计参数(新风、排风温度、风量及排风含湿量等)提供给专业产品生产企业, 由电脑进行换热器选择及热回收装置的热工计算, 给出送风换热器与排风换热器的选型及系统热回收的显热效率。

以下提供一种热回收装置的热工计算方法, 可供设计时参考使用, 详见表4-3。

4.2.3 作为循环液体的循环水量, 一般可根据水气比确定:

$$n=6 \text{ 排时, } M=0.30; \quad n=8 \text{ 排时, } M=0.25$$

当供热侧与得热侧的风量不相等时, 循环水量应按数值大的风量确定。

乙二醇水溶液管路系统的水力计算, 可按常规水系统的计算方法进行, 但其管道阻力应按表4-4的系数进行修正。

循环水泵的选择: 循环泵的压力 $H(\text{kPa})$ (通常也可称为扬程, 单位为 $\text{m}$ ), 可按下式计算:

$$H=1.1\sim 1.2 K(\Delta P_a+\Delta P_b+\Delta P_c) \quad (4-1)$$

式中  $\Delta P_a$ ——排风换热器的压力降, 一般为 $10\sim 30\text{kPa}$ , 具体数据通常由产品生产企业提供;

$\Delta P_b$ ——新风换热器的压力降，一般为10~30kPa，  
具体数据通常由产品生产企业提供；

表4-3 热回收装置热工选型及计算

1	确定新风、排风换热器	根据系统的新风、排风量确定新风、排风换热器规格
2	确定新风、排风换热器 计算显热效率 $\eta_x$ 、 $\eta_p$	根据确定的新风、排风换热器规格按本图集第69页，查得新风、排风换热器计算显热效率 $\eta_x$ 、 $\eta_p$
3	确定新风、排风质量流量比，对显热效率的影响修正 $\Delta \eta_1$	根据系统的新风、排风量确定新风、排风比 $R_f$ ，按本图集第70页查得新风、排风质量流量比的显热效率修正值 $\Delta \eta_1$
4	确定新风、排风湿、湿度对显热效率的影响修正 $\Delta \eta_2$	根据系统的新风、排风温度及排风含湿量，按本图集第70页查得新风、排风温度及排风含湿量对显热效率修正值 $\Delta \eta_2$
5	计算热回收装置显热效率 $\eta_t$	计算热回收装置显热效率为： $\eta_t = 0.5(\eta_x + \eta_p) + \Delta \eta_1 + \Delta \eta_2$ (4-2)
6	计算热回收装置热回收量 $Q$ (kW)	计算热回收装置热回收量为： $Q = G_x \eta_t (t_3 - t_1)$ (4-3)
7	计算热回收新风的送风温度 $t_2$ (°C)	新风换热器后的送风温度为： $t_2 = t_1 + \eta_t (t_3 - t_1)$ (4-4)

$\Delta P_c$ ——水管路循环回路的压力降 (kPa)；一般由计算确定，设计初期可按0.04~0.07kPa/m估算；  
 $K$  ——乙二醇水溶液管道阻力修正系数。

表4-4 乙二醇水溶液管道阻力修正系数

管道流速 (m/s)		0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
质量 百分 比 (%)	10.0	1.61	1.48	1.40	1.34	1.30	1.27
	20.0	1.72	1.58	1.49	1.42	1.38	1.34
	30.0	1.83	1.68	1.58	1.51	1.45	1.41
	40.0	1.97	1.79	1.68	1.60	1.54	1.50
	50.0	2.11	1.92	1.80	1.71	1.64	1.59

4.2.4 液体循环式热回收装置应按系统乙二醇水溶液量根据系统具体情况确定采用开式膨胀水箱或标准密闭式膨胀罐等，并根据需要设置安全阀，具体可参见表4-5。

4.2.5 为了防止排风换热器表面结霜，可结合工程条件确定防结霜措施，具体见表4-6。

表4-5 乙二醇水溶液调节容积

系统容积 (m³)	<0.1	0.1~1	1~2	2~4	4~8
调节容积 (m³)	0.003	0.030	0.060	0.120	0.240

注：溶液使用温度为-30~50℃时，溶液膨胀系数为0.0006。

液体循环式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王谦	校对	周敏	设计	王谦	页	66



表4-6 液体循环式热回收装置防结霜采取的主要措施

序号	防结霜措施	特 点	控制方案	备 注
1	循环液体供回水管之间设电动三通调节阀	安装简便、灵活，易于实现，系统运行稳定	电动三通调节阀根据排风盘管回水温度和新风盘管出风温度，来确定开启度	工程中应用最为常见
2	新风换热器及旁通上设电动风量调节阀	所需空间大，新风混合温度不够均匀，通常采用标准组合段	电动风量调节阀的开度是根据排风盘管回水温度和新风盘管出风温度来确定	工程中应用较少
3	新风换热器前设新风预热器	便于控制，考虑到冰冻的因素，其新风预热器的选择受到制约	通过检测，当待处理新风的温度达到新风临界温度时，启用新风预热器	工程应用有一定局限

注：新风临界温度：当新风换热器出口溶液温度等于排风换热器排风出口温度时，对应的新风温度。

4.3 设计要点：

- 4.3.1 换热器循环液体的进出与气流流向对热回收量有明显的影响，影响幅度一般达20%左右；
- 4.3.2 考虑供热侧处于湿工况时对温度效率的影响；

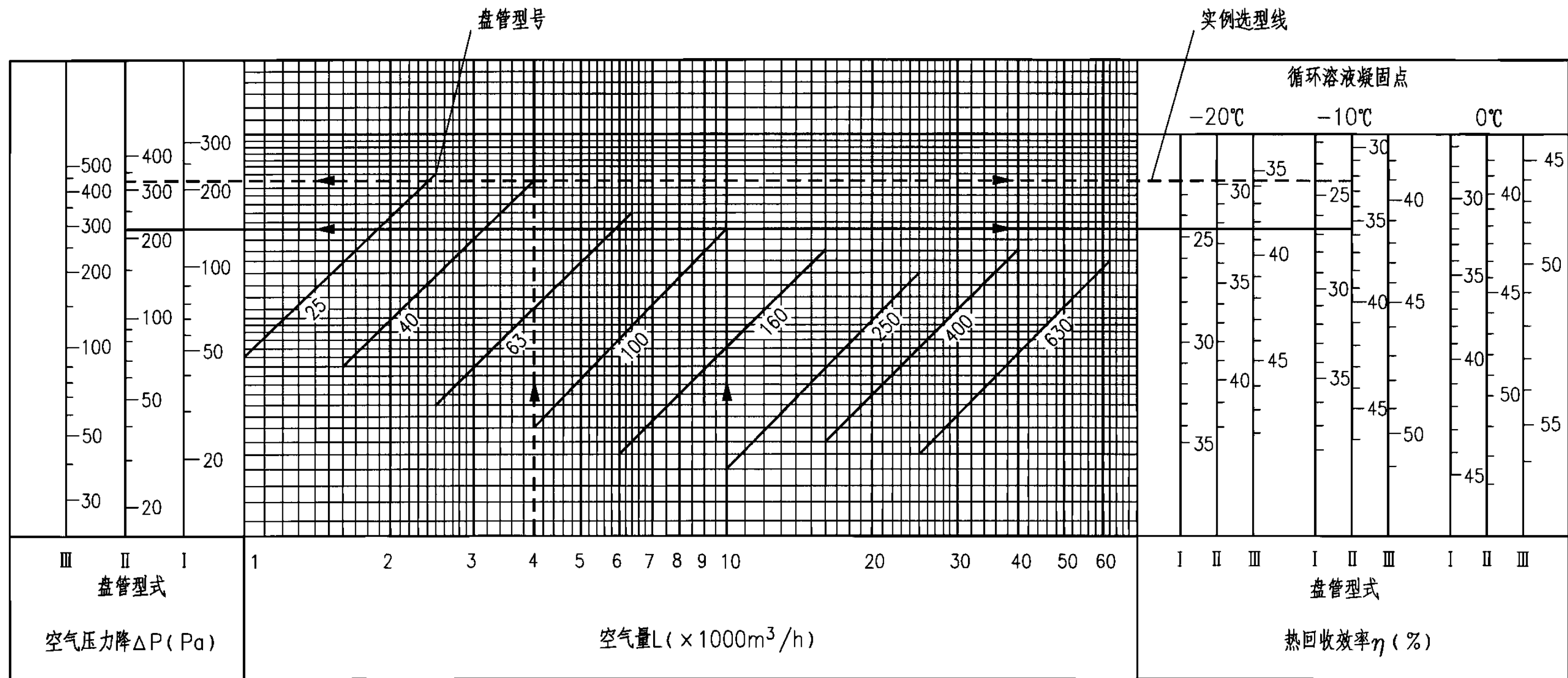
- 4.3.3 由于乙二醇与锌接触时会发生化学反应，所以系统中不应采用含锌的材料；
- 4.3.4 新风、排风换热器由于集尘或阻塞会明显降低热回收效率，其入口应设置过滤器。

乙二醇水溶液密度、比热、导热系数、动力粘度

溶液 温度	物理特性		溶液容积百分比浓度(%)									
			10		20		30		40		50	
-25(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	-	-	-	-	-	-	-	-	1088	30.50
	比热(c)	导热系数(λ)	-	-	-	-	-	-	-	-	3.107	0.339
-20(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	-	-	-	-	-	-	1072	15.75	1087	22.07
	比热(c)	导热系数(λ)	-	-	-	-	-	-	3.334	0.371	3.126	0.344
-15(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	-	-	-	-	-	-	1071	11.74	1086	16.53
	比热(c)	导热系数(λ)	-	-	-	-	-	-	3.351	0.377	3.145	0.349
-10(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	-	-	-	-	1054	6.19	1070	9.06	1084	12.74
	比热(c)	导热系数(λ)	-	-	-	-	3.560	0.415	3.367	0.383	3.165	0.354
-5(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	-	-	1037	3.65	1053	5.03	1068	7.18	1083	10.05
	比热(c)	导热系数(λ)	-	-	3.757	0.460	3.574	0.422	3.384	0.389	3.184	0.359
0(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	1019	2.08	1036	3.02	1052	4.15	1067	5.83	1081	8.09
	比热(c)	导热系数(λ)	3.937	0.511	3.769	0.468	3.589	0.429	3.401	0.395	3.203	0.364
5(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	1018	1.79	1034	2.54	1050	3.48	1065	4.82	1079	6.63
	比热(c)	导热系数(λ)	3.946	0.520	3.780	0.476	3.603	0.436	3.418	0.400	3.223	0.368
10(℃)	密度(ρ)	动力粘度(μ)	1016	1.56	1033	2.18	1049	2.95	1063	4.04	1077	5.50
	比热(c)	导热系数(λ)	3.954	0.528	3.792	0.483	3.617	0.442	3.435	0.405	3.242	0.373

注：密度(ρ)单位为：kg/m³；动力粘度(μ)单位为：Pa·s；比热(c)单位为：  
kJ/(kg·℃)；导热系数(λ)单位为：W/(m·℃)。

乙二醇水溶液性能表										图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	王谦	王谦	王谦	页	68

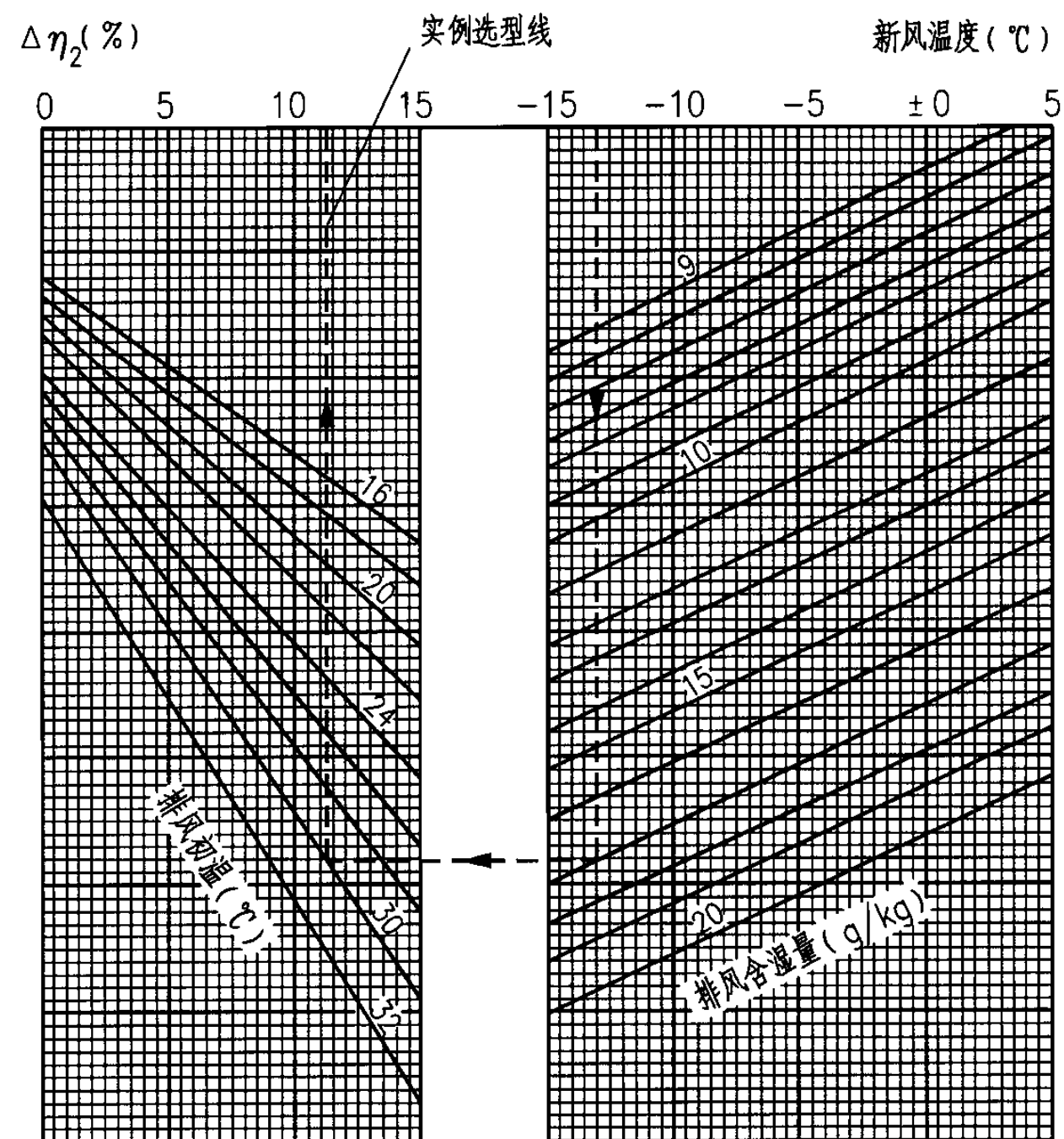
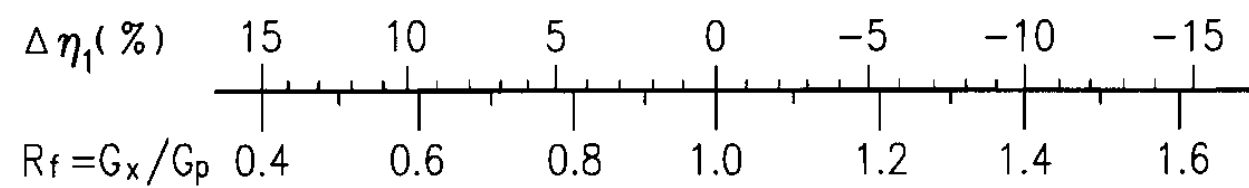


新风、排风显热回收效率  $\eta_x$ 、 $\eta_y$

热回收器性能及选用

图集号 06K301-2

审核 季伟 季伟 校对 周敏 周敏 设计 刘凯 刘凯 页 69



显热效率修正  $\Delta \eta_1$  及  $\Delta \eta_2$

换热器（盘管）规格及尺寸

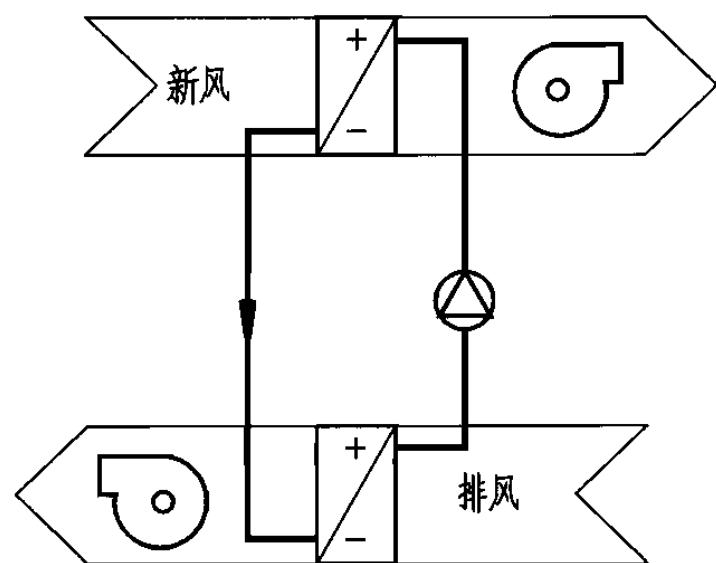
盘管 型号	空气量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	尺寸 (mm)				重量 (kg)		
		宽	高	长 (新风)	长* (排风)	I 型	II 型	III 型
25	2500	500	500	300	500	11	12	15
40	4000	630	630	300	500	16	19	22
63	6300	800	800	300	500	24	32	40
100	10000	1000	1000	340	540	35	49	59
160	16000	1250	1250	340	540	54	91	97
250	25000	1600	1600	340	540	115	128	156
400	40000	1900	1900	340	540	170	205	255
630	63000	2400	2400	460	700	235	310	380

- 注： 1. 盘管分 I、II、III 型，\* 表示带挡水板、滴水盘。  
 2. I、II、III 型分别表示三种型式的盘管，排数为六排，其盘管水容量、阻力和传热量依次增大。  
 3. 普通换热器（表冷器）可参照按 II 型选择。

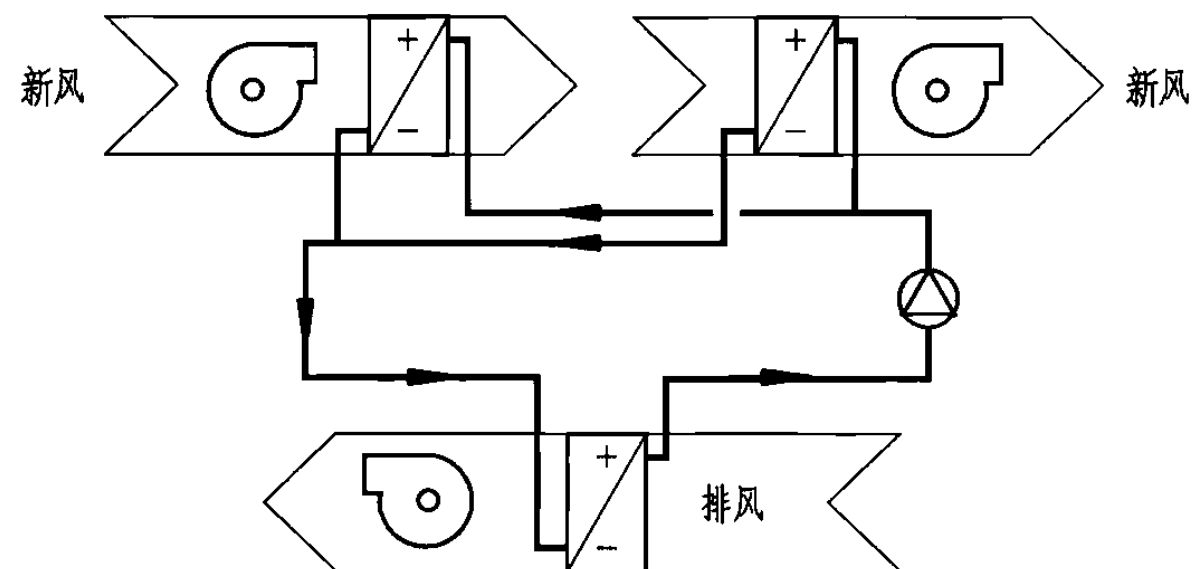
热回收器性能及选用

图集号 06K301-2

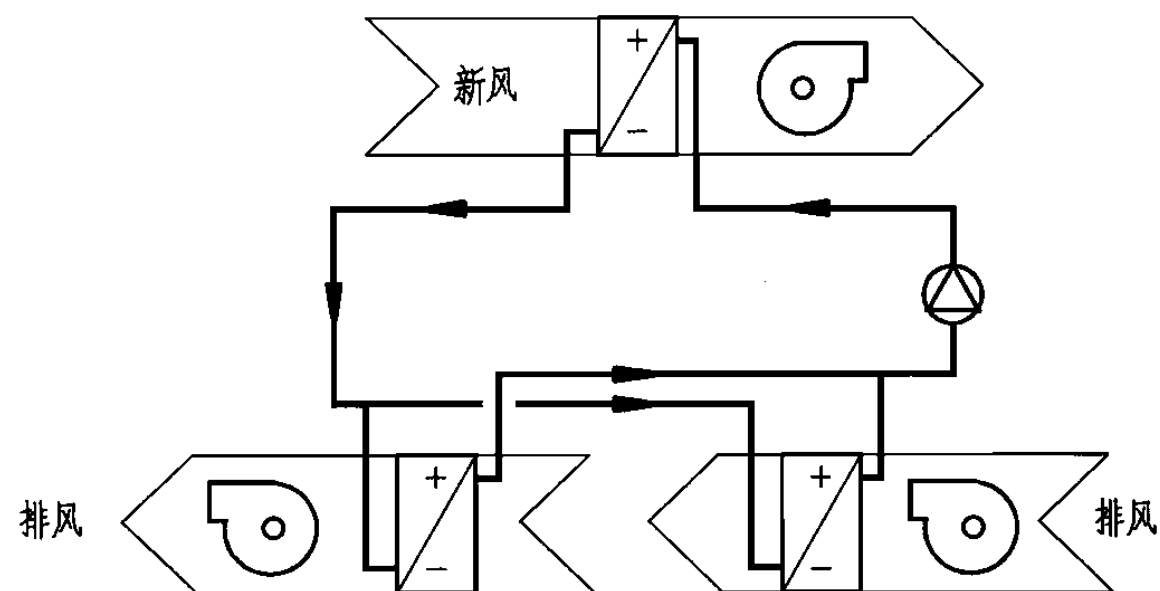




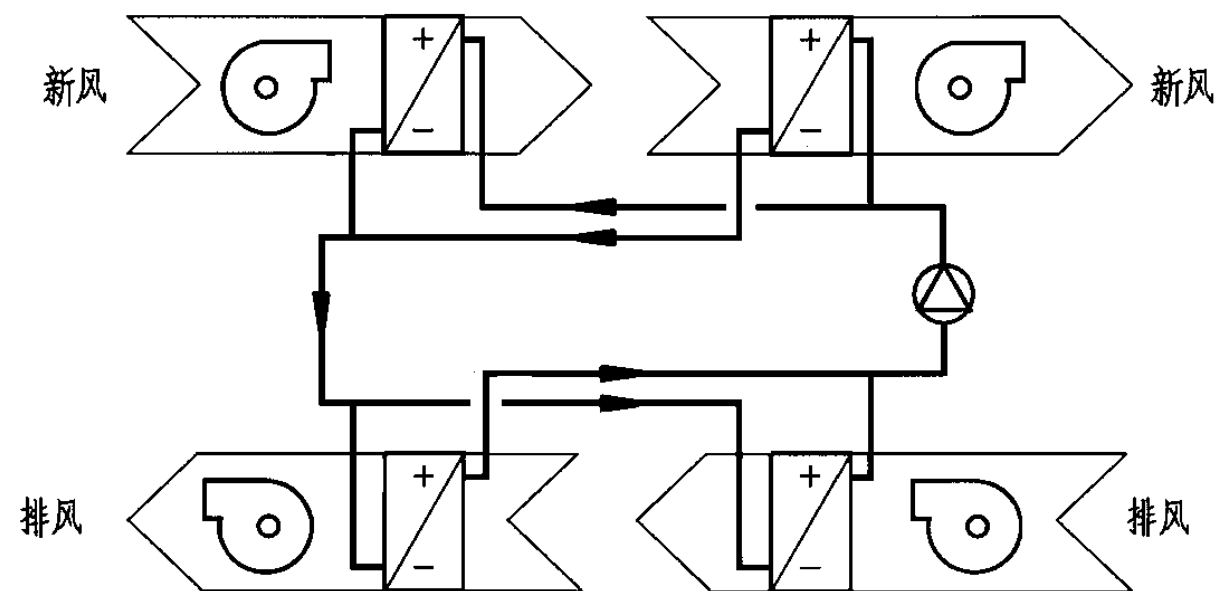
## 一对一的热回收装置系统



### 一对多的热回收装置系统



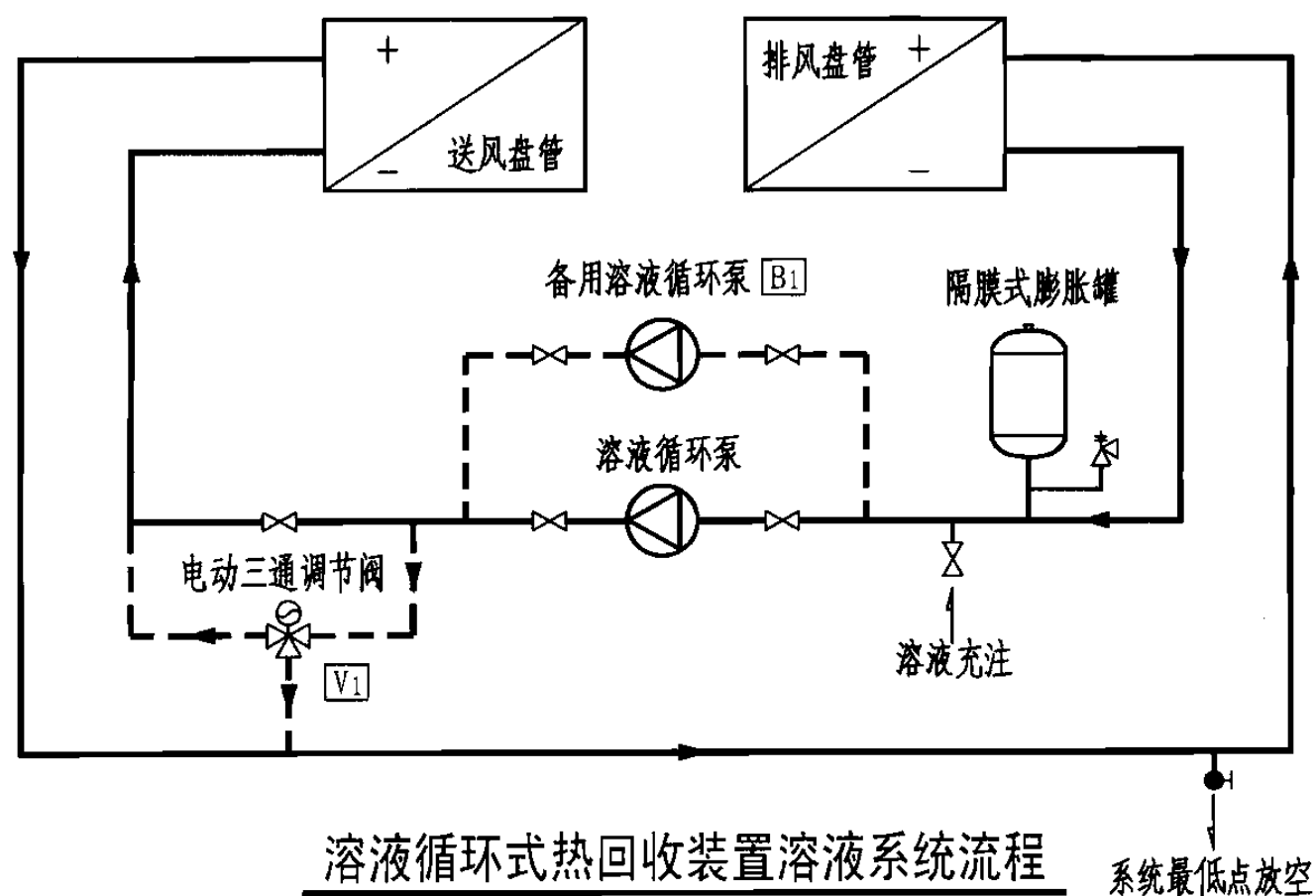
## 多对一的热回收装置系统



## 多对多的热回收装置系统

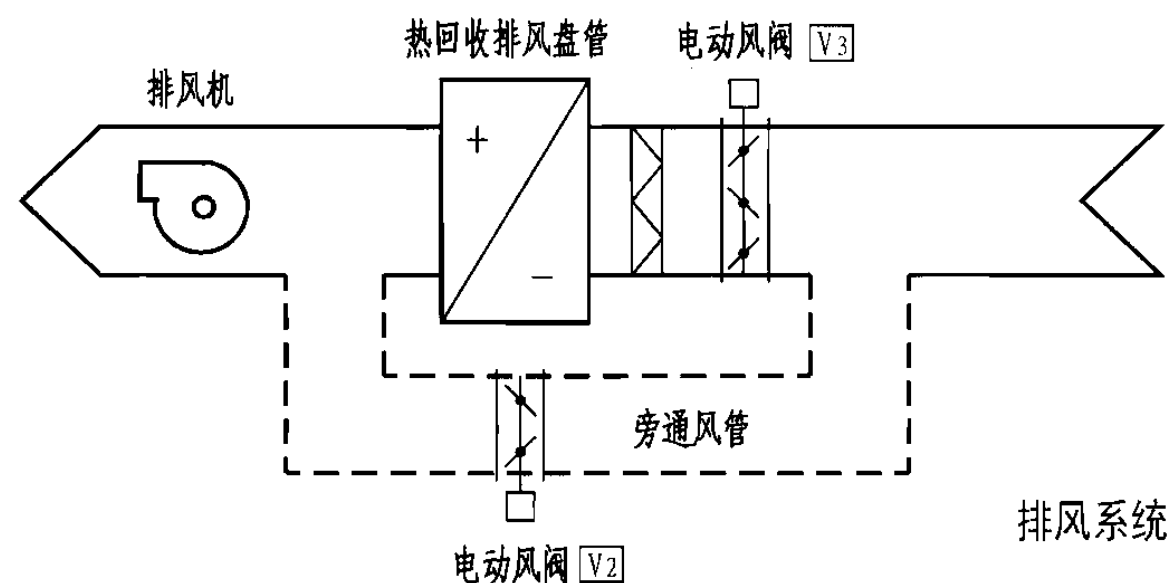
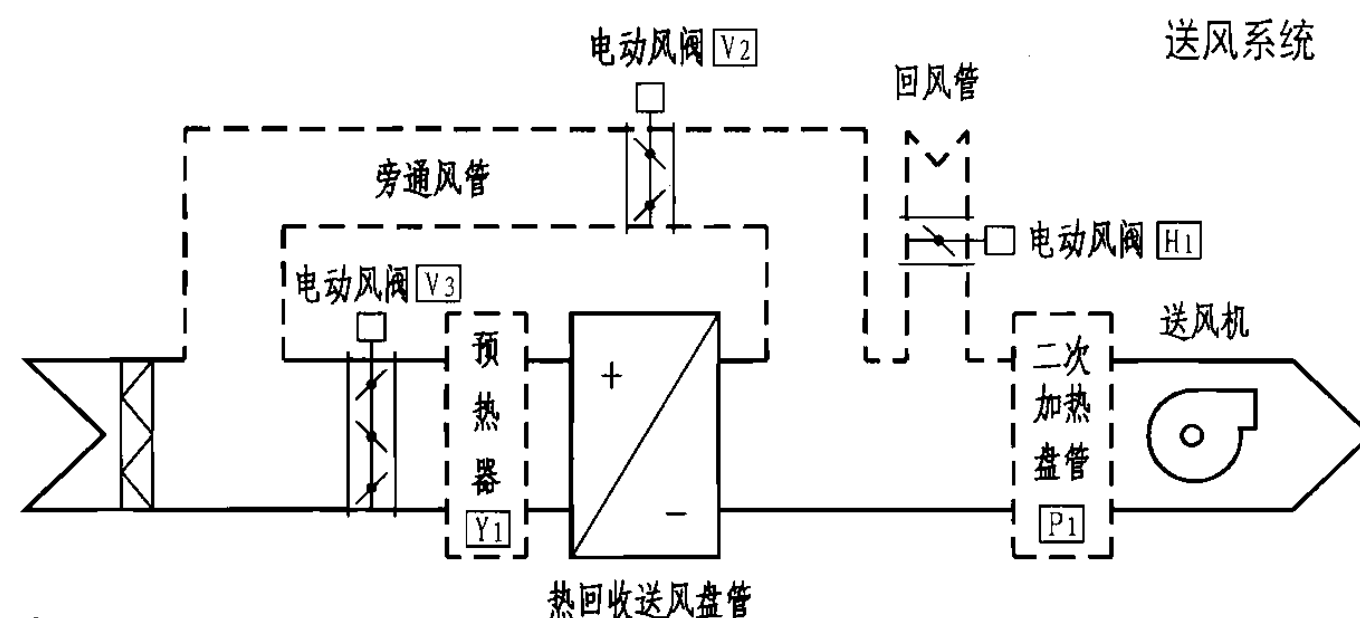
注：风机与换热器（盘管）布置的顺序依实际需要而定，本图仅为示意。

热回收装置系统流程图								图集号	06K301-2	
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	王谦	王谦	页	71



热回收装置选配部分说明

代号	设备名称	装置设置说明
Y1	预热器	适用于通过送风预热的控制来防止排风盘管结霜的系统
P1	再热、加湿盘管	适用于送风送入工作区前，为满足工作区温、湿度要求需要再热、加湿处理的系统
V1	电动三通调节阀	适于通过中间溶液的旁通控制来防止排风盘管结霜的系统
V2	旁通管及旁通阀	适于处理风量大且需旁通时间长的系统，其中送风旁通也适用于防止排风结霜的系统
V3	电动风阀	图中为常规设置，手动或电动（双位或调节）的确定可供选择
B1	备用溶液循环泵	适用于处理风量大、连续运行系统或比较重要的系统
H1	回风管及回风阀	适用于通过有循环风的空调系统



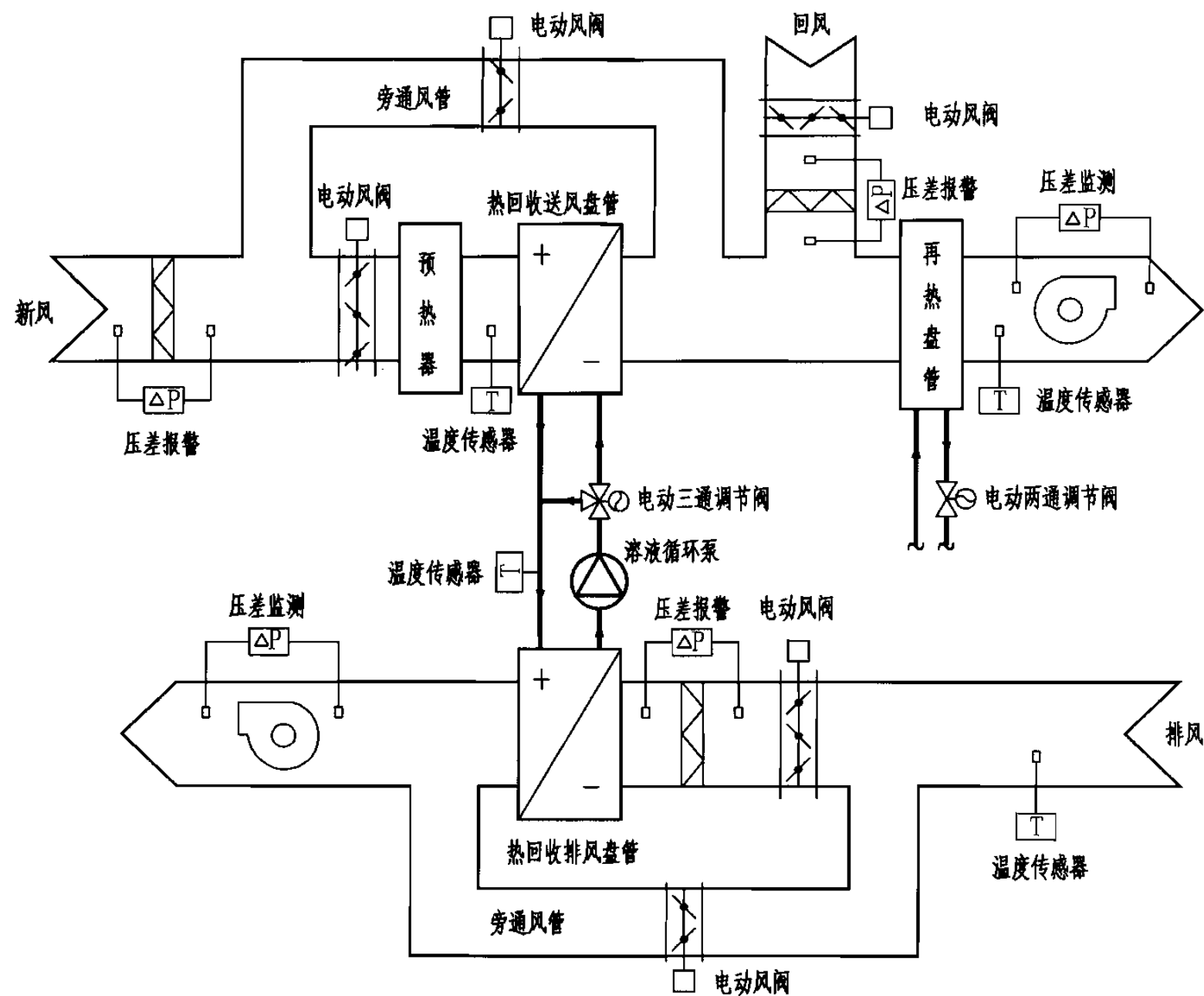
溶液循环式热回收装置送风、排风系统流程

注：图中虚线部分表示，设计时可根据工程实际需要选择配置的内容。

热回收装置系统流程图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	刘凯	校对	王谦	制图	李伟	页	72

控制说明及要求

系统说明	本原理图包含有热回收装置的预热、再热、过滤器、送排风旁通、回风和溶液旁通的控制，实际使用中可根据系统情况和要求由设计决定如何与预热、再热及空调设备配套使用和增减控制部件
控制原理	通过在不同工况对比新风、排风温度的高低和送风、回风需求量，控制各电动风阀的开、关比例和状态；对于排风盘管防结霜根据送风温度、进风盘管出口溶液温度有三种方式可供具体情况选择，即控制溶液旁通量、预热器预热量、送风旁通量
控制对象	风机启停、电动风阀、电动两通调节阀及电动三通调节阀
控制方法	<p>对于送、排风旁通系统，当排风温度高于或低于新风温度设定值时，关闭送、排风旁通风阀并开启主风道风阀和循环泵，否则开启旁通风阀并关闭主风道风阀和泵（如在过渡季运行系统）。</p> <p>对于需要防止排风盘管结霜的系统，根据新风温度、排风盘管进口溶液来决定控制溶液电动三通阀旁通量、预热器的预热量或送风旁通风阀开启度。</p> <p>对于带回风空调系统，根据系统需要通过控制送排风电动风阀开启度调节送回风比例。</p> <p>对于需再热系统，根据再热器后送风温度控制其加热管电动阀开启度</p>
监测	送风盘管和再热盘管后的送风温度、排风温度及送、排风机和水泵的启停和工作状态
联锁	送、排风机后的电动风阀与送、排风机启停联锁开关。 当送风盘管后的送风温度低于设定温度时，联锁关闭送风机
报警	风机启动后，进、出口两侧压差低于设定值时，自动报警；新风、排风过滤器两侧压差超过设定值时，自动报警



溶液循环式热回收装置控制原理

- 注：1. 本控制原理及要求为通用做法，对于无旁通、无回风等形式可参考选用；对于小风量或系统要求低的热回收装置可简化选用；
2. 本控制列有三种防排风盘管结霜的方法，设计根据实际情况选用一种；
3. 热回收装置的启动采用新风、排风温差比较，温差大于一定数值，热回收投入运行才具有节能意义。

热回收装置控制原理图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	刘凯	校对	王谦	设计	刘凯	页	73

## 溶液循环式热回收选用实例

已知：北方某城市的一实验楼，楼内某层不相邻的设有三间需要设局部排风和全面排风的化学实验室，其中实验室1排风温度19℃，排风含湿量5g/kg，排风量2000m<sup>3</sup>/h；实验室2排风温度31℃，含湿量26g/kg，排风量4000m<sup>3</sup>/h；实验室3排风温度33℃，含湿量15g/kg，排风量6000m<sup>3</sup>/h。现需要给本层补充10000m<sup>3</sup>/h的新风，设计出将排风热量预热新风的溶液循环式热回收装置。

求：确定系统热回收显热效率，计算热回收量和送风盘管后的送风温度；再将新风处理至20℃所需系统的再热负荷。

解：

### 1. 查取本地区冬季室外气象资料

冬季大气压 97870Pa，空调计算温度：-13℃，相对湿度58%，最冷月极端温度-26.7℃。

### 2. 选择热回收循环溶液、流量以及换热盘管

由于项目属于普通化学实验室，溶液按低于供暖计算温度5℃ 选取(即-18℃)，查本图集第65页表4-2，选择质量百分比为35%的乙二醇溶液。

送风盘管和排风盘管按6排管选取，根据本图集第65页第

4.2.3条中水气比M=0.30，本项目排风量大于送风量，故设计

按排风量计算溶液循环量： $G=12000 \times 1.2 \times 0.30=4320$  (kg/h)。

根据各排风盘管排风量所占总排风量的比例来分配出流经各个排风盘管的溶液流量。根据本图集第65页第4.2条中要求，盘管迎面风速取2.0m/s，内管束溶液流速取0.8m/s，生产企业以此取值选定换热盘管，并提供盘管水阻力和存水量。方案设计可按本图集第69页和第70页图进行查取，计算内容如下表：

计算结果	新风	排风		
		实验室1	实验室2	实验室3
溶液质量流量(kg/h)	4320	720	1440	2160
换热器规格	K100-I I型	K25-I I型	K40-I I型	K63-I I型
换热器水压降(kPa)	11	7	8	10
换热器存水量(L)	14	3	5	9

### 3. 计算装置显热回收效率、热回收量以及送风温度

根据送风、排风量和选择盘管查本图集第69页图，分别得出送风、排风效率，按风量计算排风平均效率、温度及含湿量，查表及计算结果如下：

溶液循环式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	王谦	校对	王谦	王谦	设计	刘凯	页	74



计算结果	新风	排 风			
		实验室1	实验室2	实验室3	平 均
显热效率 (%)	36	32	35	35	34
温度 (℃)	-13	19	31	33	30
含湿量 (g/kg)	0.8	5	26	15	17

由以上结果所得的新风、排风比 $R_f=0.83$ ，查本图集第70页图表，得出效率修正 $\Delta\eta_1=0.04$ 和 $\Delta\eta_2=0.12$ ，计算回收显热效率及回收热量：

$$\eta_t=0.5(\eta_x+\eta_p)+\Delta\eta_1+\Delta\eta_2$$

$$=0.5\times(0.34+0.36)+0.04+0.12=0.51$$

$$Q=G_xC\eta_t(t_3-t_1)$$

$$=10000\times1.2\times1.01\times0.51\times[30-(-13)]=266\text{ (kW)}$$

送风盘管后的送风温度：

$$t_2=t_1+\eta_t(t_3-t_1)=-13+0.51\times[30-(-13)]=9\text{ (℃)}$$

如将新风处理至室温20℃则需要的再热负荷：

$$Q'=G_xC(t_s-t_2)=10000\times1.2\times1.01\times(20-9)/3600=37\text{ (kW)}$$

#### 4. 选取溶液循环泵及密闭式膨胀罐或水箱

根据以上盘管阻力(排风盘管总阻力按并联管路阻力计算)，通过管路水力计算得出管路系统水阻力（管路系统管径选择同

空调水系统），根据本图集第66页表4-4 查出阻力修正值，再由本图集第65页（4-1）公式，计算出系统总阻力。

由上述计算的系统流量和阻力，考虑一定的富裕，选择溶液循环泵。

盘管内溶液容量总和为 $0.031\text{m}^3$ ，计算系统管道内溶液容量为 $0.1\text{m}^3$ ，系统总溶液容量为 $0.131\text{m}^3$ ，根据本图集第66页中表4-5，查出系统调节容积为 $0.030\text{m}^3$ ，以此选择合适的膨胀罐或膨胀水箱。

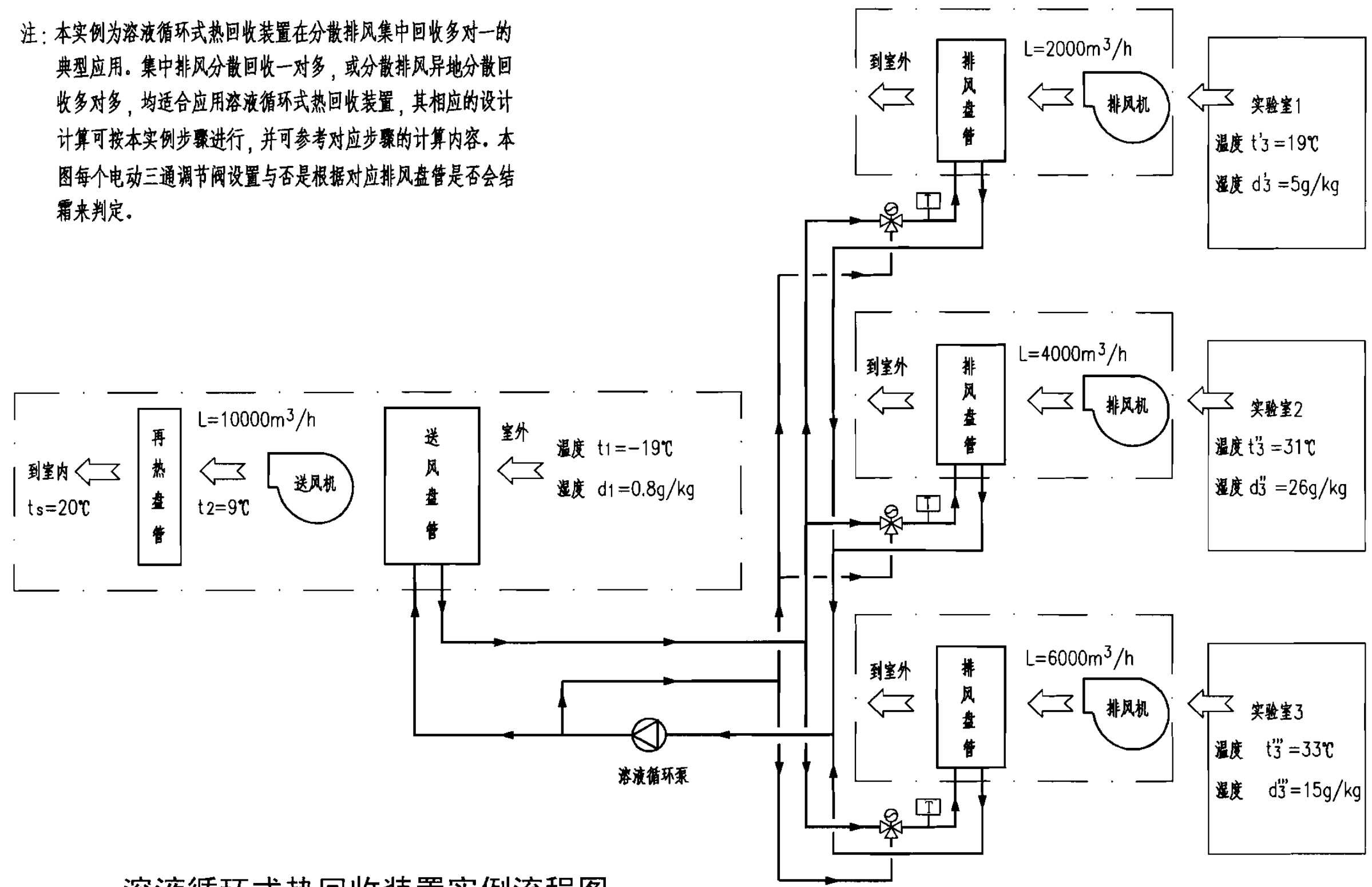
#### 5. 根据送、排风参数以及选定的热回收装置，判断每个排风盘管采取防止结霜与否的措施。

将并联的三个排风盘管和一个送风盘管组成的热回收系统近似拆分成三个由一个排风盘管和一个送风盘管组成的热回收系统，其中送风量按对应排风量所占比例进行分配，即分别为 $1670\text{m}^3/\text{h}$ 、 $3330\text{m}^3/\text{h}$ 、 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ；再根据上述盘管溶液流速、迎面风速及送、排风参数，由产品生产企业根据程序分别计算出各实验室排风盘管是否有结霜的可能，以此判定各排风盘管是否需设置三通阀以防止结霜。

溶液循环式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王谦	校对	刘凯	制图	文凯	页	75



注：本实例为溶液循环式热回收装置在分散排风集中回收多对一的典型应用。集中排风分散回收一对多，或分散排风异地分散回收多对多，均适合应用溶液循环式热回收装置，其相应的设计计算可按本实例步骤进行，并可参考对应步骤的计算内容。本图每个电动三通调节阀设置与否是根据对应排风盘管是否会结霜来判定。



溶液循环式热回收装置实例流程图

溶液循环式热回收选用实例								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	刘凯	校对	王谦	制图	李伟	页	76

# 溶液吸收式热回收说明

## 1. 溶液吸收式热回收原理

当溶液表面的蒸气压力与直接接触空气的水蒸气分压力存在压差时，相互间既有热量的传递，还有质量的传递。溶液与空气进行热质交换时，将吸收或释放出相变的热量，使两者的温度发生变化。溶液吸收式热回收就是利用此原理，进行新风与排风之间的能量交换。

由溶液吸收式热回收器（有时也称基本模块）的工作原理图可以看出，在夏季，上部的排风与溶液在填料中直接接触，此时溶液温度降低、浓度增加（水蒸气分压力降低），同时排风被加热、加湿；低温浓缩的溶液进入下部新风填料中时，由于溶液的温度和表面水蒸气分压力均低于通过的新风，此时，溶液被加热且稀释，同时新风也被降温 and 除湿。冬季与之相反，排风被降温、除湿；新风被加热、加湿。溶液吸收式热回收就是通过以上过程实现能量的回收利用。

单、多级溶液吸收式热回收器工作原理见图5-1、图5-2。

## 2. 溶液吸收式热回收装置

2.1 溶液吸收式热回收装置的基本形式通常由溶液吸收式热回收器、风机以及过滤器等组成，其装置系统流程图可参见本图集第14页。

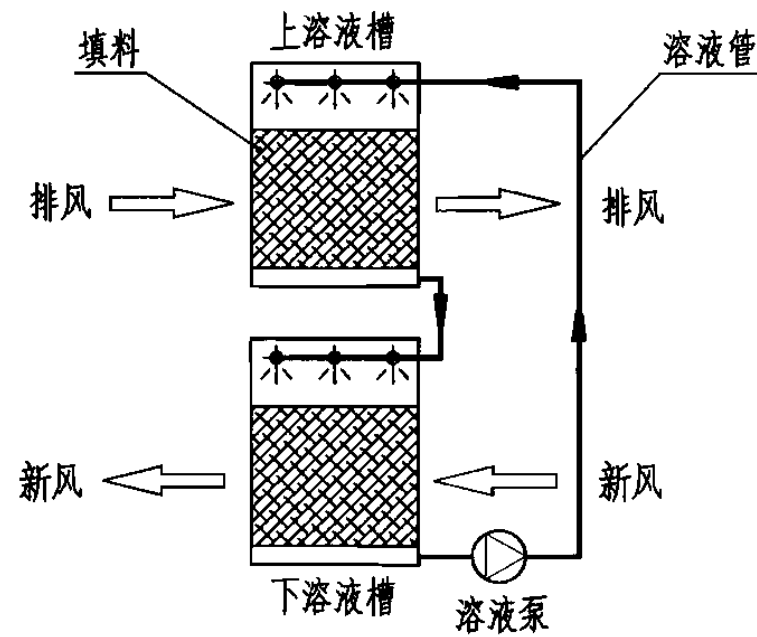


图5-1 单级溶液吸收式热回收器工作原理图

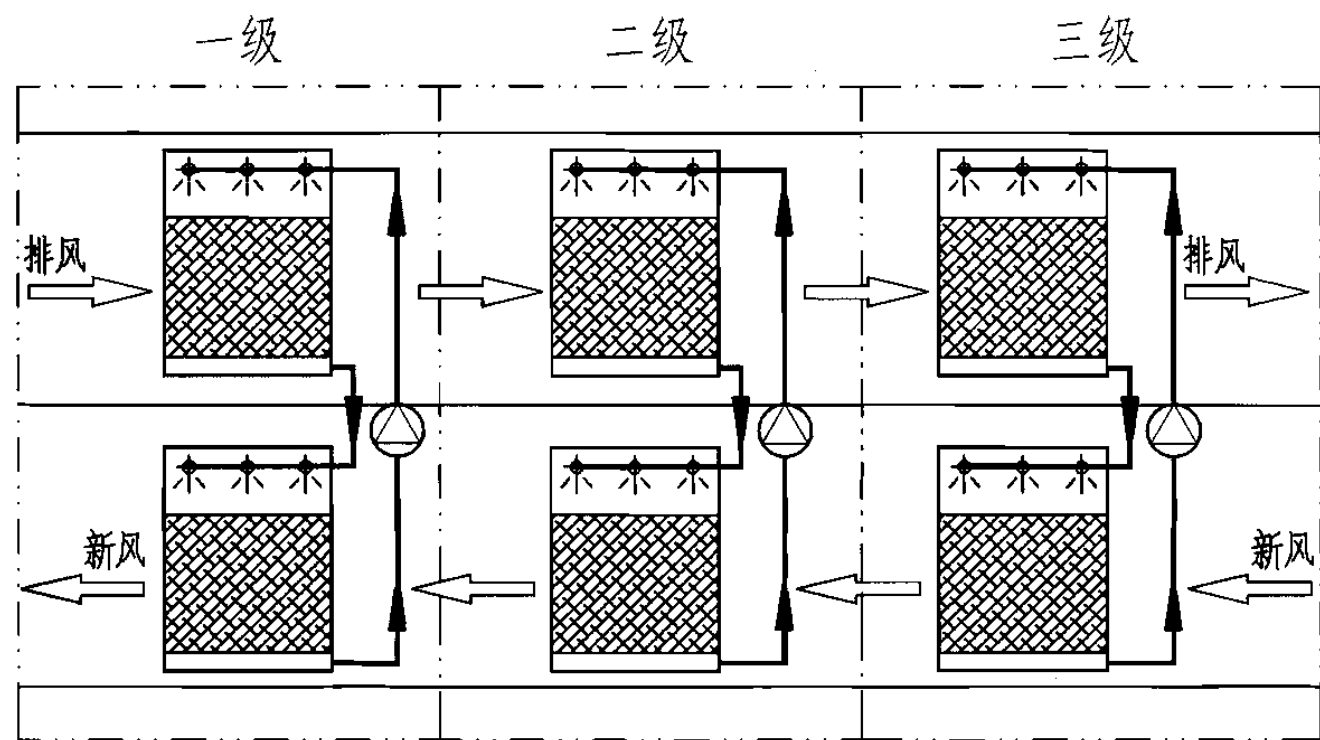


图5-2 多级溶液吸收式热回收装置工作原理图

溶液吸收式热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周群	校对	周敏	制图	周群	页	77

2.1 溶液吸收式热回收器通常由两部分组成：空气—溶液热湿交换器和溶液系统。其中空气—溶液热湿交换器由填料和溶液槽构成；溶液系统又由溶液泵以及管路系统构成。

2.2 热回收装置通常采用的吸收溶液为：溴化锂、氯化锂、氯化钙以及金属卤盐的混合溶液。

2.3 为提高热回收装置整体的热回收效率，通常采用多个热回收器串联使用，组成多级溶液吸收式热回收装置，实际使用中一般推荐采用二、三级。

2.4 单级热回收装置热回收效率的评价见本图集总说明第2.4条。对于新风、排风量相同和各级热回收效率均相同的多级溶液吸收式热回收装置，其装置的全热回收效率  $\eta_n$  (%)

计算式为：

$$\eta_n = \frac{n \cdot \eta_1}{1 + (n-1) \cdot \eta_1} \times 100\% \quad (5-1)$$

式中  $n$  —— 热回收装置级数 (个)；

$\eta_1$  —— 单级热回收装置的全热回收效率 (%)。

### 3. 热回收装置分类及性能特点

3.1 溶液吸收式热回收器，依据构成内容一般可按表5-1中的各项进行分类。

表5-1 溶液吸收式热回收器分类

序号	分类依据	分类内容
1	溶 液	无机盐—溴化锂、氯化锂、氯化钙； 有机物—乙二醇、三甘醇
2	热湿交换器填料	规整填料、散装填料
3	级 数	单级、多级

3.2 溶液吸收式热回收装置，随级数的增加通常呈现如下特性：

3.2.1 各级的平均热回收效率逐步降低；

3.2.2 装置总的热回收效率逐步增大；

3.2.3 当装置的级数大于或等于三级之后，级数的增加对装置总的热回收效率已无大的影响。

3.3 溶液吸收式热回收装置与其他方式相比，主要有以下特点：

3.3.1 对处理的空气，具有显著的杀菌、除尘及净化的功效；

3.3.2 与其他全热回收装置相比，空气无相互渗漏现象且装置维护、清洗较方便；

3.3.3 对于低温的热回收换热，无需考虑防冻措施；

3.3.4 热回收装置模块化，选用及安装方便；

3.3.5 不适用于处理以下各类气体：能与溶液发生反应；有毒、

## 溶液吸收式热回收说明

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 周群

校对 周敏

设计 周群

设计 周群

页

78

有害，且可溶于溶液并易挥发。

3.4 溶液吸收式热回收装置中，常用溶液的性能见表5-2。

表5-2 常用吸收溶液的性能及特点

性能特点	溴化锂	氯化锂	氯化钙	乙二醇	三甘醇
露点(℃)	-10~4	-10~4	-3~-1	-15~-10	-15~-10
浓度(%)	45~65	30~40	40~50	70~90	80~96
毒 性	无	无	无	无	无
腐蚀性	中	较大	较大	小	小
化学稳定性	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定
粘 度	小	小	较小	较大	大
挥发性	不易	不易	不易	易	易
价 格	较低	较低	低	高	高
主要用途	空调除湿 空调制冷	空调杀菌 低温除湿	城市气体 吸湿	一般气体 吸湿	空调一般 气体吸湿

4. 热回收装置的控制

溶液吸收式热回收装置的控制可参见本图集第15页的内容，其中溶液吸收式热回收器的控制，一般又由产品生产企业集成为模块标准化定型产品。

5. 溶液吸收式热回收装置的设计选用及计算

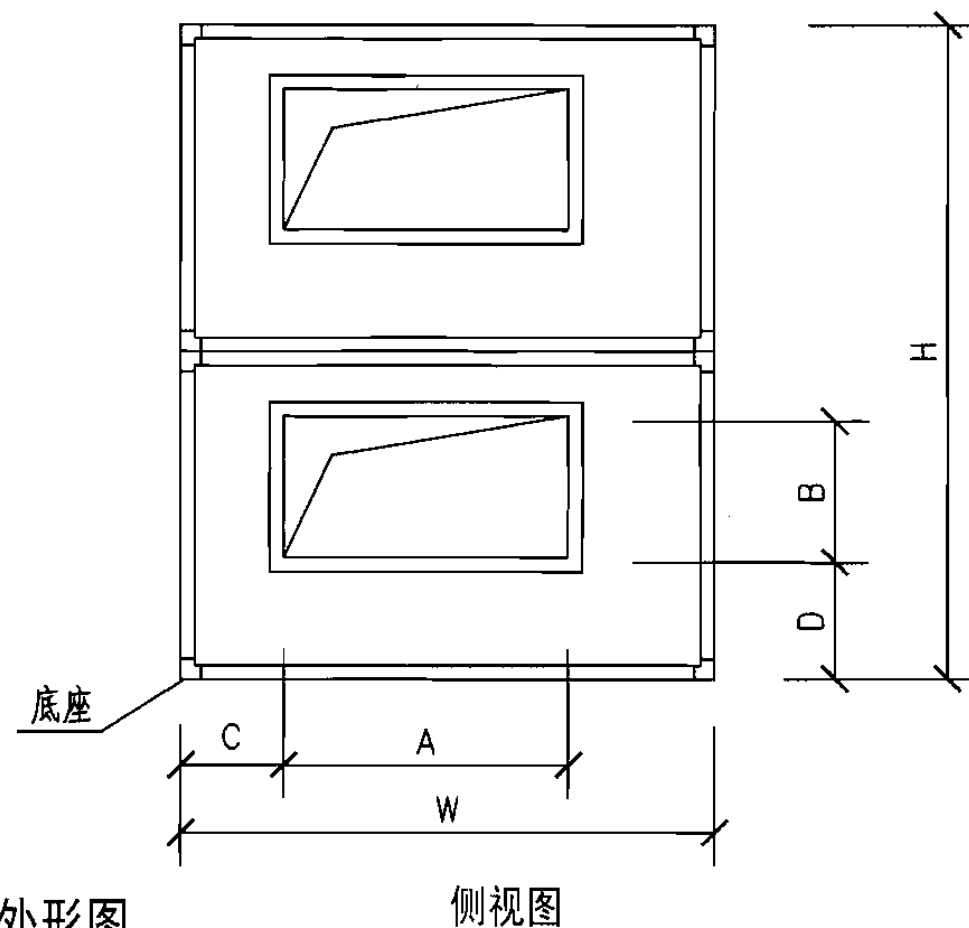
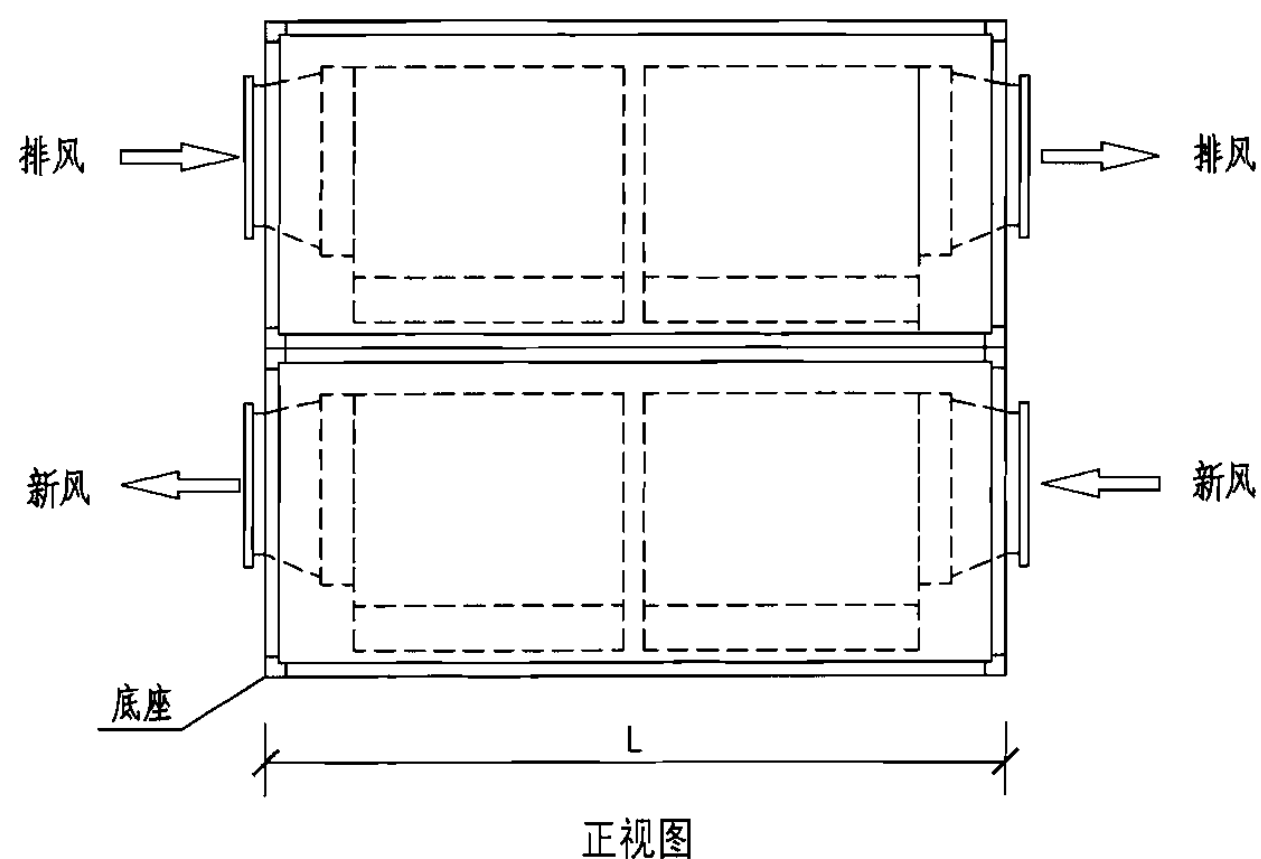
5.1 热回收装置的设计选用及计算步骤：

- 5.1.1 由需处理的风量确定热回收器的模数；
- 5.1.2 由预期的热回收效率确定热回收器的级数；
- 5.1.3 由本图集第81~82页，查得热回收器阻力损失和实际的热回收效率；
- 5.1.4 计算处理后新风的空气参数；
- 5.1.5 计算装置的热回收量；
- 5.1.6 选择计算热回收装置的其他配套设备（如送排风机和需再次处理的盘管容量等）；
- 5.1.7 绘制相关图纸。

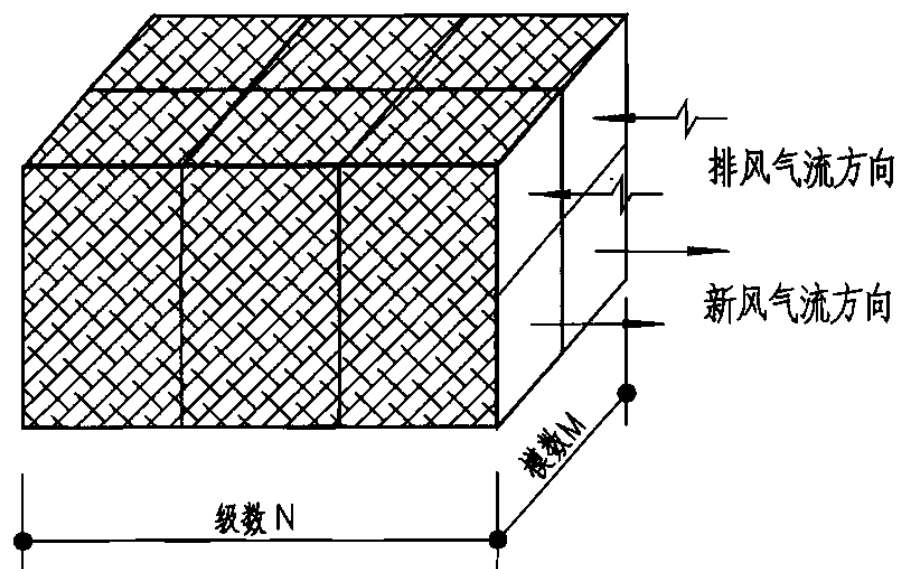
5.2 设计选用原则及要点

- 5.2.1 选用溶液吸收式热回收装置时，应首先对处理的空气进行物性分析，确定其适合性。对于有可能与溶液发生反应或不益于健康的气体易溶解于溶液且易挥发时，应选择合适的吸收溶液或避免采用此热回收方式；
- 5.2.2 选用热回收器模数时，应将处理空气迎面风速控制在1.5~2.5m/s之间。迎面风速太小会增加热回收的初投资；太大有可能使处理后的空气带有液滴（虽然通常溶液不具有挥发性），从而对金属风管及配件产生一定的腐蚀作用。





溶液吸收式热回收器外形图



溶液吸收式热回收器结构示意图

溶液热回收装置外形尺寸

迎风面积 (mm×mm)	外形尺寸		
	W (mm)	L (mm)	H (mm)
M×300×500	M×300+300	N×330+300	1700

新风、排风口尺寸

模数	A	B	C	D
M	M×300-200	400	200	200

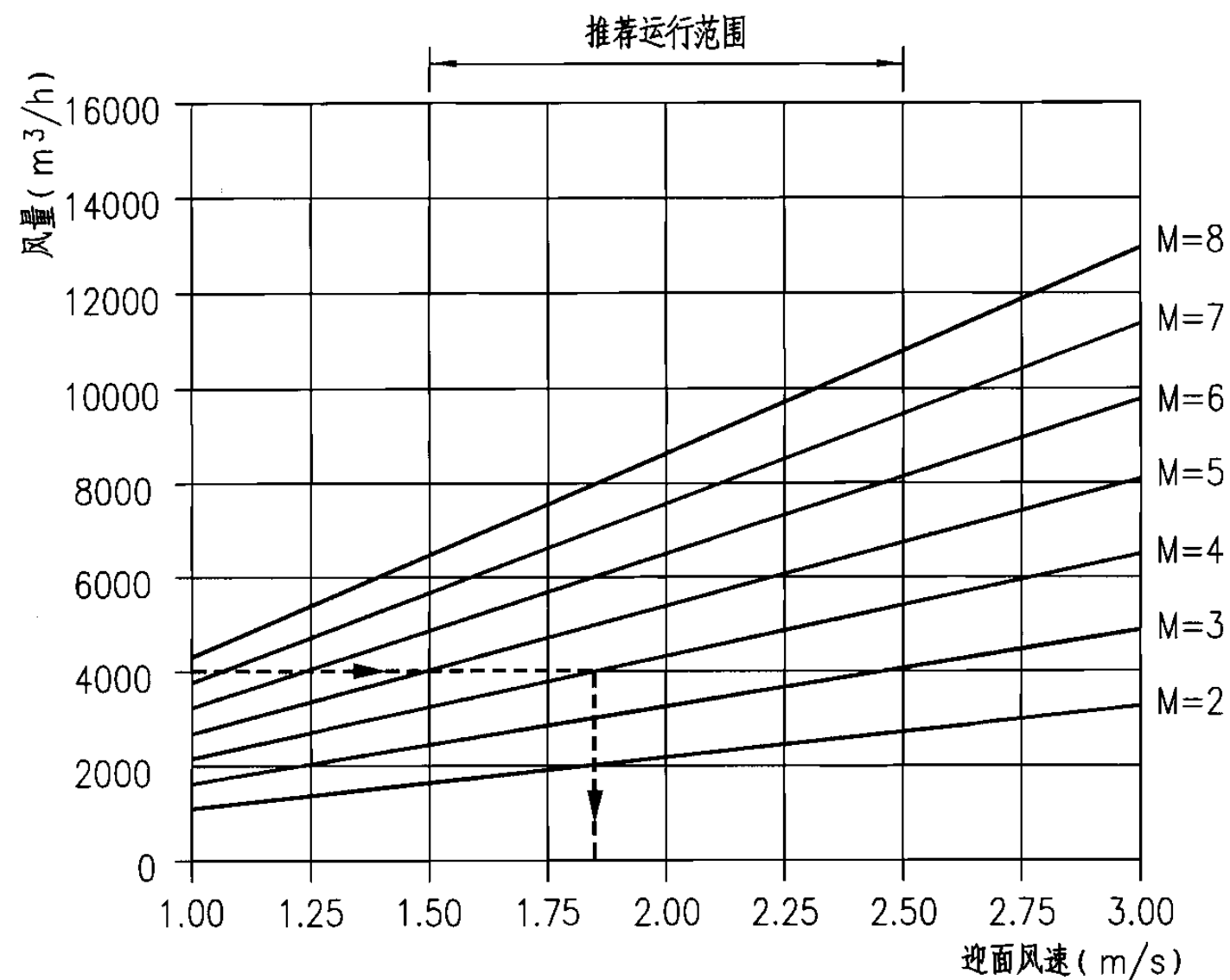
注： 1. 图表中M代表模数，M=2, 3, 4, ……；N代表级数，N=1, 2, 3, ……。  
2. 本页按北京华创瑞风空调科技有限公司提供的技术资料编制。

## 热回收器外形尺寸及选用

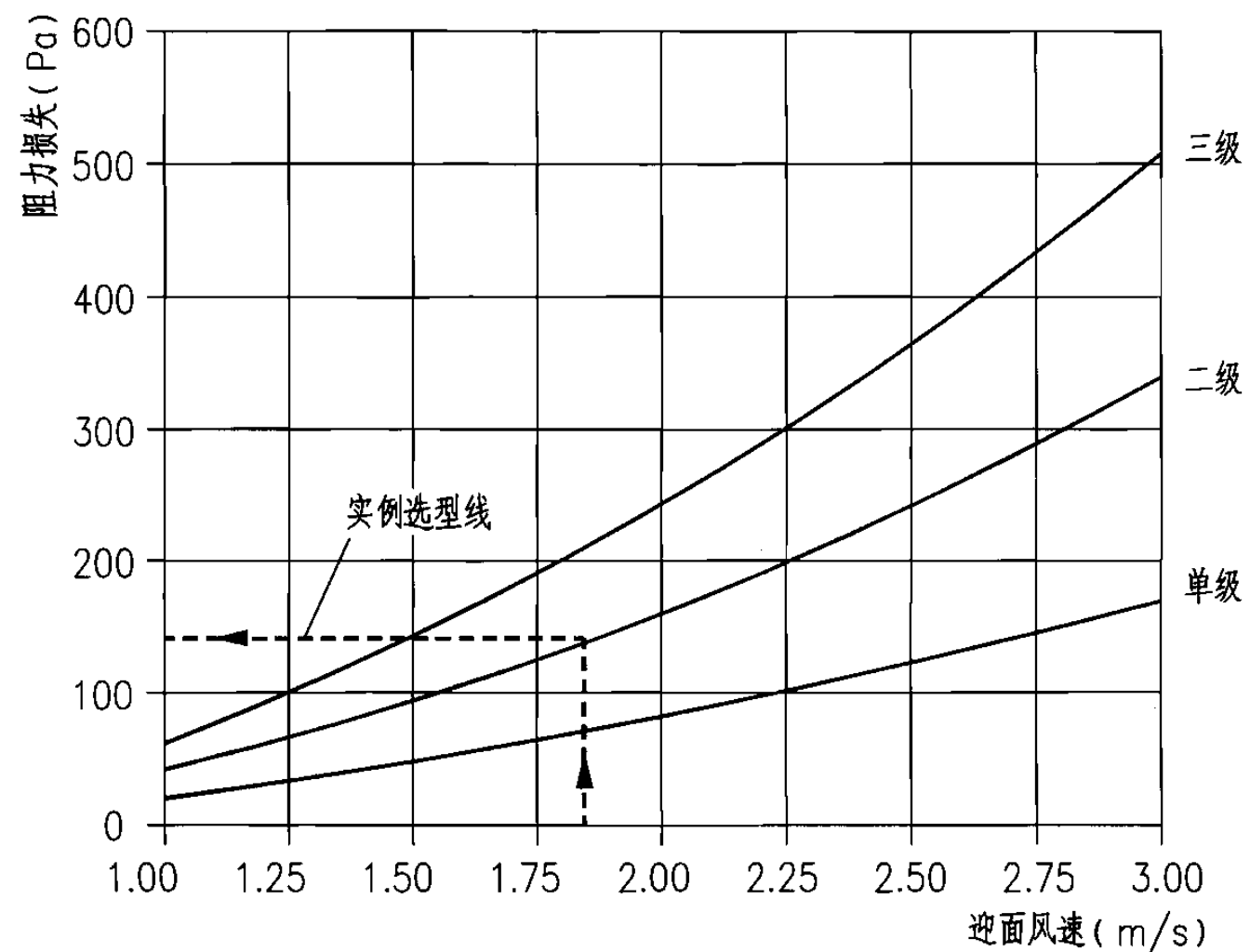
图集号 06K301-2

审核 季伟 设计 周群 页 80





处理空气风量与迎面风速的关系

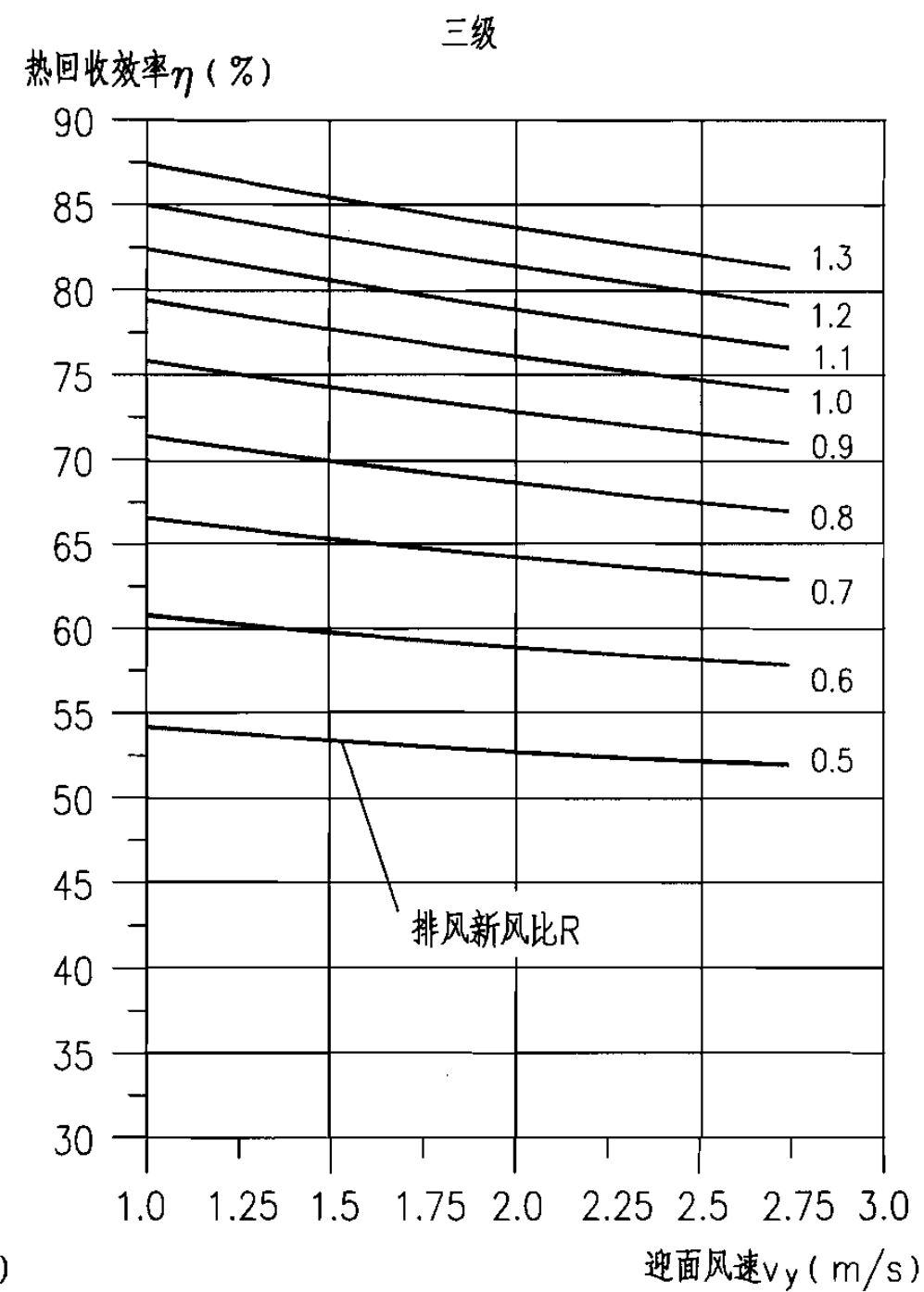
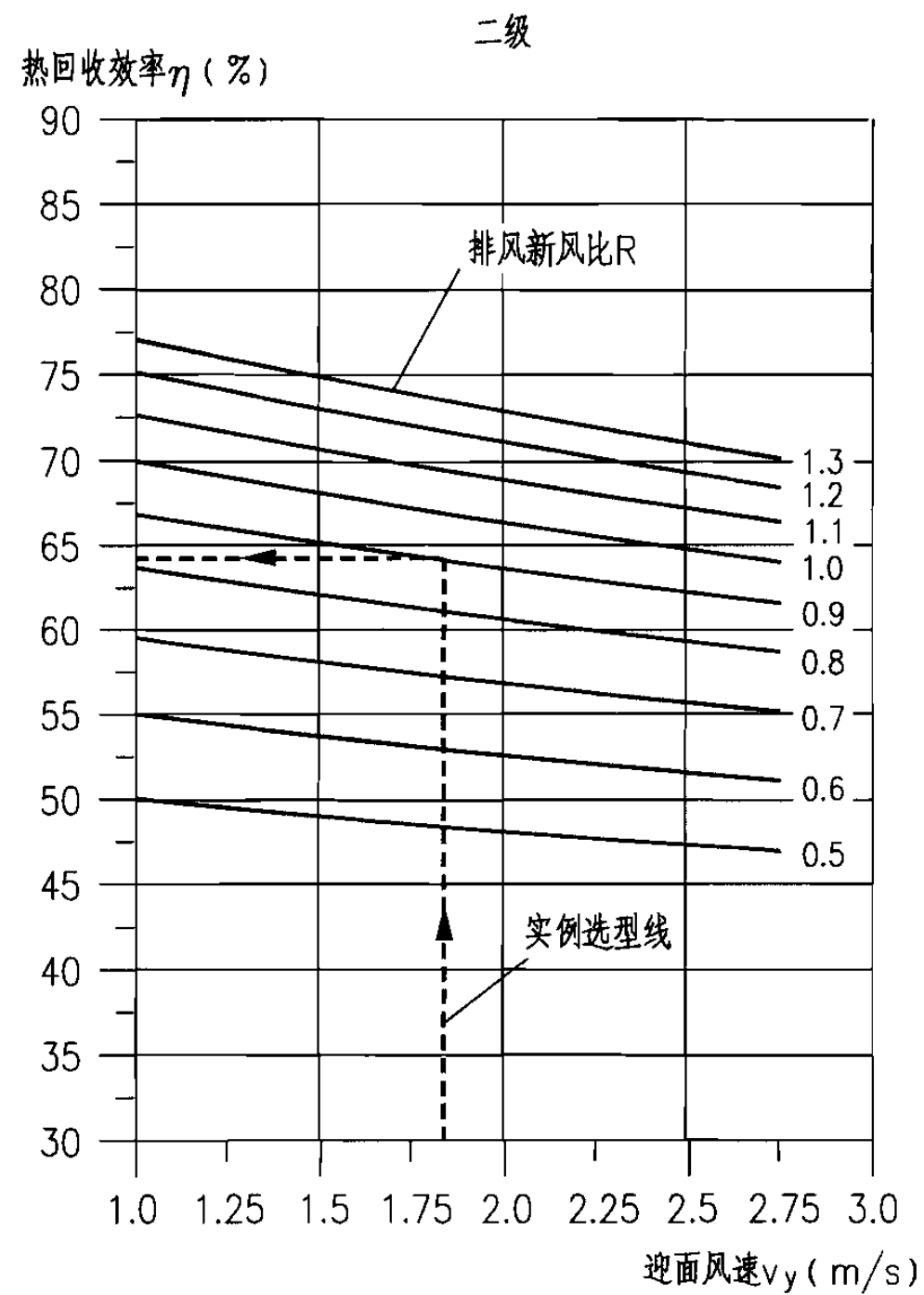
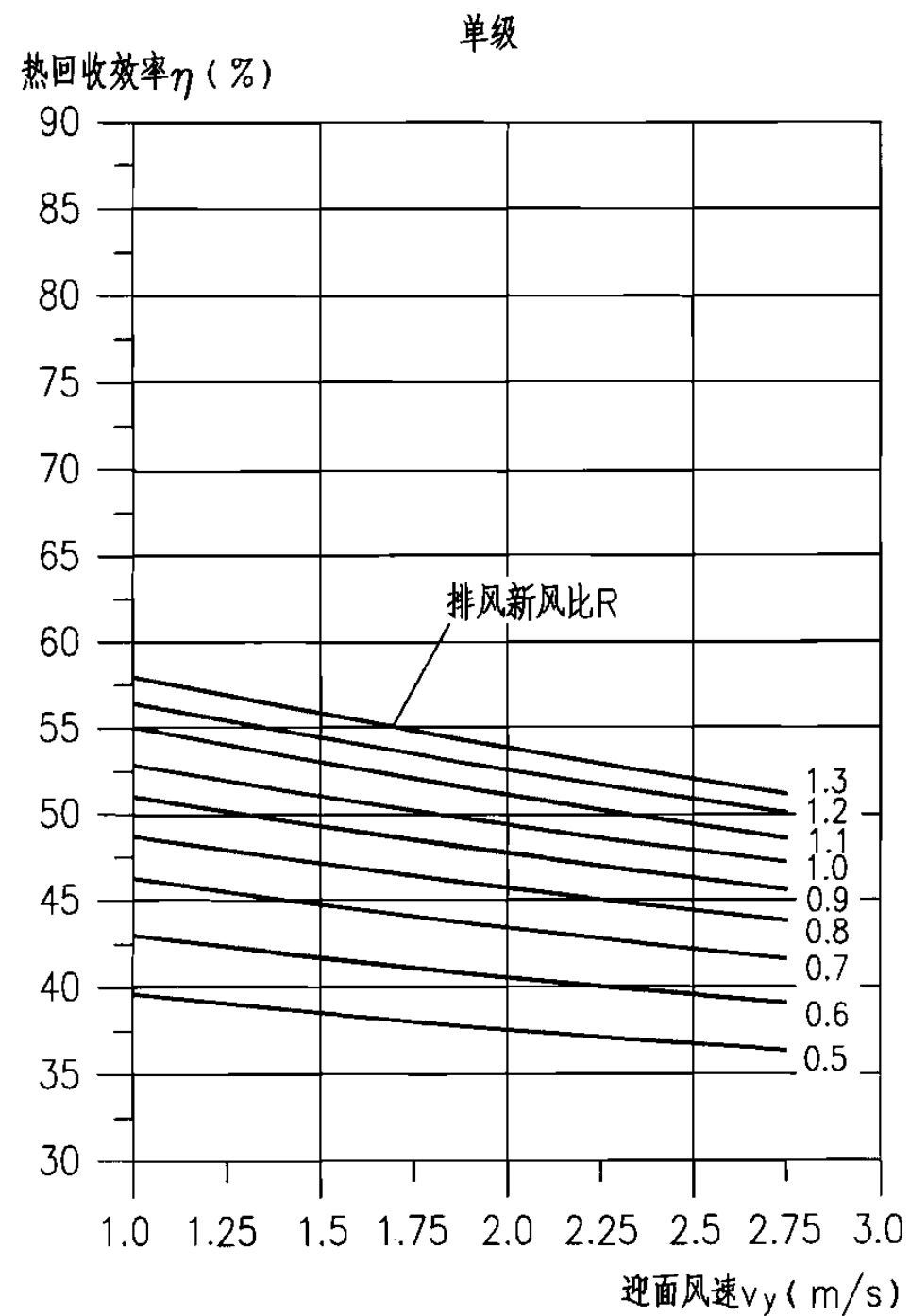


处理空气阻力损失与迎面风速的关系

常用热回收器处理风量的模数选用

额定风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	10000
模数M (个)	2	3	4	4	5	6	7	8
热回收器性能及选用						图集号	06K301-2	
审核	季伟	季伟	校对	周敏	周敏	设计	薛建文	薛建文
						页	81	

注： 本页按北京华创瑞风空调科技有限公司提供的技术资料编制。



迎面风速、处理风量比与热回收效率的关系

注： 本页按北京华创瑞风空调科技有限公司提供的技术资料编制。

## 热回收器性能及选用

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 薛建文

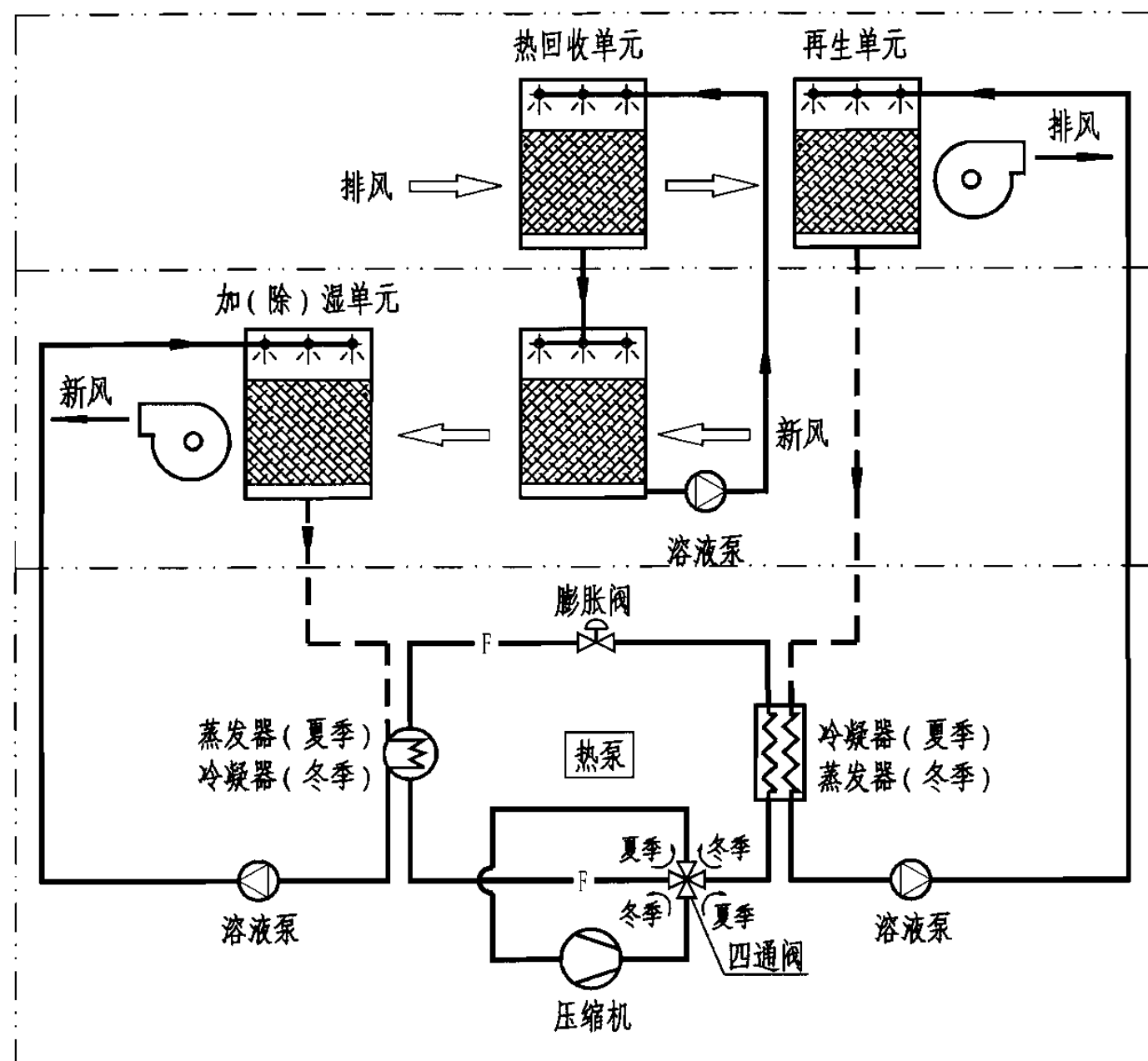
校对 周敏

设计 薛建文

设计 薛建文

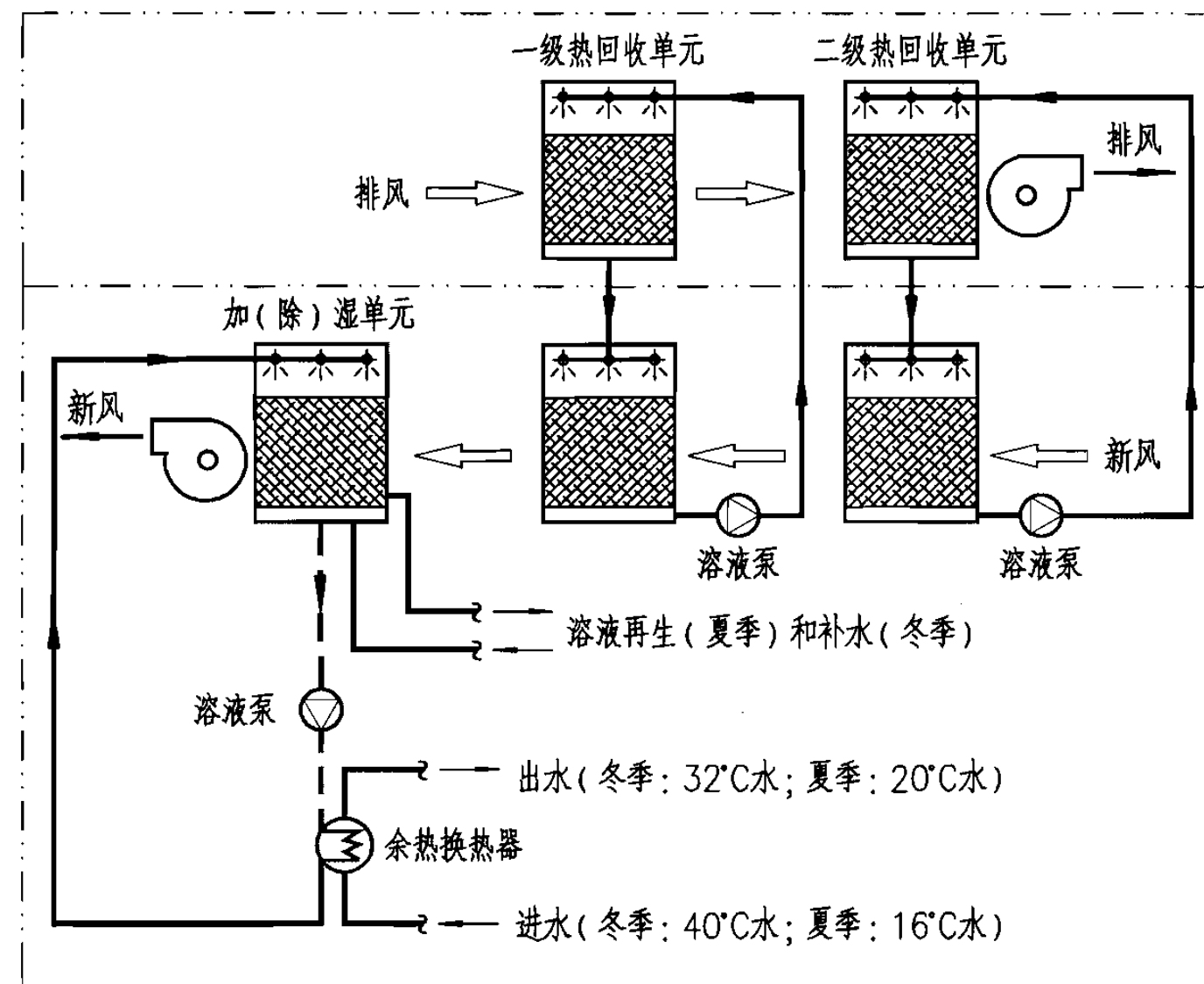
页

82



热泵式溶液吸收热回收新风机工作原理图

- 注： 1. 热泵式冷却除湿额定工况：新风干球温度 $36^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度65%；排风干球温度 $26^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度60%；送风干球温度 $20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度55%。
2. 热泵式加热加湿额定工况：新风干球温度 $-5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度50%；排风干球温度 $20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度50%；送风干球温度 $20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度45%。
3. 余热驱动型冷却除湿额定工况：新风干球温度 $36^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度65%；排风干球温度 $25^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度60%；送风干球温度 $22^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度49%。



余热驱动型溶液新风机工作原理图

4. 余热驱动型加热加湿额定工况：新风干球温度 $-5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度50%；排风干球温度 $20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度50%；送风干球温度 $25^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度55%。
5. 机组能效比 (EER) 一般高于5.5。

## 溶液吸收热回收机工作原理图

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 周群

校对 周敏

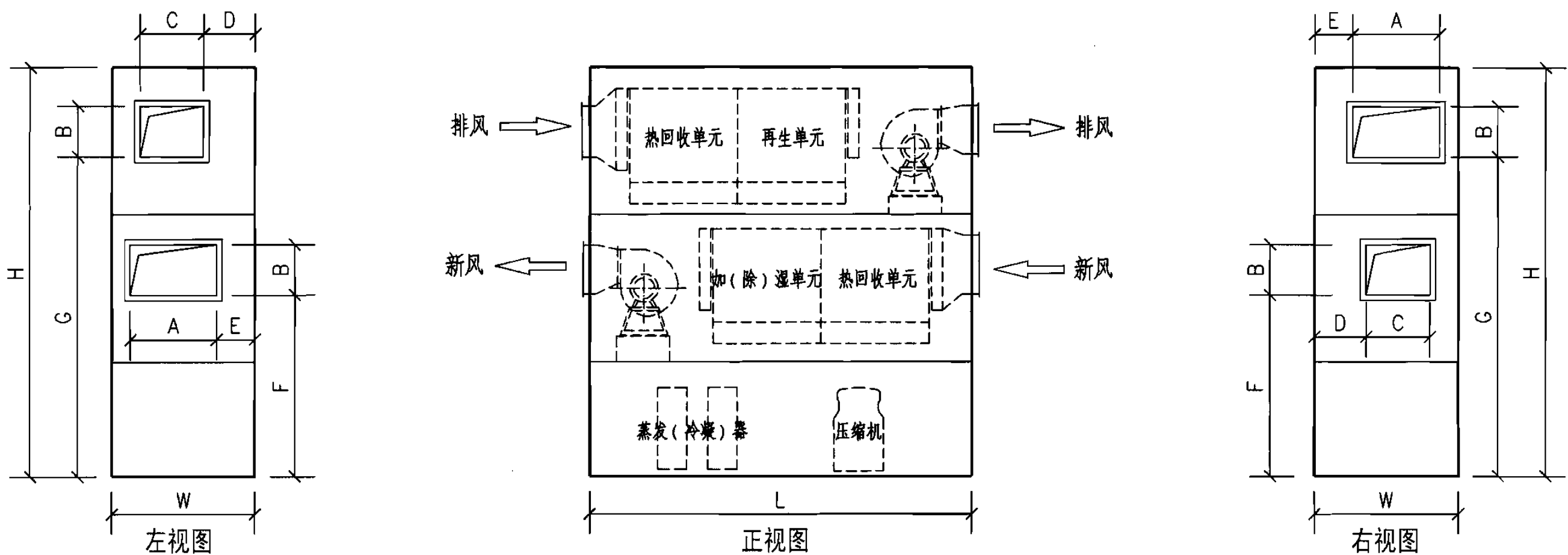
设计 周群

设计 周群

设计 周群

页

83



热泵溶液调湿新风装置外形图

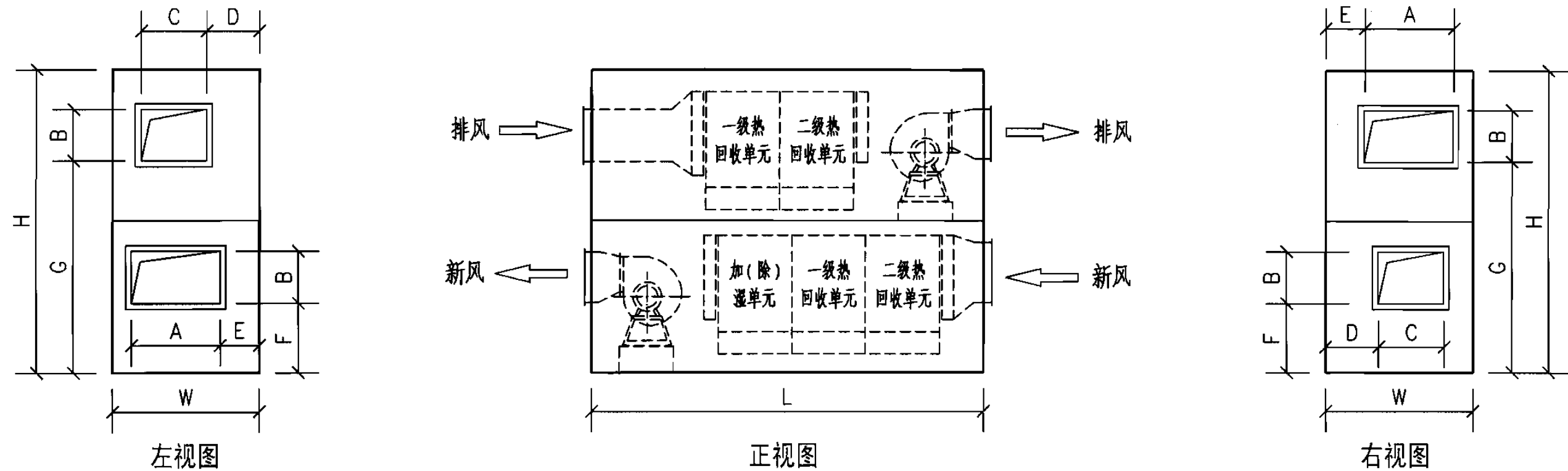
热泵溶液调湿新风装置性能及尺寸

型 号	额定风量 ( m <sup>3</sup> /h)	夏 季		冬 季		压缩机输入功率		装机功率 ( kW)	机外余压 ( Pa)	噪 声 [dB( A) ]	外形尺寸( mm)									
		制冷量 ( kW)	除湿量 ( kg/h)	制热量 ( kW)	加湿量 ( kg/h)	制 冷 ( kW)	制 热 ( kW)				L	W	H	A	B	C	D	E	F	G
XHD-02	2000	39	40	26	13	6.0	4.5	9.3	150	55	2400	900	2600	400	320	400	175	190	1050	1980
XHD-03	3000	59	60	39	19	9.2	7.1	12.5	150	55	2400	1200	2600	400	400	400	240	125	1030	1970
XHD-04	4000	78	80	52	26	12.2	8.8	15.9	150	58	2500	1500	2600	630	400	500	360	290	1030	1970
XHD-05	5000	98	100	65	32	15.3	12.0	20.1	180	58	2500	1500	2600	800	400	500	360	290	1030	1970
XHD-06	6000	117	120	78	38	18.4	13.2	25.2	180	60	2600	1900	2600	800	400	800	475	375	1030	1970
XHD-08	8000	157	160	104	52	24.5	18.1	32.5	210	63	2700	2500	2600	1000	400	1000	525	400	1030	1970
XHD-10	10000	196	200	130	64	30.6	23.2	40	210	63	2900	2800	2600	1000	400	1000	825	525	1030	1970

热泵型热回收机性能及选用										图集号	06K301-2
审核	季 伟	设计	薛建文	校对	周 敏	制图	薛建文	页	84		

注： 本页按北京华创瑞风空调科技有限公司提供的技术资料编制。





余热驱动型溶液新风机外形图

余热驱动型溶液新风机性能及尺寸

型 号	额定风量 (m <sup>3</sup> /h)	夏 季			冬 季			溶液流量 (kg/h)	装机功率 (kW)	机外余压 (Pa)	噪 声 [dB(A)]	外形尺寸 (mm)									
		制冷量 (kW)	除湿量 (kg/h)	冷水流量 (m <sup>3</sup> /h)	制热量 (kW)	加湿量 (kg/h)	热水流量 (m <sup>3</sup> /h)					L	W	H	A	B	C	D	E	F	G
RXHR-02R	2000	38	40	4.6	36	24	4.3	120	2.8	150	58	2000	800	1800	400	320	400	175	190	550	1180
RXHR-03R	3000	57	60	6.9	54	35	6.5	180	3.4	150	59	2000	1100	1800	400	400	400	240	125	530	1170
RXHR-04R	4000	76	80	9.2	72	47	8.7	240	4.6	150	60	2000	1400	1800	630	400	500	360	290	530	1170
RXHR-05R	5000	95	100	11.5	90	59	10.8	300	6.2	180	62	2000	1700	1800	800	400	630	360	290	530	1170
RXHR-06R	6000	114	120	13.8	108	71	13	360	6.8	180	62	2000	2000	1800	800	400	800	460	375	530	1170
RXHR-07R	7000	133	140	16.1	126	82	15.2	420	8	210	63	2000	2300	1800	800	400	800	520	400	530	1170
RXHR-08R	8000	152	160	18.4	144	94	17.4	480	9.2	210	63	2000	2600	1800	1000	400	1000	520	400	530	1170

注： 本页按北京华创瑞风空调科技有限公司提供的技术资料编制。

余热型热回收机性能及选用

图集号 06K301-2

审核 季 伟 设计 薛建文 页 85

## 溶液吸收式热回收选用实例

已知:某地区大气压为101325Pa一空调系统,需1.35Kg/s (4000m<sup>3</sup>/h)

的新风量,冬季排风温度20°C,湿度40%,夏季排风温度26°C,

湿度60%,排风、新风比R = 0.9。

求: 选用溶液吸收式热回收器的型号, 并计算空气状态和热回收量。

解:

1. 查取本地区室外气象资料如下:

冬季 (室外干球温度-11°C, 湿度53%)

$$i_1 = -9.19 \text{ kJ/kg} \quad d_1 = 0.0008 \text{ kg/kg}$$

夏季 (室外干球温度33.4°C, 湿球温度26.9°C)

$$i_1 = 84.44 \text{ kJ/kg} \quad d_1 = 0.02 \text{ kg/kg}$$

2. 查取室内排风参数:

冬季  $i_3 = 34.90 \text{ kJ/kg}$   $d_3 = 0.006 \text{ kg/kg}$

夏季  $i_3 = 58.46 \text{ kJ/kg}$   $d_3 = 0.013 \text{ kg/kg}$

3. 选择溶液吸收式热回收装置:

根据处理的新风量查本图集81页图,当热回收器的模数为4时,其迎面风速为1.8m/s,拟使其回收效率为60%-75%,根据迎面风速及排风量与新风量的比,查本图集82页图,当热回收器的级数为2时,其热回收效率为64%,再由已上条件查本图集81页图,当热回收器数为2时,的级处理空气风阻为133Pa。

4. 计算空气离开溶液吸收式热回收器时的状态:

由本图集总说明公式 (3) 可知:

$$\begin{aligned} \text{冬季} \quad i_2 &= \eta_i (i_3 - i_1) + i_1 \\ &= 64\% \times [34.90 - (-9.19)] + (-9.19) \\ &= 19.03 \text{ (kJ/kg)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{夏季} \quad i_2 &= i_1 - \eta_i (i_1 - i_3) \\ &= 84.44 - 64\% \times (84.44 - 58.46) \\ &= 67.81 \text{ (kJ/kg)} \end{aligned}$$

5. 计算溶液吸收式热回收器回收的冷(热)量:

由本图集总说明公式 (4) 和以上所得数据可知:

$$\begin{aligned} \text{夏季} \quad Q &= G_x (i_1 - i_2) \\ &= 1.35 \times (84.44 - 67.81) \\ &= 22.45 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{冬季} \quad Q &= G_x (i_2 - i_1) \\ &= 1.35 \times [19.03 - (-9.19)] \\ &= 38.10 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

注: 以上参数中空气重量均为干空气的重量

溶液吸收式热回收选用实例							图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	陈闽瑞	校对	周敏	设计	陈闽瑞	86

# 制冷机冷凝热回收说明

## 1. 冷凝热回收原理

制冷机在制冷的同时又散发出冷凝热，通常这部分热量由冷却系统的冷却塔散发至室外大气中。当通过增加换热器等技术手段使此冷凝热回收得以利用，这就是制冷机冷凝热回收的基本原理。在以空气调节为主的制冷系统中，将制冷机制冷时排出的冷凝热予以有效利用的装置，通常称之为空气调节的制冷机冷凝热回收装置，简称为冷凝热回收装置。

## 2. 冷凝热回收装置特点

- 2.1 冷凝热回收装置由三部分组成：热回收制冷机（即制冷系统）、冷却水系统以及热用户系统。
- 2.2 评价冷凝热回收装置的优劣，通常采用热回收性能系数(COP<sub>h</sub>)和制冷性能系数(COP<sub>i</sub>)，定义和计算见本图集总说明第2.3.4条的内容。
- 2.3 用于热回收的制冷机，一般采用常规的标准型制冷机和附加冷凝器（辅助或双冷凝器）的热回收型制冷机两种形式。
- 2.4 对于设置辅助冷凝器（部分热回收）的制冷机，制冷性能系数通常高于常规制冷机；设置双冷凝器部（全部热回收）的制冷机，制冷性能系数通常低于常规制冷机，但该制冷机热回收性能系数却远大于辅助冷凝器型制冷机。

2.5 热用户将直接影响制冷机的COP<sub>h</sub>、COP<sub>i</sub>以及热回收量。

## 3. 冷凝热回收装置形式及分类

按组成冷凝热回收装置的设备和系统形式以及功能，通常分类形式可见表6-1。

表6-1 冷凝热回收装置的分类

分类依据	分类内容
热用户用途	空调供暖加热；锅炉补水预热； 生活热水加热；生活热水预热
制冷方式	单式制冷(机)－制冷为主； 叠式制冷(机)－制冷、制热为主
制冷形式	吸收类－燃油、燃气型和热水、蒸气型； 压缩类－涡旋式、活塞式、螺杆式以及离心式等
冷却方式	水冷式、风冷式
冷凝器设置	标准型、辅助冷凝器型、双冷凝器型
冷凝热回收量	部分热回收、全（部）热回收
水冷却系统形式	常规开式连接；开式直接连接；开式间接连接； 闭式直接连接

制冷机冷凝热回收说明								图集号	06K301-2
审核	季伟	季伟	校对	王谦	王谦	设计	周敏	周敏	87

4. 冷凝热回收装置组成中各设备和系统的性能特点

4.1 常用冷凝热用户形式及性能与特点见表6-2。

表6-2 冷凝热用户形式及性能与特点

热用户名称		空调供暖加热	锅炉补水预热	生活热水加热	生活热水预热兼加热
装置中系统编号		用户—1	用户—2	用户—3	用户—4
性能特点	全年用热特点	冬季季节性用热	一般为冬季季节性用热	全年性用热	全年性用热
	24小时内用热特点	连续用热	连续（间断）用热	连续（间断）用热	连续（间断）用热
	全年用热与制冷高峰期	相反	一般相反	一般	一般
	全年冷凝热利用量	较少	较少（季节性用热）	较多	多
	热用户用热温度	供暖温度45～60℃	无	加热温度45～60℃ <sup>*</sup>	无
	对冷凝温度的要求	温度高	无	温度高 <sup>*</sup>	无
	制冷机的制冷COP <sub>1</sub>	低	高	低 <sup>*</sup>	高
	加热及辅助热源的设置	一般需辅助热源	有加热热源	需辅助热源	需辅助热源
	进入冷凝器的水类型	供暖循环水	锅炉补充水	生活热水 <sup>*</sup>	生活冷水
	管道和设备的卫生要求	无	无	有	有
	使用冷凝热的条件	冬季有供冷需求时，可回收利用	对于季节性用热，冬季应有供冷需求；全年性用热无要求	供冷期内可回收利用；对于制冷与回收用热非同时使用时，系统应考虑设置蓄热	供冷期内可回收利用；对于制冷与回收用热非同时使用时，系统应考虑设置蓄热

注：1. 常用冷凝热用户形式的系统流程图，见本图集第94页。  
2. “用户—3” 栏内带\*号的内容与“用户—4” 栏加热时的性能特点相同，  
为简化表格“用户—4” 栏中不再列出，所列内容为预热时的性能特点。



4.2 制冷机和冷凝器的设置形式及性能与特点见表6-3。

表6-3 制冷机和冷凝器设置形式及性能与特点

制冷冷凝器形式及名称		标准型	辅助冷凝器型	双冷凝器型	叠式制冷标准型
装置中系统编号		制冷—1	制冷—2	制冷—3	制冷—4
性能特点	制冷冷凝器特点	常规标准型制冷机	标准冷凝器前带有热回收辅助冷凝器	带有两个等容量且可变工况冷凝器	两台常规制冷机叠加且联合使用
	一般采用的制冷机形式	各类常规制冷机	风冷或水冷式螺杆机	水冷式各类制冷机	水冷式各类制冷机
	回收的冷凝热容量	可回收少量的冷凝热	通常为标准工况制冷量的15%~20%，属部分热回收	通常为标准工况制冷量的115%~125%，属全热回收	可回收两台制冷机全部的冷凝热，属全热回收
	回收利用的冷凝热温度	最高37℃	最高60℃，一般55℃；	活塞和螺杆式最高60℃，一般55℃；离心式最高43℃，一般41℃	最高60℃，一般55℃；
	制冷机初投资	低	较低	中	较高
	制冷机性能系数	COP <sub>l</sub> 高，COP <sub>h</sub> 低	COP <sub>l</sub> 较高（比常规约高7%），COP <sub>h</sub> 较低	COP <sub>l</sub> 低，COP <sub>h</sub> 高	COP <sub>l</sub> 高，COP <sub>h</sub> 高
	可利用的温度差	5℃	25℃	6~11℃	5℃
	适用的系统及场所	1) 用热系统的预热； 2) 可回收利用的量少； 3) 仅有常规制冷机	1) 预热或需加热的负荷较小； 2) 热回收量少但稳定； 3) 需配辅助热源	1) 需加热的负荷较大； 2) 热回收量较大； 3) 非制冷期配有辅助热源	1) 同时需供冷和用热； 2) 使用较经济； 3) 无辅助热源

注：制冷机形式的系统流程图，见本图集第95页。

4.3 冷却形式及性能与特点见表6-4。

表6-4 冷却形式及性能与特点

冷却系统与制冷机连接形式及名称		常规开式直接连接式	开式冷却塔直接连接式	开式冷却塔间接连接式	闭式冷却塔直接连接式
装置中系统编号		冷却—1	冷却—2	冷却—3	冷却—4
性能特点	冷却系统与热用户连接形式	无直接关系	间接连接	间接连接	直接连接
	冷却系统初投资	低	中	中	高
	冷却系统复杂程度	简单	复杂	复杂	简单
	冷却效果	好	好	较差	好
	冷凝热利用率	无直接关系	较低	较高	较高
	对制冷性能系数COP <sub>1</sub> 影响*	无	无	略降低	无
	对热回收性能系数COP <sub>h</sub> 影响*	无	略降低	略提高	略提高
	热用户使用调节	无影响	方便	不方便	不方便
	系统维护及运行费	较低	较高	较高	较低
	热用户与辅助热源的配置	无直接关系	容易	不易	不易
	适用的系统及场所	1) 适用于常规系统; 2) 可与“制冷-2”和“制冷-3”连接使用	1) 适用于各种需要的热用户; 2) 可与“制冷-1”和“制冷-4”连接使用	1) 适用于直接利用冷凝热的热用户; 2) 可与“制冷-1”连接使用	1) 适用于直接利用冷凝热的热用户; 2) 可与“制冷-1”和“制冷-4”连接使用

注：1. 冷却系统形式的系统流程图，见本图集第96页。  
2. 栏内带\*号的内容是以“冷却-1”为比较对象的影响。

4.4 常用冷凝热回收装置的形式及性能与特点见表6-5。

表6-5 冷凝热回收装置形式及性能与特点

装置 连接 形式	名 称		空调供暖的全冷凝热回收装置	叠式制冷的全冷凝热回收装置	生活热水的部分冷凝热回收装置	生活热水的全冷凝热回收装置
	装置编号		装置—1	装置—2	装置—3	装置—4
	装 置 组 成	热用户	用户—1	用户—1或用户—4	用户—4	用户—4
		制 冷	制冷—3	制冷—4	制冷—2	制冷—3
		冷 却	冷却—1	冷却—2	冷却—1	冷却—1
性能  特点	装置主要目的		制冷为主、供暖为辅	制冷和供热两者为主	制冷为主、适当考虑加热	制冷为主、加热为辅
	热回收用途		加热	加热及制热	预热及少量加热	加热
	系统初投资		中	高	低	中
	可利用热回收量		较大	大	小	较大
	年冷凝热回收率		较高	高	中	高
	提供热用户温度		较高	高	中	较高
	辅助热源		有	无	有	有
	制冷COP <sub>1</sub> 值		中	高	高	中
	热回收COP <sub>h</sub> 值		中	高	低	较高
适 用 条 件		1) 供暖用热量大; 2) 冬季冷机有供冷的需求; 3) 夏季空调有再热的需求	1) 常年有用热和制冷需求; 2) 冬季气温较温和的地区; 3) 热用户通常为生活热水	1) 热水用热量较少; 2) 初投资需较省; 3) 用热时需有供冷或蓄热	1) 热水用热量较大; 2) 回收热利用率较高; 3) 用热时需有供冷或蓄热	

注：冷凝热回收装置形式的系统流程图，见本图集第97~100页。

5. 冷凝热回收装置的控制

5.1 冷凝热回收装置控制的目的是：最大限度地回收和利用制冷机制冷过程排出的冷凝热，并且在提高制冷机热回收性能系数COP<sub>h</sub>的同时，尽量降低对制冷性能系数COP<sub>l</sub>的影响。

5.2 冷凝热回收装置通常采取的控制方法为：依据热用户的需求，合理地调节热回收装置的回收量、冷凝器回水温度及辅助加热量，使三者达到合理有效。

5.3 为使热回收利用更经济，控制主要采用：由热用户循环回水温度控制冷却系统旁通阀的开度；由生活热水储热罐的水温控制热水循环泵的启停和辅助热源的加热量。

5.4 常用冷凝热回收装置的控制及其运行中各工况条件下阀门和设备所处的状态，见本图集第97、99以及100页。

6. 冷凝热回收装置的设计选用及计算

6.1 热回收装置的设计选用及计算步骤：

6.1.1 确定空调制冷的容量和热用户的负荷与特性；

6.1.2 初定制冷机和冷凝热回收装置的形式及配置；

6.1.3 在技术经济对比合理的条件下，最终确定制冷机和热回收装置的形式，并对各设备进行匹配计算；

6.1.4 选择合理可靠的系统控制方式；

6.1.5 绘制冷凝热回收装置的原理系统以及相关图纸。

6.2 设计选用原则及要点：

6.2.1 冷凝热回收装置中制冷机的选择，可依据表6-6所列的内容确定；

表6-6 常用冷凝热回收制冷机的性能及特点

用 途	热水预热	热水加热	
制冷机形式	活塞或螺杆式辅助 冷凝器型	活塞或螺杆式双 冷凝器型	离心式双 冷凝器型
冷凝器进、出水 温度	30℃/55℃或 40℃/45℃	40℃/45℃	30℃/41℃或 35℃/41℃
最大热回收量	15%~20%	115%~125%	115%~120%
制冷机容量	130~2760kW (37~785RT)	130~810kW (37~230RT)	420~3730kW (120~1060RT)
制冷COP <sub>l</sub>	4.2~5.0	3.3~3.6	3.9~5.0
热回收COP <sub>h</sub>	0.6~1.0	3.8~4.5	4.5~6.0

注：上表中“最大热回收量”是以制冷机在标准工况下产生的制冷量为基数，所回收最大限度的冷凝热。

- 6.2.2 在选择冷凝热回收的制冷机容量、形式以及台数时，首先应根据制冷及用热的负荷特性，并综合考虑热回收增加的初投资和回收节省的运行费用后，合理地选择确定；
- 6.2.3 因冷凝热的回收和利用在时间上存在不完全的一致，特别是在生活热水供应系统中，故热回收装置在设计中应首先予以考虑。当回收和利用的时间不一致或一致性较差时，热回收装置应采用蓄热式系统，蓄热的容量应依据具体情况确定；
- 6.2.4 使用热回收的用户温度和冷凝器进入温度的选取，应综合地考虑对制冷机制冷量的影响因数，具体可见表6-7。

表6-7 冷凝器入口温度与制冷量的关系

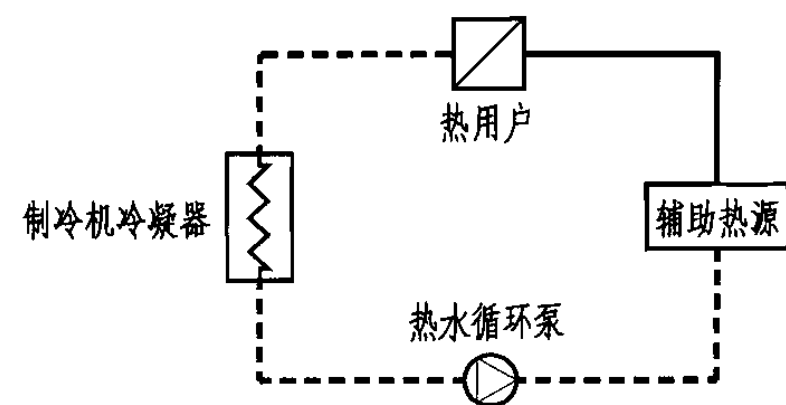
制冷机类型	冷凝器温度每提高1℃ 制冷量将降低的值	冷凝器温度每降低1℃ 制冷量将提高的值
溴化锂吸收式	5%~8%	3%~5%
螺杆式	0.8%~2%	0.8%~2%
离心式	3%左右	3%左右

注：上表中冷凝器入口温度每提高或降低1℃对制冷量的影响，是与32℃标准进水相比而得的值。

6.3 使用本图集选用冷凝热回收装置时，应注意的几点事项：

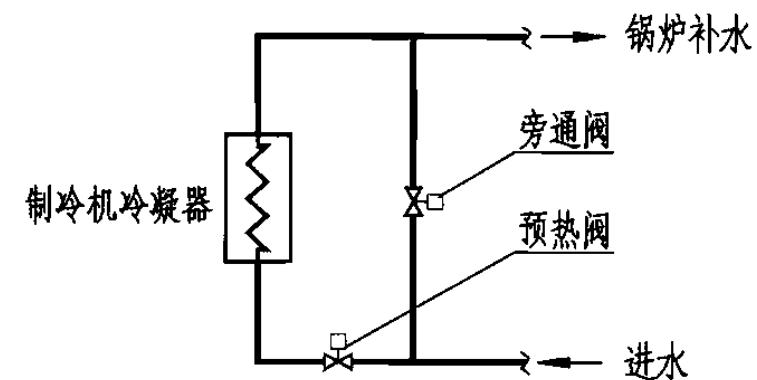
- 6.3.1 由于各企业生产的制冷机在性能及配套参数等方面有一定差别，本说明提供的参数可供设计初期选用时参考。具体实施时，本图集应与制冷机生产企业提供的技术资料配合使用；
- 6.3.2 本图集所给出的冷凝热使用用户（见本图集第94页）和热回收装置（见本图集第95、96页），仅列举了几种常用的形式，实际使用中可按需要变化调整并扩展。特别是生活热水供应系统中，储热装置既可以采用带压的闭式罐，也可以采用常压的开式罐或水箱；
- 6.3.3 由于冷凝热回收的控制，随组成装置的系统和设备以及需求的不同而不同，故本图集第97、99、100页所给出的几种常用形式仅供设计选用时参考。





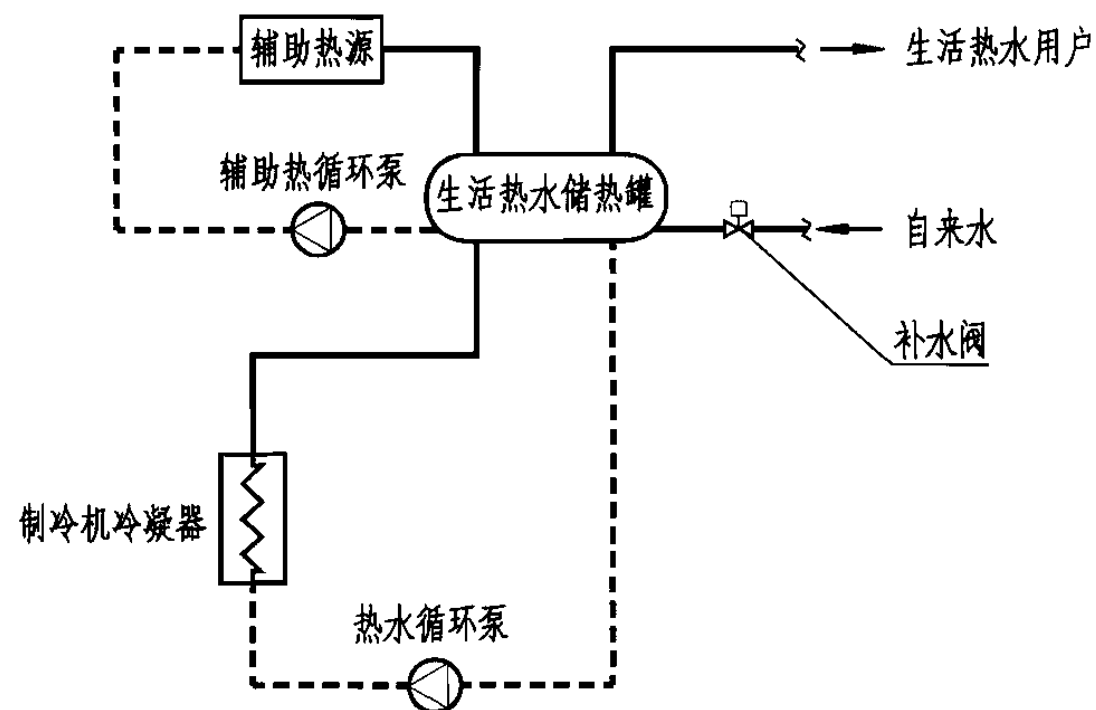
空调供暖加热系统

用户-1



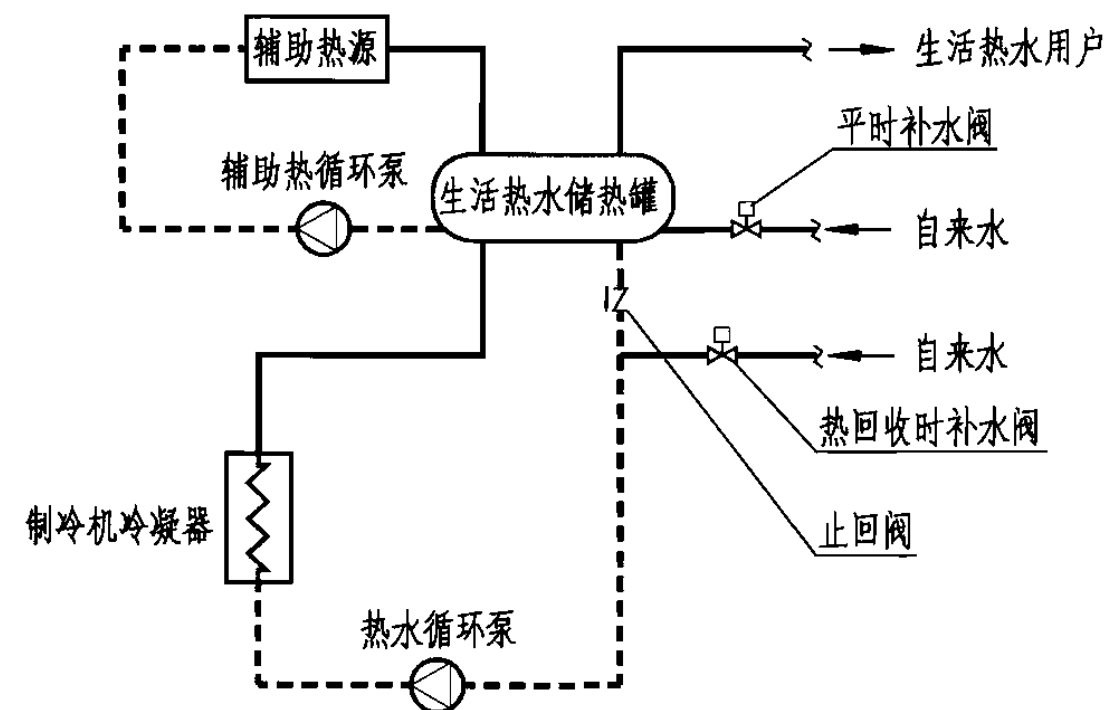
锅炉补水预热系统

用户-2



生活热水加热系统

用户-3



生活热水预热兼加热系统

用户-4

热用户系统流程图

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 周敏

校对 王谦

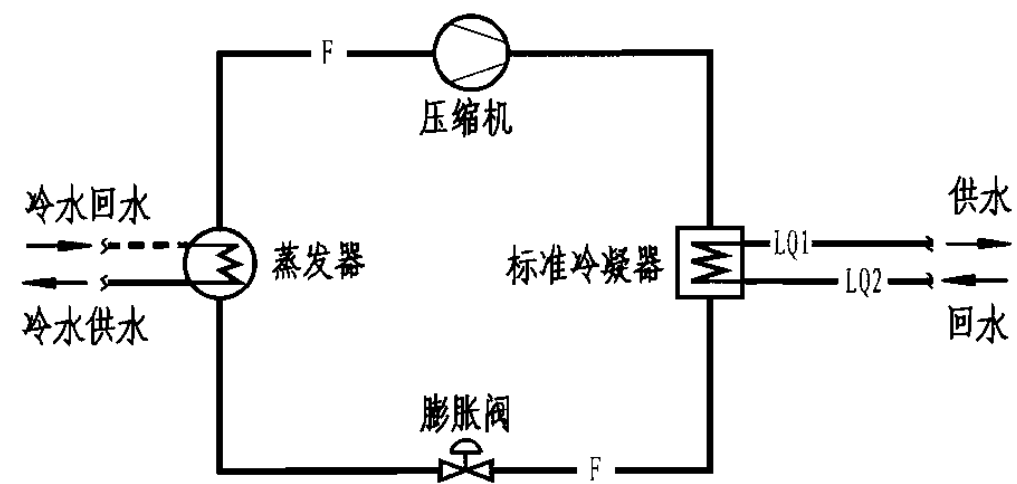
制图 王谦

设计 周敏

审核 季伟

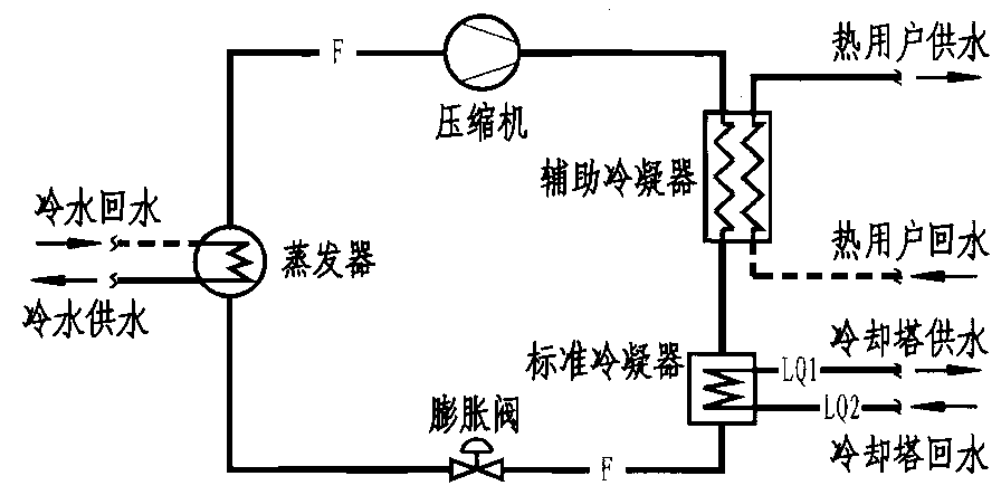
页

94



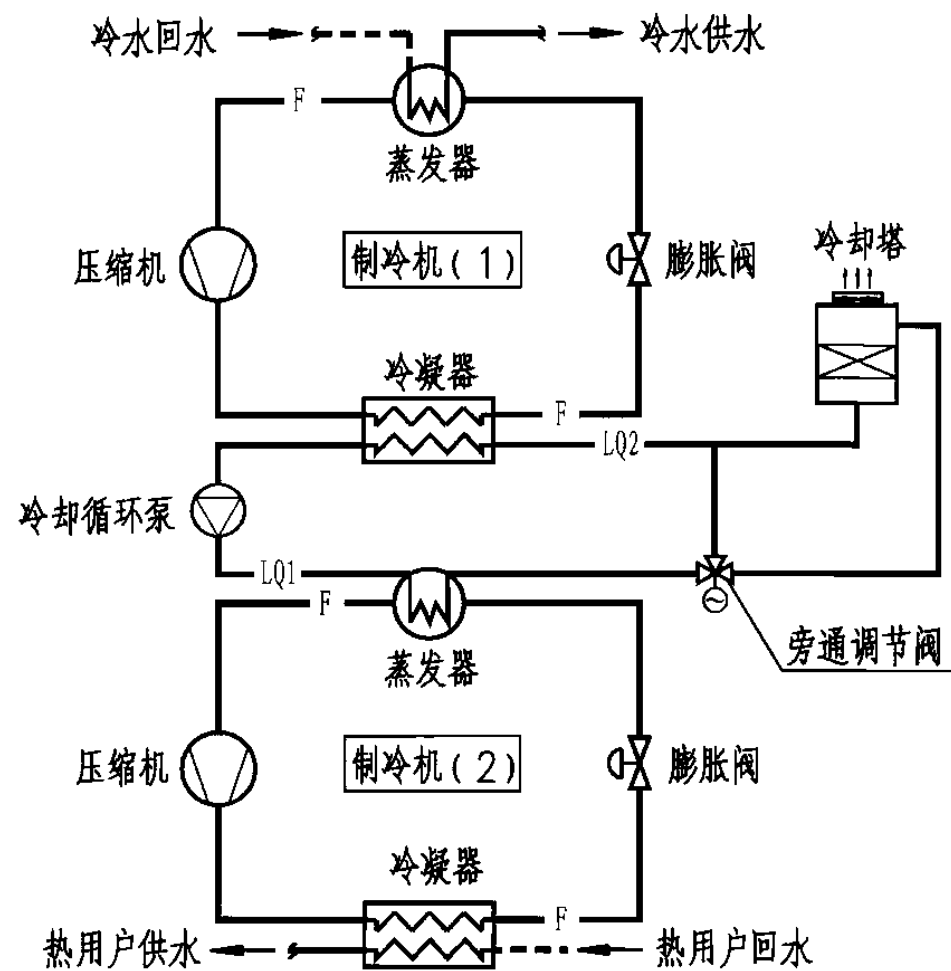
标准型制冷机

制冷-1



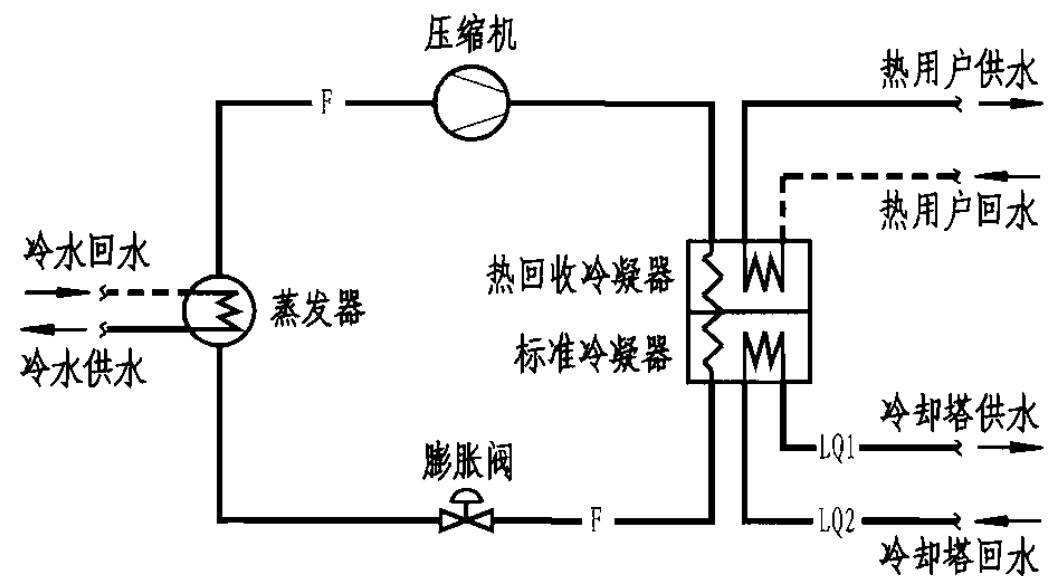
辅助冷凝器型制冷机

制冷-2



叠式制冷机

制冷-4



双冷凝器型制冷机

制冷-3

## 制冷机系统流程图

图集号

06K301-2

审核 季伟

设计 周敏

校对 王谦

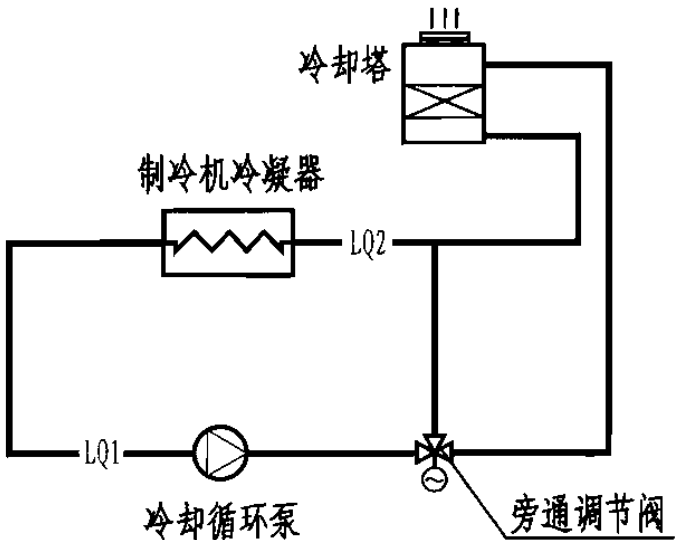
制图 王谦

设计 周敏

审核 季伟

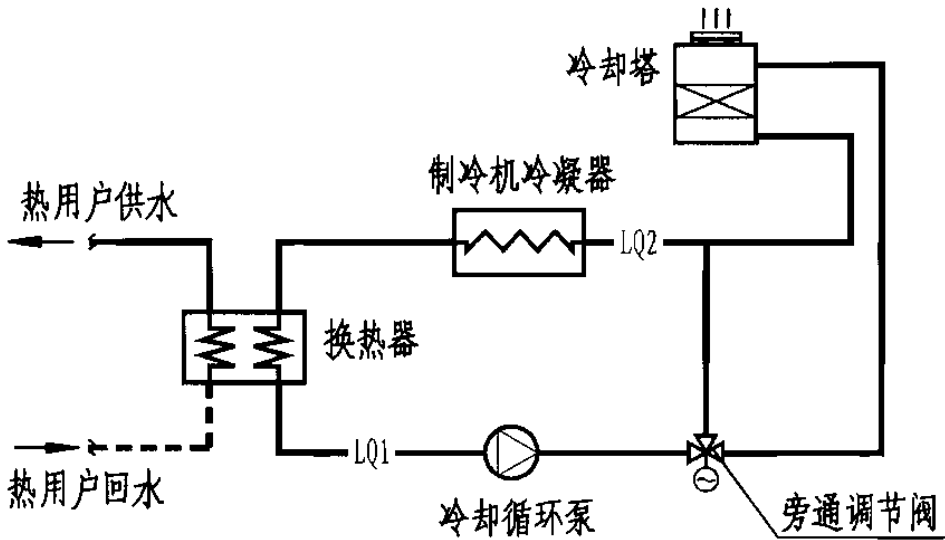
页

95



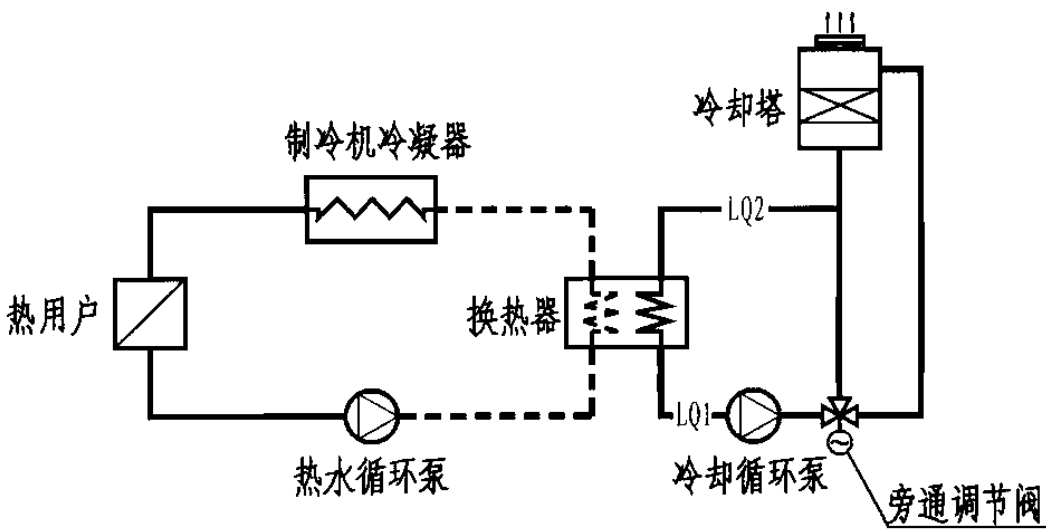
常规开式直接连接系统

冷却-1



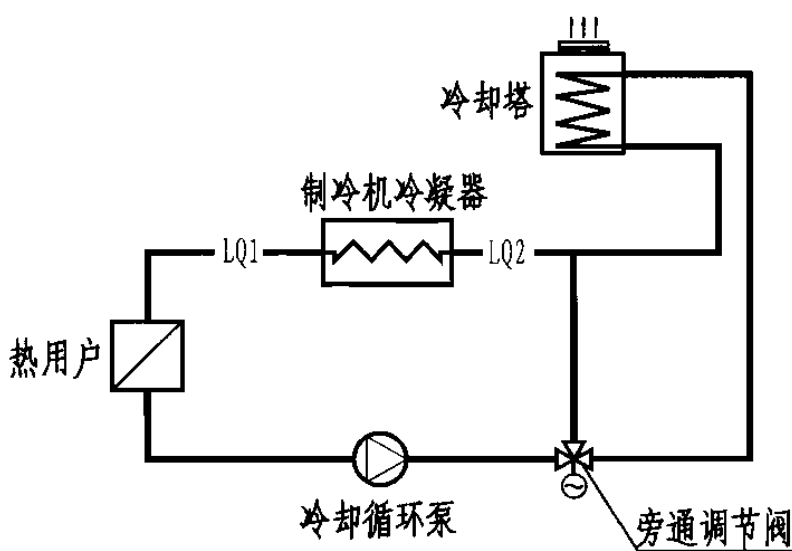
开式冷却塔直接连接系统

冷却-2



开式冷却塔间接连接系统

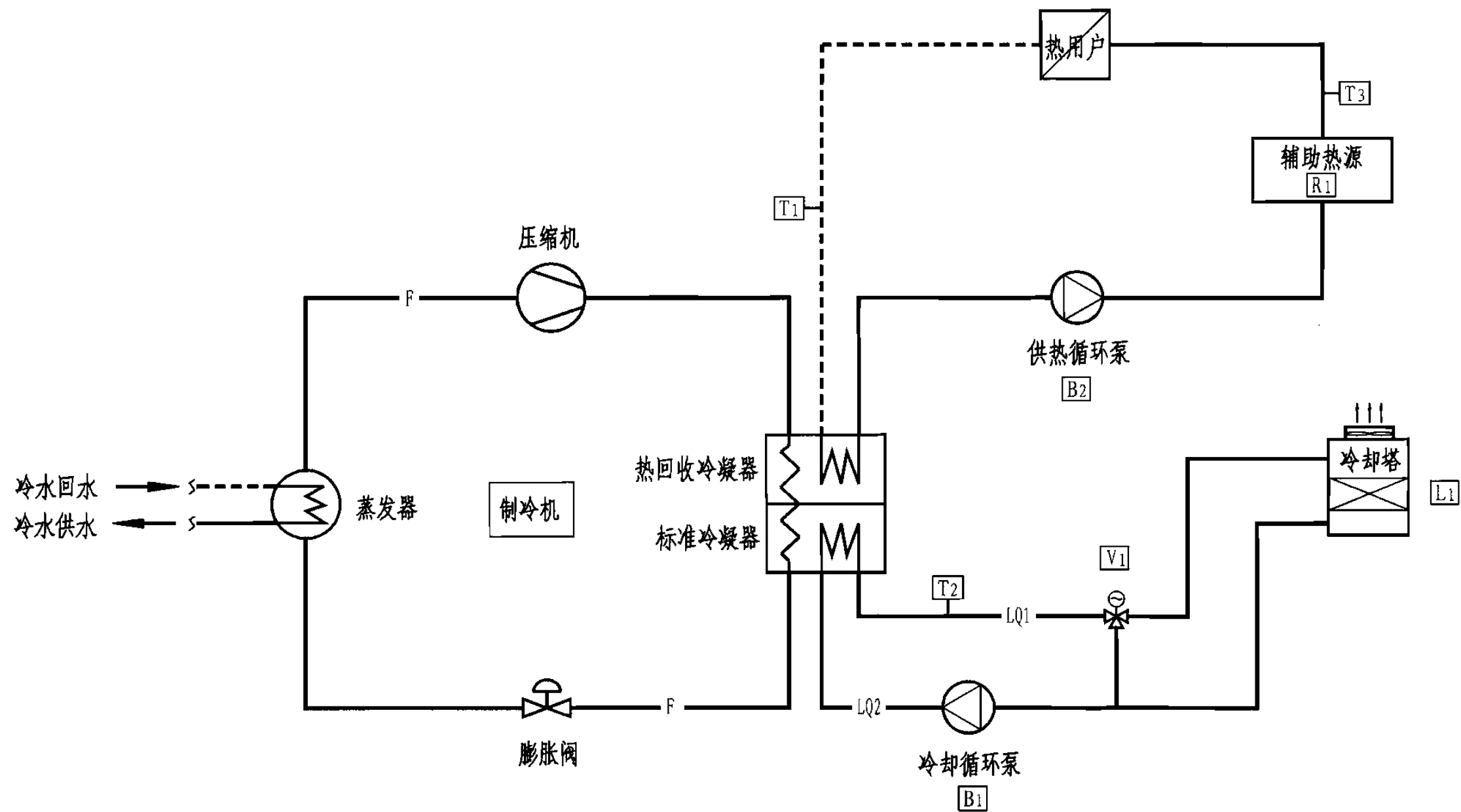
冷却-3



闭式冷却塔直接连接系统

冷却-4

冷却水系统流程图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	周敏	校对	王谦	制图	王谦	页	96



各工况下阀门及设备状态表

工 况		V1	B1	B2	R1	L1
制冷期	T1—温度低	关	停	开	关	关
	T3—温度低于某值	关	停	开	开	关
	T1—温度高	调节	开	开	关	开
	T2—温度低于某值	旁通	开	—	—	关
非制冷期	T1—温度低	关	停	开	开	关
	T3—温度低于某值	关	停	开	开	关

空调供暖全冷凝热回收装置

装置—1

空调供暖全冷凝热回收装置流程图

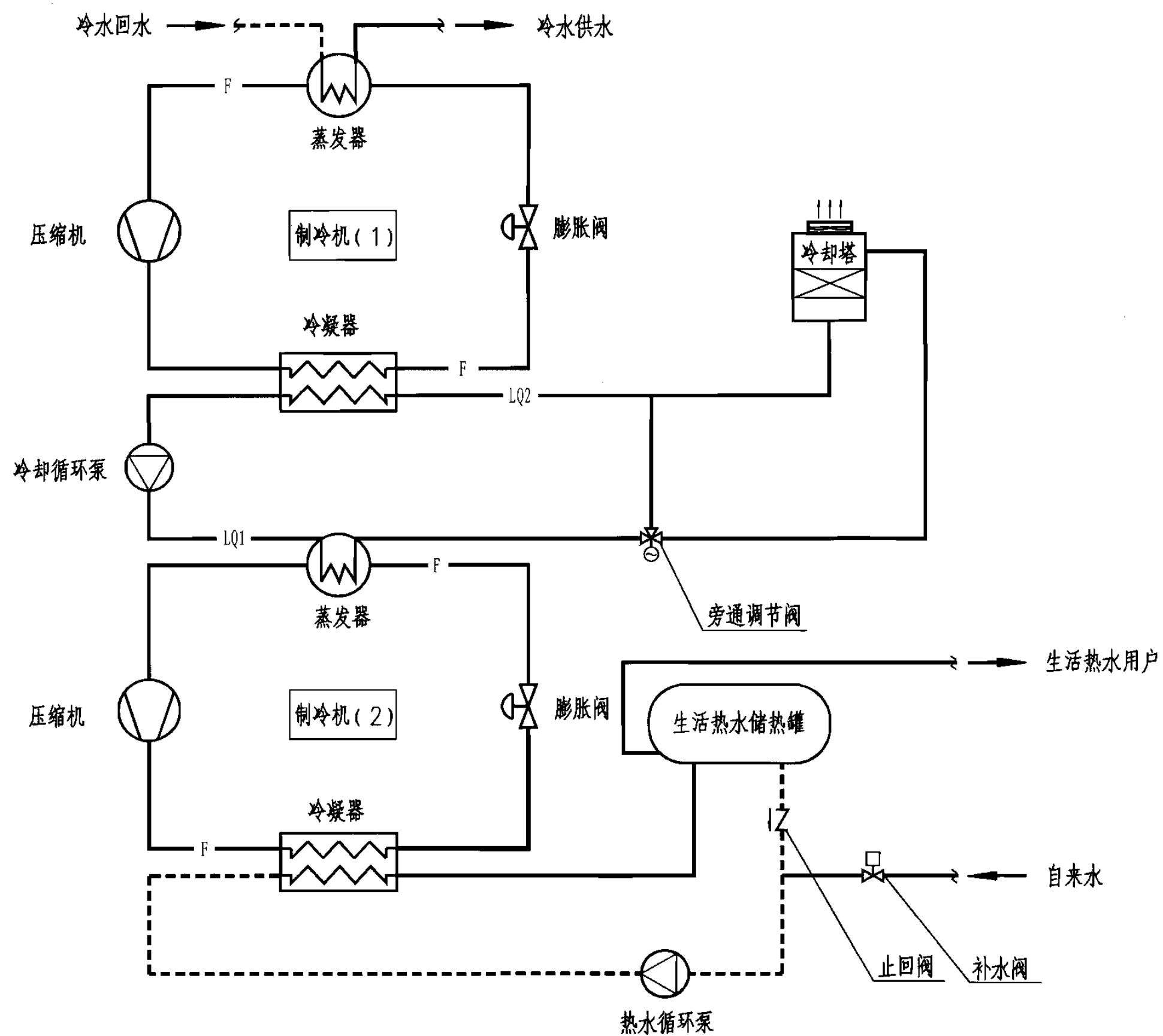
图集号

06K301-2

审核 季伟 设计 周敏

页

97



### 叠式制冷全冷凝热回收装置

#### 装置-2

### 叠式制冷全冷凝热回收装置流程图

图集号

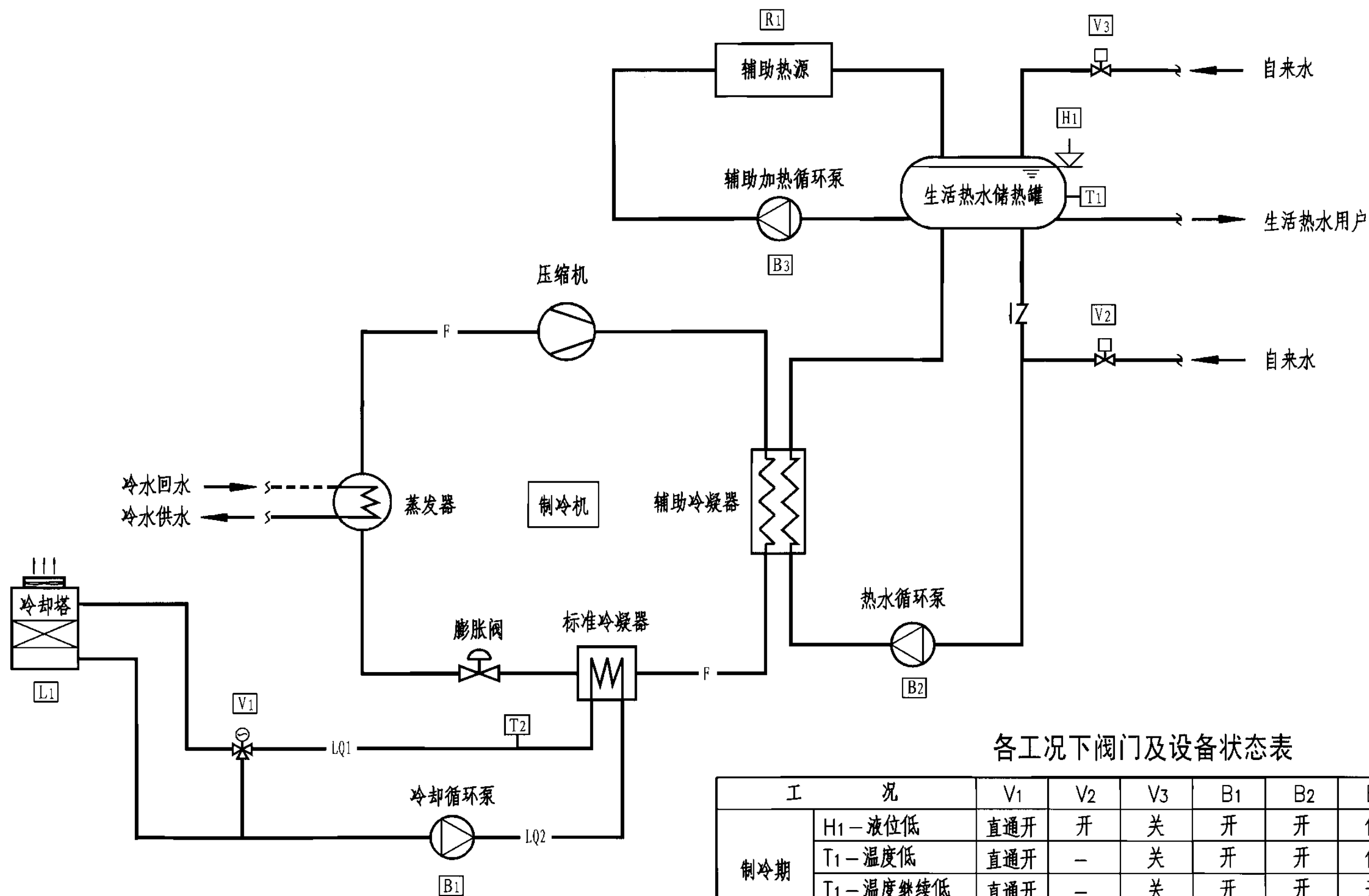
06K301-2

审核	季伟	校对	王谦	设计	周敏	(3)
----	----	----	----	----	----	-----

页

98





生活热水部分冷凝热回收装置

装置-3

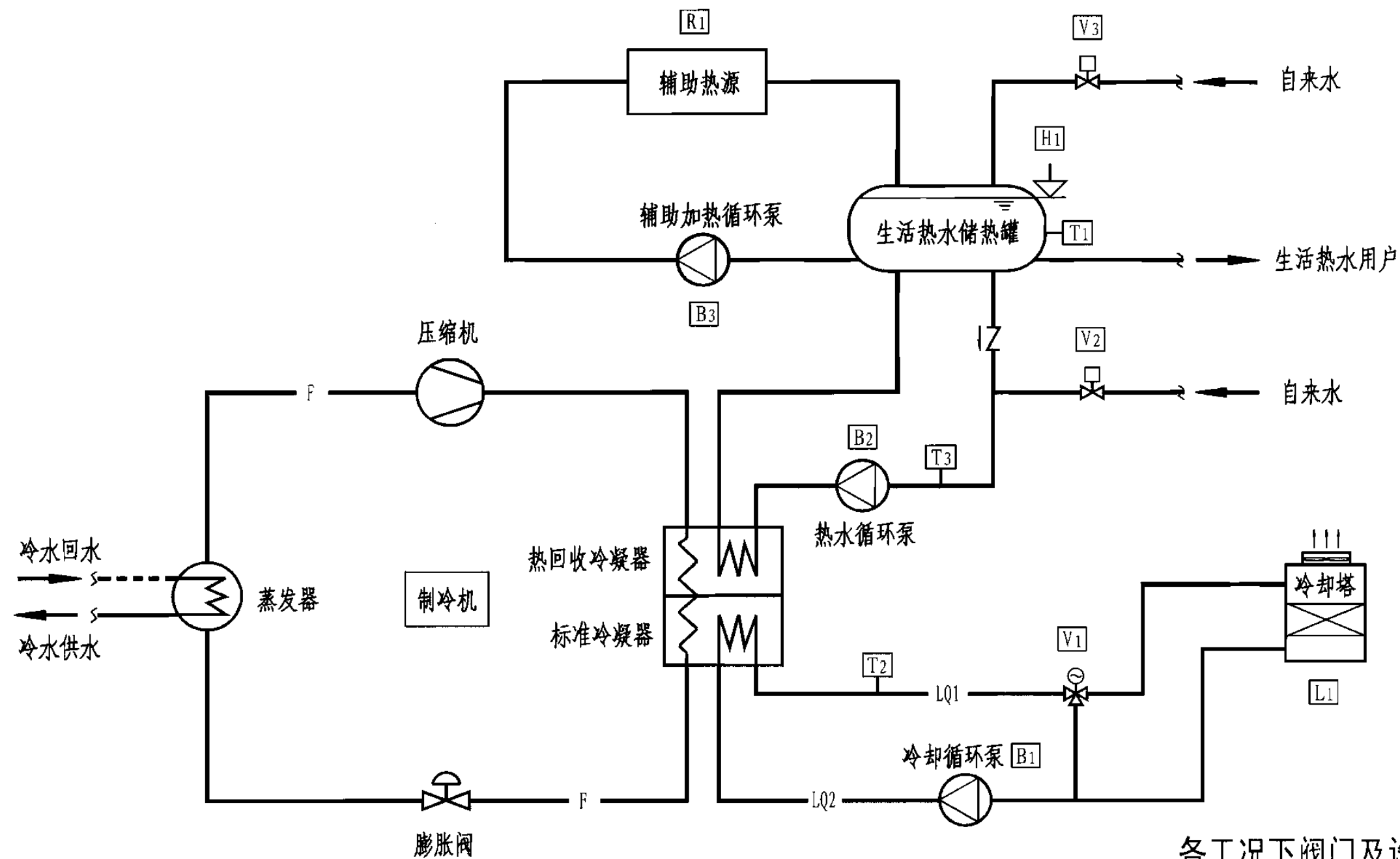
各工况下阀门及设备状态表

工 况		V1	V2	V3	B1	B2	B3	R1	L1
制冷期	H1-液位低	直通开	开	关	开	开	停	关	开
	T1-温度低	直通开	-	关	开	开	停	关	开
	T1-温度继续低	直通开	-	关	开	开	开	开	开
	T2-温度低于某值	旁通	-	关	开	-	-	-	关
非制冷期	H1-液位低	关	关	开	停	停	开	开	关
	T1-温度低	关	关	-	停	停	开	开	关

生活热水部分冷凝热回收装置流程图

图集号

06K301-2



生活热水全冷凝热回收装置  
装置-4

各工况下阀门及设备状态表

工 况		V1	V2	V3	B1	B2	B3	R1	L1
制冷期	H1-液位低	直通开	开	关	开	开	停	关	开
	T1-温度低	直通开	—	关	开	开	停	关	开
	T1-温度继续低	直通开	—	关	开	开	开	开	开
	T2.T3-温度高.低	调节	—	关	开	—	—	—	开
非制冷期	H1-液位低	关	关	开	停	停	开	开	关
	T1-温度低	关	关	—	停	停	开	开	关
生活热水全冷凝热回收装置流程图								图集号	06K301-2
审核	季伟	设计	王谦	校对	王谦	设计	周敏	页	100

## 冷凝热回收选用实例

已知：某夏热冬冷地区的办公建筑，夏季空调制冷冷负荷： $Q_1=4230\text{kW}$ ，运行参数：7/12℃；生活热水耗热量： $Q_r=430\text{kW}$ ，要求加热后水温： $\geq 45^\circ\text{C}$ ；空调制冷和生活热水的使用时间均为：早上8：00时～晚上6：00时。

求：冷凝热回收装置中制冷机和辅助热源等的容量配置。

解：

### 1. 冷凝热回收装置适合性确定

由于夏季空调制冷负荷（4230kW）以及与此相应的冷凝热比生活热水耗热量（430kW）大得多，且两者使用时间基本一致。在夏季制冷机开启时，冷凝热能满足生活热水加热的需要。

### 2. 冷凝热回收装置形式、配置以及设备的匹配计算

1）由本图集第89页表6-3中制冷机的特性，并考虑到空调低负荷时制冷机和生活热水加热的使用匹配，制冷机采用两台常规离心式和一台小容量双冷凝器螺杆式。容量的匹配计算为：

$$\begin{aligned}\text{热回收制冷机冷凝热 } Q_{hr} &= K Q_r \\ &= 1.2 \times 430 = 516 \text{ (kW)}\end{aligned}$$

式中  $k$  —— 附加系数，建议取 1.1～1.3。

$$\begin{aligned}\text{热回收制冷机冷量 } Q_{hl} &= Q_{hr} / \beta \\ &= 516 \div 1.25 = 413 \text{ (kW)}\end{aligned}$$

式中  $\beta$  —— 冷凝热系数，由表6-6可知螺杆式制冷机为 1.15～1.25。

$$\begin{aligned}\text{常规制冷机（单台）冷量 } Q_{cl} &= (Q_1 - Q_{hl}) / 2 \\ &= (4230 - 413) \div 2 \\ &= 1909 \text{ (kW)} = 543 \text{ (RT)}\end{aligned}$$

2）为满足非制冷期生活水加热的需要，辅助热源选用一台燃气锅炉，容量 $Q_{cr}$ 为：

$$\begin{aligned}Q_{cr} &= K Q_r \\ &= 1.1 \times 430 = 473 \text{ (kW)}\end{aligned}$$

式中  $K$  —— 热损失修正系数，一般取 1.0～1.15。

3）为提高冷凝热的利用效率，并根据本图集第88页表6-2中热用户的性能特点，生活热水加热系统采用预热兼加热的形式。

4）根据本图集第91页表6-5中热回收装置的特性，冷凝热回收装置采用“装置-4”的形式，流程图见本图集第100页。

## 冷凝热回收选用实例

图集号 06K301-2

审核 季伟 设计 周敏 校对 王谦 页 101

3. 选择冷凝热回收装置的设备型号及规格

根据以上计算所得的制冷量、加热量以及产品生产企业的技术资料，主要设备的型号及规格选择匹配可见下表。

序号	设备名称	规格、性能	单位	数量
1	离心式制冷机	CVGF-500 $Q_1=1934\text{kW}=550\text{RT}$ $N=362\text{kW}$ $\text{COP}_1=5.3$ 冷冻水: $7/12^\circ\text{C}$ $332\text{m}^3/\text{h}$ 冷却水: $37/32^\circ\text{C}$ $395\text{m}^3/\text{h}$	台	2
2	螺杆式双冷凝器 制冷机	RTWC-140(R) $Q_1=416\text{ kW}$ $Q_r=522\text{ kW}$ $N=113\text{ kW}$ 冷冻水: $7/12^\circ\text{C}$ $72\text{m}^3/\text{h}$ 冷却水: $37/32^\circ\text{C}$ $91\text{m}^3/\text{h}$ 热回收水: $45/40^\circ\text{C}$ $91\text{m}^3/\text{h}$	台	1
3	燃气热水锅炉	ZRQ-50 $Q=582\text{kW}$ $N=1.4\text{kW}$ 热 水: $60/45^\circ\text{C}$ $20\text{m}^3/\text{h}$	台	1

为简化不必要的计算过程，其他常规设备及系统不再详述。

4. 实际选用的冷凝热回收装置热回收量Q及性能系数COP:

- 1) 制冷机可回收的热量  $Q = 522\text{ kW}$ ;
- 2) 制冷机的制冷性能系数 $\text{COP}_1 = 416 \div 113 = 3.68$ ;
- 3) 制冷机的热回收性能系数 $\text{COP}_h = 522 \div 113 = 4.62$ 。

5. 确定控制方式

考虑到系统运行的经济性，控制采用热用户回水温度与储热罐热水温度同时作用的联合控制法。即当储热罐热水温度低时或补水阀打开时，热水循环泵自动开启；同时，进入热回收冷凝器的热水温度低时，冷却水系统旁通阀自动调节旁通水量。冷凝热回收装置及控制要求，可见本图集第100页。

## 主编单位、参编单位、联系人及电话

主编单位	中国建筑西北设计研究院	季伟、周敏	029-87258715
参编单位	上海威柯空调设备有限公司	吴海涛	021-33114600
		薛亚斌	010-67092478
	北京华创瑞风空调科技有限公司	刘栓强	13910798879
	北京德天节能设备有限公司	张永旺	010-63328141
组织编制单位、联系人及电话			
	中国建筑标准设计研究院	沈 隽	010-88361155-800 (国标图热线) 010-68318822 (发行电话)