



中华人民共和国国家标准

GB/T 15386—94

空 冷 式 换 热 器

Air cooled heat exchanger

1994-12-26 发布

1995-08-01 实施

国 家 技 术 监 督 局 发 布

目 次

1 主题内容与适用范围	(1)
1.1 主题内容	(1)
1.2 适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 总则	(2)
3.1 空冷器的范围	(2)
3.2 定义	(2)
3.3 厚度	(2)
3.4 载荷	(3)
3.5 受压元件的许用应力	(3)
3.6 焊缝系数	(3)
3.7 压力试验	(3)
3.8 气密性试验	(3)
4 型式与结构	(3)
4.1 空冷器的型式	(3)
4.2 空冷器部件及零部件名称	(4)
4.3 空冷器型号的表示方法	(8)
5 材料	(10)
5.1 管箱	(10)
5.2 翅片管	(11)
5.3 螺柱、螺母	(11)
5.4 垫片	(11)
5.5 钢结构	(11)
5.6 风机	(11)
5.7 百叶窗	(11)
6 设计	(12)
6.1 管束	(12)
6.2 加热管束	(19)
6.3 钢结构	(20)
6.4 风量调节	(21)
6.5 风机	(21)
6.6 百叶窗	(23)
7 制造	(24)
7.1 焊接	(24)
7.2 焊后热处理	(24)
7.3 管箱	(24)
7.4 翅片管	(24)
7.5 翅片管与管板的连接	(25)

7.6	钢结构	(25)
7.7	风机	(26)
7.8	组装	(27)
8	检验与验收	(28)
8.1	一般规定	(28)
8.2	焊接接头检查	(28)
8.3	压力试验	(29)
8.4	运转试验	(29)
9	铭牌、油漆、包装	(30)
9.1	铭牌	(30)
9.2	油漆	(30)
9.3	包装运输	(31)
9.4	资料保存	(33)
附录 A	集管式管箱计算(参考件)	(34)
附录 B	可卸盖板式及可卸帽盖式管箱计算(参考件)	(40)

中华人民共和国国家标准

GB/T 15386—94

空 冷 式 换 热 器

Air cooled heat exchanger

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了鼓风和引风空冷式换热器(以下简称“空冷器”)的设计、制造、检验与验收的要求。

1.2 适用范围

1.2.1 本标准适用于设计压力不大于 35 MPa 的空冷器。

1.2.2 本标准不适用于铝或其它有色金属制受压元件的空冷器。

2 引用标准

- GB 150 钢制压力容器
- GB 151 钢制管壳式换热器
- GB 196 普通螺纹 基本尺寸(直径 1~600 mm)
- GB 197 普通螺纹 公差与配合(直径 1~355 mm)
- GB 231 金属布氏硬度试验方法
- GB 699 优质碳素结构钢技术条件
- GB 700 碳素结构钢
- GB 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
- GB 986 埋弧焊焊缝坡口基本形式及尺寸
- GB 2270 不锈钢无缝钢管
- GB 3077 合金结构钢技术条件
- GB 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB 4163 不锈钢管超声波探伤方法
- GB 4437 铝及铝合金热挤压管
- GB 5777 无缝钢管超声波探伤方法
- GB 6479 化肥用高压无缝钢管
- GB 7735 钢管涡流探伤方法
- GB 8163 输送流体用无缝钢管
- GB 8544 铝及铝合金带材
- GB 9948 石油裂化用无缝钢管
- GBJ 9 建筑结构荷载规范
- GBJ 11 建筑抗震设计规范
- GBJ 17 钢结构设计规范
- GBJ 18 冷弯薄壁型钢结构技术规范

GBJ 205 钢结构工程施工及验收规范
JB 8 产品标牌
JB 916 汽车驱动桥主动及从动圆锥齿轮技术条件
JB 1130 圆柱齿轮减速器
JB 1416 一般用途的离心和轴流风机
JB 2536 压力容器油漆、包装和运输
JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定
JB 4726 压力容器用碳素钢和低合金钢锻件
JB 4728 压力容器用不锈钢锻件
JB 4730 压力容器无损检测
JB/T 4709 钢制压力容器焊接规程
JB/TQ 537 空冷器翅片管单管传热性能测定方法
YB 143 铸造铝合金锭
ZB J74 002 空冷器噪声测定方法

3 总则

空冷器的设计、制造、检验与验收除符合本标准规定外,还应符合图样的要求。

3.1 空冷器的范围

3.1.1 管束

- a. 管箱与外管道连接的第一个法兰密封面;
- b. 管箱与外管道连接的第一个螺纹接头。

3.1.2 构架

构架立柱底板以上的钢结构。

3.1.3 风机

电动机接线盒及风机气动控制气源的第一个接头。

3.1.4 百叶窗

百叶窗气动控制气源的第一个接头。

3.2 定义

3.2.1 压力:均指表压力。

3.2.2 工作压力:指正常工作情况下,空冷器管束内可能出现的最高压力。

3.2.3 设计压力:在相应的设计温度下,用以确定空冷器管束受压元件计算厚度的压力,其值不低于工作压力。真空空冷器管束按内压设计,其设计压力不小于 0.1 MPa。

3.2.4 金属温度:空冷器管束受压元件沿截面厚度的平均温度。

在任何情况下,元件金属的表面温度不得超过钢材的允许使用温度。

3.2.5 设计温度:在正常工作情况下,在相应的设计压力下,设定的管束受压元件的金属温度,其值不得低于元件金属可能达到的最高金属温度。

3.2.6 试验温度:压力试验时,空冷器管箱的金属温度。

3.2.7 基管外表面积:以两管板之间的管长为基准的基管外表面积。

3.2.8 翅片管外表面积:以两管板之间的管长为基准的与空气接触的翅片管外表面积。

3.3 厚度

3.3.1 厚度附加量:按式(1)确定。

$$C = C_1 + C_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: C ——厚度附加量, mm;

C_1 ——钢板或钢管的厚度负偏差, 按相应标准查取, mm;

C_2 ——腐蚀裕量, 碳素钢和低合金钢, 取 $C_2 \geq 3$; 高合金钢可不取腐蚀裕量, mm。

与工作介质接触的受压元件的腐蚀裕量按下列原则确定:

- a. 翅片管、垫片及与垫片接触的密封面均不取腐蚀裕量;
- b. 管程隔板和加强板两侧应分别取腐蚀裕量;
- c. 管板及盖板上开有隔板槽时, 可把高出隔板槽底面的金属作为腐蚀裕量; 当腐蚀裕量大于槽深时, 应加上两者的差值。

制造厂应根据制造工艺及钢材的实际厚度自行增加加工余量。

3.3.2 计算厚度: 按公式计算得到的厚度, 不包括厚度附加量。

3.3.3 设计厚度: 计算厚度与腐蚀裕量之和。

3.3.4 名义厚度: 将设计厚度加上钢材厚度负偏差后向上圆整到钢材标准规格的厚度, 即图样上标注的厚度。

3.3.5 有效厚度: 名义厚度减去厚度附加量。

3.4 载荷

设计空冷器时应考虑以下载荷:

- a. 设计压力;
- b. 物料的重力载荷;
- c. 设备的重力载荷;
- d. 平台、梯子活载荷;
- e. 动力载荷;
- f. 热推力;
- g. 地震载荷;
- h. 风载荷;
- i. 试验载荷。

3.5 受压元件的许用应力

钢材和螺柱材料在不同温度下的许用应力按 GB 150 选取。

3.6 焊缝系数

空冷器管箱焊缝采用双面焊或单面焊沿焊缝根部全长具有紧贴基体金属的垫板时, 对接焊缝焊缝系数按下列规定选取:

100%无损探伤: $\phi = 0.9$

局部无损探伤: $\phi = 0.8$

不能进行无损探伤: $\phi = 0.65$

3.7 压力试验

管束组装后必须进行压力试验, 压力试验的项目和要求应符合图样及 GB 150 的规定。

3.8 气密性试验

需作气密性试验时, 应按 GB 150 的有关规定进行。

4 型式与结构

4.1 空冷器的型式

- a. 鼓风式空冷器: 管束置于风机排风侧的空冷器(见图 1);

b. 引风式空冷器:管束置于风机吸风侧的空冷器(见图 2)。

4.2 空冷器部件及零部件名称

4.2.1 部件

- a. 管束:管箱、换热管及管束侧梁、支持梁等的组装件(见图 3);
- b. 风机:轮毂、叶片、支架及驱动机构的组装件(见图 4);
- c. 百叶窗:窗叶、调节机构及百叶窗侧梁等的组装件(见图 5);
- d. 构架:用于支撑管束、风机、百叶窗及其附属件的钢结构(见图 1、图 2);
- e. 风箱:用于导流空气的组装件。

4.2.2 零部件名称

空冷器零部件名称见表 1 及图 1~5。

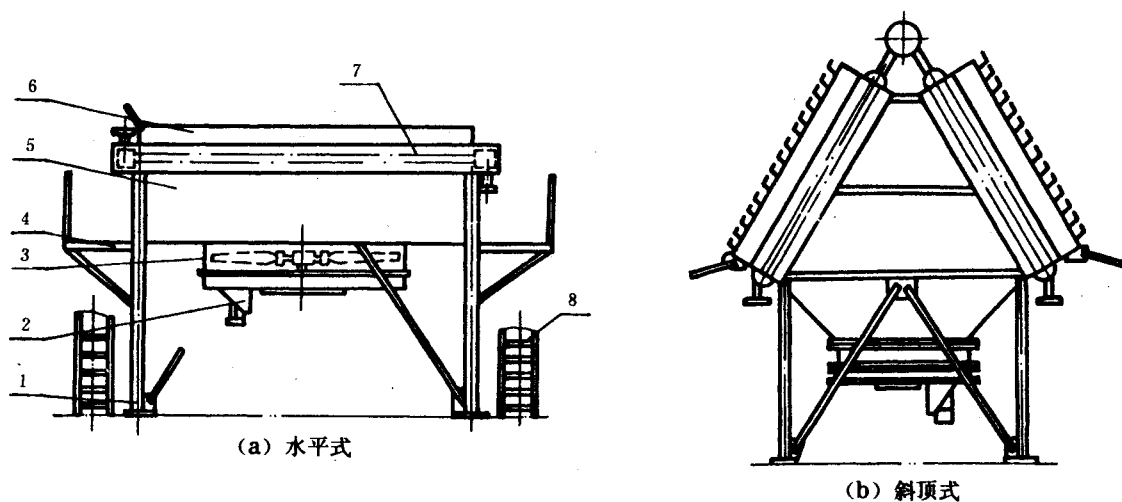


图 1 鼓风式空冷器

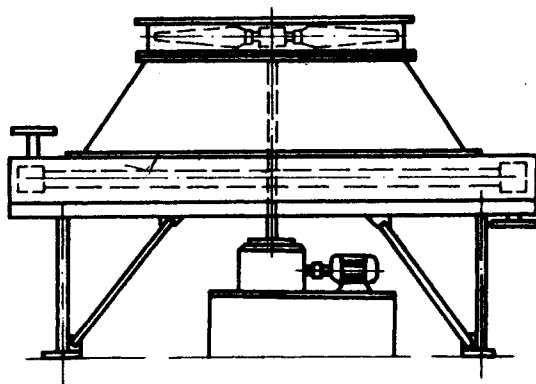


图 2 引风式空冷器

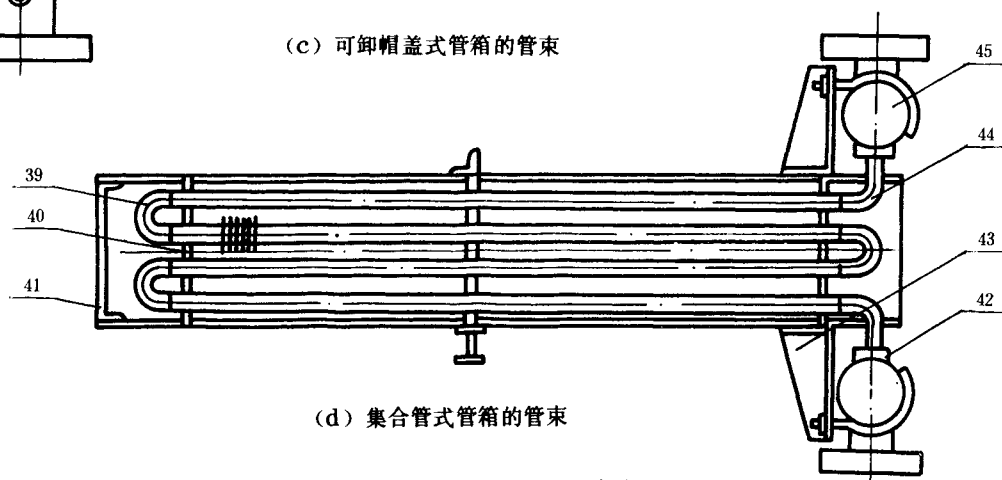
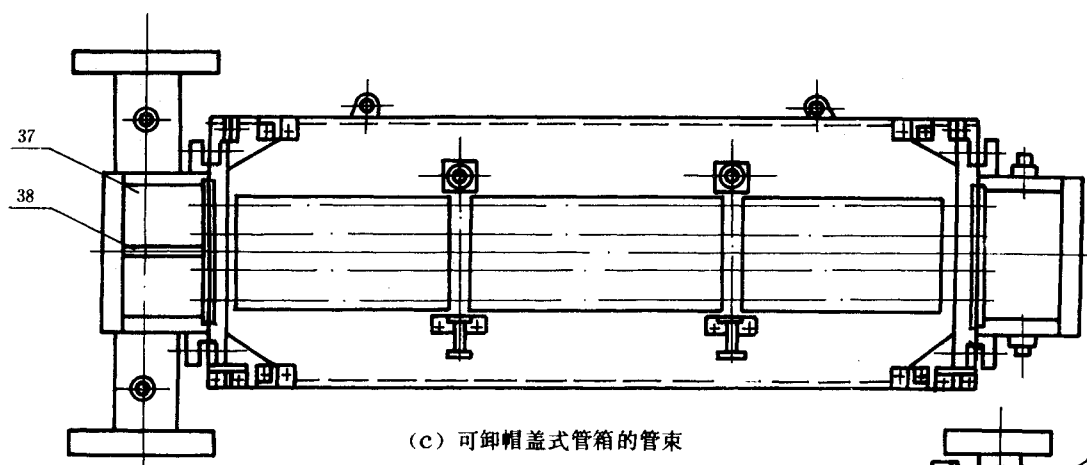
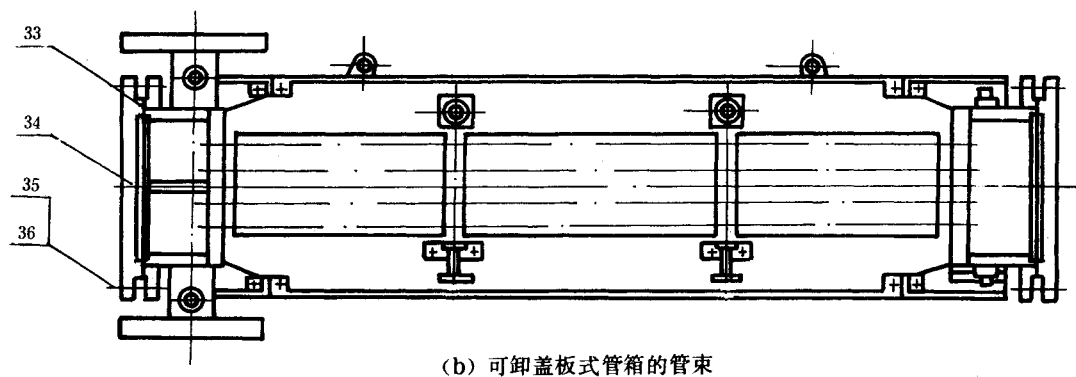
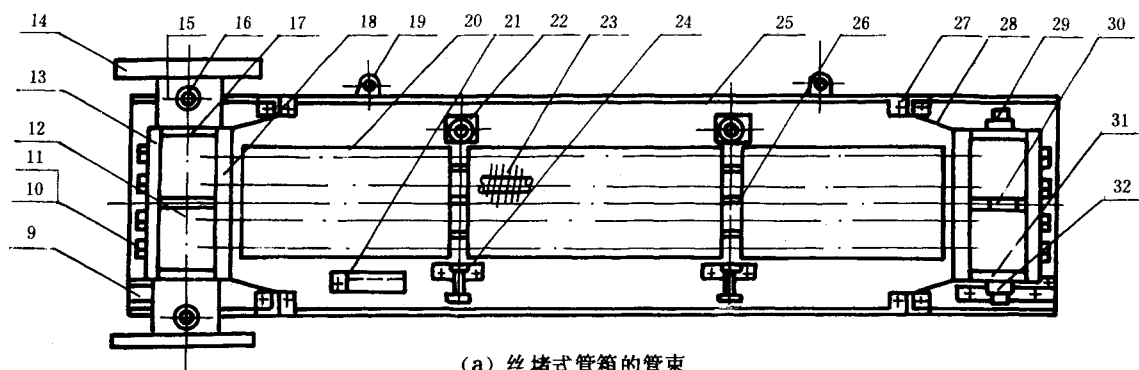


图 3 管束及管箱的典型结构

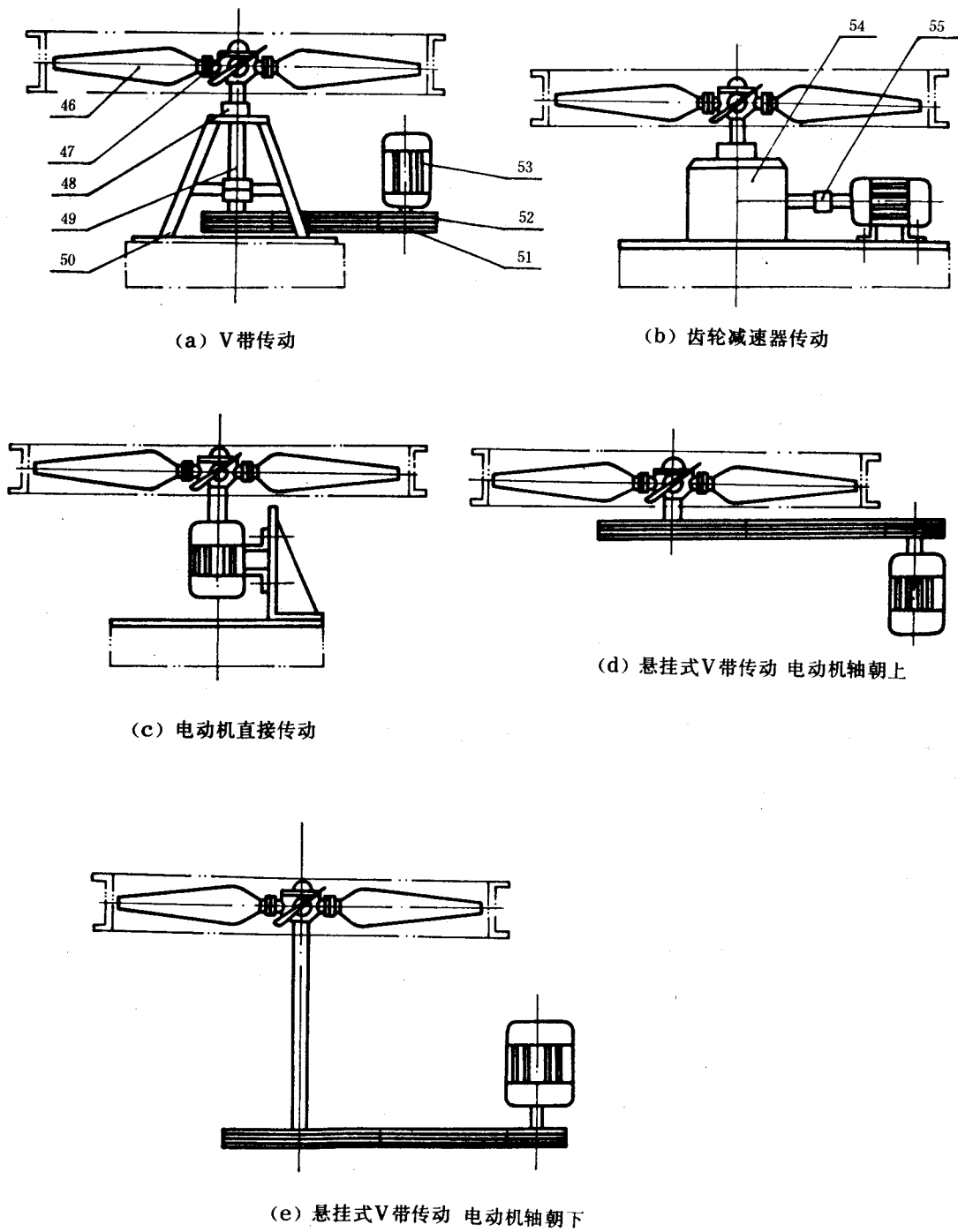
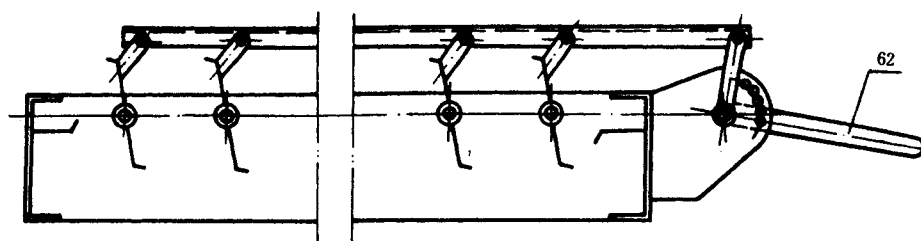
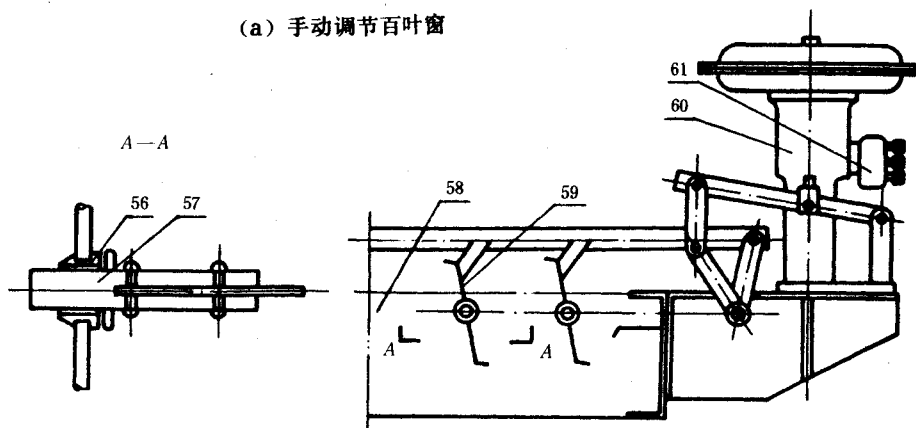


图 4 典型的传动机构



(a) 手动调节百叶窗



(b) 自动调节百叶窗

图 5 百叶窗的典型结构

表 1 空冷器零部件名称表

序 号	名 称	序 号	名 称	序 号	名 称
1	构架(部件)	22	上横梁(部件)	43	管箱支架(部件)
2	风机(部件)	23	翅片管(部件)	44	L 形弯头
3	风筒(部件)	24	支持梁(部件)	45	集合管箱(部件)
4	平台(部件)	25	管束侧梁	46	叶片
5	风箱(部件)	26	管子支撑件	47	轮毂(部件)
6	百叶窗(部件)	27	挡风梁	48	轴承(部件)
7	管束(部件)	28	管箱挡风板	49	风机轴
8	梯子(部件)	29	排气口(部件)	50	风机支架(部件)
9	管箱座(部件)	30	加强板	51	V 带
10	丝堵	31	底板	52	带轮
11	丝堵垫片	32	排液口(部件)	53	电动机(部件)
12	端板	33	盖板垫片	54	减速器(部件)
13	丝堵板	34	盖板	55	联轴器(部件)
14	法兰	35	螺栓	56	轴承套
15	接管	36	螺母	57	销轴
16	仪表接头(部件)	37	帽盖(部件)	58	百叶窗侧梁
17	顶板	38	管程隔板	59	窗叶
18	管板	39	U 形弯管	60	操纵器(部件)
19	吊耳	40	支撑板	61	定位器(部件)
20	挡风板	41	连接板	62	手柄
21	斜撑(部件)	42	加强接头		

4.3 空冷器型号表示方法

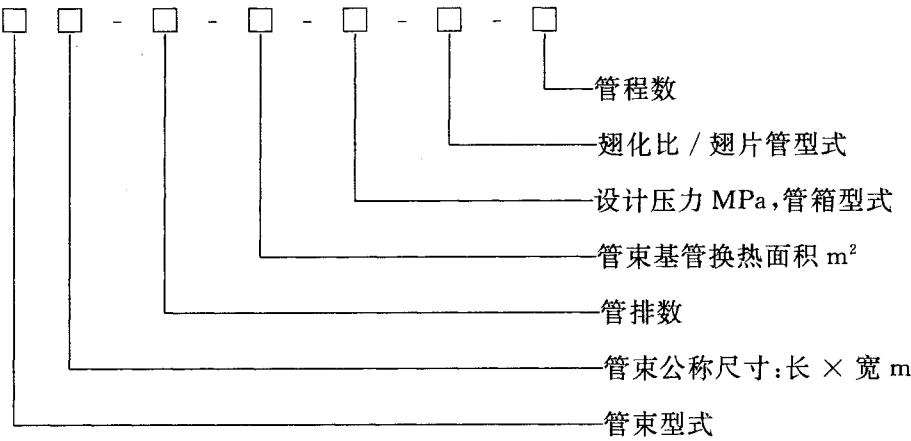
4.3.1 管束

4.3.1.1 型式与代号见表 2。

表 2

管束型式(见图 1、图 2)	代 号	管箱型式(见图 3)	代 号	翅片管型式(见图 13)	代 号
鼓风式水平管束	GP	丝堵式管箱	S	L 型翅片管	L
斜顶管束	X	可卸盖板式管箱	K ₁	双 L 型翅片管	LL
引风式水平管束	YP	可卸帽盖式管箱	K ₂	滚花型翅片管	KL
		集管式管箱	J	双金属轧制翅片管	DR
				镶嵌型翅片管	G

4.3.1.2 管束型号表示方法：



4.3.1.3 示例

a. 鼓风式水平管束:长 9 m、宽 2 m;6 排管;基管换热面积 140 m²;设计压力为 4 MPa;可卸盖板式管箱;镶嵌式翅片管,翅化比 17.3;Ⅵ 管程的管束型号为:

GP 9×2-6-140-4K₁-17.3/G-Ⅵ

b. 斜顶管束:长 4.5 m、宽 3 m;4 排管;基管换热面积 63.6 m²;设计压力为 1.6 MPa;丝堵式管箱;双 L 型翅片管、翅化比 23.0;Ⅰ 管程的管束型号为:

X4.5×3-4-63.6-1.6 S-23.0/LL-Ⅰ

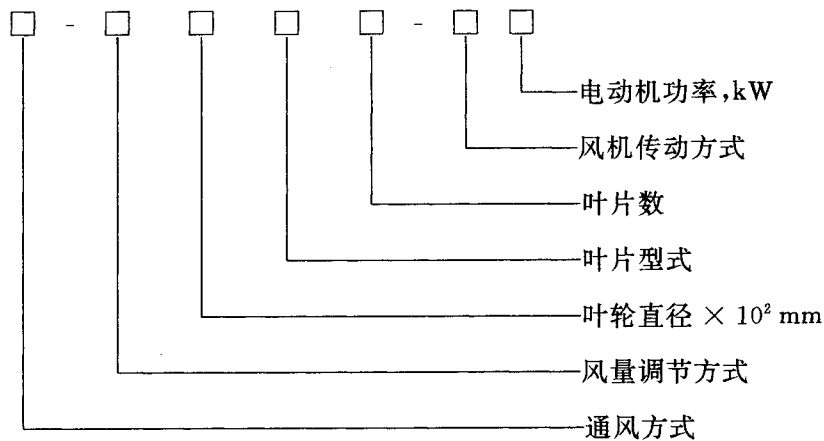
4.3.2 风机

4.3.2.1 型式与代号见表 3。

表 3

通风方式	代 号	风量调节方式	代 号	叶片型式	代 号	风机传动方式(见图 4)	代 号
鼓风式	G	停机手动调角风机	TF	R 型玻璃钢叶片	R	V 带传动	V
引风式	Y	不停机手动调角风机	BF	B 型玻璃钢叶片	B	齿轮减速器传动	C
		自动调角风机	ZFJ	铸铝叶片	L	电动机直接传动	Z
		自动调速风机	ZFS			悬挂式 V 带传动,电机轴朝上	Vs
						悬挂式 V 带传动,电机轴朝下	Vx

4.3.2.2 风机型号表示方法



4.3.2.3 示例

a. 鼓风式;停机手动调角风机、直径 2 400 mm、B 型玻璃钢叶片、叶片数 4 个;悬挂式电动机轴朝上 V 带传动、电动机功率 18.5 kW 的风机型号为:

G-TF 24B4-Vs 18.5

b. 引风式;自动调角风机、直径 3 000 mm、R 型玻璃钢叶片、叶片数 6 个;带支架的直角齿轮传动、电动机功率 15 kW 的风机型号为:

Y-ZFJ 30R6-C15

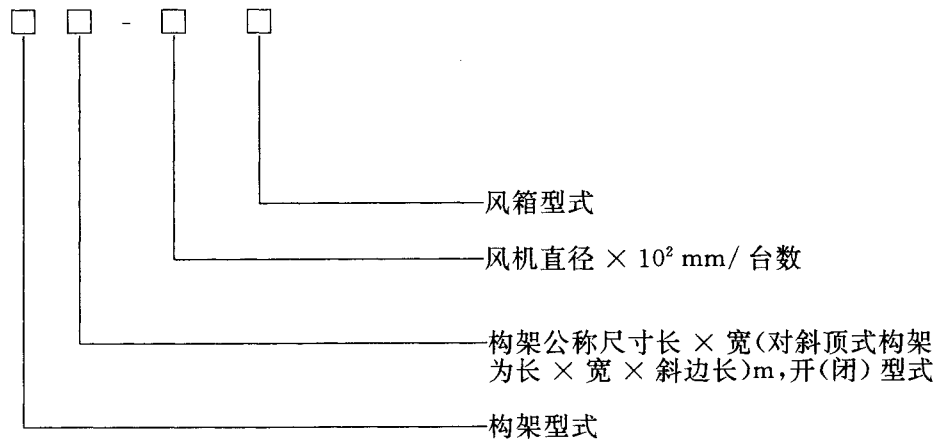
4.3.3 构架

4.3.3.1 型式与代号见表 4。

表 4

构架型式	代 号	构架开(闭)型式	代 号	风箱型式	代 号
鼓风式水平构架	GJP	开式构架	K	方箱型	F
斜顶构架	JX	闭式构架	B	过渡锥型	Z
引风式水平构架	YJP			斜坡型	P

4.3.3.2 构架型号表示方法



4.3.3.3 示例

a. 鼓风式空冷器水平构架、长 9 m、宽 4 m;风机直径 3 600 mm、2 台、方箱型风箱;闭式构架型号为:

GJP 9 $\times$ 4B-36/2F

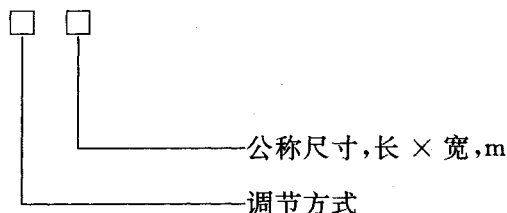
b. 鼓风式空冷器斜顶构架、长 5 m、宽 6 m、斜顶边长 4.5 m；风机直径 4 500 mm、1 台、过渡锥型风箱；闭式构架的型号为：

JX 5×6×4.5/B-45/1 Z

4.3.4 百叶窗

4.3.4.1 型式与代号：手动调节代号 SC；自动调节代号 ZC（见图 5）。

4.3.4.2 百叶窗型号表示方法



4.3.4.3 示例

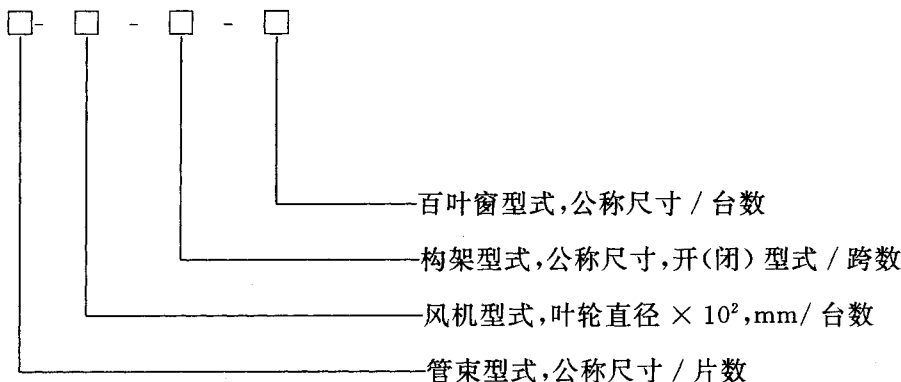
a. 手动调节百叶窗、长 9 m、宽 3 m 其型号为：

SC 9×3

b. 自动调节百叶窗、长 6 m、宽 2 m 其型号为：

ZC 6×2

4.3.5 空冷器型号的表示方法



示例：

a. 鼓风式空冷器

鼓风式空冷器、水平式管束、长×宽为 9 m×3 m、4 片；停机手动调角风机、直径 3 600 mm、4 台；水平式构架、长×宽为 9 m×6 m；一跨闭式构架，一跨开式构架；手动调节百叶窗、4 台、长×宽为 9 m×3 m 的空冷器型号为：

GP 9×3/4-TF 36/4-GJP 9×6B/1-SC 9×3/4
GJP 9×6K/1

b. 引风式空冷器

引风式空冷器、水平管束、长×宽为 9 m×3 m、2 片；自动调角风机、直径 3 600 mm、1 台，停机手动调角风机、直径 3 600 mm、1 台；水平式构架、长×宽为 9 m×6 m、一跨闭式构架；自动调节百叶窗、长×宽为 9 m×3 m、2 台的空冷器型号为：

YP 9×3/2-ZFJ 36/1-YJP 9×6B/1-ZC 9×3/2
TF 36/1

5 材料

受压元件所用材料的选用原则、钢材标准、热处理状态及许用应力值按 GB 150 的规定。

5.1 管箱

5.1.1 管程隔板或加强板,一般与箱体材料相同。

5.1.2 不允许使用铸件做丝堵。

5.1.3 管箱元件采用碳素钢和低合金钢锻件时,一般按 JB 4726 规定的Ⅱ级选用,采用不锈钢锻件时一般按 JB 4728 规定的Ⅱ级选用,并在图样中注明。

5.2 翅片管

5.2.1 基管用钢管选用下列标准中的较高级(或高级):GB 2270,GB 6479,GB 8163,GB 9948。

5.2.2 设计压力不小于 10 MPa 的基管用钢管需逐根进行超声波探伤及磁粉(或涡流)探伤。

a. 对磁性材料的超声波探伤应符合 GB 5777 的规定;

b. 磁粉检测应符合 JB 4730 的规定;

c. 非磁性材料的探伤应符合 GB 4163、GB 7735 的规定。

5.2.3 翅片用铝带应为工业纯铝、并应符合 GB 8544 的规定。

5.2.4 双金属轧制翅片管用铝管应符合 GB 4437 的规定。

5.2.5 翅片管管端防止翅片松动所用的固定件应采用不锈钢或镀锌处理的碳素钢。

5.3 螺柱、螺母

5.3.1 螺柱用钢材的使用状态及许用应力按 GB 150 的规定。

5.3.2 螺柱和螺母材料组合可按表 5 选取,螺柱的硬度一般比螺母稍高。

表 5

螺柱用钢	螺母用钢	钢材标准	使用温度范围℃
Q235-A	Q235-A, Q215-A	GB 700	$> -20 \sim 300$
35	Q235-A	GB 700	$> -20 \sim 300$
	15	GB 699	$> -20 \sim 350$
40MnB, 40MnVB, 40Cr	35, 40Mn, 45	GB 699	$> -20 \sim 400$
30CrMoA	30CrMoA	GB 3077	$-100 \sim 500$
35CrMoA	40Mn, 45	GB 699	$> -20 \sim 400$
	30CrMoA, 35CrMoA	GB 3077	$-100 \sim 500$

5.3.3 设计压力不小于 10 MPa 的螺柱应按图样要求进行磁粉探伤。

5.4 垫片

5.4.1 丝堵垫片应为金属垫片或金属包垫片。

5.4.2 可卸盖板式及可卸帽盖式管箱用垫片可参照 GB 151 的规定。

5.5 钢结构

钢结构构件用材按 GBJ 17 的规定。

5.6 风机

5.6.1 风机叶片材料应符合下列规定:

a. 铸造铝叶片材料应符合 YB 143 的规定;

b. 玻璃纤维增强复合材料(以下简称“玻璃钢”)叶片的性能应符合表 6 的规定。

表 6

MPa

弯曲强度	层间剪切强度	弹性模量	允许使用温度范围
≥ 180	≥ 20	$\geq 15\ 000$	$-40 \sim 90^{\circ}\text{C}$

5.6.2 风机其它零部件用材应按图样要求。

5.7 百叶窗

窗叶应采用镀锌钢板或铝板；销轴应采用不锈钢或铝合金；销轴轴套应采用氟塑料或尼龙。

6 设计

6.1 管束

6.1.1 一般规定

- a. 管束应为独立的,且便于整体装卸的组合物;
- b. 管束应有适应翅片管热膨胀的措施;
- c. 管束在构架上的横向位置,至少在两边各有 6 mm 或一边有 12 mm 的移动量;
- d. 最低一排翅片管下面应设支持梁;支持梁间距不应超过 1.8 m,且与管束侧梁用螺栓(或焊接)固定;支持梁部位上的各排翅片管应有支撑件;
- e. 用于冷凝的单管程管束的翅片管应向流体出口方向倾斜,倾斜度最少为 1:100;
- f. 管束中凡产生空气旁流的部位,当间隙超过 10 mm 时,均应设置挡风件。挡风件的厚度不小于 3 mm,且须固定。

6.1.2 管箱

6.1.2.1 一般要求

- a. 管箱的允许工作压力见表 7;

表 7

MPa

管箱型式	允许工作压力
可卸盖板式、可卸帽盖式	≤ 6.4
丝堵式	≤ 20
集管式	≤ 35

- b. 同一管箱上流体进、出口之间温差大于表 8 的规定时,应采用分解管箱(见图 6)、U 型管结构或其它可以减小温度应力的措施;

表 8

℃

钢 材	进出口温差
碳素钢	> 110
奥氏体钢	> 80

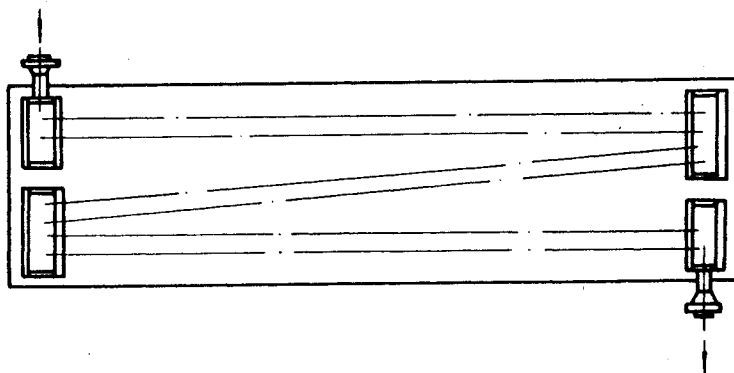


图 6 分解管箱管束

- c. 板制空冷器管箱各板的厚度应不小于表 9 的规定;

表 9

mm

名 称	厚 度	材 料	碳素钢及低合金钢	高合金钢
管板			20	16
丝堵板			20	16
盖板			25	25
顶板、底板、端板			12	10
管程隔板、加强板			12	6

注：表中所列厚度，对碳素钢和低合金钢已包括 3 mm 的腐蚀裕量（对管程隔板和加强板已包括 6 mm 的腐蚀裕量）。

- d. 管箱各管程的流通横截面积应大于等于相应管程翅片管的流通面积；
- e. 管箱中的横向流速应不超过接管中的流速；
- f. 管箱焊接结构可参考 GB 985、GB 986 的规定；
- g. 接管与管箱连接结构可参考 GB 150 附录 G 的规定；
- h. 接管（或接头）一般与管箱的内表面平齐；
- i. 管箱接管扣除腐蚀裕量后允许承受的弯矩和力见图 7 及表 10；承受表 10 所示的弯矩和力的接管，最小壁厚见表 11；

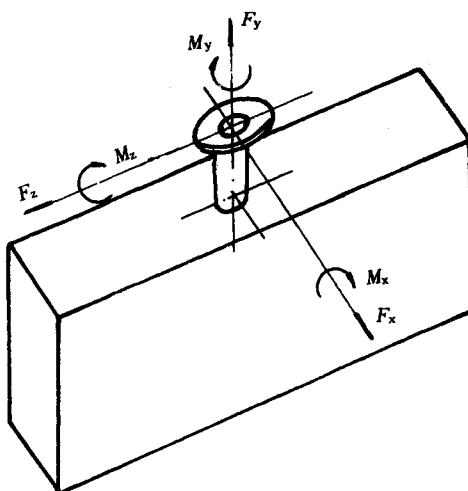


图 7 接管受弯矩和力示意图

表 10

接管公称直径 mm	弯矩 (N·m)			力 (N)		
	M_x	M_y	M_z	F_x	F_y	F_z
50	95	162	95	668	890	668
80	270	405	270	1 335	1 113	1 335
100	540	810	540	2 225	1 780	2 225
150	1 418	2 025	1 080	2 670	3 338	3 338
200	2 025	4 050	1 485	3 783	8 900	5 340
250	2 700	4 050	1 688	4 450	8 900	6 675
300	3 375	4 050	2 025	5 563	8 900	8 900
350	4 050	4 725	2 363	6 675	11 125	11 125