

湖 南 省 地 方 标 准

DB 43/T 2540—2022

气气板式热交换器制造技术规范

Manufacturing Technical Specification For Gas To Gas Plate Heat
Exchanger

2022 - 12 - 09 发布

2023 - 03 - 09 实施

目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 结构形式..... 1

5 材料要求..... 5

6 制造..... 6

7 检验..... 9

8 标志、包装、运输、贮存..... 11

参考文献..... 13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意，本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：湖南力和海得热能技术有限公司、湖南科技大学。

本文件主要起草人：赵超、郝小礼、林海波、梁永俊、梁东、高文涛、陈礼瑾、张登春。

气气板式热交换器制造技术规范

1 范围

本文件规定了气气板式热交换器的结构形式、材料要求、制造、检验、标志、包装、运输、贮存等内容。

本文件适用于工作压力不大于0.1MPa，设计温度不高于900℃的气气板式热交换器的制造，其他类似结构产品可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 706-2016	热轧型钢
GB/T 1184	形状和位置公差未注公差值
GB/T 3274	碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
GB/T 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带
GB/T 4171	耐候结构钢
GB/T 4272	设备及管道绝热技术通则
GB/T 13306	标牌
NB/T 10558	压力容器涂敷与运输包装
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47013.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47015	压力容器焊接规程
NB/T 47018（所有部分）	承压设备用焊接材料订货技术条件

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 结构形式

4.1 气气板式热交换器的构成

气气板式热交换器主要零部件有板片、板片对、隔板、板束、支座、法兰、集风口、密封垫及螺栓连接件等组成，如图1所示表示一个典型的气气板式热交换器的组成。

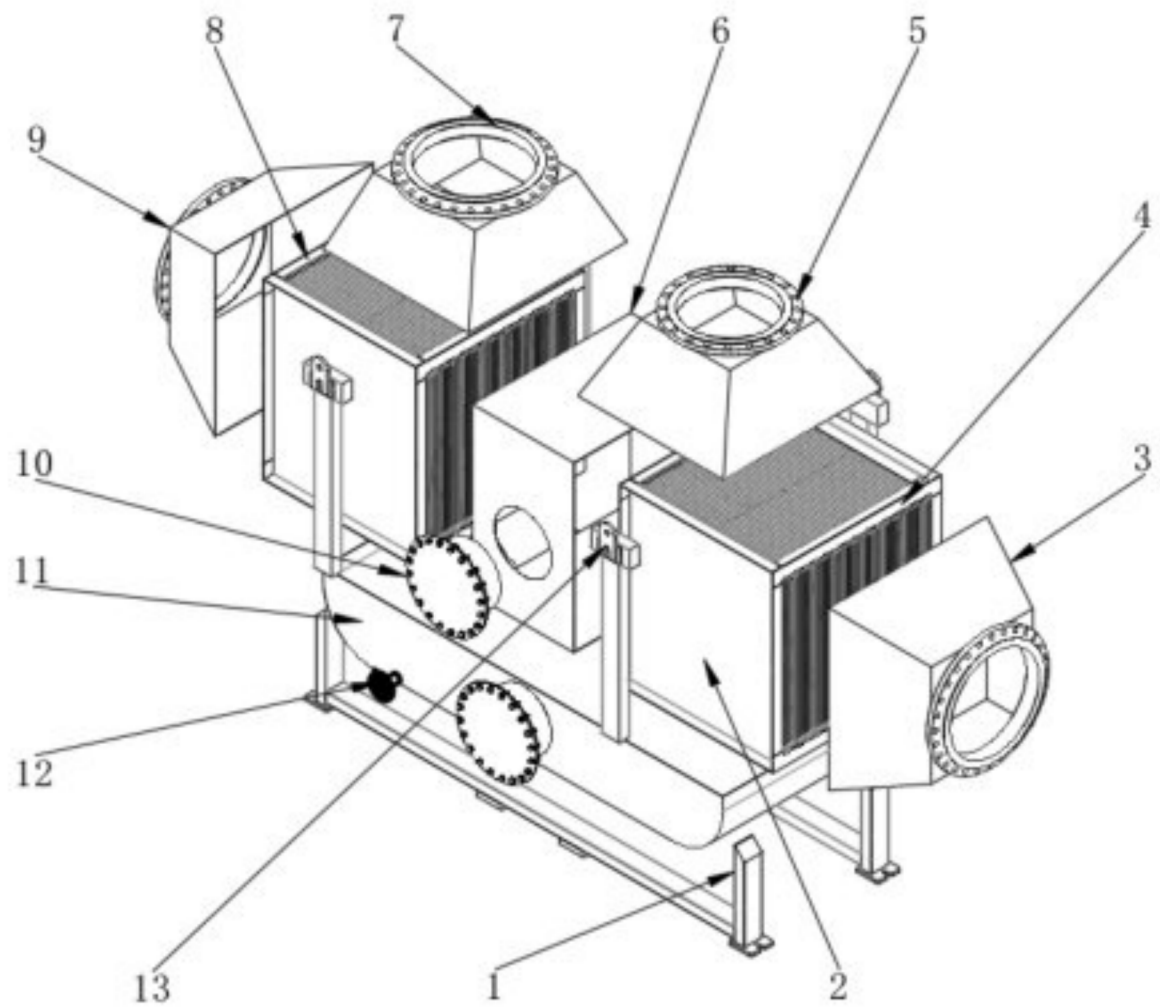


图1 气气板式热交换器的组成

- 注：1——设备支撑
2——板片侧板
3——热侧出集风口
4——板片固定板
5——冷侧进集风口
6——热侧中间通道
7——冷侧出集风口
8——单组分换热器
9——热侧进集风口
10——检修人孔
11——回转集箱
12——排污口
13——起吊结构

4.2 单、单流程气气板式热交换器结构

单、单流程气气板式热交换器结构见图2。

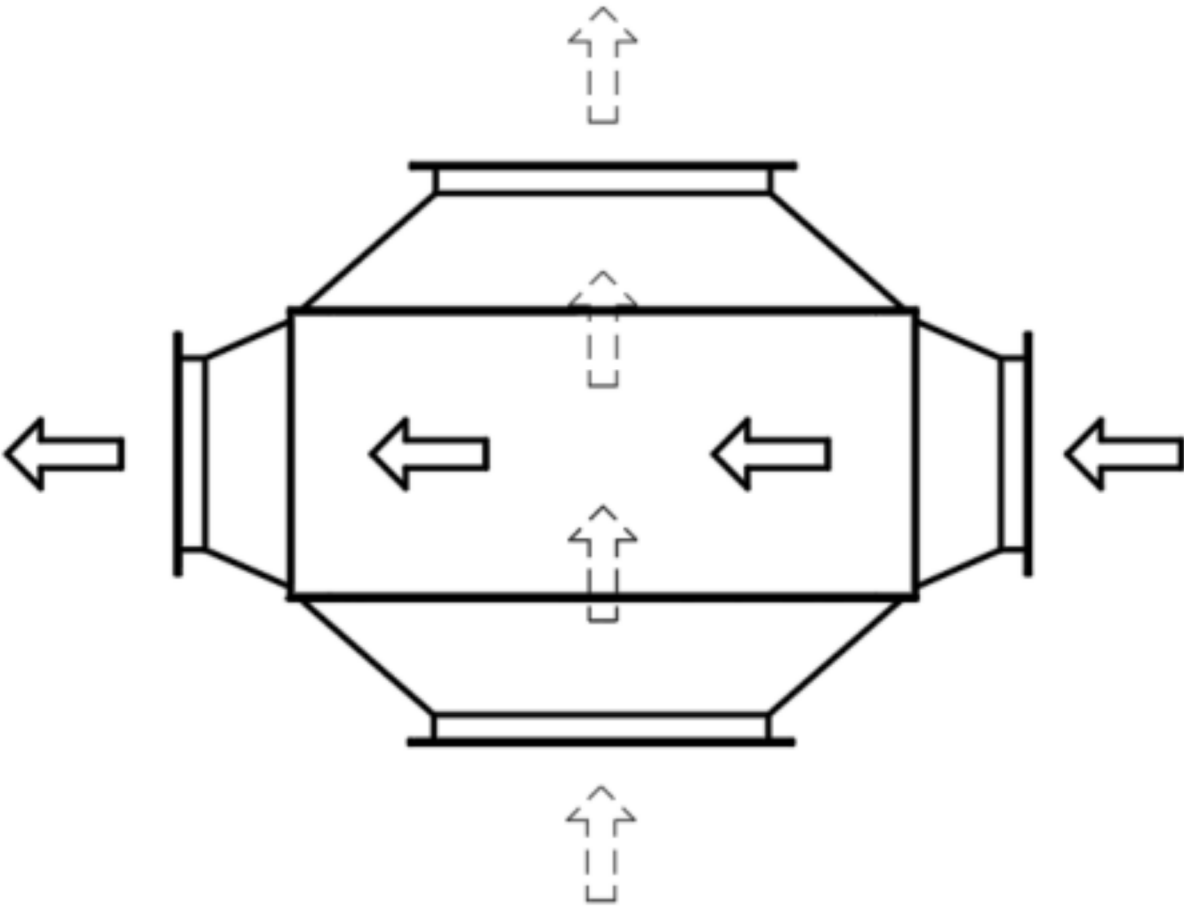


图2 单、单流程气气板式热交换器结构图

注：图中实线箭头代表介质1，虚线箭头代表介质2。

4.3 单、双流程气气板式热交换器

单、双流程气气板式热交换器见图3。

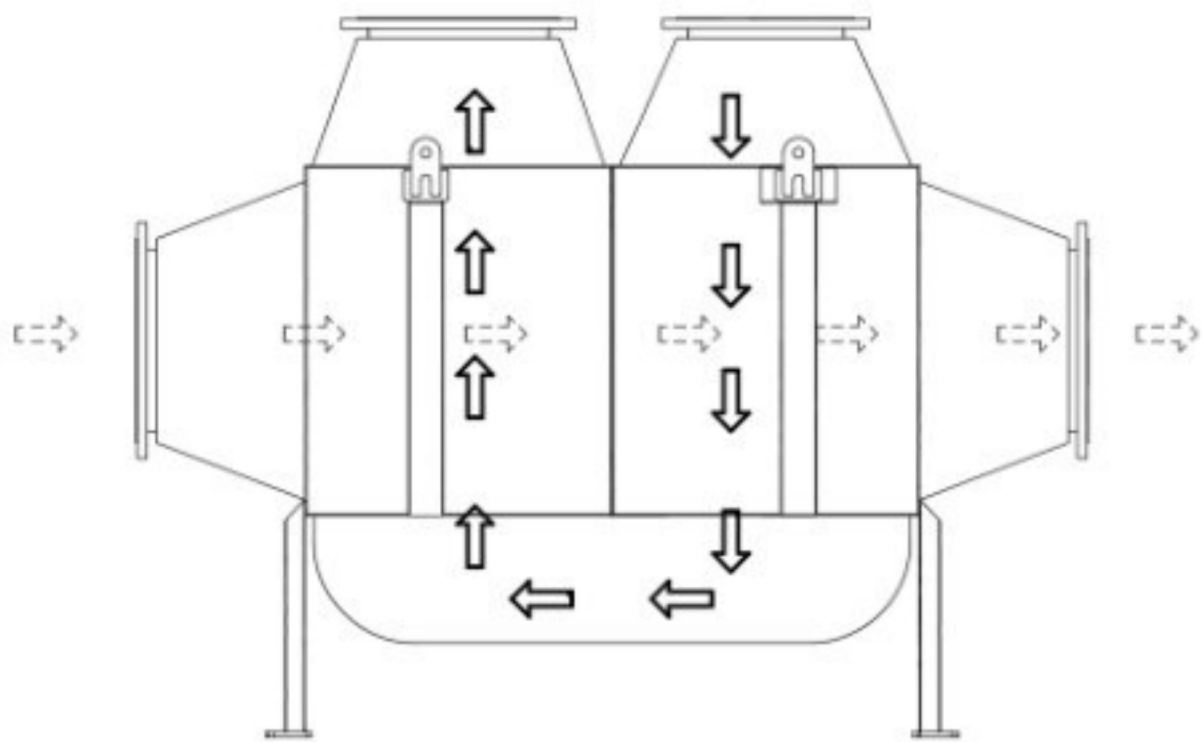


图3 单、双流程气气板式热交换器结构图

注：图中实线箭头代表介质1，虚线箭头代表介质2。

4.4 单、多流程气气板式热交换器

单、多流程气气板式热交换器见图4。

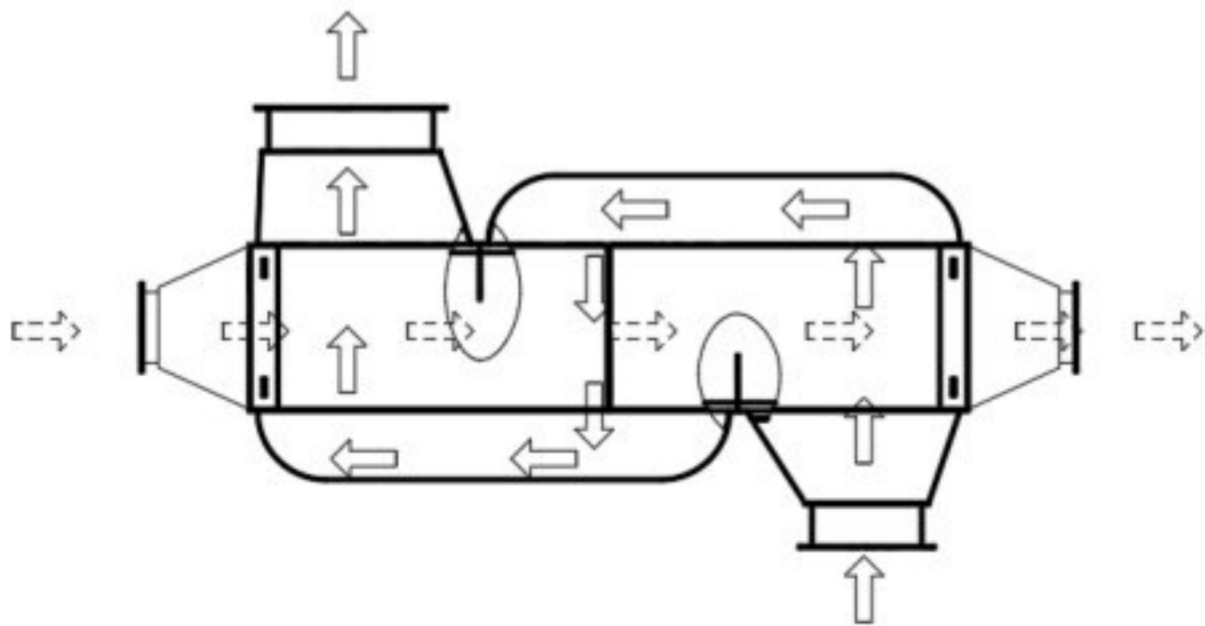


图4 单、多流程气气板式热交换器结构图

注：图中虚线箭头代表介质1，实线箭头代表介质2。

4.5 单、单多流程气气板式热交换器

单、单多流程气气板式热交换器见图5。

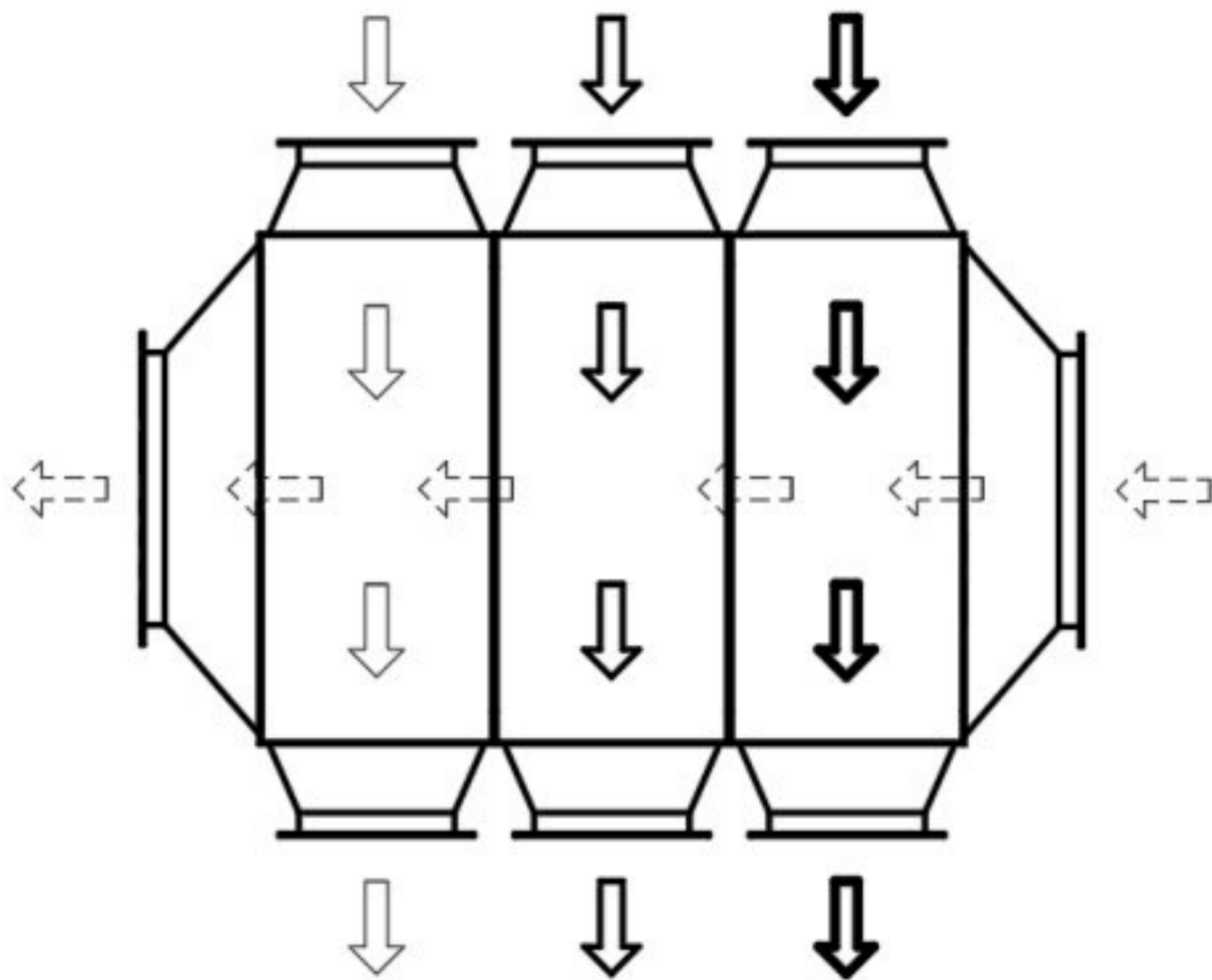


图5 单、单多流程气气板式热交换器结构图

注：图中虚线箭头代表介质1，不同粗细的实线箭头依次代表介质2、介质3、介质4。

5 材料要求

- 5.1 气气板式热交换器所用材料，应考虑热交换器的使用条件(如：温度、压力、介质特性和操作特点等)、材料的焊接性能、加工性能及经济合理性。
- 5.2 气气板式热交换器主要零部件板片所用材料在无特殊要求的情况下应符合表 1 的规定。

表1 气气板式热交换器板片材料

材料类别	统一数字代号	牌号	选用标准	工作温度	适用范围
奥氏体不锈钢	S30408	06Cr19Ni10	GB/T 3280	500℃	适用大部分无腐蚀工况
	S31603	022Cr17Ni12Mo2	GB/T 3280	800℃	适用大部分无腐蚀工况，及少量卤素腐蚀成分
	S31008	06Cr25Ni20	GB/T 3280	900℃	适用大部分无腐蚀工况，高温气体
奥氏体-铁素体型	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	GB/T 3280	400℃	含卤素及微酸性气体
低合金钢	ND钢	09CrCuSb	GB/T 4171	400℃	含硫气体冷却

5.3 板片、框架、卡槽、螺栓、法兰、接管等用材及焊材料应有厂家提供的材料质量证明书。无材料质量证明书或质量证明书内容不齐全、不准确的，应按相应标准对每批材料进行化学成分分析和力学性能试验，符合要求后方可使用。

5.4 设备所使用焊接材料参照 NB/T 47018（所有部分）标准执行。

5.5 选用新研制的材料或未列入本文件材料时，应经国家认可的专业机构进行技术评审。

6 制造

6.1 制造工艺流程图

气气板式热交换器制造工艺流程如图6所示，主要包括板束、板片固定板、侧板、设备支撑、集风口、回转集箱、支腿的装配、焊接等工序。

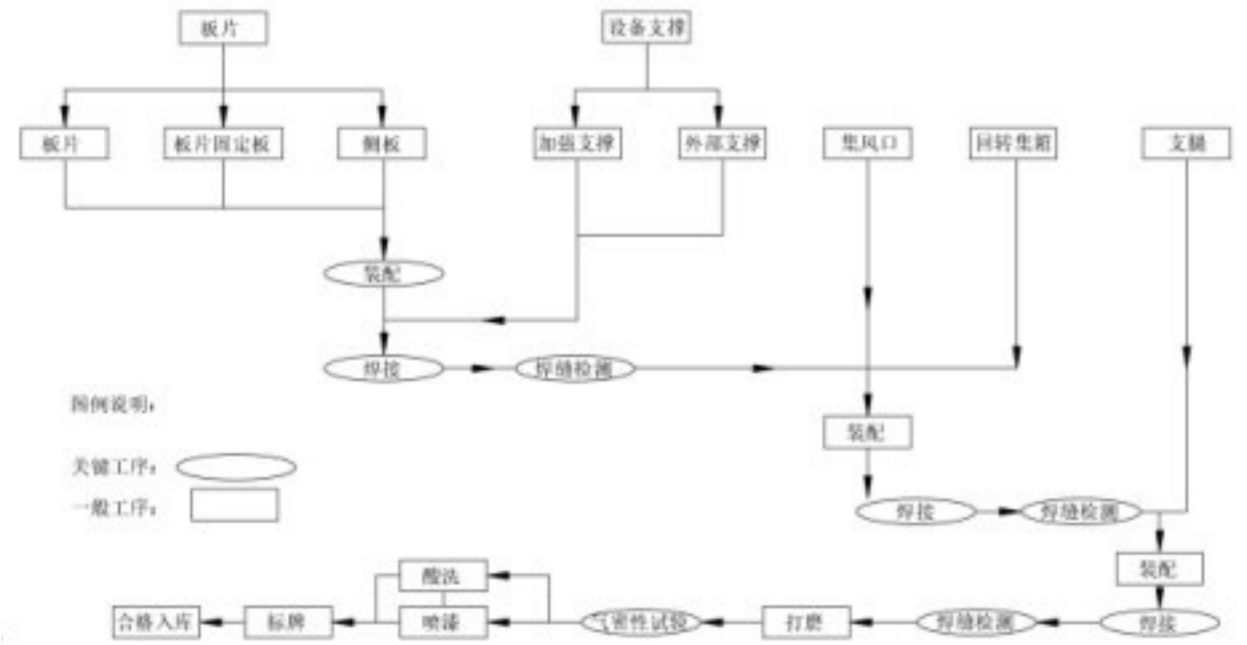


图6 气气板式热交换器工艺流程图

6.2 焊接要求

6.2.1 当施焊环境出现下列任一情况，且无有效防护措施时，应禁止施焊：

- a) 相对湿度大于 90%；

b) 焊件温度低于 15℃。

6.2.2 焊接工艺评定应符合下列要求：

受压元件的焊接方式的焊接工艺评定按照 NB/T 47014 标准要求制定；焊接规范按照 NB/T 47015 标准执行。施焊人员应具备特种作业操作证。

6.2.3 焊接应符合下列要求：

- a) 焊接接头形式除图样注明外，所有搭接或角接焊接高度均等于较薄件厚度；
- b) 板片的组对错边量不应大于 0.5 mm，见图 7；
- c) 板片组对前，应清除板片表面的油污及杂质；
- d) 板片组焊接前应消除板片之间的间隙，确保板片贴合紧密；
- e) 板片间的焊接可采用激光焊、氩气保护电弧焊或等离子弧焊等。对于上述焊接方法产生的缺陷，允许采用手工氩气保护电弧焊进行补焊。

单位（mm）



图7 板片装配公差图

6.2.4 焊接接头质量应符合下列要求：

- a) 接管对接连接的焊接接头对口错边量应不大于对接处钢材厚度的 1/4；
- b) 焊接接头表面不应有裂纹、气孔、弧坑和飞溅物等缺陷。

6.2.5 焊接接头返修应符合下列要求：

- a) 当焊接接头需要返修时，应制定返修工艺，返修工艺应符合 6.2.2 的有关规定；
- b) 焊接接头同一部位的返修次数不宜超过 2 次。

6.3 装配要求

6.3.1 除碳素钢和低合金钢以外的零部件在装配过程中，不应采用铁锤敲击。

6.3.2 气气板式热交换器组装后，对角定位尺寸允许偏差不超过 5 mm。

6.4 板片

6.4.1 板片设计厚度(图 8 中 a 所示)应不小于 0.8 mm。

6.4.2 板片的成型减薄量应小于板片厚度的 15%。

6.4.3 板片周边应清除冲切或切割毛刺，不应有损伤性变形。

6.4.4 加工后板片表面有超过板片厚度负偏差的凹坑、划伤、压痕等缺陷时应进行修磨，并应满足条款 6.4.2 的要求。

6.4.5 板片表面不应补焊。

6.4.6 板片不应有微裂纹。

6.4.7 板片波纹深度(图 8 中 h 所示)偏差应不超过 0.15 mm。

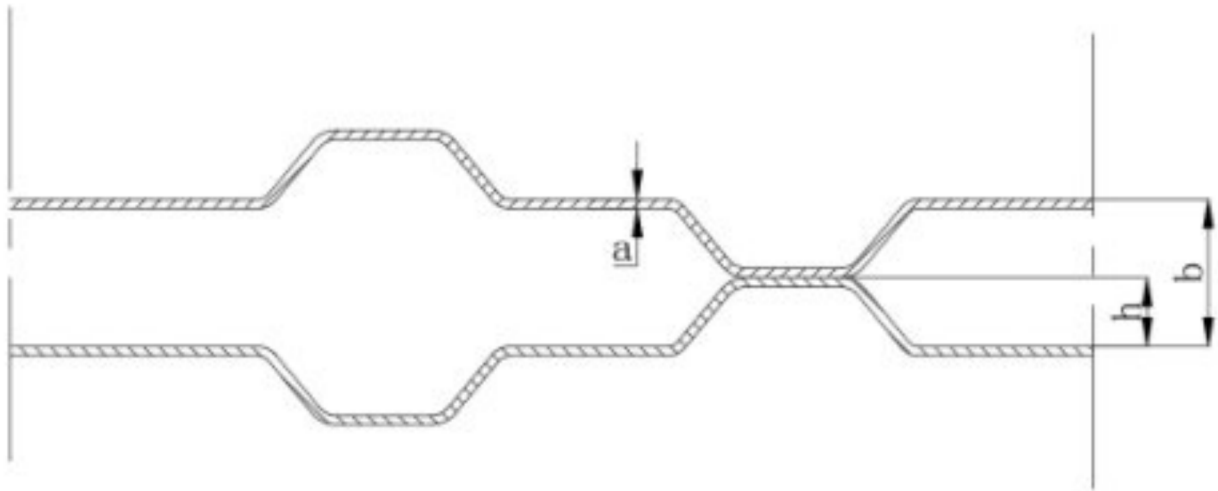


图8 板片波纹尺寸图

注：a表示板片厚度，b表示板间距，h表示波纹深度。

6.5 板片固定板

板片固定板为锯齿状，板片固定板厚度与板片数量的关系见表2。

表2 板片固定板厚度要求

换热片数 N	板片固定板厚度（mm）
$0 < N < 80$	≥ 4
$80 < N < 150$	≥ 6
$150 < N < 300$	≥ 10
$N > 300$	≥ 16

6.6 板片侧板

板片侧板应该有足够的刚性，以保证板片侧面不会因为板片数量增加而变形。板片侧板厚度与板片数量的关系见表3。

表3

换热板片数 N	板片侧板厚度（mm）
$0 < N < 80$	≥ 4
$80 < N < 150$	≥ 6
$150 < N < 300$	≥ 8
$N > 300$	≥ 12

6.7 设备支撑

设备支撑应该具有足够的强度，应使用符合GB/T 706-2016矩形管或槽钢国标型材制作，见表4。

表4 国标型材要求

设备总重（t）	国标型材（矩形管或槽钢）
$0.5 < t \leq 2$	10#以上
$2 < t \leq 4$	14#以上
$4 < t \leq 8$	16#以上
$t \geq 8$	20#以上

6.8 设备进出集风口

气气板式热交换器具备4个及以上的冷、热侧进出集风口，集风口形式以需方指定为准，管壁厚度一般不小于3mm。如需方对集风口没有需求也可不做。

6.9 检修人孔

气气板式热交换器热侧与冷侧分别需要设置检修人孔，检修人孔大小不小于DN400, 如设备较小无法布置人孔，也需布置清洗口为后续设备清洗使用。

6.10 进出接口

接口应是法兰联接、螺纹联接或活联接，法兰螺栓孔应跨中布置。如客户有要求也可现场焊接。

6.11 起吊结构

气气板式热交换器应设有适当的起重吊耳或吊环结构。质量大于30kg的框架上应设置装配及检修用吊耳。

6.12 排净口

气气板式热交换器应设置排净口；当无法正常设置排净口时，应在设计图纸和使用说明书中注明排净方法。

6.13 设备外观

6.13.1 气气板式热交换器内腔应洁净、无杂质；不锈钢焊接接头及不锈钢外表面宜使用不锈钢酸洗钝化膏等溶剂进行酸洗钝化处理。

6.13.2 气气板式热交换器的碳素钢和低合金钢零部件外表面应采取防锈措施；法兰密封面应涂防锈油。

6.13.3 气气板式热交换器需涂漆的金属表面，涂漆前应干燥，对油污、铁锈、焊接飞溅物和其他影响涂漆质量的杂物应予以清除。表面漆膜应均匀，不应有气泡、龟裂和脱落等现象。

6.14 设备保温

气气板式热交换器制造完成后，应按客户要求制作外保温或现场制作外保温。设备保温制作参照GB/T 4272 的规定。

7 检验

7.1 零部件

7.1.1 板片

7.1.1.1 板片波纹深度用精度为 0.01 mm 的百分表进行检测, 检测点分布应满足下列规定:

- a) 沿板片长度方向每米长度应不少于 4 排点(含中线), 纵向长度小于 1m 时, 按 1m 计算;
- b) 沿板片宽度方向的检测点间距应不大于 200 mm, 且不少于 2 排点;
- c) 每批板片首、末件及中间每 50 片抽 1 片, 且总数不少于 3 片, 进行波纹深度尺寸检测。如果发现有一张板片不合格, 应对抽检区间的板片进行逐张检查。同一次装卡模具、同一批号材料压制的板片为一批。

7.1.1.2 有下列情况之一时, 应抽取一张板片用切割解剖或无损测厚法对减薄较大处进行厚度检测:

- a) 用新模具压制的板片;
- b) 用新材料压制的板片;
- c) 模具更换镶块后压制的板片。

7.1.1.3 每批板片在波纹深度检测前应进行透光检验, 无可见性裂纹缺陷。每批板片首、末件及中间每 50 片抽 1 片, 且总数不少于 3 片。如果发现有一张板片不合格, 应对抽检区间的板片进行逐张检查。

7.1.1.4 板片应进行微裂纹检验, 按 NB/T 47013.5 的规定对抽检的板片表面进行 100% 渗透检测, I 级为合格。如发现有一张板片不合格, 应逐张检测。板片抽检比例应符合下列规定:

- a) 不锈钢板片每批抽 3%, 且不少于 2 片;
- b) 钛钢及其他特殊材质板片每批抽 1%, 且不少于 3 片;
- c) 设计有特殊要求时, 应按设计的要求比例进行检测, 但抽检数量不应低于本条中 a) 与 b) 的要求。

7.1.2 板片固定板与侧板

板片固定板应选用与设备板片相同的材质制作, 相邻卡齿中心距尺寸偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。厚度尺寸公差以相对应材质的标准公差为准。

7.1.3 设备进出集风口与回转集箱

设备进出集风口材质以客户要求为准。零件外形尺寸要求按 GB/T 1184。

7.1.4 设备连接法兰

设备进出口连接法兰可按客户要求使用相关的国标法兰或自制法兰。如使用自制法兰需将法兰连接尺寸及厚度与客户确认。

7.1.5 板束

板束组焊后的焊接接头应进行 100% 渗透检测, 且符合 NB/T 47013.5 的要求, I 级为合格。

7.1.6 接管

7.1.6.1 公称直径不小于 250 mm 的接管对接连接的焊接接头, 应按 NB/T 47013.2 标准进行局部射线检测, 技术等级要求为 B 级, III 级为合格。检测长度不应少于焊接接头长度的 20%, 且不小于 250 mm。

7.1.6.2 公称直径小于 250 mm 的接管对接连接的焊接接头, 按 NB/T 47013.5 标准对其表面进行 100% 渗透检测, 不低于 I 级为合格。

7.1.7 设备连接件与支撑

设备连接件与设备支撑同设备主体焊接必需进行满焊, 不得虚焊、漏焊。

7.2 整机气密性试验

7.2.1 气密性试验应使用两个量程相同、并经检定合格的压力表。压力表的量程应为试验压力的 1.5～3.0 倍，宜为试验压力的 2 倍。压力表的精度不应低于 1.6 级，表盘直径不应小于 100 mm。

7.2.2 对于气气板式热交换器板束部件，需进行气密性试验。试验压力为设计压力的 1.1 倍。试验介质为干燥洁净的空气或氮气。试验时压力应缓慢上升，达到规定压力后，保压 15min，对所有焊接接头进行泄漏检查。试验过程中，无泄漏为合格；如有泄漏，应在修补后重新进行试验。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 每台气气板式热交换器都应有铭牌，产品铭牌应固定于产品明显位置，铭牌应符合 GB/T 13306 标准的规定，其内容至少包括：

- a) 名称；
- b) 型号；
- c) 设计压力；
- d) 试验压力；
- e) 设计温度；
- f) 换热面积；
- g) 设备净重；
- h) 制造日期；
- i) 制造单位名称；
- j) 制造单位出厂编号。

8.1.2 如产品有特殊警示说明，警示标志应可靠地固定于产品明显位置。

8.1.3 每台产品必须有介质进、出口标志。

8.1.4 气气板式热交换器所有铭牌应以适合使用环境的金属材料制作。

8.1.5 产品竣工图图样至少应包含下列内容：

- a) 产品名称、设计单位名称、产品位号、产品型号、产品图号；
- b) 设计压力、工作压力、试验压力、设计温度、操作温度、介质名称、换热面积、毒性及爆炸危害程度、腐蚀裕度、流程数、保温层材质及厚度；
- c) 设计、制造、检验和试验所用的标准、法规及规范；
- d) 焊接规范、焊后热处理要求，涂敷、包装、运输要求，产品净重/满水重量；
- e) 最大外形尺寸、管口方位、支座尺寸与方位；
- f) 管口符号、接口法兰规格、接口法兰标准、密封面型式、接口名称。

8.1.6 质量证明文件包括但不限于下列内容：

- a) 产品合格证，应注明检验人员和执行标准号；
- b) 产品使用说明书；
- c) 产品竣工图；
- d) 产品质量证明书。

8.1.7 产品质量证明书包括但不限于下列内容：

- a) 板片、盖板及承受内压焊接材料的材质证明书；
- b) 检验计划；
- c) 外观及几何尺寸检验结果；
- d) 气密性试验报告；

- e) 无损检测报告;
- f) 焊接质量检查结果(包括超过 2 次的返修记录)。

8.1.8 产品使用说明书至少应包括下列内容:

- a) 推荐的设备安装与维修所需工具;
- b) 设备安装注意事项;
- c) 设备开、停车注意事项;
- d) 设备维修注意事项。

8.2 包装

8.2.1 气气板式热交换器完工后应保持洁净, 敞开接口应采用盲板或其它措施封闭。如有吹干及其他特殊要求的, 需按照特殊要求执行。

8.2.2 气气板式热交换器宜采用包装箱妥善包装, 并固定可靠。产品包装箱外层应有明显的文字标记, 内容包括:

- a) 产品名称、编号、型号、位号;
- b) 制造厂名称、地址;
- c) 出厂日期;
- d) “防雨”、“防晒”、“防碰撞”、“重心”等标识应符合 GB/T 191 标准规定。

8.2.3 随机文件包括:

- a) 产品质量证明文件;
- b) 使用说明书;
- c) 装箱单。

8.3 运输

气气板式热交换器的运输应符合 NB/T 10558 标准的规定。

8.4 贮存

气气板式热交换器应存放在地势平坦、干燥通风的仓库中, 不应与腐蚀性物质存放在一起。

参 考 文 献

- [1] GB/T150.2-2011 压力容器 第2部分：材料
 - [2] GB/T 699 优质碳素结构钢
 - [3] GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
 - [4] GB/T 3077 合金结构钢
 - [5] GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
 - [6] GB/T 3531 低温压力容器用钢板
 - [7] GB/T 14845 板式换热器用钛板
 - [8] GB/T 20878-2007 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
 - [9] GB/T 24511 承压设备用不锈钢钢板及钢带
 - [10] GB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
 - [11] GB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
-