

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXX—2024

翅片式换热器生产制造工艺规范

Manufacturing process specification of fin type heat exchanger

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 – XX – XX 发布

2024 – XX – XX 实施

中国中小商业企业协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 工艺流程 1

6 操作要点 2

7 标志、运输和贮存 16

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。

本文件由江苏通盛换热器有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：江苏通盛换热器有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

本文件首次发布。

翅片式换热器生产工艺规范

1 范围

本文件规定了翅片式换热器生产制造的一般要求、工艺流程、操作要点以及标志、运输和贮存。
本文件适用于翅片式换热器的生产制造。

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 13306 标牌
JB/T 7659.4 氟代烃类制冷装置用辅助设备 第4部分：翅片式换热器
JB/T 7947 气焊设备 焊接、切割及相关工艺用炬

3 术语和定义

JB/T 7659.4界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

- 4.1 应对操作人员进行安全培训，操作人员应熟悉设备的操作流程、安全注意事项以及应急处理方法。
- 4.2 每道工序应配备相应的工装设备、劳保用品、常用易损件。
- 4.3 应定期对生产设备进行检查、维护和保养，确保设备的正常运行和安全性。
- 4.4 设备精度检测每月应检测一次。
- 4.5 涉及定岗定人操作的设备，其余工序人员不应私自操作或在设备工作时停止设备。
- 4.6 模具换模应由2年以上经验操作工更换或直接指导更换；首检合格后，方可进行批量加工，多人操作时，应确保辅助人员安全后方可启动设备；并注意工艺附表是否有特殊要求。
- 4.7 应保持生产现场的整洁、有序，设置必要的安全警示标识，防止事故发生。

5 工艺流程

翅片式换热器生产制造工艺流程如图1所示。

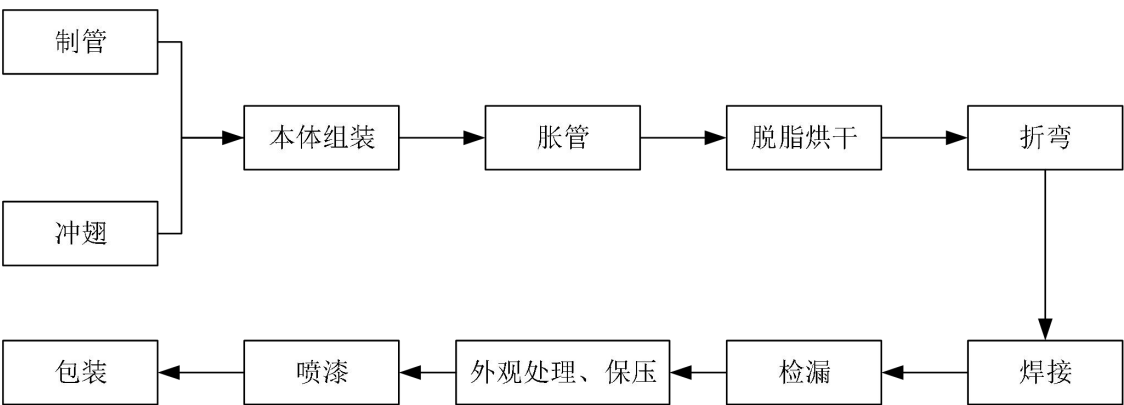


图 1 翅片式换热器生产制造工艺流程

6 操作要点

6.1 制管

6.1.1 直管切割

6.1.1.1 操作流程：

- a) 按照工艺附表、订单计划领用合格铜管；
- b) 按照产品工艺参数调整切管长度行程限位，铜管校直轮和夹具应平整光滑；
- c) 开机观察机器状态，检查切割刀头有无缺损、松动；
- d) 对操作面板进行点动检查，并查看导杆是否正常喷油；
- e) 将盘管卷料装到料架并摞紧，铜管穿过校直轮和夹具送至切割刀头进行开机切管；
- f) 直管切割长度及公差应符合表 1 的规定，直管切割收口直径应符合表 2 的规定；
- g) 首检合格后，方可进行批量加工，加工过程中若发现铜管外观存在缺陷情况，应剔除。加工时每隔 3 min~5 min 对制成品进行随机抽检；
- h) 产品加工完毕后对剩余的铜管进行防护，管口应套塞，长期存放应使用防静电薄膜包裹。

表 1 直管切割长度及公差

序号	直管切割长度 m	公差 mm
1	$L \leq 1$	± 0.5
2	$1 < L \leq 2$	± 1
3	$2 < L \leq 4$	± 1.5
4	$4 < L \leq 6$	± 2.5
5	$6 < L \leq 10$	± 3.5
6	$L > 10$	± 4.5

表 2 直管切割收口直径

序号	管材直径 mm	收口直径 mm
1	Φ 7	≥5.6
2	Φ 7.94	≥6.7
3	Φ 9.52	≥7.9
4	Φ 12.7	≥10.8
5	Φ 15.88	≥13.5

6.1.1.2 检验内容：

- a) 铜管长度：按照工艺附表使用机带钢直尺进行测量；
- b) 铜管外观：进行目测检验，不应起皱、断裂、划伤、拉筋、喷墨；
- c) 铜管材料：查验材料合格证书；
- d) 铜管数量：按照工艺附表及订单数进行目测检验。

6.1.1.3 不良应对措施：

- a) 若出现长度不符、铜管拉筋，应重新调整设备；
- b) 若材料使用不正确，应更换正确材料；
- c) 若铜管数量设置错误，应重新设置数量；
- d) 若出现喷墨管，应挑出；
- e) 若出现切管口过小，应更换切割刀头。

6.1.2 弯管

6.1.2.1 操作流程：

- a) 根据图纸准备材料、调试设备；
- b) 试折弯，进行自检，并通知巡检首检；
- c) 检验合格后批量生产；
- d) 生产中间定期对每一工位 U 弯进行全检。

6.1.2.2 工艺要求：

- a) 弯管时芯轴喷油和喷气标准：0.01 s~0.03 s；
- b) 弯管时切刀头喷油和喷气标准：0.01 s~0.03 s；
- c) 弯管后管口缩口率应≤10 %；
- d) 弯管后 U 型管弯处铜管 R 弯曲段可产生轻微的平滑皱痕，经手感触摸，存在轻微起皱的地方不应超过 3 处；
- e) 根据公式（1）计算弯管后 U 型管弯曲部铜管直径扁平率，铜管直径的扁瓶率应≤12 %：

$$\varepsilon = \frac{R_{max}-R_{min}}{R_1} \times 100 \% \cdots \cdots (1)$$

式中：

- ε——铜管直径扁平率（按百分比）；
- R_{max}——弯管最大外径，单位为毫米（mm）；
- R_{min}——弯管最小外径，单位为毫米（mm）；
- R₁——铜管外径，单位为毫米（mm）。
- f) 弯管后管口两支差：

- 1) 开管长度 $L \leq 1000$ mm 时, 支差为 ± 0.5 mm;
- 2) 1001 mm $\leq$ 开管长度 $L \leq 2000$ mm 时, 支差为 ± 1 mm;
- 3) 2001 mm $\leq$ 开管长度 $L \leq 3000$ mm 时, 支差为 ± 1.5 mm;
- g) 芯轴大小等于铜管外径减去 0.14 mm, 芯轴公差为 ± 0.02 mm, 可根据弯制情况适当调节, 当出现鼓包时, 应减小芯轴大小 0.02 mm $\sim$ 0.06 mm; 当出现明显起皱时, 应增大芯轴大小 0.02 mm $\sim$ 0.06 mm。
- h) 胀头直径与弯曲头直径应对应, 符合设计要求;
- i) U 型管调试根数如表 4 所示。

表 3 U 型管调试根数

U 型管长度 (L) m	总数量 根	调试根数 根
$L > 2$	0~25	≥ 1
	26~80	≥ 2
	81~160	≥ 3
	161~260	≥ 4
	261~390	≥ 5
	391~540	≥ 6
	541~720	≥ 7
	≥ 721	≥ 8
$2 \geq L > 1$	0~30	≥ 1
	31~90	≥ 2
	91~180	≥ 3
	181~290	≥ 4
	291~440	≥ 5
	441~610	≥ 6
	611~810	≥ 7
	≥ 811	≥ 8
$1 \geq L > 0.5$	0~40	≥ 1
	41~120	≥ 2
	121~240	≥ 3
	241~400	≥ 4
	401~600	≥ 5
	601~840	≥ 6
	841~1120	≥ 7
	≥ 1121	≥ 8

表 3 U 型管调试根数（续）

U 型管长度 (L) m	总数量 根	调试根数 根
0.5≥L	0~60	≥1
	61~180	≥2
	181~360	≥3
	361~600	≥4
	601~840	≥5
	841~1260	≥6
	1261~1680	≥7
	≥1681	≥8

6.1.2.3 检验内容：

- a) 铜管长度：按照工艺附表使用机带钢直尺进行测量；
- b) 铜管端差：使用机带钢直尺进行测量；
- c) 铜管外观：进行目测检验，不应起皱、断裂、划伤、拉筋、喷墨；
- d) 铜管材料：查验材料合格证书；
- e) 铜管数量：按照工艺附表及订单数进行目测检验。

6.1.2.4 不良应对措施：

- a) 若出现长度不符、端差超差，应重新调整设备；
- b) 若材料使用不正确，应更换正确材料；
- c) 若铜管设置错误，应重新设置数量；
- d) 若出现起皱，应增加油量、调整芯轴；
- e) 若出现喷墨管，应挑出；
- f) 若出现钢管拉筋，应调整模具、芯轴。

6.2 冲翅

6.2.1 冲翅操作流程：

- a) 领取原材料；
- b) 调试模具；
- c) 检验；
- d) 连续冲翅。

6.2.2 工艺要求：

- a) 翅片翻边单孔可存在轻微开裂，翻边开裂长度不应到翻边直段；
- b) 翅片边缘应平直，不应有毛刺、飞边、裂开，如存在此类缺陷，经评审合格后，方可使用；
- c) 按照工艺附表，冲翅样品总片数可相差±2 片（片距超过 3 mm，总片数可相差±1 片）；批量品总片数可相差±2 %；
- d) 在剔除客户明确色差要求时，胀高 1.2 m 以下产品可有 2 段色差；1.2 m~2 m 的产品可有 3 段色差；2 m 以上产品可有 4 段色差；
- e) 料架冲翅后，每列翅片高度应基本平齐，落差应≤20 mm；
- f) 翅片表面不应有腐蚀、裂纹、明显刻痕及擦伤等缺陷，且表面应清洁光亮。

6.2.3 检验内容:

- a) 外观: 进行目测检验, 应无毛刺、飞边、白边、开裂;
- b) 翻边尺寸: 按照工艺附表使用游标卡尺进行测量;
- c) 片距: 运用 11 片或 21 片叠测法使用游标卡尺和钢尺进行测量;
- d) 原材料: 查验材料合格证书;
- e) 单架高度: 使用卷尺进行测量。

6.2.4 不良应对措施如下:

- a) 若外观不良, 翻边不良、套片、穿片困难、产品性能不良, 应重新调整设备;
- b) 若材料使用不正确, 应更换正确材料;
- c) 若片距错误, 应重新调整片距;
- d) 若出现毛刺、飞边, 应调整并更换纵切刀;
- e) 若出现碗口开裂、烂片, 应更换冲头及冲套;
- f) 若出现翅片发白, 应调整并更换边切刀。

6.3 本体组装

6.3.1 本体组装工序主要为穿片, 操作流程:

- a) 按照工艺附表、材料消耗表、生产计划, 领用合格的穿片端板、翅片、紧固件;
- b) 按照工艺附表参数调整限位工装, 穿片侧护板离开桌面边缘应 $\leq 30\text{mm}$, 且桌面洁净光滑;
- c) 按照穿片图要求对铜管和翅片进行穿片, 对铜管和翅片进行自检, 翅片表面和铜管管口不应有损伤;
- d) 装配穿片端板, 按照工艺附表装配中间板, 安装紧固件, 螺钉、螺栓、铆钉等紧固件连接应牢固, 钣金应无变形;
- e) 对产品进行参数检查, 查看铜管的排布、翅片质量是否符合要求。检查小型产品的铜管长度、翅片数量、片距; 较大产品则进行护板装配检查;
- f) 首检合格后方可进行批量加工。

6.3.2 工艺要求:

- a) 上道工序铜管管口缩口率应 $\leq 10\%$;
- b) 在剔除客户明确色差要求时, 胀高 1.2 m 以下产品可有 2 段色差; 1.2 m~2 m 的产品可有 3 段色差; 2 m 以上产品可有 4 段色差。

6.3.3 检验内容包括:

- a) 胀高长度: 按照工艺附表使用卷尺进行测量;
- b) 穿片外观: 进行目测检验, 不应有大面积倒片, 翅片和铜管不应有损伤;
- c) 穿片材料: 查验材料合格证书;
- d) 装配关系: 进行目测检验, 铜管穿管回路、钣金、紧固件安装应符合要求。

6.3.4 不良应对措施如下:

- a) 若胀高错误, 应重新穿片, 调整胀高;
- b) 若外观不符, 应重新穿片;
- c) 若材料使用不正确, 应更换正确材料;
- d) 若装配错误, 应重新装配;
- e) 若出现倒片, 将倒伏翅片挑出更换新的翅片;
- f) 若出现漏装螺丝、铆钉, 应进行返工;
- g) 若出现钣金翅片装配存在间隙, 应整修钣金, 重新装配。

6.4 胀管

6.4.1 立式胀管

6.4.1.1 操作流程：

- a) 调整接收座，接收座应保持干净，及时用气枪清理吹除杂物，防止损伤铜管；
- b) 调整胀杆、胀头；
- c) 调节合适的门板及夹条位置；
- d) 胀管放置；
- e) 调节下丝杆及平衡汽缸锁块位置（调胀高）；
- f) 调节上丝杆位置（调扩口）；
- g) 胀管后翅片应平整，疏密均匀，产品中间不应漏铜，管内应畅通，管口扩口不应有明显裂纹；翅片与铜管及边板应紧贴无松动，端部叠片（漏铜）应 $\leq 2\text{ mm}$ ；前后端板处叠片不应超过 3 片；胀管时胀管机下不应站人；
- h) 测量外形尺寸及检验外观，合格后批量生产；
- i) 设备调整成自动模式；
- j) 进行批量生产；
- k) 对每件成品进行外观的检测；
- l) 定期对产品进行尺寸检验。

6.4.1.2 工艺要求：

- a) 胀头外径尺寸公差应控制在 $\pm 0.02\text{ mm}$ 内；
- b) 5 mm 立式胀管使用一体式胀头（胀头和胀头螺丝为整体），5 mm 以上使用分体式结构（胀头和胀头螺丝分开），胀头螺丝应开孔排气；
- c) 胀高、对角线、平片度直角度允许公差应符合表 4 的规定；
- d) 胀头计算按照翅片孔过盈 0.1 mm，胀头大小相当于翅片孔加上 0.1 mm 后减去铜管壁厚与齿高之和的两倍；
- e) 高低排落差标准：
 - 1) 5 mm 铜管的断差为 18 mm；
 - 2) 7 mm 铜管的断差为 20 mm；
 - 3) 7.94 mm 铜管的断差为 30 mm；
 - 4) 9.52 mm 铜管的断差为 34 mm。

表 4 胀高、对角线、平片度直角度允许公差

胀高范围(L) m	胀高公差 mm	对角线公差 mm	平面度直角度 mm
$0.1 \leq L \leq 1$	± 1.2	± 2	± 1.5
$1 \leq L \leq 2$	± 1.75	± 3	± 2.5
$2 \leq L \leq 4$	± 2.2	± 4	± 3.5
$L \geq 4$	± 2.7	± 5	± 3.5

6.4.1.3 检验内容：

- a) 外观：进行目测检验，应无倒片、漏铜（ $< 2\text{ mm}$ ）、叠片（ < 3 片）、钣金松动、杯口开裂；
- b) 尺寸：使用卷尺和钢尺对胀高、对角线、直角度进行测量；
- c) 系统回路：进行目测检验；

- d) 钣金类：进行目测、手动检验，钣金应无松动、装反。

6.4.1.4 不良应对措施：

- a) 若外观不良，应重新调整设备，清理接收座，并对翅片数量进行调整，调整范围为增加或减少 2 %；
- b) 若尺寸不符，应重新调整设备；
- c) 若内路封闭，产品报废，应返回前道重新穿片；
- d) 若出现管口破裂，应调整设备以及铜管露头长度；
- e) 若出现产品扭曲，应调整设备，更换合适门板或正确的胀头。

6.4.2 双杆胀管

6.4.2.1 操作流程：

- a) 准备工作台、工装；
- b) 调整双杆胀设备、确认胀杆胀头；
- c) 准备扩口平口工具（电钻，扩口头平口头等）；
- d) 双杆胀管固定；
- e) 胀管前进行扩口；
- f) 对双杆胀管进行手胀；
- g) 按照工艺附表，胀管后平口，扩喇叭口。

6.4.2.2 工艺要求：

- a) 胀头外径尺寸公差应控制在 ± 0.02 mm 内；
- b) 胀头结构应为一体式胀头（胀头和胀头螺丝为整体），胀头螺丝尺寸应按照现有胀杆尺寸进行配置；
- c) 胀高、对角线、平片度直角度允许公差应符合表 4 的规定；
- d) 胀头计算按照翅片孔过盈 0.1 mm，胀头大小相当于翅片孔加上 0.1 mm，减去铜管壁厚与齿高之和的两倍；
- e) 高低排落差标准：
 - 1) 5 mm 铜管的断差为 18 mm；
 - 2) 7 mm 铜管的断差为 20 mm；
 - 3) 7.94 mm 铜管的断差为 30 mm；
 - 4) 9.52 mm 铜管的断差为 34 mm。
- f) 直管扩口：通过直管下料机、手电钻配扩口头、气动铲配扩口头进行扩口；
- g) U 管扩口：通过手电钻配扩口头、气动铲配扩口头进行扩口；
- h) 铜管外径 ≤ 5 mm 应选用外飞平面刀，铜管外径 > 5 mm 应选用内飞割管刀（优先选用）、外飞平面刀。

6.4.2.3 检验内容包括：

- a) 外观：进行目测检验，应无倒片、漏铜（ < 2 mm）、叠片（ < 3 片）、钣金松动、杯口开裂；
- b) 尺寸：使用卷尺、钢尺对胀高、对角线、直线度进行测量；
- c) 系统回路：进行目测检验；
- d) 钣金类：钣金应无松动，目测钣金有无装反。

6.4.2.4 不良应对措施如下：

- a) 若出现外观不良，应重新调整设备，对翅片数量进行调整，调整范围为增加或减少 2 %；
- b) 若出现尺寸不符，应重新调整设备；
- c) 若出现内路封闭，应返回前道重新穿片；

- d) 若出现管口开裂, 应返修, 检查扩口头, 确认露头高度;
- e) 若出现漏铜, 应调整梳理翅片外观;
- f) 若出现钣金敲击痕迹, 应进行后道外观处理。

6.5 脱脂烘干

6.5.1 脱脂烘干工序包括清洗、脱脂、烘干, 操作流程:

- a) 清洗:
 - 1) 准备干净的清洗槽及清洗剂, 检查过滤网, 开启磁力泵, 确认设备正常运转;
 - 2) 将产品倾斜 15° 进行放置;
 - 3) 充分冲洗每个回路;
 - 4) 使用 $0.6\text{ MPa}\sim 0.8\text{ MPa}$ 的压缩空气进行吹气处理;
 - 5) 半小时内进行倒置处理, 倒置时间应 $>2\text{ h}$;
 - 6) 进行脱脂工序。
- b) 脱脂:
 - 1) 启动脱脂炉, 待温度达到要求后开启各吹风装置;
 - 2) 将翅片平放在脱脂炉上, 翅片不应直接接触传动带;
 - 3) 翅片出口管离设备边缘距离应为 $10\text{ mm}\sim 40\text{ mm}$;
 - 4) 若有胀高 $>1.2\text{ m}$ 或排数 >4 排的大产品或钣金干涉导致无法达到流程 c 要求时, 应使用 $0.6\text{ MPa}\sim 0.8\text{ MPa}$ 的热气对产品管口逐个进行吹气处理;
 - 5) 下片时应注意翅片外观, 防止碰伤。
- c) 烘干:
 - 1) 单人双手能轻松拿起的产品应无水分, 大尺寸产品应使用 $0.6\text{ MPa}\sim 0.8\text{ MPa}$ 的压缩空气吹除部分水分;
 - 2) 将产品平放在脱脂炉上, 产品翅片不应直接接触传动带;
 - 3) 下片时应注意产品外观, 防止碰伤。

6.5.2 工艺要求:

- a) 燃烧室温度应为 $140\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 胀管后的产品应在 8 小时内清洗, 每管冲洗时间应为管口溢液后 $8\text{ s}\sim 12\text{ s}$;
- c) 脱脂循环温度应为 $140\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 链速应为 $14\text{ Hz}\sim 18\text{ Hz}$ ($5\text{ min}\sim 10\text{ min}$), 3 排以下链速应为 $16\text{ Hz}\sim 18\text{ Hz}$, 3 排以上链速应为 $14\text{ Hz}\sim 16\text{ Hz}$, 可按照脱脂效果适当调整;
- d) 烘干循环温度应为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 链速应为 $6\text{ Hz}\sim 8\text{ Hz}$ ($12\text{ min}\sim 15\text{ min}$), 3 排以下链速应为 8 Hz , 3 排以上链速应为 $6\text{ Hz}\sim 7\text{ Hz}$, 可根据烘干效果适当调整;
- e) 环保清洗剂循环应用双层 40 目过滤网进行过滤, 定期更换过滤网, 颜色与色卡不符合时应及时更换清洗剂;
- f) 铜箔产品不应脱脂烘干, 应清洗倒置 4 h 以上, 吹气后直接转入下道工序;
- g) 此工序为重要工序, 应指定人员进行操作;
- h) 按照工艺附表, 时刻关注炉内温度, 并及时进行调整。

6.5.3 检验内容:

- a) 脱脂炉室温: 使用温度计检验;
- b) 链条速度: 使用速度传感器法检验;
- c) 产品放置状态: 进行目测检验, 产品放置应不会碰伤翅片;
- d) 脱脂烘干后 U 管颜色: 进行目测检验, 应无严重变色;
- e) 脱脂烘干后放置规范: 进行目测检验, 应无碰伤、倾倒。

6.5.4 不良应对措施包括：

- a) 若脱脂烘干无效，应停机，调整温度；
- b) 若脱脂烘干无效，应重新调整链条速度；
- c) 若出现外观不良，应重新调整放置方法；
- d) 若出现铜管严重变色，应降低温度或提高链速；
- e) 若出现烘干后还有水分，应再次烘干；
- f) 若出现铜箔变色，铜箔产品不应进入炉内。

6.6 折弯

6.6.1 操作流程：

- a) 按照生产计划和工艺文件，领取合格的产品；
- b) 检查调试折弯机，按照工艺附表参数选择相应的折弯模具，调整定位尺寸；
- c) 将产品紧靠限位进行固定，调整压料高度进行试折弯，折弯后对产品的尺寸进行测量，若有误差，调整限位块直至产品折弯合格；
- d) 操作员自检后，班长进行复检，确认合格后方可进行批量折弯。折弯过程中随机抽检，若遇到尺寸偏差及时调整；
- e) 按照材料消耗表要求，对紧固件连接片进行组装，有序放置，并流转下道工序，将不良品放置在指定区域。

6.6.2 检验内容：

- a) 外观：进行目测检验，不应出现大面积倒片、钣金划伤、铜管碰伤；边板与铜管之间漏铜应 $\leq 2\text{ mm}$ ；折弯后铜管不应变形且内外片平齐；
- b) 尺寸：使用卷尺进行测量。

6.6.3 不良应对措施：

- a) 若出现外观、尺寸不符、存在泄露风险，应进行返修；
- b) 若出现翅片漏铜，应返修，进行边板固定；
- c) 若出现倒片、错位，应进行整形；
- d) 若出现尺寸超差，应进行调整定位。

6.7 焊接

6.7.1 手动焊接

6.7.1.1 操作流程：

- a) 按照材料消耗表和工艺文件，领用上道工序完工合格产品，并准备相应的焊料；
- b) 核实产品的各种尺寸，确认完毕后准备焊接；
- c) 按照工艺附表以及材料消耗表，安装小弯头，跨弯，集管，毛细管；
- d) 调节压力，点火，调节火焰至正常；
- e) 执行充氮保护，并进行焊接。焊接应均匀饱满，无气孔、沙眼、流挂、虚焊、过烧、铜管融化以及露头喇叭口开裂现象，毛细管弯曲时不应有折扁现象；
- f) 关闭焊枪，关闭燃气氧气阀门，继续执行氮气保护直至焊接区温度降低。使用百洁布清除焊接表面产生的焊渣、残留物，焊接产生的黑色物质，使用湿布擦除助焊剂产生附着在端板的白色物质；
- g) 首件焊接完成后进行检验，合格后方可批量焊接。

6.7.1.2 工艺要求：

- a) 氧气压力应为 0.4 MPa~0.8 MPa，天然气压力应为 0.1 MPa~0.3 MPa；
- b) 氮气流量应符合表 5 要求；
- c) 材料使用标准应包括：
 - 1) 磷铜钎料（BCu93P）：水系统产品、紫铜与紫铜本体与小弯头；
 - 2) 2B 钎料（BCu92PAg）：出口产品的管组，紫铜与紫铜焊接；
 - 3) 5B 钎料（BCu89PAg）：分液器、黄铜与紫铜焊接；
 - 4) 黄铜焊条（BCu60ZnSn-R）：钢集管管组紫铜与碳钢焊接。
- d) 焊接、切割相关要求应符合 JB/T 7947 的规定。

表 5 氮气流量标准表

胀高（L） m	单一回路 L/min	多回路串联 L/min
L<2	2~4	6~8
2≤L≤4	3~5	8~10
L≥4	4~6	10~12

- 6.7.1.3 检验内容：
- a) 外观：进行目测检验，不应出现大面积倒片、钣金划伤、铜管碰伤、钣金大面积烧伤，翅片烧伤片数应≤3 片，毛细管弯曲时不应有折扁现象；
 - b) 焊接：进行目测检验，焊接区域不应出现气孔、沙眼、虚焊、漏焊；
 - c) 焊接材料：查验材料合格证书；
 - d) 焊接回路：进行目测检验。
- 6.7.1.4 不良应对措施：
- a) 若出现气孔、沙眼、钣金烧伤、产品使用达不到设计性能、焊接回路错误，存在泄露风险，应进行返修；
 - b) 若材料使用不正确，应更换正确材料；
 - c) 若出现虚焊，应进行补焊。

6.7.2 自动焊接

- 6.7.2.1 操作流程：
- a) 调节焊机焊头的位置，枪嘴与弯头的最近距离为 30 mm~70 mm，将焊头调节在同一条水平线上并且两侧的焊头应对齐；
 - f) 启动焊机直至传送带速度为 1.5 m/min~3 m/min（焊接速度以焊点饱满为标准，可按照产品进行调整），将产品竖放在焊接机的输送带上，放置小弯头，使用牛筋榔头轻敲；并使用 0.2 MPa~0.8 MPa 压力的氮气从产品中间吹内管路，时间应>10 s，吹气后应立即进入火焰焊接区，并应使用>1.0 MPa 压力的氮气吹内管路；
 - g) 自动焊接机设备参数：点火延时应控制在 7 s~10 S，开火延时应控制在 4 s~6 s，弱火延时应控制在 900 s~1000 s，焊接燃气流量应为 79 L/min，氧气流量应为 54 L/min，传送带速度应为 1.5 m/min~3 m/min。可按照产品进行适当调整；
 - h) 焊接过程中，焊料受热过程分为预热、开始熔化、完成熔化为液态、渗透与扩散或保温四个过程。焊料状态过程分为固态、固液、完全液态、固态四个过程。在焊料完全熔化为液态之前，火焰加热的部位应处于焊料上面（喇叭口往上约 5 mm），渗透与保温过程火焰加热的部位应处于杯形口（喇叭口往下 5 mm）。可按照实际情况视焊接效果进行调整，火焰距离调整按照

火焰的火尖刚通过半圆管（与半圆管另一面平齐）为最佳，多排产品时火焰应以产品中心线对称，两边排枪火焰应无干涉；

- i) 焊接完成后应检测每件产品的焊接质量，虚焊漏焊的部位应及时进行人工补焊，若品质不良的产品经确认后应放置到不合格品区域进行批量处理；
- j) 每批产品在每班批量焊接前，应执行首件三检制：操作工自检，组长复检确认合格后，再由车间巡检做产品的首件检验。由品质部门签字确认合格后方可进行批量焊接，且确认件应在工作现场的焊接出口处，按照配管要求对产品进行配管，进行手工焊接时，应佩戴石棉手套，拿住产品的两端，手与产品的翅片不可直接接触，整齐交叉摆放。

6.7.2.2 检验内容：

- a) 外观：进行目测检验，不应出现大面积倒片、钣金划伤、铜管碰伤、钣金大面积烧伤的情况，翅片烧伤片数应 ≤ 3 片；
- b) 焊接：进行目测检验，焊接区域不应出现气孔、沙眼、虚焊、漏焊；
- c) 焊接材料：按照工艺附表和材料消耗表进行目测检验；
- d) 焊接回路：进行目测检验。

6.7.2.3 不良应对措施：

- a) 若出现气孔、沙眼、钣金烧伤、焊接回路错误，存在泄露风险，应进行返修；
- b) 若材料使用不正确，应更换正确材料；
- c) 若出现虚焊，应进行补焊。

6.8 检漏

6.8.1 氦检

6.8.1.1 操作流程：

- a) 打开进气阀，包括高压气、低压气、氦气、高纯氮气的阀门，高压气应为 5.0 MPa、低压气 > 0.55 MPa、氦气为 0.1 MPa、高纯氮气为 0.2 MPa；
- b) 打开电源，启动设备运行按钮、显示器同步运行，选择对应检测的箱体（A/B/C 箱）；
- c) 选择检漏精度为 1 g/年或 2 g/年（若无特殊要求一般精度选择 2 g/年），选择检测工位，放入 1 g/年或 2 g/年标准漏孔对设备精度进行检测（若要求检测精度为 2 g/年，应在检测标漏时要求 1 g/年宣报为合格、2 g/年宣报为泄漏）；
- d) 检漏充气前应使用干燥气体对待检产品管路进行吹气，检查系统是否正确、通畅，并吹除残留物质；
- e) 产品选择合适的夹具进行连接，放入应检测的产品，连接冲氦管路，按下箱门关闭按钮，等待检测结果，若检测合格，则将产品放入托盘，若检测泄漏，则将产品放置到指定区域，并分析检查泄漏原因；
- f) 正常检测产品时、重复 e) 步骤，若出现异常情况，查找原因，并排除故障，无法排除故障则联络维修工进行检修。

6.8.1.2 工艺要求：

- a) 检大漏压力应为 3 MPa~4 MPa，检微漏压力应 ≥ 1.6 MPa，氦检设备检验浓度应 $\geq 70\%$ ；
- b) 氦检仪应配置 1 g/年和 2 g/年的标准漏孔，标准漏孔应为无气源方式，开机操作前应对标漏进行检验；
- c) 产品检测完成后应区分检测合格品与不合格品，避免混放；
- d) 工装夹具应无损坏，工作过程中应无脱落、漏气等现象。

6.8.1.3 检验内容：

- a) 外观：进行目测检验，不应出现大面积倒片、钣金划伤、铜管碰伤、管口夹伤、产品表面无水渍残留点及钣金表面氧化、管内应清洁干燥无杂物及残余液体；
- b) 产品是否泄漏：使用氦气测试仪检测。

6.8.1.4 不良应对措施：

- a) 若外观不符，氦检存在泄露风险，应进行返修和外观处理；
- b) 若因水渍、氧化或无法抽真空检测产品，应返回烘干工序；
- c) 若出现多系统漏检，应重新检漏；
- d) 若出现夹具泄露，应检修、更换夹具。

6.8.2 水检

6.8.2.1 操作流程：

- a) 按照生产计划和工艺文件领取合格的产品；
- k) 检查准备充气枪，夹具，调整夹具夹头，防止夹具夹伤铜管导致变形或充气过程中脱落，检查压力表是否归零；
- l) 检漏充气前应使用干燥气体对待检产品管路进行吹气，检查系统是否正确、通畅，吹除残留物质；
- m) 检漏夹具与铜管管口应连接牢固防止脱落，充气枪头不应对准工作人员；
- n) 带防护链条的部分夹具应连接在待检产品钣金上，防止意外脱落伤人；产品和夹具以及充气枪应轻拿轻放，防止管组以及弯头变形；内漏产品返修应先烘干再拉到返修区拔管；
- o) 将产品放置在吊装架上，若是小产品应放置在工作台，按照产品大小，选择合适的检漏池进行检漏，按照产品回路，选择合适的夹具密封管口，并从进气端注入干燥气体；
- p) 检漏气体压力：常规产品应选择 3.0 MPa~3.5 MPa，若有特殊要求的，气体压力应按照检漏要求执行；
- q) 充气后放入水池中，应起吊的检漏产品按照行车安全操作规程进行操作，入水后仔细观察，1 min~5 min 内应无气泡冒出；
- r) 取出产品后先观察压力表，确认后泄去夹具管口压力再卸装夹具，若发现无气压应进行检查确认，返回充气工位重新充气检漏；
- s) 检漏完成后，使用干燥气体吹除产品表面水分，吹除水分应在检漏夹具拆卸前操作，避免水分杂质吹入管内；
- t) 检漏后产品应摆放有序，将不良品放置在指定区域。

6.8.2.2 工艺要求：

- a) 常规产品检漏压力应选择 3.0 MPa~3.5 MPa，若有特殊要求，气体压力应按照检漏要求执行；
- b) 充气后放入水池中，应起吊的检漏产品按照行车安全操作规程进行操作，入水后仔细观察，在要求时间内应无气泡冒出：焊点≤30 个的产品检测时间为 12 s~60 s；30 个~80 个焊点的产品检测时间为 60 s~120 s；80 个~150 个焊点的产品检测时间为 120 s~300 s；150 个焊点以上的产品检测时间应>300 s；助焊剂产品检测时间为前述 1.5 倍；
- c) 密封性试验的水检漏试验：换热器管内冲入干净的洁净空气或干燥氮气至设计压力，将其浸入水中 3 min~5 min 后，查看换热器，不可有气泡产生；
- d) 补漏产品应按照流程重新检漏。

6.8.2.3 检验内容：

- a) 外观：进行目测检验，不应出现大面积倒片、钣金划伤、铜管碰伤、管口夹伤、管内应清洁干燥无杂物及残余液体；
- b) 产品是否泄漏：观察是否有气泡冒出。

6.8.2.4 不良应对措施:

- a) 若出现管组管口变形, 应进行返修、更换夹具;
- b) 若有水分残留, 应返回烘干工序;
- c) 若出现夹具未装压力表, 应重新检漏;
- d) 若出现夹具泄露, 应检修、更换夹具。

6.9 外观处理、保压

6.9.1 外观处理操作流程:

- a) 领取上道合格的产品及相关配件;
- u) 对产品外观进行检查, 并筛查产品, 对前工序中造成的倒片、钣金变形等进行梳理、整形, 直至符合要求, 应按照产品偏距和倒片进行梳片; 对产品的不同位置选用相应的梳片工具。对少量或者边缘位置倒片, 应使用镊子进行单片整理。大面积倒片时, 应先用板刷刷直, 利用滚梳或者镊子进行梳片工序, 梳片时, 应利用相应的滚梳进行梳片整理; 梳片完成后, 倒片位置应与正常翅片一致, 产品清理完成后, 检查是否有遗漏;
- v) 焊接部位的焊粉以及氧化皮应处理全面, 打磨时操作工应佩戴胶皮手套;
- w) 按照要求装配产品所需配件(铆钉、自攻钉、螺母、螺帽等)、张贴标签, 螺钉、螺栓、铆钉应连接牢固, 不松动。装配时应注意防止出现翅片倒片、划伤、钣金变形、管组碰损等现象;
- x) 品质部门确认后流转到下道工序。

6.9.2 保压工序操作流程:

- a) 领取上道合格的产品;
- b) 使用干燥气体对系统管路进行吹气, 吹除残留的气体杂质, 多系统应进行多次吹气;
- c) 使用相应的橡胶塞塞住管口位置, 使产品回路保持封闭状态, 利用带压力表的充气针头充氮气进行防护, 堵帽产品出厂压力应为 0.01 MPa~0.05 MPa; 针阀产品出厂压力应为 0.1 MPa~1.0 MPa, 若有明确要求, 保压压力按实际情况执行;
- d) 针阀产品充气应使用检液检查气门芯有无泄漏, 确认后擦拭管口表面, 保持洁净;
- e) 自检合格后方可首件送检。

6.9.3 检验内容:

- a) 外观: 进行目测检验, 翅片应无倒片叠片、钣金、管组无变形;
- b) 产品装配: 进行目测检验;
- c) 产品保压: 使用气压表进行随机抽检。

6.9.4 不良应对措施:

- a) 若出现标识漏贴、组装错误、未保压或者保压失效、装配不良, 应进行返修;
- b) 若出现倒片, 应进行梳片。

6.10 喷漆

6.10.1 操作流程:

- a) 准备:
 - 1) 领取上道合格的产品及相关配件; 确认待喷漆件表面是否干燥, 防止表面积水导致喷漆流挂;
 - 2) 准备所需工具和相关辅助材料, 打开电源, 排风风机、送风风机、安全防护装置, 环境温度应为 5℃~35℃, 湿度应为 70% 以下;
 - 3) 对浮锈、焊渣、飞溅的焊点进行打磨清理;

- 4) 使用干燥气体对产品进行吹气,吹除表面灰尘和杂质。使用毛刷配合除油剂对表面油污进行清洁。使用同样的方法对管口和管组进行多次清洁,吹除灰尘和杂质。使用百洁布配合除油剂对毛细管、弯头擦拭,表面油污进行清洁;
 - 5) 在翅片上使用专用报纸进行保护,防止油漆污染翅片,对不用喷漆的 50 mm 管口段进行包裹。
- b) 喷底漆、面漆:
- 1) 调底漆:将油漆倒入喷枪储罐内,使用调漆棒进行搅拌,直至油漆搅拌均匀。底漆采用红色防锈漆,喷漆工艺、喷漆厚度以漆面均匀为准;
 - 2) 喷底漆:喷漆前把待使用的底漆先加入喷枪内,调试喷漆压力为 0.5 MPa~0.7 MPa,手持喷枪对待喷区域轻微喷涂,喷漆应均匀,喷涂分 2 次~3 次完成,每次喷漆间隔时间为 1 min~2 min。底漆厚度应控制在 40 μm 以上,不可漏喷、过薄,过厚,导致出现流挂现象,喷漆过程中应注意喷枪口和被喷区域的垂直距离为 20 cm~25 cm;
 - 3) 调面漆:按照工艺参数配比与步骤 a 调面漆;
 - 4) 喷面漆:与步骤 2) 相同,在喷面漆前先使用砂纸对底漆进行打磨,打磨后方可喷面漆,喷面漆后应放置 30 min 待溶剂挥发。
- c) 喷清漆:
- 1) 喷清漆:喷漆前将待使用的清漆加入喷枪内,调试喷漆压力为 0.5 MPa~0.7 MPa,手持喷枪对待喷区域轻微喷涂,喷漆应均匀,喷涂分 2 次~3 次完成,每次喷漆间隔时间为 1 min~2 min;
 - 2) 底漆厚度应控制在 40 μm 以上,不可漏喷、过薄、过厚,导致出现流挂现象,喷漆过程中应注意喷枪口和被喷区域的垂直距离为 20 cm~25 cm。
- d) 烘干:
- 1) 干燥:按照产品交期,非急发产品应在通风处自然风干或太阳能晒干;急发产品可通过手持烘干机对喷漆处进行烘干,手持烘干应距离产品 10 cm,单点烘干时间应 $\leq$ 30 s;
 - 2) 若出现油漆脱落,起泡等不良,按照操作顺序对不良区域重新喷漆,补喷漆后效果应当与正常产品无明显差异。
- 6.10.2 检验内容:
- a) 外观:进行目测检验,翅片应无倒片、叠片、钣金、管组无变形;
 - b) 产品喷漆:喷漆应无桔皮、无凹凸点、无露底、无起泡、无流挂、无密集颗粒。
- 6.10.3 不良应对措施:
- a) 若出现油漆脱落、油漆流挂,应进行返修;
 - b) 若出现泡沫粘贴在产品上,应使用手持烘干机对产品进行烘干后包装。

6.11 包装

6.11.1 操作流程:

- a) 按照技术包装设计要求和领用相应的合格包装材料;
- b) 使用钢钉和木条拼装组成一个尺寸合格的木箱,按照产品形状结构将产品有序放置于木箱中,摆放时应整齐、紧凑,搬运时轻拿轻放,防止碰伤翅片、管组。产品之间使用纸板或者泡沫进行隔离,管组件不可拨动,分液头位置不应产生位移,必要时使用扎带固定。产品四周使用纸板或者泡沫进行衬垫,避免损伤产品。产品包装完后进行封箱,封箱时整体应牢固,必要时增加打包带或者加强条。木箱叠放时不可将大箱放置在小箱上方,小箱放置在大箱上方时应有受力支撑点。最后在包装箱外贴上包装标识;
- c) 纸箱包装参考木箱包装;

- d) 首箱包装合格后，后工序参考首箱包装合格后的标准进行包装。

6.11.2 检验内容：

- a) 木箱外观：进行目测检验；
- b) 木箱尺寸：使用卷尺进行测量；
- c) 产品数量：按照包装及订单数量进行目测检验。

6.11.3 不良应对措施包括：

- a) 若出现木箱开裂、产品损坏，应重新进行装箱；
- b) 若出现打包带过紧，应重新进行打包；
- c) 若无法包装产品、无法装车，应重新制作装箱；
- d) 若出现产品漏装漏发，应清点数量。

7 标志、运输和贮存

7.1 标志

标牌、尺寸和技术要求应符合GB/T 13306的规定。

7.2 运输

换热器可采用火车、汽车、轮船、飞机等交通工具运输，转运产品的车厢应保持整洁、干燥、无污染物，不应将产品与化学活性物质及潮湿性材料装在同一个车厢，换热器运输和中转应防雨、防雪和放浸湿。

7.3 贮存

翅片式换热器贮存应放置在通风、干燥、无腐蚀性介质的屏蔽场所。
