

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47004.1—2017
代替 NB/T 47004—2009

板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器

Plate heat exchangers—Part 1: Plate-and-frame heat exchangers

(ISO 15547-1: 2005, Petroleum, petrochemical and natural gas
industries—Plate-type heat exchangers—
Part 1: Plate-and-frame heat exchangers, MOD)

2017-12-27 发布

2018-06-01 实施



国家能源局 发布

国家能源局

公告

2017 年 第 13 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《瓦斯内燃发电机组瓦斯预处理通用技术条件》等 80 项行业标准，其中能源标准（NB）9 项、电力标准（DL）37 项、石化标准（NB/SH）34 项，现予以发布。

上述标准中电力标准由中国电力出版社出版发行，煤矿瓦斯及煤炭建设标准由煤炭工业出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行，石化标准由中国石化出版社出版发行。

附件：行业标准目录

二〇一七年十二月二十七日

附件：

行业标准目录

| 序号 | 标准编号 | 标准名称 | 代替标准 | 采标号 | 批准日期 | 实施日期 |
|------|-------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|------------|------------|
| 1 | (略) | | | | | |
| 2 | NB/T 47004.1—2017 | 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器 | NB/T 47004—2009 | ISO15547-1:2005, MOD | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 3 | NB/T 47060—2017 | 回转式空气预热器 | | | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 4 | NB/T 47061—2017 | 工业锅炉系统能源利用效率指标及分级 | | | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 5 | NB/T 47062—2017 | 生物质成型燃料锅炉 | | | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 6 | NB/T 47063—2017 | 电站安全阀 | JB/T 9624—1999 | | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 7 | NB/T 47064—2017 | 液体危险货物罐式集装箱 | JB/T 4782—2007 | | 2017-12-27 | 2018-06-01 |
| 8~80 | (略) | | | | | |

目 次

前言III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 通用要求 6

5 材料 7

6 设计 11

7 图样及质量证明文件 15

8 制造 16

9 检验与性能测定 18

10 能效评价 19

11 标志、运输包装、储存 20

附录 A（规范性附录） 板式热交换器垫片 21

附录 B（资料性附录） 板式热交换器制造确认表 26

附录 C（资料性附录） 板式热交换器数据表 27

标准释义 33

前 言

NB/T 47004《板式热交换器》分为2个部分：

——第1部分：可拆卸板式热交换器；

——第2部分：焊接板式热交换器。

本部分为NB/T 47004的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分修改采用ISO 15547-1:2005《石油、石油化工天然气用板框式热交换器 第1部分：板框式热交换器》(ISO 15547-1:2005, Petroleum, petrochemical and natural gas industries-Plate-type heat exchangers—Part 1: Plate-and-frame heat exchangers, MOD)。

考虑到我国国情，在采用ISO 15547-1时，本部分做了如下修改：

——修改了前言和引言；

——修改了产品范围；

——修改了术语定义；

——增加了部分设计、制造、检验、能效评价条款；

——调节了部分章节的顺序；

——修改了附录A、附录B、附录C；

——增加了材料条款。

本部分代替NB/T 47004—2009(JB/T 4752)《板式热交换器》。与NB/T 47004—2009(JB/T 4752)相比，主要技术变化如下：

——给出了设计压力适用范围；

——增加了部分板片、螺柱的材料及指标；

——增加了夹紧螺柱强度计算；

——提高了减薄量、波纹深度、垫片槽深度偏差指标；

——增加了能效评价方法；

——增加了垫片压缩永久变形测定规定；

——调整了垫片厚度制造偏差要求。

本部分的附录A为规范性附录；附录B、附录C为资料性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会热交换器分技术委员会(SAC/TC 262/SC5)组织起草。

本部分起草单位：上海蓝滨石化设备有限责任公司、西安交通大学、中国石化工程建设有限公司、清华大学、阿法拉伐(江阴)设备制造有限公司、四平市巨元瀚洋板式换热器有限公司、上海板换机械设备有限公司、中国特种设备检测研究院、上海蓝海科创检测有限公司、上海石油化工换热设备工程技术研究中心、美国国际铜专业协会(上海代表处)等。

本部分主要起草人：周文学、白博峰、张延丰、张迎恺、姜培学、金佛家、郭良健、刘凯、张永德、陈战杨、韩睿超、蒋琛、杨国义、陈志伟、高屹峰。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——NB/T 47004—2009（JB/T 4752）。

引 言

NB/T 47004 是全国锅炉压力容器标准化技术委员会（以下简称“委员会”）负责制定和归口的板式热交换器标准，用以规范在中国境内建造或使用的板式热交换器设计、制造、检验与性能测定及能效评价的相关技术要求。

本部分的技术条款包括可拆卸板式热交换器设计、制造、检验和验收、能效评价及安装使用中应遵循的技术要求。由于本部分不可能囊括适用范围内可拆卸板式热交换器的所有技术细节，因此，在满足基本安全要求的前提下，不应禁止本部分中没有特别提及的技术内容。本部分不能作为具体板式热交换器制造的技术手册，亦不能代替培训、工程经验和工程评价。

本部分不限制实际工程设计和制造中采用先进的技术方法，但工程技术人员采用先进的技术方法时应能做出可靠的判断，确保其满足本部分规定。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及 10.1 “能效值”与“热交换器的一种能效定量评价方法”相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围不持任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：张延丰（兰州冠宇传热与节能工程技术研究有限公司）、白博峰（西安交通大学）、周文学、蒋琛、寿比南。

地址：甘肃省兰州市安宁区蓝科路 8 号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分既不要求也不禁止设计人员使用计算机程序实现板式热交换器的分析或设计，但采用计算机程序进行分析或设计时，除应满足本部分要求外，还应确认：

- a) 所采用程序中技术假定的合理性；
- b) 所采用程序对设计内容的适应性；
- c) 所采用程序输入参数及输出结果用于工程设计的正确性。

对于标准技术条款的询问应以书面形式向委员会秘书处提交，并有义务提供可能需要的资料。与标准条款没有直接关系或不能被理解的询问将视为技术咨询的范畴，委员会有权拒绝回答。

对于未经委员会书面授权或认可的其他机构对标准的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的任何后果，委员会将不承担任何责任。

板式热交换器

第1部分：可拆卸板式热交换器

1 范围

- 1.1 本部分规定了可拆卸板式热交换器（简称板式热交换器）的材料、设计、制造、检验与性能测定及能效评价要求。
- 1.2 本部分适用于垫片式、半焊式可拆卸板式热交换器。其他形式的板式热交换器在参照本标准进行设计、制造与检验时，应得到需方的认可与同意。
- 1.3 本部分适用的设计压力：
- a) 垫片式板式热交换器设计压力不高于 3.0MPa；
 - b) 半焊式板式热交换器设计压力不高于 6.0MPa。
- 1.4 本部分适用的设计温度范围应按垫片与其他元件材料允许的使用温度范围确定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.2—2011 | 压力容器 第2部分：材料 |
| GB/T 699 | 优质碳素结构钢 |
| GB/T 700 | 碳素结构钢（ISO 630：1995，NEQ） |
| GB/T 713 | 锅炉和压力容器用钢板 |
| GB/T 1220 | 不锈钢棒 |
| GB/T 1591 | 低合金高强度结构钢 |
| GB/T 2054 | 镍及镍合金板 |
| GB/T 3077 | 合金结构钢 |
| GB/T 3274 | 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带（ISO 13976：2005，ISO 630：1995，NEQ） |
| GB/T 3280 | 不锈钢冷轧钢板和钢带 |
| GB/T 3621 | 钛及钛合金板材 |
| GB/T 3624 | 钛及钛合金管 |
| GB/T 3625 | 换热器及冷凝器用钛及钛合金管 |
| GB/T 4156 | 金属材料 薄板和薄带埃里克森杯突试验（ISO 20482：2003，IDT） |
| GB/T 4237 | 不锈钢热轧钢板和钢带 |
| GB/T 8163 | 输送流体用无缝钢管 |
| GB/T 13296 | 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管 |
| GB/T 14845 | 板式换热器用钛板 |
| GB/T 14976 | 流体输送用不锈钢无缝钢管 |

| | | |
|------------------|-----------------|-------------|
| GB/T 26299 | 耐蚀用铜合金板、带材 | |
| GB/T 27698.1 | 热交换器及传热元件性能测试方法 | 第1部分：通用要求 |
| GB/T 27698.3 | 热交换器及传热元件性能测试方法 | 第3部分：板式热交换器 |
| NB/T 47008 | 承压设备用碳素钢和合金钢锻件 | |
| NB/T 47009 | 低温承压设备用合金钢锻件 | |
| NB/T 47010 | 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件 | |
| NB/T 47013（所有部分） | 承压设备无损检测 | |
| NB/T 47014 | 承压设备焊接工艺评定 | |
| NB/T 47018 | 承压设备用焊接材料订货技术条件 | |
| YB/T 5354 | 耐蚀合金冷轧板 | |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

板片 **plate**
经过精密压制形成有波纹的板。

3.2

单板换热面积 **heat transfer area per plate**
板片中参与换热的单侧表面积（图1中阴影部分），按式（1）计算：

$$a = \phi \cdot a_1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- a ——单板换热面积， m^2 ；
- a_1 ——板片中参与换热的投影面积， m^2 ；

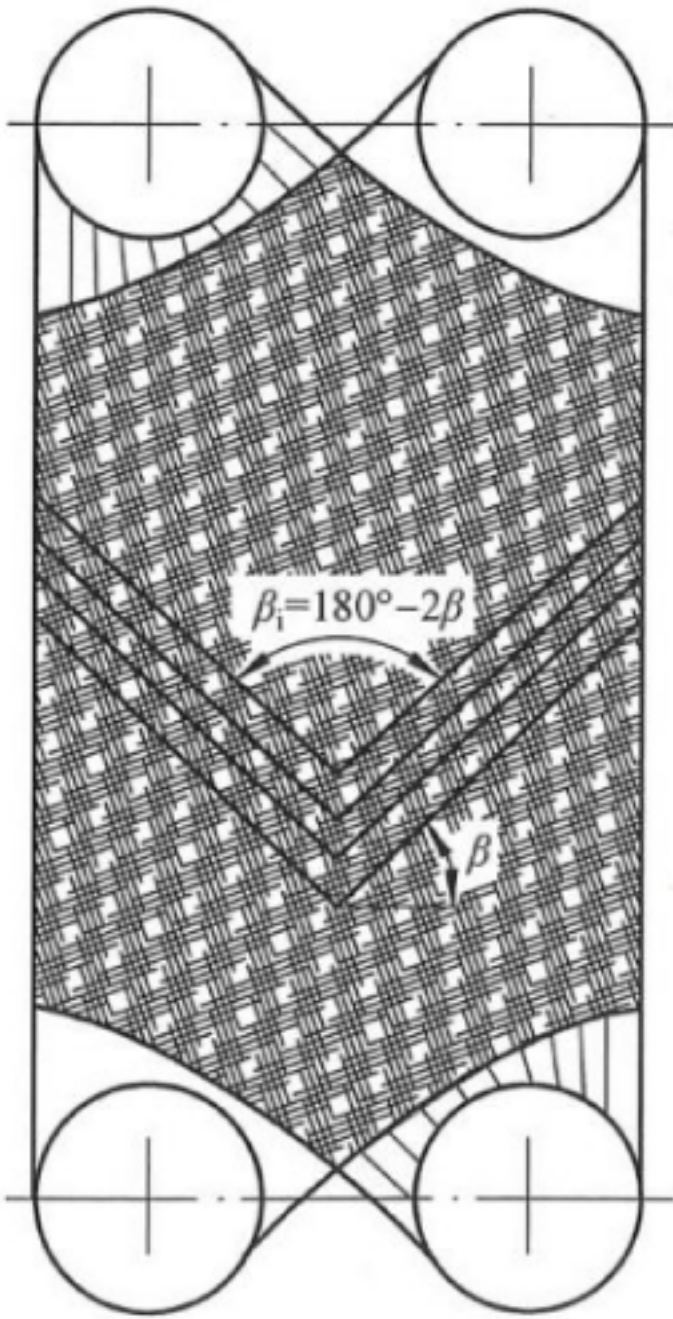


图 1

ϕ ——波纹展开系数，按式（2）计算：

$$\phi = \frac{t'}{t}$$

..... (2)

式中：

t' ——波纹节距表面长度（如图 2 所示），mm；

t ——波纹节距（如图 2 所示），mm。

注：当导流区与波纹区波纹节距相差较大时，应分别计算导流区与波纹区换热面积，二者相加。

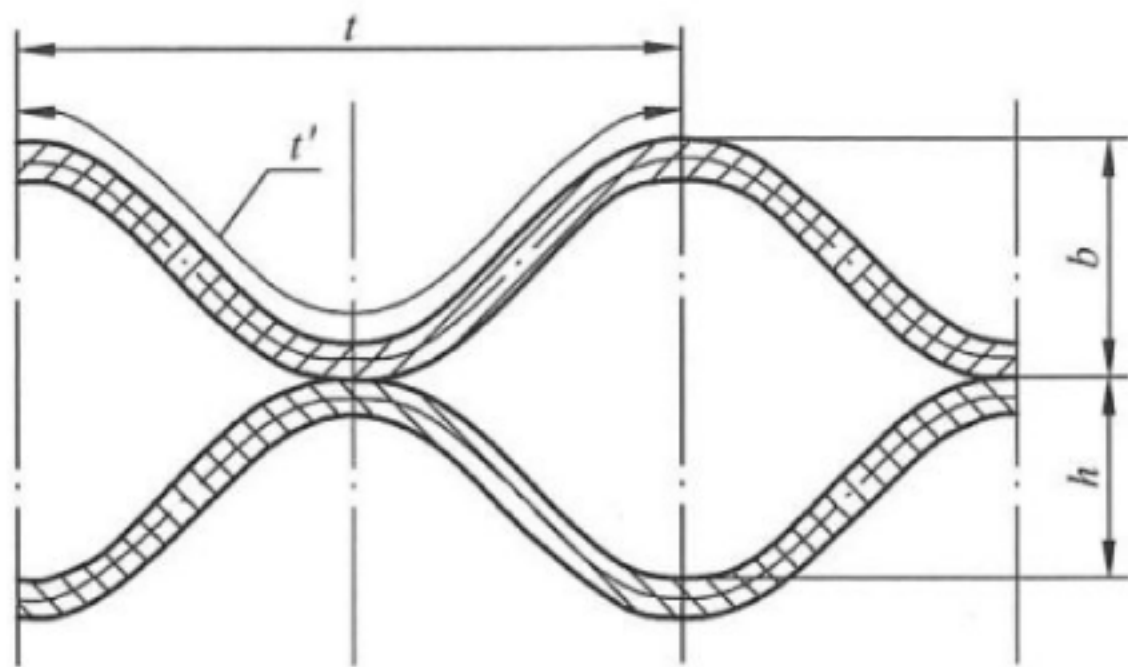


图 2

3.3

单板公称换热面积 **the nominal heat transfer area per plate**
经圆整后的单板换热面积。

3.4

中间隔板 **connector plate**
将一台板式热交换器分成两个或两个以上换热段的隔板。

3.5

端板 **end plates**
用于阻止流体与中间隔板或压紧板相接触的板片。

3.6

热交换器换热面积 **heat transfer area**
圆整后的整台板式热交换器中两侧均与介质相接触的所有板片单板换热面积之和。

3.7

框架 **frame**
构成板式热交换器结构支撑和压力密封的组装件。

3.8

流程板 **pass plate**
在多流程热交换器中用于改变介质流动方向的板。

3.9

流程 **pass**
板式热交换器内介质向同一方向流动的一组流道。

3.10

流道 **channel**
板式热交换器内相邻板片组成的介质流动通道。

3.11

流程组合 **pass and channel arrangement**

板式热交换器内流程与流道的配置方式，表示为：

$$\frac{M_1 \times N_1 + M_2 \times N_2 + \cdots + M_i \times N_i}{m_1 \times n_1 + m_2 \times n_2 + \cdots + m_i \times n_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_1, M_2, \cdots, M_i ——从固定压紧板开始，热介质侧流道数相同的流程数；
 N_1, N_2, \cdots, N_i ——与 M_1, M_2, \cdots, M_i 流程中对应的流道数；
 m_1, m_2, \cdots, m_i ——从固定压紧板开始，冷介质侧流道数相同的流程数；
 n_1, n_2, \cdots, n_i ——与 m_1, m_2, \cdots, m_i 流程中对应的流道数。

3.12

当量直径 **equivalent diameter**

4 倍的板间流道截面积与湿润周边之比。

3.13

流道间距 **normal channel space**

板式热交换器流道间的平均距离。

3.14

板间距 **plate gap**

板式热交换器相邻两板片间的平均距离 b ，如图 2 所示。

3.15

波纹深度 **chevron depth**

板片波纹成形深度 h ，如图 2 所示。

3.16

板片波纹角度 **plate chevron angle**

如图 1 所示的板片波纹与水平方向的夹角 β 。

3.17

板片厚度 **plate thickness**

图样标注的板材标准规格厚度 S_0 。

3.18

板片减薄量 **plate thickness thinning**

板片实际厚度减去成形板片减薄最大处厚度的差值。

3.19

角孔 **port**

板片的介质进、出口孔。

3.20

板束 **plate pack**

框架中所含全部板片的集合。

3.21

半焊板片对 **semi-welded plate pair**

两张板片焊接在一起所组成的板片对。

3.22

板式热交换器 **plate heat exchanger**

由板片（或半焊板片对）、密封垫片与支撑框架等组成。图 3 表示了一个典型板式热交换器的组成。

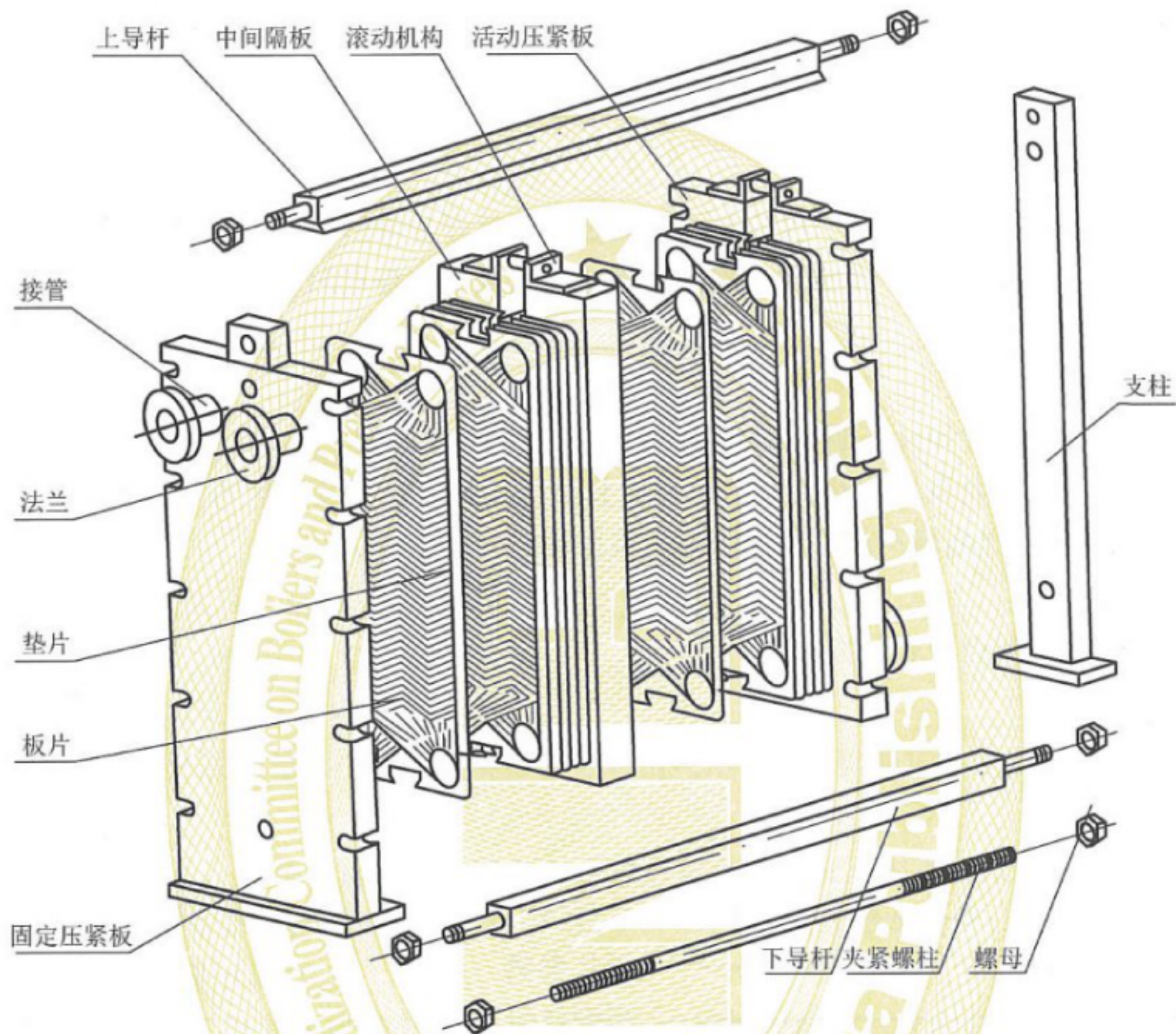


图 3

3.23

压力 **pressure**

垂直作用于单位面积上的力。在本部分中，除注明者外，压力均指表压力。

3.24

工作压力 **operating pressure**

工作压力指在正常工作情况下，板式热交换器任何一侧可能出现的最高压力。

3.25

设计压力 **design pressure**

设计压力指设定的板式热交换器任何一侧的最高压力，与相应的设计温度一起作为设计载荷条件，其值不得低于工作压力。

3.26

设计温度 **design temperature**

板式热交换器在正常工作和相应的设计压力下，设定的元件温度。

3. 27

板式热交换器能效值 **energy efficiency index (EEI) of plate heat exchanger**
在标准规定测试条件下，板式热交换器的能效计算值。

3. 28

板式热交换器能效限定值 **the minimum allowable values of energy efficiency of plate heat exchanger**
在标准规定测试条件下，板式热交换器允许的最低能效值。

4 通用要求

4. 1 总则

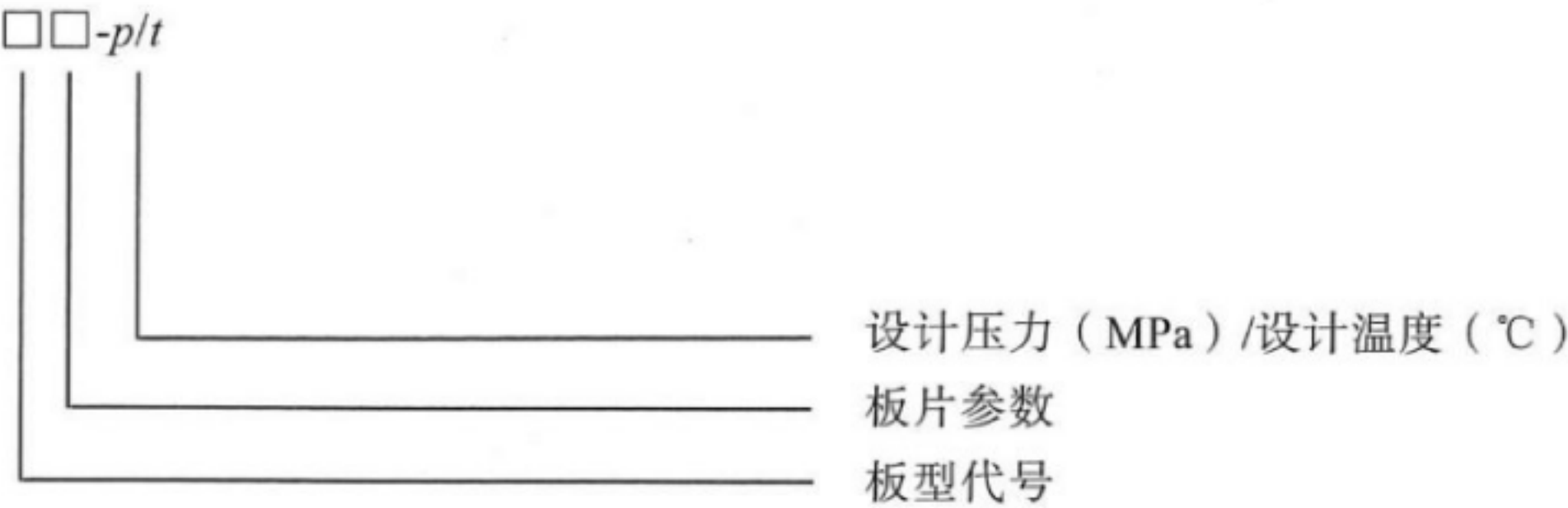
板式热交换器的设计、制造、检验与性能测定及能效评价等除应符合本部分的规定外，还应遵守国家颁布的有关法律法规、安全技术规范及需方同意或是其指定的有关标准规范和法规，且应符合图样要求。

4. 2 资格

- 4. 2. 1 板式热交换器的设计、制造单位应建立健全各项管理制度。
- 4. 2. 2 板式热交换器及其密封垫片制造单位应具备板式热交换器及密封垫片生产的基本条件，且宜取得相应的板式热交换器产品安全注册证与节能注册证。

4. 3 一般规定

4. 3. 1 板式热交换器型号表示方法



示例 1：板型为 M，板片角孔直径为 200mm，设计压力为 1.6MPa，设计温度为 100℃的板式热交换器表示为：M20-1.6/100。

示例 2：板型为 V，板片单板公称换热面积为 1.3m²，设计压力为 1.0MPa，设计温度为 120℃的板式热交换器表示为：V13-1.0/120。

- 4. 3. 2 需方宜确认附录 B 中各条款的规定。
- 4. 3. 3 供需双方宜共同完成附录 C 中各条款的规定。
- 4. 4 螺柱许用应力

钢制螺柱的安全系数按表 1 规定选取。

表 1

| 材 料 | 螺栓直径/mm | 热处理状态 | 设计温度下屈服点 R_{eL}^t 的安全系数 n_s |
|--------------|------------|-------|------------------------------------|
| 碳素钢 | $\leq M22$ | 正火 | 2.7 |
| | M24~M48 | | 2.5 |
| 低合金钢、马氏体高合金钢 | $\leq M22$ | 调质 | 3.5 |
| | M24~M48 | | 3.0 |
| | $\geq M52$ | | 2.7 |
| 奥氏体高合金钢 | $\leq M22$ | 固溶 | 1.6 |
| | M24~M48 | | 1.5 |

4.5 耐压试验

4.5.1 耐压试验一般采用液压试验，液压试验压力的最低值按下列规定。

$$p_T=1.3p \dots\dots\dots (4)$$

式中：

p_T ——液压试验压力，MPa；

p ——设计压力，MPa。

4.5.2 液压试验按 8.4 的要求进行。

4.5.3 对不宜进行液压试验的板式热交换器，可采用气压试验，试验压力应不低于设计压力。

4.6 设计温度

4.6.1 在任何情况下，元件表面温度不得超过元件材料的允许使用温度。设计温度不得低于元件表面在工作状态下可能达到的最高温度；对于 0℃以下工作的板式热交换器，其设计温度不得高于元件表面可能达到的最低温度。

4.6.2 对于 0℃以上工作的板式热交换器，其铭牌标志设计温度应是其最高值；对于 0℃以下工作的板式热交换器，其铭牌标志设计温度应是其最低值。

5 材料

5.1 板式热交换器主要零部件所用材料应符合本章的规定。选择板式热交换器用材料应考虑其使用条件（如设计温度、设计压力、介质特性等）、材料性能（力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能）、制造工艺及经济合理性。

5.2 板式热交换器主要零部件材料应符合表 2 的规定。当采用表 2 以外的材料时应符合下列要求。

5.2.1 选用国外牌号材料时，应符合相应的国外最新材料规范和标准，其使用范围应不超出规范和标准的规定。

5.2.2 允许采用已列入国家标准中的奥氏体型钢材，但其技术要求应不低于本部分所列入相应钢材标准中化学成分相近钢号的规定。

5.2.3 选用新研制的材料，应经国家认可的评审机构审查备案。

表 2

| 序 号 | 主要零部件名称 | 代号（牌号） | 材 料 标 准 |
|-----|-------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 板片 | S30408（06Cr19Ni10） | GB/T 3280 |
| | | S32168（06Cr18Ni11Ti） | |
| | | S30403（022Cr19Ni10） | |
| | | S31608（06Cr17Ni12Mo2） | |
| | | S31603（022Cr17Ni12Mo2） | |
| | | S31782（015Cr21Ni26Mo5Cu2） | |
| | | S22053（022Cr23Ni5Mo3N） | |
| | | S25073（022Cr25Ni7Mo4N） | |
| | | TA1 | GB/T 14845 |
| | | TA9-1 | |
| | | C68700（HAl77-2） | GB/T 26299 |
| | | T70590（BFe10-1-1） | |
| | | N6 | GB/T 2054 |
| | | NS3303 | YB/T 5354 |
| 2 | 压紧板 中间隔板 | Q235B | GB/T 700 |
| | | Q235C | |
| | | Q345R | GB/T 713 |
| | | Q345B | GB/T 1591 |
| | | S30408（06Cr19Ni10） | GB/T 4237 |
| | | S30403（022Cr19Ni10） | |
| 3 | 接管 | 10 | GB/T 8163 |
| | | 20 | |
| | | S30408（06Cr19Ni10） | GB/T 13296 GB/T 14976 |
| | | S32168（06Cr18Ni11Ti） | |
| | | S31608（06Cr17Ni12Mo2） | |
| | | S31603（022Cr17Ni12Mo2） | |
| | | TA1 | GB/T 3624 GB/T 3625 |
| | | TA2 | |

表 2（续）

| 序 号 | 主要零部件名称 | 代号（牌号） | 材 料 标 准 |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------|------------|
| 4 | 法兰 | Q235B | GB/T 3274 |
| | | Q235C | |
| | | 20 | NB/T 47008 |
| | | 16Mn | |
| | | S30408（06Cr19Ni10） | NB/T 47010 |
| | | S32168（06Cr18Ni11Ti） | |
| | | S31608（06Cr17Ni12Mo2） | |
| | | S31603（022Cr17Ni12Mo2） | |
| | | TA1 | GB/T 3621 |
| | | TA2 | |
| | | 16MnD | NB/T 47009 |
| 5 | 夹紧螺柱 | 20 | GB/T 699 |
| | | 35 | |
| | | 45 | |
| | | 40Cr | GB/T 3077 |
| | | 35CrMo | |
| | | 30CrMo | |
| | | 43CrMo | |
| | | 20Cr13 | GB/T 1220 |
| | | S30408 | |
| | | S32168 | |
| | | S31608 | |
| | | | |
| | | 6 | 垫片 |
| 三元乙丙橡胶 | | | |
| 氟橡胶 | | | |
| 聚四氟乙烯包覆垫 | | | |
| 注：压紧板、中间隔板可采用 S30408（06Cr19Ni10）、S31608（06Cr17Ni12Mo2）等不锈钢材料包覆。 | | | |

- 5.3 板式热交换器板片、压紧板、中间隔板、夹紧螺柱、法兰、接管、垫片等主要零部件用材料及承受内压的焊缝用焊接材料应具备材料质量证明书，材料质量证明书内容应齐全，且盖有材料制造单位质量检验公章。
- 5.4 板式热交换器制造单位从非材料生产单位获得材料时，应取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件或加盖材料供应单位检验公章和经办人名章的有效复印件。
- 5.5 板式热交换器制造单位应对所取得的材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责，且应对不能确定材料质量证明书的真实性或者对性能和化学成分有怀疑的主要受压元件材料进行复验。
- 5.6 当采用 HA177-2、BFe10-1-1 压制板片时，应按照 GB/T 4156 进行埃里克森杯突试验，其埃里克森杯突值应不小于 9.5mm。

5.7 螺柱不同温度下的许用应力按表 3 选取。对表 3 以外的螺柱材料，其许用应力按钢材设计温度下的屈服强度 R_{eL}^t 除以表 1 中的安全系数 n_s 确定。

5.8 螺柱的使用状态及力学性能试验要求等应符合 GB/T 150.2—2011 第 7 章的规定。

表 3

| 钢 号 | 钢材标准 | 使用状态 | 螺柱规格/mm | 常温强度指标 | | 在下列温度（℃）下的许用应力/MPa | | |
|-------------------------------|-----------|------|---------|------------|---------------|--------------------|-----|-----|
| | | | | R_m /MPa | R_{eL} /MPa | ≤20 | 100 | 150 |
| 20 | GB/T 699 | 正火 | ≤M22 | 410 | 245 | 91 | 81 | 78 |
| | | | M24~M27 | 400 | 235 | 94 | 84 | 80 |
| 35 | GB/T 699 | 正火 | ≤M22 | 530 | 315 | 117 | 105 | 98 |
| | | | M24~M27 | 510 | 295 | 118 | 106 | 100 |
| 45 | GB/T 699 | 正火 | ≤M22 | 600 | 355 | 131 | 120 | — |
| | | | M24~M48 | 600 | 335 | 134 | 126 | — |
| 40Cr | GB/T 3077 | 调质 | ≤M22 | 805 | 685 | 196 | 176 | 171 |
| | | | M24~M36 | 765 | 635 | 212 | 189 | 183 |
| 30CrMo | GB/T 3077 | 调质 | ≤M22 | 700 | 550 | 157 | 141 | 137 |
| | | | M24~M48 | 660 | 500 | 167 | 150 | 145 |
| | | | M52~M56 | 660 | 500 | 185 | 167 | 161 |
| 35CrMo | GB/T 3077 | 调质 | ≤M22 | 835 | 735 | 210 | 190 | 185 |
| | | | M24~M48 | 805 | 685 | 228 | 206 | 199 |
| | | | M52~M80 | 805 | 685 | 254 | 229 | 221 |
| S42020 (2Cr13) | GB/T 1220 | 调质 | ≤M22 | 640 | 440 | 126 | 117 | 111 |
| | | | M24~M27 | 640 | 440 | 147 | 137 | 130 |
| S30408 | GB/T 1220 | 固溶 | ≤M22 | 520 | 205 | 128 | 107 | 97 |
| | | | M24~M48 | 520 | 205 | 137 | 114 | 103 |
| S32168 | GB/T 1220 | 固溶 | ≤M22 | 520 | 205 | 128 | 107 | 97 |
| | | | M24~M48 | 520 | 205 | 137 | 114 | 103 |
| S31608 | GB/T 1220 | 固溶 | ≤M22 | 520 | 205 | 128 | 109 | 101 |
| | | | M24~M48 | 520 | 205 | 137 | 117 | 107 |
| 注 1：中间温度的许用应力值，可按本表的数值用内插法求得。 | | | | | | | | |
| 注 2：45 号钢只用于夹紧螺柱。 | | | | | | | | |

5.9 板式热交换器用法兰采用碳素钢和低合金钢锻件及不锈钢锻件时，按 NB/T 47008、NB/T 47009、NB/T 47010 的规定选用，并在图样上注明锻件级别（在钢号后附上级别符号，如 20 II）。

5.10 板式热交换器用焊接材料应符合 NB/T 47018 的规定。

5.11 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。

6 设计

6.1 符号

- A ——预紧状态下, 需要的最小夹紧螺柱总截面积, 以螺纹小径计算或以无螺纹部分的最小直径计算, 取小者, mm^2 ;
- A_b ——实际使用的夹紧螺柱总截面积, 以螺纹小径计算或以无螺纹部分的最小直径计算, 取小者, mm^2 ;
- A_m ——需要的夹紧螺柱总截面积, mm^2 ;
- A_p ——操作状态下, 需要的最小夹紧螺柱总截面积, 以螺纹小径计算或以无螺纹部分的最小直径计算, 取小者, mm^2 ;
- a_2 ——垫片槽中心线所包容的板片最大投影面积, mm^2 ;
- B ——垫片有效密封宽度 (见图 4), mm ;
- b ——板间距, mm ;
- d ——夹紧螺柱小径或无螺纹部分的最小直径, 取小者, mm ;
- F_D ——作用于 a_2 上的流体静压力, 按式 (9) 计算, N ;
- F_p ——操作状态下, 需要的最小垫片压紧力, 按式 (10) 计算, N ;
- H ——上下导杆内侧间的距离, mm ;
- L ——夹紧尺寸, 固定压紧板内侧至活动压紧板内侧间的距离, 按式 (5) 计算, mm ;
- $$L = N_p b + \sum S_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$
- l ——垫片中心线展开长度, mm ;
- L_1 ——导杆长度 (固定压紧板内侧至支柱内侧间的距离), mm ;
- l_1 ——板片纵向长度, mm ;
- L_2 ——夹紧螺柱长度, mm ;
- M ——垫片系数, 橡胶: $m=1$;
- N_g ——中间隔板数;
- N_p ——板片总数;
- p ——设计压力, MPa ;
- S_0 ——板片厚度, mm ;
- S_1 ——压紧板厚度, mm ;
- S_2 ——中间隔板厚度, mm ;
- S_3 ——垫片名义厚度 (见图 4), mm ;
- W_a ——预紧状态下, 需要的最小夹紧螺柱载荷 (即预紧状态下, 需要的最小垫片压紧力), N ;
- W_p ——操作状态下, 需要的最小夹紧螺柱载荷, N ;
- y ——垫片比压力, 橡胶: $y=1.4\text{MPa}$;
- $[\sigma]_b$ ——常温下夹紧螺柱材料的许用应力, MPa ;
- $[\sigma]_b^t$ ——设计温度下夹紧螺柱材料的许用应力, MPa ;
- δ ——夹紧螺柱上所有螺母与垫片厚度之和, mm 。

6.2 板片

6.2.1 板片设计不考虑腐蚀裕量。

6.2.2 板片厚度应满足设计条件要求。对于易燃、易爆及其他有害介质的场合, 板片厚度应不小于 0.5mm 。

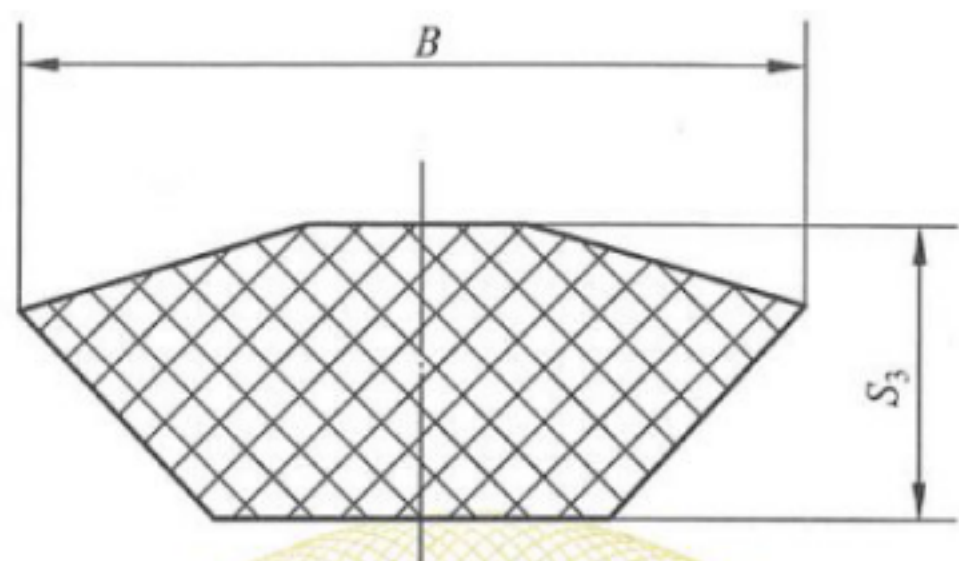


图 4

6.2.3 板片两端应有对称的定位悬挂结构。

6.3 压紧板

6.3.1 设计采用带加强筋的压紧板时，应得到需方同意。

6.3.2 板式换热器的活动压紧板和中间隔板上宜设置滚动机构。

6.3.3 压紧板应有足够的刚性，以保证板式换热器在正常操作状态不发生泄漏。

6.4 垫片

6.4.1 在垫片二道密封之间应设有通向大气的泄漏信号槽，信号槽深度应不小于垫片压缩量。

6.4.2 垫片应有保证密封的压缩量。

6.4.3 用于传热板片的密封垫片应是一个整体件。

6.4.4 当首次使用粘结式垫片时，制造单位应校验垫片材料、粘结剂与流体的适用性。

6.4.5 板式换热器板片对之间角孔密封可采用包覆垫。

6.5 导杆

6.5.1 导杆长度 L_1 按式 (6) 计算：

$$L_1 \geq S_1 + N_g S_2 + (S_0 + S_3) N_p + \sqrt{l_1^2 - H^2} + 0.5 N_p \dots\dots\dots (6)$$

6.5.2 上导杆应满足承受上导杆自重、活动压紧板、中间隔板及最大面积下板片及所充介质（水或其他流体取密度大者）载荷的 1.5 倍以上。

6.5.3 上、下导杆与板片接触面宜用不锈钢材料制造。

6.6 夹紧螺柱

6.6.1 夹紧螺柱长度 L_2 按式 (7) 计算：

$$L_2 \geq 2S_1 + N_g S_2 + (S_0 + S_3) N_p + \delta + 1.5 N_p \dots\dots\dots (7)$$

6.6.2 夹紧螺柱载荷

a) 预紧状态下需要的最小夹紧螺柱载荷 W_a 按式 (7) 计算：

$$W_a = l B y \dots\dots\dots (8)$$

b) 操作状态下需要的最小夹紧螺柱载荷 W_p 按式 (8) 计算：

$$W_p = F_D + F_p \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$$F_D = a_2 p \dots\dots\dots (10)$$

$$F_p = 2 l B m p \dots\dots\dots (11)$$

c) 垫片有效密封宽度 B 应取垫片的最大宽度（见图 4）。

6.6.3 夹紧螺柱载荷面积

a) 预紧状态下需要的最小夹紧螺柱总截面积 A_a 按式 (12) 计算:

$$A_a = \frac{W_a}{[\sigma]_b} \dots\dots\dots (12)$$

b) 操作状态下需要的最小夹紧螺柱总截面积 A_p 按式 (13) 计算:

$$A_p = \frac{W_p}{[\sigma]_b^t} \dots\dots\dots (13)$$

c) 需要的夹紧螺柱总截面积 A_m 取 A_a 与 A_p 之大值;

d) 实际夹紧螺柱总截面积 A_b 应不小于需要的夹紧螺柱总截面积 A_m 。

6.6.4 夹紧螺柱最小直径按式 (14) 计算:

$$d = \sqrt{\frac{4A_m}{\pi n}} \dots\dots\dots (14)$$

6.6.5 夹紧螺柱光杆长度应不大于夹紧尺寸 L 。

6.7 接管

6.7.1 接管应是双头螺柱连接或法兰连接或活接连接。

6.7.2 连接型式应在数据表 (附录 C) 中明确指出。

6.7.3 用于连接双头螺柱所开的孔不宜穿透压紧板体, 孔内螺纹的最小长度应为双头螺柱直径值, 未穿透部分厚度不小于压紧板厚度的 1/4。

6.7.4 多流程板式换热器的流道布置应考虑能通过接管排空。

6.7.5 对有合金衬里的接管, 衬里的最小厚度应不小于板片厚度。

6.7.6 法兰连接件伸出部分长度应使连接螺栓在法兰两侧都能安装与拆卸。

6.7.7 法兰螺栓孔或压紧板上的螺柱 (栓) 孔应与铅垂线跨中布置 (见图 5)。



图 5

6.7.8 对于合金接管, 需方对接管采用整体合金或合金衬里结构应有明确要求。

6.7.9 接管应能承受由管道所引起的力和力矩。表 4 和表 5 分别列出了标准用途和苛刻用途时接管应承受载荷的推荐值。如果需方没有规定, 一般应采用表 4 中的标准接管载荷, 力与力矩的方向如图 6 所示。

表 4

| 公称直径 DN/mm | 接 管 载 荷 | | | | | |
|---------------|---------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| | PN20 | | PN50 | | PN110 | |
| | F/N | $M/N\cdot m$ | F/N | $M/N\cdot m$ | F/N | $M/N\cdot m$ |
| 25 | 90 | 0 | 119 | 1 | 167 | 2 |
| 40 | 159 | 37 | 209 | 40 | 293 | 44 |
| 50 | 208 | 76 | 273 | 80 | 383 | 88 |
| 80 | 365 | 230 | 480 | 246 | 673 | 274 |
| 100 | 477 | 358 | 628 | 388 | 879 | 438 |
| 150 | 776 | 750 | 1 022 | 840 | 1 430 | 990 |
| 200 | 1 096 | 1 236 | 1 443 | 1 431 | 2 020 | 1 758 |
| 250 | 1 433 | 1 809 | 1 886 | 2 167 | 2 640 | 2 763 |
| 300 | 1 784 | 2 471 | 2 347 | 3 056 | 3 286 | 4 032 |
| 350 | 2 146 | 3 220 | 2 824 | 4 108 | 3 953 | 5 587 |
| 400 | 2 519 | 4 060 | 3 314 | 5 333 | 4 640 | 7 454 |
| 450 | 2 901 | 4 993 | 3 818 | 6 742 | 5 345 | 9 658 |
| 500 | 3 292 | 6 021 | 4 332 | 8 346 | 6 065 | 12 221 |

注：以上数据由下列公式计算：

$$F = \frac{7.5DN^{1.2} + 0.1PN \cdot DN^{1.2}}{5}$$
$$M = \frac{4(DN - 25)^{1.4} + 2 \times 10^{-5} PN \cdot DN^{2.7}}{5}$$

式中：
 $F=F_X=F_Y=F_Z$ ；
 $M=M_X=M_Y=M_Z$ 。

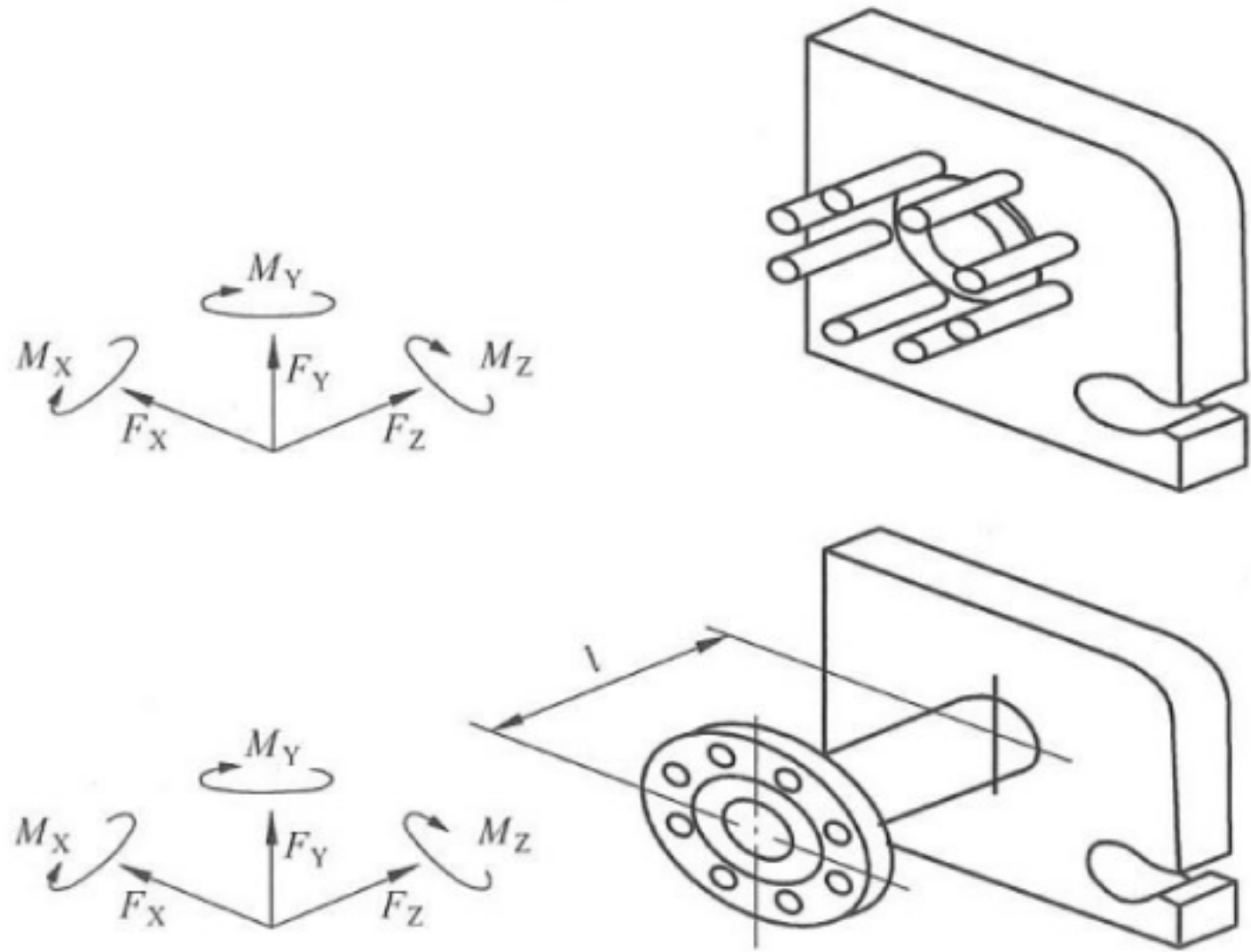


图 6

表 5

| 公称直径 DN/mm | 接 管 载 荷 | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | PN20 | | PN50 | | PN110 | |
| | F/N | M/N·m | F/N | M/N·m | F/N | M/N·m |
| 25 | 452 | 2 | 595 | 6 | 833 | 12 |
| 40 | 795 | 186 | 1 046 | 198 | 1 464 | 220 |
| 50 | 1 039 | 378 | 1 367 | 401 | 1 913 | 440 |
| 80 | 1 826 | 1 148 | 2 402 | 1 230 | 3 363 | 1 368 |
| 100 | 2 386 | 1 788 | 3 140 | 1 938 | 4 396 | 2 189 |
| 150 | 3 882 | 3 750 | 5 108 | 4 200 | 7 151 | 4 951 |
| 200 | 5 482 | 6 178 | 7 213 | 7 157 | 10 099 | 8 789 |
| 250 | 7 166 | 9 047 | 9 428 | 10 836 | 13 200 | 13 817 |
| 300 | 8 918 | 12 253 | 11 734 | 15 280 | 16 428 | 20 158 |
| 350 | 10 730 | 16 101 | 14 119 | 20 539 | 19 766 | 27 935 |
| 400 | 12 595 | 20 301 | 16 572 | 26 665 | 23 201 | 37 271 |
| 450 | 14 507 | 24 965 | 19 088 | 33 711 | 26 723 | 48 288 |
| 500 | 16 462 | 30 107 | 21 661 | 41 732 | 30 325 | 61 106 |
| <p>注：以上数据由下列公式计算：</p> $F = 7.5DN^{1.2} + 0.1PN \cdot DN^{1.2}$ $M = 4(DN - 25)^{1.4} + 2 \times 10^{-5} PN \cdot DN^{2.7}$ <p>式中： $F=F_X=F_Y=F_Z$； $M=M_X=M_Y=M_Z$。</p> | | | | | | |

6.8 起吊

板式热交换器应有适当的起重吊耳、吊耳孔或类似的结构。

7 图样及质量证明文件

7.1 图样

7.1.1 制造单位应提交每台板式热交换器总装图供需方审查。总装图应至少包含下列内容：

- a) 用途、项目号、工程名称、档案号；
- b) 设计压力、最大允许工作压力、试验压力、设计温度及板式热交换器耐压试验和操作限制；
- c) 框架、板片、垫片的预期设计使用寿命；
- d) 产品型号、换热面积；
- e) 支座尺寸与方位；
- f) 外型尺寸；
- g) 板束夹紧尺寸；

- h) 板式热交换器净质量与充水质量;
- i) 板式热交换器维修所需空间;
- j) 板片与垫片数量以及框架允许的最大可装板片数;
- k) 接管尺寸、法兰规格及方位、介质流向标志;
- l) 所用标准、法规及规范;
- m) 垫片材料及与板片的固定方式或所需黏结剂。

7.1.2 需方认可后,制造单位应提供最终的总装图。需方对总装图的确认,并不解除制造单位应满足订单要求的责任。

7.1.3 如果需方有要求,制造单位应提交焊接工艺和焊接节点图,供需方审查。

7.1.4 如果需方有要求,制造单位应提交计算书,供需方认可或保存。

7.2 质量证明文件

7.2.1 质量证明文件应至少包括下列内容:

- a) 产品合格证;
- b) 产品使用说明书;
- c) 产品总装图;
- d) 产品流程组合图;
- e) 产品质量证明书;
- f) 安全注册证书与节能注册证书复印件(获证企业)。

7.2.2 产品质量证明书应至少包括下列内容:

- a) 产品技术特性;
- b) 板片、压紧板、夹紧螺柱、法兰、接管、垫片及承受内压焊缝用焊接材料的材料名称与规格;
- c) 外观及几何尺寸检验结果;
- d) 压力试验检验报告;
- e) 无损检测检验报告(需方有要求时);
- f) 焊接质量检查结果(包括超过2次的返修记录)。

7.2.3 产品使用说明书应至少包括下列内容:

- a) 设备安装与维修宜采用的工具;
- b) 设备安装注意事项;
- c) 设备开、停车注意事项;
- d) 设备拆卸注意事项;
- e) 设备维修注意事项;
- f) 设备及板片宜采用的清洗方法。

7.2.4 制造单位应将板式热交换器的生产质量证明记录文件至少保存5年。

8 制造

8.1 板片加工

8.1.1 板片减薄量应小于板片实际厚度的23%。

8.1.2 板片周边及角孔应清除冲切毛刺。

- 8.1.3 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 8.1.1 的要求。
- 8.1.4 成形板片不允许有微裂纹，且不得对板片表面微裂纹进行补焊。
- 8.1.5 板片波纹深度允许偏差及垫片槽深度允许偏差应符合表 6 的规定。
- 8.1.6 垫片的制造要求见附录 A。

表 6 单位为 mm

| 单板换热面积 a/m^2 | | ≤ 0.5 | $> 0.5 \sim 1.6$ | $> 1.6 \sim 2.4$ | > 2.4 |
|----------------|-------|------------|------------------|------------------|------------|
| 允许偏差 | 波纹深度 | ± 0.10 | ± 0.15 | ± 0.20 | ± 0.25 |
| | 垫片槽深度 | | | | |

- 8.2 焊接
- 8.2.1 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℃。
- 8.2.2 焊接工艺
- 8.2.2.1 受压元件焊接工艺评定可参见 NB/T 47014 和图样要求制定。
- 8.2.2.2 半焊式板式热交换器板片对的焊接可采用激光焊、氩气保护电弧焊或等离子弧焊等。
- 8.2.2.3 当半焊式板式热交换器板片对的焊接方法和焊接工艺超出 NB/T 47014 的规定时，其焊接工艺应报全国锅炉压力容器标准化技术委员会评定、认可。
- 8.2.3 焊缝质量
- 8.2.3.1 接管对接连接接头焊缝对口错边量应不大于 $\delta_s/4$ (δ_s 为对口处钢材厚度)。
- 8.2.3.2 焊缝余高应符合图样要求。
- 8.2.3.3 焊缝表面不得有裂纹、夹渣、气孔、未焊透、未熔合、弧坑和飞溅物。
- 8.2.4 焊缝返修
- 8.2.4.1 当焊缝需要返修时，其返修工艺应符合 8.2.2 的有关规定。
- 8.2.4.2 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。如超过 2 次，返修前均应经制造单位技术总负责人批准，返修次数、部位和返修情况应记入产品质量证明书中。
- 8.3 组装
- 8.3.1 板式热交换器应按产品流程组合图进行组装。
- 8.3.2 装配前板片垫片槽和波纹表面不应有污物。
- 8.3.3 当垫片用黏结剂粘贴在板片垫片槽内时，垫片不应有扭曲与松脱；若采用其他非粘贴方法将垫片固定在板片垫片槽内时，亦不应有扭曲和偏离板片垫片槽等现象。
- 8.3.4 板束夹紧时，应均匀对称地拧紧夹紧螺柱（或顶杆），以保持板片的平行状态。组装后，当夹紧尺寸 L 小于 1 000mm 时，两压紧板间的平行度偏差应不大于 2mm；当夹紧尺寸 L 大于 1 000mm 时，两压紧板间的平行度偏差应不大于夹紧尺寸 L 的 3‰，且不大于 4mm。
- 8.3.5 夹紧尺寸 L 的偏差应不大于 L 的 1% 且夹紧尺寸小于 100mm 时，偏差应不大于 1mm。
- 8.3.6 压紧板接管法兰密封面应垂直于接管中心线，其偏差不得超过法兰外径的 1%（法兰外径小于 100mm 时，按 100mm 计算），且不大于 3mm（有特殊要求时应按图样规定）。
- 8.3.7 板式热交换器的碳素钢零、部件外露表面应采取防锈措施；法兰密封面宜涂油（脂）防护。

8.3.8 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清除。表面漆膜应均匀，不应有气泡、龟裂和脱落等现象。

8.3.9 组装后，板式热交换器内腔应洁净、无杂物。

8.4 液压试验

8.4.1 板式热交换器制成后应逐台进行液压试验。试验场地应有安全可靠的防护设施。

8.4.2 液压试验介质一般采用水，奥氏体不锈钢板片组装的板式热交换器，用水进行液压试验后应将水渍清理干净，当无法达到这一要求时，应控制水的氯离子含量不超过 25mg/L。

8.4.3 试验压力按 4.5.1 的规定。

8.4.4 液压试验应用两个精度等级不低于 1.6 级、量程相同并经过检定的压力表。压力表的量程应为设计压力的 1.5 倍~3 倍，表盘直径应不小于 100mm。

8.4.5 板式热交换器应两侧分别进行单侧液压试验。一侧进行液压试验时，另一侧应同时处于无压力状态。

8.4.6 试验时应在适当位置设置排气口，充满水时应将板式热交换器内的空气排尽。试验过程中应保持板式热交换器观察面的干燥。

8.4.7 试验时应缓慢升压，达到规定的试验压力后，保压时间不少于 30min，并对所有密封面和受压焊接部位进行检查。检查期间压力应保持不变，不得采用连续加压或拧紧夹紧螺柱（或顶杆）以维持压力不变的做法，试验过程中不得带压紧固或向受压元件施加外力。

8.4.8 液压试验过程中，板式热交换器应无渗漏，无异常响声和可见变形。

8.4.9 板式热交换器液压试验合格后，应排放流道内的积水。

8.5 气压试验

8.5.1 对不宜进行液压试验的板式热交换器，可采用气压试验。气压试验程序由供需双方商定。

8.5.2 气压试验压力按 4.5.3 的规定。

8.5.3 气压试验过程中，板式热交换器应无异常响声，经肥皂液或其他检漏检查无漏气，无可见变形。

8.5.4 气压试验场地应有可靠的安全防护设施。

9 检验与性能测定

9.1 板片

9.1.1 板片垫片槽深度用百分表进行检测，检测点应均匀分布，两端各 4 点，每侧直线部分每米长度检测 3 点（直线长度小于 1m 时，按 1m 计算）。

9.1.2 板片波纹深度用百分表进行检测，检测点分布应满足下列规定：

- a) 从板片水平对称中心线起，沿板片纵向每米长度应不少于 3 排测点（含对称线点），纵向长度小于 1m 时，按 1m 计算；
- b) 从板片纵向对称中心线起，沿板片横向检测点间距应不大于 200mm，且不少于 2 点（含对称线点）。

9.1.3 每批板片抽 3‰，且不少于 3 片进行板片垫片槽深度和波纹深度尺寸检测。如发现有一张板片不合格，应逐张检测，对不合格者进行再加工后重新组批进行检测。同一生产班次、同一次装卡模具、同一炉批号材料压制的板片为一批。

9.1.4 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。

9.1.5 传热板片应进行微裂纹检验。检验方法可按 NB/T 47013 的规定进行渗透检测,或采用荧光紫外线进行检测,且检测频次应符合下列规定。如发现有一张板片不合格,应逐张检测。

- a) 不锈钢板片每批抽 3‰,且不少于 2 片;
- b) 钛材及其他特殊材质板片每批抽 1%,且不少于 3 片;
- c) 需方有特殊要求时,应按需方要求比例进行检测,但应不低于 a) 与 b) 的要求。

9.2 接管

9.2.1 公称直径不小于 250mm 接管对接连接的焊接接头,应按 NB/T 47013.2 进行局部射线检测,不低于 III 级为合格。检测长度应不小于焊接接头长度的 20%,且不小于 250mm。

9.2.2 公称直径小于 250mm 接管对接连接的焊接接头,应按 NB/T 47013.4~47013.5 和图样规定的方法对其表面进行磁粉或渗透检测,不低于 I 级为合格。

9.3 性能测定

在下列情况之一时,应按 GB/T 27698.1 和 GB/T 27698.3 的要求对板式热交换器进行性能测定:

- a) 制造单位认为有必要时;
- b) 需方指定或要求制造单位进行测定时;
- c) 产品进行能效评价时。

10 能效评价

10.1 能效值

板式热交换器的能效值按式 (15) 计算:

$$EEI = k / \nabla p^{0.31} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

k ——在热流体定性温度为 50℃、冷流体定性温度为 30℃,冷、热流体流速均为 0.5m/s 的标准状态(水-水热交换)下,根据所建立的努塞尔(Nu)准则关联式、板片厚度及其导热系数,计算出的总传热系数 k_{cal} , W/(m²·K);

∇p ——压力梯度, $\nabla p = \omega_c \Delta p_c / l_c + \omega_h \Delta p_h / l_h$, Pa/m。

式中:

ω_c 、 ω_h ——冷、热流体压力梯度的权重系数, $\omega_c + \omega_h = 1$, 对于常规等截面板式热交换器,满足 $\omega_c = \omega_h = 0.5$;

l_c 、 l_h ——冷、热流体角孔纵向中心距, m;

Δp_c 、 Δp_h ——在热流体定性温度为 50℃、冷流体定性温度为 30℃,冷、热流体流速均为 0.5m/s 的标准状态(水-水热交换)下,根据所建立的欧拉(Eu)准则关联式计算出的冷、热侧压力降 Δp_{cal} , Pa。

10.2 能效等级

10.2.1 板式热交换器能效等级分为 4 级,各等级产品的能效值不低于表 7 的规定,其中 1 级为最高。

10.2.2 板式热交换器能效限定值为 168。

10.2.3 节能型板式热交换器能效值不低于 176。

表 7

| 级别 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| EEI | 227 | 200 | 176 | 168 |

11 标志、运输包装、储存

11.1 标志

11.1.1 每台板式热交换器应有产品铭牌，产品铭牌应固定于产品明显位置。

11.1.2 产品铭牌至少应包含下列内容：

- a) 设备名称；
- b) 设备型号；
- c) 设计压力；
- d) 试验压力；
- e) 设计温度；
- f) 最大允许工作压力；
- g) 换热面积；
- h) 夹紧尺寸范围；
- i) 设备质量；
- j) 制造日期；
- k) 制造单位名称；
- l) 制造单位出厂编号；
- m) 安全注册与节能注册证编号（获证企业）。

11.1.3 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。

11.1.4 每台产品应有介质进、出口标志。

11.1.5 在产品明显位置或质量证明书中宜有表示产品铭牌内容及流程组合等信息的二维码。

11.2 运输包装

11.2.1 运输前板式热交换器应洁净，并封住所有开口，且应满足需方指定的其他特殊要求。

11.2.2 法兰密封面应带盖板进行防护。

11.2.3 板式热交换器宜整体运输，随产品发送的质量证明文件应妥善包装。

11.3 储存

11.3.1 板式热交换器宜在干燥通风的库房内存放，环境温度不得超过 40℃。

11.3.2 产品存放期超过半年时，应预先松开夹紧螺柱，使两压紧板间的尺寸达到 1.2L 为宜，使用时，再夹紧到 L。

附录 A

(规范性附录)

板式热交换器垫片

A.1 范围

本附录规定了板式热交换器密封垫片（简称垫片）的材料、制造、检验及验收等要求。

A.2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 528 | 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定 |
| GB/T 529 | 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样） |
| GB/T 531.1 | 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度） |
| GB/T 531.2 | 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第2部分：便携式橡胶国际硬度计法 |
| GB 4806.11 | 食品安全国家标准 食品接触用橡胶材料及制品 |
| GB/T 7759.1 | 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分：在常温及高温条件下 |

A.3 定义

下列术语和定义适用于本附录。

A.3.1

垫片材料 gasket rubber compound

由橡胶主体配以硫化剂、填充物均匀混合而成的用于制造垫片的混炼胶。

A.3.2

主密封区域 critical area of the gasket

垫片顶部密封区域或与流体接触的密封区域。

A.3.3

非主密封区域 non-critical area of the gasket

不直接与流体接触的垫片区域。

A.3.4

泄漏信号槽 venting slot

在垫片两道密封连接位置开设的用以引导泄漏介质通向大气的小槽（如图 A.1 所示）。

A.3.5

包覆垫 covered gasket

在橡胶垫表面包覆聚四氟乙烯膜形成的耐腐蚀垫片。

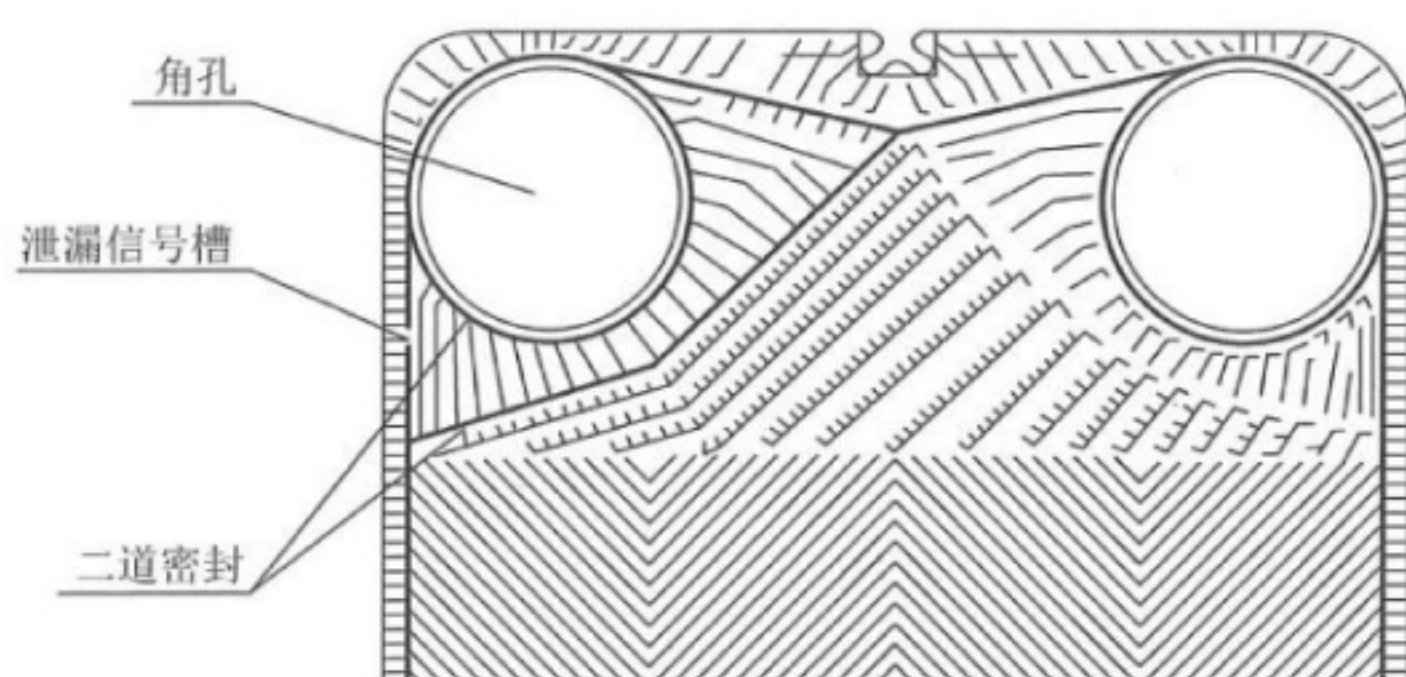


图 A. 1

A. 3. 6

单边错位 sectional deviation

垫片横截面在合模处的左右不齐。

A. 3. 7

表面缺陷 surface defects

垫片表面的局部隆起或凹陷。

A. 3. 8

杂质 contamination

粘附或嵌入垫片的木屑、沙石、金属屑粒、橡胶飞边等杂质。

A. 4 通用要求

A. 4. 1 垫片除应符合本附录规定外，还应满足图样要求。

A. 4. 2 垫片的应用应充分考虑到垫片与流体介质、工况、板片材料等的兼容性。

A. 4. 3 垫片的设计、制造单位应具备健全的质量管理体系。

A. 5 材料

A. 5. 1 垫片材料的物理性能应符合表 A.1 的规定。

A. 5. 2 选用表 A.1 以外的密封材料时，应由供需双方商定。

A. 5. 3 食品、医药用垫片应符合 GB 4806.11 的规定。

A. 5. 4 垫片材料应明确所适用的介质及温度范围。

A. 5. 5 使用同一配方，采用相同的橡胶、混合物原料及混炼工艺所生产的混炼胶视为同一种垫片材料，应有其相应的名称或代号及成品识别标识。

A. 6 制造

A. 6. 1 垫片主密封面应平整光滑，应无任何杂质、气泡、凹陷等影响密封的缺陷或错边。

A. 6. 2 垫片厚度应无负偏差，其允许正偏差值应符合表 A.2 的规定。

A. 6. 3 垫片单边长度应无正偏差，其负偏差绝对值应不大于单边直线长度的 3‰，且不大于 4mm。

A. 6. 4 垫片横截面色泽应均一，应无机械杂质、气泡等缺陷。

A. 6. 5 垫片横截面单边错位应不大于 0.2mm。表面缺陷的高度或深度应不超过 0.2mm，长度应不

超过 2mm，宽度应不大于 1.5mm。

表 A. 1

| 项 目 | 垫 片 材 料 | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | 丁腈橡胶 | 三元乙丙橡胶 | 氟橡胶 |
| 硬度，邵尔或 IRHD（方法 N） | 75±5 | 80±5 | 80±5 |
| 断裂拉伸强度/MPa | ≥13 | ≥12 | ≥10 |
| 拉断伸长率/% | ≥200 | ≥150 | ≥120 |
| 撕裂强度/（N/mm） （新月形，缺口 1mm，或直角形） | ≥30 | ≥20 | |
| 压缩永久变形 B/% | ≤25 压缩率：25% 热空气：110℃×24h | ≤25 压缩率：25% 热空气：150℃×24h | ≤35 压缩率：25% 热空气：180℃×24h |
| 注：垫片材料性能要求超出本规定时，应由供需双方商定，且应满足企业标准要求。 | | | |

表 A. 2 单位为 mm

| 单边长度 | ≤1 000 | | 1 000～1 500 | | > 1 500 |
|--------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 垫片厚度 | ≤4.0 | > 4.0 | ≤6.3 | > 6.3 | — |
| 厚度允许偏差 | +0.20 0 | +0.25 0 | +0.25 0 | +0.30 0 | +0.30 0 |

A. 7 检验

A. 7.1 垫片材料

每批垫片材料应至少按下列标准进行物理性能检验；同一配方、同一次混炼加工的垫片材料为一批。

- a) 断裂拉伸强度和扯断伸长率按 GB/T 528 的规定；
- b) 撕裂强度按 GB/T 529 的规定；
- c) 硬度按 GB/T 531.1 或 GB/T 531.2 的规定；
- d) 压缩永久变形按 GB/T 7759.1 的规定。

A. 7.2 垫片

垫片应进行下列项目检测：

- a) 垫片硬度与压缩永久变形；
- b) 垫片长度与厚度尺寸；
- c) 垫片外观质量。

A. 7.3 检验方法

A. 7.3.1 垫片厚度用测厚仪进行检测，检测点应均匀分布，其中两端各 4 点，二道密封处各 2 点，每侧直线部分每米长度检测 3 点（小于 1m 的直线，长度按 1m 计算）。

A. 7.3.2 垫片硬度用硬度计在整条垫片上检测，检测点应均匀分布，其中两端各 4 点，二道密封处各 2 点，每侧直线部分每米长度检测 3 点（小于 1m 的直线，长度按 1m 计算）。

A.7.3.3 垫片长度用相应的板片进行检测。将垫片平放入对应的板片垫片槽中，用游标卡尺测量其相对超差尺寸。

A.7.3.4 垫片外观质量目测检查，有缺陷时，应用相应的量具进行测定。

A.7.3.5 食品用垫片卫生指标按 GB 4806.11 的规定进行检验；医药用垫片按医药卫生要求可参照 GB 4806.11 的规定进行检验。

A.7.3.6 垫片横截面质量及截面尺寸用切割解剖法进行检验。

A.7.3.7 垫片应按 GB/T 7759.1 进行压缩永久变形的测定，压缩永久变形值符合表 A.1 的规定。

A.7.4 检验比例

A.7.4.1 每批垫片抽 1%，且不少于 1 条进行硬度、厚度与长度尺寸的检验。如有不合格者，则应进行二次加倍抽样检验；二次加倍抽样检验有不合格者，则判定该批垫片为不合格。同一批垫片材料、在同一模腔连续硫化加工的同一规格的垫片为一批。

A.7.4.2 每批垫片抽一条进行压缩永久变形的测定。

A.7.4.3 有下列情况之一时，应至少抽取 1 条垫片，对垫片两侧直线部位、端部与二道密封部位进行横截面质量及横截面尺寸的检验。

- a) 用新模具硫化的垫片；
- b) 用新垫片材料硫化的垫片；
- c) 模具维修或更换镶块后硫化的垫片。

A.7.4.4 垫片外观质量应逐条进行检验。

A.7.4.5 同一胶种的每批垫片应有符合表 A.1 和表 A.2 的检验报告。

A.7.4.6 包覆垫的制造及检验项目、检验比例与检验方式由供需双方商定，且应满足企业标准要求。

A.7.4.7 每批垫片应有质量证明书。

A.8 标志、包装、运输与储存

A.8.1 标志

A.8.1.1 在每条垫片泄漏信号槽或非主密封区域应有下列标志内容：

- a) 垫片材料；
- b) 垫片硫化日期（年、季度或月）；
- c) 板片型号；
- d) 垫片制造单位。

注：对食品用垫片，应按图样要求有相应的标示。

A.8.1.2 同一批垫片的包装箱（或包装袋）中应有产品质量证明文件。质量证明文件应至少包含下列内容：

- a) 产品合格证；
- b) 垫片材料；
- c) 垫片型号；
- d) 投料批号；
- e) 数量；
- f) 硫化日期；

- g) 检验结果;
- h) 垫片储存方法及储存期限;
- i) 垫片标志说明;
- j) 制造单位名称;
- k) 安全注册证编号(获证企业)。

A.8.2 包装

A.8.2.1 应采用对垫片无损害、无污染的包装材料进行包装。

A.8.2.2 不同垫片材料、型号的垫片应分别进行包装。

A.8.2.3 垫片的运输包装应保证包装被打开以后垫片能恢复原状。

A.8.3 运输

在运输过程中,应确保垫片不与有腐蚀、有损害于垫片的物质接触,避免光照与雨雪浸淋。

A.8.4 储存

A.8.4.1 垫片应在阴凉、干燥、避免阳光的环境中存放,不发生水汽凝结,其环境相对湿度宜低于70%,温度应为0℃~40℃。

A.8.4.2 垫片不应与酸、碱、油类、有机溶剂及损害垫片的物质接触,避免重压。



附录 B
(资料性附录)
板式热交换器制造确认表

B.1 板式热交换器数据确认可帮助设计单位、制造单位和使用单位规定板式热交换器设计的必要数据。

B.2 该表由需方填写。对表 B.1 列出的规定要求，需方应给出明确答复。

表 B.1

| 章节 | 要求 | 选项 |
|--------|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 4.1 | 指定（或同意）的设计标准 | 数据表中明确 |
| 4.1 | 指定（或同意）的结构焊接标准 | 数据表中明确 |
| 7.1.3 | 提交审查的焊接工艺及评定的复印件 | 要 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="checkbox"/> |
| 7.1.4 | 提交评定或记录的计算书复印件 | 要 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="checkbox"/> |
| 6.7.5 | 合金接管采用整体结构或衬里结构 | 数据表中明确 |
| 7.2 | 制造单位质量控制系统及质量控制计划文件 | 要 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="checkbox"/> |
| 9.1.5 | 板片无损检测的要求和程度 | 数据表中明确 |
| 9.2 | 接管部位无损检测的要求 | 数据表中明确 |
| 10.2 | 能效等级 | 数据表中明确 |
| 11.3.1 | 干燥要求规定 | 数据表中明确 |

附录 C
(资料性附录)
板式热交换器数据表

- C.1 板式热交换器数据表可帮助设计单位、制造单位和使用单位规定板式热交换器设计的必要数据。
- C.2 表 C.1、表 C.2 由需方与制造单位共同填写完成。
- C.3 当热交换器制造完毕后，制造单位完成表 C.1、表 C.2，作为设备制造的长久记录。

表 C.1

| | | | | | |
|-----------------------|-------------|----------|----|----------|--|
| 制造单位名称： | 板式热交换器工艺数据表 | 项目号： | | | |
| | | 文件号： | | 修改： | |
| | | 第 页 | | 共 页 | |
| 项目名称： | | 用户： | | | |
| 设备名称： | 设备位号： | 订单号： | | | |
| 设备型号： | 系列号： | 台数： | | | |
| 热交换器性能数据 | | | | | |
| 01 工况 | 热侧 | | 冷侧 | | |
| 02 流体 | | | | | |
| 03 总流量 | kg/s | | | | |
| 04 每台流量 | kg/s | | | | |
| 05 设计温度 | ℃ | | | | |
| 06 最低设计金属温度 | ℃ | | | | |
| 07 设计压力 | MPa（表压） | | | | |
| 08 允许压降/计算压降 | MPa | — | | — | |
| 09 最大/最小壁温 | ℃ | — | | — | |
| 10 结垢裕度 ¹⁾ | % | | | | |
| 11 操作数据 | 进 | 出 | 进 | 出 | |
| 12 液体流量 | kg/s | | | | |
| 13 汽体流量 | kg/s | | | | |
| 14 不凝性气体流量 | kg/s | | | | |

表 C.1 (续)

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------|------|------|--|--|
| 15 操作温度 | ℃ | | | | |
| 16 操作压力 | MPa (表压) | | | | |
| 17 流体特性 | | | | | |
| 18 密度 | kg/m ³ | | | | |
| 19 比热容 | kJ/(kg·K) | | | | |
| 20 黏度 | Pa·s | | | | |
| 21 导热系数 | W/(m·K) | | | | |
| 22 表面张力 | N/m | | | | |
| 23 气体特性 | | | | | |
| 24 密度 | kg/m ³ | | | | |
| 25 比热容 | kJ/(kg·K) | | | | |
| 26 黏度 | Pa·s | | | | |
| 27 导热系数 | W/(m·K) | | | | |
| 28 摩尔质量 | kg/kmol | | | | |
| 29 不凝性气体摩尔质量 | kg/kmol | | | | |
| 30 露点/始沸点 | ℃ | | | | |
| 31 颗粒最大尺寸 | mm | | | | |
| 32 颗粒体积分数 | % | | | | |
| 33 潜热 | kJ/kg | | | | |
| 34 临界压力 | MPa (绝压) | | | | |
| 35 临界温度 | ℃ | | | | |
| 36 总热交换量 | kW | | | | |
| 37 总传热系数 ¹⁾ | W/(m ² ·K) | 洁净工况 | 结垢工况 | | |
| 38 对数平均温差 | ℃ | | | | |
| 39 传热面积 | m ² | | | | |
| 40 单侧表面传热系数 | W/(m ² ·K) | | | | |
| 41 能效等级 | EEI | | | | |

表 C.1 (续)

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|--|-----|--|------|--|------|--|--|
| 物理特性： | | | | | | | | | | |
| 工 况 | 温度 | ℃ | | | | | | | | |
| | 压力 | MPa (绝压) | | | | | | | | |
| | 热量 | kW | | | | | | | | |
| 液 相 | 气体质量分数 | % | | | | | | | | |
| | 液相中水的质量分数 | % | | | | | | | | |
| | 密度 | kg/m ³ | | | | | | | | |
| | 比热容 | kJ/(kg·K) | | | | | | | | |
| | 黏度 | Pa·s | | | | | | | | |
| | 导热系数 | W/(m·K) | | | | | | | | |
| | 表面张力 | N/m | | | | | | | | |
| | 蒸汽压力 | kPa (绝压) | | | | | | | | |
| 气 相 | 密度 | kg/m ³ | | | | | | | | |
| | 比热容 | kJ/(kg·K) | | | | | | | | |
| | 黏度 | Pa·s | | | | | | | | |
| | 导热系数 | W/(m·K) | | | | | | | | |
| | 蒸气压 | MPa (绝压) | | | | | | | | |
| | 摩尔质量 | kg/kmol | | | | | | | | |
| | 潜热 | kJ/kg | | | | | | | | |
| | 临界压力 | MPa(绝压) | | | | | | | | |
| | 临界温度 | ℃ | | | | | | | | |
| 注： | | | | | | | | | | |
| 修订号： | | 修订： | | 日期： | | 制表人： | | 审核人： | | |
| 1) 结垢裕度= ($U_{\text{clean}}/U_{\text{service}} - 1$) ×100，式中， U 为总传热系数。 | | | | | | | | | | |

表 C. 2

| | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| 制造单位： | 板式热交换器机械数据表 | | 工程合同人： | |
| 订单号： | 文件号： | | 页数： | |
| 01 板式热交换器和板片的布置 | | | | |
| 02 并联板式热交换器数量 | | 热交换器传热面积(每台) | m ² | |
| 03 串联板式热交换器数量 | | 单板换热面积 | m ² | |
| 04 热侧流程数 | | 每台板片数量 | | |
| 05 冷侧流程数 | | 每台最大板片数量 | | |
| 06 流动状态 | 并流/逆流 | 板片人字形角度 | | |
| 07 波纹深度 | mm | 板片厚度 | mm | |
| 08 设计数据 | | | | |
| 09 设计规范 | | | | |
| 10 材质证明类别 | | | | |
| 11 规范钢印 | 有 | 没有 | | |
| 12 采用规范 | | | | |
| 13 地方法规 | | | | |
| 14 | 热 侧 | 冷 侧 | | |
| 15 试验压力 | MPa (表压) | | | |
| 16 允许最大工作压力 | MPa (表压) | | | |
| 17 板间流速 | m/s | | | |
| 18 壁面剪应力 | Pa | | | |
| 19 每台热交换器液体容积 | m ³ | | | |
| 20 长/宽/高 | mm | | | |
| 21 质量(空/充水) | kg | — | | |
| 22 | | | | |
| 23 接管 | 进 | 出 | 进 | 出 |
| 24 接管尺寸(公称) | | | | |
| 25 法兰(规格/类型) | — | — | — | — |
| 26 零、部件 | 材 料 | | | |
| 27 板式热交换器类型 | 密封垫式 () | | 半焊式 () | |
| 28 板片 | | | | |
| 29 垫片固定方式 | 胶粘 () | | 免粘 () | |
| 30 垫片(冷侧/热侧) | — | | | |

表 C.2（续）

| | | | | |
|---------------|----------|---------|---------|------|
| 31 压紧板（固定/活动） | — | | | |
| 32 夹紧螺柱/螺母 | — | | | |
| 33 接管设计 | 双头螺栓（ ） | 法兰（ ） | 活接（ ） | |
| 34 接管/法兰 | | | | |
| 35 接管腐蚀裕量 mm | | | | |
| 36 双头螺栓/螺母 | | | | |
| 37 防护罩 | 无（ ） | 防喷溅（ ） | 防火（ ） | |
| 38 集液盘 | 要（ ） | 不要（ ） | 其他（ ） | |
| 39 油漆要求 | 制造厂标准（ ） | 需方规定（ ） | | |
| 40 保温 | 要（ ） | 不要（ ） | 其他（ ） | |
| 41 | | | | |
| 42 载荷 | | | | |
| 43 接管载荷/力矩 | 标准（ ） | 苛刻状况（ ） | 需方规定（ ） | |
| 44 风载荷 | | | | |
| 45 爆炸冲击载荷 | | | | |
| 46 地震载荷 | | | | |
| 47 海上输送载荷 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 检查与试验 | | | | |
| 50 规定干燥程序 | 有（ ） | | 没有（ ） | |
| 51 空气吹干 | 有（ ） | | 没有（ ） | |
| 52 标准以外的无损检测 | | | | |
| 53 检查要求 | 需方（ ） | | 第三方（ ） | |
| 54 | | | | |
| | | | | |
| 修订号： | 修订： | 日期： | 制表人： | 审核人： |