



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29464—2012

---

## 两相流喷射式热交换器

Steam-driven jet heat exchanger

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
引言 .....	Ⅳ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 通则 .....	4
5 材料 .....	6
6 设计 .....	7
7 制造 .....	11
8 检验与性能测定 .....	12
9 图样及随机技术文件、标志、包装、贮存、运输 .....	14
附录 A（规范性附录） 附属件、安装、运行及维护 .....	16

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准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。

本标准负责起草单位:甘肃蓝科石化高新装备股份有限公司、洛阳蓝海实业有限公司。

本标准参加起草单位:西安交通大学、中国石化洛阳石油化工工程公司、西安户县电热公司、洛阳市高新区供热中心、兰州传热与节能工程技术研究中心。

本标准主要起草人:严俊杰、曹辉、周文学、王龙江、白博峰、刘继平、常宝贵、刘海国、寇勇、罗自立、尹俊。

## 引 言

通过制定本标准,可规范该产品的设计、加工、检验及安装使用并加速其推广应用,促进节能减排。

本标准不限制在特定应用场合中,供、需双方接受的特殊设备或设计方案。若选用别的设备,供方应确定与本标准的差别并提供详细说明。

## 两相流喷射式热交换器

### 1 范围

1.1 本标准规定了两相流喷射式热交换器(以下简称喷射器)的材料、设计、制造、检验、验收及安装使用等技术要求。

1.2 本标准适用于集中供热、空调、生活及生产工艺热水等系统使用的喷射器。

1.3 压力和温度适用范围:

- a) 进汽压力及进水压力不大于 1.0 MPa;
- b) 出水压力不大于 1.5 MPa;
- c) 进水温度范围为 0℃~90℃;
- d) 加热温升为 15℃~60℃。

### 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 150.1 压力容器 第1部分:通用要求
- GB 150.4 压力容器 第4部分:制造、检验和验收
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB/T 1221 耐热钢棒
- GB/T 1226 一般压力表
- GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法
- GB/T 3985 石棉橡胶板
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 4622(所有部分) 缠绕式垫片
- GB/T 5117 碳钢焊条
- GB/T 5118 低合金钢焊条
- GB/T 5231 加工铜及铜合金化学成分和产品形状
- GB/T 5574 工业用橡胶板
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 12232 通用阀门 法兰连接铁制闸阀
- GB/T 12233 通用阀门 铁制截止阀与升降式止回阀
- GB/T 12238 法兰和对夹连接弹性密封蝶阀
- GB/T 12712 蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求
- GB 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

JB/T 4726 承压设备用碳素钢和合金钢锻件

JB 4728 压力容器用不锈钢钢锻件

JB/T 8803 双金属温度计

### 3 术语和定义

GB 150.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**两相流喷射式热交换器** steam-driven jet heat exchanger

两相流喷射式热交换器是汽液两相直接接触式的换热装置。如图 1 所示,蒸汽作为加热流体,水作为被加热流体,蒸汽在喷嘴内膨胀形成高速汽流后与水充分混合形成超音速汽液两相流,在变截面通道内产生凝结激波,蒸汽全部凝结成水,使出水温度和压力同时升高。

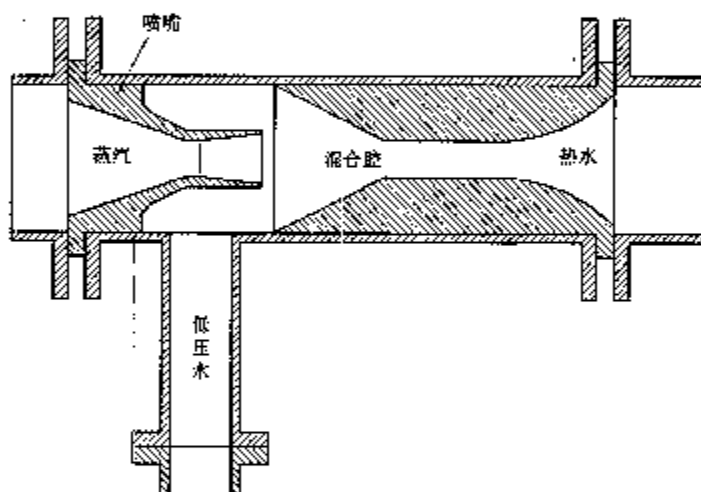


图 1 两相流喷射式热交换器工作原理图

#### 3.2

**最高工作温度** maximum working temperature

$T_{\text{max}}$

喷射器工作中出现的最高温度,℃。

#### 3.3

**最高进水温度** maximum inlet water temperature

$T_{\text{wmax}}$

在给定的进汽压力、进汽温度及进水压力下,当进水温度升到喷射器丧失升压能力时的临界温度  $T_{\text{wmax}}$ ,℃。

#### 3.4

**最小加热温升** minimum heating temperature rise

在给定的进水压力及进水温度下,当进汽流量下降时,加热温升也下降,当加热温升下降到喷射器丧失升压能力时的临界温升,℃。

## 3.5

**设计温度** design temperature

喷射器在正常工作情况下,设定的元件的温度,设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件,℃。

## 3.6

**压力** pressure

除非特别注明,压力均指表压力,MPa。

## 3.7

**工作压力** working pressure

在正常工作条件下,喷射可能出现的最高压力。

## 3.8

**设计压力** design pressure

$P_{\max}$

设定的喷射器的最高压力,与相应的设计温度一起作为基本设计载荷条件,其值不低于工作压力,MPa。

## 3.9

**最低进汽压力** minimum inlet steam pressure

在给定的进水压力及进水温度下,喷射器丧失升压能力时的进汽压力,MPa。

## 3.10

**喷射器热效率** heat efficiency of steam-driven jet heat exchanger

$\eta$

喷射器热效率按(1)式计算:

$$\eta = \frac{c_p W_w (T_{w0} - T_{w1})}{W_G (h_G - c_p T_{w0})} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$c_p$  ——水的定压比热,单位为千焦耳每千克摄氏度[kJ/(kg·℃)];

$h_G$  ——进汽焓值,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

$W_G$  ——进汽流量,单位为千克每秒(kg/s);

$W_w$  ——进水流量,单位为千克每秒(kg/s);

$T_{w1}$  ——进水温度,单位为摄氏度(℃);

$T_{w0}$  ——出水温度,单位为摄氏度(℃)。

## 3.11

**升压系数** pressure lifting coefficient

$\Gamma$

表征喷射器升压性能的参数,按公式(2)计算:

$$\Gamma = \frac{P_0 - P_a}{P_t + P_a} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$P_0$  ——喷射器出水压力,单位为兆帕(MPa);

$P_a$  ——当地大气压力,单位为兆帕(MPa);

$P_t$  ——喷射器进汽压力,单位为兆帕(MPa)。

## 3.12

**最大升压系数** maximum pressure lifting coefficient

$\Gamma_{\max}$

在给定的进汽压力、进汽温度及进水压力下,喷射器出水压力达到最大时的升压系数  $\Gamma_{\max}$ 。

## 3.13

引射系数 entrainment coefficient

 $\varphi$ 

反映喷射器引射性能的参数,为装置进水流量与蒸汽流量之比,按公式(3)计算:

$$\varphi = \frac{W_w}{W_g} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

 $W_w$ ——进水流量,单位为千克每秒(kg/s); $W_g$ ——进汽流量,单位为千克每秒(kg/s)。

## 3.14

运行噪声 performance noise

 $N$ 

喷射器运行时距侧面 1 m 处的噪声值,dB。

## 4 通则

## 4.1 基本要求

4.1.1 喷射器的设计、制造应符合本标准和国家有关法规的规定;制造还应符合图样的要求。

4.1.2 喷射器的设计、制造单位应具备健全的质量保证体系。

4.1.3 设计温度和设计压力应按 GB 150.1 的有关规定确定。

## 4.2 喷射器界定范围

4.2.1 本标准所界定的喷射器包括壳体、喷嘴、混合腔及与其连接的附件,且划定在喷射器的本体与加热蒸汽管道、进水管道的第一个连接断面之内。

## 4.3 结构型式

4.3.1 喷射器分为中心进汽/环周进水及中心进水/环周进汽两种结构型式。

4.3.2 喷射器工作过程应具有蒸汽与水充分混合形成超音速汽液两相混合物、超音速汽液两相混合物在变截面通道内产生凝结激波、出口热水压力超过进水及蒸汽压力三个主要特征。

## 4.4 部件名称

喷射器的零部件名称见图 2、图 3 及表 1,其中喷嘴与混合腔组成喷射器的内芯,装于壳体与延伸管组成的外壳之中。



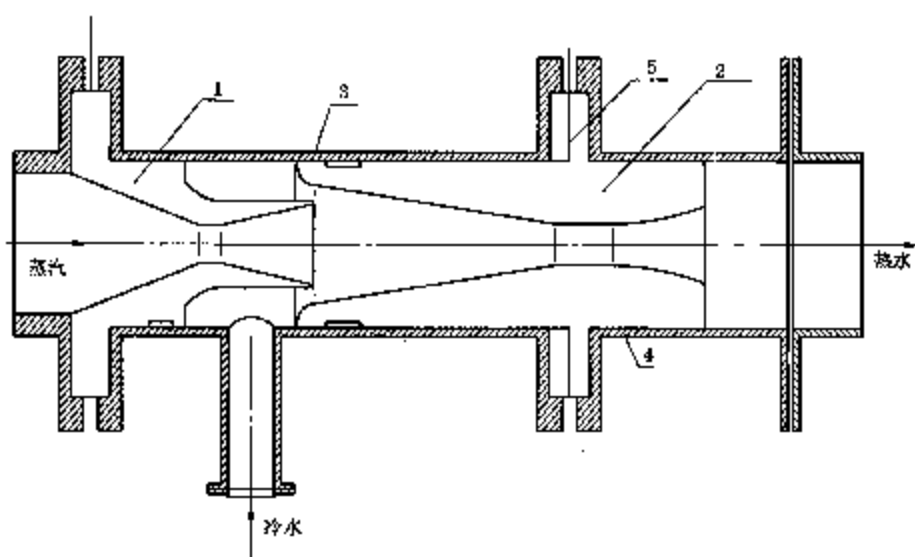


图 2 中心进汽、环周进水的喷射器

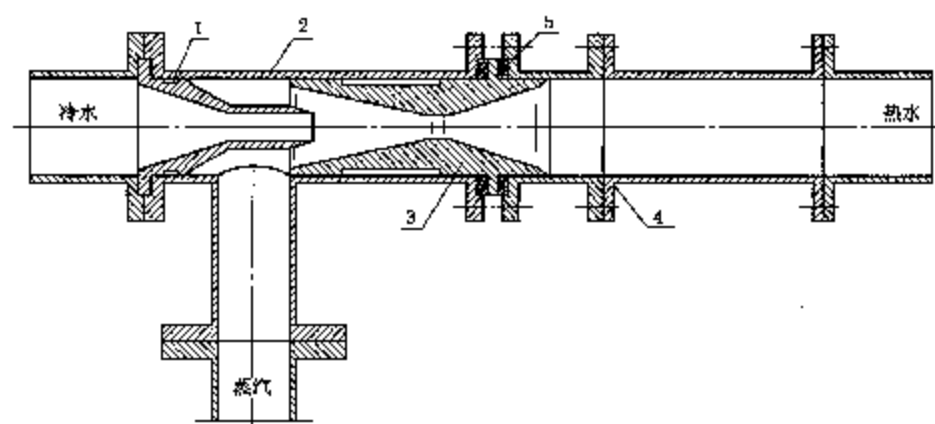


图 3 中心进水、环周进汽的喷射器

表 1

序 号	零部件名称	作 用
1	喷嘴	形成高速汽流及水流
2	混合腔	使汽液两相充分混合, 形成激波
3	壳体	固定喷嘴及混合腔, 并与延伸管 4 组成外壳
4	延伸管	与壳体 3 组成喷射器的外壳
5	调节垫片	调节喷嘴与混合腔的间距

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 喷射器用材料应考虑其使用条件(如设计温度、设计压力、设计流速、介质特性等)、材料的焊接性能、加工性能及经济合理性。

5.1.2 喷射器内芯、外壳、法兰、紧固件等主要部件用材料及承压的焊缝用焊接材料应具备质量证明书;喷射器制造单位从非材料生产单位获得材料时,应同时取得材料质量证明书原件或加盖供应材料单位检验公章和经办人章的有效复印件。

5.2 外壳及内芯

5.2.1 喷射器的外壳及内芯材料应符合设计图样的要求,宜根据工艺所使用的水质、工作环境、防腐等级选取材料。

5.2.2 喷射器所选用的材料应符合表2的规定。

5.3 焊接材料

喷射器用焊接材料应符合 GB/T 983 或 GB/T 5117 或 GB/T 5118 的规定。

5.4 法兰

5.4.1 法兰采用碳素钢、低合金钢锻件及不锈钢锻件时,按 JB/T 4726、JB 4723 的规定选用,并在图样上注明锻件级别。

5.4.2 法兰采用钢板材料加工时,钢板应符合 GB/T 700 或 GB/T 699 的规定。

5.5 垫片

喷射器本体内部及外部连接的法兰垫片应符合表2的规定。

5.6 零部件及铭牌

5.6.1 喷射器所用零部件的机械性能等级应能满足试验压力的要求。

5.6.2 喷射器所有铭牌应采用适合使用环境的金属材料制作。

表 2

序 号	主要零部件名称	材料牌号或材料名称	材料标准
1	内芯	Q235B	GB/T 700
		Q275	
		20	GB/T 699
		25	
		15Mn	
		20Mn	GB/T 699
		06Cr18Ni11Ti	
		022Cr12	
		13Cr13Mo	
		20Cr13	GB/T 1221

表 2 (续)

序 号	主要零部件名称	材料牌号或材料名称	材 料 标 准
2	外壳	10	GB/T 8163
		20	
		0Cr18Ni9	GB 13296 GB/T 14976
		1Cr18Ni9	
		1Cr18Ni9Ti	
		3Cr18Ni10Ti	
3	法兰	Q235B	GB/T 700
		Q235C	
		20	GB/T 839
		15Mn	
		06Cr19Ni10	GB/T 4237
		06Cr18Ni11Ti	
4	垫片	硫化橡胶板	GB/T 5574
		缠绕式垫片	GB/T 4622.1~4622.3
		石棉橡胶板	GB/T 3983
5	调节垫片	Q235A	GB/T 700
		2Cr13	GB/T 1221
		黄铜	GB/T 5231

## 6 设计

### 6.1 符号

- $A_G$  ——蒸汽喷嘴喉部面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $A_{G0}$  ——蒸汽喷嘴出口面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $A_K$  ——混合腔喉部截面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $A_{w1}$  ——进水通道出口面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $c_p$  ——水的定压比热,  $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ;  
 $D_1$  ——蒸汽喷嘴进口直径,  $\text{m}$ ;  
 $D_2$  ——蒸汽喷嘴喉部直径,  $\text{m}$ ;  
 $D_3$  ——蒸汽喷嘴出口直径,  $\text{m}$ ;  
 $D_4$  ——混合腔喉部直径,  $\text{m}$ ;  
 $h_G$  ——进汽焓值,  $\text{kJ}/\text{kg}$ ;  
 $h_{G5}$  ——等熵膨胀时蒸汽喷嘴的出口焓值,  $\text{kJ}/\text{kg}$ ;  
 $h'_{G5}$  ——蒸汽喷嘴的实际出口焓值,  $\text{kJ}/\text{kg}$ ;  
 $l$  ——混合腔进口段斜度;  
 $l_M$  ——混合腔喉部平直段长度,  $\text{m}$ ;

- $l_N$  ——喷嘴出口与混合腔喉部的距离, m;  
 $\Delta l$  ——喷嘴出口边缘的厚度, m;  
 $n$  ——喷射器内的喷射换热单元数;  
 $P_a$  ——当地大气压力, MPa;  
 $P_G$  ——喷射器进汽压力, MPa;  
 $P_{GO}$  ——蒸汽喷嘴出口压力, MPa;  
 $P_r$  ——试验压力, MPa;  
 $P_I$  ——进水压力, MPa;  
 $P_M$  ——混合腔喉部压力, MPa;  
 $P_G$  ——进水通道出口压力, MPa;  
 $S_M$  ——混合腔喉部截面周长, m;  
 $T_M$  ——混合腔喉部压力  $P_M$  所对应的饱和温度, °C;  
 $T_{WO}$  ——出水温度, °C;  
 $T_{WI}$  ——进水温度, °C;  
 $\Delta T$  ——加热温升,  $\Delta T = T_{WO} - T_{WI}$ , °C;  
 $\Delta T_M$  ——计算混合腔喉部压力的修正温差, °C;  
 $W_G$  ——进汽流量, kg/s;  
 $W_W$  ——进口水质量流量, kg/s;  
 $u_{GO}$  ——蒸汽喷嘴出口流速, m/s;  
 $u_{WO}$  ——进水通道出口流速, m/s;  
 $v_G$  ——蒸汽进口比容, m<sup>3</sup>/kg;  
 $v_{GO}$  ——蒸汽喷嘴出口比容, m<sup>3</sup>/kg;  
 $\phi$  ——蒸汽喷嘴的压比;  
 $\xi$  ——混合腔收缩比;  
 $\xi_w$  ——进水通道阻力系数;  
 $\pi$  ——圆周率, 取 3.14159;  
 $\beta$  ——确定混合腔喉部平直段长度的修正系数;  
 $\eta_s$  ——蒸汽喷嘴效率, %;  
 $\mu_G$  ——蒸汽喷嘴的流量系数, 取 0.9~0.99;  
 $\rho_w$  ——进水密度, kg/m<sup>3</sup>。

## 6.2 蒸汽喷嘴

### 6.2.1 喷射器蒸汽流量

喷射器的蒸汽流量按式(4)计算,  $\eta$  的取值为 0.99~0.998。

$$W_G = \frac{100 \times W_W \times c_p \Delta T}{\eta (h_t - c_p T_{WI})} \quad \dots\dots\dots (4)$$

### 6.2.2 喷嘴喉部通流面积

蒸汽喷嘴采用缩放形的拉瓦尔喷嘴, 如图 4 所示。其喉部通流面积按式(5)计算。

$$A_G = \frac{W_G}{0.638 \pi \mu_G \sqrt{\frac{10^4 (P_G + P_a)}{v_G}}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

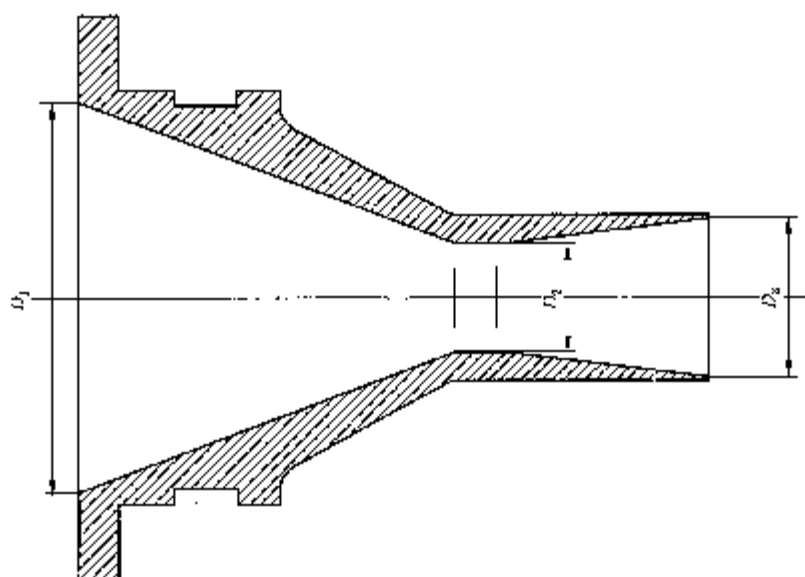


图4 蒸汽喷嘴结构示意图

## 6.2.3 喷嘴喉部通流直径

拉瓦尔蒸汽喷嘴喉部直径按式(6)计算:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{G2}}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

## 6.2.4 出口直径

蒸汽喷嘴出口直径按式(7)计算:

$$D_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{G3}}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

## 6.2.5 蒸汽喷嘴压比值

蒸汽喷嘴的压比值按式(8)计算:

$$\phi = \frac{P_{G0} + P_{s1}}{P_G + P_{s2}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

蒸汽喷嘴的设计压比值取值范围为 0.05~0.4。

## 6.2.6 混合腔喉部压力所对应的蒸汽饱和温度按式(9)计算:

$$T_w = T_{w0} + \Delta T_M \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中的修正温差  $\Delta T_M$  的范围为 0℃~40℃,其具体数值根据实验确定。

## 6.2.7 出口流速

蒸汽喷嘴的出口流速按式(10)计算:

$$w_{G3} = \sqrt{20\eta_s(h_G - h_{G3})} \quad \dots\dots\dots (10)$$

蒸汽喷嘴效率  $\eta_s$  取 0.8~0.95。

## 6.2.8 出口截面积

蒸汽喷嘴的出口截面积按式(11)计算:

$$A_{GD} = \frac{v_{GD} W_G}{n \times u_{GD}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

6.2.9 蒸汽喷嘴流动通道的几何结构应满足蒸汽膨胀为超音速流的需要。对图4的蒸汽喷嘴,其进口收缩段斜度为1/3~1/10,出口扩散段斜度为1/5~1/30,流动通道应光滑;蒸汽喷嘴进口直径 $D_1$ 宜大于其喉部直径 $D_2$ 的2倍以上。

### 6.3 进水通道

#### 6.3.1 出口面积

对中心进汽/环周进水型的喷射器,其进水通道为图2所示的喷嘴1出口外表面与混合腔2进口内表面所组成的通道。进水通道为收缩形通道,其出口面积为:

$$A_w = \frac{W_w}{\pi \rho_w u_w} \quad \dots\dots\dots (12)$$

#### 6.3.2 出口水流速

进水通道出口水的流速按照式(13)计算:

$$u_w = \sqrt{\frac{2 \times 10^5 \times (P_w - P_{w0})}{\xi_w \rho_w}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

进水通道阻力系数根据试验确定,与进水通道的几何结构及进水流量有关。

### 6.4 混合腔设计

#### 6.4.1 流动通道喉部面积

混合腔内的流动通道为缩放形,如图5所示。其喉部面积 $A_M$ 按式(14)计算:

$$A_M = \xi \times (A_G + A_w) \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中混合腔收缩比 $\xi$ 一般为0.1~1.5,按照喷射器的性能要求选取。

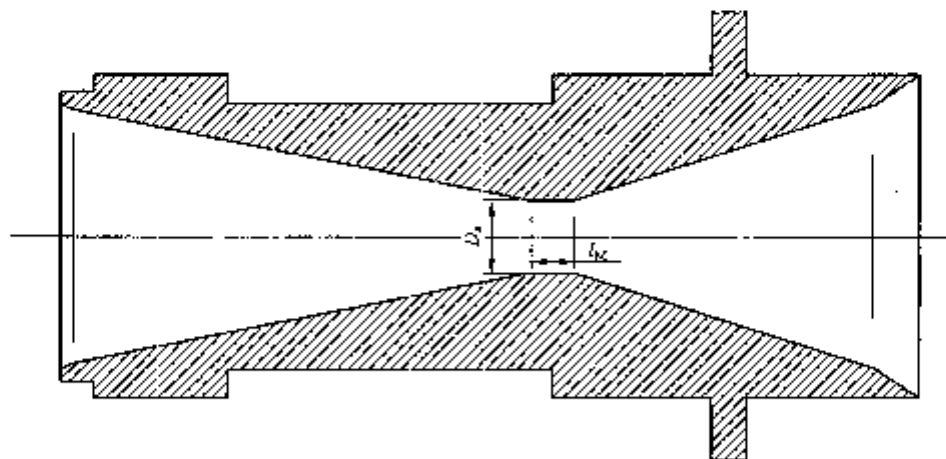


图5 混合腔结构示意图

#### 6.4.2 流动通道喉部直径

混合腔内的流动通道喉部直径按式(15)计算:

$$D_4 = \sqrt{\frac{a \cdot A_w}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中通流面积系数 $a$ 一般为0.8~1.5,按照喷射器的性能要求选取。

### 6.4.3 流动平直段

混合腔喉部平直段长度  $l_M$  按式(16)计算:

$$l_M = \frac{4\beta A_M}{S_M} \dots\dots\dots (16)$$

式中的系数  $\beta$  一般为 0.1~3.0,按照喷射器的蒸汽流量、引射系数及出口水温等工作参数选择,具体数值通过试验确定。

### 6.4.4 混合腔几何结构和尺寸

混合腔几何结构和尺寸应满足高速蒸汽与水流混合及升压的要求,其入口收缩段斜度为 1/3~1/15;出口扩散段斜度为 1/5~1/30,流动通道应光滑。

## 6.5 喷嘴与混合腔距离

6.5.1 对于截面为圆形的混合腔,当混合腔入口收缩段斜度收缩比  $\lambda$  为常数时,喷嘴与混合腔的距离  $l_N$  按式(17)计算:

$$l_N = l \times \left( \sqrt{\frac{(A_{GO} + A_{WD})}{\pi}} - \sqrt{\frac{A_N}{\pi}} \right) \dots\dots\dots (17)$$

6.5.2 喷嘴与混合腔的距离  $l_N$  通过喷嘴、混合腔及壳体的配合来保证。喷射器应设计调整垫片以对  $l_N$  进行调节。为方便喷射器的拆卸,延伸管长度应大于混合腔长度。

## 6.6 运行参数

6.6.1 喷射器设计工作升压系数不应超过最大升压系数的 80%。

6.6.2 在用户要求的进汽压力、进汽温度及进水压力范围内,用于供暖系统的喷射器最高进水温度应不高于 75℃;用于生活热水加热的喷射器最高进水温度应不低于 60℃;用于其他行业的喷射器最高进水温度应比用户要求的最高进水温度高 5℃以上。

## 7 制造

### 7.1 机械加工

7.1.1 外壳与内芯的尺寸配合精度宜满足零部件拆卸和更换的要求。

7.1.2 法兰密封面应与介质流动轴线方向垂直。

### 7.2 焊接

喷射器的焊接应满足 GB 150.4 的有关规定。

### 7.3 组装

7.3.1 喷射器应按产品组装工艺图(卡片)进行。

7.3.2 装配前各零部件表面应保持清洁,不得有污物。

7.3.3 安装应保证喷嘴、混合室、扩压室的轴心在同一直线上。

7.3.4 喷射器的碳素钢零部件外露表面应采取涂油(脂)防锈措施。

7.3.5 组装后喷射器内腔应洁净、无杂物。

7.3.6 组装过程中严禁对零部件进行敲击。

## 7.4 表面处理

7.4.1 喷射器的外表面防腐应根据工作环境选取防腐等级及防腐方式。

7.4.2 喷射器外表面应光滑、整洁无污物。

## 7.5 附属件、安装要求

喷射器的附属件、安装、运行维护应符合附录 A 的规定。

## 8 检验与性能测定

### 8.1 一般要求

8.1.1 依照图纸对喷射器的主要零部件、成品的几何形状、尺寸公差进行检验,产品尺寸应满足设计文件的要求。

8.1.2 喷射器外表面不得有尖角、杂物及划痕等缺陷。

### 8.2 耐压试验

8.2.1 喷射器组装完成后应逐台进行液压试验;当材料为奥氏体不锈钢时,应限制试验水中的氯离子含量不大于 25 mg/L。

8.2.2 液压试验介质宜采用洁净水作为试验介质,液压试验合格后应排放喷射器腔内的积水,并将腔内的水渍清除干净;充水时,应排尽管道及设备中的空气。试验时,环境温度不宜低于 5℃。

8.2.3 试验压力按式(18)计算:

$$P_T = 1.25 \times P_{\max} \frac{[\sigma]}{[\sigma]_T} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$[\sigma]$ ——试验温度下喷射器壳体的许用应力,MPa;

$[\sigma]_T$ ——设计温度下喷射器壳体的许用应力,MPa。

注:当计算的试验压力  $P_T \leq 1.25 \text{ MPa}$  时,取  $P_T = 1.25 \text{ MPa}$ 。

8.2.4 液压试验时必须使用两个量程相同且标定合格的压力表,压力表精度等级不低于 1.5 级;压力表的量程应为最高工作压力的 2 至 3 倍,表盘直径不小于 100 mm;压力表安装的位置应便于读数和观察。

8.2.5 液压试验时应在适当位置设置排气口,充满水时将喷射器腔内的空气排尽,试验过程中应保持喷射器观察面的干燥。

8.2.6 喷射器充满水后先检查各密封面有无渗漏,无渗漏时应缓慢升压,达到规定的试验压力后,保压时间不少于 20 min,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紧固螺栓以维持压力不变的做法。

8.2.7 液压试验的合格要求如下:

- a) 保压 20 min 以上,无压降;
- b) 各密封面和焊缝没有任何水珠和水雾的痕迹;
- c) 喷射器本体无明显的残余变形。

8.2.8 对进行气压试验的喷射器,试验压力和试验程序应由供需双方协商。

### 8.3 噪声检测

喷射器单独运行时,距喷射器 1 m 处噪声不得大于 80 dB,噪声测量方法应符合 GB/T 3768 的



规定。

8.4 性能测定

8.4.1 升压系数与被加热水流量测量

8.4.1.1 开机前观察冷热介质压力、温度是否正常,测定环境温度应大于 5℃。开启喷射器上冷水管道阀门,使冷水进入喷射器。缓慢开启蒸汽阀门,使蒸汽进入喷射器,通过调节进出水及蒸汽管道上阀门,同时观察出水温度和出口压力,升至设计出口温度和压力后稳定,读取并记录各压力表、温度计、累积式流量计读数,连续试验时间不少于 10 min,若因改变试验参数需要调整流量、压力、温度时,则改变后稳定时间不得少于 2 min,然后才能再次测量。

8.4.1.2 在额定的工况条件下,每间隔 10 min 测量 1 次,连续测量 3~6 次,取其平均值作为该工况条件下的性能指标。

8.4.1.3 对初次设计的通用喷射器产品,应进行性能试验。试验进水温度为 20℃时,加热温差不小于 30℃时,最大升压系数应大于 1.5,运行噪音应低于 80 dB。

8.4.2 每次性能测定应有记录并存档。

8.4.3 喷射器出口流量范围的推荐数值见表 3。

表 3

规格(蒸汽进口公称直径)	DN25	DN40	DN50	DN65	DN80
出口流量/t/h	1.0~3.5	3.6~9.0	9.0~11	11~24	25~36
规格(蒸汽进口公称直径)	DN100	DN125	DN150	DN200	DN250
出口流量/t/h	36~56	56~88	88~125	125~220	220~350
注:流量偏差为±10%。					

8.4.4 喷射器在设计工况下,加热温升偏差应不大于±5℃。

8.4.5 喷射器在设计工况下,运行升压系数偏差应不大于±10%。

8.5 检验规则

8.5.1 喷射器出厂前应进行逐台检验,检验合格后,并附质量证明文件方能出厂。

8.5.2 出厂检验项目及技术要求应符合表 4 的规定。

表 4

检 验 项 目	检验分类			技术要求
	出厂检验	批量检验	型式试验	
外观尺寸检验	√		√	条款 8.1.1
外观质量检验	√		√	条款 8.1.2
耐压试验	√		√	条款 8.2

表 4 (续)

检 验 项 目	检 验 分 类			技 术 要 求
	出 厂 检 验	批 量 检 验	型 式 试 验	
噪声检测		√	√	条款 5.3
升压系统检验		√	√	条款 8.4
山口流量检验		√	√	条款 8.4

8.5.3 出厂检验项目全部合格,判该产品合格。若有一项不符合标准要求时,不符合检验项目允许调整修理一次,若还达不到标准规定时,判该产品为不合格。

8.5.4 出厂检验和批量检验项目按表 4 的规定,批量检验的样品应按批次从出厂检验合格的产品中随机抽取 2 台,若此批次为 2 台以下者,则抽取 1 台。

8.5.5 有下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 首批或试制产品;
- b) 正式生产后,如结构、工艺有较大改变,可能影响产品性能;
- c) 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求;
- d) 停产半年后,恢复生产时。

## 9 图样及随机技术文件、标志、包装、贮存、运输

### 9.1 图样

9.1.1 供方应提供喷射器外形图及配置附件安装流程图。外形图及配置附件安装流程图应至少包括以下内容:

- a) 用途、项目号、工程名称、制造单位;
- b) 蒸汽压力、进水压力、出水压力、进水温度、出水温度;
- c) 产品型号、设计热负荷、供水量或循环水量;
- d) 支架尺寸与方位、产品外型尺寸;
- e) 与喷射器配套的阀门、仪表、自动控制系统、水泵、控制柜的布置流程;
- f) 接管尺寸、介质流向标志;
- g) 所用标准、规范及法规目录。

9.1.2 收到需方认可的外形图及安装流程图后,供方应按需方要求提供合格的施工安装图。

9.1.3 需方对主机图及安装流程图的确认,并不解除供方应满足订单要求的责任。

### 9.2 随机技术文件

9.2.1 随机技术文件至少应包含下列内容:

- a) 产品质量证明书;
- b) 产品使用说明书;
- c) 产品外观图。

9.2.2 产品质量证明书至少应包含下列内容:

- a) 产品技术特性;
- b) 合格证;
- c) 液压试验检验报告。

### 9.2.3 产品使用说明书至少应包含下列内容:

- a) 推荐的设备安装方法、注意事项;
- b) 设备操作规程;
- c) 常见故障分析及排除方法。

## 9.3 标志

### 9.3.1 每台喷射器在明显的位置上应装有产品铭牌,铭牌上的字迹应清晰、无误。其内容包括以下各项:

- a) 产品名称和型号;
- b) 制造厂名称;
- c) 制造年、月;
- d) 制造编号或批号;
- e) 重量;
- f) 设计压力、温度。

### 9.3.2 产品上应设置如下标记:

- a) 接口介质名称或其代号;
- b) 介质流向。

## 9.4 包装

### 9.4.1 产品应单机包装,包装箱应符合 GB/T 13384 的有关规定。

### 9.4.2 产品在运输中的包装运输标志应符合 GB/T 191 中的有关规定。

### 9.4.3 喷射器上的各接口(包括温度计、压力表和各种传感器的接口)均应用橡胶和塑料塞堵堵死,法兰、盲板等密封面、各种零件的螺纹部分均应采取涂油防锈措施。

## 9.5 运输

产品在运输和装卸过程中,应避免日晒、雨淋及化学物品的侵蚀,防止碰撞、划伤和损坏。搬运时严禁滚动和抛掷。

## 9.6 贮存

### 9.6.1 应按产品型号或生产批号分类贮存。

### 9.6.2 喷射器应存放在没有腐蚀气体并通风干燥的地方。

### 9.6.3 包装好的产品应水平放置,其叠放不得超过两层,底部应稳妥垫高距地面 100 mm~200 mm。

## 附录 A

### (规范性附录)

#### 附属件、安装、运行及维护

##### A.1 附属件

A.1.1 喷射器与管道、阀门的连接宜采用法兰连接,其本体部分的连接宜采用法兰连接或其他方式连接,以便于喷射器运行状态的调整。

A.1.2 喷射器本体各部及外接连接宜采用法兰或双头螺柱连接,以便于调整和拆卸。采用螺栓连接时,法兰螺栓孔或双头螺柱孔宜与铅垂线跨中布置。

A.1.3 喷射器本体混合腔处宜装设压力表,以便于观察混合腔运行情况。该压力表的量程应包含真空区。

A.1.4 进口蒸汽管路上应安装切断阀,切断阀的选型应符合 GB/T 12233 或 GB/T 12238 的要求;进出水管道上侧宜选用闸阀或蝶阀,闸阀的制造应符合 GB/T 12232 的规定。蝶阀的制造应符合 GB/T 12238 的规定。

A.1.5 进口蒸汽管路上应安装止回阀,止回阀的选型应符合 GB/T 12233 或 GB/T 12236 的要求。

A.1.6 进口蒸汽管路上宜安装疏水装置,疏水阀的选型应符合 GB/T 12712 的要求。

A.1.7 出水管路宜安装启动旁路系统,以保证升压器的平稳启停,并在事故工况下实现快速疏水。启动旁路系统的管径应不小于喷射器内部的最小流通面积,如出水为开式水箱,连接管路小于 10 m 且水箱位置低于喷射器,可以不设计启动旁路。

A.1.8 应设置进汽、进水及出水的温度和压力测量仪表,压力测量仪表宜有就地显示功能。温度表应符合 JB/T 8803 的规定,压力表应符合 GB/T 1228 的规定。

A.1.9 为防止振动,喷射器的进水及出水管路宜安装减震装置。

A.1.10 喷射器设计在封闭循环管路中,应在喷射器的进水管路上设置(泄水)定压装置,其排放量应不小于蒸汽流量。

A.1.11 喷射器设计在封闭循环管路中,宜在喷射器附近的最高点设自动集气、排气装置,以利于排放蒸汽中的不凝结气体。

A.1.12 在喷射器的出水管侧宜设置泄水阀,泄水阀宜选用闸阀或截止阀,泄水阀的管径不得小于 DN20。

A.1.13 设计工作完成后,应出具喷射器系统设计图和设计文件,作为喷射器系统制造、安装及使用的依据。

##### A.2 安装

A.2.1 喷射器采用汽液两相直接接触换热方式,容易产生水击,应在系统设计中充分考虑装置启动、正常运行、停运及事故工况下管路的安全性。喷射器和管路的布置,要做到管道接口流畅、阻力损失小、检修方便、便于操作和观测。

A.2.2 喷射器出口直管段长度不宜小于出口管径的 15 倍。

A.2.3 温度、压力等测量仪表的安装应便于观察和计量。

A.2.4 喷射器安装应牢固可靠,位置正确,设备安装应留有足够的空间,满足拆装维修的需要,空间不

小于 500 mm, 安装前应对喷射器进行清理, 确保设备内无异物, 对喷射器上仪表孔洞进行封闭处理。

A.2.5 焊接与喷射器连接法兰时, 应将喷射器拆下后再焊接连接法兰, 以免在施焊时喷射器体内产生电弧, 损坏设备。

A.2.6 需有基础的喷射器, 其基础的位置、几何尺寸和质量要求应符合图纸设计要求。

A.2.7 喷射器安装后, 不得随意对设备本体进行局部切、割、焊等操作。

A.2.8 喷射器系统安装完成后, 均应进行严密性试验, 严密性试验压力应为 1.25 倍系统设计压力, 且不低于 0.6 MPa。

A.2.9 试验用的压力表应校验, 精度不宜低于 1.5 级, 表的满量程应达到试验压力的 2 倍~3 倍。

A.2.10 喷射器可露天安装使用, 但应有可靠的防冻措施, 并有防止雨雪进入保温层的防护措施。

### A.3 运行维护

A.3.1 喷射器运行操作人员应经过培训, 并按操作规程或本标准的要求进行操作。

A.3.2 本装置不能通过调节出口压力来改变流量, 严禁在运行时关闭出口阀门。

A.3.3 喷射器进口蒸汽压力是喷射器的关键运行参数, 宜设置为报警信号。

A.3.4 本装置不能通过调节出口压力来改变流量, 严禁在运行时关闭出口阀门。

A.3.5 当出口流量或升压系数发生变化时, 应及时停止运行进行检查, 查明原因并排除故障后再运行。

A.3.6 当喷射器的工作压力超过设定的排放压力, 而喷射器的超压排流装置仍不排流泄压时, 应停止喷射器的运行。

A.3.7 喷射器本体及连接管道上的压力表、温度表应按有关规定进行定期校验。

A.3.8 采用化学方法对喷射器及连接管道进行清洗时, 应保证清洗介质不对喷射器及管材造成腐蚀, 清洗后应对喷射器及连接管道进行压力试验, 试验压力应不低于最高工作压力的 1.5 倍。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
两相流喷射式热交换器  
GB/T 29464—2012

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51786235  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 35 千字  
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-47093 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 29464-2012