



中华人民共和国国家标准

GB/T 43917.4—2024

焊接烟尘捕集和分离设备 第4部分:捕集装置最小风量的测定

Equipment for capture and separation of welding fume—
Part 4: Determination of the minimum air volume flow rate of capture devices

(ISO 21904-4:2020, Health and safety in welding and allied processes—
Equipment for capture and separation of welding fume—Part 4: Determination
of the minimum air volume flow rate of capture devices, MOD)

2024-04-25发布

2024-11-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 1

4 捕集罩、捕集嘴和扁口捕集嘴 1

 4.1 概述 1

 4.2 试验仪器 1

 4.3 试验方法 2

 4.4 测试报告 3

5 焊枪上烟尘吸气装置 4

 5.1 试验通则 4

 5.2 测量装置 4

 5.3 试验方法 4

 5.4 测试报告 5

附录 A (资料性) 有关焊枪吸气的其他信息 7

参考文献 9

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。

本文件是 GB/T 43917《焊接烟尘捕集和分离设备》的第4部分。GB/T 43917 已经发布了以下部分：

- 第1部分：一般要求；
- 第2部分：分离效率的测试和标记要求；
- 第3部分：焊枪上烟尘吸气装置捕集效率的测定；
- 第4部分：捕集装置最小风量的测定。

本文件修改采用 ISO 21904-4:2020《焊接和相关工艺的健康与安全 焊接烟尘捕获和分离设备 第4部分：捕获装置最小空气流量的测定》。

本文件与 ISO 21904-4:2020的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 15706—2012替换了 ISO 12100:2010(见第3章)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的 GB/T 43917.1—2024替换了 ISO 21904-1:2020(见第3章、4.1、4.3.3、4.4、5.3.2、5.4)，以适应我国的技术条件。

本文件做了下列编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将标准名称改为《焊接烟尘捕集和分离设备 第4部分：捕集装置最小风量的测定》；
- 删除了 ISO 21904-4:2020第4章中修饰性的表述内容(见4.3.2)；
- 用资料性引用的 GB/T 2624.1替换了 ISO 5167(见5.2.2)。

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。

本文件由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC55)提出并归口。

本文件起草单位：中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司、苏州兆和空气系统股份有限公司、浙江银轮机械股份有限公司、山东艾西特智能科技有限公司、亚琛联合科技(天津)有限公司、威尔登环保设备(长沙)有限公司、哈尔滨工业大学。

本文件主要起草人：吕晓春、姚伟强、曹宇堃、麦小波、李云稀、陶汪、吴佳、王玉成、林三宝、苏金花、郭泉。

引 言

焊接和相关工艺产生的烟尘和体会严重影响人体健康。因此,控制焊接产生的烟尘和气体,以尽量减少焊工和焊接操作工的接触极其重要,其中最有效的控制方法是在烟尘和气体进入焊工和焊接操作工呼吸区或工作场所环境之前,在焊接烟尘源头附近捕集,设备的捕集效果会直接影响焊工和焊接操作工的健康。

GB/T 43917《焊接烟尘捕集和分离设备》规定了焊接烟尘捕集和分离设备的设计制造要求、各相关组件要求以及分离效率、焊枪上烟尘吸气装置捕集效率和捕集装置最小风量三个基本性能参数的测试方法,通过以上规定,确保焊接烟尘捕集和分离设备达到应有的捕集效果。

GB/T 43917拟由四个部分构成。

- 第 1 部分:一般要求。旨在规定用于收集和分离焊接和相关工艺(如电弧焊和热切割)产生的烟尘的通风设备总体的设计和制造要求。
- 第 2 部分:分离效率的测试和标记要求。旨在规定焊接烟尘分离设备分离效率的测试方法以及标记要求。
- 第 3 部分:焊枪上烟尘吸气装置捕集效率的测定。旨在规定焊枪吸气系统焊接烟尘捕集效率的实验室测量方法。
- 第 4 部分:捕集装置最小风量的测定。旨在规定测量焊接烟尘捕集和分离设备最小风量的试验方法。

焊接烟尘捕集和分离设备

第 4 部分:捕集装置最小风量的测定

1 范围

本文件规定了确定焊接烟尘捕集和分离设备最小风量的两种试验方法,包括测试原则、仪器、试验方法和试验报告要求。

本文件适用于捕集罩、捕集嘴和长度与软管直径之比为 8 : 1 或更小的扁口捕集嘴以及焊枪上烟尘吸气装置,不适用于下通风工作台。

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 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(GB/T 15706—2012,ISO 12100:2010,IDT)

GB/T 43917.1—2024 焊接烟尘捕集和分离设备 第 1 部分:一般要求(GB/T 43917.1—2024,ISO 21904-1:2020,MOD)

3 术语和定义

GB/T 15706—2012和 GB/T 43917.1—2024界定的术语和定义适用于本文件。

4 捕集罩、捕集嘴和扁口捕集嘴

4.1 概述

进行试验以确定最小风量,在垂直于捕集罩入口平面的测量距离处,提供给定尺寸的吸入场和风速。GB/T 43917.1—2024的 5.2规定了吸入场所需速度,以及在 1.5D 的距离处,所需面积长度至少为 1.5D,宽度为 1D,其中 D 为抽气管道的内径。最小风量能通过 4.3 所述的测量或数值模拟(计算流体力学 CFD)来实现。

4.2 试验仪器

4.2.1 非定向风速计

适用于测量 0.2 m/s~0.5 m/s范围内的空气速度,最大误差为 ± 0.06 m/s,并满足校准要求。

4.2.2 距离测量仪器

仪器的距离测量误差在 ± 1 mm 以内。

4.2.3 测量管道中流速的设备

压差装置,采用文丘里管或不确定度为 $\pm 5\%$ 的孔板。

4.2.4 用于产生可调节风量的设备

带有变频器或风量调节阀的风机。

4.3 试验方法

4.3.1 测试条件设置

捕集罩或捕集嘴独立放置并远离任何障碍物。确保在 5 min 试验期间,直接测试区域内的任何干扰气流平均小于 0.1 m/s 。

风速计应具备在测量平面内移动的条件。

4.3.2 入口和测量平面位置的确定

根据图 1 确定气流入口平面的位置,测量平面应平行于气流入口平面,距离气流入口平面 $1.5D$ 。



标引序号说明：

- 1 — 管；
- 2 — 罩；
- 3 — 测量平面；
- 4 — 入口平面；
- D — 抽气管道的内径。

图 1 测试条件设置

4.3.3 试验程序

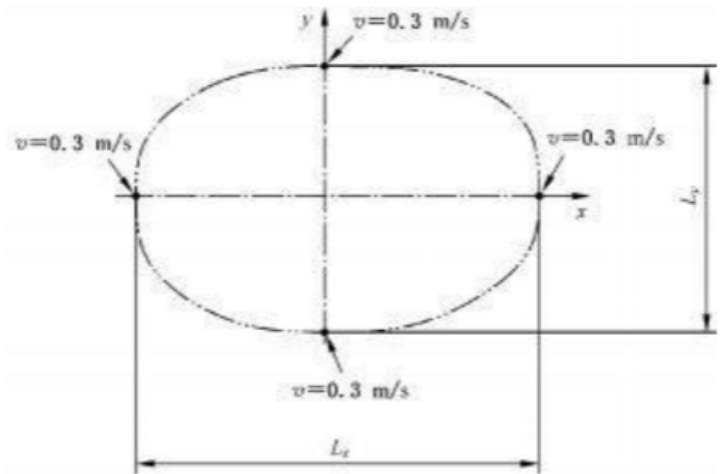
在 4.1 规定的试验条件下设置捕集装置,并设置和记录风量,确保在整个试验期间,风量保持恒定。

将风速计放置在测量平面的 x 轴上,并移动风速计,直到获得 GB/T 43917.1—2024 中规定所需的 速度在 x 轴最远的值。如果不能测量到所需的速度,使用更高的风量重复此过程。如果能测量到所需的速度,记录该位置,然后移动风速计,如图 2 所示,在 x 轴的另一侧建立一个类似的位置并记录。计算记录的两个位置之间的距离,对 y 轴重复该步骤。

每次空气速度测量至少应为 5 min 内的平均值。记录间隔最大应为 5 s。

x 轴或 y 轴上测量点之间的距离应至少为 1.5D。同时,另一轴上测量点之间的距离应至少为 1D。如果不满足这些要求,则增加风量并重复该步骤。

相反,如果测量点之间的距离远大于要求的距离,则降低风量,并重复该步骤。



标引序号说明：

L_x ——x 轴上测量点之间的距离；

L_y ——y 轴上测量点之间的距离；

v ——风速。

注：图中虚线标记的区域的风速大于或等于 GB/T 43917.1—2024 中规定的速度。

图 2 测量平面

4.4 测试报告

试验报告应至少包括以下信息。

- a) 本文件编号。
- b) 测试的捕集设备的说明,包括以下详细信息：
 - 制造商；
 - 型号和序列号；
 - 设计、尺寸等。
- c) 所进行测试的详细信息：
 - 捕集设备的入口平面到测量平面的距离；
 - 使用的测量设备。
- d) 测试结果如下：
 - 确定的最小空气风量；
 - 按照 GB/T 43917.1—2024 中规定所需的速度(v)测得的每个方向上点之间的距离,单位为厘米(cm)。
- e) 本文件未规定或视为可选的任何操作。
- f) 测试机构的名称和地址。
- g) 负责测试的人员姓名。
- h) 试验日期。
- i) 试验偏差或异常情况。

5 焊枪上烟尘吸气装置

5.1 试验通则

应确定接头处的最小风量($Q_{v,c}$)，以及在焊接烟尘排放点产生最小速度的压力(Δp_c)。该诱导速度是影响焊接烟尘捕集效率的主要变量。

评估该速度的最可靠的方法是一种间接方法，该方法考虑了吸嘴处吸气风量($Q_{v,n}$)，以及吸入点与焊接烟尘排放点之间的距离(L)。由于高压，系统中可能发生泄漏，接头处的风量可能与吸嘴处的风量显著不同。焊接烟尘排放点固定在距接触管端部 20 mm 处。距离(L) [单位为米(m)] 是从该点到吸嘴最远入口点进行测量的。

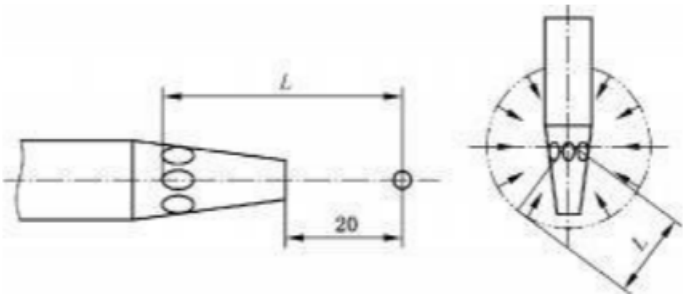
假设进气口周围呈球形等速度分布，则在吸嘴处产生的风量($Q_{v,n}$)符合公式(1)：

$$Q_{v,n} = v_i \times 4\pi L^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $Q_{v,n}$ — 吸嘴处的实际风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；
- v_i —— 目标诱导速度，单位为米每秒(m/s)；
- L —— 焊接烟尘排放点至吸入口最远入口点的距离，单位为米(m)，见图 3。

单位为毫米



标引序号说明：
L— 从焊接烟尘排放点到吸嘴最远入口点的距离。

图 3 吸嘴

因捕集风量过大导致的焊接缺陷风险的信息，见附录 A 的 A.1 和 A.2。有关如何在调整气压时考虑海拔的信息，见 A.3。

5.2 测量装置

5.2.1 测量静压的装置

测量焊枪吸气管中的压力，测量不确定度不超过读数的 ±1%。

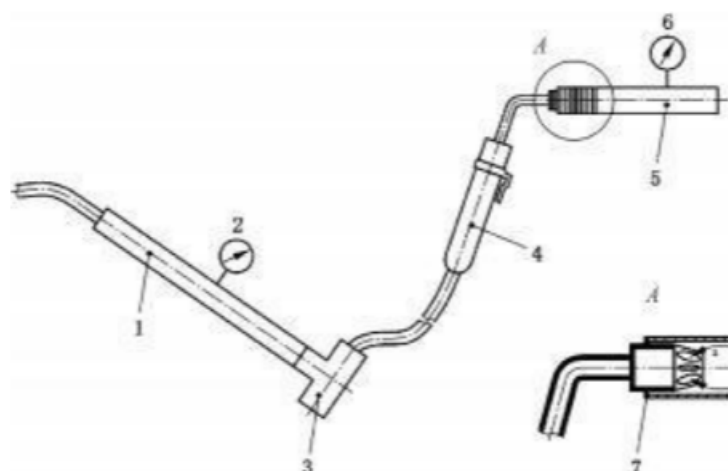
5.2.2 测量流速的装置

精度为 ±5%或更高(示例见 GB/T 2624.1)。测量管道中流量采用压差装置，如文丘里管或孔板。

5.3 试验方法

5.3.1 测试条件设置

焊枪上烟尘吸气装置测试设置见图 4。



标引序号说明：

- 1—接头处的流速测量点 $Q_{v,c}$ 和压差 Δp_c ；
 - 2—允许在焊枪接头处测量流量的装置；
 - 3—焊枪和抽气系统之间的接头；
 - 4—焊枪；
 - 5—吸嘴处流速的测量点 $Q_{v,n}$ ；
 - 6—在吸嘴测量流量的装置；
 - 7—密封处；
- ^a 气流。

图 4 焊枪上烟尘吸气装置测试条件设置

5.3.2 测试程序

按以下程序进行测试。

- a) 测量距离(L),对于带有可移动吸嘴的焊枪,首先将吸嘴移动到极限位置。
- b) 计算实际风量($Q_{v,n}$),根据目标诱导速度按公式(1)计算。
- c) 设置吸嘴处的风量($Q_{v,n}$),如果焊枪手柄有旁通阀,则应在试验过程中将其关闭。
- d) 测量接头处的压差($\Delta p_{c, meas}$)。
- e) 测量环境压力(p_a),单位为百帕(hPa);环境温度(T_a),单位为摄氏度($^{\circ}C$),应根据公式(2)计算环境空气密度(ρ_a)。

$$\rho_a = 1.292 \frac{273.15}{273.15 + T_a} \frac{p_a}{1\,013.25} \dots\dots\dots (2)$$

- f) 根据公式(3),计算在空气密度为 1.204kg/m^3 (海平面, $20\text{ }^{\circ}C$)时使用焊枪所需的压差(Δp_c)。

$$\Delta p_c = \Delta p_{c, meas} \frac{1.204}{\rho_a} \dots\dots\dots (3)$$

- g) 如果在不超过 GB/T 43917.1—2024 中要求的连接处压差(Δp_c)最大值的情况下,无法达到 $Q_{v,n}$ 值,则停止试验,需要改进焊枪的结构。
- h) 测量接头处的实际风量($Q_{v,c}$),如果风量是通过质量流量的方式测量的,则空气的密度应按照公式(4)转换成风量。

$$\rho_c = 1.292 \frac{273.15}{273.15 + T_a} \frac{p_a - p_{c, meas}}{1\,013.25} \dots\dots\dots (4)$$

注：假设接头处的温度和环境温度(T_a)的差忽略不计。

5.4 测试报告

测试报告至少应包括以下内容：

- a) 本文件编号；
- b) 制造商的名称或商标；
- c) 焊枪上吸气装置的品牌和型号；
- d) 测试机构的名称和地址；
- e) 测试日期、测试人员姓名和签名；
- f) 仪器说明,包括其规格、校准；
- g) 连接器和焊枪之间的软管长度；
- h) 100%工作循环下焊枪的额定电流；
- i) 目标诱导速度(根据 GB/T 43917.1—2024)；
- j) 距离(L),对于带有可移动吸嘴的焊枪,应说明最大距离；
- k) 接头处的压降(Δp_c),得到以 1.204kg/m^3 (海平面, $20\text{ }^\circ\text{C}$) 空气密度所表示的($Q_{v,n}$)；
- l) 吸嘴处的实际风量($Q_{v,n}$)；
- m) 接头处的实际风量($Q_{v,c}$)。

附录 A
(资料性)
有关焊枪吸气的其他信息

A.1 捕集风量过大

过大的捕集风量可导致保护气体被捕集并导致焊接缺陷，因此厂家宜明确最大可用值。
在大多数情况下，在诱导速度为 0.4 m/s 的条件下，与之对应的风量可被视为无缺陷风险的限值。

A.2 可接受的风量

由于压力(p)和风量(Q)的关系如公式(A.1)所示

$$p = \alpha Q^2 \dots\dots\dots (A.1)$$

因此可通过(Δp_c, Q_{v,n}, Q_{v,c})的组合，来确定其他操作点的特性，信息关系见表 A.1。为了帮助最终用户，适当的区域(其风量足以捕集焊接烟尘，但不会过高导致缺陷)可被指示为绿色。当用户希望在同一工作条件下，使用不同型号的焊枪时，这些信息具有指导作用，具体示例见表 A.1。

表 A.1 风量值特性示例

诱导速度 m/s	吸嘴处的风量 m³/h	接头处的风量 m³/h	接头处的压力 kPa	评价
0.20	33	58	3.2	捕集不良
0.25	41	73	5.0	捕集不良(可接受小于 200A)
0.30	49	88	7.2	捕集不良(可接受小于 200A)
0.35	57	102	9.8	好
0.40	65	117	12.8	好
0.45	73	131	16.2	焊接缺陷风险
0.50	81	146	20.0	焊接缺陷风险

A.3 海拔的影响

海拔越高，焊枪在吸嘴处达到要求风量所需的压力越小，关系按公式(A.2)计算，系数(f)值见表 A.2。

$$p_{c,user}(z) = f \times \Delta p_c \dots\dots\dots (A.2)$$

表 A.2 海拔影响系数

高度(z) m	系数(f)
0	1.00
250	0.97
500	0.94

表 A.2 海拔影响系数 (续)

高度(≈) m	系数(f)
750	0.91
1 000	0.89
1 250	0.86
1 500	0.83
1 750	0.81
2 000	0.78
2 250	0.76

参 考 文 献

- [1] GB/T 2624.1 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第 1 部分：一般原理和要求
-

www.bzxz.net

免费标准下载网