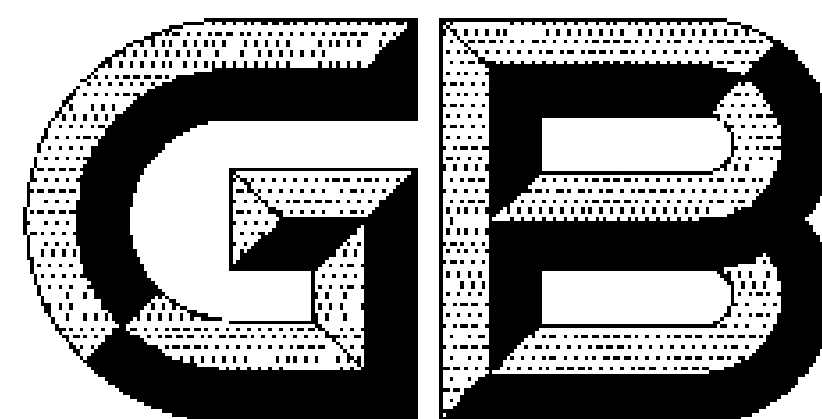




中华人民共和国国家标准

GB 30864—2014

呼吸防护 动力送风过滤式呼吸器

Respiratory protection—Powered air-purifying respirator

2014-07-24 发布

2015-06-01 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	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和标记	4
4.1 动力送风过滤式呼吸器(PAPR)的分类和标记	4
4.2 PAPR 过滤元件的分类、标记和标色	4
5 技术要求	5
5.1 一般要求	5
5.2 密合型面罩	6
5.3 开放型面罩和送气头罩	7
5.4 制造商设计最低送风量(MMDF)和制造商设计持续使用时间	7
5.5 呼吸阻力	7
5.6 视窗	8
5.7 泄漏率	8
5.8 呼吸导管	9
5.9 死腔	9
5.10 过滤元件	9
5.11 连接部件强度	11
5.12 噪声	11
5.13 可燃性	11
5.14 检查装置	11
5.15 警示装置	12
5.16 本质安全和电气部分	12
5.17 质量	12
5.18 实用性能	12
5.19 消防用 PAPR 要求	12
5.20 制造商应提供的信息	12
6 测试	13
6.1 试验样品和试验环境条件	13
6.2 表观检查	14
6.3 预处理	14
6.4 实际送风量和制造商设计持续使用时间	14
6.5 呼吸阻力	19
6.6 视野	19
6.7 视窗机械强度	20
6.8 泄漏率	20

6.9	呼吸导管抗压扁性	22
6.10	死腔	23
6.11	过滤效率	24
6.12	防护时间	25
6.13	多重过滤元件的阻力	26
6.14	密合型面罩 PAPR 的有效气流量	26
6.15	抗拉强度	28
6.16	噪声	28
6.17	可燃性	28
6.18	质量	30
6.19	实用性能	30
7	标识	31
7.1	标识内容	31
7.2	标识位置	31
附录 A	(规范性附录) 焊接防护用呼吸器面罩或头罩电绝缘性和抗热穿透性测试方法	32
附录 B	(资料性附录) 警示装置的应用	34
附录 C	(资料性附录) 关于 PAPR 在消防中应用的说明	35
附录 D	(资料性附录) 测试样品要求汇总	37
附录 E	(规范性附录) 使用和不使用头部固定装置的有颈部密封设计的送气头罩的装配方法	40
参考文献		43
图 1	密合型面罩 PAPR 实际送风量测试系统示意图	15
图 2	颈部有密封设计的送气头罩 PAPR 实际送风量测试系统示意图	16
图 3	送风机设计位于开放型面罩内的 PAPR 实际送风量测试系统示意图	17
图 4	送风机设计位于开放型面罩外的 PAPR 实际送风量测试系统示意图	18
图 5	软材质头罩的采样管布置示意图	20
图 6	呼吸导管抗压扁测试装置示意图	23
图 7	有效气流量测试系统示意图	27
图 8	可燃性检测装置示意图	29
图 E.1	可调流量的项圈	40
图 E.2	使用头部固定装置测试方法示意图	41
表 1	PAPR 的分类和标记	4
表 2	PAPR 过滤元件分类、标色、标记和防护污染物举例	5
表 3	PAPR 泄漏率技术要求	8
表 4	A/B/E/K 类过滤元件的防护时间要求	9
表 5	NO/Hg 类过滤元件的防护时间要求	10
表 6	AX 类过滤元件的防护时间要求	10

表 7	SX 类过滤元件的防护时间要求	10
表 8	CO 类过滤元件的防护时间要求	11
表 9	连接和连接部件强度要求	11
表 10	视野评价	20
表 D.1	测试方法对样品要求的汇总	37



前 言

本标准的第4章、5.2、5.3.1、5.4、5.5、5.6.1、5.6.2、5.7、5.8、5.9、5.10、5.11、5.12、5.14、5.16、5.17、5.18、5.20和第7章为强制性的，其余为推荐性的。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由国家安全生产监督管理总局提出。

本标准由全国个体防护装备标准化技术委员会(SAC/TC 112)归口。

本标准起草单位：防化研究院、北京市劳动保护科学研究所、中国安全生产科学研究院、公安部消防局装备处、3M中国有限公司、霍尼韦尔安全防护设备(上海)有限公司、梅思安(中国)安全设备有限公司、德尔格安全设备(中国)有限公司、上海依格安全装备有限公司、国营第八〇九厂。

本标准主要起草人：杨小兵、丁松涛、杨文芬、姚红、陈倬为、张明明、毕赢、姚海锋、孙延华、吴丽娟、刘瑞民、房鹤、陈丑和、赵宾、杨博、袁晓华。

呼吸防护 动力送风过滤式呼吸器

1 范围

本标准规定了动力送风过滤式呼吸器的分类、标记、技术要求、测试方法和标识。
本标准适用于防护颗粒物和有毒有害气体或蒸气的动力送风过滤式呼吸器。
本标准不适用于燃烧、爆炸、缺氧环境及逃生用呼吸器。

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 2428 成年人头面部尺寸

GB 2626—2006 呼吸防护用品 自吸过滤式防颗粒物呼吸器

GB 2811—2007 安全帽

GB 2890—2009 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具

GB/T 3609.1—2008 职业眼面部防护 焊接防护 第1部分:焊接防护具

GB/T 3609.2—2009 职业眼面部防护 焊接防护 第2部分:自动变光焊接滤光镜

GB/T 3785.1—2010 电声学 声级计 第1部分:规范

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備

GB/T 5703 用于技术设计的人体测量基础项目

GB 12476.4—2010 可燃性粉尘环境用电气设备 第4部分:本质安全型“iD”

GB/T 12903—2008 个体防护装备术语

GB 14866—2006 个人用眼护具技术要求

GB/T 18664—2002 呼吸防护用品的选择、使用与维护

GB/T 23465—2009 呼吸防护用品 实用性能评价

IEC 61241.1:2004 可燃性粉尘环境用电气设备 第1部分:外壳保护型“tD”

3 术语和定义

GB/T 12903—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动力送风过滤式呼吸器 **powered air-purifying respirator; PAPR**

靠电动风机提供气流克服部件阻力的过滤式呼吸器。

3.2

正压式 **positive pressure**

在任一呼吸周期里呼吸器面罩或头罩及呼吸导管等部件的内部压力均不低于环境大气压力。

3.3

负压式 **negative pressure**

在任一吸气周期里呼吸器面罩及呼吸导管等部件的内部压力可能会低于环境大气压力。

3.4

密合型面罩 tight-fitting facepiece

通过与佩戴者面部皮肤紧密贴合将呼吸道与环境空气隔离的防护面罩。密合型面罩分半面罩和全面罩。

3.5

半面罩 half facepiece

能覆盖口和鼻,或覆盖口、鼻和下颌的密合型面罩。

[GB 2626—2006,定义 3.8]

3.6

全面罩 full facepiece

能覆盖口、鼻、眼睛和下颌的密合型面罩。

[GB 2626—2006,定义 3.9]

3.7

开放型面罩 loose-fitting facepiece

只罩住眼、鼻和口,与脸部形成部分密合,用于正压式呼吸器的送气导入装置。

注: 改写 GB/T 12903—2008,定义 5.2.2.1。

3.8

送气头罩 loose-fitting hood

能完全罩住整个头直至颈部,也可罩住部分肩或与防护服连用,用于正压式呼吸器的送气导入装置。

注: 改写 GB/T 18664—2002,定义 3.1.12。

3.9

呼吸导管 breathing hose

将可呼吸空气输送到面罩或头罩的气密的柔性导气管。

3.10

头带 head harness

用于将面罩固定在头部的部件。

[GB 2626—2006,定义 3.20]

3.11

检查装置 checking device

能够供呼吸器佩戴者在使用前或使用过程中检查呼吸器的送风量是否满足制造商最低设计条件的装置。

3.12

警示装置 warning device

呼吸器所具备的能通知佩戴者采取相应行动的装置。

3.13

失效指示器 end-of-service-life indicator

警告呼吸器佩戴者呼吸防护接近失效的装置。

注: 改写 GB/T 12903—2008,定义 5.2.14。

3.14

防颗粒物过滤元件 particle filter element

可滤除空气中颗粒物的呼吸器过滤元件。

3.15

防毒过滤元件 **gas and/or vapor filter element**

可滤除空气中某些有毒气体和(或)蒸气的呼吸器过滤元件。

3.16

综合防护过滤元件 **combination filter element**

可同时滤除空气中颗粒物和某些类型的气体 and (或) 蒸气的呼吸器过滤元件。

3.17

过滤效率 **filter efficiency**

在规定测试条件下, 过滤元件滤除颗粒物的百分比。

[GB 2626—2006, 定义 3.16]

3.18

防护时间 **protective time**

在规定测试条件下, 从测试介质开始通入过滤元件, 至测试介质透过浓度达到限定值时的时间。

注: 改写 GB 12903—2008, 定义 5.3.2。

3.19

制造商设计最低送风量 **manufacture's minimum design flow rate; MMDF**

制造商承诺的, 保证呼吸器满足相应性能要求的最低送风量。

3.20

制造商设计持续使用时间 **manufacturer's design duration**

制造商承诺的, 保证动力送风呼吸器不低于制造商设计最低送风量的持续使用时间。

3.21

实际送风量 **actual flow rate**

在规定条件下测出的动力送风过滤式呼吸器产生的送风量。

3.22

有效气流流量 **interactive flow rate**

使用 PAPR 时, 由佩戴者呼吸作用与送风叠加所产生的实际的气流量。

3.23

泄漏率 **inward leakage**

在实验室规定测试条件下, 受试者吸气时从呼吸器过滤元件以外的所有其他部件泄漏入面罩或头罩内的模拟剂浓度, 与面罩或头罩外空气中模拟剂浓度的比值, 用百分比表示。

$$IL = c_i / c_o \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

IL —— 泄漏率, %;

c_i —— 呼吸器面罩或头罩内模拟剂浓度;

c_o —— 呼吸器面罩或头罩外模拟剂浓度。

注: 改写 GB 2626—2006, 定义 3.18。



3.24

死腔 **dead space**

从前一次呼气中被重新吸入的气体的体积, 用吸入气中二氧化碳体积分数表示。

[GB 2626—2006, 定义 3.19]

3.25

实用性能 **practical performance**

在模拟的典型作业或逃生活动条件下, 对呼吸器的评价。

注: 改写 GB/T 23465—2009, 定义 3.2。

3.26

视窗机械强度 **mechanical strength of visor**

呼吸器对施加于佩戴者双目前视窗上机械力的承受能力。

3.27

呼吸机 **breathing machine**

能模拟人呼吸循环过程的换气机器。

3.28

立即威胁生命或健康 **immediately dangerous to life or health; IDLH**

有害的空气环境达到某种危险水平,可致命或可永久损害健康,或可使人立即丧失逃生能力。

4 分类和标记

4.1 动力送风过滤式呼吸器(PAPR)的分类和标记



PAPR 按面罩类别和压力模式分类。PAPR 的分类和标记见表 1。

表 1 PAPR 的分类和标记

PAPR 类别	PAPR 面罩类别			
	密合型面罩		开放型面罩	送气头罩
	半面罩	全面罩		
正压式 PAPR 标记	PHF	PFF	PLF	PLH
负压式 PAPR 标记	NHF	NFF	不适用	
注：此表中 PHF 是正压式密合型半面罩的标记,NHF 是负压式密合型半面罩的标记,PFF 是正压式密合型全面罩的标记,NFF 是负压式密合型全面罩的标记,PLF 是正压式开放型面罩的标记,PLH 是正压式送气头罩的标记。				

4.2 PAPR 过滤元件的分类、标记和标色

4.2.1 过滤元件分类

过滤元件的分类如下：

- a) P 类：防颗粒物；
- b) A 类：防某些由制造商规定的、沸点大于 65℃的有机蒸气；
- c) B 类：防某些由制造商规定的无机气体；
- d) E 类：防某些由制造商规定的酸性气体；
- e) K 类：防氨和制造商规定的某些氨的有机衍生物；
- f) NO 类：防氮氧化物；
- g) Hg 类：防汞蒸气；
- h) CO 类：防一氧化碳气体；
- i) AX 类：防某些由制造商规定的、沸点不大于 65℃的有机蒸气；
- j) SX 类：防某些由制造商规定的特殊的化合物；
- k) 以上类别的任意组合。

4.2.2 过滤元件的标记和标色

防颗粒物过滤元件和综合防护过滤元件对颗粒物的过滤效率分 95.00%和 99.97%两个级别,分别对应 P95 和 P100 的标记。A、B、E 和 K 类防毒过滤元件按防护容量分 3 个级别,1 级代表低等防护容量,2 级代表中等防护容量,3 级代表高等防护容量;其他类防毒过滤元件(如: SX、CO、AX、NO 等)不分级。综合防护过滤元件中所包括的 A、B、E、K 的分类方法与其单独防护过滤元件的分级相同,见表 2 标记举例中的最后一行。PAPR 各类过滤元件的标记、标色和防护污染物举例见表 2。

表 2 PAPR 过滤元件分类、标色、标记和防护污染物举例

类型标记	标色	过滤元件类型	防护污染物举例	标记举例
P	粉	防颗粒物	粉尘、烟、雾及微生物	P95,P100
A	褐	防某些沸点大于 65 ℃ 的有机蒸气	苯、甲苯、环己烷	A1,A2,A3
B	灰	防某些无机气体	氯气、硫化氢	B1,B2,B3
E	黄	防某些酸性气体	二氧化硫、氯化氢	E1,E2,E3
K	绿	防氨和某些氨的有机衍生物	氨气、甲胺	K1,K2,K3
NO	蓝	防氮氧化物气体	一氧化氮、二氧化氮	NO
Hg	红	防汞蒸气	汞蒸气	Hg
CO	白	防一氧化碳气体	一氧化碳	CO
AX	褐	防某些沸点不大于 65 ℃ 的有机蒸气	二甲基醚、异丁烷	AX
SX	紫	防某些特殊化合物	以上分类不包括的某些特殊化合物,如氰化氢、环氧乙烷、氟化氢、甲醛、磷化氢、砷化氢、光气、二氧化氯等	SX(特殊化合物的中文名称)
以上任意组合	以上组合	—	—	A1B2E1P95 ^a A2B2E1K1 B2E2AXP100 ^a A2B1E1K1NOP100 ^a

^a 应先标记防毒类型与容量级别,并按本表“类型标记”栏目所提供的顺序排序,最后标记防颗粒物的效率级别。

5 技术要求

5.1 一般要求

- PAPR 所使用的材料和结构设计应满足以下要求,按 6.2 方法检查,并在 6.19 中评价。
- a) 材料应满足以下要求:
- 1) 适合在预期暴露的温湿度条件和腐蚀性环境中使用,在经过 6.3.1 规定条件下的预处理后,PAPR 部件(不包括过滤元件)不应出现明显变形,部件在内部也不应分离,仍然满足

5.2~5.9、5.11~5.18 的要求；

注：除非呼吸器设计使电池充电器和呼吸器本体无法分离，预处理通常不包括充电器。

- 2) 可能与佩戴者皮肤直接接触的部件不得采用已知的可导致皮肤刺激或其他不良反应的材料；
 - 3) 产品能够承受制造商建议的清洗和消毒剂及其处理方法；
 - 4) 过滤元件内部应能承受过滤介质的腐蚀性；
 - 5) 经过滤元件过滤的气流中不应含有对人有害的物质或异味。
- b) 产品结构设计应符合以下要求：
- 1) 不应易产生结构性破损，部件的设计、组成和安装不应使佩戴者构成任何危险；
 - 2) 头带和 PAPR 佩戴固定装置的设计应可调，便于佩戴和摘除，应能将 PAPR 牢固地固定在佩戴者身上，且佩戴时不应出现明显的压迫或压痛现象；
 - 3) 在佩戴、摘脱过程中，能够和佩戴者直接接触的部分不得有尖锐边缘和毛刺；
 - 4) 在正常使用状态下，面罩或头罩的镜片不应出现结雾等影响视觉的情况；
- 注：关机状态某些全面罩内可能起雾。
- 5) 使用可更换过滤元件、吸气阀、呼气阀、头带和呼吸导管的呼吸器应采用方便更换的设计，并且能方便佩戴者检查密合型面罩与面部的佩戴气密性；
 - 6) 呼吸导管不应限制头部活动或佩戴者的行动，不应影响面罩的密合性，不应出现限制、阻塞气流的情况；
- c) 防护警示性差的防毒过滤元件宜提供失效指示器。了解有毒气体或蒸气的警示性，见 GB/T 18664—2002 中附录 C。

5.2 密合型面罩

5.2.1 呼气阀

呼气阀应满足以下要求：

- a) 按 6.2 方法检查，密合型面罩应具有呼气阀，呼气阀片应可更换，便于维护；
- b) 按 6.2 方法检查，呼气阀应得到保护，使其不容易受机械性损伤和污染；
- c) 按 GB 2626—2006 中 6.8 方法检查，呼气阀的保护装置如果与面罩采取连接方式固定，应能经受持续时间为 10 s 的 50 N 的轴向拉力，不应出现滑脱和断裂；在拉力撤除后，不应变形；
- d) 按 6.5.4 方法测试，呼气阀在各种朝向位置时应功能正常，应满足 5.5.1c) 的要求；
- e) 按 6.8 方法测试，呼气阀在经受持续时间为 60 s、流量为 (300 ± 15) L/min 的不间断呼气气流处理后，应符合 5.7 要求；
- f) 呼气阀气密性应符合 GB 2890—2009 中 5.1.4.2 的要求。

5.2.2 头带

头带强度应满足 GB 2890—2009 中 5.1.11 的要求。

5.2.3 负压式 PAPR

负压式 PAPR 使用的密合型面罩应满足以下要求：

- a) 应符合 GB 2626—2006 中 5.5、5.7、5.11 和 5.12 的要求；
- b) 按 6.2 方法检查，负压式 PAPR 所使用的密合型面罩应只与防护颗粒物过滤元件配合使用，不应使用防毒过滤元件和综合防护过滤元件。

5.3 开放型面罩和送气头罩

5.3.1 一般要求

产品设计应符合以下要求：

- a) 如果面罩或头罩内不包括风机部件,则过滤元件与面罩或头罩应无法直接连接。按 6.2 方法检查；
- b) 面罩或头罩应根据需要提供固定装置,以便将面罩或头罩固定在身体上,其设计和构成应提供适当的紧固力,并应可调节,或具备一定的伸缩性,以适合一定范围的头型和(或)体型。在 6.19 中评价；
- c) 如果声称具有满足本标准要求以外的,对眼、面和头部的额外防护功能(如防护机械冲击或非电离辐射等),这些附加功能不应妨碍本标准所规定的呼吸防护性能。在 6.19 中评价。

5.3.2 安全帽功能

如果面罩或头罩声称具备安全帽功能,应满足 GB 2811—2007 中 4.2.1 冲击吸收性能、4.2.2 耐穿刺性能和 4.2.3 下颏带的强度的要求。如果用于易燃易爆环境,安全帽应符合 GB 2811—2007 中 4.3.1 防静电性能的要求。



5.4 制造商设计最低送风量(MMDF)和制造商设计持续使用时间

5.4.1 制造商应提供 MMDF 和满足 MMDF 的制造商设计持续使用时间。

5.4.2 使用密合型面罩的正压式 PAPR 的 MMDF 不应低于 95 L/min;使用开放型面罩或送气头罩的 PAPR 的 MMDF 不应低于 120 L/min;使用密合型面罩的负压式 PAPR 的 MMDF 不应低于 45 L/min。

5.4.3 对使用电池驱动电动风机的 PAPR,在满足 MMDF 的条件下,其制造商设计持续使用时间不应低于 240 min。

5.4.4 按 6.4 方法测试进入呼吸器面罩或头罩内的实际送风量,不应低于 MMDF;在满足 MMDF 的前提下测试持续使用时间,不应低于制造商设计持续使用时间。

5.4.5 送风量和风的分布不应造成佩戴者紧张和不适(如局部过冷或刺激眼睛),在 6.19 中评价。

5.4.6 若 PAPR 提供送风量调节功能,应满足以下要求。按 6.2 方法检查,并在 6.19 中评价。

- a) 产品设计应能避免流量被意外改变；
- b) 如果风量调节能使正压式 PAPR 转变为负压式 PAPR,则这类风量调节机制应同时提供所对应的 PAPR 类别的指示(见表 1),且产品设计不应允许在使用过程中进行这种调节；
- c) 允许在使用过程中对属于同一 PAPR 类别的送风量进行调节。

5.5 呼吸阻力

5.5.1 密合型面罩的 PAPR

使用密合性面罩的 PAPR 的呼吸阻力应满足以下要求：

- a) 按 6.5.2 方法测试,关机状态下 PAPR 的峰值吸气阻力不应超过 1 100 Pa；
- b) 按 6.5.3 方法测试,开机状态下 PAPR 的峰值吸气阻力不应超过 350 Pa；
- c) 按 6.5.4 方法测试,开机状态下 PAPR 的峰值呼气阻力不应超过 700 Pa。

5.5.2 开放型面罩和送气头罩的 PAPR

按 6.5.5 方法测试,面罩或头罩内的正压不应超过 500 Pa。

5.6 视窗

5.6.1 视野

按 6.6 方法测试,密合型面罩应满足 GB 2890—2009 中 5.1.7 的要求;开放型面罩和送气头罩的总视野不应低于 70%。如果面罩或头罩有多个号型,每个号型都应满足本要求。

声称具有焊接防护功能的面罩或头罩不适用于此要求。

5.6.2 视窗机械强度

按 6.7 方法测试,视窗不应出现任何形式的损坏,测试后面罩或头罩还应符合 5.7 要求。

5.6.3 视窗防高速粒子冲击性能

如果 PAPR 面罩或头罩声称具有防高速粒子冲击的性能,应满足 GB 14866—2006 中 5.11 对视窗的技术要求。测试后的面罩或头罩还应符合 5.7 的要求。

5.6.4 焊接防护用特殊要求

如果 PAPR 面罩或头罩声称具有焊接防护功能,除应满足本标准 5.1、5.2 或 5.3 的适用要求外,还应满足以下要求:

- a) 非自动变光型焊接滤光镜片的长不应小于 90 mm、宽不应小于 40 mm,光学性能应符合 GB/T 3609.1—2008 中 5.4.1、5.4.2、5.4.3、5.4.4 和 5.4.6 的要求;
- b) 自动变光焊接滤光镜片的规格应满足 GB/T 3609.2—2009 中 5.2.1 的要求,光学性能应满足 GB/T 3609.2—2009 中 5.1 的要求,非光学性能应满足 GB/T 3609.2—2009 中 5.2.2 的要求;
- c) 焊接用面罩或头罩的金属部件耐腐蚀性应满足 GB/T 3609.1—2008 中 5.5.2 的要求;
- d) 焊接用面罩或头罩的电绝缘性按附录 A.1 方法测试,泄漏电流应小于 1.2 mA;
- e) 焊接用面罩或头罩的抗热穿透性按附录 A.2 方法测试,在 5 s 内面罩或头罩应无穿透、不透光。

5.7 泄漏率

由 10 个受试者按 6.8 方法测试,PAPR 在满足 MMDF 条件下,每个受试者的总体 IL 不应超过表 3 规定的限值。对于使用密合型面罩的 PAPR,在完成开机状态下的测试后,从 10 个受试者中任选 3 人,不摘除面罩,继续在关机状态下测试,测试样品应包括收到样和 6.3.1 预处理后的样品,每个受试者的总体 IL 不应超过表 3 规定的对应条件下的限值。

表 3 PAPR 泄漏率技术要求

PAPR 分类	过滤元件分类			每个受试者的总体 IL/%	
	防颗粒物	防毒	综合防护	PAPR 开机状态	PAPR 关机状态
NHF	适用	不适用	不适用	2	2
NFF				0.05	0.05
PHF	适用	适用	适用	0.2	2
PFF				0.01	0.05
PLF				0.5	不适用
PLH				0.01	

5.8 呼吸导管

5.8.1 按 6.9 方法测试,施压前,密合型面罩 PAPR 吸气阻力的峰值不应超过 350 Pa;施压后,吸气阻力的峰值变化值不应超过 50 Pa;对于开放型面罩或送气头罩 PAPR,施压下送风量的下降值不应超过 MMDF 数值的 5%,在压力撤除 5 min 后,按 6.2 方法检查,呼吸导管不应出现变形。

5.8.2 按 6.19 方法测试,呼吸导管不应限制佩戴者头部的自由活动,应符合 GB/T 23465—2009。

5.9 死腔

按 6.10 方法测试,对于密合型面罩 PAPR,在开机状态下,吸入空气中二氧化碳平均含量体积分数不应超过 1%,在关机状态下,吸入空气中二氧化碳平均含量体积分数不应超过 2%;对于开放型面罩和送气头罩 PAPR,在开机状态下,吸入空气中二氧化碳平均含量体积分数不应超过 1%。

5.10 过滤元件

5.10.1 基本要求

- 按 6.2 方法检查,过滤元件的设计和选材应满足以下要求:
- a) 防毒过滤元件的设计应不允许重新装填吸附剂;
 - b) 应无需特殊工具即可更换;
 - c) 综合防护过滤元件的防颗粒物部分应处于进气方向;
 - d) 经 6.3.2 预处理后,应无机械性损伤,并应符合 5.10.2 和(或)5.10.3 的要求。

5.10.2 颗粒物过滤效率

按 6.11 方法,使用油性颗粒物测试,P95 级防颗粒物过滤元件和综合防护过滤元件的过滤效率不应低于 95.00%,P100 级防颗粒物过滤元件和综合防护过滤元件的过滤效率不应低于 99.97%。

5.10.3 防护时间

各类防毒过滤元件的防护时间应满足表 4~表 8 的要求,按 6.12 方法测试。对于含失效指示器的过滤元件,应在防护时间测试中评价失效指示器的性能。表 4~表 8 中的防护时间是实验室规定测试条件下获得的过滤元件防护时间,不代表实际使用条件下可能的防护时间。随过滤元件实际使用条件的不同,实际防护时间与本标准确定的试验条件下的防护时间会不一致。

表 4 A/B/E/K 类过滤元件的防护时间要求

过滤元件	测试介质	防护时间 min	测试介质浓度		透过浓度 mL/m ³
			mL/m ³	mg/L	
A1	环己烷(C ₆ H ₁₂)	70	500	1.8	10
B1	氯气(Cl ₂)	20	500	1.5	0.5
	硫化氢(H ₂ S)	40	500	0.7	10
E1	二氧化硫(SO ₂)	20	500	1.3	5
K1	氨气(NH ₃)	50	500	0.4	25
A2	环己烷(C ₆ H ₁₂)	70	1 000	3.5	10
B2	氯气(Cl ₂)	20	1 000	3.0	0.5
	硫化氢(H ₂ S)	40	1 000	1.4	10

表 4（续）

过滤元件	测试介质	防护时间 min	测试介质浓度		透过浓度 mL/m³
			mL/m³	mg/L	
E2	二氧化硫(SO ₂)	20	1 000	2.7	5
K2	氨气(NH ₃)	50	1 000	0.7	25
A3	环己烷(C ₆ H ₁₂)	35	5 000	17.5	10
B3	氯气(Cl ₂)	20	5 000	15.0	0.5
	硫化氢(H ₂ S)	40	5 000	7.1	10
E3	二氧化硫(SO ₂)	20	5 000	13.3	5
K3	氨气(NH ₃)	40	5 000	3.5	25

表 5 NO/Hg 类过滤元件的防护时间要求

过滤元件	测试介质	防护时间/min	测试介质浓度		透过浓度
NO	一氧化氮(NO) ^a	20	2 500 mL/m³	3.1 mg/L	5 mL/m³
	二氧化氮(NO ₂) ^b	20	2 500 mL/m³	4.8 mg/L	5 mL/m³
Hg	汞蒸气(Hg)	6 000	1.6 mL/m³	(13 ± 1) mg/m³	0.1 mg/m³
^a 测试介质纯度不应小于 95%，宜使用气瓶中的压缩气体。 ^b 一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)都可能在透过气体中存在，(NO+NO₂)的总浓度不应超过 5 mL/m³。测试中，应使用能够区分 NO 与 NO₂ 的测试方法。					

表 6 AX 类过滤元件的防护时间要求

过滤元件	测试介质	防护时间 min	测试介质浓度		透过浓度 mL/m³
			mL/m³	mg/L	
AX	二甲基醚(CH ₃ OCH ₃)	50	500	0.95	5
	异丁烷(C ₄ H ₁₀)	50	2 500	6.0	5

表 7 SX 类过滤元件的防护时间要求

过滤元件	测试介质	防护时间/min	测试介质浓度/(mL/m³)	透过浓度/(mL/m³)
SX	制造商提供	20	5 000	5 ^a
^a 对于防 HCN 气体的 SX 过滤元件的监测，在透过气体中可能存在 C₂N₂，(C₂N₂ + HCN)的总浓度不应超过 5 mL/m³。				

表 8 CO 类过滤元件的防护时间要求

过滤元件	测试 介质	防护时间 min	测试温度(℃)/相对湿度 (%)	测试介质浓度 mL/m ³	透过浓度 mL/m ³
CO	一氧化碳 (CO)	120	(25±3)/(95±3)	200	任意 5 min 时段内的时间加权平均 值 25 和累计量达到 200 mL
			(5±2) ^a /不适用	200	
			(25±3)/(95±3)	2 500	任意 5 min 时段内的时间加权平均 值 200 和累计量达到 200 mL
			(5±2) ^a /不适用	2 500	
^a 在(5±2)℃测试条件下,测试应持续至确定 CO 催化反应能够正常启动为止,通常只测试初始的 20 min。					

5.10.4 对同时使用的多重过滤元件的阻力要求

若 PAPR 设计同时使用多重过滤元件,按 6.13 方法测试,使用平均气流通过每个过滤元件的最大阻力差应满足公式(2)要求。

$$[|\Delta P|_{\max}/P] \leq 0.2$$

.....(2)

式中:

$|\Delta P|_{\max}$ ——单个过滤元件之间的最大阻力差,单位为帕(Pa);

P ——各过滤元件阻力的平均值,单位为帕(Pa)。

5.11 连接部件强度

按 6.15 方法测试,连接部件在承受表 9 规定的持续时间为 10 s 的轴向拉力时,不应出现滑脱、断裂或变形。测试后的面罩或头罩还应符合 5.7 的要求。

注:连接部件和 PAPR 设计相关,如面罩或头罩与呼吸导管或与风机之间的连接,呼吸导管和风机之间的连接,裸露的过滤元件接头(如果适用)和风机之间的连接。

表 9 连接和连接部件强度要求

面罩种类	密合型半面罩	密合型全面罩	开放型面罩	送气头罩
拉力	50 N	250 N	50 N	250 N

5.12 噪声

由 3 个受试者按 6.16 方法测试,PAPR 产生的噪声不应超过 80 dB(A),且 3 个受试者都应通过。

5.13 可燃性

按 6.17 方法测试,暴露于火焰的所有 PAPR 裸露部件,在从火焰移开后,不应燃烧或续燃时间不应超过 5 s。



5.14 检查装置

5.14.1 按 6.2 方法检查,每套 PAPR 应包含检查装置,用于检查 PAPR 是否达到 MMDF。

5.14.2 当使用检查装置显示 PAPR 送风量合格时,实际送风量不应低于 MMDF,应在 6.4 实际送风量测试结束后,按照检查装置的使用方法,确认检查装置的显示准确、可靠。

5.15 警示装置

PAPR 宜具备警示装置。

若 PAPR 具有警示装置,按 6.2 方法检查,使用过程中警示信息应无法关闭,应能被佩戴者感知,并提供佩戴者检查警示装置是否正常的方法。

按 6.19 方法测试,确认对警示装置可以进行检查。了解 PAPR 的警示功能见附录 B。

5.16 本质安全和电气部分

PAPR 应符合以下要求:

- a) 按 6.19 方法测试,确认 PAPR 电气部分的设计不会产生对气流的不当限制,或使气流倒灌;
- b) 若声称在易燃易爆环境具有本质安全特性,PAPR 整体和电气部分的本质安全性应满足 GB 3836.1—2010 和 GB 3836.4—2010 的要求;
- c) 若声称在爆炸性粉尘场所中使用,PAPR 整体和电气部分的本质安全性还应符合 GB 12476.4—2010 本质安全型“iD”或符合 IEC 61241-1:2004 外壳保护型“tD”的要求;
- d) 按 6.2 方法检查,使用的电池的设计应为液体不可溢出型;
- e) 按 6.19 方法测试,使用的电池应提供防短路保护措施;
- f) 按 6.2 方法检查,应具备防止电池在充电时正负极反接的防错设计,充电过程中应有对充电状态的指示,并能提示操作者避免过度充电;
- g) 按 6.2 方法检查,若 PAPR 设计使用电源供电,工作电源应为低电压,直流电应低于 60 V,交流电应低于 25 V(50 Hz)。

5.17 质量

按 6.18 方法测试,应满足以下要求:

- a) 与半面罩直接连接并由半面罩支撑的所有部件(含过滤元件)的总质量不应超过 300 g;
- b) 与全面罩直接连接并由全面罩支撑的所有部件(含过滤元件)的总质量不应超过 500 g;
- c) 佩戴在佩戴者身上的 PAPR 总质量不应超过 5 kg,其中由头部支撑的部分不应超过 1.5 kg。

5.18 实用性能

按 6.19 方法,在模拟使用的条件下,对在其他测试方法难以评价的性能,如 5.1、5.3.1、5.4.5、5.4.6、5.8.2、5.15、5.16a)和 e),由受试者提供主观评价。

若呼吸器不能通过测试,实验室应详细描述测试方法,便于其他实验室能够重复该测试过程。

5.19 消防用 PAPR 要求

消防用 PAPR 应为 PFF 类别,使用的防颗粒物过滤元件和综合防护过滤元件应为 P100 级,应至少具有满足 5.16b)的本质安全性,并应具有适当的警示功能,且警示功能应满足 5.15 的要求。

注:附录 C 对消防用 PAPR 的特殊性做了说明。

5.20 制造商应提供的信息

5.20.1 整套呼吸器

按 6.2 方法检查,每套呼吸器应提供中文使用说明,应能使经过培训的人员掌握正确使用的方法。有关产品选择、使用和维护的内容应与 GB/T 18664—2002 的相关要求一致,并应至少包括以下信息:

- a) 应用范围与限制;

- b) PAPR 的类别(见表 1);
- c) 正确佩戴、使用、维护、保养、充电(如果适用)和储存的信息,建议的使用温度和储存温度与湿度范围;
- d) 详尽说明允许使用的过滤元件及其组合部件,并说明其所对应的 PAPR 类别;

注:使用图示、部件号和标记可帮助说明。

- e) 对过滤元件使用和更换的详细建议;
- f) 过滤元件如果用于 CO 防护,应一次性使用;
- g) 产品应标明与制造商或其指定的服务商的联系方式,供使用者在特定环境下,了解某型号过滤元件适用性的建议等其他信息;
- h) 若有失效指示器,应提供相应的使用说明;
- i) 电池设计在与不同类别的 PAPR(如果适用)组配使用状态下的制造商设计持续使用时间;
- j) 若电池与送风机为可拆卸设计,电池的制造商设计持续使用时间信息应体现在电池本体上;
- k) 若电池与送风机为一体化设计,电池的制造商设计持续使用时间信息应体现在送风机上;
- l) 若 PAPR 具有本质安全性,应提供本质安全认证的部件组配清单,并有相应的本质安全的标识;
- m) 说明 MMDF,并详细说明每次使用前进行检查的方法;
- n) 对可能的不正确使用方法的警示,对呼吸导管和(或)电线被钩挂的可能性(如果适用)的警示;
- o) 对正压式 PAPR,应告知佩戴者,在高劳动强度下有可能成为负压的危险性;
- p) 若呼吸器可能受到强风的影响,应提供警示说明;
- q) 应告知,对使用密合型面罩的 PAPR,关机状态是非正常使用状态,佩戴者可能得不到呼吸防护,或者防护水平降低;同时还应告知,关机状态下呼吸器面罩内二氧化碳会积聚,有缺氧的风险;
- r) 若呼吸器提供 5.15 规定的警示功能,除提供检查警示装置功能是否正常的方法外,还应提供对于警示功能的说明,如各警示状态所代表的含义以及对应的处理方法等;
- s) 应告知,呼吸器不适合在缺氧等 IDLH 环境中使用;
- t) 对典型的故障、原因与排除方法的说明;
- u) 消防用 PAPR 宜参考附录 C 提供的附加说明。

5.20.2 过滤元件

按 6.2 方法检查,在最小销售包装内应至少提供以下信息:

- a) 5.20.1 中 d)~h)的内容;
- b) 适用范围、安装和维护方法;
- c) 储存条件(应至少包括温度和湿度范围)和相应的质保期;
- d) 对可能的错误使用提供警示。

6 测试

6.1 试验样品和试验环境条件

6.1.1 试验样品

除非另有要求,对整套 PAPR 的所有测试需要两套样品,一个为收到样,另一个为 6.3.1 预处理后样。若面罩或头罩设计有不同的号型,每个号型应至少提供一个样品。除非另有要求,和 PAPR 一起测试的过滤元件为收到样。

注:了解各测试方法所需要的样品信息见附录 D。

6.1.2 试验环境条件

除非另有要求,测试应在以下环境条件下进行:

- a) 温度范围:16℃~32℃;
- b) 相对湿度范围:20%~80%。

试验头模主要尺寸按照 GB 2626—2006 中附录 B 的要求,分为大、中和小号 3 个号型。

6.2 外观检查

外观检查包括对 PAPR 完整性的检查和对制造商提供的信息和标识的检查。

根据各技术要求的需要,在进行实验室性能测试前、后,对样品进行目测外观检查,并报告结果。

6.3 预处理

6.3.1 整套呼吸器温湿度预处理

将整套呼吸器在制造商提供的信息中所示的一个最低温度和最低湿度条件下放置 (72 ± 1) h,使呼吸器恢复到室温至少 4 h,然后再在另一个最高温度和最高湿度条件下放置 (72 ± 1) h。

6.3.2 过滤元件机械强度预处理

采用 GB 2626—2006 中 6.2.2 规定的测试设备和测试方法。

6.4 实际送风量和制造商设计持续使用时间

6.4.1 基本原理

在室温和测试系统内外压差为 0 的状态下,测量经 PAPR 过滤后的送风量。分别测试开机初始实际送风量和持续运行达到制造商设计持续使用时间时的最终实际送风量。

6.4.2 测试装置

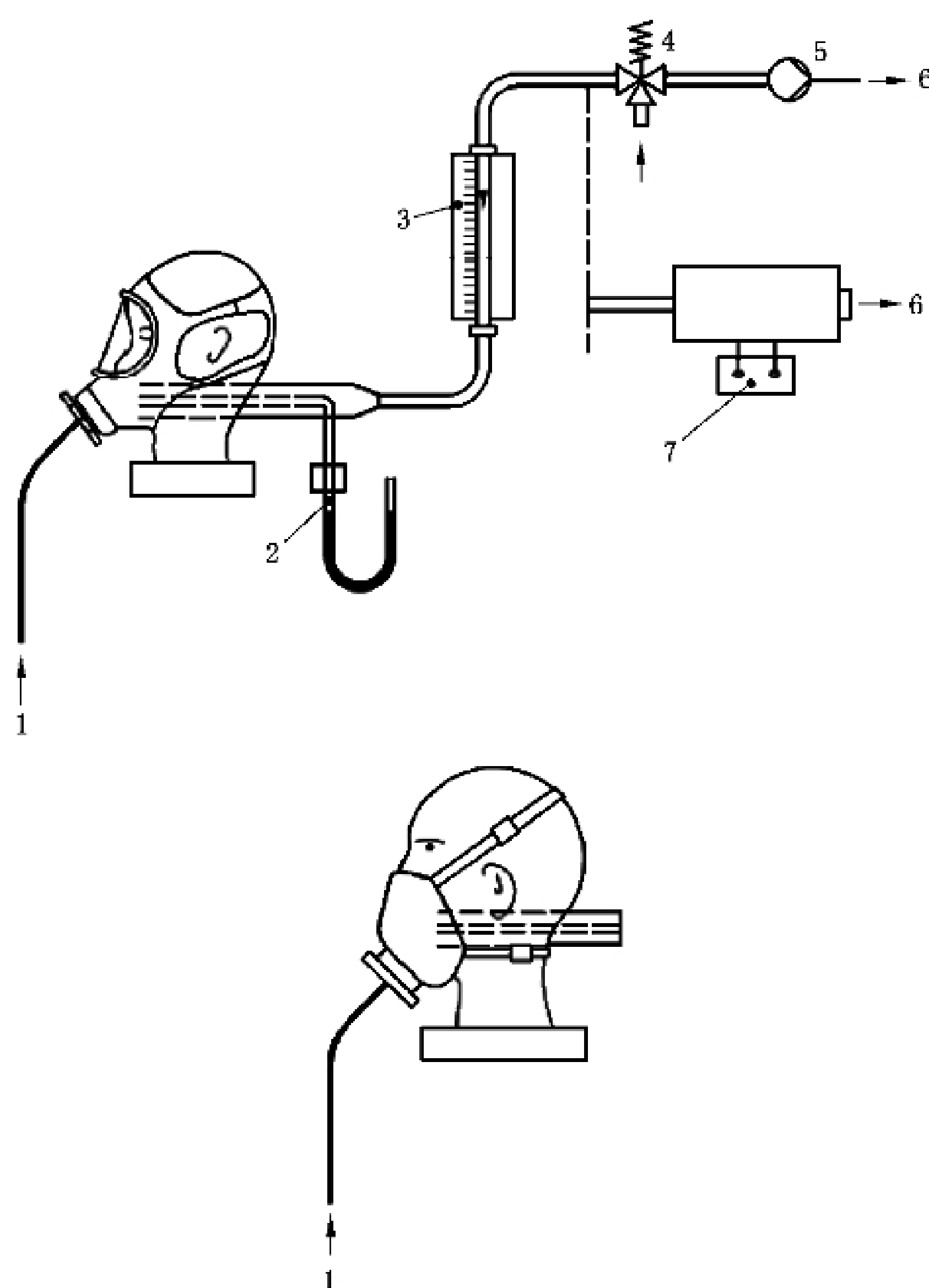
测试装置包括:

- a) 试验头模:在口部有测压口;
- b) 风机或抽气泵:流量计的标定范围为 50 L/min~500 L/min;
- c) 微压计:分辨率为 ± 1 Pa,量程不大于 1 000 Pa;
- d) 轻质的气密的塑料袋:供某些开放型面罩或送气头罩的测试使用,见图 3 或图 4;
- e) 计时器:精确到秒,量程至少为 12 h;
- f) 流量计:量程为 0 L/min~500 L/min,精度为 3%。

6.4.3 样品要求

应选择阻力最大的过滤元件类别用于测试,同时电池应预先充满电。宜先开启呼吸器,直至流量检查装置显示流量已不满足 MMDF,然后再按制造商建议的方法充电。

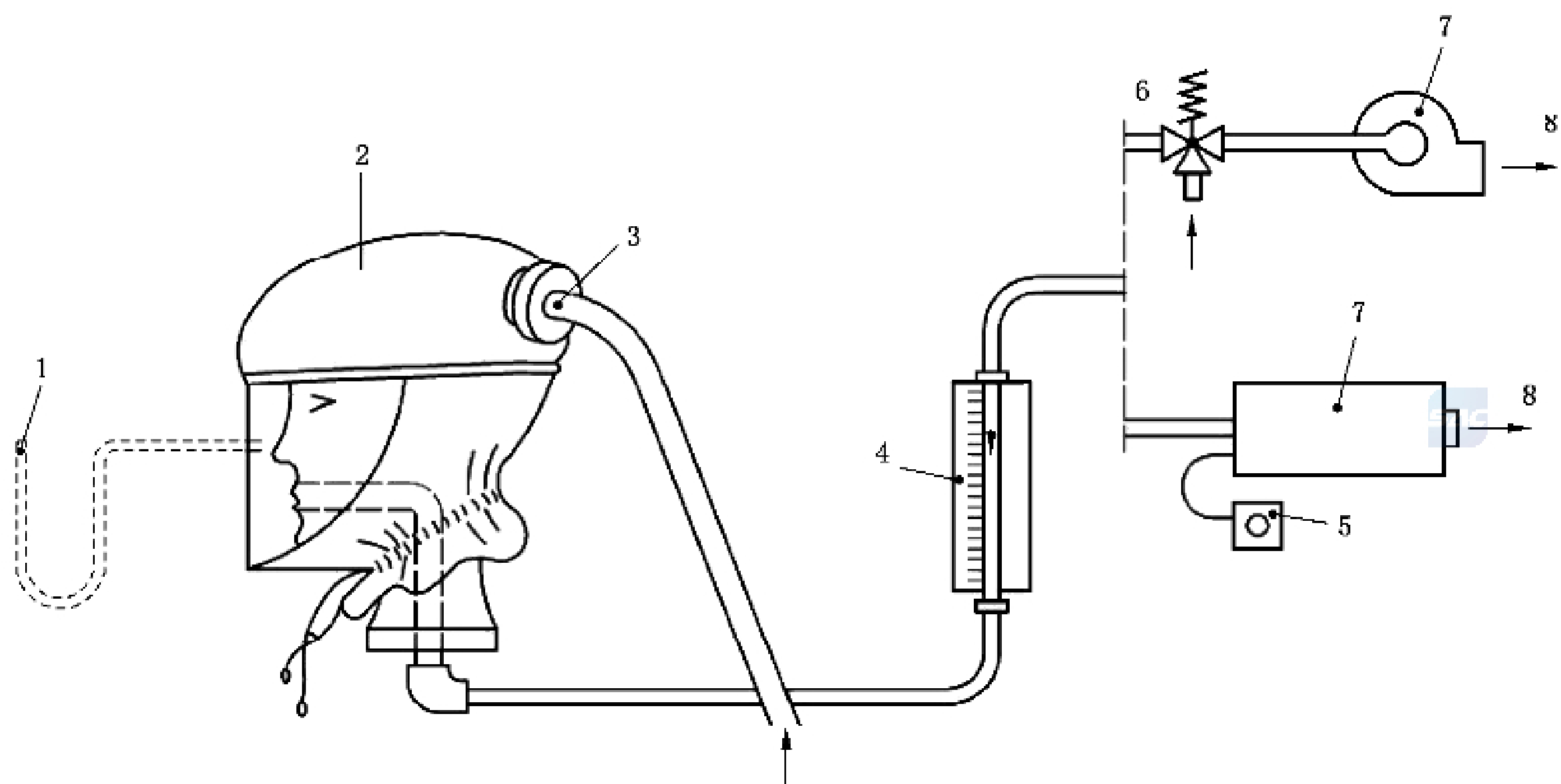
根据 PAPR 设计不同,选择图 1~图 4 中适合的测试系统。在试验头模上安装受试面罩或头罩样品,并连接微压计、流量计和抽风、送风设备,确保整个测试系统的气密。若需要使用适配器,应确保不会产生压力或流量的损失。



说明：

- 1——空气入口；
- 2——微压计；
- 3——流量计；
- 4——可调空气入口；
- 5——真空泵；
- 6——空气出口；
- 7——可调动力控制器。

图 1 密合型面罩 PAPR 实际送风量测试系统示意图



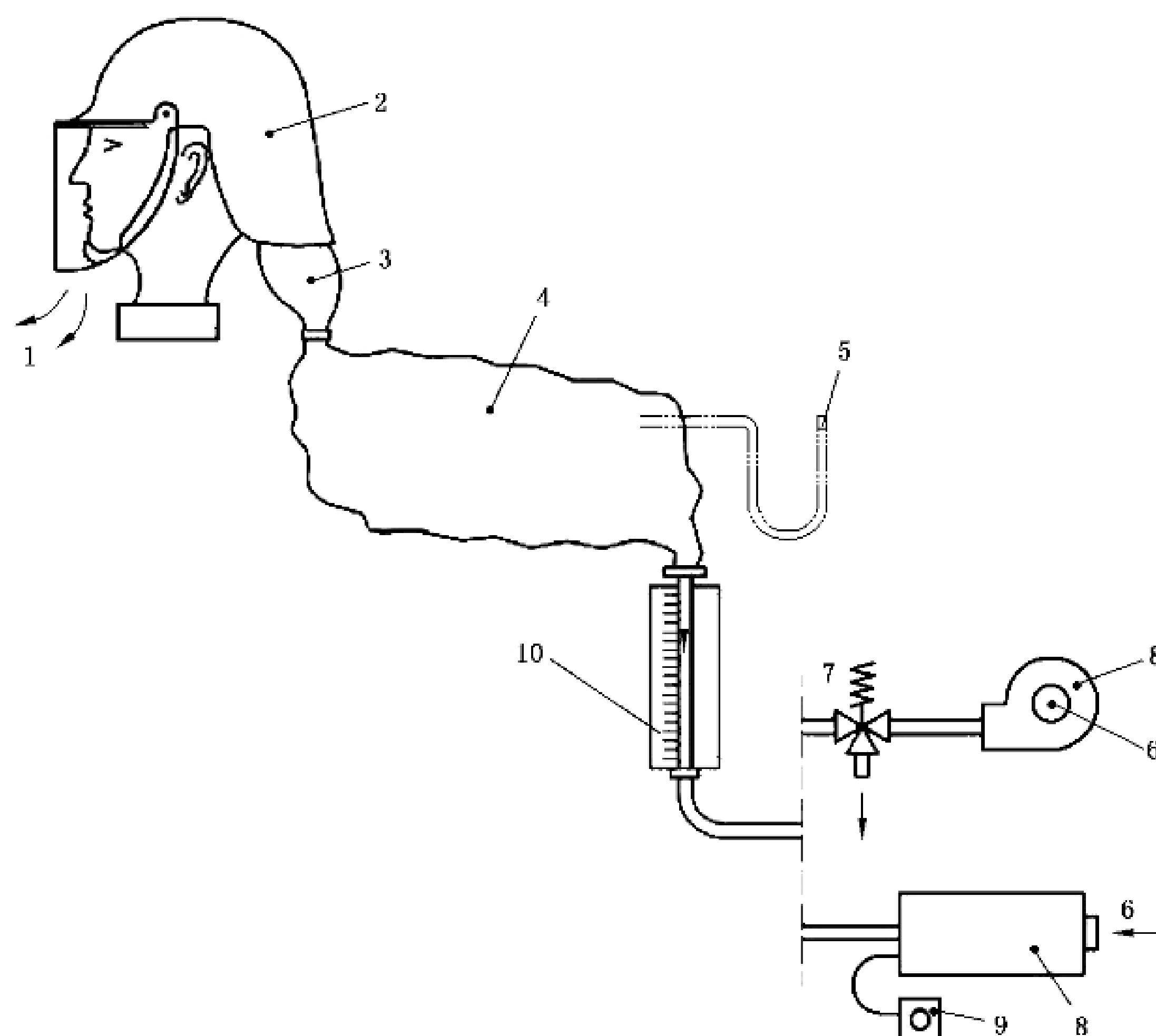
说明：

- 1——微压计(选用)；
- 2——受试呼吸器；
- 3——空气入口；
- 4——流量计；
- 5——可调转速控制器；
- 6——可调空气入口；
- 7——真空泵；
- 8——空气出口。

图 2 颈部有密封设计的送气头罩 PAPR 实际送风量测试系统示意图

若 PAPR 使用的头罩为颈部密封的设计(如采用颈套、颈箍或在颈下有内衬的方式),或头罩设计未使用头带或头箍,使头罩在试验头模上的佩戴位置不稳定,或在试验头模颈部的密合程度无法确定时,宜采用附录 E 使用的可调节流量的项圈装置(图 E.1)和方法,调节头罩在试验头模上的佩戴位置和(或)在颈部的密合程度,使之与实际佩戴状况一致。应使微压计的采样口位于头罩面镜前的呼吸区,并使其不受气流流速的影响。

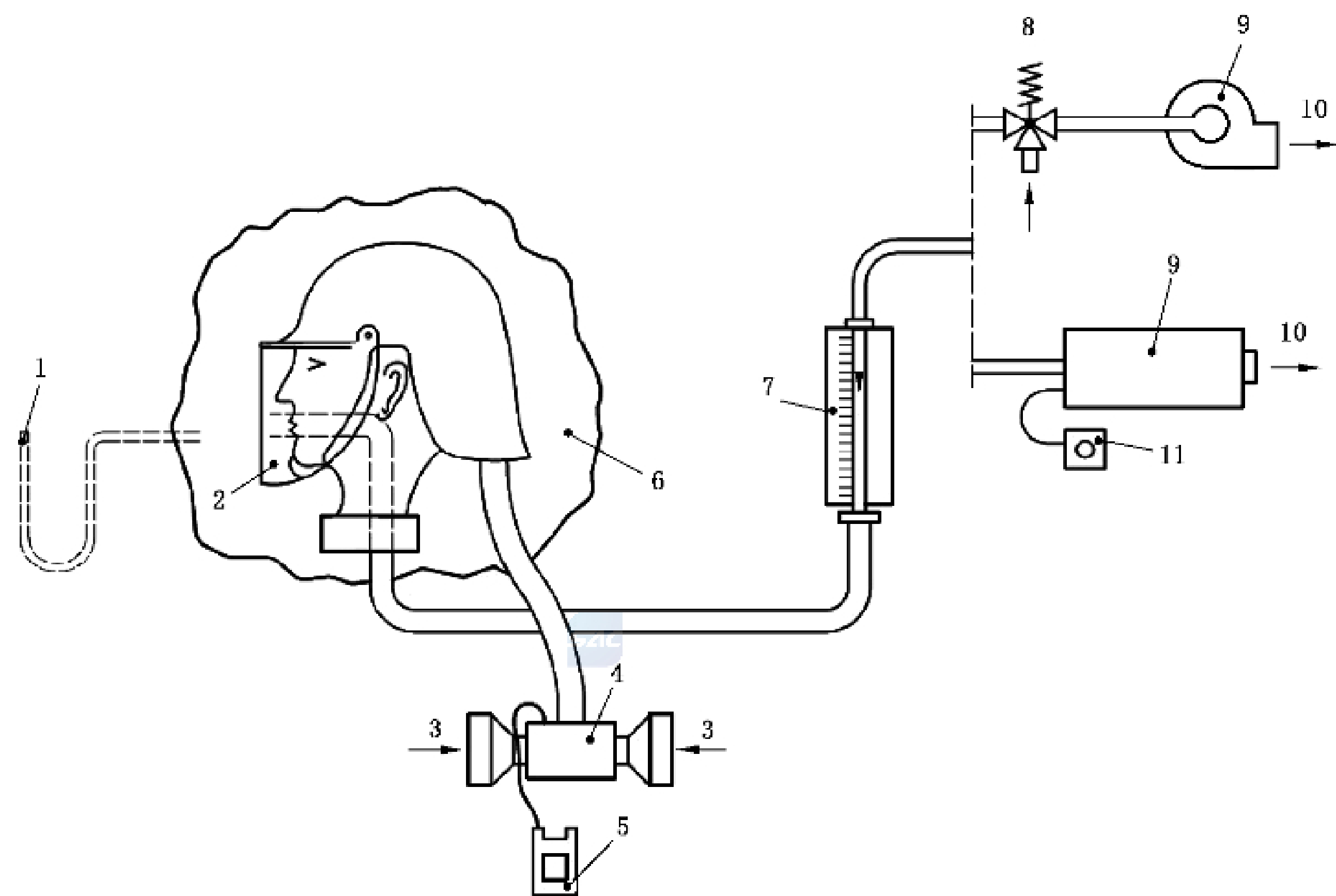
注：流经压力采样口的气流可能会对压力测定结果产生影响。



说明：

- 1——气流自由出口；
- 2——受试呼吸器；
- 3——适配器；
- 4——轻质塑料袋；
- 5——微压计(选用)；
- 6——空气入口；
- 7——可调空气溢出口；
- 8——送风机；
- 9——可调转速控制器；
- 10——流量计。

图 3 送风机设计位于开放型面罩内的 PAPR 实际送风量测试系统示意图



- 说明：
- 1——微压计(选用)；
 - 2——开放型面罩；
 - 3——空气入口；
 - 4——送风机；
 - 5——电池；
 - 6——轻质塑料袋；
 - 7——流量计；
 - 8——可调空气入口；
 - 9——真空泵；
 - 10——空气出口；
 - 11——可调转速控制器。

图 4 送风机设计位于开放型面罩外的 PAPR 实际送风量测试系统示意图

6.4.4 初始实际送风量

开启 PAPR,使其在满足 MMDF 的条件下运行。调节送风泵或抽气泵,使微压计显示为 0,或使塑料袋处于既不瘪也不胀的状态,即塑料袋内外压差为 0,记录流量计的流量;继续保持塑料袋内外压差为 0 的状态,每隔 5 min 测定一个结果,直至测定 30 min,对记录的 7 个测定值取平均作为初始实际送风量。

若初始实际送风量低于 MMDF,终止测试。

在测试过程中,应验证 PAPR 的检查装置是否能够正确指示 MMDF 条件,并报告结果。

6.4.5 制造商设计持续使用时间

初始实际送风量测试结束后,应拆除测试装置,并保持被测样品继续处于工作状态;等到距离制造商设计持续时间终点 1 h 的时候,重新搭建测试系统,重新测试,按 6.4.4 方法测试流量。

总的测试时间包括初始实际送风量和最终实际送风量的测试时间段在内,应不小于制造商设计持

续使用时间。

6.5 呼吸阻力

6.5.1 测试装置

测试装置包括：

- a) 呼吸机：呼吸频率范围为 10 次/min~40 次/min，潮气量调节范围为 1.0 L~3.0 L；
- b) 流量计：量程为 0 L/min~500 L/min，精度为 3%；
- c) 压差计：量程至少为 0 Pa~1 500 Pa，精度为 1 Pa；
- d) 试验头模：在头模口部安装有呼吸管道；
- e) 抽气泵：抽气流量不低于 100 L/min。

6.5.2 密合型面罩的 PAPR 在关机状态下的吸气阻力

将面罩戴在号型适合的试验头模上，使用充满电的电池和洁净的过滤元件，在关机状态下，调整呼吸机呼吸频率为 20 次/min，潮气量为 1.5 L，测试口鼻区附近的、吸气阶段的峰值静压(Pa)。测试所有过滤元件，都应满足要求。

6.5.3 密合型面罩的 PAPR 在开机状态下的吸气阻力

将面罩戴在号型适合的试验头模上，使用充满电的电池和洁净的过滤元件，在满足 MMDF 状态下，调整呼吸机呼吸频率为 25 次/min，潮气量为 2.0 L，测试口鼻区附近的、吸气阶段的峰值静压(Pa)。测试所有过滤元件，都应满足要求。

6.5.4 密合型面罩的 PAPR 在开机状态下的呼气阻力

将面罩戴在号型适合的试验头模上，使用充满电的电池和洁净的过滤元件，在满足 MMDF 状态下，调整呼吸机呼吸频率为 25 次/min，潮气量为 2.0 L，测试口鼻区附近的、呼气阶段的峰值静压(Pa)。应测试面罩不同朝向位置的呼气阻力：水平向前看、垂直向上看、垂直向下看；然后使试验头模处于平躺状态，以试验头模原有的垂直轴为轴，分别向左、向右看。测试所有过滤元件，都应满足要求。以记录的最大测试值作为测试结果。

6.5.5 开放型面罩和送气头罩的 PAPR 的呼气阻力

将面罩或头罩戴在试验头模或假人上。使用充满电的电池和洁净的过滤元件，根据制造商提供的信息，使呼吸器运行，如果呼吸器有多个送风量设置，选择最高送风量。调整呼吸机呼吸频率为 25 次/min，潮气量为 2.0 L，测量试验头模抬头状态下(抬头看的动作)的呼吸阻力；测试口鼻区附近的、呼气阶段的静压(Pa)。测试所有过滤元件，都应满足要求。宜使用附录 E 提供的方法用于某些设计的送风头罩的测试。

6.6 视野

6.6.1 密合型面罩

按 GB 2890—2009 中 6.8 方法测试。

6.6.2 开放型面罩或送气头罩

按 6.19 方法进行。如果按 6.19 方法测试不合格，应使用视野仪测试，在满足 MMDF 的条件下，按 GB 2890—2009 中 6.8 的条件和方法，并采取措施，使被测面罩或头罩受到适当支撑，使之与实际佩戴



方式相符,宜使用附录 E 提供的方法进行某些设计的送风头罩的测试,应使用表 10 进行综合评价和判定。

表 10 视野评价

满足 5.6.1 视野要求的最终评价	依据的测试方法及测试结果
合格	6.19 实用性能评价合格
	6.19 实用性能评价不合格,但视野仪测试合格
不合格	6.19 实用性能评价和视野仪测试都不合格

6.7 视窗机械强度

按照佩戴位置,将整套呼吸器安装在试验头模上,使呼吸器视窗面向垂直上方,风机送风量在满足 MMDF 的条件下,使钢球(直径 22 mm,质量约 44 g)从 130 cm 高度,以垂直于视窗中央表面的角度,自由落体坠落在视窗中央。记录任何形式的损坏。

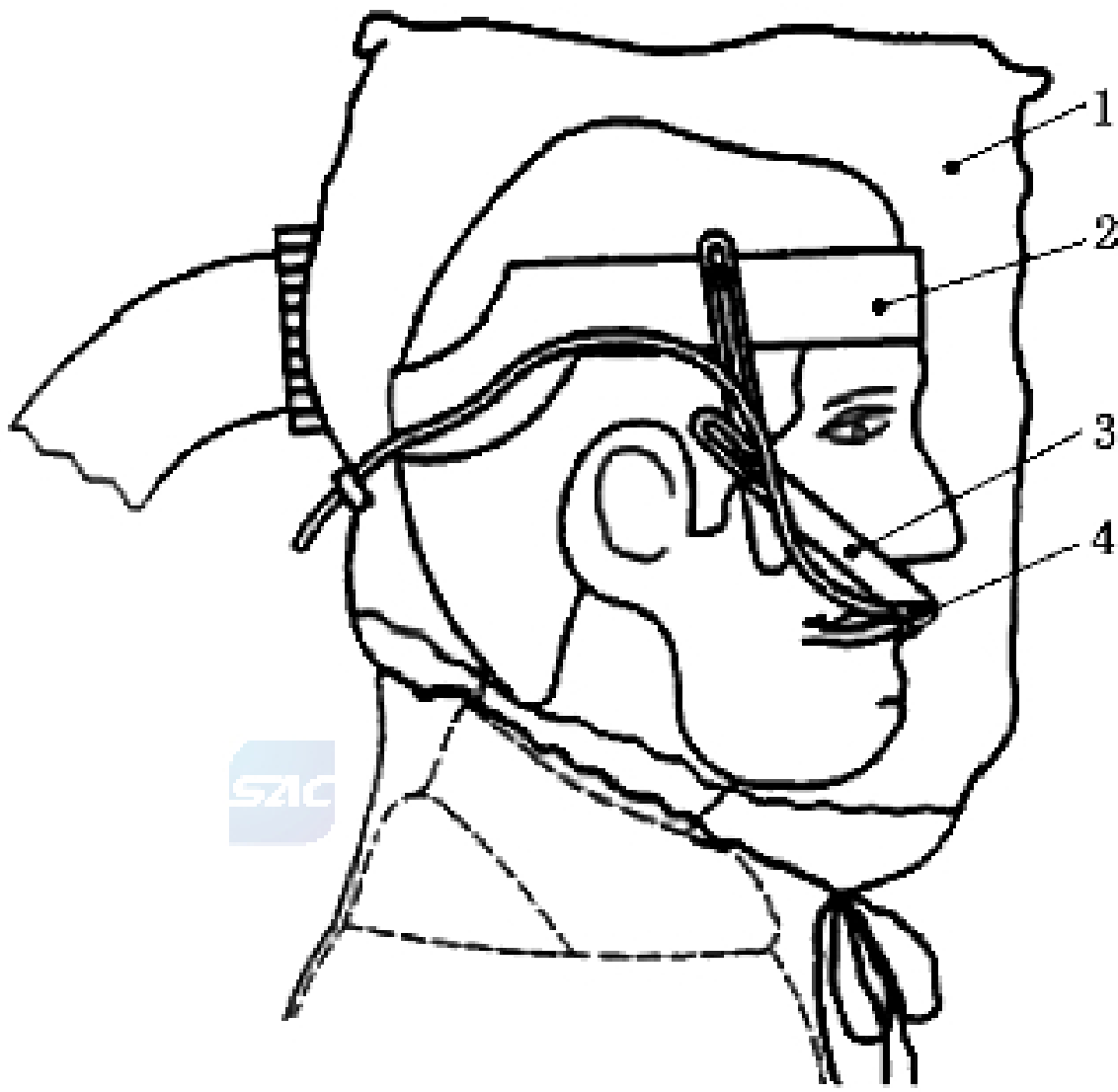
6.8 泄漏率

6.8.1 样品要求

密合型面罩的呼气阀应经过 5.2.1e)所要求的处理,面罩或头罩的视窗应经过 6.7 和 6.15 测试。如果面罩或头罩有不同号型,每个号型的面罩或头罩应至少 1 个样品。

注:如果一款面罩设计有 3 个号型,则需提供 3 个面罩样品与 2 套风机配合用于测试。

在面罩或头罩的呼吸区安装采样管,采样管与测试仪器和面罩的连接应气密。采样管的布置应避免测试中因受试者运动而对面罩或头罩的佩戴位置产生影响。如果呼吸器面罩或头罩使用了硬质视窗,则视窗可对采样管提供支撑;如果视窗使用柔软的材料,则应使用适当的固定材料(如:头箍)来布置采样管,见图 5。



说明:

- 1——被测头罩样品;
- 2——头箍;
- 3——塑料材质的可调节的支撑臂;
- 4——采样管。

图 5 软材质头罩的采样管布置示意图

6.8.2 受试者要求

选择 10 名受试者,应包括男女受试者,测试密合型面罩类产品的男性受试者应刮净胡须。应按 GB/T 5703 的要求测量并记录受试者的形态面长和面宽数据。受试者应阅读被测呼吸器使用说明书,必要时教会使用,并熟悉测试步骤和方法。

如果呼吸器面罩或头罩设计有不同号型,每个号型的面罩或头罩应提供一个样品,由受试者根据自己的脸、头型选择适合的面罩或头罩进行测试。每套呼吸器经过 5 个受试者测试。

一个受试者测试完后,应按照制造商提供的方法清洗、消毒呼吸器,并干燥,转交下一个人测试。

6.8.3 原理

测试的 PAPR 应使用 P100 过滤元件,如果 PAPR 设计无 P100 过滤元件,则需要制备测试用、阻力相当、过滤效率达到 P100 的过滤元件用于替代,并调节 PAPR 满足 MMDF 条件。受试者佩戴整套 PAPR,在含有已知浓度的测试试剂的空气环境下,在规定时间内从事指定动作,同时测试环境中的和呼吸器呼吸区内的试剂浓度,通过计算得出呼吸器的泄漏率。测试中,由被测样品过滤导致的试剂浓度降低,不应影响测试的准确性,应维持测试环境中试剂的浓度,使之在规定范围内。

6.8.4 测试装置和条件

应采用氯化钠或油性颗粒物进行测试,测试装置和条件应满足 GB 2626—2006 中 6.4.2 要求。

6.8.5 测试步骤

使用流量调节装置,调节安装在面罩上的采样管的采样流量,控制流量在 1 L/min~2 L/min 范围。

告知受试者,允许受试者在测试过程中调整头面罩,但该动作需重新测试;受试者在测试过程中不得知道测试结果。

将测试用颗粒物导入测试仓内,使测试仓内颗粒物浓度达到要求。

受试者在洁净空气区佩戴好被测呼吸器,对密合型面罩,进行关机状态下的面罩佩戴气密性检查,检查合格后,连接采样管至测试仪器,在测试仓外,测试受试者呼吸时面罩或头罩内的本底浓度,测定 5 个数据,取算术平均值作为本底浓度 c_a 。

如果受试者无法取得与所佩戴面罩的密合,应停止测试。记录受试者脸型,替换该受试者,并在报告中注明。

令受试者进入测试仓内,并在避免颗粒物污染的情况下将采样管连接至颗粒物测试仪,并确保气密;待测试仓内测试介质浓度稳定后,顺序完成以下动作。

- a) 头部静止不说话,2 min;
- b) 左右转头(约 15 次/min,类似在巷道内检查左右两侧墙壁),2 min;
- c) 上下抬头低头(约 15 次/min),2 min;
- d) 大声说话,2 min;
- e) 头部静止不说话,2 min。

在进行每个动作时,应同时测量测试仓和头面罩内呼吸区测试试剂的浓度;一般只测定该动作的最后 100 s 时间区段,避免测试动作的交叉区段。对每个动作,应测试 5 个数据,并计算算术平均值作为该动作的结果。

如果测试密合型面罩 PAPR 关机状态下的泄漏率,则在上述开机状态下测试结束后,立即将呼吸器关机,不摘面罩,重复测试动作 a)~e)。确保两台 PAPR 都经过关机状态下的测试。

测试完成后,由每个受试者评价 PAPR 开机状态下面罩内起雾情况。如果有其他评价,应记录。

6.8.6 测试结果的计算

采用 NaCl 颗粒物测试时,每个动作的泄漏率按式(3)计算:

$$IL_{\text{动作}} = \frac{(c - c_a)1.7}{c_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $IL_{\text{动作}}$ ——每个动作的泄漏率,%;
- c ——做各动作时被测面罩内颗粒物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_a ——被测面罩内颗粒物本底浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_0 ——做各动作时,测试仓内颗粒物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

采用油类颗粒物测试时,每个动作的泄漏率按式(4)计算:

$$IL_{\text{动作}} = \frac{c - c_a}{c_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $IL_{\text{动作}}$ ——每个动作的泄漏率,%;
- c ——做各动作时被测面罩内颗粒物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_a ——被测面罩内颗粒物本底浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_0 ——做各动作时,测试仓内颗粒物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

每个受试者的总体 IL 按式(5)计算:

$$IL_{\text{个体}} = \frac{1}{5} \sum IL_{\text{动作}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

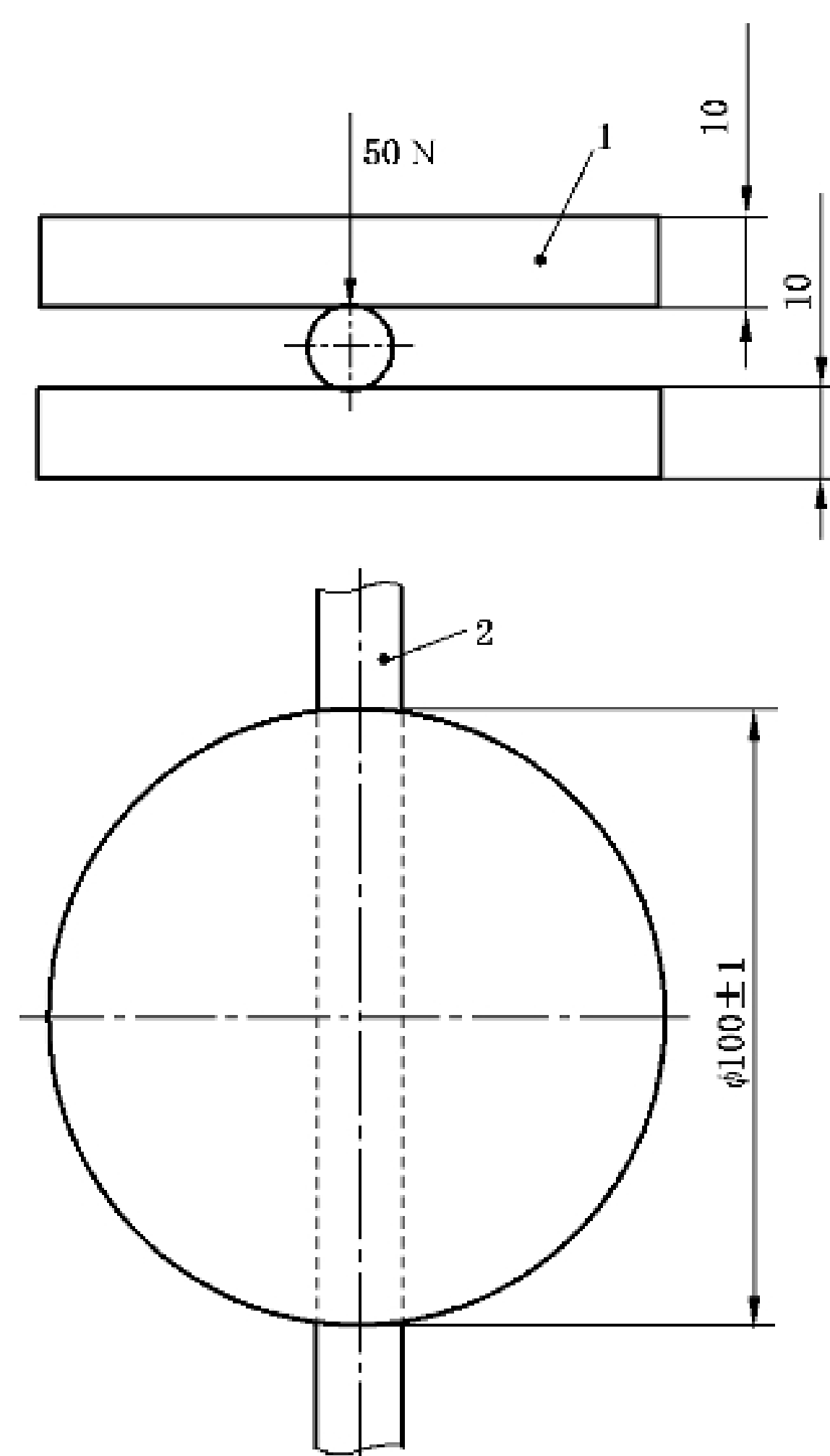
- $IL_{\text{个体}}$ ——受试者的总体 IL , %;
- $IL_{\text{动作}}$ ——受试者每个动作的 IL , %。

6.9 呼吸导管抗压扁性

6.9.1 测试装置

测试装置见图 6。使用两个直径为 100 mm、厚 10 mm 的刚性材质的圆盘,其中一个固定,另一个能在垂直于圆盘平面的方向上移动,并可以在其上施加负载,使两个圆盘之间所夹的样品承受总计 50 N 的力。

单位为毫米



说明:

1——可移动圆盘;

2——呼吸导管。

图 6 呼吸导管抗压扁测试装置示意图

6.9.2 密合型面罩 PAPR 的测试方法

调整 PAPR 至满足 MMDF 条件,开启风机,按照 6.5.3 方法测试吸气阻力的峰值;将呼吸导管放在两个圆盘之间的中部,向呼吸导管施加 50 N 的压力(包括上面圆盘自重),再次按照 6.5.3 方法测试吸气阻力的峰值。

若同时有多根呼吸导管,应同时测试每根呼吸管,每根呼吸管应经受加载 50 N。

记录加载后吸气阻力的峰值和吸气阻力的变化值。

6.9.3 开放型面罩或送气头罩 PAPR 的测试方法

调整 PAPR 至满足 MMDF 的条件,开启风机,按照 6.4.4 方法测试送风量,送风量应满足 MMDF;将呼吸导管放在两个圆盘之间的中部,向呼吸导管施加 50 N 的压力(包括上面圆盘自重),再一次按 6.4.4 方法测试送风量。

若同时有多根呼吸导管,应同时测试每根呼吸管,每根呼吸管应经受加载 50 N 的测试。

记录加载前后送风量及加载后送风量相对于 MMDF 的变化,用 % 表示。

6.10 死腔

6.10.1 样品数量

1 个收到样,或每个号型(如果适用)1 个收到样。

6.10.2 测试装置

同 GB 2626—2006 中 6.9.2。

6.10.3 测试条件

测试条件如下：

- a) 呼吸机：呼吸频率为 25 次/min，潮气量 2.0 L；
- b) PAPR 满足 MMDF 条件，其他条件等同于 GB 2626—2006 中 6.9.3。

6.10.4 测试方法

使 PAPR 在满足 MMDF 条件下运行，测试方法同 GB 2626—2006 中 6.9.4。

6.10.5 对有颈部密封设计的送气头罩的测试步骤

应采用附录 E 提供的装配步骤，将头罩稳定地安装在试验头模上；测试方法同 6.10.4。

6.11 过滤效率

6.11.1 样品数量和要求

4 个样品，其中两个为经 6.3.2 预处理后样，另两个保持在原有包装或密封状态下，先经 6.3.1 条件预处理后，再经 6.3.2 预处理。预处理后样品应放置在气密容器中，并在 10 h 内测试。

6.11.2 测试设备和条件

用油性颗粒物测试，测试设备应至少满足 GB 2626—2006 中 6.3.2.2 要求，测试温度条件为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，颗粒物浓度不应超过 $200 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

过滤元件的加载量应至少达到 $(200 \pm 5) \text{ mg}$ ，若采用多重过滤元件，应平分加载量，如对双过滤元件，每个过滤元件的加载量应为 $(100 \pm 2.5) \text{ mg}$ ；若多重过滤元件有可能单独使用，应按单一过滤元件加载 $(200 \pm 5) \text{ mg}$ 。

对负压式 PAPR，测试流量为 $(85 \pm 4) \text{ L}/\text{min}$ ，若采用多重过滤元件，应平分流量；如对双过滤元件设计，每个过滤元件的测试流量应为 $(42.5 \pm 2) \text{ L}/\text{min}$ ；若多重过滤元件有可能单独使用，应按单一过滤元件测试。

对使用密合型面罩的正压式 PAPR，测试流量与产品相关，应使用按 6.14 方法确定的有效气流峰值流量 O_P ；若采用多重过滤元件，应平分流量；若多重过滤元件有可能单独使用，应按单一过滤元件测试。

对使用开放型面罩和送气头罩的 PAPR，测试流量应为按 6.4.4 方法测定的初始实际送风量；若采用多重过滤元件，应平分流量；若多重过滤元件有可能单独使用，应按单一过滤元件测试。

6.11.3 测试方法

首先将过滤效率测试系统调整到测试状态，并调整相关测试参数。

测试开始后，应记录初始的过滤效率，并应连续记录过滤元件在加载过程中的过滤效率。过滤元件的加载量应满足 6.11.2 的要求；在测试中，任何时候，当过滤效率低于该级别的限值，应停止测试；若颗粒物累计量虽已达到规定的加载量，但过滤效率正在下降，则应继续测试，一直持续到过滤效率下降停止为止，或持续到过滤效率低于该级别限值为止。

6.12 防护时间

6.12.1 样品数量和要求

4 个样品,其中两个为经 6.3.2 预处理后样,另两个保持在原有包装或密封状态下,先经 6.3.1 条件预处理后,再经 6.3.2 预处理。预处理后样品应放置在气密容器中,并在 10 h 内测试。

6.12.2 测试装置

测试装置包括:

- a) 计时器:分度值 0.1 s,精度 1 级;
- b) 温度计:0 °C~50 °C,精度为 0.1 °C;
- c) 流量计:0 L/min~200 L/min,精度 1 级;
- d) 测试介质浓度及透过浓度监测系统:应通过标定,精准度符合测试要求。

6.12.3 测试条件

测试条件如下:

- a) 测试介质的规定测试浓度和透过浓度见表 4、表 5、表 6、表 7 和表 8,实际的测试浓度相对于规定测试浓度的容许变化范围为 $\pm 10\%$,透过浓度容许变化范围为 $\pm 20\%$;
- b) 测试气流应水平通过过滤元件;
- c) 测试温度:(25 ± 3)°C;对于 CO 气体的测试,应符合表 8 的要求;
- d) 测试空气相对湿度:(70 ± 2)%,或指定条件;
- e) 测试流量:
 - 1) 对使用密合型面罩的 PAPR,测试流量与产品相关,应使用按 6.14 方法确定的平均有效气流量 Q_A ;若采用多重过滤元件,应平分流量;若多重过滤元件有可能单独使用,应按单一过滤元件测试;
 - 2) 对使用开放型面罩或送气头罩的 PAPR,测试流量应为 6.4.4 测试的初始实际送风量;若采用多重过滤元件,应平分流量;若多重过滤元件有可能单独使用,应按单一过滤元件测试;
 - 3) 若过滤元件设计可同时用于密合型面罩、开放型面罩或送气头罩,应使用 e)1)或 e)2)中较高的流量。

6.12.4 SX 类型过滤元件防护时间的测试方法

SX 型过滤元件的防护时间按以下步骤测试:

- a) 吸附过程:测试条件与 6.12.3 的要求相同;
- b) 解吸附过程:按照 a)规定的测试条件,先使过滤元件吸附测试介质气体或蒸气 10 min;之后将过滤元件密封,在(20 ± 1)°C 条件下储存(3 ± 1)天;然后在(20 ± 1)°C 和相对湿度(70 ± 2)%条件下,使清洁空气以 6.12.3 规定的测试流量通过过滤元件,为时 2 h,并应实时测试通过过滤元件的气体中测试介质的浓度,不应超过表 7 规定的透过浓度。

6.12.5 测试结果



每次测试中,测试介质的实际测试浓度只有在 6.12.3a)规定的容许变化范围之内,测试结果才有效。对于每组过滤元件的测试,测试结果应取最小值。对于含失效指示器的过滤元件,应在防护时间测试的同时评价失效指示器的性能,并在测试结果中报告。

应按式(6),把在实际测试浓度下所测得的防护时间,换算成规定测试浓度下的防护时间:

$$t = \frac{t_1 \times c_1}{c_0} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

t ——规定测试浓度下过滤元件的防护时间,单位为分钟(min);

t_1 ——实际测试浓度下的防护时间,单位为分钟(min);

c_1 ——实际测试时混合气体中的测试介质浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

c_0 ——表 4、表 5、表 6、表 7 或表 8 中规定的测试浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

6.13 多重过滤元件的阻力

若 PAPR 设计同时使用多重过滤元件,应测试送检的所有同一类型的过滤元件对气流的阻力,测试流量由 MMDF 除以 PAPR 使用的多重过滤元件的数量获得,根据由这个平均流量下测试的每个过滤元件的阻力,计算出平均阻力 P 和单个过滤元件之间阻力差的最大值 ΔP_{max} ,判断 ΔP_{max} 是否符合式(2)的要求。

6.14 密合型面罩 PAPR 的有效气流量

6.14.1 原理

对使用密合型面罩的 PAPR,当使用恒定流量分别测试过滤元件的过滤效率和防护时间时,需使用有效气流的流量。

有效气流的峰值流量 Q_P ,是当整套呼吸器佩戴在试验头模上,开启风机,使用呼吸机,在 30 L/min 的设置条件(20 次/min,潮气量 1.5 L/次)下,当呼吸机的吸气流量达到峰值时,叠加以 PAPR 风机所产生的气流,最终实际通过过滤元件的气流流量。

有效气流的平均流量 Q_A ,是当整套呼吸器佩戴在试验头模上,并开启风机,使用呼吸机,在 30 L/min 的设置条件(20 次/min,潮气量 1.5 L/次)下,实际通过过滤元件的气流流量的平均值。

根据过滤元件的气流阻力特性,可以用一个方程式表达 Q 和 ΔP 的关系,例如式(7),可计算得出 Q_P 和 Q_A 的数值。

$$Q = a \times (\Delta P)^b \dots\dots\dots (7)$$

式中:

Q ——气流量;

a 和 b ——常数;

ΔP ——过滤元件及其他部件的气流阻力。

a 和 b 可按式(8)经过线性回归计算得出:

$$\lg Q = \lg a + b \times \lg(\Delta P) \dots\dots\dots (8)$$

6.14.2 和 6.14.3 提供了有效气流量的典型测试方法。进行测试前需对过滤元件的阻力特性方程式(7)进行标定,在测试过程中该阻力特性方程不应有改变。

对使用密合型面罩的 PAPR,当测试过滤元件的过滤效率和防护时间时,需使用有效气流的流量。

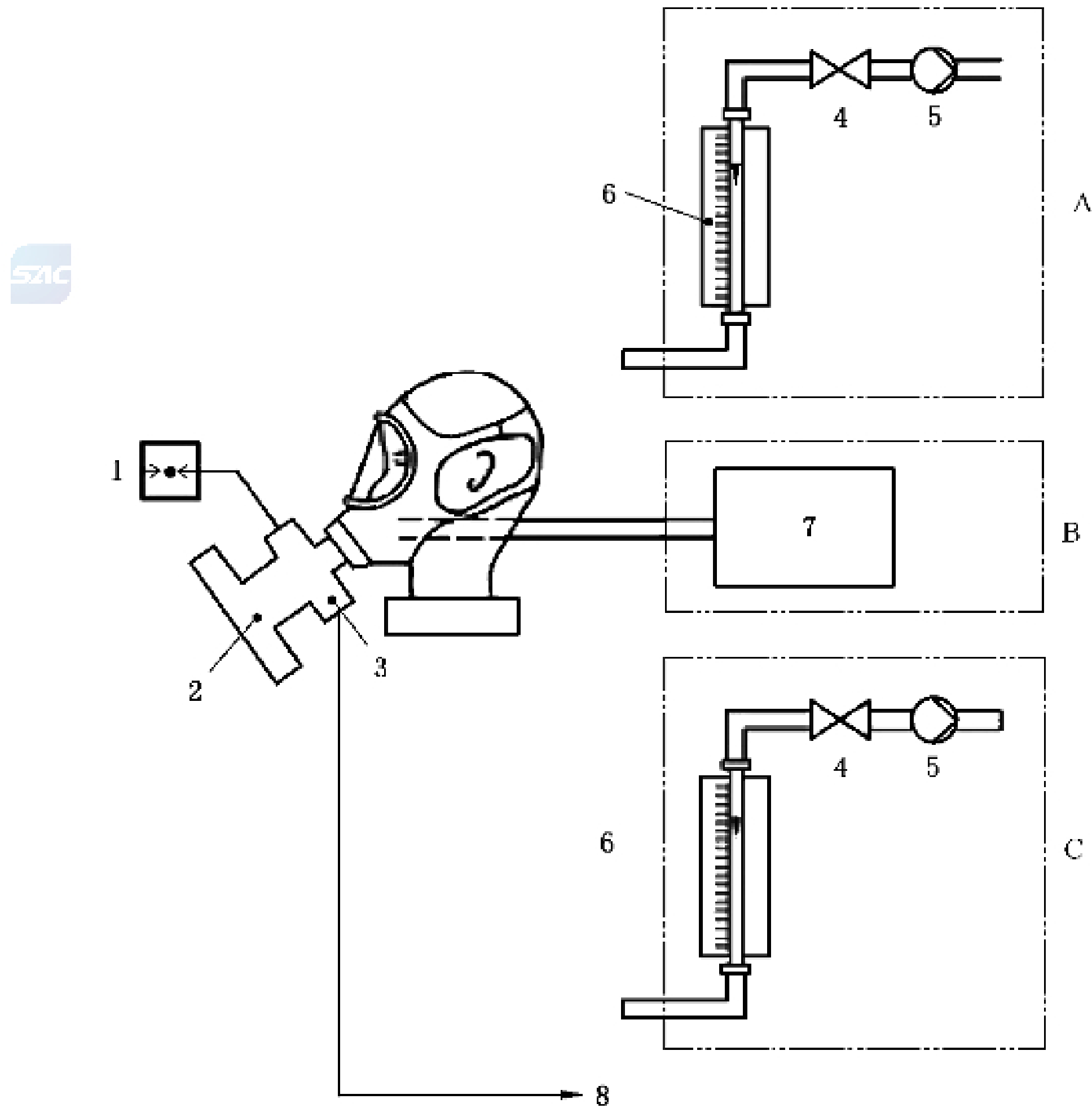
6.14.2 测试装置

测试装置示意图见图 7,主要由以下部件组成:

- a) 呼吸机:呼吸频率范围为 10 次/min~40 次/min,潮气量范围为 1.0 L~3.0 L;
- b) 压力传感器和记录设备:采样的灵敏度不宜低于 10 次/s;
- c) 标准试验头模;

- d) 流量计:量程为 20 L/min~200 L/min;
- e) 抽气泵:抽气量至少为 200 L/min;
- f) 阀、管路和连接管。

宜使用计算机数据采集和分析系统,以便获得实时数值,并计算 ΔP 。



- 说明:
- 1——压力传感器;
 - 2——过滤元件;
 - 3——送风机;
 - 4——阀;
 - 5——抽气泵;
 - 6——流量计;
 - 7——呼吸机;
 - 8——送风机的电源。

图 7 有效气流量测试系统示意图

6.14.3 测试方法

在以下测试过程中,PAPR 所使用的过滤元件应保持不变。具体测试步骤如下:

- a) 获得常数 a 和 b :将呼吸器面罩以气密的方式安装在试验头模上,将试验头模与抽气泵连接(见图 7 的 A 部分),在抽气量从 0 L/min~180 L/min 的变化范围内,等待整个系统平衡后,测试过滤元件的阻力 ΔP (典型的测试气流量如:20 L/min、30 L/min、50 L/min、70 L/min、95 L/min、150 L/min 和 180 L/min)。根据获得的 ΔP 和对应的气流量 Q ,按照式(8)计算 a 和 b 值;
- b) 获得平均有效气流量 Q_A :将呼吸器面罩以气密的方式安装在试验头模上,将试验头模与呼吸机连接,将呼吸机设置在 30 L/min (20 次/min,潮气量 1.5 L/min)(见图 7 的 B 部分),然后开

启受试呼吸器和呼吸机,等待整个系统平衡后,记录过滤元件和大气之间静压差 ΔP_s 的变化。考虑到 ΔP_s 仅与通过过滤元件的气流量相关,对应图 7 的 B 部分,且 $\Delta P_s \leq 0$ 。测量并计算至少 3 个完整呼吸循环时间内 $|\Delta P_s|^b$ 的平均值。用式(9)计算平均有效气流量 Q_A :

$$Q_A = a \times (\overline{|\Delta P_s|^b}) \dots\dots\dots (9)$$

c) 获得有效气流量的峰值流量 Q_P :

将 PAPR 面罩以气密的方式安装在试验头模上,将试验头模与呼吸机连接,将呼吸机设置在 30 L/min (20 次/min,潮气量 1.5 L/min)(见图 7 的 C 部分),然后开启受试 PAPR 和呼吸机,记录当呼吸机达到最大吸气流量时过滤元件和大气之间最大的瞬时压力降 ΔP_{PEAK} 。用式(10)计算有效气流的峰值流量 Q_P 。

$$Q_P = a \times (|\Delta P_{PEAK}|^b) \dots\dots\dots (10)$$

6.15 抗拉强度

使呼吸器部件自由悬垂,给自由端施加表 9 中规定的轴向拉力,持续时间 10 s。对多根呼吸管设计,分别测试每根呼吸管。

记录任何损坏或脱落。

6.16 噪声

6.16.1 测试设备

声级计和麦克风。声级计应符合 GB/T 3785.1—2010 的 1 级或 2 级,麦克风应能固定在受试者耳部位置。

6.16.2 测试步骤

由受试者佩戴呼吸器,在受试者耳部测定噪声 dB(A) 水平。测试步骤如下:

- a) 选择 3 个受试者,考虑性别和体型差异;
- b) 使用前,根据制造商的说明,对声级计进行标定;
- c) 被测样品应使用充满电的电池,从该 PAPR 设计的过滤元件组件类别中选择一类用于测试;
- d) 如果适用,选择送风机的最高送风量设置;
- e) 将麦克风固定于受试者双耳,位置是外耳中部耳屏点的高度。耳屏点位置由 GB/T 2428 定义;
- f) 使受试者佩戴上整套 PAPR;
- g) 开启送风装置,将声级计调至“A”档,选择慢档,然后顺序测量每只耳朵位置的 30 s 期间的等效连续声压级 L_{eq} ;
- h) 关闭送风装置,查看测试环境的背景噪声,确认其声压级比呼吸器噪声的测量值至少低 10 dB (A);如果不符合此要求,需调整背景噪声以满足此要求;
- i) 逐一将该 PAPR 设计的所有其他类过滤元件安装在呼吸器上,重复测试;
- j) 取每个受试者双耳测量值的最大值。

6.17 可燃性

6.17.1 样品数量

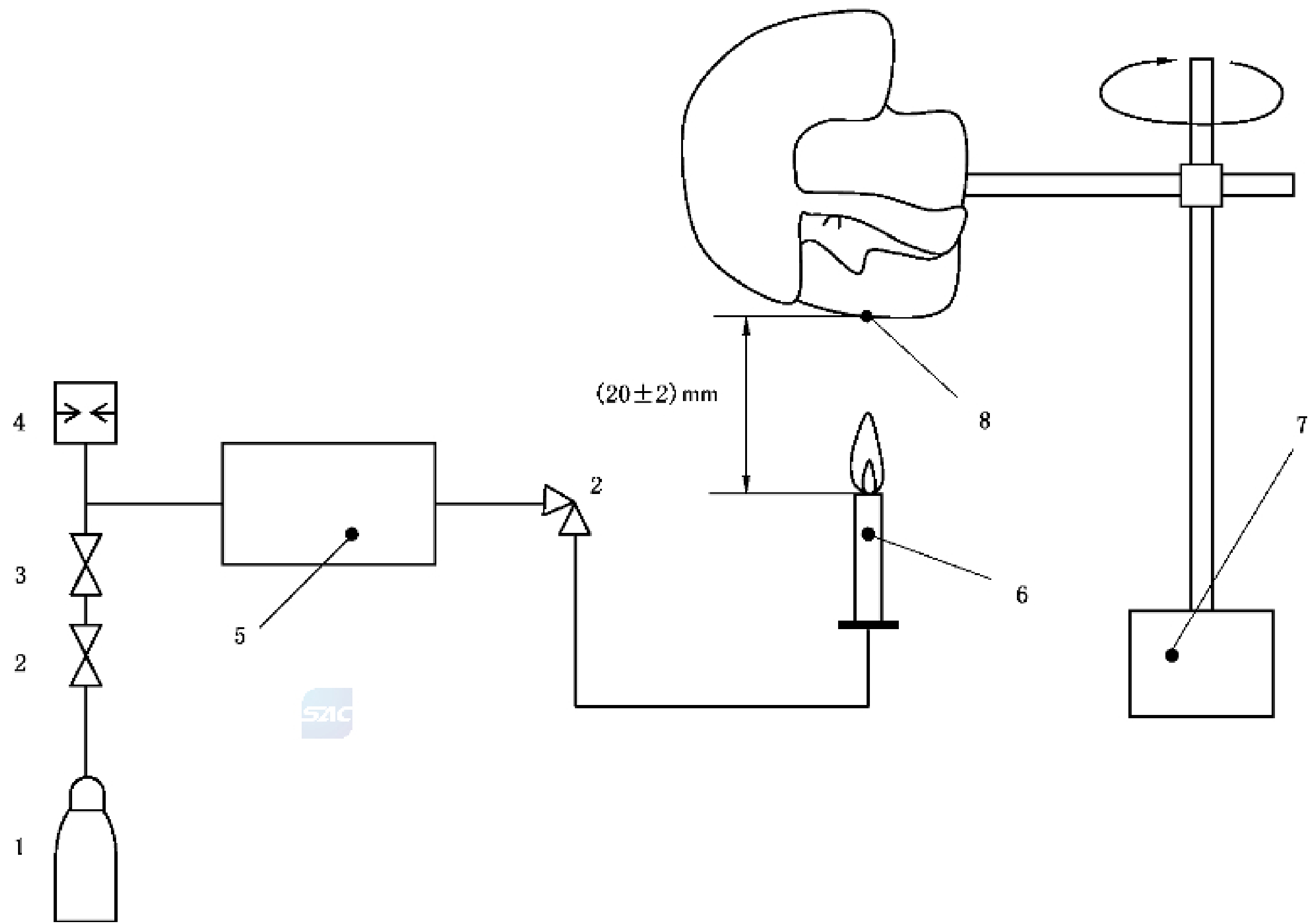
1 个收到样,或每个号型(如果适用)1 个收到样。

6.17.2 测试装置和条件

测试设备示意图见图 8。燃烧器的火焰可调,使火焰高度为 (40 ± 4) mm,距离燃烧器顶端 (20 ± 2) mm

的火焰温度为 $(800\pm 50)^{\circ}\text{C}$ ，该高度点即被测样品与火焰接触的受试点。使用直径约 1.5 mm 的热电偶测量火焰温度。

呼吸器面罩或头罩佩戴在一个金属的试验头模上，试验头模面朝下方；呼吸器其他部件需固定在金属支架上。试验头模和金属支架可作水平运动或圆周运动，使被测样品从燃烧器火焰的正上方通过并与火焰接触，受试点相对于火焰的位移速度为 $(60\pm 6)\text{mm/s}$ 。被测样品支架高度应可调，使被测样品的受试点与燃烧器顶端垂直距离为 $(20\pm 2)\text{mm}$ 。



- 说明：
- 1——丙烷气瓶；
 - 2——控制阀；
 - 3——减压阀；
 - 4——压力表；
 - 5——火焰止回装置；
 - 6——燃烧器；
 - 7——旋转电机和速度控制器；
 - 8——样品受试点。

图 8 可燃性检测装置示意图

6.17.3 测试方法

将被测呼吸器头罩或面罩佩戴在金属试验头模上，或将其他被测部件固定在金属支架上，使燃烧器顶端与被测样品受试点间的垂直距离为 $(20\pm 2)\text{mm}$ ，然后使试验头模或支架位于燃烧器燃烧区外。

点燃燃烧器后，调节火焰，使火焰高度和受试点火焰温度满足 6.17.2 的要求。

启动金属试验头模或支架运动控制装置，使被测样品经过燃烧区。记录通过火焰上方时被测样品材料的燃烧情况。应检测呼吸器所有裸露表面，应使每个部件都通过 1 次火焰。

6.18 质量

6.18.1 样品数量

2 套样品,为收到样。如果有不同号型,每个号型至少 1 个样品。

6.18.2 测试设备

测试设备包括:

- a) 天平或台秤:满足 5.17a)和 5.17b)要求的量程需要,精度为 1 g;
- b) 天平或台秤:满足 5.17c)要求的量程需要,精度为 10 g;
- c) 弹簧秤或拉力计:满足 5.17a)和 5.17b)要求的量程需要,精度为 1 g。

6.18.3 测试方法

若 PAPR 设计有不同号型供选择,或使用多种类型的过滤元件,应测试各号型 PAPR 配置与所有过滤元件的不同组合状态下的质量,取最大值。

若使用天平无法测试呼吸导管在头部的质量分布,应使用弹簧秤或拉力计测试,方法如下:

- a) 选择一位身高为 (1.75 ± 0.05) m 的受试者;
- b) 将呼吸导管与 PAPR 送风机连接,将 PAPR 送风机佩戴在受试者身上;
- c) 面罩或头罩不与呼吸导管连接,让受试者佩戴好面罩或头罩,确保受试面罩或头罩的进气口开启,或采取措施使受试者不会有窒息的危险;
- d) 将呼吸导管的自由端挂在弹簧秤上,使受试者面对正前方,提起呼吸导管的自由端至受试面罩或头罩的呼吸导管接口处,记录此时的质量,即为呼吸导管在头部分布的质量;
- e) 如果 PAPR 设计提供不同长度的呼吸导管供选择,宜参考制造商的选择指导选择受试者。

6.19 实用性能

6.19.1 原理

由受试者佩戴整套 PAPR,模拟实际应用状态下的一些动作,然后对使用感受提供主观评价。

6.19.2 样品数量及要求

测试两套 PAPR,每个受试者测试一套 PAPR,每套 PAPR 均配有充满电的电池和从原包装中取出的过滤元件,如果 PAPR 设计使用不同类别的过滤元件,应选择质量和(或)体积最大的过滤元件的组配用于测试。在进行实用性能测试之前,PAPR 应先经过所有实验室测试(除 6.17 可燃性)。

6.19.3 受试者要求

应满足 GB/T 23465—2009 中 4.2 的要求。应选用两名受试者。

6.19.4 测试条件

在温度为 16 °C ~ 32 °C 和相对湿度为 30% ~ 80% 的环境中进行测试,环境噪声应不高于 80 dB (A),并应记录实际的测试条件。

6.19.5 测试方法

测试步骤按 GB/T 23465—2009 中 5.5 进行。每个受试者应按照制造商提供的使用说明使用呼吸器,并按 GB/T 23465—2009 中表 2 对 PAPR 产品的要求,在规定时间内完成规定的动作。

6.19.6 测试报告

每个受试者应按 GB/T 23465—2009 中第 6 章和 GB/T 23465—2009 中表 3 的要求,并根据本标准 5.18 的要求,提供主观评价。

测试报告应符合 GB/T 23465—2009 中第 7 章的要求。

7 标识

7.1 标识内容

7.1.1 PAPR 应标识制造商名称或注册商标、产地、产品型号及号型、生产日期、认证标志或批准文件的编号。

7.1.2 所有的适用的呼吸器类别和过滤元件类别,都应在 7.2 规定的位置标识。

7.1.3 PAPR 的类别应按表 1 标识,同时标识本标准号。

示例 1:配半面罩的负压式 PAPR 标识:GB 30864—2014 NHF。

示例 2:配半面罩和全面罩的正压式 PAPR 标识:GB 30864—2014 PHF/PFF。

示例 3:配全面罩、开放型面罩和送气头罩的正压式 PAPR 标识:GB 30864—2014 PFF/PLF/PLH。

7.1.4 所有过滤元件应按表 2 标识(含标记和标色),同时标识本标准号。

示例 1:过滤效率为 95.00% 的防颗粒物过滤元件标识:GB 30864—2014 P95。

示例 2:防护容量为 1 级的同时防护有机蒸气、无机气体、酸性气体的过滤元件标识:GB 30864—2014 A1B1E1。

示例 3:对有机蒸气防护容量为 2 级的、对某些碱性气体防护容量为 1 级的、同时防护一氧化碳气体和过滤效率为 99.97% 的综合防护过滤元件标识:GB 30864—2014 A2K1COP100(CO 一次性使用)。

示例 4:对防护一氧化碳气体过滤元件标识:GB 30864—2014 CO(CO 一次性使用)。

示例 5:防护特殊气体(磷化氢)的过滤元件标识:GB 30864—2014 SX(磷化氢)。

7.1.5 对于声称具有本质安全的 PAPR,本质安全的标识内容应遵照 GB 3836.1—2010 和 GB 12476.4—2010 的有关要求。

7.1.6 对于声称具有其他附加的防护性能的标识(如抗高速粒子冲击或抗非电离辐射性能,或安全帽性能等)应遵照适用标准的有关要求。

7.2 标识位置

在 PAPR 送风机上应有 PAPR 类别标识,应选择不易被污染的位置标识;在开放型面罩和送气头罩内应有标签,标识 PAPR 类别。过滤元件类别的标识(含标记和标色)应标在过滤元件本体上。本质安全的标识应在送风机和设计可拆卸的电池上。

附 录 A

(规范性附录)

焊接防护用呼吸器面罩或头罩电绝缘性和抗热穿透性测试方法

A.1 电绝缘性

A.1.1 原理

焊接面罩或头罩置于金属盘上,其外表面用湿布覆盖。在金属盘和面罩内施加一电位,测试漏电流。

A.1.2 样品数量和要求

一个收到样,样品为呼吸器头罩或面罩整体。被测样品在 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度小于 70%的条件下应放置至少 2 h。

A.1.3 测试设备

测试设备包括:

- a) 电极,2 个;
- b) 电压表:0 V~500 V,精度 $\pm 1\%$;
- c) 毫安表:精度 0.1 mA;
- d) 金属盘:用于放置样品。

A.1.4 测试条件

测试条件中温度为 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$,相对湿度小于 70%。

A.1.5 测试方法

将配有焊接镜片的焊接面罩或头罩放置在金属盘上,使湿布和金属盘之间取得尽可能好的接触。

将一电极与金属盘相连接,另一电极作为测试探头,将电流表串联在两个电极之间。在电极之间施加 $(440\pm 10)\text{V}$ 、频率为 $(50\pm 5)\text{Hz}$ 的交流电,在面罩内部用测试探头测定至少 10 个不同的位置,包括焊接镜片的安装槽的任何位置,尤其应测试使用的金属部件,测量漏电流。

A.2 抗热穿透性

A.2.1 样品数量和要求

一个收到样,样品为呼吸器头罩或面罩整体。

A.2.2 测试设备

测试设备包括:

- a) 钢棒:直径 6 mm,长 $(300\pm 3)\text{mm}$,末端为平面,并与长轴垂直;
- b) 热源;
- c) 热电偶和温度显示装置:能够测试的温度范围包含 $600^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$,精度 1%;

d) 计时器:精度 0.1 s。

A.2.3 测试条件

测试环境温度应为 $(23\pm5)^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.4 测试方法

将钢棒末端至少 50 mm 长度区域加热至 $(650\pm20)^{\circ}\text{C}$,用热电偶在距离加热末端 $(20\pm1)\text{mm}$ 处测试温度,然后使钢棒与样品表面垂直,将钢棒加热端与被测样品外表面接触,接触压力仅为钢棒的自身重量,接触持续时间 $(5.0\pm0.5)\text{s}$,然后移除钢棒。测试点除塑料材质的头箍和织物材质的边缘外,应包括面罩所有部位。

测试后按 6.2 进行表观检查。



附录 B
(资料性附录)
警示装置的应用



B.1 警示装置与警示方法的类型

具备某些警示功能的 PAPR,可以向佩戴者提供警示信息,显示 PAPR 已经,或即将无法达到制造商设计的最低使用条件,以便佩戴者及时采取措施。典型的警示信息如低电量和低的送风量等。

PAPR 提供警示的方法会不同,典型的方法有发不同颜色的光、闪光、发声或者震动等,以便佩戴者能够感知。理想的警示装置,警示信息应该易于被感知,而不需要佩戴者停下手中的工作刻意去关注,这样才能起到警示的作用,确保佩戴者的安全。但是,警示信息的送达和接受会受到周围环境的影响(如噪声和光线条件),也会受到佩戴者作业状态的影响(如自身运动),PAPR 佩戴者只有能有意识地去关注警示装置,才能确保及时获得警示信息。

B.2 带警示装置 PAPR 的选择与使用

带有警示装置的 PAPR 成本相对较高,但能有效提高 PAPR 的使用安全性。当选用开放型面罩、送气头罩的 PAPR 产品或防毒的 PAPR 产品,或准备用于污染物浓度较高的环境(低于 IDLH 浓度,非 IDLH 环境),宜首选具备警示功能的产品。

B.3 警示功能的局限性

通常情况下,PAPR 警示功能具有一定的局限性,不能解决 PAPR 安全使用过程中的全部问题。依照 PAPR 设计不同,低电量和(或)低的送风量的警示,往往可以提示防颗粒物过滤元件失效(阻力升高导致的电池寿命缩短,或阻力过高导致的送风量下降),提示更换防颗粒物过滤元件(结合具体的产品使用说明),这些警示功能对防毒过滤元件的更换没有提示作用,而这正是安全使用过滤式呼吸器的一个主要问题。受技术的限制,防毒过滤元件的失效指示器(见 3.13),目前仍然没有成熟的技术,绝大多数过滤元件仍不具备该功能;即便将来技术的发展,PAPR 所用的过滤元件有失效指示器,但其适用的有毒有害物质的种类也是十分有限。

附录 C

(资料性附录)

关于 PAPR 在消防中应用的说明

C.1 对消防应用的限制

符合本标准的 PAPR 产品不适合以下消防作业环境的使用：

- a) 各类 IDLH 环境,这包括:
 - 1) 缺氧环境,或可能缺氧的环境;
 - 2) 污染物种类未知的环境;
 - 3) 污染物浓度未知的环境;
 - 4) 污染物浓度超过 IDLH 浓度的环境。

注: IDLH 浓度见 GB/T 18664—2002 中附录 B。

- b) 燃烧或爆炸的环境。

C.2 判断 PAPR 适用性时需要考虑的因素

对预期的作业条件和防护需求的评估,是选择适合消防应用的呼吸器的基础。除 C.1 所列举的对 PAPR 在消防应用的限制外,还应遵守 GB/T 18664—2002 中表 3、4.3 和 4.4 中对选择呼吸器的要求。

有些因素会影响 PAPR 的选用,应考虑 PAPR 的具体设计和(或)功能特点。下面对一些典型的影响因素进行讨论。

C.2.1 气态空气污染物的种类

受到科学技术的限制,没有一种过滤式呼吸器能对所有气态的空气污染物都有效。PAPR 使用者应咨询制造商,核实其适用性。如果对适用性不确定,或对防护效果(包括防护性能和防护时间)有怀疑,不应选用过滤式呼吸器。

C.2.2 作业强度

本标准对正压式 PAPR 的测试条件是基于中等劳动强度条件下中国人的平均通气量,满足本标准的 PFF PAPR 的 MMDF 将不低于 95 L/min。通常,随着作业强度的增加,呼吸器使用者的呼吸量会提高,如果是这种情况,在使用正压式 PAPR 的过程中,呼吸器面罩内在吸气阶段也会出现短时负压的状态。

PFF PAPR 的 MMDF 设计水平可能会高于本标准设定的最低要求,而另有一些产品具备送风量的调节功能,使用者可以自行选择高于 MMDF 的送风量,以适应高强度作业的需求。对于这种情况,使用者应注意,制造商设计持续使用时间是以 MMDF 为基准的,选择高送风量通常会降低电池的持续使用时间,继而影响持续作业时间(见 C.2.3)。

C.2.3 持续作业时间

消防用 PAPR 使用电池供电,使用时间有限,PAPR 的制造商设计持续使用时间是选择 PAPR 的一个重要考虑因素。制造商设计持续使用时间应满足消防持续作业时间的需求,并应适当留有余地,应对可能出现的、高浓度的颗粒状污染物的情况,由于随颗粒物的累积,防颗粒物过滤元件对空气的阻力

会增加,这可能会降低电池的使用时间,比制造商设计持续使用时间短,因为在依据本标准对产品制造商设计持续使用时间进行验证测试时,所使用的是新的过滤元件。为应对长时间使用的可能,建议准备备用电池,或选择制造商设计持续使用时间较长的产品,并选择具备适当报警功能的 PAPR,对使用者提供低电量或低送风量的警示。

C.2.4 防毒过滤元件的失效和更换

在使用中,防毒过滤元件对空气的阻力通常不会有明显的变化,而防护时间会受空气中气态污染物种类和浓度的变化而发生明显的改变,有时会受到湿度的影响,如防有机蒸气的过滤元件的防护时间可能会因为湿度的升高(如湿度大于 60%)而使防护能力下降;有时还会受到温度的影响,如 CO 过滤元件可能会因为温度的降低(如温度低于 0℃)而使防护能力下降。空气污染物有不同的警示性,包括嗅觉的、味觉的或刺激性等,但仍可能有许多其他的情况,过滤式呼吸器的使用者无法判断防毒过滤元件是否失效。GB/T 18664—2002 中附录 C 对气态污染物的警示性,及依靠对这些警示性的感觉来判断过滤元件是否失效等问题进行了讨论。PAPR 使用者应理解,完全依靠对污染物的感观判断过滤元件的更换时间是不安全的,在实际使用过程中存在重大安全隐患。

如果可能,应尽量选择具有防毒过滤元件失效指示器的产品;当受到各种限制无法获得这样的产品时,为安全起见,应根据最佳的预测,以需要防护的有毒、有害气体和(或)蒸气的种类和浓度等因素为基础,建立防毒过滤元件的更换时间表,按时更换。此外,对使用过的防毒过滤元件,建议不宜重复使用。

C.2.5 电池和电池充电

PAPR 可使用充电电池或非充电电池作为动力,使用者应注意电池的有效期限,并了解存放期间电池容量会发生变化,采取措施,对电池进行管理。

充电电池在存放期间会自动放电,放电率还会随储存温度的升高而提高,使电池容量进一步下降。电池充电的时间长短各异,虽然有一些快速充电的功能设计,但通常也需要数小时的时间才能完成充电;有些产品的设计,允许将充电电池与充电器长时间连接(如数日、数周或更长的时间),以便维持电量,这样可以降低存放期间对电池的管理需求。应阅读产品使用说明,了解相关信息,对电池进行相应的管理,保证作业中能随时使用。

C.2.6 其他

基于消防作业对 PAPR 的某些特殊要求,如防水设计、能够洗消等,或需要 PAPR 能够耐受产品说明书中提供的使用条件以外的、特定的温度和/或湿度环境,使用者应向制造商咨询,核实产品的适用性及具体使用方法。

附 录 D
(资料性附录)
测试样品要求汇总

本标准各测试方法中对样品的要求汇总见表 D.1。

表 D.1 测试方法对样品要求的汇总

技术要求 条款号	内容	样品数量 ^a	样品预处理条件 ^a	测试方法条款号
5.1	材料和结构	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.2,6.19
5.2.1a)b)	密合型面罩的呼气阀	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.2
5.2.1e)	密合型面罩的呼气阀	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.8
5.2.1c)	密合型面罩 呼气阀的保护装置	3	收到样	GB 2626—2006 中 6.8
5.2.1f)	密合型面罩的 呼气阀气密性	4	收到样 2 个,温湿度预处理样 2 个	GB 2890—2009 中 6.5
5.2.2	头带强度	2	收到样 1 个,温湿度预处理样 1 个	GB 2890—2009 中 6.13
5.2.3a)	负压式 PAPR 用 密合型面罩	—	—	GB 2626—2006
5.2.3b)	负压式 PAPR 用 密合型面罩	2	收到样	6.2
5.3.1	开放型面罩和送气头罩 一般要求	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.2,6.19
5.4	MMDF 和持续使用时间	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.4
5.4	PAPR 对送风和 调节的设计	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.2,6.19
5.5	呼吸阻力	2	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.5
5.6.1	密合型面罩的视野	至少 1 个, 需所有号型	收到样	GB 2890—2009 中 6.8
5.6.1	开放型面罩和 送气头罩视野	至少 2 个, 需所有号型	收到样 1 个,温湿度预处理后样 1 个	6.19 GB 2890—2009 中 6.8

表 D.1（续）

技术要求 条款号	内容	样品数量 ^a	样品预处理条件 ^a	测试方法条款号
5.6.2	视窗机械强度	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.7
5.7	泄漏率	至少 2 个， 需所有号型	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个。密合型面罩呼气阀经持续气流预处理；视窗经过机械强度测试；样品按制造商提供信息做清洗和/或消毒	6.8
5.8.2	呼吸导管抗压扁	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.9,6.19
5.9	死腔	至少 1 个， 需所有号型	收到样	6.10
 5.10.1	过滤元件基本要求	所有样品	收到样和/或机械强度预处理样	6.2
5.10.2	过滤元件过滤效率	4	机械强度预处理样两个，另两个在密封状态下，先经温湿度预处理，再经机械强度预处理	6.11
5.10.3	过滤元件防护时间	4	机械强度预处理样两个，另两个在密封状态下，先经温湿度预处理，再经机械强度预处理	6.12
5.10.4	多重过滤元件的阻力	所有样品	收到样和预处理后样	6.13
5.11	连接部件的强度	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.15
5.12	噪声	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.16
5.14	检查装置	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.2,6.4
5.16	电气部分	2	收到样 1 个，温湿度预处理后样 1 个	6.2,6.19
5.17	质量	2	收到样	6.18

表 D.1（续）

技术要求 条款号	内容	样品数量 ^a	样品预处理条件 ^a	测试方法条款号
5.18	实用性能,同时包括了 5.1、5.3.1、5.4.5、5.4.6、 5.8.1、5.15、5.16a)和 e) 的相关要求	2	收到样 1 个,温湿度预处 理后样 1 个。样品先经 过所有其他测试	6.19
5.20	制造商提供的信息	所有样品	收到样	6.2
7	标识	所有样品	收到样和预处理后样	6.2
注：此表只对前言规定的强制性技术要求的测试方法进行了汇总。				
^a 绝大多数样品会多次使用。				



附录 E
(规范性附录)

使用和不使用头部固定装置的有颈部密封设计的送气头罩的装配方法

E.1 适用范围

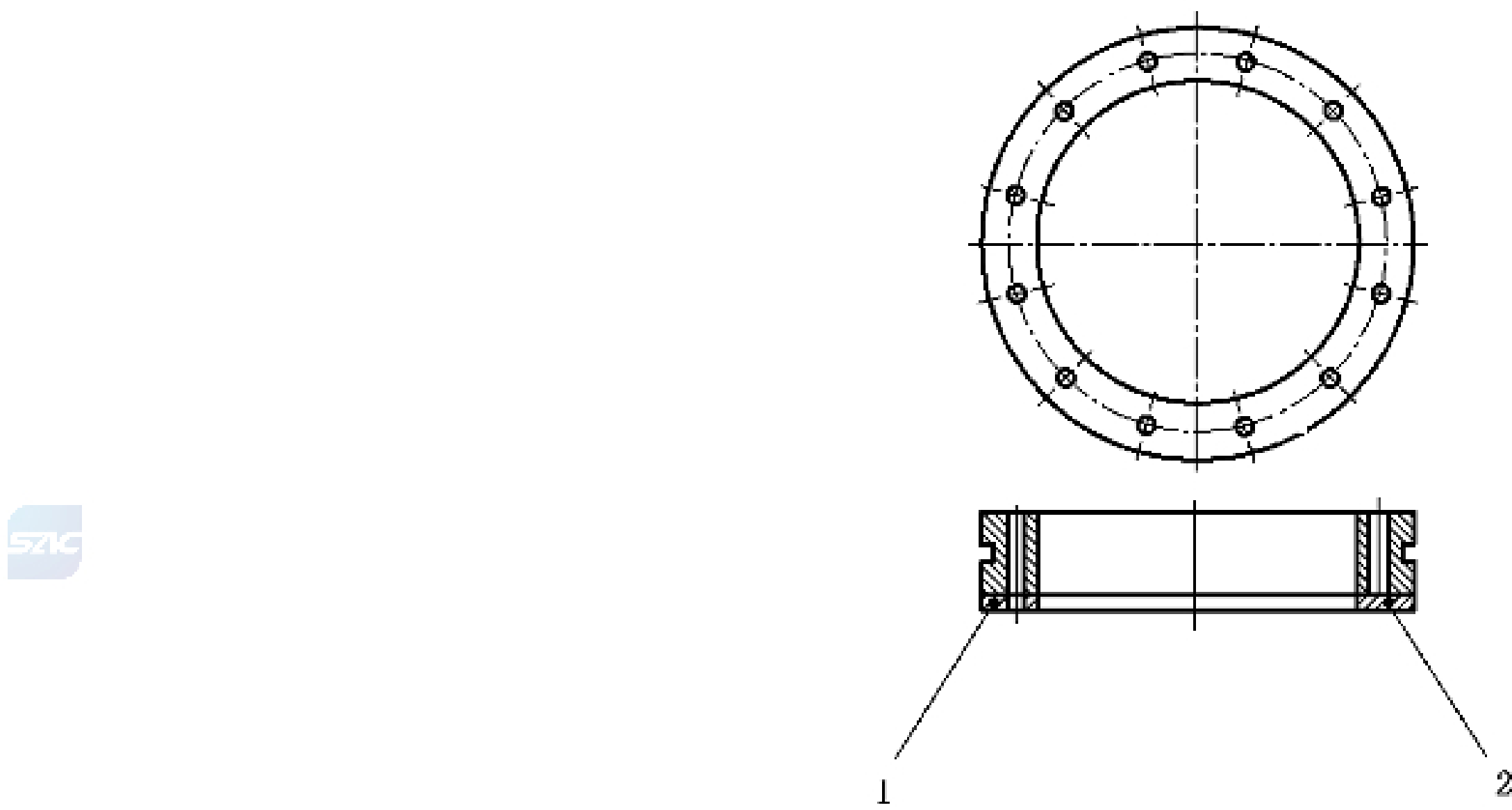
本测试方法用于送气头罩 PAPR 的死腔测试；如果需要，本步骤也适用于该类头罩的其他测试方法，例如呼吸阻力的测试。

E.2 原则

将呼吸器的送气头罩装配在试验头模上，或根据需要装配在适合的人体模型上，使测试装置与呼吸机连接。受送气头罩的固定方法的影响，在测试中，送气头罩的佩戴位置有可能变化。保持佩戴位置的稳定，是获得合理的测试结果的前提条件。

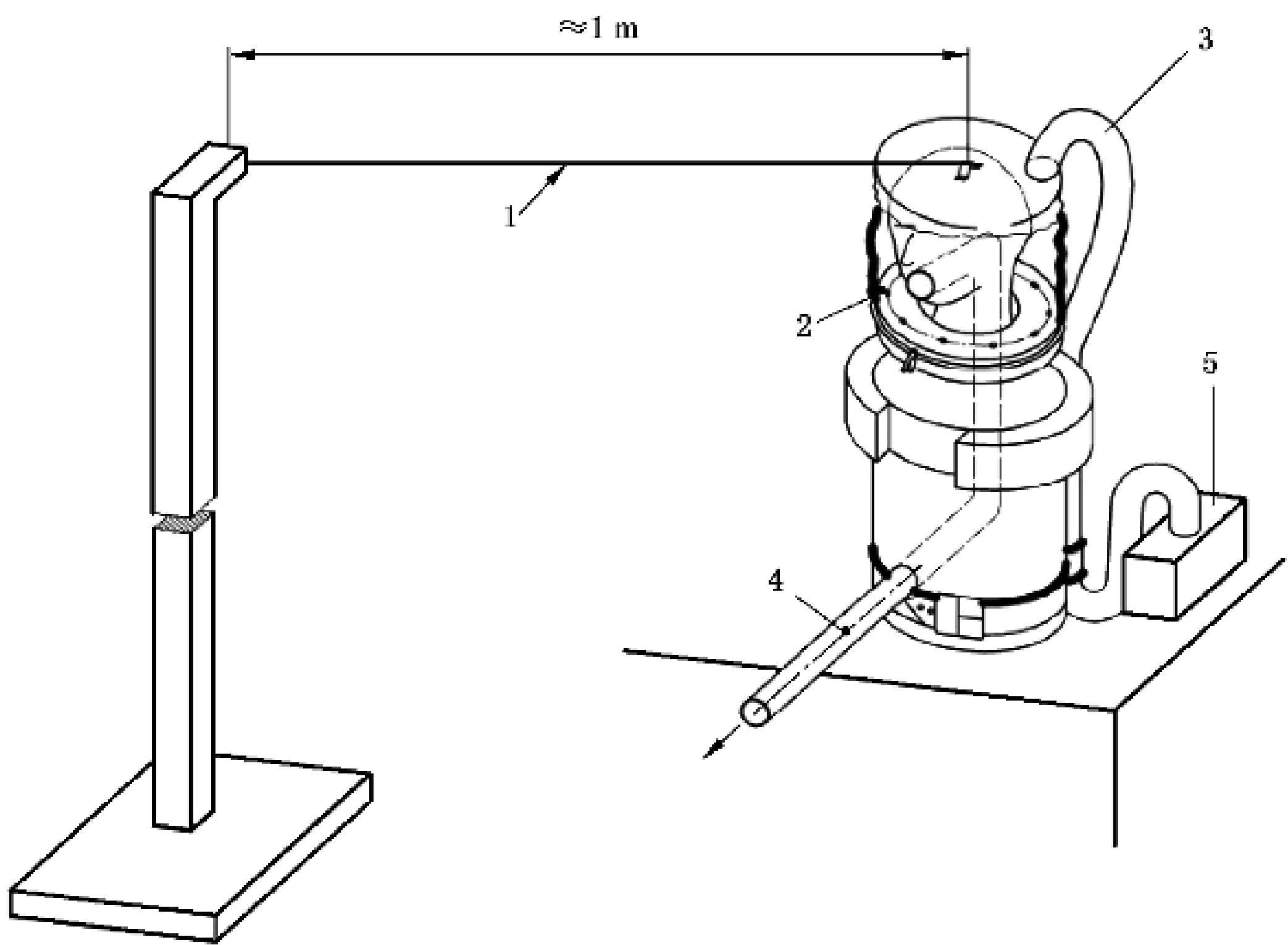
E.3 装置

在人体模型头的部位，装配 1 个项圈，该项圈与试验头模的颈部密封，上面有允许空气从送气头罩中导出的通孔，这些通孔的分布能保证气流分布均匀，借助 1 个可以滑动的环，来调节从通孔中流出的气流量，以便控制送气头罩内的气体压力（见图 E.1）。通过调节送气头罩在试验头模上的不同装配位置，来确定测试结果是否合适。利用一根有弹性的线绳（见图 E.2）实现对头罩位置的控制。如果送气头罩设计有用于头部固定的装置，应采用正常的佩戴位置。



说明：
1——显示下方调节环使通气孔处于开放状态；
2——显示下方调节环使通气孔处于闭合状态。

图 E.1 可调流量的项圈



- 说明：
- 1——弹性线绳(允许送气头罩在垂直方向不受限制地移动)；
 - 2——可调项圈(见图 E.1)；
 - 3——呼吸器导气管；
 - 4——和呼吸机连接的中心导管；
 - 5——送风机。

图 E.2 使用头部固定装置测试方法示意图

E.4 无头部固定装置头罩内压力的测试方法

应至少选择 3 名受试者,由他们分别佩戴送气头罩,按照制造商提供的信息,将送气头罩与受试者颈部密封。应在受试者屏住呼吸的状态下,并在呼吸器刚开机状态下(即达到初始气流量),记录送气头罩内的压力。

应对各受试者的测试结果取平均,获得送气头罩内压力的平均值,并记录结果。

E.5 有头部固定装置的测试方法



将送气头罩装配在试验头模上,在项圈外收紧颈部密封拉带(如果有),如果使用弹性的颈箍,将颈箍套在项圈外面。

在 1 个支架上固定一根有弹性的线绳,线绳长度以 1 m 为宜。将线绳另一端固定在送气头罩顶部(见图 E.2)。利用线绳的弹性,既能控制送气头罩在水平方向上的位移,又对送气头罩在垂直方向的移动产生尽可能少的影响。通过调节支架高度,使送气头罩顶部在垂直方向上,在可移动的范围内,不受线绳的限制。

使气流进入送气头罩,流量达到初始气流量。关闭项圈上的通孔,并将试验头模口部的通气口密封。缓缓开启项圈上的通气孔,使送气头罩内压力达到 E.4 部分所记录的平均头罩内压力,并保持项圈通气孔通气状态不变。

通过呼吸导管,向送气头罩内导入送气气流,将气流量调节至 MMDF。打开试验头模口部位通气口,将呼吸机与试验头模连接。

使送气头罩处于以下 3 个位置,获得合理的测试结果:

- a) 送气头罩与试验头模的鼻子刚刚接触;
- b) 送气头罩与试验头模的后部刚刚接触;
- c) 试验头模处于送气头罩中央。

通过弹性线绳,实现对送气头罩位置的调节。在整个测试期间,应保持送气头罩相对于试验头模两侧方向上的对称,并在垂直方向上不受限制。取 3 个测定结果的平均值作为合理的测试结果。

参 考 文 献

- [1] EN 12941:2009 Respiratory protective devices—Powered filtering devices incorporating a helmet or a hood—Requirements, testing, marking (includes Amendment A1:2003 and Amendment A2:2008)
- [2] EN 12942:2009 Respiratory protective devices—Power assisted filtering devices incorporating full face masks, half masks or quarter masks—Requirements, testing, marking (includes Amendment A1:2002 and Amendment A2:2008)
- [3] ISO/TS 16976-1:2007 Respiratory protective devices—Human factors—Part 1:Metabolic rates and respiratory flow rates
- [4] ISO 16972:2010 Respiratory protective devices—Terms, definitions, graphical symbols and units of measurement
- [5] NIOSH Proposed Concept:Powered air-purifying respirator (PAPR) standard Subpart P, Dec 21,2007
- [6] JIS 8157:2009 電動ファン付き呼吸用保護具
- [7] EN 175:1997 Personal protection—Equipment for eye and face protection during welding and allied processes
- [8] EN 403:2004 Filtering devices with hood for escape from fire
- [9] DIN 58620:2007 Respiratory protective devices—Gas filter (s) and combined filter (s) for protection against carbon monoxide—Requirements,testing,marking
- [10] NFPA 1984:2011 Standard on respirators for wildland fire-fighting operations
-