



中华人民共和国国家标准

GB 24539—2025

代替 GB 24539—2021, GB/T 23462—2009

防护服装 化学防护服

Protective clothing—Chemical protective clothing

2025-08-29 发布

2026-09-01 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分型及代号 6

5 技术要求 6

6 测试方法 21

7 标识和包装 25

附录 A（规范性） 整体气密性测试方法 28

附录 B（规范性） 向内泄漏率测试方法 30

附录 C（规范性） 液密性能测试方法 36

附录 D（规范性） 固体颗粒物向内泄漏率的测试方法 43

附录 E（规范性） 实用性能测试的受试者动作 44

附录 F（规范性） 化学物质渗透性能测试方法 46

附录 G（规范性） 液体耐压穿透性能测试方法 62

附录 H（规范性） 织物面料穿透时间测试方法 72

附录 I（规范性） 织物面料耐液体静压力测试方法 74

附录 J（规范性） 面料拒液性能测试方法 76

附录 K（规范性） 面料耐磨损性能测试方法 79

附录 L（规范性） 面料耐屈挠破坏性能测试方法 81

参考文献 83

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。

本文件代替 GB 24539—2021《防护服装 化学防护服》和 GB/T 23462—2009《防护服装 化学物质渗透试验方法》，与 GB 24539—2021 和 GB/T 23462—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第1章,GB 24539—2021 的第1章)；
- b) 增加和更改了部分术语和定义(见第3章,GB 24539—2021 的第3章)；
- c) 更改了分型及代号(见第4章,GB 24539—2021 的第4章)；
- d) 增加了局部防护化学防护服的技术要求(见 5.1.9)；
- e) 更改了渗透性能的技术要求(见 5.2.3.1,GB 24539—2021 的 5.3.3.1)；
- f) 更改了耐磨损性能的技术要求(见 5.2.4.1,GB 24539—2021 的 5.3.4.1)；
- g) 更改了织物酸碱类防护服面料断裂强力下降率的测试方法(见 6.26,GB 24539—2021 的 6.25)；
- h) 更改了标识和包装(见第7章,GB 24539—2021 的第7章)；
- i) 增加和更改了化学物质渗透性能测试方法(见附录 F,GB/T 23462—2009)；
- j) 更改了液体耐压穿透性能测试方法(见附录 G,GB 24539—2021 的附录 F)；
- k) 更改了化学防护服面料拒液性能测试方法(见附录 J,GB 24539—2021 的附录 I)。

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2009 年首次发布为 GB 24539—2009；

——2021 年第一次修订时，并入了 GB 24540—2009《防护服装 酸碱类化学品防护服》(2009 年首次发布)和 GB/T 29511—2013《防护服装 固体颗粒物化学防护服》(2013 年首次发布)的内容；

——本次为第二次修订，并入了 GB/T 23462—2009(2009 年首次发布)的内容。

防护服装 化学防护服

1 范围

本文件规定了化学防护服的分型及代号、技术要求、标识和包装,描述了相应的测试方法。

本文件适用于工作场所作业及应急救援等场合所使用的化学防护服。

本文件不适用于消防使用的化学防护服。

注 1: 本文件不专门提出与化学防护服配套使用的头罩、手套、防护鞋/靴、眼面防护具、呼吸防护装备等的性能指标要求,除非该防护装备属于防护服整体的一部分,并提供相应水平的化学防护性能。

注 2: 本文件所涉及的防护对象包括气态、液态、固态化学物质。

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 2912.1 纺织品 甲醛的测定 第 1 部分:游离和水解的甲醛(水萃取法)

GB/T 3820 纺织品和纺织制品厚度的测定

GB/T 3917.3 纺织品 织物撕破性能 第 3 部分:梯形试样撕破强力的测定

GB/T 3920 纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度

GB/T 3923.1 纺织品 织物拉伸性能 第 1 部分:断裂强力和断裂伸长率的测定(条样法)

GB/T 4669 纺织品 机织物 单位长度质量和单位面积质量的测定

GB/T 4744 纺织品 防水性能的检测和评价 静水压法

GB/T 7573 纺织品 水萃取液 pH 值的测定

GB/T 8629 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序

GB/T 8685 纺织品 维护标签规范 符号法

GB/T 12586—2003 橡胶或塑料涂覆织物 耐屈挠破坏性的测定

GB/T 13773.2 纺织品 织物及其制品的接缝拉伸性能 第 2 部分:抓样法接缝强力的测定

GB/T 17592 纺织品 禁用偶氮染料的测定

GB 18401 国家纺织产品基本安全技术规范

GB/T 19981.2 纺织品 织物和服装的专业维护、干洗和湿洗 第 2 部分:使用四氯乙烯干洗和整烫时性能试验的程序

GB 20097 防护服装通用技术规范

GB/T 20655 防护服装 机械性能 抗刺穿性的测定

GB/T 21196.2—2007 纺织品 马丁代尔法织物耐磨性的测定 第 2 部分:试样破损的测定

GB/T 21294—2024 服装理化性能的检验方法

GB/T 23344 纺织品 4-氨基偶氮苯的测定

GB 46310—2025 防护服装 颗粒物防护服

ISO 15797 纺织材料 工作服检测用工业洗涤和整理规程(Textiles—Industrial washing and finishing procedures for testing of workwear)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

化学防护服 **chemical protective clothing**

用于防护化学物质对人体伤害的服装。

注：该服装可覆盖人体全身、一个或多个部位，可以是多件具有防护功能服装的组合，也可与其他防护装备匹配使用。

3.2

全包覆式化学防护服 **fully encapsulated chemical protective clothing**

完全覆盖穿着者(或完全覆盖穿着者和呼吸防护装备)并且能够提供气密和/或液密防护的化学防护服。

3.3

非全包覆式化学防护服 **non-encapsulated chemical protective clothing**

提供对绝大部分人体(至少包括躯干、手臂和腿部)的防护,但无需覆盖穿着者使用的呼吸防护装备的化学防护服。

注：分为连体式防护服和分体式防护服。

3.4

局部防护化学防护服 **partial body chemical protective clothing**

为保护身体的一个或多个部位而穿戴的化学防护服装。

注：根据覆盖部位不同,具体产品类型有围裙、套袖、罩衫、鞋/靴套、头罩、外套、大褂、脖套、袜套等。局部防护化学防护服单独使用,或与其他服装结合使用,以提高身体局部部位的防护水平。

3.5

有限次使用的化学防护服 **limited use chemical protective clothing**

对服装面料强度和耐磨性等要求较低,仅一次性使用或者在服装未受污染前有限次数使用的化学防护服。

3.6

重复使用的化学防护服 **reusable chemical protective clothing**

对服装面料强度和耐磨性等要求较高,使用后进行必要的洗消处理,依然提供有效防护的化学防护服。

3.7

气密型化学防护服 **gas-tight chemical protective clothing**

带有头罩、视窗和手足部防护部件的全包覆式单件化学防护服,配套适宜的呼吸防护装备使用,对气态、液态和固态颗粒等有毒有害化学物质具有防护功能的化学防护服类型。

注：防护服各部件之间以及与其配套使用的头罩、手套、鞋靴、面屏或呼吸防护等装备之间,保持气密连接的全身性防护服,通常采用全包覆式设计。

3.8

液密型化学防护服 **liquid tight chemical protective clothing**

防护液态化学物质的防护服。

注：防护服各部件之间以及与其配套使用的头罩、手套、鞋靴、面屏或呼吸防护等装备之间,保持液密连接的全身性防护服。通常设计为全身性连体服、上下身分体式的套装,或者配套头罩、面屏、袜靴、套靴、手套等。

3.9

喷射液密型化学防护服 **liquid jet tight chemical protective clothing**

防护具有较高压力液态化学物质的全身性防护服。

注：防护服各部件之间以及与其配套使用的头罩、手套、鞋靴、面屏或呼吸防护等装备之间，保持喷射液密连接。通常设计为全身性连体服、上下身分体式的套装，或者配套有头罩、面屏、袜靴、套靴、手套等。

3.10

泼溅液密型化学防护服 liquid spray tight chemical protective clothing

对接触较低压力液态化学物质具有防护作用的全身性防护服。

注：防护服各部件之间以及与其配套使用的头罩、手套、鞋靴、面屏或呼吸防护等装备之间，保持泼溅液密连接。通常设计为全身性连体服、上下身分体式的套装，或者配套有头罩、面屏、袜靴、套靴、手套等。

3.11

固体颗粒物化学防护服 chemical protective clothing providing protection against airborne solid particulate

防护作业场所空气中固态化学颗粒物的全身性防护服。

注：通常设计为全身性连体服，配有或者不配有手套、靴套。

3.12

有限泼溅型化学防护服 limited liquid spray chemical protective clothing

对有限接触少量、较低压力液态化学物质具有防护作用的全身性防护服。

注：防护服各部件之间以及与其配套使用的头罩、手套、鞋靴、面屏或呼吸防护等装备之间，保持有限泼溅液密连接。通常设计为全身性连体服、上下身分体式的套装，或者配套有头罩、袜靴、套靴等。

3.13

织物酸碱类化学防护服 woven material liquid acid and alkali chemical protective clothing

由机织面料构成，能够防护液态酸性或/和碱性化学物质（不包括氢氟酸、氨水和有机酸碱）的防护服。

注：根据防护酸碱的类型，织物酸碱类化学防护服分为无机酸类、无机碱类和无机酸碱类。

3.14

面料 clothing materials

提供防护功能的化学防护服主体材料。

注：为单层材料或多层材料的组合。

3.15

渗透 permeation

化学物质分子透过防护材料的过程，即化学物质分子被材料吸附、在材料内扩散以及从材料另一面析出的过程。

3.16

穿透 penetration

化学物质通过材料、接缝、针孔或者其他瑕疵透过防护服装材料的过程。

3.17

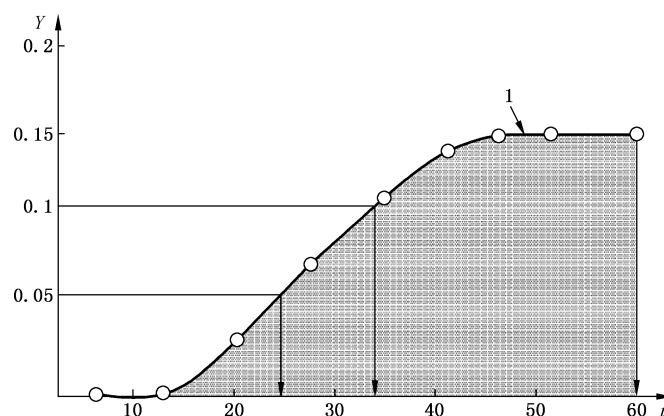
标准沾污面积 calibrated stain area

将一定量的特定测试溶液滴加到测试用指示服表面所形成的最小显色面积。

3.18

渗透时间 breakthrough detection time

从渗透测试开始到化学物质首次被检测到的时间间隔（见图 1 渗透曲线示意图）。



标引序号说明：

1——稳态渗透(圆圈表示实际测试得到的数据点)；

Y——渗透率 $[\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$ ；

t——时间(min)。

注 1：渗透时间取决于方法的灵敏度和取样频率。

注 2：对于灵敏度为 $0.05 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 的方法，渗透时间为 23 min，但会报告为 20 min，这对应于突破前的最后采样时间(因为不允许取理论推算数值)。在标准渗透率为 $0.1 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 的情况下，刚刚突破 $0.1 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 标准渗透率的时间(33 min)不能作为判定的渗透时间，但同样会报告为 28 min(渗透发生前的上一次采样间隔所对应的时间)。稳态渗透率大约为 $0.15 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。

注 3：60 min 内的累积渗透量等于图中阴影区域下的面积。

图 1 渗透曲线示意图(标准渗透时间及累计渗透量)

3.19

标准渗透时间 normalized breakthrough detection time

开路系统化学物质渗透率达到标准渗透率的时间。

闭路系统化学物质渗透量达到标准渗透量的时间。

3.20

捕集介质 collection medium

位于测试样品内侧(不与化学品接触的一侧)、不影响渗透测试的气体或液体，化学物质可以自由地溶解于其中，或被吸附到超过 0.5%(质量分数或体积分数)的饱和浓度，以用于收集任何发生渗透的化学物质。

注：捕集介质的选择取决于分析技术。

3.21

分析技术 analytical technique

量化捕集介质中渗透化学物质的量的方法。

注 1：这些方法通常针对具体的化学物质和捕集介质组合。

注 2：适用的分析技术包括紫外(UV)和红外(IR)分光光度法、质谱法、pH 测量、离子色谱法、电导法、光电离检测法、比色法、检气管和放射性核素标记/检测计数。虽然气相色谱和液相色谱法是分离技术而不是检测方法，但它们可与适当的检测器(如 FID、FPD、TCD、ECD 等)结合使用，以量化捕集介质中的渗透化学物质的量。

3.22

测试化学物质 test chemical

用于测试化学防护服材料渗透性能的液态或气态化学物质。

注：测试化学物质可以是单一物质或多种物质的混合物(气态或液态)。

3.23

开路 open-loop

捕集介质持续流过渗透测试池捕集室而不被重新使用和再循环的测试模式。

3.24

闭路 closed-loop

捕集介质质量固定的测试模式。

注 1: 若不更换采样的捕集介质,捕集介质的体积可能会与开始采样时略有变化。

注 2: 闭环捕集介质不一定需要完全物理封闭。例如,液体捕集介质可能会在膨胀容器或恒压容器中开放于空气中。

3.25

接触时间 contact time

在间歇接触测试中,化学防护材料试样和化学物质在每个循环中持续接触的时间。

3.26

循环时间 cycle time

在间歇接触测试中,从一次接触开始到下一次接触开始的时间间隔。

3.27

吹扫时间 purge time

在间歇接触测试中,化学物质从测试室中移走后,空气或氮气吹过化学防护材料试样外表面所持续的时间。

3.28

渗透率 permeation rate

化学物质在单位时间内渗透过单位面积化学防护材料的质量。

注: 通常以微克每平方厘米分 $[\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$ 为单位表示。

3.29

最低可检测渗透率 minimum detectable permeation rate

完整渗透测试系统可测量的最低渗透率。

3.30

稳态渗透率 steady-state permeation rate

当化学物质持续跟化学防护材料接触且所有影响渗透的力都达到平衡时的渗透率。

注: 在进行渗透测试的过程中,可能达不到稳态渗透。

3.31

标准渗透率 normalization permeation rate

开路渗透测试中用于确定标准渗透时间的渗透率。

注: 本测试方法提供了两种标准渗透率供选择: $0.1 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 或 $1.0 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。

3.32

渗透量 permeation mass

化学物质在给定时间内渗透过单位面积化学防护材料的质量。

3.33

最低可检测渗透量 minimum detectable mass permeated

完整渗透测试系统可检测的最低渗透量。

3.34

标准渗透量 normalization permeation mass

闭路渗透测试中用于确定标准渗透时间的渗透量。

注: 本测试方法提供的标准渗透量为 $2.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

3.35

累积渗透量 cumulative permeation mass

从试样最初与化学物质接触开始到指定时间为止渗透过单位面积化学防护材料的化学物质总质量。

- 注 1：累积渗透量的量化可以将间歇接触条件下的渗透行为与连续接触条件下进行测试的类似数据进行比较。
- 注 2：累积渗透量的测量可能依赖于渗透测试系统的灵敏度。

4 分型及代号

根据防护对象和整体防护性能,化学防护服按表 1 分型。

表 1 分型及代号

化学防护服分型	气密型		液密型			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅化学防护服	织物酸碱类化学防护服
	气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号	1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7

注 1：气密型化学防护服又分为 1a、1b 和 1c 型。其中,1a 型为内置自给式呼吸器的气密型化学防护服(例如,自给式压缩空气呼吸器内置型化学防护服);1b 型为外置自给式呼吸器的气密型化学防护服(例如,自给式压缩空气呼吸器外置型化学防护服);1c 型为通过外部呼吸气源向防护服内提供正压的气密型化学防护服(例如,长管供气型气密型防护服)。

注 2：气密型化学防护服-ET(1-ET)型又分为 1a-ET 和 1b-ET 型。其中,1a-ET 型为应急救援响应队伍用的内置自给式呼吸器的气密型化学防护服-ET,1b-ET 型为应急救援响应队伍用的外置自给式呼吸器的气密型化学防护服-ET,缩略语“ET”表示应急救援响应队伍用。

注 3：3 型、4 型和 6 型的化学防护服可设计为局部防护类型,产品类别代号为 PB(3)、PB(4)和 PB(6)。

注 4：7 型化学防护服根据所防护的酸碱类型,分为无机酸类、无机碱类或无机酸碱类。

5 技术要求

5.1 结构设计

5.1.1 一般要求

化学防护服的设计应满足以下基本要求：

- a) 化学防护服及其组成部件的材料应无皮肤刺激性和其他有害健康效应,不应释放任何有害物质影响或刺激呼吸系统,制造商应提供相应的风险评估声明；
- b) 化学防护服应在保证防护性能的前提下充分考虑其舒适性、轻便性及穿脱方便性；
- c) 化学防护服结构设计应充分考虑与其他必要个体防护装备的兼容性和配套性。

5.1.2 气密型化学防护服

气密型化学防护服(1 型)设计符合以下要求。

- a) 应采用全包覆式设计,即能够提供对穿着者躯干、头部、眼面部、手臂、手部、腿部和脚的整体防护。
- b) 所有 1 型化学防护服均应采用具有抗化学渗透性能的面料,并通过自给式呼吸器(防护服内置或外置)或其他外部供气装置给人员提供呼吸用清洁气源。
- c) 1a 和 1c 型化学防护服应安装 2 个及以上单向排气阀,1b 型化学防护服应安装 1 个及以上单向排气阀,要求在从化学防护服内部向环境排气时,能完全阻止外部气体逆向流入。
- d) 在眼面部设计具有化学防护功能的透明视窗,以满足穿着人员的观察需求,如有必要,制造商应提供面屏的除雾措施。
- e) 1 型化学防护服应符合整体气密性要求。面罩未永久固定在服装上的 1b 型以及 1c 型化学防护服则应符合向内泄漏率要求。
- f) 允许在化学防护服外面另行穿着/佩戴防护服、防护手套、防护鞋/靴等,以满足化学防护服所有性能要求。所有组合的各部分及其各层材料应视为化学防护服整体进行测试。

5.1.3 气密型化学防护服-ET

气密型化学防护服-ET(1-ET 型)设计应符合以下要求。

- a) 采用全包覆式设计,即能够提供对穿着者躯干、头部、眼面部、手臂、手部、腿部和脚的整体防护。
- b) 气密型化学防护服-ET(1a-ET 型和 1b-ET 型),通过自给式呼吸器(内置或外置)给人员提供呼吸用清洁气源。
- c) 1a-ET 型化学防护服应安装 2 个及以上单向排气阀,1b-ET 型化学防护服应安装 1 个及以上单向排气阀,要求在从化学防护服内部向环境排气时,能完全阻止外部气体逆向流入。
- d) 在眼面部设计具有化学防护功能的透明视窗,以满足穿着人员观察的需求。
- e) 1-ET 型化学防护服应符合整体气密性要求。面罩未永久固定在服装上的 1b-ET 型化学防护服则应符合向内泄漏率要求。
- f) 允许通过在化学防护服外面另行穿着/佩戴防护服、防护手套、防护鞋/靴等,以满足化学防护服所有性能要求。所有涉及组合的多层材料应作为一个整体进行测试。

5.1.4 喷射液密型化学防护服和喷射液密型化学防护服-ET

喷射液密型化学防护服(3 型)和喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)设计应符合以下要求:

- a) 应至少提供对穿着者躯干、头部、手臂和腿部的防护;
- b) 化学防护服面料应满足化学物质耐压穿透和渗透性能的要求;
- c) 化学防护服应符合液密喷射性能要求。

5.1.5 泼溅液密型化学防护服

泼溅液密型化学防护服(4 型)设计应符合以下要求:

- a) 应至少提供对穿着者躯干、头部、手臂和腿部的防护;
- b) 化学防护服面料应满足化学物质渗透性能的要求;
- c) 化学防护服应符合液密泼溅性能要求。

5.1.6 固体颗粒物化学防护服

固体颗粒物化学防护服(5 型)设计应符合以下要求:

- a) 应至少提供对穿着者躯干、头部、手臂和腿部的防护;
- b) 化学防护服整体应符合固体颗粒物向内泄漏率要求。

5.1.7 有限泼溅型化学防护服

有限泼溅型化学防护服(6 型)设计应符合以下要求:

- a) 至少提供对穿着者躯干、手臂和腿部的防护;
- b) 化学防护服面料应符合拒液性能要求;
- c) 化学防护服应符合有限液密泼溅性能要求。

5.1.8 织物酸碱类化学防护服

织物酸碱类化学防护服(7 型)设计应符合以下要求:

- a) 便于穿脱,有利于作业时的肢体活动和穿着者的安全与卫生,不影响人体正常生理需求;
- b) 连体式或上下装分身式结构;
- c) 连体式防护服应“领口紧、袖口紧、裤脚紧”;分体式防护服上衣应“领口紧、袖口紧和下摆紧”,裤子应裤脚紧;
- d) 防护服各部分的结合部位、与其他防护装备搭配使用的结合部位应严密、合理、防止酸碱侵入;
- e) 服装上应无可积存酸碱的明衣袋等结构,但可以有内衣袋;
- f) 附件应便于连接和脱开、材质应耐腐蚀;
- g) 化学防护服面料应符合穿透时间、耐液态静压力和拒液性能的要求。

5.1.9 局部防护化学防护服

局部防护化学防护服(PB)设计应符合以下要求:

- a) 局部防护化学防护服根据具体类型,应能有效覆盖所宣称的身体部位、穿戴牢固;
- b) 便于穿脱、不影响佩戴者的正常活动和人体正常生理需求;
- c) 面料性能及接缝性能均需满足对应表 3、表 4 和表 6 中各性能项目的要求。

5.2 性能要求

5.2.1 通用要求

化学防护服的服装整体防护性能、面料化学性能和面料物理性能应按表 2、表 3 和表 4 中所列项目进行评估。

作为气密型化学防护服(1 型)和气密型化学防护服-ET(1-ET 型)整体装备一部分的化学防护手套、化学防护视窗和化学防护鞋/靴,若提供化学防护的材料和防护服面料不同,应对表 5 中所列项目进行评估。

化学防护服接缝性能应对表 6 中所列项目进行评估。

所有测试评估项目的性能指标不应低于 1 级,指标未分级或特别说明除外。

表 2 服装整体防护性能测试评估项目

性能类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3	3-ET	4	5	6	7
化学防护服整体防护性能	整体气密性	√	√						
	向内泄漏率	√	√						
	液密喷射			√	√				
	液密泼溅					√			
	有限液密泼溅							√	√
	固体颗粒物向内泄漏率						√		
	实用性能	√	√						
注 1：标注“√”的项目，即为该类型防护服应符合的技术要求。 注 2：标注空白的项目，即为该类型防护服无需符合的技术要求。 注 3：对于向内泄漏率测试，1a(或 1a-ET)不需做此项检测；1b(或 1b-ET)只有当面罩未永久固定在服装上时，需做此项检测；1c 需做此项检测。									

表 3 面料化学性能测试评估项目

性能类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4PB(4)	5	6 PB(6)	7
面料化学性能	渗透性能	√	√	√	√	√			
	液体耐压穿透性能	√	√	√	√				
	穿透时间								√
	耐液体静压力								√
	拒液性能							√	√

表3 面料化学性能测试评估项目(续)

性能类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7
面料化学性能	耐干摩擦色牢度								√
	甲醛含量								√
	pH 值								√
	可分解致癌芳香胺染料								√
	异味								√
注 1: 标注“√”的项目,即为该类型防护服应符合的技术要求。 注 2: 标注空白的项目,即为该类型防护服无需符合的技术要求。									

表4 面料物理性能测试评估项目及最低性能级别

性能类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7
面料物理性能	耐磨损性能	3 级	3 级	3 级	3 级	1 级	1 级	1 级	
	耐屈挠破坏性能	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	
	撕破强力	3 级	3 级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	√
	断裂强力	3 级	3 级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	√
	断裂强力下降率(织物酸碱类)								√
	抗刺穿性能	2 级	2 级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	

表 4 面料物理性能测试评估项目及最低性能级别（续）

性能类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7
面料物理性能	耐高温 低温性能	√	√	√	√	√	√	√	
注 1：标注“√”或具体级别的项目，即为该类型防护服应符合的技术要求。 注 2：标注空白的项目，即为该类型防护服无需符合的技术要求。 注 3：可重复使用气密型化学防护服-ET(1-ET 型)，面料耐屈挠破坏性能不小于 4 级，面料断裂强力不小于 4 级。									

表 5 化学防护视窗、化学防护手套和化学防护鞋/靴材料测试评估项目

部件类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7
化学防护视窗	渗透性能	√	√						
	抗穿刺性能	√	√						
化学防护手套	渗透性能	√	√						
	液体耐压穿透性能	√	√						
化学防护鞋/靴	渗透性能	√	√						
	液体耐压穿透性能	√	√						
注 1：标注“√”的项目，即为该类型防护服应符合的技术要求。 注 2：标注空白的项目，即为该类型防护服无需符合的技术要求。									

表 6 接缝性能测试评估项目

部件类别	测试项目	化学防护服类别							
		气密型化学防护服		液密型化学防护服			固体颗粒物化学防护服	有限泼溅型化学防护服	织物酸碱类化学防护服
		气密型化学防护服	气密型化学防护服-ET	喷射液密型化学防护服	喷射液密型化学防护服-ET	泼溅液密型化学防护服			
类别代号		1 (1a、1b、1c)	1-ET (1a-ET、1b-ET)	3 PB(3)	3-ET	4 PB(4)	5	6 PB(6)	7
接缝	渗透性能	√	√	√	√	√			
	液体耐压穿透性能	√	√	√	√				
	接缝强力	√	√	√	√	√	√	√	√
注 1：标注“√”的项目，即为该类型防护服应符合的技术要求。 注 2：标注空白的项目，即为该类型防护服无需符合的技术要求。									

5.2.2 服装整体防护性能

5.2.2.1 整体气密性

按 6.5 的规定,对气密型化学防护服(1 型)和气密型化学防护服-ET(1-ET 型)进行整体气密性测试,4 min 内压力下降值应不大于测试压力的 20%。

5.2.2.2 向内泄漏率

按照 6.6 的规定进行测试,1c 型气密型化学防护服向内泄漏率应不大于 0.05%。1b 型(1b-ET 型)气密型化学防护服,当面罩未永久地连接到化学防护服上时,应进行向内泄漏测试,并且面罩目镜凹陷处的向内泄漏率应不大于 0.05%。

5.2.2.3 液密喷射

按 6.7 的规定,对喷射液密型化学防护服(3 型)和喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)进行整体液密喷射性能测试,指示服上穿透液体形成的沾污面积应小于 3 倍的标准沾污面积。

5.2.2.4 液密泼溅

按 6.8 的规定,对泼溅液密型化学防护服(4 型)进行整体液密泼溅性能测试,指示服上穿透液体形成的沾污面积应小于 3 倍的标准沾污面积。

5.2.2.5 有限液密泼溅

按 6.9 的规定,对有限泼溅型化学防护服(6 型)和织物酸碱类化学防护服(7 型)进行整体有限液密泼溅性能测试,指示服上穿透液体形成的沾污面积应小于 3 倍的标准沾污面积。

5.2.2.6 固体颗粒物向内泄漏率

按 6.10 的规定,对固体颗粒物化学防护服(5 型)进行固体颗粒物向内泄漏率的测试。固体颗粒物

向内泄漏率 $L_{jmn,82/90}$ 不大于 30%；单件防护服的总向内泄漏率 $L_{S,8/10}$ 不大于 15%。

注 1: $L_{jmn,82/90}$ 以百分比表示的向内泄漏率。82/90 指的是所有 90 个泄漏率数值按从小到大的顺序排列,取第 82 个向内泄漏率数值。90 个数值包括全部试验动作、采集点和测试样品的向内泄漏率。

注 2: $L_{S,8/10}$ 单件防护服的总向内泄漏率。8/10 指 10 件防护服样品的向内泄漏率数值按从小到大顺序排列的第 8 个数值。

注 3: 如果测试的防护服样品超过 10 件, $L_{jmn,82/90}$ 数值取在所有泄漏率按从小到大顺序排列,91%处(四舍五入取整)选取; $L_{S,8/10}$ 数值取在所有向内泄漏率按从小到大顺序排列,80%处(四舍五入取整)选取。

5.2.2.7 实用性能

按 6.11 的规定,对气密型化学防护服(1 型)和气密型化学防护服-ET(1-ET 型)进行整体实用性能测试评估。

实用性能测试过程中,化学防护服不应限制受试者完成任何规定动作;受试者应在距离 6 m 之外,读出由四个高 100 mm、宽 20 mm 的随机字符组成的标记。如果化学防护服头罩与受试者眼睛之间的距离不固定,测试过程中头罩或面屏应固定在某一个典型位置。

如果以下因素限制受试者完成实用性能测试的任何一项动作的完成,受试者应对相关因素进行主观评价并记录:

- 背带舒适性;
- 连接件和接头的安全性;
- 控制部件和压力表的操作方便性(如果有);
- 面罩或面屏的视觉清晰度;
- 护目面屏的环视视野;
- 服装舒适性;
- 话语交流的方便性;
- 受试者指出的其他方面。

5.2.3 面料化学性能

5.2.3.1 渗透性能

按 6.12 的规定,选择表 7 所列化学物质进行化学防护服面料的渗透性能测试。根据标准渗透时间测试结果的平均值按表 8 进行分级、标识。具体要求如下:

- a) 对于气密型化学防护服-ET(1-ET 型),应至少选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,所测 15 种化学物质的渗透性能均应不低于 3 级,15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)均应在产品说明书和标识中列出;
- b) 对于气密型化学防护服(1 型),应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,且渗透性能均不应低于 3 级,表 7 中 15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在产品说明书和标识中列出;
- c) 对于喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型),应选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,至少 12 种化学物质的渗透性能不低于 2 级,所有 15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)均应在产品说明书和标识中列出;
- d) 对于喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型],应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,渗透性能不低于 3 级,渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在产品说明书和标识中列出;
- e) 对于泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型],应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,渗透性能不低于 1 级,渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在产品说明书和标识中列出;
- f) 如防护服标明能够防护表 7 所列之外的其他化学物质,该化学物质的渗透性能不应低于 1 级,

渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在产品说明书和标识中列出。

表 7 渗透性能测试用化学物质

化学物质名称(中文/英文)			CAS 号	物理状态	物质类别
1	丙酮	Acetone	67-64-1	液态	酮
2	乙腈	Acetonitrile	75-05-8	液态	腈化物
3	二硫化碳	Carbon disulfide	75-15-0	液态	有机硫化物
4	二氯甲烷	Dichloromethane	75-09-02	液态	氯化链烷烃
5	二乙胺	Diethylamine	109-89-7	液态	胺
6	乙酸乙酯	Ethyl acetate	141-78-6	液态	酯
7	正庚烷	<i>n</i> -Heptane	142-82-5	液态	饱和碳氢化合物
8	甲醇	Methanol	67-56-1	液态	初级醇
9	氢氧化钠(质量分数 40%)	Sodium hydroxide,40%	1310-73-2	液态	无机碱
10	硫酸(质量分数 96%)	Sulfuric acid,96%	7664-93-9	液态	无机酸
11	四氢呋喃	Tetrahydrofuran	109-99-9	液态	杂环醚类化合物
12	甲苯	Toluene	108-88-3	液态	芳香烃
13	氨气	Ammonia gas	7664-41-7	气态	碱性气体
14	氯气	Chlorine gas	7782-50-5	气态	卤素气体
15	氯化氢	Hydrogen chloride gas	7647-01-0	气态	无机酸性气体
注：液态有机化学物质为分析纯及以上,气态化学物质的体积分数为 99%及以上。					

表 8 渗透性能分级

级别	标准渗透时间 min
1	≥10
2	≥30
3	≥60
4	≥120
5	≥240
6	≥480

5.2.3.2 液体耐压穿透性能

按 6.13 的规定,应至少选择表 7 中 3 种液态化学物质(所选物质的渗透性能应满足对应防护服分型的要求级别),对气密型化学防护服(1 型)、气密型化学防护服-ET(1-ET 型)、喷射液密型化学防护服(3 型、PB(3)型)、喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)的面料进行测试。根据液体耐压穿透性能测试结果最低值按表 9 分级;面料的液体耐压穿透性能应不低于 1 级。

表 9 液体耐压穿透性能分级

级别	液体穿透压力值 kPa
1	≥ 3.5
2	≥ 7
3	≥ 14
4	≥ 21
5	≥ 28
6	≥ 35

5.2.3.3 穿透时间

按 6.14 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)面料进行测试,有接缝和无接缝部位的穿透时间均应满足表 10 的要求。

表 10 织物酸碱类化学防护服面料穿透时间

级别		1	2	3
穿透时间 min	洗后	≥ 3	≥ 5	≥ 10
	洗前	≥ 30		

5.2.3.4 耐液体静压力

按 6.15 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)面料进行测试,洗后耐液体静压力应符合表 11 的要求。

表 11 耐液体静压力

级别	耐液体静压力 Pa
1	≥ 175
2	≥ 520
3	$\geq 1\ 020$

5.2.3.5 拒液性能

按 6.16 的规定,对化学防护服面料的拒液性能进行测试。根据拒液指数最小值和穿透指数最大值,按表 12 进行分级、标识。

有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型]的面料拒液指数应不低于 1 级,穿透指数不低于 1 级,选择表 13 中至少 1 种化学物质进行测试。

织物酸碱类化学防护服(7 型)的面料拒液指数和穿透指数均应不低于 2 级(洗前和洗后)。应选择表 14 中与产品标明的防护对象对应的酸和/或碱试剂进行测试。

表 12 拒液指数和液体穿透指数分级

级别	拒液指数	穿透指数
1	>80%	<10%
2	>90%	<5%
3	>95%	<1%

表 13 拒液性能测试用化学物质

化学物质	浓度
硫酸	30%(质量分数)
氢氧化钠	10%(质量分数)
正丁醇	分析纯
邻二甲苯	分析纯

表 14 织物酸碱类化学防护服拒液性能测试用化学物质

化学物质	浓度(质量分数)
硫酸	80%
氢氧化钠	30%
盐酸	30%
硝酸	40%

5.2.3.6 耐干摩擦色牢度

按 6.17 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)进行测试,耐干摩擦色牢度应不小于 3 级。

5.2.3.7 甲醛含量

按 6.18 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)进行测试,直接接触皮肤的化学防护服甲醛含量应不大于 75 mg/kg,非直接接触皮肤的化学防护服甲醛含量应不大于 300 mg/kg。

5.2.3.8 pH 值

按 6.19 的规定对织物酸碱类化学防护服进行测试,pH 值应在 4.0~8.5。

5.2.3.9 可分解致癌芳香胺染料

按 6.20 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)进行测试,服装材料不应检出 GB 18401 中所列可分解致癌芳香胺染料。

5.2.3.10 异味

按 6.21 的规定对织物酸碱类化学防护服(7 型)进行测试,应无异味。

5.2.4 面料物理性能

5.2.4.1 耐磨损性能

按 6.22 的规定,进行面料耐磨损性能测试。根据面料损坏所需循环次数测试结果的最小值按照表 15 分级。面料的耐磨性能要求如下:

- a) 气密型化学防护服(1 型)、气密型化学防护服-ET(1-ET 型,包括重复使用的化学防护服和有限次使用的化学防护服)、喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]和喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型),面料耐磨损性能应不低于 3 级;
- b) 泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]、固体颗粒物化学防护服(5 型)、有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型],面料耐磨损性能应不低于 1 级。

表 15 耐磨损性能分级

级别	产生损坏所需循环次数
1	>10
2	>40
3	>100
4	>400
5	>1 000
6	>2 000
注:此处的循环次数是指一次摩擦,即马丁代尔耐磨试验仪的两个外侧驱动轮转动一圈。	

5.2.4.2 耐屈挠破坏性能

按 6.23 的规定,进行面料耐屈挠破坏性能测试。根据屈挠破坏循环次数测试结果平均值按表 16 分级。面料的耐屈挠破坏性能要求如下:

- a) 可重复使用的气密型化学防护服-ET(1-ET 型)的面料耐屈挠破坏性能均应不低于 4 级;
- b) 气密型化学防护服-ET(1-ET,有限次使用的化学防护服)、1 型、3-ET 型、3 型、PB(3)型、4 型、PB(4)型、5 型、6 型和 PB(6)型化学防护服的面料耐屈挠破坏性能应不低于 1 级。

表 16 耐屈挠破坏性能分级

级别	产生破坏所需循环次数
1	>500
2	>1 250
3	>3 000
4	>8 000
5	>20 000
6	>50 000

5.2.4.3 撕破强力

按 6.24 的规定,进行面料撕破强力测试。

对于非织物化学防护服,面料撕破强力测试结果平均值按表 17 分级。面料的撕破强力要求如下:

- a) 气密型化学防护服(1 型)、气密型化学防护服-ET(1-ET 型,包括重复使用的化学防护服和有限次使用的化学防护服),面料撕破强力应不低于 3 级;
- b) 喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]、喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)、泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]、固体颗粒物化学防护服(5 型)、有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型],面料撕破强力应不低于 1 级。

对于织物酸碱类化学防护服(7 型),面料撕破强力应不小于 147 N(经向)和 49 N(纬向)。

表 17 撕破强力分级

级别	撕破强力 N
1	>10
2	>20
3	>40
4	>60
5	>100
6	>150

5.2.4.4 断裂强力

按 6.25 的规定,进行化学防护服面料的断裂强力测试。

对于非织物化学防护服,根据面料断裂强力测试结果的平均值按表 18 分级。面料的断裂强力要求如下:

- a) 可重复使用的气密型化学防护服-ET(1-ET 型),面料断裂强力应不低于 4 级;
- b) 气密型化学防护服(1 型)、有限次使用的气密型化学防护服-ET(1-ET 型),面料断裂强力应不低于 3 级;
- c) 喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]、喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)、泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]、固体颗粒物化学防护服(5 型)、有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型],面料断裂强力应不低于 1 级。

对于织物酸碱类化学防护服(7 型),面料的断裂强力应不小于 980 N(经向)和 490 N(纬向)。

表 18 断裂强力分级

级别	断裂强力 N
1	>30
2	>60
3	>100
4	>250
5	>500
6	>1 000

5.2.4.5 织物酸碱类防护服面料断裂强力下降率

按 6.26 的规定测试,织物酸碱类化学防护服(7 型)面料的强力下降率应不大于 30%。

5.2.4.6 抗刺穿性能

按 6.27 的规定测试,根据面料抗刺穿力测试结果平均值按表 19 分级。面料的抗刺穿性能要求如下:

- a) 气密型化学防护服-ET(1-ET 型,包括重复使用的化学防护服和有限次使用的化学防护服)和气密型化学防护服(1 型),面料抗刺穿强力应不低于 2 级;
- b) 喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]、喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)、泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]、固体颗粒物化学防护服(5 型)、有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型],面料抗刺穿强力应不低于 1 级。

表 19 抗刺穿性能分级

级别	抗刺穿强力 N
1	>5
2	>10
3	>50
4	>100
5	>150
6	>250

5.2.4.7 耐高温低温性能

按 6.28 规定进行测试,面料应能耐受高温(70±3)℃和低温(−30±3)℃,面料断裂强力下降率应不大于 30%。

5.2.5 化学防护视窗、化学防护手套和化学防护鞋/靴材料性能要求

5.2.5.1 化学防护视窗

5.2.5.1.1 渗透性能

视窗材料渗透性能的测试、分级应符合 5.2.3.1 的要求,所选化学物质至少包含化学防护服面料的渗透测试物质。

气密型化学防护服-ET(1-ET 型)的视窗材料应至少选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,15 种化学物质的渗透性能均应不低于 3 级。

气密型化学防护服(1 型)的视窗材料应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,该化学物质的渗透性能不低于 3 级。表 7 中 15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在制造商的产品技术说明书中列出。

5.2.5.1.2 抗刺穿性能

视窗材料抗刺穿性能的测试、分级应符合 5.2.4.6 的要求。

气密型化学防护服-ET(1-ET 型,包括重复使用的化学防护服和有限次使用的化学防护服)和气密型化学防护服(1 型),视窗材料的抗刺穿性能应不低于 3 级。

5.2.5.2 化学防护手套、化学防护鞋/靴

5.2.5.2.1 渗透性能

防护手套、防护鞋/靴材料渗透性能的测试、分级应符合 5.2.3.1 的要求,所选化学物质至少包含化学防护服面料的渗透测试物质。

气密型化学防护服-ET(1-ET 型)的防护手套、防护鞋/靴材料,应选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,15 种化学物质的渗透性能均应不低于 3 级。

气密型化学防护服(1 型)的防护手套、防护鞋/靴材料,应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,该化学物质的渗透性能不低于 3 级。表 7 中 15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间)应在制造商的产品技术说明书中列出。

5.2.5.2.2 液体耐压穿透性能

防护手套、防护鞋/靴材料的液体耐压穿透性能的测试、分级应符合 5.2.3.2 的要求,所选化学物质至少包含化学防护服面料的液体耐压穿透测试物质。

气密型化学防护服(1 型)和气密型化学防护服-ET(1-ET 型)的化学防护手套材料和化学防护鞋/靴材料,应选择表 7 中 3 种液态化学物质进行测试,液体耐压穿透性能应不低于 1 级。

5.2.6 接缝性能要求

5.2.6.1 渗透性能

化学防护服接缝渗透性能的测试、分级应符合 5.2.3.1 的要求,所选化学物质至少包含化学防护服面料的渗透测试物质。

气密型化学防护服-ET(1-ET 型)的接缝,应选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,15 种化学物质的渗透性能均应不低于 3 级。

气密型化学防护服(1 型)的接缝,应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,该化学物质渗透性能应不低于 3 级。

喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)的接缝,应选择表 7 中 15 种化学物质进行测试,至少 12 种化学物质的渗透性能不低于 2 级。

喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]的接缝,应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,渗透性能应不低于 3 级。

泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]的接缝,应选择表 7 中至少 1 种化学物质进行测试,渗透性能应不低于 1 级。

5.2.6.2 液体耐压穿透性能

防护服接缝液体耐压穿透性能的测试、分级应符合 5.2.3.2 的要求,所选化学物质至少包含化学防护服面料的液体耐压穿透测试物质。

气密型化学防护服-ET(1-ET 型),气密型化学防护服(1 型),喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)、喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]应至少选择表 7 中 3 种液态化学物质进行测试,液体耐压穿透性能应不低于 1 级。

5.2.6.3 接缝强力

按 6.29.1 的规定,进行化学防护服(7 型除外)接缝强力测试,并按表 20 进行分级。

如果一件化学防护服有不同类型的接缝,例如车缝、贴条接缝或热焊接接缝,每种接缝都要进行单独取样测试并取平均值,根据最低的接缝类型的强度,进行分级。

气密型化学防护服(1 型)和气密型化学防护服-ET(1-ET 型,包括重复使用的化学防护服和有限次使用的化学防护服),接缝强力应不低于 5 级。喷射液密型化学防护服[3 型、PB(3)型]、喷射液密型化学防护服-ET(3-ET 型)、泼溅液密型化学防护服[4 型、PB(4)型]、固体颗粒物化学防护服(5 型)、有限泼溅型化学防护服[6 型、PB(6)型],接缝强力应不低于 1 级。

表 20 接缝强力分级

级别	接缝强力 N
1	>30
2	>50
3	>75
4	>125
5	>300
6	>500

按 6.29.2 的规定测试,织物酸碱类化学防护服(7 型)的接缝强力应不小于 98 N。

6 测试方法

6.1 服装整体防护性能温湿度预处理

化学防护服整体防护性能测试之前,应按如下顺序进行温湿度预处理:

- a) 在 $(-30\pm3)^{\circ}\text{C}$ 条件下预处理,不少于 4 h,之后恢复至室温;
- b) 在 $(60\pm3)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(95\pm4)\%$ 条件下预处理,不少于 4 h,之后恢复至室温。

如果产品不适用于上述温湿度条件,制造商应给出推荐的预处理温湿度条件,并在产品技术资料中注明该产品适用的温湿度范围。

6.2 穿戴试验

化学防护服(3、3-ET、4、5、6 和 7 型)整体防护性能测试之前应进行样品的穿戴试验,受试者应按附录 E 的 E.3(步骤 C)的活动内容进行 3 次。

受试者身体尺寸应适合被测服装规格。如果化学防护服不止一个号型,受试者应选择最适号型。如有必要,受试者应按照制造商说明书佩戴其他相配套的个体防护装备。

如果受试者由于防护服的妨碍,无法完成其中一个或几个动作,或者动作导致了防护服的实质性损坏,则该防护服将无法进行后续的整体防护性能测试项目。

6.3 面料性能预处理和测试环境条件

6.3.1 预处理

对于可重复使用的非织物类化学防护服或面料,如果标明了清洗方法,在进行各项面料性能的测试

之前,应按照制造商推荐的清洗方式清洗 5 次(如制造商推荐清洗次数小于 5 次,则按制造商推荐次数;如制造商使用说明中注明不适用于清洗,则不需要进行清洗预处理),除非测试方法另有说明。

对于织物酸碱类化学防护服(7 型)或其面料,应按照 GB/T 8629 使用 A 型自动洗衣机、中性洗涤剂(pH 值为 7.0~7.5),使用正常搅拌方式洗涤 4.0 h、漂洗 3 h,并悬挂干燥,漂洗过程中应换水两次,每次换水前脱水 2 min;或者按照 GB/T 8629 中规定的 A 型自动洗衣机、中性洗涤剂、4 N 程序洗涤 16 次,并悬挂干燥。

所有样品应在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 4)\%$ 的环境下调节 24 h,测试前 10 min 取用。除非测试方法另有说明。

6.3.2 测试环境条件

面料的各项性能测试应在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 4)\%$ 环境下进行,除非测试方法另有说明。

6.4 表观检查

在各项性能测试之前,应对化学防护服进行表观检查,包括对外观、结构设计、制造商提供的信息、相关声明材料和标识的检查,包括根据制造商的使用维护说明所进行的一些拆装检查。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。

6.5 整体气密性测试

按附录 A 规定的整体气密性测试方法进行。

6.6 向内泄漏率测试

按附录 B 规定的向内泄漏率测试方法进行。

6.7 液密喷射测试

测试前,按 6.2 的规定进行穿戴试验,如不能通过穿戴试验,则停止后续测试。

按附录 C 方法 1 的规定进行,测试 3 件防护服样品,取总沾污面积的最大值作为最终结果。

6.8 液密泼溅测试

测试前,按 6.2 的规定进行穿戴试验,如不能通过穿戴试验,则停止后续测试。

按附录 C 方法 2 的规定进行,测试 3 件防护服样品,取总沾污面积的最大值作为最终结果。

6.9 有限液密泼溅测试

测试前,按 6.2 的规定进行穿戴试验,如不能通过穿戴试验,则停止后续测试。

按附录 C 方法 3 的规定进行,测试 3 件防护服样品,取总沾污面积的最大值作为最终结果。

6.10 固体颗粒物向内泄漏率测试

测试前,按 6.2 的规定进行穿戴试验,如不能通过穿戴试验,则停止后续测试。

按附录 D 规定的固体颗粒物向内泄漏率的测试方法进行。

6.11 实用性能测试

按附录 E 规定的实用性能测试的受试者动作中的 E.1(步骤 A)和 E.2(步骤 B)的规定进行。

实用性能测试应取 2 件化学防护服进行,其中 1 件为经过 6.1 温湿度预处理后的样品。

如果预期将应用于某些地区,测试可在特定的其他条件下进行。

进行实用性能测试评估前,应核查受试者的病史或对其进行基本医学检查,以确保受试者的身体状况可以从事此类试验,并满足试验的作业强度和相应要求;应记录受试者的姓名、年龄、性别、身高和体重等信息。选定受试者应属于产品使用说明书中规定的适用人群类型,符合国家有关规定和测试要求。

6.12 渗透性能测试

按附录 F 规定的化学物质渗透性能测试方法进行。

6.13 液体耐压穿透性能测试

根据化学防护服的分型类别、制造商说明或建议,从表 7 中选择 3 种液态化学物质进行测试。按附录 G 规定的液体耐压穿透性能测试方法、选择表 G.2 中程序 D 进行测试,取 3 次穿透压力测试数值的最低值作为最终结果。

6.14 穿透时间测试

按附录 H 规定的织物面料穿透时间测试方法进行。

6.15 耐液体静压力测试

按附录 I 规定的织物面料耐液体静压力测试方法进行。

6.16 拒液性能测试

按附录 J 规定的面料拒液性能测试方法进行。

6.17 耐干摩擦色牢度测试

按 GB/T 3920 的规定进行。

6.18 甲醛含量测试

按 GB/T 2912.1 的规定进行。

6.19 pH 值测试

按 GB/T 7573 的规定进行。

6.20 可分解致癌芳香胺染料的测试

从织物酸碱类化学防护服(7 型)面料和服装衬里的不同部位分别选取样品,按 GB/T 17592 和 GB/T 23344 规定的方法进行测试。一般先按 GB/T 17592 测试,当检出苯胺和 1,4-苯二胺时,再按 GB/T 23344 测试。可分解致癌芳香胺染料清单见 GB 18401,限量值不大于 20 mg/kg。

6.21 异味的测试

按 GB 18401 规定的方法测试。

6.22 耐磨损性能测试

按附录 K 规定的面料耐磨损性能测试方法,进行测试和终点判定。

6.23 耐屈挠破坏性能测试

按附录 L 规定的面料耐屈挠破坏性能测试方法,进行测试和终点判定。

6.24 撕破强力测试

按 GB/T 3917.3 的规定进行。

6.25 断裂强力测试

按 GB/T 3923.1 条样法的规定进行。

6.26 织物酸碱类化学防护服面料断裂强力下降率的测试

6.26.1 原理

根据织物酸碱类化学防护服面料未浸过试剂和浸过试剂后的平均断裂强力 F_a 、 F_b ，计算出面料经试剂浸泡后的断裂强力下降率。

6.26.2 试剂的选择

选择与产品标明的防护对象对应的酸和/或碱作为测试试剂。无机酸类防护服应取 80% 硫酸、30% 盐酸、40% 硝酸分别进行测试；无机碱类防护服应取 30% 氢氧化钠进行测试；无机酸碱类防护服应取 80% 硫酸、30% 盐酸、40% 硝酸、30% 氢氧化钠分别进行测试。

6.26.3 测试条件

温度 17℃～30℃，相对湿度(65±5)%。

6.26.4 准备试样

按 GB/T 3923.1 的规定将化学防护服面料裁成规定尺寸和数量的试样。

用试剂浸泡试样 5 min(化学品只接触试样外表面)，清洁后按照制造商说明书要求晾干。

6.26.5 测试试样

按 GB/T 3923.1 的规定分别测试出每块试样未浸试剂时的断裂强力，并取算术平均值得到试样浸试剂前的平均断裂强力 F_a 。

按 GB/T 3923.1 的规定分别测试出每块试样经过试剂浸泡后的断裂强力，并取算术平均值得到试样浸试剂后的平均断裂强力 F_b 。

6.26.6 结果处理

断裂强力下降率根据公式(1)计算：

$$D = \frac{F_a - F_b}{F_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D ——断裂强力下降率；

F_a ——试样浸试剂前平均断裂强力，单位为牛顿(N)；

F_b ——试样浸试剂后平均断裂强力，单位为牛顿(N)。

6.27 抗刺穿性能测试

按 GB/T 20655 的规定进行。

6.28 耐高温低温性能测试

化学防护服面料(经向、纬向各裁取 5 个试样),分别经(70±3)℃和(−30±3)℃预处理 8 h(不再进行 6.3.1 温湿度调节处理),从试验环境取出后 5 min 内按 GB/T 3923.1 规定完成断裂强力测试,以测试结果平均值作为该试样经高温和低温处理后的断裂强力测试结果(经向、纬向),对比未处理试样的断裂强力平均值(经向、纬向),按公式(2)计算面料经过高温或低温处理后,断裂强力的下降率,精确到小数点后一位。

$$R = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

- 式中:
- R —— 经高温或低温处理后断裂强力的下降率;
 - F₀ —— 未经高温或低温处理的面料经向或纬向断裂强力平均值,单位为牛顿(N);
 - F₁ —— 经高温或低温处理的面料经向或纬向断裂强力平均值,单位为牛顿(N)。

6.29 接缝强力测试

6.29.1 非织物化学防护服(1 型、1-ET、3 型、3-ET 型、4 型、5 型、6 型)

按 GB/T 13773.2 的规定进行,取样部位符合 GB/T 21294—2024 中 4.3.1.1 的要求。

6.29.2 织物酸碱类化学防护服(7 型)

随机从成品防护服的不同部位剪取 4 个试样,接缝在试样中心,接缝方向与受力方向成 90°。如果接缝采用线缝,应将试样接缝端的线打结,以防滑脱。

取样的尺寸、测试方法按 GB/T 3923.1 规定进行。

取所测试样断裂强力最低值作为接缝强力的最终结果。

7 标识和包装

7.1 永久标识

应在化学防护服上的醒目位置固定永久标识,并应至少包括以下信息:

- a) 产品名称、分型或其代号;
- b) 本文件编号及年号;
- c) 渗透性能数据:对于 1 型、1-ET 型和 3-ET 型化学防护服,应列出表 7 中 15 种化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间),已测试的列出渗透级别,未进行测试的,标明未测试;对于 3 型和 4 型化学防护服,应列出至少 1 种、与其类别相适应的化学物质渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间);
- d) 服装款号;
- e) 制造商的名称、商标等识别信息;
- f) 生产年月和保质期;
- g) 织物酸碱类化学防护服(7 型)应符合 GB 20097 规定的号型设置和尺寸范围;其他类型化学防护服号型设置和尺寸标注应按照 GB 20097 的规定确定控制部位或增加其他控制部位(例如臂长、腿内侧长度等),每件防护服的永久尺寸标识应至少包括表 21 所列的控制部位尺寸,尺寸范围和间隔可根据制造商设计进行灵活标注,尺寸标识可以是文字或图例(示例见图 2、图 3 和图 4);

- h) 标明防护服是用于化学物质防护用途的图形符号(见图 5),并有“详见制造商说明书”等字样;
- i) 按照 GB/T 8685 的要求标注图形符号;应考虑采用合适的附加标识;
- j) 一次性使用、有限次使用或重复性使用的说明或标注;
- k) 适用的清洗方法和清洗程序(按照 GB/T 19981.2、GB/T 8629、ISO 15797 或参照其他同等标准中规定的清洗方法和清洗程序)。

表 21 化学防护服尺寸标注控制部位

序号	化学防护服款型	控制部位 ^a (单位:cm 或 kg)
1	夹克、外套、马甲	胸围和身高
2	裤子	腰围或臀围和身高
3	连体服	胸围和身高
4	围裙	胸围、腰围和身高
5	套袖	袖长
6	鞋套、靴套	足长或鞋号

^a 尺寸标注控制部位按照 GB 20097。

单位为厘米

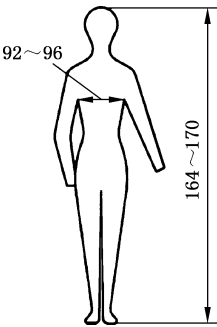


图 2 连体服、夹克、外套和马甲尺寸标注控制部位(身高和胸围)图形标识示例

单位为厘米

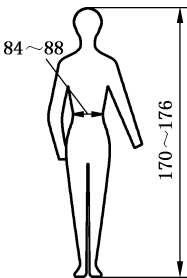


图 3 裤子尺寸标注控制部位(身高和腰围)图形标识示例

单位为厘米

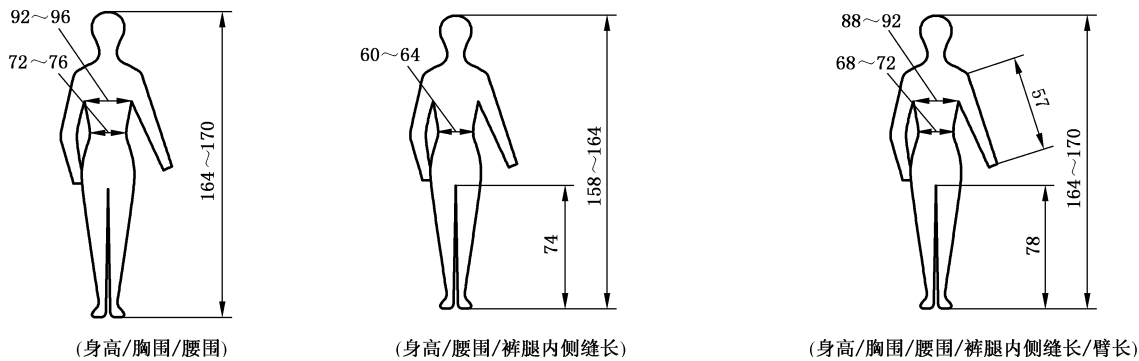


图 4 其他可能的尺寸标注控制部位图形标识示例

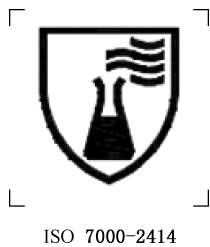


图 5 化学防护服图形符号

7.2 包装

产品最小包装上应有产品名称、商标、产品款号或型号、号型规格、本文件编号及年号等信息。

7.3 合格证明

合格证明材料(可设置于产品本体、包装、说明书或单独卡片),内容应至少包括产品名称、款号或型号、质检结果及日期、制造商名称和地址等信息。

7.4 说明书

独立包装中均应有产品说明书,产品说明书应至少包括以下信息:

- a) 使用限制;
- b) 适用的温湿度范围;
- c) 本文件编号及年号,产品类型和主要性能级别,至少应包括化学防护服标注分型所适用化学物质的渗透性能等级(或其对应的标准渗透时间);
- d) 款号或型号,产品号型,PB 类型应以文字或图形描述防护部位;
- e) 保质期,贮存条件;
- f) 使用前检查程序;
- g) 保养和维护信息;
- h) 失效和弃置建议。

附 录 A
(规范性)
整体气密性测试方法

A.1 概述

本附录规定了气密型化学防护服整体气密性的测试方法。

A.2 原理

对气密性化学防护服充气后,经过一定时间后通过检查服装内压力的下降情况,判定其气密性。

A.3 测试装置

A.3.1 气密性测试装置及连接示意图见图 A.1,包括:

- a) 气泵,最大压力不小于 100 kPa;
- b) 压缩空气胶管;
- c) 压力表,精度 10 Pa,分辨率 1 Pa;
- d) 排气阀密封塞或密封胶带。

A.3.2 肥皂溶液和软刷。

A.3.3 计时器,精度 0.1 s。

A.3.4 温度计,精度 1 °C。

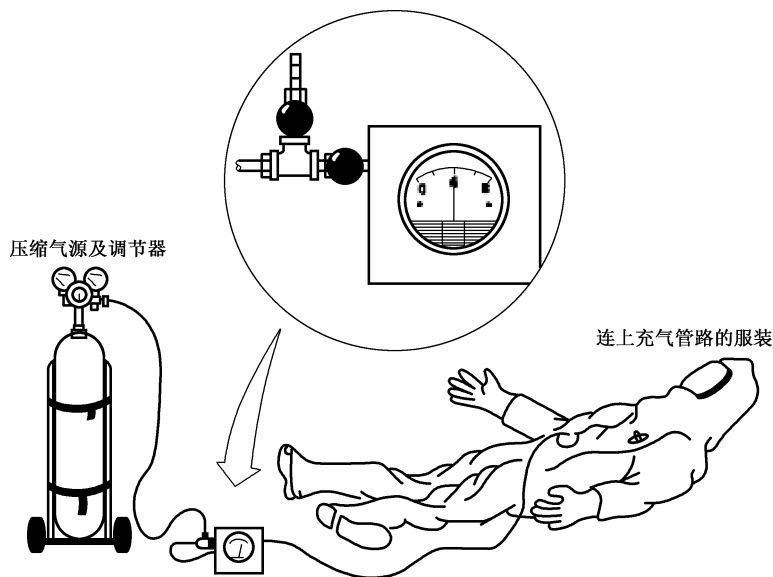


图 A.1 气密性测试装置及连接示意图

A.4 测试程序

按如下条件和步骤进行测试:

- a) 测试区域应避开温度、气流影响;测试过程中的温度变化不应超过 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 测试前检查化学防护服,确认接缝、通气管道、配件、面屏、拉链和阀门完好;

- c) 将排气阀、进气口和排气口密封;密封过程应保证不损坏气密型化学防护服部件;
- d) 关闭拉链门襟等所有闭合件;
- e) 测试前应核查测试系统的气密性;
- f) 按图 A.1 连接压力测试装置和气密型化学防护服;
- g) 按图 A.2 所示的方法通过气泵为化学防护服充气至充气压 A (不低于 1.29 kPa), 关闭气泵与化学防护服相连的管道, 充压状态至少保持 1 min, 以使气密型化学防护服的充分展开;

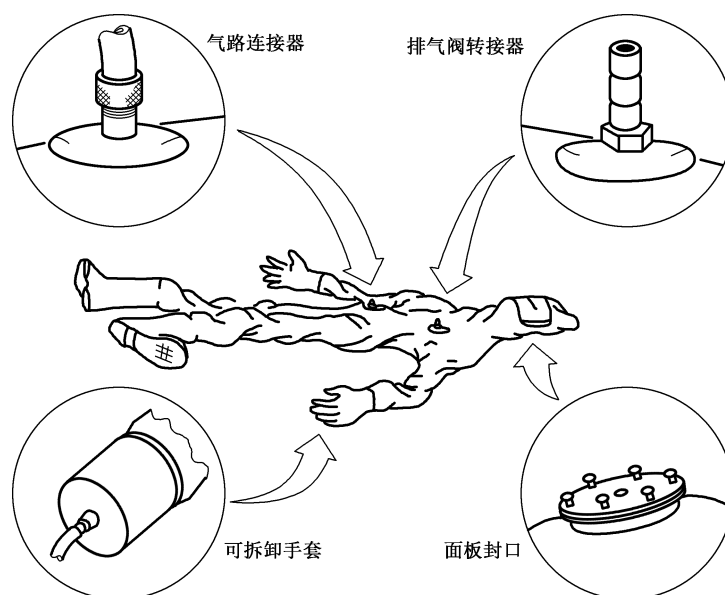


图 A.2 测试服充气示意图

- h) 泄压到测试压 B (应不低于 1.02 kPa) 开始计时, 4 min 后, 记下最终压力 C , 计算测试压 B 和最终压力 C 的差值, 即 $B - C$ 作为压力下降值;
- i) 4 min 内压力下降值大于 B 的 20%, 即判定此气密型化学防护服不合格, 不能正常使用;
- j) 泄漏部位检查。对检验不合格的化学防护服应检查泄漏部位。充压到充气压 A , 用肥皂水溶液涂刷整个气密型化学防护服, 包括接缝、密封处、视窗、手套袖子连接处等。出现气泡的部位即为泄漏部位。

A.5 测试报告

测试报告应包括以下信息:

- a) 声明气密型化学防护服整体气密性是按照附录 A 进行测试的;
- b) 所用测试设备的制造商/型号以及压力表的性能;
- c) 测试环境条件;
- d) 样品规格型号等;
- e) 记录下 A 、 B 和 C 对应的压力值及观测时间, 如果最终压力 C 小于 B 的 80%, 则表示气密型化学防护服不合格;
- f) 每一个样品给出“合格”或“不合格”的结果;
- g) 与本附录不符合的说明, 以及测试人员认为应说明的其他问题;
- h) 测试人员及测试日期。

附 录 B
(规范性)
向内泄漏率测试方法

B.1 概述

本附录规定了气密型化学防护服向内泄漏的两种测试方法,方法 1 使用氯化钠(NaCl)作为测试试剂,方法 2 使用六氟化硫(SF₆)作为测试试剂。具体测试时,可选择方法 1 或方法 2,其中方法 1 作为仲裁方法。

B.2 原理

穿着被测服装的测试对象行走在测试舱的跑步机上。测试舱内连续流动着有恒定浓度的测试试剂,对被测服装内的空气进行取样,以确定测试试剂的含量。通过放置在服装内的探头提取样品。另一个探测器测量服装内的压力。

调整服装内气体的流速保持在制造商要求的最低流量。如果该服装没有配备外部供气装置,则测试对象应佩戴与防护服适配的自给式开路压缩空气呼吸器或长管呼吸器(根据制造商建议),同时向服装内输入气体,输入的流量应该等于取样的流量。

方法 1 使用氯化钠气溶胶作为测试试剂,穿着被测服装的测试对象站在充满 NaCl 气溶胶的测试舱中(见图 B.1)。

方法 2 使用六氟化硫气体作为测试试剂,穿着被测服装的测试对象站在充满 SF₆ 气体的测试舱中(见图 B.2)。

B.3 测试对象

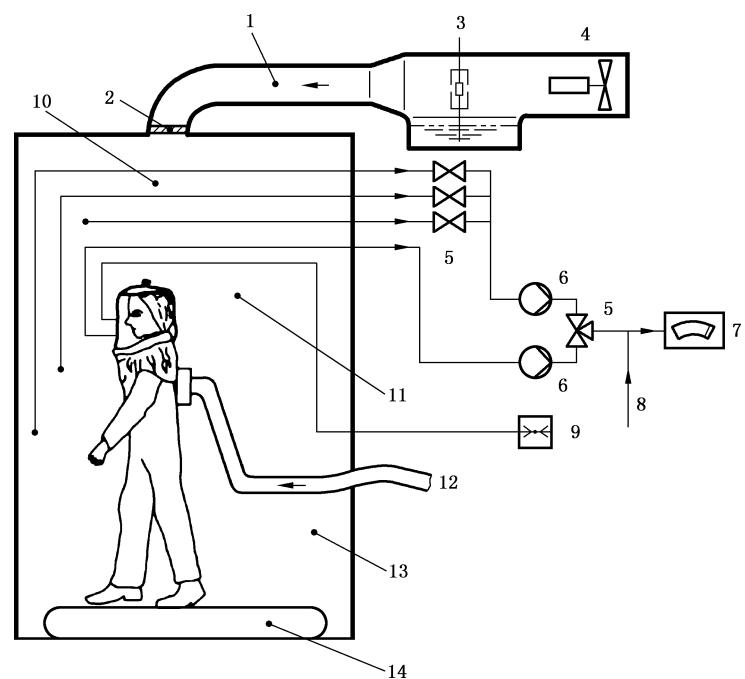
应选择熟悉使用相同或类似设备且健康条件满足测试要求的人员作为测试对象。进行测试前,应核查测试对象的病史或者对其进行基本医学检查,以证明其适合进行此类测试。测试对象的选择应符合国家有关规定和测试要求。

在测试之前,检查该服装是否处于良好的工作状态,并且可以安全地使用。应测试两件服装,每件服装应安排两个测试对象。

如果服装有多个规格,则要求测试对象根据制造商的说明选择合适的尺码。

注:需按照制造商说明书中的适用温湿度范围进行相应的预处理。

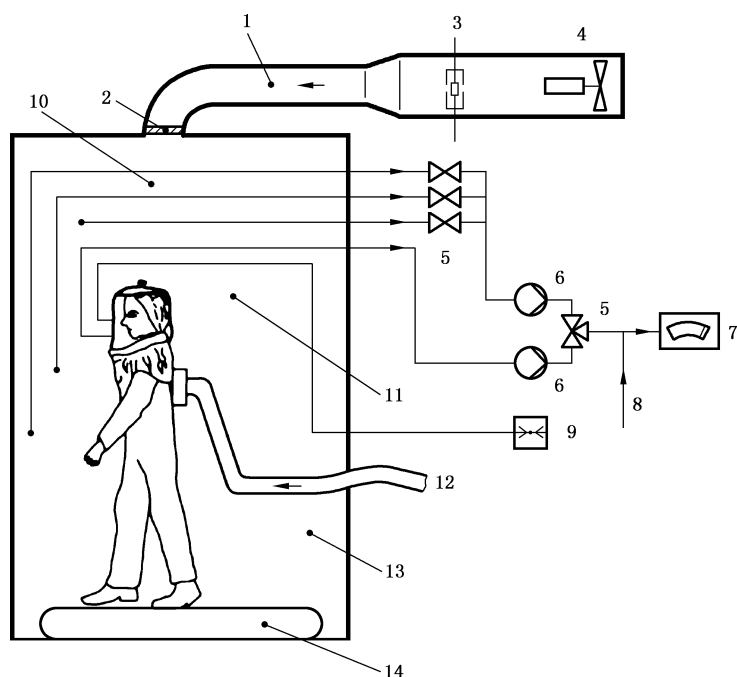
要求测试对象阅读制造商的穿戴说明,在必要时,测试主管需要对如何穿戴进行指导。在穿着结束后,询问每个测试对象“装备是否适合?”。如果答案为“是”,请继续测试。如果答案为“否”,终止测试并记录。



标引序号说明：

- | | |
|---------|---------------|
| 1——管路； | 8 —— 额外输入的空气； |
| 2——挡板； | 9 —— 压力计； |
| 3——雾化器； | 10——测试舱取样； |
| 4——风扇； | 11——呼吸区域取样； |
| 5——阀门； | 12——供气系统； |
| 6——泵； | 13——测试舱； |
| 7——光度计； | 14——跑步机。 |

图 B.1 使用氯化钠进行向内泄漏率测试的典型布置



标引序号说明：

- | | |
|--------------|---------------|
| 1——管路； | 8 —— 额外输入的空气； |
| 2——挡板； | 9 —— 压力计； |
| 3——空气中的六氟化硫； | 10——测试舱取样； |
| 4——风扇； | 11——呼吸区域取样； |
| 5——阀门； | 12——供气系统； |
| 6——泵； | 13——测试舱； |
| 7——六氟化硫检测器； | 14——跑步机。 |

图 B.2 使用六氟化硫进行向内泄漏率测试的典型布置

B.4 测试设备及测试条件

B.4.1 方法 1——氯化钠方法(NaCl)

B.4.1.1 测试试剂

该方法使用氯化钠气溶胶作为测试试剂。测试舱内 NaCl 的平均浓度应为 $(8 \pm 4) \text{ mg/m}^3$ ，整个有效工作空间的偏差不应超过 10%。粒度分布应为 $0.02 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ 等效空气动力学直径，质量中位直径为 $0.6 \mu\text{m}$ 。

B.4.1.2 气溶胶发生器

NaCl 气溶胶应由 2% NaCl(分析纯)的蒸馏水溶液产生。雾化喷嘴不应指向瓶中的断流口，雾化压力为 0.7 MPa、空气流速为 100 L/min。喷雾器及其外壳应安装在管道内，管道内保持恒定的空气流量。为了使气溶胶颗粒完全干燥，可能需要对空气进行加热或除湿。

B.4.1.3 氯化钠检测器

优选能够连续测试气体中的氯化钠浓度、灵敏度为 0.1% 的火焰光度计、激光光度计等测试仪器，取样探头应放置在头罩附近。

用光度计测试和记录服装内的氯化钠浓度,头部区域的测试结果即为向内泄漏率,考虑到 NaCl 在测试对象呼吸道的滞留情况,测得的 NaCl 浓度应乘以系数 1.25。在 $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度小于 60% 的测试舱内进行测试。

氯化钠检测器的具体要求如下。

- a) 火焰光度计,可直接测试分析 NaCl 气溶胶的浓度,测量范围 $0.5 \text{ ng/m}^3 \sim 15 \text{ mg/m}^3$;光度计所需的总气溶胶样品不应大于 15 L/min ;光度计的响应时间(不包括采样系统)不应大于 500 ms ;有必要减少对其他元素的反应,特别是碳,其浓度在呼吸周期中会有所不同。根据所用光度计的类型,必要时可用干净的空气稀释样品,采样点处的空气补充还可以帮助减少采样管线中的颗粒损失。
- b) 激光光度计,动态范围为 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 200 \text{ mg/m}^3$,精度为 $\pm 1\%$,检测器响应时间不大于 500 ms 。
- c) 可调式取样流量泵,如果光度计中未装有任何用于采样的泵,则应使用可调式取样流量泵来进行服装内部的空气采样。调节该泵,使流量恒定在 $1 \text{ L/min} \sim 3 \text{ L/min}$ 。
- d) 测试舱室浓度的监测装置,应为一个独立的系统,以避免与服装采样系统的相互污染。最好使用单独的光度计。如果没有第二个光度计,采样可以使用单独的采样系统对舱室浓度进行测量。但是,这将需要时间使光度计恢复到干净的背景。图 B.2 显示了典型的采样布置。

B.4.2 方法 2——六氟化硫方法(SF_6)

B.4.2.1 测试试剂

该方法使用六氟化硫气体作为测试试剂。根据测试模拟的危害环境,泄漏率测定的精确度应在 0.001% 至约 20% 的范围内。建议使用 0.1% SF_6 (按体积计) 的测试浓度,因为 SF_6 可能会在服装内聚集。

SF_6 不能用于将滤棉作为排气组件的整套服装,除非在测试过程中服装的排气组件连接到不含测试试剂的环境中。

B.4.2.2 SF_6 的检测器

应使用合适的分析仪或必要时进行点检以实现 SF_6 的连续分析,以确定测试过程中的浓度变化。至少应每 3 min 分析测试一次。用于取样测试气氛的探头应放置在距顶部箱壁约 200 mm 的高度 $(1\,800 \pm 200) \text{ mm}$ 。分析并记录防护服内部的 SF_6 浓度。在防护服头部测量的数据,即向内泄漏率。

基于热导率、红外光谱或稀释后电子捕获的分析仪适用于 SF_6 的检测。可以使用电子捕获检测器或红外系统监测服装中的 SF_6 浓度。

B.4.2.3 采样探针

由一段合适的塑料管组成,装有直径约 20 mm 的塑料球,球上有 8 个孔,每个孔 1.5 mm 直径沿球的圆周等距分布。

B.4.2.4 测试腔体

由透明材料制成,最小横截面尺寸为 0.7 m。

在测试对象的头部上方应留有足够的间隙,并向下延伸到跑步机的表面。测试的 SF_6 通过流量分配器进入舱室的顶部,并以至少为 0.12 m/s 的流量向下引导到测试对象的头部上方。应当在靠近受试者头部的位置测量该流速。此外,在有效的工作空间内部(距离腔室壁 0.1 m,高度为 0.75 m)的流量应不低于 0.1 m/s 。必须检查有效工作空间内测试剂的浓度是否均匀。

B.4.2.5 跑步机

具有 2% 的坡度,能够保持 (5 ± 0.5) km/h 的恒定运行速度,并安装在测试腔内。

B.4.2.6 压力检测探头

安装在样品探头附近并连接到压力传感器。

如果压力从取样管线上测试,并对取样流量引起的压降进行校正,则可以使用单个探头。

B.5 测试步骤

应按照以下步骤进行测试和结果计算。

- a) 根据被测服装类型的说明,测试者选择合适的内衣。内衣应包括标准内衣、裤子和长袖衬衫。应告知测试对象,如果他们希望在测试期间调整服装,则可以进行调整。如果这样做,将重复测试的相关部分,并留出时间让系统重新稳定。测试进行中,不应给受试者任何结果的指示。
- b) 按照表 B.1 中的测试动作程序进行测试。在测试过程中,应每隔 3 min 对测试舱进行采样。
- c) 在每个运动周期的最后 2 min 分析结果(如表 B.1 所示),以避免上一个运动的测试结果影响到下一个运动的测试结果。
- d) 记录整个测试时间内服装的内部压力,以辅助判断测试异常。

表 B.1 向内泄漏率测试步骤

动作程序	持续时间 ^a
a) 穿戴测试服装	—
b) 根据制造商说明,穿靴子手套等	—
c) 受试者进入测试舱室,并进行采样管连接(无测试试剂)	3 min
d) 进行空白采样,受试者保持静止	3 min
e) 启动测试试剂,等待平衡	3 min
f) 受试者静止时测试泄漏和测试点压力	3 min
g) 启动跑步机	—
h) 行走 3 min ^b	3 min
i) 受试者以 5 km/h 的速度行走,测试泄漏和测试点压力	—
j) 停止跑步机	—
k) 记录取样点的泄漏和压力,受试者在头的上方上下移动手臂并向上看,例如,将物体(1/2 块砖)从桌面移到架子上	3 min
l) 受试者连续下蹲,记录取样点的泄漏和压力 ^c	3 min
m) 使用气体采样手动泵记录受试者在取样点的泄漏和压力	3 min
n) 受试者扭腰,双臂抱胸,记录取样点的泄漏和压力 ^c	3 min
o) 停止测试试剂,让其在室内分散,受试者依旧在腔室内	3 min
p) 断开采样管,受试者走出测试舱室,脱掉服装	—
^a 总的测试时间可能变化,所有的时间都是估计的,测试应在稳定状态下进行。 ^b 受试者在弯腰和下蹲时,动作要轻柔缓慢,例如每 3 s 一次。 ^c 如果使用 SCBA 或其他短时呼吸保护设备,应将运动时间分成适当的时间段,以适应空气供应的变化和完成整个运动计划。	

e) 计算。

对于每个单独的测试动作,计算该动作最后 2 min 的算术平均值,然后计算每个动作的总内向泄漏百分比(L_n),如公式(B.1)所示:

$$L_n = \frac{C_2}{C_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

C_1 ——舱内浓度;

C_2 ——每个动作,呼吸位置的平均浓度。

对于方法 1,从每次测量的呼吸位置浓度和舱室浓度中减去 NaCl 的背景浓度。考虑到 NaCl 在呼吸道的滞留情况,测得的 NaCl 浓度应乘以系数 1.25。

B.6 测试报告

报告应包括以下信息:

- a) 所使用的方法,即方法 1 或方法 2;
- b) 制造商名称或其他识别信息;
- c) 测试舱室内的试验温度和相对湿度;
- d) 测试过程中测试舱中试验剂的平均浓度,包括有关测试方法的详细信息;
- e) 每次动作时在呼吸位置测试试剂的平均浓度;
- f) 测定的向内泄漏率百分比;
- g) 测试期间测得的压力;
- h) 任何其他合格的评论和意见。

附录 C

(规范性)

液密性能测试方法

C.1 概述

本附录规定了化学防护服液密性能的三种测试方法。其中,方法 1 适用于喷射液密型化学防护服的液密喷射防护性能的测试;方法 2 适用于泼溅液密型化学防护服的液密泼溅防护性能的测试;方法 3 适用于有限泼溅型化学防护服的有限液密泼溅防护性能的测试。

C.2 原理

向穿着在测试模型或人体测试对象上的化学防护服喷射(方法 1)、泼溅(方法 2)或较低流量泼溅(方法 3)测试溶液,检查化学防护服的内表面和测试模型或人体测试对象穿着的吸水性指示服的外表面,通过与标准沾污面积的比对,判断化学防护服是否符合要求。

C.3 测试溶液

配制测试溶液所需试剂包括:

- a) 水溶性的荧光或普通染料,例如甲基蓝(CAS 号:28983-56-4);
- b) 表面活性剂,例如 Genapol LRO 溶液(十二烷基醚硫酸钠,CAS 号:9004-82-4);
- c) 染料稳定剂(如需要),例如柠檬酸(CAS 号:77-92-9,分析纯)。

将水溶性的荧光或普通染料和表面活性剂溶于水中 $[(20\pm 2)^{\circ}\text{C}]$,加入稳定剂(如需要)配制成一定表面张力的溶液: $(0.030\pm 0.005)\text{N/m}$ (方法 1 和方法 2),或 $(0.052\pm 0.0075)\text{N/m}$ (方法 3)。

注:用于液密喷射和泼溅测试的典型浓缩溶液配制:将 4 g 甲基蓝,25 mL Genapol LRO 液体(质量)和 125 g 柠檬酸溶解在 1 L 水中。磁力搅拌 15 min~20 min,最后将 200 mL 混合物稀释在 10 L 水中。

可以选用适合的表面张力测试方法对所配制溶液进行测试,例如使用标准 12 mm 直径铂金环的 Wright 扭称法。

应确保测试溶液在整个液密性能试验过程中表面张力保持稳定,即喷嘴喷出的液体表面张力以及罐内液体的张力都应符合要求。在每次测试之前和之后进行验证。

应避免染料与吸水指示服面料黏附得太强,导致湿斑大于有色斑点。

C.4 标准沾污面积的测定

从吸水性指示服上选取一块面料,在它下面放一块内衣面料,确保两层都接触。在面料垂直上方 $(5\pm 0.5)\text{cm}$ 的高度滴加 $(25\pm 5)\mu\text{L}$ 测试溶液,在面料表面上产生清晰可见的沾污,标记沾污区域并进行面积测量(可选用合适的面积测量方法,例如面积测量仪)。最小沾污面积应不小于 1 cm^2 。校准后的标准沾污面积应作为被测试服装的合格/不合格评估的参考。

C.5 方法 1——液密喷射测试

C.5.1 人体测试对象

可选人体模型或人体测试对象。

如果使用人体测试对象,需特别注意安全防护。注意因使用高压液体喷射而对测试对象的眼睛、耳朵、鼻子、嘴巴、腹部和生殖器造成的危害。

选用人体测试对象时,受试者身体尺寸应介于被测服装高和宽尺寸上限的 95%~100%之间。

注:受试者的身体尺寸尽量与测试服装尺码相匹配,尽可能接近尺寸范围的上限,选择的同时需将受试者穿着的内衣和指示服一并考虑在内。如果服装相对于受试者尺寸过大,测试服装样品与指示服之间没有接触,指示服上可能无法显示泄漏情况。

C.5.2 测试装置

C.5.2.1 指示服

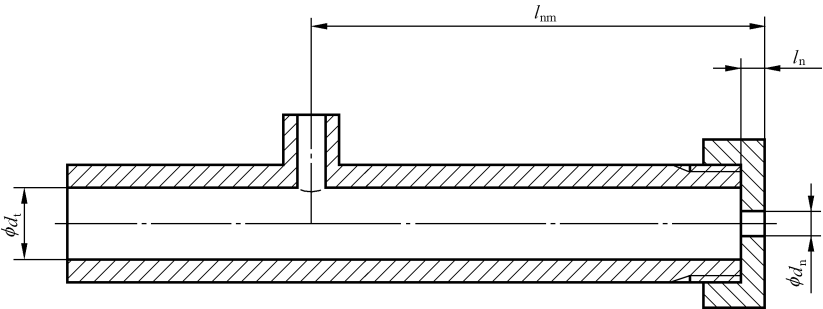
用厚度小于 5 mm 吸水材料制成,单层,带帽兜,使用的吸水材料应保证能产生 C.4 中所述的标准沾污面积。

吸水指示服应是单件带帽连体服,由吸水面料制成,吸水面料应符合以下要求:

- a) 厚度: $(0.39 \pm 0.03) \text{ mm}$ (测试方法 WSP 120.6);
- b) 吸水能力: $(510 \pm 10) \%$ (测试方法 WSP 10.1);
- c) 单位面积吸水能力: $(335 \pm 10) \text{ mL/m}^2$ (测试方法 WSP 10.2)。

C.5.2.2 喷嘴

喷嘴形状结构见图 C.1,测试中产生喷射测试溶液,工作压力 $(150 \pm 15) \text{ kPa}$ 。为了避免喷嘴与测试目标之间的距离波动,喷嘴应固定在喷杆上。



标引符号说明:

- d_n ——喷嘴工作直径, $(4 \pm 0.1) \text{ mm}$;
- l_n ——喷嘴工作长度, $(4 \pm 0.1) \text{ mm}$;
- d_1 ——管直径, $(12.5 \pm 1) \text{ mm}$;
- l_{nm} ——喷嘴开口和压力计之间的距离, $(80 \pm 1) \text{ mm}$ 。

图 C.1 喷嘴形状

C.5.2.3 液压泵

自吸循环式。泵应配备压力表和调节装置、可调节喷射流量的过滤器和软管,以便将测试液体从液体容器输送到喷嘴。泵应该能够提供 400 kPa 的最小压力。应采取措施避免在压力完全建立之前就开始测试。

C.5.3 试样准备

测试前,试样穿戴准备如下:

- a) 测试对象应穿上 C.5.2.1 所述的尺寸合适的指示服,指示服内尽可能减少不必要的服装;
- b) 按照制造商说明书的要求,给测试对象穿上合适型号的化学防护服及配套的其他个体防护装备。

为测试对象佩戴防测试溶液穿透的手套,化学防护服的袖子应覆盖手套外面。如果袖子有内护腕,则可将它穿在手套里面。为测试对象配置防测试溶液穿透的防护靴。化学防护服的裤口应覆盖在靴子的外面。对于不属于测试范围而未覆盖的部位,如围绕头部、面部和颈部可能被测试溶液通过的缝隙,都应予以密封,防止测试溶液流入化学防护服内部,造成其他区域发生内泄漏的假象。如果制造商没有额外说明需要在身体的一些部位(如手腕、脚踝处)进行贴条,则不应该进行贴条处理。

C.5.4 测试程序

测试程序如下:

- a) 调整喷嘴与测试点间的距离为 (1.0 ± 0.10) m,并与测试点保持水平;
- b) 从最下方的测试点开始进行测试,并以最有可能导致泄漏的角度进行喷射,例如,对有前挡风拉链的防护服进行测试时,喷嘴角度应指向挡风打开的一侧;
- c) 将喷嘴对准一个测试点喷射测试溶液,压力为 (150 ± 15) kPa,时间为 (5 ± 0.5) s,然后移向下一个测试点喷射 5 s,直至所有测试点完成测试;
- d) 放置 2 min,待化学防护服表面残留测试溶液自然沥下;
- e) 取下化学防护服,检查化学防护服内表面和指示服外表面是否有穿透迹象;若有,在化学防护服和指示服上标记穿透的位置(十字标记)和范围,或拍照记录;
- f) 测试过程中,测试点应该尽量选择一些关键区域,这些区域至少应包括:
 - 1) 防护服的连接点,例如接缝处,装配处,拉链和门襟处等,每个不同的连接方式应测试三个点;
 - 2) 不同防护装备部件的结合点;例如夹克和裤子重叠处,或者服装和其他防护附件的连接处,例如头罩,手套和靴子;每种不同的连接处应至少测试一个点。

C.6 方法 2——液密泼溅测试

C.6.1 测试对象

可选人体模型或人体测试对象。

选用人体测试对象,身高介于被测服装尺寸上限的 95%~100%之间。

注:在选择合适的测试服装尺寸时,需将测试对象本身所穿着的服装和指示服考虑在内。尽可能接近尺寸范围的上限。如果衣服太大,因为测试衣服和指示服之间没有接触,可能检测不到穿透。

C.6.2 测试装置

C.6.2.1 指示服

同 C.5.2.1。

C.6.2.2 转盘

防水材料制成,能支撑一个人的身体,转速为 (1 ± 0.1) r/min。

C.6.2.3 刻度容器

盛放液体。

C.6.2.4 液压泵

自吸循环式。泵应配备压力表和调节装置,可调节喷射流量的过滤器和软管,以便将测试液体从液体容器输送到喷嘴。泵的出口连接一个四通道的管路,每个管子的出口直接与喷嘴相连。

C.6.2.5 计时器

秒表或电子计时器,精度为 1 s。

C.6.2.6 喷淋装置

喷淋装置结构示意图见 C.2。垂直安装,配备四个间距为 45 cm 的喷嘴附件。

单位为毫米

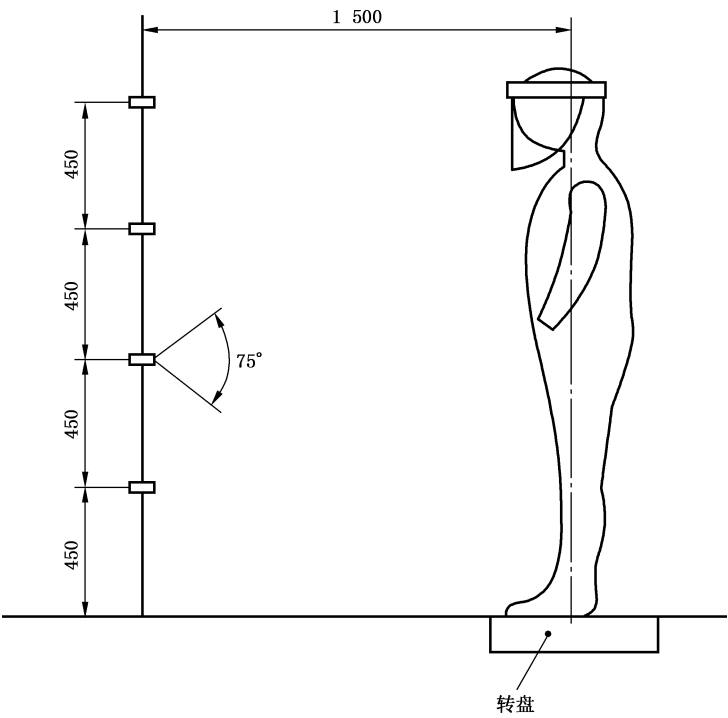


图 C.2 液密泼溅性能测试装置

C.6.2.7 液压喷嘴

空心圆锥形,喷射角为 75°,在 300 kPa 压力下的流量为 (1.14 ± 0.1) L/min。

C.6.3 测试系统的调节

C.6.3.1 喷嘴的流量

打开流向喷嘴的管道,调节液压泵的压力,使每个喷嘴的流量达到 (1.14 ± 0.1) L/min。

注 1: 流量校准可以在每个喷嘴上接一个橡胶管,用烧杯收集 1 min 内的液体量。根据管道的结构,可能需要 15 s 的时间喷嘴的压力才能达到 300 kPa。因此需要使用一个在 300 kPa(+50 kPa, -0 kPa)下打开的阀门。

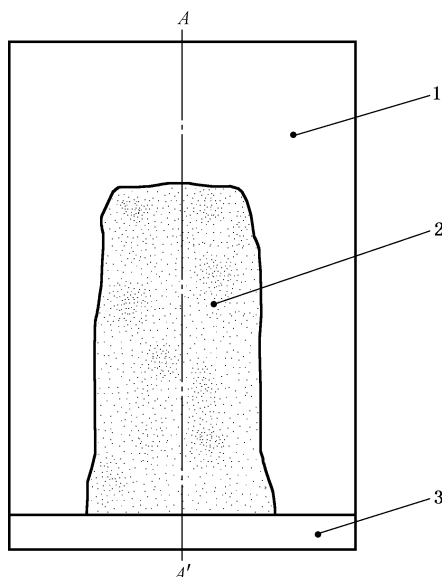
注 2: 可以轻微地升高或降低压力(最高不要超过 20 kPa)来调节喷嘴的流量到需要的值。如果这样仍不能达到目标流量,更换喷嘴的阀芯和阀盘,因为喷嘴的阀芯和阀盘会磨损老化,每做 50 组测试,进行更换。

C.6.3.2 喷嘴的校准

如图 C.2 所示,将喷嘴喷出的测试溶液对准距离约 (1.5 ± 0.1) m 远处的转盘几何中心线,并沿垂直方向通过转盘中心点形成对称的喷淋图案。

注: 喷嘴的距离以及是否安装正确可以通过喷淋图案来进行校验。将一个 2 m×2.5 m 的非吸水面料垂直放置与

喷嘴出口成 90° 的位置,并且放置在转盘中心。设备如果得到正确调整的话,喷淋的液体需在目标非吸水面料上形成图案,沿着通过转盘的中心点的垂直线对称分布(见图 C.3)。垂直线两侧液体图案宽度差值最大为 20 cm。如果达不到 20 cm 的要求,则进行调整。



标引序号说明:

1 ——非吸水面料(目标面料);

2 ——目标面料上形成图案;

3 ——转盘;

AA'——通过转盘中心点的垂直直线 n 。

图 C.3 喷嘴的校准图示

C.6.4 试样准备

测试对象应穿上 C.5.2.1 所述的尺寸合适的指示服,指示服内穿着防水服装。

按照制造商说明书的要求,给测试对象穿上合适型号的化学防护服及配套的其他个体防护装备。

为测试对象佩戴防测试溶液穿透的手套,化学防护服的袖子应覆盖手套外面。如果袖子有内护腕,则可将它穿在手套里面;为测试对象配置防测试溶液穿透的防护靴,化学防护服的裤口应覆盖在靴子的外面;带有面屏的面罩,防护整个额部,覆盖眼睛和脸部,面罩的深度为 18 cm,宽度为 32 cm;适当尺寸的过滤式呼吸防护器(保证测试的顺利进行和人员的健康安全),佩戴在面罩下面,防止测试对象吸入测试溶液。对于不属于测试范围而未覆盖的部位,如围绕头部、面部和颈部可能被测试溶液通过的缝隙,都应予以贴条密封,防止测试溶液流入化学防护服内部,造成其他区域发生内泄漏的假象。如果制造商没有额外说明需要在身体的一些部位(如手腕、脚踝处)进行贴条,则不应该进行贴条处理。

C.6.5 测试程序

测试程序如下。

- 将穿着化学防护服的测试对象定位在转盘的几何中心,并标记脚的位置。
- 在转盘转速为 1 r/min 时,释放测试溶液 1 min。
- 在泼溅过程中,测试对象在转盘上交替抬起双脚,抬脚高度约为 20 cm,同时,手臂伸直并前后摆动,以与腿的动作协调来保持平衡,脚放下后仍应定位在初始标记的位置上。动作时长 1 min,动作频率为 (30 ± 5) 次/min。

- d) 受试者在转盘上保持静止 2 min,待化学防护服表面残留测试溶液自然沥下。
- e) 小心地脱下防护服,以避免污染指示服。检查化学防护服内表面是否有穿透迹象,尤其是在开口,接缝,门襟和拉链处;若有,在化学防护服上标记穿透的位置和范围,或拍照记录。检查指示服的外表面是否有穿透迹象,若有,标记穿透位置并拍照,测量总沾污面积。

C.7 方法 3——有限液密泼溅测试

C.7.1 测试对象

可选人体模型或人体测试对象。

选用人体测试对象,身体尺寸介于被测服装高和宽尺寸上限的 95%~100%。

注:在选择合适的测试服装尺寸时,需将测试对象本身所穿着的服装和指示服考虑在内。尽可能接近尺寸范围的上限。如果衣服太大,因为测试衣服和指示服之间没有接触,可能检测不到穿透。

C.7.2 测试装置

同 C.6.2。

空心圆锥形液压喷嘴,喷射角为 75° ,在 300 kPa 压力下的流量为 (0.47 ± 0.047) L/min。

C.7.3 测试系统的调节

C.7.3.1 喷嘴的流量

打开流向喷嘴的管道,调节液压泵的压力,使每个喷嘴的流量达到 (0.47 ± 0.047) L/min。

流量的校准同 C.6.3.1。

C.7.3.2 喷嘴的校准

同 C.6.3.2。

C.7.4 试样准备

同 C.6.4。

C.7.5 测试程序

同 C.6.5。

C.8 测试报告

测试报告应至少包含以下内容:

- a) 声明化学防护服是按照附录 C 进行测试的;标明测试方法,喷射测试,泼溅测试或者有限泼溅测试;
- b) 制造商名字或其他识别信息;
- c) 测试服装的尺寸以及测试对象的身体尺寸(身高,胸围);
- d) 吸水指示服的描述;
- e) 任何其他测试时用到的装备或附件,是否进行贴条以及如何使用的;
- f) 测试时的环境温度;
- g) 测试所用溶液的组成以及表面张力;
- h) 在人体轮廓图上标出测试防护服以及指示服的污染处,并且用阴影给出大概面积(身体前面和背面分别给出);

- i) 总的穿透位置数目以及总沾污面积；
- j) 如果测试服装进行了任何预处理,在报告中说明；
- k) 测试人员认为合适的任何其他意见和评论。

附 录 D

(规范性)

固体颗粒物向内泄漏率的测试方法

D.1 概述

本附录规定了固体颗粒物化学防护服向内泄漏率的测试方法。

D.2 测试要求

按 GB 46310—2025 附录 B 的方法进行测试,测试 10 件防护服,5 个被测对象,每人测试两件。报告固体颗粒物向内泄漏率 $L_{jmn,82/90}$ 和每件防护服的总向内泄漏率 $L_{S,8/10}$ 。

附录 E

(规范性)

实用性能测试的受试者动作

E.1 步骤 A

步骤 A 包括以下试验动作。

- 左膝跪地,双膝跪地,右膝跪地,站立。重复 4 次。
- 鸭蹲,向右回转,向左回转,站立。重复 4 次。
- 笔直站立,双臂自然下垂,向左弯曲身体然后回复,向前弯曲身体然后回复,向右弯曲身体然后回复。重复 4 次。
- 笔直站立,双臂从两侧水平伸直,举过头顶,屈肘。重复 4 次;笔直站立,双臂向前伸直,举过头顶,屈肘。重复 4 次。
- 笔直站立,双臂垂直举起,向左扭动上身然后回复,向右扭动上身然后回复。重复 4 次。
- 笔直站立,单手抱左上臂,单手抱右上臂。重复 4 次。
- 步行 100 m,或者步行不少于 3 min。
- 手脚着地爬行 6 m,或者爬行不少于 1 min。

E.2 步骤 B

步骤 B 包括以下试验动作。

- 单人举起 10 kg 的沙袋 4 次。
- 将装有 100 kg 非危材料的 200 L 钢桶放置到手推车上,移动推车 8 m。卸载钢桶。然后再放置钢桶到手推车上,并推回原位。卸载钢桶。(可选动作)
- 打开和缠绕两卷软管,并连接接头、断开接头(橡胶软管外径 (25 ± 5) mm,其中一根软管的两端均为螺纹接口,另一根软管的两端为快接接口)。
- 打开和关闭定置阀门(阀门直径 200 mm,安装在受试者的头顶高度的正上方位置)。
- 用扳手安装和拆卸一个螺栓(250 mm 长的手动钩扳手,螺栓直径 12 mm)。
- 用螺丝刀拆卸和安装一个螺丝钉(250 mm 长的一字螺丝刀,螺丝钉直径 9 mm)。
- 爬上 5 阶的梯子(梯子应至少 3 m 长)。

E.3 步骤 C

步骤 C 包括以下 7 个试验动作(应在中等速度下按序完成、并重复 3 次)。

每个动作均是从直立姿势开始。

- 动作 1:双膝跪地,身体前倾,双手于膝前 (45 ± 5) cm 处着地,分别向前和向后爬行 3 m。
- 动作 2:爬上直梯至少 4 个阶(现场可能遇到的典型梯子)。
- 动作 3:于胸前,张开双手,升至头顶上方,双手十指交叉,向上推。
- 动作 4:右膝跪地,左脚置于地面,左膝屈膝 $(90 \pm 10)^\circ$,右手手指触及左脚尖。相反的动作重复一次(如,左膝跪地,右脚置于地面,右膝屈膝 90° ,左手手指触及右脚尖)。
- 动作 5:于身前将双臂伸展开,双手十指交叉,向左和向右扭动上半身 $(90 \pm 10)^\circ$ 。
- 动作 6:双脚保持同肩宽的距离站立,双臂从两侧伸出,并于身前保持与地面平行姿态,尽量向

下蹲。

——动作 7:右膝跪地,左脚置于地面,左膝屈膝(90 ± 10)°,左臂自然下垂,保持完全伸展状态举过头顶;相反的动作重复一次(如,左膝跪地,右脚置于地面,右膝屈膝 90° ,右臂自然下垂,保持完全伸展状态举过头顶)。

附 录 F
(规范性)
化学物质渗透性能测试方法

F.1 原理

在渗透测试装置中,保持渗透测试池测试室一侧的化学防护材料试样持续或间歇接触化学物质,捕集室一侧的捕集介质捕集透过试样的化学物质,通过定量分析,测出该化学物质渗透通过化学防护材料的浓度或质量,从而计算得到该化学物质渗透通过化学防护材料的渗透时间、标准渗透时间、渗透率、渗透量等指标,从而实现对化学防护材料耐渗透性能的测试评估。

F.2 仪器设备**F.2.1 厚度仪**

精度不低于 0.02 mm。

F.2.2 分析天平

精度不低于 0.01 g。

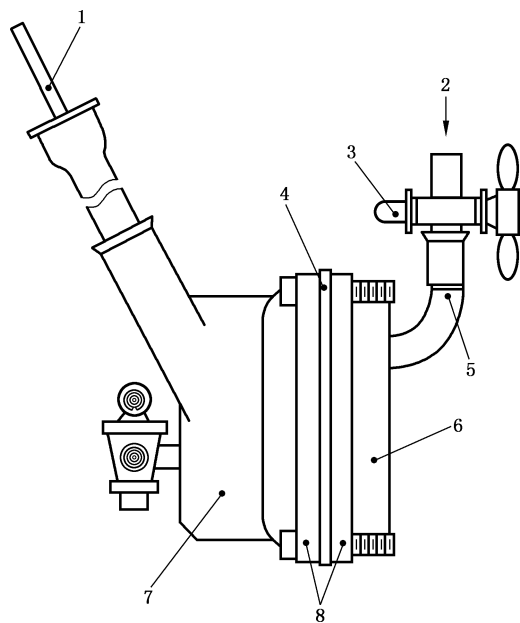
F.2.3 渗透测试池

包括两个室:测试室和捕集室,测试室跟试样的外表面接触,捕集室跟试样的内表面接触。用于液体和气体化学物质的标准测试池可参照 F.2.3.1 和 F.2.3.2。除此以外,符合以下要求的其他测试池设计也可用于化学物质的渗透测试:

- a) 暴露于测试化学物质的试样外表面面积应与暴露于捕集介质的试样内表面面积一致;
- b) 测试室的容量应足够大,以使测试化学物质的体积和/或浓度不会因渗透而显著降低;
- c) 测试室和捕集室的设计应使测试化学物质的质量或流量不会对受试织物施加过大的力;
- d) 试样两个表面之间的压差不应超过 5 000 Pa。

F.2.3.1 标准液态化学物质渗透测试池

用于液态化学物质对化学防护材料渗透的测试,其结构如图 F.1 所示。测试室与捕集室由试样分隔。当化学物质与测试池材料有可能发生反应时,应选择其他材质的测试池。必要时在测试材料的两侧使用垫片对测试池进行密封,材质依据化学物质选择 PTFE、丁基橡胶或者其他耐腐蚀材料。

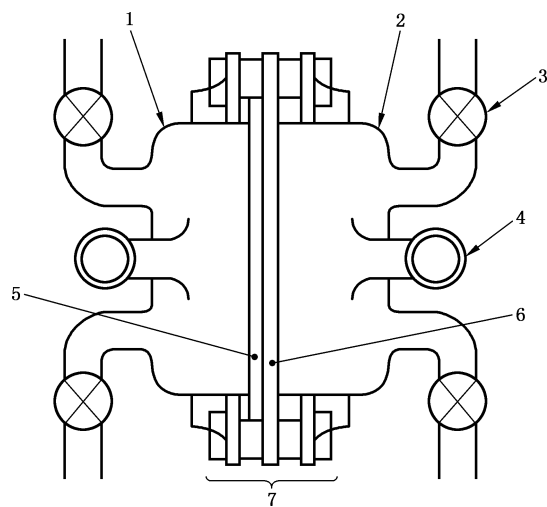


- 标引序号说明：
- | | |
|--------------|-----------|
| 1——可更换搅拌棒； | 5——装填刻度线； |
| 2——化学物质加入口； | 6——测试室； |
| 3——活塞适配器； | 7——捕集室； |
| 4——化学防护材料试样； | 8——铝法兰。 |

图 F.1 标准液态化学物质渗透测试池

F.2.3.2 标准气态化学物质渗透测试池

用于气态化学物质对化学防护材料渗透的测试，其结构如图 F.2 所示。气态化学物质从气源进入测试室进行循环。循环过程中，气体的成分与浓度应保持稳定，并且在测试室内充分混合。测试室与捕集室由试样分隔。



- 标引序号说明：
- | | |
|---------|--------------|
| 1——捕集室； | 5——化学防护材料试样； |
| 2——测试室； | 6——垫圈； |
| 3——阀门； | 7——铝法兰。 |
| 4——填充管； | |

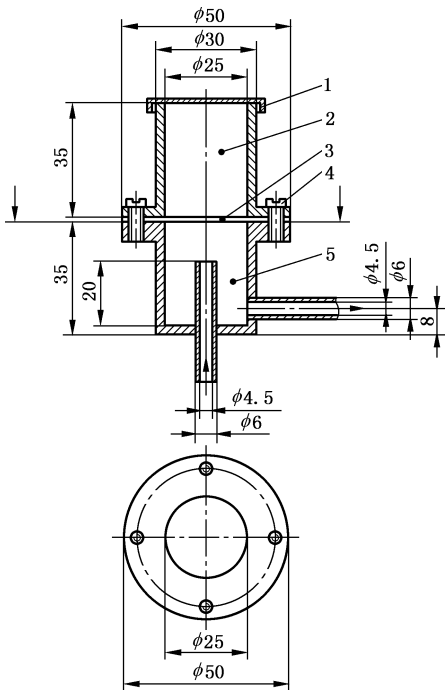
图 F.2 标准气态化学物质渗透测试池(顶部视图)

F.2.3.3 可供选择的渗透测试池

除标准渗透测试池外,图 F.3 所示的测试池可供选择。该测试池在如下两种场合使用：

- a) 小剂量化学物质渗透测试；
- b) 化学物质的重量对渗透测试影响可以忽略。

单位为毫米



标引序号说明：

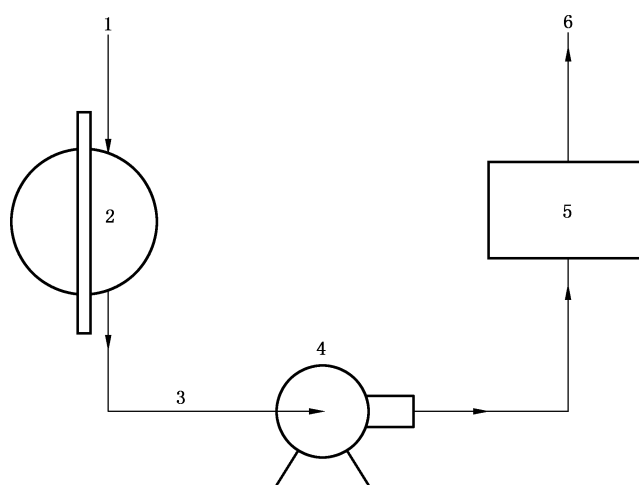
- 1——活动盖；
- 2——测试室；
- 3——化学防护材料试样；
- 4——螺丝；
- 5——捕集室。

测试材料的有效面积： 4.91 cm^3 ；流动室体积： 17.2 cm^3

图 F.3 可供选择的渗透测试池

F.2.4 开路渗透测试系统

开路渗透测试系统如图 F.4 所示。在开路测试中，应按照最低可检测渗透率来选择配置设备，以达到期望的测试灵敏度。具体的配置应根据捕集方法以及化学物质及其组分的检测技术来确定。



标引序号说明：

- | | |
|------------|-----------|
| 1——新鲜捕集介质； | 4——采样泵； |
| 2——捕集室； | 5——样品分析仪； |
| 3——捕集介质样品； | 6——废料。 |

图 F.4 开路渗透测试系统配置示例

捕集介质的气体流速通过控制渗透测试池入口或分析检测器泵出口的气体压力来控制。通过捕集室的捕集介质流速应足够高,使通过测试材料的化学物质都能快速地被收集到捕集介质中。捕集介质的最小流速取决于渗透测试池设计,推荐使用每分钟为 5 倍捕集室容积的流速。

本测试方法提供的标准渗透率为 $0.1 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 或 $1.0 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。

F.2.4.1 采样泵

根据捕集介质的气体流速来选择。

F.2.4.2 管线或管路

根据所选化学物质来选择。

F.2.4.3 渗透测试池

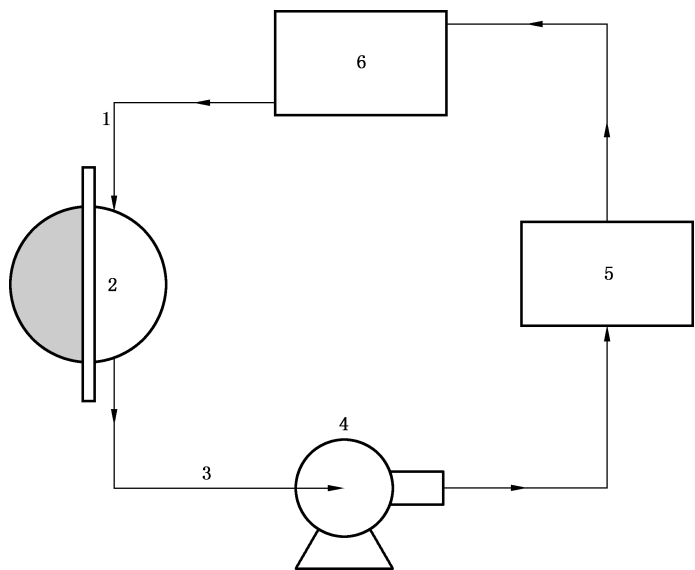
液态化学物质采用图 F.1 所示的渗透测试池;气态化学物质采用图 F.2 所示的渗透测试池;当这两类渗透测试池均不适合时,可采用图 F.3 所示的渗透测试池。

F.2.4.4 分析测试仪

根据所选化学物质选择适用的分析技术和测试仪。如液态有机化学物质可选择气相色谱仪或其他适用的分析方法,液态和气态无机化学物质可选择 pH 计、电导率仪、离子色谱仪或其他适用的分析方法。

F.2.5 闭路渗透测试系统

闭路渗透测试系统如图 F.5 所示。在闭路测试中,根据最低可检测渗透量确定的测试系统灵敏度来选择配置设备。具体的配置应根据捕集方法以及化学物质及其组分的检测技术来确定。本测试方法提供的标准渗透量为 $2.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。



标引序号说明：

- | | |
|------------|--------------|
| 1——循环捕集介质； | 4——循环泵； |
| 2——捕集室； | 5——测试仪； |
| 3——捕集介质样品； | 6——测试后的捕集介质。 |

图 F.5 闭路渗透测试系统配置示例

F.2.5.1 循环泵

液体流速设置为不小于 100 mL/min(经验证,对于常规的渗透测试室,该流速是足够的)。

F.2.5.2 管线或管路

根据所选化学物质来选择。

F.2.5.3 渗透测试池

液态化学物质采用图 F.1 所示的渗透测试池；气态化学物质采用图 F.2 所示的渗透测试池；当这两类渗透测试池均不适合时,可采用图 F.3 所示的渗透测试池。

F.2.5.4 分析测试仪

根据所选化学物质选择适用的分析技术和测试仪。如液态有机化学物质可选择气相色谱仪或其他适用的分析方法,液态和气态无机化学物质可选择 pH 计、电导率仪、离子色谱仪或其他适用的分析方法。

F.2.5.5 计时器

精度不低于 1 s。

F.2.5.6 恒温箱,恒温水浴或其他用于控制温度的设备设施

用来控制渗透测试池测试温度并保持恒定,控温精度为 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

F.3 测试程序

F.3.1 试样准备

F.3.1.1 取样

试样为直径 70 mm 的圆片,取样应按以下原则。

- a) 从化学防护面料上取样时,任意选取至少 3 个试样。
- b) 从防护服装上取样时,按以下方式执行:
 - 1) 应从不同部位取得面料样品至少 2 个、接缝样品至少 1 个;
 - 2) 如果化学防护服不同部位的材质或材料厚度不同,应从每个部位至少取 1 个;
 - 3) 对于多层化学防护服,各层按实际使用的顺序叠放。若有移除某一层材料,应在报告中记录。
- c) 需评估防护服上的靴子或靴套样品时,可从以下位置取样:
 - 1) 小腿处最薄弱的平整区域;
 - 2) 成品靴中厚度最小的织物平片;
 - 3) 成品靴的接缝部位。
- d) 需评估防护服上的手套样品时,可从以下位置取样:
 - 1) 手套掌心区域;
 - 2) 手套手背区域;
 - 3) 手套手腕区域;
 - 4) 手套接缝区域。

F.3.1.2 调湿

化学防护材料应在温度 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 4)\%$ 条件下放置至少 24 h。

F.3.1.3 测量试样厚度与单位面积质量

试样厚度以及单位面积质量按以下方法测量:

- a) 根据 GB/T 3820 测量化学防护材料试样的厚度,精确到 0.02 mm;
- b) 根据 GB/T 4669 测量化学防护材料试样的单位面积质量,精确到 1 g/m^2 。

F.3.2 捕集介质的选择

F.3.2.1 选择原则

分析技术以及捕集介质选择的原则是使化学物质测试灵敏度最高。

F.3.2.2 气态捕集介质

干燥洁净空气或干燥洁净惰性气体,或其他不妨碍化学物质检测且纯度足够高而不会妨碍渗透过程或分析过程的气体。

注:这种气体在持续流动条件下,用于捕集能够在测试条件下由测试液渗透过来并能气化的分子。

F.3.2.3 液态捕集介质

液态捕集介质应当是不影响化学防护材料渗透测试的水(蒸馏水或纯净水)或其他纯净或性能单一稳定的液体。

注:这种液体用来捕集测试条件下可溶解于捕集介质的低挥发或不挥发成分。

F.3.2.4 其他捕集介质

可以使用对所用化学物质具备良好捕集效果的其他捕集介质,如固体吸附剂。

F.3.3 测试仪器的准备

F.3.3.1 应对测试化学物质的分析检测系统的响应进行校准。在开路测试系统中,最小定量限应至少满足渗透率小于 $0.05\ \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,如需报告累积渗透量,最大定量限至少对应渗透率大于 $10\ \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。在闭路测试系统中,最小定量限对应的渗透量小于 $0.05\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$,最大定量限对应的渗透量大于 $500\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。如果定量限无法达到上述要求,则应将系统的实际定量限备注在报告中。

F.3.3.2 测试系统整体应定期进行验证以确保设备的测试性能长期稳定。可以通过使用相同的测试条件、相同的测试化学物质和相同且稳定的测试样品定期重复测试来验证。

F.3.4 采集频率

F.3.4.1 测试最终结果如以时间表示,在到达测试终点前采集频率应如表 F.1 所示。

表 F.1 捕集室最小采集频率

测试结果	最低采样频率
$\leq 10\ \text{min}$	每 75 s
$> 10\ \text{min} \sim 30\ \text{min}$	每 150 s
$> 30\ \text{min} \sim 60\ \text{min}$	每 150 s
$> 60\ \text{min} \sim 120\ \text{min}$	每 6 min
$> 120\ \text{min} \sim 240\ \text{min}$	每 6 min
$> 240\ \text{min} \sim 480\ \text{min}$	每 11 min
$> 480\ \text{min}$	至少在 8 h 后采集一次

F.3.4.2 对于闭路试验中,测试最终结果如以预计时间的累积渗透量表示,至少于预计时间点采集一次,预计时间前后可进行多次采集增加数据准确性。

F.3.4.3 对于开路试验中,测试最终结果如以累积渗透量表示,按表 F.1 规定的频率进行采集直至检测到渗透。

F.3.5 预试验

对于待测试样渗透性能未知或缺少参考数据,可通过预试验对该样品的渗透性能进行预估。试验用的防护材料应先根据附录 G 液体耐压穿透性能测试方法中表 G.2 的程序 A 来进行预试验。试验过程使用纯水作为测试液体,并加入适当显色剂或其他提高可视性的方法,判断样品是否具有耐液体穿透的性能。如果样品能够通过预试验,则可以进行一组 3 个试样的渗透测试;若样品未通过预试验,则需要准备 5 个一组的试样进行渗透测试(研究发现,不能通过耐压穿透预试验的样品,往往在渗透测试中表现出更多的不确定性)。

F.3.6 测试准备

F.3.6.1 将试样按图 F.1、图 F.2 或图 F.3 所示装配在渗透测试池中。通常将外表面朝向添加化学物质的测试室一侧,内表面朝向捕集室一侧。

F.3.6.2 试验应在 $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下进行,应采取措施控制测试过程的温度条件。测试池在所选测试温度下至少放置 30 min 才能用于测试,捕集介质应在加入测试池之前达到测试温度。

F.3.7 持续接触液态化学物质渗透测试方法

F.3.7.1 迅速将液态化学物质加入渗透测试池的测试室至装填刻度线,在添加化学物质的同时开始计时。如果环境温度与测试温度不同时,应让待测化学物质达到测试温度才可加入测试室。

如果化学物质的密度大,而被测化学防护材料试样的强度很低,液体质量可能使试样扭曲,导致化学防护材料试样面积增加时,可以适当减少液体加入量,但应确保整个测试过程化学防护材料试样能被化学物质完全覆盖。

F.3.7.2 保持捕集介质持续搅拌、循环或流动,以确保取样均匀,防止在服装材料和捕集介质界面出现渗透浓度边界层。

F.3.7.3 在整个测试持续过程中,按照预定程序持续或者间歇从捕集介质中取样;快速完整地分析每个捕集介质样品中被测化学物质的含量,计算并记录每个捕集介质样品中被测化学物质的浓度,以及被测化学物质加入测试室和取样之间的时间间隔。

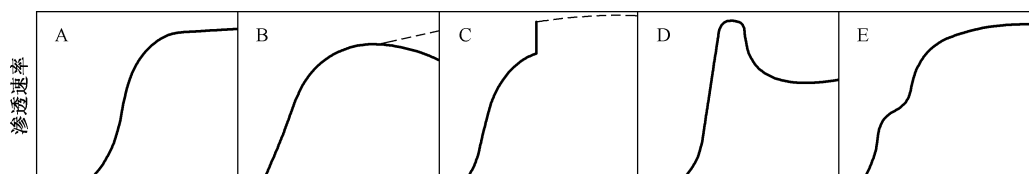
注 1: 在将化学物质加入渗透测试池之前开始取样,以确定基值,便于随后分析数据的比较。

注 2: 为捕集介质回收所选择的方法需以分析检测技术为基础。

注 3: 在闭路系统中,取样导致捕集介质的减少,需要补充捕集介质,以保持捕集介质的量与被测试样面积的比率不变。

F.3.7.4 符合下列条件之一即终止测试:达到稳定渗透状态(图 F.6 中 A 和 E);渗透率持续增长(图 F.6 中 C);达到了最大渗透率(图 F.6 中 B 和 D);超过预先规定的时间(化学物质超负荷可能会导致检测设备污染。渗透测试一般最长时间为持续 8 h。如果没有特别说明,测试持续时间应与被测防护服的应用背景相适应)。

F.3.7.5 拆卸渗透测试池并进行彻底清洗。



标引序号说明:

A——渗透率达到“稳定状态”时的渗透类型,这是典型的渗透类型;

B——材料结构发生改变而导致化学物质渗透率快速提高或减少的渗透类型;

C——当材料试样渗透率呈现突然快速增长的渗透类型;

D——虽然渗透率最终稳定,但材料有中等到严重膨胀时的渗透类型;

E——高度膨胀时的渗透类型。

图 F.6 渗透状态的五种类型

F.3.7.6 每组化学防护材料至少测试 3 个平行试样,如果 3 个测试结果与平均值的偏差均在 20% 以内,则测试结果是有效的,取平均值作为最终测试结果。否则要考虑测试结果的有效性、是否有必要进行重复性试验,相关步骤见 F.6。

F.3.8 持续接触气态化学物质渗透测试方法

F.3.8.1 将气态化学物质通入渗透测试池测试室。当 1 min 内有 5 倍于测试室体积的气量通过测试室时,开始计时。如果环境温度与测试温度不同时,气流温度应达到测试温度才可通入渗透测试池测试室。

F.3.8.2 在整个测试持续过程中,按照预定程序持续或者间歇从捕集介质中取样;快速完整地分析每个样品中被测化学物质的含量,记录每个样品中检测出的被测化学物质浓度,以及气体开始与试样接触到取样之间的时间间隔。

注 1: 在将化学物质通入渗透测试池之前开始取样,以确定基值,便于随后分析数据的比较。
注 2: 测试过程中注意不要给测试室和捕集室施加压力。较高的气流流速可能会影响气体在测试腔体内部的流动,从而产生较高的压力,可能会引起测试结果的变化。

F.3.8.3 符合下列条件之一即终止测试:达到稳定渗透状态(图 F.6 中 A 和 E);渗透率持续增长(图 F.6 中 C);达到了最大渗透率(图 F.6 中 B 和 D),超过预先规定的时间(化学物质超负荷可能会导致检测设备污染。渗透测试一般最长时间为持续 8 h。如果没有特别说明,测试持续时间应与被测防护服的应用背景相适应)。

F.3.8.4 拆卸渗透测试池并进行彻底清洗。

F.3.8.5 每组化学防护材料至少测试 3 个平行试样,如果 3 个测试结果与平均值的偏差均在 20% 以内,则测试结果是有效的,取平均值作为最终测试结果。否则要考虑测试结果的有效性、是否有必要进行重复性试验,相关步骤见 F.6。

F.3.9 间歇接触液态或气态化学物质渗透测试方法

F.3.9.1 选择接触时间、吹扫时间以及循环次数,可参考表 F.2 中提供的一套或多套测试条件。

表 F.2 间歇接触测试推荐测试条件

方法	接触时间/min	吹扫时间/min	循环次数
C1	1	10	11
C2	5	10	8
C3	10	60	2

F.3.9.2 迅速将液态化学物质加入渗透测试池的测试室至装填刻度线,并开始计时;对于气态化学物质,当 1 min 内有 5 倍于测试室体积的气量通过测试室时,开始计时。如果环境温度与测试温度不同,应将其温度调节到测试温度才可加入或通入测试室。

F.3.9.3 记录每个样品中测出的被测化学物质浓度以及被测化学物质加入测试池和取样之间的时间间隔。采集频率最低为每 75 s 一次。

F.3.9.4 达到预先设定的接触时间后,将化学物质从测试池中移出,开始吹扫并计时。
对于液态化学物质,可以通过出入口将化学物质从测试室倒出或排放出来;对于不能完全去除的黏性液体,可以不完全去除。

对于气态化学物质,关闭气源即可。

F.3.9.5 按照预先设定的吹扫时间,使用洁净空气或惰性气体来吹扫测试室。设定吹扫气量每分钟至少为测试室体积的 10 倍。如果环境温度与测试温度不同时,气流温度应达到测试温度才可通入进行吹扫。

F.3.9.6 达到预先设定的吹扫时间后,关闭吹扫气体,即完成间歇测试的第一循环。

F.3.9.7 重复进行 F.3.9.2~F.3.9.6 所设定的接触与吹扫循环,直至达到预先设定的时间或循环次数。渗透性能测试一般持续 2 h;如果没有特别说明,测试持续时间应当与被测防护服的应用背景相适应。

F.3.10 测试结果

F.3.10.1 结果应以以下三种方式中的一种或多种表示:标准渗透时间、在设定时间内渗透的测试化学物质的累积质量,或预定质量的测试化学物质渗透所需的时间。表示结果的方法和报告计算的确切细节将取决于进行测试的原因和/或防护服要满足的产品标准。

F.3.10.2 绘制渗透曲线图

根据采集的原始数据及计算结果为每个渗透测试绘制一幅化学物质浓度、渗透率或累积渗透量对时间的曲线图。如果使用渗透率,按 F.3.11 的方法计算渗透率。

F.3.10.3 确定渗透时间与标准渗透时间

渗透时间根据曲线图或测试期间采集到的数据来确定。标准渗透时间是标准渗透率为 $1.0 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 时的渗透时间。

F.3.11 渗透率与累积渗透量的计算

F.3.11.1 概述

根据渗透测试类型以及捕集介质的取样方法来计算渗透率。

F.3.11.2 开路测试

在任何时间 t_i , 捕集介质中化学物质的渗透浓度 C_i 与渗透率 φ_i 成正比。按公式(F.1)计算基于测试浓度的渗透率。

$$\varphi_i = \frac{C_i q_v}{A} \dots\dots\dots (\text{F.1})$$

式中:

φ_i —— t_i 时刻的渗透率,单位为微克每平方米分 [$\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$], t_i 为以化学物质最初接触化学防护材料为起点的持续时间,单位为分(min);

A —— 化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i —— t_i 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

q_v —— 新鲜捕集介质通过测试池的流速,单位为升每分(L/min)。

绘制 $\varphi_i \sim t_i$ 曲线,计算 $0 \sim t$ 时间段曲线下的面积即得时间 t 的累积渗透量 ρ_A 。

F.3.11.3 闭路测试

满足下列条件时按公式(F.2)计算 t_{i-1} 到 t_i 内的平均渗透率:

- 样品在进一步取样前被收回、分析和更换;
- 间歇取出的样品量相对于总量来讲可以忽略不计;
- 捕集介质如图 F.5 所示再循环;
- 没有任何样品移除的情况下测量了捕集室内的化学物质的浓度。

$$\varphi_{\text{avg}} = \frac{(C_i - C_{i-1}) V_{\text{tot}}}{(t_i - t_{i-1}) A} \dots\dots\dots (\text{F.2})$$

式中:

φ_{avg} —— 平均渗透率,单位为微克每平方米分 [$\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$];

t_i, t_{i-1} —— 以化学物质最初接触化学防护材料为起点的持续时间,单位为分(min);

A —— 化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i, C_{i-1} —— t_i, t_{i-1} 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

V_{tot} —— 捕集介质的总体积,单位为升(L)。

到 t_i 时刻为止,整个过程的累积渗透量 ρ_{Ai} ,按式(F.3)计算。

$$\rho_{Ai} = \frac{C_i V_{\text{tot}}}{A} \dots\dots\dots (\text{F.3})$$

式中：

ρ_{Ai} —— t_i 时刻的累积渗透量,单位为微克每平方厘米($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), t_i 为以化学物质最初接触化学防护材料为起点的持续时间,单位为分(min);

A ——化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i —— t_i 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

V_{tot} ——捕集介质的总体积,单位为升(L)。

F.3.11.4 离散取样闭路测试

如果每次离散取出大量样品后不补充捕集介质,按公式(F.4)计算 t_{i-1} 到 t_i 内的渗透率:

$$\varphi_{i \cdot \text{avg}} = \frac{[C_i - C_{i-1}][V_{\text{tot}} - (i-1)V_s]}{(t_i - t_{i-1})A} \dots\dots\dots (\text{F.4})$$

式中：

$\varphi_{i \cdot \text{avg}}$ ——平均渗透率,单位为微克每平方厘米分 $[\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$;

t_i, t_{i-1} ——以化学物质最初接触化学防护材料为起点的持续时间,单位为分(min);

A ——化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i, C_{i-1} —— t_i, t_{i-1} 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

V_{tot} ——捕集介质的总体积,单位为升(L);

V_s ——从捕集介质取出的离散样品量,单位为升(L)。

如果每次离散取样后补充捕集介质,按公式(F.5)计算 t_{i-1} 到 t_i 内的渗透率:

$$\varphi_{i \cdot \text{avg}} = \frac{\left[C_i - C_{i-1} \left(\frac{V_{\text{tot}} - V_s}{V_{\text{tot}}} \right) \right] V_{\text{tot}}}{(t_i - t_{i-1})A} \dots\dots\dots (\text{F.5})$$

式中：

$\varphi_{i \cdot \text{avg}}$ ——平均渗透率,单位为微克每平方厘米分 $[\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$;

t_i, t_{i-1} ——以化学物质最初接触化学防护材料为起点的持续时间,单位为分(min);

A ——化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i, C_{i-1} —— t_i, t_{i-1} 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

V_{tot} ——捕集介质的总体积,单位为升(L);

V_s ——从捕集介质取出的离散样品量,单位为升(L)。

到 t 时刻为止,整个过程的累积渗透量 ρ_{Ai} 按公式(F.6)计算:

$$\rho_{Ai} = \frac{C_i V_i}{A} + \sum_{i=1}^{i-1} C_i V_s \dots\dots\dots (\text{F.6})$$

式中：

ρ_{Ai} —— t_i 时刻渗透的累积量,单位为微克每平方厘米($\mu\text{g}/\text{cm}^2$);

A ——化学防护材料试样的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

C_i —— t_i 时刻捕集介质中化学物质的质量浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$);

V_s ——从捕集介质取出的离散样品量,单位为升(L);

V_i —— t_i 时刻的捕集介质的量,单位为升(L)。

表 F.3 为闭路测试系统的标准渗透时间的计算示例,该示例捕集室体积为 100 mL,样品与化学物质接触面积为 5 cm^2 ,样品采集频率为 2 min。

表 F.3 标准渗透时间的计算示例——闭路测试系统

分析时间 min	捕集室化学物质 质量浓度 $\mu\text{g/L}$	捕集室的化学 物质质量 μg	单位面积的渗透量 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	渗透率 $\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$
0	0	0	0	0
4	0	0	0	0
10	0	0	0	0
12	10	1.0	0.2	0.1
14	20	2.0	0.4	0.1
16	30	3.0	0.6	0.1
18	50	5.0	1.0	0.2
20	70	7.0	1.4	0.2
22	120	12	2.4	0.5
24	180	18	3.6	0.6
26	380	38	7.6	2.0
28	610	61	12.2	2.3
30	900	90	18.0	2.9

该样品于 26 min 首次超过标准渗透率 $1.0 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$, 因此该样品的标准渗透时间应为 24 min。

表 F.4 为开路测试系统的标准渗透时间的计算示例, 该示例中经过捕集室的气体流量为 $400 \text{ mL}/\text{min}$, 样品与化学物质接触面积为 20 cm^2 , 样品采集频率为 1 min , 测试时长为 30 min 。

表 F.4 累积渗透量的计算示例——开路测试系统

分析时间 min	测试时间 间隔 min	测试室的化学 物质质量浓度 $\mu\text{g/L}$	化学物质单位 时间渗透量 $\mu\text{g}/\text{min}$	化学物质 渗透率 $\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$	采样时段内 单位面积 累积渗透量 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	单位面积 累积渗透量 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
...	...	0	0	0	0	0
22	2	0	0	0	0	0
24	2	0	0	0	0	0
26	2	8	3.2	0.16	0.32	0.32
27	1	10	4.0	0.20	0.20	0.52
28	1	13	5.2	0.26	0.26	0.78
29	1	17	6.8	0.34	0.34	1.12
30	1	23	9.2	0.46	0.46	1.58

该样品于 26 min 渗透率超过了 $0.1\text{ }\mu\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$,因此后续样品的采集频率更改为每 1 min 采集一次。该样品于 30 min 的累积渗透量为 $1.58\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

表 F.5 为闭路试验的累积渗透时间的计算示例,该示例中经过捕集室的体积为 120 mL,样品与化学物质接触面积为 4.8 cm^2 ,预期累积渗透量为 $15\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

表 F.5 累积渗透时间的计算示例——闭路测试系统

分析时间 min	捕集室化学物质质量浓度 $\mu\text{g}/\text{L}$	捕集室化学物质质量 μg	单位面积渗透量 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	1	0.12	0.025
7	2	0.24	0.050
8	5	0.60	0.125
9	11	1.32	0.275
10	23	2.76	0.575
11	48	5.76	1.200
12	73	8.76	1.825
13	127	15.24	3.175
14	201	24.12	5.025
15	295	35.40	7.375
16	409	49.08	10.225
17	523	62.76	13.075
18	637	76.44	15.925
19	751	90.12	18.775

该样品的累积渗透量于 18 min 首次超过了 $15\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^2$,因此该样品 $15\text{ }\mu\text{g}$ 的累积渗透时间为 17 min。

F.4 视觉评估

在良好光照条件下目测每个被测化学防护材料试样,观察其接触化学物质后是否出现褪色、变薄、膨胀、变脆或碎裂,以及是否发生其他任何变化。

F.5 重复测试

F.5.1 最终测试结果应评估每个样品测试值与平均值的差异是否超过 20%。如果 3 个测试结果偏差均在平均值 20%以内,则测试结果是有效的,取平均值作为最终测试结果。

F.5.2 当样品测试值与平均值的偏差超过 20%且无法解释这种差异的原因时,应准备第二组 3 个样品重新进行试验。若第二组 3 个测试值与平均值的差异均不超过 20%,则取第二组样品的平均值作为最

终测试结果；

F.5.3 如果第二组测试结果仍不在规定范围内,则两组的 6 个测试结果都应报告,最终测试结果取 6 个测试结果的平均值,同时报告测试结果为不均匀。

F.5.4 如果出现个别样品渗透时间大于 480 min,在计算平均值和偏差时就取值 480 min 进行计算。

F.6 按累积渗透量确定标准渗透时间(如有需要时)

仅根据测试化学物质渗透率确定的标准渗透时间来评估化学防护服的安全穿戴时间仍可能存在危险。若化学防护服材料的化学渗透测试结果显示,标准渗透率维持在仅略低于 $1.0\text{ }\mu\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$ 的水平持续 480 min 或以上,但在 480 min 内的累积渗透量仅略低于 $480\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。如该累积渗透量超过该化学物质的毒性阈值,则这种渗透水平可能很危险。因此,可以同时考察渗透时间内的累积渗透量,并结合该化学物质的毒性程度,来评估化学防护材料的安全性。

根据化学物质的皮肤腐蚀/刺激类别和严重眼损伤/眼刺激类别(见表 F.6),确定累积渗透量限值(见表 F.7)。取达到累积渗透量限值的标准渗透时间平均值(min)作为测试结果。

表 F.6 渗透测试化学物质的皮肤腐蚀/刺激和严重眼损伤/眼刺激类别

序号	化学物质名称	CAS 号	物理状态	皮肤腐蚀/刺激类别 严重眼损伤/眼刺激类别
1	丙酮	67-64-1	液态	类别 2
2	乙腈	75-05-8	液态	类别 2
3	二硫化碳	75-15-0	液态	类别 2
4	二氯甲烷	75-09-02	液态	类别 2
5	二乙胺	109-89-7	液态	类别 1
6	乙酸乙酯	141-78-6	液态	类别 2
7	正庚烷	142-82-5	液态	类别 2
8	甲醇	67-56-1	液态	类别 3
9	氢氧化钠(质量分数 40%)	1310-73-2	液态	类别 1
10	硫酸(质量分数 96%)	7664-93-9	液态	类别 1
11	四氢呋喃	109-99-9	液态	类别 2
12	甲苯	108-88-3	液态	类别 2
13	氨气	7664-41-7	气态	类别 1
14	氯气	7782-50-5	气态	类别 2
15	氯化氢	7647-01-0	气态	类别 1

表 F.7 用于确定标准渗透时间的累积渗透量

达到化学物质皮肤毒性的累积渗透量限值/($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
化学物质(类别 1)	化学物质(类别 2)	化学物质(类别 3)
20	75	150

F.7 测试报告

测试报告应包括下列信息：

- a) 测试样品名称及其数量；
- b) 测试依据；
- c) 化学防护材料试样厚度,mm；
- d) 化学防护材料试样单位面积质量, g/m^2 ；
- e) 化学物质的特性及其分析程序；
- f) 测试温度, $^{\circ}\text{C}$ ；
- g) 测试持续时间,h；
- h) 捕集介质、系统构造(即开路或闭路)和分析技术；
- i) 循环时间、接触时间、吹扫时间以及间歇渗透测试的循环次数；
- j) 最低可检测渗透率(开路)或最低可检测渗透量(闭路)；
- k) 渗透时间、标准渗透时间、按累积渗透量确定的标准渗透时间(如适用)；
- l) 标准渗透率(开路)或标准渗透量(闭路)；
- m) 稳态渗透率和平均稳态渗透率, $\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ ；
- n) 对于每个测试试样,绘制化学物质浓度、渗透率或累积渗透量的时间曲线图；
- o) 同化学物质接触后的化学防护材料试样的视觉评估结果。

附 录 G
(规范性)
液体耐压穿透性能测试方法

G.1 概述

本附录规定了化学防护服面料在持续接触有压力液体条件下防护性能的测试方法。
本方法适用于化学防护服面料及其接缝的性能评价。

G.2 原理

按照一定的压力/时间序列将有压力的测试溶液作用于化学防护服面料,通过观察是否有测试溶液穿透化学防护服面料来评价化学防护服面料的耐压穿透性能。

G.3 测试溶液

根据化学防护服的分型类别、制造商说明或建议,选择表 7 中液态化学物质。

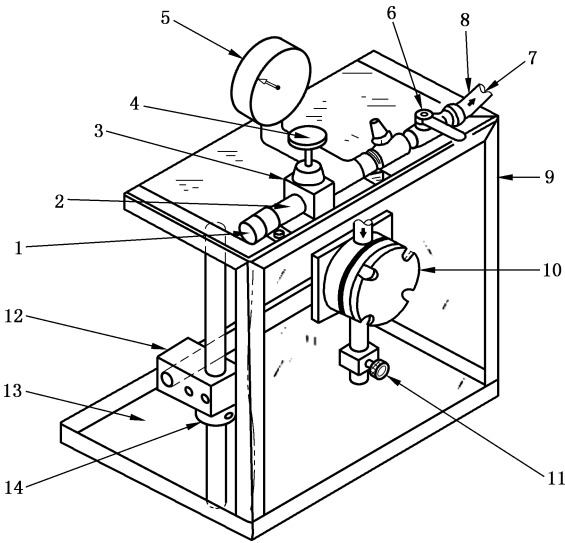
G.4 测试装置

G.4.1 测厚仪

精度为 0.02 mm。

G.4.2 液体耐压穿透测试系统

液体耐压穿透测试系统三维视图见图 G.1,图中所标注的各部件的名称、规格及数量见表 G.1。



- 标引序号说明：
- | | |
|---------------|-----------------|
| 1 —— 压缩空气或氮气； | 8 —— 带外接头的空气软管； |
| 2 —— 空气管线接头； | 9 —— 安全护栏； |
| 3 —— 空气压力调节器； | 10 —— 穿透测试池； |
| 4 —— 调节阀； | 11 —— 排水阀； |
| 5 —— 压力表； | 12 —— 旋转夹具； |
| 6 —— 排气阀； | 13 —— 溢流盘； |
| 7 —— 内接头； | 14 —— 双片轴环。 |

图 G.1 液体耐压穿透测试系统三维视图

表 G.1 液体耐压穿透测试系统部件

图 G.1 中序号	名称	规格	数量
2	空气管线接头	6 mmNPT	1 套
3	空气压力调节器	6 mmNPT,可释放型,可调量程 0 kPa~70 kPa	1
4	调节阀	量程 0 kPa~35 kPa	1
5	压力表	0 kPa~35 kPa,直径 115mm,精度 1%,首选磁性表	1
6	排气阀	—	1
7	内接头	6 mmNPT×40 mm	3
8	带外接头的空气软管	6 mm,带 6 mmNPT 外接头	1 m
9	安全护栏	见图 G.10	1
10	穿透测试池	见图 G.3~图 G.7	1
11	排水阀	6 mmNPT316 型,不锈钢	1
12	旋转夹具	见图 G.8	1
13	溢流盘	见图 G.9	1
14	双片轴环	13 m 直径	1

表 G.1 液体耐压穿透测试系统部件（续）

图 G.1 中序号	名称	规格	数量
其他	三通道带扳手龙头	6 mmNPT	1
	镀锌管配件和管件	6 mmNPT	1
	垫圈	6 mmPTFE,材料:膨胀绳	1
	半轴环	13 mm	2

G.4.2.1 液体耐压穿透测试仪

液体耐压穿透测试仪的示意图如图 G.2 所示。

G.4.2.2 穿透测试池

穿透测试池在测试时用以夹持试样,试样将测试溶液与观察侧隔开,图 G.3 为一个带阻滞筛的穿透测试池分解图。

穿透测试池包括一个固定在支架上的池体(图 G.4),可容纳约 60 mL 的测试溶液。穿透测试池安装在测试池支架(见图 G.5)上,观察侧用法兰与透明盖密封(见图 G.6、图 G.7)。

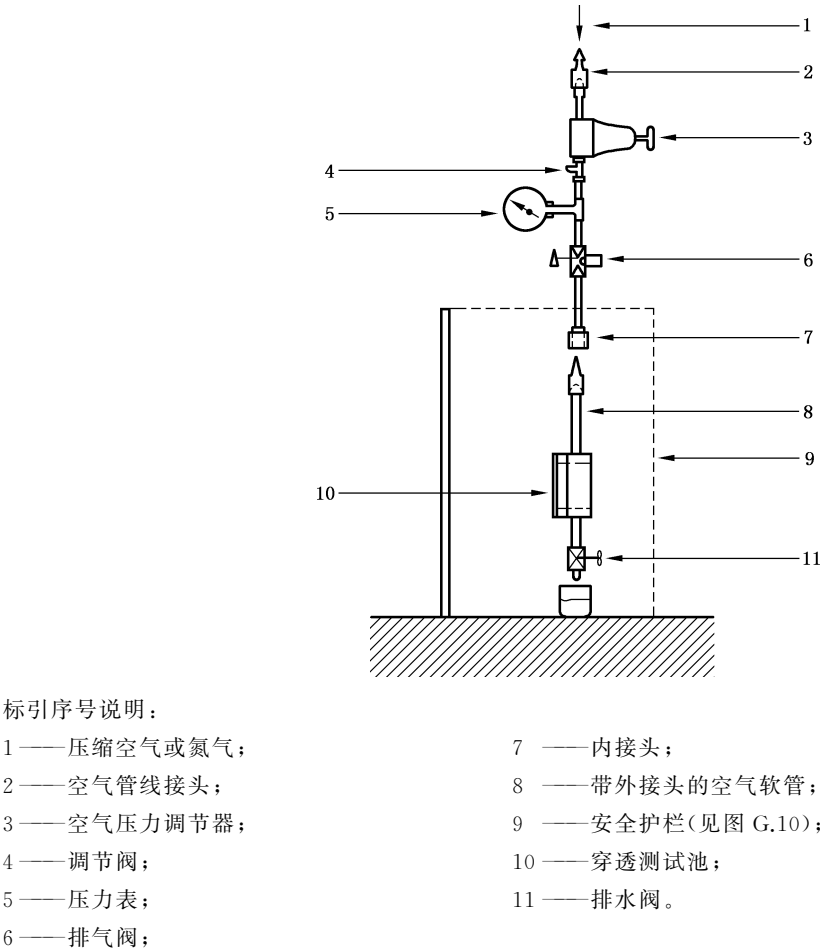
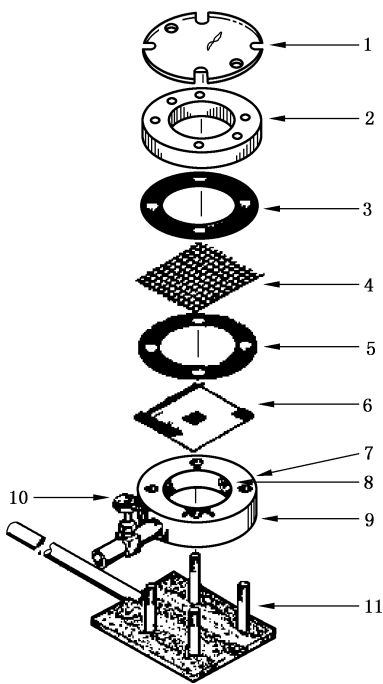


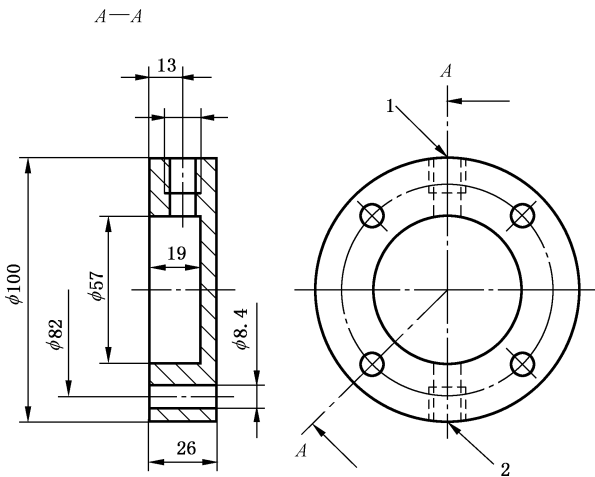
图 G.2 液体耐压穿透测试仪示意图



- 标引序号说明：
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 —— 透明盖； | 7 —— 上部端口； |
| 2 —— 法兰； | 8 —— 膨胀 PTFE 垫圈材料； |
| 3 —— 垫圈(试样经程序 B)； | 9 —— 池体； |
| 4 —— 阻滞筛(试样经程序 B)； | 10 —— 排水阀； |
| 5 —— 垫圈； | 11 —— 测试池支架。 |
| 6 —— 测试样； | |

图 G.3 耐压穿透测试池分解图

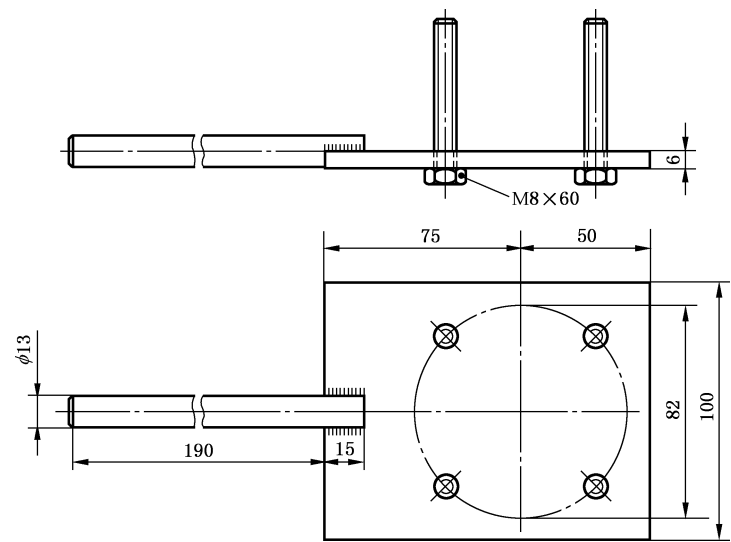
单位为毫米



- 标引序号说明：
- 1——软管接头螺纹；
- 2——排水阀螺纹；
- 注：铝质材料。

图 G.4 测试池池体尺寸示意图

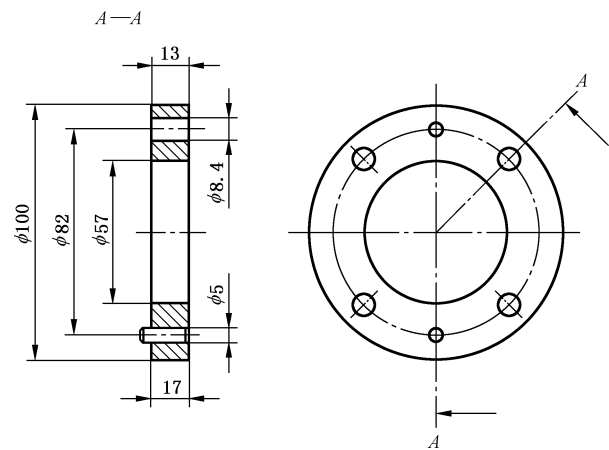
单位为毫米



注：钢质材料。

图 G.5 测试池支架尺寸示意图

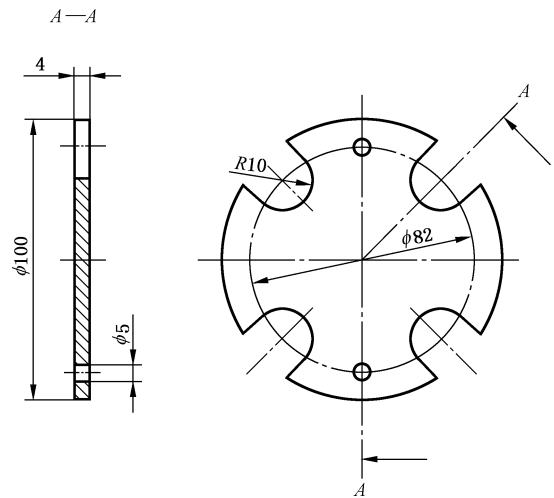
单位为毫米



注：铝质材料。

图 G.6 法兰尺寸示意图

单位为毫米



注：树脂玻璃或其他透明材料。

图 G.7 透明盖尺寸示意图

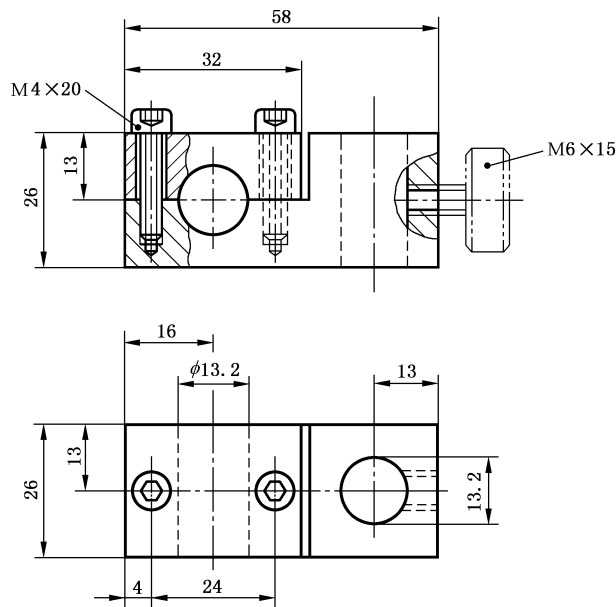
G.4.2.3 阻滞筛

由一个光滑完整的塑料片或金属方孔丝网组成,开孔率大于 50%,确保试样延伸变形不大于 5 mm。

G.4.2.4 旋转夹具

旋转夹具的示意图见图 G.8。

单位为毫米



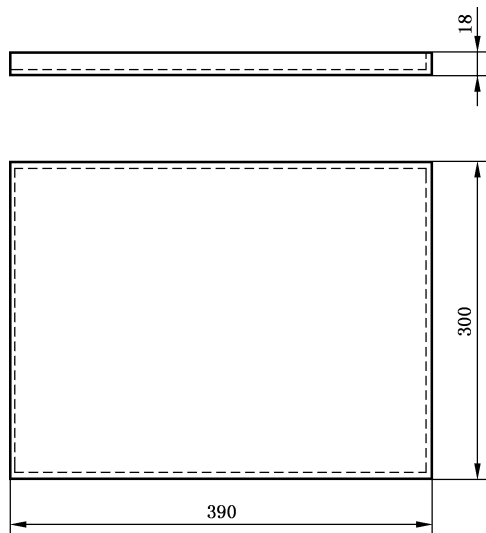
注：钢质材料。

图 G.8 旋转夹具尺寸示意图

G.4.2.5 溢流盘

溢流盘用以承接由排水阀放出的测试溶液。其示意图见图 G.9。

单位为毫米



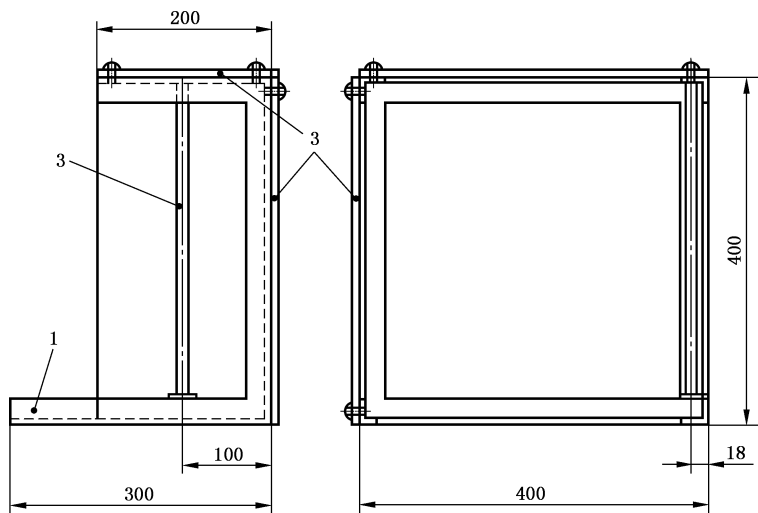
注：不锈钢材质,1 mm~2 mm 厚,转角处焊接。

图 G.9 溢流盘尺寸示意图

G.4.2.6 安全护栏

安全护栏的示意图见图 G.10。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——框架:角钢,25 mm×25 mm×3 mm,焊接;
- 2——防护盖:树脂玻璃,4 mm;
- 3——柱:圆钢,13 mm,安放处焊接。

图 G.10 安全护栏尺寸示意图

G.4.3 泵

能提供不小于 (35 ± 3.5) kPa 的气体。

G.4.4 计时器

秒表或电子计时器,精度 1 s。

G.4.5 分析天平

精度为 0.001 g。

G.4.6 容器

用以测量液体体积,精度为 1 mL。

G.5 测试环境条件

温度 (20 ± 2) °C,相对湿度 (65 ± 4) %。

G.6 试样的准备

G.6.1 取样

取样应能代表化学防护服的结构特点。如果化学防护服不同部位的面料、厚度及结构不同,则应分别取样;如果接缝要求达到与面料相同的防护性能,亦应在接缝部位取样。每类取 3 块样,尺寸为 75 mm×75 mm。

注:对于复合材料,如果在两层织物间结合了一层阻隔层,则可能在试样边缘处因毛细作用产生失效假象,从而得出“不合格”的错误结果。需根据化学防护服面料选择合适的密封剂与密封方法。需使用胶合剂、帕拉胶、石蜡或胶性泡沫等在测试前密封试样边缘,防止因毛细作用导致的失效。密封时需注意仅密封试样的边缘,保证留出 57 mm×57 mm 的测试区域,防止密封剂阻塞测试区域的试样结构。

G.6.2 试样预处理

将裁剪好的试样置于测试环境条件下调湿 24 h。

G.7 测试步骤

按照如下步骤进行测试。

- a) 按 GB/T 3820 的规定,测量每一个试样的厚度,精确至 0.02 mm。
- b) 按 GB/T 4669 的规定,测量每一个试样的单位面积质量,精确至 1 g/m²。
- c) 从待测面料上另取一块样,在其内表面滴一小滴测试溶液,作为确定试样穿透终点的参照;参照液滴应易于观察,如果观察效果不好,可通过以下着色方式增强其可视性:
 - 1) 在试样内表面撒滑石粉以增强液滴的可视性;
 - 2) 改变测试溶液颜色以增强液滴的可视性;对化学物质溶液,可使用食用色素和酸基指示剂;对大部分有机化学物质,可使用红油;
 - 3) 在试样内表面涂抹食用色素或红油以增强液滴的可视性;
 - 4) 如果上述方法效果都不明显,可在测试溶液中加入荧光染料来增强液滴的可视性。
- d) 将测试池水平置于实验台上,放入试样,试样外表面朝向测试池将加入测试溶液的一端。
- e) 按图 G.3 装配好测试池各部件,将螺栓拧紧,扭矩为 13.6 N·m。建议在池体与试样间增加一个聚四氟乙烯(PTFE)垫圈,以防泄漏。

- 注 1：透明盖为可选部件。
- f) 按图 G.2 将耐压穿透测试池垂直安放到液体耐压穿透测试仪上(排水阀向下),暂不连接空气管线。
 - g) 关闭排水阀。
 - h) 通过顶部端口向穿透测试池内注满测试溶液,确保测试溶液与试样间不留任何气泡。如果试样在压力下延伸,那么应在内腔充满测试溶液的条件下重新开始测试。一旦液体穿透试样,终止测试。
 - i) 将空气管线连接到穿透测试池。
 - j) 关闭排气阀,将压力调至 0 kPa。
 - k) 按表 G.2 中程序 D 进行测试,以 3.5 kPa/15 s 的速率升压。
 - l) 观察试样。如果在试样的观察侧有液滴出现或有变色现象,则判定试样发生穿透,终止测试;如果升压至 35 kPa 未发生穿透,则记录该试样的穿透压力大于 35 kPa。
- 注 2：在某些情况下,试样的观察侧出现液滴或发生变色是由于渗透造成的,但任何液滴出现的现象需作为材料失效记录下来,并终止试验。
- m) 测试结束,卸压并打开排气阀,打开排水阀排尽穿透测试池内的测试溶液,用适当的洗液冲洗穿透测试池中的残留测试溶液,将试样和垫圈从测试池上卸下,清洁测试池的所有外表面。
 - n) 按上述程序测试剩余试样。

表 G.2 不同测试场景下化学防护服的液体耐压穿透测试程序

程序	压力/时间序列	化学防护服液体耐压穿透测试场景
A	0 kPa 作用 5 min, 随后 13.8 kPa 作用 10 min	存在飞溅液体暴露时,用于化学防护服面料、接缝、锁合处的液体耐压穿透测试评价
B	0 kPa 作用 5 min, 随后 6.9 kPa 作用 10 min	存在飞溅液体暴露时,用于化学防护服面料(如手套)的液体耐压穿透测试评价
C1	0 kPa 作用 5 min, 随后 13.8 kPa 作用 1 min, 0 kPa 作用 54 min, 不使用阻滞筛支撑试样	在突发事件的应急响应中存在飞溅液体暴露时,用于化学防护服面料、接缝、锁合处的液体耐压穿透测试评价
C2	0 kPa 作用 5 min, 随后 13.8 kPa 作用 1 min, 0 kPa 作用 54 min, 使用阻滞筛支撑试样	在突发事件的应急响应中存在飞溅液体暴露时,用于化学防护服面料、接缝、锁合处的液体耐压穿透测试评价,如果试样需要加以支撑时,替代 C1 程序
D	0 kPa 作用 5 min, 随后以 3.5 kPa/15 s 的速率升压, 直至观察到失败或升到 最高压力 35 kPa	欲了解面料对该化学物质的穿透压力时,采用此程序
E	如果使用的压力/时间序列与 A、B、C 不同,在报告中注明	用于其他特定需求或环境
注 1：在特别应用中,可能要附加测试如穿透阻力试验充分表征面料的特性。 注 2：若怀疑选择的测试程序引起试样变形而导致不合格,则可在法兰和试样间加一个阻滞筛,阻滞筛与法兰和试样间垫上合适的垫圈,阻滞筛适用于延展性或弹性材料。		

G.8 结果判定

每类面料 3 个平行样中任何一个试样测试结果为不合格,则该化学防护服面料的测试结果为不合格。

G.9 测试报告

测试报告应至少包含以下内容:

- a) 声明测试是按照表 G.2 中程序 D 进行测试的;
- b) 测试环境条件;
- c) 每个试样的厚度和化学防护服面料的平均厚度,mm;
- d) 每个试样的单位面积质量和化学防护服面料的平均单位面积质量,g/m²;
- e) 使用的测试溶液,包括成分、商品名称、浓度、温度等;
- f) 测试环境条件,如果测试池与测试溶液的起始温度不同,分别记录;
- g) 描述用以提高测试溶液渗透可视性的方法;
- h) 如果使用阻滞筛,报告类型和规格;
- i) 对于程序 D,应给出未发生穿透的最高压力值;
- j) 与本附录不符合的说明,以及测试人员认为应说明的其他问题;
- k) 测试人员及测试日期。

附录 H

(规范性)

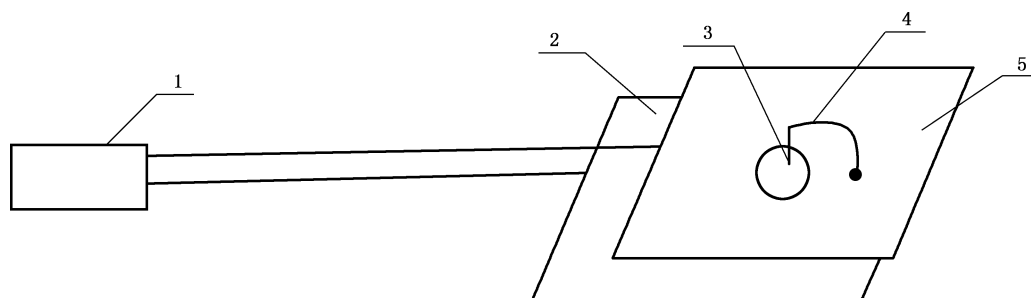
织物面料穿透时间测试方法

H.1 原理

利用电导法和自动计时装置测试织物酸碱类化学防护服面料的穿透时间,试样放置在上下极板之间,导电丝和上极板连通,同时与试样上表面接触,当发生穿透现象时,电路导通,停止计时。

H.2 测试装置

测试装置的基本组成部分包括自动计时装置、电极板等,测试装置示意图见图 H.1。



标引序号说明:

1——电子计时器;2——下电极;3——试剂液滴;4——导电丝;5——上电极。

图 H.1 导电法测试装置示意图

H.3 测试环境

温度 $17\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $(65 \pm 5)\%$;

H.4 试剂

无机酸类防护服应取 80% 硫酸、30% 盐酸、40% 硝酸分别进行测试;无机碱类防护服应取 30% 氢氧化钠进行测试;无机酸碱类防护服应取 80% 硫酸、30% 盐酸、40% 硝酸、30% 氢氧化钠分别进行测试。

H.5 准备试样

按如下方法准备试样。

- 从防护服上取 6 个试样,规格为 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 。其中 3 个为无接缝试样,3 个为有接缝试样。有接缝试样上的接缝应位于试样的中心位置。
- 按照 6.3.1 规定的织物酸碱类化学防护服的洗涤方法和程序进行洗涤处理。

H.6 测试步骤

测试步骤如下。

- 将试样平铺于上下电极之间,从圆孔处顺导电丝向试样表面滴 0.1 mL 试剂,同时开始计时。对有接缝的试样,应该将试剂滴在接缝处,导电丝放置在接缝处。
- 发生穿透后,停止计时,分别记录计时停止时的读数。

H.7 结果计算

按如下方式计算：

- a) 对无缝试样：读数分别记为 t_1 、 t_2 、 t_3 ；穿透时间 $t = (t_1 + t_2 + t_3)/3$ ；
- b) 对有接缝试样：读数分别记为 t_4 、 t_5 、 t_6 ；穿透时间 $t = (t_4 + t_5 + t_6)/3$ 。

附录 I

(规范性)

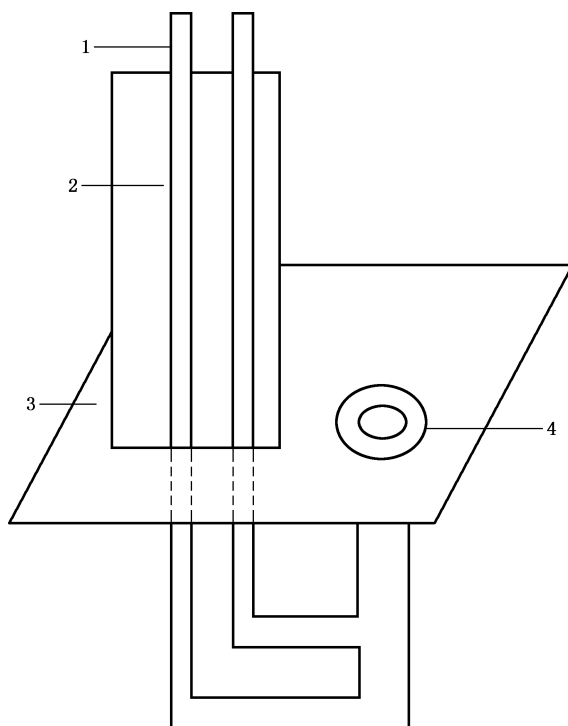
织物面料耐液体静压测试方法

I.1 原理

本方法用于测试织物酸碱类化学防护服耐液态静压的能力,以织物承受的液态静压值来表示试剂透过织物的阻力。

I.2 测试装置

测试装置示意图见图 I.1。



标引序号说明:

1——玻璃管;2——压力显示装置;3——玻璃板;4——夹具。

图 I.1 耐液态静压测试设备示意图

I.3 测试试剂

无机酸类化学防护服取 80%硫酸作为试剂,无机碱类化学防护服取 30%氢氧化钠作为试剂;无机酸碱类化学防护服取 80%硫酸和 30%氢氧化钠作为试剂。

I.4 测试条件

温度 17℃~30℃,相对湿度(65±5)%。

I.5 测试准备

从成品防护服上取 3 个试样,试样尺寸为 $\phi 32$ mm。

I.6 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 将试样在夹具上夹紧,确保试样水平夹持、不鼓起、不滑动、夹具边缘无产生渗透的可能;试剂从垂直下方接触试样;
- b) 对试剂进行持续、稳定地加压;
- c) 观察试样,记录试样上第 3 处液珠出现时的液态静压;
- d) 每种试样应进行 3 次测试,取算术平均值,得到试样耐液态静压值。

附 录 J
(规范性)
面料拒液性能测试方法

J.1 概述

本附录规定了化学防护服面料抗低挥发性液态化学物质穿透性能的测试方法。

J.2 原理

将一定量的测试溶液按照规定的流速连续喷射至固定在倾斜槽上的化学防护服面料表面,通过确定试样的穿透指数、吸收指数和拒液指数来评价化学防护服面料抗液态化学物质穿透性能。

J.3 测试溶液

根据标准要求,选择表 14 或表 15 中化学物质进行测试。测试溶液温度应为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

J.4 测试装置

测试装置由下面各部分组成,见图 J.1:

- a) 硬质透明槽,半圆柱形,内径 $(125\pm 5)\text{mm}$,长度 $(300\pm 2)\text{mm}$,倾斜度 45° ;
- b) 硬质盖,质量均匀的半圆柱形,长度 270 mm,外径 $(105\pm 5)\text{mm}$,重 $(140\pm 7)\text{g}$;
- c) 注射器,规格为 $(10\pm 0.5)\text{mL}$,针孔直径为 $(0.8\pm 0.02)\text{mm}$;长度没有严格要求,但是针尖要是平的;
- d) 自动注射系统,可保证注射器在 $(10\pm 1)\text{s}$ 内连续喷射 $(10\pm 0.5)\text{mL}$ 测试溶液,并带有固定注射器的支架,不应使用人工或依靠重力注射;
- e) 烧杯,容量约 50 mL;
- f) 天平,精度为 0.01 g;
- g) 透明薄膜,不被测试溶液腐蚀,放置在硬质透明槽与滤纸之间,保护硬质透明槽;
- h) 滤纸,厚度为 0.15 mm~0.2 mm,放置在试样与透明薄膜之间;
- i) 计时器,秒表或电子计时器,精度为 0.1 s。

J.5 测试环境条件

温度 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(65\pm 4)\%$ 。

J.6 试样的准备

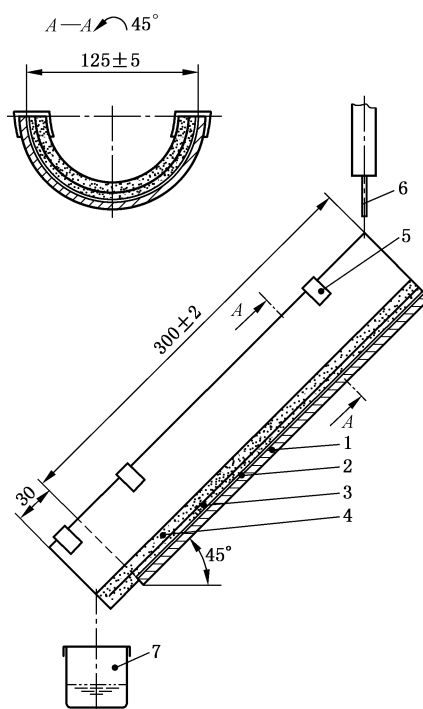
J.6.1 取样

对于每种测试溶液,分别从洗涤前和洗涤后的服装或面料样品上裁剪 3 个尺寸为 $(360\pm 2)\text{mm}\times(235\pm 5)\text{mm}$ 的试样,总共 6 个试样,取样要细心,不应有皱褶。

当服装面料是机织物时,沿经向、纬向方向各取 3 个试样;当服装面料是无纺布时,如果制造方向可辨认,则沿制造方向及与之垂直的方向各取 3 个试样。

J.6.2 试样预处理

将裁剪好的试样置于测试环境条件下调湿 8 h。



标引序号说明：

1——硬质透明槽；2——透明薄膜；3——滤纸；4——试样；5——夹子；6——注射器；7——烧杯。

图 J.1 测试装置尺寸示意图

J.7 测试程序

测试程序如下。

- 用天平称量试样的质量 M_1 ，精确到 0.01 g，记录数据。
- 裁剪大小为 $(360 \pm 2) \text{ mm} \times (235 \pm 5) \text{ mm}$ 的矩形滤纸和透明薄膜各 1 块，称量滤纸和透明薄膜组合的质量 M_2 ，精确到 0.01 g，记录数据。
- 将称量过的透明薄膜放入硬质透明槽内，上面覆盖滤纸，相互间紧密贴合，注意不要留有空隙，也不要出现皱褶，并保证硬质透明槽、透明薄膜、滤纸三者下端面平齐。
- 将试样放在滤纸上，使试样的长边与槽边平行，外表面向上，试样被折叠的边超出槽的下端 30 mm。仔细检查试样，确保其表面与滤纸紧密贴合后，用夹子将试样固定在硬质透明槽上。
- 用天平称量小烧杯的质量 M_3 ，精确到 0.01 g，记录数据。
- 将小烧杯安放在试样折叠边缘的下面，保证所有从试样表面流下的测试溶液都能被收集到。
- 注射器针头向下，垂直安装在支架上，针头应通过硬质透明小槽的轴心线，与试样表面的垂直距离为 $(100 \pm 2) \text{ mm}$ ，试样外表面喷射点与试样下端面间的长度为 $(330 \pm 2) \text{ mm}$ ，见图 J.1。
- 启动自动注射系统，同时启动计时器，使 10 mL 测试溶液在 $(10 \pm 1) \text{ s}$ 内由针头喷射至试样的外表面。
- 计时器计时到 60 s，轻敲硬质透明槽的边缘，使悬浮于试样折叠边缘的测试溶液滑落。
- 小心地取下试样，仔细将接触测试溶液的一面向内折叠好，注意不要让试样上沾附的测试溶液流失或滑落。用天平称量沾有测试溶液的试样质量 M'_1 ，精确到 0.01 g，记录数据。
- 小心地取出滤纸与透明薄膜组合，注意不要让沾附的测试溶液流失或滑落。将接触测试溶液的一面向上，用天平称量带有测试溶液的滤纸与透明薄膜质量 M'_2 ，精确到 0.01 g，记录数据。

- l) 称量小烧杯和收集的测试溶液的质量 M'_3 , 精确到 0.01 g, 记录数据。
m) 按 a)~l), 依次测得 6 块试样的数据。

J.8 结果计算

J.8.1 穿透指数

按公式(7.1)计算每个试样对测试溶液的穿透指数。

$$I_P = \frac{M'_2 - M_2}{M_t} \dots\dots\dots (J.1)$$

式中:

- I_P —— 穿透指数, 精确到小数点后一位;
 M_2 —— 测试前滤纸和透明薄膜组合的质量, 单位为克(g);
 M'_2 —— 测试后沾附了测试溶液的滤纸和透明薄膜组合的质量, 单位为克(g);
 M_t —— 测试中喷射向试样的 10 mL 测试溶液的质量, 单位为克(g)。
取 6 个试样的最大值作为最终测试结果。

J.8.2 拒液指数

按公式(J.2)计算每个试样对测试溶液的拒液指数。

$$I_R = \frac{M'_3 - M_3}{M_t} \dots\dots\dots (J.2)$$

式中:

- I_R —— 拒液指数, 精确到小数点后一位;
 M_3 —— 测试前小烧杯的质量, 单位为克(g);
 M'_3 —— 测试后收集了液体的小烧杯质量, 单位为克(g);
 M_t —— 测试中喷射向试样的 10 mL 测试溶液的质量, 单位为克(g)。
取 6 个试样的最小值作为最终测试结果。

能应用可靠的蒸发损耗修正因素的地方, 在计算指数 I_P 、 I_R 和 I_A 前, 应分别将技术条件下的质量损耗加到 M_A 、 M_P 或 M_R 上。

J.8.3 结果判定

取 6 个试样中穿透指数结果的最大值、拒液指数结果的最小值, 作为最终测试结果。

J.9 测试报告

测试报告应至少包括以下内容:

- 声明测试是按照附录 J 进行测试的;
- 被测试面料的单位面积质量, g/m^2 ;
- 测试环境条件;
- 被测试面料的预处理情况;
- 使用的化学物质;
- 每一个样品的测试结果, 穿透指数最大值、拒液指数最小值及拒液性能级别;
- 与本附录不符合的说明, 以及测试人员认为应说明的其他问题;
- 测试人员及测试日期。

附 录 K
(规范性)
面料耐磨损性能测试方法

K.1 测试原理

按照 GB/T 21196.2—2007 耐磨测试方法的倒置模式进行测试,即直径不小于 140 mm 的试样装在磨台上,直径不小于 30 mm 的砂纸安装在样品支架上,测试时施加 9 kPa 的向下压力,根据 K.4 规定的耐磨损性能终点判定方法来确定不会对面料造成显著损坏的最大摩擦循环次数。

K.2 磨料

砂纸种类可以选择 A65(APEX or Structured Abrasive)或者 240(ANSI)进行。背衬材料应选择拉伸强度不低 390 N(经向)和 215 N(纬向)的 B 纸。

K.3 试样

每组试样选择 4 个面料试样,每个试样应包含所有层。每个耐磨损级别准备一组试样。另取 1 个未经测试的试样来判断该试样是否适用压力罐法。

K.4 耐磨损性能终点判定以及分级

K.4.1 判定方法的选择

进行一定次数的耐磨损测试后,需要对 4 个试样的测试终点进行分级判定。有三种终点判定方法:压力罐法、静水压法和目测法。首选压力罐法,如果压力罐法不适用,则使用静水压法。如果这两种方法都不适用,采用目测法进行判定,如通过目测法进行终点评估,可报告的最高测试等级为 3 级。

K.4.2 压力罐法

首先需要测试该面料是否可以使用压力罐法判定终点。将未磨损的参考试样夹持在圆形压力罐装置中,将压力罐中的压力从大气压降低至 $-(1\,000 \pm 10)$ Pa,测量并记录 1 min 后的压力变化。如果压力增加小于 100 Pa,则该面料可以使用压力罐法进行终点判定。具体判定方法如下。

将试样的测试区域夹持在圆形压力罐装置上(见图 K.1),确保试样的外表面朝向压力罐负压一侧。抽气使压力罐中的压力降低至 $-(1\,000 \pm 10)$ Pa,测量并记录 1 min 后的压力变化最大值。计算同一试样磨损前与磨损后内两次压力罐测试的压力变化最大值的差值。

对于同一组的 4 个试样,如果磨损测试前和磨损测试后 4 个差值均不大于 100 Pa,则新选取一组 4 个试样进行耐磨损测试;将摩擦测试的次数提高至表 15 中更高的一个级别,直到最大差值超过 100 Pa 时,或达到最高级别时,终止摩擦测试。选取样品能通过压力罐测试的最高摩擦次数用于样品耐磨损性能的分级。

K.4.3 静水压法

首先需要测试该面料是否可以使用静水压法判定终点。选取一组 4 个未经测试的样品根据 GB/T 4744 进行测试,其升压速率为 (0.98 ± 0.05) kPa/min(或 10 cm/min),如果 4 个试样的静水压平均值超过 200 mm,则该面料可以使用静水压法进行终点判定。具体判定方法如下。

经过磨损测试的样品,将其磨损区域夹入静水压试验装置中测量静水压。如果一组 4 个样品的静

水压平均值超过 200 mm,则新选取一组 4 个样品进行耐摩擦测试;并将摩擦测试的次数提高至表 15 中更高的一个级别,直到在该测试次数下,其平均静水压值小于 200 mm。平均静水压值高于 200 mm 的最高摩擦次数用于样品耐磨损性能的分级。

K.4.4 目测法

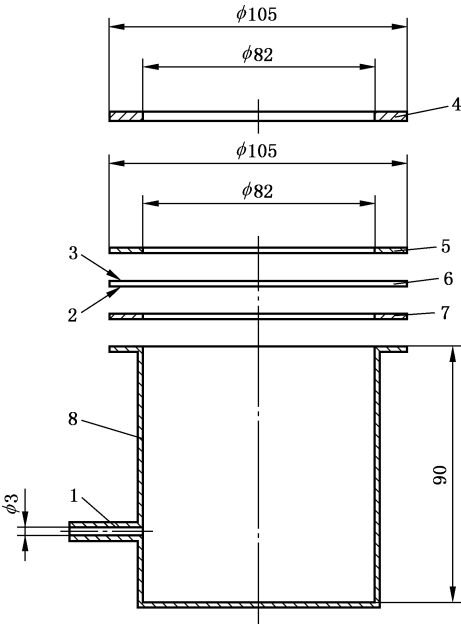
不能使用压力罐或静水压评估的面料应通过目测法进行终点判定。如果 4 个试样中,有 1 个在经过一定级别次数(表 16)的磨损处理后显示试样破坏,则该面料被认为已经不能满足这一级别的耐磨损性能要求。所有 4 个试样全部通过测试的最高摩擦次数用于耐磨损性能分级判定。在测试报告中需写明是按照目测法定性判定的,可报告的最高测试等级为 3 级。

经过一定次数的摩擦测试后,目测观察到试样的破坏情况列举如下:

- a) 在机织面料中,当两根单独的纱线完全断裂时;
- b) 在针织面料中,当一根纱线断裂时;
- c) 在起绒和割绒面料中,当表面绒毛被磨损至露底时;
- d) 在非织造面料中,当磨损产生的第一个孔的直径达到 0.5 mm 时;
- e) 在涂层面料中,当涂层表面由于磨损产生的第一个孔的直径达到 0.5 mm 时。

注:只要有孔形成即为试样破坏,不一定要贯穿全部的材料。

单位为毫米



标引序号说明:

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1——用于产生负压和测量压力变化的连接; | 5——垫片; |
| 2——下表面; | 6——圆形样品; |
| 3——上表面; | 7——垫片; |
| 4——夹紧环(例如不锈钢); | 8——圆形压力罐(例如不锈钢)。 |

图 K.1 圆形压力罐

附 录 L

(规范性)

面料耐屈挠破坏性能测试方法

L.1 耐屈挠破坏性能测试

选择 6 个面料试样(经向 3 个、纬向 3 个),每个试样应包含所有层,按照 GB/T 12586—2003(方法 B)进行测试。根据 L.2 的终点判定方法确定不会对面料造成损坏的最大耐屈挠次数。

L.2 耐屈挠破坏性能终点判定以及分级

L.2.1 判定方法的选择

进行一定次数的耐屈挠测试后,需要对 6 个试样的测试终点进行分级判定。另取 1 个未经测试的试样来判断该试样是否适用压力罐法。

有三种终点判定方法:压力罐法、静水压法和目测法。首选压力罐法,如果压力罐法不适用,则使用静水压法。如果这两种方法都不适用,采用目测法进行判定,1 型、1-ET 型、3 型和 3-ET 型防护服面料耐屈挠破坏性能测试的终点判定不宜用目测法。

L.2.2 压力罐法

首先需要测试该面料是否可以使用压力罐法判定终点。将未经屈挠的参考试样夹持在长方形压力罐装置中,将压力罐中的压力从大气压降低至 $-(1\,000\pm 10)\text{Pa}$,测量并记录 1 min 后的压力变化。如果压力增加小于 100 Pa,则该面料可以使用压力罐法进行终点判定。具体判定方法如下。

将试样的测试区域夹持在长方形压力罐装置上(见图 L.1),确保试样的外表面朝向压力罐负压一侧。抽气使压力罐中的压力降低至 $-(1\,000\pm 10)\text{Pa}$,测量并记录 1 min 后的压力变化最大值。计算同一试样未经屈挠与经屈挠后两次压力罐测试的压力变化最大值的差值。

对于同一组的 6 个试样,如果未经屈挠与经屈挠后 6 个差值均不大于 100 Pa,则新选取一组 6 个试样进行耐屈挠破坏测试;将屈挠测试的次数提高至表 16 中更高的一个级别,直到最大差值超过 100 Pa 时,终止屈挠测试。选取样品能通过压力罐测试的最高屈挠次数用于样品耐屈挠破坏性能的分级。

L.2.3 静水压法

首先需要测试该面料是否可以使用静水压法判定终点。选取一组 6 个未经测试的样品根据 GB/T 4744 进行测试,其升压速率为 $(0.98\pm 0.05)\text{kPa/min}$ (或 10 cm/min),如果 6 个试样的静水压平均值超过 200 mm,则该面料可以使用静水压法进行终点判定。具体判定方法如下。

经过屈挠测试的试样,将其屈挠测试区域夹入静水压试验装置中测量静水压。如果一组 6 个样品的静水压平均值超过 200 mm,则新选取一组 6 个试样,将屈挠测试的次数提高至表 17 中更高的一个级别,直到在该测试次数下,其平均静水压值小于 200 mm。取平均静水压值高于 200 mm 的最高屈挠次数用于性能分级。

耐静水压测试装置需要一个直径在 45 mm~60 mm 的适配头。选取耐屈挠测试试样的中心区域进行静水压测试。

L.2.4 目测法

不能使用压力罐或静水压评估的面料应通过目测法进行终点判定。如果 6 个试样中,有 1 个在经

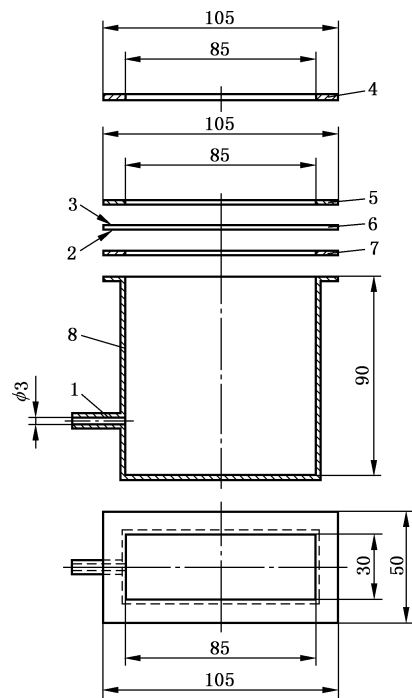
过一定级别次数(表 16)的屈挠测试后显示试样破坏,则该面料被认为已经不能满足这一级别的耐屈挠破坏性能要求。所有 6 个试样全部通过测试的最高屈挠次数用于耐屈挠破坏性能分级判定。

经过一定次数的屈挠测试后,目测观察到试样的破坏情况列举如下:

- a) 在机织面料中,当两根单独的纱线完全断裂时;
- b) 在针织面料中,当一根纱线断裂时;
- c) 在起绒和割绒面料中,当表面绒毛被屈挠破坏至露底时;
- d) 在非织造面料中,当屈挠破坏产生的第一个孔的直径达到 0.5 mm 时;
- e) 在涂层面料中,当涂层表面由于屈挠破坏产生的第一个孔的直径达到 0.5 mm 时。

注:只要有孔形成即为试样破坏,不一定要贯穿全部的材料。

单位为毫米



标引序号说明:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1——用于产生负压和测量压力变化的连接; | 5——长方形垫片; |
| 2——下表面; | 6——长方形样品; |
| 3——上表面; | 7——长方形垫片; |
| 4——长方形夹紧装置(例如不锈钢); | 8——长方形压力罐(例如不锈钢)。 |

图 L.1 长方形压力罐

参 考 文 献

- [1] ISO 6529:2013 Protective clothing—Protection against chemicals—Determination of resistance of protective clothing materials to permeation by liquids and gase
- [2] ISO 16602:2007+A1:2012 Protective clothing for protection against chemicals—Classification, labelling and performance requirements
- [3] EN 14325:2018 Protective clothing against chemicals—Test methods and performance classification of chemical protective clothing materials, seams, joins and assemblages
- [4] 危险化学品目录(2015 版) (原国家安全生产监督管理总局等 10 部门公告 2015 年第 5 号)
- [5] 全球化学品统一分类和标签制度 (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS)
-

