



中华人民共和国国家标准

GB/T 38924.11—2023

民用轻小型无人机系统环境试验方法 第 11 部分：霉菌试验

Environmental test methods for civil small and light unmanned aircraft system—
Part 11: Fungus test

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	1
4.1 受试设备	1
4.2 霉菌试验条件及容差	2
5 试验设备和仪器	2
6 试验过程	2
6.1 初始检测	2
6.2 试验准备	3
7 试验中断和恢复	6
8 试验结果评定	6
9 试验报告	7
附录 A (资料性) 培养霉菌常用培养基的配制	8
附录 B (资料性) 长霉的影响	10
附录 C (规范性) 防护措施	11
附录 D (资料性) 灭菌方法	12

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。

本文件为 GB/T 38924《民用轻小型无人机系统环境试验方法》的第 11 部分。GB/T 38924 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：低温试验；
- 第 3 部分：高温试验；
- 第 4 部分：温度和高度试验；
- 第 5 部分：冲击试验；
- 第 6 部分：振动试验；
- 第 7 部分：湿热试验；
- 第 8 部分：盐雾试验；
- 第 9 部分：防水性试验；
- 第 10 部分：砂尘试验；
- 第 11 部分：霉菌试验。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)提出并归口。

本文件起草单位：中国航空综合技术研究所、广东省标准化研究院、深圳市大疆创新科技有限公司、国网智能科技股份有限公司、西安爱生技术集团有限公司、海南热带海洋学院。

本文件主要起草人：陈丹明、张定康、舒振杰、胡应东、唐塘、王佳胜、张泽京、彭霄婧、于士甲、刘俚、黄继雄、陈明、张飞、胡永红、王久元、战治国、高绍楠、吴锦维、陈浩、赵凯凤。

引 言

本文件使用活的霉菌孢子并提供有利于霉菌生长的环境条件。

GB/T 38924《民用轻小型无人机系统环境试验方法》拟分为如下几部分。

- 第1部分：总则。目的在于规范民用轻小型无人机系统环境试验通用要求。
- 第2部分：低温试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统低温试验通用要求。
- 第3部分：高温试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统高温试验通用要求。
- 第4部分：温度和高度试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统温度和高度试验通用要求。
- 第5部分：冲击试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统冲击试验通用要求。
- 第6部分：振动试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统振动试验通用要求。
- 第7部分：湿热试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统湿热试验通用要求。
- 第8部分：盐雾试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统盐雾试验通用要求。
- 第9部分：防水性试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统防水性试验通用要求。
- 第10部分：砂尘试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统砂尘试验通用要求。
- 第11部分：霉菌试验。目的在于规范民用轻小型无人机系统霉菌试验通用要求。

民用轻小型无人机系统环境试验方法

第 11 部分：霉菌试验

1 范围

本文件规定了民用轻小型无人机(起飞质量为 0.25 kg~150 kg)系统(含飞行器和地面站)霉菌试验的试验条件、试验设备和仪器、试验过程、试验中断和恢复、试验结果评定和试验报告。

本文件适用于在运输、贮存、使用等过程中会受到霉菌环境影响的民用轻小型无人机系统。

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(包括所有的修订单)适用于本文件。

GB/T 38924.1—2020 民用轻小型无人机系统环境试验方法 第 1 部分:总则

HB 6167.11—2014 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 第 11 部分:霉菌试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

霉菌 fungus

能引起霉变的丝状、不形成大型子实体的真菌。

3.2

菌丝 hyphae

真菌或放线菌等形成的多细胞或单细胞管状细丝结构。

3.3

孢子 fungus spore

真菌或细菌中能直接发育成新个体的微小繁殖单元。

4 试验条件

4.1 受试设备

受试设备满足以下要求:

- a) 受试设备技术状态应与提交的产品资料内容相符;
- b) 受试设备数量应满足试验要求;
- c) 受试设备应有企业合格证等质量检验证明;
- d) 当使用零部件或样件代替整机试验时,应选用能覆盖整机的典型材料和表面处理工艺的零部件或样件。

4.2 霉菌试验条件及容差

4.2.1 试验温度及容差

试验温度为(30±1)℃。

4.2.2 相对湿度及容差

相对湿度为(97±2)%。

4.2.3 试验时间

28 d 或按设备规范的规定,但不少 28 d。

4.2.4 试验菌种和菌种编号

试验菌种及菌种编号见表 1。

表 1 试验用菌种及菌种编号

序号	霉菌名称	菌种编号 ^a	易受影响的材料
1	黄曲霉(<i>Aspergillus flavus</i>)	AS3.3950	如纺织物、皮革、橡胶、电绝缘材料、清漆、蜡状物、包装材料等
2	杂色曲霉(<i>Aspergillus versicolor</i>)	AS3.3885	如皮革
3	绳状青霉(<i>Penicillium funiculosum</i>)	AS3.3875	如纺织物、塑料、棉织物、高分子聚合物、聚氯乙烯等
4	球毛壳霉(<i>Chaetomium globosum</i>)	AS3.4254	如纤维素、纸和纸制品、包装材料、纺织物、烃类聚合物以及某些高分子合成材料等
5	黑曲霉(<i>Aspergillus niger</i>)	AS3.3928	如织物、乙烯树脂、敷形涂覆、绝缘材料等
6 ^b	短柄帚霉(<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>)	AS3.3985	如橡胶

^a 菌种编号为中国普通微生物菌种保藏管理中心于 1997 年编著的《菌种目录》中的菌种编号。
^b 含有橡胶制品的受试设备,可在上述 5 种霉菌的基础上额外增加短柄帚霉作为试验菌种。

5 试验设备和仪器

用于试验的仪器设备(包括专用设备)应经检定或校准并在有效期内,陪试设备应检验合格。受试设备功能性能测试所用的测试仪器应满足预期的使用要求,其测量不确定度或最大允许误差应小于被测参数最大允许误差的三分之一。

试验设备校准应符合 GB/T 38924.1—2020 中 4.4 的要求,同时试验设备还应符合 HB 6167.11—2014 中第 7 章的规定。

6 试验过程

6.1 初始检测

试验前对受试设备进行一次全面的外观检查,如需要则按设备规范的规定进行功能性能测试并记

录结果。

6.2 试验准备

6.2.1 水的纯度

除非另有规定,所用的水应为蒸馏水或相同纯度的水。在 25 ℃下,水的 pH 值为 6.5~7.2,宜使用电阻率为 1 500 Ω·m~2 500 Ω·m 的水。

6.2.2 试剂的纯度

试验使用的试剂纯度为化学纯。

6.2.3 受试设备预处理

本试验不宜在事先做过盐雾、砂尘或湿热试验的受试设备上进行。如果需要,可在盐雾或砂尘试验前做霉菌试验。大量聚集的盐分会影响霉菌孢子的萌发和菌丝生长,而砂尘能为霉菌生长提供养分,从而可能对受试设备的生物敏感性造成假象。

若要求清洁受试设备,则应在清洁完成后至少 72 h 才开始试验,以使挥发性物质蒸发。清洁受试设备应采用典型的方法,如用 75%酒精清洁。

6.2.4 无机盐溶液的制备

使用清洁器皿,按表 2 制备无机盐溶液。

表 2 无机盐溶液

溶液成分	质量或体积
磷酸二氢钾(KH ₂ PO ₄)	0.7 g
磷酸氢二钾(K ₂ HPO ₄)	0.7 g
七水合硫酸镁(MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0.7 g
硝酸铵(NH ₄ NO ₃)	1.0 g
氯化钠(NaCl)	0.005 g
七水合硫酸亚铁(FeSO ₄ ·7H ₂ O)	0.002 g
七水合硫酸锌(ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0.002 g
一水合硫酸锰(MnSO ₄ ·H ₂ O)	0.001 g
蒸馏水	1 000 mL

无机盐溶液在 121 ℃高压蒸汽下灭菌 20 min。加入 0.01 mol/L 的氢氧化钠溶液,调节无机盐溶液的 pH 值,使其灭菌后的 pH 值为 6.0~6.5。制备的无机盐溶液应满足试验的需要。

6.2.5 试验菌种培养

试验菌种培养按以下要求进行:

- a) 将表 1 菌种分别接种到适当的培养基(如马铃薯葡萄糖琼脂培养基)上培养,但球毛壳霉应在无机盐琼脂表面的滤纸条上培养(无机盐琼脂培养基与表 2 的无机盐溶液组成相同,但每升中添加了 15.0 g 琼脂)。培养基的配制见附录 A;

- b) 保藏菌种在 $(6\pm 4)^{\circ}\text{C}$ 下保存不应超过4个月,如超过4个月,应重新培养。如果菌种出现了遗传或生理的变化,则重新培养;
- c) 制备孢子悬浮液用的菌种或保藏菌种应在 $(30\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下培养10 d~14 d。

6.2.6 孢子悬浮液的制备

混合孢子悬浮液制备过程如下:

- a) 使用无菌技术制备孢子悬浮液;
- b) 向每种次级培养菌种的试管中注入每升含0.05 g无毒润湿剂(如二辛基硫代丁二酸钠或十二烷基硫酸钠)的水溶液10 mL;
- c) 用无菌玻璃圆棒、铂丝或镍铬丝在试验菌种的表面轻刮;
- d) 将孢子提取液注入125 mL带盖锥形瓶,瓶内装45 mL水、50粒~70粒直径5 mm的实心玻璃球;
- e) 剧烈振荡锥形瓶,以打碎孢子块并使孢子从菌丝体中释放出来;
- f) 用装有6 mm厚玻璃棉的玻璃漏斗,将霉菌孢子悬浮液过滤到锥形瓶中,以去除大的菌丝体碎片和琼脂块;
- g) 将过滤后的孢子悬浮液离心,弃掉上层液;
- h) 在剩余物中加入50 mL水重新悬浮并离心。将获得的每种霉菌孢子以这种方法至少离心3次(直到上层液变清);
- i) 用无机盐溶液稀释已离心的最后剩余物,通过计数器计算,最终使得每毫升孢子悬浮液含有 $(1.0\times 10^6\pm 2\times 10^5)$ 个孢子;
- j) 对试验用的每一种菌种重复a)~i)的操作;
- k) 将相等容积的每种孢子悬浮液混合,得到最后的混合孢子悬浮液。

6.2.7 孢子活力检查

孢子活力检查过程如下:

- a) 在制备混合孢子悬浮液前,将0.2 mL~0.3 mL的每种霉菌孢子悬浮液分别接种在无菌的马铃薯葡萄糖或其他琼脂平板上,每种菌种使用单独的琼脂平板;
- b) 将接种液涂布于琼脂平板的整个表面;
- c) 接种后的琼脂平板应在 $(30\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的培养箱中培养7 d~10 d;
- d) 培养结束后检查霉菌的生长。任何一种试验菌种在各平板的整个表面没有出现大量生长都证明使用这些菌种孢子所进行的试验无效,应重新试验。

6.2.8 对照条

对照条符合以下要求。

- a) 对照条由宽约3 cm未漂白的普通100%棉布制成。棉布条不含防霉剂、憎水剂和浆料添加剂,将其用蒸馏水煮沸以去除表面污物,然后将棉布条浸入表3溶液中,应确保棉布条已彻底湿润,浸透后除去棉布条上的多余液体,在放入试验箱接种前悬挂晾干。
- b) 在试验箱内将对照条靠近受试设备垂直悬挂,确保对照条和受试设备经受相同的试验环境。对照条的长度至少要与受试设备的高度相等。对照条一般使用3件。

表 3 溶液成分

溶液成分	重量或体积
甘油	10.0 g
磷酸二氢钾(KH ₂ PO ₄)	0.1 g
硝酸铵(NH ₄ NO ₃)	0.1 g
七水合硫酸镁(MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0.025 g
酵母抽提物	0.05 g
蒸馏水	加至 100 mL 总体积
无毒润湿剂(如二辛基硫代丁二酸钠或十二烷基硫酸钠)	0.005 g

6.2.9 受试设备和对照条的接种

受试设备和对照条的接种过程如下。

- 将受试设备和对照条安装在适当的样品架或悬挂到挂钩上。
- 将试验箱及箱内样品在温度(30±1)℃、相对湿度(97±2)%下预处理至少 4 h。
- 对受试设备和对照条接种,用预先灭菌的喷雾器或雾化器以雾化的形式将混合孢子悬浮液喷到受试设备和对照条上。在向受试设备和对照条喷菌时,应注意将孢子悬浮液布满整个表面。如表面不润湿,则一直喷到液滴凝聚为止。接种后应立即开始培养。

6.2.10 试验步骤

受试设备和对照条接种后试验过程如下。

- 在整个试验期间保持试验箱温度(30±1)℃、相对湿度(97±2)%。除检查期间或装入其他受试设备,在培养期间都应关闭试验箱。
- 在试验 7 d 后,检查对照条上霉菌的生长情况,以确定环境条件是否适宜霉菌生长。若在试验 7 d 后对照条 90%以上的表面出现霉菌生长,则继续试验直到试验所要求的时间为止。如果检查表明环境条件不适宜霉菌生长,则重新开始整个试验。
- 如果对照条上霉菌生长良好,则继续试验,时间从接种时算起 28 d 或按设备规范的有关规定执行。

6.2.11 试验后检测

试验结束后应立即检查受试设备表面霉菌生长情况,以目测为主,必要时可借助放大镜或其他有助于观察的辅助设备进行检查。受试设备从试验箱(室)内取出检查,如果在 8 h 内没有完成检查,则将受试设备放回湿热环境条件下最少 12 h。除了密封设备外,应打开设备外壳检查其内外表面霉菌生长情况。检查受试设备时,应记录霉菌生长部位、覆盖面积、颜色、生长形式、生长密度和生长厚度,必要时可拍照。按表 4 评定霉菌试验结果。附录 B 受试设备长霉菌引起的典型问题可对试验结果评定提供参考信息。

表 4 长霉等级评定表

长霉程度	长霉面积/%	等级	受试设备上霉菌生长情况
未见长霉	0	0	未见霉菌生长
微量长霉	1~10	1	霉菌生长和繁殖稀少或局限,生长范围小于受试设备总面积的 10%,基质很少被利用或未被破坏。几乎未发现化学、物理与结构的变化
轻微长霉	11~30	2	霉菌的菌丝断续或松散分布于基质表面,霉菌生长占总面积的 30%以下,中量程度繁殖
中度长霉	31~70	3	霉菌较大量生长和繁殖,菌落和菌丝生长占总面积的 70%以下,基质表面呈现化学、物理或结构上的变化
严重长霉	71~100	4	霉菌大量地生长和繁殖,占总面积 70%以上,基质被分解或迅速劣化变质

若有功能性能要求,则在外观检查后按有关技术文件规定对受试设备进行检测,确定其是否符合有关设备性能标准。

因霉菌试验会危害人体健康,造成环境污染,试验期间采取的防护措施符合附录 C 的要求。

霉菌试验所用试验箱、器具、受试设备及对照条,在试验结束后应尽快灭菌,灭菌方法参见附录 D。

7 试验中断和恢复

若试验中断于试验的前 10 d,试验应重新进行。

若试验中断于试验 10 d 以后,则应按下列规定进行处理。

——试验箱内温度升高时,有下列情况之一试验应重新进行:

- 温度升高达到 40 °C 以上;
- 温度超过 31 °C 达到 4 h 以上;
- 对照条上的霉菌因超温影响有衰退现象;
- 温度升高期间相对湿度降低到 50% 以下。

除上述情况外,应及时恢复试验条件,并从中断点起继续试验。

——试验箱内试验温度降低,相对湿度仍符合要求时,对照条上生长的霉菌未有衰退迹象,可恢复试验条件,并从温度降低到低于规定的容差点起继续试验。

——试验箱内相对湿度降低时,有下列情况之一,试验应重新进行:

- 相对湿度降低到 50%;
- 相对湿度降低到 70% 以下达到 4 h;
- 对照条上的霉菌因相对湿度降低而产生了衰退现象。

除上述情况外,相对湿度稍有偏低,应及时恢复试验条件,并从中断点起继续试验。

8 试验结果评定

受试设备在霉菌试验后的外观长霉等级及功能性能检测结果满足相关技术文件规定的要求时,受试设备霉菌试验合格。

9 试验报告

除另有规定外,试验报告应至少包括以下内容:

- a) 受试设备型号、名称、组成、数量及供应商信息;
- b) 受试设备安装照片;
- c) 试验依据;
- d) 试验条件;
- e) 试验日期、地点、人员;
- f) 试验设备及测试设备;
- g) 试验过程;
- h) 试验参数控制数据;
- i) 受试设备外观和功能性能检测数据;
- j) 试验结果或结论;
- k) 存在问题与建议。

附录 A

(资料性)

培养霉菌常用培养基的配制

A.1 查氏培养基配制

查氏培养基(Czapek)配制如下:

- 硝酸钠(NaNO_3):3.0 g;
- 磷酸二氢钾(KH_2PO_4):1.0 g;
- 氯化钾(KCl):0.5 g;
- 硫酸镁(MgSO_4):0.5 g;
- 硫酸亚铁(FeSO_4):0.01 g;
- 蔗糖:30.0 g;
- 琼脂:15 g~20 g;
- 水:1 000 mL;
- pH:自然。

将上述培养基在 1.05 kg/cm^2 , $121.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下灭菌 20 min。

A.2 马铃薯培养基配制

马铃薯培养基配制如下:

- 马铃薯:200.0 g;
- 蔗糖(或葡萄糖):20.0 g;
- 琼脂:15.0 g~20.0 g;
- 水:1 000 mL;
- pH:7.2。

马铃薯去皮,切成约 1 cm^3 的小块,煮沸 0.5 h 后,用 4 层纱布过滤,再加蔗糖(或葡萄糖)及琼脂,加热溶化后补足水分至 1 000 mL。将上述培养基在 1.05 kg/cm^2 , $121.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下灭菌 20 min。

A.3 滤纸培养基配制

滤纸培养基配制如下:

- 硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$:1.0 g;
- 磷酸氢二钾(K_2HPO_4):1.0 g;
- 氯化钠(NaCl):0.5 g;
- 七水合硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):0.7 g;
- 琼脂:15 g~20 g;
- 水:1 000 mL;
- pH:自然;
- 滤纸条(摆斜面时加入):6 cm×1 cm。

将培养基与滤纸条在 1.05 kg/cm^2 , $121.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下灭菌 20 min。

A.4 无机盐培养基配制

无机盐培养基配制如下:

- 硝酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3]$:1.5 g;
- 磷酸氢二钾 (K_2HPO_4) :1.0 g;
- 氯化钾 (KCl) :0.25 g;
- 七水合硫酸镁 $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$:0.5 g;
- 硫酸亚铁 (FeSO_4) :0.002 g;
- 琼脂:15 g~20 g;
- 水:1 000 mL;
- pH:自然。

将培养基在 1.05 kg/cm^2 , $121.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下灭菌 20 min。若培养球毛壳霉则在斜面上加滤纸条 ($6 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$), 将培养基与滤纸条在 1.05 kg/cm^2 , $121.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下分别灭菌 20 min, 在摆斜面前加入到试管斜面上。

附 录 B
(资料性)
长霉的影响

B.1 有害影响

霉菌生长造成的有害影响概况如下。

- a) 对材料的直接侵蚀。非抗霉材料易受直接侵蚀,因为霉菌能分解材料并将它们作为自己的养分。这就导致了设备物理性能的劣化。非抗霉材料有:
 - 1) 天然材料:植物纤维材料(木材、纸、天然纤维织物和绳索等),动物基和植物基的胶黏剂,油脂、油和许多碳氢化合物,皮革;
 - 2) 合成材料:聚氯乙烯制品(用脂肪酸酯塑化的制品等)、某些聚氨酯类(如聚酯和某些聚醚),含有机填充层压材料的塑料,含有对霉菌敏感组分的涂料和清漆。
- b) 对材料的间接侵蚀。对抗霉材料的破坏来自间接侵蚀,出现的情形如下:
 - 1) 即使底层材料能抵抗霉菌的直接侵蚀,在其表面沉积的灰尘、油脂、汗渍和其他污染物(在制造或使用过程中形成的)上生长的霉菌对底层材料造成损害;
 - 2) 霉菌分泌的代谢产物(如有机酸)会导致金属腐蚀、玻璃蚀刻、塑料和其他材料着色或降解;
 - 3) 在对直接侵蚀敏感的材料上生长的霉菌,其代谢产物与邻近的抗霉材料接触而产生侵蚀。

B.2 物理影响

霉菌生长可能出现的物理影响如下。

- a) 电气或电子系统:直接或间接侵蚀均可导致电气或电子系统的损坏。例如,霉菌在绝缘材料上能够形成不希望有的导电通路,或者对精密调节电路的电特性产生负面影响;
- b) 光学系统:光学系统的损害主要是由于间接侵蚀引起的。霉菌对光学系统中光的传播能产生负面影响,阻塞精密活动部位,使干燥表面变潮湿并伴随性能的下降。

B.3 健康和审美因素

设备长霉会导致人的生理问题(如过敏症),或影响设备的美观,从而导致使用者不愿意使用该设备。

附 录 C
(规范性)
防 护 措 施

本文件中规定的菌种,通常对操作人员没有严重危害。但所有菌种中的某一个菌种可能对个别操作人员产生过敏现象。在试验期间还可能有偶然闯入的外来孢子得到培养,这些孢子可能对人体有害。因此,操作人员进行试验时采取如下防护措施。

- a) 从事霉菌试验的工作人员应进行技术操作和试验设备使用的培训。
- b) 霉菌试验应在单独专用的房间中进行。
- c) 霉菌试验的某些操作如接种、分离、菌种检查等均应在专用的净化柜中进行。
- d) 宜尽量避免吸入霉菌孢子和减少霉菌与皮肤的接触,尤其是与手指甲的接触。
- e) 在搬运和检查长霉设备或对照条时,开关试验箱门和容器的盖子、喷洒孢子悬浮液时均可能吸入霉菌孢子,因此,为了避免吸入霉菌孢子,应戴一个可过滤霉菌孢子(直径 $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$)的口罩或防毒面具,或在专用设备中进行上述工作。
- f) 霉菌受试设备干燥后,干的、脱体的微粒进入空气中并易被吸进肺里,这时是最危害的。因此,试验后的受试设备应在专用设备和潮湿状态下进行检查,并应及时灭菌。
- g) 为了减少霉菌与皮肤接触,在操作过程中如配制孢子悬浮液、接种、喷洒孢子悬浮液、检查长霉的受试设备时皆应戴手套,手套使用后应灭菌。
- h) 霉菌试验箱应有排气系统,当打开试验箱门检查受试设备或对照条时可以避免霉菌外溢,但排气系统通向大气的出口处应安装有微生物过滤装置,以免浸染大气。试验前应检查过滤装置,过滤装置应清洁和无霉菌生长。
- i) 霉菌试验所用的试验箱、器具在使用后宜尽快灭菌。
- j) 长霉的受试设备和对照条应进行妥善处理,不建议用燃烧法,因为燃烧时烟雾能将孢子带到空气中而浸染大气。对照条在最后处理前应在次氯酸钠溶液中灭菌,或用熏蒸法灭菌。
- k) 试验场所不应吸烟和进食。
- l) 从事霉菌试验的操作人员应身体健康,无过敏症及肺部慢性病症。
- m) 从事霉菌试验的操作人员应定期检查身体。

附录 D

(资料性)

灭菌方法

D.1 培养基和接种液的灭菌

培养基和接种液常采用高压蒸汽进行灭菌。高压湿热蒸汽灭菌是将待灭菌的物品放在一个密闭的加压灭菌锅内,通过加热,使灭菌锅隔套间的水沸腾而产生蒸汽。待水蒸汽急剧地将锅内的冷空气从排气阀中驱尽,然后关闭排气阀,继续加热,此时由于蒸汽不能溢出,而增加了灭菌器内的压力,从而使沸点增高,得到高于 100 °C 的温度。导致菌体蛋白质凝固变性而达到灭菌的目的。高压湿热蒸汽灭菌有较大的渗透力,容易使蛋白质凝固和变性,是一种可靠的灭菌方法。它能杀死一切微生物。其特点是杀菌可靠、经济、快速、无臭、无味和无毒性,能达到安全有效。

灭菌时,先取出灭菌桶,再向外层锅内加入适量的清水(水没过电阻丝),放回灭菌桶,并将待灭菌的器皿以及被霉菌污染的物品用纸(牛皮纸、旧报纸)包装好装入高压灭菌锅内,注意不要装得太挤,以免妨碍蒸汽流通而影响灭菌效果。三角烧瓶与试管口不要与桶壁接触,以免冷凝水淋湿包口的纸而透入棉塞。

加盖,以两两对称的方式同时旋紧相对的两个螺栓,使螺栓松紧一致,勿使漏气。

打开电源加热,并同时打开排气阀,使水沸腾以排除锅内的冷空气。待冷气完全排尽(蒸汽从气门有力地冲击)关闭排气阀,随后压力上升,直到指针到 0.105 MPa,锅内温度为 121.3 °C 为止,控制电源电压,维持压力并保持 20 min~30 min。

灭菌时间即将结束时,停止加热,让灭菌锅自行降压,等压力锅指针回到接近零时即可开启放气阀,使锅内蒸汽排空,然后揭开盖至三分之一左右,利用余热烘干试管塞,再取出已灭菌的物品,如果压力未降到位,切勿打开盖子,以免压力容器内的培养基由于内外压力不平衡而冲出试管口,造成棉塞沾染培养基而发生污染。

D.2 玻璃器皿的灭菌

玻璃器皿采用高压蒸汽灭菌法灭菌,也可采用干热灭菌法灭菌,但以连续采用同一方法为原则,否则易使玻璃发生破裂或模糊。连有橡皮塞或橡皮管的玻璃器皿应采用高压蒸汽灭菌法灭菌。

当采用干热灭菌法时,器皿在烘箱中加热至 160 °C~170 °C 处理 2 h,但不能超过 180 °C,否则棉花及纸张易烤焦。器皿放入烘箱之前应洗涤干净,晾干并用牛皮纸包好,应注意玻璃器皿要达到完全干燥,否则易引起玻璃破碎及分解。灭菌时温度应缓慢上升,灭菌后温度逐渐降到 60 °C 以下再打开试验箱门,否则玻璃会因突然冷却而破碎。

D.3 被霉菌污染物品的灭菌法

被霉菌污染物品例如试管、器皿等消毒仍采用高压蒸汽灭菌法。把在霉菌试验中用过的物品,先高压蒸汽灭菌后,方可洗涤。其灭菌压力为 0.105 MPa,锅内温度为 121.3 °C,维持压力并保持 30 min。

D.4 霉菌试验箱(室)灭菌

被霉菌污染过的霉菌试验箱(室)可采用化学药剂进行熏蒸灭菌。一般用 1,2-环氧丙烷或用甲醛蒸气进行熏蒸后,再用自来水冲洗。

用甲醛蒸气熏蒸,通用用量按 2 mL/m³~6 mL/m³ 计算,必要时可再加大用量。挥发甲醛有两种方法。

- a) 加热熏蒸:按熏蒸空间计算,量取甲醛溶液,盛在容器内,在酒精灯中装入估计能蒸干甲醛溶液所需要量的酒精,点燃酒精灯关闭试验箱门,甲醛溶液煮沸挥发。酒精灯最好能在甲醛蒸完后自行熄灭。
 - b) 氧化熏蒸:按甲醛用量的一半称取高锰酸钾于一容器内,再量取定量的甲醛溶液倒在盛有高锰酸钾的器皿内,立即关试验箱门,几秒钟内甲醛溶液即沸腾挥发。用甲醛熏蒸应在使用前至少 24 h 进行,熏蒸后密闭保持 12 h 以上,然后量取与甲醛溶液等量的氨水,迅速放于室内,减弱甲醛溶液熏蒸时对人的刺激。
-