

中华人民共和国国家标准

车间空气中石棉纤维卫生标准

GB 16241—1996

Health standard for asbestos fibre in the air of workplaces

1 主题内容与适用范围

本标准规定了车间空气中呼吸性石棉纤维的最高容许浓度、时间加权平均容许浓度及其监测检验方法。

本标准适用于除石棉矿山的采矿作业外的生产、加工、运输和使用石棉及石棉制品的各类企业。石棉矿山的采矿作业暂仍沿用原定 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 的最高容许浓度。

2 引用标准

GB 2544 手术刀片

GB 5748 作业场所空气中粉尘测定方法

3 术语

3.1 石棉 本标准所泛称的石棉主要指温石棉。其他品种石棉如青石棉、铁石棉、透闪石、直闪石、阳起石等在其卫生标准未制定前,亦可使用本标准。

3.2 呼吸性石棉纤维 能被吸入并沉着在肺泡内的石棉纤维,其条件是:宽度小于 $3\mu\text{m}$,长度大于 $5\mu\text{m}$,长宽比大于 3:1。

3.3 石棉纤维浓度 悬浮在空气中的呼吸性石棉纤维数量,即每毫升空气中含呼吸性石棉纤维的根数(f/mL)。

4 卫生要求

车间空气中石棉纤维的最高容许浓度为 $1.5\text{f}/\text{mL}$ 。

车间空气中石棉纤维的时间加权平均容许浓度为 $0.8\text{f}/\text{mL}$ 。

5 监测检验方法

本标准的石棉纤维浓度监测检验方法见附录 A(补充件)。

附录 A

车间空气中石棉纤维计数浓度测定方法——滤膜/相衬显微镜法

(补充件)

A1 主题内容与适用范围

本方法规定了车间空气中石棉纤维计数浓度测定方法的原理、仪器、试剂、采样、样品制备、计测及计算方法。

本方法适用于车间空气中各类石棉纤维计数浓度的测定。

A2 原理

经滤膜抽取一定体积含有石棉纤维的空气,使纤维阻留在滤膜上、滤膜经透明固定后,在相衬显微镜下计测石棉纤维,根据采气量计算出每毫升空气中石棉纤维的根数(f/mL)。

A3 方法灵敏度

本法检出下限为 0.1f/mL。

A4 仪器

A4.1 滤膜:采用硝酸纤维素酯和醋酸纤维素酯混合滤膜(孔径为 0.8 μ m),或测尘滤膜(过氯乙烯纤维滤膜)。当滤膜夹采用与 GB 5748 中所用的相同时,滤膜直径为 40mm。

A4.2 滤膜夹、滤膜贮存盒及运输携带箱。

A4.3 粉尘采样器:用定点或个体粉尘采样器时,要求采样流量为 2L/min,转子流量计的刻度应能显示 0.1L/min。

A4.4 相衬显微镜

A4.4.1 显微镜至少应具有 10 \times 及 40 \times 两个相衬物镜,明相衬或暗相衬均可使用;目镜可采用 10 \times 或 15 \times ,均应能放入目镜测微网。总放大倍率应为 400~600 \times 。

A4.4.2 显微镜要带有 X-Y 方向移位的推片器。

A4.5 专用目镜测微网:使用在显微镜下既能测量纤维长度和宽度,又能给定测量面积的各种目镜测微网。常用的有 Porton 型测微网(网格图形见图 A1),或改进 Beckett 型测微网(网格图形见图 A2)。

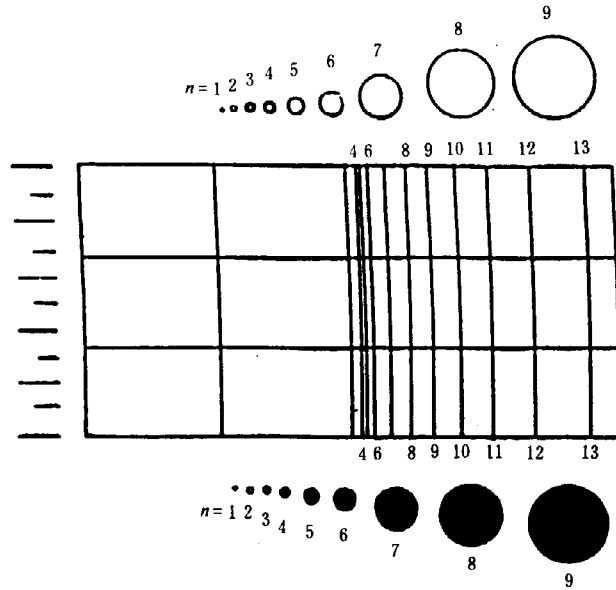


图 A1 纤维计测用 Porton 型目镜测微网

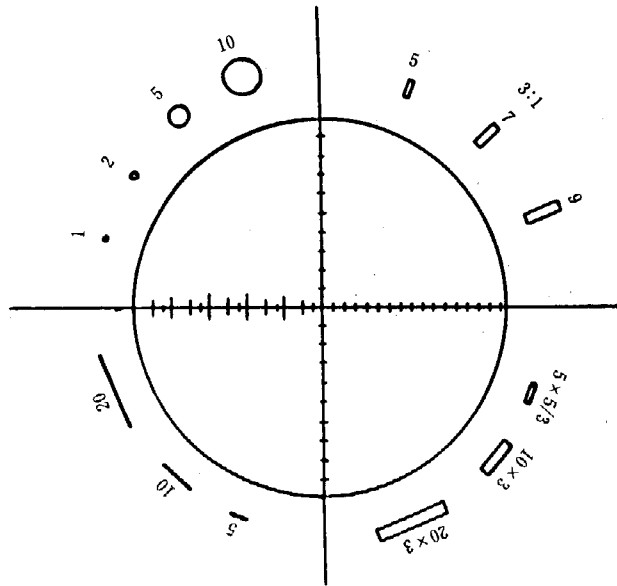


图 A2 改进 Beckett 型目镜测微网

A4.6 物镜测微计(每个刻度的间距为 $10\mu\text{m}$)。

A4.7 载物玻片($25\text{mm}\times 76\text{mm}\times 0.8\text{mm}$)及盖玻片($22\text{mm}\times 22\text{mm}$,厚度: 0.17mm)。

A4.8 无齿小镊子、剪刀或手术刀,在刀柄上插入 22 号刀片(参见 GB 2544)。

A4.9 计时器或秒表。

A4.10 丙酮蒸气发生装置。可使用为液化滤膜专用且能喷出足够量丙酮蒸气的各种装置。常用的一种装置如图 A3,使用此装置时,要在通风良好的场所或在通风橱内操作,以避免引起火灾或对人体健康产生危害。

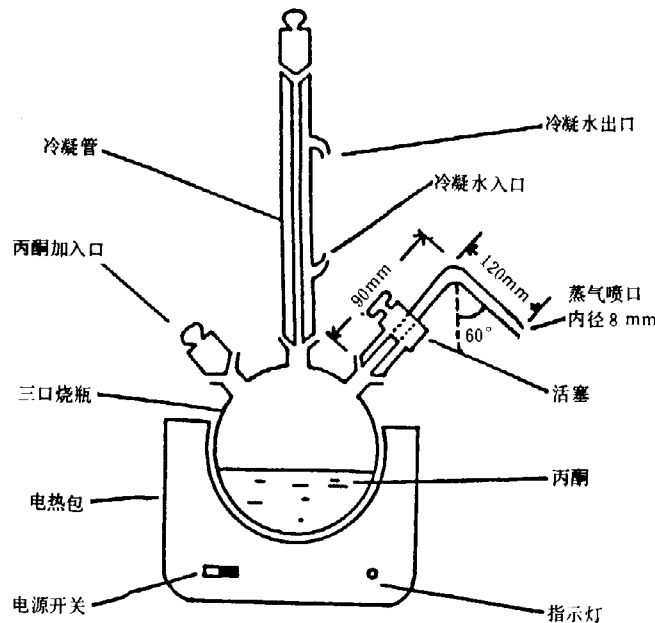


图 A3 丙酮蒸气发生装置

A4.11 结核菌素注射器及皮内针头。

A5 试剂

A5.1 采用微孔滤膜时需用试剂为丙酮 CH_3COCH_3 (AR) 及甘油三醋酸酯 $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$ (AR)。

A5.2 采用测尘滤膜时需要邻苯二甲酸二甲酯 (AR) 和草酸二乙酯 (AR)，将它们按 1 : 1 的容积比配成混合溶液，再按每升溶液中含 0.05g 洁净滤膜的比例加入测尘滤膜碎屑，配制成透明溶液，配制后摇匀，溶解 24h 后离心去杂质，取其上清液放在有盖玻璃瓶中备用，是为苯-草透明液，配制后的溶液宜在一个月使用。

A6 采样

A6.1 采样地点的选择：按照 GB 5748 有关内容进行。

A6.2 采样流量：以 2L/min 的流量采样。

A6.3 采样时间：采样的持续时间应根据采样时作业场所空气中石棉纤维浓度的高低及滤膜上能采集到适于在显微镜下计测的纤维量而定，在一般情况下不应少于 15min。

最佳采样时间可按式(A1)计算：

$$t = \frac{A}{a} \times \frac{L}{C_p} \times \frac{1}{r} \times \frac{1}{1000} \dots\dots\dots (A1)$$

- 式中：t——最佳采样时间，min；
- a——计数视野面积， mm^2 ；
- r——采样流量，L/min；
- A——滤膜有效采尘面积， mm^2 ；
- L——滤膜应达到的负荷量，一般为 0.5~5 根/视野；
- C_p ——采样时的预期浓度，f/mL。

当预期浓度在最高容许浓度附近，滤膜负荷量为 0.5 根/视野时，推荐采样时间为 40min。

A6.4 采样步骤

A6.4.1 滤膜的准备：在实验室内将已编号的清洁滤膜放在滤膜夹中备用。

- A6.4.2 在采样现场将滤膜夹放在采样头里,拧紧顶盖,放在支架上进行采样。
- A6.4.3 在采样过程中要经常观察及调准流量。流量变化值应不大于 $\pm 5\%$,并记录采样的持续时间。
- A6.4.4 采样时应记录样品的编号、采样地点、采样时的劳动条件及防护措施等。
- A6.4.5 采样结束后,小心地取下采样头,取出滤膜,使受尘面向上放在滤膜贮存盒中,不可折叠或迭放,带回实验室进行计测。在运输过程中避免振动以防止石棉纤维落失。

A7 滤膜的透明固定

采有石棉纤维的微孔滤膜用丙酮蒸气法透明固定。采有石棉纤维的测尘滤膜用苯-草透明液固定。滤膜透明化操作应在清洁的实验室内进行。

- A7.1 在制备样品的整个过程中要避免纤维性粉尘的污染。载物玻片及盖玻片使用前应放在无水乙醇中浸泡,用蒸馏水冲洗后用绸布擦干备用。
- A7.2 用无齿小镊子小心的取出采集有石棉纤维的滤膜,使集尘面向上,置于干净的玻璃板或白瓷板上,用手术刀沿滤膜半径小心滚动刀刃,从滤膜切取 $1/6\sim 1/8$ 的扇形小块(如图A4),放在清洁的载物玻片上。如使用测尘滤膜时,可用剪刀剪成扇形小块备用。

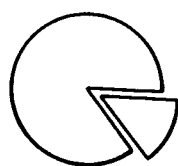


图 A4 从滤膜上切取扇形切片

A7.3 丙酮蒸气透明法的操作步骤(适用于微孔滤膜)

- A7.3.1 按所用丙酮蒸气发生装置的使用说明,将载玻片上的扇形滤膜液化。如使用图A3的装置时,先加热至发生丙酮蒸气,打开蒸气喷口活塞,将载有扇形滤膜的玻片置于丙酮蒸气之下,由远至近移到丙酮蒸气出口 $15\sim 25\text{mm}$ 处,熏制 $3\sim 5\text{s}$,使滤膜透明。同时频频移动载物玻片,使滤膜全部透明为止,不要使丙酮蒸气过多或液滴滴到滤膜上,以免弄皱滤膜。
- A7.3.2 用结核菌素注射器通过皮内注射针头立即向透明的滤膜上加 $2\sim 3$ 滴甘油三醋酸酯,小心盖上盖玻片,操作时先将盖玻片的一边与载物玻片接触,然后与液滴接触,使之扩散,再小心地放下盖玻片,避免产生气泡。
- A7.3.3 用记号笔在载玻片背面画出扇形滤膜轮廓,以免镜检时找不到随后将完全溶解透明的滤膜边缘。同时写好样品编号。
- A7.3.4 如透明效果不理想时,可将载玻片放在 50°C 的烘箱中加热 15min ,以加速透明过程。
- A7.3.5 样品处理后先关闭丙酮蒸发器的电源,再关闭活塞。

A7.4 透明溶液法的操作步骤(适用于测尘滤膜)

- A7.4.1 用滴管加 $2\sim 3$ 滴苯-草透明液于载物片的中央,将滤膜的集尘面向上放在透明溶液上,此时滤膜逐渐溶解并透明, 30min 后在透明的滤膜上放一盖玻片,此时要避免产生气泡,如产生气泡可用小镊子在盖玻片上轻轻加压排除。但用力不要过大,避免使滤膜的面积扩大。
- A7.5 滤膜清洁度的检查:在每盒滤膜(50张)中任意抽取一张空白滤膜,用与处理样品同样的方法透明和计测。在100个视野中不超过3根纤维时,认为是清洁滤膜,此盒滤膜方可应用。

A8 石棉纤维的计测

- A8.1 用相衬显微镜计测石棉纤维:按所用相衬显微镜的使用说明书调节好显微镜。
- A8.2 目镜测微网的校准:按所用目镜测微网的使用说明书,利用物镜测微计对目镜测微网的刻度进

行校准,算出计数区面积(mm²)及各标志的实际尺寸(μm)。

A8.3 将样品先放在低倍镜下(10×)对准焦点,然后换成高倍物镜,用 40×物镜观察计测。

A8.4 石棉纤维的计数规则

A8.4.1 计数符合下列条件的纤维:长度大于 5μm,宽度小于 3μm,长度与宽度之比大于 3:1 的石棉纤维。

A8.4.2 一条纤维完全在计数视野内时计为 1 根,只有一端在计数视野内计为 1/2 根,纤维在计数区,而两端均在计数区之外者计为 0 根,但视野数应计算。

A8.4.3 不同形状和类型的纤维按下列规律并参照图 A5 的各分图进行计数。其中,每个例图右下角的数字为应计数的根数。

A8.4.3.1 单根纤维按 A8.4.1 的规定并参照图 A5-1 进行计数。

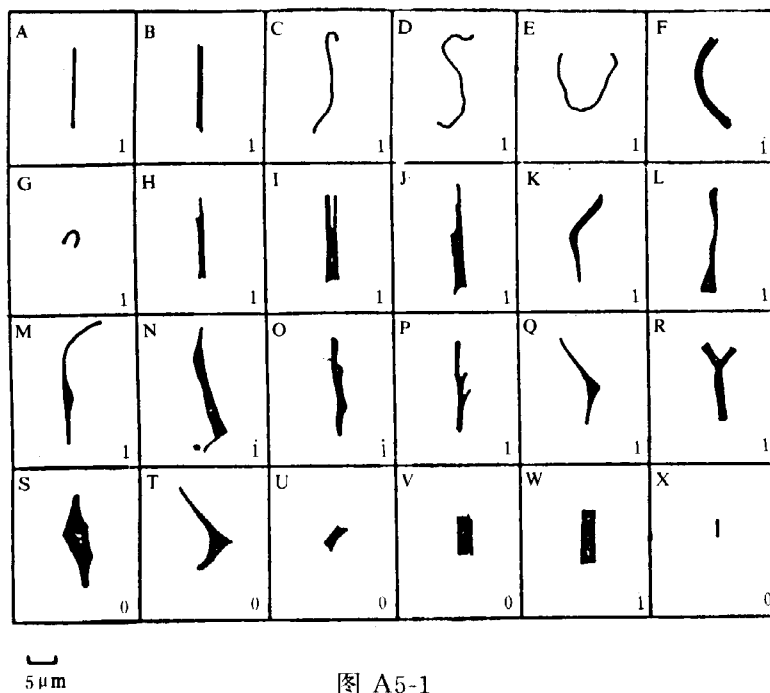


图 A5-1

A8.4.3.2 分裂纤维原则上按 1 根计数(参照图 A5-2)。

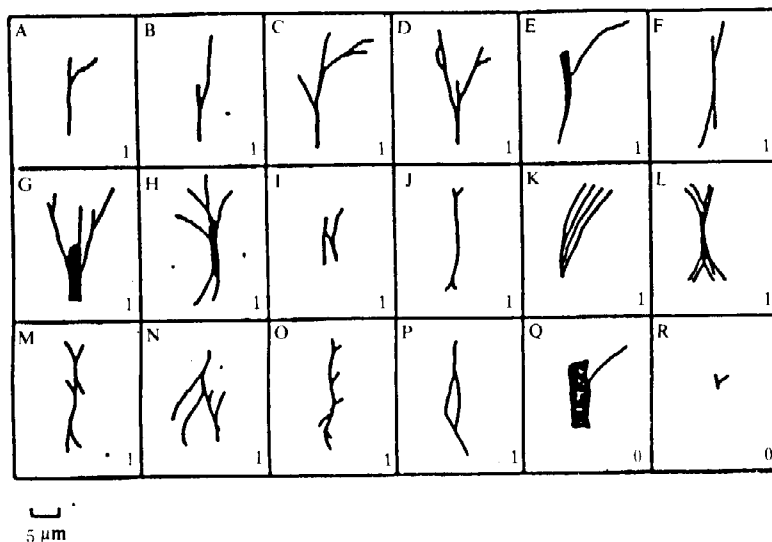


图 A5-2

A8.4.3.3 交叉纤维或成组纤维:如能分辨出单根纤维者按单根计数原则,分不出者按一束计,束的宽度小于 3 μm 者,按 A8.4.1 的规定计数,大于 3 μm 者不计(参照图 A5-3)。

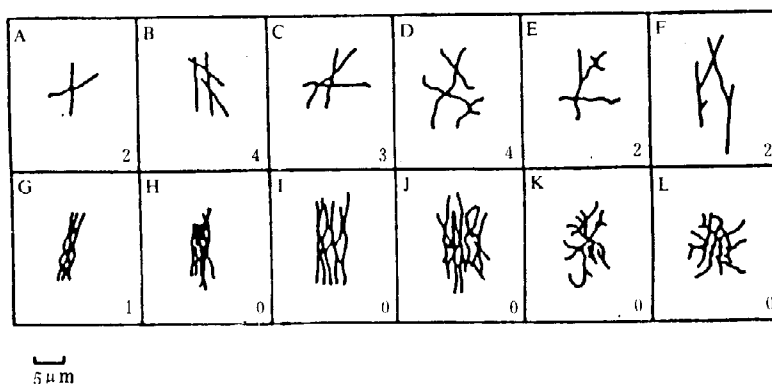


图 A5-3

A8.4.3.4 纤维附着尘粒,如尘粒的直径小于 3 μm 者计为 1 根,大于 3 μm 者不计(参照图 A5-4)。

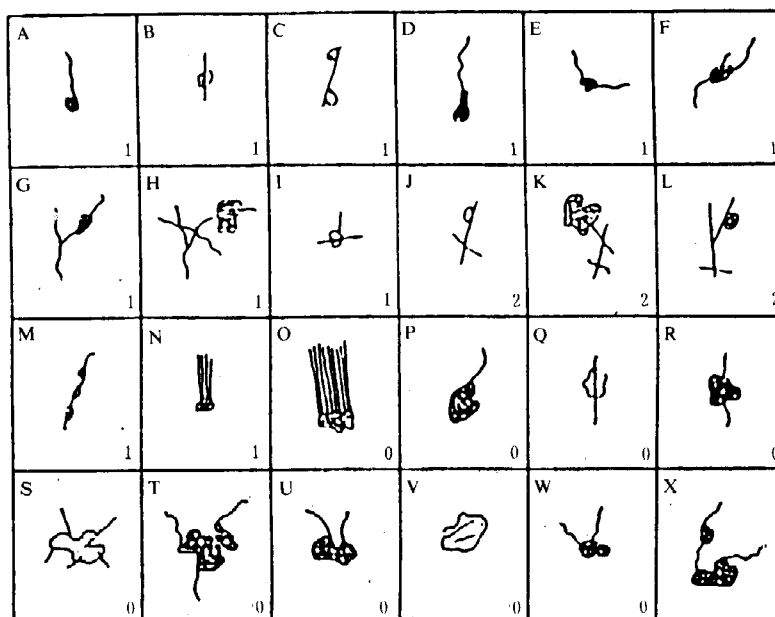


图 A5-4

A8.5 计数指标:当计数到 20 个视野以上时,纤维数如已达到 100 根,即可停止计数,如纤维数不足 100 根,则应计数到 100 个视野。

A8.6 计数完一个视野后,移动推片器找下一个视野,移动时应顺序按行、列推动,不应有意挑选,而要随机停留,以避免重复计数和减少系统误差。

A8.7 计测时滤膜上纤维的分布数量应合适,每 100 个视野中纤维的数量不应低于 20 根,在每个视野中应不多于 10 根。

A8.8 如滤膜上的纤维数不符合于 A8.7 的规定时,应重新制备样品计测;如仍不符合时,应重新采样进行计测。

A9 石棉纤维浓度的计算

空气中石棉纤维浓度按式(A2)计算:

$$C = \frac{A \cdot N}{a \cdot n \cdot r \cdot t \cdot 1000} \dots\dots\dots (A2)$$

式中： C ——石棉纤维浓度， f/mL ；
 N ——计测的总纤维根数， f ；
 n ——计测的总视野数；
 t ——采样时间， min ；
 A ——滤膜上采尘面积， mm^2 ；
 a ——目镜测微计的计数视野面积， mm^2 ；
 r ——采样流量， L/min 。

A10 计数误差的衡量

A10.1 本方法的误差，用变异系数(CV)来衡量，在本法中，变异系数与计数的纤维总数有关。当计数纤维数达 100 根时，最好的 CV 为 0.115，而总纤维数为 10 根时，最好的 CV 为 0.41。

A10.2 计测人员应定期对同一滤膜标本按本标准要求的计数 10 次以上，求其各次读数的均数及标准差，并计算变异系数，应小于等于 0.23，愈接近 0.115 愈好。如变异系数大于 0.23，应检查各项操作过程中造成误差增大的原因，切实改正后，再进行衡量。

附加说明：

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准由上海医科大学预防医学研究所、中国预防医学科学院劳动卫生与职业病研究所、四川省劳动卫生职业病防治研究所负责起草。

本标准主要起草人黄建权、朱惠兰、符绍昌、沈国安。

本标准由卫生部委托技术归口单位中国预防医学科学院劳动卫生与职业病研究所负责解释。