

几种常见职业中毒 测定方法和实验方法

北京市朝阳区医院职业病科

1971

前 言

经过无产阶级文化大革命锻炼的亿万工农兵群众和广大革命医务人员，在党的“九大”精神的巨大鼓舞下，认真学习毛主席著作，为全面落实党的“九大”和九届一中全会九届二中全会所提出的各项战斗任务，努力奋斗。

叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在卫生部门的代理人，极力推行为少数人服务和“技术第一”，“洋奴哲学”等反革命修正主义路线，忽视常见病、多发病和职业病的防治工作。无产阶级文化大革命以来，广大革命医务人员狠批了刘少奇反革命修正主义卫生路线，认真地学习了毛主席关于卫生工作一系列的重要指示，坚持面向农村、厂矿、基层和边疆，进一步落实毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大教导和光辉的《六·二六指示》，沿着毛主席的无产阶级卫生路线胜利前进。

当前全国工农业生产正在飞跃发展，新兴工业不断涌现，为了加强职业病防治工作，适应新的形势需要，我们在医院党委和革委会的领导下，把几年来在职业病防治研究工作中应用和收集的一些测定和实验方法，进行了整理，便于互相交流经验，更好地为工农兵服务。由于我们学习毛主席著作不够，实践经验少，水平不高，所以一定还会有不少的缺点和错误，请同志们批评指正。

北京市朝阳区医院 职业病科

1971.9

目 录

第一部分 测定方法

第一章 空气中毒物的采集和毒物分析常用计算	
方法	(1)
第一节 空气中毒物的采集	(1)
第二节 空气中毒物分析常用计算方法	(16)
✓ 第二章 铅的测定	(20)
第一节 空气中铅的比色测定	(20)
第二节 血中铅的比色测定	(25)
第三节 尿中铅的比色测定	(27)
✓ 第三章 四乙基铅的测定	(29)
第一节 空气中铅和四乙基铅共存时的分别测定	(29)
第二节 皮肤上四乙基铅的测定	(33)
第四章 汞和醋酸苯汞的测定	(36)
第一节 空气中汞的沉淀比色测定	(36)
第二节 皮肤上汞的沉淀比色测定	(38)
第三节 尿中汞的测定	(39)
甲 蛋白沉淀比色法	(39)
乙 冷消化双硫腙比色法	(42)
第四节 粪和尿中汞的热蒸馏双硫腙比色测定	(45)
第五节 空气中醋酸苯汞的比色测定	(49)
第五章 苯及其衍生物的测定	(53)

第一节 苯和甲苯及其代谢产物的测定	(53)
甲 空气中苯和甲苯共存时的分别测定	(53)
乙 尿中酚的比色测定	(57)
丙 尿中硫酸盐的测定	(60)
第二节 空气中苯胺的比色测定	(63)
第三节 空气中联苯混合物的比色测定	(66)
第六章 几种有机磷农药的测定	(70)
第一节 敌百虫、三氯乙醛及其代谢产物的测定	(70)
甲 空气中敌百虫的比色测定	(70)
乙 空气中三氯乙醛的比色测定	(74)
丙 血和尿中三氯乙酸的比色测定	(77)
第二节 敌敌畏的测定	(79)
甲 空气中敌敌畏的测定	(80)
乙 皮肤上敌敌畏酶化学法的测定	(88)
第三节 对硫磷及其代谢产物的测定	(89)
甲 空气中对硫磷的比色测定	(89)
吡啶酚蓝法	(89)
亚硝基铁氰化钠法	(91)
乙 尿中对硝基酚的比色测定	(93)
第七章 己内酰胺的测定	(96)
第一节 空气中己内酰胺的比色测定	(96)
甲 β -萘醌-4-磺酸钠法	(96)
乙 改良羟胺——三氯化铁法	(99)
第二节 血和尿中己内酰胺的比色测定	(102)
第八章 氰化氢及其代谢产物的测定	(106)
第一节 空气中氰化氢的比色测定	(106)
第二节 血和尿中硫氰化物的比色测定	(109)
甲 血中硫氰化物的测定	(109)
乙 尿中硫氰化物的测定	(110)

第九章 氟和砷的测定	(113)
第一节 尿中氟的扩散法测定	(113)
第二节 尿中砷的测定	(117)
第十章 几种生物化学测定方法	(121)
第一节 尿中粪卟啉的测定	(121)
第二节 乙酰胆碱酯酶的测定	(122)
甲 全血胆碱酯酶比色测定	(122)
附 快速全血胆碱酯酶滤纸法测定	(126)
乙 鼠脑组织胆碱酯酶活力的检压测定	(127)
第三节 血清中总巯基的微量比色测定	(130)
第四节 尿中 5-羟基吡啶酮酸的测定	(134)
第五节 血液高铁血红蛋白的测定	(138)
附 血液中铁的测定	(140)

第二部分 实验方法

第一章 动物中毒模型的制造	(142)
第一节 吸入中毒	(142)
第二节 经皮中毒	(148)
第三节 经口中毒	(151)
第四节 注射中毒	(152)
第二章 几种实验方法	(154)
第一节 半数致死量的测定计算	(154)
第二节 毒物蓄积实验方法	(161)
第三节 简易的家兔脑电极安装方法	(162)
第四节 正常家兔脑电图的描述和类型	(164)
附录 1 职业病几种临床血液检验	(173)
一 点彩红细胞检查法	(173)

二	红细胞碱粒凝集试验	(175)
三	变性珠蛋白小体(旧称郝恩兹氏小体)检查法 ...	(176)
四	网织红细胞检查法	(177)
Ⅴ	附录 2 车间空气中有害气体、蒸气及 粉尘的最高容许浓度	(179)
	附录 3 标准状况下空气体积换算表	(183)
一	温度修正系数表	(183)
二	压力修正系数表	(184)

第一部份 测定方法

第一章 空气中毒物的采集和毒物 分析常用计算方法

第一节 空气中毒物的采集

毒物在厂房空气中以各种形态(气态、液态和固态)存在。由于各种因素的影响(如生产工艺、气象条件和防毒设备等),使空气中毒物的浓度经常在变化。因此要正确的阐明工人劳动场所空气污染程度和工人受毒物影响的情况,除正确的选择合适的分析方法外,还必须正确的选用适当的采集空气中毒物的设备和方法以及正确的选择采样点。如采集空气中毒物的方法不正确,任何精确的分析方法也只能得到一个不准确的结果;如果采样点选择不正确,所得结果就不能准确的说明空气受毒物污染程度和工人受毒物影响的情况。所以空气中毒物采集和采样点选择,在工业卫生化学测定中具有极重大意义。

毒物在空气中存在形态:

毒物以气体、蒸气、气溶胶和粉尘状态散布于空气中,而毒物在空气中存在的状态主要决定于毒物在室温时的蒸汽压和生产工艺情况。同一种毒物在不同的生产条件下,毒物可能以不同的状态存在于空气中。例如:苯作为油漆和印漆的溶剂时,空气中主要以苯蒸气存在。但作为喷漆的溶剂时,喷

漆时空气中主要以苯的气溶胶和蒸气同时存在。又如敌百虫，存放时主要以蒸气存在，当敌百虫热熔冷却和粉碎包装时，敌百虫以蒸气、气溶胶和粉尘同时存在于空气中。

一、气体或蒸气：

常温下很多毒物是气体状态，如氯化氢、氯气和一氧化碳等。常温时是液态或固态的毒物能汽化为蒸气散布在空气中。例如液体的汞、苯和汽油汽化为蒸气，固态碘直接汽化为蒸气叫升华。

在非密闭场所中，一定温度和风速时，液体的表面积越大，液体汽化为蒸气就越多，因此减小毒物暴露面积就能降低毒物的蒸发量。由于气体和蒸气分子的直径都很小，其在空气中的运动，主要是随空气气流运动和扩散。

二、气溶胶：

直径为 0.001—10 微米的液体或固体微粒，（蒸气遇冷后凝聚成粒子或机械粉碎成粒子等。）作为分散相分散在空气中叫气溶胶。微粒为液体叫雾，如酸雾等；微粒为固体时叫烟，如铅烟等。0.001—0.1 微米的粒子在空气中主要受气流影响而扩散。0.1—10 微米的粒子受万有引力作用在静止空气中等速降落，扩散范围较小。

三、粉尘：

直径大于 10 微米的粒子叫粉尘如铅尘和石英尘等。在静止空气中加速降落，不易扩散。

采样动力：

一、定量手抽气筒：

是一种金属制的只能抽气，不能打气的唧筒。也可以用 100—500 毫升注射器配用三通开关代替。当采集空气量较少时是一种简便的采样动力，使用时根据所需流速进行采样。

二、抽气瓶：

是利用液位差使水流动造成负压,而抽气的装置(图1)。

采样前准备: 将瓶口腊封,然后用手揪住进气口橡皮管。

松开螺旋夹, 如果水很快即不流到下瓶内即无漏气。调节螺旋夹(2), 使流速大致符合测量要求后, 收紧螺旋夹(1)。

采样: 进气口连接采样管, 松开螺旋夹(1), 进行采样。当上瓶水余下不多时, 收紧螺旋夹(1)。上、下瓶互换位置, 取下采样管连接在上瓶进气口, 松开螺旋夹(1)即可继续采样。

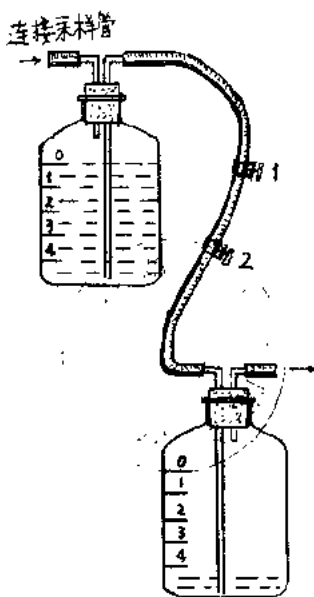


图1 抽气瓶

三、电动抽气机:

常用的有吸尘机和刮板泵, 采样时都需要连接流量计以计算采集空气量。

(一) 吸尘机: (图2) 多

数使用电压 220 伏, 旧产品也有 110 伏电压, 使用时应注意, 以免烧毁马达。由于使用时发热量大, 所以使用 20 分钟左右即应停用, 待马达稍冷却后, 再使用。

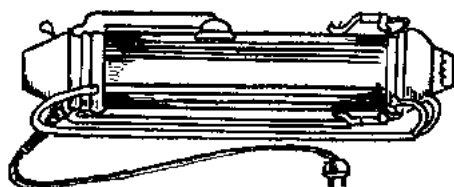


图2 采样动力吸尘机

(二) 刮板泵(图3)多数使用三相动力电源,当阻力为300毫米水柱时,流速仍可大于30升/分,并可连续使用1小时以上。所以适用于采集大量空气样品时使用。但由于较笨重,并且使用三相电源是其缺点。

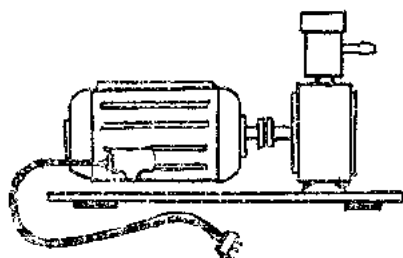


图3 采样动力刮板泵

四、喷射器:

原理是压缩空气经套管内喷出高速射出时,在其周围造成负压,产生吸力(图4)。使用喷射器作为采样动力具有简便,流速大,连续使用和防火防爆等优点。缺点是采样现场必须有压缩空气源,否则无法使用。

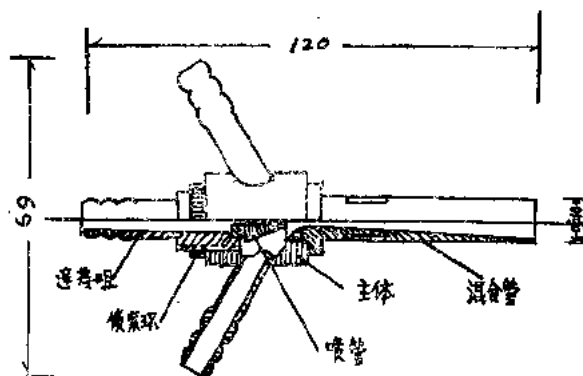


图4 负压喷射器(剖制)

流量测量仪器:

使用定量手抽气筒和抽气瓶作动力采样时可直接得出采集空气体积,但使用抽气机和喷射器时均必须用流量计来测量采集空气量。

一、湿式气量计(图 5):湿式气量计是以水作为封闭液的能不断地量取空气体积的仪器。通过空气后,从刻度盘上指针可直接读出通过空气体积,常用的指针转一圈为 1—3 升的气量计。

湿式气量计比较准确,误差约 5%,但由于复杂笨重,主要在实验室中用来校准其他流量计。

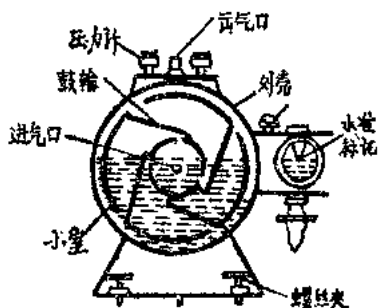


图 5 湿式气量计结构图

二、孔口流量计:是常用的测量流量的仪器,按孔口形状分为隔板式(图 6a)和毛细管式(图 6b)两种。

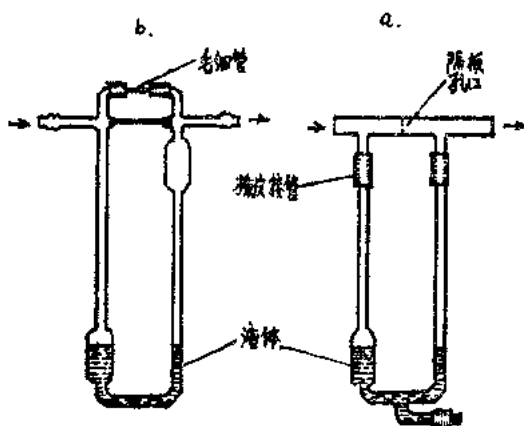


图 6 孔口流量计管

当空气流过孔口时,在孔口两端产生压力差,进气端压力大于出气端压力,而使连接出气端的液柱上升。当固定流速时,孔口直径越小,压力差越大;固定孔口直径时,流速越大,压力差越大;固定空气流速和孔口直径时具有固定压力差。而固定的压力差时,流量计内液体比重越大,流量计液柱升高就越小。根据这些原理,可选用各种孔口直径和各种液体来满足采样时对各种流速的要求。常用的液体有水银、煤油、蒸馏水和稀酒精等。常用伊红、猩红和二甲基黄等把液体染成鲜艳颜色,便于观察。



图7 转子流量计管

三、转子流量计: (图7)

是一根上口径大,下口径小的锥形管子,内放浮子(常用的有铅、铜、有机玻璃和塑料制品)空气由下向上通过时,浮子就上升到一定高度,流速越大浮子上升越高。转子流量计商品一般均已标有流量刻度。

四、流量计的标定方法:

商品孔口流量计没有流量刻度;或已有流量刻度的孔口流量计和转子流量计,当更换孔口流量计内液体种类或孔口直径时,或更换转子流量计锥形管或浮子时,都必须进行流量的标定。

(一) 下口瓶标定法: 当流速小于2升/分时,可用下口瓶进行标定。连接方法如图8。流量计装好液体后,贴上坐标纸,在坐标纸上记下液面位置,标明“0”。调节螺旋夹使流量计液面上升到最高处稳定后记在坐标纸上,用刻度量筒接流出的水,并同时开动秒表,准确记时1分钟(在这期间液面有波动时,应调节螺旋夹使液面保持稳定)立即取出刻度量筒。量筒内水的体积等于该液柱高度时流量计每分钟流过的

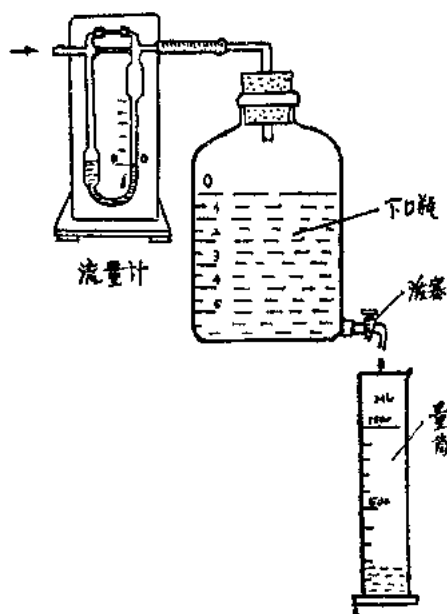


图8 用抽气下口瓶标定流量计时仪器安装

空气量。调节螺旋夹使流量计液柱在各种高度上，按上述方法测得各液柱高度时相应的流出水的体积。多次标定后，根据空气流速和流量计液柱高度关系作图9；根据曲线图直接把流速写在流量计木板上。

(二) 湿式气量计标定法：常用于标定流速2升/分以上的流量计。

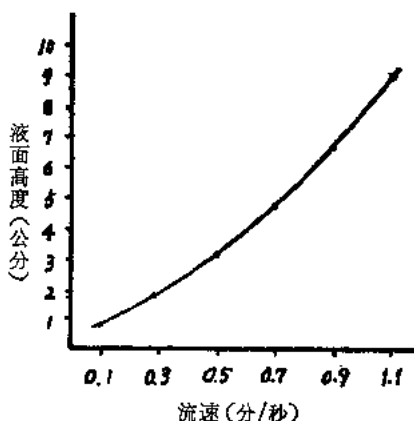
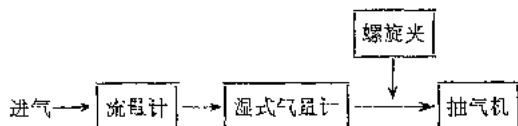


图9 流量计曲线图

连接方法如下：



标定的操作步骤基本同下口瓶标定法。不同的是用抽气机作动力,用湿式气量计计算通过气体体积。

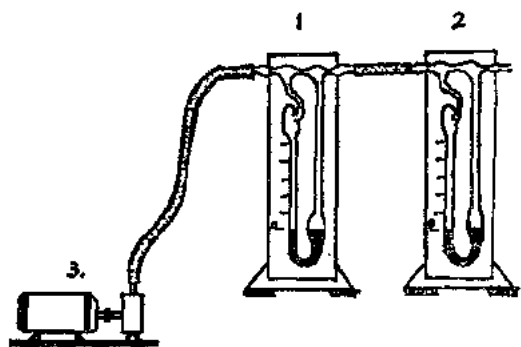


图 10 用已标定流量计标定流量计时仪器安装
1. 被标定流量计, 2. 已标定流量计, 3. 抽气机。

(三) 用已标定的流量计标定法: 连接方法如图 10, 被标定流量计装好液体后贴上坐标纸, 在坐标纸上记下液面高度并标明“0”。开动抽气机, 调节螺旋夹, 使被标定流量计液面升到最高处, 稳定后记下该高度相当于已标定流量计流速, 然后逐次减少抽气量, 使已标定流量计液柱液面在整数流速标记处稳定后, 把流速数值相应地写在被标定流量计坐标纸上。

采样器和采样架:

一、采样器:

为了有效地采集空气中各种状态的毒物, 使用了各种液

体和固体的吸收剂以及各种采样器。

(一) 气泡采样管：分大小两种(图 11)。大的盛吸收液 5 毫升，常用流速小于 2 升/分，小的盛 2 毫升吸收液，常用流速小于 1 升/分。适用于采集气体或蒸气。

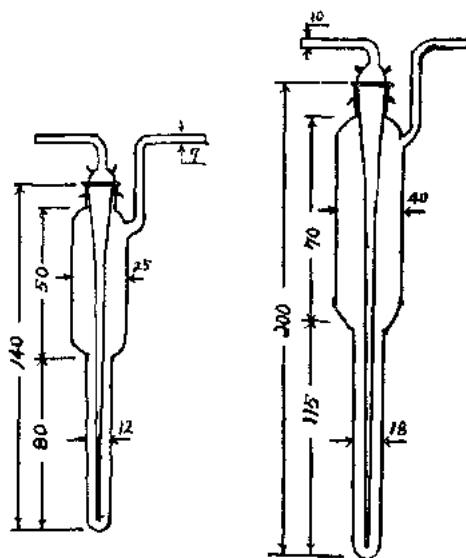


图 11 气泡采样管

(二) 多孔玻璃板采样管：分小型(图 12a) 和综合型(图 12b)两种，小型盛吸收液 2—5 毫升，常用流速小于 1 升/分；综合型盛吸收液 5—10 毫升，常用流速小于 2 升/分。由于空气经过多孔玻璃板，大大的增加毒物与吸收剂接触面积和时间，因而更有效地采集气体或蒸气状毒物。

(三) 撞击采样管：分大、小两种(图 13)，是利用高速气流冲击管底而击碎包围气溶胶或粉尘的空气层，使气溶胶和粉尘被吸收液阻留；能同时采集空气中毒物的气体(或蒸气)，气溶胶和粉尘。

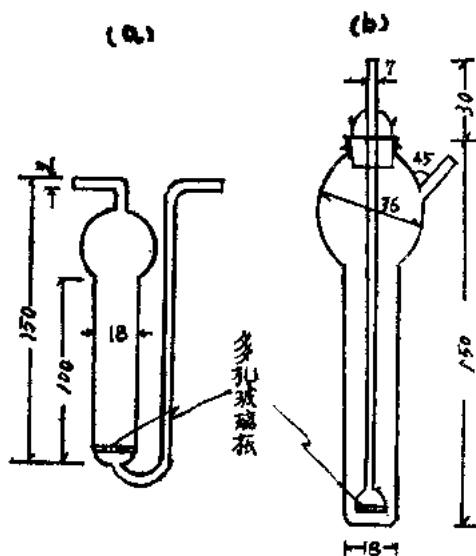


图 12 多孔玻璃板采样管

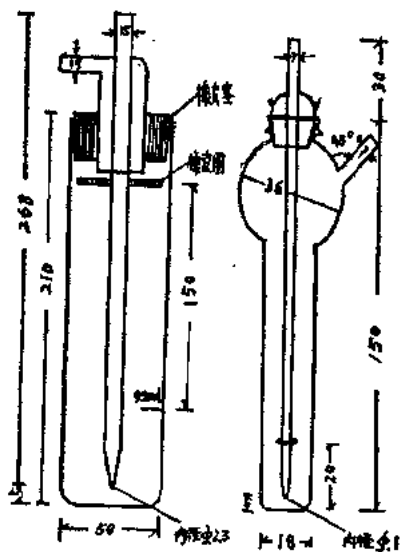


图 13 撞击采样管

采集气溶胶和粉尘时,大撞击采样管流速不小于 28 升/分;小撞击采样管不低于 2.8 升/分。吸收液高度不低于 2.54 厘米,否则采样效率低。采集气体(或蒸气)时可根据毒物在吸收液中的溶解度或毒物与吸收液反应速度而决定采样流速。

(四) 通用采样管: 我们设计了一种管心可更换的采样管(图 14),管心有撞击式(图 14a);多孔玻璃板式(图 14b)和多孔气泡式(图 14c)。其特点是可根据各种毒物的性质和在空气中存在状态,选用不同管心进行采样可做到一管多用的目的。但由于连接处是用橡胶或塑料管,某些有机吸收液能与其起反应,可能干扰测定是其缺点。

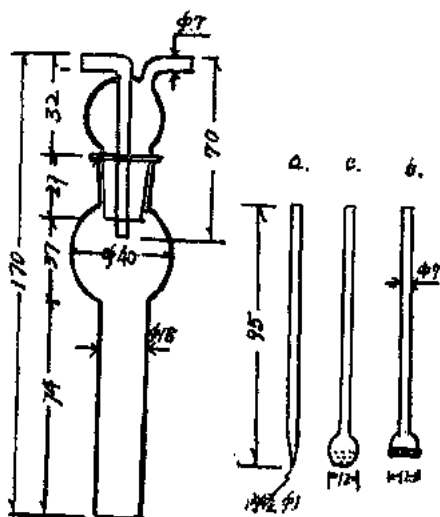


图 14 通用采样管

a: 撞击式 b: 多孔玻璃板式 c: 多孔气泡式

(五) 滤纸(或滤膜)采样器: 有塑料制(图 15a)和金属制(图 15b)两种,对粉尘的阻留效果良好,常用滤纸有新华牌滤