

# 作业场所 空气和生物材料检测 推荐方法

主编 徐伯洪

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

作业场所空气和生物材料检测推荐方法/徐伯洪主编.  
北京:人民卫生出版社,1996  
ISBN 7-117-02434-8

I. 作… II. 徐… III. ①室内作业-空气-有害物质-检测-方法②室内作业-生物材料-有害物质-检测-方法 IV.  
R134

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 06737 号

作业场所空气和生物  
材料检测推荐方法

徐伯洪 主编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版  
(北京市崇文区天坛西里10号)

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米32开本  $13\frac{3}{4}$  印张 371千字

1996年8月第1版 1996年8月第1版第1次印刷

印数:00 001— 6 000

ISBN 7-117-02434-8/R·2435 定价:22.90元

## 编委名单

(以姓氏笔画为序)

|     |       |                           |
|-----|-------|---------------------------|
| 王敢峰 | 副研究员  | 中国预防医学科学院劳动卫生与职业<br>业病研究所 |
| 叶能权 | 主任技师  | 广东省职业病防治院                 |
| 刘黛莉 | 研 究 员 | 天津市劳动卫生职业病研究所             |
| 季永平 | 研 究 员 | 北京市劳动卫生职业病防治研究所           |
| 徐伯洪 | 研 究 员 | 中国预防医学科学院劳动卫生与职业<br>业病研究所 |
| 梁 禄 | 主任技师  | 湖北省卫生防疫站                  |
| 黄雪祥 | 副研究员  | 中国预防医学科学院劳动卫生与职业<br>业病研究所 |
| 程玉琪 | 研 究 员 | 辽宁省劳动卫生职业病防治研究所           |
| 线引林 | 研 究 员 | 中国预防医学科学院劳动卫生与职业<br>业病研究所 |

---

## 前 言

本书是《车间空气监测检验方法》第三版和《生物材料中有毒物质分析方法手册》第一版的续编,是为制定和实施劳动卫生标准和职业病诊断标准,为正确评价作业场所劳动卫生条件和空气质量以及作业人员接触毒物程度而推荐的统一检测方法。所有方法都经过了实验室研制和验证以及现场应用,并经专家评议和编写组审定过。

全书分为三部分,第一部分为空气检测,第二部分为生物材料检测,第三部分为附录。空气检测部分包括 110 个项目的 126 个检测方法;收录了:①自 1989 年以来“全国车间空气监测检验方法科研协作组”新研制的统一检测方法;②《车间空气监测检验方法》第一、二版中尚有一定使用价值的而未被第三版收录的部分检测方法;③《车间空气监测检验方法》第三版中没有收录的、已由全国卫生标准技术委员会劳动卫生标准分委会历年评审通过的卫生标准附录的检测方法;④《车间空气监测检验方法》第三版中个别有严重印刷差错的经修正后的检测方法。生物材料检测部分包括 13 个项目的 15 个检测方法;收录了 1990 年以来“全国生物材料检测方法科研协作组”新研制的统一检测方法。附录部分收录了近几年内由卫生部和中国预防医学科学院组织制定的有关卫生检测方面的规范及我国和美国、日本、德国、原苏联的卫生标准和生物接触限值等,供使用时参考。

本书是“全国车间空气监测检验方法科研协作组”和“全国生

物材料检测方法科研协作组”的又一科研成果。这两个科研协作组是受卫生部委托,由中国预防医学科学院劳动卫生与职业病研究所组织,并得到中国预防医学科学院卫生标准处的指导。参加这两个科研协作组的单位主要有中国预防医学科学院劳动卫生与职业病研究所、上海市卫生防疫站、湖北省卫生防疫站、广东省职业病防治院、天津市劳动卫生职业病研究所、北京市劳动卫生职业病防治研究所、辽宁省劳动卫生职业病防治研究所、山东省劳动卫生职业病研究所、四川省劳动卫生职业病防治研究所、陕西省卫生防疫站、四川省卫生防疫站、上海市劳动卫生职业病防治研究所、北京医科大学、华西医科大学、上海医科大学、哈尔滨医科大学、安徽省职业病防治研究所、江苏省卫生防疫站、重庆市卫生防疫站、沈阳市劳动卫生职业病防治研究所、新乡市职业病防治所、青岛市卫生防疫站、南京市卫生防疫站、湖南省劳动卫生职业病防治研究所、本溪钢铁公司劳动卫生研究所、鞍山钢铁公司劳动卫生研究所、山东化工职业病防治所、常州市卫生防疫站、扬州市卫生防疫站、福建省劳动卫生职业病研究所、黑龙江省劳动卫生职业病研究所、河南省劳动卫生职业病研究所、杭州市职业病防治所、河北省劳动卫生职业病防治研究所等 30 多个单位。参加研制工作的科研人员逾百,在本书的每个方法后面只附了该方法的主要研制者或编写者。在此,谨向为科研协作组和编写本书作出贡献的单位和人员表示衷心的感谢。

编写组对研制者提供的检测方法作了进一步的审定、筛选和编写,力求做到推荐的检测方法准确可靠,书写的文字简明正确,编写的格式合理统一。但由于编者水平有限,编写时间较短,书中难免存在不足和差错,欢迎提出宝贵意见和建议。

编 者

1995 年 10 月

---

## 使用说明

为了正确使用本书,请在使用前阅读本说明。

1. 空气采样体积:一般系指空气中毒物的浓度在卫生标准规定的水平下应采集的空气样品体积;毒物浓度高于此水平时,则应减少采样体积或在测定前稀释样品或减少样品用量。

2. 水:除另有说明者外,方法中所使用的水,在空气检测部分,均指蒸馏水或同等纯度的水;在生物材料检测部分,均指去离子水(即比电阻大于  $500\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$  或同等纯度的水)或重蒸馏水。

3. 试剂规格:除注明者外,方法中所使用的试剂均为分析纯级。使用的溶剂均为不含有影响测定的杂质,否则,应提纯后使用。

4. 溶液:除注明者外,方法中所使用的溶液均指水溶液。试剂中所述 1+2 或 5+95 的溶液,前一个数为试剂体积,后一个数为溶剂体积。

5. 盐酸、硝酸、硫酸、高氯酸、磷酸和氨水:凡未注明浓度者皆指浓溶液,即:盐酸  $\rho_{20}=1.18\text{g/ml}$ ,硝酸  $\rho_{20}=1.42\text{g/ml}$ ,硫酸  $\rho_{20}=1.84\text{g/ml}$ ,高氯酸  $\rho_{20}=1.67\text{g/ml}$ ,磷酸  $\rho_{25}=1.68\text{g/ml}$ ,氨水  $\rho_{25}=0.9\text{g/ml}$ 。

6. 比色杯的规格:除另有注明者外,方法中所使用的比色杯的液层厚度均为 10mm。

7. 仪器的尺寸和规格:仪器附图的尺寸均以 mm 表示;空气采样仪器的规格参见附录一。

8.  $V_0$ :空气检测的计算公式中的  $V_0$  指换算成标准状况(气温

0℃,大气压 101.3kPa)下采集空气样品的体积,计算公式为

$$V_0 = V_t \times \frac{273}{273+t} \times \frac{p}{101.3}$$

式中:  $V_t$ ——在  $t$  和  $p$  时的采样体积, L;

$t$ ——采样点的气温, 0℃;

$p$ ——采样点的大气压, kPa。

9.  $K$ : 生物材料检测中尿比重校正系数  $k$  指尿比重校正到标准比重 1.020 时的系数, 计算公式为

$$K = \frac{1.020 - 1.000}{\text{实测比重} - 1.000}$$

10. 最低检出浓度: 空气检测中的最低检出浓度系指在注明的采样体积下, 方法能够检出的空气被测物的最低浓度。

11. 方法的检出限、精密度、回收率、解吸效率、洗脱效率、穿透容量等定义及其实验方法, 请见本书附录二和《车间空气监测检验方法》第三版的附录 5《车间空气中有毒物质监测研究规范(试行草案)》以及《生物材料中有毒物质分析方法手册》的附录 7《生物材料分析方法的研制准则(尿样及血样)》。

---

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一篇 空气检测部分       | 1  |
| 1. 铅             | 1  |
| 甲、四(对磺基苯)卟啉分光光度法 | 1  |
| 乙、氢化物发生-原子吸收光谱法  | 4  |
| 2. 汞             | 6  |
| 氢化物发生-原子吸收光谱法    | 6  |
| 3. 氯化锌           | 9  |
| 火焰原子吸收光谱法        | 9  |
| 4. 镉             | 11 |
| 石墨炉原子吸收光谱法       | 11 |
| 5. 铬酸盐和重铬酸盐      | 13 |
| 火焰原子吸收光谱法        | 13 |
| 6. 钴             | 15 |
| 亚硝基二甲氨基酚分光光度法    | 15 |
| 7. 铈             | 17 |
| 等离子体原子发射光谱法      | 17 |
| 8. 钽及其氧化物        | 20 |
| 碘绿分光光度法          | 20 |
| 9. 钒及其化合物        | 22 |
| 催化极谱法            | 22 |
| 10. 铈            | 25 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 5-Br-PADAP 分光光度法   | 25 |
| 11. 铊              | 27 |
| 石墨炉原子吸收光谱法         | 27 |
| 12. 三氟化硼           | 29 |
| 苯羟乙酸分光光度法          | 29 |
| 13. 氢化锂            | 31 |
| 火焰分光光度法            | 31 |
| 14. 二氯二丁基锡         | 33 |
| 溶剂解吸-气相色谱法         | 33 |
| 15. 二月桂酸二丁基锡       | 35 |
| 双硫脲分光光度法           | 35 |
| 16. 三苯基氯化锡         | 37 |
| 双硫脲分光光度法           | 37 |
| 17. 氯化钡            | 39 |
| 硫酸钡比浊法             | 39 |
| 18. 三氧化二砷          | 41 |
| 甲、石墨炉原子吸收光谱法       | 41 |
| 乙、氢化物发生-原子吸收光谱法    | 43 |
| 19. 硒及其化合物         | 46 |
| 氢化物发生-原子吸收光谱法      | 46 |
| 20. 臭氧             | 48 |
| 硼酸碘化钾分光光度法         | 48 |
| 21. 二氧化硫           | 50 |
| 甲醛缓冲液-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 | 50 |
| 22. 六氟化硫           | 53 |
| 直接进样-气相色谱法         | 53 |
| 23. 硫酰氟            | 54 |
| 直接进样-气相色谱法         | 54 |
| 24. 氟化氢及氟化物        | 56 |
| 氟试剂-钼盐比色法          | 56 |
| 25. 氯              | 59 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 甲基橙分光光度法·····     | 59 |
| 26. 过氧化氢·····     | 61 |
| 四氯化钛分光光度法·····    | 61 |
| 27. 黄磷·····       | 63 |
| 硝酸银分光光度法·····     | 63 |
| 28. 磷化氢·····      | 65 |
| 火焰光度气相色谱法·····    | 65 |
| 29. 二氧化碳·····     | 68 |
| 甲、直接进样-气相色谱法····· | 68 |
| 乙、滴定法·····        | 69 |
| 30. 总烃·····       | 71 |
| 热解吸-气相色谱法·····    | 71 |
| 31. 抽余油·····      | 73 |
| 甲、直接进样-气相色谱法····· | 73 |
| 乙、热解吸-气相色谱法·····  | 74 |
| 32. 丁二烯·····      | 76 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 76 |
| 33. 茚·····        | 79 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 79 |
| 34. 联苯-苯醚·····    | 81 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 81 |
| 35. 甲醇·····       | 83 |
| 变色酸分光光度法·····     | 83 |
| 36. 异丁醇·····      | 85 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 85 |
| 37. 戊醇·····       | 87 |
| 对二甲氨基苯甲醛比色法·····  | 87 |
| 38. 异辛醇·····      | 89 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 89 |
| 39. 2-丁氧基乙醇·····  | 91 |
| 溶剂解吸-气相色谱法·····   | 91 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 40. 糠醇.....           | 93  |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....      | 93  |
| 41. 甲酚.....           | 95  |
| 毛细管柱气相色谱法.....        | 95  |
| 42. $\beta$ -萘酚 ..... | 97  |
| 高效液相色谱法.....          | 97  |
| 43. 丙酮.....           | 99  |
| 糠醛分光光度法.....          | 99  |
| 44. 甲基异丁基甲酮 .....     | 101 |
| 甲、溶剂解吸-气相色谱法 .....    | 101 |
| 乙、热解吸-气相色谱法 .....     | 103 |
| 45. 环己酮 .....         | 105 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....      | 105 |
| 46. 甲醛 .....          | 107 |
| 甲、变色酸分光光度法.....       | 107 |
| 乙、示波极谱法.....          | 109 |
| 47. 乙醛 .....          | 112 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....      | 112 |
| 48. 异丁醛 .....         | 114 |
| 热解吸-气相色谱法 .....       | 114 |
| 49. 丙烯醛 .....         | 116 |
| 4-己基间苯二酚分光光度法 .....   | 116 |
| 50. 草酸 .....          | 118 |
| 离子色谱法 .....           | 118 |
| 51. 邻苯二甲酸酐 .....      | 120 |
| 溶剂洗脱-气相色谱法 .....      | 120 |
| 52. 异丙醚 .....         | 122 |
| 热解吸-气相色谱法 .....       | 122 |
| 53. 环氧乙烷 .....        | 124 |
| 甲、变色酸分光光度法.....       | 124 |
| 乙、直接进样-气相色谱法 .....    | 126 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 54. 乙酸酯类 .....         | 127 |
| 羟胺-氯化铁分光光度法 .....      | 127 |
| 55. 丙烯酸乙酯 .....        | 130 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 130 |
| 56. 丙烯酸丁酯 .....        | 132 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 132 |
| 57. 甲基丙烯酸环氧丙酯 .....    | 134 |
| 毛细管柱气相色谱法 .....        | 134 |
| 58. 邻苯二甲酸二丁酯 .....     | 135 |
| 甲、溶剂洗脱-气相色谱法 .....     | 135 |
| 乙、高效液相色谱法 .....        | 137 |
| 59. 邻苯二甲酸二辛酯 .....     | 139 |
| 高效液相色谱法 .....          | 139 |
| 60. 二噁烷 .....          | 139 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 139 |
| 61. 考的松 .....          | 141 |
| 高效液相色谱法 .....          | 141 |
| 62. 1,2,3-三氯丙烷 .....   | 143 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 143 |
| 63. 三氯三氟乙烷(F113) ..... | 145 |
| 热解吸-气相色谱法 .....        | 145 |
| 64. 三氯乙烯 .....         | 147 |
| 热解吸-气相色谱法 .....        | 147 |
| 65. 四氯乙烯 .....         | 149 |
| 热解吸-气相色谱法 .....        | 149 |
| 66. 碘甲烷 .....          | 151 |
| 热解吸-气相色谱法 .....        | 151 |
| 67. 环氧氯丙烷 .....        | 152 |
| 变色酸分光光度法 .....         | 152 |
| 68. 氯苯 .....           | 155 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 155 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 69. 苄基氯 .....            | 157 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 157 |
| 70. 乙胺 .....             | 159 |
| 甲、溶剂解吸-气相色谱法 .....       | 159 |
| 乙、重氮盐比色法 .....           | 161 |
| 71. 二乙胺 .....            | 163 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 163 |
| 72. 乙二胺 .....            | 165 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 165 |
| 73. 叠氮酸及叠氮化合物 .....      | 167 |
| 三氯化铁比色法 .....            | 167 |
| 74. 硝基乙烷 .....           | 170 |
| 热解吸-气相色谱法 .....          | 170 |
| 75. 二甲基甲酰胺 .....         | 172 |
| 羟胺-氯化铁分光光度法 .....        | 172 |
| 76. 吡啶 .....             | 174 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 174 |
| 77. 丙烯酰胺 .....           | 176 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 176 |
| 78. 己内酰胺 .....           | 178 |
| 溶剂洗脱-气相色谱法 .....         | 178 |
| 79. 硝基苯 .....            | 180 |
| 盐酸萘乙二胺比色法 .....          | 180 |
| 80. 二硝基苯 .....           | 182 |
| 乙醚-丙酮比色法 .....           | 182 |
| 81. 三硝基甲苯 .....          | 185 |
| 乙醇-碱分光光度法 .....          | 185 |
| 82. 苯胺 .....             | 187 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 187 |
| 83. N-一甲基苯胺(一甲替苯胺) ..... | 188 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....         | 188 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 84. N,N-二甲基苯胺(二甲替苯胺) .....   | 190 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....             | 190 |
| 85. 对硝基苯胺 .....              | 191 |
| 甲、紫外分光光度法 .....              | 191 |
| 乙、高效液相色谱法 .....              | 192 |
| 86. 对硝基氯苯 .....              | 194 |
| 紫外分光光度法 .....                | 194 |
| 87. 苄基氰 .....                | 196 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....             | 196 |
| 88. 肼 .....                  | 198 |
| 甲、对二甲氨基苯甲醛分光光度法 .....        | 198 |
| 乙、溶剂解吸-气相色谱法 .....           | 200 |
| 89. 一甲基肼 .....               | 202 |
| 甲、对二甲氨基苯甲醛分光光度法 .....        | 202 |
| 乙、溶剂解吸-气相色谱法 .....           | 204 |
| 90. 偏二甲基肼 .....              | 206 |
| 甲、氨基亚铁氰化钠分光光度法 .....         | 206 |
| 乙、溶剂解吸-气相色谱法 .....           | 208 |
| 91. 硝化甘油 .....               | 210 |
| 甲、溶剂解吸-气相色谱法 .....           | 210 |
| 乙、盐酸萘乙二胺比色法 .....            | 212 |
| 92. 环三亚甲基三硝胺(黑索金,RDX) .....  | 214 |
| 高效液相色谱法 .....                | 214 |
| 93. 环四亚甲基四硝胺(奥克托今,HMX) ..... | 216 |
| 盐酸萘乙二胺比色法 .....              | 216 |
| 94. 丙酮氰醇 .....               | 218 |
| 甲、异菸酸钠-巴比妥酸钠分光光度法 .....      | 218 |
| 乙、热解吸-气相色谱法 .....            | 220 |
| 95. 异佛尔酮二异氰酸酯 .....          | 222 |
| 高效液相色谱法 .....                | 222 |
| 96. 二异氰酸甲苯酯 .....            | 224 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 溶剂提取-气相色谱法 .....     | 224 |
| 97. 二苯基甲烷二异氰酸酯 ..... | 227 |
| 甲、溶剂提取-气相色谱法 .....   | 227 |
| 乙、盐酸萘乙二胺比色法 .....    | 229 |
| 98. 呋喃氟尿嘧啶 .....     | 231 |
| 高效液相色谱法 .....        | 231 |
| 99. 甲硫醇 .....        | 233 |
| 溶剂洗脱-气相色谱法 .....     | 233 |
| 100. 三甲苯磷酸酯 .....    | 235 |
| 紫外分光光度法 .....        | 235 |
| 101. 敌百虫 .....       | 237 |
| 2,4-二硝基苯肼分光光度法 ..... | 237 |
| 102. 磷胺 .....        | 239 |
| 酶-氯化铁比色法 .....       | 239 |
| 103. 倍硫磷 .....       | 243 |
| 溶剂解吸-气相色谱法 .....     | 243 |
| 104. 溴氰菊酯 .....      | 245 |
| 甲、溶剂提取-气相色谱法 .....   | 245 |
| 乙、高效液相色谱法 .....      | 246 |
| 105. 氯氰菊酯 .....      | 249 |
| 高效液相色谱法 .....        | 249 |
| 106. 总粉尘 .....       | 250 |
| 滤膜称量法 .....          | 250 |
| 107. 呼吸性粉尘 .....     | 252 |
| 冲击式采样法 .....         | 252 |
| 108. 粉尘中游离二氧化硅 ..... | 254 |
| 焦磷酸质量法 .....         | 254 |
| 109. 粉尘分散度 .....     | 257 |
| 甲、滤膜溶解涂片法 .....      | 257 |
| 乙、自然沉降法 .....        | 258 |
| 110. 石棉纤维 .....      | 259 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 滤膜-相衬显微镜计数法 .....             | 259 |
| <b>第二篇 生物材料检测部分</b> .....     | 267 |
| 1. 血中铅 .....                  | 267 |
| 石墨炉原子吸收光谱法 .....              | 267 |
| 2. 尿中铅 .....                  | 269 |
| 甲、石墨炉原子吸收光谱法 .....            | 269 |
| 乙、示波极谱法 .....                 | 272 |
| 3. 血中锌原卟啉 .....               | 275 |
| 血液荧光计法 .....                  | 275 |
| 4. 尿中砷 .....                  | 277 |
| 新银盐分光光度法 .....                | 277 |
| 5. 尿中铜 .....                  | 280 |
| 石墨炉原子吸收光谱法 .....              | 280 |
| 6. 血清中铜 .....                 | 282 |
| 火焰原子吸收光谱法 .....               | 282 |
| 7. 尿中锡 .....                  | 284 |
| 石墨炉原子吸收光谱法 .....              | 284 |
| 8. 尿中锌 .....                  | 286 |
| 火焰原子吸收光谱法 .....               | 286 |
| 9. 尿中三氯乙酸 .....               | 288 |
| 顶空气相色谱法 .....                 | 288 |
| 10. 尿中呋喃丹及 3-羟基呋喃丹 .....      | 291 |
| 毛细管柱气相色谱法 .....               | 291 |
| 11. 尿中肌酐 .....                | 293 |
| 甲、苦味酸分光光度法 .....              | 293 |
| 乙、高效液相色谱法 .....               | 295 |
| 12. 血清中总巯基和非蛋白巯基 .....        | 297 |
| DTNB 分光光度法 .....              | 297 |
| 13. 呼出气中丙酮 .....              | 299 |
| 气相色谱法 .....                   | 299 |
| 附录一 作业场所空气采样仪器的技术规范(试用) ..... | 302 |

|     |                         |     |
|-----|-------------------------|-----|
| 附录二 | 作业场所毒物监测的常用名词、术语和缩写 ... | 312 |
| 附录三 | 我国劳动卫生标准.....           | 321 |
| 附录四 | 国外劳动卫生标准.....           | 328 |
| 附录五 | 国外生物接触限值.....           | 414 |