

2012

# 铅中毒的防治

王世俊 张书珍 编



人民卫生出版社

D.14.43. R135.11

3940

# 铅中毒的防治

王世俊 张书珍 编

人民卫生出版社

## 铅中毒的防治

开本: 787×1092/32      印张: 2<sup>1</sup>/<sub>8</sub>      字数: 56 千字

---

王世俊 张书珍 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

·北京市宣武区德新街 100 号·

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

---

统一书号: 14048·3350

1973 年10月第1版—第1次印刷

定 价: 0.20 元

印数: 1—20,450

# 要重视防治职业病的工作

摘自《人民日报》短评

搞好工业卫生，防治职业病，是一个值得重视的问题。

.....

毛主席指出：“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”伟大领袖毛主席历来十分关心工人阶级和广大劳动人民的健康。搞好工业卫生，防治职业病，它充分反映出我国社会主义制度的优越性。在资本主义国家里，资本家把工人当成攫取利润的工具；利润就是一切，根本不管工人的健康和死活。我国的社会主义制度就完全不同。我们发展工业的根本目的，是为了工人阶级和劳动群众的利益。因此，在发展工业生产的同时，必须积极认真地防治直接危害工人健康的职业病，保护工人的健康。

防治职业病的工作，要坚决贯彻执行“预防为主”的方针。除了加强药物治疗和防护工作外，更为重要的是，通过技术革新，改革工艺设备，改善劳动环境。各地实践充分证明，这是最积极、最有效的预防，是从根本上战胜职业病的办法。

工人群众对职业病的危害体会最深，防治职业病的积极性最高，并且有同职业病作斗争的实践经验。许多防治职业病的有效药物和方法，都是工人群众和医务人员一起从实践中总结出来的。特别是搞技术革新，改革工艺设备，改善劳动环境，更不能离开广大工人。工矿企业的各级领导只有把群众充分发动起来，才能搞好工业卫生，防治职业病。

(原载一九七二年二月十三日《人民日报》)

## 前 言

在无产阶级文化大革命取得伟大胜利和批林整风运动深入发展的大好形势下，出现了工农业生产的新高潮。

职业性铅中毒是工矿企业中危害工人健康面最广的常见职业病之一。要搞好职业性铅中毒的防治工作，必须认真贯彻“预防为主”的方针，广泛发动群众，做好宣传工作。

遵照毛主席关于“应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业”的教导，更好地适应当前工农业生产发展的需要，我们编写了这本小册子，将铅中毒防治的基本知识介绍给广大的职业病防治工作者和工人同志。以期共同努力，为广泛开展职业病防治工作，保护工人的健康，促进工业生产的发展，作出成绩。

由于经验不足，学习不够，错误之处请给予批评指正。

编 者

1973 年 7 月

# 目 录

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第一章 铅接触         | 1  |
| 一、职业性铅接触        | 1  |
| 二、非职业性铅接触       | 9  |
| 第二章 铅在人体内的动态和作用 | 11 |
| 一、铅在人体内的代谢过程    | 11 |
| 二、铅的毒性          | 14 |
| 第三章 铅中毒的临床表现    | 18 |
| 一、神经系统症状        | 18 |
| 二、消化系统症状        | 19 |
| 三、血液系统症状        | 21 |
| 四、循环-泌尿系统症状     | 21 |
| 第四章 铅中毒的实验室检查   | 22 |
| 一、空气中铅浓度的测定     | 22 |
| 二、体液中铅测定        | 22 |
| 三、血液检查          | 24 |
| 四、卟啉代谢产物的测定     | 27 |
| 第五章 铅中毒的诊断      | 33 |
| 一、职业史、接触史       | 33 |
| 二、铅吸收的检验指标      | 34 |
| 三、铅中毒的临床症状      | 35 |
| 四、铅中毒的诊断标准      | 35 |
| 五、鉴别诊断          | 56 |
| 第六章 铅中毒的治疗      | 39 |
| 一、驱铅疗法          | 39 |
| (一) 依地酸二钠钙      | 39 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| (二) 二乙烯三胺五乙酸三钠钙·····           | 43 |
| (三) 青霉胺·····                   | 44 |
| (四) 二巯基丁二酸钠·····               | 44 |
| 二、中草药治疗·····                   | 45 |
| 三、其它疗法·····                    | 46 |
| 四、对症疗法·····                    | 46 |
| 第七章 铅中毒临床病例·····               | 48 |
| 第八章 四乙铅中毒·····                 | 55 |
| 一、性质和用途·····                   | 55 |
| 二、四乙铅对机体的作用·····               | 56 |
| 三、症状·····                      | 57 |
| 四、实验室检查·····                   | 58 |
| 五、诊断·····                      | 58 |
| 六、治疗·····                      | 59 |
| 第九章 铅中毒的预防·····                | 60 |
| 一、消除或减少铅毒发生源·····              | 60 |
| 二、降低作业环境空气中铅尘或铅蒸气的浓度·····      | 61 |
| (一) 改进工艺过程, 控制铅尘或铅蒸气发生的条件····· | 61 |
| (二) 通风排毒·····                  | 62 |
| (三) 建立合理的卫生清扫制度·····           | 70 |
| 三、个人防护和个人卫生·····               | 72 |
| 四、卫生保健工作·····                  | 74 |
| 五、四乙铅中毒的预防措施·····              | 77 |

# 第一章 铅 接 触

人和铅的接触，年代已经很久远了。我国有悠久的历史和文化。从出土的文物可以看出，我国在几千年以前就生产铅和使用铅了。殷周的青铜器中有铅，殷代有铅器；西汉的彩釉陶以及明清的琉璃和景太蓝，在制造过程中都使用铅。明代李时珍《本草纲目》中收录的铅及其化合物有：铅、铅丹、密陀僧、铅霜、铅粉。书中还说明了当时的生产工艺和危害。铅的生产和使用丰富了人民的的生活和文化，这是劳动人民从长期生产实践中积累的经验。

铅在现代工业中仍然有广泛的用途，和人民生活有密切的联系。人和铅接触有两种不同的情况：一种是在工业生产中接触铅，即职业性铅接触；一种是在日常生活中使用铅，即非职业性铅接触。铅对人有一定的毒性，接触过多可以发生中毒。非职业性铅接触引起中毒往往是意外事故，这种情况比较少见。铅作业工人接触铅比较经常，而且用量比较多，防护不好可以发生中毒，因而防治铅中毒的重点在于预防职业性铅中毒。

## 一、职业性铅接触

目前铅作业有几百种，重要的有：

1. 铅矿开采。
2. 冶金 铅冶炼、铸造、铅合金（焊锡、轴承合金、铅锑合金）铸造、铅浴热处理、铅制品如铅管、铅皮、铅箔、铅丸等。



3. 印刷 熔铅、铸字、浇板。
  4. 交通 列车轴承(挂瓦)、船桥修造。
  5. 电工 电缆包皮、元件喷金。
  6. 屏蔽设备。
  7. 化工机械 铅槽、铅室。
  8. 铅蓄电池制造、修理。
  9. 陶瓷玻璃工业 铅釉料、光学玻璃。
  10. 油漆颜料 黄丹、铅丹、铅铬黄、铅白、硫酸铅。
  11. 制药 醋酸铅。
  12. 农药 砷酸铅。
  13. 塑料工业 稳定剂(三盐基性硫酸铅、二盐基性亚磷酸铅)、珠光钼扣。
  14. 橡胶工业 硫化促进剂(一氧化铅)。
  15. 石油工业 四乙铅。
- 使用铅的作业很多,不能一一列举。为了能抓住重点,并了解使用原理,根据化学原料和工艺,把铅作业归纳成几个简单的类型。

### (一) 铅和铅合金

**铅矿** 自然界存在的主要铅矿是方铅矿( $PbS$ )。方铅矿常和闪锌矿( $ZnS$ )同时存在,叫做铅锌矿。方铅矿的成分是硫化铅。硫化铅呈黑色,不溶于水和碱中,能溶于酸中。

**铅冶炼** 方铅矿在空气中焙烧,将硫化铅转变成一氧化铅;再用焦炭把一氧化铅还原成铅。提取纯铅用电解法。用不纯的铅作阳极,用薄片纯铅作阴极,电解液用硅氟酸和硅氟酸铅。

1. 铅的物理性质 铅是浅灰色金属,因具有特殊性质而有特殊用途。

1) 重: 铅比重 11.34, 是仅次于金和汞的重金属。因为铅重, 可用于制造子弹和比重计。

2) 软: 铅的展性大, 在不加热的情况下, 可轧成铅皮, 铝箔。作成牙膏皮可挤压; 作成铅管可弯曲。

3) 熔点低: 熔点  $327^{\circ}\text{C}$ , 沸点  $1740^{\circ}\text{C}$ 。铅可作保险丝。

4) 抗湿性: 铅的新割面有光泽, 接触空气后, 铅的表面覆盖上一层灰色的氢氧化铅保护膜。铝箔可以防止物品受潮。用铅作成电缆包皮, 耐湿, 而具有保护作用。

2. 铅的化学性质 铅和稀盐酸或稀硫酸作用时, 形成一层难溶的铅盐覆盖在铅的表面, 可以阻止铅继续被酸腐蚀。因而化学工业利用这个特性可作耐酸衬里, 如作成铅槽和铅室。但铅不能耐受浓酸, 并容易溶于稀硝酸中。铅在空气中也溶于弱酸, 如醋酸、碳酸中。

铅合金 以铅为基础的合金, 加入其它金属, 目的在于增强硬度和降低熔点, 铅合金的共熔点比铅的熔点要低。印刷铅字合金含铅 75%, 锑 20%, 锡 5%, 熔点  $246^{\circ}\text{C}$ 。铅基轴承合金含铅 66~80%, 并加锡、锑、砷。软焊料(焊锡)含铅 38%, 锡 62%, 熔点  $183^{\circ}\text{C}$ 。以其它金属为基础的合金, 如青铜, 加铅有助熔作用, 可降低熔点, 容易铸造。

熔炼铅的危害在于产生铅蒸气。温度达到  $400^{\circ}\text{C}$  时, 即有大量铅蒸气逸入空气中。随着温度的增高, 空气中铅浓度明显增高。熔铅时, 铅污染空气的危险不仅在铅开始蒸发的温度, 而在低得多的温度。因为熔铅时铅迅速氧化, 生成氧化亚铅( $\text{Pb}_2\text{O}$ ), 它的颗粒小, 熔点低。在熔铅撇渣时, 经过搅动, 氧化亚铅随着热气飘浮起来。熔铅时要注意温度, 不要过高。此外, 在铸件冷却时也可以产生铅尘。铅蒸气的毒害比铅尘要大些, 因为前者的颗粒比后者要小些, 更容易吸

收。

## (二) 铅的氧化物 (丹粉)

铅的氧化物用途很广。

**氧化亚铅** 铅在空气中稍加热，在表面形成的黑色物质就是氧化亚铅，俗称黑粉。这是极微细的粉末，容易溶于弱酸中。

**一氧化铅 (黄丹；密陀僧； $PbO$ )** 有黄色粉末 (黄丹) 和橘黄色结晶 (密陀僧) 两种变体。从前者转变成后者需要加温超过  $488^{\circ}C$ 。把焙烧炉炉温升到  $400^{\circ}C$  左右，投入黑粉，由反应产热，温度可升到  $600^{\circ}C$ ，可制成一氧化铅。

一氧化铅可溶于水和酸、碱中。大量用于铅蓄电池生产，用于油漆颜料工业和陶瓷工业。一氧化铅也是生产一些化工产品如醋酸铅、硝酸铅、铅铬黄、杀虫剂等原料。一氧化铅加于含硫量高的石油中，与硫化物作用，形成硫化铅，可以除硫。

**铅丹 (红丹；四氧化三铅； $Pb_3O_4$ )** 鲜红色粉末，在  $350\sim 450^{\circ}C$  时一氧化铅可氧化成铅丹；温度超过  $460^{\circ}C$  时，铅丹可分解成黄丹。制法：把铅块熔化，冷凝成铅条，切成铅粒。在铅粉机内磨擦成粉，送入冷风，使铅粉氧化成氧化亚铅 (黑粉)。在  $200^{\circ}C$  氧化成半成品，升温到  $450^{\circ}C$  焙烧可制成铅丹。铅丹的用途很广，可用于铅蓄电池生产、油漆颜料工业、玻璃工业。

**二氧化铅 ( $PbO_2$ )** 红褐色结晶，是一氧化铅或铅丹用氧化剂氧化成的。它是强氧化剂。二氧化铅加热到  $310^{\circ}C$  时放出氧，生成一氧化铅。二氧化铅不溶于水，可溶于酸和碱中。

**铅的氧化物** 铅在  $130^{\circ}C$  开始出现氧化。铅有几种氧化

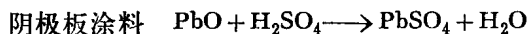
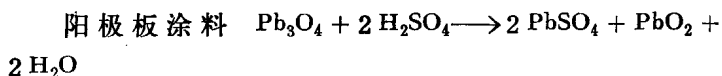
物，如： $\text{Pb}_2\text{O}$ 、 $\text{PbO}$ 、 $\text{Pb}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Pb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}_2$ 。铅的氧化物容易形成粉末，不溶于水，可溶于酸中，但可溶性不及铅白。铅的氧化物（黄丹、铅丹）可作铅蓄电池极板上的涂料（作用物质）。铅的氧化物和二氧化硅加高温可形成铅玻璃，可用于釉料和玻璃。铅的氧化物还是很多化学制品的原料。

铅的氧化物是以粉末的形态存在。在制造和使用过程中，在焙烧、研磨、投料、出料、称量、混料时可以产生大量铅尘。这些铅的氧化物可以溶于酸，因而有可能吸收到身体内，具有一定的毒性。

铅蓄电池工业 铅的氧化物用量最大的是铅蓄电池生产。铅蓄电池的生产过程主要是：

$\begin{array}{l} \text{熔铅} \longrightarrow \text{铸铅板(制成极板)} \\ \text{熔铅} \longrightarrow \text{铸铅球} \longrightarrow \text{磨铅粉} \longrightarrow \text{配涂料} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{熔铅} \longrightarrow \text{铸铅板(制成极板)} \\ \text{熔铅} \longrightarrow \text{铸铅球} \longrightarrow \text{磨铅粉} \longrightarrow \text{配涂料} \end{array}} \right\} \longrightarrow \text{涂板} \longrightarrow \text{烘干} \longrightarrow \text{化成} \\ (\text{充电}) \longrightarrow \text{烘干} \longrightarrow \text{修板} \longrightarrow \text{装配}$

铸铅板和磨铅粉制造铅氧化物的工艺在前边已经提过。涂料的成分主要是铅的氧化物。阳极板用铅丹，阴极板用一氧化铅。铅的氧化物和硫酸混合成涂料，起下列变化：



涂料涂在极板上，烘干后浸在稀硫酸中，通直流电源充电。充电完了时极板上的涂料全部变成可用的有效作用物质，具有疏松多孔的结构。阳极板上是二氧化铅，阴极板上是海绵状铅。极板烘干后，用铁锉把边缘磨光。用铅条把极板焊接成栅状，装配到蓄电池箱里，就制成铅蓄电池成品。

铅蓄电池的重量约有 60~70% 是铅，其中铅锑合金和氧化铅的重量各占一半。在生产过程中，熔铅、铸铅板时产

生大量铅蒸气；制铅粉、涂板时可产生铅尘。修理铅蓄电池时也接触铅尘。铅蓄电池的用量很大，废旧蓄电池的铅80%可以回收再熔炼。

### (三) 铅颜料

很多铅的化合物都具有特殊的颜色，可以用作颜料。常用的有：

**铅丹** 应用较广的是铅丹。铅丹有很强的碱性，能和油漆中的脂肪酸结合成亚麻油酸铅，使漆膜牢固，不透水份，加强铅丹的防锈能力。用钢制造的桥梁、船只、机器、管线都涂铅丹底漆防锈。

**黄丹** 黄丹能和油生成铅皂，配在油漆中作为催干剂。黄丹也是制造铅铬黄的原料。

**铅铬黄(铬酸铅； $\text{PbCrO}_4$ )** 黄丹加入硝酸和冰醋酸，使它形成醋酸铅溶液，加入纯碱溶液去中和酸性。再加入重铬酸铅溶液，反应完全就制成铅铬黄。铬酸铅是黄色结晶，用作黄色和绿色颜料。铬酸铅不溶于水或醇，但在无机强酸或过量碱中分解，在醋酸或其它有机酸中不溶解，也不分解。

**铅白** 主要成分是碱式碳酸铅( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ )。铅加醋酸制成碱式醋酸铅溶液，再加入碳酸氢钠生成铅白。铅白是白色粉末，不溶于水，溶于醋酸和碳酸中。铅白易溶于胃液中，可达到59.8~77.9%。铅白是一种古老的白色颜料，曾用于制造白色油漆。因为容易吸收，毒性大，现在已用其它颜料代替。铅白也用作釉料的助熔剂。

**碱式硫酸铅( $\text{PbSO}_4 \cdot \text{PbO}$ )** 氧化亚铅粉与水调和，加入稀硫酸，生成碱式硫酸铅沉淀。这是一种白色颜料，不溶于水，几乎不溶于硫酸。本来认为它不容易吸收，无毒，可代替铅白。但实际上，它易溶于胃液中，可达到24.7~

30.0%。

油漆工业利用铅化合物的颜色作颜料。此外，黄丹可作催干剂，铅丹还有防锈作用。生产油漆时接触铅的粉尘。铅油漆砂磨可产生铅尘。涂有铅丹防锈漆的钢板，在刮铲时产生铅尘；在焊接或熔割时，由于温度可高到  $1000^{\circ}\text{C}$ ，可以产生铅烟。在修建轮船或桥梁时可发生这种情况。

#### (四) 铅釉料

一氧化铅、铅丹、铅白 加于釉料或玻璃料中可形成铅玻璃。铅的化合物在釉料中有助熔作用。

陶瓷工业 低熔点的釉上彩用含铅的釉料。常用的有一氧化铅和铅白。一般用于装饰美术陶瓷。釉料中的铅和石英加热生成铅玻璃（硅酸铅）保护层。同时，铅有助熔作用，可降低釉料熔点。琉璃、景太蓝、珐琅、搪瓷等所用釉料中加铅都是同样原理。

玻璃工业 玻璃料中加铅的化合物，除了有上述作用外，加铅丹或一氧化铅还可以帮助氧化玻璃料的杂质。一氧化铅用于作折光率强的燧石玻璃。

硅酸铅 ( $\text{PbSiO}_3$ ) 由于陶瓷玻璃工业使用铅化合物，产生粉尘较多，有用硅酸铅代替的。硅酸铅粉尘较少，不溶于水和弱酸，容易在较低的温度成为液态，毒性小。

#### (五) 医药和农药

醋酸铅（铅糖； $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）一氧化铅溶于醋酸中生成醋酸铅。醋酸铅是棱形或片状结晶，熔点  $75^{\circ}\text{C}$ ，极易溶于水。醋酸铅有收敛作用，溶液用于治疗湿疹；软膏用于痔疮。此外，醋酸铅在纺织工业用作媒染剂，而且是制造铅白和铅铬黄的原料。

中药黑锡丹用于治喘；樟丹用于治疗癫痫和精神病。

砷酸铅( $\text{PbHAsO}_4$ ) 砷酸加硝酸铅制成砷酸铅。砷酸铅是白色粉末, 不溶于水, 在农业上用作杀虫剂。

### (六) 塑料稳定剂

聚氯乙烯塑料在热和光的影响下, 有分解的倾向, 加稳定剂可以阻止这种反应。铅盐稳定剂由于价格低廉, 而且对多种物质都有效, 所以是最普通的稳定剂。常用的铅盐稳定剂有: 铅白、三盐基性硫酸铅( $3 \text{ PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、二盐基性亚磷酸铅( $2 \text{ PbO} \cdot \text{PbHPO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{ H}_2\text{O}$ ) 和硬脂酸铅( $\text{Pb}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$ ) 等。

三盐基性硫酸铅 由黄丹加硫酸制成, 加热干燥后成粉状。

二盐基性亚磷酸铅 由黄丹加亚磷酸制成, 加热干燥后成粉状。

铅盐稳定剂具有铅的毒性。生产铅盐和制造聚氯乙烯塑

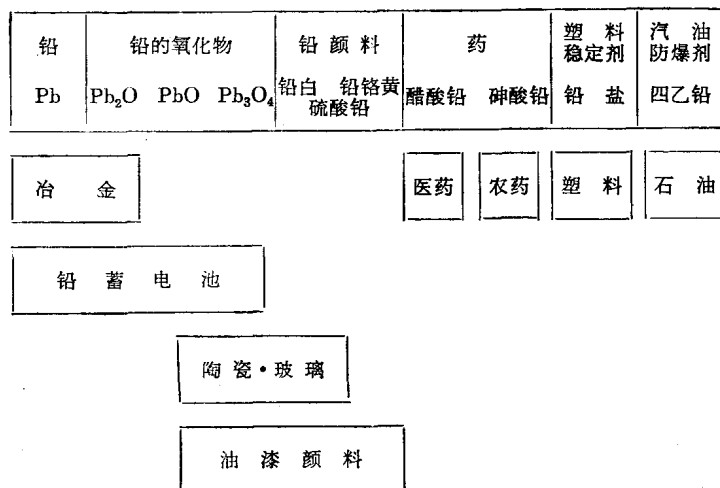


图 1 铅及其化合物在工业上的用途

料使用干粉状的铅盐稳定剂时，可以接触铅尘。铅盐稳定剂不能用于装食物的器皿以及儿童玩具中。

### (七) 汽油防爆剂

四乙铅 ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ) 它是最常用的汽油防爆剂。生产四乙铅，掺混四乙铅汽油，清洗四乙铅油罐，在密闭厂房中试验发动机，误用含铅汽油作溶剂等情况可以接触四乙铅。

铅及其化合物的工业用途综合如图 1。

## 二、非职业性铅接触

人使用的器皿有些含有铅。如果铅混入食物中，可以引起中毒。下面列举以往曾经发生过的意外中毒，目的在于提醒注意，预防发生类似情况。

1. 含铅食具 用锡器盘盛食物曾引起过铅中毒，锡器里含有一定量的铅，用铅壶盛酒也有发生中毒的。用里层有彩釉的陶器盛食物，特别是含酸的食物时，可以发生铅中毒，因为低熔点的彩釉用氧化铅作助熔剂，遇酸可以溶解。有的玻璃杯里面加铅釉，也可以剥脱下来，溶解到饮料中。这种工艺可以装饰美观，但不合乎卫生要求。加铅盐稳定剂的塑料也不能用做食具。

2. 酒中污染铅 盛酒的容器含铅可以污染酒。此外，蒸馏酒时锡制的管道中混杂有铅时也可使酒污染。

3. 含铅油漆 以往油漆中曾大量用铅颜料，如铅白、铅丹等。居住的房屋里门窗户壁以及家俱涂有含铅的油漆。幼年儿童有啃嚼的习惯，可以接触铅，特别是床栏杆、玩具上涂有含铅油漆时，接触铅的机会更多。现在因为铅有一定的毒性，油漆里的铅大部份已经被毒性小的物质代替了，但有些老漆还存在，还要注意。



4. 含铅药物 黑锡丹用于治喘，樟丹用于治疗癫痫。铅有一定的疗效，但用量过大或疗程过长，可以发生中毒。