

劳动保护技术教材

国家劳动总局主编



工业防毒技术

上海科学技术出版社

298
34
804

劳动保护技术教材

工业防毒技术

国家劳动总局 主 编
北京经济学院 江熊 编

上海科学技术出版社

封面设计 卜允合

劳动保护技术教材
工业防毒技术
国家劳动总局 主 编
上海科学技术出版社出版
(上海瑞金二路450号)
上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12 字数 263,000
1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷
印数 1—50,650

统一书号. 15119·2226 定价: (科三)0.95 元

内 部 发 行

内 容 提 要

《工业防毒技术》是国家劳动总局主编的劳动保护技术教材中的一本。书中介绍了工业用综合防毒技术、气溶胶的分离和净化,较为详细地阐述了车间空气中有毒气体的燃烧净化法、冷凝回收法、液体吸收法、固体吸附法及其有关设计计算,并简要介绍了含酚、电镀、含汞和酸碱废水的处理。

本书可供工矿企业劳动部门培训劳保干部用,供劳保干部和企业管理干部学习参考,亦可作为中等专业学校的劳保教材。

前 言

劳动保护是我们社会主义国家和社会主义企业的神圣职责,也是全国一切经济部门和生产企业的头等大事。建国三十多年来,党和政府一直是关怀与重视劳动保护工作的,把它看成是消除生产中不安全和不卫生因素、防止伤亡事故和职业病的发生、保障劳动者安全顺利地完成任务的一项重大措施。

十年内乱,给劳动保护工作带来很大的破坏。自党的十一届三中全会确定工作重点放到经济建设上以后,党的安全生产方针得到了进一步贯彻,劳动保护工作取得了新的成就。

建设四个现代化的社会主义强国,需要有一支宏大的有社会主义觉悟、有科学文化知识、有专业技术和经验的职工队伍。劳动保护是国家经济建设中的一个重要组成部分。为适应经济建设发展的需要,必须发展劳动保护事业。发展劳动保护事业,首先应当壮大劳动保护专业队伍。没有一支专业队伍,所谓加强劳动保护,只能是一句空话。

我局主编出版的一套劳动保护技术教材,计有《劳动保护概论》、《工业通风与防尘》、《工业防毒技术》、《射频辐射防护技术》、《噪声控制技术》、《电气安全技术》、《起重安全技术》、《焊接安全技术》、《锅炉与压力容器安全》和《煤矿安全》等十种。这套教材较为详细地阐述了安全技术与工业卫生技术的原理和方法,可供各地区、各工矿企业劳动部门培训劳动保护干部之用;也可供企业单位劳动保护干部和生产管理干部学

习参考;并可作为中等专业学校的劳动保护教材。

由于编写时间仓促,书中恐有错误、不妥之处,敬希读者批评指正,俾在重版时改正。

1981年10月

目 录

第一章 综合防毒措施	1
第一节 概述	1
第二节 以无毒低毒代替有毒高毒	5
第三节 生产设备的密闭化、管道化和机械化	17
第四节 通风排毒	22
第五节 隔离操作	52
第六节 消除二次尘毒源	57
第七节 个人防护	61
第八节 有毒气体的测定	74
第二章 气溶胶的分离与净化	89
第一节 气溶胶的特性和分离方法	89
第二节 过滤式酸雾净化器	97
第三节 有色冶炼烟气的净化	102
第三章 有害气体的燃烧净化	117
第一节 直接燃烧法	117
第二节 热力燃烧法	121
第三节 催化燃烧法	156
第四节 热量回收利用	182
第五节 安全措施	208
第四章 有害蒸气的冷凝净化	222
第一节 冷凝净化原理	222
第二节 接触冷凝器	229
第三节 表面冷凝器	232
第五章 有害气体的吸收净化	242

第一节 吸收过程的分析及流程	243
第二节 填料塔	254
第三节 填料塔的吸收设计	264
第四节 化学吸收与非等温吸收	288
第五节 其他吸收设备	289
第六章 有害气体的吸附净化	296
第一节 吸附净化原理	296
第二节 吸附法回收有机溶剂的计算	310
第三节 有机溶剂的回收设备	332
第四节 化学吸附法净化含汞空气	343
第七章 废水处理	348
第一节 含酚废水的处理	348
第二节 电镀废水的处理	351
第三节 含汞废水的处理	353
第四节 酸碱废水及其他	354
附录	357
I 车间空气中有害物质的最高容许浓度	357
II 居住区大气中有害物质的最高容许浓度	362
III 十三类有害物质的排放标准	363
IV 工业废水最高容许排放浓度	366
主要参考文献	368

第一章 综合防毒措施

改善劳动条件,防止职业中毒,保护职工的安全和健康,是我国企业管理中贯彻执行党的安全生产方针的一项重要内容。工业防毒技术,是劳动保护的一个组成部分,是应用现代科学技术成果来防止有毒物质对职工危害的一项综合性的应用技术。工业防毒技术包括工业毒理学、综合防毒措施和车间空气中有毒物质的净化回收三个方面。工业毒理学研究工业毒物对人的危害及其规律和各种工业毒物的毒性,制订卫生标准,是提出防毒的任务、对策和采取措施的依据;防毒采取综合性的措施,是由毒物危害、生产条件、防毒技术、医疗保健和组织管理等各方面的因素决定的,包括工艺改革、密封技术、通风排毒、个人防护、以及机械化、自动化等技术;把车间空气中有毒物质的浓度降下来,使之达到国家卫生标准的规定,是改善有毒作业的劳动条件,防止职业中毒的中心环节。工业毒理学已有专著,本书仅对一些常见工业毒物的毒性在有关章节作一简要介绍。本书重点介绍综合防毒措施和车间空气中有毒物质的净化回收。对于工业废水,亦从防毒角度简要介绍有关知识。

第一节 概 述

综合防毒措施包括组织管理、技术措施、个人防护、卫生保健和有毒气体的测定等五个方面。

一、组织管理措施

企业及其主管部门在组织生产的同时要加强对防毒工作

的领导和管理。一般地说,要做好以下几点:

(1) 加强领导。各级领导要提高对保护劳动者安全健康的认识,要把关心劳动者和关心生产统一起来。要有人分管这项工作,并列入议事日程,作为一项重要工作来抓。安全干部则应当当好参谋和助手,要深入生产第一线,调查研究,把有关的职业毒害、防毒经验、改进措施、群众反映、上级部署等情况及时向领导汇报,使有关领导能够随时掌握情况,及时采取措施。

(2) 制订规划,有计划地改善劳动条件。每年在编制生产计划时,要同时编制劳动保护措施计划,所需经费、设备、器材要同生产计划一起安排解决。企业每年应在固定资产更新和技术改造资金中提取百分之十到二十(矿山、化工、金属冶炼企业应大于百分之二十)用于改善劳动条件,不得挪用。

(3) 加强防毒宣传教育,贯彻群众路线。对职工进行防毒宣传教育,既要说明有毒物质对人体的危害性,又要讲清职业毒害是可以防止的,教育职工遵守安全操作规程,爱护设备,加强个人防护。宣传防毒的先进经验和先进技术,发动群众开展技术革新,改善劳动条件。

(4) 依靠群众,建立健全有关防毒的管理制度。有些针对生产条件和毒物性质而实行的规章制度,对防毒更有直接意义。例如,检修设备与处理事故时的清除物料、通风排毒、防护监护等制度,进入容器、地沟、坑、槽工作时的防毒与监护制度,都是防止急性中毒事故的重要措施。对有毒、剧毒物料的保管储运、领用登记和废料除毒等制度,则是防止误用误食,特别是严防破坏事故的必要措施。车间清扫制度,可以及时清除所谓的“二次挥发源”、“二次尘源”,对于减少有毒气体和粉尘的散发,也是很重要的。

(5) 有关工种休假和劳动组织方面的特殊安排。对从事有毒作业的工人,实行缩短的六小时工作日制,以减少接触有毒物质的时间;实行业余疗养,安排好业余休息和营养;在采取防毒技术措施的基础上实行轮换制度,以便把工人从事有毒作业的延续时间限制在所能耐受的限度以内。国家对从事高温、井下和有害健康作业的工人实行提前退休的办法。

二、防毒技术措施

采取防毒技术措施,控制有毒物质,不让它从生产过程中散发出来危害职工。主要是控制有毒的气体 and 粉尘,即有毒的气体、蒸气和气溶胶(雾、烟、尘)。防毒技术措施大体上有四类:

第一类,以无毒、低毒的物料或工艺代替有毒、高毒的物料或工艺。这是从根本上解决防毒问题的一个好办法,也是在防毒方面的一个重要的科研方向。

第二类,生产设备的密闭化、管道化和机械化。在生产中必须使用有毒物料时,必须使用密闭的生产设备,或者把敞口设备改为密闭设备。这是防止有毒气体和粉尘外逸的有效措施。

第三类,通风排毒和净化回收。密闭的生产设备仍有有毒气体或粉尘逸出时,或因生产条件限制而设备无法完全密闭时,要采取通风排毒措施来防毒。采用局部排风系统时,还可对空气中的有毒物质进行净化或回收。净化回收使空气中的有毒物质变有害为有用(或无害),把排出去扩散自净的消极措施变为回收利用的积极措施。因此,对防毒、对生产都有重要意义。

第四类,隔离操作和仪表控制(自动化)。因生产设备条件限制而使有毒气体浓度无法降低到国家卫生标准的时候,也

可以采取隔离操作的措施。

三、个人防护措施

个人防护,如使用防护服、手套、口罩、鞋盖等,一般是为了防止有毒物料、有毒气体和粉尘污染人体。对于可能造成皮肤损害或可能由皮肤侵入人体而致毒的有毒物质,皮肤防护主要靠个人防护措施,对于外露皮肤,有的还要根据毒物性质涂抹防护油膏。

因生产技术条件限制而对有毒气体和粉尘无法控制时,有时也采取个人防护措施,使用送风面盔、过滤式防毒面具或口罩、氧气呼吸器等。这是为了保护人的呼吸系统的,所以有时称之为呼吸防护。

四、卫生保健措施

这是从医疗卫生方面直接保护从事有毒作业工人的健康。主要措施有:

(1) 个人卫生。如饭前洗脸洗手,车间内禁止吃饭、饮水和吸烟,班后淋浴,工作衣帽与便服隔开存放和定期清洗等等,对于防止有毒物质污染人体,特别是对于防止有毒物质从口腔、消化道侵入体内,有重要意义。

(2) 保健食品。按照国家规定供给从事有毒作业工人保健食品,以增加营养,增强体质。建立保健食品制度,是作为解决有害工种的特殊营养需要,增强职工抵抗职业性毒害的能力的一项劳动保护辅助措施。保健食品的发放范围应当是有显著职业性毒害并对营养有特殊需要的工种。

(3) 定期健康检查。由卫生部门对从事有毒作业工人进行定期健康检查,以便对职业中毒能够早期发现、早期治疗。同时,实行就业前健康检查,发现患有禁忌症的,不要分配去相应的有毒作业。在定期健康检查中发现患有禁忌症时,也

应及时调离相关的有毒作业。

(4) 中毒急救。对于有急性中毒危险的作业, 工厂医务室在培训车间卫生员时应当介绍有关的中毒急救知识, 并随时准备好有关中毒急救的医药器材, 以便必要时抢救用。

(5) 对一些新的有毒作业和新的化学物质, 应当请职业病防治院、卫生防疫站或卫生科研部门协助进行卫生学调查, 做动物试验, 弄清致毒物质、毒害程度、毒害机理等情况, 研究防毒对策, 以便采取有关的防毒措施。

五、有毒气体测定

有毒气体测定, 是指对车间(工作地点)空气中有毒物质浓度的测定。有毒气体测定对防毒工作的重要意义在于: ①可以标示毒害程度, 这是评价劳动条件、采取防毒措施的依据; ②可以判明防毒技术措施的效果, 以便改进; ③可以直接反映出防毒措施实施状况, 便于防毒管理的日常检查。

第二节 以无毒低毒代替有毒高毒

以无毒低毒代替有毒高毒, 这要改变生产中的物料或工艺, 所涉及的范围是有毒作业中各行业的生产技术。这里仅举一些目前推行使用的例子。对于那些毒性大、卫生标准要求高、而采取防毒措施又很困难的生产工艺, 要尽可能以无毒代替有毒。

一、电泳涂装

电泳涂装使用水溶性漆。水溶性漆是用水代替有机溶剂的一种漆, 目前还只能用于电泳涂装, 而不能直接用来喷涂或涂刷, 因为水的挥发速度慢, 用于喷、刷时容易产生流挂和烘烤起泡现象。

油漆作业的职业毒害, 主要是苯及其同系物等有机溶剂

挥发成有毒气体的危害。油漆的成分，一般可分为不挥发分（树脂、颜料和催干、防潮、固化等助剂）和挥发分（溶剂、稀释剂）两部分。油漆在工件表面涂布后，不挥发分干结成漆膜，溶剂、稀料（稀释剂）等挥发分即挥发成有毒气体。特别是喷漆，一般用的溶剂（包括稀料）量大而挥发快，常用的硝基漆在稀释喷涂时的溶剂含量达 80% 左右，而占 20% 左右的固体组分形成的漆膜，表干仅需 10 分钟。因此，在喷漆作业中有大量有毒气体散发出来。用于油漆的溶剂，大都是几种有机溶剂的混合物，种类也很多。一般用量较大而毒性又比较显著的是苯及其同系物（甲苯、二甲苯、200 号煤焦溶剂、重质苯等）。

在生产环境中，苯以蒸气状态经呼吸道侵入人体后，很快进入血液，除大部分由呼吸道和氧化后由尿排出外，小部分可积聚在骨骼、脂肪组织及肝脏内。慢性中毒，即长期吸入低浓度的苯蒸气，造成血液和造血器官发生变化，抑制造血机能，使血液中白细胞减少，血小板降低，最后引起贫血。严重时可使骨髓完全破坏，造成再生障碍性贫血。同时也损害神经系统，表现头晕、头痛、乏力、记忆力减退等神经衰弱症候群。急性中毒，即短时间内吸入高浓度的苯蒸气，可直接作用于神经系统，主要是麻醉作用，较轻者表现粘膜刺激症状、头晕、头痛、恶心、呕吐、步履蹒跚等；严重者可发生昏迷、抽搐、血压下降、肺水肿，以至呼吸循环衰竭。液体苯也可经皮肤吸收侵入人体，量很少，但反复、长期直接接触液体苯，会引起皮肤脱脂、干燥，甚至出现红疹、水泡性的皮炎与湿疹。

甲苯、二甲苯侵入人体及排出的途径与苯相似。甲苯的急性中毒，以中枢神经抑制为特征，表现为头痛、头晕、无力、共济失调，甚至意识丧失；其次，局部作用可出现眼结膜及呼

吸道粘膜的刺激症状。甲苯的慢性中毒,表现为头痛、头晕、疲乏、失眠、记忆力减退,以及食欲减退、恶心、呕吐等症状。同时,甲苯中毒可引起肝大。长期接触液体甲苯也可引起皮肤脱水脱脂及皮炎,并可因刺激引起眼角膜炎。二甲苯的致毒作用与甲苯类似。一般地说,甲苯的刺激作用较苯强,而二甲苯又较甲苯强。但是,其慢性致毒作用则正好相反。

油漆溶剂中的其他各种有机溶剂,如酯类、酮类、醇类、醚类、汽油、松节油、糠醛等,也大多有麻醉、刺激和皮肤脂溶等类似的毒作用,而且几种有机溶剂相混合而同时存在时,其致毒作用是相加的。有些有机溶剂还有各自特异的致毒作用,如甲醇损害视网膜可致失明,甲醛会抑制汗腺分泌功能,等等。由此可见,苯类以外的其他有机溶剂并不是无毒,油漆溶剂的蒸气对人体的危害也不仅仅是苯及其同系物,而是以苯及其同系物为代表。

有些油漆作业的防毒措施较困难,特别是大型车辆喷漆作业和车间内作业点分散的油漆作业难以采取有效的通风排毒措施。因此,有必要考虑以无毒低毒代替有毒高毒的办法来解决。电泳涂漆使用水溶性漆,以水来代替有机溶剂,就是以无毒代替有毒的一个典型例子。

电泳涂漆的工作原理,是根据水溶性漆的树脂可以在水中电离这一性质的。水溶性漆的树脂是一种高价酸的羧酸盐(一般是羧酸胺盐)。在电泳槽的直流电场中,带负电的树脂粒子连同附着的颜料粒子,向作为阳极的工件方向电泳,最后沉积在工件表面形成漆膜。带正电的阳离子则在阴极还原成胺(或氨)。同时电渗作用把漆膜内水分渗出,使漆膜含水量只剩5~15%,可以直接进入高温烘干,不会发生起泡或流挂现象。电泳涂漆的前处理要求工件无油、无锈、无酸碱、无电

解质等,要冲洗干净。电泳涂漆后也要用水冲洗,冲去浮漆,再烘干。电泳涂漆的主要设备是电泳槽,工件挂在槽的导电梁上,作为阳极;槽壁接阴极,或者另在槽内挂阴极。槽中漆液需用搅拌机构或循环泵使其保持成分和温度均匀。直流电源可用硅或硒整流器获得。电泳时间一般1~2分钟,也有3~4分钟的。对电泳时间、电压和漆液温度、pH值、固体含量等条件,都要根据不同漆种和工件加以控制,以保证漆膜质量。电泳用的电压,有的36~60伏,也有的高达150~170伏。因此,要注意采取接地、绝缘和挂工件时断电等安全措施。

电泳涂漆以水为溶剂,安全、无毒又经济,而且漆膜均匀,附着牢固,是很有发展前途的油漆新工艺。目前,水溶性电泳漆品种已有改性油、酚醛树脂、醇酸树脂、氨基树脂、环氧树脂、丙烯酸树脂等类,但大多还只能作底漆用。颜色主要是深色,一般烘干温度也较高。有关单位正在研究“底面合一”、低温干燥以及浅色的电泳漆。

无溶剂滴漆^{[10][11]},也是一种不用溶剂的无毒工艺。主要用于电机绕组的绝缘浸漆。这种工艺是在预热的绕组转动时,从端部滴落规定量的无溶剂漆,然后加热固化的一种快速浸漆方法。滴浸机有转盘式、传送带式 and 单台滴浸三种形式。加热方式也有内加热、外加热和内外混合加热三种。内加热,是指电流通过绕组本身的导线从内向外加热。从外部烘烤是外加热。内加热多用于转子,电流容易通过电刷加到转子上去;外加热常用于定子,定子采用内加热方式较为复杂。不用溶剂的关键在于使用无溶剂绝缘漆。这种漆是可聚合的树脂组成物的液体,在浸渍中或浸渍后加热可以固化,而没有挥发物质。使用面较广的是无溶剂环氧漆,由环氧树脂、固化剂、

固化促进剂和稀释剂组成。其他还有不饱和聚酯、聚氨酯和有机硅树脂等漆种。无溶剂漆比之有溶剂漆,内干性好,浸烘时间短,导热性好,绝缘层无气隙,耐电晕性高,浸渍工艺便于机械化,又可防止空气污染,是一项值得推广使用的无毒工艺。

二、无苯稀料

无苯稀料,是以低毒代替高毒在喷漆方面的应用。

苯大量用于喷漆的稀料,即稀释剂。硝基漆的稀料俗称香蕉水。这种稀料含有大量的苯。随着油漆种类的发展,溶剂、稀料中的用苯量在不断减少,配料成分已逐渐改为以甲苯、二甲苯为主,其次为混合苯(苯和甲苯各半)和酯、酮、醇类。常用的稀料成分如表 1-1。

表 1-1 常用喷漆稀释剂成分(%)

稀释剂名称	丙酮	甲苯	二甲苯	酯类	醇类	混合苯	松香水 (200号汽油)	环己酮
统一稀释剂	3	48		39				
混合稀释剂	12	62		26				
过氯乙烯稀释剂	30	55		15				
硝基稀释剂				34	18	48	50	40
聚氨酯稀释剂	18			42				
氨基稀释剂			80		20			
醇酸稀释剂			50					
环氧稀释剂			80		20			

甲苯、二甲苯除了对人体神经系统的损害与苯相似以外,对血液造血系统的致毒作用远不及苯。但据西北地区调查,喷漆作业对血液造血系统仍有损害性影响。据分析,可能是工业用甲苯、二甲苯不纯,混有少量苯所致。因此,应用无苯稀料,以其他溶剂代替苯类溶剂,仍有重要意义。