



常见化学毒物中毒的防治丛书

# 三硝基甲苯中毒的防治

《三硝基甲苯中毒的防治》编写组编

石油化学工业出版社

“常见化学毒物中毒的防治丛书”系介绍丙烯腈、二硫化碳、有机磷农药、三硝基甲苯、苯的氨基和硝基化合物、有机氟化合物、刺激性气体、窒息性气体、镉基金属、汞等常见化学毒物中毒的防治知识，将分册陆续出版。

本书为《三硝基甲苯中毒的防治》，由黑龙江省职业病防治院等单位合编，主要介绍三硝基甲苯的毒理、中毒的临床表现、诊断和治疗方法，对三硝基甲苯的中毒预防措施、废水处理，以及有关检验方法也作了叙述。

本书可供从事职业病防治工作的医药卫生人员和工人医生参考，也可供有关专业的领导干部、工人和技术人员参考。

## 常见化学毒物中毒的防治丛书

### 三硝基甲苯中毒的防治

《三硝基甲苯中毒的防治》编写组 编

\*

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

开本  $787 \times 1092^{1/32}$  印张  $1^{3/4}$  字数 37千字 印数 1—12,000

1978年4月北京第1版 1978年4月北京第1次印刷

书号 15063·化 262 定价 0.15元

限国内发行

## 出版说明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国石油化学工业战线广大革命职工，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，在深入开展“工业学大庆”的群众运动中，使我国的石油化学工业得到了飞速发展。与此同时，生产过程中的劳动保护和环境保护工作也越来越得到了各级领导和广大群众的重视。在党的一元化领导下，充分发动群众，在大搞技术革新、工艺改革，改善劳动条件，预防职业中毒；大搞综合利用，治理三废，保护环境；组织卫生人员深入生产第一线，搞好工业卫生，做好职业病防治工作等方面都做了大量工作，取得了一定成绩，积累了经验。为进一步配合此项工作的开展，我们组织有关单位编写了《丙烯腈中毒的防治》、《二硫化碳中毒的防治》、《有机磷农药中毒的防治》、《三硝基甲苯中毒的防治》、《苯的氨基和硝基化合物中毒的防治》、《有机氟化合物中毒的防治》、《刺激性气体中毒的防治》、《窒息性气体中毒的防治》、《羰基金属中毒的防治》和《汞害的防治》等常见化学毒物中毒的防治知识丛书，将分册陆续出版。

这套丛书从这些化学毒物的理化特性谈起，联系我国国防战线的实际情况，以通俗的语言，简明扼要地介绍毒物的毒性、毒理、中毒表现和治疗方法，并着重叙述了预防毒物中毒的措施及有关分析化验方法等知识，可供从事职业

防治工作的卫生人员和工人医生学习，也可供石油化学工业系统的领导干部、工人和技术人员参考。

在本丛书的编写过程中，各编写单位的领导对这一工作非常重视，给予热情关怀和支持，编写人员认真努力，有关单位的工人和技术人员也给予积极协助和支持。在这里，我们谨表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，切望读者批评指正。

2683/04

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1
一、三硝基甲苯中毒的历史概况 .....	1
二、三硝基甲苯的理化性质和工业应用 .....	3
<b>第二章 三硝基甲苯的毒理</b> .....	5
一、侵入人体的途径、体内代谢及排出 .....	5
二、毒性及毒理作用 .....	7
三、影响三硝基甲苯毒作用的因素 .....	8
<b>第三章 三硝基甲苯中毒的临床表现</b> .....	10
一、急性中毒 .....	10
二、慢性中毒 .....	10
<b>第四章 三硝基甲苯中毒的诊断</b> .....	15
一、急性中毒的诊断 .....	15
二、慢性中毒的诊断 .....	15
三、鉴别诊断 .....	18
<b>第五章 三硝基甲苯中毒的治疗</b> .....	20
一、急性中毒的治疗 .....	20
二、慢性中毒的治疗 .....	21
三、三硝基甲苯中毒性白内障的治疗 .....	26
四、慢性中毒的处理原则 .....	27
<b>第六章 三硝基甲苯中毒的预防</b> .....	28
一、组织措施 .....	28
二、技术措施 .....	29
三、个体卫生预防措施 .....	34
<b>第七章 三硝基甲苯的废水处理</b> .....	40

一、沉淀过滤法 .....	40
二、浓缩-烧毁法 .....	41
<b>第八章 有关检验方法 .....</b>	<b>43</b>
一、变性珠蛋白小体的检查 .....	43
二、尿中三硝基甲苯代谢产物的测定 .....	45
三、皮肤三硝基甲苯污染检查试验(魏勃斯妥氏法) .....	46
四、空气中三硝基甲苯含量的测定 .....	46
五、水中三硝基甲苯含量的测定 .....	48
<b>附录 慢性三硝基甲苯中毒分级诊断参考意见</b>	

# 第一章 概 论

## 一、三硝基甲苯中毒的历史概况

三硝基甲苯于一八六三年合成，一八九一年发现它有强烈的爆炸性能。一九〇三年德国首先使用在军火工业上，作为炸药的主要原料，至一九一五年在这方面的应用更为广泛。三硝基甲苯在我国目前不但用于国防工业，更主要的是广泛应用于民用工业，如用于制造矿山炸药等。因此，三硝基甲苯是国防和经济建设的重要物资。随着我国社会主义建设的迅速发展，三硝基甲苯的生产和使用量与日俱增，接触三硝基甲苯的人员亦日益增多，所以，研究三硝基甲苯中毒的防治方法是劳动卫生职业病工作中的一项重要任务。

早在第一次世界大战期间，国外就有关于三硝基甲苯中毒的病例报道，主要是对人体肝脏与造血系统产生损害。第二次世界大战期间对三硝基甲苯中毒曾提出了一些预防和治疗措施，但由于资本主义制度的腐朽性，资本家根本不关心工人的死活，所以在资本主义国家里，工人中严重三硝基甲苯中毒的病例屡屡发生。例如，在英国医学会的会报中，布里奇曾报道，一九一六年至一九四二年，在英国由于弹药生产和装药引起中毒而发生黄疸者 475 名，其中 125 人不幸死亡，死亡人数占 26.3%，其中男性死亡率为 21.9%，女性死亡率为 28.4%。在美国一个工厂 20 个月报道了 7,000 起三硝基甲苯中毒事故，死亡 105 人，死亡率为 1.5%；另一个工厂在七个半月报道了中毒 17,000 起，死亡 475 人，

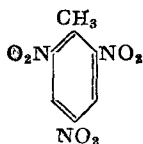
死亡率为 2.9%。第二次世界大战期间，麦康内尔和弗林在三年半内报道三硝基甲苯中毒 379 名，死亡 22 人，其中 8 名死于中毒性肝炎，13 名死于再生障碍性贫血，1 名死于肝炎和再生障碍性贫血。

我国解放前，在帝国主义、军阀和国民党反动派统治下的工厂里，从事三硝基甲苯作业的工人劳动条件十分恶劣，工人过着牛马不如的生活，对于三硝基甲苯中毒的防治更是无人过问。解放以后，在伟大领袖毛主席和党中央的英明领导与亲切关怀下，卫生工作贯彻了面向工农兵、预防为主的工作方针，工厂劳动卫生条件得到显著改善，工艺过程不断地革新，车间空气中三硝基甲苯的浓度逐年下降，严重的三硝基甲苯中毒病例极少发生，根本看不到资本主义国家报道的那种典型的严重三硝基甲苯中毒病例，一些轻度中毒病例都得到了早期及时治疗，这说明了社会主义制度的无比优越。特别是通过无产阶级文化大革命，使劳动卫生和职业病的防治工作得到蓬勃发展。几年来，全国各地医务人员对从事三硝基甲苯作业工人进行了定期健康检查，各有关工业部门大力开展技术革新和技术革命运动，劳动生产环境大大改善，三硝基甲苯中毒发生率逐年下降，为了进一步消除三硝基甲苯对工人健康的危害，保证抓革命、促生产、促工作、促战备的顺利进行，必须在党的一元化领导下，放手发动群众，由领导干部、广大工人、工程技术人员和医务人员相结合，采取各种有效措施，打一场预防三硝基甲苯中毒的人民战争，保护工人身体健康，促进社会主义革命和社会主义建设事业的迅猛发展。



## 二、三硝基甲苯的理化性质和工业应用

三硝基甲苯简称梯恩梯(TNT)，是芳香族硝基化合物，分子式为  $C_6H_2CH_3(NO_2)_3$ ，分子量为 227，比重为 1.66，它有六种异构体，实际应用的为 2,4,6-三硝基甲苯，分子结构式如下：



三硝基甲苯在常温下，为淡黄色针状晶体，受阳光照射后，慢慢变成红褐色的同分异构体。三硝基甲苯的吸湿度为 0.05%。三硝基甲苯微溶于水，易溶于丙酮、甲苯、苯、汽油、氯仿、乙醚、酒精、四氯化碳等有机溶剂中。三硝基甲苯在水和各种有机溶剂中的溶解情况见表 1。

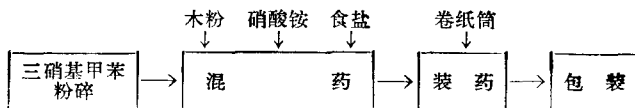
表 1 三硝基甲苯在水和不同有机溶剂中的溶解度

温 度 °C	溶 解 度, %							
	水	95%乙醇	丙酮	乙 醚	氯仿	甲苯	汽油	四氯化碳
0	0.0100	0.65	57	1.73	6	28	13	0.20
5	0.0105	0.75	66	2.08	8.5	32	24	0.25
10	0.0110	0.85	78	2.45	11	38	36	0.40
15	0.0120	1.07	92	2.85	15	45	50	0.50
20	0.0130	1.23	109	3.29	19	55	67	0.65
25	0.0150	1.48	132	3.80	25	67	88	0.85
30	0.0170	1.80	156	4.56	32.5	84	113	1.01
35	0.0220	2.27	187	—	45	104	144	1.32
40	0.0280	2.97	228	—	66	134	180	1.75
45	0.0360	3.70	279	—	101	163	225	2.37
50	0.0470	3.61	346	—	150	208	284	3.23

三硝基甲苯的熔点为  $82^{\circ}\text{C}$ ，常温下不挥发。三硝基甲苯与碱类物质起反应生成深红色的不稳定易爆炸的化合物，少量的三硝基甲苯与氢氧化钾加热到  $160^{\circ}\text{C}$  即发生爆炸，但少量三硝基甲苯在空气中慢慢燃烧并不爆炸，如急剧加热到  $250^{\circ}\text{C}$  即能发生爆炸。三硝基甲苯性质安定，在  $150^{\circ}\text{C}$  下加热 100 小时没有分解现象，不与金属起化学反应，在碱性酒精溶液中呈紫红色，此反应为三硝基甲苯的定性和定量分析的基础。

由于三硝基甲苯的理化性质比较安定，并具有爆炸性能，原料来源容易，所以至今仍然是国防工业中最常用的炸药成份之一，如用于炮弹、航弹、水雷、鱼雷、地雷、手榴弹和爆破药包等的装填，同时在国民经济建设中除直接用三硝基甲苯进行爆破外，更大量的是以三硝基甲苯为原料和硝酸铵等制成硝铵炸药，广泛用于矿山爆破，煤矿开采，隧道开凿，航道疏通和农田水利建设等各方面。

硝铵炸药的生产过程一般为：



在各工序中都可能有三硝基甲苯粉尘逸出。在国防工业中使用三硝基甲苯装填时也会有其粉尘和蒸气逸出。在三硝基甲苯的生产、运输或硝铵炸药的使用过程中，也都有可能接触到三硝基甲苯的粉尘，造成中毒。

## 第二章 三硝基甲苯的毒理

### 一、侵入人体的途径、体内代谢及排出

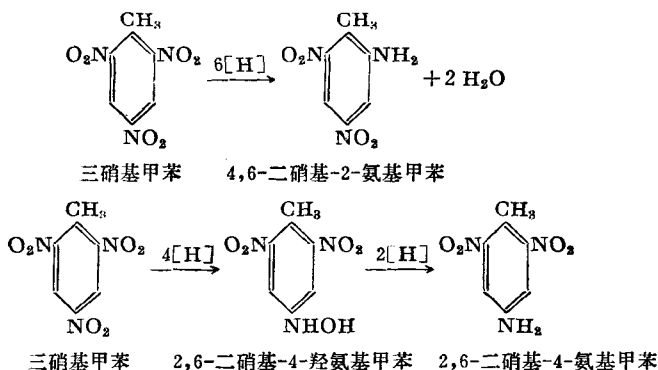
1. 侵入途径 三硝基甲苯在生产条件下，主要经皮肤、呼吸道进入人体。也可经消化道进入体内。

经皮肤进入：三硝基甲苯可经皮肤进入人体，一般夏季三硝基甲苯中毒较其它季节发病率高，可能是由于夏季室温高，出汗多，手臂等裸露部分多，增加了皮肤污染和进入机体的机会所致。而硝酸铵炸药含三硝基甲苯成分虽少，但中毒发生率并不少见，可能是由于硝酸铵具有吸湿性，当污染皮肤时能使皮肤保持湿润，起到类似汗液的作用，是三硝基甲苯易于进入人体的原因。有资料指出，经完整皮肤每工作日可进入三硝基甲苯 200 毫克，若汗液分泌多时可进入 400~600 毫克以上。三硝基甲苯也可经眼结膜少量进入人体。

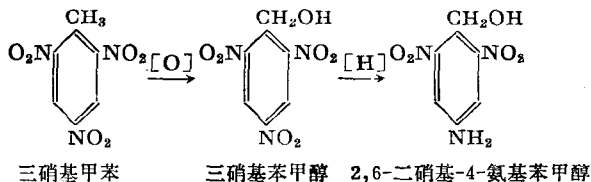
经呼吸道进入：三硝基甲苯常以粉尘或蒸气的形式浮游在空气中，所以三硝基甲苯可以从呼吸道进入人体。有人报道如果空气中三硝基甲苯浓度为 1 毫克/米<sup>3</sup>，中等体力劳动时，每工作日可吸入三硝基甲苯 13.4 毫克。也有报道，八小时的中 等体力劳动，吸入量为 1.5~20 毫克，有时甚至达 70~100 毫克。由于肺的毛细血管丰富，毛细血管床的表面积约 100 平方米，是人体表面积的 50~60 倍，同时由于肺吸收的三硝基甲苯未经肝脏解毒即达心、脑、肝、骨髓等重要脏器，因此三硝基甲苯由呼吸道进入，对人体的毒害较其它途径更为严重。

经消化道进入，在工业生产中，三硝基甲苯经消化道进入较少，但在卫生设备不好，缺乏卫生知识的情况下，如在车间内进食、饮水等，就可能经口进入人体。有的资料指出，一般经消化道进入，如每日不超过 2.0~2.5 毫克，由于经肝脏解毒，故对人体毒害较小。

2. 体内蓄积、代谢及排出 三硝基甲苯易溶于脂肪及类脂质中，可蓄积于脂肪组织、皮下组织及肝脏中等。对蓄积时间，有人认为 3~4 周，但也有人指出停止接触三硝基甲苯 7~9 个月后，还可发现毒害作用，说明三硝基甲苯在人体的蓄积时间可能是较长的。三硝基甲苯在体内代谢过程目前还不十分清楚，已知进入体内的三硝基甲苯部分发生氧化、还原、结合等反应，部分三硝基甲苯被还原为 4,6-二硝基-2-氨基甲苯，2,6-二硝基-4-羟氨基甲苯和 2,6-二硝基-4-氨基甲苯，其反应如下。



部分三硝基甲苯被氧化还原后变为三硝基苯甲醇和 2,6-二硝基-4-氨基苯甲醇（此物质在尿中呈淡红色），其反应如下。



上述这些氧化还原产物仍具有一定毒性，如 2,6-二硝基-4-羟氨基甲苯和 2,6-二硝基-4-氨基甲苯能使亚铁血红蛋白变为变性血红蛋白，可致组织缺氧，引起发绀和中枢神经系统症状。

三硝基甲苯进入体内，主要在肝脏中进行解毒，与葡萄糖醛酸、硫酸酯、甘氨酸等结合。过量的三硝基甲苯在解毒过程中使肝脏产生损害。

看来，大部分三硝基甲苯在体内经过氧化、还原、结合等反应形成的产物主要由尿中排出，少部分三硝基甲苯以原形从尿中排出，微量三硝基甲苯可以从唾液、胆汁、乳汁及汗液中排出。经汗液排出时能引起皮炎。

## 二、毒性及毒理作用

一般认为化学纯的三硝基甲苯较工业用的三硝基甲苯毒性小，因后者含有异构体或混合物致使毒性增强。三硝基甲苯对猫经口致死量是 480 毫克/公斤体重，经皮下注射的致死量是 200 毫克/公斤体重。据国外资料报道，三硝基甲苯对人的急性致死量为 1~2 克。给人每公斤体重 1 毫克，连服 4 日未发现血象变化。有资料指出空气中三硝基甲苯浓度在 1.2 毫克/米<sup>3</sup>，工人无任何症状，若空气中浓度达 3 毫克/米<sup>3</sup>，即可出现中毒症状。我国规定空气中三硝基甲苯最高容许浓度为 1 毫克/米<sup>3</sup>。

关于三硝基甲苯的毒作用目前研究还不充分，据报道，浓度为2.4~9.3毫克/米<sup>3</sup>时，每天吸入八小时，持续吸入半个月至二、三个月，动物出现明显的中毒甚至死亡。中毒动物表现为食欲不振，精神萎靡，个别动物耳边发绀，脱毛，体重减轻，红细胞减少，出现变性珠蛋白小体，网织红细胞增加等。病理改变主要表现为网状内皮系统出现多量含铁血黄素，黄骨髓变为红骨髓，中毒性肝炎，脑膜脑炎，间质性心肌炎，肾炎及气管炎等。另有报道猫吸入三硝基甲苯粉尘后，食欲丧失，消瘦，支气管卡他性炎症，经1~4周动物死亡，解剖时发现肺部出血。用家兔实验则见到血红蛋白下降50%左右，红细胞由550万/毫米<sup>3</sup>下降到280~290万/毫米<sup>3</sup>左右，点彩红细胞增多，红细胞呈多染性，白细胞升高，相对性淋巴细胞增高，血液胆固醇含量下降；组织学所见，有肝细胞脂肪浸润与空泡形成，肾脏变性，胃粘膜卡他性炎症，肺泡上皮细胞有轻度退行性变与剥脱。

至于三硝基甲苯中毒机理，至今不太明确，有人认为三硝基甲苯是亲肝毒物的原因是三硝基甲苯能和氨基酸结合，造成所谓条件性氨基酸缺乏，而致中毒性肝炎。

### 三、影响三硝基甲苯毒作用的因素

“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”接触三硝基甲苯作业人员能否发生中毒，其影响因素是多方面的。现列举几方面因素加以说明如下。

1. 生产环境空气中的浓度及接触时间 一般地说，浓度越高，发病越早、病情越重、发病率越高。而在同样环境浓度条件下，接触三硝基甲苯时间越长则中毒机会越多。

2. 生产环境温度、湿度的影响 在室温高的环境中,由于机体呼吸及血循环加快,皮肤血管扩张,排汗量增多,可增加皮肤对三硝基甲苯的吸收量。若工作环境湿度增大,使三硝基甲苯易附着于皮肤上,增加了三硝基甲苯经皮肤进入的机会。

3. 劳动强度 重体力劳动时,也可由于呼吸和血循环加快,出汗增多,增加毒物的吸收量。此外,劳动强度大时耗氧量增加,可使人对由三硝基甲苯中毒产生的变性血红蛋白所致的缺氧更为敏感。

4. 性别 一般认为女工较男工对三硝基甲苯敏感,特别在孕期、哺乳期和月经期,更易发生中毒。在体内三硝基甲苯蓄积较多的情况下,三硝基甲苯能透过胎盘影响胎儿的发育,哺乳期女工体内的三硝基甲苯能随乳汁排出,亦可能影响哺乳婴儿的健康生长发育。

5. 个体敏感性 在同样环境条件下,接触三硝基甲苯时,有些人长期不发生中毒,部分人却发生中毒,并且在病情上亦各有差异,这说明个体对毒物敏感性是不同的。

此外,饮酒、空腹以及皮肤油脂量特别多时,都可增加中毒机会。

## 第三章 三硝基甲苯中毒的临床表现

### 一、急性中毒

在短时间内大量三硝基甲苯通过呼吸道、皮肤、消化道进入体内，可引起急性三硝基甲苯中毒。轻度急性中毒可表现为头晕、无力、口苦、恶心、呕吐、食欲不振等神经系统和消化系统症状。重度急性中毒可表现为口唇、耳壳发绀、颜面苍白、胸闷、心悸、呼吸困难，进而发生神志模糊或昏迷、抽搐等症状。

实验室检查：变性血红蛋白明显增加，红细胞减少，变性珠蛋白小体大量出现，网织红细胞增高，白细胞一时性增高，肝功能检查可异常，严重时尿检查可出现红细胞、白细胞、蛋白和管型，甚至出现酱油色尿，尿中三硝基甲苯代谢产物的测定试验阳性。

### 二、慢性中毒

在经常超过国家容许浓度的生产环境下工作时，三硝基甲苯通过各种途径在体内逐渐蓄积，可引起慢性中毒的一系列临床表现，现分述如下。

1. 神经系统表现 慢性三硝基甲苯中毒神经系统症状主要表现为神经衰弱症候群，一般多有头晕、头疼、乏力、失眠、多梦、记忆力减退、性情急躁、心烦、心悸和膝腱反射亢进等，这些表现轻重不一，一般并不严重。

2. 消化系统表现 慢性三硝基甲苯中毒消化系统症状



主要是口苦、口干、恶心、呕吐、食欲不振、腹部胀满和肝区疼等，这些症状有些是三硝基甲苯对消化道直接刺激所引起，但主要是慢性肝损害的症状。体检可发现不同程度的肝肿大或肝脾肿大、蜘蛛痣、肝掌等。化验检查：部分病人可有肝功能试验异常及血清谷-丙转氨酶活性增高。三硝基甲苯中毒性肝炎，如未能及时发现，使脱离接触、进行治疗或者因治疗不适当，少数人可形成肝硬化，严重的三硝基甲苯中毒可发生急性黄色肝萎缩。有资料指出，三硝基甲苯亦可引起胃酸缺乏(总酸与游离酸均低)，X线表现为萎缩性胃炎及胃蠕动机能改变。

3. 血液系统表现 三硝基甲苯中毒可引起血液中红细胞、血红蛋白、中性粒细胞、血小板减少，淋巴细胞、嗜酸性粒细胞、单核细胞增多，网织红细胞增多，变性珠蛋白小体出现。至于血液中变性珠蛋白小体出现阳性率各家报告不一，可能是和各地检验方法及受检者接触三硝基甲苯浓度有所不同有关。严重者骨髓象初期表现为增生活跃，后期增生低下，骨髓萎缩，可产生再生障碍性贫血。但轻度三硝基甲苯中毒时，一般末梢血象改变不明显，近年来，国内的大量调查报告指出，在目前生产条件下，很少发现有血液和造血系统的改变。

4. 视觉器官的表现 三硝基甲苯对视器损害主要部位为晶状体，在长期低浓度的三硝基甲苯作用下，晶状体浑浊(三硝基甲苯中毒性白内障)是主要的中毒临床表现。现将三硝基甲苯慢性中毒引起视觉器官的损害分述如下：

对视觉机能的影响 三硝基甲苯慢性眼部中毒早期对中央视力影响不明显，但晶状体浑浊严重者可致视力减退。周边视野早期亦无明显改变，晶状体周边部浑浊严重者，可致