

二甲基乙酰胺 (DMAc)

毒性问题探讨

韓文光 (南京陵石化公司 210037)

二甲基乙酰胺简称 DMAc，是一种重要的化工原料和有机溶剂，在腈纶工业中得到广泛的应用。据统计，当代全球腈纶生产中，采用 DMAc 为溶剂，以美国孟山都 (Monsanto) 工艺技术为代表而生产的腈纶，约占全球总产量的 28%。从而形成 DMAc (二甲基甲酰胺) 和 NaSCN (硫氰酸钠) 为溶剂的另外两种工艺技术形成鼎足而立的局面。二十世纪九十年代以来，我国也开始引进了以

DMAC 為溶劑的睛端裝置 (意大利
蒙特 Montefiber 之工藝線) 年投入生
產。DMAC 與 NASCN 相比, 腐蝕性很
低, 對裝置材質要求不高, 因而投
資明顯降低。且該之工藝水排放量
少, ^{處理比較易}纖維質量優良, ^{建設成本較低}。因而在睛端工
業中具有很好的競爭力, 值得投資
者予以關注。

但是, DMAC 是具有一定化學毒性的
物質。而其化學結構十分近似
的 DMF ^(=N,N-二甲基甲酰胺) 在 1988 年 10 月 ^被 國際癌症研究
協會 (IARC) 確定為可能危害人類的
2B 類物質 (兩端睛為 1B 類其主差
別是 DMF 未表現出像 ^{兩端睛} 那樣對動物

致癌)。由于 IARC 将 DMF 列为一种“可能”的致癌物，因而自 1989 年 5 月 1 日起，美国杜邦 (DuPont) 公司以 DMF 为原料生产的腈纶纤维，都被迫按照美国职业安全防护与健康法案 OSHA 的规定，在所有包装装运的该类腈纶纤维产品上都附加了警告性标志。虽然杜邦公司一再坚持否认 DMF 的致癌可能，但在客观上这些规定对含有少量 DMF 的腈纶纤维的市场销售已造成很大的影响。因此，当人们选择以 DMAC 为原料的腈纶生产工艺路线时，在更低投资，低成本等优势所吸引^的时，最大的

顧慮則是在于對DMAc化學毒性的考慮
和正確。

1992-1996年，南京金陵石化公司在等處購備生產裝置過程中，曾為此進行過大量的調查研究工作並得出明確的結論。為使國內讀者共享這些成果，現將几年中主要調查研究的情況簡要敘述如下。

除去一般性的調查之外，主要通過以下三個渠道獲取根據：

一、尽可能多地從技術供商方面
獲取正反兩面的資料。

技術供商提供的資料，具有高
勢上和法律上的責任，是最直接和

最重要的信息来源。但对于一些还存在争议的问题，则应尽量听取各方面的意见。通过对由孟山都，蒙特，龙晓公司（原名 A.C.C. 现改名为 CYTEC），斯尼垂（SNIA），川崎（KAWASAKI）^{以及杜邦}等众多技术供应商提供的资料综合分析可以看出，对于 DMF 的可能致癌性争论颇多，而且在美
国已率先强制采取了对其废物附加警告性标志的措施。但对于 DMAc 的
化学毒性认识并无太大分歧。众多
公司提供的资料^都表明，DMAc 是一种低毒类化学物质。到目前为止，尚
未发现其可能致癌性。只要防护和

使用得当，对于生产场上的员工和
操作使用人不会产生不良影响。

汇总各厂商提供资料之表内各书

1. 理化特性

化学名称：二甲基乙酰胺
N,N-DIMETHYLACETAMIDE

商品名：DMAc

结构分子式： $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2$
或 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_3)_2$

物理性状：无色液体，带有轻
微的氨味或鱼腥味。

分子量：87.14

沸点： 165°C

熔点： -20°C

闪点： 70°C

比重：0.94

燃烧温度 400°C

蒸气压： 20°C 1.76 mbar, 40°C 6.52 mbar

爆炸极限：下限 1.7

上限 11.5 (体积%)

2. 毒性资料

半数致死量 喂入 (老鼠)

LD₅₀ 3260 ~ 5800 mg/kg

表面注射 (兔子)

LD₅₀ 2100 ~ 3500 mg/kg

初步的眼睛刺激：有刺激性。

强烈的呼吸危害：在 20°C 和 50°C

在充满该物质的空气中 8 小时，

对老鼠无致命性。

特殊危险：对动物试验结果有

畸胎反应，在含量较高时对

其肝脏有损害

3. 生态影响资料

对鱼的毒性 Golden orfe 48h $>500 \text{ mg/L}$
(金色圆腹稚罗鱼 48小时)

4. 动物毒性试验结果。许多大公司均进行了大量和长期的动物试验，使用的动物有老鼠，兔子和狗等。试验目的以对器官的损害量到致死量，动物的受孕，胚胎发育等。其试验报告的数据大体相似，因此可以认为这些报告是基本可信的。现将其主要结果摘录如下：

(一) 口腔毒性：DMAC 具有口腔剧毒

性。对于老鼠的致命剂量大约为每
公斤体重 7500 mg。对于豚鼠大约为
3400 mg。

在按些每天 100 mg/kg 水平对老鼠喂
养 90 天后，这些老鼠只有微弱的并
不是很明显的贫血和白血球减少，但
没有发现对身体组织的伤害。

(二) 皮肤毒性：DMAC 对动物具有皮
肤毒性。对兔子皮肤涂敷 DMAC，在
其剂量达到 5000 mg/kg 时，可以对肝
或肾造成致命的损伤。但在低剂量
下作用不明显。对狗按 95 mg/kg 进行 6
个月的试验，没发现中毒迹象。当

其劑量達到 300 mg/kg 時，則表現有輕度的中毒現象。

三) 胚胎毒性：對於這次毒性的研究各公司結論有一些不同。一份報告表明，對懷孕的老鼠皮膚使用 DNAC，明顯地導致了胚胎的死亡和畸形胚胎的增多。而另一項報告表示，對懷孕的老鼠^{和兔子}進行吸入試驗，在 282 P.P.m 的劑量下，發現胎兒死亡或發育遲緩現象，但未發現胎兒致畸現象。在濃度為 300 P.P.m，5 小時/日，5 天/周的情況下進行吸入試驗，也未發現胎兒致畸現象。但有一項專題研究

發現了對夏居代的神經中樞有一定的損害現象。

(4) 吸入毒性。這是一項十分重要的試驗，因為工廠員工大多數的情況下是通過吸入空氣中DMAC的方式接觸該物質。因而各公司對此也做了大量的試驗研究工作，其結果基本近似。

一份報告說，把狗和老鼠放在不同濃度DMAC的空氣環境中，連續6個月每天6小時的吸入試驗，顯示對其外形影響的大氣含量為40 P.P.M.

在64 P.P.M.的情況下，個別老鼠肝臟

受到损伤，狗没发生损伤。在 103 P.P.m 和 195 P.P.m. 的情况下，两者肝脏都受到明显的损伤。

另一份报告说，对两组老鼠进行 3 试验，^{9~10} 每组 10 只老鼠。第一组的鼠龄为 5 周，一组为 8 周。第一组 PMAC 浓度分别为 0, 30, 100, 300, 500 及 700 P.P.m. 每天 6 小时，每周 5 天。试验结果，在 500 P.P.m 和 700 P.P.m 条件下发生局部老鼠死亡（死亡率分别为 2/10 和 8/10）。在 300 P.P.m 条件下发生输精管膜急性坏死，输精管萎缩或退化现象。在 30 和 100 P.P.m ^{条件下}，未表现任何变化。第二组试验浓度为 0, 50, 150, 300 和 500 P.P.m. 试验周期同

第一組。試驗結果各濃度均未見死亡。在 500 P.P.m ^{條件下} 有 3/9 的試鼠輪胎管有輕微損害，300 P.P.m. 以下各組均未發現損害。

美國 ~~國~~ ~~國~~ ~~國~~ 工業衛生學協會，允許用動物所測的數據推斷出一個適用於人的安全標準。它建議，工人正常工作時所吸的 DMAC 平均濃度不能超過 10 P.P.m (35 mg/m³ 空氣)。世界各國對連續工作 8 小時的工廠空氣中允許的 DMAC 最大濃度規定如下。

国别	空气中允许PNIAC 本极限浓度 P.P.m.	注意事项	生效日期
比利时	10	避免直接接触	1989
丹麦	10	"	1988
法国	10	"	1989
德国	10	"	1991
荷兰	10	"	1989
芬兰	10	"	1989
瑞士	10	"	1989
澳大利亚	10	"	1990
美国 OSHA	10	"	1989
美国 ACGIH	10	"	1991/1992
中国	10	"	

金山部公司和萊特公司腊倫2厂
现场空气中实测结果分别为2 P.P.m. 和
5 P.P.m.

5. DMAC对动物和人类的致癌性：
这是一个至关重要的问题。几个
公司的研究报告均表明，DMAC不是致癌物
和可疑致癌物。世界上若干重要的致
癌物识别机构如国际癌症研究协会
(IARC)，美国环境保护局 (EPA) 均
尚未将DMAC列入致癌或可疑致癌物
。到目前为止，也未发现任何有关
这一问题的学术报导。在这一点上
它和DMF有重大的区别。

在实际生活中，在晴编的生产以及其产品（主要是各种纺织品，玩具等）对人^形可能的影响，主要是通过在生产现场吸入含DMAC的蒸气和在日常生活中穿大，接触含有DMAC的晴编产品两个途径所造成。在和国外厂商进行技术交流和考察其生产现场时，各家厂商均反复强调在他们数十年的生产实践中，根据医疗卫生部门的统计，均未发现有明显的致癌病例。我们在国内组织的调查研究也证实了这一事实（见三）。关于皮肤接触，由于DMAC的沸点是达 165°C ，在通常的气温条件下

下，残存在纤维中的DMAC是不会从纤维中逸出的。几家厂商的工艺过程^也均行証了在腈纶纤维成品中只有很低的DMAC含量，一般 $<0.3\%$ ，这低于DMF工艺生产的纤维中DMF的含量（ $1\sim3\%$ ）。在技术谈判中，我方曾起見，我们要求将腈纶成品中DMAC^{指标}控制在 0.25% ，外商也表示可以做到。这部份残存的DMAC，一般在夏布厂后的纺织后加工中，还会有一些蒸馏处理的机会。当加工温度高于DMAC的沸度时，大部份残存的DMAC均会逸出，残留在织物中的DMAC几乎为零。因而对人体的影响已不足为虑。

。例是在纺织后加工过程中，应注意采取必要的防护措施以保护生产现场员工的健康。

二、获取信息的第二个渠道是委托
国内权威学术机构，对全球有关资
料进行检索调研。1995年南京大学
环境科学与工程系检索了从1936至1993
年全球有关机构，刊物发表的74种
(篇)资料，其检索结果如下：

1. 对动物的皮肤、眼、肝、肾、
脑等组织和器官有损伤作用，水中
产生有效浓度的浓度为 $100 \sim 400 \text{ mg/L}$

● 半数致死量：大鼠（口服）， LD_{50} ，
 4800 mg/kg ； ~~LD_{50}~~ LC_{50} （吸入）， 2475 P.P.m./1H ；
 LD_{50} （经皮）， 2000 mg/kg 。

3 致死量：兔子， LD_{50} （静脉注射），
 8340 mg/kg ；又为 LD_{50} （静脉注射） 12 g/kg 。

4 大气中允许浓度 10 mg/L

5 对大鼠的生殖力、胚胎发育有毒作用，效应浓度： $280-5600 \text{ mg/kg}$ (6-19D).

6 对兔子有致畸作用

7 对 DNA 合成有抑制作用，小鼠，效应浓度： 4400 mg/kg .

8 对姐妹染色体发生互换作用，小鼠，效应浓度 10 mg/L .

该报告的结论是“从确凿资料来看，DMAC 有一定的遗传毒性，且具致畸，致突变毒作用，但未见明确的致癌性报道。由于通常具有突变作用的化合物大多具致癌性，因此建议进一步进行致突变/致癌性检测”。

从南京大学化学报告结果来看，
而国外各公司提供资料基本相符。
对于该厂进一步进行致突变/致癌性
检测的建议，由于工程项目进展甚
迟，故原因而没有进行。

三、获取信息的第三个渠道是在国
内对使用过DMAC的工厂现场尽可能
多的进行实地调查研究。由于DMAC
用途较广，除有晒编业外，国内
也有不少生产厂长期使用DMAC。他
们的职业防护经验定可以借晒编
业业所用。我们从资料中查到
三家有生产价值的工厂并于1995年对

这些工厂进行了调查访问。其一，是上海白阳化工厂。该厂是以二甲胺与醋酸为原料制造DMAC的工厂。自1966年投产已有30多年的历史。本厂环境依靠良好的通风排毒设施，在成品灌装岗位有简单的手套、口罩等隔离物。工厂以前曾经初步与生化处理厂向上海行水总站排放。对田电化厂反映投产30多年来尚未发现男工职业有异常病例和特殊的职业病发生。其二是天津绝缘材料总厂。该厂已有40多年的历史。其中一条以DMAC为溶剂的薄膜生产线于1965年投产。该生产线溶

解崗位多為男性職工，薄膜崗位多
為女性職工。防護手段也是用手
套、口罩等一般隔離用品和通風排毒
設施。同時該廠正在建設一套 PMAC
回收裝置，可以將廢液排放到大氣中
的 PMAC 回收 80%。廠家反映，PMAC 的
毒性主要表現在對人體口腔黏膜有
刺激作用，极少数人表現對其比較
敏感而出現咽喉炎等症狀，但調離
崗位后，其症狀即自然消失。實踐
表明，歷經 25 年的生產歷史尚未發
生任何職業病，也未發現對新生兒
的異常影響。第三工廠是石家莊
華北制藥廠。該廠於 1994 年投產一

个以DMAC为溶剂生产多羟基苯基青霉素的生多车间。该车间引用国外先进技术，生产环境良好。该厂技术人员认为DMAC同该厂使用的其它各种有机原料相比毒性是最低的。而在同一生多系统中使用的二甲苯苯胺其毒性远高于DMAC。英美德日中均规定了在羟基苯基青霉素中二甲苯苯胺的含量必须 $< 20 \text{ P.P.M.}$ 而对DMAC则未做任何规定。因此该车间生产对苯即未做测定也不控制。该车间投产以来也未发现DMAC对职工的不良影响。

结论:

通过国内外大量的调查研究工作表明:

一. DMAC 在一定条件下对动物和人具有毒性。在动物试验中, 当 DMAC 达到相当大的剂量时, 通过喂入, 吸入或皮肤接触等方式, 可能对动物造成致命、脏器损伤、胚胎死亡等伤害。是否会造成员畸尚无统一结论。而当 DMAC 的剂量降低到一定范围后, 对动物则无明显伤害。
DMAC 对动物和人均未表现致癌^{和解效症}作用。

二. 使用 DMAC 的工厂长期实践表明, 在保持空气中 DMAC 含量 $< 10 \text{ P.P.M.}$

，注意采取防护措施防止皮肤（包括口腔，眼睛等）与DMAC直接接触的情况下，DMAC对员工的健康没有明显的影响

三 在睛纶纤维中DMAC含量 $<0.3\%$ 的情况下，通过纺织后加工制成的织物中DMAC含量甚微，至今尚未见到其对消费者造成损害的报道。可以认为，使用这种睛纶纤维是安全的。

(正文 2001.8.南京)
(摘要甘附后)

摘要：从国内外大量文献资料和工厂长期生产实践中调查了DMAC的毒性并得出结论

关键词：二甲基乙酰胺, DMAC, 毒性

作者简介：韩文光，男，64岁，教授级高级工程师。原金陵石化公司副经理。已发表论文20多篇，专著1册。

Discussion on the toxicity of Dimethylacetamide (DMAC)
Han Wenguang (Nanjing Jintling petrochemical corp. 210037)

Abstract: The toxicity of dimethylacetamide (DMAC) was researched and drew a conclusion from a large number of documents of home and abroad and production practice in the plants during a long period

Key words: Dimethylacetamide DMAC
Toxicity

关于二甲基乙酰胺 (DMAC)
毒性的调查报告