

涂料和胶粘剂中有毒物质 及其监测技术



 中国计划出版社

涂料和胶粘剂中有毒物质及其监测技术

主编 李 建

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

涂料和胶粘剂中有毒物质及其监测技术/李建主编.
北京: 中国计划出版社, 2002.2
ISBN 7-80177-035-8

I. 涂... II. 李... III. ①涂料-有毒物质-监测②胶
粘剂-有毒物质-监测 IV. TQ630.7 TQ430.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 000935 号

涂料和胶粘剂中有毒物质及其监测技术

李 建 主 编

☆

中国计划出版社出版

(地址 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413 63906414)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 16 25 印张 375 千字

2002 年 2 月第一版 2002 年 2 月第一次印刷

印数 1—10100 册

☆

ISBN 7-80177-035-8/TU·021

定价: 32.00 元

涂料和胶粘剂中有毒物质及其监测技术

编 审 人 员 名 单

主 编：李 建

副主编：潘 红 朱强华

主 审：杨瑾峰

副主审：王喜元 熊 伟

前 言

近年来,随着人们环保和健康意识的增强,因室内装修而引起的室内环境污染问题已越来越引起人们的关注。对此,建设部联合卫生、环保、化工、建材等部门,编制了《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325—2001,对工程的勘察、设计、施工、验收等各个环节都提出相应的要求,以求从根本上控制室内环境的污染。在该规范中涂料和胶粘剂所引起的化学污染是控制的重点内容,为配合规范的贯彻执行,专业技术人员对涂料和胶粘剂的有害物质的测定进行了大量的研究工作,但这些工作与标准如同珍珠一样散落在各处。针对这种情况,本书试图用涂料和胶粘剂中有毒物质及监测技术这根主线将这些珍珠串接起来,以便更好的理解、掌握和实施《民用建筑工程室内环境污染控制规范》。

本书主要介绍了涂料和胶粘剂中游离甲醛、重金属、苯系物、甲苯二异氰酸酯、挥发性有机物(VOC)的来源、危害、控制的标准及相关的测定技术,对急性毒性与 Ames 试验方法也作了简要地叙述,力求简明扼要,讲清基本概念,并精心挑选了相关测定方法和标准方法介绍给读者参考。本书由杨瑾峰、王喜元和熊伟担任主审,全书共分五章:李建编写第一章、第二章及第五章,潘红编写第四章并负责全书相关标准采集,朱强华编写第三章。

本书可供化学、化工、环保、卫生、建筑、建材、质量监督等部门的科学工作者参考使用。

涂料和胶粘剂的有毒物质及监测技术内容广泛,浩如烟海,虽尽力求索,也不免挂一漏万,加之水平和时间有限,书中定有不少疏漏和错误,恳请专家和读者予以批评指正。

编 者

目 录

前言

引言	(1)
第一章 涂料和胶粘剂中甲醛的来源与监测技术	(2)
第一节 甲醛的来源及其危害	(2)
第二节 游离甲醛规定限量	(4)
第三节 甲醛定量分析方法简介	(5)
第四节 常用树脂的简易鉴别法	(9)
第五节 测定方法	(11)
第二章 涂料和胶粘剂中重金属来源与监测技术	(21)
第一节 重金属来源及其危害	(21)
第二节 痕量金属元素测定的适用技术	(23)
第三节 等离子体原子发射光谱法 (ICP)	(24)
第四节 原子吸收光谱法 (AAS)	(25)
第五节 重金属的监测	(28)
第六节 测定方法	(33)
第三章 涂料和胶粘剂中苯系物、游离 TDI 和防霉剂的监测技术	(78)
第一节 苯系物、游离 TDI 和防霉剂的来源及其危害	(78)
第二节 气相色谱分析技术简介	(80)
第三节 苯系物的监测	(87)
第四节 五氯苯酚 (PCP) 的监测	(90)
第五节 游离 TDI 的监测	(92)
第六节 测定方法	(95)

第四章 涂料和胶粘剂中挥发性有机化合物 (VOC) 的来源与监测技术	(125)
第一节 VOC 的来源及其危害	(125)
第二节 VOC 的挥发模式	(129)
第三节 VOC 限量与免除溶剂	(132)
第四节 气相色谱 - 质谱联用技术 (GC - MS)	(139)
第五节 气相色谱与 VOC 测定	(141)
第六节 涂料和胶粘剂中水分的测定	(150)
第七节 测定方法	(152)
第五章 涂料和胶粘剂的健康影响试验	(185)
第一节 急性毒性试验	(185)
第二节 皮肤刺激性试验	(189)
第三节 鼠伤寒沙门氏菌回变试验 (Ames 试验)	(191)
附录 国外相关标准原文摘要	(204)

引 言

随着人们环境保护和健康意识的加强,世界各国都在积极开发和生产有益于人体健康、有利于环境保护的产品,人类活动时间大部分是在室内,随着人民生活水平的提高,大面积使用涂料和胶粘剂,用以美化生活。但曾有报道:长期从事油漆装修的某工人的后代为“怪胎”;北京某医院统计数据表明,患白血病的儿童的家庭有三分之一以上发病前都曾装修过。因此,涂料和胶粘剂的安全使用已成为人们十分关心的问题。

作为现代化学工业的重要组成部分,涂料和胶粘剂无论是其原材料的生产,包括单体的合成、聚合加工,每个过程都与化学品的使用有关,以胶粘剂为例,溶剂型所用大部分芳香族溶剂逸入大气,可与氧化氮混合,形成难以消散的烟雾;氯化溶剂有可能释放出氯,使臭氧形成空洞,这使得涂料胶粘剂工业面对着巨大的挑战。目前,国内早已对诸如冶炼、纺织加工业、轻化工的三废污染以及农药使用、汽车废气排放、城市污水等对环境恶化影响,进行了充分的研究并有了深刻的认识,由于涂料和胶粘剂的使用面广、量大,且在使用中和使用后对环境和人体带来的生态和毒性问题认识较少,其监控力度不够。在一些工业发达国家,一些研究机构、国际组织和政府管理机构通过长期试验对涂料和胶粘剂在加工使用过程中所造成的污染与人们的健康关系有了足够的认识,并颁布了一些法规和管理条例对涂料和胶粘剂提出了各种生态和毒性方面的标准,且正向更全面、严格和统一的方向发展。美国环保局(EPA)1977年制订空气净化法(Clear Air Act),后来加以完善,对189种空气有害溶剂(包括甲醇、甲苯、二甲苯、丁酮、甲基异丁基酮等涂料常用溶剂)的排放标准作了限定,并规定1978~2005年为限制溶剂用量的限期,2015年为完全取消溶剂型胶粘剂的期限。英国列出了1996年4月1日起执行不断降低溶剂型胶粘剂的溶剂使用量的日期表。日本政府也有类似法规。德国从1992年起实施大气洁净法,1994年7月修订汽车工业涂装生产线上挥发性有机化合物(VOC)的排放管理办法。现在许多国家用实现环境标志的方法来推动建材产品(含涂料)的发展,如德国的“蓝色天使”、丹麦、挪威“健康建材”(HMB)标准。在我国,有许多部门,特别是环境监测部门从使用角度对涂料和胶粘剂造成空气污染进行了相关的研究工作,并制订了行业标准,但多涉标不涉本。卫生部门制订了车间空气和作业场所中有毒物质监测检验方法,并颁布了国家标准。我国建设部门,从源头着手,从设计开始来规范使用涂料和胶粘剂产品,这将有力推动涂料和胶粘剂产品的升级换代。事实上,国内制造企业,包括合资企业已经纷纷打出环保、健康、抗菌等新概念,开发出各种功能性的产品,如纳米负离子、抗菌涂料,这些新产品的开发,对于淘汰落后的旧产品,有着十分重要的意义。

第一章 涂料和胶粘剂中甲醛的来源与监测技术

第一节 甲醛的来源及其危害

一、游离甲醛的来源

涂料、胶粘剂中生态毒性物质的来源是多方面的，它包括原材料的使用，生产加工中的化学处理，以及为了保证产品质量，赋予特殊功能而加入的各种助剂，这里主要介绍涂料、胶粘剂产品中常见的生态毒性物质的来源及其危害，包括甲醛、苯、重金属和防腐剂及甲苯二异氰酸酯（TDI）、挥发性有机物（VOC）。

甲醛（formaldehyde）是无色、具有强烈气味的刺激性气体。气体比重 1.06，略重于空气，易溶于水，其 35% ~ 40% 的水溶液通称福尔马林。甲醛（HCHO）是一种挥发性有机化合物，污染源很多，污染浓度也较高，是室内外主要污染物。

自然界中的甲醛是甲烷循环中的一个中间产物，背景值很低，仅有几个 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。城市空气中的年平均浓度大约是 $0.005 \sim 0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，一般不超过 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 。

甲醛由于其反应性能活泼，且价格低廉，故广泛用于化学工业。甲醛在化学工业上的用途主要是作为生产树脂的重要原料，例如脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂、酚醛树脂等，这些树脂主要用作粘合剂和涂料中的基料。我国仅脲醛树脂年产量为 40 万吨，其中用于各种人造板（刨花板、纤维板、胶合板等）有 80%。此外家具的制作、墙面、地面的装饰铺设，都要使用粘合剂。因此，凡是大量使用粘合剂的环节，都可能会有甲醛释放。

树脂释放甲醛的原因大致有：①树脂合成时，残留未反应的游离甲醛；②树脂合成时，已参与反应生成不稳定基团的甲醛，在一定条件下又会释放出来；③树脂合成时，吸附在胶体粒子周围已质子化的甲醛在电解质作用下也会释放出来。

甲醛是由脲醛树脂制成的脲醛甲醛泡沫树脂隔热材料（UFFI）的主要原料，这种材料隔热性能良好，制成预制板作为建筑物的围护结构，能维持室内温度不至受室外气温的影响。国外的可移动房屋大多使用 UFFI 作为建筑材料。此外，脲醛树脂还可作为填充材料起隔热作用，即将脲醛树脂加温熔化成胶状物，再用压力泵将其注入墙面缝隙内，冷却后即形成一层硬板层，具有良好的保暖性能。

内墙涂料及油漆已广泛用于室内装修，曾广泛使用的 803、808 内墙涂料主要成分为聚乙烯醇，但加入一定量的甲醛为佐剂。甲醛还是重要的防腐剂和交联剂，此外，在聚合物混凝土中也多有使用。

因此, 甲醛的释放成为室内空气污染的一个重要来源。

甲醛的释放过程是一个连续的动力学过程, 其释放量与产品的化学结构本身有关, 也与产品的使用期限、室内温度、湿度以及通风程度等因素有关。有资料表明, 室内温度在 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度在 $30\% \sim 70\%$ 范围内, 树脂中释放的甲醛浓度与温度、相对湿度呈正相关系。

日本横滨大学花井义道^[1]针对三种不同类型建筑竣工后 2 周、8 个月、10 年对甲醛的室内外浓度进行了测试比较, 结果表明: 竣工后的 2 周, 室内甲醛浓度高出室外 $74 \sim 160$ 倍, 竣工 8 个月, 甲醛含量仍高于室外 43 倍, 显示了甲醛长期残留的特征, 竣工 10 年后, 室内甲醛仍高出室外 6 倍 (为 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$), 他们认为长期残留的甲醛主要来自于胶合板, 化纤板等人造木制品 (中胶)。表 1.1 列出了不同场所空气中甲醛浓度测定的数值^[2]。

表 1.1 不同场所空气中甲醛浓度测定的数值

测定地点	甲醛水平 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
大型书店	87 ~ 145
书库	37.3 ~ 73.26
商场化妆品柜台	150 ~ 342
针织品柜台	117 ~ 225
小型涂料商店	43.96 ~ 48.62
家具店	312.2 ~ 416.25
吸烟办公室 (地板革全铺)	29.3 ~ 73.26
胶合板办公室	159.84 ~ 386.28
宾馆 (客房)	26 ~ 129
宾馆 (值班室)	29 ~ 64
宾馆 (楼外)	15 ~ 23
招待所 (客房)	10 ~ 34
招待所 (值班室)	9 ~ 28
招待所 (楼外)	4 ~ 22

续表 1.1

测定地点	甲醛水平 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
居民房 (室内)	98 ~ 265
卧室 A	31.64 ~ 104.9
卧室 B	29.97 ~ 53.28
卧室 C	25.83 ~ 96.82
卧室 D	15.32 ~ 54.21
卧室 E	8.98 ~ 48.99

注: (1) 卧室 A: 室内无吸烟, 新组合家具, 墙壁涂料;

(2) 卧室 B: 室内无吸烟, 新化纤地毯, 塑料墙纸;

(3) 卧室 C: 室内无吸烟, 少量旧家具, 墙壁涂料;

(4) 卧室 D: 室内无吸烟, 旧家具, 墙壁涂料;

(5) 卧室 E: 室内无吸烟, 无家具, 地毯, 涂料等。

二、甲醛的危害

虽然我们已在甲醛污染控制技术取得了一定的进展, 但由于含甲醛树脂仍是一道量大面广的看家“菜”, 甲醛是一种有毒物质, 其毒作用一般有刺激、过敏和致癌作用, 通常人的甲醛嗅觉阈为 $0.06\text{mg}/\text{m}^3$, 但个体差异很大, 刺激作用主要对眼、鼻和上呼吸道产生刺激症状, 引发哮喘、呼吸道炎症或支气管炎, 不过由于甲醛在水中有良好的溶解性, 由呼吸吸入的甲醛基本上都吸附于支气管上部, 不会到达肺部, 咳嗽是呼吸道炎症的主要表现。另外, 甲醛对眼睛有强刺激作用, 当大气中甲醛浓度达到一定程度时, 人的眼睛就会不适, 引起眼红、眼痒、流泪。动物实验表明, 甲醛对大鼠鼻腔有致癌性。

近年来, 还有多项报道表明: 甲醛会对于人体内免疫水平产生影响, 且能引起哺乳动物细胞株的基因突变、DNA 单链断裂、DNA 链内交联和 DNA 与蛋白质交联, 抑制 DNA 损伤的修复, 影响 DNA 合成转录, 还能损伤染色体。最近还发现, 甲醛与 BaP 对 DNA 单链断裂的联合作用呈现增强效应。

综上所述, 必须对涂料和胶粘剂中游离甲醛含量加以严格控制, 并对在涂料和胶粘剂使用过程中释放的游离甲醛严格监控。

第二节 游离甲醛规定限量

由于游离甲醛的危害性, 世界各国对涂料和胶粘剂以及室内空气中甲醛分别规定了限量或制定了相应的环保标准 (详见表 1.2)

表 1.2 涂料和胶粘剂和室内空气中微量游离甲醛规定

国家/组织	产品类型	限 量
中国建材局	水溶性聚乙烯醇缩甲醛	$\leq 0.5\%$
中国环保局	水性涂料	500mg/kg
中国	木材用聚乙烯醇缩甲醛树脂	$\leq 1.0\%$
中国	木材用脲醛树脂	NQTL $\leq 2.0\%$; NQBRH、 NQTRH (G)、NQBRJ $\leq 1.0\%$; NQIRB、NQRR (M) $\leq 0.5\%$
中国	木材用三聚氰胺树脂	SQBDJ、SQBCJ $\leq 1.0\%$
中国	内墙用水性涂料	$\leq 0.5\%$
中国	水性胶粘剂	$\leq 1\text{g/kg}$
日本厚生省	用于假发等胶粘剂	$< 75\text{mg/kg}$
德国	室内空气	0.12mg/m ³ 总人群
美国 (威斯康星州)	室内空气	0.24mg/m ³
丹麦	室内空气	0.14mg/m ³
日本	室内空气	0.12mg/m ³
中国	室内空气	0.08mg/m ³
荷兰	室内空气	0.12 (0.1ppm)
WHO	室内空气	$< 0.01\text{mg/m}^3$ 总人群, 30 分钟均值
瑞士	空气 (指导限值)	0.24mg/m ³
瑞典	室内安装胶合板/补救措施控制	0.13/0.20mg/m ³
意大利	胶粘剂 (包装用)	$< 6\text{mg/kg}$
中国环保局 (起草稿)	建筑用粘合剂	$< 0.1\%$
上海地方标准	室内装潢涂料	卫生型: 不得检出 安全型: $< 0.10\%$

第三节 甲醛定量分析方法简介

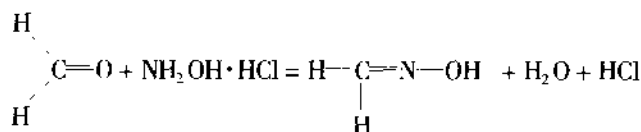
甲醛的化学性质十分活泼, 因此可采用多种定量分析方法测定甲醛, 主要方法有滴定分析法、分光光度法、气相色谱法、电化学分析法。由于涂料或胶粘剂产品的许多树脂原料或多或少采用甲醛作原料, 一般这些产品游离甲醛的浓度可能较高, 多采用滴定分析法作定量分析, 而微量甲醛的分析则采用分光光度法和气相色谱法, 尤以分光光度法方便实用。

一、滴定分析法

目前甲醛的滴定分析法有这样几种:

1. 盐酸羟胺法。

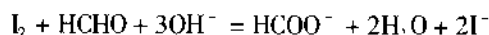
盐酸羟胺与甲醛反应生成肟和游离酸：



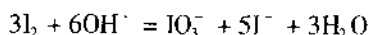
生成的游离酸可用标准碱溶液滴定，其他醛酮有干扰。

2. 碘量法。

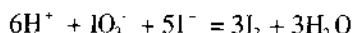
游离甲醛在氢氧化钠溶液中被过量碘氧化成甲酸钠：



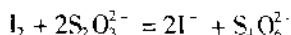
过量的碘生成次碘酸钠和碘化钠：



在酸性溶液中又还原成碘：

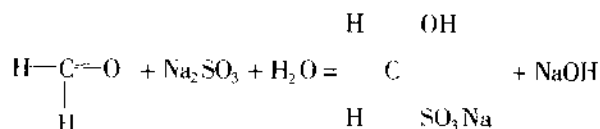


用硫代硫酸钠溶液滴定剩余的碘，测得游离甲醛含量：



3. 亚硫酸钠法

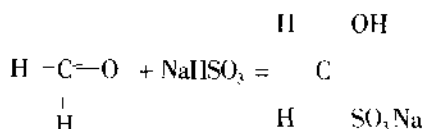
甲醛与过量亚硫酸钠反应，生成加成化合物和游离碱：



生成的 NaOH 可用标准酸溶液滴定，反应条件建议保持在 0℃，其他醛和少量酮也会有干扰。

4. 亚硫酸氢钠法。

过量亚硫酸氢钠与甲醛反应，生成羟甲基磺酸钠，剩余的亚硫酸氢钠用碘滴定，并同时作空白试验。

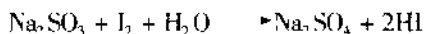


众所周知：涂料，胶粘剂树脂的聚合一般要有单体，引发剂，如是乳胶漆还有乳化剂，保护胶参与反应，聚合完成后，引发剂和乳化剂一定会有少量残留，不可能 100% 参与反应。因此对一般乳胶漆中单体浓度控制在 1000ppm 以下。

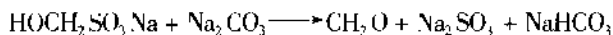
在室温条件下，由于 NaHSO_3 活性高，可以与某些不饱和单体发生加成反应，而 Na_2SO_3 不会发生此反应。此外，引发剂大多是强氧化性的过氧化物，其引发自由基需要能量，如反应温度低，则减少了自由基生成的几率，一定程度上抑制了引发剂参与反应。鉴于此，BS 和 ASTM 标准中是采用亚硫酸钠法，但不采用酸碱滴定，而采用返滴定法（碘量法）测定甲醛，大致过程如下：

在低温下，最好 0℃（不超过 2℃），采用 Na_3BO_3 和硼酸缓冲体系控制 pH，于涂料中

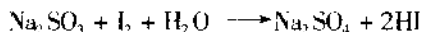
加入过量的 Na_2SO_3 , Na_2SO_3 与甲醛生成羟甲基磺酸钠, 再用碘滴定剩余 Na_2SO_3 。



用 Na_2CO_3 滴定羟基磺酸钠:



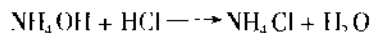
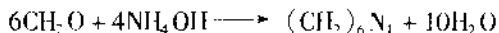
生成的产物 Na_2SO_3 用 I_2 来滴定:



整个过程可谓独具匠心, 此外, 低温的控制有利于减少 I_2 的挥发, 反应体系 pH 值控制一方面是减少 I_2 在碱性条件歧化反应的可能性, 另一方面是保证 SO_3^{2-} 不与 $[\text{OH}^-]$ 发生反应, pH 太低又不利于主反应的进行^[3]。

5. 氯化铵法

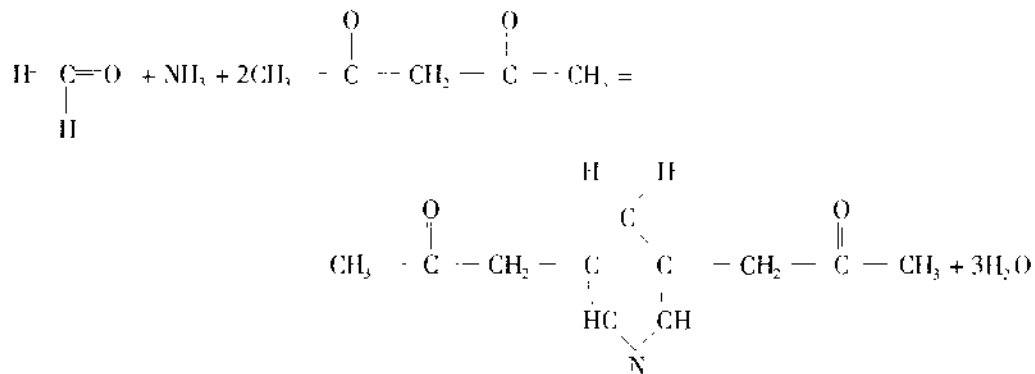
在氯化铵和一定量的氢氧化钠溶液中, 甲醛与生成的氢氧化铵反应生成六次甲基四胺, 用盐酸滴定剩余的氢氧化铵:



二、分光光度法^[4]

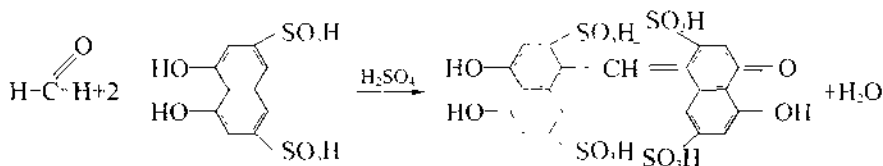
1. 乙酰丙酮法

该法利用甲醛与乙酰丙酮在乙酸铵存在下发生反应, 生成浅黄色的 2, 6-二甲醛-3, 5-二乙酰基吡啶 (3, 5-二乙酰基 1, 4-二氢吡啶) 其最大吸收波长在 412~415nm, 此法重现性好, 显色液稳定性好, 其干扰少, 操作简便。



2. 铬变酸法

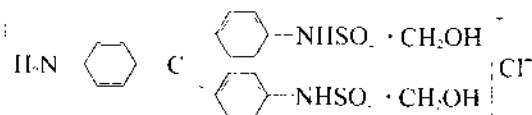
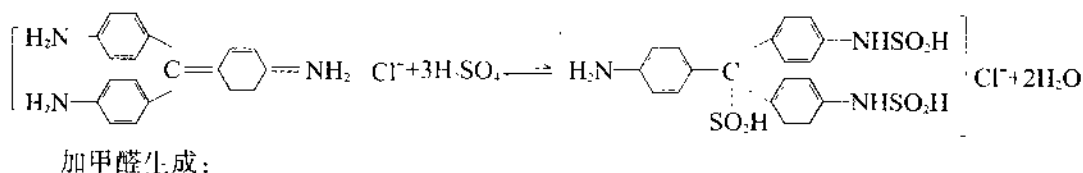
甲醛在硫酸的介质中的铬变酸 (1, 8-二羟基萘-3, 6-二磺酸) 作用, 生成紫色化合物。



其最大吸收波长 568 ~ 570nm, 该法灵敏度高, 显色液稳定性好, 由于上述反应须在浓硫酸介质中进行, 酚类存在时有干扰, 所以该法应用受到限制, 不过有人将氨基甲醛树脂与硫酸混合, 在水浴上加热, 使树脂中甲醛全部释放出来, 达到准确测定树脂中甲醛目的。

3. 亚硫酸品红法。

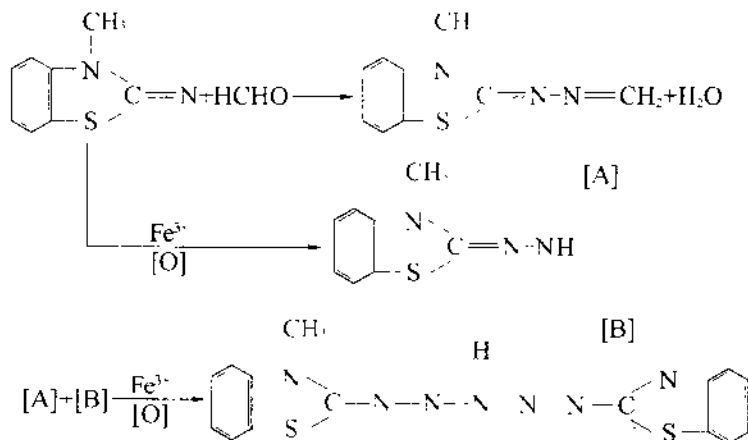
甲醛在亚硫酸品红的硫酸或盐酸溶液中, 生成玫瑰红色的盐, 反应如下:



但显色液稳定性较差, 其最大吸收波长在 552 ~ 554nm, 该法具有操作简便, 测定范围广的特点, 适合于甲醛含量较高的场合。

4. 酚试剂 (MBTH) 法。

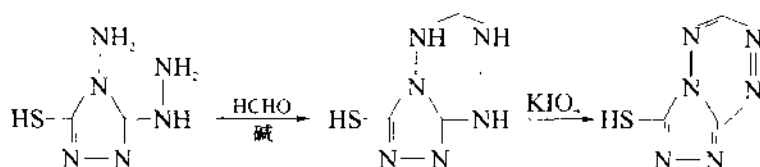
该法是在 FeCl_3 存在下, 甲醛与 3-甲基-2-苯并噻唑酮腙 (简称为酚试剂) 生成蓝色调合阳离子, 其反应历程如下:



该法最早用于脂肪族醛的测定, 后来有人用于测定甲醛, 其最大吸收波长为 630nm, 该法灵敏度高, 操作条件易控制。

5. AHMT 法。

甲醛与 4-氨基-3-联氨-5-巯基-1, 2, 4-三氮杂茂 (AHMT) 在碱性条件下缩合后, 经高碘酸钾氧化成 6-巯基-5-三氮杂茂 (4, 3-b)-S-四氮杂苯紫红色化合物。



本法选择性高，其他醛类如乙醛、丙醛、正丁醛、丙烯醛及苯甲醛等对本法无干扰，醇类如甲醇、乙醇、丙醇、正丁醇、仲丁醇、异丁醇、异戊醇、乙酸乙酯对本法也无影响。

6. 其他显色体系。

分光光度测定甲醛显色体系还有很多，如间苯三酚法、苯肼法、酶法、银-铁（邻二氮杂菲法）^[5] 这些方法各有特点，有人^[6] 对空气中甲醛的三种测定方法变色酸法、酚试剂法、个体采样器-AHMT法进行了比较，其中以酚试剂法最为灵敏，三种方法测定精密度均尚可。表明三种显色体系都较为可靠，并认为个体采样器-AHMT测的是空气中甲醛较长时间的累积值，因此，如布放的时间足够长，测定结果更具代表性，且布放简便，操作方便，更适合测定公共场所空气中甲醛的含量，在此不一一赘述。

由于甲醛性质极活泼，且极易溶于水，甲醛因所处状态不同，可以是气体，也可能是水合物或低聚物，而涂料和胶粘剂在使用过程中，由于温度、湿度及其环境影响，甲醛的释放还涉及一个液相萃取过程，因此采用不同处理方法预处理样品，所得测定结果可能不完全一样。

第四节 常用树脂的简易鉴别法^[7]

一、燃烧法与热分解

不同结构的树脂有不同的燃烧特性。用玻璃棒蘸取少许样品在酒精灯上点燃，观察其燃烧特征、火焰颜色，然后吹灭，闻其气味。如是水溶性样品，则先发生水分蒸发而导致的爆烈声，然后发生燃烧现象。如样品中没有溶剂，则发生一次性燃烧，火焰有特定的颜色，见表 1.3。

表 1.3 常见树脂的燃烧特性

种类	燃烧情况	火焰颜色	气味	热分解情况
酚醛树脂	不燃烧	黄色	苯酚、甲醛味	生成较多的炭黑残渣
脲醛树脂	不燃烧	顶端带蓝绿色弱的黄火焰	强的甲醛味	放出碱性气体
三聚氰胺树脂	不燃烧	淡黄	氨和甲醛味	放出碱性气体
丙烯酸（酯）树脂	火焰取出后仍可燃	黄色（下区发蓝）	特殊臭味	放出酸性气体

续表 1.3

种类	燃烧情况	火焰颜色	气味	热分解情况
聚酯	火焰取出后仍可燃	黄色(端点发蓝)发黑烟	特殊气味	放出酸性气体
聚乙酸乙烯	火焰取出后仍可燃	暗黄	—	—

二、显色法鉴别

涂料、胶粘剂中除主要成分外,还常含有增塑剂、溶剂及其他各种助剂。这些助剂会不同程度干扰,因此用显色法鉴别结果,必须把试样溶剂除尽后,用丙酮氯仿混合液(1:1)抽提4h,干燥备用。如含有填料,则可加入一定量溶剂,搅拌后离心分层,取出澄清液,接前述处理后即可进行鉴定。常见树脂的显色法鉴别如表1.4所列

表 1.4 常见树脂的显色法鉴别

树脂类别	前处理	加入试剂	显色反应	结论
含醛树脂	样品 + H_2SO_4 (或 H_3PO_4) 水解	铬变酸	红紫色	含甲醛
	少许样品 + 几滴浓 HCl , Δ , 干涸冷后 + 1 滴苯肼, 油浴中 Δ (195℃) 5min, 冷却后	加 3 滴 50% $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 加 5 滴 10% NiSO_4 ; 加 10~12 滴氯仿	氯仿层由紫变红	含尿素
	样品 + 0.5% HCl , Δ 至沸	+ 苦味酸	黄色沉淀	含三聚氰胺
	样品于试管中, Δ	将滤纸(浸 2, 6-二溴氢醌氯代亚胺的醚溶液烘干)显于试管上方	蔚蓝色	含酚
聚氨酯	50mg 样品 + 数滴 2mol/L NaOH 溶液	+ 酚酞, 呈红色; + 几滴盐酸羟胺, 30~60s 后 + 1mol/L HCl 至酸性, + 1 滴 2% FeCl_2	紫色 黄色 褐色/紫色	聚酯型 聚醚型 蓖麻油 改性聚 氨酯