



21世纪普通高等教育规划教材

涂料及原材料质量评价

TULIAO JI YUANCAILIAO

ZHILIANG PINGJIA

温绍国 刘宏波 周树学 等编著



化学工业出版社

013025244

TQ63-43
02

21 世纪普通高等教育规划教材

涂料及原材料质量评价

温绍国 刘宏波 周树学 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1632059

TQ63-43
02

1305254

本书是根据教学改革的需要,为了涂料工业持续地、环境协调地发展培养人才而编写的。

本书可以方便查阅涂料原材料的性能检测方法、各种涂料性能的检测方法以及涂料在施工过程中的相关测试方法等,同时每个方法都标有对应的标准出处,完整注明了应用范围、测试原理、测试方法和结果表示。

本书可作为高分子材料专业或其他化工专业涂料工程方向的教材,也可作为相关专业研究生的主要参考书。

涂料及原材料质量评价

温绍国 刘宏波 周树学 等编著

图书在版编目(CIP)数据

涂料及原材料质量评价/温绍国,刘宏波,周树学等编著. —北京:化学工业出版社,2013.1

21世纪普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-122-16100-0

I. ①涂… II. ①温…②刘…③周… III. ①涂料-原材料-高等学校-教材 IV. ①TQ63

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第304337号

责任编辑:白艳云

装帧设计:杨北

责任校对:边涛

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数429千字 2013年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定价:39.00元

版权所有 违者必究

编审委员会

主 任 孙莲英 徐菁利

副主任 杨渊德 甘文君

委 员 (按姓氏笔画排序)

甘文君 吕仕铭 刘国杰 孙莲英

张卫中 林宣益 杨渊德 倪玉德

徐菁利 涂伟萍 温绍国

主 编 刘国杰

副主编 温绍国

成 员 (按姓氏笔画排序)

王继虎 刘 丹 刘 杰 刘国杰

齐祥昭 温绍国

编写说明

涂料是涂于物体表面能形成具有保护、装饰或特殊性能（如绝缘、防腐、标志等）的固态涂膜的一类液体或固体材料之总称。早期大多以植物油为主要原料，故有油漆之称。现合成树脂大部或全部取代了植物油，故称为涂料。

建国初年，全国只有小型油漆企业 50 家，年产油漆约万吨，从业人员千人左右。1978 年全国涂料年产量 34.36 万吨，列于世界第八位。改革开放后涂料工业迅速发展。至 2010 年，对全国 1401 家规模以上的涂料企业统计，产量达 966.6 万吨，跃居世界第一，销售产值达 2324.6 亿元。

我国虽是涂料大国，但和发达国家相比，在涂料技术和高档工业涂料品种与质量上仍有较大差距，目前国内高端涂料市场竞争仍是国外涂料公司占主导地位。

为了涂料工业持续地、环境协调地发展，人才培养是关键。2009 年，中国涂料工业协会和上海工程技术大学化学化工学院合作创办了涂料工程本科班，上海工程技术大学列为国家教育部“卓越工程师人才培养计划”的试点高校，涂料工程班进入试点班。

由中国涂料工业协会推荐，上海工程技术大学聘任了几位涂料行业专家为兼职教授，负责授课和编写教材。在两届学生使用的基础上，教材经作者修改，由教材编委会集体讨论修订，现由化学工业出版社正式出版。

整套教材由 8 本组成，它们是《涂料及原材料质量评价》、《涂料树脂合成工艺》、《涂料用颜料与填料》、《涂料用溶剂与助剂》、《涂料制造及应用》、《涂料生产设备》、《涂料和涂装的安全与环保》、《涂装工艺及装备》。

本套教材有以下特点。

1. 用于高分子材料专业或其他化学化工专业涂料工程方向的教材，并可作为有关专业研究生的主要参考书。

2. 学生学习了有关化工基础课与技术基础课后开始学习本专业课，本教材中不介绍基础课内容。

3. 教材既是学生了解行业的素材，更是学生发展潜能、分析问题、解决问题的基础，是钥匙。因此，注重讲清道理，以便举一反三。在内容安排上，对已商品化的涂料原料及涂料品种，简单介绍其制造原理和过程，着重介绍其性能特点、选用原则和改性途径。涂料清洁文明生产标准和三废处理技术，全封闭一体化涂料生产工艺技术等节能环保与循环经济侧重介绍。适当介绍超支化树脂合成与应用技术，有机-无机杂化复合技术，纳米改性涂料、颜料技术，不用多异氰酸酯合成聚氨酯树脂等新技术。

这是国内第一套涂料工程教材。尽管我们主观上希望编写质量尽量提高，限于水平和时间，肯定会有许多不足。诚望得到业内同仁和有关高校师生的选用与评议，给我们反馈建议，以便进一步修订。

教材编审委员会

前言

人类从使用涂料至今已有数千年的历史，中国在 2009 年成为涂料生产大国。然而随着市场的需求和应用领域的开拓，对涂料技术的要求不断提高。对于开发涂料技术或者检验涂料性能的工作者来说，一本可随手翻阅的涂料产品性能检验手册，显得迫切需要。为配合中国涂料工业协会和上海工程技术大学联合培养“涂料卓越工程师”的行动，我们邀请了涂料行业的知名专家以及有经验的技术工作者共同参与，收集和参照了目前已经颁布的国家标准、行业标准、企业标准和部分国外标准所采用的测试方法，进行反复汇总、比较，编写了这本《涂料及原材料质量评价》，一来为“涂料卓越工程师”培养提供一本合适的教材，二来为涂料工作者提供了方便快捷的涂料检测工具书。

本书的最大优点在于全面性和可操作性，使用者可以很方便查阅到涂料原材料的性能检测方法、各种涂料性能的检测方法以及涂料在施工过程中的相关测试方法等。每个方法都标有对应的标准出处，同时完整地注明了应用范围、试样制备、测试原理、测试方法和结果表示。

本书共分为七章，其中第一章由刘宏波编写，第二章由许迁、温绍国编写，第三章由宋诗高、温绍国编写，第四章由杨健、唐丽、王继虎编写，第五章由杨健、唐丽、周树学编写，第六章由沈艳、温绍国编写，第七章由温绍国、刘国杰编写。全书统一由温绍国、刘宏波、王继虎做文字和图表整理，最终的校正、审核并定稿。

本书在编写过程中得到了中国涂料工业协会和上海工程技术大学等相关单位的大力支持，借此向他们表示衷心感谢。在资料收集过程中借鉴了虞莹莹、胥甲琳、王利群、钱大庆、王家兴、陈燕舞和刘志广等专家在涂料性能检测方面书籍中的编写经验，借此，向他们表示感谢！

本书可供涂料专业师生参考，也可供涂料研发、涂料生产、涂料应用等过程中从事原材料、助剂的性能检测和涂料成品的性能检验工作人员查阅参考。

本书在资料收集和文字编写上如有疏漏之处，恳请读者及时批评指正。

编者

2012 年 11 月

目 录

第一章 涂料常规性能检测	1
第一节 涂料本征性能检测	1
一、涂料产品的取样	1
二、透明度	2
三、颜色	5
四、密度	7
五、物质质量	9
六、细度	10
七、黏度	11
八、不挥发分含量	16
第二节 涂料施工性能检测	17
一、涂膜的制备	17
二、干燥时间	17
三、遮盖力测试	19
四、打磨性	20
五、流平性	21
六、流挂性测试	21
七、闪点	23
八、贮存稳定性	25
九、湿膜厚度	27
十、干膜厚度	28
十一、涂布率的测定	29
十二、孔隙率	31
第三节 涂膜光应用学性能测试	32
一、漆膜外观	32
二、镜面光泽	32
三、白度	33
四、硬度	34
五、耐冲击性	37
六、柔韧性	37
七、附着力	38
八、耐磨性	40
九、耐水性	41
十、耐盐水性	43
十一、耐酸性、碱性	43
十二、耐溶剂性	44
十三、耐热性	45
十四、耐湿热性	45
十五、耐盐雾性	47
十六、耐霉菌性	49

十七、人工加速老化试验	49
思考与练习	51
参考文献	51
第二章 原材料的检测技术	52
第一节 取样方式	52
一、基本目的	52
二、主要标准名称	52
三、取样方法	52
第二节 油脂类性能检测技术	54
一、色泽	54
二、酸值	55
三、黏度	55
四、碘值	56
五、折射率	56
六、相对密度	57
七、透明度	57
八、皂化值和不皂化值	58
第三节 树脂性能检测技术	58
一、外观与透明度	58
二、固体含量	59
三、黏度	59
四、酸值	59
五、软化点	60
六、熔点	60
七、羟值	61
八、溶解性	61
九、容忍度	61
第四节 乳液检测技术	62
一、乳液残留单体的测定	62
二、乳液粗粒子的测定	63
三、乳液粒径的测定	64
四、乳液黏度的测定	64
五、乳液不挥发分的测定	65
六、乳液成膜性的测定	66
七、乳液最低成膜温度(MFT)的测定	66
八、乳液膜吸水率的测定	67
第五节 颜料检测技术	67
一、颜色	67
二、白度	68
三、消色力	68

四、着色力	68	三、乳胶漆中可溶性铅含量的测定	87
五、筛余物	69	四、乳胶漆中可溶性镉含量的测定	90
六、吸油量	69	五、乳胶漆中可溶性铬含量的测定	92
七、pH 值	69	六、乳胶漆中可溶性汞含量的测定	96
八、水溶物	69	思考与练习	100
九、遮盖力	70	参考文献	101
十、易分散程度	70	第四章 粉末涂料的检验	102
十一、装填体积和表观密度	71	第一节 粉末涂料粉体性能的检测	102
第六节 溶剂性能检测技术	71	一、外观和状态	102
一、含量	71	二、表观密度	102
二、水分	71	三、粒度和粒度分布	104
三、闪点	72	四、烘烤时质量损失的测定	105
四、挥发性	72	五、安息角	106
五、凝胶数	73	六、流出性	106
六、水溶性溶剂的水混溶性	73	七、流度	106
七、烃类溶剂的溶解力	73	八、软化温度	107
第七节 助剂类性能检测技术	74	九、胶化时间的测定	107
一、催干剂催干性能	74	十、熔融流动性	109
二、流变剂触变指数	74	十一、不挥发物的含量	110
三、流平剂的流平性能	74	十二、贮存稳定性	111
四、防潮剂的白化性能	75	第二节 粉末涂料涂膜性能的检测	111
五、消泡剂的消泡性能	75	一、涂膜制备	111
六、防沉剂的防沉效果	75	二、涂膜颜色及外观	112
七、防滑剂的防滑效果	75	三、涂膜厚度	112
思考与练习	76	四、铅笔硬度	112
参考文献	76	五、刻痕硬度	112
第三章 水性涂料应用性能检测	77	六、光泽(20°法、60°法、85°法)	112
第一节 乳胶漆一般性能检测	77	七、附着力(划格试验)	112
一、乳胶漆容器中状态的测定	77	八、柔韧性	112
二、乳胶漆黏度的测定	77	九、耐冲击性	112
三、乳胶漆施工性的检测	80	十、杯突试验	112
四、乳胶漆清洁度的测定	80	十一、涂层气孔性	113
五、乳胶漆酸碱值的测定	80	十二、抗切穿性	114
第二节 乳胶漆稳定性能检测	81	十三、弯曲开裂性	114
一、乳胶漆钙离子稳定性的确定	81	十四、电气强度	115
二、乳胶漆稀释稳定性的测定	81	十五、浸水后体积电阻率	116
三、乳胶漆机械稳定性的测定	81	十六、耐化学药品性	117
四、乳胶漆低温稳定性的测定	82	十七、耐溶剂蒸气性	117
五、乳胶漆热稳定性的测定	82	十八、边角覆盖率	118
六、乳胶漆耐冻融性的测定	82	十九、耐冷热交变试验	119
第三节 乳胶漆中有机物和重金属含量		二十、耐渗透性	119
测定	83	二十一、耐沸水性	119
一、乳胶漆游离甲醛的测定	83	二十二、耐盐雾性	120
二、乳胶漆挥发性有机化合物(VOC)的		二十三、耐湿热性	120
测定	85	二十四、耐候性	120

二十五、人工老化测定	120	九、耐盐雾性	142
二十六、其他性能	120	十、丝状腐蚀试验	143
思考与练习	121	十一、冷热交替试验	144
参考文献	121	十二、耐候性	145
第五章 防腐蚀涂料的检验	122	思考与练习	145
第一节 防腐蚀涂料液态性能检测	122	参考文献	146
一、在容器中的状态	122	第六章 特种涂料检测技术	147
二、细度测定	122	第一节 防火涂料的检验	147
三、黏度测定	123	一、防火涂料液态性能检测	147
四、固体含量测定	126	二、防火涂料成膜性能检测	147
五、密度测定	126	三、防火涂料力学性能检测	150
六、TI 值	126	四、防火涂料耐性检测	152
第二节 防腐蚀涂料施工性能检测	127	五、防火涂料防火性能检测	155
一、施工性测定	127	第二节 铁道涂料的检验	167
二、与下道漆的配套性	127	一、基本性能检测	167
三、对面漆的适应性	128	二、铁道涂料力学性能检测	171
四、涂装间隔	128	三、铁道涂料耐性检测	173
五、混合性测定	129	第三节 船舶涂料的检验	175
六、适用期测定	129	一、耐盐水性	175
七、涂布率测定	129	二、耐溶剂性	176
八、干燥时间测定	129	三、耐洗涤剂性	177
九、遮盖力测定	131	四、耐油性	178
十、流平性测定	131	五、耐电位性	178
十一、流挂性测定	131	六、耐划水性	179
十二、贮存稳定性	132	七、甲板漆的防滑性	180
第三节 防腐蚀涂料涂膜性能检测	133	八、防锈漆阴极剥离性	182
一、漆膜外观	133	九、防污性	184
二、光泽测定	133	十、铜离子渗出率	187
三、颜色测定	133	十一、防污漆降阻性能	192
四、硬度试验	134	十二、涂膜溶出水的测定	193
五、耐冲击性	134	十三、层间附着力	194
六、耐弯曲性	134	十四、耐盐雾性	195
七、附着力试验	134	十五、耐候性	195
八、层间附着力	136	十六、修补性能测定	196
九、杯突试验	136	第四节 航空涂料的检验	198
十、耐磨性	137	一、航空涂料液态性能检测	198
第四节 防腐蚀涂料各种耐性检测	137	二、航空涂料涂膜性能检测	201
一、耐盐水性	137	三、航空涂料各种耐性检测	209
二、耐醇性	138	思考与练习	216
三、耐酸、碱性	138	参考文献	216
四、耐油性	138	第七章 涂料仪器分析	217
五、耐硝基漆性	139	第一节 常用涂料仪器分析设备	217
六、耐化工气体	139	第二节 磁力显微术 (MFM)	218
七、耐水气渗透性	140	一、MFM 的有关知识	218
八、耐湿热性	141	二、MFM 的工作原理	219

三、MFM 的特点	220	四、拉曼光谱仪及系统分析技术	237
四、磁力显微镜	220	五、拉曼光谱法在纳米材料表征中的 应用	238
五、MFM 在纳米材料表面磁结构 表征中的应用	220	第九节 红外吸收光谱法 (IR)	239
第三节 透射电子显微术 (TEM)	222	一、红外吸收光谱法的有关基础知识	239
一、TEM 的有关知识	222	二、红外吸收光谱法的特点	241
二、TEM 工作原理	223	三、红外吸收光谱法的仪器和分析 技术	242
三、TEM 的特点	223	四、IR 的应用	243
四、透射电子显微镜	224	第十节 穆斯堡尔谱法	245
五、TEM 的应用	224	一、穆斯堡尔谱法的基础知识	245
第四节 透射电镜-图像分析法	225	二、穆斯堡尔谱法的基本原理	246
一、透射电镜-图像分析法介绍	225	三、穆斯堡尔谱法的特点	248
二、透射电镜-图像分析法应用	226	四、穆斯堡尔谱法的仪器	249
第五节 X 射线衍射法 (XRD)	226	五、穆斯堡尔谱法在纳米材料表征中 的应用	249
一、X 射线衍射法的有关知识	226	第十一节 光子相关谱法 (PCS)	250
二、X 射线衍射法的工作原理	227	一、PCS 有关基础知识	250
三、X 射线衍射仪	227	二、PCS 基本原理	252
四、XRD 在纳米材料表征中的应用	228	三、PCS 分析特点	252
第六节 X 射线衍射线宽化法 (XRD-LB)	229	四、光子相关谱仪	253
一、XRD-LB 的有关知识	229	五、PCS 技术的应用	253
二、X 射线衍射线宽化法的基本原理	231	第十二节 激光粒度仪	254
三、XRD-LB 在纳米材料表征中的应用	231	一、激光粒度仪基础知识	254
第七节 X 射线小角散射法 (SAXS)	232	二、激光粒度仪基本原理	255
一、SAXS 法的有关基础知识	232	三、激光粒度仪特点	258
二、SAXS 法的基本原理	233	四、激光粒度仪系统分析技术	259
三、SAXS 法的仪器	234	五、激光粒度仪在涂料分析测试中的 应用	259
四、SAXS 法的应用	234	思考与练习	261
第八节 拉曼光谱法 (RS)	235	参考文献	261
一、拉曼光谱法的基础知识	236		
二、拉曼光谱法的基本原理	236		
三、拉曼光谱法的特点	236		

第一章 涂料常规性能检测

学习目的

本章介绍了涂料本征性能检测、施工性能检测、应用性能，需重点掌握。

涂料，传统称为“油漆”，是一种可以采用不同的施工工艺涂覆在物件表面，形成黏附牢固、具有一定强度、连续的固态薄膜。形成的膜通称涂膜，又称漆膜或涂层。目前涂料的品种很多，按涂料的形态、成膜机理、施工方法、涂膜的干燥方式、使用层次、使用对象、涂膜性能等分类和命名，则各有不同。根据不同的涂料品种，检验方法各有侧重，由于涂料具有一般的共性，因此在常规性能检测方面是相通的。本章就涂料的液态性能、施工性能、成膜后的理化性能等一些常规检验项目作一汇总介绍^[1~3]。

第一节 涂料本征性能检测

一、涂料产品的取样

1. 范围及说明

本方法适用于色漆、清漆和有关产品的取样，目的是得到适当数量的具有代表性的样品。取样是检测工作的第一步，取样的正确与否直接影响检测结果的准确性。对不适用于本方法的产品应按产品说明或供需双方商定的方法进行取样。

2. 产品类型

根据涂料产品的特性和物理性质，可划分为以下几种产品类型。

- ① A 型。单一均匀液相的流体，如清漆和稀释剂。
- ② B 型。两个液相组成的液体，如乳液。
- ③ C 型。一个或两个液相与一个或多个固相一起组成的流体，如色漆和乳胶漆。
- ④ D 型。黏稠状，由一个或多个固相带有少量液相所组成，如腻子、厚浆涂料和用油或清漆调制的颜料色浆，也包括黏稠的树脂状物质。
- ⑤ E 型。粉末状，如粉末涂料。

3. 盛样容器

依据产品类型，以下几种容器可供选择：内部不涂漆的金属罐；棕色或透明的可密封玻璃瓶；纸袋或塑料袋。

对于液体样品，所用的容器应是无色或棕色的玻璃瓶或金属罐。对于浆状物、液体与固体的混合物或固体，应采用广口的金属罐或玻璃瓶。在任何情况下，容器必须洁净和干燥，容器及其盖子应为不污染样品的材料。

4. 取样器械

为了保证取样器械不受产品侵蚀，且能容易清洗，可采用不锈钢、黄铜或玻璃制成，并应有光滑表面、无尖锐的内角或凹槽等。取样器械并应具有能使产品尽可能混合均匀和取出确有代表性样品的功效。

5. 取样产品的初检程序

- (1) 检查桶的外观 记录桶的外观缺陷或可见的损漏,如损漏严重,应予舍弃。
- (2) 开启包装桶时 应除去桶外包装及污物,小心地打开桶盖,不要搅动桶内产品。
- (3) 对 A、B 类流体状产品的初检程序

① 目测检查。

a. 结皮。记录表面是否结皮及结皮的程度,如软、硬、厚、薄,如有结皮,则沿容器内壁分离除去,记录除去结皮的难易。

b. 稠度。记录产品是否有触变或胶凝现象。

注:色漆和清漆的触变性和胶凝两者都呈胶冻状,但是触变性样品的稠度通过搅拌或摇动会明显降低,而胶凝的色漆和清漆经搅拌后稠度不能降低。

c. 分层、杂质及沉淀物。检查样品的分层情况,有无可见杂质和沉淀物,并予以记录。

② 混合均匀。凝胶或有干硬沉淀不能均匀混合的产品,则不能用来试验。

为减少溶剂损失,操作应尽快进行。除去结皮,如结皮已分散不能除尽,应过筛除去结皮。有沉淀的产品可采用搅拌器械使样品充分混匀。有硬沉淀的产品也可使用搅拌器。在无搅拌器或沉淀无法搅动的情况下,可将桶内流动介质倒入一个干净的容器里。用刮铲从容器底部铲起沉淀,研碎后,再把流动介质分几次倒回原先的桶中,充分混合。如按此法操作仍不能混合均匀时,则说明沉淀已干硬,不能用来试验。

(4) 对 E 类粉末状产品初检程序 检查是否有反常的颜色、大或硬的结块和外来异物等不正常现象,并予以记录。

6. 取样

(1) 贮槽或槽车的取样 对 A、B、C、D 类产品,搅拌均匀后,选择适宜的取样器,从容器上部(距液面 1/10 处)、中部(距液面 5/10 处)、下部(距液面 9/10 处)三个不同水平部位取相同量的样品,进行再混合。搅拌均匀后,取两份各为 0.2~0.4L 的样品分别装入样品容器中,样品容器应留有约 5% 的空隙,盖严,并将样品容器外部擦洗干净,立即作好标志。

(2) 生产线取样应以适当的时间间隔,从放料口取相同量的样品进行再混合 搅拌均匀后,取两份各为 0.2~0.4L 的样品分别装入容器中,样品容器应留有约 5% 的空隙,盖严,并将样品容器外部擦洗干净,立即作好标志。

(3) 桶(罐和袋等)的取样 按本方法规定的取样数,选择适宜的取样器,从已初检过的桶内不同部位取相同量的样品,混合均匀后,取两份各为 0.2~0.4L 的样品分别装入容器中,样品容器应留有约 5% 的空隙,盖严,并将样品容器外部擦洗干净,立即作好标志。

(4) 粉末产品的取样 按本方法规定的取样数,选择适宜的取样器,取相同量的样品,用四分法取出试验所需最低量的 4 倍,分别装于两个容器内,盖严,立即作好标志。

7. 参照标准

国家标准 GB/T 3186—2006、国家标准 GB/T 10111—2008。

二、透明度

透明度是物质透过光线的能力。透明度可以表征清漆、清油和漆料等是否含有机杂质和悬浊物。产品的透明程度将影响成膜后的光泽、颜色和干燥时间等性能。目前透明度测定有目测法和仪器法两种^[4]。

(一) 目测法

1. 格氏管法

(1) 仪器和所需材料 格氏管，透明玻璃，平底，管内径 (10.65 ± 0.025) mm，管外长 (114 ± 1) mm，见图 1-1；试管架。

(2) 测定步骤

① 将试样装于一支清洁的格氏管内，在塞子下面留一个空气泡。把格氏管倾斜使同水平面成一个很小的角度，使空气泡缓慢移动，观察正在移动的液体中产生轻微浑浊的细微粒子。

② 倒出格氏管中 80%~90% 的试样，塞上塞子，垂直放于试管架上 15min（如为高黏度样品，放置时间另作规定），以使样品完全流到管底，观察留在管壁上极薄层样品膜中是否有细微粒子。

(3) 结果表示 以纯净、透明、雾状、浑浊来表示。

纯净表示在样品薄膜中用可见光进行观察时，完全看不出任何明显的、有时被认为是“颗粒”一样的物质所引起的不均匀性。透明表示在格氏管中，借强烈的透射光线对试样进行观察时，完全看不出任何明显的不均匀性。雾状表示有极少量不沉降“絮凝物”或“悬浮物”，它们不可能与试样均匀一体，尽管液体是“半透明的”，并透过入射的大部分光线。浑浊表示有相当量的不沉降“絮凝物”、“悬浮物”或“凝胶粒子”等，即使液体是“半透明的”，还能透过少量光线。

(4) 参照标准 美国标准 ASTM D 2090。

2. 标准液比较法

(1) 仪器和材料 具塞比色管，容量 25mL；比色架；吸管，10mL；量筒，20mL、100 mL；天平，感量为 0.01g；铁钴比色计，列有色阶标号的铁钴标准色阶溶液，以 1~18 号表示，见图 1-2；光电分光光度计，72 型；目视比色箱，应具有 D65 标准光源，在箱内中央比色位置照度为 2000lx（勒克斯），仪器见图 1-3；直接黄棕新 D3G 染料。



图 1-1 格氏管

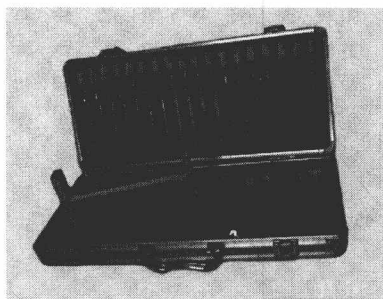


图 1-2 铁钴比色计

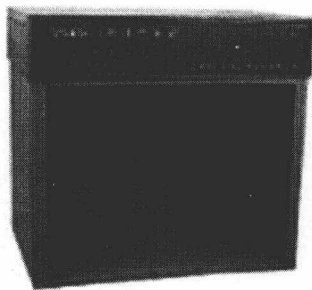


图 1-3 目视比色箱

(2) 标准液的配制

① 直接黄棕新 D3G 溶液。称取 0.1g 直接黄棕新 D3G 染料，用量筒量取 20mL 蒸馏水加入并充分搅拌，使其溶解。如有沉淀，则取用上部清液。

② 柔软剂 VS 溶液。称取 1g 柔软剂 VS，用量筒依次量取共 200mL 蒸馏水加入并充分搅拌，使其溶解。静止 48h 后，弃除上层清液，取中间溶液备用。

③ 按照表 1-1 所列柔软剂 VS 溶液和蒸馏水的用量，配成“透明”、“微浑”、“浑浊”三

级试液，分别在光电分光光度计上（波长选用 460nm）校正至相当于该三级透明度的透光率，校正好的试液作为无色部分的标准液。

表 1-1 各级透明度的配合量（无色）

等级	透明度	配合量/mL		以 VS 溶液或蒸馏水在光电分光光度计上校正的透光率/%
		柔软剂 VS 溶液	蒸馏水	
1	透明	0	200	100
2	微浑	6	200	85 ± 2
3	浑浊	11	200	75 ± 2

④ 按照表 1-2 所列柔软剂 VS 溶液和蒸馏水的用量，以同样的方法进行配制并校正，校正好的试液再加直接黄棕新 D3G 溶液调整至相当于铁钴比色计色阶为 12~13 之间，作为有色部分的标准液。

表 1-2 各级透明度的配合量（有色）

等级	透明度	配合量/mL		以 VS 溶液或蒸馏水在光电分光光度计上校正的透光率/%
		柔软剂 VS 溶液	蒸馏水	
1	透明	0	200	100
2	微浑	14	200	60 ± 2
3	浑浊	20	200	35 ± 2

⑤ 无色和有色的标准液分别装于比色管中，加塞盖紧并密封，排列于比色架上，防止光照。标准液的有效使用期为 6 个月。

（3）测定方法

① 将试样倒入干燥洁净的比色管中，调整到温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，于比色箱的透射光下与一系列不同浑浊程度的标准液（无色的用无色部分，有色的用有色部分）比较，见图 1-4。

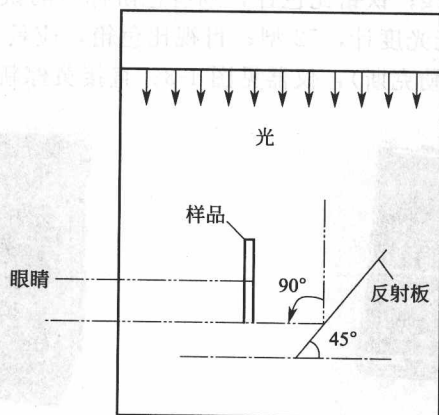


图 1-4 透明度测定

② 经过比较，选出与试样最接近的一级标准液。试样的透明度等级直接以标准液的等级表示。

③ 如试样因温度低而引起浑浊，可在水浴上加热到 $50 \sim 55^\circ\text{C}$ ，保持 5min，然后冷却至 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，再保持 5min 后进行测定。

（4）结果表示 直接以 1、2、3 级即“透明”、“微浑”、“浑浊”三个等级来表示。

（5）参照标准 国家标准 GB/T 1721—2008。

(二) 仪器法

1. 扩散光测定法

(1) 仪器和材料 浊度计见图 1-5, 仪器配备有标准试管和标准浊度管 (高、中浊度各一支)。

(2) 测定方法

① 首先根据被测溶液的颜色, 拨动装有白 (无色)、红、绿、蓝滤色片的转轮, 使与溶液的颜色相对应。

② 将装有蒸馏水的标准试管 (作为校零试管) 插入测头的测量孔内, 并盖好金属遮光罩, 调整主机面板旋钮, 以蒸馏水作为完全透明, 校正指示为零。

③ 取出蒸馏水标准试管, 换上磨砂有机玻璃棒 (作为高浊度校正试管), 盖好金属遮光罩, 调整主机面板旋钮, 将指示定为 100 或所标定的浊度值。

④ 将装有被测溶液的试管插入测头的测量孔内, 并盖好金属遮光罩, 此时主机面板上仪表指示的读数即为该被测溶液的浊度值。

⑤ 测量浊度时, 应注意被测溶液中不能有气泡, 液面应与试管壁上刻度线平齐, 试管底部不应有沉淀物。若有气泡或少量沉淀物, 应先摇动试管, 待气泡或沉淀物消失后再测量。

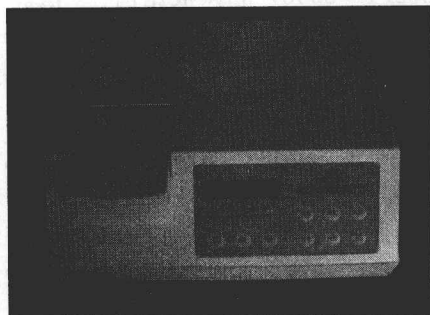


图 1-5 浊度计

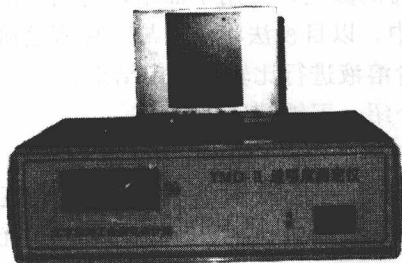


图 1-6 透明度测定仪

2. 透射光测定法

(1) 仪器和材料 透明度测定仪, TMD 型, 见图 1-6, 透明度等级 20~100, 测量精度 $\pm 2\%$; 铜网, 80~100 目。

(2) 测试原理 如果被测溶液是完全透明的, 当一束定向入射光 I 经过溶液时, 能检测到定向透射光 I_c 的光强度; 若溶液存在不同程度的浑浊, 当定向入射光 I 经过溶液时, 必定会产生光的扩散, 从而使定向透射光 I_c 的光强减小, 因此只要准确测量出定向透射光 I_c 的光强大小, 就能定量反映出溶液的透明程度。

(3) 测定方法

① 先打开仪器预热, 然后盖好仪器上部测量口上盖, 调节校准旋钮, 使仪器的显示值为 100。

② 将待测溶液用 80 目或 100 目铜网过滤, 去除机械杂质, 然后把过滤后的溶液倒入一干燥洁净的液体槽中, 液体高度不低于槽深的 4/5。

③ 将液体槽插入测量口, 合上盖子, 读取仪器显示的数值, 即为被测溶液的透明度等级。

④ 平行测定两次, 如果两次测定结果之差小大于 2。取两次测定结果的平均值。

(4) 结果表示 按表 1-3 判断透明度等级。

表 1-3 测量值与透明度等级的对应关系

透明度	不带色	带 色
透明	86~100	70~100
微混	63~85	31~69
浑浊	<60	<30

三、颜色

涂料作为家庭装修中最后一个环节, 对整个装修的质量、美感、健康等性能方面起着极

为关键的作用,并且和人体的接触也最直接。涂料有各种各样的色彩以满足人们装饰的需要,常见的颜色的测定方法有铁钴比色法(GB/T 1722—1992)、罗维朋比色法(GB/T 1722—1992)、加氏比色法(GB/T 9281.1—2008、ISO 4630—2004)、铂钴比色法(GB/T 9282.1—2008)和碘液比色^[5,6]法。

铁钴比色法适用于用铁钴比色计的色阶号表示液体颜色,可用于清漆、清油及稀释剂的颜色测定。铁钴比色法是将试样置于玻璃试管中,以目视法将试样与一标有色阶号的铁钴标准色阶溶液进行比较来评定结果。

罗维朋比色法适用于罗维朋比色计目视比色测定透明液体的颜色,以罗维朋色度值表示液体的颜色。可用于清漆、清油及稀释剂的颜色测定。

加氏比色法规定了以加氏颜色等级评定色漆和清漆漆基的透明液体颜色的方法。适用于干性油、清漆和脂肪酸、聚合脂肪酸及树脂溶液,对于其他物质不适用。加氏比色法是将试样置于直径符合标准的玻璃管中,以目视法与一系列标有号数的标准颜色进行比较,确定与样品颜色最接近的颜色标准,测定结果以加氏颜色号数表示。

铂钴比色法规定了用铂钴单位来评定透明液体颜色的方法。铂钴单位是 1L 溶液中含 1mg 铂(以氯铂酸盐离子形式存在)及 2mg 氯化钴(Ⅱ)六水合物时的溶液颜色。本方法适用于颜色和铂钴等级标准颜色相似的透明液体。铂钴等级评定法是将样品的颜色与颜色标准进行比较,并用铂钴颜色单位来表示结果。

碘液比色法适用于用碘液比色计的色阶号来表示液体的颜色,可用于油脂、树脂、溶液和清漆的颜色测定。碘液比色法是将试样置于玻璃试管中,以目视法将试样与一标有色阶号的碘液标准色阶溶液进行比较来评定结果。

下面重点介绍一下铁钴比色法。

1. 仪器和材料

铁钴比色计;无色玻璃管(格氏管)直径 (10.75 ± 0.05) mm,高 (114 ± 1) mm;人造日光比色箱或木制暗箱如图 1-7 所示。

2. 铁钴比色计标准色阶溶液

(1) 试剂 蒸馏水(H_2O);盐酸(HCl),分析纯;硫酸(H_2SO_4),分析纯,密度 $1.84g/mL$;氯化钴($CoCl_2 \cdot 6H_2O$),分析纯或化学纯;三氯化铁($FeCl_3 \cdot 6H_2O$),分析纯或化学纯;重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$),分析纯。

(2) 标准色阶溶液用试剂的配制

① 稀盐酸。1 质量份的盐酸溶于 17 质量份的蒸馏水中。

② 三氯化铁($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)溶液。将约 5 质量份的三氯化铁($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)溶解于 1.2 质量份的稀盐酸中,调整它的颜色相当于 3.0g 重铬酸钾溶于 100mL 酸中的溶液颜色。如重铬酸钾不全部溶解,可用水浴加热到温度不超过 $80^\circ C$ 下溶解。

③ 氯化钴溶液。1 质量份的氯化钴溶解于 3 质量份的稀盐酸中。

(3) 标准色阶溶液的制备 将上述配制好的三氯化铁溶液、氯化钴溶液和稀盐酸按表 1-4 所列的用量配成 18 挡色阶溶液,准确调整它们的颜色至相当于同表同行所列重铬酸钾溶于硫酸中的标准溶液的颜色。重铬酸钾必须准确配制,当日使用,然后分别装于 18 支试管中,将试管密封,按顺序排列于架上,妥善保管,防止光照。铁钴比色计每三年校正一次。

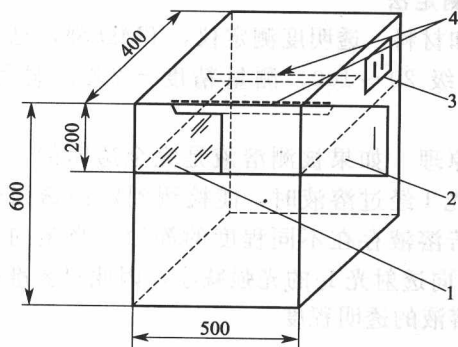


图 1-7 木制暗箱(单位: mm)

1—磨砂玻璃; 2—挡光板;

3—电源开关; 4—15W 日光灯

表 1-4 铁钴比色计及重铬酸钾标准溶液配合量

色阶编号	配合量(容量计)/%			重铬酸钾标准溶液配合量(容量计)/%	
	三氯化铁溶液	氯化钴溶液	稀盐酸	重铬酸钾	浓硫酸(1.84g/mL)
1	0.13	0.19	99.68	0.13	99.87
2	0.19	0.29	99.52	0.16	99.84
3	0.29	0.43	99.28	0.24	99.76
4	0.43	0.65	98.92	0.37	99.63
5	0.65	0.97	98.38	0.68	99.32
6	1.00	1.30	97.70	1.07	98.93
7	1.70	1.70	96.60	1.28	98.72
8	1.50	1.00	95.50	1.72	98.28
9	3.30	1.60	94.10	1.60	97.40
10	5.10	3.60	91.30	5.47	94.53
11	7.50	5.30	87.20	8.33	91.67
12	10.80	7.60	81.60	11.67	87.33
13	16.60	10.00	73.40	19.07	80.93
14	21.20	13.30	64.50	25.43	74.57
15	29.40	17.60	53.00	34.70	65.30
16	37.80	21.80	39.40	41.67	57.33
17	51.30	25.60	23.10	74.00	26.00
18	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00

3. 测定方法

将试样装入洁净干燥的格氏管中，温度保持在（23±2）℃，置于人造日光比色箱或木制暗箱内，以 30~50cm 视距的透射光与铁钴比色计的标准色阶溶液进行比较。选出两个与试样颜色深浅最接近的，或一个与试样颜色深浅相同的标准色阶溶液。在测试时，试样若由于低温而引起浑浊，可在水浴上加热至 50~55℃，保持 5min，然后冷却至（23±2）℃，再保持 5min 后进行测定。

4. 结果表示

以与铁钴比色计颜色最相近的标准色阶号数表示试样颜色的等级。

四、密度

1. 范围及说明

密度的是物质的一种特性。某种物质的质量和其体积的比值，即单位体积的某种物质的质量，叫作这种物质密度。用水举例，水的密度在 4℃ 时为 10³kg/m³，物理意义是每立方米的水的质量是 1.0×10³kg，密度通常用“ρ”表示。密度是物质的特性之一，每种物质都有一定的密度，不同物质的密度一般是不同。因此我们可以利用密度来鉴别物质。其办法是测定待测物质的密度，把测得的密度和密度表中各种物质的密度进行比较，就可以鉴别物体是什么物质做成的。

本方法适用于在规定的温度下测定液体色漆、清漆及有关产品的密度。其测试原理为首先用蒸馏水的密度校准比重瓶（质量/体积杯）的体积，然后利用比重瓶，在一定温度下称量试样质量，再根据试样的质量和比重瓶的体积，计算出试样的密度。

2. 仪器和材料

（1）比重瓶 一种是容量为 20~100mL 的玻璃比重瓶，如图 1-8(1) 和 (2) 所示；另一种是容量为 37mL 的金属比重瓶如图 1-8(3) 所示。