

高等学校教学用书

# 合成树脂与塑料 实验指导

〔苏〕 К. Д. 安德烈阿諾夫 著  
卡达肖夫

化学工业出版社

高等学校教学用书

# 合成树脂与塑料实验指导

〔苏〕 K.安德烈阿諾夫 Д.卡达肖夫 合著

沈嗣唐 馮昭連 林敦儀 合譯

化学工业出版社

本書介紹各種合成樹脂與塑料的製備和試驗方法以及所用原料的分析檢驗。

本書供高等工業學院高年級學生用作合成樹脂和塑料實驗的教科書，也可供工廠和研究機關實驗室工作人員的參考用。

原書經蘇聯化學工業部教育司批准為高等化工學院用教科書。

К. АНДРИАНОВ и Д. КАРДАШНВ  
ПРАКТИЧЕСКНЕ  
РАБОТЫ  
ПО ИСКУССТВЕННЫМ  
СМОЛАМ  
И  
ПЛАСТМАССАМ  
ГОСХИМИЗДАТ • 1946

高等學校教學用書  
合成樹脂與塑料實驗指導

沈嗣唐、馮昭述、林敦儀 合譯

化學工業出版社（北京安定門外和平街）出版

北京市書刊出版業營業證可證出字第 092 號

北京市印刷一廠印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經售

開本：850×1168 •  $\frac{1}{32}$

印張：7  $\frac{5}{32}$

字數：197 千字

定價：(10) 1.10 元

1959年6月第1版

1960年12月第5次印刷

印數：9,701—15,700

書號：15068 • 0354

## 序 言 (第二版)

在本書(第二版)中,对近年来合成树脂和塑料方面的重要成就作了补充。

由于斯达哈諾夫工作方法的推廣,合成树脂和塑料的加速制备法和原料的快速分析法具有更大的意义。因此,旧的合成树脂和塑料制备方法以及試驗方法都更換了新的內容。此外由于掌握了聚合树脂,聚乙烯醇縮乙醛和百分之百油溶性树脂等許多新型合成树脂的生产,要求在本書中列入各种新的合成方法和試驗方法。

在本書(第二版)中还引用了許多原料的定性和定量分析,以及树脂和塑料制备法等方面的重要文献。并且按照近代观点比較詳細地討論了各种合成树脂生成的反应机理。

K. A. 安德烈阿諾夫

П. A. 卡达肖夫

1945年10月15日于莫斯科

## 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 序言 (第二版) .....    | 7  |
| 緒論 .....          | 8  |
| I、某些專門操作規則        |    |
| 概述 .....          | 9  |
| 蒸餾 .....          | 9  |
| 樹脂內揮发份的蒸餾 .....   | 12 |
| 樹脂中水份的脫除 .....    | 13 |
| 攪拌 .....          | 14 |
| 樹脂溶解度的測定 .....    | 14 |
| 樹脂的分級 .....       | 15 |
| 樹脂的干燥 .....       | 18 |
| 氫离子浓度測定的比色法 ..... | 18 |
| II、原料分析           |    |
| 苯酚的分析 .....       | 21 |
| 三混甲酚的分析 .....     | 28 |
| 甲萘液的分析 .....      | 35 |
| 聚甲醛的分析 .....      | 43 |
| 六次甲基四胺的分析 .....   | 49 |
| 乙萘的分析 .....       | 53 |
| 三聚乙萘的分析 .....     | 56 |
| 糠萘的分析 .....       | 57 |
| 丙稀萘的分析 .....      | 60 |
| 丙酮的分析 .....       | 62 |
| 乙二醇的分析 .....      | 65 |
| 甘油的分析 .....       | 67 |
| 季戊四醇的分析 .....     | 71 |
| 磷苯二甲酐的分析 .....    | 72 |
| 尿素的分析 .....       | 74 |
| 硫脲的分析 .....       | 78 |
| 二巯基胺的分析 .....     | 79 |
| 苯胺的分析 .....       | 81 |
| 溶剂苯的分析 .....      | 84 |
| 醋酸乙烯的分析 .....     | 85 |
| 苯乙烯的分析 .....      | 87 |

|            |    |
|------------|----|
| 甲基丙羧酸甲酯的分析 | 82 |
|------------|----|

### III、树脂的物理-化学和化学試驗方法

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、合成树脂的定性反应                | 90  |
| 1. 合成树脂的主要分类及其特性           | 90  |
| 2. 試驗用树脂的准备                | 91  |
| 3. 氮、硫和氮的定性反应              | 92  |
| 4. 聚合树脂的检出                 | 94  |
| 5. 酚醛树脂的检出                 | 96  |
| 6. 酚-乙炔树脂的检出               | 97  |
| 7. 酚-糠醛树脂的检出               | 98  |
| 8. 醇酸树脂的检出                 | 98  |
| 9. 脲-甲醛树脂的检出               | 99  |
| 10. 脲醛树脂的检出                | 99  |
| 二、树脂的物理-化学試驗方法             | 100 |
| 1. 用比重瓶測定树脂的比重             | 100 |
| 2. 克里門-德諾夫法树脂軟化点的測定        | 101 |
| 3. 在毛细管中树脂熔点和軟化点的測定        | 102 |
| 4. 烏別洛特滴点的測定               | 102 |
| 5. 环与球法軟化点的測定              | 103 |
| 6. 树脂的折射率(折射系数)的測定         | 104 |
| 7. 用克里門式仪器測定树脂的硬度          | 105 |
| 8. 按华格-斯蒂尔法測定树脂的硬度         | 106 |
| 9. 用合氏和季奎遜式針入度計測定树脂或漆膏的針入度 | 107 |
| 10. 用合氏和斯密脱式硬度計測定树脂的伸展性    | 108 |
| 11. 树脂粘度的測定                | 109 |
| 12. 按金氏和斯达克法測定树脂中的含水量      | 111 |
| 13. 树脂聚合速度的測定              | 112 |
| 14. 用索克斯立脱式仪器測定树脂的聚合度      | 112 |
| 15. 树脂色度的測定                | 113 |
| 16. 树脂透光性的測定               | 114 |
| 三、树脂的化学試驗法                 | 114 |
| 1. 測定树脂的酸值和皂化值             | 114 |
| 2. 树脂中萘和甲萘含量的測定            | 117 |
| 3. 树脂碘值的測定                 | 118 |
| 4. 克努普(Knon)法測定树脂的碘值       | 121 |
| 5. 树脂的乙酰值的測定               | 122 |
| 6. 蔡賽尔法測定树脂中的含氮基           | 123 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 7. 树脂中羟基基数的测定        | 124 |
| 8. 树脂的分子量的测定         | 127 |
| 9. 树脂的耐水性、耐酸性和耐碱性的测定 | 129 |
| 10. 地氈膏和漆膏的分析        | 132 |

#### IV、树脂的合成

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 一、树脂和树脂状态的概念       | 136 |
| 二、聚合树脂的制备          | 138 |
| 1. 单带树脂的制备         | 138 |
| 2. 苯乙烯聚合树脂的制备      | 141 |
| 3. 醋酸乙烯树脂的制备       | 143 |
| 4. 氯乙烯树脂的制备        | 144 |
| 5. 聚乙烯醇缩醛的制备       | 145 |
| 6. 甲基丙烯酸甲酯树脂的制备    | 148 |
| 7. 氯乙烯和醋酸乙烯的共聚体的制备 | 149 |
| 8. 丙烯酸树脂的制备        | 150 |
| 三、缩合树脂的制备          | 151 |
| 1. 酚-甲醛树脂的制备       | 151 |
| 2. 酚-乙醛树脂的制备       | 172 |
| 3. 酚-丙烯酸树脂的制备      | 173 |
| 4. 酚-酮-醛树脂的制备      | 174 |
| 5. 酚-糠醛树脂的制备       | 175 |
| 6. 氨-甲醛树脂的制备       | 176 |
| 7. 酰胺-甲醛树脂的制备      | 180 |
| 8. 多元酸和多元醇缩合树脂的制备  | 186 |
| 9. 醛类缩合树脂的制备       | 193 |
| 10. 用醛与甲醛缩合树脂的制备   | 197 |
| 11. 有机硅树脂的制备       | 199 |

#### V、塑料的制备方法

|               |     |
|---------------|-----|
| 一、压塑粉制备法      | 201 |
| 1. 油漆法制备压塑粉   | 201 |
| 2. 水-乳液法制备压塑粉 | 203 |
| 3. 干法制备压塑粉    | 204 |
| 4. 棉纤维塑料的制备   | 205 |
| 5. 压塑粉制品的压制   | 206 |
| 二、层合塑料制备法     | 207 |
| 1. 布层压板的制备    | 207 |
| 2. 纸层压板的制备    | 208 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3. 木层压板的制备                         | 209 |
| 三、地氈青压制混合物的制备                      | 210 |
| VI、塑料試驗方法                          |     |
| 一、物理-化学試驗                          | 212 |
| 1. 吸湿性的測定                          | 212 |
| 2. 吸水性的測定                          | 212 |
| 3. 拉西格可塑性的測定                       | 213 |
| 4. 耐热性的測定                          | 214 |
| 5. 耐灼性的測定                          | 215 |
| 6. 耐火性的測定                          | 216 |
| 二、机械試驗                             | 217 |
| 1. 布氏硬度的測定                         | 217 |
| 2. 抗压极限强度的測定                       | 217 |
| 3. 抗拉极限强度的測定                       | 218 |
| 4. 静力抗弯极限强度的測定                     | 219 |
| 5. 冲击强度的測定                         | 220 |
| 三、电气試驗                             | 221 |
| 1. 体电阻系数的測定                        | 221 |
| 2. 表面电阻系数的測定                       | 224 |
| 3. 单位击穿电压的測定                       | 226 |
| 4. 在50赫芝頻率下的介电损失角正切、介电损失系数及介电常数的測定 | 227 |



高等学校教学用书

# 合成树脂与塑料实验指导

[苏] K.安德烈阿諾夫 Д.卡达肖夫 合著

沈嗣唐 馮昭連 林敦儀 合譯

化学工业出版社

本書介紹各种合成树脂与塑料的制备和試驗方法以及所用原料的分析檢驗。

本書供高等工業学院高年級学生用作合成树脂和塑料实验的教科書，也可供工厂和研究机关实验室工作人員的参考用。

原書經苏联化学工業部教育司批准为高等化工学院用教科書。

К. АНДРИАНОВ и Д. КАРДАШНВ  
ПРАКТИЧЕСКНЕ  
РАБОТЫ  
ПО ИСКУССТВЕННЫМ  
СМОЛАМ  
И  
ПЛАСТМАССАМ  
ГОСХИМИЗДАТ • 1946

高等学校教学用書  
合成树脂与塑料实验指导

沈嗣唐、馮昭連 林敦儀 各譯

化学工業出版社（北京安定門外和平街）出版

北京市書刊出版業登記證出字第 092 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經售

开本：850×1168 •  $\frac{1}{32}$

印張：7  $\frac{3}{32}$

字數：197 千字

定价：(10) 1.10元

1959年6月第1版

1960年12月第5次印刷

印數：9,701—15,700

書号：15069 • 0354

## 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 序言 (第二版) .....    | 7  |
| 緒論 .....          | 8  |
| I、某些專門操作規則        |    |
| 概述 .....          | 9  |
| 蒸餾 .....          | 9  |
| 樹脂內揮发份的蒸餾 .....   | 12 |
| 樹脂中水份的脫除 .....    | 13 |
| 攪拌 .....          | 14 |
| 樹脂溶解度的測定 .....    | 14 |
| 樹脂的分級 .....       | 15 |
| 樹脂的干燥 .....       | 18 |
| 氫离子浓度測定的比色法 ..... | 18 |
| II、原料分析           |    |
| 苯酚的分析 .....       | 21 |
| 三混甲酚的分析 .....     | 28 |
| 甲萘液的分析 .....      | 35 |
| 聚甲萘的分析 .....      | 43 |
| 六次甲基四胺的分析 .....   | 49 |
| 乙萘的分析 .....       | 53 |
| 三聚乙萘的分析 .....     | 56 |
| 糠萘的分析 .....       | 57 |
| 丙稀萘的分析 .....      | 60 |
| 丙酮的分析 .....       | 62 |
| 乙二醇的分析 .....      | 65 |
| 甘油的分析 .....       | 67 |
| 季戊四醇的分析 .....     | 71 |
| 磷苯二甲萘的分析 .....    | 72 |
| 尿素的分析 .....       | 74 |
| 硫脲的分析 .....       | 78 |
| 二聚氰胺的分析 .....     | 79 |
| 苯胺的分析 .....       | 81 |
| 溶剂萘的分析 .....      | 84 |
| 醋酸乙烯的分析 .....     | 85 |
| 苯乙烯的分析 .....      | 87 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 甲基丙炔酸甲酯的分析..... | 82 |
|-----------------|----|

### III、树脂的物理-化学和化学試驗方法

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 一、合成树脂的定性反应 .....                | 90  |
| 1. 合成树脂的主要分类及其特性 .....           | 90  |
| 2. 試驗用树脂的准备 .....                | 91  |
| 3. 氮、硫和氧的定性反应 .....              | 92  |
| 4. 聚合树脂的检出 .....                 | 94  |
| 5. 酚醛树脂的检出 .....                 | 96  |
| 6. 酚-乙醚树脂的检出 .....               | 97  |
| 7. 酚-醚醛树脂的检出 .....               | 98  |
| 8. 醚醛树脂的检出 .....                 | 98  |
| 9. 聚-甲醚树脂的检出 .....               | 99  |
| 10. 脲醛树脂的检出 .....                | 99  |
| 二、树脂的物理-化学試驗方法 .....             | 100 |
| 1. 用比重瓶測定树脂的比重 .....             | 100 |
| 2. 克里門-薩諾夫法树脂軟化点的測定 .....        | 101 |
| 3. 在毛细管中树脂熔点和軟化点的測定 .....        | 102 |
| 4. 烏別洛特滴点的測定 .....               | 102 |
| 5. 环与球法軟化点的測定 .....              | 103 |
| 6. 树脂的折射率(折射系数)的測定 .....         | 104 |
| 7. 用克里門式仪器測定树脂的硬度 .....          | 105 |
| 8. 按华格-斯帶尔法測定树脂的硬度 .....         | 106 |
| 9. 用合氏和李奎遜式針入度計測定树脂或瀝青的針入度 ..... | 107 |
| 10. 用合氏和斯賓脫式硬度計測定树脂的伸展性 .....    | 108 |
| 11. 树脂粘度的測定 .....                | 109 |
| 12. 按金氏和斯达克法測定树脂中的含水量 .....      | 111 |
| 13. 树脂聚合速度的測定 .....              | 112 |
| 14. 用索克斯立旋式仪器測定树脂的聚合度 .....      | 112 |
| 15. 树脂色度的測定 .....                | 113 |
| 16. 树脂透光性的測定 .....               | 114 |
| 三、树脂的化学試驗法 .....                 | 114 |
| 1. 測定树脂的酸值和皂化值 .....             | 114 |
| 2. 树脂中酚和甲酚含量的測定 .....            | 117 |
| 3. 树脂碘值的測定 .....                 | 118 |
| 4. 克勞普(Klön)法測定树脂的碘值 .....       | 121 |
| 5. 树脂的乙酰值的測定 .....               | 122 |
| 6. 蔡賽尔法測定树脂中的胺基基团 .....          | 123 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 7. 树脂中羟基基数的测定        | 124 |
| 8. 树脂的分子量的测定         | 127 |
| 9. 树脂的耐水性、耐酸性和耐碱性的测定 | 129 |
| 10. 地氈膏和瀝膏的分析        | 132 |

#### IV、树脂的合成

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 一、树脂和树脂状态的概念       | 136 |
| 二、聚合树脂的制备          | 138 |
| 1. 氧革树脂的制备         | 138 |
| 2. 苯乙烯聚合树脂的制备      | 141 |
| 3. 醋酸乙烯树脂的制备       | 143 |
| 4. 氯乙烯树脂的制备        | 144 |
| 5. 聚乙烯醇缩醛的制备       | 145 |
| 6. 甲基丙烯酸甲酯树脂的制备    | 148 |
| 7. 氯乙烯和醋酸乙烯的共聚体的制备 | 149 |
| 8. 丙烯酸树脂的制备        | 150 |
| 三、缩合树脂的制备          | 151 |
| 1. 酚-甲醛树脂的制备       | 151 |
| 2. 酚-乙醛树脂的制备       | 172 |
| 3. 酚-丙烯醛树脂的制备      | 173 |
| 4. 酚-酮-醛树脂的制备      | 174 |
| 5. 酚-糠醛树脂的制备       | 175 |
| 6. 氨-甲醛树脂的制备       | 176 |
| 7. 酰胺-甲醛树脂的制备      | 180 |
| 8. 多元酸和多元醇缩合树脂的制备  | 186 |
| 9. 醛类缩合树脂的制备       | 193 |
| 10. 用脘与甲醛缩合树脂的制备   | 197 |
| 11. 有机硅树脂的制备       | 199 |

#### V、塑料的制备方法

|               |     |
|---------------|-----|
| 一、压塑粉制备法      | 201 |
| 1. 油漆法制备压塑粉   | 201 |
| 2. 水-乳液法制备压塑粉 | 203 |
| 3. 干法制备压塑粉    | 204 |
| 4. 棉纤维塑料的制备   | 205 |
| 5. 压塑粉制品的压制   | 208 |
| 二、层合塑料制备法     | 207 |
| 1. 布层压板的制备    | 207 |
| 2. 纸层压板的制备    | 209 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3. 木层压板的制备                         | 209 |
| 三、地氈膏压制混合物的制备                      | 210 |
| <b>VI、塑料試驗方法</b>                   |     |
| 一、物理-化学試驗                          | 212 |
| 1. 吸湿性的测定                          | 212 |
| 2. 吸水性的测定                          | 212 |
| 3. 拉西格可塑性的测定                       | 213 |
| 4. 耐热性的测定                          | 214 |
| 5. 耐灼性的测定                          | 215 |
| 6. 耐火性的测定                          | 216 |
| 二、机械試驗                             | 217 |
| 1. 布氏硬度的测定                         | 217 |
| 2. 抗压极限强度的测定                       | 217 |
| 3. 抗拉极限强度的测定                       | 218 |
| 4. 静力抗弯极限强度的测定                     | 219 |
| 5. 冲击强度的测定                         | 220 |
| 三、电气試驗                             | 221 |
| 1. 体积电阻系数的测定                       | 221 |
| 2. 表面电阻系数的测定                       | 224 |
| 3. 单位击穿电压的测定                       | 226 |
| 4. 在50赫芝頻率下的介电损失角正切、介电损失系数及介电常数的测定 | 227 |

## 序 言（第二版）

在本書（第二版）中，对近年来合成树脂和塑料方面的重要成就作了补充。

由于斯达哈諾夫工作方法的推廣，合成树脂和塑料的加速制备法和原料的快速分析法具有更大的意义。因此，旧的合成树脂和塑料制备方法以及試驗方法都更換了新的內容。此外由于掌握了聚合树脂，聚乙烯醇縮乙醛和百分之百油溶性树脂等許多新型合成树脂的生产，要求在本書中列入各种新的合成方法和試驗方法。

在本書（第二版）中还引用了許多原料的定性和定量分析，以及树脂和塑料制备法等方面的重要文献。并且按照近代观点比較詳細地討論了各种合成树脂生成的反应机理。

K. A. 安德烈阿諾夫

П. A. 卡达肖夫

1945年10月15日于莫斯科

## 緒 論

以合成樹脂為主要成分的塑料，無論是在試驗室的小規模製造或是用工廠設備製造，大都可以歸結為二個連貫的過程，即：1，由有機原料制取合成樹脂；和 2，將樹脂與填料及增塑劑混和製成塑料。

從塑料生產的組織中證明，不僅第一階段——由原料製成合成樹脂，同時第二階段——由合成樹脂製成塑料，都比通常人們所想像的要複雜和困難得多。因此不論在實驗室里或在生產中製造合成樹脂或塑料時都必須仔細地遵守最適宜於該製造過程的各種條件。稍有一些與所制訂而經過考驗的生產規程有偏差時，常常就會產生劣等品。

原料的質量，反應的溫度範圍，反應成分的数量比，加料的次序，催化劑用量，原料中的雜質和過程進行的速度——這一切條件都會影響到製成品的質量。

只有在試驗室里將生產過程中所有細節經過極細致研究之後才能確定生產配方。同時，必須要有預先經過分析的原料，並且把過程中各階段的所有最細小的特點都考慮到（例如在樹脂析出和水層分離時要注意析出速度和分離的難易等等）。

在製造合成樹脂和塑料時，過程中各階段的分析檢驗具有很大的意義，對這種情況必須予以最認真的注意。

因此，在本書中用很多篇幅來敘述原料的分析方法、合成樹脂和塑料的製造方法和試驗方法。



## 1. 某些專門操作規則

### 概 述

#### 蒸 餾

在分析原料与制备合成树脂时，用蒸餾提純物質是實驗中經常应用的一种方法。凡在沸点时不会分解的物質可以在常压下蒸餾，例如，低級醛、酮、酚、胺等等。

若是低于正常沸点时会分解的物質，以及所有高沸点的物質：如甘油、乙二醇、醇醛等，可以用真空蒸餾。通常在真空中，沸点降低，当真空度为 12 毫米时，沸点达  $250^{\circ}\text{C}$  的物質便降低至  $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，沸点更高的物質，这个差数还要大。

**常压蒸餾** 常压蒸餾时采用符次式(Wurtz)蒸餾燒瓶。蒸餾低沸点的液体时最好用側管熔接在瓶頸高处的燒瓶。而蒸餾高沸点的液体时最好用側管熔接在瓶頸低处的燒瓶。燒瓶的容积要选择使蒸餾的液体約充滿燒瓶圆球部分的一半或三分之二。溫度計插在軟木塞中固定在瓶頸上，它的水銀球應該約低于側管口处 5 毫米。为了避免过热而使蒸餾液体沸騰，在瓶中常需放一些素燒或未上釉的小瓷片。

沸点低于  $100^{\circ}\text{C}$  的液体加热时，最好使用煤气加热或电热的水浴，与易燃液体一起蒸餾时一定要用水浴。当蒸餾沸点达  $250^{\circ}\text{C}$  的液体时，可用高閃点的矿物油（例如气缸油）浴。为了达到更高的溫度，常常采用电热的或用煤气加热的砂浴或空气浴——巴布式(Babo)漏斗。

沸点在  $150^{\circ}\text{C}$  以下的液体，其蒸汽在冷却时可用萊比錫式(Liebig)冷凝管；沸点高于  $150^{\circ}\text{C}$  的液体，即用空气冷凝管冷却（空气冷凝管就是沒有套管的冷凝管内管）。如果物質在冷却后会迅速凝固，則在蒸餾时必须

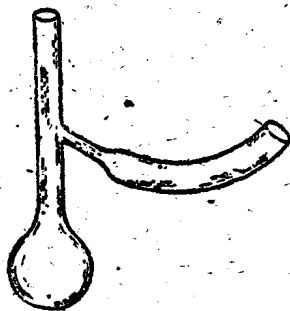


图 1 帶粗側管的蒸餾瓶