

# 复合包装基础知识 与常见问题的分析处理

赵世亮  
编著

全面介绍复合软包装技术，涵盖生产实际问题处理方法

编者从业30多年的丰富经验集锦

内容丰富实用，专业性强  
常见问题处理贴合实际生产，帮助企业解决生产实际问题



# 复合包装基础知识与 常见问题的分析处理

赵世亮 编 著



文化发展出版社  
Cultural Development Press

## 序

有一天，世亮兄忽然找我，说让我给他的新书写一个序。他的这本书我是知道的，四五年前，他就在为这本书做准备，后来没有再听到消息，以为他放弃了，没想到真的完成了，恭喜世亮兄！

世亮兄是我们行业的前辈，来高盟前就在行业的另一家知名企业——北京商三——做了十几年的技术老总，30多年来亲身经历了我国软包装行业的整个发展历程，对我国软包装行业的技术进步、行业问题的认识了如指掌，尤其这些年在高盟任客服总监以后，他更是对全中国、东南亚、中东等的大多数企业有了更深入更深刻的了解，我想这也是这本书会有与众不同的一个背景的原因吧。

软包装是一门全新的实践科学，尤其是近30年来全世界范围内都处于一个技术、工艺、材料等迅速进步的时期，世亮兄这本书的电子手稿，我用了近一个月的时间细细拜读了，心里有几点体会，借此机会与大家分享一下。

首先，这是一本非常严谨的书。我想这点与世亮兄的性格有关，印象中世亮兄有过不止一次因为坚持技术观点而让客户难堪的场面。更为可贵的是书中所采用的大量的数据，很多是世亮兄在一线30多年来积累的实践数据，这对于企业的技术人员来讲，极具实战性，是一本拿来就可以解决企业实际技术问题的书。

其次，这本书内容全面，几乎涵盖了软包装企业技术问题的所有方面，在每一个具体的点上又给予了非常细致的实践数据的支撑。

再次，非常羡慕我们现在行业的年轻技术人员，你们能有这样一本优秀的、极具实践性的指导书可以读，我甚至认为如果你能把这本书细细地读透了，不用再看其他相关的书，你已经是具备相当水平的解决技术问题的专家了。

最后，感谢世亮兄为行业技术进步实践所做的总结，并祝世亮兄身体健康。

邓煜东



2018年10月

## 前言

复合软包装材料（俗称软包装）的加工行业在中国已有 40 多年的发展历史了。作为该行业的龙头企业——塑料印刷复合加工企业（俗称彩印厂）——在行业发展的早期，在全国范围内只有屈指可数的几个！如今，国内已有数千家彩印厂，加上与之相关的制版、油墨、薄膜、铝箔、机械、电子、化工等配套企业，总数已超过万家。

目前，在世界范围内，塑料薄膜的印刷加工方式仍是凹印和柔印占据主导地位，平印（干胶印）和喷墨印刷则呈现了强劲的增长势头。

在中国市场上，溶剂型干法复合加工技术占据了主导地位，而近年来，无溶剂型干法复合加工技术（俗称无溶剂复合）则获得了快速的发展。

在复合材料（包括塑/塑、铝/塑和纸/塑）的加工和应用过程中，总会出现一些问题或瑕疵。多年来，行业内的从业人员以及相关的大专院校在理论与实践方面进行了大量的研究与探索，出版了许多专著，在网络上也有大量的报道。

我于 1982 年进入复合软包装行业，从事复合软包装材料的加工近 20 年；2003 年加盟北京高盟化工有限公司（现名为北京高盟新材料股份有限公司），专业从事胶黏剂的应用技术指导，以及处理与胶黏剂相关的质量投诉。在此过程中，积累了许多行业经验与教训。

借此机会，对本人 30 多年的从业经验加以整理，汇编成此书，希望对行业的发展能有所贡献。同时，也是抛砖引玉，希望能帮助相关的技术、质量管理人员开拓思路，少走弯路。

本书内容主要分为基础知识篇、常见问题篇、关键质量控制指标三部分。

“基础知识篇”分成机（设备篇）、料（原辅材料篇）、法（应用与分析方法篇）、环（环境因素篇）四章，分别就相关的知识进行描述，主要目的是说明与各类常见质量问题相关的基础知识。其中的“法（应用与分析方法篇）”又分为“应用篇”与“分析篇”，重点是阐述处理常见质量问题时应当具备的思路或思维方式。



“常见问题篇”未涉及印刷加工过程中的问题，主要是以复合加工及熟化处理为中心点，分成了应用前的问题、应用中的问题、应用后的问题三大类，分别描述了复合包装材料在加工前的准备、加工过程中及后期应用过程中经常出现的问题的现象，分析其产生的原因及相应的对策。

“关键质量控制指标及小词典”主要对相关技术指标、相关专业词语中英文及含义进行汇编。

由于本人的知识及能力所限，书中的描述难免挂一漏万，也难免有纰缪之处，希望得到高人的指点。

同时，向本书成书过程中提供各种帮助的朋友表示深深的谢意！

赵世亮



2018年10月

## 第一篇 基础知识篇

### 第一章 机（设备篇） / 003

- 一、常用的复合加工方式与基本工艺 / 003
- 二、复合机的构成 / 004
- 三、涂胶方式 / 005
- 四、复合压力及其评价 / 006
  - 1. 复合单元的施压方式 / 007
    - (1) 无杠杆传动机构的复合线压力 / 007
    - (2) 有杠杆传动机构的直压方式的复合线压力计算 / 008
  - 2. 复合线压力的评价 / 009
- 五、递胶辊的压力及其评价 / 009
  - 1. 合适的“递胶辊线压力值”的评价指标 / 012
  - 2. 与递胶辊压力关联的故障 / 012
- 六、凹版涂胶辊的分类 / 012
- 七、版容积与胶水的转移率 / 013
  - 1. 凹版网穴容积的计算方法 / 014
  - 2. 凹版网穴形状 / 014
  - 3. 网线数单位 / 015
  - 4. 网穴容积的计算方法 / 015
    - (1) 四棱锥形网穴的容积 / 015
    - (2) 连体四棱锥形的网穴容积 / 015
    - (3) 激光腐蚀辊的网穴容积 / 016

- (4) 四棱台形的网穴容积 / 016
- (5) 六棱台形的网穴容积 / 017
- 5. 胶水的转移率 / 018
  - (1) 四棱锥形网穴中胶黏剂的转移率 / 018
  - (2) 四棱柱形网穴中胶黏剂的转移率 / 019
- 八、涂胶辊的耐用性事宜 / 021
  - 与涂胶辊关联的故障 / 023
- 九、平滑辊 / 023
  - 1. 平滑辊的旋转方向 / 024
  - 2. 平滑辊的包角 / 025
  - 3. 平滑辊的旋转速度 / 025
  - 4. 平滑辊与胶水的黏度 / 025
  - 5. 与平滑辊关联的故障 / 026
- 十、两种刮刀系统 / 026
  - 1. 刮刀片的安装 / 027
  - 2. 组合式刮刀的应用 / 027
  - 3. 刮刀的角度 / 028
  - 4. 刮刀角度的检测方法（量角器法） / 028
  - 5. 与刮刀关联的故障 / 029
- 十一、胶黏剂的补充方式 / 029
  - 1. 溶剂型干法复合加工工艺补充胶水的方法 / 029
    - (1) 手工方式 / 029
    - (2) 半机械方式 / 029
    - (3) 机械方式 / 029
    - (4) 手动机械补胶 / 030
    - (5) 机械循环 / 030
    - (6) 自动黏度控制 / 030
  - 2. 无溶剂干法复合机的混胶机 / 030
- 十二、烘干箱的设计及调整 / 031
  - 1. 风嘴形式与配置方式 / 031
  - 2. 风量的平衡 / 032
  - 3. 风温与温度传感器的设置 / 033
  - 4. 干燥能力的评价方法 / 033

5. 设定烘箱温度的原则 / 034	
6. 应用中的注意事项 / 034	
十三、熟化室（箱）的设计与评价 / 034	
1. 熟化室（箱）的评价指标 / 035	
2. 加热方式的选择 / 036	
3. 热风供给方式 / 036	
4. 温度的准确性 / 036	
5. 温度的均匀性 / 036	
6. 与熟化室相关的故障 / 037	
十四、电晕处理机 / 037	
1. 电晕处理机的发展历史 / 037	
2. 常用的电晕处理机 / 041	
3. 功率密度 / 042	
<b>第二章 料（原辅材料篇） / 046</b>	
一、常用的复合基材 / 046	
二、基材与复合膜的常规力学指标 / 048	
三、拉伸断裂应力 / 048	
四、拉伸弹性模量与正割模量 / 049	
五、断裂标称应变 / 052	
六、表面润湿张力 / 053	
合适的数值 / 054	
七、表面润湿张力的衰减曲线 / 054	
表面润湿张力发生衰减的原因 / 056	
八、基材的热收缩率 / 058	
弓形效应 / 062	
九、基材的阻隔性 / 064	
十、基材的吸湿性 / 065	
十一、基材的熔点 / 067	
十二、基材的层间撕裂或分裂 / 068	
OPP 膜的层间撕裂或分离 / 068	
十三、铝箔的除油度 / 068	
十四、爽滑剂和开口剂 / 069	

1. 硅酮母粒 / 071
2. 不同爽滑剂的分子量与熔程 / 071
3. 如何鉴别基材中的爽滑剂类别 / 072

#### 十五、助剂的析出 / 迁移与基材的表面摩擦系数 / 073

#### 十六、摩擦系数与爽滑性、开口性 / 075

1. 为何选择热合面 / 不锈钢板摩擦副? / 075
2. 为何选择粘连力 / 077
3. 改善爽滑性、开口性的方法 / 077
4. 复合薄膜粘连性试验的样品制备方法 / 079
  - (1) 对于已完成的制袋成品 / 079
  - (2) 对于已完成熟化处理的复合薄膜和新购入的热合层薄膜 (CPP、CPE) / 079

#### 十七、对耐水煮、耐蒸煮基材的特定要求 / 079

#### 十八、胶水的流平性 / 080

1. “气泡”问题与“胶水的流平性” / 080
2. 此“胶水”非彼“胶水” / 080
3. “胶水流平性”的评价指标 / 080
4. “胶水的流平性”是胶水工作液的一种特性 / 081
5. 影响“胶水的流平性”的因素 / 081
6. “胶水的流平结果”的评价指标 / 082
7. “胶水流平结果”与“白点”“气泡”现象的关联性 / 083
8. 导致“胶水流平结果”不好的其他因素 / 083
  - (1) 网穴加工状态对“胶水流平结果”的影响 / 083
  - (2) 网穴堵塞状态对“胶水流平结果”的影响 / 084
  - (3) 平滑辊的应用与“胶水流平结果” / 084
  - (4) 复合机的运行速度对“胶水流平结果”的影响 / 084
  - (5) 烘干箱的正负压状态对“胶水流平结果”的影响 / 085
  - (6) 复合单元的工艺条件对“胶水流平结果”的影响 / 086
  - (7) 复合膜的收卷状态对“胶水流平结果”的影响 / 086
  - (8) “基材的微观表面平整度”对复合制品外观的影响 / 087

#### 十九、胶水的初粘力 / 089

#### 二十、胶水的副反应 / 090

#### 二十一、力学指标的热衰减 / 091

## 二十二、复合薄膜的卷曲性 / 092

## 第三章 法（应用与分析方法篇） / 094

## 第一部分 应用 / 094

## 一、达因水的管理与应用 / 094

## 1. 表面张力测试液的数值变化趋势 / 094

## 2. 正确应用表面张力测试液 / 098

## 二、复合加工的速度与温度、压力 / 099

## 1. 复合压力 / 099

## 2. 复合辊温度 / 100

## 3. 烘干箱温度 / 100

## 三、电晕处理机的合理应用 / 100

## (1) 含铝箔的复合制品 / 101

## (2) VMPET 的复合制品 / 101

## (3) VMCPP 的复合制品 / 101

## (4) 在特定情况下，加工四层的复合材料 / 101

## (5) 某些客户为了降低成本会使用部分“回收料” / 101

## (6) 厚 PE 膜的复合制品 / 101

## (7) 表面摩擦系数过低的基材 / 101

## 四、收卷压力与复合制品的外观 / 102

## 1. “二次流平”的概念 / 102

## 2. 收卷压力与“二次流平” / 102

## 五、残留溶剂 / 103

## 1. 第一阶段的检测结果超标 / 103

## 2. 第二阶段的检测结果超标 / 104

## 3. 第三阶段的检测结果超标 / 104

## 六、热合曲线 / 104

## 1. 热合强度曲线与热合曲线 / 104

## 2. 热合曲线的认识与应用 / 105

## (1) 热封层与热合层 / 106

## (2) 认识热合曲线 / 106

## (3) 应用热合曲线 / 106

## (4) 推算实际的热合时间 / 108

- (5) 不可忽视的热合压力 / 108
  - 3. 热合强度的几种表现形式 / 108
  - 4. 不同的封口分离形态对应的热合强度曲线 / 109
  - 5. 热合条件与封口分离状态 / 111
  - 6. 复合制品的结构与热合强度 / 111
  - 7. 客户的封口状态与热合条件的评价 / 112
- 七、消毒与灭菌 / 113
- 1. 无处不在的细菌 / 113
  - 2. 细菌的存活条件 / 114
  - 3. 消毒与灭菌 / 115
  - 4. 常用的物理灭菌方法 / 115
    - (1) 热力灭菌技术 / 115
    - (2) 过热蒸汽灭菌技术 / 116
    - (3) 辐照灭菌技术 / 116
    - (4) 微波灭菌技术 / 116
    - (5) 远红外线灭菌技术 / 116
    - (6) 磁力灭菌技术 / 116
    - (7) 高压电场脉冲灭菌技术 / 117
    - (8) 脉冲强光灭菌技术 / 117
    - (9) 超高压灭菌技术 / 117
    - (10) 超声波灭菌技术 / 117
  - 5. 复合食品包装灭菌设备与工艺 / 118
    - (1) 全水循环式杀菌锅的工作原理 / 118
    - (2) 喷淋式杀菌锅的工作原理 / 118
  - 6. 水煮消毒设备与工艺 / 120
  - 7. 蒸煮杀菌的温度与压力 / 121
  - 8. 配套的软件 / 124
  - 9. 消毒/灭菌效果的再确认 / 124
- 八、铝箔与镀铝层的耐腐蚀性 / 124
- 1. 铝的化学特性 / 124
  - 2. 铝与水的反应 / 124
  - 3. 铝箔与镀铝层的耐腐蚀性 / 125
  - 4. “镀铝层被腐蚀”现象的表现形式 / 125

- 九、真空度与真空泵 / 126
  - 1. 真空度 / 126
  - 2. 真空泵 / 127
  - 3. 真空包装 / 127
  - 4. 相关的质量问题 / 128
- 十、拉链袋的相关事宜 / 128
  - 1. 常见的不良现象 / 128
  - 2. 拉链袋端头处表面皱褶的分类方法 / 128
  - 3. 对拉链的关注点 / 128
  - 4. 拉链袋加工的工艺特点与相关的问题 / 129
  - 5. 形成表面皱褶的原因 / 130
  - 6. 冷却条件的影响 / 131
  - 7. 拉链及热封层基材熔点的影响 / 131
- 十一、滚轮热封相关事宜 / 131
  - 1. “滚轮热封”的含义 / 131
  - 2. “滚轮热封包装”的常见问题 / 132
  - 3. “滚花”的相关标准 / 132
  - 4. 滚轮热封过程中基材的变形率 / 134
  - 5. 滚花的啮合度 / 137
  - 6. 起封温度与热合条件 / 140
  - 7. PET 的回弹性与封口处的局部分层 / 140
  - 8. 合理的滚花形状设计 / 141

## 第二部分 分析 / 143

- 一、粘接机理 / 143
  - 1. 机械理论 / 143
  - 2. 吸附理论 / 143
  - 3. 扩散理论 / 145
- 二、剥离力的评价 / 146
  - 1. 剥离时的界面分析 / 146
  - 2. 粘接破坏界面的判定方法 / 147
    - (1) 直观观察法 / 147
    - (2) 染色剂法 / 147
    - (3) 表面光泽法 / 148

- (4) 透明度法 / 149
- (5) 功能层转移法 / 149
- (6) 测厚法 / 149
- (7) 表面润湿张力法 / 149
- (8) 黏性检查法 / 150
- (9) 墨层的溶解性法 / 150
- 3. 典型的剥离力曲线 / 150
- 4. 复合膜的内应力与剥离力 / 151
- 5. 剪切力试验与基材回弹性试验 / 152
  - (1) 剪切力试验 / 152
  - (2) 基材回弹性试验 / 155
- 三、“胶水不干”现象 / 156
  - 1. “胶水不干”现象的原因 / 157
  - 2. 各种与“胶水不干”现象相关的因素 / 157
    - (1) “熟化不充分”的表现形式 / 158
    - (2) “固化剂不足”的因素 / 158
    - (3) “固化剂过量”的表现形式 / 159
  - 3. “胶水不干”现象在单张复合膜和膜卷上的不同表现 / 159
  - 4. “胶水不干”现象与原因的关联性（针对单张样膜） / 162
    - (1) 特殊案例：结构为 PA//Al//PA//Al//PE 的复合制品“胶水不干”现象分析 / 164
    - (2) 特殊案例：结构为 PET//Al//PET//PE 的复合制品“胶水不干”现象分析 / 165
  - 5. “胶水不干”现象与原因的关联性（针对批量性膜卷） / 165
  - 6. 胶层是否已完全固化的判定方法 / 166
  - 7. 排除导致“胶水不干”因素的方法 / 166
  - 8. “胶水不干”现象与“胶水质量”的关联性 / 166
  - 9. 关于条状分布的“胶水不干”现象的思考 / 167
- 四、折叠试验 / 169
  - 1. 试验方法 / 169
  - 2. 折叠试验的应用范围 / 169
  - 3. 折痕的状态 / 170
  - 4. 折痕处的应力 / 170

- 5. 折痕的半径与表层基材的变形率 / 171
- 6. 影响基材变形率的因素 / 172
- 7. 折叠后的半径中值与局部分层（变形）的状态 / 173
- 五、放卷张力与收卷张力 / 176
  - 1. 张力控制系统分类 / 176
  - 2. 张力控制的基准点 / 177
  - 3. 张力的预计算 / 177
- 六、复合膜的卷曲性与热收缩率的差异 / 179
  - 热收缩率（或弹性变形率）差异的物理含义 / 180
- 七、纸/塑复合制品的卷曲问题 / 181
- 八、气泡的分类与辨识 / 182
  - 1. 白点与气泡 / 182
  - 2. 气泡的分类方法 / 182
    - (1) 气泡显现的阶段 / 182
    - (2) 气泡的“可擦除性” / 183
    - (3) 气泡的“凹凸”状态 / 184
    - (4) 气泡的分布状态 / 184
    - (5) 气泡的微观状态 / 187
  - 3. 微观条件下容易发生混淆的气泡 / 188
  - 4. 产生气泡的原因 / 189
  - 5. 热处理后在袋子表面显现的气泡 / 190
- 九、复合制品的挺度或柔软度 / 192
- 十、显微摄影及其应用 / 194
  - 1. 显微观察的必要性 / 194
  - 2. 显微摄影的工具 / 194
  - 3. 可观察的面积 / 195
- 十一、基材微观平整度的评价 / 196
- 十二、摩擦系数与爽滑性 / 198
  - 1. 摩擦系数 / 198
  - 2. 爽滑性 / 199
  - 3. 爽滑剂与开口剂 / 199
  - 4. 摩擦副 / 199
  - 5. 胶黏剂的种类对摩擦系数的影响 / 200

- 6. 爽滑剂用量对摩擦系数的影响 / 200
- 7. 温度及熟化时间对摩擦系数的影响 / 200
- 8. 收卷硬度对摩擦系数的影响 / 201
- 9. 熟化后的停放时间对摩擦系数的影响 / 201
- 10. 摩擦系数 $\neq$ 爽滑性 / 202
- 十三、复合膜袋开口性的评价与改良 / 203
  - 1. 开口性的评价方法 / 203
  - 2. 开口性的改良方法 / 203
- 十四、“助剂析出”现象的判断方法 / 204
- 十五、复合膜的耐压性评价方法 / 205
  - 1. 复合薄膜的耐压性能试验方法 / 205
  - 2. 复合膜的重物压力试验 / 205
    - (1) 袋的耐压性能 / 205
    - (2) 袋的耐压性能试验 / 205
  - 3. 重物压力和拉力的转换 / 206
  - 4. 复合膜的充气压力试验 / 208
- 十六、W·F 油墨转移理论与胶水的转移率 / 208
- 十七、稀溶液的依数性与“破袋”现象 / 211
- 十八、复合制品的异味（异嗅） / 212
  - 1. “异味”的分类 / 212
  - 2. “异味”的鉴别 / 213
- 十九、制袋机 / 自动包装机热合条件的评价 / 215
  - 1. 制袋机热合条件的评价 / 215
  - 2. 自动包装机热合条件的评价 / 215
- 二十、复合膜袋的抗跌落性能 / 215

#### 第四章 环（环境因素篇） / 220

- 一、相对湿度与绝对湿度 / 220
- 二、露点 / 221
- 三、露点、相对湿度与绝对湿度速查 / 221
- 四、湿度表的灵活应用 / 222
- 五、溶剂汽化热 / 222
- 六、环境状况的控制 / 223

## 第二篇 常见问题篇

### 第五章 应用前的问题 / 227

- 一、卫生性 / 227
- 二、单位涂胶成本 / 228
- 三、抗介质性 / 228
- 四、耐热性 / 229

### 第六章 应用中的问题 / 230

- 一、胶盘气泡 / 230
  - 1. 现象 / 230
  - 2. 原因 / 230
    - (1) 溶剂型胶水中的气泡 / 230
    - (2) 无溶剂型胶水中的气泡 / 231
  - 3. 对策 / 231
    - (1) 对于溶剂型干法复合工艺 / 231
    - (2) 对于无溶剂型干法复合工艺 / 231
  - 4. 调查/分析思路 / 232
    - (1) 对于溶剂型干法复合工艺 / 232
    - (2) 对于无溶剂型干法复合工艺 / 232
- 二、隧道 / 232
  - 1. 隧道现象的定义 / 232
  - 2. 隧道的分类 / 233
  - 3. 原因 / 233
  - 4. 对策 / 234
  - 5. 调查/分析思路 / 235
- 三、刀线 / 235
  - 1. “刀线”的定义 / 235
  - 2. 刀线的分类 / 235
    - (1) 空刀线 / 236
    - (2) 实刀线 / 236
    - (3) 长刀线 / 236
    - (4) 短刀线 / 236

(5) 固定的刀线 / 236

(6) 可移动的刀线 / 236

3. 复合加工中的刀线 / 236

4. 对策 / 237

(1) 固定的刀线 / 237

(2) 实刀线 / 237

(3) 空刀线 / 237

(4) 合理应用平滑辊 / 237

四、白点/气泡 / 238

1. 基材中的晶点导致的气泡 / 238

2. 基材中的晶体导致的气泡 / 238

3. 基材中的纤维导致的气泡 / 239

4. 基材中的其他异物导致的气泡 / 239

5. 镀铝膜微观平整度差导致的气泡 / 240

6. 夹在复合膜间的异物导致的气泡 / 240

7. 印刷品微观平整度过差导致的气泡 / 241

8. 与印刷图案设计相关的气泡 / 242

9. PA 膜受潮导致的气泡 / 243

10. 铝箔受潮导致的气泡 / 244

11. 基材荡边/收卷不紧导致的气泡 / 244

12. 油墨层含水导致的气泡 / 246

13. 复合辊不干净导致的气泡 / 247

14. 涂胶辊局部堵塞导致的气泡 / 249

15. 胶水黏度过高或涂胶辊堵塞导致的气泡 / 249

16. 与润湿性相关的气泡 / 251

17. 与干燥不良相关的气泡 / 253

(1) 润湿性差 + 干燥不良的气泡 / 253

(2) 空刀线 + 干燥不良所致的气泡 / 255

18. 无溶剂型干法复合制品中的线性白点 / 255

19. 压力不足导致的气泡 / 256

20. 局部无胶导致的气泡 / 257

21. 与收卷硬度相关的气泡 / 257

22. 快速熟化过程中显现的气泡 / 257