

纸及塑料等 幅状材料 加工技术 与设备

[美] D·萨塔斯 编
马伯龙 张展鹤 译
马伯龙 校

· 中国轻工业出版社 ·

纸及塑料等幅状材料加工技术与设备

〔美〕 D·萨塔斯 编

马伯龙 张展鹤 译 马伯龙 校

中国轻工业出版社

(京) 新登字034号

内 容 提 要

本书对纸及塑料等材料加工技术与设备作了系统的论述,其中包括各种涂布工艺与设备及涂布后的各种作业,如如何切纸包装等。还对一些关键性辅助作业,象改进粘合的表面处理、清除静电、材料定向、张力控制等也进行了论述。同时对从对流到辐射的干燥技术、传热机理与热风喷嘴设计及浸渍和层贴复合作业方法等问题作了较深入的分司与介绍。

本书可供从事造纸工业涂布加工工艺及设备的技术人员及塑料等薄膜类材料加工的工程技术人员参考。

**WEB PROCESSING AND CONVERTING TECHNOLOGY
AND EQUIPMENT**

Donatas Satas

Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1984

纸及塑料等幅状材料加工技术与设备

〔美〕D·萨塔斯 编

马伯龙 张展鹤 译 马伯龙 校

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

京安印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32印张: 15 28/32字数: 492千字

1992年2月 第1版第1次印刷

印数: 1—3,000 定价: 19.20元

ISBN7-5019-1097-9/TS·0747

原编者序(节译)

连续的幅状材料的处理是一门老的技术，从纺织品的处理及供糊墙用的纸的涂布就开始了这门技术。这些材料与塑料薄膜或金属箔相结合，为了这样或那样的目的都要进行表面处理。此外，把各种基材用层贴法结合也变成一门重要的技术。

用于这些幅状材料加工处理的设备已经逐步发展起来。连续的纸幅生产的发明也就产生了对连续的纸幅处理的需要，诸如在涂布与印刷上。为了某个特定目的而发展的设备，在另一领域中找到了用途。较晚近才引进到生产中的材料，例如塑料薄膜，受益于为纸和纺织品而发展的幅状物传送处理技术。

幅状材料涂布用的一部分技术是旧了，但新设备的发展仍在继续着。涂布与层贴复合工业是在变化中，因为新的产品不断开发、新的技术不断引入。热融性涂料的应用增多对不同的施涂设备产生了需要。而以活化单体与低聚物为基础的辐照熟化涂料的引入则又对新的施涂与熟化设备产生了需要。

在幅状材料加工工业中有大量的技术人员。一些是设备设计方面的科技人员，而更多的是产品开发与生产制造方面的人员。在产品开发方面的人员可能对于不同的设备与可用的方法不是十分熟悉，而选择适用的硬件可能成为一种困难的任务。设备设计人员往往在幅状材料处理技术方面不具备很多的实际经验。在幅状材料处理设备的使用者与制造者之间的这种缝隙往往可能导致昂贵的失误并对成功的产品开发的努力造成干扰。本书的目的之一就是希望有助于在此缝隙上架起桥梁。

编写本书的重点是放在设备的一面而不是在工艺过程的一面。而对设备的描述是从使用者的观点出发的而不是从设备设计

人员的角度出发的。本书之焦点是幅状材料的加工，不是幅状材料的制造，虽然有些设备是两方面都能使用的。

D·萨塔斯

目 录

第一章 逆向辊和渡料辊涂布	1
1.1 逆向辊式涂布机	3
1.2 渡料辊式涂布机	10
1.3 第二代渡料辊涂布机	12
第二章 凹辊涂布机	16
2.1 直接施涂的凹纹涂布	16
2.2 凹纹辊涂布机的元件	20
2.3 混合型的凹纹辊涂布机	26
2.4 应用	29
2.5 层贴加工中的凹辊涂布机	30
2.6 雕纹方法	33
第三章 刮刀和气刀涂布机	36
3.1 颜料涂布	36
3.2 刮刀涂布	36
3.3 气刀涂布	57
第四章 其他刀式与辊式涂布机	63
4.1 刀式涂布机	63
4.2 Levelon涂布机	70
4.3 棒式涂布机	72
4.4 挤压辊式涂布机	74
4.5 吻接辊式涂布机(即无衬辊的辊式涂布机)	76
4.6 铸涂式涂布机	79
4.7 弯液膜式涂布机 (Meniscus coaters)	81
4.8 刷式涂布机	81
第五章 回转筛鼓涂布	84
5.1 筛鼓	84

5.2	回转筛鼓系统	89
5.3	回转筛鼓涂布机的机理	91
5.4	筛鼓的选择	92
5.5	挤料刀筛鼓涂布的机理	93
5.6	流变学	95
第六章 喷雾涂布		99
6.1	雾化	99
6.2	压缩空气喷雾	100
6.3	液压喷雾	101
6.4	静电喷枪	102
6.5	旋转圆盘	103
6.6	辊筒投掷器式涂布机	103
6.7	附属设备	104
第七章 压延		106
7.1	压延机的型式	108
7.2	层合	109
7.3	压敏胶带	112
7.4	摩擦压延机	114
7.5	压延辊	114
7.6	传动	119
7.7	配套装备	120
第八章 挤压涂布		122
8.1	材料	123
8.2	粘合	124
8.3	预涂布	125
8.4	挤压机	126
8.5	口模与受料接头	129
8.6	复合挤压机	131
8.7	复合受料接头	132
8.8	双缝口模	136
8.9	多总管口模	137
8.10	幅状材料的输送	138

8.11 安全	143
第九章 热融涂布机	145
9.1 融化器	146
9.2 垂幕式涂布机	149
9.3 缝孔涂布机	153
9.4 辊式涂布机	156
9.5 凹纹辊涂布机	158
9.6 高粘度热融物涂布机	160
9.7 涂蜡机	164
9.8 整饰	166
9.9 起泡沫(热融物)	166
第十章 粉末涂布	169
10.1 撒播涂布	170
10.2 粉点涂布 (Powder spot coating)	171
10.3 回转筛鼓印刷	172
10.4 流化床涂布	173
10.5 喷撒涂布	174
10.6 刮刀涂布	175
第十一章 高真空卷幅涂布	177
11.1 薄膜技术	177
11.2 薄膜特性	178
11.3 涂层材料和基材	179
11.4 方法与设备	180
11.5 真空卷幅涂布设备的标准型式	196
11.6 产品的应用	199
第十二章 浸渍涂布机(饱和器)	205
12.1 预湿段	205
12.2 浸渍段	206
12.3 计量段	211
第十三章 层贴(复合)	216
13.1 幅状材料线路的控制	221
13.2 湿结合层贴	222

13.3	湿结合问题的分析	223
13.4	干结合层贴	224
13.5	干结合问题的分析	225
13.6	热层贴	226
13.7	热层贴问题的分析	229
13.8	辅助设备	230
第十四章 表面处理		235
14.1	产生电晕的方法	237
14.2	电晕放电表面处理系统的应用	240
14.3	电晕处理机的选择	242
第十五章 干燥		245
15.1	干燥过程	245
15.2	对流干燥器	250
15.3	穿透干燥	263
15.4	传导干燥	265
15.5	红外线辐射干燥	267
15.6	介电干燥器	280
15.7	干燥器的结构	284
15.8	热风的输送	294
15.9	溶剂的回收与焚化	301
15.10	惰性气体干燥	303
15.11	卷曲	306
第十六章 紫外线辐照		312
16.1	辐射源	314
16.2	反射器	317
16.3	冷却	319
16.4	光闸板	319
16.5	电源和电气控制	320
16.6	屏蔽与安全辅件	320
16.7	紫外线辐照熟化涂料的使用	321
第十七章 电子束辐照		323
17.1	电子束产生系统的组成	323

17.2	电子束系统的参数	330
17.3	电子束的功率输出和生产能力	333
第十八章 薄膜的定向		338
18.1	顺序定向的塑料薄膜定向设备	338
18.2	同时定向的设备	344
18.3	管状薄膜定向设备	344
18.4	平张薄膜的同时定向设备	346
18.5	其他定向方法	348
第十九章 卷取、纵切和续幅		350
19.1	初卷机	350
19.2	重卷机(二次卷取机)	355
19.3	纵切系统	361
19.4	舒展装置	364
19.5	表面卷取式复卷机	365
19.6	心轴卷取式复卷机	372
19.7	续幅	373
第二十章 幅状材料的传送		377
20.1	张力	377
20.2	幅状材料的导向校正	384
20.3	调紧辊	394
20.4	舒展辊	395
20.5	纵切与旋刀切卷	399
20.6	贮集器	403
20.7	厚度测量	405
第二十一章 切纸		408
21.1	设备设计与选择	410
21.2	退卷装置	412
21.3	纵切装置	418
21.4	计量装置	420
21.5	横切部分	422
21.6	送纸系统	424

21.7	接纸部分	427
21.8	消除静电	429
21.9	安全及其他	430
第二十二章 模切		433
22.1	折叠纸盒	435
22.2	往复式冲模切割机	436
22.3	进料器	439
22.4	切割压折机	444
22.5	脱模	448
22.6	送出部分	450
22.7	冲模	452
第二十三章 压纹和相关的加工		457
23.1	热塑性幅状材料的压纹	457
23.2	产品	460
23.3	热塑性幅状材料的压纹机	461
23.4	非热塑性材料的压纹	466
23.5	真空压纹	468
23.6	凹纹印刷	468
23.7	抛光	471
23.8	打磨(Buffing) 和砂光	472
23.9	打孔	473
23.10	转印印刷	475
第二十四章 静电		482
24.1	导电与非导电	484
24.2	静电的消除	485
24.3	电感应中和器	485
24.4	电力中和器	486
24.5	核能中和器	488
24.6	组合棒中和器	489
24.7	静电引起的问题	490
24.8	着火和爆炸问题	491

24.9	尘埃和毛屑问题	492
24.10	产品的降级和破坏	493
24.11	操作问题	494
24.12	人员的电击	494

第一章 逆向辊和渡料辊涂布

Donatas Satas

应用辊子来把聚合的涂料施加，计量或抹平在运行中的幅状材料上的涂布作业是涂布幅状材料最常用的方法。根据所用的设备是否施涂一层预先计量的涂料，而不论幅状材料在厚度上的不均匀性如何都能生产出均匀的涂层厚度，或者是把涂料施涂后再对涂层进行涂后计量来涂成总厚度不变的涂层，这可把涂布机分为两大类。从图 1-1 中可得到解释，辊式涂布机在这两大类中都有，但大多数辊式涂布机是施涂预计量的涂层的（逆向辊式、凹纹辊式及压光机上涂布）。

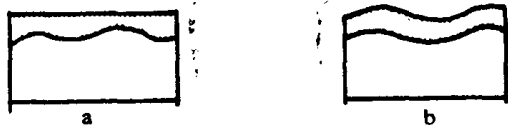


图 1-1 预计量涂层和后计量涂层的比较

a 后计量涂层导致总厚度不变；b 预计量涂层使涂层厚度不变

辊式涂布又可按作用在涂料膜上的力再分为三种：

- 剥膜型
- 抹膜型
- 劈膜型

涂料膜在辊上形成后，可以完全被剥走并转渡到基底上去。压光机涂布就属于这一种。同时，所用涂料的内聚力必须高，以防止涂层在基底和辊筒之间劈裂。这个要求使能用在压光机上的材料限于是弹粘体与聚合物的混合物，因它有很大的内聚力和足够

的热塑性使之能在辊筒压区间形成膜层。压光在第七章中讨论。

如果膜层是内聚力低的液体，例如聚合物在有机溶剂中或在水中的溶液，以及水中的乳化液或某种热融物，则膜层会在基底与辊筒之间劈开。为使膜层成功地过渡到基底上去，涂料必须在幅状物基底和辊筒上都附着得足够多且牢固，而且辊筒与幅状材料要同向转动且表面速度相同。

Schneider⁽¹⁾以实验方法研究了与幅状材料同向等速转动辊筒上的湿涂料膜层的厚度。液体膜层在辊间受到挤压而在压区另一侧被劈分。一个简单的数学关系式描述了膜层厚度与辊间缝隙两者的关系：

$$t = K \frac{c}{Z} \quad (1)$$

式中 t ——湿的涂料膜层的厚度；

c ——辊筒间的缝隙；

K ——所有其他参变数的函数（在实际涂层中的状态下，其值在 $1.192 < K < 1.333$ 范围内变动）。

这个公式仅在 5.5% 的范围内与实验数据一致。辊筒转速对湿的涂料膜层厚度没有影响。涂料粘度在 $0.1 \sim 1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 的范围内增大仅使湿膜层的厚度略为增加，对表面张力没有影响。

Meyers⁽²⁾曾经讨论过辊筒与基材之间的粘弹性涂料层的劈分。他把压区内的流动分为四个区：层流区、成穴区、空穴涨大区 and 成丝区⁽³⁾。图 1-2 说明了这种行为。劈分之后，膜层表面是粗糙的。膜层表面按照涂料的流变特征以相应的速度变平。为了



图 1-2 在辊筒与基底之间的压区内流体的劈分

1—成穴 2—成丝

得到平滑的涂层表面，膜层表面变硬经过的时间应足够长。在某些情况下，可以用一根抹平杆来加速膜层表面的抹平。劈膜型辊式涂布法的研究分析者还有 Middleman⁽⁴⁾，Greener 和 Middleman⁽⁷⁾ 以及 Tharmalingam 与 Wilkinson⁽⁸⁾。

劈膜涂布法用于辊筒转向与幅状材料行进方向相同的正转辊涂布机中，这类涂布机包括渡料辊涂布机、施胶压榨、凹纹辊涂布机和顺转辊热融涂布机等。

1.1 逆向辊式涂布机

逆向辊式涂布机是最通用和精确的涂布机，它们的用途很广泛。这类涂布机能处理很大的粘度范围的涂料，由薄涂水到高达 $50\text{Pa}\cdot\text{s}$ 的粘度。逆向辊涂布机也曾用于热融涂布，其辊筒的温度可维持在 150°C 。它们可以涂到高达 $50\text{g}/\text{m}^2$ 的涂布量。这虽然是在涂布范围较低的部分中，但对于大多数装饰性和粘着性的涂布来说，涂布量已足够大了。

逆向辊涂布机造价很昂贵。在机加工的零部件上，要求有很高的精确度，以求做成运行良好的机器。某些钢质辊筒可能要加工到总的表测径向跳动 TIR* 为 $1\mu\text{m}$ ⁽⁹⁾。辊筒常用冷铸铁制造并镀铬以防腐蝕。支承基底幅状材料的衬辊是包胶的。

逆向辊涂布机的宽度可由很窄的试验涂布机起直到宽达 480 cm 的涂布机。最通用流行的是 137cm (54in) 和 183cm (72in) 宽的涂布机。其车速对于某些设计可能高达 $300\text{m}/\text{min}$ 。

逆向辊涂布机的主要运行特点是用与基底逆向转动的辊筒来施加涂料。逆向辊涂布机的名称显然是来自这一特点。除此之外，在逆向辊涂布机上涂料是预计量的，而且其施涂厚度是常值，与

* 原注——总的表测径向跳动 TIR (Total Indicator Runout)。是从千分表上总的移动读数所示出的辊筒偏差。它包括因辊筒偏心所引起的偏差和母线不能形成平直表面所致的偏差。

基底无关。

逆向辊涂布机有若干种设计。区分不同设计的主要特征是供给涂料的装备型式——是辊间夹区还是料槽，或者是最近提出的涌喷模口；供料装置的位置是在上方还是在下方；所用的辊筒个数是3个还是4个。

在辊间夹区中供给涂料，只要有少量涂料暴露在大气中，溶剂型涂料的挥发率就可降低，供料盘中的起泡现象也保持在最低程度上。夹区供料要求有制造得很好的挡板以防止涂料溅漏，但它对低粘度涂料处理上可能会发生困难。挡板也可能导致辊面的磨损。这种供料方式可能达到 250m/min 的车速和 50g/m^2 的涂布量。

料槽供料会因采用粘度较低的涂料而发生溅泼、溶剂损失和槽中起泡都增多现象，造成成本增加。

模口涌喷供料可以不必在夹区进料的涂布机上再用端部挡板，因为涌喷模口把涂布限制在模口宽度之内。

四辊的涂布机能比三辊涂布机车速高些（达 300m/min ）。在四辊的涂布机上，料槽中的溅泼和起泡能减少些，因为它可以采用回转较慢的上料辊。

最简单的逆向辊涂布机是胶印凹纹辊与逆向辊涂布法二者的混合物，如图 1-3 所示。其基本特点，即施涂辊与基底材料走向相逆转动，是与逆向辊涂布机相同的。计量作用由一雕花凹纹辊来完成。在这类机器上，辊筒精度不是那么重要，机

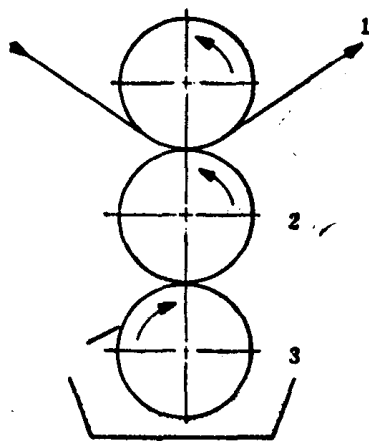


图 1-3 凹纹逆向辊涂布机
1—衬辊 2—包胶辊 3—凹纹辊

器造价也不太贵。它们被广泛地应用于金属盘纸的涂布。这类涂布机运行车速可达 $300\text{m}/\text{min}$ ，并施涂湿的涂层量可达 $35\text{g}/\text{m}^2$ 。

图1-4中表示了一种由上方夹区供料的三辊涂布机。这种涂布机具有夹区供料的涂布机上最普遍采用的辊筒配置方式。计量辊与施涂辊之间的间隙可在 $0.025\sim 6\text{mm}$ 的范围内调节，但这一间隙最经常调到的范围在 $0.15\sim 0.4\text{mm}$ 之间。缝隙决定于施涂辊表面上湿涂层的厚度。湿的涂料膜层的厚度取决于涂层的流变学性质，而且大约是夹区开口的 $0.6\sim 0.8$ 倍。粘度越高则塑料膜层也就越厚。

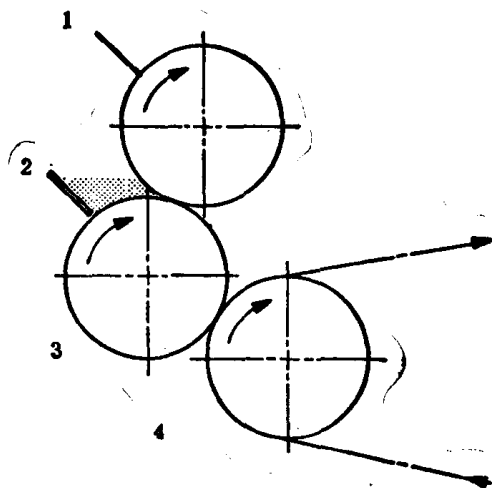


图 1-4 自上方朝夹区供料的三辊逆向辊涂布机

1—计量辊 2—挡板 3—施涂辊 4—衬辊

计量辊以和施涂辊相逆的方向转动。其速度比施涂辊低，仅为后者的 $\frac{1}{2}\sim\frac{1}{3}$ 。粘度越高要求计量辊速度越慢以保持平滑的涂料膜层表面。对于某些涂料，计量辊可能是静止的。

涂层厚度除受施涂辊与计量辊间的间隙控制之外，还受施涂辊与衬辊二者间的速比控制，衬辊按基底的运行车速来转动。这个速比称为“揩抹比”，虽然其值通常在 $1\sim 2$ 之间，但它也可能低至