


现代涂布 干燥技术

[美] E.D. 柯亨 E.B. 古塔夫 编
赵伯元 译

**XIANDAI TUBU
GANZAO JISHU**

 中国轻工业出版社

DF21/30

现代涂布干燥技术

(美) E. D. 柯亨 编
(美) E. B. 古塔夫 译
赵伯元 译



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代涂布干燥技术 / (美) 柯亨 (Cohen, E. D.), (美) 古塔夫 (Gutoff, E. B.) 编; 赵伯元译. - 北京: 中国轻工业出版社, 1999. 10

ISBN 7-5019-2552-6

I. 现… II. ①柯… ②古… ③赵… III. ①涂布-生产工艺 ②干燥-生产工艺 IV. TQ586

中国版本图书馆CIP数据核字 (1999) 第24757号

Modern Coating And Drying Technology ©1992 VCH Publishers, Inc(现为 John Wiley & Sons, Inc)

版权所有 翻印必究

责任编辑: 朱 骏
策划编辑: 朱 骏 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 刘 静 责任校对: 方 敏 责任版印: 崔 科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999年10月第1版 1999年10月第1次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 14

字 数: 336千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2552-6/TS · 1549 定价: 28.00元

著作权合同登记: 图字: 01-1999-2213

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

译者序

本书所涉及的液体薄膜涂布干燥技术在数量众多的涂布产品制造中广泛应用,包括各种等级的纸和加工纸,功能纸,书报的印刷材料,包装材料,复印机的光接受器,感光胶片,非银感光材料,音像磁带,乃至计算机的软盘及光盘,微电子工业中的印刷线路,纺织品,反光膜,各种功能膜,二次电池中的极片等。涂布技术是上述某些产品制造中的关键技术,例如一次多层精密涂布技术是生产涂层达十多层彩色胶片的关键技术。欧美的发达国家十分重视薄膜涂布干燥技术的研究,学术交流十分活跃,正如书中原序言所介绍的那样,从1982年起由美国化学工程师学会(AIChE)创导并主办两年一次的涂布科学技术学术讨论会,每次会上都有大量的研究报告发表交流。到1998年第九次涂布科学技术大会,已经发展成为由国际涂布科学技术学会(International Society of Coating Science and Technology)主办的全球性的学术会议。出席会议的正式代表来自欧、亚、美20多个国家500多人。译者有幸参加了本次会议,并被国际涂布学会聘为中国区的联系代表。会上有100篇论文发表,集中反映了现代涂布干燥技术研究取得的进展。会议是获取有关涂布技术研究信息的重要来源。

在我国不容易获得有关涂布技术的最新信息资料,特别是反映涂布技术研究领域最新进展的国外信息。而本书中有许多信息来自于美国化学工程师学会1992年前历届涂布会议的报告,读者从而可以了解现代涂布技术研究方面的进展。本书是由国际涂布科技学会主席Edward D. Cohen博士和秘书长Edgar B. Gutoff博士共同主编。书中系统地介绍了有关涂布干燥机理研究成果和实践经验的总结。本书的内容涵盖了涂布干燥机理以及其相关过程。有六位作者分别撰写,其中五位都曾经在大学或研究机构从事过涂布基础研究并获得博士学位,在学术上有相当深的造诣。而且他们都是在或曾经在诸如美国杜邦(Du Pont),Polaroid, Kodark等大公司涂布技术部门工作过的经验丰富的专家。他们分别编写各自擅长的有关章节,在学术上有一定的权威性。

本书不同于过去其他一般介绍涂布设备的书籍,不是简单地介绍几种涂布方法和设备,或是某种产品如何涂布干燥,而是从化学工程、流体力学、流变学、界面工程等多学科阐明涂布干燥的机理,并介绍涂布干燥技术如何在工业实践中应用以获得高品质的产品。当然,由于本书受篇幅限制,不可能对现代涂布干燥技术研究成就和进展作更深入全面的论述,但本书中每章都附有参考文献,从而使读者有可能由此获取更多的相关信息。本书对从事涂布干燥工艺设备设计及运行,以及涂布产品研究开发和生产的科技

人员有重要的参考价值，也可供有关高等院校的教师和学生参考。本书是根据美国 VCH 出版有限公司（现为约翰·威利父子有限公司）1992 版本翻译。原著中的单位既有英制，又有国际单位制。如果翻译时统一改用国际单位制，原书中有的公式和图表将要重新推导和换算。为了尊重原著和便于读者阅读，本书翻译时书中图表和公式均保持原著所用单位，并在其后标注了换算关系。

本书由赵伯元主译，杨维东、万勇分别参与翻译了第六章、第七章，全书译稿由王仲钧校订，在此表示感谢。

中国科学院感光化学研究所 赵伯元



序 言

本书是为那些对涂布技术课题感兴趣的人而写,也是作者对新学这一技术的工程师、化学家、物理学家所提问题的回答。“我怎样学习涂布技术”,许多最新教课书可以引导新学者学习其他基本技术,如传热传质,统计学,研磨,照相科学,但没有基本的参考书介绍涂布科学。本书试图满足这一要求。

大家意识到获取涂布信息的困难。作者出席了1990年美国化学工程师学会(AIChE)的涂布学术会议。出席会议的工程师人数出人意料的多,证实了大家对这一课程的需求和出版这些会议材料的价值。

定义什么是“涂布”和“涂布工业”是重要的。“涂布”这一术语用在许多地方,是处理材料的一种方法。我们定义的涂布是在支持体上用新的材料取代空气的一种方法。焦点范围是涂布工程的过程和进行取代的材料。它们一起被称为“涂布工业”。

粗略地看这一迅速发展的工业可能会给人只见冰山之顶的感觉。比较熟悉的部分——在水面上可以看到的只是冰山10%,包括各种各样的涂料以及用于汽车、房屋、桥梁的保护和光亮的保护膜,在底层上涂覆一层使其保持完美和有用的膜。在美国,这一部分的涂布工业的产值达147亿美元。

涂布工业的其余部分是很少能让人见到的。我们偶然地想一想涂布的应用,它们在我们的日常生活中起着重要作用。例如,整个出版工业,是以涂布为基础的。你阅读书的纸,经过涂布和压光,提高强度和改善上墨性能。在印刷工业中用的平版印刷PS版由铝板和涂布在上面的感光涂层组成。感光胶片是用于曝光、定影、洗印的涂布产品。实际的印刷过程是在纸张上涂布油墨给我们所需要的影像。

在某种意义上讲,涂布技术也构成娱乐工业的基础。录音带和录像带是由分散在粘结剂中的磁粉涂布于聚酯膜上制成。基材本身已经涂布底层以改善与磁粉层的粘着能力。彩色胶片由许多涂层构成,被广泛地用在用照相机和电影摄影机制成的供人观赏的彩色影像。

涂布技术是用于计算机工业的基础技术。涂磁结构件,如Winchester硬盘驱动器和软盘,储存由计算机处理的所有信息。费用低廉并具有所必须的精度制造这些磁性装置的技术的发展有助于促进计算机工业的发展,诸如光刻胶的涂布产品,用于制造线路板、在板上涂覆连接元件的涂层。在计算机中用于储存和复制信息的涂布的光盘同样用于娱乐工业。



粘胶剂涂布于各种各样的支持体上制成许多不同的涂布产品，如粘胶带、装饰带、包封带和标签等。钉子上涂布粘胶剂可以改进与木材的粘附能力。

涂布技术也是静电复印机工业的核心技术之一。硒鼓的安全有效涂布并将硒鼓上曝光后的影像传递到纸上为复印过程的关键步骤。

表1列出的部分涂布工业及其产值，显示出这一工业经济上的重要性。总产值达3400亿美元，远远超过了涂料和表面涂饰工业。

涂布成为独立的单元操作早在1970年由Minnesota大学L. E. Scriven教授组成研究组研究涂布流动开始。在1980年初这一小组首先发展建立统一标准方法所需要的流动可视化(visualization)方法和以计算机为基础的理论模型化技术。现在涂布研究在全球的几个大学和以涂布为核心技术的大公司中进行。在对涂布流动的理解和理论预测方面取得重要进展，在高速涂布中应用高精度涂布器研究方面同样都已经取得重要进展。在涂层的固化和干燥技术的研究方面也取得类似的发展。

表1 涂布工业的部分产值

相关工业部门	SIC 编码 ¹	百万美元产值 ²	资料来源
油漆和涂料	2851	14658	Reynolds ¹
粘胶带和密封带	2891	5462	Reynolds ¹
印刷和出版	27	168514	Reynolds ¹
纸业			
卫生食品容器	2656	2282	Reynolds ¹
复合或涂塑袋	2673	5215	Reynolds ¹
复合或涂覆纸	2671	2672	Reynolds ¹
复合或涂覆纸	2672	5355	Reynolds ¹
全球感光胶片		25000	Wolfman ³
欧洲无机涂料		1000	Frost ⁵
磁记录材料			
软盘		12400	Stambler ⁶
标准磁盘		258	Cohen ⁷
总计		247967	
电子			
印刷电路板工业	3672	5151	Reynolds ¹
预录音乐工业		8020	Reynolds ³
家庭音像磁带工业	3851	6708	Reynolds ¹
计算机及外围工业		72500	Stambler ¹
总计		92379	

注:

1. SIC 是工业分类标准英文 (standard industry classification) 缩写。
2. 所列数据是按 1987 年美元值估计的 1990 年产值。
3. 为工业局撰写的美国工业展望报告, P. J. Reynolds, 1990。
4. 关于照相工业的报告, Wolfman, 1989, 纽约。
5. 市场报告 E1112, 西欧无机涂料市场 Frost 和 Sullivan, 1989, 纽约。
6. 微机用软盘, Stambler, 1986。
7. 电子商业, Cohen, 1988。

美国化学工程师学会方面在涂布研究发展方面同样起到了领导作用。两年一度的关于薄膜涂布机理的AIChE的学术会议,最初于1982年在佛罗里达的奥兰多举行,这个会议起到了在涂布研究方面的国际聚焦的作用。出席1990年学术会议的代表增加到350人。在这个会议上发表了66篇论文。

看一下派出工程师参加1990年学术会的将近100家公司和学校的名单,就可以去了解当今对涂布工业和研究感兴趣的领域。从表2可以发现其中不少的领域,表3提供了会议的议题和论文题目。

对涂布技术重视的另一例子是1988年在明尼苏达大学组建的界面工程中心作为国家自然科学基金工程研究中心。涂布过程基本原理是其核心研究计划中的一部分,另外的一些研究领域直接和涂布中的界面现象有关。

界面工程中心已经把涂布过程基本原理作为涂布的最基本教育和训练。涂布、流变和界面现象作为研究生和大学生的课程。另外还有两个涂布技术的短期课程,入门课程为“涂布干燥技术概论”和高级课程“涂布过程原理”,以满足工业科学家的需要。因为本书的编者与两位作者和领导这个项目的L. E. Scriven教授有密切的联系,我们决定出版这本书作为界面工程中心系列教科书的一部分。本书是根据在两天的“薄膜涂布工艺”讨论会上发表的论文编写的。这个讨论会是由本书的编者之一Edgar B. Guttoff为AIChE组织的春季全国性会议,在1990年4月于佛罗里达的奥兰多举行。这个会议是和

表 2

出席1990AIChE薄膜学术会议的公

3M company	Fuji Photo Film	Suny Buffalo
3M-Italia	General Electric	Sumitomo/3M Ltd
Agfa-Gevaert	Hoechst AG	The Glidden
Air products	IBM	Tandy Magnetic Media
Akzo research	Ilford AG	The Institute of Paper Science
Aleoa Technical	James River	Typon
Ampex corporation	Universiteit Antwerpen	University di Cagliari
Anitec Image Corporation	Konica Corp	University of Arkansas
Aristech Chem. corporation	Rensselaer Polytechnic Inst	University of California
DuPont	Rexham	University of Minnesota
Asia Chemical Corporation	Leeds University	University of Missouri-Rolla
AT & T Bell Laboratories	Ford Motor	University of Notre Dame
Avery International	Mead Imaging	University of Saskatchewan
BASF AG	M. I. T	University of Tulsa
Bayer AG	Miles, Inc	VEB Filafabrik Wolfen
Beloit	Mobil Chemical	W. L. Gore & Assoc
Black Clawson	National Tsing Hua University	W. R. Grace
Boehringer Mannheim	North Dakota State Univ	Western Michigan Univ
California Institute of Technology	Polaroid	W. Troller & Co. AG
Case Western University	Polychrome	Xerox
Dai Nippon Printing	PPG Industries	Pre Finish Metals
Dow Chemical	Lawrence Livermore National	IndTechnical Research Institute
Drexel university	Laboratories	Taiwan
Eastman Kodak	Rohm& Haas	Sherwin Williams
Exxon	Rutgers	
Florida Institute of Technology	Sandia National Laboratory	

第五届两年一次的薄膜涂布技术讨论会接连召开的。各章分别由该领域中的有关方面的专家撰写。而以前涂布教课书的作者,例如 Geore Booth(1970), Herbert Weiss(1977), 和 Donatas Satas(1984)他们从事造纸和纸加工工业。本书6个作者中5个从事与照相工业有关的工作。

在本书中我们力图就连续片幅涂布的主要过程——从流体的准备和输送到流体的涂布、干燥到成品论述过程的机理。我们集中注意于过程的全部,而不仅仅是应用的硬件,因为从片幅的振动到气泡的去除所有这些条件不用说都是为了生产出畅销的涂布产品。本书对于生产高性能产品所需要精细操作技术给予特别的注意,例如磁带和感光胶片的制造,因为自从以前的有关涂布的书出版发行以来,这一领域变得非常重要而且将会进一步发展。

书中讨论了涂布厚度和涂布速度的极限,产生各种弊病的原因,片幅或支持体的处理,涂布片幅的干燥,涂布液和涂布支持体的表面化学对涂布过程影响的方式。尽管如此,本书也只能称为“片幅涂布和干燥的节选”,因为书中没有讨论所有的涂布操作。流体的准备和处理、干燥过程章节可用于大多数人多数涂布过程。辊涂一章只对逆转辊涂布、顺转辊(forward roll)涂布、凹版涂布方法发生的不稳定性进行详述。还有不少其他辊涂方法,如气刀涂布有单独章节,而浸涂、丝网涂布本书没有涉及。

表 3 化学工程在涂布领域活动的范围

1990年薄膜涂布机理研讨会会议议程和论文标题	1990年薄膜涂布机理研讨会会议议程和论文标题
<p>动态润湿和界面现象 动态润湿和空气夹带的物理学 矩形截面内涂布液的毛细现象 新型材料和涂布添加剂 可溶胶涂布机理 离心涂布聚苯乙烯扫描隧道显微镜特性表征 用于形成高固体金属表面装饰的新技术 计算方法 论聚合物添加剂在涂布流动中的作用模型 挤压涂布的非线性理论 涂布过程的操作和优化</p>	<p>落布涂布流动的分析 剪切变稀流体多层液流涂布的实验研究 用刮板或刮刀的薄层涂布 流平和干燥 凹涂液形成薄膜的蒸发 “早空夜”和干燥 在微电子工业中薄有机涂层的流平和干燥 自由表面流动的稳定性的 多层液流涂布的计算响应频率的实验验证 条缝涂布的基础研究 剪切变稀的作用和因次分析的使用</p>

预定量涂布一章涉及了条缝、坡流、落帘涂布、表面化学对这些涂布方法的影响。详细讨论了这些方法所能涂布的最高涂布速度和最小涂布厚度。然而静电涂布、真空涂布、离心涂布(spin coating)、喷雾涂布、粉末涂布在本书中没有涉及,也没有涉及如铜线的绝缘漆的涂布,光导纤维保护层涂布等线状材料的涂布。整个过程中片幅的处理和传送,仅仅讨论了干燥,而对用紫外或电子束辐射不作讨论。

致 谢

作者对明尼苏达大学的界面工程中心(CIE)的Hertha Schulze博士为本书的出版所作的贡献表示衷心的感谢,没有她的努力本书将不能完稿。对界面工程中心和中心主任Peimell Evans博士为本书的出版所作的贡献同样表示感谢。



1990年12月22日
¥. 28.00

赵伯元 赠

内 容 提 要

本书作者了解到涂布技术方面信息的缺乏和对基础参考资料的巨大需求,在1990年美国化学工程师协会(American Institute of Chemical Engineers)的涂布学术讨论会的内容基础上编写了本书。

本书涵盖了在连续片幅上涂布的主要过程,从流体的制备和输送到涂布及干燥直到产品的整理。本书着重于涂布干燥过程机理,而不只是涂布硬件。本书对生产高性能产品所需的精密涂布技术给予特别的注意。书中也讨论了涂布厚度的极限、产生各种弊病的原因、涂布片幅的干燥及影响过程的涂布流体和涂布支持体的表面化学。

致中国读者

我们对中国科学院感光化学研究所赵伯元教授将《现代涂布干燥技术》一书翻译成中文,并由中国轻工业出版社出版感到十分高兴。涂布技术是一门正在发展、被广泛用于许多基本产品的重要技术。本书力图就高效率地制造涂布产品所需各种技术作一个介绍。

我们知道读取外文信息的困难。现在本书翻译成了中文,将有助于我们的中国同行掌握涂布技术和改进他们的涂布操作。

自从九届国际涂布科学和技术交流会举办以来,有越来越多的有关涂布的信息发表出版。我们期待着将来来自我们中国同行的著作。

Edward D. Cohen
Wilmington, Delaware, USA

Edgar B. Gutoff
Brookling, Massachusetts, USA

目 录

第一章 涂布方法的选择(1)	
1.1 涂液的成分和结构.....(3)	
1.2 涂布技术.....(4)	
1.3 涂布方法.....(4)	
1.3.1 单层涂布.....(4)	
1.3.2 多层涂布.....(6)	
1.4 涂布方法的选择: 基本考虑.....(7)	
1.4.1 涂布层数.....(7)	
1.4.2 涂层湿厚度.....(8)	
1.4.3 粘度(粘弹性).....(8)	
1.4.4 涂布量的精度.....(8)	
1.4.5 涂布支持体.....(8)	
1.4.6 涂布速度.....(9)	
1.4.7 其他因素.....(9)	
1.4.8 干燥.....(9)	
1.5 涂布方法的选择.....(9)	
1.6 信息来源.....(14)	
1.7 涂布装备.....(15)	
参考文献.....(15)	
第二章 流体的处理和准备(17)	
2.1 引言.....(17)	
2.2 流体处理和准备的目的.....(18)	
2.2.1 统计学的考虑.....(20)	
2.3 流体的输送.....(21)	
2.3.1 流体输送的目的.....(21)	
2.3.2 流体输送系统的操作模式.....(21)	
2.3.3 输送特性.....(22)	
2.3.4 净吸入正压头(NPSH).....(23)	
2.3.5 输送功率.....(23)	
2.4 流量的计量.....(23)	
2.4.1 流量计的型式.....(23)	
2.4.2 流量计量原理.....(24)	
2.4.3 流速测量精度.....(24)	
2.4.4 二相流体流速的测量.....(24)	
2.5 脱气.....(25)	
2.5.1 脱气原理.....(25)	
2.5.2 气体在液体中的溶解度.....(25)	
2.5.3 除泡.....(26)	
2.5.4 实际意义和应用.....(26)	
2.5.5 从固体壁上去除气泡.....(27)	
2.6 过滤.....(28)	
2.6.1 过滤机理.....(28)	
2.6.2 过滤形式.....(29)	
2.6.3 过滤寿命.....(29)	
2.6.4 过滤器规格的要求.....(29)	
2.6.5 过滤问题.....(30)	
2.7 在线注入和均化.....(30)	
2.7.1 目的.....(30)	
2.7.2 在线注入.....(30)	
2.7.3 均化.....(31)	
2.7.4 混合均匀度.....(31)	
2.7.5 压力降.....(32)	
2.8 温度控制.....(32)	
2.8.1 恒温操作条件.....(32)	
2.8.2 涂布液沿分配腔流动的 温度变化.....(33)	

2.8.3 温度控制要求	(35)	3.6.5 结论	(64)
2.8.4 温度控制系统	(35)	3.7 可变形辊	(64)
2.9 系统扰动	(36)	3.7.1 引言	(64)
2.9.1 例子	(37)	3.7.2 可变形辊间隙流动机理	(65)
2.10 驻留时间	(38)	3.7.3 可变形间隙流动的分析	(66)
2.10.1 平均驻留时间	(38)	3.7.4 结果和讨论	(67)
2.10.2 驻留时间范围	(38)	3.7.5 结论	(70)
2.10.3 输送函数	(39)	3.8 凹版涂布	(70)
2.11 系统清洗	(39)	3.8.1 引言	(70)
2.11.1 清洗的方法	(40)	3.8.2 挠性刮刀定厚	(71)
2.11.2 在实践中应用的一些情况	(41)	3.8.3 涂液转移(取出)	(73)
参考文献	(41)	3.8.4 结论	(74)
第三章 辊式涂布	(43)	参考文献	(74)
3.1 引言	(43)	第四章 预定量涂布	(81)
3.2 辊涂流动的分类	(43)	4.1 预定量涂布器评述	(81)
3.3 辊涂流动的分析	(47)	4.1.1 条缝或挤压涂布器	(81)
3.3.1 分析的目的	(47)	4.1.2 坡流挤压涂布	(82)
3.3.2 润滑理论	(47)	4.1.3 落帘涂布器	(83)
3.3.3 渐近分析法	(48)	4.2 表面张力和润湿能力	(84)
3.3.4 有限单元分析法	(48)	4.2.1 引言	(84)
3.4 顺转辊涂	(49)	4.2.2 表面张力的本质	(84)
3.4.1 引言	(49)	4.2.3 表面活性剂的作用和动态 表面张力	(85)
3.4.2 流动的机理	(49)	4.2.4 毛细压力	(85)
3.4.3 流动分析	(49)	4.2.5 坡流涂珠的形状	(86)
3.4.4 流场	(50)	4.3 切变和延伸率	(87)
3.4.5 非牛顿型的影响	(52)	4.4 接触角和铺展	(88)
3.4.6 结论	(53)	4.4.1 静态接触角和铺展系数	(88)
3.5 条道不稳定性	(54)	4.4.2 多层涂布对表面张力的 要求	(89)
3.5.1 引言	(54)	4.4.3 表面张力引起的弊病	(89)
3.5.2 条道的机理	(55)	4.4.4 运动片幅上的接触角	(91)
3.5.3 出现条道的临界条件	(56)	4.5 适涂能力的低流量极限	(96)
3.5.4 非牛顿特性的影响	(57)	4.5.1 引言和背景	(96)
3.5.5 结论	(58)	4.5.2 关于坡流挤压涂布的更详尽的 数据	(97)
3.6 逆转辊涂布	(58)	4.5.3 力的平衡	(100)
3.6.1 引言	(58)	4.5.4 影响适涂能力极限因素的	
3.6.2 定量间隙中的流体流动	(59)		
3.6.3 流动的不稳定性	(61)		
3.6.4 非牛顿特性的影响	(63)		



解释	(102)	6.6 涂布机中的张力	(146)
4.5.5 多层涂布和载体涂层	(103)	6.6.1 张力差	(146)
4.5.6 条缝涂布的低流量极限	(103)	6.6.2 张力区	(147)
4.6 坡流涂布中的不稳定性	(106)	6.6.3 典型的张力值	(147)
4.6.1 波的形成	(106)	6.6.4 临界过程张力建立的典型 问题	(148)
4.6.2 横道	(110)	6.6.5 延迟张力	(148)
4.6.3 竖条道	(110)	6.6.6 张力指示系统的选择	(148)
4.6.4 细竖道	(111)	6.6.7 张力控制的要求	(149)
参考文献	(111)	6.7 配线习惯做法对张力控制的 影响	(150)
第五章 气刀涂布	(115)	6.8 什么时候使用纯速度控制	(151)
5.1 概述	(115)	6.9 张力控制系统的类型	(152)
5.2 一般操作范围	(115)	6.9.1 电机电流调节	(153)
5.3 机理	(116)	6.9.2 用一个电流调节器控制收卷 张力	(153)
5.3.1 定性描述	(116)	6.9.3 在恒直径部分使用电流 控制器	(154)
5.3.2 基本层状薄膜流动	(116)	6.9.4 跳动幅控制	(154)
5.4 涂布厚度的相互关系	(118)	6.9.5 使用力传感器的张力控制	(155)
5.4.1 动量平衡	(119)	6.9.6 张力控制系统的优点和缺点	(156)
5.4.2 照相剂涂布厚度的实验数据的 相互关系	(119)	6.9.7 恒直径部位的张力控制	(156)
5.5 弊病和流动的稳定性	(128)	6.10 张力隔离	(157)
参考文献	(133)	6.10.1 张力隔离和张力控制的 需要	(157)
第六章 机外涂布机的传动 系统	(134)	6.11 能控制张力的部分	(157)
6.1 撰写技术要求	(135)	6.11.1 提供有限的或无张力控制的 部分	(158)
6.1.1 项目组	(135)	6.11.2 如何处理阻止张力控制的 部分	(158)
6.1.2 术语	(136)	6.11.3 恒直径部位的典型速度 调整值	(159)
6.2 为涂布操作选择收卷机	(139)	6.12 积分与比例控制的比较	(159)
6.2.1 用于24#收卷机的恒张力 系统	(142)	6.13 对电机驱动和再生性制动的 要求	(160)
6.3 主传动及减少其对涂布机影响 的因素	(143)	6.13.1 动力单元的特性	(160)
6.3.1 关于保持主传动功效的 问题	(143)	6.13.2 齿轮减速机对电源选择的 影响	(161)
6.3.2 由于操作者绕过主传动或打开压紧 辊所造成的弊病	(145)		
6.4 收卷和放卷对片幅控制的 影响	(145)		
6.5 速度监视系统	(146)		

6.14 机外涂布机传动的动力电源容量 的确定.....(161)	6.18.9 干燥器.....(177)
6.14.1 动力单元过载能力.....(161)	6.18.10 干燥器刮刀负载.....(178)
6.14.2 获得最大的动力供应.....(162)	6.18.11 干燥器张力.....(178)
6.14.3 连续或间歇过程.....(162)	6.18.12 引导部位的小型干燥器 部分.....(178)
6.15 片幅.....(163)	6.18.13 干燥器冷凝问题.....(178)
6.15.1 造成基片褶皱的原因.....(163)	6.18.14 由下片幅褶皱造成的涂布 片幅弊病.....(179)
6.15.2 片幅特性.....(164)	6.18.15 飘浮和空气冲击干燥器.....(179)
6.16 片幅导向器和片幅 舒展器.....(165)	6.18.16 压光机.....(179)
6.16.1 放卷导向.....(165)	6.18.17 收卷机; 片幅的出口点.....(180)
6.16.2 收卷导向.....(166)	6.18.18 中心收卷机.....(180)
6.16.3 处理过程中的导向.....(166)	6.18.19 中心驱动放卷和收卷的递减 张力系统.....(181)
6.16.4 片幅舒展器.....(166)	6.18.20 瞬间变化条件可能造成的 收卷问题.....(182)
6.16.5 舒展辊的应用.....(166)	6.18.21 质量保证在提高机器性能方面 起的作用.....(182)
6.17 弊病的原因和对策.....(168)	6.19 总结.....(182)
6.17.1 产生涂布横道的原因.....(168)	6.19.1 动力要求.....(183)
6.17.2 在齿轮箱、齿轮联轴器或 同步带的间隙.....(169)	6.19.2 使用NRL和RDC常数.....(184)
6.17.3 由辊筒引起的横道.....(170)	参考文献(184)
6.17.4 辊筒不平衡.....(170)	第七章 薄膜干燥(186)
6.17.5 不同心的辊筒.....(170)	7.1 引言.....(186)
6.17.6 联轴器的选择对反馈装置的 影响.....(170)	7.2 基本原理.....(187)
6.17.7 影响涂布质量的其他 因素.....(170)	7.2.1 涂布-干燥的相互关系.....(187)
6.18 机外涂布器部分的应用 条件.....(171)	7.2.2 基本公式.....(187)
6.18.1 放卷站.....(171)	7.2.3 空气湿度的定义.....(190)
6.18.2 中心放卷机的种类.....(171)	7.3 干燥区段.....(191)
6.18.3 对放卷驱动电机的要求.....(172)	7.3.1 准备阶段.....(191)
6.18.4 关于任何形式大直径卷芯 放卷机的选择.....(173)	7.3.2 恒速干燥阶段.....(192)
6.18.5 片卷缺陷造成加速和续接 困难.....(173)	7.3.3 降速干燥阶段.....(192)
6.18.6 放卷驱动的功率选择.....(173)	7.3.4 平衡阶段.....(193)
6.18.7 拖动辊.....(176)	7.4 硬件设备.....(193)
6.18.8 涂布器.....(177)	7.4.1 空气对流干燥器.....(193)
	7.4.2 干燥器选型.....(193)
	7.4.3 其他能源.....(193)
	7.5 干燥的控制.....(200)

7.6 干燥弊病	(201)
7.6.1 空气运动引起的弊病	(201)
7.6.2 表面张力引起的弊病	(202)
7.6.3 其他干燥弊病	(202)

参考文献	(206)
------------	-------

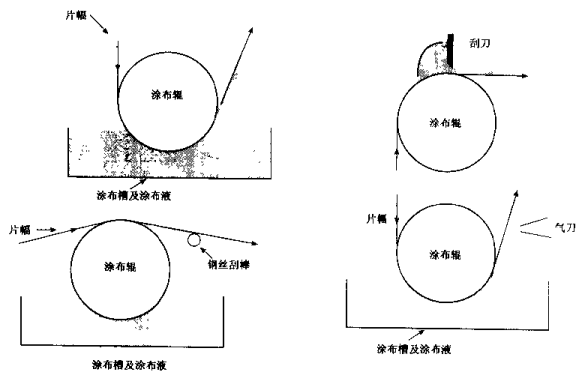
英制单位与许用单位换算	(208)
-------------------	-------

作者简介	(209)
------------	-------

第一章 涂布方法的选择

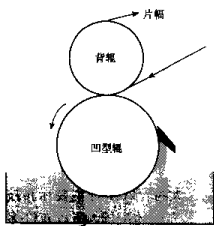
Edward D. Cohen

成功地制造涂布产品的关键之一是选择合适的涂布方法。大约有20多种主要涂布技术可用于将溶液涂布于片幅上。这些技术中的每一种都有许多专门的配置。所以有许多涂布方法可供选择。后面的几章提供了主要技术的更详尽的过程，图1.1展示了许多涂布液体的方法。本章列出了涂布某产品的最佳涂布方法的选择指南。

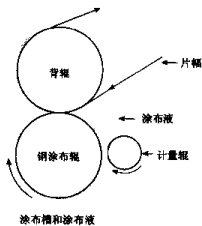


A. 浸涂(dip coating)和刮棒涂布
(rod coating)

B. 刮刀涂布(blade coating)和气
刀涂布(air knife)

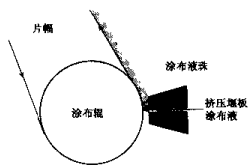


涂布槽及涂布液

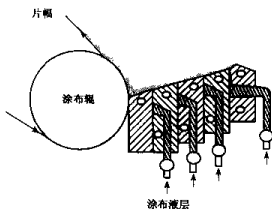


涂布槽和涂布液

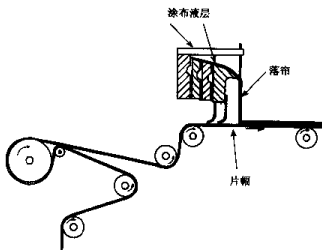
C. 凹版涂布 (gravure coating) 和逆转辊涂布 (reverse roll coating)



D. 挤压涂布 (extrusion coating)



涂布液层



涂布液层

落帘

片幅

E. 坡流涂布 (slide coating) 和落帘涂布 (Curtain coating)

图 1.1 涂布方法