



高等纺织院校教材

# 非织造布概论

FEI ZHI ZAO BU GAI LUN



中国纺织出版社

1005199

高等纺织院校教材

# 非织造布概论

杨汝楫 主编

中国纺织出版社

## 内 容 提 要

《非织造布概论》阐述了非织造布生产的基本原理和方法,内容包括非织造布工艺与设备、纤维原料、粘合剂、产品与应用、性能测试、经济分析以及非织造布结构力学性能分析、计算机辅助设计在非织造布中的应用。

本教材适用于高等纺织院校师生阅读,也可供从事非织造布生产的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

非织造布概论 / 杨汝辑主编. — 北京:中国纺织出版社, 1990.6(2000.10重印)

高等纺织院校教材

ISBN 7-5064-0392-7/TS·0383(课)

I. 非… II. 杨… III. 非织造布-高等学校-教材 IV. TS174.43

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第29391号

---

责任编辑:彭 森 责任印制:刘 强

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

http://www.c-textilep.com/

E-mail:faxing@c-textilep.com

北京迪鑫印刷厂印刷 各地新华书店经销

1990年6月第一版第一次印刷 2000年10月第一版第五次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:8.25

字数:212千字 印数:11501—13500 定价:20.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

## 前 言

18世纪60年代始于英国的工业革命是从纺织工业的机械化、高速化开始的，但并没有从根本上改变传统纺织工艺原理。而19世纪40年代非织造布的出现，从原理上改变了纺与织的传统方法，有人把非织造布的出现比之于历史上造纸与印刷术的发明。

纸的兴起代替了缣帛，印刷术的发明代替了重复的书写，而非织造布的出现则可能代替传统的纺织产品。实际上，由于非织造布生产具有工艺简单、速度高、成本低、产品多样等优点，从而在代替部分纺织品的同时，非织造布已经有了自己的市场。在美国，非织造布的产量已占纺织品总产量的30%。

我国的非织造布，是在1958年开始研究的，现在年产量约五亿平方米，发展速度很快。今后的方向，主要是增加产品品种、提高质量、降低成本。

本教材是一本概论性的教科书，供高等纺织院校本科生和研究生阅读，也可供从事非织造布生产的工程技术人员参考。讲授课时可按36~54学时安排，前五章是必讲内容，后四章一般供研究生和工程技术人员参考。

参加本书编写的人员，有杨汝楫、胡企贤、俞镇慌、孟坚、蒋式谷、朱凤娟、龚一鸣、华演、盛克安、倪小平、董晖。由于我们的水平有限，书中难免有不妥和争议之处，望读者指正。

编 者

1989年7月

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	(1)
第一节 非织造布的命名与定义.....	(1)
第二节 非织造布的历史与现状.....	(3)
<b>第二章 非织造布工艺与设备</b> .....	(9)
第一节 非织造布的制造工艺过程.....	(9)
第二节 干法非织造布.....	(16)
第三节 湿法非织造布.....	(34)
第四节 针刺法非织造布.....	(39)
第五节 纺粘法非织造布.....	(48)
第六节 熔喷法非织造布.....	(52)
第七节 纺络法非织造布.....	(55)
第八节 裂膜法非织造布.....	(60)
第九节 静电法非织造布.....	(62)
第十节 缝编法非织造布.....	(64)
<b>第三章 纤维原料</b> .....	(69)
第一节 纤维原料的选择范围.....	(69)
第二节 纤维性能对非织造布性能的影响.....	(74)
第三节 非织造布纤维原料的选择原则.....	(81)
<b>第四章 粘合剂</b> .....	(85)
第一节 概述.....	(85)
第二节 非织造布粘合剂的种类和性能.....	(89)
第三节 粘合剂乳液的合成.....	(104)
第四节 粘合剂的选择与鉴别.....	(109)
第五节 非织造布的粘合机理和粘合剂对非织造布	

性能的影响.....	(114)
<b>第六节</b> 非织造布粘合剂的新发展.....	(120)
<b>第五章</b> 产品与应用.....	(123)
<b>第一节</b> 非织造布的种类和应用领域.....	(123)
<b>第二节</b> 服装用非织造布产品.....	(125)
<b>第三节</b> 医疗卫生用非织造布产品.....	(126)
<b>第四节</b> 日常生活用非织造布产品.....	(128)
<b>第五节</b> 工业用非织造布产品.....	(129)
<b>第六节</b> 土工、建筑与农业用非织造布产品.....	(130)
<b>第七节</b> 军用非织造布产品及其它.....	(131)
<b>第八节</b> 非织造布产品的发展趋势.....	(131)
<b>第六章</b> 性能测试.....	(135)
<b>第一节</b> 试样准备与试验条件.....	(135)
<b>第二节</b> 物理机械性能测试.....	(136)
<b>第七章</b> 经济分析.....	(166)
<b>第一节</b> 非织造布的成本分析.....	(166)
<b>第二节</b> 非织造布的投资效益.....	(169)
<b>第八章</b> 非织造布结构力学性能分析.....	(177)
<b>第一节</b> 传统织物与非织造布的变形机理.....	(177)
<b>第二节</b> 非织造布结构的拉伸应力-应变特性.....	(179)
<b>第三节</b> 非织造布结构的弯曲刚度.....	(208)
<b>第四节</b> 针刺法非织造布的结构力学性能.....	(213)
<b>第九章</b> 计算机辅助设计在非织造布中的应用.....	(216)
<b>第一节</b> 计算机辅助设计的一般概念.....	(216)
<b>第二节</b> 非织造布的几何模型及计算机模拟.....	(217)
<b>第三节</b> 非织造布机械特性的模拟.....	(220)
<b>附录一</b> 部分非织造布专利.....	(225)
<b>附录二</b> 主要参考资料.....	(255)

# 第一章 概 述

## 第一节 非织造布的命名与定义

非织造布，首先兴起于美国。1942年美国开始商业性生产了一种在原理上完全不同于传统织物的新型布状材料，命名为非织造布(Nonwoven)。虽然当时只生产了数千码，但却标志着一新型工业的诞生。美国材料试验学会(ASTM)给非织造布下的定义是：“用粘合剂将纤维网粘结而成的布 (Fabric)”。由于非织造布的技术工艺各异，产品种类繁多，使它不易象传统织物一样能给定一个准确的名称和精确的定义，因而非织造布这一名称从开始出现就一直沿用到今天，并早已被世界各国所熟悉和采用。

非织造布技术是一种高速发展的技术，四十多年来不断有新的工艺和产品投入商业性生产，这使最早关于非织造布的定义已不能完全包含这项技术的全部内容。因此，目前在国际上，非织造布的命名与定义仍然是各国从事这方面工作的专家和工程人员探讨和争论的问题。

近年来，欧洲非织造布协会 (EDANA) 给非织造布下的定义是：非织造布是用有方向性或杂乱的纤维网制造成的布状材料，它是应用纤维间的摩擦力，或自身粘合力，或外加粘合剂的粘着力，或两种以上的力而结合在一起的。它不包括纸、机织物、针织物和簇绒物，也不包括缝编法织物，以及湿法缩绒而成的毛毡。非织造布的纤维可以是天然纤维，也可以是化学纤维；可以是短纤维，也可以是长纤维以及长丝。纤维网中的纤维可以是成网时生成的，普通的纤维垫料与填料不包括在内。这一定义

的界限明确，便于工商业统计分析归类，但失之冗长。

日本非织造布行业给定的定义是：非织造布是应用除织造（包括针织）以外的其它方法，使纤维组成为布状材料。它不排除部分用纱（包括长丝），只强调不用织，所以日本对Nonwoven的直译是“不织布”。

另外，有些专家根据非织造布的特点，给它从另一方面下了定义：非织造布是一种网状纤维结构物（Web Textile），或称为工程设计的纤维网状结构材料（Engineered Fiber Structure Material）。这个定义的含义比较广，它未强调非织造布一定是薄形的布状材料。

从以上阐述中可以看出，关于非织造布的定义，各个地区、各个国家都不一样，但有一点是共同的，那就是强调不织，这是与传统织物的根本区别所在。

我国在1982年才正式确定使用非织造布这一名称。它的比较确切的含义是：非织造布是一种不经过传统的织布方法，而使用机械的、化学的、热力的或其它的方法，使纤维网固结在一起而形成的纤维结构材料。

以上叙述的定义，对传统织物和非织造布的区别论述很清楚。至于非织造布与纸的异同，通俗地讲，非织造布的性能是介于机织物和纸之间的，纸是由短小的纸浆纤维经过氢键结合而成的片状材料，而非织造布的纤维长，纤维之间的粘结主要靠纤维之间的摩擦力以及其它外加粘合力所形成。

还要说明的是，由于各国、各地区对非织造布的定义不完全一致，所以对各种不同来源的非织造布的产品、工艺以及科研资料等等，要加以区别对待。对于该领域的工程技术人员来说，强调这一点尤为必要。



## 第二节 非织造布的历史与现状

### 一、非织造布的古代起源

非织造布技术兴起于近代，但这项技术的仿生学原理却可追溯到几千年前的中国古代。考古学家证实，远在七千年前，中国就已能将野蚕训养成家蚕，抽丝制帛，用作装饰与服装。我们祖先用来抽丝的蚕茧，从原理上启示了今日的纺粘法非织造布。图1-1中(a)是一般常见的家蚕茧，从显微镜里观察，这种茧的表面结构极类似于今日的纺粘法非织造布。图1-1中(b)是一种野蚕茧，亦称灯笼茧或栗茧，这种茧的结构比较复杂，从原理上看，类似于目前的长丝纺络法非织造布。由此可见，大自然早就给了我们启示，织机织布不是成布的唯一途径。

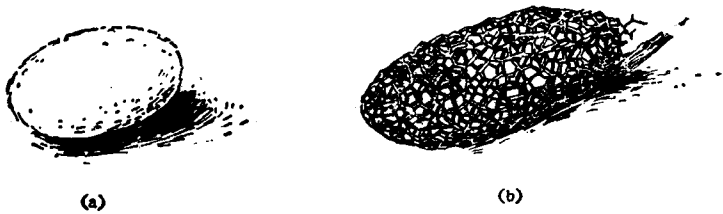


图1-1 两种蚕茧的外观

(a)一家蚕茧 (b)一野蚕茧

近期考古还证实，早在公元前二世纪，我们的祖先受漂絮的启发而发明了大麻纤维纸。漂絮是古代用丝制绵时，在衬垫的竹垫上留下的一层薄薄的丝絮，只是因为它的强度弱、产量少，而未正式作过纸的用途。从原理上说，这种漂絮是完全相同于今日的湿法非织造布。从这点上看，纸和湿法非织造布的生产原理是

有一定相似之处的。

然而与非织造布最相似的自然现象还要算平板茧，它一般是蚕在平面上吐丝而成。我们可以找到宋代的可靠记载，那时人们已经利用“万蚕同结”制成过长达2丈5尺、宽达4尺（合今7.68m×1.23m）的平板茧。清代文献《西吴蚕略》，更详细地介绍了这种平板茧的制作方法：“蚕老不登簇。置于平案上。即不成茧。吐丝。满案光明如砥。吴人效其法。以制团扇。胜于纨素。即古之茧纸也”。历史文献中提到茧纸之处甚多，其中有的是指高级纤维纸，有的则是指平板茧。

## 二、现代非织造布工业的发展

### （一）美国的非织造布工业

非织造布首先兴起于美国。1967年，美国非织造布工业协会成立。1972年1月，美国政府正式把非织造布行业编入美国标准工业分类中，分类号为SIC2292297。今日的美国非织造布工业，在技术、产品品种与生产规模上都处于领先地位，年产量已达100亿平方米，占世界总产量的三分之二。

若干年来，美国非织造布的平均年增长率约为10%。据估计，1990年以前美国市场非织造布的平均年增长率为9%~15%。用即弃类产品产量的比例逐年增加，已占到非织造布总产量的55%。按产品用途分类的非织造布产量比例，个人生活消耗用非织造布占50%，家用非织造布占19%，衣着用非织造布占9%，工业用非织造布占15%，地毯类非织造布占7%。从单项产品来看，美国的小儿尿布与老年人、病人的失禁布发展最快，它的纤维用量已占到非织造布纤维总用量的20%，金额占16%。医院用非织造布，金额占11%；拭布毛巾类，金额占10%；过滤布，金额占8%；土工布，金额占5%。近年来土工布增长很快，增长率高达27%~30%。

图1-2表示美国纺织品市场销售量的现状和未来动态，从中可以明显地看出，美国从1977年至1992年，纺织品的进口量是逐

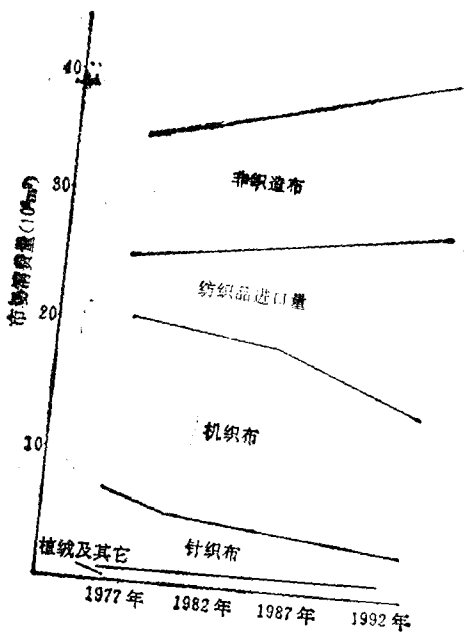


图1-2 美国纺织品市场销售量的现状与未来动态

年增加的，非织造布的产量也是逐年增加的。由于美国纺织工业的衰落，使每年纺织品进口量都有所增加，这就使美国不得不把希望寄托在非织造布生产上，希望能用非织造布的发展来抑制纺织品的进口。

图1-3表示美国非织造布在纺织品市场上所占的比例，从中可以看出，以1984年为例，在用即弃产品中，非织造布已占领了全部市场；在家用装饰品中，非织造布占22%；在工业用品中，非织造布约占25%；在地毯类产品中，非织造布占到50%，在衣着产品中，非织造布仅占6%。由图可知，在衣着产品中，非织造布还有很大的潜力。

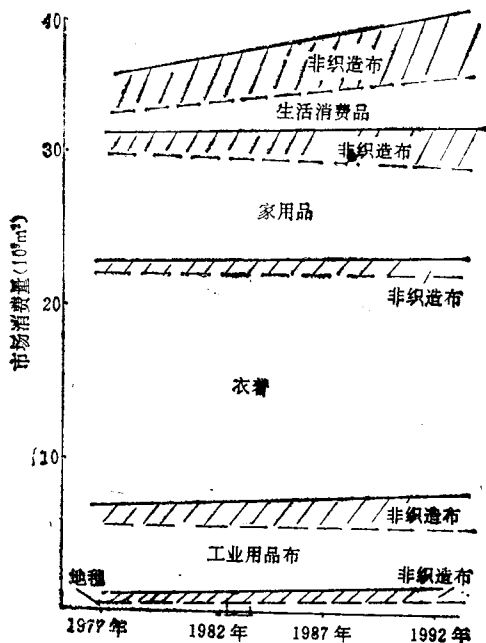


图1-3 美国非织造布产品在纺织品市场上所占的比例

## (二) 西欧的非织造布工业

与美国相比，西欧的非织造布工业发展较晚，但速度却是很快的。西欧在1972年的非织造布产量只有6.33万吨，1982年已达到20.2万吨，平均每年增长12.3%。西欧各国非织造布生产的情况各有不同，联邦德国的产品呈稳步增长趋势，而其它国家增长幅度都很大，尤其是法国，十多年时间几乎从没有非织造布工业发展到在西欧名列前茅的非织造布工业国家。

西欧的非织造布产品，一般按制造方法分为四类：(1)干法；(2)湿法；(3)纺粘法；(4)其它方法。其它方法，例如裂膜法等，产量很少，在统计数字中往往并入干法生产的产品中。从1970

年到1981年，干法产量所占比重虽然逐年下降，从83%下降到52.6%，但是绝对产量仍占半数以上，每年均有所增加。比重下降的原因，是由于其它方法的兴起，例如纺粘法就从1970年的5%增至1983年的33.1%，湿法生产一直呈稳定增长趋势。所以，无论干法还是湿法和纺粘法，产量都是逐步上升的。

西欧的用即弃与非织造布协会（EDANA）成立于1971年，从此各种用途的非织造布产品迅速发展。1970~1981年，按重量计，面料的产量一直占首位，土工布上升到第二位，家用装饰和地毯底布占第三位，医用布与衬料未见明显增加。如果按面积产量计，面料更是占到首位，砂纸布、茶袋用布与拭布分别占第二与第三位，土工布由于重量大、厚度大而占第六位。西欧非织造布的小儿尿布、成人尿布以及妇女卫生巾等产品的使用，都不及美国普遍。医院使用非织造布产品日益增多，但还不及个人卫生用品那样普遍，还只限于用即弃的小件物品，例如面罩、帽子、鞋罩等，而非织造布的手术衣、手术罩布、病人床垫以及纱布等正在开发中。用于衣着服装的非织造布，在欧洲发展不快，许多都是进口产品。衬里贴边布、面料、茶袋与土工布发展势头却很好，针刺产品在市场上也很有竞争能力。在工业用非织造布方面，西欧的市场还较小。

西欧的非织造布市场是很有前途的，因为它的适应性很广，但目前常受到市场习惯的阻力，这就需要非织造布行业努力开发新市场。如果成人失禁布、医用布与复合材料增加的话，西欧市场上非织造布是有较大的发展的。

### （三）日本的非织造布工业

日本在1953年开始进行非织造布研究，1956年干法非织造布产品出现在市场上，1961年针刺法非织造布开始商业性生产，1967年缝编法非织造布出现，1971年纺粘法产品首次投产，1974年成立了美国非织造布工业协会日本分部（INDA日本支部）。

日本在1984年生产各种非织造布约10亿平方米，合96000t。

1980年至1984年，按重量计增长32%，按面积计增长46%。按重量计，纺粘法产品占产量的20.7%，干法产品占70.1%，其余为湿法产品。按面积计，纺粘法产品占产量的43.3%，干法占36.7%，湿法占20%。总的说来，80年代初，日本的纺粘法产品逐步代替了一些干法产品的市场。

1984年日本非织造布共消耗纤维90000t，其中聚丙烯、聚酯、尼龙和粘胶是使用的四种主要纤维原料，聚丙烯消耗量占31.1%，聚酯占26.5%，尼龙占16.9%，粘胶占16.2%。日本的化纤工业发展迅速，对非织造布的发展起了促进作用。日本的非织造布已基本形成一个产品种类齐全的独立行业。

#### (四) 我国的非织造布工业

我国从1958年开始研究非织造布，1965年在上海建立了我国第一家非织造布厂——上海无纺布厂。初期生产的产品基本是化学粘合的干法非织造布产品，如鞋帽衬、台板布、抛光布、书面布、层压板布，还有少量的单梳栉缝编毯等。1982年我国的非织造布厂增加至近60家，增加了针刺产品，总产量约为 $5500 \times 10^4 \text{m}^2$ 。1985年非织造厂增至约250家，产量约 $2000 \times 10^4 \text{m}^2$ ，占我国纺织品产量的1%。

我国非织造布的制造方法，以干法为主，不过除化学粘合法外，增加了热熔法与热轧法。针刺法生产已经达到商业化程度，纺粘法也已投产。非织造布的品种在逐年增多，土工布、过滤布等工业用布，以及服装热熔衬与妇女卫生巾面料等医药卫生用布，都已进行了商业性生产。在此期间，引进了多条国外非织造布生产设备。

今后我国非织造布工业的主要任务，是增加产品品种，提高产品质量，扩大国内国外市场，在我国形成一门品种齐全的非织造布工业。

## 第二章 非织造布工艺与设备

### 第一节 非织造布的制造工艺过程

非织造布在制造工艺原理上，根本不同于传统的纺织成布，它的制造工艺可以分成如下六个过程：(1)纤维准备；(2)成网；(3)粘合；(4)烘干；(5)后整理；(6)卷装。每个工艺过程包含有各种不同的方法，如表2-1所示。

严格地讲，每种具有特定使用要求的非织造布，都需要相应的特定加工工艺。因此，随着非织造布产品的不断开发和产量、质量要求的不断提高，非织造布生产的工艺和设备也不断改进和創新。但是，均可归纳如下九种方法：(1)干法(dry laid process)；(2)湿法(wet laid process)；(3)纺络法(spunlaced process)；(4)针刺法(needle punched process)；(5)缝编法(stitch bonded process)；(6)纺粘法(spunbonded process)；(7)熔喷法(melt blown process)；(8)裂膜法(split film process)；(9)静电法(electrostatic laid process)。

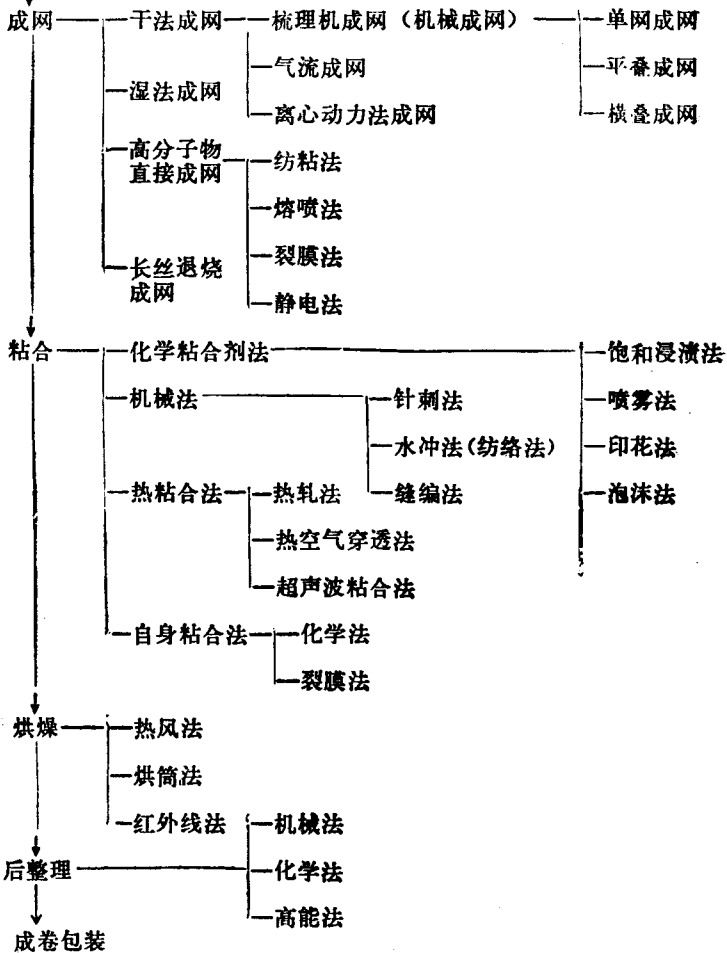
#### 一、纤维准备

象传统的纺织工艺一样，非织造布生产的第一步是纤维准备。纤维必须在成网之前，经过开松、除杂、混合、加油润滑以及喷撒除静电剂等，这些工序对非织造布的成网质量影响很大。传统的棉、毛纺织加工所用的开松、除杂、混合等设备，理论上都可用于非织造布。事实上，早期非织造布所用的这些设备均来自棉、毛纺织工业，只是在某个部分稍加改造，以便于使用。但随着非织造布工业的发展，产品的质量要求越来越高，纺织设备在某些方面已不能满足非织造布的要求，目前越来越多的非织造

表2-1

非织造布制造工艺过程

纤维准备—开松、除杂、混合（指短纤维）



布前准备设备已经专门设计和制造。

成包进入车间的纤维、自然必须首先开松。加工天然纤维如棉、麻等，必须进行混合与除杂。加工人造纤维时，则一般不要

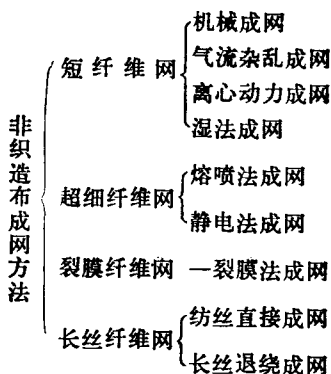


除杂，但人造纤维常常是不同种类的纤维混合使用，所以混合、消除静电和加润滑剂就显得特别重要。

## 二、成网

非织造布成网的方法主要分为三大类，即干法、湿法和聚合物直接成网法，详细分类见表2-2。

表2-2 非织造布成网方法分类



早期的非织造布是采用各种下脚短纤维为原料，成网设备多采用各种棉、毛梳理机。这样生产出的产品，由于纤维按机器方向或横向（使用横叠装置）排列，以致纤维网出现强度各向异性。针对这一弱点，发明了气流成网机，能使纤维呈杂乱型排列。此外，还有离心动力式成网机，也是用来克服纤维网中纤维的定向排列问题。一种能解决这一问题的简单机构是杂乱辊，它可配在梳理成网机或离心动力式成网机上，以改进纤维网的纵横强度比。这几种设备各有其优缺点以及它们的使用场合，其共同点是短纤维在干态下成网，一般称之为干法成网。

干法成网与干法非织造布制造法的含义是有所区别的。干法非织造布制造法不仅意味着干法成网，而且还包含着后面的粘合工艺，经过粘合工艺以后，有的干法成网的非织造布并不包括在干法非织造布里，例如针刺法非织造布、纺络法非织造布。这主