

产业用纺织品发展趋势

姚穆

中国工程院院士

西安工程大学名誉校长



1

1 产业用纺织品定义

- 纺织品分为服装、家纺和产业用纺织品三大部分。
- 产业用纺织品在国外也称作技术纺织品，是指经过专门设计、具有特定功能，应用于工业、医疗卫生、环境保护、土工及建筑、交通运输、航空航天、新能源、农林渔业等领域的纺织品。产业用纺织品技术含量高，应用范围广，市场潜力大，其发展水平是衡量一个国家纺织工业综合竞争力的重要标志之一。

2

二、产业用纺织品分类

- 1 医疗与卫生用纺织品 (Medical and Hygiene Textiles)
- 2 过滤与分离用纺织品 (Filtration and Separation Textiles)
- 3 土工用纺织品 (Geotextiles)
- 4 建筑用纺织品 (Building and Construction Textiles)
- 5 交通工具用纺织品 (Transport Textiles)
- 6 安全与防护用纺织品 (Protective and Safety Textiles)
- 7 结构增强用纺织品 (Reinforcement Textiles)
- 8 农业用纺织品 (Agrotextiles)
- 9 包装用纺织品 (Packaging Textiles)
- 10 文体与休闲用纺织品 (Sport and Leisure Textiles)
- 11 篷帆类纺织品 (Canvas and Tarp Textiles)
- 12 合成革用纺织品 (Textiles for Synthetic Leather)
- 13 隔离与绝缘用纺织品 (Isolation and Insulation Textiles)
- 14 线绳（缆）带类纺织品 (Threads, Ropes and Belts)
- 15 工业用毡毯（呢）类纺织品 (Industrial Felt and Blanket Textiles)
- 16 其他类产业用纺织品 (Other Industrial Textiles)

3

“产业用纺织品”是用来表示非传统纺织品的一个最普遍使用的术语。

使用的其它术语还有：

- “技术纺织品” (Technical Textile)、
- “高性能纺织品” (High Performance Textile)、
- “高技术纺织品” (High Tech Textile)、
- “工程纺织品” (Engineered Textile)、
- “产业织物” (Industrial Fabrics)、
- “技术织物” (Technical Fabrics)。

4

三、产业用纺织品与非产业用纺织品的区别

1、产业用纺织品的应用领域和使用对象不同

5

使用纺织品的主要行业
广告 (Advertising)
农业 (Agriculture)
汽车 (Automotive)
航空 (Aviation)



使用纺织品的主要行业
建筑 (Building)



7

使用纺织品的主要行业
陶瓷 (Ceramic)
化工 (Chemical)
计算机 (Computer)



8

电力(Electrical)
环保(Environmental protection)



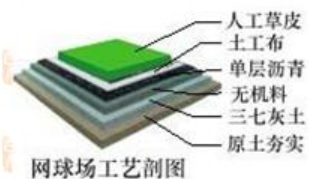
9

渔业(Fishing)
食品(Food)
家具(Furniture)



10

家用纺织品(Home Textile)
园艺(Horticulture)
庭院设计(Landscaping)
制革(Leather)



11

机械工程(Mechanical Engineering)
医疗(Medical)
采矿(Mining)



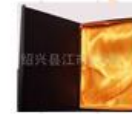
12

石油工业 (Oil Industry)



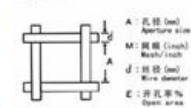
13

包装 (Packaging) 造纸 (Paper) 制药 (Pharmaceutical) 塑料 (Plastics) 印刷 (Printing)



$$\text{孔径} \quad A = \frac{25.4}{M} - d$$

$$\text{开孔率} \quad E = \left(\frac{A}{A+d} \right)^2 \times 100$$



14

回收 (Recycling) 橡胶 (Rubber)



二妃山

15

航天 (Space)



16

纺织(Textile)
交通运输(Transportation)



17

金属拉丝(Wire)
木材加工(Wood Processing)



18

2、性能要求不同

对产业用纺织品的性能要求很高。

3、所用材料不同

产业用纺织品注重功能，而美观（如颜色等）并不是很重要。

4、加工方法和使用的设备不同

生产造纸机用织物必须使用特制的重型织机，其宽度很宽（最宽可达2740cm）。

19

5、测试方法不同

产业用纺织品测试也具有一定的难度。许多时候在试验室里不可能完全模拟产业用纺织品现场实际使用情况。

传统纺织品的试验方法通常不适宜产业用纺织品。

对于产业用纺织品而言，根据其用途从测试的结果即可认定其性能的好坏，得到客观的评定。这使得建立产业用纺织品的测试手段和试验方法相对容易一些，因此，确定其性能评定标准也是比较容易的。

20

6、使用寿命不同

通常产业用纺织品的寿命要比传统纺织品长得多。

7、价格不同

由于产业用纺织品具有许多优异性能，因此它的价格比传统纺织品高。

21

四、产业用纺织品开发的重要领域

- 高温尾气过滤材料
- 功能性服装面料
- 卫生医用纺织材料
- 抗静电防电磁辐射面料
- 阻燃热防护产品
- 土工用纺织品
- 农用纺织产品

22

（一）高温尾气过滤材料的开发

全国诸多城市受到雾霾天气影响，严重影响人们的工作和生活，成为全社会关注的焦点和热点话题。



北京的雾霾天气



上海的雾霾天气

23

- PM2.5 和雾霾天气严重影响人们的生活和健康



大气污染给人类带来的危害

名称	对人体的危害
二氧化硫	视程减少，流泪，眼睛有炎症。闻到有异味，呼吸，呼吸困难，肺水肿，迅速窒息死亡
硫化氢	恶臭难闻，恶心、呕吐，影响人体呼吸、血液循环、内分泌、消化和神经系统，昏迷，中毒死亡
氮氧化物	闻到有异味，支气管炎、气管炎，肺水肿、肺气肿，呼吸困难，直至死亡
粉尘	伤害眼睛，视程减少，慢性气管炎、幼儿气喘病和尘肺，死亡率增加，能见度降低，交通事故增多
光化学烟雾	眼睛红痛，视力减弱，头疼、胸痛、全身疼痛，麻痹，肺水肿，严重的在1小时内死亡
碳氢化合物	皮肤和肝脏损害，致癌死亡
一氧化碳	头晕、头疼，贫血、心肌梗死，中枢神经麻痹、呼吸困难，严重的在1小时内死亡
氟和氟化氢	强烈刺激眼睛、鼻腔和呼吸道，引起气管炎，肺水肿、氟骨症和斑釉齿
氯气和氯化氢	刺激眼睛、上呼吸道，严重时引起中毒性肺水肿
铅	神经衰弱，腰部不适，便秘、贫血，记忆力低下

25

燃烧高温尾气除尘及有害物质基本情况

- 主要来源
 - 钢铁厂
 - 火力发电厂
 - 水泥厂
 - 垃圾焚烧场
- 主要成分：
 - 二氧化硫
 - 氮氧化物
 - 臭氧 (O_3)、五氧化二磷 (P_2O_5)、磷酸 (H_3PO_4)、
 - 重金属 (铅、汞、铬、镉等)
 - 砷的氧化物、氮化物 (NH_3 等)
 - 多环芳烃
 - 某些垃圾 (特别是医用垃圾) 焚烧中将在 $400^\circ C$ 以下释放出气态分子的二噁英及多氯二苯并呋喃等有毒成分 (化学结构超过70种，特别是2、3、7、8四氯代二噁英是现在世界上了解的毒性最严重的化合物，它的毒性是氰化钾的1000倍)，

26

- 固体颗粒物的排放：黑色金属冶炼厂 (钢铁厂)、燃煤火力发电厂、水泥厂、垃圾焚烧场，至少占总排放量的70%以上；
- 有害气体排放：来源主要是黑色金属冶炼厂 (钢铁厂)、火力发电厂、水泥厂、垃圾焚烧场和机动车燃烧尾气排放。
- 严重影响PM2.5和雾霾的主要是二氧化硫和氮氧化物。

27

目前的主要技术措施

- (1) 静电除尘技术
- (2) 滤袋除尘技术
- (3) 静电除尘与滤袋除尘结合技术

28

（1）滤料用纤维结构与性能研究

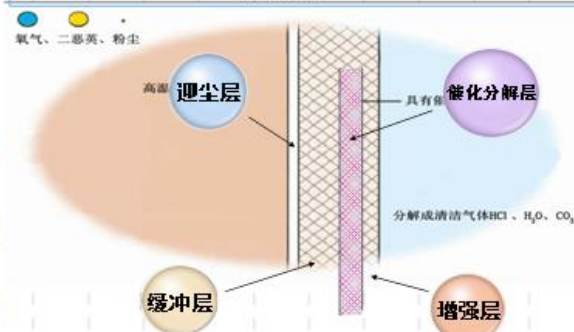
- 玻璃纤维
- 聚苯硫醚纤维
- 聚酰亚胺纤维
- 芳纶纤维
- 芳腈纶纤维
- 高强超细玻璃纤维
- 玄武岩纤维
- 聚四氟乙烯膜裂纤维和膜裂纤维纱

➢ 存在的主要差距、主要问题和解决途径

29

（2）滤料的结构设计

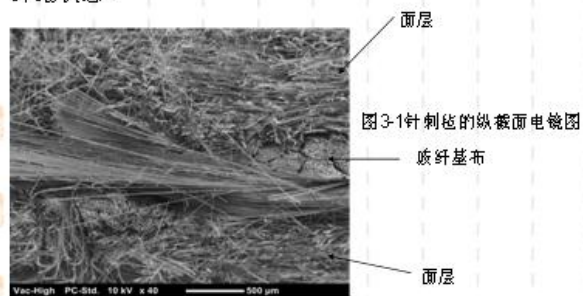
根据二噁英的状态：固体颗粒状态（吸附到飞灰）
气溶胶状态



30

该过滤材料有三层结构，它包括过滤面层、非过滤面层和中间织物增强层。

从电镜图中可以看出过滤面层、加强基布和非过滤面层的纤维状态。



31

面层中的纤维原料为不同粗细的玻璃纤维、铁纶®纤维和芳纶1313纤维，中间织物增强层为玻璃纤维基布。

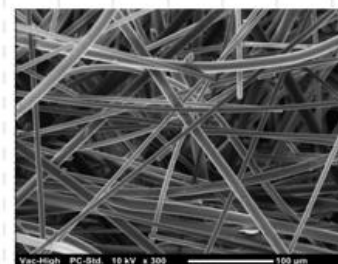


图3-2 由不同粗细的纤维组成的针刺毡电镜图

32

■ (3) 滤料性能的综合评价

- 残余压降变化
- 过滤周期时间
- 残余粉尘重量
- 排放浓度
- PM2.5排放浓度
- 排放成分的颗粒大小及分布

常温、高温工况条件

33

(二) 医疗和卫生用纺织品

- 医疗和卫生用纺织品是产业用纺织品中的重要内容，也是我国社会发展、生活条件改善、人民健康、社会和谐的重要内容。
- 目前医疗和卫生用纺织品尚在发展时期，有一些项目和内容只在少数人群中使用，尚未形成广泛应用领域，但随着社会进步，必将快速发展。

34

- 医疗卫生用纺织品范围非常广阔，根据目前应用已达到一定规模的内容，基本上可以区分为6大类：

1. 人工器官材料；
2. 医疗敷料；
3. 医用防护服；
4. 病人生命信息监测服；
5. 住院病房用纺织品；
6. 卫生辅助材料。

35

一、人工器官材料

根据使用特征区分为三小类：

- 1、体表用人工器官
- 2、体内人工器官
- 3、体内外结合的人工器官

➤ 1、体表用人工器官

- 包括人工皮肤、人工耳鼓膜、人工眼角膜、隐形眼镜、体表用手术缝合线等。
- 这一类材料发展已经很成熟，其无毒性能、生物相容性、所需要的生物降解性、疮面成形性能等均可达到良好的要求。

36

➤ 2、体内人工器官

- 包括人工血管、各种直径的血管、人工食管、人工尿道管、人工心脏瓣膜、人工疝气托、人工肌腱、人工筋、组织工程支架（血管支架、神经支架、肌腱支架）、体内手术缝合线等。
- 这一类人造器官也已很成熟，效果良好，但人工血管目前主要为直径3mm以上的，细人工血管尚在研发过程中。

➤ 3、体内外结合的人工器官

- 包括人工肺、人工肾、人工肝、血液浓缩器、肝腹水超滤浓缩回输器、血液浓缩器等。
- 体内器官之外一部分过滤器官在体外结合。这一类人工器官，功能已经成熟，应用效果良好。但体内和体外结合，体外部分体积不太小，行动不太方便。

37

二、医用敷料

- 主要是体外治疗用品：

➤ 绷带（现有机织类绷带、非织造类绷带、多种材料和多种工艺的复合绷带）

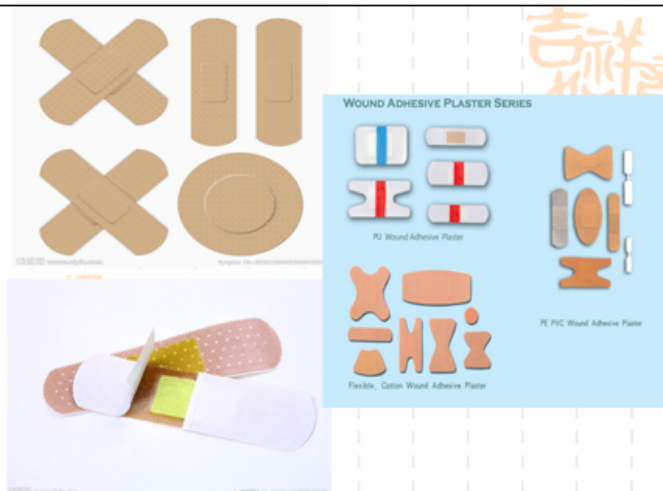
➤ 疮面材料

➤ 其它

- 这一类医疗纺织品已很成熟，具体种类很多，包括各种尺寸和形状的“创可贴”，到大疮面的敷贴、包扎、一应俱全。

- 特别是采用了新型特种纤维和新型改性纤维，适应不同疮面需求。

38



39

- 要求：

➤ 具有柔软性和一定刚度（不粘贴疮面）；

➤ 一定的抑菌性之外；

➤ 采用新型高吸水纤维（改性合成纤维或人工再生海藻纤维）吸水率高达纤维干重的20倍以上，极薄敷料已可吸净疮面液体，具有广谱抑菌、抗菌效果，而且保证疮面局部空气相对湿度高，即完全抑制细菌、病菌生长，又保证了皮肤细胞（以及皮下组织细胞）正常修复，使疮面免除疼痛、快速修复。

➤ 包括“褥疮”也可获得较快治愈，极受欢迎。

40

三、医用防护服

■ 医用防护服至少有三小类

- (1) 一般防护的手术衣、洁净服、医用口罩、手术布单、手套等。
- (2) 在特种传染病暴发流行期，检查人员、特别是重病患者住院的医生、护士等的防护服。一般包括服装、头罩、眼镜、口罩、手套、足套和鞋等。
- (3) 特种防护，使用X射线、CT扫描等设备时防护强电磁辐射、中子流、X射线等的积累伤害的防护服。

41

特殊要求

- (第1类)：服用品的纺织品必须具备防水、防油、防污功能和易洗涤和洗后干燥及平挺成形功能，并必须同时具有抑菌功能。
- (第2类)：
 - 例如：中国2003年“非典(SARS)”流行、当前非洲埃博拉出血热病毒流行等，感染病人成千上万，特别关键的是密切接触病人的医护人员感染率很高的时候，如果没有适当的专用防护服，医护人员大量感染将对流行病防治造成极大威胁。

42



43

特殊要求

- 2003年4月6日止全国“非典”感染的病人中，医护人员占30%；全国“非典”死亡人数中，医护人员占30%。中央立即决定先用中国人民解放军防毒气服让收治“非典”医院一线医护人员穿用，并同时立即启动专用防护服研发（因为防毒气服不透汽，医护人员一轮班8小时汗水衣内积量达到公斤级以上）。
- 2003年4月28日连续进行“非典”专用防护服项目鉴定、验收；“非典”专用防护服标准的审定、批准、发布、实施；并于2003年4月28日晚启动生产。这种防护服包括服装、头罩、眼镜、口罩、手套、足套、鞋，全身封闭。服装内层为纱线织成的疏松织物，对全身皮肤触感良好，外层为抗磨损及保形的织物，中层为聚四氟乙烯超微孔薄膜（超微孔的孔径原按美国发布的“非典”病毒的电镜显微照片尺寸一般在100纳米左右，最小80纳米以上，但实际病毒细胞会变形，后确定超微孔直径为37纳米以下）。超微孔的目的是使人体汗汽可以自然排出衣外，不会有汗液使服内面粘贴皮肤。
- 2003年5月2日装备北京小汤山医院及全国“非典”一线医务人员。事实证明，北京小汤山医院整个过程收治“非典”重病人1373人过程中，医院医生、护士、食堂、清洁人员等1380人无一感染，起到了防护作用。

44

- （第3小类）：这些防护服是针对不同的辐射、分别在化学纤维纺丝中加入防护（阻挡、反射、吸收）物质所形成的特种化学纤维纺织生产制成。

45



46

四、病人生命信息监测服

- 这种监测服实际上是医用智能服装。在服装上附加各种监测元件、微型电源、导电纤维作导线、微型控制电路及信号发送系统。
- 使病人穿这些服装时，根据需要，连续监测病人的某些生命信息：包括心率、呼吸、脉搏、体温、血压、血糖、血氧量、pH值、心电图、脑电图等指标中所需的部分。可以每天24小时连续监测、报告，并不需要病人必须在医院的病床上。
- 某些特殊条件下特殊人群也可以用于监测。例如中国第一位航天员杨立伟航天服就配备了心率、心电图功能，升天后每15分钟将监测结果发送到地面，使指挥中心完全掌握全程中航天员的体质情况。

47

五、卫生辅助材料

- 日常卫生辅助材料很多，包括医院中使用，也包括现在民间使用的材料。
 - ▶ 例如：
 - 卫生巾、卫生护垫、妇女防溢乳垫、婴儿尿不湿（纸尿裤）、成人失禁用品（尿、粪便等）的护理垫、卫生纸、湿巾等。
 - 这些物品一般均采用特种纤维、特种复合结构、大部分采用非织造纺织品生产方式生产，具有卫生安全功能。

48

六、医院病房用纺织品

- 包括病房中的床垫、床单、被褥、被套、枕头、枕套、枕巾、毛巾、卫生巾、病人衣衫、遮蔽帏帘、揩拭布等。
- 这些纺织品要求抑菌、卫生、安全、皮肤接触感良好、易净洗、并比较耐用、使用周期较长。为保证功能、延长使用周期、成本适当，一般采用多种纤维混纺生产。

49

七、医疗卫生纺织品发展趋势

- 中国近几年医疗卫生用品生产量逐年快速递增，产量见表1：

表1 中国医疗与卫生纺织品产量（万吨）

年份	产量
2007	42.6
2008	49.5
2009	59.5
2010	70.3
2011	80.5
2012	90.6
2013	102.7

50

- 中国医疗和卫生用纺织品近几年不完全统计，每年进口额值在60亿美元左右。
- 随着社会经济、人口、老龄化发展，需求必将迅速增长。近年我国婴儿出生率、70岁以上老年人口率和0-4岁婴儿人口率见表2。
- 但是随着社会发展和我国放开婴儿二胎和老龄化发展，婴儿和老年人比例逐步上升。
- 婴儿和老人的需求量还将增大，患病人口数量、医护人员数量必将相应增长，这样对医疗和卫生用纺织品需求必将继续增长。

51

表2 中国婴儿和老年人口比例

年份	每年婴儿出生率 (%)	0-4岁儿童人口率 (%)	70岁及以上老年人口率 (%)
2004	4.94	12.29	5.37
2005	5.34	12.40	5.75
2006	5.08	12.09	5.84
2007	5.05	12.10	6.00
2008	5.13	12.14	6.21
2009	5.16	11.95	6.27
2011	5.68	11.93	5.98
2012	5.69	12.10	5.66

52

工作重点

- 中国现有医疗卫生机构约95万个、病床516万张，年入院病人约1.5亿人次，医疗卫生从业人员超过800万人。随全国人口总数继续上升，这些数据仍将继续增加，从现在情况可以预测今后的重点工作如下：
 - 医疗和卫生纺织品研发工作将继续快速增加。包括医疗和卫生专用特种纤维新品种、纺织新型加工工艺、纺织新型自动化加工设备（例如直径3毫米以下的微型血管的编织机）、新型医疗专件研发。
 - 通过产业用纺织品产业技术创新战略联盟的推动和协调，政、产、学、研、用紧密结合的纺织产业和医疗卫生机构将更广泛、更深入提升联合协同创新发展，开发中国自己的新型医疗卫生专用产品、材料及应用。

53

工作重点

- 医疗和卫生纺织品产量预计将大幅提升
 - 预计未来中国医疗卫生纺织品产量将以年增长13%的速度提升。预计2020年医疗卫生用纺织品产量将达241.8万吨。
 - 婴儿尿不湿（纸尿裤）2012年消费量204.1亿片；预计2020年将达380亿片以上，需要专用纤维非织造布原料60万吨以上。
 - 2012年中国湿巾生产量295.2亿片，出口131.1亿片，内销15.1亿片，市场销售值15.4亿元。
 - 预计2030年我国成年人失禁用品市场将超过1000亿片，所需非织造布类原料超过100万吨。

54

- 但是中国医疗和卫生用纺织品发展中除重视理论、材料、装备、产品创新的同时，必须认真重视纺织品和最终医疗卫生产品的质量水平，重视生产过程和使用过程的绿色发展，使产品生产和产品可持续地科学发展。

55

医疗用高分子材料举例：

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 黏胶纤维 viscose rayon 溶剂纺黏胶纤维（莱赛尔） Lyocell 聚乙烯（超高分子量、高强度、高模量） PE 聚丙烯 PP 聚氯乙烯 PVC 聚丁二烯 Polybutydiene 聚四氟乙烯 PTFE 膨体聚四氟乙烯 ePTFE 聚乙交酯 PGA 聚己内酯 PCL 聚苯乙烯 PS 聚丙烯腈 PAN 聚丙交酯 PLA | <ul style="list-style-type: none"> 聚碳酸酯 PC 聚亚胺酯 聚醚砜 PES 聚砜 PSF 聚氨酯 PU 聚氟乙烯丙烯 PFEP 聚乙烯吡咯烷酮 PVP 聚甲基丙烯酸甲酯 PMM 聚亚丙基碳酸酯 PPC 聚酰胺 PA 聚左旋乳酸 PLLA 壳聚糖 CS 三醋酸纤维素酯 TCA |
|---|--|

56

（三）功能性纺织产品的研究与开发

- （1）导湿、输汗、快干：能吸收汗液，向外输送，快速蒸发，不粘贴皮肤，“离身”凉爽。
- （2）防紫外：适应大气臭氧层变薄，紫外线增强的现状（特别中波紫外线增强引起的皮肤癌病变）。
- （3）抗静电：防止吸灰、裹腿、接触电击打手、电火花以及防止意外（电火花及静电压引起加油站起火、爆炸；油气田起火、爆炸；大规模集成电路生产车间和装配车间损坏元器件等）。

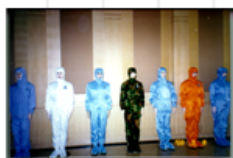
57

- （4）抑菌、抗菌、防臭：特别是内衣裤、袜、鞋。
- （5）防电磁辐射：保护头部、胸腹部免受电磁辐射损伤致病、致癌、致残，特别是保护胎儿防畸形恶变及防性别歧化。
- （6）某些医疗、健康功能：如发射远红外线激活微循环达到消肿、止痛、散瘀等；又如释放氧负离子改善环境等。

58



图 医用工作服及床上卫生用品



59

- （7）某些防护功能：
 - 医用防护服要求防止细菌、病毒透过；
 - 化工作业防护服要求阻挡有毒化学药剂、气体的透过；
 - 高温作业及金属冶炼炉前工的防护服要求防止长波红外线（热辐射）穿透；
 - 军用及警用防护服要求防弹、防刺等功能；某些加工现场防护用品如防割手套等；
 - 军用迷彩隐身服要求在可见光、黑夜微光、紫外线（雪地）、红外线侦视下能隐身于背景中不被发现等等。
- （8）阻燃功能：防止引起火灾，并防止熔粒烫伤。

60



芳纶1414 (Kevlar) 纤维



防切割手套



防弹衣、防弹背心 61



62



森林防火阻燃工作服

63



安全防护服

64



图 电磁波防护工作服



图 抗油拒水防静电工作服



图 防静电工作服

65



图 防护口罩



66



图 迷彩伪装



67

(四) 土工用纺织品



68



69

(五) 农用纺织品

主要类型:

- (1) 冰雪防护网
- (2) 虫鸟防护网
- (3) 保温大棚



70



71



(水果) 防虫网

72



蔬菜大棚保温

73

■ 谢谢大家！

74