



立即扫码下载

# 找材料、接订单 看案例

一亿材料人和制造人都在用寻材问料APP

# 一张图看懂纳米银线

新材料在线

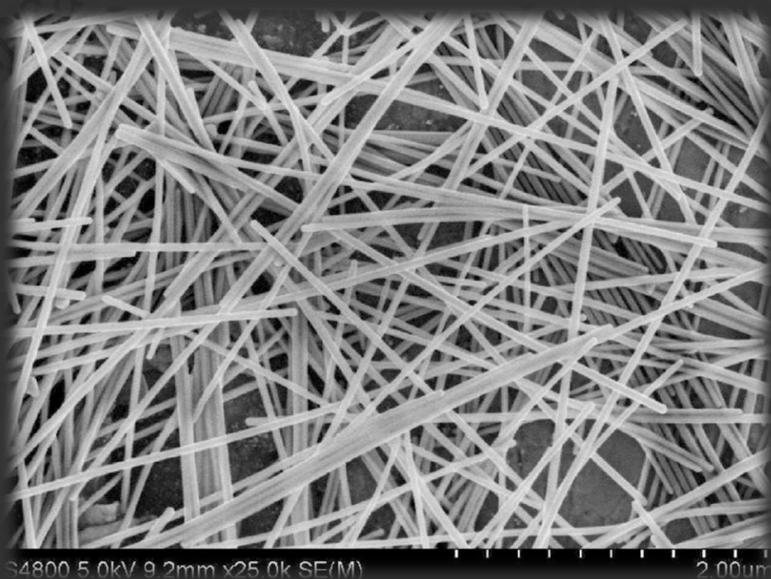


2016年05月

# 基础知识简介

# 01 纳米银线技术简介

- 纳米银线(SNW , silver nanowire)是直径在纳米 ( $10^{-9}\text{m}$ ) 尺度的 (纵向没有限制) 的金属银一维结构。



纳米银线的显微形貌



纳米银线制备的透明导电膜

图片来源：网络

- 由于其体积小、比表面大，具有良好的化学性能和催化性能，并且抗菌性能和生物相容性出色，目前在**导电领域、催化、生物医药、抗菌领域及光学**等方面具有重要应用。

## 02 纳米银线的制备工艺

□ 纳米银线的制备方法主要由**湿化学法**、**模板法**、**晶种法**等。

表1 纳米银线常用制备方法及简要流程

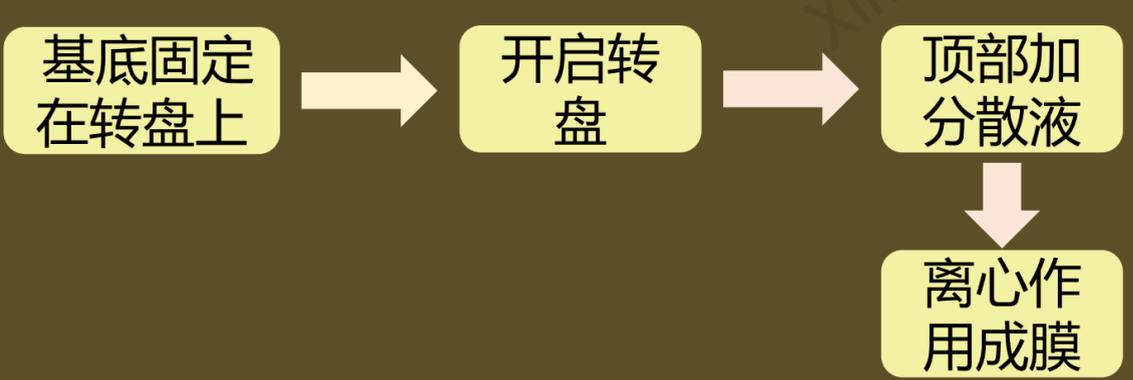
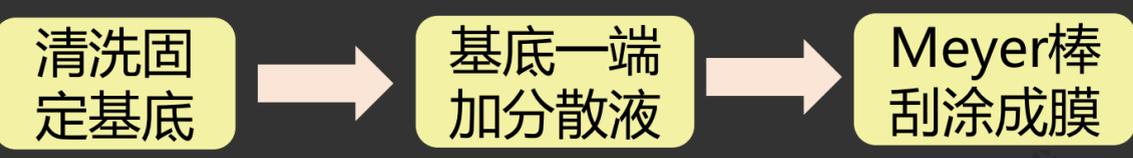
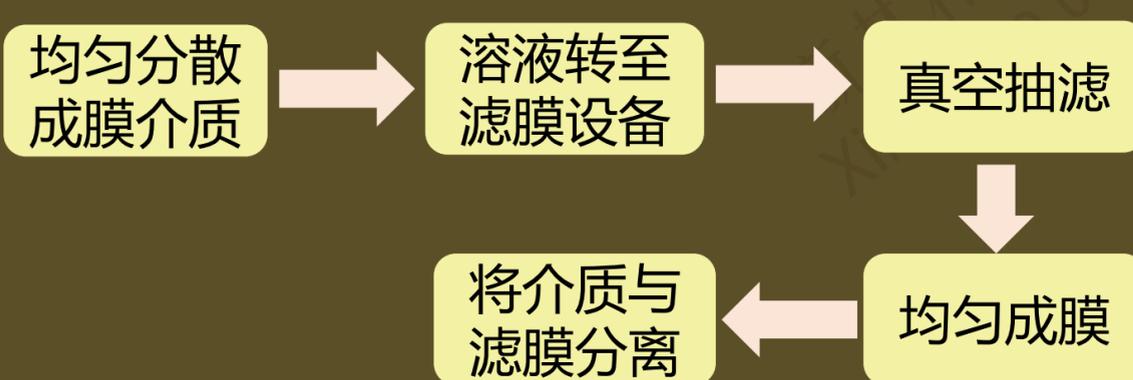
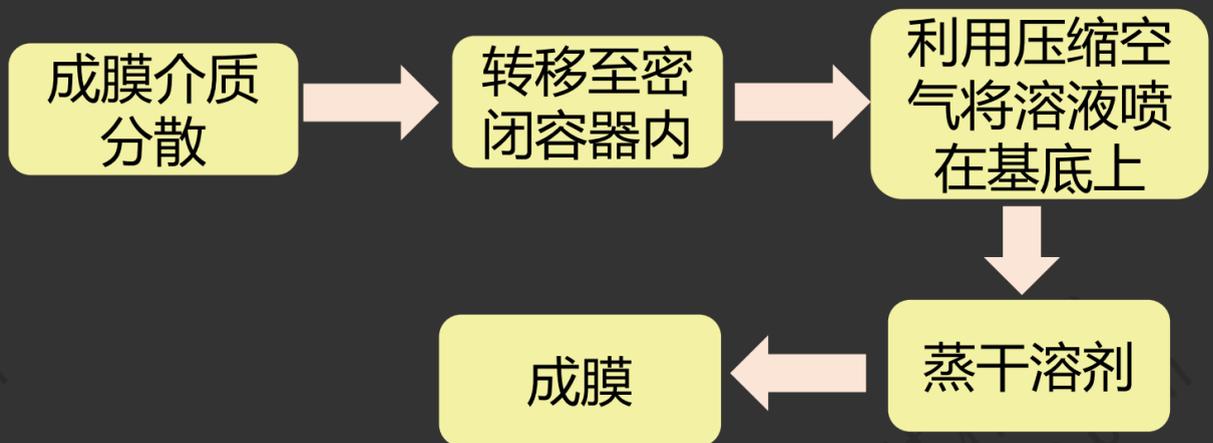
制备方法	简要过程	优点	不足
模板辅助	$\text{Ag/模板} \xrightarrow[\text{模板}]{\text{牺牲}} \text{Ag纳米线}$	操作简单，条件温和	后处理复杂
多元醇	$\text{Ag盐} + \text{醇} \xrightarrow[\text{表面活性剂}]{\text{高温油浴}} \text{Ag纳米线}$	方法简单，产物纯净	产物浓度低
光波辐射	$\text{Ag盐} \xrightarrow[\text{表面活性剂}]{\text{光波还原}} \text{Ag纳米线}$	反应快速，形貌一致性较好	成本较高
软化学	$\text{Ag盐} \xrightarrow[\text{还原剂}]{\text{室温}} \text{Ag纳米线}$	简易廉价，条件温和	效率低
溶剂热	$\text{Ag盐} \xrightarrow{\text{高温高压}} \text{Ag纳米线}$	成本低且易于控制	安全问题

□ **多元醇法**由于其**操作简单**、**产率高**及**成本低廉**成为当前生产纳米银线的主要工艺路线。

# 03 纳米银线薄膜技术简介

- **纳米银线薄膜技术**：采用不同的成膜方法将纳米银线涂布到基板上，制成透明的导电薄膜。
- **湿法制膜**是目前最常用的低温成膜工艺。

表2 常用湿法成膜工艺

工艺名称	主要过程	特点
旋转涂布法	 <pre>graph LR; A[基底固定在转盘上] --&gt; B[开启转盘]; B --&gt; C[顶部加分散液]; C --&gt; D[离心作用成膜];</pre>	简单高效，成膜均匀
Meyer棒刮涂法	 <pre>graph LR; A[清洗固定基底] --&gt; B[基底一端加分散液]; B --&gt; C[Meyer棒刮涂成膜];</pre>	适于工业化（卷对卷成膜工艺）
真空抽滤法	 <pre>graph LR; A[均匀分散成膜介质] --&gt; B[溶液转至滤膜设备]; B --&gt; C[真空抽滤]; C --&gt; D[均匀成膜]; D --&gt; E[将介质与滤膜分离];</pre>	成膜面积有限
喷涂法	 <pre>graph LR; A[成膜介质分散] --&gt; B[转移至密闭容器内]; B --&gt; C[利用压缩空气将溶液喷在基底上]; C --&gt; D[蒸干溶剂]; D --&gt; E[成膜];</pre>	容易出现过喷现象

## 04 纳米银线薄膜技术优势

- 由于良好的导电率和较小的线宽，纳米银线制成的薄膜**导电性和透明度**都非常高。
- **金属网格**技术也是当前制备透明导电薄膜的热门技术路径。
- 因性能优异且成本低廉，近年来采用纳米银线制备的**柔性透明导电薄膜**已成为替代ITO的热门材料。

表3 ITO、纳米银线和金属网格技术性能对比

性能指标	ITO	纳米银线	金属网格
市场占有率	> 95%	< 5%	< 5%
成本	高	低	低
光学性能	最优	较好	可接受
导电性能	差（电阻较高）	优	优
柔性/弯曲性	差	好	好
透光率	一般	最优	较好
其他	生产工艺难度较大	工艺简单，良率高，无莫瑞干涉，弯曲时电阻变化小	存在莫瑞干涉，金属易反射，材料易氧化
主要厂商	Nitto Denko, RNA	Cambrios, 中科纳通, 华科创智	三星, 欧非光

# 05 纳米银线的应用领域

## ◆ 导电领域

透明电极，薄膜太阳能电池，智能穿戴设备等；导电性好，弯曲时电阻变化率较小。



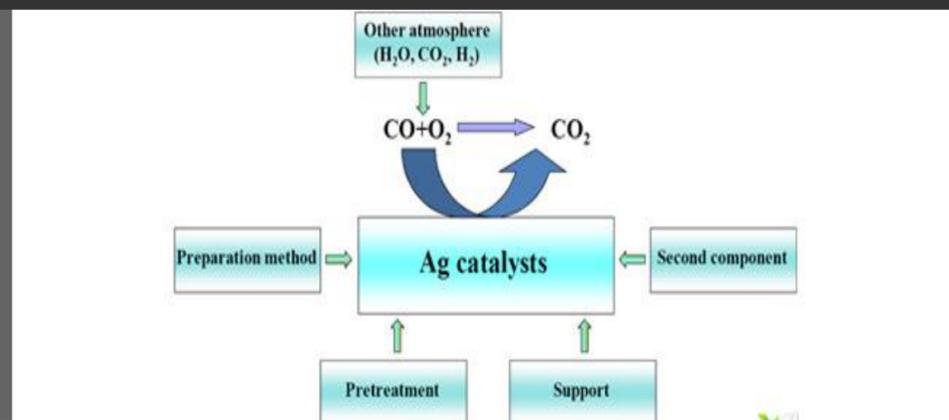
## ◆ 生物医药及抗菌领域

无菌设备，医学成像设备，功能性纺织品，抗菌药物，生物传感器等；抗菌性强，无毒。



## ◆ 催化工业

比表面积大，活性更高，是多个化学反应的催化剂。



## ◆ 光学领域

光开关，颜色过滤器，纳米银/PVP复合薄膜，特种玻璃等；优良的表面拉曼增强效应，紫外线吸收性强。

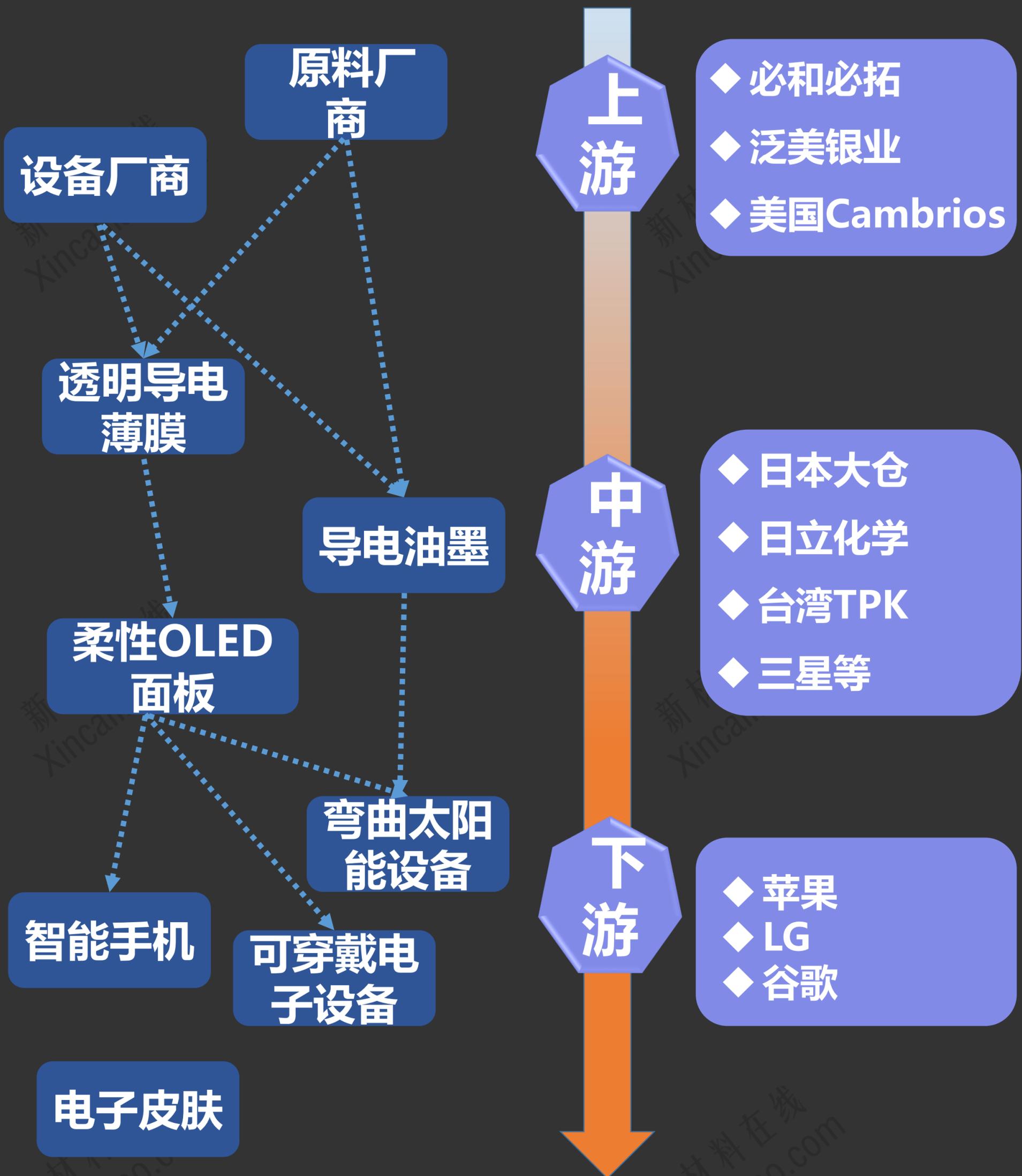


# 产业链分析

# 06 纳米银线薄膜产业概述

## 产业链

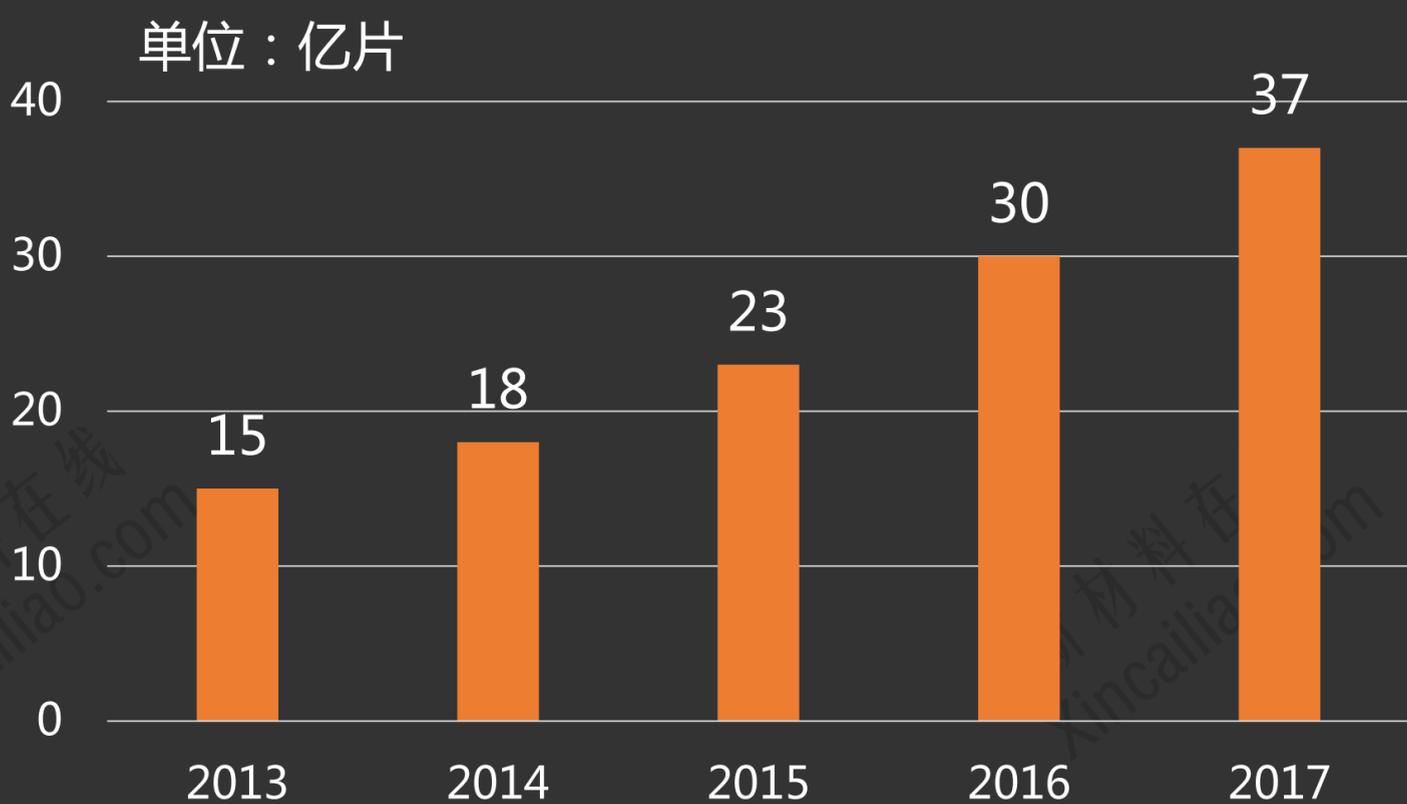
## 相关企业



# 市场分析

- ITO是当前各类触摸屏的常用透明电极，高成本和较差的导电性是其不可忽视的缺点。
- 纳米银线薄膜具有**低成本、高导电性**等优点，成为替代ITO的热门材料。

2013-2017全球触摸屏出货量预测



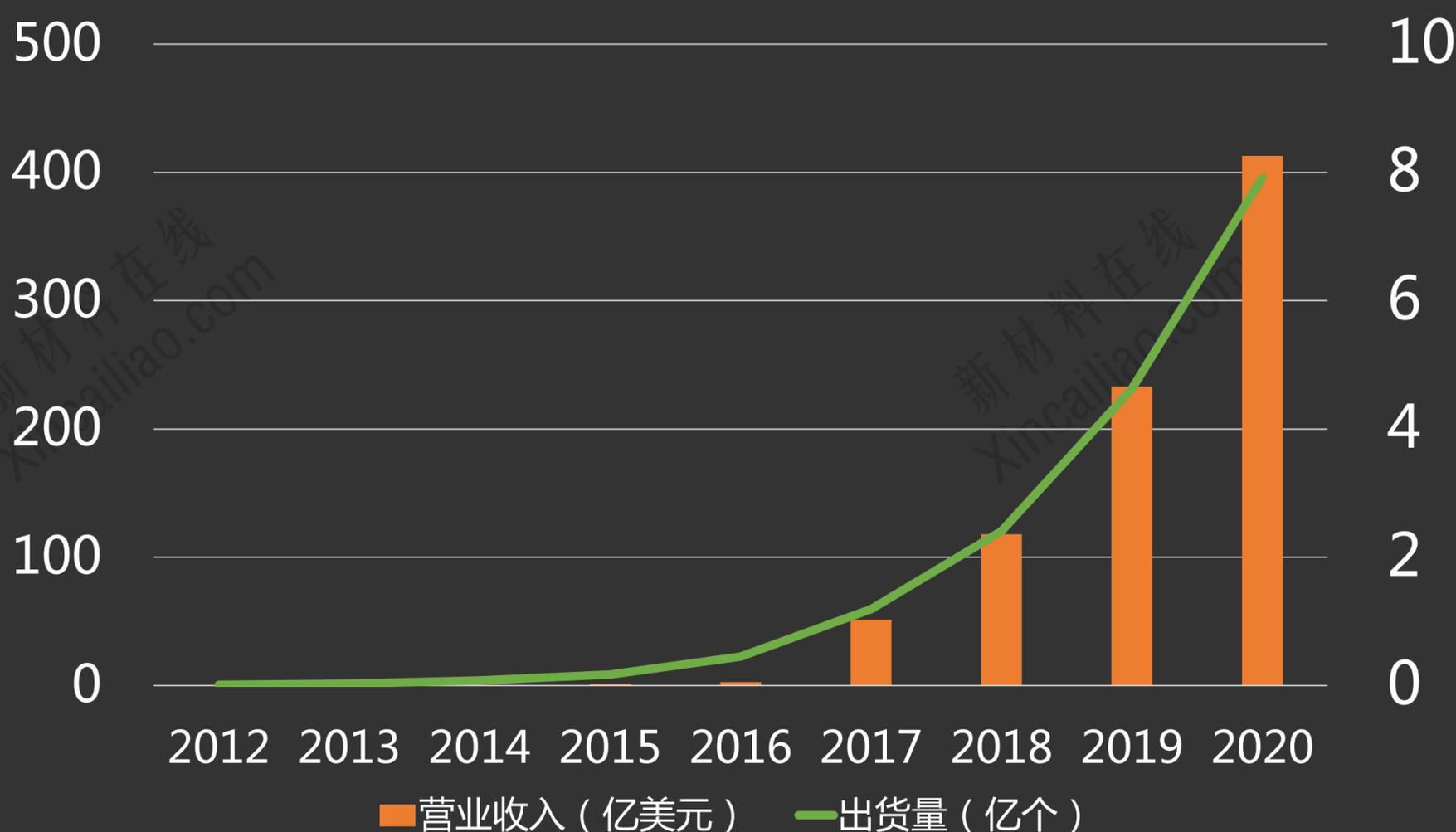
来源：NPD DisplaySearch

- 近几年全球触摸屏产业高速发展，Displaysearch 研究预计至2017年，全球触摸屏产品出货量有望达到**35-40 亿片/年**。

## 07 市场动力分析-柔性屏幕

- 纳米银线薄膜具有**优异的弯曲性能**，将成为未来**柔性屏幕**市场的主角。
- IHS预计2020年柔性屏幕的全球出货量将增至**7.92亿个**，营业收入增至**413亿美元**。

2012-2020全球柔性屏幕出货量预测

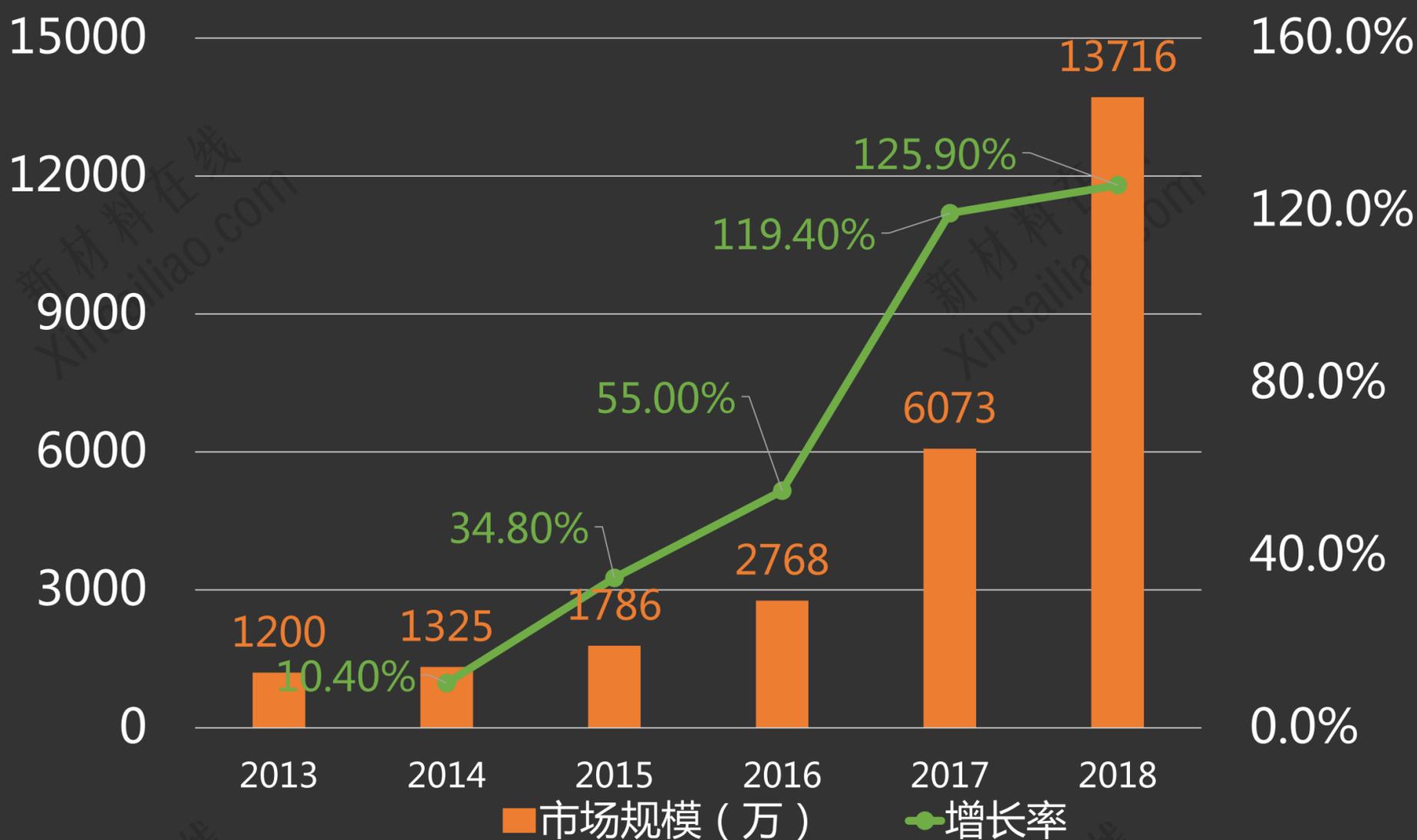


来源：IHS

## 07 市场动力分析-可穿戴设备

- 2013-2018年全球可穿戴设备市场规模急速扩大，多数的可穿戴设备都需要配备**柔性触摸屏**。
- 预计全球整个可穿戴设备市场将在2017、2018年迎来爆发期，销量将增至**13716万台**，两年平均增长率高达**122.6%**。

2013-2018年全球可穿戴设备销量市场规模预测

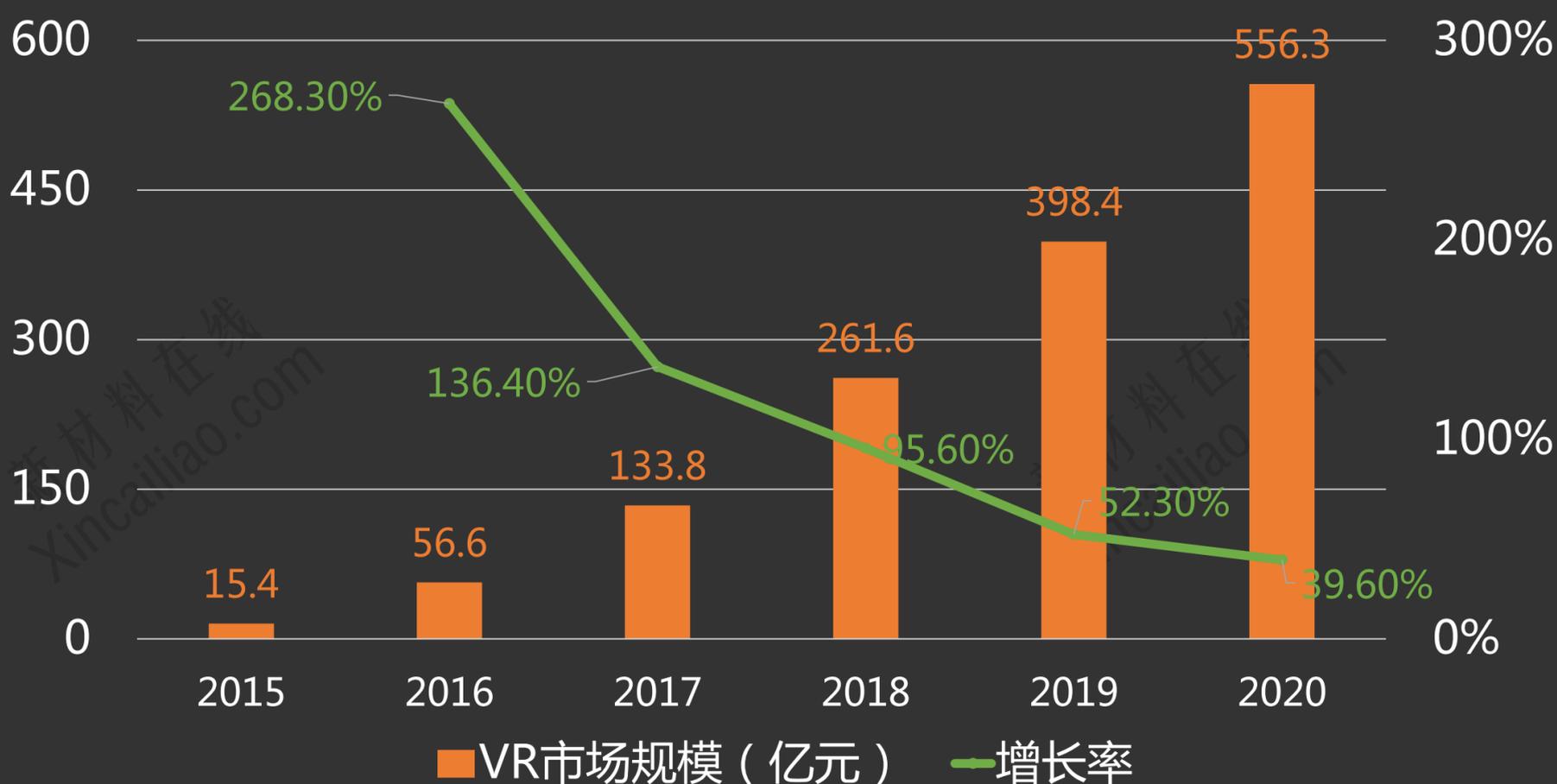


来源：诺达咨询

## 07 市场动力分析-VR

- **VR（虚拟现实）**技术的飞速发展也将带来柔性屏及纳米银线市场的进一步扩大。
- 据预测，仅中国的虚拟现实市场，预计2016年产值将达到**56.6亿元**，到2020年市场规模预计将超过**550亿元**。

2015-2020中国虚拟现实行业市场规模及预测



来源：艾媒咨询

- 从智能手机到可穿戴电子设备，如谷歌眼镜、智能手表等多种应用，甚至是建筑物上安装的巨型屏幕，**未来市场对柔性显示的需求势必急剧增长。**

# 企业分析

## □ 高端市场国外垄断

目前用于制备显示屏的**中高端纳米银线**被美国Cambrios公司垄断，客户包括三星、LG、TPK等。

## □ 国内新兴企业蓬勃发展

得益政府支持、企业研发投入和能力逐渐增强，近几年国内以纳米银线为产品的高科技企业不断涌现。

表4 国内生产纳米银线的主要企业

序号	国内公司名称
1	北京中科纳通电子技术有限公司
2	深圳市华科创智技术有限公司
3	苏州诺菲纳米科技有限公司
4	合肥微晶材料科技有限公司
5	苏州冷石纳米材料科技有限公司
6	浙江科创新材料科技有限公司
7	广东南海启明光大科技有限公司
8	成都崇越新材料有限公司
9	沧州纳宇化工材料有限公司
10	济南美高纳米材料有限公司
.....	.....

新材料在线  
Xincailliao.com

新材料在线  
Xincailliao.com

新材料在线  
Xincailliao.com

新材料在线  
Xincailliao.com

# 专利分析

新材料在线  
Xincailliao.com

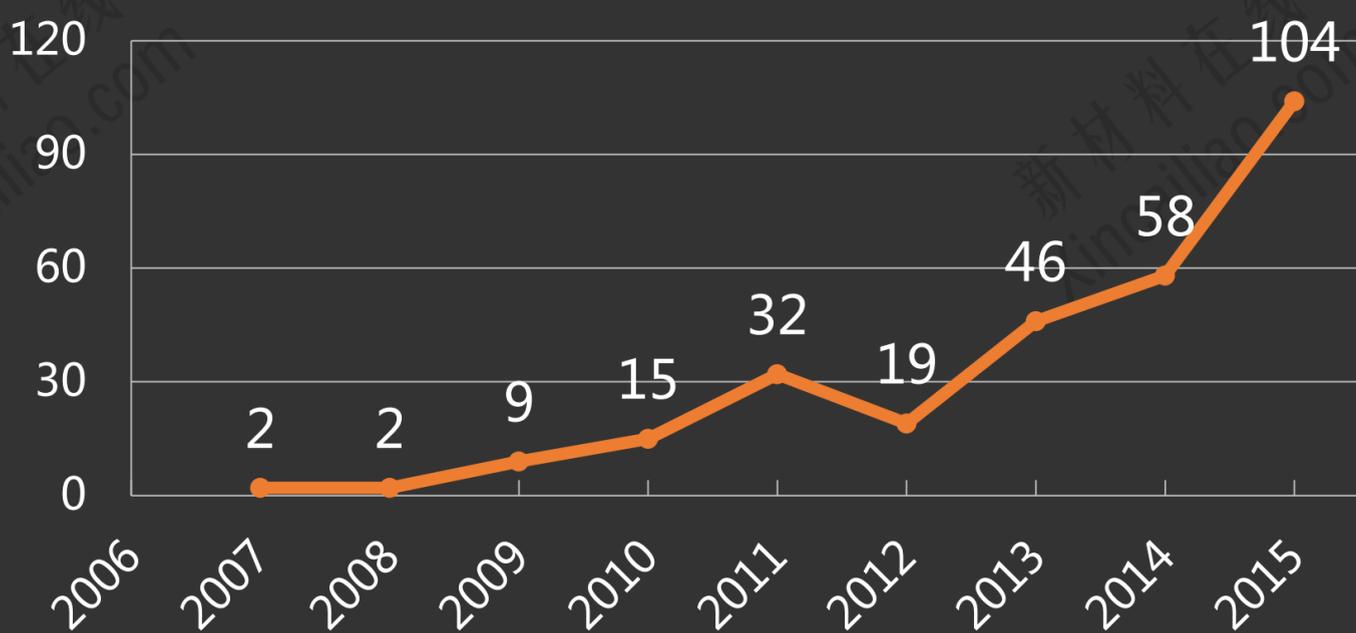
新材料在线  
Xincailliao.com

新材料在线  
Xincailliao.com

新材料在线  
Xincailliao.com

国内纳米银线方面的专利数**逐年上升**，截至2016年，已公开的纳米银线专利总数**298件**，其中发明专利**292件**。

2007-2015年中国纳米银线专利量



来源：佰腾专利

从机构分布来看，**高校目前仍然占据主力地位**，企业持有专利相对较少。

申请机构-专利量排行



来源：佰腾专利

- 国内对于银纳米线合成的专利较多，但是大部分还停留在实验室剂量，寻求**稳定高效绿色的工业制备方法**是目前最主要的研究方向。



## 新材料在线® 版权声明

1. 凡注明“新材料在线”的所有文字、图片、音视频资料、研究报告等信息版权均属新材料在线®平台所有，转载或引用本网版权所有之内容须注明“转自（或引自）新材料在线”字样，并标明本网网址<http://www.xincailiao.com>。
2. 本站信息仅供用于学习交流使用，对于不当转载或引用本网内容而引起的民事纷争、行政处理或其他损失，本网不承担责任。

## 新材料在线® 免责声明

1. 本文仅代表作者个人观点，新材料在线®对文中陈述、观点判断保持中立，不对所包含内容的准确性、可靠性或完整性提供任何明示或暗示的保证。本报告内容及观点也不构成任何投资建议，报告中所引用信息均来自公开资料，请读者仅作参考，并请自行承担全部责任。
2. 本文部分数据、图表或其他内容来源于网络或其他公开资料，版权归属原作者、原出处所有。任何涉及商业盈利目的均不得使用，否则产生的一切后果将由您自己承担。
3. 新材料在线®尊重知识产权，本文作者引用部分数据仅为交流学习之用，所引用数据都标注了原文出处，个人或单位如认为本文存在侵权之内容，应及时与我们取得联系，收到信息后即及时给予处理。
4. 新材料在线®力求数据严谨准确，但因时间和人力有限，文中数据难免有所纰漏，我们对文中数据、观点不做任何保证。如有重大失误失实，敬请读者不吝赐教批评指正。我们热忱欢迎新材料各界人士免费加入[新材料在线®]平台，发表您的观点或见解。

## 附则

对【版权声明】和【免责声明】的解释权、修改权及更新权均属于新材料在线®所有。



微信公众号：xincailiaozaixian

新浪微博：新材料在线官微

Email: [service@xincailiao.com](mailto:service@xincailiao.com)



官方微信



官方微博

# 新材料在线® APP

500万+材料人都在关注



长按识别  
立即下载