

太钢“手撕钢”一薄再薄、又强又韧——

# 探访“手撕钢”的天花板级应用

本报记者 李 婕

0.02毫米是什么概念？比头发丝的直径还要细。

厚度为0.02毫米的钢是什么样子？薄如锡纸、平滑轻盈，可以用手轻轻撕开，又被称为“手撕钢”。

“手撕钢”可以用来做什么？从折叠屏手机、USB接口到航天压力传感器，

都有它的身影，被誉为“钢铁行业皇冠上的明珠”。

为了摘得这颗“明珠”，山西太钢不锈钢精密带钢有限公司曾攻关十年，而后又以0.02毫米为起点，不断下探、持续攀登。近日，本报记者走进“手撕钢”生产一线，探究这里的最新研发应用。

## 0.02毫米，“摘下这颗桃”

用钢代替纸，去完成一份剪纸作品，这可以想象吗？眼前，一幅幅惟妙惟肖的熊猫图、龙马图、肖像画再真切不过，就连熊猫身上一根根毛发都利落剪出，近看是毛茸茸的逼真效果。

怎么实现的？太钢精密带钢公司生产车间的一角，郭代弟捏起一片薄如锡纸的钢材，为了不让钢表面留下指纹，她将两面各覆上一层纸，开始了流利的剪纸动作。剪下的可是钢，剪刀一定不一般？“普通剪刀就行，我们不锈钢做得比纸都薄了。”郭代弟是当地剪纸爱好者，也是太钢职工的家属，她说，跟剪纸不同的是，手撕钢有韧性，得一剪刀一剪刀扎扎实实剪下去，无法做到像剪纸一样上下翻飞。

这比纸还薄的不锈钢，正是宽幅精密带钢箔材，厚度仅有0.02毫米，又被称为“手撕钢”，徒手就能轻易撕开。“‘手撕钢’虽薄，但同样是钢，钢材具备的高强度等特性它都有。”公司首席精密箔材工艺工程师廖席介绍。

在生产车间内，一卷卷不同规格的“手撕钢”整齐排列。这背后却有一段艰辛的研发历程。

过去很长一段时间，仅有少数国家掌握“手撕钢”生产技术，中国需求量大，却长期面临“高价买”和“卡脖子”困境，太钢精密带钢公司决定发力攻关。

一张“手撕钢”的原始钢带，厚度为0.8毫米，宽度为600毫米，长度超千米。要将钢材厚度变为0.02毫米，这个过程好比擀面皮，需要用20根轧辊来“擀”薄。每“擀”薄一次，轧辊就要重新配比一次。20个轧辊，加上锥度、凸度等变量因素，团队成员需要从上万种辊系的配比中不断摸索，稍有不慎，前功尽弃。仅在轧制这一个工艺中，他们就失败了700多次。每一次，都意味着巨大的成本。

“我们也曾怀疑，这事儿是不是就成不了？”回忆起当时的情形，廖席说，但公司总是鼓励大家不要怕，再试一次，多试一次。其实每一次都在积累数据、设备参数和操作经验，这是成功的基础。而另一方面，市场在驱动，“好技术是有市场的，我们一定要‘摘下这颗桃’”。

2018年底，第一批厚度0.02毫米、宽度600毫米的宽幅“手撕钢”下线。同类产品，国外的宽度最大为450毫米。太钢成为全球唯一可批量生产宽幅超薄不锈钢精密箔材的企业。

700多个日日夜夜，711次失败，172个设备难题，452个工艺难题……这一切，都包含在0.02毫米“手撕钢”的平滑轻盈里。

## 0.015毫米，“不断往下探”

0.02毫米，是轧机设备的设计极限规格。但太钢精密带钢人没有满足于此。

1年多后，厚度仅为0.015毫米的“手撕钢”亮相了，这是当时世界上最宽、最薄的“手撕钢”。

厚度下降0.005毫米，远不是继续往下“擀”那么简单。处在庞大的轧机下，0.015毫米是一个几乎无法感知的存在。“就好像闭着眼睛在高速路上开车。”廖席解释。但为什么敢做？“因为经过0.02毫米的研发攻关，我们把材料、装备、工艺、技术都吃透了，知道轧制过程中会有什么问题，能不能再往下进行。0.015毫米‘手撕钢’已经实现了量产，在这个基础上，我们还在持续往下探。”

问题是：为什么要一薄再薄？

0.02毫米和0.015毫米，相差仅有0.005毫米，这个厚度差异在生活中可以忽略不计。但用在产品中，就能产生巨大差异。廖席举了个例子，如果用来做电池包覆膜，同样体积，0.015毫米材料的电池容量能增加17%。

在太钢精密带钢人眼里，把钢不断做薄，最大的动力还是市场需求。比如，过去许多产品采用的材料是铜箔、铝箔，但同等厚度下，铝箔是它们强度的3—4倍。



▲ 山西太钢不锈钢精密带钢有限公司车间一角。新华社记者 詹彦摄



► 山西太钢不锈钢精密带钢有限公司工作人员展示厚度为0.015毫米的“手撕钢”。新华社记者 张磊摄

所以，在保障性能的基础上，钢材可以“从厚度上做文章”。材料薄了，产品就轻了……“轻薄短小”、性能提升，用钢材取代有色金属箔材大有可为。

“轧到这么薄，可以说什么都看得见，灰尘、颗粒、杂质一清二楚。”手撕钢的成功研发堪称钢铁行业的小革命。从业30多年的太钢精密带钢公司党委副书记樊中业说，“0.02毫米只是起点，从这里出发，还有一个不断更新的‘手撕钢’产品系列。”

从0.02毫米到0.015毫米，目前太钢“手撕钢”已经形成了3大类20多个系列品种，拥有不锈钢核心专利30多项。更加直观的，是“手撕钢”的市场表现。

太钢“手撕钢”产品研发出来后，该类进口产品的价格立马降了一大截，供货周期也从以前的半年缩短至1个月。太钢“手撕钢”2018年实现量产，2019年进入市场，当年产能同比增长2倍，此后一直保持增长。太钢人相信，“未来市场还会逐步释放”。这不，生产车间内，一条全新的轧机产线正在投入使用，“手撕钢”的生产能力还将继续上台阶。

## 超薄、超薄、超硬，持续打造“天花板”

除了更薄，“手撕钢”还能做成什么样？

在实验室里，记者见到一块和手机屏幕大小相当的材料，薄如蝉翼，而且呈半透明状，光线可以轻柔地透过来——让人实在难以置信，这竟然是一片钢材。

原来，这块小小材料的表面密集且均匀分布着超200万个微小孔。这些小孔肉眼很难看见，但在200倍显微镜下，一排排整齐的小孔就显形了。据介绍，这是掩膜板用膨胀合金，一种升级版“手撕钢”，是生产OLED柔

性屏的主要耗材，广泛应用于智能手机的生产等。

“这就是‘手撕钢’系列里‘天花板’级别的产品了。”廖席说，钢材表面超200万个孔，差一分一毫都不行，而且生产现场不能有蚊虫、震动、尘土……稍有一点瑕疵都不能容忍，几乎是对工艺水平的极限挑战。

研发、对标、试制、反馈、改进……今年4月，这款产品终于实现量产，现已供应到全国多家客户，打破了过去高度依赖进口的局面。

对客户而言，“手撕钢”是原材料，要再加工。而客户来自各行各业，这也意味着每一批“手撕钢”产品都是个性化研发定制，要根据不同的客户需求，打造不一样的性能、表面、韧性、板形。

“新产品在新应用中不断提出新指标，推动新材料不断优化，这也大大推动了‘手撕钢’的创新研发。”廖席说，工艺的追求永无止境，没有哪种“手撕钢”产品是完全定型的，创新和研发，一直在路上。

近年来，太钢精密带钢公司明确了“三超一特”的研发方向，即超薄、超薄、超硬和特种钢。“手撕钢”研发团队也从最早六七个人发展到现在的30多人，平均年龄约为36岁。今年，团队里还来了00后，研发力量一点点壮大。

“钢铁业是传统行业，但我们的研发和产品直接对接市场前沿。”对这些90后、00后来说，他们做的事新鲜、有挑战、吸引人。

而对所有太钢精密带钢人来说，虽然站在行业前沿，但总是“不敢满足，不能满足”。公司总经理段浩杰说，他们最终的目标是形成高端产品产业链，包括高端的产品、团队和管理，这些首先要通过产品的研发和完善来带动实现。“‘手撕钢’未来可期，我们一直在奋斗路上。”

能扫地会做饭、端咖啡送快递——凭借聪明的“大脑”、灵活的“四肢”，人形机器人在越来越多场景中得到应用，受到市场青睐。聚焦这一产业新赛道，工业和信息化部近日印发《人形机器人创新发展指导意见》（以下简称《指导意见》），提出到2025年，人形机器人创新体系初步建立，整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用。同时，培育2—3家具有全球影响力的生态型企业，培育一批专精特新中小企业，打造2—3个产业发展集聚区。

工信部有关负责人介绍，人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，发展潜力大、应用前景广。中国人形机器人产业前期已有一定基础，接下来还需加强政策引导，集聚资源推动关键技术突破，培育形成新质生产力。

具体怎么干？需要重点突破哪些关键技术？《指导意见》提出以大模型等人工智能技术突破为引领，在机器人已有成熟技术基础上，重点在人形机器人“大脑”和“小脑”、“肢体”关键技术、技术创新体系等领域取得突破。

“当前，以人形机器人和通用人工智能为代表的新技术、新产品、新业态蓬勃发展，正成为全球科技创新的高点、未来产业的新赛道和经济增长的新引擎。”工信部副部长徐晓兰说，人工智能技术取得突破性进展，为人形机器人创新发展提供了重要驱动，全球正迎来人形机器人与通用人工智能融合发展的热潮。

工信部明确，将开发基于人工智能大模型的人形机器人“大脑”，增强环境感知、行为控制、人机交互能力，开发控制人形机器人运动的“小脑”，搭建运动控制算法库，建立网络控制系统架构。同时，系统部署“机器臂”关键技术群，打造仿人机械臂、灵巧手和腿足，并把打造整机产品、夯实基础部件、推动软件创新作为主要发力方向，开发低成本交型、高精度型以及极端环境下高可靠型等人形机器人整机产品，强化人形机器人整机的批量化生产制造能力。

有了技术与产品的支撑，人形机器人的应用场景将进一步拓展。《指导意见》提出了三类方向：服务特种领域需求、打造制造业典型场景、加快民生及重点行业推广。

“人形机器人目前还处在早期发展阶段，随着投入的增加、技术的发展，其应用领域会越来越广。”国泰量化投资部基金经理麻泽文认为，人形机器人应用场景较多的是在服务领域，未来几年其发展速度有望保持在较高水平。

围绕这一领域，《指导意见》提出拓展人形机器人在医疗、家政等民生领域服务应用，重点提升人机交互可靠性和安全性，开发具有复杂区域引导、灵活操作、鲁棒行走、多模态人机交互的解决方案，满足生命健康、陪伴护理等高品质生活需求。

政策加力支持，地方与企业也在加快布局。北京市不久前发布《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025年）》，提出要加紧布局人形机器人，集中突破人形机器人通用原型机和通用人工智能大模型等关键技术。

近日，北京人形机器人创新中心有限公司在北京经开区机器人创新产业园正式注册，标志着国内首家省级人形机器人创新中心成立。北京市经济和信息化局相关负责人表示，北京作为国际科技创新中心，具有人形机器人从理论技术到产品研发、再到落地应用的全链条优势。经开区机器人创新产业园等园区将全力服务人形机器人创新主体落地发展，全方位打造优质的人形机器人产业创新生态。

在深圳，优必选科技股份有限公司加快人形机器人研发生产，公司创始人、董事长兼首席执行官周剑表示，优必选科技正与国内头部企业探索人形机器人在新能源汽车、智慧物流等工业场景的应用。他认为，除了工业应用，随着陪伴功能和服务功能的应用落地，人形机器人走进家庭只是时间问题。

工信部有关负责人表示，将深化央地协作，优化产业布局，鼓励地方结合实际制定针对性、可操作的政策措施，因地制宜推动人形机器人技术创新和产业发展。用好国家产融合作平台，支持领军企业上市融资，推动形成“科技—产业—金融”良性循环。

## 人形机器人加快走进生活

本报记者 邱海峰

到二〇二五年实现批量生产，在民生服务等场景得到示范应用——



浙江省金华市的一处湿地公园

杨梅清摄（人民视觉）

## 全国现有湿地面积超5600万公顷

本报武汉电（记者董丝雨）记者从日前举行的全国湿地保护管理座谈会上获悉，全国湿地面积约5635万公顷，有82处国际重要湿地（其中香港1处）、58处国家重要湿地、903处国家湿地公园、13个国际湿地城市，全国湿地保护体系初步建立。

据了解，2022年《湿地公约》第十四届缔约方大会召开一年来，中国湿地保护工作在筑牢湿地生态安全底线、推进实施湿地保护法、保护修复重要湿地生态系统、探索湿地生态价值实现途径、参与和引领全球湿地治理等方面取得了重要进展。

国家林草局局长关志鸥表示，未来我国湿地保护工作重心要从增加数量、

扩张规模转向规范管理、提升质量，不断提升湿地生态系统的多样性、稳定性、持续性。

“建设人与自然和谐共生的现代化，湿地工作必须适应形势要求，调整工作思路、工作重心，完善配套法规制度，增强监督管理能力、科学修复重要湿地。探索湿地生态价值转化路径，提高参与引领湿地全球治理能力。”关志鸥说，今后两年，将以推进全国人大执法检查反映问题整改、推动国际红树林中心的成立和运行、持续加强互花米草防治等重要湿地保护修复工作、提高国家湿地公园监测监管能力、规范国际重要湿地和国际湿地城市建设管理等为重点，全面开创我国湿地依法全面保护新局面。



2023世界机器人大会上展出的人形机器人。

唐克摄（人民视觉）