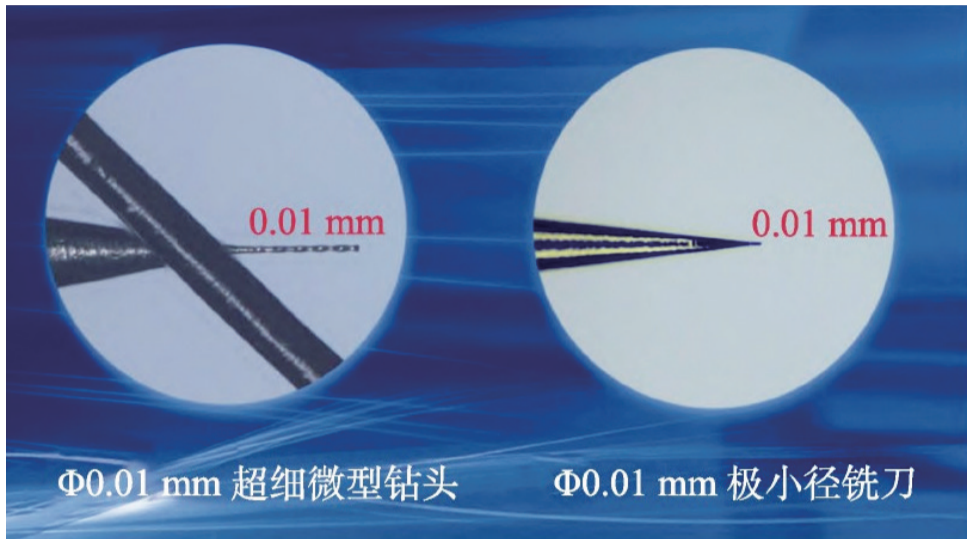


印制电路板刀具：打造“工业利齿”

本报记者 陀艳

印制电路板有“电子产品之母”之称，是电子工业的重要基石。而电路板上的微孔，是连接不同侧层面电路板之间线路导通的重要组成部分。这些高端电路板微孔，肉眼甚至都很难观察到，却承担了无法想象的重任。难以想象的是，这些细小的孔，是由比头发还细，被称为“工业利齿”之一的PCB刀具所加工出来的。这是一种什么样的刀？细小却有如此大的威力？本期，让我们一起走进“工业利齿”的世界。



超细微型钻头

什么是PCB刀具？

PCB 全称为 Printed Circuit Board (印制电路板)，是电子元器件的支撑体，也是电子元器件电连接的载体，其加工质量直接影响到电子设备的性能。

那 PCB 刀具又是什么，它又有何作用？PCB 刀具，是指用于印制电路板各种机械加工的工具。PCB 刀具在 PCB 的制造过程中扮演着至关重要的角色，用于实现电路板的钻孔、切割、铣削、成型等多种加工操作。可用于生产高精度、高密度、高性能印制电路板 (PCB)，常用于制造智能手机、计算机、航空航天设备、医疗设备、高端服务器和通信设备等高科技电子产品中的电路板，与集成电路板的发展息息相关。

事实上，制造业的发展与国家的综合实力和国际竞争力有着密不可分的关系。而 PCB 对于集成电路产业的发展起着重要的作用，对电子设备的性能、可靠性和尺寸有直接影响。通过精密的 PCB 设计和制造可实现实际电子设备中的高效应用，两者共同推动行业的相关产品性能的提升和技术创新。

随着我国制造业的转型与升级，相关政策条例的完善也不断支持着制造业的发展。集成电路产业逐渐成为战略性、基础性产业，

对国家经济发展和国家安全具有重要意义。为此，国家层面出台了一系列政策和条例，以促进集成电路产业的快速发展。如2014年发布的《国家集成电路产业发展推进纲要》，是为了推动集成电路产业的发展而制定的重要政策文件。自发布以来，它为中国集成电路产业的发展提供了战略指导和政策支持。

除了颁布相关政策条例外，国家还推动集成电路产业园区建设，促进产业集聚发展，加强国际合作与交流，引进先进技术和经验。在人才培养方面，通过高等教育和职业教育体系，加强集成电路相关人才的培养，并实施一系列人才引进计划，吸引海外高端人才。这些政策和条例的实施，旨在推动中国集成电路产业实现跨越式发展，提升自主创新能力和国际竞争力。而在知识产权保护方面，政府加大了对集成电路设计和制造过程中产生的知识产权的保护力度，鼓励企业进行专利申请和技术创新，以确保其在全球市场中的合法权益。这些综合措施的“举头并进”，不仅有助于提升中国集成电路产业的整体实力，也为中国在全球集成电路产业链中的地位提升奠定了坚实基础。

攻坚克难不止一点点

在集成电路产业日益旺盛的需求之下，对 PCB 及相关加工工具的需求和要求也不断提高。高性能零部件的制造离不开高性能工具，其加工精度和难度必然更为苛刻，这便对刀具提出了更高的要求，推动了国内刀具技术的创新和产业的升级。

其中，国产 PCB 刀具行业近年来经历了快速的发展，我国已经成为全球重要的 PCB 生产和出口国之一。近年来，国内企业在刀具材料、涂层技术、精密制造等方面不断突破，能够生产出满足高精度、高性能要求的 PCB 加工刀具。除此之外，自动化、智能化的生产设备和工艺流程的应用，也提高了生产效率和产品质量，降低了生产成本。目前，国内 PCB 刀具企业正积极拓展国际市场，通过技术创新和品牌建设，提升国际竞争力，正朝着高端化、智能化的方向发展，为国内外电子制造业的发展提供了强有力的支持。值得一提的是，“广东的 PCB 产值在中国乃至全球都占有重要地位，PCB 产业主要集中在深圳、东莞、广州、珠海、惠州等城市。主要以高密度、高性能、高层数的 PCB 产品为主，服务于通信、计算机、消费电子、汽车电子等多个领域。”广东省电路板行业协会秘书长项百春介绍。

“在更早的时候，我国 PCB 刀具的发展是受限的。包括刀具材料以及刀具制造设备等，都受到了来自国外的限制。但现在，我们合作企业深圳金洲已经可以实现世界上最小尺寸的 PCB 钻头和铣刀的制造，直径仅 10 微米。”广东工业

大学机电工程学院郑李娟教授在采访中向记者介绍道。

随着电子产品往集成化、微型化、高性能化发展，电路板上的孔越来越小、越来越密集，对应的 PCB 刀具往往是极细的，而这也要求着制造刀具的硬质合金粉末是粒度均匀的、超细的。但制造粒度均匀的超细硬质合金粉末需要精确控制合成过程中的多个变量，如化学组成、温度和反应时间，以确保粉末的一致性和高质量。同时，超细粉末的易团聚特性和对杂质的高敏感度也增加了生产过程中的复杂性和难度。多种因素的影响下，使得超细硬质合金粉末制造难上加难。

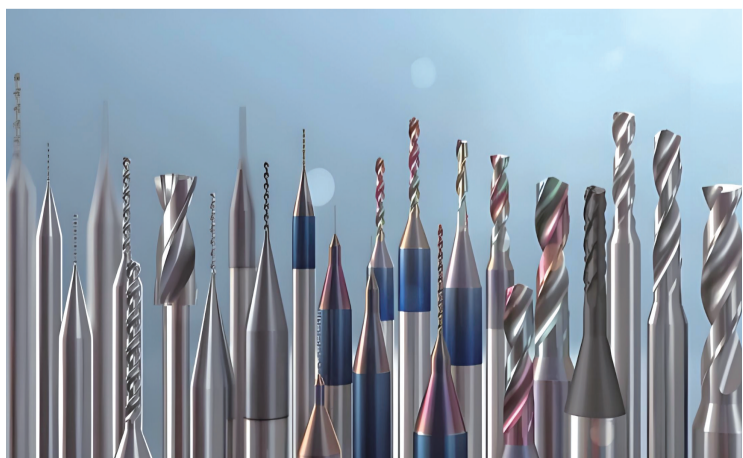
千磨万击还坚劲，任尔东西南北风。面对着超细硬质合金粉末制造上的困难，株硬集团迎难而上。通过采用先进的生产工艺和严格的质量控制体系，能够生产出粒度均匀、性能优异的超细硬质合金粉末。而这些粉末广泛应用于 PCB 刀具、模具制造、航空航天、电子工业等多个领域，满足了高端制造业对高性能材料的需求。

解决了刀具原材料的问题，那如何将这些超细硬质合金粉末棒料做成比头发丝还细的刀具还会遇到哪些问题？“要在这么细的棒料上加工出各种满足各种加工需求的刀具结构是非常困难的。”郑李娟介绍 PCB 刀具研发中可能会遇到的困难，“而且，刀尖质量要求非常高，这也对我们的磨刀机提出了更高的要求。”

“刀具做得不好，钻出来孔的质量也不好，进而便

影响着电路板的信号、数据的传输，影响电路板的质量。”PCB 刀具直接影响了高端电路板的加工质量。但 PCB 刀具存在着容易断、折损高、寿命短等问题。值得一提的是，广东工业大学高效精密制造技术与装备团队，针对高端印制电路板加工过程高自动化程度、高精密度性和可靠性的需求和难点，经过十多年的产学研用协同创新，解决了多项技术难题，完成科研成果——高端印制电路板高效高可靠性微细加工技术与应用，突破了高端印制电路板微细刀具材料、刀具设计与制造以及微孔群加工质量保障技术等关键技术，实现满足了 5 类高端电路板的 7 个系列高精度低损伤微刀具的规模化生产，打破了高端印制电路板受制于发达国家的被动局面。

近年来，中国在 PCB 刀具领域取得了显著的研究成果，在硬质合金材料的创新、超细颗粒硬质合金的开发、精密成型技术的应用，以及新型涂层技术如金刚石涂层和 DLC 涂层的研究上取得了突破，这些技术的应用显著提高了刀具的性能和使用寿命。此外，自动化生产技术的引入提升了制造效率，环保制造工艺的研发减少了环境影响，而计算机辅助设计和仿真技术的应用则优化了刀具设计，提升了加工效率和精度。这些进展不仅增强了中国 PCB 刀具行业的国际竞争力，也为电子制造业的高质量发展提供了强有力的支持。



各类钻头