• 专家访谈 •

张涛教授谈等离子体浸没离子注入技术的应用

当前离子注入技术发展很快，种类也很多，许多读者来信询问如何合理选用，尤其希望推荐适用于零件形状复杂的表面改性技术。为此，记者于 6 月 30 日访问了本刊编委、北京师范大学教授、射线束技术与材料改性教育部重点实验室主任张涛博士。

记者：请张教授就读者的问题谈谈自己的看法。

张涛：离子注入技术的种类要想选好，必须结合具体的施工对象，即明确零件的形状、尺寸、材质、注入的元素要求、注入的深度要求以及产品的批量等。宏观来分析，适用于形状复杂零件离子注入的方法是等离子体浸没离子注入技术。

记者：请您介绍一下等离子体浸没离子注入技术的特点。

张涛：离子注入大致可分为视线（或称束线）形式的注入与浸没离子注入。等离子体浸没离子注入（PIII 或 PP）也被称为等离子体源离子注入（PSII），我国称它为全方面离子注入。在 PIII 过程中，被处理工件（一般为导体）直接浸没在等离子体中，当工件上未加高压负脉冲电位时，工件电位为零，当高压负脉冲电位加到工件上时，工件表面附近的电子立即被排斥出工件表面区域，这时，由于离子质量大，离子移动很小，因而留下一个近似均匀的正离子空间的电荷区域，亦即工件周围形成一个正离子鞘层。接着，离子在正离子鞘层位降作用下加速，并被注入工件的表面。

与视线形式的离子注入相比，PIII 有下列优点：

不需要转动工件台，也不需要束扫描装置；克服了传统束线离子注入直射性限制，特别适用于复杂形状精密机械零件批量处理；离子源等硬件及控制系统处于地电位，运行十分安全；PAII 很容易被放大，特别适用于大工件或重工件；可批量处理，产量高；在 PIII 过程中，所加电压很高，足以允许被注入的离子穿透工件的表面，和晶格原子相碰撞，在工件的表面薄层中产生新的化合物，形成新的合金组织结构，因此，PIII 能获得有优良特性、膜基结合力牢固的表面涂层；PIII 设备简单、便宜、易运行和易维修。

记者：请张教授谈谈等离子体浸没离子注入技术的应用。

张涛：PIII 技术已被成功地应用于材料表面改性诸多方面，大量的实验研究和工业应用开发证明：

PIII 技术是适合于材料表面改性一种新的、价廉的、非视线技术，这特别适用于形状复杂的工业零部件，大的或重的工业零部件；被注入的原子浓度和深度满足了材料表面改性的需要；对工业零部件进行批量处理的情况下，仍可获得很好的剂量均匀性；使许多工业零部件，诸如刀具、模具、冲头、钻头、医用人工膝关节、航空轴承、汽车发动机零件等的表面硬度、抗磨损、抗腐蚀及耐磨擦性能均有很大提高；它不仅适应于金属材料，也适合于塑料、陶瓷，还可用于半导体材料处理；PIII 技术可被扩展到多种模式运行，诸如离子束混合，离子束增强沉积、类金刚石碳膜、高温注入、高剂量率等。溅射沉积和金属蒸气真空电弧等离子体源的采用，使我们既可进行气体离子注入，也可进行固体离子注入，RF 源的采用可获得更为均匀稳定的等离子体。这一切可使 PIII 技术工业应用范围大大扩展。

近几年来，许多科学家致力于利用 PIII 实现“注渗”结合，实现降低处理温度增加改性层厚度，扩大应用范围的研究，已取得了良好的结果，如处理温度在 350 左右，在 高能离子轰击下，处理时间可大大缩短，具有离子注入和热扩散相合的优点，扩大了可处理的材料范围以及精密工件的可能性。

== 专家简介 ==
张涛，男，1964 年 8 月生，教授，博士生导师，射线束技术与材料改性教育部重点实验室主任。中国机械工程学会抗磨工程专业委员会委员，中国电学会高级会员，《中国表面工程》杂志编委。
从事离子束技术与薄膜技术、材料表面处理、材料物理等方面研究。2003 年被国家教育部授予“教育部优秀青年教师”称号，1997 年被授予“北京市科技新星”称号，1999 年被授予“北京市跨世纪优秀人才”称号。发表学术论文 90 余篇，其中 SCI 收录论文 30 余篇；取得辽宁省科技进步奖 1 项，实用新型专利 1 项。