

医疗器械上的气相沉积涂层技术和应用

PVD 涂层作为一种提高零件表面性能的工艺已广泛被应用于各种工具之上，医疗器械应用 PVD 涂层的历史也有 20 多年的历史。近年来由于该涂层技术的不断发展，采用这种技术来改善各种医疗器械性能已成为一种趋势。

绝大部分的医疗器械的材质为金属，在使用过程中存在腐蚀、寿命和人体排异等问题，作为由 PVD 技术提供的陶瓷类涂层具有优异的耐腐蚀性能、超硬的表面硬度以及良好的生物兼容性，无论是作为介入式器械还是植入式器械，PVD 涂层都可以提供良好的保护，从而使得器械在使用过程中对人体具有更好的保护性能。

为何要在器械上使用涂层

在医疗器械上应用 PVD 涂层主要是因为绝大多数涂层属于陶瓷材料或碳基材料，因而具有良好的生物兼容性能；这些涂层化学性能稳定，对于金属材质的器械可有效提高其耐腐蚀性能；涂层的硬度极高，可大幅提高器械耐磨性能和寿命，相对于没有涂层的钢材 0.7 的摩擦系数，应用涂层的钢材摩擦系数最小可达到 0.06，在没有润滑剂的条件下也可有效地防止零件卡死，尤其是在关节上的应用；图层颜色



星弧涂层科技（苏州工业园区）有限公司 CEO 钱涛

具有多样性，可改善器械的辨识度，降低误用的概率；涂层也是器械金属材质和人体组织间的优良生物阻挡层，可有效防止肌肉对金属的敏感反应，同时涂层也可作为一种介电阻挡层，还可对金属构成良好的屏障。

植入介入器械上涂层的种类

植入介入器械上的涂层分为三大类。一种是钛及羟基磷灰石（HA）涂层，其材料采用 Ti 或 Ti-6Al-4V，这一涂层可应用 PVD 技术来实现；另一种是应用较多的金属陶瓷涂层，通过气相沉积

的方法来实现，例如 TiN 多用于机体组织对合金敏感的患者，ZrN 可以同时解决减少磨损和合金敏感问题，而 DLC 在颈椎间盘有积极效果。这一类涂层都具有高硬度、低摩擦系数以及良好的化学稳定性；还有一种聚合物涂层，这类涂层具有惰性、生物兼容性、不粘黏、减少分裂、润滑和耐磨性能，同样采用 PVD 技术来实现，例如 PTFE、PFA、FEP、PVDF、ETFE、PPS、PAI、PEEK、MOS 以及 Nylon 等。

植入接入器械上的涂层以骨科植入物为主，骨科植入物材料主要为金属和陶瓷，材料与组织和器官不相容，容易产生磨损。适当的涂层，可以减少机体对植入物的不良反应，有助于机体适应植入物，促进骨骼在其周围生长。同时，涂层具有长期耐磨性，可对合金过敏患者提供长期保护性屏障。

PVD 涂层技术

所谓气相沉积涂层包含了两种技术，一是物理气相沉积（PVD）涂层技术，另一个是化学气相沉积（CVD）涂层技术。PVD 即在真空环境下通过电场或磁场或他们的综合作用，将固态材料“蒸发”成气体状态，并通过与反应气体的作用生成新材料沉积在工件表面的涂层技术。

这一技术的涂层种类齐全，必须用到固态源材料，即靶材。其工艺温度较低，通常小于500℃。CVD是采用一些特殊的化学气体，在高温下通过化学反应产生新材料沉积在工件表面的涂层技术，其要求的工艺温度较高，通常大于1000℃，可实现10 μm 以上较厚的涂层。

PVD 涂层技术在真空环境下进行，包括四个步骤：气相化、运动、反应和沉积。在气相化阶段，靶材被高能粒子（电子或离子）冲击，松动的原子（或离子）被从靶上弹射出来，被气相化。运动过程为气相化的粒子以直线形式从靶材运动到被镀件（基片）的过程。某些情况下，涂层由金

属氧化物、氮化物、碳化物和其他材料组成。金属原子在移动的过程中和相应的气体做反应，反应气体为氧气、氮气和乙炔等。沉积是涂层在基片上的生长过程。反应也可能在此生长过程中同时进行。

PVD 涂层的特点

PVD 涂层具有良好的耐腐蚀性能。TiN 和 CrN 在 132 ℉ (1 ℉ =0.556 K) 温度和 30 psi (1 psi=6.895 kPa) 压力下的高压灭菌以及气态酒精化学灭菌试验后能够保护不锈钢并具备耐高压灭菌性能。其次，PVD 涂层能够提高耐磨性能，测试表明，在 37℃ 的水和 0~2200 N 的变化作用力下，

TiN (9 μm) 镀膜 Ti-6Al-4V 股骨植入物优于没有涂层的 Co-Cr-Mo 材质的植入物。植入物在镀膜前后需要抛光至 Ra0.04 μm。

两个金属部件在腐蚀性液体中，在小于 250 μm 的范围内运动，易使不锈钢和钛合金部件薄膜氧化膜脱落，从而导致腐蚀和植入物的离子释放。严重的情况会产生大量的金属氧化物碎屑。PVD 涂层可很好解决这一微动腐蚀问题。

钛尤其易产生微动腐蚀。在钛合金材质的脊椎植入物上，有文献报道在其附近观察到碎屑，并引起对这种植入物的长期效果的关注。日本已禁止 Ti-6Al-4V 在脊椎植入物上的应用。[MM]

德国技术 · 中国制造

Waldmann W
ENGINEER OF LIGHT.

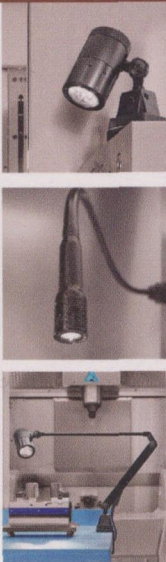
全新LED技术

沃达迈工业照明解决方案



全新FLAT LED机床灯具
— 为您创造无限可能

- 全新设计的表面安装式机床灯具，尤其适合机械加工区域的大范围照明；
- 高度一体化设计使碎屑及灰尘无处藏身，同时为加工区域提供更大空间；
- 光线均匀，照明范围广泛，无眩光，可灵活设定照明方向；
- 外形小巧紧凑，安装简便，安装位置灵活；
- 高效优质照明，绿色环保，使用寿命超过50000小时；
- 对极端恶劣工作环境有超强抵抗力，防潮防尘等级符合IP67标准；
- 维护成本极低，减少机床运营成本。



沃达迈灯具制造（上海）有限公司
上海市宝山区长建路199号5号标准厂房A11a单元 200949
电话：+86 021 5169 1799 传真：+86 021 3385 0032
邮箱：info@waldmann.com.cn

北京办公室
北京市朝阳区左家庄中街6号院9号楼豪成大厦512室 100028
电话：+86 010 6591 7699
传真：+86 010 6591 7699

www.waldmann.com.cn

▲反馈服务编码M4663