

> 无菌不锈钢用于洁净室

在研究病毒、制造电脑芯片或药品装瓶时，比沙粒小100倍的粒子都可能会带来灾难。像这样超级灵敏的工艺步骤是在洁净室中进行的，这是世界上最精密控制的空间。316不锈钢广泛应用于这一领域。

研究人员如何能够在不危害公众健康的情况下研究疾病和其他危险物质？许多药品和大多数计算机芯片是在哪里制造的？答案是洁净室。洁净室是一个封闭、严格监控的区域，规定了每立方米粒子的最高数量。洁净室的种类有很多，服务于各种目的和行业，但大多数洁净室用于制造敏感产品如心脏起搏器。有些洁净室的空间大小只有几个平方米，有些则贯穿整个工厂车间。这些重要空间的内部依靠不锈钢家具，一些洁净室甚至用不锈钢墙板建造。为什么？因为不锈钢，特别是含钼的316不锈钢，能够耐受反复的化学清洗而不劣化。最新的ISO标准要求比以前添加更高浓度的氯和更多的过氧化氢，使化学清洗的侵蚀性更强，316不锈钢在某些洁净室中的应用可能会更加广泛。

杜绝污染

所有洁净室都遵循国际标准化组织(ISO) 14644标准，该标准规定了允许的粒子浓度和大小。温度和湿度也有严格规定。洁净室有九个级别或“等级”。对于每一

> 用于医疗设备制造的洁净室内部有各种不锈钢家具和装置



个等级，允许的粒子数量减少10倍。所要求的具体分级取决于洁净室内工艺操作的敏感性。一般来说，5级被认为是极高洁净度的分界线，若洁净度低于该阈值，比细菌小的粒子会对工艺操作构成风险。生物技术行业要求操作在洁净度5级或更低等级下进行。

甚至进入洁净室也是一件复杂的事情。工作人员通常在一个单独的更衣室里穿上长袍和其他防护装备，他们必须小心翼翼地慢慢移动，以免在穿衣服时皮肤颗粒污染长袍的外面。之后，根据应用情况，他们可能会通过一个净化风淋室。之所以有这个严格的规程，是因为在洁净室工作的人员是最大的污染源。人除了每天掉头发和其他颗粒物外，平均每天还会脱落10克皮屑。穿上特制的防护服会有所帮助，但还不够。庞大的暖通空调系统循环空气，过滤掉那些不可避免进入环境的粒子。当然，每件东西都必须定期擦洗干净。清洁过程中对设备或家具的损伤，即使是轻微的，也可能导致整个操作中断。

316不锈钢含有2%的钼，为频繁接触过氧化氢等清洁化学品提供了额外的防腐保护。如果没有钼的抗点蚀能力，较低合金化的不锈钢会因为反复清洗而产生缝隙和凹坑，成为细菌的绝佳藏身之处。

➤ 这种多孔的移动梯子就是一个家具需要严格清洗的例子，因为人们反复踩踏它



➤ 这个不锈钢洁净室的特点是有有一个集成的风淋室和通过室，以最大程度地减少污染物的流入

确定表面要求

洁净室中的每一个表面都有可能产生问题。不锈钢是解决问题的关键，因为它是唯一表面可以被抛光打磨得极其光滑的常用建筑材料。光滑的表面减少了显微镜下表面波峰波谷之间的变化幅度，这里正是腐蚀性清洁化学品可能会滞留的地方。如果清洁后没有彻底清除，这些残留的化学物质会随着时间的推移而造成腐蚀。表面粗糙度也会影响物体与环境的相互作用。更光滑的表面磨损较小，减少了与其他表面(如戴手套的手)接触时的摩擦。磨损会导致微粒释放到大气中，因此对清洁卫生构成威胁。

洁净室代表了一个不断增长的市场，316不锈钢的卫生特性在此大放异彩。受到人口众多、中产阶级不断壮大的国家如印度、中国、尼日利亚和其他国家医疗保健行业快速增长的驱动，未来十年对洁净室操作的需求可能会上升。世界范围内监管框架的不断扩大也支撑了对更多洁净室、更先进的洁净室设备和更严格的清洁制度的需求。含钼不锈钢是服务于这一不断发展的关键行业的一种理想的低维护材料。（Karlee Williston）