

高纯洁净气体管道

气体产品作为现代工业重要的基础原料,应用范围十分广泛,在冶金、钢铁、石油、化工、机械、电子、玻璃、陶瓷、建材、建筑、食品加工、医药医疗等部门,均使用大量的常用气体或特种气体。能否将符合要求的高纯气体送至用气点仍保持质量合格的关键技术;高纯气配管技术是高纯气体供气系统的重要组成部分,包括系统的正确设计、管件及附件的选择、施工安装和试验测试等内容。气体的应用,特别对这些领域的高新技术有重要的影响,是其不可缺少的原料气或工艺气。也只有各种新兴工业部门和现代科学技术的需要和推动,气体工业产品才能在品种、质量和数量等方面得到飞跃发展。

所有高纯度、高洁净的气体均需通过管路输送到设备用电(POU),为了达到工艺对气体的质量要求,在气体出口指标一定的情况下,则更需重视配管系统的材料选用和施工质量。除取决于制气或进化设备的精度外,在很大程度上受到管路系统诸多因素的影响,因此,管材的选取应恪守相关行业原则,并在图纸中注明管道材质。

管路的材质则依据使用的需求进行选择,若为制程用的反应气体则选择高等级的 316LEP 管,经电解抛光处理,耐腐蚀,表面粗糙度低,粗糙度约为 0.3um 以下,其值远低于经过光辉烧结处理的 316L BA 管的 0.8um,因平整度越高越不容易形成微漩涡,而将污染粒子带出。316L BA 管则常使用于和芯片接触但不参与制程反应的气体,如 GN₂、CDA。管内表面粗糙度是衡量管材质量的标准。粗糙度低,其颗粒携带可能性大大降低。另一种未经特殊处理的 AP 管,则用于不作为供气管路的双套外管。

目前在国内洁净管道可参照标准比较少，常用：《洁净厂房设计规范》、《氢气站设计规范》、《氢氧站设计规范》、《压缩空气设计规范》、《乙炔站设计规范》等，

在半导体行业线宽越做越小，其对气体纯度、颗粒度、杂志含量、露点的要求也越来越高。以下举例说明：

高纯氮气 (PN₂)：系统管道采用内壁电解抛光 (EP) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的波纹管阀或隔膜阀。

氮气 (N₂)：系统常用内壁电解抛光 (EP) 低碳 (316L) 不锈钢管或光亮退火 (BA) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的波纹管阀或球阀。

高纯氢气 (PH₂)、氢气 (H₂)：系统管道采用内壁电解抛光 (EP) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的波纹管阀或隔膜阀。

氩气 (Ar)：系统管道采用内壁电解抛光 (EP) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的波纹管阀或隔膜阀。

氦气 (He)：系统管道采用内壁电解抛光 (EP) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的波纹管阀或隔膜阀。

特气系统：必要的还需做双套管：外管酸洗钝化 (AP) 处理，内管电解抛光 (EP)，阀门采用相同材质的波纹管阀或隔膜阀。

压缩空气 (CDA)：系统管道采用光亮退火 (BA) 低碳 (316L) 不锈钢管，阀门采用相同材质的球阀。

对于特殊气体来讲，气体品种多，有毒有害气体多，现在多采用集中供气系统，气柜/气瓶集中存放，自控系统实现不间断供气，还可选用报警、吹扫、喷

淋等安全使用的功能，特气间与工艺间隔离，大大提高了整个工艺的安全性。

气常见气体的种类（高纯气体、特种气体、标准气体）：

电子行业中常见气体的分类：

普通气体，也称大宗气体

氢气（H₂）、氮气（N₂）、氧气（O₂）、氩气（Ar）等

特种气体 主要有 SiH₄ PH₃ B₂H₆ AsH₃ Cl₂ HCl CF₄ NH₃ POCl₃ SiH₂Cl₂
SiHCl₃ NH₃ BCl₃ SiF₄ ClF₃ CO C₂F₆ N₂O F₂ HF HBr SF₆……

特种气体（特殊气体）的种类一般可分为腐蚀性、毒性、可燃性、助燃性、惰性
等，一般

常用的半导体气体分类如下：

(一)、腐蚀性 / 毒性：HCl、BF₃、WF₆、HBr、SiH₂Cl₂、NH₃、PH₃、Cl₂、
BCl₃ …等

(二)、可燃性：H₂、CH₄、SiH₄、PH₃、AsH₃、SiH₂Cl₂、B₂H₆、CH₂F₂、CH₃F、
CO…等

(三)、助燃性：O₂、Cl₂、N₂O、NF₃…等

(四)、惰性：N₂、CF₄、C₂F₆、C₄F₈、SF₆、CO₂、Ne、Kr、He…等

半导体气体很多是对人体有害。特别是其中有些气体如 SiH₄ 的自燃性，只要一
泄漏就会与空气中的氧气起剧烈反应，开始燃烧；还有 AsH₃ 的剧毒性，任何些

微的泄漏都可能造成人员生命的危害，也就是因为这些显而易见的危险，所以对于系统设计安全性的要求就特别高。

气体在微电子、半导体行业中应用

气体的使用在半导体制程中一直扮演着重要的角色，特别是半导体制程目前已被广泛的应用于各项产业，凡举传统的 ULSI、TFT-LCD 到现在的微机电(MEMS)产业，皆以所谓的半导体制程为产品的制造流程，其中的制程包括如干蚀刻、氧化、离子布植、薄膜沉积等皆使用到相当多的气体，而气体的纯度则对组件性能、产品良率有着决定性的影响，气体供应的安全性则关乎人员的健康与工厂运作的安全。

高纯管道在高纯气体输送中的意义

在不锈钢熔炼制材过程中，每吨可吸收大约 200g 的气体。不锈钢材加工完毕，不仅其表面粘有各种污染物，而且在其金属晶格内也吸留有一定量的气体。当管路中有气流通过时，金属所吸留的这部分气体会重新进入气流中，污染纯净气体。当管内气流为不连续流动时，管材对所通过的气体形成压力下吸附，气流停止通过时，管材所吸附的气体又形成降压解析，而解析的气体同样作为杂质进入管内纯净气体中。同时，吸附、解析周而复始，使得管材内表面金属也会产生一定的粉末，这种金属粉尘粒子同样污染管内纯净的气体。管材的这一特性至关重要，为了确保输送的气体的纯净度，不仅要求管材内表面有一个极高的光滑度，而且，应当具有很高的耐磨特性。

腐蚀性能较强的气体时，必须选用耐腐蚀的不锈钢管材作配管，否则，管材将会由于腐蚀而在内表面产生腐蚀斑，严重时会出现大片金属剥离甚至穿孔，从而

污染输配的纯净气体。

大流量的高纯、高洁净度气体输配管道的连接，原则上全部采用焊接，要求采用的管材，在施焊时组织不发生变化。含碳过高的材料在焊接时，受焊接部位的透气，使得管内外气体的相互渗透，破坏输送气体的纯度、干燥度和洁净度，导致我们的各项努力全部失去意义。

综上所述，对于高纯气体及特种气体输送管道，必需采用一种特种处理的高纯不锈钢管，至使高纯管道系统（包含管道、管件、阀门、VMB、VMP）在高纯气体配送中占有至关重要的使命。

输配管道洁净技术

高纯、洁净气体输送配管道，是指对输送气体的“气体纯度，干燥度，洁净度”有一定的要求或控制。

气体纯度：气体中杂质气氛的含量，通常用气体纯度的百分数来表示，如99.9999%，也用杂质气氛含量的体积比 ppm、ppb、ppt 表示。

干燥度：气体中微量水分的含量，或称之为湿量，通常以露点表示，如常压露点-70。C。

洁净度：气体中含有污染物粒子的数量，粒径为 μm 的粒子，多少粒/ M^3 来表示，对于压缩空气，通常也用不可避免的固体残留物的多少 mg/m^3 来表示，其中涵盖了含油量。

污染物大小分类：污染物粒子，主要指管道冲刷、磨损、腐蚀产生的金属粒子、大气烟尘粒子，以及微生物、噬菌体以及含湿气体凝聚的液滴等，按其粒径的大小分为：

- a) 大粒子—粒径在 $5\mu\text{m}$ 以上
- b) 粒子—粒径在 $0.1\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 之间
- c) 超微粒子—粒径小于 $0.1\mu\text{m}$ 。