

DN50真空夹套管 — 吸附剂安装与用量指南

CryoGetter® 5A13X + CryoGetter® AG450 双吸附剂系统

真空夹套管系统现场安装完整参考



适用标准: AIGA 106/19

每米用量

吸附剂	用量	依据
CryoGetter 5A13X	80 g/m	真空夹套管吸附剂系统 — 远瞻材料专有工艺
CryoGetter AG450	2 g/m	重量比 5A13X:AG450 = 60-80 : 1.5-2

每段管段用量 (DN50)

管段长度	5A13X	AG450	合计	胶囊数 (AG450)
3米 (10 ft)	240 g	6 g	246 g	2-3
6米 (20 ft)	480 g	12 g	492 g	4-6
9米 (30 ft)	720 g	18 g	738 g	5-9
12米 (40 ft)	960 g	24 g	984 g	6-12

注意：每个管段（卡扣段）必须有独立的吸附剂系统。不可依赖相邻管段的吸附剂——每个卡扣接头处真空是隔离的。

低温储罐 — 用量指导

△ 重要说明：低温储罐与真空夹套管有本质区别。本指南中的用量值（5A13X 80 g/m、AG450 2 g/m）**仅适用于DN50 VJ管道系统**。储罐用量不可通过简单的每米规则确定。

影响因素	对吸附剂用量的影响
真空夹层体积	体积越大 → 残余气体越多 → 所需吸附剂质量越大
保温类型	珠光砂（高放气）vs. MLI（低放气）→ 用量需求不同
服务温度	LH ₂ （20K）vs. LN ₂ （77K）→ 气体负荷和吸附动力学不同
罐体几何形状	圆柱体、封头、管道贯穿件 → 气体分布不均匀
材料放气率	不锈钢 vs. 铝 vs. 碳钢 → H ₂ 产生量差异显著

推荐做法：储罐吸附剂用量必须根据具体真空夹层体积和实测/估算放气率逐一计算。**请咨询远瞻材料工程团队**——我们将与您的设计工程师共同确定最适合您罐体配置的吸附剂类型、用量和布置方案。
一般参考范围：200-500 g/m²（5A13X），AG450按比例根据夹层体积确定，但实际值需工程评估。

重量配比方案

配置方案	5A13X : AG450	适用场景
保守型（更长寿命，更低成本）	80 : 1.5	常规管路
增强型H ₂ 保护（推荐）	60 : 2	长距离/高氢气风险

CryoGetter® 5A13X — 安装方式

方式A — 螺旋缠绕（DN50推荐）

- 将5A13X颗粒装入穿孔不锈钢网管（SS304，网孔200μm，内径10-15mm）。
- 沿管段全长将网管螺旋缠绕在内管外壁上。
- 用不锈钢扎带固定，间距**300mm**。
- 确保均匀分布——螺旋圈间距不超过**50mm**。

方式B — 端部胶囊（冗余备份）

- 将5A13X装入穿孔不锈钢胶囊（圆柱形，长50mm × 直径25mm）。
- 每个管段端部安装**2颗胶囊**（6米管段共4颗）。
- 将胶囊安装在内管支撑环位置。

推荐方案：**方式A（螺旋缠绕）为主 + 方式B（端部胶囊）冗余**

CryoGetter® AG450 — 安装方式

方式 — 分散式胶囊布置

- 将AG450颗粒装入小型穿孔不锈钢胶囊（长**15mm** × 直径**10mm**，网孔200μm）。
- 在每个管段**两端**、靠近卡扣接头处安装胶囊。
- >6米管段：在中点支撑处**加放1颗胶囊**。
- 每颗胶囊典型用量：**2-4g**（根据管段长度调整）。

布置依据：**H₂在真空中自由迁移——端部放置即可充分覆盖。中点放置为长距离管路的补充。**

安装步骤

1	活化：两种吸附剂在350°C / 6h下活化，真空度<10 Pa或干燥N ₂ 吹扫
2	冷却：在真空或干燥N ₂ 环境下冷却至室温
3	安装 5A13X ：将螺旋缠绕网管固定在内管外壁
4	安装 AG450 ：在管段两端+中点（>6m时）放置胶囊
5	组装：将内管装入外护套
6	抽真空：环形空间真空度≤5×10 ⁻² Pa
7	密封：封闭真空口——验证漏率≤1×10 ⁻⁹ Pa·m ³ /s

△ 关键要求：活化后的吸附剂必须在脱离活化炉后**2小时内**完成安装。暴露在环境空气中超过2小时需重新活化。

活化与再生汇总

参数	CryoGetter 5A13X	CryoGetter AG450
活化温度	350°C	350°C
活化时间	6小时	6小时
活化条件	真空 <10 Pa 或干燥N ₂	真空 <10 Pa 或干燥N ₂
再生温度	250–300°C	不适用
再生次数	≥500次	0次（饱和后更换）
使用寿命	10年以上	10年以上（设计）
饱和指示	环形空间真空度上升	不适用 — 寿命=管路使用寿命

双系统 vs 单系统性能对比

指标	仅5A13X	5A13X + AG450
初始真空（封口后）	≤5×10 ⁻² Pa	≤5×10 ⁻² Pa
1年后真空度	1×10 ⁻¹ Pa	≤5×10 ⁻² Pa
5年后真空度	5×10 ⁻¹ Pa（退化）	≤5×10 ⁻² Pa
10年后真空度	>1 Pa（失效）	≤5×10 ⁻² Pa
H ₂ 分压（10年）	>0.5 Pa	<0.01 Pa

关键结论：不使用AG450时，氢气从不锈钢放气中不断积累，增大气体导热率，**5年内隔热性能下降30-50%**。

安全与质量注意事项

- LOX兼容 — AG450不会与氧气反应
- 佩戴手套 — 活化后吸附剂具有吸湿性
- 避免皮肤接触AG450（含银化合物）
- 废弃AG450：按重金属废物处理
- 废弃5A13X：无害惰性固体废物

来料检验（安装前）：**5A13X**水吸附**≥21 wt%** · **AG450**银含量**≥40 wt%**，**H₂容量≥2.0×10³ Pa·L/g**