

标题：多晶硅项目三氯氢硅反应器尾气回收捕集硅粉高效气固分离器设计讨论

作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:26

标题：多晶硅项目三氯氢硅反应器尾气回收捕集硅粉高效气固分离器设计讨论

国内近些年上马不少多晶硅项目。不少企业选择采用三氯氢硅路线生产多晶硅。而不少企业遇到硅粉捕集回收率不高而硅粉消耗超标问题。其实，在三氯氢硅合成反应单元，高效气固分离器设备是从反应尾气中捕集回收硅粉降低硅粉消耗的核心设备。该设备的选型设计，直接关系到硅粉捕集回收率和硅粉消耗问题。关于近年来国内外类似项目选用的高效气固分离器，如何设计其结构才能保证其优异的运行性能？请大家一起来讨论。

作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:31

近些年来，国内外采用三氯氢硅路线的多晶硅项目，多采用流化床反应器来提高生产效率和产能。但是，流化床反应器相对于传统的固定床反应器，更易于造成硅粉随尾气逃逸出反应器。因而，从反应尾气中捕集回收硅粉的气固分离器，就成为企业业主和工艺包关注的焦点。

作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:40

国内外不少业主和设计方，曾采用反应器与气固分离器一体化结构，在反应器轻相区上部设置一节塔体，塔体截面积按照经验取3倍于反应器轻相区截面积，简易布置。实际运行发现，对尾气中固相捕集效率低，加大下游气相洗涤运行负荷，且固液后续处理成本不低。

作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:44

业主、工艺包供方和设计方也曾对简易塔体与反应器二合一结构进行改进，采用三级标准旋风分离器串联。三级旋风分离器造价明显增加，但总体硅粉捕集回收效率也不到90%。

作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:50

近些年，随着陶瓷、烧结金属滤芯等耐高温过滤滤芯的推广，有的业主和设计方便用高温滤芯过滤器去替代三级标准旋风分离器。优点是，硅粉捕集率明显提高。不足是，气流中的硅粉对滤芯堵塞速度太快，再生频繁，需要增加更多的设备数量，甚至编程运行和再生。投资大，运行维护成本高。

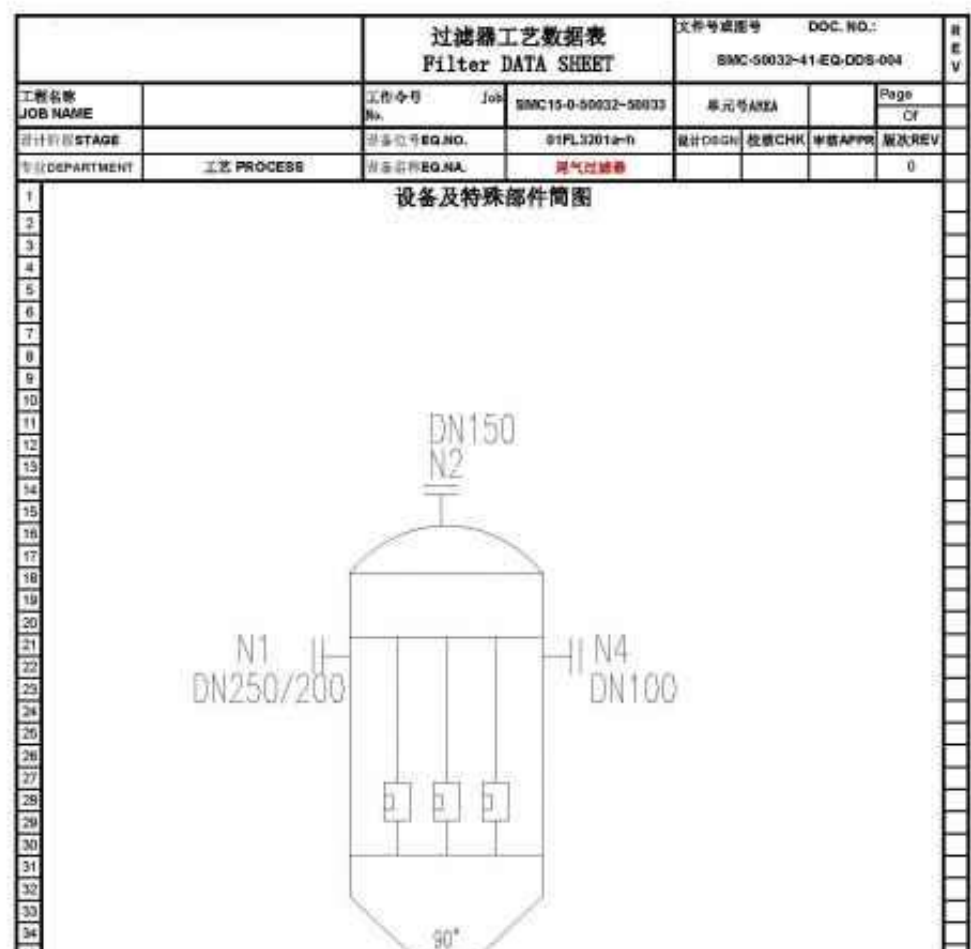
作者：luoli519 时间：2016-12-23 16:59

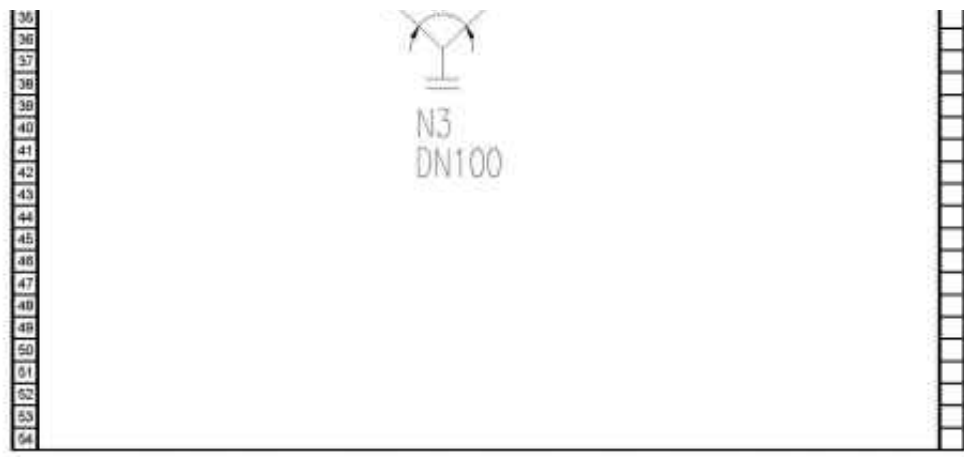
最近几年，有国外工艺包在三氯氢硅反应单元尾气硅粉捕集回收分离上，采用多因子旋流子母分离器，用于技术升级取代过滤器和原来的三级标准旋风分离器。硅粉捕集回收分离效率大幅提升，造价反而降低，处理后的尾气进入下游工序处理，很便捷。一条生产线一台多因子旋流子母分离器，替代原来的3台标准旋风分离器 and 多台过滤器，设备布置数量少，占地和配管少，不需要备机，不需要更换内件，运行维护成本低。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 17:05
本帖最后由 luoli519 于 2016-12-23 17:06 编辑

国内设计单位开始纷纷效仿跟进该多因子旋流子母分离器结构设计，虽然设备名称还是称作“尾气过滤器”，而实质上内件已经完全是阻挡拦截分离式的滤芯内件了。下图是某工程公司总体承包的某业主多晶硅项目三氯氢硅反应单元尾气过滤器简图：

[尾气过滤器 页面 2.jpg](#) (168.05 KB, 下载次数: 0)





作者: luoli519 时间: 2016-12-23 17:11
本帖最后由 luoli519 于 2016-12-23 17:35 编辑

业主和设计方找了华东的某企业为他们制造供货了8台设备, 8条生产线各一台。怎么进行的动力学分离精确设计计算, 不得而知。运行一段时间后, 业主反馈说, 在进气流道上有硅粉集聚, 分离效率下降。设备制造方也找到Novel公司为其诊断并提供解决方案。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 17:38
本帖最后由 luoli519 于 2016-12-23 19:58 编辑

图示项目工况数据如下:

- 1、介质名称: 氯硅烷、硅粉、氢气、氯化氢;
- 2、气体流量: 3850 kg/h;
- 3、气体密度: 2.868kg/m^3 ;
- 4、介质粘度: $0.027\text{ mPa}\cdot\text{s}$;
- 5、气体摩尔质量: 29.370
- 6、固体流量: 1 kg/h;
- 7、固体堆积密度: 1250kg/m^3 ;
- 8、操作温度: 450°C ;
- 9、操作压力: 0.58MPaG。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:01

技术要求为:

- 1、分离要求及效率: 10 μm 以上100%去除;
- 2、允许最大压降: 0.03MPaG;
- 3、设计弹性: 25%-110%。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:07

关于业主反馈华东某厂制造供货的分离器在进气流道上有硅粉集聚, 大家可以再看一下设计院给出的分离器内件结构, 采用的是反射流型内件, 这种内件选型会导致内件低流速区形成固相集聚。作为专业动力学分离技术公司, 应该告知业主和设计院, 选择轴流型多因子旋流子母分离内件, 即G54A型。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:15

关于分离效率下降, 主要与进口流道粉尘集聚有关。粉尘集聚太多, 会影响流场分布, 进而对分离效果产生影响。分离效率、操作弹性范围, 还与动力学设计计算系统平台精准性密切相关。大家知道, 在相同工艺操作条件下, 流体微元旋转角动量越大, 即旋转半径越小, 分离效率越高。旋转半径很小的多因子旋流子母分离器, 有其特定精湛的动力学分离设计平台, 不能照搬大直径标准或类标准旋风分离器设计。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:21

某专业动力学分离技术公司向制造方提供的技术升级改造方案, 即将G54A型轴流式多因子旋流子母分离内件组, 取代原来的反射流式内件组。改造后的分离效率为100%脱除5.03微米及以上尺寸颗粒物, 运行压降不超过0.68psi。附件是某专业动力学分离技术公司向制造方提供的技术升级改造方案书节选:



180.95 KB, 下载次数: 0, 下载积分: 财富 -1 点

售价: 3 点财富 [\[记录\]](#)

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:25

关于动力学分离技术及其内件设计计算, 需要提醒大家如下:

国内外有的厂家也开始模仿采用NOVEL公司高效分离内件。但是, 高效分离技术是基于其精准动力学分离系统平台设计技术获得的设计结果和组态形式。必须根据不同温度和压力工况下的气相组成和平均分子量、基于空气为参照系统的气相比较压缩因子、气相粘度、气相密度、气相流量, 以及固相密度和上限固相流量等流体动力学参数, 在其精准动力学分离系统平台设计技术获得的设计结果和组态形式。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:26

同样的工况和工艺数据, 非专业公司计算设计得到的结果, 与专业的动力学分离技术公司在其动力学分离精准计算设计平台上获得的设计结果, 相差很大。其中最主要的设计计算差异之一, 在于其工况下的气相压缩因子差别。

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:26

须知, 精准可靠的动力学分离技术及其内件, 必须通过事先模型平台实验验证。事前模型平台试验, 最安全最易得的气相介质就是空气。因此, 国际上的动力学分离事前模型, 都是以空气为介质的系统。用动力学分离系统平台模型去无限逼近真实工况, 就必须将真实工况下的气相以接近大气压下的空气为参照体系, 来获得相对于大气压下空气的压缩因子。这个压缩因子, 与手册上查的以理想气体为参照体系的压缩因子值是大不相同的!!

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:27

非专业的动力学分离技术公司所采用的压缩因子, 就是从手册上查到的理想状态下的压缩因子值。以此理想压缩因子来计算获得的工况下体积过流速度, 与实际工况下通过动力学分离技术内件的体积过流速度有很大差别。工况下不同过流体积流速得到的分离效率, 自然差距很大! 企业都抱怨说他们的旋风分离器, 分离效果比设计值差得多。自然, 旋风分离器也属于动力学分离器。把理想气体压缩因子误以为拟大气压下空气相对压缩因子进行设计计算, 是造成国内外公司设计制造出来的旋风分离器, 在运行中的实际分离效率与计算分离效率相差很大的原因所在。即, 直接照搬了手册上的理想状态的压缩因子, 而动力学分离设计模型中与流速相关的参数转换中的压缩因子是指拟大气压力下的空气为参照体系的压缩因子!

作者: luoli519 时间: 2016-12-23 20:29

除了事前动力学分离设计模型中与流速相关的压缩因子出现大错误导致设计结果出现错误外, 再谈内件组态问题。

专业动力学分离技术公司的事前动力学分离计算设计系统平台, 准确地讲, 只对应一种动力学分离内件基本组态, 即内件流道内部几何参数, 如流道长度、流道包含的重复分离单元数量、每个分离单元的流道间距、分离单元长

度、动量变换角度、动量变换次数、反射收集角度、固相存储空间尺寸、次级流道抗堵塞尺寸、次级流道抗二次旋流几何尺寸等等，均已经一一对应。相反，国内外非专业分离技术公司，只顾模仿内件组态外形如百叶窗，而对于流道宽度、流道长度、流道内部参数全然不顾，反正不少设计院和业主都与他们自己一样不懂动力学分离技术，只要外观模仿得相像百叶窗，又为了节省材料降成本，低价中标，其布置的内件间距数倍于标准数据而流道长度只有标准的几分之一，这样仿制的所谓动力学分离器，肯定不能高效分离运行！设计院和业主朋友们请甄别。