

标题：低甲变脱单元变换气分离器由传统结构向羽叶气液高效分离结构升级改造设计讨论

作者：luoli519 时间：2016-12-16 13:25

标题：低甲变脱单元变换气分离器由传统结构向羽叶气液高效分离结构升级改造设计讨论

在煤化工项目中，几乎无一例外需要涉及到低甲变脱工艺，国内能提供该工艺包的企业有青岛联信、航天长征等。煤气化装置产生的粗煤气由于H/C尚不能满足后续反应过程要求，故而需要将一部分粗煤气送入变换单元产生更多氢气，然后再与未经变换的粗煤气合流送入低温甲醇洗单元进行酸性气脱除。以前把变换工艺与低温甲醇洗工艺分成两个工艺包段，现在常把二者合而为一形成更大的工艺包，即低甲变脱工艺包。近年来，不少企业要求将该工艺包中涉及到变换气分离器这一重要分离设备，从原来传统纯重力沉降分离方式，技术升级改造为羽叶高效气液除沫除雾分离方式。关于其内件技术升级改造设计，请大家一起来讨论提高。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 13:31

这里以去年山西某间接法煤制油项目业主提出对低甲变脱工艺包中涉及到的对原有变换气分离器改造要求为例，进行具体讨论。该项目由太原某工程公司总体设计，采用北京某公司低甲变脱工艺包，变换气分离器由山西某化工设备公司制造。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 13:46

业主项目变换分离器遇到的问题是：

- 1、当处理气量接近100%设计处理能力时，变换分离器出口气相挟带不少稀甲醇，随气流进入低温甲醇洗吸收塔。
 - 2、由于低温甲醇洗吸收和再生系统，对甲醇脱水处理能力不高，从变换分离器出口气相挟带的稀甲醇进入吸收塔，因累计而不时造成吸收塔中甲醇含水量过高、吸收效率低，不得不大比例置换出系统甲醇，运行费用高。
 - 3、业主和设计院综合评估上下游装置富余能力，拟实现125%生产负荷；则原来变换分离器气相出口带液将更严重，对下游低甲脱运行影响更明显。
 - 4、业主希望通过变换分离器技术升级改造，既解决目前问题，又实现扩能目的。
-

作者：luoli519 时间：2016-12-16 13:53

这里简要介绍一下变换气分离器相关的上下游流程情况：

来自变换工段的变换气，经变第一换气分离器分离凝液后进入变换气冷却器（C-61204），与净化气、CO₂产品气等气体换热，变换气被初步冷却。为了防止变换气中水结冰，在进入第二变换气冷却器之前，向变换气中喷入少量的贫甲醇以降低变换气的冰点。变换气进入第二变换气深冷器将温度降低至-20℃以下，冷变换气在第二变换气分离器中分离出稀甲醇等液体后，从低甲脱硫塔底部进入变换气脱硫塔进行酸性气脱除。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 14:00

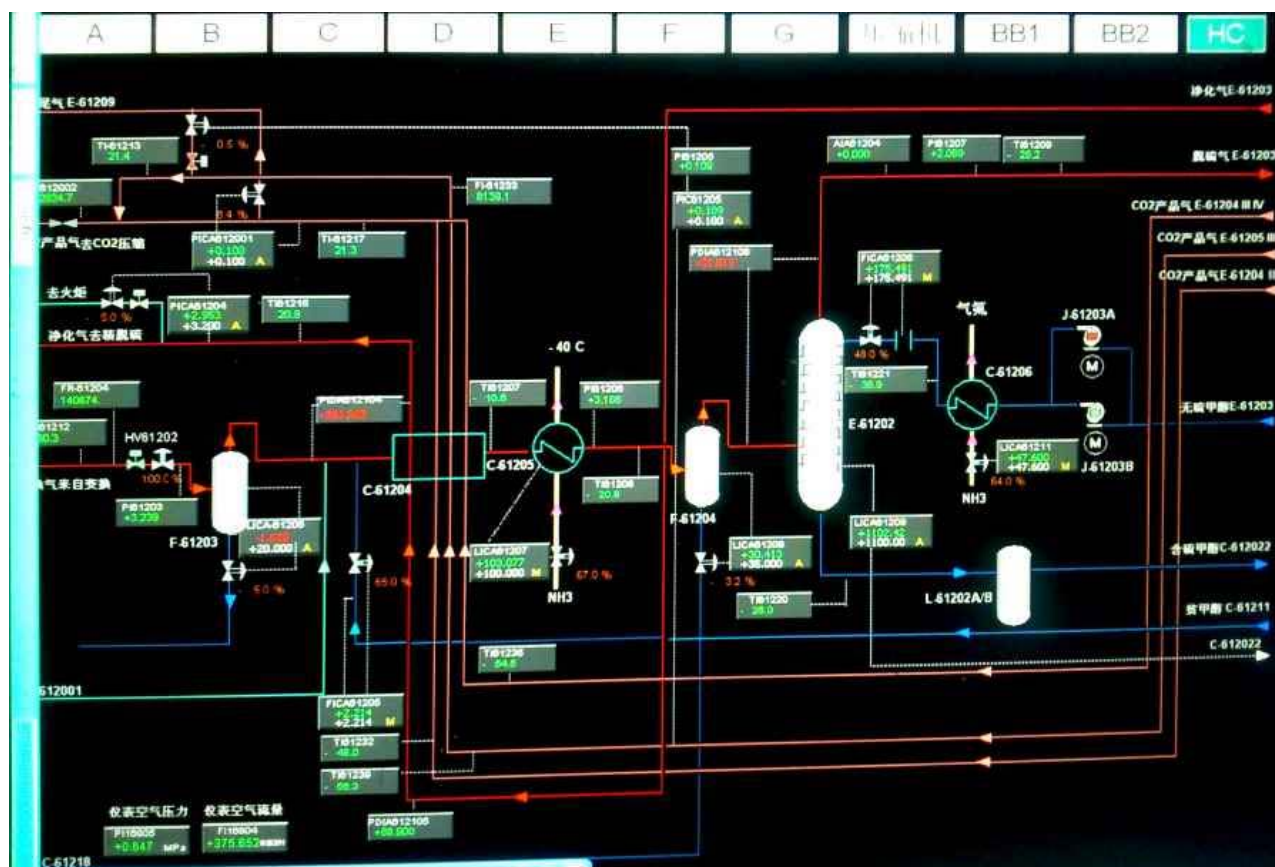
由于第二变换气分离器是变换气进入低甲脱硫塔的最后一道气液分离关口，这里以第二变换气分离器为例，讨

目前, 该第二变换气分离器运行参数如下:

- 1、运行压力：3.2MPaG；
- 2、运行温度：-20.8℃；
- 3、工况气流流量：135278.5Am³/h(100%设计气相流量)；
- 4、气相组成(v%)：CO₂, 17.3；CH₄, 0.3；O₂, 0.1；N₂, 0.8；CO, 20.3；H₂, 61.2；H₂S, 0.4。

下图是业主向我方提供的低甲变脱环节DCS截图：

低甲变脱DCS显示图. jpg (413.72 KB, 下载次数: 0)



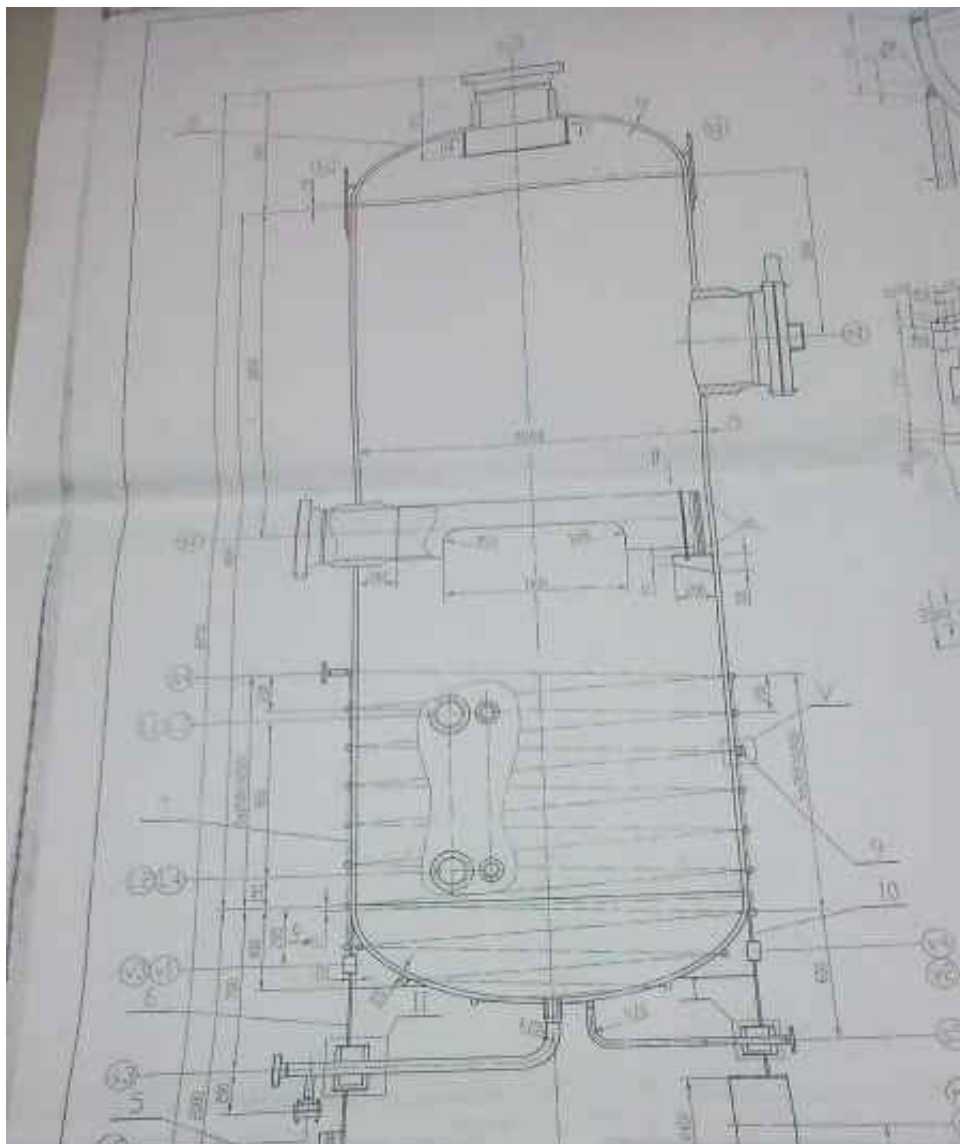
作者: luoli519 时间: 2016-12-16 14:08

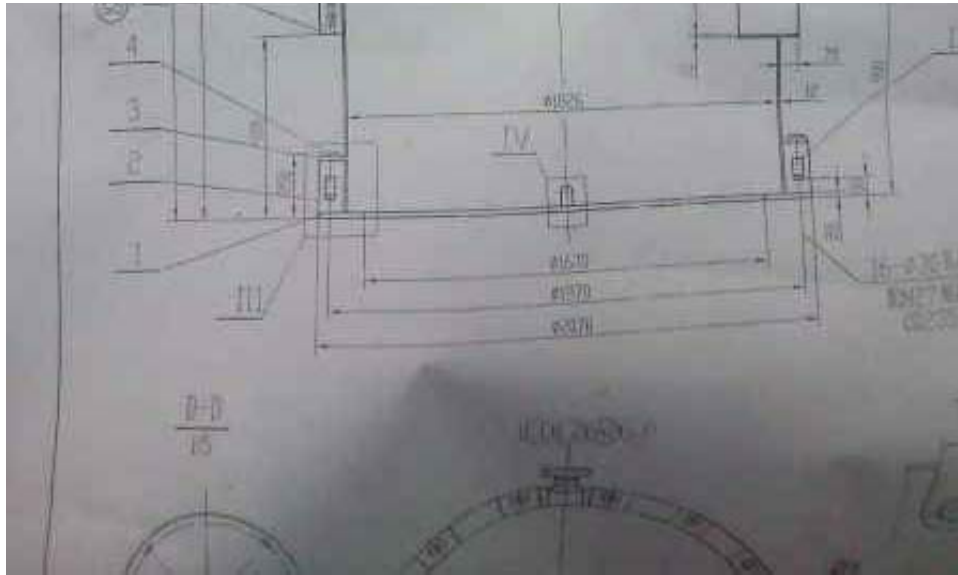
另外，在第二变换气深冷器之前，喷入变换气中的甲醇量为2200L/h。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 14:13

大家会问，业主原来的变换气分离器是什么结构，长啥模样？这里以第二变换气分离器为例，看看工艺包和设计院原来要求的变换气分离器图纸中的结构模样：

[变换分离器原结构图.jpg](#) (302.96 KB, 下载次数: 0)





作者：luoli519 时间：2016-12-16 14:23

从原来的变换气分离器图纸，大家不难看到：

- 1、挟带不少稀甲醇等液滴液沫的变换气，通过简易半开管进入变换气分离器罐体；
- 2、进入变换气分离器罐体后的气液分离，没有设置任何分离内件，仅仅靠纯重力沉降；
- 3、在变换气分离器罐体内侧顶部气相出口前，设置一个比气相出口管直径580mm稍大一点的圆板对气流进行阻挡，让气流从侧面拐进气相出口管，以防止高速气流对气相出口管焊缝之高速冲刷腐蚀。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 14:31

很显然，由于变换气分离器壳体内没有设置气液高效除沫除雾分离内件，高速气流携带的液滴仅仅依靠自身重力沉降分离。按照重力沉降原理，大尺寸液滴靠重力在尚未完成向下回落到达底部液体收集区之前，已被高速气流带出气相出口管。更别说中等尺寸和小尺寸的液滴液沫。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 15:01

大家会问，在分离器罐体内部径向横截面上，铺上一层丝网除沫器，如何？

肯定的答复是，分离效果会有所提高，但远不足以在现有罐体利旧条件下实现125%扩能改造。

大家知道：1、丝网除沫器，在设计中和实际使用中的上限操作弹性值为110%额定工况。这是经验值，不是实际值。按照国标设计要求，丝网除沫器法向过流速度上限值是有严格要求的，超过此值，丝网除沫器会发生“液泛”“液涌”，不仅除沫效率几近丧失，还会发生丝网除沫内件跳震，带来安全问题。而靠经验在罐体径向横截面铺满丝网块的经验做法，其过流面积往往满足不了、甚至远远满足不了重力沉降原理所必须的最小过流面积要求！这点必须提醒大家加以重视。

2、丝网除沫器，是通过细丝之间架桥形成的“孔格”完成拦截阻挡式分离。但是，这种细丝相互架桥形成

的“孔格当量直径”，呈高斯分布，大小不均一。在几微米小尺寸携带质被小孔径拦截阻挡下来的同时，上百微米的大液滴会穿过更大尺寸的大孔径逃逸。因此，通过纤维架桥形成的孔格阻挡拦截分离，是难以完成定量高效分离技术要求的。

3、如果气流中存在颗粒物和凝胶质，比如破碎的变换反应催化剂颗粒物，以及反应产生的大分子量粘性杂质，会堵塞丝网内件上的过流通道，进而导致分离效率下降，运行压降不断飙升。最后，不得不非计划停车，通过复杂的处理流程更换新的丝网除沫器内件。这是一个不断反复的维护操作，停车损失不小。

4、由此可见，哪怕采用丝网除沫器等传统方式，其分离效率、操作弹性、运行压降、运行稳定性、维护成本等结构性缺陷带来的性能缺陷，不可避免。

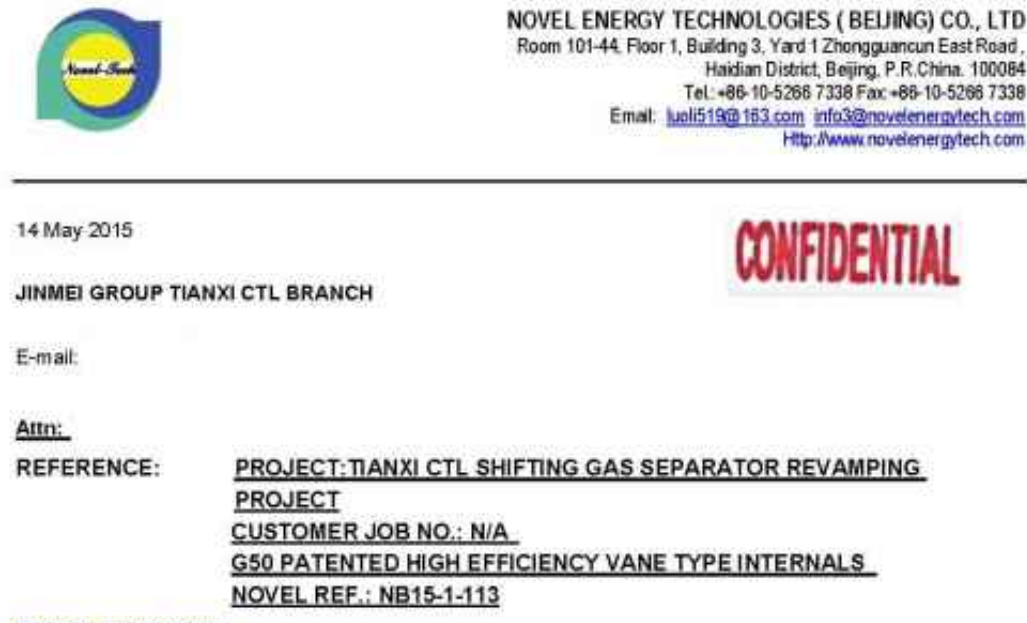
这就催生了羽叶气液高效除沫除雾分离内件，对传统的重力沉降、丝网式、纤维式、填料式、滤料式等除沫器技术升级改造。关于羽叶内件，请大家通过<http://bbs.hcbbs.com/thread-1354813-1-1.html>进行了解。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 15:06

本帖最后由 luoli519 于 2016-12-16 15:07 编辑

那么，采用羽叶气液高效除沫除雾分离内件，对原来分离器壳体利旧改造的情形如何呢？这里以行业内某专业动力学分离技术公司应上述业主要求提供的技术方案书节选为例，进行简要分析讨论：

[Proposal for Internals of Shifting Gas Separator Revamping NB15-1-113.jpg](#) (211.47 KB, 下载次数: 0)



PRICED QUOTATION

Dear Engineer Wu,

Refer to your requirement about above mentioned project dated May 12, 2015, we are pleased to append our priced quotation proposal for your attention and consideration as follows,

Item No.	Vessel Tag. No.	Description	Quantity (Sets)	Unit Price (RMB)	Total Price (RMB)
1	F-61204	Novel G50B Vane Type Inlet Device, G50B-S14-70R, SS304,	1 OFF	Not Priced	Not Priced
2	F-61204	Novel G50 High Efficiency Gas Distributor, G50-6.87/D-AGG,SS304	1 OFF	Not Priced	Not Priced
3	F-61204	Novel Patented G50 Vane Type High Efficiency Blades, G50-6.87/1-EDP,SS304	1 OFF	Not Priced	Not Priced
Total:				Not Priced	

TOTAL PRICE: Not Priced.

Note: The quoted prices are fixed and firm for 60 days with materials market prices rising less than 5%.

1. Technical Specification

For it is a technically revamping project on original shifting gas separator with the vessel size, pre-welded parts and nozzles elevation data fixed already, not only the lowest revamping costs but also separator operating safety risks should be taken into consideration. With considering the shifting gas droplets with position of sprayed distribution, and future 125% workload gas flow will be required against 100% workload 144,748 Nm³/h, revamping solution should be required to select the technologies and internals to handle the most critical cases.

In Novel technical solution, original welded parts and points with the inside wall of pressure vessel should be kept as the original ones, and no more new welding parts and points will be formed on the inside wall of

1



作者: luoli519 时间: 2016-12-16 15:12

从该专业动力学分离技术公司的技术方案书可看到其采用如下内件配置:

- 1、采用G50B-S14-70R型号的放射稳定型翅片式入口分离总成, 升级取代原来简易半开管结构。
- 2、增加G50-6.87/D-AGG型号的精密分离模块前置气流分配器;
- 3、增加G50-6.87/1-EDP型号的羽叶气液高效除沫除雾分离内件组。

作者: luoli519 时间: 2016-12-16 15:22

本帖最后由 luoli519 于 2016-12-16 15:23 编辑

通过进一步与该专业动力学分离技术公司深入沟通交流，得知上述技术升级改造后的变换分离器性能得到如下跃升：

- 1、可以处理进气变换气流中液相携带量高达75%的极端工况。这已经是深入到液相脱气工况了。
- 2、操作弹性空间为15%~130%。满足业主125%上限弹性要求。
- 3、运行压降：100%设计工况下，运行压降不超过0.6psi。
- 4、定量分离精度与定量分离深度：4N级（99.99%）分离脱除当量直径6.7微米及以上尺寸携带质，产品气流中的液相残存量小于0.1Gal/MMSCF。

作者：luoli519 时间：2016-12-16 15:25

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公司的羽叶气液高效除沫除雾分离内件。但是，羽叶气液高效除沫除雾分离技术，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，以及液相密度、液相粘度、液相表面张力和上限液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：2016-12-16 15:25

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：2016-12-16 15:26

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：2016-12-16 15:27

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分离器，分离效果比设计值差得多。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：2016-12-16 15:28

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、液相反射收集角度、次级流道液相存储空间尺寸、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气液除沫分离器，能高效分离运行才怪？！设计院和业主朋友们请甄别。