

AK-13000/4000 型空分氮洗 内联合装置投产

新疆化肥厂技术科

新疆建成一座现代化的化肥厂

【新华社乌鲁木齐1975年8月7日电】……新疆化肥厂采用了我国自己设计、自己制造的第一套“空分氮洗内联合装置”的新工艺。经过几个月的连续生产，运转稳定，性能良好，达到了设计要求。它与旧的“空分氮洗外联合装置”相比，具有工艺流程简单、操作方便、动力消耗低、占地面积小，以及工序、设备、操作人员少等优点。

——摘自1975年8月8日《人民日报》第1版 本刊编者

AK-13000/4000 型空分氮洗内联合装置是我国自行设计、制造*、安装、运转的第一套设备，它的建成投产，填补了我国空分与氮洗相结合的空白，为新疆化肥工业增添了骨干力量，对加速新疆的社会主义建设，具有很大的意义。现将装置与开车情况介绍如下。

一、空分氮洗内联合装置简介

1. AK-13000/4000 型空分氮洗内联合装置主要技术参数：

(1) 原料气量	11465标米 ³ /时 (30℃)	压力	18~20公斤/厘米 ² (绝压)
组成	H ₂ CO N ₂ CH ₄ CO ₂ NO		
体积%	87 7.8 4.78 0.42 ≤12ppm 0.1		
实际%	85~88 2~3 7~12 1~2 ≤20ppm 0.1毫克/标米 ³ 以下		
(2) 空气量	27700标米 ³ /时	压力	8.3公斤/厘米 ² (绝压)
(3) 氮氢混合气量	13177标米 ³ /时	组成	N ₂ H ₂ CO
压力	17~18绝压	体积%	25 75 30ppm以下
(4) 氧气量	4000标米 ³ /时	压力	1.8公斤/厘米 ² (绝压)
纯度	98% O ₂ 以上		
(5) 氮气量	供事故用氮 100标米 ³ /时	压力	6~8 公斤/厘米 ² (绝压)
	供氮洗用氮3600标米 ³ /时	纯度	99.99% N ₂ 以上
(6) 一氧化碳馏份量	1890标米 ³ /时	组成	CO H ₂ CH ₄ N ₂
		体积%	47.3 4.8 2.54 45.36
		实际	10~18 2~4 1~2 76~87

* AK-13000/4000 型空分氮洗内联合装置的主要设备由开封空分设备厂设计制造。——本刊注

- (7) 起动时间 48小时 解冻时间 48小时
 (8) 运转时间 1年
 (9) 保冷箱外形(长×宽×高) 13.5×9×17.5(米)
 (10) 安装型式 户外安装(机器在室内)
 (11) 主要配套机组:

①空气透平压缩机:

型式	六级三段离心式	吸入温度	≤30℃
气量	36000标米 ³ /时	吸入相对湿度	≤80%
吸入压力	1.0公斤/厘米 ² (绝压)	转速	7500转/分
输出压力	8.5公斤/厘米 ² (表压)	轴功率	4300瓩
驱动型式	蒸汽轮机		

②蒸汽轮机:

型式	АП-6级可调式抽气轮机	入口蒸汽温度	435℃
抽气压力	4~6公斤/厘米 ² (表压)	入口蒸汽压力	35公斤/厘米 ² (表压)
排气压力	0.05公斤/厘米 ² (绝压)	排气温度	35℃
转速	3000转/分	额定功率	6000瓩

③空气透平膨胀机(一组共两台,一用一备):

型式	单级径向反击式	入口压力	8.0公斤/厘米 ² (绝压)
气量	6500标米 ³ /时	出口压力	2.02公斤/厘米 ² (绝压)
入口温度	-140.4℃	转速	19530转/分
出口温度	-176.5℃	调节方式	机前调节阀调节
制动方式	电机(100瓩,异步)制动		

④污氮透平膨胀机(一组共两台):

型式	卧置单机径流反击式	入口压力	2.0公斤/厘米 ² (绝压)
流量	*1机23000*2机19000标米 ³ /时	出口压力	1.35公斤/厘米 ² (绝压)
介质	污氮(90.75% N ₂ , 9.25% O ₂)	入口温度	-174.5℃
转速	3050转/分	出口温度	-182℃
制动方式	电机(75瓩,异步)制动		

⑤液氮泵:

型式	多级立式离心式(2LB-700/19型)	进口压力	8公斤/厘米 ² (绝压)
流量	7米 ³ /时液氮	扬程	190米水柱
级数	4	电机型号	DM403
转数	2900转/分	电机功率	30马力

2. 工艺流程简述:

AK-13000/4000型空分氮洗内联合装置流程如图1所示。

空气经空气滤清器除去机械杂质,进入空气透平压缩机压缩到8.3绝压,经冷却器及水分离器后送入空分氮洗联合装置内的两对卵石盘管式污氮蓄冷器和一对卵石氮蓄冷器,自上而下被冷却至-167℃进入下分馏塔。三对蓄冷器交替使用,当空气自上而下通过一只时,把热量传给填料及盘管内气体,另一只则自下而上通过氧与污氮,带走空气传给填料的热量。

为了解决蓄冷器长时期运转的不冻结性,氧蓄冷器采用了保证冷端温差——逆流体积流

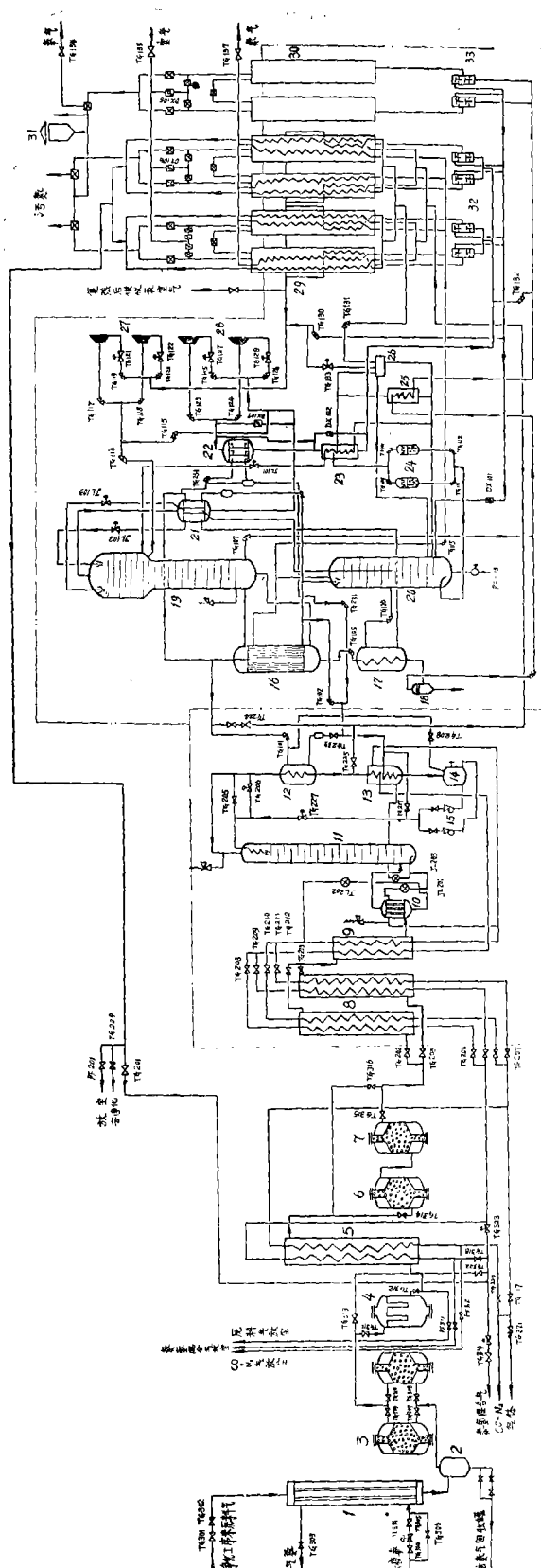


图 1 AK-13000/4000 型空分氮洗内联装置工艺流程图

- | | | | |
|------------------------|-------------|----------------|---------------|
| 1. 氮预冷器 | 10. CO 蒸发器 | 19. 上分馏塔 | 28. 污氮膨胀机 |
| 2. 水分离器 | 11. 液氮洗涤塔 | 20. 下分馏塔 | 29. 污氮蓄冷器 |
| 3. 干燥器 | 12. 氮液化器 | 21. 馏份氮过冷器 | 30. 氧蓄冷器 |
| 4. 过滤器 | 13. 氮液化过滤器 | 22. *2 极式液化过冷器 | 31. 消音器 |
| 5. 器外原料预冷器 | 14. 液氮槽 | 23. 空气液化过冷器 | 32. 污氮蓄冷器自动阀箱 |
| 6. 脱 NO 罐 | 15. 液氮泵 | 24. 液空过滤器 | 33. 氧蓄冷器自动阀箱 |
| 7. 脱 Cl ₂ 罐 | 16. 主冷凝蒸发器 | 25. 空气液化器 | |
| 8. 器内原料第一预冷器 | 17. 辅助冷凝蒸发器 | 26. 空气分配器 | |
| 9. 器内原料第二预冷器 | 18. 乙炔分离器 | 27. 空气膨胀机 | |

量大于正流体积流量——的办法来解决。污氮蓄冷器则用经盘管内的环流空气的办法来解决。这部分环流空气是从下塔经一块泡罩塔板洗涤后引入盘管内的,在污氮蓄冷器中复热到 -120°C ,同从下塔引出的另一部分空气汇合,使温度调到 -140.4°C ,进入空气透平膨胀机,膨胀制冷后进入上塔。

空气在下塔进行精馏,由主冷凝蒸发器引出一部分纯氮及纯液氮供氮洗使用。另一部液氮回流至下塔作下塔回流液。从下塔中部分别抽出气体馏份氮和液体馏份氮。气体馏份氮在辅助冷凝器中经液化,与液体馏份氮汇合一起,经过节流入上塔顶部作上塔回流液。

下塔底部的液体空气,经吸附过滤器除去固体 CO_2 颗粒及乙炔后,节流送入上塔中部作回流液继续分馏。由上塔顶部引出污氮,经馏份氮过热器加热后进入污氮膨胀机。膨胀制冷后(可根据冷量需要起动其中一台)经*2板式液化器、液空过热器、污氮蓄冷器复热回收冷量后,经消音器放空。上塔底部液氧在主冷凝蒸发器(列管式)、辅助冷凝蒸发器(盘管式)中蒸发,在辅助冷凝器后,气液态混合的氧,经乙炔分离器,被分离的气氧与从上塔底部抽出的部分气氧汇合,经空气液化器、氧蓄冷器复热回收冷量后送出(压力为1.8绝压)。气氧经空气液化器,目的是调整氧蓄冷器冷端温差。

原料气由净化工段送来,首先进入预冷净化器组进行预冷,同时清除水份和杂质。经氮冷器冷却至 $+5^{\circ}\text{C}$,大部分水份冷凝下来并在水分离器中分出,然后进入一对切换使用的干燥器进一步清除水份。经干燥后的原料气再经过过滤器清除其机械杂质后,进入器外原料气预冷器,用返回的一氧化碳馏份和氮氢混合气冷却至 $-10\sim-15^{\circ}\text{C}$,进入一氧化碳吸附器和氯气吸附器,再进入一对交换使用的器内原料第一预冷器,冷至 $-80\sim-120^{\circ}\text{C}$,后入器内原料第二预冷器冷至 $-180\sim-183^{\circ}\text{C}$,再进入一氧化碳蒸发器冷却至 -190°C 入液氮洗涤塔。

在液氮洗涤塔中,用液氮洗涤原料气中的一氧化碳得到的由氮氢组成的混合气,由塔顶引出经配比氮调节成三比一的氢氮混合气,经氮液化器后,一部分送入污氮蓄冷器蛇管内复热,另一部分经氮液化过热器、器内原料第二预冷器。器内原料第一预冷器、器外原料预冷器,复热后汇合为氮氢混合气产品送出装置。

由液氮洗涤塔底部引出一氧化碳馏份,一部分节流至1.25绝压,去一氧化碳蒸发器管间蒸发;另一部分节流至1.25绝压,去氮液化过热器过冷管间蒸发,两部分汇合后的气态一氧化碳,返回器内原料第二预冷器、器内原料第一预冷器、器外原料预冷器,通过管内复热,送出装置后送入原料系统回收。另一部分供氮洗装置加温使用。

空分主冷凝蒸发器顶引出8绝压、 -172.5°C 气氮,经氮液化器和*2板式液化器液化后与空分供给的液氮汇合,进入氮液化过热器过冷至 -190°C 送入液氮贮槽。用液氮泵加压至18~20绝压后,大部分供作液氮洗涤塔的洗涤氮,另一部分为配比氮。另外还有100标米³/时的气氮,经污氮蓄冷器复热去氮气球罐,供造气车间作安全保护用。

3. 内联合装置的主要特点:

联合装置省去了氮压缩机,将空分氮洗合并在一个冷箱内,而不象以往空分与焦炉气分离或液氮洗涤分为两个独立系统,这样降低了电耗,简化了流程,其主要特点:

①液氮泵代替了高压氮压缩机。

把空分供给的液氮用液氮泵升压至18~20公斤/厘米²(绝压),直接打入液氮洗涤塔洗涤原料气中的一氧化碳,从而将空分和氮洗联系在一起,组成空分氮洗内联合装置,使装置占地面积减小。且每吨合成氨可节电50度。

②空分部分采用全低压流程,但与一般全低压空分还有所不同。

上、下塔压力比一般的全低压空分高。现内联合装置空分上塔压力为1.0~1.2表压，下塔压力为7.0~7.5表压。并采用污氮透平膨胀机：利用返回气污氮再膨胀的办法，供给氮洗部分所需要的冷量。

③氮洗部分操作压力为17~18公斤/厘米²（表压）。氮氢混合气采用液氮配比，备有亚氯酸钠（铝胶做载体）吸附原料气中一氯化氮的脱除装置。

二、开车与运转情况

1. 启动:

先启动空分，待空分正常送出氮、氧产品后，再启动氮洗部分。

(1) 空分部分的启动:

采用分阶段冷却法，也就是通称的四阶段冷却法。

(2) 氮洗部分的启动:

氮洗部分的启动与国内的 T-10080 型、JFS-8500 型焦炉气分离装置有点下同。

空分主冷凝蒸发器顶部取得 8 公斤/厘米²（绝压）气氮，经污氮蓄冷器盘管内复热后返回氮洗部分。

①加热吹出:

加热线路：将0.2~0.5表压的氮气→加热器加温60~70℃→导入氮洗加温主管→全开氮洗各加温阀门→经氮洗各排放阀放掉。当各设备排出温度升至15℃以上，氮洗塔底排出气体含水量在0.3克/标米³以下时，加温合格。

吹出：把积存在设备、管路中的油、水份和机械杂质吹净。步骤：先吹器外混合气和原料部分，再吹器内混合气和原料气系统。最后吹出液氮泵管路和一氧化碳馏份系统。要求：原料气混合气和液氮泵系统吹出压力为 2~3 公斤/厘米²，低压一氧化碳馏份系统为 0.5 公斤/厘米²（表压），当排放阀外用白纸或白布检查无油水杂质时停止吹出，转入裸体冷却和正常冷却作业。

②裸体冷却:

裸体冷却流程：8~18公斤/厘米²系统与低压系统的裸冷流程分别如图2和图3所示。

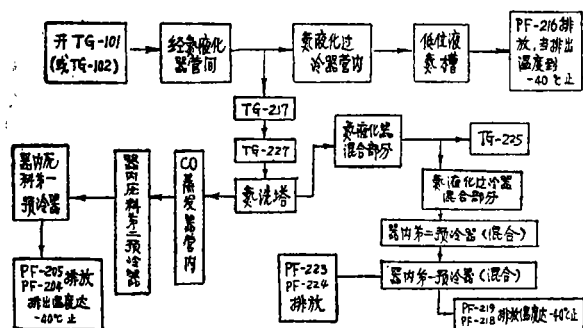


图2 8~18公斤/厘米²系统

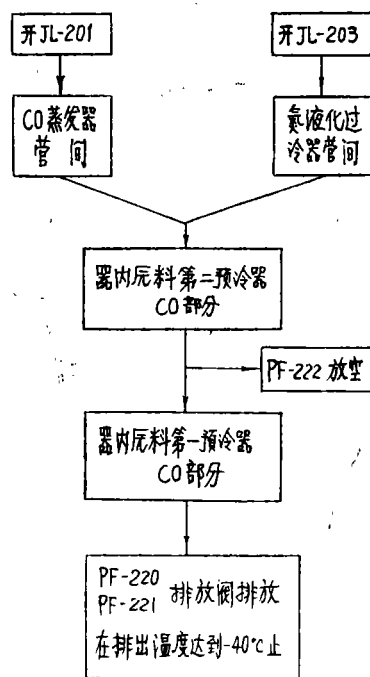


图3 低压系统

裸冷要求：裸冷只开 TG-101，一般不开液氮 TG-102 阀；冷却温降速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{时}$ 以下；裸冷时间一般在 $12\sim 18$ 小时。当器内原料第一预冷器下封头挂霜或者在氮洗塔原料气入口温度达到 $-110\sim -120^{\circ}\text{C}$ 时，裸冷结束。

氮洗部分第一次裸体冷却情况：

裸冷时间：12 小时；空分供给低温氮气的量 (TG-101)：约 $1000\text{米}^3/\text{时}$ ；压力：中压系统 $1\sim 2.3$ 表压，低压系统： $0.2\sim 0.5$ 表压；停止裸冷时各点温度：

原料气出器内原料第一预冷器	-120°C
混合气进器内原料第二预冷器	-110°C
器内原料第一预冷器 CO 排放	-35°C
器内原料第一预冷器混合气排放	-35°C
器内原料第一预冷器原料气排放	-35°C
混合气出氮洗塔顶	-140°C
原料气入氮洗塔	-140°C
液氮泵入口 (液氮槽)	-65°C
液氮泵出口	-70°C

裸冷停止后设备扫雪，再将全系统螺栓拧紧一次，就开始复温加热至常温，进行试压检漏。合格后装填珠光砂，氮洗转入正常开车。

③ 氮洗正常开车：

加热吹出：同裸冷前的“加热吹出”。

冷却和积累液体：冷却流程同裸冷。当冷却时设备温降较慢接近平衡时，关闭 TG-101，开启 TG-102 或 TG-231，补充液氮，开始积累液体。此时空分供给液氮应在 $0.5\sim 0.7\text{米}^3$ 左右，要防止液氮取出过多而破坏空分平衡。

当一氧化碳蒸发器一氧化碳液位为 100 厘米水柱、氮液化过冷器一氧化碳液位为 80 厘米水柱、氮洗塔底一氧化碳液位为 $20\sim 30$ 厘米水柱、低位液氮槽液位为 $100\sim 110$ 厘米水柱时，冷却合格。冷却时间一般在 $8\sim 12$ 小时左右。

起动液氮泵导入原料气：当液氮泵充满液氮至泵出口排出液氮时，开起泵升压至 $18\sim 20$ 表压，运行正常后以每分钟 $0.8\text{公斤}/\text{厘米}^2$ 的速度将原料气缓缓导入器内，升压 18 表压后观察温度、压力、液位、流量的变化，并进行调整。当出装置的氮氢混合气中 CO 在 30ppm 以下、氢氮比为 3:1 时，向合成氨塔供气。在液位稳定、温度变化不大的情况下，逐渐加大原料气量，氮洗投入正常运行。

2. 停车加热：

空分氮洗联合装置运行一些时间需要停车加热。步骤：先停氮洗部分，待加热复温合格后，再停全低压空分部分。

(1) 氮洗停车加热：

停车后排放液体，排净后用气氮置换，把氮洗装置内易燃易爆气体全部赶掉，后加热干燥，升温速度控制在 $10^{\circ}\text{C}/\text{时}$ 以下，常温后开始试压与检修。

(2) 空分停车加热：

氮洗部分加热合格后，空分开始停车排放液体，加温复热合格后试压与检修。

*1 空分氮洗内联合装置运转记录如表所列：

新疆化肥厂*1 空分氮洗内联合装置 空分部分操作记录表(一)

连续运行第89天 1975年7月22日

时 间	温 度														℃						
	空 气 入 装 置	氧 蓄 冷 器				污 氮 蓄 冷 器				主 冷 氧 侧		主 冷 氮 侧		下 塔 底 部	上 塔 顶 部	空 气 膨 胀 机 入 口	空 气 膨 胀 机 出 口	污 氮 膨 胀 机 入 口	污 氮 膨 胀 机 出 口		
		中 部		底 部		中 部		底 部		部		部									
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	III	IV								
1:00	25	-90	-91	-162	-161	-27	-20	-20	-20	失	-167	失	-162	-170	-178	-175	-170	-187	-165	-178	-187
3:00	25	-85	-88	-162	-161	-11	-8	-25	-25		-162		-165	-167	-178	-175	-170	-187	-162	-176	-185
5:00	25	-85	-89	-164	-164	-11	-9	-25	-25		-166		-167	-170	-178	-175	-170	-187	-165	-176	-185
7:00	25	-80	-85	-161	-163	-11	-10	-28	-28		-167		-167	-169	-179	-175	-170	-187	-172	-176	-185
9:00	25	-82	-86	-171	-170	-11	-10	-28	-28		-167		-167	-169	-179	-175	-170	-187	-172	-176	-185
11:00	25	-81	-88	-158	-165	-16	-11	-26	-26		-168		-168	-168	-178	-175	-170	-187	-172	-177	-187
13:00	25	-84	-88	-161	-165	-19	-14	-25	-25		-168		-168	-168	-178	-175	-170	-187	-165	-177	-185
15:00	26	-84	-86	-163	-160	-17	-17	-25	-25		-168		-168	-168	-178	-175	-170	-187	-170	-177	-185
17:00	26	-85	-85	-165	-166	-26	-22	-22	-22		-167		-165	-168	-178	-175	-170	-187	-167	-177	-186
19:00	26	-93	-92	-170	-170	-28	-22	-18	-18		-167		-160	-168	-178	-175	-170	-187	-162	-178	-185
21:00	25	-95	-99	-170	-170	-28	-21	-18	-18		-169		-166	-172	-178	-175	-170	-187	-169	-177	-186
23:00	25	-93	-95	-168	-163	-27	-20	-20	-20	灵	-168	灵	-167	-168	-178	-175	-170	-187	-170	-177	-187

新疆化肥厂*1 空分氮洗内联合装置 空分部分操作记录表(二)

连续运行第85天 1975年7月22日

时 间	压 力 (公斤/厘米 ² 表压)						电 流 (A)		液 面 (格)			阻 力		流 量 (米 ³ /时)				分 析		%									
	空气入装置	氧气出装置	纯氮出装置	下塔	上塔		空气膨胀机入口	空气膨胀机出口	污氮膨胀机入口	污氮膨胀机出口	#2空气膨胀机	#2污氮膨胀机	下塔	上塔下部	上塔上部	补冷器液氮	下塔	上塔下部	上塔上部		空气入装置	氧气出装置	纯氮出装置	环流空气	液氮去氮洗	空气入膨胀机	下塔液空	主冷液氧	上塔污氮
1:00	7.20.60	3.7	6.51.17	6.61.19	1.1	0.44	80	70	20	58	55	150	35	10	16	32000	4000	(80)	5040	1.28	7000						93.7		
3:00	7.00.65	3.8	6.11.17	6.31.19	1.08	0.48	80	70	20	54	54	165	28	9	14	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	37	93.0	88	
5:00	7.00.64	3.8	6.21.16	6.31.18	1.01	0.48	78	68	20	54	55	165	29	8	13	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		91.5		
7:00	7.20.65	3.8	6.41.17	6.41.20	1.00	0.48	80	70	20	58	59	170	32	7	15	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	38	92.0	86	
9:00	7.20.65	3.8	6.41.18	6.41.19	1.1	0.48	80	70	20	58	62	170	33	7	15	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		92.5		
11:00	7.00.62	3.8	6.21.15	6.11.18	1.1	0.45	80	70	20	58	66	165	36	8	18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	40	93.2	88	
13:00	7.00.62	4.0	6.11.12	6.11.15	1.1	0.45	80	70	20	58	70	165	34	8	17	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		93.2		
15:00	7.10.60	4.0	6.41.20	6.01.22	1.1	0.45	80	70	20	58	68	165	35	9	17	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		94.8		
17:00	7.20.60	4.0	6.51.20	6.31.2	1.1	0.45	80	70	20	60	68	165	34	9	16	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		94.5		
19:00	6.90.60	4.0	6.11.1	6.21.11	1.04	0.45	80	60	20	57	60	165	30	8	16	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	38	94.4	85	
21:00	7.40.60	3.8	6.21.2	6.31.18	1.1	0.44	80	72	20	68	55	165	28	8	16	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		94.3		
23:00	7.20.60	3.7	6.51.13	6.51.18	1.1	0.43	78	70	20	58	55	150	32	10	18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	39	94.6	84	

注: 空分中, 入下塔空气中微量氮分析为“0”, 主冷气氮中微量氮分析为“0”。纯氮出装置流量80米³/时为4月25日操作数据, 那天空气32000, 氧4000, 环流6300, 液氮0.64, 膨胀空气8000。

新疆化肥厂*1空分氮洗内联合装置 氮洗部分操作记录表(一)

连续运行第105天 1975年7月22日

时 间	温 度 (°C)										压 力 (公斤/厘米 ² 表压)										
	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器	原氮 料气 入器	原氮 料气 出器					
1:00	33	5	2	5	5	4	0	-130	-174	-186	-192	-186	-177	-189	-180	-175	14.4	14.9	13.4	13.7	14.0
3:00	34	6	5	2	1	-2	-1	-114	-168	-183	-190	-183	-176	-188	-180	-176	15.6	15.8	14.6	14.9	15.1
5:00	34	3	4	2	0	-3	-2	-118	-170	-183	-190	-183	-180	-189	-181	-176	15.7	16.0	14.8	15.1	15.2
7:00	34	3	4	-1	-1	-4	-3	-108	-166	-182	-191	-182	-177	-189	-181	-176	15.5	15.8	14.6	14.9	15.1
9:00	33	5	5	-1	-1	-4	-2	-114	-170	-187	-193	-187	-180	-191	-183	-176	15.2	15.5	14.3	14.6	14.8
11:00	32	4.5	6	1	1	-1.5	-1	-102	-174	-189	-193	-189	-182	-192	-187	-179	15.5	15.8	14.5	14.9	15.2
13:00	33	1.5	3	1.5	1.5	-2	0	-132	-175	-187	-193	-188	-183	-193	-187	-180	15.6	15.9	14.6	15.0	15.3
15:00	36	1.5	4	4	4	0.5	2	-104	-189	-188	-193	-190	-184	-193	-182	-179	15.4	15.8	14.5	14.9	15.4
17:00	36	3	6	5	5	3	3	-123	-174	-187	-193	-187	-183	-192	-186	-179	15.4	15.6	14.6	14.9	15.3
19:00	37	4	8	6	6	2	4.5	-117	-173-188.5	-188	-193	-188	-182	-193	-184	-178	15.0	15.3	14.0	14.4	14.8
21:00	36	10	9	5	5	3	4.5	-105	-168	-188	-194	-188	-179	-192	-183	-177	14.7	15.2	13.7	14.0	14.3
23:00	36	2	4	4	4	2	4	-105	-167-184.5	-184.5	-192	-185	-177	-188	-180	-176	15.0	15.0	13.8	14.2	14.5

新疆化肥厂*1 空分氮洗内联合装置 氮洗部分操作记录表(二)

连续运行第105天 1975年7月22日

时 间	压力(公斤/厘米 ² 表压)				液		面 (厘米)		氮 洗塔阻力 cm	液 氮泵电 流 A	流 量 (米 ³ /时)						分 析 (%)									
	氮 洗塔出口	液 氮泵入口	液 氮泵出口	CO 蒸发器管间	混合气出空分	氮洗塔底部	CO 蒸发器CO馏份	氮液化过冷器			氮洗塔顶部	低位液氮槽	原料气入装置	空分引出混合气	混合气出装置	CO 馏份出装置	气 氮出预冷器	液氮泵出口液氮	原料气入装置量	氧化氮含量	原料气NO脱除器	CO 馏份中CO含量	氮洗塔底部	CO 馏份中H ₂ 含量	氮洗塔底部	CO 馏份中甲烷量
1:00	13.9	6.7	18.1	0.55	13.2	50	10	堵	100	30~45	38	20	10000	4500	16000	1350	1440	48	微红							
3:00	15.0	6.9	18.2	0.49	14.5	61	21	15	100	30~45	32	20	9400	5400	16000	1250	1440	45~62	"			17.2	3.0	4.1		
5:00	15.3	6.8	18.1	0.5	14.7	64	28	22	100	30~50	32	20	9600	5670	16000	1250	1440	45~62	"							
7:00	15.0	6.5	18.6	0.5	14.5	67	26	18	100	30~50	39	20	9600	6300	16000	1230	1440	45~62	"	0		18.4	1.4	3.8		
9:00	14.7	6.1	18.9	0.48	14.2	69	28	18	100	30~55	34	20	9600	6300	16000	1230	1440	45~65	"							
11:00	15.0	6.5	18.5	0.4	14.4	69	18	18	100	30~55	30	20	9300	6300	16000	1200	1440	50~70	"			15.8	5.4	1.5		
13:00	15.1	6.5	18.8	0.49	14.1	64	13	18	100	30~60	30	20	9600	5670	16000	1500	1440	55~70	"							
15:00	15.1	6.7	19.0	0.55	14.2	42	20	20	100	35~55	32	20	9600	6300	16000	1500	1440	55~70	"	0		15.6	4.4	1.27		
17:00	15.1	6.6	18.8	0.56	14.4	55	12	修表	100	35~55	30	20	9600	6000	16000	1750	1440	55~70	"							
19:00	14.6	6.6	18.3	0.53	14.0	48	18	堵	100	30~40	30	20	9600	6300	16000	1500	1440	48	"			18.4	2.8	2.1		
21:00	14.2	6.5	18.2	0.6	13.5	60	16	堵	100	30~40	34	20	9600	6300	16000	1250	1440	48	"							
23:00	14.2	6.5	18.0	0.6	13.5	50	10	堵	100	30~40	40	20	10000	6200	16000	1350	1440	48	微红	0		15.0	2.8	1.6		

注:混合气出装置流量16000米³/时,指示偏高,约在13000米³/时左右。

三、装置的安全问题

空分氮洗联合装置,操作的安全很重要。当原料气或混合气中氢漏入氧气和空气系统,达到一定浓度就有爆炸的危险,必须引起高度的重视,我们的做法是:

1. 强化全低压空分与液氮洗涤保温箱之间的隔板。

隔板的作用是防止空分和氮洗两个保温箱之间互相串气,避免形成氢氧混合发生着火爆炸。我们最初隔板是6毫米钢板,运行一段时间停车检查,发现隔板裂开5.2米长的裂缝。后我们另加一层3毫米厚的铝镁合金板。通过隔板的管线也要密封。为了及时掌握保温箱内串漏气体的浓度,我们在空分氮洗部分各有两个采样点,定期测定箱内珠光砂的有害气体浓度,以防止达到爆炸限度。

2. 经常填加卵石,注意污氮蓄冷器中氮氢混合气绕管的磨损。

每台污氮蓄冷器内都嵌有117根氮氢混合气绕管($\phi 19 \times 2$ 毫米无缝紫铜管),管内为压力17公斤/厘米²的氮氢混合气。当污氮蓄冷器切换时卵石上下串动,特别是卵石没有装满的情况,冲磨铜管外壁更为明显,随着运行时间的延长,管壁有被磨穿使氢气漏入空气中的可能。因而每班要分析一次空气和液空气中的氢含量,以确保蓄冷器安全运行。1973年我们曾将*3污氮蓄冷器顶部人孔打开进入检查,发现埋在卵石中的紫铜管磨损较小,而裸露在卵石上面的紫铜管外壁却有冲击麻点,深度在0.1~0.2毫米,最深有0.5毫米。为此,我们采取经常填加卵石,这是防止铜管外壁磨损的有效措施。

3. 严防原料气、氮氢混合气倒流空分系统。

在操作上,液氮泵故障最易造成氮氢混合气倒流空分系统,可能发生整个装置的恶性爆炸事故。1973年6月18日1:20,液氮泵出口压力突然下降至与混合气压力相同的状态,当时误认为液氮量少,开大液氮泵出入口阀,出口压力仍然升不起来,才发觉混合气倒流空分系统,马上停液氮泵取样分析。分析数据证明氢气已倒入空分系统,当即决定氮洗部分停车,空分部分排液置换,险些造成重大爆炸事故。事后我们规定液氮泵出口压力必须比混合气压力高1.0~1.5公斤/厘米²,以严防混合气倒流空分系统。

4. 采用亚氯酸钠脱除一氧化氮。

原料气中一氧化氮(NO)与烯烃有机化合物在设备中化合积聚,是引起液氮洗涤装置和焦炉气分离装置发生化学爆炸的主要原因。国内氮洗法合成氨厂,均有脱除原料气中NO的装置。NO和不饱和碳氢化合物(环戊二烯、丁二烯等)化合生成易爆炸物,在-175~-185℃凝结为固体,冻结在设备管壁上,促使爆炸物积累。每个运转周期NO最高积累量不得超过5公斤。爆炸温度在-90~-130℃。目前国内氮洗和焦炉气分离装置中,脱除NO的方法有两种:即空筒氧化法和亚氯酸钠净化剂法。我厂采用亚氯酸钠净化剂脱除原料气中NO。据大连化工厂试验研究,C₁A₇R₁₀-1型氧化氮净化剂效果较好,脱除NO效率在80~90%。

5. 保温箱内充氮气,保持正压。

6. 每次中修清洗氮洗器内原料气系统。

每次中修氮洗器内原料气系统,要彻底清洗一次,以清除积存在器内原料气系统中的NO易爆物。清洗用2~3%氢氧化钠稀硷液,将器内原料气系统打满,浸泡10~20分钟后放掉,再用水冲洗呈中性为止,最后用氮气吹净。

7. 避雷与接地。

空分氮洗联合装置室外安装,在保温箱顶部设置避雷装置。箱内设备设静电接地装置。