



870212 52941

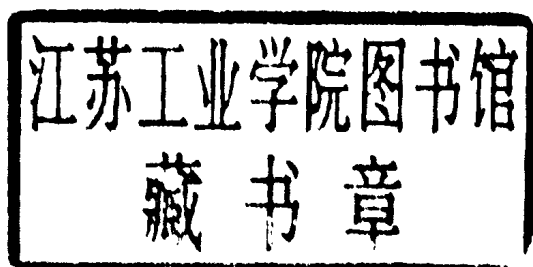
21022

伍德公司化肥专家报告译文集



化工部化肥工业技术开发中心

伍德公司化肥专家报告译文集



化工部化肥工业技术开发中心

1988

内 容 简 介

本书内容主要涉及：德士古和高温温克勒工艺生产煤气；伍德公司的合成氨工艺；硝酸生产及尾气处理；硝酸造粒及防结块；20年来对 Stamicarbon 工艺的改进；各种尿素生产工艺及各种造粒工艺的比较；快速熟化法生产普钙和重钙；伍德公司在摩洛哥建磷酸厂的经验；硝酸磷肥生产工艺；返料造粒理论的发展经过；造粒条件的控制；各种中和工艺的比较；介绍几种管道反应器工艺；伍德公司在土耳其建磷酸二铵厂的经验教训等。

本书是化肥专业有价值的参考资料，可供化肥工业设计、研究、生产、教学和情报等方面的工程技术人员和领导干部参考。

出 版 说 明

1985年11月伍德公司和化工部化肥工业技术开发中心在上海举行了一次化肥技术报告会。根据伍德公司提供的外文资料曾于1986年5月编译出版了《伍德公司及其化肥技术—CFDC-UHDE 化肥技术报告会译文集》。考虑到伍德公司有关专家在会上所作的报告比该公司提供的资料内容更为丰富、深入，因此决定将这些报告的录音整理译出，编为《伍德公司化肥专家报告译文集》，作为已经出版的《伍德公司及其化肥技术》一书的续集。

本书由高级工程师汪诚继同志编译，高级工程师张国信同志校阅，高级工程师冯秉中同志审阅。

为了避免重复，凡报告内容与上次译文集相同且无实质性补充的，在本译文集中编译者作了删节。由于该公司在会后没有将报告中所用的图表留下，由编译者从已发表的文献中直接引用了一些图表，作些弥补。

由于报告涉及范围广，篇幅大，难免有错误之处，恳请指正。

目 录

I、煤气化	E.Nitschke-(1)
II、合成氨	R.Hakmann--(20)
III、硝酸	M.Thiemann-(48)
IV、硝酸铵	M.Thiemann-(57)
V、尿素	J.A.Benes--(72)
VI、MAROC PHOSPHORE	
磷酸厂的经验	G.Schutz -- (97)
VII、普通过磷酸钙和重过磷酸钙	J.A.Benes--(103)
VIII、硝酸磷肥	M.Thiemann-(110)
IX、复肥造粒和管式反应器	J.A.Benes--(134)

煤 气 化*

一项新技术在完成工艺开发工作之后，即可设计工业生产装置。现以1400t/d生产能力的合成氨装置，作为Winkler 气化技术工业应用的例子。气化炉需有两个系列，其中一个系列作备用，以保证开工率高。水激冷装置直接连接各台气化炉。变换以后只要单系列就够了，甚至空分装置单系列也已足够。这个装置设计有些特点。第一个特点是脱除硫化氢和二氧化碳，如果用物理溶剂法，则可以是冷甲醇法，也可以用聚乙二醇二甲醚法。至今，在煤气化方面，用冷甲醇法的经验要多一些。但目前，所有用聚乙二醇二甲醚法洗涤的都与煤气化装置一起使用，如在著名的凉水工厂和 TVA 的装置。脱碳脱硫之后是变压吸附装置。以往，我们推荐过在这里用液氮洗。但经过研究，我们发现变压吸附比液氮洗更经济。其原因是我们在此利用了弛放气。弛放气包含了所有的甲烷，我们送入部分氧化装置，制造额外的氢气用于氨合成。于是，我们需要第二套变压吸附装置。另一种方法是在这里用液氮洗，也可以进行部分氧化或把这些弛放气送回气化炉处理。我们推荐的方法比较经济，这可以补偿变压吸附氢气回收率较低的缺点。但能把气体送回氨合成。第二个特点是冷甲醇装置或聚乙二醇二甲醚装置净化，然后把酸性气体送到 Claus 制硫装置，此装置有尾气处理系统，使废气符合

★本报告篇幅很长，但绝大部分与Uhde公司提供的书面资料(已译出)重复，此处仅摘译几段译文中设有的内容。文中所有图表都引自Uhde公司提供的资料。

环保要求。第二，还有一台流态化锅炉，这是非常特殊的。Winkler炉气化可以把碳转化率提高到96%。96%意味着仍有一些碳留在灰渣中。如果用高灰分的褐煤，碳转化率要低于96%。为了利用灰渣中残留的碳的能量，选用了流化床锅炉。这是一项新开发的技术，Babcock公司可以提供这样的锅炉。这种锅炉的优点是它能够燃烧上述含碳很低的灰渣。另外的好处是把灰渣中的硫氧化。含硫的煤在气化时，灰渣中可能会有硫化物，硫化钙。在联邦德国这种灰渣是不允许倾倒的。但在流化床锅炉中燃烧，则硫化物转变成硫酸盐，这样的灰渣可按通常方法抛弃。归纳这种合成氨装置的特点如下：

有两台串联的变换反应器；

有一套聚乙二醇二甲醚选择脱除硫化氢和二氧化碳的装置；

有一套Claus法回收硫的装置，包括尾气处理装置；

有两套变压吸附装置，一套回收高纯氢气，另一套处理弛放气；

然后是Uhde氨合成方案，即Hakmann先生所介绍的；

最后是流化床锅炉。

上文所述系用于氨合成，或用于甲醇合成的设计，两者原则上是相同的，只是一氧化碳和氢气的比例不同。

Winkler 气化炉另一个用途，我认为将来很有前途的，是所谓联合电力环路装置(Combined power cycle)，用于发电。这几年来，世界各地都在讨论这种装置的未

来的前途。Winkler炉气化特别适合于这种用途。Uhde公司与南澳大利亚政府签订了一个合同，研究用澳大利亚的褐煤作为发电厂或联合电力环路装置的燃料。这个装置的特点并不在透平机，而在于必须将含大量盐的褐煤气化，我们用这样的煤在Aachen的工艺开发装置中作了研究，取得成功。目前正在进行腐蚀试验。当然，要气化含盐的煤，不是那么容易的。准备在1986年中期，进行中间试验。我们认为，HTW（高温温克勒）工艺用于联合电力环路装置是很有前途的，至少在欧洲，比生产合成气有更大的前途。为此，将对中试气化炉进行改造，以提高压力作试验。

最后一个用途是生产城市煤气。我知道中国对城市煤气的需要非常迫切。因此，我们研究了用Winkler气化炉生产城市煤气的可能性。问题在于城市煤气需要一定热值，即煤气中甲烷的含量要高。我讲过甲烷含量与气化温度的关系。降低气化温度，甲烷含量就提高，但是杂质含量也提高了，如焦油成分、重质烃、酚等等。因此，用Winkler气化炉生产城市煤气，降低气化温度不是正确的方法。不过，我们提出了其它的建议，当然包括甲烷化，有现成的甲烷化催化剂可供使用。在联邦德国，对流化床中进行甲烷化有专门的开发工作，是Didier公司提出来的。但我们还是采用固定床甲烷化。已使用投煤量为75t/h的装置生产了50,000m³/h城市煤气。Uhde公司已用中国褐煤为原料，做出了设计。去年从中国煤炭部取得山东褐煤样品，经过试验，发现其活性与莱茵地区的褐煤非常相似。

另一种可能是把生产城市煤气与生产氨结合起来，在中温下把煤气化，气体中甲烷含量比较高，然后在变压吸附装置中进行分离，分出氢气和弛放气，弛放气作城市煤气，产量大约是 $47000\text{m}^3/\text{h}$ ，氢气用来生产合成氨，产量约 $700\text{t}/\text{d}$ 。即使这样，还要有甲烷化部分，但这仅仅是一小部分气体的甲烷化，使合成氨装置和城市煤气装置的设计，有一些灵活性。在冬季，需要更多的城市煤气，你可以增加城市煤气生产，减少氨的生产。在夏季，可以做法相反。Uhde公司送给中国官方的报告中包括了这个建议。希望中国能采用 Winkler 工艺。由于这样的城市煤气生产装置是相当复杂的，只有在生产量足够高时才是经济的，你可能在半负荷下进行生产，但这样是不经济的。关于山东的方案，我们建议用管道送往几个城市，不限于当地使用。我曾在沈阳看到用 Lurgi 流动床原理的气化炉生产城市煤气。这样的气化炉生产出来的城市煤气可以不进行甲烷化，但热值相当低，大约为 3800kcal 或更低，一氧化碳含量很高。而用我们的装置可以生产出高热值、低一氧化碳合乎要求的城市煤气。

现在介绍 Texaco 工艺。它的原理不一样，是气流床气化。请看图 1-1，煤和水混合后在磨机中研磨，经过匀浆器，料浆由往复泵直接送入气化炉，在炉中与氧气混合，一部分煤被烧掉，一部分煤被气化。气化炉温度很高，约在 $1300\sim 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。煤粒在气化炉中停留时间很短，只有几秒钟。气化炉下面有一台激冷器，气化炉出来的热气体直接在其中激冷，熔融的煤在器内形成颗

粒，灰渣收集于灰斗之中。气体在洗涤塔中洗涤后，成为合成气或原料气离开气化段。在沉降器中，灰粒与水分离，水被重新送入激冷器。最初，曾设想把灰粒送回气化炉。但在第一套装置中发现碳转化率能达到

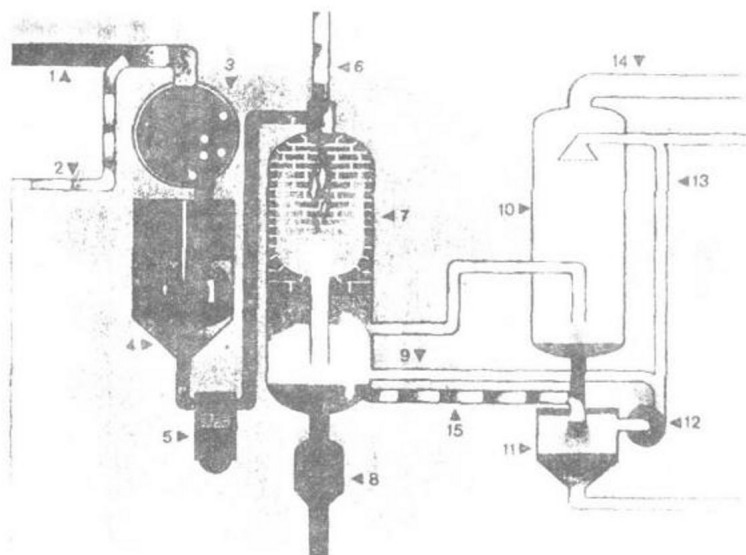


图 I -1. 激冷式Texaco工艺

1. 煤 2. 水 3. 磨机 4. 料浆容器 5. 料浆泵 6. 氧气
7. 气化炉 8. 锁闸灰斗 9. 水 10. 洗涤器 11. 沉降器
12. 泵 13. 水 14. 原料气 15. 渣-水悬浮液

99%, 没有必要再把灰粒送回气化炉。因此, 现在把灰渣直接排掉。这个工艺有第二方案。在第二方案(图 I-2.)中, 气化炉底下按一台辐射式冷却器。通过它, 我们利用气体的显热来产生高压蒸汽, 而气体冷却到灰

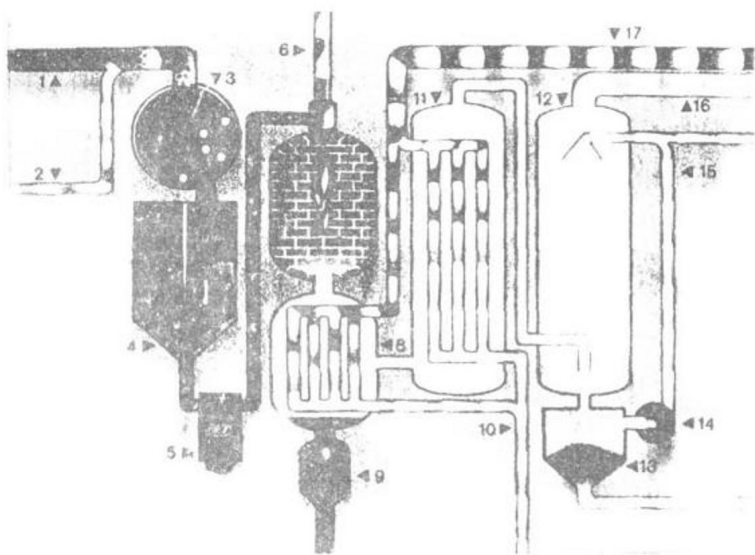


图 I-2. 有废热回收系统的Texaco工艺

1. 煤 2. 水 3. 磨机 4. 料浆容器 5. 料浆泵 6. 氧气
7. 气化炉 8. 辐射式锅炉 9. 锁闸灰斗 10. 锅炉加料水
11. 对流式锅炉 12. 洗涤塔 13. 沉降槽 14. 泵 15. 水
16. 原料气 17. 蒸汽

熔点以下，然后，气体在对流式冷却器中进一步冷却。后面设备就与原来工艺相同。Texaco 工艺第二方案，是由鲁尔煤炭公司和鲁尔化学公司开发的。为了进行开发，我们建立了中试装置，其中有辐射冷却器。热量通过辐射传给器壁，蒸汽经器壁通过。还有同样类型的激冷器，文丘里和水洗涤塔。此装置于1978年投入试验。有关的一些数据见表1-1。

表 1-1 中试装置的操作数据

	达到值	设计值
温度 (°C)	1200-1600	高达1500
压力 (bar)	40	40
投煤量 (t/h)	2.9-8.2	6.0
气体流速 (m^3/h)	15200	10000
为设计流速的%	152	100
料浆浓度 (%)	高达71	55-60
料浆中颗粒大小(>90 μm 的%)	14-60	
气体成分	体积%	典型
CO	54	45-55
H ₂	34	30-40
CO ₂	11	15-20
CH ₄	0.1-0.01	大约(1)
H ₂ S+COS	0.3	
N ₂	0.6	
单程碳转化率(%)	>99	>95
气化效率(冷的气体)(%)	78	70

五年多时间内,累计运转 18000小时,设计投煤量是 6t/h,总投量至今已达70000t,还有煤氢化后的残渣。在联邦德国有一套煤直接加氢的大型中试装置,其能力为 200t/d。我们用其残渣进行气化, 固态和熔融态残渣,一共气化了22000t。还要进一步介绍试验过的其它煤种,见表 I-2

表 I-2 中试用过的煤的性质

	组 成 (% 乾 基)						灰分	挥发 物 指数	粉碎 指数	灰熔点 (℃)(1)
	C	H	N	S	O					
1. 制造用煤	85.4	4.0	1.6	0.8	2.6	5.6	16.0	99	1360	
2. 肥 煤	81.9	4.7	1.5	1.1	4.0	6.8	21.7	100	1350	
3. 煤气用煤	80.8	5.0	1.5	1.1	5.1	6.5	32.1	—	1450	
4. 煤气用煤	79.4	4.9	1.6	1.0	4.6	8.5	29.0	68	1450	
5. 煤气用煤	74.3	4.6	1.4	1.0	6.0	12.7	27.0	62	1390	
6. 煤 泥(2)	60.0	3.8	1.1	1.4	5.8	27.9	24.2	—	—	
7. 高挥发物烟煤(3)	70.9	5.0	1.2	3.6	7.1	12.2	38.5	55	1280	
8. 高挥发物烟煤(3)	68.6	4.6	1.2	0.6	12.4	12.6	37.6	47	1370	
9. 高挥发物烟煤(3)	74.5	5.1	1.3	3.6	5.1	10.4	39.1	58	1270	
10. 中挥发物烟煤(3)	67.3	3.8	1.6	0.9	4.2	19.2	24.8	64	1400	
11. 中挥发物烟煤(3)	65.8	3.5	1.5	0.8	8.6	19.8	23.8	66	1410	
12. 煤制造油的残渣	70.3	4.1	1.1	1.4	—	23.1	38.0	99	1300	
13. EDS 残 渣	63.0	3.7	1.2	1.0	2.0	29.1	32.5	89	1240	

(1)、还原气氛

(2)、交货时水分为 55%

(3)、进口的煤

表中 EDC 代表埃克森(Exxon)公司煤加氢的 Donor 溶剂法。Texaco 煤气化中一个很重要数据是粉碎指数,它是煤可磨性的一种衡量标准,指数低表示非常硬的煤。表中所列的这些煤种都能够气化没有任何问题,有些煤种是进口的煤,是为国外的客户做的。凉水工厂和Eastman 工厂目前用的煤都在这里做过试验。

关于煤气化的讨论

问：报告中谈到鲁尔合成气工厂，投煤量是1350t/d，只用一台气化炉，投资可以省一些，但可靠性如何？

答：投煤量是730t/d。只有一台煤气化炉，因为他们原来有一套油气化装置，可以作为备用。平时开煤气化装置，油气化装置不开。当煤气化装置要换燃烧器等需停车时，油气化装置就投入运行。

问：燃烧器的使用寿命有多长？

答：达到期望值或保证值。换燃烧器，因为其顶端被煤磨损。我们试验了非常硬的材料，象碳化钨。用了这样的材料后，我们期望燃烧器的寿命可以长一些，至少为一年。

问：是否需要对燃烧器进行定期检查？

答：燃烧器是气化炉中非常重要的部分，如果燃烧器运行不正常，反应器中气体分布就会与设计不一样，结果，碳的转化率降低。如果我们注意了这点，那么，我们必须检查燃烧器。

问：因此，是否必须用仪器记录碳的转化率？

答：我们用气体分析仪，如果碳转化率变了，气体分析数据也会变。

问：建造气化炉时，用什么耐火材料，是哪一家公司制造的？

答：这问题很难回答。我们有一份被 Texaco 公司推荐的制造商名单。当我们要建造这样的装置时，就与许多制造商接触，要求他们报价。根据他们的报价和保证，来决定与哪一家签订合同。奥地利、法国都有制造商。

问：美国Norton公司是否能制造这样的耐火材料？

答：我们试过他们的砖衬，他们向TVA提供了砖衬。我们较多地采用欧洲制造商的产品。

问：炉渣如何处理？

答：在联邦德国，有时可能把这些炉渣卖给制砖、制水泥等工厂用。但是数量大了就不行。我不知鲁尔合成气工厂目前情况如何，可能灰渣较多。炉渣是一种玻璃体物质，我们进行过溶淋试验，认为可以把它倒在地上，没有什么问题。当然要努力把它卖掉。这些灰和渣中一小部分可以卖给钢铁厂，我不知其用处，但他们要。

问：炉渣中是否有氰化物？

答：没有氰化物。把炉渣堆在地上，对环境没有什么危害。当然这也取决于煤种。不同的煤种产生十分不同的渣。我们试过南非的某些煤，它产生针状炉渣，其它呈珠状。

问：耐火材料的成分是由Uhde公司决定的，还是按制造商提供的规格？

答：气化炉的开发工作是由鲁尔煤炭公司、鲁尔化学公司、Texaco公司和Uhde公司四家共同进行的。我们有一些基本的规格，由Texaco提出的，当然我们也提出推荐意见。我们必须了解煤渣的成分和熔点，然后找找对这种炉渣有什么成熟的经验，再提出推荐意见。

问：所有耐火材料是制造商按你们的要求提供的吗？

答：当然要按我们的要求。砖衬生产是很复杂的事，其结晶同制造方法有关，我们必须与制造商合作进行这些工作。

问：这样说，耐火材料都是定制的？

答：在某些方面，它是为特殊的煤种制造的。如有一种含碱性物质很高的煤，氧化钙含量很高，或者又有一种二氧化硅很高的煤，均必须选用不同的耐火材料规格。我们有一位工程师，是一位矿物学专家，他在进行这方面工作，可以更好地回答这些问题。耐火材料不仅仅是成分，还有孔容积、结晶形式等，不是一件简单的事。

问：Texaco气化炉和HTW气化炉在结构上有什么不同？

答：HTW气化炉的耐火材料相当简单，因为炉渣对耐火材料的侵蚀没有象Texaco气化炉那样严重。

Texaco气化炉中有好几层不同的耐火材料，各有各的作用。如其中一层是隔热的，一层是耐磨的，等等。

Texaco气化炉只有顶上一个喷嘴，而HTW气化炉在