

常压钴剂合成资料

石油六厂編

石油工业出版社

內 容 提 要

这本資料全面地总结了合成石油厂几年来的管理及技术經驗。內容分兩部分：第一部分介绍了建厂条件，原油生产和油品加工的流程，合成厂主要设备的性能和構造，工厂的組織机构和原材料的消耗定額，原材料、成品、半成品規格和工厂常用的分析方法、仪表等。第二部分是常压鈷剂合成中的技术經驗，如烘爐經驗、高温燒焦經驗、水煤气爐經驗，合成法操作以及油品加工等12个經驗。

这本資料的特点是图表和經驗数据多，这些数据有参考和实用價值，因此可以看作是常压合成的参考手册。

本書可供合成石油厂（常压鈷剂，中压鈷剂）的领导干部、工程技术人员和工人学习和参考，对石油院校合成石油專業的师生也有很大參考價值。

統一書号：15037·813

常压鈷剂合成資料

石 油 六 厂 編

*

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業園內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印张11 $\frac{1}{2}$ * 226千字 * 印1—2,500册

1960年2月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.50元

序 言

一氧化碳与氢合成液态碳氢化合物，作为内燃机燃料和化工原料，是本世纪40年代发展起来的。在实验室里试用过各种不同的金属作催化剂原料，以促进CO与H₂的反应。但是最成功的和最早在工业上应用的是以钴为主体的催化剂在常压下进行合成反应。解放前，日本帝国主义者蓄意发动侵略战争，曾在我国建有这样的工厂，但由于技术上没有掌握，刚一试车即告失败。解放后，由于党的领导关怀，解放了的工人阶级用自己的双手与智慧，掌握了这样的工业技术，使之成长和壮大。我国石油工业在党的总路线的光辉照耀下，正在一日千里地高速度跃进着。作为石油工业发展的途径之一，并为煤炭综合利用开辟广阔前途的合成石油的方法，在我国极为丰富的煤炭及天然气的资源条件下，进一步加速发展这样的工业，是具备了可靠的技术条件与极其有利的物质基础的。

常压钴剂合成石油的发展虽只有25年的历史，但是它在某些方面的优越性是显露出来了：第一，操作简便，生产稳定；第二，油品性质单纯，加工方法简易，透明油品收率可达80%；第三，不需要压力和特殊钢材；第四，技术成熟，建设进度较快。由于科学技术水平的不断提高，代替常压钴剂能用于工业上的生产方法，也正在逐渐成长中，预计不久的将来，这些新方法的成功，将更能促进合成工业新的发展。

本书概括起来可以分为三部分：第一部分主要叙述建立常压钴剂合成工厂的有关参数和基本情况；第二部分主要叙

述常压钴剂合成各个工序的工艺流程和专用设备，对于工业上一般通用设备，如泵、鼓风机、压缩机、塔类和罐类，在本书内未作详细叙述，而祇对特殊设备如煤气炉、合成炉等作了重点描述；通过工艺流程的介绍，将使从事于该项工业的人员有可能去比较全面地了解主要的技术条件和指标。第三部分是有关常压钴剂合成中的一些关键性技术问题，这些问题的了解与掌握，是掌握这门工业技术上所必不可少的基本环节，提供给从事于这门工业的同志们参考。

合成石油方法的第一步，是制备适合于以钴催化剂所需规格的煤气。造气设备的选择主要依据所用的原料性能和技术经济条件。从理论上说来，任何含有碳素的原料都能制造煤气；我国煤的藏量丰富，品质齐全，所以根据特定的条件都可以找到工业上可用的造气炉型，但是，从国家资源的综合利用着眼，在其他工业上使用较少的无烟煤及褐煤更适合于作为造气的原料；在富有天然气的地区，可以用甲烷转化来提供合成石油的原料气。因为造气的费用佔整个合成原油成本的55—60%，所以更经济地制造煤气是合成工业中的首要环节。现代世界各国在如何利用小颗粒和粉状燃料方面展开了很多的研究工作，寻找适合于这些燃料特点的炉型，我国也正在迎头赶上。在本书中，着重介绍了二种炉型，他们适用于无烟煤、烟煤和褐煤。

第二步是煤气的净化，现在有很多方法可以达到脱除煤气中的硫化氢的目的，在处理含硫较高的煤气时，必须考虑把硫磺回收，如此可以基本上抵偿全年脱硫的运转费用。有机硫的脱除，在常压钴剂合成现有的条件下，已是一个定型的成熟的方法。在国内已有活性炭和砷碱法脱除硫化氢，並

有硫磺回收的设备。这里介绍的还应把硫磺的回收考虑在内，在这步过程中，应该从投资和脱硫剂来源以及回收硫磺的品质上考虑，以决定采用那种工艺流程。

第三步是取得高度活性的催化剂以达到更高效率的合成石油。常压钴剂合成的操作是平稳的和易于控制的。正由于合成方法需要散掉大量热能以保持催化剂系统的温度，所以经常保持合成反应器一定的传热能力，也是一个基本条件。

第四步是收油和油加工，在大量常压气体中要回收含有1%的 C_3 碳氢化合物达到完全程度，这里仅介绍了一个活性炭吸附的方法，到现在为止，这还是最有效的方法。但是获得高效率的活性炭和精密操作，往往会影响收油效率，实际上也就是影响了合成原油的效率。加工过程一般说来是简单地根据客观条件，如何充分发挥常压钴剂合成油品结构简单的特点，以用来作为化工原料是应该走的途径。在本书中提供了初步方向。

十年經驗告訴我們，只要我們緊緊依靠黨的領導，堅決貫徹黨的建設社會主義的總路線，充分地發揮全體工人階級的智慧和力量，掌握與發展新技術，合成石油工業的發展也如其他工業一樣，是完全可以高速度向前發展的。現提供已有資料，願與今後參加此項工業生產和建設的同志們共同努力，把合成石油工業推向一个新的高峰。

石 油 六 厂

目 录

序 言

第一章 建厂条件.....	1
第一节 一般条件概述	1
第二节 建厂投资和钢材用量	3
第二章 工厂流程	5
第一节 原油的生产	5
第二节 油品的加工	27
第三节 辅助工序	38
第三章 工厂的组织及定额	49
第一节 合成石油厂组织机构和人员定额	49
第二节 工厂成本及消耗定额	51
第三节 产品加工方法及合成石油厂的物料平衡	56
第四节 产品的调和、储存和原材料产品的运输	56
第四章 原材料、成品、半成品规格和工厂常用的 分析方法及仪表	64
第一节 原材料、成品、半成品规格	64
第二节 工厂分析	80
第三节 工厂仪表, 计器	94
第五章 合成石油厂设备	101
第一节 合成石油厂主要设备性能表	101
第二节 合成石油厂特种设备构造	116
第六章 合成石油厂主要经验彙集	136
第一节 直立外热式爐的烘爐	136
第二节 低熔点烟煤在直立外热式爐內的气化	165

第三节	低溫半焦在間歇式水煤气爐內的气化	176
第四节	高溫燒焦的操作	195
第五节	直立外热式爐的冷修	197
第六节	直立外热式爐的高溫噴漿补爐	206
第七节	常压鈷剂合成法操作經驗	211
第八节	合成油常減压蒸餾操作	234
第九节	合成油的化工利用	245
第十节	談“鈷剂質量問題”	258
第十一节	廢鈷催化劑中鈷鈇回收的方法与流程的比較	275
第十二节	合成石油工业中的防火防爆技术	295
有关計算		323
附 录		335

第一章 建 厂 条 件

第一节 一般条件概述

一、建厂条件。

工厂的建设首先要看政治上和经济上是否需要，是否符合国家社会主义工业化的方针，经济上应十分合理。总的方针确定后再根据地質、水文、气候……等資料选择厂址。

合成石油厂建厂需要具备下列条件：

1. 工厂区应儘可能建立在煤矿附近，以减少运输费用。按现在运输价格，火車每吨每公里須0.02元，汽車須0.2元，如以每吨原油耗煤6吨計算，則以火車运输每吨原油每公里合0.12元，如运100公里即为12元，即每吨原油成本增加12元，汽車运输更將十倍于此。

2. 交通运输要方便。工厂应距全国铁路交叉綫較近或水上交通运输方便。便于原材料的輸入和产品的輸出。

3. 要有充足的水源。合成石油厂用水量相当大，厂址应选择靠近河流附近，以便有充足的水量。年产五万吨的常压銼剂合成厂，每天要供应水30,000吨—50,000吨。

4. 厂址的地質条件合格，地耐压力在1.5—2.0公斤/厘米²，便于安装重型机械。地势寬闊平坦，满足厂地面积要求和将来发展的需要。年产五万吨的合成厂，工厂面积需0.6—0.8平方公里，生活居住区約需0.5平方公里。

5. 水文、气象資料等符合建设工厂的要求。

6. 工厂应距离城市较近，以便于原材料的就地取材。人力、物力及生活条件上能互相支援。

7. 工厂应靠近化工区域，使副产品能得到充分合理的利用。也能从化工区取得所需要的各种化工产品。

8. 要和市政区域和居民点有一定的距离，便于污水处理后排走，不影响居民的身体健康。在河流下游20里内不得有城镇或村庄。废气及有毒气体的排除不污染城市内的空气，以免影响卫生。

二、工厂平面布置原则。

工厂平面布置应注意下列问题：

1. 平面布置应从劳动环境的清洁性和对产品净洁度的要求及风向资料出发，合理地布置各工序的位置。

2. 应从节省钢材、减少动力消耗的角度出发。

3. 应从厂的长远计划考虑，在煤源有扩大供应可能时，留有一定预留地是合适的。

4. 应从安全角度、避免火灾发生的原则出发。符合“石油-气体加工工业和人造液体燃料工业以及气体工业企业防火技术规范”中规定的防火间距的要求。

年产五万吨合成厂的平面布置图如图1。

三、建厂次序。

建厂根据生产的需要程度按先后次序建立。最先建立的有仓库、交通运输线、各厂房及设备的地基，接着安装设备和建筑厂房。生产车间的建立次序一般是先建立造气、合成、动力等车间。油品加工车间可缓一步建，生产出来的原油运往他厂加工，也可先建立简易的加工设备，进行简单加工。钴催化剂车间可先建还原部分，催化剂向外厂定货，按

期运来,还原后使用之。在第二期工程中可完成設計的任务。

第二节 建厂投資和鋼材用量

一、建厂投資。

年产五万吨的常压鈷剂合成厂共需投資六千万元左右,其中有生产設備、輔助生产設備、动力車間、运输設備、办公室及职工住宅区。

- 1.造气:水煤气炉16台及出渣、操作控制等所屬設備。
- 2.合成:合成炉76台,脫硫、凝吸、脫硫剂制造等設備。
- 3.油品加工:五万吨厂的全套合成原油加工設備。
- 4.动力車間:鍋炉三台或四台(150吨/时),6000仟瓦发电机二台及附屬設備。
- 5.催化劑車間:回收和制造的全套設備。
- 6.机修車間:担負全厂检修任务的各項設備。
- 7.办公室、住宅区、生活福利、卫生、交通、倉庫、儲罐等設備。

年产一万吨、三万吨和五万吨的鈷剂合成厂投資估計如表1。

表1

規 模, 吨/年	投 資 (万元)
一 万 吨	2000左右
三 万 吨	4500左右
五 万 吨	6000左右

二、鋼材用量。

年产五万吨的合成油厂所屬設備的鋼鐵最估計15,000多吨。各工序所屬設備的鋼鐵量列入表2。

五万吨合成油厂机械設備重量表（包括电动机及附屬設備）見表2。

表 2

名 称	鋼 鉄 量 (吨)	备 註
水煤气发生站	2820	共16套
脱 硫	1370	氢氧化鉄法脱无机硫， 活性炭及有机脱硫剂脱凝 縮物及有机硫
变 比	120	
合成及油收	4690	76台合成反应器
催化劑制造	350	
油品加工	700	包括油罐在內
輔助部門	210	包括 H_2 、 CO_2 、 N_2 、脱 硫剂制造等。
給水部門	900	包括地下水管
蒸汽供应部份	1205	供汽量130吨/时
发电設備	320	发电量12000千瓦
室外管路及气罐	2800	
总 計	15485吨	

如系直立外热式炉造气，直立外热式炉鋼鐵用量为4844吨（包括燃料煤气发生炉），因此共需鋼鐵量17,389吨。

全厂特殊鋼材总用量60吨，其中主要为不銹鋼（耐硝酸腐蝕）。

全厂有色金屬总用量80吨，其中主要为銅和鋁。

关于建筑物所用鋼材，如鋼筋混凝土所用的鋼筋均未列入。

第二章 工厂流程

第一节 原油的生产

合成原油的生产，]主要系將煤或焦先行气化制成合成气，將所得合成气經過淨制，通过合成反应器，在催化剂的作用下反应生成。生成物經過油收系統加以回收。因此可以分成四部份来加以敘述。

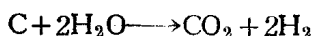
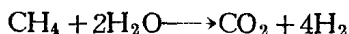
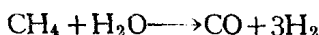
一、造气部份。

合成石油厂所使用的造气炉型是很多的，这里仅介紹直立外热式炉及間歇式水煤气炉二种，分別說明如下。

1. 直立外热式炉。

根据常压鈷催化剂对合成煤气的要求，一氧化碳与氫气之和在合成煤气中应佔总体积的82%以上，而氫气与一氧化碳之比值則应在1.95—2.05之間。直立外热式炉能够連續和直接的生产出合乎这种要求的合成煤气，这是此种炉子最大的特点。此种炉子一般每二个炉室連在一起，在二个炉室的二側及中間共有三个燃燒室，二个炉室与三个燃燒室連在一起，称为一个炉組。在每个燃燒室中，具有10个豎火道，以調节炉子温度，每炉組还具有一个換热设备，称为換热室。

这种炉子造气所需热量，是由燃烧室经过室壁传入炉内。从单个炉来看，反应情况大致可以分为二部份，上部为发生干馏煤气及干馏煤气的分解过程，而中下部则为水煤气反应，其主要的反应可以下列反应式表示：



原料煤由运输皮带送入炉顶的煤斗中，经过加煤装置，定期地将煤加入干燥室，此时煤受到二侧传来之烟道气带来的热量而被加热，一般经过干燥室后，煤被加热到 200°C 左右，然后进入炉室（一般称为炭化室）在上、下部发生反应，燃料层的移动依靠炉子下部出焦翻斗转动而下移，焦炭从下部放出后，经由皮带输往到燃料煤气发生炉，燃料煤气发生炉生成之燃料煤气与经过合成后之废气混合后，供给直立外热式炉作为燃料。

炉子上部及下部发生的煤气，在炉中部会合，由中部导出管抽出，此时煤气的温度很高，约 800°C — 900°C ，并且带有粉尘，因此各炉煤气出来后被聚集在一个主管中，先进入一重力式除尘器，然后进入废热锅炉回收废热，此时煤气温度降低至 200°C 左右，再进入洒水箱，向煤气中直接喷水，以降低温度到 50°C ，并除去少量粉尘后进入冷却器，再经过洗涤塔后进入抽风机，经抽风机加压送往贮罐；经过进一步净制后，即可供合成时使用。

燃料与空气在燃烧室上部燃烧后，烟道气沿竖火道往下移动，到燃烧室底部后，经过直立烟道往上而进入换热室，

3



3

3

某厂实际操作指标

表 3

项 目	单 位	指 标
气 化 率	米 ³ /吨煤	1,350—1,420
单 爐 日 产 量	米 ³ /爐日	9,600—10,000
燃烧室上部温度	°C	1400
燃烧室下部温度	°C	1100
耗 热 量	大卡/米 ³ 煤气	1500—1600
爐 出 口 压 力	毫米水柱	-10—-20
爐出口煤气温度	°C	800—900
蒸汽过热器入口烟道气温度	°C	600—700
烟道气排送机入口温度	°C	500—600
蒸汽过热器出口蒸汽温度	°C	350—450
煤气进入抽风机温度	°C	10—35
燃烧气体发热量	大卡/米 ³	1500—1600
每爐日处理煤量	吨/爐日	6.7—7.0
半 焦 生 成 率	%	~40
煤气中有效成份	CO + H ₂ %	>82
煤气中H ₂ /CO比值		1.95—2.25

2. 水煤气发生炉。

水煤气制造在目前通常使用間歇式的炉子，因其生产方式是將空气与蒸汽輪流通入炉内而間断的发生煤气，故称为間歇式。水煤气发生炉所生成之水煤气，一般有效成份在85%以上，需要时可达90%以上，但H₂/CO之比值，仅为1.3—1.4，不合于常压鈷催化剂合成的需要，須經過变比装置来改善其H₂/CO比值，以达到常压合成需要，始能用于常压鈷剂合成。但水煤气炉构造及操作简单，建設容易，投資

少，生产率高，因其具有这些特点，所以被广泛利用。

操作过程分为六个步骤：

首先由炉子底部吹入空气，经炉篦（或称为火格子）均匀分布在炉子各部，当空气通过燃料层时与碳发生燃烧，放出热量蓄积于燃料层，离开燃料层之烟道气经过热回收装置后放入大气，这个操作步骤称为吹风。

吹风后停止吹入空气，自炉底部吹入蒸汽，当蒸汽通过燃料层时发生反应生成水煤气，但由于炉上部及炉出口以后的设备空间，存有吹风时留下来的烟道气，因此用发生的水煤气将其置换而放入大气，以提高煤气质量，这步操作称为蒸汽吹净或蒸吹。

蒸吹很快就停止，与上述过程相同而仅将生成之水煤气经过洗气箱及洗滌塔后送往貯罐，此步操作称为上吹。

经过一阶段上吹后，停止由炉底吹入蒸汽，改由炉上部通入蒸汽，蒸汽由上往下通过燃料层，也发生水煤气反应，发生之水煤气由炉底部导出，经洗气箱及洗滌塔后进入貯罐，此步操作称为下吹。

下吹后，炉底部存有煤气，因此需用蒸汽再自炉底吹入，使炉底煤气通过燃料层往上，同时蒸汽与燃料层接触又发生一些水煤气，过程与上吹完全相同，此步操作称为二次上吹。

在二次上吹后停止吹蒸汽，由炉底部通入空气，但在二次上吹后炉上部及炉出口系统中均存有煤气，因此用空气通过燃料层所生成之烟道气将系统中所存之水煤气吹往貯罐，此步操作称为空气吹净或空吹。

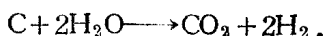
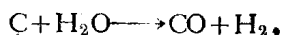
空气吹净操作时间也很短，立即再改为吹风操作，如此

週而复始，每 6 个操作步骤变换一次称为一个循环，每个循环时间为 150—180 秒鐘。

水煤气炉之生产流程见图 3，其操作指标见表 4 及表 5，吹风时的主要反应如下式所示：



在吹蒸汽时主要反应如下式：



炉内燃料层的最下层称为灰层，中间为火层或称氧化层，而上层称为焦层，这三层的总高度称为总层，各层在炉内的均匀情况对生产有极大关系。炉子具有干封排灰装置，正常运转时，炉渣被排入灰箱中，然后定期地将炉子停止运转进行出灰，並检查炉内床层情况，以作为改变操作条件之参考依据，当采用的原料不变时，操作条件不常变动。

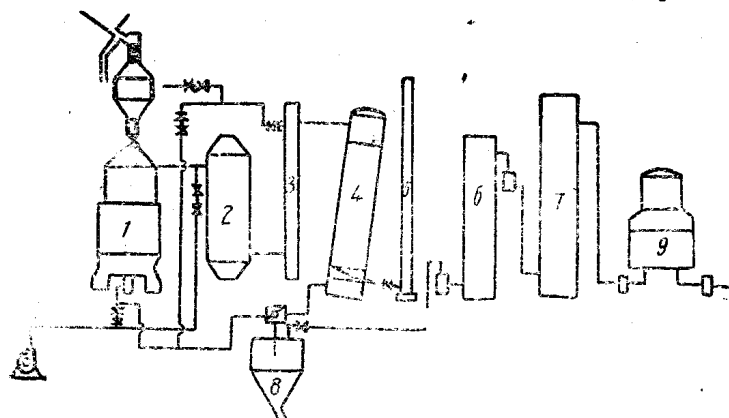


图 3 水煤气流程图

1—发生爐；2—蓄热室；3—直立室；4—废热鍋爐；5—烟囱；
6—电濾器；7—洗滌塔；8—洗气箱；9—煤气罐。