



煤炭气化工艺

[美] Perry Nowacki 著

山西科学教育出版社



煤炭气化工艺

(英) Peter Howard 著

石油工业出版社

煤 炭 气 化 工 艺

〔美〕Perry Nowacki 编著

赵振本 钱笑公 等译

山 西 科 学 教 育 出 版 社

COAL GASIFICATION PROCESSES

Edited by Perry Nowacki

Noyes Data Corporation

1981

煤炭气化工艺

赵振本 钱笑公 等译

*

山西科学教育出版社出版

(太原并州北路十一号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

*

开本: 750×1168 1/32 印张: 14.375 字数: 344千字

1987年10月第1版 1987年10月太原第1次印刷

印数: 1—3000册

*

书号: 15370·65 定价: 6.00元

前 言

本书的目的是叙述煤炭气化方面可供利用的最新技术，以便用来生产相当于其他燃料（或代替其他燃料）的气态燃料产品。在不久的将来，以煤炭气化来生产气态燃料将被认为是相当重要的课题。本书简要介绍把煤炭转化成气态燃料的一些重要工艺，包括技术和经济两方面的内容。本书提供的有关费用的数据是引自己发表（有具体日期）的报告。

我们将目录编得尽量详细些，以便使它起到题目索引的作用，并为利用本书中所有技术资料提供了捷径。这些技术资料主要来源于政府各机构所编纂的研究报告，或者是为各政府机构所编制的研究报告。这些原始资料的来源列于书末，以“引用的原始资料”为标题。

本书可以认为是Noyes Data公司前不久出版的、书名为《煤炭液化工艺》一书的姐妹篇。

本书中有些插图可能不够清楚，未能满足需要。然而，它们是从我们能够得到的最好资料中复制的。

译者说明

煤炭是我国的主要能源，它既是一种燃料，又是化工原料的一种来源。然而，煤炭却是一种固体燃料，且含有许多不可燃物质和有害杂质，在运输、贮存、使用及环保方面都会带来许多麻烦问题。如何更有效地利用煤炭并减少其对环境的污染，是当前面临的重要课题。将煤炭转化为清洁燃料和高值的化工原料，是解决这些问题的可行途径。当前，世界各国都在煤炭转化方面着力研究和开发，有些项目已付诸工业化实施。为此，我们翻译了这本书，向国内科技人员提供这方面的信息和参考资料，以求有助于我国煤炭加工利用事业的发展。

本书综述了由煤炭生产低、中和高热值煤气的基本工艺过程。按照固定床、流化床、气流夹带床和熔融床四种基本床型，介绍了已工业化的和正在开发的50多种气化工艺。对重要的气化工艺详细叙述了其开发历史、气化炉构造、工艺流程、操作条件、原料和产品的技术条件以及工艺方面的优缺点，给出了试验结果和较详细的数据。本书还对气化工艺的污染控制技术、产品煤气的净化方法、副产品回收以及三废处理作了简要叙述。本书是一本较完整、较系统的参考用书，可供从事煤炭转化的科技人员、研究人员以及大专院校师生阅读和参考。

为了保持原著的完整性，原书中的计量单位未予换算，仍采用原书中的计量单位符号及数值。有些不符合我国1984年颁布的法定计量单位要求，译者在书末附上与本书有关的单位换算表供读者参考。原文中每章后面均附有参考文献目录，为了节省篇幅，译文本将参考文献目录略去。

本书的绪论和第一章至第四章由赵振本翻译；第五章至第八章由钱笑公翻译；第九章由周沛平和徐敏翻译；全书由赵振本同志统一校订。本书第一章经王祖侗同志审阅，第二章至第四章经徐吉心同志审阅，特此致谢。

译 者

绪 论

把新起的合成燃料技术按工业规模进行示范试验，对于打开美国能源的局面是一个非常重要的课题。全国范围的能源短缺和燃料费用高涨，使利用本国丰富的煤炭资源进行工业化生产合成燃料变得越来越具有吸引力。

在美国，煤炭的可采储量超过各种石油和天然气可采储量的总和。因而，自然要寻求以煤炭制造洁净燃料的方法。本书将详述关于煤炭气化方面可供利用的一些最新技术。

煤炭气化是一个概括的术语，用来描述煤炭转化成煤气的过程。本书将研究两大类别的煤炭气化：低热值和中热值气化，及高热值气化。这些名词是指生产的煤气中每单位体积所含的能量。一般情况下，低热值工艺生产的煤气是富含氮气的一氧化碳和氢气的混合物，其热值低于200BTU/SCF（单位符号的译名及单位换算见书末附录）。中热值工艺生产的煤气主要是含一氧化碳和氢气的混合物，其热值在200到400BTU/SCF之间。高热值煤气的热值接近1000BTU/SCF，主要成分是甲烷。

低热值煤气是由煤生产的、最便宜的气态燃料，但从经济上考虑，它只能就地使用，或者是用于发电，或者是用于工业装置。相反，高热值煤气就可以通过输送天然气的同一管道经济地分配给用户。

气化炉的床型有四种基本类型的气化装置：固定床气化炉，流化床气化炉、气流夹带床气化炉和熔融床气化炉。

本书分为以下几部分：在“煤炭气化的化学”这一章之后，有两章分别概述低热值和中热值气化及高热值气化。随后的几章

标明所采用的具体气化炉床型，来叙述目前使用的或正在研究中的各种各样的气化装置。接着有一短章概述太阳能煤炭气化。最后一章叙述气化工艺的污染控制技术。

各种气化工艺开发的历史、工艺概述、操作条件、反应物、需用的动力、产品、效率、试验结果以及工艺方面的其他问题都根据得到的资料分别安排在相应的章节中。

目 录

绪 论	(1)
第一章 煤炭气化的化学	(1)
1.1 前言	(1)
1.2 煤的有机化学	(3)
1.3 煤的无机化学	(4)
1.4 煤的热分解	(5)
1.5 煤同蒸汽、二氧化碳和氢气的反应	(7)
1.6 煤炭气化中的催化作用	(9)
第二章 煤炭气化生产低、中热值煤气	(17)
2.1 前言	(17)
2.2 典型的煤气化工艺	(21)
2.2.1 鲁奇低/中热值煤气化工艺	(21)
2.2.2 K-T煤气化工艺	(21)
2.2.3 矿务局的搅拌式固定床煤气化工艺	(22)
2.2.4 西屋流化床煤气化工艺	(22)
2.2.5 灰团聚流化床煤气化工艺	(22)
2.3 物料平衡	(23)
2.3.1 主要输入物料的特性	(26)
2.3.2 输出产品的特性	(27)
2.4 能量平衡	(30)
2.5 环境影响	(32)
2.5.1 排放的热量	(32)
2.5.2 噪声	(33)

2.5.3 排出的废物·····	(33)
2.6 操作方面的要求 ·····	(37)
2.6.1 运行范围·····	(37)
2.6.2 操作规程和工人需要数·····	(38)
2.7 费用分析 ·····	(40)
2.7.1 基建费用·····	(40)
2.7.2 生产费用·····	(40)
2.7.3 工厂的总基建费·····	(42)
2.8 煤气的燃烧特性 ·····	(44)
2.9 低热值煤气的市场 ·····	(45)
2.9.1 市场描述·····	(46)
2.9.2 可能相竞争的技术·····	(48)
2.9.3 成本比较·····	(48)
2.9.4 渗入市场的障碍·····	(48)
2.10 中热值煤气的市场 ·····	(50)
2.10.1 市场描述·····	(50)
2.10.2 成本比较·····	(50)
第三章 煤炭气化生产高热值煤气 ·····	(53)
3.1 前言 ·····	(53)
3.2 煤气化工艺的几个工序 ·····	(56)
3.2.1 气化·····	(56)
3.2.2 变换·····	(57)
3.2.3 煤气冷却·····	(58)
3.2.4 煤气净化·····	(58)
3.2.5 甲烷化·····	(59)
3.2.6 煤气压缩和干燥·····	(59)
3.2.7 副产品回收系统·····	(59)
3.3 各种煤气化工艺的比较 ·····	(60)

3.3.1 鲁奇高热值煤气化工艺	(62)
3.3.2 Bi-Gas工艺	(63)
3.3.3 Synthane工艺.....	(63)
3.3.4 蒸汽-氧 HyGas工艺	(64)
3.3.5 蒸汽-铁HyGas 工艺	(64)
3.3.6 物料平衡	(66)
3.3.7 产品物料的技术条件	(69)
3.3.8 能量平衡	(73)
3.3.9 环境影响	(76)
3.3.10 费用分析	(84)
3.3.11 产品清单	(89)

第四章 固定床气化炉 (92)

4.1 前言.....	(93)
4.2 巴斯夫 (BASF) Flesch-Demag 工艺	(96)
4.3 英国煤气公司/鲁奇熔渣式工艺	(96)
4.3.1 项目的历史	(97)
4.3.2 工艺概述	(99)
4.3.3 操作条件	(103)
4.3.4 反应物	(103)
4.3.5 产品	(103)
4.3.6 效率	(104)
4.3.7 试验结果	(104)
4.3.8 工艺的优缺点	(110)
4.4 Chevron气化工艺	(111)
4.5 煤气组合 (Gas Integrale) 气化工艺	(111)
4.6 GEGas工艺.....	(112)
4.7 GFERC熔渣式工艺	(113)
4.7.1 项目的历史	(114)

4.7.2	工艺概述	(114)
4.8	IFE两段气化工艺	(117)
4.9	IGI两段气化工艺	(117)
4.10	Kerpely工艺	(118)
4.11	KGN工艺	(119)
4.12	窑煤气(Allis-Chalmers)工艺	(119)
4.13	Leuna工艺	(120)
4.14	鲁奇干式排灰工艺	(121)
4.14.1	鲁奇工艺的历史	(123)
4.14.2	工艺概述	(123)
4.14.3	操作条件	(126)
4.14.4	反应物	(127)
4.14.5	产品	(127)
4.14.6	效率	(128)
4.14.7	试验结果	(128)
4.14.8	工艺的优缺点	(129)
4.15	Marischka工艺	(129)
4.16	MERC搅拌床(MorGan工艺)	(134)
4.17	Pintsch Hillebrand 工艺	(134)
4.18	动力煤气(机械的)工艺	(135)
4.19	Riley-Morgan 工艺	(136)
4.20	Simplex工艺	(136)
4.20.1	工艺概述	(136)
4.20.2	操作条件	(138)
4.20.3	成本分析	(138)
4.21	Stoic 工艺	(139)
4.22	Thyssen-Galoczy 工艺	(141)
4.23	UGI 水煤气工艺	(141)

4.24	Wellman-Galusha 工艺	(142)
4.24.1	项目的历史	(142)
4.24.2	工艺概述	(143)
4.24.3	操作条件	(145)
4.24.4	反应物	(146)
4.24.5	动力	(146)
4.24.6	产品	(147)
4.24.7	效率	(147)
4.24.8	试验结果	(147)
4.24.9	工艺的优缺点	(148)
4.24.10	Acurex-Aerotherm公司的项目	(149)
4.24.11	Irvin工业用开发项目	(150)
4.24.12	Pike县的项目	(153)
4.25	Wellman炽热式(ATC/Wellman)工艺	(153)
4.26	Wilputte工艺	(156)
4.27	Woodall-Duckham/Gas Integrale工艺	(157)
4.27.1	项目的历史	(157)
4.27.2	工艺概述	(157)
4.27.3	操作条件	(160)
4.27.4	反应物	(161)
4.27.5	动力	(161)
4.27.6	产品	(161)
4.27.7	效率	(162)
4.27.8	工艺的优缺点	(162)
第五章 流化床气化炉		(164)
5.1	前言	(165)
5.2	Battelle灰团聚工艺	(167)
5.2.1	项目的历史	(167)

5.2.2	工艺概述	(168)
5.2.3	操作条件	(173)
5.2.4	反应物	(173)
5.2.5	产品	(174)
5.2.6	工艺的优缺点	(175)
5.3	二氧化碳接受体工艺	(176)
5.3.1	项目的历史	(176)
5.3.2	工艺概述	(177)
5.3.3	操作条件	(178)
5.3.4	反应物	(179)
5.3.5	动力	(179)
5.3.6	产品	(180)
5.3.7	效率	(180)
5.3.8	工艺的优缺点	(180)
5.4	CoGas工艺	(181)
5.4.1	项目的历史	(181)
5.4.2	工艺概述	(184)
5.4.3	操作条件	(185)
5.4.4	反应物	(185)
5.4.5	产品	(188)
5.4.6	效率	(188)
5.4.7	试验结果	(189)
5.4.8	工艺的优缺点	(190)
5.5	埃克森(EXXON)催化气化工艺	(190)
5.6	HOFFMAN工艺	(191)
5.7	HRI 快速流化床气化工艺	(192)
5.7.1	项目的历史	(192)
5.7.2	工艺概述	(193)

5.7.3	工艺的优缺点	(193)
5.8	HYDRANE工艺	(196)
5.9	HYGAS工艺	(196)
5.9.1	项目的历史	(197)
5.9.2	工艺概述	(199)
5.9.3	操作条件	(201)
5.9.4	反应物	(201)
5.9.5	产品	(203)
5.9.6	效率	(204)
5.9.7	试验结果	(205)
5.9.8	工艺的优缺点	(206)
5.10	ICI移动炉料工艺	(207)
5.11	SYNTHANE工艺	(207)
5.11.1	项目的历史	(207)
5.11.2	工艺概述	(208)
5.11.3	操作条件	(210)
5.11.4	反应物	(212)
5.11.5	产品	(212)
5.11.6	效率	(213)
5.11.7	试验结果	(214)
5.11.8	工艺的优缺点	(215)
5.12	TRI-GAS工艺	(216)
5.12.1	项目的历史	(216)
5.12.2	工艺概述	(218)
5.12.3	操作条件	(219)
5.12.4	反应物	(219)
5.12.5	产品	(219)
5.12.6	效率	(219)

5.12.7	工艺的优缺点	(220)
5.13	U-Gas工艺	(221)
5.13.1	项目的历史	(222)
5.13.2	工艺概述	(223)
5.13.3	操作条件	(225)
5.13.4	反应物	(227)
5.13.5	动力	(227)
5.13.6	产品	(227)
5.13.7	效率	(228)
5.13.8	试验结果	(228)
5.13.9	工艺的优缺点	(230)
5.14	西屋Westing House工艺	(231)
5.14.1	项目的历史	(232)
5.14.2	工艺概述	(233)
5.14.3	操作条件	(235)
5.14.4	反应物	(235)
5.14.5	产品	(236)
5.14.6	效率	(236)
5.14.7	试验结果	(236)
5.14.8	工艺的优缺点	(239)
5.15	温克勒(Winkler)工艺	(239)
5.15.1	项目的历史	(240)
5.15.2	工艺概述	(240)
5.15.3	操作条件	(244)
5.15.4	反应物	(245)
5.15.5	动力	(245)
5.15.6	产品	(245)
5.15.7	效率	(246)