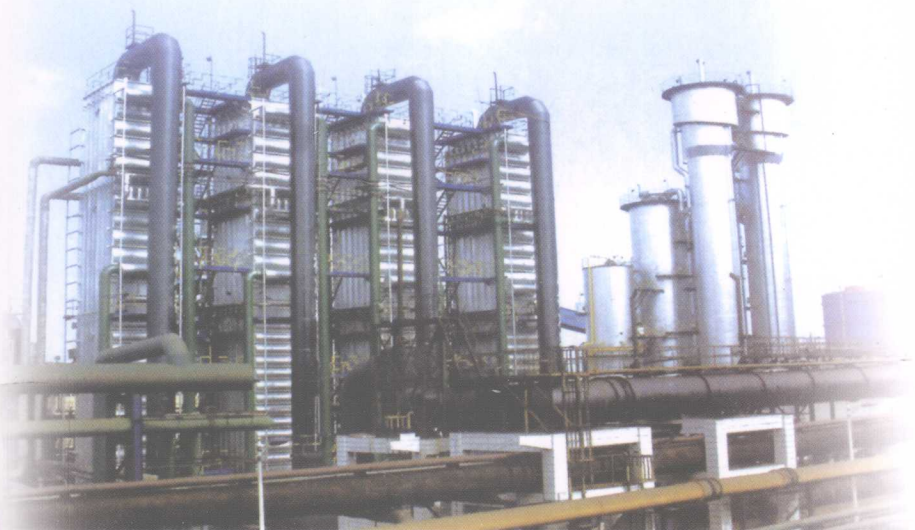


焦炉煤气净化 操作技术

高建业 王瑞忠 王玉萍 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

焦炉煤气净化操作技术

高建业 王瑞忠 王玉萍 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2009

内 容 提 要

本书在简要介绍了煤气净化基本知识、国内常用煤气净化工艺流程及特点的基础上,详细介绍了投产前检查验收、开工准备、试运转、联动试车、投产及生产操作的具体方法、步骤,煤气生产工艺参数、安全控制等内容,注重实践性、适用性和可操作性。

本书可供焦炉煤气净化生产操作的岗位作业员、工程技术人员、施工检查验收人员、管理人员阅读参考,也可作为高等院校煤化工专业师生的实习培训参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

焦炉煤气净化操作技术/高建业,王瑞忠,王玉萍
编著. —北京:冶金工业出版社,2009.3

ISBN 978-7-5024-4791-5

I. 焦… II. ①高… ②王… ③王… III. 焦炉
煤气—净化 IV. TQ546.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010883 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 杨秋奎 王之光 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4791-5

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009 年 3 月第 1 版,2009 年 3 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;11 印张;1 插页;294 千字;338 页;1-3000 册

30.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

我国钢铁工业的飞速发展，带动了焦化工业的快速发展。2007 年我国焦炭产量达 3.35 亿 t，占世界焦炭总产量的 60%，居世界第一位。我国焦炉煤气年产量达 1000 亿 m^3 ，并逐年增加。这些宝贵的煤气资源，必须通过净化工艺技术处理，才能达到发电、制氢、制甲醇、制二甲醚、合成氨及作为民用燃料、钢铁与化工原料的综合合理利用。

在焦化工业迅速发展的情况下，新建厂的员工技术学习、理论培训资料缺乏问题已凸显出来，迫切需要一些新的学习资料。本书简要介绍了国内常用的煤气净化基本知识、工艺流程及特点，详细介绍了投产前检查验收、开工准备、试运转、联动试车、投产及生产操作的具体方法、步骤，煤气生产工艺参数、安全控制等。以实际操作技术为主线，贯穿于投产前检查验收、开工准备及生产具体操作的各个工序，详尽叙述了正常操作和特殊操作方法、开工和停工的具体操作方法。内容注重实践性、适用性和可操作性，深入浅出，既有理论知识，又凝聚了丰富的实践经验，易学、易懂。在实际培训学习中，可系统学，也可拆开分单元、分工序学，灵活性强。

本书是编者在多年从事煤气净化生产实践中，参阅了大量文献资料、工艺技术方案，结合操作实践经验按标准化、

规范化编写而成。期望对读者、同行能做到开篇有益，从本书中得到某些收获和启迪。

对本书在编写过程中参阅的文献资料的编写者深表致谢；对本书稿友情审阅者：原中国金属学会炼焦化学专业委员会理事长、原鞍山焦化耐火材料设计研究总院院长教授级高级工程师、知名焦化专家郑文华先生，原合肥燃气总公司总工程师、教授级高级工程师、《煤气与热力》杂志编委马风美先生，原天津市供热办教授级高级工程师李智先生，首钢迁安焦化总经理、焦化高级工程师郑宝国先生，首钢迁安焦化总工程师、焦化高级工程师吴继阳先生表示谢意；对宁波钢铁公司冶金技术部长邹阳先生、曹太平先生的关照表示谢忱。

由于学识、经验所限，书中不妥之处，敬请读者和同仁赐教指正。

编 者

2008 年 1 月 18 日于宁波

目 录

1 焦炉煤气净化概述	1
1.1 煤气生产概述	1
1.2 煤气净化的意义	4
1.3 我国煤气净化技术现状	5
1.4 国内常用的煤气净化各工序工艺流程及特点	7
1.4.1 冷凝鼓风工序	7
1.4.2 脱硫工序	9
1.4.3 硫铵工序	11
1.4.4 终冷洗苯工序	12
1.4.5 粗苯蒸馏工序	14
1.4.6 油库工序	15
1.4.7 煤气净化车间的控制水平	15
1.5 煤气净化回收化学产品的产率及产品技术	
质量标准	16
1.5.1 回收化学产品的产率	16
1.5.2 产品技术质量标准	16
2 煤气净化基础知识	19
2.1 煤气性质	19
2.1.1 煤气组成	19
2.1.2 煤气发热值	20
2.2 煤气热值分析用有关术语、符号及计算	21
2.2.1 术语、符号	21
2.2.2 燃气热值测定原理及热值计算	22

2.2.3	燃气相对密度测定及密度计算	24
2.3	焦化厂煤气净化介质、工艺管道图例代号	26
2.4	能源消耗计算	28
2.4.1	节能的原则	28
2.4.2	折标系数	29
2.4.3	能耗计算	30
2.4.4	炼焦行业能源利用标准	32
2.4.5	节能措施	32
2.5	煤岩显微组分反射率 $R_{\max}$	33
3	煤气净化系统的投产准备	35
3.1	单体试车	35
3.1.1	单体试车应具备的条件	35
3.1.2	设备运转过程中重点检查项目	36
3.1.3	试车结束后注意事项	37
3.2	管道系统试验、吹扫与清洗	37
3.2.1	管道分类	37
3.2.2	试验依据	38
3.2.3	试验前准备工作	38
3.2.4	管道系统试验	38
3.2.5	管道系统吹扫与清洗	41
3.3	联动试车与交工	43
3.3.1	试车的三个阶段	43
3.3.2	试车三个阶段中施工单位仪表专业的任务	44
3.3.3	交工	44
3.3.4	验收规范和评定标准	44
3.4	工艺设备投运及试运转	45
3.4.1	联动试运转	46
3.4.2	煤气净化系统各工序的投产顺序	46
3.4.3	惰性气体置换注意事项	47

3.4.4	煤气系统开工惰性气体置换准备工作	48
3.4.5	煤气系统开工惰性气体置换顺序	48
3.5	开工投运及试运转所需能源介质	49
3.5.1	试运转所需能源介质	49
3.5.2	开工投运所需能源介质	50
3.5.3	投运生产后煤气平衡计算	50
3.6	生产需要的分析检验、检测项目	51
4	焦炉煤气净化各工序联动试运转操作	53
4.1	冷凝鼓风工序试运转操作	53
4.1.1	试运转一般事项	53
4.1.2	试运转内容	55
4.1.3	设备试运转精度检查表	76
4.1.4	鼓风机试运转试验	81
4.2	脱硫工序试运转操作	83
4.2.1	试运转一般事项	83
4.2.2	试运转内容	83
4.3	硫铵工序试运转操作	86
4.3.1	试运转一般事项	86
4.3.2	试运转内容	86
4.4	终冷洗苯工序试运转操作	89
4.4.1	试运转一般事项	89
4.4.2	试运转内容	89
4.4.3	设备精度检查表	97
4.5	精苯蒸馏工序试运转操作	97
4.5.1	试运转一般事项	97
4.5.2	试运转内容	97
4.5.3	设备精度检查表	113
4.6	油库工序试运转操作	113
4.6.1	试运转一般事项	113

4.6.2	试运转内容	113
4.6.3	设备精度检查表	124
5	焦炉煤气净化各系统开工投运操作	125
5.1	煤气系统开工操作	125
5.1.1	开工的前提条件	125
5.1.2	开工准备	126
5.1.3	开工条件确认内容	128
5.1.4	开工操作	128
5.1.5	开工事故处理预案	135
5.2	冷凝鼓风系统开工操作	137
5.2.1	开工的前提条件	137
5.2.2	开工准备	138
5.2.3	开工条件确认内容	139
5.2.4	开工操作	140
5.2.5	开工后的工作	142
5.2.6	开工注意事项	142
5.2.7	开工事故处理预案	143
5.3	脱硫系统开工操作	146
5.3.1	开工的前提条件	146
5.3.2	开工准备	147
5.3.3	开工操作	147
5.4	硫铵系统开工操作	151
5.4.1	开工的前提条件	151
5.4.2	开工准备	151
5.4.3	硫铵系统开工操作	152
5.4.4	氨水蒸馏系统开工操作	154
5.4.5	开工后的工作	154
5.5	终冷洗苯系统开工操作	155
5.5.1	开工的前提条件	155

5.5.2	开工准备	156
5.5.3	开工操作	156
5.5.4	开工后的工作	157
5.5.5	开工事故处理预案	157
5.6	粗苯蒸馏系统开工操作	158
5.6.1	开工的前提条件	158
5.6.2	开工准备	158
5.6.3	开工操作	159
5.6.4	开工注意事项	163
5.6.5	开工事故处理预案	163
5.7	油库系统开工操作	166
5.7.1	开工的前提条件	166
5.7.2	开工准备	167
5.7.3	开工操作	167
5.7.4	开工注意事项	168
6	煤气储配站煤气柜开工调试及安全操作	169
6.1	煤气储配站联动试运转操作	169
6.1.1	干式气柜开工准备	169
6.1.2	密封油	172
6.1.3	装配重块	173
6.1.4	循环油泵站的启动	173
6.1.5	空气调试	178
6.1.6	气密性试验	179
6.2	曼型稀油密封干式煤气柜生产操作	180
6.2.1	曼型稀油密封干式煤气柜简介	180
6.2.2	生产操作	185
6.2.3	故障处理	189
6.2.4	曼型稀油密封干式储气罐的竣工验收与 置换投产	194

6.2.5 安全生产注意事项	196
6.3 湿式煤气柜的工作原理及操作	204
6.3.1 工作原理	204
6.3.2 开车、停车操作	205
6.3.3 置换操作	205
6.3.4 常见事故的预防	206
7 焦炉煤气净化各系统生产操作	208
7.1 冷凝鼓风系统生产操作	208
7.1.1 岗位操作	208
7.1.2 安全技术规程	219
7.1.3 设备维护保养规程	220
7.2 脱硫系统生产操作	224
7.2.1 岗位操作	224
7.2.2 安全技术规程	230
7.2.3 设备维护保养规程	231
7.3 硫铵系统生产操作	233
7.3.1 岗位操作	233
7.3.2 安全技术规程	242
7.3.3 设备维护保养规程	243
7.4 终冷洗苯系统生产操作	247
7.4.1 岗位操作	247
7.4.2 安全技术规程	251
7.4.3 设备维护保养规程	251
7.5 煤气净化粗苯蒸馏系统生产操作	252
7.5.1 岗位操作	252
7.5.2 安全技术规程	259
7.5.3 设备维护保养规程	260
7.6 油库系统生产操作	264
7.6.1 岗位操作	264

7.6.2	安全技术规程	270
7.6.3	设备维护保养	270
7.7	煤气净化循环水系统生产操作	274
7.7.1	岗位操作	274
7.7.2	安全技术规程	284
7.7.3	设备维护保养	285
7.8	煤气净化系统工艺技术参数	287
7.9	COG 脱硫 HPF 法操作经验	293
7.9.1	脱硫工艺简介	293
7.9.2	HPF 脱硫工艺实践操作参数	294
7.9.3	HPF 脱硫机理	294
7.9.4	操作工艺条件分析	296
8	煤气生产安全控制	298
8.1	防火防爆	298
8.1.1	燃烧着火	298
8.1.2	防静电	299
8.1.3	爆炸	299
8.1.4	火灾爆炸危险性分类	302
8.1.5	防火防爆措施	303
8.1.6	消防灭火	307
8.2	煤气厂炼焦车间煤气使用安全规则	311
8.2.1	煤气防爆	311
8.2.2	煤气防中毒	312
8.2.3	煤气设施的安全操作与检修规则	314
8.2.4	焦炉加热用煤气操作规定	315
8.3	煤气净化安全规则	317
8.3.1	安全通用规则	317
8.3.2	各工序安全规则	320
8.3.3	煤气使用安全操作规则	323

8.3.4 安全防火规则	328
8.4 安全教育与安全管理原则	330
8.4.1 安全教育	330
8.4.2 安全理念	331
8.4.3 安全管理原则	332
8.5 焦炉煤气净化回收产品的储运	332
8.5.1 可燃液体储罐设置规定	332
8.5.2 可燃液体的装卸	333
8.5.3 油品储运事故与预防	334
8.5.4 油库的操作与管理	335
附录：部分国家标准目录	336
参考文献	337

1 焦炉煤气净化概述

1.1 煤气生产概述

焦炉煤气净化系统也称为炼焦化学产品回收系统。所谓炼焦化学就是研究以煤为原料，经高温干馏（900 ~ 1050℃）获得焦炭和荒煤气（或称粗煤气），并将荒煤气经过冷却、洗涤净化及蒸馏等化工工艺处理，制取化学产品的工艺及技术的学科。荒煤气经过各种工艺技术处理制取化工产品（如焦油、粗苯、硫铵、硫黄）后的煤气称为净焦炉煤气。对荒煤气经工艺技术处理的过程称为煤气净化过程（系统）。

生产和经营炼焦化学产品的生产企业是炼焦化学工厂，也称为煤炭化学工厂。在我国钢铁联合企业中，焦炭和焦炉煤气是主要能源，占总能耗的60%以上，所以大部分焦化厂设在钢铁联合企业中，是钢铁联合企业的重要组成部分；另一部分焦化厂单独设置或设在化工部门，作民用燃料或化工原料。

煤料在焦炭炭化室内进行高温干馏时，煤质发生了一系列的物理化学变化。

装入煤在200℃以下蒸发表面水分，同时析出吸附在煤中的二氧化碳、甲烷等气体；当温度升高至250 ~ 300℃时，煤的大分子端部含氧化合物开始分解，生成二氧化碳、水和酚类（主要是高级酚）；当温度升至约500℃时，煤的大分子芳香族稠环化合物侧链断裂和分解，产生气体和液体，煤质软化熔融，形成气、固、液三相共存黏稠状的胶质体，并生成脂肪烃，同时释放出氢。

在600℃前从胶质层析出的和部分从半焦中析出的蒸汽和气

体称为初次分解产物，主要含有甲烷、二氧化碳、一氧化碳、化合水及初煤焦油（简称初焦油），氢含量很低。

初焦油主要的组成（质量分数）大致如下：

链烷烃 (脂肪烃)	烯烃	芳烃	酸性 物质	盐基类	树脂状 物质	其他
8.0%	2.8%	58.9%	12.1%	1.8%	14.4%	2%

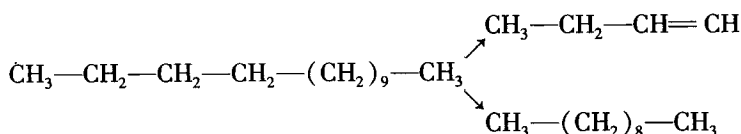
初焦油中芳烃主要有甲苯、二甲苯、甲基联苯、菲、蒽及其甲基同系物，酸性化合物多为甲酚和二甲酚，还有少量的三甲酚和甲基吡啶；链烷烃和烯烃皆为 C5 ~ C32 的化合物；盐基类主要是二甲基吡啶、甲基苯胺、甲基喹啉等。

炼焦过程析出的初次分解产物，约 80% 的产物是通过赤热的半焦及焦炭层和沿温度约 1000℃ 的炉墙到达炭化室顶部的，其余约 20% 的产物则通过温度一般不超过 400℃ 的两侧胶质层之间的煤料层逸出。

初次分解产物受高温作用，进一步热分解，称为二次裂解。通过赤热的焦炭和沿炭化室炉墙向上流动的气体 and 蒸汽，因受高温而发生环烷烃和烷烃的芳构化过程（生成芳香烃）并析出氢气，从而生成二次热裂解产物。这是一个不可逆反应过程，由此生成的化合物在炭化室顶部空间则不再发生变化。与此相反，由煤饼中心通过的挥发性产物，在炭化室顶部空间因受高温发生芳构化过程。因此炭化室顶部空间温度具有特殊意义，在炭化过程的大部分时间里此处温度为 800℃ 左右，大量的芳烃是在 700 ~ 800℃ 时生成的。

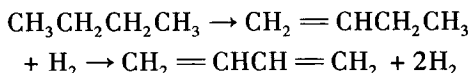
二次裂解时，碳氢化合物分子结构会发生如下几种变化：

(1) C—C 键断裂引起结构缩小反应。C—C 键断裂所需要的能量较低，先于 C—H 键断裂。烷烃 C—C 键在焦炭的催化作用下，约 350℃ 时断裂。在此反应中，较高分子的碳氢化合物裂解为低分子产物和形成较小的自由基。例如



烷烃裂解时，还可生成二烯烃或两个烯烃分子。

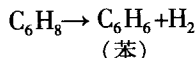
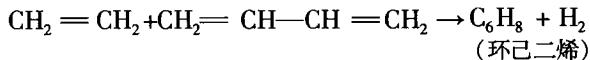
(2) C—H 键断裂引起脱氢反应。C—H 键发生裂解的温度在 400 ~ 550℃ 之间。饱和碳氢化合物裂解生成烯烃，同时析出氢气。例如



在 500℃ 时开始产生脱氢现象，至 650℃ 时氢的生成量已很多，高于 800℃ 时，烯烃产生二次裂解，如部分乙烯将裂解为甲烷、氢和碳。

(3) 按异构化进行的重排反应。在此类反应中，碳氢化合物裂解时产生的是复合异构化，即裂解的原始物质要受到异构化作用、环化作用及脱氢综合作用。而不是单纯的异构化（即氢-烃基团的互换）。

(4) 聚合、歧化、缩分引起的结构增大反应。高分子烷烃进行裂解所生成的烯烃与二烯烃及原料中的烯烃之间易进行反应，从而通过聚合或环化生成环烯烃类化合物，脱氢而得到芳香族化合物，例如



苯通过上述许多复杂反应和其他反应，煤气中的甲烷和重烃（主要为乙烯）的含量降低，氢的含量增高，煤气的密度变小，并形成一定量的氨、苯族烃、萘和蒽等。在炭化室顶部空间形成一定组成的焦炉煤气，通过上升管、桥管进入集气管汇聚，被鼓风机抽入煤气净化管道系统。

1.2 煤气净化的意义

煤气净化回收的炼焦化学产品在国民经济中占有重要的地位，炼焦化学工业是国民经济的一个重要部门，是钢铁联合企业的主要组成部分之一，是煤炭的综合利用工业。煤在炼焦时，除有 75% 左右变成焦炭外，还有 25% 左右生成多种化学产品及煤气。

来自焦炉的荒煤气，经冷却和用各种吸收剂处理后，可以提取出焦油、氨、萘、硫化氢、氰化氢及粗苯等化学产品，并得到净焦炉煤气。

氨可用于制取硫酸铵和无水氨。煤气中所含的氢可用于制造合成氨、合成甲醇、双氧水、环己烷等，合成氨可进一步制成尿素、硝酸铵和碳酸氢铵等化肥。煤气中所含的乙烯可用作制取乙醇和二氯乙烷的原料。

硫化氢是生产单质硫和元素硫的原料。氰化氢可用于制取黄血盐钠或黄血盐钾。同时，回收硫化氢和氰化氢对减轻大气和水质的污染，加强环境保护以及减轻设备腐蚀均具有重要意义。

粗苯和煤焦油都是组成很复杂的半成品，经精制加工后，可得到二硫化碳、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、古马隆、甲酚、萘、蒽和吡啶盐基及沥青等产品。这些产品具有极为广泛的用途，是塑料、合成纤维、染料、合成橡胶、医药、农药、耐辐射材料、耐高温材料以及国防工业的重要原料。

在钢铁联合企业中，经过回收化学产品的焦炉煤气是具有较高热值的冶金燃气，是钢铁生产中的重要燃料。焦炉煤气除满足钢铁生产自身需要外，其余部分经深度脱硫后，还可以供民用或送化学工厂用作合成原料气。

石油和天然气的化学加工和合成技术的发展，使炼焦化学产品市场竞争激烈，由于石油储量有限，开采量加大，按目前耗用速度，石油使用年限估计为几十年，而煤的使用年限估计