

**PRACTICAL HANDBOOK
OF COAL CHEMICAL
ACCIDENT DISPOSAL**

煤化工事故 处置实用手册

内蒙古公安消防总队◎编著

扫描随书二维码

可看

全部煤化工事故处置实战操法视频

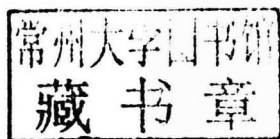


科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

煤化工事故处置实用手册

Practical Handbook of Coal Chemical Accident Disposal

内蒙古公安消防总队 编著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤化工事故处置实用手册 / 内蒙古公安消防总队编著. —北京: 科学技术文献出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5189-3764-6

I. ①煤… II. ①内… III. ①煤化工—事故处理—手册 IV. ①TQ53-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 011157 号

煤化工事故处置实用手册

策划编辑: 丁芳宇 责任编辑: 崔灵菲 李 晴 杨瑞萍 责任校对: 文 浩 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038

编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)

发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)

邮 购 部 (010) 58882873

官 方 网 址 www.stdp.com.cn

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司

版 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

字 数 315 千

印 张 16.75

书 号 ISBN 978-7-5189-3764-6

定 价 138.00 元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前言

Preface

煤化工是关乎国家能源发展战略的一项新技术、新工艺，是以煤为原料，经过物理化学反应，使煤转化为气体、液体、固体燃料，并生产出化工产品的工业，属于典型的政策驱动型产业。

煤化工分为传统煤化工和新型煤化工。传统煤化工已有 200 多年的发展史，主要涉及合成氨、甲醇、焦炭和电石等行业，目前这些行业高能耗、高污染，附加值低，产能过剩。新型煤化工主要指煤制天然气、煤制烯烃、煤制油、煤制乙二醇等，以生产清洁能源和可替代石油化工产品为主，其产品附加值高、市场缺口大，发展新型煤化工可以高效利用煤炭资源、优化能源结构、大规模补充国内石油供需缺口，在作为国家战略储备缓解能源安全问题、实现节能减排目标等方面，具有很强的战略意义和现实意义。

“十三五”以来，现代煤化工项目将进入升级示范和商业化开发阶段。我国煤化工企业园区主要分布在内蒙古、新疆、山西等煤炭资源丰富的地区。内蒙古依托煤炭资源优势，煤化工产业发展迅猛，正由“示范项目”向“示范基地”转变，产业化、规模化、集群化发展势头强劲。“十三五”期间，内蒙古将形成煤制油产能 350 万吨/年，煤制天然气产能 100 亿立方米/年，煤制烯烃产能 480 万吨/年，煤制乙二醇产能 180 万吨/年。

煤化工企业在生产过程中具有一定危险因素，主要是因为生产装置高大、集中，管线狭长、密集，工艺复杂、不稳，而且连锁反应性强，储罐集群、类别多、储量大，涉及危险化学品种类多，使用范围广，具有易燃、易爆、高温、高压、临氢、剧毒和腐蚀等危险因素。但是目前，国内并没有成形的煤化工防火设计规范和风险评估依据，特别是现代煤化工实际投产时间短，特有的煤粉、固液气并存的油煤浆、煤气化合成气等物料危险性大，本质安全缺陷，防控手段不足，缺乏足够的运行经验与事故案例的支撑，存在很多不确定因素。一旦发生火灾、爆炸、泄漏事故，危害极大，处置技术要求高，作战区域受限，内攻风险大，外攻灭火难，二次爆炸危险性大，有毒气体危及人身安全。

近年来，内蒙古相继发生了多起煤化工火灾事故，如 2009 年 4 月内蒙古鄂尔多斯市发生煤制油中间罐区爆炸起火、2014 年 3 月内蒙古赤峰市发生石脑油储罐爆炸起火、2016 年 8 月内蒙古锡林郭勒盟发生甲醇储罐爆炸起火，造成重大财产损失。

内蒙古公安消防总队作为本地灭火救援的主力军,除了加强对煤化工火灾事故的预防外,为了攻克煤化工灭火救援处置难题,特组织开展了课题研究,了解煤化工企业生产工艺流程和重要工艺参数,掌握火灾危险性、灾害事故特点和处置对策,有针对性地开展器材装备测试和实战演练,提升了灾害事故专业处置能力。

为认真总结、巩固和发展煤化工灭火救援技术课题研究成果,深化灭火救援理论研究,推广实战性、实用性的技战术,指导应急处置力量大力开展煤化工事故灭火救援针对性训练,全面提升煤化工事故灭火救援的攻坚克难能力,内蒙古公安消防总队组织专人编写了《煤化工事故处置实用手册》一书。全书分为煤化工发展趋势和产业布局、煤化工定义和主要工艺流程、煤化工生产装置和储罐概述、煤化工企业消防布局和消防设施、煤化工危险特性分析、煤化工事故分类及处置难点、煤化工事故处置应用计算、煤化工火灾事故灭火与应急救援处置、煤化工类型事故和主要装置事故处置对策、煤化工事故处置实战操法和附录,精选了煤化工事故灭火救援技术课题研究成果,收录了煤化工事故灭火救援训练操法。

本书由曹奇、于杰武、罗源任编委会主任,王晋忠、徐向东任编委会副主任,何宁、安卫东任编委会执行副主任,张斌、程向东、卫泽任编委会委员,庞集华、李大勇、冯晓光、蔡浩、刘潇宇、赵飞、赵克飞参加编审;曹奇任编写组组长,何宁、安卫东任副组长,卫泽任执行副组长,庞集华、程向东、赵海波、孟培林、郝海冰、赵利、王铮、廖其涛、张泽参加编写。其中,第一章由何宁、程向东编写,第二章由庞集华、孟培林编写,第三章由卫泽、赵海波编写,第四章由何宁、庞集华、孟培林、李大勇编写,第五章由程向东、孟培林、赵海波编写,第六章由何宁、孟培林、郝海冰编写,第七章由卫泽、赵海波、赵利编写,第八章由卫泽、孟培林、赵利、李大勇编写,第九章由何宁、卫泽、赵利编写,第十章由卫泽、郝海冰、廖其涛编写,附录由赵海波、廖其涛、张泽编写。

本书主要用于资料查询、业务培训、操法训练和实战演练,并可用于指导煤化工事故灭火救援。为解决煤化工事故灭火救援这一世界性难题开辟新思路、拓展新途径、提供新方法,对于提升公安消防部队、煤化工企业及微型消防站、专制消防队煤化工事故防控水平和灭火救援战斗力将起到积极的推动作用。由于事故现场情况复杂,本书仅供学习借鉴,非强制性规程使用过程中可结合实际灾情、客观环境、作战实力等情况,正确理解并合理利用。由于时间仓促,水平有限,不当之处,恳请批评指正。

编者

2018年1月

目 录

Contents

第一章 煤化工发展趋势和产业布局.....	1
第一节 国内煤化工发展趋势和产业布局.....	1
第二节 内蒙古煤化工发展现状趋势和布局.....	3
第二章 煤化工定义和主要工艺流程.....	5
第一节 煤化工的基本概念.....	5
第二节 传统煤化工和现代煤化工.....	6
第三节 煤化工主要工艺流程.....	8
第三章 煤化工生产装置和储罐概述.....	13
第一节 煤化工主要生产装置概述.....	13
第二节 煤化工主要储罐概述.....	45
第四章 煤化工企业消防布局和消防设施.....	57
第一节 煤化工企业消防队站.....	57
第二节 消防水源.....	58
第三节 消防设施.....	60
第四节 煤化工企业交底箱.....	62
第五章 煤化工危险特性分析.....	65
第一节 煤化工危险特性概述.....	65
第二节 主要物料危险特性分析.....	67
第三节 主要装置危险特性分析.....	75
第四节 储运设施危险特性分析.....	86

第六章 煤化工事故分类及处置难点	94
第一节 煤化工事故分类	94
第二节 煤化工事故处置难点	102
第七章 煤化工事故处置应用计算	105
第一节 储罐区消防用水量计算	105
第二节 泡沫灭火剂用量计算	108
第三节 干粉灭火剂用量计算	112
第四节 水枪（炮）有关计算	113
第五节 可燃液体燃烧数值计算	117
第八章 煤化工火灾事故灭火与应急救援处置	119
第一节 煤化工事故处置基本原则和任务	119
第二节 煤化工事故响应等级划分	120
第三节 煤化工事故处置消防力量作战编成	121
第四节 煤化工事故处置基本程序	127
第五节 煤化工生产装置区灾害事故处置要点	133
第六节 煤化工储罐区灾害事故处置要点	142
第九章 煤化工类型事故和主要装置事故处置对策	152
第一节 煤化工类型事故处置要点	152
第二节 煤化工主要装置常见灾害事故处置要点	161
第三节 煤化工主要储罐事故处置要点	169
第十章 煤化工事故处置实战操法	186
第一节 工艺处置实战操法	186
第二节 消防处置实战操法	190
附录 1 煤化工主要危险品名录	224
附录 2 煤化工常用词汇和缩写中英文对照	255
附录 3 化学事故应急救援单位联系方式	259



第一章

煤化工发展趋势和产业布局

近年来，煤化工行业发展势头迅猛，已由“示范项目”向“示范基地”转变，并由最初的“粗放型传统煤化工”向“集成型现代煤化工”转型，国内一批现代煤化工项目在上世界上已处于领先地位。本章主要介绍国内和内蒙古自治区的煤化工发展趋势和产业布局。

第一节 国内煤化工发展趋势和产业布局

在我国能源探明储量中，煤炭占 94.0%、石油占 5.4%、天然气占 0.6%，呈现鲜明的“富煤、贫油、少气”资源特点，决定了我国以煤为主的能源格局将长期占据主导地位。煤化工的发展主要受“煤和水”两种资源分布的影响。我国煤炭资源分布是西多东少，北部集中、南部分散。目前，探明煤炭储量前 6 位的省（市、自治区）依次为：山西、内蒙古、陕西、新疆、贵州、宁夏。“三西”地区（山西、陕西、蒙西）集中了我国煤炭储量的 60%。但我国水资源和煤炭资源呈逆向分布，使得水资源成了制约煤化工产业发展的最重要因素。根据煤炭和水资源分布，国家将重点布局六大煤化工产业基地：内蒙古 2 个、新疆 2 个、宁夏和陕西各 1 个，大部分为水资源匮乏地区。目前，国内沿海地区和南部省市利用水资源丰富的优势，从国外进口煤炭资源，逐步发展煤化工产业。

进入 21 世纪以后，随着世界石油资源不断减少，煤炭储量巨大，作为可替代石油的资源越来越受到重视，煤化工有着非常广阔的前景。我国现代煤化工项目主要集中在内蒙古、新疆、山西、陕西、宁夏、河南、安徽、云南、贵州等省（市、自治区），产业发展的园区化、基地化格局初步形成。目前，已经初具规模的煤化工基地主要有鄂尔多斯煤化工基地、宁东能源化工基地、陕北煤化工基地，以及新疆的准东、伊犁等煤化工基地（图 1.1）。这些现代煤化工基地大都建设在煤炭资源地，上下游产业延伸发展，

部分实现了与石化、电力等产业多联产发展，向园区化、基地化、大型化方向发展，产业集聚优势得到了充分发挥，为“十三五”发展打下了较好的基础（表 1.1）。

表 1.1 国内重点发展的现代煤化工产业基地

布局地区	布局内容
能源金三角 (蒙西、陕北、宁东)	依托该地区大型煤炭基地建设，形成若干煤化工深加工园区，以煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制芳烃为龙头，合理规划下游深加工产品方案，建设具有竞争力的煤基化工原料及合成材料项目
新疆准东和伊犁地区	合理布局煤制天然气和煤制烯烃项目，同步建设外输油气管线，形成适度规模的煤基燃料替代能力
蒙东地区	重点开展大规模低阶煤提质、建设煤制烯烃、煤制天然气等示范项目
云贵地区	利用当地丰富的褐煤、水资源建设煤制油等项目，支持当地经济发展，解决成品油、天然气长期依靠外调问题
其他地区 (山西、河南、安徽、甘肃等)	靠近煤炭运输主干管网或靠近消费中心的地区，结合炼油、石化基地，可少量布局煤制油、煤制烯烃、煤制气和煤制乙二醇项目

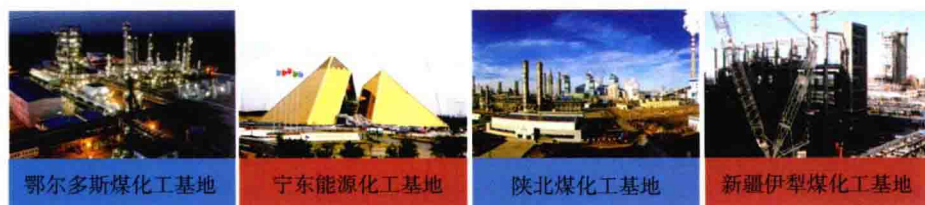


图 1.1 全国四大煤化工基地

“十二五”时期，在石油需求快速攀升和国家油价居高背景下，我国以石油替代产品为主要方向的现代煤化工，随着一批示范工程的建成投产，快速步入了产业化轨道，产业规模快速增长；技术创新取得重大突破，攻克了大型先进的煤气化、煤液化、煤制烯烃、煤制乙二醇等一大批技术难题，开发了一大批大型装置；随着四大煤化工基地的发展，园区化、基地化格局初步形成；技术创新和产业化均走在了世界前列，现代煤化工已经成为我国石化学工业“十二五”发展的亮点之一。其中，煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇等项目技术逐步成熟。截至 2015 年年底，我国投入运行的煤制油产能 258 万吨/年，煤炭转化能力约 900 万吨；煤制天然气产能 31 亿立方米/年，

煤炭转化能力约 1400 万吨；煤制烯烃产能 404 万吨/年（不包括甲醇制烯烃），煤炭转化能力约 1700 万吨；煤制乙二醇产能约 160 万吨/年，煤炭转化能力约 287 万吨。

“十三五”是我国石油和化学工业由大国向强国跨越的重要时期，国家已经明确“十三五”期间，将严格控制产能过剩的传统煤化工规模，重点发展以煤基石油替代品为代表的现代煤化工，煤化工项目将进入升级示范和商业化开发阶段。预计到 2020 年，将实现煤制油产能 1200 万吨/年，煤制天然气产能 200 亿立方米/年，煤制烯烃产能 1600 万吨/年，煤制芳烃产能 100 万吨/年，煤制乙二醇产能 800 万吨/年（图 1.2）。

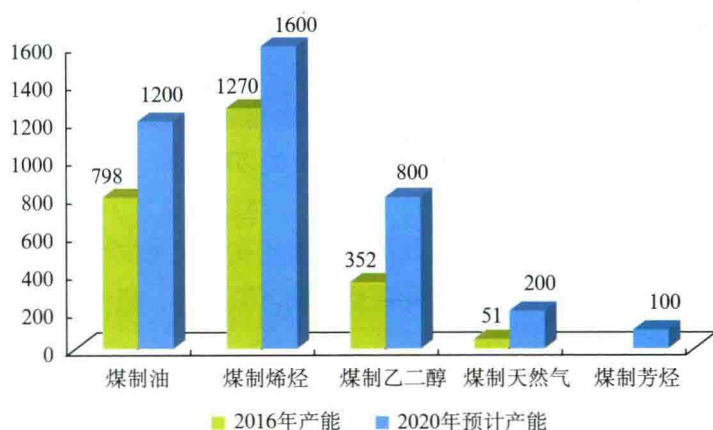


图 1.2 “十三五”时期煤化工发展规划

第二节 内蒙古煤化工发展现状趋势和布局

内蒙古煤化工行业已经走在了世界发展的前沿，而这些项目就是构建现代煤化工生产示范基地的先锋队，一批新型煤化工项目处于国内外领先地位。例如，神华 108 万吨煤直接液化项目，采用了自主研发的世界上第一套煤直接液化的工业化装置；包头神华煤制烯烃 60 万吨项目（图 1.3）是世界首套煤制烯烃工业化示范装置；通辽金煤化工建设了世界首套 20 万吨煤制乙二醇生产线等。内蒙古各盟、市、地区均建有煤化工企业，主要集中在鄂尔多斯市和乌海市等地区。煤制油、煤制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇、煤制二甲醚等国家“五大示范工程”全部落户内蒙古。内蒙古煤化工产业正由“示范项目”向“示范基地”转变，产业化、规模化、集群化发展势头强劲。2016 年，内蒙古全区已形成 142 万吨煤制油、286 万吨煤制烯烃、50 万吨煤制乙二醇、17 亿立方米煤制天然气生产能力，围绕煤炭加工利用开发出的专利技术已有 100 多项。



图 1.3 世界首套煤制烯烃 60 万吨项目

目前，内蒙古推进现代煤化工产业发展的重点正在悄然发生转变，从打造国家级现代煤化工示范单个项目，转变为走集群化道路并向下游延伸，集中力量打造国家级现代煤化工示范基地。

“十三五”期间，内蒙古将形成以煤制油、煤制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇等为主的国家新型煤化工产业示范工程集群，构建起更加成熟稳定的循环经济产业链条。“十三五”期间，内蒙古地区煤制气在建项目 3 个，拟建项目 6 个；煤制烯烃在建项目 3 个，拟建项目 2 个；煤制油在建项目 2 个，拟建项目 1 个；煤制乙二醇在建项目 3 个，拟建项目 12 个。

2016 年煤化工产能对比，如表 1.2 所示。

表 1.2 2016 年煤化工产能对比

项目	全国产能	内蒙古产能	占比
煤制烯烃	1270 万吨	286 万吨	22.5%
煤制油	798 万吨	142 万吨	17.7%
煤制乙二醇	352 万吨	50 万吨	14.2%
煤制天然气	51 亿立方米	17 亿立方米	33.3%

第二章

煤化工定义和主要工艺流程

本章主要从煤气化、煤液化、煤焦化、煤电化 4 种不同形式介绍传统煤化工和现代煤化工的基本概念和主要工艺流程。

第一节 煤化工的基本概念

煤化工是以煤为原料，经过物理化学反应，使煤转化为气体、液体、固体 3 种形态的燃料和化学产品的工业生产过程，主要包括煤的气化、液化、干馏，以及焦油加工和电石乙炔化工等。

煤中有机质的化学结构，是以芳香族为主的稠环为核心单元，并带有各种官能团的大分子结构。煤化工的基本原理是通过将煤热加工和催化加工，获得固体产品，如焦炭和半焦，同时还可以得到大量的煤气（包括合成气），以及具有经济价值的化学品和液体燃料。此外，也可以通过部分氧化的方法得到合成气，再加工成其他化学品。因此，煤化工的发展包含着能源和化学品生产两个重要方面，两者相辅相成。

煤气化是一个热化学过程，是以煤或煤焦为原料，以氧气（空气、富氧或纯氧）、水蒸气或氢气等作气化剂，在高温条件下通过化学反应将煤或煤焦中的可燃部分转化为气体燃料或下游原料的过程。煤气化技术是现代煤化工的龙头技术、关键技术。

煤液化是把固体煤炭通过化学加工过程，使其转化成为液体燃料、化工原料和产品的先进洁净煤技术。根据不同的加工路线，煤炭液化可分为直接液化和间接液化两大类，煤的液化属于化学变化。煤直接液化是指煤在高温、高压、氢气和催化剂作用下，通过加氢裂化，使煤直接转变为液体燃料的过程。裂化是一种使烃类分子分裂为几个较小分子的反应过程。因为煤直接液化过程主要采用加氢手段，故又称煤的加氢液化法。煤间接液化是以煤为原料，先通过气化制成合成气，然后通过催化剂作用将合成气转化成烃类燃料、醇类燃料和化学品的过程。

煤干馏是指煤在隔绝空气条件下加热、分解，生成焦炭(或半焦)、煤焦油、粗苯、煤气等产物的过程。按加热终温的不同，可分为3种：900～1100℃为高温干馏，即焦化；700～900℃为中温干馏；500～600℃为低温干馏。

焦油加工是将煤经过高温干馏过程得到的复杂组成煤焦油，通过化学及物理加工，分离成化工、能源等产品的过程。国内煤焦油加工产品主要是酚类、萘、洗油、粗蒽、沥青等。

电石乙炔化工是指焦炭和生石灰在高强电能作用下，合成电石、生成乙炔气体的过程。

第二节 传统煤化工和现代煤化工

由于煤化工发展的时间比较长、范围广、产品多，因此，一些学者和企业习惯把煤化工分成“传统煤化工”和“现代煤化工”两类。

一、传统煤化工

传统煤化工是指煤焦化、煤电化等，主要生产合成氨、甲醇、焦炭及焦油深加工和电石等产品。传统煤化工是我国国民经济的支柱产业，涉及农业、钢铁、轻工和建材等相关工业，已趋于成熟，基本属于粗放型发展，产品产能严重过剩，资源和能源消耗较大(图2.1)。



图 2.1 国内某传统煤化工煤制油企业

二、现代煤化工

现代煤化工是指煤制油、煤制烯烃、煤制芳烃、煤制天然气、煤制乙二醇等，主要生产燃油、甲醇、二甲醚、乙烯、聚乙烯等石油和其他化工产品。现代煤化工具有装置规模大、技术集成高、煤炭资源利用率高、优化能源结构等特点，在石油价格波动起伏、总体攀升的情况下，已成为部分国家特别是中国应对石油危机的重要对策，可以有效补充国内石油供需缺口，缓解能源安全问题（图 2.2）。



图 2.2 国内某现代煤化工煤制油企业

三、两类煤化工的交融

实际上，传统煤化工和现代煤化工在发展过程中是互相交融的（图 2.3），典型的问题是“分质利用”，就是利用传统煤化工的中低温焦化产生的 3 种气、液、固产品，后续进行现代煤化工的加工。例如，宁夏宝丰集团有限公司将建设 400 万吨 / 年焦炭气化生产线。



图 2.3 国内某传统煤化工与现代煤化工交融企业

第三节 煤化工主要工艺流程

传统煤化工主要是指以乙炔为主要中间介质生产氯乙烯等产品的煤电化工艺和以煤为原料,经过高温干馏生产焦炭、焦油等产品的煤焦化工艺。现代煤化工主要有煤液化和煤气化两种工艺。

一、煤化工总体工艺流程

煤化工根据产品的不同,按工艺分为煤电化、煤焦化、煤液化、煤气化4种形式(图2.4)。

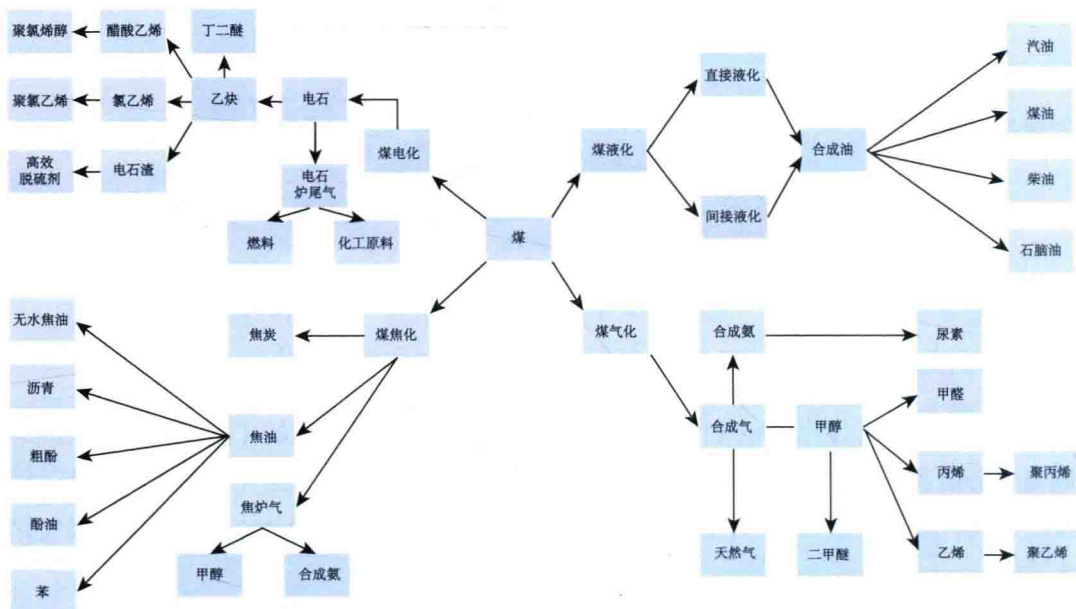


图 2.4 煤化工总体工艺流程

二、煤焦化主要工艺流程

煤焦化工艺主要有煤洗选车间、配煤车间、焦化车间、煤气净化车间、焦油加工车间等常见工段,随着下游产品的深加工,还有焦炉煤气制甲醇、合成氨等。

主要生产工艺(以捣固焦为例,目前国内主要工艺):原料煤经过破碎,根据配煤实验确定的配比进行粉碎,混合均匀送入煤塔。摇动给料器将煤塔内的煤粉装入捣固装煤车的煤箱内,将煤捣固成煤饼,由捣固装煤车按作业计划送入炭化室内,煤饼在炭化室内经过一个结焦周期的高温干馏炼制成焦炭和荒煤气,焦炭通过熄焦、晾晒等工艺

后出售。荒煤气经过氨水冷凝后进入离心机油水分离，脱水后的焦油经过精馏、洗涤等工艺后，得到轻油、粗酚、工业萘、洗油、甲基萘油、一蒎油、二蒎油和沥青等工业产品。荒煤气进入净化车间通过脱硫、脱氨、脱苯等工艺再进入甲醇厂进一步脱萘、脱油、脱硫后，形成净化的焦炉煤气。净化的焦炉煤气可以继续进行深加工，合成甲醇、氨等（图 2.5）。

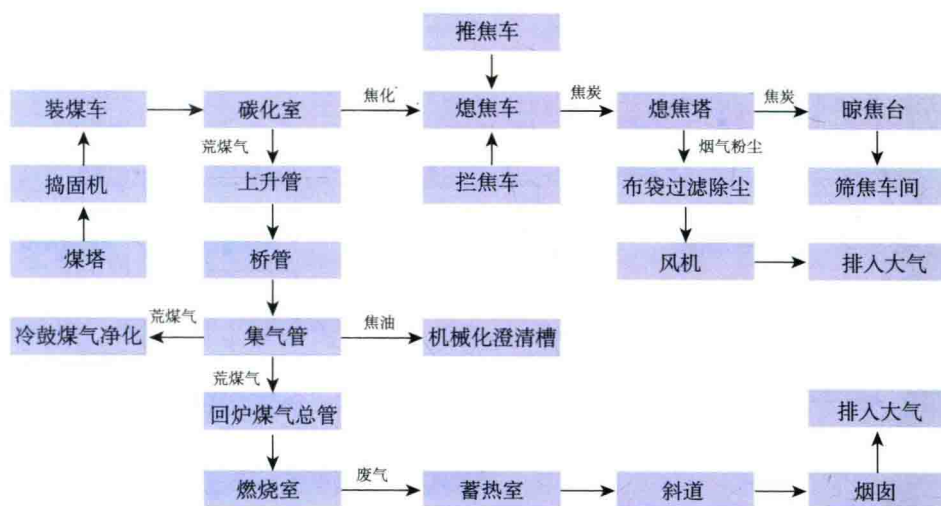


图 2.5 煤焦化工艺流程

三、煤电化主要工艺流程

煤电化是采用电热法生产电石，即生石灰和含碳原料（焦炭、无烟煤或石油焦）在开放或密闭的电炉中，电弧和电阻所产生的热把炉料加热至 $1900 \sim 2200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，依靠电弧高温熔化反应而生成电石。反应式： $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ 。电石送入乙炔制备车间制成乙炔，乙炔与氯化氢反应生成氯乙烯，氯乙烯聚合生成产品聚氯乙烯。电石反应中生成的尾气（主要成分为 CO ）排出后放空或再利用（图 2.6）。

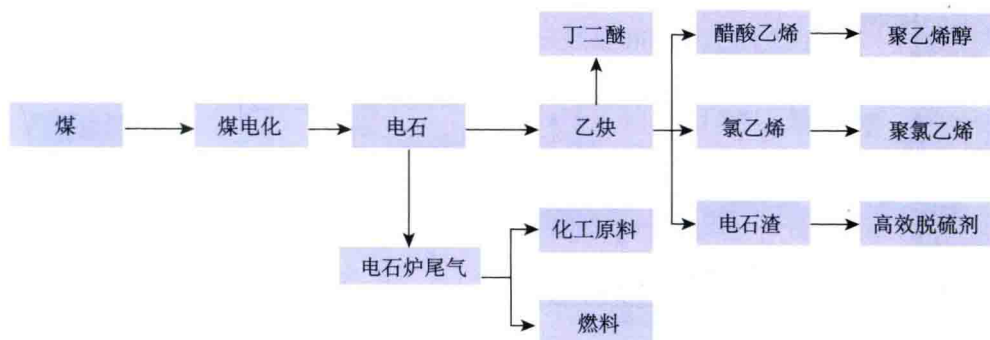


图 2.6 煤电化工艺流程

四、煤液化主要工艺流程

(一) 煤直接液化

原煤加工成所需煤粉，煤粉、溶剂油和催化剂混合制成油煤浆，油煤浆和煤制氢装置产生的氢气送入煤液化装置进行煤直接液化。液化后的粗油不断加氢提纯，经过加氢稳定、加氢改制、轻烃回收等装置生产出所需要的油品（图 2.7）。

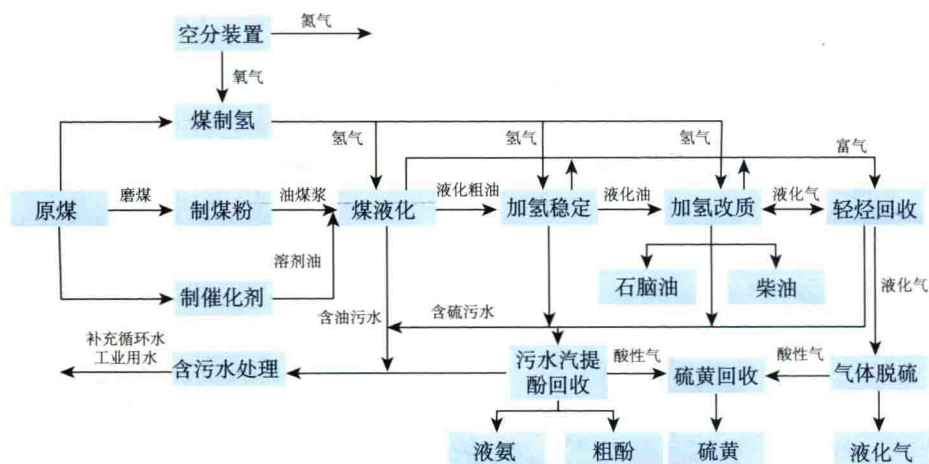


图 2.7 煤直接液化工艺流程

(二) 煤间接液化

煤间接液化是指煤气化生成合成气，合成气再合成油品的过程。原煤经过磨煤、干燥制成所需要的煤粉，煤粉经煤气化装置生成合成气，送入费托合成装置（采用费托合成工艺的装置），在一定工艺条件下，利用催化剂将合成气转化为合成油品，合成油品再加工生产出所需油品（图 2.8）。

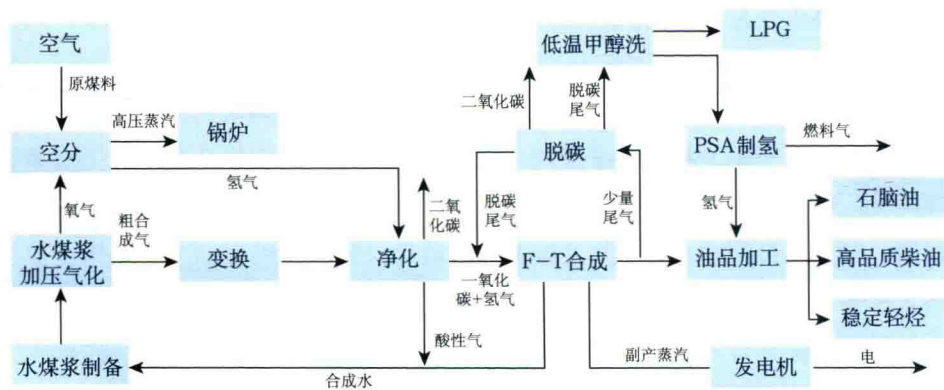


图 2.8 煤间接液化工艺流程