

XIANDAI JIAOHUA ZONGHE SHIGONG JISHU

— 现代焦化综合施工技术 —

河北省安装工程有限公司 编著

非
外
借

中国建筑工程出版社

现代焦化综合施工技术

河北省安装工程有限公司 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代焦化综合施工技术/河北省安装工程有限公司编著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-112-20665-0

I. ①现… II. ①河… III. ①焦化装置-建筑安装-工程施工
IV. ①TE963

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 080091 号

本书在众多工程技术人员实践总结的基础上编写而成, 全书从焦化综述、建筑施工、安装施工三个方面对焦化设备、施工方法、控制要点、技术要求等进行描述, 内容翔实, 实用性强, 对同类工程施工和现场管理能够起到一定的借鉴作用, 也可为焦化行业建设的施工组织提供参考。

责任编辑: 张 磊
责任设计: 李志立
责任校对: 焦 乐 李美娜

现代焦化综合施工技术 河北省安装工程有限公司 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销
北京科地亚盟排版公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 39 $\frac{1}{4}$ 插页: 1 字数: 973 千字

2017年9月第一版 2017年9月第一次印刷

定价: 96.00 元

ISBN 978-7-112-20665-0
(30264)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《现代焦化综合施工技术》

审定委员会

主任：张国友

副主任：张 玮 贺广利

委员：张照云 范曙光 高振业 郝增利 杨卫东
常书中 李英辉 周占良 张国永 王福利
刘 宝 王中年 祝立辉 赵银森 裴大兴
吴国力 罗小平 张 煜 李东升 申知瑕
邓瑞军

编写委员会

主 编：贺广利

副主编：郭建昭 米彦宾 周玉前 强栓榜 贾荣杰
王树明 张 煜 申知瑕

编 委 (以姓氏笔画为序)：

于卫强 王 超 王建军 王战永 王桂森
王宾辉 牛义宾 石祥玲 卢立江 史巧娜
兰锁才 任秀军 刘文宣 刘全甲 汤立勇
李 静 李云波 李建生 李朝阳 杨 鑫
杨振祖 吴 皓 谷京虎 谷京波 张 仲
张 亮 张广亮 张国红 陈旭东 陈雪江
武志鹏 尚增军 金耀青 郑素辰 赵力战
赵立友 郝国荣 胡国平 饶 强 顾晓飞
高 义 陶宗泽 尉益会 董胜利 翟英强
魏占勇

排 版：郝国荣

序

我国的炼焦行业经历了从小到大、由弱到强的发展历程，新中国成立之初，中国的焦炭产量仅为 52.5 万吨。1958 年，随着我国自行设计和建造的第一座 58 型焦炉在北京焦化厂的成功投产，标志着我国炼焦工业进入了一个崭新的历史发展阶段，焦炭产量和质量逐年递增。1991 年我国的焦炭产量跃居世界第一，2000 年中国焦炭出口量占到世界焦炭贸易量的 60%，2014 年我国焦炭产量达到 4.77 亿吨，中国已经真正成为世界最大的焦炭生产国。

随着焦化技术的快速发展，新建焦炉规模越来越大，焦炉炉型不断改进，炭化室高度从 4.3m、6.0m 发展到 7.63m、8.65m，单个炭化室容积从 25m³、40m³ 发展到 50m³、80m³，焦炭产能越来越大。伴随国家经济发展进入新常态，以及环保、节能力度的逐步加大，促使焦化行业在焦油深加工、炭黑、苯加氢，焦炉气制甲醇、二甲醚、合成氨、制氢、天然气等方面加大了研发力度，技术不断创新，出现了许多新的投资热点，循环经济项目得到了快速发展。

焦化投资规模的增大和技术更新改造项目的增加，给焦化行业带来了新的发展机遇，并在施工组织方式上发生了改变，逐步出现了以设计为主的工程总承包、以设备厂家为主的工程总承包和以施工单位为主的施工总承包等形式。随着建设速度和施工质量要求的不断提高，焦化工程建设单纯追求施工费用最低的中标方式将逐步被工程建设的质量效益所取代，因此，对施工单位的选择将更加严格，更加突出业绩和施工管理能力。《现代焦化工程综合施工技术》一书是在众多工程技术人员实践总结的基础上编制而成的，全书从焦化综述、建筑施工、安装施工等三个方面对焦化设备、施工方法、控制要点、技术要求等进行描述，内容翔实，实用性强，对同类工程施工和现场管理能够起到一定的借鉴作用，也可为焦化行业建设的施工组织提供参考。

中国炼焦行业协会会



前 言

中国炼焦行业经过了从无到有、从弱到强的发展历程，并为中国钢铁工业的发展奠定了基础。随着国家环保要求的逐步加大和科研水平的不断提高，炼焦工艺得到了长足发展，新一代环保型焦炉相继出现，推动了炼焦行业向现代化、清洁化、资源化方向的迈进，也带动了炼焦伴生煤气下游产品的研究和开发。

焦化行业的快速发展，对项目的投资方式、组织方式、施工方式也提出了更高的要求，为了更好地适应现代焦化工程的施工特点，为工程技术人员提供一套有针对性的施工参考资料，河北省安装工程有限公司组织编写了《现代焦化综合施工技术》一书。全书包括综述篇、建筑篇、安装篇等三个部分。本书的内容以现行国家、行业标准为依据，以国内炼焦行业发展为背景，以满足工程施工为需要，汇总多年焦化工程的施工经验和专业知识，由众多工程技术人员编写完成，对焦化工程施工具有一定的指导性和借鉴性。

本书在编写过程中得到了多家焦化企业、设计院，以及多位行业专家的支持和帮助，在此深表感谢！

由于编写水平有限，书中难免会有一些错误、遗漏和欠妥之处，敬请读者给予批评指正。

目 录

第一篇 综述篇

第一章 炼焦行业发展概述	3
第二章 焦化生产工艺及设备	6
第一节 概述	6
第二节 备煤系统	6
第三节 炼焦系统	7
第四节 焦处理系统	8
第五节 净化回收系统	9
第六节 除尘系统	11
第七节 动力和控制系统	11
第三章 焦化工程建设与施工组织	13
第一节 概述	13
第二节 工程施工组织形式	16
第三节 施工管理要求及配合	17
第四节 系统优化与成本控制	20
第五节 焦化工程施工质量管理	22
第六节 施工技术管理	30
第七节 焦化工程材料管理	35
第八节 焦化工程施工工期控制	39
第九节 焦化工程施工安全管理	43
第十节 焦化施工所需的技术标准	45

第二篇 建筑篇

第四章 概述	51
第一节 焦化工程各单元建筑形式及构造	51
第二节 焦化工程土建施工难点与特点	52
第三节 焦化工程土建施工质量控制要点	53
第四节 焦化工程土建施工组织	55
第五章 工程测量	56
第一节 概述	56
第二节 施工控制网测量	57
第三节 装置区建、构筑物测量	59
第四节 特殊部位测量及沉降观测	66

第五节 测量记录	68
第六章 地基与基础施工	69
第一节 概述	69
第二节 桩基工程	69
第三节 基坑工程	73
第四节 地基处理	76
第七章 备煤系统施工	79
第一节 概述	79
第二节 储配煤仓施工	81
第三节 受料坑施工	86
第四节 通廊及转运站施工	95
第五节 翻车机基础施工	106
第六节 原料场施工	116
第八章 炼焦系统施工	120
第一节 概述	120
第二节 焦炉系统施工部署	121
第三节 焦炉土建施工	122
第四节 煤塔施工	133
第五节 烟囱及烟道施工	137
第九章 熄焦系统施工	144
第一节 概述	144
第二节 主要施工工艺	144
第十章 筛储焦系统施工	158
第一节 概述	158
第二节 筛储焦楼施工	158
第十一章 化产系统土建施工	164
第一节 概述	164
第二节 施工部署	166
第三节 初冷器基础施工	166
第四节 鼓风机房和基础施工	167
第五节 硫铵厂房及仓库施工	176
第六节 脱硫厂房施工	185
第七节 净化回收设备基础施工	185
第十二章 酚氰污水系统施工	188
第一节 概述	188
第二节 水池等构筑物施工	189
第三节 加药间防腐施工	197
第四节 水池盛水试验及沉降观测	200
第五节 质量安全注意事项	201

第十三章 公辅系统施工	203
第一节 概述	203
第二节 凉水塔施工	204
第三节 循环水泵房	206
第四节 制冷站施工	208
第五节 变配电室及控制室	210
第六节 外管廊基础	211
第七节 厂区道路	213

第三篇 安 装 篇

第十四章 概述	221
第一节 焦化安装工程施工特点	221
第二节 施工质量控制要点	221
第三节 安装工程一般要求	221
第四节 特种设备施工	225
第五节 安装工程的施工组织	226
第十五章 备煤设备安装	228
第一节 概述	228
第二节 装卸设备安装	229
第三节 输送设备安装	268
第四节 破碎设备施工	280
第十六章 炼焦系统安装	285
第一节 概述	285
第二节 护炉铁件安装	290
第三节 给煤及捣固设备安装	297
第四节 炉顶设备安装	299
第五节 焦炉机械安装	305
第六节 焦炉附属设备施工	341
第七节 炼焦系统管道施工	350
第十七章 熄焦系统安装	354
第一节 概述	354
第二节 湿法熄焦	355
第三节 干熄焦设备施工	356
第四节 筛贮焦设备	404
第十八章 冷凝鼓风机系统安装	412
第一节 概述	412
第二节 初冷器及平台制安	412
第三节 电捕焦油器制安	420
第四节 煤气鼓风机安装	424

第五节	机械化氨水澄清槽制安	434
第六节	储罐制安	436
第七节	鼓冷区煤气管道制安	438
第八节	冷鼓工段工艺管道制安	441
第十九章	脱硫	445
第一节	概述	445
第二节	干式脱硫塔制作安装	445
第三节	湿法脱硫	449
第四节	脱硫制酸	465
第二十章	蒸氨	467
第一节	概述	467
第二节	设备与管道安装	467
第二十一章	硫铵设备及管道	473
第一节	概述	473
第二节	设备安装	473
第三节	硫铵管道安装	478
第二十二章	终冷洗苯	483
第一节	概述	483
第二节	终冷器制安	484
第三节	终冷塔、洗苯塔制安	484
第二十三章	粗苯回收	491
第一节	概述	491
第二节	设备制造安装	491
第二十四章	酚氰污水	499
第一节	概述	499
第二节	预处理	499
第三节	生化处理	501
第四节	深度处理	504
第五节	污泥处理	507
第六节	酚氰污水管道安装	510
第二十五章	除尘系统	516
第一节	概述	516
第二节	除尘器安装	516
第三节	装煤、推焦除尘系统安装	526
第四节	环境、筛焦除尘安装	531
第五节	熄焦除尘安装	532
第二十六章	电气及自控系统安装调试	535
第一节	概述	535
第二节	高、低压配电设备安装及调试	535

第三节 电力外线安装	538
第四节 防爆装置安装	546
第五节 系统接地	548
第六节 现场一次表安装调试	549
第七节 DCS 系统安装调试	555
第二十七章 厂区外线施工	559
第一节 概述	559
第二节 管架及桁架施工	559
第三节 工艺管道施工	563
第四节 地下管网施工	569
第二十八章 附属工程施工	577
第一节 概述	577
第二节 油库施工	577
第三节 循环水装置施工	593
第四节 制冷站施工	597
第二十九章 防腐与保温施工	600
第一节 概述	600
第二节 防腐施工	602
第三节 保温施工	607
第三十章 系统联动与运行	614
第一节 概述	614
第二节 联动试车组织	614
参考文献	615

第一篇 综 述 篇

第一章 炼焦行业发展概述

炼焦行业是典型的能源转换产业，它的出现有力地支撑了钢铁行业的快速发展，据统计每年生产的焦炭约 90% 用于钢铁行业的生铁冶炼。随着科技的发展和节能环保意识的提高，推动了焦化企业向资源综合利用和循环经济方向的发展转型，焦炭质量和产量得到了同步提升。

一、炼焦行业的发展史

炼焦行业的发展按炼焦方式的变化大致经过了四个发展阶段，即：土法炼焦、倒焰式焦炉、废热式焦炉和蓄热式焦炉。

我国早在明代就出现了用简单方法生产焦炭的工艺即土法炼焦，但存在成焦率低、焦炭灰分高、结焦时间长、化学产品不能回收、综合利用差的缺点。19 世纪中叶为了克服土法炼焦的缺点，出现了将成焦的炭化室与加热的燃烧室用隔墙分开的窑炉，隔墙上设有通往燃烧室的煤气通道，将产生的煤气送到燃烧室与来自炉顶的空气自上而下边流动边燃烧，故称为倒焰式焦炉。随着化学工业的发展，从焦炉煤气中回收有用的化学产品并经过深加工，已经成为焦化生产的一个主要内容。

1881 年德国建成了世界上第一座回收化学产品的焦炉，每座焦炉由一定数量的炭化室组成，各炭化室按一定的顺序装煤出焦，以保证随着时间的变化，整座焦炉的煤气量及煤气成分接近不变，从而实现稳定的连续生产，使煤气中的化学产品得到了回收利用。由于焦炉煤气燃烧产生的高温废气直接排放到大气，故称为废热式焦炉。

废热式焦炉所产生的焦炉煤气几乎全部用于自身加热，燃烧生成的 1200℃ 的高温废气直接排空，带走了大量热能。为了回收烟气热量，以便降低炼焦能耗，置换部分加热煤气，节约生产成本，并将剩余的部分煤气作为冶金化工的原料或燃料，又研制了具有回收废气热量装置的换热式或蓄热式焦炉。

自 1884 年第一座蓄热式焦炉建成以来，虽然焦炉外观总体变化不大，但在筑炉材料、炉体结构、炭化室的有效面积、技术装备等方面都有显著提高，并逐步向大型化、高效化方向发展。

二、我国炼焦行业的发展

我国的炼焦行业经历了从小到大、由弱到强的发展历程。新中国成立之初，中国的炼焦工业非常薄弱，1949 年全国焦炭产量仅为 52.5 万吨。随着 1958 年我国自行设计和建造的第一座 58 型焦炉在北京焦化厂的投产成功，标志着我国炼焦工业进入了一个崭新的历史发展阶段。特别是改革开放以来，我国的焦化行业发展迅速，逐步淘汰了土法炼焦，取而代之的是机焦，使焦炭产量和质量逐年递增。1991 年，我国的焦炭产量跃居世界第一，1994 年全国焦炭年产量超过 1 亿吨，2000 年中国焦炭出口量占到世界焦炭贸易量的 60%，中国已经真正成为世界最大的焦炭生产国。

进入 21 世纪以来,随着钢铁行业的迅猛发展,我国焦炭行业又进入了一个新的快速发展期,大型化、高效化、信息化、清洁化的炼焦企业迅速在全国各地出现,炼焦产能急剧扩大,2009 年我国焦炭总产量 3.45 亿吨,2011 年达到了 4 亿吨,在上下游市场的共同推动下,2014 年我国焦炭产量达到 4.77 亿吨。

三、国内炼焦企业的设备水平

焦化厂的核心设备是焦炉,焦炉的技术水平直接影响着焦炭的产量及品质,焦炉煤气净化回收所需的设备水平,直接影响着焦化行业附加值及利润的提升。

近几年,随着我国经济的快速发展,通过引进国外技术和自主技术革新,新建焦炉也向大型化方向发展,如 6m、7m、7.63m 顶装煤焦炉占了 80%以上,已达到了国际水平。捣固焦焦炉也由 4.3m、5.5m 发展到 6.25m。随着太钢、武钢、首钢京唐等一批 7.63m 焦炉相继投产,使焦炉大型化又向前迈进了一步。

以前焦炉煤气综合利用设施不到位,化工产品回收率低,甚至向大气排放,造成污染严重。即使想利用煤气转化成化工产品,也是靠国外技术和设备。随着改革开放,我国综合实力不断加强,对科学技术的投入不断加大,国内已经能够自主研发和设计化工产品生产工艺,能够自主研究和制造核心设备,出现了鞍山焦耐院、山西化二院、北京首钢院、武汉科技大学设计院等全国著名的焦炉设计院,焦炉气制甲醇、制 LNG、制 CNG、制合成氨、制氢、焦油深加工等技术也已经成熟,焦化行业的装备水平在快速提升。

四、我国炼焦行业的发展趋势

随着国家经济进入新常态,建设项目大幅减少,钢铁市场价格始终在低位运行,加之企业资金紧张及压缩库存量,焦炭总体需求呈疲弱状态,市场供需矛盾不断加剧,产能出现过剩,价格持续下跌,单一焦炭生产企业越来越难以为继,面临着资金成本、节能减排和环保等诸多困难和挑战。资源能源的高消耗、高污染、低附加值,以及靠规模产量取胜的盈利模式必将终结,提高能源利用、清洁生产及生产高附加值的化工产品为解决当前危机的唯一途径,焦化行业正面临新的挑战。

(一) 提高炼焦行业集中度和竞争力

随着国企改革不断深入,符合国家政策的大型焦化企业、钢铁企业开始进行联合重组,不符合产业发展要求的独立焦化厂受到了限制和淘汰,焦化行业只有提高工艺技术水平 and 焦炭生产的集约化水平,提高化工产品回收、资源综合利用和环境治理水平,才能抵御市场风险,促进炼焦行业的升级。

(二) 积极研究清洁技术,加强环保推动企业的技术创新

2010 年以后,为应对焦化市场面临的新问题、新挑战,我国焦化行业积极推动以产能规模为主向技术进步和技术创新方面发展,不断优化产业和产品结构,努力提高产品质量和降低生产成本,以高附加值焦化产品研发深加工为主,向“低碳”、“绿色”、节能方向转变,加强干熄焦、上升管余热利用、焦炉烟气脱硫等改造,促进焦化行业平稳、协调、可持续发展。

(三) 科学规划,大力发展焦化行业的循环经济

随着《焦化行业准入条件》、《钢铁产业发展政策》等一系列国家产业政策和法律法规

的深入贯彻落实，经济新常态必将带来市场的有序发展，中国的钢铁工业将进入平稳发展时期，钢铁—焦化行业国内外市场竞争，促使大中型钢铁企业将进一步加快焦炉配套建设，并将向煤化工产业方向发展，使中国炼焦行业既面临着新的发展机遇，又同时面临着严峻的市场挑战。面对已成定局的买方市场和日益紧缩的环境约束，焦化行业必须严控产能规模，朝着“焦、化一体”的方向延长产业链条，寻求下游产业化工产品的增值。目前焦化企业在焦油深加工、炭黑、苯加氢、焦炉气制甲醇、二甲醚、合成氨、焦炉气制氢、焦炉气制天然气等方面形成了新的投资热点，循环经济项目正在快速发展。

第二章 焦化生产工艺及设备

第一节 概 述

焦化生产按工艺流程和功能可分备煤系统、炼焦系统、焦处理系统、净化回收系统、除尘系统、控制系统、公辅系统等。不同的工艺其车间设置和工艺设备也有所区别。

炼焦系统：根据装煤方式，通常分为顶装煤和侧装煤（捣鼓焦）。

净化系统：根据鼓风机位置，可分为正压流程和负压流程。正压流程：是将鼓风机安装在初冷器和电捕之后，其优点是煤气在鼓风机以后的管道中一直是正压，可防止空气渗入，操作安全。缺点是煤气经鼓风机压缩后升温 50℃左右，洗苯塔前必须设置终冷装置。需要消耗大量的冷却水和动力，增加了基建投资和运行成本。负压流程：是将鼓风机设置在煤气净化流程的最后面，其优点是无煤气终冷系统，减少了冷却水用量，能耗低，煤气经鼓风机压缩后温度上升，成为过热煤气，远距离输送时冷凝液少，减轻了管道腐蚀。缺点是负压操作时，煤气体积增加，煤气管道和设备容积均相应增大（如洗苯塔直径增加 7%~8%），而且煤气在管道中一直处于负压状态，可能有空气的渗入，影响操作安全。

脱硫系统：根据脱硫、脱氨工艺的不同，净化回收工艺又分为：HPF 法脱硫和喷淋式饱和器脱氨工艺；FRC 法脱硫和酸洗法（无饱和器法）脱氨工艺；AS 循环洗涤法和克劳斯装置回收硫磺工艺；真空碳酸钠（VASC）法脱硫和喷淋式饱和器洗氨工艺等。

第二节 备煤系统

备煤车间的任务是为焦炉制备符合炼焦用煤质量要求的煤料。车间组成：一般由受煤设施、储配煤仓（场）、配煤室、粉碎机室、混合机室、输送、煤塔和公用设施等组成。个别焦化厂还设有煤车解冻、破碎、干燥、调湿、型煤等设施。

一、工艺选择

根据原料煤的粉碎加工方式，可分为先配合后粉碎、先粉碎后配合、气煤预粉碎、分组粉碎和选择粉碎等五种工艺流程。

（一）先配合后粉碎工艺流程

将各种煤先按规定比例配合，然后进行粉碎。但这种流程只适用于粘结性较好且煤质较为均匀的原料煤。

（二）先粉碎后配合工艺流程

将各种煤分别粉碎到要求细度，然后按规定比例配合并充分混合。这种工艺流程适用于硬度差异较大而对粉碎细度要求较高的原料煤。