

中国洁净煤技术丛书



焦化技术

JIAOHUA JISHU

▶ 王利斌 主编



化学工业出版社



中国洁净煤技术丛书

中国煤炭工业集团有限公司 煤炭工业出版社

焦化技术

JIAOHUA JISHU

► 王利斌 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书较全面、系统地介绍了高温炼焦和低温热解两种工艺现状，全书共分5章，前4章主要介绍高温炼焦工艺，主要内容为高温炼焦技术发展、炼焦新工艺新技术、配煤原理及新方法、炼焦化学产品回收与加工焦化污染和环境治理等；第5章主要讲述低温热解技术现状、主要工艺及产品利用等内容。各部分内容重点突出当前已工业化或正在工业化的工艺技术。

本书为科普类，可供从事焦化热解工艺和有关部门的科技、管理和生产人员阅读，也可供大专院校有关专业的教师、学生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

焦化技术/王利斌主编. —北京: 化学工业出版社, 2011.5

(中国洁净煤技术丛书)
ISBN 978-7-122-10762-6

I. 焦… II. 王… III. 焦化-生产工艺 IV. TQ520.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 042520 号

责任编辑: 戴燕红
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 刘砚哲
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 162 千字 2012 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

《中国洁净煤技术丛书》编写委员会

组织编写单位：煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院

编委会主任：徐振刚

编委会副主任：范韶刚 陈亚飞 曲思建 陈贵锋 何国锋
王利斌 姜 英 王乃计 梁大明

编委（按姓名笔画排序）：

马伟伟	王 彬	王 琳	王 鹏	王乃计
王小磊	王利斌	王国房	王燕芳	文 芳
白向飞	冯现河	刘立麟	孙仲超	孙淑君
纪任山	李艳芳	步学朋	肖翠微	吴立新
何国锋	何海军	张 颀	陈文敏	陈明波
陈贵锋	陈洪博	罗隕飞	周建明	段清兵
姜 英	贾传凯	唐海香	涂 华	商铁成
梁 兴	梁大明	董卫果	傅 丛	裴贤丰

序

低碳经济和节能减排是目前社会经济活动的主旋律之一。所谓低碳经济，是指在可持续发展理念指导下，通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。低碳技术包括洁净煤技术和二氧化碳捕集与储存技术（CCS）等。显然，洁净煤技术是低碳经济和节能减排的核心技术之一。煤炭是我国的基础能源，要实现到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的目标，不断研究开发和推广应用洁净煤技术是最切实可行的技术途径。

我国富煤贫油缺气的资源特点决定了煤炭在我国一次能源生产和消费结构中的主导地位。我国煤炭生产和消费量占一次能源生产和消费总量的70%左右。预测到2020年，煤炭在一次能源消费构成中的比重不会低于60%。煤炭消费绝对量仍将逐年增加。因此保证煤炭能源的生产和供应是我国能源安全的根本要求，而大量煤炭能源的开发和利用必须以洁净煤技术的开发和应用为基础。

洁净煤技术（clean coal technology, CCT）是煤炭开发和利用中减少污染和提高效率的煤炭加工、转化、燃烧和污染控制等一系列技术的总称。我国洁净煤技术在20世纪90年代得到了高度的重视和快速的发展，于1995年成立了国家洁净煤技术推广规划领导小组，1997年制定了《中国洁净煤技术“九五”计划和2010年发展纲要》，成为促进中国洁净煤技术发展的指导性文件。《中国洁净煤技术“九五”计划和2010年发展纲要》指出，洁净煤技术主要包括煤炭洗选、加工、转化、先进燃烧技术、烟气净化等方面。随着洁净煤技术的发展，现阶段中国洁净煤技术包含四个领域、二十项技术，具体如下。

① 煤炭加工技术：选煤、型煤、配煤、水煤浆、低阶煤提质。

② 煤炭高效燃烧及先进发电技术：超临界和超超临界发电、循环流化床（CF-BC）、煤气化联合循环发电（IGCC）、低NO_x燃烧、高效工业锅炉与窑炉。

③ 先进煤炭转化技术：煤炭气化、煤炭液化、煤基多联产、煤炭制氢与燃料电池、煤制天然气。

④ 污染控制与资源化利用：烟气净化、电厂粉煤灰综合利用、煤层气开发利用、矿区生态环境技术、矿井水与煤矸石利用及资源化等。

在我国一系列技术政策和发展规划中，明确指出了洁净煤技术的科技发展方向。同时，通过一些产业政策和激励政策，鼓励洁净煤技术的发展和利用；在国家技术政策、环境政策以及激励机制的引导下，洁净煤技术的推广和应用取得了良好的效果。

在推进全国能效水平逐步提高的同时，促进了环境状况的改善。

随着技术、经济的发展和市场需求的扩大，可生产洁净能源与化工品的新型煤化工技术得到了很大的发展，已有了较好的基础，能够生产车用燃料、石油化工品、电和热等能源产品，是我国未来煤炭利用的重要方向之一。新型煤化工产业在常规污染物治理和二氧化碳捕集方面也有独特的技术优势。可实现近零排放的煤基多联产系统是实现煤炭超清洁利用的重要发展方向，是未来煤炭高效、洁净利用的发展趋势。我国对二氧化碳减排技术的重视程度日益提高。

本系列丛书以煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院的中青年专家学者为主，并邀请有关方面的专家学者参与，比较全面地论述了洁净煤技术体系中的一些具体技术，包括其发展过程、发展现状和发展方向等，涉及洁净煤技术的诸多方方面面，是专业性较强的综合性参考资料，希望通过本系列丛书的出版，能够对我国洁净煤技术的发展和應用起到积极的推动作用，为我国节能减排目标的完成作出贡献。

濮洪九

2010年10月

前言

炼焦按热解温度分为高温炼焦和低温热解两种，其中低温热解主要针对低阶煤炼制半焦（兰炭）而言的；高温炼焦是将炼焦煤炼制成焦炭、煤气、煤焦油等产品的工艺，同时也是气化、液化等转化技术中最为成熟、转化效率最高的工艺，也是高炉炼铁的主要辅助产业。中国的焦炭产量约占世界焦炭产量 60% 以上，是全球最重要的焦炭生产基地和出口大国。

随着优质炼焦煤资源的日益紧缺和焦炉大型化的发展，以侧装捣固炼焦、煤调湿技术等新工艺和扩大炼焦煤源、改善焦炭质量的研究取得了一定的成就。同时，炼焦化学产品回收与加工、焦化污染和环境治理、低温热解技术等也得到了快速发展。因此，焦化行业“十二五”重点在如何合理利用、节约煤炭资源，减少尘、水、固体废弃物的排放，这是当前焦化工作者迫切需要解决的问题。据此，本书全面介绍了炼焦技术发展、炼焦新工艺新技术、配煤原理及新方法、炼焦化学产品回收与加工、焦化污染环境治理以及中低温热解工艺等内容，提出了我国炼焦技术的发展方向，以提高资源利用效率和降低环境压力。全书共分 5 章，分别介绍了炼焦技术发展、配煤炼焦技术、炼焦化学产品回收与加工、焦化的污染治理及环境保护和煤的低温热解技术等内容。

本书第 1 章由王彬、商铁成编写，第 2 章由赵奇、商铁成编写，第 3 章由张颀、王晓磊编写，第 4 章由商铁成编写，第 5 章由裴贤丰编写，全书由王利斌统稿。本书编写过程得到了相关单位技术人员的指导，并特别感谢徐振刚、曲思建对本书的审定。

编者

2011 年 3 月

目 录

第 1 章 炼焦的技术发展	1
1.1 高温炼焦技术发展史	1
1.2 成焦机理概述	4
1.3 炼焦炉的机械与设备	8
1.4 炼焦新工艺新技术	20
第 2 章 配煤炼焦技术	31
2.1 配煤炼焦原理	31
2.2 单种煤的结焦特性及其在配煤中的应用	33
2.3 焦炭质量预测方法	36
2.4 配加添加物的炼焦技术	43
第 3 章 炼焦化学产品回收与加工	47
3.1 炼焦化学产品回收的目的与意义	47
3.2 煤气的初冷和焦油氨水的分离	48
3.3 煤气中氨和吡啶的回收	55
3.4 粗苯的回收和制取	64
3.5 焦炉煤气的脱除硫化氢和氰化氢	72
3.6 粗苯的精制与加工	79
3.7 高温煤焦油加工	87
3.8 焦炉煤气的形成与性质	97
第 4 章 焦化的污染治理及环境保护	112
4.1 焦化废水污染与处理工艺	112

4.2 焦化大气污染与治理	119
4.3 炼焦生产中的废渣	125
第5章 煤的低温热解技术	127
5.1 煤的中低温热解方法与工艺	128
5.2 半焦的利用	133
5.3 中低温煤焦油的组成与加工利用	139
参考文献	142

第1章 炼焦的技术发展

焦炭主要用于高炉炼铁；煤气可以用来做气体燃料、发电、合成甲醇、合成氨、制氢、送入高炉炼铁或生产直接还原铁等等；炼焦所得化学产品很多，特别是含有多种芳香族化合物，主要有硫铵、吡啶碱、苯、甲苯、酚、萘、蒽和沥青等。所以炼焦化学工业能提供农业需要的化学肥料和农药，合成纤维的原料苯，塑料和炸药的原料酚以及医药原料吡啶碱等。可见，炼焦化学工业与许多部门都有密切联系，可生产很多重要的产品，是煤综合利用行之有效的方法。

1.1 高温炼焦技术发展史

中国是使用煤最早的国家之一，早在公元前就用煤冶炼铜矿石、烧陶瓷，至明代已用焦炭冶铁。但煤作为化学工业的原料加以利用并逐步形成工业体系，则是在近代工业革命之后。煤中有机质的基本结构单元，是以芳香族稠环为核心，周围连有杂环及各种官能团的大分子。这种特定的分子结构使它在隔绝空气的条件下，通过热加工和催化加工，能获得固体产品，如焦炭或半焦。同时，还可得到大量的煤气（包括合成气），以及具有经济价值的化学品和液体燃料（如烃类、醇类、氨、苯、甲苯、二甲苯、萘、酚、吡啶、蒽、菲、咔唑等）。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，促进煤炭综合利用技术的发展。

高温炼焦技术的发展，大概经历过初创时期、全面发展时期、萧条时期以及技术开发时期。

(1) 初创时期

主要为冶金用焦和煤气的生产。18世纪中叶由于工业革命的进展，英国对炼铁用焦炭的需要量大幅度地增加，炼焦炉应运而生。1763年发展了将煤用于炼焦的蜂

窝式炼焦炉（图 1-1），它是由耐火砖砌成圆拱形的空室，顶部及侧壁分别开有煤料和空气进口。点火后，煤料分解放出的挥发性组分，与由侧门进入的空气在拱形室内燃烧，产生的热量由拱顶辐射到煤层提供干馏所需的热源，一般经过 48~72h，即可得到合格的焦炭。

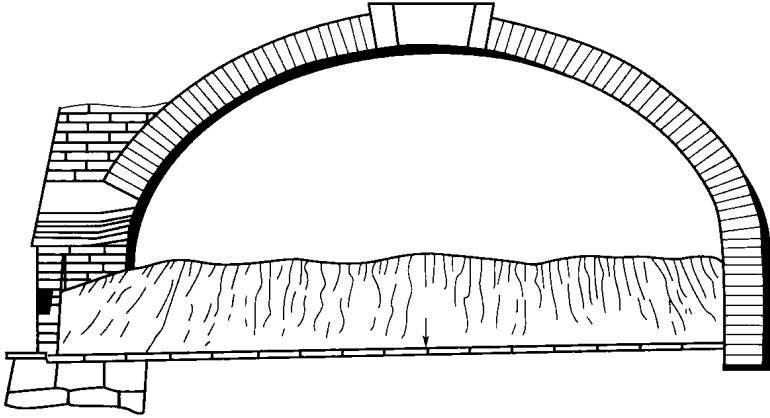


图 1-1 蜂窝式炼焦炉剖面

18 世纪末，煤用于生产民用煤气。1792 年，苏格兰人 W. 默多克用铁甑干馏烟煤，并将所得煤气用于家庭照明。1812 年，这种干馏煤气首先用于伦敦街道照明，随后世界一些主要城市也相继采用。1816 年，美国巴尔的摩市建立了煤干馏工厂生产煤气。从此，铁甑干馏煤的工业就逐步得到发展。1840 年，法国用焦炭制取发生炉煤气，用于炼铁。1875 年，美国生产增热水煤气用作城市煤气。1850~1860 年，法国及欧洲其他国家相继建立了炼焦厂。这时的炼焦炉已开始采用由耐火材料砌成的长方形双侧加热的干馏室。室的每端有封闭铁门，在推焦时可以开启，这种炉就是现代炼焦炉（图 1-2）的雏形。焦炭虽是炼焦的主要目的产物，炼焦化学品的回收，也引起人们的重视。19 世纪 70 年代德国成功建成了有化学品回收装置的焦炉，由煤焦油中提取了大量的芳烃，作为医药、农药、染料等工业的原料。

第一次世界大战期间，钢铁工业高速发展，同时作为火炸药原料的氨、苯及甲苯也很急需，这促使炼焦工业进一步发展，并形成炼焦副产化学品的回收和利用工业。1925 年，中国在石家庄建成了第一座焦化厂，满足了汉冶萍炼铁厂对焦炭的需要。

1920~1930 年，煤低温干馏的研究得到重视并较快发展，所得半焦可作民用无

烟燃料，低温干馏焦油则进一步加工成液体燃料。1934年，在中国上海建成拥有直立式干馏炉和增热水煤气炉的煤气厂，生产城市煤气。

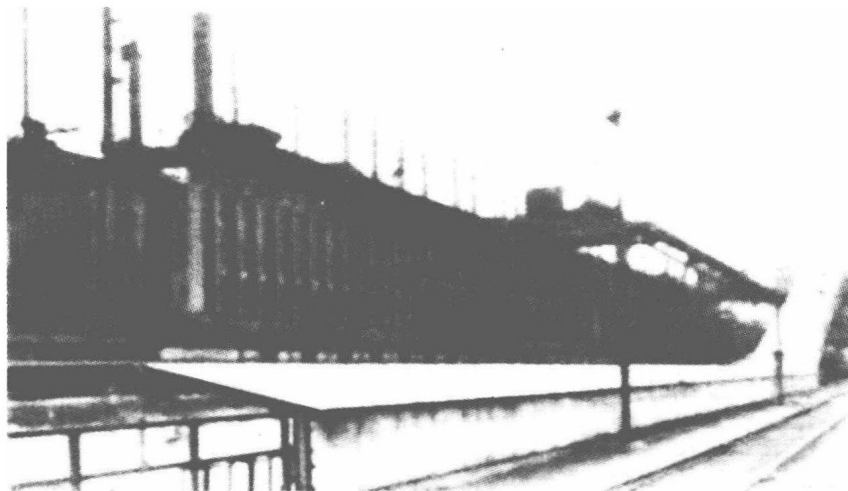


图 1-2 现代炼焦炉

(2) 全面发展时期

第二次世界大战前夕及大战期间，煤化工取得了全面而迅速的发展。纳粹德国为了发动和维持战争，大规模开展由煤制取液体燃料的研究工作，加速发展液体燃料的工业生产。1923年发明的由一氧化碳加氢合成液体燃料的费托合成法，1933年开始工业生产，1938年产量已达590kt。1931年，F. 柏吉斯由于成功地将煤直接液化制取液体燃料，而获得诺贝尔化学奖金。这种由煤高压加氢液化制取液体燃料的方法，1939年已达到1.10Mt的年生产能力。在此期间，德国还建立了大型的低温干馏工厂，以褐煤为主加入少量烟煤的压型煤砖作为原料，开发了克虏伯-鲁奇外热式干馏炉及鲁奇-斯皮尔盖斯内热式干馏炉。所得半焦用于造气，经费托合成制取液体燃料；低温干馏焦油经简单处理后作海军船用燃料，或经高压加氢制取汽油和柴油。1944年低温干馏焦油年生产能力已达到945kt。第二次世界大战末期，德国用加氢液化方法由煤及煤焦油年生产的液体燃料达4Mt，由煤生产液体燃料总量已达每年4.8Mt。与此同时，工业上还从煤焦油中提取各种芳烃及杂环有机产品，作为染料、炸药等的原料。此外，由煤直接化学加工制取磺化煤、腐殖酸和褐煤蜡的小型工业，及以煤为原料制取碳化钙，进而生产乙炔从而以乙炔为原料的化学工业也获得发展。

(3) 萧条时期

第二次世界大战后，由于大量廉价石油和天然气的开采，除炼焦工业随钢铁工业的发展而不断发展外，工业上大规模由煤制取液体燃料的生产暂时中止，不少工业化国家用天然气代替了民用煤气。以石油和天然气为原料的石油化工飞速发展，致使以煤为基础的乙炔化学工业的地位大大降低。

(4) 技术开发时期

1973年中东战争以及随之而来的石油大幅度涨价，使由煤生产液体燃料及化学品的办法又重新受到重视。欧美等国对此又进行了开发研究工作，并取得了进展。在这一阶段，焦炉逐步向大型化发展，焦炉煤气也得到了全面综合利用。

1.2 成焦机理概述

(1) 煤的热解过程

煤的成焦机理以及配合煤在加热过程中的相互作用对于合理利用和不断扩大炼焦煤源具有很大的理论和实际意义，人们对此曾进行了不少研究工作，但至目前为止还没有一个完全成熟的关于结焦过程机理的解释，本书介绍的是比较公认的看法。

煤的热解过程是一个复杂的物理化学过程，它既服从于一般高分子有机化合物的分解规律，又有其依煤质结构不同而具有的特殊性，因此先从煤的结构开始讨论结焦机理。

煤大分子结构模型的量子化学研究煤的结构复杂多样并按被测煤的起源、历史、年代的不同而有很大不同。通过各种分析、测定，证明煤分子结构的基本单元是大分子芳香族稠环化合物，在大分子稠环周围，连接很多烃类的碳链结构、氧键和各种官能团。侧链和氧键又将大分子碳网格在空间以不同的角度互相连接起来，构成了煤的复杂的大分子结构。

对于煤分子，无论是热解还是加氢裂解，它所包含的苯环都处在一个很稳定的状态，很难发生键的断裂或被氢饱和。分子中的C—C单键、C—N单键和C—O单键热解时容易断裂，生成甲烷、乙烷、乙烯、苯等物质，这也说明了煤焦化后的产物组成。而煤催化加氢时，C=C双键易发生加氢反应，而苯环很稳定，这也证明了煤催化加氢产物大部分是芳香族和环烷族烃。根据自由基机理对多元苯环乙烷、甲基化学对苄基和二苯烷烃中的脂肪C—C键和C_(ar)—C_(alk)的裂解能进行了计算。从量

子化学的角度证明了煤热解的自由基机理的正确性，同时也从量子化学的角度指出了化合物中弱键的键裂解能对化合物的裂解率有直接关系。对于同一模型化合物，脂肪 C—C 键比 C_(ar)—C_(alk) 键更易断裂。随着脂肪 C—C 键上取代基的增多，键的裂解能减少，而苯基取代基比甲基取代基更会减低键的裂解能。四氢化萘作为煤中氢化芳烃结构的模型已被广泛用于研究煤液过程中由煤衍生出的供氢溶剂。利用从头计算法可以得出四氢化萘热解反应的热力学数据，并对反应的趋势作出准确的预测，从热力学的角度解释了四氢化萘在不同温度时的反应趋势，即高温对脱氢反应有利，低温对环缩聚反应和开环氢解反应有利。理论计算结果和已有的实验结果具有良好的符合程度。

煤的大分子结构在热解过程中侧链逐渐断裂，生成小分子的气体和液体产物，断开侧链和氢的碳原子经缩合加大，在较高温度下生成焦炭。

煤热解过程中的化学反应是非常复杂的。包括煤中有机质的裂解，裂解产物中轻质部分的挥发，裂解残留物的缩聚，挥发产物在逸出过程中的分解及化合，缩聚产物进一步分解，再缩聚等过程。总的讲包括裂解和缩聚两大类反应。从煤的分子结构看，可认为，热解过程是基本结构单元周围的侧链和官能团等，对热不稳定成分不断裂解，形成低分子化合物并挥发出去。基本结构单元的缩合芳香核部分对热稳定，互相缩聚形成固体产品（半焦或焦炭）。

煤的热解过程一般可划分为以下 6 个阶段。

① 干燥和预热

200℃ 以前是煤的干燥和预热阶段，同时析出吸附在煤中的 CO₂、CH₄ 等气体，这一阶段主要是物理变化，煤质基本不变。

② 开始分解

200~350℃ 煤开始分解。由于侧链的断裂和分解，产生气体和液体，350℃ 前主要分解出化合水、二氧化碳、一氧化碳、甲烷等气体，焦油蒸出很少。

③ 生成胶质体

350~450℃ 时由于侧链的断裂生成大量的液体、高沸点焦油蒸气和固体颗粒，并形成一个多分散相的胶体系统，即胶质体，凡是能生成胶质体的煤都具有黏结性。

④ 胶质体固化

450~550℃ 时，胶质体中的液体进一步分解，一部分以气体析出，一部分固化并与平面网络结合在一起，生成半焦。

⑤ 焦收缩

550~650℃时,半焦进一步析出气体而收缩,同时产生裂纹。

⑥ 生成焦炭

650~1000℃左右,半焦继续析出气体。主要是苯环周围的氢析出,因而半焦继续收缩,平面网络间缩合、变紧,最后生成焦炭。在此阶段析出的焦油蒸气与赤热的焦炭相遇,部分进一步分解,析出游离碳沉积在焦炭上。

煤的开始分解、胶质体生成及固化温度,随煤种不同而异,一般来说,随变质程度加深,开始分解温度、胶质体固化温度变高。

(2) 煤的成焦机理

上面对煤的热解过程所做的一般概述只说明煤热解的基本情况,并不反映真正的热解动态,事实上热解过程中既存在侧链的断裂,同时也发生还原性的聚合、缩合作用;既存在键的断裂、聚合等化学反应,同时也发生热解产物(固体、液体和气体)所组成的分散体系中,不溶解颗粒的再分散及吸附分散介质的表面作用;既有化学键间的作用,又有由于被分解出气体不易透过胶质体而产生的压力作用等。因此热解过程是由许多同时进行的过程所进行,热解过程的每一阶段也并非决然分开,而是相互交叉的。再加上配合煤是由各种牌号的煤按照不同的比例组成的,因此加热时配合煤相互间更发生极复杂的交叉的物理化学作用。对于这样一个复杂的矛盾过程,必须抓住主要矛盾和主要矛盾方面去研究煤的结焦机理。

下面从煤热解过程中,侧链的断裂和同时发生的聚合这一基本矛盾出发,讨论煤结焦过程的黏结和裂纹形成机理。

① 黏结机理

大量试验研究表明,具有黏结性的煤在热解过程中都有胶质体形成,从煤开始热解到半焦形成,为结焦的第一阶段,即黏结阶段。在这一阶段由于煤大分子进行了剧烈的分解,所生成的液相超过了由于蒸馏与聚合、缩合反应所消耗的液体,因而液相不断扩大,并分散在各固体颗粒之间。继续进行热解,整个系统则发生了剧烈的聚合、缩合反应,使液相不断减少,气体不断产生,胶质体黏度急剧增加,直至液相最后消失,把各分散的固体颗粒黏结在一起,而固化形成半焦。在该过程中由于气体强行通过黏度大、不透气的胶质体而产生的膨胀压力又加强了固体颗粒间的黏结。

因此,黏结性的好坏取决于胶质体的数量、流动性和半焦形成前的热稳定性(可由胶质体的温度停留范围体现)。黏结性强的煤在黏结阶段应有足够数量的胶质体和适当的流动性(太大不利于膨胀压力的产生,太小不利于在各固体颗粒间的分散),

以及较好的热稳定性。

低变质程度的煤（长焰煤、弱黏煤、气煤）或煤中稳定组，侧链长且含氧量高、热稳定性差，在较低温度下大部分胶质体被分解，半焦形成前剩下的胶质体数量少，不能填满残留的固体颗粒间的空隙，黏结性差。

中变质程度的煤（肥煤、焦煤）侧链适当且含量少，生成的液体多，热稳定性好，黏度适中，有一定流动性，也有一定的膨胀压力，能形成均一的胶质体，黏结性好。

高变质程度的煤（瘦煤、贫瘦煤）侧链短、减少，生成的液体量少，胶质体黏度大，不能填满残留固体间的空隙，黏结性也差。

除煤本身性质外，各种工艺条件对煤的黏结性也有影响，但属外部原因。

胶质体固化过程中，由于气体不易穿过胶质体，故在胶质体内聚积膨胀，当其压力大于胶质体的阻力时便逸出。此时，因胶质体逐渐固化，原来聚积气体的空间便形成了气孔，固化的胶质体与未分解的固体残留物结合在一起，形成了多孔的半焦。

② 收缩机理

胶质体固化以后，继续加热将进一步分解并发生强烈的叠合、缩合反应。试验表明：胶质体固化后至焦炭形成尚分解出煤料挥发分的一半以上，因此半焦进一步强烈分解是焦炭收缩的根本原因。随着分解的进行，气体不断析出，碳网不断缩合，焦质变紧和失重，体积减小。因此半焦收缩过程同样是胶质体中大分子的侧链进一步断裂和碳网继续缩合的过程，只是收缩阶段断裂的侧链不足以形成液相，而呈气相逸出。碳网的缩合、增长是收缩阶段的主要矛盾方面。

焦炭是具有裂纹的多孔焦块，其质量取决于焦炭多孔材料的强度和焦块的裂纹。

焦炭的裂纹是由于收缩不均匀，有了阻碍均匀收缩的内应力所造成的。焦炭多孔材料阻碍收缩的过程越显著，则收缩过程的内应力越大，焦炭中越容易形成裂纹网。

当其他条件相同时，影响裂纹网的决定因素是由碳网缩合和增长所决定的收缩量及收缩速度。煤在结焦过程中，半焦的收缩速度不是恒定不变的，开始收缩速度逐渐增加至最大值后再减小，各种煤的收缩特性也不同，主要表现为随变质程度增加和挥发分减少，开始收缩温度增加，最大收缩值和最终收缩量减少。如半焦试样的开始收缩温度，气煤在 400℃ 左右，肥煤稍高于 400℃，焦煤接近 500℃，瘦煤达 550℃ 以上；半焦试样加热过程中的最大收缩值，气煤约 3.0%，肥煤与气煤接近，焦煤约 2.0%。此外，收缩量也和煤料黏结性有关，通常挥发分相同的煤料，黏结性越好，收缩量也越大。这是因为黏结性差的煤在胶质体固化形成半焦后，颗粒间不完全连接，因此收缩也不完全，即收缩量较小。