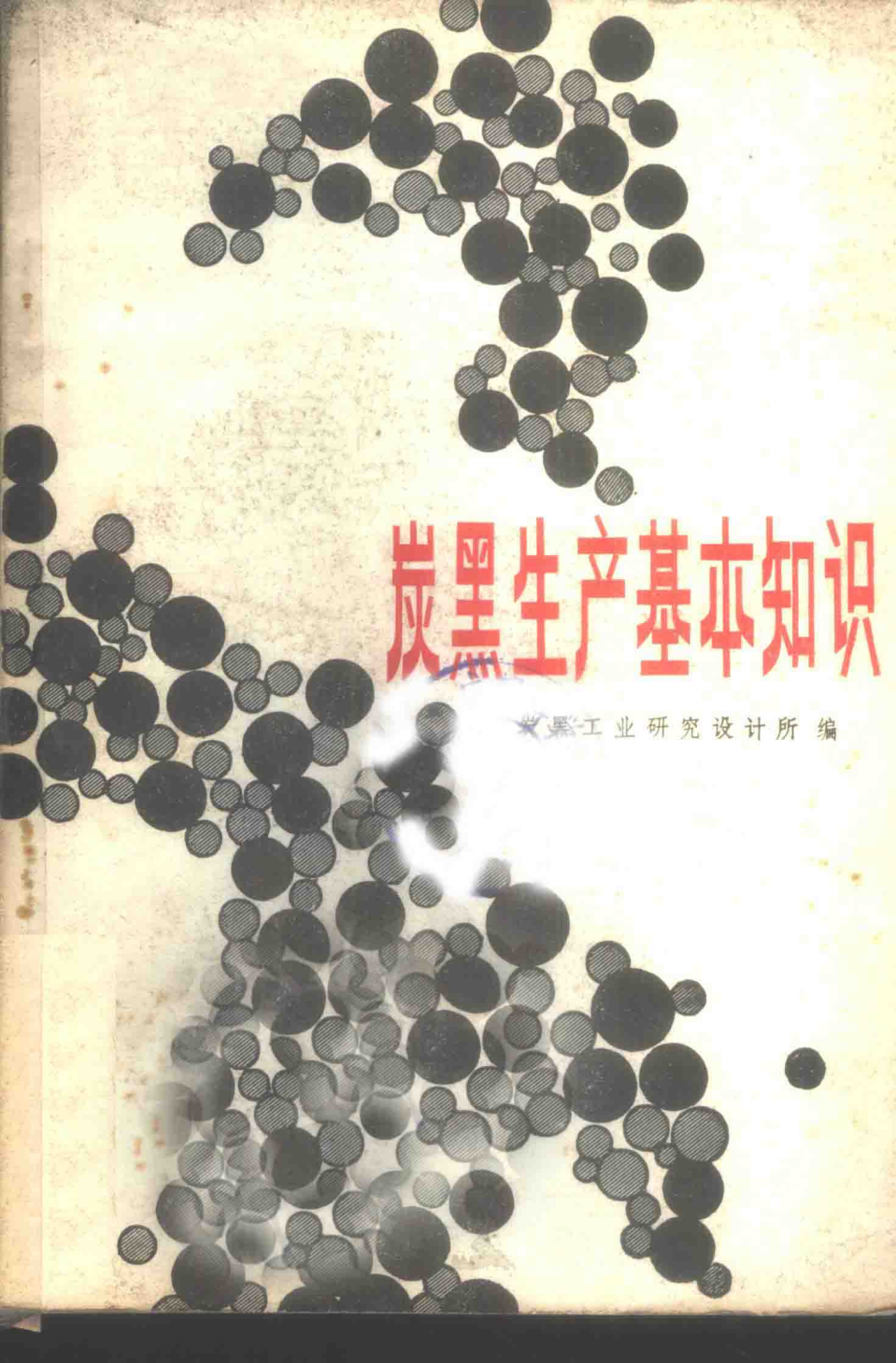




炭黑生产基本知识

炭黑工业研究设计所 编

炭黑生产基本知识

炭黑工业研究设计所 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了各种典型炭黑的生产方法（包括炭黑的生成、收集、造粒、输送和包装）、炭黑生产的安全知识、环境保护和自动化仪表的应用等。同时，也介绍了炭黑生产用原料及其加工、炭黑的微观结构和性质。

本书可供炭黑工厂工人阅读，也可供橡胶、油墨、涂料、塑料及其他应用炭黑部门的工人和技术人员参考。全书由王梦蛟同志审阅。

炭黑生产基本知识

炭黑工业研究设计所 编

*

化学工业出版社 出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $8^{1/8}$ 字数175千字印数1—5,650

1980年10月北京第1版1980年10月北京第1次印刷

书号15063·3232 定价0.66元

前 言

为了使我国炭黑工业尽快赶上和超过世界先进水平，广大炭黑工人迫切需要学习有关炭黑生产技术知识。《炭黑生产基本知识》一书正是从这个目的出发而编写的。

编写时，力图浅明、系统地介绍各类炭黑，特别是油炉法炭黑的生产知识。因此，没有把炭黑的风选、磁选等加工过程编入本书。

为了使炭黑工人熟悉炭黑的性质，本书对炭黑的微观结构、形态等做了较详细的介绍。鉴于炭黑的测试方法已列入橡胶用炭黑标准（HG4-48-74），本书仅概略地叙述了测试方法的一般原理。

本书在编写过程中，得到炭黑工业战线广大工人、干部和技术人员的鼓励、支持和热情帮助。为此，我们表示衷心的感谢。

由于执笔者的学识和水平所限，加之首次承担编写读物的工作，缺乏经验。从通俗易懂的角度来看，所下的功夫还是不够的。本书的错误和缺点很多，我们热诚地希望广大读者给予批评指正。

编 者

1979年

目 录

第一章 概述	1
第一节 炭黑的发展简史.....	1
第二节 炭黑及其种类.....	4
一、什么是炭黑.....	4
二、炭黑的分类和命名.....	5
1. 按制造方法 分类.....	5
2. 按用途和使用特点 分类.....	7
三、炭黑的品种.....	9
四、我国橡胶用炭黑的主要质量指标.....	9
第三节 炭黑在国民经济中的作用及其应用.....	14
一、在橡胶工业上的应用.....	14
二、在油墨工业上的应用.....	15
三、在涂料工业上的应用.....	15
四、在塑料工业上的应用.....	15
五、其他应用.....	16
第二章 炭黑的微观结构、形态和组成	17
第一节 微观结构.....	17
第二节 形态.....	21
一、炭黑形态的经典概念.....	21
1. 粒 子 大 小.....	21
2. 结 构	23
3. 表面粗糙度	25
二、炭黑形态的新概念.....	25
第三节 组成.....	28

一、元素组成·····	28
二、其他杂质·····	29
1. 灰分·····	29
2. 筛余物·····	29
3. 水分·····	30
4. 溶剂抽出物·····	30
第三章 炭黑的性质 ·····	32
第一节 基本性质 ·····	32
一、粒子大小和比面积·····	32
1. 粒径和粒径分布曲线·····	32
2. 比面积·····	34
二、结构性·····	39
三、表面性质·····	42
1. 挥发分·····	42
2. pH值或酸度·····	43
3. 表面官能团·····	45
第二节 物理性质 ·····	47
一、吸附作用·····	47
二、比重·····	48
三、导热性·····	49
四、导电性·····	50
五、光学性质·····	52
第三节 化学性质 ·····	53
一、氧化反应·····	53
二、与卤素和发烟硫酸的反应·····	54
三、还原反应·····	55
四、离子交换反应·····	55
五、炭黑的衍生物生成和接枝·····	56
第四节 橡胶性能与炭黑性质的关系 ·····	58

一、橡胶物理机械性能试验的意义	58
二、实验过程和测试项目	58
1. 生胶的塑炼	58
2. 配方和混炼	59
3. 硫化	59
4. 硫化胶物理机械性能的测定	61
三、胶料物理机械性能和炭黑性质的关系	62
1. 门尼粘度	62
2. 定伸强度	63
3. 抗张强度	63
4. 伸长率	63
5. 撕裂强度	63
6. 硬度	64
7. 耐磨性	64
第四章 炭黑原料油	66
第一节 原料油的分类和组成概述	66
第二节 炭黑工业对原料油性能的要求	70
第三节 原料油对技术经济效果的影响	73
第四节 原料油的各种来源	75
一、抽出油	76
二、乙烯焦油	78
三、煤焦油系油料	81
第五节 原料油的贮运	86
一、运输	86
二、贮存	88
第六节 原料油的加工	89
一、脱水和预热	89
二、过滤	93

第五章 炉法炭黑生产总说	95
第一节 炭黑的生成机理.....	95
第二节 炉法炭黑的生产过程.....	99
一、油炉法炭黑的工艺过程和特点.....	99
二、反应炉	100
三、原料油的喷射和燃烧空气的供给	103
四、炭黑烟气的急冷和冷却	109
第三节 影响油炉法炭黑生产的因素	112
一、原料油的组成和性质	113
二、温度、压力和停留时间	113
1. 炉温.....	113
2. 炉压.....	115
3. 停留时间.....	116
三、工艺操作条件对炭黑质量和收率的影响	116
1. 风油比.....	116
2. 轴向空气速度和轴风量.....	117
3. 切向气体燃料与原料油比.....	118
4. 切向风与切向气体燃料比.....	118
第四节 橡胶用油炉黑的质量与炉法炭黑生产工艺的关系... ..	119
一、炭黑的粒径和比面积	119
二、结构性	119
三、表面性质	120
四、炭黑中的杂质	121
五、物理机械性能	122
第六章 中超耐磨炉黑、高耐磨炉黑和新工艺炭黑的生产	124
第一节 中超耐磨炉黑和高耐磨炉黑	124
一、特性和工艺流程	124
二、反应炉	126
三、生产中超耐磨炉黑的主要工艺条件举例	130

四、生产高耐磨炉黑主要工艺条件举例	132
五、中超耐磨炉黑和高耐磨炉黑生产操作要领	133
第二节 新工艺炭黑	136
一、特点	136
二、生产	137
第七章 快压出炉黑、通用炉黑、半补强炉黑和	
大粒子油炉黑的生产	139
第一节 快压出炉黑的生产	139
一、快压出炉黑的特性	139
二、快压出炉黑生产的特点和工艺参数	139
第二节 通用炉黑的生产	141
一、通用炉黑的特性	141
二、生产过程	141
第三节 半补强炉黑的生产	142
一、半补强炉黑的特性	142
二、工艺过程和主要设备	143
1. 工艺流程和工艺参数	143
2. 主要设备	145
三、原料和收率	148
第四节 大粒子油炉黑的生产	148
一、大粒子炉黑的特性	148
二、反应炉和工艺参数	149
第八章 接触法炭黑	153
第一节 槽法炭黑	153
一、工艺过程和设备	154
二、操作条件和炭黑质量、收率的关系	157
1. 原料气成分	157
2. 火嘴和火焰	158
3. 空气量	160

第二节 混气炭黑和滚筒炭黑	160
一、混气炭黑生产工艺过程和设备	161
二、混气炭黑的生产操作和调整	165
三、混气炭黑生产方法的改进	166
四、滚筒炭黑	167
第九章 热解法炭黑	169
第一节 热裂法炭黑	169
第二节 乙炔炭黑	172
第十章 炭黑的收集	176
第一节 粉尘收集设备的分类	176
第二节 旋风分离器	178
一、结构和工作原理	178
二、分离效率和阻力计算	179
三、操作条件和结构尺寸	180
四、故障及其排除	182
1. 出灰口堵塞	182
2. 壳体出现小孔	182
五、附聚器	183
第三节 袋滤器	184
一、底部进气矩形反吸式袋滤器	184
1. 结构	184
2. 过滤原理	186
3. 过滤阻力(压降)和清扫方式	188
4. 过滤面积	191
5. 影响袋滤器的操作因素	192
6. 操作与维护	196
二、顶部进气圆形反吹式袋滤器	199
1. 特点	199

2. 结构	199
3. 滤袋	200
三、脉冲袋滤器	201
1. 特点	201
2. 结构和工作原理	201
第十一章 炭黑的造粒和运输	204
第一节 炭黑的造粒	204
一、干法造粒	204
二、湿法造粒	208
1. 搅齿式造粒机	208
2. 干燥机	210
第二节 炭黑的厂内输送	212
一、螺旋输送机	213
二、斗式提升机	214
三、皮带运输机和埋刮板输送机	214
四、管道风送	216
第三节 炭黑的包装和运输	217
第十二章 自动化仪表在炭黑生产过程中的应用	220
第一节 概述	220
第二节 原料油加工工段	221
第三节 炉前工段	227
第四节 炉后工段	232
第十三章 炭黑生产的安全和环境保护	237
第一节 炭黑生产的安全技术	237
一、天然气或煤气的防火、防爆	237
二、原料油的防火、防毒	240
三、炭黑产品的防火	241
四、炉法炭黑生产装置的安全运行	242

五、炭黑生产中的机电安全	244
第二节 炭黑生产的环境保护	245
一、炭黑烟尘和粉尘	245
二、废气	246
三、废水	248
四、废渣	248

第一章 概 述

第一节 炭黑的发展简史

在近代石油化工原料中，炭黑是人类最早知道的重要产品之一，古时称为“炆”、“烟炆”或“松烟”。“炆”这一名称一直沿用至十九世纪末叶，自1872年近代炭黑工业出现之后，才逐渐被“炭黑”这一名称所代替。很早以前，人类就使用炭黑作为颜料。

我国是世界上生产炭黑最早的国家，这不仅见于我国早期的科学史料，而且也为世界各国的学者所公认。我国古代炭黑的制造历史源远流长。早在数千年前，我们聪明、勤劳的祖先就发明了炭黑的制造方法。炭黑的早期应用是制造墨汁和黑色颜料。

距今三千年前，殷代的甲骨文就是利用烟炆制墨记载的文字。我国古代的大量竹简也都是用墨写成的。魏代的韦诞（公元176~257年）就是从事炭黑制造（目的是用炭黑作制墨的优质原料）的能手。三国时，魏国的曹植（公元192~232年）就有“墨出青松之烟”的记载。到了公元三世纪的晋朝，制造松烟炭黑的手工业生产已相当普遍。南唐时（公元十世纪），我国开始使用桐油及其他动、植物油，在空气不足的情况下点灯，使油不完全燃烧，将炭黑凝聚在陶质的烟碗下收集，以制取优质的炭黑。

我国古代学者贾思勰、沈括、晁贯之、宋应星等在他们

的著作中，部分包括着并总结了我国古代劳动人民生产炭黑的丰富经验，也曾作出了很大贡献。

《齐民要术》是公元六世纪后魏贾思勰的代表著作，是世界上最早记述炭黑性质、用途的科学史料。在《齐民要术》卷九合墨法中，对炭黑的性质和要求作了这样的描述：“此物至轻微，不宜露筛，喜失飞去，不可不慎。”这些同近代关于炭黑具有高度的分散性、细小的胶体粒子的特点是相当吻合的。北宋杰出的学者沈括，在《梦溪笔谈》一书中，首先提出了从石油制取炭黑的方法并通过自己的亲自实践，证明这种由石油制取的炭黑所制成的墨“黑光如漆，松烟不及也”，而且还科学的预见到由石油制取炭黑的发展前途。这一精辟的见解已为近代油炉法炭黑的飞跃发展所证实。在宋代晁贯之所著的《墨经》中，不但对制造松烟的方法有详细记载，而且还对当时的技术经验作了概略的总结。明末的学者宋应星在1637年所著《天工开物》一书中，对炭黑生产设备和影响炭黑质量的因素都作了论述。宋应星所记述的烟窑上部是圆顶，“如舟中雨蓬式”，“每隔位数节”开有“小孔出烟”（图1-1）。这样的结构设计是十分科学的，可以说是近代炭黑制造装置的雏型。

国外炭黑的制造，据日本及欧美各国的文献记载，是由我国传入日本、东方各国，然后传到希腊、罗马，最后传入欧洲的。公元十六世纪后，德国、法国、英国等国家，开始以焦油、猪油、树脂等为原料制取炭。1864年美国开始以人造气体经过燃烧，以石板为收集面，用刮板刮下而获得优质炭。这和我国古代所用的方法基本上是相同的。

直到1872年世界上才首次实现了炭黑的工业规模生产，同时出现了“炭黑”这一术语，这就是近代炭黑工业的开

端。1892年发明了槽法炭黑，一直到1945年前后，槽黑在炭黑生产中仍处于主导地位。第二次世界大战前后，由于合成橡胶工业的发展，一种新的炭黑生产方式——炉法炭黑开始出现。1944年出现了高耐磨炉黑，五十年代后期，中超耐磨炉黑、通用炉黑等相继出现。到目前为止，仅橡胶用炭黑的品种就已多达四十余种。全世界炭黑的产量在1930年还只有17万吨，而在1975年则高达415万吨，即它的产量增长将近24倍。



图 1-1 《天工开物》中烧取松烟

尽管我国古代劳动人民对炭黑生产曾作出了很大贡献，但在解放前的旧中国却几乎没有工业规模的炭黑生产。国内仅能生产少量灯烟炭黑，所用的炭黑差不多全部需要进口。解放后，我国经过二十多年的艰苦奋斗，建立了自己的炭黑工业体系，基本上满足了橡胶及其他工业部门的需要。

第二节 炭黑及其种类

一、什么是炭黑

炭黑虽然是一种重要的石油化工产品，但是，除了从事炭黑生产或与之紧密相关的行业（如橡胶加工、油墨、油漆等）外，人们对炭黑远远没有像对轮胎、油漆等常见的产品那样熟悉。这是由于炭黑本身仅仅是作为一种助剂而很少单独使用。只有当它配合于其他物质，如橡胶中，制成轮胎等制品才能显现出重要作用。所以人们往往对炭黑缺乏了解，甚至有些过去出版的化学书籍中，也把炭黑归属于无定形碳的一种。其实，炭黑、石墨、木炭等虽然同是由碳组成的黑色物质，但它们在内部结构上是不相同的。工业炭黑乃是由烃类（即碳氢化合物）不完全燃烧而制得的具有高度分散性的黑色粉末状物质；它主要由碳元素组成，其微晶具有准石墨结构，且呈同心取向，其“粒子”由近乎球形或其他不规则形状的聚熔体构成。为了对这个定义加深理解，在以下章节中还要作适当解释。“炭黑”一词，实际上是包括着各类用途的炭黑产品在内的总称。每一种炭黑均有其特定的物理化学性质，这种性质与所使用的原料、燃烧裂解过程、生产方式和操作条件紧密相关。

按炭黑定义，重油造气副产炭黑原则上也属于炭黑的一种。但目前这种炭黑在工业上尚未得到充分利用。把炭黑在真空或惰性气体中经高温处理，其粒子的准石墨微晶结构趋向石墨晶体的有序排列，称为石墨化炭黑。这不但对炭黑粒子微观结构研究具有理论意义，而且在碳素工业中也有实际用途。此外，在五十年代左右，国内外普遍出现了“白炭黑”产品，“白炭黑”一词仅是习惯上的称呼，因其对橡胶的补强

性能几乎与炭黑相同而颜色是白的。实际上，白炭黑的主要组成是无定形二氧化硅，与炭黑的组成是截然不同的。

二、炭黑的分类和命名

到目前为止，尽管世界各国对炭黑的分类和命名进行了不少工作，但还没有一种普遍被采用的、以各种产品物理化学性质为基础的、统一的、合理的分类和命名法。这项工作仍在继续探讨中。

炭黑的分类法，在我国按照以往的习惯，大体上说来可归纳为两类：按制造方法分类及按用途和使用特点分类。

1. 按制造方法分类 按制造方法可将炭黑分为三类：接触法炭黑、炉法炭黑和热解法炭黑。

(1) 接触法炭黑 接触法是使原料气燃烧的火焰同温度较低的收集面接触，使裂解产生的炭黑冷却并附着在收集面上，加以收集而生产炭黑的方法。此法包括槽法炭黑、滚筒法炭黑和圆盘法炭黑。前两种炭黑我国均有大规模生产，后一种则不常见。

槽法炭黑 槽法是以天然气为原料，通过特制的火嘴，在火房内与空气接触燃烧，火焰则与缓慢往复运动的槽钢接触，使炭黑沉积在槽钢上并加以收集生产炭黑的方法。因其原料主要使用以甲烷为主要成分的天然气，所以又称天然气槽黑或瓦斯槽黑。

利用固体原料萘、蒽或蒽油等辅之以焦炉煤气或甲烷含量较低的天然气为原料所生产的炭黑称为槽法混气炭黑，也称混气炭黑或粗蒽炭黑。在槽法混气炭黑的生产中，去除槽钢冷却面而生产的炭黑称为无槽混气炭黑。这种炭黑，只要在生产工艺上进行合理的控制，则同槽法混气炭黑的质量没有显著的差别。槽法炭黑是一种较老的、重要的炭黑品种之