

炭材料 生产技术

600 问

许 斌 王金铎 编著

TAN CAILIAO
SHENGCHAN JISHU
600 WEN

冶金工业出版社

炭材料生产技术 600 问

许 斌 王金铎 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2006

内 容 简 介

本书以问答的形式,结合炭材料生产工艺流程,从原料、工艺、窑炉、设备、质量检查、产品性能以及生产操作等方面,对炭材料生产技术所涉及的600个问题作了简明的解答。全书共分为12章。包括:(1)炭材料的类型、性能、用途和制备方法;(2)炭材料生产用原料;(3)炭质原料的煅烧;(4)炭质原料的破碎、磨粉和筛分;(5)炭材料生产配料;(6)混捏;(7)成型;(8)焙烧;(9)浸渍;(10)石墨化;(11)炭材料的机械加工;(12)炭材料生产工序质量检查。

本书可供从事炭材料工业的技术、管理和生产人员阅读,也可供大专院校炭材料专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

炭材料生产技术 600 问/许斌,王金铎编著. —北京:
冶金工业出版社, 2006. 1
ISBN 7-5024-3866-1

I. 炭… II. ①许… ②王… III. 炭素材料—生产
工艺—问答 IV. TB321-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 138191 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 朱华英 美术编辑 王耀忠

责任校对 石 静 李文彦 责任印制 牛晓波

北京密云红光印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2006 年 1 月第 1 版, 2006 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 13.25 印张; 352 千字; 387 页; 1/6000 册

35.00 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

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)



许 斌 1963年生，博士后，教授。主持和参与国家及省部级基金课题8项，主持横向研究课题10余项，发表论文50余篇，出版《炭素材料生产问答》(冶金工业出版社，1991)、《英汉炭素材料词典》(湖北科学技术出版社，1993)和《炭材料用煤沥青的制备、性能和应用》(湖北科学技术出版社，2002)。任《炭材料科学与工艺》主编、《武汉科技大学学报(自然科学版)》、《炭素技术》、《炭素》和《中国有色工程》编委。



王金铎 1957年生，工商管理专业博士，高工。现任河北长城长电极有限公司党委书记、董事长和总经理，国家“五一”劳动奖章获得者，全国劳动模范，中国管理科学研究院特聘研究员。出版《工业硅科技新进展》(冶金工业出版社，2004)，任《炭素技术》和《炭材料科学与工艺》编委。发表论文8篇，获7项国家专利，获河北省优秀发明奖3项，获河北省科技进步三等奖1项，获保定市科技进步二等奖1项。

序

21 世纪以来，中国炭材料工业步入高速发展轨道。2004 年，我国石墨电极年产量已达 37 万 t，其中电炉炼钢用石墨电极需求量近 20 万 t；铝电解槽用预焙炭阳极和阴极炭块年需求量成倍增长，预焙炭阳极年产量已达 420 万 t，阴极炭块年产量超过 10 万 t；同时，许多新品种炭材料不断出现，如大规格炭质电极、超高功率石墨电极、半石墨质阴极炭块、微孔炭砖和特种石墨材料等的开发和生产呈迅猛发展趋势；国有炭素企业在继续发展，民营炭素企业如雨后春笋般地不断涌现，数以万计的新职工进入炭素生产企业工作。因此，提高炭素企业职工队伍的素质已是刻不容缓。但是，由于种种原因，近年来我国出版的有关炭材料生产实用技术方面的书籍寥若晨星，这显然难以适应我国炭材料工业高速发展、炭材料生产技术不断更新、国外先进炭材料生产装备大量引进、炭素企业职工队伍日益增大的新形势。在大批炭素企业职工渴求炭材料生产技术知识的时候，武汉科技大学许斌教授和河北长城长电极有限公司王金铎高工编著的《炭材料生产技术 600 问》即将与读者见面，这对提高我国炭素企业职工的生产技术水平、推动我国炭材料工业生产技术革新将发挥积极作用，一定会受到广大炭素企业职工和相关部门技术人员的欢迎。

众所周知，炭材料生产工艺具有独特性，其生产用炭质原料广泛来自于石油化工、煤化工和天然矿物；炭

材料品种众多，所对应的生产工艺流程各具特色；炭材料生产周期长，生产工序设备和窑炉繁杂；炭材料生产技术涉及面广，包括矿山机械、电气、自动化控制、热工炉窑、燃气工程、液压传动、高压容器、材料检测、机械加工等众多领域，因此，要生产质量合格的高性能炭材料，需要炭素生产企业的职工刻苦学习，勇于探索，不断积累经验，熟练掌握生产技能。为此，炭材料生产技术方面的书籍可为炭素生产企业的职工提供理论指导和应用指南。《炭材料生产技术 600 问》以问答的形式，概括了炭材料生产各方面的知识，其中包括许多企业和科研部门多年来的实践经验和研究成果，它不仅对炭素企业新职工有很大帮助，也可作为长期在炭素生产企业及其相关行业从事炭材料生产、使用、检测、研究和管理等岗位的人员遇到疑难问题时的释疑检索手册，并可作为高等院校有关专业教师和学生的教学和学习参考资料。

本书具有以下特色：（1）以生产石墨电极和铝用预焙炭阳极为主线对炭材料生产技术方面的 600 个问题进行了通俗易懂的解答。（2）两位作者长期从事炭材料生产用煤沥青的研究工作和大规格炭质电极的生产实践，书中对所取得的研究成果和生产经验进行了介绍。书中特别强调了煤沥青在炭材料生产工艺中的重要性，详细叙述了煤沥青在贯穿混捏、成型、焙烧和浸渍工序中所起的作用和应用技术问题。（3）书中内容涉及了炭材料生产技术的许多新理念、新工艺和新装备，如超高功率石墨电极、炭电极、针状焦、改质沥青、低 QI 浸渍剂沥青、煤沥青流变性能、大颗粒配方、胶料理论、均质

化生产、逆流式强力混捏机、电热煅烧、热载体加热、立捣卧挤抽真空成型、新型高效焙烧炉、内热串接石墨化、高压高真空浸渍和石墨电极数控加工机床等。

衷心希望本书的出版能使广大读者有所裨益，从而有助于我国炭素企业广大职工技术素质的提高，并促进我国炭材料生产的蓬勃发展。

李华

2005年10月25日

前 言

1991年11月,童芳森、许斌和李哲浩编写的《炭素材料生产问答》由冶金工业出版社出版。该书以问答形式对炭材料生产基本原理、工艺操作等445个问题进行了解答,颇受从事炭材料生产的工作者和技术人员欢迎,前后4次印刷,印数高达11000册。14年岁月流逝,弹指一挥间,我国炭材料工业发生了翻天覆地的变化,炭材料品种日益增多,炭材料生产技术日就月将,炭材料生产体系日臻完善,炭材料生产规模日渐增大,并随着国外先进炭材料生产技术和专业化窑炉装备的不断引入,炭材料生产的工艺理念亦日新月异。为适应近十几年来我国炭材料工业的发展,满足广大炭材料生产经营从业人员提高技术素质和掌握专业知识的需要,我们重新编写了这本《炭材料生产技术600问》。

本书以石墨电极和预焙炭阳极的生产工艺流程为主线,对炭材料生产的工艺原理、炭材料种类和用途、原料选择、工艺过程、生产技术操作、生产窑炉和设备、产品质量检查以及性能指标评价等方面涉及的600个问题作了简明扼要的解答。为了使读者能对炭材料生产技术有较全面的了解,书中也适当介绍了有关炭材料生产的基础理论知识和专业发展概况。

本书的内容结构由许斌、王金铎提出总体设想并共同撰写,全书由我国知名炭素专家、吉林炭素集团有限公司李圣华教授级高工审稿并作序,由《武汉大学

学报》原主编蒋春生进行文字审校。在编写此书过程中，得到了中国铝业股份有限公司郑州研究院王平甫教授、吉林炭素集团有限公司童芳森高工、广东南海市广播电视大学李哲浩教授和抚顺炭素有限责任公司郝勇工程师的大力支持。在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中可能有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

许 斌 王金铎

2005 年 10 月于湖北武汉、河北涞水

目 录

1 炭材料的类型、性能、用途和制备方法

1	炭材料工业的发展历史是怎样的？	1
2	中国炭材料生产行业如何分类？	3
3	炭材料的范畴包括哪些方面，碳的同素异性（构）体 有哪几种？	4
4	碳在自然界是如何分布的？	5
5	炭材料总体分类是怎样的？	5
6	如何按用途和生产工艺对炭材料进行分类？	6
7	如何对炭质、半石墨质和石墨质炭材料进行区分？	8
8	石墨材料具有哪些特性？	9
9	炭材料生产的工艺流程是怎样的？	9
10	什么是石墨电极？	10
11	石墨电极的生产特点是什么？	10
12	石墨电极主要应用于哪些领域？	11
13	石墨电极主要用户电炉炼钢的现状如何？	12
14	石墨电极主要用户电炉炼钢的发展趋势如何？	12
15	炼钢电弧炉是如何配用石墨电极的？	13
16	石墨电极在电炉炼钢中是如何消耗的？	14
17	电炉钢厂使用石墨电极时应注意哪些事项？	14
18	石墨电极主要分为哪几种类型？	15
19	什么是普通功率、高功率和超高功率石墨电极？	16
20	普通功率石墨电极的性能指标有哪些？	17
21	高功率石墨电极的性能指标有哪些？	18
22	超高功率石墨电极的性能指标有哪些？	19

23	三类石墨电极本体和接头的性能指标有何差异?	20
24	为什么高功率和超高功率石墨电极的质量指标要 优于普通功率石墨电极?	21
25	直流电弧炉用石墨电极的质量有何要求?	22
26	石墨电极的生产工艺流程是怎样的?	23
27	什么是抗氧化涂层石墨电极?	24
28	什么是预焙阳极, 它在铝电解槽中起什么作用?	25
29	预焙阳极是如何应用于铝电解槽的?	26
30	预焙阳极在铝电解槽中是如何消耗的?	26
31	在铝电解过程中出现的阳极故障有哪些, 如何 进行处理?	27
32	预焙阳极的质量指标有哪些?	27
33	铝电解对预焙阳极的质量有何要求?	28
34	预焙阳极氧化掉渣和裂纹掉块会产生什么危害?	29
35	预焙阳极的生产工艺流程是怎样的?	30
36	炭块主要有哪几种类型, 它们分别应用在哪些方面? ...	32
37	高炉用炭材料有哪些类型, 它们是如何制备的?	32
38	高炉炭块具有哪些特性, 如何延长高炉炭块的使用 寿命?	33
39	高炉炭块和矿热炉用炭块的性能指标有哪些?	34
40	什么是铝电解槽用阴极炭材料?	36
41	阴极炭块有哪些种类, 它们是如何制备的?	36
42	阴极炭块的性能指标有哪些?	37
43	阴极炭块的生产工艺流程是怎样的?	38
44	什么是炭电极, 它主要用于哪些领域?	39
45	炭电极是如何制备的?	39
46	炭电极的质量指标有哪些?	40
47	炭糊类产品分为哪几类, 它们有什么用途?	40
48	什么是冷捣糊?	41
49	电极糊是如何在矿热电炉上使用的, 其自焙过程	

	是如何进行的?	42
50	电极糊在使用过程中的“软断”和“硬断” 是如何发生的?	43
51	电极糊可分为哪几种类型, 它们是如何制备的?	43
52	电极糊的质量指标有哪些?	44
53	什么是不透性石墨, 它具有哪些特性?	44
54	不透性石墨可分为哪几种类型, 它们是如何 制备的?	45
55	什么是石墨阳极?	46
56	电炭制品有哪些类型, 电刷是如何分类的?	46
57	电炭制品的生产工艺是怎样的?	47
58	机械用炭石墨制品有哪些类型, 它们具有什么 性能和用途?	48
59	炭棒有哪些品种, 它们各有哪些用途?	48
60	柔性石墨是如何制备的, 它具有哪些特性和用途?	49
61	什么是高纯石墨, 其生产工艺有何特点?	50
62	什么是高密高强石墨, 其生产工艺有何特点?	50
63	什么是热解炭和热解石墨, 它们具有哪些特性 和用途?	51
64	什么是活性炭, 它具有哪些性质和用途?	51
65	什么是碳纤维, 它具有哪些性能和用途?	52
66	碳纤维及其复合材料可分为哪些类型?	53

2 炭材料生产用原料

67	炭材料生产用原料有哪些?	54
68	各种固体炭质原料的特征和适用范围是怎样的?	54
69	什么是少灰原料和多灰原料?	55
70	炭材料生产用原料贮存过程中要注意哪些事项?	55
71	已经长期贮存的原料能否直接使用, 为什么?	56
72	什么是石油焦, 石油焦是如何进行分类的?	56

- 73 我国石油焦质量标准是如何规定的? 57
- 74 如何评价炭材料生产用石油焦的质量? 58
- 75 石油焦的灰分组成是什么, 影响石油焦灰分高低的因素有哪些? 58
- 76 石油焦的硫分组成是什么, 影响石油焦硫分高低因素有哪些? 59
- 77 炭材料生产用石油焦的灰分和硫分含量要求是多少? ... 59
- 78 为什么说石油焦所含硫对炭材料生产是一种有害元素? 59
- 79 石油焦的挥发分含量表明了什么信息? 60
- 80 石墨电极生产对石油焦有何要求? 60
- 81 预焙阳极生产对石油焦有何要求? 61
- 82 石油焦所含杂质对预焙阳极性能有何影响? 61
- 83 什么是延迟焦化, 延迟焦是如何生产的? 62
- 84 什么是沥青焦, 它具有哪些特点和用途? 63
- 85 沥青焦是如何生产的, 其质量指标为多少? 63
- 86 什么是针状焦, 它具有哪些特性和用途? 64
- 87 什么是焦炭颗粒的长宽比, 其对针状焦的表征有何意义? 64
- 88 我国炭材料生产用针状焦现状如何, 针状焦的质量指标是怎样的? 65
- 89 什么是冶金焦, 它在炭材料生产中有哪些用途? 65
- 90 炭材料生产用冶金焦的质量要求有哪些? 66
- 91 无烟煤是如何形成的, 它具有哪些特性? 66
- 92 炭材料生产用无烟煤应具备什么条件? 67
- 93 我国无烟煤资源分布如何? 68
- 94 什么是天然石墨, 它可用来制备哪些炭材料? 68
- 95 什么是炭黑, 它在炭材料生产中有哪些用途? 69
- 96 什么是生产返回料, 它包括哪些类型? 69
- 97 什么是残极, 如何清理和利用残极? 70

98	表征固体炭质原料使用性能的指标有哪些?	71
99	炭材料生产用黏结剂有哪几类, 黏结剂的功能 是什么?	72
100	炭材料生产对黏结剂的要求是什么, 为什么选 用煤沥青作为黏结剂?	72
101	什么是煤沥青, 煤沥青可分为哪些类型?	73
102	煤沥青具有哪些用途?	74
103	中温沥青是怎样制取的, 它的质量指标有哪些?	74
104	为什么我国炭材料生产用黏结剂煤沥青需要更新 换代?	75
105	改质沥青是怎样制备的?	76
106	改质沥青的质量指标有哪些, 它用作为炭材料生产 黏结剂时有何特点?	78
107	目前我国炭材料生产中推广使用改质沥青遇到了 哪些困难, 如何加以克服?	78
108	我国煤沥青质量指标存在哪些问题?	79
109	什么是煤沥青的软化温度, 它与煤沥青的分子 组成有何关系?	80
110	什么是煤沥青的黏度, 它如何随加热温度变化?	81
111	什么是煤沥青的结焦值和挥发分, 其值高低 取决于哪些因素?	81
112	煤沥青的溶剂萃取组分分析原理是什么, 它可 分为哪几种组分?	82
113	煤沥青的(甲)苯不溶物组成是怎样的, 它在 黏结剂中起什么作用?	83
114	煤沥青的喹啉不溶物的组成是怎样的, 什么是原 生 QI 和次生 QI?	84
115	为什么国外煤沥青质量指标对中间相含量有要求?	85
116	煤沥青的 β 树脂是什么, 它在黏结剂中起什么 作用?	86

117	煤沥青的(甲)苯可溶物的组成是怎样的,它在黏结剂中起什么作用?	86
118	炭材料生产用浸渍剂有哪几种类型?	87
119	炭材料的浸渍为什么要采用低 QI 含量的浸渍剂沥青?	87
120	与浸渍效果相关的浸渍剂沥青的性质有哪些?	88
121	我国炭材料生产用浸渍剂沥青现状是怎样的?	89
122	炭材料生产用添加剂有哪几种类型?	90

3 炭质原料的煅烧

123	什么叫煅烧,哪些炭质原料需要煅烧?	91
124	炭质原料煅烧的目的是什么?	91
125	为什么要在煅烧过程中充分排除炭质原料的水分和挥发分?	92
126	煅烧过程中炭质原料所含挥发分是如何逸出的?	92
127	炭质原料在煅烧过程中是如何发生体积收缩的?	92
128	煅烧过程中炭质原料的真密度是如何变化的?	93
129	炭质原料的电阻率随热处理温度变化的趋势是怎样的?	93
130	煅后炭质原料抗氧化性能提高的原因是什么?	94
131	为什么煅烧后炭质原料的灰分略有增加?	94
132	煅烧温度是如何确定的?	94
133	为什么煅烧温度要高于焙烧温度?	95
134	炭质原料的煅烧质量指标有哪几项?	96
135	为什么说炭质原料的氢含量可作为评价煅烧质量的指标?	97
136	什么是预碎,炭质原料煅烧前为什么要进行预碎?	97
137	原料预碎为什么选用齿式对辊破碎机,而不选用光面对辊破碎机?	98
138	炭质原料的煅烧特点是什么?	98

139	煅烧炉有哪几种类型,各自的特点是什么?	98
140	几种类型煅烧炉的优缺点是什么?	99
141	顺流式罐式煅烧炉的炉体结构是怎样的?	99
142	顺流式罐式煅烧炉的烟气是如何流动的?	101
143	顺流式罐式煅烧炉的工艺参数是怎样的?	101
144	逆流式罐式煅烧炉在炉体结构上与顺流式罐式炉 有何不同?	102
145	逆流式罐式煅烧炉的火道是如何分布的,火道 内的烟气是如何流动的?	104
146	逆流式罐式煅烧炉的工艺参数是怎样的?	105
147	顺流式罐式炉和逆流式罐式炉各有哪些优缺点?	105
148	什么是简易罐式煅烧炉?	106
149	罐式煅烧炉的热工特点是什么?	106
150	罐式煅烧炉的3个温度带是如何划分的?	107
151	罐式煅烧炉的煅烧操作是怎样进行的?	108
152	什么是罐式炉的温度控制?	108
153	影响罐式煅烧炉温度的主要因素有哪些?	109
154	罐式煅烧炉的燃烧特点是怎样的?	109
155	罐式煅烧炉内的负压是如何产生的?	110
156	罐式炉煅烧生产中对加排料有何要求?	110
157	煅烧物料在罐式炉中的停留时间应如何计算和 控制?	111
158	煅烧高挥发分石油焦时如何防止结焦堵炉?	112
159	如何保持罐式煅烧炉的密封性能?	112
160	罐式煅烧炉对煅烧原料有何要求?	113
161	罐式煅烧炉早期破损的原因有哪些,如何延长 罐式炉的炉龄?	113
162	罐式煅烧炉的烘炉曲线制定依据是什么?	114
163	如何进行罐式煅烧炉的烘炉操作?	115
164	在罐式炉烘炉过程中应注意哪些事项?	115