

■ 多位中国科学院或中国工程院院士推荐新著

现代 超硬材料与制品

Advanced Superabrasives and Related Products

(下册)

■ 方啸虎 邓福铭 郑日升 编著

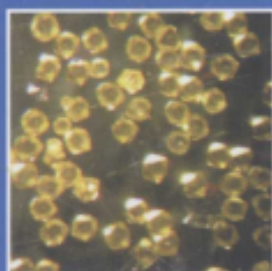


ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社



Advanced Superabrasives and Related Products



ISBN 978-7-308-09079-7



9 787308 090797 >

定价: 178.00元

现代超硬材料与制品

(下)

方啸虎 邓福铭 郑日升 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代超硬材料与制品 / 方啸虎, 邓福铭, 郑日升编著.
—杭州: 浙江大学出版社, 2011. 9
ISBN 978-7-308-09079-7

I. ①现… II. ①方…②邓…③郑… III. ①超硬材料—研究—中国 IV. ①TB39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 184663 号

现代超硬材料与制品

方啸虎 邓福铭 郑日升 编著

责任编辑 李峰伟

封面设计 续设计

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 浙江海虹彩色印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/16

印 张 49.5

彩 插 6

字 数 1431 千

版 印 次 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09079-7

定 价 178.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

目 录

基础与趋势

第一篇 超硬材料基础与发展趋势

第 1 章 从地球科学到超硬材料	3
1.1 高压技术概述	3
1.1.1 动态高压与静态高压	3
1.1.2 地球各圈层的温度和压力	5
1.1.3 地球科学对静态高压和动态高压的启示	5
1.1.4 天然金刚石的发现及其他	6
1.2 动态高压与静态高压的基本标志	7
1.2.1 压力分类	7
1.2.2 静态高压和动态高压与超硬材料的实际概念	7
1.3 静态高压的创始	8
1.3.1 布里奇曼(Percy Williams Bridgman, 1882—1961)简述	8
1.3.2 毛河光简述	9
1.4 人造金刚石的探索与发明	9
1.4.1 人造金刚石的探索	9
1.4.2 人造金刚石的发明	10
1.5 目前国内静态高压体系	10
1.5.1 国家超硬材料重点实验室	11
1.5.2 当前实验室在超硬材料方面已开展的工作及评述	11
1.6 立方氮化硼和新超硬材料 BCN	14
1.6.1 超硬材料理论类型	14
1.6.2 新型超硬材料——立方氮化硼的优异性能	14
1.7 人造金刚石及立方氮化硼的品种类型	15
1.7.1 人造金刚石	15
1.7.2 立方氮化硼	18

1.7.3 类超硬材料 BCN	18
1.8 结 论	19
第 2 章 金刚石行业超高压技术的发展	20
2.1 超高压技术的发展	20
2.1.1 概 述	20
2.1.2 国外两面顶超高压技术的发展	21
2.1.3 我国超高压技术的发展	22
2.1.4 两种超高压技术的抉择问题	23
2.1.5 结 语	24
2.2 中国超硬材料的现状与发展趋势	25
2.2.1 人造金刚石发展形势	25
2.2.2 超硬材料制品的发展状况及进展	27
2.2.3 展望与思考	29
第 3 章 高品质人造金刚石现状与综合性能对比实验研究	31
3.1 用动态观念分析超硬材料国际形势	31
3.1.1 两大强霸改组转轨的动向	31
3.1.2 其他国家停产、保产甚多	32
3.1.3 技术实力还相当雄厚	32
3.2 运用动态观念分析超硬材料国内形势	32
3.2.1 2003—2004 年是六面顶大压机高速发展的时期	32
3.2.2 120MPa~125MPa 设计和需求明显增多	33
3.2.3 六面顶直径 600~650mm 缸径压机将在今后几年成为主导设备	33
3.2.4 大型规模化效应的驱动	33
3.2.5 国际金刚石市场:中、高品级的金刚石需求正趋向中国	33
3.3 中国的高品质人造金刚石	34
3.3.1 高品质金刚石总的评述	34
3.3.2 六面顶压机提高人造金刚石关键技术	34
3.3.3 大顶锤技改后配套技术已完善	35
3.3.4 粉末触媒工艺技术快速发展	35
3.4 国内外中高档金刚石综合性能对比实验研究	35
3.4.1 引 言	35
3.4.2 实验材料及方法	36
3.4.3 结果与讨论	36
3.4.4 结 语	40
3.5 金刚石行业应迎接新的挑战	40

超硬材料科学与技术

第二篇 超高压高温装备与高精度控制系统

第 4 章 铰链式六面顶超硬材料液压机	45
4.1 概 述	45
4.2 国产铰链式六面顶超硬材料液压机的基本原理	47
4.2.1 机械结构	47
4.2.2 液压系统	49
4.3 代表机型——CS-VI(HD)型 $6 \times 20000\text{kN}$ 六面顶液压机	52
4.3.1 主要技术指标	53
4.3.2 主要技术创新点	53
4.3.3 各部机构要点	54
4.4 结 论	58
4.4.1 国产铰链式六面顶超硬材料液压机的主要优点	58
4.4.2 国产铰链式六面顶超硬材料液压机目前的主要问题	58
第 5 章 新型大压机制造中若干问题与如何提高压机制造吨位	60
5.1 引 言	60
5.2 当前大压机发展现状及改进意见	60
5.2.1 关于能力问题	60
5.2.2 谈谈设计的基本构思	61
5.2.3 关于设备加工精度问题	62
5.2.4 关于压机吨位问题	62
5.2.5 关于增压器问题	62
5.2.6 关于油路系统问题	63
5.3 对主机设计的几点看法	63
5.3.1 关于浮动原理	63
5.3.2 关于主机的兜底缸、球底缸和铰链梁	64
5.3.3 关于密封件	65
5.4 关于大型六面顶压机工作压力提高到 $120\text{MPa} \sim 125\text{MPa}$ 的建议	65
5.4.1 引 言	65
5.4.2 设计 125MPa 六面顶的指导思想和主要依据	66
5.4.3 $120\text{MPa} \sim 125\text{MPa}$ 大型六面顶压机设计可靠性	68
5.4.4 结 语	69
5.5 结 论	70
第 6 章 具有中国特色的六面顶液压机的研制现状和优势	74
6.1 中国超硬材料合成高压设备的发展	74
6.1.1 两面顶、四面顶与六面顶	74
6.1.2 20 世纪 70 年代多种形式液压机	75
6.1.3 两面顶液压机与六面顶液压机之争	75

6.2	目前六面顶压机高品质金刚石的基本评估	76
6.2.1	2005 年的评述	76
6.2.2	现阶段的评述	77
6.3	六面顶金刚石液压机的优点	78
6.3.1	六面顶金刚石液压机的一般性优点	78
6.3.2	新式六面顶压机的优点	78
6.4	国际已经全面认可的中国六面顶液压机	78
6.5	压机大型化步伐加快	79
6.6	六面顶压机设计制造工艺水平不断提高	79
6.6.1	主机结构设计制造方面	80
6.6.2	液压控制方面	81
6.6.3	电气控制方面	81
6.7	六面顶压机应用及其优势	82
6.7.1	六面顶压机得到广泛应用	82
6.7.2	六面顶压机所具有的优势	83
6.8	六面顶压机进一步发展的趋势	83
6.9	结 论	84
第 7 章	大型压机高精度全自动微机电控及群控系统	85
7.1	导 言	85
7.2	对系统压力要求采用变频动态补压方式	85
7.3	对合成腔体内的温度控制要求非恒功率曲线控制	87
7.4	控制系统设计原理	87
7.4.1	小泵变频动态补压压力曲线控制原理	87
7.4.2	加热非恒功率曲线控制原理	88
7.4.3	有关 A/D 转换模块控制精度问题	88
7.4.4	程序设计	89
7.5	控制系统特点	89
7.6	新型控制两台及多台(群控)系统	90
7.7	使用效果	92
7.8	结 论	92
第 8 章	高压形成的重要构件——顶锤	93
8.1	硬质合金顶锤质量的评价	93
8.2	硬质合金顶锤成分与制作工艺的选择	94
8.3	顶锤受力状态的研究	96
8.4	大压机顶锤设计若干问题的思考	97
8.4.1	合成腔体与设备吨位和使用顶锤顶面边长的关系	97
8.4.2	顶锤小斜面的角度讨论	98
8.4.3	顶锤底面直径与顶面边长的关系及数值的确定	98
8.4.4	顶锤高度的确定	99
8.4.5	顶锤小斜边长度的讨论	100
8.4.6	结 语	100

8.5	大顶锤生产中应注意的若干问题	100
8.5.1	压机大型化的主要趋势	100
8.5.2	大型顶锤应运而生与技术改造	101
8.5.3	大顶锤生产中应防范的三大问题	101
8.5.4	结 语	103
8.6	当前降低顶锤消耗应注意的若干问题	103
8.6.1	顶锤的失效处理和合理保护	103
8.6.2	查顶锤受力不均因素	104
8.6.3	查顶锤受热不均因素	105
8.6.4	努力提高顶锤寿命,积极提高企业效益	105
第三篇 超硬材料合成主要原辅材料		
第 9 章	传压介质——叶蜡石、白云石矿物学研究与作用分析	113
9.1	合成金刚石生产中叶蜡石传压密封材料矿物学研究	113
9.1.1	显微结构研究	114
9.1.2	X 射线粉末衍射分析	114
9.1.3	化学成分研究	114
9.1.4	结果讨论	115
9.2	白云石内衬材料在合成金刚石传压密封介质中的作用	116
9.2.1	引 言	116
9.2.2	白云石内衬材料的组成	117
9.2.3	白云石内衬材料的变化	117
9.2.4	白云石内衬材料的作用	119
第 10 章	传压介质合成块研制的新进展	121
10.1	关于叶蜡石和白云石及其他添加剂的基本要求	121
10.1.1	叶蜡石成分要求	121
10.1.2	白云石的基本要求	122
10.2	混合型组装块	123
10.2.1	整体型	123
10.2.2	分体型	123
10.2.3	复合分体型	124
10.2.4	NaCl 分体型	124
10.2.5	新式整体复合型	124
10.2.6	几种组装的优缺点	125
10.3	非立方体的叶蜡石块	125
10.3.1	预密封边叶蜡石块	125
10.3.2	粉压成型预密封边叶蜡石块	125
10.3.3	长方体叶蜡石块	126
10.4	传压介质的尺寸	126
10.5	大型-超大型传压介质块	127
10.5.1	大压机的大合成块	127

10.5.2 目前 $\geq\Phi 500\text{mm}$ 缸径压机合成块系列	127
10.6 结 论	129
第 11 章 高压下传压介质稳定性的研究	130
11.1 概 述	130
11.1.1 国外研究状况	130
11.1.2 国内研究状况	131
11.2 研究内容及方法	131
11.2.1 研究内容	131
11.2.2 研究方法	132
11.3 化学分析结果	132
11.4 岩石矿物鉴定和 X 射线衍射分析报告	133
11.4.1 测试仪器及测试条件	133
11.4.2 样品的制备	133
11.4.3 矿粉的岩石矿物鉴定及 X 射线衍射分析	134
11.4.4 结 语	136
11.5 合成金刚石试验效果	137
11.6 结 论	137
第 12 章 叶蜡石块焙烧排列新形式及焙烧工艺	138
12.1 普通排列形式	138
12.2 品字形与梅花形排列	139
12.3 悬吊串珠式排列	139
12.4 窑式焙烧新工艺	140
12.5 多点测温是控制炉温均衡的关键技术	140
第 13 章 片状触媒的研究和应用	142
13.1 引 言	142
13.2 多种片状触媒合金的研究	143
13.2.1 NiMnCo 合金触媒	143
13.2.2 FeNiMn 合金触媒	144
13.2.3 FeNiMnCo 合金触媒	144
13.2.4 镍-铜基多元触媒	145
13.3 添加剂的选择及试验	145
13.3.1 添加元素组分	145
13.3.2 试验所用设备	146
13.3.3 触媒生产工艺流程图	147
13.4 方案选择	148
13.4.1 添加剂组分的选择	148
13.4.2 尽量采用低熔点的合金	148
13.4.3 选用能增加渗碳溶碳作用的元素	149
13.5 高真空熔炼与轧制工作的新工艺技术	149
13.5.1 关于真空冶炼	150

13.5.2 惰性气体的保护调整	150
13.5.3 关于熔炼时间	150
13.5.4 关于浇铸	150
13.5.5 多次回火和清洗	151
13.5.6 结 语	152
13.6 合成工艺的综合性试验及结果	152
13.7 结 论	153
第 14 章 合成金刚石用触媒作用机制及粉末触媒材料	154
14.1 触媒的作用原理及分级评价体系	154
14.1.1 触媒的作用原理	154
14.1.2 触媒的催化能力及其分级	157
14.2 合成金刚石用触媒材料	160
14.2.1 触媒材料研究发展史	160
14.2.2 工业金刚石合成触媒材料发展历程	161
14.2.3 粉末触媒材料	163
14.3 国内外触媒材料发展趋势	166
14.3.1 活性大、成本低的铁基触媒材料	166
14.3.2 低熔点触媒材料	166
14.3.3 新型无机化合物触媒材料	167
14.3.4 触媒材料粉末化	167
第 15 章 金刚石专用片状与粉状石墨研制进展	169
15.1 人造金刚石用石墨的分类	169
15.2 人造金刚石用石墨的制备	170
15.2.1 关于片状组装用石墨片	170
15.2.2 关于粉状组装合成金刚石用石墨粉	171
15.3 石墨性能对人造金刚石合成的影响	172
15.3.1 石墨纯度对合成金刚石的影响	172
15.3.2 石墨的电阻系数对合成金刚石的影响	172
15.3.3 石墨的体积密度、气孔率和机械强度对合成金刚石的影响	173
15.3.4 石墨化程度高低对人造金刚石合成的影响	173
15.3.5 石墨的显微结构对合成金刚石的影响	174
15.3.6 粉状石墨的石墨化程度对合成金刚石的影响	175
15.3.7 粉状石墨的含氧量对合成金刚石的影响	175
15.4 新型发热保温石墨片	176
15.4.1 合成腔内的轴向温差	176
15.4.2 有效的电阻式发热保温碳片	176
15.5 结 论	177

第四篇 超硬材料组装原则与工艺

第 16 章 关于压机大型化以后叶蜡石及其组装设计应考虑的原则及其应用

.....	181
16.1 叶蜡石及其组装设计应考虑的原则.....	181
16.1.1 安全性(不放炮或少放炮)原则.....	181
16.1.2 叶蜡石块体积最小的腔体容积最大的原则.....	182
16.1.3 发热量足够多与散热量最少原则.....	182
16.1.4 散热量小与接触面大原则.....	182
16.1.5 构件高精度原则.....	182
16.1.6 叶蜡石块、白云石衬管等高密度原则.....	182
16.1.7 大内压力与小系统压力原则.....	182
16.1.8 密封性与传压性相结合原则.....	183
16.1.9 腔体的径高比呈似球或扁球状原则.....	183
16.1.10 尽量采用稳定区原则.....	183
16.1.11 串联与并联联合运用原则.....	183
16.2 对当前大压机超硬材料合成组装块若干问题的应用.....	184
16.2.1 引言.....	184
16.2.2 粉末触媒合成块直接加热式组装.....	184
16.2.3 粉末触媒合成块间接加热式组装.....	185
16.2.4 几点评述.....	187
16.3 结 论.....	189

第五篇 超硬材料形核理论与生长

第 17 章 人造金刚石成核条件与形核的中心理论..... 193

17.1 成核的相关条件.....	193
17.1.1 概 述.....	193
17.1.2 合成工艺参数对成核数量的影响.....	194
17.1.3 升温升温过程对触媒结构及物相变化的影响.....	196
17.1.4 讨 论.....	197
17.1.5 结 语.....	198
17.2 形核的中心理论.....	199
17.2.1 概 述.....	199
17.2.2 实验与结果.....	199
17.2.3 成核的反应中心理论.....	202
17.2.4 结 语.....	206
17.3 关于粉末块成核的简单描述.....	206

第 18 章 影响金刚石形核因素与亚稳态成核的探讨..... 208

18.1 引 言.....	208
18.2 金刚石形核的影响因素.....	208

18.2.1	合成温度、压力条件	209
18.2.2	熔媒种类	209
18.2.3	碳源种类	210
18.2.4	其他因素	210
18.3	金刚石形核热力学条件	210
18.4	金刚石形核动力学条件	212
18.5	金刚石合成的亚稳态成核	213
18.6	金刚石成核的逆转化	214
18.7	结 论	215
第 19 章	金刚石单晶生长理论与技术	216
19.1	影响金刚石单晶生长的主要因素	216
19.1.1	压力因素	216
19.1.2	温度因素	217
19.1.3	时间因素	218
19.2	金刚石单晶的慢速生长与匹配的快速生长	220
19.3	金刚石单晶生长速率的讨论	221
19.4	金刚石单晶生长的热力学及动力学	222
19.4.1	金刚石单晶生长的热力学	222
19.4.2	金刚石单晶生长的动力学	226
19.5	结 论	227
第六篇 相对低温低压理论及其应用		
第 20 章	相对低温低压理论与优越性	231
20.1	相对低温低压理论的提出和建立	231
20.1.1	在金刚石相图上分析相对低温低压	231
20.1.2	相对低温低压合成金刚石的热力学和动力学分析	233
20.2	相对低温低压合成金刚石的优越性	240
20.2.1	相对低温低压在设备上的优越性	240
20.2.2	相对低温低压对提高顶锤寿命有益处	241
20.2.3	相对低温低压对合成工艺有利	242
20.2.4	相对低温低压对节能有利	242
20.2.5	由于温度下降给节能带来的好处	243
20.2.6	相对低温低压可采取的相应措施	244
20.2.7	结 语	244
第 21 章	在相对低温低压区间合成 SMD 级高品质金刚石工艺的研究	245
21.1	概 述	245
21.2	合成试验条件	246
21.2.1	高温高压设备系统	246
21.2.2	合成原材料	246
21.3	相对低温低压工艺的指导思想	246

21.4 相对低温低压工艺的实施	247
21.4.1 顶锤的选择	247
21.4.2 叶蜡石与堵头的选择	247
21.4.3 组装工艺选择	248
21.4.4 合成工艺的选择	249
21.5 合成效果与结论	250
21.5.1 合成效果	250
21.5.2 结 语	252

第七篇 相对平衡理论及其应用

第 22 章 相对平衡理论的基础与实质	255
22.1 历史回顾	255
22.1.1 20 世纪 60 年代至 80 年代初	255
22.1.2 20 世纪 80 年代至 90 年代初	256
22.1.3 20 世纪 90 年代中后期——对中平衡新的认识时期	256
22.2 大“三角形”与小“三角形”及“三线一点”	256
22.2.1 一种新观念的提出	256
22.2.2 新观念的空间图形	257
22.2.3 在数学式上看大小三角形	257
22.2.4 关于“三线一点”	258
22.2.5 三个“中心”的空间关系	258
22.2.6 三个中心的相对位置对设备和模具受力状态的影响	259
22.3 相对平衡理论的实质	260
22.3.1 相对平衡理论的初始	260
22.3.2 相对平衡理论的实质问题	261
22.4 相对平衡理论的发展	262
22.4.1 长方柱叶蜡石块的应用	262
22.4.2 大小顶锤在一个高压体系中的应用	262
22.4.3 不同角度顶锤的组合使用	262
22.4.4 不同形状顶锤的组合使用	263
22.5 结 论	263
第 23 章 相对平衡理论实际应用研究	264
23.1 两面和整棒均匀生长是优质高产低耗的关键	264
23.2 长方块在合成金刚石工艺中的研究	265
23.2.1 打破固有“正方形”	265
23.2.2 长方块的实验效果	266
23.3 异形顶锤在合成金刚石工艺中的研究	268
23.3.1 试验基本情况	268
23.3.2 长方锤与长方块组合的试验效果	269
23.4 结 论	270

第 24 章 应用相对均衡压力将长方块在 $\Phi 400 \sim 500\text{mm}$ 缸径压机上合成的试验研究	271
24.1 相对均衡压力合成概述	271
24.2 $\Phi 400\text{mm}$ 缸径压机上的试验研究	272
24.2.1 传压介质与顶锤的设计	272
24.2.2 工艺试验方案	272
24.2.3 与正方块对比	273
24.3 $\Phi 500\text{mm}$ 缸径压机上的试验研究	274
24.3.1 传压介质与顶锤的设计	274
24.3.2 工艺方案试验	274
24.3.3 与普通正方块合成效果比较	274
24.4 问题讨论	275
24.5 结 论	275
 第八篇 压机大型化及合成新工艺	
第 25 章 超硬材料压机大型化发展走势和出路	279
25.1 压机继续大型化是趋势	279
25.1.1 国外超硬材料压机大型化的发展状态	279
25.1.2 我国超硬材料压机将会继续大型化	280
25.2 我国当前金刚石压机发展新趋势	281
25.2.1 当前 $\geq \Phi 560\text{mm}$ 缸径压机是主产压机	281
25.2.2 超薄型工作缸的压机在研制	281
25.2.3 125MPa 大型压机正在试制	281
25.2.4 无工作缸的压机被部分企业认可	281
25.3 压机大型化的瓶颈	282
25.3.1 压机大型化必须顶锤大型化	282
25.3.2 顶锤大型化历来是金刚石行业发展的瓶颈	282
25.4 中国顶锤大型化的出路在哪里	283
25.4.1 中国压机大型化不能只走简单的增大顶锤重量之路	283
25.4.2 组合顶锤走过的艰辛之路	283
25.4.3 组合顶锤实用照片	283
25.4.4 组合顶锤出现的现实意义	284
25.4.5 展 望	284
第 26 章 $\Phi 500\text{mm}$ 缸径压机粉末一体化大腔体合成工艺的研究	285
26.1 引 言	285
26.1.1 概 述	285
26.1.2 项目来源	285
26.1.3 预计实现目标	286
26.1.4 本设计总体原则	286
26.2 $\Phi 40\text{mm}$ 腔体超高压系统的建立	286

26.2.1	设备的选择	286
26.2.2	传压介质块外部尺寸的设计	287
26.2.3	顶锤的选用和设计	287
26.2.4	组装方式设计	288
26.2.5	工艺参数的估算	289
26.2.6	加热系统及其他部件的设计	289
26.3	$\Phi 40\text{mm}$ 腔体几项主要性能的对比试验	290
26.3.1	片状触媒与粉末触媒的对比	290
26.3.2	组装上片状触媒与粉末触媒的对比	290
26.3.3	直接加热与间接加热的对比	290
26.3.4	粉末触媒暂停时间的延长对比	291
26.4	$\Phi 40\text{mm}$ 腔体的合成效果	291
26.4.1	金刚石的 TI 与 TTI	291
26.4.2	金刚石的单产与颜色、透明度	292
26.4.3	顶锤消耗的统计	292
26.4.4	金刚石的实物照片	293
26.5	结 论	293
第 27 章	$\Phi 560\text{mm}$ 缸径与更大缸径大型压机扩大合成腔体的优化合成	295
27.1	总体设计指导思想	295
27.1.1	小压机有挖潜能力的应该继续挖	295
27.1.2	目前的主力压机重点挖潜	295
27.2	$\Phi 560\text{mm}$ 缸径压机的优化设计	296
27.2.1	$\Phi 560\text{mm}$ 缸径压机的优选	296
27.2.2	优化顶锤设计	297
27.2.3	优化合成块设计	298
27.2.4	优化腔体设计	299
27.3	$\Phi 560\text{mm}$ 缸径压机合成 $\Phi 46\text{mm}$ 腔体的工艺设计	299
27.3.1	金刚石合成工艺暂停压力的选用	299
27.3.2	金刚石合成工艺暂停时间的选用	300
27.3.3	金刚石合成工艺合成压力的选用	300
27.3.4	金刚石合成工艺合成时间的选用	301
27.3.5	合成工艺中温度(W)的对比	301
27.3.6	合成工艺曲线图及工艺调整的几点说明	302
27.4	$\Phi 560\text{mm}$ 缸径压机的合成效果及分析	302
27.4.1	合成粒度分布及粗粒粒度占有率	302
27.4.2	高品质金刚石占有率及实际金刚石	303
27.4.3	顶锤消耗	304
27.5	$\geq \Phi 600\text{mm}$ 缸径压机的试验	304
27.5.1	更大压机的基本状况	304
27.5.2	新开发大型压机基本参数及产量、质量	306
27.6	结论与问题	307

第九篇 粗颗粒高品质金刚石

第 28 章 关于钻探用$\geq 0.5\text{mm}$ 单晶金刚石合成工艺的研究	311
28.1 引 言	311
28.2 主要核心技术	312
28.2.1 压机大型化	312
28.2.2 组装新技术	312
28.2.3 扩大腔体	313
28.2.4 粉末触媒新技术	313
28.2.5 合成配套新工艺	314
28.2.6 合成工艺中温度(W)的对比	316
28.3 研究后获得的主要指标	316
28.3.1 单次产量	317
28.3.2 金刚石平均抗压强度	317
28.3.3 TI、TTI 值及其他	317
28.3.4 合成棒样品	318
28.3.5 金刚石质量对比	318
28.3.6 顶锤消耗	319
28.4 结 论	319
第 29 章 获得高品质金刚石值得重视的若干问题	321
29.1 慢速生长是获得优质高产高品级金刚石的关键	321
29.1.1 人造金刚石晶体生长过程分析	321
29.1.2 在金刚石相图上分析相对低温低压	322
29.1.3 优质金刚石晶体生长的控制步骤及其影响因素	323
29.1.4 慢速生长对合成金刚石系统的影响	324
29.1.5 结 语	324
29.2 布拉维法则在优质高品级金刚石生长中的应用	325
29.2.1 布拉维法则	325
29.2.2 布拉维法则在高品级金刚石生长中的应用	325
29.2.3 布拉维法则培养所需金刚石晶体	327
29.3 人造金刚石生产中若干重要工艺控制要素及应用的一些规律	327
29.3.1 若干要素与晶体生长作用的关系	327
29.3.2 若干要素在金刚石合成中的作用	328
29.3.3 大压机大腔体若干要素的一些新概念	330
29.4 关于剪式合成法的一些问题	331
29.4.1 剪式合成法的基本形式	331
29.4.2 运用剪式合成法的试验	331

第十篇 粉末触媒与高品质金刚石

第 30 章 粉末触媒合成金刚石的新认识与研究进展	335
30.1 对粉末触媒合成金刚石的新认识	335