



实用选矿技术疑难问题解答

中国矿业大学图书馆藏书

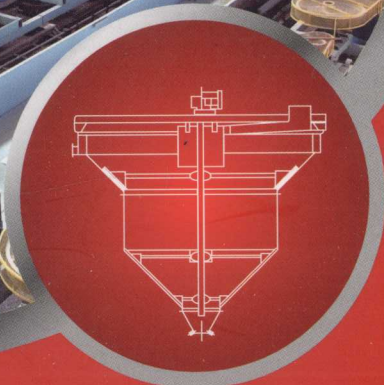
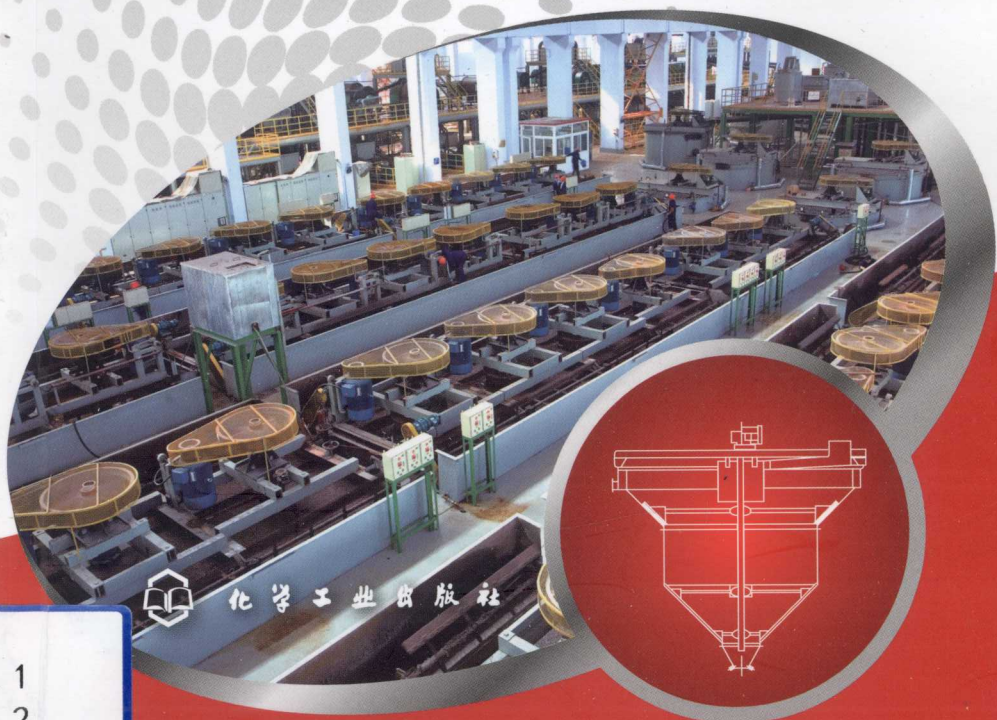


C01745727

铁矿选矿

技术问答

印万忠 李丽匣 编著



化学工业出版社

1
2

TD951.1
Y-869.2

实用选矿技术疑难问题解答

铁矿选矿技术问答

印万忠 李丽匣 编著



中国矿业大学图书馆藏书



C01745727



化学工业出版社

· 北京 ·

本书针对铁矿选矿方面的基础知识和实践,以问答的形式详细介绍了世界铁矿资源及生产概况、铁矿石的类型和矿物分析方法、铁矿石分选工艺和实践、铁矿石选矿设备、铁矿石选矿药剂、复杂难选铁矿石选矿和铁矿石选矿厂的产品处理和取样分析,除了介绍基本概念性的知识之外,也加入了铁矿选矿方面的一些新技术和新设备。

本书可供选矿工程技术人员使用,以及作为大、中专等高等院校矿物加工工程专业的本科生、研究生和教师的参考书,也可供从事铁矿开发利用的管理人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁矿选矿技术问答/印万忠,李丽匣编著.—北京:
化学工业出版社,2012.8
(实用选矿技术疑难问题解答)
ISBN 978-7-122-14741-7

I. ①铁… II. ①印… ②李… III. ①铁矿床-选矿-
问题解答 IV. ①TD951.1-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第147990号

责任编辑:刘丽宏
责任校对:宋玮

装帧设计:刘丽华

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张10 字数270千字
2012年11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:39.00元

版权所有 违者必究



前言

铁矿资源是我国最为重要的战略资源之一，是钢铁工业的命脉。自1996年我国钢产量首次突破1亿吨以来，已连续15年保持世界第一，且持续增长。近10多年来，我国铁矿石产量始终居世界第一，从2003年起成为世界进口铁矿石最多的国家。故今后若未实现重大的找矿突破和对铁矿资源的高效利用，巨大的供需缺口仅能完全依赖国际市场和境外资源供应，这将对国家经济安全构成严重威胁。我国铁矿石供需矛盾日趋紧张，已经成为制约我国经济可持续发展的最大瓶颈，合理有效地开发我国的铁矿资源，是缓解我国铁矿石供应紧张、降低对外资源依存度、实现国民经济可持续发展的必由之路。

钢铁工业的发展大大促进了铁矿选矿技术的进步与革新。特别是我国，铁矿资源的主要特点是“贫”“细”“杂”，平均品位低，复杂难选的铁矿资源所占比例较大。近年来，国内矿物加工工作者针对铁矿石的开发利用进行了深入系统的研究工作，开发了许多先进的选矿技术、工艺、装备和药剂。其中一些技术、药剂与设备已投入了工业应用，为企业创造了巨大的经济效益。

由于近年来新建铁矿选矿厂数量和规模不断地增加、扩大，另外由于铁矿本身的多变性和复杂性，选矿从业人员水平出现参差不齐的状况。为了普及铁矿选矿技术基础知识，增强铁矿选矿从业人员实际操作能力和提高选矿厂生产力，了解目前铁矿选矿技术、工艺和设备方面的最新进展，故编写了本书。

本书主要面向铁矿选矿技术人员、工人、技校学生以及初学者，针对相关技术综合要点分列专题，采取问答形式进行叙述，减

少不必要的理论知识比重，在具体技术问题讲解上，直接从生产技术、设备、工艺设定入手，具有直观、较强的实用性和可操作性等特点。本书共分七章，包括世界铁矿资源及生产概况、铁矿石的类型和矿物分析方法、铁矿石分选工艺和实践、铁矿石选矿设备、铁矿石选矿药剂、复杂难选铁矿石选矿和铁矿石选矿厂的产品处理和取样分析。

本书由印万忠和李丽匣编著，其中第一、三、四、七章由李丽匣编写，第二、五、六章由印万忠编写。全书由印万忠统稿。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目录

第一章 铁矿资源及生产概况

第一节 世界铁矿资源的分布	1
1 世界铁矿石的储量和储量基础是多少?	1
2 世界铁矿石资源储量的分布情况如何?	1
3 全球铁矿石资源分布特点是什么?	2
4 全球铁矿石产量是多少?	2
5 中国铁矿资源的储量和分布情况如何?	3
6 中国铁矿石资源的特点是什么?	6
第二节 世界铁矿石生产、消费和需求	8
7 近年来世界铁矿石的生产情况如何?	8
8 近年来中国铁矿石的生产情况如何?	13
9 近年来世界和中国铁矿石的消费情况如何?	14

第二章 铁矿石的类型和矿物分析方法

第一节 铁矿石类型	16
1 主要的含铁矿物有哪些?	16
2 主要含铁矿物的工业品位和边界品位是多少?	22
3 主要含铁矿石产品的一般工业要求是什么?	23
4 主要含铁矿物的用途是什么?	23
第二节 铁矿石的工业类型	25
5 中国铁矿石的工业类型按成因可分为哪几类?	25

6	中国主要铁矿石工业类型的分布和特点是什么?	25
第三节 铁矿石分析方法		37
7	铁矿石选矿工艺矿物学研究的主要内容包括哪些方面?	37
8	矿石的物质组成研究包括哪几个方面的内容?	38
9	铁矿石化学成分分析方法有哪些?	38
10	矿物物相组成研究有哪几种方法?	39
11	矿物组成的定量分析有哪几种方法?	39
12	什么是矿石的构造? 矿石的构造有哪些类型?	40
13	什么是矿石的结构? 构成矿石结构的主要因素有哪些? 常见的矿石结构有哪些?	40
14	研究矿石中元素的赋存状态有何意义? 铁矿石中元素 赋存状态的研究内容是什么?	40
15	研究矿石中元素赋存状态的主要手段是什么?	41
16	什么是矿物的嵌布粒度? 研究矿物嵌布粒度的意义是 什么? 矿物嵌布粒度的测定方法是什么?	41
17	根据矿物粒度分布曲线可以分析矿物的什么特性?	42
18	研究矿物解离的意义是什么? 什么是矿物的解离度? 怎么测定和计算?	43
19	铁矿石可选性评价研究的目的是什么? 其研究内容和 研究程序是什么?	43
20	铁矿石选矿工艺流程试验的工艺矿物学研究的目的是 什么? 其研究内容是什么?	45
21	铁矿石选矿厂生产流程的工艺矿物学研究目的是什么? 其研究内容和工作程序是什么?	46

第三章 铁矿石分选工艺和实践

第一节 磁铁矿分选工艺		47
1	弱磁-阳离子反浮选工艺流程有什么特点?	47
2	目前采用弱磁-阳离子反浮选工艺流程的铁矿选厂实践 有哪些?	48

3	弱磁-阴离子反浮选工艺有什么特点?	54
4	采用弱磁-阴离子反浮选工艺流程的铁矿选厂有哪些?	54
5	全磁分选工艺有什么特点?	62
6	目前采用全磁分选工艺的铁矿选厂有哪些?	63
第二节 赤铁矿分选工艺		66
7	赤铁矿分选实践中有哪些主要工艺?	66
8	连续磨矿、弱磁-强磁-阴离子反浮选工艺流程有什么特点?	66
9	阶段磨矿、粗细分选、重选-磁选-阴离子反选工艺流程有什么特点?	68
10	阶段磨矿、粗细分选、磁选-重选-阴离子反选工艺流程有什么特点?	70
第三节 贫磁铁矿的湿式预选技术		71
11	贫磁铁矿为什么要进行预选?	71
12	贫磁铁矿湿式预选有何优点?	73
13	贫磁铁矿预选的技术和设备有哪些?	73
14	铁粉矿是否可以采用湿式预选?	75

第四章 铁矿石选矿设备

第一节 破碎磨矿设备		78
1	Nordberg HP 系列圆锥破碎机的结构和粉碎特点是什么?	78
2	Sandvik 圆锥破碎机的结构和粉碎特点是什么?	80
3	惯性圆锥破碎机的结构和性能特点是什么?	82
4	高压辊磨机的结构和粉碎特点是什么?	84
第二节 分级设备		88
5	目前常用的分级设备分为几类?	88
6	螺旋分级机的结构及特点是什么?	89
7	旋流器的结构及特点是什么?	90
8	复式流化分级机的结构和特点是什么?	91
9	CFS 系列旋流细筛的结构和工作原理是什么?	94
10	立式圆筒筛的结构与工作原理是什么?	95

11	德瑞克 (Derrick) 重叠式高频细筛的结构和分选特点是什么?	97
12	GPS 型高频振动细筛的结构和分选特点是什么?	99
13	MVS 型振网筛的结构和分选特点是什么?	100
14	GYX 细筛的结构和分选特点是什么?	103
15	直线振动细筛的特点是什么?	104
第三节 磁选设备		104
16	磁选柱的主要分选原理是什么? 有何特点?	104
17	裕丰磁选柱的主要分选特点是什么?	106
18	DFJX 型脉冲振动磁场磁选柱的结构和分选特点是什么?	107
19	磁选环柱的结构和分选特点是什么?	107
20	磁团聚重力分选机的分选原理、结构和分选特点是什么?	109
21	复合闪烁磁场磁选机的结构和分选特点是什么?	112
22	BK 系列新型磁选机有哪几种型号? 其结构和分选特点是什么?	115
23	BX 型磁选机的结构和分选特点是什么?	120
24	SLon 高梯度磁选机的结构和分选特点是什么?	123
25	SSS 型湿式双频脉冲双立环高梯度磁选机的结构和分选特点是什么?	126
26	DMG 型电磁立环脉动磁选机的结构和分选特点是什么?	130
27	磁场筛选机的分选原理、结构和分选特点是什么?	131
28	强磁辊有哪些主要类型?	133
29	各种强磁辊式磁选机的结构和分选特点是什么?	134
30	电磁精选机的特点是什么?	137
31	智能脉冲电磁精选机的结构和工作原理是什么?	138
第四节 脱磁设备		140
32	脱磁技术有什么作用?	140
33	脱磁的方法有哪些?	141
34	脱磁器的用途和主要进展是什么?	142
35	GMT 型高效脉冲脱磁器的基本原理是什么?	143

36	SMT 型数字脉冲脱磁器的基本原理是什么?	144
37	DQ 系列谐波波式脱磁器的基本原理是什么?	145
38	MTW- Φ 160 型高场强脉冲脱磁器的基本原理是什么?	146
第五节 浮选设备		147
39	对浮选机的基本要求是什么?	147
40	矿用叶轮式浮选机工作原理是什么?	148
41	我国常用的浮选机有哪几种?	148
42	机械搅拌式浮选机有什么特点?	150
43	浮选机的基本选型原则是什么?	150
44	浮选机在操作过程中应经常检查哪些部位?	151
45	浮选柱的结构和分选特点是什么?	151
46	磁浮选机的结构和分选特点是什么?	155
47	BF-T 型浮选机的结构和分选特点是什么?	157

第五章 铁矿石选矿药剂

第一节 捕收剂		159
1	铁矿石浮选用捕收剂的主要进展是什么?	159
2	阳离子捕收剂十二胺的结构和特点是什么?	160
3	GE 系列捕收剂的捕收特点是什么?	161
4	YS 系列捕收剂的结构和捕收特点是什么?	163
5	阳离子捕收剂研制方面有何最新进展?	163
6	RA 系列捕收剂的结构和捕收特点是什么?	166
7	KS 系列捕收剂的结构、合成方法和捕收特点是什么?	168
8	MZ 系列捕收剂的捕收特点是什么?	169
9	MH 系列捕收剂的捕收特点是什么?	170
10	MG 系列捕收剂的捕收特点是什么?	171
11	螯合类捕收剂的捕收特点是什么?	171
第二节 抑制剂		172
12	铁矿物主要的抑制剂淀粉有何特点? 其抑制作用机理是什么?	172

13	木质素抑制铁矿物的效果如何?	173
14	铁矿物抑制剂的进展是什么?	174
第三节 活化剂		175
15	铁矿石分选时活化剂的主要作用是什么?	175
16	铁矿石分选时主要活化剂的种类和特点是什么?	176

第六章 复杂难选铁矿石选矿

第一节 复杂难选铁矿石的种类和性质		177
1	主要的复杂难选铁矿石有哪几种类型?	177
2	中国各类难选铁矿石的储量和利用率是多少?	179
第二节 复杂难选铁矿石选矿工艺		179
3	复杂难选铁矿石难选的原因和主要的解决方法是什么?	179
4	铁矿石浮选时细粒级与粗粒级铁矿物之间在浮选过程中存在什么交互影响?	180
5	近年来中国在难选铁矿石选矿方面的主要进步有哪些?	180
第三节 微细粒嵌布的鞍山式贫磁铁矿石选矿		183
6	中国微细粒嵌布的鞍山式贫磁铁矿石的储量有多少?	183
7	微细粒嵌布的鞍山式贫磁铁矿石的特点和难选原因是什么?	183
8	微细粒嵌布的鞍山式贫磁铁矿石的主要选矿方法和工艺有哪些?	183
第四节 微细粒嵌布的鞍山式赤铁矿石选矿		188
9	中国微细粒嵌布的鞍山式赤铁矿石的储量有多少?	188
10	微细粒嵌布的鞍山式赤铁矿石的特点和难选原因是什么?	188
11	微细粒嵌布的鞍山式赤铁矿石的主要选矿方法和工艺有哪些?	188
第五节 菱铁矿石		196
12	中国菱铁矿石的储量有多少?	196
13	菱铁矿石的主要特点和难选原因是什么?	196
14	中国在菱铁矿石选矿方面的主要进展是什么?	196

第六节 褐铁矿石	202
15 中国褐铁矿石的储量有多少?	202
16 褐铁矿石的主要特点和难选原因是什么?	202
17 中国在褐铁矿石选矿方面的主要进展是什么?	202
第七节 细粒嵌布的高磷赤、褐铁矿石	209
18 磷在钢铁冶炼工艺中的主要危害是什么?	209
19 中国细粒嵌布的高磷赤、褐铁矿石的储量有多少?	209
20 含磷铁矿石难选的原因是什么?	209
21 细粒嵌布的高磷赤、褐铁矿石选矿方面的主要进展是什么?	210
第八节 高磷鲕状赤铁矿石	213
22 中国高磷鲕状赤铁矿石的储量有多少? 分布在什么地方?	213
23 高磷鲕状赤铁矿石的特点和难选原因是什么?	214
24 高磷鲕状赤铁矿石选矿方面的主要进展是什么?	214
第九节 其他复杂难选铁矿石选矿	219
25 包头白云鄂博式铁矿石的特点和主要选矿进展是什么?	219
26 攀枝花钒钛磁铁铁矿石的特点和主要选矿进展是什么?	222
27 梅山含硅酸铁型高磷铁矿石的特点和主要选矿进展是什么?	223
28 东鞍山含碳酸盐型铁矿石的特点和主要选矿进展是什么?	225
第十节 难选铁矿石分选新技术与新装备	229
29 难选铁矿石磁化焙烧法技术特点是什么? 有什么新装备?	229
30 难选铁矿石深度(直接)还原技术和装备方面有何进展?	233
31 西部缺水和高盐水区铁矿石选矿技术有何进展?	235
32 复杂难利用铁矿生物还原磁化选矿技术方面有何进展?	236

第七章 铁矿石选矿厂的产品处理和取样分析

第一节 产品处理	238
1 浓缩的基本原理是什么?	238
2 普通浓缩机的工作原理是什么?	238
3 高效浓密机的工作原理是什么?	239
4 高效浓密机的应用特点是什么?	241

5	高效浓密机的应用范围是什么?	241
6	铁矿选厂主要的浓密设备有哪些?	242
7	浓密机的发展分为几个阶段?	245
8	高效浓密机使用的絮凝剂都是什么?	245
9	GNJ-70 型高效浓缩机的特点是什么?	246
10	EMACO-16 型高效浓缩机的结构特点及工作原理是什么?	249
11	奥图泰高效浓密机的结构、特点及工作原理是什么?	250
12	高压浓密机的结构特点是什么?	252
13	大型浓密机如何才能实现自动控制?	252
14	尾矿高效脱水设备主要有哪些?	253
15	高浓度尾矿排放分为哪几个阶段?	255
16	尾矿浓缩的工艺流程有哪些?	256
17	尾矿膏体有什么特性?	257
18	尾矿膏体堆存的特点和优势是什么?	258
19	尾矿膏体浓缩和输送设备有哪些?	260
20	制约我国膏体尾矿发展的因素有哪些?	263
21	盘式真空过滤机的进展及各设备结构有什么特点?	265
22	陶瓷过滤机有什么进展?	266
23	陶瓷过滤机的工作原理和结构特点是什么?	268
24	水平带式真空过滤机的进展及各设备结构有什么特点?	270
25	永磁真空过滤机的进展及各设备结构有何特点?	273
26	蒸汽过滤设备的进展及各设备结构有何特点?	275
27	压滤设备是如何分类的?	276
28	板框(厢式)压滤机的结构特点及工作流程是什么?	276
29	带式压滤机的结构特点及工作原理是什么?	278
30	气压罐式连续压滤机的结构特点及工作原理是什么?	281
第二节 铁矿选矿厂的取样及分析		283
31	如何进行矿床选矿试验取样?	283
32	如何确定样品的代表性?	286
33	如何确定矿样的个数?	287

34	如何确定试样最小必需质量?	288
35	选矿厂为什么要经常定期取样和检查?	289
36	如何确定选矿厂的工作制度及设备作业率?	289
37	为何要计算选厂的金属平衡?	290
38	如何进行金属平衡的计算?	290
39	理论平衡与实际平衡表有什么不同?	291
40	产生金属平衡差值的原因有哪些?	291
41	铁矿石试样加工包括那些工序?	292
42	选矿厂怎样选择设备? 怎样计算选矿设备的生产能力?	293
43	选厂流程考查的目的是什么?	295
44	选厂流程考查如何分类?	295
45	流程考查的内容是什么?	296
46	如何进行流程考查前的准备工作?	296
47	流程考查中原始指标怎样选定?	297

参考文献

第一章

铁矿资源及生产概况

第一节 世界铁矿资源的分布

1 世界铁矿石的储量和储量基础是多少？

据美国地质调查局 (USGS) 2005 年初公布的数据显示, 世界铁矿石储量为 1600 亿吨, 基础储量为 3700 亿吨; 矿山铁 (即铁矿石中所含的金属铁) 储量为 800 亿吨, 基础储量为 1800 亿吨。世界铁矿石储量主要集中在乌克兰、俄罗斯、巴西、中国和澳大利亚, 储量分别为 300 亿吨、250 亿吨、210 亿吨、210 亿吨和 180 亿吨, 分别占世界总储量的 18.8%、15.6%、13.1%、13.1% 和 11.3%, 五国储量之和占世界总储量的 71.9%; 另外, 哈萨克斯坦、美国、印度、委内瑞拉和瑞典也有较丰富的铁矿资源, 其铁矿石储量分别为 83 亿吨、69 亿吨、66 亿吨、40 亿吨和 35 亿吨, 分别占世界铁矿石总储量的 5.2%、4.3%、4.1%、2.5% 和 2.2%。

全球铁矿石资源相当丰富。估计地质储量在 8000 亿吨以上, 而探明储量为 4000 多亿吨。按现有生产水平, 可供应 400 年。铁矿资源主要集中于十多个国家, 探明储量的 90% 分布在 10 个国家和地区。

2 世界铁矿石资源储量的分布情况如何？

世界铁矿石资源储量依次是: 独联体 (探明储量 1140 亿吨, 其中俄罗斯 800 多亿吨)、巴西 (680 亿吨)、中国 (500 亿吨)、加

拿大（360 亿吨以上）、澳大利亚（350 亿吨）、印度（175.7 亿吨）、美国（174 亿吨）、法国（70 亿吨）、瑞典（36.5 亿吨）。此外，英国、委内瑞拉、智利、利比里亚、南非等国资源储量亦较丰富。

3 全球铁矿石资源分布特点是什么？

(1) 世界铁矿资源丰富，静态保证年限超过百年，长期供应有保证。

世界铁矿储量基础从 1996 年的 2320 亿吨增长到 2006 年的 3700 亿吨（同期储量由 1500 亿吨增长到 1600 亿吨），10 年间增长了 59.5%，静态保证年限超过 100 年。从 20 世纪 70 年代中期开始到 20 世纪末，由于铁矿储量保证程度高，也由于发达国家经济结构调整，世界主要国家减少或停止了对铁矿新区的勘查工作，但是铁矿静态保证年限数十年来一直保持在百年以上的高水平。世界铁矿石资源总量估计超过 8000 亿吨（矿石量），含铁量超过 2300 亿吨，未来尚有很大的发现潜力。

(2) 高品位铁矿分布比较集中。

主要的铁矿石资源大国包括巴西、澳大利亚、中国、俄罗斯、哈萨克斯坦、乌克兰、美国、印度、瑞典、委内瑞拉等是世界铁矿资源大国。

高品位矿在巴西、澳大利亚、印度等国分布较广，且大都具备露天开采条件，开采成本低、品味相对较高的特点使这些国家成为全球主要的铁矿石供应国。

我国虽然铁矿资源量大，但是品位比较低，国内主要是贫矿为主，富矿含量较少。

4 全球铁矿石产量是多少？

联合国贸易与发展会议最新公布的数据显示，2008 年全球铁矿石产量约达到 17.9 亿吨，同比增加 8.7%，而 2007 年的产量为 16.5 亿吨，同比增加约 8.2%。2007 年巴西是全球最大的铁矿石生产国，产量为 3.43 亿吨，之后是澳大利亚及中国，产量分别为

2.991亿吨及3.298亿吨。这三个国家加之前苏联铁矿石总产量占全球产量的70%。

世界上大型的铁矿区主要分布在南美东部、澳大利亚西部、北美东部、东欧等地区，其中高品位矿区主要位于巴西、澳大利亚、印度，这三个国家也是铁矿石出口量最大的国家。

5 中国铁矿资源的储量和分布情况如何？

我国铁矿查明资源储量从2001年的581.19亿吨增长到2007年的613.35亿吨，六年增长了5.5%，铁矿查明资源储量呈现缓慢增长趋势；铁矿累计查明资源储量从2001年的625.80亿吨增长到2007年的684.46亿吨。

截至2007年底，全国铁矿查明资源储量为613.35亿吨，其中基础储量为223.64亿吨，资源量389.71亿吨。我国铁矿石查明资源储量绝大部分为贫矿，富铁矿石查明资源储量有10.02亿吨，占全部铁矿查明资源储量的1.6%。2007年全国铁矿查明资源储量净增加6.09亿吨，比2006年增长1.0%。

按照2007年铁矿查明资源储量统计，从铁矿资源在东中西部经济区分布看，东部地区（包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南11个省市）合计铁矿查明资源储量256.52亿吨，占我国铁矿查明资源储量总量的41.8%；中部地区（山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南8个省市）合计铁矿查明资源储量144.48亿吨，占我国铁矿查明资源储量总量的23.6%；西部地区（广西、内蒙古、四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆12个省区）合计铁矿查明资源储量212.35亿吨，占我国铁矿查明资源储量总量的34.6%。我国铁矿资源东部地区分布的最多，其次是西部地区和中部地区。

全国31个省、直辖市、自治区均探明有铁矿资源，但我国铁矿查明资源储量主要分布在辽宁（123.33亿吨，占全国总量的20.1%）、四川（102.07亿吨，占16.6%）、河北（72.49亿吨，占11.8%）、安徽（39.53亿吨，占6.4%）、山西（37.82亿吨，