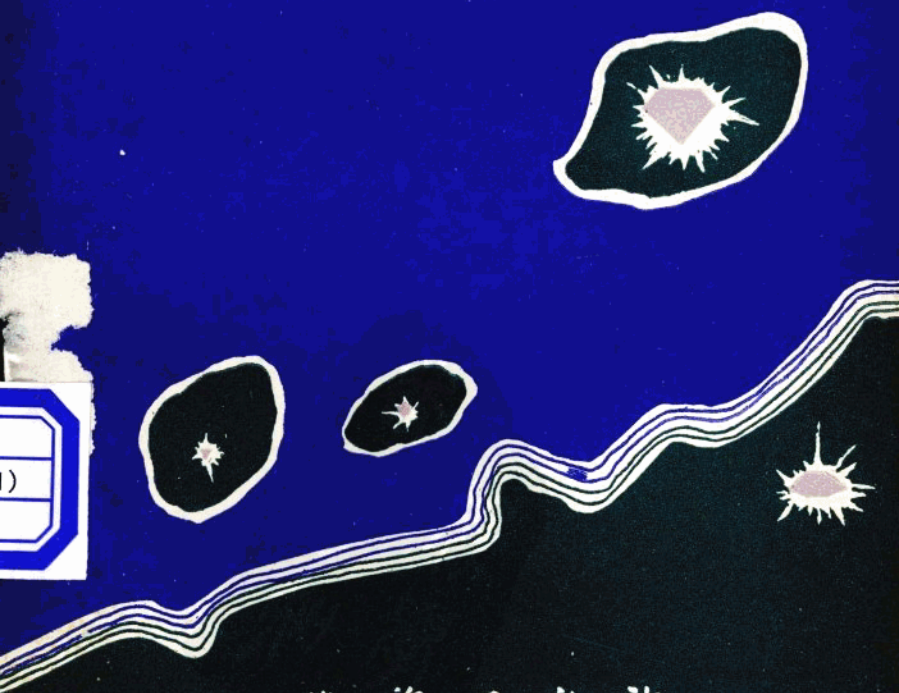


世界金刚石矿床 的形成和分布规律



地质出版社

世界金刚石矿床的 形成和分布规律

张培元 王家枢 周永芳 编著

地质出版社

世界金刚石矿床的形成和分布规律

张培元 王家枢 周永芳 编著

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑 殷维翰

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

地质出版社邮购组公开发行

开本: $850 \times 1168^{1/32}$ 印张: $7^{9/16}$ 字数: 198,000

1982年2月北京第一版·1982年2月北京第一次印刷

印数1—1,700册·定价1.50元

统一书号: 15038·新785

前 言

根据已知矿床的地质特点来指导寻找新矿床的工作，这对任何矿种都是常用的方法，金刚石矿也不例外。由于目前我国找到的金刚石矿还不多，因此系统地收集并研究世界现有的金刚石矿的地质资料，深入开展金刚石矿的成矿分布规律的研究，对于指出找矿方向，选择有利成矿地区，指导金刚石的普查工作是十分必要的。

为了适应我国金刚石地质工作发展的需要，我们广泛收集了国内外发表的大量有关金刚石地质资料的文献，以及对国外金刚石矿的考察报告，进行综合整理，编写了这本书。书中除了按地区和国家系统介绍了金刚石原生矿和砂矿的地质特征外，还就现有资料，综合分析了世界金刚石矿床的形成和分布规律。供有关同志参考使用。

本书由地质部张培元同志主编，地质部情报所王家枢、周永芳同志合作编写。第一章、第四章、第十一章、第十二章以及结束语由张培元编写，其他各章由王家枢和周永芳编写，张培元定稿。

全部文稿完成后，请殷维翰老师和陈达孝同志进行了审阅。特此一并表示感谢。由于我们水平有限，缺点、错误在所难免，敬请同志们批评指正。

目 录

第一章 世界金刚石发现史及资源概况	1
一、世界各国金刚石矿床的发现史	1
二、世界金刚石的分布、产量和储量	6
第二章 非洲南部的金刚石矿床	13
一、南非(阿扎尼亚)	13
二、莱索托	36
三、博茨瓦纳	43
四、纳米比亚(西南非洲)	48
五、津巴布韦	53
六、斯威士兰	54
第三章 东非地区的金刚石矿床	56
第四章 中非地区的金刚石矿床	64
一、扎伊尔	64
二、安哥拉	76
三、中非共和国	82
四、加蓬和刚果	85
五、赞比亚	88
第五章 西非地区的金刚石矿床	92
一、加纳	93
二、几内亚	97
三、象牙海岸	105
四、利比里亚	107
五、塞拉利昂	108
六、马里	112
第六章 苏联的金刚石矿床	115

第七章 亚洲地区的金刚石矿床	140
一、印度	140
二、印度尼西亚	149
第八章 澳大利亚的金刚石矿床	157
一、西澳地区的原生金刚石矿床	157
二、东澳地槽区的金刚石砂矿	164
三、东澳地槽区的金伯利岩	166
第九章 南美洲的金刚石矿床	169
一、巴西	169
二、圭亚那	184
三、委内瑞拉	191
第十章 北美地台的金伯利岩	194
一、美国	195
二、加拿大	200
第十一章 金刚石原生矿形成的地质条件	205
一、金伯利岩形成的大地构造环境	205
二、断裂构造对金伯利岩的控制	208
三、与金伯利岩有关的岩浆岩	212
四、含金刚石金伯利岩形成的特定地质条件	216
五、金伯利岩形成的时代	218
第十二章 金刚石砂矿的形成和分布规律	221
一、金刚石砂矿的空间分布与成矿期	221
二、前寒武纪金刚石砂矿的主要特征	223
三、第四纪金刚石砂矿的形成条件和富集规律	226
结束语	232
主要参考文献	235

第一章 世界金刚石发现史及资源概况

金刚石在自然界非常稀少，找寻金刚石矿床极为困难。目前，全世界只有二十七个国家找到金刚石矿床。因此，认真研究世界各国金刚石矿床的发现、分布、储量和产量等情况，对于指导我国金刚石矿的普查工作，具有十分重要的现实意义。

一、世界各国金刚石矿床的发现史

世界上最早发现金刚石的是印度。大约在二千年前，在古代的戈尔康达王国，现在印度的安得拉邦境内的克里希纳河、彭纳河及其支流的砾石层中，曾大规模地开采过金刚石。在十八世纪中叶以前，戈尔康达乃是世界市场金刚石的主要供给基地。十几个世纪以来，印度金刚石产量主要来自河流砾石层和古老的砾岩。原生金刚石矿床是二十世纪三十年代发现的，数量有限，含量不高，在世界上并没有引起多大的震动。

公元五世纪，在印度尼西亚的加里曼丹发现金刚石，其原生来源至今尚未查明。十七世纪末期，巴西在米纳斯吉拉斯州首次发现金刚石，随后在皮奥伊州等地又找到了金刚石砂矿床，结果，巴西取代了印度而成为世界金刚石的主要来源。遗憾的是，由于某些原因，在巴西，对于寻找金刚石主要来源的金伯利岩一直没有给予认真的考虑。德比（1898年）等人最早在米纳斯吉拉斯州西部的金伯利岩的先导研究，也没有引起人们的重视。直至1965年在皮奥伊州西南部的一次总体踏勘性地质调查时发现了巴西的第一个金伯利岩岩筒——“雷东达奥”(Redondao)岩筒。后来，在米纳斯吉拉斯州的系统普查工作中，又发现了一些金伯利岩岩

筒，才证实了德比等人的观点是正确的。

1866年在世界金刚石找矿史上曾发生了历史性的变化，在南非（阿扎尼亚）第一次发现金刚石。这颗金刚石是由达尼尔·雅各布斯（Daniel Jacobs）的儿女在开普省金伯利城以西的霍普敦（Hopetown）附近的奥兰治河阶地上玩卵石时捡到的，重21.25克拉。1869年又发现了一颗重达83.5克拉的宝石级金刚石。此后，在南非（阿扎尼亚）掀起了找金刚石的热潮，人们成群结队地爬在奥兰治河及其支流瓦尔河的阶地砾石层上寻觅金刚石。1870年直接参加找金刚石的人数达到五万多人。随着群众性的找金刚石的热潮，先后在奥兰治河及其支流瓦尔河流域发现了规模大、品位高的金刚石砂矿。在开采砂矿的过程中，于1870年在亚赫斯丰坦首次发现了含金刚石的“金伯利岩筒”——“亚赫斯丰坦”岩筒和“杜托依茨潘”岩筒。1871年在金伯利城附近又发现了世界著名的“金伯利”、“德比尔斯”和“伯特丰坦”三个岩筒。金伯利岩的命名即由此而来。在1870年以前，世界各国发现的都是金刚石砂矿。南非（阿扎尼亚）最大的“普列米尔”岩筒是1902年发现的，在这个岩筒中，曾于1905年1月27日发现了世界上最大的宝石级金刚石，取名“库利南”，重3075.25克拉。十九世纪中叶以来，由于在南非（阿扎尼亚）发现了规模巨大、含量很高的金刚石砂矿和原生矿，结果，南非（阿扎尼亚）又取代了巴西，成为世界上最主要的金刚石产地。

1907年11月4日，美国地质学家贾诺特（Janot），在扎伊尔西开赛省切卡帕地区的开赛河流域普查金矿时，于马依木乃乃村附近流入开赛河的一条支流——奇米尼纳河的冲积物中偶然发现一颗重0.1克拉的金刚石。此后，人们用类似淘金的方法又找到许多金刚石砂矿，这些砂矿遍布开赛河中、上游的切卡帕地区和安哥拉的隆达地区。切卡帕地区金刚石砂矿的发现，促进了扎伊尔东开赛省金刚石普查工作的开展。1916年12月在鲁格林克附近的布什玛依河冲积物中首先发现一些金刚石，以后经过三十年的普查勘探工作，不仅找到了世界上最丰富的残坡积、冲积砂

矿，并于1946年在姆布吉玛伊市附近发现了第一批金伯利岩岩筒群。这里的原生矿主要是通过对金刚石砂矿分布富集规律、物质来源的研究，运用重砂测量、物化探等方法找到的。1955年以来，在姆布吉玛伊市西南三十公里的基布阿地区，通过航空磁测、地面物探和对含铬镁钛铁矿的追索等方法，又找到了新的金伯利岩岩筒群。这一系列新的金刚石矿床的发现，在世界上引起了很大的震动。自1953年以来，扎伊尔的金刚石产量超过了南非（阿扎尼亚），一跃而成为世界上出产金刚石最多的国家。

1908年在纳米比亚（西南非洲）发现了金刚石，后来的普查勘探工作证明，这里蕴藏着世界上最大的滨海金刚石砂矿，其金刚石的质量也是世界上最好的，宝石级金刚石占95%。

二十世纪以来，在非洲有许多国家相继发现了金刚石。1910年在利比里亚，1912年在安哥拉，1913年在坦桑尼亚和中非共和国，1919年在加纳，1929年在象牙海岸，1930年在塞拉利昂，1955年在马里，1967年在博茨瓦纳等国家都找到了金刚石。必须强调指出的是，在上述发现金刚石的国家中，除坦桑尼亚、安哥拉、博茨瓦纳找到较多有工业价值的金伯利岩外，其他国家发现的主要是砂矿，其中加纳、塞拉利昂金刚石的年产量，在世界金刚石产量中占有极重要的地位。

坦桑尼亚自1913年首次发现金刚石后的相当长的一段时期内，虽然找到二百多个金伯利岩岩体，但大多不具工业价值。直到1940年，在坦桑尼亚金刚石找矿史上发生了具有历史意义的重大转折，在辛阳加地区，由加拿大地质学家J.T.威廉森采用重砂法找到了世界上最大的金伯利岩岩筒，取名“姆瓦杜伊”岩筒。该岩筒占地面积146万平方米，估计储量有5000万克拉。

博茨瓦纳原来是不产金刚石的国家。1955年开始在东南部用重砂法进行金刚石普查，以后又扩大到西部，但连续六年的工作均未收到效果。1962年又返回东部，在一个已干涸了的河床砂砾堆中发现了三颗小金刚石，于是就溯河而上追索，但未发现金刚石源地，却在该河发源地以上发现了一个大而浅的古河道。根据

前人的研究,此区曾发生过新构造运动,古河道的发源地位于隆起西部很远的地方,而在其以东的金刚石可能是在隆起运动即水流被切断以前由河流冲下来的。为此,就从该区向西进行了大规模的重砂采样和快速踏勘,连续发现大量的镁钛铁矿和镁铝榴石,最后于1967年在隆起以西200公里的地方,发现了世界第二大岩筒——“欧拉帕”岩筒。1973年在南部又发现了富含宝石级金刚石的“杰旺年”岩筒。从此,博茨瓦纳成为世界上最重要的金刚石生产国。

关于苏联金刚石矿床的发现历史,经历了相当长的而且是十分曲折的过程。苏联第一颗金刚石是1829年在乌拉尔的克列斯托沃兹движенка(Крестовоздвиженка)含金、铂砂矿中发现的。以后在一个多世纪的漫长岁月中,苏联普查金刚石的工作,一直围绕乌拉尔这个地区进行,除发现一些金刚石砂矿外,一直没有找到原生矿。1937年苏联著名地质学家B.C.索波列夫通过对西伯利亚地台和盛产金刚石的南非地台的对比,除了肯定它们在总的地质特征上的相似性之外,还注意到西伯利亚暗色岩和南非卡鲁粗玄岩也颇为相近,特别是在地台北部有和南非地台相似的偏碱性超基性喷出岩的产出。据此推测,在西伯利亚地台可能存在有金伯利岩型金刚石原生矿床。1945年开始在西伯利亚地台进行有计划的金刚石普查。最初的结果是令人失望的,当时按照乌拉尔金刚石砂矿的普查经验,把铬铁矿、铂、斜方辉石、透辉石等作为伴生矿物追索金刚石。可是由于在这个地区暗色岩十分发育,追来追去,只是查到一些暗色岩。直到1953年之前,仅仅在维柳伊地区发现一些小的金刚石砂矿,而且品位很低。有人认为金刚石已被搬运它处。但同时有人提出:即使金刚石已被搬运它处,只要跟踪追索,仍可找到原生岩筒;有人研究了金刚石的晶体形态,指出原生源地就在附近,而且不止一个,在有些重砂样品中发现了和南非金伯利岩中极为相似的镁铝榴石。因此决定追索镁铝榴石的分散源,查找金伯利岩,后来证明这是一个十分重要的关键。1954年沿达尔登河进行镁铝榴石测量,发现了第一个金伯利岩岩筒——“闪光”岩筒。1955年以后,该区除了继续

采用重砂法外，又采用航空摄影、航空磁法和地面物探等综合方法找矿，发现了大量的金伯利岩岩筒。由于西伯利亚地台金刚石矿床的不断发现，自1971年以来，苏联金刚石产量已跃居世界第二位，超过南非（阿扎尼亚），仅次于扎伊尔。

在北美大陆的美国和加拿大，早在二十世纪初期就有发现金刚石的报导，但至今未找到很有经济意义的金刚石矿床。

值得提出的是，关于澳大利亚寻找金刚石的历史。1851年在澳大利亚东南部的的新南威尔士首次发现了金刚石，这些金刚石是用采金船在开采黄金、锡石时找到的。后来在这里发现了一些金刚石冲积砂矿，据说还找到了一批不含金刚石的金伯利岩。七十年代以来，澳大利亚普查金刚石的重点地区由东部向西北部转移，掀起了找金刚石的热潮。近年来在西澳的金伯利地区采用重砂法、区域地质填图、航空地质、和航空物探等手段，发现了一批含金刚石的金伯利岩岩筒。其中最大一个岩筒占地面积84万平方米，金刚石含量较高，质量较好。从成矿地质条件来看，澳大利亚西部有可能成为未来世界最重要的金刚石产区。

从世界金刚石发现史来看，几乎毫不例外地都是先发现砂矿，然后在砂矿工作的基础上再发现原生矿。寻找金刚石原生矿极为困难，除南非（阿扎尼亚）第一个金伯利岩岩筒是在开采砂矿时偶然发现的以外，其他许多国家找到一个具有很大工业价值的原生矿区，往往经历十几年甚至几十年时间，花费大量投资。扎伊尔的布什玛依金刚石原生矿的发现，自1916年首次发现金刚石砂矿，至1946年找到第一个岩筒，前后经历三十年；苏联西伯利亚地台的金伯利岩，从1937年开始进行成矿预测，1945年派地质队去调查，到1954年发现“闪光”岩筒，也经历了十八年的时间；1967年在博茨瓦纳发现的“欧拉帕”岩筒，历经十二年的工作，花费3200万美元。由此可见，金刚石找矿是一项艰苦的代价高昂的工作，要有长期打算，认真研究地质条件和找矿方法，不断总结经验教训，作深入细致的工作。只有这样，才有可能在有利成矿远景区有新的发现。

二、世界金刚石的分布、产量和储量

自从二千多年前，在印度首先发现金刚石以来，世界其他国家也陆续找到了金刚石。由于金刚石在自然界非常稀少，成矿地质条件特殊，因此，金刚石在世界上的分布很不广泛，只产于某些特定的地区。据统计，目前世界上共有二十七个国家发现了金刚石矿床，但主要集中分布在非洲和苏联的西伯利亚。在非洲大陆的南非地区有南非（阿扎尼亚）、博茨瓦纳、纳米比亚（西南非洲）、安哥拉、莱索托、津巴布韦、斯威士兰；东非地区有坦桑尼亚；中非地区有赞比亚、扎伊尔、刚果、中非共和国、加蓬；西非地区有加纳、塞拉利昂、利比里亚、象牙海岸、几内亚。在南美洲有巴西、委内瑞拉和圭亚那三个国家。北美洲的加拿大、美国，大洋洲的澳大利亚和亚洲的印度、印度尼西亚等国家，也有少量的金刚石矿床。此外，在捷克斯洛伐克、莫桑比克和缅甸发现了不具工业价值的金刚石矿点。关于世界金刚石矿床的分布情况见图1。

由于金刚石在自然界十分稀缺，又是最珍贵的宝石，特别是在工业上有特殊的用途，因此许多国家都把金刚石列为一种重要的战略物资。随着现代工业和科学技术的发展以及对金刚石物性的深入了解，金刚石的使用范围正在不断扩大，在工业上的用量越来越多。近半个世纪以来，世界金刚石的消耗量平均每年增长10%，而同期工业增长速度为4%。1978年世界工业金刚石总消耗量已超过一亿克拉（包括人造金刚石）。

天然金刚石资源有限，远不能满足工业日益增长的需要，所以很多国家，特别是缺乏金刚石资源的美国、日本和欧洲各国都在大力发展人造金刚石工业。世界人造金刚石产量在1960—1977年的十八年中增长了23倍，1977年的产量达4600万克拉。人造金刚石虽有很大发展，但目前所生产的多为碎粒级金刚石。由于现代工业的发展，科学技术的进步，对高级级金刚石的需求越来越

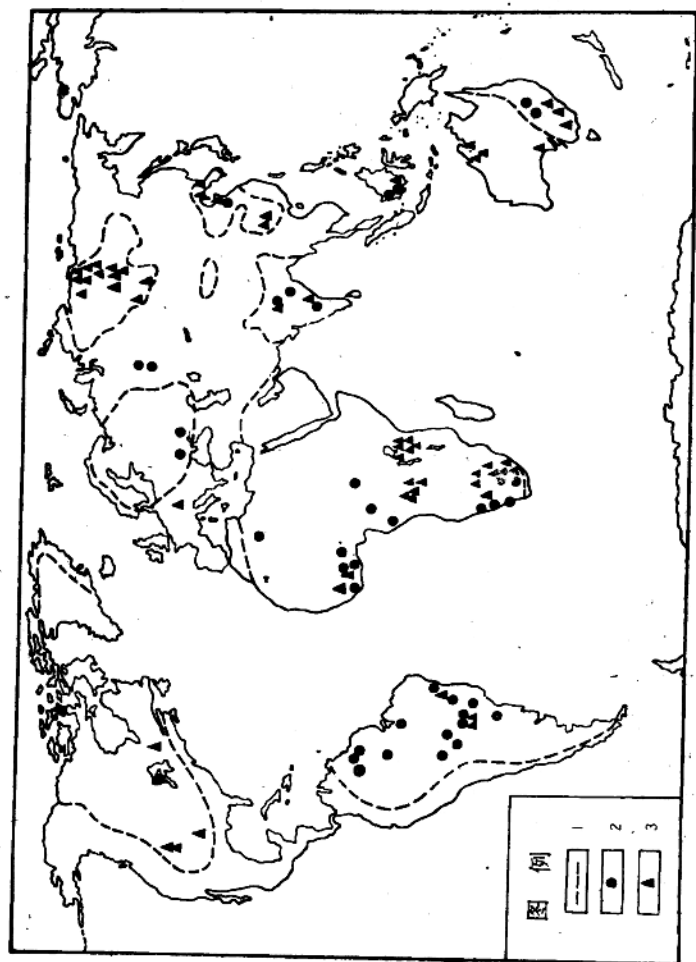


图 1 世界金伯利岩和金刚石砂矿分布示意图
1—地台界线，2—金刚石砂矿，3—金伯利岩

多，所以主要还是依赖天然金刚石。

自从二千年前在印度首次开采金刚石以来，世界上共采出十四亿五千万克拉（合290吨）金刚石。七十年代中期，世界金刚石年产量达到5000万克拉。由于种种原因，主要是资源紧张，1978年世界金刚石产量降至4740万克拉（表1）。其中非洲国家占71.6%，苏联25.4%，拉丁美洲2.7%，亚洲和大洋洲0.3%。年产金刚石大于100万克拉的国家有扎伊尔、苏联、南非（阿扎尼亚）、博茨瓦纳、纳米比亚（西南非洲）、加纳，产量10—100

表 1 1970—1978年世界各国金刚石的产量（单位 百万克拉）

国 家	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
扎 伊 尔	14.08	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
苏 联	7.80	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.60	12.00
南 非 (阿扎尼亚)	8.12	7.50	7.70	7.80	8.00	7.80	7.60	7.80	8.00
博茨瓦纳	0.56	0.80	2.40	2.40	2.70	2.41	2.36	2.66	2.80
纳 米 比 亚 (西南非洲)	1.81	1.60	1.60	1.60	1.60	1.74	1.69	1.90	1.90
加 纳	2.53	2.60	2.50	2.20	2.40	2.25	2.22	2.24	1.50
安 哥 拉	2.40	2.40	2.20	2.20	2.20	0.75	0.40	0.50	0.65
塞 拉 利 昂	2.05	1.00	1.80	1.70	1.70	1.43	1.09	0.75	0.80
委 内 瑞 拉	0.51	0.50	0.40	0.50	0.50	0.60	0.90	0.80	0.80
坦 桑 尼 亚	0.66	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40	0.35
利 比 里 亚	0.81	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40	0.50
中 非 共 和 国	0.48	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30
象 牙 海 岸	0.22	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.10	0.10
巴 西	0.35	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.50	0.50	0.50
其 它	0.23	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40	0.10	0.10	0.20
总 产 量	46.58	48.60	49.70	49.70	50.40	49.38	47.16	47.75	47.40

万克拉的国家为塞拉利昂、委内瑞拉、安哥拉、利比里亚、坦桑尼亚、中非共和国、巴西、象牙海岸，年产量不到10万克拉的有印度、印度尼西亚、莱索托、圭亚那等。扎伊尔金刚石产量占世界第一位，1978年达1700万克拉。虽然扎伊尔的产量很高，但产值不大。以七十年代初期为例，扎伊尔金刚石产量占世界总产量的40%，但金刚石质量差，其产值只占20%；相反，纳米比亚（西南非洲）金刚石产量只占3%，因宝石级金刚石比例高，产值占27%。

金刚石矿床，按成因分原生矿和砂矿两大类。根据目前的找矿成果，具有工业价值的金刚石原生矿，只有一个类型，即金伯利岩型金刚石原生矿。金刚石砂矿，按成因又可分为残积矿床、坡积矿床、冲积矿床、洪积矿床以及滨海砂矿等。在1972年世界金刚石产量（表2）中，来自原生矿和砂矿的产量，分别为24.3%和75.7%，其中冲积砂矿的产量占总产量的28.8%，坡积砂矿占41%。

随着世界各国加紧对金刚石矿床的开采，后备基地日趋紧张。七十年代以来，除了在非洲和苏联西伯利亚等地进一步开展金刚石普查工作之外，在世界上许多国家出现了找金刚石的高潮。例如，澳大利亚在全国开展了金刚石普查工作，参加找矿的私人公司多达60多个，尤其在西澳大利亚的金伯利高原一带，就有56家公司组成23个勘查集团分区开展面积性普查工作，并且找到了一批含金刚石的金伯利岩筒和富砂矿。美国的金刚石普查工作也有明显进展，1975年在怀俄明州和科罗拉多州的州界地区发现了新的含金金刚石的金伯利岩岩筒。在加拿大、巴西和印度等国也掀起了规模很大的找金刚石的热潮。由于在博茨瓦纳、安哥拉、苏联和澳大利亚等国家，先后发现一批具工业价值的金刚石矿床，金刚石储量也有所增长。据1978年统计，世界金刚石总储量估计为20—22亿克拉，主要分布在扎伊尔、南非（阿扎尼亚）、苏联、博茨瓦纳、加纳、坦桑尼亚、纳米比亚（西南非洲）、安哥拉等国家（表8）。

表 2 1972年各种成因类型金刚石矿床的金刚石产量 (千克拉)

国家或地区	金伯利岩	砂					备 注	宝石金刚石占的百分比(%)
		残 积	坡 积	洪 积	冲 积	波 海		
扎伊尔	—	—	12181	—	1413	—	已发现金伯利岩筒	20
安哥拉	—	—	—	—	2155	—	已发现金伯利岩筒, 金刚石品位达2克拉/立方米	60
中非共和国	—	—	—	—	522.9	—		60
刚果**	—	—	3300	—	700	—		
南非(阿扎尼亚)	6329.2	—	—	200***	171.6	487		35
纳米比亚(西南非洲)	—	—	—	—	—	1596	已发现不含金刚石的金伯利岩筒	95
加纳	—	—	—	—	2483.4	—		10
塞拉利昂	—	—	—	—	1790.8	—	已发现含金刚石的金伯利岩筒	30—35
象牙海岸	—	—	260	—	73.5	—	已发现金伯利岩筒	40
利比里亚	—	—	—	—	763.8	—	已发现金伯利岩体	70**
几内亚	—	—	—	—	75	—	产有金伯利岩筒和岩墙	30
坦桑尼亚	595.4	—	—	—	—	—		50

续表 2

巴西***	—	—	—	—	—	310	—	310	已发现含金刚石“千枚岩” 和金伯利岩	50
圭亚那	—	—	—	—	—	50	—	50		40
委内瑞拉	—	—	—	—	—	456	—	456		30
印度	8	—	—	—	—	12	—	20		85
印度尼西亚***	—	—	—	—	—	35	—	35	已发现含金刚石岩筒	70
博茨瓦纳	2402.9	—	—	—	—	—	—	2402.9		8—10
莱索托	9***	—	—	—	—	—	—	9		90
其它(马来西亚沙撈越州 以及其它地区)	—	—	—	—	—	10	—	10		
总 计	9344.5	15741	200	11041.1	2083	38408.6			在中国地台范围内已发现 金伯利岩	
在总产量中占的百分比 (%)	24.3	41	0.5	28.8	5.4	100				

* 无资料, 因为是与原生矿床一起开采的

** 出口量

*** 估计数字