

·基金纵横·

# 金刚石与深部地幔过程研究:中国国家自然科学基金与美国科学基金资助项目比较

姚玉鹏 柴育成

(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100083)

## 1 背景

地质学家们已普遍认为,金伯利岩中的金刚石等地幔矿物,携带有丰富的反映地幔动力学过程的信息,是理想的地幔“超深钻”或“探针”,对地幔动力学研究有重要的理论价值。90年代以来,中国国家自然科学基金(NSFC)和美国国家科学基金(NSF)均资助了一批针对金刚石等地幔矿物的研究项目。从2个基金会项目审批过程来说,通过较为广泛的同

行评议,这些项目的设置和资助格局的形成,很大程度上反映了2个国家科学家群体对此领域的基础研究问题的共识。本文选择了部分代表性项目(表1)进行比较,以期探讨中美地球科学在此领域中研究方向和思路的差别;另外,目前这些项目大多还正在执行,对它们进行考察,可以使我们了解一些在以后发表的研究论文中可能见不到的背景信息。由此,为我们选择下一步的研究方向提供参考。

表1 中国国家自然科学基金与美国国家科学基金资助的部分有关金刚石等地幔矿物研究项目(1991年至今)

	研究期限(年)	项目名称
中国国家自然科学基金项目	1993—1995	金刚石包体的微量元素研究:地幔交代作用的探讨
	1997—1999	金刚石类质同象置换及其机理研究
	1997—1999	低压金刚石杂质成分、晶体缺陷及对矿物物理性能影响
	1998—2000	具6次配位Si的氧化物矿物的晶体结构研究及其地质意义
	1998—2000	元素碳矿物相的微结构和石墨分子层弯曲结构的理论处理
	1998—2000	金刚石中有机包裹体的研究
美国国家科学基金项目	1991—1993	金刚石及相关地幔矿物中的氮元素
	1991—1994	金刚石、金刚石中包裹体及地幔捕虏体的碳氧同位素研究
	1995—1998	西伯利亚地台含金金刚石榴辉岩的成因
	1996—1999	地幔锆石、金刚石及深部地幔捕虏体的同位素地球化学研究
	1997—1999	多晶金刚石的形成:黑色金刚石(Carbonado)显微结构与显微分析研究
	1998—1999	金刚石及其寄主捕虏体的成因

所用资料,分别来自国家自然科学基金委员会资助项目数据库及美国国家科学基金会资助项目数据库。

## 2 美国国家科学基金有关项目简介

(1)金刚石及相关地幔矿物中的氮元素(1991—1993)。利用新的测试方法,氮同位素测定结合显微红外光谱及阴极射线,综合研究金刚石矿物学与同

位素特征,由此探讨不同年龄的金伯利岩中金刚石中地幔氮同位素特征。

(2)金刚石、金刚石中包裹体及地幔捕虏体的碳氧同位素研究(1991—1994)。已有研究表明,地幔过程中多种流体参与了金伯利岩与金刚石的形成过

本文于1999年3月11日收到。

程。本项目选择分别形成于深部和浅部的金刚石样品进行对比研究,通过金刚石中包裹体中硅酸盐的氧同位素和寄主岩的碳同位素测定,进一步追踪 $^{13}\text{C}$ 强烈亏损的地幔碳的分布与来源,探索金刚石生长与地幔交代作用过程。

(3)西伯利亚地台含金刚石榴辉岩的成因(1995—1998)。在 Mir 和 Udachnaya 岩筒中的榴辉岩块所含的金刚石中发现 5 对石榴子石-单斜辉石包裹体。对这些包裹体的研究与榴辉岩的研究相对比,可探索榴辉岩和金刚石的形成过程及晚期的地幔交代作用。

(4)地幔锆石、金刚石及深部地幔捕虏体的同位素地球化学研究(1996—1999)。利用金伯利岩中的锆石,运用氧同位素等测试手段,建立地幔流体的 $^{18}\text{O}$ 记录的时间序列。通过锆石的氧同位素和放射性同位素测定、金刚石中硅酸盐包裹体的氧同位素成分测定以及深部地幔捕虏体的详细氧同位素研究,探索研究地幔流体年代学的方法及金刚石形成过程中的流体的特征。

(5)金刚石及其寄主捕虏体的成因(1998—1999)。通过首次对金刚石中包裹体的地球化学与岩石学综合研究,将金刚石的化学特征与其生长历史相联系。主要研究方面包括金刚石的阴极射线发光以及 C 和 N 同位素分析;金刚石与寄主岩的结构关系;硅酸盐的主量、微量元素和氧同位素分析;硫化物的 Re-Os 及 S 同位素分析。预期将加深对金刚石形成的必要地幔环境及陆下地幔的演化的认识。

(6)多晶金刚石的形成。黑色金刚石(Carbonado)显微结构与显微分析研究(1997—1999)。拟查明 Carbonado 的同位素结构。项目假定 Carbonado 并非形成于上地幔,而是先前有机质重结晶而成。主要学术问题包括:(1)碳质的来源;(2)陨石冲击的显微结构证据;(3)稀土磷化物的是否为裂变成因;(4)Carbonado 是否结晶于单一事件(过程)。项目将应用显微分析技术(电子探针与透射电镜),并应用 SIMS 确定 C 同位素与稀土比值。

### 3 中国国家自然科学基金有关项目简介

(1)金刚石包体的微量元素研究。地幔交代作用的探讨(1993—1995)。应用谱学方法和各种探针,对金刚石包体的主要元素成分、微量元素和流体组成进行研究。在金刚石中发现分子氢和羟基,并发现多种有机化合物。由此探索金刚石的形成机制、地幔流体组成及地幔动力学理论。

(2)金刚石类质同象置换及其机理研究(1997—1999)。以天然金刚石的显微喇曼光谱为基础,结合显微红外光谱及其他实验方法,研究天然金刚石中可能存在的类质同象转换的规律,以揭示金刚石的微观结构中的许多疑点。

(3)低压金刚石杂质成分、晶体缺陷及对矿物物理性能影响(1997—1999)。通过对低压气相金刚石中杂质成分、赋存状态和晶体缺陷研究,探索杂质、缺陷与生长条件关系。以期达到对低压气相金刚石矿物学的规律性认识,并可对比天然金刚石的化学特征及生长条件。

(4)具 6 次配位 Si 的氧化物矿物的晶体结构研究及其地质意义(1997—1999)。在微区成分分析的工作基础上,从金刚石包体及地幔深源包体中选取 5—8 种具 6 次配位的硅氧化物及硅酸盐矿物单晶,利用 X 射线照相、四圆单晶衍射等方法测定晶格特征,获得 Si 6 次配位的直接证据,由此探讨地幔物质组成及元素分布状态。

(5)元素碳矿物相的微结构和石墨分子层弯曲结构的理论处理(1998—2000)。研究地壳上和陨石中元素碳矿物相在分子水平上的微结构,揭示它们的微结构的空结构形式,探索不同母质的元素碳的微结构特征。对认识碳结构的演进性、相变结构机理和碳材料性质提供理论依据。

(6)金刚石中有机包裹体的研究(1998—2000)。利用显微喇曼光谱和显微红外光谱确定不同区各类型金刚石中有机物的存在形式,综合认识金刚石中的无机-有机包体,为天然金刚石成因理论和合成金刚石提供新依据,并深入了解地幔流体的分布与作用。

### 4 比较和讨论

通过以上介绍可以归纳出,针对金刚石等地幔矿物开展研究的目的在于查明:(1)地球深部地幔物质组成和结构状态;(2)地幔流体活动特征;(3)天然金刚石的形成条件和过程;(4)碳质的来源和演化。这些信息不但对研究地球动力学有重要的理论意义,而且在金刚石合成、油气资源研究方面有潜在的应用价值。

美国国家科学基金资助的相关的项目,更强调金刚石及其包裹体的地球化学和同位素特征。所关注的元素包括 He、C、O、N 乃至最近开展的 S、Re-Os 等同位素分析。通过对比寄主岩石的化学成分和同位素组成,从而得到金刚石生长过程中流体性质和

陆下的地幔特征。部分项目已由单纯同位素组成研究转向与同位素年代学相结合,研究地幔流体成分随时间演化的过程。例如,通过锆石中氧同位素及放射性同位素测定与金刚石的同位素组成相对比,试图建立地幔流体年代学方法。

中国国家自然科学基金资助的相关项目对物质结构和存在形式的研究更为重视。例如,对金刚石中有机物存在的形式、6次配位硅的寻找、碳物质结构状态的转变以及金刚石中可能存在类质同象替代等。其中对金刚石中有机物的研究独具特色。值得注意的是,我们的项目对金刚石人工合成给予了较大关注,而在美国国家科学基金会地学部资助的项目中未见类似的研究。

美国国家科学基金会资助的项目研究的金刚石

来自全球各个角落,从南非至西伯利亚;所收集的标本中地质现象也更为丰富多彩。因而其视野更宽,所总结的客观规律可能具有更广泛的理论意义。他们在研究过程中注重开拓、发展和总结新的研究方法,以便自己的这套方法在未来的研究工作中得到更广泛的应用。限于经济能力,我们所研究的标本一般仅限于国内,研究成果也往往只是个例,这也是我们的论文引用率不够高的原因之一。

从技术方法看,美国国家科学基金项目在研究工作中所使用的基本都是常规的仪器。电子探针、激光喇曼光谱、ICP-MS、SIMS等仪器,在国内目前也都有装备。因此,我们的研究工作,在仪器设备的硬件方面至少没有明显落后,但我们对这些仪器的应用技巧,显然还有待进一步提高。

## DIAMOND AND MANTLE PROCESS RESEARCHES: A COMPARISON BETWEEN NSFC AND NSF PROJECTS

Yao Yupeng      Chai Yucheng

(Department of Earth Sciences, NSFC, Beijing 100083)

·基金纵横·

# 美国国立卫生研究院(NIH)是如何开展基金资助的 ——访 NIH 国家研究资源中心

吕立宁

(中国医学科学院基础医学研究所,北京 100005)

NIH 国家研究资源中心(National Center for Research Resources 简称 NCRR)是 NIH 下属中心之一,它通过资助各类研究资源项目,鼓励生物医学研究人员发展并应用先进的高新技术、仪器设备、动物模型及各类生物材料,向接受 NIH 资助的研究人员提供最有效的利用多类资源的条件。

## 1 国家资源中心(NCRR)概况

NCRR 没有自己的研究实体,所设的 4 个资助领域(生物医学技术、临床研究、比较医学、研究基础

设施)都是资助 NIH 院外研究机构的,中心除设有 4 个行政方面的办公室外,其他人员大都是分布在各个资助领域的管理层,负责组织资源项目的评议及管理工作。

NCRR 的 4 个资助领域的资助范围及宗旨是:

(1)生物医学技术领域(Biomedical Technology)

该领域资助发展生物医学领域最前沿的高新技术,支持分布在全国的 60 个生物医学技术资源中心,每个中心有其特定的研究领域。通过发展创新的技术,以解决目前生物医学研究中急待解决的高

本文于 1999 年 5 月 10 日收到。