

新领域展开讨论。这些问题的引出，必然对今后矿物学研究方向起一定的引导作用。

通过对世界上矿物学研究的回顾和展望，可以看出矿物学正在向高技术（分析手段）、大范围（研究领域广、从地表到行星）、重应用（与解决重大地质问题及人类活动有关方面）等方向发展。

纵观我国 40 多年来的矿物学研究历史，大致可分为两个阶段，即 70 年代中期以前以矿物组成、结构研究为主的基础矿物学阶段，70 年代后期以来的应用矿物学阶段。90 年代以后矿物学研究将进入第三阶段。

从目前我国矿物学研究水平来看，与国际先进水平相比还有很大差距，测试手段落后于客观要求，矿物处理自动化程度还较低，矿物学理论研究进展不大，应用矿物学领域有待进一步开拓，尤其是近几年遇到了基础研究经费不足，研究课题非常少等困难。但也出现了另一种情况，如随着黄金地质研究的深入，使金矿矿物学、金的找矿矿物学得到迅速发展；随着石油地质、煤田地质的的发展，促进了粘土矿物研究的发展。目前我国对非金属矿产研究、开发和利用愈来愈重视，也极大地促进了宝石矿物，农业矿物、新材料矿物、药用矿物等的发展。在这些方面所取得的成绩，显示了矿物学研究的潜力，也指出了未来矿物学研究的方向。

我国矿物工作者应紧紧把握住一些对经济建设有影响的工作，与矿产、石油、环境、农业等部门紧密结合，发挥矿物工作的优势，尤其要注意以下问题（动向）：（1）加强对矿物学基础的研究，注意矿物在成分结构上的不均匀性；（2）加强成因矿物学的研究，涉及到地表矿物、地幔矿物、洋底沉积中的粘土矿物、行星矿物等，加强对与人类活动有关的环境矿物及与选矿有关的工艺矿物学的研究等；（3）大力加强找矿矿物学研究，重点是矿物组合研究，加强矿物学填图工作；（4）重视应用矿物学的研究，尤其要重视矿物学在农业中的应用。

矿物材料——新学科的生长前沿

肖金凯

（中国科学院地球化学研究所）

人类对矿物材料的开发与利用历史最早可追溯到远古时的石器工具利用，但真正的发展是在二次大战以后，特别是近二三十年。1987 年全世界非金属矿总产值已达 2000 亿美元，大大超过了金属矿产产值，英国已高出 32 倍，一般发达国家也已高出两倍多。目前，非金属矿物资源与矿物材料的开发利用水平已成为衡量一个国家综合国力的标志之一。

矿物材料学主要研究内容有：（1）天然矿物岩石的物理化学性能及其与结构（包括微结构）、成分（主成分、微量成分和杂质成分）、离子价态、电子结构、键合性质、有序-无序、地质成因与产状等的关系，探讨光、电、磁、热、力、声、吸附、催化等等特性的内在变化规律。（2）工艺性能与条件，研究在加工处理与人工合成过程中各种物理场（如

温度、压力、电、磁、应力、辐射、介质气氛等)对其性能的影响;研究超细粉碎和去杂与掺杂的技术和设备。(3)新材料的设计。在正确的理论和思想指导下,设计出能满足某些要求的、具有新性能与新结构的材料,并使之付诸工业应用。

由于天然矿物岩石具有一系列金属材料和有机材料所不具备的特殊性能,使它们不仅在建材、冶金、机械、电子、化工、轻工、交通运输、农业环保等许多部门具有广泛应用,就是在新能源、计算技术、激光技术、航空航天、核能、光导通讯、微电子技术、电子对抗、海洋工程、生物工程等许多高新技术领域也倍受青睐。在绝缘与辐射密封、高温隔热与密封、特殊润滑、卫星温控、光导纤维、显像管显示、微带基片、介质天线、激光受激发、生物活性体、声光电磁热力的转化、传输与存贮等诸方面具有特殊功效。一大批常见的矿物,如金刚石、金红石、叶腊石、石墨、石棉、石英、萤石、冰洲石、辰砂、淡红银矿、辉锑矿、红锑矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黑钨矿、方钠石、红宝石、氟磷灰石、碳基磷灰石、硬硼钙石、钒钇矿、电气石、钇铝石榴石、钇铁石榴石、绿柱石、天河石等等变成了身价百倍的高新技术用的功能材料。它们可能是晶体或多晶粉末体,也可能是薄膜、涂层、陶瓷或玻璃体。由于发生在其内部的电子、原子或分子水平上的物理化学作用,使之具有产生辐射、光调制、改变偏振方向,电磁波的吸收与透过、磁化率、矫顽磁力、计算光子、电子与核粒子、记录离子化辐射、实现半导体结,和极端条件发生相互作用等等特殊功能。

矿物学作为地学的一门最古老学科,经几次革命和一系列先进分析测试手段的引入,特别是近二三十年来与高新技术的结合,使之对材料科学作出了重要贡献。主要表现为:(1)漫长而复杂的地质作用为材料工作者提供了一个可供选择和研究的广阔天地。自然界的3000多种矿物不仅具有自己特定的结构和成分,而且还具有特殊的物理化学性质,它们有的可以直接用来作为材料使用,有的能为新材料的合成提供重要线索,有的能开拓人们的思路,从一个新的角度去认识和探索问题。许多新材料如某些固体激光晶体、铁氧体材料、介电材料等等均先从天然矿物上发现线索后加以深入研究与人工合成,最后发展成为能实用的新材料。因此,目前不少矿物学家和材料科学家都把眼光集中在天然矿物上。美国许多公司中的材料实验室内科学家不少都是搞矿物出身也是一个旁证。(2)矿物学具有一个较完善的结构、成分、谱学特征、性能等的测试和综合分析研究系统,如电子、质子、离子、核粒子的微探针、具能量色散分析和显微衍射的高分辨电镜、利用同步辐射的全部X光谱学和结构分析手段、穆斯堡尔谱、电子顺磁共振、核磁共振、核四极矩共振、红外光谱、喇曼光谱、光吸收谱、光反射谱等等,可对各种对象(包括矿物原料、中间物、最终产品及废弃物等)进行准确而完整的检测和分析,以了解它们的各种细微特征。如杂质(性能的调节剂)的含量和存在状态与分布特征、非化学计量、精细结构、超结构与畴结构、有序-无序、离子占位、多型、固溶体与相变、缺陷与色心、颗粒形态与大小、比表面、均一性等等,使矿物材料的研究建立在电子、原子和分子的水平上。(3)矿物物理性质的系统研究能为正确选材提供科学依据。如我们通过对矿物岩石微波频率下的介电性质系统研究,从成分、结构和地质产状等方面为微波吸收材料、介质材料和透过材料提供一个选材原则,以减少研制工作的盲目性。

材料科学也为矿物学开辟了一个崭新的领域,使古老的矿物学获得了新生,向技术科学和高新技术渗透杂交,从而使矿物材料这一新兴分支得以诞生发展。

我国具有许多发展矿物材料的有利条件。我国是世界上非金属矿物资源比较丰富、矿种比较齐全的少数国家之一；我们已经自力更生研制了一大批矿物新材料，有了一个良好的基础；非金属矿物材料的换汇成本低，平均为3.5元/美元，低于机电与纺织；投入产出比高，仅次于石油、化工、机械；能耗低，深加工后增值大。但与发达国家相比，我们还相当落后，其差距还在继续扩大，必须奋起直追。

今后我国矿物材料的发展必须选择那些具有资源优势、国民经济建设急需又能发挥作用的、能推动我国高新技术产业发展及国际市场畅销、创汇率高的新型矿物材料为突破口。如高新技术用的功能材料、优质节能材料与耐火材料，特种陶瓷材料，新型摩擦材料、密封材料与矿物填料，农用矿物材料，深加工技术与设备的研究等等。同时我们还要大力加强应用基础研究，抓住天然矿物岩石特殊的物理化学性能、结构和工艺特性这一关键问题，开展深入的研究与探索。

非平衡矿物学及氧和阴离子研究

——振兴矿物学的突破口

刘永康

(中国科学院地球化学研究所)

矿物学本身的基础理论，近半个世纪来缺乏必要的发展与进步，处于低谷之中，陷于愈落后则发展愈缓慢的恶性循环之中，很不适应学科前进的步伐，必须尽快打破，否则将会阻碍整个地学的革新。

矿物学研究在工业技术应用领域具有巨大的意义。一种矿物都是一个系统，构成一整套，甚至几类相关的工业体系。如与刚玉相关的 Al_2O_3 构成的工业体系有：制铝工业体系、宝石业、磨料、耐火和隔热保温材料、陶瓷，以及分子筛、电焊料、涂料、塑料填充剂、集成电路基片等等行业。已知 Al_2O_3 有 α 、 β 、 γ 等几种异构体，性能差异大，用途各异，造成这些变化和差别的原因至今不明。

又如以石英为核心的Si和 SiO_2 工业体系：玻璃、光学、电子、微电子等是人所共知的。石英每一种新性质的发现，都导致一个新的工业技术体系的诞生。至今还不能说石英晶体的性质已经发掘完毕了！

现时流行着一种偏见，认为矿物基础研究的课题小，作用和意义不明显，一种或一类矿物的基本问题的研究，不给立项；但是，一种矿物的某一个性能方面的研究，只要与应用相结合，则会变成一项重点攻关课题，获得大的投入。这种对基础研究的短视和轻重颠倒的现象应该加以改变。

矿物学本身存在的中心问题是观念和理论的陈旧，以及未能与近代科学技术同步前进。具体来说，存在下面几个大问题：

(1) 平衡—非平衡观念的更替问题：至今，矿物的化学组成的观念，仍然是平衡观