



“皎洁圆明内外通，清光似照水晶宫。”

——薛涛《十离诗·珠离掌》

矿物是自然界的精灵，它们色彩丰富、形态各异、用途广泛，是地质研究的基础；矿物也是地球上最特殊的矿产资源，它与人年的发展进步息息相关。从某种意义上说，人类社会的进步，就是对矿物、矿物材料不断探索、研究、应用、再研究和再应用的过程。人类每一次文明的发展和跨越都离不开对矿物某种特性的认识和利用。以近50多年的信息时代为例，它所对应的就是矿物的“硅时代”；即将来临的以智能制造为主导的第四次工业革命，就是即将开启的“碳时代”。因此，让人们了解基础的矿物质知识，发展矿物科普对未来科技创新和科学发展尤为重要。

2022年10月31日晚，由中国科学院科学传播局、科学技术部人才与科普司支持，中国科学院物理

研究所承办的第59期科学咖啡馆活动成功举行。本次活动主持人为中国科学院科学传播研究中心副主任邱成利，主讲嘉宾为中国观赏石协会副会长陆建华。在这期沙龙活动中，陆建华以“大地瑰宝——走进矿物的绚丽世界”为主题，生动形象地介绍了矿物相关的基础知识和矿物晶体背后的精彩故事，引导听众们更好地欣赏矿物之美。

矿物是地球的瑰宝

在科学发展史上，矿物的定义经历过多次演变。按现代的概念，矿物是具有一定化学组成的、内部质点排列有序均匀的天然化合物，它具有稳定的相界面和结晶习性。由内部结晶习性决定了矿物的晶型和对称性；由化学键的性质决定了矿物的硬度、光泽和导电性质；由矿物的化学成分、结合的紧密度决定

了矿物的颜色和比重等。矿物是组成地球岩石的最基本单元，是大自然的产物。除个别类型如液态的自然汞、水和气态的二氧化碳外，其他大部分是固体无机物。固体矿物又分为隐晶质和显晶质，其中显晶质的矿物通常被称为矿物晶体。迄今为止，世

界上已被发现并被国际矿物学会认可的矿物有五千六百多种，常见的和可以收藏的矿物有200多种，可作为宝石矿物的只有50余种。

作为晶质固体，矿物的物理性质取决于它的化学成分和晶体结构，并体现出一一般晶体所具有的特性——均一性、对称性和各向异性。矿物晶体按化学成分可分为5类：自然元素类、硫化物类、氧化物和氢氧化物类、卤化物类、含氧盐类。自然元素即自然单质矿物，在地壳中含量远少于其他大类元素，自然金、银和金刚石都属于这一类别。硫化物及其类似化合物是一系列金属元素与硫、硒等的化合物，常富集成重要的有色金属矿床，是铜、铅、锌、铋等的重要来源。氧化物和氢氧化物包括一系列金属和非金属元素的阳离子与阴离子相结合而形成的化合物，分布广泛且经济价值大，常见矿物有石英、刚玉等。卤化物是卤族元素氟、氯、溴、碘和金属阳离子组成的化合物，其中以氟化物和氯化物为主，常见的如萤石和石盐是重要的化工原料。在矿物中占比最大的含氧盐矿物是金属阳离子和含氧酸根结合而成的化合物，几乎占地壳已知矿物的2/3，重量则超过地壳总



图1 陆建华主题报告现场

量的4/5,是构成三大岩类岩石的主要矿物。矿物晶体根据形态通常可以分为7个不同的晶系,即等轴晶系、六方晶系、四方晶系、三方晶系、斜方晶系、单斜晶系、三斜晶系;相应晶体结构对应的宝石如钻石、祖母绿、锆石、碧玺、坦桑石、孔雀石、斧石等。

除了从微观的角度对矿物晶体的物理性质进行研究外,其他的基本物理属性如硬度、颜色、光泽等更频繁地被人们在日常生活中用于识别和鉴定矿物。长期以来,人们根据经验将矿物的硬度分为10个等级,其中金刚石的硬度为最大的10度。颜色和光泽也是区分矿物的重要标准,颜色主要分为由矿物自身成分和结构决定的自色、外来带色杂质的机械混入所染成的他色和与裂纹(晕色)、氧化膜(锈色)或观赏角度有关(变彩)的假色,常见的矿物光泽有金属光泽、半金属光泽、金刚光泽和玻璃光泽。

矿物与人类文明

人类的文明史,就是一个利用矿物的历史,矿物资源利用的程度标志着时代科技与文明发展的水平。当猿人捡起第一块石头,利用坚硬的矿物和岩石制造简单的劳动工具,人类文明开始进入旧石器时代。随着对大自然的认识不断加深,工具制造技术的不断提高,人类可以利用矿物的相对硬度磨制加工更精良的石器,使用黏土矿物烧制更实用的陶器,甚至可以制造出原始的玉石装饰品,人类迈向了更高一级的文明——新石器时代。紧接着到来的青铜器时代,古人对矿物资源的开发和利用提升到更高的水平,人们将含有铜、锡、铅的矿石放在一起冶炼,烧制出精美的青铜器。战国时期随着生产力的发

展,人们掌握了利用铁矿石的炼铁技术,坚硬而锋利的铁锄、铁斧等铁制工具代替了木、石与青铜工具,自此人类进入铁器时代。

随着煤和石油成为工业机器的主要动力,人类叩开了工业时代的大门。工业大机器的使用,更加速了对矿物资源的开发和利用。固体物理学、晶体学和现代技术的迅猛发展,人类开始大规模开发使用含硅、锆等的矿物资源,生产出涵盖广泛的信息产品,人类文明迈入信息时代。随着新一轮的技术革命和产业革命的到来,科学家们在探索新材料的进程中,神奇的矿物也必将发挥更大的作用。

矿物与日常生活

陆建华的报告不仅清晰详实地讲解了矿物相关的基础物理概念和物理性质,同时还将矿物学问题与日常生活场景联系在一起,令全场观众对矿物有了更加深入的了解,引发了激烈的讨论。

在嘉宾讨论环节中,来自中国地质博物馆的周艳处长提出疑问:“根据您的经验,如何将信息技术应用到矿物展览从而丰富展览的形式,提升展览的效果,提高展览对民众的吸引力?”陆建华回答道:“从古至今矿物与艺术都是紧密结合的,矿物可以作为颜料运用到绘画作品中。比如《千里江山图》中的颜料石绿就是孔雀石,石蓝就是铜铁矿。之前故宫就是将《千里江山图》的实物与数字化的图像复原结合起来,让观众更深刻地理解艺术品背后的文化韵味。我之前曾经委托相关机构用二十多种天然矿物颜料设计了一幅画,在画的周围我标



图2 科普活动与会嘉宾合影

出了哪个部分用的是什么矿物颜料,这种矿物颜料有什么相关的化学物理性质和用途等信息,这样可以让观众对矿物有更形象和直观地感知,从而提高社会影响力。”

来自北京市海淀区海澜社区服务发展中心的张建萍主任提出了一个关键问题:“收藏矿物有没有辐射危险?或者说矿物会不会损害人体健康?”陆建华解释道:“目前已知的绝大部分矿物晶体都没有放射性,只有极少数含铀、钍等放射性元素的矿物有放射性,且含量极少时并不伤害身体。国际上有不少收藏含放射性元素矿物的收藏家,只要方法适当并采取一些保护措施,业余爱好者也可以收集这类矿物。”

科学咖啡馆活动在热烈的讨论中渐入尾声,这次活动启发科普工作者认识到,矿物科普是科学普及的重要组成部分,要从认识矿物、收藏矿物、宣传矿物、研究和应用矿物多方面入手。而科普展示和利用多种形式的媒体介绍吸引广大青少年的兴趣爱好,使他们真正从矿物科普中得到启发,拓展出矿物的新应用,将是国之大计,人类之大幸。

(中国科学院物理研究所

李束炜 秦晓宇 成蒙 供稿)

Scryo® 连续流型低温恒温器

- ▶ 新型高效热交换器结合超绝热轻质柔性液氦传输管线，超低液氦消耗率，最低温度<1.8K
- ▶ Scryo-S-200/300和500采用特殊温度漂移补偿设计和优化的超绝热支撑设计
- ▶ 与Qcryo®结合可升级为无液氦闭环系统，无需消耗液氦即可获得<1.8K，并保持低振动和漂移特性



Scryo-S-500显微



Scryo-S-300紧凑显微



Scryo-S-100通用



Scryo-S-400超高真空插件

Scryo® 系列低温恒温器典型特性 *

类型	Scryo-S-500 显微	Scryo-S-300 紧凑显微	Scryo-S-200 超高真空显微	Scryo-S-100 通用	Scryo-S-400 超高真空插件
典型特性					
样品环境	真空	真空	超高真空	真空	超高真空
温度范围	<1.8K-420K	<1.8K-420K	<1.8K-420K	<1.8K-500K	<1.8K-500K
振动水平	<5nm	<10nm	<5nm	-	-
漂移水平	<2nm/min	<3nm/min	<2nm/min	-	-
温度稳定性	<10mK	<10mK	<10mK	<25mK	<25mK
制冷剂消耗率	<0.55L/hr@5K	<0.55L/hr@5K	<0.55L/hr@5K	<0.5L/hr@5K	<0.5L/hr@5K
典型应用	显微(磁光)、 低维材料、拉 曼/傅里叶/布 里渊散射、高 压/高能物理等	(正置/倒置/ 红外)显微 镜、显微磁 光、低维材 料、拉曼/傅 里叶光谱、高 压/高能等	STM、AFM、 离子阱、显 微、低维材 料、拉曼、高 能物理等	紫外 / 可见 光 / 红外 /THz、傅里叶 光谱、基质隔 离、穆斯堡尔 谱、高压 / 高 能物理等	ARPE S、 MBE、STM、 AFM、离子 阱、ESR、高 能物理、 X-ray 等

