

成矿作用的理解更全面。另外从各个侧面对花岗岩的成矿作用进行了系统深入的研究,如区域地球化学与成矿,花岗岩成因系列和成矿,花岗岩成矿的大地构造专属性,岩石化学特征与含矿性,各种类型的矿床与成矿系列,各种成矿作用矿种的时间空间分布,成矿流体及成矿元素的性质研究等等,矿产类型齐全,矿种繁多,涉及W、Sn、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Li、Be、Nb、Ta、Zr、Hf、REE、U等多种重要金属矿产和其他非金属矿产资源。

10.酸性火山岩的成岩成矿作用受到重视,并开始了火山-侵入与岩套的综合研究:酸性火山岩与花岗岩是同种物质在不同环境中的产物,进行对比研究有助于加深对酸性岩浆作用和成矿作用的全面理解。酸性火山岩的成矿作用对Au、Pb、Zn、Ag、F、粘土等的意义,今后仍须加强研究。

总之,这次讨论会检阅了国际花岗岩研究,也是我国花岗岩研究的一次总结会。无疑对我国、对世界花岗岩的研究和有关学科的发展起积极的推动作用。这次会议一方面学习和学习了成果,另一方面也锻炼和培养了人才,必将为我国继续保持在国际花岗岩及其有关矿产研究中的领先地位和为四化建设找寻更多的矿产资源,产生深远的影响。

我国矿物物理和矿物材料的崛起

陈 丰

(中国科学院地球化学研究所)

本会矿物物理矿物材料委员会于87年9月21—25日在贵阳召开了“第二届矿物物理、矿物材料和宝石学学术会议”。会议检阅了国内外近年矿物物理、矿物材料和宝石学研究进展和今后动向,成立了宝石矿物学委员会。

矿物学是古老的,但目前又处于一个蓬勃发展的新阶段。站在矿物学最突出位置的是矿物物理和矿物材料。矿物物理学使矿物学发生重大的思维方式的转折,以量子理论重新认识和改造矿物学;同时,也日益深刻地影响岩石学、矿床学、地球化学和地球物理等学科的发展。而矿物材料则把矿物理论、矿物性能与工业应用联系起来,探讨矿产利用中的选冶、深加工的最优生产方案和进行可行性研究,研制更先进的新型结构材料和功能材料,从而达到资源的最优分配和利用,以较少的劳动和原料消耗获得更大的经济效益和社会效益。

矿物学属于实验科学,其特征明显不同于地质学中的其它学科。它立足于各种测试手段所提供的大量数据,在归纳过程中强调实验的检验作用。它不突出地质过程中的时间性和地区上的特殊性,而着重于矿物本身的物质统一性。矿物物理学的进展又加快了这一进程,把

实验结果与理论思维结合起来,通过理论计算与实验数据的完美的结合,证实理论模式的正确性。这使矿物学进入到定量的理性认识的高度。

目前,矿物物理学中的矿物谱学研究最为活跃,会上涉及穆斯鲍尔谱、顺磁共振、喇曼光谱、红外光谱、吸收光谱、热释光光谱和核磁共振等。矿物谱学反映了不同波长的电磁波(或机械波)与矿物中的电子、核之间的相互作用。会上,阚学敏报导了“黑柱石的穆斯鲍尔谱”。黑柱石是近年来以穆斯鲍尔谱研究矿物热激活电子交换(或称电子离域)作用的主要对象。矿物中普遍存在着光激活电子交换作用,这早已被矿物吸收光谱所证实。许多硅酸盐矿物的绿色、蓝色来源于光激活时 $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$ 间电子交换作用所产生的电荷转移谱。相比之下,热激活电子交换作用的例证极少。这一作用始于磁铁矿研究。1941年Verwey提出磁铁矿中B位的 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 之间可以互换电子,形成 $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}\rightarrow\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}$,以此解释高温时磁铁矿高电导率。当低于120K时,电子交换作用几率极小,电导率突然降低两个数量级。120K的热激活温度被称为Verwey相变点。Verwey相变为穆氏谱和中子衍射所证实,被认为是近年固体物理学中最重要的相变。为此,1979年于伦敦召开了Verwey相变讨论会。近年对Verwey相变和磁铁矿在实验和理论上都有许多进展,说明最常见的矿物——磁铁矿还存在着大量问题。与之联系,七十年代开展了黑柱石的热激活电子交换的穆氏谱研究。随后,又发现霓石、普通辉石、迪闪石、绿帘石和符山石等具有这一特征;但其中黑柱石含铁量最高,现象最明显。阚学敏的研究表明,电子交换激活温度约为330—340K,并得到约115K的Neel相变点,发现了35.6K的又一个相变点。有意思的是,对330—340K之上穆氏谱的拟合作,反映出近年认为比较重要的Liettrst理论模型的不合理性,可能不能以原来的电子交换模式来解释。

长石类矿物中Si-Al有序度的研究,涉及占位有序度的演化,联系着形成温度与矿物、岩石的成因。富毓德的斜长石中微量 Fe^{3+} 占位的EPR研究和低温钠长石 Fe^{3+} 局部环境Al、Si无序的EPR研究,首次通过顺磁共振方法测定 Fe^{3+} ,来考虑长石中的Si、Al无序,这是一个有益的尝试。工作证实斜长石中 Fe^{3+} 可占据六配位和七配位的 Ca^{2+} 位置,以及 Al^{3+} 的T1(0)位,被测样品谱中,占据T1(0)的 Fe^{3+} 为四条较宽的峰,类似于高温加热后的低温钠长石谱宽。低温钠长石中T1(0)位的 Fe^{3+} 的谱为一窄线。升温时,700—850℃线宽增大,而晶胞参数变化很小。看来,这由于Si-Al无序度增加所造成。

矿物的化学键理论是矿物物理学的核心。在晶体场理论方面,会内介绍了磷锂锰矿、硬玉、透辉石和含铁固体的吸收光谱解释。章正刚介绍了近年国际上矿物中分子轨道研究进展。

矿物物理性能的研究是与矿物材料研制、地球物理解释密切相关的领域。针对用于飞机涂层和微波介质基片的金红石和用于导弹的叶腊石,张惠芬等同志提供了多方面的研究报告。

潘兆楷介绍了准晶态的几何结晶学的研究成果。这是有重大意义的工作。七十年代初在表面态中发现五角二十面体,但并未引起足够的重视。84年Shechtman等报导淬火后Al-Mn合金的五次对称轴的二十面体的电子衍射图,被认为是三维的准晶态,是介于晶体和玻璃之间的凝聚态物质。之后,又发现了二维准晶态与一维晶体的过渡相(T相),结合矿物中过去存在的一维准晶态与二维晶体的过渡相(不规则混层结构)以及三维晶体,组成了准晶态—晶体的完全的过渡系列。对此,各国学者掀起了研究热潮。这涉及以新的变换不变式理论来统一

晶体和准晶态，阐述其几何结晶学点群、对称、空间群特征，数学表叙、各自形成的阈值条件、热力学要求等。看来，这是结晶、矿物、化学及物理学界都十分关心的课题，其水平将具有诺贝尔奖金的高度。

郑徽介绍了高分辨电镜和云辉闪石。这是70年代中矿物晶体研究的重要成就。过去矿物学研究基于理想的晶体结构，即矿物中离子严格按空间点阵作有规律的无限重复排布。但天然矿物实际往往偏离理想结构图式。云辉闪石是典型例子。尽管Thompson (1970) 有过预测，但77年高分辨电镜发现辉石、闪石和云母的间层事实，还是震动了矿物界。之后，在矿物链上，发现三链，直到333链，组成了辉石-闪石-吉硅镁石-层状硅酸盐矿物的矿物系；同时，在链宽无序区，链间有大量缺陷。空位、拉链、位错、柱缺陷和面缺陷。同时，找到了块硅镁石-斜硅镁石、氟碳铈矿-氟碳铈钙矿等类似于云辉闪石的具有离子团结构单元（结晶学模块）有序的矿物系。这样，矿物中除占位、空位等离子有序问题之上，又出现了不孤立四面体离子团有序、链有序、层有序（多型）等复杂的有序层次。这些离子团有序与缺陷的紧密相关，不禁使人回想起一个历史事实：人们使用光学显微镜后，确认了矿物集成成岩石的事实，从而把岩石和矿物划分为两个层次。现在，云辉闪石所呈现的图象，是否意味着在矿物原子这一数量级到数十个单胞的范围内，会不会还存在一次准矿物层次。这一层次的原始的组成态包括离子和离子团，以及各种缺陷。目前，可以用多体理论解释离子团中的相关，但不能解释缺陷问题。更重要的是，这些矿物系形成于反应过程，很可能是热力学不平衡状态的产物，这当然又是一个新的矿物物理学高峰。

“矿物材料”指的是“从天然矿物（包括部分岩石）的物理和化学性能研究出发，经过选矿、加工处理或人工合成和晶体生长，使之成为工农业所需的材料”。与过去大多数矿产资源利用不同，矿物材料不是选冶提取其中的某种有用元素，而是利用矿物的某些物理、化学性能。本文所指的“矿物材料”所包含的范围，大致相当于日本的“矿物工学”（偏重于陶瓷和玻璃工业）和“矿物材料”（在晶体生长中较为常用）的范畴；也近于美国的“工业矿物和岩石”。但美国这一用语，泛指非金属矿产，也包括用来提取有用元素的铝土矿、铬铁矿、黄铁矿，而矿物材料却包含利用其性能的磁铁矿、赤铁矿和黄铁矿。

近年，国外矿物材料研究有重大的进展，尤其是在非金属矿产的应用方面。五十年代以后，世界非金属矿产的产值开始超过金属矿产。美国1981年非金属矿产产值167亿美元，金属仅67亿美元。世界非金属矿产的产值1970年到1980年年增长率为59%，而金属为12%。

八十年代以来，国内在地质找矿勘察中开始注意非金属矿产的矿物材料。但因它们应用范围变化很大，与金属矿产评价截然不同，使找矿勘探工作遭到很大的困难。在矿物材料的开发利用上，虽然开展了不少工作，但活动范围很窄，重复多。这次会议介绍了建材、化工、冶金、玻璃、陶瓷、机械、造纸、电子、宝石、钻探、农业、食品、环保、军工等各领域中所需的矿物材料。例如建材工业中的轻骨料及其制品（包括浮石、火山渣、蛭石、珍珠岩、膨胀粘土和页岩、炉渣、矿渣等）、石膏制品、保温和吸声材料、化工建材、建筑涂料、建筑陶瓷和石材等；化工中的阻燃剂、无机颜料、填充剂、载体和过滤材料等；冶金中铸造和球团用膨润土（以及油井泥浆用膨润土、活化白土和有机膨润土）、耐火材料（如优质硅砖、镁系砖、锆刚玉砖、碳砖、氮化物、碳化物和Sialon等；机械工业中磨料和特种陶瓷；陶瓷中的釉质和坯体研究；特种玻璃原料和新型玻璃工艺中的某些问题；电子和光电子工业中所

需的矿物功能材料；宝石致色工艺等。从而勾划出矿物材料目前国内外的应用轮廓，介绍国内外市场需求，企图打开矿物材料研制的新局面。

会上代表们介绍了大量研究成果。黄熙怀的《硅藻土制造特种玻璃》、张振禹的《沸石生产硅酸钙制品》、谢长生的《浮石-聚氯乙烯复合材料》、李惠文的《红泥塑料的组成、结构和性能研究》、冯俊明的《复合微波介质材料的研制》、邓梦祥的《黄铁矿用作锂硅电池阳极材料》、肖金凯的《粉煤灰中空微珠的应用研究》、李博威的《国外叶腊石应用剖析》、应文绍介绍了储量占世界第二位的新疆蛭石性能及其应用，陈基祿的《镜铁矿提纯及用于云铁漆料》，以及田小菲的《透辉石和透闪石的应用研究》。这些研究成果有的已经取得相当的经济效益。

另外，国内矿物材料研究已经开始参与国内名优产品的攻关。陈丰的“钧红釉的色层测定”、蔡秀成的“关于煤烧灰釉还原阶段的始终问题”和吴大清的“铜在粉彩釉中的发色机制”，是地化所与景德镇陶瓷学院、景德镇陶瓷公司等有关单位，针对景德镇陶瓷发展的重大课题进行工作的部分结果。北京大学郑徽副教授与安徽歙砚厂合作，对中国四大名砚之一——歙砚的结构和发墨原理进行了研究，为砚石评价提供了科学依据。

膨润土的性能、应用及产销

曹俊臣

(中国科学院地球化学研究所)

八十年代以来，世界非金属矿工业蓬勃发展。在目前可用的200种非金属矿中，膨润土是物理化学性质特殊、应用范围甚广的矿种之一。膨润土的深加工和新用途的开拓，不断促进了相应工业的发展，同时也在不断地为科学技术领域提出新的课题。

1. 基本特征和分类：膨润土不是一种单矿物名称，而是以蒙脱石（又名胶岭石、微晶高岭石）为主要组份（含量在60%以上）、在水中具有膨胀性和高吸附性的粘土质岩石。又称膨土岩、斑脱岩、陶土矿、白泥、漂白土等。

膨润土的主要矿物——蒙脱石，含量可达90%。其化学成分常有变化，一般可用下式来表示： $(\text{Mg}, \text{Ca}) \cdot \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。胶岭石的分子式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，其中一部分 Al_2O_3 常被 Fe_2O_3 和 MgO 所置换。

膨润土具有强烈的吸水性，吸水后体积可膨大6—20倍，外貌很特征，常呈灰白色、浅绿色、浅红褐色、灰色、灰绿色蜡状粘土形式。膨润土矿化地表，呈爆米花状或蠕虫状。岩石呈细泥岩状结构或胶岭状结构。比重为2.4—2.8，熔点为1330—1430℃。

按所含可交换的阳离子种类，蒙脱石可分为钠蒙脱石、钙蒙脱石、氢蒙脱石等。以钠蒙脱石为主要组成的粘土，为钠质（我国称钠基）膨润土，以钙蒙脱石为主要组成的粘土，为