

全国第二届成因矿物

找矿矿物学学术会议

中国金矿床成因矿物学 和找矿矿物学论文选集

中国人民武装警察部队
黄金指挥部黄金地质研究所

一九八七年十月

内 容 简 介

本选集包括以下四个方面：一、成因矿物学和找矿矿物学的一些基础和研究方法；二、某些矿物的标型特征、成因和找矿意义；三、我国金矿区域性成因矿物学和找矿矿物学研究；四、金矿床成因矿物学和找矿矿物学研究。共列入论文36篇，基本上反映了我国在金矿的成因矿物学和找矿矿物学研究方面的最新研究成果，可供从事金矿找矿勘探、矿山生产、地质科研人员及地质院校师生参考。

中国金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文选集

(内部发行)

编 辑：中 国 人 民
武装警察部队 黄金指挥部黄金地质研究所

《中国金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文选集》编辑组

出版发行：中 国 人 民
武装警察部队 黄金指挥部黄金地质研究所

(河北省廊坊市)

印刷：冶金测绘印刷厂印刷

3.50元

序 言

矿物的研究同任何一种自然现象的研究一样，是从个别的、特殊的、具体的现象入手。在最初的矿物研究中，人们关心的是其物理性质、化学成分、几何特征及不同种矿物之间的差异等问题，当然也认识到同种矿物不同个体之间，上述参数在一定范围内变化。但在初期阶段，还无暇对这种变化进行深究。

矿物学在指导找矿勘探的过程中，不断丰富和发展了自己，甚至在一定程度上改变了自己的内涵，即不但注意了不同种矿物之间的差异，以及因区域不同、矿区不同、矿床不同而矿物组合不同等现象，而且注意了同种矿物个体间差异的意义。这类差异已不再是简单的参数变化，而是矿物个体的成生和矿化环境密切相关的反映。这类与矿物个体成生和矿化环境有关的变化，引起了矿物研究的新兴趣，促成了标型矿物学和成因矿物学的形成，找矿矿物学则是其应用方面。

这个阶段矿物研究有两个明显的特点：其一，是新技术、新方法被广泛采用，从而进一步揭示出矿物这个自然客体的诸多奥密；其二，是矿物学与矿床学和找矿勘探地质学紧密结合，从而使矿物研究更多地用于实际找矿。这两个特点表明，人们关心的已不再是简单地为了区分诸如石英和黄铁矿而进行的研究，而是为了区分诸如这一区域背景与那一区域背景中、这一种矿化与那一种矿化中，石英与石英的不同、黄铁矿与黄铁矿的不同，等等。例如，在本选集中，人们关心的是金矿床与其他矿床比较，不同成因金矿床之间的比较、同一金矿床不同成矿部位之间或不同成矿阶段之间的比较，与成矿有关的某类矿物特征的变化。这是新阶段矿物学研究的趋向，是其关键所在，本质所在，生命力所在。

本集在我国，是金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文的第一个集子。尽管这个集子还不能说是尽善尽美，所论及的方法和理论，在某些方面还有值得商榷的地方。但她正如一棵刚刚破土的幼芽，虽暂时柔弱、稚拙，却有长成参天大树的美好未来。

蒋 志

1987年9月25日于北京北苑

编者的话

黄金，由于它在国民经济中的重要地位，其生产量和需求量日益俱增。为了满足国家黄金生产的需要，尽快找到更多的黄金矿产资源是摆在全国地质工作者面前一项迫切的任务。

找矿是一项综合性工作，需要多种手段的配合，才能取得良好的效果。其中矿物学方法就是地质找矿工作中一种必不可少的手段。

近几十年，尤其是近十多年来，由于地质找矿工作的实际需要，矿物学和相邻地质学科的发展，及近代测试方法的改进等等，找矿矿物学方法有很大发展，并逐渐形成一门新的学科——找矿矿物学。它是在矿物标型和成因矿物学的基础上发展起来的。

找矿矿物学，在国外，作为一门应用科学（应用矿物学）在地质找矿工作中已得到较广泛应用和迅速发展，在许多地区已获得了良好的找矿效果。近年来，成因矿物学和找矿矿物学已为我国很多矿物学工作者所关注，在矿物标型、矿物成因等方面，尤其是金矿床的矿床矿物标型和成因方面，做了大量工作，积累了丰富的资料，在找矿矿物学方面也做了很多有益的探索。这次由中国地球化学学会矿床矿物成因矿物学委员会于1986年12月在成都召开的全国成因矿物学及找矿矿物学学术会议，就是这方面工作的检阅。我们就这次会议有关金矿方面的一些较好论文选编成集，希望它能引起广大地质工作者对找矿矿物学的关注和重视；在我国今后黄金地质找矿工作中能起到积极作用和取得良好的效果；对成因矿物学和找矿矿物学的发展起到促进作用。

总的来看，我国引进成因矿物学只有卅五年历史，找矿矿物学更是刚刚提出。因此，本选集中虽收集了较多宝贵的实际材料，但其中所论及的某些方法和某些结论，需在今后的实践中继续完善、深化和发展，这正如初生的婴儿虽不如成人完健却有无限的蓬勃生机。

《选集》的内容可分为四个方面：一、有关成因矿物学和找矿矿物学的一些基础理论和研究方法；二、某些矿物的成因和找矿意义；三、我国金矿区域性成因矿物学和找矿矿物学研究；四、我国金矿床成因矿物学和找矿矿物学研究。

本《选集》是在中国人民武装警察部队黄金指挥部的热情关心和具体指导下选编而成的，并得到了中国矿物岩石地球化学学会矿床矿物和成因矿物学委员会和委员会主任陈光远教授的大力支持。由于编者水平所限，选编中错误和欠妥之处，请批评指正。

武警黄金指挥部黄金地质研究所

《中国金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文选集》选编组

1987年10月

全国第二届成因矿物找矿矿物学 学术会议开幕词（摘要）

欢迎同志们不远千里来参加这次会议。

一九八〇年，六五计划的第一年，我们在成都召开了矿床矿物学与成因矿物学会议。在六五期间我们已经取得了较好的进展。现在，在一九八六年，七五计划的头一年，我们又在这里召开成因矿物学与找矿矿物学会议，汇集总结六五期间所取得的成果，进一步探讨七五期间及今后成因矿物学和找矿矿物学的发展方向。我们相信这次会议也一定能达到促进我国成因矿物学与找矿矿物学进一步发展的预期目的。

1980年我们所以召开矿床矿物学与成因矿物学会议，并成立这样的委员会，是因为不论从演化的观点，或从经济效益的观点，地质作用都可以划分为成岩作用与成矿作用两大阶段。成矿作用是成岩作用的继续和发展，而矿床又是成矿作用集中发育的地段，因此矿床矿物学既是成因矿物学的基础，同时又是找矿矿物学的基础。1980年的会议对促进我国矿床矿物学和成因矿物学的发展起了良好作用。

从描述矿物学到成因矿物学是一个飞跃。因为描述矿物学是经验科学，是测试资料的归纳，是感性知识的汇集。而成因矿物学则是理论科学，是系统化的理论知识，是从现象到本质，从物质到机理，对矿物内在联系与外在条件之间自然规律的探讨。但是从描述矿物学到成因矿物学，人类知识的旋回并未完成，不可能就此终止。它还要发展，还要飞跃。从成因矿物学到找矿矿物学，就是这样一个飞跃。从描述矿物学到成因矿物学，是从感性到理性的飞跃；而从成因矿物学到找矿矿物学，则是从理论到实践的飞跃。实践需要理论的指导，而理论又需要实践加以检验、修正、补充、发展和深化。两者相辅相成，缺一不可，不能半途而废，中途停止，不再前进。否则认识的旋回便不能完成，认识便不能完善，更不能产生实际效益，转化为生产力，促进生产的发展。英国的瓦特把蒸汽压用于蒸汽机，推动了工业革命，使英国人在人类第一次产业革命中居于领先地位，所属殖民地遍布世界各地，成为号称太阳不落的大英帝国。但是曾几何时，大英帝国衰落了，关键不是由于科学落后了，他们是世界上诺贝尔奖金获得者最多的国家，理论研究并不落后，然而应用研究落后了，工业技术落后了，没有更新。他们现在认识到，追求诺贝尔奖金不应是最终目标，应当理论联系实际，必须用于发展国民经济。党中央指出，国民经济建设必须依靠科学技术，而科学技术必须面向国民经济建设，这一方针政策必须遵循。人类社会发展的经验教训值得吸取，因此我们绝不可单纯停留在成因矿物学的纯理论研究上，而不再前进一步。

找矿矿物学就是成因矿物学在找矿中的应用。忽视找矿矿物学，便不能很好地完成第二轮的找矿任务。由于地表矿、露头矿、浅部矿日益减少，由于肉眼难分辨的矿床新类型日益增多，由于物化探异常的多解性，还由于人类两个文明的物质需要日益增长，因此人类正面临着开展第二轮找矿任务的新阶段。要找盲矿、找隐伏矿、找深部矿、找肉眼难分辨的矿，找外围矿，因此就必须革新旧的找矿方法，赋予传统的找矿方法以新的内容。同时还要发展新的找矿方法，否则就不能完成全人类第二轮的找矿任务。故地矿部朱训部长也及时提出了，在当前七五期间及以后，在我国也要开展第二轮找矿。

对于我国成因矿物学的发展，我们通过1980年召开的矿床矿物学的全国性学术讨论会对它

有所促进。我们希望这次会议能够吹响找矿矿物学的号角，促进全国找矿矿物学的发展，以便在促进改革，促进四化，促进生产力的发展，促进有中国特色的社会主义的建设中，产生应有的经济效益和社会效益。

这样做有没有必要呢？召开这样的会，发展找矿矿物学，有没有必要呢？完全有必要！以黄金为例，狗头金和明金毕竟是很少的，要找肉眼看不到的金，要找各种类型，包括新类型矿床的金，还要找大型、特大型与世界级的大金矿。为提供大量金矿后备基地，必须迅速开展金矿的找矿矿物学研究和找矿的实践，必须快马加鞭，刻不容缓。对于其它矿种，同样也有迫切的需要。四化需要地质工作者，而地质工作者需要成因矿物学和找矿矿物学。成因矿物学提出理论指导，找矿矿物学从事具体实践。我们今天召开这次会议的重大战略意义和今后的深远影响便在于此。我国的地质工作必须革新，必须培养一代新人，采取新的思路，新的理论、新的方法、新的手段。我们希望在这次会上播下一个找矿矿物学的火种，使它能够星火燎原、遍地开花，使地质工作“革新”的火焰愈烧愈旺。这是我们的初衷，也是我们的愿望。我们希望大家能够携起手来，共同努力，应用和发展成因矿物学与找矿矿物学，来促进我国地质理论和找矿事业的发展。尽管会有这样或那样不同的意见，可以百花齐放，百家争鸣，求同存异，共同探索，从不同的渠道进行实践，以便最后汇拢在一起，完成大家共同的目标。这是历史任务，责无旁贷，也是时代的要求，发展的需要。

我们衷心祝愿这次会议取得预期的成果，辉煌的胜利！

陈光远

一九八六年十一月三十日于成都

全国第二届成因矿物找矿矿物学 学术会议总结(摘要)

这次举办的成因矿物学与找矿矿物学会议历时5天,今天顺利结束了。

参加这次会议的代表来自全国24个省、市、自治区,包括工作人员共143人。他们分属中国科学院、国家教委、地矿部、冶金部、煤碳部、化工部、建材部、核工业部、中国有色金属工业总公司和武警黄金部队等十大系统79个单位。

这次提交的论文共194篇,涉及的领域有稀有、稀土、放射、黑色金属与贵金属(Au、Ag)、非金属与特种非金属(金刚石)等,矿床类型共44种,还有测试研究技术方法。采用的方法除传统物性测试与测角外,还有磨细浸取、离子交换、差热、X射线、稀土配分、电子探针、中子活化、红外、穆氏谱、顺磁共振、激光拉曼光谱、矿物固态包体与液体包体、扫描和透射电镜、微分干涉、成矿成岩实验等方法,并进行了元素比值、常量元素地球化学、固溶体热力学与现代物性标型等的测试或计算研究。在成矿成岩实验中不仅应用高温高压,还应用了剪切应力。在找矿矿物学中应用了现代矿物物性标型。说明现代测试技术的应用又有了新的进展。论文所涉及的矿物有宝石、陨石、浅海海洋生物骨屑、深海铁锰结核、不同岩石和矿床类型的主要造岩矿物和副矿物、矿石矿物和脉石矿物,包括金刚石和金矿床的Te、Bi化物与硫酸盐。以上矿物都获得了进一步的研究,体现了成因矿物学研究继续向海洋、向地幔、向宇宙,并从无机界向有机界发展的趋势,说明成因矿物学和用成因矿物学理论与现代测试方法武装起来的找矿矿物学,在我国的发展已有了一个良好的开端。

会议采取了大会报告、分组讨论、小组座谈三结合的方式。大会报告共15篇,邀请了有关专家学者介绍了第14届国际矿物学协会的动态和现代矿物学的发展、矿物标型、海洋矿物、矿物包体研究与中子活化分析的应用。由于自1980年召开矿床矿物学与成因矿物学会议以来,成因矿物学已深入人心,因此在这次会议上由主任委员陈光远教授着重做了有关找矿矿物学的报告。

大会共划分了三个小组:第一组为成因矿物学与找矿矿物学在成岩成矿机理研究中的应用,第二组为成因矿物学与找矿矿物学在找矿勘探中的应用,第三组涉及方法。理论、应用和方法是成因矿物学和找矿矿物学的三个重要组成部分,三者既各有侧重,又互相关联,在小组讨论中也是互相渗透的。小组发言十分踊跃,讨论十分热烈,百家争鸣,各抒己见,互相补充,互相启发,大家感到收获很大。

两个座谈会中第一个是金矿物及其共生矿物的专题座谈会,涉及研究的方法和手段、成果的推广和应用以及存在问题与解决途径,发言讨论十分活跃。这个座谈会密切结合当前国家急需矿种,是很有启发的。第二个座谈会是成因矿物学与找矿矿物学教学座谈会,涉及本科生教学、研究生培养与短训班教学三项内容。这个座谈会密切结合国家教育改革,也是很有启发的。

大家一致认为这次会议达到了预期目的,吹响了找矿矿物学的号角,认为成因矿物学与找矿矿物学很富有生命力,对生产实践很有用,应予推广。这次会议开阔了思路,活跃了学术思想、理论联系实际,都感到收获很大。并认为矿床矿物成因矿物学委员会召开的三次会议都很成功,因此,对委员会的工作表示满意。

但是我们的工作中也有不少有待改进的地方,例如变质和内生成因的探讨较多,沉积成因的探讨较少;金属矿物原料的探讨较多非金属矿物原料的探讨较少;在大城市开会较多,在野外队和矿山开会较少;科研和教学部门代表较多,矿山和野外队代表较少等等。沉积与非金属

矿产产值不论在世界上还是在我国均已超过金属矿产，因此，在能争取到较多经费的情况下，有可能在1988年召开沉积与非金属矿产方面的成因矿物学与找矿矿物学学术讨论会，希望大家积极准备。

事物是可知的，事物的发展是有规律的，标型是矿物固有属性的一部分，在进行矿物标型研究并在找矿中应用时要注意它的固有性和继承性，普遍性和差异性，分带性和变化性，相应性和相关性，理论性和统计性，脉动性和迭加性。矿化有其发生、发展和消亡的过程，矿物标型也有其发生、发展和消亡的过程，在矿化最佳地段矿物标型也最显著，往往达到最高值或最低值。矿物标型研究包括矿物标型特征、标型矿物、标型组合与标型分析。它要求我们系统、踏实、认真细致地进行工作。矿物学、矿床矿物学、成因矿物学与找矿矿物学已开始发展到高级阶段。矿物现代物性标型的引进是一大特征，今后在室内我们拟筹建矿物现代物性标型实验室，在野外拟进一步开展矿物与矿物标型填图，从点到线到三度空间。为发展成因矿物学，我们在六十年代初准备了一批干部，发展找矿矿物学也需要准备一批干部，积累丰富的经验，我们愿与大家续继共同势力，促进我国成因矿物学与找矿矿物学的发展。

成因矿物学与找矿矿物学不是一种单纯的野外科学或单纯的室内科学，也不是一种单纯的计算科学或统计科学，更不是一种单纯的经验科学或实验科学。它要求以下的五个结合：

1. 理论与实践结合；
2. 宏观与微观结合；
3. 野外与室内结合；
4. 常规（传统）方法与现代方法结合；
5. 自然观察与成矿成岩实验结合。

在世界上，现代成因矿物学与找矿矿物学是一门新兴的发展中的学科，在我国更是如此。它们是一门边缘科学、交叉科学，需要在广泛的地质背景上展开。在地质科学中，它需要以结晶学、矿物学、岩石学、矿床学、地层学及构造地质学为基础。

我们还有很多工作要做，希望大家再接再厉，继续势力，切不可中途停止，半途而废。祝同志们身体健康，旅途愉快！

陈光远

一九八六年十二月四日 于成都

目 录

序言

编者的话	(IV)
全国第二届成因矿物找矿矿物学学术会议开幕词 (摘要)	(V)
全国第二届成因矿物找矿矿物学学术会议总结 (摘要)	(VII)

第一部分 基础理论和研究方法

1. 成因矿物学与找矿矿物学发展现状	陈光远 (1)
2. 矿物天然热发光标型研究方法 with 实例	邵 伟 (5)
3. 电子自旋共振用于研究矿物的标型特征	蔡秀成、唐荣炳 (11)
4. 中子活化分析在地学研究中的若干应用	童纯蕊等 (12)
5. 关于金矿找矿矿化指示元素初步探讨	林文通 (16)
6. 初论成矿过程中 REE 分布形式及其地质意义 (以山东玲珑金矿为例)	长春地质学院地球化学教研室 (23)

第二部分 某些矿物的标型特征、成因和找矿意义

7. 中国金矿物产出地质特征	蔡长金等 (30)
8. 黄铁矿成因形态学研究	孙岱生 (36)
9. 金矿床中黄铁矿的标型特征及其找矿、评价意义	真允庆 (43)
10. 内生金矿床中黄铁矿的标型特征及其成因意义	黄绍峰 (44)
11. 镜铁矿的找矿指示意义初探	陈大经 (53)

第三部分 区域性成因矿物学和找矿矿物学研究

12. 利用矿物标型特征对招掖地区金矿进行生产评价的尝试	任英忱 (59)
13. 晋东北尧峪—伯强矿带金矿的找矿矿物标型	景淑慧 (62)
14. 新家—山门金银矿化区的石英成因矿物学研究	刘劲鸿 (68)
15. 中国东部某些斑岩型矿床流体包裹体的基本特征	谢奕汉 (79)
16. 锦西—兴城一带含金黄铁矿的标型特征 (摘要)	张振启 (86)
17. 玉龙斑岩铜矿带伴生贵金属矿化的地球化学	马鸿文 (88)

第四部分 金矿床成因矿物学和找矿矿物学研究

18. 大兴安岭旁开门火山岩型金银矿找矿矿物学研究	徐登科等 (99)
19. 水泉金矿床中金矿物的特征及金矿物成因探讨 (摘要)	赵海鹏 (110)
20. 夏甸金矿床黄铁矿标型特征研究及矿区远景评价	藏维生等 (112)
21. 栖霞金矿石英的成因矿物学研究	王健、陈光远 (119)
22. 冀东金厂峪、峪耳崖金矿黄铁矿、自然金标型特征	贾 斌等 (126)
23. 潼关小秦岭自然金的赋存状态、标型特征及对脉体含金性的评价意义	叶芳、李映琴 (135)

24. 小秦岭金矿床成因矿物学的研究及其实际意义.....方耀奎 (140)
25. 祁雨沟金矿金属矿物组合特征及其成因意义.....罗镇宽等 (147)
26. 黄金洞金矿床自然金与聚形黄铁矿的关系.....苑保钦 (154)
27. 江西德兴斑岩铜(钼)矿床黄铁矿标型特征的地质意义.....候克常 (155)
28. 广西某金矿床自然金及主要载金矿物的成因矿物学研究.....骆靖中 (162)
29. 广西某金矿床的黄铁矿初步研究.....欧超人等 (172)
30. 广西某金矿床石英热发光特征及其意义.....骆靖中 (179)
31. 广西某金矿床中方铅矿、闪锌矿标型特征的研究.....周佩玲 (184)
32. 新类型金矿—偏岩子金矿的矿物成分及金和氟镁石的成因机制.....帅德权、罗鸿书 (191)
33. 黔西南卡林型金矿床中的毒砂和黄铁矿演化特征.....姜信顺 (199)
34. 新疆某金矿主要矿物的标型特征及其意义(摘要).....苗锡仲 (203)
35. 湖南某地砂矿中Au, Au—Ag等矿物的初步研究及其再生成因.....李秀梅 (210)
36. 从安康月河砂金矿床砂金矿物的形态和表面结构特征论砂金矿的
化学再造成因.....陈启光 (214)

第一部分 基础理论和研究方法

成因矿物学与找矿矿物学发展现状

陈光远 (北京地质教育中心)

从描述矿物学到成因矿物学,是一个飞跃,是从现象到本质的飞跃,是理论上的飞跃。从成因矿物学到找矿矿物学,又是一个飞跃,是从理论到实践的飞跃,是应用上的飞跃。

众所周知,成因矿物学是在描述矿物学的基础上发展起来的。描述矿物学把不同成因的矿物属性加以综合概括,给出了变化的范围,把差异性纳入于统一性之中,因而使人难以区分矿物属性变形与形成条件变化的相应关系,不便于在岩石与矿床成因研究与找矿勘探实践中加以应用。为此我们在60年代初期提出了“成因矿物族的研究方向”(陈光远等,1963),在描述矿物学的晶体化学分类体系的基础上,强调探索矿物属性随成因而变化的规律,使差异性在统一性中重现出来,以便恢复矿物的本来面目或自然面貌,有利于在岩石矿床成因研究与找矿勘探中直接应用。20年后在第27届国际地质学大会上,H.史特伦兹(1984)在重温矿物分类的发展历史时,也提出要“对每一个矿物种与矿物族的性质和成因——进行研究。根据成因矿物族的学术思想,对每一个矿物种和每一个矿物族以及每一个系列的矿物标型进行系统研究,是一项艰巨而浩繁复杂的工作,有待于本世纪及下世纪矿物工作者的共同努力。”

现代矿物学中的成因矿物方向是B.И.维尔纳茨基和他的学生A.Е.费尔斯曼共同奠定的。在1890—1911年间当B.И.维尔纳茨基在莫斯科大学任教时便已提出:“研究矿物历史、矿物成因和变化,是矿物学教学和科研的首要任务”。A.Е.费尔斯曼继承了B.И.维尔纳茨基的学术思想,尤其是B.И.维尔纳茨基提出的“矿物学是地壳的化学”等学术思想,在1912年论述矿物的成因和变化时提出:“在矿物学中今天诞生了一个特殊的分支——成因矿物学或地质作用的化学”。

狭义的成因矿物学,一方面确实与地壳的化学或地质作用的化学有关,但又不是地壳的化学,也不限于地质作用的化学。在第27届国际地质学大会的矿物组中H.B.彼得洛夫斯卡娅等(1984)指出:“二十世纪现代矿物学的重大成就之一,就是开辟了成因矿物学的领域”,并指出矿物是岩石和矿床成因的指示剂。成因矿物学领域的开辟,确实是二十世纪现代矿物学的重大成就之一,但矿物还不仅仅是岩石和矿床成因的指示剂。自B.И.维尔纳茨基与A.Е.费尔斯曼奠定了成因矿物学基础以来,成因矿物学的发展已远远超越了他们当年提出的定义和所拟定的范围。

现代成因矿物学研究矿物及矿物组合的起源、演化和在时间和空间中分布的规律;研究它们的发生和发展、形成和变化的条件和过程;研究它们的形态、成分、结构、性质、产状的内在联系及其对介质的依赖关系;研究它们与介质的交互作用及指示介质状态和条件的宏观标志与微观信息;并在此基础上进一步研究矿物的成因分类,为普查找矿提供方向和标志,为加工应用天然矿物原料及培制人工矿物原料提供有效的途径和方法,为采矿、选矿、冶炼、农业、土壤、陶瓷、水泥、化工、医药、考古等提供所需要的相应的资料,并为探索地球和宇宙及其

它天体的起源和演化提供成因信息和线索。由于七十年代原子能、合成、电算和宇航四大工业的兴起，广义的成因矿物学已不再限于地壳和地球，而已发展成为宇宙的科学了。

当代成因矿物学的发展趋势如下：

①成因矿物学研究是从定性开始的，现已走向定量。

②成因矿物学研究是从宏观开始的，现已深入微观。

③成因矿物学研究是从矿物开始的，现已深入地球科学的各个领域。

④成因矿物学研究是从矿物原料开始的，现已开始深入资源、能源、保健、保安、保护人类文化遗产与探索人类历史的各个领域。

⑤成因矿物学研究是从大陆开始的，现已从大陆走向海洋。

⑥成因矿物学研究是从地壳表层开始的，现已进入地球内部。

现代成因矿物学在我国是五十年代初期引进的，是在矿床矿物学研究的基础上开展起来的（陈光远，1957）。六十年代初期成立了成因矿物研究组，招收成因矿物学研究生与进修生（陈光远，1960），并分别向中国地质界提出了成因矿物学方向（陈光远，1962），向中国矿物岩石地球化学界提出了成因矿物族的研究方向（陈光远，1963），从而为发展我国成因矿物学揭开了序幕，打下了初步基础。

十年动乱后，于1980年召开了全国第一届成因矿物学学术会议，并成立了矿床矿物学与成因矿物学全国委员会。会后各地地质院校纷纷开出了成因矿物学课程，招收成因矿物学研究生，地质研究机构与生产部门也纷纷开展了成因矿物学研究，使我国成因矿物学得以蓬勃发展。1983年又召开了全国金矿矿床矿物学与成因矿物学学术会议，促进了我国金矿地质的研究与生产。

近年来除一系列成因矿物学教材外，并出现了典型矿床的成因矿物学专著（陈光远等，1984），其他一些典型矿床研究中也列了成因矿物学的章节。物理化学和固体物理等近代理论已引入我国成因矿物学领域，电算技术与多种现代测试技术方法也已引入我国成因矿物学研究领域，如矿物谱学、电镜技术等等。人工合成与实验矿物学研究也得到了开展，它的覆盖面日益扩大，已包括陨石和宇宙尘以及陶瓷、化工等等方面，出现了一派欣欣向荣的景象。

成因矿物学理论性很强，实践性也很强，因此很富生命力。现代找矿矿物学是在成因矿物学的基础上发展起来的，它是成因矿物学在找矿勘探中的应用。它们两者之间的关系，仿佛地球物理与物探、地球化学与化探的相互关系。在成因矿物学系统研究的基础上，获得的矿物标型的定量数值和它们的变化梯度，在找矿中加以应用，便相当于找矿勘探中的物、化探异常值和它们的梯度变化。

人类从远古以来便已开始注意天然矿物原料产地的和产状。我国的先秦著作《山海经·五藏山经》与稍后的《管子·地数》，便已总结了我国古代从原始社会到奴隶社会及从奴隶社会到封建社会初期根据矿物分带、矿物组合和矿物变化进行找矿的找矿矿物学方法，但由于以后长期处于封建社会，后又转入半封建半殖民地社会，矿物学不受重视，找矿矿物学就更难发展了。

在国外，M. B. 罗曼诺索克（1763）曾指出，“采矿人往往把铍称为矿石的盖子，它往往能指示通向银矿、金矿和锡矿的途径”。B. И. 维尔纳茨基（1923—1924）指出，可以根据矿物共生组合的性质和各个矿物的特征准确地区分矿物的不同产地。A. E. 费尔斯曼（1940）在此基础上提出了《地球化学与矿物学找矿方法》，强调根据矿物标型解决矿床成因，并根据矿物标型与矿物时空分布进行找矿的重要性。因此可以认为现代找矿矿物学的萌芽与现代成因矿物学大体同时或稍晚，但“找矿矿物学”和它的理论基础却是 A. И. 金兹堡（1979、1981）首先提

出来的，他认为“它的理论基础是矿物标型特征、矿化指示矿物、矿物共生组合、矿床分带、近矿和远矿围岩蚀变、表生带中矿石矿物及其伴生矿物的性状的学说”（金兹堡1981）。

现代找矿矿物学是在传统的普查找矿方法的基础发展起来的。在传统的普查找矿方法中，矿物学只起矿物鉴定的作用，但在现代找矿矿物学方法中，由于成因矿物学赋予它的新的内容，却开辟了一个新的领域。

矿物学在找矿勘探中的应用可分为以下三个阶段：

- 1) 传统的描述矿物学阶段；
- 2) 矿床矿物学阶段；
- 3) 现代成因矿物学与找矿矿物学阶段。

在传统的描述矿物学阶段，矿物学在普查找矿中只起矿物鉴定的作用。例如庞家堡的宣龙式铁矿与大红山火山沉积变质铁矿便是通过滚石发现的，在该矿床的发现中，矿物学主要只起了矿物鉴定的作用。木梓园隐伏石英脉型钨锡矿床是通过矿床矿物垂直分带研究，根据地表云母线发现的。漂塘石英脉型钨锡矿床深部远景与隐伏花岗岩，是通过矿床矿物学与成因矿物学研究进行预测确定的。密云沙厂铁矿倾复向斜核部矿体是通过成因矿物学研究解决矿床成因问题后，根据角闪石线理配合地表地质物理方法确定的。迁安铁矿远景是推广密云沙厂经验，应用成因矿物学确定矿床成因类型后，配合地表地质物探确定的。宣钢矿石危机与弓长岭富铁矿成矿规律及成矿预测，是通过成因矿物学与找矿矿物学研究解决的。玲珑金矿、夏甸金矿、栖霞金矿远景也是通过成因矿物学与找矿矿物学研究初步确定的。

显然，描述矿物学、矿床矿物学、成因矿物学与找矿矿物学在普查找矿与勘探、开采中、在矿床远景评价与成矿预测中，均可各自起各自的独特作用。它们在正确鉴定矿物种属，发现新的工业矿物，应用标志矿物、矿物组合与标型特征（包括应力标志）及矿物个体发生史与系统发生史，都可获得良好的效果（陈光远，1986）。但由于易找的露头矿、地表矿、浅部矿日益减少，寻找隐伏矿、深部矿或盲矿的需要日益迫切，找矿难度日益加大，因此在当前开展第二轮找矿的工作中，迅速广泛推广应用现代成因矿物学与找矿矿物学方法，已是当务之急，刻不容缓。

现代找矿矿物学以现代成因矿物学研究为理论指导。不解决矿床成因问题，找矿便会迷失方向，而成因矿物学研究却是解决矿床成因问题必经的途径与不可少的手段。找矿必须应用确切可靠的标志与经济简便，快速有效的方法，不通过成因矿物学，尤其是矿物标型的深入系统研究，便无从遴选提供上述标志与方法。另一方面，找矿矿物学也给成因矿物学提供了在生产实践中进行检验、修正和发展的机会，故两者相辅相成，关系十分密切。现代找矿矿物学虽以成因矿物学为它的理论基础，但并不排除传统的地质研究与普查找矿方法，它兼收并蓄，博采众家之长，对以前的工作不仅加以继承，还可以发展、更新，却又自成体系，自有其独特的手段和方法，可起到其他方法手段所不能起的作用。

例如重砂法原为传统的普查找矿方法，但在找矿矿物学工作中不仅研究重砂，还研究轻砂，包括轻砂传统的与现代的物性标型和包裹体特征，对重砂也不仅起矿物鉴定和含量计算的作用，还研究重砂矿物的形态、成分、结构、物性等标型以及重砂的矿物组合特征，从而可为判断原生矿的远近，贫富、大小、成因类型、剥蚀深度、围岩特征等提供必备的资料。如为找铀矿便需测定轻砂中石英中流体包裹体里的氧气含量。为从砂金找原生金矿，便需研究自然金的形态、成色，微量元素与矿物组合等标型特征，以便区分碎屑金与自然金或再生金，以及原生金矿床

的特征。在重砂中还未发现自然金时，也可根据轻砂中石英与长石的现代物性标型找原生金矿床。

现代找矿矿物学的主要野外工作方法是矿物学填图，包括矿物组合填图、矿石类型填图、矿物种填图、矿物标型特征填图与综合填图等等。对于重砂填图，不仅包括河流水系的重砂填图，还包括浮土中的重砂填图。其中找矿形态学的填图尤为直观，与此互相配合的还有轻砂标型特征填图。它的研究范围已不限于个别观测点、观测线（剖面线、岩心柱、坑道线），已由点、线扩展为带（如蚀变带）、面、体，从而可以取得较全面的三维空间平面的和立体的了解，为找矿矿物学在进行成矿规律和成矿预测研究以及找矿勘探开采提供宏观的资料。

现代找矿矿物学的主要室内工作方法是在矿物学系统研究、确定矿物及其组合时空分布的基础上，进行传统的和现代的矿物标型包括包裹体标型的测定，提供标型变化的定量数值，筛选出简易、快速和经济有效的标志，给矿物学填图，进行成矿规律和成矿预测及找矿勘探开采提供确切有效的室内资料，包括微观的资料。

例如在形态标型方面便需注意单晶与双晶、单形与聚形，理想形与歪形，自形与他形，晶习、蚀象、微形貌等等，对于骸晶也需注意分别进行研究。对于成分标型除注意矿物中矿化元素外，还应注意有关元素比值，同位素特征，含水性及其它挥发组分，如 N_2 、 CO_2 等的变化，包括 N_2/H_2O 、 H_2O/CO_2 等比值的变化。在结构标型方面需注意结构缺陷或完善性，同质多象转变及混层结构等的变化。在现代物性标型中需注意热电、压电、介电，热导电性，热发光等的变化，它们是区分矿床成因类型，蚀变与未蚀变，矿化与非矿化，划分矿化阶段，圈定含矿地段，判断矿化深度与剥蚀深度，确定矿床远景的必要标志。为此在室内工作中需采用多种测试方法，如测角、干涉仪、电镜、差热失重、电子顺磁共振、红外，现代物性标型测试等方法，使各种传统的与现代的矿物测试方法在现代找矿矿物学工作中均可充分发挥各自的作用。

由于矿物标型在找矿矿物学中的作用居于举足轻重的位置，因此必须踏实深入严肃认真地进行工作，要特别注意它的系统性与综合性，统计性与精确性，地区性与区域性以及客观性与理论性。

矿物标型遵循自然辩证法则，具有普遍性、继承性、分带性、相应性、变化性。矿化有其生、发展和消亡的过程，矿物标型也有其发生、发展和消亡的过程。在矿化最有利的发展阶段，矿物标型特征往往最为显著，达到最大值，因此系统深入地研究矿物标型特征变化梯度，不仅可圈定矿化地段与矿化阶段，还可圈定矿化富集的阶段与地段。

成因矿物学与找矿矿物学研究是在广泛的地质背景上展开的，是以扎实的地质工作为基础的，它不是一种单纯的室内科学，也不是一种单纯的统计科学。实验科学或经验科学。因此，为确切可靠地取得预期效果，有必要重申以下五个结合的思想方法与工作方法（陈光远，1980，1986），它对成因矿物学与找矿矿物学研究尤为必要：

- 1) 理论与实际结合。
- 2) 宏观与微观结合。
- 3) 野外与室内结合。
- 4) 常规（传统）方法与现代方法结合。
- 5) 成矿成岩实验与自然观察结合。

目前国内均已经开始进入充分应用一切现代理论与现代方法，进行成因矿物学与找矿矿物学研究与实践的新阶段，已经开始出现百花齐放、欣欣向荣的大好形势。建国以来我们引进了

成因矿物学方向，开展了矿床矿物学与成因矿物学的教学科研，在一定程度上促进了我国地质基础理论研究和地质生产的发展，并为十年动乱后成立全国矿床矿物学与成因矿物学委员会与促进全国这方面的发展准备了干部。十年动乱后，国外找矿矿物学开始进一步兴起，朱训同志提出在七五期间开始进入第二轮的找矿阶段。我们在国内虽然也及时地开出了成因矿物学与找矿矿物学课程，进一步开展了这方面的研究，开始筹建这方面所需的实验室——现代物性标型实验室，并开始准备这方面所需的干部，但距国外发展与国内要求仍有较大差距，在全国第一届矿床矿物学与成因矿物学会议上提出“微观成因矿物学与宏观成因矿物学的结合是当前成因矿物学发展的生长点”（陈光远，1980），会后成因矿物学与典型矿床的矿物学研究都获得了进一步的促进与发展。找矿矿物学的工作是光荣而艰巨的，我们希望这次会议吹响找矿矿物学的号角，进一步促进我国找矿矿物学的发展，在完成我国第二轮的找矿任务中做出应有的贡献。

矿物天然热发光标型研究方法 with 实例

邵 伟 （北京地质教育中心）

一、概述

由矿物天然热发光曲线取得的参数和特征作为矿物的标型，已能够成功地用于以下方面：辅助圈定富矿、贫矿和找矿的远景地段；探查矿体的尖灭或延伸趋势；预示隐伏矿体；由发光曲线的参数或曲线的形态特征直接用作找矿标志；由曲线参数与矿床品位等经济技术指标作相关分析取得找矿标志；发现和鉴别成矿前后的断层；形成阶段期次的介质矿物标志，发现矿物形成阶段或期次的总数，鉴别某些矿物是否同期产物；利用重砂中轻矿物的发光特性追索有用矿物的来源；判断矿床剥蚀深度；岩性对比，等。

矿物热发光包括矿物天然热发光，在矿物学、矿物标型、找矿应用等方面的工作，总体看来我国尚落后于国外七十年代的水平，差距的症结主要在欠缺实验测试条件。当前，一般地质部门仅能从事热发光曲线（而不是发光谱线）这一条件和水平的探索。随着找矿工作（包括探查隐伏矿体）逐渐迫切需要更有效益的找矿标志，热发光标型与矿物其他标型的研究都已面临需要发展的势态。

二、方法

方法可概括为三个方面：（1）取得标本素材（野外工作）；（2）测试条件（实验室工作）；（3）测试结果（曲线、数据）的处理和应用。一般经验如下。

在基础地质和矿物学研究的基础上，注意研究与矿物发光机能的形成和变化有关的各项因素，并从分布最广泛、尽可能是浅色的介质矿物中选定可作为发光标型研究的矿物。

根据地质条件和可能引起发光性差异的一般原理，确定各标本的采集位置、分布、布置密度等，力求标本能体现这类差异，能够表征某段区间矿物的发光性状，从而根据系列的标本体现发光性状的空间分布及其演变。

晶格中已有的发光内能，自然释放的程度与矿物长成以后晶格遭受断层或在岩石破碎带中遭受机械碾压作用的程度，关系相当明显。对于横过断层面的系列样品，根据某些样品其发光峰值（发光强度等）骤然下降所对应的位置、分布范围等，可以发现肉眼难以辨认的小断层、岩石破碎带等；发光的衰减特征可以辨别断层的力学特点，可以区别成矿（成岩）前后的断层，

区别成矿前后的矿物产物。有时需要专门采集断层标本。

一般的热释光测量仪都可测定以下方式的样品：单晶定向样品，取定重量，片的厚度近似，对容易取得解理薄片的矿物，采用此方式尚属方便。单矿物碎屑样品，一定粒级，取定重量，一般的热发光研究的样品为此方式。岩石碎屑样品，一定粒级，取定重量，采用的前提是：用作对比的各样品中各矿物含量近似相同，样品中少量混杂矿物可以是绢云母、绿泥石等发光极弱的矿物。

较合适的粒级为0.15mm (100目) — 0.097 mm (160目)，对于一般标本破碎到此粒级已可避免不同矿物的连生体，而且颗粒间有害的附着粘连已不明显，发光曲线的重复性也较好。

样品的机械破碎、矿物分选、粒径筛分、重量称取等全过程，应尽量避免以下：碾磨（尽量只做压碎），样品受热以及受到放射线、强紫外线、强电场的辐射等。要从样品中清除硫化物等易热分解的物料。

测试过程对样品加热的温度范围通常给定室温~500℃或400℃。非特殊需要时，样品升温速度取定为 <0.5 ℃/秒。

样品重（一次测量所用的样品重量）大，则发光量（发光强度）大。依据仪器所能感测的最小光通量，可以确定为充分显示发光曲线主要特征时所必须的最小样品量，这又与矿物已具有的释光强弱有关。根据国产的两种热释光仪的性能和经验，样品量是：某些方解石、萤石等，常用0.2~1mg，成矿（成岩）期后的方解石则为1~5mg；各种长石常用0.5~2mg；石英常用1~3mg；暗色造岩矿物、深色重矿物，常用1~5mg。可以先做不同样品量的测试实验，并考虑课题目的确定合适的用量。为了各件样品发光曲线的对比方便，尽量采用相同的样品量。样品量小，便于选取单矿物等优点多，但称取精度低，使得测量的重复（再现）性低，并可能难以显现发光曲线的细致特征。样品量太大，测量技术中出现的弊端很多，并可能使曲线的锐峰变为平缓，测量的重复性也低。上述样品量显然不是对样品加工或送测的重量，一般送样约需100mg。

课题目的与样品方式、样品量、升温速度等项测量条件作综合考虑和选定，可以使测试技术更有效地服务于课题任务。

测量结果是由x-y记录仪录取的热发光曲线图，常以y方向标志温度（℃），x方向表示发光（兰色）的光通量（ $m \times 10^{-11}lm$ ）或相对强度（E）。曲线本身即其形态特征具有标型使用意义。从发光曲线可取得的参量有：发光峰的数目及峰点温度，由低温到高温可顺序编号为 $t_1(\dots^\circ C) \dots t_n(\dots^\circ C)$ ；各峰值（发光量或相对强度）；峰的形态特点，如某峰两侧的对称程度，峰半高处的曲线斜率、峰半高处跨越的高度等。从上述参量可作出数学的许多处理，得出所需要的数据特征或标志。对一系列样品发光曲线中的某参量对应矿床品位或某些元素含量的数据做相关分析，这对于标型研究和提出找矿标志，具有较好的效果和意义。

三、实例

以下列出四个金矿区部分穿脉的天然热发光标型概况。这四个矿区部分穿脉标本分布共长213.73m。测试工作量为：144件单矿物样品；864件热发光曲线图；由曲线图取得4332个原始数据，从中得出722个可直接使用的标志数据，由此编制了与穿脉图对应的热发光峰值（发光量）与金品位（或矿体、矿化、断层）的关系图，以下只列举某温度峰值的这类关系图。

1. 夏甸金矿

穿脉号PD91-CM11（图1），钾长石发光峰（280—290℃）的峰值变化与金品位的消长

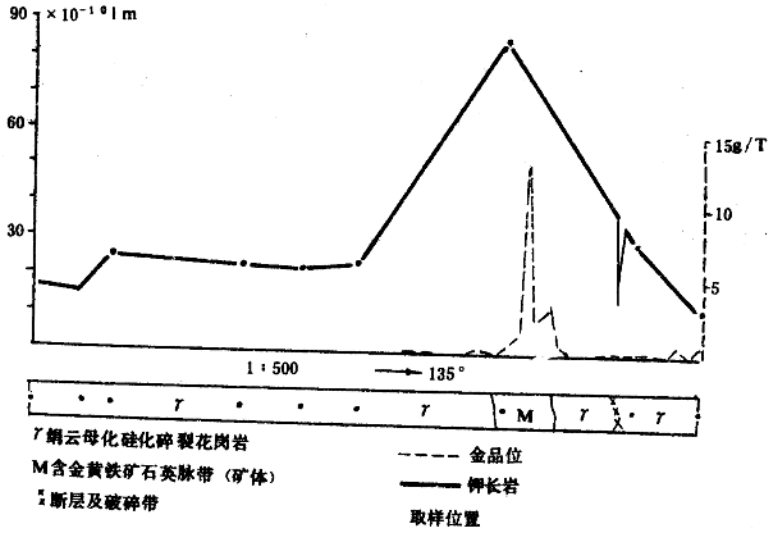


图1 夏甸金矿PD91-CM11. 钾长石的天然热发光

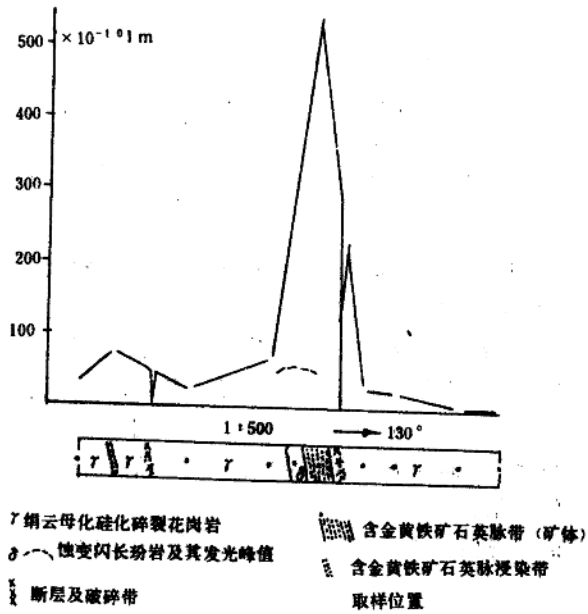


图2 夏甸金矿PD121-CM3 钾长石的天然热发光