



黑龙江省地质科学研究所

斑岩铜矿成因探讨

BANYAN TONGKUANG CHENGYIN TANTAO

杜琦 马晓阳 韩成满 李宗民 姜喜荣 著



地质出版社

斑岩铜矿成因探讨

杜 琦 马晓阳 韩成满 李宗民 姜喜荣 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以研究多宝山矿区所取得的数据和实际素材为基础,探讨矿床在成矿过程中各种控矿因素〔地层(围岩)、构造、岩浆、热液〕所起的具体作用和运用总结出来的矿体赋存规律指导找矿实践,从而逐步打开了地质找矿工作的新局面,使多宝山成为一个特大型铜矿田。

本书可供科研院所、高等学校和生产单位相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

斑岩铜矿成因探讨/杜琦等著. —北京:地质出版社,
2008.7

ISBN 978-7-116-05725-8

I. 斑… II. 杜… III. 斑岩矿床:铜矿床-矿床成因论-
研究 IV. P618.410.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 107376 号

责任编辑:李 莉

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部);(010) 82324567 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zhs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地质印刷厂

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:6.25

字 数:150 千字

印 数:1—1600 册

版 次:2008 年 7 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:25.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05725-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

在人类社会的发展进程中，人们通过反复实践，常常可以总结出一些理论用来指导社会实践。人类正是运用这些理论才打开了许多学科的大门。不过自然科学各个学科的内容千差万别，有的学科需要的直接佐证资料很难搜集，因而常常造成了问题的多解性，或者得出模棱两可的结论。地质学和与其有关的岩浆热液矿床的成矿理论等多属此种情况。

在引用岩浆热液矿床理论指导找矿过程中，引用正确的理论，可以得到事半功倍的效果；若是引用了错误理论，常常造成人、财、物的极大浪费，还要贻误许多宝贵时间。由此看来，岩浆热液矿床理论的科学总结对于矿床学的发展和矿产勘查都是十分必要的。

我国从20世纪50年代到60年代，十分重视地质勘查工作。对于许多重点矿区投入了大量人力、物力和财力，可谓成绩斐然，硕果累累。但在岩浆热液成矿理论研究方面，开始时是搬用苏联的经验，到了70年代以后，则主要吸取欧美等国一些新理论和新观点。对于自己取得的大量地质勘查资料，多未消化总结。地质队里许多地质人员，囿于提交报告时间紧迫，无暇考虑理论问题，而院校师生们和研究部门的学者们，也是教学研究任务繁重，同样无暇对勘查工作中取得的大量原始数据和资料进行有目的的系统整理。

从另一方面看，半个世纪的矿床研究工作所发表的一些文章，有的是根据规范规定叙写所见到的各种情况而不涉及理论问题；有的是把注意力投到大地构造控矿、包裹体、同位素和稀土元素等宏观和微观研究上面。常常是只根据一点事实，加上自己的心得和推理来写论文。这些论文多数是以点带面，很难运用到实际工作中去。许多有实际经验的、有见地的地质人员不少情况也是在搬用矿床界几位权威的意见，而不敢越雷池一步。

当前，我国的地质找矿形势十分严峻，找露头矿的年代已经过去了。要想找到具有一定规模的大矿体，只有在科学理论指导下，才能取得有效的成果。根据我国当前情况，把典型矿床的研究工作引向深入，最好以已取得的大量原始资料为依据，根据矿区实际情况，补做一些工作，有意识地对岩浆热液矿床成矿方面的有关问题进行科学总结。如果能上升到科学理论的高度去认识问题，从一个新的高度去认识成矿规律，那么在找矿工作中也必然会有新的突破。

在研究岩浆热液矿床的过程中，应当选取哪类矿床作为突破口呢？

首先，必须强调，研究工作不应千篇一律，应当以自己深入研究的矿床为突破

口。特别是那些很有找矿远景的矿区，必须作为重点，进行原始资料的系统总结和深入研究；并配合各种有效的找矿手段，进行综合分析和探讨。最后再用钻探进行验证。地质找矿工作要想能够取得新的突破，只能是首先在科研方面、在认识方面有新的突破。

我们认为，若能深入研究斑岩铜矿，不仅能够提高研究岩浆热液矿床的理论水平，而且还能有效地指导矿产勘查工作。理由如下：

(1) 斑岩铜矿在成因上确与岩浆热液活动有关，属于典型的岩浆热液矿床；

(2) 斑岩铜矿与其伴生的有益组分具有巨大的经济效益，而且这类矿床具有找矿的巨大潜力；

(3) 在科研方面斑岩铜矿涉及的领域非常广泛。通过对斑岩铜矿的研究和与其他成因类型矿床的对比，将会使我们对岩浆热液矿床的认识水平有进一步提高。

(4) 因为斑岩铜矿成矿带和矿区的规模巨大，矿床分布广泛，资料繁多，对其围岩、构造、岩浆活动、蚀变和矿化等的研究可以开阔眼界，可以开展全面而系统的研究工作。

(5) 通过对斑岩铜矿岩浆系统的研究，可以对深成岩和喷出岩之间的关系，对花岗岩类岩浆演化过程的认识获得重要启示。

多宝山矿田的地质工作历来遵循勘查与科研密切相结合的原则。运用勘查工作取得的实际资料，参照国内外一些类似矿床的实例，及时总结出矿田内矿体的赋存规律用来指导找矿实践。

1972年至1980年，在实践与理论相结合的情况下，多宝山矿床铜储量由20万t增至237万t。通过对多宝山矿床的成矿规律的研究，发现了铜山矿床断层上、下盘的Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ号矿体，使铜山矿床储量由1.4万t增至80万t。这一期间主持工作的是马志卿、施久文和李国臣等，主要技术人员有杜琦、徐深远、宁光璧、吕祥洲、王学范、袁纯和赵复民等。

1984年至1988年，成立了《多宝山斑岩铜矿床》专著编写组。参与编写的主要人员有杜琦、赵玉明、马德友、卢秉刚、李佩兰、律敬凯、敖立志和李文深等。送审稿经郭文魁、宋叔和及张炳熹等院士评审验收后，认为它是在野外多年实践的基础上写成的一部学术水平较高的矿床专著。

2004年至2006年，黑龙江省地质科学研究所承担了多宝山矿田的补勘工作。经过对铜山断层的观察研究，结合深部激发极化法和数值模拟试验方法，搞清了断距，圈定断层下盘铜的远景资源量大于500万t。从而使多宝山矿田铜的远景资源量不少于800万t。

随着矿田内铜的远景资源量大幅度增加，对矿体的赋存规律和成矿理论的认识也有了提高，于是在《多宝山斑岩铜矿床》专著的基础上，经过补充、修改和压缩，写成了目前读者看到的《斑岩铜矿成因探讨》这本专著。

参与此专著编写的主要人员有杜琦、马晓阳、韩成满、李宗民和姜喜荣等；打字

绘图人员有温丽和贾翠微等。

本书的重点是探讨岩浆热液矿床一些理论问题和对矿田找矿工作进行简要总结。内容包括：地层（围岩）、构造、岩浆活动、热流体等在成矿过程中所起的具体作用。对于青磐岩化形成铜的降低场，负压岩浆房的发展过程和围岩 H_2O 、矿化剂和其中各种组分进入岩浆房内的证据，斑岩岩浆的侵位特点，斑岩岩浆和钾化期热流体的关系，多期次热流体的叠加、改造形成的蚀变和矿化分带等都用实际资料予以佐证。强调指出，岩浆活动成矿并不是岩浆系统自身发展演化所致，而是多种成矿因素有利配合的结果。

此外，对硫化物的成因环境和张性构造对成矿的作用也都用事实一一加以举例说明。

本书共分两部分：第一部分重点谈理论的滞后对勘查工作的影响和研究斑岩铜矿的重要意义；第二部分是作者多年工作的多宝山矿区为背景，根据多宝山矿区的实际资料，对于岩浆热液矿床成因方面的几个重要问题和找矿方面的经验教训进行较系统地总结和论证。需要声明的是：因为总结的理论主要是来自多宝山矿区，局限性在所难免。尚需同行们都能根据自己从事研究的具体矿区，选择性地加以批判吸收。

作 者

2008 年 5 月 15 日

目 次

前 言

第一部分 绪 论

第一章 岩浆热液矿床理论的滞后对勘查工作的影响	(3)
一、关于岩浆活动成岩成矿理论的反思	(3)
二、对勘查工作的影响	(5)
第二章 研究斑岩铜矿的重要意义	(7)
一、概述	(7)
二、斑岩矿床系列	(9)
三、斑岩铜矿成矿系统	(9)

第二部分 多宝山矿田的研究工作

第三章 多宝山矿田概况	(15)
第四章 地层（围岩）在成矿中的作用	(23)
一、起到矿源层的作用	(24)
二、起到热流体通道的作用	(25)
三、起到“屏蔽层”的作用	(25)
四、围岩某些成分在蚀变矿化中的作用	(26)
第五章 多宝山矿田构造	(27)
一、矿田构造位置	(27)
二、北西向构造带的控制作用	(28)
三、弧形构造带	(29)
四、矿田构造裂隙的控矿作用	(31)
五、铜山断层	(32)
六、构造发展史	(33)
第六章 岩浆活动在成矿中的作用	(35)

一、概述	(35)
二、岩浆岩系列特点	(35)
三、多宝山矿田岩浆活动的特点	(38)
四、成岩成矿的一种机制	(45)
五、花岗闪长斑岩岩浆的侵位特点	(46)
六、斑岩体与含铜钾化带的关系	(47)
七、花岗闪长斑岩的形成深度	(50)
第七章 热流体	(52)
一、热流体特点	(52)
二、各期岩浆活动及其伴生的主要蚀变期次的特点	(53)
三、蚀变分带和矿化的几点说明	(56)
四、蚀变和矿化的演化过程（仅限于多宝山矿床）	(58)
第八章 矿床成因佐证	(60)
一、流体包裹体	(60)
二、稳定同位素	(65)
三、几个问题的探讨	(71)
第九章 多宝山铜矿成因模式	(75)
一、正岩浆成矿模式	(75)
二、岩浆抽排系统模式	(75)
三、成矿模式	(78)
第十章 多宝山矿田的勘查工作	(80)
一、多宝山矿田第一阶段工作	(80)
二、多宝山矿田第二阶段工作	(80)
三、总结经验教训，认识逐步深化	(81)
四、铜山矿床重要性的认识	(82)
五、铜山断层下盘铜矿远景资源的预测	(82)
第十一章 总结	(85)
一、成矿理论	(85)
二、成矿规律	(87)
主要参考文献	(90)

第一部分 绪 论

第一章 岩浆热液矿床理论的滞后 对勘查工作的影响

一、关于岩浆活动成岩成矿理论的反思

地球历史，悠久漫长。地质事件，层出不穷。一个地区的地史经过诸多地质事件的相互叠加和改造后，古老面貌已不复存在，现在只能观察到出露的地层和岩石。

在地质观察研究中，根据露头下推，不过数百米，多则数千米。若用深钻，目前达到的深度不过万余米。再深处地壳如何，也只能付诸推断。

在地质学领域内，岩浆热液演化过程可算得上是一大难题。首先，地壳深处形成的岩浆，人类是无法直接观察到的。岩浆上侵过程和就位后的演化过程同样是人类无法直接观察到的。只有岩浆喷发到地表之后，或侵入到地壳并被剥露出来后，才能为人类观察到。因此，人类只能利用一些间接资料来猜测、研究和模拟岩浆-热液的演化过程。

岩浆热液演化过程相当复杂，未知的因素很多。在这上面建立起来的学说和推理，缺乏坚实基础。一些学说和推理多属探讨性质，很难作出定论。只有从野外的实际情况出发，根据实际材料和有效数据，用总结出来的材料，逐步加以补充和修改，才有希望逐步完善这方面的理论。

但是，从另一方面看，不少书中却几乎把一些似是而非的成矿理论全部肯定下来。似乎是在这方面存在的问题已经基本解决了。

刚从地质勘探系毕业的学生，囿于书本知识，刚出校门时，常常踌躇满志，满以为用学到的知识可以有效地指导野外实践。但是一旦到了野外，就被许多地质现象搞得晕头转向。首先是野外遇到的岩石和矿物都不标准，且得花费一番精力去辨认。及至岩矿基本清楚了，许多理论问题就纷至沓来，而且不少情况与书本上讲的多有偏颇，或大相径庭，或对一些至关重要的问题，书上采取回避态度。

下面将列举岩浆-热液矿床成因理论中存在的一些问题。

(1) 侵入上来的岩浆冷凝时都要有结晶分异作用。岩浆演化到晚期，剩下的热流体在成矿的有利部位可使围岩发生蚀变和矿化。实际情况是，上侵的岩浆绝大多数是不能发生矿化的。与成矿有关的岩浆活动只占极少数。既然是占极少数，就应该研究与成矿有关的极少数岩体所具备的特殊条件，特别应该研究岩浆侵入之后到全部结晶之前的演化全过程。还应该研究岩浆喷发系统转化为侵入系统过程中都发生了哪些重要事件。

(2) 岩浆-热液成矿时，成矿元素随着温度不同有分带现象。中心部位是 W, Sn, Bi, Mo 矿，向外是 Cu, Pb, Zn 矿，外围是 Hg, Sb 矿。实际情况是，世界上很难见到矿床存在着这种分带。而且在同一矿床中，同一种矿物可以有几种产状和不同的形成温度。

(3) 鲍温通过实验证明，玄武岩浆在冷却过程中，先结晶橄榄石，其次是辉石，再

次是角闪石，再其次是黑云母。在斜长石系列中，首先是钙长石，其次是培长石，再次是拉长石，再次是中长石，再次是更长石，最后是钠长石。据此就推论出来玄武岩浆在冷却过程中，可以分异出来超基性岩浆、基性岩浆、中性岩浆和酸性岩浆等。实际情况是，上述的反应系列指的是矿物结晶的先后次序。先结晶的矿物因为岩浆黏度大，只能留在原地，不可能与岩浆分离，更不可能自行移动聚集起来。因而，在野外从来也没有见到从超基性岩浆到酸性岩浆完整的分异系列。

(4) 在岩浆活动导致成矿方面建立了许多学说，有些学说是建筑在岩浆自身的演化上面。但是实际情况是，成矿几乎都需要有附加条件。特别是构造环境和 H_2O 、矿化剂的参与。因此，只有研究这些附加条件，才有可能揭示成矿的真实情况。

(5) 岩浆热液成矿作用自然要涉及 H_2O 。但对 H_2O 的来源存在很大分歧。正岩浆学说学者们主张成矿热流体中的 H_2O 与岩浆一起来自深源。但近些年来收集到的新资料很难支持这种观点。①流体包裹体内成矿热液所含的成矿元素浓度极低，形成一个大型或特大型矿床，常常需要几十到几百立方千米的 H_2O 。水量这样大单靠深源岩浆是很难提供的；②自从对流体包裹体水的 H 和 O 同位素分析之后，文献中多次提到了矿床中蚀变和矿化的 H_2O ，基本上都是天水。所谓的岩浆水大都是在岩浆房处在高温下吸进来的天水，经过同位素交换后形成的 H_2O 。从火山活动影像中不难看出，岩浆活动造成了岩浆房内出现负压区时，必然要有天水的进入。③每个地区生成的各种岩体，它们的岩石化学特点都较相似，说明都要受到当地岩石化学场的制约。④各个地区成矿常有其专属性，说明各个地区的成矿元素常常受到当地地球化学场的控制……这些情况表明，成岩成矿过程中，涉及 H_2O ，围岩成分和成矿元素常常受到所在地区周围环境的影响。在深源岩浆的上侵过程中，或就位于地壳某一部位时，不可避免地要受到围岩物质的参与和影响。假想的岩浆在封闭条件下全靠自身发展演化成矿是不符合事实的。

(6) 火山喷发岩中的珍珠岩和黑曜岩等含 H_2O 可达 10% ~ 20%。岩浆中能够溶进这么多的 H_2O 只能在 3 kPa 的压力下，亦即在地壳深度超过 10 km 时才有可能。这些天水如何能进入深达 10 km 以下的地壳？如果 H_2O 能够进入深部，自然可以形成含 H_2O 的岩浆房。

(7) 在成岩成矿过程中，温度和压力都很重要。但书中常常过分地强调温度，很少提到压力。实际情况是，岩石属不良导体，成矿系统的温度短时间内不会有很大变化；而压力和压力梯度对岩浆和热流体的驱动作用，导致岩浆的被动侵位、蚀变和矿化，可算得上起到了决定性作用。矿床部位的蚀变和矿化大都发生在压力释放处的低压空间内。压力和压力梯度主要受构造控制。显然，构造条件对矿床的形成是至关重要的。

(8) 成矿过程中一些重要问题迄今未能得到解决。如司空见惯的硫化物是在什么环境下生成的？

(9) 在岩浆活动过程中，如果认为岩浆中的水主要来自围岩，则围岩中的矿化剂和易溶组分必然要进入岩浆房。因而，围岩对上侵和就位的岩浆，发生成分输入和相互交换，早该用真凭实据加以阐述。同样应该研究，在岩浆-热液演化过程中围岩可能起到的重要作用。

(10) 围岩受到岩浆的入侵后，主要有两种情况：一是岩浆内压大，挤进围岩后就慢慢地冷凝成岩体。在侵位和冷凝的过程中，基本上不与或少与围岩发生成分交换。另一

是在张性构造条件下入侵的。岩浆内压小，靠张性构造空间的虹吸作用将岩浆一股一股地抽进张性构造带内，经过一段较长的时间，才能填满张性构造空间。张性低压构造空间既然对岩浆有虹吸作用，对围岩中的 H_2O 和 H_2O 中携带的物质也必然有虹吸作用。进入张性构造的岩浆通常压力偏低，对围岩经常保持虹吸作用。但是随着时间的推移，岩浆内压在有些地段也有大于围岩压力的时候，于是就把岩浆内的一些成分送进围岩。在就位岩浆的冷凝过程中，由于构造活动的影响，岩浆与围岩的压力可能发生多次变换，成分的带入和带出可能发生过多次。现在见到的现象应是多次带入和带出的叠加产物。但是，这些符合事实的重要理论总结，很少被引用；反之，一些违反事实的观点却屡见不鲜。

二、对勘查工作的影响

从以上列举的成岩成矿理论看来，过去主要是强调了岩浆系统自身的演化过程，忽略了成矿过程众多地质因素有利的配合作用。下面仅举几例予以说明。

1. 深成岩浆自身分异成矿理论

按照深成岩浆自身分异成矿理论应当是岩体越大，成矿规模越大。而实际情况是，岩浆活动和热液活动并不存在相互依存的必然性，更谈不上比例关系。

(1) 在大片花岗岩类岩石出露区内，花岗岩类岩石中很少见到矿化。即或有，规模也很有限；

(2) 绝大多数大岩体内，既无蚀变，也无矿化；

(3) 在同一矿田内，同年龄同成分的侵入体常有许多个，但发生矿化的却是寥寥无几，或者一个也没有。

黑龙江省古生代和中生代的侵入岩分布十分广泛。初次参加勘查工作的地质人员常常认为多期次的大规模的侵入活动应当生成许多矿床，但经过几十年的勘查工作之后，才意识到花岗岩类大岩基内基本上不含矿，即或含矿，均发生在局部捕虏体内及其周围，岩体内部含矿率极低。

是否全部花岗岩类大岩体内及其内外接触带处不易成矿呢？情况也不尽然。湖北大冶岩体内及其内外接触带遍布着许多矿床。现在的问题是，为何不同地区和矿区岩浆的含矿性会有如此巨大的差异？这些差异能否证明成矿不可能是完全靠岩浆自身系统所控制，而是除了岩浆作用之外，是否还应该有别的附加条件？

2. 安徽马鞍山式铁矿的启示

安徽省马鞍山式铁矿大都产于燕山期火山岩内。黑龙江省类似马鞍山的火山岩分布十分广泛，根据火山岩相似的特点，有人提议要在黑龙江省火山岩分布区普查马鞍山式铁矿。找了一段时间后，毫无成果，于是又有人建议到火山机构内去找，认为铁矿是赋存在火山机构内，但找到了火山机构之后仍无铁矿。

通过在火山活动地区找铁，又一次认识到火山活动与其中生成的铁矿两者之间同样没有必然的依存关系。这就说明了岩浆活动不论深成也好，喷出也好，单纯靠岩浆系统自身的演化或分异是不会成矿的。

3. 基性岩体下部找铁

根据重力分异作用理论，在黑龙江省某地含有浸染状磁铁矿的基性岩体内，用深钻普

查岩体底部是否存在重力分异作用生成的富铁矿；结果，做了否定评价。通过这个实例，自然对重力分异成矿理论也作了否定结论。

4. 安徽大红山铁矿的启示

该矿属于大型铁矿床。矿层之上 100 m 处有一层厚石膏层，两者皆产于燕山期火山岩内。对石膏层内硫同位素的测定结果， $\delta^{34}\text{S} = 20\text{‰}$ ，属于海相沉积层，与下伏的三叠系内石膏层中硫的同位素完全相同。陆上火山岩内的石膏层显然是从三叠系膏盐层中经过热液活动搬运上来的。矿床下部除了三叠系外，还有强烈钠长石化的燕山期中基性岩体。火山岩内既然有热液成因的石膏层，不难设想，石膏既然可以由下伏膏盐层来提供，铁质显然是在中基性岩体受到钠化后，氯离子把其中的铁带到火山岩内形成铁矿层。

通过对大红山铁矿研究之后，才认识到岩浆热液矿床的形成不仅要有岩浆活动，还要有水，矿化剂和成矿元素的加入。至于黑龙江省燕山期火山岩，因为没有附加条件，单纯靠岩浆系统自身演化和分异作用是难以成矿的。

从大红山铁矿联想到长江中下游这条很大的成矿带，铁铜矿床星罗棋布，比比皆是。为什么这条矿带的燕山期岩浆活动有如此大的神通呢？为什么一江之隔的江北大别山里燕山期岩浆活动和大兴安岭的燕山期岩浆活动成矿又如此之弱？理由很简单，长江中下游这条成矿带的下部有三叠纪海退地层，其中含有广泛分布的膏盐层。

第二章 研究斑岩铜矿的重要意义

一、概 述

斑岩铜矿床以其巨大的经济价值和重要的学术意义一向受到人们的重视。进入 20 世纪 70 年代,在斑岩铜矿与板块构造的关系方面、岩浆的起源方面、蚀变和矿化的空间分布和时间演化方面、围岩对岩浆和热流体的影响以及热流体的性质等方面都取得了一些新的进展。这些都为探讨斑岩铜矿的成因奠定了坚实的基础。

通过对环太平洋成矿带一些地区的研究,许多人认为斑岩铜矿床和其同期的岩浆岩体多产于破坏了的板块边缘。板块高速率的聚合与陆缘和岛弧大规模岩浆活动的时间基本上是同步的。在有些地区,高聚合率的时间,岩基的侵位时间与含铜斑岩体的侵位时间是相对应的。在高速率聚合时,仰冲一侧迅速隆起,使基底产生深断裂,在地壳浅部形成张性构造,使下部岩浆很快地进到浅部地壳。

在肯定成矿岩浆来自深源的同时,不少人意识到了围岩在成矿中的重要作用。Titley 和 Beane (1981) 在其对环太平洋斑岩铜矿床进行总结时,不止一次地强调了围岩对蚀变和矿化的重要意义,认为成矿过程与围岩是有牵连的,而斑岩熔融体和金属具有共同来源这一假说,许多地质学家 (Mitchell 和 Garson, 1972, 1976; Clark 等, 1976) 都认为尚缺乏确切的证据。

通过对具体矿床的研究,Lowell 和 Guilbert (1970, 1974) 确定了斑岩铜矿床的蚀变、矿化分带模式;Gustafson 与 Hunt (1975) 确定了斑岩铜矿床内岩浆和热液的活动次序。Taylor 等人从稳定同位素的研究中得到了热流体来源的新见解,修正了热液和金属皆依赖岩浆房一次提供的假说。Roedder 等人对流体包裹体的研究,基本上阐明了各种热流体的性质和特征。

斑岩铜矿的许多研究领域虽然取得了较大的进展,但从另一方面来看,许多关键性的问题现在仍没有得到妥善解决。

板块构造的高聚合率虽然可以导致斑岩铜矿的生成,但两者之间并没有严格的依存关系。而一些远离海洋板块的矿床如中国德兴斑岩铜矿就更难以与板块的聚合联系起来。斑岩铜矿与其说与板块构造活动有关,不如说是两个较大的正负构造单元发生大幅度的相对运动引起的岩浆活动在特定的构造条件下演化的结果。

地层和围岩在成岩成矿过程中,虽然越来越受到人们的重视,但这一方面的报道还证明不了围岩究竟能起到多大的作用。

岩浆成矿最使人感到棘手的问题就是在同一地区内几乎是同年龄同源同成分的许多岩体,含矿性往往差异极大。或者极少数含矿,或者全部都不含矿。为什么同源同时上侵的岩浆到了地壳浅部,后天演化相差如此之悬殊?这就不能不使人怀疑,不含矿的岩浆究竟

是“先天不足”呢？还是“后天失调”呢？

矿床构造裂隙既是热流体的通道，也是蚀变矿物和成矿物质沉淀的场所。但不同期次生成的裂隙系统与各期次蚀变矿物之间的关系以及构造裂隙系统的演化对成矿所起的作用还说不清楚。人们还很难做到用构造发展史的观点来贯穿整个成岩成矿过程。

热流体活动导致矿床围岩的蚀变和矿化虽然已为多数矿床学家所公认，但岩浆水的起源问题和流体流动所沿的路线仍是众说纷纭。因而，位于其中的矿化剂和金属自然也难做定论。

金属矿物的沉淀涉及成矿条件下的温度、压力、热液的成分（金属，包括离子和配合物的浓度）、氧逸度、硫逸度和 pH 值等，以及它们的变化。但在斑岩铜矿成矿环境中，哪一个因素起主导作用，目前还不清楚。斑岩铜矿成矿过程，不少情况是属于在压力梯度很大的情况下发生的，并非实验室所假定的“平衡状态”。如爆破角砾岩筒的生成和其中形成的富矿就是矿液在压力突变的条件下发生反应沉淀的。

斑岩铜矿成因存在着许多问题，一方面是由于有些地质过程和地质条件，如岩浆的起源问题等，一时还难以提出确凿的证据，另一方面是在研究方法上，在侧重面上还存在一些有待改进的地方。主要表现在：

（1）野外地质观察与室内深入研究有脱节现象。掌握大量地质素材的野外地质人员不是限于理论水平低，就是限于综合研究时间短促，无暇仔细探讨遇到的地质问题，只好套用“流行性”的理论敷衍了事。为了套用“理论”有时不惜牺牲见到的可靠的地质现象。不少人都是在用同样的方式和方法做了大量重复的工作，而对在成矿遇到的关键问题却很少在野外找证据予以论证。

（2）未能采用构造演化观点贯穿全部成矿过程，而是对复杂的多期次的叠加改造人为地简化和歪曲。研究矿床如同研究区域地质一样，只有时间顺序搞清后，才有可能探讨控矿因素在成矿各阶段中所起的具体作用。

（3）未能把成矿作用建筑在牢固的基础地质研究上面，对于可能提供成矿主要信息的矿区地层、构造、岩浆岩和近矿、远矿围岩蚀变等，很少有人去进一步揭示它们与成矿的具体联系。矿床地质工作本应从矿体研究开始经过近矿围岩向远矿围岩、矿区和矿田逐步推开，做一些较系统的工作，不宜舍近求远。而现在的研究工作几乎是走了两个极端，小可小到同位素、流体包裹体，大可大到太平洋板块。结果，往往有些在矿区或矿田内可望解决的问题，如成岩成矿过程和物质来源等，因为缺少系统研究资料，常常多年悬而未决或推到谁也难以验证的下地壳和上地幔。

上述问题也不同程度地存在于多宝山矿田的研究工作中。不过通过多年的研究工作，我们发现多宝山矿区多次热液活动的叠加和改造，有可能成为解决问题的入门。有不少早期蚀变矿物并没有被后期热液彻底改造，从而得以保留下来，这就为多期岩浆活动和与其有关的热流体活动的分期提供了重要基础资料。因此，我们基本上可以用构造演化的观点贯穿着多宝山矿区成岩和成矿的全过程。

随着研究资料的积累，我们越来越感到，成矿作用是一个长期而复杂的过程，需要涉及每一个控矿因素。不仅要涉及岩浆和热流体的活动，也要受到地层（围岩）和构造的控制，而这些因素之间又有许多联系。因此，发生矿化，特别是形成大型矿床乃是多种地质因素有利配合的结果。

二、斑岩矿床系列

通过研究斑岩铜矿，可以发现一系列矿床与斑岩铜矿在成因上是类似的。他们的共同特点是在成因上有其相似性，而在成矿主金属方面却各不相同。这类矿床包括斑岩钼矿、斑岩锡矿和玢岩铁矿等，可能还有斑岩铅锌矿、斑岩钨矿和斑岩金矿等。

(1) 斑岩钼矿：其蚀变特点和矿体赋存部位与斑岩铜矿类似。蚀变和矿化范围大小不一。大型矿床分带明显，中小型矿床辉钼矿多赋存于片理化的硅化绢云母化带内。矿石中含钼量变化很大，富者，钼含量大于等于0.3%。近几年来，钼价上扬，钼的可采平均品位降到0.05%以下。

(2) 斑岩锡矿：产于南美哥伦比亚。含锡斑岩体和与矿化有关的火山机构均产于含锡甚高的矿源层内。由于火山系统的作用，水和矿化剂将地层中一部分锡活化迁移到火山机构下部的斑岩体和其邻近围岩内成矿，形成了斑岩锡矿床。

(3) 玢岩铁矿：以安徽马鞍山和大红山为例，在成因上与斑岩铜矿成矿颇多类似之处。也是由于岩浆活动使围岩内的水、矿化剂和金属发生活化，将铁迁移到有利于铁的沉积部位形成铁矿床。

从上述斑岩成矿系列看来，成矿过程中都要有水、矿化剂和成矿金属的加入，还要有促使其活化迁移的热源和驱动力。热源一般靠地下岩浆和热流体，驱动力除了热源外，构造活动和脉动也是重要因素。水和矿化剂大多直接和间接来自围岩，而成矿金属的来源应当具体情况具体分析，玢岩铁矿中的铁就是岩浆活动晚期形成的含铁岩体又被含矿化剂的热流体将岩体内的铁活化迁移到上面成矿的。由此是否可以设想，基性和超基性岩体内形成的矿体，其中一部分或大部分也可能是由于含矿化剂的热流体进入岩浆中将岩浆内和岩体内的成矿金属带到成矿有利部位富集成矿？否则又如何解释同样的几个岩体在成矿过程中有的成矿、有的不成矿呢？恐怕单纯靠上侵岩浆系统在与外界完全隔绝的情况下仅靠自身发展演化成矿，很难阐明成矿方面的差异。通常情况下，火山喷发系统喷出大量岩浆之后，由于内能大量消耗，处于负压系统，为了使负压区的压力达到平衡，必然对围岩进行抽吸作用。围岩内的水首当其冲地被抽入岩浆房，水经过围岩时必然将易于溶解的矿化剂溶于其中，而含矿化剂的水必然与围岩内的金属化合成配离子团，被水一起带入岩浆房。岩浆房经过水、矿化剂、金属大量进入之后，就发展成为含矿的岩浆房。

由此看来，岩浆热液成矿过程显然不是单纯靠深部上侵岩浆，在封闭条件下，自身结晶分异成矿，而是众多控矿因素有利配合共同作用的结果。

三、斑岩铜矿成矿系统

如果能对斑岩成矿系统进行全面而细致的研究，有可能发现①花岗岩类岩体内存在着从偏中性到偏酸性的多期次的岩相带；②每个成矿系统内各个大型矿体和矿体群（矿带）有时矿化深度不一；③在斑岩铜矿成矿系统中除了斑岩型铜矿之外，还可见到它与矽卡岩型、黄铁矿型、脉状等铜矿体共生；④斑岩铜矿床与火山喷发系统之间成因上的联系。