

我国矿田构造(内生金属矿床)

研究现状与展望

曾庆丰

矿田构造学是介于构造地质学和矿床学之间的一门边缘学科。它从构造分析出发,把地质构造和成矿作用这两个因素结合起来研究矿产的形成条件。矿田构造在理论上和实际上有着十分重要的意义,受到广大地质工作者的重视。在全国性的地质学术会议及有关专业讨论会上,都对矿田构造给以应有的注意。武汉地质学院及其他地质院校都先后开设了矿田构造课程。

矿田构造学是建立在构造地质学和矿床成因学的基础上。大地构造和区域构造是控制成矿的重要先决条件,它决定矿带、矿田和矿床的产出和分布。我国卓越地质学家李四光所创立的地质力学得到广泛的重视,利用地质力学观点,在构造体系的基础上,结合岩浆演化和成矿来研究内生矿产分布规律,探索岩浆运动动力分异和矿液运移的方式和规程;根据构造体系规律及复合关系预测隐伏矿田、矿床和矿体都有明显的效果。我国广大地质工作者在研究和找寻内生矿床如金刚石、铁、铜、铬、镍、钨、锡、多金属、稀有、稀土和放射性元素等矿床方面,取得了丰硕成果。黄汲清运用地槽地台学说,结合中国地质特征提出大地构造发展多旋回性,与此相应地有岩浆活动多旋回性和成矿作用的多旋回性。作为大地构造第三单元的地洼区(陈国达),对内生矿床起着重要作用,日益受到重视。张文佑的断块构造学说,将断裂按深度划分为四种类型(岩石圈、地壳、基底、盖层),按活动方式分为

五类。显然,不同类型的断裂构造对内生矿床成矿物质来源和成矿环境有重要作用。现代世界和我国都很重视板块构造学说,对我国东部、秦岭、祁连山、滇西、西藏等区域进行了初步探讨,为了解所在地区的成矿规律提供了一些有启发的论点。

在内生矿床研究中,我国取得了很大成就,并且提出了不少新的观点,如火山成矿说、同生成矿说、叠加成矿说、活化和再造成矿说等等。这些成矿作用明显地与构造活动有关,火山活动和成矿作用受断裂构造的控制;叠加成矿需要有进入早期矿床范围内的含矿岩浆和热液的构造通道;而再造矿床经常产生在构造有利部位;原有矿质的活化转移和局部富集,在很大程度上受到小构造的控制。涂光炽认为矿床是多成因的,即形成条件的多样性、成矿物质的多源性、成矿过程的多期性,并提出在漫长成矿过程中的叠加与再造作用问题,即在早期沉积变质成矿作用上后来又叠加有气成热液成矿作用,或者前期准备了成矿物质基础,后期提供了富集条件。过去受国外岩浆热液成矿理论的影响太深,以至把很多金属矿床的成因都归结到这一“万能”的学说上,现在已经冲破了这种框框,在学术上大大向前迈进了一步。徐克勤早就认为所谓远成低温矿床并非与岩浆热液有成因上的联系。最近他在研究华南铁铜矿床时发现,这些矿床的形成是沉积(或火山沉积)一热液叠加作用的结果。程裕淇、谢家荣、孟宪民、郭文魁、张炳熹等对内生矿床的形成和规律研究都有建树。无疑,上述理论对矿床成因、分类、水平分带、垂直分带及找矿预测都有重要意义。

控制区域成矿的地质构造因素是多种多样的,诸如构造条件,侵入岩火山岩条件,地层、岩性条件,地球化学条件,变质作用以及沉积—再造作用,叠加成矿作用等等。区域构造是基础的东西,特别是深大断裂、复式褶皱带、不同构造单元过渡带,往往决定矿带、矿田的构造格局、展布和范围。不同构造单元的不同发展时期的成矿作用也是不同的,结果在一定的构造带内,与某种岩相(侵入岩、火山岩或其他)有关而形成某些组合的矿产,它们常沿一定方向展布,构成成矿带或成矿区。由此可见,正确划分构造—岩相—成矿带是十分重要的(就内生矿床而言,主要是构造作用、岩浆作用和成矿作用三者的统一),它对认识区域矿产的形成、分布规律及预测工作都有重大意义。

二

1. 岩浆矿床与基性、超基性岩有成因上的联系,不同岩体类型有不同的成矿专属性。它是我国铬、镍等金属矿床的最重要类型。矿床主要特征是:在时间上,成矿与成岩作用一致,在空间上,矿体产于成矿母岩岩体内。它们多分布于褶皱带及其与稳定地台、地盾交界地带或地台边缘隆起区,均与切割很深的断裂构造(岩石圈断裂)有关,特别是那些具有长期、多次活动特点而且与次级断裂交汇地带,更是成岩成矿的有利部位,常成线状展布,构成构造—岩浆岩—成矿带。我国铬铁矿矿床以西部为佳,矿田矿床受断裂、岩体类型、岩相、岩体形态产状及岩体构造的控制。成矿的有利条件是:超基性岩岩相带,尤以近底部有利于分异作用部位;岩体边缘偏基性岩相带;不同岩相接触带附近;杂岩体中的纯橄岩岩体中;岩体内之围岩捕虏体附近;岩体或含矿岩相宽大处由窄变宽、产状由陡变缓部位;原生流动构造及裂隙构造;深部岩浆和矿质上升通道附近。西藏大型铬铁矿床位于喜马拉雅褶皱带,受雅鲁藏布江深大断裂的控制。这一时代较新、规模巨大的长期活动的断裂构造,为含矿超基性岩体提供了物质来源和形成空间。岩体属纯橄岩—斜辉辉橄岩—斜辉橄

岩型,岩体分异程度较高,岩相分带明显,含矿良好,在纯橄岩相中多为早期岩浆阶段的浸染状矿体,其产状多与原生带状流动构造有关。主要矿体集中于斜辉辉橄岩夹纯橄岩岩相带的中下部或中部,具成带分布、成群出现、分段集中的特点,矿体呈透镜状、瘤状、块状和不规则状,为晚期岩浆阶段的产物。属于岩浆晚期的钒钛磁铁矿床主要分布于川、冀、陕等地区,矿床及矿床构造可分为两种类型:(1)岩浆晚期分异型铁矿床(四川),与辉长岩、辉长岩—辉石岩—橄辉岩和辉绿岩有关,矿体多产于岩体下部和底部的暗色岩相中,含矿岩体层状构造发育而形成韵律式多层矿体;(2)岩浆晚期贯入型铁矿床(河北),多与辉长岩、斜长岩有关,铁矿沿构造裂隙贯入而成脉状、网脉状、浸染状和不规则状。硫化铜镍矿床主要是岩浆熔离阶段的产物,含矿母岩多呈漏斗状、板状、盆状或扁豆状,矿体产于岩体内,矿床可分为岩浆熔离型、岩浆深熔—贯入型、晚期贯入(裂隙)型,此外还有接触交代型和叠加热液细脉型。祁连山大型镍矿床位于地台与加里东褶皱带之间的深断裂带上,含矿岩体(含长二辉橄岩)受深断裂及次级断裂的控制,呈岩墙状产出,沿走向和倾向膨缩变化较大,岩相对矿体有明显的控制作用,主要矿体多产于较基性的岩相中,上部为浸染状矿体,下部是贯入型海绵状矿体。岩体原生构造和其他裂隙构造是较晚矿质的良好通道和沉淀场所,对深熔—贯入型及晚期贯入型矿体起直接的控制作用。岩体与前寒武纪大理岩接触带及混合岩接触带也是成矿条件之一。综上所述,在一定构造单元中,岩浆矿床含矿岩体及矿田、矿带的分布主要受深断裂的控制,矿床种类取决于母岩类型,而且岩体分异愈完善对成矿愈有利。岩体形状产状、岩相及岩体构造是控制矿床、矿体的重要因素。

2. 夕卡岩型矿床遍及我国各省区,它是铁、铜、铅、锌、钼、钴、钨、锡等各种金属矿床的重要类型。成矿时代在西北及内蒙北部多为华力西期,而东部多属燕山期。侵入岩体以中性和中—酸性中浅成者为主。构造条件起着重要的控制作用,坳陷与隆起的

过渡带、不同构造体系的复合带、不同方向断裂交汇带，常常是成岩成矿的有利部位。围岩的化学和物理性质对成矿也起重要作用。我国夕卡岩型矿床常见的控矿构造有：褶皱（特别是背斜和短背斜）的倾没端；一翼或两翼；断裂与侵入体和围岩接触面的复合部位；岩体外接触带的构造接触面；不整合面或假整合面；接触带附近围岩的层面裂开和层间错动带；上述各种构造的复合地段。由于控矿因素的多种多样，决定了矿体形态产状复杂多变，板状、似层状、透镜状、巢状、囊状、柱状、脉状、浸染状和不规则状等等。总而言之，夕卡岩型矿床主要受构造、岩体和围岩岩性三个因素的制约，接触带是最主要的控矿构造，它不仅决定矿床、矿体的空间分布，还影响矿体的形态、产状、矿化类型和规模。接触带不仅是一个接触面，而是包括正接触带和内外接触带，且常常是曲折的、分枝的和复杂的。它的凹凸缓陡、整合或不整合接触、岩体超复与围岩掩复多层接触等等对成矿都有不同的影响。长江中下游夕卡岩型铁、铜矿床相当发育，断裂构造对中生代岩浆及成矿起控制作用。成矿的有利条件是：沉降较深的拗陷区或断拗区；有巨厚的碳酸盐相和碎屑岩相等沉积建造；构造上在几组基底断裂的交汇地带，是深处岩浆上侵的通道，也是岩浆活动的中心；有比较发育的中性和中一酸性岩浆侵入活动（石英闪长岩—闪长岩—辉石闪长岩类复式岩体）；岩浆岩与古生代和三迭纪地层（灰岩和白云岩）广泛接触。翟裕生等在研究该区夕卡岩型矿床后，提出了构造—矿化模式，形象地反映接触带构造、矿质来源与成矿方式三者之间的联系。同时提出了接触带构造体系的概念。它是由构造、岩浆、围岩、热液各种因素联合作用所构成，在空间上具分带性，在时间上具阶段性。在其他有利成矿因素的配合下，在接触带形成的一定阶段和空间中形成矿石堆积，构成了成矿接触带构造体系。近年来发现，夕卡岩型矿床形成条件是多样的，不但中酸性岩体与碳酸盐相接触可以形成，而且火山作用和次火山作用（长江中下游、新疆、湖北）、混合岩化（山西、河南）以至于区域变质作用都可

形成夕卡岩型矿床。同时还值得指出的是：叠加于夕卡岩上或其附近，可有较晚的热液脉状钴矿床（辉钴矿、辉砷钴矿等）或其他热液矿床，这是应该加以重视的。

3. 各种热液矿床在我国辽阔的大地上星罗棋布，遍地开花。华南的钨、锡，湘黔的汞、锑，都是举世闻名的，铁、金（东北）、钼（东北、秦岭）、多金属（湘、桂、滇、西北）和其他金属矿床也都丰富多采。对热液矿床及其矿田、矿床构造研究比较普遍和深入，在各种刊物上报道较多。我国东南方是以钨、锡为特征的有色金属矿床成矿区，为太平洋成矿带的重要组成部分，在大地构造上属加里东褶皱区，东与华力西或中生代褶皱带和台湾褶皱带为邻，在地质历史上处于不同板块构造的边界或缝合线，俯冲带深深地契入陆壳之下，东浅西深。由于长期反复多次构造活动使它发生活化，尤以中生代为甚，北北东向断裂十分发育，来自地壳下部的岩浆沿断裂上升，或喷发或侵入和重熔，沿海岸线北北东向形成大规模的火山岩系和侵入杂岩体，并相应形成各种不同类型的内生矿床。由东往西，活动性减弱，岩浆活动也不像东部强烈和普遍。就热液矿床而言，东部成矿温度高，多为气成高温和高温热液型，往西温度渐低，中低温及再造矿床多见。根据区域构造特征、侵入岩及火山岩系与成矿的相互关系，可以划分出若干构造—岩相—成矿带（区），这对认识成矿规律及预测是重要的。南岭钨、锡（铍、铌、钽）矿床受东西构造带及中生代断裂构造的控制，在构造体系复合地区常是岩体和矿田存在的有利部位。区域广泛发育着复式侵入岩体，不同时期的花岗岩类在岩石和成矿专属性上有明显的差别，燕山期花岗岩则与钨、锡矿化有时空、地化和成因上的联系。在复式岩体和同期多阶段岩体中，成矿多与晚期或晚阶段的中细粒花岗岩有关。矿床以热液脉状类型为主，矿脉多产于较小的岩株顶缘部位及围岩裂隙之中，成矿构造和矿化过程都发生了多次活动。详细研究矿田地质构造—成矿过程发展各阶段的应力状态，可以恢复矿田构造演变史。

根据笔者从事脉状矿床矿田构造工作的

经验, 可以认为: (1) 地质构造—成矿作用的历史是一个长期发展的过程, 可划分若干期和阶段, 应力场不止一次地改变着, 一个具体应变图只能适用于同一运动所形成的构造体系, 如此可逐次确定其应变图及恢复其应变史; (2) 成矿构造的发生发展过程可分为三个阶段: 成生阶段、张开充填阶段、破坏阶段, 成矿构造普遍经历了多次活动, 即具脉动性(新生的、继承的、复合的), 成矿过程也具脉动性, 它主要取决于成矿构造的脉动性; (3) 水平的挤压作用是形成各种构造形迹的主导因素, 因此, 对每次成矿构造的力学分析, 最主要的是确定压应力方向。构造形变经常反映空间体形变特征, 三维应力轴的方位不完全是水平或铅直的; (4) 脉体(矿脉、岩脉、部分侵入体)的充填主要是在构造的拉伸条件下进行的, 其原因看来是垂直运动在成矿区域引起不均匀的上隆作用; (5) 由此可见, 水平的应力作用和垂直的上隆作用, 对内生矿床的形成是两个重要的构造因素。前者促使成矿裂隙的成生, 后者则促使成矿裂隙张开和充填, 因此, 成矿裂隙的发生发展过程主要地是由水平压应力来发动, 由上隆作用的引张应力来完成; (6) 矿田构造长期发展过程中, 常常表现为水平应力和垂直的上隆作用交替出现, 即挤压和拉伸作用交替出现, 且常常间歇地多次发生; (7) 成矿作用主要受构造活动的控制和影响, 在大区域内, 它往往控制成矿带的方向、范围和规模。在矿田矿床范围内, 成矿断裂、裂隙是沟通矿液的主要通道和沉淀场所; (8) 在工作中要有时间概念和空间概念, 不但要有不断发展的观点, 也要有阶段发展的观点, 既重视力学分析, 也须要历史分析, 不仅要注意平面形变, 更须重视空间形变。这些就是我们的基本出发点。

4. 我国近年来发现和确定一批斑岩型铜(钼)矿床, 如赣、鄂、湘、滇、藏、甘、新、晋、黑等省(区)。矿田位于地槽褶皱带或隆起与拗陷的过渡带, 均受深断裂控制, 也有产于地台上大断裂附近。含矿岩体往往位于断裂上盘, 次级构造和不同方向褶皱、断裂交汇地段是矿田、矿床存在的良好构造条

件。我国已知斑岩铜矿床有四个成矿期(早元古代、华力西期、印支—燕山期、喜山期), 以中、新生代为主。矿床与中酸性火山、次火山岩相关系密切, 成矿与浅成、超浅成、规模不大的侵入体有关, 主要为辉长岩—闪长岩—花岗岩类或辉长岩—二长岩—正长岩类, 具斑状结构为其特征, 岩体呈岩株状、岩筒状或岩床、岩墙状产出, 岩浆具多期活动性质, 成矿与岩浆旋回演化中晚阶段有关。成矿有利条件是: (1) 岩体产状条件(矿化产于岩体内部、顶部及两侧, 岩体侵入前锋, 产状由陡变缓部位); (2) 接触带构造(内外接触带, 矿化可形成空心圆状或椭圆状); (3) 断裂破碎构造(岩体内外断裂破碎带或层间破碎带, 形成板状、脉状和不规则矿体); (4) 角砾岩筒构造(爆发型、崩塌型和热液侵入型角砾岩筒, 矿化呈环状式、全筒式或混合式); (5) 围岩蚀变条件(石英—绢云母化和钾长石化程度强而分布广的地段成矿好); (6) 围岩岩性因素(围岩为富铁的硅铝质岩石, 矿化多产于岩体及围岩; 围岩脆而裂隙发育地段矿化富集; 上覆围岩为致密状硅铝质岩石, 矿化富集于它的屏蔽下; 围岩为碳酸盐时, 接触带形成夕卡岩型铜矿)。矿化一般具分带现象。著名的江西斑岩铜矿床位于赣东北大断裂旁侧短轴背斜与次级张裂带交切部位, 燕山期花岗闪长斑岩直接受北西西向断裂的控制, 岩体呈岩株状, 矿化(细脉浸染状)以岩体为轴心形成环状侧向分带现象。近年在藏东发现的大型斑岩铜(钼)矿床位于金沙江深断裂和澜沧江深断裂之间, 含矿岩体受北西向断裂及次级短轴背斜的控制, 成矿与喜山早期的中酸性小型浅成侵入体(二长花岗斑岩)有关, 岩体为岩株状, 蚀变呈面型特征。矿化产于岩体、原生裂隙和构造发育地段、陡立筒状岩体周围角砾岩带、背斜中层间裂隙发育地段, 岩体与上三迭统灰岩接触带有夕卡岩型及后期热液多金属矿床产出。斑岩铜钼矿床在我国有广阔的找矿前景, 特别在太平洋成矿带(东部地区, 尤其是东南沿海及台湾省)、北部中亚蒙古成矿带(新、甘、东北地区)、喜山成矿带(滇、藏、川)以及秦岭等地区。

5. 我国对火山-次火山建造矿床、特别是对东部和西南、西北等地区的铁、铜、铅、锌矿床开展了大量工作。它是我国铁矿的重要来源。成矿与海相或陆相以中性为主的富钠火山-次火山岩有关。复合构造、穹窿构造、特别是火山构造为矿田、矿床的主要控制因素。南京地矿所、地质科学院地矿所, 苏皖地质、冶金地质单位以及有关科研、教育部门, 对长江中下游玢岩铁矿进行了全面的综合研究。矿带、矿田明显受构造-火山侵入岩带的控制。该区处于南北两古老地块之间的活动带, 基底断裂控制拗陷带, 中生代构造活动及岩浆活动强烈, 继承性断陷火山岩盆地是成岩成矿的基本构造条件, 深断裂交汇处是火山喷发中心和含次火山岩体侵入的有利部位, 成矿与晚侏罗世和早白垩世陆相中性火山喷发及浅成-超浅成侵入活动有密切的关系, 为一套以安山质为主的火山岩系及辉长闪长玢岩-辉长闪长岩浅成侵入杂岩体(与火山岩是同源不同阶段的产物)。矿化在空间上多分布于火山活动中心和次火山侵入体隆起区。在某些岩体中上部有角砾状和浸染状矿体; 顶部边部有脉状、网脉状、角砾状及块状矿体; 岩体与围岩接触带上的接触交代充填矿体; 岩体上部围岩中的矿化和矿体; 火山岩系中层状、似层状的火山喷发或火山-沉积型同生矿体等等。所以玢岩铁矿包括一系列矿床组合和类型, 并成套出现。成矿的有利沉积岩是含钙、镁、铁较高的砂页岩及碳酸盐岩层。蚀变普遍, 并见垂直和侧向分带现象, 可作为找矿和预测标志。矿床构造, 根据翟裕生等的研究可分为下列类型: (1) 岩体原生裂隙构造(包括边缘冷缩、层带状冷缩裂隙带, 形成脉状及似层状矿体)和钟状构造(钟状矿体); (2) 角砾岩构造(其中隐爆角砾岩、塌陷角砾岩、侵入角砾岩和断层角砾岩是成矿有利构造); (3) 接触带-断裂接触带构造; (4) 断裂裂隙构造(矿液运移和沉淀的有利条件之一, 形成脉状、透镜状、囊状矿体); (5) 层状构造-穹窿构造(控制似层状矿体的主要构造因素); (6) 短轴背斜或穹窿构造中的虚脱孔洞和张裂带; (7) 地层不整合面、假整合面构造。总之、玢岩铁矿具有独特的

构造型式, 复杂而多变, 并且相互重叠, 反映了与火山和次火山岩有关的矿化是在不稳定的近地表和超浅成条件下形成的, 各类构造对矿体形态、矿石类型和矿化规模起了制约的作用。在研究矿床地质构造特征的基础上, 提出了玢岩铁矿的构造-矿化模式, 模式中包括构造、蚀变和矿化三个因素, 反映了它们的地质环境和垂直分带特点, 这在理论上和实际上都是有意义的。黄铁矿型多金属矿床是我国重要的铜矿基地, 分布于祁连山、秦岭、大兴安岭、台湾等褶皱带, 云南、四川也有类似矿床。该类矿床与优地槽早阶段海底喷发的富含钠质的火山岩系(细碧角斑岩)有关, 矿体受地层岩性和构造的控制, 矿体与围岩产状基本一致, 呈透镜状、似层状; 硫化物矿石有流动构造; 时见块状矿体沿裂隙伸入围岩中; 围岩蚀变明显; 常遭受中浅程度变质作用。黄铁矿型矿床受古火山构造的制约, 看来, 火山穹窿构造是控制矿田、矿床的重要因素。我国广泛分布着不同时代、不同类型的火山-次火山岩系, 加强这方面的地质工作, 对找寻铁、铜、钼、金、银、铅、锌等矿床有广阔的前景。

6. 层控矿床的意义越来越大, 除了沉积和沉积变质这样规模巨大的层控矿床外(不在本文论述范围), 有一些过去认为是远成低温或超低温热液矿床, 它们的特点是既不象典型沉积的, 也不象典型热液的; 矿化分布于某一套地层中, 成带状出现; 受一定岩性的控制; 矿体多呈似层状、透镜状, 基本是整合的, 但也有脉状矿体; 金属矿物组合简单; 成矿温度较低; 蚀变微弱; 在矿区远近见不到与矿化有时空成因联系的侵入岩体。对该类矿床的成因问题争论很激烈, 现在趋向于沉积再造或再造成矿说, 它们可以在原来沉积的基础上叠加了后期热液的改造作用; 或者由于后期的构造活动、古地下水或是热液、混合岩化等作用, 使矿质迁移搬运到构造破碎地带沉淀富化。所以, 沉积成岩作用准备了成矿物质基础, 而后来的构造活动是成矿富集的条件。由此可见, 对层控矿床来说, 大地构造单元、区域构造、古地理、岩相等是控制矿带、矿田分布的基本因素, 而后期的构造活动对矿床、矿体则起控制作

用。层控矿床在我国广泛分布,特别是华南、西南、秦岭、东北等地区的铁、铜、铅、锌、铋、汞、金、沥青铀矿等矿床。川滇层控铜矿在南北断裂带附近,分布于康滇地轴基底褶皱隆起地区,矿床产于前寒武纪海相杂色岩系中,火山碎屑沉积-熔岩层看来是矿源层,矿质在成岩后经过多次构造活动迁移富集而形成层控矿床。基于上述认识,从含矿层整体特点出发,在战略上注意顺层找矿,实践证明,这个方向是正确的,而在局部,要注意控制矿床、矿体的构造条件,常见的储矿构造如褶曲的鞍部、倒转的翼部、褶曲与断裂交汇带、断裂与层面交切部位、两组断裂交叉部位、主干断裂派生的次级断裂、单斜岩层转折部位、层间剥离带以及有利于矿液充填交代的围岩条件等。西南汞矿产于寒武纪中下统薄层条带白云岩及纹状灰岩,矿体呈似层状、透镜状和不规则状,看来也属于层控沉积再造矿床。先是在雪峰隆起的边缘槽地部位,汞矿质在寒武系地层中沉积而达到初步富集(矿源层),后期构造活动使矿源层被环流于深部或其他原因而增温的地下热水作用,汞矿质在有利的构造部位形成矿床。中生代北北东向断裂和褶皱控制着矿带,次一级北西向半背斜及不同构造复合地段是矿田的控制构造,再低一级的褶曲和断裂则是矿床和矿体的控制因素。那些反复活动、交叉复合的断裂破碎带和层间裂隙节理往往是矿体和富矿体的主要赋存部位。

7. 研究各种控矿构造是矿田构造的主要任务之一,构造对成矿的影响从矿田、矿床在成矿带(区)的时空分布到矿体的形态、产状、矿石类型以及后期变化。所以构造活动是成矿的基本条件和组成部份,它对各种类型的矿床都有一定的控制作用,而且影响到成矿过程的各个阶段。我国研究得比较多的控矿构造如:不同性质的断裂构造、次级派生断裂构造、不同方向断裂交叉构造、主干断裂与支断裂交汇构造、各种破碎带构造、岩层层状构造、不整合面构造、褶皱及挠曲构造、层间错动和破碎构造、褶皱鞍部构造、穹窿构造、褶皱轴弯曲的弧形构造、背斜倾伏和向斜仰起构造、不同级别不同方向褶皱交汇构造、侵入岩体和多次侵入构造

(原生流动构造、原生节理、构造裂隙等)、侵入体与围岩接触带构造、各种复合构造。近年来对其他控矿构造日益重视,如前述对玢岩铁矿中的火山构造、各种角砾岩和角砾岩筒构造的研究。真允庆将角砾岩分为三大类十五亚类,并论述了它们对成矿的控制作用。最近石准立等对大冶铁矿床中的接触热动力变质构造作了探讨。江克一在分析老变质岩系中的层控矿床后,认为各级回曲构造(包括走向褶曲、倾向褶曲、塑性断层)分别控制了矿田¹、矿床和矿体。此外,我国对圈闭构造、线性构造、环状构造对内生矿床的控制作用也开始注意。须要指出,运用地质力学观点对不同构造体系的控矿作用、构造体系分级控矿、构造体系复合控矿、构造体系不同部位控矿以及各种结构面与矿化的关系等方面进行了大量的研究工作,积累了宝贵经验(杨开庆等)。这里应提及控矿构造和成矿的等距性问题,河南地质工作者对豫西铁、铜、钼、钨、铅、锌矿床研究后,发现与成矿有生因联系的燕山期花岗岩、闪长岩等小侵入体在空间分布上有明显规律性,岩带呈北北东向展布,岩带之间的距离为8~9公里,在每一带上岩体间的距离为5~6公里,这种等距离构造现象,与本区纬向构造带和新华夏系主干褶皱带的复合作用有关,形成菱形格子状等距模式。运用这一规律,在该区成功地找到了新的隐伏含矿岩体。河北铁矿、长江中下游铁矿、南岭某些钨矿、西南汞矿、东北金矿、浙江萤石矿以及某些金刚石矿床和铬铁矿床等都可可见矿带、矿田、矿床、矿体和矿脉存在等距性(可直线等距或弧形等距)。由此可见,研究控矿构造等距性,有助于认识矿产分布规律,以利指导预测工作。

8. 查明矿液运移通道和方向,有重要的理论和实际意义。较大的断裂构造往往是主要的导矿构造,提供矿液上升和运移的通道,次一级伴生的构造则是储矿构造。西南某些汞矿床北北东向主干断裂,属于导矿构造,它规模较大,贯通整个成矿区域,是沟通区内各种断裂、有利于矿液活动的主要渠道,其本身并无矿体出现,只见热液蚀变及浸染状矿化现象,而所有的矿床、矿体都产

于它的上盘,即矿液自主干断裂循环上升而进入上盘次级断裂、褶皱、层间破碎带等有利部位(特别在页岩遮挡下的白云岩或灰岩层中)富集成矿。笔者在研究脉状热液矿床时,运用构造分析法、矿体分析法、物质组份分析法、成矿温度压力分析法、结晶矿物分析法以及配合其他方面的工作(如矿石结构构造、蚀变强度及变化、晶洞排列规律、某些矿物或元素的扩散晕)对矿液运移情况进行了综合的研究,取得了一些良好的结果,这对认识矿床的形成和深部预测等方面起了积极作用。华北所研究河北某铁矿时发现,形成较早的磁铁矿 TiO_2 含量较高(与透辉石共生),而较晚的磁铁矿 TiO_2 含量较低(与透闪石-阳起石共生);因此磁铁矿 TiO_2 含量的多少相对地说明磁铁矿形成温度的高低,利用含钛磁铁矿作为地质温度计,根据矿体中不同部位温度的变化来探讨矿液运移的方向,结果表明它是按顺时针斜着向上、向心这一螺旋式运动进行的。在研究玢岩铁矿时,地矿所利用磁铁矿爆裂温度及金云母折光率的变化,探讨了矿液运移情况,而林新多利用 V_2O_5 与 TFe 比值随深度加深而变大的趋势,判断矿液通过北东向断裂上升,然后沿次级北西向断裂流动,在裂隙节理中充填交代成矿,矿体最厚部位正好处于断裂交汇处。

三

我国对内生金属矿床矿田构造做了不少工作,取得了可喜的成绩。过去点上的工作做得多,而综合性、理论性的报道较少;从事热液矿床比较多,而伟晶矿床、岩浆矿床和一些新类型矿床的工作较少。随着生产需要和工作的深入,今后应当大力加强矿田构造的研究,配合区域地质调查及综合分析地质、物探、化探和航片卫片资料,查明各种不同类型矿床的地质条件、控矿因素和成矿规律,以利于选择远景地区进行矿产预测,尤其在已知矿区的深部和外围以及在覆盖区寻找卫星矿床及隐伏矿床。

大力开展铬、镍、钴、铂矿床的工作是急迫的任务,也是矿田构造的重要任务之一,

查明深断裂(特别是优地槽与地台地盾交接带的岩石圈断裂)的性质和演化及其与岩浆活动、地幔矿源的关系有着头等意义。在已知和远景成矿区域,详细研究成岩成矿地质构造条件及岩体类型、岩相、岩体构造和控制矿床矿体的各种因素,寻找和扩大该类矿床。火山成因矿床的重要性日益增大,需要大力开展火山建造及火山构造的研究(特别是古火山岩和古火山构造的复原工作),查明控制火山作用的构造条件和火山类型、火山岩时代、层位、岩相、火山中心、火山隆起、破火山口等,并对含矿性作出判断。层控矿床有重大的理论和实际意义,是今后研究的中心课题之一,要求我们从现代的成矿理论出发,对过去一些低温热液或远成热液矿床从新作出评价,研究金属元素的迁移和富集过程、控矿因素和分布规律性。过去稀有元素多在伟晶岩矿床中找寻,现在看来层控矿床不但是钛、铜、金、铅、锌、钨、锡、而且可能成为稀有、稀土和放射性元素的重要来源。对层控矿床矿田构造的研究,还是一个领域。斑岩型矿床是铜、铅、锌、钼、铀、钨、锡等金属的重要类型。过去注意较多的脉状矿床和夕卡岩矿床都有可能就近找到斑岩型浸染状矿床,这是值得注意之点。在斑岩型矿床矿田构造领域中,有很多新的情况和尚未认识的问题有待探讨。有一部份矿床是多期叠加或多成因的,其情况就更复杂,须要分析成矿发展演化过程和每期成矿条件及控制因素,分清主、次关系,指明找矿方向。

大比例尺地质测量及有关基础地质问题的研究仍是矿田构造的基本方法,今后要进一步完善和改进矿田、矿床详细填图的方法,提高精确度和使用效果。要把不同期不同阶段的构造形迹区分开来(特别对成矿构造),分别加以测量和分析,同时注意深部和立体制图。笔者曾把显微构造分析方法应用到矿田构造研究工作,取得了一些经验,在配合其他工作方法的同时,有目的地进行显微构造分析,对深入研究矿田构造是有裨益的。研究岩石的物理化学性质有助于认识含矿岩石形变特征及其对成矿的影响。矿液运移和富集也与岩石某些物理性质有一定关

系。物探、化探、遥感技术在判别控矿构造、隐伏岩体和含矿性、圈定成矿区范围等方面都有帮助,利用航卫影像研究矿田构造将是今后发展的新课题。利用数学分析及电算技术定量地认识构造的控矿意义,并预测成矿区的存在和规模,有着光辉的前景,能发挥更大的作用。实验工作是矿田构造研究的一个方面,应该把构造与成矿结合起来考虑,模拟含矿构造-物理方法研究,以便进一步阐明成矿的构造条件。

纵观之,矿田构造学在国内外发展还是不完备和成熟的,缺乏一套完整的体系和独特的理论,现在还处于积累和发展阶段。摆在我们面前的任务,是要把构造和成矿两者紧密地联系起来,研究一定构造单元和构造体系与矿产形成的内在关系和分布规律;查明成矿区域的地质构造-成矿过程发展历史,

调查控岩控矿构造条件,探讨成矿物质的来源、运移和富集过程;研究形成不同类型矿床矿田的地质构造要素和控矿因素;划分矿田、矿床构造类型;进一步完善研究矿田、矿床构造的科学方法,注意构造分析和其他方法的配合,特别要引进和利用数学、力学、动力学、地球化学、物理化学等学科;根据综合研究的结果建立科学的成矿和矿田构造标准模式;在地质构造分析基础上,进一步发展矿田、矿床远景评价的有效预测方法。看来,今后提高矿田构造研究的根本在于:一是、构造活动与成矿作用的有机结合,二是、从数、理方面突破。我们坚信,在实现四化的长征中,我国广大地质工作者必将普遍而全面地深入开展矿田构造的研究工作,为发展我国地质科学事业作出应有的贡献。

(上接第70页)

研究晶体中铁离子价态、配位数、对称、畸变、类质同象以及应用热力学性质、测定古地磁和地质年龄等很有前途,亦应重视和着手研究。

在同位素测试技术方面利用放射性同位素年代学方法:K—Ar法、Rb—Sr法、U—Th—Pb法测定岩石年龄;利用稳定同位素S、O同位素研究和区分不同成因类型的岩浆花岗岩和混合花岗岩;用Sr同位素研究岩浆岩演化,指示矿物物质来源;用 O^{18}/O^{16} 和 C^{13}/C^{12} 的比值变化,研究碳酸盐类岩石的沉积历史、形成机理;用O、S、C、Sr研究变质作用过程等都有助于找矿岩石学的发展。

5.培养人材、壮大队伍是发展冶金地质系统岩矿工作的一个重要措施 目前我们岩矿人员不论是在数量和质量上同冶金地质事业的发展是不相适应的。为加强冶金地质找矿勘探和科研工作,岩矿人员应按比例有所增加。除大中专院校培养外,可“以老带新”,边工作、边学习;可举办各种类型训练班以加速出人材。同时可委托大专院校和研究所讲授岩矿方面的新理论、新技术、新方方,以提高原有岩矿人员的业务水平。

在迎接建国三十周年之际,让我们团结一致,奋发图强,努力工作,献身四化,为发展冶金工业寻找更多更好的矿产资源做出新的贡献。

代 邮

冶金工业部地质研究所照象室有全国资源卫星底版,可为需用单位洗放1/100万~1/50万卫星照片。需用者可凭公函与该室联系。单位地址:广西桂林市。