勘探方法

关于确定铁、铜矿床勘探和研究程度问题的讨论

周秋兰

地质勘探的主要目的是为矿山设计和建设提供必要的矿产资源和地质基础资料。怎样才能符合设计的需要？实践证明，关键是对矿床地质勘探及研究程度的要求确定得当。不顾勘探可能，过高要求，不但勘探技术上达不到，而且经济上也不合理；反之，强调勘探技术的可能性，忽视建设的需要，使勘探程度不足，同样会造成损失。因此，地质勘探及研究程度的确定是关系矿床勘探和矿山建设多快好省的问题。下面就确定铁、铜矿床地质勘探和研究程度有关的问题谈谈个人的认识。

铁、铜矿床勘探研究程度的基本要求

为了满足新建矿山生产规模，产品，开采、开拓方案，采矿方法，矿山总体布置和矿山建设远景规划等方面所必须的基础资料，地质勘探要搞清矿床、矿体的数量、质量、形态，提出采选冶的条件。即要解决矿体规模、结构和质量，矿体的形态、产状和空间位置，开采技术（包括水文地质）条件，选矿与冶炼技术加工性能等方面问题。因而评定一个矿床地质勘探和研究程度是否达到合理要求，不能只看矿石储量和品位变化数字，而且要看各项地质因素的控制与研究程度。如果控制与研究程度不够，储量与质量的可靠性就没有基础。这样就会使采选设计脱离矿山实际，浪费国家资金，拖延建设时间，甚至可能造成矿山停建、改建或生产后减产、停产等严重局面。

实践表明，我国铁、铜矿床的地质勘探和研究程度多数是满足或基本满足了矿山设计、建设要求的。但也有少数矿床存在问题。主要是：

（1）对矿床整体（主要是矿床范围、矿体边界）及主矿体形态、空间位置以及先期开采地段小矿体控制不够，造成矿山开拓方案的变更，露采边界的变动等。如大冶铁矿狮子山矿体地勘时钻孔控制过浅，生产勘探后矿体延深普遍加大，造成露采境界多次扩帮（图1）。

（2）先期开采地段高级储量过多、不足或分布不合理。如高级储量在水平或垂直上集中于一个矿段或分布于矿体厚大、形态较稳定的中下部，先期开采地段勘探不足，使部分高级储量积压或拖延基建速度和投产时间。这是由于勘探控制与矿山建设不协调，勘探程度与开采顺序不一致所造成。例如，凤凰山铁矿高级储量主要分布在西部先期露天开采地段，这是合适的，但东部先期开采地段未求高级储量，影响了矿山建设速度（图2）。

（3）矿石结构和质量研究不够。但它是合理评价矿床工业利用价值的重要指标，也是正确确定矿石工业类型、品级和矿山产品方案与矿石选冶工艺流程的主要依据。已勘探的矿区常缺乏对氧化矿的查定与研究、矿石工业类型划分不合理等现象，从而造成资源浪费。

（4）对矿区的综合勘探、矿石成分的综合查定不够。我国许多铁、铜矿床含有多种可综合利用的伴生有益组分。铁矿床常含有S、P、Cr、Co、Ni、V、Ti、Mn、Sn、Mo、B或稀有分散元素Ga、Ge、Se、In、Cd、U、Th等；铜矿床常含有Co、Se、

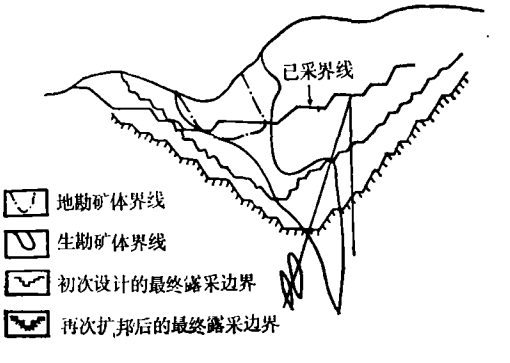

图1　狮子山矿体边界变化引起再次扩帮示意图

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

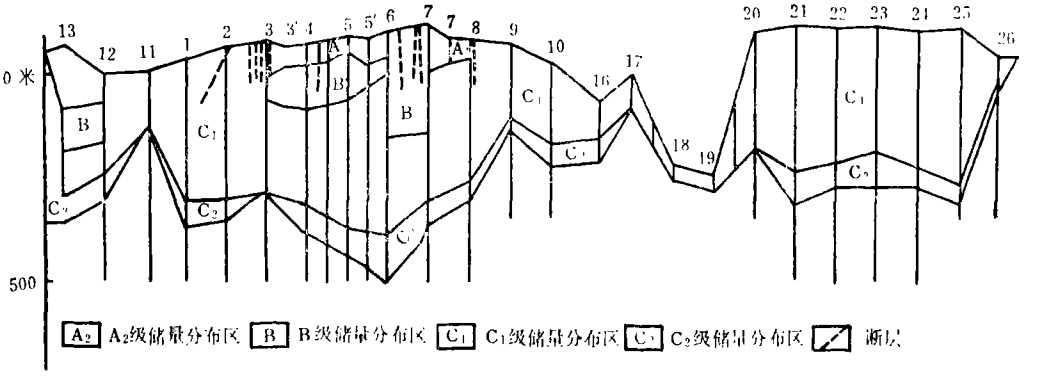

图 2　凤凰山铁矿床垂直纵投影图

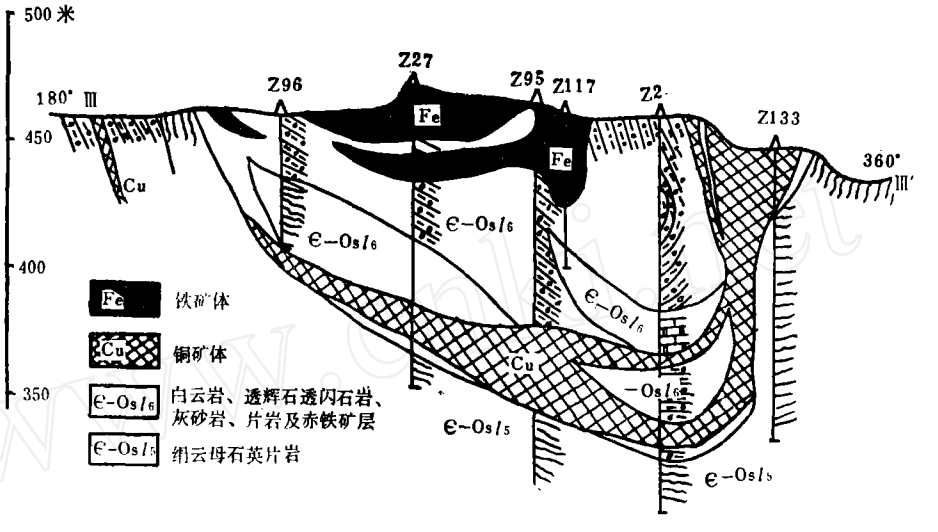

图 3　石碌矿区Ⅲ—Ⅲ剖面

Te、In、Cd、Ga、Ge、Re及Au、Ag等。在一些铁（铜）矿床的上下盘岩石中还常常发现多种具有综合开发价值的共生矿产，如铁矿共生有铜矿、钼矿、硫铁矿、铌钽矿、石膏、重晶石、煤、粘土和熔剂灰岩等；铜矿共生有单独的铁矿体、铅锌矿体、钼矿体等（图3、图4及图5）。有的矿床伴生组分或共生矿产的工业价值甚至超过主矿。因此，在勘探工作中认真做好伴生组分和共生矿产的综合评价和综合勘探，在矿山开发中认真做好综合利用，最大限度地利用矿产资源，提高矿山经济效益，是一项十分重要的工作。但有些矿区对综合评价、综合勘探重视不够，造成资源浪费和选冶系统的增建、改建以及多次补勘等不合理现象。

（5）地质勘探阶段对矿岩稳定性的研究，多限于测定f系数。但是，矿岩稳定性和f系数的意义并不完全一致，f系数大者，矿岩亦可能不稳定。矿岩的稳定性是其物质组份、结构构造、断裂、挤压破碎、节理、风化、蚀变、水文地质条件等因素的综合反映。过去常忽视对这些因素的综合研究，特别是与矿岩稳定极相关的地质构造因素的研究。由于对矿岩稳定性和地下水活动等问题研究不够，使有的矿山建设生产被动，资金浪费，影响了基建和生产计划的实现。

近年来，这些问题已有专门论述（见文献〔2〕），在此不赘叙。下面谈谈铁、铜矿床地质勘探和研究程度应满足的基本要求。

1.基本查清矿床（区）地质特征和矿山建设范围内矿体总的分布情况。地质勘探期间，要特别注意矿床轮廓边界的控制和研

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

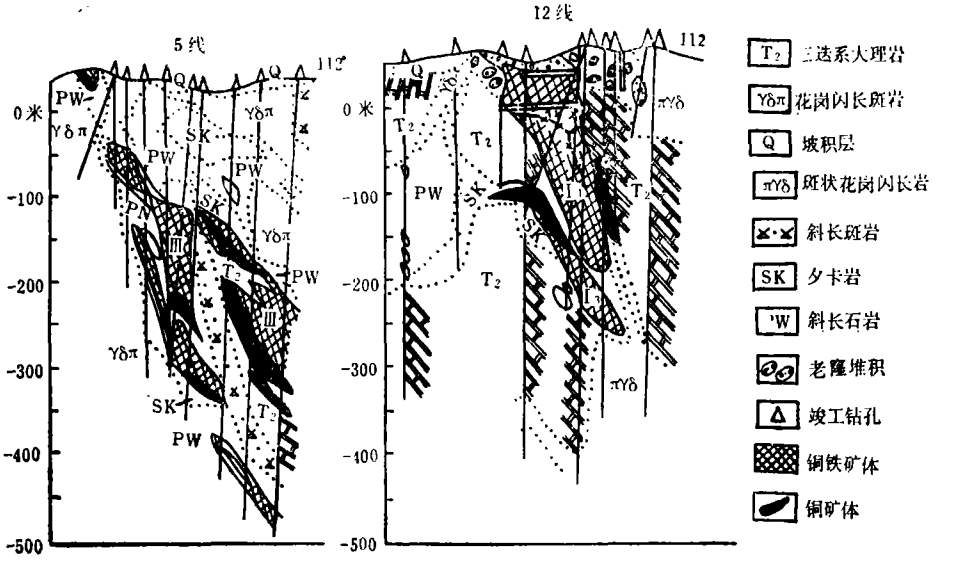

图 4　铜绿山铜铁矿床勘探线剖面图

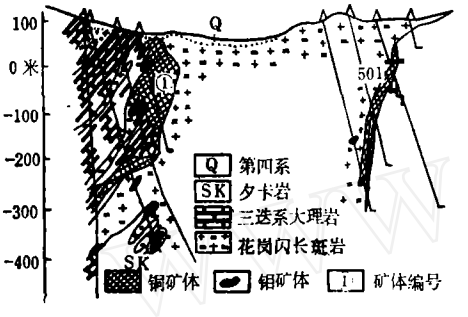

图 5　封三洞铜矿床18线剖面图

究。矿床（区）外部最好有落空工程或物化探资料作有限外推圈定的依据。对矿床(区)的褶曲、断层、裂隙和破碎带等构造要进行研究，特别是破坏矿体完整性的主要褶曲和断裂以及对主体开拓工程的布置和划分井田边界影响较大的断层，要用工程控制，查明产状和断距，以便为矿山开拓设计提供必要的可靠的资料。

2.先期开采地段地质勘探程度要高些。据以往经验，初勘结束应通过地质、设计、基建（生产）部门共同研究、确定先期开采地段的位置，以利于将勘探高级储量地段和先期开采地段结合。高级储量的分布范围和深度主要取决于开采方式和矿床埋藏条件；它的分布范围一般应在一定标高以上，且呈连续带状分布。

3.查清矿体形态和结构。对主矿体总的形态和空间位置应进行详细勘探和研究，特别要注意对矿山主体工程附近和各开采阶段水平附近的矿体形态、空间位置的准确控制。查明矿体中矿石自然类型、工业类型、品级的种类及其储量比例和分布规律；夹石包体空间分布规律、数量、质量及其对矿体完整性的影响程度；必须认真研究矿石的物质成分、结构构造，并注意有用矿物嵌布粒度、矿石品位以及它们的变化情况；对选冶性能不同的矿石以及影响采矿方法选择的矿石类型，如氧化矿、原生矿、贫矿、富矿、氧化物、硫化物、硫酸盐、碳酸盐、硅酸盐、块矿、粉矿等在可能条件下要分别圈定，并着重弄清分采技术条件，尤其要严格圈定氧化矿、混合矿、原生矿的界线并分别计算储量。

4.做好综合勘探和综合评价。在勘探主矿种和主矿体的同时，对矿体及其上下盘围岩，切穿矿体的岩脉、岩体内的一切具有工业价值的共生矿产、伴生有益组分，都应根据资源条件，矿山建设设计需要和一孔多用的原则，进行综合勘探和综合评价，研究其含量、赋存状态和分布规律，对有综合利用价值的组分，应分别计算储量。对经济价值较大的共生矿产，应根据具体情况布置勘探工程，单独圈定矿体并计算储量。在一个开拓系统内的各种矿产，应一次提交勘探报告，以便矿山建设时，全面考虑综合利用。

5.查明矿区开采技术和水文地质条件。在勘探过程中应通过地质观察及工程揭露，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

深入研究矿区地层、岩石、矿石性质和风化、蚀变程度，要特别注意影响矿岩稳定性的各种构造，岩溶塌陷等的产状、规模、发育程度、分布规律；测定必要的岩石、矿石物理力学参数和对人体有害的物质成分的分布范围和含量；以便设计、生产中采取必要的防护措施。另外要对矿区水文地质条件进行研究，特别注意对矿体底板承压含水层及隔水层的勘探和研究；要对矿山开采的疏干、排水、防水、供水、矿坑水综合利用、防止污染等提出资料。

对确定铁、铜矿床合理勘探和研究程度的初步意见

矿床的勘探程度是整个勘探过程的核心问题。随着地质勘探工作的进展，矿床的勘探程度会相应提高，但是并不意味着勘探程度愈高愈合理，而是应以满足矿山设计、建设为准。它一方面决定于矿床本身存在的客观条件和人们对它的认识，另方面决定于矿山企业设计工作的深度（甚至建设施工的方式方法）及其对矿床勘探程度和地质资料的要求。因此，合理的确定一个矿床的勘探和研究程度，必须把为矿山建设、设计提供必要的基础资料（即前节所述五条基本要求）作为出发点，以矿床地质条件为基础来考虑。同时，还要按照矿床的规模(大型与中小型)，矿床地质条件简单与复杂，矿石单一品级或多品级混采与多品级分采，矿床露采与坑采，新建矿山与扩建或改建的矿山，建设联合企业与单建矿山等区别对待。按以上原则，结合矿床勘探实例反映出来的问题和经验，铁铜矿床勘探和研究程度可分以下三种情况：

1.地质条件简单（包括埋藏、矿体形态、矿石性质和矿床开采技术条件）、易于勘探的矿床（如一些沉积变质型铁矿、岩浆晚期分凝铁矿、简单的沉积型铁矿以及少数斑岩型铜矿）。这类矿床一般出露地表，矿体规模厚大，形态稳定，多为层状—似层状，少数为透镜状，适于露天开采，少数为地下开采。根据矿床的埋藏深度可合理确定一次定型建成矿山，但对延深大的矿床（如鞍山式铁矿），宜采取分期分段勘探、建设。南芬铁矿主铁矿层长达2900米，平均厚88米，延深已超过1000米。本区三个矿段（铁山、黄柏峪、黑贝沟矿段）就是分三期勘探的；矿山开采过程中，设计部门多次修改设计，扩大开采范围，这样做，勘探和建设时间短、投资少、见效快、效果良好，提前供应了国家急需的铁矿产品。实践证明，这是一条多快好省进行矿山建设的途径。对这类矿床勘探和研究程度要求应高。一般高级储量用钻探即可求得，并能满足露采矿山设计的需要。以探求$B+C_1$级储量为主。该类矿床断裂构造一般较发育，勘探和研究程度除应达到上述要求外，特别要注意研究矿床构造。对露采矿床着重控制研究矿床边界和主要断裂，查清矿床边界的断层和在一定深度内的产状变化；对地下开采矿床，要注意开采系统分区的主要断裂、矿层中部和影响矿层形态的断层的控制和研究。

2.地质条件中等复杂、较易勘探的矿床（如一些大型或大中型变质型铜矿、火山型铁矿、铜矿和夕卡岩型铁矿、铜矿以及某些岩浆晚期贯入铁矿床等），可达到一次建成矿山的矿床勘探程度。这类矿床矿体个数多，规模中等，大小不一，80%以上储量集中于少数矿体，富矿多，形态复杂，主要为扁豆状或透镜状，受后期构造破坏较小，适于露天—地下联合开采，而以地下开采为主。这类矿床在铜矿山生产建设中占的比重很大，一般高级储量靠坑道或加密钻孔才可求得。所求高级储量多不能满足采准设计要求，只能起到缩短生产准备时间和验证勘探程度的作用。探求的储量以C_1级为主。对这类矿床的勘探和研究程度应特别注意以下问题。

（1）勘探重点为矿床范围、主矿体规模、形态及埋藏深度。露采区先期开采地段的浅部要探求高级储量，矿体沿走向两端应有工程控制，矿体边界要详细圈定，对矿体深部边界要有稀疏钻孔控制，以便正确全面地确定剥岩边界线。坑采区要查明矿床分布范围和在一般勘探深度内的矿床远景，所提交的储量要有一半勘探程度高一些（相当于C_1级储量）；另外要查明主矿体形态、规模、空间位置。先期开采地段应采取地质探矿坑道与基建坑道结合，一般第1～2中段的主矿体，应控制至能布置采准的高级储量；对附近的小矿体，可在研究主矿体的同时，大致查明分布范围、产状、形态特征。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

但主矿体上部的小矿体，由于影响开采顺序和矿山初期建设的生产规模，所以要研究其成矿控制因素、赋存规律及小矿体的形态、产状、规模以及与主矿体的关系等。对具工业意义的主要小矿体，应探至可以布置开拓工程的设计储量。

矿床的勘探深度(设计储量的控制深度)应根据矿山规模、矿床特点和当前开采技术经济条件等因素，考虑合理的年下降速度和服务年限（见下表）。在设计储量以下的矿床深部，只需打少量深钻控制矿床远景，为矿山总体规划提供资料。

规　模	采矿年下降速度（米/年）	服务年限（年）	勘探深度（米）	注
大型矿山	10±	30	300～500	勘探深度指设计储量的控制深度
中型矿山	15±	20	300	
小型矿山	25±	10	200	

（2）这类矿床常伴生大量有用组分或共生矿产。因此要特别注意对各类矿石中有用组分含量、分布规律以及伴生、稀有分散元素的工业利用和加工性能的研究；注意共生矿产的综合勘探和研究。

3.地质条件复杂、难于勘探的矿床(如一些中小型或小型夕卡岩型铜矿、铁矿和热液型铁矿及某些沉积铁矿床），地质勘探期间一般不求高级储量，要满足采准设计要求，还要做大量基建和生产地质工作。过去的经验表明，这类矿床即使花费很多的勘探时间和地质事业费，也难探清矿床全貌，如华铜接触交代型铜矿的300多个矿体中，只20余个长度大于100米。华峰坑矿带长1200米，经三年勘探打了90个孔，部分地段曾用25×50和50×50米的钻探网度，一般矿体仍是单孔截穿，无法控制延长延深。该区段约100个矿体，只5个矿体为三个钻孔控制，其他均为点、线储量；坑道控制效果虽较好，但多数矿体也很难控制。经验表明，这类矿床勘探程度不宜太高，可采取地质、设计、建设、生产结合，分期建设的方法；即当地质勘探肯定矿床工业价值后，能满足设计时必须的下述几个原则问题即可。①矿山企业初期的建设规模；②矿石加工工艺流程；③矿床开采、开拓方案确定后，有关方面可用平行交叉方式共同进行矿山的建设工作。这类矿床的勘探和研究程度是：①初步查明矿床的分布范围、埋藏条件及主要矿体的形态和产状要素等；②查明初期生产的矿石性质、有用组分含量并肯定其工业利用价值；③初步查明矿床或某一地段（或矿体）的储量，并评价其可靠性和矿区发展远景。主要探求C_1+C_2级储量；④初步查明矿床成因和成矿地质条件以及影响矿床开采的地质因素（如水文地质和开采技术条件等），以满足设计确定的矿山企业初期的建设规模；矿山加工工艺流程；矿床开采、开拓三个主要方案所需的资料。至于矿山的发展和某些施工设计（如采矿方法的确定，采准、切割巷道的布置等），可在矿山建设过程中根据对矿床进一步揭露、控制和研究进行补充或修改设计。采取由小到大逐步发展、分期建设的方法，不但使建设有可靠的基础，而且还具有建设周期短，投产快，初期投资少等特点。

以上这些初步意见是根据我国现有的体制和对国家近期计划后备基地所提出的铁、铜矿床勘探和研究程度的要求而言，如果情况有变化，则需作某些变动。

参 考 文 献

〔1〕金属矿床地质勘探规范总则，地质出版社，1977.

〔2〕周秋兰，地质与勘探，1979，6期

〔3〕铁矿山地质勘探程度总结编写组，从矿山生产实践与探采对比铁矿床地质勘探中几个问题的讨论，1978

〔4〕冶金部有色冶金设计院系统“铜矿床地质勘探程度经验总结”编写组，铜矿床地质勘探程度经验总结，1977

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net