ICS 73·020;73·060·01
D 12

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/ T 0200—2002

铁、锰、铬矿地质勘查规范

Specifications for iron, manganese and chromium mineral exploration

2002—12—17发布　　2003—03—01实施



中华人民共和国国土资源部　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　勘查的目的任务 …… 1
3.1　预查 …… 1
3.2　普查 …… 1
3.3　详查 …… 1
3.4　勘探 …… 1
4　勘查研究程度 …… 1
4.1　地质研究程度 …… 1
4.2　矿石质量研究 …… 3
4.3　矿石选(冶)和加工技术条件 …… 3
4.4　矿床开采技术条件研究 …… 3
4.5　综合勘查综合评价 …… 4
5　勘查控制程度 …… 5
5.1　矿床勘查类型确定的原则 …… 5
5.2　勘查工程间距确定的原则 …… 5
5.3　勘查控制程度 …… 5
6　勘查工作及质量要求 …… 5
6.1　地形及工程测量 …… 5
6.2　地质填图 …… 6
6.3　物探工作 …… 6
6.4　探矿工程 …… 6
6.5　化学样品的采集、加工、化验分析 …… 7
6.6　矿石选冶试样的采集与分析、试验 …… 8
6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验 …… 8
6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写等 …… 8
7　可行性评价 …… 9
7.1　概略研究 …… 9
7.2　预可行性研究 …… 9
7.3　可行性研究 …… 9
8　矿产资源/储量分类及类型条件 …… 9
8.1　矿产资源/储量分类依据 …… 9
8.2　矿产资源/储量类型(附录A) …… 10
9　矿产资源/储量估算 …… 11
9.1　矿床工业指标 …… 11
9.2　矿产资源/储量估算的一般原则 …… 11

9.3 矿产资源/储量分类估算结果表 …… 12
附录 A(规范性附录) 固体矿产资源/储量分类 …… 13
附录 B(资料性附录) 铁、锰、铬矿物及矿石类型 …… 14
B.1 铁矿物及铁矿石类型 …… 14
B.2 锰矿物及锰矿石类型 …… 15
B.3 铬矿物及铬矿石类型 …… 18
附录 C(资料性附录) 铁、锰、铬矿矿床主要类型 …… 20
C.1 铁矿床主要类型 …… 20
C.2 锰矿床主要类型 …… 22
C.3 铬矿床主要类型 …… 24
C.4 铁、锰、铬矿矿床规模划分 …… 25
附录 D(资料性附录) 勘查控制程度要求 …… 26
D.1 勘查类型 …… 26
D.2 勘查工程间距 …… 27
D.3 勘查控制程度 …… 33
D.4 矿山建设对矿产资源/储量的要求 …… 33
附录 E(资料性附录) 矿产资源/储量估算 …… 35
E.1 矿床工业指标 …… 35
E.2 矿产资源/储量估算方法 …… 39
E.3 ××铁(锰或铬)矿床矿产资源/储量分类估算结果表 …… 40
附录 F(资料性附录) 名词解释 …… 42
F.1 全铁(TFe) …… 42
F.2 磁性铁(mFe) …… 42
F.3 硫化铁(sfFe) …… 42
F.4 碳酸铁(cFe) …… 42
F.5 硅酸铁(siFe) …… 42
F.6 赤(褐)铁(oFe) …… 42
F.7 造渣组分 …… 42
F.8 假象赤铁矿 …… 43
F.9 放电锰矿石 …… 43

前　言

为了适应社会主义市场的需要，与国际惯例接轨，根据GB/T 17766—1999《固体矿产资源/储量分类》和GB/T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》的有关规定，参考了1993年《铁矿地质勘探规范》、1982年《锰矿地质勘探规范》和1987年《铬铁矿地质勘探规范》，结合当前铁、锰、铬矿产地质勘查工作的实际，在调查研究基础上制定了本标准。

本标准附录A是规范性附录。

本标准附录B、附录C、附录D、附录E、附录F是资料性附录。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国冶金地质勘查工程总局、国土资源部矿产资源储量评审中心、中南冶金地质研究所。

本标准起草人：王永基、梁裕智、姚敬劬、余中平、周圣华、宋雄、李茵。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

铁、锰、铬矿地质勘查规范

1 范围

本标准规定了铁、锰、铬矿产地质勘查规范的内容，包括范围、引用标准、勘查的目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度要求、勘查工作及质量要求、可行性评价、矿产资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等方面的要求。

本标准适用于铁、锰、铬矿地质勘查及矿产资源/储量估算，也适用于验收及评审铁、锰、铬矿产勘查报告；还可以作为矿业权转让及矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价和估算矿产资源/储量的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13908 2002 固体矿产地质勘查规范总则

3 勘查的目的任务

3.1 预查

通过对区内地质、物探、化探、遥感等资料的综合研究，初步的野外观测，极少量的工程验证结果，并与地质特征相似的已知矿床类比，提出可供普查的矿化潜力较大地区，为普查工作提供依据，并可估算预测的矿产资源量。

3.2 普查

通过对矿化潜力较大地区进行地质填图、数量有限的取样工程和物探、化探等野外工作，以及可行性评价的概略研究，提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围，估算推断的矿产资源量，为详查工作提供依据。

3.3 详查

通过对普查圈出的详查区采用各种勘查方法和手段，进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，或圈出勘探范围，估算控制的矿产资源/储量，为勘探工作提供依据，也可作为矿山总体规划和编制矿山项目建议书的依据。对直接提供开发利用的矿区，其加工选冶性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。

3.4 勘探

通过对勘探区采用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，并进行可行性研究，估算探明的矿产资源/储量，为矿山建设确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置和矿山建设设计等提供依据。

4 勘查研究程度

4.1 地质研究程度

4.1.1 预查阶段

全面收集地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，了解区域地质特征，选定找矿远景区进行预查工作。对预查区内有成矿条件的物探异常、化探异常、遥感异常、矿化点和矿点进行评价，初步了解其特征和分布范围，为进一步开展普查工作提供依据。

4.1.2 普查阶段

收集地质、矿产、物探、化探和遥感地质等资料，了解区域地质特征和成矿远景。大致查明普查区内的地层、岩性、厚度、产状和分布等；大致查明较大的褶皱、断裂和破碎带的分布、规模和产状；大致查明侵入岩或喷发岩的种类、数量、形态和分布。评价各类物探异常、化探异常、遥感异常和矿点或矿化点，大致查明其产出特征和分布范围。对区内有进一步工作价值的矿床(体)，应大致查明其分布、数量、赋存部位、厚度、规模、产状和矿石质量；大致了解矿床(体)氧化带发育情况，为进一步开展详查工作提供依据。

4.1.3 详查阶段

4.1.3.1 区域地质：进一步研究区域与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产等资料，并根据物探、化探和遥感地质等资料，阐明铁、锰、铬矿产在区域构造单元上的位置、区域地质特征、成矿条件、成矿远景和区内的主要矿产等。

4.1.3.2 矿区(床)地质：基本查明地层时代、层序、岩性、厚度、产状及分布等，对沉积矿床、变质矿床，还应研究含矿地层(岩系)的沉积环境、岩相、岩石组合、变质程度及成矿元素的分布和变化规律，确定矿体赋存层位及矿体在地层中的空间分布；研究矿区构造与矿体空间分布的关系，基本查明控制矿体的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、相互关系和分布规律，对位移大、分割矿体的较大断层，应当大致了解其空间位置、产状和位移，对较小的断层，应根据地表工程资料，初步阐述其范围和分布情况；研究和基本查明侵入岩和喷发岩的种类、形态、规模、产状，了解侵入(喷发)时代、期次、与围岩的接触关系等，与侵入(喷发)岩有关的矿床，还应研究其岩性、岩相、岩石的结构构造和岩石地球化学特征等与成矿的关系，以及对矿体的影响程度；研究和基本查明矿区内变质作用及近矿围岩蚀变的性质、种类、规模、强度、蚀变组合及对矿床的影响，对于变质矿床还应研究并初步划分变质相、分布规律及矿化富集作用。研究氧化作用对矿床的影响，基本查明氧化带的深度、氧化矿石类型、产出特征和分布范围，对风化矿床分布地区应当注意寻找原生矿床，对堆积矿床应了解矿体底板(特别当底板为碳酸盐岩时)的起伏情况；对物探异常进行综合研究，阐明异常特征及其与矿体和构造的关系。

4.1.3.3 矿体地质：基本查明矿体的赋存部位、形态、规模、产状、厚度及其变化规律；基本确定矿体的连续性；了解矿体内夹石规模和分布情况；了解成矿后构造或岩脉对矿体的破坏情况。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 矿区(床)地质：进一步研究矿区(床)成矿地质特征，确定矿床赋存层位及矿体在地层中的空间分布；研究矿区构造与矿体空间分布的关系，查明控制矿体的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、相互关系和分布规律，对位移大、分割矿体和影响开采的较大断层，其空间位置、产状、位移应有工程控制；查明侵入岩和喷发岩的种类、形态、规模、产状和分布规律，侵入(喷发)时代和期次，与围岩的接触关系等，研究其与成矿的关系，以及对矿体的破坏影响程度；查明矿区内变质作用及近矿围岩蚀变的性质，种类、规模、强度、蚀变组合及对矿化的富集作用；研究氧化作用对矿床的影响，查明氧化带的深度、氧化矿石类型、产出特征和分布范围。

4.1.4.2 矿体地质：详细研究和查明矿体的赋存部位、形态、规模、产状、厚度及其变化规律，确定矿体的连续性；详细查明矿体内夹石规模、分布和变化规律；研究成矿后构造或岩脉对矿体的破坏影响程度。对首采地段主矿体应当详细控制其形态、空间位置、产状等。对首采地段主矿体上盘具有工业价值的小矿体，亦要同时进行控制，必要时可加密工程提高勘探和研究程度。对露天开采矿床，为确定露天采场境界线，应系统控制主要矿体四周和露天采场底部矿体的界线；对地下开采矿床应控制主要矿体的两端、上下界线及延深情况，以便确定开拓工程位置。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

初步了解矿石的矿物成分、化学成分和主要元素的含量。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石矿物、脉石矿物种类、矿石品位、结构构造和矿石自然类型；大致了解有用、有益和有害组分的含量和分布，为确定是否能工业利用提供依据。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物、脉石矿物种类、含量和矿石结构构造特征；基本查明矿石有用和有益及有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律；初步划分矿石自然类型和工业类型，研究其分布规律，为矿区建设总体规划、矿山建设的项目建议书和预可行性研究提供依据。

4.2.4 勘探阶段

详细查明矿石矿物、脉石矿物的种类和含量，研究矿石矿物的相互关系及分布规律；详细查明有用和有益及有害组分的含量、赋存状态和分布规律；详细研究矿石的结构构造和分布特征，查明铁、锰、铬矿物和主要脉石矿物的粒度和嵌布特征；按矿石的矿物成分、含量、结构构造、氧化程度等因素详细划分自然类型，确定氧化带、混合带、原生带矿石界线；在划分矿石自然类型基础上，根据矿石选冶特点，按工业利用途径，详细划分矿石工业类型，并研究其分布范围和所占比例，为矿山可行性研究和建设设计提供依据。

4.3 矿石选(冶)和加工技术条件

4.3.1 预查阶段

对已发现的矿体进行类比研究，做出矿石是否可选的预测。

4.3.2 普查阶段

一般进行矿石选(冶)性能对比研究，做出是否可作为工业原料的评价。对组分复杂、粒度较细，国内尚无成熟生产经验的矿石，应进行可选性试验或实验室流程试验。

4.3.3 详查阶段

研究矿石的选冶和加工技术条件，做出工业利用方面的评价。对生产矿山附近的、有类比条件的易选矿石，可以类比评价，不做选(冶)试验；对需选矿石，一般情况下进行可选(冶)性试验或实验室流程试验；对难选矿石或新类型矿石，应当进行实验室扩大连续试验。

4.3.4 勘探阶段

应详细研究矿石的选冶和加工技术条件。对有类比矿山条件的易选矿石，进行可选(冶)性试验或实验室流程试验；对需选矿石一般进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续实验；对难选矿石，进行半工业试验，必要时应做工业试验，以选择最佳工艺流程。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 预查阶段

对经预查发现矿体的矿点或矿产地，应收集区域水文地质、工程地质及环境地质资料，为进一步开展工作提供依据。

4.4.2 普查阶段

在收集研究区域水文地质、工程地质及环境地质资料基础上，了解矿区地表水体分布，了解矿体(层)顶底板围岩和矿石的稳定性及环境地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.3 详查阶段

4.4.3.1 水文地质研究：在了解区域水文地质条件和收集当地水文、气象有关资料基础上，基本查明含水层和隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件，含水层的富水性，各含水层的水力联系，隔水层的稳定性和隔水程度；基本查明矿区内地表水体分布及其与主要充水含水层的水力联系；研究地下水的水位(水压)、水质、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，初步确定矿坑充水因素，预计矿坑涌水量；

初步划分矿床水文地质类型，确定水文地质条件复杂程度；提出矿山工业和生活用水的水源方向。

4.4.3.2 工程地质研究：测定矿区主要岩矿石的力学性质，研究其稳定性能；基本查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、风化带、泥化带、流沙层、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板岩层稳固性的影响；对露天采场边坡的稳定性提出评价意见；调查老窿及采空区的分布、充填和积水情况；初步划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

4.4.3.3 环境地质研究：基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量等情况，提出对人体有无危害的初步评价意见；收集地震、泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山生产的影响；预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

4.4.4 **勘探阶段**

4.4.4.1 水文地质研究：研究区域水文地质条件，确定矿区所处水文地质单元的位置；详细查明矿区含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件，含水层的富水性，导水性、渗透系数，各含水层间的水力联系，隔水层的稳定程度和隔水程度；详细查明断层破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、富水性、导水性及其变化，沟通各含水层及地表水的程度；详细查明地表水体的分布范围、汇水面积、水位、流量、流速、动态变化及其与矿床主要充水含水层的水力联系，评价其对矿床充水的影响；研究地下水的水位（水压）、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，确定矿坑充水因素；划分矿床水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度；根据矿床水文地质条件，结合矿床开拓方案，估算第一开采水平正常和最大的矿坑涌水量，预测下一开采水平或最低开采水平的涌水量；研究地下水和地表水的水质、水量，为矿山工业和生活用水提供方向。

4.4.4.2 工程地质研究：在研究矿区地层岩性、厚度及分布规律基础上，划分岩（土）体的工程地质岩组；测定矿体及顶底板岩石的体积质量（体重）、硬度、湿度、块度、抗压强度、抗剪强度、松散系数、安息角等物理力学参数，研究其稳定性能；详细查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、层理、片理、风化带、泥化带、流砂层、软弱夹层的分布、产状、规模及充填、充水情况，确定其对矿床开采的影响；详细查明第四系的岩性、厚度和分布范围；对露天采场边坡稳定性做出评价；调查并研究老窿或溶洞的分布、充填和积水情况；划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.4.3 环境地质：详细调查矿区内有关的崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等物理地质现象，地表水和地下水的质量，放射性和其他有害物质的含量、赋存状态及分布规律；收集有关地震、新构造活动资料，阐明矿区地震地质情况和矿区的稳定性；对矿床开采前的地质环境质量做出评价；预测在矿床开采中，对矿区环境、生态可能造成的破坏和影响，并提出预防建议。

4.5 **综合勘查综合评价**

4.5.1 **预查阶段**

初步了解有无其他有益矿产。

4.5.2 **普查阶段**

对具有工业利用价值的共生、伴生矿产，应大致查明其含量和赋存特点，研究其综合利用的可能性。

4.5.3 **详查阶段**

对具有工业利用价值的共、伴生矿产，应基本查明其物质组分、含量、赋存状态和分布状况，确定其工业利用的可能性。

4.5.4 **勘探阶段**

对勘探范围内具有工业利用价值的共生、伴生矿产，应进行综合勘探、综合评价。查明其物质组分、含量、赋存状态和分布规律，并对共生和伴生有用组分在不同矿物中的分配率进行查定，做出评价。对矿石中有利于提高冶炼产品质量，而在选冶时不能顺便回收的伴生有益组分，亦应进行评价，但不单独估算储量。对矿体中及邻近矿体上下盘围岩中的共生矿产，应充分利用勘探工程进行评价，必要时应适当加密工程，提高其控制和研究程度。对于共生矿产的勘探研究程度，应按相应矿种地质勘查规范要求

执行。

不同类型的铁、锰、铬矿床中可能含有不同的共(伴)生组分，其中有些组分如超过一定限量时，将对冶炼产品构成危害，但这些组分当通过选、冶途径可予分离，并可综合回收利用成为有用组分时，应注意综合评价；当有些有用组分含量虽低于工业利用要求，但在选矿后的尾矿或精矿中易于富集的，亦应进行评价。

5 勘查控制程度

5.1 矿床勘查类型确定的原则

5.1.1 追求最佳勘查效益的原则

勘查工程的布置应遵循矿床地质规律，从需要、可能、效益等多方面综合考虑，以最少的投入，获取最大的效益。

5.1.2 从实际出发的原则

每个矿床都有其自身的地质特征，影响矿床勘查难易程度的四个地质变量因素(矿体规模、形体形态复杂程度、构造复杂程度、有用组分分布均匀程度)常因矿床而异，当出现变化不均衡时，应以其中增大矿床勘查难度的主导因素作为确定的主要依据。

5.1.3 以主矿体为主的原则

当矿床由多个矿体组成时，应以主矿体(占矿床资源/储量70%以上，由一个或几个主要矿体组成)为主；当矿床规模较大，其空间变化也较大时，可按不同地段的地质变量特征，分区(块)段或矿体确定勘查类型。

5.1.4 类型三分，允许过渡的原则

铁、锰、铬矿床均按简单、中等和复杂三个等级划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个勘查类型。由于地质因素变化的复杂性，允许其间有过渡类型以及比第Ⅲ勘查类型更复杂的类型存在。

5.1.5 在实践中验证并及时修正的原则

对已确定的勘查类型，仍须在勘查实践中验证，如发现偏差，要及时研究并予修正。

5.2 勘查工程间距确定的原则

5.2.1 根据勘查类型和勘查阶段选取相应的勘查工程间距。

5.2.2 详查阶段的工程间距，是矿床勘查的基本工程间距。勘探阶段的工程间距，原则上在基本工程间距的基础上加密。预查和普查阶段，因工程数量稀少，其工程间距不做具体要求，但应充分考虑与后续工程衔接。

5.2.3 第Ⅲ勘查类型勘探阶段的工程间距，是矿床勘查工程的最密间距。一些规模小、形态和组分变化都很大的矿床，按此工程间距仍难获得理想勘查效果时，应及时转为“边采边探”方式，在采掘过程中再对矿床产出的地质特征作进一步调查。

5.2.4 当矿体在走向上的变化比倾向上大时，工程可布置成短边在矿体走向上的长方形网度。

5.2.5 圈定矿体的地表工程间距，一般为深部工程间距的二分之一。

5.2.6 勘查类型一经修正，其勘查工程间距亦应作相应的调整。

5.3 勘查控制程度

首先应当控制勘查区内矿体总体的分布范围和相互关系。具体控制程度则应根据勘查阶段、矿床产出特征和可能建设的规模(含矿山服务年限)，以及市场需求程度等多种因素，与投资者共同商定(附录D.3)。

6 勘查工作及质量要求

6.1 地形及工程测量

应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准。其质量标准要求，按DZ/T0091《地质矿产勘查

测量规范》执行。边远地区的勘查区，当周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统，建立独立坐标系统进行测图。测量范围和地形图比例尺，应满足不同勘查阶段地质填图及资源储量估算的需要。

6.2 地质填图

6.2.1 矿区地质填图：根据不同勘查阶段的目的任务，进行不同比例尺地质填图，其质量要求按相应比例尺地质填图规范执行。(地形)地质图比例一般为(1∶5 000)～(1∶25 000)。

6.2.2 矿床地质填图：矿床地形地质图是以同比例尺的地形图为底图填制而成的。对矿体分布地段和重要地质界线必须用工程揭露控制，所有地表工程均须用全仪器法测定位置。勘探线剖面必须实测。勘探阶段测制地形地质图，详查阶段测制地形地质图或地形地质简图，普查阶段测制地形地质简图或平面地质简图，预查阶段测制平面地质简图或平面地质草图。矿床地质填图的比例尺一般为(1∶500)～(1∶2 000)。

6.3 物探工作

6.3.1 根据勘查区的地质、地球物理、自然地理条件和地质工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质、地球物理综合剖面，选择有效的物探方法进行综合勘查。

6.3.2 开展不同比例尺的磁力、重力和电法测量工作，为查明岩体和矿体的边界、形状、产状，研究构造带和寻找隐伏矿体等提供信息，应充分利用井中物探方法，追索圈定矿体边界，了解矿体形态和产状。

6.3.3 勘查磁性铁矿时，应运用地面磁测资料，对矿体的分布范围、形状、产状、埋深和厚度变化以及地质构造进行推断和圈定。运用井中三分量磁测，确定钻孔穿过矿体(层)的部位，解决矿体延伸和相对连接问题，探测井旁和井底的盲矿体。在控制剖面上的钻孔应保证井中磁测曲线异常能穿过矿体(层)进入正常场，以利于正确解释。

6.3.4 勘查赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、菱锰矿、氧化锰矿和铬矿等弱磁性或无磁性矿床时，应通过实验，选用高精度磁测、重力或电法等，取得有益于对矿体认识和解释的信息。

6.3.5 勘探和详查阶段对控制剖面的地面和岩矿心进行放射性检查，发现异常时，应查明原因，并做出评价。

6.3.6 物探工作质量要求按现行专业规范和规程执行。野外工作结束后要及时整理资料，编制与地质图比例尺相适应的物探图件，提交工作总结报告。矿产勘查报告中应简要阐明物探工作成果，并评述其质量。

6.4 探矿工程

6.4.1 槽探：是系统揭露地表矿体的主要工程，一般在覆盖层厚度不超过 3 m 条件下使用，为保证采样的质量，探槽必须挖至基岩新鲜面。

6.4.2 浅井(钻)：当覆盖层较厚时，应以浅井(钻)控制矿体浅部或浅部矿体。浅井(钻)必须揭穿矿体顶底板与围岩的界线或掘进到基岩新鲜面。

6.4.3 坑探：一般用于矿床首采区或主要储量区。坑道布置应以探明矿体情况为主，并考虑将来可为矿山生产所利用。其质量要求参考 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探工程规程》执行。

6.4.4 钻探：是勘查深部矿体的主要手段，其质量要求参考《岩心钻探规程》执行。

6.4.4.1 探矿孔的矿心采取率(包括顶、底板上和下 5 m 范围内的岩石)不得低于 80%，当矿心采取率连续 5 m 低于 80%时，要查明原因，并采取补救措施。围岩岩心的分层采取率不得低于 65%。

6.4.4.2 使用的钻探工艺应能保持矿石原有结构特点和完整性，避免矿心粉碎、贫化。在复脉型和多脉型矿床中要严格控制钻进回次长度及回次采取率，防止钻进中漏矿。采用金刚石绳索取心钻探工艺时，穿矿孔径要满足取样要求。

6.4.4.3 认真测量钻孔顶角和方位角，做好孔深校正、原始记录、简易水文观测、封孔和矿、岩心保管工作。钻孔弯曲度应符合规程和地质设计要求，钻孔偏斜超差时要及时设法补救。

见矿点和厚度大于 30 m 的矿体的出矿点均应测定钻孔弯曲度。封孔质量不符合规程或设计要求时应

返工重封。

6.5 化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1 样品采集：钻孔岩、矿心一般采用1/2劈切法；地表露头、探槽、浅井、坑道中对矿体(层)采用连续刻槽法，其断面规格和样品长度视矿体(层)厚度大小、矿石类型变化情况、矿化均匀程度及工业指标而定。采样长度一般0.3 m～2 m。刻槽断面规格一般(5 cm×2 cm)～(10 cm×5 cm)；对风化矿床为确定其含矿率，刻槽断面规格一般不小于20 cm×15 cm。

6.5.2 样品加工

6.5.2.1 加工要求：要求在样品加工全过程中样品质量总损失率不得大于5%，样品的缩分误差不得大于3%。

6.5.2.2 分步缩分加工：分析样品的制备按切乔特公式进行缩分：

$$Q = Kd^2$$

式中：

Q——样品的最低可靠质量(kg)；

K——缩分系数；

d——样品中最大颗粒直径(mm)。

铁矿和锰矿常用K值为0.1～0.2，铬矿一般采用0.25～0.3。

6.5.2.3 机械联动线加工：经过一次破碎、缩分，直接达到要求的粒度和质量。应按确定的加工方法和操作规程进行。样品的缩分均匀性要进行试验。

6.5.3 化验分析

6.5.3.1 基本分析：主要用以查明矿石中有用组分的含量，是圈定矿体、划分矿石类型及资源/储量估算的主要依据。

a) 铁矿石基本分析项目，磁性铁矿石或其他类型矿石用磁性铁含量圈定矿体时，分析项目为TFe、mFe，赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石为TFe，矿石中的共生矿产，也应列入基本分析；

b) 锰矿石基本分析项目，氧化矿石分析Mn、Fe、P、SiO_2，碳酸锰矿石还要分析CaO、MgO、Al_2O_3和烧失量，对其他有害元素，当其含量较多影响矿石质量评价时，也应作基本分析；

c) 铬矿石基本分析项目，Cr_2O_3、FeO、Fe_2O_3，并视矿石用途的不同，必要时可分别增加Al_2O_3、SiO_2、MgO、CaO。

6.5.3.2 光谱全分析：用以确定组合分析、化学全分析项目和对矿床进行综合评价提供参考资料。样品应按矿石类型、品级和岩石类型以及蚀变带从基本分析样品的副样中抽取。

6.5.3.3 组合分析：用以查明矿石中伴生有益和有害组分的含量及分布状况，并据此计算伴生有益组分的资源/储量。样品按工程分矿体、矿石类型或品级进行组合。样品长度一般应与矿石类型自然分层一致。样品从基本分析样品的副样中按长度比例抽取，质量一般为100 g～200 g。分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果确定。

6.5.3.4 化学全分析：是在光谱全分析和岩矿鉴定的基础上进行。用以查定各种矿石类型中主要元素及其他组分的含量，以确定矿石性质和特点。每种矿石类型一般做一至三件。根据需要围岩亦可做少量化学全分析。全分析的结果总和在99.3%～100.7%范围以内。

6.5.3.5 物相分析：用以确定矿石中主要组分和伴生有益组分的赋存状态、物相种类、含量和分配率。样品可从基本分析或组合分析副样中抽取，亦可专门采集具有代表性的样品。样品件数应视矿床规模和物质成分复杂程度而定。物相分析一般将铁矿石中的含铁矿物分为磁性铁、硅酸铁、碳酸铁、硫化铁和赤(褐)铁；将锰矿石中的含锰矿物分为碳酸锰、硅酸锰、氧化锰；对铬铁矿石主要研究其中的伴生有益组分镍、钴和铂族元素(铂、钯、锇、铱、钌、铑)等。

6.5.3.6 单矿物分析：用以查定矿石中主要有用矿物的化学成分，主要伴生组分的赋存状态和含量。采样时应注意代表性，样品可从工程揭露的矿体或矿体露头上采取。送交实验室的单矿物样品质量，需

根据分析项目和实验室要求而定。

6.5.3.7 化学分析质量检查：主要检查基本分析的偶然误差和系统误差，对物相分析亦应做检查。

a) 内部检查，内部检查样品由送样单位及时地分期、分批从基本分析副样中抽取，编密码送原实验室进行检查，内部检查样品的数量分别为基本分析数量的10%和组合分析样品数量的3%～5%。当样品数量少时，其基本分析样内检不得少于30件，组合分析样内检不得少于10件；

b) 外部检查，外部检查样品由送样单位分期、分批从基本分析正样中抽取，由基本分析实验室负责送指定的实验室进行检查，外部检查样品数量分别为基本分析和组合分析样品数量的5%，当基本分析样品总数少时，外部检查样品数量不得少于30件；

c) 化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理参考DZ/T 0130《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

6.6 矿石选冶试样的采集与分析、试验

选矿试验指标是确定矿石选冶加工工艺流程、制定矿产资源/储量估算工业指标和评价铁、锰、铬矿床工业价值的重要依据。凡需选矿石，均应采取选矿试验样。根据《矿产勘查各阶段选冶试验程度的暂行规定》，结合我国铁、锰、铬矿石选矿性能，在详查和勘探阶段需进行实验室流程试验，当矿石组分复杂时，还需做试验室扩大连续试验，以评价矿石的选矿性能。

采取选矿样品要与负责试验单位共同协商编制采样设计，并征求矿山设计生产部门的意见。所采样品应具有充分的代表性，要求试样的矿石类型、品位、矿物成分、结构构造、化学成分及空间分布等方面与详查和勘探范围内矿石特征基本一致，还须考虑开采时的贫化率，故试样中应采取一定量的近矿围岩或夹石。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样应考虑其含量和分布情况，以便同时研究其赋存状态和综合回收工艺。试样质量据试验目的要求而定，一般为50 kg～3 000 kg。采样方法多用矿心劈切法、刻槽法、剥层法和全巷法等。

6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1 为进行矿产资源/储量估算及研究矿床开采技术条件，在详查和勘探阶段应测定岩矿石的物理技术性能。测试项目为岩矿石的体积质量（体重）、块度、湿度、孔隙度、松散系数、安息角、硬度以及抗压、抗剪、抗拉强度等。采样方法、数量和质量要求按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.7.2 体积质量（体重）样应按矿石类型和品级分别采集，在空间分布上应有代表性。小体积质量（体重）样每种矿石类型或品级的样品数量不少于30件。对裂隙发育或松散多孔的矿石（如氧化铁、锰矿石等）每种矿石类型或品级还应测定二至五个大体积质量（体重）样，用于校正小体积质量（体重）值或直接参与资源/储量估算。小体积质量（体重）样品的体积一般为60 cm^3～120 cm^3，大体积质量（体重）样品的体积一般不小于0.125 m^3。测定矿石体积质量（体重）的同时还应测定矿石的主元素品位、湿度、孔隙度等。

6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编写等

6.8.1 原始地质编录

6.8.1.1 原始地质编录是观察研究地质现象的现场记录和观察研究手段的记录，应及时、真实客观。

6.8.1.2 原始地质编录包括实测剖面、地质填图、槽探、井探、坑探与钻探工程、采样等。

6.8.1.3 记录由原始编录人员选用适当的信息记录手段，如数字、文字、图像、磁带、磁盘（光盘）等进行。还要和国家信息系统的建设相适应，及时采用新的方法和手段。

6.8.1.4 原始地质编录整理是根据各种测量成果和对标本、样品的鉴定、测试成果对现场编录进行修正、补充和归纳、整理，编制必要的图表，并按规定格式整饰。采用计算机进行原始编录时，还应及时将原始数据按规定格式存盘、入库。

6.8.1.5 原始地质编录应检查、验收。未经验收或检查不合格的不得利用。

6.8.2 资料综合整理

6.8.2.1 地质资料综合整理是地质勘查工作中的重要环节，应贯彻地质勘查工作的始终。

6.8.2.2 资料综合整理包括地质填图资料、探矿工程资料、水文地质工程地质资料、化学样品分析测试结果、岩矿石物理技术性能测试结果、物探、测量资料等综合图件的编制，综合图表的编制及矿产资源/储量估算等。

6.8.2.3 资料综合整理成果应经过质量检查和验收。

6.8.2.4 为提高资料综合整理水平，数据、图表、图件等应积极采用计算机技术进行数据处理和制作。

6.8.3 勘查报告编制

每一勘查阶段都编制相应的勘查报告。根据报告载体性质的不同，可将报告分为纸质报告和机读报告两大类。每类报告的组成文件可分为四个部分。

a) 报告正文，由前置部分、主体部分、参考文献、报告图版(必要时)和封底等部分组成；

b) 报告附图，由图幅标准化的图式、图例、规范化的单张、拼幅图件和图集、图册等组成；

c) 报告附表，视勘查阶段的不同，报告附表种类各有增减，一般由成果表、登记表、一览表、计算表、统计表等组成；

d) 报告附件，包括勘查许可证、资源/储量计算工业指标凭证、矿石选冶试验报告、矿床可行性研究报告(非报告正文的独立评价报告)、照片(插图)、与报告有关的录音带和录像带以及与矿区勘查有关的其他技术资料文件等。

勘查报告的具体编制按DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》进行，并应由上一级主管单位检查验收。

7 可行性评价

7.1 概略研究

是指对矿床开发经济意义的概略评价。所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度等指标通常是我国矿山几十年来的经验数据，采矿成本是根据同类矿山生产估计的。其目的是为了由此确定投资机会。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具有内蕴意义。

7.2 预可行性研究

是指对矿床开发经济意义的初步评价。其结果可以为该矿床是否进行勘探或可行性研究提供决策依据。进行这类研究，通常应有详查或勘探后采用参考工业指标求得的矿产资源/储量数，实验室规模的加工选冶试验资料，以及通过价目表或类似矿山开采对比所获数据估算的成本。

7.3 可行性研究

是指对矿床开发经济意义的详细评价，其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，可作为投资决策的依据。所采用的成本数据精确度高，通常依据勘探所获的储量数及相应的加工选冶性能试验结果，其成本和设备报价所需各项参数为当时的市场价格，并充分考虑了地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响，具有很强的时效性。

8 矿产资源/储量分类及类型条件

8.1 矿产资源/储量分类依据

8.1.1 地质可靠程度

8.1.1.1 预测的：是指对具有矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在具有初步的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的资源量。

8.1.1.2 推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明矿产的地质特征以及矿体(点)的展布特征、品位、质量等，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。矿体的连续性是推断的。矿产资源数量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

8.1.1.3 控制的：是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量的估算所依据的数据较多，可信度较高。

8.1.1.4 探明的：是指在矿区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

8.1.2 经济意义

8.1.2.1 经济的：其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标估算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行、经济上合理、环境等其他条件也允许，即每年开采矿产品的平均价值能足以满足投资回报的要求，或在政府补贴和(或)其他扶持措施条件下，开发是可能的。

8.1.2.2 边际经济的：在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下才可变成经济的。

8.1.2.3 次边际经济的：在可行性研究或预可行性研究时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的。

8.1.2.4 内蕴经济的：仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

8.2 矿产资源/储量类型(附录 A)

8.2.1 储量

8.2.1.1 可采储量(111)：是探明的经济基础储量的可采部分，是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。估算的可采储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.1.2 预可采储量(121)：是探明的经济基础储量的可采部分，是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.1.3 预可采储量(122)：是控制的经济基础储量的可采部分，是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体的三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，可提供矿石加工选冶性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2 基础储量

8.2.2.1 探明的(可研)经济基础储量(111b)：是未扣除设计、采矿损失的可采储量(111)。

8.2.2.2 探明的(预可研)经济基础储量(121b)：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量(121)。

8.2.2.3 控制的经济基础储量(122b)：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量(122)。

8.2.2.4 探明的(可研)边际经济基础储量(2M11)：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿床三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的加工选冶试验成果。可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.2.5 探明的(预可研)边际经济基础储量(2M21)：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的矿石加工选冶性能试验成果。预可行性研究结果表明，在确定的当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，

待将来技术经济条件改善后可变成经济的。估算的基础储量的可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2.6 控制的边际经济基础储量(2M22)：是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本上查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态。预可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。估算的基础储量的可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3 资源量

8.2.3.1 探明的(可研)次边际经济资源量(2S11)：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.3.2 探明的(预可研)次边际经济资源量(2S21)：与探明的(可研)次边际经济资源量(2S11)分布特征相同，估算的资源量可信度高。但本类型只进行了预可行性研究，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.3 控制的次边际经济资源量(2S22)：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量的可信度较高。可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.4 探明的内蕴经济资源量(331)：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.2.3.5 控制的内蕴经济资源量(332)：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.2.3.6 推断的内蕴经济资源量(333)：是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据估算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.2.3.7 预测的资源量(334)？：依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估算的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

9 矿产资源/储量估算

9.1 矿床工业指标

矿床工业指标是指当前技术经济条件下，矿床应达到工业利用的综合标准，是评价矿床工业价值、圈定矿体、估算矿产资源/储量的依据。它是依据保护和合理利用矿产资源的方针，以及国家经济政策、技术水平和经济效益等多方面因素所确定的，其内容由矿石质量(化学的或物理的)指标和矿床开采技术条件两部分组成(附录E.1.1)。预查阶段和普查阶段，可采用矿床一般工业指标(附录E.1.2)；详查阶段和勘探阶段，则应根据矿床地质特征，结合预可行研究或可行性研究成果，并按当时的市场价格进行论证，由投资方(业主)向地勘单位提供按国家规定的程序制定和下达的矿床工业指标。

9.2 矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1 根据勘查阶段确定相应的矿床工业指标。

9.2.2 根据矿体产出的地质特征和勘查工程的布置方式，合理地选择估算方法(附录E.2)。提倡和鼓励运用新技术、新方法。对于使用的任何一种估算方法，都应选取一部分有代表性的矿体或块段，采用其他估算方法进行验算与对比。

9.2.3 估算使用的计算机软件，必须是经国务院地质矿产主管部门认定的。

9.2.4 在圈定有工业利用价值的共生矿产的矿体时，应尽量考虑与主矿体在空间上、形态上的一致性；

在圈定有工业综合利用价值的伴生组分范围时，则必须按与主矿种矿体（矿块或矿段）空间相一致的原则进行。

9.2.5 对已开采的矿床，应按实际资料扣除截止到地质勘查野外工作结束时采空区的储量。

9.3 矿产资源/储量分类估算结果表

对将提交勘查成果的矿床，根据矿床地质可靠性的控制程度和可行性研究程度所确定的经济意义，按照《固体矿产资源/储量分类》（GB/T 17766—1999）将其矿产资源/储量进行分类估算，并按矿体和块段编号制表，标明矿产资源/储量分类的编码，分类表述其平均品位、矿石量及分类合量等估算结果（附录E.3）。

附 录 A
（规范性附录）
固体矿产资源/储量分类

表 A.1 固体矿产资源/储量分类表

<table>
<tr><td rowspan="3">经济意义</td><td colspan="4">地质可靠程度</td></tr>
<tr><td colspan="3">查明矿产资源</td><td>潜在矿产资源</td></tr>
<tr><td>探明的</td><td>控制的</td><td>推断的</td><td>预测的</td></tr>
<tr><td rowspan="4">经 济 的</td><td>可采储量(111)</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="6"></td><td rowspan="8"></td></tr>
<tr><td>基础储量(111b)</td></tr>
<tr><td>预可采储量(121)</td><td>预可采储量(122)</td></tr>
<tr><td>基础储量(121b)</td><td>基础储量(122b)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">边际经济的</td><td>基础储量(2M11)</td><td></td></tr>
<tr><td>基础储量(2M21)</td><td>基础储量(2M22)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">次边际经济的</td><td>资源量(2S11)</td><td></td></tr>
<tr><td>资源量(2S21)</td><td>资源量(2S22)</td></tr>
<tr><td>内蕴经济的</td><td>资源量(331)</td><td>资源量(332)</td><td>资源量(333)</td><td>资源量(334)?</td></tr>
</table>

注：表中所用编码(111～334)，第1位数表示经济意义，即1＝经济的，2M＝边际经济的，2S＝次边际经济的，3＝内蕴经济的，?＝经济意义未定的；第2位数表示可行性评价阶段，即1＝可行性研究，2＝预可行性研究，3＝概略研究；第3位数表示地质可靠程度，即1＝探明的，2＝控制的，3＝推断的，4＝预测的。b＝未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附 录 B
（资料性附录）
铁、锰、铬矿物及矿石类型

B.1 铁矿物及铁矿石类型

B.1.1 铁矿物

目前具有工业利用价值的主要铁矿物有：磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿和菱铁矿，其主要特征见表 B.1。

表 B.1 铁矿物类型表

矿物名称	化学分子式	主要成分(质量分数) %	附 注
磁铁矿 (Magnetite)	Fe_3O_4	Fe 72.4 FeO 31.03 68.96	
钛磁铁矿 (Titanmagnetite)	$Fe^{2+}_{(2+x)}Fe^{3+}_{(2-x)}Ti_2O_4$ $(0<x<1)$	Fe 57.4 TiO_2 12～16	600℃以上铁钛固溶体结构均一，600℃以下分解成磁铁矿、钛铁矿及钛铁晶石
钒磁铁矿 (Coulsonite)	FeV_2O_4	FeO 27.92～30.75 V_2O_3 68.41～72.04	含钒磁铁矿固溶体分解产物
钛铁晶石 (Ulvöspinel)	Fe_2TiO_4	FeO 81.59 TiO_2 18.41	钛磁铁矿固溶体分离产物
钛铁矿 (Ilmenite)	$FeTiO_3$	Fe 36.8 Ti 31.6	
赤铁矿 (Hematite)	α-Fe_2O_3	Fe 69.94	玫瑰花状或片状集合体称镜铁矿
磁赤铁矿 (Maghemite)	γ-Fe_2O_3	Fe 69.94	由磁铁矿氧化而成，具磁性
针铁矿 (Goethite)	α-FeO(OH)	Fe 62.9	褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水针铁矿
纤铁矿 (Lepidocrocite)	γ-FeO(OH)	Fe_2O_3 89.9 Fe 62.9	褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水纤铁矿；其分布不及针铁矿普遍
菱铁矿 (Siderite)	$FeCO_3$	FeO 62.01 CO_2 37.99	

B.1.2 铁矿石的自然类型

B.1.2.1 按组成矿石的主要铁矿物可分为磁铁矿石、赤铁矿石、镜铁矿石、假象赤铁矿石、钒钛磁铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石，以及由两种以上铁矿物作为主要组成的复合矿石等。

B.1.2.2 按矿石中主要脉石矿物的种类可分为石英型、闪石型、辉石型、斜长石型、石榴子石型、铁白云石型、碧玉型铁矿石等。

B.1.2.3 按结构构造可分为浸染状、网脉状、条纹-条带状、致密块状、角砾状、鲕状、肾状、蜂窝状、粉状铁矿石等。

B.1.3 铁矿石工业类型

B.1.3.1 炼钢用铁矿石：含铁量 $w(TFe)\geqslant 56\%$、有害杂质含量及块度均符合直接入炉炼钢质量标准的铁矿石，主要用于平炉、电炉(炼钢做氧化剂)、转炉(炼钢做冷却剂)。

B.1.3.2 炼铁用铁矿石：含铁量 $w(TFe)\geqslant 50\%$〔褐铁矿矿石、菱铁矿矿石扣除烧损后 $w(TFe)\geqslant 50\%$〕、有害杂质含量及块度均符合直接入炉炼铁质量标准的铁矿石。炼铁用铁矿石及铁精矿粉按主要造渣组分的比值，又可划分为碱性矿石、自熔性矿石、半自熔性矿石和酸性矿石。其标准见表 B.2：

表 B.2 炼铁用铁矿石质量标准表

矿石类型	$w(CaO+MgO)/w(SiO_2+Al_2O_3)$
碱性矿石	>1.2
自熔性矿石	1.2～0.8
半自熔性	<0.8～0.5
酸性矿石	<0.5
注：当 MgO 和 Al_2O_3 含量都很低时，亦可采用 $w(CaO)/w(SiO_2)$ 值确定酸碱度。	

B.1.3.3 需选铁矿石：含量较低的铁矿石(贫矿)，或含铁量高但有害杂质含量超过规定、含伴生有用组分不符合入炉冶炼要求的一般富矿〔$w(TFe)\geqslant 50\%$〕统称需选铁矿石。这些矿石需要选矿、烧结或球团处理后，才能入炉冶炼。

需选铁矿石工业类型，从选矿工艺要求出发，根据磁性铁(mFe)对全铁(TFe)的占有率，将其划分为磁性铁矿石和弱磁性铁矿石。$w(mFe)/w(TFe)\geqslant 85\%$ 为磁性铁矿石，$w(mFe)/w(TFe)\leqslant 85\%$ 为弱磁性铁矿石。当矿石矿物成分复杂，矿石中硅酸铁(siFe)、硫化铁(sfFe)和碳酸铁(cFe)的质量分数大于3%，或三者之和大于3%时，$w(mFe)/w(TFe\text{-}siFe\text{-}sfFe\text{-}cFe)\geqslant 85\%$ 为磁性铁矿石，$w(mFe)/w(TFe\text{-}siFe\text{-}sfFe\text{-}cFe)\leqslant 85\%$ 为弱磁性铁矿石。

B.2 锰矿物及锰矿石类型

B.2.1 锰矿物

目前工业上利用的主要锰矿物为锰的氧化物、氢氧化物、硫化物、碳酸盐及锰的硅酸盐矿物，详见表 B.3。

表 B.3 锰的工业矿物

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn 及特征元素含量(w_B) %	附注
氧化物 氢氧化物类	硬锰矿 (Psilomelane)		$BaMn^{2+}Mn_9^{4+}O_{20}\cdot 3H_2O$	Mn 45～60	氧化锰矿石中的主要矿物
	锰钾矿 (Cryptomelane)	隐钾锰矿	$K_2Mn^{2+}Mn_7^{4+}O_{16}$	MnO_2 79～90 MnO 0～6 K_2O 2～4	氧化锰矿石中的主要矿物，属 α MnO_2
	锰钡矿 (Hollandite)	钡硬锰矿、碱硬锰矿	$Ba_2Mn^{2+}Mn_7^{4+}O_{16}$	MnO_2 66～88 MnO 0～9 BaO 2～18	常见氧化锰矿物

表 B.3(续)

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn及特征元素含量(w_B) %	附注
氧化物 氢氧化物类	钙锰石 (Rancicite)	兰西锰矿 钙硬锰矿	$(Ca,Mn^{2+})Mn_4^{4+}O_9\cdot 3H_2O$	MnO_2 65～75 MnO 0～14 CaO 3～12	见于锰碳酸盐和锰硅酸盐岩的风化带中
	锰铅矿 (Coronadite)	铅硬锰矿、铅锰氧石	$PbMn^{2+}Mn_7^{4+}O_{16}$	MnO_2 60± MnO 8± PbO 20～33	含铅次生锰矿中的常见铅锰矿物
	锂硬锰矿 (Lithiophorite)		$(Li,Al)MnO_2(OH)_2$	MnO_2 45～60 MnO 0.5～8 Al_2O_3 17～24 LiO_2 0.4～3	次生钴锰矿床中的主要载钴、镍矿物，含钴可达0.6%～10%
	水羟锰矿 (Vernadite)	复水锰矿、偏锰酸矿	$(Mn^{4+},Fe^{3+},Ca,Na)(O,OH)_2\cdot nH_2O$	MnO_2 71± MnO 1.8±	由锰硅酸盐和碳酸盐特别是含锰灰岩风化形成的锰帽中主要锰矿物
	软锰矿 (Pyrolusite)		β-MnO_2	MnO_2 90～98	原生、次生氧化锰矿石中主要锰矿物之一，具有较大且发育完好晶形者称黝锰矿，软锰矿石常作放电锰用
	六方锰矿 (Nsutite)	恩苏塔矿	$Mn_7^{2+}Mn_{1-x}^{4+}O_{2-2x}(OH)_{2x}$ $x=0.06$～0.07 (大多数)	MnO_2 89～93 MnO 0.8～1.8	锰矿氧化带中常见矿物，属ρ-MnO_2，具有良好的放电性能
	拉锰矿 (Ramsdellite)	兰姆斯德矿、斜方软锰矿	γ-MnO_2	MnO_2 90～97	放电性能好，但较少见
	钙锰矿 (Todorokite)	钡镁锰矿、托锰矿	$(Mn,Ca,Mg)Mn_3O_7\cdot H_2O$	MnO_2 50～79 MnO 3～13 BaO 0.2～3 CaO 3.0± MgO 1±	是现代海洋锰结核中的主要矿物；锰矿床氧化带中常见
	水钠锰矿 (Birnessite)	钠水锰矿	$Na_4Mn_{14}O_{27}\cdot 9H_2O$	MnO_2 66～79 Na_2O 0.16～12	现代海洋锰结核中的主要矿物，也见于锰矿床氧化带的下部
	水锰矿 (Manganite)		γ-MnO(OH)	Mn 55～62	原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一
	褐锰矿 (Braunite)		$3(Mn,Fe)_2O_3(Mn,Mg,Ca)SiO_3$	Mn 55～60 SiO_2 8.5～11	变质锰矿和原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一

表 B.3(续)

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn及特征元素含量(w_B)%	附注
氧化物、氢氧化物类	黑锰矿 (Hausmannite)		Mn_3O_4	Mn 45～65	原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一，变质或热液锰矿床中亦常见
	锰铁矿 (Jacobsite)	黑镁铁锰矿	$(Mn,Fe,Mg)\cdot(Fe,Mn)_2O_4$	Mn 24± Fe 42±	变质锰矿床或原生氧化锰矿石中常见矿物之一
	方铁锰矿 (Bixbyite)		$(Mn,Fe)_2O_3$	Mn 52～62	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	方锰矿 (Manganosite)		MnO	Mn 77.4	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	水锌锰矿 (Hydrohetaerolite)		$Zn_2Mn_1O_8\cdot H_2O$	Mn 38± ZnO 37±	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物
	黑锌锰矿 (Chalcophanite)		$(Zn,Fe^{2+},Mn^{2+})Mn_3^{4+}O_7\cdot 3H_2O$	MnO_2 60～64 MnO 0.8～6 ZnO 14～21	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物
碳酸盐类	菱锰矿 (Rhodochrosite)		$MnCO_3$	Mn 35～45	碳酸锰矿石中主要矿物
	钙菱锰矿 (Calciorhodochrosite)		$(Mn,Ca)CO_3$	Mn 25～35	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰方解石 (Manganocalcite)		$(Ca,Mn)CO_3$	Mn 15～27	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰白云石 (Kutnahorite)		$Ca(Mn,Mg)(CO_3)_2$	Mn 15～18	碳酸锰矿石中常见矿物
	铁菱锰矿 (ferrorhodochrosite)		$(Mn,Fe)CO_3$	Mn 32～38 Fe 5～15	铁锰碳酸盐矿石中常见矿物
硫化物类	硫锰矿 (Alabandite)		MnS	Mn 63.14 S 36.86	变质和内生锰矿床中可大量出现，沉积碳酸锰矿床中可少量出现
	褐硫锰矿 (Hauerite)		MnS_2	Mn 46.14 S 53.86	变质和内生锰矿床中出现
硼酸盐类	锰方硼石 (Chambersite)		$Mn_3B_7O_{13}Cl$	Mn 42.00 B_2O_3 49.29 Cl 6.60	罕见，在个别沉积矿床中可作为主要锰矿物

表 B.3(续)

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn及特征元素含量(w_B)%	附注
硅酸盐类	蔷薇辉石 (Rhodonite)		$(Mn,Ca)SiO_3$	MnO 47.05 CaO 6.97 SiO_2 45.98	变质及热液矿床中常见
	锰铝榴石 (Spessartite)		$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	MnO 21～38 Al_2O_3 18～20 SiO_2 35～38	变质及热液矿床中常见
	锰铁叶蛇纹石 (Manganoferroantigorite)		$(Mn,Fe,Mg)_4Si_3O_{10}\cdot 3H_2O$	MnO 31.74 FeO 14.41 MgO 6.31 SiO_2 45.98	变质及热液矿床中出现
	蜡硅锰矿 (Bementite)		$Mn_8Si_{16}O_{17}(OH)_{10}$	MnO 34～50	变质及热液矿床中出现

B.2.2 锰矿石自然类型

B.2.2.1 根据矿石中主要锰矿物划分:碳酸锰矿石;氧化锰矿石;硅酸锰矿石;硼酸锰矿石;铁锰多金属矿石;及由上述两种或两种以上类型的矿物构成的复合矿石。

B.2.2.2 根据矿石结构构造划分:块状矿石、条带状矿石、多孔状矿石、肾状矿石、豆状矿石、粉状矿石、钟乳状矿石等。

B.2.3 锰矿石工业类型

B.2.3.1 冶金用锰矿石:

a) 根据 $w(P)/w(Mn)$ 比值分为:
   1) 低磷矿石:比值≤0.003;
   2) 中磷矿石:比值为 0.003～0.006;
   3) 高磷矿石:比值>0.006;

b) 根据 $w(CaO+MgO)/w(SiO_2+Al_2O_3)$ 比值分为:
   1) 酸性矿石:比值<0.8;
   2) 自熔性矿石:比值为 0.8～1.2;
   3) 碱性矿石:比值>1.2;

c) 根据 $w(Mn)/w(Fe)$ 比值划分为:
   1) 铁锰矿石:比值<1;
   2) 高铁锰矿石:比值为 1～3;
   3) 中铁锰矿石:比值>3～6;
   4) 低铁锰矿石:比值>6。

B.2.3.2 电池用锰矿石可根据其中 MnO_2 内部晶形结构划分为 α、β、γ、δ、ρ 型等放电锰矿石。

B.2.3.3 化工用锰矿石按用途可分为电解金属锰用、电解二氧化锰用及制锰盐用矿石。

B.3 铬矿物及铬矿石类型

B.3.1 铬矿物

铬的工业矿物见表 B.4。

表 B.4 铬的工业矿物

矿物名称		化学分子式	$w(Cr_2O_3)$ %	附注
铬铁矿（亚铁铬铁矿）	镁铬铁矿 (Magnesiochromite)	$(Mg,Fe)Cr_2O_4$ Mg:1～0.75 Fe:0～0.25	50～60	少见
	铁镁铬铁矿 (Magnesioferrochromite)	$(Mg,Fe)Cr_2O_4$ Mg:0.5～0.75 Fe:0.25～0.5	50～60	常见
	镁铁铬铁矿 (Ferromagnesiochromite)	$(Fe,Mg)Cr_2O_4$ Mg:0.5～0.25 Fe:0.5～0.75	50～60	常见
	铁铬铁矿 (Ferrochromite)	$(Fe,Mg)Cr_2O_4$ Mg:0.25～0 Fe:0.75～1	50～60	少见
铝铬铁矿	铝-铁镁铬铁矿 (Alumo-Magnesioferrochromite)	$(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$	32～50	产于高铝超基性岩中
	铝-镁铁铬铁矿 (Alumo-Ferromagnesiochromite)	$(Fe,Mg)(Cr,Al)_2O_4$	32～50	产于高铝超基性岩中
高铁铬铁矿	高铁铬铁矿 (Ferri-chromite)	$(Mg,Fe)(Cr,Fe)_2O_4$	32～50	产于纯橄岩和斜辉辉橄岩中
	铝-高铁铬铁矿 (Alumo-Ferri-chromite)	$(Mg,Fe)(Cr,Fe,Al)_2O_4$	32～50	又称含铁富铁铝铬铁矿
	硬铬尖晶石 (Chrompicotite)	$(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$	32～38	

B.3.2 铬矿石自然类型

铬矿石的自然类型见表 B.5。

表 B.5 铬矿石自然类型

矿石类型		铬矿物密集程度	铬矿物质量分数 %	Cr_2O_3 估计质量分数 %
致密块状矿石		极密集	>80	>40
浸染状矿石	稠密浸染	较密集	50～80	25～40
	中等浸染	中等程度密集	30～50	15～25
	稀疏浸染	稀疏	10～30	5～15

B.3.3 铬矿石工业类型

按工业用途划分为：冶金用铬矿石、耐火材料用铬矿石、化工用铬矿石、铸石用铬矿石。

附 录 C
（资料性附录）
铁、锰、铬矿矿床主要类型

C.1 铁矿床主要类型

C.1.1 岩浆晚期铁矿床

C.1.1.1 岩浆晚期分异型铁矿床

产于辉长岩—橄辉岩等基性、超基性火成岩体中。单个含矿岩体断续延长数公里至数十公里，宽一至几公里。矿体呈较规整的多层似层状，产于岩体中下部、韵律层的底部。矿体(层)累积厚度数十至二三百米，延深数百至千米以上，多为大型矿床。成矿后断裂和岩脉发育，常破坏矿体在走向、倾向上的连续性。矿石具浸染状、条带状、块状构造，陨铁嵌晶结构、固溶体分解结构。金属矿物以钛磁铁矿为主，粒状钛铁矿为次，并含少量磁黄铁矿、黄铁矿及其他钴镍硫化物。脉石矿物有辉石、基性斜长石、橄榄石、磷灰石等。矿石一般 $w(TFe)$ 20%～45%，$w(TiO_2)$ 3%～16%，$w(V_2O_5)$ 0.15%～0.5%，$w(Cr_2O_3)$ 0.1%～0.38%，伴生有 Cu、Co、Ni、Ga、Mn、P、Se、Te、Sc 及铂族元素等。矿石均需选矿后才可冶炼。矿床实例：攀枝花铁矿。

C.1.1.2 岩浆晚期贯入式矿床

产于辉长岩和斜长岩岩体中。矿体沿岩体中一定裂隙分布，或产于辉长岩与斜长岩的接触带内。矿体形状不规则，一般呈扁豆状、似脉状成群出现，雁行排列并向深部侧伏。单个矿体长数米、数十至数百米不等，厚度数米至数十米，延深数十至数百米。矿床规模多为中小型。矿石呈致密块状、浸染状构造。矿石中有用矿物颗粒较粗大，常见金红石而未见钛铁晶石。矿石矿物成分和化学成分大体与岩浆晚期分异型铁矿床类似，但常含有多量的斜长石、辉石、纤闪石、阳起石、磷灰石，岩体中局部可形成单独的铁磷矿体。矿石易选。矿床实例：大庙铁矿。

C.1.2 接触交代-热液铁矿床

本类型矿床一般含铁较高，分布普遍。接触交代型矿床主要产于中-酸性侵入体与碳酸盐类岩石的接触带内。

矿床规模一般为中小型，少数为大型。矿体一般长数十至数百米，少数达数千米，延深几十至数百米以上，厚度几米至几十米。矿体的形态及分布受接触带控制，有似层状、扁豆状、巢状等，常有盲矿体存在。矿石以块状构造为主，浸染状为次，亦有角砾状构造，具有交代和粒状结构。矿石矿物以磁铁矿为主，假象赤铁矿为次，有的矿区出现较多菱铁矿。硫化物以黄铁矿为主，部分矿区有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿等。少数矿床中含有锡石和“胶态锡”。脉石矿物以透辉石、石榴子石为主，角闪石、碳酸盐矿物等次之。有的矿区脉石矿物蛇纹石较多。矿石全铁质量分数 30%～70%，硫质量分数一般在 4%以下，磷低，$w(SiO_2)$ 4%～15%，伴生有 Cu、Co、Ni、Pb、Zn、Au、Ag、W、Sn、Mo 等。矿石一般可选性良好，除某些含锡较高的矿床未利用外，均已被广泛开采利用。矿石中常含有能综合回收的伴生有用元素，如 Co、Ni、Cu、Au、Ag、S 等。矿床实例：大冶铁矿。

C.1.3 与火山-侵入活动有关的铁矿床

C.1.3.1 与陆相火山-侵入活动有关的铁矿床

矿床在火山机构中的产出位置可分为：①产于火山碎屑岩中的火山-沉积矿床；②产于玢岩体内部、顶部及其与周围火山岩接触带中的铁矿床；③产于玢岩体与周围沉积岩接触带中的铁矿床。其中以位于玢岩体顶部及其与周围火山岩接触带中的矿体规模最大，矿石较富。与陆相火山-侵入活动有关的矿床，矿体规模大小不等。大型矿体长千米以上，厚度几十至二三百米，宽数百至近千米。矿体呈似层状、饼状、透镜状、钟状、环状、囊状。产状多近水平，或以缓角度向四周倾伏。矿石矿物以磁铁矿、假象赤铁

矿、赤铁矿为主，并含有黄铁矿。脉石矿物有透辉石、阳起石、磷灰石、碱性长石及硬石膏等。围岩蚀变发育。矿体外有时形成单独的黄铁矿体及硬石膏矿体。矿石具块状、浸染状、浸染网脉状、角砾状、斑杂状、条纹条带状等构造。浸染状矿石一般 w(TFe)为 17%～30%，块状矿石一般 w(TFe)为 35%～57%，w(P)为 0.1%～1.34%，w(S)为 0.03%～8%或更高，w(V_2O_5)为 0.1%～0.3%。矿床实例：梅山铁矿。

C.1.3.2 与海相火山-侵入活动有关的铁矿床

矿床产于地槽褶皱带的海底火山喷发中心附近，矿体赋存于一套由火山碎屑岩-碳酸盐岩-熔岩(细碧岩与角斑岩)组成的建造中。矿体呈层状、似层状、透镜状，少数为脉状、囊状，常成群成带出现。单个矿体走向延长几十米至千米以上，厚几米至几十米，最厚达百米，延深百米或数百米，最大达千米。矿体一般产状平缓，中小矿体有时产状复杂。矿石构造与陆相火山-侵入活动有关的矿床相同，并具杏仁状构造、定向排列构造等。矿石中金属矿物以磁铁矿、赤铁矿为主，另有假象赤铁矿、菱铁矿和硫化物。脉石矿物有石英、钠长石、绢云母、铁绿泥石等。矿石含铁量与陆相火山-侵入活动有关的铁矿床相似，并多含 Cu、Co。多数铁矿床含铁品位一般较高，矿石易选，但有的矿区含有一定数量的菱铁矿、黄铁矿、硅酸铁矿物等，影响选矿效果。矿石中伴生的 S、P、V_2O_5、Cu、Co 等，可综合回收。矿床实例：大红山铁矿。

C.1.4 沉积铁矿床

C.1.4.1 浅海相沉积铁矿床

C.1.4.1.1 震旦纪沉积赤铁矿、菱铁矿矿床：产于震旦系中，矿层底板为细砂岩或砂质页岩，顶板为黑色页岩夹薄层砂岩，一般有三四层矿，单层厚 0.7 m～2 m。矿石类型以赤铁矿石为主，菱铁矿石次之。矿石以鲕状构造为主，一般 w(TFe)为 30%～50%，硫、磷含量较低。在局部地段，小断层较发育。矿床实例：庞家堡铁矿。

C.1.4.1.2 泥盆纪沉积赤铁矿、菱铁矿矿床：产于中上泥盆统中，含矿建造以砂、页岩为主，含矿一至四层，累积厚度不大，但较稳定。矿石类型以赤铁矿石、菱铁矿石为主，其次为鲕绿泥石矿石及混合型矿石。矿石以中等品位为主，w(TFe)为 25%～50%，一般含磷高含硫低。矿床实例：火烧坪铁矿。

C.1.4.2 海陆交替-湖相沉积铁矿床

铁矿层往往与煤系地层关系密切，有的矿层产于碳酸盐类岩石古侵蚀面上，与铝土矿、粘土矿共生。层位稳定，矿床规模多为中、小型。矿体有似层状、层状、透镜状，或由结核状和扁豆状矿石与粘土页岩或煤层组成不连续的菱铁矿、赤铁矿或褐铁矿含矿层。矿石以菱铁矿为主，或以赤铁矿为主，或两者兼有。脉石有绿泥石、石英、粘土矿物等。w(TFe)为 30%～55%，含磷高，含硫低，有的矿区含锰、铝、硫较高。本类型矿床矿石采、选、冶困难，鲕绿泥石型矿石目前在国内尚难利用。矿床实例：土台铁矿。

C.1.5 沉积变质铁矿床

C.1.5.1 变质铁硅建造铁矿

矿体一般大而贫，也有少量富矿。物质组分一般较简单。可分为三个亚类：①产于以角闪质岩石为主并夹有黑云变粒岩等岩石的岩层中的铁矿，有时夹有石英岩；②产于以绢云母质绿泥石质千枚岩和片岩为主的岩层中的铁矿；③产于夹有大理岩的片岩、片麻岩及变粒岩的岩层中的铁矿。

此类矿床的含矿带在区域构造上常呈复式褶皱，使矿体(层)重复出现；轴部矿体加厚；有的矿床受后期剥蚀或断层影响，在局部范围内呈单斜构造或向斜构造产出。

一个矿区内铁矿有的是多层，也有一至二层的。矿层厚者可达二三百米。矿体延长一般几百米至几千米，极少数可达十余公里，延深数百米至千米以上。矿体形态简单，多呈层状，似层状，产状与围岩基本一致。在贫矿层中的有利部位有时见富矿，个别富矿体沿走向仅百余米，延深却可达千余米。矿石矿物一般以磁铁矿为主，少数矿区赤铁矿、假象赤铁矿较多。矿石中普遍含少量碳酸铁、硅酸铁，个别矿区含量较高。脉石矿物有石英、绿泥石、镁铁闪石、铁铝榴石、黑云母、碳酸盐矿物等，一般含少量黄铁矿。矿石多具条纹条带状构造，花岗变晶、鳞片变晶结构。多数矿区的矿石 w(TFe)为 20%～40%，

$w(SiO_2)$为40%～50%，一般要做选矿处理；少数矿区产有富矿，$w(TFe)$达50%～60%，含硫、磷低，可供直接入炉冶炼用。矿床实例：鞍山铁矿。

C.1.5.2 变质碳酸盐型铁矿

铁矿产于千枚岩、大理岩、白云质大理岩、板岩等各类岩层之中或其接触面上，以矿体厚度变化大和富矿占比例大为特征。矿体呈层状、似层状、扁豆状或不规则状。矿石矿物有赤铁矿、菱铁矿、磁铁矿、褐铁矿。脉石矿物有石英、绢云母、绿泥石及碳酸盐类。矿石构造以块状为主，鲕状、条带状次之。矿床实例：大栗子铁矿。

C.1.6 风化淋滤型铁矿床

本类型矿床由各类原生铁矿、硫化物矿床以及其他含铁岩石经风化淋滤富集而成，也称风化壳矿床。

本类矿床以"铁帽"分布广泛为特征，矿体形态受地形及构造影响，呈不规则或扁豆状，规模一般小型，也有大、中型矿床。矿石以疏松多孔褐铁矿为主。脉石为石英、碳酸盐类、粘土矿物等。矿石具块状、蜂窝状、葡萄状或土状构造。矿石$w(TFe)$为35%～60%。多数矿床随原生矿(岩)石的不同成分，常含Pb、Zn、Cu、As、Co、Ni、S、Mn、W、Bi等杂质。矿石难选，工业利用上存在一定局限性，多作为配矿利用。矿床实例：大宝山铁矿。

C.1.7 其他类型铁矿床

指由多时期多因素形成，而主要成矿因素、成矿时期尚有不同认识的矿床，如海南石碌、内蒙古白云鄂博等铁矿床。

石碌铁矿的地层主要为一套浅海潟湖相沉积岩系，并经受了程度较浅的区域变质和接触变质作用。铁矿体主要赋存于白云岩、白云质结晶灰岩中的透辉石透闪石岩内，呈层状或似层状，产于复式向斜的两翼或一翼。矿区外围见中生代花岗岩。

主矿体长2 570 m，宽460 m，最大垂厚430 m。矿石矿物以赤铁矿和石英为主，并含少量磁铁矿及半假象赤铁矿、铁碧玉等。矿石平均$w(TFe)$为51%，$w(SiO_2)$为6%～33%，$w(S)$为0.22%～0.6%，$w(P)$为0.01%～0.04%。矿石中$w(Fe_2O_3+SiO_2)>90\%$。矿体底板以下有单独的铜钴矿体。该铁矿所产铁矿石为优质富铁矿石。

白云鄂博铁矿的地层为前寒武纪浅变质的石英岩、板岩、白云岩夹云母片岩，铁矿产于白云岩中或白云岩与硅质板岩接触处，呈似层状、透镜状顺层产出。含矿带东西长16 km，南北宽1 km～2 km，主矿体长1 250 m，水平厚度平均为245 m，真厚度99 m，最大延深970 m。铁矿石主要由磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿组成，在矿体和围岩中普遍含有多种稀有、稀土矿物。脉石矿物有萤石、钠辉石、钠闪石、云母、重晶石、白云石、石英等。近矿围岩中含稀有、稀土元素，有时可单独构成矿体。铁矿石$w(TFe)$为27%～55%，平均$w(TFe)$为31%～36%，$w(S)$为0.2%～2%，$w(P)$为0.3%～1%，$w(F)$为2%～10%，$w(TR_2O_3)$为2%～8%，$(Nb,Ta)_2O_5$在富集地段质量分数为0.05%～0.1%。由于矿石组分复杂，属难选矿石。

C.2 锰矿床主要类型

C.2.1 海相沉积锰矿床

是锰矿床中最重要的类型。产出层位有：中元古界长城系高于庄组和蓟县系铁岭组，新元古界震旦系下统南沱组(大塘坡组、湘锰组)、上统陡山沱组，奥陶系中统磨刀溪组、上统五峰组，泥盆系上统榴江组、五指山组，石炭系下统大塘阶阿克沙克组、中统黄龙群，二叠系下统孤峰组、上统龙潭组，三叠系下统菠茨沟组和北泗组、中统大茅组及上统松桂组等。按含矿岩系和锰矿层特征，分为五个亚类。

a) 产于硅质岩、泥质灰岩、硅质灰岩中的碳酸锰矿床：分布于台盆或台槽区，含矿岩系以富含硅质、泥质，以及出现硅质岩段或夹层的不纯的碳酸盐岩为特征；锰矿层主要产出于含矿岩系的泥质、硅质灰岩段内，呈层状、似层状、透镜状；长数百米至数千米，厚一至数米；矿石具泥晶结

构，结核状、豆状、微层状构造；矿石类型有菱锰矿型、钙菱锰矿-锰方解石型、锰方解石型；有的矿床局部出现锰的硅酸盐-菱锰矿型；脉石矿物主要为石英、玉髓、方解石；大多数属酸性矿石；矿层浅部发育次生氧化带；矿床规模多属中、大型。矿床实例：下雷锰矿、龙头锰矿、大通锰矿。

b) 产于黑色岩系中的碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿岩段为黑色含炭页岩、粘土岩，具水平层理或线理；矿体呈层状、似层状、透镜状，长数百至数千米，厚一至数米；矿石具泥晶结构、球粒结构及少量鲕状结构，块状、条带状构造；矿石类型最普遍的是菱锰矿型，次有钙菱锰矿-锰方解石型、锰方解石型；脉石矿物主要为石英、方解石及粘土矿物，常见伴有星散状的黄铁矿；以酸性矿石为主；近地表部分不同程度地发育次生氧化带；矿床规模以大中型居多。典型矿床有湘潭锰矿、民乐锰矿、松桃锰矿、铜锣井锰矿和高燕锰矿。

c) 产于细碎屑岩中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系为杂色粉砂质页岩、粉砂岩，常夹有泥质灰岩、灰岩；矿体常呈透镜状，可有数层矿；矿石具细粒集合体及鲕状、球粒状结构，条带状、块状构造；原生矿石有氧化锰类型和碳酸锰类型，氧化锰类型主要为水锰矿型，碳酸锰类型有菱锰矿型、钙菱锰矿-锰方解石型；脉石矿物以石英、玉髓或方解石为主；矿石有的属酸性矿石，也有属自熔性或碱性；近地表有发育程度不等的氧化矿石；矿床规模一般较大。矿床实例：瓦房子锰矿、斗南锰矿。

d) 产于白云岩、白云质灰岩中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿段为白云岩、粉砂质白云岩、白云质灰岩；矿体呈层状、似层状、透镜状；矿石有菱锰矿型、锰方解石-菱锰矿型，呈晶粒或隐晶结构，鲕状、豆状、块状、条带状构造；脉石矿物有石英、白云石、方解石，属酸性矿石；次生氧化带以软锰矿和水羟锰矿型矿石为主；矿床规模大、中、小型都有。矿床实例：白显锰矿。

e) 产于火山-沉积岩系中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系属火山喷发期后或火山喷发间歇期的正常海相沉积碎屑岩与碳酸盐岩；矿层产在碎屑岩中或碎屑岩向碳酸盐岩过渡处；矿体呈层状、似层状，厚数米，长可达数千米，矿床规模中型；矿石呈晶粒状、球粒状结构，块状、条带状、网脉状构造；主要为菱锰矿型矿石，含褐锰矿和锰的硅酸盐，并有微弱的方铅矿、闪锌矿化；脉石矿物多为硅质矿物；属酸性矿石。矿床实例：莫托沙拉锰矿。

C.2.2 沉积变质锰矿床

C.2.2.1 产于热变质或区域变质岩系中的氧化锰矿床：为海相沉积矿床经受变质作用而成；矿石具变晶或变鲕结构，条带状构造，主要为菱锰矿-褐锰矿型、褐锰矿-黑锰矿型，一般有锰的硅酸盐出现；脉石矿物除石英、方解石外，出现少量钠-奥长石、闪石、辉石、石榴子石、云母等；围岩多属千枚岩、绿片岩类；矿床规模属中小型。矿床实例：黎家营锰矿、龙山沟锰矿。

C.2.2.2 产于热变质或区域变质岩系中的硫锰矿、碳酸锰矿床：为海相沉积矿床受接触变质或其他变质作用而成；矿石变成硫锰矿-菱锰矿型或硫锰矿-锰白云石型矿石，具变晶及球粒状结构，条带状构造，也出现少量的锰的硅酸盐；脉石矿物除石英、方解石、白云石外，出现少量变质硅酸盐矿物；围岩属板岩或绿片岩类；矿床规模属中型。矿床实例：棠甘山锰矿、天台山锰矿。

C.2.3 层控铅锌铁锰矿床

矿床常产于某些比较固定的层位内，明显受到后期改造作用。矿石组分复杂含铁铅锌等多种元素。矿体大多呈透镜状产出，产状与围岩近似，但不完全整合。围岩蚀变有白云石化、铁锰碳酸盐化。原生矿石有方铅矿-菱锰矿型、硫锰矿-磁铁矿型和闪锌矿-锰菱铁矿型，呈粒状、球粒状结构，块状、浸染状、细脉状构造。次生氧化后锰显著富集，有软锰矿-硬锰矿型的锰矿石和软锰矿、硬锰矿-褐铁矿型的铁锰矿石。铅锌矿物在半氧化带有白铅矿、铅矾等，在氧化带有铅硬锰矿、黑锌锰矿等一类矿物。矿床规模大中小型都有，矿床实例：后江桥锰矿、玛瑙山锰矿。

C.2.4 风化锰矿床

C.2.4.1 沉积含锰岩层的锰帽矿床：为原生沉积含锰岩层，经次生富集而形成有工业价值的矿床；矿体保持原来含锰岩层的产状，沿走向延续较长，沿倾向延续深浅受氧化带发育深度控制，可由数米至数

十米，个别上百米；当含锰岩层产状平缓且大面积赋存在氧化带内时，矿体才有很大的延伸；矿石主要由各种次生锰的氧化物、氢氧化物组成，具次生结构和构造；矿床规模多属中小型。矿床实例：河间锰矿、东平锰矿、芦寨锰矿。

C.2.4.2 热液或层控锰矿形成的锰帽矿床：常产于层控矿床产出的地层的风化带内，矿体呈透镜状、脉状、囊状；矿石由各种次生的锰的氧化物、氢氧化物组成，常见铅硬锰矿、黑锌锰矿、水锌锰矿、黑银锰矿，含铅锌常较高，具次生结构、构造；矿床规模多属中、小型。矿床实例：高鹤锰矿、塔山锰矿。

C.2.4.3 与热液贵金属、多金属矿床有关的铁锰帽矿床：矿石呈土状、角砾状，含大量粘土或岩屑，其铁、锰含量只达一般指标的边界品位，但尚含金、银、铅、锌、铜等多种有用金属，具一定规模，可具有工业利用价值。矿床实例：七宝山铁锰矿、连州铁锰矿。

C.2.4.4 淋滤锰矿床：锰矿常产于含锰沉积岩层的构造破碎带、层间剥离带、裂隙、溶洞中，是锰质在地下水运动中被溶解、携带至适合部位积聚而生成的；矿体呈脉状、透镜状、囊状；矿石主要由次生氧化锰、氢氧化锰矿物组成，具胶状、网脉状、空洞状、土状构造；矿床规模多属中、小型。矿床实例：兰桥锰矿、汾水锰矿。

C.2.4.5 第四系中的堆积锰矿：由含锰岩层或锰矿层经次生氧化富集、破碎、短距离搬运、堆积而成；矿石由各种锰的次生氧化物、氢氧化物组成，呈角砾状、次角砾状、豆粒状，积聚于松散的砂质土壤之中；矿体呈层状、似层状，产状与地面坡度基本一致，受含锰层的出露和地貌形态的控制；矿床规模多属中、小型。矿床实例：思荣锰矿、凤凰锰矿、木圭锰矿、平乐锰矿、东湘桥锰矿。

C.3 铬矿床主要类型

C.3.1 层状铬矿床

矿床产于具有层状特征、韵律构造的基性—超基性杂岩体中，于岩浆早期阶段由分凝作用形成。矿体多赋存在斜方辉石岩、斜辉辉橄岩、纯橄岩等超基性岩相中。矿体呈层状，平行多层产出，单层厚度数十厘米至数米，走向延长和横向延伸非常稳定，矿床规模巨大，是世界上最主要的铬矿资源。矿石多为细粒致密—稠密浸染状，品位中等，$w(Cr_2O_3)/w(FeO)$值一般小于2。属于该类矿床的有南非的布什维尔德、津巴布韦的大岩墙、美国的斯提尔沃特、芬兰的克米等矿床。我国目前尚无该类型工业矿床实例。

C.3.2 岩浆晚期铬矿床

C.3.2.1 产于以纯橄岩为主的纯橄岩-单辉辉石岩型岩体中的铬矿床。矿体多赋存在纯橄岩岩相内的粗粒—伟晶纯橄岩中，与围岩呈渐变过渡关系，其边界需用化学方法圈定。矿体规模一般较小，常由矿毛、矿条、矿巢组成矿体(带)。矿石多呈细粒稀疏—中等浸染状，以网环状、条带状、斑杂状、角砾状构造为主。局部见有瘤状、豆状、压滤条带状构造。矿石矿物成分除铬尖晶石含量较高外，其他均与围岩一致。矿石$w(Cr_2O_3)$一般为5%～20%，$w(Cr_2O_3)/w(FeO)$值小于2。造矿铬尖晶石与附生铬尖晶石类型一致，多为高铁铬铁矿和铝-高铁铬铁矿。该类矿床的资源/储量在我国铬矿资源/储量中占一定比例，但多为贫矿，需经选矿方能提供工业利用。矿床实例：高寺台铬矿、平顶山铬矿、放马峪铬矿、毛家厂铬矿、松树沟铬矿。

C.3.2.2 产于以斜辉辉橄岩为主的纯橄岩-斜辉辉橄岩型镁质岩体中的铬矿床。矿体多赋存在斜辉辉橄岩相或该岩相与纯橄岩相接触带附近的纯橄岩异离体中，常成带、成群分段集中分布。矿体直接围岩多为纯橄岩，部分为斜辉辉橄岩，少数为斜辉橄榄岩，个别矿体贯入到岩体围岩中。矿体与围岩界线清楚，接触线多呈直线和折线。矿体产状多变，形态复杂，多呈不规则的扁豆状、似脉状、透镜状、囊状、柱状等。矿体外缘常有数厘米至数十厘米宽的蚀变退色带或绿泥石壳。矿石以中粗粒伟晶他形致密块状为主，矿体边部见有中细粒浸染状及豆状、瘤状构造的矿石。矿石矿物成分中除铬尖晶石和蛇纹石、绿泥石外，尚见橄榄石、斜方辉石、铬绿泥石、钙铬榴石、铬云母、单斜辉石、针镍矿、镍黄铁矿、硫砷钴矿及铂族矿物等。该类的一部分矿床矿石中$w(Cr_2O_3)$在45%以上，$w(Cr_2O_3)/w(FeO)$大于3.5；另一部

分矿床矿石中 $w(Cr_2O_3)$ 为 20%～35%，$w(Cr_2O_3)/w(FeO)$ 比值为 2～2.7。造矿铬尖晶石类型主要为铬铁矿和铝铬铁矿型，大多数与附生铬尖晶石类型一致，个别显示有较大的差别。单个矿体规模较大，长数十米至千余米，厚数米至百余米，这类矿床是我国铬铁矿床的主要类型。矿床实例：罗布莎铬矿、东巧铬矿、萨尔托海铬矿、鲸鱼铬矿、赫根山铬矿。

C.3.3 外生铬矿床（残坡积矿床、滨海砂矿、河床砂矿等）

该类矿床是由内生铬矿床或基性—超基性岩受表生改造作用而形成的，工业意义有限。矿床实例：哈萨克斯坦肯皮尔赛矿床风化壳的残积砂矿和津巴布韦大岩墙的坡积砂矿，日本和美国的滨海砂矿及越南的河床砂矿等。我国目前尚未发现该类型工业矿床。

C.4 铁、锰、铬矿矿床规模划分

铁、锰、铬矿矿床规模划分见表 C.1。

表 C.1 铁、锰、铬矿矿床规模划分表

矿种		资源/储量 亿吨	矿床规模		
			大型	中型	小型
铁矿	贫矿	矿石	>1	0.1～1	<0.1
	富矿	矿石	>0.5	0.05～0.5	<0.05
锰矿		矿石	>2 000	200～2 000	<200
铬矿		矿石	>500	100～500	<100

附 录 D
（资料性附录）
勘查控制程度要求

D.1 勘查类型

D.1.1 确定勘查类型的主要地质依据

D.1.1.1 矿体规模

D.1.1.1.1 大型：铁矿、锰矿矿体沿走向长度大于1 000 m，沿倾向延深大于500 m；表生风化型铁、锰矿体，连续展布面积大于1.0 km^2。铬矿矿体沿走向长度大于500 m，沿倾向延深大于200 m。

D.1.1.1.2 中型：铁矿、锰矿矿体沿走向长度500 m～1 000 m，沿倾向延深200 m～500 m；表生风化型铁、锰矿体，连续展布面积0.1 km^2～1.0 km^2。铬矿矿体沿走向长度200 m～500 m，沿倾向延深100 m～200 m。

D.1.1.1.3 小型：铁矿、锰矿矿体沿走向长度小于500 m，沿倾向延深小于200 m；表生风化型铁、锰矿体，连续展布面积小于0.1 km^2。铬矿矿体沿走向长度小于200 m，沿倾向延深小于100 m。

D.1.1.2 矿体形态复杂程度

D.1.1.2.1 简单：矿体以层状或似层状产出；分枝复合少，夹石很少见，厚度变化小（厚度变化系数V_m<50%）。

D.1.1.2.2 中等：矿体多以似层状、脉状或大型透镜状产出，间有夹石；膨胀收缩和分枝复合常见，厚度变化中等（厚度变化系数V_m=50%～100%）。

D.1.1.2.3 复杂：矿体以透镜状、扁豆状、脉状、囊状、筒柱状或羽毛状以及其他不规则形状断续产出；膨胀收缩和分枝复合多且复杂，厚度变化大（厚度变化系数V_m>100%）。

D.1.1.3 构造复杂程度

D.1.1.3.1 简单：产状稳定，呈单斜或宽缓褶皱产出；一般没有较大断层或岩脉切割穿插，局部可能有小断层或小型岩脉，但对矿体的稳定程度无明显影响。

D.1.1.3.2 中等：产状较稳定，常呈波状褶皱产出；有为数不多，但具一定规模的断层或岩脉切割穿插，对矿体的稳定程度有一定影响。

D.1.1.3.3 复杂：产状不稳定，褶皱发育，断层多且断距大，或岩脉切割穿插严重，矿体遭受到严重破坏，常以断块状产出。

D.1.1.4 矿床有用组分分布均匀程度

D.1.1.4.1 均匀：矿化连续，品位分布均匀（品位变化系数V_c<50%），品位变化曲线为平滑型（相邻品位绝对差值<5%）。

D.1.1.4.2 较均匀：矿化基本连续，品位分布较均匀（品位变化系数V_c=50%～100%），品位变化曲线以波型（相邻品位绝对差值5%～7%）为主，兼有尖峰型（相邻品位绝对差值7%～11%）。

D.1.1.4.3 不均匀：矿化不连续或很不连续，品位分布不均匀或很不均匀（品位变化系数V_c>100%），品位变化曲线为尖峰型或多峰型（相邻品位绝对差值>11%）。

D.1.2 勘查类型的划分与确定

D.1.2.1 勘查类型的划分

依据矿体规模、矿体形态复杂程度、构造复杂程度和矿石有用组分分布均匀程度，将勘查类型划分为三个类型。其中第Ⅰ勘查类型为简单型，矿体规模为大型，矿体形态和构造变化均简单，矿石有用组分分布均匀。矿床实例：南分铁矿（铁山、黄柏峪矿段）、庞家堡铁矿（10-36线区段）和遵义锰矿（南翼矿体）等；第Ⅱ勘查类型为中等型，矿体规模中等，矿体形态和构造变化中等，矿石有用组分分布较均匀。

矿床实例：梅山铁矿、石碌铁矿、白云鄂博铁矿（主矿体、东矿体）和龙头锰矿、斗南锰矿以及罗布莎铬矿（31号主矿体）等；第Ⅲ类勘查类型为复杂型，矿体规模小型，矿体形态和构造变化复杂，矿石有用组分分布不均匀。矿床实例：大冶铁矿、凤凰山铁矿、大庙铁矿、大栗子铁矿和八一锰矿、湘潭锰矿、瓦房子锰矿以及赫根山铬矿、东巧铬矿、鲸鱼铬矿等。

D.1.2.2 勘查类型的确定

勘查类型的确定应遵循追求最佳效益的原则、从实际出发的原则、以主矿体为主的原则、类型三分允许过渡的原则和在实践中验证并及时修正的原则。其中从实际出发的原则在勘查类型的确定中是至关重要的。由于每个矿床的地质变化特征往往不尽相同，甚至同一矿床的不同矿体或区段，其变化程度亦各有区别。大多数情况下，影响勘查类型确定的多种地质变量因素的变化并不一定向着同一方向发展，以致其间出现多种型式组合，因此勘查类型的确定一定要从实际出发，要以引起增大勘查难度最大的变量作为确定的主要依据。本附录中表D.1和表D.2攀枝花铁矿和湘潭锰矿勘查实例，尽管其矿体规模都达到大型，但是两矿的探-采对比资料表明，由于成矿后构造的破坏引起勘查难度增大，均不能定为第Ⅰ勘查类型，分别确定为第Ⅱ勘查类型（攀枝花铁矿）和第Ⅲ勘查类型（湘潭锰矿）。又如下雷锰矿，各区段矿体变化特征和复杂程度不尽相同，其中0～35a勘探线范围内矿体产出比较规整，确定为第Ⅰ勘查类型；3a～34a勘探线范围内矿体变化程度中等，确定为第Ⅱ勘查类型；Ⅰ～Ⅱ勘查类型之间区段（主要是15～35a线间）矿体变化复杂，特别是断层多，矿体被严重分割，属构造复杂型，确定为第Ⅲ勘查类型。由此可见，对于勘查类型的确定，一定要从实际出发灵活运用确定原则。

D.1.3 铁、锰、铬矿勘查类型实例

见表D.1、表D.2、表D.3。

D.2 勘查工程间距

D.2.1 确定工程间距的基本原则

D.2.1.1 以勘查类型为基础，类型简单工程间距相对稀疏，类型复杂则工程间距相对密集。

D.2.1.2 相邻勘查类型和控制程度之间的勘查工程间距原则上为整数级差关系。

D.2.1.3 勘查工程间距可有一定变化范围，以适应同一勘查类型不同矿床或同一矿床不同矿体（或矿段）的实际变化差异。

D.2.2 确定间距的方法

通常采用类比法，以相同类型矿床的勘查工程间距稀密验证和已有的探采验证资料类比等办法确定；也可以根据已有的勘查成果，运用地质统计学方法或动态分维几何学方法（SD）法）确定。

D.2.3 推荐的工程间距

D.2.3.1 铁矿勘查工程间距见表D.4。

表D.4 铁矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 m	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	400	200～400
Ⅱ	200	100～200
Ⅲ	100	50～100

D.2.3.2 锰矿勘查工程间距见表D.5。

表 D.1 铁矿勘查类型实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
1. 南芬铁矿 沉积变质型 12.8 亿吨 w(TFe): 31.82%	主矿层(第三层矿): 长度 2 900 m 厚度 6 m～157 m,(平均 87.8 m) 垂深>1 145 m	厚大、稳定、规则的层状矿体(由地表至－200 m,高差大于 500 m,厚度变化为:92 m～88 m～91 m 间)	呈单斜构造,沿走向、倾向均呈舒缓波状起伏。矿体西北段顶部被断层 F_1 切割,在详勘地段矿体中断层少	矿石以磁铁石英岩为主,呈条带状构造,矿化连续,品位分布均匀	1953～1976 年勘探 第Ⅰ勘探类型 A_2 200 m×200 m B(200 m～230 m)×(200 m～260 m) C_1(200 m～350 m)×(200 m～400 m)	1976 年已采 12 个露采平台,资料对比; 面积重合率 89% 平均品位绝对误差[w(TFe)]为－1.43% 储量平均相对误差－3.16%	矿体规模超大型、矿体形态和构造均简单、矿石有用组分分布均匀,按本标准 5.1 条定为: 第Ⅰ勘查类型	Ⅰ	探明: 200 m×200 m 控制: 400 m×(200 m～400 m)
	大型	简单	简单	均匀					
2. 攀枝花铁矿 岩浆晚期分异型 10.8 亿吨 w(TFe): 33.23%	露头长 15 km,累计厚 130 m,以主矿体计: 长 1 000 m～2 000 m, 厚>15 m, 有两个矿区矿体平均厚 137 m～164 m,垂深已控制 300 m～650 m	似层状	断层发育,主要有 NE 向逆断层、SN 向和 NW 向横断层三组;均对矿体有一定程度的破坏	主矿种元素(Fe)分布较均匀,但共伴生元素多而复杂(计 12 种可综合利用元素)	1955～1958 年勘探 第Ⅰ—Ⅱ勘探类型 A_2 100 m×(50 m～60 m) B 100 m×(100 m～120 m) C_1 200 m×(100 m～120 m)	1. 稀空 200 m×100 m 与 A_2 对比: 品位差 0.35% 储量差 4.85% 已采地段与 A_2 对比(段高 15 m),5 个台阶储量相对误差为 1.07%、1.92%、3.31%、3.75%、13.08%	矿体规模、形态和主元素特征,可归入第Ⅰ勘探类型;但共生组分和构造均为中等复杂程度,后期断层影响了矿体的实际规模,是勘查工作增加难度的主要原因,按本标准 5.1.2 条,定为: 第Ⅱ勘查类型	Ⅱ	探明: 100 m×(50 m～100 m) 控制: 200 m×(100 m～200 m)
	大型	简单	中等	较均匀					

表 D.1(续)

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
3. 大庙铁矿 岩浆分凝-贯入型 4 657 万吨 w(TFe): 25.69%	由 52 个矿体组成，多数长度<1 000 m 主矿体 8 个： 长 100 m～300 m， 厚 12 m～100 m， 斜深 200 m～300 m	透镜状、扁豆状、囊状、似脉状，分枝复合膨缩尖灭。矿体大小悬殊，厚度变化大，地表几个矿体向深部可变成一个矿体	常见后期岩脉(粗面岩和玢岩岩脉)切穿矿体，破坏了矿体的完整性	矿化连续，品位分布均匀 全铁品位变化系数为 20%～50%	1954～1956 年勘探 第Ⅲ、Ⅳ勘探类型 B (15 m～50 m)×(30 m～60 m) 坑探(坑道间距) C_1 50×50(钻探)	以 24 号矿体开采资料与勘探对比 1. 面积重合率 882 m 以上：84% 872 m～800 m：53%～74% 800 m 以下：46% 2. 储量相对误差 77%～－26% 平均 16.8%	800 m 标高以上：规模小，形态杂，岩脉破坏按本标准第 5.1.2 和 5.1.4 条定为： 第Ⅲ勘查类型	800 m 标高以上： Ⅲ	探明： 50 m×50 m 控制： 100 m×50 m
	小型	复杂	中等	均匀			800 m 标高以下：坑探加密其重合仍低，比第Ⅲ勘查类型更复杂	800 m 标高以下：稀疏工程控制边采边探	

表 D.2 锰矿勘查类型确定实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
1. 遵义锰矿 海相沉积型 3 635 万吨 Mn： 氧化锰质量分数为 28% 碳酸锰质量分数为 20.29%	长 1 600 m～4 000 m(整个矿层控制长度为16 500 m)，宽 320 m～800 m，(最宽处 1 100 m)，厚 1.79 m～2.0 m(最厚6.69 m)	似层状 主矿体厚度变化系数(V_m)为 31%～54.81%	呈单斜层状产出，沿走向略有平缓起伏，4 000 m 长的矿层沿倾斜控制 1 100 m 未明显变贫；V_c 为 13.9%～19.2%	矿化连续，品位均匀稳定，4 000 m 长矿层沿倾斜控制 1 100 m 未明显变薄	1954～1958 年勘探第Ⅰ勘探类型 A_2 100 m×50 m B 200 m×100 m C_1 400 m×200 m	(1) 探采对比 厚度差－0.49% 品位差 2.12% 储量差 4.51% (2) 稀空(200 m×100 m) 厚度差－0.48% 品位差 3.32% 储量差 6.22%	规模超大型，形态稳定、成矿期后构造不发育、锰矿组分分布均匀，按本标准 5.1 条原则定为： 第Ⅰ勘查类型	Ⅰ	探明： 200 m×100 m 控制： 400 m×200 m
	大型	简单	简单	均匀					

表 D.2(续)

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
2. 斗南锰矿 海相沉积型 1 569 万吨 Mn: 氧化锰质量分数: 原生 20%～25% 次生 37.17% 碳酸锰质量分数<20%	Ⅰ矿段(V_1): 长 2 151 m, 宽 650 m, 厚 1.41 m; Ⅱ矿段(V_8): 长 2 320 m, 宽 541 m, 厚 1.41 m; 次要矿体: 长 100 m～480 m, 宽 100 m～340 m	薄层状、透镜状、似层状, 主矿层: V_m 19%～46% 次矿层: V_m 25%～64%	断层发育: Ⅰ矿段,断距>25 m 者三条;10 m～25 m 者 9 条(平均 11 条/100 m);断距<3 m 者占 84% Ⅱ矿段,F3 延长 1 800 m,一般断距 42 m(最大 65 m)	锰矿组分分布均匀,锰的品位变化系数 V_c 为 25%～35%	1965～1970 年勘探Ⅰ矿段(V_1): 第Ⅱ勘探类型 偏复杂型 B 100 m×(50 m～100 m) C 200 m×(100 m～200 m) Ⅱ矿段(V_8) 第Ⅱ勘探类型偏简单型 B 150 m×(100 m～150 m) C 300 m×(200 m～300 m)	目前尚未收集到探采对比资料	主矿体: 按本标准 5.1.2 条,增大勘查难度最大的是断层对矿体的破坏,定为: 第Ⅱ勘查类型 因Ⅰ、Ⅱ矿段受破坏程度不等,又有简单与复杂之分	主矿体 Ⅱ	偏简单型 Ⅱ矿段 探明: 150 m×100 m 控制: 300 m×200 m
									偏复杂型 Ⅰ矿段 探明: 100 m×50 m 控制: 200 m×100 m
	主矿层:大型 次矿层:小型	简单	复杂 (Ⅰ矿段更复杂)	均匀			次要矿体: 规模小、断层破坏大,比第Ⅲ类型更复杂	稀疏工程控制 边采边探	
3. 湘潭锰矿 海相沉积型 1 472 万吨 w(Mn): 22.99%	全长 8 800 m(各段长 1 900 m～2 700 m) 宽 105 m～580 m (最宽 2 000 m) 厚 0.3 m～5.33 m (平均 1.85 m)	层状、似层状,厚度变化大,褶皱轴部加厚,翼部变薄,V_m:42.70%～71.62%	有三组断层发育,断层长度一般大于 200 m,垂直断距 10 m～30 m,常使矿层出现 20%～29%的(断层)无矿带	Mn 品位变化系数 V_c 12.73%～27.73%	1954～1958 年勘探,1960～1965 年补勘 第Ⅱ勘探类型 A_2 75 m×75 m B 稳定区 150 m×75 m,不稳定区及圈定边界 75 m×75 m C_1 150 m×75 m	用 4 个采井(3 个已闭坑)资料与勘探资料对比: 面积差 −33.59% 储量差 −33.23% (出现较大误差原因是将约 30%的断层无矿带圈入矿体内)	1 个地质变量因素之间稳定等级差异大,按本标准 5.1.2 条,造成勘查难度增大的主要地质因素是断层,致使产出特征复杂化,定为: 第Ⅲ勘查类型	Ⅲ	探明: 75 m×50 m 控制: 150 m×(50 m～100 m)

表 D.3 铬矿勘查类型确定实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
1. 罗布莎铬矿 晚期岩浆型 396 万吨 $w(Cr_2O_3)$： 52.63%	123 个矿体： 长＞100 m 的 32 个，＜50 m 的 137 个（最长 390 m，最小＜10 m）； 厚 1 m～3 m（最厚 46 m）； 斜深 10 m～50 m（最深 300 m）	＞100 m 矿体为豆荚状、脉状、似层状和透镜状 V_m 为 92% ＜100 m 矿体为不规则透镜状、囊状、饼状、锅底状、眼球状和漏斗状等	123 个矿体中有 23 个盲矿体，矿体有侧伏（SE25°），总体向南倾，产状稳定	V_c 为 11.68%	1966～1981 年勘探 1984～1985 年补勘 第Ⅱ勘探类型 （31 号主矿体） B 40 m×40 m C 80 m×40 m	1984～1985 年补勘时对原 C 级矿段加密为 40 m×40 m 网度，两矿段对比储量差分别为 0.84% 和 −12.41%，说明用 80 m×40 m 网度求 C 级储量是恰当的	主矿体为中型，产状和形态均较稳定，组分均匀，构造对矿体破坏不明显，按本标准 5.1 条定为： 第Ⅱ勘查类型 ＞100 m 小矿体为： 第Ⅲ勘查类型	Ⅱ	探明： 50 m×50 m 控制： 100 m×50 m
								Ⅲ	探明： 25 m×25 m 控制： 50 m×25 m
	主矿体 中型 小矿体 小型	主矿体 中等 小矿体 复杂	简单	均匀			＜100 m 矿体比Ⅲ类型更复杂	稀疏工程控制 边采边探	
2. 赫根山铬矿 岩浆分异型 129.9 万吨 $w(Cr_2O_3)$： 23.6%～ 27.8%	主矿体 6 个（占储量 90%）： 长 60 m～720 m 斜深 40 m～280 m 厚 2.8 m～3.5 m 其他小矿体： 长 10 m～40 m 厚 0.01 m～1 m	豆荚状、透镜状、似脉状，厚度胀缩明显，厚度变化系数（V_m）： 63.6%～150.7%	构造破坏不明显，但矿体倾角变化大，侧伏（20°～30°）明显	品位分布均匀，Cr_2O_3 的品位变化系数（V_c）为 14.2%～25.2%	1957～1961 年勘探 北部（65，73 号矿体）： 第Ⅲ勘探类型 C 60 m×40 m 南部（4，10 号矿体）： 第Ⅳ勘探类型 C 20 m×（20 m～30 m）	10 号矿体 C 级储量与下列稀空网度比较储量差： (1) 40 m×（20 m～30 m） 差 −2.67% (2) 60 m×（20 m～30 m） 差 4.80% (3) 80 m×（20 m～30 m） 差 4.30%	矿体形态较规则，组分分布均匀，构造破坏不明显但矿体倾角变化大，厚度不稳定，按本标准 5.1.2 条及与较复杂的 10 号矿体稀空网度比较，定为： 第Ⅲ勘查类型	Ⅲ	北部（较简单型） 探明： 50 m×25 m 控制： 100 m×50 m
									南部（较复杂型） 探明： 25 m×25 m 控制： 50 m×50 m
	中 小型	中等—复杂	中等	均匀					

表 D.3(续)

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
3. 鲸鱼铬矿 岩浆熔离型 27.8 万吨 $w(Cr_2O_3)$： 34.6%	主矿体 3 个： 长 41.2 m～85.6 m 宽 20.0 m～48.0 m 厚 20.3 m～31.5 m 一般矿体： 长 10 m～20 m 厚 0.5 m～3 m	主矿体：透镜状 V_m19.7%～29.7%。一般矿体多产于主矿体四周，呈不规则柱状或囊状	产状多变，侧伏普遍且变化大(侧伏角 20°～65°) 开采资料表明：矿体赋存状态几乎无规律可寻	组分分布均匀，V_c 2.8%～5.6%	1965～1966 年勘探 第Ⅳ勘探类型 C 20 m×20 m	Ⅰ和Ⅰ$_1$两矿体(占地勘储量的 74.5%)的探采对比资料： Ⅰ$_1$号矿体： 面积重合率 70.94% 储量差 −25.8% Ⅰ号矿体： 面积重合率 50.2% 储量差 26.1%	四个地质变量因素中惟组分分布均匀，影响勘查难度的是矿体规模、形态和构造变化复杂，按本标准 5.1.2 和 5.1.4 两条，该矿床实际勘查类型比第Ⅲ勘查类型更复杂	勘查期间只作稀疏工程控制，主要工作应转为边采边探方式进行	
	小型	主矿体 中等 小矿体 复杂	复杂	均匀					

表 D.5 锰矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 m	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	400～600	200～400
Ⅱ	200～300	100～200
Ⅲ	100～150	50～100

D.2.3.3 铬矿勘查工程间距见表 D.6。

表 D.6 铬矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 m	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	200～400	100～200
Ⅱ	100～200	50～100
Ⅲ	50～100	50

D.3 勘查控制程度

D.3.1 预查阶段

在区域地质研究的基础上，进行区域性地质、物探、化探路线踏勘；在矿化露头或物、化探异常较集中地段，布置极少量的取样工程，初步圈定矿化地段；估算预测的矿产资源量(344)?，作为区域远景规划的宏观决策依据。

D.3.2 普查阶段

根据矿化区范围的大小，对已发现的矿化地段要有一至三条主干地质、物探、化探剖面控制；主干剖面上应布置数量有限的取样工程，结合已掌握的成矿规律，大致圈定矿体的展布空间；估算推断的矿产资源量(333)，作为矿山远景规划的依据。

D.3.3 详查阶段

根据系统取样工程获得的资料，基本查明矿区(床)、矿体的地质特征，矿石质量和加工技术性能，以及主要开采技术条件。在此基础上圈定矿体，估算控制的矿产资源/储量，作为矿山总体规划和矿山项目建议书使用。

D.3.4 勘探阶段

通过在系统取样工程基础上加密取样工程，详细查明矿区(床)矿体地质特征、矿石质量和加工技术性能，以及开采技术条件。在此基础上进一步圈定矿体，估算探明的矿产资源/储量，其中可采储量部分应满足矿山首期建设设计的要求。

D.4 矿山建设对矿产资源/储量的要求

D.4.1 铁、锰矿矿山建设要求(表 D.7)

表 D.7 铁、锰矿矿山建设要求

矿山生产规模	年生产能力 万吨/年	服务年限 年	相当储量 万吨
大　型	>100	>30	>3 000
中　型	30～100	20～30	600～3 000
小　型	<30	<20	<600

D.4.2 铬矿矿山建设要求(表 D.8)

表 D.8 铬矿矿山建设要求

矿山生产规模	年生产能力 万吨/年	服务年限 年	相当储量 万吨
大　型	>25	>20	>500
中　型	10～25	15～20	150～500
小　型	<10	<15	<150

附 录 E
（资料性附录）
矿产资源/储量估算

E.1 矿床工业指标

E.1.1 主要内容

E.1.1.1 矿石质量指标

E.1.1.1.1 边界品位：是圈定矿体的单个样品中有用组分含量的最低标准，是划分矿石与废石（包括非矿夹石）的分界品位。

E.1.1.1.2 最低工业品位：单工程中单矿层样品的最低平均品位要求，又称最低可采品位。

E.1.1.1.3 有害组分的最大允许含量：矿体在单工程样品中，对产品质量或对加工过程有不良影响组分的最大允许含量。

E.1.1.1.4 伴生有用组分的综合利用指标：矿体中与主要有用组分相伴生的，在技术上可行、经济上合理，能被综合回收的其他有用组分的最低含量标准。

E.1.1.2 矿床开采技术指标

E.1.1.2.1 最低可采厚度：可供工业开采的矿体（矿层或矿脉）的最小真厚度值。

E.1.1.2.2 夹石剔除厚度：开采时难以剔除，被允许圈入矿体中的非矿部分的最大真厚度值，又称夹石最大允许真厚度。

E.1.2 铁、锰、铬矿床一般工业指标

E.1.2.1 铁矿

E.1.2.1.1 炼钢用铁矿石见表 E.1。

表 E.1 炼钢用铁矿石一般工业指标

矿石类型	w(TFe)	主要有害物质			其他有害物质
		$w(SiO_2)$	w(S)	w(P)	
磁铁矿石 赤铁矿石	≥56%	≤13%	≤0.15%	≤0.15%	w(Cu)≤0.2% w(As)≤0.1%
注：矿石块度要求为平炉用铁矿石 25 mm～250 mm；电炉用铁矿石 50 mm～100 mm；转炉用铁矿石 10 mm～50 mm。					

E.1.2.1.2 炼铁用铁矿石见表 E.2。

表 E.2 炼铁用铁矿石一般工业指标

矿石类型	w(TFe)	主要有害物质			其他有害物质
		$w(SiO_2)$	w(S)	w(P)	
磁铁矿石 赤铁矿石 褐铁矿石 菱铁矿石	≥50%	≤18%	≤0.30%	≤0.25%	w(Cu)≤0.2% w(Pb)≤0.1% w(Zn)≤0.1% w(Sn)≤0.08% w(As)≤0.07% w(F)≤1.0%

表 E.2(续)

矿石类型	w(TFe)	主要有害物质			其他有害物质
		w(SiO_2)	w(S)	w(P)	
注 1：褐铁矿石、菱铁矿石为扣除烧损后折算的标准；自熔性矿石全铁质量分数[w(TFe)]可降至≥40%。磷含量为一般要求，按炼铁品种不同对矿石含磷量要求也不同： 酸性转炉炼钢生铁矿石 w(P)≤0.03%；碱性平炉炼钢生铁矿石 w(P)≤(0.03%～0.18%)；碱性侧吹炉炼钢生铁矿石 w(P)≤(0.2%～0.8%)；托马斯生铁矿石 w(P)≤(0.8%～1.2%)；普通铸造生铁矿石 w(P)≤(0.05%～0.15%)；高磷铸造生铁矿石 w(P)≤(0.15%～0.6%)。 注 2：矿石块度要求：8 mm～40 mm。					

E.1.2.1.3 需选铁矿石见表 E.3。

表 E.3 需进行选矿的铁矿石一般工业指标

矿石类型	w(TFe) %	
	边界品位	工业品位
磁铁矿石	≥20 w(mFe)≥15	≥25 w(mFe)≥20
赤铁矿石	≥25	28～30
菱铁矿石	≥20	≥25
褐铁矿石	≥25	≥30

如果矿石易采、易选，经济效果好，或含有可以综合回收的伴生组分，则全铁(TFe)含量要求可适当降低；磁铁矿石中硅酸铁、硫化铁、碳酸铁含量较高，则采用磁性铁(mFe)标准。

E.1.2.1.4 矿床开采技术指标见表 E.4。

表 E.4 矿床开采技术指标

矿床开采技术指标	露天矿	坑内矿
最小可采厚度 m	2～4	1～2
夹石剔除厚度 m	1～2	1

E.1.2.1.5 铁矿石中伴生组分评价参考含量见表 E.5。

表 E.5 铁矿石中伴生组分评价参考含量表

伴生组分	质量分数	伴生组分	质量分数
V_2O_5	0.15%～0.20%	Mo	0.02%
TiO_2	5%	S	2%～4%
Co	0.02%	P_2O	1%～2%
Cu	0.1%～0.2%	Nb_2O_5	0.05%
Ni	0.1%～0.2%	TR_2O_3	0.5%
Pb	0.2%	U	0.005%
Zn	0.5%	Au	$(0.1\sim0.30)\times10^{-6}$
Sn	0.1%	Ag	5×10^{-6}

表 E.5(续)

伴生组分	质量分数	伴生组分	质量分数

注：表中 Co、Cu、Ni、Pb、Zn、Mo、S、Au、Ag 系指这些元素赋存于硫化物中的质量分数；V_2O_5 指赋存于有用铁矿物中的质量分数；P_2O_5 指磷灰石状态时的质量分数；U 指以晶质铀矿、方钍石等独立矿物存在时的质量分数；Nb_2O_5 指以铌铁矿矿物为主的质量分数；TR_2O_3 指以独居石、氟碳铈矿矿物为主时的质量分数；Sn 指富集在铁精矿中的锡，当铁精矿还原焙烧时，锡被挥发，可在烟道中回收或在铁尾矿中呈锡石单独矿物的质量分数；TiO_2 指钒钛磁铁矿床中，可被选出的粒状钛铁矿中的质量分数；铁矿石中其他有用组分，如铬、镓、锗、硼等达到多少质量分数即可综合回收，目前尚无成熟经验，在工作中可据具体情况与有关部门商定；表中质量分数一般为块段平均品位。

E.1.2.2 锰矿

E.1.2.2.1 冶金用锰矿石一般工业指标见表 E.6。

表 E.6 冶金用锰矿石一般工业指标

自然类型	工业分类	品级	w(Mn)% 边界品位	w(Mn)% 单工程平均品位	w(Mn+Fe)%	w(Mn)/w(Fe)	每1%锰允许含磷量%	w(SiO_2)%
氧化锰矿石	富锰矿石	Ⅰ		40		≥6	≤0.004	≤15
		Ⅱ		35		≥4	≤0.005	≤25
		Ⅲ		30		≥3	≤0.006	≤35
	贫锰矿石		10～15	18				
	铁锰矿石	Ⅰ		25	≥50		≤0.2%(磷总量)	≤25
		Ⅱ		20	≥40		≤0.2%(磷总量)	≤25
		Ⅲ	10	15	≥30		≤0.2%(磷总量)	≤25
碳酸锰矿石	富锰矿石			25		≥3	≤0.005	≤25
	贫锰矿石		10	15				
	铁锰矿石		10	15	≥25		≤0.2%(磷总量)	≤35
	含锰灰岩		8	12	碱性矿石			

注1：灰质氧化矿石(脉石以方解石为主，碱度≥0.8，烧失量质量分数达18%以上)的评价，可采用碳酸锰矿石的工业指标。

注2：自熔性、碱性的锰矿石，可酌量降低其富矿锰品位指标。

注3：当碳酸锰矿石的灼失量较高，虽然锰的质量分数略低于25%，但焙烧后锰含量可达到氧化锰富矿矿石标准时，这类碳酸锰矿石也可作为富锰矿石考虑。

E.1.2.2.2 矿床开采技术指标：矿层最低可采厚度 0.5 m～0.7 m；夹石剔除厚度 0.2 m～0.3 m；堆积矿净矿含矿率(质量分数)≥15%。

E.1.2.2.3 优质锰矿石、优质富锰矿石品位及杂质含量指标见表 E.7。

表 E.7 优质锰矿石和优质富锰矿石品位及杂质含量指标

工业分类	品级	自然类型	w(Mn)%	w(Mn)/w(Fe)	w(P)/w(Mn)	烧失量(w_B)
优质锰矿石		氧化锰矿石	≥18	≥6	≤0.003	
		碳酸锰矿石	≥15	≥6	≤0.003	≥20%

表 E.7(续)

工业分类	品级	自然类型	w(Mn) %	w(Mn)/w(Fe)	w(P)/w(Mn)	烧失量(w_B)
优质富锰矿石	Ⅰ	氧化锰矿石	≥35	≥6	≤0.003	≥20%
		碳酸锰矿石	≥28	≥6	≤0.003	
	Ⅱ	氧化锰矿石	≥30	≥4	≤0.005	≥20%
		碳酸锰矿石	≥25	≥4	≤0.005	
注：优质锰矿、优质富锰矿矿层最低可采厚度标准可为 0.3 m～0.4 m。						

E.1.2.2.4 锰矿石中伴生组分评价参考含量见表 E.8。

表 E.8 锰矿石中伴生组分评价参考含量表

元素或组分	Co	Ni	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	B_2O_3	S
含量(w_B)	0.02%～0.06%	0.1%～0.2%	0.1%～0.2%	0.4%	0.7%	0.2×10^{-6}	(5～10)×10^{-6}	1%～3%	2%～4%
注：锰矿石中伴生元素多呈细微粒分散、包裹，或与锰、铁矿物结合的状态存在。									

伴生多种贵金属及有色金属的矿床，据目前的实验研究，用化学选矿，综合回收效果好，技术经济上可行，从而使锰含量未达到表内矿石要求的锰矿石，也具有利用价值，应根据加工技术试验结果制订包括锰含量在内的合理工业指标。

E.1.2.2.5 天然放电锰(锰粉)一般技术标准见表 E.9。

表 E.9 天然放电锰(锰粉)一般技术指标

品　级	$w(MnO_2)$ %	w(TFe) %	制成锰粉的放电时间 min
Ⅰ	≥75	≤2.8	≥570
Ⅱ	≥70	≤3.5	≥510
Ⅲ	≥65	≤4.5	≥450
Ⅳ	≥60	≤5.5	≥390
Ⅴ	≥55	≤6.5	≥330
注：对其他有害元素，一般标准为：w(Cu)<0.01%，w(Ni)<0.03%，w(Co)<0.02%，w(Pb)<0.02%。			

E.1.2.2.6 化工用二氧化锰矿粉一般技术要求：$w(MnO_2)$≥50%；其他元素如制硫酸锰时，w(Fe)≤3%，$w(Al_2O_3)$≤3%，w(CaO)≤0.5%，w(MgO)≤0.1%；制高锰酸钾时，w(Fe)≤5%，$w(SiO_2)$≤5%，$w(Al_2O_3)$≤4%。

E.1.2.3 铬矿

E.1.2.3.1 矿石品位及开采技术指标见表 E.10。

表 E.10 铬矿矿石品位及开采技术指标

项　目		矿床和矿石类型	
		内生矿床	
		富　矿	贫　矿
$w(Cr_2O_3)$ %	边界品位	≥25	≥5～8
	最低工业品位	≥32	≥12
最低开采厚度 m		0.3～0.5	1.0

表 E.10(续)

项　目	矿床和矿石类型	
	内生矿床	
	富　矿	贫　矿
夹石剔除厚度 m	0.5	1.0

注 1：冶金用铬铁矿石或精矿，火法冶炼时 $w(Cr_2O_3)/w(FeO)>2$(湿法提炼金属铬则不受其限制)；$w(SiO_2)\leqslant 8\%$(用矿热法冶炼高碳铬铁时不受其限制)；$w(P)\leqslant 0.07\%$，$w(S)\leqslant 0.05\%$。

注 2：耐火材料用铬矿石或精矿，$w(SiO_2)\leqslant 10\%$，$w(CaO)\leqslant 3\%$，$w(FeO)\leqslant 14\%$。

注 3：化工用铬矿石或精矿 $w(SiO_2)\leqslant 8\%$，$w(Al_2O_3)\leqslant 15\%$。

注 4：辉绿岩铸石用铬矿石，$w(Cr_2O_3)\geqslant(10\%\sim 20\%)$，$w(SiO_2)<10\%$。

注 5：当需选铬铁矿中伴生的铂族元素总量达到$(0.3\sim 0.4)\times 10^{-6}$时，应做出评价。

注 6：贫矿边界品位的选取一般为尾矿品位的两倍。

注 7：富矿最低开采厚度的选取，单矿层 0.5 m，复矿层则每一单层 0.3 m。

E.1.2.3.2　冶炼铬铁用富矿(或精矿)质量要求见表 E.11。

表 E.11　冶炼铬铁用富矿(或精矿)质量要求

品　级	$w(Cr_2O_3)$ %	$w(Cr_2O_3)/w(FeO)$	$w(P)$ %	$w(S)$ %	$w(SiO_2)$ %	用途举例
Ⅰ	≥50	>3	—	—	<1.2	氮化铬铁
Ⅱ	≥15	2.5～3	<0.03	<0.05	<6	中低碳和微碳铬铁
Ⅲ	≥40	≥2.5	<0.07	<0.05	<6	碳素铁铬铁(电炉)
Ⅳ	≥32	≥2.5	<0.07	<0.05	<8	碳素铬铁(电炉)

注：块度要求，高炉冶炼碳素铬铁为 20 mm～75 mm，电炉冶炼铬铁为 40 mm～50 mm(粉矿、精矿均可)。

E.2　矿产资源/储量估算方法

E.2.1　估算参数的确定

E.2.1.1　矿体面积

根据矿体产状和形态在几何法、求积仪法或坐标计算法等多种方法中选择最合理的一种。面积测定不得少于两次，当差值≥2%时，取其平均值。

E.2.1.2　矿块(段)平均厚度

矿体厚度变化不大时，采用算术平均法；矿体厚度变化较大或控制工程分布不均匀时，则应采用影响距离加权平均法。

E.2.1.3　矿石体积质量(体重)

一般采用小体积质量(体重)值；裂隙发育、结构疏松的矿石应采用大体积质量(体重)值。当体积质量(体重)值在不同矿石类型中差别较大时，应按矿石类型分别计算矿石的平均体积质量(体重)。当矿石湿度大于3%时，还应进行湿度校正。

E.2.1.4　平均品位

分别以单工程中的单矿层为计算单位，按勘探线剖面、块段、矿体(矿床)分类计算。其中，当样品分割长度或矿体厚度与样品品位有一定依存关系时，或在沿脉工程中，取样间距不等且样品品位变化较大时，应采用相应的样品长度或矿体厚度、取样距离等影响参数对品位进行加权平均。反之，应以算术平均法计算。

E.2.2　估算方法分类

E.2.2.1 几何图形法

将矿体空间形态分割成较简单的几何形态，同时求矿石平均体积质量（体重），通过几何形态的体积与密度乘积求取估算结果。根据矿体产状和形态可细分为垂直剖面法、水平断面法和地质块段法等。伴生有益组分的估算方法有以主矿种矿石量为基础的普通估算法，还有单矿物分析估算法和精矿分析估算法等。

E.2.2.2 地质统计学法

以区域化变量理论为基础，以变异函数为主要工具，估算时需充分考虑矿石品位的空间变异和矿化强度在空间的分布特征，使估算结果符合矿床产出的地质规律，以提高其置信度。此法需要拥有较多的样本个体为基础。目前地质统计法已广泛采用计算机技术，并细分有多种输入或估算方法。当前使用较多的有平面输入法、剖面输入法、多边形法、距离加权法和克里格法等。伴生有用组分估算方法有相关分析法、回归分析法和协同克里格法等。

E.2.2.3 SD法

是断面法引用计算机处理技术的新发展，它是以最佳结构地质变量为基础的，以断面构形替代空间构形为核心，以 spline 函数及分维几何学为工具的估算方法。它适用于多种矿床类型不同矿体规模、产状和不同勘查阶段，而且还可以对估算成果做出精度评估。

E.3 ×××铁（锰或铬）矿床矿产资源/储量分类估算结果表

表 E.12 适用于铁、锰、铬矿床，为分类登记矿产资源/储量估算结果之用。使用中可根据矿床的具体情况取舍表中内容，或对有关栏目再作细化展开。

表 E.12 ×××铁（锰或铬）矿床矿产资源/储量分类计算结果表

矿产资源/储量类型		查明矿产资源													潜在矿产资源			合计
		探明的					控制的					推断的			预测的			
名称	代码	矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	平均品位	矿石量	矿体编号	平均品位	矿石量	
					块段	矿体				块段	矿体							
储量	111																	储量
	121																	
	122																	
基础储量	111b																	基础储量
	121b																	
	122b																	
	2M11																	
	2M12																	
	2M22																	
资源量	2S11																	资源量
	2S21																	
	2S22																	
	331																	
	332																	
	333																	
	334?																	

表 E.12(续)

矿产资源/储量类型		查明矿产资源												潜在矿产资源			合计
		探明的					控制的					推断的			预测的			
名称	代码	矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	平均品位	矿石量	矿体编号	平均品位	矿石量	
					块段	矿体				块段	矿体							
合计	储量																	
	基础储量																	
	资源量																	
	资源/储量之和																	
注：计量单位：铁、锰、铬矿含量以质量分数(%)计；矿石量以万吨计。																		

附 录 F
（资料性附录）
名词解释

F.1 全铁（TFe）

指岩矿石样品经化验分析确定的铁元素的总含量。全铁是评价铁矿石质量的主要技术指标。

F.2 磁性铁（mFe）

一般是指强磁性铁矿物中的铁。其含量可根据铁矿石的物相分析结果确定。磁铁矿、钛磁铁矿、半假象赤铁矿等都属于具有工业价值的强磁性铁矿物。在磁场强度为$(6.4\times10^4)\sim(8.0\times10^4)$A/m的磁场中可进行磁选。磁黄铁矿虽具有强磁性，但因含硫高，故在铁矿床中不作为具工业价值的磁性铁矿物。在地质勘查中，铁矿石中磁性铁占全铁的百分率称为磁性铁占有率，是评价铁矿床工业价值和划分矿石工业类型的依据。

F.3 硫化铁（sfFe）

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁硫化物中的铁，包括黄铁矿、白铁矿、砷黄铁矿、磁黄铁矿等矿物中的铁。

F.4 碳酸铁（cFe）

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁碳酸盐矿物中的铁，包括菱铁矿、铁白云石等矿物中的铁。

菱铁矿（$FeCO_3$）中$w(FeO)$为62.1%，$w(CO_2)$37.9%，焙烧以后CO_2烧失，FeO含量相对提高。因此在评价菱铁矿床时，其工业指标可略低于磁铁矿石和赤铁矿石。铁白云石含铁低，属于铁白云石类型的矿石，不具工业价值，但可作为熔剂利用。

F.5 硅酸铁（siFe）

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁硅酸盐矿物中的铁。含铁硅酸盐矿物种类很多，主要有橄榄石类、石榴子石类、辉石类、闪石类、黑云母、铁绿泥石、阳起石、绿帘石等。这些含铁硅酸盐矿物一般含铁量较低，且含硅高，为工业不可用铁，需要在选矿过程中将其选除。

过去认为铁矿石中的硅酸铁不溶于稀盐酸，因而称为非可溶铁，全铁减去硅酸铁称可溶铁（SFe）。实践证明有很多含铁硅酸盐矿物可不同程度地溶于稀盐酸。以钙铁榴石为例，在分析可溶铁时，其铁含量的50%可被溶解。故笼统地说硅酸铁为非可溶铁是不正确的，采用可溶铁作为评价铁矿石的标准也不合适。

F.6 赤（褐）铁（oFe）

指铁矿石经化学物相分析结果确定的赤铁矿、褐铁矿、镜铁矿等矿物中的铁。属于该类型的需选矿石，选矿工艺比磁铁矿复杂，因此在评价该类型矿床时，矿石的铁含量要求应略高于磁铁矿矿床。

F.7 造渣组分

铁矿石中不能被还原进入生铁的氧化物称为造渣组分。主要造渣组分有酸性氧化物（SiO_2）、碱性氧化物（CaO、MgO、BaO、Na_2O、K_2O）和两性氧化物（Al_2O_3、TiO_2等）。在炉渣中起主要作用的是其中

的 SiO_2、Al_2O_3、CaO、MgO 等组分。

F.8 假象赤铁矿

交代其他矿物形成的赤铁矿，它保持被交代矿物的外形，称之为假象赤铁矿。

F.9 放电锰矿石

具有放电性能的二氧化锰矿石，是制作干电池的原料。在电池中的作用主要是消除电池工作时氢的极化作用，使电流畅通。其放电性能取决于 MnO_2 的含量和晶型：MnO_2 含量越高越好，其晶型以 γ 型和 ρ 型最优。

图书在版编目(CIP)数据

中华人民共和国地质矿产行业标准.DZ/T 0200—2002,铁、锰、铬矿地质勘查规范/中华人民共和国国土资源部发布.-北京:地质出版社,2003.3
ISBN 7-116-03797-7

Ⅰ.中… Ⅱ.中… Ⅲ.①地质勘探-行业标准-汇编-中国②矿业-地质勘探-行业标准-汇编-中国 Ⅳ.P62-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第019596号

ZHONGHUA RENMIN GONGHEGUO DIZHI KUANGCHAN HANGYE BIAOZHUN
TIE MENG GE KUANG DIZHI KANCHA GUIFAN

责任编辑:祁向雷
责任校对:黄苏晔
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)82321577(编辑室)
网　　址:http://www.gph.com.cn
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传　　真:(010)82310759
印　　刷:北京朝阳区小红门印刷厂
开　　本:880 mm×1 230 mm 1/16
印　　张:3
字　　数:85千字
印　　数:1—3 000册
版　　次:2003年3月北京第一版·第一次印刷
定　　价:27.00元

ISBN 7-116-03797-7/P·2365

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

DZ／T 0200—2002

ISBN 7-116-03797-7



ISBN 7—116—03797—7
P·2365 定价：27·00元