

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T 0209-2002

---

磷 矿 地 质 勘 查 规 范

Specifications for phosphorous 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

#### 1 范围

#### 2 规范性引用文件

#### 3 勘查的目的任务

##### 3.1 预查

##### 3.2 普查

##### 3.3 详查

##### 3.4 勘探

#### 4 勘查研究程度

##### 4.1 预查阶段

##### 4.2 普查阶段

##### 4.3 详查阶段

##### 4.4 勘探阶段

#### 5 勘查控制程度

##### 5.1 勘查类型

##### 5.2 勘查工程间距

##### 5.3 控制程度

#### 6 勘查工作及质量要求

##### 6.1 地形测量和工程测量

##### 6.2 地质填图

##### 6.3 物探、化探工作

##### 6.4 水文地质、工程地质、环境地质工作

##### 6.5 探矿工程

##### 6.6 化学分析样品的采集、加工及化验分析

##### 6.7 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

##### 6.8 矿石选矿试验样品的采集与试验

##### 6.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编制

##### 6.10 计算机及其他新技术的应用

#### 7 可行性评价

##### 7.1 概略研究

##### 7.2 预可行性研究

##### 7.3 可行性研究

#### 8 矿产资源 / 储量分类及类型条件

##### 8.1 矿产资源 / 储量分类的依据

##### 8.2 矿产资源 / 储量分类

##### 8.3 矿产资源 / 储量类型条件

#### 9 矿产资源 / 储量估算

##### 9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标

##### 9.2 矿产资源 / 储量估算一般原则

9.3 确定矿产资源 / 储量估算参数的要求

9.4 矿产资源 / 储量分类结果

- 附录 A (规范性附录) 固体矿产资源 / 储量分类
- 附录 B (规范性附录) 磷矿加工用矿石的标准
- 附录 C (资料性附录) 磷矿资源 / 储量规模划分标准
- 附录 D (资料性附录) 磷矿山建设规模及服务年限参考
- 附录 E (资料性附录) 勘查类型划分依据
- 附录 F (资料性附录) 勘查类型基本控制工程间距参考
- 附录 G (资料性附录) 磷矿石工业类型
- 附录 H (资料性附录) 磷矿一般工业指标
- 附录 I (资料性附录) 磷矿中伴生矿产的综合利用
- 附录 J (资料性附录) 磷矿床类型

## 前 言

本标准是根据 GB / T 17766—1999《固体矿产资源 / 储量分类》、GB / T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》对 GF 92—01《磷矿地质勘探规范》进行修订的。

本标准自实施之日起，同时代替 GF 92—01《磷矿地质勘探规范》。

本标准附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J 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：明达化工地质有限责任公司、国土资源部矿产资源储量评审中心、化学矿产地质研究院。

本标准起草人：姬凡宁、王炳铨、孟宪钦、薛天星、赵玉海。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

## 磷矿地质勘查规范

### 1 范围

本标准规定了磷矿（磷块岩、磷灰岩、磷灰石）地质勘查工作的目的任务，勘查研究程度，勘查控制程度，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 / 储量估算等要求，并提出了供类比使用的矿床勘查类型及基本控制工程间距。

本标准适用于磷矿地质勘查工作，也适用于验收、评审磷矿地质勘查设计、报告和磷矿矿业权转让及勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价磷矿资源 / 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

GB / T 17766—1999 固体矿产资源 / 储量分类

### 3 勘查的目的任务

#### 3.1 预查

预查是在区域地质、区域物探、区域化探调查或区域矿产成矿预测的基础上，对矿点、矿化点及物探、化探、遥感异常和成矿远景区，通过综合地质研究、初步野外观测，极少量工程验证及与地质条件相似的已知矿床类比，初步了解预查区内矿产资源远景，提出有希望的矿点和矿化潜力较大的地区，为进一步普查工作提供依据。

#### 3.2 普查

经预查发现的有希望的矿点和矿化潜力较大地区，通过地质填图、露头检查、数量有限的取样工程和有效的技术方法，对已知矿点、矿化区内含矿性做出初步评价，并进行可行性评价的概略研究，提出是否有进一步详查的价值，或圈出详查区范围，为详查工作提供依据。

#### 3.3 详查

经普查证实具有进一步工作价值的矿区（床），采用较大比例尺地质填图和各种勘查方法及手段，对详查区进行系统的工作和比普查阶段密的系统取样，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，为勘探工作提供依据，其成果也可作为矿山总体规划、编制矿山项目建议书以及小型矿山建设设计的依据。

#### 3.4 勘探

经详查工作证实具有工业价值的矿区（床），通过应用各种勘查手段和有效方法，对勘探区内的主要矿体加密各种采样工程，并进行可行性研究，为矿山建设设计确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、选择采矿方法、矿石选矿加工工艺及矿山总体布置等提供依据。

### 4 勘查研究程度

## **4.1 预查阶段**

### **4.1.1 地质研究程度**

4.1.1.1 全面收集、研究预查区内与成矿有关的区域地质调查、物探、化探、遥感和地质研究成果等资料，研究区域成矿地质背景。大致了解预查区内地层、构造和岩浆岩特征。

4.1.1.2 类比研究或大致了解矿点、矿化点和物探、化探、遥感异常及成矿远景区的成矿地质条件、矿化特征、分布范围和成矿远景。

4.1.1.3 对发现的矿体（层，下同），大致了解产出特征、分布范围和资源远景。

### **4.1.2 矿石质量研究**

大致了解矿石的矿物成分、结构构造和矿石自然类型。大致了解矿石的化学成分、矿石品位。

### **4.1.3 矿石选矿加工技术性能研究**

对已发现的矿体进行矿石选矿加工技术性能的类比研究，做出是否可选的预测。

### **4.1.4 开采技术条件研究**

对预查发现的矿点或矿产地要收集和了解区域水文地质、工程地质、环境地质等开采技术条件资料。

## **4.2 普查阶段**

### **4.2.1 地质研究程度**

#### **4.2.1.1 区域地质研究**

初步研究并阐明与成矿有关的区域地质背景和成矿地质条件。大致评价区域成矿远景。

#### **4.2.1.2 普查区地质研究**

研究和大致查明普查区地层层序、赋矿层位、岩性组合及其厚度和含磷程度，含矿岩体岩类、岩性、规模、岩相组合；研究变质作用、分异作用、风化（氧化，下同）作用对矿体的影响，研究和大致查明普查区主要构造特征，大致评价普查区成矿远景。

#### **4.2.1.3 矿体地质研究**

对发现的矿体，应大致查明矿体的数量、形状、产状、规模及总体分布规律；研究和大致了解控制和破坏矿体的主要构造的性质及分布范围；大致了解矿石风化富集状况。

### **4.2.2 矿石质量研究**

4.2.2.1 大致查明矿石的物质成分、结构构造和矿石自然类型。

4.2.2.2 大致查明矿石的化学成分、矿石品位，了解其他有用、有益组分及主要有害元素的含量及分布特点。

4.2.2.3 研究地表和深部矿石主要化学成分的差异性。

### **4.2.3 矿石选矿加工技术性能研究**

对发现的矿产，一般与邻区或同类型矿产进行全面的类比研究，并就矿石选矿加工技术的可能性做出评述。对具有一定规模的无类比条件或新类型矿石应进行可选性试验，为是否值得进一步工作提供依据。

### **4.2.4 开采技术条件研究**

4.2.4.1 在区域水文地质资料研究的基础上，研究和大致了解普查区水文地质条件。对具有一定规模的矿体，当水文地质条件复杂或地下水丰富时，要大致了解主要含（隔）水层的岩性、分布、厚度、水位、水质、泉水流量等。

4.2.4.2 研究和大致了解近矿岩石的工程地质条件。

4.2.4.3 收集、研究与普查区有关的地震、山崩、滑坡、泥石流等不利的环境地质资料。

4.2.4.4 与同类型矿山开采资料进行类比，评价开采技术条件。

#### 4.2.5 综合评价

要利用勘查主矿产的工程，大致了解共、伴生矿产综合利用的可能性。

### 4.3 详查阶段

#### 4.3.1 地质研究程度

##### 4.3.1.1 区域地质研究

在普查阶段地质研究的基础上，进一步研究区域成矿地质条件和其他主要矿产分布情况，初步评价区域磷矿成矿远景及其他矿产的工业意义。

##### 4.3.1.2 矿区地质研究

4.3.1.2.1 对磷块岩和磷灰岩矿床，要着重研究和基本查明地层层序、含磷地层层位、岩性、岩相分带、厚度、含磷程度及其富集规律，含矿层在剖面中的位置及主要对比标志，矿体的数量、产状、规模及其与剖面沉积特征、基底性质的关系；研究和基本查明矿区变质作用、剥蚀作用和风化作用对矿体的影响；研究和基本查明矿区地质构造与矿体空间分布的关系，阐明破坏矿体的断裂性质和分布。

4.3.1.2.2 对磷灰石矿床，要着重研究和基本查明含矿岩体的类型、岩性、产状、形态、规模及岩相组合；主要含矿相带或矿体的产状、含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用及其他地质作用的关系；岩体中其他矿产与磷灰石空间分布及富集规律；研究和基本查明成矿后岩浆岩和断裂对矿体的影响。

##### 4.3.1.3 矿体地质研究

4.3.1.3.1 着重研究和控制矿区中矿体的总体分布范围，基本查明矿体的数量、产状、厚度、规模、形态、内部结构和空间分布，研究阐明主要矿体的赋存规律，研究矿体的连接对比标志。对直接位于第四系之下的矿体，要研究第四系沉积性质和基岩地貌特征，基本圈定其顶界或剥蚀边界。对于直接位于古侵蚀面上的矿体，要注意研究古侵蚀面特征和矿体厚度的变化规律。

4.3.1.3.2 基本查明控制和破坏矿体的较大地质构造性质、落差、褶幅、产状、分布范围及其影响程度。基本查明破坏矿体的岩浆岩体的发育程度和分布规律。

4.3.1.3.3 揭露和研究风化带的界线和分布范围，研究其成因、性质、类型和矿石中磷酸盐矿物的富集特征、富集规律。

#### 4.3.2 矿石质量研究

4.3.2.1 基本查明矿石的矿物成分、含量、结构构造，初步划分矿石自然类型，研究其分布规律。

4.3.2.2 基本查明矿石主要有用组分和伴生有用、有益、有害组分的含量、赋存状态及分布规律。初步划分矿石品级和矿石工业类型，研究其分布规律。

4.3.2.3 研究和测定矿石中夹层、火成岩及顶底板岩石的矿物成分和有用、有益、有害组分含量。

4.3.2.4 研究风化带矿石类型、矿物成分、化学成分、结构构造及其风化特征，研究圈定风化带的鉴别标志，对含泥量大于 5% 的风化矿石要测定含泥量及矿泥中  $P_2O_5$  和有害杂质含量。

#### 4.3.3 矿石选矿加工技术性能试验研究

4.3.3.1 易选矿石应进行可选性试验。对难选矿石或新类型矿石，应进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验，做出是否具有工业利用价值的评价。

4.3.3.2 对在生产矿山附近具备类比条件的矿床或易选矿石，可进行类比评价。

4.3.3.3 对直接提供开发利用的矿床，其选矿加工技术性能试验程度应达到矿山建设设计的要求。

#### **4.3.4 矿床开采技术条件研究**

##### **4.3.4.1 水文地质研究**

4.3.4.1.1 在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含（隔）水层、主要构造、破碎带、风化带、岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布规律。

4.3.4.1.2 调查研究地表水的分布范围和平水期、枯水期、洪水期的水位、流速、流量、水质、水深、历年最高洪水位及其淹没范围。

4.3.4.1.3 调查矿区地下水补给、径流、排泄条件，地表水与含水层的关系；矿床主要充水因素，充水方式和途径，必要时初步预测矿坑涌水量，评价其对开采的影响。

4.3.4.1.4 调查研究可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

##### **4.3.4.2 工程地质研究**

4.3.4.2.1 初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石物理力学性质，基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化、蚀变程度以及软岩、软弱夹层分布规律及其工程地质特征。

4.3.4.2.2 研究开采影响范围内岩石、矿石稳固性和露天开采边坡的稳定性。

4.3.4.2.3 调查老窿和生产井的分布情况，大致圈定采空区和开采区范围。

##### **4.3.4.3 环境地质研究**

4.3.4.3.1 基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害的元素、放射性物质及其他有害气体的成分和含量（强度）。

4.3.4.3.2 调查了解矿区和邻区的地震、泥石流、滑坡、山崩等自然地质灾害，指出矿山开发可能产生的环境地质问题。

##### **4.3.4.4 开采技术条件评价**

初步确定矿区开采技术条件类型，对矿床开采技术条件做出评价。

#### **4.3.5 综合评价**

4.3.5.1 对具有工业利用价值和经济效益的共、伴生矿产，要利用勘查主矿产的工程，基本查明共、伴生矿产种类、物质组分、含量、赋存状态和共、伴生关系。

4.3.5.2 通过选矿加工技术试验，对共、伴生矿产综合回收利用的可能性做出评价。

#### **4.4 勘探阶段**

##### **4.4.1 地质研究程度**

##### **4.4.1.1 矿区地质研究**

4.4.1.1.1 对磷块岩和磷灰岩矿床，要详细研究和查明地层层序、含磷地层层位、时代、岩性组合、岩相分带、厚度、含磷程度及其富集规律；含矿层在剖面中的位置及主要对比标志；矿体数量、产状、规模及其与剖面沉积特征，基底性质的关系；研究矿区变质作用、剥蚀作用和风化作用对矿体的影响；研究矿区地质构造与矿体空间分布的关系，阐明破坏矿体的断裂性质、先后次序和分布特征，对规模较大的连续矿体中用以划分矿段的断层要加以工程控制。

4.4.1.1.2 对内生磷灰石矿床要研究控制岩体（带）分布的地质构造特征。详细研究和查明含矿岩体的类型、岩性、时代、产状、形态、规模及其岩相组合，主要含矿相带或矿体的



产状、含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用及其他地质作用的关系，岩体中其他矿产与磷灰石空间分布及富集规律；研究成矿期后岩浆岩和断裂对矿体的影响。

#### 4.4.1.2 矿体地质研究

4.4.1.2.1 详细查明矿体的数量、矿体层序、产状、厚度、规模、形态、内部结构和空间位置，详细研究矿体的膨缩、分叉、相变、尖灭及其因构造或剥蚀原因出现的变异地段。对直接产于第四系之下的矿体，要研究第四系沉积性质和基岩地貌特征，圈定其顶界或剥蚀边界，对其顶板不全地段要适当加密工程控制矿体的厚度变化。对直接位于古侵蚀面上的矿体，要研究古侵蚀面特征和矿体厚度的变化规律，对首期开采范围内出现的无矿和不可采地段，要适当加密工程予以圈定。对内部结构复杂的矿体，要研究矿石类型、层序、夹石的性质和矿层连接对比标志。对形态复杂的矿体，要研究矿体产状及形态变化特征。对磷矿富矿（ $P_2O_5$  质量分数 $\geq 30\%$ ，下同），要研究产出的地质特征和分布规律，对具分采条件的要单独定圈。

4.4.1.2.2 详细查明控制矿体和破坏矿体的褶皱和断裂的性质、规模、形态、产状、断距，特别是位于首采区和影响开采总体设计的地质构造，要研究它们的空间展布、相互关系和发育程度，研究矿体产状与构造的关系。对切割矿体延伸规模较大的纵断层要有地表和深部工程控制，在首采区还要有工程直接控制断层上、下盘的矿体位置。对首采区垂直断距较大（倾角小于  $45^\circ$  的矿体为 20 m，倾角大于  $45^\circ$  的矿体为 30 m）的横断层、斜断层要有相应工程控制其产状和断距，对缓倾斜矿体要控制断层两盘矿体。要详细研究小断层或小褶皱群的发育程度、分布规律及其对开采的影响。

4.4.1.2.3 详细研究岩浆岩体的发育程度和分布规律，对首采区破坏矿体的较大的岩浆岩体，应有工程控制其产状和分布。

4.4.1.2.4 揭露和研究矿体风化带，基本确定风化带的界限和分布范围及不同类型矿石的风化程度，圈定出矿石中有益、有害组分相对富集或矿石磷酸盐矿物大部分氧化或淋失的强风化地段。对大面积风化矿体，要圈定不同品级矿石的分布范围，研究风化差异性的原因。

#### 4.4.2 矿石质量研究

4.4.2.1 详细查明磷酸盐矿物和脉石矿物的种类、含量、粒度、嵌布特征、结构构造。划分矿石自然类型，研究其相互关系、比例和空间分布规律。对新的磷酸盐矿物要进行单矿物研究。

4.4.2.2 详细查明矿石的化学成分和有用、有益、有害组分的含量及其赋存状态。划分矿石品级和矿石工业类型。研究工业类型与自然类型的关系。当矿石中有害组分超过允许含量，要研究其分布范围和变化规律。

4.4.2.3 详细研究和测定矿体中夹层、岩浆岩及其顶底板围岩的矿物成分和有用、有益、有害组分含量。

4.4.2.4 详细研究矿体风化带矿石类型、矿物成分、化学成分、结构构造及其风化特征，研究确定风化带圈定的定量标志。对矿石类型简单或分布规律性较强的风化矿体，可采用潜水面或化学组分特征值方法圈定风化带界线，并说明方法的可靠性。

4.4.2.5 当风化矿石含泥质量分数 $>5\%$ 时，要研究测定矿石的含泥量及矿泥中  $P_2O_5$  和有害组分含量，当其分布很广时，要单独采取选矿样并根据试验结果确定是否单独圈定。

#### 4.4.3 矿石选矿加工技术性能试验研究

4.4.3.1 易选矿石应进行实验室流程试验，难选矿石和新类型矿石进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业性试验，为选择最佳选矿工艺流程提供依据。

4.4.3.2 对在生产矿山附近具备类比条件的矿床，可进行可选性试验并收集矿山选矿生产资料进行类比评价。

#### 4.4.4 开采技术条件研究

#### 4.4.4.1 水文地质研究

4.4.4.1.1 调查研究区域水文地质条件，详细查明含（隔）水层的岩性、厚度、产状、分布，含水层的富水性，矿床顶底板隔水层的稳定性，主要充水含水层的富水性、渗透性、水位、水质、水温、地下水的水头高度、水力坡度、径流场特征与动态变化。

4.4.4.1.2 详细查明构造破碎带、岩溶发育带、风化破碎带的导水性和富水性及其对矿床充水的影响。

4.4.4.1.3 对岩溶发育的矿床、要着重研究岩溶的发育程度、分布、形态、类型、充填程度及其与岩性、构造、地形地貌、水文等因素的关系，查明岩溶分布及其对矿床破坏和充水的影响。

4.4.4.1.4 阐明地表水、老窿水的分布、水文特征、地表水与含水层的水力联系，及其对矿床充水的影响。

4.4.4.1.5 调查矿区地下水补给、径流、排泄条件、确定水文地质边界、矿床主要充水因素、充水方式和途径，建立水文地质模型，结合矿床可能的开拓方案，预测第一开拓水平的正常和最大涌水量，必要时估算最低开拓水平的可能涌水量，推荐矿山开采设计的涌水量。

4.4.4.1.6 调查可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，提出供水水源方向。

4.4.4.1.7 对矿床疏干排水及矿坑水综合利用的可能性做出评价。

4.4.4.1.8 对赋存有地下热水的矿区，要研究对矿床开采的影响及其利用的可能性。

#### 4.4.4.2 工程地质研究

4.4.4.2.1 研究矿体、围岩的工程地质特征，详细查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状与分布，各类结构面（构造结构面、软弱层等）的发育程度和组合特征。

4.4.4.2.2 测定矿石、围岩的机械物理力学性质。

4.4.4.2.3 评价矿体和顶底板围岩的稳定性或露天采场边坡稳定性。

4.4.4.2.4 调查及大致圈定采矿老窿，生产矿井的分布范围，并阐明其充填情况。

4.4.4.2.5 预测可能发生的工程地质问题，研究提出防治措施的建议。

#### 4.4.4.3 环境地质研究

4.4.4.3.1 调查矿区崩坍、滑坡、泥石流、山洪等自然地质灾害的分布、活动性及其对开采的影响，预测因开采和疏干地下水及其他突发因素可能引起的地面塌陷、地裂、滑坡和山崩等，研究可能形成条件和分布范围，预测其发展趋势，提出防治建议。

4.4.4.3.2 收集地震活动史及新构造活动资料，对区域稳定性进行评价。

4.4.4.3.3 阐明影响矿区建设的大断层、滑坡、泥石流、危岩及岩溶等不利的环境地质条件。

4.4.4.3.4 研究和测定对人体有害的元素、气体及放射性物质的成分和含量（强度），当超过允许含量时，应测定其分布范围。

4.4.4.3.5 评价矿床开采对矿区地质环境的破坏和影响。

4.4.4.4 确定矿区开采技术条件类型，对开采技术条件的复杂性做出评价

#### 4.4.5 综合评价

4.4.5.1 对单独具有工业利用价值和社会经济效益的共生矿产，要进行以磷为主的综合勘查综合评价，其控制程度，视市场需要确定。

4.4.5.2 对磷矿中伴生的有用元素或矿产，要根据磷矿石不同选矿与工业利用途径做出综合评价。

4.4.5.3 对具独立矿物又易于富集的组分，如铁、钛、钾、硫、稀土、石墨、蛭石等，要详细研究在磷矿不同矿石类型中和不同地段的矿物种类和富集情况，查明其平均含量并结合磷矿选矿进行综合回收试验。

4.4.5.4 对赋存在磷酸盐矿物中的伴生有用元素，如氟、碘、锶、铀、稀土等，要通过组合分析查明其平均含量，研究赋存状态及选矿加工过程中在精矿和尾矿中的富集情况。

## **5 勘查控制程度**

### **5.1 勘查类型**

5.1.1 划分勘查类型的目的是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，提高勘查控制程度。

5.1.2 划分勘查类型的地质依据，主要是矿体的稳定程度、矿床地质构造复杂程度、矿体延展规模等因素，其中矿体的稳定程度是由矿体的形态、内部结构和厚度、品位变化等因素综合确定的，选择勘查类型应考虑影响矿床勘查难易的主要因素。各因素的条件参见附录 E。

5.1.3 在勘查多矿体的矿床中，应以质量较好、占主要资源 / 储量的主矿体的地质特征确定勘查类型。对矿床规模较大的矿体，可根据不同地段的勘查难易程度，分段确定勘查类型。

#### **5.1.4 勘查类型划分**

5.1.4.1 第 I 勘查类型：矿体稳定、构造简单、矿体延展规模大的沉积磷块岩矿床。

5.1.4.2 第 II 勘查类型：矿体较稳定及构造中等或简单、矿体稳定及构造中等、矿体延展规模大一中的磷块岩和沉积变质磷灰岩矿床。

5.1.4.3 第 III 勘查类型：矿体不稳定及构造复杂或中等、矿体较稳定及构造复杂、矿体延展规模中一小的或矿体延展规模小而又不规则的各种成因类型矿床。

### **5.2 勘查工程间距**

#### **5.2.1 勘查工程间距确定方法**

5.2.1.1 类比法：根据地质勘查和矿山生产的探采对比资料总结的勘查工程间距，类比确定合理的勘查工程间距。

5.2.1.2 地质统计学法：对勘查工程数量较多的矿床，可用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳勘查工程间距。

5.2.1.3 勘查工程验证法：对于大型矿床，可选择代表性地段采用不同勘查手段的加密工程验证，确定最佳工程间距。

#### **5.2.2 勘查工程间距**

5.2.2.1 各勘查类型基本控制工程间距参考表参见附录 F。探明的矿产资源勘查工程间距应加密控制。推断的矿产资源勘查工程间距应能为后续勘查工作利用。

5.2.2.2 地表工程间距按同类型工程间距加密一倍。

5.2.2.3 根据矿体沿走向和倾向变化及矿体多边出露情况，可以变换或调整走向与倾向工程间距。

5.2.2.4 对矿体延展规模小的矿床，在勘探阶段必须有三条勘探线控制矿体，勘探线上工程不少于两个。

### **5.3 控制程度**

#### **5.3.1 勘查深度**

详查和勘探阶段矿体的勘查深度，可根据矿山可能建设的规模和服务年限确定或根据投资者要求确定。

#### **5.3.2 控制程度要求**

5.3.2.1 预测的矿产资源，必须有路线踏勘、极少量工程验证，并与地质特征相似的已知矿床类比。

5.3.2.2 推断的矿产资源，地表及深部均应有稀疏工程控制矿体，以求掌握矿体的总体分布规律。但矿体的连续性可以是推断的。

5.3.2.3 控制的矿产资源 / 储量要求：

- a) 要控制勘查区内矿体的总体分布范围，矿体出露地表的边界应有工程控制，矿体的延伸要有系统工程控制，矿体的连续性基本确定；
- b) 控制的矿产资源 / 储量应按基本控制工程间距进行系统控制圈定；
- c) 控制的矿产资源 / 储量规模可根据投资者要求确定。

5.3.2.4 探明的矿产资源 / 储量要求：

- a) 探明的矿产资源 / 储量应在详查控制的基础上，经加密工程控制圈定。矿体的连续性已经确定；
- b) 探明的矿产资源 / 储量一般分布在矿床浅部的首采区，其底部边界应控制在大致相同的标高上；
- c) 对地下开采的矿床要详细控制主要矿体沿走向和顶部的边界；
- d) 对适于露天开采的矿床，要控制矿体四周的边界和露天采场底部边界，以确定露天开采剥离境界；
- e) 对主矿体顶板附近具有工业价值的次要小矿体，在首采地段要根据具体情况适当加密控制；
- f) 探明的矿产资源 / 储量规模，应保证矿山首期建设设计还本付息的要求，或根据投资者要求确定。

5.3.2.5 小型矿床和第Ⅲ勘查类型偏复杂矿床的勘探及老矿山延深勘探，其控制程度可适当降低，只探求控制的和推断的矿产资源 / 储量。

## **6 勘查工作及质量要求**

### **6.1 地形测量和工程测量**

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点，对于边远地区小矿或周围没有可供联测全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统。测量的精度要求按 DZ / T 0091 《地质矿产勘查测量规范》执行。测绘成果应经上级主管业务部门验收，或由投资者聘请有资质的专家验收。

### **6.2 地质填图**

6.2.1 预查区内对矿点和有找矿潜力的成矿远景区应选择几条路线进行（1：25 000）～（1：50 000）路线地质踏勘。

6.2.2 普查区内控制矿体的地段应编制（1：5 000）～（1：10 000）地形地质图或地形地质简图。

6.2.3 详查、勘探范围内，一般测制 1：2 000 矿床地形地质图，对矿体延展规模小的第Ⅲ勘查类型矿床应测制 1：1 000 地形地质图。对由若干矿段组成的矿区还应测制（1：5 000）～（1：10 000）矿区地形地质图。对大部分被第四系覆盖的矿床，要分别编制地形地质图和基岩地质图。

6.2.4 详查、勘探阶段勘探线剖面图都应实测，比例尺一般（1：500）～（1：1 000），对矿体延深很大的第Ⅰ勘查类型矿床可测制 1：2 000 勘探线剖面图。

6.2.5 各种比例尺的地质填图质量，应达到相应比例尺地质填图规范的要求。

### **6.3 物探、化探工作**

6.3.1 根据矿区地质、矿体和围岩的地球物理、地球化学特征以及不同勘查阶段的地质目的，选择经济有效的物探、化探方法。特别注意配合采用化探寻找含磷异常和层位。



6.3.2 各种比例尺地球物理、地球化学测量的质量都应符合相应比例尺规范的要求。

6.3.3 详查和勘探矿区都应选择代表性的含磷地层剖面 and 见矿工程进行放射性测量，并做出评价。

#### 6.4 水文地质、工程地质、环境地质工作

矿区水文地质、工程地质、环境地质的工作方法，技术及质量要求应按 GB 12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

#### 6.5 探矿工程

6.5.1 槽井探工程：用于揭露浅部矿体、构造、重要地质界线和各类异常，覆盖层小于 3 m 的可使用槽探，揭露矿体露头的工程要深入基岩。

6.5.2 钻探工程：磷矿勘查的主要手段为岩心钻，勘探线应垂直矿体走向，并严格控制钻孔穿矿偏线距，矿心和顶底板岩心采取率不得低于有关规程、规定和勘查设计的要求。

6.5.3 坑探工程：当地形条件有利或矿体形态复杂、钻探难以控制，需网度验证和采集选矿大样时，可选择坑探工程。

6.5.4 各种探矿工程质量要求，应按有关规程、规定执行。

#### 6.6 化学分析样品的采集、加工及化验分析

##### 6.6.1 化学样的采集

6.6.1.1 所有见矿工程都应对矿体分段连续取样。采样质量要求按原国家地质总局《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.6.1.2 刻槽样断面规格一般为 10 cm×5 cm。对分布不均匀的团块或角砾状矿石，断面规格应根据矿石特征适当增大。钻孔岩矿心沿长轴锯取二分之一作为样品。

6.6.1.3 样长一般不应大于可采厚度或夹石剔除厚度。对贫、富不一的互层矿或矿体与围岩的过渡带，以及用肉眼容易识别、分层明显的夹层，均应缩小取样长度（0.5 m~1 m）。对矿石质量稳定的矿体，采样长度可适当加长。

##### 6.6.2 化学样的加工

样品加工包括碾碎、过筛、拌匀和缩分四个程序。样品加工缩分按切乔特公式（ $Q=Kd^2$ ）进行，磷矿化学样品加工的 K 值常采用 0.1~0.2。对加工缩分的质量应定期检查，碎样全过程中的样品累计损失不得大于 5%，缩分误差不得大于 3%。

##### 6.6.3 化学样的分析

###### 6.6.3.1 基本分析

所有见矿工程样品均进行基本分析。分析项目一般为  $P_2O_5$ 、酸不溶物。对磷矿石中具综合利用价值的共生矿产，还应测定共生矿产的有用组分含量。

###### 6.6.3.2 组合分析

6.6.3.2.1 组合样品的采集要在矿体初步圈定基础上进行。应在单工程内按矿体的矿石类型、品级以及伴生元素的富集进行组合，组合样厚度一般不大于 5 m，对厚度大、组分均匀的矿体可适当增大组合样长度。

6.6.3.2.2 采取组合样的工程数原则上不少于见矿工程的一半。当有害组分超限而需要分别圈定与估算储量或为圈定风化带时，可按实际情况增加工程数量，当矿石类型简单、组分均匀时，也可减少工程数量。组合分析工程的分布要避免过于集中或分散。

6.6.3.2.3 组合样品取自基本分析样品的副样，并按单样厚度加权求得组合样的取样质量。

6.6.3.2.4 组合分析项目为： $P_2O_5$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $CO_2$ 、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $F$ 、 $Cl$ 、 $Cd$ 、 $As$ 、 $I$ 、枸溶性  $P_2O_5$ 、酸不溶物以及根据光谱全分析、化学全分析结果所确定的其他有用、有害组分的项目。

#### 6.6.3.3 全分析

全分析是为了全面了解矿体中各种矿石类型的化学组成及其可能存在的伴生有益、有害组分含量，合理确定组合分析项目。为此勘探阶段要在光谱全分析和岩矿鉴定基础上，选择一至二个有代表性的工程，按基本分析样或大于可采厚度五倍的厚矿体的组合分析副样，进行化学全分析。

#### 6.6.4 化学分析质量的检查

凡参与矿产资源 / 储量估算样品的有益、有害组分以及共生矿产和伴生有益组分，均应分期分批地及时进行内、外部检查，内检样品必须由送样单位编密码送原分析单位验证，不得用分析单位复份分析的自检样代替。外检样亦编密码，送指定实验室进行外检，附原分析方法说明，以保证矿床工业评价的可靠性。内外检查结果应附在勘查报告中，并进行质量评述。内外检数量、送样要求、各项组分的允许误差、检查结果处理等具体要求，按 DZ / T 013003 《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

### 6.7 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

#### 6.7.1 体积质量（体重）与湿度样

6.7.1.1 原生矿石的体积质量（体重）样一般都应在钻孔或坑道中采集。体积质量（体重）样要有代表性，采样体积不小于  $40\text{ cm}^3$ ，对结构不均匀的矿石应适当增大体积。在勘探阶段，采样数量按矿体中主要矿石类型或品级每种不少于 30 个。每个样品要同时测定  $P_2O_5$  和其他估算矿产资源 / 储量并影响体积质量（体重）的组分，以研究体积质量（体重）与品位的关系。

6.7.1.2 风化矿石的体积质量（体重）样可根据其分布情况采自各种探矿工程。采样体积一般不小于  $200\text{ cm}^3$ 。若矿石的风化程度普遍很高（疏松多孔）时，在勘探阶段，要增加一至三个大体积质量（体重）样。采样体积不小于  $0.125\text{ m}^3$ 。同时配采小体积质量（体重）样和化学样，对大体积质量（体重）样的采样方法和代表性应予论证。

6.7.1.3 在采集风化矿石体积质量（体重）样的同时测定湿度并记录采样季节及气候条件。

#### 6.7.2 物理技术性能测试样

详查或勘探矿区需采集岩矿石物理力学试验样，采样种类与地点应根据实际需要选定。样品要有代表性，主要布置在第一开采水平或首期开采地段。测定项目包括湿度、块度、孔隙度、松散系数、矿体顶底板围岩的抗压、抗剪、抗拉强度、安息角等，各类样品的测试与试验质量要求应按有关规范、规定执行。

### 6.8 矿石选矿试验样品的采集与试验

6.8.1 采样前应根据试验目的和要求，尽量与承担试验单位和设计生产部门共同协商编制采样设计。实验室各阶段试验由勘查单位负责。半工业试验由投资者负责采样、试验，勘查单位予以协助。

6.8.2 所采的样品在矿石类型、品级、物质成分、结构构造以及空间分布等方面，应具有充分的代表性。考虑开采时的贫化可掺入一定量的围岩及夹石，使试样的品位略低于勘查区（段）的平均品位。试验样应按矿石类型、品级分别采取，还应按不同矿石类型所占比例采取混合试验样。风化矿石与原生矿石的可选性能和选矿方法都不相同，二者不能混采，当风化矿石发育时，应单独取样试验。试样可在槽、井、坑道中采取。在深部无坑探的条件下，

也可在钻孔中采取。采样方法多采用全巷法、剥层法、岩心锯开法等。试验样的质量应根据试验的目的要求与实验单位商定。

**6.8.3 磷矿石可选性分类**属于易选矿石的有粒度大的硅质型或硅酸盐型磷灰石（岩）矿以及硅质型磷块岩风化富矿；属于一般矿石的包括各种硅质型、硅酸盐型和碳酸盐型的磷块岩矿，碳酸盐型或混合型的磷灰岩和粒度细小的磷灰岩矿；属于难选矿石的是混合型和显微粒度嵌布紧密的磷块岩矿以及其他组分复杂的新类型矿石。

## **6.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编制**

**6.9.1** 原始地质编录必须在现场进行，各项原始资料必须及时、取准、取全，工作要求按 DZ / T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规定》执行。

**6.9.2** 资料综合整理要运用新理论、新方法、进行全面深入的分析研究，特别是规律性的研究用于指导勘查资料的综合整理。工作要求按 DZ / T 0079《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

**6.9.3** 勘查报告的编制按 DZ / T 0033—2002《固体矿产勘查 / 矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

## **6.10 计算机及其他新技术的应用**

**6.10.1** 推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

**6.10.2** 鼓励使用野外数据采集系统、地质图 CAD 系统、GIS 系统进行地质勘查、工作管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。

**6.10.3** 地质勘查计算机系统和信息系统的应用及开发要严格执行有关信息技术标准。

**6.10.4** 推广应用先进的钻探工艺技术，研究定向钻孔技术在磷矿勘查评价中的应用。

## **7 可行性评价**

### **7.1 概略研究**

概略研究是对矿床开发经济意义的概略评价，一般是在收集分析磷矿资源国内外市场供需状况的基础上，根据已取得的普查地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似矿山企业经验的技术经济指标或扩大指标，对矿床做出技术经济评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。为矿床开发有无投资机会，是否进一步详查和制定长远建设规划提供决策依据。

### **7.2 预可行性研究**

预可行性研究是对矿床开发经济意义的初步评价，一般需要比较系统地对国内外磷矿资源 / 储量、生产、消费进行调查和初步分析，对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建设条件和环境保护等，借鉴类似矿山企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术原则方案，参考类似矿山企业选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出建设总投资、主要工程量、主要设备以及生产成本，采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标进行动态的经济分析。圈定并估算不同矿产资源 / 储量类型，从总体上、客观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性和经济效益的合理性做出评价。为是否进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据。预可行性研究内容可参照 HG 228093《化工矿山矿区总体规划内容和深度的规定》和《化工矿山工程项目可行性研究报告内容和深度的规定》，投资估算的误差一般 $\leq 25\%$ 左右。

### **7.3 可行性研究**

可行性研究是对矿床开发经济意义的详细评价,一般首先需详细调查、统计和分析国内外磷矿资源/储量、生产和消费情况,对国内外市场的需求量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。根据探明的预可采储量,认真对资源条件进行分析研究,充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响,对企业生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、重要设备的选择、供水、供电、总体布置和环境保护等方面进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案比较,并依据评价当时的市场价格,确定总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等,主要采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标进行动态的可行性评价,圈定并估算不同的矿产资源/储量类型,对拟建项目是否应该建设和如何建设做出论证和评价,为投资决策、编制和下达设计任务书及确定建设项目计划提供依据。可行性研究是基本建设前期工作的重要内容,其编制深度可参照化学工业部 1995 年颁发的《化工矿山工程项目可行性研究报告内容和深度的规定》执行,所采用的成本数据精度高,投资估算的误差一般 $\leq 10\%$ 。

## **8 矿产资源 / 储量分类及类型条件**

### **8.1 矿产资源 / 储量分类的依据**

#### **8.1.1 经济意义**

根据可行性评价当时经济上的合理性,分为经济的、边际经济的、次边际经济的和内蕴经济的四种。

##### **8.1.1.1 经济的**

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的,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、环境等其他条件允许,或在政府补贴或其他条件下,开发是可能的,其内部在生产期内年平均收益率大于或等于化工矿山行业基准收益率,净现值大于零的磷矿资源为经济的。

##### **8.1.1.2 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、环境条件的改善或政府给予其他扶持条件下才可变成经济的,其内部在生产期内年平均收益率大于零,而小于化工矿山行业基准收益率,净现值等于零或接近于零的磷矿资源为边际经济的。

##### **8.1.1.3 次边际经济的**

在可行性研究或预可行性研究当时,开采是不经济的,或技术不可行,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,其内部收益率和净现值均小于零的磷矿资源为次边际经济的。

##### **8.1.1.4 内蕴经济的**

仅通过概略研究,做了相应的投资机会评价,未做可行性研究或预可行性研究。由于不确定因素多,无法区分经济的、边际经济的,还是次边际经济的,介于经济到次边际经济之间。

#### **8.1.2 地质可靠程度**

反映不同勘查阶段成果的精度,分为预测的、推断的、控制的、探明的四种。

##### **8.1.2.1 预测的**

预测的是指对区域成矿研究成果、矿点、矿化点和物探、化探、遥感等异常经过预查得出的结果。有极少量或零星的探矿工程验证,或根据各类综合异常预测的矿体,并与已知地质特征相似的矿床类比,有足够依据时才能估算出预测的资源量。



#### 8.1.2.2 推断的

推断的是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征，矿体总体产状、形态、展布特征和矿石品位、质量；大致控制控矿和破坏矿体的较大构造、岩浆岩体的地质特征；大致了解矿石类型、品级的分布规律和开采技术条件，也包括那些由地质程度较高的基础储量或资源量外推部分。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。

#### 8.1.2.3 控制的

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，矿体的产状、形态、规模、空间位置，矿石有益、有害组分及其赋存状态和开采技术条件，基本控制破坏主要矿体和影响确定开拓工程的较大的地质构造、岩浆岩体的性质、产状和规模；对影响矿床的小构造、小岩体的性质、产状、发育程度和规律已经研究；矿石类型、品级、比例及其分布变化规律已基本确定；在需要和地质条件可能分采时，对分采矿石类型或品级进行了基本圈定。对共、伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价。矿体的连续性基本确定，矿产资源数量估算所依据的数据较多，可信度较高。

#### 8.1.2.4 探明的

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、矿体的产状、形态、规模、空间位置、矿石有用、有害组分及其赋存状态和开采技术条件；详细控制了影响中段布置的较大构造、岩浆岩体的性质、产状、形态、规模（褶幅）和空间位置；对影响矿体的小构造、岩脉的性质、产状、发育情况、分布规律及其对矿体的影响已详细研究；确定了矿石类型、品级、比例及其分布变化规律，在需要和地质条件可能分采时，对分采的矿石类型或品级进行了详细圈定，对共、伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价。矿体的连续性已经确定，矿体资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

### 8.2 矿产资源 / 储量分类

#### 8.2.1 储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义表明当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量的矿产资源。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性研究程度不同，储量又分为可采储量（111）、探明的预可采储量（121）和控制的预可采储量（122）三个类型。

#### 8.2.2 基础储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义属于经济的或边际经济的矿产资源。根据经济意义的不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。

根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的（可研）经济基础储量（111b）、探明的（预可研）经济基础储量（121b）和控制的（预可研）经济基础储量（122b），与可采储量中三个类型呈对应关系。

边际经济基础储量又分为探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）、探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）和控制的边际经济基础储量（2M22）三个类型。

#### 8.2.3 资源量

根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。

**8.2.3.1 次边际经济资源量**系指地质可靠程度达到控制的或探明的程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，根据地质可靠程度和可行

性研究程度不同，又分为探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）和控制的（预可研）次边际经济资源量（2S22）三个类型。

**8.2.3.2 内蕴经济资源量**系指地质可靠程度达到推断到探明的程度，可行性研究只进行了概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量（331）、控制的内蕴经济资源量（332）和推断的内蕴经济资源量（333）三个类型。

**8.2.3.3 预测的资源量（334）**系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一个类型，属潜在矿产资源。

### **8.3 矿产资源 / 储量类型条件**

#### **8.3.1 可采储量（111）**

探明的经可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，包括了对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究，并扣除了受这些因素影响而不能开采的矿产资源，证实当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量和可行性评价结果可信度高，可供矿山建设设计利用。

#### **8.3.2 预可采储量（121）**

探明的经预可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.3 预可采储量（122）**

控制的经预可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述，估算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.4 探明的（可研）经济基础储量（111b）**

探明的经可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（111）所述，与其差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

#### **8.3.5 探明的（预可研）经济基础储量（121b）**

探明的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（121）所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

#### **8.3.6 控制的经济基础储量（122b）**

控制的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（122）所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

#### **8.3.7 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）**

探明的经可行性研究的边际经济基础储量，是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，经济上表明按当时的可采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变为经济的，未扣除设计、采矿损失量。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

#### **8.3.8 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M12）**

探明的经预可行性研究的边际经济基础储量，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同（2M11）所述，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.9 控制的边际经济基础储量（2M12）**

控制的经预可行性研究的边际经济基础储量，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时可采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变为经济的。未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.10 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）**

探明的经可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，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，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

#### **8.3.11 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）**

探明的经预可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源进行了预可行性研究，其经济意义同（2S11）所述，未扣除设计、采矿损失量，估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.12 控制的次边际经济资源量（2S22）**

控制的经预可行性研究的次边际经济资源量。是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后才能变为经济的。未扣除设计、采矿损失量。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

#### **8.3.13 探明的内蕴经济资源量（331）**

指探明的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济范围内。估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

#### **8.3.14 控制的内蕴经济资源量（332）**

指控制的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经济所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济至次边际经济范围内。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

#### **8.3.15 推断的内蕴经济资源量（333）**

推断的矿产资源按其可行性研究程度和经济意义，只有内蕴经济资源量（333）一类，它是指推断的矿产资源，可行性评价只进行概略研究，经济意义介于经济至次边际经济范围内。估算的资源量可信度低，可行性评价可信度低。

#### **8.3.16 预测的资源量（334）？**

对区域成矿研究成果、矿点、矿化点、物探、化探、遥感异常，经初步野外观测，极少量工程资料，与已知矿床类比而估计预测的资源量（334）？，有无经济意义尚不确定，属潜在矿产资源。

### **9 矿产资源 / 储量估算**

#### **9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标**

9.1.1 矿产资源 / 储量估算工业指标是评价矿床工业价值和圈定矿体、估算矿产资源 / 储量的依据。预查、普查阶段可采用一般工业指标圈定矿体（参见附录 H）。详查、勘探阶段工业指标，一般应在勘查工作基本结束时，通过多方案试圈比较确定，或结合预可行性研究和可行性研究，推荐矿体形态完整、资源回收率高、经济效益好的指标方案，并按国家规定的程序报送有关部门审批确定。

9.1.2 矿床工业指标内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比、勘查深度等。

9.1.3 在勘探阶段，对制造高效和复合肥料的高品位矿石或有害杂质低的富矿石，凡能单独分采者，应制定分级开采指标。必要时可规定有害组分最大允许含量。凡能在采、选、加工过程中富集回收利用的伴生组分和矿床内需要开采的异体共生矿产，也应制定相应的指标。

## 9.2 矿产资源 / 储量估算一般原则

9.2.1 矿体的圈定必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标合理进行圈定。

9.2.2 参与矿产资源 / 储量估算的工程质量和其他基础资料，应符合有关规范和规程、规定的要求。

9.2.3 应根据矿体的产状、形态及勘查工程布置形式合理选用矿产资源 / 储量估算方法。矿产资源 / 储量估算方法主要有剖面法、最近地区法、等高线法、地质统计学法(克里格法)、SD 法等。对估算方法和结果的正确性，应采用其他方法进行检验。用于矿产资源 / 储量估算的计算机软件必须经有关管理部门认定。

9.2.4 根据矿产资源 / 储量分类和分类条件，分矿体、块段、矿产资源 / 储量类型、能分采的矿石类型或品级分别估算矿石量和矿石品位。详查、勘探阶段要按开采方式不同分别估算露采、坑采地段的矿产资源 / 储量和矿石品位，同时估算露天采场的剥离量。

9.2.5 对工业指标中规定的具有工业利用价值的共生矿产和伴生有益组分，应分别估算矿产资源 / 储量和矿石品位。

9.2.6 探明的矿产资源 / 储量块段划分，原则上应以工程间距圈定的范围为限。

9.2.7 估算的矿产资源 / 储量应圈出并扣除采空区的矿产资源 / 储量。对地面压矿的永久性建筑物、铁路、主干公路、水库、湖泊、河流等下面的禁采区，均应单独估算资源量，并列入次边际经济资源量。

9.2.8 矿石量以千吨为单位，并表示矿石品位。

## 9.3 确定矿产资源 / 储量估算参数的要求

9.3.1 参与矿产资源 / 储量估算的各项参数，预查、普查阶段可采用实测和合理的类比参数，详查、勘探阶段必须实测，数据要准确可靠，具有代表性。

9.3.2 矿体品位(厚度)沿倾向有规律变化时，应采用地表、地下分组平均求得块段平均品位(厚度)。

9.3.3 因风化影响而使地表矿体品位显著增高，厚度显著增大的个别工程，不应参与储量估算，但对形成一定范围的风化地段，应与原生带分别估算。

## 9.4 矿产资源 / 储量分类结果

根据矿产勘查的地质可靠程度和经可行性评价得出的不同经济意义，将矿产资源 / 储量估算结果按固体矿产资源 / 储量分类标准(附录 A)进行分类，详细说明分类的依据，并制表分列各种矿产资源 / 储量类型的矿石量和品位，标明其编码。

附 录 A  
(规范性附录)  
固体矿产资源 / 储量分类表

表 A.1 固体矿产资源 / 储量分类表

经济意义	地质可靠程度			
	查明矿产资源			潜在矿产资源
	探明的	控制的	推断的	预测的
经济的	可采储量（111）			
	基础储量（111b）			
	预可采储量（121）	预可采储量（122）		
	基础储量（121b）	基础储量（122b）		
边际经济的	基础储量（2M11）			
	基础储量（2M21）			
次边际经济的	资源量（2S11）			
	资源量（2S21）			
内蕴经济的	资源量（331）	资源量（332）	资源量（333）	资源量（334）？
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  
(规范性附录)  
磷矿加工用矿石的标准

**B.1 酸法加工用磷矿石的标准**，按中华人民共和国化工行业标准 HG / T 2673-95《酸法加工用磷矿石的标准》，其技术指标应符合表 B.1 要求。合格品只适用于生产过磷酸钙用磷矿石。

**表 B.1 酸法加工用磷矿石的标准**

项 目	优等品		一等品		合格品
	I	II	I	II	
五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数 % ≥	34.0	32.0	30.0	28.0	24.0
氧化镁 (MgO) 质量分数 / 五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数 % ≤	2.5	3.5	5.0	10.0	
三氧化二物 (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 质量分数 / 五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数 % ≤	8.5	10.0	12.0	15.0	
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> ) 质量分数 % ≤	3.0	4.0	5.0	7.0	
注 1: 水分以交货地点计, 质量分数应小于或等于 8.0%。 注 2: 除水分外各组分质量分数以干基计。 注 3: 当指标中仅 MgO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 或 R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 一项超标, 而另一项较低时, 允许 MgO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 的指标增加 (或减少) 能性 0.4%, 但此时, R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 指标应减少 (或增加) 0.6%。 注 4: 什邡式磷矿石合格品的五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数应大于或等于 26.0%。 注 5: 合格品中杂质要求按合同执行。					

**B.2 黄磷用磷矿石的标准**，按中华人民共和国化工行业标准 HG / T 2674—95《黄磷用磷矿的标准》执行，其技术指标应符合表 B.2 要求。

**表 B.2 黄磷用磷矿石的标准**

项 目	优等品	一等品	合格品	
			I	II
五氧化二磷（P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ）质量分数 % ≥	30.00	28.0	26.0	24.0
二氧化硅（SiO <sub>2</sub> ）质量分数 / 氧化钙（CaO）质量分数 % ≥	—		0.2	0.4
二氧化碳（CO <sub>2</sub> ）质量分数 % ≤	6.0			
粒度 mm	5~50（小于 5 mm 不超过 5%）			
注：各组分质量分数均以干基计。				

**B.3 钙镁磷肥用磷矿石标准**，按中华人民共和国化工行业标准 HG / T 2675—95《钙镁磷肥用磷矿石标准》执行，其技术指标应符合表 B.3 要求。

**B.4 钙镁磷肥用硅镁质半自溶性磷矿石质量要求**，按中华人民共和国化工行业标准 HG / T 2274—95《钙镁磷肥用硅镁质半自溶性磷矿石的标准》执行，其技术指标应符合表 B.4 的要求。

表 B.3 钙镁磷肥用磷矿石标准

项 目		优 等 晶	一 等 晶	合 格 晶
五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数	% ≥	28.00	24.0	20.0
氧化镁 (MgO) 质量分数	% ≥	—		1.0
三氧化二物 (R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 质量分数	% ≤	4.0	8.0	—
粒 度	mm	15~100（小于 15 mm 不超过 5%）		
注：1 各组分质量分数均以干基计； 2 五氧化二磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 质量分数大于或等于 19.0%、18.0%、17.0%，对应的氧化镁 (MgO) 质量分数分别大于或等于 3.0%、5.0%、7.0%的磷矿石可作为合格品； 3 电炉法、旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。				

表 B.4 钙镁肥用硅镁质半自溶性磷矿石的标准

项    目		合    格    品		
五氧化二磷（P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ）质量分数	% ≥	18.0	16.5	15.5
氧化镁（MgO）质量分数	% ≥	3.5	4.5	4.5
二氧化硅（SiO <sub>2</sub> ）质量分数	% ≤	12.0~32.0		
氧化铝（Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ）质量分数	% ≤	3.0		
粒度	mm	15~100（小于 15 mm 不超过 5%）		
注 1：各组分质量分数均以干基计；				
注 2：未加工的矿石粒度指标，可由供需双方协商议定；				
注 3：电炉法、旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。				

**B.5** 为限制农田和农作物因施用磷肥而受到的放射性污染，用来生产磷肥的磷矿石（包括磷精矿）放射卫生标准，按中华人民共和国国家标准 GB 8921—88《磷肥放射性镭-226 限量卫生标准》执行。

**B.5.1** 磷肥中 <sup>226</sup>Ra 的含量不得高于 500 Bq · kg<sup>-1</sup>。

**B.5.2** 为了保证磷肥中 <sup>226</sup>Ra 符合 B.5.1 项限量标准，用于生产磷肥的磷矿石 <sup>226</sup>Ra 含量不应超过 500 Bq · kg<sup>-1</sup>。

**B.5.3** 产品天然铀含量的检验结果若低于 30×10<sup>-6</sup>，即可认为该产品符合 B.5.1 的要求，不再作镭-226 的测定。

**B.5.4** 新建、扩建磷矿山必须向当地放射卫生防护部门提交有关 <sup>226</sup>Ra 含量的地质报告，经复查符合 GB 8921-88 标准后方可投产。

附 录 C  
(资料性附录)  
磷矿资源 / 储量规模划分标准

C.1 磷矿资源 / 储量规模划分标准

矿 床 规 模	单 位	磷矿资源 / 储量
大 型	矿石 / 万 t	$\geq 5\ 000$
中 型	矿石 / 万 t	500~5 000
小 型	矿石 / 万 t	$< 500$



附 录 D  
(资料性附录)  
磷矿山建设规模及服务年限参考

D.1 磷矿山建设规模及服务年限参考

矿山规模	建设规模 (万吨 / 年)	服务年限 (年)
大 型	$\geq 100$	25~30
中 型	$30 \sim < 100$	20~25
小 型	$< 30$	10~20

附 录 E  
(资料性附录)  
勘查类型划分依据

- E.1 勘查类型划分的依据主要是矿体稳定程度、矿床地质构造复杂程度和矿体延展规模。
- E.2 矿体的稳定程度综合考虑了矿体的形状、内部结构、厚度、品位及其沿走向和倾向的连续性等因素的变化，以定性为主，定量为辅。矿体的稳定程度可分为稳定、较稳定、不稳定三类。
- E.2.1 稳定：矿体呈层状、内部结构简单、厚度稳定或呈有规律的方向性变化，厚度变化系数小于 40%，矿石有用组分均匀，矿体沿走向和倾向连续性好。
- E.2.2 较稳定：矿体呈似层状，有少量夹层，厚度有一定变化，厚度变化系数 40%~70%，矿石有用组分均匀至较均匀，矿体连续性较好，局部出现无矿或不可采地段。
- E.2.3 不稳定：矿体呈透镜状或不规则小透镜状、似脉状、囊状，矿体内部结构复杂，有较多夹层，厚度变化大，有分枝复合现象，厚度变化系数大于 70%，有用组分较均匀至不均匀，矿体的连续性较差，有较多的无矿或不可采地段。
- E.3 矿床地质构造复杂程度是指对矿体的空间分布产生直接影响的构造形式，可分为简单、中等、复杂三类。
- E.3.1 简单：矿体呈简单的单斜构造、产状稳定，无较大断层或断层较少，对矿体影响小。
- E.3.2 中等：伴有次级褶皱的单斜构造，产状有一定变化，断层较多，对矿体破坏较大。
- E.3.3 复杂：紧密或复杂的褶皱构造，产状变化大，断层多，对矿体破坏大。
- E.4 矿体延展规模，按沿走向的长度和沿倾向的宽度分为大、中、小三类。
- E.4.1 大：沿走向>4 000 m，沿倾向>1 000 m。
- E.4.2 中：沿走向>(1 500 m~4 000 m)沿倾向>(400 m~1 000 m)。
- E.4.3 小：沿走向<1 500 m，沿倾向<400 m。

附 录 F  
(资料性附录)  
勘查类型基本控制工程间距参考表

表 F.1 勘查类型基本控制工程间距参考表

勘查类型	基本工程间距 (控制的矿产资源 / 储量) m		矿 床 实 例
	沿走向	沿倾向	
第 I 勘查类型	800~600	400~300	湖北荆襄磷矿王集矿段、贵州开阳磷矿马路坪(下盘矿)矿段
第 II 勘查类型	400~300	200~150	湖北朱堡埠 I 号矿体、贵州开阳磷矿用沙坝矿段、云南草铺磷矿柳树矿段
第 III 勘查类型	200~100	100~50	四川金河磷矿马槽滩、江苏锦屏磷矿东山矿段、河北承德磷矿马营矿床
a) 对矿体规模小, 矿体极不稳定的内生磷灰石矿床, 其走向可适当加密控制。			

附 录 G  
(资料性附录)  
磷矿石工业类型

- G.1 划分磷矿石工业类型的主要目的,是为了尽快取得矿石工业评价的概念,并在此基础上合理布置选矿与加工试验工作。
- G.2 磷矿石的可选性和加工利用,与含磷矿物及脉石矿物的种类及数量有关,前者是磷矿石工业类型主类划分依据,后者是亚类划分的依据。
- G.3 据矿石中磷酸盐矿物的结构特点,我国磷矿床矿石类型目前可分为两大类:以隐晶质、显微晶质磷灰石为主的磷块岩矿和以显晶质磷灰石为主的磷灰岩矿和磷灰石矿。除磷块岩富矿和某些中等品位磷矿可不需选矿直接加工利用外,所有类型的中低品位磷矿一般都需经选矿后加工利用才为合理。对磷矿石新类型(如铝磷酸盐矿石)要加强选矿与加工:利用研究,在此基础上划分矿石工业类型。
- G.4 磷矿石中主要脉石矿物包括硅质矿物、硅酸盐类矿物、碳酸盐类矿物。根据其种类、含量以及选矿加工技术特征,将磷矿石划分为硅质及硅酸盐型、碳酸盐型、混合型三个亚类。各亚类脉石矿物中碳酸盐类矿物含量(质量分数)分别为:硅质及硅酸盐型 $<30\%$ ,混合型 $30\% \sim 70\%$ ,碳酸盐型 $>70\%$ 。
- G.5 磷块岩矿石(主要为碳酸盐型和部分混合型)在风化作用下产生碳酸盐成分的流失,磷矿物的相对富集,以及脉石矿物成分、矿石结构构造的变化,形成风化矿。其矿石工业类型趋向于硅质及硅酸盐型,并改变了原矿石的选矿技术加工性质,应划分出风化型矿石亚类。风化型矿石判别指标可采用  $2 P_2O_5$  质量分数 $+A \cdot I \geq 74\%$  ( $A \cdot I$  为酸不溶物质量分数)、 $CO_2$  质量分数 $\leq 5.5\%$ 。
- G.6 一般磷灰石矿和磷块岩矿的风化型矿石的选矿易于磷块岩矿,磷块岩中的硅质型矿石选矿易于硅酸盐型矿石和碳酸盐型矿石,后者又易于混合型矿石。
- G.7 磷块岩矿石要在品级基础上再进行亚类的划分。硅质或硅酸盐型富矿是磷肥生产最理想的原料,而中低品级的混合型矿石,很可能是热法磷肥的直接炉料。
- G.8 对含泥量或影响加工的某些杂质( $R_2O_3$ )显著增高的矿石,要从同类型中划分出来。
- G.9 对某些含伴生元素较高而需要分采和单独处理的磷块岩矿石,也可从同类型矿石中分出,冠以该伴生元素的名字(如含稀土碳酸盐型磷块岩)。
- G.10 当矿石中含两种或两种以上而具有不同选矿特性的有用矿产,可按其所含组分进一步划分亚类,但参与命名者必须达到该矿产所规定的边界品位或综合品位,如磁铁磷灰石矿。
- G.11 划分矿石工业类型要在矿体初步圈定基础上进行,当矿石自然类型变化不大且有规律分布时,也可按矿石自然类型进行划分。
- G.12 磷矿石工业类型划分及参考指标如表 G.1

工业类型		亚 类									备 注
		硅质及硅酸盐型			混 合 型			碳酸盐型			
磷块岩矿石	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 品位 %	CaO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (比值)	酸不溶物 %	CO <sub>2</sub> %	CaO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (比值)	酸不溶物 %	CO <sub>2</sub> %	CaO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (比值)	酸不溶物 %	CO <sub>2</sub> %	
	≥30	<1.4	>15		1.4~1.5	15~5		>1.5	<5		加工级
	<30~24	<1.45	>20		1.45~1.6	20~10		>1.6	<10		选矿、 加工级
	<24~18	<1.5	>30		1.5~1.75	30~15		>1.75	<15		
	<18~12	<1.6	>40		1.6~2.0	40~20		>2.0	<20		选矿级
磷灰岩矿石		<1.6		<5	1.6—2.1		5~20	>2.1		>20	选矿级
磷灰石矿石											选矿级

附 录 H  
(资料性附录)  
磷矿一般工业指标

H.1 磷矿一般工业指标是供预查、普查阶段圈定矿体估算资源储量的参考依据(表 H.1)。

表 H.1 磷矿一般工业指标

项 目	类 别		
	磷块岩矿	磷灰岩矿 (或磷灰石矿)	备 注
边界品位 ( $P_2O_5$ ) %	$\geq 12$	5~6	
最低工业品位 ( $P_2O_5$ ) %	15~18	10~12	
磷块岩矿石品级 ( $P_2O_5$ ) %	Ⅰ	$\geq 30$	适合擦洗脱泥的风化矿石,Ⅰ级品的 $P_2O_5$ 可降到 28%
	Ⅱ	$< 30 \sim 24$	
	Ⅲ	$< 24 \sim 15$	
可采厚度 m	1~2		
夹石剔除厚度 m	1~2		

H.2 表 H.1 中所列是指以钙磷酸盐为主的矿石类型,对于其他磷酸盐矿物新类型矿石,要根据选矿加工试验另行确定。

H.3 缺磷地区工业指标,可根据矿床的开采方式、选矿难易程度、共伴生矿产或组分的综合利用情况和矿肥结合等因素考虑,在宏观经济效益允许的条件下,其边界品位和最低工业品位可适当降低。

H.4 可采厚度和夹石剔除厚度因矿体赋存条件和矿床开采方式不同而定,缓倾斜矿床的可采厚度一般不小于 1.5 m,富矿或陡倾斜矿床可采厚度可适当降低,露天开采矿床的可采厚度、夹石剔除厚度可适当增大。

附录 I  
(资料性附录)

磷矿中伴生矿产的综合利用

1.1 磷矿中伴生矿产按其赋存状态可以分为两类。第一类是以独立矿物形式产出的伴生矿产，主要有铁（磁铁矿、钛磁铁矿）、铜、硫（黄铜矿、黄铁矿）、钾（钾长石）等；第二类是赋存在磷酸盐矿物中或脉石矿物间的伴生元素，主要有氟、碘、锶、稀土和铀等。

1.2 第一类伴生矿产主要产于内生磷灰石矿床中，是提高某些低品位磷矿综合开发经济效益的重要资源条件。它们大多可以在磷矿选矿过程中进行回收，其综合利用价值主要取决于伴生矿产的质量和数量。

铁是其中较常见者，当矿石中伴生组分铁（TFe）质量分数 $>12\%$ ，就能综合回收，现已被一些生产矿山综合利用，如矾山磷矿、建平磷矿等。

铜、硫要在浮选磷矿之前进行回收，主要是消除浮磷捕收剂对它们的影响。因此铜、硫的回收涉及选矿工艺流程的设计。

磷矿石中的钾主要用于制造钾磷复合肥料，如利用汉源含钾磷块岩矿生产钙镁磷钾肥和磷酸二氢钾复合肥。

此外可以回收的伴生矿产还有晶质石墨（鸡西磷矿）、黑云母、金红石等。

1.3 第二类伴生元素除氟外，含量都很低，大多在浮选磷精矿中可以进一步富集。对其综合利用不仅取决于在矿石中含量的高低、对环境污染的程度，还要考虑矿石的加工利用途径。

氟在磷矿加工过程中进入气相，一般磷肥厂用水吸收废气中的氟化物，制得浓度为 $8\% \sim 25\%$ 氟硅酸溶液，然后加工成各种氟产品。碘与氟类似，当矿石中伴生元素碘 $>0.004\%$ 时，可以从废气中提碘。因此综合回收是变害为利的有效措施。

稀土多见于我国磷块岩矿床中，在部分变质磷灰岩矿中也有产出，原地质矿产部综合利用研究所和贵州化工研究所曾进行过综合回收试验，但由于成本高，工艺复杂而没有投产。

铀在萃取过程中富集于磷酸中，目前从湿法磷酸中回收铀是最有效的方法。对于含铀大于 $0.02\%$ 的磷矿石应考虑综合回收。

1.4 由于磷矿中伴生矿产的综合利用多数尚处于试验研究阶段，因而在判断综合利用价值时，需进一步做技术经济论证。

附 录 J  
(资料性附录)  
磷矿床类型

**J.1** 我国磷矿床按其产出地质条件和形成方式，分为外生—沉积磷块岩矿床，内生—磷灰石矿床，变质—磷灰岩矿床三大类。

**J.2** 外生—沉积磷块岩矿床主要产出在古生代及新元古代的浅海相—滨海沉积层内，规模大一特大，含矿带沿走向延续几十至几百公里，具有富矿少、贫矿多、易选矿少、难选矿多的特点。在缓倾斜的碳酸盐型磷块岩矿床中，有时形成规模很大的风化带，是获得高质量富矿石的重要矿源。按矿床形成条件又可分为生物化学沉积和风化淋滤残积两个亚类，其地质特征见表 J.1。

**J.3** 内生—磷灰石矿床主要为岩浆分异或贯入作用形成，按成矿母岩岩石类型的不同可分为基性—超基性和偏碱性—超基性岩两个亚类。此类矿床中磷灰石颗粒粗大，大多与（钒、钛）磁铁矿共生，矿石易选，综合利用价值较高，其矿床地质特征见表 J.2。此类矿床中还有少数岩浆期后接触交代，热液充填和伟晶岩型矿床，但它们规模很小，品位变化大，一般不具工业意义。此外属岩浆分异作用形成的碳酸岩型磷灰石矿床，在我国有一定线索，是今后值得注意寻找的内生磷灰石矿床。

**J.4** 变质—磷灰岩矿床主要产于元古宙和太古宙的变质岩层内，规模较大，与内生磷灰石矿床相比，磷灰石含量较高，颗粒偏细。磷灰岩矿石中的有害杂质是碳酸镁（钙），经选矿后易进入精矿中，不利生产高效肥料。该类矿床前景广阔，按成因可分为沉积变质与变质交代两个亚类，其矿床地质特征见表 J.3。



表 J.1 外生—沉积磷块岩矿床分类表

亚类	含矿层位	岩石组合	矿体一般特征	矿石矿物	矿石类型		伴（共）生矿产	矿石质量（P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数）及技术加工性能	矿床规模	矿床实例
					自然	工业				
生物化学沉积型	寒武系下统、震旦系上统	硅锰质白云岩—黑色页岩—磷块岩	矿体大多产于含磷岩系下部，一般含矿1~2层，厚度较大，分布稳定	隐—显微晶质磷灰石、玉髓、石英、燧石、方解石、白云石、海绿石、长石、炭泥质物 炭泥质物	致密块状、条带状、粒状	硅质及硅酸盐型、混合型、碳酸盐型	碘、钾、铀、稀土、氟、氯	大多为中低品位矿石，少数为高品位矿石，P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 8%~38%。其中<24%的硅钙镁质矿石属难选矿	巨大—中型	云南昆阳、湖北荆襄、湖南浦市、贵州开阳、四川马边、江西朝阳
	泥盆系下统	高岭石粘土岩—铝磷酸盐岩—磷块岩	矿体产于含磷岩系底部，一般含矿一层，厚度变化大，受古岩溶侵蚀面控制	隐—显微晶质磷灰石、硫磷铝锶矿、水云母、白云石、方解石、黄铁矿、海绿石	砾状、致密块状、角砾状	铝磷酸盐、硅酸盐型	硫 磷 铝 锶矿、碘、稀土、氟	磷块岩品位30%左右，为高铁铝矿石。硫磷铝锶矿品位16%~18%，为难选矿	大一—中型	四川什邡、绵竹
	寒武系下统	长石粉砂岩、细砂岩—磷块岩—砂质粘土岩—白云岩	矿体产于含磷岩系下部，一般含矿一层，局部两层，厚度较大，分布较稳定 稳定	隐—显微晶质磷灰石、钾长石、石英、绿泥石、白云石、黄铁矿、褐铁矿	碎屑砂状、粒状、条带—一条纹状、块状	混合型	钾	含钾磷块岩为中低品位矿石，一般13%~25%含K <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %~7%，是难选矿，但可直接烧制钙镁磷钾	大一—小型	四川汉源
	寒武系下统	海绿石石英砂岩—杂色页岩—砂砾状磷块岩	矿体产于含磷岩系底部，一般含矿一层，厚度薄较稳定	隐—显微晶质磷灰石、玉髓、石英、方解石、白云石、黄铁矿、海绿石	砂砾状、饼砾状、砾状、结核状	硅质及硅酸盐型	铀、稀土、钒、碘	多属中低品位硬度大的石英质矿石，品位10%—20%，因碎矿困难，属难选矿	中—小型	安徽凤台、河南鲁山、山西芮城、宁夏苏峪口
	二叠系下统，寒武系下统、震旦系上统	硅质岩—硅质页岩—透镜状—结核状磷块岩	不稳定分布的透镜状—结核状矿体	隐—显微晶质磷灰石、石英、玉髓、粘土质、有机质、黄铁矿	结 核 状 透 镜 状	硅质及硅酸盐型	硅藻土、石煤、钒、锶、镍、钼、钾、氟	大部为10%~30%的中、低品位矿石	小型	江苏栖霞山、广西三江、浙江中余、贵州天柱、湖南怀化
风化淋滤残积型		含磷锰土—含磷亚砂（粘）土—土状磷块岩	不稳定分布的似层状、透镜状矿体，矿体形态受基岩侵蚀面控制	隐—显微晶质磷灰石、银星石	主要为土状、砂状。次为块状、角砾状	硅质及硅酸盐型，混合型		磷矿品位14%~30%含铁铝高，属难选矿	中—小型	南黄荆坪、广西基隆

表 J.2 内生—磷灰石矿床分类表

亚类	岩石组合	矿体一般特征	矿石结构构造	矿石矿物	矿石类型	伴（共）生矿产	矿石质量	矿床规模	矿床实例
碱性 基性 — 超基 性岩 型	辉石岩—角闪岩 —透辉岩	呈较稳定的板 状、似层状、透 镜状矿体	中细粒至伟晶结 构，块状、条带 状、星散状构造	磁铁矿、蛭石、 黑云母、磷灰石、 透辉石、角闪石	黑云透辉岩型、 角闪透辉岩型	磁铁矿，稀土元 素：铈、钇、铜、 蛭石	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 3 %~4%，TFe 质量 分数 6%左右	大一中型	陕西凤县、 山东莱州
	辉长岩—苏长岩 —斜长岩	呈不稳定的囊 状、透镜状、脉 状矿体	块状、星散状、条 带状构造	含钒、钛磁铁矿， 磷灰石，赤铁矿	含磷铁矿型、铁 磷矿型、钛磁铁 矿型	钒、钛磁铁矿， 钛铁矿、黄铁矿、 钴硫化物	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 4 %~14%，TFe 质量 分数 17%~25%	中—小型	河北马营、 黑山罗锅子沟
偏碱 性超 基性 岩型	辉石正长岩—黑 云母辉石岩	呈厚大的似层状 矿体	块状、浸染状、斑 杂状、条带状构造	磁铁矿、磷灰石、 透辉石、黑云母、 正长石	磷灰石磁铁矿型	磁铁矿	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 7 %~14%，TFe 质量 分数 10%~13%	大一中型	河北矾山

表 J.3 变质—磷灰石矿床分类表

亚类	岩石组合	矿体一般特征	矿石组分	矿石类型	伴（共）生矿产	原岩	矿石质量及技术加工性能	矿床规模	矿床实例
沉积变质型	云母片岩-硅质大理岩-粒状磷灰岩	矿体结构复杂，呈不稳定的透镜状或似层状矿体	磷灰石、白云石、石英、方解石、白云母、硬软锰矿、石榴子石	细粒磷灰岩、云母磷灰岩、锰质磷灰岩	锰、铀、氟、镓	沉积岩	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 11%~14%，磷灰石颗粒粗大，易选，但含镁高	大一中型	江苏锦屏、安徽宿松、湖北大悟
	硅质千枚岩-（板岩）-变质砂岩-砂质磷灰岩	含矿一至三层，呈较稳定的似层状、透镜状矿体	磷灰石、石英、铁铝榴石、铁闪石、黑云母、炭泥质、铁矿	砂岩型、砂质板岩型、石榴子石铁闪石型、炭泥质型磷灰岩	稀土、硫铁矿	沉积岩	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 8%~12% 磷灰石颗粒细，可选性属一般矿石	大一中型	内蒙古布龙土、辽宁甜水
变质交代型	角闪斜长片麻岩-混合岩-钛磁铁矿磷灰岩	矿体与围岩产状一致，呈不稳定条带状产出	斜长石、角闪石、钛铁矿、磁铁矿、黑云母、磷灰石、辉石、钾长石、方解石、绢云母	钛磁铁矿磷灰岩	钛、铁、钒、硫、钴	岩浆岩（?）	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 3%~5%，TFe 质量分数 13%~23%	大一中型	河北丰宁
	斜长片麻岩-混合岩-透辉石磷灰岩（大理岩）	多层产出，呈不稳定条带状矿体	透辉石、钾长石、角闪石、金云母、磷灰石、石墨、透灰石、磷灰岩	透辉石、金云母、钾长石、稀土、夕线石	石墨、金云母、钾长石磷灰岩、角闪石、石墨、透辉石磷灰岩	沉积岩、岩浆岩	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 质量分数 2%~3%，C 质量分数 7%左右	中一小型	黑龙江鸡西