

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

钒矿地质勘查规范

Specification for vanadium mineral exploration

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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 勘查目的 1

 3.2 勘查任务 1

4 勘查研究程度 2

 4.1 地质研究 2

 4.2 矿石质量研究 3

 4.3 矿石加工选冶技术性能研究 3

 4.4 矿床开采技术条件研究 4

 4.5 综合勘查、综合评价 6

5 勘查控制程度 7

 5.1 勘查类型划分 7

 5.2 勘查工程间距确定 7

 5.3 勘查工程选择与布置 8

 5.4 矿床控制程度确定 8

6 勘查工作及质量要求 8

 6.1 地形测量和工程测量 8

 6.2 地质填图 8

 6.3 水文地质工程地质环境地质工作 9

 6.4 物探化探工作 9

 6.5 探矿工程 9

 6.6 采样与样品制备测试 10

 6.7 岩矿石物理性能测试 12

 6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编写 12

7 可行性评价工作 13

 7.1 概略研究 13

 7.2 预可行性研究 13

 7.3 可行性研究 13

8 矿产资源储量类型分类及划分 13

 8.1 矿产资源储量分类依据 13

 8.2 矿产资源储量类型及条件 13

9 矿产资源/储量估算 14

9.1	工业指标.....	14
9.2	估算方法选择.....	14
9.3	矿体圈定.....	14
9.4	估算原则及要求.....	15
9.5	估算参数确定.....	15
9.6	估算结果.....	16
附录 A（规范性附录）	固体矿产资源/储量分类.....	17
附录 B（资料性附录）	矿床（体）勘查类型条件及工程间距.....	18
附录 C（资料性附录）	资源储量估算工业指标及不同勘查阶段资源储量比例.....	22
附录 D（资料性附录）	钒矿床资源储量规模划分.....	23
附录 E（资料性附录）	钒矿床主要工业类型	24
附录 F（资料性附录）	钒矿主要矿物及其性质.....	25
附录 G（资料性附录）	钒矿石选冶难易程度划分.....	26
附录 H（资料性附录）	五氧化二钒质量标准	27
附录 I（资料性附录）	钒钛磁铁矿中伴生钒的综合评价实例.....	28

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准依据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》及GB/T 25283-2010《矿产资源综合勘查评价规范》等，在收集我国以往钒矿床地质勘查和开发利用成果资料，并经实地调查研究的基础上制定。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：国土资源部矿产资源储量评审中心、陕西省国土资源规划与评审中心、湖南省矿产资源储量评审中心、四川省矿产资源储量评审中心、甘肃省矿产资源储量评审中心、安徽省矿产资源储量评审中心、中国地质科学院矿产综合利用研究所。

本标准起草人：刘平立、雍卫华、万会、杨强、张裕书、谢建强、白冶、赵亚辉、唐卫国、唐建民、董显宏、修艳敏、朱兆奇、王婉琼、马同应、佟成利、张明燕、李剑、王珏。

钒矿地质勘查规范

1 范围

本标准规定了钒矿地质勘查工作的目的任务、勘查研究程度、勘查类型、勘查控制程度、勘查工作质量、可行性评价、矿产资源储量类型及划分条件、矿产资源储量估算等方面的要求。

本标准适用于钒矿地质勘查各阶段的工作及矿产资源储量估算，可作为验收及评审钒矿勘查成果的依据；也可作为矿业权转让、勘查开发筹资、融资活动中评估矿产资源储量的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3838 地表水环境质量标准
GB 12719 矿区水文地质工程地质勘探规范
GB 26452 钒工业污染物排放标准
GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
GB/T 14848 地下水环境质量标准
GB/T 17766 固体矿产资源/储量分类
GB/T 18341 地质矿产勘查测量规范
GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
DZ/T 0032 地质勘查钻探岩矿心管理通则
DZ/T 0033 固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范
DZ/T 0130 地质矿产实验室测试质量管理规范
DZ/T 0141 地质勘查坑探工程规程
DZ/T 0199 铀矿地质勘查规范
DZ/T 0227 地质岩心钻探规程
DZ/T 0246 岩石地球化学测量技术规程

3 勘查的目的任务

3.1 目的

钒矿地质勘查的目的是发现钒矿床，查明矿床地质特征、开采技术条件、矿石加工选冶技术性能等，提交钒矿资源储量，最终为矿山建设设计提供必需的地质资料。

3.2 任务

3.2.1 预查阶段

收集、分析区内已有的地质、物探、化探、遥感等资料，通过综合地质研究、野外踏勘、物探、化探等方法，以及极少量工程揭露和验证，初步了解预查区内地层、构造、岩浆岩等地质特征和矿产资源成矿远景，对是否具有进一步地质工作价值做出评价。当具备估算资源量的必要参数时可估算资源量，并提出可供普查的范围。

3.2.2 普查阶段

在综合分析、系统研究区内已有各类地质资料的基础上，对预查阶段提出的普查区和物探、化探异常区，采用有效的勘查方法及手段，通过稀疏的探矿工程证实，确定成矿有利地段，大致确定矿体的连续性，大致查明矿石物质组成及质量特征，大致了解矿床开采技术条件及矿石加工选冶技术性能，估算资源量，进行概略研究，对是否具有进一步地质工作价值做出评价，并提出可供详查的范围。

3.2.3 详查阶段

对经过普查工作证实具有进一步工作价值的详查区，采用有效的勘查方法及手段，通过系统的取样工程，基本确定矿体的连续性，基本查明矿石的物质组成、矿石质量、矿石加工选冶技术性能和矿床开采技术条件，估算资源储量，进行可行性评价，确定矿床是否具有工业价值及能否开发利用，推荐勘探区范围，为编制矿区总体规划及矿山建设项目建议书提供依据。

3.2.4 勘探阶段

在详查工作的基础上，对具有工业价值的勘探区，采用必要的勘查方法及手段，通过加密各种取样工程，详细查明矿床地质特征及矿体的连续性，确定矿体的规模、形态、产状、空间位置，详细查明矿石的物质组成、矿石质量、矿石加工选冶技术性能和矿床开采技术条件，估算资源储量，进行可行性评价，为矿山建设设计提供地质依据。

4 勘查研究程度

4.1 地质研究

4.1.1 预查阶段

了解区域地质特征及矿产信息，选定找矿远景区。对预查区内物探、化探、遥感异常及矿（化）点进行初步评价，选择有代表性的异常及矿（化）点，投入极少量的工程进行追索、验证，初步了解成矿地质条件及与成矿有关的变质岩、围岩蚀变和矿化特征，并与地质特征类似的已知矿床进行类比，为开展普查工作提供依据。

4.1.2 普查阶段

4.1.2.1 区域地质：收集分析与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及区域矿产等资料，了解区域地质特征、成矿条件和成矿远景。

4.1.2.2 矿区地质：通过 1:10000~1:5000 的地质填图，大致查明矿区地层的时代、层序、岩性、厚度、产状及分布，研究含矿岩系的沉积环境、岩相、岩石组合、变质程度；大致查明含矿岩系及矿（化）体的空间分布。研究矿区构造及其空间分布关系，大致查明控制矿（化）体的褶皱和断层（破碎带）的性质、规模、产状、相互关系及对矿（化）体的影响程度。大致查明岩浆岩的分布、规模等特征。初步查明围岩蚀变的性质、种类、规模、强度及对矿（化）体的影响。研究矿床的成因类型和控矿因素，指出找矿标志。初步进行矿体对比连接，大致查明矿体特征和矿石质量，大致了解矿体的风（氧）化带发育情况。对矿体及近矿围岩可能存在放射性核素的，应进行放射性异常检查。

4.1.3 详查阶段

4.1.3.1 区域地质：研究与成矿有关的区域地质特征、成矿条件、成矿远景。

4.1.3.2 矿区地质：通过 1:10000~1:2000 的地质填图，基本查明成矿地质条件及含矿岩系的岩性、岩相、岩石组合及变质程度，基本查明矿（化）体的空间分布，对含矿岩系和矿化体的赋存部位和延伸进行对比连接。基本查明控制矿（化）体的褶皱和断层（破碎带）的地质特征，对矿体破坏较大的断层，应有一定数量的工程加以控制。基本查明与成矿有关的岩浆岩、岩脉的地质特征。基本查明矿体的风（氧）化带及主要围岩蚀变的地质特征。

4.1.3.3 矿体地质：采用系统取样工程，基本查明矿体的数量及分布范围，基本查明矿体的形态、规模、产状、厚度、品位及其变化情况。在对矿体沿走向和倾向对比连接研究的基础上，基本确定矿体的连续性。基本查明矿体顶、底板围岩及矿体中夹石的岩性、厚度、产状、含矿性及其分布。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 矿区地质：通过 1:2000~1:1000 甚至 1:500 的地质填图，详细查明成矿地质条件及内在规律、含矿岩系的地质特征，划分含矿层（段）并进行对比连接。详细查明变质作用、岩相、主要控矿构造的地质特征及成矿后构造对矿体的影响程度。详细查明矿体顶、底板围岩及矿体内夹石的地质特征。详细查明矿体风（氧）化带地质特征。

4.1.4.2 矿体地质：采用加密取样工程，详细查明矿体的形态、规模、产状、厚度、品位及其变化情况，对矿体沿走向和倾向进行详细对比连接，确定矿体的连续性。详细查明矿体顶、底板围岩及矿体内夹石的地质特征。详细查明成矿后构造或岩脉对矿体的破坏影响程度。对适于露天开采的矿床（体）应系统控制主要矿体四周和露天采场底部矿体的界线，对地下开采的矿体应控制其两端及上下界线。对可与主矿体同时开采的小矿体，尤其是上盘小矿体，应与主矿体同时进行控制。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

对预查中发现的矿（化）体，初步了解矿石矿物成分、化学成分等。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石中矿物的种类和矿物组合、钒的赋存状态和含量，大致了解伴生有用、有益、有害组分的种类、含量。发现放射性异常时应进行采样测试，并做出相应的评价。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石中矿物的种类、分布及矿物组合，矿石的结构、构造特征，钒的赋存状态和含量；大致查明矿石中伴生有用、有益、有害组分的种类、含量。基本确定矿石自然类型及工业类型。存在放射性异常时应按要求采样测试，达到工业指标要求的应进行专项勘查和评价工作。

4.2.4 勘探阶段

详细查明钒的赋存状态、矿物种类及含量、矿石的结构、构造特征，基本查明矿石中伴生有用、有益、有害组分的含量、赋存状态及其分布。确定矿石的自然类型和工业类型。对共生、伴生（简称共伴生，下同）矿产进行综合评价。

4.3 矿石加工选冶技术性能研究

4.3.1 矿石加工选冶试验样品采集

4.3.1.1 勘查单位应编制采样设计。实验室扩大连续试验、半工业试验样品的采样设计应征求试验研究单位的意见。供矿山建设设计使用的试验样品采样设计的编制应有矿山建设设计单位参与。

4.3.1.2 所采样品应具有代表性，矿石类型、品位、矿物成分、结构构造、化学成分及空间分布等与矿床的矿石特征应基本一致，并采取一定量的近矿围岩或夹石样品。试验样品的主要有用组分含量应考虑贫化，适当低于所代表矿石的平均品位。应考虑样品中共伴生有用组分的代表性。选矿试验样品的质量应根据试验阶段、试验目的和要求确定。采样方法可用刻槽法、剥层法、全巷法或矿心劈切法等。

4.3.1.3 试验样品的加工和试验各环节都应符合相关规范、规程要求。矿石加工选冶试验结论应明确，且应满足不同试验阶段和勘查目的要求。

4.3.1.4 对规模大、物质组分复杂、矿石工业类型差异大的矿床（体），应分段、分矿石类型采样。对不能分采、分选的不同类型矿石可采集混合试验样，但其比例应与不同矿石类型的资源储量比例一致。

4.3.2 矿石工艺矿物学研究

4.3.2.1 通过岩矿鉴定，查明矿石矿物组成、粒度、结构构造特征。研究主要矿物（特别是钽矿物和钽载体矿物）的赋存状态、矿物间的共生关系，为选择合理的矿石加工选冶方法和工艺流程提供依据。

4.3.2.2 研究主要有用、有益、有害组分在选冶过程中的走向与分布，以评价矿石加工工艺的合理性、其他有用组分的可利用性和有害组分的影响程度。

4.3.3 矿石加工选冶技术性能试验程度要求

4.3.3.1 普查阶段一般应进行矿石加工选冶技术性能类比研究。对无类比条件、组分复杂、有害组分对人身健康及环境保护影响较大的矿石及国内尚无成熟选冶工艺的矿石，应进行可选性试验或实验室流程试验，做出工业利用方面的初步评价。

4.3.3.2 详查阶段应基本查明矿石的加工选冶技术性能，做出工业利用的评价。对生产矿山附近有类比条件的易选冶矿石可以进行类比评价；易选冶矿石应进行可选性试验，一般矿石应进行实验室流程试验；较难选冶、难选冶及新类型矿石、有害组分对人身健康及环境保护影响较大的矿石，应进行实验室扩大连续试验。试验成果应明示原矿、尾矿及产品多项分析结果，以反映有用、有益、有害组分在选冶流程中的回收利用情况及走向。

4.3.3.3 勘探阶段应详细查明矿石的加工选冶技术性能，提出工业利用的方法和途径。易选冶矿石应进行实验室流程试验；大型矿床一般矿石应进行实验室扩大连续试验；较难选冶、难选冶矿石以及新类型矿石、有害组分对人身健康及环境保护影响较大的矿石，应进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验；大型矿床较难选冶、难选冶矿石应进行半工业试验，必要时进行工业试验。供建设设计利用的矿石加工选冶试验，其原矿、尾矿及产品的多项分析应齐全，能够正确反映有用、有益及有害组分在选冶流程中的回收利用情况及走向。

4.3.3.4 在矿石加工选冶技术性能试验推荐的工艺方案中，应对可能回收的伴生组分及超过允许限值的放射性核素研究提出综合回收利用的途径与技术指标。对原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素含量超过规定要求，或矿石加工选冶工艺方案中，废水、废气、废渣等的排放可能达不到 GB 26452 相关要求的，对能否转入后续勘查应进行必要的论证。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 预查阶段

对经预查发现的有工业价值前景的矿点，应搜集并分析区域水文地质、工程地质及环境地质资料，初步了解该区水文地质、工程地质、环境地质条件。

4.4.2 普查阶段

在进一步搜集研究区域水文地质、工程地质、环境地质资料的基础上，在水文地质调查的同时，大致了解开采技术条件。对开采技术条件简单的矿床可与同类型矿山开采技术条件进行类比评价；对开采技术条件中等～复杂的矿床，应大致了解矿区地表水体分布特征，地下水类型及补给、径流、排泄条件，矿床主要充水因素，大致了解矿（化）体顶底板围岩和矿石的稳定性。初步了解矿区环境地质状况及放射性异常情况，为进一步开展详查工作提供依据。

4.4.3 详查阶段

4.4.3.1 水文地质

4.4.3.1.1 研究区域水文地质条件，确定矿区所处的水文地质单元。

4.4.3.1.2 基本查明矿区内地表水体分布范围和平、枯、洪水期的水位、流速、流量、水质、水量。收集大气降水资料及历年最高洪水位及标高。

4.4.3.1.3 基本查明矿区各含水层、隔水层、构造破碎带、风化带、岩溶等的发育程度和空间分布规律及水文地质特征。

4.4.3.1.4 基本查明地表水与矿床主要充水含水层之间的水力联系，大致评价其对矿床充水的影响。基本查明地下水的水位、水质、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，初步确定水文地质边界及矿床主要充水因素，初步估算矿坑涌水量，评价对矿床开采的影响程度。

4.4.3.1.5 提出工业及生活用水供水水源方向。调查老窿及采空区的分布及积水情况，估算积水量。

4.4.3.1.6 划分矿床水文地质勘探类型。预测矿山开采可能出现的水文地质问题。

4.4.3.2 工程地质

4.4.3.2.1 根据矿体围岩类型及矿石特征，划分矿区工程地质岩组，测定矿体及顶底板围岩的力学性质，调查老窿、采空区的分布范围，研究对井巷稳定性的影响。

4.4.3.2.2 基本查明矿区内断层破碎带、风（氧）化带、节理、裂隙、岩溶、软弱夹层的分布，评价其对矿体及顶底板岩层稳固性的影响。对露天开采的矿床应对采场边坡的稳定性做出初步评价。

4.4.3.2.3 划分矿床工程地质勘探类型。初步预测矿山开采可能出现的工程地质问题。

4.4.3.3 环境地质

4.4.3.3.1 收集研究历史上的新构造运动（地震）资料，调查矿区内崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害的分布及发育情况，预测其发展趋势，分析其对矿山开采的影响。

4.4.3.3.2 基本查明岩石、矿石和地下水中对人体有害的元素及含量。开展放射性调查，基本查明矿区内放射性核素的组成及含量，确定异常的空间分布范围。

4.4.3.3.3 划分矿床环境地质类型，预测矿山开采、矿石加工选冶所产生的废水、废气、废渣对矿区生态环境可能产生的影响。

4.4.3.3.4 综合水文地质、工程地质、环境地质条件，划分矿床开采技术条件类型，为进一步开展勘探工作提供依据。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质

4.4.4.1.1 详细查明矿区内地表水体的分布范围、汇水面积、水位、流量、流速、动态变化，调查老窿的分布和积水情况，评价对矿床充水的影响。详细查明地下水的水位、水量、水温、动态变化及其补给、径流、排泄条件，分析矿坑充水因素。

4.4.4.1.2 详细查明矿区内含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、空间分布规律及埋藏条件，详细查明各含水层的富水性、导水性、渗透系数，含水层间的水力联系，隔水层的稳定程度和隔水程度。

4.4.4.1.3 详细查明断层破碎带、风化带、节理、裂隙及岩溶等的发育情况、充填与胶结程度、富水性、导水性及其变化。

4.4.4.1.4 对地下开采的矿山，预测矿坑第一开采水平正常和最大的矿坑涌水量；对露天开采的矿山，除计算露天采场外边坡之内的地下水的正常涌水量和最大涌水量外，还应按暴雨频率计算直接进入采坑的大气降水以及露天采场四周汇入采坑的正常降水量和最大降水量。

4.4.4.1.5 水文地质条件复杂且水文地质勘查程度满足不了开采设计要求的，应进行专门水文地质工作。

4.4.4.1.6 对矿坑水和矿山供水进行综合利用评价，提出工业及生活用水供水水源方向，提供水量、水质资料。

4.4.4.1.7 划分矿床水文地质勘查类型。预测矿山开采可能出现的水文地质问题。

4.4.4.2 工程地质

4.4.4.2.1 测定矿体及围岩的力学性质参数，如体积质量（亦称体重，下同）、硬度、湿度、块度、抗压强度、抗剪强度、内摩擦角、松散系数、安息角、节理密度、RQD 值（岩石质量指标）等，调查老窿、溶洞的分布和充填情况，对工程地质性能进行研究。

4.4.4.2.2 详细查明断层破碎带、风（氧）化带、节理、裂隙、泥化带、软弱夹层等的分布、产状、规模及充填胶结、充水情况，确定其对矿床开采的影响。

4.4.4.2.3 详细查明沉积松散岩类的岩性、厚度和分布范围，提出边坡角的建议。对露天采场边坡的稳定性做出评价。

4.4.4.2.4 划分矿床工程地质类型。预测矿山开采可能出现的工程地质问题并提出防治建议。

4.4.4.3 环境地质

4.4.4.3.1 详细调查矿区内崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、岩溶等不良地质现象。

4.4.4.3.2 详细查明地表水和地下水的质量和其他有害物质的含量，对矿床开采前的地质环境质量做出评价。

4.4.4.3.3 对放射性核素组成、含量及具有放射性异常的坑、硐应进行详细查定，对其影响安全生产和环境的程度做出评价。

4.4.4.3.4 对矿山开采、矿石加工选冶产生的废渣、废水、废气对矿区生态环境可能造成的影响提出预防建议。

4.4.4.3.5 搜集有关地震、新构造活动资料，阐明矿区地震情况和矿区的稳定性。

4.4.4.4 遵循水文地质、工程地质、环境地质相统一、突出重点的原则，划分矿床开采技术条件类型并做出总体评价，为矿山建设设计提供依据。

4.5 综合勘查、综合评价

4.5.1 根据各勘查阶段的要求查定共伴生矿产的物质组成及质量特征，有用、有益和有害组分的赋存状态，研究查明回收利用的途径及效果。

4.5.2 共生矿产应随主矿产一起进行综合勘查综合评价工作。共生矿产的查明及研究程度应与主矿产相同；对资源储量规模达到中型及以上的共生矿产应按该矿种的勘查规范进行勘查评价，一般情况下应根据需要，利用揭露主矿产的工程或增加适当工作量，对矿体进行勘查和评价。

4.5.3 通过符合要求的矿石加工选冶试验证实可回收利用的共生矿产，应研究提出综合回收利用的途径，并做出相应评价。

4.5.4 矿石中放射性核素含量达到一般工业指标要求的，应作为共生矿产按 DZ/T 0199 的要求进行综合勘查评价；未达到一般工业指标要求，但通过符合要求的矿石加工选冶试验证实可回收利用、符合铀钒综合开发利用及环境保护相关要求的，应提出综合开发利用途径；矿石中放射性核素含量超过允许限值，且不符合铀钒综合开发利用要求，可能影响人身健康及环境保护的，应对能否转入后续勘查进行必要的论证。

4.5.5 不能按照铀钒综合开发利用的含铀钒矿床，铀应作为有害组分进行评价。

4.5.6 不同工业类型钒矿床中可能存在的共伴生组分参见附录 E。综合勘查、综合评价应符合 GB/T 25283 的有关要求。

5 勘查控制程度

5.1 矿床（体）勘查类型

5.1.1 依据主矿体的规模、形态复杂程度、厚度稳定程度、主要有用组分分布均匀程度、构造和岩体对矿体的影响程度等五个主要地质因素确定矿床（体）勘查类型。矿床（体）勘查类型划分条件见附录 B。对已确定的勘查类型，在后续的勘查实践中应加以验证，如发现偏差，应及时研究并予修正。

5.1.2 依据五个地质因素，结合我国钒矿地质勘查实践，矿床（体）勘查类型可划分为三类，即第 I、第 II、第 III 勘查类型，允许有过渡类型。

5.1.3 矿床（体）勘查类型条件及工程间距见附录 B。

5.2 勘查工程间距

5.2.1 确定原则：

- a) 应根据反映矿床地质条件复杂程度的勘查类型来确定；修正勘查类型的，其勘查工程间距应作相应调整；
- b) 应以矿体的连续性和稳定性检验勘查工程间距的合理性；
- c) 当矿体沿走向和倾向的变化不一致时，工程间距应适应其变化；
- d) 矿体出露地表时，地表工程间距应适当加密。

5.2.2 确定方法：

- a) 类比法：对小型矿床，可采用与同类矿床进行类比的方法确定；
- b) 地质统计学法：对探矿工程数量较多的矿床，可运用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳的勘查工程间距；
- c) 试验法：对中、大型矿床可进行不同勘查手段的工程验证，确定最佳的工程间距。一般采取多种方法逐步确定。

5.2.3 各勘查阶段工程控制程度的要求：

- a) 预查阶段。必要时可采用极少量的工程，验证地质、物探、化探异常，达到初步了解矿（化）体的目的，对工程间距不作要求；
- b) 普查阶段。地表应有稀疏采样工程大致控制矿体，深部要有工程验证，一般采用类比法确定工程间距；
- c) 详查阶段。以拟定的勘查类型为基础，在普查基础上用系统的采样工程控制矿体。可参照附录 B 推荐的工程间距，对矿体沿走向和倾向进行控制，一般沿倾向深部至少应有 2 个工程控制，基本确定其连续性。对于大、中型矿床，一般应在详查阶段进行不同工程间距和不同勘查手段的工程验证，以确定合理的工程间距；

- d) 勘探阶段。根据详查阶段确定的勘查类型，加密工程间距，详细圈定矿体，确定矿体的连续性，排除多解性。

5.2.4 矿床勘查工程间距参见附录 B。

5.3 勘查方法、手段选择与工程布置

一般情况下，地表应以探槽、浅井为主，浅钻工程为辅，配合有效的物探、化探方法，深部应以钻探为主，辅以坑探工程。当地形有利或矿体形态复杂—极复杂、品位变化大时，应以坑探为主辅以钻探工程。当需要采集选矿大样时，也可动用坑探工程。若钻探成果与坑探验证成果相近，可不投入较多的坑探工程，以钻探为主配合坑探工程。各勘查阶段的工程布置应考虑与后续勘查及矿山建设开发的衔接。勘探阶段的工程布置应征求矿山建设设计单位的意见，重点布设在首采区。

5.4 控制程度

5.4.1 预查阶段对发现的矿（化）体，可根据少量验证工程所获得的采样资料，为区域远景提供宏观决策的依据。在能取得资源量估算的必要参数时，可估算预测的资源量。

5.4.2 普查阶段除大致查明矿床（体）地质特征外，地表应有稀疏的工程控制，深部应有工程验证，估算推断的、预测的资源量。

5.4.3 详查阶段应基本查明矿床（体）地质特征，基本控制矿体的分布范围。主要矿体出露地表的边界及延深应有系统工程控制。对矿体风（氧）化带、破坏矿体及影响井巷开拓和开采的断层、破碎带、岩脉等应有工程对其产状和规模加以控制。根据系统采样工程圈定矿体，估算控制的、推断的资源储量。

5.4.4 勘探阶段对主要矿体应在详查控制的基础上由加密工程圈定。对地下开采的矿床，要控制主要矿体沿走向和顶部的边界及风（氧）化带界线；对露天开采的矿床，应控制矿床（体）四周的边界、采场底部边界，计算剥采比；对能与主矿体同时开采的周围小矿体应适当加密控制。根据上述加密后的工程圈定矿体，估算探明的、控制的、推断的资源储量。

5.4.5 各勘查阶段不同类型资源储量比例可参考附录 C 中的 C.1。

6 勘查工作及质量要求

6.1 地形测量和工程测量

地形测量和勘查工程测量应采用国家标准坐标系和最新的国家高程基准。地形图测量范围和比例尺应满足不同勘查阶段地质填图、资源储量估算的需要。不同比例尺的勘查线剖面应是实测的。测量精度与要求按照GB/T 18341执行。

6.2 地质填图

6.2.1 根据不同勘查阶段目的任务，以地质观察为基础进行不同比例尺地质填图。地质填图前应测制地质剖面图或地质、物探、化探综合剖面图，观察、研究与矿化有关的各种地质现象，统一岩石命名，确定填图单位、内容、方法和要求。

6.2.2 地质填图比例尺应视勘查区范围、地质复杂程度、矿床规模及勘查阶段的不同而定，矿区地质填图比例尺一般为 1:10000，矿床（体）地质填图比例尺为 1:5000~1:2000。

6.2.3 1:10000 地质填图

6.2.3.1 基本确定地层、岩性、厚度、产状及分布。查明褶皱和断裂构造，区分控矿、容矿和破坏矿体的构造。查明蚀变带、矿化带、赋矿层位。查明各类岩浆岩、变质岩的分布范围，查明成矿地质条件和矿床成因。对放射性核素组成、含量进行调查、测量。

6.2.3.2 作为底图的地形图比例尺应大于或等于填图比例尺。有地质意义的重要地质点应采用全仪器法测定。填图单位到段或亚段。地质草图的连图应在野外实测完成，同时应附一定数量的实测地质剖面图。图面反映的地质内容应全面、客观、准确。

6.2.4 1:5000~1:2000 地质填图

6.2.4.1 详细确定地层层序、岩性、厚度、产状及分布，确定矿体与围岩及构造、岩浆岩间的接触关系。详细查明控矿和容矿构造，矿化带、矿体的规模、产状，查明矿体围岩蚀变，矿床成因和控矿地质条件。对切割矿体的断层均应有工程控制并实测。对放射性核素应进行测定，确定其组成、含量及分布。

6.2.4.2 以实测并符合 6.1 要求的相应比例尺地形图作为底图。图面反映地层填图单位为段、亚段、岩性层，详细反映含矿岩系、矿体、蚀变带、氧化带、构造、岩浆岩及各种勘查工作。地质草图的连图应在野外实测完成，同时应附一定数量的实测地质剖面图。对矿体分布地段和覆盖区的主要地质界线采用槽探、浅井、坑探、钻探工程揭露控制时，所有探矿工程和重要地质点均采用仪器法测定其位置，勘查线剖面应实测。

6.2.5 对矿区重点地段的地质填图精度应满足相应比例尺地质填图观测点密度的要求。

6.3 水文地质工程地质环境地质工作

6.3.1 矿区水文地质、工程地质的工作方法、技术及质量要求按照 GB 12719 执行。

6.3.2 按有关规范及勘查设计的要求采取地表水及地下水样品，其水质评价要求参见 GB/T 14848 和 GB 3838。

6.3.3 根据不同勘查阶段要求，开展环境地质工作，预测矿床开采可能引发的地面变形破坏；预测有毒、有害物质对环境造成的影响；预测废水排放、尾矿堆放可能造成的污染，对废石、废水、尾矿的堆（排）放及利用提出建议。参照 GB 12719 确定地质环境类型。

6.4 物探化探工作

6.4.1 各勘查阶段均应进行放射性检查。放射性检查工作按 4.4.3.3 和 4.4.4.3 要求进行，提供勘查区放射性测量资料，作为环境地质评价的依据。

6.4.2 物探、化探工作一般在预查、普查阶段进行。应广泛搜集区域物探、化探成果，对钒元素及钒组合异常进行系统研究，对重点异常进行查证。重要地段需补做岩石地球化学测量工作的，按照 DZ/T 0246 的要求进行。岩性、构造对矿心采取率确有影响使其达不到相关规定要求时，应做放射性测井工作。

6.4.3 物探、化探工作质量应符合有关规范和规程要求。

6.5 探矿工程

6.5.1 工程布置原则及要求

探矿工程应垂直矿体走向布设并尽可能置于勘查线上。所有见矿工程应揭穿矿体至一定范围的顶底板围岩。探矿工程的原始资料应完整，工程竣工应进行验收，不符合技术和质量要求的探矿工程不能参与矿体圈定和资源储量估算。

6.5.2 槽探

一般用于控制矿体在地表的实际位置，揭露地表重要地质界线。为保证采样的质量，探槽应挖至基岩新鲜面，且一般应揭穿基岩0.5m以上，槽底宽度不小于0.6m。

6.5.3 浅井（钻）

当覆盖层较厚（大于3m）或风化带较深时以浅井（钻）揭露，在保证施工安全的前提下深度应揭穿矿体顶底板与围岩界线或掘至基岩，浅井四壁应平整。

6.5.4 坑探

当地形条件有利或矿体形态复杂、钻探难以控制、需要网度验证和采集选矿大样时，可选择坑探工程。坑探工程布设以控制矿体为主，并考虑将来可为矿山建设生产所利用。其质量要求按照DZ/T 0141执行。在符合施工安全要求的前提下，可对能利用的以往探采工程进行清理，并进行编录和采样。

6.5.5 钻探

6.5.5.1 矿体及其顶底板3~5m内的围岩、近矿围岩蚀变、控矿构造标志层的岩矿心采取率不低于80%，若连续有两个回次或厚大矿体内部矿心采取率低于80%时，其连续长度不能超过5m，否则应采取补救措施。围岩岩心的分层平均采取率一般不低于70%。

6.5.5.2 采用的钻探工艺应能保证矿体及其顶底板围岩的采取率，并保持矿石原有结构特点和完整性，避免矿心粉碎、贫化。对风化、氧化强烈或受构造破碎带控制的矿体，应严格控制钻探回次进尺的长度和钻进时间，防止钻进中漏矿。采用金刚石绳索取心钻探工艺时，穿矿（包括矿体顶、底板）孔径应满足采样要求。

6.5.5.3 测量钻孔顶角和方位角，做好孔深校正、原始记录、简易水文观测和岩矿心保管工作。钻孔弯曲度应符合规程要求，钻孔偏斜超差时应及时设法补救。见矿厚度大于30m时，见矿点和出矿点均应加测钻孔弯曲度和孔深。

6.5.5.4 钻孔即将终孔时，应研究和对照两侧剖面的地质情况，确认钻孔施工已达到勘查设计目的，在穿过矿体底板20m或一定深度后，经研究和判断深部已无新的发现，最后一次岩心无矿化和蚀变现象，地质人员与项目技术负责人研究后方可终孔。

6.5.5.5 应按有关要求做好封孔工作，封孔质量不符合规程或设计要求时应返工重封。岩心钻探工程按照DZ/T 0227要求执行，岩心管理按照DZ/T 0032的规定执行。

6.6 采样与样品制备测试

6.6.1 样品采集

6.6.1.1 采样应有代表性，应分矿石类型分别采样。采样的方法、规格应通过试验或类比确定。

6.6.1.2 采样时应沿着矿石质量变化最大的方向布置样品。一般是沿着矿体（或矿层）厚度的方向布置。探槽、坑道工程中采用连续刻槽法采样，其样槽断面规格和样品长度视矿（化）体厚度大小、矿石类型变化情况、矿化均匀程度及工业指标而定，尽可能使用锯片机切割取样。断面规格一般选用5cm×3cm~10cm×5cm，采样长度一般为0.7m~2m，以不大于矿体可采厚度为宜。穿脉坑道一般在一壁腰线上连续采取，矿化不均匀时可在两壁采样。沿脉坑道在掌子面或顶板采样，样品间距视矿化均匀程度而定，一般为10m~20m。采样时应按勘查线间距，在矿体顶、底板上应各有一个大于夹石剔除厚度的无矿样品以控制矿体的边界。

6.6.1.3 钻孔岩矿心采样一般沿其长轴方向劈取一半作为样品（1/2劈心法），应确保两半劈心的矿化相对均匀，并尽可能使用金刚石刀具切取。遇不同回次的岩矿心直径或采取率相差较大时应分别采样。

6.6.1.4 不得跨层、选择性采样，不得混样、错号。难以识别的矿石或可能的矿化地段，应连续采样，采取的样品应能控制矿（化）体的顶、底板界线。

6.6.2 样品制备

6.6.2.1 加工要求：在加工全过程中，样品质量总损失率不得大于 5%，样品缩分误差不得大于 3%。样品加工全部达到 1mm~0.83mm（16 目~20 目）后，缩分为正、副样两部分，进一步磨细至 0.074 mm（200 目）后送化验室的正样质量不少于 200g，副样保存最小质量不少于 200g。

6.6.2.2 分步缩分加工：分析样品的制备按切乔特公式进行缩分：

$$Q=Kd^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q——缩分时取得的最小可靠质量（kg）；

K——缩分系数，一般采用 0.1~0.2；

d——样品碾碎后最大颗粒的直径（mm）。

6.6.2.3 机械联动线加工：经过一次破碎、缩分，直接达到要求粒度和质量数。应按确定的加工方法和操作规程进行，严防混染。样品缩分的均匀性应进行试验。

6.6.2.4 样品制备质量按照 DZ/T 0130 执行。

6.6.3 样品测试

6.6.3.1 光谱全分析

用以确定基本分析、矿石化学全分析、组合分析项目。在矿体不同空间部位、不同矿石类型、品级及某些围岩、蚀变带中采样。样品可从基本分析样的副样中挑取或单独采取。

6.6.3.2 基本分析

通常用以查明矿石中主组分的含量，基本分析项目一般为 V_2O_5 。当其他有用组分达到工业要求（共生矿产）时，也应列入基本分析项目。

6.6.3.3 矿石化学全分析

全面了解矿石化学成分及含量，以确定矿石性质和特点，在光谱全分析和岩矿鉴定基础上，按主要矿体、分矿石类型或品级采取有代表性的样品。每种矿石类型或品级一般做 1~2 个。根据需要，围岩亦可做少量化学全分析。

6.6.3.4 组合分析

用以查明矿石中伴生组分的含量及分布状况。一般按矿体从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中，分矿石类型或品级依样品长度的比例组合成一个样品。采取组合样的工程分布应避免过于集中或分散。样品从基本分析样的副样中提取，单个组合分析样品的质量按单样长度加权求得，一般为 100g~200g。分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果，结合矿石质量特征确定。对有可能回收利用的、对矿石加工选冶技术性能及工业利用有重大影响的伴生组分，以及有可能影响人身健康、可能会造成环境污染的有害组分均应列为组合分析项目。

6.6.3.5 物相分析

通常用以确定矿石中主组分的赋存状态、物相种类、含量和分配率。样品可从基本分析样的副样中抽取，亦可专门采集具有代表性的样品。样品采集与分析应及时进行，以免样品氧化，影响分析质量。

样品件数应视矿床规模和矿石物质成分复杂程度而定。主组分测试项目主要为游离钒、吸附钒、类质同象钒等。游离钒的含量比例可作为判别钒矿石选冶难易程度的主要指标之一。

6.6.3.6 单矿物分析

必要时可进行单矿物分析,用以查明矿石中主要有用稀散元素或贵金属元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主元素之间的关系。采样时应注意代表性。样品可从矿体露头或工程揭露的矿体上采取,在实验室可用各种机械分选方法获得,单矿物样品的质量需根据分析项目和实验室要求确定。

6.6.4 化学分析质量

6.6.4.1 样品测试应由具有相应能力的岩矿测试单位承担。

6.6.4.2 内部质量检查:基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批进行内检分析,用于评价原分析结果的偶然误差。内检样由送样单位从原分析样的副粗样中抽取,编密码送原测试单位进行内检分析。内检样的数量不低于参与资源储量估算样品总数的10%。基本分析内检样一般不少于30件。

6.6.4.3 外部质量检查:外检样由原测试单位从内检合格样品的正余样中抽取,连同原分析结果和分析方法说明送具有相应能力的岩矿测试单位进行外检分析,用于评价原分析结果的系统误差。外检样的数量不低于参与资源储量估算样品总数的5%,一般不少于30件。

6.6.4.4 化学分析质量及内、外检分析结果误差处理办法按照DZ/T 0130执行,内、外检合格率不得低于90%。

6.7 矿(岩)石物理性能测试

6.7.1 在详查、勘探阶段应测定矿石、夹石和矿体顶、底板围岩的物理力学性能。采样与试验项目一般包括:矿石、夹石和矿体顶、底板围岩的体积质量、湿度、块度、孔隙度、松散系数、安息角、抗压强度、抗剪强度、抗拉强度及节理密度、RQD值(岩石质量指标)等。RQD值应该由钻探编录时统计岩(矿)心长度大于10cm的完整岩心的累计长度/该分层总进尺求得,而不是实验室测试结果。

6.7.2 岩石、矿石物理力学性能测试样品的采集一般不少于三组,采集位置应重点放在矿体及其上下盘围岩。采样应有代表性,能反映出各种岩石、矿石的主要特征。

6.7.3 矿石的体积质量样应分矿石类型采集,在空间分布上应有代表性,主要有用组分平均含量应与其矿石类型基本一致。每种矿石类型的小体积质量样数应不少于30件。测定体积质量的同时应测定主组分的品位、湿度、孔隙度等。对裂隙发育或松散多孔的风化矿石,应采集1~3件大体积质量样品,对小体积质量值进行校正。直接参与资源储量估算的大体积质量样数应不少于5件。小体积质量样品的体积一般为 $60\text{cm}^3\sim 120\text{cm}^3$,大体积质量样品的体积一般不小于 0.125m^3 。

6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编制

6.8.1 原始地质编录应在现场及时进行,客观、准确、全面地反映地质现象。同一矿区内地层名称、代号、岩石命名和使用应统一,勘查线、探矿工程、样品、标本、地质点、物化探点(线)、矿体、块段的编号应有序排列,标记分明,便于查找。图例、地质编录格式、色谱花纹等应统一。岩矿心除普通编录外,还应全孔拍照,拍照时应有标准颜色、比例的对比,同时还应有探矿工程名称和岩矿心进尺信息。文、图、表、影像等各类记录载体反映的坐标数据及内容应相互对应。应将全部原始地质资料制成光盘,便于保存和使用。

6.8.2 野外工作结束后,应按相关管理规定组织野外验收。

6.8.3 资料综合整理综合研究应按工作阶段及时进行,综合研究应贯穿勘查工作始终。

6.8.4 报告编制按照 DZ/T 0033 有关要求执行。报告编制单位应有相应的能力和工作背景，报告主编及参编人员应为承担勘查工作的相关专业技术人员。报告应按有关规定进行初审，实行勘查项目监理的应说明监理单位能力、监理工作及监理报告结论。

7 可行性评价

7.1 概略研究

7.1.1 概略研究是对矿床开发经济意义的概略评价。概略研究可由地质勘查单位完成。应分析已取得的地质资料，评价矿床开采的内外部建设条件，类比邻近或类似矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护要求等，对矿床开发做出技术经济评价，对矿床开发有无投资机会、是否进行下一阶段的工作做出结论。

7.1.2 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，所采用投资及生产成本是根据同类矿山生产估计的，所估算的资源量只具有内蕴经济意义。一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，条件不具备时，也可只进行概略研究。

7.2 预可行性研究

7.2.1 预可行性研究是对矿床开发经济意义的初步评价，应在详查或勘探工作的基础上进行。通常由具有相应能力的矿山建设设计单位承担。

7.2.2 通过国内、外市场调研和分析预测，综合矿产资源条件、采选工艺、矿山内外部建设条件、环境保护以及项目预期经济效益等，对矿山建设的必要性、建设条件的可行性及经济效益的合理性做出初步评价，为矿产资源储量类型的确定、勘探决策、编制矿区总体规划和项目建议书提供依据。

7.3 可行性研究

7.3.1 可行性研究是对矿床开发经济意义的详细评价，应在勘探工作的基础上进行。通常由具有相应能力的矿山建设设计单位承担。

7.3.2 可行性研究应对矿山建设的可行性及经济效益的合理性做出详细评价，为矿产资源储量类型的确定和矿山建设的投资决策提供依据。

8 矿产资源储量类型及划分条件

8.1 分类依据

钒矿资源储量根据 GB/T 17766 进行分类和编码。分类的依据是经济意义、可行性评价和地质可靠程度。

8.2 矿产资源储量类型及条件

依据经济意义、可行性评价、地质可靠程度，将矿产资源储量分为储量、基础储量、资源量三大类、十六种类型（详见附录A）。

8.2.1 储量：是基础储量中的经济可采部分或已经开采的部分，是扣除了设计、采矿损失的数量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，把经过可行性研究且是探明的部分称为可采储量，把经过预可行性研究且是探明的或控制的部分称为预可采储量。储量分为 3 种类型：

- a) 可采储量（111）：探明的经济基础储量的可采部分；
- b) 预可采储量（121）：探明的经济基础储量的可采部分；

c) 预可采储量(122)：控制的经济基础储量的可采部分。

8.2.2 基础储量：是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究或预可行性研究认为属于经济的或边际经济的部分，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。基础储量分6种类型：

- a) 探明的（可研）经济基础储量（111b）；
- b) 探明的（预可研）经济基础储量（121b）；
- c) 控制的（预可研）经济基础储量（122b）；
- d) 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）；
- e) 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）；
- f) 控制的（预可研）边际经济基础储量（2M22）。

基础储量是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.3 资源量：是查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经过可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源和经过勘查并只作了概略研究的内蕴经济的矿产资源，也包括经过预查后预测矿产资源。资源量分7种类型：

- a) 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）；
- b) 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）；
- c) 控制的（预可研）次边际经济资源量（2S22）；
- d) 探明的内蕴经济资源量（331）；
- e) 控制的内蕴经济资源量（332）；
- f) 推断的内蕴经济资源量（333）；
- g) 预测的资源量（334）？属于潜在资源量，有无经济意义尚不确定。

9 矿产资源储量估算

9.1 工业指标

9.1.1 预查、普查阶段的工业指标，可参照本规范附录C中钒矿床工业指标一般要求确定。

9.1.2 详查、勘探阶段的工业指标，应结合勘查工作，由具有相应能力的矿山建设设计单位对工业指标进行论证，并根据符合要求的矿石加工选冶技术性能试验成果确定伴生组分综合评价指标。

9.2 估算方法选择

9.2.1 结合矿体特征及探矿工程实际，选择适宜的资源储量估算方法。估算方法主要包括几何法（地质块段法、断面法等）、地质统计学法、距离幂次反比法、SD法等。

9.2.2 对于形态相对简单、产状相对稳定、有用组分分布均匀或较均匀的矿体，宜采用地质块段法。

9.2.3 对于探矿工程均位于勘查线上的任何产状与形状的矿体，可采用断面法。

9.2.4 对于探矿工程信息相对较多、样品数量满足统计学要求，并可计算出变异函数的矿体，可采用地质统计学法。

9.2.5 在有用组分分布均匀或较均匀的情况下，也可采用距离幂次反比法。幂次的取值应合理，并说明理由。

9.2.6 对以勘查线为主的矿区，可选用SD法，要求最少有两条勘查线，每条线上至少有两个工程，预测精度时则应加倍。

9.3 矿体圈定

9.3.1 矿体的圈定应按单工程从等于或大于边界品位的样品圈起，矿体内部大于夹石剔除厚度的部分应作为夹石予以圈出。

9.3.2 矿体的连接应先连接地质界线，再根据主要控矿地质特征连接。连接矿体一般采用直线，在充分掌握矿体地质规律的情况下，也可用自然趋势线连接。矿体任意位置圈连的厚度，不得大于相邻地段工程实际控制的矿体厚度。

9.3.3 当采用地质块段法、剖（断）面法等传统的资源储量估算方法时，在遵循地质规律的前提下，剖面图上的圈矿应遵循以下原则，外推推断的或预测的资源量：

- a) 一个工程达到最低工业品位，相邻工程无矿，当相邻工程间距大于或等于基本工程间距时，应按基本工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推；当相邻工程间距小于基本工程间距时，按实际工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推；
- b) 一个工程达到最低工业品位，相邻工程品位大于 1/2 边界品位时，当相邻工程间距大于或等于基本工程间距时，应按基本工程间距的 2/3 尖推或 1/3 平推；当相邻工程间距小于基本工程间距时，应按实际工程间距的 2/3 尖推或 1/3 平推。
- c) 当矿体沿走向或倾向在见矿工程外无工程控制时，在符合控矿地质条件的前提下，一般按推断的工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推。

9.4 估算原则及要求

9.4.1 资源储量估算应在综合研究矿床地质条件、控矿因素的基础上，按确定的工业指标圈定矿体的前提下进行。参与资源储量估算的各项工程质量应经检查验收合格，不合格工程不能参与相应控制程度的资源储量估算。

9.4.2 根据矿床控制程度，按矿体、块段、能分采的矿石类型及资源储量类型分别估算资源储量。估算时应圈出并扣除采空区的采动量。

9.4.3 应根据矿体的形态、产状及探矿工程布置形式合理选用矿产资源储量估算方法。矿体形态简单的一般选用地质块段法（投影法），矿体倾角大于 60° 的采用垂直纵投影地质块段法，小于 45° 的采用水平投影地质块段法，矿体倾角介于 45° ~ 60° 的视矿体特征和工程分布确定。对适于地表露采的厚大矿体一般采用垂直剖面法。当矿体受构造影响而形态复杂或产状扭曲时，可同时采用地质块段法和垂直剖面法，交叉使用，互为补充。在详查、勘探阶段，倡导采用矿业软件估算资源储量。

9.4.4 达到工业指标要求的异体共生矿产，按相应矿产勘查规范要求，圈定矿体并分别估算资源储量。

9.4.5 达到工业品位要求的同体共生矿产，按相应矿产勘查规范要求，圈定矿体并分别估算资源储量；达到边界品位未达到最低工业品位，经论证可采用综合工业指标圈矿的同体共生矿产，应按综合工业指标圈定矿体并估算资源储量。

9.4.6 对具有综合回收利用价值的伴生有用组分，矿产资源储量估算及类型的确定按照 GB/T 25283 执行。

9.4.7 矿产资源储量估算结果的单位，矿石量用千吨表示（取整数）； V_2O_5 量用吨表示（取整数），矿石品位以质量分数（%）计，小数点后保留两位有效数字。

9.5 估算参数确定

9.5.1 一般要求

估算参数一般包括矿体的面积、品位、厚度及体积质量值等。所采用的估算参数应是实际测定的可靠数据，实测样品的数量和分布均应有代表性。预查阶段确定矿石体积质量有困难时，可采用类比的矿石体积质量参数。

9.5.2 面积计算

可采用几何图形法、坐标计算等多种方法计算面积，一般用计算机软件进行直接计算，计算精度应满足有关要求。

9.5.3 平均品位计算

单工程平均品位按样品所代表的厚度加权平均求得，块段平均品位按各工程的矿体厚度加权平均求得，当采用垂直剖面法或水平断面法估算时，先按单工程中矿体厚度加权，再采用面积加权求取块段平均品位。

9.5.4 平均厚度计算

单工程中矿体厚度用参与圈矿的单样代表厚度累加求得，块段厚度一般用算术平均法求得。当矿体厚度变化很大，且工程分布不均匀时，采用单工程中矿体的厚度与该工程上下或两侧影响的长度加权平均求得。

对于厚度变化很大的矿床，遇到特大厚度（一般为矿体平均厚度的3倍及以上），应先进行特大厚度的处理，然后再求平均厚度。处理方法是，用特大厚度工程在內的块段的平均厚度代替特大厚度。当工程分布很不均匀时，可根据影响长度或面积加权，但不应重复使用（4次以上）特大厚度工程划分块段。若特大厚度工程呈有规律分布，且能圈出特大厚度块段的，可单独划出，不再进行特大厚度处理。

9.5.5 矿石体积质量

参与资源储量估算的矿石体积质量应以实际测定值为依据。一般致密矿石用小体积质量的算术平均值估算资源储量；对裂隙发育、氧化疏松矿石，一般应用大体积质量样测试值对小体积质量样的测试值进行校正，也可直接采用大体积质量平均值估算资源储量，但大体积质量样的数量应符合本规范6.8.3的要求。若矿石体积质量存在有规律性的变化时，可分不同矿体、块段、矿石类型求取相应的平均体积质量值。当湿度大于3%时，体积质量值应进行湿度校正。

9.6 估算结果

按类别统计资源储量估算结果，标明矿产资源储量编码，说明各工业矿体中主矿产、共伴生矿产的各类别资源储量矿石量、 V_2O_5 量、金属量（化合物量或矿物量）、平均品位等。

附 录 A
(规范性附录)
固体矿产资源/储量分类

固体矿产资源 / 储量分类见表A. 1。

表A. 1 固体矿产资源/储量分类

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、采矿损失的基础储量。				

附 录 B
(资料性附录)
矿床(体) 勘查类型条件及工程间距

B.1 矿床勘查类型条件

B.1.1 矿床勘查类型确定的主要地质依据

B.1.1.1 矿床勘查类型的确定应依据矿体规模、主矿体形态及内部结构复杂程度、构造和岩体对矿体的影响程度、主矿体厚度稳定程度、主要有用组分分布均匀程度等五个主要地质因素综合确定。

B.1.1.2 矿体规模分为大、中、小型三类，其具体划分条件见表B.1。

表B.1 矿体规模划分条件表

矿体规模	矿体走向长度 m	矿体倾向延深(或宽度) m
大型	>1800	>400
中型	900~1800	200~400
小型	<900	<200

B.1.1.3 矿体形态复杂程度分为三类：

- a) 简单：矿体形态呈层状、似层状，内部结构简单至较简单，基本无分枝复合或分枝复合有规律；
- b) 中等：矿体形态呈似层状、大透镜体状，内部结构中等，有分枝复合；
- c) 复杂：矿体形态呈不规则状、脉状、小透镜体状、扁豆状、鞍状、钩状，内部结构复杂，分枝复合多且无规律。

B.1.1.4 矿体厚度稳定程度分为稳定、较稳定、不稳定三种：

- a) 稳定：厚度变化系数<50%；
- b) 较稳定：厚度变化系数 50%~100%；
- c) 不稳定：厚度变化系数>100%。

B.1.1.5 主要有用组分分布均匀程度，根据矿体 V_2O_5 品位变化系数分为均匀、较均匀、不均匀三种：

- a) 均匀：品位变化系数<20%；
- b) 较均匀：品位变化系数 20%~50%；
- c) 不均匀：品位变化系数>50%。

B.1.1.6 构造、岩脉对矿体影响程度分为三种：

- a) 影响程度小：矿体内基本无断层和岩脉穿插，或有少数断层，但对矿体影响不大；
- b) 影响程度中等：矿体内有断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形态影响明显；
- c) 影响程度大：矿体受多条断层或岩脉穿插，对矿体错动距离大，严重影响矿体形态。

B.1.2 矿床勘查类型划分

根据五个地质因素，矿床勘查类型划分为如下三种：

- a) 第Ⅰ勘查类型(简单型)：矿体规模大至中等，形态简单，厚度稳定，构造、岩脉影响程度小，主要有用组分分布均匀的层状一似层状、板状一似板状的大脉状、大透镜状矿体；

- b) 第Ⅱ勘查类型（中等型）：矿体规模中等，产状变化中等，厚度较稳定，构造、岩脉影响程度中等，破坏不大，主要有用组分分布较均匀的脉状、透镜状、矿柱等矿体；
- c) 第Ⅲ勘查类型（复杂型）：矿体规模小，形态复杂，厚度不稳定，构造、岩脉影响大，主要有用组分分布不均匀的小透镜体状、扁豆状、鞍状、钩状矿体。

B.1.3 矿床勘查类型的运用原则

矿床勘查类型的运用应遵循追求最佳效益原则、从实际出发的原则、以主矿体为主的原则和在实践中验证并及时修正原则。在影响矿床地质特征的五个地质因素复杂且变化较大时，应以引起主矿体特征变化的主要地质因素作为确定矿床勘查类型的主要依据，允许存在过度类型。

B.2 矿床勘查工程间距

各勘查类型工程间距见表B.2。

表B.2 钒矿床勘查工程间距参考表

矿床勘查类型	控制的勘查工程间距（基本工程间距）	
	m	
	沿走向	沿倾向
I	400	200～400
II	200	100～200
III	100	50～100
注：对于缓倾斜、倾向延伸长度达到大型的取上限，反之取下限。		

B.3 矿床勘查类型实例

钒矿床勘查类型实例见表B.3。

表B.3 钒矿床勘查类型实例

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	主矿体规模	矿体形态	矿石组分	矿区构造	岩浆岩	勘查类型	工程间距	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
陕西省山阳县中村钒矿	长度 6400m, 厚度 6.16m, 工程控制倾斜延深 620m。大型	层状	矿石品位 V_2O_5 0.91%, 主要矿物有石英、高岭石、水云母、黄铁矿等。	层间滑脱构造, 对矿层(体)体影响不大	无	I	控制的基本工程间距: 400m (走向) × 200m (倾向), 实际 200m (走向) × 120m (倾向)	矿体规模大型, 矿体形态简单, 厚度变化系数 33%属稳定, 品位变化系数 18%属均匀, 构造影响程度小。	I	控制的: 400m (走向) × 200~400m (倾向)
甘肃省敦煌方山口磷钒矿	长度 2850m, 厚度 1.2~10.52m, 工程控制倾斜延深 500m。大型	层状	矿石品位 V_2O_5 1.06%, 主要矿物绢云母、白云母、电气石。	发育短轴状背斜, 成矿后期断裂切割矿体	有岩脉切割	II	控制的基本工程间距: 200m (走向) × 200m (倾向)	矿体规模大型, 矿体形态复杂程度简单, 厚度变化系数 60%~80%属较稳定, 品位变化系数 47%属较均匀, 构造影响程度中等。	II	控制的: 200m (走向) × 200m (倾向)
湖南省古丈县岩头寨钒矿	长度 5800m, 厚度 2.06~12.99m, 倾斜延深 650~1860m, 大型	层状、似层状	矿石品位 V_2O_5 0.8%~0.9%, 主要矿物有石英、炭质泥质、方解石。	宽缓向斜构造, 断裂较发育, F1 切割矿层(体)	无	I-II	控制的基本工程间距: 400m (走向) × 400m (倾向), 首采地段加密至 200m (走向) × 200m (倾向)	矿体规模大型, 矿体形态复杂程度简单, 厚度稳定变化系数 <50%属稳定, 品位较均匀变化系数 9.8%属较均匀, 构造影响程度中等。	I	控制的: 400m (走向) × 200~400m (倾向)
湖北崇阳正源岭钒矿	长度 1966m, 厚度 6.99m, 最大埋深 390m。中型	层状、似层状	矿石品位 V_2O_5 0.5%~1.4%, 主要矿物有水云母、高岭石、石英、碳质物、微量黄铁矿。	构造简单。层间挠曲, 对矿层(体)影响不大	无	II	控制的基本工程间距: 100m (走向) × 80m (倾向)	矿体规模中型, 矿体形态复杂程度简单, 厚度稳定变化系数 85%属较稳定, 品位变化系数 43%属较均匀, 构造影响程度小。	II	控制的: 200m (走向) × 100m (倾向)

表B.3 钒矿床勘查类型实例（续）

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	主矿体规模	矿体形态	矿石组分	矿区构造	岩浆岩	勘查类型	工程间距	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
贵州岑巩注溪钒矿	长度>1800m, 厚度 2.0m, 倾斜延深>500m。大型	似层状	矿石品位 V_2O_5 0.5%~1.7%, 主要组分有陆源碎屑, 硅质、粘土矿物、碳质, 微量黄铁矿。	褶皱构造和断裂构造较发育	无	I	控制的基本工程间距: 400m(走向)×400m(倾向)	矿体规模大型, 矿体形态复杂程度简单, 厚度稳定程度属稳定, 品位变化属均匀; 构造对矿体影响程度中等。	I	控制的: 400m(走向)×200~400m(倾向)
湖南省双峰县石牛钒矿	长度 930m, 厚度 9.13m, 倾斜延深 410m。小型	似层状	矿石品位 V_2O_5 1.01%, 主要矿物绢云母、石英、炭质泥质。	受断层影响, 中部大范围地层倒转, 并出现新立向斜及茶盘背斜局部褶曲, 断裂构造发育, 对矿层有破坏作用。	无	II-III	主矿体控制的基本工程间距: 200m(走向)×100m(倾向); 其余小矿体控制的基本工程间距: 100m(走向)×50~100m(倾向)	矿体规模中型; 矿体形态复杂程度中等; 厚度变化系数 178%~342%, 属不稳定; 品位变化系数 22%, 属均匀; 构造影响程度大。	II-III	控制的: 200~100 m(走向)×100~50m(倾向)
广西上林大丰钒矿	14.34km, 斜深 200~780m, 厚度 15.21m。大型	层状、似层状	矿石品位 V_2O_5 0.718%~1.804%, 平均 1.061%, 主要组分有伊利水云母及炭质(以有机质, 少量黄铁矿、石英、绢云母、高岭石。	构造简单。次级褶皱和层间破碎对矿体影响不大。	无	I	控制的基本工程间距: 400~500m(走向)×135~230m(倾向)	矿体规模大型, 矿体形态复杂程度简单, 厚度稳定程度属稳定型, 品位变化系数 27%, 品位变化属分布均匀型; 构造对矿体影响程度小。	I	控制的: 400~500m(走向)×200m(倾向)

附 录 C
(资料性附录)

资源储量估算工业指标及不同勘查阶段资源储量比例

C.1 钒矿床工业指标一般要求见表C.1。

表C.1 钒矿床工业指标一般要求

指 标 项 目	坑 采	露 采
边界品位 V_2O_5 %	0.5~0.6	0.4~0.5
最低工业品位 V_2O_5 %	0.7~0.8	0.6~0.7
最小可采厚度 m	0.7~1	1~2
夹石剔除厚度 m	0.7~2	2~4
注：1. 对于主矿体倾向延深（或宽度）较大的矿床，其详查、勘探阶段的勘查深度，由矿业权人、勘查单位和矿山设计单位综合研究确定。 2. 对于拟露天开采的矿床，其剥采比、最低开采标高、开采最终边坡角、开采最终底盘宽度等开采技术条件指标，应由矿业权人、勘查单位和矿山设计单位综合研究、技术经济论证后确定。		

C.2 各勘查阶段资源储量比例要求：

- a) 普查阶段：推断的资源量一般应不少于总资源量的 30%；
- b) 详查阶段：控制的资源储量一般应不少于查明资源储量的 30%，大型资源储量规模矿床可适当降低。原则上主要矿体均应达到查明程度；
- c) 勘探阶段：探明的、控制的资源储量之和一般应不少于查明资源储量的 50%，资源储量规模为大型的矿床可适当降低。探明的（预）可采储量应满足矿山建设还本付息的需要；
- d) 达不到上述资源储量比例的，应说明具体原因。

附 录 D
(资料性附录)
钒矿床资源储量规模划分

钒矿床资源储量规模划分见表D. 1。

表D. 1 钒矿床资源储量规模划分表

矿种	资源储量规模				备注
	计量单位	大型	中型	小型	
钒矿	V ₂ O ₅ (万吨)	>100	10~100	<10	

附 录 E
(资料性附录)
钒矿床主要工业类型

钒矿床主要工业类型见表E. 1。

表E. 1 钒矿床主要工业类型

矿床工业类型	矿床成因类型	成矿地质特征	常见金属、非金属矿物	矿体形状	规模及品位	共生伴生组分	矿床实例
炭硅泥岩(黑色岩系)型	沉积型	产于寒武系下统黑—灰黑色炭质、泥质、硅质岩中，含矿岩性为泥岩、页岩、硅质岩、粘土岩，常呈互层状产出，受区域性褶皱构造控制，断裂构造不发育，岩浆侵入和破坏少见。	金属矿物及钒的独立矿物少见，主要有黄铁矿、褐铁矿、水钒铜矿、黄钾铁矾等。非金属矿物主要有石英、长石、云母类矿物、粘土类矿物、钒电气石。	层状、似层状、透镜状、扁豆状等。	大、中型为主，少数为小型。品位较稳定， V_2O_5 质量分数一般在0.3%~1.1%之间。	共生石煤、铀、磷，伴生银、钼	陕西中村、甘肃方山口、湖北正源岭、贵州注溪、湖南岩头寨、新疆阔西塔西
炭质岩—碳酸盐岩型		产于震旦系下统黑色炭质页岩夹粉晶白云岩中。矿体大致顺层产出，受褶皱构造控制。	金属矿物主要有黄铁矿，非金属矿物主要有伊利石、白云石、火山凝灰（球）。	层状、似层状	大型。品位较低， V_2O_5 质量分数平均0.65%。	共、伴生银、磷、铀	湖北白果园
千枚岩—片岩型	沉积—变质型	产于志留系下统含碳绢云母千枚岩、方解石黑云母石英片岩、千枚岩夹薄层钙质粉砂岩及薄层粉晶灰岩，受褶皱和断裂构造控制，产于岩体外接触带。	金属矿物主要有辉钼矿、褐铁矿、黄铁矿等，非金属矿物有石英、方解石、黑云母、绢云母、阳起石等。	似层状、透镜状	中、小型。 V_2O_5 质量分数一般在0.5%~1.2%之间。	共伴生钼、伴生铀	陕西沙坝坪

附 录 F
(资料性附录)
钒矿主要矿物及其性质

钒在地壳中的丰度约为0.02%，在自然界的分布很分散，通常以含钒矿物或类质同象形式存在。钒矿主要矿物及其性质见表F.1。根据矿物中的钒含量，可将钒矿物分为高钒矿物和低钒矿物。前者含V₂O₅ 20%~30%，有绿硫钒矿、钒钾铀矿和钒云母等。

表F.1 钒矿主要矿物及其性质表

矿物名称	化学组成	密度 g/cm ³	硬度	颜色	V ₂ O ₅ %
钒云母	KV ₂ •AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂	2.92~2.95	2	褐、绿褐	21~29
绿硫钒矿	VS ₄	2.5	3.5	黑	19~25
钒钾铀矿	K ₂ (UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •3H ₂ O			黄	20
钒钙铀矿	Ca(UO ₂) ₂ (V ₂ O ₄) _{2n} •H ₂ O	3.7~4.3		黄	19.80
钒铅矿	Pb ₅ (VO ₄) ₃ Cl	6.7~7.2	3	黄褐、赤	19.3
钒铜铅矿	(Cu,Pb)(OH)VO ₄	5.89	3	黑	18
钒磷铁矿	Fe ²⁺ (Fe ³⁺ ,V) ₂ O ₄				5
钒钛磁铁矿	钛磁铁矿是以Fe ₃ O ₄ 为主晶，Fe ₂ TiO ₄ 、MgAl ₂ O ₄ 、FeTiO ₃ 为客晶的复合矿物，钒主要以钒尖晶石(FeV ₂ O ₄)类质同象形式固溶于钛磁铁矿主晶矿物中，在主晶矿物中均匀分布，形成钒钛磁铁矿。钛磁铁矿是复合矿物，客晶矿物种类、含量均有变化，无稳定的分子式。	4.75~4.79	6.01	黑	0.5~2

附 录 G
(资料性附录)
钒矿石选冶难易程度划分

沉积型和沉积变质型钒矿的矿石加工选冶难易程度划分见表G. 1。

表G. 1 沉积和沉积-变质型钒矿矿石加工选冶难易程度划分参考表

选冶 难易程度	影响要素				
	游离赋存的钒所占比例 %	CaO 含量 %	总炭含量 %	(Al ₂ O ₃ +MgO)含量 %	U 含量 %
易选冶	>60	<0.5	<1	<2	0.00
一般选冶	35~60	0.5~1.0	1~4	2~4	0.00
难选冶	25~35	1.0~5.0	4~10	4~10	<0.01
极难选冶	<25	>5.0	>10	>10	>0.01
注：1. 5种影响要素中，以影响最大的要素确定矿石选冶难易程度。 2. 矿石中游离赋存钒的比例主要依据物相分析确定。					

附 录 H
(资料性附录)
五氧化二钒质量标准

适用于钒渣或其他含钒矿物经焙烧、浸出、沉淀、分解、熔化制得的冶金、化工用的片状或粉末状五氧化二钒。五氧化二钒质量标准见表H.1。

表H.1 五氧化二钒质量标准

适用范围	牌号	化学成分								物理 状态
		%								
		V ₂ O ₅	Si	Fe	P	S	As	Na ₂ O+K ₂ O	V ₂ O ₄	
		不小于	不大于							
冶金	V ₂ O ₅ 99	99.0	0.15	0.20	0.03	0.01	0.01	1.0	—	片状
冶金	V ₂ O ₅ 98	98.0	0.25	0.30	0.05	0.03	0.02	1.5	—	
化工	V ₂ O ₅ 97	97.0	0.25	0.30	0.05	0.10	0.02	1.0	2.5	粉状
注1：摘自中华人民共和国国家标准（五氧化二钒GB 3283—87）（节选）。										
注2：五氧化二钒含量系由全钒含量换算而成。										
注1：冶金用五氧化二钒片状，片径不大于55mm×55mm，厚度不大于5mm；化工用五氧化二钒分解后呈自然粉状。										

附 录 I
(资料性附录)
钒钛磁铁矿中伴生钒的综合评价实例

我国钒矿资源分布于全国19个省（区、市），有独立钒矿床和伴生钒矿床两类，前者以产于寒武系黑色岩系中的沉积型钒矿床为代表，主要分布于贵州、湖南、湖北、安徽、陕西、甘肃、新疆等省（区），后者主要以伴生于岩浆型钒钛磁铁矿床中的钒矿床为代表，主要分布于四川、安徽、河北等省（区）。

截至2012年底，全国钒矿保有资源储量（ V_2O_5 ）5272.01万吨，其中以伴生有用组分赋存于岩浆型钒钛磁铁矿床中的钒资源量占全国钒矿保有资源储量的37%，主要分布于四川攀枝花—西昌地区、安徽马鞍山地区及河北承德地区，这三个地区钒钛磁铁矿床中伴生钒的资源量分别占全国钒钛磁铁矿床中伴生钒总资源量的83.52%、7.42%、4.05%，其他地区仅占5.01%。我国钒钛磁铁矿床中的伴生钒通常在铁精矿中富集，在冶炼过程中作为副产品加以综合回收，是我国钒产品的重要来源之一。

我国主要钒钛磁铁矿区钒钛磁铁矿床中伴生钒的回收利用实例参见表I.1。

表I.1 我国主要钒钛磁铁矿区钒钛磁铁矿床中伴生钒的回收利用实例

矿区名称		铁矿石中伴生钒估算指标 V ₂ O ₅ (%)	铁矿石原矿 V ₂ O ₅ (%)	选矿（铁精矿）		冶炼一（钒渣）			冶炼二（钒产品）			铁矿石中伴生钒选冶总回收率 V ₂ O ₅ (%)
				V ₂ O ₅ (%)	回收率 V ₂ O ₅ (%)	V ₂ O ₅ (%)	产率 (%)	回收率 V ₂ O ₅ (%)	V ₂ O ₅ (%)	产率 (%)	回收率 V ₂ O ₅ (%)	
四川攀枝花—西昌地区	攀钢集团攀枝花矿区白马钒钛磁铁矿	≥0.1	0.26	0.576	84.62	15.1	4.4	70	98	79.5	95	56.3
河北承德地区	承德承钢黑山钒钛磁铁矿	≥0.18	0.35	0.87	61.18							
安徽马鞍山地区	马钢集团南山矿业公司凹山钒钛磁铁矿	≥0.2	0.244	0.56	75							
	马钢集团姑山矿业公司白象山钒钛磁铁矿	按实际含量	0.219	0.317	64							
注1：四川攀枝花—西昌地区钒钛磁铁矿床各项选冶技术指标为2008～2013年六年的平均值。												
注2：河北承德地区、安徽马鞍山地区的钒钛磁铁矿因市场原因，提钒炼钢系统未正常运行，暂无相关数据。												