文章编号:1005—6157(2011)04—0252—5

津巴布韦穆托科铌钽矿地质特征及控矿因素分析

王峪

（安徽省地质实验研究所，安徽 合肥 230001）

摘 要：通过对津巴布韦穆托科铌钽矿地质勘查资料的整理、研究，系统分析了该矿床的控矿因素、矿床地质特征，总结了该矿找矿标志及矿床成因，为找矿突破提供了思路。

关键词：矿化地质特征；控矿因素；找矿标志；矿床成因；穆托科铌钽矿；津巴布韦

中图分类号：P618.79　　**文献标志码**：A

0 引言

津巴布韦位于非洲东南部，是一个矿产资源丰富的内陆国家。东邻莫桑比克，南接南非，西和西北与博茨瓦纳、赞比亚相连。面积约$39.1\times10^4km^2$，该区属热带草原气候，年均降雨量820mm，分雨、旱季。11月至3月为雨季，4月至10月为旱季。年平均气温22℃，10月份温度最高达32℃，7月份最低，约13~17℃。

本次工作的穆托科铌钽矿矿区位于津巴布韦东南部，属穆托科省管辖，省会穆塔雷。

矿区位于津巴布韦东北部克拉通基底与赞比亚活动带结合部位呈北东向展布的太古代绿岩带中段偏东部，离著名的津巴布韦大岩墙约250km。北西距首都哈拉雷约180km，南距穆托科省省会穆塔雷约30km。矿区最低海拔标高871m，最高1310m。矿区紧邻哈拉雷至莫桑比克国家公路。交通较为便利(图1，2)。

2010年下半年度，受安徽省地质实验研究所的

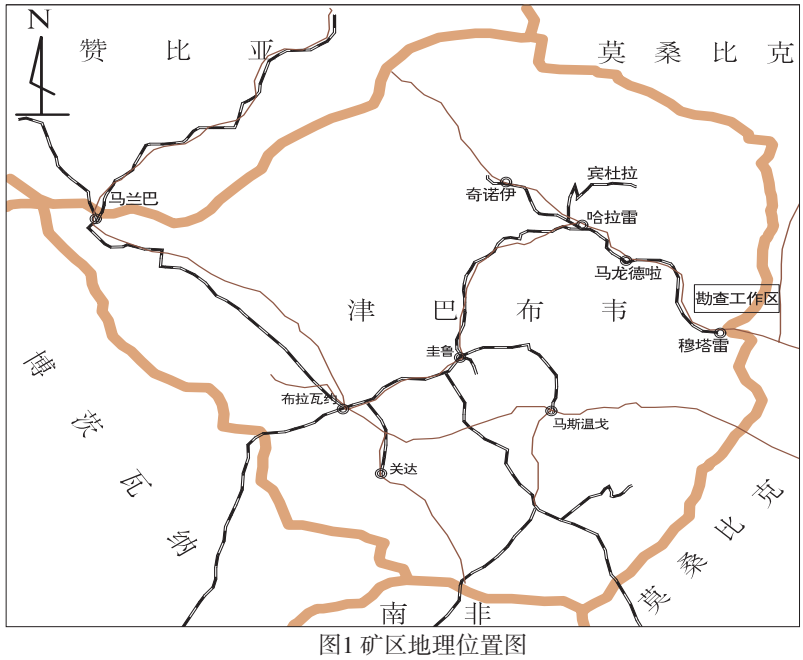


图1 矿区地理位置图

Fig.1 Geographic location of the mineralized area

收稿日期:2011-05-20

作者简介:王峪(1973-),男,江苏南通人,工程师,现从事地质矿产勘查工作。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

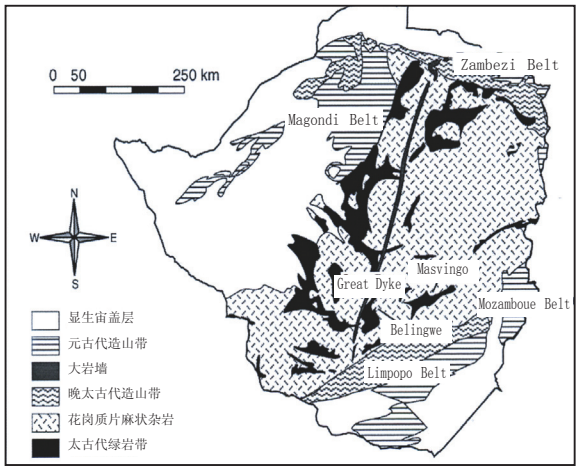


图2 津巴布韦克拉通主要岩层与构造带分布
Fig.2 Major rock beds and structural zones distribution in the Zimbabwe craton

委派，笔者有幸在此开展了长达半年的地质普查工作，通过对当地的地质资料的收集、整理、分析、研究以及本次普查期间开展的地表地质调查和大量的槽（井）探工程，对穆托科铌钽矿矿区的成矿地质特征、控矿因素、找矿标志进行了较为系统的分析和总结，为该区找矿突破提供了思路。

1 矿区基本地质特征

因受非洲古板块和北大西洋板块相对俯冲的影响，矿区构造活动频繁，构造发育。

1.1 矿区地层

矿区地层为一套一套太古代(约27亿年以上)基性火山沉积变质岩、片麻岩、绿岩、绿色片岩、云英岩等。按照变质作用强度和岩性特征平面上可以分为5个变质岩相（带）：①角闪片岩相，其主要矿物组合为斜长石+普通角闪石；②变质玄武岩相，主要矿物组合为斜长石+辉石+角闪石；③绿岩、绿色片岩相，主要矿物组合为钠长石+角闪石+绿帘石；④花岗质片麻状杂岩相，主要矿物组合为斜长石+角闪石+石榴子石；⑤变质闪长伟晶岩带，主要矿物组合为绢云母+斜长石+石英。

1.2 矿区构造

受区域构造、特别是赞比亚活动带的影响，区内构造呈现多期次构造形迹的叠加。褶皱、断层表现简单，节理裂隙、片理揉皱较发育。对矿区成矿有影响的主要为一系列北西向发育的构造裂隙带。

1.3 矿区变质作用

矿区变质作用以区域变质作用为主，其方式主要是重结晶作用、变质结晶作用、变质分异作用和变形碎裂作用等。区域变质作用使得区内形成了角闪片岩、绿色片岩、花岗质片麻岩、片理化岩石和一些重结晶的岩石，由此构成了古老的克拉通结晶基底。变质岩石呈带状分布，范围广、面积大。

1.4 矿区蚀变及矿化

受热的气液（来源多种，认为主要是变质作用过程中原岩脱水所形成的气液），岩石蚀变普遍，蚀变矿物类型较多。①蛇纹石化；②青盘岩化；③云英岩化；④次生石英岩化。

矿区内矿化主要是铌钽（锂、铍）矿化、金银矿化、金红石矿化、铜矿化、铁矿化等。

2 矿床特征

2.1 矿化带特征

从矿区已开展的1：2000地质测量及大量的槽(井)探揭露的地质现象分析矿区铌钽矿化类型应为变

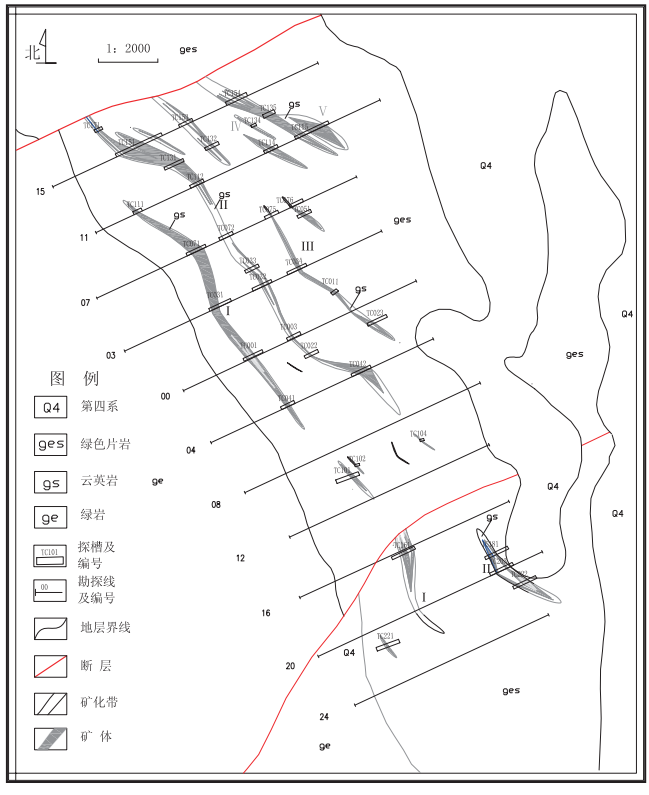


图3 津巴布韦穆托科铌钽矿矿体分布平面图
Fig.3 Plane of the niobium-tantalum ore body extension, Mutoko, Zimbabwe

质闪长伟晶岩类矿床，铌钽矿化严格受变质闪长伟晶岩带的控制，矿（化）发生在变质闪长伟晶岩带内，但岩带内的矿化也不够均匀，大部分地段矿化强度较高形成铌钽矿（低品位矿和工业矿）。铌钽矿化带与变质闪长伟晶岩带基本一致，由西向东分别编号：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ带(图3)。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

I号铌钽矿化带：经地表工程揭露该带出露两段，位于13线～06线之间，长度1000m，水平宽度11.6～44.4m；位于08线～22线因断层错开和表土（石）掩盖，矿化带断续出露，累计长度400m左右，水平宽度12.9～48.8m，地表产状55°～70°∠50°～65°。该矿化带取样分析计算铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位120.02×10^{-6}，整个矿带已达到低品位矿的标准，仅少数样品铌钽含量在边界品位之下。按照边界品位圈矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位215.90×10^{-6}，绝大部分地段接近工业矿标准；大部分地段（70%地段）属于工业矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位277.94×10^{-6}。

II号铌钽矿化带：出露在I号带东平距200m左右，位于F_1断层与F_2断层之间，走向连续长度1100m，水平宽度2.9～52.5m，15线矿带分叉，不然水平宽度最大值有90m，地表产状55°～70°∠40°～65°。该矿化带取样分析计算铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位144.09×10^{-6}，整个矿化带已达到低品位矿的标准，但07线槽探工程样品铌钽含量在边界品位之下；按照边界品位圈矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位204.96×10^{-6}，大部分地段接近工业矿标准；部分地段（50%地段）属于工业矿，铌钽(Nb_2O_5+Ta_2O_5)加权平均品位288.83×10^{-6}

III号铌钽矿化带：受断层破坏和缓坡土石层掩盖较厚，该矿带断续出露，中段（中间部位07线～04线）长度大约600m，水平宽度3.1m～21.2m，地表产状60°∠50°左右；两端（15线和20线）长度均在300m左右，北段水平宽度28.7～32.3m，产状60°∠50°左右南段水平宽度24.8～46.2m，产状65°∠60°左右。该带铌钽矿化品位加权平均值131.22×10^{-6}，也已达到低品位矿的标准，按照边界品位圈矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）加权平均品位197.23×10^{-6}，部分地段（主要在南、北两段）为工业矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）品位310.8×10^{-6}。

Ⅳ号铌钽矿化带：位于15线和1 1线及两侧，总体走向1300左右，倾向40°～50°，（推测）倾角40°～50°，出露形态扁豆状，长度300～400m，宽度33.5～83.9m。该带向东南方向还有延伸，地表掩盖较厚未能揭露到底，铌钽矿化品位加权平均值146.13×10^{-6}，整个矿化带已达到低品位矿的标准；按照边界品位圈矿，铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）品位192.06×10^{-6}；部分地段属于工业矿，其品位均值248.48×10^{-6}。

表1 矿石主要化学成分表
Table 1 Main chemical compositions of ores

成分	Nb_2O_5	Ta_2O_5	Na_2O	K_2O	Li_2O	Rb_2O	Fe	CaO	MgO	Al_2O_3	TiO_2
含量（%）	0.013	0.021	4.23	3.87	0.12	0.13	1.12	0.18	0.16	13.25	0.034

另外，在III号铌钽矿化带和Ⅳ号铌钽矿化带之间由TC114、TC051槽探揭露的透镜状矿化，其铌钽（Nb_2O_5+Ta_2O_5）工程平均品位均在边界品位以上。

2.2 矿体地质特征

2.2.1 矿体形态

穆托科铌钽矿为中小型变质热液伟晶岩矿床，矿化带严格受伟晶岩形态控制，矿化带产状和伟晶岩产状一致，矿体则呈透镜状赋存于矿化带中。

2.2.2 矿石类型

按矿石结构构造、产出特征，矿区矿石自然类型分为石英岩型和云母石英岩型两类。

（1）石英岩型：主要矿石矿物为钽铁矿、铌铁矿、钽-泥铁矿。次要矿石矿物为钽铁矿长石、锂辉石、锂云母、锡石等。脉石矿物主要为绿泥石、绢云母、石英、绿柱石等。钽铁矿、铌铁矿、钽-泥铁矿均呈粒状产出，一般粒径约0.05mm左右，被脉石矿物充填和胶结。

（2）云母石英岩型：主要矿石矿物为；钽铁矿、泥铁矿、陂铁矿、锂云母、陂云母等，次要矿石矿物为铌铁矿、钽-铌铁矿、钽铁矿长石、锂细晶石等。主要脉石矿物为绢云母、斜长石、石英、锂辉石、绿柱石、石榴石、角闪石、锂云母等。钽铁矿、铌铁矿、钽-铌铁矿均呈粒状产出，粒径较石英岩型矿要大，约0.2mm左右，有时能达0.8mm，肉眼可见，锂云母、陂云母则呈片状产出，片状大小不等。

2.2.3 矿石成份

（1）矿石矿物成分：铌铁矿、钽铁矿、钽-铌铁矿、锂辉石、锂云母、陂铁矿、陂云母等。脉石矿物有：绢云母、斜长石、石英、锂辉石、绿柱石、石榴石、角闪石、锂云母等。

（2）矿石化学成分：本次工作时按不同矿石类型分别选取2个样品做化学全分析，结果表明，矿区矿石化学成分较简单，主要为：Nb、Ta、Fe、Mn、Ti、B0、Li、Sn、Rb、Sr、Ba、Rb等。

2.2.4 矿石结构构造

矿石结构主要为：碎裂结构、碎斑结构、粒状变晶结构。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

碎裂结构：为矿区矿石的主要结构，碎块由大颗粒的石英、白云母、少量细小斜长石组成，石英颗粒较大，一般直径大于2mm，碎块间无位移，无定向排列，裂隙间充填次生石英及绢云母。

碎斑结构：为矿区矿石的主要结构，碎斑主要为斜长石，少量石英，斜长石被次生粒状石英围绕，边缘有弱的绢云母化现象，部分石英碎斑包裹黝帘石（图4）。

粒状变晶结构：为矿区矿石的次要结构，碎裂的斑晶呈细粒状集中分布，成分主要为斜长石、石英、黝帘石、少量角闪石。细粒斜长石呈他形充填于角闪石间。

矿石构造主要为块状构造。碎块呈灰色、深灰色、灰白色，矿石碎裂明显，矿物集合体无定向排列（图5）。

3 矿床成因及找矿标志

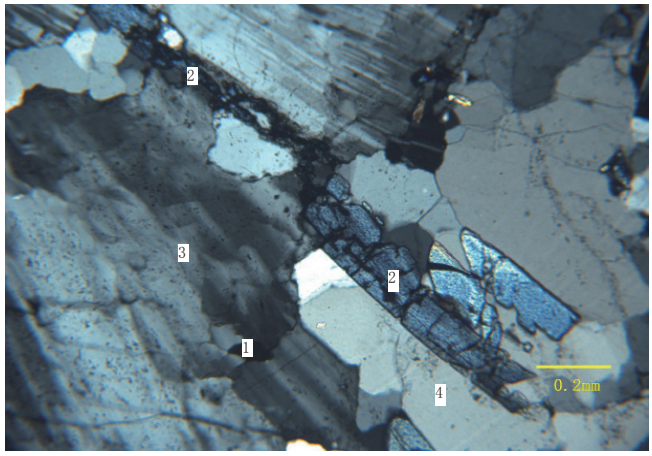


图4 矿石结构图
Fig.4 Ore texture
1.铌钽矿矿石;2.(斜)黝帘石(次生)3. 斜长石 ;3. 石英(次生)单偏光



图5 矿石标本
Fig.5 Ore sample

3.1 控矿因素

3.1.1 地层和岩性控矿

穆托科地区铌钽矿较发育,目前发现的矿体和矿化体均呈带状产出，成矿围岩全为一套老的基性火山沉积变质岩：片麻岩、片岩及云英岩，成矿围岩出露范围广、面积大，变质程度深，普遍发育有蛇纹石化和青盘岩化。

通过地层及近矿围岩的化学采样分析表明，地层和近矿围岩中铌和钽含量很低，有些含量甚至为零，说明成矿作用中的矿质不来源于地层和近矿围岩中。赋矿的伟晶岩中则普遍含铌、钽矿化，说明矿体和伟晶岩是同源的，是随伟晶岩的侵入同时带入的。

3.1.2 构造控矿

矿区发育一组平行排列的近东西向（一般走向为50°~130°）的张性裂隙，闪长伟晶岩脉则沿该组张性裂隙侵入、就位，其产出状态严格受该组张性裂隙控制，矿体和矿化体均发育于此闪长伟晶岩脉中。

矿区还发育一组近南北向的横向断层，走向大约为140°~200°，该组断层晚于平行排列的东西向断裂，为左行平移断层，使伟晶岩脉及赋存于伟晶岩脉中的矿体在走向上不连续，对矿体起破坏作用。

3.2 找矿标志

3.2.1 直按找矿标志

（1）控矿地层标志:由于矿体直按赋存于伟晶岩脉中,而伟晶岩脉又只沿着变质后的片麻岩和绿色片侵入和就位,因此片麻岩和绿色片岩就成为矿区最好的成矿母岩,而其中呈条带状发育的伟晶岩脉则为最直按、最有效的找矿标志。

（2）控矿构造标志：伟晶岩脉是沿着矿区近东西向发育的一组裂隙进行侵入、就位的，矿化带和矿体严格受控于此组裂隙，因此，区内东西向断裂构造既是区内的导岩、容岩构造，也是区内的导矿、容矿构造。

（3）蚀变标志

区内赋矿的伟晶岩大多发育云英岩化、次生石英岩化、蛇纹石化、少量青盘岩化等，而片岩和片麻岩等近矿围岩则少有此和蚀变。

3.2.2直按找矿标志

（1）地形地貌标志

区内赋矿的伟晶岩脉由于岩石坚硬,不易风化和剥蚀,大多在地表形成突起的条带,和绿色片岩和灰色

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

片麻岩从地形地貌上远远看一去就能很清晰的区分开。

（2）激电异常标志

由于伟晶岩带走向上发育较多横向断层，破坏了矿体的连续性，加上长时期的侵蚀和风化剥蚀，伟晶岩脉的地貌标志已不明显，少量还被第四系覆盖，因此，激电异常可用来指导寻找此段被覆盖了的伟晶岩脉，从而间接的能找到盲矿体，但要注意异常的多解性，要和周围已出露的伟晶岩脉的形态特征结合起来，才到达到最佳的找矿效果。

（3）化探异常标志

在运用激电异常寻找覆盖的伟晶岩脉时，同时使用土壤化探剖面，效果更好，因伟晶岩脉中铌、钽等的含量有专属性，在矿区内，铌、钽等成矿元素只有伟晶岩带内才有，片岩和片麻岩等近矿围岩铌、钽的含量基本为零。

3.3 矿床成因

本矿床为伟晶岩型气成热液矿床,区内含矿带的围岩地层均为高变质的片岩和片麻岩，具有高致密性和低渗透性，能形成较好的圈闭屏障，在张性构造裂隙的开放性及近矿围岩的圈闭性双重作用下，构造带空间会产生强大的泵吸效应，对含矿流体起导流作用，最终在构造裂隙中沉淀下来，形成矿化带和矿体，成矿后期构造作用对矿体进行了改造，使矿体的连续性遭到破坏。

4 结语

本文通过对普查区地质背景及现有地质勘查资料的分析，阐述了查区铌钽矿床的成矿地质条件、矿化地质特征、控矿要素、围岩蚀变及找矿标志，探讨了矿床成因。认为该铌钽矿床为伟晶岩型气成热液矿床,呈带状发育的石英伟晶岩脉为主要的控矿构造，矿体直接赋存于石英伟晶岩脉中。

参考文献：

[1] 张维,吴远之,朱谷昌.津巴布韦霍普韦尔地区铂钯矿床特征及成因分析[J].地质学刊,2010,33(3).

[2] 张明云,何会明,袁晶.津巴布韦克拉通构造变形特征分析[J].地质调查与研究,2008,31(4).

GEOLOGICAL FEATURES AND ORE-CONTROL FACTOR ANALYSIS OF THE MUTOKO NIOBIUM-TANTALUM ORE DEPOSIT, ZIMBABWE

WANG Yu

(Institute of Geoanalysis of Anhui Province, Hefei, Anhui 230001*, China)*

Abstract: After sorting out geological exploration information on the the Mutoko niobium-tantalum ore deposit, Zimbabwe, this paper systematically analysed ore-control factors and geological features of the ore deposit, summarized ore-prospecting indicators and ore deposit origin, thus providing a train of thought for ore-prospecting breakthrough.

Keywords: mineralized geological features; ore-control factors; ore-prospecting indicators; ore deposit origin; Mutoko niobium-tantalum ore deposit; Zimbabwe

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net