

中国锂、铍、铌、钽矿

锂、铍、铌、钽矿床时空分布及成矿规律

我国锂、铍、铌、钽等稀有金属矿床的成矿规律在时空分布上呈现一定的规律，基本上是从北到南成矿期由老到新，北方以海西期为主，南方以燕山期为主，印支期、海西期次之。

从成矿时代来看，燕山期是稀有金属矿床成矿的极盛时期，在南方几乎所有的特大型、大中型矿床都与燕山期岩浆构造活动有关，属燕山期成矿。仅有少数矿床，如川西锂辉石伟晶岩型矿床印支期成矿和广东广宁、福建西坑伟晶岩型钽铌矿床属海西期成矿。北方的稀有金属矿床成矿期主要是海西期。在兴安岭-内蒙古区、阿尔泰区、天山-北山区、昆仑-祁连山区、东秦岭及黑吉辽胶区等都有海西岩带存在。白云鄂博型铌、稀土矿床，海西期偏碱性岩浆活动可能提供部分铌、稀土的物质来源。阿尔泰区锂、铍、铌、钽、锆的伟晶岩以及天山-北山与昆仑-祁连山北西西构造带的大部伟晶岩是属于海西期的。

从空间分布来看，目前已发现并勘探的特大型、大中型稀有金属矿床主要分布在以下成矿区带：

华南成矿区是稀有、钨锡多金属矿床的重要成矿区域。主要矿床类型有花岗岩型，如特大型江西宜春钽铌锂矿床、广西栗木钽铌锡矿床(钽为大型)，伟晶岩型也是华南的主要矿床类型之一，如福建南平西坑钽铌矿床(钽为大型)等；其次有云英岩型(如广东万峰铍矿床)、夕卡岩或条纹岩型矿床

(如湖南香花岭铍矿床)以及石英脉型矿床等。砂矿主要分布在东南沿海地区,如广东台山残坡积、河流冲积型铍钽砂矿床、增城派潭铍铁矿河流冲积型砂矿(铍为大型)等。

阿尔泰山南缘成矿区是我国重要的稀有金属矿产集中区。主要矿床类型为伟晶岩型锂铍铌钽矿床。在阿尔泰褶皱系的中间隆起区——卡拉额尔齐斯复背斜带内,有许多伟晶岩矿田,是我国稀有金属生产主要基地。其中,有开采多年的新疆富蕴县可可托海锂铍铌钽矿、柯鲁木特锂铍铌钽矿、福海县库卡拉盖锂矿、青河县阿斯卡尔特铍矿、福海县群库尔绿柱石钽铌矿等。近年来在阿尔泰成矿区,还陆续发现一些花岗岩型、火山沉积型及砂矿等类型稀有金属矿床。

兴安岭-内蒙古成矿区蕴藏着丰富的稀有、稀土矿产资源。其中以白云鄂博铁铌稀土矿床著称,铌、稀土均达到超大型规模,是世界上最大的稀土矿床。70年代在哲里木盟扎鲁特旗地区又发现并勘查出碱性花岗岩型巴尔哲大型铌钽、稀土矿床。

川西伟晶岩密集区成矿区带:在四川西部康定、石渠、金川和马尔康等地分布有大量而密集的稀有金属伟晶岩矿脉,并形成大型、特大型锂铍矿床,如康定甲基卡锂铍矿(锂为特大型、铍为大型);金川地区锂铍矿(锂为大型、铍为中型)位于金川、马尔康两县接壤地带,以可尔因为中心,锂铍矿化花岗伟晶岩脉成群分布,是川西锂铍等稀有金属的重要成矿区带之一。

东秦岭成矿区稀有金属矿化分布较广,其中以陕西商南和河南卢氏等地矿化较好,有找矿远景;蓝田—潼关—嵩县,是一条与正长岩和偏碱性

花岗岩有关的铌、稀土金属矿化带，也具有找矿潜力；特别是在秦岭东段南坡，鄂陕交界的竹园沟—贺家山一带，于80年代初勘查出一个特大型的湖北庙垭碳酸岩型铌稀土矿床。

盐湖锂成矿区，由盐湖形成的锂矿资源主要分布于青藏高原。现已查明大型、特大型盐湖锂矿床，分布在青海柴达木盆地中部的一里坪，东、西台吉乃尔湖及西端的尕斯库勒湖。矿床中锂均以晶间卤水、孔隙卤水及地表卤水的形态出现，赋存于上更新统至全新统的地层中。在西藏的西北部地区有众多的盐湖区，也是我国卤水锂资源的重要成矿区之一。此外，卤水锂还见湖北潜江凹陷油田内，其锂资源规模也极其可观。

锂、铍、铌、钽矿床类型

我国锂、铍、铌、钽矿床按成矿岩石类型和有关成矿作用划分，有以下类型：

1. 与酸性岩类有关的成矿系列的矿床类型

1) 花岗岩型稀有、稀土元素矿床〔如江西宜春钽(铌)-锂矿床、广西栗木钽(铌)矿床、江西大吉山钽(铌)-钨矿床、江西横峰黄山铌钽矿床、广东仑山钽铌矿床、内蒙古巴尔哲铌、稀土矿床等〕。

2) 花岗伟晶岩型稀有、稀土元素矿床〔如新疆可可托海锂铍铌钽矿床、四川康定甲基卡锂铍矿床和金川可尔因锂铍矿田、福建南平西坑钽(铌)矿床等〕。

3) 接触交代型稀有、稀土矿床(如湖南香花岭条纹岩铍矿床等)。

4) 气成热液型稀有、稀土矿床(如广东万峰山云英岩铍矿床等)。

5) 脉岩型稀有元素矿床(如湖南香花岭细晶岩钽矿床等)。

2. 与碱性岩类有关的成矿系列的矿床类型

1) 碱性岩和碱性伟晶岩型稀有、稀土元素矿床〔如四川米易含褐钇铈矿碱性花岗岩矿床、四川路枯碱性伟晶岩和碱性细晶岩(钠长岩)稀有元素矿床〕。

2) 碳酸岩型稀有、稀土元素矿床(如湖北竹山庙垭铈、稀土矿床)。

3. 与火山岩类有关的成矿系列的矿床类型

如浙江青田石溪钠长流纹斑岩铈矿床、青田坦头凝灰岩铍矿床。

4. 与沉积作用有关的成矿系列的矿床类型

盐湖型锂矿床(伴生硼、钾、镁、铷等多种有益组分)，如青海柴达木盆地中部的一里坪锂矿床，东、西台吉乃尔湖锂矿床等。

5. 与风化作用有关的成矿系列的矿床类型

残坡积冲积型稀有、稀土矿床(如广东台山残坡积、冲积铈钽砂矿床，增城派潭河流冲积型铈铁矿砂矿等)。

6. 与变质作用有关的成矿系列的矿床类型

混合岩型稀有、稀土元素矿床，目前仅发现有稀土矿床。

7. 与多种作用有关的成矿系列的矿床类型

这种类型矿床，是指具有成矿物质多来源、成矿阶段多期次、成矿作用多成因的稀有、稀土矿床，或简称复合成因矿床。如内蒙古白云鄂博铁铌稀土矿床。

以上各类型矿床地质特征，将结合下述的典型矿区予以简要介绍。

锂铍、铌、钽矿典型矿区

(一) 新疆可可托海锂铍铌钽矿

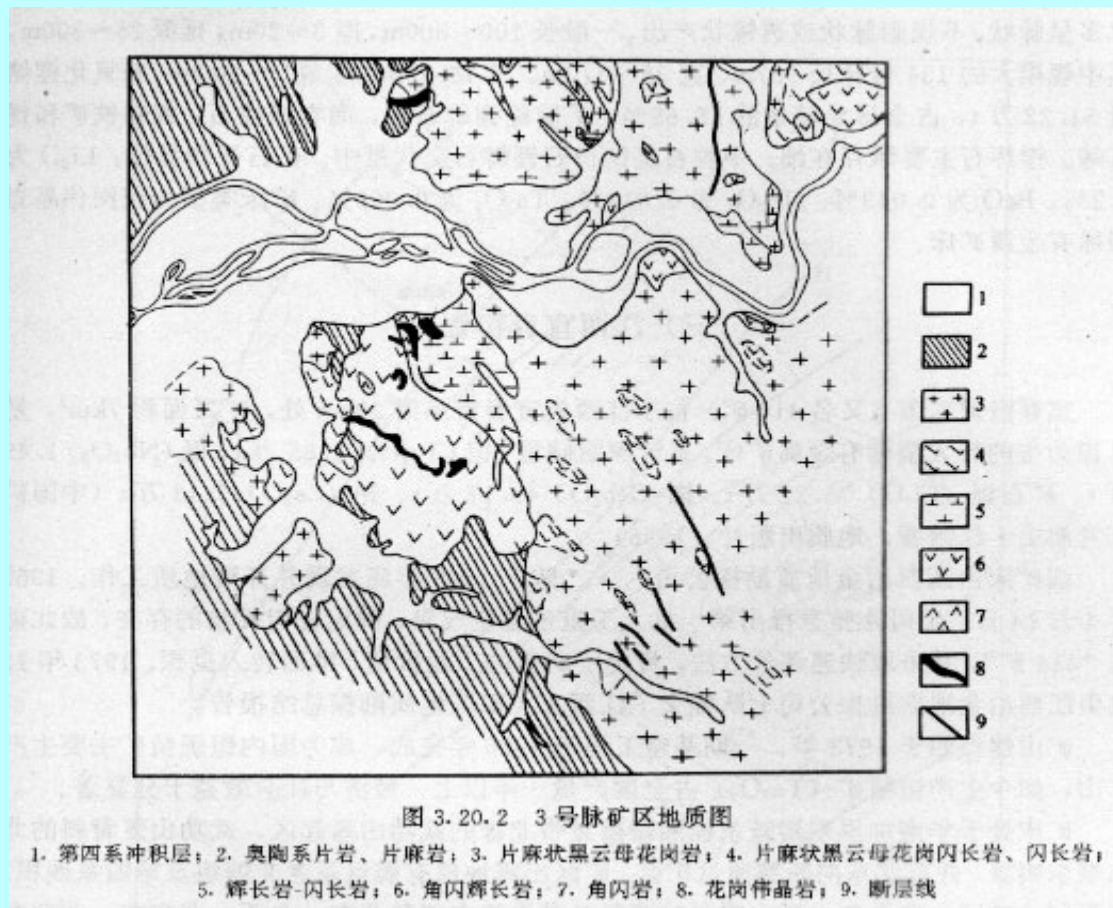
可可托海矿区位于新疆富蕴县可可托海镇，距县城 50km，是国内外著名的大型稀有金属花岗伟晶岩矿床，富含锂、铷、铯、铍、铌、钽等，为我国开发最早的稀有金属矿产资源的基地。累计探明储量(据中国矿床发现史新疆卷，地质出版社，1996)：锂(Li₂O) 15.5 万 t、铍(BeO) 6.5 万 t、钽铌(Ta₂Nb₂O₇) 205 1314t。探获手选矿物：绿柱石 32.3 万 t、锂辉石 50 万 t、铯榴石 432.1t。

新中国成立后，为开发可可托海丰富的稀有金属资源，从 1953 年开展了大规模地质勘探工作，1960~1961 年编制了可可托海矿床的总储量计算报告，为矿山开采和选冶提供了一份较完整的地质成果。1) 其时代尚有争议，有的认为是奥陶系，也有的认为是寒武系。

可可托海矿床处于阿尔泰褶皱带额尔齐斯地背斜的中南部。矿区内出露的地层有泥盆系黑云母石英片岩、二云母石英片岩、十字石黑云母石英

片岩及变粒岩等呈残山状分布于矿床的南部，其次是第四系残坡积及河流冲积物。岩浆岩为海西期侵入的辉长岩、角闪辉长岩、片麻状黑云母斜长花岗岩，脉岩有花岗伟晶岩脉、细晶岩脉等(图 3.20.2)。矿区主要构造方向为北西向，控制片理、片麻理、岩体分布及岩脉的走向。矿区内已发现花岗伟晶岩脉 25 条，其中盲脉 14 条，经勘探提交储量的有 6 条矿脉，其中 3 号脉最大，也是最典型的稀有金属伟晶岩脉，著称国内外。

图 3.20.2 (3 号脉矿区地质图)



1. 第四系冲积层；2. 奥陶系片岩、片麻岩；3. 片麻状黑云母花岗岩；4. 片麻状黑云母花岗闪长岩、闪长岩；5. 辉长岩-闪长岩；6. 角闪辉长岩；7. 角闪岩；8. 花岗伟晶岩；9. 断层线

3号脉是成带性良好、规模巨大的锂辉石-钠长石型花岗伟晶岩脉，富含锂、铍、铌、钽、铷、铯等多种稀有金属，已开采多年。脉体顶部出露于地表，其余均隐伏地下，探明脉长 2250m，宽 1500m，厚 20~60m，平均厚度 40m，呈阶梯状向西 220° 渐次倾斜，倾角 10° ~15° 。

3号伟晶岩脉主要矿石矿物有锂辉石、锂云母、绿柱石、铌铁矿、钽铁矿、细晶石、铯榴石等，并伴生可综合回收铷、铯、锆、铪等。矿床锂、铍、铌、钽平均品位：Li₂O 为 0.9824%，BeO 为 0.051%，Nb₂O₅ 为 0.0056%，Ta₂O₅ 为 0.0245%。伟晶岩的围岩蚀变主要有黑鳞云母化、锂白云母化、锂蓝闪石化和萤石化等。矿床类型为花岗伟晶岩型稀有金属矿床。

(二) 四川甲基卡锂铍矿

甲基卡锂铍矿床位于四川省西部康定、雅江、道孚三县交界处，是我国 70 年代初期勘查的特大型锂矿，探明氧化锂储量 92 万 t，共生的氧化铍储量也达到大型矿床规模，矿石锂储量居全国之首(中国矿床发现史·四川卷，地质出版社，1996)。

该矿床发现于 1959 年，四川省地质局四〇四队于 1974 年提交了《康定县甲基卡稀有金属花岗伟晶岩矿床详细普查报告》，并进行了选矿试验，证明矿石易选。

矿床地处松潘甘孜地槽褶皱系东缘、石渠雅江地向斜核心部位四级构造单元甲基卡穹隆状短轴背斜中。矿区内出露地层为三叠系西康群砂页岩，经区域变质和接触变质而形成的黑云母石英片岩、二云母石英片岩和红柱

石、十字石石英片岩等中浅变质岩系。印支期含锂二云母花岗岩株沿甲基卡短轴背斜侵入。围绕花岗岩内外接触带派生出一系列花岗伟晶岩脉，其中已查明含锂、铍、钽伟晶岩脉 114 条(锂矿脉 78 条、铍矿脉 18 条、铌钽矿脉 18 条)，并选择其中矿化较好的 134、9、528 等 9 条矿脉进行了初勘。查明矿脉多呈脉状、不规则脉状或透镜状产出，一般长 100~300m，厚 3~20m，延深 25~300m，其中规模大的 134 号脉长 987m、宽 35~370m、厚 48.96m、埋藏 0~200m，获氧化锂储量 51.22 万 t，占全区总储量的 55.65%。矿脉除锂辉石外，尚有绿柱石、铌钽铁矿和锡石等。锂辉石主要赋存在细、中粒石英钠长石锂辉石交代带中。矿石平均品位：Li₂O 为 1.2%、BeO 为 0.043%、Nb₂O₅ 为 0.013%、Ta₂O₅ 为 0.009%。矿床类型为花岗伟晶岩型稀有金属矿床。

(三) 江西宜春钽铌矿

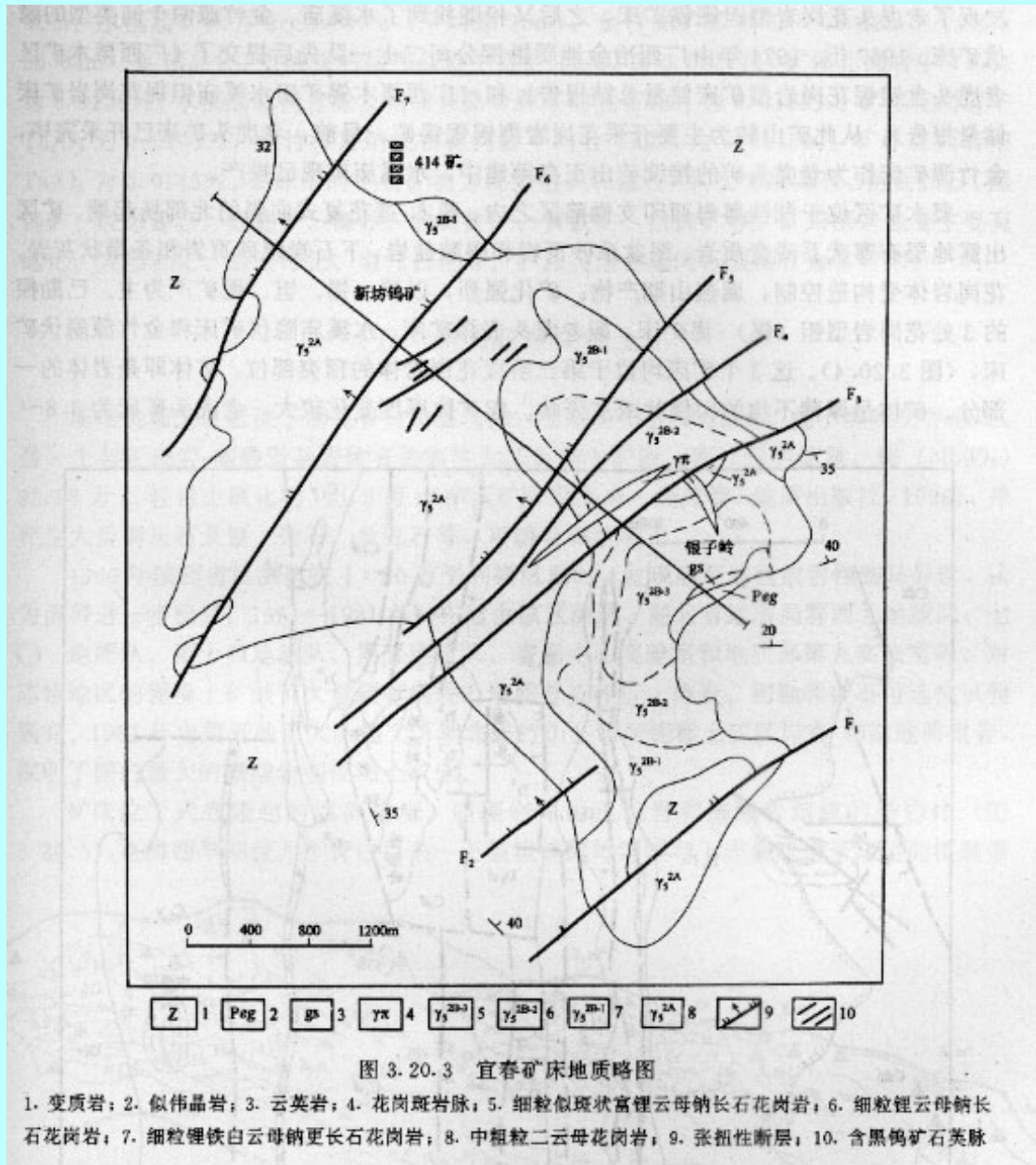
宜春钽铌矿床(又名 414 矿)位于江西省宜春市东南 20km 处，矿区面积 7km²，是以钽为主的特大型稀有金属矿床。累计探明储量：钽(Ta₂O₅) 1.85 万 t、铌(Nb₂O₅) 1.49 万 t、矿石锂(Li₂O) 75.22 万 t、铷(Rb₂O) 40.17 万 t、铯(Cs₂O) 5.43 万 t(中国矿床发展史·江西卷，地质出版社，1996)。

该矿床由江西冶金地质勘探公司六一二队于 1968 年底发现并开展地质工作。1969 年 4 月 14 日，公司化验室报出第一批人工重砂鉴定成果，确定铌钽矿物的存在，故此得名“414 矿”，并采取快速评价方法，肯定了矿床的工业价值，继而转入勘探。1973 年 11 月由江西冶金地质勘探公司七队提交了江西 414 矿区地质勘探总结报告。

矿山建设始于 1973 年，一期建设工程于 1976 年完成，成为国内钽铌精矿主要生产矿山，如今生产钽精矿 (Ta₂O₅) 占全国产量一半以上，经济与社会效益十分显著。

矿床处于华南加里东褶皱系桂湘赣褶皱带北缘的武功山隆起区，武功山复背斜的北东端东南翼，并有北东向断裂通过矿区。矿区出露地层有震旦系老虎塘组及第四系残积、冲积层。矿区构造骨架主要由银子岭背斜及其次级向斜和北东、北西、北东东、北北东 4 组断裂构成。区内岩浆活动频繁，侵入期次甚多。与成矿有关的岩体为燕山早期第二阶段第三次侵入形成的雅山花岗岩复式岩体。钽铌锂矿主要赋存在细粒白云母花岗岩相中。矿化面积 2.8km²，矿床由银子岭、工人村、朱楼冲 3 个区段组成，其中银子岭为主矿体区段(图 3.20.3)。工人村区位于银子岭区段西北，朱楼冲位于银子岭之南。银子岭主矿体区段，矿体规模大、品位富，且出露部位高，为开采的主要对象，已进行了详细勘探。此外，在主矿体边部还有一些小矿体。

图 3.20.3 宜春矿床地质略图



1. 变质岩; 2. 似伟晶岩; 3. 云英岩; 4. 花岗斑岩脉; 5. 细粒似斑状富锂云母钠长石花岗岩; 6. 细粒锂云母钠长石花岗岩; 7. 细粒锂铁白云母钠更长石花岗岩; 8. 中粗粒二云母花岗岩; 9. 张扭性断层; 10. 含黑钨矿石英脉

主矿体南北长 1700m, 东西平均宽 644m, 地表出露面积 0.65km²。矿体厚度, 最大 196m, 平均 60m。形态简单, 呈似层状。富矿体居于岩体上部, 长 1300m, 平均宽 551m, 最宽达 900m, 平均厚度 30.1m, 最厚处 42m。贫矿体位于富矿体的下部和边部, 长 1500m, 最大宽度 950m, 平均 572m, 最大

厚度 62m，平均厚度 36.2m。

矿石类型有原生钽铌矿和残坡积型砂矿两种，其中原生矿约占全区储量的 99.2%。原生钽铌矿体赋存于钠长石化、锂云母化的花岗岩中。矿石品级分为富矿体，含 $Ta_2O_5 > 0.01\%$ 、贫矿体含 $Ta_2O_5 0.008\% \sim 0.01\%$ ；二级贫矿体含 $Ta_2O_5 < 0.008\% \sim 0.001\%$ 。矿床主要矿石矿物有细晶石、富锰铌钽铁矿、含钽锡石、锂云母、铯榴石及绿柱石等。本区花岗岩有明显的变质交代作用，钠长石化、锂云母化强烈而普遍，还有黄玉化、云英岩化、白云母化等。矿床有明显的垂直分带现象。矿床类型属花岗岩型稀有金属矿床，为岩浆晚期分异矿床。80 年代以来，随着该矿床的开采和对其成矿研究的深入，提出了新的认识，如王成发(1986)认为是花岗岩化过程中碱质交代作用的产物，即非岩浆成因。

(四) 广西栗木钽(铌)-锡矿

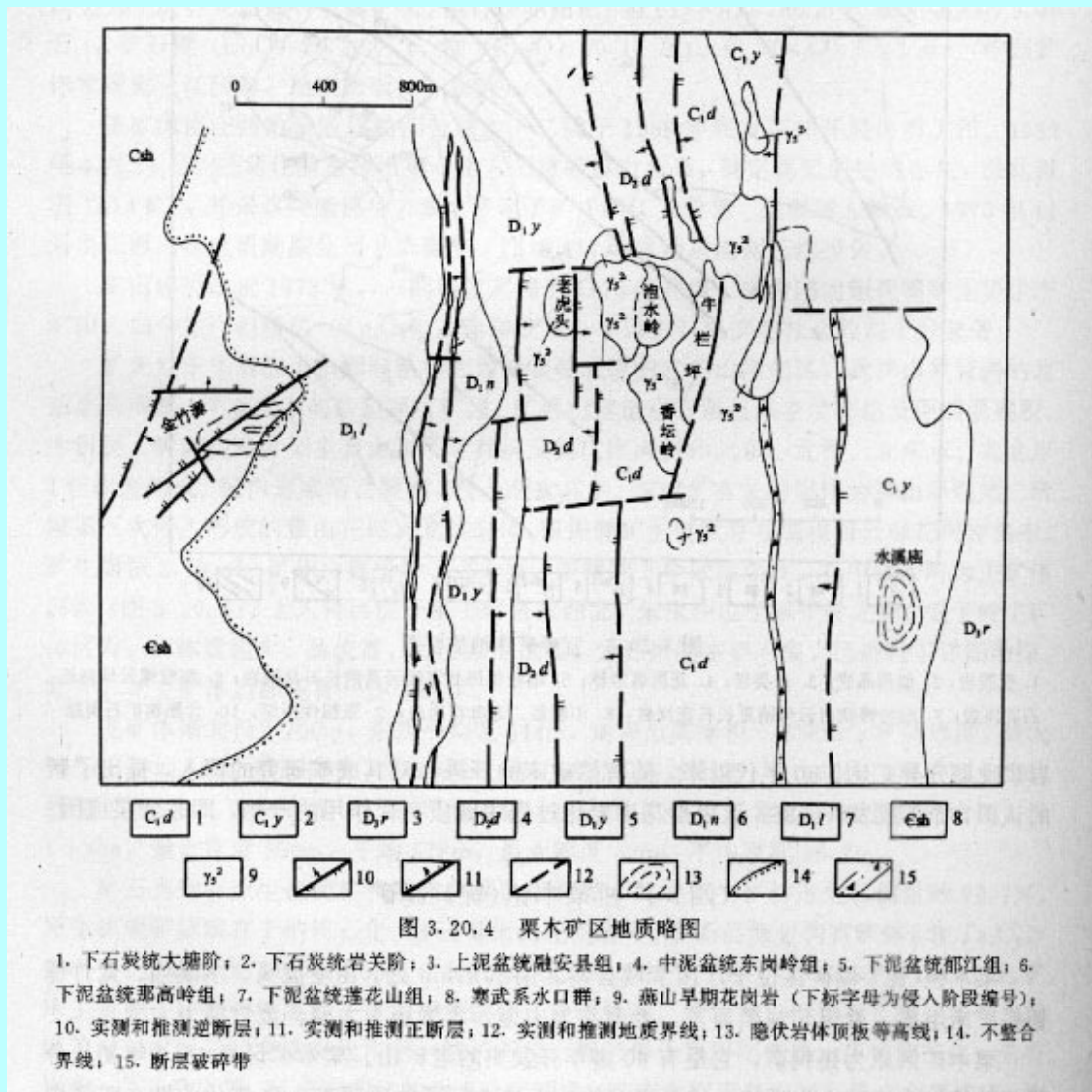
栗木钽(铌)-锡矿区位于广西恭城县城北偏东 37km 处，由老虎头、水溪庙、金竹源钽铌矿床组成。就钽矿规模而言，老虎头为中型，水溪庙为大型、金竹源为大型。

栗木矿区原为锡钨矿，它是有 60 多年开发史的老矿山。栗木矿区是 1959 年初从分析锡钨精矿和炉渣中发现钽、铌元素开始，于是进行了地质调查，60 年代中期在矿区内发现了老虎头花岗岩型钽铌锡矿床，之后又相继找到了水溪庙、金竹源两个同类型的隐伏矿床。1967 年、1974 年由广西冶金地质勘探公司二七一队先后提交了《广西栗木矿区老虎头含钽铌花岗岩型矿床储量总结报告》和《广西栗木锡矿田水溪庙钽铌花岗岩矿床储量报告》。

从此矿山转为主要开采花岗岩型钽铌锡矿。目前，老虎头矿床已开采完毕，金竹源矿床作为老虎头矿的接续矿山正在筹建中，水溪庙矿现已投产。

栗木矿区位于湘桂粤海西印支拗陷区之内、栗木-莲花复式向斜的北部扬起端。矿区出露地层有寒武系浅变质岩、泥盆系砂页岩和碳酸盐岩，下石炭统砂页岩和条带状灰岩。花岗岩体受构造控制，属燕山期产物。矿化强烈，以钨、锡、钽、铌矿产为主。已勘探的3处花岗岩型钽(铌)-锡矿床，即老虎头表露矿床、水溪庙隐伏矿床和金竹源隐伏矿床，(图 3.20.4)。这3个矿床均位于第三阶段花岗岩体的顶突部位，矿体即是岩体的一部分。矿体呈厚薄不均的似层状或皮壳状。钽矿体厚度变化较大，老虎头矿床为3.8~72m；水溪庙矿床为2~80.47m(平均厚20m)；金竹源矿床1.65~45.12m(平均厚26.64m)。矿床品位：老虎头的似伟晶岩中富矿Ta₂O₅为0.0327%，矿体花岗岩中Ta₂O₅为0.0126%；水溪庙花岗岩脉及花岗伟晶岩脉平均含Ta₂O₅为0.0188%。矿体花岗岩中Ta₂O₅为0.0104%；金竹源富钠长石花岗岩平均含Ta₂O₅为0.0145%，矿体花岗岩中Ta₂O₅为0.0145%。矿床中的主要矿物为铌钽锰矿和锡石，其次为细晶石、钽金红石、黑钨矿、胶态锡石、黝锡矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、白钨矿等。矿床围岩蚀变主要有硅化、大理岩化、绢云母化、电气石化等。矿床类型为花岗岩型稀有金属矿床。

图 3.20.4 栗木矿区地质略图



1. 下石炭统大塘阶; 2. 下石炭统岩关阶; 3. 上泥盆统融安县组; 4. 中泥盆统东岗岭组; 5. 下泥盆统郁江组; 6. 下泥盆统那高岭组; 7. 下泥盆统莲花山组; 8. 寒武系水口群; 9. 燕山早期花岗岩 (下标字母为侵入阶段编号);
10. 实测和推测逆断层; 11. 实测和推测正断层; 12. 实测和推测地质界线;
13. 隐伏岩体顶板等高线; 14. 不整合界线; 15. 断层破碎带

(五) 湖北庙垭铈稀土矿

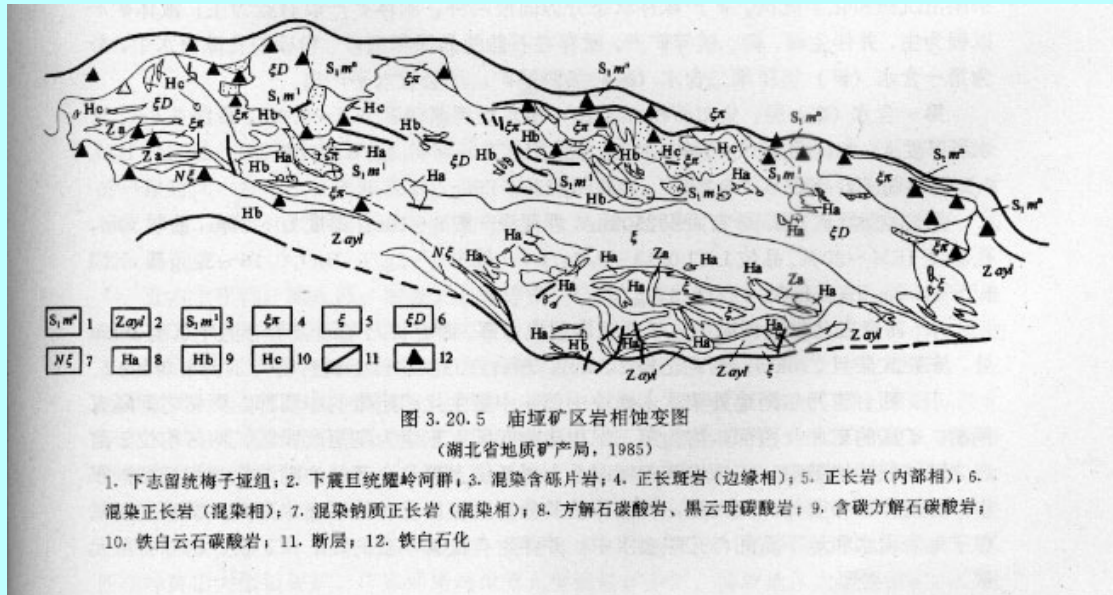
庙垭铈稀土矿区位于湖北省竹山县境内，南距竹山县城 89km，处于鄂

陕交界地段，是一个与正长岩-碳酸岩杂岩体有关的特大型铌稀土矿床，累计探明储量：铌(Nb₂O₅) 92.95 万 t、轻稀土氧化物 121.5 万 t(中国矿床发展史·湖北卷，地质出版社，1996)，并伴生大量磷灰石及铀、锆石、金红石等，可综合回收利用。

1960 年陕西省区测队在 1:20 万平利幅区调时，发现庙垭地区放射性伽马异常，认为值得进一步检查。1961~1981 年，先后由该区测队、湖北省地质局鄂西北地质队、七〇一地质队、第十四地质队、第五地质队、省局中心实验室和地质部第九实验室等，对庙垭地区的铌稀土矿做了大量颇有成效的地质普查评价、详查、初勘和矿石可选性试验研究。1981 年由第五地质大队提交了湖北省竹山县庙垭铌稀土矿区详查-初勘地质报告，探明了国内最大的碳酸岩型铌稀土矿床。

矿床位于武当隆起的西部边缘。庙垭岩体由正长岩和碳酸岩组成的杂岩体(图 3.20.5)，在海西早期侵入于青白口系一下震旦统耀岭河群与下志留统梅子垭组的接触带上，受东西向梁家院-田鸡垭断裂控制。杂岩体为东西向纺锤状岩株，长 2950m，宽 580~820m，倾向延深控制到 500m。杂岩体以正长岩类为主，占岩体出露面积的 90%。碳酸岩呈小岩枝、岩瘤、岩脉依附正长岩分布，占杂岩体的 7.5%，另有 2.5%为围岩残留体。

图 3.20.5 庙垭矿区岩相蚀变图



(湖北省地质矿产局, 1985)

1. 下志留统梅子垭组; 2. 下震旦统耀岭河群; 3. 混染含砾片岩; 4. 正长斑岩(边缘相); 5. 正长岩(内部相); 6. 混染正长岩(混染相); 7. 混染钠质正长岩(混染相); 8. 方解石碳酸岩、黑云母碳酸岩; 9. 含碳方解石碳酸岩; 10. 铁白云石碳酸岩; 11. 断层; 12. 铁白石化

杂岩体矿化普遍, 含矿率约 65%。矿化以铈、钪族稀土为主, 钽和钷族稀土含量很低, 并伴生磷、硫、锆、铀、钍等有益组分。杂岩体内有 3 个矿带, 全区共圈定矿体 45 个, 其中稀土矿 7 个, 铈矿体 14 个, 铈稀土矿体 24 个。主要稀土矿体 III15 呈似层状, 长 800m, 宽 410m, 平均厚 18.17m, 埋深 0~318m。主要铈矿体 III6 长 2300m, 宽 498m, 厚 210.13m, 埋深 0~290m, 呈似层状。主要铈稀土矿体 I 4 长 640m, 宽 402m, 厚 49.96m, 埋深 0~220m, 呈不规则透镜状。矿石中铈矿物主要有铈铁矿、铈金红石, 次要为贝塔石、烧绿石等; 稀土矿物主要有独居石、氟碳铈矿, 次要为氟碳钙

铈矿、褐帘石等。矿床品位，不论是正长岩体、混杂岩体，还是碳酸岩体，其铈、稀土含量均超过了工业要求。Nb₂O₅ 含量最高可达 1.16%，RE₂O₃ 最高可达 13.21%。矿床类型为碳酸岩型铈、稀土矿床。

(六) 青海盐湖型锂矿

青海省柴达木盆地蕴藏着极为丰富的盐湖型锂矿资源。青海省地质局于五六十年代勘探了其中两个特大型盐湖型锂矿床，即茫崖行委一里坪锂矿和格尔木东、西台吉乃尔湖锂矿。探明储量：一里坪矿床氯化锂 92.97 万 t；东、西台吉乃尔湖矿床氯化锂几百万 t(中国矿床发现史·青海卷，地质出版社，1996)。

一里坪锂矿区位于柴达木盆地中部，东距大柴旦镇 230km。矿区主要分布一套第四系湖沼沉积和化学沉积。矿产赋存状态分为固液两种，固体矿产以石盐为主；液体矿产以锂为主，并伴生硼、钾、镁等矿产，赋存在石盐的晶间和细砂、粉砂的孔隙卤水中，分为第一含水(矿)层和第二含水(矿)层两层矿，呈层状水平产出。

第一含水(矿)层：分布面积 202km²，潜水面埋藏深度 0.6~0.8m，最深 3.6m，含水层厚度 4~6m，孔隙度 25%~30%。品位 LiCl 0.1~8.4g/L，一般 1.5~3g/L，B₂O₃ 0.23~2.3g/L，KCl 4.7~37g/L，MgCl₂ 236~296g/L。

第二含水(矿)层：分布面积 250km²，埋藏深一般 6~16m，厚度 10~20m，最厚 30m，孔隙度 15%~20%。品位 LiCl 0.14~9.7g/L，一般 1.5~2g/L，B₂O₃ 0.16~3.5g/L，KCl 1.0~42.9g/L，MgCl₂ 12.3~339g/L。

东、西台吉乃尔湖锂矿区位于柴达木盆地中部。西台吉乃尔湖位于一里坪东南 30km 处，东距大柴旦 210km，西距茫崖 200km。东台吉乃尔湖位于西台吉乃尔湖东 30km。

东、西台吉乃尔湖地处柴达木地块中部，中生代凹陷带的中西部，两湖之间隔有鸭湖。矿区的东北及西部，均为第三纪构造隆起区，东南为湖沼沉积区，两区均位于前者之间的低洼地带中。矿床均产于第四系上更新统上部及全新统的湖泊化学和机械沉积中；分液体矿和固体矿两大类，而液体矿又分为地表卤水和地下卤水两类，锂矿主要赋存于地表卤水和地下晶间与孔隙卤水中，并伴生有极其丰富的硼、钾、镁、钠等有益元素。

西台吉乃尔湖锂矿床：地表卤水(湖水)锂矿，分布于矿区东北部，呈北西-南东向分布，略似等腰三角形。东西长 11.7km，南北宽 7~8km，湖底沉积石盐及少量芒硝及泥砂。地下卤水锂矿又分为孔隙卤水锂矿和晶间水卤水锂矿两种。孔隙卤水锂，分布于含石盐细砂、细砂和泥石盐、石盐泥砂互层中，分布面积 134km²，共 3 层卤水，总厚度 10~15m，平均孔隙度 23.43%，品位：LiCl 4g/L 以上、B₂O₃ 0.5~0.6g/L、K+10g/L 以上、Mg²⁺+40~60g/L、Na+40g/L。

晶间卤水锂矿，主要赋存于含砂石盐、石盐及白钠镁矾中，分布面积 341.5km²，由 3 层卤水组成，厚 2.6~5.44m，总厚度 30.49m，孔隙度 20%~30%，品位：LiCl 1~2g/L、B₂O₃ 1.3g/L、K+10g/L、Mg²⁺+30g/L、Na+66g/L。

东台吉乃尔湖锂矿床：地表卤水(湖水)锂矿，湖水呈北西西方向分布，长约 23km，宽 8km。品位：LiCl 一般 1.8~2g/L、B₂O₃ 一般 1.2~1.4g/L、KCl 一般 12~14g/L、MgCl₂ 一般 45~50g/L。

地下卤水锂矿，分两个含矿层：第 I 含水(矿)层，赋存于全新统(QIV)棕红色砂粘土层以上至表层的石盐及含粘土粉砂、细砂层中，分布面积 76km²，厚度 2~3m，孔隙度平均 25.66%，最高 38.99%，含矿品位：LiCl 4g/L、B₂O₃ 2.5g/L、KCl 一般 20~30g/L、MgCl₂ 一般 80~100g/L、NaCl 一般 200g/L。第 II 含水(矿)层，分布于 I 含水(矿)层之下，距地表 6~35m，主要赋存于上更新统上部在盐层晶间和细砂层孔隙中。分布面积 109km²，以晶间卤水为主，含水层厚 15~20m，孔隙度 15%~20%。品位：LiCl 一般 4~6g/L、B₂O₃ 平均 1.92g/L、KCl 一般 20~30g/L、MgCl₂ 一般 60~120g/L、NaCl 一般 200g/L。

锂、铍、铷、钽矿产地地质勘查

锂、铍、铷、钽矿产是发展稀有金属工业的主要矿物原料。新中国成立后有相当长的一段时间，资本主义国家将锂、铍、铷、钽等稀有、稀土金属矿产品作为战略物资对我国封锁、禁运，因而国家决定自力更生，立足国内解决矿产资源，发展我国稀有、稀土金属工业。

五六十年代，地质部、冶金工业部等密切合作，精心组织，加强稀有、稀土矿产地质勘查工作。地质部组建了第二地矿司，专门负责规划、组织管理全国这类矿产地质勘查和科研工作。有关省区地质局和冶金地质勘探公司成立了稀有、稀土专业勘探队。在地区部署上选择了新疆、青海、内蒙古、四川、江西、福建、广东、广西、湖南、湖北等省区作为重点全面开展普查找矿和地质勘探工作，迅速地探明了一批矿产地。如新疆的富蕴

可可托海、柯鲁木特、青河阿斯卡尔特、福海库卡拉盖、福海群库尔等特大型、大中型锂铍铌钽矿，内蒙古白云鄂博超大型铌稀土矿，四川的康定甲基卡特大型锂铍矿、金川可尔因大型锂矿，青海柴达木盆地一里坪和东、西台吉乃尔湖等特大型盐湖锂矿，江西横峰黄山大型钽铌矿，广东的增城派潭大型铌铁矿砂矿、博罗地区大型铌钽矿，广西的贺县姑婆山大型褐钇铌矿砂矿、恭城栗木老虎头中型钽铌矿，湖南香花岭铍矿等。

70年代以来，在五六十年代大规模普查找矿基础上又相继发现并勘查一批矿产地。如江西的宜春特大型钽(铌)-锂矿、横峰葛源钽铌钨锡矿(钽为特大型)、石城海罗岭中型铌钽矿，湖北的竹山庙垭特大型铌、稀土矿、通城断峰山大型钽铌矿，内蒙古扎鲁特旗巴尔哲大型铌、稀土矿，福建南平西坑大型钽铌矿，广东广宁横山中型铌钽矿和广西恭城水溪庙钽铌矿(钽大型)、金竹园钽铌矿(钽大型)等。

锂铍铌钽矿产勘查，主要通过区域普查找矿和重点矿区评价、勘探相结合，采用地质、物化探、槽井探、钻探、坑探等技术方法手段进行勘查。特别是由于稀有元素矿物分布稀少，成分复杂，矿石粒度嵌布细微，肉眼不易识别，因而岩矿鉴定、重砂分析、化学分析等对发现、评价、勘探稀有、稀土矿床和配合选冶试验等发挥了重要作用。

稀有、稀土矿床的地质勘探，是按勘探规范进行的，并以勘探类型合理选择勘探方法手段和布置勘探工程。我国《稀有金属矿地质勘探规范》，将内生矿床和风化壳矿床划分为4个勘探类型，砂矿床划分为3个勘探类型。

稀有金属内生矿床和风化壳矿床的勘探类型，依据矿体规模、形态及其矿化均匀程度等因素划分：

第 I 类型：矿体规模巨大(长 > 800m，宽或延深 > 500m)，形态简单，呈层状、似层状、板状、巨大透镜状与脉状，矿化均匀至较均匀。属于本类矿床有碱性长石花岗岩矿床、风化壳矿床和白云鄂博铌、稀土矿床等。

第 II 类型：矿体规模中至大、个别巨大(大型长 400 ~ 800m，宽或延深 200 ~ 500m)；中型(长 200 ~ 400m，宽或延深 100 ~ 200m)，形态简单至较简单，呈似层状、脉状与透镜状，矿化较均匀。属本类型的有碱性长石花岗岩矿床、风化壳矿床，花岗伟晶岩类矿床 [如新疆柯鲁木特 112 号脉、碱性岩-碳酸岩矿床(如湖北庙垭)] 等。

第 III 类型：矿体规模中等，个别较大，形态较简单至复杂，呈似层状、脉状及透镜状，矿化较均匀。属于本类型的有花岗伟晶岩类矿脉(新疆群库尔 2 号脉)、气成-热液矿床(如江西画眉坳)、钠长石化花岗岩矿床等。

第 IV 类型：矿体规模小至中等(小型长 < 200m，宽或延深 < 100m)，形态很复杂，呈透镜状、脉状、巢状，矿化不均匀至很不均匀，但具有工业价值，可进行边采边探。

稀有金属砂矿床勘探类型，依据矿层(体)规模、稳定程度及其稀有金属矿物品位均匀程度等因素划分：

第 I 类型：矿层(体)规模大，长 > 2000m，宽 > 400m，呈层状、带状分布，一般为含矿细砂层，部分砂砾层，矿层稳定，品位均匀，底板平坦。该类型主要是滨海砂矿床，部分为河流砂矿床等。

第 II 类型：矿层(体)规模中等，长 500 ~ 2000m，宽 200 ~ 400m，呈带

状、树枝状分布，矿层的厚度均有明显膨缩现象，一般为砂砾层，部分细砂层，品位较均匀，矿层底板不平坦。该类型有河流砂矿床(如广东增城派潭)，部分滨海砂矿床等。

第Ⅲ类型：矿层(体)规模小，长 $<500\text{m}$ ，宽 $<200\text{m}$ ，呈树枝状、扁豆体分布，矿层的厚度和宽度变化显著，矿层结构复杂，其中砂砾石的粒径相差悬殊，分选性差，品位不均匀，矿层底板凹凸不平。该类型的矿床有上中游河流砂矿床和大型河流砂矿床下层矿体。

各勘探类型求得各级储量的工程密度和选用的适当勘探手段见表 3.20.4 和 3.20.5。

表 3.20.4 稀有金属内生矿床及风化壳矿床勘探工程密度

勘探类型	勘探工程	勘探工程间距 (m)				勘探手段选择
		B 级		C 级		
		沿走向	沿倾斜	沿走向	沿倾斜	
I	钻孔	80~100	60~80	160~200	120~160	用钻探一般可求得 B 级储量
II	钻孔	40~80	40~60	80~160	60~80	对出露地表的花岗岩型矿床用钻探求得 B 级储量，其他矿床应以钻探为主，辅以坑道可求得 B 级储量
	坑道	40~80	40~60			
III	钻孔	20~40	30~40	40~80	30~40	以坑探为主，坑、钻结合求得 B 级储量。对复杂矿床可用适当数量天井或暗井求得 B 级储量(或 C 级)
	坑道	20~40	30~40	40~80	40~60	
IV	钻孔			30~40	20~30	以坑探为主，坑、钻结合求得 C 级储量
	坑道			30~40	30~40	

注：对风化壳矿床勘探工程应结合地形地貌特征合理布置。使用钻探手段勘探，要以保证岩心完整，层次不乱，并需用一定数量浅井验证。

表 3.20.5 稀有金属砂矿床勘探工程密度

表 3.20.5 稀有金属砂矿床勘探工程密度

勘探类型	B 级		C 级		勘探手段选择
	线距 (m)	工程间距 (m)	线距 (m)	工程间距 (m)	
I	200~400	20~40	400~800	30~40	各勘探类型采用手段主要用砂钻和砂井。求 B 级储量应有 5% 的钻孔用砂井作质量检查；求 C 级储量应有 3% 的钻孔用砂井作质量检查
II	100~200	10~20	200~400	20~30	
III			100~200	10~20	

稀有金属盐湖矿床的勘探类型，尚未具体划分，其勘探工程密度，在稀有金属矿地质勘探规范中将过去勘探所采用的工程密度列出，以供参考：B 级储量 1000m × 1000m；C 级储量 2000m × 1000m。

中国锂、铍、铌、钽矿地理分布

锂矿分布在 9 个省区，其中矿石锂主要分布在 7 个省区，以 1996 年末保有储量 (Li₂O) 排序依次为：四川占 51.1%，江西占 29.4%，湖南占 15.3%，新疆占 3% (因主要矿区经 40 多年来的大规模开采，故保有储量大量减少)，4 省区合计占 98.8%，其次是河南、福建、山西，3 省合计仅 1.2%。盐湖卤水锂主要分布在青海、西藏和湖北等省区，其中青海盐湖锂储量占 80% 以上。

铍矿分布在 14 个省区，依次为：新疆占 29.4%，内蒙古占 27.8% (主要伴生铍矿)，四川占 16.9%，云南占 15.8%，4 省区合计占 89.9%，其次为江西、甘肃、湖南、广东、河南、福建、浙江、广西、黑龙江、河北等 10 个省区，合计占 10.1%。绿柱石矿物储量，主要分布在新疆 (占 83.5%)、四川 (占 9.6%)，两省区合计 93.1%，其次为甘肃、云南、陕西、福建，4 省合计仅占 6.9%。

铌矿分布在 15 个省区，依次为：内蒙古占 72.1%，湖北占 24%，两省区合计占 96.1%；其次为广东、江西、陕西、四川、湖南、广西、福建，以及新疆、云南、河南、甘肃、山东、浙江等。砂矿储量广东占 99.4%，其次是江苏、湖南；褐钇铌矿储量主要分布在湖南、广西、广东、云南。

钽矿分布在 13 个省区，依次为：江西占 25.8%，内蒙古占 24.2%，广东占 22.6%，3 省区合计占 72.6%，其次湖南占 8.6%，广西占 5.9%，四川占 5.3%，福建占 5.1%，湖北占 1.2%，5 省区合计占 26.1%，以及新疆、河南、辽宁、黑龙江、山东等 5 省区合计占 1.3%。砂矿储量：钽铁矿矿物主要分布在广东，细晶石矿物分布于湖南和广东，前者占 55.5%，后者占 44.4%。

表 3.20.3 和图 3.20.1 示出了我国主要的锂、铍、铌、钽矿床及其开发利用情况。

表 3.20.3 锂、铍、铌、钽矿主要矿产地一览表

编号	矿产地名称	储量规模				平均品位(%)				利用情况
		锂	铍	铌	钽	Li ₂ O	BeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	
1	内蒙古白云鄂博铁铌稀土矿			超大			0.122~0.137		已用	
2	内蒙古扎鲁特旗巴尔哲铌稀土矿		大	大	大		0.051	0.258	未用	
3	江西宜春钽铌钨矿	超大		中	超大	0.398		0.01	0.01	已用
4	江西石城梅罗岭钽钨矿			小	中	0.115		0.012	0.017	已用
5	江西横峰葛源钨铌钽矿			中	大			0.021	0.013	未用
6	江西横峰黄山钽钨矿			中	大			0.043	0.004	已用
7	福建南平西坑钽钨矿			小	大			0.015	0.021	
8	河南卢氏钽钨矿	中		小	中	0.65				
9	湖北潜江凹陷卤水矿(含锂)	超大								
10	湖北竹山庙堰钽稀土矿			超大				0.118		未用
11	湖北通城斯峰山钽钨矿		中	中	大		0.032	0.017	0.013	未用
12	湖南临武香花铺尖峰山钽钨矿	大		小	大	0.299		0.012	0.013	未用

续表

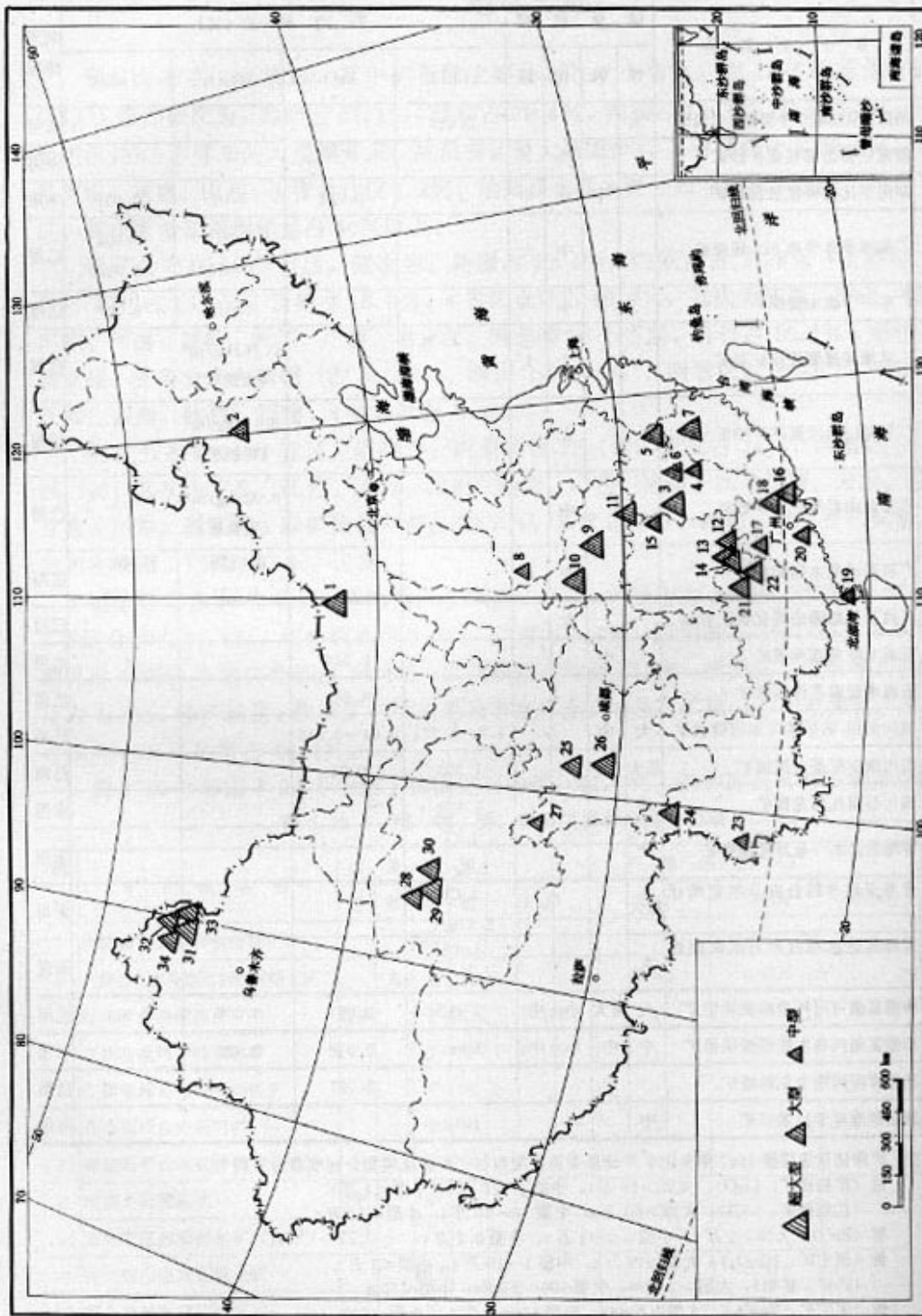
编号	矿产地名称	储量规模				平均品位(%)				利用情况
		锂	铍	铌	钽	Li ₂ O	BeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	
13	湖南道县湘源正冲锂钨多金属矿	大				0.557				未用
14	湖南靖县山福钨钽矿			大						未用
15	湖南平江传梓群钨钽矿		中	小	中		0.022	0.01	0.007	未用
16	广东博罗泰美和 525 钨钽矿			中	大			0.021 0.013	0.004 0.008	已用
17	广东广宁横山钨钽矿			小	中			0.012	0.027	已用
18	广东增城派潭钨铁钽矿			大	大			0.162kg/m ³ (钨铁矿)		已用
19	广东龙门水汶钨铁钽矿			大				0.144kg/m ³ (钨铁矿)		已用
20	广东台山板潭钨铁钽矿			中				0.028kg/m ³ (钨铁矿)		已用
21	广西恭城县木钨钽矿			中	大			0.015~ 0.337	0.008~ 0.015	已用
22	广西贺县姑婆山钨钽矿			大						已用
23	云南龙陵黄莲沟钨矿		中				0.049			未用
24	云南中甸麻花坪钨钽矿		大				0.241			已用
25	四川金川·马尔康可尔因钨钽矿	大	中			1.2~1.271	0.04~0.045			已用
26	四川康定甲基卡钨钽矿	超大	大			1.203	0.04			已用
27	四川石渠扎乌龙钨矿	中				1.109				未用
28	青海柴达木一里坪盐湖钨矿	大				LiCl 2.2g/L				未用
29	青海柴达木西台吉乃尔盐湖钨矿	超大				LiCl 2.57g/L				未用
30	青海柴达木东台吉乃尔盐湖钨矿	大				LiCl 3.12g/L				未用
31	新疆富蕴可可托海钨钽钽矿	大	超大	小	中	0.982	0.051	0.006	0.024	已用
32	新疆富蕴柯鲁木特钨钽钽矿	中	中	小	中	0.987	0.049	0.026	0.011	已用
33	新疆青河阿斯卡尔特钨矿		中				0.091			已用
34	新疆福海库卡拉盖钨矿	中				1.10				未用

注：矿床储量规模按 1987 年全国矿产储量委员会发布的“矿床规模划分标准参考资料”：

锂（矿物钨矿，Li₂O）：大型>10 万 t，中型 1~10 万 t，小型<1 万 t
 （盐湖钨矿，LiCl）：大型>50 万 t，中型 10~50 万 t，小型<10 万 t
 铍（BeO）：大型>1 万 t，中型 0.2~1 万 t，小型<0.2 万 t
 铌（原生矿，Nb₂O₅）：大型>10 万 t，中型 1~10 万 t，小型<1 万 t
 （砂矿，矿物）：大型>2 000t，中型 500~2 000t，小型<500t
 钽（原生矿，Ta₂O₅）：大型>1 000t，中型 500~1 000t，小型<500t
 （砂矿，矿物）：大型>500t，中型 100~500t，小型<100t

超大型矿床按涂光炽先生的主张，将五倍于大型矿床储量的矿床划为超大型矿床或称特大型矿床。

图 3.20.1 中国锂、铍、铌、钽矿分布图



本图上中国国界线系根据中国地图出版社1989年出版的1:600万《中华人民共和国地形图》绘制

图 3.20.1 中国煤、油、铁、钨矿分布图