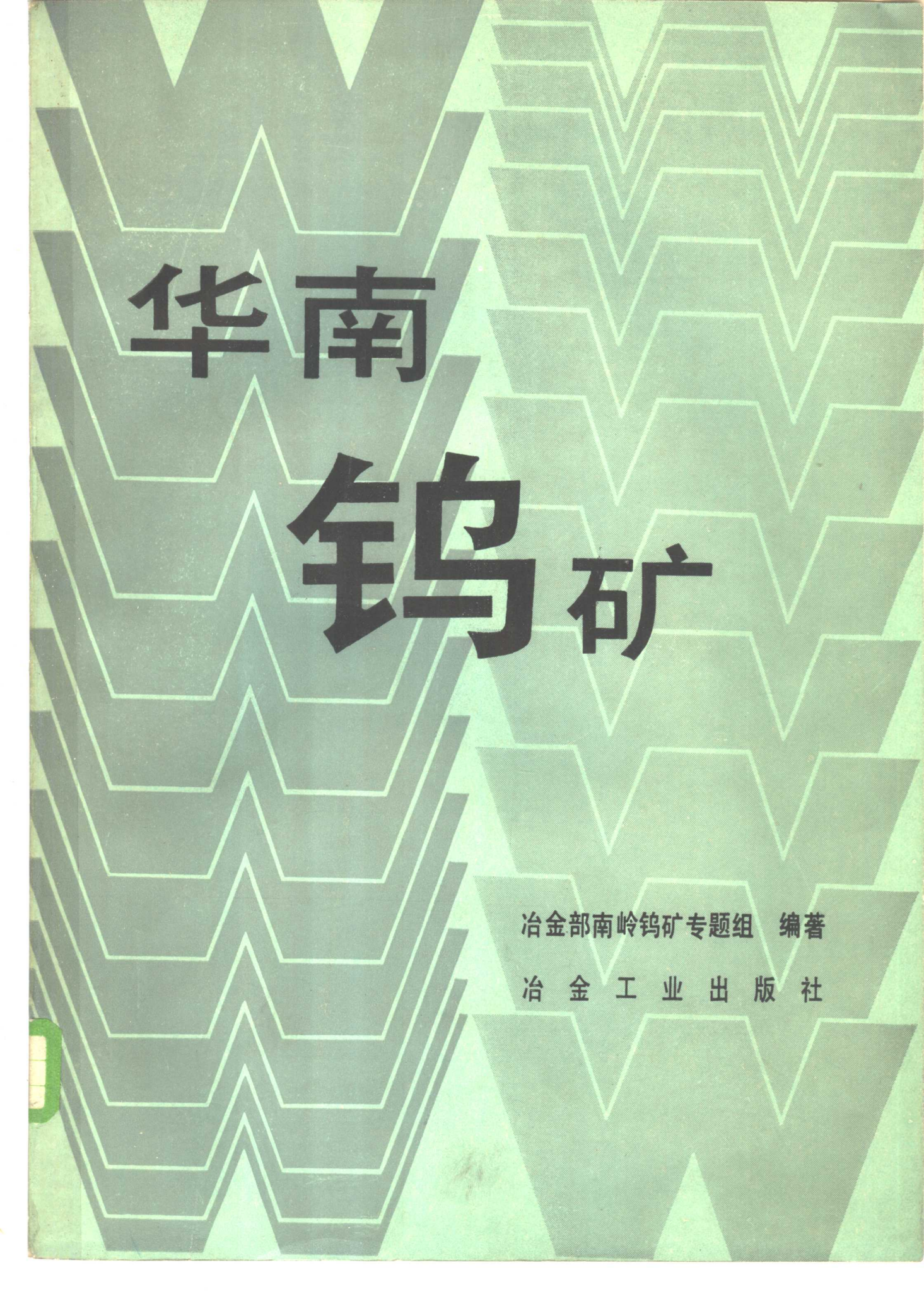




华南

钨矿

冶金部南岭钨矿专题组 编著

冶金工业出版社

华 南 钨 矿

冶金部南岭钨矿专题组 编著

冶 金 工 业 出 版 社

内 容 简 介

华南钨矿是驰名中外的钨矿区。本书是根据多年来对华南地区钨矿床广泛进行的找矿勘探生产实践和地质研究成果总结编写而成的。主要内容包括：矿床形成的区域地质背景；矿床成因分类及矿床地质特征；矿床的时空分布规律；矿床分带规律；钨的地球化学和矿床形成机制及其找矿方向。

书中以上千个钨矿床（点）的实际资料和典型实例的分析为基础，用发展演化的观点对华南钨矿形成的地质环境、地壳运动的多旋回特征和与其相应的沉积作用、岩浆作用和成矿作用等作了全面的论述，根据成矿物质来源、成矿作用性质和成矿地质环境提出钨矿成因分类，为钨矿床的找矿勘探工作提供一定的理论和依据。

本书可供从事地质勘探、矿山设计、科研、教学部门有关人员参考。

华 南 钨 矿

冶金部南岭钨矿专题组 编著

（本社发行）

*

冶金工业出版社出版

（北京北河沿大街嵩祝院北巷39号）

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 31 5/8 插页 2 字数 770 千字

1985年12月第一版 1985年12月第一次印刷

印数 00,001~1,000 册

统一书号：15062·4225 定价 7.60 元

前 言

举世闻名的华南钨矿成矿区，不但矿床数量多、规模大、类型齐全，而且矿石品位高、质量好，黑钨矿和白钨矿二者兼有之，其储量和钨精矿产量均占世界第一位。因此，研究华南地区钨矿床的成矿地质条件和规律，不但对提高找矿效果、扩大资源远景和积极振兴钨业具有实际指导意义，而且在丰富矿床地质理论，提高对钨矿成矿作用的认识上也具有重要的理论意义。

华南钨矿发现于1908年，地质调查工作开始于1929年，而大规模的普查勘探工作则是在1949年新中国成立以后进行的。随着生产实践和普查勘探工作的发展，地质矿床资料不断积累，人们对矿床地质的认识也在不断提高。三十年代徐克勤教授等在赣南地区曾作过区域性矿产调查，五十年代以来不少中外地质学者对本区钨矿从不同角度进行了研究，取得不少有意义的成果，提高了对华南钨矿成矿规律和成矿理论的认识。

六十年代以来，板块构造的提出和运用，为研究地壳的发展演化、沉积作用、岩浆活动和成矿作用开辟了新的途径。沉积地球化学、实验地球化学和同位素地质学的发展及层控矿床的研究，为成矿物质的多来源、矿床形成的多阶段和多成因提供了地质依据。

在国际地质科学研究获得大量新认识的同时，华南钨矿的找矿勘探和地质研究工作也相应地获得不少新成果。如钨矿床的产出与含钨沉积岩层的密切关系，沉积再造钨矿床与矿源层的依存关系，两类不同来源花岗岩类的确立，新的钨矿床类型的发现和大量1:20万区测成果的提出等。这就使我们有可能用地壳发展演化的观点，通过对区域构造、沉积作用、变质作用和岩浆活动的综合分析，历史地、全面地研究钨的成矿作用及其时空分布规律；根据成矿物质来源、成矿作用性质和成矿环境进行矿床成因分类；通过研究成矿系列，建立成矿模式以掌握矿床的分带规律；并且对成矿元素在不同地质作用过程中的地球化学行为进行系统分析以探讨钨矿床的形成机理，为钨矿床的找矿勘探工作提供较多的理论和实际依据。为此，冶金工业部于1978年确定对华南钨矿进行成矿规律和找矿方向的专题研究，并确定江西冶金地质勘探公司牵头，由江西、湖南、广东、广西冶金地质勘探公司指定专人组成冶金部南岭钨矿专题组，邀请南京大学、冶金部地质研究所和福建省冶金地质勘探公司为协作单位。共同进行此项研究。在研究过程中，系统收集整理已知矿床（点）卡片和有关资料对39个典型矿区进行了资料收集整理，野外调查、采样测试，并编制成单项材料；选择6个区域地层剖面，8个矿田地层剖面进行了沉积地球化学测量；对一些典型矿区分别补作了光谱分析、多元素分析、单矿物分析、硅酸盐分析、硫、氧同位素分析，包裹体特征、成份和测温研究，以及原生晕、蒸发晕、氟量测量等测试工作。并选择西华山和东坡二矿区采样进行了成岩成矿试验。完成各种分析测试样品共6000余件。

本书就是在以上工作的基础上编写而成，是本地区各地质队长期积累的丰富经验的总结，亦是参加华南钨矿专题研究项目各单位及同志们的共同劳动成果。

参加本书编写的主要执笔人有：花友仁、黎瑞琦、章崇真、古菊云、赖汝霖、刘英俊、李兆麟、杨洪之、周明绶、伍东森、赵夫清、姜润昌、韩琮光、陈遵达、马东升、谢

少卿、曹励明。初稿完成后，由花友仁、黎瑞琦修改汇总最后定稿，李吉涛协助编辑。插图由赖汉森、殷跃良、杨美瑛、蔡士珍清绘。

此外，在书稿编写过程中，江西冶勘二队、三队；湖南冶勘237队、238队、214队；广东冶勘932队、937队、933队、931队；广西冶勘204队、272队、271队、207队及有关生产矿山协助采集样品提供资料。江西冶金地质勘探公司地质研究室、湖南冶金地质研究所、南京大学地质系、广东冶金地质勘探公司地质研究所、吉林冶金地质勘探公司地质研究所和地质部宜昌地质矿产研究所协助进行各项测试工作。书稿最后请郭文魁先生审查在此一并致谢。

由于时间短、任务重、水平低。还有不少问题研究不够深透，其中有些问题还值得进一步商榷，希望广大读者提出批评指正。

冶金部南岭钨矿专题组

1983.9

目 录

前言

绪论	1
一、中国钨矿概况	1
二、世界钨矿概况	5
三、研究华南钨矿成矿域的重要意义	10
第一章 矿床形成的区域地质背景	11
第一节 华南地区的地壳演化与板块构造	11
一、华南构造运动的多旋回特征及板块构造	11
二、东安期的地壳演化	13
三、晋宁期的地壳演化	16
四、加里东期的地壳演化	18
五、海西—印支期的地壳演化	22
六、燕山期的地壳演化	25
七、喜山期的地壳演化	28
八、华南地壳演化的结果	32
第二节 沉积作用及成矿元素在沉积岩中的分布	40
一、沉积类型及特征	40
二、成矿元素的分布	65
第三节 岩浆活动及其演化	79
一、多旋回构造运动与多旋回岩浆活动的一致性	79
二、各时代花岗岩的产出规律	80
三、花岗岩类的演化	94
四、成岩成矿系列	114
第四节 华南钨矿的形成	123
一、钨元素的地球化学场	123
二、沉积作用过程中钨元素的时空分异和局部浓集	124
三、成矿元素的活化转移	125
四、太平洋构造运动带来钨矿床的成矿高潮	127
第二章 矿床成因分类及矿床地质特征	130
第一节 矿床成因分类	130
一、历史的回顾	130
二、分类原则	130
三、矿床成因分类	136
四、几点说明	137
第二节 与壳上层重熔岩浆有关的钨矿床	140

一、花岗伟晶岩型钨矿床·····	143
二、花岗岩型钨矿床·····	144
三、云英岩型钨矿床·····	157
四、矽卡岩型钨矿床·····	159
五、石英—萤石交代岩型钨矿床·····	174
六、石英脉型钨矿床·····	178
第三节 与壳下层（或上地幔）深熔岩浆有关的钨矿床·····	188
一、斑岩型钨矿床·····	189
二、爆破角砾岩筒型钨矿床·····	199
三、火山—次火山矽卡岩型钨矿床·····	206
四、火山—次火山石英脉型钨矿床·····	218
五、海相火山热泉沉积型钨矿床·····	219
第四节 沉积—再造钨矿床的地质特征·····	227
一、变质作用再造钨矿床·····	228
二、岩浆作用再造钨矿床·····	238
第五节 外生钨矿床·····	256
第三章 矿床的时空分布规律·····	258
第一节 华南钨矿的时间分布规律·····	258
一、成矿期的划分·····	258
二、内生钨矿床在时间上的分布规律·····	263
三、沉积—再造系列钨矿床的时间演化规律·····	266
第二节 矿床的空间分布规律和成矿区带的划分·····	267
一、浅源系列钨矿床的空间分布规律·····	267
二、深源系列钨矿床的空间分布规律·····	271
三、沉积—再造系列钨矿床的空间演化规律·····	272
四、成矿区带的划分·····	276
第三节 矿化区间及矿床赋存部位·····	285
一、浅源系列矿床矿化区间及工业矿床富集区间·····	285
二、矿床与花岗岩的空间关系·····	292
第四节 钨元素的区域聚集特征及成矿元素组合的空间分布规律·····	296
一、钨元素的区域聚集特征及其与区域构造的关系·····	296
二、主要成矿元素的空间分布及成矿元素组合带分布规律·····	300
第四章 矿床分带规律·····	309
第一节 概述·····	309
一、矿床原生分带概念·····	309
二、矿床分带研究简况·····	309
第二节 壳上层重熔岩浆有关钨矿床分带规律·····	310
一、成矿花岗岩接触变质分带·····	310
二、钨矿床原生分带·····	315

三、岩浆演化、成矿系列和矿床组合模式·····	359
第三节 壳下层(或上地幔)深融岩浆有关钨矿床的分带特征·····	366
一、斑岩型钨矿床的分带·····	366
二、矽卡岩型钨矿床分带·····	368
三、火山沉积型钨矿床分带·····	370
四、成岩成矿演化与矿床组合模式·····	371
第四节 沉积再造钨矿床分带·····	373
一、湖南A002沉积再造钨锡金矿床·····	373
二、湖南瑶岗仙沉积再造白钨矿床·····	373
三、广西B126沉积再造(岩浆作用再造)钨矿床·····	374
四、江西C228钨矿床·····	374
第五章 钨的地球化学及其矿床形成机制·····	375
第一节 钨的地球化学·····	375
一、钨的一般地球化学·····	375
二、内生作用中钨的地球化学·····	380
三、表生作用中钨的地球化学·····	395
四、区域变质作用中钨的地球化学·····	401
第二节 华南钨矿床矿物中包裹体研究·····	410
一、矿物中包裹体的特征·····	410
二、华南钨矿床成岩成矿温度·····	414
三、矿物中包裹体成分的研究·····	419
第三节 钨的矿物化学和实验地球化学·····	436
一、不同成因系列钨矿物化学成份的变化·····	436
二、影响钨矿物化学成份变化的主要原因·····	441
三、钨的实验地球化学研究·····	444
第四节 与钨矿床有关的若干成矿元素的地球化学·····	450
一、铍·····	451
二、锡·····	452
三、钼·····	453
四、铜·····	455
五、铋·····	456
六、铌和钽·····	457
七、钨·····	458
第五节 钨矿床的形成机制·····	460
一、与壳上层重熔岩浆有关钨矿床的形成机制·····	460
二、与壳下层(或上地幔)深熔岩浆有关钨矿床的形成机制·····	463
三、沉积一再造系列钨矿床的形成机制·····	465
第六章 华南钨矿的找矿方向·····	467
第一节 找矿标志·····	467

一、地层标志.....	467
二、构造标志.....	468
三、岩浆岩标志.....	469
四、矿床组合标志.....	470
五、矿化线脉带标志.....	471
六、围岩蚀变标志.....	472
七、地球化学标志.....	473
八、其他标志.....	477
第二节 评价准则.....	477
一、成矿岩体剥蚀程度的评价.....	477
二、矿床赋存区间的评价.....	478
三、矿床工业矿化隐伏深度的评价.....	479
四、评价矿化标志带(线脉带)的构造准则.....	481
五、脉钨矿床矿体长度的评价.....	482
六、脉钨矿床矿体厚度的评价.....	483
七、综合利用、综合评价.....	483
第三节 找矿方向.....	483
一、认识沉积作用对钨矿床形成的重要性、运用层控概念指导找矿.....	483
二、深入开展浅源重熔岩浆系列钨矿床的找矿评价工作.....	485
三、加强对深源岩浆系列钨矿床的找矿工作.....	487
四、加强基础地质、综合分析区域成矿地质条件、明确找矿目标.....	487
参考文献.....	488

绪 论

自十八世纪八十年代初期瑞典皇家科学院化学家T.贝格曼、C.W.希勒和D.姜恩发现钨元素和白钨矿以后,由于产业革命的推进,钨逐渐被用作工业原料。随着科学技术的发展,它的许多性能日益被人们发现和利用,现在已成为工业和科学技术领域中的重要金属原料。钨具有独特的高温性能(熔点 3410°C 、沸点 5930°C),是改善钢性能的重要金属元素。其合金具有高升华热、高熔点、高硬度、高耐磨度及低热膨胀系数和低压缩系数等特点,并具有良好的导电性(导电率18)。因此,钨及各种含钨材料在工艺上有重要和特殊的用途。随着空间技术的发展,钨合金广泛用于火箭发动机、喷嘴等技术。一个国家每年的钨消耗量和它的工业发展水平有关,随着工业和科学技术的发展,世界钨消耗量正在不断增加,1975年约为3.53万吨(WO_3),近几年达4万吨至4.5万吨,预计到1990年将达到5.84万吨,其中西方国家约占68%。钨消耗量最多的国家是美国,依次为苏联、英国、日本等国。据联合国统计^①,当前国际上钨金属的平均消耗量比例是:49%用作碳化钨,是矿山机械、钻头、切削工具和耐磨机件的重要材料;33%用于钢铁工业;其余18%作其他用途,如钨丝、线材、板材等。据L.I.邢估计,目前世界机械工业每年消耗的含钨金属材料价值达336~440亿美元,可见从发现到现在不过二百年历史的钨金属,已在工业生产和人类的经济生活中占有重要地位。随着科学技术的发展,它将在提高世界工业生产水平和增进人类幸福上发挥愈来愈重要的作用。

一、中国钨矿概况

中国钨矿于1908年首次发现于赣南大余西华山,1908~1914年逐步开展了黑钨矿的开采。此后在南岭地区相继发现不少新矿区,生产不断扩大,至第一次世界大战末期,钨精矿产量逾万吨。自此,我国的钨精矿产量即跃居世界首位。

中国钨矿的地质调查工作于1929年从赣南开始,在三十至四十年代,先后有燕春台、查宋禄、周道隆、徐克勤、丁毅、张兆瑾、马振图等地质界老前辈进行过地质调查工作,而徐克勤、丁毅所著的《江西南部钨矿地质志》则是我国第一部比较系统的钨矿地质著作。

解放以后,在中国共产党的英明领导下,钨矿的普查勘探和生产建设工作得到蓬勃发展,不但在华南地区发现了大量的钨矿床和新的矿床类型,而且在全国范围内亦陆续发现钨矿床,钨矿储量大幅度增长,大量机械化的采选企业迅速建成。五十年代,冶金工业部地质局所属湖南、广东、江西三个分局合编的《中国南部黑钨矿脉状矿床地质与勘探》一书,对脉钨矿床的普查勘探方法作了系统的总结。六十年代和七十年代,冶金工业部、地质部所属有关地质队、研究所,中国科学院贵阳地球化学研究所、北京冶金地质研究所、南京大学等有关院校和研究部门,分别对华南钨矿进行了普查勘探、成矿规律和成矿理论的研究,取得了大量有成果,对促进中国钨矿的生产建设、丰富钨矿地质的理论宝库作出了相应的贡献。

① 据联合国技术合作发展部经济地质学家沃尔夫刚、欧·克鲁斯克1978。

通过解放以来三十余年经济建设的发展,中国钨矿无论在储量、产量和地质研究工作上都居世界首位。在全国有27个省、市、自治区有钨矿床(点)分布,保有储量超过国外钨矿储量的总和。

中国钨矿不但储量多、分布广,而且类型齐全(除塞尔纳斯湖式盐湖卤水钨矿床外,其它类型均有),并且品位高、富含稀有元素成矿时代有前寒武纪、加里东期、海西期、印支期和燕山期,并有少量喜山期矿床。

根据中国钨矿产出的区域地质环境,可将全国钨矿划分为十个成矿带,分属于三个大地构造域(图0-1)●:

环太平洋构造域:

东北成矿域 { 吉黑成矿带
 燕山成矿带
 内蒙—大兴安岭成矿带
 东秦岭成矿带
华南成矿域 { 扬子成矿带
 南华成矿带
 东南沿海成矿带
 康滇地轴成矿带

古亚洲构造域:

天山—阴山成矿带
西秦岭—祁连成矿带

特提斯—喜马拉雅构造域:

三江成矿带

现将华南成矿域以外的各成矿带简况分述如下:

(一) 东北成矿域

包括天山—大兴安岭地槽褶皱区呼和浩特以东的内蒙—大兴安岭地槽褶皱系和吉黑地槽褶皱系,中朝准地台北缘的内蒙地轴东段(呼和浩特以东)及其南侧的燕山沉降带。前者为两个平行的北东至北北东向的古生代地槽区,以海西期褶皱为主,广泛发育海西期超基性至酸性岩浆活动;后者属东西向的隆起带和沉降带,内蒙地轴为大型隆起区,燕山沉降带自震旦纪开始沉陷,接受万余米的巨厚沉积,中奥陶世之后褶皱上升。上述区域在燕山期普遍产生强烈的中酸性火山活动和岩浆侵入,为钨矿床的主要成矿期。本区钨矿床可分为三个成矿带。

1. **吉黑成矿带** 以矽卡岩型白钨矿为主,次为石英脉型钨矿,成矿期以燕山期为主,个别属海西期。辽东半岛是东西向的燕山沉降带和北东向的吉黑褶皱系的交接部位,形成钨矿汇集区,有数十个矿床(点)分布。

2. **燕山成矿带** 位于北京—山海关一线北侧,燕山沉降带与华北台块接壤带。矿床类型以黑钨矿石英脉为主,矽卡岩型次之,但不能排除有前寒武纪层控矿床的可能性。比较典型的石英脉型矿床如G003钨矿,燕山期黑云母花岗岩侵入于震旦纪地层中,有广泛

● 中国地质科学研究院地质矿产研究所大地构造研究组,“中国地质构造基本轮廓”《地质矿产研究》1978, 1月。



图 0-1 中国构造分区示意图 (底图据中国科学院地质研究所)

1—超岩石圈断裂; 2—壳断裂; 3—壳断裂; 4—压性和压剪性断裂; 5—张性和张剪性断裂; 6—压剪性断裂; 7—压剪性与张剪性交替出现; 8—蛇绿岩套; 9—蓝闪石片岩带; 10—混杂岩带; 11—古亚洲构造带; 12—滨太平洋构造带; 13—特提斯—喜马拉雅构造带; 14—莫霍面等深线; 15—成矿带界线; I—华南成矿带; II—燕山成矿带; III—古黑成矿带; IV—内蒙大兴安岭成矿带; V—东秦岭成矿带; VI—康滇地轴成矿带; VII—天山—阴山成矿带; VIII—西秦岭—祁连山成矿带; IX—三江成矿带

而轻微的绢英岩化，有二百余条含钨石英脉沿花岗岩的裂隙呈北50°西方向平行产出。主要矿物有黑钨矿、锡石、辉钼矿、白钨矿和硫化物。G001钨矿产于由太古代片麻岩组成的背斜核部断裂带中，含钨石英脉产于片麻岩和吕梁期（1380百万年）的环斑花岗岩中，脉侧有绢云母化、黄铁矿化和绿泥石化蚀变。主要矿物有黑钨矿、辉钼矿、白钨矿和辰砂，并有金伴生，一般认为矿化与区内燕山期的球粒霏细岩脉有关。这些矿床都不能排除受层位控制的沉积变质矿床的可能性。矽卡岩型钨矿以G008钨矿为代表，燕山期的中酸性岩体侵入于震旦纪雾迷山白云岩中，沿接触带形成矽卡岩。在内接触带有铁铜矿体产出，白钨矿则产于外接触带中。共分四个含矿带：（1）金云母白钨矿带；（2）透辉石-石榴子石-白钨矿矽卡岩带；（3）透辉石-白钨矿矽卡岩带；（4）粒硅镁石-白钨矿矽卡岩带。矿体呈似层状和透镜状，主要矿物有白钨矿、黄铁矿和磁铁矿。

3. 内蒙一大兴安岭成矿带 其南西段分布于内蒙地轴北缘与内蒙地槽的交接地带，含矿围岩有五台群、白云鄂博群，石炭纪变质及火山变质岩系和花岗岩等。矿床以石英型为主，成矿与燕山晚期的花岗岩、花岗斑岩和石英斑岩有关。已知矿床（点）数十处，是一个值得重视的钨矿远景区。矿带向北东延伸沿大兴安岭褶皱系直至中苏边境，仅有少数钨矿点沿褶皱系两侧零星分布。

（二）东秦岭成矿带

即秦岭地槽褶皱系的东段。秦岭地槽褶皱系自震旦系至三叠系各纪地层均有发育，属海西期褶皱，发育有海西、印支和燕山各期的侵入岩。东秦岭地段是一个重要的钼钨成矿区，发育一套燕山期的中-酸性及酸性浅成-超浅成小侵入体，与钼钨矿床有密切的成因联系。钨矿床类型主要为矽卡岩型和斑岩型，次为石英脉型。另外G058及G059矿区有含金及白钨矿的多金属硫化物石英脉，呈层状及似层状产出，未见与火成岩有直接关系，可能为沉积变质的层控矿床。矽卡岩型和斑岩型钨矿床产于栾川群（相当蓟县系）中的变质碎屑岩、火山碎屑岩和碳酸盐岩层中，矿体常产于燕山期的花岗斑岩小侵入体中及其内外接触带的矽卡岩和角闪岩层中，常与辉钼矿伴生，矿床规模较大，部分矿床具有斑岩型矿床特征，是一个重要的钼钨矿床远景区。石英脉型钨矿发育于陕西境内，矿化与燕山期的黑云母花岗岩有关。

（三）“康滇地轴”钨锡成矿带

矿带位于扬子板块的西部边缘，南自云南个旧、石屏、向北纵贯滇中直至四川盆地西侧。含矿围岩有三叠纪灰岩，昆阳群砂岩、板岩、灰岩、白云岩及花岗岩。有晋宁期、印支期及燕山期花岗岩类侵入，成矿与晋宁期及燕山晚期的黑云母或二云母花岗岩有关。矿床类型以矽卡岩型和石英脉型为主。南东端G071钨矿产于三叠纪地层中，矿化与燕山晚期花岗岩有关，为黑钨矿石英脉型。G079钨矿矿体产于褐铁矿中，可能是硫化物氧化的产物。有用矿物有黑钨矿、白钨矿和锡石。从云南省石屏县往北至四川省会理县、康定县断续有钨矿化点分布，再往北至盐源、德昌一带还有钨的重砂异常分布。

（四）天山—阴山成矿带

包括呼和浩特以西的内蒙一大兴安岭地槽褶皱系西段及天山地槽褶皱系。其与东段的明显区别是燕山期的构造运动和岩浆活动减弱，而海西期的火山和侵入活动则表现强烈，钨矿的成矿时代属海西期，个别属加里东期。矿床类型有石英脉型和矽卡岩型，个别为斑岩型。矿床比较集中地分布于北山—雅曼斯区和天山地槽西段。前者有G030和G023等石

英脉型钨矿床，以及G032矽卡岩型钨矿。后者有十多个矽卡岩型、石英脉型小型钨矿床（点）及若干个钨的重砂异常分布。另外，G031钨矿为斑岩型，其中的白钨矿、辉钼矿和黄铜矿等呈细脉浸染产于花岗闪长岩中，成矿时代初定为加里东晚期，但还值得进一步探讨。

（五）西秦岭—祁连成矿带

包括祁连地槽褶皱系和秦岭地槽褶皱系西段，前者属加里东褶皱，广泛发育加里东期的各种岩浆岩，海西期亦有花岗岩和花岗闪长岩的侵入。后者属海西褶皱，发育有海西和印支期的侵入岩。本成矿带的钨矿床有分段富集现象，在祁连褶皱带北西段，矿床类型以石英脉型为主，矽卡岩型次之。含矿围岩为下古生代浅变质岩和火山岩，成矿多与黑云母斜长花岗岩有关，成矿时代主要属加里东期。祁连山地槽褶皱系南东段及西秦岭地槽褶皱系的上古生代拗陷带，矿床类型以矽卡岩型为主，次为石英脉型黑钨矿及网脉状白钨矿。含矿围岩以石炭—二叠系复理式及碳酸盐建造为主，与成矿有关的侵入岩多为花岗闪长岩，具体成矿时代不明，但应晚于二叠纪。

（六）三江钨锡成矿带

位于云南西部的横断山区，属滇藏地槽褶皱区的三江地槽褶皱系。是一个中生代的褶皱区，多旋回岩浆活动强烈，加里东、海西、印支和燕山各期均有岩浆侵入，矿带向南延长与缅甸—马来西亚成矿带汇合。此带地势险阻，地质工作程度较低，钨锡矿床均沿主构造线呈南北和北北西向分布。矿床类型有矽卡岩型和石英脉型（或层控型？）两种。前者如G081钨矿、G082铜钨矿。后者如G084水晶钨矿。在澜沧江西岸^①，亦有若干个矿床（点）分布，在云龙、腾冲—潞西地区的平和黑云母花岗岩（349百万年）有钨锡重砂异常，并有燕山期酸性岩浆活动，具有找矿前景。本区钨矿的成矿时代尚不清楚，G081钨矿形成于晚二叠世之后，可能与燕山期花岗岩有关。

二、世界钨矿概况

世界的钨矿储量目前还无确切统计，据联合国技术合作发展部（见前）资料，目前世界保有的探明储量总计250万吨（ WO_3 ），除中国外，加拿大占10%、苏联占8%、美国占5%、朝鲜人民共和国占4%、澳大利亚占4%。1979年在斯德哥尔摩召开的世界钨矿座谈会上公布美国矿业局（USBM）的统计数字为：1979年世界各国保有的工业加远景储量为203万吨（ WO_3 ），除中国外，加拿大占12%、苏联占10.6%、朝鲜人民共和国占5.6%、美国占5.4%，其他国家共占19.5%。据德意志联邦共和国地质资源研究院（BGR）统计，世界的地质储量或潜在储量共340万吨，除中国外，美国占9.6%、加拿大占9.4%、苏联占7.7%、其他各国共占20%。按区域地质构造单元统计，产于前寒武纪地盾中的钨矿床（图0-2），其工业和远景储量占总储量的3%，地质储量占1%，年产量占总产量的5%；古生代褶皱带的钨矿床中其工业和远景储量占10%，地质储量占6%，年产量占13%；产于中生代至第三纪造山带中的钨矿床，其工业和远景储量占87%，地质储量占93%，年产量占82%。这些数字充分说明，随着地质时代的变新，钨矿储量逐渐增多，至中生代达到高峰。这个统计数字对研究钨矿床的形成和找矿勘探工作部署都具有重要的指导意义。

国外钨矿有四个主要类型：即热液石英脉型、矽卡岩型、层控和层状钨矿型、斑岩

① 据李希勃、施加辛的资料。

型。目前世界生产的钨精矿中约有一半多一点产自热液石英脉型，该类型可分为石英大脉型和石英网脉型。国外的典型矿区，如玻利维亚的科迪耶拉矿区，含钨石英脉成群出现，其典型矿床如拉乔季拉钨矿，大量含钨石英脉呈雁行状排列，分布于花岗岩基顶盖的变质沉积岩中。联合王国的海默多姆钨矿为石英网脉型钨矿床的典型实例，矿脉产于岩墙状花岗岩体中，由大量的小于几厘米的石英和石英长石细脉组成网脉型矿体。

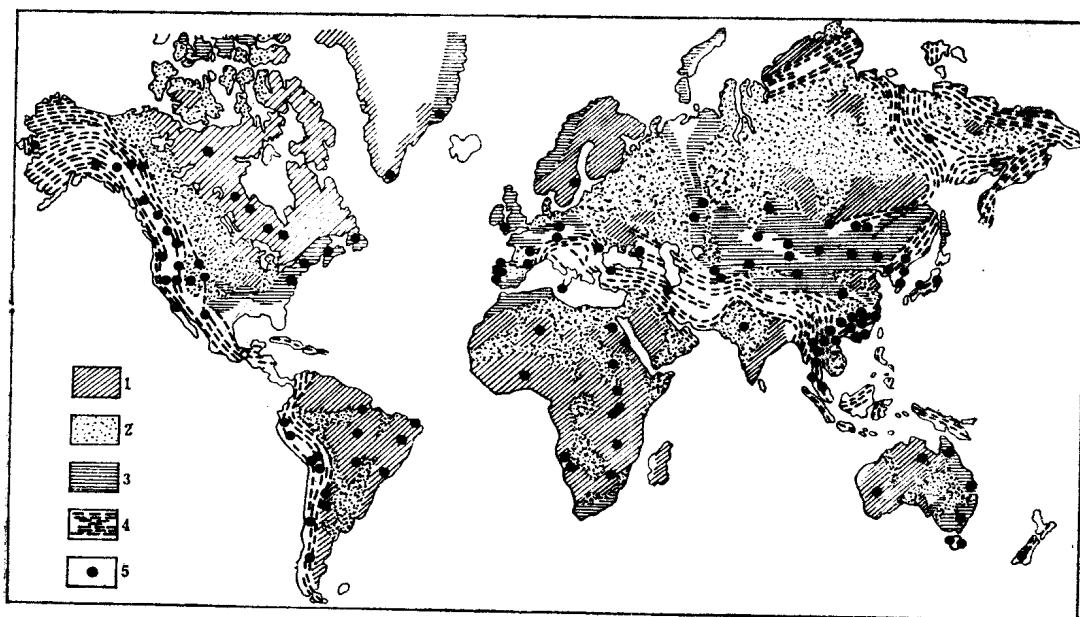


图 0-2 世界钨矿分布示意图 (底图据Dr.F.本德)

1—前寒武纪地盾；2—古地台；3—古生代褶皱带；4—中生代—新生代褶皱；5—钨矿床

矽卡岩型钨矿在国外也较多，著名的有美国、瑞典、巴西、苏联、加拿大等国的矿区。西方资本主义国家中有一半的钨产量和三分之一的钨储量来自矽卡岩型矿床。加拿大的马克米伦矽卡岩型钨矿比较典型，矿床产于上寒武统至泥盆系的石灰角砾岩、页岩和碳酸盐沉积岩中。岩层被白垩纪的石英二长岩株侵入，使页岩和碳酸盐岩石分别变质为角岩和矽卡岩，白钨矿浸染于矽卡岩中。

层控和层状钨矿床是五十年代以来逐渐发现的一个新的矿床类型，具有较好的找矿远景。B.K.杰尼先科等根据矿床产出的地质环境和地质特征将其分为两个主要类型：即片麻岩系中的白钨矿—硫化物—似矽卡岩型和碳酸盐—片麻岩系中（千枚岩）的白钨矿—硫化物—石英岩型。第一种类型产于前寒武纪片麻岩和角闪岩系中，是优地槽建造经变质作用的产物。矿化与区域花岗岩化和矽卡岩化有关，常构成所谓的花岗—片麻岩穹窿。含矿层位置受片麻岩和薄层大理岩接触带、片麻岩和角闪岩接触带、或由基性火山岩变质形成的含石墨角闪岩层的控制。在钨矿化带内有矽卡岩化、硅化、绢云母化，形成非典型的高温热液接触交代矽卡岩，即似矽卡岩。白钨矿体明显的呈层状，浸染或呈细脉穿插于区域性分布的蚀变岩层中。矿化分布不均匀，贫矿化带含 WO_3 万分之几到十万分之几，呈细脉产出的矿带可达千分之几到百分之几，矿床分布于古老地块边缘花岗岩化强烈的地段。典型

矿区如挪威北部的宾德尔地区。第二种类型在成因上与水下喷发的细碧—辉绿岩质火山活动有关,矿床产于火山—硅质—陆源岩石与碳酸盐类岩石的接触带。含矿层中钨的地球化学背景值增高,产生强烈的硅化和石墨化,并有沿层产出的基性火山岩分布。本类矿床的工业价值较第一类型为大,成矿时代以早古生代和前寒武纪为主。前者主要分布于奥地利、意大利、南斯拉夫、希腊、土耳其、捷克斯洛伐克、西德、东德、葡萄牙等国。此外,在苏联的戈尔诺阿尔泰地区也发现有早寒武世的矿床。前寒武纪矿床主要分布于非洲和苏联的东后贝加尔、戈尔内依阿尔泰和美国北卡罗莱纳州的布卢山脉。本类型研究较详细的意大利撒丁岛南部的白钨矿辉钨矿矿床,矿层产于早古生代的浅变质岩中,有整合产出的矿层、透镜状矿体、以及层控的含矿细脉,但以前者为主。矿石由辉钨矿、白钨矿和草莓状黄铁矿组成,没有任何典型的脉石矿物。此外,奥地利的弗尔贝特尔矿床,产于不含灰岩的火山沉积岩系中,岩系厚300米,沿走向延长最少2500米,成矿与海底火山作用有关,矿体和围岩均遭受构造形变并变质成石榴石绿片岩。主要金属矿物为白钨矿、次为辉钨矿。

此外,南朝鲜的上唐钨矿过去划为矽卡岩型,但明显的具有层控性质。矿体赋存于上寒武统钙质页岩中,主要矿物为白钨矿,伴有少量钨锰铁矿、辉钨矿和辉铋矿。矿层具有对称分带性,边缘的透辉石—石榴子石带含 $WO_3 < 0.5\%$;中间的普通角闪石带含 $WO_3 0.3 \sim 1.5\%$;中心部位为石英—黑云母—白云母—白钨矿带含 $WO_3 0.3 \sim 1.5\%$ 。距矿体4公里有花岗斑岩出露,矿床深部未发现花岗岩。Ch.S.徐认为富含普通角闪石的岩石是变质基性火山岩。

斑岩型钨矿床有两类,一类与钼伴生;一类与多金属硫化物伴生,本类型钨矿床目前仅占世界钨产量的5%,但具有一定的找矿远景。美国克利马钨矿床是目前国外已知最大的斑岩型钨矿床,该矿床以钼为主,副产钨。金属矿化与分异完全的三次脉动侵入的第三纪花岗斑岩岩株有关,并可分出三个相应的成矿期。其中有一次脉动阶段的侵入体中有低品位浸染状的钨钼矿石,矿体呈帽状盖在侵入体上部,与高品位的钼矿体重合,故钨钼可以同时开采。矿床具有面型蚀变分带,下部为石英黑云母带,稍上为钾长石化带,再上为千枚岩化带,最上部为泥化带。乳白色的含矿石英细脉穿切致密状的热液蚀变岩。矿石主要为细脉浸染状和密网状,矿体呈圆锥状,直径达500~1500米,钼金属储量达500万吨,矿石平均含 $WO_3 0.03\%$,全部回收辉钨矿的尾矿经过专门的工艺流程处理,可以把25~30%的含 $WO_3 0.03\%$ 的尾矿富集为63~70%的钨钼矿精矿^①。由于该矿日产矿石达25000~28000吨,故每年副产的 WO_3 可达900吨,占美国全部年产量的三分之一,成为美国第二大钨矿山。

芒特普莱曾特钨矿可作为斑岩型钨多金属矿床的代表。矿床中心为一粗安质文象斑岩体,被石英长石斑岩所围绕,并有两个细粒石英长石斑岩岩颈侵入其中,它们可能就是以前的火山颈,矿床就产出在这两个岩颈之中。南部较大的岩颈以钨、钼、铋矿化为主,北边较小的岩颈则以锡、锌、钼矿化为主。矿物呈浸染状产出,伴随少量细脉。按矿物产出规律可以明显的分成两个具有渐变关系的矿物组合:即闪锌矿—毒砂—锡石—黄铜矿—方铅矿—辉铋矿组合和钨铁矿—辉钨矿—自然铋—毒砂(少量锡石硫化物)组合。

国外还有盐湖卤水和热泉沉积钨矿床。这是新生代以来形成的钨矿床,它们对研究钨

① 据“Mining Milling and Uses of Tungsten” byc.Eric.Ho 1979.1.15.Technical Delegation on Tungsten. Visiting Peoples Republic of China.

的成矿作用有参考意义。盐湖卤水矿床产于美国加利福尼亚州的塞尔湖 (Searles lake), 该湖卤水中平均含 WO_3 70ppm、估算 WO_3 储量1.7亿磅, 湖水已经干枯, 湖中的盐层厚 40 米, 盐储量达30亿吨。约有一半盐层的粒间空隙中为高浓度的卤水所充填, 盐湖是由更新世欧文斯河谷水系构成的, 钨可能以钨酸盐与硼、砷或磷酸盐组成络合物, 呈大型杂多离子存在于卤水中, 或者由于矿化剂的淋滤作用而进入卤水中。在欧文斯河谷的汇水区有许多这样的矿床和含钨的温泉水, 其中有一个近代活动的温泉水中含 WO_3 0.3ppm, 一般认为塞尔湖含钨卤水中的大量金属就是它供给的。

在美国内华达州的戈尔康达 (Golconda) 地区, 在温泉出口处的石灰质凝灰岩下面有不大的薄板状钨矿体沉积在第三纪岩层的侵蚀面上。矿石主要由含钨 (WO_3 呈吸附状态) 褐铁矿和硬锰矿组成, 部分铁和锰以低氧化物加入到黑钨矿中, 主要含钨矿物是硬锰矿。P.E. 克尔 (1940) 认为, 氢氧化铁和氢氧化锰以及钙质凝灰岩都是从矿质温泉中沉积的, 这种矿床美国已知有几十个。W. 林格伦 (Lindgren 1922) 描述了玻利维亚靠近茨耶锡矿的温泉 (水温 60°C), 在由钙质凝灰岩构成的温泉沉积物中, 有富含钨锰的暗褐色和黑色土状物和结晶的方解石、重晶石细脉, 他认为这些温泉与流纹岩的喷出有成因关系。上述现象为钨矿床的火山成因和沉积成因提供了依据。

另外, 在苏联远东塔瓦特涅地区发现与基性—超基性岩有关的辰砂—雄黄—辉钨矿矿床。岩体沿断裂分布, 平面面积达265平方公里。主要由橄榄岩、二辉橄榄岩、斜方辉橄榄岩及少量纯橄岩和辉石岩组成, 沿接触带形成厚的滑石菱镁片岩, 伴随超基性岩产出的还有辉长岩、斜长花岗岩和玄武岩、玄武—安山岩及其火山岩体。

钨、汞矿化主要分布于超基性岩体北接触带的滑石菱镁片岩内, 有的则产于外接触带的火山沉积岩中。矿石矿物以硫化物为主, 主要为辰砂、辉钨矿、常与白钨矿、黑钨矿、白铁矿和石英伴生, 上部雄黄增多。成矿时代认识不一, 岩体为晚白垩世岩系覆盖, 火山岩内辉长、辉绿岩体的同位素年龄为138~122百万年, 成矿时代初定为晚侏罗至早白垩世。由于有蛋白石、自然硫和胶状结构的广泛发育, 说明矿化是在近地表的低温环境下形成的。

国外的砂钨矿床一般没有多大工业价值。

世界钨矿的地理分布有比较明显的规律, 大多数钨矿床都集中分布在下列几个成矿带上 (图0-2)。

1. 环太平洋钨矿带 这是世界上最重要的钨矿分布区, 包括东西两个带。西带北自苏联的远东及东西伯利亚, 向南经日本、朝鲜、中国东部、印度支那半岛、马来西亚、印度尼西亚至澳大利亚及新西兰, 构成一个向西突出的弧形成矿带。钨锡矿床主要分布于靠大陆一侧的外带, 包括苏联远东成矿省、朝鲜、日本成矿省、中国成矿省、缅甸成矿省、马来西亚成矿省和澳大利亚成矿省。矿床类型以石英脉型为主, 次为矽卡岩型和斑岩型, 层控钨矿虽发现不多, 但其找矿远景不容忽视。成矿时代从北西向南东逐渐变新, 亚洲大陆以侏罗纪为主, 至日本岛弧即逐渐变为拉拉米期及中新世。东带北起阿拉斯加, 经北美西部的科迪勒拉山脉, 南经洛基山脉, 墨西哥至南美的安第斯山脉, 形成一个向东突出弧形矿带。包括北美科迪勒拉成矿省的东部弧成矿带, 中部弧成矿带和西部弧成矿带、安第斯成矿省的玻利维亚成矿带、阿根廷成矿带、秘鲁和智利成矿带。矿床类型以矽卡岩型为主, 次为斑岩型、石英脉型和层控矿床。成矿时代在北美西部有由大陆向海洋一侧由新