

国家自然科学基金项目40472058
西藏科技厅重点科技项目2004-66

研究成果

西藏马攸木金矿床

XIZANG MAYOUMU JINKUANGCHUANG

多吉 温春齐 等著

地质出版社

国家自然科学基金项目 40472058

西藏科技厅重点科技项目 2004-66

研究成果

西藏马攸木金矿床

多 吉 温春齐 范小平 郭建慈
陈 惠 强 张胜祥 胡先才 李小文 著
格桑多庆 刘文周 孙 燕 温 泉

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统总结了西藏马攸木金矿床地质及地球化学特征,对矿床成因进行了研究。通过成矿地质背景、矿床地质、元素地球化学、流体包裹体、稳定同位素及放射性同位素等研究,划分了成矿期次,确定了成岩成矿时代、成岩成矿环境、成矿流体和成矿元素来源,对金的成矿物理化学条件进行了研究,建立了成矿模式。

本书可供从事地质勘查专业的生产、教学和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

西藏马攸木金矿床/多吉等著. —北京:地质出版社,
2009.9

ISBN 978-7-116-06309-9

I. 西… II. 多… III. 金矿床-研究-普兰县 IV.
P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 161267 号

责任编辑:孙亚芸

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324569 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@ gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:14.25 图版:4 面

字 数:345 千字

印 数:1—700 册

版 次:2009 年 9 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审 图 号:GS (2009) 112 号

定 价:45.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06309-9

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

绪 言

马攸木金矿区位于全球第二大成矿域——特提斯-喜马拉雅巨型成矿域中雅鲁藏布成矿带西段，区内强烈的地质构造运动及与其相伴的频繁的岩浆活动和近代水热活动，对金矿的成矿作用十分有利，具备了形成大型、超大型金矿床的成矿条件。据不完全统计，西藏境内已发现各类金矿床（点）500余处，遍布全区；探明的储量（包括伴生金）约为220 t。根据已发现的金矿点及成矿地质条件初步分析，认为西藏的黄金资源总量可能超过1000 t，名列我国各省、市、自治区前列。然而，本区针对金矿的成矿地质条件及成矿机理方面的研究程度极低，几乎处于空白状态。近几年来，由于加大了西藏的地质矿产勘查工作力度，发现了若干个具有勘探潜力和工业价值的金矿点，如马攸木、邦布、商旭、达查等不同类型的金矿床（点）。本书总结了近年来西藏马攸木金矿床的工作成果，主要是总结了马攸木金矿床成因方面的研究成果，其出版旨在推动马攸木金矿床的勘查和研究工作，为西藏金矿床的勘查和研究起到抛砖引玉的作用。

一、研究区自然地理及交通

马攸木金矿床位于西藏普兰县境内，行政区划属西藏阿里地区普兰县霍尔乡管辖（图0-1）。研究区交通较为方便，北东至219国道约14 km，西至普兰县城约230 km，东至仲巴县城约200 km，距拉萨市约1160 km。从219国道有简易公路通达研究区，研究区内大部分地区可通车，交通较为方便，但沿河流沟谷雨季受河水阻隔有陷车之患，冬季又有冰雪封山之困，通行状况欠佳。

研究区地处雅鲁藏布江源头的杰玛央宗水系北岸，东起马攸木藏布，西至修弄惹，北临219国道。研究区内山系呈平顶状，自北西向南东逐渐变低，山原面变化范围5647~5022 m，平均海拔在4900~5400 m之间，相对高差800 m左右，属高山地形。研究区西北角的松托嘎是区内的最高点，海拔5647 m；南部地形相对平缓，最低海拔为4812 m，沟谷开阔、平坦，其流域形成高山宽谷区。区内主体山脉与区域构造线一致，呈近东西向展布，其支脉垂直主体山脉发育。水系以冰雪融水和大气降水补给为主。地表植被以高原草甸为主。

该区属高原亚寒带半干旱气候区，日温差较大，年日照数为3153.2 h，年霜期213 d；年极端最高气温26.9℃，最低气温-27.2℃，年平均气温2.3℃。年极端最高气压616.2 hPa，极端最低气压592.1 hPa，年均气压604.4 hPa；年降雨量52.9 mm，年蒸发量2326.6 mm。

普兰县地处西藏西南部，是边境县之一。全县面积12497 km²，耕地面积637 hm²，总人数8564人（2006年）。该县为半农半牧业县，粮食总产量占阿里地区总产量的1/3以上。主要农作物为青稞、春小麦、油菜、豌豆等。主要饲养牦牛、犏牛、绵羊、山羊、马、驴、骡等牲畜。

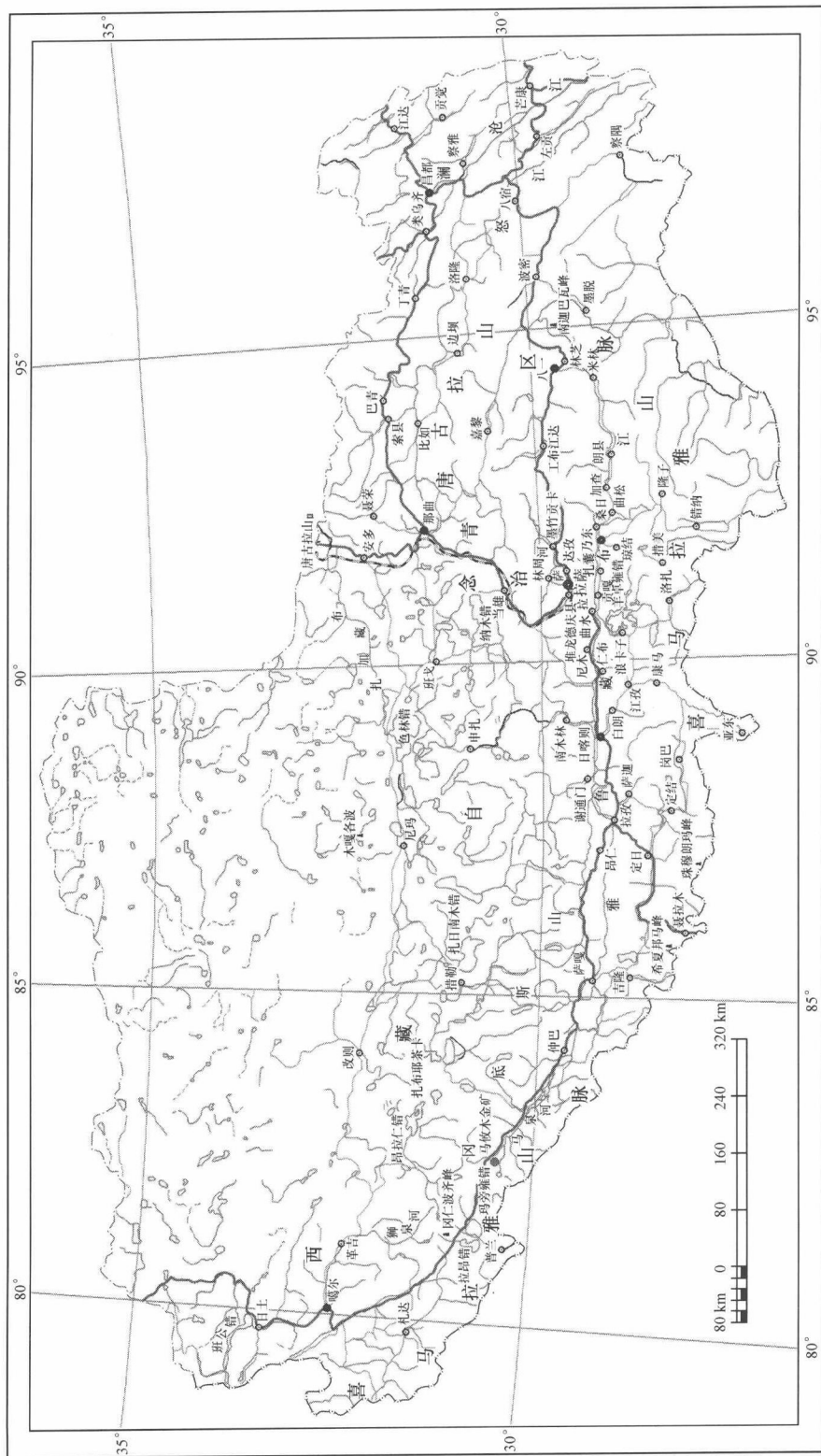


图 0-1 研究区交通位置图

普兰县是西藏自治区主要旅游风景区之一，驰名中外的“神山”（岗仁波齐）、“圣湖”（玛旁雍错）均在该县境内，每当夏季世界各地朝圣者和旅游者纷纷前往参观朝拜。

普兰县经济文化较落后，医疗卫生条件差。研究区内人烟稀少，劳动力缺乏，无电力，仅有少量个体商户从事商业活动，生产和生活物资均需从拉萨、日喀则等地采购。

二、研究区地质工作简述

1976年至1982年，中国科学院青藏高原科考队在札达、普兰、波林、马阳等地开展了路线地质调查工作，在地层、古生物方面取得了进展，对部分地层进行了初步划分。

1983年至1987年，西藏地质矿产局区域地质调查大队完成了1:100万噶大克幅区调工作，取得了较为系统的基础地质资料，在该区圈定了香孜-霍尔-岗久铬（钴、镍）金多金属成矿远景带及拉昂错-王曲工布金矿成矿远景区，为在该区开展金矿地质勘查工作提供了区域地质背景资料。

1987年至1991年，由成都地质矿产研究所和西藏地质矿产局等单位进行了“西藏金矿成矿地质条件及找矿方向”的专项研究。论证了区内地质特征以及对金矿的控制作用，同时圈出了金矿成矿远景区。

1999年至2002年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队在马攸木地区发现了金矿找矿线索，并开展了砂金矿预查、普查和详查工作。

2000年至2006年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队对马攸木矿区岩金矿开展了预查、普查工作，初步勘查成果显示马攸木岩金矿达大型金矿床规模。

2000年至2001年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队完成了1:5万热布杰错—王曲工布土壤地球化学测量工作，在马攸木一带圈出了以金为主的地球化学异常21处。

2001年至2002年，西藏地质调查院完成了包括研究区在内的1:50万普兰幅区域地球化学勘查工作，勘查结果显示，研究区处于帕羊—拉昂错金高背景区带上。

2003年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队完成了以马攸木矿区为中心的1:2.5万地质草测和土壤测量工作。

2002年至2003年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队与成都理工大学地球科学学院联合完成了“西藏雅鲁藏布江缝合带西段热泉型金矿找矿靶区研究”项目，该研究项目将马攸木金矿床列为典型矿床进行了研究，并通过对地、矿、物、化、遥综合信息的研究，以马攸木金矿床为“模型单元”，圈定了预测区17个，其中优选出A级靶区6个，B级靶区5个，C级靶区6个。对研究区的金矿找矿工作具有重要的参考价值。

2004年至2007年，西藏地质矿产勘查开发局地热地质大队与成都理工大学地球科学学院联合完成了西藏自治区科技厅重点科技项目“西藏马攸木金矿床成因研究”（2004—66）和国家自然科学基金项目“西藏马攸木金矿床成矿模式研究及资源远景评价”（40472058），对马攸木金矿床的成岩成矿时代、成矿物质和成矿流体、成矿环境等进行了研究，建立了成矿模式和找矿模型。

三、对矿床研究取得的主要成果

综合近年来在马攸木金矿取得的研究成果，特别是矿床成因研究方面的成果，对马攸

木金矿床有如下认识:

1) 马攸木地区变质岩属低压绿片岩相, 其典型组合为石英- (钠长石) -绿泥石-绢云母 (或白云母) - (黑云母), 属浅变质岩系。其原岩复杂, 主要有沉积碎屑岩和化学沉积石灰岩, 次为火山沉积岩, 可能存在岩浆岩类。

2) 前人研究成果认为侵入肉切村群的修弄惹-松托嘎岩体为花岗岩体, 经野外与室内薄片鉴定发现, 该“花岗岩”体由石英岩、花岗斑岩和少量安山岩、云闪英安岩组成。根据黑云母、钾长石的 Ar-Ar 快中子活化测年, 安山岩成岩时代为 $34 \sim 24$ [$(34.16 \pm 0.12) \sim (23.50 \pm 0.47)$] Ma, 英安岩成岩时代为 (17.42 ± 0.19) Ma, 花岗斑岩成岩时代为 $17 \sim 16$ [$(17.06 \pm 0.17) \sim (15.66 \pm 0.31)$] Ma。高钾钙碱性系列造山安山岩属古近纪渐新世 ($35.4 \sim 23.3$ Ma) 岩浆活动产物; 高钾钙碱性系列英安岩属后碰撞伸展花岗岩类, 显示其形成于新近纪中新世布尔迪加尔期 ($21.5 \sim 16.3$ Ma) 后碰撞伸展环境; 高钾钙碱性系列花岗斑岩可能为 S 型花岗岩类, 其原岩复杂, 但松托嘎-修弄惹花岗斑岩体原岩可能 90% 为杂砂岩, 属新近纪中新世布尔迪加尔期-兰哥期 ($21.5 \sim 14.2$ Ma) 后碰撞伸展环境混合岩化岩浆的产物。对基性岩类的玄武岩采用锆石 SHRIMP U-Pb 测年, 其年龄变化范围为 $(2083 \pm 30) \sim (453 \pm 19)$ Ma, 因测点太少 (仅 4 个测点), 不能确定其形成时代, 但可以肯定的是玄武岩形成年代应晚于 (453 ± 19) Ma, 即可能是中奥陶世之后岩浆喷发的产物。

3) 马攸木矿区近东西向构造及其相伴的北东向、北西向断裂构造构成矿区构造的基本格架。其中近东西向构造包括主干构造 (早期具有区域性和断代特征的近东西向褶皱、断裂) 和近东西向断裂组 (与早期构造存在右行剪切关系, 具有多期活动特征的主要控矿构造); 北东、北西向构造是对早期构造具有右行、左行平移改造特性的北东向、北西向共轭断裂构造。

4) 研究表明, 马攸木金矿床的形成至少经历了 3 个成矿期: 热液期、表生风化期和沉积期。马攸木岩金矿床主要形成于热液期, 富集于风化期; 马攸木砂金矿床则形成于沉积期。其中, 岩金矿床的热液期又可分为至少 5 个阶段: 氧化物阶段, 金-黄铁矿阶段 (即金矿化早阶段), 银金-硫盐阶段 (即金矿化晚阶段), 碳酸盐阶段, 贫金硫化物阶段。金矿物主要呈显微金赋存于氧化矿物和硫盐矿物中; 金矿物主要为粒状金, 次为晶格金; 自然金呈不规则粒状、浑圆状、棱角状、长粒状、他形微粒状、尘点状等, 主要为大小不等的不规则粒状。岩金矿中自然金的成色高, 25 粒自然金成色为 $870.30 \sim 990.09$, 平均值为 948.88 ± 32.87 。砂金矿中自然金的成色为 $854.22 \sim 1000.00$, 平均值为 976.64 , 比岩金成色更高。

5) 金矿体主要呈脉状、似层状和透镜状产于震旦-寒武系肉切村群第三岩段绿片岩相浅变质岩系中, 且主要受控于近东西向构造蚀变破碎带。矿石构造主要为脉状、网脉状、块状、蜂窝状、斑杂状等构造, 矿石的结构主要为自形-他形不规则粒状结构, 环状、胶状结构, 交代结构如残余结构、骸晶结构及假象结构, 显示了热液成矿和风化成矿作用的特点, 即马攸木原生金矿床属热液矿床。

6) 根据流体包裹体测试研究, 包裹体均一温度为 $171.50 \sim 256.20^{\circ}\text{C}$, 平均值为 $220.69 \pm 30.40^{\circ}\text{C}$, 经压力校正, 成矿温度为 $199 \sim 276^{\circ}\text{C}$, 属中低温范畴; 盐度变化范围在 $3.10\% \sim 11.27\% w$ (NaCl) 之间, 多数集中在 $4.32\% \sim 6.98\% w$ (NaCl) 范围内, 属

低盐度流体；流体的密度为 $0.852 \sim 0.983 \text{ g/cm}^3$ ；成矿压力，金-黄铁矿阶段（Ⅱ₁）平均值为 267.2 atm ^①，成矿深度大致相当于 $0.97 (0.58 \sim 1.27) \text{ km}$ ；银金-硫盐阶段（Ⅱ₂）成矿压力平均值为 275.0 atm ，成矿深度大致相当于 $1.00 (0.58 \sim 1.24) \text{ km}$ ，即马攸木金矿床形成于浅层深度环境。因此，马攸木金矿床属于浅成中（低）温低盐度热液矿床。

7) 成矿物质来源：

• 成矿元素来源：根据各类岩浆岩及变质岩的微量元素测试数据与黎彤（1992）的数据对比求得的富集系数分析，并结合相应同位素组成特征，来探讨马攸木金矿床的成矿物质来源。研究认为，Au 源广泛，可能主要来源于基性岩类和酸性岩类，次为石英岩、碳酸盐岩和钙质片岩；Ag 源亦广泛，可能主要源于石英片岩和石英岩，次为酸性岩；Cu 在不同类型岩石中没有明显的富集，可能主要源于石英片岩和基性岩；As 源亦广泛，可能主要源于钙质片岩，次为酸性岩类、绿泥片岩和石英片岩；Sb 源亦广泛，可能主要源于石英片岩，次为酸性岩类、钙质片岩和碳酸盐岩类。Si 源：含矿脉石英的硅同位素 $\delta^{30}\text{Si}$ 值显示，其含矿脉石英中的硅可能与石英岩有关。C 源：矿区碳酸盐的碳氧同位素组成显示，其碳酸盐岩或碳酸盐化蚀变碳质可能源于壳源碳，且可能为海相碳酸盐碳。S 源：各成矿阶段 S 的来源不同，金-黄铁矿阶段（Ⅱ₁），S 主要具有壳源的特点；银金-硫盐阶段（Ⅱ₂），S 主要具有幔源（或深源）的特点；贫金硫化物阶段（Ⅳ），S 具有壳幔混源的特点。Pb 源：根据各类岩石中 Pb 元素富集情况和测试的矿石铅同位素组成及铅源区特征值研究，认为主要为上地壳源铅，个别为来自中深变质作用铅，因此，Pb 主要来源于上部地壳，少量可能来自深源。

• 成矿流体来源：马攸木金矿床流体包裹体离子成分中 Na^+/K^+ 比值和 F^-/Cl^- 比值研究，显示其成矿流体可能主要为非岩浆热液；稀有气体同位素测试表明，金矿化的两个阶段即金-黄铁矿阶段和银金-硫盐阶段，其热液流体来源基本相同，即成矿流体主要源于大气饱和水（含大气的降水和海水）及部分源于陆壳；银金-硫盐阶段，可能有少量幔源或壳源流体的加入。马攸木金矿区 14 件石英矿物包裹体氢氧同位素组成研究显示，马攸木金矿床成矿流体不是来源于海水，也不是来源于变质水，而是主要来源于大气降水成因的深循环地下热水，可能有少量深源流体加入。因此，马攸木金矿床成矿流体可能主要来源于含大气降水成因的地下热水，通过循环作用上升，或因岩浆上侵提供了大量热能，或是受地热梯度影响而形成的热水溶液。

8) 成矿时代：根据含金脉石英及绢云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法测年和矿化石英热活化 ESR 年龄及铅同位素研究，金-黄铁矿阶段形成于 $47.2 \sim 43.7 ((46.7 \pm 0.5) \sim (44.08 \pm 0.39)) \text{ Ma}$ ；银金-硫盐阶段形成于 $23.7 \sim 17.7 ((22.46 \pm 1.20) \sim (19.7 \pm 2.0)) \text{ Ma}$ 。结合青藏高原地史演化认为，金-黄铁矿阶段形成于雅江洋盆俯冲消减-碰撞的构造环境，而银金-硫盐阶段则形成于后碰撞伸展的构造环境。根据砂金矿石英砂层中石英的电子自旋共振（ESR）年龄及淤泥的 ^{14}C 测试，砂金的形成时代可能为 $3.7 \times 10^4 \sim 2.1 \times 10^4 \text{ a}$ 。

9) 成矿流体参数计算：根据马攸木金矿床实测流体包裹体成分计算了成矿流体的相

① $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ 。

关参数。

	氧化物阶段	→	金-黄铁矿阶段	→	银金-硫盐阶段	→	碳酸盐阶段
酸碱度(pH)值:	5.29	→	5.33	→	5.43	→	5.46
氧化还原电位(Eh)值:	-0.1041 V	→	-0.0968 V	→	-0.0658 V	→	-0.0505 V
氧逸度(lg f_{O_2})值:	-41.8760	→	-43.1568	→	-45.9812	→	-48.1755
二氧化碳逸度(lg f_{CO_2})值:	-0.9313	→	-1.3393	→	-2.1260	→	-2.6860
一氧化碳逸度(lg f_{CO})值:	-2.7584	→	-3.1835	→	-4.3434	→	-4.9743
硫逸度(lg f_{S_2})值:	-9.050	→	-9.898	→	-11.620	→	-11.885

10) 根据室内外研究成果总结了马攸木金矿床的矿床模式: ①大约在 65 Ma, 由于印度板块与亚洲板块陆-陆碰撞的造山作用形成偏酸性、氧逸度较高的成矿流体, 随着温度降低, 形成高中温 $Cl^- - Na^+$ 型热液流体, 沿断裂渗流, 因氧逸度高而形成含磁铁矿石英脉或无铁矿石英脉; ②大约在 47.2 ~ 43.7 Ma, 由于受雅江洋盆俯冲消减-碰撞, 局部岩浆侵入或喷发, 在深度大致相当于 0.97 (0.58 ~ 1.27) km 处, 流体温度为 225 ~ 276℃ 及盐度为 6.59% ± 2.40% w (NaCl) 的 $Cl^- - K^+ - Na^+$ 型热液流体中, Au 主要以 $Au(HS)_2^-$ 配合物离子迁移, 由于成矿流体温度降低, 当流体由酸性向中性方向演化时, 氧逸度降低, 或由于压力释放, 距地表大约 0.97 km 处, 流体沸腾而使矿质沉淀, 沿裂隙充填形成含金硫化物的石英脉; ③大约在 24 ~ 18 Ma, 距地表 1.00 km 处, 流体压力约为 275.0 atm, 比金矿化早阶段的温度略有降低 (202 ~ 247℃), 但盐度有所增加 (8.24% ± 4.47% w (NaCl)), 仍属 $Cl^- - K^+ - Na^+$ 型流体, Au 仍以 $Au(HS)_2^-$ 配合物离子迁移, 随着流体温度、压力降低, pH 值增大, 氧逸度降低, 或由于近地表的酸性水与上升的中性到碱性溶液的被动混合, 导致硫氢配合物的不稳定而形成含银金矿物的石英脉; ④随着温度继续下降, 金矿化结束, 流体温度降至 199 ~ 207℃, 进入低温阶段, 氧逸度低, 形成碳酸盐-石英脉, 此时一般未见矿化; ⑤大约在 17 Ma, 大规模的岩浆 (包括混合岩浆) 侵入形成松托嘎花岗斑岩和英安玢岩, 由于酸性岩浆的侵入, 带来大量热源和矿源, 促使地热流体快速流动, 并在地表出现热泉, 此时的流体温度为 199 ~ 235℃, 盐度降低 (4.94% ± 0.43% w (NaCl)), 在岩体附近形成贫金的硫化物石英脉; ⑥由于青藏高原隆升, 使原生矿体暴露地表, 经风化作用形成“褐铁矿”型金矿石, 提高了矿石品位, 约在 $3.7 \times 10^4 \sim 2.1 \times 10^4$ a 风化作用产物通过机械沉积作用形成砂金矿床。

四、附记

马攸木金矿床发现于 1999 年, 1999 年至 2007 年对其进行了勘查和研究工作。在总结勘查成果的基础上, 本书主要归集了西藏自治区科技厅重点科技项目“西藏雅鲁藏布江缝合带西段热泉型金矿找矿靶区研究”、“西藏马攸木金矿床成因研究”(2004-66) 和国家自然科学基金项目“西藏马攸木金矿床成矿模式研究及资源远景评价”(40472058) 的研究成果。

在矿床研究和本书的编撰过程中, 得到了国家自然科学基金委员会、西藏自治区科学技术厅、西藏自治区地质矿产勘查开发局和地热地质大队及成都理工大学的关心和支持。样品鉴定、测试方面, 得到了中国科学院地质与地球物理研究所稳定同位素实验室、中国

科学院兰州地质研究所地球化学分析测试部、国家地质实验测试中心、北京离子探针中心、北京大学加速器质谱实验室、中国地质科学院矿产资源研究所、中国石油西南油气田公司勘查开发研究院地质实验室、中国地质科学院成都矿产综合利用研究所分析测试中心、桂林矿产地质研究院测试中心、西南冶金地质测试中心、西藏地质矿产勘查开发局中心实验室、成都理工大学同位素实验室和应用核技术研究所等单位的大力支持，在此一并表示感谢。

目 次

绪 言

第一章 区域地质及物化遥特征	(1)
第一节 地史演化简述	(2)
第二节 区域地层	(3)
第三节 区域构造	(8)
第四节 区域岩石及矿产	(10)
第五节 区域水文与地热地质	(12)
第六节 区域航磁异常特征	(20)
第七节 区域地球化学特征	(22)
第八节 卫星遥感影像特征	(24)
第二章 矿区地质及物化遥特征	(27)
第一节 地层	(27)
第二节 构造地质	(31)
第三节 矿区岩浆岩	(43)
第四节 矿区变质岩及泉华	(54)
第五节 矿区物化遥特征	(63)
第三章 矿床特征	(72)
第一节 砂金矿床特征	(72)
第二节 岩金矿体特征	(77)
第三节 岩金矿石组构	(84)
第四节 岩金矿石组分	(85)
第五节 金矿物特征	(96)
第六节 围岩蚀变	(100)
第七节 矿化期次划分	(100)
第四章 矿床地球化学	(102)
第一节 元素地球化学	(102)
第二节 流体包裹体	(114)
第三节 稳定同位素	(120)
第四节 放射性同位素	(130)

第五章 矿床成因分析	(151)
第一节 成岩成矿时代	(151)
第二节 成岩成矿环境	(157)
第三节 成矿元素来源	(164)
第四节 成矿流体来源	(175)
第五节 成矿物理化学条件	(179)
第六节 金的活化迁移与沉淀	(190)
第七节 成矿模式	(195)
结 语	(200)
参考文献	(210)
图版说明及图版	(215)

第一章 区域地质及物化遥特征

马攸木金矿区位于印度河-雅鲁藏布江缝合带西段（图 1-1）中次级构造单元仲巴微陆块（郭建慈等，2006）内。仲巴微陆块为南北构造混杂岩带所挟持，共同构成了雅江缝合带西段。往北依次为日喀则弧前盆地、冈底斯火山-岩浆弧带；往南分别为拉轨岗日隆起带（在拉昂错—马攸木一带缺失）、高喜马拉雅基底结晶岩带（图 1-2）。研究区内未出露北喜马拉雅构造带。

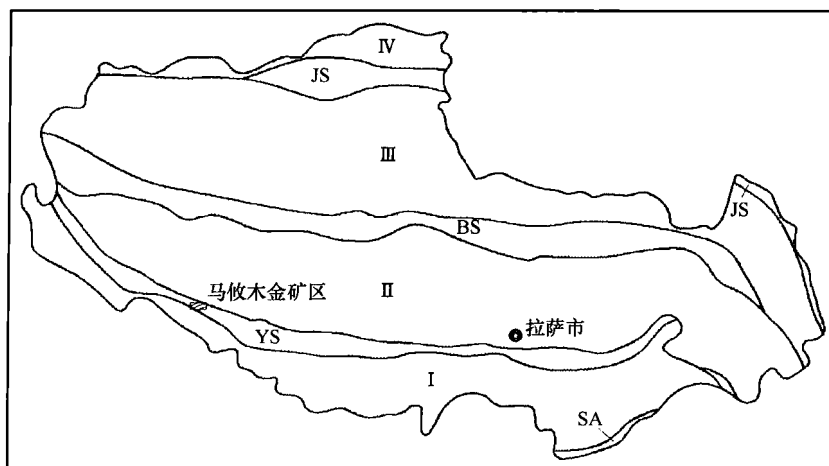


图 1-1 青藏高原大地构造区划略图

I—喜马拉雅板片；II—冈底斯-念青唐古拉板片；III—羌塘-三江复合板片；IV—南昆仑-巴颜喀拉板片；
YS—雅江缝合带；BS—班公错-怒江缝合带；JS—金沙江缝合带；SA—西瓦利克 A 型俯冲带

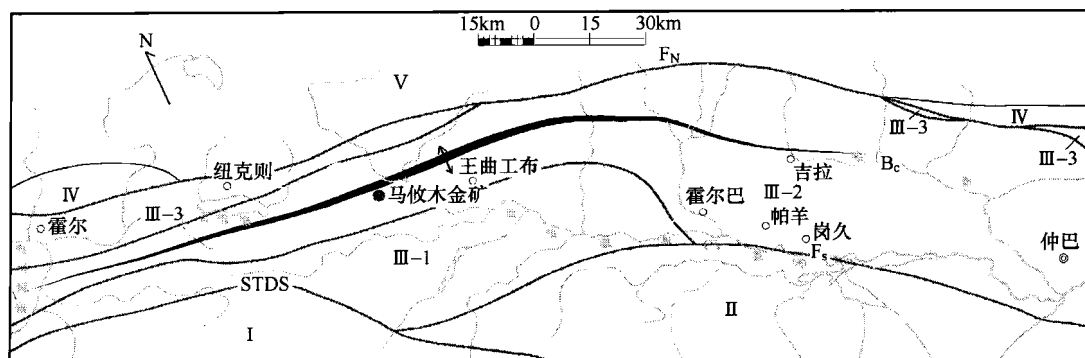


图 1-2 研究区区域构造略图

I—高喜马拉雅基底结晶岩带；II—拉轨岗日隆起带；III—雅江缝合带；III-1—雅江缝合带南侧构造混杂带，III-2—仲巴微陆块，III-3—雅江缝合带北侧构造混杂带；IV—日喀则弧前盆地；V—冈底斯火山-岩浆弧。STDS—喜马拉雅主拆离断裂；F₅—仲巴-拉孜-邛多江断裂；F_N—达吉岭-昂仁-仁布-朗县断裂；B_C—拉昂错-柴曲背斜

第一节 地史演化简述

研究区南起喜马拉雅、北至冈底斯,与冈瓦纳大陆北缘陆块群之一的印度地盾有密切的亲缘关系,其演化是以印度板块北缘陆壳增生而起源的,之后的地质演化受控于特提斯的演化史。三叠纪末起由于雅江洋盆的扩张,冈底斯和仲巴成为印度板块北缘裂离出来的微陆块。晚白垩世雅江洋盆萎缩,印度板块向北俯冲-碰撞,自此开始了本区的隆升造山运动。

据现有资料,可将研究区划分为以下演化阶段:

一、前奥陶纪印度板块陆壳增生阶段

前震旦纪喜马拉雅地区和冈底斯地区由于印度板块北缘陆壳基底增生,分别沉积了聂拉木群和念青唐古拉群,在经变形变质后奠定了本区的沉积基底,从此揭开了研究区地质演化的序幕。

震旦纪—寒武纪喜马拉雅地区(含仲巴微陆块)形成了肉切村群沉积。

寒武纪末由于加里东运动的影响,本区隆升成陆,普遍出现奥陶纪底砾岩(中国地质调查局,成都地质矿产研究所,2004)。

二、奥陶纪至二叠纪陆表建造阶段

本期总体表现为较为稳定的以浅海相为主的沉积特点,至晚二叠世,除达机翁-马攸木断裂一带出现上二叠统姜叶玛组深海含有孔虫硅质灰岩夹硅质岩沉积外,喜马拉雅地区和冈底斯地区全部上升成陆,缺失沉积。泥盆纪—二叠纪期间由于北部古特提斯洋萎缩的影响,在冈底斯地区和喜马拉雅地区出现拉张,发育有火山岩,冈底斯地区上石炭统一二叠统中火山岩夹层具有较明显的大陆边缘(弧后)裂隙-裂谷性质;而喜马拉雅地区石炭系—二叠系中火山岩夹层具初始大陆裂谷性质。

1) 喜马拉雅地区(含仲巴地区):奥陶纪—泥盆纪形成以碳酸盐岩为主的台地碳酸盐岩-碎屑岩组合,反映开阔的陆棚台地浅海沉积环境;石炭纪—二叠纪形成浅水碳酸盐岩-冰海坠积岩-碎屑岩-少量基性火山岩组合,反映近陆冰海沉积环境。

2) 冈底斯地区奥陶纪—二叠纪发育陆表建造沉积系列,其中的奥陶系—志留系为台地碳酸盐岩-碎屑岩组合,为稳定背景下的浅海环境沉积建造。泥盆系—下石炭统为台地碳酸盐岩-滨海碎屑岩-少量基性火山岩组合。上石炭统一二叠统为台地/台间碳酸盐岩-冰海碎屑岩-类复理石-基性火山岩组合。

三、三叠纪至早白垩世雅江洋盆扩张阶段

三叠纪雅江洋盆开始扩张,喜马拉雅被动陆缘雏形开始形成,至晚三叠世末雅江洋盆形成,致使阿依松日居地体裂离出来而形成仲巴微陆块。而冈底斯主体直至早白垩世晚期仍为隆起,南北分别为雅江洋和班怒洋所围限。

1. 喜马拉雅地区被动陆缘的形成

三叠纪至早侏罗世:北喜马拉雅为近陆沉积带,发育浅水碳酸盐岩-碎屑岩组合,反

映滨岸-陆棚沉积环境；拉轨岗日为远陆沉积带，发育半深水细碎屑岩-类复理石-滑塌岩组合，反映陆隆-陆坡沉积环境。

晚侏罗世一早白垩世藏南表现为残余海盆沉积特点。

2. 冈底斯地区南北缘活动型大陆边缘转化

冈底斯主体继承了晚二叠世格局，保持陆相背景，中晚侏罗世北缘（班怒洋南侧）出现活动型复理石沉积。冈底斯的南缘，由于雅江海盆的扩张，晚三叠世发育有修康群活动型沉积而显示出活动陆缘特点，明显区别于喜马拉雅地区，而且南缘发育的中晚三叠世火山岩、中晚侏罗世一早白垩世火山岩为岛弧火山岩性质，反映出这两个阶段冈底斯南缘具汇聚活动边缘的特点。

3. 仲巴微陆块的形成

由于晚三叠世末雅江南北海盆的扩张成洋，使阿依松日居地体从喜马拉雅-冈底斯统一陆块中裂离出来，形成了为雅江南北洋盆所挟持的仲巴微陆块。南北海盆晚三叠世时，在中下三叠统浅海相碳酸盐岩、细碎屑岩沉积上，发育中基性火山岩、放射虫硅质岩的深水火山硅质岩建造并含二叠系外来岩块，至晚侏罗世一早白垩世北侧洋盆发育嘎学群深海含中基性火山熔岩建造，标志着雅江洋盆自晚三叠世末的形成。

四、晚白垩世以来雅江洋盆萎缩-青藏高原汇聚造山阶段

1) 晚白垩世雅江洋盆消减、俯冲阶段：冈底斯南缘 I 型花岗岩基开始形成，并发育岛弧火山岩，洋壳组分被刮削成为增生楔。

2) 古近纪陆（弧）-陆碰撞阶段：冈底斯南缘 S 型花岗岩侵位及板内火山岩喷发。缝合带部位出现残余海盆磨拉石沉积，并开始出现陆相磨拉石沉积。

3) 中新世以来碰撞隆升后伸展阶段：主要表现为大陆隆升与伸展构造环境，以南北向系列断裂的形成和高位花岗岩、花岗斑岩的侵位为标志。

第二节 区域地层

据西藏自治区地质矿产局（1997）研究，区内地层分区情况见表 1-1，主要为藏滇大区喜马拉雅地层区，新生界还涉及冈底斯-腾冲地层区。区内地层分布如图 1-3 所示。

一、前震旦系

研究区前震旦系表现为聂拉木群（AnZNy）地层，主要出露于研究区西南侧。

聂拉木群为构成喜马拉雅地区基底的一套中级变质杂岩系，属于一套副变质岩系，其原生沉积构造比较明显，但在岩性和变质特征上区域对比性较差。据上覆地层、同位素测年及区域对比，聂拉木群主要由中元古代地层组成，同时包含了更老的地层和新元古代地层，而且还掺杂有古生代甚至中生代地层成分。根据传统划法，暂定为前震旦系。

聂拉木群可分为下部结晶岩和上部结晶岩两个构造层序。研究区内出露的是上部结晶岩，区域上其下部以黑云变粒岩为主，夹黑云混合岩和少量黑云片麻岩；其上部主要为黑云变粒岩，夹黑云石英片岩和角闪石英片岩，有的为角闪斜长岩质混合岩。

表 1-1 研究区岩石地层单位序列表

地质年代		地层大区	藏滇大区					
		地层区	喜 马 拉 雅			冈底斯-腾冲		
		地层分区	高喜马拉雅	康马-隆子	雅鲁藏布江	措勤-申扎	拉萨-察隅	
纪	世	北喜马拉雅						
第四纪	全新世	松散砂砾						
	更新世							
新近纪	上新世							
	中新世							
古近纪	渐新世							
	始新世							
	古新世							
白垩纪	晚白垩世							
	早白垩世							
侏罗纪	晚侏罗世							
	中侏罗世							
	早侏罗世							
三叠纪	晚三叠世							
	中三叠世							
	早三叠世							
二叠纪	晚二叠世							
	早二叠世							
石炭纪	晚石炭世	基龙组 C_j						
	早石炭世							
泥盆纪	晚泥盆世							
	中泥盆世							
	早泥盆世							
志留纪	晚志留世	凉泉组 D_1l						
	中志留世	普鲁组 S_{2+3p}						
	早志留世							
奥陶纪	晚奥陶世	下拉孜组 O_{2-3x}						
	中奥陶世							
	早奥陶世							
寒武纪		肉切村群 $Z-εR$						
震旦纪								
前震旦纪		聂拉木群 $AnZNy$						

(据西藏自治区地质矿产局, 1997)

二、前震旦系—古生界

1. 肉切村群 ($Z \sim \in R$)

研究区内本套地层曾定名为齐吾贡巴群 (Z— ϵ qw) (西藏自治区地质矿产局, 1993; 西藏自治区地质矿产局区域地质调查大队, 1987), 仅分布于拉昂错及柴曲地区, 近东西向展布, 出露长约 270 km, 宽 10 km, 构成拉昂错—柴曲背斜的核部地层, 总厚度大于

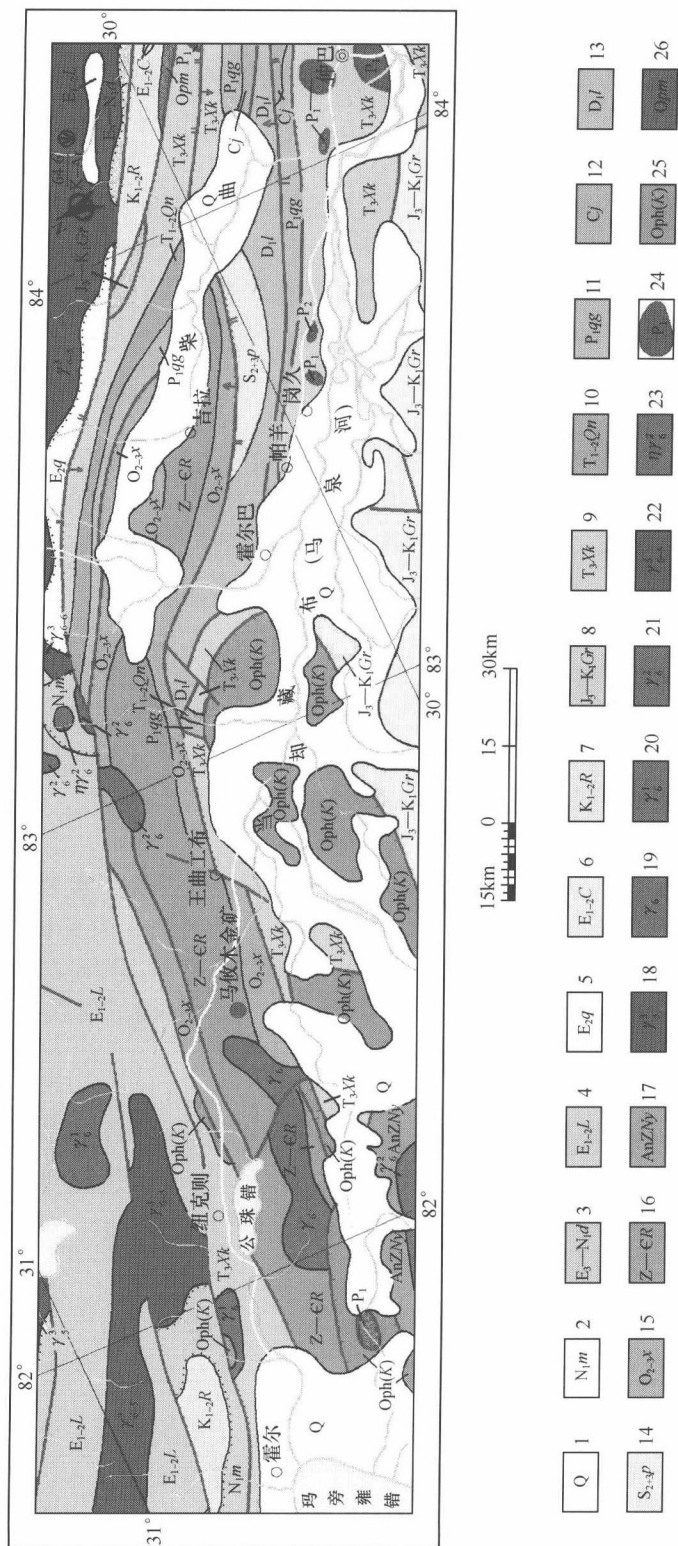


图1-3 研究区域地质图

1—第四系; 2—芒乡组; 3—大竹卡组; 4—林子宗群; 5—秋乌组; 6—错江顶群; 7—日喀则群; 8—嘎学群; 9—修康群; 10—穷果群; 11—曲嘎组; 12—基龙组; 13—凉泉组; 14—普鲁组; 15—下拉孜组; 16—肉切村群; 17—聂拉木群; 18—燕山晚期花岗岩; 19—喜马拉雅花岗岩 (未分); 20—喜马拉雅早期花岗岩; 21—喜马拉雅晚期花岗岩; 22—燕山晚期—喜马拉雅早期花岗岩; 23—喜马拉雅晚期二长花岗岩; 24—外来岩块; 25—基性—超基性—蛇绿混杂岩