

中国地质调查局地质矿产调查评价专项（1212010818017）研究成果

# 班公湖—怒江成矿带及邻区 特提斯演化与成矿地质背景

耿全如 彭智敏 张 璋 潘桂棠 著  
王立全 关俊雷 贾宝江 刁志忠



地质出版社

# 班公湖—怒江成矿带及邻区 特提斯演化与成矿地质背景

耿全如 彭智敏 张 璋 潘桂棠 著  
王立全 关俊雷 贾宝江 刁志忠

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

班公湖-怒江结合带不仅是一条重要的板块缝合带,对南北两侧南羌塘南缘和冈底斯北部的岩浆活动、构造演化有直接的控制作用,它同时也与成矿作用密切相关。位于班-怒带北部的日土-多龙岩浆弧、南部的昂龙岗日-班戈岩浆弧、美多-唐古拉-杂多弧后前陆盆地、班公湖-怒江蛇绿岩带等为本区主要的成矿区带。本书主要阐述了班-怒带及其相邻地区的构造单元和构造相的划分、地层、岩浆岩、特提斯演化与成矿地质背景等方面的综合研究成果。

本书可供从事地质矿产调查和相关专题研究的科研、生产人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

班公湖-怒江成矿带及邻区特提斯演化与成矿地质背景 / 耿全如等著. — 北京:地质出版社, 2012.4  
ISBN 978-7-116-07619-8

I. ①班… II. ①耿… III. ①成矿带—成矿地质—研究—西藏 IV. ①P617.275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 048618 号

BANGONGHU-NUJIANG CHENGKUANGDAI JI LINQU TETISI YANHUA YU CHENGKUANG DIZHI BEIJING

责任编辑:刘亚军 夏军宝

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010)82324508 (邮购部); (010)82324578 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@ gph.com.cn

传 真: (010)82310759

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15

字 数: 370 千字

印 数: 1—600 册

版 次: 2012 年 4 月北京第 1 版

印 次: 2012 年 4 月北京第 1 次印刷

定 价: 60.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-07619-8

(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)

# 前 言

随着我国国民经济的快速发展,经济建设对矿产资源的需求日益增加,加快重要成矿区带的矿产开发十分重要。在“加强重要成矿带基础地质调查”精神指导下,围绕地质调查“358”目标,加强西藏班公湖-怒江成矿带(下称“班-怒带”)地质矿产调查和综合研究,是青藏高原近几年崭新的重要任务。

班-怒带沿东西方向横贯青藏高原中部,在我国长达 2400 km,是青藏高原地质和成矿作用研究的重要地区。近年来的国土资源大调查和专题研究发现,班-怒带不仅是一条重要的板块缝合带,对南、北两侧南羌塘南缘和冈底斯北部的岩浆活动、构造演化有直接的控制作用,它同时也是一条重要的成矿带。

2007~2009年,中国地质调查局在班-怒带西段日土-改则一带开展了斑岩铜矿和铁矿的地质找矿工作,已取得显著进展,发现了多龙大型富金斑岩铜矿及弗野、材玛富磁铁矿等。班-怒带有望成为西藏继玉龙和南冈底斯斑岩铜矿带之外的第三条斑岩铜矿带。沿班-怒带及其两侧的砂金矿历来备受重视,但在岩金矿方面一直未突破。新近发现的尼玛屋素拉大型岩金矿,为班-怒带在寻找岩金矿方面开拓了新领域。为解决制约本地区地质矿产调查的重大基础地质问题,查明班-怒带重点地段的成矿地质背景,保障地质矿产调查工作的快速发展,中国地质调查局设立“西藏班公湖-怒江构造带基础地质综合研究”工作项目,隶属于“西南地区基础地质调查与数据更新”计划项目,项目工作周期为3年(2008年1月~2010年12月)。项目年度经费为100万元。

2010年,中国地质调查局在班-怒带西段部署了8个1:5万区调、4个矿产远景调查项目和2个综合研究项目。2011年,中国地质调查局在本区再次部署了6个1:5万区调、11个矿产远景调查项目。地质矿产调查主要部署在班-怒带的“在革吉-改则铜铁铬金调查规划区”、“班戈铜铅锌铬规划区”和“雁石坪-安多铁铜规划区”,目的是查明这些重要成矿地段的成矿地质背景和成矿条件,发现找矿线索,为后续矿产调查提供找矿靶区。

实践证明,与班-怒带有关的矿床主要分布在南羌塘和北冈底斯带,但由于研究程度低,班-怒带的范围尚无一致意见。目前的班-怒带主要指扎普-多不扎岩浆岩带和昂龙岗日-班戈岩浆岩带。一般认为这两条岩浆岩带是班-怒带特提斯洋俯冲、消减形成的岩浆弧,但实际情况可能更复杂。在扎普-多不扎岩浆岩带北部南羌塘盆地中的石龙、普格、利群山、加措等地仍断续分布规模不等的花岗岩体并已发现相关的矿(化)点。这些花岗岩体是否与班-怒带特提斯向北的低角度、远距离俯冲有关,尚不清楚。分布

于羌塘盆地东段的格拉丹东和唐古拉岩浆岩带位于班-怒带和金沙江结合带之间。龙木错-双湖蛇绿混杂带在这一带未见出露。从空间分布和形成时代看,格拉丹东和唐古拉岩浆岩带也可能与班-怒带特提斯演化存在成因关系,但是目前对班-怒带的地质矿产调查主要集中在西段。鉴于这些原因,我们将羌塘-三江造山系东段的格拉丹东-唐古拉岩浆岩带、龙木错-双湖蛇绿混杂带和南羌塘弧盆系、班公湖-怒江对接带、北冈底斯昂隆岗日-班戈岩浆弧和狮泉河-申扎-嘉黎蛇绿混杂带,总体称为班-怒带。今后有必要对班-怒带和羌塘盆地东段的特提斯演化和成矿地质背景进行综合研究。

在基础地质方面,对班-怒带和双湖-龙木错蛇绿混杂带所代表的洋盆的形成演化和年代等方面仍是长期关注和存在争论的重大地质问题;究竟分隔南、北大陆的古特提斯洋的缝合带分布在何处;羌塘古生代和中生代盆地的性质等问题,是长期困扰地质学家的重大地质问题。因此,开展西藏班-怒带地质矿产调查和综合研究,具有重大的地质和找矿意义。

在羌塘开展的区域地质调查发现,位于龙木错-双湖带和班-怒带之间的戈木日和角木日一带的石炭系、二叠系为增生杂岩带。该带由陆源深水—半深水复理石沉积岩、蛇绿岩块体、洋岛海山残片和高压变质带等组成,为一套弧前增生系统(王根厚等,2009)。南羌塘中生代盆地是不是在统一的晚古生代增生楔基底之上的残余盆地,是十分重要的成矿地质背景问题。另一方面,北冈底斯的昂龙岗日-班戈岩浆弧也发现早白垩世斑岩铜矿的线索。班-怒带南、北两侧的成矿岩浆弧是不是班-怒带特提斯双向俯冲的产物,也需要更多的证据。

2010年之后,本综合研究项目作为班-怒带地质矿产调查计划项目中的一个工作项目,肩负“指导、协调、综合、提高”的职能。2008年以来,本项目对班-怒带的地质、矿产资料进行了系统综合研究和区域性图件编制,取得了阶段性进展,对班-怒带特提斯演化与成矿地质背景进行初步研究。初步研究表明,本区特提斯洋盆和岩浆弧演化与成矿作用密不可分。在结合带中,SSZ型蛇绿岩形成岩浆熔离型Cr、Ni和Pt族金属矿床和热液型金矿。班-怒带南北两侧在中侏罗世和早白垩世俯冲、消减形成的岩浆弧是最重要的成矿带,形成斑岩铜矿、矽卡岩型磁铁矿和热液型多金属矿床。北羌塘东段的侏罗纪弧后前陆盆地中有利于形成沉积型、沉积-热液改造型、热液型铁-铜-锑-金矿床,成矿物质来源于北羌塘北、东缘石炭纪—三叠纪的弧盆系统环境中形成的火山-沉积建造。晚白垩世的碰撞阶段主要与热液型矿床有关,分布范围较大,也可能存在晚白垩世和新生代碰撞阶段斑岩铜矿。

本书是对2008~2010年综合研究和编图阶段性成果的初步总结。这几年班-怒带的基础地质和矿产调查项目大部分部署在本区西段的“在革吉-改则铜铁铬金调查规划区”中,本书也侧重于该区成矿地质背景和羌塘地区的基础地质问题的阐述。随着地质矿产调查向东推进,对班-怒带东段的综合研究将在后续项目中展开。

# 目 录

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 第一章 绪 论 .....                               | 1  |
| 一、工作区范围 .....                               | 1  |
| 二、研究区以往的地质矿产工作概况及评述 .....                   | 2  |
| 三、本项目研究工作概况 .....                           | 7  |
| 四、本项目完成的主要工作量 .....                         | 8  |
| 五、本项目主要研究进展 .....                           | 9  |
| 第二章 研究区构造单元划分 .....                         | 12 |
| 第一节 羌塘-三江造山系 .....                          | 14 |
| 一、玉龙塔格-巴颜喀拉前陆盆地 ( I <sub>1</sub> ) .....    | 14 |
| 二、西金乌兰湖-金沙江-哀牢山结合带 ( I <sub>2</sub> ) ..... | 14 |
| 三、昌都-兰坪地块 ( I <sub>3</sub> ) .....          | 14 |
| 四、北羌塘地块 ( I <sub>4</sub> ) .....            | 15 |
| 第二节 龙木错-双湖-澜沧江结合带 .....                     | 17 |
| 一、龙木错-双湖-澜沧江蛇绿混杂带 ( II <sub>1</sub> ) ..... | 17 |
| 第三节 南羌塘弧盆系 .....                            | 20 |
| 一、多玛地块 ( III <sub>1</sub> ) .....           | 21 |
| 二、南羌塘盆地 ( III <sub>2</sub> ) .....          | 21 |
| 三、扎普-多不杂岩浆弧带 ( III <sub>3</sub> ) .....     | 22 |
| 第四节 左贡地块 .....                              | 23 |
| 第五节 班公湖-怒江结合带 .....                         | 23 |
| 一、班公湖-怒江蛇绿混杂带 ( V <sub>1</sub> ) .....      | 23 |
| 二、聂荣地块 ( V <sub>2</sub> ) .....             | 26 |
| 三、嘉玉桥地块 ( V <sub>3</sub> ) .....            | 26 |
| 第六节 冈底斯岩浆弧 .....                            | 26 |
| 一、那曲-洛隆弧前盆地 ( VI <sub>1</sub> ) .....       | 27 |
| 二、昂龙岗日-班戈岩浆弧 ( VI <sub>2</sub> ) .....      | 27 |
| 三、狮泉河-申扎-嘉黎蛇绿混杂带 ( VI <sub>3</sub> ) .....  | 28 |
| 四、措勤-申扎岩浆弧 ( VI <sub>4</sub> ) .....        | 29 |
| 五、龙格尔-工布江达复合岩浆弧 ( VI <sub>5</sub> ) .....   | 29 |
| 第三章 区域地层概况 .....                            | 31 |
| 第一节 北羌塘-昌都地层区 .....                         | 33 |
| 一、可可西里-阿坝地层分区 ( 1-1 ) .....                 | 33 |
| 二、西金乌兰湖-金沙江地层分区 ( 1-2 ) .....               | 33 |
| 三、江达-维西地层分区 ( 1-3 ) .....                   | 33 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 四、唐古拉-昌都地层分区 ( I-4)      | 34  |
| 五、开心岭-杂多-竹卡地层分区 ( I-5)   | 34  |
| 六、北羌塘地层分区 ( I-6)         | 36  |
| 第二节 龙木错-双湖地层区            | 37  |
| 一、龙木错-双湖地层分区 ( II-1)     | 37  |
| 二、乌兰乌拉湖-北澜沧江地层分区 ( II-2) | 40  |
| 第三节 南羌塘地层区               | 41  |
| 第四节 左贡地层区                | 42  |
| 第五节 班公湖-怒江地层区            | 43  |
| 一、班公湖-怒江蛇绿混杂带 ( V-1)     | 43  |
| 二、聂荣地层分区 ( V-2)          | 44  |
| 三、嘉玉桥地层分区 ( V-3)         | 44  |
| 第六节 冈底斯地层区               | 45  |
| 一、昂龙岗日-班戈-八宿地层分区 ( VI-1) | 45  |
| 二、那曲-洛隆地层分区 ( VI-2 )     | 47  |
| 三、狮泉河-永珠-嘉黎地层分区 ( VI-3)  | 48  |
| 四、措勤-申扎地层分区 ( VI-4)      | 49  |
| 五、隆格尔-南木林地层分区 ( VI-5)    | 50  |
| 第四章 龙木错-双湖带和南羌塘古生物研究     | 51  |
| 一、研究概况                   | 51  |
| 二、绒玛乡黑石山剖面               | 52  |
| 三、果干加年山剖面                | 56  |
| 四、讨论                     | 60  |
| 五、小结                     | 61  |
| 第五章 大地构造相分析与构造演化         | 75  |
| 第一节 大地构造相分析              | 75  |
| 一、结合带大相                  | 75  |
| 二、弧盆系大相                  | 77  |
| 三、地(陆)块大相                | 80  |
| 四、研究区各构造单元构造相、建造划分       | 81  |
| 第二节 羌塘基底问题讨论             | 90  |
| 第三节 齐陇乌如岩组年代学研究          | 93  |
| 一、地质概述                   | 93  |
| 二、年代学测试方法                | 94  |
| 三、SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄      | 95  |
| 四、岩石地球化学特征与成因            | 97  |
| 第四节 羌塘石炭纪、二叠纪玄武岩类研究      | 102 |
| 第五节 构造演化                 | 108 |

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| 一、特提斯研究概述 .....                                     | 108        |
| 二、研究区早古生代—泥盆纪演化阶段 .....                             | 109        |
| 三、石炭纪、二叠纪演化阶段 .....                                 | 111        |
| 四、中生代演化阶段 .....                                     | 112        |
| <b>第六章 日土—多龙岩浆岩带地质年代学研究 .....</b>                   | <b>114</b> |
| 第一节 地质年代学测试 .....                                   | 114        |
| 一、LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年方法概述 .....                    | 115        |
| 二、年代学研究概况 .....                                     | 115        |
| 三、LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年 .....                        | 118        |
| 四、单矿物 $^{40}\text{Ar}$ — $^{39}\text{Ar}$ 法定年 ..... | 119        |
| 五、全岩 Rb-Sr 法定年 .....                                | 121        |
| 第二节 年代学讨论 .....                                     | 122        |
| <b>第七章 班公湖—怒江带和狮泉河—永珠带蛇绿岩 .....</b>                 | <b>124</b> |
| 第一节 班公湖—怒江蛇绿混杂带基本特征 .....                           | 124        |
| 一、班公湖—纳屋错蛇绿混杂带 (J) .....                            | 125        |
| 二、洞错蛇绿岩 (J) .....                                   | 125        |
| 三、东巧蛇绿混杂带 (J) .....                                 | 126        |
| 四、安多蛇绿混杂带 (J) .....                                 | 126        |
| 五、丁青蛇绿混杂带 ( $T_3$ -J) .....                         | 127        |
| 第二节 班公湖—怒江蛇绿岩岩石学和地球化学特征 .....                       | 127        |
| 一、变质地幔橄榄岩类 .....                                    | 128        |
| 二、堆晶杂岩类 .....                                       | 130        |
| 三、玄武岩和辉绿岩类 .....                                    | 132        |
| 第三节 狮泉河—拉果错—永珠蛇绿混杂带基本特征 .....                       | 134        |
| 一、狮泉河蛇绿岩 .....                                      | 134        |
| 二、拉果错蛇绿混杂带 .....                                    | 135        |
| 三、阿索蛇绿混杂带 .....                                     | 135        |
| 四、永珠—纳木错蛇绿混杂带 .....                                 | 135        |
| 第四节 狮泉河—拉果错—永珠蛇绿混杂带岩石学和地球化学特征 .....                 | 136        |
| 一、地幔橄榄岩类 .....                                      | 136        |
| 二、堆晶杂岩类 .....                                       | 137        |
| 三、玄武岩和辉绿岩类 .....                                    | 139        |
| 第五节 蛇绿岩形成的构造环境 .....                                | 141        |
| 一、班公湖—怒江蛇绿岩 .....                                   | 141        |
| 二、狮泉河—拉果错—永珠带蛇绿岩 .....                              | 142        |
| <b>第八章 成矿地质背景 .....</b>                             | <b>144</b> |
| 第一节 班公湖—怒江成矿带区域成矿特征 .....                           | 144        |
| 一、基本成矿地质特征 .....                                    | 144        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 二、成矿区带划分 .....               | 145 |
| 三、Ⅲ~Ⅴ级成矿带基本特征 .....          | 148 |
| 四、班-怒带成矿作用讨论 .....           | 156 |
| 第二节 日土-弗野岩浆弧与成矿作用 .....      | 159 |
| 一、主要成矿地质特征 .....             | 159 |
| 二、成矿作用主控因素 .....             | 160 |
| 三、地球物理和地球化学特征 .....          | 162 |
| 四、遥感地质 .....                 | 162 |
| 五、典型矿床 .....                 | 166 |
| 六、日土-弗野花岗岩带岩石地球化学特征 .....    | 168 |
| 第三节 多龙岩浆弧与成矿作用 .....         | 176 |
| 一、主要成矿地质特征 .....             | 176 |
| 二、成矿作用主控因素 .....             | 176 |
| 三、地球物理和地球化学特征 .....          | 184 |
| 第四节 多龙矿集区基础地质和成矿规律问题 .....   | 185 |
| 一、有待研究的地质矿产问题 .....          | 185 |
| 二、地质矿产专题研究 .....             | 186 |
| 第五节 北羌塘弧后前陆盆地成矿作用 .....      | 187 |
| 一、主要成矿地质特征 .....             | 188 |
| 二、成矿作用主控因素 .....             | 188 |
| 三、地球物理和地球化学特征 .....          | 191 |
| 四、典型矿床(点) .....              | 191 |
| 第六节 班公湖-怒江蛇绿混杂带成矿作用 .....    | 194 |
| 一、主要成矿地质特征 .....             | 194 |
| 二、成矿作用主控因素 .....             | 195 |
| 三、地球物理和地球化学特征 .....          | 196 |
| 四、典型矿床(点) .....              | 198 |
| 第七节 狮泉河-昂龙岗日-班戈岩浆弧成矿作用 ..... | 201 |
| 一、主要成矿地质特征 .....             | 201 |
| 二、成矿作用主控因素 .....             | 201 |
| 三、地球物理和地球化学特征 .....          | 203 |
| 四、典型矿床(点) .....              | 204 |
| 第八节 班公湖-怒江成矿带主要成矿系列 .....    | 208 |
| 第九章 成矿有利地段 .....             | 211 |
| 第一节 班-怒带西段狮泉河-日土-弗野地区 .....  | 211 |
| 一、成矿地质条件 .....               | 212 |
| 二、矿产开发条件 .....               | 213 |
| 第二节 多龙-达查地区 .....            | 213 |

一、成矿地质条件 ..... 214

二、矿产开发条件 ..... 215

第三节 班戈—安多—唐古拉地区 ..... 215

一、成矿地质条件 ..... 215

二、矿产开发条件 ..... 217

第四节 杂多—丁青地区 ..... 218

一、成矿地质条件 ..... 218

二、矿产开发条件 ..... 218

参考文献 ..... 220

# 第一章 绪论

随着我国国民经济的快速发展，经济建设对矿产资源的需求日益增加，加快重要成矿区带的矿产开发十分重要。在“加强重要成矿带基础地质调查”精神指导下，围绕地质调查“358”目标，加强西藏班公湖-怒江成矿带（下称“班-怒带”）地质矿产调查和综合研究，是青藏高原近几年崭新的重要任务。

班-怒带沿东西方向横贯青藏高原中部，在我国长达 2400km，是青藏高原地质和成矿作用研究的重要地区。近年来的国土资源大调查和专题研究发现，班-怒带不仅是一条重要的板块缝合带，对南、北两侧南羌塘南缘和冈底斯北部的岩浆活动、构造演化有直接的控制作用，它同时也是一条重要的成矿带。

## 一、工作区范围

工作范围大致位于东经 79° 30′ ~ 96°、北纬 31° ~ 34° 范围内，为西藏自治区中、北部的阿里、双湖和那曲地区，大约涉及 33 个 1：25 万图幅，面积约 40 万 km<sup>2</sup>（图 1-1）。

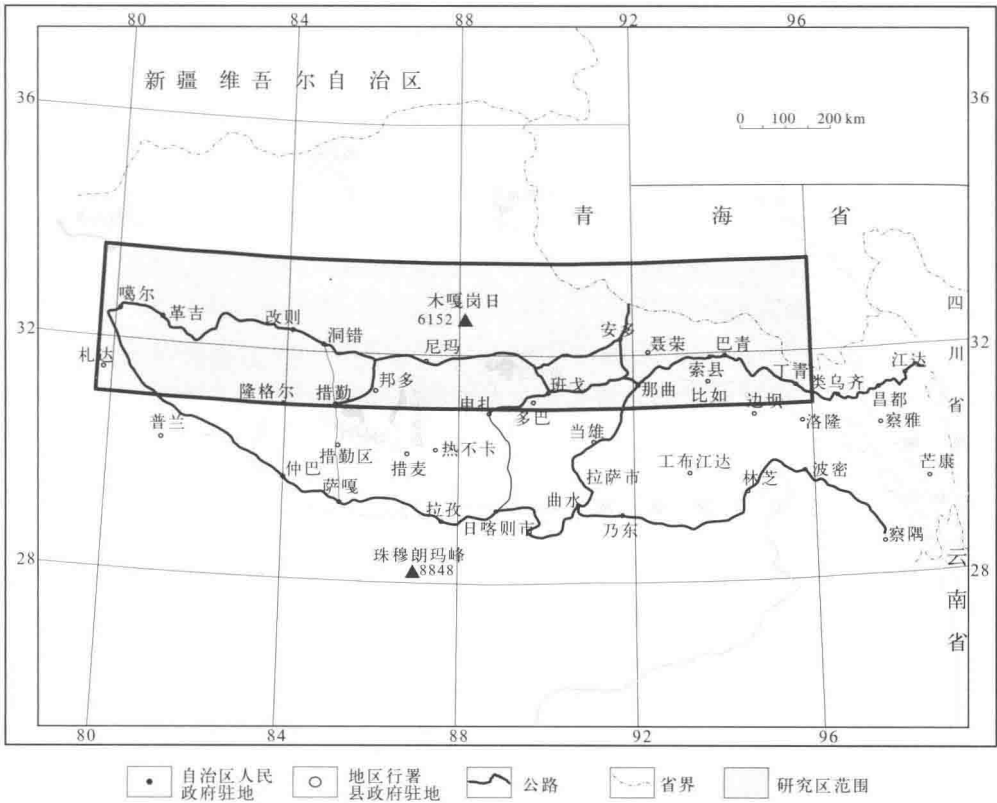


图 1-1 班公湖-怒江成矿带综合项目研究区交通位置图

本项目研究区包括班公湖-怒江结合带和北冈底斯、部分羌塘盆地、双湖-龙木错蛇绿混杂带。中国地质调查局于 2008 ~ 2010 年在本区开展的地质调查和矿产调查项目主要分布在羌塘角木日-戈木日地区、改则-物玛地区和日土-羌多地区。本项目作为综合研究,也将上述地区作为重点研究区段。

研究区内大部分为无人区或人烟稀少地区,人口密度很低,居民主要为藏族。本区位于青藏高原中部和北部,属多年高寒冻土及内流湖盆区,平均海拔 5000m。在地貌上近东西向展布的中-低山岭与宽谷、湖盆相间。发育以湖泊为中心的向心水系。因气候干旱少雨,地表水系不发育,多为季节性间歇河,由消融的雪水及泉水补给。湖泊发育,是我国主要的高原湖泊分布区,湖水多为咸水。因气候干燥湖面萎缩,湖缘多发育咸泉、盐沼。工作区属于典型的大陆型半干旱气候区,具有气压低、严重缺氧、寒冷干燥、风力和紫外线辐射强、日温差大且天气变化频繁等特点。植被稀疏,戈壁、荒漠大片分布。9 月至翌年 4 月为冰冻期,年降水量少于蒸发量。年平均气温在 0° C 以下。

工作区交通不便。新藏公路位于研究区西段,黑阿公路呈东西向穿越本区,区内其他地段仅有少量的简易车道勉强通行。

## 二、研究区以往的地质矿产工作概况及评述

研究区位于青藏高原藏北腹地,涉及班公湖-怒江结合带、北冈底斯、南羌塘盆地和羌塘中央隆起带。由于大地构造的特殊性和良好的成矿背景,历来备受中外地质学家的关注。但是,由于受恶劣自然地理条件的限制,以往的地质矿产调查工作较薄弱。20 世纪 80 年代开展的 1:100 万改则幅、日土幅和拉萨幅区域地质调查覆盖本区。80 年代中期,各省相继完成 1:20 万区域地质调查,但本区由于自然条件恶劣,绝大部分地区未开展 1:20 万区调,直至 2000 年以来,研究区才陆续完成 1:25 万区域地质调查,但区域化探、地球物理测量和矿产调查工作较零散。石油部门和中国地质调查局在羌塘地区开展过专项石油地质研究和部分地震测量。

### (一) 区域地质调查

本区全面的地质调查主要为 2000 ~ 2006 年开展的 1:25 万空白区地质调查。2006 年至今,在本区围绕重要成矿带和重大地质问题陆续开展少量 1:5 万区域地质调查,但尚处于起步阶段。目前开展的 1:5 万区域地质调查和矿产远景调查项目主要部署在班-怒带西段的“革吉-改则铜铁铬金成矿远景区内”,少量部署在“班戈铜铅锌铬规划区”和“雁石坪-安多铁铜规划区”中。班-怒带中东段部署的地质调查项目较少。

上述工作中,最重要的是 1:25 万区域地质调查,对班-怒带及其相邻地区的地层格架、岩浆活动、构造演化等方面作了全面、系统的调查和研究。石油部门和中国地质调查局组织的羌塘盆地石油地质调查、青藏高原油气资源战略选区调查与评价主要针对羌塘石油地质、盆地格架、中央隆起带构造演化等方面研究较深入。

本项目系统收集了 1:25 万区域地质调查成果、专题研究成果和已发表的论文、专著,同时随时跟踪在研项目的进展和阶段性成果。本书编写充分利用了上述资料。

## （二）矿产资源调查

2001 年和 2002 年分别在本区东段双湖—那曲地区、2003 年在改则县北部地区、2005 年在狮泉河及日土和改则地区,开展过矿产资源调查评价工作以及与矿产工作相配套的地质探、化探、遥感工作,取得了大量的新发现、新成果与新认识。另外,在羌塘油气地质工作方面,1991 ~ 2006 年,成都地质矿产研究所开展了“中国西部大型盆地分析”重大基础项目;2001 ~ 2004 年,开展了“青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析”项目;2004 年 5 月 ~ 2008 年 4 月,开展了“全国油气资源战略选区调查与评价”专项计划等。

2007 ~ 2009 年,中国地质调查局在班公湖—怒江成矿带西段日土—改则一带开展了斑岩铜矿和铁矿的地质找矿工作,已取得显著进展,发现了多龙大型富金斑岩铜矿及弗野、材玛富磁铁矿等。研究认为多不杂矿区为超大型斑岩铜金矿。班—怒带中岩金矿方面的研究工作也取得较大进展。但是与冈底斯成矿带相比,班—怒带的地质找矿和科研水平仍较低。2010 年,中国地质调查局在班—怒带西段部署了 5 个矿产远景调查项目和 1 个矿产综合研究项目。2011 年,中国地质调查局在本区再次部署了 11 个矿产远景调查项目。矿产项目主要部署在班—怒带的“革吉—改则铜铁铬金调查规划区”、“班戈铜铅锌铬规划区”和“雁石坪—安多铁铜规划区”中,目的是查明这些重要成矿地段的成矿地质背景和成矿条件,发现找矿线索,为后续矿产调查提供找矿靶区。

## （三）区域化探

班公湖—怒江成矿带化探工作十分薄弱。1999 年和 2001 年,在本区西北部喀喇昆仑南部地区布置了 1 : 20 万和 1 : 50 万区域化探工作,但未涉及本区。2002 年,本区周边开展了大量的 1 : 20 万化探工作,本区仅在东部的双湖周边开展了 6 幅 1 : 20 万化探,大部分地段仍为空白区。2006 年中国地质调查局在成矿有利的改则(曲松—革吉)地区布置 6 幅 1 : 20 万区域化探调查(面积 43320km<sup>2</sup>)。2006 年以来本区西段陆续开展的 1 : 5 万矿产远景调查项目均有 1 : 5 万化探工作,但是完成的时间晚,本项目难以采用。2009 年和 2010 年,中国地质调查局在班—怒带部署了 1 : 20 万都吉、依布茶卡、肖茶卡、当穹多、来多强马、岗日博鲁幅区域化探(2009 ~ 2011),1 : 25 万松西幅、土则岗日幅、日土县幅、羌多幅区域化探(2010 ~ 2012),1 : 25 万邦多区幅区域化探(2010 ~ 2012),阿里左左地区 1 : 5 万化探(2010 ~ 2012)等化探项目。目前班—怒带虽已基本完成中等比例尺的化探工作覆盖,但这些项目正在实施中或资料归档较晚。因此,本项目仍无法采用有效的化探成果对班—怒带进行成矿地质背景综合研究。

## （四）区域地球物理、物探

本区地球物理和物探工作主要是在 1999 年之后进行的。1980 年之前开展的 1 : 50 万航空物探,仅涉及那曲、尼玛一带,不包括班—怒带及羌塘地区。1999 年,在西藏西部开展的 1 : 100 万航磁概查测量,覆盖了班—怒带和羌塘大部分地区。2003 年在班—怒带和羌塘地区,开展了 1 : 100 万重力地质调查,同时石油部门在羌塘中央隆起带开展了 1 : 20 万重力地质调查。2001 年在西藏西部布置了 16 个调查区的航空遥感地质调查,覆盖了双湖、改则和狮泉河地区。除此之外,在地球物理方面也作了一些专题工作,1986 ~ 1990 年,地矿部亚东—格尔木地学大断面;1991 ~ 1992 年,国家地震局组织中美合作,利用 11 个台站,分两条测线组成地震台网记录天然地震,对地壳和上地幔进行研究;1998 ~ 2000 年,

中美合作 INDEPTH-羌塘地块项目等。这些成果对羌塘盆地基底、盆地边缘等提供了深部数据。本项目收集了研究区 1:100 万的重力、航磁和 ETM 卫星遥感数据。本项目编制了研究区全区的重力和航磁异常图,在日土—羌多编制了重点地区 ETM 遥感异常图。2010 年中国地质调查局在本区重点地段多龙等地区设立了“西藏班公湖—怒江成矿带中西段矿产资源遥感综合调查”,采用高分辨率数据对班—怒带西段进行矿产调查。2010 年,中国地质调查局设立 1:25 万热布喀、申扎县幅区域重力调查,青海 1:25 万沱沱河、可可西里湖、乌兰乌拉湖、布喀达坂峰幅区域重力调查,青海 1:25 万赤布张错、温泉兵站、直根尕卡幅区域重力调查等项目。2011 年中国地质调查局再次设立西藏 1:25 万当雄县幅、门巴区幅区域重力调查,西藏 1:25 万班戈县幅、那曲县幅区域重力调查等项目。

## (五) 关于班公湖—怒江带的几个重要地质问题

### 1. 班—怒带的构造属性问题

班公湖—怒江蛇绿混杂带作为板块缝合带,分隔南面的拉萨地体和北面的羌塘地体,该认识已取得共识(郭铁鹰等,1991;任纪舜和肖黎薇,2004)。有学者认为班—怒带代表存在于古生代至中生代的特提斯大洋,并分隔欧亚板块和冈瓦纳板块(Hsü et al., 1995;潘桂棠等,1997)。班—怒带东段的丁青、碧土一带的确存在古生代至三叠纪的蛇绿岩,因此本区在石炭纪已打开成洋盆,持续到早三叠世(尹光侯和侯世云,1998),中、晚三叠世开始俯冲、闭合(王玉净等,2002)。但也有人认为藏东古特提斯洋盆向南与滇西的昌宁—孟连缝合带相连,向西北则与双湖—龙木错缝合带连接,构成古特提斯开阔的多岛洋主洋盆(吴根耀,2006),而班—怒带是中生代才开启的洋盆,时代和属性与雅鲁藏布江洋盆相似。在班戈县白拉乡拉纳沟一带,上三叠统确哈拉群与下伏岩系呈角度不整合接触,说明可能有古生代蛇绿岩的存在,中生代洋盆可能是在古生代洋盆基础上继承和发展起来的(陈玉禄等,2005)。

大部分学者认同班—怒带仅是存在于中生代特提斯洋的一支,而冈瓦纳板块的北界位于双湖—龙木错缝合带(李才等,1995;鲍佩声等,1999;李才等,2006)。根据深部地球物理证据,认为班—怒带可能不是严格意义上的缝合带,而仅是一个老的弧后拉张区(赵文津等,2004)。根据对班公错蛇绿岩岩石化学的详细研究,认为的确存在洋脊型(MORB type)和俯冲带型(SSZ type)两类蛇绿岩,并形成于早期的大洋中脊和晚期的俯冲带之上两个构造环境(阶段),但认为仅仅是冈瓦纳大陆内部的地块界线(Shi et al., 2008)。根据玻安岩的出现和岩石化学综合特征看,班—怒带蛇绿岩是 SSZ 型的,并非形成于大洋环境(邱瑞照等,2004;史仁灯等,2005;叶培盛等,2004;刘文斌等,2002;Qiu, et al., 2007)。

由此可见,对班—怒带洋盆的构造属性、时代及其与特提斯演化的时空关系仍是一个存在争议的问题。对它的演化过程、岩浆岩响应及其与成矿作用的时空关系,尚缺乏深入研究。

### 2. 班—怒带洋盆的俯冲极性与时代问题

对蛇绿岩的同位素年代学测试表明,班—怒带特提斯洋存在于侏罗纪,但关闭时代尚存争议。班公错蛇绿岩中辉长岩中锆石 SHRIMP U—Pb 年龄为  $(162.5 \pm 8.6) \sim (177.1 \pm 1.4)$  Ma,加权平均年龄为  $(167.0 \pm 1.4)$  Ma,代表新特提斯洋在该区俯冲消减的时限,指示班公湖—

怒江特提斯洋至少从中侏罗世开始由扩张转换为俯冲消减(史仁灯, 2007)。对改则舍马拉沟中层状辉长岩的 Sm-Nd 内部等时线年龄为  $(191 \pm 22)$  Ma, K-Ar 年龄为  $(140 \pm 4.07)$  Ma 和  $(152.3 \pm 3.6)$  Ma, 因此认为洋盆在早侏罗世打开, 中侏罗世开始向南的俯冲、早白垩世闭合(邱瑞照等, 2004)。对东巧蛇绿岩中辉长岩进行了锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测试, 得出  $(187.8 \pm 3.7)$  Ma 的年龄(夏斌等, 2008)。

班-怒带西段蛇绿岩和木嘎岗日岩群被具陆相沉积特点的沙木罗组不整合覆盖, 说明洋盆在晚侏罗世闭合并开始仰冲(Kapp et al., 2003; 陈国荣等, 2004)。根据那曲觉翁地区的地质调查, 认为班-怒带存在早白垩世的蛇绿岩, 其上被晚白垩世竞柱山组不整合覆盖, 因此班-怒带特提斯洋最终闭合时代为晚白垩世(陈玉禄等, 2006)。在洞错蛇绿岩堆晶橄长岩中测得 SHRIMP U-Pb 年龄为  $(132 \pm 3)$  Ma, 玄武岩的全岩  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄为  $(137.4 \pm 2.7)$  Ma 和  $(140.9 \pm 2.8)$  Ma(鲍佩声等, 2007)。再者, 塔仁本早白垩世洋岛玄武岩的发现, 表明班公湖-怒江特提斯洋在早白垩世还没有彻底消亡(王忠恒等, 2005; 朱弟成等, 2006)。这些证据反映班-怒带西段在早白垩世尚处于洋盆环境, 在晚白垩世才关闭。

对于班-怒带特提斯洋的俯冲时代和俯冲极性也存在争论。有北向俯冲(曲晓明等, 2009)、南向俯冲(耿全如等, 2005; 2006)以及分期次双向俯冲(廖六根等, 2005; 曹圣华等, 2006)等观点。俯冲的时代一般认为发生在中侏罗世至早白垩世。但是冈底斯带二叠纪初始岛弧的形成可能与古特提斯洋壳向南的俯冲也有关(Geng et al., 2009)。

### 3. 班公湖-怒江缝合带北侧燕山期岩浆弧与成矿

班-怒带北缘侏罗纪、白垩纪岩浆岩被视为岩浆弧, 是青藏高原地质矿产调查的重要进展。近年来发现的多龙斑岩铜矿、弗野-材玛大型磁铁矿等是本区地质矿产调查最令人瞩目的成果, 并可能是青藏高原继玉龙和冈底斯之后的第三条斑岩铜矿带(曲晓明等, 2001)。

侏罗纪花岗岩类分布在日土、羌多地区和多龙地区(1:25 万日土幅、羌多幅和物玛幅区调资料)。对改则以北约 20km 拉布错东侧的火山岩全岩和花岗岩黑云母做了  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年代学研究, 年龄分别为  $(111 \pm 2)$  Ma 和  $(145 \pm 1)$  Ma(Kapp, et al., 2003)。日土北部发现年龄为 159Ma 的辉长岩墙, 并具有岩浆弧成分特征(曲晓明等, 2009)。在狮泉河带东部的尕尔穷含铜矿斑岩中测得锆石 SHRIMP 年龄为 112.0Ma(曲晓明和辛洪波, 2006)。但狮泉河地区的花岗岩是否与班-怒带的俯冲有关, 也需要深入研究。

以往的同位素测试发现, 多龙和日土地区与成矿作用相关的岩浆岩的年龄主要为早白垩世。多龙地区与成矿作用相关的岩浆弧形成于早白垩世(张玉修, 2007, 中科院博士论文; 李金祥, 2008, 中科院博士论文; 余宏全等, 2009)。多不扎大型斑岩铜矿含矿斑岩为钾玄岩-高钾钙碱性系列(曲晓明和辛洪波, 2006)。日土一带、改则多龙地区早白垩世侵入岩与喀纳地区火山岩可能代表班-怒带北部燕山期岩浆弧带, 岩浆活动时代获得同位素年代学支持(江西省地质调查研究院, 2004; 四川省地质调查院, 2006; 西藏自治区地质调查院, 2006)。在改则北约 5km 的火山岩角闪石和全岩  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  法年龄为 110 ~ 116Ma(Kapp et al., 2003)。以往对日土-弗野岩浆弧的年代学测试还较薄弱。

与班-怒带有关的大型斑岩铜矿目前仅在其西段的多不扎得到确认, 尕尔穷斑岩铜矿

位于冈底斯带,是否与班-怒带的岩浆弧有关尚不能确认。但该带在向西延伸,形成萨尔切什梅(伊朗)和赛恩达克(巴基斯坦)等著名的斑岩铜矿(芮宗瑶等,2004)。班-怒带西段已发现的另一类矿床为矽卡岩型磁铁矿,分布在羌多和日土一带。与成矿作用相关的岩体初步测得早白垩世同位素年龄,但该区还获得花岗质岩体的侏罗纪年龄。初步研究认为,这些矿床与班-怒带特提斯洋壳向北俯冲形成的岩浆弧有关(廖六根等,2005;李光明等,2006;鲍佩声等,2007;冯国胜等,2007;李金祥等,2008)。但是,该期岩浆弧的性质代表陆缘弧还是岛弧?岩浆弧有无陆壳或弧前增生楔基底、它们成矿作用的时空联系以及当时南羌塘板块南缘的构造属性、有无弧后盆地等问题,尚未得到研究。必须从地层学对比、岩浆岩岩石学和构造演化特征等多方面加以研究。

## (六) 存在的主要地质矿产问题分析

以往的地质、矿产工作已形成大量的资料积累,包括基础地质、矿产和物探、化探、遥感资料,基本确认班-怒带和双湖-龙木错蛇绿岩带,主要成矿类型为斑岩型铜矿、接触交代-热液充填型铁矿、超镁铁岩浆融离型铬矿等。但有些重大基础地质问题尚未解决,例如,班-怒带特提斯的俯冲极性、岩浆弧(沉积盆地)的时空展布、羌塘盆地的基底问题、特提斯演化问题等,区域成矿背景也需要研究(Cu, Au, Fe形成的构造背景及其与燕山期岩浆作用的关系),成矿作用是否与班-怒带岩浆弧有关?时代、期次、分布等。主要地质矿产问题如下。

### 1. 区域地层划分与构造时空格架需要进一步厘定和完善

区域地质调查在地层划分与对比、岩浆活动时空格架等方面取得了重要进展,但是缺乏全面对比和划分,地层划分十分混乱。①羌塘地区的前寒武纪基底及空间展布;②下古生界在羌塘盆地的分布及其代表的沉积环境;③羌塘地区是否存在晚古生代花岗岩及其构造意义,羌塘和班-怒带花岗岩活动的时、空分布;④班-怒带作为构造混杂带,地层划分较混乱,需要进一步理清、对比;⑤需要在详细对比、划分的基础上,厘定本区地层、岩浆活动和构造活动的时空结构。

### 2. 重大基础地质问题尚未解决

随着区域地质调查和相关科研工作的开展,班-怒带和羌塘盆地的基础地质资料已越来越丰富,需要进行总结和区域性对比,还有一些关键性问题并未得到根本解决。

#### (1) 龙木错-双湖-澜沧江蛇绿混杂带与冈瓦纳大陆北界问题

青藏高原特提斯演化与冈瓦纳大陆和欧亚大陆的界线研究,是几十年来持续的研究热点。龙木错-双湖-澜沧江缝合带能否作为两大大陆的界线,争论较大。

我国学者在大量的区域地质调查资料的基础上,提出了“多岛弧盆系”、“一个特提斯大洋、两个大陆边缘”和增生型造山等模式(潘桂棠等,2010)。在新的理论模式下,如何认识冈瓦纳和泛华夏大陆之间的界线,是今后需要研究的课题。

#### (2) 羌塘盆地的基底问题

羌塘盆地是否存在前寒武纪基底,是长期争论的重要地质问题。根据野外观察和同位素年龄测试,认为羌塘盆地基底为元古宙变质岩系,甚至有太古宙陆核存在的可能(黄继钧,2001;王国芝和王成善,2001;鲁兵,2001;苑守成等,2007;谭富文等,2009)。另一种截然相反的观点,认为羌塘盆地尚无可靠的结晶基底的证据,已获得的基底锆石年

龄为碎屑锆石年龄,不能代表原岩和变质年龄(李才等,2000;2001;2003)。

经过笔者在野外和室内研究,在双湖-龙木错带和北羌塘有些地区(玛尔果茶卡、俄久麦、本松错、嘎错)发现含蓝晶石、矽线石的长英质片麻岩和绢云母石英片岩等,代表一套负变质岩组合(1:25万区调,阿木岗岩组、齐陇乌如岩组和嘎错岩组,成都地质矿产研究所,2005)。这套偶尔出露的片岩、片麻岩类是否代表羌塘盆地的前寒武纪结晶基底,还需深入研究。有趣的是,南羌塘盆地至今未发现类似的片麻岩和片岩露头,是否说明南羌塘古生代和中生代沉积盆地建筑在不同类型的基底之上?必须借助地质和地球物理资料对该问题进行深入研究。

### (3) 羌塘盆地古生代和中生代的构造属性问题

羌塘盆地是高原上面积最大的海相盆地,面积超过 18 万 km<sup>2</sup>,有良好的生储盖条件,具有很好的油气远景。但是对盆地的性质、大地构造背景与演化过程在认识上还存在较大分歧,直接影响到寻找油气资源的指导思想。该问题涉及羌塘盆地古生代、中生代区域性地层对比。古生代羌塘盆地是否代表被动大陆边缘?中生代(侏罗纪)南羌塘是否代表弧前增生楔?解决羌塘盆地的构造演化、盆地性质不仅是重大的基础地质问题,对矿产、油气地质研究均有重要意义。

### 3. 对成矿(区)带需要详细划分,总结区域成矿背景、成矿规律

由于在班-怒带及邻区开展的矿产地质调查和专题研究较少,所以对本带的成矿地质背景、成矿带划分等方面的研究十分薄弱。在区调和矿产调查中已发现大量矿床、矿点和矿化线索,需要从区域成矿背景、成矿带和成矿机理等方面进行全面、深入研究。目前在班-怒带西段的多不杂-铁格隆发现良好的斑岩铜矿;全区金矿点广泛分布;班-怒带中段安多-那曲地区的铬和贵金属等方面都有重要发现,成矿前景良好。对区域矿化特征、成矿规律还存在不同认识,对区域成矿规律及其内在原因还缺乏深入探讨。

### 4. 区域物探、化探、遥感地质调查基础薄弱

本区目前仅有 1:100 万的重力和航磁资料,缺乏中、大比例尺的区域物探和地球物理调查资料,缺乏区域性 1:20 万化探资料,已有的化探成果实际利用不足。对区域物探、化探、遥感资料的综合利用和研究,不仅对区域构造的时空划分具有重要意义,而且对区域成矿规律和矿产预测也有十分重要的意义。

以往的地质、矿产工作,在班-怒带和羌塘地块取得了重要进展,同时也发现了重要的基础地质问题。本区的地质、矿产调查工作仍在继续进行中。对取得的实际资料需要系统的地质学、构造、岩浆岩年代学和地球化学数据总结,深化对成矿地质背景及找矿方向方面的认识。

## 三、本项目研究工作概况

中国地质调查局于 2008 年设立“西藏班公湖-怒江构造带基础地质综合研究”工作项目,隶属于“西南地区基础地质调查与数据更新”计划项目,项目工作周期为 3 年(2008 年 1 月~2010 年 12 月),项目年度经费为 100 万元。2008 年 1 月 29 日中国地质调查局下达 2008 年任务书。2008 年 3 月,中国地质调查局组织专家,对《项目总体设计书和