

西藏西南部达巴—休古嘎布绿岩带 铬铁矿的找矿前景

黄圭成 徐德明 雷义均 李丽娟

(宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003)

摘要:雅鲁藏布江蛇绿岩带长 1500 km 以上,分为东段(曲水—墨脱)、中段(昂仁—仁布)和西段(萨嘎以西至中印边境)3部分。西段又进一步分为北亚带(达机翁—萨嘎蛇绿岩带)和南亚带(达巴—休古嘎布蛇绿岩带),以往的研究程度甚低。达巴—休古嘎布蛇绿岩带的蛇绿岩体(块)由地幔橄榄岩组成,主要岩石类型是方辉橄榄岩和纯橄榄岩,极少量二辉橄榄岩,缺少典型蛇绿岩剖面中的洋壳单元。带内岩体规模大,岩相分带明显,出现较大面积的纯橄榄岩相。拉昂错、东坡、当穷岩体和休古嘎布岩体群发现有较多的铬铁矿化点,矿体呈透镜状(豆荚状)、短脉状、不规则状,矿石以致密块状为主,少部分为浸染状, Cr_2O_3 含量一般达 40% 以上。矿化类型属于豆荚状铬铁矿。对比研究显示,该岩带的岩体在构造环境,蛇绿岩的类型,岩体规模,岩石组成,保存部位,部分熔融程度,岩石、矿物地球化学特征,铬铁矿化特征等许多方面与国内外大型豆荚状铬铁矿床的含矿岩体相似,成矿条件好,找矿前景较大。提出区内找矿前景最好的地段是拉昂错岩体西北部的纯橄榄岩相,其次是东坡岩体的纯橄榄岩相、纯橄榄岩—方辉橄榄岩相,以及当穷岩体的方辉橄榄岩—纯橄榄岩相。

关键词:铬铁矿;找矿前景;蛇绿岩;达巴—休古嘎布;西藏

中图分类号: P618.3; P612 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2007)04-0668-07

世界上原生铬铁矿床主要分为两种类型。第一类是产于具有韵律层理的层状基性—超基性侵入杂岩体内的层状铬铁矿,典型例子分布于南部非洲的前寒武纪地盾区,如布什维尔德(Bushveld)、斯蒂尔瓦(Stillwater)和大岩墙(Great Dyke)等铬铁矿床。这类铬铁矿形成稳定延伸的矿层,彼此互相平行,也与层状火成岩平行,没有受到变形改造。它们是典型的岩浆矿床,是侵位于地壳的玄武质岩浆经过火成堆积作用或结晶分异作用生成,这已在地质学界形成广泛共识。第二类是产于蛇绿岩的超镁铁质杂岩(阿尔卑斯型超镁铁质杂岩)内的豆荚状铬铁矿床,其特征与层状铬铁矿显然不同,矿体形态不规则,呈透镜状(豆荚状)、板状、短脉状等等,侧向延伸有限,出现独特的豆(瘤)状构造矿石。这类铬铁矿床是世界上高品位冶金级铬铁矿石的主要来源,数量多,空间上主要分布于近东西向的阿尔卑斯蛇绿岩带、西太平洋地区,以及乌拉尔蛇绿岩带。代表性矿床有希腊的沃林诺斯(Vourinos)、阿尔巴尼亚的布尔奇泽(Bulqize)和卡里马什(Kalimash)、阿曼的塞麦尔(Semail)、南斯拉夫科索沃地区的4

个大型矿床(Stari Caf Prus, Kraljierca, Babaj Boks 和 Deva)、马其顿的拉杜萨(Radusa)和奥拉谢(Orasje)、土耳其的阿丹娜(Adana)和埃拉吉希(Elazig)岩体内两个大型矿床、塞浦路斯的特罗多斯(Troodos)、中国西藏的罗布莎、菲律宾的科特、新喀里多尼亚的蒂埃巴奇(Teibaghi)、古巴的卡马圭(Camaquey),以及乌拉尔山脉的肯皮尔赛和拉伊兹等4个大型矿床。蛇绿岩是古洋壳及其岩石圈的残余碎片,其中的地幔橄榄岩是原始地幔部分熔融形成玄武岩浆之后的残余^[1-6],豆荚状铬铁矿的形成与地幔岩石部分熔融作用有关。雅鲁藏布江蛇绿岩带是阿尔卑斯—提特斯喜马拉雅蛇绿岩带的组成部分,在西藏境内断续出露长 1 500 km 以上,分为东段(曲水—墨脱)、中段(昂仁—仁布)和西段(萨嘎以西至中印边境)3部分。西段又进一步分为北亚带(达机翁—萨嘎蛇绿岩带)和南亚带(达巴—休古嘎布蛇绿岩带),以往的研究程度甚低,对其形成有不同认识^[7-10]。笔者对西段南亚带蛇绿岩进行了较详细的野外调查,圈定了主要岩体的边界,划分岩相带,在拉昂错和东坡岩体首次发现铬铁矿化。笔者通过与

收稿日期:2006-11-15;改回日期:2007-01-04

基金项目:中国地质调查局矿产资源评价项目(1212010530108)资助。

作者简介:黄圭成,男,1963年生,研究员,博士,主要从事地质矿产调查与研究;E-mail:ychguicheng@cgs.gov.cn。

国内外典型豆荚状铬铁矿床成矿条件及矿化特征对比,探讨达巴—休古嘎布蛇绿岩带铬铁矿的找矿前景。

1 达巴—休古嘎布蛇绿岩带特征

达巴—休古嘎布蛇绿岩带位于西藏自治区西南部,西起札达县达巴乡,经普兰县拉昂错,东至仲巴县帕羊乡休古嘎布一带,呈 NWW 方向分布长约 400 km,宽 10~35 km(图 1)。蛇绿岩的产出有两种形式,一是规模较大的独立岩体(块),岩石较为新鲜,构造变形弱;二是多个小岩块成群产出,构造变形强烈,岩石破碎,已强烈蛇纹石化或成为蛇纹岩。蛇绿岩由地幔橄榄岩组成(局部有少量辉绿岩、辉长岩、

角闪辉石岩等岩脉侵入),主要岩石类型是方辉橄榄岩和纯橄榄岩,极少量二辉橄榄岩,缺少典型蛇绿岩剖面中的洋壳单元。规模较大的蛇绿岩体(块)有拉昂错、东坡、当穷岩体和休古嘎布岩体群。

普兰县拉昂错蛇绿岩体(亦称为普兰岩体),呈 NWW 方向展布,面积约 750 km²,是岩带内规模最大的岩体,出露海拔标高 4200~5228 m。岩体南侧与前震旦系、上侏罗统断层接触,在仁贡一带被新近系—第四系普兰群沉积不整合覆盖;北侧及西侧与上侏罗统断层接触,在地层内发育牵引褶皱。该岩体大致可分为 4 个岩相带(图 2),从北至南分别是:①混杂岩带(20 km²),沿岩体北部边缘分布,由蛇纹岩、强蛇纹石化方辉橄榄岩与上侏罗统碎屑岩岩块经构造混杂而成。②纯橄榄岩相(130 km²),岩石新鲜,主体为纯橄榄岩,含少量方辉橄榄岩,两岩性之间渐变过渡,主要差异在于辉石含量多寡变化;此外,有一些粗(伟)晶辉石岩、辉长岩、钠长花岗岩脉侵入。③方辉橄榄岩相(530 km²),是岩体的主体部分,以不同程度蛇纹石化的方辉橄榄岩为主,局部地段含有少量新鲜的纯橄榄岩透镜体,两种岩性之间呈渐变过渡。④方辉橄榄岩+辉绿岩脉相(70 km²),主要为不同程度蛇纹石化的方辉橄榄岩,极少量二辉橄榄岩,并有一些辉绿岩脉侵入。

札达县东坡蛇绿岩体,由近长方形的两部分组成,分别为长 21 km、宽 9 km 和长 15 km、宽 10 km,总面积约 300 km²(图 3),出露海拔标高 4 420~5 045 m,岩体周边被新近系—第四系札达群沉积不整合覆盖,在北侧深沟中见与三叠

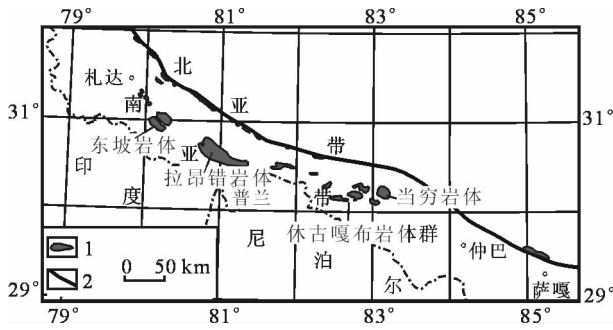


图 1 雅鲁藏布江西段蛇绿岩分布图
1—蛇绿岩;2—雅鲁藏布江缝合带

Fig.1 Distribution of ophiolites in the western segment of the Yarlung Zangbo River
1—Ophiolites;2—Yarlung Zangbo suture zone

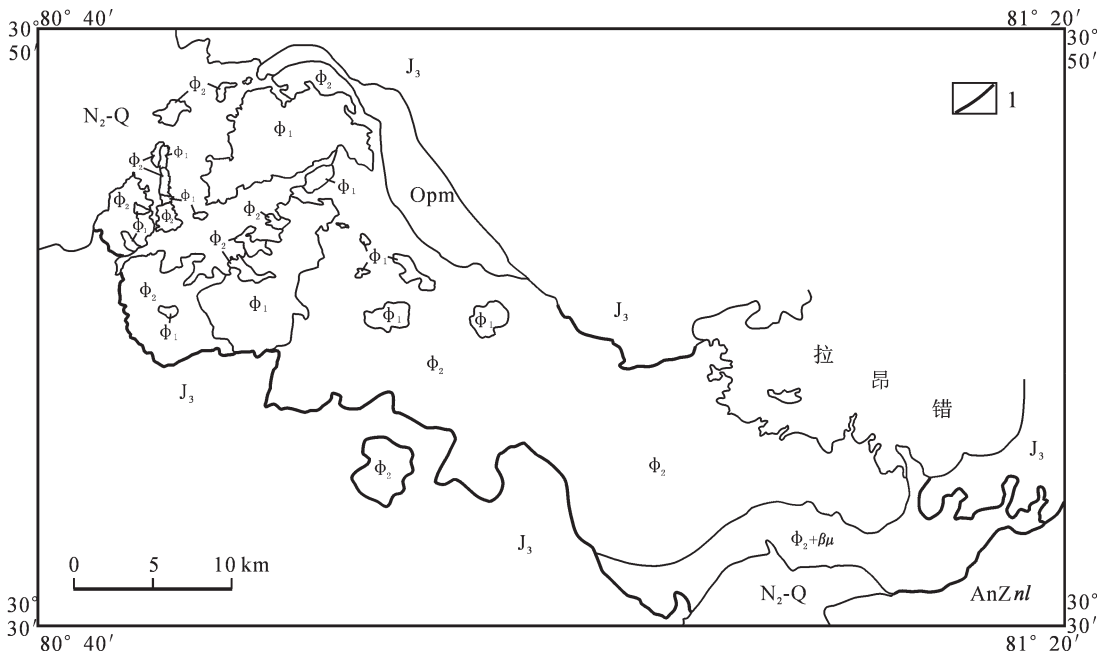


图 2 普兰县拉昂错蛇绿岩体(块)地质图

N—Q—新近系—第四系;J₃—上侏罗统;AnZnl—前震旦系聂拉木群;Opm—混杂岩带;φ₁—纯橄榄岩相;φ₂—方辉橄榄岩相;φ₂+βμ—方辉橄榄岩+辉绿岩脉相;1—断层

Fig.2 Geological map of the La'nga Co ophiolite mass (block) in Burang County
N₂-Q—Neogene-Quaternary; J₃—Upper Jurassic; AnZnl—Pre-Sinian Nyalam Group; Opm—Mélange zone; φ₁—Dunite facies; φ₂—Harzburgite facies; φ₂+βμ—Harzburgite + diabase dike facies; 1—Fault

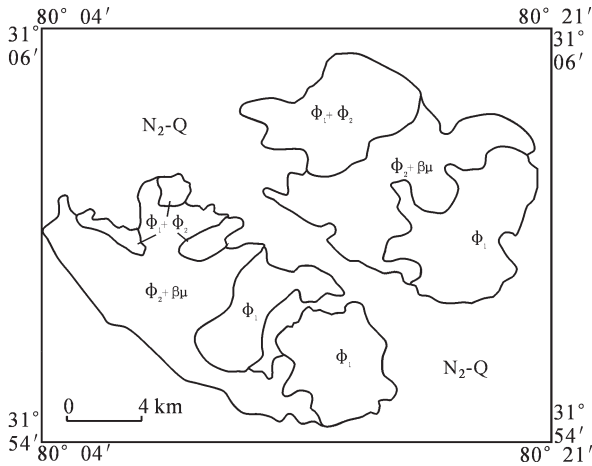


图3 札达县东坡蛇绿岩体(块)地质图

N_2-Q —新近系—第四系; ϕ_1 —纯橄榄岩相; ϕ_2 —纯橄榄岩—方辉橄榄岩相; $\phi_2+\beta\mu$ —方辉橄榄岩+辉绿岩脉相

Fig.3 Geological map of the Dongpo ophiolite mass (block) in Zanda County

N_2-Q —Neogene—Quaternary; ϕ_1 —Dunite facies; ϕ_2 —Dunite—Harzburgite facies; $\phi_2+\beta\mu$ —Harzburgite + diabase dike facies

系碳酸盐岩—碎屑岩系呈断层接触。岩体未被构造肢解, 出露连续, 岩石较新鲜, 但在断层通过之处蛇纹石化明显增强, 甚至变成蛇纹岩。按岩性划分为3个岩相, 从北西至南东分别是: ①纯橄榄岩—方辉橄榄岩相(50 km²), 岩石新鲜, 由纯橄榄岩和方辉橄榄岩混杂而成, 两者之间渐变过渡; ②方辉橄榄岩+辉绿岩脉群相(150 km²), 主体岩性为蛇纹石化方辉橄榄岩, 其中有较多的辉绿(辉长辉绿)岩脉(墙)侵入; ③纯橄榄岩相(100 km²), 岩石新鲜, 主体岩性为纯橄榄岩, 含有少量方辉橄榄岩, 两者间渐变过渡。

仲巴县当穷蛇绿岩体, 长15 km, 宽13 km, 面积约165 km², 露海拔标高4600~5716 m, 西侧和南侧被第四系覆盖, 东侧和北侧与侏罗—白垩系石英砂岩、硅质岩等断层接触。岩体可分为3个岩相带: ①方辉橄榄岩—纯橄榄岩相(130 km²), 岩石新鲜无蛇纹石化, 主要由方辉橄榄岩组成, 并含有较多的纯橄榄岩透镜体, 两者之间渐变过渡, 在南部偶见辉石岩小透镜体。②方辉橄榄岩+辉绿岩脉群相(30 km²), 分布于岩体的南部, 主体岩性为强蛇纹石化方辉橄榄岩, 其中有众多的辉绿(长)岩脉侵入, 成群密集产出, 局部在100 m范围内多达20条。③混杂岩带, 小面积分布于岩体东缘, 由蛇纹岩和侏罗—白垩系硅质岩经构造作用混杂而成。

2 铬铁矿化特征

达巴—休古嘎布蛇绿岩带的拉昂错、东坡、当穷岩体和休古嘎布岩体群都已发现铬铁矿, 矿化点多, 产状相似, 呈透镜状(豆荚状)、短脉状、不规则状。矿石以致密块状为主, 少部分为浸染状, 品质好, Cr₂O₃含量一般达40%以上, 伴生铂

族元素(Os, Ir, Pt, Ru, Rh, Pd)含量较高, Σ PGE最高5526×10⁻⁶, 有综合利用价值。但是这些矿体的规模较小, 尚未发现具有重大工业意义的矿体。

拉昂错岩体内共发现49个铬铁矿化点(含原生矿点20个, 矿转石分布点29个), 绝大多数分布于纯橄榄岩相, 极少数产于方辉橄榄岩相的纯橄榄岩分离体内。原生矿体悬浮于岩体内部, 不受构造因素控制, 空间上随机分布, 局部成群集中产出, 有一半的矿体延伸方向为北西向, 其余矿体为北东向、近北南向或近西向。矿转石的分布方向取决于地形坡向, 与矿体的原始产状不一致。原生矿体形态简单, 呈透镜状(豆荚状)、短脉状、不规则状; 规模小, 一般长2~6 m, 厚0.2~0.7 m, 最大者长7.60 m, 宽5.10 m, 延深>10 m, 最小者长宽仅数厘米。DL636矿化点是岩体内规模较大的一个矿点, 由5个矿体组成, 它们相距数米至十几米不等, 构成长60 m、宽15 m的NE向的矿化带, 产于纯橄榄岩内。从南西至北东分别是: 1号矿体, 长1.65 m, 厚0.90~1.30 m, 延深>0.90 m, 透镜状, 由致密块状和中等浸染状矿石组成。2号矿体, 呈椭圆形, 长轴6.90 m, 短轴5.50 m, 厚>1 m, 主要为致密块状矿石, 边缘出现不对称的稀疏—中等浸染状矿石。3号矿体, 地表平面上呈椭圆形, 长7.60 m, 短轴宽5.10 m, 延深10 m以上, 是一柱状矿体, 矿石呈致密块状, 仅在矿体北西侧边缘出现0.30 m宽的稀疏浸染状。4号矿体呈脉状, 长3.10 m, 宽0.70 m, 延深>1.0 m, 由致密块状矿石组成。5号矿体呈脉状, 长约2 m, 厚0.08~0.40 m, 由致密块状矿石组成。岩体内见一个豆状构造的矿体(DL54矿点), 产于纯橄榄岩内, 呈透镜状, 边缘分岔, 长2.3 m, 厚0.6 m, 与围岩突变接触; 豆状铬铁矿颗粒构成稠密浸染状, 脉石矿物以蛇纹石为主, 少部分为橄榄石残晶。

东坡岩体内已发现12个铬铁矿化点, 其中原生矿点3个, 铬铁矿转石分布点8个, 它们分布于方辉橄榄岩—纯橄榄岩相和纯橄榄岩相。由于交通不便, 该岩体的调查程度很低, 随着找矿工作的深入开展, 可能会发现更多的矿化点。3个原生矿点分别是: DD28矿点, 在近东西向山脊上有铬铁矿碎块断续分布长约100 m, 宽20~50 m, 最大矿块10 cm×20 cm×25 cm, 形态呈不规则棱角状, 周围零星出露的是纯橄榄岩。在山脊较低处, 有一原生铬铁矿体出露, 长4.2 m, 宽0.7 m, 与纯橄榄岩突变接触, 矿石呈致密块状。根据矿转石分布情况推测, 应该还有其他原生矿体尚未发现。DD65矿点, 由一个矿体组成, 呈透镜状, 长2.8 m, 最大宽度1.8 m, 围岩是纯橄榄岩; 矿石以致密块状为主, 在矿体边缘过渡为稠密浸染状。DD25矿点, 见一个原生矿体, 长0.5 m, 宽0.2 m, 矿体围岩是纯橄榄岩, 矿石呈稠密浸染状—致密块状。

当穷岩体共发现原生铬铁矿化点35处^①, 产于纯橄榄岩—方辉橄榄岩相内。其中15处集中于阿母弄坎巴沟东西两侧的山地上; 15处分布于郭布沟的北山; 2处位于那布东山的北坡; 2处位于阿舍青山的北西和南西山坡与谷地交界处;

①西藏第二地质大队, 西藏自治区仲巴县当穷、休古嘎布基性—超基性岩体铬铁矿普查前期地质报告, 1996。

1处位于柯穷沟口的西坡。目前所发现的铬铁矿体规模很小,长度大于2 m的仅有两个,另有12个矿体长1~3.6 m,其余的均小于1 m;厚度最大者0.7 m,多数在0.15~0.40 m,最小者仅数厘米。矿体形态为透镜状和脉状,或不规则状,多数产于方辉橄榄岩中的纯橄榄岩异离体内,走向与异离体长轴基本一致,个别直接产于方辉橄榄岩内,与围岩多为突变接触,少数为渐变过渡。矿体走向以NE和NW向为主,有的沿走向或倾向斜列式、链状断续出现。矿石以致密块状为主,少部分小矿体或矿体的边部为稠密浸染状或中等浸染状,其中一个矿体为豆(瘤)状构造。

休古嘎布岩体群共发现原生铬铁矿体18个^{①②},多分布于岩体群的南部,距边界围岩一般不超过1 km。有分段集中、成群出现的特点,可划分为3个矿群:Ⅰ矿群,位于门当嘎木尔北约2 km;见原生矿体1个,矿石转石点2处,分布面积约0.5 km²。Ⅱ矿群,共14个原生矿体,分布于梅志弄、札布一带,并有矿石转石点(区)4处;Ⅲ矿群,位于下如贡嘎,共有3个原生矿体,矿石转石区2处,分布范围1 km²。原生矿体规模小,仅有3个长度大于10 m,分别是:Cr-21矿体长12 m,最宽处5.2 m;Cr-22矿体断续长14.4 m,宽2.5 m;Cr-31矿体长12.5 m,宽3.1 m。其他的矿体长0.5~3.1 m,宽0.35~1.5 m。矿体形态为透镜状、长透镜状、不规则状,赋存于纯橄榄岩异离体内,或直接产于方辉橄榄岩内,多数矿体与围岩接触界线截然清楚,边界呈波状弯曲,少数为渐变过渡。铬铁矿矿石主要为致密块状,仅在部分矿体的边部出现稠密浸染状。

3 铬铁矿找矿前景讨论

3.1 豆荚状铬铁矿床的成矿规律

业已公认,目前观察到的蛇绿岩是经过异地迁移和构造侵位变动的,空间展布形态并非原始生成,因此不能用就地侵入岩浆岩体成矿作用的方法来分析豆荚状铬铁矿的成矿规律。一般而言,豆荚状铬铁矿体产于蛇绿岩中的地幔橄榄岩系列内,单个矿体规模较小,空间分布表现为较大的随机性,具体控矿因素不甚明显。根据国内外典型矿床特征,可以总结出豆荚状铬铁矿床宏观上的成矿与分布规律主要有以下4个方面:

(1)豆荚状铬铁矿床的产出与蛇绿岩的类型有关,一般出现在方辉橄榄岩型蛇绿岩中,而不存在于二辉橄榄岩型蛇绿岩^[7]。这是较为普遍的情况,以至于有人提出铬铁矿出现与否是方辉橄榄岩型与二辉橄榄岩型蛇绿岩的鉴别特征之一^[8],其原因与铬铁矿的形成机理有关。在地幔岩石部分熔融作用过程中,Cr来源于透辉石。原始地幔二辉橄榄岩中,Cr赋存在单斜辉石内,直至发生熔融作用产生相关类型的蛇绿岩,Cr才从这些矿物中大量被释放出来;而方辉橄榄岩内,单斜辉石大多已被熔融,释放出来的Cr进入熔体^[9]。随着熔融作用

增加,熔体中Cr首先进入尖晶石,然后通过成分改造成为铬铁矿^[20]。

(2)世界上大型豆荚状铬铁矿床成矿部位主要是在蛇绿岩中地幔橄榄岩的上部,或地幔底辟体的顶部^[21],即在莫霍面以下1~2 km的范围内^[5,22-24]。阿曼铬铁矿位于堆积岩下面的方辉橄榄岩剖面顶部过渡带,或堆积岩与方辉橄榄岩之间的纯橄榄岩中,或堆积岩下方辉橄榄岩中的不规则纯橄榄岩条带内(Semail);同时也有不少矿体位于莫霍面以下2~3 km处(Wadi Fayd),或1.2 km处(Wadi Rajmi)^[19]。菲律宾三描礼士地区的阿科杰铬铁矿体大部分产于堆积岩下200~1 000 m的纯橄榄岩-方辉橄榄岩过渡带,有些产于较深处的方辉橄榄岩内;科特铬铁矿体位于堆积岩下250 m内的橄榄岩中,有些产于较深的纯橄榄岩和方辉橄榄岩中^[23]。新喀里多尼亚铬铁矿体主要产于堆积岩以下1.5 km的纯橄榄岩和方辉橄榄岩内,少数矿体赋存在较深部靠近二辉橄榄岩的方辉橄榄岩岩段,如的蒂巴希的部分矿体^[25]。中国的罗布莎矿床铬铁矿体位于莫霍面(堆积岩)之下1 km以内^[5,22,26]。此外,古巴的铬铁矿床、纽芬兰的岛湾、塞浦路斯的特罗多斯和峡谷山^[25],以及哈萨克斯坦的肯皮尔赛^[5,22],也都有相似的产出规律。这个区段主要由方辉橄榄岩和纯橄榄岩组成,而且纯橄榄岩所占比例较大,是高度部分熔融的地幔残余,因此是有利于成矿的部位。

(3)矿体的分布与纯橄榄岩密切相关,往往与纯橄榄岩相伴产出,不少是直接以纯橄榄岩为围岩。例如新喀里多尼亚的铬铁矿体,主要产在大量纯橄榄岩透镜体集中出现的地段,当纯橄榄岩透镜体减少时矿体的数量及储量都随之减少^[25];阿尔卑斯蛇绿岩带内的大多数矿床(布尔奇泽、沃林诺斯、特罗多斯等)、古巴的卡马圭、乌拉尔山脉及菲律宾的铬铁矿体产出都与纯橄榄岩直接相关。罗布莎含矿岩体内纯橄榄岩非常发育,构成纯橄榄岩相和其下的纯橄榄岩-方辉橄榄岩相,矿体主要分布于这两个岩相界线附近,尤其是纯橄榄岩-方辉橄榄岩相的上部,围岩是纯橄榄岩和方辉橄榄岩^[5,22,26]。纯橄榄岩大量出现,可以作为铬铁矿的找矿标志之一。

(4)蛇绿岩内塑性剪切流变带有一定的控矿作用。铬铁矿体最初形成时是不整合的、随机分布的,后来在地幔演化和高温流变过程中,在剪切应力作用下与围岩一起遭受塑性剪切流变,导致矿体沿着一定的叶理、面理延伸方向集中分布,并由不整合逐渐演化为整合矿体^[25]。罗布莎地区的铬铁矿体沿着岩石变形带(叶理、面理)成群出现,分段集中,并且随同围岩一起弯曲褶皱^[5,22,26]。新喀里多尼亚一半以上的铬铁矿体被拉长,沿着或平行于线理方向分布,排列成串,呈现整合或近似整合状^[25],只有四分之一的矿体为不整合。肯皮尔赛岩体则形成穹隆背斜,矿体产在两翼。这一规律有利于追索和圈定矿带和矿体。当然,这种现象并非十分普遍,如菲律

① 西藏第二地质大队,西藏自治区仲巴县当穷、休古嘎布基性-超基性岩体铬铁矿普查前期地质报告,1996。

② 西藏第二地质大队,西藏自治区仲巴县休古嘎布基性-超基性岩体铬铁矿普查报告,1998。

宾三描礼地区的铬铁矿体通常与围岩的叶理不一致^[23]。雅鲁藏布江西段蛇绿岩的塑性剪切变形较微弱,宏观上没有形成显著的变形带,各种叶理、面理不发育,尚未发现铬铁矿体分布受变形带控制的现象。

3.2 达巴—休古嘎布蛇绿岩带铬铁矿的找矿前景讨论

豆荚状铬铁矿床的成矿主要取决于地幔岩石的熔融程度,能否提供足够的成矿物质,以及是否存在促使成矿物质富集、沉淀的条件和场所等方面。此外还与构造环境有关,如消减带之上环境形成的蛇绿岩可能更有利于铬铁矿的形成^[27-29]。下面根据现阶段工作程度,与国内外典型豆荚状铬铁矿床特征及成矿规律对比,对达巴—休古嘎布蛇绿岩带的找矿前景进行分析讨论。

达巴—休古嘎布蛇绿岩带是阿尔卑斯—喜马拉雅特提斯蛇绿岩带的一个分支,在全球的尺度上处于类似的大地构造环境。统计显示,世界上已发现的 21 个大型豆荚状铬铁矿床中,有 15 个产于阿尔卑斯—喜马拉雅特提斯蛇绿岩带(包括中国罗布莎矿床)^[29],因而该岩带是最重要的铬铁矿带。由此推测,作为该铬铁矿带组成一部分的达巴—休古嘎布蛇绿岩带,同样是有找矿前景的。

达巴—休古嘎布蛇绿岩带内的岩体规模大,可以提供较大的找矿空间。世界上著名的大型豆荚状铬铁矿床多数产在规模较大的蛇绿岩体内,如阿尔巴尼亚的布尔奇泽岩体面积为 350 km²,希腊的沃林诺斯岩体 150 km²,菲律宾的科特岩体大于 1000 km²,新喀里多尼亚的南岩体 3000 km²,哈萨克斯坦的肯皮尔赛岩体 1000 km²,俄罗斯的拉伊兹岩体 450 km²,古巴的卡马圭含矿岩体 1000 km²,中国罗布莎岩体 70 km²,等等。虽然蛇绿岩体规模大只代表残余洋壳碎片的规模大,被构造肢解破坏的程度低,并不说明一定有铬铁矿产出,但是,规模大的岩体赋存铬铁矿的机率大,可供找矿的空间范围大,因此从中发现矿床的可能性较大。本区的拉昂错、东坡和当穷岩体出露面积分别为 750 km²、300 km² 和 165 km²,而且没有受到构造肢解破坏,有利于寻找铬铁矿。

本区蛇绿岩属于方辉橄榄岩型,地幔岩系由方辉橄榄岩和纯橄榄岩组成,部分熔融程度比较高,出现大量纯橄榄岩,而且形成较大面积的纯橄榄岩相或方辉橄榄岩—纯橄榄岩相,这与世界上大型豆荚状铬铁矿床的含矿岩体相似,有利于铬铁矿形成。如拉昂错岩体的纯橄榄岩相面积约 130 km²;东坡岩体的纯橄榄岩相面积约 100 km²,方辉橄榄岩—纯橄榄岩相约 50 km²;当穷岩体主要由方辉橄榄岩和纯橄榄岩混杂而成。在纯橄榄岩相内含有少量方辉橄榄岩透镜体,而在方辉橄榄岩相内也有一些纯橄榄岩透镜体,两种岩石之间渐变过渡,这种情况是部分熔融程度较高的体现。地幔橄榄岩的 Al₂O₃-MgO、CaO-MgO 和 Al₂O₃-CaO 化学成分图解以及单斜辉石 TiO₂-Al₂O₃ 协变图,表现为部分熔融程度较高的特征^[12]。岩体部分熔融程度高,残余相规模大,分带性明显,有利于岩石中的成矿物质进入熔体而富集成矿^[29]。

岩带内出露的蛇绿岩属于地幔橄榄岩的上部,靠近莫霍

面下方,与上述世界上大型豆荚状铬铁矿床的成矿部位相似,有利于形成铬铁矿。较典型的是拉昂错岩体,根据野外调查及钻孔资料,岩体西北部的纯橄榄岩相位于上部,方辉橄榄岩相位于下部,两者互成上下关系。纯橄榄岩相中有少量粗晶辉石岩脉(或透镜体)、粗晶辉长岩脉以及斜长花岗岩脉侵入。这两种情况暗示纯橄榄岩相处于临近堆晶岩(本区未见出露)的部位,在莫霍面之下不远。东坡岩体的纯橄榄岩相和方辉橄榄岩—纯橄榄岩相,以及当穷岩体的方辉橄榄岩—纯橄榄岩相也处于同样的位置。

岩石、矿物成分特征与西藏罗布莎及东地中海地区含矿蛇绿岩体相似^[12]。在地幔橄榄岩中的共生矿物斜方辉石 Al₂O₃(wt%)-铬尖晶石 Cr'关系图上,本区岩体与罗布莎、东地中海地区含有大型铬铁矿床的蛇绿岩体(Vourinos,Othrys等)分布在同一区域,而与被认为无成矿潜力的 Pindos 蛇绿岩体相距较远。在地幔橄榄岩的 Cr-TiO₂关系图上本区蛇绿岩体与东地中海著名含矿蛇绿岩体(如 Troodos, Semail, Vourinos)分布区域相同。

如前所述,已经在拉昂错岩体发现铬铁矿化点 49 处,东坡岩体 12 处,当穷岩体 35 处,休古嘎布岩体群 18 处。这些铬铁矿化点主要分布于地幔橄榄岩的上部,即纯橄榄岩相和方辉橄榄岩—纯橄榄岩相。尽管这些铬铁矿化点规模小,但是重要的成矿显示。

综合上述,达巴—休古嘎布蛇绿岩带的岩体在构造环境,蛇绿岩的类型,岩体规模,岩石组成,保存部位,部分熔融程度,岩石、矿物地球化学特征,铬铁矿化特征等许多方面与国内外大型铬铁矿床的含矿岩体相似,具备良好的铬铁矿成矿条件,并且已经发现不少矿化点,可以认为具有较大的找矿前景。

3.3 铬铁矿的找矿方向

达巴—休古嘎布蛇绿岩带的铬铁矿成矿条件好,地质勘查程度低,因此找矿取得突破的机会较大。根据蛇绿岩体的岩石组成、铬铁矿的矿化强度与产出特点等方面分析,认为拉昂错岩体最有可能取得找矿突破,岩体西北部的纯橄榄岩相内已经发现几十个铬铁矿化点,是有成矿远景的地段,应当作为优先找矿的靶区,主攻目标是隐伏大矿体。此外,东坡岩体的纯橄榄岩相、纯橄榄岩—方辉橄榄岩相,以及当穷岩体的方辉橄榄岩—纯橄榄岩相,也是较好的找矿靶区,值得开展找矿评价。

4 结 论

达巴—休古嘎布蛇绿岩带的蛇绿岩体规模大,由地幔橄榄岩组成,缺少典型蛇绿岩剖面中的洋壳单元;主要岩石类型是方辉橄榄岩和纯橄榄岩,极少量二辉橄榄岩,有明显的岩相分带。其中拉昂错、东坡、当穷岩体和休古嘎布岩体群已发现较多铬铁矿化点,矿体呈透镜状(豆荚状)、短脉状、不规则状,矿石以致密块状为主,少部分为浸染状,品质好,矿化类型属于豆荚状铬铁矿,这是重要的成矿显示。

对比研究显示,该岩带的岩体在构造环境,蛇绿岩的类型,岩体规模,岩石组成,保存部位,部分熔融程度,岩石、矿物地球化学特征,铬铁矿化特征等许多方面与国内外大型铬铁矿床的含矿岩体相似,可以认为具有良好的成矿条件,找矿前景较大。

岩带内找矿前景最好的地段是拉昂错岩体西北部的纯橄榄岩相,其次是东坡岩体的纯橄榄岩相、纯橄榄岩—方辉橄榄岩相,以及当穷岩体的方辉橄榄岩—纯橄榄岩相。

参考文献 (References):

[1] Moores E M, Vine F J. Troodos massif Cyprus as oceanic crust: evaluation and implications [J]. *Philosophical Transactions Royal Society of London, ser.A*, 1971, 268:443-466.

[2] Moores E M, Jackson E D. Ophiolites and oceanic crust [J]. *Nature*, 1974, 25:136-138.

[3] Coleman R G. Ophiolites, Ancient Oceanic Lithosphere? [M]. New York, Springer-Verlag, 1977:229.

[4] E. A. 林伍德著, 杨美娥, 等译. 地幔的成分与岩石学 [M]. 北京: 地震出版社, 1981:50-59.
Ringwood A E. Translated by Yang Meie, et al. *Composition and Petrology of the Earth's Mantle* [M]. Beijing: Seismological Press, 1981:50-59 (in Chinese).

[5] 王希斌, 鲍佩声, 邓万明, 等. 西藏蛇绿岩 [M]. 北京: 地质出版社, 1987:110-126.
Wang Xibin, Bao Peisheng, Deng Wangming, et al. *Xizang (Tibet) Ophiolites* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987:110-126 (in Chinese with English abstract).

[6] Hawkins J W. Geology of supra-subduction zones—Implications for the origin of ophiolites [C]//Dilek Y, Newcomb S (eds.). *Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought*. Geological Society of America Special Paper, 2003, 373:227-268.

[7] A. 甘塞尔. 环印度缝合带 [C]//中国地质科学院地质研究所. 特提斯构造带地质学. 北京: 地质出版社, 1983:58-67.
Gansser A. Suture zone of Indian-circling [C]//Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences (ed.). *Geology of Tethys Structural Belt*. Beijing: Geological Publishing House, 1983:58-67 (in Chinese).

[8] 郭铁鹰, 梁定益, 张宜智, 等. 西藏阿里地质 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991:201-260.
Guo Tieying, Liang Dingyi, Zhang Yizhi, et al. *Geology of Ngari Tibet (Xizang)* [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991:201-260 (in Chinese).

[9] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1993:294-318.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. *Regional Geology of Xizang (Tibet) Autonomous Region* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993:294-318 (in Chinese).

[10] 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯多弧—盆系统演化模式 [J]. *岩相古地理*. 1996, 16(2):52-65.

Pan Guitang, Chen Zhiliang, Li Xingzhen, et al. Models for the evolution of the polyarc-basin systems in eastern Tethys [J]. *Sedimentary Facies and Palaeogeography*. 1996, 16 (2):52-65 (in Chinese with English abstract).

[11] Miller C, et al. Geochemistry and tectonomagmatic affinity of the Yungbwa ophiolite, SW Tibet [J]. *Lithos*, 2003, 66:155-172.

[12] 黄圭成. 西藏雅鲁藏布江西段蛇绿岩及铬铁矿研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2006.
Huang Guicheng. *Study on Ophiolite and Chromitite in Western Yarlung Zangbo, Tibet* [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2006 (in Chinese with English abstract).

[13] 黄圭成, 莫宣学, 徐德明, 等. 西藏西南部达巴—休古嘎布蛇绿岩带的形成与演化 [J]. *华南地质与矿产*. 2006, 87(3):1-9.
Huang Guicheng, Mo Xuanxue, Xu Deming, et al. *Origination and evolution of Daba-Xiugugabu ophiolite belt in southwestern Tibet* [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2006, 87(3):1-9 (in Chinese with English abstract).

[14] 徐德明, 黄圭成, 黄陵勤, 等. 西藏西南部达巴—休古嘎布蛇绿岩带中地幔橄榄岩的成因 [J]. *华南地质与矿产*. 2006, 87(3):10-18.
Xu Deming, Huang Guicheng, Huang Lingqin, et al. *The origin of mantle peridotites in the Daba-Xiugugabu ophiolite belt, SW Tibet* [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2006, 87(3):10-18 (in Chinese with English abstract).

[15] 白文吉, 杨经绥, 方青松, 等. 西藏蛇绿岩中不寻常的地幔矿物群 [J]. *中国地质*, 2003, 30(2):144-150.
Bai Wenji, Yang Jingsui, Fang Qingsong, et al. *An unusual mantle mineral group in ophiolites of Tibet* [J]. *Geology in China*, 2003, 30(2):144-150 (in Chinese with English abstract).

[16] 白文吉, 杨经绥, 方青松, 等. 雅鲁藏布江蛇绿岩中超高压矿物硅尖晶石的研究 [J]. *中国地质*, 2006, 33(6):1379-1385.
Bai Wenji, Yang Jingsui, Fang Qingsong, et al. *Study of the UHP mineral silicon in the Yarlung Zangbo ophiolite* [J]. *Geology in China*, 2006, 33(6):1379-1385 (in Chinese with English abstract).

[17] Nicolas A. Structure and petrology of peridotites [J]. *Rev. Geophys*, 1986, 24:875-895.

[18] Boudier F, Nicolas A. Harzburgites and lherzolites subtypes in ophiolitic and oceanic environments [J]. *Earth Planet. Sci. Lett*, 1985, 76:84-92.

[19] Nicolas A, H Al Azri. Chromite-Rich and Chromite-Poor Ophiolite: The Oman Case [C]// Peters T J, et al (eds.). *Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere*. 1990:261-274.

[20] Roberts S. Ophiolitic chromitite formation: a marginal basin phenomenon? [J]. *Economic Geology*, 1988, 83:1034-1036.

[21] Nicolas A, Violette J F. Mantle flow at oceanic spreading centers: models derived from ophiolites [J]. *Tectonophysics*, 1982, 81:319-339.

[22] 鲍佩声, 王希斌, 彭根永, 等. 中国铬铁矿床 [M]. 北京: 科学出版社, 1999:313-319.
Bao Peisheng, Wang Xibin, Peng Genyong, et al. *Chromite Deposits in China* [M]. Beijing: Science Press, 1999:313-319 (in

- Chinese with English abstract).
- [23] Leblanc M, Violette J F. Distribution of aluminum-rich and chromium-rich chromite pods in ophiolite peridotites [J]. *Economic Geology*, 1983, 78:293-301.
- [24] Leblanc M, Nicolas A. Ophiolite chromitites [J]. *International Geological Review*, 1992, 34:653-686.
- [25] Cassard D, Nicolas A, et al. Structural classification of chromite pods in southern New Caledonia[J]. *Economic Geology*, 1981, 76: 805-831.
- [26] 张浩勇, 巴登珠, 郭铁鹰, 等. 西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿床研究[M]. 拉萨:西藏人民出版社, 1996:79-85.
Zhang Haoyong, Ba Dengzhu, Guo Teyin, et al. Study of Luobusha Typical Chromite Ore Deposit Qusong County Tibet[M]. Lasa:Xizang People's Publishing House, 1996:79-85(in Chinese).
- [27] Pearce J A, Lippard S J, Roberts S.Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites[C]//Kokelaar B P, Howells M F (eds.). *Marginal Basin Geology*. Geol. Soci. by Blackwell Scientific Publications, 1984, 16:77-94.
- [28] Zhou Meifu. Origin and tectonic environment of podiform chromite deposits[J]. *Economic Geology*, 1997, 92:259-262.
- [29] 梅厚钧. 蛇绿岩铬铁矿床的分布与成因及中国铬铁矿床的类型 [J]. *岩石学报*, 1995, 11(增刊):42-61.
Mei Houjun. Distribution and genesis of podiform chromite deposits in the ophiolites in the world and the types of the chromite deposits in China [J]. *Acta Petrologica Sinica*. 1995, 11 (Supp.):42-61(in Chinese with English abstract).

Chromite prospects in the Daba-Xiugugabu ophiolite zone southwestern Tibet

HUANG Gui-cheng, XU De-ming, LEI Yi-jun, LI Li-juan

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Hubei, China*)

Abstract: The Yarlung Zangbo ophiolite belt is >1500 km long and may be divided into three segments: the east (Qüixü-Médog), central (Ngamring-Rinbung) and west (from west Saga to the Sino-India national border) segments. The west segment is further divided into the Dajiweng-Saga ophiolite zone in the north and Daba-Xiugugabu ophiolite zone in the south. The previous research focused on the east and central segments and very limited work has been done in the west segment. Ophiolite masses (blocks) in the Daba-Xiugugabu ophiolite zone are composed of mantle peridotite. The main rock types are harzburgite and dunite with rare lherzolite, while oceanic crust is lacking in the typical ophiolite section. The ophiolite masses are large and have pronounced facies zoning with extensive dunite facies. Many chromite mineralization occurrences have been found in the La'nga Co, Dongpo, Dangqiong and Xiugugabu masses. Orebodies occur in lenticular (podiform), short-vein and irregular shapes. Ore is mostly massive in structure and in a few cases disseminated, generally with a Cr₂O₃ content of over 40%. The chromite deposits are of podiform type. Comparative study indicates that the rock masses in this ophiolite belt are similar to the mineralized rock bodies hosting large podiform chromite deposits in the world in respect to the tectonic setting, ophiolite type, size of rock masses, rock composition, location of preservation, degree of partial fusion, geochemical characteristics of rocks and minerals and chromite mineralization characteristics. The Daba-Xiugugabu ophiolite zone has good metallogenic conditions and better ore prospects. The authors suggest that: dunite facies in the northwest part of La'nga Co mass is the target with the best ore prospects, and next are dunite facies and dunite-harzburgite facies of the Dongpo mass and dunite-harzburgite facies of the Dangqiong mass.

Key words: chromitite; prospect; ophiolite; Daba-Xiugugabu; Tibet

About the first author: HUANG Gui-cheng, male, born in 1963, Ph.D and senior researcher, engages in the investigation and study of mineral deposit geology; E-mail: ychguicheng@cgs.gov.cn.