

西藏罗布莎地区重磁场特征与地质解释

刘良志¹, 路利春^{2*}, 姜鸿³, 李陇锋⁴, 王龙龙⁵, 李冰⁵, 王鹏², 陶青华²

(1. 湖南省有色地质勘查研究院地球物理勘查分院, 长沙 410000; 2. 陕西地矿第二综合物探大队有限公司
重力探测综合研究中心, 西安 710016; 3. 陕西地矿汉中地质大队有限公司, 陕西 汉中 723000;
4. 甘肃省地矿局第二地质矿产勘查院, 兰州 730022; 5. 陕西地矿物化探队有限公司, 西安 710043)

摘要: 根据不同地层、不同岩(矿)石密度、磁性差异, 结合地质、钻孔资料, 分析了西藏罗布莎地区重磁场分布特征; 利用重磁场图件, 结合物化探、地质钻孔、遥感解译等资料推断出48处隐伏岩体, 并分别作了相应解释, 预测其中19处隐伏岩体为成矿潜力区块。选取3个重点成矿区重磁异常剖面进行了2.5D反演拟合解释。总结了罗布莎地区重磁异常与隐伏岩体的空间分布特征及其成因, 为成矿远景区划分提供依据, 为深部地质找矿提供了地球物理资料。

关键词: 物性特征; 重力异常; 磁异常; 地质解释; 2.5D重磁反演

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2018)03-0204-09

罗布莎地区位于喜马拉雅隆块与冈底斯隆块之间的雅鲁藏布江东段, 铬铁矿储量巨大, 成为国内外众多学者重点研究区域。许多地质学者^[1-8]对该地区应力场构造特征、控矿规律及成矿模式做过详细研究。随着国内科研水平提升, 更多学者^[9-18]应用新技术手段对罗布莎深部成矿模式进行过探索, 在蛇绿岩地幔橄榄岩和铬铁矿中陆续发现金刚石和柯石英等深部成因矿物。杨经绥等开始对蛇绿岩地幔橄榄岩的浅部成因提出了质疑^[9]。近年来, 物化探、遥感、钻探以及航空物探等方法的使用, 使得该地区深部地质构造的神秘面纱逐步揭开^[19-23]。白文吉等认为, 该地区成矿物质可能是地核形成时期滞留于地幔中的成核物质, 或者是核-幔之间化学反应的产物, 后来被铬铁矿岩浆捕获, 一起由地幔柱作用和板块作用侵入浅部地层, 逐渐出露地表^[12]。而目前世界上已探明的铬铁矿主要分布于大洋中脊扩张、俯冲带顶部岛弧及造山带蛇绿岩中^[18]。能否使用有效的地球物理方法获取罗布莎地区深部构造演化特征及成矿模式成为许多地质工作者关注的焦点。近年来, 航空物探、遥感解译等方法取得了不错的效果, 同时重磁电等地球物理资料在研究隐伏岩体构造(超基性岩

体)特征亦有不可或缺的作用^[24-31]。笔者团队利用西藏罗布莎地区1/5万近2 000 km²的高精度重磁探测成果, 结合以往的航磁、化探、遥感等资料, 研究了罗布莎地区重力场、磁场与地质构造特征, 划分了该地区的断裂构造, 查明研究区的隐伏岩体空间分布特征及其成因, 为成矿远景区划分提供依据, 为深部找矿提供了地球物理资料。

1 地质背景

雅鲁藏布江构造带是发育在喜马拉雅和冈底斯-念青唐古拉构造带间缝合线的一个构造单元, 由雅鲁藏布江蛇绿岩带及南、北两侧不同时代、不同性质的区域性大断裂组成, 呈东西向沿雅鲁藏布江谷地分布。岩浆岩的分布受雅鲁藏布江构造带控制, 成岩期与成岩后都遭受到强烈的构造变形与位移, 形成一系列复杂的构造形迹^[32-36](图1)。

雅鲁藏布江缝合带经历了冈瓦纳古陆北缘自泛非运动后长期的沉积构造演变, 尤其是三叠纪以来特提斯洋盆的扩张, 消减闭合, 喜马拉雅陆块与冈底斯陆块的强烈碰撞造山和大规模的隆升、伸展拆离、旋扭走滑作用, 造成了沉积作用类型复杂, 岩浆活

收稿日期: 2018-03-26

资助项目: 国家地质调查项目“冈底斯成矿带地质矿产调查(1212011221069)”

作者简介: 刘良志(1986-), 男, 工学学士, 毕业于中国矿业大学地质工程专业, 主要从事矿产地球物理勘探和工程地球物理勘探工作, E-mail: 59739224@qq.com; *通讯作者简介: 路利春(1988-), 男, 理学学士, 2012年毕业于吉林大学地球物理学专业, 主要从事地球物理勘探(重磁电)数据处理与解释, 方法研究与软件开发等工作, E-mail: lulic-hun_good@126.com。

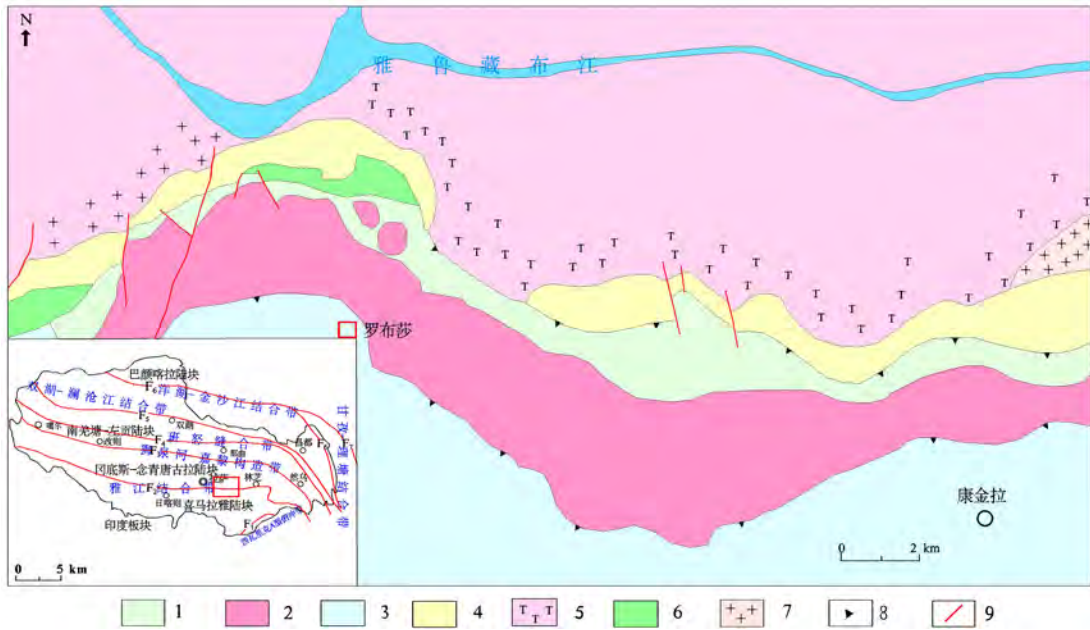


图1 罗布莎区域地质图(据参考文献[36]修改)

Fig.1 Regional geological map of Tibet Luobusha area

1. 纯橄岩; 2. 方辉橄橄榄岩; 3. 板岩; 4. 砂砾岩; 5. 石英闪长岩; 6. 堆晶岩; 7. 黑云母花岗岩; 8. 逆冲断层; 9. 断层

动、变质作用、构造层次、构造变形相、构造样式、构造组合复杂多样^[37-41]。

罗布莎地区地处喜马拉雅陆块与冈-念陆块的接合部位,火山活动相对频繁,规模形态不等,火山岩广泛分布,火山岩时空特征受板块构造活动的强烈制约,分带性十分明显,研究区内及周边出露的是晚侏罗世桑日群,侏罗纪-白垩纪嘎学岩群(JKG)、罗布莎蛇绿岩群(JKL)、泽当岩群(JKZ)等。多呈构造岩块(岩片)产出,沿雅鲁藏布江一带断续出露于康沙、泽当、罗布莎等区域,主要为杏仁状、块状、枕状玄武岩^[42-44]。该区域蛇绿岩是我国规模最大的蛇绿岩带之一,北邻拉萨地块,南接喜马拉雅构造带,具有丰富的构造意义。

2 物性特征

物性资料是重、磁资料解释工作的基础,重磁异常的分布与地层、岩体的密度值变化、含磁性矿物的变化存在密不可分的因果关系。为配合重、磁资料的解释工作,本次研究查明了区内沉积地层及岩体的密度参数和磁性参数。对研究区及周边地区出露的地层、岩矿石和钻孔岩芯进行了采集测定,对测定结果进行了统计分析和归纳总结。

2.1 密度特征

笔者分析了该地区的密度资料,各地层之间存

在明显的密度差(密度以平均值为准)。第四系密度 1.748 g/cm^3 ,古近系密度 2.620 g/cm^3 ,噶学群密度为 2.653 g/cm^3 ,罗布莎蛇绿岩群密度值为 2.823 g/cm^3 ,泽当岩群密度值为 2.837 g/cm^3 ,桑日群密度值为 2.818 g/cm^3 ,姐德秀岩组密度值为 2.670 g/cm^3 ,江雄岩组密度值为 2.666 g/cm^3 ,宋热岩组密度为 2.611 g/cm^3 ;上侏罗-下白垩统各岩群平均密度值在 $2.663 \sim 2.849 \text{ g/cm}^3$ 之间,上三叠统各地层组平均密度值在 $2.611 \sim 2.683 \text{ g/cm}^3$ 之间,侵入岩的密度值在 $2.517 \sim 3.076 \text{ g/cm}^3$ 之间,致密状铬铁矿石平均密度 4.137 g/cm^3 。

雅鲁藏布江超基性岩密度变化为 $2.07 \sim 3.81 \text{ g/cm}^3$;铬铁矿密度变化范围为 $2.92 \sim 5.33 \text{ g/cm}^3$;岩体密度随铬铁矿富集程度和岩石中橄榄石含量不同差异较大。铬铁矿密度相对较大,致密块状矿石密度变化于 $2.92 \sim 5.33 \text{ g/cm}^3$ 。浸染状矿石中,稠密浸染状矿石常见密度变化范围 $3.46 \sim 3.69 \text{ g/cm}^3$ 。新鲜的近矿围岩斜辉辉橄岩和纯橄橄榄岩平均值分别为 2.98 g/cm^3 和 2.71 g/cm^3 ,当它们发生强烈蚀变,成为蛇纹岩时,密度低至 2.5 g/cm^3 左右。岩体的围岩(沉积岩)为 $2.5 \sim 2.91 \text{ g/cm}^3$ 。

超基性岩与围岩、铬铁矿与围岩间存在一定的密度差异,超基性岩体、铬铁矿为高密度体,为重力方法找矿提供了岩石地球物理基础。

2.2 磁性特征

超基性岩磁化率变化范围为 $246 \times 10^{-6} \sim 6579 \times 10^{-6} 4\pi \cdot \text{SI}$, 平均值为 $2432 \times 10^{-6} 4\pi \cdot \text{SI}$; 超基性岩剩余磁化强度平均值变化范围为 $392 \times 10^{-3} \sim 10270 \times 10^{-3} \text{A/m}$, 平均值为 $3402 \times 10^{-3} \text{A/m}$ 。蛇纹石化斜辉橄榄岩磁化率平均值为 $3418 \times 10^{-6} 4\pi \cdot \text{SI}$, 斜辉橄榄岩体内岩石磁性变化与蛇纹石化程度也存在关联, 变质越强, 磁性越强。

铬铁矿石与围岩相比具有低磁特征, 磁化率常见值在 $300 \times 10^{-6} \sim 500 \times 10^{-6} 4\pi \cdot \text{SI}$ 之间; 超基性岩与围岩相比, 表现为变化较大的强磁性, 一般在 $1000 \times 10^{-6} 4\pi \cdot \text{SI}$ 以上。依据铬铁矿与围岩的磁性特征, 寻找铬铁矿就应在特别关注高背景磁异常内的次一级弱低磁异常区域。

3 重磁异常特征

3.1 重力异常特征

西藏罗布莎地处冈底斯板块与喜马拉雅陆块结合部位, 其南部为雅鲁藏布江铬铁矿成矿带。区域航磁特征表现与铬有关(与超基性岩有关)的区域重磁特征为条带状低磁高重力异常, 受雅鲁藏布江缝合带控制。

布格异常与大地构造单元、断裂分布特征有着密不可分的关系。受雅鲁藏布江深大断裂影响, 断裂两侧异常形态迥异, 雅鲁藏布江以北布格重力异常(图2)以梯级带方式呈近北东走向, 局部异常发生同向扭曲及个别区域形成局部异常圈闭, 山南藏噶一带附近重力场值为研究区内最低值区, 布格重力异常最低值为 $-463 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$, 其地表出露为第四系冲洪积、堆积物及燕山-喜山期花岗岩体。雅鲁藏布江以南布格重力场特征主要为重力高、低异常圈闭区, 自西向东布格重力异常呈4高3低依次排列, 大部分区域为重力高值区, 重力低值区主要呈SN狭窄的条带状异常特征; 异常轴向各异, 主要为NEE向, 次之EW向, 个别异常轴向为NWW向或NW向; 泽当岩体为西部重力高异常区, 布格重力异常最大值为 $-384 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$, 出露为超基性岩体、泽当岩群、晚三叠纪地层。中部为桑日(岩体)重力高异常区, 出露为超基性岩体、泽当岩群、晚三叠纪地层, 重力高异常区位于高山区域, 中东部为罗布莎西重力高异常区, 东部为康金拉重力高异常区, 出露主要为罗布莎蛇绿岩群, 是重点勘探找矿区域。研究区内布格重力

异常值高低之差达 $80 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 。通过有关资料分析, 布格重力异常主要是因近地表地层岩石密度不均匀性引起。

3.2 磁场特征

罗布莎地区磁异常特征, 雅鲁藏布江以南强磁异常带构成迥然不同的磁场分界, 南部磁场总体呈连续平稳降低, 北侧自南向北磁场连续降低。磁场特征与雅鲁藏布江蛇绿岩带及雅鲁藏布江南北两侧不同重大地质事件形成的次级构造单元有关, 这也反映了磁场特征在矿产勘查方面有着举足轻重的作用。

根据磁场特征, 结合区域地质构造, 将该区域划分三个磁异常特征带(图3)。磁异常I区: 北部变化磁场反映了活动大陆边缘冈底斯火山-岩浆弧构造带内构造热事件比较强烈的地质构造特征。磁异常II区: 雅鲁藏布江蛇绿岩带强磁异常带贯穿研究区中北部泽当-乃东-桑日-罗布莎-加查西一线, 从异常强度、规模和反映的磁性体向下延伸情况分析, 泽当岩体因多期构造活动被肢解为不同规模的岩块、岩墙或出露或潜伏, 桑日及罗布莎岩体连续性好, 罗布莎蛇绿岩带磁场强度大, 应该为深大延伸带。磁异常III区: 根据地层岩石磁性, 晚三叠世地层为微磁性或无磁性, 磁异常反映了喜马拉雅北缘低磁场特征, 南部呈现的北北东向条带状局部磁异常, 推测是三叠纪次级层间牵引褶曲、劈理等构造引起。

对 ΔT 强磁异常带的分析, 认为 ΔT 强磁异常带主要是由雅鲁藏布江蛇绿岩带及隐伏超基性岩体引起。而 ΔT 磁异常分布的多向性, 反映了区内构造热事件极其发育。从雅鲁藏布江蛇绿岩带强磁异常区向北、南的磁异常变化剧烈程度分析, 南部为宽缓平稳的过渡区, 北部变化强烈, 叠加密集的局部异常发育, 推断南部晚三叠世地层下部应存在向南倾斜的强磁性岩体。

4 岩体特征与地质解释

4.1 岩体分布特征

罗布莎地区岩浆活动以侵入为主, 生成时代有燕山期和喜山期, 受构造控制明显, 在不同空间受不同深度和规模的断裂的活动, 导致不同类型和物源的岩浆相继上升, 形成规模较大而内部构造十分复杂的岩体或岩体群, 基于重磁场分布特征对岩体进行了研究(图4)。

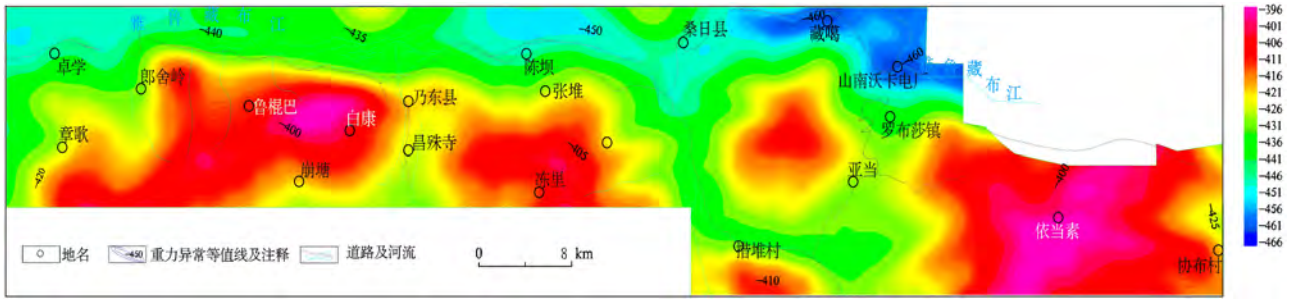


图2 罗布莎地区重力布格异常图

Fig.2 Abnormal anomaly plan for gravity Bouguer of Tibet Luobusha area

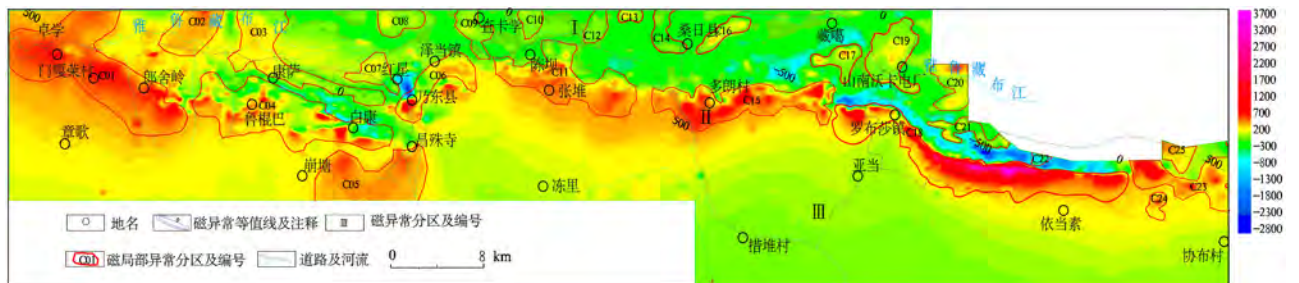


图3 罗布莎地区磁异常化极 ΔT 等值线图

Fig.3 Plane map of magnetic anomaly pole ΔT of Tibet Luobusha area



图4 基于重磁异常解释岩体划分图

Fig.4 Division of rock mass from the gravity and magnetic anomalies

北部处于南冈底斯侵入岩带,主要为早白垩世和晚白垩世侵入岩,早白垩世中性-酸性侵入岩集中分布于雅鲁藏布江北岸,呈东西向展布。依岩浆活动顺序,可相应划分为早期闪长岩、晚期花岗岩两个阶段。

罗布莎中部处于雅鲁藏布江侵入岩带,除出露超基性岩、辉长岩外,还有少量斜长花岗岩,与大洋拉斑玄武岩、部分高硅富镁玻镁安山岩及远洋复理石含放射虫硅质岩共生,共同组成了雅鲁藏布江缝合带的构造混杂岩系。超基性岩呈构造岩块产出,与围岩(基质)嘎学岩群、上三叠统为断层接触,接触带有角砾岩化、糜棱岩化、片理化构造。有些地区近乎由变超基性岩-蛇纹石岩组成,规模大小不等,延伸几百米至数十公里,宽几百米至数千米不等,其中以罗布莎岩体出露规模最大,保存较全,岩石类型有斜辉辉橄岩、纯橄岩、二辉橄橄岩及少量斜辉橄橄岩等。

4.2 岩体圈定与地质解释

前人利用重力资料做过很多地质解释,在矿产勘查、岩体推断、构造以及地质演化方面取得了较好的成果^[45-51]。笔者根据罗布莎重磁场特征形态、范围及异常幅值的大小,结合区内地质、钻孔等资料,对罗布莎研究区隐伏岩体进行圈定(图4)。圈定岩体原则:1)布格重力异常密集梯级带和重力高低异常分界线,剩余重力异常、垂向二阶导数的零值线及水平方向导数的特征线等为标志;2)磁场以 ΔT 磁异常图、化极 ΔT 磁异常图高磁异常区、及低背景异常区局部磁力高异常区,化极 ΔT 磁异常垂向一阶导数、垂向二阶导数零值线;3)参考区域重力异常、及重磁滤波、向上延拓后的各方向水平导数特征线。圈定隐伏岩体48处,按3个地质构造单元进行统计分析。

(1)冈底斯侵入岩带南缘,圈定隐伏岩体15处,

主要为中-酸性侵入岩,其中有4处隐伏岩体(yf26、yf37、yf39、yf41)为成矿潜力“甜点区”。

(2)雅鲁藏布江蛇绿岩带,圈定隐伏岩体29处,分别按泽当蛇绿岩带、桑日区、罗布莎蛇绿岩带进行统计分析。

1)泽当蛇绿岩带内圈定隐伏岩体12处,具体是yf01、yf02、yf04、yf06、yf09、yf10、yf12、yf13、yf15、yf16、yf20、yf22,其中9处超基性隐伏岩体位于泽当岩体南,编号为yf06、yf09、yf10、yf12、yf13、yf15、yf16、yf20、yf22,是泽当岩体经多期构造活动,被肢解成大小不同的岩块、岩墙,经重磁反演计算,推断泽当岩体为倾角在46°左右,向南倾斜,埋深在3700m左右,推测其成矿远景良好。2)桑日区内圈定基性、中酸性隐伏岩体5处,隐伏岩体编号为yf21、yf25、yf27、yf29、yf34,为成矿有利区块。3)罗布莎蛇绿岩带内圈定隐伏岩体4处,编号为yf36、yf38、yf40、yf42,其中yf40、yf42为隐伏超基性岩体,yf42位于罗布莎岩体南,南北向宽约在1.3~5.4km之间,东西向长在约50km左右,重磁反演计算推断罗布莎隐伏岩体为倾角在50°左右,向南倾斜,向北倒转逆冲,埋深在2500m左右的超基性岩体;yf40位于罗布莎岩体西,说明罗布莎超基性岩体深部向西延伸,通过本次重磁异常圈定的罗布莎地区西部、南部存在超基性隐伏岩体,为罗布莎外围深部寻找铬铁矿提供了物探依据,推断为重点成矿靶区。4)强吧-达多区域内圈定隐伏岩体6处,编号为yf43、yf44、yf45、yf46、yf47、yf48,其中yf44、yf45、yf46三处为基性、超基性岩体,推断为成矿靶区,yf43、yf47、yf48三处为中酸

性隐伏岩体,推断具有成矿远景。

(3)喜马拉雅板片北缘内圈定隐伏岩体4处,编号为yf03、yf31、yf32、yf33。

4.3 重磁剖面2.5D反演与地质解释

(1)对罗布莎蛇绿岩带(yf42)重磁异常剖面进行2.5D反演拟合地质解释(图5、图6):1)依据物性特征计算了地层、岩体的埋深、厚度和范围;2)推断上三叠统、上侏罗-下白垩统(噶学群JKG)、罗布莎蛇绿岩群、超基性岩体逆掩推覆在第三纪(E₃N₁d)地层之上;3)分析重磁异常查证剖面形态与幅值,推断地层走向为东西向,反演计算推断地层皆向南倾斜,倾角在50°左右;4)磁异常反演计算表明在罗布莎矿区南部,存在潜覆的高密度、强磁性体(超基性岩体)向南倾斜,倾角约在50°,埋深在2500m左右,厚度约750m,南部宽约2.6km,这为在罗布莎矿区外围深部寻找铬铁矿提供了物探依据。

(2)对香卡山重磁异常剖面做了2.5D反演计算(图7、图8),据此地质解释为:1)推断上三叠统、上侏罗-下白垩统(噶学群JKG)、罗布莎蛇绿岩群(JKL),逆掩推覆在第三纪(E₃N₁d)地层之上;1)利用ΔT磁异常进行反演,推断强磁性岩体(基性-超基性岩体)与布格重力异常反演计算推断的罗布莎蛇绿岩群(JKL)地层范围基本一致。岩体向南倾斜,倾角约55°,埋深在3500m左右,厚度约1300m,南部宽2000m左右;2)北部第三纪地层下部存在隐伏侵入岩体(石英闪长岩体);3)在香卡山矿区南部,地表被第四系松散堆积及上侏罗-下白垩统的砂岩、泥质砂板岩等覆盖,但可以确定香卡山矿区南部及其下

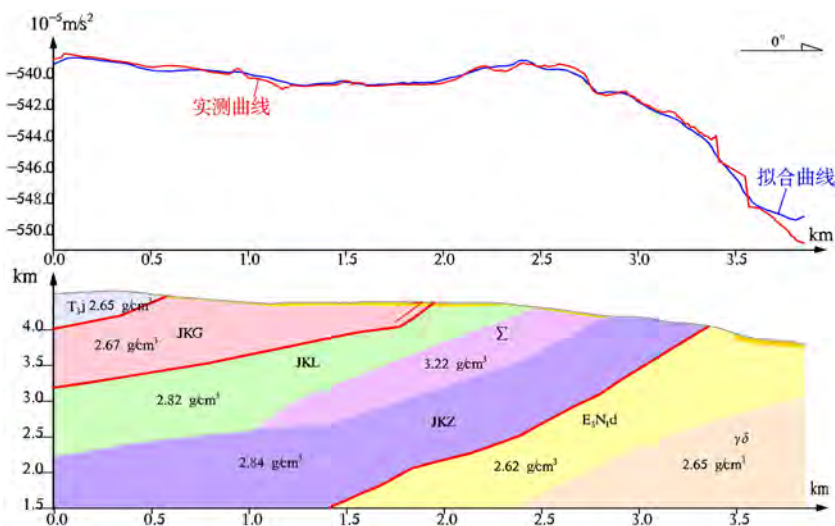


图5 罗布莎矿区重力异常推断解释图

Fig.5 Inductive explanation of the gravity anomaly in Luobusha area

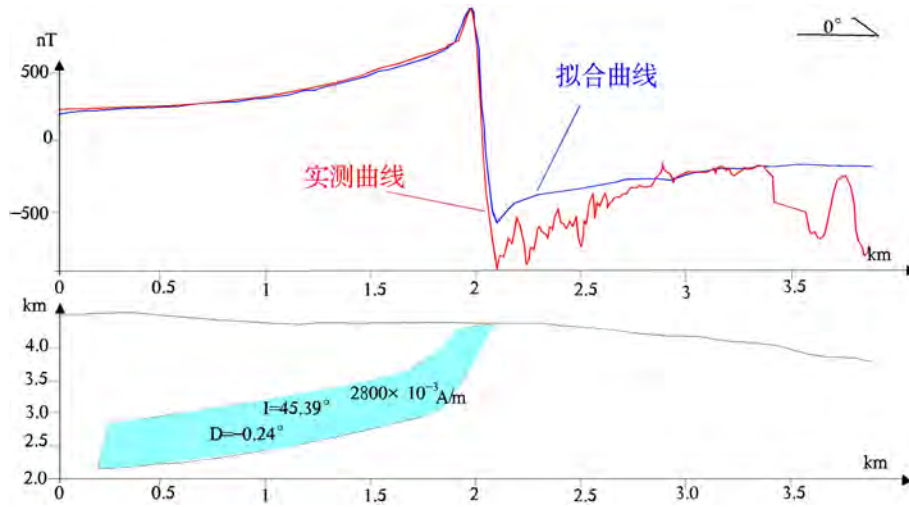


图6 罗布莎矿区 ΔT 磁异常推断解释图

Fig.6 Inductive explanation of the ΔT magnetic anomaly in Luobusha area

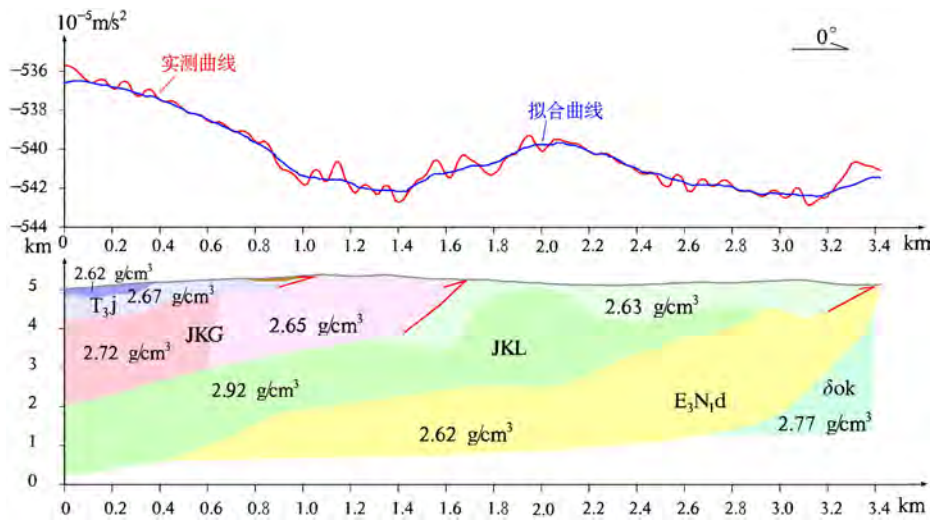


图7 香卡山重力异常推断解释图

Fig.7 Gravity anomaly interpretation diagram of the Xiangkashan

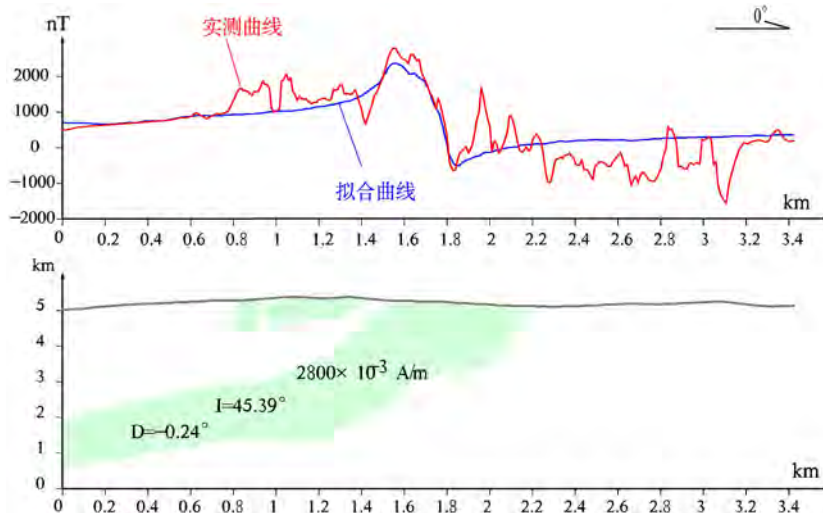


图8 香卡山磁力异常推断解释图

Fig.8 Magnetic anomaly interpretation diagram of the Xiangkashan

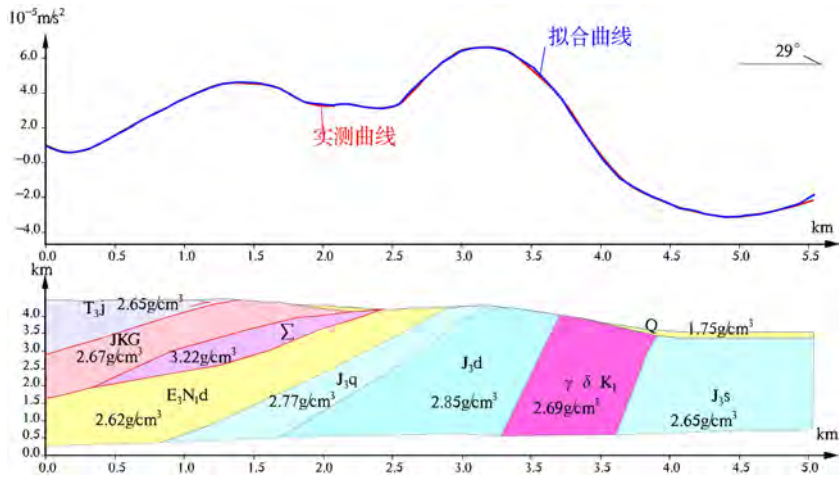


图9 昌达重力布格异常剖面推断图

Fig.9 Abnormal profile of the granite in the Changda area

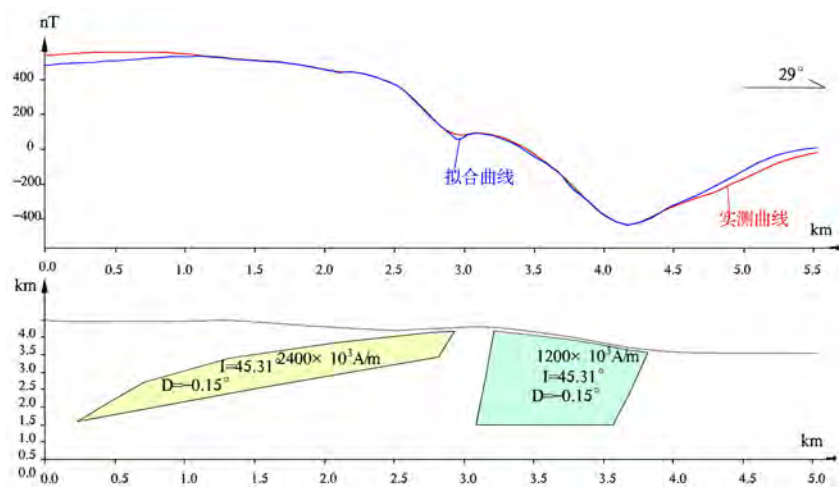


图10 昌达ΔT磁异常剖面推断图

Fig.10 Magnetic anomaly ΔT profile in the Changda area

地表覆盖层下潜覆有高密度、强磁性体(超基性岩体)存在,通过香卡山矿区重磁异常剖面查证,推断香卡山矿区外围深部存在中基性-超基性岩体,为在香卡山矿区外围深部寻找铬铁矿等金属矿等提供物探依据。

(3)昌达地区重磁异常剖面2.5D反演拟合地质解释(图9、图10):1)推断上三叠统、上侏罗-下白垩统(噶学群JKG)、超基性岩体逆掩推覆在第三纪(E₃N₁d)地层之上,地层向南倾斜,倾角约在48°左右;2)利用ΔT磁异常进行反演,推断磁性岩体(基性-超基性岩体)、花岗闪长岩与布格重力异常反演计算推断的超基性岩体范围、花岗闪长岩基本一致。岩体向南倾斜,倾角在48°左右,岩体底界面最大埋深约2508 m,厚度约550 m。3)推断本异常区为铜多金属成矿远景区。

5 结论

通过对罗布莎地区重磁异常特征分析研究,填补了该地区多年来物探方法的空缺,对该地区重力场与磁场特征做了简单的分析,且根据重磁场特征解释了岩体构造特征,对重点隐伏岩体做了定量定性解释,并总结以下几点认识。1)通过研究,资料收集整理,得到罗布山地区各地层、岩矿石及岩体的密度与磁性特征;2)以物性为基础,分析了罗布莎地区重磁场特征,地质构造及其演化特征,成矿形态模式及成因;3)推测了罗布山地区隐伏岩体48处,其中基性、中酸性侵入隐伏岩体22处,超基性隐伏岩体26处,且其中19处隐伏岩体为铬铁矿等多金属成矿远景“甜点区”;4)基于重磁场特征、结合地质钻孔资料及其它地球物理资料,对重点地区隐伏岩体进行相

应的地质解释,为罗布山地区深部找矿以及铬铁矿等多金属矿产勘查提供有用的资料;5)应用物探手段,进行重磁剖面2.5D反演拟合解释,对罗布莎地区蛇绿岩带的铬铁矿矿体分布特征,地层分布特征,埋藏深度等都有基本的客观认识;6)认为重磁异常在地质构造特征、构造演化、隐伏岩体解释、矿产勘查等方面有着很好应用效果。

致谢:对在本文研究过程中给予帮助的陕西地矿第二综合物探大队有限公司的赵炳坤、张燕两位物探教授级高级工程师的指导表示感谢!

参考文献:

- [1] 王国庆,夏斌. 西藏罗布莎蛇绿岩及其构造意义[J]. 大地构造与成矿学, 1987, (04):349-362.
- [2] 王希斌,鲍佩声. 豆荚状铬铁矿床的成因——以西藏自治区罗布莎铬铁矿床为例[J]. 地质学报, 1987, 67(02):166-181+201-202.
- [3] 崔军文. 罗布莎超基性岩体的变形及有关问题探讨[J]. 中国地质科学院地质力学研究所文集, 1985, (01):127-143.
- [4] 胡家杰,濮兆华,章树民,等. 西藏罗布莎锯齿状铬铁矿体及其应力场特点[J]. 地球科学, 1981, (02):73-84.
- [5] 赵令湖,李志刚. 西藏罗布莎铬铁矿穆斯堡尔谱特征及其地质意义[J]. 地质科技情报, 1999, (04):51-54.
- [6] 白文吉,方青松,张仲明,等. 西藏雅鲁藏布江蛇绿岩带罗布莎地幔橄榄岩的成因[J]. 岩石矿物学杂志, 1999, (03):193-206+216.
- [7] 李德威. 西藏罗布莎豆荚状铬铁矿成矿演化的构造过程[J]. 现代地质, 1995, (04):450-458.
- [8] 李德威. 西藏罗布莎豆荚状铬铁矿床构造控矿规律及动力成矿模式[J]. 地质找矿论丛, 1994, (02):41-51.
- [9] 杨经绥,徐向珍,戎合,等. 蛇绿岩地幔橄榄岩中的深部矿物:发现与研究进展[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2013, 32(02):159-170.
- [10] 邱礼泉. 西藏罗布莎铬铁矿电磁波CT应用效果[J]. 物探与化探, 2013, 37(01):59-62.
- [11] 白文吉,杨经绥,方青松,等. 西藏罗布莎蛇绿岩豆荚状铬铁矿石中的合金成分[J]. 地质学报, 2004, 78(05):675-682+727-728.
- [12] 白文吉,杨经绥,方青松,等. 西藏蛇绿岩地幔中的主要自然金属矿物[J]. 地学前缘, 2004, (01):179-187.
- [13] 白文吉,杨经绥,陶淑凤,等. 西藏蛇绿岩中硅铁合金组合及成因探讨[J]. 岩石矿物学杂志, 2003, (03):279-284.
- [14] 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, (02):144-150.
- [15] 施倪承,白文吉,马喆生,等. 西藏罗布莎铬铁矿床中的金刚石包体X射线衍射研究[J]. 地质学报, 2002, 76(04):496-500+580.
- [16] 白文吉,杨经绥,方青松,等. 西藏蛇绿岩的超高压矿物: FeO、Fe、FeSi、Si 和 SiO₂组合及其地球动力学意义[J]. 地球学报, 2002, (05):395-402.
- [17] 章奇志,巴登珠,熊发挥,等. 西藏罗布莎豆荚状铬铁矿床深部找矿突破与成因模式讨论[J]. 中国地质, 2017, 44(02):224-241.
- [18] 王锦荣. 西藏罗布莎矿区铬铁矿成矿地质特征及找矿技术进展[A]. 中国地质学会. 中国地质学会2013年学术年会论文摘要汇编—S04黑色金属勘查技术及进展分会场[C]. 中国地质学会:2013, 4.
- [19] 路利春,周明霞,欧栋,等. 西藏罗布莎地区重磁场特征分析[J]. 中国金属通报, 2017, (05):58-59.
- [20] 杨伟光,郑有业,刘婷,等. 利用遥感光谱增强技术圈定西藏罗布莎橄榄岩[J]. 矿产勘查, 2018, 9(01):158-164.
- [21] 杨伟光,郑有业,刘婷,等. 高分辨率遥感在西藏罗布莎地区地质调查中的应用[J]. 现代地质, 2017, 31(06):1284-1293.
- [22] 洪俊,姚文光,张晶,等. 新特提斯缝合带中段豆荚状铬铁矿成矿规律对比研究[J]. 地质学报, 2015, 89(09):1618-1628.
- [23] 李国武,施倪承,白文吉,等. 西藏罗布莎铬铁矿中发现的七种金属互化物新矿物[J]. 矿物学报, 2015, 35(01):13-18.
- [24] 黎海龙,麦广田,区小毅. 综合物探在探测深部隐伏岩体的应用实例—桥圩磁异常(桂C-59-3)的综合解释[J]. 矿产与地质, 2016, 30(03):439-445.
- [25] 陈琳荣,张皓,武斌,等. 西藏罗布莎铬铁矿重磁勘探应用效果[J]. 四川地质学报, 2014, 34(04):603-606+631.
- [26] 路利春,姜鸿,吴荣高,等. 重力方法在祁连山地区构造特征与岩体解释中的应用[J]. 中国地质调查, 2018, 5(03):95-103.
- [27] 刘良志,路利春,赵炳坤,等. 渭河盆地重磁场特征与断裂构造探讨研究[J]. 陕西地质, 2018, 36(01):60-66.
- [28] 李赛赛,冯佐海,付伟,等. 地物化综合方法寻找隐伏岩体—以广西西大明山隐伏岩体的发现为例[J]. 地质与勘探, 2016, 52(03):524-536.
- [29] 王崑平,唐菊兴. 西藏甲玛铜多金属矿床角闪岩类型、成因意义及隐伏斑岩岩体定位预测[J]. 矿床地质, 2011, 30(06):1017-1038.
- [30] 李紫金. 西藏罗布莎铬铁矿大比例尺定量预测方法[J]. 地球科学, 1995, (02):133-137.
- [31] 张国利,赵更新,滕菲,等. 高精度重力测量在冀东铁矿整装勘查区查找隐伏铁矿中的应用[J]. 地质调查与研究, 2014, 37(01):46-51.
- [32] 杨经绥,张仲明,李天福,等. 西藏罗布莎铬铁矿体围岩方辉橄榄岩中的异常矿物[J]. 岩石学报, 2008, 24(07):1445-1452.
- [33] 董铭淳. 南部拉萨地块晚白垩世花岗岩类年代学与地球化学[D]. 中国地质大学(北京), 2017.
- [34] 任冲. 西藏措美地区早白垩世岩浆岩地质年代学、地球

- 化学及地质意义[D]. 中国地质大学(北京), 2015.
- [35] 曾凡森, 肖志坚, 吴旭铃, 等. 西藏山南错那县吉松铅矿床地质特征及成因探讨[J]. 资源调查与环境, 2010, 31(04):278-285.
- [36] 李金阳, 杨经绥, 巴登珠, 等. 西藏罗布莎蛇绿岩中不同产出的纯橄岩及成因探讨[J]. 岩石学报, 2012, 28(06):1829-1845.
- [37] 郭娜, 郭科, 胡敬仁, 等. 多源遥感分析技术在西藏唐嘎幅找矿中的应用[J]. 国土资源科技管理, 2012, 29(06):70-74.
- [38] 雷波. 西藏拉萨幅1/25万 Cu、Pb、Zn 地球化学异常特征及找矿远景圈定[J]. 矿物学报, 2013, 33(S2):780-781.
- [39] 徐争强. 遥感技术在西藏隆子地区矿产资源勘查中的应用[D]. 成都理工大学, 2009.
- [40] 邱雄, 丁枫, 李跃, 等. 西藏朗县秀章铬铁矿床特征及其成因初步分析[J]. 矿床地质, 2014, 33(S1):811-812.
- [41] 刘严松. 冈底斯成矿带尼木—墨竹工卡地区斑岩铜矿成矿规律研究[D]. 成都理工大学, 2011.
- [42] 钟立峰, 夏斌, 崔学军, 等. 藏南罗布莎蛇绿岩壳层熔岩地球化学特征及成因[J]. 大地构造与成矿学, 2006, (02):231-240.
- [43] 李德威. 西藏罗布莎铬铁矿床的地幔剪切成矿作用[J]. 中国有色金属学报, 1997, (02):4-8.
- [44] 姜枚, 杨经绥, 张聿文, 等. 西藏泽当岩体含铬超镁铁岩体的深部构造特征与找矿前景探讨[J]. 中国地质, 2013, 40(03):780-789.
- [45] 路利春, 文博, 程斌, 等. 成像技术在矿区重力勘探中的应用研究[J]. 地质与资源, 2018, (01):99-102+88.
- [46] 苏永军, 赵更新, 张国利, 等. 区域重力调查在蓟县—沧州地区的应用及认识[J]. 地质调查与研究, 2015, 38(02):129-133.
- [47] 路利春, 赵炳坤, 周明霞, 等. 高精度重磁测量在渭河盆地氦气调查中的应用研究[J]. 陕西地质, 2017, 35(02):52-59.
- [48] 路利春, 王鹏, 周明霞, 等. 渭河盆地重力场与构造特征关系研究[J]. 大地测量与地球动力学, 2017, 37(增1):36-42.
- [49] 姜鸿, 路利春, 胡乐乐. 高精度磁测在格尔木地区某磁铁矿勘查中的应用[J]. 陕西地质, 2016, 34(02):72-76.
- [50] 邢怡, 滕菲, 张国利. 利用插值切割法研究重力区域场与局部场的分离[J]. 地质调查与研究, 2014, 37(03):193-196.
- [51] 滕菲, 张燕, 贺福清, 等. 内蒙古中部地区重磁场特征及地质解释[J]. 地质调查与研究, 2014, 37(03):182-186.

Gravity and magnetic field characteristics and geological interpretation in the Luobusha area, Tibet

LIU Liang-zhi¹, LU Li-chun², JIANG Hong³, LI Long-feng⁴,
WANG Long-long⁵, LI Bing⁵, WANG Peng², TAO Qing-hua²

(1. Geophysical Exploration Department of Hunan Nonferrous Geological Research Institute, Changsha 410000, China; 2. The NO.2 Comprehensive Geophysical Prospecting Brigade Shaanxi Geological Mining, GEC, Xi'an 710016, China; 3. Shaanxi Hanzhong Brigade of Geology and Mineral Resources, Hanzhong Shanxi 723000, China; 4. Second Institute Geological and Mineral Exploration Gansu provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, Lanzhou 730022, China; 5. Shaanxi Geology and Mining Geophysical and Geochemical Prospecting Team C., Tld, Xi'an 710043, China)

Abstract: Based on the characteristics of gravity and magnetic anomalies in the Luobusha area of Tibet, using different strata and different rock (mineral) density and magnetic difference, combining with geology and drilling data, we analyzed the characteristics of heavy magnetic field distribution in this area. And using gravity and magnetic maps, combined with materialization exploration, geological drilling, remote sensing interpretation and other data inferred 48 hidden rock masses and made corresponding explanations respectively. The distribution of concealed rock masses was analyzed, and 19 concealed rock masses were predicted as mineralization potential blocks. We selected the gravity and magnetic anomaly profiles of the three key metallogenic regions to perform 2.5D inversion and fitting explanations, summarizing the spatial distribution characteristics of the gravity and magnetic anomalies and hidden rock mass in the Lobusha area and their causes, providing a basis for the division of the metallogenic prospective area, and deep geological prospecting basic geophysical data.

Key words: physical characteristics; gravity anomaly; magnetic anomaly; geological interpretation; 2.5D gravity and magnetic inversion