

航磁概查对青藏高原一些地质问题的新认识

周伏洪, 姚正煦, 薛典军, 刘振军, 张永军
(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 根据青藏高原中西部 1:100 万航磁概查结果, 对雅鲁藏布江缝合带、塔里木盆地南部边界、高原内部几条规模较大断裂和区域性负磁异常带等高原地区几个有关的地质和地球物理问题进行了解释和探讨, 获得了与以往不同的认识, 这对青藏高原的深入研究具有重要意义。同时, 也表明了通过航磁概查所获得的青藏高原中西部最新航磁图用于地质问题的研究具有很好的效果。

关键词: 航磁概查, 青藏高原, 缝合带, 负磁异常带

中图分类号: P631.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-891X(2001)02-0081-09

1998 年 9 月至 1999 年 4 月, 中国国土资源航空物探遥感中心在青藏高原中西部地区进行了 1:100 万航磁概查。这一测量任务的完成填补了多年来我国航磁工作存在的最大空白区, 取得了青藏高原迄今最完整的一份基础地球物理资料, 使航磁基本覆盖了我国大陆, 实现了我国地球物理界几代人的夙愿。本次测量采用了 HC-90K 光泵磁力仪、AADC-2 软补偿仪、GG-24 双星座卫星导航定位仪、BG3 高度仪和 DS3 数据收录系统等集成组装适用于高寒地区作业的高精度航磁测量系统, 使我国的航磁仪器研制和集成技术又迈上了一个新高度; 日变观测首次实现了大范围航磁作业地面磁日变网同步观测和磁日变校正; 在高山区的航磁测量方法技术上也有所创新, 针对目前航磁测量中主要影响测量质量和效果的飞行高度问题, 提出了新的航高质量监控方法。

通过对野外航磁测量数据的整理和位场转换处理, 以及对航磁资料的分析 and 解释, 获得了丰富的成果, 在基础地质的研究和资源评价等方面取得了重大进展, 这些成果对国家西部大开发的战略决策和促进青藏高原地学研究具有重要意义。

1 对雅鲁藏布江缝合带的新认识

在测区南部沿雅鲁藏布江一带, 航磁出现了醒目的强度较大线性延伸正磁异常带(图 1), 总体呈北西西走向, 磁异常一般强度为 200 ~ 300 nT, 这就是著名的雅鲁藏布江缝合带所反映的磁异常特征。这是在该缝合带上唯一直接实测到的地球物理资料, 为我们提供了陆陆碰撞所造成的磁异常典型模式。目前重力资料只是简单地反映梯度带的特征, 而人工地震资料在缝合带地段由于地形条件限制只能靠拟合填补。在航磁所测到的范围(包括以往测区)内, 整条正磁异常带, 从拉萨东南朗县开始, 向西经曲松、曲水、日喀则、昂仁、萨嘎、仲巴、门士至狮泉河, 长达 1 500 km 以上。它可分为南北 2 条相互平行的正磁异常带, 北边正磁异常带较为完整、连续, 延伸很长, 贯穿始终, 而南边正磁异常带仅限于异常带中段, 从白朗向西至仲巴间, 长不足 600 km, 这也正好是已知雅江缝合带蛇绿岩的主要出露地段。根据基性、超基性岩具较

强磁性,且又和南边正磁异常带恰好吻合的情况,无疑南边正磁异常带是由出露的蛇绿岩带引起的。但规模更大的北边正磁异常带对应地表出露的为燕山期—喜山期花岗岩类、中基性火山岩类以及白垩系、第三系等沉积岩(西藏区域地质志,1993),花岗岩和火山岩虽然具一定磁性,然而它们在地表均为大面积分布,与正磁异常带的线性延伸特征很不相同。根据与南边线性正磁异常带的类似特征,它同样由蛇绿岩带引起的可能性较大,只不过这条规模更大的蛇绿岩带有可能隐伏于上述花岗岩、火山岩和中新界沉积岩之下,所以从航磁异常显示的情况来看,雅鲁藏布江缝合带可能是由南北两条蛇绿岩带组成。

根据王成善等(1999)对日喀则弧前盆地与雅鲁藏布江缝合带的研究认为,弧前盆地的主体沉积为日喀则群,而在底部恰布林组的砂砾岩中,砾石成分有橄榄岩、辉长岩、玄武岩、花岗岩、灰岩、砂岩等,显然存在有蛇绿岩的碎屑。这些碎屑的时代为早白垩世,结合搬运距离和地球化学分析,指出它们不可能来自南侧已出露的雅鲁藏布江蛇绿岩和北侧更远的班公湖—怒江带蛇绿岩,并且进一步推测,这些蛇绿岩碎屑的来源可能是位于恰布林组北侧现今未被发现的雅鲁藏布江古蛇绿岩带。他们所推测的这条古蛇绿岩带与航磁所推测的在雅鲁藏布江北侧可能发育有隐伏蛇绿岩的情况来看,两者分别从岩石学和地球物理资料两方面的解释正好吻合,所指的应该就是同一条蛇绿岩带。所以在现今发育的这套蛇绿岩带北侧,存在有另一条隐伏蛇绿岩带是完全可能的。对恰布林组存在的蛇绿岩碎屑,能够表明蚀源区古蛇绿岩带的方位来说,航磁更为直观地指明了这条未被发现的蛇绿岩带的具体位置。

对比区域地质资料,雅鲁藏布江缝合带向西延伸可与印度河缝合带相连,所以又统称为印度河—雅鲁藏布江缝合带。相类似的是,在印度河缝合带上也发育有2条相互平行的南北蛇绿岩带,即印度河蛇绿岩和什约克蛇绿岩,不同的是在这里南北2条带蛇绿岩皆有出露。根据变质和构造变形程度表明,北带什约克蛇绿岩形成时代要早于南带印度河蛇绿岩,什约克蛇绿岩在成分上与印度河蛇绿岩相似,由于后期岩浆活动而发生热变质作用,并部分被白垩纪—第三纪复理石和磨拉石沉积覆盖。什约克蛇绿岩形成于白垩纪前,代表了拉达克地区特提斯洋在白垩纪之前的早期俯冲作用(王成善等,1999),所以什约克蛇绿岩似乎可以和雅鲁藏布江北侧这条隐伏蛇绿岩带对比,同样说明在雅鲁藏布江地区的特提斯洋有过早期俯冲作用。但航磁反映的雅鲁藏布江2条蛇绿岩距离较近,为30~40 km,而印度河和什约克2条蛇绿岩带则相隔较远,达100 km以上,究竟能否对比尚有待深入研究。

目前出露在雅鲁藏布江缝合带的蛇绿岩,岩石组合是多成因的,由下往上依次为地幔橄榄岩、镁铁和超镁铁质堆积杂岩、辉绿岩岩床岩墙群、枕状熔岩和放射虫硅质岩,其中最下部的地幔橄榄岩是组成蛇绿岩套中最主要的岩石类型,上部为玄武质壳层,它们可能形成于缓慢扩张的洋中脊环境(肖序常,1984;王希斌等,1984)。多数人认为,这套蛇绿岩是在始新世时印度板块与亚洲板块碰撞时由洋壳挤上来的物质。根据最新航磁资料推测,在北侧可能又有一条隐伏蛇绿岩带存在,而这条隐伏蛇绿岩带比目前出露的规模更大,延伸更长。从航磁上延10 km和20 km图来看,北部这条强度较大的线性正磁异常带仍然有明显反映,而南部出露的这条蛇绿岩带磁异常特征随着上延高度的增加反映不明显,说明北部隐伏的这条蛇绿岩带具有向下更大的延深,可能并不仅仅是由近地表的蛇绿岩所引起。

作者认为南北2条蛇绿岩带的形成有2种可能,一种可能是根据蛇绿岩形成于洋中脊环境考虑,以及邻区印度河缝合带南北2条蛇绿岩在组成成分上相似的特点,当印度板块向欧亚板块俯冲时,在雅鲁藏布江地区可能是在同一特提斯洋内发生早晚两期不同的俯冲作用。最早的俯冲作用发生在晚侏罗世—早白垩世,形成了北侧蛇绿岩带,当俯冲作用受阻,在晚白垩

世—始新世又在邻近俯冲带的南侧进行了新的俯冲作用,直到特提斯洋的最终闭合。从恰布林组砾岩中蛇绿岩的组分和出露在雅江南部蛇绿岩并不相同的情况,另一种可能是如果说已知出露的蛇绿岩带是代表近期已消失的新特提斯洋的话,那么隐伏的这条蛇绿岩带是否意味着代表早已消失的一个规模更大的洋,说明雅鲁藏布江缝合带有过 2 次扩张成洋和碰撞缝合的历史。含隐伏蛇绿岩带碎屑组分的恰布林组的时代为早白垩世,那么隐伏蛇绿岩带可能代表的是形成于三叠纪—侏罗纪的中特提斯洋,最早的俯冲碰撞可能发生在晚侏罗世—早白垩世,也应是雅鲁藏布江缝合带形成的主要时期。在早白垩世印度板块与亚洲板块碰撞缝合之后,在晚白垩世又一次被拉开成洋,但这次规模较小,时间较短,可能在始新世很快被闭合,遂形成现在出露的这套蛇绿岩。

2 明确了青藏高原与塔里木盆地的边界

在青藏高原北部包括西昆仑和阿尔金地区在内,航磁反映为强烈线性延伸的弧形异常带,成为航磁测区内除南部雅鲁藏布江异常带外又一醒目的标志(图 1)。这一弧形异常带从西昆仑向东南再转向东北沿阿尔金山直至测区外,它过柴达木盆地西北边缘伸向祁连山。航磁所反映的这条弧形线性异常带就成为青藏高原北部与塔里木盆地之间的重要分界线。

从对航磁异常特征的分析来看,上述弧形线性异常带并不是简单地反映一条规模巨大弧形断裂带,而是围绕塔里木盆地周围由多条北西向和北东向断裂带所组成的。

在西昆仑地区航磁反映有 3 条北西向的规模巨大断裂带,即西昆北、西昆中和西昆南断裂,根据这次航磁资料,这 3 条断裂的划分与以往有较大不同。以往在西昆仑地区所划的这 3 条断裂(任纪舜、姜春发等,1999)基本呈北西向相互平行延伸,而西昆北断裂也就成为与塔里木盆地西南部的唯一边界。这次航磁测量结果显示西昆北断裂是一条向东凸出的线性异常带,在最南端被一东西方向的磁异常所截,并没有再继续向东南延伸,所以只能作为塔里木盆地与西昆仑的部分边界,而另一部分的边界则由西昆中断裂所取代。由于西昆北断裂带也是区分塔里木盆地西南部北东向磁异常与西昆仑北西向磁异常的重要分界线,所以断裂的形成时代较早,可能在前寒武纪塔里木盆地基底形成时就已存在,后期又有多次活动。由于沿断裂带发现有早石炭世到晚石炭世的蛇绿岩,姜春发等(1992)认为,奥陶纪地壳开始扩张,早石炭世地壳分裂出现洋壳,使统一的陆壳分裂成西昆仑和塔里木两陆块,晚石炭世末,南北两陆块对接,又拼合成一体,形成西昆北离合带,所以西昆北断裂带也是一条缝合带。西昆中断裂的东段是青藏高原北部与塔里木盆地最南部的又一条边界断裂,也是西昆仑地区规模较大的一条断裂,航磁反映为梯度带、线性磁异常带和不同磁异常走向的交汇带等特征,所以它同样可能是 2 种不同基底的分界线,但航磁所显示的位置较地质上以往所划的康西瓦断裂要更偏北。姜春发等(1992)进一步认为西昆中断裂也是昆仑地区板块最老的缝合线,可能形成于晚元古代并长期多次活动,早期因对接拼合而成缝合带,中期因韧性推覆而成韧性剪切带,晚期因右行走滑而成走滑带。

阿尔金山地区航磁反映有 2 条规模较大的断裂,即北东东向的阿尔金断裂和北东向的罗布泊—若羌断裂,它们共同组成了塔里木盆地的东南部边界。阿尔金断裂从西昆仑的最南端沿北东方向经柴达木盆地西北边缘延伸至测区外,以剧烈变化的线性正负磁异常明显地反映了青藏高原北部和塔里木盆地截然不同的磁异常特征。青藏高原北部为强度在零附近的区域性的弱磁异常,而塔里木盆地为强度较大的区域性东西和北东走向正磁异常,随着磁场向上延拓高度的增加,这种区域磁场分区的特征变得更加明显。与西昆仑不同的是阿尔金反映的

北东向正磁异常特征,特别是阿尔金断裂的西南段与塔里木盆地南部区域磁异常走向是完全一致的,因而塔里木盆地的南部基底有可能与阿尔金断裂西南段出露的变质岩系类似。从航磁异常反映来看,在塔里木盆地民丰、且末的东南边缘所出露的下元古界变质岩系与已知在阿尔金山西段出露的下元古界阿尔金群可能不是同一层位,因为根据新疆区域地质志(1993),阿尔金群是一套低角闪岩相为主的变质岩系,岩性为斜长片麻岩夹斜长角闪岩和各种片岩、大理岩、石英岩等,原岩可能为火山复理石—碳酸盐岩建造,层位可能属下元古界上部,大部分为弱磁性岩石,而沿阿尔金断裂带西南段发育的一些变质岩系与航磁异常有较好的对应关系,所以阿尔金断裂带西南段的区域磁异常可能是由太古界—下元古界的变质岩系引起,也是塔里木盆地南部基底的重要组成部分。在阿尔金山东北段反映为上太古界米兰群的东西向磁异常可一直延伸到塔里木盆地中部,形成了塔里木盆地中部的最老基底,所以在早期阿尔金断裂带与塔里木盆地有更多的共同性。

沿阿尔金断裂带两侧的磁异常有逐渐向断裂带西南收敛的趋势,形成锐角指向断裂带的羽状断裂系,而祁连山和西昆仑山磁异常分别出现在该断裂的东南侧和西北侧,和阿尔金磁异常呈钝角相接,磁异常反映的这种断裂带结构特征,具有明显的左旋走滑性质,成为青藏高原与塔里木地块滑移的重要边界。

根据航磁异常反映沿阿尔金断裂带大规模岩浆活动较少的特点,这一断裂带可能是长期属于走滑断裂的性质。姜春发等(1992)指出,当昆仑地壳扩张时,该断裂呈顺时针横向滑移,显示转换断层的作用,当地壳压缩时,该断裂呈反时针横向滑移,成为块体运动的滑移边界。因为昆仑经历了多次扩张与压缩,所以从古生代至三叠纪多次出现顺反时针滑移的交替,而从印支运动至今则一直反时针横向滑移。现今当印度板块向北俯冲和欧亚板块碰撞挤压时,青藏高原受塔里木块体的阻挡,阿尔金断裂的左旋走滑就成为释放这种应力的重要途径。

在阿尔金山与塔里木盆地交界的西北边缘,航磁反映有另一条规模较大的北东向断裂,即罗布泊—若羌断裂带,是塔里木盆地东南部的又一条边界断裂。它向北过罗布泊后,可能向红柳河、星星峡直至中蒙边境延伸。这一断裂航磁主要反映为梯度带和2种不同磁异常走向的界线,断裂以西基底深度可达3~7 km,以东则为阿尔金隆起,部分基底已出露地表。

根据航磁解释,青藏高原北部与塔里木盆地南部的界线主要是由北东向和北西向2种不同方向的断裂形成的,这些断裂一般形成时代较早,有的是不同块体的缝合带,有的长期是不同块体的滑移边界。但在最近印度板块向欧亚板块的碰撞过程中,它们起着青藏高原向塔里木盆地方向逆冲和块体间的滑移作用,北西向的断裂南侧块体向西北方向滑出,北东向的断裂南侧块体向东北方向滑出,形成围绕塔里木盆地的一条向南凸出的弧形构造带。

3 高原中部北东向负磁异常带的成因及其意义

从图1可见,青藏高原中西部总体磁异常走向为北西—东西走向,航磁反映无论是磁异常分区或规模较大磁异常带均为近东西走向,磁异常的这种特征显然是客观地反映了高原各块体的构造走向。根据航磁不同高度上延结果,随着上延高度的增加,在测区最东部自柴达木向西南延伸的广大地区出现一条北东向的负磁异常带,这一负磁异常带东西宽可达300~400 km,南北长则纵贯整个高原,可达1200 km以上,而在原平面图上,这一北东向的区域负磁异常背景上一些浅层局部磁异常又显示为北西—东西走向,与高原的区域构造走向一致,在东昆仑中段、可可西里、羌塘东等地均有清晰反映,形成类似于“立交桥式”的磁异常结构。这是在其它地区很少见到的可能仅出现在青藏高原中部的一种独特的地球物理现象。造成这

种深浅层构造方向截然不同的原因是什么呢?我们认为主要是由于晚近地质时期,深部热流沿北北东方向上升引起磁性层底部部分消磁作用的结果,主要证据如下。

1. 影响磁异常强弱无非是 2 个因素,一个是异常源本身的磁性强弱,另一个是异常源埋藏深度。对航磁区域磁异常来说,异常随深度的变化影响不大,所以北北东向负磁异常的出现并不是磁性层埋藏深度加大引起,况且负磁异常带又正好处于基底隆起部位,它主要应与岩石磁性变化有关。这种磁性变化主要跟磁性层底部抬高磁性层变薄有关。

2. 根据中法合作亚东—格尔木地震剖面中安多南的一条东西向短剖面资料(韩同林, 1987),正好横切这一北北东向负磁异常地区,发现位于上地壳内出现有一个低速层隆起,认为是花岗岩浆的熔融体,这可能是地壳内热流较高引起消磁作用的直接原因。

3. 虽然青藏高原总体地温以安多为界,具有南高北低的特征,这显然是受雅鲁藏布江缝合带和冈底斯岩浆弧的影响,但根据温泉分布资料,负异常与东西两侧之间地温还是有差别的。在安多以北负磁异常所处部位有 80~100℃的热水泉分布,而东西两侧未发现有热水泉,说明负磁异常带所处部位有较高的地温。

4. 根据航磁局部磁异常结合地质资料的推断(青海区域地质志, 1991),在安多以北深部负磁异常背景上发育有强度不大而梯度剧烈变化的众多局部磁异常,它们有可能是第三纪—第四纪火山岩的反映,说明这一地区最新火山活动较为强烈,因而造成地温较高,有可能使底部磁性层局部消磁。

5. 据最新报道,Bradley R. Hacker 等(2000)对青藏高原中部部分火山岩及其捕虏体的研究,认为它们的时代为 3 Ma,来自地壳深部 30~50 km,形成温度为 800~1 000℃。它们的深度上限与磁性层底界的深度基本相当,所具有的温度完全能使磁性层底部产生消磁作用。

所以,各种资料都表明了深部负磁异常带所处部位要比东西两侧具有较高的地温,尽管这种热的来源有各种不同看法,但对于这一地区地壳下部具有较高的温度是客观的事实。也有人认为高原的地温是以安多为界具有明显的南高北低的分带特征,而不是东西的差别。我们认为,由于受到雅江缝合带的影响,高原地温南北分带是显而易见的,但这并不能说明高原东西方向不会有这样的差别,航磁深部异常的显示正好反映了这种差异。这种情况的形成可能是由于印度板块持续向北挤压的结果,初期的挤压造成了各地块南北方向缩短而东西方向拉长,而当这种挤压使南北方向无法进一步缩短时,可能会造成深部沿北北东方向的张裂或形成深部层间剪切带,深部热流沿构造通道上升,使局部岩浆熔融,致使上部地壳具有较高的地温。与此同时也加快了青藏高原隆升的幅度,由于负磁异常带正好处于高原中部,也就使高原受到整体隆升。

4 对高原内部几条规模较大断裂带的再认识

这里所要讨论的规模较大断裂主要为金沙江断裂、南昆仑断裂、班公湖—怒江断裂以及在测区内有否延伸尚存在争论的澜沧江断裂等,这些断裂作为缝合带已被许多研究者所接受,是划分青藏高原构造单元的重要依据,是寻找冈瓦纳北界和欧亚大陆具体分界的线索,因此有必要根据区域性航磁资料对这些断裂在高原中西部的延伸情况和性质着重进行探讨。

青藏高原东部三江地区以江命名的 3 条南北向断裂金沙江、澜沧江和怒江断裂,向北西延伸特别在青藏高原中西部地区如何走向,引起多数研究者的关注。它们在高原东部由于地形地貌标志明显,且相隔不远,对它们的具体位置并不存在多少异议,但这 3 条断裂由南北向转为向北西延伸后,许多研究者就产生了较大的分歧,这主要是由于缺少区域性的地质和地球物

理资料。这次青藏高原中西部的航磁概查正好填补了这一地区地球物理资料的空白,为我们提供了这几条断裂如何延伸的直接证据。根据邻区航磁资料的对比,金沙江断裂带在东部以线性延伸的特征向北西延伸,它过羌塘—昌都地块北缘,成为和可可西里—巴颜喀拉地块的分界线,但延伸至羌塘北部,断裂带所反映的磁异常线性特征已不很明显,表明沿断裂带岩浆活动已大为减弱。从延伸的总体趋势来看,金沙江断裂带绝不可能与有人认为是更靠北而于阿尔金断裂相交。怒江断裂由于近国境线处航磁尚有较大的空白区,因此航磁无法提供延伸的证据,我们根据卫星遥感影像资料,认为它向西北延伸与班公湖相连的可能性较大,这也是目前大多数人的认识。

根据这次航磁测量结果,被大多数学者视为缝合带的金沙江断裂和南昆仑断裂,在测区内却没有出现明显的反映,因此,只作为区域性断裂来处理(图2)。缝合带上应有什么样的磁异常特征?已知的雅鲁藏布江缝合带给我们提供了明确的见证。也许有人认为雅江缝合带是在喜山期才形成的,较早时期形成的缝合带地球物理场的特征就不一定有明显反映。从西昆仑所反映的强烈变化磁异常特征来看,较早的缝合带仍然应有极为明显的磁异常反映。然而,金沙江断裂和南昆仑断裂向东南延伸磁异常反映较为明显,也是不同区域场特征的分界线,也发现有蛇绿岩套。因此,我们认为这2条断裂作为缝合带,当初裂开成大洋的时候,只是在东南

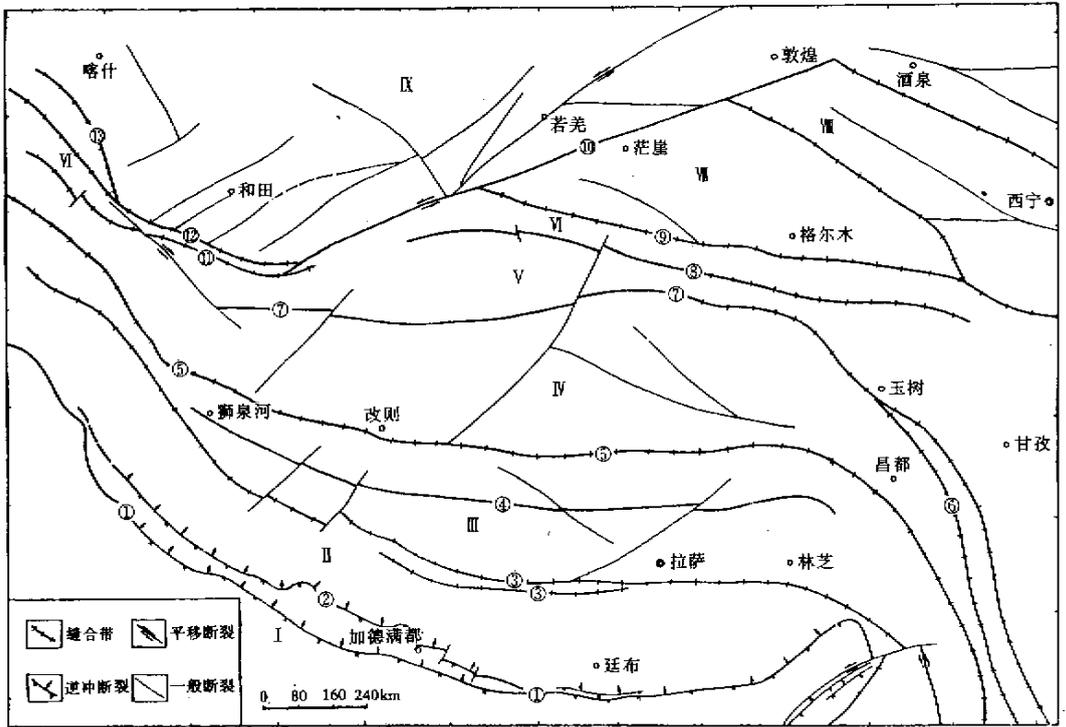


图2 青藏高原断裂格架和构造分区略图

- ①—主边界断裂;②—主喜马拉雅断裂;③—雅鲁藏布江断裂;④—狮泉河—申扎断裂;⑤—班公湖—怒江断裂;⑥—澜沧江断裂;⑦—拉竹龙—金沙江断裂;⑧—南昆仑断裂;⑨—中昆仑断裂;⑩—阿尔金断裂;⑪—西昆南断裂;⑫—西昆中断裂;⑬—西昆北断裂;I—印度地块;II—喜马拉雅地块;III—冈底斯—念青唐古拉地块;IV—羌塘—昌都地块;V—可可西里—巴颜喀拉地块;VI—昆仑地块;VII—柴达木地块;VIII—祁连地块;IX—塔里木地块

段呈剪刀式向东南张开,而向西北延伸,特别在航磁测区范围内,它们可能并没有裂开成洋,最多只是浅海陆架的构造环境。当两地块再缝合时,在测区范围内的地段没有出现大规模岩浆活动,磁异常的反映也就不明显了。

介于上述 2 条断裂之间的澜沧江断裂,在青藏高原中西部的走向目前争议较多。有人把澜沧江断裂带与双湖、龙木错相连,认为是 1 条古特提斯的缝合带,并根据沿断裂带可能有双变质带、混杂堆积、不同生物地理区系和古地磁等资料,把它确定为冈瓦纳的北界(李才, 1995)。许多人认为横贯羌中隆起的双湖断裂是 1 条裂谷带,根据沉积物分析是属于大陆内部的构造环境,而非大陆边缘环境,所以把它与澜沧江断裂相连作为冈瓦纳北界是值得怀疑的。也有人把澜沧江断裂与班公湖断裂相连(董申保等, 1986; 杨华等, 1991)构成冈底斯北缘的班公湖—澜沧江缝合带,也就是目前大多数所称的班公湖—怒江缝合带。从邻区航磁异常我们看到,澜沧江断裂以串珠状的磁异常特征向北延伸后有 2 种可能的走向,一是它向北后在羌塘—昌都地块的东部直接与金沙江断裂相交,二是根据昌都地区磁异常有南北分带的特征,也有可能是澜沧江断裂向北西延伸斜穿过昌都地块中部的结果,而后这一断裂再向北与金沙江断裂相交。但无论如何,这一断裂都不可能从羌塘中部通过。从遥感影像来看,它在昌都地块东部向北西延伸会于金沙江断裂带的可能性更大(见图 2)。

虽然多数人认为班公湖—怒江断裂带是缝合带,但它只是不同区域场的分界线,并没有出现雅鲁藏布江那样的线性正磁异常带,而在某些地段则显示为平静的负磁异常,形成有一定沉积厚度的中生界盆地,如洞错—措勤盆地、尼玛—伦坡拉盆地等。这种情况说明班公湖—怒江带并没有整体裂开成洋,最多只是在局部地区有过成洋的历史,形成少量的蛇绿岩套,或地表虽有分布,但厚度较小,所以并没有出现强烈延伸的线性正磁异常。根据磁异常的反映我们认为班公湖—怒江带更多的可能是冈底斯弧后张裂带,沿此带所出现的一些盆地为弧后盆地。这一弧后张裂带根据它出露的蛇绿岩套时代应与雅鲁藏布江缝合带中我们所推测的隐伏蛇绿岩带是同时的,也就是雅鲁藏布江最早一次俯冲作用形成的弧后张裂,时代应为晚侏罗世—早白垩世。

狮泉河—申扎断裂的形成可能与班公湖—怒江断裂类似,但它是雅鲁藏布江缝合带中最近的一次俯冲作用形成的弧后张裂活动,时代可能为晚白垩世—始新世,沿断裂带在局部地段有基性、超基性岩发育,而磁异常主要为燕山—喜山期花岗岩、花岗闪长岩的反映。相对应的弧后盆地可能有申扎南、申扎北盆地。也有人认为狮泉河—申扎断裂可能是又一条缝合带,虽然沿断裂带也出现有少量基性、超基性岩,但目前尚没有足够的证据,这一断裂的性质有待进一步深入研究。

5 结论

青藏高原以其独特的地貌地质特征和在地学研究中的重要意义,成为国内外地学界竞相研究的热点。由于高原的自然地理条件,目前除了路线地质调查和少数几条地球物理剖面外,针对整个高原所做的面积性地质和地球物理工作极为稀少,这次航磁概查正好弥补了这一不足。从航磁概查结果来看,它对解决青藏高原的基础地质问题和矿产资源的评价具有很好的效果,所以对航磁资料进行深入的研究,必将充分发挥航磁资料在青藏高原地质构造、矿产预测和其它研究中的重大作用。

参考文献：

- [1] 西藏自治区地矿局. 西藏自治区区域地质志[M].北京 地质出版社 ,1993.
- [2] 新疆维吾尔自治区地矿局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京 地质出版社 ,1993.
- [3] 青海省地矿局. 青海省区域地质志[M].北京 地质出版社 ,1991.
- [4] 王成善,刘志飞,李祥辉,等. 西藏日喀则弧前盆地与雅鲁藏布江缝合带[M].北京 地质出版社 ,1999.
- [5] 肖序常,李廷栋,李光岑,等. 地质专报(7)·构造地质、地质力学·喜马拉雅岩石圈构造演化总论[M].北京 地质出版社 ,1988.
- [6] 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等. 中国及邻区大地构造图(1:500 万) [M].北京 地质出版社 ,1999.
- [7] 姜春发. 昆仑开合构造[M].北京 地质出版社 ,1992.
- [8] 孙鸿烈,潘裕生,孔祥儒,等. 青藏高原形成演化与发展[M].广州 广东科学技术出版社 ,1999.
- [9] 董申保,沈其韩,孙大中,等. 中国变质地质图[M].北京 地质出版社 ,1986.
- [10] 杨华,梁月明,王岚,等. 地质专报(7)·普查勘探技术与方法·青藏高原东部航磁特征及其与构造成矿带的关系[M].北京 地质出版社 ,1991.
- [11] 韩同林. 地质专报(4)·构造地质、地质力学·西藏活动构造[M].北京 地质出版社 ,1987.
- [12] 潘桂棠,王培生,徐耀荣,等. 地质专报(9)·构造地质、地质力学·青藏高原新生代构造演化[M].北京 地质出版社 ,1990.
- [13] 李才,程立人,胡克,等. 西藏龙木错—双湖古特提斯缝合带研究[M].北京 地质出版社 ,1995.
- [14] Hacker B R ,Gnos E ,Ratschbacher L ,et al. Hot and dry deep crustal xenoliths from Tibe[J]. Science ,2000 ,287 :2463—2466.

NEW UNDERSTANDING ON SOME GEOLOGICAL PROBLEMS OF QINGHAI-TIBET PLATEAU ON THE BASIS OF GENERALIZED AEROMAGNETIC SURVEY

ZHOU Fu-hong , YAO Zheng-xu , XUE Dian-jun , LIU Zheng-jun , ZHANG Yong-jun
(China Aerogeophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources , Beijing 100083 , China)

Abstract : Based on 1:1 000 000 generalized aeromagnetic survey in central and western Qinghai-Tibet plateau , this paper has made interpretation and investigation on such geological and geophysical problems related to the plateau area as the Yarlung Zangbo River suture zone , the southern boundary of Tarim basin , several large-scale faults within the plateau and regional negative magnetic anomaly zones and , as a result , obtained some new understanding different from previous opinions , which is of great importance in the further deepgoing study of Qinghai-Tibet plateau. It is also demonstrated that the application of the newest aeromagnetic map of central and western Qinghai-Tibet plateau based on generalized aeromagnetic survey to the study of geological problems is very effective.

Key words : generalized aeromagnetic survey ; Qinghai-Tibet plateau ; suture zone ; negative magnetic anomaly zone

作者简介 : 周伏洪(1937 -) 男 , 浙江东阳人 , 1961 年毕业于南京大学区域地质专业。现就职于中国国土资源航空物探遥感中心 , 教授级高级工程师 , 长期从事航空物探资料的解释和研究工作 , 发表论文 20 余篇。