

文章编号: 1006-6616 (2016) 04-0856-12

新构造-活动构造区填图技术方法初析 ——以宁夏 1:50000 红崖子、大坝站、青铜峡铝厂 三幅新构造与活动构造区填图试点为例

施 炜¹, 陈 虹¹, 李振宏¹, 公王斌¹, 邱士东²

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质调查局, 北京 100037)

摘 要: 在宁夏 1:50000 红崖子、大坝站、青铜峡铝厂三幅新构造与活动构造区填图试点的基础上, 按照新构造、活动构造和构造地貌等几个方面, 初步总结了新时期的新构造与活动构造区填图技术方法。新时期新构造与活动构造区的区域地质调查应满足国家与地方经济发展需要, 多任务、多层次、多学科开展工作, 面向大数据时代, 形成海量数据、多方位、高效与高价值的成果。

关键词: 特殊地质地貌区; 新构造; 活动构造; 1:50000 地质填图; 技术方法; 大数据

中图分类号: P546; P623

文献标识码: A

0 引言

区域地质调查工作经历了长期的传统区域地质填图, 对国家社会经济建设做出了重要贡献。近期国家对地质调查工作提出了新的更高要求, 区域地质调查工作除开展三维地质填图试点^[1]、专题地质填图^[2-3]之外, 为满足经济发展新常态对地质调查工作的新要求、国家经济建设对能源资源依赖的需求, 以及区域地质调查工作方式与方法技术创新的需要, 中国地质调查局于 2014 年启动了“特殊地质地貌区填图试点”项目^[4]。新构造与活动构造区填图作为“特殊地质地貌区填图试点”的重要调查类型之一, 不同于传统的活动断层填图。传统的活动断层填图调查范围仅仅局限于断裂带及其两侧一定范围的带状区域内, 调查内容仅集中于断裂自身。实际上活动断裂的形成和发育与岩石地层及地貌均存在内在联系, 是一个相关作用的地质系统。因此, 本次 1:50000 新构造与活动构造区地质填图, 以标准图幅为填图单位, 将测区地质体作为一个沉积-构造-地貌系统开展填图工作, 为更好地理解新构造与活动构造提供了有利条件。这种带有专题性质的区域地质调查对国家区域经济规划、重大工程建设与工程稳定性评价也有重要参考意义。

收稿日期: 2016-09-15

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“特殊地质地貌区填图试点”(DD20160060)

作者简介: 施炜 (1971-), 男, 研究员, 构造地质学专业, 主要从事中、新生代构造研究。E-mail: shiweinmg@163.com

本文结合近期开展的宁夏 1:50000 红崖子、大坝站、青铜峡铝厂三幅新构造与活动构造区填图试点项目的部分工作进展, 对新构造与活动构造区填图主要技术方法做了初步总结, 以期相关的特殊地质地貌区地质填图提供参考。

1 区域构造背景与地质-地貌特征

填图区处于鄂尔多斯地块、阿拉善地块与青藏高原东北缘弧形构造带交汇部位, 范围覆盖银川盆地西南缘 (见图 1)。测区主要发育北西走向和北北东走向两组构造, 其中北北东走向构造主要为贺兰山山前断裂, 北西走向构造主要为柳木高断裂和三关口断裂, 是测区最主要的构造, 该断裂带是青藏高原东北缘最外侧断裂带之一^[5-8]。测区地层发育时间跨度大, 主要有奥陶系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中侏罗系与白垩系之间为不整合, 古近系和新近系与下伏地层均为不整合接触。古近系包括始新世—渐新世寺口子组、渐新世清水营组。新近系主要为中新世红柳沟组和晚中新世—早上新世干河沟组河流相沉积^[9]。第四系主要为晚更新世马兰黄土和全新世冲洪积堆积, 主要沿黄河及银川盆地内分布。

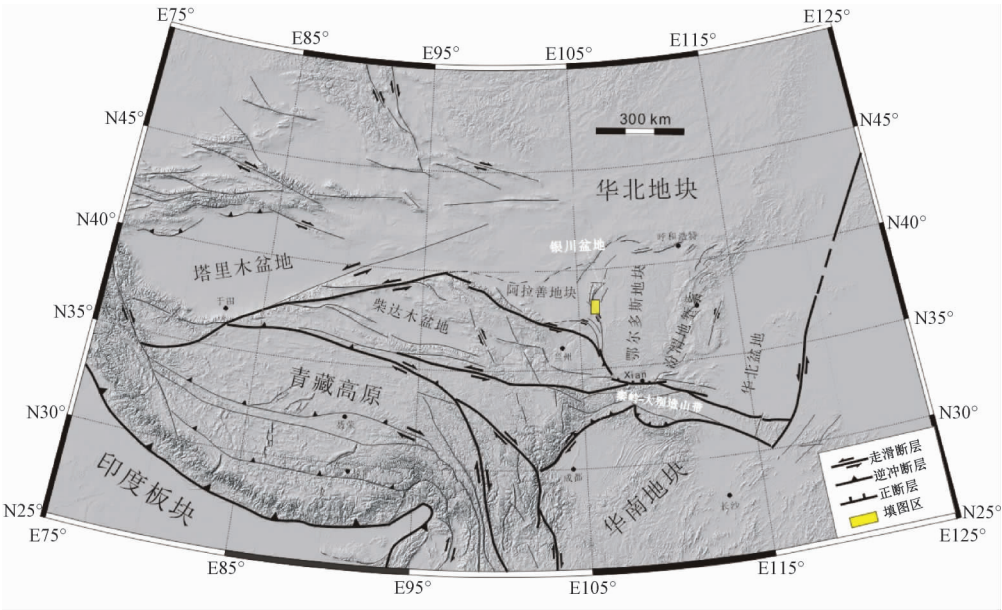


图 1 宁夏新构造与活动构造区填图区大地构造特征

Fig. 1 Geologic Outline of the Ningxia regional geologic mapping in Neotectonic and active tectonic area

宁夏 1:5万红崖子、大坝站、青铜峡铝厂三幅区域地质调查区, 地形地貌丰富, 南北两侧牛首山与贺兰山为高山区, 东侧为低山区, 中为丘陵区, 东部为平原区。黄河穿越测区东南缘形成银川冲积平原。长城穿越测区西缘, 测区中部有正在进行科考的鸽子山古人类遗址 (代表旧石器向新石器过渡阶段), 测区东部有唐徕渠、汉延渠等为代表的古代水利工程。测区作为青藏高原北东向扩展的最前锋, 又是北北东走向银川盆地伸展构造系统的组成部分, 新构造与活动构造强烈、构造地貌丰富, 如断层地貌、山前多级台地、多期冲积扇、黄河古河道等^[6,7,10]。测区所具有这些特点, 使得本区成为开展 1:5万新构造-活动构造区地质

填图的理想区域之一,有利于建立 1:5 万新构造-活动构造区填图的技术方法体系与填图指南,为建立一个青藏高原东北缘新生代北东向扩展相关的沉积-构造-地貌系统提供了条件。

2 填图目标与具体需求

通过地表地质调查和地球物理探测技术的紧密结合,运用地质、遥感、物探、钻探等综合技术手段,在贺兰山—牛首山交界地区开展 1:50000 新构造、活动构造地质填图试点,完成宁夏 1:50000 红崖子 (J48E011016)、大坝站 (J48E012016)、青铜峡铝厂 (J48E013016) 三幅新构造与活动构造区填图试点,查明新构造、活动构造时空分布特征,为当地区域经济部署与重大工程建设提供地质依据。通过 1:50000 新构造-活动构造区填图试点,借鉴国内外新构造-活动构造地质调查先进经验,探索新构造-活动构造区填图的新思路、新方式。创新地质填图成果表达方式,形成面向国家与地方需求的多目标、多任务的地质填图成果,建立新构造-活动构造区 1:50000 填图的技术方法体系与工作指南。查明青藏高原北东向扩展最前锋的活动方式与活动性,及其引发的沉积-构造-地貌响应。同时培养一批新构造、活动构造调查的专业人才。

本次新构造-活动构造区填图,针对国土资源部党组提出的地质调查工作要服务国家能源资源安全保障,服务促进生态文明建设,服务防灾减灾,服务新型城镇化、工业化、农业现代化和重大工程建设,服务海洋强国建设的“五大服务”。在国家层面上,由于填图区位于为优化国家城市体系的需要而设立的沿黄经济带宁夏段,沿线也是新构造与活动构造强烈发育区,对沿黄经济带可持续发展形成潜在威胁,宁夏红崖子等地区作为沿黄经济带中段银川城市群所在区域,开展测区新构造与活动构造地质填图,查明测区新构造与活动构造时间分布特征,对沿黄经济带的国家战略部署提供地质地貌条件依据。从地方层面而言,宁夏红崖子等填图区发育青铜峡及其冲积平原,冲积平原是宁夏最重要农业产粮区,通过青铜峡的新构造与活动构造调查,可以查明银川平原演化过程,提出冲积平原发展趋势,从而为宁夏农业区划提供依据。测区建有一系列大型工程,通过开展新构造、活动构造的详细调查,对宁夏经济区划、重大工程建设与工程稳定性评价有重要参考意义。在地质调查方面,宁夏 1:50000 新构造、活动构造地质填图选取贺兰山与牛首山交界部位,即银川盆地西南缘。该区处于南北地震带北段,也作为青藏高原北东向扩展的前锋,同时又处于青藏高原北东向挤压逆冲构造系统与银川盆地北西—南东伸展的断陷活动系统交汇区域,发育两组明显不同构造系统,新构造和活动构造活动强烈,构造地貌丰富,为查明青藏高原东北缘由挤压缩短的弧形盆岭构造带向银川盆地构造伸展的转换机制提供了有利条件。

宁夏 1:50000 新构造-活动构造区地质填图选取贺兰山与牛首山交界部位 (即银川盆地西南缘) 作为试点。大地构造方面,试点区位于鄂尔多斯地块、阿拉善地块与祁连山-秦岭构造带的交汇部位 (见图 1),同时也处于青藏高原东北缘的边界位置,记录了相关构造单元的新构造与活动构造特征^[8]。区域构造方面,测区处于青藏高原东北缘由弧形盆岭带向银川盆地过渡部位 (见图 1),记录了青藏高原东北缘构造挤压缩短向构造伸展转换信息,对查明青藏高原北东向扩展过程及其构造响应有重要意义。同时,黄河穿越测区东缘进入银川盆地,因此通过研究黄河变迁历史,可以获得黄河演变其对银川冲积平原地形成演化耦合关系,对宁夏农业地质环境研究有重要参考价值。

3 填图指导思想与工作方案

将新构造、活动构造区作为一个沉积-构造-地貌系统进行填图，按照标准图幅而非构造单元开展填图工作。针对测区构造与地层发育特征，采用分区填图的原则，在基岩区与浅覆盖区，采取不同工作方案与技术方法，获取测区地层-构造-地貌格架。在基岩出露区，采用传统穿越法为主、追踪法为辅的技术路线；对于基岩零星出露区，在遥感解译的基础上，以追踪法为主，结合穿越法开展调查；对于第四纪浅覆盖区，在遥感解译基础上，采用多种地质与物探调查方法，开展综合调查填图。此外，需要加强野外填图前期的资料收集工作，加强资料分析处理，特别是遥感与数字高程模型地学信息的提取与解释，加强新构造、活动构造填图的实用性，服务于当地经济建设。

填图具体工作按照填图前期准备、野外填图、填图图件编绘与成果形成 3 个阶段进行（见图 2）。在填图前期准备阶段，系统收集填图区内地质、地球物理、遥感、地形等资料，完成遥感构造-地层-地貌解译，在野外踏勘的基础上，划分地貌单元与不同类型填图区，完成新构造与活动构造草图与工作部署图，并确定具体填图方法与技术手段。在野外填图阶段，基于地质剖面实测，结合区域构造-地层对比分析，划分测区地层-构造-地貌填图单元；并通过路线调查与地球物理调查，开展野外填图工作，完成实测地质剖面图、地层柱状图与实际材料图。在填图图件编绘与成果形成阶段，完成室内资料整理、数据录入、岩矿测试等工作，编制 1:50000 新构造-活动构造区地质图、图幅说明书和方法技术总结报告。

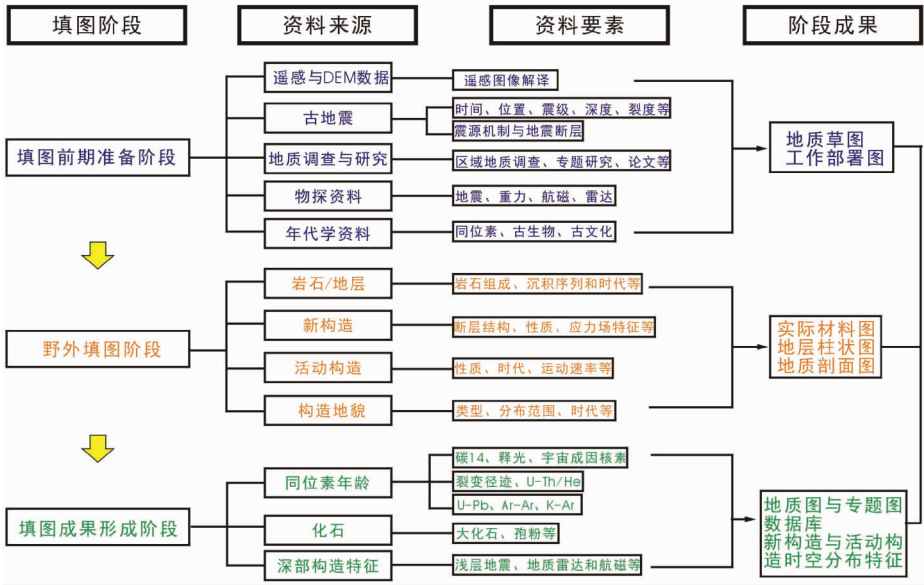


图 2 1:50000 新构造-活动构造区地质填图试点工作方案

Fig. 2 Technology roadmap of 1:50000 regional geologic mapping in neotectonic and active tectonic area

4 填图技术方法

本次宁夏 1:50000 新构造-活动构造区地质填图的技术方法与填图方案一致，同样按照

填图前期准备、野外填图、填图成果形成 3 个阶段 (见图 2), 采用不同技术方法组合。

4.1 填图前期准备阶段

在资料与数据收集整理的基础上, 一方面采用中—高分辨率遥感与 DEM 数据处理及解译技术, 结合野外踏勘, 识别新构造与活动构造形迹, 查明测区基本构造格架。本次工作的中分辨率 (10 ~ 30 m) 遥感解译的数据源主要为 Aster (15 m) 与数字高程模型数据 (SRTM-DEM) 数据 (30 m)。利用这些遥感资料对整个测区活动构造、构造地貌、岩性、水系等进行解译^[11~12], 明确测区的主要构造格架与地貌、地层岩性特征。高分辨率 (1 ~ 5 m) 遥感解译是在前期遥感解译的基础上, 选择重点地区进行的更详细解译, 确定活动构造与构造地貌分布特征, 标出探槽部署的可能位置。高分辨率数据源主要为高分二号 (1 m) 与 WORLD DEM (2 m), 结合野外踏勘, 形成新构造-活动构造地质草图与工作部署图 (见图 3)。

另一方面, 在野外踏勘的基础上, 初步划分测区的地层-构造-地貌单元。其中, 测区岩石地层单元有奥陶系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系与第四系, 地层按照组为基本单元划分, 组内结合沉积相特征分段。一些特殊的层位, 应作为非正式填图单位单独划分。

断层填图单位主要按照以下方案划分: ①断层活动时代划分为古近纪—新近纪、第四纪早—中期、晚更新世、全新世以来; ②根据断层性质划分为正断层、逆断层、走滑断层以及正-走滑断层、逆-走滑断层; ③按照构造要素包括划分为断层产状、活动方式、活动速率等。

地貌填图单位主要划分为断层三角面、断层崖、河流及河流阶地、台地、冲洪积扇、冲沟、地震构造 (地震地表破裂带、拉分盆地、挤压隆起) 等, 并根据发育时代进一步划分。

4.2 野外填图阶段

野外填图阶段, 首先在已有的区域地质调查的基础上, 选择测区露头较好区域, 设置横穿沉积地层、构造及地貌的调查路线, 开展详细的剖面测制与调查, 并结合遥感解释结果, 最终建立测区地层-构造-地貌填图单元。本次新构造与活动构造区的区域地质调查, 参考 1:50000 区域地质调查工作指南试行 (2015)、1:50000 覆盖区区域地质调查工作指南 (2015) 与 1:50000 活动断层填图标准 (2013), 通过野外调查, 提出了填图单元的划分方案。主要填图单元有 3 类: 地层方面, 正式填图单位划分到组, 组内分段, 标志性的砾岩与泥灰岩等作为非正式填图单位; 断层方面, 按照断层活动时代划分为古近纪—新近纪、第四纪早—中期、晚更新世、全新世以来等不同时期, 按照断层性质, 分为正断层、逆断层、走滑断层、正-走滑断层、逆-走滑断层等填图单元, 按照构造要素, 分为断层产状、活动方式、活动速率等。地貌方面, 主要划分为断层三角面、断层崖、河流及河流阶地、台地、冲洪积扇、冲沟、地震构造 (地震地表破裂带、拉分盆地、挤压隆起) 等填图单元。然后, 运用有效的技术方法, 对新构造、活动构造与构造地貌, 分别开展区域地质调查工作 (见图 4)。

4.2.1 新构造调查

新构造调查主要的技术方法组合为遥感与 DEM 构造-地层-地貌解译、构造-地层-地貌专项路线地质调查、构造解析-沉积学-地貌学分析与综合等, 并结合新生代年代学研究, 获得测区新生代地层-构造-地貌格架。测区主要发育北西褶皱构造, 以及北西向的区域性断层 (柳木高断层)。本次新构造调查, 建立了测区地层格架, 查明测区中部构造格架表现为一北西走向背斜构造和一北西走向向斜构造, 且背斜与向斜构造为北西走向断层切割。卷入褶

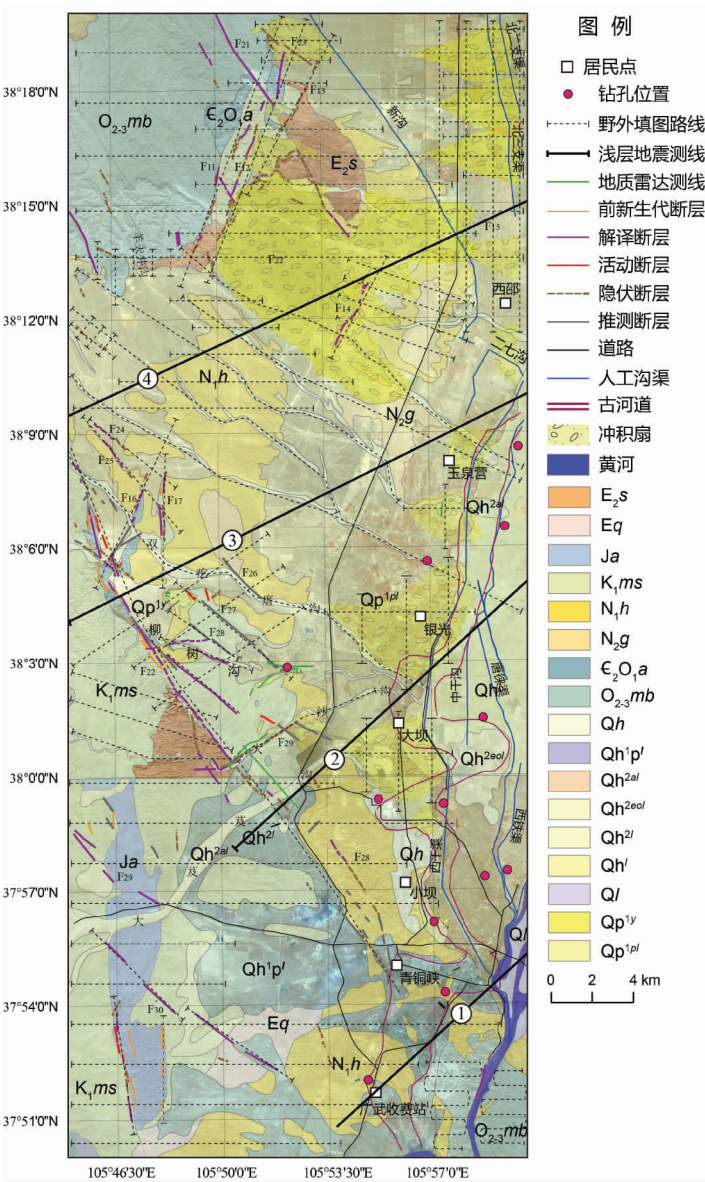


图 3 基于多源数据遥感解译的工作部署图

Fig. 3 Work-plan map of 1:50000 regional geologic mapping in neotectonic and active tectonic area

皱变形的最新地层为红柳沟组。

针对岩石地层，主要运用沉积学调查与分析，建立地层序列，划分沉积旋回和沉积相，一方面为细化填图单位，即组内分段及一些重要标志层作为非正式填图单位提供依据；另一方面从沉积学方面指导野外填图。

对于断层，主要开展断层几何学与运动学调查，查明其空间分布特征与活动性。并通过断层滑动矢量测量与分析，建立测区构造应力场演化序列，为分析测区新构造演化历史提供依据^[8,13]。

此外，新构造调查可以运用数字高程模型（DEM）技术，开展几何学与运动学的定量调查与分析^[14~16]。本次调查运用 WORLD-DEM 数据，提取测区北西走向的柳木高断裂带

填图单元	技术手段及填图目标								
	遥感资料解译	浅层地震	地质雷达	微地貌扫描	钻探	槽探	气体地球化学	构造应力场	新生代年代学
地貌	河流、古河道、冲沟、断头沟、断尾沟、阶地、台地、冲积扇、断层坎、断层谷地			冲沟、断头沟、断尾沟、断层坎、断层谷地					宇宙成因核素
地层	地层分布范围及沉积特征	第四纪地层结构	第四纪地层结构		新生代地层结构	第四纪地层序列			磁性地层、 ¹⁴ C、光释光、宇宙成因核素、热释光、ESR
新构造	延伸方向、位置和运动特征	新构造深部特征	新构造深部特征					新生代构造应力演化	裂变径迹 (U-Th)/He、Ar-Ar
活动构造	延伸方向、位置和运动特征	活动断层深部延伸	活动断层深部延伸	活动断层位移距离、活动褶皱	活动断层地震楔	古地震、断层运动特征、沉积序列	活动断层活动性	活断层应力方位	¹⁴ C、宇宙成因核素

图 4 1:50000 新构造、活动构造区地质填图试点工作方案

Fig. 4 Work program of 1:50000 regional geologic mapping in neotectonic and active tectonic area

控制的 30 个亚流域盆地的地形因子，包括面积高程积分（Hi）、盆地形状指数（Bs）、山前曲折度（Smf）、流域盆地的不对称度（Af）和谷底与谷肩比值（Vf）等，对断裂带开展定量化调查。

新生代年代学研究方面，相对较新的样品（如时限为早—中更新世范围）测试，可以采用光释光测年（OSL）、铀系不平衡法、电子自旋共振（ESR）、宇宙成因核素测年；如果时限较长，可以采用磁性地层学、磷灰石裂变径迹、磷灰石（U-Th）/He，⁴⁰Ar-³⁹Ar 等确定时代^[17]。

4.2.2 活动构造

活动构造调查在高分辨率遥感解译的基础上，采用差分 GPS 或者激光雷达进行微地貌扫描定位，最后通过槽探或钻探揭露以及年代学研究，确定其空间分布特征与活动性特征。差分 GPS 或者激光雷达进行微地貌扫描，确定断层的具体位置，为活动断层探槽选址提供可靠依据。

近年来，激光雷达测量（Light Detection and Ranging, LiDAR）因其可快速获得地貌的高精度、全方位、三维图像，精确测量微地貌几何形态，而为活动构造调查广泛应用。通过激光雷达测量，结合年代学研究，可获得活动断层精确的变形速率，查明断裂活动习性，对活动构造开展定量化研究^[18-20]，为测区大比例尺高精度地貌填图提供了技术条件。

对于隐伏断层，首先通过高精度遥感解译获取基本与细节信息。通过高分辨率遥感影像增强处理，或者利用不同的传感器获取的地貌信息，可以进一步获取隐伏断层详细信息。在此基础上，开展地球物理综合调查。本次调查采用浅层地震剖面接力探测、钻孔联合地质剖面与探槽揭露相结合的综合调查方法，获取隐伏断层的空间分布规律^[21]。浅层地震剖面接力探测采用近地表面波与深部可控源联合探测，两者在断层上断点结合，形成完整地震剖面。具体地，近地表（30 m 以浅）的范围采用面波探测，局部剖面也运用地质雷达扫描；

30 ~ 2000 m 深度采用浅层地震反射剖面调查, 形成 2000 m 以浅的完整地震剖面。在浅层地震剖面地层-构造解释的基础上, 部署钻探工程校正地震剖面信息 (见图 5)。此外, 在以上地球物理剖面接力探测的基础上, 可部署横跨断裂带的钻孔联合地质剖面或者探槽, 直接揭露断层, 并采集年代学样品, 确定其活动时代。

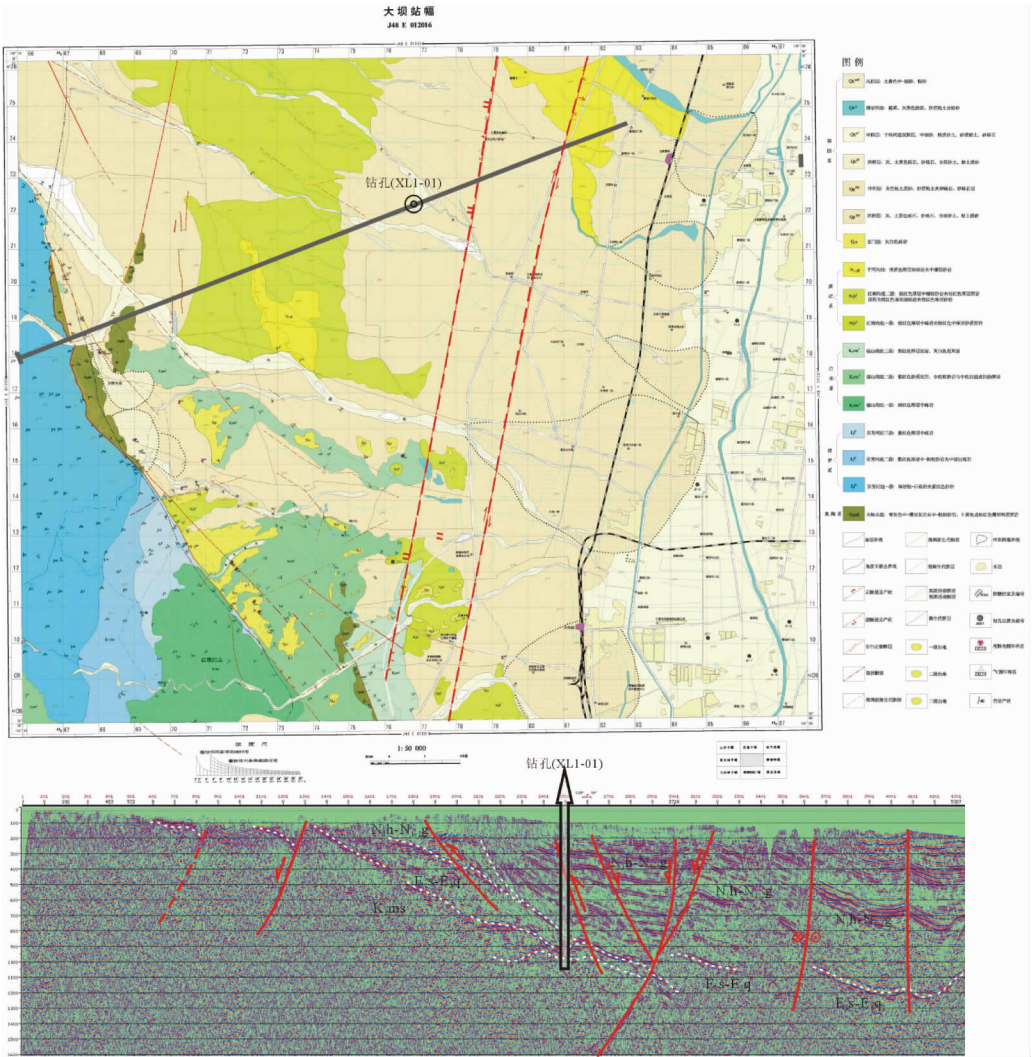


图 5 基于浅层地震与钻探技术方法组合的隐伏断层调查

Fig. 5 Investigation of buried faults based on shallow seismic reflection and drilling

活动断层由于其时限较短 (距今 100 ~ 120 ka 以来), 一般选择¹⁴C 或者光释光的测试方法, 其中¹⁴C 由于精度相对高、测试周期短而被普遍采用。但由于¹⁴C 要求采集样品含炭成分, 所以在某些情况下, 很难获得理想样品。光释光测年一般要求避光情况下采集细一粉砂样品, 比较容易获得样品, 但其测试精度相对低, 误差比¹⁴C 大。铀系不平衡法对样品采集有严格要求, 需要采集碳酸盐沉积物、软体动物贝壳、珊瑚、古脊椎动物和古人类骨骼、牙齿等。

4.2.3 构造地貌调查

测区内发育多种不同的构造地貌, 包括断层三角面、断层陡崖、山前台地、冲积扇、古

河道等,需针对不同地貌,采用不同的技术方法进行调查。但主要仍然通过多源中—高空间分辨率遥感解译,获得各类地貌分布、形态等基本信息,部署调查路线追索验证,并运用差分 GPS 精细测量地貌形态,在合适的部位可采集宇宙核素样品,确定其时代。

断层三角面、断层陡崖和断层坎等断层地貌可直接反映断层活动特征,填图区内沿柳木高断裂发育有断层三角面、断层陡崖。断层三角面的形成时代相对较老,在柳木高断裂的北西段一般发育于白垩纪地层中,而在南东段主要切断中新世红柳沟组砂砾岩。断层陡崖在柳木高断裂中段出露较明显,陡崖近直立,走向与柳木高断裂一致。断层陡崖切断了奥陶系—中新统等不同时代地层,部分地区显示陡崖叠加于早期断层三角面之上,表明早期为正断活动,晚期为走滑活动。

山前台地主要沿北西走向的柳木高断裂北东侧分布,共发育 4 级台地,海拔 1210 ~ 1260 m,不同台地间的高差为 10 ~ 20 m (见图 5)。台地底部为寺口子组砾岩或红柳沟组砂泥岩,顶面为早更新世玉门砾岩覆盖。本次调查选择不同海拔典型台地进行沉积学分析(沉积序列、砾石成分统计、古水流等),并在其顶部采集宇宙核素样品,确定其时代,进而约束台地形成时代。依据台地顶部覆盖早更新世砾岩,山前台地早期应为统一地貌面,后期可能受新构造活动解体,但如何形成、如何分解以及构造的控制作用,需要深入调查。

对冲积扇的调查,主要获取其分布、形态与沉积特征,划分期次。本次填图区冲积扇主要发育 2 期,其中山前局部可见相互叠置的 2 期冲积扇,测区东部沿黄河残留早期冲积扇,局部为全新世冲积物覆盖;扇体主要由松散堆积的砂、砾石层组成,砾石无磨圆,无分选,局部含有砂泥质透镜体。对冲积扇剖面进行¹⁴C 和光释光年代学测试,可以确定其形成时代。关于冲积扇的分布规律,由于地表未见到任何构造信息,本次采用浅层地震调查,初步确定测区东缘的冲积扇分布受北东走向的隐伏正断裂控制。

古河道信息主要通过遥感解译获取,遥感解译结合野外踏勘显示,测区东部沿唐徕渠西侧分布一近南北向带状影像,地表表现为断续湿地,推测该地带可能为古河道。沿解译地带,南段地表出露磨圆度极好的松散砾石层,砾石成分以石英岩、砂岩、火山岩和变质岩为主,具有黄河砾石的特征;中段的全新世沉积物覆盖区,通过浅钻揭露,岩芯内均同样发现有磨圆度极好的砾石层沉积,砾石主要由石英岩、砂岩和灰岩组成,与黄河两岸阶地上的砾石特征一致;北段剖面钻探和地表调查显示,沿该古河道主要为沼泽地覆盖,而在古河道内还有种植水稻的水田,古河道两侧为耕地,多以玉米地等旱地为主,显示古河道的含水量明显较两侧丰富。在靠近沼泽地东侧的高地上,可见河漫滩相砂泥层互层沉积,产状近水平。而在靠近沼泽地西侧的山前台地上部,可见冲洪积砂、砾石层堆积覆盖于红柳沟组砂泥岩之上。

同时,古河道砾石层古水流测量分析显示水流方向为由南向北,表明该古河道可能为黄河早期的河道或者支流,但如何形成及废弃,可能与银川盆地新构造活动相关,需要进一步调查。

4.3 填图成果形成阶段

本项目针对本次地质填图创新了填图成果表达方式,形成面向国家与地方需求的多目标多任务的地质填图成果。在填图图件编绘与成果形成阶段,除基于数字填图系统,形成 1:50000 万新构造-活动构造区地质图、建设数据库^[22]、编写区域地质调查报告与专题报告等传统地质调查成果外,还运用 GIS 制图与空间分析技术、数据融合技术与三维建模技术^[23],也形成一系列专题图,包括 DEM 微地貌图、新生界(第四系、古近系—新近系)

三维地质结构图、稳定性评价图等。其中,新生界三维地质结构图的图面内容,至少应区分第四系与古近系—新近系,包含含水层与隔水层、矿产资料等资源信息,便于重大工程建设、城市规划、地方生态环境与地质灾害预警等参考。

5 问题与建议

1:50000 新构造、活动构造填图部署应具有前瞻性、针对性。工作部署应该面向国家需求,特别是国家经济发展,面向局部和地区性经济建设,与地方经济建设与区域规划相结合,与当地政府行业对接,使填图的公益性成果将来更直接地为当地经济建设服务,特别是针对国家和地方经济社会发展与资源环境间新问题,进而开创地调工作的新思路。

填图内容与表达方面应立足于服务国家及地方经济区划与重大工程建设,从技术上、理论上及思想上指导地方行业工作。成果公益性开放,表达方式符合地方多行业、多方面需求,以规范要求成果类型形式;电子类数据库及专业性软件,单因素提取形成不同类型的图件,服务于非地质专业的人员,便于地方不同部门的使用。

在工作思路方面,1:50000 新构造、活动构造填图试点应实施多学科、多部门、跨区域合作调查与研究,将测区作为一个构造-沉积-地貌系统,采用构造地质、沉积学、构造地貌、地球物理等多学科联合工作,与当地的相关部门紧密配合,充分利用地方已有的调查资料,开展工作。

技术方法方面要在传统地质填图的基础上,针对浅覆盖区,采用多种地质与物探调查方法,开展综合调查填图。今后应加强大数据融合技术,开展多源多分辨率遥感数据地质信息提取,加强三维与可视化地质成果表达,并增加时间维,模拟其发展过程与趋势,形成海量数据、多方位、高效与高价值的成果,代表区域地质调查的发展趋势。

参 考 文 献

- [1] 王国灿,徐义贤,陈旭军,等. 基于地表地质调查剖面网络基础上的复杂造山带三维地质调查与建模方法[J]. 地球科学:中国地质大学学报,2015,40(3):397~406.
WANG Guo-can, XU Yi-xian, CHEN Xu-jun, et al. Three-dimensional geological mapping and visualization of complex orogenic belts[J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2015, 40(3):397~406.
- [2] 王保良. 覆盖区的岩性组合(岩相组合)填图法[J]. 地质通报,2002,21(12):890.
WANG Bao-liang. Mapping method of lithological association (lithofacies assemblage) in coverage area[J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(12):890.
- [3] 王涛,计文化,胡建民,等. 专题地质填图及有关问题讨论[J]. 地质通报,2016,35(5):633~641.
WANG Tao, JI Wen-hua, HU Jian-min, et al. Geological mapping for special issues and a discussion on related topics[J]. 2016, 35(5):633~641.
- [4] 胡健民. 特殊地质地貌区填图试点[R]. 北京:地质力学研究所,2014.
HU Jian-min. Geological mapping pilot for special geological and geomorphical area[R]. Beijing, 2014.
- [5] 国家地震局鄂尔多斯周缘活动断裂系课题组. 鄂尔多斯周缘活动断裂系[M]. 北京:地震出版社,1988:1~328.
The Research Group on "Active fault system around Ordos Massif" in State Seismological Bureau. Active fault system around Ordos Massif[M]. Beijing: Seismological Press, 1988:1~328.
- [6] 陈虹,胡健民,公王斌,等. 青藏高原东北缘牛首山-罗山断裂带新生代构造变形与演化[J]. 地学前缘,2013,20(4):18~35.

CHEN Hong, HU Jian-min, GONG Wang-bin, et al. Cenozoic deformation and evolution of the Niushoushan-Luoshan fault zone in the northeast margin of the Tibet Plateau [J]. *Earth Science Frontiers*, 2013, 20 (4): 18 ~ 35.

[7] Chen H, Hu J M, Gong W B, et al. Characteristics and conversion mechanism of Late Cenozoic structural deformation for Niushoushan-Luoshan fault Zone at northeastern margin of the Tibetan Plateau [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2015, 114: 73 ~ 88.

[8] Shi W, DONG S W, LIU Y, et al. Cenozoic tectonic evolution of the South Ningxia region, northeastern Tibetan Plateau inferred from new structural investigations and fault kinematic analyses [J]. *Tectonophysics*, 2015, 649: 139 ~ 164.

[9] Wang W T, Zhang P Z, Kirby E. A revised chronology for Tertiary sedimentation in the Sikouzi basin: Implications for the tectonic evolution of the northeastern corner of the Tibetan Plateau [J]. *Tectonophysics*, 2011, 505: 100 ~ 114.

[10] 黄兴富, 施炜, 李恒强, 等. 银川盆地新生代构造演化: 来自银川盆地主边界断裂运动学的约束 [J]. *地质前缘*, 2013, 20 (4): 199 ~ 210.

HUANG Xing-fu, SHI Wei, LI Heng-qiang, et al. Cenozoic tectonic evolution of the Yinchuan Basin: Constraints from the deformation of its boundary faults [J]. *Earth Science Frontiers*, 2013, 20 (4): 199 ~ 210.

[11] 何宏林. 活动断层填图中的航片解译问题 [J]. *地震地质*, 2011, 33 (4): 938 ~ 950.

HE Hong-lin. Some problem of aerial photo interpretation in active fault mapping [J]. *Seismology and Geology*, 2011, 33 (4): 938 ~ 950.

[12] 叶梦旒, 张绪教, 叶培盛, 等. SPOT6 与无人机航测技术在第四纪地质及活动构造填图中的应用——以内蒙古 1:50000 呼勒斯特苏木等四幅填图试点为例 [J]. *地质力学学报*, 2016, 22 (2): 366 ~ 378.

YE Meng-ni, ZHANG Xu-jiao, YE Pei-sheng, et al. Application of Spot6 and the uavaerial technology in Quaternary geology and tectonic mapping: Taking the 1:50000 mapping pilot of the Hulesitai area, Inner Mongolia as an example [J]. 2016, 22 (2): 366 ~ 378.

[13] 施炜, 刘源, 刘洋, 陈鹏, 陈龙, 岑敏, 黄兴富, 李恒强. 青藏高原东北缘海原断裂带新生代构造演化 [J]. *地质前缘*, 2013, 20 (4): 1 ~ 17.

SHI Wei, LIU Yuan, LIU Yang, et al. Cenozoic evolution of the Haiyuan fault zone in the northeast margin of the Tibetan Plateau [J]. *Earth Science Fruontiers*, 2013, 20 (4): 1 ~ 17.

[14] 刘少峰, 王陶, 张会平, 等. 数字高程模型在地表过程研究中的应用 [J]. *地质前缘*, 2005, 12 (1): 303 ~ 309.

LIU Shao-feng, WANG Tao, ZHANG Hui-ping, et al. Application of digital elevation model to surficial process research [J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12 (1): 303 ~ 309.

[15] 施炜. 黄河中游晋陕峡谷的 DEM 流域特征分析及其新构造意义 [J]. *第四纪研究*, 2008, 28 (2): 288 ~ 298.

SHI Wei. DEM drainage analysis of the Shanxi-Shaanxi gorge in the middle reaches of the Huanghe River and its neotectonic implications [J]. *Quaternary Sciences*, 2008, 28 (2): 288 ~ 298.

[16] Huiping Zhang, Peizhen Zhang, Jean-Daniel Champagnac, et al. Pleistocene drainage reorganization driven by the isostatic response to deep incision into the northeastern Tibetan Plateau [J]. *Geology*, 2014, 42: 303 ~ 306.

[17] 田婷婷, 吴中海, 张克旗, 等. 第四纪主要定年方法及其在新构造与活动构造研究中的应用综述 [J]. *地质力学学报*, 2013, 19 (3): 242 ~ 266.

TIAN Ting-ting, WU Zhong-hai, ZHANG Ke-qi, et al. Overview of Quaternary methods and three application in neotectonics and active tectonics research [J]. *Journal of Geomechanics*, 2013, 19 (3): 242 ~ 266.

[18] Hudnut K W, Borsa A, Glennie C, et al. High-resolution topography along surface rupture of the 16 October 1999 Hector Mine, California, earthquake (M_w 7.1) from airborne laser swath mapping [J]. *Bulletin of the Seismologic Society of America*, 2002, 92: 1570 ~ 1576.

[19] Oskin M E, Arrowsmith J R, Corona A H, et al. Near-field deformation from the El Mayor-Cucapah earthquake revealed by differential LiDAR [J]. *Science*, 2012, 335: 702 ~ 705.

[20] 任治坤, 陈涛, 张会平, 等. LiDAR 技术在活动构造研究中的应用 [J]. *地质学报*, 2014, 88 (6): 1196 ~ 1207.

REN Zhi-kun, CHEN Tao, ZHANG Hui-ping, et al. LiDAR survey in active tectonics studies: An introduction and overview [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2014, 88 (6): 1196 ~ 1207.

[21] 刘保金, 柴炽章, 鄯少英, 等. 第四纪沉积区断层及其上断点探测的地震方法技术——以银川隐伏活动断层为例 [J]. 地球物理学报, 2008, 51 (5): 1475 ~ 1483.
LIU Bao-jin, CHAI Chi-zhang, FENG Shao-ying, et al. Seismic exploration method for buried fault and its up breakpoint in Quaternary sediment area: An example of Yinchuan buried acIctive fault [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2008, 51 (5): 1475 ~ 1483.

[22] 李超岭, 杨东来, 于庆文, 等. 数字地质调查与填图技术方法研究 [J]. 中国地质, 2002, 29 (2): 213 ~ 217.
LI Chao-ling, YANG Dong-lai, YU Qing-wen, et al. Digital geological survey and mapping techniques [J]. Geology in China, 2002, 29 (2): 213 ~ 217.

[23] 张思科, 倪晋宇, 高万里, 等. 三维地质建模技术方法研究——以东昆仑造山带为例 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (2): 201 ~ 208.
ZHANG Si-ke, NI Jin-yu, GAO Wan-li, et al. Study on the technology and method of 3D geological modeling: A case study of the east Kunlun orogenic belt [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (2): 201 ~ 208.

REGIONAL GEOLOGIC INVESTIGATION METHODS IN
NEOTECTONIC AND ACTIVE TECTONIC AREA: EVIDENCE
FROM 1: 50000 REGIONAL GEOLOGIC MAPPING IN
NEOTECTONIC AND ACTIVE TECTONIC AREAS INCLUDING
HONGYAZI, DABAZHAN AND QINGTONGXIALVCHANG
IN NINGXIA

SHI Wei¹, CHEN Hong¹, LI Zhen-hong¹, GONG Wang-bin¹, QIU Shi-dong²

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: New requirement on regional geologic investigation was proposed by Geological Survey of China in new era. How does the regional geologic investigation in Neotectonic and active tectonic area as one of special geology and geomorphy areas be conducted in new epoch? In this work, we have carried out new geologic investigation in Ningxia area, named as “1: 50000 regional geologic mapping in neotectonic and active tectonic areas including Hongyazi, Dabazhan and Qingtongxialvchang”, and suggest a set of regional geologic mapping method on Neotectonic and active tectonic area. The geological mapping in new epoch should meet the requirements of the national and local economy, and yield multitasking, multidisciplinary and multilevel regional investigation fruits based on big data.

Key words: special geology and geomorphy area; neotectonic; active tectonic; 1: 50000 geological mapping; technical method; big data