

doi: 10.12029/gc2021Z103

论文引用格式: 康磊, 计文化, 王杰, 张超, 李文明, 孙吉明, 杨博, 董浩强, 杨再朝, 胡朝斌. 2021. 新疆北山地区白山幅 1 : 50 000 地质图数据库 [J]. 中国地质, 48(S1): 26-37.

数据集引用格式: 康磊, 计文化, 李建星, 王杰, 张超, 董浩强, 张鑫, 陈艳文, 李文明, 孙吉明, 康文彬, 苏会平, 胡朝斌, 郭刚. 2021. 中国地质调查局: 新疆北山地区白山幅 (K46E020014) 1 : 50 000 地质图数据库 [DB]. 地质科学数据出版系统. DOI:10.35080/data.C.2021.P13; <http://dcc.ngac.org.cn/cn/geologicalData/details/doi/10.35080/data.C.2021.P13>

收稿日期: 2021-05-07  
改回日期: 2021-05-22

基金项目: 中国地质调查局  
二级项目: (DD20160009,  
DD20179607); 国家自然科学基金  
基金项目: (41202044、410  
02063) 和陕西省自然科学基金  
项目: (2012JM5004) 资  
助。

## 新疆北山地区白山幅 1 : 50 000 地质图数据库

康磊<sup>1,2</sup> 计文化<sup>1,2</sup> 王杰<sup>3</sup> 张超<sup>3</sup> 李文明<sup>2</sup> 孙吉明<sup>2</sup>  
杨博<sup>2</sup> 董浩强<sup>4</sup> 杨再朝<sup>2</sup> 胡朝斌<sup>2</sup>

(1. 中国地质调查局造山带地质研究中心, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054; 3. 西安地质矿产勘察开发院, 陕西 西安 710100;  
4. 中国地质大学(北京), 北京 100191)

**摘要:** 新疆北山地区白山幅 (K46E020014) 1 : 50 000 地质图数据库是按照《区域地质调查总则 (1 : 50 000)》(DZ/T 0001-1991)、《1 : 50 000 区域地质调查技术要求》(DD 2019-01) 等规范要求, 按照构造-岩性实体填图理念, 借鉴国外地质填图先进经验, 充分利用遥感和航磁资料, 探索系列新的地质调查方法, 采用数字地质调查系统 (DGSS) 完成各类基础数据采集, 并创新成果表达方式而形成的通用性地质图和标准图幅空间数据库。本数据库包含 24 个非正式填图单位、28 个正式地层单位, 数据量为 236 MB, 反映调查区地层、侵入岩、变质岩和构造的基本特征, 建立了地层格架、侵入岩序列、构造期次和变质历史, 包括古元古代敦煌岩群 (Pt<sub>1</sub>D) 4 个岩性段、26 种自然层和 4 级变质相带, 晚石炭世石板山组 (C<sub>2</sub>sb) 3 个岩性段、7 个自然层, 4 期岩浆事件, 7 期构造变形, 以及 2 条新厘定出的早二叠世韧性剪切带。特别是, 厘定出新疆北山最早的镁铁-超镁铁质杂岩体, 为启鑫铜镍矿的发现和北山晚古生代大陆裂解时限提供了重要信息, 拓展了新疆北山地区铜镍矿的找矿方向。

**关键词:** 新疆; 北山; 白山幅; K46E020014; 1 : 50 000; 地质图; 数据库; 填图方法  
**数据服务系统网址:** <http://dcc.ngac.org.cn/>

### 1 引言

新疆北山地区位于中亚造山带的南缘部分 (图 1A) 和塔里木板块东北部 (图 1B) (Zhou Meifu et al., 2004; Han Chunming et al., 2006, 2010; 秦克章等, 2007; Mao Jingwen et al., 2008; Pirajno Franco et al., 2008; 王玉往等, 2009), 其中在北山裂谷带内发育着多个大规模二叠纪镁铁-超镁铁质杂岩体 (图 1C), 如: 坡北、罗东、笔架山、红石山和漩涡岭等数 10 个镁铁-超镁铁质杂岩体, 是研究塔里木大火成岩省的关键区

第一作者简介: 康磊, 男, 1984 年生, 副研究员, 主要从事区域地质调查与岩浆岩研究; E-mail: [kang844@163.com](mailto:kang844@163.com)。

域(张飏等, 2015)。其中, 坡北和红石山岩体产出有大型铜镍硫化物矿床, 此外在罗东、笔架山和漩涡岭等岩体也发现了铜镍硫化物矿点(Qin Kezhang et al., 2011; 姜德波等, 2014), 使该区成为重要的铜镍岩浆矿床成矿潜力区。众多学者对这些镁铁-超镁铁质杂岩体进行了深入调查研究, 锆石 U-Pb 谐和年龄介于 261~286 Ma, 均属二叠纪乌拉尔世(姜常义等, 2006; 李华芹等, 2006; 苏本勋等, 2010; Su Benxun et al., 2011; Qin Kezhang et al., 2011; 夏昭德等, 2013; 汤庆艳等, 2015), 与塔里木大火成岩省形成时代相近(Zhang Chuanlin, 2010; Yu Xing, 2011)。近年来, 在该大型镁铁-超镁铁质杂岩体带东部的白山地区发现了大型镁铁质-超镁铁质杂岩体, 其是否属于镁铁-超镁铁质杂岩体带在东边的延伸, 是否发育铜镍岩浆矿床, 对这些问题的研究具有重要的地质意义, 而查明其时空展布、岩石组合、形成时代、岩石成因以及含矿性是前提和关键, 也可为探讨塔里木大火成岩省形成的大陆动力学机制提供重要信息。

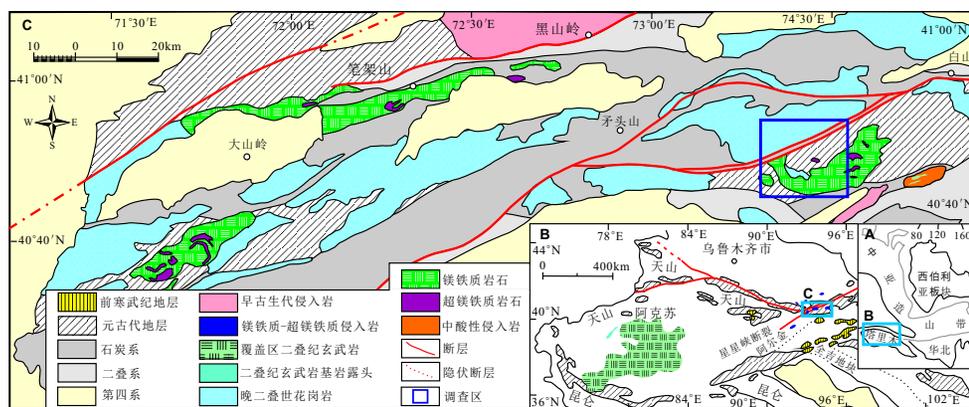


图1 新疆北山地区大地构造位置(A, B)、镁铁质-超镁铁质杂岩带分布简图(C)及工作区位置图(据 Lu Songnian et al., 2008, Zhang Mingjie et al., 2017 和 Kang Lei et al., 2019 修改)

基于以上考虑, 中国地质调查局西安地质调查中心于 2015—2016 年在新发现的白山中基性-基性杂岩体地区(K46E020014、K46E020015 幅)开展了 1:50 000 现代填图试点工作(表 1), 旨在采用实体-构造填图理念, 对调查区地层、岩浆岩、变质岩及构造进行精细填图, 为铜镍找矿和区域关键地质问题提供资料支撑和依据。本次调查区行政辖区属于新疆若羌县, 在新疆与甘肃省交界部位附近, 是自然环境恶劣的丘陵无人区, 交通条件极差, 地质调查程度较低, 系统的地质调查仅为白山幅 1:200 000 区域地质调查<sup>①</sup>, 1:250 000 和 1:50 000 地质调查均为空白区。国土资源大调查实施以来, 仅在西邻区完成了笔架山幅 1:250 000 区域地质调查<sup>②</sup>, 北邻区完成了雅满苏幅 1:250 000 区域地质调查<sup>③</sup>和新疆哈密市北山白山一带 1:50 000 区域地质矿产调查<sup>④</sup>。在区域地质综合研究方面, 西安地质调查中心(2010—2014 年)实施了包括新疆北山的天山成矿带基础地质综合研究<sup>⑤</sup>以及校培喜等(2016)出版了《新疆北山南部地区地质构造特征及成矿背景》专著。

## 2 数据采集和处理方法

本次 1:50 000 区域地质调查是以板块构造和地球动力学理论为指导, 以《区域地质调查总则(1:50 000)》(DZ/T 0001-1991)、《1:50 000 区域地质调查技术要求》(DD 2019-01)等规范为基准, 参考《现代填图方法指南》(未出版), 借鉴国外地质填图先进经验, 通过地表地质和新的地球探测技术的高度结合, 充分利用遥感和航磁资料,

表1 数据库(集)元数据简介

条目	描述
数据库(集)名称	新疆北山地区白山幅(K46E020014) 1:50 000地质图数据库
数据库(集)作者	康磊, 中国地质调查局西安地质调查中心 张超, 西安地质矿产勘察开发院 王杰, 西安地质矿产勘察开发院 董浩强, 中国地质大学(北京) 陈艳文, 中国地质调查局西安地质调查中心 李文明, 中国地质调查局西安地质调查中心 孙吉明, 中国地质调查局西安地质调查中心 杨博, 中国地质调查局西安地质调查中心 胡朝斌, 中国地质调查局西安地质调查中心
数据时间范围	2015—2016年
地理区域	东经93°15'~93°30', 北纬40°40'~40°50'
数据格式	MapGIS, JPG, PDF, CorelDraw, Illustrator
数据量	236 MB
数据服务系统网址	<a href="http://dcc.ngac.org.cn">http://dcc.ngac.org.cn</a>
基金项目	中国地质调查局基础性公益性地质矿产调查项目: “天山—北山成矿带那拉提—营毛沱地区地质矿产调查”(DD20160009)
语种	中文
数据库(集)组成	1:50 000地质图库、角图和整饰。地质图库包括沉积岩、变质岩、侵入岩、火山岩、岩脉、构造、地质界线、产状、矿(化)点、同位素地质年龄位置及编号、图切割面位置、岩性花纹、各类地质体代号等;角图包括新生代地层系统表、测区地层系统表、构造纲要图、调查区大地构造位置图、侵入岩序列及主要特征表、图例、区域变质相带图和图切地质剖面图;整饰部分包括接图表、中国地质调查局局徽、图名、比例尺、责任栏、引用格式等

探索系列新的地质调查方法, 不平均使用工作量, 完成各类基础数据采集。

## 2.1 数据基础

全面收集了新疆北山地区地质资料, 如: 5种遥感数据类型、1份航磁异常图、1份地形图、1幅1:200 000区域地质调查资料、3幅邻区1:250 000区域地质调查资料、3幅邻区1:50 000区域地质矿产调查资料、3份综合研究报告、161篇文章、9份专著和17幅欧美样板地质图等, 代表了最新区域地质调查研究成果和国际地质填图典型数据库样板。

## 2.2 数据预处理

### 2.2.1 遥感影像处理

遥感图像是地表较大范围地质景观详尽而真实的写照, 它为地质工作提供了丰富的岩石、构造信息, 是现代填图方法最重要的技术手段, 既提高填图精度, 又省时省力, 提高效率。本次工作对调查区 Worldview-2、OLI、Aster、GeoEye-1 和部分区域的 Worldview-3 遥感数据进行了实验性分析解译, 结合调查区地质情况, 分析研究戈壁荒漠丘陵地带最佳的遥感数据组合。

首先, 结合调查区地质特征, 对各类遥感影像进行处理及效果对比, 分析各自优缺点。遥感数据处理首先要假彩色合成和几何校正, 其中几何校正采用多项式方法校正, 以1:50 000地形图为底图, 均匀采集控制点, 进行正射纠正。每个图幅不少于9个控

制点,与地面控制点间的拟合度应控制在2个像元以内。然后,按照了解影像辅助信息→分析已知专业资料→建立解译标志→预解译→野外实地调查→不同参数、波段组合对比试验→选择最佳遥感处理方法→详细解译→类型转绘与制图的解译程序。经过对比分析,WorldView-2、WorldView-3和GeoEye-1遥感影像能清晰反映地质体的形态、规模特征,对较小地质体和构造识别度较高。Landsat-8和Aster遥感影像只能对较大地质体进行识别,但色彩十分丰富,对不同岩性地质体识别率较高。但是,Worldview-3遥感数据既可识别较小地质体,也色彩丰富,不同类型地质体识别率也高,为最佳遥感影像类型。

本次工作在对不同类型遥感数据单独处理基础上,进行了二次深度开发,探索了多光谱遥感与高分遥感数据融合的有效方法。分别将3种高分辨率与Landsat-8多光谱遥感数据进行融合,不仅分辨率高,而且色彩丰富,对岩性、构造识别能力均得到明显提高。其中,WorldView-3与Landsat-8融合数据应用效果最好,但WorldView-3遥感数据价格昂贵,为WorldView-2的3倍多,并且WorldView-2与Landsat-8数据融合基本可达到WorldView-3数据的应用效果,完全能满足1:50 000地质调查工作要求,因此认为WorldView-2和Landsat-8融合数据为调查区最佳的遥感数据组合(图2),具体优点为:①新的融合遥感影像兼顾了高分和多光谱影像优点,即可识别小地质体,不同类型地质体影像识别度也较高,如成功区分了岩体与地层;②可消除WorldView-2系列遥感影像的云层影响;③增加了蚀变带信息,如断层或岩体与地层接触带。

### 2.2.2 航磁异常图解译

磁力异常场是地壳中的含铁磁性地质体在地磁场作用下所产生的附加磁场,航磁异常对调查区具有磁性地质体的识别具有重要意义。为充分将该地区1:50 000航磁资料应用于地质体的填绘,本次工作采用岩石实地磁测→不同岩石类型磁性对比→航磁异常解译的推演法。

对调查区725个岩石进行了磁化率实地测量,通过统计分析,磁性从弱到强依次为沉积岩→变质岩→火山岩→中酸性侵入岩→基性-超基性侵入岩→磁铁石英岩、磁铁斜长角闪岩,磁性较高的岩石类型与较低的岩石类型接触时,因其磁性差异较大,在航磁异常图上它们界限更明晰,如磁铁石英岩和斜长角闪片岩与黑云石英片岩和黑云斜长片麻岩之间、基性-超基性岩石与敦煌岩群变质岩之间等。

采用反演手段,根据不同岩石类型磁化率特征,对航磁 $\Delta T$ 等值线和 $\Delta T$ 化极等值线异常图进行了地质解译。通过实地调查验证,航磁异常可较好解译出的地质信息有:①侵入岩体(酸性-超基性)空间展布及深部延伸,特别是对与铜镍矿关系密切的中基性和基性-超基性岩体具有较好的指示;②对敦煌岩群中磁铁石英岩及斜长角闪(片)岩具有显著指示,本次据此发现多处条带状磁铁石英岩或磁铁石英岩矿(化)点,具有显著的找矿意义;③对于白山断裂展布和深部产状具良好反映,指示其深部向西北倾斜。

## 2.3 野外地质信息采集

### 2.3.1 野外路线地质调查

地质路线调查目的是查明测区地层、岩石、构造的基本特征、空间展布及分布规律,填绘地质图。野外地质路线调查全部采用掌上数字填图系统(AoRGMMap)进行。野外PRB地质调查和整理过程均按《数字地质调查系统操作指南》(李超岭,2011)进行。在数字填图系统中标绘出地质点(P)、地质界线(B)及分段路线(R)等点、线信息,

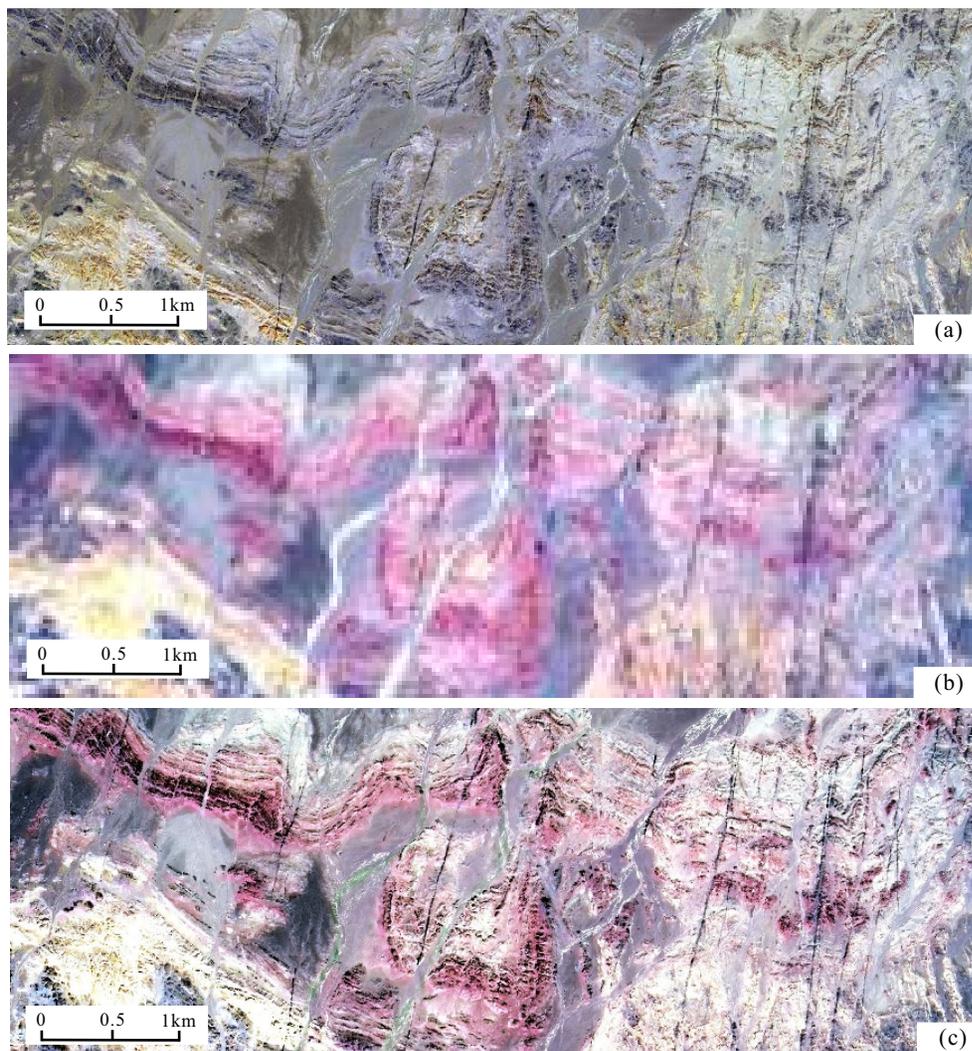


图2 调查区局部 WorldView-2 高分遥感影像 B-741(a)、Landsat-8 多光谱遥感影像 B-841(b) 以及两者数据融合遥感影像效果对比图 (c)

观察并录入各点的属性、填图单位、岩石组合、岩性描述、构造产状、蚀变信息、接触关系及依据等信息，初步建立数字填图 (PRB) 数据库。

根据已有资料的综合分析和地质草图的编制，划分重点工作区和一般工作区，其中中基性-超基性岩体、白山断裂、古元古代敦煌岩群是调查重点。针对“北山戈壁荒漠景观区”地质构造复杂，产状极其不稳定，但地形较为平缓、人员或车辆均可抵达的特点，采用面积性调查方式，以能控制填图单位及其界线为原则，地质人员根据遥感解译和航磁解译情况，自行进行地质路线规划，不采用平均工作量，地质点主要布置在地质界线、岩性分界线、重要地质体控制点、重要构造控制点、重要接触关系和蚀变控制点等，保证每个地质点有其目的性和针对性。地质路线调查过程中，地质路线应垂直于重要地质单元界线，对重要地质界线或现象可进行一定追索。对遥感解译或航磁解译较好的地区，可进行验证性调查，减少工作量。

地质点描述力求简明扼要、要素齐全，采用颜色+构造+结构+岩性的完整岩石定名法则，在岩性描述中不再需要对岩石的颜色、构造和结构进行重复描述，重点描述特殊矿物、蚀变、构造、接触关系等对地质填图有用的信息。对于重要地质现象，如接触关系的证据、构造变形样式等进行必要的素描和照相记录。采集必要的实物标本和测试样

品,在基岩露头上,选择新鲜且具代表性岩石样品,其属性包含以下内容:要素标识号、样品编号、样品类型代码、样品类型名称、样品岩石名称等。路线小结按照地质体或重要构造带进行总结梳理,可直接用于地质报告编写。

### 2.3.2 野外地质剖面测制

数字剖面库采用数字剖面测量方式进行,以野外工作手图为底图,在充分踏勘的基础上,选择出露完整的地段进行。野外逐层分层进行,记录岩性、样品、产状、照片、构造变形等信息,并在野外记录簿上做相应的信手剖面图,均按系统自动生成的文件名及根据需要自定义文件名进行存储。一般在测量完整剖面后,由剖面的记录者进行剖面的初步整理和野外小结,结合室内薄片鉴定,画剖面图及剖面柱状图。

## 2.4 野外调查数据处理

### 2.4.1 实际材料图库

实际材料图是集 PRB 数据原始性、综合性、可视性和动态性于一体的信息化图件,在图幅 PRB 库背景上编制而成。实际材料图的建库主要是针对地质区文件(Geopoly.wp)、地质线文件(Geoline.wl)、地质点文件(Geolabel.wt)这3个文件进行编辑。具体步骤如下:(1)依据地质路线调查、人工槽型浅钻及陡坎剖面测量等资料,并结合遥感影像、DEM影像特征,勾绘地质界线;(2)拓扑关系处理;(3)对 Geopoly.wp、Geoline.wl 进行属性赋值;(4)按照设计书及用户需求设计、添加个性化图层。

### 2.4.2 实验测试及结果处理

薄片制片及鉴定、岩石粉末碎样及锆石挑选制靶由西安瑞石地质科技有限公司完成,主量、微量元素、稀土元素、锆石 U-Pb 定年及 Lu-Hf 同位素测试在自然资源部岩浆岩与成矿重点实验室完成。

主量元素含量用射线荧光光谱仪(XRF)测试,其过程大致如下:首先称取 0.7 g 样品,然后加入适量硼酸高温熔融成玻璃片,最后在 XRF(仪器型号为 PANalytical AXIOS)上用外标法测定氧化物含量,氧化物总量分析误差为 1%~3%,其中 FeO 含量通过湿化学方法测定,分析精度和准确度优于 1%;微量元素和稀土元素含量采用电感耦合等离子质谱仪(ICP-MS)完成,其过程大致如下:首先称取 50 mg 样品,用酸溶样制成溶液,然后在 ICP-MS(仪器型号为 ELANDRC-e)上用内标法进行测定,分析精度优于 10%,分析精度和准确度一般也优于 5%。

锆石 U-Pb 定年及 Lu-Hf 同位素测试的具体流程如下:锆石 CL 图像分析在装有英国 Gatan 公司生产的 Mono CL<sup>3+</sup>阴极发光装置系统的电子显微扫描电镜上完成;锆石微量元素分析和 U-Pb 年龄测定是在连接 Geolas 2005 紫外激光剥蚀系统(193 nm 深紫外 ArF 激光器)的 Agilent 7500a 型 ICP-MS 上进行的,激光剥蚀斑束直径为 30 μm,采样为单点剥蚀方式,以 He 作为剥蚀物质的载气,ICP-MS 数据采集选用跳峰方式,样品同位素比值及元素含量计算采用 Glitter(ver 4.0, Macanarie University)程序,年龄计算以标准锆石 91500 为外标进行同位素比值分馏校正样品的谐和图和加权平均年龄计算及绘制均采用 Isoplot(ver2.49)(Ludwig Kenneth R, 2003),详细分析步骤和数据处理方法详见 Yuan Honglin et al. (2008);锆石原位 Lu-Hf 同位素测定是在配备了 Geolas 2005 激光剥蚀系统的 Nu Plasma HR(Wrexham, UK)多接收电感耦合等离子体质谱仪(MC-ICP-MS)上完成的,激光剥蚀的脉冲频率是 10 Hz,激光束斑直径为 44 μm,分析中利用锆石样品 91500 和 GJ-1 作外标,详细分析步骤和数据处理方法详见 Yuan

Honglin et al. (2008)。

### 2.4.3 成果空间数据库

白山幅 (K46E020014) 地质图比例尺为 1 : 50 000, 在 1 : 25 000 实际材料图基础上形成的, 将 4 幅 1 : 25 000 实际材料图进行合并。在地质图数据模型中, 由地质点、面、线实体类构成。成果数据库建设内容 (包括图形库和属性库) 和有关要求依据《数字化地质图图层及属性文件格式》(DZ/T 0197—1997)、《地质图空间数据库建库工作指南 (2.0 版)》等标准进行, 除个别没有规定的地质信息外, 用色、图饰、图例和符号等的表达基本均参照《地质图用色标准及用色原则》(DZ/T 0179—1997)、《区域地质图图例》(GB/T 958—2015) 等标准确定。成果数据库包括古元古代敦煌岩群 (Pt<sub>1</sub>D) 4 个岩性段, 26 种自然层, 4 级变质相带, 晚石炭世石板山组 (C<sub>2</sub>sb) 3 个岩性段, 7 个自然层, 4 期岩浆事件, 7 期构造变形。本数据库包含 24 个非正式填图单位、28 个正式地层单位, 数据量为 236 MB。为加强地质资料信息公开化建设, 去除地理底图等相关涉密信息, 形成公开版的地质图数据库 (图 3)。

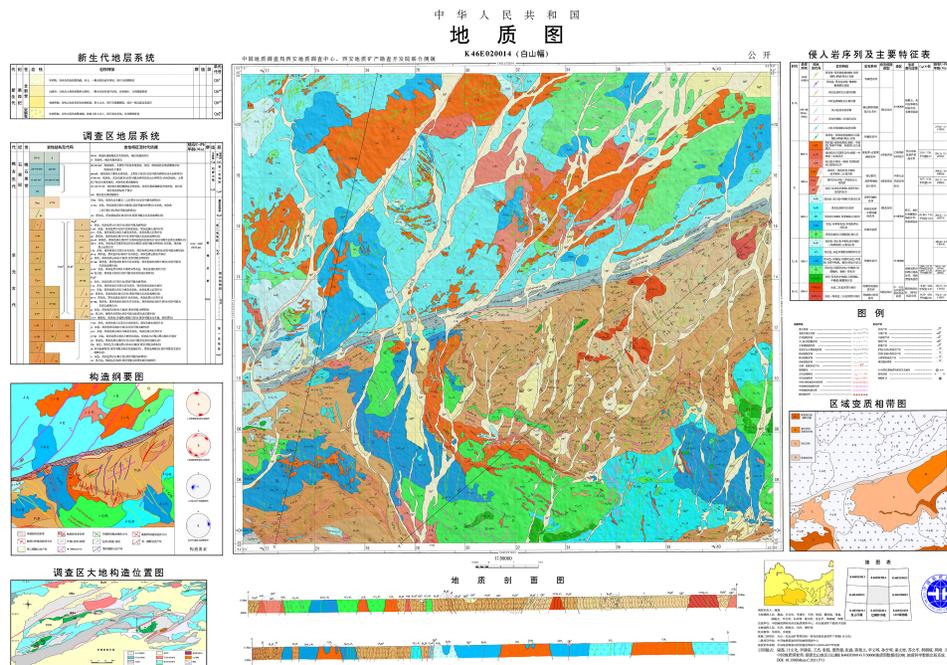


图 3 新疆北山白山幅 (K46E020014) 1 : 50 000 地质图示意图

为了充分体现现代填图试点的构造-实体填图理念, 以客观、丰富、合理的图面表达为目的, 吸取欧美地质图表达优点, 采用中西结合的方法, 创新了地质图表达方式: ①地质图中沉积岩和变质岩用“色系-颜色-图案花纹”方式表达, 如“地层岩群或岩组-岩性段-自然层”, 相对传统地质图增加了“自然层”表达, 地质图内容更为丰富, 地质体表达更为详尽; ②用“填图单元+岩性组合代号”方式表达变质岩和地层中自然层岩石组合, 做到每一处有明确的岩石类型或岩石组合实体, 充分体现实体填图理念; ③用不同颜色线条表达地层或变质岩中重要“夹层”, 最大程度表达地层实体; ④用不同颜色的加点线条表达不同岩石类型岩脉, 进行岩脉精细化表达; ⑤将大于 20 m 的地质体均填绘出来, 通过详细的野外地质调查, 结合高分遥感影像和地球物理资料, 对地质体边界和构造形迹争取做到精细勾绘。

### 3 数据样本描述

#### 3.1 数据类型及其命名方式

实体类型名称：地质点.wt、地质线.wl、地质面.wp。

点实体：各类地质体符号及标注、地质花纹、样品点及其编号、产状符号及标注、图切剖面编号和矿点。

线实体：地质界线、构造界线、特殊标志层、断裂(层)、韧性剪切带、剖面线、脉岩等。

面实体：沉积岩、侵入岩、变质岩、破碎带、第四系等。

#### 3.2 图层内容

主图内容包括沉积岩、变质岩、侵入岩、第四系、构造形迹、构造破碎带、地质界线、同位素地质年龄取样点及其编号、样品产状及各类代号等。

角图内容包括新生代地层系统表、测区地层系统表、构造纲要图、调查区大地构造位置图、侵入岩序列及主要特征表、区域变质相带图和图切地质剖面图。

其他内容包括图例、接图表、责任表及引文格式等。

#### 3.3 数据属性

白山幅(K46E020014)1:50 000地质图数据库包含地质实体要素信息、地理要素信息和地质图整饰要素信息。地质实体要素信息属性按照1:50 000区域地质调查专项地质填图数据库建库要求分四大岩类(沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩)、断裂构造、产状要素、矿产地等分别建立数据库属性；地理要素信息属性沿用国家测绘地理信息局收集数据的属性结构；地质图整饰要素信息按照《1:50 000固体矿产地质调查技术要求》(DD 2019-02)附录I矿产地质图参考图示整理。

沉积岩建造数据属性主要有：年代地层单位、岩石地层单位、建造名称、建造代码、岩性组合、地层时代、厚度、岩石组合、岩石结构、沉积构造、岩石颜色等。

侵入岩建造数据属性主要有：建造名称、建造代码、岩性组合、建造含矿性、岩石结构、岩石构造、侵入期次、岩体产状、同位素年龄等。

变质岩建造数据属性主要有：年代地层单位、岩石地层单位、建造名称、建造代码、岩性组合、地层时代、建造含矿性、岩石结构、岩石构造、原岩建造、变质相、变质作用类型。

断裂构造数据属性主要有：断裂名称、断裂类型、断裂延长、断裂宽度、断裂走向、断裂面倾向、断裂面倾角、断距、断裂面形态、构造岩特征、运动方式、活动期次、力学性质。

产状数据属性有：产状类型、倾向、倾角。

矿产地数据属性有：矿种类型、规模。

### 4 数据质量控制和评估

白山幅(K46E020014)1:50 000地质图填图精度总体按照《区域地质调查总则(1:50 000)》(DZ/T 0001-1991)、《1:50 000区域地质调查技术要求》(DD 2019-01)等规范和技术要求，严格执行国家和行业相关标准和规范，其中对古元古代敦煌岩群( $Pt_1D$ )、基性-超基性岩体的控制精度可达1:10 000。

项目组采取实测填图方法,工作开展前,统一精确调试填图终端定位参数,数据库的投影参数和比例尺精度均按要求定义,空间定位准确,一般地质点在野外手图上所标定的点位与实地位置误差不大于10 m。

为填绘白山幅(K46E020014)1:50 000地质图,野外实测入库路线602.2 km,地质点1454个,薄片鉴定样品212件,锆石U-Pb年龄样品11件(10件岩浆锆石测年样品,1件变质岩锆石测年样品),侵入岩锆石Lu-Hf同位素6件,照片672张,实测1:50 000地层剖面约34 km,实测1:2000地层剖面约18 km。特别是,本次工作通过WorldView-2与Landsat-8数据融合,获得了效果较好的高分多光谱遥感影像,将大于20 m的地质体均进行了填绘,并对地质体边界和构造形迹进行了精细勾绘。由此可见,白山幅(K46E020014)1:50 000地质图完全满足1:50 000区域地质调查工作的规范要求。

此外,项目实施过程中按照《中国地质调查局地质调查项目管理办法(试行)》的要求,严格执行自检、互检、项目检“三级质量检查制度”,实现填图小组自检、互检率100%,项目组抽检率大于30%,单位抽检率大于10%。

中国地质调查局西安地质调查中心分别在2017年9月中旬和2019年9月中旬组织专家对白山幅(K46E020014)1:50 000地质图填图项目完成了野外验收和成果验收,分别获得91分和93分,最终评审结果均为优秀,数据库顺利通过验收。特别是,2018年白山幅(K46E020014)1:50 000地质图被中国地质调查局评为“中国区域地质调查优秀图幅”。

## 5 数据价值

### 5.1 探索了戈壁荒漠区地质填图的最佳遥感数据组合

对WorldView-2、WorldView-3、GeoEye-1、Landsat-8和Aster等不同类型遥感数据进行对比,分析了各自在戈壁荒漠区地质填图的优缺点,同时,对多光谱遥感与高分遥感数据进行创新式的融合,提高了遥感数据空间分辨率和色彩丰富度,极大的提高了岩性和构造的识别度。综合考虑成本和使用的便捷性,得出WorldView-2和Landsat-8协同解译是目前戈壁荒漠区地质填图的最佳应用遥感数据组合,为戈壁荒漠区地质调查遥感数据应用提供了重要参考。

### 5.2 探索了单元面积调查方法,创新了地质图面表达方式

结合戈壁荒漠区自然条件和复杂构造区地质情况,将传统的“预设线性调查”,改进为“单元面积调查”,打破线性布点的常规,以控制单元面积内地质体、地质边界、构造线和矿化蚀变带为原则,充分调动调查人员的主观能动性,进行灵活自主的定点,有效地质点达100%。

采用中西结合的方法,创新了一系列地质图图面的表达方式:①用“色系-颜色-图案花纹”来表达“地层岩群或岩组-岩性段-自然层”,地质图增加了自然层的图面表达,充分体现实体-构造填图理念;②将中国传统的地质柱状图与欧美的图案表达地层岩石组合的方式融合,形成带有自然层(岩石组合)的地质柱状图;③发展完善侵入岩序列表,增加主要特征及其岩脉信息,更加全面反映侵入岩浆活动特征;④丰富构造纲要图的表达,采用不同颜色表达不同期次构造样式,线条粗细表示断层(裂)的级别;⑤采用文本方式,进行图例表达,直观明了,减轻图面负担。以上填图方法和图面表达

的探索,为中国戈壁荒漠区地质填图改革和方法总结提供了支撑。

### 5.3 地质调查工作有效支撑区域找矿突破和关键地质问题的解决

白山幅(K46E020014)1:50 000地质图地质调查工作对白山镁铁质-超镁铁质杂体进行了精细解体填绘,具有多期次强分异的岩浆演化特征,特别是在岩体北部的古元古代敦煌岩群( $Pt_1D$ )中发现了启鑫超镁铁质小杂岩体,为启鑫铜镍矿的发现提供了重要信息,预计可达大型,是北山地区近年来最大的找矿突破。同时,利用LA-ICP-MS锆石U-Pb测年揭示白山大规模镁铁质-超镁铁质杂岩体形成于295~306 Ma,明显早于新疆北山镁铁质-超镁铁质杂岩带的形成时代,代表着大陆初始裂解的产物,为新疆北山地区晚古生代大陆裂解时限以及与塔里木大火成岩省的关系提供了重要信息。

首次在北山地区古元古代敦煌岩群( $Pt_1D$ )中发现麻粒岩和大规模磁铁矿石英岩,普遍存在0.40~0.44 Ga变质事件,与敦煌地区具有对比性。此外,通过对构造形迹的系统调查及其构造解析,在调查区新发现2条韧性剪切带,形成于271~291 Ma,为北山造山带南缘的晚古生代-中生代构造格架建立提供了重要依据。

## 6 数据使用方法和建议

白山幅(K46E020014)1:50 000地质图空间数据库包括基本要素类、综合要素类、对象类和独立要素类数据集。需在数字地质调查系统(DGSS)中配套使用,利用DGSS新建1:50 000标准分幅,然后将数据集放置于图幅下的空间数据库文件夹即可,因本图幅部分地质花纹为本次自主添加,需使用本幅图自带系统库(Slib)。

此外,本次工作关于戈壁荒漠区最佳遥感数据组合、航磁异常地质解译以及一些列创新式填图方法和图面表达方式,欢迎广大地质人员批评志指正,并进行验证改进,共同推进中国区域地质调查工作的改革创新。

## 7 结论

(1)以中国地质调查局最新技术要求为标准,全面系统编制了新疆北山地区白山幅(K46E020014)1:50 000地质图并建立了空间数据库,完善并规范了各类地质信息的表达。

(2)白山幅(K46E020014)1:50 000地质图是中国地质调查局新一轮地质调查的示范性图幅之一,充分体现构造-岩性填图方式,在遥感数据与航磁异常应用、野外路线调查方法、地质图成果表达方面进行了一系列有效探索,对戈壁荒漠区和造山带填图具有重要的示范作用。

(3)白山幅(K46E020014)1:50 000地质图充分反映了调查区地层、侵入岩、变质岩和构造的基本特征、空间分布及其相互关系,建立了地层格架、侵入岩序列、构造期次和变质历史,特别是查明了白山大规模镁铁-超镁铁质杂岩体具有多期次强分异的特征,形成于晚石炭世-早二叠世(295~306 Ma),对启鑫铜镍矿的发现和北山晚古生代大陆裂解时限提供了重要信息,拓展了新疆北山地区铜镍矿的找矿方向。

致谢:白山幅(K46E020014)1:50 000地质图是一项集体成果,项目组一线地质工作人员付出了辛勤的努力。在遥感数据、航磁资料应用,野外地质调查方法探索和地质图成果表达方面,得到李建星研究员、校培喜教授级高工、王涛研究员、李荣社教授级高工、毛晓长教授级高工、邱士东教授级高工、王永和教授级高工、辜平阳高级工程师和董增产高级工程师等多位专家的辛勤指导和帮助,西安地质矿产勘察开发院苏会平教

授级高工和郭钢工程师参加部分野外工作，在此对各位专家和野外工作人员表示最诚挚的感谢。

#### 注释:

- ① 新疆地质局区域地质调查大队十一分队. 1979. 白山幅 1:200 000 区域地质调查 [R].
- ② 中国地质调查局西安地质调查中心. 2004. 笔架山幅 1:250 000 区域地质调查 [R].
- ③ 新疆自治区地质调查院. 2013. 雅满苏幅 1:250 000 区域地质调查 [R].
- ④ 陕西地质调查院. 2006. 新疆哈密市北山白山一带 1:50 000 区域地质矿产调查 [R].
- ⑤ 中国地质调查局西安地质调查中心. 2015. 天山成矿带基础地质综合研究 [R].

#### 参考文献

- Han Chunming, Xiao Wenjiao, Zhao Guochun, Ao Songjian, Zhang Jien, Qu Wenjun, Du Andao. 2010. In-situ U-Pb, Hf and Re-Os isotopic analyses of the Xiangshan Ni-Cu-Co deposit in L, astern Tianshan (Xinjiang), Central Asia Orogemc Belt: Constraints on the timing and genesis of the mineralization[J]. Lithos, 120: 547-562.
- Han Chunming, Xiao Wenjiao, Zhao Guochun, Mao Jingwen, Li Sanzhong, Yan Zhen, Mao Qigui. 2006. Major types, characteristics and geodynamic mechanism of Upper Paleozoic copper deposits in northwestern Xinjiang, northwestern China[J]. Ore Geology Reviews, 28: 308-328.
- Kang Lei, Ji Wenhua, Wang Tao, Li Wenming, Sun Jiming. 2019. Late Carboniferous-Early Permian Mafic-Ultramafic Complexes in Beishan, Southwestern Central Asian Orogenic Belt and their Significance[J]. Acta Geologica Sinica (English edition), 93Supp.(1): 110-113.
- Lu Songnian, Zhao Guochun, Wang Huichu, Hao Guojie. 2008. Precambrian metamorphic basement and sedimentary cover of the North China Craton[J]. Precambrian Res, 160(2008): 77-93.
- Ludwig Kenneth R. 2003. Isoplot 3.0: A geochronological toolkit for Microsoft Excel[J]. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 4: 1-70.
- Mao Jingwen, Pirajno Franco, Zhang Zuoheng, Chai Fengmei, Wu Hua, Chen Shiping, Cheng Linsong, Yang Jianmin, Zhang Changqing. 2008. A review of the Cu-Ni sulphide deposits in the Chinese Tianshan and Altay orogen (Xinjiang Autonomous Regio, NW China): Principal characteristics and ore-forming processes[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 32: 184-203.
- Pirajno Franco, Mao Jingwen, Zhang Zhaochong, Zhang Zuoheng, Chai Fengmei. 2008. The association of mafic-ultramafic intrusions and A-type magmatism inthe Tianshan and Altay orogens, NW China: Implications for geodynamic evolution and potential for the discovery of new ore deposits[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 32: 165-183.
- Qin Kezhang, Su Benxun, Sakyi Patrick Asamoah, Tang Dongmei, Li Xianhua, Sun He, Xiao Qinghua, Liu Pingping. 2011. SIMS Zircon U-Pb geochronology and Sr- Nd isotopes of Ni-Cu bearing mafic-ultramafic intrusions in Eastern Tianshan and Beishan in correlation with flood basalts in Tarim Basin (NW China)[J]. American Journal of Science, 311: 237-260.
- Su Benxun, Qin Kezhang, Sakyi PA, Li Xianhua, Yang Yueheng, Sun He, Tang Dongmei, Liu Pingping, Xiao Qinghua, Malaviarachchi S P K. 2011. U-Pb ages and Hf-O isotopes of zircons from Late Paleozoic mafir ultramafic units in the southern Central Asian Orogenic Belt: Tectonic implications

- and evidence for an Early-Permian mantle plume[J]. *Gondwana Research*, 20: 516-531.
- Yu Xing, Yang Shufeng, Chen Hanlin, Chen Zhongqiang, Li Zilong, Batt Geoffrey E, Li Yinqi. 2011. Permian flood basalts from Tarim Basin, Northwest China[J]. *Gondwana Research*, 20: 485-497.
- Yuan Honglin, Gao Shan, Dai Mengning, Zong Chunlei, Günther Detlef, Fontaine Gisela Helene, Liu Xiaoming, Diwu Chunrong. 2008. Simultaneous determinations of U-Pb age, Hf isotopes and trace element compositions of zircon by excimer laser-ablation quadrupole and multiple-collector ICP-MS[J]. *Chemical Geology*, 247(1-2): 100-118.
- Zhang Mingjie, Tang Qingyan, Cao Chunhui, Li Wenyuan, Wang Heng, Li Zhongping, Yu Ming, Feng Pengyu. 2017. The origin of Permian Pobei ultramafic complex in the northeastern Tarim craton, western China: Evidences from chemical and C-He-Ne-Ar isotopic compositions of volatiles[J]. *Chemical Geology*, 469: 85-96.
- Zhang Chuanlin, Xu Yigang, Li Zhengxiang, Wang Hongyan, Ye Haimin. 2010. Diverse Permian magmatism in the Tarim Block, NW China: Genetically linked to the Permian Tarim mantle plume?[J]. *Lithos*, 119: 537-552.
- Zhou Meifu, Leshner C Michael, Yang Zhengxi, Li Jianwei, Sun Min. 2004. Geochemistry and petrogenesis of 270Ma Ni-Cu-(PGE) sulfide-bearing mafic intrusions in the Iluanshan district, Eastern Xinjiang, Northwest China: implications for the tectonic evolution of the Central Asian Orogenic Belt[J]. *Chemical Geology*, 209: 233-257.
- 姜常义, 程松林, 叶书锋, 夏明哲, 姜寒冰, 代玉财. 2006. 新疆北山地区中坡山北镁铁质岩体岩石地球化学与岩石成因 [J]. *岩石学报*, 22(1): 115-126.
- 李超岭. 2011. 数字地质调查系统操作指南 [M]. 北京: 地质出版社, 1-203.
- 李华芹, 陈富文, 梅玉萍, 吴华, 程松林, 杨甲全, 代玉财. 2006. 新疆坡北基性-超基性岩带 I 号岩体 Sm-Nd 和 SHRIMP U-Pb 同位素年龄及其地质意义 [J]. *矿床地质*, 25(4): 463-469.
- 姜德波, 王登红, 肖克炎, 孙涛, 王全明, 阴江宁. 2014. 中国镍矿预测类型及主要战略接续区 [J]. *中国地质*, 41(3): 715-727.
- 秦克章, 丁奎首, 许英霞, 孙赫, 徐兴旺, 唐冬梅, 毛骞. 2007. 东天山图拉尔根、自石泉铜镍钴矿床钴、镍赋存状态及原岩含矿性研究 [J]. *矿床地质*, 26: 1-14.
- 苏本勋, 秦克章, 孙赫, 王恒. 2010. 新疆北山地区漩渦岭镁铁-超镁铁岩体的年代学、岩石矿物学和地球化学研究 [J]. *岩石学报*, 26(11): 3283-3294.
- 汤庆艳, 张铭杰, 李文渊, 余明, 张照伟, 汪扬. 2015. 新疆北山二叠纪大型镁铁-超镁铁质岩体的动力学背景及成矿潜力 [J]. *中国地质*, 42(3): 468-481.
- 王玉往, 王京彬, 王莉娟, 龙灵利. 2009. 新疆香山铜镍钛铁矿区两个镁铁-超镁铁岩系列及特征 [J]. *岩石学报*, 25: 888-900.
- 夏昭德, 王垚, 姜常义, 凌锦兰, 夏明哲, 郭娜欣. 2013. 新疆北山地区漩渦岭镁铁质-超镁铁质层状岩体岩石学与矿物学研究 [J]. *地质学报*, 87(4): 486-497.
- 校培喜, 王兴安, 王育习, 黄玉华, 张汉文, 王升勤. 2016. 新疆北山南部地区地质构造特征及成矿背景 [M]. 北京: 地质出版社, 1-292.
- 张飏, 邓亚婷, 赵陕兰, 王满仓, 崔继岗, 李维成. 2015. 新疆北山地区白山一带元古代花岗质片麻岩的发现及其意义 [J]. *陕西地质*, 33(1): 46-51.