

美国大湖区地质填图联盟的组建背景、工作职责及经验启示

徐佳佳,王欢,于洋,马冰

(中国地质调查局地学文献中心,北京 100083)

Background, work responsibilities and experience of the Great Lakes geologic mapping coalition in the United States

XU Jiajia, WANG Huan, YU Yang, MA Bing

(Geoscience Documentation Center, China Geological Survey, Beijing 100083, China)

地质填图一直是各国地质调查机构最核心的工作。美国在联邦层面和各州之间通过合作开展地质填图,已有30多年的经验并已取得重要进展,其中于1997年建立的大湖区地质填图联盟属于区域层面的工作联盟,其特点是区域上的地质条件和地质背景大体类似,从而可能面临相同的地质问题和经济社会挑战与机遇。本文简要介绍美国大湖区地质填图联盟的组建背景和工作职责,并初步总结提出经验启示,以期为我国区域层面开展填图合作与联盟提供借鉴。

1 大湖区地质填图联盟的组建背景

1.1 美国五大湖区概况

美国五大湖区是世界上最大的淡水湖群,位于美国和加拿大交界处,主要在美国境内。区域经济发达,城镇密布,工农业生产集中,在美国和加拿大两国经济中占有重要地位。五大湖具有类似的地质条件和背景,按大小分别为苏必利尔湖、休伦湖、密歇根湖、伊利湖和安大略湖,均为始于约1 Ma的冰川活动的最终产物(图1)。大湖区地形复杂多样,矿产资源品种多、储量大、质量好、开采条件便利。大湖区东侧的阿巴拉契亚山地是美国最重要的煤田产地,其煤炭储量占美国的一半;苏必利尔湖的西侧和南侧是美国重要的铁矿产区,储量约占美国的80%。大湖区丰富的铁矿资源以及廉价的水运条件,促进了美国钢铁工业的发展,近年来出现了美国钢铁工业重心由大西洋中部各洲向五大湖沿岸转移的趋势。

1.2 联盟组建历程

大湖区地质填图联盟于1997年由伊利诺伊州、印第安纳州、俄亥俄州和密歇根州地质调查局与美国地质调查局(USGS)合作成立。2008年1月,大湖区地质填图联盟扩大到

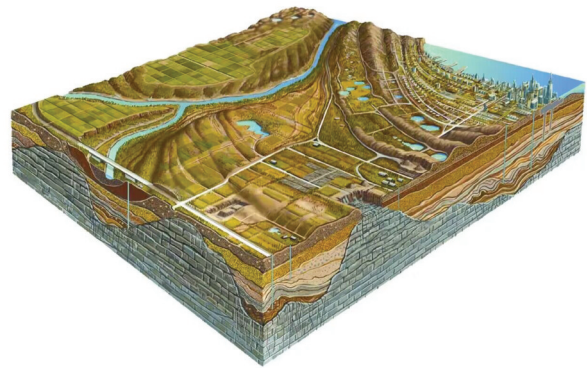


图1 五大湖区表征现代地表、土地利用及其与地下地质沉积物密切关系示意图

棕色层——较年轻的冰川沉积物;蓝灰色区域——较古老的基岩层

明尼苏达州、威斯康星州、宾夕法尼亚州和纽约州的地质调查局。这8个州的地质条件相似,需要解决的土地和水资源、环境和地质灾害等问题相似,通过整合8个州地质调查局的专业知识和资源,联盟形成合力有效解决了一系列问题。

1.3 联盟受资助情况

联盟开展合作填图的经费主要来自州财政。自2000年开始联盟得到美国联邦财政资助,最开始是国家合作地质填图计划下的一个50万美元的项目;2004—2008年该联盟项目被列入总统预算;2009财年从总统预算案中取消后,又被国会恢复,并将预算增至75万美元。

2 大湖区地质填图联盟的工作职责

2.1 核心工作职责

大湖区地质调查联盟的任务是协调8个州的地质调查

局与USGS建立伙伴关系,共同制作区域最先进的三维地质图。核心工作职责主要是在城市/郊区、交通走廊、具有环境和国土安全风险的地区以及高用水需求地区等最需要填图的地方开展地质填图(优先填图情况见图2),以可供决策者使用的比例尺,绘制从近地表沉积物直至数百英尺深部的三维(3D)地质图,为开发商和规划者提供所需的科学事实。联盟编制的地质图重点是表征末次冰期的松散沉积物和近地表基岩沉积物,要求必须在以下10个方面发挥支撑作用:具有成本效益的经济发展决策;提升可供居民、市政和工业消耗的地下水用量;识别地下水易受污染的区域;识别可能发生自然灾害的地形(如易受地震震动影响的松散土壤);识别易发生侵蚀、洪水或沉降的区域;盘点用于基础设施开发的砂和砾石的准确资源量;湿地的保护和修复;废弃工业用地的安全再开发;制造业企业的选址;新建或扩建废物处理设施。

2.2 重点拓展的工作职责

2.2.1 为促进经济发展和振兴经济拓展的职责

水资源调查。大湖区被公认为是“水资源丰富”地区,大部分用于消费的水都是从地下获取的。但由于五大湖诸州与美国其他地区相比,含有地下水资源的冰川沉积物非常厚,含水层很难定位和表征,导致对大湖区含水量充足的含水层了解较为缺乏。地下水显然不是无限的,随着用水需求的增加,使用水资源的经济、社会和环境成本也在攀升。因此使用3D地质填图来识别浅层地下水资源,就逐步成为大湖区地质填图联盟的一项关键任务。当前,联盟诸州大部分人口的饮用水都依赖地下水,能源生产用水占大湖区用水的80%,通过联盟提供的地下水资源圈定信息,相关开发商和规划人员才能维持公共、工业和农业用水,并在不会影响其他用水的情况下适当为能源项目选址。

骨料矿产调查。基础设施的开发成本受附近建筑骨料可用性的影响较大,到建筑工地的运输成本在距离源头12.87~38.62 km处可以增加1倍,距离64.37 km增加3倍。

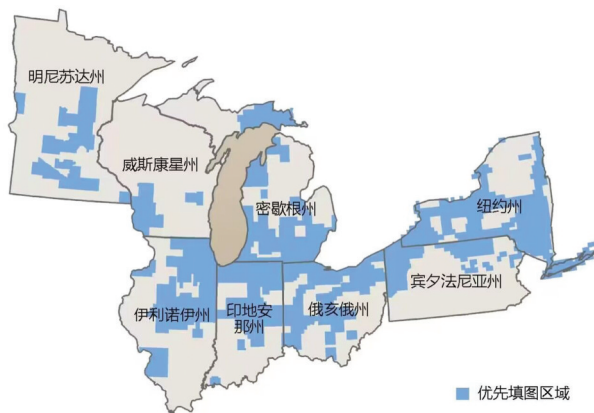


图2 大湖区地质填图联盟长期优先填图的区域

联盟通过识别深部土壤材料,评估浅层砂、砾石和石料资源,可满足建设基础设施的需求。

地质灾害与可持续性。联盟提供的地质图表征了地表之下可能存在的危险,易受地震震动影响的松散土壤,易发生侵蚀、洪水或沉降的地形,所有这些类似区域都不利于经济的可持续发展。

2.2.2 为应对气候变化拓展的职责

为气候温暖和干燥地区提供地下水信息。由于水资源在气候温暖和干燥地区受影响较大,联盟在此类区域重点提供与地下水供应位置和产量相关的信息,以满足日益增长的水资源需求以及保护敏感的生态系统。

为清洁能源基础设施建设提供地下水信息。近期大湖区新的乙醇、煤层气、CO₂地质封存、煤制油和IGCC燃煤电厂或已建成,或已纳入计划,每个新建的能源项目都将增加对水资源的需求。为使五大湖区各州能够适应不断变化的气候,联盟结合地方和州的土地和水资源利用规划,为此提供的地质图可为规划者提供不影响当地家庭、市政和农业用水的能源项目选址,并可进一步确定含水层的补给区,指导能源项目的建设,维护和维持湿地和其他生态系统。

为研究长期和短期气候变化提供试验场。大湖区的冰川和冰川后地质沉积物是美国最厚、分布最广、种类最繁多的冰川物质,保存了过去几十万年前特别是过去几千年的气候变化记录,不管是从长期还是短期视角研究气候变化机理都是极好的综合观测研究站。

2.2.3 为支撑国土安全拓展的职责

保护供水。美国内战期间的一个主要军事策略是污染供水,以限制军事(和平民)的流动。如今,人们则转而担心有人轻易破坏美国的供水系统。这就必须了解大湖区供水系统的地质背景,并能提供备用的受保护的地下水资源。

为人口迁移和迁徙提供场地方案。在美国,只有大湖区的某些地区能够容纳和支持人口搬迁工作。场地必须同时具备几个重要的地质标准:有充足且保护良好的地下水资源可供饮用,有用于处理人类和其他废物的安全区域,附近拥有可支持基础设施建设的砂石资源,不存在可能与搬迁冲突的土地使用方式。所有这些问题都可以通过大湖区地质填图联盟的三维地质填图计划来解决。

支撑军事基地的运作和关闭。大多数现役和退役军事基地都在大湖区地质填图联盟高度优先级的填图区域内。地下数据良好的地质解译对于确定泄漏燃料和其他废物处理作业的污染可能性非常重要,特别是在基地已经退役且军事土地被用于民用的情况下。填图联盟可以较好地支撑陆军工程兵团解决关于土壤承载力、土地管理、土地修复和土地利用规划方面的问题。

支撑陆军工程兵团的3个实验室。沿大湖区岸线开展的地质填图将揭示易受侵蚀的地区,这对湖岸和水力学实验

室非常重要,特别是对国家岸线侵蚀控制开发和示范项目以及区域沉积物管理项目具有重要意义。寒冷地区研究和工程实验室控制滨岸结构、地下水建模和疏浚,并关注湿地水文和生态(重点是受污染湿地的修复),同时还评估和修复军事靶场,评估军事训练区的土壤侵蚀和土地管理,这些内容都与地质填图相关。水道实验站侧重于研究影响湿地的水力学、水文、沉积、侵蚀、水质和土壤过程,通过土壤特征、水文和植被定义湿地边界的方法,从而评估湿地的生态价值、减轻陆军工程兵团水资源开发活动在生态系统层面的环境影响,而地质填图描绘了湿地并评估了湿地的地下水条件。

2.2.4 为改善城市环境拓展的职责

以下12个经济和环境原因促使联盟必须详细绘制城市地质图:地质材料提供了支撑大湖区城市天际线的基础条件,但迄今尚未对其范围和有利的施工条件进行评估;棕地复垦、再开发和相关成本在很大程度上取决于未知的近地表地质;大湖区城市的地下存放着世代存放的废物、溢出物和碎片,目前许多地区已经/计划重新开发成公园、游乐场等,但控制污染物局部移动的地下地质情况尚未编制成地质图,存在危险;基础设施所需的开挖和填方成本取决于施工现场和附近可获得适当填方的源区冰川沉积物和岩石的性质和厚度;开发地下空间,进行采石、隧道运输、排水控制,创建仓储空间等都需要地下地质知识;地质条件决定了在哪里可以获得最高质量、最接近、最便宜的沙、砾石和岩石用于建筑和基础设施升级;建筑物沉降、地下管道、洪水和地震震动敏感性等危险的发生和严重程度在很大程度上取决于地质沉积物的性质和分布;对于大湖区的城市来说,海岸线侵蚀、海滩补充、近岸湖底铺设等问题都需要地质知识;用于保护、恢复或创建开敞空间、湿地和地表水体的土地的适宜性部分取决于地质材料成功支持拟定用途的能力;废物处置场地的成本和长期性取决于地质情况;污染物的控制/清除成本在很大程度上取决于地质情况;地下水补给含水层的能力取决于地质材料和土地利用的可变性。

3 有关经验与启示

3.1 合作机制借鉴

美国大湖区地质填图联盟由与大湖区相关的8个州的地质调查局与USGS合作建立,旨在制作“急需、详细、三维的五大湖州表层物质地质图”,促进五大湖区经济发展,应对

气候变化,为国土安全提供地质信息,改善城市环境。当前,我国设立了全国基础地质填图计划,正在统筹全国地勘单位开展区域地质调查工作,迫切需要创新地质填图合作机制。地质填图合作机制首先是中央和地方之间的合作机制,其次是各地区之间的合作和联盟,中国地质调查局及其各区域中心应当有能力分别牵头中央及区域层面的这一使命,特别是在地质条件和地质背景大致类似的区域,相关地质调查机构间的合作和分享更为有效。

3.2 服务对象和内容借鉴

美国大湖区诸州最初开展填图都是为了促进矿产和能源产业,随着经济社会的发展,填图信息需要支撑的范围不断扩大。目前大湖区地质填图联盟产品的用户包括普通公众、市/县/州规划人员和区域规划小组、农业和土壤专业人员、公共和州卫生部门、县和州交通部门、水土保持区、建筑商/开发商和保险公司、环境和土木工程师及专业地质顾问、骨料/采矿和材料科学公司、教育机构和环境倡导团体、州和联邦环境保护机构、国土安全机构和应急管理服务机构、生物燃料生产商和发电厂、供水经理和公共工程部门、经济发展机构、房地产和营销公司。联盟除了为用户发现、利用和管理水和矿产资源,还可提供基础设施选址、水资源养护、规避地质灾害等服务。上述服务对象和内容的不断拓展和延伸,是地质填图从基础性、公益性、战略性三个维度逐层分阶段实施推进的必然结果。

3.3 社会效益及评价借鉴

美国大湖区地质填图联盟被公认比任何一个机构都更能有效地解决区域上的土地和水资源、环境和地质灾害共同社会问题。联盟得到了利益相关者的支持,在相关公共论坛上所有的地质团体都对联盟表示了一致性支持,非地质学家已习惯应用地质图来进行土地管理、公共卫生和经济发展决策,近几年机构、团体、公司、官员、公众等向联盟办公室写了数百封信件表示支持。在大湖区通过使用联盟的三维地质图产品节约或避免了现场表征费用的案例比比皆是。据一份对肯塔基州地质填图的经济评估,即使采用非常保守的假设,在地质填图方面每投入1美元的联邦和州政府资金,就可以得到25~39美元的回报。美国在实施国家合作地质填图计划时,统一建库,统一标准,全面服务,注重社会效益和评价,尽力实现地球科学数据资源向数据资产转化的做法值得我国借鉴。