

doi: 10. 6046/zrzyyg. 2020288

引用格式: 蒋校,钟昶,连铮,等. 卫星遥感地质信息产品分类标准研究进展[J]. 自然资源遥感,2021,33(3):279-283. (Jiang X,Zhong C,Lian Z,et al. Research progress on classification criterion of geological information products based on satellite remote sensing[J]. Remote Sensing for Natural Resources,2021,33(3):297-283.)

卫星遥感地质信息产品分类标准研究进展

蒋 校,钟 昶,连 铮,吴亮廷,邵治涛
(中国自然资源航空物探遥感中心,北京 100083)

摘要: 标准是社会发展的智慧结晶,技术标准的制定是助力生产力发展和管理水平进步的有效手段。卫星遥感技术一直以来都是地质调查领域的重要技术手段,随着我国国产卫星建设的持续发展,卫星遥感技术在地质调查相关领域的应用日趋成熟,在遥感地质调查工作中形成了大量的成果产品。然而,在卫星遥感信息产品的总结、梳理、规范方面,相关标准严重缺失,导致形成的成果产品规范性不强,生产端和应用端理解不一致,同时也对成果产品的规范管理造成了严重影响。针对上述情况,通过对可解译要素和地质相关领域成果产品的梳理总结,开展了卫星遥感地质信息产品分类标准的研究制定工作,提出将卫星遥感地质信息产品分为基础类产品和应用类产品 2 类,每类中分别包含了若干成果产品,从而建立了“要素-基础类产品-应用类产品”的分类体系,为规范地质调查成果入库提供技术支持。

关键词: 卫星遥感地质信息产品; 分类标准; 研究进展

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-034X(2021)03-0279-05

0 引言

标准是人类文明进步的成果实施标准化战略对经济社会发展具有长远的意义^[1-2]。2016 年 9 月,习近平总书记在第 39 届国际标准化组织大会的贺词中也指出:“中国将积极实施标准化战略,以标准助力创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展”^[2]。

一直以来,中国地质调查局十分重视地质调查标准化方面的建设,在地质调查相关领域相继制定了一系列的技术标准,规范了地质调查工作内容及流程,指导了地质调查工作的顺利开展。遥感技术是地质调查重要的技术手段,且在地质相关领域同样有着广泛的应用,内容涵盖了基础地质遥感调查,矿产资源遥感勘查,水文地质、工程地质、生态地质、环境地质、灾害地质、农业地质、海洋地质、军事地质遥感调查,矿山开发状况遥感调查与监测等内容^[3]。

近年来,由于国产卫星技术的迅猛发展,国产遥感影像的空间分辨率和时间分辨率均取得了大幅提升,传感器类型更加丰富,从而使遥感技术在地质相关领域的应用日趋增加,并形成了一系列重要的遥

感地质调查成果和卫星遥感地质信息产品。

在取得重要成果的同时,遥感技术标准的发展稍显不足。例如,已有的技术标准一般只针对某个具体的项目或研究内容,甚至有些标准仅仅针对于特定的比例尺。而在卫星遥感地质信息产品的总结、梳理、规范方面,相关标准严重缺失,因此急需建立一套关于卫星遥感地质信息产品分类的技术标准,用来规范不同内容、不同类型的遥感地质解译、遥感地质调查与监测、遥感地质制图等成果产品,从而支撑中国地质调查局对地质调查项目成果的管理,加强对相关企事业单位需求的服务。为此,本文在中国地质调查局地质调查项目“地质调查标准化与标准制修订”的支持下,开展了卫星遥感地质信息产品分类标准研究,为建立卫星遥感地质信息产品分类体系、规范地质调查成果入库提供技术支持。

1 研究现状

1.1 国外研究现状

国际上用于规范遥感技术方面的标准很多,但是涉及遥感地质信息产品分类方面的较少,相关的技术标准主要集中在地理、气象、土地、海洋、信息系

统建设等方面。

国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 针对遥感卫星的通信和性能方面,共发布遥感技术标准 12 项^[4]; 美国联邦地理数据委员会 (U. S. Federal Geographic Data Committee, FGDC) 侧重于地理信息方面, 分别于 1999 年和 2002 年发布了相关的遥感技术标准^[5]。另外, FGDC 还发布了一些关于土地覆盖分类、植被分类、湿地分类等的标准^[5]。美国材料与实验协会 (American Society for Testing and Material, ASTM) 使用遥感手段进行了很多大气相关的应用, 并制定了一些相关标准^[6]。

美国国家航空和宇宙航行局 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 由于拥有众多的遥感卫星, 其制定的遥感数据标准已经成为行业内部的通用标准。NASA 为地球观测系统 (Earth Observation System, EOS) 的数据处理、分发和存档以及促进不同学科的应用而开发了 EOS 数据信息系统 (EOS Data Information System, EOSDIS), 该系统处理的数据包括外业调查数据、机载和船载观测数据、卫星遥感数据和科学模型的输出数据^[7]; 为了统一处理不同数据源, EOSDIS 建立了遥感数据相关的标准集^[7]。EOSDIS 通过 NASA 地学部 (Earth Science Division Standards, ESDS) 共发布标准 23 项, 这些标准分别从元数据、数据产品分级、数据格式标准、遥感器和数据发现与获取技术等 5 个方面入手, 构成了完整的遥感数据描述体系^[8]。

在欧洲, 德国标准化协会 (German Institute for Standardization, DIN) 和法国标准协会 (Association Francaise de Normalisation, AFNOR) 在近年均制定或计划制订一些与遥感有关的标准, 如 DIN 在 2012 年发布的《摄影测量与遥感: 术语与定义》、《摄影测量产品》等; AFNOR 在 2015 年完成的《遥感成像传感器和数据定标与检校》。

另外, 地理信息标准中还大量涉及遥感的内容, 这也彰显了 3S (RS, GIS, GPS) 技术的融合性。国外制订地理信息标准的组织和机构主要有国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 地理信息和测绘 (211) 技术委员会、FGDC 和开放地理空间信息联盟 (Open Geospatial Consortium, OGC) 等。ISO/TC 211 在 2011 年发布的地理信息标准指南^[9]中包含了一些的遥感方面内容, 例如与遥感通用的地理信息数据标准、基于坐标的空间参照等。地理信息标准指南中明确地说明了地理信息标准体系的框架, 这个体系为遥感技术标准体系的构建提供了极好的参考。

1.2 国内研究现状

我国在 20 世纪 80 年代后期开始遥感技术标准体系的构建工作, 但进展较为缓慢; 从 2010 年开始, 相关工作进入了快速发展期。国内卫星遥感信息产品的生产主要集中在气象、环保、减灾、地质矿产等行业部门, 形成了具有各自行业特色的信息产品。通过查阅已有资料了解到, 国内各个领域共发布遥感技术相关标准 82 项, 为遥感技术在不同领域的发展应用提供了有效的指引。

在地矿行业, 自 2008 年开始, 中国地质调查局根据遥感技术的发展和业务领域的需求程度, 梳理遥感技术在地质相关领域的应用范围, 形成了遥感地质调查技术标准体系 (Technical Standard System for Remote Sensing Geological Survey, TSSRSGS)^[3], 为遥感地质调查工作的规范化奠定了良好的基础。

2015 年, 赵玉灵等^[10]通过梳理遥感地质调查的工作流程、数据源、调查比例尺等要素, 将遥感地质调查产品分为遥感数据、影像类成果、解译 (判释) 类成果、综合类成果和专题类成果等 5 个类别; 同时, 根据不同分辨率、比例尺, 将成果图分 50 个亚类, 为后续遥感地质调查产品的社会化服务提供了一个思路或建议。

2 技术标准编制方法

2.1 要素与产品体系建立

根据目前遥感解译工作的基本流程, “要素”是形成所有产品的最基本单元, 在具体的解译工作中被理解为可以通过遥感影像直接提取的地表信息; “产品”则是由要素组成的综合成果。

根据产品加工的流程和综合程度的不同, 将卫星遥感地质信息产品分为基础类产品和应用类产品 2 大类, 每种产品均由一种或多种要素组合形成。基础类产品是由单个或多个要素直接组合而成; 应用类产品则是在基础类产品的基础上, 通过内容重组、加工、综合而形成的专题综合产品。

2.2 可解译要素梳理

遥感技术目前在地质相关领域的应用主要集中在区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、生态地质、环境地质、海洋地质、军事地质等方面。通过以往工作经验和上述领域已有技术标准的总结, 梳理出可解译要素, 各要素又根据实际的工作需求分为若干亚类。

2.3 产品要素确定

根据已有的调查成果产品以及技术标准, 确定每种产品的要素组成, 建立起从生产研发端到应用服务端透明、统一的产品生产 - 应用体系。

3 卫星遥感地质信息产品体系及组成内容

3.1 可解译要素

在地质相关领域,共梳理出可解译的要素 15 类;根据具体业务需求和产品构成的需要,又将各个要素分为若干亚类(表 1)。

表 1 可解译要素统计表

Tab.1 Statistical table of interpretable elements

序号	要素	要素亚类
1	地貌类型	流水地貌、湖泊地貌、风沙地貌、黄土地貌、海岸地貌、岩溶地貌、冰川地貌、构造地貌、重力地貌、丹霞地貌、人为地貌
2	第四系	第四纪残坡积、冲洪积、湖积、风积、海积、冰碛-冰水堆积
3	构造	断裂构造、活动断裂、环形构造、褶皱构造、火山机构、韧性剪切带、节理构造
4	岩性	沉积岩、岩浆岩(侵入岩、火山岩)、变质岩
5	蚀变信息	铁染、羟基、矿物蚀变
6	矿业活动	地表采矿活动
7	地质灾害	崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷、地面沉降、地裂缝
8	水体及湿地	地表水体、近海及海岸带湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地
9	冰川	冰川、积雪
10	荒漠化	石漠化、风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、盐渍荒漠化、工矿型荒漠化
11	植被盖度	植被指数(NDVI)
12	海岸线	基岩海岸线、砂质海岸线、淤泥质海岸线、生物海岸线、人工海岸线
13	矿山地质环境	矿山开发占地、矿山恢复治理、矿山地质灾害、矿山环境污染
14	工程地质要素	工程地质岩组、特殊岩体/土体
15	水文地质要素	含水岩组,泉、井,冲洪积扇、古河道

3.2 产品

3.2.1 基础类产品

基础类产品是在由单一或多个要素(要素亚类)直接组合未经过加工而成的信息产品,反映的是地表要素的实际情况,不加入后期人为的经验、推断等研究内容。该类产品均由解译图件和相关说明书组成,产品内容如表 2 所示。

表 2 基础类产品统计表

Tab.2 Statistical table of basic products

序号	产品名称	构成要素(要素亚类)
1	地貌类型解译图	地貌类型
2	第四系解译图	第四系
3	活动断裂分布图	活动断裂
4	构造解译图	构造
5	岩性解译图	岩性
6	蚀变信息分布图	蚀变信息

(续表)

序号	产品名称	构成要素(要素亚类)
7	矿业活动分布图	矿业活动
8	地质灾害分布图	地质灾害
9	地表水体分布图	地表水体
10	湿地分布现状图	湿地
11	荒漠化分布现状图	荒漠化
12	海岸线分布现状图	海岸线
13	冰川分布现状图	冰川
14	矿山开发占地现状图	矿山开发占地
15	矿山恢复治理现状图	矿山恢复治理
16	矿山地质灾害现状图	矿山地质灾害
17	矿山环境污染现状图	矿山环境污染
18	工程地质岩组解译图	工程地质要素
19	含水岩组解译图	水文地质要素

3.2.2 应用类产品

应用类产品是在遥感解译的基础上,加入了大量的经验和资料性信息,对已有的基础类产品内容重组、加工、综合而形成的专题综合产品。这类产品是在已有的解译成果的基础上,通过研究分析,直接服务于生产需求,解决具体问题。该类产品均由解译图件和相关说明书组成,产品内容如表 3 所示。

表 3 应用类产品统计表

Tab.3 Statistical table of application products

序号	产品名称	内容描述
1	第四纪遥感地质图	第四系、活动断裂构造等地质要素的时空关系
2	遥感地质图	岩性、地质构造、第四系等地质要素的时空关系
3	蚀变信息异常分布图	蚀变信息异常分布情况
4	矿业活动监测图	基于多期矿业活动解译图的对比,对矿业活动进行动态监测,得出矿业活动的变化情况和发展趋势
5	遥感找矿预测图	根据矿产分布、成矿地质体、成控矿构造、矿源层、蚀变信息异常等信息,圈定遥感找矿预测区
6	地质灾害解译图	地貌类型、构造、地质灾害 3 种要素的整体表达
7	地质灾害易发评价图	对地质灾害易发情况进行综合评价
8	水体遥感监测图	通过对 2 期或多期地表水体要素进行对比分析,得到水体动态变化情况
9	湿地遥感监测图	通过对 2 期或多期湿地要素进行时空分析,得到湿地变化情况
10	荒漠化遥感监测图	通过对 2 期或多期荒漠化要素进行时空分析,得到荒漠化的变化情况
11	冰川遥感监测图	通过对 2 期或多期冰川要素进行时空分析,得到冰川变化情况
12	植被盖度遥感监测图	通过对 2 期或多期植被盖度要素进行时空分析,得到植被盖度变化情况
13	海岸线遥感监测图	通过对 2 期或多期海岸线要素进行时空分析,得到海岸线变化情况
14	矿山开发占地遥感监测图	通过对 2 期或多期矿山开发占地要素进行时空分析,得到矿山开发占地变化情况

(续表)

序号	产品名称	内容描述
15	矿山恢复治理遥感监测图	通过对 2 期或多期矿山恢复治理要素进行时空分析,得到矿山恢复治理变化情况
16	矿山地质灾害遥感监测图	通过对 2 期或多期矿山地质灾害要素进行时空分析,得到矿山地质灾害变化情况
17	矿山环境污染遥感监测图	通过对 2 期或多期矿山环境污染要素进行时空分析,得到矿山环境污染变化情况
18	矿山环境遥感监测图	通过对 2 期或多期矿山环境要素进行时空分析,得到矿山环境变化情况
19	生态地质环境遥感评价图	综合生态地质环境涉及的全部要素及相关变化情况,形成区域性的生态地质环境评价图
20	遥感工程地质解译图	在工程地质岩组解译图的基础上,收集必要的工程地质资料,进一步加工升华形成的专题产品
21	遥感水文地质解译图	在含水岩组解译图的基础上,收集必要的水文地质资料,进一步加工升华形成的专题产品

4 结 论

通过研究工作,将卫星遥感地质信息产品分为基础类产品和应用类产品 2 类,并建立了“要素 - 基础类产品 - 应用类产品”的产品分类体系,并明确规定了各产品涉及的要素内容。

卫星遥感地质信息产品分类标准的制定可以有效规范遥感地质调查相关领域的成果表达,提高遥感地质调查成果管理与服务水平,并反过来助力遥感地质调查工作手段、流程的规范化建设。同时,该标准的建立有利于产品生产端与应用端的高效沟通,为规范地质调查成果产品的入库管理提供技术支持。

参考文献 (References):

[1] 陈 军. 以标准为支撑,促进江苏城乡建设高质量发展[J]. 工程建设标准化,2018,236(7):33-35.
Chen J. Promoting the high quality development of urban and rural construction in Jiangsu Province with the standard as support[J]. Standardization of Engineering Construction,2018,236(7):33-35.

[2] 田世宏. 实施标准化战略践行新发展理念[J]. 人民论坛,2016,(21):114-115.
Tian S H. Implement the standardization strategy and practice the

new development concept[J]. Tribune Forum,2016,(21):114-115.

[3] 杨清华. 遥感地质调查技术标准体系研究与进展[J]. 国土资源遥感,2013,25(3):1-6. doi:10.6046/gtzyyg. 2013. 03. 01.
Yang Q H. Research and progress of the technical standard system for remote sensing geological survey[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2013,25(3):1-6. doi:10.6046/gtzyyg. 2013. 03. 01

[4] 孙丹峰,季幼章. 国际电信联盟 (ITU) 简介[C]//中国电子学会敏感技术分会电压敏专业学部学术年会. 中国电子学会,2011.
Sun D F, Ji Y Z. Brief introduction for International Telecommunication Union (ITU) (C)//China Electronics Society, Sensitive Technology Branch, Academic annual conference of voltage sensitive specialty Department. China Electronics Society, 2011.

[5] 张英华. 美国联邦地理数据委员会 (FGDC) 编制的标准[J]. 测绘标准化,2004,20(1):47-48.
Zhang Y H. Standards developed by the Federal Geographic Data Council (FGDC) [J]. Standardization of Surveying and Mapping, 2004,20(1):47-48.

[6] 冯维熹. 美国材料与试验协会 ASTM [J]. 航空标准化与质量,1999,(2):44-45.
Feng W X. American society for testing and materials (ASTM) [J]. Aeronautic Standardization & Quality,1999,(2):44-45.

[7] 黄 莉,赵春年. EOS 卫星数据接收系统的设计[C]//苏皖两省大气探测环境遥感与电子技术学术交流研讨会. 安徽省气象学会;江苏省气象学会;中国气象学会,2007.
Huang L, Zhao C N. Design of EOS satellite Data Receiving system [C]//Academic exchange seminar on environmental remote sensing and Electronic Technology for Atmospheric sounding of Jiangsu and Anhui provinces. Anhui Meteorological Society; Jiangsu Meteorological Society; Chinese Meteorological Society, 2007.

[8] 王旻燕,臧海佳,邓 莉. NASA 地球科学数据分布式数据存档中心的数据和数据管理[J]. 气象科技合作动态,2009,(1):1-9.
Wang Y Y, Zang H J, Deng L. Data and data management of earth sciences data distributed active archive centers in NASA [J]. Co-operation Trends in Meteorological Science and Technology, 2009,(1):1-9.

[9] 杨 林. 地理信息标准化探析[J]. 中国质量与标准导报,2018,(1):60-62.
Yang L. Discussion and analysis of the standardization of geographic information [J]. China Quality and Standards Review, 2018,(1):60-62.

[10] 赵玉灵,杨金中. 遥感地质调查产品体系初论[J]. 矿产勘查,2015,6(5):615-620.
Zhao Y L, Yang J Z. Preliminary discussion on the product system of remote sensing geological investigation [J]. Mineral Exploration, 2015,6(5):615-620.

Research progress on classification criterion of geological information products based on satellite remote sensing

JIANG Xiao, ZHONG Chang, LIAN Zheng, WU Liangting, SHAO Zhitao
(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Criteria are the greatest achievements of social development and the most effective way to promote the

development of social productivity and management ability. Satellite remote sensing technology has always played an important role in geological surveys. With the continuous development of domestic satellites, the application of the remote sensing technology is increasingly mature in geological surveys, and a large number of geological products have been developed. However, the lack of the criteria for the summary and normalization of the geological survey products leads to some problems, such as non – standard products or the disagreement between producers and users of the products. These problems have produced severe impacts on the management of the products. Given this, this study focuses on the classification of the geological information products through the summary of interpretation elements and geological products. It is proposed that geological information products based on satellite remote sensing can be divided into basic products and application products, which consist of several products each. In this manner, the classification system of element – basic products – application products has been established. It will provide the technical support for the standardization of the storage of geological survey achievements.

Keywords: geological information products based on satellite remote sensing; criterion for classification; research progress

(责任编辑: 李 瑜)