

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2017. 02. 33

引用格式: 赵玉灵,杨金中,付宗堂. 遥感地质图图例的制作与研究[J]. 国土资源遥感,2017,29(2):226-231. (Zhao Y L, Yang J Z, Fu Z T. Research on the design of the legend for geological map interpreted through remote sensing image[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2017, 29(2): 226-231.)

遥感地质图图例的制作与研究

赵玉灵¹, 杨金中¹, 付宗堂²

(1. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

摘要: 适时规范各应用领域遥感地质调查图件图例,实现图例标准化和自动化是十分必要的。从图例编制与拓展原则出发,分析了图例的主要内容与表达形式,针对不同类别的图例探讨了图例的生成方法、编排及表达。通过利用 Font Creator 和 ArcGIS 软件共设计制作了遥感地质图件图例 455 种。这些图例可应用于区域地质与矿产地质遥感调查、基础地质环境遥感监测、地质灾害遥感监测、矿产资源开发遥感监测和遥感影像图等诸多领域,能基本满足实际工作的需求,也可作为遥感地质图件的标准化研究提供技术支撑。

关键词: 遥感地质图; 标准图例; 制作

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2017)02-0226-06

0 引言

图例是集中于地图一角或一侧的地图上各种符号和颜色所代表内容与指标的说明,有助于读者更好地认识地图。对于地质图,图例是传递地质信息的重要组成部分,对图上符号提供解释以及对符号的内涵加以说明。地质图作为地质工作的重要成果之一,其功能很大程度上取决于图例的总体功能。

遥感地质调查技术已广泛涉及区域地质遥感调查、基础地质环境遥感调查、地质灾害遥感调查、矿产资源遥感调查、矿山开发状况遥感监测和矿山环境遥感动态监测等诸多领域。长期以来,各遥感地质专题图的图式图例比较庞杂,没有统一的标准和规范;已有的图式图例不够全面,有交叉重叠,也存在遗漏,需要通过统一标准、统一线型和统一充填花纹等来满足遥感地质调查技术标准体系建设的需求。随着遥感技术的广泛应用,遥感地质的应用领域日益扩展,新成果层出不穷,迫切需要补充和完善遥感地质领域的图式图例。通过制定一部专门适用于遥感地质领域的图式图例标准,以推动遥感技术健康蓬勃的发展。

本文依据笔者承担的中国地质调查局地质调查项目“制定《遥感地质图图式图例》”的相关工作,介

绍了遥感地质图图例的制作原则和工作方法,其目的在于敬请广大遥感地质科技人员在《遥感地质图图式图例》标准正式颁布前的试用过程中,不吝提出宝贵意见和建议,使该标准稿更加完善和实用。

1 图例编制与拓展原则

1.1 编制原则

1) 继承性原则。遥感地质图图例是在中华人民共和国国家标准《区域地质图图例(1:50 000)》(以下简称“GB/T 958—1999”),《地质图用色标准(比例尺 1:500 000~1:1 000 000)》(以下简称“GB/T 6390—1986”)和《地质图用色标准及用色原则(比例尺 1:50 000)》(以下简称“DZ/T 0179—1997”)等基础上制定的,重点对遥感地质解译图件中涉及的图例作了规定。对各相关行业已有的国标、行标和局标中的图式图例,尽量沿用,不再重新定义^[1-3]。

2) 通用性原则。在同一种遥感地质图件中,一种图例只能代表一种内容含义。相同性质或同一图例在不同遥感技术应用领域多次出现,应尽可能予以统一。

3) 系统性原则。以规范遥感地质调查成果图件的图式图例为目标,分门别类地开展各专题图式

图例的编制工作。按照表达内容的差异,系统地规范各专题图式;在同一图种上,按类型、成因等形成完整的图例体系。

4)实用性原则。设计的各种符号,力求做到含义确切、绘制方便;使用的背景色尽量源于中性色调,避免用图者的视觉疲劳,且便于计算机制图。

1.2 拓展原则

1)GB/T 958—1999 中已经规定的地质符号,一律延用。仅对 GB/T 958—1999 中未规定的、而本领域特定的符号进行了规定并制作。

2)新添加的图例按照 GB/T 6390—1986 和 DZ/T 0179—1997 色标赋予颜色。

2 图例的主要内容及表达形式

2.1 图例的主要内容

图例是地图上表示地理对象的符号集合,有助于用户更方便地理解和使用地图^[4]。图例包括地理要素和专业要素。遥感地质图图例主要用于遥感地质解译产品体系中专业要素的表达。根据上述图例编制和拓展原则,本研究涉及的图例主要包括区域地质与矿产地质遥感调查图例、基础地质环境遥感监测图例、地质灾害遥感监测图例、矿产资源开发遥感监测图例和遥感影像图图例等。

2.2 图例的表达形式

图例按照表达形式分为点、线和面 3 种^[4-9]。

1)点状符号。由图元大小(长×宽/mm×mm)

和图元颜色(RGB 值)定义。遥感地质图图例中的点状符号主要表征图面面积小于 4 mm² 的地质信息,如泉点、火山口和矿山的井口、硐口等。每一个点状符号均规定具体的图元大小,并令其不随工作比例尺的改变而发生图元大小的变化。

2)线状符号。由线型、颜色和线宽定义。遥感地质图图例中的线状符号主要表征断裂、褶皱轴和地质体边界等信息。每一个线状符号均规定具体的线型、颜色和线宽。例如,遥感解译新提取的断裂可根据深断裂、区域断裂、一般断裂和推测断裂等分类规定不同的线型和线宽。

3)面状符号。由背景色(RGB 值)、填充图元和图元周期定义。遥感地质图图例中的面状符号的背景色主要用来分类,同一类中的不同程度划分采用颜色梯度表示;面状符号填充的图元表示地物的性质。例如,在生态地质环境的面状符号中,棕色点状图元填充表示沙质荒漠化,而背景色的颜色梯度则表示沙质荒漠化的程度是轻度、中度或重度。颜色以 R(红)、G(绿)、B(蓝)三原色的值组合而成。

3 图例的分类

根据应用领域,将各种图例划分为区域地质与矿产地质遥感调查图例、基础地质环境遥感监测图例、地质灾害遥感监测图例、矿产资源开发遥感监测图例和遥感影像图图例等 5 大类^[10]。各类图例分类情况如表 1 所示。

表 1 遥感地质图图例分类表
Tab.1 Classification of legend in remote sensing geological map

图例大类名称	图例亚类名称	图例种名称	图例种示例
区域地质与矿产地质遥感调查图例	第四系堆积物图例	冲积堆积(al)、洪积堆积(pl)、冲洪积堆积(pal)等 40 种	风积堆积 Q^{col} 
	地质构造图例	推断构造、遥感解译断裂、环形构造等 5 种	遥感解译断裂 
	多光谱遥感蚀变异常图例	羟基异常、铁染异常等 27 种	高阈值级铁染蚀变遥感异常 
	高光谱矿物填图图例	赤铁矿、褐铁矿、绿泥石等 68 种	赤铁矿 
基础地质环境	找矿预测图例	A 级预测区、B 级预测区、C 级预测区 3 种	A 级预测区 
遥感监测图例	基础地质环境遥感线状图例	冰川、湿地、荒漠化等 29 种	淤泥质海岸现状 
	基础地质环境遥感面状图例	冰川、湿地、荒漠化等 104 种	原生盐碱质荒漠化 
地质灾害遥感监测图例	地质灾害遥感调查点状图例	崩塌、滑坡、泥石流等 59 种	巨型崩塌 
	地质灾害遥感调查线状图例	易发程度分区界线、危险程度分区界线、防治规划分区界线等 14 种	地震烈度区范围线 
	地质灾害遥感调查面状图例	崩塌、滑坡、泥石流等 20 种	地质灾害中易发区 
	地面沉降(地表形变)图例	地表形变区等 25 种	地表形变区单元的值域 40~50 

续表

图例大类名称	图例亚类名称	图例种名称	图例种示例
矿产资源开发遥感监测图例	矿产资源规划图例	重点开采区边界、鼓励开采区边界、限制开采区边界等 15 种	重点开采区边界 
	矿产资源开发状况图例	已利用、未利用、停采等 6 种	已利用(新增) 
	矿山占地变化图例(动态变化监测时使用)	矿山原有占地、矿山新增占地、减少矿山用地等 7 种	矿山用地-农用地 
	矿山开发占地图例(现状调查时使用)	采场、矿山建筑、中转场地等 8 种	采场(利用) 
	矿山地质环境评价图例	严重区、较严重区、一般区 3 种	严重区 
	矿产资源开发点状图例	尾矿泥、尾矿沙、矿区复垦点等 18 种	尾矿沙(利用) 
	矿山环境污染图例	水污染前期、后期,土壤污染前期、后期 4 种	土壤污染(前期) 
遥感影像图图例	未做详细规定		

每个大类下面再细分出亚类,如区域地质与矿产地质遥感调查图例包括第四系堆积物图例、地质构造图例、多光谱遥感蚀变异常图例、高光谱矿物填图图例和找矿预测图例 5 个亚类;基础地质环境遥感监测图例包括冰川、海岸线、潮滩、湿地、荒漠化、石漠化等(现状与变迁)的线状和面状图例 2 个亚类;地质灾害遥感监测图例包括崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷和地裂缝等地质灾害的点状、线状、面状及地面沉降(或地表形变)图例 4 个亚类;矿产资源开发遥感监测图例包括矿产资源规划图例、矿产资源开发状况图例、矿山地质环境问题图例(矿山占地变化图例、矿山开发占地图例、矿山地质环境评价图例、矿产资源开发点状图例、矿山环境污染图例)等 7 个亚类。每个亚类又进一步细分出许多种具体图例,如矿产资源规划图例亚类包括重点开采区边界、鼓励开采区边界、限制开采区边界、禁止开采区边界、国家规划矿区边界、生态环境恢复治理区边界、自然保护区边界、水源保护地边界、地质遗迹保护区边界、矿产资源保护区边界、矿业活动用地边界、采矿权界线(符合规划)边界、采矿权界线(不符合规划)边界、探矿权界线(符合规划)边界、探矿权界线(不符合规划)边界等 15 种具体图例。

4 图例生成方法

要制作符合规范要求的符号通常有以下方法^[4-5,9-10,12,14]:①利用软件制作,如 ArcGIS,AutoCAD 和 CorelDraw 等,但制作的符号只能以位图符号形式导入,在矢量化过程中由于其分辨率有限常造成符号不够美观;②在操作系统中增加新字体和符号,把制作好的新字体和符号直接安装在 Win-

dows Fonts 子目录下,则在 Mapinfo, ArcView 和 ArcGIS 等 GIS 软件系统中就会增加对应的新字体和符号;③通过 GIS 接口编写符号制作系统,以实现符号制作的可视化操作,这需要具有相当的编程基础,一般使用者实现起来有一定难度。

本研究使用 Font Creator 软件,其编辑功能可以对任何 TrueType 字体和基于 OpenType 字体技术的字符组进行简单的选择和修改,将图像转变为轮廓,创建新的字体或符号,修改单个字形的轮廓,添加或编辑合成符号,调整字符距离,编辑修改字体名称,转换单个字符或整个字体等。Font Creator 软件也可以制作专业符号库,适用于 ArcGIS style manager。在使用时,需要考虑 ArcGIS 中对于符号单位、尺寸和定位等方面的对应性和通用性,从而更灵活地加以运用^[13-17]。

构成地图符号的 6 个图形变量包括形状、尺寸、方向、亮度、密度和颜色。其中,以形状、尺寸和颜色最为重要,形状变量是视觉上区别几何图形的单体。

图例生成的总体思路是为每个图例符号生成一个图例单元,再将所有的图例单元组成最后的图例。图例单元是一个地图符号的注解,由一个地图符号以及描述该符号的文字组成。本文中图例单元是基于 Font Creator 软件进行制作完成,详细制作步骤不再赘述,点线面图例符号在 ArcGIS 中完成^[14]。

5 图例的编排与表达

每一种具体图例符号按照名称、符号、图元参数(大小或线型、周期、颜色等)和背景色(RGB 值)分别进行说明^[4,9,12]。

表 2—4 分别列举了部分点状、线状和面状符号的代表性图例。

表 2 矿山地质环境问题图例(固体废弃物) 示意图例

Tab.2 Example of the legend of mine geological environment problems (solid waste)

图例名称	符号	图元大小 (长×宽/ mm×mm)	图元颜色 (RGB 值)	说明
废石堆(利用)		7×7	(100,0,0)	实线
尾矿沙(利用)		7×7	(100,0,0)	实线
尾矿沙(废弃)		7×7	(100,0,0)	虚线 (实 5,虚 5)
尾矿泥(利用)		7×7	(100,0,0)	实线
尾矿泥(废弃)		7×7	(100,0,0)	虚线 (实 5,虚 5)
矿区复垦点		7×7	(0,0,0) (0,180,0)	
塌陷治理点		7×7	(255,0,0) (130,130,130)	

表 3 基础地质环境遥感图例(线状) 示意图例

Tab.3 Example of the legend of the basic geological environment remote sensing

图例名称	符号	线型	线宽/ mm	线颜色 (RGB 值)	说明
现代冰川 冰舌位置		实线	0.25	(0,0,0)	主要适用于 冰川监测 研究
冰川冰舌 退缩		实线	0.25	(255,0,0)	
冰川冰舌 前进		实线	0.25	(0,255,0)	

表 4 地质灾害遥感调查图例(面状) 示意图例

Tab.4 Example of the legend of the remote sensing investigation of geological disasters

图例名称	符号	图元参数			背景色 (RGB 值)
		大小 (长×宽/ mm×mm)	周期	颜色 (RGB 值)	
地质灾害 高易发区		3×3	8×8	(0,0,0)	(255,80,130)
地质灾害 中易发区		3×3	8×8	(0,0,0)	(255,180,130)
地质灾害 低易发区		3×3	8×8	(0,0,0)	(250,240,200)
地质灾害 不易发区		3×3	8×8	(0,0,0)	(220,255,50)

根据当前遥感地质图件编辑的需求,在 GB/T 958—1999 和 GB/T 6390—1986 等已经规定的图例基础上,本研究共设计制作了 5 大类 18 亚类的遥感地质图例 455 种,其中包括点状图例 77 种、线状图例 80 种和面状图例 298 种。根据上述图例的编制和拓展原则,经广泛征求全国 32 家遥感技术研究应用单位、上百名专家的意见,本研究涉及的图例正在具体工作中试用,反响良好。

6 结论

随着遥感技术、GIS 制图技术的迅猛发展与广泛应用,遥感技术已经深入国民经济建设的各个领域,其应用领域和范围产生了巨大的变化。与时俱进,适应新时期遥感地质调查工作的新要求,适时统一遥感地质图图例具有重要的意义,将为相关成果的规范化、标准化打好基础。

根据遥感地质调查的专业需求,通过对比、分析和筛选前人成果图件中的图例,反复征求专家意见后,共设计制作遥感地质图图例 455 种,涉及区域地质与矿产地质遥感调查图例、基础地质环境遥感监测图例、地质灾害遥感监测图例、矿产资源开发遥感监测图例和遥感影像图图例 5 大类 18 亚类,包括点状图例 77 种、线状图例 80 种和面状图例 298 种,基本满足当前遥感地质调查工作的需求。建议利用这些图例进行示范性试用,再根据应用结果进行修改与完善,尽早作为推荐性标准进行发布和实际应用。

但是,遥感地质图图例的制作是一项长期、复杂的工作。应根据遥感地质调查技术应用领域和范围的变化,通过一定时间的磨合和沟通,进一步开展遥感地质图图例的修订和增补工作,确保相关标准能够满足实际工作的需求。

志谢：本文是在中国地质调查局“制定《遥感地质图图式图例》”项目成果基础上撰写的。在项目进行过程中,得到了白冶、杜子图、刘纪选、刘心季、唐文周、甘甫平、刘德长、刘占声、朱谷昌、刘刚、齐泽荣、张振德、赵福岳、范景辉、闫柏琨、童立强、杨自安、陈微、陈华、王艳、张玲、金鼎坚、李晓琴、张幼莹、王建超和杨苏明等多位专家的指导和帮助；硕士研究生娄亚晴、潘毅也参与了部分研究,谨此一并表示感谢。

参考文献(References)：

[1] 国家技术监督局. GB 958—99 区域地质图图例(1: 50 000) [S]. 北京:中国标准出版社,1999.

State Bureau of Technical Supervision. GB 958—99 Geological Symbols Used for Regional Geological Maps(1: 50 000) [S]. Beijing:Standards Press of China,1999.

[2] 全国国土资源标准化技术委员会. GB 6390—86 地质图用色标准比例尺 1: 500 000 ~ 1: 1 000 000 [S]. 北京:中国标准出版社,1986.

National Standardization Technical Committee of National Land and Resources. GB 6390—86 Colour Standard for Use in the Geological Map Scale(1: 500 000 ~ 1: 1 000 000) [S]. Beijing: Standards Press of China,1986.

[3] 中华人民共和国地质矿产部. DZ/T 0179—1997 地质图用色标准及用色原则(1:50 000)[S]. 北京:中国标准出版社,1997. Ministry of Geology and Mineral Resources of P. R. China. DZ/T 0179—1997 The Color Standard of Geological Map and the Principle of Color Scale 1: 50 000[S]. Beijing:Standards Press of China,1997.

[4] 杨晓丽,吴春雷,王保保. 电子地图整饰实现技术[J]. 电子科技,1998(2):48-50. Yang X L, Wu C L, Wang B B. The realization technique for the decoration of an electronic map[J]. Electronic Science and Technology,1998(2):48-50.

[5] 胡庆武. 基于 MapObject 的地图符号库设计[J]. 测绘通报,2001(10):15-17. Hu Q W. The map symbol design based on MapObject[J]. Bulletin of Surveying and Mapping,2001(10):15-17.

[6] 王海龙,陈毓芬. 电子地图图例可视化设计的研究[J]. 海洋测绘,2007,27(4):51-53. Wang H L, Chen Y F. Research on the design of legend visualization for electronic map[J]. Hydrographic Surveying and Charting, 2007,27(4):51-53.

[7] 董敏,孙宝生,陈川. 基于 ArcGIS 的地质图图例绘制及意义——以《西准噶尔地区地图》为例[J]. 新疆地质,2010,28(1):116-118. Dong M, Sun B S, Chen C. Drawing and significance of the legend based on the ArcGIS: Example for geology map of West Dzungar [J]. Xinjiang Geology, 2010,28(1):116-118.

[8] 代洪君,常春,杨忠伟. 影像地形图的制作[J]. 测绘与空间地理信息,2011,34(3):217-218,221. Dai H J, Chang C, Yang Z W. Production of photo-topography map[J]. Geomatics and Spatial Information Technology, 2011,34(3):217-218,221.

[9] 冯建清,顾和和,韩超. TrueType 地图点符号库的制作与调用[J]. 地理空间信息,2012,10(1):161-163. Feng J Q, Gu H H, Han C. Design and call of TrueType point symbol library[J]. Geospatial Information, 2012,10(1):161-163.

[10] 赵建雪. 复杂地质图图例的量化研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012. Zhao J X. Quantitative Research on the Complex Legend of Geological Map[D]. Beijing:China University of Geosciences(Beijing), 2012.

[11] 邓坤枚. 中国生态系统研究网络台站森林分布图编制规范及其制图的探讨[J]. 自然资源,1997(1):61-66. Deng K M. An exploration on complication standard and cartography of forest distribution map of China's ecosystem research network[J]. Natural Resources, 1997(1):61-66.

[12] 杨璇玺. 在林业计算机制图中运用 FontCreator 软件制作点状图符号的方法[J]. 林业调查规划,2013,38(3):8-11. Yang X X. Application of FontCreator software in making scatter-gram symbols in forestry computer mapping[J]. Forest Inventory and Planning, 2013,38(3):8-11.

[13] 蔡苑彬,刘露,陈萃,等. 基于地图制图脚本的交互式图例动态生成方法[J]. 地理空间信息,2014,12(5):154-157. Cai Y B, Liu L, Chen L, et al. Automatic creating method of interactive legend based on cartographic script[J]. Geospatial Information, 2014,12(5):154-157.

[14] 李宗红. 在 CorelDraw 中设置斜体希腊字母的方法[J]. 宝鸡文理学院学报:自然科学版,2014,34(4):69-72. Li Z H. The methods for setting the italic Greek letters in CorelDraw[J]. Journal of Baoji University of Arts and Sciences: Natural Science, 2014,34(4):69-72.

[15] 百度文库. FontCreator 教程[EB/OL]. (2011-09-06). [http://wenku. baidu. com/view/6e6ece29cfc789eb172dc877. html](http://wenku.baidu.com/view/6e6ece29cfc789eb172dc877.html). Baidu Wenku. FontCreator tutorial[EB/OL]. (2011-09-06). [http://wenku. baidu. com/view/6e6ece29cfc789eb172dc877. html](http://wenku.baidu.com/view/6e6ece29cfc789eb172dc877.html).

[16] 百度文库. FontCreator 符号字体制作教程[EB/OL]. (2012-04-19). [http://wenku. baidu. com/view/8f718208f12d2af90242e693. html? from = search](http://wenku.baidu.com/view/8f718208f12d2af90242e693.html?from=search). Baidu Wenku. FontCreator symbol font production tutorial[EB/OL]. (2012-04-19). [http://wenku. baidu. com/view/8f718208f12d2af90242e693. html? from = search](http://wenku.baidu.com/view/8f718208f12d2af90242e693.html?from=search).

[17] 百度文库. FontCreator 制作 ArcGIS 符号[EB/OL]. (2013-09-25). [http://wenku. baidu. com/view/089fe3dfaef8941ea76e05ba. html](http://wenku.baidu.com/view/089fe3dfaef8941ea76e05ba.html). Baidu Wenku. Font Creator making ArcGIS symbol[EB/OL]. (2013-09-25). [http://wenku. baidu. com/view/089fe3dfaef8941ea76e05ba. html](http://wenku.baidu.com/view/089fe3dfaef8941ea76e05ba.html).

[18] Jiang H B, Su Y Y, Jiao Q S, et al. Typical geologic disaster surveying in Wenchuan 8.0 earthquake zone using high resolution ground LiDAR and UAV remote sensing[C]//SPIE 9262, Lidar Remote Sensing for Environmental Monitoring XIV. Beijing, China: SPIE, 2014:926219.

Research on the design of the legend for geological map interpreted through remote sensing image

ZHAO Yuling¹, YANG Jinzhong¹, FU Zongtang²

(1. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China;
2. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: With the development and increasing application of geological remote sensing technology, a large quantity of research and surveying results have been achieved in various fields of geological investigation. Nevertheless, there are not uniform legends for geological maps. To some extent the lack of the standard legends for

geological maps has long affected the width and depth of geological remote sensing investigation. Based on the establishment and development of the principle of legend, the authors analyzed the main content and expression form of the legend, discussed the different categories of legend arrangement and expression method, and the generation of the legend. The results show that it is very necessary to design and automate the standard legends for geological map interpreted through remote sensing image. The standard legends will meet or exceed our requirements and provide technical support for standardization of remote sensing geological maps.

Keywords: remote sensing geological map; standard legend; design

(责任编辑: 陈 理)