

张树君,王青平,朱耿青,等. 基于GIS的台湾地区地震应急专题图规范设计与应用[J]. 华南地震, 2023, 43(1): 89–98. [ZHANG Shujun, WANG Qingping, ZHU Gengqing, et al. Specification Design and Application of Earthquake Emergency Thematic Map in Taiwan Based on GIS[J]. South China journal of seismology, 2023, 43(1): 89–98]

基于GIS的台湾地区地震应急专题图规范设计与应用

张树君, 王青平, 朱耿青, 郑 超, 王辉山

(福建省地震局, 福州 350003)

摘要: 基于现代制图学理论, 结合台湾地区地震实际情况, 从制图要素和图幅整饰两个方面探讨该区域地震应急专题图规范化。根据以往经验通过反复对比, 最终确定了台湾地区地震应急专题图规范设计。将该规范在ArcGIS平台上进行应用, 实现了台湾地震应急专题图规范化、自动化出图, 很大程度上提升应对台湾破坏性地震的应急响应水平。

关键字: 台湾地震; GIS; 地震应急专题图

中图分类号: P315.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2023)01-0089-10

DOI: 10.13512/j.hndz.2023.01.11

Specification Design and Application of Earthquake Emergency Thematic Map in Taiwan Based on GIS

ZHANG Shujun, WANG Qingping, ZHU Gengqing,

ZHENG Chao, WANG Huishan

(Fujian Earthquake Agency, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Based on the theory of modern cartography and combining with the actual situation of earthquakes in Taiwan region, this paper discusses the specification of earthquake emergency thematic map from two aspects of cartographic elements and map decoration. According to the previous experience and through repeated comparison, the specification design of earthquake emergency thematic map in Taiwan area is finally determined. The specification is applied on ArcGIS platform to realize the standardization and automatic drawing of Taiwan earthquake emergency thematic map, which significantly improves the level of emergency response to the devastating earthquake in Taiwan.

Keywords: Taiwan earthquake; GIS; Earthquake emergency thematic map

收稿日期: 2022-08-10

基金项目: 地震应急青年重点任务(CEAEDEM202209)

作者简介: 张树君(1987-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事地震应急与数据制图工作。

E-mail: junwang3017@163.com

0 引言

地震应急专题图能够直观、准确展示地震灾区自然环境、人文状况，为地震应急响应工作提供重要参考依据^[1]。福建省东临台湾海峡，而台湾又是我国地震最为频发的地区。特殊的历史政治原因，以往我们在台湾地震方面的应急产品产出十分匮乏，特别是专题图方面存在不规范、不美观、出图效率低、地震专题内容缺失等一系列问题，无论是数据还是质量都无法满足当前地震应急响应工作的需求^[2]。因此制定台湾地震应急专题图规范，实现台湾地震应急专题图标准化、自动化出图显得尤为迫切。

1 研究区域与数据

1.1 研究区域

台湾省位于我国东南海域，东北为琉球群岛，

南界巴士海峡，西隔台湾海峡与福建省相望^[3]。由于地处欧亚大陆板块与菲律宾板块相接触的活动带上，因板块碰撞而引起的地震非常频繁，是我国地震频度最高、强度最大的地区。据统计，自1900年以来台湾省及周边海域共发生7级以上强震50余次，其中8级大震2次^[4]。

1.2 基础地理空间数据

本文采用1：25万的基础地理信息数据制作台海地震应急专题图的底图。具体数据按照性质划分为矢量数据和栅格影像两种类型，空间参考统一为CGCS2000大地坐标，数据现实性为2020年度。具体情况见表1。

1.3 地震专题数据

地震专题数据中历史地震来源于中国地震台网和福建省地震台网；断裂带数据通过人工矢量化获取；烈度区是根据线性椭圆经验模型分析的预估计算结果。具体情况见列表2。

表1 台湾基础地理空间数据列表
Table 1 List of Taiwan basic geospatial data

数据集名称	数据名称	数据性质	数据精度
行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点	1:25 万
	省界	矢量线	
	市、县界	矢量线	
	乡、镇界	矢量线	
交通数据	铁路	矢量线	1:25 万
	高速	矢量线	
	二级公路	矢量线	
	三级公路	矢量线	
	市区街道	矢量线	
	火车站	矢量点	
	飞机场	矢量点	
	码头	矢量点	
人口数据	乡镇人口	矢量面	1:25 万
	公里网格人口	栅格	1×1 km
自然地理数据	遥感影像	栅格	2 m
	数据高程模型	栅格	30×30 m
	滑坡数据	矢量面	1:25 万
网络在线数据	天地图地形晕渲图	栅格	
	天地图彩色地图	矢量	
	天地图海洋地形图	栅格	

表2 台湾地震专题数据列表
Table 2 List of Taiwan thematic seismic data

数据集名称	数据名称	数据性质	数据精度	备注
历史地震	强震	矢量点	1:25 万	6.0级以上
	中强震	矢量点		4.5 ~ 6.0级
断裂带	活断层	矢量线	1:25 万	人工矢量化
地震影响场	线性经验模型	矢量面	1:25 万	7.0级以上
	线源经验模型			7.0级一下

2 地震应急专题图规范设计

与我国大部分省份不同,台湾省地处东太平洋中,四周皆为海洋,其地震应急专题图规范设计有着特殊性,特别是对海洋色彩要求很高,因此本规范引用了天地图的海洋地形数据,很大程度上提升了图件美观性,增强了立体效果。具体而言台湾地区地震应急专题图规范设计主要有制图要素和图幅整饰两部分组成。

2.1 制图要素

制图要素包括图件图层、比例尺、空间参考、

专题内容、图例共五个方面。

(1)图件图层要素。专题图的图层是构成专题图的核心要素,是按照一定顺序叠加排列的空间数据集合^[5],主要分两类:一是主题图层;二是底图。底图一般是为衬托主题而放置在最底层的图层,一般包括地形、行政区划、经纬线图层等,其中经纬线要素是所有专题图必须包含的,其他图层要素可以根据地震应急专题图特点进行取舍调整。各个底图的要素符号表达均参考国家基本比例尺地图图式相关规定。

(2)比例尺。根据地震影响范围面积大小,适当调整制图比例尺,制图比例尺须取整,统一采用直线比例尺表示^[6]。

表3 专题图图层构成列表
Table 3 Layer composition list of thematic map

图件名称	数据集	图层	图层属性
震中位置图	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界、乡界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
		断裂带	矢量线
	底图	天地图彩色地图	在线地图
震区历史地震分布图	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
		历史地震	矢量点
		地震影响场	矢量面
		断裂带	矢量线
	底图	天地图海洋地形图	在线地图
震中与主要城市距离图	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
	底图	天地图彩色地图	在线地图

(转下表)

(接表3)

图件名称	数据集	图层	图层属性
震区数字高程图	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
		地震影响场	矢量面
	底图	浅蓝色背景配色	
震区人口密度图	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
		地震影响场	矢量面
	人口数据	人口公里网格	栅格
震区交通图	底图	天地图彩色地图	在线地图
	行政区划数据	省、市、县行政中心	矢量点
		省界、市界、县界	矢量线
	地震专题数据	震中	矢量点
		地震影响场	矢量面
	交通数据	公路	矢量线
		铁路	矢量线
		码头	矢量点
		飞机场	矢量点
	底图	天地图彩色地图	在线地图

(3)空间参考。空间参考统一采用CGCS2000大地坐标；投影系统是高斯克吕格投影，3°分带，中央经度120°。制图底图和专题内容采用统一的空间参照系统。

(4)专题内容。台海地震应急专题图件主要分为以下几个主题内容：①震中位置图；②震区历史地震分布图；③震中距附近各大城市距离分布图；④震区数字高程图；⑤震区人口密度分布图；⑥震区交通分布图。

(5)图例。图例包括基础地理底图图例和专题地图图例。图例包括符号、色彩、标注三个要素。

2.2 图幅整饰

图幅整饰是指对图面外貌相关内容的美化和规格化^[7]。具体包括对指北针、编制单位、编制时间、图件说明、图名、比例尺、图例等元素大小、符号、位置的定义。

(1)符号设计。专题图中的符号分三类：点状符号、线状符号、面状符号。ArcGIS中通过使用符号管理器(StyleManager)对所有的符号库进行管理，包括新建、修改、删除等各种操作^[8]。表4是利用ArcGIS的符号管理器的图元组合机制制作的各种要素符号。

(2)色彩设计。色彩配置是专题地图要素表达与视觉设计的重要环节，亦是一项依赖于配色经验的技术^[9]。在配置地震应急专题图件时既要丰富美观，但又不能压盖主题，所以色彩配置总体不能太突兀。本文中所有颜色均采用RGB模式，表5、表6、分别是人口密度、数字高程色彩值。

(3)标注设计。标注是图层属性的文字显示，用以指明各种空间要素的名称，是专题图不可或缺的一部分^[10]。标注的位置、字体、大小很大程度上影响着整体图件的显示效果。

表4 专题图要素符号设计表
Table 4 Symbol design table of thematic map elements

名称	符号	图幅	大小
省级行政中心		A3	15
市级行政中心		A3	12
县级行政中心		A3	10
乡级行政中心		A3	8
省界		A3	3
市、县界		A3	1
乡、镇界		A3	0.5
断裂带		A3	2
公路		A3	0.8
铁路		A3	3.5
飞机场		A3	18
码头		A3	20
震中		A3	28

表5 专题图要素色彩设计表(人口密度)
Table 5 Color design table of thematic map elements (population density)







类型数	人口数/(人)	色带	R值	G值	B值
1	0 ~ 50		56	168	0
2	51 ~ 500		121	201	0
3	501 ~ 1000		206	237	0
4	1001 ~ 5000		255	204	0
5	5001 ~ 10000		255	102	0
6	10001 ~ 50000		255	0	0

表 6 专题图要素色彩设计表(数字高程)
Table 6 Color design table of thematic map elements (digital elevation)

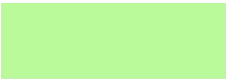
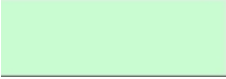

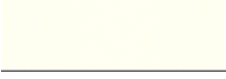
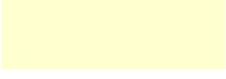

类型数	高程值/m	色带	R 值	G 值	B 值
1	0 ~ 200		56	168	0
2	201 ~ 400		80	173	92
3	401 ~ 600		167	214	109
4	601 ~ 800		252	205	151
5	801 ~ 1000		252	176	88
6	1001 ~ 1200		227	94	11

表 7 专题图要素标注设计表
Table 7 Annotation design table of thematic map elements

名称	标注字体	图幅	标注大小
省级行政中心	宋体加粗	A3	18
市级行政中心	宋体加粗	A3	16
县级行政中心	宋体	A3	12
乡级行政中心	宋体	A3	8
断裂带	宋体加粗	A3	12
公路	宋体加粗	A3	12
铁路	宋体加粗	A3	12
飞机场	宋体加粗	A3	14
烈度区	宋体加粗	A3	16
历史地震	宋体	A3	12
震中	宋体加粗	A3	18

(4) 布局设计。专题图布局设计包括地图页面大小、版式设置；经纬网线、坐标网线、图名、图例、比例尺、制图单位、日期等要素的位置设定。通过将这些内容组合成整体，在编制专题地图时能够方便快捷的生成以及灵活调整^[11]。

3 应用

ArcGIS是地理信息领域的领航者，拥有强大

的空间分析和数据制图功能^[12]。ArcGIS的ArcPy是一个 Python 站点包，可提供以实用高效的方式通Python 执行地理数据分析、数据转换、数据管理和自动化出图。本文主要探讨设计台海地震应急专题图规范，并将该规范通过python的二次开发应用到 ArcGIS平台上实现地震应急专题图标准化，自动化产出。下图是本文的技术框架图。分专题图规范，应用平台，数据支撑，产品产出四个部分。

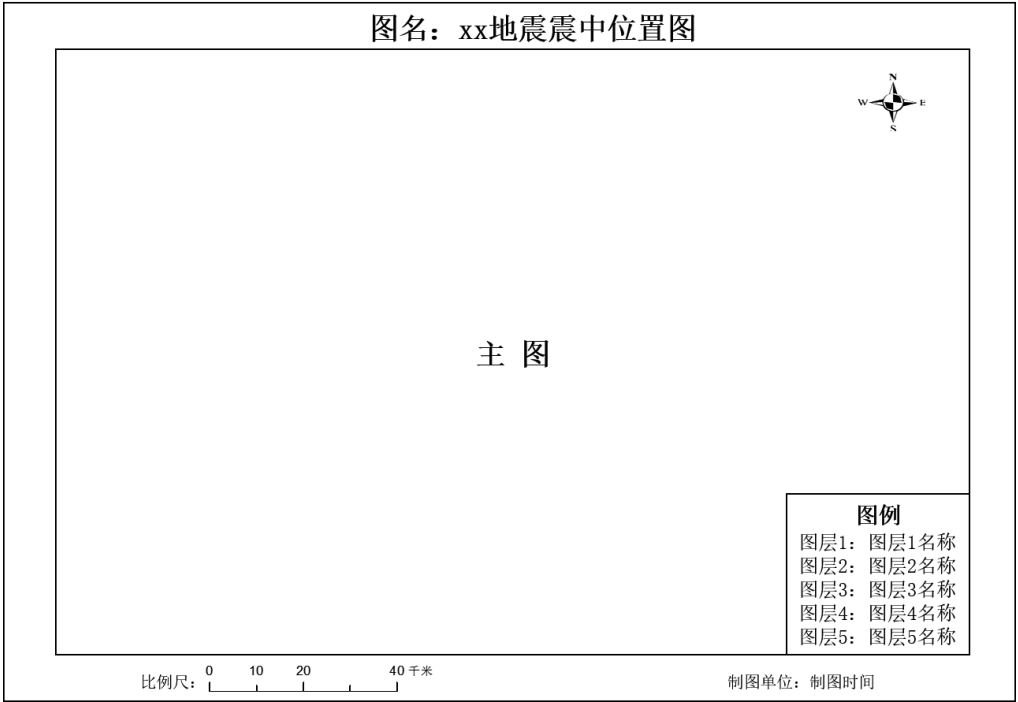


图1 专题图空间布局图
Fig.1 Spatial layout of thematic map

表8 专题图要素空间布局表
Table 8 Spatial layout table of thematic map elements

名称	图幅	平面坐标位置/(°)	字体	大小
图名	A3	(35.06,280.47)	宋体加粗	30
图例	A3	(351.39,55.31)	宋体加粗	14
图层	A3	(351.39,55.31)	宋体	12
图层名称	A3	(351.39,55.31)	宋体	12
指北针	A3	(367.21,31.30)	——	80
制图单位	A3	(348.82,5.97)	宋体	12
制图时间	A3	(348.82,5.97)	宋体	12
比例尺	A3	(350.22,18.15)	直线比例尺	12

图3是通过Python语言在ArcGIS平台上进行二次开发的部分代码;图4是软件的关于地震三要素的输入界面。

福建省地震局根据中国地震局的有关要求,结合台湾地区地震频繁的实际情况,拟定了《福建省地震局地震应急响应工作方案》。根据该项方案要求,台湾东海岸30 km范围内,地震级别达到5.0级,福建省地震局就需要启动应急响应工作。自2020年以来,福建省地震局关于台湾地区的地震启动了13次五级地震应急响应。

图5是采用该规范设计的,通过基于python的ArcGIS二次开发自动产生的台湾地震应急响应的产出图件。

通过该规范设计实施,目前在应对台湾地震应急方面初步实现了标准化、自动化出图,很大程度上提高了应急响应效率。同时初步建立了台湾省地震应急基础数据库,满足应对台湾破坏性地震需要,为地震应急响应工作开展提供可靠的数据与图件保障。

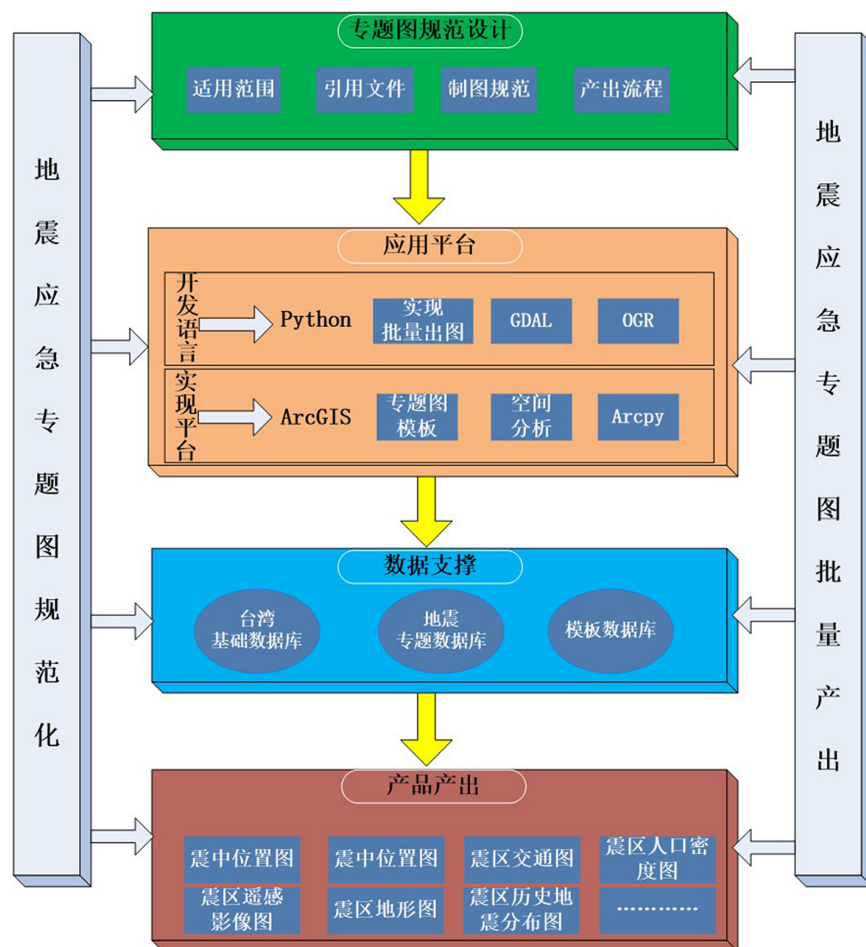


图2 技术框架图

Fig.2 Technical framework diagram

```

批量出图 - 记事本
文件(F)  编辑(E)  格式(O)  查看(V)  帮助(H)
import arcpy,os,time
... path=ur'!:/台湾地震应急专题图/A3'
... res=300
... print'程序开始:' +str(time.ctime())
... for afile in os.listdir(path):
...     if afile[-3:].lower()=='mxd':
...         mxd = arcpy.mapping.MapDocument(os.path.join(path,afile))
...         arcpy.mapping.ExportToJPEG(mxd, os.path.join(path,afile[:-3] + 'jpg'), resolution = res)
...         del mxd
... print'程序结束:' +str(time.ctime())

#coding = gbk
import arcpy,os,time,random,sys
reload(sys)
sys.setdefaultencoding("utf-8")
path = arcpy.GetParameterAsText(0)
res = arcpy.GetParameterAsText(1)
word = "输出图片"
goal_path = os.path.join(path,word)
for afile in os.listdir(path):
...     if afile[-3:].lower() == "mxd":
...         mxd = arcpy.mapping.MapDocument(os.path.join(path,afile))
...         arcpy.mapping.ExportToJPEG(mxd,os.path.join(goal_path,afile + 'jpg'),resolution = res)
...         del mxd
print"共计耗时: " + str(time.ctime()) + ",谢谢:"

```

图3 部分代码截图

Fig.3 Screenshot of part of the code

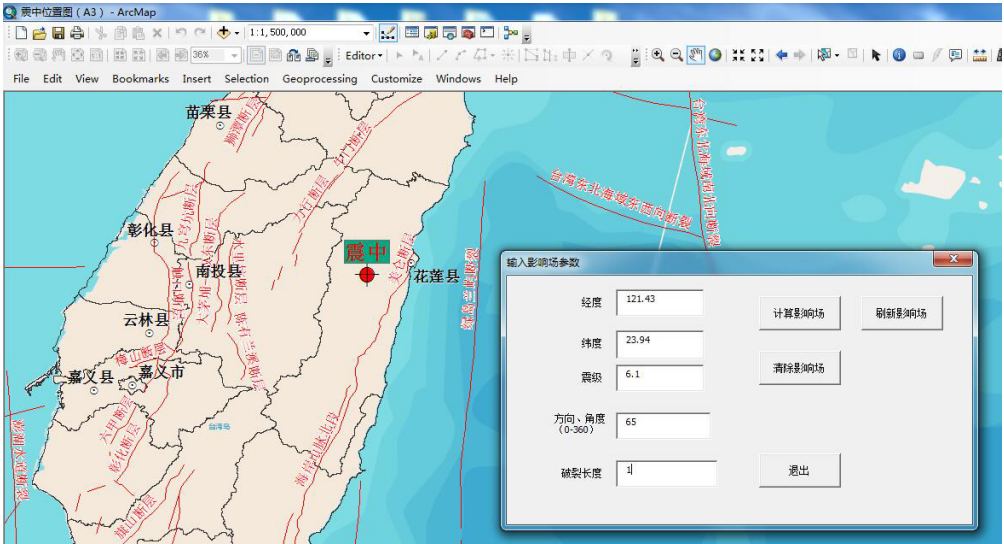


图4 地震三要素输入界面

Fig.4 Input interface of three elements of earthquake

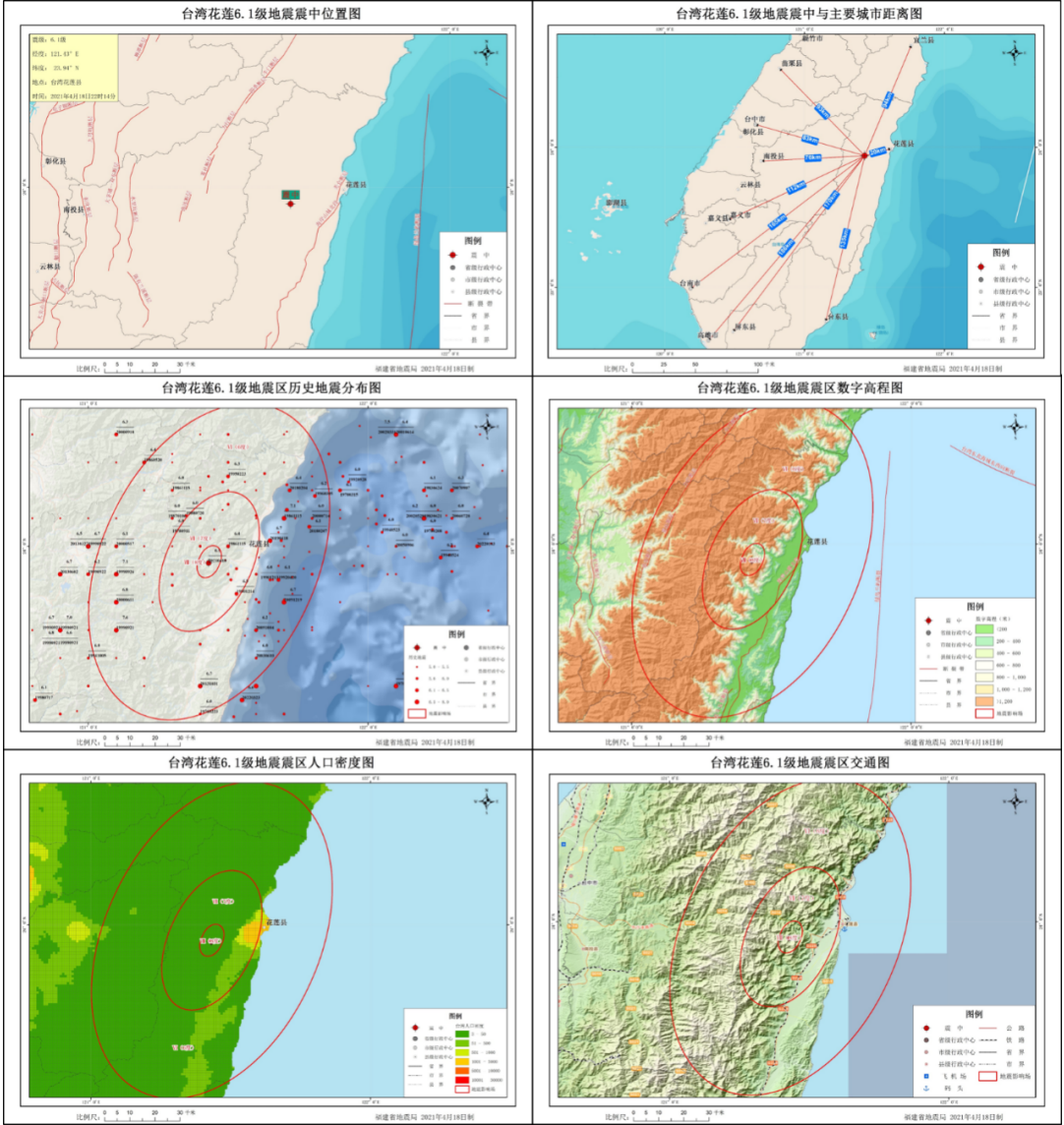


图5 台湾地震应急产出图件

Fig.5 Emergency output map of Taiwan earthquake

表 9 福建省地震局关于台湾地震的应急响应列表

Table 9 Emergency response list of Taiwan earthquake by Fujian Earthquake Agency

序号	地震名称	地震时间/年-月-日	福建省地震局应急级别
1	台东海域 5.3 级地震	2020-05-03	五级
2	高雄市 5.0 级地震	2020-06-27	五级
3	花莲县海域 5.5 级地震	2020-07-26	五级
4	台东县海域 5.0 级地震	2020-09-29	五级
5	宜兰海域 5.8 级地震	2020-12-10	五级
6	花莲县 6.1 级地震	2021-04-18	五级
7	花莲县 5.3 级地震	2021-06-11	五级
8	花莲海域 5.3 级地震	2021-07-07	五级
9	花莲海域 5.1 级地震	2021-07-08	五级
10	花莲海域 5.2 级地震	2021-07-14	五级
11	花莲县 5.1 级地震	2021-08-06	五级
12	花莲县海域 6.4 级地震	2022-01-03	五级
13	宜兰县海域 5.1 级地震	2022-02-07	五级

参考文献

[1] 张树君,肖健,王辉山,等. 基于 ArcGIS Engine 的地震应急自动成图系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2018, 16(3):71-73.

[2] 帅向华,董翔,席楠,等. 地震信息化共用服务平台设计与实现[J]. 中国地震, 2021, 37(1):170-184.

[3] 闫培,刘善虎,张艺峰,等. 台湾海峡 6.2 级地震震区气枪地震资料初步分析[J]. 震灾防御技术, 2021, 16(3):519-526.

[4] 陈大庆,杨马陵. 台湾地震对称分区及与粤闽交界中强地震的对应关系[J]. 华南地震, 2010, 30(S1):70-73.

[5] 中国地震局. 地震烈度图制图规范: GB/T38226-2019[S]. 北京:中国标准出版社, 2019

[6] 曹利民. 地震应急救援专题图符号库系统设计与实现[D]. 成都:西南交通大学, 2010.

[7] 于洋洋,龚建华,杨国范. 基于 GIS 的扶贫开发信息专题图设计与制作[J]. 地理空间信息, 2014, 12(2):146-148.

[8] 樊妙,邢喆,金继业. 基于 GIS 的海洋专题要素自动化制图模式研究与实现[J]. 地理与地理信息科学, 2010, 26(4):109-111.

[9] 程若嫣,谢俊. 江淮分水岭陆路交通专题图设计与制作[J]. 中国水运航道科技, 2021(2):71-74.

[10] 董箭,彭认灿,李改肖. 基于 ArcGIS 的海图符号库设计与实现[J]. 海洋测绘, 2009, 29(6):64-67.

[11] 杨芳,杨理臣,徐玮阳. 面对不同服务对象的地震应急基础信息专题图设计初探[J]. 高原地震, 2020, 32(4):60-64.

[12] 赵真,郭红梅,张莹,等. 基于 ArcGIS Engine 的地震烈度图动态快速制图系统设计与实现[J]. 震灾防御技术, 2021, 16(1):203-210.