

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2019.01.13

引用格式: 刘长礼,张云,张建羽,等.1:5万综合工程地质图编制方法[J].中国地质调查,2019,6(1):86-93.

1:5万综合工程地质图编制方法

刘长礼,张云,张建羽,李宏钊,刘朝

(中国地质科学院水文地质环境地质研究所,石家庄 050061)

摘要:开展新型城镇化规划建设工作,需要以1:5万综合工程地质图为基础。目前,1:5万综合工程地质图尚未形成统一的编图技术标准,无法满足工程地质编图的需要。通过总结国内外工程地质编图的理论和方法,结合“中原城市群北部城镇规划区1:5万工程地质调查与编图”工作,以焦作市幅为例,编制了1:5万综合工程地质图,探讨了1:5万综合工程地质图编制方法,并对编图目的、主题表达、工程地质分区、工程地质层划分和图面配置提出新见解。1:5万综合工程地质图表达的主题为工程地质综合特征,工程地质分区是该主题的具体反映;依据宏观工程地质条件,分别以地形地貌、地层岩性(工程地质层)、岩土体结构或变形强度、地壳稳定性或活动断裂(地震)、不良地质现象或地质灾害等特征差异性进行工程地质分区;以工程地质层作为基本的制图单元,依据《GB/T 50218—2014 工程岩体分级标准》进行工程地质层划分,图面尽可能反映工程地质特征要素,包括(但不限于)每个工程地质钻孔柱状图、水文地质要素、内外动力地质现象和重大工程地质问题;综合工程地质图由主体平面图、镶图、剖面图、钻孔综合柱状图、工程地质特征说明表及图例组成,图、表或图例配置要科学合理。

关键词:1:5万综合工程地质图;编制方法;工程地质分区;主题表达

中图分类号:P642;P623.13;P285.1

文献标志码:A

文章编号:2095-8706(2019)01-0086-08

0 引言

从20世纪50年代开始,世界各国对工程地质图的编制方法进行了长期探索,但对1:5万综合工程地质图编制的理论和方法研究较少^[1-10]。1956—1976年,我国学者开展了区域性小比例尺(<1:50万)工程地质图编制工作^[11-13]。1984年,学者们编制了大城市工程地质图^[14-16],但比例尺均<1:5万。1990年,我国颁布了《GB 12328—90 综合工程地质图图例及色标》^[17],其附录A对1:5万~1:20万综合工程地质图编制原则与方法做了规定,但作为附录的“参考件”未对1:5万工程地质图编图方法或技术要求专门论述。1999年,方鸿琪等^[18]对国内外工程地质图的编图方法进行了总结,从编图任务、编图原理和编图方法等方面对工程地质图的编制做了全面阐述,但对1:5万工程地质图的编制论述不多。近期,中国地质调查局组织

实施了“全国主要城市环境地质调查评价”和“大城市、海岸带、经济区或城市群环境地质调查”等项目,出版了《中国典型城市环境地质图集》^[19]和《中国海岸带环境地质图》^[20],对1:5万工程地质图编制进行了有益探索,但仍未形成统一的图件编制技术标准。综上,1:5万综合工程地质图的编制,还存在编图理念与技术落后、图面内容或主题表达不清、工程地质层与分区划分方法不统一等问题,不能满足新型城镇化建设需求。为推动城市地质工作,2017年国土资源部发布的《关于加强城市地质工作的指导意见》^[21]明确要求:全面加强城市地质基础工作,创新城市地质工作理念技术方法。目前,中国地质调查局正在开展重要经济区、城市群或大中型城市1:5万水工环地质调查,1:5万综合工程地质图是支撑新型城镇化建设并服务“统筹城市地上地下建设”必须提交的重要成果之一,这对编图理念与技术方法提出了新要求,探索1:5万综合工程地质图编图方法意义重大。

收稿日期:2018-07-16;修订日期:2018-09-21。

基金项目:中国地质调查局“中原城市群北部城镇规划区1:5万工程地质调查与编图(编号:DD20160244)”项目资助。

第一作者简况:刘长礼(1963—),男,二级研究员,主要从事工程地质、环境地质调查研究。Email:liuchangli@vip.163.com。

本文在综合国内外大量工程地质编图文献资料的基础上,结合目前开展的“中原城市群北部城镇规划区 1:5 万工程地质调查与编图”工作,针对我国幅员辽阔、地质条件复杂与地质环境多样等特点,提出适合我国实际的 1:5 万综合工程地质图编制的技术方法,并以焦作市幅为例,阐述了 1:5 万综合工程地质图的编制方法。

1 编制方法

1.1 工程地质图主题

1:5 万综合工程地质图主要服务于城市建设规划或重大工程选线选址,集中反映工程地质特征,包括地形地貌、地层岩性(工程地质层)、岩土体结构或变形强度、地壳稳定性或活动断裂(地震)、不良地质现象或地质灾害等。

1.2 工程地质分区

工程地质分区即工程地质特征差异性 or 相似性在图区或地质图上的表现。根据工程地质特征差异性,可将图区划分为工程地质区、工程地质亚区和工程地质地段,也可根据工程地质特征具体情况进行更多或更少级别的分区。在“地形地貌、地层岩性(工程地质层)、岩土体结构或变形强度、不良地质现象或地质灾害以及地壳稳定性或活动断裂(地震)”等工程地质特征要素中,当其中几个(或某个)特征要素差异不大而某个(或某几个)特征要素差异显著时,用差异显著的某个(或某几个)特征要素的差异性进行分区;当所有特征要素差异性均不显著时,可进行综合适宜性分区,采用《CJJ 57—2012 城乡规划工程地质勘察规范》^[22]推荐的工程建设适宜性分区。基于此,总结出适合我国工程地质分区的方法,如表 1 所示。

表 1 工程地质分区方法
Tab.1 Method of engineering geological zoning

工程地质要素	工程地质分区			说明
	工程地质区	工程地质亚区	工程地质地段	
地形地貌	以图区最大级别的地貌类型进行划分,相同或相近的地貌类型划分为同一区	同一区,次级别的、相同或类似的地貌类型划分为同一亚区	同一亚区,以更次级别的地貌类型+岩土结构类型或土体变形强度差异为划分依据	一般用于地形地貌变化较大的地区,如丘陵、山地或平原等地貌分布的区域
地层岩性(工程地质层)	工程地质特征差异最大的岩性综合体划分为不同区	同一区,工程地质特征最相近的岩性综合体划分为同一亚区	同一亚区,以地层岩性(工程地质层)、岩土结构类型或土体变形强度差异为地段划分依据	一般用于地层岩性(工程地质层)变化大,既有坚硬岩层又有第四系土层分布的区域
岩土体结构或变形强度	图区岩土体结构或变形强度特征差异最大的划分为不同区	同一区,岩土体结构或变形强度特征差异最大的划分为不同亚区	同一亚区,岩土结构类型或土体变形强度差异最大的划分为不同地段	一般用于勘探深度内仅有第四系松散土层且有特殊土体分布的区域
地壳稳定性或活动断裂(地震)	图区地壳稳定性、活动断裂(地震)特征差异最大的划分为不同区	同一区,地壳稳定性、活动断裂(地震)特征差异最大的划分为不同亚区	活动断裂带+岩土结构类型或土体变形强度	一般用于地壳稳定性差或活动断裂分布较多的区域
不良地质现象或地质灾害	图区不良地质现象或地质灾害易发性分区为工程地质区	同一区,若可进一步进行易发性分区,则可进行亚区分区	易发地带或安全地带+岩土结构类型或土体变形强度	一般用于不良地质现象或地质灾害易发的丘陵或山地分布的区域
综合特征(工程建设适宜性)	工程建设适宜性分区	可进行工程建设适宜性次级分区,此分区可为亚区	以“某个或某几个影响因素+岩土体结构类型或岩土体变形强度”进一步划分为地段	一级分区按《CJJ 57—2012 城乡规划工程地质勘察规范》附录 C、附录 D ^[22] 进行分区

1.2.1 工程地质层与分区

在勘探深度内,具有相同或相近工程地质性质的地层(具有相同或相近变形或强度、承载力)可划分为同一工程地质层;同一工程地质层可以是相同成因时代或相同沉积环境形成的岩土层,也可以是不同成因时代或不同沉积环境但连续形成的岩

土层。同为寒武纪、奥陶纪石灰岩,如果工程地质变形或强度接近,即可划分为同一工程地质层;同为粉质黏土、黄土类粉质黏土与非黄土类粉质黏土,只要工程地质性质接近,则可划分为同一工程地质层。在垂向剖面上不连续、中间间隔其他岩性地层的 2 个相同岩性(甚至工程地质性质相同)的

地层不能划分为同一工程地质层。同一工程地质层分布的区域,可划分为同一工程地质区(亚区、地段);不同工程地质层分布的区域,可划分为不同工程地质区(亚区、地段)(表2)。

表 2 工程地质层划分方法
Tab. 2 Division of engineering geological layers

工程地质层		特征描述	饱和单轴抗压强度 R_c /MPa	备注
岩石类	坚硬岩	未风化—微风化的花岗岩、正长岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英片岩、硅质板岩、石英岩、硅质胶结的砾岩、石英砂岩、硅质石灰岩等	$R_c > 60$	当无法取得岩石单轴抗压强度值时,可用点荷载强度换算,换算方法按《GB/T 50218—2014 工程岩体分级标准》 ^[23] 执行
	较坚硬岩	弱风化的坚硬岩,未风化—微风化的熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、石灰岩、钙质胶结砂岩等	$30 < R_c \leq 60$	
	较软岩	强风化的坚硬岩,弱风化的较坚硬岩,未风化—微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩、泥质砂岩、粉砂岩、页岩等	$15 < R_c \leq 30$	
	软岩	中等(弱)风化—强风化的较坚硬岩,中等(弱)风化的较软岩,未风化的泥岩、泥质页岩、绿石山泥片岩、绢云母片岩等	$5 < R_c \leq 15$	
	极软岩	全风化的各类岩石,各类半成岩,如古近系岩石	$R_c \leq 5$	
土类	漂石(块石)	(1)土名相同的土层,由于成因、时代、沉积环境及密实程度不同,主要工程地质性质指标可能相差极大,加之地层沉积的不连续性,可划分为不同的工程地质层 (2)沉积连续的黄土、黏性土、软黏土、冻土、夹层土、混合土,如工程地质性质相差较大,可细分为若干工程地质层		
	卵石(碎石)			
	圆砾(角砾)			
	砾砂			
	粗砂			
	中砂			
	细砂			
	粉砂			
	粉土			
	粉质黏土			
	黏土			
	黄土			
	红黏土			
	膨胀土			
	软土			
	填土			
	冻土			

1.2.2 岩土体工程地质结构与分区

岩土体工程地质结构指在勘探深度内 2 个或 2 个以上工程地质层的组合特征,可以是相同成因、相同时代形成的地层组合,也可以是不同成因、不同时代形成的地层组合。如果岩土体结构差异导致工程地质特征差异较大,则 2 个结构特征差异较大的岩土体分布区域不能划分为同一工程地质区(亚区、地段);如果岩土体结构差异导致工程地质特征差异较小,则 2 个结构特征差异较小的岩土体分布区域可以划分为同一工程地质区(亚区、地段)。

2 表达方法

2.1 一般要求

(1)在收集已有资料的基础上,根据工程地质调查技术要求开展补充调查,取得相应的资料及数据并综合研究后再进行图件编制。

(2)按照 1:5 万国际标准图幅编制图件,底图采用 1:5 万最新版地形图。

(3)1:5 万综合工程地质图由工程地质平面图、剖面图、综合工程地质分类说明表(或综合工程地质柱状图)、图例和镶图组成。若空间允许,还可增加工程地质分区说明表。工程地质平面图是综合工程地质图的主体,反映绝大部分工程地质内容。

(4)综合工程地质图主要内容:①地形地貌、地质构造与活动性断裂、火山活动与地震等;②岩土体工程地质特征,包括工程地质特性指标、控制性勘探工程、工程地质观测信息及特征工程地质层等;③内外动力地质现象、地质灾害或其他工程地质问题;④水文地质要素,包括地下水水位埋深及变化幅度、地下水侵蚀性和地下水资源等;⑤主要天然建筑材料、矿产资源和景观资源;⑥工程地质分区及其评价结果。

(5)综合工程地质图的内容可参照相关图例、

花纹、符号和颜色,也可根据实际需要自行设计。图面应层次清楚,重点突出,配置合理,美观易读。

2.2 工程地质图表达

(1)岩土体工程地质分类。1:5 万综合工程地质图应以工程地质层为基本制图单元,工作程度较低、资料不全时才可使用岩性组、岩性综合体为基本制图单元。

(2)岩土体结构可用综合工程地质柱状图和工程地质剖面图表示。岩土体工程地质层划分主要考虑岩土体类型、结构和工程地质强度等差异。工程地质剖面图上,岩土体工程地质结构可用颜色及岩性符号表示,可标示各工程地质层主要的工程地质性质特征值。

(3)工程地质分区表达。工程地质分区用面普染色表示,分别用不同基色标示“工程地质区”,同一“工程地质区”的二级“工程地质亚区”用同一基色的不同色阶标示。工程地质地段用界线和代号(也可用颜色)标示。

(4)其他地质要素表达。包括地貌、内外动力地质现象、水文地质要素、地质构造与地震、工程地质问题及地质资源等,可参考《GB 12328—90 综合工程地质图图例及色标》^[17]的附录 A—综合工程地质图编制原则与方法(1:5 万~1:20 万)相关原则及方法。

2.3 辅图与图面配置

2.3.1 辅图

除主图外,1:5 万综合工程地质图辅图包括综合工程地质柱状图、工程地质剖面图、镶图和图例。

(1)综合工程地质柱状图。包括编制岩土体综合工程地质柱状图及说明表,位于主图左侧。柱状图主要表示工程地质层,说明表扼要介绍各工程地质层特征,反映岩土体工程承载力与强度指标。

(2)工程地质剖面图。主要反映图区工程地质条件的总体规律。丘陵山区应编制反映基岩风化程度的工程地质剖面图,剖面图应反映岩土体的岩性和结构特征、构造、地貌单元及其他地表形态的相互关系,以及平面图无法反映的地质现象或问题。厚度较小的特殊意义的地质体,可用符号或夸大表示。剖面图数量一般 2~3 个为宜,以能与平面图配合反映工程地质特征为原则。

(3)镶图。主图无法清楚反映但又必须反映的工程地质条件数据问题,用镶图加以补充。镶图数量、

比例尺及在综合工程地质图中的位置,应根据测区实际及图廓允许而定,数量一般不宜超过 2 个。

(4)图例。图例排列要层次清晰,逻辑性强。一般按内容的重要性排列,表达工程地质主题的分区、工程地质层、重大工程地质问题等排在前,控制性孔点、各类界线、剖面等排在后。

2.3.2 图面配置

图面配置应根据图廓的形状和主图(平面图)空间展布而定,原则上可按下列要求配置:图上方为图名、图幅名及编号,图中央部分为综合工程地质图的主图。主图左侧为岩土体综合工程地质柱状图(或岩土体综合工程地质分类说明表);主图右侧为图例,图例下方为工程地质分区说明表;主图下方为工程地质剖面图。其他空间可根据需要放置镶图,但镶图一般放置在岩土体综合工程地质柱状图(或分类说明表)下方。图廓外正下方为比例尺,左下角为署名,右下角为资料索引,左上角为制图单位名称,右上角为图件密级和成图时间。

3 1:5 万焦作市幅综合工程地质图的编制

3.1 1:5 万焦作市幅地质背景

1:5 万焦作市幅的研究区位于河南省西北部太行山区与平原过渡带,地形起伏较大,地势北高南低,地质条件复杂。北部为太行山区,由构造侵蚀低山与构造剥蚀丘陵组成,地形陡峭,出露寒武系、奥陶系、石炭系和二叠系白云岩、灰岩、泥灰岩、砂岩、泥岩等;南部为太行山山前侵蚀堆积倾斜平原,由坡洪积斜地、冲洪积扇形地和冲洪积扇间洼地组成,存在采空塌陷、地裂缝等地质问题,主要分布黄土状粉土、粉土、粉质黏土、粉细砂、卵砾石等第四系松散层。

3.2 工程地质分区与分层

根据工程地质特征差异性 or 相似性,对研究区岩土体工程地质特征进行工程地质分区(亚区、地段)(图 1)。将图区分为“基岩山地丘陵工程地质区、第四系松散土层工程地质区”2 个一级区。在一级区的基础上,根据岩土体工程地质特性差异进一步划分不同的“亚区”,再将亚区进一步细分为工程地质特征不同的“地段”。依据地层的工程地质性质进行工程地质标准层划分,再依据工程地质标准层及其组合特征进行不同级别的工程地质区(亚

中 华 人 民 共 和

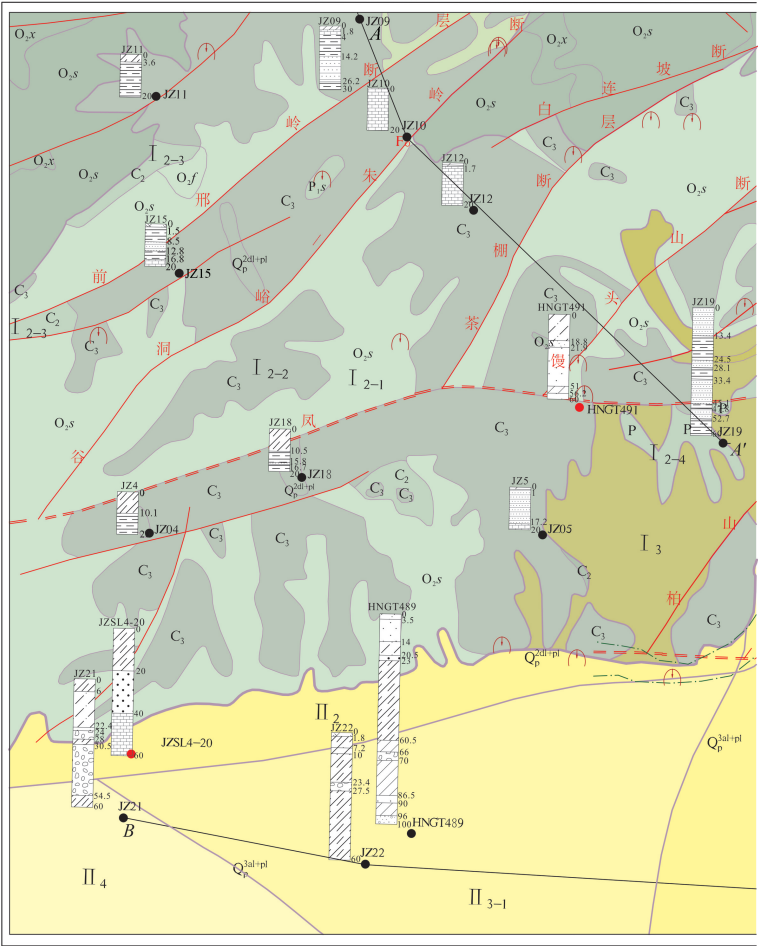
综合工程地

焦作市幅 149 E 005021

149 E 004020	149 E 004021	149 E 004022
南村	柳树口	方庄
149 E 005020	149 E 005021	149 E 005022
常平	修武市	修武
149 E 006020	149 E 006021	149 E 006022
沁阳	宁郭	武陟

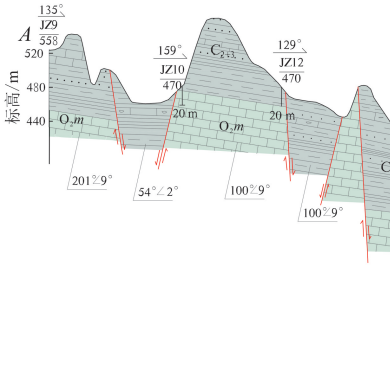
综合工程地质柱状图

时代 系 统	岩性/地层	厚度/m	岩性与主要工程地质特征
全新统	Q_h^{nl}	0.5~3	人工填土：包括杂填土和素填土，工程性质极差，分布极不均匀、厚度不大，工程建设中建议挖除
	Q_n^{nl}	2.6~7.1	
上更新统	Q_6^{3al+pl}	5.4~6.5	黄土状粉土：褐黄色，垂直节理裂隙发育；天然孔隙比为0.63~1.03；塑性指数为8.4~10；压缩系数为0.1~0.54；承载力特征值为120~135 kPa；湿陷系数为0.015~0.069
	Q_6^{pl}	4~24.5	
中更新统	Q_n^{3al+pl}	1.9~26	粉质黏土：褐红、红棕色，硬塑，局部含碎石。含水量为16.3%~26.4%；天然孔隙比为0.56~0.83；塑性指数为10.4~15.9；压缩系数为0.11~0.45；承载力特征值为210~305 kPa
	Q_n^{pl}	3.6~9.6	
基岩	泥页岩	1~11.1	分布在二叠系和石炭系太原组、本溪组下部，浅灰、紫红色，泥质结构，薄层状构造，岩体较破碎。干燥单轴抗压强度标准值为18.7 MPa，承载力特征值为700 kPa
	砂岩	14~14.5	
	泥灰岩	0~15	



1: 50 000
500 m 0 1 2 km

A—A'
比例尺：横向1: 50 000 纵向1: 5 000



B—B'
比例尺：横向1: 50 000 纵向1: 2 000

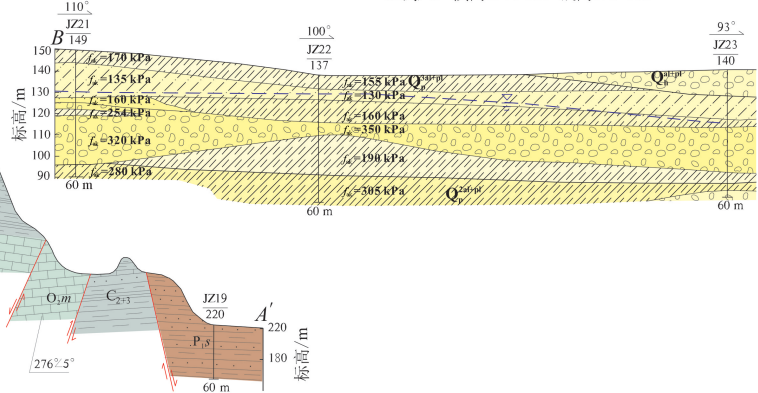


图 1 1:5 万焦作市幅

Fig.1 1:50 000 comprehensive engineering

国

质 图

公 开

编 号: 第 号

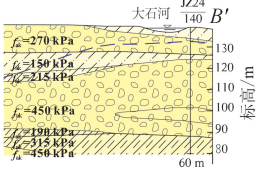
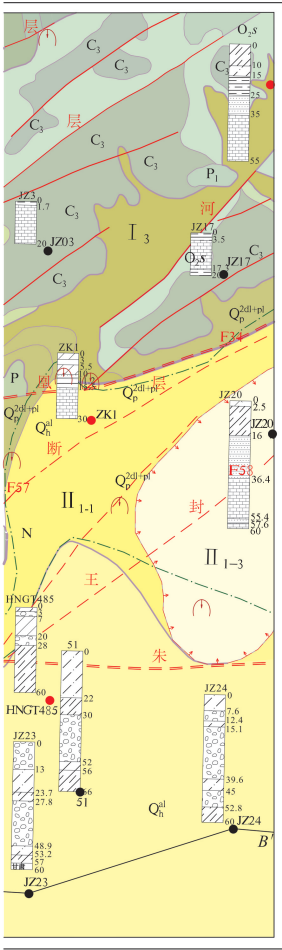


图 例

一、工程地质分区、界线及代号

- I、工程地质分区
- I 构造侵蚀剥蚀山地丘陵区工程地质区
- I₁ 碳酸盐岩大片状分布工程地质亚区
- I₁₋₁ 奥陶系碳酸盐岩分布工程地质段
- I₁₋₂ 寒武系碳酸盐岩分布工程地质段
- I₂ 碳酸盐岩、碎屑岩混杂分布工程地质亚区
- I₂₋₁ 碳酸盐岩不连片分布工程地质段
- I₂₋₂ 碳酸盐岩与碎屑岩叠层体工程地质段
- I₂₋₃ 碎屑岩分布工程地质段
- I₃ 第四系与下伏基岩分布丘陵工程地质亚区
- I₃ 第四系与下伏基岩分布丘陵工程地质亚区
- II 第四系松散土层工程地质区
- II₁ 第四系土层与地下采空工程地质亚区
- II₁₋₁ 第四系与下伏基岩平原分布工程地质段
- II₁₋₃ 黏性土、碎石土互层与塌陷工程地质段
- II₂ 黏性土、碎石土与基岩工程地质亚区
- II₂ 黏性土、碎石土与基岩工程地质亚区
- II₃ 黏性土夹薄层砂卵石结构工程地质亚区
- II₃₋₁ 黏性土夹薄层砂卵石结构工程地质段
- 2、界线及代号
- 工程地质区界线
- 工程地质亚区界线
- 工程地质地段界线
- I₁ I₁₋₁ 工程地质区、亚区、地段代号

二、岩性符号

- 人工填土
- 卵石
- 泥灰岩
- 灰岩
- 粉土
- 粉质黏土
- 砂岩
- 白云岩
- 黄土状土
- 碎石
- 泥灰岩

三、地层及地质界线

- Q_h^{al} 第四系全新统
- Q_p^{2al+pl} 第四系更新统冲洪积层
- Q_p^{2al+pl} 第四系中更新统坡洪积层
- N 新近系
- P 二叠系
- C₂ 石炭系中统
- C₃ 石炭系上统
- O_f 奥陶系中统峰峰组
- O_s 奥陶系中统上马家沟组
- O_x 奥陶系中统下马家沟组

四、地质灾害

- 崩塌
- 泥石流
- 地面塌陷
- 滑坡

五、自然地质现象及其他

- 断层
- 推测(或隐伏)断层
- 推测(或隐伏)活动断层
- 湿陷性黄土界线
- 地面塌陷区
- 剖面线及编号

工程地质分区说明表

区	亚区	地段	工程地质特征及评价	区	亚区	地段	工程地质特征及评价
基岩山地丘陵工程地质区 I ₁	碳酸盐岩集中连片分布工程地质亚区 I ₁₋₁	奥陶系碳酸盐岩分布工程地质段 I ₁₋₁	分布于北部构造侵蚀低山区西庙岭、柿园、张毛光—干柴洼村一带，地形起伏大，地面高程503~945 m。出露奥陶系中风化灰岩、白云岩夹薄层泥灰岩，承载力特征值分别为2 000 kPa、3 000 kPa、1 200 kPa，地层结构简单，工程性质良好，场地基本稳定，但地面坡度与地表起伏大，总体不适宜工程建设	第四系松散土层工程地质区 II ₁	第四系土层与地下采空工程地质亚区 II ₁₋₁	第四系与下伏基岩平原分布工程地质段 II ₁₋₁	位于坡洪积斜地及冲洪积扇上部柏山镇—岗庄一带。分布黄土状粉土、粉质黏土、卵石，下伏基岩，黄土状粉土具 I 级非自重湿陷性，承载力特征值为135 kPa，粉质黏土承载力特征值为280 kPa，卵石承载力特征值为400 kPa，地层结构复杂，工程地质性质一般。有活动断层穿过，对地质安全影像较小，场地基本稳定
基岩山地丘陵工程地质区 I ₂	碳酸盐岩与碎屑岩不连片分布工程地质亚区 I ₂₋₁	碳酸盐岩不连片分布工程地质段 I ₂₋₁		第四系松散土层工程地质区 II ₂	第四系土层与地下采空工程地质亚区 II ₂₋₁	第四系与下伏基岩平原分布工程地质段 II ₂₋₁	
基岩山地丘陵工程地质区 I ₃	第四系与下伏基岩分布丘陵工程地质亚区 I ₃₋₁			第四系松散土层工程地质区 II ₃	第四系土层与地下采空工程地质亚区 II ₃₋₁	第四系与下伏基岩平原分布工程地质段 II ₃₋₁	

焦作市幅地图

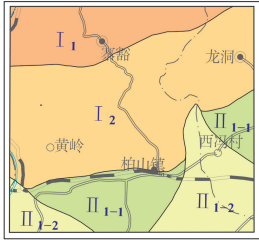


图 例

- I₁ 构造侵蚀低山
- I₂ 构造剥蚀丘陵
- II₁₋₁ 坡洪积斜地
- II₁₋₂ 冲洪积扇形地

中国地质科学院水文地质环境地质研究所			
焦作市幅综合工程地质图			
拟 编	张 云	图 号	001
编 图	张建羽	比例尺	1:50 000
负责人	刘长礼	日 期	2017.6.5
所 长	石建省	资料来源	实测、收集

区、地段)划分,工程地质分区说明表如图 1 所示。

3.3 平面配置与表达

3.3.1 平面配置

1:5 万焦作市幅综合工程地质图由工程地质平面图、工程地质剖面图(图 1 主图下方的 A—A'、B—B')、综合工程地质柱状图(图 1 主图左侧,描述每个工程地质层的主要工程地质特征与特征参数)、工程地质分区说明表(图 1 主图右下方,描述不同区的工程地质特征)和镶图(图 1 主图右下方,焦作市幅地貌图)组成,尽可能多地表达工程地质信息,图面配置见图 1。

3.3.2 综合工程地质图表达

(1)工程地质分区用面普染色表示,分别用不同基色标示“工程地质区”,同一“工程地质区”的“亚区”或“地段”用同一基色的不同色阶标示,并标明界线与代号(图 1)。

(2)尽可能多地表达工程地质关键信息。将施工或收集的工程钻探孔进行工程地质分层后绘制成柱状图标示在图上相应位置。剖面图上典型钻探孔标明了不同工程地质主要参数。将地貌分区、工程建设适宜性等信息用镶图表达(图 1)。

4 结论

(1)1:5 万综合工程地质图表达的主题为工程地质综合特征,工程地质分区是该主题的具体反映。依据宏观工程地质条件,分别以地形地貌、地层岩性(工程地质层)、岩土体结构或变形强度、地壳稳定性或活动断裂(地震)、不良地质现象或地质灾害等特征差异性进行工程地质分区。

(2)以工程地质层为基本的制图单元,依据《GB/T 50218—2014 工程岩体分级标准》进行工程地质层划分,除表达工程地质特征分区主题外,图面尽可能多地反映工程地质特征要素,包括(但不限于)每个工程地质钻孔柱状图、水文地质要素、内外动力地质现象及重大工程地质问题等。

(3)1:5 万综合工程地质图由主体平面图、镶图、剖面图、综合工程地质柱状图、工程地质特征说明表与图例组成,各图、表或图例要科学合理配置。

参考文献:

[1] ANON. Engineering Geological Maps. A Guide to Their Preparation[M]. Paris: The UNESCO Press, 1976: 3—48.

[2] 任国林. 工程地质编图指南[M]. 北京:地质出版社, 1989: 16—45.

[3] McCall G J, Marker B. Earth Science Mapping for Planning, Development and Conservation [M]. London: Graham & Trotman, 1989: 32—49.

[4] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations. Polders in Asia, Volume 6 of Atlas of Urban Geology[M]. New York: The UNESCO Press, 1996: 2—58.

[5] Maharaj R J. Engineering—geological mapping of tropical soils for land—use planning and geotechnical purposes: A case study from Jamaica, West Indies[J]. Eng Geol, 1995, 40(3/4): 243—286.

[6] Ribičič M, ŠINIGOJ J, Komac M. New general engineering geological map of Slovenia[J]. Geologija, 2003, 46(2): 397—404.

[7] Zuquette L V, Pejón O J, Dos Santos Collares J Q. Engineering geological mapping developed in the Fortaleza metropolitan region, State of Ceara, Brazil[J]. Eng Geol, 2004, 71(3/4): 227—253.

[8] Nespereira J J, Yenes O M, Charfole J F, et al. Engineering geological mapping for the urban area of Salamanca (Spain) [M]// Culshaw M G, Reeves H J, Jefferson I, et al. Engineering Geology of Tomorrow's Cities. London: Geological Society, 2006: 1—9.

[9] Chávez J A, Valenta J, Schröfe J, et al. Engineering geology mapping in the southern part of the metropolitan area of San Salvador[J]. Rev Geol Am Cen, 2012, 46: 161—178.

[10] Baliak F, Brček M. Engineering—geological maps of geological factors of the environment in Slovakia[J]. Studia Geotechn Mech, 2013, 35(1): 19—25.

[11] 刘国昌. 中国区域工程地质学纲要[J]. 水文地质工程地质, 1957(3): 3—7, 15.

[12] 李明朗, 刘玉海. 中国城市地质[M]. 北京: 中国大地出版社, 2005: 11—19.

[13] Varnes D J, Keaton J R. 工程地质制图的趋势(1972—1983)[J]. 郑达辉, 译. 世界地质, 1986, 5(3): 1—11.

[14] 李相然, 宋琰勋. 城市环境工程地质图基本要素与编制原理[J]. 西安工程学院学报, 1998, 20(2): 55—59.

[15] 吴恒. 城市地质环境的工程地质分析与图系编绘[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1993, 13(3): 225—235.

[16] 任国林. 中国区域工程地质条件基本特征——中国工程地质图(1:4 000 000)简介[J]. 水文地质工程地质, 1992, 19(3): 36—37, 52.

[17] 地矿部地质环境管理司. GB/T 12328—1990 综合工程地质图图例及色标[S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.

[18] 方鸿琪, 杨闽中. 城市工程地质环境分析原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999: 4—89.

[19] 中国地质调查局, 中国地质科学院水文地质环境地质研究所. 中国典型城市环境地质图集[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2015: 19—243.

[20] 孙晓明, 张开军, 杨齐青, 等. 中国海岸带环境地质图简介[J]. 中国地质调查, 2015, 2(5): 52—55.

[21] 国土资源部. 关于加强城市地质工作的指导意见[EB/OL]. (2017—09—01). http://www.mlr.gov.cn/zwgk/zytz/201709/t20170906_1585778.htm.

[22] 北京市勘察设计研究院有限公司. CJJ 57—2012 城乡规划工程地质勘察规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2013:27 – 32.

[23] 长江水利委员会长江科学院. GB/T 50218—2014 工程岩体分级标准[S]. 北京:中国计划出版社,2015:4 – 25.

Compilation method of 1:50 000 comprehensive engineering geological map

LIU Changli, ZHANG Yun, ZHANG Jianyu, LI Hongzhao, LIU Chao
(*Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Shijiazhuang 050061, China*)

Abstract: The 1: 50 000 comprehensive engineering geological map is the foundation of the planning and construction of new urbanization. However, there is no unified technical standard for the compilation of the 1: 50 000 comprehensive engineering geological map so far, which can't meet the needs of engineering geological mapping. By summarizing the domestic and foreign theories and methods of engineering geological mapping, and combined with the current project “1: 50 000 engineering geological survey and mapping of northern urban planning areas of the urban agglomeration in Central Plains”, the authors have compiled a 1: 50 000 comprehensive engineering geological map, taking Jiaozuo City as an example. Furthermore, the theories and methods of compiling the 1: 50 000 comprehensive engineering geological map have been discussed, and new opinions and ideas on the purpose, subject expression, engineering geological zoning, division of engineering geological layers and layout of the engineering geological map have been put forward. The expressed subject of 1: 50 000 comprehensive engineering geological map is the comprehensive characteristics of engineering geology, and the engineering geological zoning is the concrete expression of the subject. According to the macroscopic engineering geological conditions, the engineering geological zoning can be carried out based on the difference of the topography, stratum lithology (engineering geological layer), geotechnical structure or deformation strength, crustal stability or active faults (earthquakes), and adverse geological phenomena or geological disasters. The engineering geological layer should be taken as the basic mapping unit, and the division of the engineering geological layer can be carried out according to the “GB/T 50218 – 2014 Standard for Classification of Engineering Rock Mass”. In addition, the engineering geological features should be reflected as much as possible, including (but not limited to) each engineering geological borehole histogram, hydrogeological elements, internal and external dynamic geological phenomena, major engineering geological problems and so on. The comprehensive engineering geological map should be composed of the main body plan, inlay map, section map, comprehensive borehole histogram, engineering geological feature description table and legend, all of which should be scientifically and reasonably configured.

Key words: 1: 50 000 comprehensive engineering geological map; compilation method; engineering geological zoning; subject expression

(责任编辑: 刘永权)