



中国地质调查成果
CGS 2018-036

特殊地质地貌区填图方法指南丛书

长三角平原区 1 : 50000 填图方法指南

李向前 赵增玉 邱士东 等 著
程瑜 盛君 郭刚



科学出版社



中国地质调查“DD20160060”项目资助

特殊地质地貌区填图方法指南丛书

长三角平原区 1 : 50000 填图方法指南

李向前 赵增玉 邱士东 程瑜 盛君 郭刚等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍长三角平原区 1 : 50000 区域地质填图的技术方法体系及成果推广应用。以江苏 1 : 50000 港口等 5 幅平原区填图试点为例,围绕长三角深覆盖平原区 1 : 50000 基础地质填图的目标任务,采取多种有效技术方法组合,开展多层次、多尺度的地质填图,分别对浅层沉积物(0~4m)、第四纪以来松散层及基岩地质三个深度层次的有效地质填图技术方法进行研究。采用槽型钻+DEM+RS 多方法融合手段调查浅表沉积组合,填绘浅层沉积单元;采用钻孔、综合地球物理测井、多重地层划分相结合的方法建立第四纪地层格架,查清第四纪以来松散层组成及分布;通过区域重磁资料结合浅层地震勘查,研究基底地质特征;从而有效填绘各层次地质信息。基于多种信息源,建立不同深度、不同精度的三维地质模型,通过三维建模客观表达多层次地质结构特征,丰富了平原区 1 : 50000 填图成果图件体系。探索不同层次填图成果的应用领域,为平原区 1 : 50000 填图的地质图件表达及成果应用提供示范。

本书可作为长三角深覆盖平原区地质填图工作指南,也可供基础地质、水文地质、工程地质、环境地质、地下空间等领域的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

长三角平原区 1 : 50000 填图方法指南 / 李向前等著. —北京: 科学出版社, 2018.6

(特殊地质地貌区填图方法指南丛书)

ISBN 978-7-03-056188-6

I. ①长… II. ①李… III. ①长江中下游平原-地质填图-指南 IV. ①P623.7-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第321177号

责任编辑: 王 运 陈姣姣 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 李姗姗

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

2018年6月第一次印刷 印张: 11 3/4

字数: 280 000

定价: 138.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《特殊地质地貌区填图方法指南丛书》 指导委员会

主任 李金发

副主任 肖桂义 邢树文

委员 张智勇 马寅生 李基宏 刘同良

李文渊 胡茂焱 侯春堂 彭轩明

韩子夜

《特殊地质地貌区填图方法指南丛书》 编辑委员会

主 编	胡健民			
副 主 编	毛晓长	李振宏	邱士东	陈 虹
委 员	(按姓氏拼音排序)			
	卜建军	公王斌	辜平阳	蒋 仁
	李朝柱	李向前	梁 霞	吕 勇
	施 炜	宋殿兰	田世攀	王国灿
	王红才	叶培盛	于长春	喻劲松

本书作者名单

李向前 赵增玉 邱士东 程 瑜
盛 君 郭 刚 陈火根 张祥云
陈 晨 崔艳梅 张 平 欧 健
季文婷

丛 书 序

目前,我国已基本完成陆域可测地区 1 : 20 万、1 : 25 万区域地质调查、重要经济区和成矿带 1 : 50000 区域地质调查,形成了一套完整的地质填图技术标准规范,为推进区域地质调查工作做出了历史性贡献。近年来,地质调查工作由传统的供给驱动型转变为需求驱动型,地质找矿、灾害防治、环境保护、工程建设等专业领域对地质填图成果的服务能力提出了新的要求。但是,利用传统的填图方法或借助传统交通工具难以开展地质调查的特殊地质地貌区(森林草原、戈壁荒漠、湿地沼泽、黄土覆盖区、新构造-活动构造发育区、岩溶区、高山峡谷、海岸带等)是矿产资源富集、自然环境脆弱、科学问题交汇、经济活动活跃的地区,调查研究程度相对较低,不能完全满足经济社会发展和生态文明建设的迫切需求。因此,在我国经济新常态下,区域地质调查领域、方式和方法的转变,正成为地质行业一项迫在眉睫的任务;同时,提高地质填图成果多尺度、多层次和多目标的服务能力,也是现代地质调查工作支撑服务国家重大发展战略和自然资源中心工作的必然要求。

在中国地质调查局基础调查部指导下,经过一年多的研究论证和精心部署,“特殊地区地质填图工程”于 2014 年正式启动,由中国地质科学院地质力学研究所组织实施。该工程的目标是本着精准服务的新理念、新职责、新目标,聚焦国家重大需求,革新区调填图思路,拓展我国区域地质调查领域;按照需求导向、目标导向,针对不同类型特殊地质地貌区的基本特征和分布区域,围绕国家重要能源资源接替基地、丝绸之路经济带、东部 T 型经济带(沿海经济带和长江经济带)等重大战略,在不同类型的特殊地区进行 1 : 50000 地质填图试点,统筹部署地质调查工作,融合多学科、多手段,探索不同类型特殊地质地貌区填图技术方法,逐渐形成适合不同类型特殊地质地貌区填图工作指南与规范,引领我国区域地质调查工作由基岩裸露区向特殊地质地貌区转移,创新地质填图成果表达方式,探讨形成面对多目标的服务成果。该工程一方面在工作内容和服务对象上进行深度调整,从解决国家重大资源环境科学问题出发,加强资源、环境、重要经济区等综合地质调查,注重人类活动与地球系统之间的相互作用和相互影响,积极拓展服务领域;另一方面,全方位地融合现代科技手段,探索地质调查新模式,创新成果表达内容和方式,提高服务的质量和效率。

工程所设各试点项目由中国地质调查局大区地质调查中心、研究所及高等院校承担,经过 4 年的艰苦努力,特殊地区地质填图工程下设项目如期完成预设目标任务。在项目执行过程中同时开展多项中外合作填图项目,充分借鉴国外经验,探索出一套符合我国地质背景的特殊地区填图方法,促进填图质量稳步提升。《特殊地质地貌区填图方法指南丛书》是经全国相关领域著名专家和编辑委员会反复讨论和修改,在各试点项目调查和研究成果

的基础上编写而成。全书分 10 册,内容包括戈壁荒漠覆盖区、长三角平原区、高山峡谷区、森林沼泽覆盖区、山前盆地覆盖区、南方强风化层覆盖区、岩溶区、黄土覆盖区、新构造—活动构造发育区等不同类型的特殊地质地貌区 1 : 50000 填图方法指南及特殊地质地貌区填图技术方法指南。每个分册主要阐述了在这种地质地貌区开展 1 : 50000 地质填图的目标任务、工作流程、技术路线、技术方法及填图实践成果等,形成了一套特殊地质地貌区区域地质调查技术标准规范和填图技术方法体系。

这套丛书是在中国地质调查局基础调查部领导下,由中国地质科学院地质力学研究所组织实施,中国地质调查局有关直属单位、高等院校、地方地质调查机构的地调、科研与教学人员花费几年艰苦努力、探索总结完成的,对今后一段时间我国基础地质调查工作具有重要的指导意义和参考价值。在此,我向所有为这套丛书付出心血的人员表示衷心的感谢!

李廷栋

2018 年 6 月 20 日

前 言

“长三角平原区 1 : 50000 填图方法指南”是中国地质调查局“特殊地区地质填图工程”所属核心二级项目“特殊地质地貌区填图试点”的重要成果之一。在江苏 1 : 50000 港口幅、泰县（现姜堰区）幅、张甸公社幅、泰兴县（现泰兴市）幅、生祠堂镇幅 5 幅平原区填图试点项目的基础上，从填图目标、技术方法、地质成果、地质模型、应用探索五个方面，对长三角平原区 1 : 50000 填图工作进行系统的梳理和总结，以此为基础编写了本书。

项目从 2014 年 1 月开始，2014 ~ 2016 年三年间，结合长三角深覆盖平原区地质地貌特征，总结优化填图技术方法组合，围绕浅表、第四纪以来松散层、基岩三个层次开展基础地质填图，浅表采用卫星遥感、数字高程模型、槽型钻方法组合开展地质调查，有效提高填图质量和效率，应用性强；通过浅层地震勘查、第四纪地质钻探、综合地球物理测井开展松散层地质结构调查，结合对标准孔的古地磁、OSL、 ^{14}C 、孢粉、微体古生物、重矿物及地球化学等多种指标，开展多重地层划分对比，建立第四纪地层框架；基岩地质调查采用重力、航磁等区域地球物理资料，结合浅层地震、钻探等手段，揭示基岩面起伏形态和基底构造。

针对工作区城市发展需求，将基础地质填图成果与目前正在开展的泰州城市地质调查项目结合，不仅提供第四纪地质背景，并且为工程地质层、水文地质承压含水层划分提供依据，从浅表防污性能、浅层地热能、深层地热地质条件、区域地壳稳定性等多方面探索了填图成果的应用，对平原区填图成果的表达和推广应用有积极的示范作用。

本书是在“江苏 1 : 50000 港口（I50E021024）、泰县（I51E021001）、张甸公社（I51E022001）、泰兴县（I51E023001）、生祠堂镇幅（I51E024001）平原区填图试点”项目总体成果报告的基础上修改完善、深化研究编著而成。第一章、第二章由李向前、邱士东、陈火根编写，第三章由程瑜、郭刚、盛君编写，第四章由程瑜、陈晨、张平、崔艳梅编写，第五章由李向前、赵增玉编写，第六章由赵增玉编写，第七章由程瑜、李向前编写，第八章由赵增玉、程瑜、盛君编写，第九章由郭刚、张祥云、欧健编写，第十章由程瑜、张平、李向前编写，第十一章由盛君、季文婷编写，第十二章由赵增玉编写，第十三章由赵增玉、李向前编写，第十四章由李向前、赵增玉编写，李向前、程瑜负责全书的统稿汇总。

成果编制过程中得到了中国地质科学院地质力学研究所胡健民研究员、乔彦松研究员、陈虹博士，中国地质调查局南京地质调查中心张彦杰研究员、杨祝良研究员，江

苏省地质调查研究院朱锦旗研究员、于军研究员级高级工程师、宗开红研究员级高级工程师等的大力帮助和精心指导，成果图件由江苏省地质调查研究院徐蓉、马秋斌协助清绘完成，在此一并致谢。

本书由于研究范围广，笔者理论水平有限，难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

2017 年 12 月

目 录

丛书序
前言

第一部分 长三角平原区 1 : 50000 填图技术方法

第一章 绪论	3
第一节 中国平原区分布	3
第二节 平原区类型划分	5
第二章 填图目标任务与技术路线	7
第一节 长三角平原区填图目标任务	7
第二节 长三角平原区 1 : 50000 填图阶段划分	7
第三节 长三角平原区 1 : 50000 填图技术路线	8
第三章 预研究与设计	10
第一节 资料收集整理	10
第二节 野外踏勘及地质草图	14
第三节 填图工作部署及工作部署图	15
第四章 野外填图与施工	18
第一节 野外填图施工常规措施	18
第二节 填图技术方法有效组合选择	39
第五章 综合研究与成果出版	46
第一节 填图总结报告	46
第二节 图件整理及测试数据分析	47
第三节 空间数据库完善及三维地质结构建模	51
第六章 填图精度与工作量合理性分析评价	57
第一节 地质填图	57
第二节 填图人员组成建议	58
第三节 填图经费投入估算	58

第二部分 江苏 1 : 50000 港口、泰县、张甸公社、泰兴县、生祠堂镇幅 平原区填图实践

第七章 项目概况	63
第一节 长三角区域地质特征	63
第二节 长三角第四纪地质概况	67
第三节 试点图幅地质地貌特点	75
第四节 试点图幅 1 : 50000 填图目标任务	77
第八章 预研究与设计	80
第一节 资料收集整理	80
第二节 野外踏勘及地质草图编制	82
第三节 工作部署与实物工作量设计	85
第九章 地表地质地貌调查	88
第一节 里下河湖沼积平原 (I)	90
第二节 长江三角洲冲海积平原 (II)	95
第三节 长江下游冲积平原 (III)	97
第十章 第四纪松散层调查	102
第一节 第四纪地层分区	103
第二节 里下河沉积区地层	103
第三节 长三角沉积区地层	106
第四节 第四纪岩相古地理	108
第十一章 地球物理探测	131
第一节 浅层地震勘查	131
第二节 地球物理测井	135
第十二章 三维地质结构建模	141
第一节 浅表三维地质建模	141
第二节 第四系三维地质建模	143
第三节 基底三维地质建模	150
第十三章 填图成果推广应用	152
第一节 浅表填图成果应用	152
第二节 第四纪以来松散层填图成果应用	161
第三节 基底填图成果应用	165
第十四章 结束语	170
参考文献	171



**第一部分 长三角平原区 1 : 50000
填图技术方法**



第一章 绪 论

第一节 中国平原区分布

一、中国平原分布概况

中国平原面积约为 112 万 km^2 ，占全国土地面积的 1/10。这些平原主要是由江、河、湖、海的泥沙堆积而成，地势平坦，水网稠密，土壤肥沃，是中国重要的农耕地区。中国的平原分布很广，但规模巨大的平原主要集中在大兴安岭—太行山—雪峰山一线以东的地区。由于有东西走向的山岭穿插，这一平原带由北而南依次为东北平原（松辽平原）、华北平原和长江中下游平原。此外，在东南丘陵和岛屿的沿海地带也有不少面积较小的河口三角洲平原，如珠江三角洲平原。在我国地势第一和第二阶梯上的河谷和盆地等特殊地区，也分布着一些平原，如渭河谷地的关中平原、黄河沿岸的河套平原、四川盆地的成都平原和吐鲁番盆地的低洼平原等。

二、中国主要平原

1. 东北平原

东北平原位于大、小兴安岭和长白山之间， $40^{\circ} \sim 48^{\circ}\text{N}$ ， $118^{\circ} \sim 128^{\circ}\text{E}$ ，北起嫩江中游，南至辽东湾，全长约 1000km，东西宽约 400km，海拔大多低于 200m，面积达 35 万 km^2 ，是中国面积最大的平原。

东北平原又可分为三江平原、辽河平原和松嫩平原。三江平原是由黑龙江、乌苏里江和松花江三条大江冲积而成。西起小兴安岭东南端，东至乌苏里江，北自黑龙江畔，南抵兴凯湖。该区地势低平，排水不畅；属温带季风气候，降水丰富；纬度高，温度低，蒸发弱；地下常年有冻土存在，地表水不易下渗，故沼泽广布，是中国最大的沼泽分布区。辽河平原，位于辽东丘陵与辽西丘陵之间，铁岭—彰武之南，直至辽东湾。辽河携带丰富沉积物，使平原不断向辽东湾延伸，该区地势低平，海拔一般在 50m 以下。拥有众多河流，各河中下游比降小，水流缓慢，多河曲和沙洲，堆积作用较强，河床不断抬高，汛期常导致排水不畅或河堤决溃，酿成洪涝灾害。松嫩平原，是东北平原的最大组成部分，位于松辽盆地里的中部区域，主要由松花江和嫩江冲积而成。在大地构造位置上属于松辽断陷，该区地势低平，河流发育，平原表面波状起伏，海拔 120 ~ 300m，中部分布着众多的湿

地和湖泊。

2. 华北平原

华北平原也称黄淮海平原，是中国第二大平原，位于 $32^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ ， $114^{\circ} \sim 121^{\circ} \text{E}$ 。平原西起太行山脉和豫西山地，东到黄海、渤海和山东丘陵，北起燕山山脉，西南到桐柏山和大别山，东南至苏、皖北部，与长江中下游平原相连。跨越北京市、天津市、河北省、山东省、河南省、安徽省和江苏省等 5 省、2 直辖市地境域，面积约 31 万 km^2 。华北平原主要由黄河、淮河、海河三大河流的泥沙冲积而成，平原地势平坦，河湖众多，黄河是塑造华北平原的主力。华北平原地势低平，大部分海拔 50m 以下，东部沿海平原海拔 10m 以下。平原位于华北陆台上的新生代断陷区，新生代地层厚度达上千米。

整个华北平原的地势以黄河冲积为中心，向北、向南、向东微微倾斜。由山麓向滨海地区依次出现洪积平原、洪积 - 冲积平原、冲积平原、冲积 - 湖积平原、海积 - 冲积平原、海积平原等地貌类型。

3. 长江中下游平原

长江中下游平原指长江三峡以东的中下游沿岸带状平原，河网纵横，湖泊众多。平原自巫山向东至海滨，北接桐柏山、大别山南麓，南至江南丘陵，由长江及其支流冲积而成。面积约 16 万 km^2 。地势低平，地面高度大部在 50m 以下，有些地方的海拔不足 5m。

中游平原包括江汉平原、洞庭湖平原（合称两湖平原）和鄱阳湖平原。下游平原包括安徽长江沿岸平原、巢湖平原及长江三角洲。其中长江三角洲地面高程均在 10m 以下。平原上河汊纵横交错，湖荡星罗棋布。著名的洞庭湖、鄱阳湖、太湖、高邮湖、巢湖、洪泽湖等大淡水湖都分布在这一狭长地带。

长江三角洲处于长江下游地区，是长江和海洋相互作用的产物，行政分属江苏、上海和浙江，西自仪征，东至黄海，北自江都、泰州、海安、琼港一线，南至镇江、江阴、常熟、太仓、上海一线形成一个喇叭形的三角洲。该区地势平坦，原始坡降约万分之一，总体趋势自西向东微微倾斜，平均海拔 3 ~ 5m，水网密集。

4. 珠江三角洲平原

珠江三角洲由西江、北江和东江三大支流每年带来的 2800 万 t 泥沙堆积而成，面积约计 1.09 万 km^2 。三角洲的冲积层不厚，一般只有 20 ~ 30m，而三角洲上的孤山残丘很多，这是珠江三角洲的一个重要特色。

珠江下游属于弱潮河口，河流泥沙受潮汐顶托后大多在口门外沉积，从而使陆地不断向外延伸。珠江三角洲地势低平，起伏和缓，相对高度一般不超过 50m，坡度在 5° 以下。

5. 关中平原

关中平原位于陕西省中部，是秦岭北麓渭河冲积平原，因此又称渭河平原。南倚秦岭，北临北山，西起宝鸡峡，东至潼关，东西长约 360km，西窄东宽，总面积为 3.9 万 km^2 。

关中平原由河流冲积和黄土堆积形成，地势平坦，水源丰富。渭河横贯盆地入黄河，河槽地势低平，海拔为 326 ~ 600m。从渭河河槽向南、北南侧，地势呈不对称性阶梯状增高，由一级或二级河流冲积阶地过渡到高出渭河 200 ~ 500m 的一级或二级黄土台塬。

阶地在北岸呈连续状分布，南岸则残缺不全。渭河各主要支流，也有相应的多级阶地。渭河北岸二级阶地与陕北高原之间，分布着东西延伸的渭北黄土台塬，塬面广阔，一般海拔为 460 ~ 800m。渭河南侧的黄土台塬断续分布，高出渭河 250 ~ 400m，呈阶梯状或倾斜的盾状，由秦岭北麓向渭河平原缓倾。

6. 河套平原

河套平原位于内蒙古和宁夏境内，是黄河沿岸的冲积平原。由贺兰山以东的银川平原（又称西套平原），内蒙古狼山、大青山以南的后套平原和土默川平原（又称前套平原）组成，面积约 2.5 万 km²，是鄂尔多斯高原与贺兰山、狼山、大青山间的陷落地区。地势平坦，土质较好，有黄河灌溉之利，为宁夏与内蒙古重要的农业区和商品粮基地。

第二节 平原区类型划分

按照高程的差异，平原可分为高原、高平原、低平原和洼地；按地质成因，平原可分为构造平原、剥蚀平原和堆积平原。

一、构造平原

构造平原主要是指由地壳构造运动形成而又长期稳定的平原。其特点是微弱起伏的地形面与岩层面一致，堆积物厚度不大。构造平原可分为海成平原和大陆拗曲平原。海成平原是因地壳缓慢上升、海水不断后退所形成，其地形面与岩层面基本一致，上覆堆积物多为泥沙和淤泥，工程地质条件不良，并与下伏基岩一起略微向海洋方向倾斜。大陆拗曲平原是因地壳沉降使岩层发生扭曲所形成，岩层倾角较大，在平原表面留有凸状的起伏形态，其上覆堆积物多与下伏基岩有关。由于基岩埋藏不深，所以构造平原的地下水一般埋藏较浅。在干旱或半干旱地区，若排水不畅，常易形成盐渍化。

二、剥蚀平原

剥蚀平原指在地壳上升微弱、地表岩层高差不大的条件下，经外力的长期剥蚀夷平所形成的平原。其特点是地形面与岩层面不一致，上覆堆积物很薄，基岩常裸露于地表；在低洼地段有时覆盖厚度稍大的残积物、坡积物、洪积物等。按外力剥蚀作用的动力性质不同，剥蚀平原又可分为河成剥蚀平原、海成剥蚀平原、风力剥蚀平原和冰川剥蚀平原，其中较为常见的是前面两种。河成剥蚀平原是由河流长期侵蚀作用所造成的侵蚀平原，亦称准平原，其地形起伏较大，并沿河流向上游逐渐升高，有时在一些地方则保留有残丘。海成剥蚀平原由海流的海蚀作用所造成，其地形一般极为平缓，微向现代海平面倾斜。剥蚀平原形成后，往往因地壳运动变得活跃，剥蚀作用重新加剧，使剥蚀平原遭到破坏，故其