

全国主要城市环境地质综合评价

一、项目概况

计划项目名称：全国主要城市环境地质综合评价

实施单位：中国地质科学院水文地质环境地质研究所

工作项目单位：中国地质科学院水文地质环境地质研究所、南京地质矿产研究所、海南省地质调查院、黑龙江省地质环境监测总站、四川省地质调查院、云南省地质调查院、云南省地质环境监测站、浙江省地质环境监测站、江西省地质调查院、甘肃省地质环境监测院、成都地质矿产研究所。

从 2004 年启动，到 2006 年底已完成了江西、浙江、四川、云南、黑龙江、甘肃、海南共 7 个省的 98 个城市环境地质调查评价（其中 2004 和 2005 年完成 52 个城市，2006 年完成 46 个城市）。同时开展了图系编制、地质环境风险、地质环境经济损失评价、地质环境质量等方法研究，进行了城市环境地质数据库建设，为城市环境地质调查评价提供技术市场和方法支撑。

二、工作量完成情况

包括04、05和06年的工作量完成情况如下表：

工作项目手段	计量单位	设计总工作量	实际完成总工作量	完成百分比（%）
1:50000地质简测	km ²	27510	30625	111.3
1:50000遥感解译	km ²	11193	12940	115.6
1:25000地质调查	km ²	1200	1762	146.8
1:250000地质简测	km ²	1600	6000	375.0
1:100000地质简测	km ²	8000	8580	107.3
1:10000环境地质测量	km ²	30	244	813.3
水文、工程地质钻探	M	4668	7357	157.6
原状土样分析	组	1048	1120	106.8
水样分析	样	2432	2976	122.4
城市地质环境空间数据库	个	41	33	80.5

三、取得成果

总体进展和成果

1. 查明了 98 个城市的地质灾害和环境地质问题（包括 80 多个城市地下水污染、地下水资源衰减、城市地区地下水位下降、土壤污染、软土环境地质问题）等的发育分布、机理与发展趋势，以及造成的危害和经济损失，提出了地质灾害防治和地质环境保护措施，提供了这些城市地质灾害安全保障和地质环境保护地质依据。

2. 摸清了 30 多个城市后备或应急地下水源地情况，解决了这些城市应急供水地下水源地

问题。

3. 查明了 50 多个城市天然建材资源、地质景观资源和地热资源的状况，分析了这些地质资源对城市发展的支撑作用。

4. 基本查明了 55 个城市垃圾、矿山固体废物处置状况及其对地下水、土壤的污染，为 21 多个城市的垃圾处置选择了地质填埋场区。

5. 将这些地质环境信息反映并编制了城市环境地质图件 1092 张，为专业人员、城市规划、建设和国土规划管理提供了通俗易懂的图件。

6. 编写了《城市环境地质图系编制指南》、图例系统研制，用以指导全国城市环境地质调查评价图系编制。

7. 基本完成了城市环境地质调查评价数据库及部分专题评价系统建设，已为各省建立城市环境地质调查评价数据库推广应用，为城市环境地质信息共享和社会网络化提供了技术和方法支撑。

8. 完成了滑坡和泥石流风险与损失评价、地下水污染风险与损失评价、垃圾堆放场的地质环境风险与损失评价、地质环境容量和承载力评价等的理论和方法研究，实现了地质环境评价方面的理论方法创新，为环境地质评价、人类活动对地质环境破坏造成的经济损失评价等提供了理论方法。

（一）进行了江西、浙江、四川、云南、黑龙江、甘肃、海南共 7 个省的 98 个城市环境地质调查评价，成果为：

1. 查明或基本查明了这些城市环境地质问题：包括地下水污染、地下水资源衰减、特殊土分布、土壤污染、海岸线变迁等环境地质问题现状，分析了其变化趋势。

调查表明，其中地下水资源衰竭主要分布在浙江省金华、温州、台州、嘉兴、湖州、宁波，江西省萍乡、鹰潭和上饶，云南省蒙自、开元、个旧、昆明、潞西，四川省德阳、绵阳，甘肃省合作、武威、敦煌、嘉峪关、敦煌、兰州、庆阳、定西、酒泉，黑龙江省哈尔滨、齐齐哈尔、绥化、伊春、双鸭山、七台河、鹤岗、鸡西、牡丹江、大庆、佳木斯，共计 39 处。

地下水污染存在的城市主要有浙江省金华、台州、嘉兴、温州，江西省九江、赣州、吉安、新余、宜春、景德镇、萍乡、鹰潭、上饶、抚州，云南省楚雄、蒙自、开元、个旧、保山、临沧、景洪、曲靖、潞西、昆明，四川省德阳、遂宁、眉山、西昌、成都、绵阳、南充、广元、攀枝花，海南省海口，甘肃省合作、武威、临夏、张掖、金昌、酒泉、兰州，黑龙江省哈尔滨、齐齐哈尔、绥化、伊春、双鸭山、七台河、鹤岗、牡丹江市、大庆、黑河，共计 92 处。

地下水位大幅下降的城市主要有浙江省金华、嘉兴、台州、温州、宁波，四川省德阳，云南省潞西，黑龙江省加格达奇、大庆，共计 11 处有明显降落漏斗地区。

土壤污染问题主要出现在江西省南昌，甘肃省白银，黑龙江省双鸭山、大庆，共计 9 处

软土工程地质问题主要分布在浙江省温州、台州、舟山、绍兴、嘉兴，江西省南昌、景德镇、抚州，四川省成都，海南省儋州、海口、三亚，共计 22 处。

海岸线变迁主要发生于海南省海口、儋州、东方、三亚，共计 7 处。

特殊土及环境地质问题分布于云南省蒙自、开元、个旧昭通、曲靖、保山、楚雄、思茅、景洪、文山，四川省眉山、成都，共计 16 处。

海水入侵主要发生在海南省儋州，共计 1 处。

2. 基本查明了这些城市崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、岩溶塌陷等地质灾害特征。

调查表明，崩塌灾害主要分布于浙江省衢州、宁波、台州、温州、舟山、绍兴，江西省南昌、赣州、景德镇、吉安、鹰潭、宜春，云南省临沧、蒙自、开元、个旧，四川省自贡、宜宾、泸州、康定，甘肃省兰州、天水，黑龙江省鸡西，共计 274 处。

滑坡灾害主要分布于浙江省衢州、金华、宁波、台州、温州、丽水、舟山，江西省南昌、赣州、吉安、宜春、景德镇、萍乡，云南省保山、蒙自、开元、个旧、潞西，四川省广安、自贡、雅安、西昌、马尔康、康定、泸州、宜宾、绵阳、南充，甘肃省兰州、定西、天水，黑龙江省鹤岗、鸡西，共计 536 处。

泥石流主要发生在浙江省衢州、丽水、温州、台州，江西省萍乡，云南省潞西，四川省雅安、西昌、马尔康、攀枝花，甘肃省陇南、平凉、定西，黑龙江省鸡西，共计 273 处。

边坡失稳主要位于江西省宜春、景德镇、新余，四川省攀枝花，黑龙江省七台河、双鸭山，共计 16 处。

地面沉降问题主要出现在浙江省绍兴、江山，江西省九江、吉安、新余、宜春、景德镇、萍乡，云南省蒙自、开元、个旧，海南省海口，甘肃省兰州，黑龙江省双鸭山、鹤岗、七台河、鸡西，共计 110 处。

地裂缝灾害分布于云南省蒙自、开元、个旧，黑龙江省鹤岗、鸡西，共计 7 处。

地面沉降分布在浙江省嘉兴、台州、宁波、温州，云南省蒙自、开元、个旧四川省自贡、泸州、广元、南充，黑龙江省哈尔滨，共计 13 处。

3. 基本查明了这些城市垃圾处置现状及存在问题，评价了垃圾场对环境影响，提出了城市垃圾填埋场选址建议。

不完全调查表明，垃圾简易堆放场在浙江宁波有 30 处，台州 5 处，舟山 1 处，嘉兴 3 处，丽水 2 处，并且江西鹰潭，海南省儋州，黑龙江省的哈尔滨、绥化等均有简易堆放场，共计 243 个。

垃圾填埋处置场在浙江省金华、湖州、杭州，江西省南昌、赣州，云南省个旧、蒙自、开元，海南省三亚、八所均有设置，共计 62 处。

进行垃圾场候选的城市有浙江省温州、绍兴、金华，云南省蒙自、开元、个旧，海南省儋州，候选垃圾场共计 21 个。

4. 评价了这些城市地质环境及其对城市发展的影响和作用；对这些城市环境地质问题造成的危害、社会经济影响和损失进行了评估，并提出防治对策建议。

5. 基本查明了这些城市应急（后备）地下水源地条件和天然建材、地热、地质景观、地下空间等资源开发利用状况，评估了其对城市发展的作用，并提出了合理开发利用建议。

不完全统计，应急地下水源地主要在以下城市存在：浙江省嘉兴、温州、台州、金华，江西省南昌、九江、赣州、吉安、新余、宜春、景德镇、萍乡、鹰潭、上饶、抚州，海南省琼北盆地，甘肃省武威、酒泉、嘉峪关、平凉，黑龙江省齐齐哈尔，共计 56 处。

天然建材资源主要分布在江西省南昌、抚州，甘肃省合作、武威、临夏、张掖、酒泉、嘉峪关、平凉、庆阳，共计 10 个。

地热、矿泉水资源主要分布于江西省九江、赣州、宜春、鹰潭、抚州，四川省雅安，海南省琼海、三亚，甘肃省敦煌、兰州、天水、定西，共计 13 处。

地质景观和地质遗迹主要存在于江西省九江、吉安、新余、景德镇、萍乡、鹰潭、上饶，海南省三亚，甘肃省敦煌、兰州、白银、平凉、陇南，共计 22 处。

6. 完成了绝大部分城市的环境地质图件编制，包括城市环境地质基础图件、地质灾害或环境地质问题专题评价图件和对每个城市规划建设有影响的综合评价图件。

基础图件共计 249 幅，其中 110 幅在编，其余已完成，具体的完成情况为：浙江省金华、江山、湖州、衢州、杭州、温州、台州、绍兴、舟山、丽水、嘉兴、宁波编制图件共 42 幅，其中 14 幅在编，其余已完成；江西省南昌、九江、吉安、赣州、新余、宜春、景德镇、上饶、萍乡、抚州、鹰潭编制图件共 42 幅，已全部完成；四川省德阳、遂宁、眉山、西昌、自贡、马尔康、雅安共计编制图件 28 幅，全部在编；甘肃省合作、武威、临夏、张掖、金昌、敦煌、嘉峪关、酒泉、兰州、天水、定西、白银、平凉、庆阳、陇南共计编制图件 68 幅，40 幅在编，其余已完成；黑龙江省哈尔滨、齐齐哈尔、绥化、伊春、双鸭山、七台河、加格达奇、牡丹江、大庆、黑河、鹤岗、鸡西、佳木斯市共计编制 51 幅，其中 28 幅在编，其余已完成。

专题评价图件共计 348 幅，其中 66 幅在编，其余已完成。具体的完成情况为：浙江省金华、江山、湖州、衢州、杭州、温州、台州、杭嘉湖平原、绍兴、舟山、丽水、嘉兴、宁波共计 85 幅，其中 13 幅在编，其余已完成；江西省南昌、九江、吉安、赣州、新余、宜春、景德镇、上饶、萍乡、抚州、鹰潭，共计 60 幅，全部完成；甘肃省合作、武威、临夏、张掖、金昌、敦煌、嘉峪关、酒泉、兰州、天水、定西、白银、平凉、庆阳、陇南，共计 162 幅，其中 46 幅在编，其余已完成；黑龙江省牡丹江、大庆、黑河、鹤岗、鸡西、佳木斯共计 71 幅，全部已完成。

综合评价和总建议图件共 123 幅，其中 55 幅在编，其余已完成。具体情况如下：浙江省

金华、江山、湖州、衢州、温州、台州、杭州、绍兴、舟山、丽水、嘉兴、宁波共编 27 幅，其中 11 幅在编，其余已完成；江西省九江、吉安、赣州、宜春、景德镇、上饶、萍乡、抚州、鹰潭、新余共编 25 幅，全部完成；海南省德阳、遂宁、眉山、西昌、自贡、马尔康、雅安共计 14 幅图件，全部在编；甘肃省合作、武威、临夏、张掖、金昌、敦煌、嘉峪关、酒泉、兰州、天水、定西、白银、平凉、庆阳、陇南，共 30 幅图件，其中 16 幅在编，其余完成；黑龙江省齐齐哈尔、绥化、伊春、双鸭山、七台河、加格达奇、佳木斯、鸡西、鹤岗、黑河、大庆、牡丹江共编 27 幅图件，其中 12 幅在编，其余完成。

7. 正在进行各省城市环境地质数据库和信息系统建设。

(二) 编写了《城市环境地质图系编制指南》、城市环境地质信息系统建设，为全国城市环境地质调查评价提供技术和方法支撑：

1. 编写并不断完善了《城市环境地质图系编制指南》，在去年选用国内外 43 张参考样图的基础上，2006 年根据各省编制的环境图件表达的专题内容和综合评价内容，精心选择编制了反映 17 类专题内容的 25 张样图，并编制了 33 张图件的图例，已发放给各工作项目组，用于指导各省市城市环境地质图系的编制工作。

2. 城市环境地质信息系统建设：①制定了数据库结构标准，编写了数据库建设工作指南；②研制成了城市环境地质调查数据录入系统软件，③编写了城市环境地质调查数据录入系统使用手册及④地下水污染（含地下水质量）评价、垃圾场地选择与评价方法、地下水防污性能评价等专题评价系统。并用于各工作项目的数据库和信息系统建设使用。

(三) 开展了城市环境地质调查评价关键方法研究，取得了预期成果：

1. 进行了城市地质环境风险评价方法示范研究：①以石家庄地下水污染为例，研究出了地下水污染风险的评价方法，用于各省进行地下水污染风险评价使用；②以石家庄垃圾场对地下水污染风险评价为例，研究出了城市垃圾填埋对地下水污染风险评价方法；③研究出了黄土地区泥石流和滑坡的风险评价方法。

2. 开展了城市地质环境问题经济损失评估方法研究：研究出了地下水污染造成经济损失评估的“浓度-损失率法”、“恢复费用法”和土壤污染造成经济损失的评估方法。成果将被核心期刊《资源科学》、《中国给排水》等学术刊物刊出并提供给各工作项目用于地下水污染、土壤污染造成的经济损失评估。

3. 以云南昆明、石林两地区垃圾场选择和适宜性评价为例，研究出了岩溶山区城市垃圾填埋处置场地选址和评价方法，解决了没有岩溶山区城市垃圾场选址和评价的方法问题，可分别供给现在在进行或明年将开展城市环境地质调查评价的云南省和贵州省用于垃圾场址的优选和适宜性评价。

4. 城市地质环境质量评价方法研究，取得了下列成果：

①**地下水易污性能评价**：在 DRASTIC 模型与评价方法基础上进行了适当改进，提出 DPASTIK 模型，同时结合模糊数学理论，建立了基于 DPASTIK 指标的模糊综合评价模型。将 DPASTIK 模型和基于 DPASTIK 指标的模糊综合评价模型应用于南昌市和九江市的地下水易污性评价，取得了较好的效果。

基于 DPASTIK 指标的模糊综合评价模型减少了人为主观性，接近实际情况，可以推广使用。

②**土壤环境质量评价**：研究认为，在评价标准方面：国标在全国范围内有效，可用于全国范围的土壤环境质量普查。而土壤环境背景值由于地区本底值和人类活动影响的不同，不同区域差异较大，适用于区域内土壤环境质量评价。其中现状评价采用土壤浅层背景值作为评价标准较为适宜，可以显示现阶段区域土壤环境质量相对状况；预断性评价采取土壤深层背景值作为评价标准较为合理，可以反映区域土壤环境质量的历史变化趋势。

在评价模型方面：认为综合指数模型（单因素决定型）具有单增性和择大性特点，运用该模型进行评价，可以充分显示超标最大的评价因子对整个评价结果的决定性作用。

模糊聚类评价模型让每个因素都对综合评价有所贡献，并把贡献按权重进行分配，其具有单增性、连续性和可加性的特点。运用其进行评价，可以体现各个参评因子对整个评价结果的综合影响。

灰色聚类模型则可以在模糊综合评价的基础上更好地体现连续性的优点。针对不同的城市，可以根据其具体的地质环境条件和土壤污染现状从上述评价模型中选择使用。

通过在南昌市的实地校验，灰色聚类模型的评价结果更接近南昌市的实际情况。

③**建设用地地质环境质量评价**：建立了城市建设用地地质环境质量评价的指标体系与方法，通过对试点城市（南昌市、九江市）进行城市地质环境质量评价，完善了城市地质环境评价工作中关于评价方法的研究，认为在进行城市建设用地地质环境质量适宜性评价的方法选取时，采用敏感因子—模糊综合评判法较合适。

④**不同功能用地环境地质质量评价方法**：初步建立了城市不同功能区评价指标体系，明确划分城市的不同功能区类型、建立针对不同功能区的评价指标体系及评价模型。选取试点城市（九江市）的某一类功能用地进行地质环境适宜性评价，并通 MAPGIS 绘制质量分区图

（四）完成中国城市分布和城市环境地质与区域地质背景关系、地质环境问题的区域分布规律研究。认为我国主要城市分布受我国区域地质环境控制规律为：

1. 中国三大地势阶梯控制了我国地形地貌格局，决定了我国地质环境分区特征和气候条件，宏观上影响了河流分布，形成了对城市发展有正面影响的地质资源及有制约作用的地质灾害等。

中国三级地势阶梯城市分布概况表

地貌阶梯	包含省区	区域面积 (万 Km ²)	分布的地级以上城市数目(座)	占地级以上统计城市的比例(%)	区域城市分布密度(座/万 Km ²)
总体	全部国土	960	313	100	0.326
第一级阶梯	西藏、青海。	254.4	3	0.96%	0.012
第二级阶梯	重庆、新疆、甘肃、宁夏、内蒙、陕西、山西、四川、贵州、云南等。	396.43	99	31.62%	0.250
第三级阶梯	北京、天津、上海、辽宁、吉林、黑龙江、河北、河南、山东、江苏、浙江、福建、湖北、湖南、广东、广西、江西、海南等。	309.15	211	67.41	0.683



2. 城市分布受地形地貌条件制约：地形地貌是城市赖以形成发展的自然基础，是城市形成分布重要影响因素。

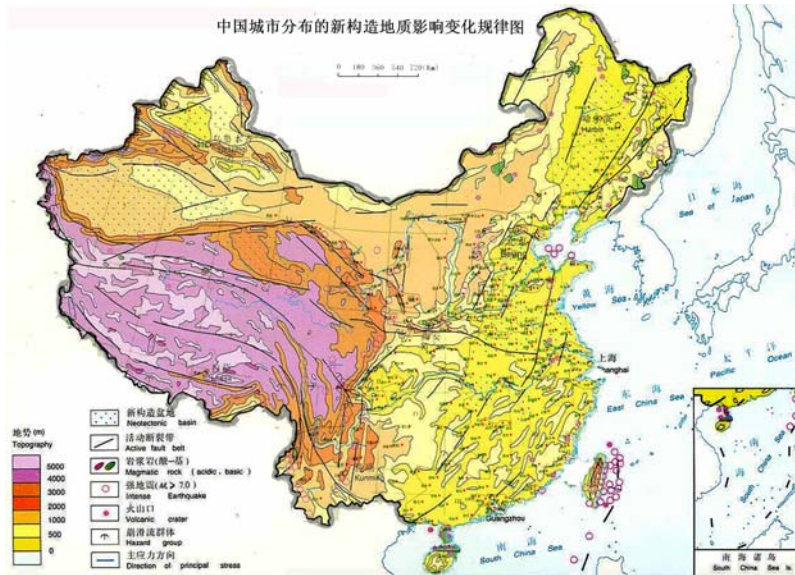
3. 中国绝大多数城市都分布于河流及其附近地区：城市发展依托于良好的地理位置、便利的交通条件、丰富的（包括地下水、矿产、建材等）资源，而河流及其附近正符合这些条件。因此，从古代起，城市的选址绝大多数都在河流沿岸及其附近地区。

4. 城市分布与地下水资源关系密切：地下水资源丰富的河流阶地及其两侧、冲洪积平原、内陆河谷盆地、山前平原、滨海平原、高原河谷盆地等都是地下水埋藏丰富的地方，因此，这些地方适于建城市，这些地方的城市分布密度也大。

中国城市分布的地下水资源影响变化规律图



5. 城市分布格局受地质构造的控制



6. 城市分布与地质灾害的关系：从此图中可看出，我国绝大部分城市均建造在地质灾害轻度或微度分布区，其次是分布在地质灾害中度区域。而地质灾害重度或极重度分布区则很少有城市。这说明地质灾害对城市建设和发展不利，古代人民就已知道在城市建设中要趋利避害。



7. 完成了中国城市环境地质战略研究

对国内部分城市进行城市地质问题调研、全面收集国内典型城市的城市地质工作成果，系统开展沿海、内陆代表性城市的城市地质问题调研工作，对我国城市所处的区域地质环境、岩土工程地质特征、城市水资源、城市地学资源以及地质灾害等进行综合研究，提出中国城市地质问题的类型、分布和发育规律，以及城市工程地质环境分析和评价方法。