

水文地质工程地质选辑

20

环境水文地质问题

地质出版社

P66
2026
1

环境水文地质问题

水文地质工程地质选辑第二十辑

地质出版社

环境水文地质问题
水文地质工程地质选辑第二十辑
水文地质工程地质司编

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：李梅玲

地质出版社出版
(北京·西四)

地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

开本：850×1168 $1/32$ 印张：10 $5/8$ 。字数：274,000

1984年11月北京第一版·1984年11月北京第一次印刷

印数：1—4,910册 定价：2.35元

统一书号：15038·新1057

目 录

环境水文地质问题与环境水文地质学	1
浙江省主要环境水文地质问题概述	7
北京地区区域水文地质特征及主要环境水文地质问题研究	31
贵阳市地下水环境质量现状分析	41
沈阳市地下水污染与环境质量评价	65
遵义市地下水污染现状分析	81
广东茂名地区环境质量初步评价及茂名盆地地下水污染原 因浅析	99
辽宁省1:50万环境水文地质图编图原则及编图方法	127
城市环境水文地质编图方法初探	140
城市地区第四系地下水水质保护环境水文地质图系的编制 原则与方法	149
上海市宝山、吴淞地区环境水文地质质量评价图件的编制	161
武汉市环境水文地质工作的基本程序与方法	169
北京城近郊部分地区地下水硬度升高原因的探讨	185
上海地区地下水的硬度	195
试用双指标水质指数评价武汉市地下水质量	205
武汉市地下水砷污染原因的初步分析	220
试用趋势面分析方法研究地下水砷污染的空间分布规律	237
聚类分析方法在划分地下水污染类型中的应用	244
吉林市含铁地下水成因及水质特征	253
吉林市及外围地下水氮污染状况与机理探讨	262
北京市城近郊区地下水全硬度总体的概率统计分析	278
上海宝山钢铁总厂潜水预断评价方法探讨	286

上海宝山、吴淞工业区大气降雨与潜水水化学变化关系	292
上海地区地下水同位素组成及其水文地质意义	303
上海市地下水位与地表水潮汐关系的初步探讨	316

环境水文地质问题与环境水文地质学

地质矿产部技术顾问委员会

陈 梦 熊

地下水对人民生活和工农业生产有着十分密切的关系。自七十年代以来,随着国民经济的发展,不断出现由于大量开发利用地下水而发生的许多环境水文地质问题,如水位持续下降、水量枯竭、水质污染、水质恶化、海水入侵、地面沉降、岩溶塌陷,以及与地下水有关的盐渍化、沼泽化、沙漠化等灾害,给人民生活与工农业建设带来了严重影响和巨大损失,日益引起人们的注意与关切。

在这一背景情况下,“环境水文地质”或“环境水文地质学”等名词应运而生,许多涉及这一领域的论著,也不断在各有关刊物出现,逐渐形成了环境科学领域内一门新的学科。但这是一门还在发展、正在形成中的新学科,至今尚未建立起一套系统的完整的基本理论,因此关于环境水文地质学的基本概念与定义,仍是一个正在探讨中的问题。顾名思义,它应该是环境地质学的一个重要分支,但环境地质学也是六十年代刚刚开始建立的一门新学科,虽然发展很快,可是关于它的定义和基本概念,在目前不论国内外同样还缺乏统一认识。

一般讲环境地质学主要是研究人类或人类社会与其所处地质环境之间,相互影响与相互作用的关系;但关于环境地质学的研究范畴。目前至少存在两种不同的观点,一种是属于狭义的概念,即把环境地质学局限于研究人类与地质环境中某一方面的环境问

题。例如局限于地质环境与人体健康的关系，又称医学地质学或局限于城市环境地质问题，又称城市环境地质学。诸如此类，把环境地质学的研究范畴局限于一定范围之内，都属于狭义的环境地质学。

如果从广义的概念出发，那么环境地质学至少包括：（1）环境地貌学，（2）环境地球化学（或医学地质学），（3）环境资源地质学（逐渐向环境规划地质学发展），（4）城市环境地质学，（5）灾害环境地质学（逐渐向环境工程地质学发展），（6）环境水文地质学。

因此，广义的环境地质学，包括的范围十分广泛，不仅研究人类生活与地质环境的关系，而且包括研究人类生产活动与地质环境相互影响，相互作用的关系，并通过研究它们之间的内在联系与基本规律，达到合理利用，改造地质环境的目的，防止由于地质作用造成的各类灾害，为人类社会造福。由此可见，地质环境不仅与人类生活密切相关，而且与城市建设和工农业生产，存在着千丝万缕的关系。一切与人类有关的地质环境问题。都属于广义环境地质学的研究范畴，其中环境水文地质学，是环境地质学中的一个重要分支。

二

“环境水文地质学”一般讲是研究地下水或水文地质环境与人类生活相互作用的关系。但在概念上也存在狭义的与广义的两种不同观点。狭义的主要指研究地下水与人体健康的关系，即运用水文地质学（特别是水文地球化学）的知识，研究地下水在水质方面，与人类健康有关的环境问题，包括原生的与次生的两方面。

这里所指的原生环境（第一环境），主要指天然条件（原生条件）下，地下水水质与人类健康的关系，而次生环境（第二环境）主要指人为作用影响下，地下水水质变化与人类健康的关系。例

如地下水由于“三废”造成的水质污染问题。前者可称“病理环境水文地质”(“病区水文地质”或“地方病防治水文地质”),后者在国外称为“污染环境水文地质学”,都偏重于环境水文地球化学的研究方面,因此属于狭义的环境水文地质学。

显而易见,地下水不仅与人类健康有关,而且与人类生活以及工农业生产都有密切关系。因此,广义的环境水文地质学,根据当前存在的各种环境水文地质问题,其研究范畴主要包括:(1)资源环境水文地质,(2)污染环境水文地质,(3)病理环境水文地质,(4)工程环境水文地质,(5)生态环境水文地质。

1.资源环境水文地质:主要研究地下水资源与城市规划、城市建设、工业布局等的关系,在农业方面,研究与农业区划、水利规划、水土资源平衡。作物分布等的关系。还包括地下水资源的评价、动态预测、合理利用,以及水资源的保护与管理。

2.污染环境水文地质:主要研究地下水由于人类活动造成的水质污染及其防治措施。包括研究地下水污染的形成条件,污染源、物质成份、污染途径、污染程度、分布范围、污染机理、运移形式、净化作用、趋势分析,水质监控、水质模型,以及环境质量评价、保护与防治措施等。

3.病理环境水文地质:主要研究天然的和人为作用影响下,地下水物理化学性质的主要特征,以及各种水文地球化学作用的基本规律,及其对人体生理与各种疾病的关系。包括:(1)研究在原生环境下地下水与地方病的关系,如地下水与克山病、大骨节病、克汀病、地方性甲状腺肿大、地方性氟中毒病,以及若干癌症等在病因上的关系及防治措施。(2)研究次生环境特别是水质污染或水质恶化对人体生理和病疾的关系。例如最常见的酚、氰、汞、铬、砷等有害物质,硝酸盐、水的硬度、农药化肥有机物,以及放射性污染物质与人体的关系。(3)研究各种热水、矿水对人体的医疗意义。

4.工程环境水文地质:主要研究地下水与工程建筑的相互作用关系,例如(1)地面沉降,(2)岩溶塌陷,(3)黄土湿陷,(4)

滑坡、地裂，(5)地震烈度，(6)坝基潜蚀，(7)矿坑突水等的形成条件及其基本规律与防治措施。

5. 生态环境水文地质：主要研究地下水自然生态系统的关系。例如由于人为作用促使大面积地下水位上升，造成沼泽化、盐碱化等问题，或由于地下水位下降，造成沙漠化或草场退化等问题。我国南水北调方案存在的主要问题之一，就是考虑大规模引水工程修建以后，可能遇到的对区域生态平衡的影响问题。

综上所述，环境水文地质学研究的范畴十分广泛，但如果联系国民经济建设，那么按照服务目的，又可简单的划分为城市（包括工业）环境水文地质学与农业环境水文地质学两大分支。前者的主要任务是：(1)城市规划与工业布局，(2)水资源的保护与管理，水资源评价与预测，开展人工补给，(3)污水的合理排放，防止水质污染或水质恶化，合理处置废渣、垃圾，(4)建立卫生防护带，进行水质监控，(5)防止地面变形，别特是防止发生地面沉降，塌陷，湿陷等问题，(6)热矿水的利用与保护，包括热能利用、地下储冷储热，(7)名泉风景区的保护，等等。

在农业环境水文地质方面，主要包括：(1)农业区划与水利规划，(2)地下水的合理开采与旱、涝、碱、等自然灾害的综合治理，(3)防止农药化肥以及污灌等造成的水质污染，(4)防止次生土壤盐渍化、沼泽化，(5)咸水改造以及冷水田、下湿田的改造，(6)农村饮用水的改良，(7)地方病防治，(8)热水利用，(9)防止草场退化与沙漠化，等等。

综上所述，环境水文地质学是专门研究在天然条件与人为活动影响下，地下水质和量的变化与人类生活和生产发展的相互关系及其基本规律，进而控制和消除有害作用，保护和改造地下水资源，使其有利于人类生存和发展生产的一门应用地质科学。

环境水文地质学是在地质学、水文地质学和环境科学的基础上，与其它各门有关科学，相互交叉而建立的一门专门研究地下水与有关环境问题的新学科（见附表）。它是环境科学领域内环境地质学的一个分支，与医学、地球化学、土壤学、矿物学、数学、水文学、地下水动力学、生态学以及社会科学等，都存在密切联系，形成了一门综合性的、跨学科的边缘科学。但目前环境水文地质学还是正在发展中的一门新学科，迫切需要在认真总结我国实际经验与吸取国外有益经验的基础上，创立基本理论，逐渐形成一门系统的独立的新学科。

如前所述，环境水文地质学的研究范畴十分广泛，但当前比较突出的是城市环境水文地质问题。例如有的城市同时存在水源枯竭、水质污染、水质恶化、海水入侵、地面沉降、以及地方病等问题，对人民生活与国民经济造成了严重威胁，是当前需要加强调查研究的一项迫切任务。

其中关于地下水水质污染，又是城市环境水文地质问题中最普遍的一个问题。据国内四十多个城市（大部分主要依靠地下水作为供水水源的调查，几乎全部都不同程度的受到污染，而且有些城市污染程度已十分严重。水质污染不仅影响人体健康，而且导致有些水源地被迫停产，更加剧了城市供水的紧张。

为了防止地下水污染的扩大，当前除应加强进行各主要城市污染现状的调查外，还应进一步重点开展污染机理的研究，包括污染物质的运移、累积、转化与自净过程，特别是污染物质的机械渗滤作用，物理化学吸附作用，离子交换作用、浓缩或稀释及净化作用，以及放射性元素的衰变作用等。这就需要进行大量室内或现场的试验研究，包括模拟试验等等。

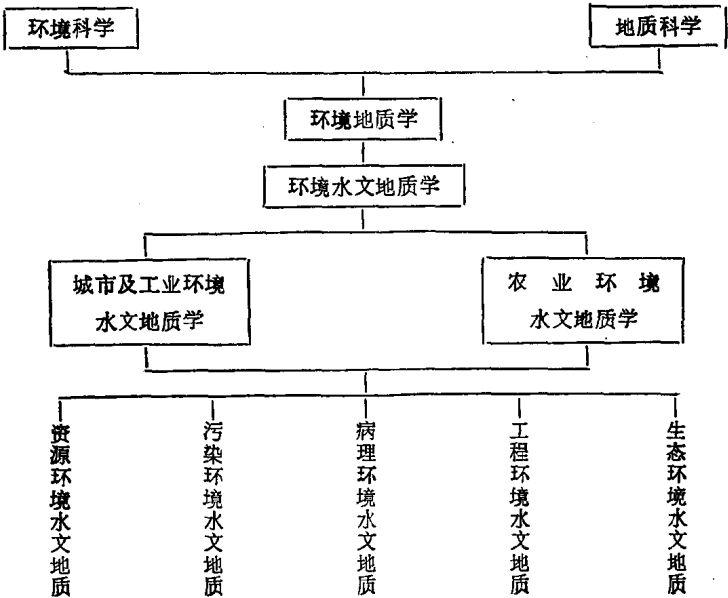
环境科学研究主要包括三个方面，即环境质量的基础理论，环境质量的控制与治理，以及环境监测和分析的技术。目前我国

对地下水的环境质量评价还刚刚开始，但已逐渐由定性评价进入到定量评价；由单项有害离子的评价进入综合评价；由单项环境因素评价，进入到综合因素评价；从现状评价，发展到趋势评价，由数理统计分析，发展到污染预测和建立数学模型。可是目前各城市的环境质量评价工作，进展还很不平衡，犹待今后进一步推广和提高。

除此以外，还要注意防治措施的研究。如防护带或保护区的圈定，合理确定排污途径，污水库（或污水渠）的库址选择与防渗措施，防止污染区的扩大与净化措施，防止海水入侵或水质恶化，农药化肥施用量的合理控制，垃圾废渣的合理安置，等等。

总之，环境水文地质学是一门正在发展中的新学科，需要通过生产实践和科学实验，来创造一套完整的理论体系，不断提高理论水平。由于它的综合性与跨学科性质，这就需要在各有关学科之间，密切配合，互相协作，才有可能更快地促进环境水文地质学的发展和成长。

附表：“环境水文地质学”系统表



浙江省主要环境水文地质问题概述

浙江省水文地质工程地质大队

朱 川 张素贞

浙江省全省面积十万一千八百平方公里，其中山区、河湖水域、平原面积之比，大约为“七山一水二分田”。浙江省地处亚热带季风气候区，温暖湿润，四季分明，年平均降雨量1200~2200毫米，降雨大部集中在梅雨和台风季节。

省内钱塘江等八大水系，地表水资源丰富，地下水天然资源仅133.2亿方，占水资源总量的14.6%。其中将近99%分布在山区，水资源的利用以地表水为主，地下水为辅。据初步统计目前全省地下水年开采量在十亿吨以上，主要用于生活饮用，空调降温及农田灌溉。全省地下水大致分为三种基本类型（表1）其中以孔隙水开采量最大。分布在浙江省各地的地下水水源地和数以千计的深井，都是解放后建成的，在经济建设和人民生活中发挥了重大作用，但由于布局不妥，管理不善，未能充分考虑到开采地下水将会导致的有害于人类的自然环境的变化，各种问题接踵而来，并日益严重，成为某些城镇环境保护工作不可忽视的重大课题。

一、地下水资源衰竭

浙江省滨海平原及河口平原属沉降地区，是第四系沉积物堆积场所。从北向南主要平原有：杭(州)嘉(兴)湖(州)平原、肖(山)绍(兴)余(姚)平原、宁波平原、温(岭)黄(岩)平原、温(州)瑞(安)平(阳)平原等。第四系厚度以杭嘉湖平原较大，最深逾300

浙江省地下水类型及开采状况一览表

表 1

地下水类型		分 布		常见水量等级	资源类型	水质状况	现有开采井	
类	亚 类	面 积 (km ²)	位 置				井 数	开采水量 (万吨/年)
孔隙水	潜水	3046	钱塘江等主要河谷地带及平原南部	中等—丰富	补给型	淡水、滨海平原表部为咸水	239	7930
	承压水		广泛分布于河口平原滨海平原南部	中等—丰富	混合型消耗型	淡水—微咸水咸水	237(淡) 93(咸)	3814 6153
岩溶水	裸露型	5682 (C—P 占427)	浙西、浙北山区, 杭州、金华、湖州、江山、常山等城镇附近分布	贫乏—丰富	补给型—混合型	淡水局部微咸	44	1993
	覆盖型							
	埋藏型							
基岩裂隙水	红色碎屑岩裂隙水	1730	金衢盆地等红层分布区	贫乏—中等	补给型—混合型	淡水深部为咸水	83	1256
	构造裂隙水	72217	遍布全省, 主要是上古生界砂岩, 侏罗系火山岩及侵入岩, 变质岩, 玄武岩分布区	极贫乏—中等	补给型	淡水滨海平原常为咸水	41	613
	风化带网状裂隙水							

注: 1. 水量等级以单井涌水量划分四级, 极贫乏 (<10 吨/日)、贫乏 (10~100 吨/日), 中等 (100~1000 吨/日)、丰富 (>1000 吨/日)。
2. 按补给条件的好坏, 将地下水资源划分为三种类型, 即补给型、消耗型及混合型, 具有一定贮存量的补给型资源丰富, 开采水量经久不衰。
3. 地下水开采量主要指城镇及工业用水, 不包括农业灌溉及平原表部潜水民井用水。

米，其余平原不超过200米。更新统以河湖为主，全新统则主要是海相或海陆过渡相。第四纪期间曾有三较明显的海侵，先后发生在上更新世初期、中期及全新世。海侵时在平原上遗留下海相或受海影响的陆相地层。前两次分布范围较小，埋藏较深，冰后期海相地层则遍及平原，并向河谷延伸。海侵不仅使地下水水质发生重大改变，而且对水文地质结构产生巨大变化。海退时的陆相沉积阶段中，形成多层冲积砂砾石、砂层，呈带状展布于平原之上，构成可以对比的几个含水层（图1、表2）

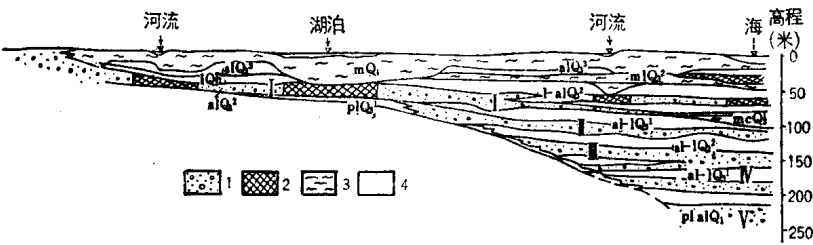


图1 浙江省沿海平原第四纪水文地质剖面示意图

- I—第I承压含水层(alQ_3^2);
- II—第II承压含水层(alQ_3^1);
- III—第III承压含水层(alQ_2^2);
- IV—第IV承压含水层(alQ_2^1);
- V—第V承压含水层($pl-alQ_1$);
- 1—承压含水层淡水段;
- 2—承压含水层咸水段;
- 3—海相海陆过渡相淤泥质粘性土隔水层;
- 4—陆相粘性土隔水层

约以象山港为界，其北的钱塘江、苕溪、曹娥江等古河道向北延伸，汇入古长江；其南则向东南倾斜。陆相沉积层最终向海域扩展，组成古东海或南黄海大陆架之一部。

各主要古河道，单井涌水量一般为1000~3000吨/日，常作为城镇大型供水水源地。然而经多年开采，生产井越来越多，特别是城镇集中开采区，水位迅速下降，地下水资源逐渐衰竭，降落漏斗范围越来越大。其实例甚多，以玉环、慈溪、宁波、杭州

平原区承压含水层划分简表

表 2

含水层 代号	含水层 时代	成因和岩性	水质	分布
I	Q ₃ ²	冲积砂、含砾砂	咸水为主, 极少数淡水	遍布沿海各平原土层 范围最广
II	Q ₃ ¹	冲积砂砾石、砂	局部淡水、大部咸水	
III	Q ₂ ²	冲积砂砾石、砂	淡水	仅分布于杭嘉湖平原 北部, 其余平原缺失 冲积含水层
IV	Q ₂ ¹	冲积砂、砂砾石	淡水	
V	Q ₁	冲洪积砂砾石含粘性土	淡水	

和嘉兴等地最为典型。

玉环县之五环岛长期供水困难, 七十年代几经勘探, 终于在岛东南的一小海湾平原找到承压淡水。属第II含水层(alQ₃¹), 由砂砾石组成, 顶板埋深在70米以下, 向海倾斜。共计建井三眼, 其中水量最大者建井时静水位高出地面0.9米, 降深14米, 涌水量1200吨/日。提供使用的两井, 即使按保守的计算, 开采量也可达到2000吨/日, 为创海岛供水所罕见。但开采五年之后, 水量日趋减少, 至1979年开采量仅640吨/日, 动水位已降至37米, 泵房附近地面下沉十五厘米之多。另一眼井, 原可提供水量1000吨/日, 1979年动水位深达54米, 水量仅240吨/日, 地表明显下沉。

慈溪县城(浒山镇)东水源地的衰竭, 为又一典型实例。上更新统冲积砂砾石承压含水层(I + II)呈带状分布(图2), 厚度6~10米, 宽度仅500~600米, 向上游逐渐尖灭或渐变出山麓堆积物, 淡水分布范围约2.5平方公里, 周围俱为咸水。1968~1970年县自来水厂于东枝古河某内建井两眼(东、西井), 单井涌水量均600吨/日。开采后水位逐年下降, 1973年动水位埋深已达40米, 形成顺古河道之降落漏斗, 并扩展到古河道南枝上游, 西井涌水量共计600吨/日。1975年夏季因供水不敷使用, 而强力开采, 两井水量增至1000吨/日, 然而到1976年开采300吨/日, 已属困难, 不久因水量过小而将水源地废弃。

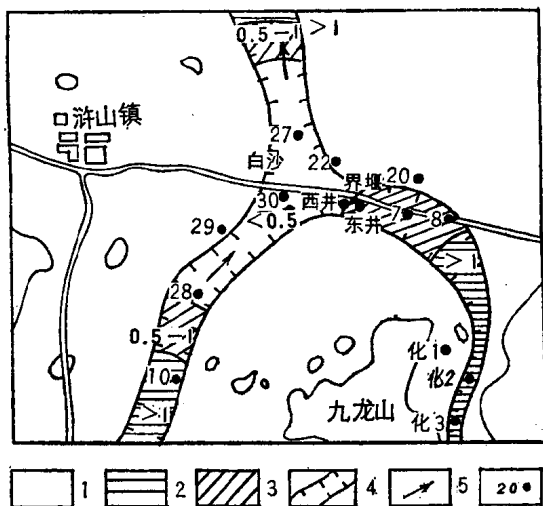


图 2 慈溪浒山镇水源地第 I + II 含水层 (a_1Q_3) 矿化度分布略图

1—矿化度<0.5克/升；2—矿化度>1克/升；3—矿化度0.5~1克/升；4—古河道边界；5—地下水天然流向；6—控制钻孔及编号

1976年在古河道南枝为化肥厂建井两眼。其单井涌水量均超过1000吨/日（以降深20米计）。1977年10月正式开采，以2400吨/日开采量连续抽水、1978年5月动水位埋深降至38米；1979年8月达44米，并继续下降，已临衰竭边缘。此后由于改为以地表水为主的供水方案，地下水位才逐渐稳定。

以上两例皆属小型供水。而宁波市和杭州市北则为中型供水的实例。宁波市区包括 I、II 两个冲积砂砾石承压含水层。I 层顶板埋深46~57米。厚约10~15米，水量丰富，单井涌水量在1000吨/日以上，但以咸水为主。第 II 层顶板埋深75~85米，平均厚度9米，在古河道分布区单井涌水量可超过1000吨/日，两侧则300~500吨/日。宁波市区所在地基本上淡水分布，是宁波淡水体的一部分。自1930年建第一口井至1979年总计建井196眼，目前正常开采约70眼，市区年总开采量约600~700万吨，其中以开采第 II 层淡水为主（平均约占60%）。虽然地下水用量不大，但区域下降漏斗的扩展却十分迅速（表3）。漏斗目前状况和形成阶

宁波市第Ⅱ承压含水层与漏斗扩展开采量统计表

表 3

年 份	1958	1965	1971	1974	1979	1981
开采区中心水位 (米)	-6	17	-30	-31	-15	-19
-5米的漏斗范围(km ²)	1~2	28	90	125	136	185
年 开 采 量 (万吨)	200	310	600	304	415	308
日 开 采 量 (吨)	5480	8490	6440	8330	11370	8440

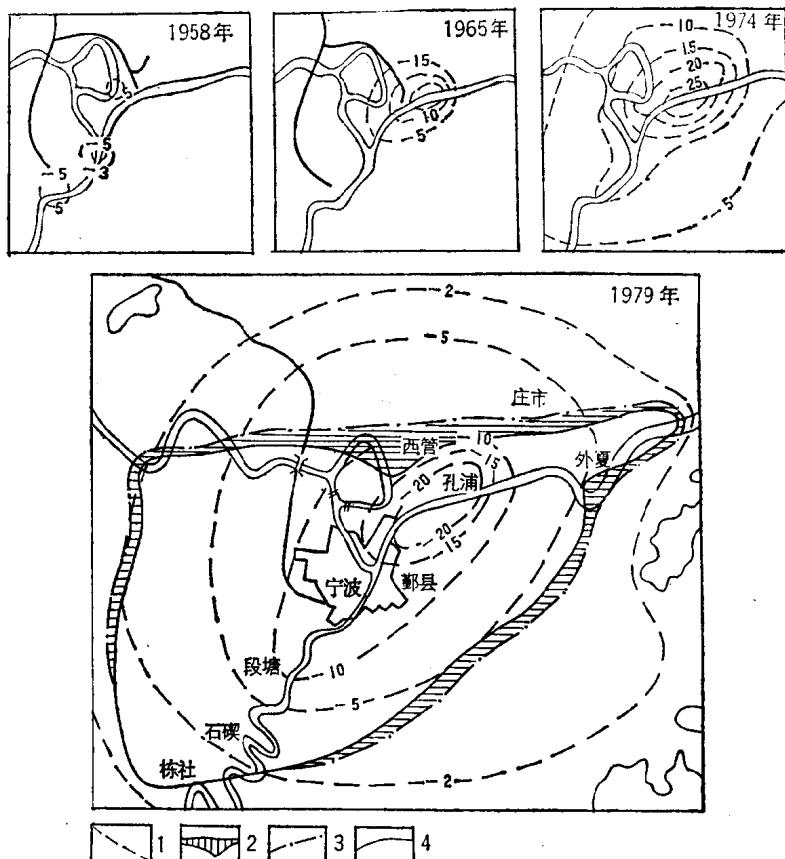


图 3 宁波第Ⅱ含水层降落漏斗扩展和咸水内移示意图

1—第Ⅱ含水层地下水位等值线 (黄海高程米); 2—至1979年咸水内移范围; 3—原始咸淡水边界线; 4—1979年咸淡水边界线