

中华人民共和国

# 城市地质综合调查报告

比例尺 1 : 50000

杭州市幅

临浦镇幅

H-51-61-A

H-51-61-C

(第四册)

10040-01-004

浙江省地质矿产局

1987年7月

中 华 人 民 共 和 国

城 市 地 质 综 合 调 查 报 告

比例尺 1 : 50000

杭 州 市 幅

临 浦 镇 幅

H-51-61-A

H-51-61-C

第 四 册

( 区 域 水 文 地 质 )

责 任 编 辑 朱 汉 生 李 关 盛

大 队 长 蔡 火 炎 章 瑜

大 队 总 工 程 师 宋 云 骥 张 健 康

技 术 负 责 董 继 海 包 超 民

分 队 长 吴 炬 芳

浙 江 省 水 文 地 质 工 程 地 质 大 队 一 分 队

浙 江 省 区 域 地 质 调 查 大 队 五 分 队

1987年7月 萧 山

## 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第四篇 区域水文地质 .....         | 1  |
| 第一章 概述 .....             | 1  |
| 第二章 区域水文地质条件 .....       | 4  |
| 第一节 地下水类型及含水组的划分 .....   | 4  |
| 第二节 含水组的水文地质特征 .....     | 4  |
| 第三节 地下水补给、迳流和排泄条件 .....  | 18 |
| 第四节 地下水的化学类型及特征 .....    | 20 |
| 第五节 矿泉水 .....            | 31 |
| 第二章 地下水资源评价 .....        | 40 |
| 第一节 地下水资源计算及评价原则 .....   | 40 |
| 第二节 地下水资源量计算及参数的确定 ..... | 40 |
| 第三节 地下水水质评价 .....        | 51 |
| 第四节 地下水开发利用现状和前景 .....   | 52 |
| 第四章 结语及建议 .....          | 55 |
| 主要参考文献 .....             | 57 |

# 第四篇 区域水文地质

## 第一章 概 述

### (一) 目的任务

根据省地质矿产局1984年任务书的要求,由区域地质调查大队和水文地质工程地质大队共同承担杭州市和临浦镇两幅1:5万水文地质调查工作,为国民经济建设提供基础水文地质资料。具体任务是:

(1)查明区域性水文地质条件:地下水补给、迳流、排泄关系以及含水层的分布、埋藏条件;地下水的水位、水量、水温、水质情况,初步查明古河道的分布,咸淡水界线;综合评价地下水资源,了解杭州市及城镇“七五”期间的需水量;为城市及工程建筑提供可利用的水源地。

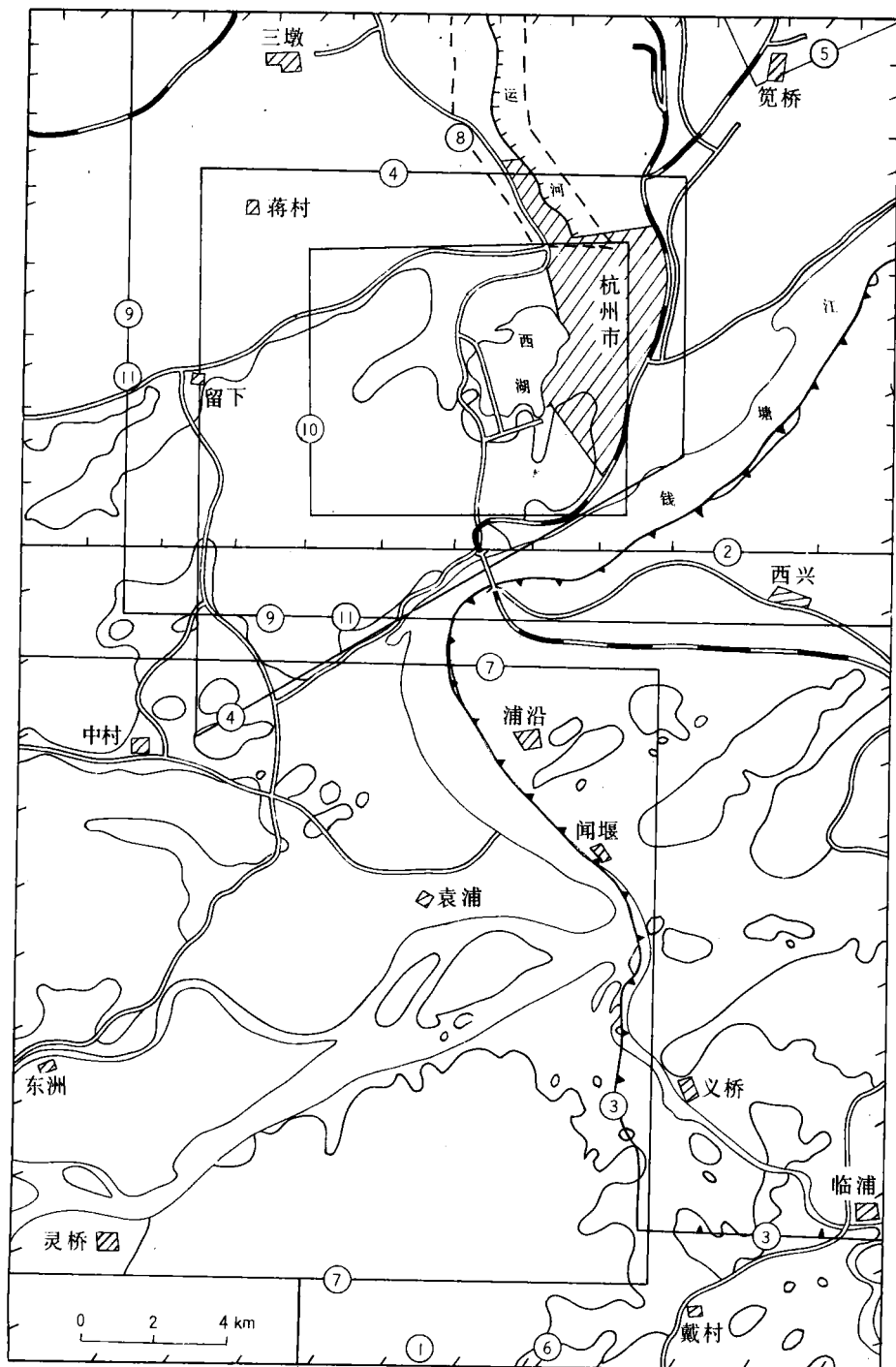
(2)应根据不同地层的含水类型和富水程度划分出基岩地区的含水岩组;山间地表水应搜集枯季流量或实测枯季流量;对地下水出露点泉水应作调查,查明其成因类型、补给来源,测定流量、水温,并取水样作化学分析。岩溶区应查明岩溶发育程度,成因条件及岩溶水的埋藏分布规律。

### (二) 研究程度

浙江省水文地质工程地质大队历年来在区内做过大量工作,积累了较丰富的资料(参见测区水文地质研究程度图),主要有:

- (1) 1963年编写了《杭州市供水余杭地区勘察报告》(1:5万);
- (2) 1964年完成了《杭州市供水萧山地区水文地质勘探报告》(1:5万);
- (3) 1977年编写了《杭州地热普查报告》(1:1万);
- (4) 1978年编写了《杭州市笕桥机场供水普查报告》(1:5万);
- (5) 1980年编写了《1:20万杭州、余姚幅区域水文地质普查报告》;
- (6) 1982年编写了《杭州市袁浦及东洲岛供水水文地质报告(初步勘探)》(1:2.5万);
- (7) 1984年编写了《运河杭州段地下水污染状况研究报告》;
- (8) 1985年编写了《2000年杭州市地下水资源及环境地质问题预测研究报告》;
- (9) 1986年编写了《杭州市1982—1985年环境水文地质研究报告》;
- (10) 1986年编写了《杭州市1982—1985年环境水文地质监测综合报告》。

上述五十年代末及六十年代初的工作,取得了较丰富的地质、水文地质第一手原始资料,使区内的地质、水文地质面貌初具轮廓;七十年代末及八十年代的工作,研究程度相对较高,是本次工作的主要依据。尤其是在近几年水文地质工程地质大队所提交的《杭州市袁浦及东洲岛供水水文地质报告》和《杭州市西部岩溶山区环境水文地质研究报告》中,分别对袁浦—东洲岛淡水体的可采资源、袁浦西部山前岩溶水及杭州市西部岩溶水进行了计算评价,其成果已满足本次工作要求,故本报告直接引用上述工作成果。《杭州市1982—1985



测区水文地质研究程度图

1. 杭州市城市总体规划工程地质勘察报告；
2. 杭州市城市供水余杭地区勘测报告；
3. 杭州市供水萧山地区水文地质勘探报告；
4. 杭州市地热普查报告；
5. 杭州市笕桥机场供水普查报告；
6. 1:20万杭州余姚幅区域水文地质普查报告；
7. 杭州市袁浦及东洲岛供水水文地质报告(初步勘探)；
8. 运河杭州段地下水污染状况研究报告；
9. 2000年杭州市地下水资源及环境地质问题预测研究报告；
10. 杭州市西部岩溶山区环境水文地质研究报告；
11. 杭州市1982—1985年环境水文地质监测综合报告

年环境水文地质监测报告》拥有较丰富的水系、大气和废弃物等环境质量资料，对地下水特征及其污染作了阐述，对本报告的编写有很大帮助。另外，省水文地质工程地质大队杭州长观站建站以来(1982—1986年)所取得的地下水位、开采量、水质长观资料，也是本次地下水资源评价的主要依据。

### (三)工作概况

测区平原山麓地段水文地质工作由水文地质工程地质大队一分队承担。1985年3月提交设计书后，按要求进行了野外普查和勘探工作。地表普查工作于1985年底结束，勘探试验工作大部分在1986年9月初完成，剩余的2个补充勘探孔于1986年11月中旬完成。1986年10月下旬大队组织了野外验收，1987年1月提交了初审报告。

本次施工的42个钻孔中，优良孔35个，合格孔8个。存在问题主要是个别孔洗孔不够彻底及过滤器下入位置不当，导致有些抽水试验资料难以利用。但总的来说，本次工作中的勘探试验是满足质量要求的。另外，尚利用了前人钻孔资料近百个。

丘陵山区水文地质调查工作由区域地质调查大队五分队承担。1985年4月—1986年9月按设计书及有关规定完成了野外普查工作，1987年3月大队组织野外验收，同年5月提交了初审报告。

本篇报告汇总上述两份初审报告编写而成。

## 第二章 区域水文地质条件

### 第一节 地下水类型及含水组的划分

根据地下水赋存条件、水动力特征，可将地下水分为三个大类、六个亚类及十七个含水组，见表2-1。

表 2-1 地下水类型及含水组划分表

| 地下水类型   |         | 含 水 组 |  | 分布位置                        |        |
|---------|---------|-------|--|-----------------------------|--------|
| 类       | 亚类      | 代 号   |  |                             |        |
|         |         | 成因    | 时 代  |                             |        |
|         |         | 名 称   |  |                             |        |
| 松散岩类孔隙水 | 孔隙潜水    | al-m  | Q <sub>4</sub> <sup>2+3</sup>  | 全新统中上组冲海积、冲积轻亚粘土、粉细砂孔隙潜水含水组 | 平原区表部  |
|         |         | al-l  | Q <sub>4</sub> <sup>1</sup>  | 全新统中组冲湖积亚粘土孔隙潜水含水组          |        |
|         |         | pl-al | Q <sub>4</sub>   | 全新统洪冲积砂砾石孔隙潜水含水组            | 山前区    |
|         |         | al-pl | Q <sub>3</sub>   | 上更新统冲洪积、洪积砂砾石夹粘性土孔隙潜水含水组    |        |
|         |         | dl-pl | Q <sub>3</sub>   | 上更新统坡洪积粘性土夹碎砾石孔隙潜水含水组       |        |
|         |         | dl-pl | Q <sub>2</sub>   | 中更新统坡洪积粘性土夹碎砾石、砂砾石孔隙潜水含水组   |        |
|         | 孔隙承压水   | dl-m  | Q <sub>4</sub> <sup>1</sup>  | 全新统下组冲海积轻亚粘土、粉细砂孔隙承压含水组     | 平原区深部  |
|         |         | al    | Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>  | 上更新统上组冲积砂砾石-粉细砂孔隙承压含水组      |        |
|         |         | al    | Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>  | 上更新统下组冲积砂砾石孔隙承压含水组          |        |
| 碳酸盐裂隙水  | 裸露型     |       | C <sub>2</sub> h, C <sub>3</sub> <sup>1</sup> , P <sub>1</sub> q                       | 中厚层状灰岩、燧石团块状灰岩含水岩组          | 局部山区丘陵 |
|         |         |       | O <sub>1</sub> y, O <sub>1</sub> x, O <sub>2</sub> y, O <sub>2</sub> d                 | 薄—中厚层杂质灰岩、白云岩、灰质白云岩含水岩组     | 局部山区丘陵 |
|         | 覆盖型     |       | C <sub>2</sub> h, C <sub>3</sub> <sup>1</sup> , P <sub>1</sub> q                       | 中厚层状灰岩、燧石团块灰岩含水岩组           | 局部山前地带 |
|         |         |       | O <sub>1</sub> x, O <sub>1</sub> y, O <sub>2</sub> y, O <sub>2</sub> d                 | 薄—中厚层杂质灰岩、白云岩、灰质白云岩含水岩组     | 局部山前地带 |
| 基岩裂隙水   | 层状构造裂隙水 |       | D <sub>3</sub> x   | 中厚层状石英砂岩、石英砂砾岩含水岩组          | 山区丘陵   |
|         |         |       | D <sub>3</sub> z, S <sub>3</sub> t, S <sub>2</sub> k, S <sub>1</sub> d                 | 层状长石岩屑细砂粉砂岩、石英细砂岩含水岩组       |        |
|         |         |       | S <sub>1</sub> a, O <sub>3</sub> w, O <sub>3</sub> h, E <sub>3</sub> h, Z <sub>2</sub> | 薄层状泥质粉砂岩、泥岩含水岩组             |        |
|         | 块状构造裂隙水 |       | γ, γπ, λπ, J <sub>3</sub>  | 块状火山岩、侵入岩含水岩组               |        |

### 第二节 含水组的水文地质特征

#### 一、单井涌水量的换算及富水性分级

##### (一) 单井涌水量的换算

### 1. 孔隙承压水

各含水组的勘探孔均按不同勘探孔口径换算成统一口径203.2mm, 降深10m时的生产井涌水量。

先按下式进行降深换算:

$$Q_{10} = q s_{10} \dots\dots\dots (2-1)$$

式中  $q$ ——单位涌水量 ( $l/s \cdot m$ );  
 $s_{10}$ ——推算降深值(此处为10m)。

然后再采用 1 : 5 万《宁波平原供水勘探报告》中的经验系数进行统一口径换算:

$$Q(\text{换}) = 1.2 Q_{10} \dots\dots\dots (2-2)$$

生产井一律不进行口径换算, 仅进行降深换算。

### 2. 孔隙潜水

钻孔均按不同勘探口径换算成统一口径203.2mm, 降深5m时生产井涌水量。先按下式:

$$Q_5 = \frac{Q}{(2H-s)s} (2H-s_5) s_5 \dots\dots\dots (2-3)$$

式中  $H$ ——相当于含水组的厚度 (m);  
 $s$ ——实际抽水降深值 (m);  
 $Q$ ——实际抽水涌水量 ( $m^3/d$ );  
 $s_5$ ——推算降深值(此处为5m)。

换算其统一降深时的涌水量, 然后同样按经验系数进行统一口径换算:

$$Q(\text{换}) = 1.2 Q_5 \dots\dots\dots (2-4)$$

民井一律不进行口径及降深换算。

### 3. 碳酸盐岩类裂隙溶洞水及基岩裂隙水

仅按(2-1)式计算统一降深10m时单井涌水量, 不进行口径换算。

#### (二) 富水性分级

富水性, 平原区按换算后的单井涌水量, 基岩山区按泉水流量, 分为几个等级(表2-2)。

## 二、松散岩类孔隙潜水含水组

孔隙潜水含水组因易受气象因素影响, 故水位、水量变化较大。尤其是分布于山前地

表2-2 泉水流量及单井涌水量、富水性分级表

| 泉水流量 (l/s) | 单井涌水量 ( $m^3/d$ ) | 富水性分级 |
|------------|-------------------|-------|
| < 0.1      | < 10              | 极 贫 乏 |
| 0.1-0.5    | 10-100            | 贫 乏   |
| 0.5-≥ 1    | 100-1000          | 中 等   |
|            | 1000-3000         | 丰 富   |
|            | > 3000            | 极 丰 富 |

带的几个含水组还受其所处地形、地貌等因素的控制，民井涌水量及泉流量在平面上变化较大。同一含水组于不同的位置，其富水程度见表2-3、4。现分述如下。

表 2-3 孔隙潜水各含水组民井及大口径浅井简易抽水量统计表

| 编号               | 位 置          | 成因时代                                  | 含水层岩性   | 井深 (m) | 水位埋深 (m) | 降深 (m) | 涌水量 (m <sup>3</sup> /d) |
|------------------|--------------|---------------------------------------|---------|--------|----------|--------|-------------------------|
| W <sub>118</sub> | 富阳东洲岛江丰中学    | al-m, alQ <sub>4</sub> <sup>2+3</sup> | 轻亚粘土、粉砂 | 4.2    | 2.6      | 0.52   | 10.8                    |
| W <sub>75</sub>  | 杭州彭埠乡杨家浜     | al-mQ <sub>4</sub> <sup>2+3</sup>     | 轻亚粘土    | 3.40   | 2.52     | 0.57   | 1.64                    |
| W <sub>95</sub>  | 萧山西兴共联大队     | al-mQ <sub>4</sub> <sup>2+3</sup>     | 粉砂      | 3.75   | 2.1      | 1.10   | 5.79                    |
| W <sub>67</sub>  | 杭州半山区蔡家桥28号  | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     | 4.27   | 2.7      | 0.37   | 0.37                    |
| W <sub>69</sub>  | 余杭三墩镇李家湾     | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     |        | 0.90     | 0.85   | 1.30                    |
| W <sub>85</sub>  | 余杭和睦乡政府礼堂西墙外 | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     | 2.42   | 1.00     | 1.00   | 4.32                    |
| W <sub>99</sub>  | 萧山西兴曹家庄      | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     | 3.01   | 1.52     | 0.96   | 3.11                    |
| W <sub>112</sub> | 萧山石岩乡陈村      | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     | 2.80   | 1.10     | 0.65   | 10.8                    |
| W <sub>123</sub> | 萧山戴村乡信用社内    | al-lQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>       | 亚粘土     | 4.88   | 1.88     | 0.81   | 14.69                   |
| W <sub>29</sub>  | 杭州仪表厂水泵房     | pl-alQ <sub>3+4</sub>                 | 砂砾石     | 8.40   | 2.00     |        | 907.2                   |
| W <sub>22</sub>  | 杭州周浦乡张余村东    | al-plQ <sub>3</sub>                   | 砂砾石含粘性土 | 2.70   | 1.88     | 0.59   | 51.84                   |
| W <sub>44</sub>  | 萧云山石乡沈村小学院内  | dl-plQ <sub>3</sub>                   | 亚粘土夹碎砾石 | 5.10   | 3.10     | 0.80   | 2.16                    |
| W <sub>14</sub>  | 杭州龙坞乡外桐坞村西南边 | dl-plQ <sub>2</sub>                   | 亚粘土夹碎砾石 | 3.70   | 1.40     | 0.78   | 48.64                   |

表 2-4 孔隙潜水含水岩组泉流量统计表

| 编号              | 位 置               | 成因时代                | 岩 性        | 流量(l/s) | 测量方法             |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------|---------|------------------|
| S <sub>12</sub> | 杭州龙驹坞村            | pl-alQ <sub>4</sub> | 砂砾石含粘性土    | 0.21    | 目估               |
| S <sub>11</sub> | 富阳县灵桥大队观坞口        | pl-alQ <sub>4</sub> | 砂砾石        | 0.22    | 三角堰              |
| S <sub>10</sub> | 杭州邮电器材厂南          | plQ <sub>3</sub>    | 砂砾石夹粘性土    | 0.10    | 目估               |
| S <sub>9</sub>  | 杭州留下乡石马村          | plQ <sub>3</sub>    | 亚粘土夹碎砾石    | 0.281   | 三角堰 <sup>①</sup> |
| S <sub>6</sub>  | 杭州周浦新塘村东          | plQ <sub>3</sub>    | 砂砾石含粘性土    | 1.828   | 三角堰 <sup>①</sup> |
| S <sub>2</sub>  | 杭州市周浦乡赵家村北        | dl-plQ <sub>3</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 1.243   | 三角堰 <sup>②</sup> |
| S <sub>1</sub>  | 富阳县新民乡庙山坞村        | dl-plQ <sub>3</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 0.12    | 估算 <sup>②</sup>  |
| S <sub>3</sub>  | 富阳县黄梅坞口水库源头沟中     | dl-plQ <sub>2</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 0.221   | 三角堰 <sup>②</sup> |
| S <sub>4</sub>  | 杭州龙坞长埭转西坞沟头南西坡脚   | dl-plQ <sub>2</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 0.062   | 三角堰              |
| S <sub>5</sub>  | 杭州五云山下之江路边        | dl-plQ <sub>2</sub> | 亚粘土夹砾石、砂砾石 | 0.794   | 三角堰              |
| S <sub>7</sub>  | 余杭县茅草山杭州工读学校北200m | dl-plQ <sub>2</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 0.1     | 估算               |
| S <sub>8</sub>  | 余杭县天井坞村东头         | dl-plQ <sub>2</sub> | 亚粘土夹碎砾石    | 0.05    | 估算               |

①可能受灰岩补给；

②可能受pl-alQ<sub>4</sub>砂砾石含水组补给

1. 全新流中上组冲海积、冲积( $al-m, alQ_4^{2+3}$ )轻亚粘土粉细砂孔隙潜水含水组

该含水组主要分布于钱塘江冲海积、冲积平原之表部,厚约4.0-21.0m,水位埋深为0.45-2.6m。从表2-3可见,民井简易抽水降深0.52-1.10m,涌水量1.64-10.8m<sup>3</sup>/d;从表2-5可见,勘探孔单井涌水量为9.66-429.98m<sup>3</sup>/d,贫乏-中等。总的说来,上游周浦-袁浦一带水量多达中等,而下游的长河-四季青一带水量多贫乏。

2. 全新统中组冲湖积( $al-lQ_4^2$ )亚粘土孔隙潜水含水组

该含水组主要分布于苕溪及浦阳江冲湖积平原之表部,厚0.5-6.2m,水位埋深0.7-3.0m;从表2-3可见,民井简易抽水降深0.37-1.00m,涌水量大多<5m<sup>3</sup>/d,个别略大于10m<sup>3</sup>/d,水量极贫乏。

3. 全新统洪冲积( $pl-alQ_4$ )砂砾石孔隙潜水含水组

该含水组分布于前前地带的河谷平原区,水位埋深0.5-3.4m;该含水组中大口径浅井较多,涌水量可达400-500m<sup>3</sup>/d,水量中等。

4. 上更新统冲洪积、洪积( $al-pl, plQ_3$ )砂砾石夹粘性土孔隙潜水含水组

该含水组分布于山前地带的灵山、中村、慈母桥、洪村一带的冲沟中,水位埋深1.8-3.65m,杭州周浦乡张余村东民井简易抽水降深0.59m,涌水量51.84m<sup>3</sup>/d,泉流量0.28l/s,水量贫乏。有的泉因接受其它含水组的补给,流量可达1.83l/s。

5. 上更新统坡洪积( $dl-plQ_3$ )粘性土夹碎砾石孔隙潜水含水组

该含水组分布于山前地带的中村、灵山、云石乡的冲沟旁侧;水位埋深0.65-2.40m;萧山云石乡沈村小学民井简易抽水降深0.8m,涌水量2.16m<sup>3</sup>/d,泉流量0.12l/s;水量极贫乏。

6. 中更新统坡洪积( $dl-plQ_2$ )粘性土夹碎砾石、洪积砂砾石孔隙潜水含水组

该含水组在山前区分布面积较大,主要分布于六和塔至珊瑚沙一带及中村、外桐坞、荆山岭等地;水位埋深1.12-1.15m;民井涌水量多<10m<sup>3</sup>/d;泉流量多为0.06-0.10l/s;

表2-5 全新统中上组冲海积、冲积( $al-m, alQ_4^{2+3}$ )孔隙潜水含水组钻孔涌水量统计表

| 孔号    | 位置          | 含水组岩性    | 厚度<br>(m) | 水位埋深<br>(m) | 降深<br>(m) | 涌水量<br>(m <sup>3</sup> /d) | 换算后<br>涌水量<br>(m <sup>3</sup> /d) |
|-------|-------------|----------|-----------|-------------|-----------|----------------------------|-----------------------------------|
| 袁7付   | 杭州周浦乡板桥西    | 轻亚粘土,粉细砂 | 17.65     | 0.16        | 2.68      | 97.63                      | 218.57                            |
| 袁17   | 杭州袁浦立新礼堂东南角 | 轻亚粘土,粉砂  | 9.87      | 0.53        | 9.72      | 29.38                      | 18.14                             |
| 袁18   | 杭州袁浦乡新农村江边  | 轻亚粘土,粉砂  | 16.68     | 1.82        | 10.73     | 17.28                      | 9.66                              |
| 袁19   | 杭州袁浦乡老坎渡江边  | 轻亚粘土,粉细砂 | 27.10     | 0.40        | 6.91      | 432.0                      | 375.10 <sup>①</sup>               |
| 袁20   | 富阳东洲乡红旗村林场  | 粉细砂,中细砂  | 14.40     | 1.72        | 1.20      | 67.39                      | 336.95 <sup>②</sup>               |
| 袁21付  | 富阳东洲乡长沙村    | 粉细砂      | 15.21     | 1.59        | 4.69      | 336.10                     | 429.98                            |
| HLd17 | 杭州四季青乡定海村   | 轻亚粘土,粉砂  | 17.66     | 0.84        | 6.79      | 23.93                      | 21.14                             |
| HLd27 | 萧山河江一村      | 轻亚粘土,粉细砂 | 12.04     | 1.26        | 6.55      | 13.6                       | 12.46                             |

①与 $al-mQ_4$ 含水组混合抽水;

②与下部各承压含水组沟通

水量极贫乏。个别受地表水补给的井，涌水量及泉流量较大，例如龙坞乡外桐坞村一民井降深0.78m，涌水量48.64m<sup>3</sup>/d；黄梅坞S<sub>3</sub>泉及杭州五云山下S<sub>5</sub>泉流量0.22-0.79l/s。

### 三、松散岩类孔隙承压含水组

#### 1. 全新统下组冲海积(al-mQ<sub>4</sub><sup>1</sup>)轻亚粘土、粉细砂孔隙承压含水组

该含水组在平面上分布不连续，常常缺失，其顶板埋深5.0-18.0m，厚1.8-8.80m，水量贫乏。其隔水顶板由mQ<sub>4</sub><sup>2</sup>淤泥质塑状亚粘土及al-lQ<sub>4</sub><sup>1</sup>硬塑状亚粘土层组成；隔水底板由mQ<sub>4</sub><sup>1</sup>淤泥质亚粘土及al-lQ<sub>3</sub><sup>2</sup>硬塑状亚粘土组成，局部隔水顶板或底板缺失。

#### 2. 上更新统上组冲积(alQ<sub>3</sub><sup>2</sup>)砂砾石—粉细砂孔隙承压含水组

该含水组在苕溪、浦阳江及钱塘江地层区均有分布，见图2-1。

苕溪地层区该含水组岩性从上游至下游依次为砂砾石、含砾中粗砂、中细砂，局部为粉砂、轻亚粘土；顶板埋深20.4-37.2m；厚2.70-10.70m；水位埋深0.80-12.03m；单井涌水量13.57-299.33m<sup>3</sup>/d，水量贫乏至中等。参看表2-6。

钱塘江地层区该含水组岩性以细砂为主，局部为粉细砂、轻亚粘土；顶板埋深20.3-38.0m，厚度一般3-10m；水位埋深0.95-1.72m；单井涌水量6.22-91.58m<sup>3</sup>/d，水量贫乏。

浦阳江地层区该含水组岩性为砂砾石(略含粘性土)、粗砂；顶板埋深28.35-36.1m，厚1.0-14m；水位埋深0.51-1.74m；单井涌水量为234.29-2648.04m<sup>3</sup>/d，水量中等至丰富。

另外，该含水组在留下、灵隐、九溪、梅家坞等冲沟口，单井涌水量可达722.6-19071m<sup>3</sup>/d，中等至丰富。但由于岩性的不均一性导致了富水性的不均一性。

总之，该含水组的富水性主要受到岩性的控制，随着含水组岩性由粗变细，水量由大变小。该含水组的隔水顶板由mQ<sub>4</sub><sup>1</sup>淤泥质亚粘土及al-lQ<sub>3</sub><sup>2</sup>亚粘土组成，隔水底板为al-lQ<sub>3</sub><sup>1</sup>亚粘土层。苕溪及浦阳江地层区隔水顶底板保存的比较完好，而钱塘江地层区则常常缺失。

#### 3. 上更新统下组冲积(alQ<sub>3</sub><sup>1</sup>)砂砾石孔隙承压含水组

该含水组广泛分布于苕溪、钱塘江及浦阳江地层区，是区内的主要含水组。参看图2-2。

表2-6 上更新统上组冲积(alQ<sub>3</sub><sup>2</sup>)孔隙承压含水组钻孔涌水量统计表

| 孔号                | 位置            | 岩性        | 顶板埋深(m) | 厚度(m) | 水位埋深(m) | 降深(m) | 涌水量(m <sup>3</sup> /d) | 换算后的涌水量(m <sup>3</sup> /d) | 分布地层区 |
|-------------------|---------------|-----------|---------|-------|---------|-------|------------------------|----------------------------|-------|
| 余20               | 余杭仓前高桥        | 砂砾石、细砂    | 26.32   | 7.51  | 5.46    | 2.25  | 25.92                  | 138.24                     | 苕溪    |
| HLd <sub>4</sub>  | 余杭双桥汪家塘       | 砂砾石       | 20.38   | 6.74  | 8.36    | 6.29  | 56.90                  | 299.33                     |       |
| HLd <sub>5</sub>  | 余杭三墩南阳坝       | 中细砂       | 30.20   | 5.80  | 12.03   | 6.32  | 146.90                 | 278.92                     |       |
| 余15               | 杭州留下观音桥       | 中粗砂砾石     | 22.63   | 3.68  | 0.80    | 7.28  | 17.30                  | 28.52                      |       |
| HLd <sub>7</sub>  | 余杭蒋村骆家庄       | 粉细砂、含砾中粗砂 | 34.50   | 6.60  | 6.24    | 15.36 | 17.37                  | 13.57                      |       |
| 袁1                | 杭州周浦东南700m堤外边 | 粉细砂       | 20.70   | 3.30  | 1.72    | 11.09 | 38.88                  | 42.07                      | 钱塘江   |
| 袁16               | 杭州转塘缪家村北      | 中细砂       | 30.30   | 4.20  | 0.95    | 15.85 | 120.96                 | 91.58                      |       |
| 杭11               | 杭州袁浦北一里东村     | 细砂        | 29.40   | 3.60  | 1.68    | 5.00  | 2.59                   | 6.22                       |       |
| HLd <sub>43</sub> | 萧山浦南文家塘       | 砂砾石       | 28.35   | 7.40  | 1.19    | 15.90 | 310.44                 | 234.29                     | 浦阳江   |
| HLd <sub>30</sub> | 萧山浦南戚家里       | 砂砾石       | 24.80   | 14.70 | 0.51    | 5.79  | 1277.68                | 2648.04                    |       |
| HLd <sub>39</sub> | 萧山石岩彭荣兴村前80m  | 砂砾石       | 36.10   | 3.90  | 1.74    | 3.75  | 737.16                 | 2358.91                    |       |

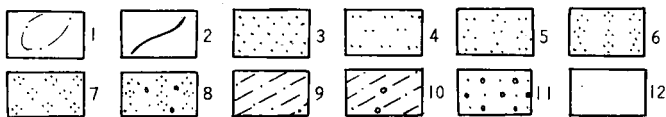
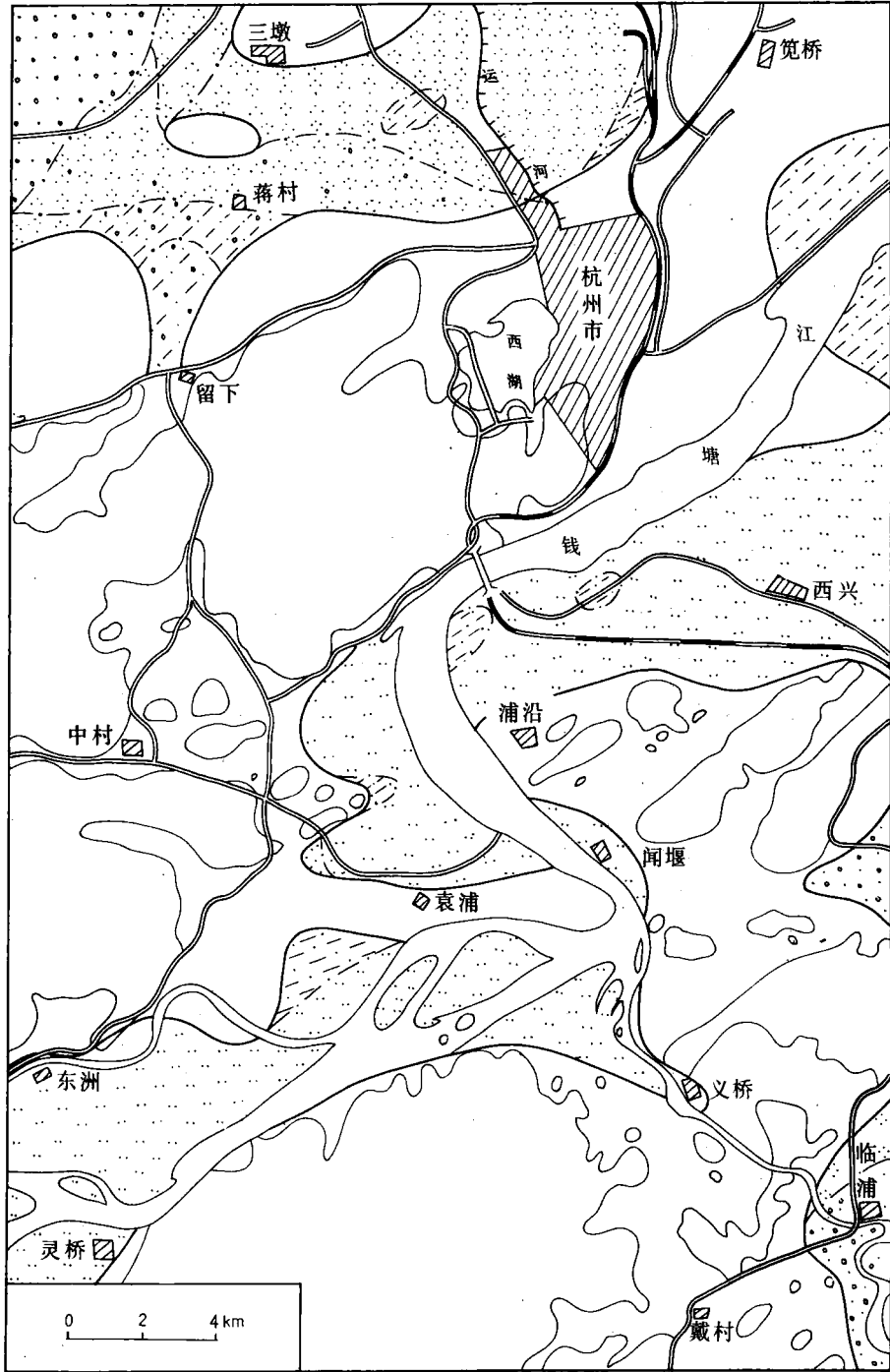


图2-1 上更新统上组(a1/Q<sub>3</sub>)孔隙承压含水组岩性分布图

1. 岩性界线; 2. 含水组分布界线; 3. 粉砂; 4. 细砂; 5. 中细砂; 6. 中粗砂; 7. 粗砂; 8. 含砾中粗砂; 9. 轻亚粘土; 10. 含砾轻亚粘土; 11. 砂砾石; 12. 其它

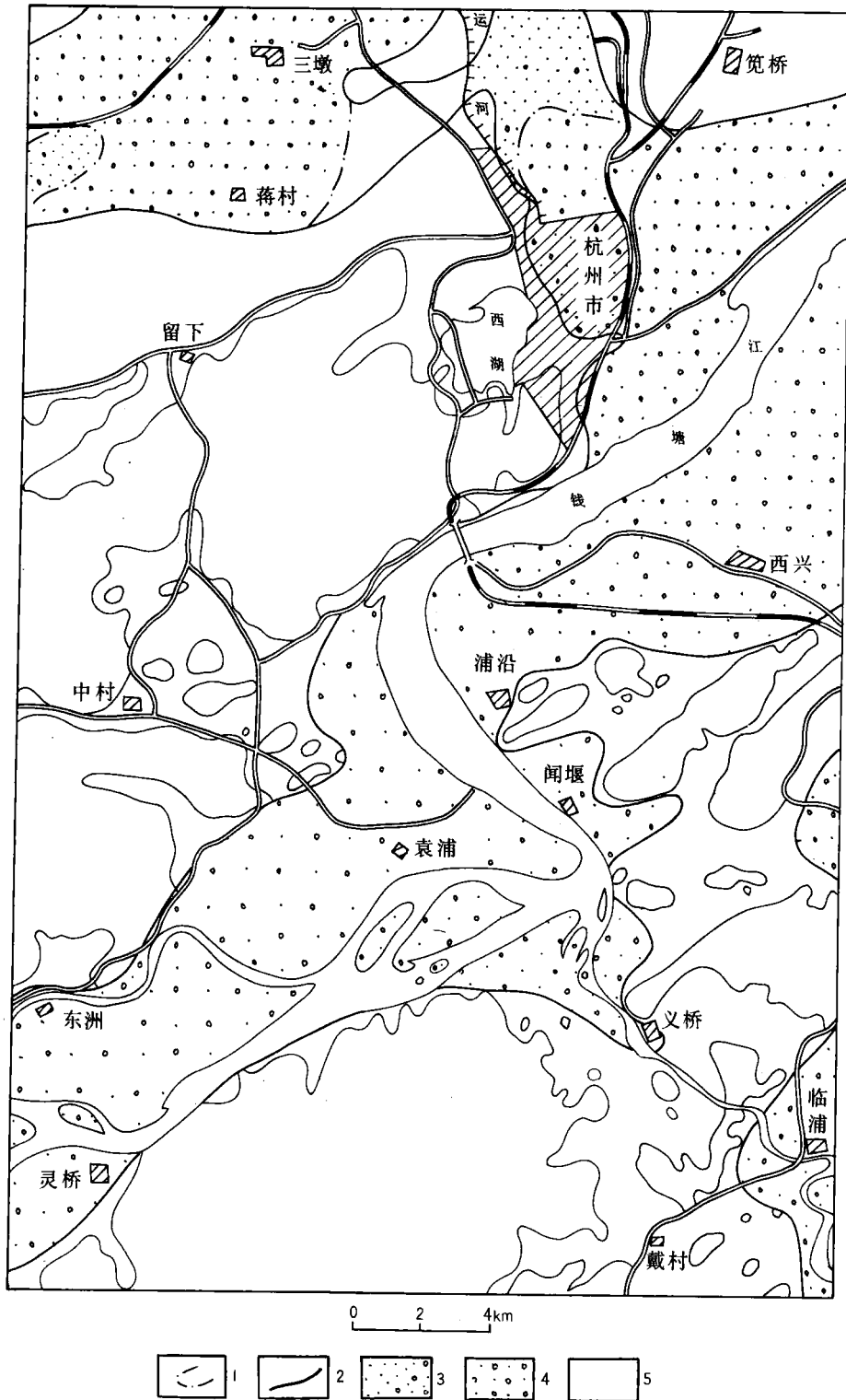


图2-2 上更新统下组 (a/Q<sub>3</sub>) 孔隙承压含水组岩性分布图

1. 岩性分布界线; 2. 含水组分布界线; 3. 含砾砂; 4. 砂砾石; 5. 其它

苕溪地层区该含水组顶板埋深 28.27—48.0m, 厚 0.4—16.50m; 水位标高 -0.88—-19.0m; 埋深 5.42—21.79m; 钱塘江地层区该含水组顶板埋深 23.4—45.7m, 厚 1.40—24.50m; 水位标高为 +5.5—-4.5m; 埋深 0.82—10.63m; 浦阳江地层区该含水组顶板埋深 34.0—49.5m; 厚 5.70—8.20m, 水位埋深 0.06—0.62m。

该含水组的厚度从古河道中心向两侧依次变小, 单井涌水量依次从  $> 3000\text{m}^3/\text{d}$  →  $3000-1000\text{m}^3/\text{d}$  →  $1000-100\text{m}^3/\text{d}$ ; 富水性由极丰富至丰富至中等。

该含水组的隔水顶板为  $al-lQ_3^1$  亚粘土层, 隔水底板(及两侧)为中更新统上组密实状的亚粘土夹碎砾石层和侏罗纪的紫红色砂岩、凝灰岩等。苕溪及浦阳江地层区隔水顶底板较完整, 而钱塘江地区一些地带隔水顶板缺失。

## 四、碳酸盐类裂隙溶洞水

### (一) 裸露型碳酸盐类裂隙溶洞水

#### 1. 裸露型石炭二叠系中厚层、块状灰岩, 含燧石团块灰岩裂隙溶洞水含水岩组

分布于杭州市西湖丘陵山区及石龙山、西山一带, 由黄龙组( $C_2h$ )、船山组( $C_3c$ )、栖霞组( $P_1q$ )灰岩组成; 岩溶形态除普遍分布的溶沟、溶槽和溶牙外, 还有:

① 溶斗: 主要分布在灵山、南高峰一带。高程一般在 130—230m, 大多为漏斗状, 少数为倒漏斗状, 如新塘村后山坡发现的一溶斗即为此状。一般直径为 5—50m, 底部充填有粘土、碎石等。

② 溶洞: 分布在不同的高程上。大多呈洞室状, 如灵隐的玉乳洞; 还有厅堂状——玉皇山紫来洞(图 2-3), 袋状——灵山潘家洞(图 2-4), 条带状——将台山南蝙蝠洞(图 2-5) 等大型溶洞。

③ 盲谷、伏流、落水洞: 仅见周浦的天桥洞, 发源于狗头山沟谷中的水历经天桥洞后即成暗流。

④ 地下暗河: 灵山泉山洞暗河直线距离 800m。洞轴线弯曲, 可通行长度 453m; 洞宽 7—10m, 最宽处 26.5m, 洞高 1.7—2.0m, 最高处 4.6m, 最低处仅 0.4m。平面呈蛇曲状, 断面多呈扁平状。暗河走向  $30^\circ$ , 洞口标高 25m。洞口以内 280m 处水流折向东去, 至风水洞出口, 见图 2-6。

本区岩溶发育与下列因素有关:

① 岩溶发育与地质构造有关: 本区褶皱断裂发育, 普遍形成次级的北东-南西、北西-南东向及顺层节理裂隙, 岩石多有破碎; 断裂附近尤为严重, 形成了地下水循环通道。通过溶蚀作用发育成大小不等的溶沟和溶洞。如灵山洞位于西山向斜核部, 该向斜的轴向总体呈东西向, 弧形南凸, 枢纽产状  $110-120^\circ \angle 20-30^\circ$ ; 其翼部发育有北东向和东西向断裂, 地层多处位移, 错距 50—300m, 节理裂隙发育, 特别是西山北坡近东西向的张性裂隙, 以及它周围的其它裂隙, 控制了风水洞、泉山洞、仙桥洞的走向和地下河床的发育, 见图 2-7。另外, 将台山蝙蝠洞等也是沿断裂发育的。

② 岩溶发育与岩性、地层成层性有关: 黄龙、船山组灰岩质地较纯, 而栖霞组灰岩含较多的燧石, 质地不及黄龙、船山组纯, 岩溶就相对不及黄龙、船山灰岩发育。同时, 黄龙和船山两组灰岩成分相似, 但黄龙灰岩成层性不及船山组灰岩好, 呈致密厚层块状, 岩溶相对不及船山组发育。

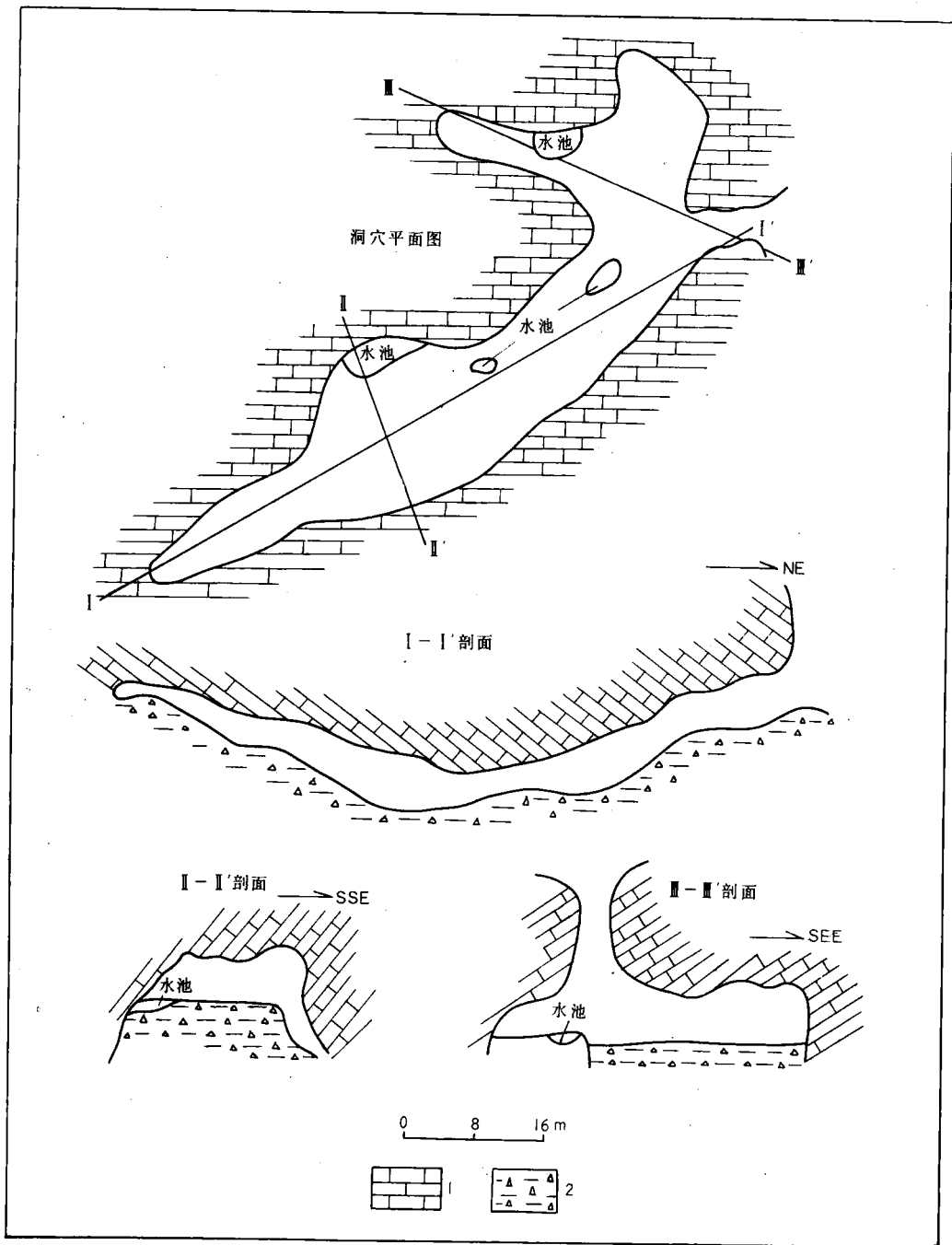


图2-3 玉皇山紫来洞洞穴图

1. 灰岩; 2. 碎砾石含粘性土

③岩溶发育与新构造运动有关: 本区晚近期构造运动主要表现为间歇性升降, 岩溶和溶斗分布高程具有明显的成层特征。基准面以上计有6层溶洞; 其中1、2层发育于250-190m岩溶台面附近; 3、4层发育于100-70m岩溶台面附近; 5、6层发育于50-20m岩溶台面附近。

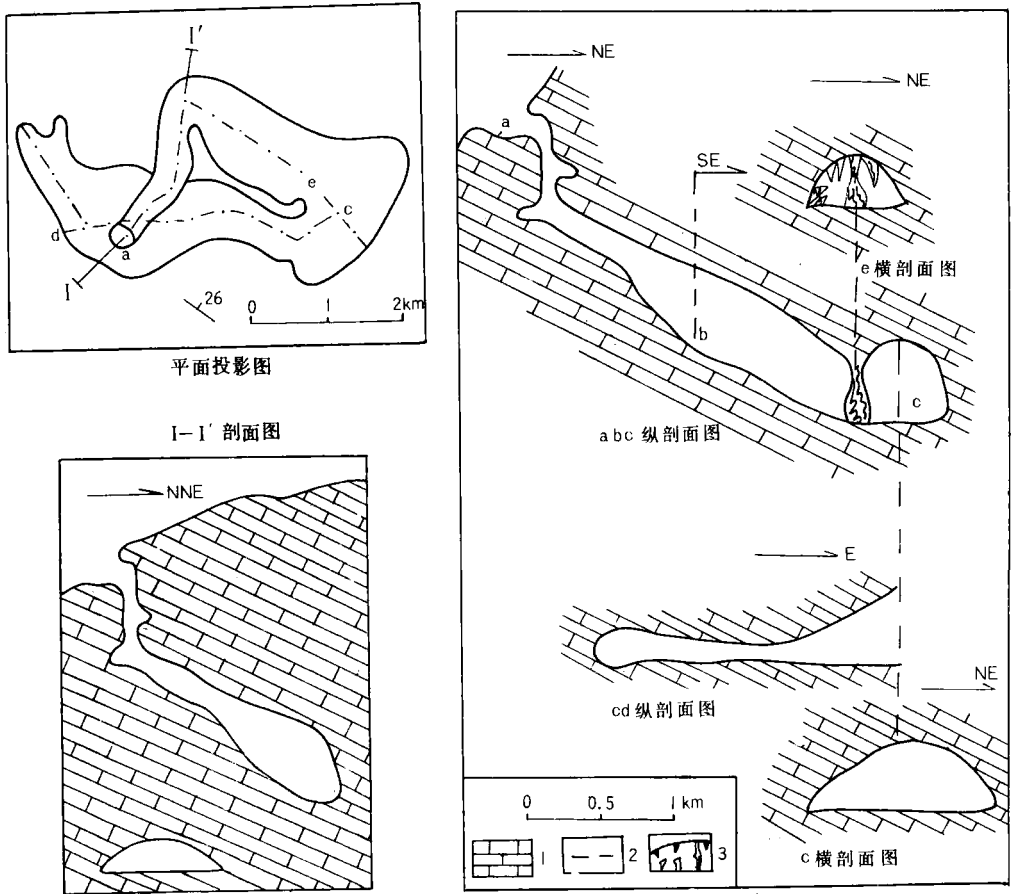


图2-4 周浦灵山潘家洞形态图

1. 灰岩; 2. 导线; 3. 石柱及钟乳石

溶洞水沿裂隙洞穴垂直渗流为主, 常以泉水出露, 如龙井泉、水乐洞、灵山洞等。出露标高多见于90m以下, 一般在70-85m及10-20m; 如龙井泉出露高程为85m, 流量0.1841/s。岩溶泉水枯季流量一般在0.18-0.32 l/s; 灵山水洞枯季流量3.4 l/s; 动态变化大, 雨季流量可达55.41/s。

2. 裸露型寒武、奥陶系薄—中厚层状灰岩、泥质灰岩、白云岩、灰质白云岩含水岩组分布于荆山岭、象山、临浦一带, 由于该组岩性成分较复杂, 泥质夹层多, CaO含量不高, 因此岩溶微弱, 水量贫乏。该地层分布地段均已进行人工开采, 基本破坏了原始地貌, 本次工作中未见岩溶泉水出露, 枯季径流也无法测得。水量计算利用长期监测和1:20万水文地质调查资料。

### (二) 覆盖型碳酸盐岩类裂隙溶洞水

本区的岩溶水赋存于石炭系黄龙组、船山组和二叠系栖霞组; 以及奥陶系碳酸盐岩的溶洞、裂隙中。

杭州市西部山前由西向东形成灵隐-浙江大学、龙井-流金桥、满觉陇-夕照山、玉皇前山和南星桥五条岩溶富水带; 袁浦西部山前形成石龙山、西山、象山三个岩溶富水带, 岩溶水天然水位埋深0.5-10m。灵隐-浙江大学、龙井-流金桥岩溶带分布面积广, 单井涌水量500-2000 m<sup>3</sup>/d; 象山岩溶带马浦村以西岩溶发育好, 单井涌水量1000-3000 m<sup>3</sup>/d;

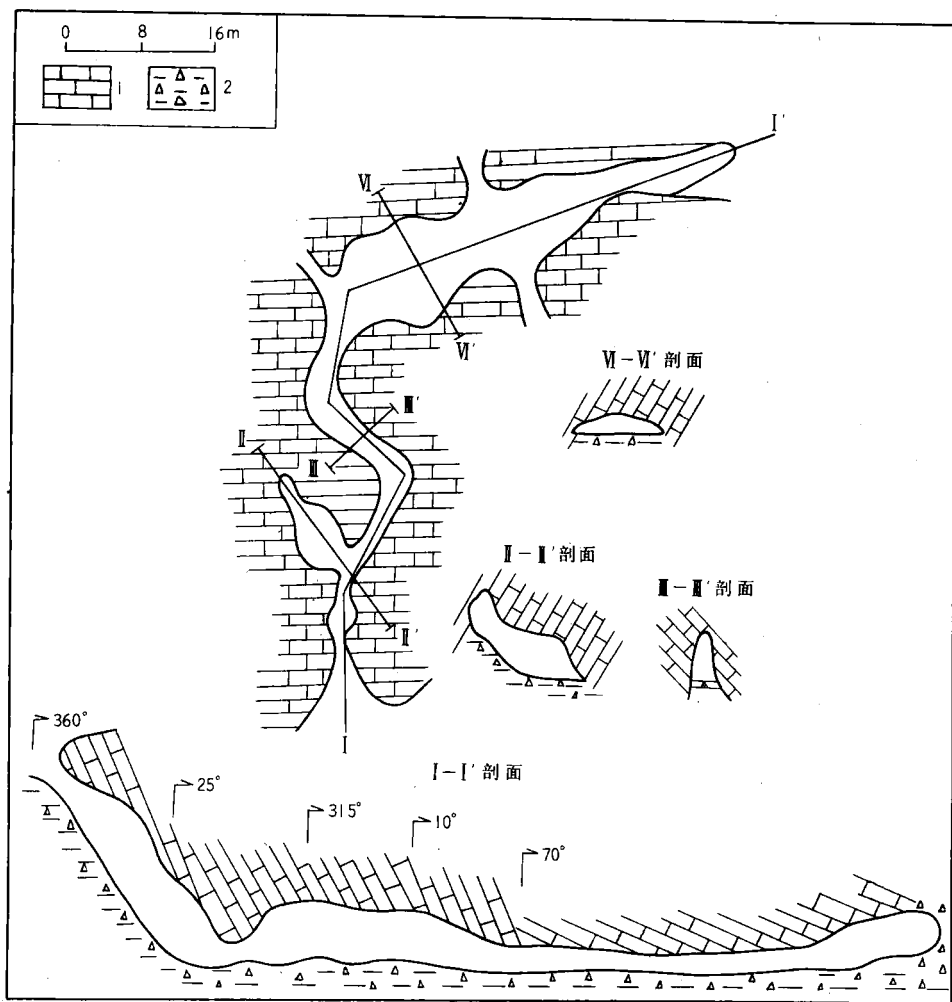


图2-5 杭州将台山蝙蝠洞洞穴

1. 灰岩; 2. 碎砾石含粘性土

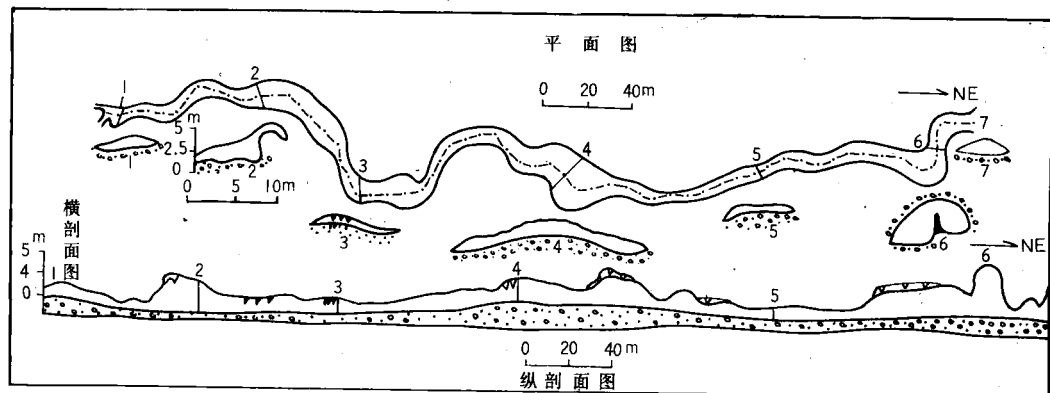


图2-6 杭州周浦灵山泉山洞形态图

1. 砂砾石; 2. 砂; 3. 溶蚀集块岩; 4. 导线; 5. 钟乳石; 6. 石笋