

中 华 人 民 共 和 国

地 质 图 说 明 书

比例尺 1 : 50000

莫干山幅 (H—50—60—B)

瓶窑镇幅 (H—50—60—D)

10003-01-004

浙 江 省 地 质 矿 产 局

1 9 8 7 年

中 华 人 民 共 和 国

地 质 图 说 明 书

比例尺1 : 50000

莫干山幅 (H—50—60—B)

瓶窑镇幅 (H—50—60—D)

大 队 长：李文青

总 工 程 师：梁修睦

技术负责兼分队长：陆 江

浙江省地质矿产局第一地质大队区调分队

1 9 8 7 年

目 录

一、交通位置和自然经济地理概况.....	(1)
二、地层.....	(2)
三、火山岩.....	(14)
四、侵入岩.....	(21)
五、构造.....	(26)
六、矿产概况.....	(32)

一、交通位置和自然 经济地理概况

测区位于浙江省北部，包括两个完整的1:5万图幅，即莫干山幅(H—50—60—B)和瓶窑镇幅(H—50—60—D)。地理座标为东经 $119^{\circ}45'$ — $12^{\circ}00'$ ，北纬 $30^{\circ}20'$ — $30^{\circ}40'$ 。面积为 889km^2 。行政区分属杭州、湖州两地区，跨及德清、安吉、余杭、临安及湖州市郊部分地区，其中大部地区隶属德清、余杭县管辖。区内交通较方便，杭长铁路、杭宁公路纵贯全区，杭孝公路横穿测区南部，此外还有一些短途支线(图1)。

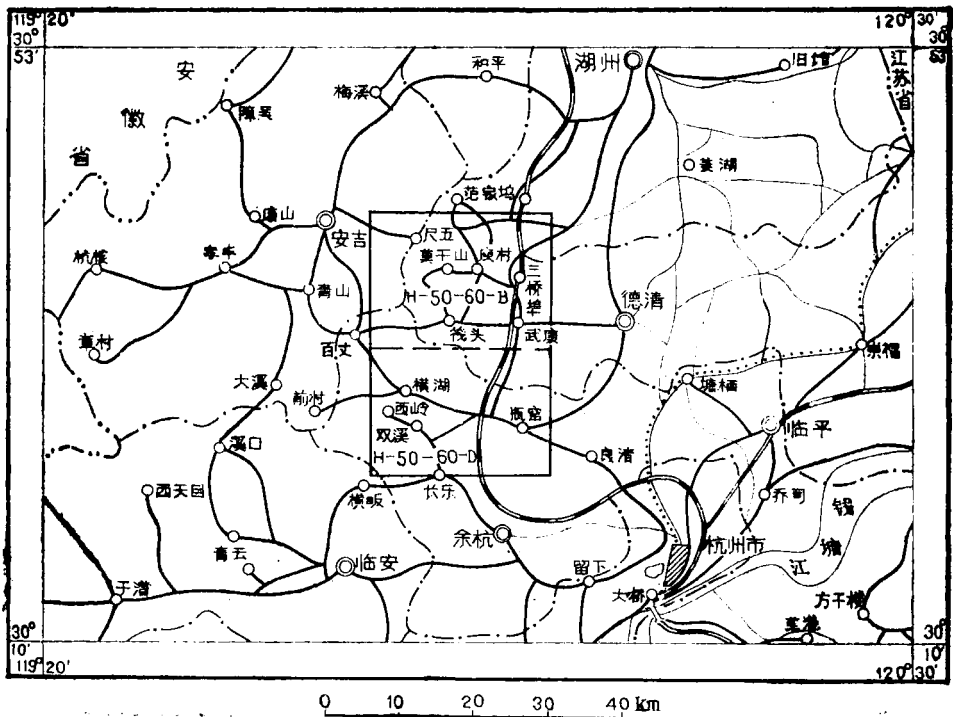


图1 莫干山地区交通位置图

测区地势是西北高东南低，著名避暑胜地莫干山即位于测区西北部，其主峰塔山高718.9m。区内700m以上的山峰还有天山(745m)、王位山(725.5m)。东部是低丘和冲积平原，最低标高为2.6m。区内水系大多由北西流向南东，自北而南有后洪—小溪村水系，筏头—武康水系，北苕溪。水系的上游分支甚多，且因地势陡峻，沟谷深切，多呈“V”型河谷。区内水库很多，最大水库为对河口水库，蓄水量为 11600万m^3 。

测区属亚热带气候，温暖湿润，四季分明，年平均温度为 16°C 。一、二月较冷，最低温度为 -9°C ，平均温度 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ；七、八月较热，最高温度为 42°C ，平均温度 33°C 。年平均降水量为 $1400\sim 1600\text{mm}$ ，相对湿度80%。

测区西部山区竹青林茂，东部茶桑广布，植被十分发育，基岩裸露不佳。区内人口较稠密，东部平原区尤甚西部山区。山区农民以竹、笋收入为主，粮、茶收入为辅，兼搞农副产品

加工和开发小矿山,采掘萤石、石煤或石料、黄砂。乡、村办企业和家庭小工厂正在兴起,农民经济收入较高,生活比较富裕。

二、地 层

测区内出露的地层有震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、侏罗系、白垩系及第四系(见表1)。其中上侏罗统火山岩系及第四系约占测区面积72%;白垩系地表未见出露,仅见于仇山外围钻孔中。本次工作在前人工作基础上对全区地层进行了系统划分和对比,建立了地层层序。其中瓶窑镇幅共划分36个填图单元,莫干山幅共划分32个填图单元。

区内与地层密切相关的矿产主要有寒武系荷塘组的石煤,上侏罗统第二旋回火山岩中的膨润土矿。

(一) 上震旦统——灯影组 (Z_2dn)

为测区内最老地层,分布零星,仅见于庾村东南的陆家山及黄湖一带,出露面积不到1 km²。仅见其上部,为浅灰色白云质灰岩及白云岩,顶部见有一层石英砂岩。该层砂岩多为白云质胶结,在黄湖一带厚3~5 m,在陆家山一带厚达20余米。

(二) 寒武系

主要分布在何村花岗闪长岩体东侧的陆家山至八都一带(莫干山幅)、以及黄湖附近的老虎山及段大一带(瓶窑镇幅)。出露面积约20 km²。为浅海相滞流还原环境下炭质、硅质泥质岩和碳酸盐岩沉积,所含化石以三叶虫为主,总厚度约1400 m。根据其岩性组合特征及所含化石可划分为三统五组。系内各组之间以及本系与下伏灯影组之间均为整合接触。由于受岩体影响,在接触带附近的寒武系中常见有大理岩化和角岩化。

1. 下寒武统荷塘组 (ϵ_1h)

以硅质岩、含炭硅质岩为主,夹石煤层。产三叶虫: *Hunanocephalus* sp., *Hupeidiscus* sp., 海绵骨针 *Protospongia* sp.。根据岩性组合特征,可划分为上、下两个岩性段。

(1) 下段 (ϵ_1h^1): 灰黑色硅质岩及含炭硅质泥岩,厚约100 m。

(2) 上段 (ϵ_1h^2): 为灰黑色含炭硅质岩夹薄层硅质岩及含炭泥岩,底部见有一层石煤层,厚约4~6 m,石煤层的顶部和底部均含有磷结核及黄铁矿结核;石煤层之上还见有一层含泥质的白云质灰岩(厚5~6 m)。其上部夹有少量灰岩及泥质灰岩透镜体。该段厚约140 m。

2. 下寒武统大陈岭组 (ϵ_1d)

以灰黑色含炭硅质泥岩为主,上部夹有少量泥质灰岩及灰岩透镜体,底部见有两层白云质灰岩,其中最底部一层厚约50~60 m。产海绵骨针: *Protospongia* sp.。厚406 m。

3. 中寒武统杨柳岗组 (ϵ_2y)

上部为灰黑色中薄层白云质灰岩与泥质灰岩互层,微细层理发育;下部为青灰—灰黑色中薄层泥质灰岩与大透镜体、饼条状白云质灰岩互层。产三叶虫: *Lejopyge* sp., *Goniagnostus* sp., *Triplagnostus* sp.。厚125~276 m。

4. 上寒武统华严寺组 (ϵ_3h)

为灰黑色条带状灰岩,条带由薄层灰岩与泥质灰岩组成。产三叶虫: *Glyptagnostus*

sp., *Pseudoglyptagnostus* sp., *Pseudagnostus* sp.。厚165m。

5. 上寒武统西阳山组 (ϵ_3x)

深灰色泥质灰岩与中薄层条带状灰岩、小饼状灰岩互层，夹钙质泥岩及少量硅质泥岩，其上部条带状灰岩相对减少，小饼状灰岩相对增加。产三叶虫：*Lotagnostus* sp., *Hedinaspis* sp., *Pseudagnostus* sp., *Proceratopyge* sp.。厚340m。

(三) 奥陶系

主要分布在莫干山东部及瓶窑镇幅的西北部和西南部，出露面积为16km²。以海相含硅质泥质碎屑沉积为主，夹有碳酸盐岩沉积。其上部泥质碎屑岩中具类复理式韵律。产笔石和三叶虫等化石。厚2844m。根据其岩性及所含化石，可划分为三统八组。系内各组之间及本系与下伏寒武系之间均为整合接触。

1. 下奥陶统印渚埠组 (O_1y)

青灰色、灰绿色钙质泥岩，风化后易成碎片，钙质泥岩中常夹有灰岩小透镜体。上部见有顺层排列的眼球状钙质结核。产三叶虫：*Asaphopsis* sp., *Niobella* sp., *Symphysurus* sp., *Heterocyclopyge* sp.; 笔石：*Staurograptus* sp., *Dictyonema* sp., *Anisograptus* sp.。厚559m。

2. 下奥陶统宁国组 (O_1n)

灰黑色及青灰色薄层粉砂质页岩，具水平和波状微细层理。产笔石：*Glyptograptus austrodeutatus*, *Didymograptus hirundo*, *Tetragraptus* sp., *Glossograptus* sp., *phyllograptus* sp.。厚140m。

3. 中奥陶统牛上组 (O_2n)

以灰黑色硅质岩为主，偶夹炭质、泥质硅质岩或粉砂质页岩，具水平微细层理。产笔石：*Pterograptus elegans*, *Climacograptus* sp., *Amplexograptus confertus*, *Sinograptus rastritoides*。厚67m。

4. 中奥陶统胡乐组 (O_2h)

灰黑色含炭质、泥质硅质岩、粉砂质泥岩、硅质泥岩，含黄铁矿（晶体）。产笔石：*Glyptograptus teretiusculus*, *Climacograptus* sp., *Glossograptus hincksii*, *Nemagraptus gracilis*, *Dicranograptus sinensis*。厚60m。

本组底部为硅质页岩与下伏地层牛上组分界。

5. 上奥陶统硯瓦山组 (O_3y)

灰绿色、青灰色薄至中层瘤状灰岩夹薄层泥质灰岩。产三叶虫：*Corrugatagnostus jiangshanensis*, *Hammatocnemis* sp., *Sphaeragnostus* sp., *Cyclopyge* sp.。厚80m。

6. 上奥陶统黄泥岗组 (O_3h)

青灰色硅质钙质泥岩，下部含有少量钙质结核，具水平微细层理。产三叶虫：*Nankinolites nankinensis*, *Sphaeragnostus* sp., *Hammatocnemis* sp., *Shumardia* sp.。厚30m。

7. 上奥陶统于潜组 (O_3yu)

为青灰、灰绿色粉砂质细砂岩、粉砂质泥岩和泥岩组成类复理石韵律层。产笔石：*Pseudoclimacograptus anhuiensis*, *Dicellograptus szechuanensis*, *Climacograptus venus-*

tus。据邻区资料本组厚达1200m。

8. 上奥陶统堰口组 (O_3yn)

为浅海相碎屑岩沉积, 根据岩性及化石组合可分为上、下两段。

下段 (O_3yn^1): 中下部为灰白、灰黄色厚层状含岩屑长石石英砂岩、中粒砂岩。局部见波痕, 含泥砾。产笔石: *Diplograptus* sp., *Cliptograptus* sp., *Climacograptus miserabilis*。厚429m。

上段 (O_3yn^2): 下部为含砾石英砂岩夹薄层砾岩, 砾石成份主要为燧石及石英, 少数为砂岩、粉砂岩。磨圆度好, 所夹砾岩一般厚0.5~2m; 上部为黄绿色粉砂质泥岩。产笔石: *Glyptograptus tamariscus*, *Diplograptus* sp.; 三叶虫: *Dalmanitina* sp.。厚111~250m。

(四) 志留系

区内志留系出露不全, 仅见下统安吉组 (S_1a) 和大白地组 (S_1d)。分布在莫干山幅三桥埠、赤山及筏头北侧的牛头坞一带; 瓶窑镇幅的俞家口至上柏、长乐桥至斜坑一带。面积达14km²。安吉组与大白地组以及安吉组与下伏堰口组之间均为整合接触。

1. 下志留统安吉组 (S_1a)

下部为青灰色—黄灰色细砂岩、粉砂质细砂岩夹粉砂质泥岩; 上部为青灰—灰黄色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹粉砂质细砂岩。具水平微细层理及水平缟状层理。产笔石: *Climacograptus* sp., *Diplograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Orthograptus* sp.; 腕足类: *Eospirifer uniplicatus*。厚707m。

2. 下志留统大白地组 (S_1d)

为浅海相碎屑岩沉积, 以具波状、脉状等潮汐层理为特征。产腕足类: *Eospirifer uniplicatus*, *Lingula* sp.; 腹足类: *Hormotoma* sp., *Lophospira*; 笔石: *Climacograptus* sp.。根据其岩性特征可划分为上、下两段。

下段 (S_1d^1) 灰绿色细砂岩夹粉砂质泥岩, 具脉状、透镜状层理。厚222m。

上段 (S_1d^2) 灰绿、灰黄色粉砂岩、粉砂质泥岩夹薄层细砂岩, 底部含泥砾。泥砾呈扁平状, 长轴方向与岩层走向一致。厚464m。

(五) 侏罗系

区内侏罗系仅见中统和上统。中统为陆相碎屑岩, 上统为一套巨厚的陆相火山岩系。

1. 中侏罗统渔山尖组 (J_2y)

仅见于瓶窑镇幅东南的大官山、仇山一带, 出露面积2.5km²。其岩性为棕红色砾岩、暗紫红色泥质粉砂岩、泥岩及长石岩屑砂岩。在紧靠瓶窑镇幅的长命桥等地于该层中见叶肢介: *Lioestheria* cf. *haifangonensis*; 植物化石: *Coniopteris hymenophylloides*, *C. tungensis*, *Cladophlebis raeiborskii*, *Clathropteris meniscoides*。厚150—200m。

2. 上侏罗统 (J_3)

区内上侏罗统火山岩系广泛分布, 出露面积达430km², 占全测区基岩总面积的63%(图2)。由于泗岭、沈家口、城山等花岗岩体的上拱作用, 致使区内上侏罗统火山岩的分布变得不连续, 并形成北西、南东两个自然分区(以下简称“西北区”和“东南区”)。其中“西北区”主要分布在莫干山幅西部, 仅少部分分布在瓶窑镇幅西北角; “东南区”主要分布在瓶窑

镇幅东南侧, 仅少部分布在莫干山幅东南角之塔山一带。两区火山岩特征颇相似。其中西北区火山岩累计厚度4600余米, 东南区火山岩累计厚度2500余米。根据岩性、岩相组合特征、岩石化学成分特征、接触关系以及同位素年龄值, 可将上侏罗统火山岩划分为两个喷发旋回、四个亚旋回、十个岩性段(测区内仅出露九个岩性段)详见表2。

(1) 第一旋回火山岩 ($J_3 I$)

广泛分布西北区的莫干山一带, 东南区的里坑门—帽子顶一带。该旋回火山岩同位素年龄值为145百万年。其累积厚度: 西北区为1714m, 东南区为大于1257m。根据岩性、岩相组合特征可进一步划分为 $J_3 I_1$ 、 $J_3 I_2$ 两个亚旋回。

A. 第一亚旋回火山岩 ($J_3 I_1$)

分布零星, 出露不全, 结合邻区资料, 可划分为 $J_3 I_1^1$ 、 $J_3 I_1^2$ 两个岩性段。

a. 第一段 ($J_3 I_1^1$)

测区内未见出露, 在莫干山幅东北角向外1km的大王山一带即见出露(1:20万苏州幅西南角)。经实地观察, 在测区北侧 $J_3 I_1^2$ 段(下安山岩)延伸部分之下存在有一套厚度不稳定的陆源碎屑岩夹火山碎屑岩, 且不整合于下古生界之上。其岩性为浅灰色厚层状含砾砂质泥岩、泥质砂砾岩, 上部夹有少量(流纹质)岩屑凝灰岩、晶屑凝灰岩。据1:20万苏州幅资料, 最大厚度可达195m。

b. 第二段 ($J_3 I_1^2$)

本段习惯称之为“下安山岩”。主要为一套灰绿色、紫红色安山岩, 局部夹安山质角砾熔岩及凝灰质粉砂岩、沉凝灰岩, 与本区内其它岩性段中所见的中性或酸性熔岩相比, 以钙高、硅低、钾钠正常为其特征(SiO_2 57.86%, CaO 6.26%, $K_2O + Na_2O$ 4.99%)。

西北区

零星见于桥灯山东侧、芳山和劳岭脚一带, 出露面积不到3km², 厚200—284m。本段在庾村西南之劳岭脚一带见有一层灰白色凝灰质砂岩夹层。

东南区

零星出露在大山村至圣堂头北东条带上。其岩性为安山岩夹凝灰质粉砂岩及沉凝灰岩。由于断层及次火山侵入影响, 未见本段与下伏地层直接接触。其厚度大于155m。

B. 第二亚旋回火山岩 ($J_3 I_2$)

广泛分布于东南区和西北区, 其出露面积占全区火山岩出露总面积一半以上。岩性自下而上为酸性火山碎屑岩—中酸性火山碎屑岩、碎屑熔岩—中性熔岩。据此可进一步划分 $J_3 I_2^1$ 、 $J_3 I_2^2$ 、 $J_3 I_2^3$ 三个岩性段, 其中以 $J_3 I_2^1$ 段分布面积最广。

a. 第一段 ($J_3 I_2^1$)

主要为一套酸性火山碎屑岩, 局部地段夹有少量酸性熔岩。本段主要岩性的岩石化学特征为: SiO_2 71.70%±、 $K_2O + Na_2O$ 8.78%。

西北区

仅出露于俞家坞和劳岭脚一带, 面积约3km²。主要为浅灰—浅肉红色流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质晶玻屑熔结凝灰岩及含集块角砾熔结凝灰岩。厚375m。在劳岭脚可见本段喷发不整合于 $J_3 I_1^2$ 段之上。本段很不稳定, 在莫干山北东侧的新凉亭至芳山一带, 可见本段之上覆岩层($J_3 I_2^2$ 段)直接盖在 $J_3 I_1^2$ 段的安山岩之上, 两者之间仅见1~2m凝灰质粉

冀干山区火山岩地层 (续四) 划分简表

表2

统	旋回	亚旋回	岩性段	代号及接触关系	厚度 (m)	岩性特征	岩相	岩石化学特征 (%)	同位素年龄资料 (全岩铀钍等时线)
侏罗系	第二喷发旋回	第二亚旋回	二段	$J_3 II_2^2$	>700	上部为石英粗质碎斑岩 下部为石英粗质晶屑熔结凝灰岩、含角砾熔结凝灰岩	爆溢相→喷出相	SiO_2 67.90 CaO 0.81 K_2O+Na_2O 10.5	$139.63 \pm 2.32 Ma$ ($136.39 \pm 40 Ma$)*
			一段	$J_3 II_2^1$	524.5	流纹质晶屑熔结凝灰岩、晶玻屑熔结凝灰岩	爆溢相	SiO_2 72.23 CaO 0.60 K_2O+Na_2O 8.77	
		第一亚旋回	三段	$J_3 II_1^3$	100~298	上部为石英粗安岩和粗安岩 下部为石英粗安质晶屑熔结凝灰岩	爆溢相→喷溢相	SiO_2 65.83 CaO 2.61 K_2O+Na_2O 8.9	
			二段	$J_3 II_1^2$	131.8~1006.6	流纹质晶屑熔结凝灰岩、含角砾晶屑熔结凝灰岩, 局部见底部为凝灰质粉砂岩	爆溢相	SiO_2 71.58 CaO 1.03 K_2O+Na_2O 8.23	
			一段	$J_3 II_1^1$	269.4~540.9	上部为流纹质泡沫熔岩及少量石泡流纹岩 下部为流纹质玻屑凝灰岩、晶玻屑熔结凝灰岩及凝灰质粉砂岩	沉积→喷发相 →喷溢相	SiO_2 76.26 CaO 0.43 K_2O+Na_2O 7.63	
	第一喷发旋回	第二亚旋回	三段	$J_3 I_2^3$	370~552	粗安岩为主, 局部为安山岩及石英粗安岩	喷溢相	SiO_2 61.59 CaO 3.55 K_2O+Na_2O 8.02	$145.26 \pm 15.05 Ma$
			二段	$J_3 I_2^2$	400~503	石英粗安质晶屑熔结凝灰岩、含角砾晶玻屑熔结凝灰岩	爆溢相	SiO_2 67.17 CaO 1.66 K_2O+Na_2O 9.10	
		第一亚旋回	一段	$J_3 I_2^1$	332~375	流纹质晶屑熔结凝灰岩、晶玻屑熔结凝灰岩夹少量流纹岩	爆溢相	SiO_2 71.70 CaO 0.71 K_2O+Na_2O 0.78	
			二段	$J_3 I_1^2$	155~283.8	安山岩	喷溢相	SiO_2 57.86 CaO 6.26 K_2O+Na_2O 4.99	
			一段	$J_3 I_1^1$	195	含砾砂质泥岩、粉砂质泥岩夹凝灰岩	沉积→喷发相		

注: $J_3 I_1^1$ 据邻区 (1/20万苏州幅) 资料

•: 据霍玉华 (1983)

砂岩夹层。

东南区

仅见于双坑一带，出露面积约 2 km^2 。主要为流纹质晶屑熔结凝灰岩夹少量流纹岩。

b. 第二段 ($J_3 I_2$)

主要为一套石英粗安质火山碎屑岩，局部地段相变为石英粗安质碎斑熔岩，其主要岩性的岩石化学特征为 SiO_2 67.17%， $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 9.1%。

西北区

广泛分布于莫干山、中山顶、蒋家塘及小溪一带，其岩性主要为灰—深灰色石英粗安质晶屑熔结凝灰岩、石英粗安质晶玻屑熔结凝灰岩，局部地段夹石英粗安质熔结集块角砾岩及含集块角砾熔结凝灰岩。在蒋家塘附近见本段中夹有少量浅灰黄色凝灰质粉砂岩及紫灰色凝灰岩；在莫干山附近，本段中含有较多的安山岩角砾，且隐约可见柱状节理；在莫村水库附近于本段中见有花岗岩角砾。本段与下伏 $J_3 I_1$ 段呈整合接触，且两者间常呈过渡关系。部分地段可见本段直接盖在 $J_3 I_1$ 段之上。本段大多有底无顶或有顶无底，仅在小溪附近出露较完整，厚度为503m。

东南区

主要分布在双溪—彭公—里坑门条带上，此外石门附近也有见及。其岩性与西北区相似，主要为一套深灰色石英粗安质玻晶屑熔结凝灰岩。帽子顶及石门附近部分地段相变为石英粗安质碎斑熔岩。在里坑门附近多处见有石英粗安质熔结集块角砾岩（位于火山通道中或通道附近）。本段在双坑剖面上见其与下伏 $J_3 I_1$ 段呈整合接触，在黄湖附近见其不整合于下古生界之上，其余地段多为有顶无底。其控制厚度大于400m。

c. 第三段 ($J_3 I_3$)

本段习惯称之为“上安山岩”（因镜下大都定名为安山玢岩）。其岩性主要为粗安岩，局部地段过渡为安山岩或石英安山岩。其主要岩性的岩石化学特征为： SiO_2 61.59%±， $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 8.02%±。

西北区

主要分布在岩山、天山、后洪以及龙凤坞、张家岭一带，出露面积约 33 km^2 。其岩性主要为灰绿—灰紫色粗安岩，局部地段夹少量紫红色凝灰岩。张家岭一带渐变为安山岩；龙凤坞一带过渡为安山岩—英安岩。其间还夹有一层凝灰质粉砂岩（厚1.4m）。在赤山一带其底部见有粗安质集块角砾熔岩及粗安质角砾凝灰岩。本段大多有底无顶或有顶无底。

本段除赤山一带不整合在志留系之上外，其它地段均整合于 $J_3 I_2$ 段之上。本段在后洪一带厚度偏大，往西南厚度变小。岩山西北侧的桃树岭附近出露较全，厚度为552m。

东南区

零星出露于下钱家、朱家弄、王家村以及龙门里等地。岩性较为单一，主要为灰—灰绿色粗安岩，底部常见有一层粗安质集块角砾熔岩。在吴山坞附近见有呈筒状产出的粗安质集块角砾熔岩（属火山通道相）。东南区内本段均整合于 $J_3 I_2$ 段之上。大多无顶，出露厚度大于370m。

(2) 第二旋回火山岩 ($J_3 I$)

在西北区主要围绕莫干山一带出露的第一旋回火山岩的外围分布，在东南区主要沿里坑

门—帽子顶一带出露的第一旋回火山岩的两侧分布。该旋回火山岩同位素年龄值为139.63百万年。其累计厚度：西北区为2937m，东南区为501~1315m。根据岩性、岩相组合特征可以划分为 $J_3 I_1$ 、 $J_3 I_2$ 两个亚旋回。

A. 第一亚旋回火山岩 ($J_3 I_1$)

按其岩性特征可进一步划分为三个岩性段。

a. 第一段 ($J_3 I_1^1$)

岩性主要为流纹质泡沫熔岩、流纹质玻屑熔结凝灰岩以及少量石泡流纹岩，底部为流纹质玻屑凝灰岩或流纹质熔结凝灰岩。在瓶窑镇幅内，该段底部的流纹质玻屑凝灰岩厚度较大，且区内膨润土矿层又都产于该层玻屑凝灰岩之上。故在瓶窑镇幅内又将该段划分为上、下两个亚段。该段主要岩性的岩石化学特征为 SiO_2 76.26%， $K_2O + Na_2O$ 7.63%。

西北区

主要分布在甘岭以北的龙凤坞、张家岭、福水及桥灯山一带，其岩性主要为流纹质泡沫熔岩—流纹质玻屑熔结凝灰岩，局部地段相变为石泡流纹岩，中夹有2~3层沉积夹层，底部常见有50余米的流纹质晶屑熔结凝灰岩和含角砾玻屑熔结凝灰岩。本段在龙凤坞剖面，厚541m。

本段中的流纹质泡沫熔岩分布较广，因具有特殊的“梳状条带”构造，极易识别，且不同地段出露的流纹质泡沫熔岩不仅岩性相似，且岩石化学成分(SiO_2 均为76%±)、稀土配分曲线形态也极为相似，它是本区内火山岩地层对比的重要标志。在宋家坞一带见本段与下伏志留系呈不整合接触。在岩山、福水一带，本段的流纹质泡沫熔岩相变为流纹岩及石泡流纹岩。

东南区

主要分布在骑坑桥—塔山一带，此外在长乐桥北侧及仇山附近也有零星出露。根据岩性、岩相特征可进一步划分为 $J_3 I_1^{1-1}$ 、 $J_3 I_1^{1-2}$ 两个亚段。

$J_3 I_1^{1-1}$ 亚段主要为灰白色流纹质玻屑凝灰岩，中夹少量凝灰质粉砂岩。其厚度在骑坑桥剖面为336m，往北东方向厚度逐渐变小，至塔山附近则已全部缺失。

$J_3 I_1^{1-2}$ 亚段主要为暗紫红色流纹质泡沫熔岩，其中塔山剖面所见厚度为334m。

该段在仇山一带也有分布，其中 $J_3 I_1^{1-1}$ 亚段主要为流纹质晶屑凝灰岩、凝灰质粉砂岩，底部为含钙细砾岩，厚48.9m。 $J_3 I_1^{1-2}$ 亚段为流纹质玻屑熔结凝灰岩—流纹质泡沫熔岩夹少量紫红色凝灰质粉砾岩，中夹有三层膨润土矿层(I、II、III矿层)，本亚段厚220m。

b. 第二段 ($J_3 I_2$)

岩性比较单一，主要为流纹质晶屑熔结凝灰岩，其岩石化学特征为： SiO_2 71.5%±、 $K_2O + Na_2O$ 为8.23%±。

西北区

见于甘岭至孙家舍一带，岩性主要为浅灰色流纹质晶屑熔结凝灰岩，间夹流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩。其中甘岭剖面所见厚度约100m。

东南区

零星分布在天平山—塔山北东条带上，此外在瓶窑、大观山、仇山及长乐桥附近亦有零星出露，其岩性主要为浅灰—灰紫色流纹质晶屑熔结凝灰岩。在大观山、骑坑桥北东一带于

本段底部见有一层不稳定的紫红色凝灰质粉砂岩,在瓶窑北侧的里塘坞一带见有流纹质集块角砾岩(分布在火山通道附近),在骑坑桥水库附近见本段底部相变为流纹质火山碎屑熔岩,在仇山矿区于本段底部见有一层膨润土矿(Ⅳ矿层)。本段与下伏 $J_3 I_1^1$ 段为整合接触,亦有超覆在第一旋回火山岩之上或不整合在渔山尖组之上。其厚度:塔山剖面为182m;仇山矿区为132m。

c. 第三段 ($J_3 I_1^1$)

上部以石英粗安岩和粗安岩为主,下部以石英粗安质晶玻屑熔结凝灰岩为主,其岩石化学特征为: SiO_2 65.83%±, $K_2O + NaO$ 8.9%±。

西北区

仅见于甘岭附近,此外在银子山萤石矿区的钻孔中也有见及。主要为暗紫色粗安岩,厚约165m。

东南区

零星出露在塔山、白鹤山、长乐桥东北侧的俞家头一带,仇山外围钻孔中也有见及。其岩性以深灰—紫灰色石英粗安质晶玻屑熔结凝灰岩为主,夹有石英粗安岩。其中塔山剖面见其厚度为298m。

本段在俞家头及仇山外围钻孔中所见主要为石英粗安质晶屑熔结凝灰岩,其厚约100m。且与下伏 $J_3 I_1^1$ 段呈整合接触。

B. 第二亚旋回火山岩 ($J_3 I_2$)

主要见于西北区,其岩性以碱质偏高为其特征,根据岩性、岩相特征可进一步划分为两个岩性段。

a. 第一段 ($J_3 I_2^1$)

岩性较单一,主要为一套偏碱性的流纹质晶屑熔结凝灰岩,其岩石化学特征为: SiO_2 72.23%±, $K_2O + Na_2O$ 8.77%±。

西北区

主要分布在甘岭—上郎、筏头—石扶梯以及石龙山一带。其岩性主要为浅灰—暗紫色流纹质晶屑熔结凝灰岩及含角砾晶玻屑熔结凝灰岩,局部地段夹沉凝灰岩和凝灰质粉砂岩,其中甘岭剖面所见厚度为526m。

本段在筏头附近于其下部见有沉凝灰岩夹层,在石龙山南侧的石角岭一带,在本段顶部见有一层流纹岩,流纹岩底部见有1m厚的珍珠岩,且已大部蒙脱石化。在该段与上覆 $J_3 I_2^1$ 段之间常见有和该段化学成分相似的偏碱性流纹斑岩(次火山岩)侵入。本段与下伏岩层关系:在甘岭一带喷发不整合于 $J_3 I_1^1$ 、 $J_3 I_1^2$ 段之上;在银子山(据钻孔资料)喷发不整合在 $J_3 I_1^1$ 段之上;在筏头以北以及在石龙山一带均不整合于下古生界之上。

东南区

仅出露在塔山顶,其岩性为灰白色流纹质晶屑熔结凝灰岩,且整合在下伏 $J_3 I_1^1$ 段之上,其控制厚度大于165m。

b. 第二段 ($J_3 I_2^2$)

主要为一套石英粗面质火山碎屑岩及碎斑熔岩,其岩石化学特征为: SiO_2 67.3%, $K_2O + Na_2O$ 10.5%。按其岩性、岩相特征又可划分 $J_3 I_2^{2-1}$ 、 $J_3 I_2^{2-2}$ 两个亚段。其中

$J_2 I_1^{1-1}$ 亚段主要为爆溢相, $J_3 I_2^{2-2}$ 亚段主要为侵出相。

西北区

主要分布在王位山及新安里至铺前一带, 其中 $J_3 I_2^{2-2}$ 亚段仅见于王位山一带。该段中 $J_3 I_2^{2-1}$ 亚段主要为石英粗面质晶屑熔结凝灰岩, 中夹有少量集块角砾岩, 厚638m。 $J_3 I_2^{2-2}$ 亚段主要为石英粗面质碎斑熔岩, 其底部见有一层集块角砾岩。该亚段厚度大于150m。

新安里至铺前一带所见岩性与王位山剖面中 $J_3 I_2^{2-1}$ 亚段大体相似, 只是在新安里一带柱状节理较发育, 且在其下部见有“似曜状”熔结凝灰岩。

东南区

该段在地表未见出露, 但据仇山膨润土矿区, 在ZK1310孔中(也是唯一的一个钻孔), 在下白垩统红层之下, $J_3 I_1^1$ 晶屑熔结凝灰岩之上, 见有70余米厚含火山物质的陆源碎屑沉积, 其中见有三层膨润土矿(V、VI、VII矿层), 三层矿层中所含 TiO_2 由下而上分别为0.14%、0.22%、0.75%, 其中VI、VII矿层中所含 K_2O 为该矿区其它矿层2~3倍。据此分析, ZK1310钻孔中所见这套火山喷发—沉积相物质大体相当于第二旋回第二亚旋回的产物, 它可能是堆积在古河床中, 其中VI、VII矿层所处层位大体与 $J_3 I_1^1$ 段相当。

(六) 下白垩统

分布于东南区仇山至瓶窑第四系覆盖层之下。据仇山膨润土矿区资料, 其岩性如下:

下部为暗紫红色含砾粉砂岩夹复成分角砾岩; 中部为暗紫灰色泥质粉砂岩夹复成分角砾岩; 上部为暗紫红色厚层泥质粉砂岩。

本组与下伏上侏罗统火山岩呈角度不整合接触。厚84~458m

(七) 第四系

测区第四系较发育, 分布面积约210km², 占测区总面积24%, 主要分布在测区东部。第四系成因类型较复杂, 有残积—坡积、坡积—洪积、洪积、冲积、海积、湖沼积。其中海积、湖沼积主要见于东部平原区。区内缺失下更新统。第四系厚度: 在山区河谷地带一般自数米至30m, 平原区最厚处达43m。测区内第四系层序及成因类型划分见表3。

1. 中更新统(Q_2)

主要分布在双溪南部山麓和瓶窑北西山麓地带, 仅见洪积成因类型。

洪积(Q_2^{pl})

出露标高为10~30m, 常组成山前沟谷洪积扇裙。其岩性上部为橙黄色含砾亚粘土, 厚约0.5m; 中下部为橙黄—棕黄色砂砾石混性粘土, 砾石含量约50%, 成分以附近山丘上火山岩为主, 呈次棱角状或浑圆状, 多数已遭强烈风化, 砾径一般10~20cm, 个别大于30cm, 砾石大小混杂, 无分选性, 胶结物为粘性土, 胶结紧密, 胶结物中有时可见网纹状构造。厚2~12m。

2. 上更新统(Q_3)

主要分布在山间沟谷两侧, 此外平原区的仇山至瓶窑一带及武康至上柏一带钻孔中也有见及。其成因类型有坡积—洪积、洪积、冲积, 其中东部平原区又可分上、下两段(即 Q_3^1 、 Q_3^2)。

(1) 坡积—洪积(Q_3^{dl-pl})

分布于山间沟谷两侧的山麓地带以及小型沟谷中, 常组成洪积裙—坡积扇。岩性为灰黄

第四系层序、成因类型划分表

表3

时 代	岩 性
全新统	山前地和丘陵区 Q_4^{2-3al} 冲积, 上部灰黄色亚砂土; 中部灰黄、灰褐色和砂砾石层。分选性好, 具二元结构, 砾石磨圆度好, 结构疏松。
	东部平原区 Q_4^{2f1} 湖沼积, 褐黑色有机质, 泥炭质粘土, 结构松软, 粘性强。 Q_4^{2m} 海积, 青灰色, 淤泥质粘土, 局部变粉细砂, 见云母、贝壳及植物碎片, 边部发现有良渚古文化遗址。
上更新统	Q_4^{d1-pl} 坡积—洪积, 上部为黄褐色亚粘土, 含砾; 中下部为黄褐色砂砾石夹粘性土。砾石磨圆度差, 无分选性, 结构较密实。
	Q_3 Q_3^{d1-pl} 坡积—洪积, 上部为灰黄色—黄褐色亚粘土, 含砾; 中下部为亚粘土夹砾石及碎石, 砾石成分杂, 呈棱角—次棱角状, 结构较紧密。 Q_3^{pl} 洪积, 上部灰黄、橙黄色, 亚粘土, 含砾, 中下部橙黄—浅褐色砂砾石混性土。砾石呈棱角状, 结构密实。 Q_3^{pl-al} 洪积—冲积, 上部为棕黄、灰黄色砂砾石层, 砾石呈浑圆状, 分选泥, 结构松散; 下部为棕黄、黄褐色砂砾石含粘性土, 砾石成分杂, 呈次圆状, 无分选性, 结构较紧密 (本区地表未出露)。
中更新统	Q_2 Q_2^{pl} 洪积, 上部为橙黄色亚粘土, 含砾; 中下部为橙黄—棕黄色, 砂砾石混粘性土, 砾石呈次棱角状或浑圆状, 大小混杂, 无分选性, 结构较紧密, 局部可见网状块构造。

—黄褐色亚粘土夹小砾石, 含少量铁锰质结核。砾石含量一般为20~30%, 砾径多为3~6 cm, 多呈棱角状—次棱角状。砾石成分较杂, 以火山岩居多, 呈弱风化状, 无分选性, 结构较紧密。厚1~3 m。

(2) 洪积 (Q_3^{pl})

分布山间沟谷地带, 常组成洪积扇, 其标高为30~85m, 沟谷被后期河流冲刷切割, 形成高1.5~3 m的陡坎。在双溪表现为上叠于中更新统之洪积扇 (Q_2^{pl}) 之上。其岩性上部为灰黄—橙黄色含砾亚粘土; 中下部为橙黄—浅褐色砂砾石混性粘土。砂砾含量约50~70%, 其成分主要为火山岩、花岗岩、砾径一般5~15cm, 大者可达60cm。次圆状, 无分选性, 为粘性土胶结, 结构较紧密。厚1~5 m。

(3) 洪积—冲积 (Q_3^{pl-al})

见于东部武康、瓶窑一带的钻孔中, 地表未见出露, 为古苕溪、古余英溪沉积物。可分上下两段: 下段为洪积物; 上段为冲积物。本层自西向东其厚度与顶面埋深均有增大趋势。

a. 下段: 为棕黄、黄褐色砂砾石含粘性土, 砾石成分以火山岩、石英砂岩为主, 砾径2~5 cm。砾石呈次圆状, 无分选性, 粘性土胶结, 结构紧密。厚2~14m。

b. 上段: 为棕黄、灰黄色砂砾石层。砾石成分以石英砂岩、火山岩、花岗岩为主, 砾径

2~5 cm居多,大者10~15cm,浑圆状,少数扁平,分选性好,结构松散。厚2~11m。上被全新统海积层所覆盖。

3.全新统 (Q_4)

广泛分布于东部平原及西部山间沟谷地带,其成因类型有冲积、冲积—洪积、坡积—洪积、海积、湖沼积。

(1) 坡积—洪积 (Q_4^{dl-pl})

分布于山间沟谷上游及缓坡地带,常组成洪积扇和坡积扇,扇面倾斜 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$,上部或前缘地带受后期流水作用,形成高1~3 m陡坎,与陡坎下的冲积层 (Q_4^{i-pl}) 呈上叠关系。岩性上部为灰褐色含砾石亚粘土;中下部为黄褐色砂砾石夹粘性土,砾石含量因地而异,砾径变化较大,一般8~10cm,大者可达50cm,砾石磨圆度差,大部分为次棱角状,成分以火山岩、花岗岩为主,弱风化,结构较密实。

(2) 冲积 (Q_4^{i-pl})

分布于苕溪、余英溪等水系的两岸及沟谷平原地带,组成边滩、漫滩,大部分地段具二元结构地貌。其岩性上部为灰黄—浅褐色亚粘土;中下部为砂砾石层。砾石含量从上游向下游逐渐减少,砾径变细,砾径以3~4 cm居多,大者可达40cm。砾石成分较杂,以火山岩、花岗岩居多,砾石磨圆度好,大多呈浑圆状,具较好的分选性,结构松散,孔隙发育。厚0.5~12m。

本层向下游延至东部平原区后,碎屑颗粒逐渐变细,粘土含量逐渐增多,并覆盖于海积层 (Q_4^m) 之上。

(3) 海积 (Q_4^m)

广泛分布于测区东部,组成海积平原,地势平坦、开阔,地面河网发育,其出露标高为1~1.5m。岩性为青灰色淤泥质粘土夹薄层粉细砂,见云母、贝壳及植物碎片,顶部常见有1~3 m的氧化硬壳层。本层厚3~15m。

(4) 湖沼积 (Q_4^{fl})

呈片状分布于测区东部,大部覆盖在海积层 (Q_4^m) 之上,地势相对低洼。其岩性上部为褐色亚粘土氧化壳,厚约0.5m;下部为黑色—黑褐色有机质、泥炭质粘土,结构松软,粘性强,厚0.5~2.5m。

4.第四系未分部分

在测区东部平原区的边部山麓地带以及附近的一些低缓山丘,还发育有一些残积和残积—洪积成因的堆积物,其形成时间延续较长,不便归入某一统中,故只能用第四系统称之。

(1) Q^d 残积

零星分布在东部平原区或附近一些低级山丘上,为基岩风化至半风化产物,常与基岩呈渐变关系,厚0.5~3 m。

(2) Q^{dl-pl} 坡积—残积

零星分布在靠近东部平原区的山麓地带和小型沟谷中。下部以残积为主,为基岩风化至半风化产物;上部以坡积为主,岩性为黄褐色含碎石粘土。上、下部之间常呈过渡关系。厚1~5 m。

5. 良渚文化层

分布于瓶窑镇东北侧约 10km^2 的范围内，出露标高 $4\sim 10\text{m}$ ，已被发掘有十多个点，大多位于中更新统洪积扇裙前缘和孤立山丘周围地带，且靠近全新统海积层($Q_2^{\text{海}}$)的边部。埋深 $1\sim 4\text{m}$ 不等。主要标志为火炭灰、陶瓷及古人类生活器皿用品，呈层状产出，点状分布。根据瓶窑考古分队资料，该文化层时代为大西洋晚期，距今 $4000\sim 6000$ 年，属新石器时代(相当于龙山文化)。据推测， 4000 至 6000 年间属冰后期，由于海水入侵，且波及到测区东部平原，原来居住在这一带的古人类逐渐迁移到地势相对较高的洪积扇前缘及低缓山丘之上，并在那里留下了他们生活的遗迹。因此，良渚古文化层和全新统海积层($Q_2^{\text{海}}$)为同期产物。

三、火山岩

(一) 火山岩岩石学特征

1. 火山岩的分类和命名

测区火山岩(包括次火山岩)的分类命名，原则上采用中国地质科学院李兆鼎等人(1984)提出的分类命名方案及原则，其中熔岩以岩石化学定量分类确定种类；次火山岩附加“斑”或“玢”，而喷出熔岩则不附加；与熔岩岩石化学成分相对应的火山碎屑岩，主要根据结构、构造等确定基本名称，再在基本名称前冠以岩石化学名称，如石英粗面质晶玻屑熔结凝灰岩。此外，还根据测区实际情况并参照其他一些学者的分类命名方案，对李氏的分类命名方案略作一些修改(图3)。主要区别在于：将中酸性与中性的分界线从 $\text{SiO}_2 =$

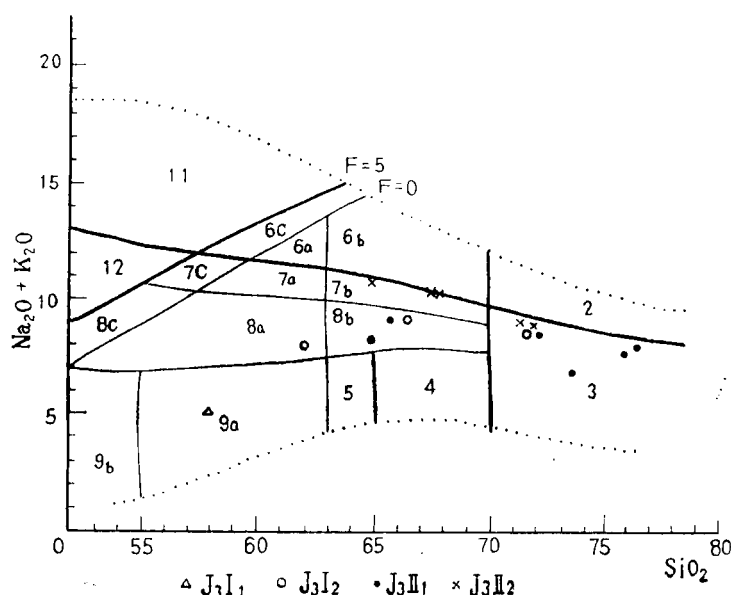


图3 火山岩化学定量分类图(中、酸性部分)

2. 碱性长石流纹岩；3. 流纹岩；4. 英安岩；5. 石英安山岩；6a. 碱性(长石)粗面岩；6b. 石英碱性(长石)粗面岩；6c. 含副长石碱性(长石)粗面岩；7a. 粗面岩；7b. 石英粗面岩；7c. 含副长石粗面岩；8a. 粗安岩；8b. 石英粗安岩；8c. 含副长石粗安岩；9a. 安山岩；9b. 玄武安山岩；11. 响岩；12. 碱玄质响岩。