
《普通地质学》实习指导书

山东沂水—黄岛地区地质特征及教学

胡绍祥 张丽萍 编著

山东科技大学地质科学与工程学院

2010 年

绪论

沂水—黄岛地区是《普通地质学》课程的教学实习基地。通过实习，要求学生达到加强、巩固、充实课堂所学的理论知识，初步了解和应用基本的地质思维方法，了解和掌握基本的地质野外工作方法和步骤，达到锻炼分析问题、解决问题的动手能力，培养学生不怕困难、吃苦耐劳、勇于奉献，热爱地质事业、热爱大自然、热爱祖国优良品质的目的。

根据普通地质学教学实习大纲和特点，这次实习采用由点到线，逐点观察，点线结合，理论联系实际，现场讲解与观察相结合，教师示范与学生动手操作并行的教学方法。

1. 沂水—莒县实习区地质特征及教学

沂水实习区范围包括山东沂水县和莒县两个县域。沂水县位于山东省东南部沂山南麓，临沂北部，东邻莒县，西与沂源、蒙阴两县交界，南与沂南县毗连，北与安丘、临朐两县接壤（图 1.1）。沂水县实习地点包括：沂水县道托乡花沟村、许家湖镇丰台庄、院东头乡“天然地下画廊”。莒县实习地点主要分布在莒县浮来山景区入口处。

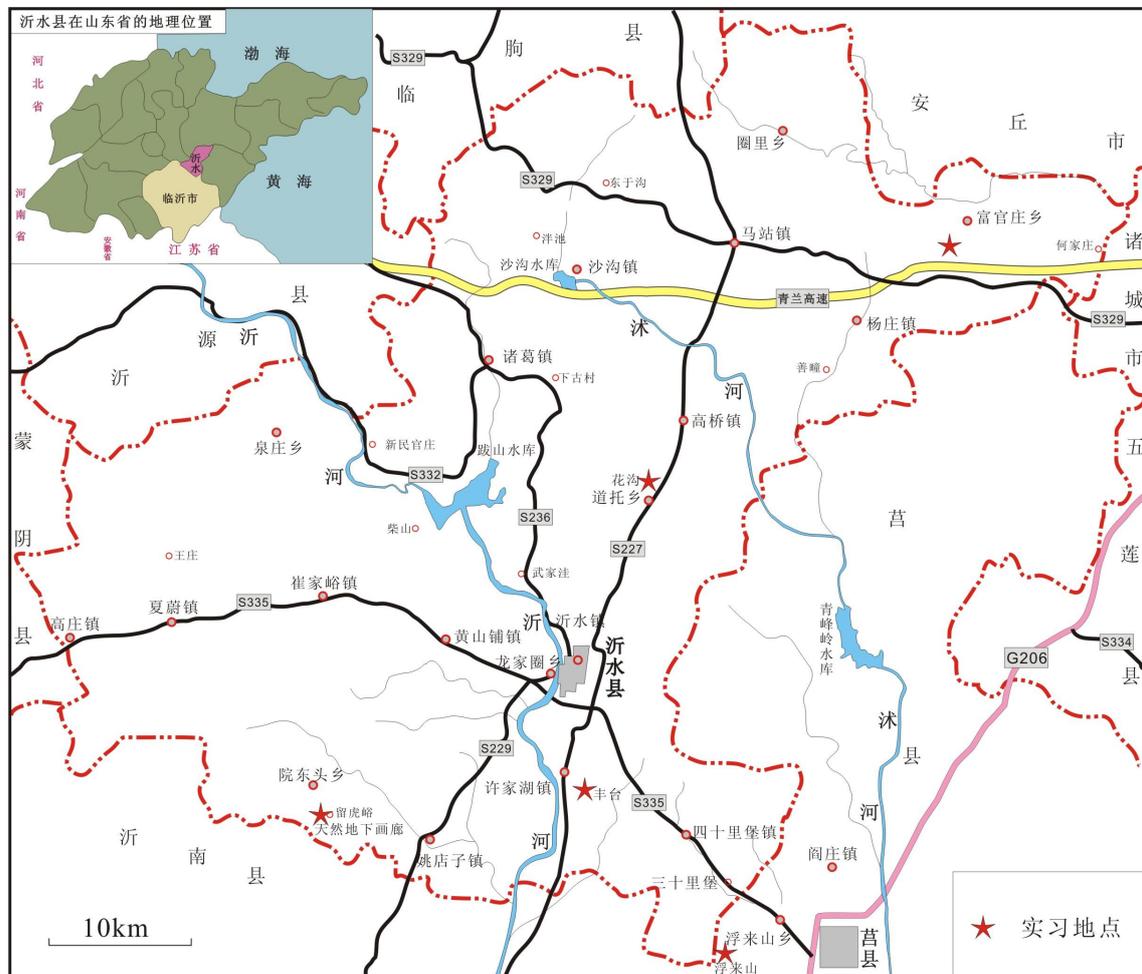


图 1.1 沂水县交通位置及实习点分布图

1.1 地质概况

1.1.1 地层

该实习区属于华北地层大区鲁西地区分区，安丘—莒县断裂将其与鲁东地区分区分开。鲁西地区地层发育较全，出露有古太古代沂水岩群、晚太古代泰山岩群、晚元古代土门群、寒武纪—奥陶纪长清群、九龙群、马家沟组，石炭纪—二叠纪月门沟群、侏罗纪—白垩纪淄博群、莱阳群、青山群、大盛群，第三纪官庄群、临朐群及第四纪地层（表 1.1、图 1.2）。

1. 太古宙地层

太古宙地层划分为中太古代沂水岩群和晚太古代泰山岩群。

1) 沂水岩群 (Ary)

沂水岩群分布于沂水城东沂沭断裂带内汞丹山凸起上，呈岛状、透镜状、条带状等包体形式残存于沂水超单元、蒙山超单元和傲徕山超单元侵入体中，沂水岩群和侵入岩呈明显侵入接触关系。根据岩性组合、变质变形特征的差异划分为石山官庄岩组和林家官庄岩组。二者之间为岩体分开，未见直接接触关系。

石山官庄岩组 ($Ary\hat{S}$) 主要分布于沂水县城东部，晏家铺—大尧以北，道托以南，东至莒县陈家官庄。呈岛状、透镜状、条带状等包体形式残存于沂水超单元、傲徕山超单元侵入体中。出露面积 25.5km^2 ，按岩性分为三个岩性段（表 1.1）。其中铁质岩石组成一套火山—沉积建造。石山官庄岩组 Sm-Nd 同位素模式年龄为 2920~3020Ma。

林家官庄岩组 ($AryL$) 主要分布在沂水县南部四十里堡镇马家峪—北张家官庄—林家官庄—连家湖—程家马庄及高桥镇东申家荣仁—赵家长林，呈一大一小两个北东向条带展布于蒙山和傲徕山两个超单元中。主要岩性为含紫苏辉石斜长角闪岩、细粒斜长角闪岩、黑云变粒岩、角闪黑云变粒岩等，据岩性组合分为两段（表 1.1）。大林家官庄村东，斜长角闪岩类岩石厚 740.70m，变粒岩类岩石厚 5.83m；在张家官庄附近，斜长角闪岩类岩石厚 310.38m，变粒岩类岩石厚 374.49m。林家官庄岩组 Sm-Nd 同位素模式年龄为 2744~2997Ma。从 Sm-Nd 同位素模式年龄来看，沂水岩群的形成年龄在 3000Ma 左右，为中太古代。

2) 泰山岩群 (Art)

实习区泰山岩群自下而上划分为雁翎关组、山草峪组和柳杭组。

雁翎关组 ($ArtY$) 主要岩性为斜长角闪岩，夹变粒岩、透闪片岩、磁铁石英岩等。各地岩性及厚度变化较大。山草峪组 ($Art\hat{S}$) 和柳杭组 ($ArtL$) 主要岩性见 6.1.1。

泰山岩群同位素年龄在 2362~2800Ma 之间，因此其形成年龄可能在 2600~2800Ma 之间，属太古代。

表 1.1 沂水实习区地层柱状图

界	年代地层			岩石地层			柱状图	厚度 (m)	岩性描述		
	系	统	阶	群	组	段			代号		
新 生 界	第四系	全新统		沂水组	山前组		Qy	3-8	现代河床冲积砂砾石		
		更新统			临沂组		Ql	<5	粘土质粉砂、含砾中细砂		
	新近系	中新统		临朐群	牛山组		NLn	5-15	黄色、黄褐色砂质粘土、粉砂、砂砾石层		
		古新统			朱家沟组		EGz	>87	厚层-块状复成分砾岩		
					常路组		EGc	100	复成分砾岩、细砂岩、粉砂岩		
		下桥组		EGb	21	薄层泥灰岩					
		固城组		EGg	4	复成分砾岩					
中 生 界	白垩统	上统	王氏群	红土崖组			KWb	>81	下部灰紫色薄层状细砂岩、泥质粉砂岩，上部为紫红色复成分砾岩、含砾粗砂岩和灰紫色细砂岩		
								下统	大盛群	田家楼组	KDt
		马朗沟组	KDm	310 1128	紫红色块状复成分砾岩，中厚层-薄层复成分砾岩及含砾粗砂岩						
		大士岭组	大士岭组	KDd	335	灰黄色厚层复成分砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩、粉砂岩，具韵律，夹少量页岩					
			小店组	KDx	253	灰紫色复成分砾岩、含砾砂岩、细砂岩					
		青山群	八亩地组				KQb	356 1474	安山质熔岩、角砾熔岩、安山质火山角砾岩、集块岩、角砾凝灰岩		
	莱阳群							曲格庄组	KLq	275	砾岩、凝灰质砾岩、凝灰质砂岩、含砾凝灰质砂岩
	侏罗系	中上统	淄博群	三台组			JZs	>72	砾岩、褐黄色-灰绿色细砂岩、粉砂岩		
								二叠系	下统	马平阶	月门沟群
		上统	达拉阶	本溪组	CBy	8-42	紫红色铁铝质泥岩、灰黄色泥岩				
						奥陶系	上统	宝塔阶	庙坡阶	马家沟组	八陡段
		下统	牯牛潭阶	五阳山段	Om ^r						
大湾阶						北庵庄段	Om ^s	150-258	厚层豹皮灰岩、白云质灰岩含生物屑灰岩、含砾结核灰岩等		
	东黄山段	Om ^t	35-78	灰-灰紫色中层状白云岩夹角砾状白云岩							
上统			九龙群	三山子组	a段	OJs ^a	145-223	深灰色厚层灰岩、豹皮灰岩、生物碎屑灰岩、薄层灰岩等			
	中统	凤山阶					b段	OJs ^b	12-27	灰黄色薄层泥质白云岩，底部为角砾状白云岩	
下统			沧浪铺阶	c段	OJs ^c	46-71			灰黄色厚层含砾结核白云岩、中层白云岩		
	寒武系	上统				张夏组	馒头组	€Cm	35-52	黄灰色薄层白云岩，微晶白云岩夹厚层中薄层微晶白云岩	
中统			徐庄阶	毛庄阶	€Jc				54-165	灰色-紫灰色厚层-中厚层微晶白云岩、薄层白云岩	
	下统	龙王阶				€Jg	96-183	竹叶状灰岩、鲕粒灰岩、叠层石灰岩及泥质条带灰岩			
奥陶系			上统	张夏组	馒头组		€Jc	32-52	灰黄色笔状-链状灰岩及黄绿色页岩，上部为竹叶状灰岩		
	下统	沧浪铺阶				李官组		€C1	116-170	上灰岩段：厚层鲕状灰岩、藻凝块灰岩、泥质条带灰岩；盘车沟段：黄绿色页岩夹薄板状泥晶灰岩；下灰岩段：厚层-巨厚层鲕状灰岩	
震旦系			上统	土门群	石旺庄组		ZTs		174-254	洪河段：中厚层暗紫色细砂岩、砂岩夹粉砂质页岩，具交错层理；下灰岩段：暗紫色页岩夹薄层灰岩、泥质灰岩；石店段：薄层泥晶灰岩、泥质灰岩与灰红色钙质粉砂质页岩互层	
	下统	二青山组				Qn7e		118-185	上灰岩段：厚层白云质灰岩含砾结核灰岩、泥质条带灰岩；余粮村段：暗紫色砂质页岩夹生物碎屑粉砂岩；下灰岩段：厚层含砾结核灰岩、泥晶灰岩和薄层生物碎屑灰岩		
新元古界			上统	泰山岩群	柳杭组		Ar7l	61	灰白色长石石英砂岩、粉砂质页岩夹薄层泥灰岩		
	下统	山草峪组				Ar7s		24-138	中厚层砂岩夹钙质粉砂岩、白云质灰岩，具灰黑色鲕虫状方解石细脉		
新太古界			上统	泰山岩群	雁湖关组		Ar7y	48-71	细粒长石杂砂岩、石英细砂岩夹黄绿色页岩		
	下统	林家庄组				Ar7f		158-291	黄绿色粉砂质页岩，夹薄层泥晶灰岩；底部为石英砂岩、砂砾岩，局部为叠层石灰岩		
中太古界			上统	沂水岩群	林家庄组		Ar7f	865	斜长角闪岩夹黑云变粒岩、磁铁矿石英岩		
	下统	石官庄组				Ar7s ¹		83-350	含石榴黑云变粒岩、角闪变粒岩		
中太古界			上统	沂水岩群	林家庄组		Ar7f	363	斜长角闪岩、含石英斜长角闪岩夹黑云角闪变粒岩、磁铁矿石英岩		
	下统	石官庄组				Ar7s ²		1300	细粒斜长角闪岩、含石英斜长角闪岩夹黑云角闪变粒岩、磁铁矿石英岩		
中太古界			上统	沂水岩群	林家庄组		Ar7f	374	黑云变粒岩、角闪变粒岩、斜长角闪岩、角闪黑云变粒岩		
	下统	石官庄组				Ar7s ³		741	含透辉石斜长角闪岩、含紫苏斜长角闪岩、斜长角闪岩		
中太古界			上统	沂水岩群	林家庄组		Ar7f	271	黑云角闪二辉麻粒岩、含紫苏斜长角闪岩、角闪黑云变粒岩		
	下统	石官庄组				Ar7s ⁴		215	角闪黑云二辉麻粒岩、黑云紫苏麻粒岩、含紫苏黑云变粒岩		
中太古界			上统	沂水岩群	林家庄组		Ar7f	137	暗色二辉麻粒岩，夹紫苏黑云变粒岩及紫苏磁铁矿石英岩		

表 1.2 鲁西侵入岩石谱系单位划分表

年代单位			岩石谱系单位				同位素地质年龄							
代	期	阶段	超单元	亚单元	单元	岩性	代号	数值 (Ma)	测试方法					
中生代	燕山晚期	艾山阶段	沂南	金厂	于山	二长花岗岩	yYηγ ₃ ³	112	K -Ar					
					望前庄	斑状细粒二长花岗岩	yWηγ ₃ ³	116.8	K -Ar					
					张庄	石英钠长斑岩	yZλφ ₃ ³							
					大朝阳	中粒二长闪长玢岩	yDηδμ ₃ ³	112.5	K -Ar					
				铜井	铜汉庄	闪长玢岩	yTδμ ₃ ³	121.6	K -Ar					
					核桃园	细粒含辉石角闪石英闪长岩	yHδσ ₃ ³							
					东明生	细粒辉石闪长岩	yDδ ₃ ³	121	K -Ar					
		上峪	中细粒二长辉长辉绿岩	ySβμ ₃ ³										
	印支期		铜石	龙宝山	吴家沟	角闪石英正长斑岩	tWξσπ ₃ ³							
	中元古代	加里东期				马头崖	细粒角闪闪长岩	Mδ ₃	365.05	K -Ar				
常马庄						金伯利岩	Cχσ ₃	484	U -Pb					
牛岚						辉绿岩	Nβμ ₂							
早元古代	吕梁	四堡期			摩天岭	打铁岭	中细粒二长花岗岩	mDηγ ₂ ¹						
					红门	何家砚瞳	中细粒石英二长岩	hHησ ₂ ¹	2037.9	U -Pb (Zr)				
						中天门	中粒黑云石英闪长岩	hZδσ ₂ ¹						
						马家洼子	中粒角闪黑云闪长岩	hMδ ₂ ¹						
						三官寨	中粗粒钛铁矿角闪辉长岩	hSv ₂ ¹						
					四海山	棠棣峪	中细粒正长花岗岩	sTξγ ₂ ¹	2496	U -Pb				
						傲徕山	调军顶	细粒二长花岗岩	aDjηγ ₂ ¹	2491	Ph -Sr			
					松山		中粒二长花岗岩	aSηγ ₂ ¹	2479	Pb - Pb				
					望母山		斑状中粒含黑云二长花岗岩	aWηγ ₂ ¹	2483	U -Pb (Zr)				
					虎山		斑状中粗粒含黑云二长花岗岩	aHηγ ₂ ¹	2188	U -Pb (Zr)				
					邱子峪		巨斑状含黑云二长花岗岩	aQηγ ₂ ¹	2188	U -Pb (Zr)				
					条花峪		中粒含黑云二长花岗岩	aTηγ ₂ ¹						
					蒋裕		条带状中粒含黑云二长花岗岩	aJηγ ₂ ¹						
					晚太古代	五台期		峰山	团埠	宁子洞	斑状中粒含黑云花岗岩闪长岩	yS ³ Nγδ ₁ ³	2625	U -Pb (Zr)
										马家河	片麻状粗中粒黑云花岗岩闪长岩	yS ³ Mγδ ₁ ³		
									昙山	彩山	中细粒含黑云奥长花岗岩	yS ³ Cγσ ₁ ³	2241	U -Pb (Zr)
						蒙山	摩天崮	龟蒙顶	片麻状中粒黑云花岗岩闪长岩	mGγδ ₁ ³				
关山头	冯家村	片麻状中细粒奥长花岗岩	mFγσ ₁ ³											
下峪	西官庄	片麻状中粒黑云英云闪长岩	mXΓσ ₁ ³											
	东近台	条带状中细粒黑云英云闪长岩	mDΓσ ₁ ³											
	望府山	条带状细粒黑云英云闪长岩	mWΓσ ₁ ³	2487			Pb - Pb							
	石校	片麻状细粒含黑云石英闪长岩	mS ³ δσ ₁ ³											
万山庄	南官庄	中细粒斜长角闪岩	wNAm ₁ ³											
	安子沟	角闪石岩	wAφσ ₁ ³											
	前麻峪	蛇纹透闪阳起片岩	wQΣ ₁ ³	2756		U -Pb								
沂水	牛心官庄	中细粒紫苏奥长花岗岩	yNγσ ₁ ³											
	蔡峪	中细粒紫苏石榴花岗岩闪长岩	yCγδ ₁ ³											
	雪山	中粒紫苏花岗岩闪长岩	yXγδ ₁ ³	2179		U -Pb								
	马山	中粒紫苏二长花岗岩	yMηγ ₁ ³	2706		U -Pb								
	横岭	中粒二辉石英闪长岩	yHδσ ₁ ³											
中太古代	迁西期				严家官庄	含透辉石角闪石岩	yφσ ₁ ²	3133	Sm -Nd (模式)					

2. 元古宙地层

实习区内元古宙地层发育有晚元古代土门群。自下而上发育有青白口系黑山官组、二青山组、震旦系佟家庄组、浮来山组和石旺庄组。

(1) 二青山组 (QnTe)

二青山组在沂南县蒲汪镇东南一带发育。岩性为浅灰色厚层含海绿石石英砂岩、蛋青色薄板状泥晶灰岩、黄绿色页岩。厚 12.15m。与下伏蒙山超单元石校单元石英闪长岩呈不整合接触，与上覆佟家庄组平行不整合接触。二青山组为滨浅海相沉积。Rb-Sr 全岩等时线年龄为 807Ma±21Ma。

(2) 佟家庄组 (ZTt)

佟家庄组岩性为黄绿色粉砂质页岩夹薄层蛋青色泥晶灰岩，底部为石英砂岩、砂砾岩，局部为叠层石灰岩，厚度变化较大。在沂沭断裂带内，北薄南厚，厚 175.88~350m，与下伏基底花岗岩呈不整合接触，以页岩结束砂岩出现为界，与上覆浮来山组整合接触。在沂沭断裂带以西，该组大部分已剥蚀掉。佟家庄组为滨海相（局部潮坪相）→浅海陆棚相→滨浅海相沉积。底部叠层石灰岩 Rb-Sr 等时线年龄为 910Ma。

(3) 浮来山组 (ZTf)

浮来山组主要分布于沂沭断裂带内。岩性为细砂岩、砂岩、粉砂岩、页岩及少量泥灰岩，岩性变化不大，厚 48.55m~70.61m，与上覆石旺庄组、下伏佟家庄组均为整合接触。浮来山组为滨浅海浅潮下至潮间带砂页岩相沉积。浮来山组 K-Ar 法年龄为 631.4Ma 及 669Ma。

(4) 石旺庄组 (ZTs)

石旺庄组分布在沂沭断裂带内，岩性为砂灰岩、钙质石英细—粉砂岩、白云质灰岩、白云岩及少量页岩等。具灰黑色蠕虫状方解石脉（震积岩），局部缺失顶部白云质灰岩或白云岩。厚 24.45m~138.69m。石旺庄组为局限台地相沉积。

3. 寒武纪—奥陶纪地层

在实习区寒武纪、奥陶纪地层较发育，出露较好，化石丰富。岩石地层划分为 2 个群（长清群和九龙群）8 个组。长清群自下而上包括李官组、朱砂洞组、馒头组；九龙群自下而上包括张夏组、崮山组、炒米店组、三山子组，以及奥陶纪马家沟组。

1) 寒武系长清群 (ЄC)

(1) 李官组 (ЄC1)

李官组分布于麻店乡—大峪段—下江峪（夏蔚镇）—伊家峪（泉庄乡）连线以东，郯部—葛沟断裂以西地区。主要岩性为灰—灰白色中厚层长石石英砂岩、石英砂岩、紫红色粉砂质页岩、灰黄色中薄层泥灰岩、钙质页岩，局部地段底部见有砾岩、含砾砂岩，上部见有砖红色云泥岩，具石盐假晶印痕。厚 0~61.25m。与下伏土门群佟家庄组平行不整合或微角度不整合接触，或与基底花岗质岩石异岩不整合接触。李官组为滨海屑滩相—潮坪泻湖相沉积。

(2) 朱砂洞组 (ЄCz)

朱砂洞组自下而上划分为三段：下灰岩段、余粮村段及上灰岩段。朱砂洞组厚

118.66~185.11m.

下灰岩段：岩性为厚层含燧石结核泥晶灰岩、泥晶灰岩、薄层生物碎屑灰岩。在沂沭断裂带内，厚 26.96~9.59m，北厚南薄，与下伏土门群石旺庄组呈平行不整合接触。在沂沭断裂带西，厚 17.30~55.14m，与下伏李官组整合接触或与基底花岗质岩石异岩不整合接触。为碳酸盐台地相沉积。

余粮村段：岩性为暗紫色细砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩。在沂沭断裂带内，鸡山（莒县）最厚 31.08m，向北变薄。在沂沭断裂带以西，沂南最厚 43.35m，向 NW 渐薄至尖灭。为滨海陆源碎屑相。

上灰岩段：岩性为厚层云斑富藻泥晶灰岩、藻凝块灰岩、含燧石结核灰岩、泥质条带状灰岩、生物碎屑灰岩、白云质灰岩、白云岩、薄层泥晶灰岩、泥云岩。在沂沭断裂带内，鸡山最厚 77.99m，向北变厚。在沂沭断裂带西，沂南厚 107.70m，向西北变薄，白云质成分增多。与下伏余粮村段整合接触或与下伏基底花岗质岩石异岩不整合接触。为开阔台地相—局限台地相沉积。

(3) 馒头组 (ЄCm)

馒头组自下而上划分为石店段、下页岩段及洪河段。与下伏朱砂洞组整合接触。厚 174.31~253.80m。

石店段及下页岩段：岩石为紫红色、暗紫红色页岩、粉砂质页岩、细砂岩夹薄层灰岩、白云质灰岩、泥灰岩、泥云岩及鲕状灰岩、核形石灰岩、砾屑灰岩、生物碎屑灰岩。厚 113~168.1m。石店段与下页岩段之间界线不易区分，为局限海潮下带→潮间带、局部为潮上带碳酸盐相与碎屑岩相反复交替沉积。

洪河段：岩性为长石石英砂岩、石英砂岩、粗粉砂岩—细砂岩、粉砂岩、砂灰岩，夹鲕状灰岩、生物碎屑灰岩、砾屑灰岩。厚 60.88~116.42m。在沂沭断裂带内北厚南薄。为局限海湾之障壁岛（滩、砂坝）沉积。

2) 寒武系九龙群 (ЄJ)

(1) 张夏组 (ЄJz)

自下而上分为下灰岩段、盘车沟段及上灰岩段。与下伏馒头组及上覆崮山组均为整合接触。厚 115.93~169.75m。

下灰岩段：岩性为厚层、巨厚层鲕状灰岩，少量生物碎屑鲕状灰岩或生物碎屑灰岩。在沂沭断裂带内鸡山厚 18.26m。向北变厚。在沂沭断裂带以西，沂南厚 33.13m，垛庄厚 62.89m，向西北变厚。为台地边缘滩相沉积。

盘车沟段：岩性为灰绿色页岩夹薄层灰岩、透镜状灰岩。在沂沭断裂带内，鸡山厚 45.77m，向北略变厚。在沂沭断裂带以西，沂南厚 35.40m，垛庄厚 56.32m，略有向西北变厚的趋势。为浅海陆棚至陆棚边缘盆地相沉积。

上灰岩段：岩性为厚层、中厚层鲕粒灰岩、藻凝块灰岩、中薄层灰岩、页岩。在沂沭断裂带内，鸡山厚 51.90m，向北变厚。在沂沭断裂带以西，沂南厚 68.49m，垛庄厚 71.46m，向西北略变薄。为台地前缘斜坡相—台地边缘滩相沉积。

(2) 崮山组 (ЄJg)

崮山组岩性为黄绿色页岩、薄层疙瘩状—瘤状灰岩、竹叶状灰岩、薄板状灰岩。以厚层灰岩结束、薄层灰岩夹页岩出现为界与下伏张夏组整合接触，以页岩结束为界与上覆炒米店组整合接触。在沂沭断裂带内，鸡山厚 52.19m，向北略变薄。在沂沭断裂带以西，沂南厚 32.08m，垛庄厚 36.14m，向西北变厚。为浅海陆棚至陆棚边缘盆地相沉积。

(3) 炒米店组 (C_{Jc})

炒米店组岩性为薄板状灰岩、竹叶状灰岩、藻凝块灰岩、叠层石灰岩、泥质条带灰岩、鲕粒灰岩、生物碎屑灰岩等。在沂沭断裂带内，鸡山厚 96.45m，向北变厚。在沂沭断裂带以西，沂南厚 183.50m，垛庄厚 183.28m，向西北变厚。竹叶状灰岩、鲕粒灰岩向西北有减少趋势。主要为台地前缘礁滩相沉积。

(4) 三山子组 (C-O_{3s})

自下而上分为三段：c 段、b 段、a 段。与下伏炒米店组整合接触，与上覆马家沟组黄山段平行不整合接触。

c 段：岩性为灰褐色、灰白色、褐黄色厚层、中厚层、薄层白云岩、灰质白云岩。在沂沭断裂带内，鸡山厚 165.33m，向北变厚。在沂沭断裂带以西，沂南厚 131.31m，垛庄厚 54.49m，向西北变薄，相变炒米店组灰岩、白云质灰岩。为局限台地相沉积。

b 段：岩性为小竹叶状白云岩、中薄层白云岩、厚层白云岩。在沂沭断裂带内，鸡山厚 52.17m。在沂沭断裂带以西，沂南厚 45.82m，垛庄厚 34.95m，向西北变薄。为潮坪泻湖相沉积。

a 段：岩性为含燧石结核白云岩、白云岩。在沂沭断裂带内，鸡山厚 71.28m。在沂沭断裂带以西，沂南厚 46.18m，垛庄厚 62.74m，与上覆马家沟组东黄山段平行不整合接触。为泻湖相沉积。

3) 马家沟组 (O_m)

马家沟组主要分布在垛庄—界牌、沂南及沂沭断裂带内莒县东莞、洛河崖、浮来山等地，以灰岩为主，次为白云岩。灰岩与白云岩反复出现，自下而上划分为东黄山段、北庵庄段、土峪段、五阳山段、阁庄段、八陡段。与下伏三山子组及上覆本溪组均为平行不整合接触。在沂沭断裂带内，仅出露到五阳山段，其上为青山群角度不整合覆盖。

东黄山段：岩性为黄灰色、褐黄色白云岩、泥云岩、泥灰岩、角砾状白云岩、白云质灰岩，具膏溶现象。在沂沭断裂带内，莒县棋山乡大林茂厚 22.41m。在沂沭断裂带以西，沂南厚 11.83m，垛庄厚 26.96m，向西北有变厚趋势。与下伏三山子组 a 段呈平行不整合接触。形成于气候比较干燥的蒸发环境，为台地蒸发岩相沉积。

北庵庄段：岩性为深灰色厚层、中厚层灰岩、豹皮灰岩、生物碎屑灰岩、暗灰色薄层白云质灰岩、黄灰色薄层含泥质、白云质灰岩、白云岩等。在沂沭断裂带内，厚 205.63~223.36m。在沂沭断裂带以西，垛庄厚 145.41m，有北变厚的趋势。总体为开阔台地相沉积，间有潮下、潮间及潮上带沉积反复交替。

土峪段：岩性为紫灰色、黄灰色中层白云岩、泥质白云岩、黄灰色、褐红色白云质灰岩、白云岩，含角砾及膏溶现象。在沂沭断裂带内，厚 34.92~36.89m。在沂沭断裂带以西，垛庄厚 78.31m。形成于气候比较干燥的蒸发环境，为台地蒸发岩相沉积。

五阳山段：岩性为深灰色厚层、中厚层含燧石结核灰岩、灰岩、生物碎屑灰岩、云斑灰岩、薄—中层白云质灰岩、白云岩等。在沂沭断裂带内，厚 150.70~171.93m。在沂沭断裂带以西，垛庄厚 258.48m，有向北变厚的趋势。为开阔台地相至局限台地相沉积。

阁庄段：岩性为黄灰色、灰褐色中薄层白云岩、泥质白云岩、白云质灰岩、角砾状白云岩。只出露于垛庄及沂南，厚 67.15m，为潮坪泻湖相沉积。

八陡段：岩性为粒屑泥晶灰岩、云斑灰岩、泥质灰岩、白云岩、灰质白云岩。仅出露于垛庄及沂南，厚 55.73m。与上覆本溪组平行不整合接触。为开阔台地相至局限台地相沉积。

4. 石炭纪—二叠纪地层

实习区内石炭纪—二叠纪地层主要发育有月门沟群本溪组和太原组地层。

1) 本溪组 (CYb)

岩性为紫红色铁铝质粘土岩、浅灰色钙质泥岩、灰黄色泥岩，局部夹有砂岩，厚 8-42.17m。与下伏马家沟组平行不整合接触，与上覆太原组整合接触或与上覆淄博群三台组角度不整合接触。为滨海至亚浅海相沉积。

2) 太原组 (C-PYt)

岩性为灰岩、泥岩、页岩、砂岩及煤层矽煤线，厚度 >92.70m。以灰岩出现为界，与下伏本溪组整合接触，与上覆淄博群三台组或青山群八亩地组角度不整合接触。为开阔台地相、海湾潮坪相、三角洲相及沼泽相反复交替沉积。

5. 侏罗纪—白垩纪地层

侏罗纪—白垩纪地层分布明显受深断裂及大断裂的控制，主要分布于郯郯—葛沟断裂以东，北北东向的断陷盆地及其以西西北向断陷盆地中。实习区内自下而上发育有淄博群（三台组）、莱阳群（林寺山组、龙旺庄组、城山后组、马连坡组、曲格庄组）、青山群（八亩地组）、大盛群（小店组、大土岭组、马朗沟组、田家楼组）、王氏群（红土崖组）。

1) 淄博群 (JZ)

淄博群仅分布有三台组，分布于蒙阴盆地界牌（蒙阴县界牌镇）一带。出露面积小，露头零星。主要岩性为紫红色—灰红色中薄层细砂岩、粉砂岩，厚 72.13m。在西界牌（蒙阴县东南界牌镇）一带，底部发育有砾岩，砾石成分主要为泥岩。与下伏马家沟组或月门沟群角度不整合，与上覆莱阳群曲格庄组平行不整合接触，为河湖相沉积。

2) 莱阳群 (KL)

莱阳群主要分布于东南鲁东分区内莒县桑园乡徐家官庄—中楼（中楼镇）一带，其中曲格庄组在鲁西分区蒙阴盆地也有少量出露。在沂水县域内出露较少。自下向上发育地层有：林寺山组 (KLI)、龙旺庄组 (KLlw)、城山后组 (KLc)、马连坡组 (KLm)、曲格庄组 (KLq)。

3) 青山群 (KQ)

青山群只发育八亩地组 (KQb)。分布与深断裂及大断裂关系十分密切。主要分布于沂沭断裂所控制的地堑内，呈北北东向展布，及北西向大断裂控制的单断凹陷盆地内。

鲁西分区沂沭断裂带内出露于河阳新村（沂南县大庄镇）及九莲花山—宅科—大略疃（莒县夏庄镇）—南石杭头（莒南县汀水镇）一线。在河阳新村岩性以安山质火山角砾岩、凝灰

岩为主，熔岩较少，厚度>1490.78m。在九莲花山，岩性为灰紫色粗安质集块角砾岩、角砾岩、角砾凝灰岩、凝灰质角砾岩，夹两层凝灰质细砂岩，厚 1209.65m。与下伏基底或古生代地层角度不整合接触或断层接触。与上覆大盛群平行不整合接触。

4) 大盛群 (KD)

分布于莒县、苏村(沂南县)等地堑式盆地内。总体呈 NNE 向延伸，常被第四系覆盖或断层破坏，出露不全。自下而上包括：小店组、大土岭组、马朗沟组、田家楼组。在沂水县域内小店组、大土岭组出露较少。小店组和大土岭组主要分布于莒县盆地东侧大土岭(莒县招贤镇)及东山旺(莒县库山乡)；

(1) 马朗沟组 (KDm)

主要分布于马站盆地高桥(沂水县)、莒县盆地两侧、苏村盆地(沂南县)等地。主要岩性为紫红色复成分砾岩、含砾粗砂岩等，局部夹火山岩夹层，厚 310.20~1127.74m。与下伏大土岭组整合接触或与青山群八亩地组平行不整合接触。为山麓冲积扇相、河流冲洪积扇相沉积。

(2) 田家楼组 (KDt)

分布同马朗沟组。主要岩性为灰黄色—黄绿色细砂岩、粉砂岩、页岩，下部夹薄层复成分砾岩，局部为紫红色。厚 295.85~649.7m。与下伏马朗沟组整合接触。为滨浅湖相沉积。

5) 王氏群 (KW)

王氏群只发育有红土崖组 (KW_h)。分布于莒县盆地中部小店子(莒县小店子镇)一小库山(莒县库山乡)—青峰岭(莒县棋山镇)一线及卞家课庄(莒县长岭镇)一带。主要岩性为紫红色、灰紫色复成分砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩、粉砂岩等。厚度大于 811m。与下伏田家楼组整合接触。为河流相—滨浅湖相沉积。

6. 古近纪—新近纪地层

分为古近纪官庄群(EG)：崮庄组、卞桥组、常路组、朱家沟组，新近纪临朐群：牛山组。

官庄群崮城组 (EG_g)、卞桥组 (EG_b) 仅分布在莒县中楼镇幸福村南及孙家庄村北，露头零星。常路组 (EG_c) 分布于莒县刘官庄一带，朱家沟组 (EG_z) 分布于莒县大兴庄、刘官庄等地。

临朐群 (NL) 只发育有牛山组 (NL_n)，分布于北部边缘诸葛镇北一带。岩性为灰黑色玄武岩、含气孔—杏仁状玄武岩，厚度大于 100m。与下伏傲徕山超单元花峪单元中粒黑云二长花岗岩异岩不整合接触。

1.1.2 侵入岩

沂水县域出露的侵入岩(表 1.2)形成时代从中、晚太古代—早、中、晚元古代—古生代—中生代均有。其中早元古代最为发育。岩体呈岩株状、岩枝状、岩基状、岩床状和同心半环状产出。岩石类型从超基性—基性—中性—中酸性—酸性—偏碱性均有，以酸性占绝对优势。

1. 太古宙侵入岩

主要发育有中太古代迁西期严家庄单元、晚太古代阜平期沂水超单元、万山庄超单元、

蒙山超单元和五台期峰山超单元。

中太古代迁西期严家庄单元 ($Y\varphi o_1^2$) 含透辉角闪石岩, 分布于沂水县许家湖镇严家官庄村东北和四十里铺乡东, 规模很小。

沂水超单元主要分布于汞丹山凸起中部, 总面积约 110km^2 。主要岩性为花岗闪长岩、二长花岗岩等。从早到晚分为横岭 ($yH\delta o_1^3$)、马山 ($yH\eta\gamma_1^3$)、雪山 ($yX\gamma\delta_1^3$)、蔡峪 ($yC\gamma\delta_1^3$)、牛心官庄 ($yC\gamma\delta_1^3$) 等 5 单元。

万山庄超单元主要出露在鲁西区, 分布分散, 面积共约 8km^2 , 从早到晚分: 前麻峪 ($wQ\Sigma_1^3$)、安子沟 ($wA\varphi o_1^3$)、南官庄 ($wNA m_1^3$) 等三个单元。万山庄超单元各单元均为基性—超基性岩。

蒙山超单元分布于鲁西区, 出露面积区约 312km^2 。从早到晚共分六个单元: 石校 ($m\hat{S}\delta o_1^3$)、望府山 ($mW\tau o_1^3$)、东近台 ($mD\tau o_1^3$)、西官庄 ($mX\tau o_1^3$)、冯家村 ($mF\gamma o_1^3$) 和龟蒙顶单元 ($mG\gamma\delta_1^3$)。主要岩性为片麻状、条带状细粒-中粒黑云英云闪长岩、奥长花岗岩、黑云花岗闪长岩。

五台期峰山超单元分布于鲁西区, 面积共约 83km^2 。共分三个单元: 彩山 ($y\hat{S}C\gamma o_1^3$)、马家河 ($y\hat{S}M\gamma\delta_1^3$)、宁子洞单元 ($y\hat{S}N\gamma\delta o_1^3$)。主要岩性分别为中粒含黑云奥长花岗岩、片麻状中粒黑云花岗闪长岩、中粒含黑云花岗闪长岩。

2. 元古宙侵入岩

主要发育有早元古代吕梁期侵入岩 (傲徕山超单元、四海山超单元、红门超单元摩天岭超单元)、中元古代四堡期侵入岩、晚元古代震旦期五莲超单元、

傲徕山超单元在沂水研究区内分布广泛, 从早到晚划分七个单元: 蒋峪 ($aJ\eta\gamma_2^1$)、条花峪 ($aT\eta\gamma_2^1$)、邱子峪 ($aQ\eta\gamma_2^1$)、虎山 ($aH\eta\gamma\tau_2^1$)、望母山 ($aW\eta\gamma_2^1$)、松山 ($aS\eta\gamma_2^1$) 和调军顶 ($aJ\eta\gamma_2^1$) 单元。傲徕山超单元主要岩性为二长花岗岩。四海山超单元发育有棠棣峪单元 ($sT\zeta\gamma_2^1$) 分布于蒙阴县和沂南县交界处的大崮北, 岩性为中粒正常花岗岩。红门超单元分布于沂水县和蒙阴县境内, 主要岩性为闪长岩及石英二长岩。划分为四个单元: 三官寨单元 ($hS\nu_2^1$)、马家洼子单元 ($hM\delta_2^1$)、中天门单元 ($h\hat{Z}\delta o_2^1$) 何家砚疃单元 ($hH\eta o_2^1$)。摩天岭超单元打铁岭单元 ($mD\eta\gamma_2^1$), 主要分布在莒县、沂南县、蒙阴县境内。

区内中元古代四堡期侵入岩极不发育, 划分为牛岚单元 ($N\beta\mu_2^2$) 和海阳所超单元大张

八单元 ($hD\delta_2^2$)。

晚元古代震旦期五莲超单元集中分布于东南部大店断裂以东，即属胶南隆起区。

3. 古生代加里东期侵入岩

该期侵入岩为金伯利岩和角闪闪长岩。出露面积约 0.3km^2 。由早到晚划分为常马庄元 ($\hat{C}X\delta_3$) 和马头崖 ($M\delta_3$) 两个独立单元。

4. 中生代侵入岩

区内中生代侵入岩出露面积约 330km^2 。多以岩株状、岩床状、岩脉状产出。岩性从基性—中性—酸性—偏碱性岩石均有。由早到晚划分为：印支期铜石超单元吴家沟单元 ($tW\xi\pi_2^3$)、燕山晚期艾山阶段沂南超单元、燕伟德山超单元和崂山阶段大店超单元、槎山超单元南窑单元 ($\hat{c}N\xi\gamma_3^3$)、崂山超单元孤山单元 ($IG\xi\gamma\pi_5^3$)。主要分布于沂南、莒南、莒县境内。

1.1.3 火山岩概况

研究区内主要为中生代火山岩，分布于各中生代火山岩盆地中。鲁东区火山岩盆地包括莒县盆地、中楼盆地、鲁西盆地；鲁西区有蒙阴盆地、垛庄盆地、苏村盆地及马站盆地。出露的火山岩地层有：莱阳群曲格庄组、城山后组，青山群后乔组、八亩地组、石前庄组，大盛群大土岭组。新生代火山岩仅分布于沂水北部，为临朐群牛山组火山岩。

1. 火山岩特征

火山岩主要有：熔岩类（角闪辉石安山岩、粗安岩、橄榄玄武岩）、火山碎屑岩类（火山碎屑熔岩、火山碎屑岩、沉火山碎屑岩—火山碎屑沉积岩）、潜火山岩（潜安山玢岩）。

角闪辉石安山岩分布较普遍，多见于莱阳群、青山群，呈似层状或夹层产出。岩石呈灰绿色、紫灰色，斑状结构，块状构造。粗安岩分布较普遍，常见于鲁东区青山群、莱阳群，鲁西区也有出露。岩石呈灰色，斑状结构，块状构造。斑晶为斜长石、钾长石、普通角闪石和黑云母。基质为交织结构，由半定向的斜长石、钾长石针状微晶和少量玻璃质组成。橄榄玄武岩分布于莒县盆地，为大盛群大土岭组火山岩岩石类型。分布于沂水研究区北部，为第三纪牛山组火山岩主要岩石类型。

火山碎屑熔岩亚类有安山质碎屑熔岩、集块熔岩。分布广泛，为青山群八亩地组主要岩石类型，似层状产出。火山碎屑岩亚类有安山质凝灰岩、粗安质火山角砾岩、粗安质集块岩。分布广泛，为沂水研究区火山岩主要岩石类型。青山群八亩地组和莱阳群城山后组广泛出现。沉火山碎屑岩—火山碎屑沉积岩亚类有沉火山角砾岩、沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩。分布较广，呈夹层状出现于火山岩地层中

潜安山玢岩。分布较少，以脉状侵入青山群八亩地组中。

2. 火山岩相

中生代火山岩相有：爆发相、爆发—溢流相、溢流相、火山沉积相、火山通道相及潜火山岩相。新生代火山岩以溢流相为主。

3. 火山构造和火山机构

沂水研究区中生代火山岩是潍坊—郯城中生代火山喷发带的一部分,包括以下IV级火山构造:平邑、蒙阴、苏村、莒县、中楼火山盆地,火山岩面积 130 多 km²。火山机构主要为中心式火山机构,有层状火山、锥状火山、盾状火山等。

1.1.4 变质岩概况

区内变质岩石类型可为:区域变质岩、动力变质岩、接触及接触交代变质岩,其中以区域变质岩为主。区域变质岩的变质程度不一,主要有麻粒岩相、高角闪岩相、绿片岩相等。变质作用发生的时代自晚太古代到中生代。晚太古代一早、中元古代以区域变质作用为主,其次有韧性动力变质作用发生。接触及接触交代变质作用在区内以中生代为主。

1. 区域变质岩及变质作用

区内区域变质岩以沂水岩群、泰山岩群变质岩层为主体,鲁东胶南隆起的变质岩石划归为粉子山群。

沂水地区区域变质岩类型大致可分为:辉石岩及角闪岩类(含变质侵入体)、麻粒岩类、斜长角闪岩类、变粒岩类、片岩类、石英岩类、大理岩类、高铝片岩类等八大岩石类型,分布在区内结晶基底中。

2. 动力变质岩及变质作用

动力变质岩以韧性动力变质岩为主,韧性动力变质岩是指由韧性剪切带的变形变质作用过程中形成的构造岩,主要岩石类型包括:糜棱岩(糜棱岩化岩石、初糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩)及构造片麻岩、构造千枚岩、构造片岩。韧性动力变质岩类主要发育在沂沭断裂带内大尧(许家湖镇)、柏家坪(沂水镇)、全美官庄(沂水镇)、旋沟子(四十里堡镇)及沂沭断裂带以西的鲁家庄(沂南县)、白马岭(沂水县)、里庄(泉庄乡)、胡同峪(胡同峪镇)、胶南隆起的大井峪等地。

3. 接触变质岩及变质作用

分为热接触变质岩及接触交代变质岩。前者主要岩石类型有:钙硅质板岩、黝帘石角岩、堇青石角岩、长英角岩、透辉石斜长角岩、角岩化岩石及大理岩等。后者主要有:钙质砂卡岩和镁质砂卡岩。均分布于中生代岩体与盖层的接触带上,如铜井、金厂等地,同时又是砂卡岩型的金铜等的有利成矿地带。

1.1.5 构造概况

根据 2002 年版中国地质图集,沂水实习区位于华北地块和胶东地块的结合部位,著名的郯庐断裂带穿过本区,将沂水实习区一分为二:东侧为胶莱拗陷,西侧为鲁西断隆。鲁西断隆又分为泰沂隆起和沂沭断裂带两个三级构造单元。

泰沂隆起区,主要表现为双层构造,下部为由早前寒武纪变质地层、变质侵入体组成的结晶基底,上部为由晚元古代至古生代、中生代的沉积地层组成盖层构造。受后期构造影响,该区又被划分为若干凸起与凹陷,自南至北分别是:平邑凹陷、蒙山凸起、蒙阴凹陷、新甫山凸起、马牧池穹断、金星头凸起、沂山凸起等。

沂沭断裂带自西往东又划分为:苏村—马站凹陷、汞丹山凸起和莒县凹陷。汞丹山凸起

区主要由泰山岩群、沂水岩群等变质表壳岩与早前寒武纪变质侵入岩组成，北部发育部分上元古界至古生界盖层。两个凹陷内主要由中生代的火山碎屑岩系及陆源碎屑沉积岩系组成。

胶莱坳陷南部和沂沭断裂东部为胶南隆起，该隆起区主要由元古代侵入体及中生代的侵入体组成，部分地区发育莱阳群及青山群地层。胶莱坳陷区主要由莱阳群及群地层组成。

1. 基底构造

沂水研究区内基底岩系主要分布泰沂隆起、汞丹山凸起、胶南隆起之上。在基底中，不同期次、类型的透入性构造、基底褶皱构造、韧性剪切带均很发育，共同组成了各单元上不同的基底构造线。

1) 透入性构造及其区域构造线

透入性构造主要包括面理、线理两种类型。面理又分为层理、片理、片麻理、条带、糜棱片理等。在泰沂隆起区共发育包括 S_0 在内的六期面理，在沂沭断裂带中的高级变质区，可识别面理有五期，而在中级变质区可识别的面理约六期，在胶南隆起区主要发育三期面理。

不同期次的面理，在不同的构造单元上展布方向及特点很不相同。泰沂隆起区构造线走向主要为 NW 向-NNW 向，并有由南向北逐渐偏向于北的趋势。在沂沭断裂带中的汞丹山凸起区，主要发育有 NNE-NEE 向的构造向，在南部以 NNE 向构造线为主，在北部沂水岩群发育区，构造线主要以 NEE 向。在其间的少数地区见有 NW 向的面理，可能为构造转换不彻底导致。在胶南隆起区，构造线走向主要为 NEE 向。

2) 基底褶皱

主要分布于汞丹山凸起和泰沂隆起上，除少数褶皱规模较大外，其余均很小。区内褶皱根据变形面的性质可分为四种：层褶、片褶、脉褶、重褶。

沂水研究区内基底褶皱主要发育有六期。

第一期：发生在沂水岩群中，形态为紧闭、等斜、顶厚褶皱。褶皱轴向为 NEE 向。该褶皱的典型代表是石山官庄组倒转背斜。该背斜核部为石山官庄组，翼部主要为林家官庄组，总体轴向 $70^\circ\sim 75^\circ$ ，中间轴向 58° ，倾向 SE，倾角 $50^\circ\sim 60^\circ$ 。该背斜 SE 翼为倒转翼，NW 翼为正常翼。

第二期：主要发育在泰山岩群中，以原生层理为褶皱面，其形态为紧闭、同斜、平卧褶皱，顺层理发育，一般不见转折端，规模较小。

第三期：发生于泰山岩群中，以 S_1 为褶皱变形面。形态为紧闭、同斜、顶厚褶皱。轴面斜歪或直立，枢纽近水平。

第四期：主要发育于条带状岩石中，褶皱形态多为同斜、尖顶褶皱，轴面平卧或斜歪，枢纽一般近水平。

第五期：发育在条带状岩石中，叠加在第四期褶皱之上，发生重褶皱。

第六期：发育于沂沭断裂带中的 NNE 向的韧性剪切带中，为“ α ”型褶皱或鞘褶皱。

3) 韧性剪切带

主要分布于泰沂隆起、汞丹山凸起上。在泰沂隆起上，韧性剪切带以 NW 向及 NNW 向为主。又分为中深构造相的构造片麻岩及中浅构造相的狭义韧性剪切带。在沂沭断裂带中，

韧性剪切带以 NE 向及 NNE 向为主。

沂沭断裂带中的韧性剪切带分为全美官庄—胡家庄韧性剪切带、大尧韧性剪切带和旋沟子—大庄坡韧性剪切带。

(1) 全美官庄—胡家庄韧性剪切带

位于汞丹山凸起中部，西起沂水县全美官庄北（沂水镇），经胡家庄南至大黄旺（道托乡），长度大于 9km，走向变化较大 225°~285°，呈弧形。

带内糜棱片理发育，S-C 组构拉伸线理，“σ”型长石残斑，不对称小型褶皱均很发育，指向构造显示右行平移，构造岩以残斑糜棱岩为主，镜下石英丝带状拉长，核幔结构发育。石英 C 轴组构，以低温底面滑移为主，右行扭动。

变质相为中低绿片岩相变质，大致温压范围 $T=400\sim 500^{\circ}\text{C}$ ， $P=0.4\text{GPa}$ ， $H=12\sim 15\text{km}$ ，属浅层次构造相，其形成时间大约在晚太古代。

(2) 大尧韧性剪切带

位于汞丹山凸起中部，沿沂水许家湖镇大尧、王家庄子一线延伸，长约 6~7km。宽 100~500m 左右。切割晚太古代侵入体及沂水岩群。

线理产状在 $40^{\circ}\angle 60^{\circ}$ 。带内拉伸线理发育，具有典型的 L-C 组构，鞘褶皱、“α”型褶皱发育。构造岩主要为变晶糜棱岩，粒度粗。

变质温压条件较高，相当于角闪岩相，形成于晚太古代。

(3) 旋沟子—大庄坡韧性剪切带

位于汞丹山凸起东部，沿旋沟子、上家泥沟、大庄坡一线延伸。长大约 20km，宽约 1~2km，总体走向 30° 左右。切割晚太古代及早元古代侵入体和泰山岩群。

该剪切带糜棱片理发育，产状 $115^{\circ}\angle 65^{\circ}$ ，S-C 组构发育，石英强烈拉长，发育鞘褶皱、“α”褶皱，显示左行平行。构造以糜棱岩为主，变质相为高绿片岩相至低角闪岩相，形成条件： $T=500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ， $P=0.2\sim 0.8\text{GPa}$ ， $H=15\text{km}$ 。形成时间大致在 941Ma 左右。

2. 脆性断裂

1) NW 向断裂

(1) 蒙山断裂

为平邑盆地和蒙山凸起的界线断裂。沿太白庄、杏埠岭、昌国庄一线延伸。总体走向 $310^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ，倾向 SW，倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。南盘为官庄群地层，北盘为基底岩系，断裂带宽 30~150m。主要发育有构造角砾岩、挤压片理等，性质为先张后扭。

(2) 新泰—垛庄断裂

为蒙阴凹陷与新甫山凸起的界线断裂。沿马头崮（蒙阴县界牌镇北边）、垛庄、石拉子一线延伸。总体走向 $310^{\circ}\sim 330^{\circ}$ ，倾向 SW，倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。北东盘为基底岩系，南西盘为青山群或古生界，断裂带宽 100~350m，由数条断裂组成。发育有构造角砾岩、挤压扁豆体、挤压片理等，性质为先张后扭。

(3) 韩旺断裂

为金星头凸起与沂山凸起的边界断裂，沿韩旺（沂源县东南）、新民官庄（**诸葛镇**）一线延伸。走向 320° ，倾向 SW，倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。断层切割基底及盖层，发育构造透镜体及构

造角砾岩，性质为先张后压扭。

2) NE 向断裂

代表为沂沭断裂带。另外，还发育有较多与其平行的次级断裂，但一般规模不太大。

3) EW 向断裂

夏蔚断裂：是马牧池穹断与金星头凸起的边界断裂。总体走向 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，呈弧形，由数条平行断面构成，断裂倾向 SE 或 NW，倾角 75° 左右。长度大于 50km，断裂南盘以基底岩系为主，北盘以古生界为主，断裂带内发育挤压透镜体、构造角砾岩、构造片理。性质为先右行压扭，后张性拉开。

4) 近 SN 向断裂

彭家岚子断裂：沿石岚水库、马头崖、彭家岚子、界牌等一线延伸，全长大于 40km，总体走向 $355^{\circ}\sim 360^{\circ}$ ，断裂破碎带宽约 30m，带内主要发育构造角砾岩、构造碎裂岩等，带内普遍发育硅化、褐铁矿化等，具有小规模平移。活动时间较晚。

1.2 沂水—汤头断层露头地质特征及教学

沂水—汤头断裂是沂沭断裂带四条主干断裂中的一条，沂沭断裂带是郯庐断裂带的重要组成部分。郯庐断裂带具体特征详见 5.1.3 节。

有两个实习点可以观察到沂水—汤头断层的出露。一个是沂水县北部道托乡花沟村村北；再一个就是许家湖镇丰台庄。花沟村断层出露实习地点位于沂水县北部道托乡花沟村(图 1.1, 图 1.2) 村北，S327 公路西侧 500m 处。由杨庄下青兰高速后经 S329 公路在马站镇转 S327 公路，再经由高桥镇、道托乡、沂水镇到达沂水县城。在由高桥镇往道托乡去的路上，路过此观察点。丰台庄实习地点位于沂水县南部许家湖镇丰台村东约 300m(图 1.1, 图 1.2)。

1.2.1 地质特征

花沟村出露点是沂水—汤头断裂出露最好的剖面之一(图 1.1-1.3)。断裂带约 80 余 m，由几条断层组成的断裂束夹古生界寒武系灰岩断片组成，东盘为泰山岩群，西盘为青山群八亩地组。古生界寒武系主要为长清群朱砂洞组灰色中—厚层灰岩，由于断层的影响，厚层和中层灰岩断层接触。泰山岩群为山草峪组二长花岗片麻岩、麻粒岩。断层面西侧为青山群八亩地组为火山角砾岩、火山凝灰岩及含砾砂岩，是中生代沉积凹陷中沉积。这说明当时火山活动相对活跃。出露的断层面倾角大，断层面并不平直，两侧灰岩的产状也受到断层的影响，变形明显(图 1.3、1.4)。西侧青山群八亩地组地层由于受构造影响微弱，地层产状平缓。

许家湖镇丰台庄出露点是沂水—汤头断裂另一处出露较好的剖面之一(图 1.1、图 1.5-A)。断层面出露非常明显，东盘为晚太古代阜平期蒙山超单元龟蒙顶单元片麻状中粒黑云花岗闪长岩，西盘为中生代白垩系大盛群马朗沟组黄绿色、紫红色粉砂岩、粉砂质页岩、砂岩。马朗沟组出露较少，西侧被第四系覆盖。

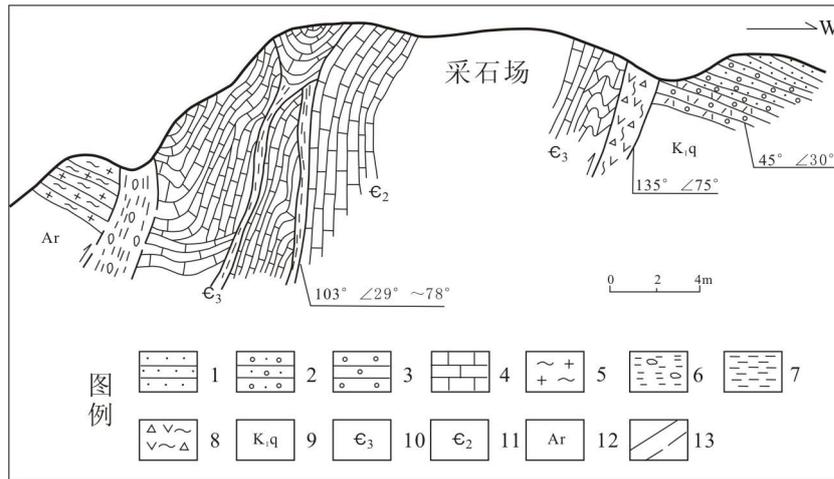


图 1.3 山东沂水道托乡花沟村沂水—汤头断裂构造剖面图 (据郭振一等, 1985)

1-砂岩; 2-砂砾岩; 3-角砾熔岩; 4-灰岩; 5-花岗片麻岩; 6-含砾层泥; 7-断层泥; 8-火山岩破碎带; 9-下白垩统青山组; 10-上寒武统; 11-中寒武统; 12-太古宇; 13-断层

1.2.2 教学内容

1. 沂水—汤头断层露头 (1)

1) 教学内容

此观察点有以下教学内容:

(1) 沂水—汤头断裂露头观察

此断裂存在的标志的是: ①在寒武系地层中可直接看到断层面 (图 1.4-A); 断层面近直立, 但不平直, 经测量此处断层面东倾, 倾向约 100°, 倾角在 29°~78°之间。②断层面两侧的岩层结构不同; 断层发育在寒武系灰岩中, 两盘岩性均为寒武系灰岩, 断面西侧为中寒武统厚层灰岩; 断面东侧为上寒武统薄层灰岩, 因而受断层影响较大, 变形强烈 (图 1.4-B); 断层面西侧厚层灰岩岩层陡立, 并出现强烈褶皱, 平面上小的褶曲现象也很明显, 其褶曲轴近起立, 稍向南倾, 反映断裂还具有左旋斜冲的特点。③断层面上可见擦痕和磨光面。④由断层面出露向东约 30m 处, 可以看到约 10m 厚的断层泥, 内含滚动角砾, 其长轴平行断面走向, 短轴平行断面倾斜方向, 反映强烈的压扭性活动。由于断层泥抗风化能力低, 地势较低; 陈文寄等(1988)采集断层泥测年, 1Md 伊利石样品 K-Ar 同位素年龄为 96.53Ma±2.5Ma。再向东即为晚太古代泰山岩群二长花岗片麻岩。出露表面由于遭受长时间的风化作用, 非常破碎。其中长石已大部分风化成高岭石。⑤由断层面出露点向西侧走, 可看到浅灰色—灰色厚层灰岩出露。在厚层灰岩中可以看到局部小型洞穴, 疑为由于断层或后期构造的影响地下水渗入、溶蚀形成。由于受到构造活动的影响, 这些沉积岩层的产状有了一定的变化。⑥由断层面出露点向西走约 200m, 可以看到岩性由灰岩变为黑色火山凝灰岩, 岩石强烈破碎, 构成火山岩破碎带。从区域研究表明, 火山凝灰岩为下白垩统青山群八亩地组, 在青山群与寒武系沉积岩之间存在一次级断层。再向西可见有火山角砾岩, 再逐渐过渡为青山群含砾砂岩、砂岩 (约 5m 厚)。青山群与寒武系地层通过断层接触。



A. 寒武系地层中沂水—汤头断裂断裂面

B. 变形强烈的上寒武统薄层灰岩

图 1.4 山东沂水道托乡花沟村沂水—汤头断裂露头（张丽萍摄）

根据三个次级断层的产状（图 1.3），可以判断，此处沂水—汤头断裂具有压扭性质。

（2）石灰岩、火山岩、二长花岗片麻岩观察

在此观察点，所见岩性有石灰岩、火山凝灰岩、火山角砾岩、二长花岗片麻岩。

石灰岩是组成夹在沂水—汤头断裂中的寒武系断片的主要岩性，呈灰色—浅灰色；薄层、中层、厚层构造。

火山岩在此观察点主要为青山群八亩地组火山凝灰岩和火山角砾岩。八亩地组是青山期火山活动最强烈的第二旋回喷发产生，以中基性火山物质沉积为主。火山凝灰岩为黑色—灰黑色，凝灰质结构，细火山碎屑物质（直径<2mm）占 50%以上。

二长花岗片麻岩为晚太古代泰山岩群，颜色灰白、浅肉红色，矿物组成为正长石、斜长石、石英及少量暗色矿物（黑云母），结晶结构，块状构造、片麻状构造，表面已长石风化成白色的高岭石。

（3）断层接触关系观察

由于沂水—汤头断裂存在，使晚太古代泰山岩群、古生代寒武系灰岩、中生代下白垩统青山群八亩地组接触到一起。在观察接触关系时，可以看到断裂带内和断裂带两侧岩性、颜色和构造明显不同。

沂水—汤头断裂东盘，由于构造作用，使寒武系地层和晚太古代泰山岩群二长花岗片麻岩通过断层泥接触，断层面两侧颜色和岩性差异显著。西盘，由于构造作用，使寒武系地层和青山群八亩地组的碎屑沉积岩通过火山岩破碎带和火山凝灰岩接触，颜色和产状具有明显的差别。在断裂带内，寒武系地层断片之间呈现明显的相对运动，因而表现出明显的断层面的出露，使两侧岩层接触关系的观察非常方便。在此断面两侧，岩性和颜色差异不大，均为灰色—浅灰色灰岩，但结构和构造差异较大。

2) 教学要求

（1）断层产状测量

断层面与岩层均属于面状地质构造，因此产状的测量方法相同。具体做法：对于出露较为平直光滑、产状变化不大的断层面，找一处倾角中等、出露较好的地段，教授学生测量断层面的产状。若断层面出露产状变化较大，测量时首先在高处观察整个断层面在空间平面的展布方向，然后在断层面上找一个或若干个出露较好的位置，教授学生用罗盘测量断层面，

获得一个产状数据来代表该断层产状，或者由几个产状数据的平均来代表该断层的产状。

(2) 断层露头素描

要求笔记本图页上图名、比例尺、剖面方位、主要地名、各种产状要素、图例要齐全。记录页上应有必要的记录和描述内容。可参考图 1.3。

(3) 断层接触关系观察

在观察断层两侧岩层或岩体接触关系时，要注意观察断层面两侧颜色、岩性、结构、构造等方面；再观察两侧产状有无明显差异；同时也要注意接触面上有无断层存在的明显标志：断层泥、断层角砾岩、擦痕、磨光面，等。

(4) 描述石灰岩、火山岩、二长花岗片麻岩特征

对常见岩石描述要求如下：①首先根据野外产状判断所属大类（岩浆岩、沉积岩、变质岩），然后再从颜色、矿物成分、矿物含量、结构、构造等方面给岩石定名。②观察要在新鲜面上进行，风化表面易产生错误认识。③当野外鉴定不能最后定论时，可以采集手标本室内借助仪器进行观察。采集岩石手标本规格为 3cm×6cm×9cm 或 2cm×4cm×6cm。

石灰岩是内源化学沉积岩。描述内容包括：①岩石的颜色；②主要矿物成分（方解石）的含量，结晶程度（全晶质泥晶、砂晶，或隐晶质）；致密程度；其它矿物组成；③岩石的结构：鲕状结构，豆状结构，碎屑结构，生物碎屑结构；④岩石的构造：层状构造，层理发育情况（水平层理、平行层理、单向交错层理、双向交错层理、波状层理、粒序层理），层面构造（波痕、泥裂、雨痕等），生物化石、结构等；⑤岩层的产状及其变化。

描述火山岩时，内容包括：①颜色；②组成与火山岩结构，隐晶质结构还是玻璃质结构，颗粒大小；是火山角砾，火山集块，还是凝灰岩；③是否受到后期构造活动的影响。

晚太古代二长花岗岩为酸性深成侵入岩，遭受了很大程度的变质。因此描述二长花岗岩时要注意：①矿物组成，包括暗色矿物和浅色矿物、矿物相对含量；②结构和构造；③遭受变质作用使原岩的结构、构造和矿物组成发生怎样变化；④出露地表时易遭受风化，要注意风化后的颜色、矿物组成、结构和构造。

2. 沂水—汤头断层露头 (2)

1) 教学内容

此实习点为沂水—汤头断裂又一处明显的出露点。有以下教学内容：

(1) 沂水—汤头断层露头观察

此断裂存在的标志的是：①直接看到断层面（图 1.5-A）；断层面平直，走向约 10°，倾向 280°，倾角 80°。②断面两侧岩石特征完全不同：西侧为中生代白垩系大盛群马朗沟组黄绿色、紫红色粉砂岩、粉砂质页岩、泥质粉砂岩、页岩，断面附近变形强烈（图 1.5-B）；随着与断层面之间的距离加大，产状趋于稳定；断面东侧为晚太古代阜平期蒙山超单元龟蒙顶单元片麻状中粒黑云花岗闪长岩，局部可见糜棱岩。断层面两侧岩性抗风化能力差异明显。西盘细碎屑岩抗风化能力弱，因而地势低，而使东盘断面暴露出地表，形成一明显断面斜坡。③断层面上可见擦痕和磨光面。大盛群与蒙山超单元通过断层接触，说明沂水—汤头断裂活动时间在白垩纪末期或古近纪。



A. 沂水—汤头断裂的断裂面

B. 白垩系大盛群马朗沟组粉砂质页岩、泥质粉砂岩（变形）

图 1.5 山东沂水许家湖镇丰台村沂水—汤头断裂露头（张丽萍摄）

在此观察点，断层面出露的中间底部，有一泉水出露。泉水清澈、甘甜，附近村民用此水作为饮用水。据调查，此泉水与断层产生的裂隙有关。

（2）页岩、粉砂岩、糜棱岩、花岗闪长岩观察

大盛群马朗沟组页岩：黄绿色、紫红色。主要矿物成分为粘土矿物，含有少量的粉砂。当粉砂含量超过 25%时，称为粉砂质页岩，用手指捻时具有颗粒感（砂质感）。具有明显页理。风化后易破碎，形成页片状。大盛群马朗沟组粉砂岩：黄绿色、紫红色。主要矿物成分为石英，其次为长石，含有少量粘土矿物。当粘土矿物含量超过 10%时，称为泥质粉砂岩。大盛群马朗沟组黄绿色和紫红色页岩、粉砂岩互层，距断层面越远，黄绿色矿物含量增加。

晚太古代糜棱岩是在构造应力作用下由花岗闪长岩强烈塑性变形形成。深灰色—灰黑色，糜棱结构，条带状构造。应力作用下，岩石中长英质矿物压扁、拉长，定向排列。

晚太古代花岗闪长岩，深灰色，片麻状构造，中粒结构。主要矿物成分为斜长石、钾长石、石英、角闪石、黑云母等。

（3）断层接触关系的观察

由于断层面的明显出露，再加上两侧岩性的明显差异，晚太古代岩体和白垩纪地层之间的接触关系非常明显。西盘为受构造影响的发生褶皱变形的白垩纪沉积岩层，东盘为受构造影响的发生变质作用的岩体。西盘抗风化能力弱，东盘抗风化能力强。

2) 教学要求

（1）测量断层面产状

此观察点断层面相对平直。在前面初学使用罗盘的基础上，让学生进一步掌握断层面产状的测量方法。

（2）描述页岩、粉砂岩、糜棱岩、花岗闪长岩等岩性

页岩（粘土岩）和粉砂岩（细碎屑岩）为沉积岩类。在野外鉴定和描述时，主要包括以下内容：①所属类型：页岩为粘土岩类，粉砂岩为陆源碎屑岩类；②岩石的结构类型；③胶结物的成分，是泥质、钙质、硅质和铁质等单一类型，还是钙—泥质或钙—铁质等复合类型；④碎屑颗粒的形态（粒度、磨圆度、球度、分选性）；⑤岩石的物质成分及含量，包括主要成分、次要成分，及各自的百分含量（目估）；⑥岩石的构造（层理构造和层面构造）；岩石

的颜色（新鲜面和风化面颜色）；⑦产出状态；⑧定名。

糜棱岩为动力变质岩。在野外描述变质岩时，需要注意用肉眼和放大镜观察以下几个方面的内容：岩性、颜色、产状；矿物组成以及共生的岩石类型；空间分布；矿物定向排列情况；变质结构和构造；初步判断变质成因类型和原岩类型。

花岗闪长岩为显晶质偏酸性深成岩，是花岗岩类向闪长岩类过渡的中间类型。对其描述同前面所述的二长花岗岩。

野外观察不能完整清楚地描述时，采集标本，带回室内观察。标本采集的要求同前。

1.3 莒县浮来山地质特征及教学

该实习点位于沂水县与莒县交界处的浮来山公园景区入口对面路边（图 1.1-1.2）。

1.3.1 地质特征

浮来山区寒武—奥陶系地层发育较齐全（图 1.2），出露的地层有：震旦系土门群佟家庄组、浮来山组、石旺庄组，寒武系长清群朱砂洞组、馒头组，九龙群张夏组、崮山组、炒米店组、三山子组；奥陶系马家沟组东黄山段、北庵庄段、土峪段、五阳山段；石炭系月门沟群本溪组、太原组；白垩系青山群八亩地组；大盛群马朗沟组、田家楼组（图 1.2，表 1.1）。

震旦系地层西部与早元古代吕梁期红门超单元中天门单元中细粒黑云石英闪长岩和何家砚瞳单元的中细粒石英二长岩角度（异岩）不整合接触。佟家庄组、浮来山组、石旺庄组之间为整合接触，与寒武系角度不整合接触。朱砂洞组、馒头组、张夏组、崮山组、炒米店组、三山子组整合接触，但局部由于断层影响，张夏组和炒米店组直接断层接触（图 1.2，表 1.1）。三山子组与上覆奥陶系马家沟组为平行不整合接触。马家沟组东黄山段、北庵庄段、土峪段、五阳山段之间为连续沉积，由于断层的影响，不同位置各段地层与上覆白垩系青山群八亩地组呈断层接触；但在实习浮来山向南 5km 处，可以看到马家沟组五阳山段上覆石炭系本溪组、太原组呈平行不整合接触；向东太原组与白垩系大盛群马朗沟组呈断层接触。大盛群马朗沟组与田家楼组连续沉积。

这些地层基本上呈单斜构造，同时分布受断层控制。浮来山区发育主要有四组断层（图 1.2）：NNE-SSW 向安丘—莒县断裂，NW-SE 向有二组断层、NE-SW 向有一组断层。

在实习点及其附近出露的地层包括：震旦系土门群佟家庄组、浮来山组、石旺庄组，寒武系长清群朱砂洞组、馒头组，九龙群张夏组、炒米店组、三山子组；奥陶系马家沟组东黄山段、北庵庄段；白垩系青山群八亩地组。各组岩性特征见表 1.1。

1.3.2 教学内容

该实习点为约 1km 长的实习路线，路线走向 104°。由于建设公路时开挖，使公路一侧寒武系朱砂洞组和馒头组出露。主要观察对象是寒武系朱砂洞组。教学内容包括：

- （1）观察寒武系朱砂洞组部分地层层序；
- （2）观察各种沉积岩、岩浆侵入体；
- （3）观察各种地质构造现象；
- （4）练习实测地质剖面。

1. 火成岩侵入体

火成岩侵入体岩性为中粒灰白色,位于浮来山公园门口南侧东西向公路的西端(图 1.6)。

1) 教学内容

(1) 正长岩侵入体的观察

此观察点正长岩出露东西宽约 21m,灰白色、浅肉红色,中粒全晶质结构,斑状、块状构造。正长岩为中性深成侵入岩,主要矿物成分为正长石、石英,暗色矿物极少。

西侧(图 1.6)灰岩断层接触,此断层(F_1)的断层面近直立,该侵入岩体顺断层侵入到灰岩中。岩体东侧与薄层灰岩呈侵入接触。

(2) 围岩(石灰岩)的观察

在断层面附近,灰岩层面产状发生了变化。在灰岩侧断层面上可看到断层挤压形成的擦痕和磨光面。在东侧,与正长岩存在明显接触面的灰岩,整体呈灰色、黄灰色,新鲜面片呈灰黑色,泥晶结构,薄层状构造。局部夹薄层泥岩、泥灰岩,在与正长岩接触面约 1m 处,灰岩中夹有薄层紫红色粉砂质泥岩。灰岩中还发育有缝合线构造。

(3) 围岩张性节理的观察

受断层的影响,灰岩中发育有不规则形态的、由构造运动影响产生的张节理,张节理由于方解石后期充填形成节理脉(图 1.7)。特征是:长度不一,延伸不远;节理面粗糙,不平直光滑;被方解石后期充填形成节理脉;状态有不规则形态,呈分叉或树枝状,或呈雁列状。



图 1.6 山东莒县浮来山实习点西端正长岩侵入体 (右为西向)(张丽萍摄)



图 1.7 山东莒县浮来山实习点张节理脉(方解石充填)及内碎屑结构(张丽萍摄)

2) 教学要求

(1) 素描侵入体

由于侵入体宽度较大,要求学生从较远角度进行素描。素描图中应包括:岩体与围岩之间的接触关系(包括断层面的产状、接触面的产状)、岩性填充、比例尺、方位角、地形线、图名,有相应的文字描述,等。

(2) 测量侵入体的规模

要求学生学会使用专业测量尺和测线测量正长岩体的出露宽度、高度。

(3) 观察、测量围岩、张性节理及充填物

侵入体岩体侵入到灰岩中,在两侧分别以不同形式与围岩(灰岩)接触。要求学生观察、

测量、描述不同的接触关系、接触带范围灰岩的产状、岩性、结构或构造及其变化。

对于节理的观察和描述，内容包括：①节理形态及规律性；②是否被充填，充填物矿物组成；③节理组的产出状态；④节理的规模；⑤节理与断层之间的关系。进而判断节理性质。

2. 地质构造

在该实习点可见单斜构造、断层、褶皱、节理。

1) 教学内容

出露的地层整体为单斜构造（图 1.8），倾向在 $80^{\circ}\sim 145^{\circ}$ 之间，倾角在 $34^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 范围内，产状（图 1.14）较为稳定。实习沿线，除了正长岩体西侧的断层 F_1 外，向东朱砂洞组中还发育二条小型断层 F_2 和 F_3 （图 1.14）。观察路线东部，还可以看到朱砂洞组顶部由于断层影响产生的一系褶皱。

有关地质构造的教学内容包括：

(1) 小断层的观察

F_2 和 F_3 断层的特征是：断层位移小；断层均发育在朱砂洞组内；断层两侧岩层明显被错开；使上下盘不同岩性的沉积岩层接触或使一盘岩层的产状发生变化；两侧岩层产生褶皱变形；断层面光滑或不光滑；断层面上出现明显的擦痕、阶步或磨光面。根据擦痕、阶步能够判断这些断层两盘的相对运动方向。

F_2 断层发育在正长岩体东侧 42m 左右。可见断层面与岩层走向大角度斜交。观察面为断层面，在观察面上可见明显的擦痕（图 1.9）、阶步。断层南盘为中薄层灰岩、泥灰岩与黄色薄层状泥灰岩互层。受构造活动的影响，变形明显，挠曲发育（图 1.10），断层变形带宽度约 5m。西侧为灰色厚层含球粒泥灰岩，产状 $103^{\circ}\angle 54^{\circ}$ ，受断层影响较小。根据擦痕的延伸方向、阶步的发育情况，可判断此断层为正断层，断层面走向近东西向；因擦痕的方向不止一个，说明断层两盘相对运动方向不止一次。

F_3 断层（图 1.11）出露于 F_2 断层东侧约 24.5m 处。断层面光滑，断层面与岩层走向小角度斜交。断层面产状为 $75^{\circ}\angle 73^{\circ}$ 。断层南西盘（下盘）为灰色中一厚层泥晶灰岩，产状 $110^{\circ}\angle 46^{\circ}$ ；北东盘（上盘）为黄色中一薄层灰质泥岩。两盘产状相差无几，但岩性差异明显。

在观察路线东端，发育有擦痕、阶步（图 1.12）及明显的牵引褶皱。由此判断此处断层的发育。东端采石场内，可看到坑壁上将两侧岩层明显错开的断层。

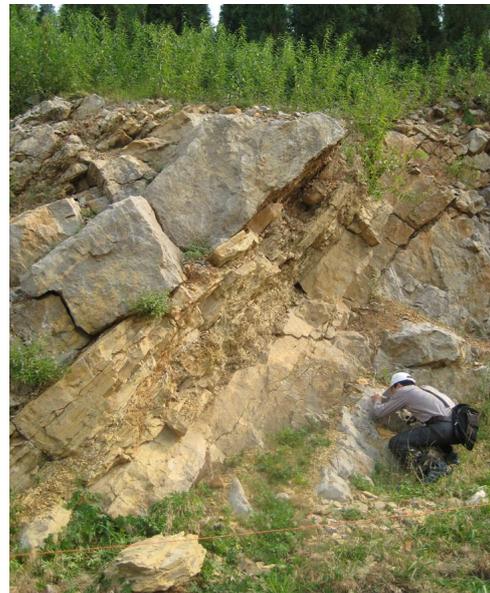


图 1.8 山东莒县浮来山实习点朱砂洞组单斜岩层（张丽萍摄）



图 1.9 山东莒县浮来山实习点 F₂ 断层面上的擦痕与磨光面 (张丽萍摄)

(2) 断层面擦痕、阶步的观察

断层面擦痕、阶步是断层两盘岩块相对错动时在断层面上留下的痕迹。擦痕是断层面上由于两盘岩石相互滑动而形成一组相互平行、细而密集排列的条纹状浅沟，有时一端粗而深、一端细而浅，由粗到细的方向手摸会有光滑感，反之有粗糙感。光滑方向是断层对盘相对于本盘的运动方向。阶步为断层活动中在断层面上形成的与断层运动方向垂直、与擦痕方向垂直的微小陡坎（阶梯状断口）。通常可指示对盘的运动方向。

在该实习点，断层面擦痕、阶步都非常发育（图 1.9 和图 1.12）。要求学生不仅要观察擦痕、阶步的形态，延伸方向，还要学会判断两盘岩层的相对运动方向，判断断层性质。

(3) 小褶皱、小挠曲的观察

挠曲是褶皱的一种类型，是在水平或平缓的岩层中，由一般岩层突然变陡而表现出的膝状弯曲，或是由于岩层翘曲或其他和缓变形所形成的弯曲。

实习路线沿线，褶皱、挠曲发育比较明显。在 F₂ 断层南盘薄层灰岩、泥灰岩由于受构造活动的影响发育挠曲（图 1.10）。挠曲规模不大，变形部分宽 1m 左右。



图 1.10 山东莒县浮来山实习点 F₂ 断层变形带(挠曲) (张丽萍摄)



图 1.11 山东莒县浮来山实习点 F₃ 断层面(胡绍祥摄)



图 1.12 山东莒县浮来山实习点出露的阶步和擦痕 (胡绍祥摄)

在实习路线东端采石场内，朱砂洞组顶部厚层灰岩中发育有一系列的褶皱。规模大小不一，两翼间宽度在 10m~1m 范围内，为圆弧褶皱，翼间角较大，基本上全为斜歪褶皱。

观察小褶皱、小挠曲时，要求学生观察并描述褶皱、挠曲的形态、规模、产出层位、两翼产状、轴面产状、枢纽产状、转折端形态等，进而判断褶皱类型。

(4) 断层牵引现象的观察

断层两盘沿断层面作相对滑动时，断层附近岩层因受断层面的摩擦力拖曳而产生的弧形弯曲现象；或是岩层先弯曲后被断裂。结果岩层弯曲前后产状明显不同，两盘岩层的产状也有很大差异。牵引现象在实习路线的小断层附近都有发育，形态多样，规模大小不一。可根据牵引褶皱形态来判断断层的存在及两盘的相对运动方向。

2) 教学要求

(1) 测量小断层的产状

在实习路线上，小断层面明显。要求学生使用罗盘测量各小断层面的产状和两盘岩层的产状，并将两者进行对比。

(2) 素描地质构造痕迹

地质构造包括：褶皱和断层，其痕迹包括：断层面、牵引褶皱、擦痕、阶步、磨光面、断层变形带、断层碎裂岩等；要求学生对各种构造现象进行观察，并在记录本上进行素描，素描内容与前面同；还要求标注褶皱两翼产状、轴面产状，断层面产状、两侧岩层的产状、断层两盘的相对运动方向，记录页上应有必要的记录和描述内容。

(3) 通过擦痕、阶步、牵引褶皱判断断层两盘的错动方向

要求学生掌握判断野外断层两盘相对运动的方法，这些方法包括：被错开标志层、断层角砾的排列方向、擦痕、阶步、牵引褶皱、断层产生的羽状节理。在此实习点，擦痕、阶步、牵引褶皱等发育明显，均可以用来判断断层两盘错动方向，进而判断断层性质。

3. 鲕状、瘤状石灰岩

1) 教学内容

浮来山实习路线沿线，朱砂洞组中鲕粒灰岩、瘤状灰岩、碎屑灰岩发育较为广泛。针对于此，教学内容有以下几个方面：

(1) 鲕状石灰岩观察

鲕状石灰岩（或鲕状灰岩）主要发育在朱砂洞组的下部及上部。下部，鲕粒含量相对较少，上部尤其是路线东端采石场附近，鲕状灰岩十分发育，鲕粒含量较高，直径较大。

鲕状灰岩具有鲕粒结构，块状结构。由鲕粒状方解石组成，鲕粒含量在 50%以上，局部可达 80%。鲕粒主要呈圆形，其次为椭圆形，胶结物以亮晶方解石为主，颜色比周边灰色方解石基质深，呈深黑色、黑色。直径在 2mm 左右。

在观察鲕状灰岩时，要求学生要注意观察鲕粒的形状、大小、含量、颜色、核心成分、皮壳及胶结物的矿物组成、结晶程度以及鲕状灰岩的产出层位、厚度等。

(2) 瘤状石灰岩观察

瘤状石灰岩（或瘤状灰岩）主要发育在朱砂洞组中上部。颜色灰色、灰褐色，由瘤体和基质两部分组成。瘤体灰色，呈不规则透镜状、长条状、瘤状或扁豆状，大小 1~2cm，或更

大。瘤体成分以方解石为主。基质褐色，绕瘤体分布，成条带状，成分以方解石、泥质为主。

在观察瘤状灰岩时，要求学生注意观察瘤体的形状、大小、含量、颜色、矿物组成、基质的矿物组成、颜色以及瘤状灰岩的产出层位、厚度等。

(3) 内碎屑石灰岩观察

内碎屑石灰岩（或内碎屑灰岩）朱砂洞组下部和上部均有发育，按照内碎屑大小的分类属于砾屑灰岩（图 1.7 和图 1.13）。砾屑呈灰色，长条状、椭圆状、不规则状，砾屑磨圆度由次棱角状—次圆状—圆状，分选性差，杂乱堆积在一起；成分为粉晶、微晶灰岩。砾屑多为长条状时，又称竹叶状灰岩。内碎屑粒间填隙物为深灰色（图 1.7）、黄褐色（图 1.13），成分为方解石及粘土矿物，为灰泥杂基或粉晶结构。

在观察内碎屑灰岩时，要求学生注意观察内碎屑的形状、磨圆度、分选性、含量、颜色、矿物组成、填隙物的矿物组成、颜色及内碎屑灰岩的产出层位、厚度等。



图 1.13 山东莒县浮来山实习点朱砂洞组碎屑灰岩
(张丽萍摄)

2) 教学要求

(1) 测量鲕粒的大小

在观察鲕状灰岩时，要求学生用尺子、参照物或目估的方法量取鲕粒大小，描述其形态和大小。

(2) 分析鲕状石灰岩的成因

鲕状石灰岩，是一种以鲕粒含量大于 50% 的石灰岩，具有鲕粒结构。鲕粒为一种由核心和包壳组成的粒径小于 2mm 的球形或椭球形颗粒，核心常由陆源碎屑、内碎屑、生物碳酸盐颗粒。包壳是化学沉积形成的同心状或放射状微晶碳酸盐矿物。鲕状灰岩多形成于温暖浅水、中等搅动强度、具有较强蒸发条件的环境，常产生于碳酸盐台地边缘浅滩地区，或潮汐沙坝或潮汐三角洲地区，即形成于碳酸钙过饱和状态的海、湖波浪活动地带或潮汐通道水流活动地带。由于波浪和潮汐的作用引起水介质的搅动，生物碎屑、球粒、内碎屑、陆源碎屑等处于悬浮状态，同时促使 CO_2 从水体中逸出，过饱和的碳酸钙（文石针）围绕碎屑颗粒沉淀成包壳，周而复始，便形成具有一圈圈同心纹包壳的鲕粒。当鲕粒达一定大小，其质量超过波浪、水流能量，便堆积在水底，不再被搅动，并为方解石胶结，形成鲕状灰岩。

要求学生观察鲕状石灰岩过程中，根据鲕粒的形态、大小及其相互之间的关系加深对鲕粒和鲕状灰岩的形成过程及形成环境的理解。

(3) 分析瘤状石灰岩的成因

瘤状石灰岩又称为结核状灰岩。成因有三种观点：①与碳酸盐结核有关；②差异压实；③同沉积作用形成。

要求学生观察瘤状石灰岩过程中，根据瘤体的形态、大小及填隙物的成分、结构理解瘤状灰岩的形成过程。

(4) 分析内碎屑石灰岩的成因

内碎屑灰岩主要是沉积盆地中沉积不久的、半固结的或固结的碳酸盐沉积物，遭受波浪、

潮汐、风暴等水流的冲刷、破碎、磨蚀、搬运后再次沉积形成的、具有碎屑结构的异化岩（异常化学岩）。竹叶状石灰岩是一种典型的砾屑灰岩。在各种级别的水动力条件下都可以出现。根据内碎屑砾石的排列方位就可用来推断水动力堆积条件：①就地堆积，大体平行于岩层面排列；②单向水流搬运堆积，单向倾斜排列（叠瓦状）；③潮汐或波浪搬运堆积，双向倾斜排列；④强风暴流堆积，放射状、倒小字状、菊花状、杂乱状。

要求学生观察内碎屑灰岩过程中，根据碎屑的形态、磨圆度、分选性、排列方式判断形成环境，理解其形成过程。

4. 实测地层剖面

1) 教学内容

该实习点岩层除去局部点位被第四系堆积物覆盖外，其它各位置岩层的出露条件非常好。朱砂洞组发育的各种岩性、结构、构造及各种地质构造及火成岩侵入体等均可观察到。在该实习点，要求学生初步了解和掌握地层剖面的实测过程。具体教学内容如下：

(1) 各种岩性

从实习路线的西端到东端出露的不同岩性包括：火成岩（正长岩）、泥晶灰岩、粗晶灰岩、粉砂质泥岩、泥灰岩、灰质泥岩、鲕粒灰岩、内碎屑灰岩、泥质粉砂岩、粉砂岩等。这些岩性颜色、结构、构造不同，除正长岩外，其它陆源沉积岩和内源沉积岩互层出现。

(2) 各种地质构造

该实习路线中出露至少 4 条断层、各种形态的褶皱及其产生的各种构造痕迹，要求学生在认真观察的基础上，综合分析。

(3) 各种火成岩侵入体

实习路线中出露的火成岩侵入体就是路线起始处的白色正长岩。具体描述见 1.3.2。

2) 教学要求

(1) 实测 100m 左右的地质剖面

路线野外踏勘工作完成后，要求学生选择合适地段，分组完成约 100m 左右的地质剖面的实测工作。实测剖面的工作流程参见指导书第三章。

剖面方向沿公路由西向东，起始点由西端正长岩开始；凡是剖面线经过地段的所有地质现象都要进行观察描述，包括：出露的各种岩体、岩性、接触关系、各种地质构造、地质界面产状等；各种地质数据和资料都要进行测量和收集。所涉及的地质问题都要进行详细的研究，包括：沿剖面线的地形变化；各时代地层的岩性特征及厚度；古生物化石层位及种属特点；地层的接触关系；系统采集相应的岩石标本、照片等。在这些基础上，分析该地区地质发展演化，以恢复古地理条件、古气候特征，从而研究同一时期地质环境随时间的演化。

(2) 按岩性符号绘制地质剖面图

根据实测剖面测量记录返回学校后要求学生立即进行室内数据的整理和计算，并要求学生在室内按照一定的比例尺、用不同的岩性花纹、符号、各种注记方法，绘制地质剖面图。因该实习点坡度和方位变化不大，绘制剖面图时可采用直线法进行。剖面图的绘制要在方格纸上进行，首先根据剖面的长度、高差，按比例尺换算后，在方格纸上留出图名、比例尺、图例、责任制表的位置后，根据实测数据和记录描述内容进行绘制。具体步骤如下：①绘制

地形线；②填绘地质内容；③整饰图面，标注剖面方向、产状、分层号、样品位置及编号、图名、比例尺、图例、责任制表、图框等。剖面图的格式和样式参照图 1.14。

（3）描述各种岩性

此实测剖面过程中，遇到的岩性主要是细碎屑沉积岩、化学沉积岩、火成岩。要求学生在实测过程中，根据颜色、矿物组成、结构、构造、岩层接触关系、层位、厚度等进行仔细观察和正确、完整描述，并进一步熟练掌握各种岩性的特征和描述、定名方法。

（4）按产状绘出岩层和地质构造

在实测剖面过程中，需要对各种地质构造进行简单绘制。要求学生根据实测产状数据，利用尺子、量角器等工具在记录本上能够直接绘制倾斜岩层、断层面及两盘岩层、褶皱。

（5）学会绘制信手剖面图

要求学生实习过程中学会绘制信手剖面图。绘制方法如下：①用罗盘大致确定剖面方位，并标注在记录本的作图页上；②按大致比例绘制剖面图上的地形；③按倾角绘制岩层的产状及岩性符号；④按产状绘制出断层、褶皱等构造形态；⑤标明产状、标本采集点的位置。另外，图名、比例尺、剖面方位、图例等要素也要求齐全。同时在记录本的记录页上要对各种岩性、构造等作必要的描述。

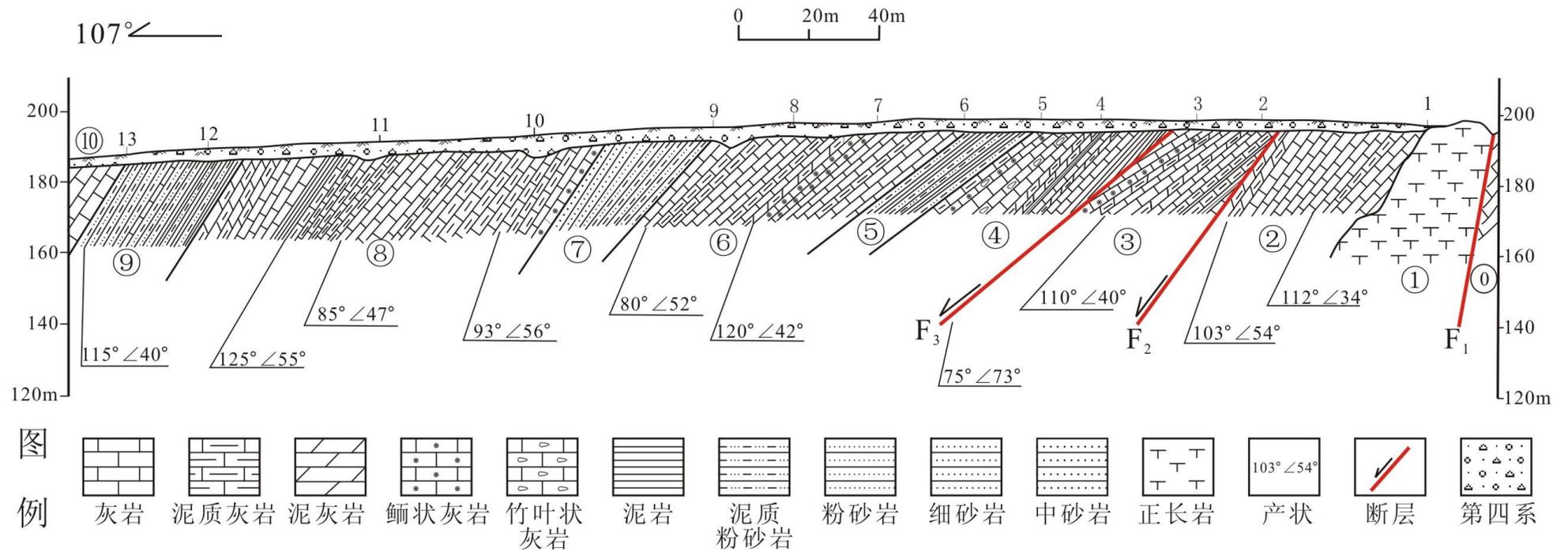


图 1.14 山东莒县浮来山朱砂洞组实测剖面图 (张丽萍、倪金龙作)

2. 沂水院东头乡“天然地下画廊”地质特征及教学

该实习地点—沂水“天然地下画廊”为 AAAA 级景区，位于沂蒙生态第一乡、“红嫂故里”—沂水县城西南部院东头乡留虎峪的九顶莲花山（九座山头像盛开的莲花）其中一朵莲花山山麓（图 1.2）。全长 6600m，一期开发 1600m，被誉为“江北第一溶洞”、岩溶地质博物馆。洞内钟乳遍布，石笋林立：石乳、石笋、石柱、石幔、石帘、石花、石旗、石葡萄、鹅管、飞瀑等多处景观形态各异，是大自然鬼斧神工（外动力地质作用）的杰作。

2.1 地质概况

该实习点位于留虎峪九顶莲花山。从地质图（图 1.2）可以看出，留虎峪九顶莲花山发育的地层由老到新分别有：中太古界沂水岩群林家官庄岩组、新元古界震旦系土门群佟家庄组、寒武系长清群李官组和朱砂洞组。该区域还出露有侵入岩体，分别是：早元古代吕梁期傲徕山超单元松山单元、燕山晚期沂南超单元于山单元。林家官庄岩组、佟家庄组、李官组和朱砂洞组岩性特征见 1.1.1 节。

松山单元（ $aS\eta\gamma_2^1$ ）呈岩基状产出，岩性为中粒二长花岗岩，肉红色，中粒花岗结构，块状构造。主要矿物为斜长石（33.81%）、钾长石（26.26%）、石英（33.19%）和黑云母（3.31%）等。该单元侵入泰山岩群，并含有其包体，脉动侵入蒋峪、条花峪单元，涌动侵入望母山单元。锆石 Pb-Pb 同位素年龄 $2475\pm 4\text{Ma}$ 。

于山单元（ $yY\eta\gamma\pi_5^3$ ）呈岩床，多侵入于长清群地层中，脉动侵入于铜汉庄单元中。岩性为二长花岗斑岩。呈浅白色、浅肉红色，斑状结构，基质为全晶质细粒结构，块状构造。岩石由斜长石（35-41%）、钾长石（25-30%）、石英（21-30%）、白云母+绢云母（10%）及金属矿物（1-2%）组成。斑晶占 15%，以钾长石和石英为主。

2.2 “天然地下画廊”实习点地质特征

“天然地下画廊”溶洞发育在寒武系长清群朱砂洞组下灰岩段中，其上为出露地表的余粮村段暗紫色细砂岩，产状近水平（图 2.1）。与下伏吕梁期傲徕山超单元松山单元中粒二长花岗岩、寒武系长清群李官组砾岩、石英砂岩及页岩、泥灰岩和燕山晚期沂南超单元二长花岗斑岩岩体一起构成了九顶莲花山主体。

2.3 “天然地下画廊”实习点教学内容

1) 教学内容

该实习点有以下教学内容：

- （1）观察溶洞地理位置及地层层位。
- （2）观察、描述溶洞及洞内沉积物。

溶洞的形成是石灰岩地区地下水长期潜蚀的结果。地下水的潜蚀作用以冲刷和溶蚀作用为主。形成初期，地下水沿可溶性岩石中的构造面进行剥蚀，因裂隙通道小，水流缓慢，主要以溶蚀作用为主。随着溶蚀作用的持续，溶蚀形成的空洞也会逐渐扩大；扩大后空洞相互连通到一起，使地下水的流动空间加大，水流速度增强，对裂隙两壁冲刷作用也会加



图 2.1 山东沂水院东头乡留虎峪朱砂洞组暗紫红色细砂岩（水平产出）（张丽萍摄）

大，进而使形成的溶洞逐渐增大。

在“天然地下画廊”溶洞中，可以看到地下水横向和垂向潜蚀作用同步进行。该溶洞在空间上基本呈线状分布，宽度平均 1-2m 间，局部地段不足 1m 宽，仅能容 1 人通过。高度一般在 2-4m 范围内变化。溶底可看到流动的地下水。溶洞两壁湿润，或有水滴流下。当有大气降水时，水会顺洞顶的裂隙向下淋入洞中。溶洞两壁局部由于地下水位的变化及稳定时间的长短，形成高度不同、向两侧凹进的冲刷、溶蚀台阶。

溶洞内部丰富多彩的则是洞内沉积物，包括机械沉积和化学沉积，以后者为主。溶洞两壁上分布有黄色、灰色泥质沉积物，有未固结的，也有已经与碳酸盐结合在一起的，这些沉积物是地下水携带泥质物质搬运、机械沉积的结果。这些泥质沉积物和洞内各种形态的钟乳石是地下水长期搬运、沉积形成的沉积物。洞内钟乳石遍布，形态各异，有石钟乳、石笋、石柱、石幔、石帘、石花、石旗、石葡萄、鹅管、飞瀑等多处景观形态各异（图 2.2）。且溶洞正处于生长发育期，钟乳石跟石毛共生共长，这种地质现象世界罕见。

石钟乳（图 2.2-A）自洞顶向下方垂直生长，横断面为纵向同心纹理结构。若自洞底向上生长，具叠层状结构的，称为石笋（图 2.2-B）。石钟乳和石笋总是对应形成。在洞内，同一处滴水，洞顶生成钟乳石，在洞底则生成石笋，向上生长的石笋和向上生长的石钟乳对接时就会形成石柱。在洞顶生成钟乳石上的水滴坠落洞底，由于动力冲击，水滴破碎， CO_2 逸出，便具有了更高的碳酸钙饱和度，所以通常石笋生长的速度要比石钟乳快，形体常较对应的石钟乳更为高大。

洞内环境洁净无污染时，自洞顶向下生长，常能形成上下大小基本一致，呈空心细玻璃管状，色如白玉、质似凝脂的鹅管。鹅管是钟乳石发育过程中最初的造型。

石花（图 2.2-C）由毛细渗透水或雾水沉积而成，呈丛花状或放射状发育在洞壁或其它堆积物表面，洁白晶莹，美丽异常。

石幕、石瀑布：饱含重碳酸钙的薄层水流，自洞顶或洞壁流出，沉积为褶状的，呈帘状垂挂叫石帘（图 2.2-D），形如布幔垂挂的叫做石幕、石帷幕或石幔，沉积为带状的，形如瀑布的便是石瀑布。石幕、石帘、石瀑布属于裂隙渗透水沉积。

（3）观察、描述溶洞内的水位降低痕迹。

溶洞的形成和分布与地下水位及其长时间稳定有密切关系。当地下水位长期稳定时，

在水位处地下水流速大，动能强，水中游离态 CO_2 含量高，溶蚀能力强。因此在可溶性岩石发育地区易在地下水位附近产生溶洞。但后期构造运动使地壳抬升，地下水位下降，也会使地下水的溶蚀作用和沉积作用的位置下降，先期形成的溶洞就会出露于水面之上。在沂水“天然地下画廊”溶洞中，地下水位稳定时间越长，对裂隙两壁的溶蚀作用越强烈，向壁里凹的痕迹越明显。根据凹槽数量就可判断地下水位降落的次数了。

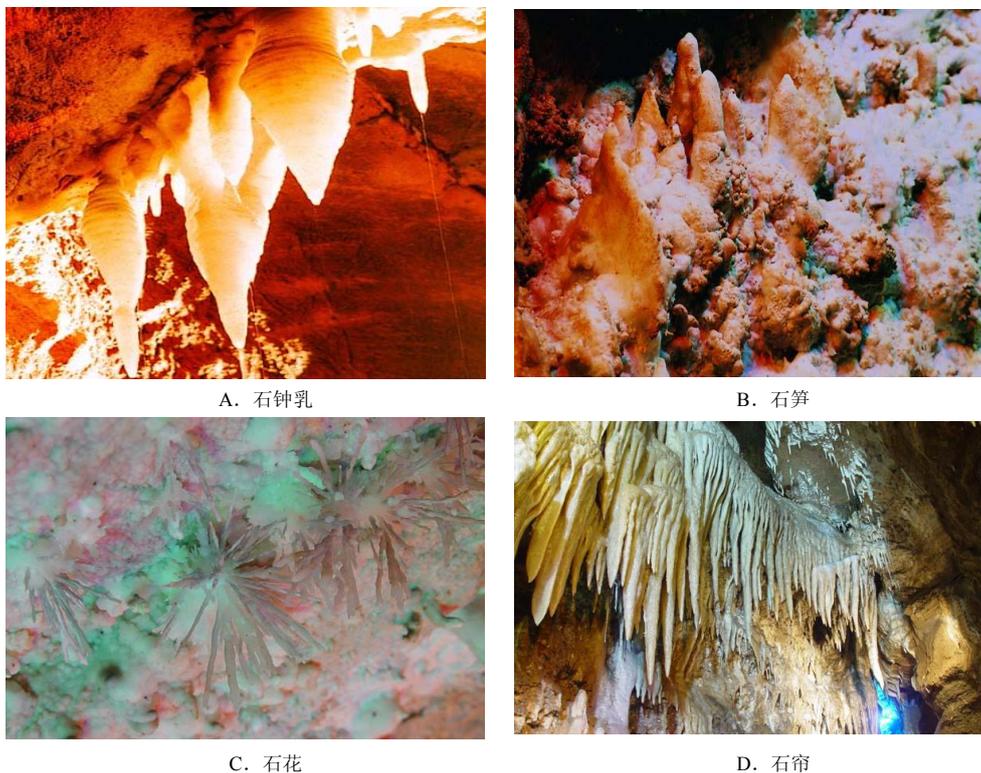


图 2.2 山东沂水院东头乡“天然地下画廊”溶洞及其沉积物

2) 教学要求

(1) 量取溶洞（裂隙）走向方位

“天然地下画廊”溶洞的形成、空间分布与其顶部裂隙有密切关系（图 2-3），要求学生随时随地用罗盘察看裂隙走向，即确定溶洞的空间延伸情况。

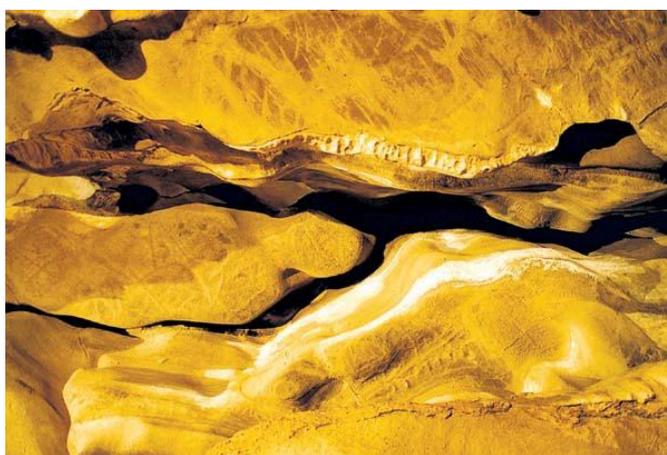


图 2.3 山东沂水院东头乡“天然地下画廊”溶洞顶部裂隙（仰视）（张丽萍摄）

(2) 素描洞内沉积物

溶洞内化学沉积物的形态各异，要求学生挑选典型钟乳石画素描图。素描图要求同前。

(3) 理解溶洞及洞内沉积物的成因

要求学生在观察溶洞及各类钟乳石的同时，深入理解他们的形成过程及产生条件，理解地下水的溶蚀作用和沉积作用。

在碳酸盐岩地区溶洞的形成是地下水长期对碳酸盐岩溶蚀作用的结果。当地下水中含有 CO_2 时，就会使地下水的溶蚀能力增强，尤其在碳酸岩地区发育地区，会产生化学反应：



CaCO_3 被分解成 Ca^{2+} 、 HCO_3^- ，溶解到地下水中，被地下水搬运走。因此，溶洞的形成有几个必要条件：①具有流动的地下水，即要有地下水，地下水具有活动通道；②发育有可溶性岩石；③地下水位在相当一段时间内稳定。院东头乡留虎峪一带发育厚度较大寒武系石灰岩，且含丰富的地下水。当受构造运动的影响产生裂隙时，地下水就会在裂隙中运移，使溶蚀作用更加集中在裂隙中；当地下水位保持稳定的时间相对较长的条件下，就会形成溶洞。地下水来源有三个：上覆地层的孔隙水、灰岩岩层的岩溶水和大气降水。

洞内沉积物的形成是当条件发生变化时，地下水携带溶运物质（溶解在地下水中的 Ca^{2+} 、 HCO_3^- ）发生过饱和和沉积：



洞内沉积的形成条件有：①水分蒸发或挥发，以及吸附或参与其它化学反应而散失，使所含物质达到过饱和；②压力降低时，水中 CO_2 逸出，游离态 CO_2 减少，化学反应（1）式向左进行， CaCO_3 过饱和产生沉淀；③当温度升高时，水中 CO_2 溶解度降低， CaCO_3 过饱和产生沉淀。

沿着“地下画廊”观察过程中可以发现，该溶洞的空间分布受溶洞顶部发育的裂隙的控制（图 2.3），空间延伸方向与裂隙的延伸方向一致。因此说明：由于裂隙的形成，导通了地下水、地表水、大气降水，给“天然地下画廊”溶洞的形成提供了动力条件，裂隙也提供了地下水的通道。随着地下水的不断渗透，对裂隙两壁垂向溶蚀以及对下部潜水位附近的灰岩的水平溶蚀，使溶洞在裂隙两侧和下部的溶蚀空间越来越大，最终形成与裂隙分布一致的“天然地下画廊”。溶洞内沉积物的分布也与顶部裂隙密切相关，钟乳石的分布和生长也均在沿着裂隙分布，因此“天然地下画廊”是由于裂隙导通地下水及地下水的剥蚀、搬运、沉积而形成。而据研究该溶洞形成始于约 2 亿年前（中生代）。

3. 黄岛—王台地区地质概况及教学

黄岛—王台地区属位于胶州湾西海岸，黄岛属于青岛经济技术开发区，王台位于黄岛北部，属于胶南市。地貌上黄岛—王台地区属鲁东丘陵区，地质呈西高东低之势，境内山岭起伏，沟壑纵横。有海拔 100~400m 的山峰 45 座，西部主要有小珠山山脉，陡峻挺拔，分别向东向西绵延数十里，为西部的天然屏障。主峰海拔 724.9m，山基多为花岗岩和石灰岩。全区除辛安办事处东部近海处有平均海拔 3m 的冲积平原外，其它均数丘陵山地。洞门山海拔 140m。青岛开发区三面环海，海岸线长 106km，港汊众多，水道纵横，岛礁棋布。有黄岛、竹岔岛、唐岛、牛岛等 10 余个大小岛屿。位于黄岛与薛家岛之间的黄岛前湾，水深浪平，不冻不淤，是优良的天然港湾。薛家岛与灵山卫间的唐岛湾，有广阔的浅海和大面积的滩涂，加上其他浅海海面，适合发展海水和滩涂养殖业。薛家岛金沙滩东西长 3.5km，呈月牙状向南伸展，滩面广阔平缓，沙质细腻，水清浪涌，是天然浴场和度假疗养胜地。金沙滩的姊妹滩银沙滩长 2km，色泽如银；以及景色奇特、环境幽美的连三岛等已成为旅游观光胜地。黄岛区境内交通方便，铁路有胶济线、胶新线；公路有胶州湾高速、疏港高速、同三（黑龙江同江—海南三亚）高速和青红（青岛—新疆红其拉甫）高速公路、204（烟台—上海）国道、诸黄（诸城—黄岛）省道相连。

王台镇位于青岛市西海岸，与青岛市区隔海相望，隶属青岛胶南市。东临胶州湾，北与胶州市接壤，南与黄岛相邻。全镇总面积 85km²，全镇辖 52 个行政村，固定人口 4.6 万，流动人口 1 万。王台镇属于丘陵区，地势南高北低，海拔高度多在 50~150m 之间，艾山为最高山，海拔高度 229.2m。王台镇交通便利，铁路有胶济线、胶新线；公路有环胶州湾高速公路、同三高速公路、青红高速公路、204 国道、诸黄（诸城—黄岛）省道贯穿其中。

3.1 黄岛—王台地区地质概况

3.1.1 地层（图 3.1）

1. 早元古代地层—荆山岩群（1901~2408.7Ma）

（1）野头岩组

该组出露于荆山岩群分布区的南侧及石灰山一带，可划分为祥山变粒岩段及定国寺大理岩段，累计厚度 145.61m。祥山变粒岩段主要岩性为富黑云变粒岩及阳起钠长绿帘片岩夹白云钠长变粒岩、黑云片岩偶夹石英岩，揉皱发育，呈暗绿色。定国寺大理岩段主要岩性为蛇纹石化大理岩、含透辉橄榄大理岩偶夹含石墨变粒岩、透辉变粒岩、透辉岩，以发育白色略带淡绿的蛇纹石化大理岩为特征。

（2）陡崖岩组

该组出露于荆山岩群分布区的北侧傅家屯—胡家及薛家沟—七宝山村一带，出露面积 4.8km²，厚度 >115.04~252.23m，均划归徐村石墨岩系段，其主要岩性是：含石墨黑云变粒岩及二云钠长变余糜棱岩夹黑云变粒岩、黑云片岩、含石墨片麻岩，含石墨大理岩偶夹透闪石英岩。该段以普遍含石墨为特征，变粒岩中的石墨多为显晶质，片径 1~2mm，大理岩中的石墨则主要为隐晶质。局部见有蜂窝状透闪石英岩。

2. 中生代地层

在王台镇冷家阿洛一河西郭一带及大朱郭一大王邑以北地区分布有莱阳群林寺山组、曲格庄组、杜村组地层，呈北东走向，岩层倾向北西，出露面积约70.2km²。在王台镇杭埠岭一陡岭前一石前庄一北谈城一带分布有青山群后乔组、八亩地组、石前庄组、方戈庄组地层，主要呈NE向带状，分布面积约 66.7km²。在黄岛地区两河、灵山卫一带也分布有青山群石前庄组地层，面积约 9.02km²，厚度超过2747m。在王台镇里岔一冷家村以北及大河流~大王邑断裂以南地区，分布有林家庄组、辛格庄组、红土崖组地层，面积约 57.5km²。

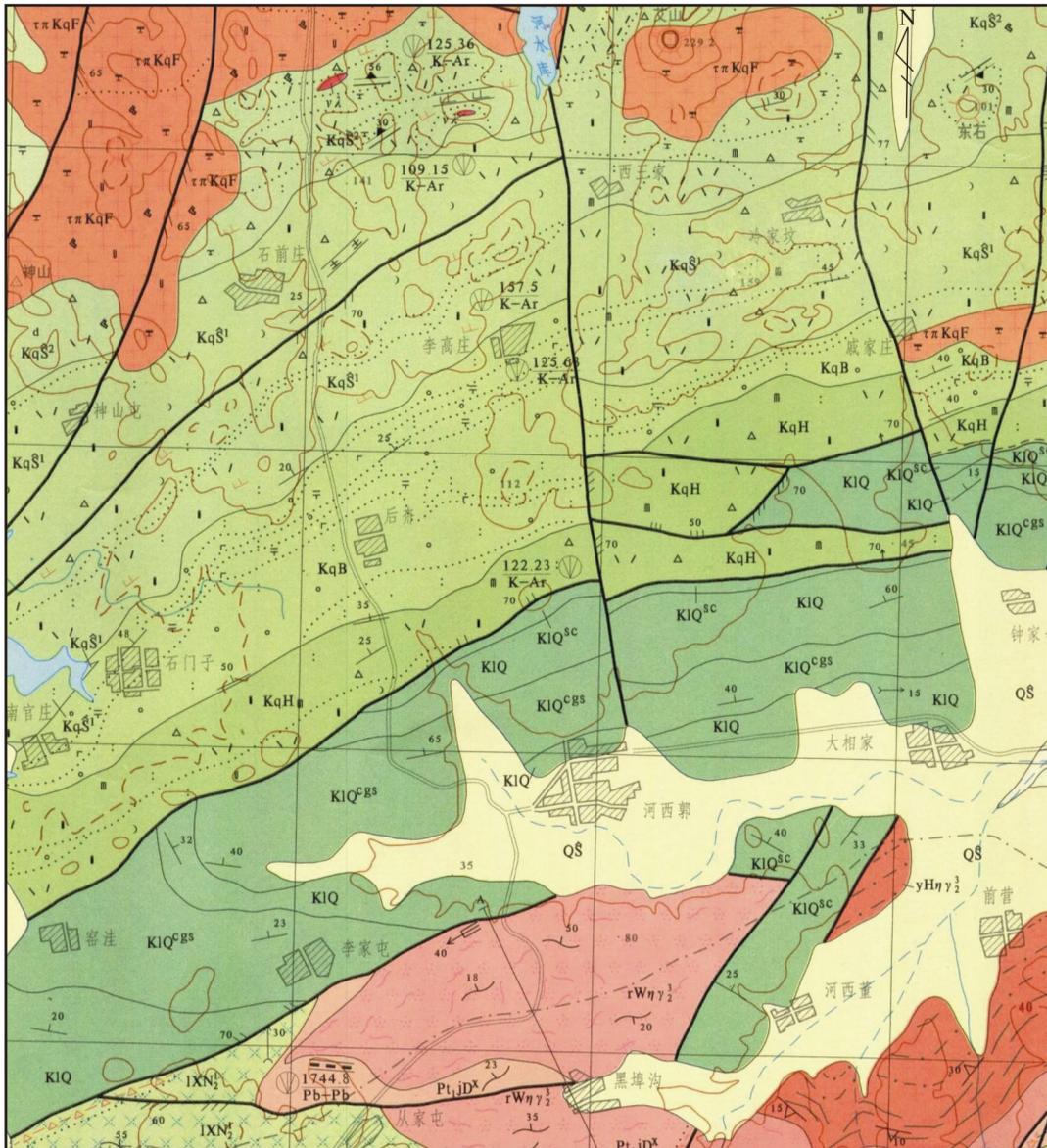


图3.1 王台实习区地质图（局部）

1) 莱阳群

区内下自要统莱阳群为一套河湖相碎屑沉积组合，根据区域对比分为水南组、林寺山组、曲格庄组、杜村组。

(1) 水南组 (KLs)

岩性为灰白色中细粒砂岩、灰白色钙质粉砂岩、灰黑色粉砂质页岩、灰绿色硅质页岩等，

呈薄层状互层产出，以硅质页岩为特征。

(2) 林寺山组 (KLI)

岩性为紫灰色粗砾岩，在柳家屯北呈透镜状产出。砾石成分主要为长英质变质岩，少量花岗岩、基性岩，属岩块砾岩。厚约131.8m，面积0.5km²，不整合于变质基底之上。

(3) 曲格庄组 (KLq)

该组岩性以黄绿色粉砂岩及细粒岩屑长石砂岩为主，夹土黄色中粒长石岩屑砂岩及含砾粗粒岩屑砂岩（含砾砂岩层 KIQ^{cs}）夹紫红色中细粒钙质岩屑长石砂岩（砂岩层 KIQ^{sc}）偶夹扁豆状泥灰岩。岩石中普遍含安山岩岩屑。厚1272.1m，分布面积35.6km²

(4) 杜村组 (KLd)

紫灰色粗砾岩夹含砾中粒岩屑长石砂岩（含砾砂岩层KID^{sc}）。砾岩中砾石成分主要为石英岩及花岗质变质岩，构成石英岩质砾岩或岩块砾岩。地层厚 1111.2m，分布面积34.1km²。

2) 青山群 (117.35Ma)

区内下白垩统青山群为一套陆相火山爆发—喷溢—沉积火山岩系，自下而上可分为后乔组、八亩地组、石前庄组、方戈庄组四个组。

(1) 后乔组 (KQh)

该组岩石组合为流纹质角砾熔结凝灰岩及角砾凝灰岩偶夹流纹岩，厚度 305.40~400.23m，分布面积 9.3km²，可划分出3个火山喷发韵律。该组岩石组合横向变化不大，但在冷家阿洛北厚度变小，在杭埠岭南侧尖灭。该组与下伏莱阳群在其分布区的东段呈断层接触，在西段呈假整合接触。

(2) 八亩地组 (KQb)

主要岩石组合为：气孔杏仁状玄武粗安岩，玄武粗安质集块角砾岩及凝灰质砂砾岩夹凝灰质粉砂岩，厚 280.35~705.3m，分布面积约12.2km²，可划分为5个火山喷发韵律。

(3) 石前庄组 (KQs)

该组是青山群中分布最广地层，面积约38.7km²，可分为上、下两段，共可划分出 7 个火山喷发韵律，下段 (KqSI) 主要岩石组合为：流纹质含角砾晶玻凝灰岩夹角砾熔结凝灰岩，厚 424.07~717.6m，本段局部地段粘土化强烈，形成膨润土矿。上段 (kqS²) 岩石组合为：流纹岩、流纹质火山角砾岩，顶部为粗面质熔结集块角砾岩，厚约185.7m，艾山水库附近沸石化强烈构成沸石矿层。

(4) 方戈庄组 (KQf)

岩石组合为橄榄玄武粗安岩，玄武粗安质角砾熔岩夹粗安岩，厚174.14~218.7m，分布面积6.5km²，共可划分出3个火山喷发韵律。在山洲水库以东，该组顶部均被第四系覆盖，在其西部则多与王氏群直接接触。本组的底部则常被潜火山岩破坏，局部与石前庄组整合接触，本组在分布区的东段出露较宽，西段较窄。

3) 王氏群

区内上白垩统王氏群为一套陆相红色碎屑岩系，自下而上可分为林家庄组、辛格庄组、红土崖组。

(1) 林家庄组 (KWl)

区内该组剖面是省内王氏群的层型剖面,厚46.4m,分布面积3.1km²。分为二段:下段(KwL¹)为紫灰色残坡积角砾岩;上段(KwL²)为紫红色巨砾岩及含砾砂质粉砂岩,含砾粗粒岩屑砂岩。

(2) 辛格庄组 (KWx)

岩性为紫红色钙质含粉砂泥岩夹钙质细粒长石砂岩、粉砂岩,偶夹透镜状砂质灰岩,顶部有少量灰绿色泥岩、含砾中粗粒岩屑长石砂岩。该组厚1028m,分布面积8.7km²。

(3) 红土崖组 (KW_h)

岩性为棕红色含砾粉砂岩及含砾细粒长石岩屑(杂)砂岩夹砾岩偶夹砂质灰岩,顶部夹较多玄武岩。该组厚1853.4m,分布面积45.7km²。

3.1.2 侵入岩

1. 早元古代侵入岩

早元古代莱州超单元西水沓单元斜长角闪岩(变基性岩)只有丛家屯一个侵入体,为区内最古老的侵入岩,近EW向展布,面积1.9km²。其内部显示明显的似层状构造,并发育有中常褶皱及重褶皱等构造现象。

该单元侵入荆山岩群陡崖岩组中。岩石呈粒状变晶结构,定向一条带状构造,矿物呈三连点结构,粒径0.1~0.8mm。矿物定量统计:角闪石66.73%,斜长石30.48%,钾长石2.45%,石英0.34%。

2. 中元古代侵入岩

海阳所超单元在王台地区呈NEE向带状展布,宽3~5km,分布面积17.47km²。从早到晚分为烟墩山单元变角闪岩,老黄山单元变中细粒角闪辉长岩(斜长角闪岩),大张八单元变中细粒角闪闪长岩。

3. 晚元古代侵入岩

1) 荣成超单元(800Ma)

荣成超单元分布总面积约33.1km²,可分为威海单元条带状变中细粒含黑云二长花岗岩,宝山单元片麻状变中细粒含绿帘白云二长花岗岩,御驾山单元变细粒含磁铁二长花岗岩,庙山单元变细晶花岗岩(796.6Ma)。

2) 月季山超单元

月季山超单元分布于黄岛区内西北部以及王台区窝洛及薛家庄等地,总面积约41.7km²。分为石灰窑单元片麻状中粒含角闪二长岩(755.2Ma),窝洛单元变斑状石英二长岩,小河西单元条痕状变中粒二长花岗岩,后石沟单元片麻状变中粗粒含角闪二长花岗岩,苏家村单元条纹状变中粒含黑云二长花岗岩。

4. 中生代侵入岩

1) 印支期柳林庄超单元

该超单元主要分布在黄岛区石灰山一带和王台区大张八一薛家沟一带,面积约4.2km²。分为樊家岭单元细粒含黑云角闪闪长岩,北下庄单元细粒含辉黑云闪长岩,后邵家单元中粒

含黑云角闪闪长岩。

2) 印支期宁津所超单元

仅见黄山单元细粒石英正长岩，主要分布于黄山一地，呈NNW向长条状产出，面积约0.2km²，呈明显的捕虏体包于凤凰山单元中。

3) 燕山晚期伟德山超单元 (109.60±0.96Ma)

分布广泛，主要在边部，面积达47.7km²，共分为西响水单元中细粒含角闪石英二长闪长岩，洛西头单元含斑中粒角闪黑云石英二长岩，大水泊单元斑状中细粒含黑云角闪石英二长岩，凤凰山单元斑状细粒含角闪黑云石英二长岩，黄山屯单元聚斑状微粒含角闪石英二长岩，崖西单元斑状中粒含角闪二长花岗岩。

4) 燕山晚期大店超单元

该超单元主要分布于黄岛区内中部，面积约25km²，共分为代戈庄单元中粗粒含角闪正长岩，独单山后单元中粗粒石英正长岩，崮上庄单元含斑中粒石英正长岩，桃花涧单元中细粒石英正长岩，老山单元斑状细粒石英正长岩。

5) 燕山晚期崂山超单元 (90.4~93.87Ma)

该超单元主要分布于黄岛区中部、东部，面积约45km²，共分为大西庄单元斑状中粒二长花岗岩，薛家岛单元斑状中细粒二长花岗岩，望海楼细粒二长花岗岩，西板河单元中粗粒正长花岗岩，下书院单元中粒正长花岗岩，北大崮单元中细粒正长花岗岩，大正顶单元含斑细粒正长花岗岩，午山单元细粒正长花岗岩。

3.1.3 火山地貌

王台地区艾山和牛栏沟火山地貌属锥状火山堆积剥蚀地貌，东石火山机构属穹状火山堆积剥蚀地貌。三个火山机构在平面上呈NEE-EW向线状排列，受断裂控制，是一种裂隙式多中心火山喷发类型。

黄岛地区灵山卫火山地貌也为锥状火山堆积剥蚀地貌。

3.1.4 沉积岩及沉积作用

沉积岩较为发育，主要分布于王台区冷家阿洛一河西郭一带，以及里岔一冷家村以北。

1. 岩石类型

(1) 砾岩：主要有岩块砾岩、残积角砾岩、石英岩质砾岩。

(2) 砂岩：主要有长石砂岩、岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩、岩屑砂岩。

(3) 粉砂岩：主要有钙质粉砂岩、石灰质粉砂岩、细砂质粉砂岩、含砾粉砂岩、含砾钙质粉砂岩。

(4) 泥岩：主要有钙质细砂质泥岩、钙质含粉砂质泥岩。

2. 沉积相及沉积环境

1) 莱阳群沉积相及沉积环境

莱阳群林寺山组为冲积扇相；曲格庄组为曲流河~湖成三角洲相；杜村组为冲积扇相，局部有曲流河相。

从曲格庄组纵向上的变化来分析，砾岩和含砾中粗粒岩屑长石砂岩相代表冲洪积或河道

底床滞留沉积;含砾中粒岩屑长石砂岩和含砾中粒长石岩屑砂岩相主要代表曲流河型分支河道或河口砂坝的沉积环境。

2) 王氏群沉积相及沉积环境

王氏群林家庄组属冲积扇相;辛格庄组为湖成三角洲及滨湖沉积;红土崖组下部(史家屯玄武段及以下)为曲流河沉积,局部有冲积扇相(砾岩楔),上部为湖成三角洲相。

砾岩和含砾粗粒岩屑砂岩相代表河道底床滞留沉积;含砾细粒长石岩屑砂岩(杂砂岩)和细粒长石砂岩相代表曲流河型分支河道的沉积环境;含砾粉砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩相河口砂坝、河漫滩或天然堤及滨湖的沉积环境。

3.1.5 变质岩及变质作用

王台地区变质岩分布于区内南部,岩石类型较为复杂,主要有区域变质岩、动力变质岩、榴辉岩等。

黄岛地区变质岩分布广泛,集中于区内西部及北部的陡楼山—石灰山一带,岩石类型较为复杂,主要有变质表壳岩、变质深成岩、动力变质岩等。

3.1.6 地质构造

实习区位于郯庐断裂以东,总体属于“胶南—文威”构造带,这一构造带是山东省境内与鲁西、鲁东并列的三大大地构造单元。它向西可与秦岭—大别造山带相接,是华北与扬子板块间的碰撞造山带。(附图所在大地构造位置图)

1. 褶皱构造

区内变质基底中构造变形相当复杂,褶皱轴迹多呈NEE走向,可分为三期:第一期是发育于早中元古代地质体中的紧闭同斜倾伏褶皱或斜卧褶皱;第二期是发育于晚元古代地质体中的同斜水平褶皱或平卧褶皱及中常斜歪倾伏褶皱;第三期是区内各前寒武纪地质体中均不同程度发育的开阔—平缓的直立水平褶皱。

盖层中的褶皱是以层理为变形面的开阔—平缓的背向斜构造。

2. 韧性剪切变形带

1) 黄岛地区韧性剪切变形带

第一期为深部构造相韧性剪切变形带分布于区内中部石灰山及小土石一带,由变质基性岩及榴辉岩组成,呈透镜体、带状沿近东西方向断续分布。剪切变形带发育褶皱变形,糜棱面理发育,总体产状 $200^{\circ}\angle 35^{\circ}$ 。

第二期韧性剪切变形带分布于区内南部顾家岛地区,呈NE向延伸,带长6 km,带宽2.7 km,面理产状 $140^{\circ}\angle 55^{\circ}$,线理产状 $130^{\circ}\angle 7^{\circ}$ 。

2) 王台地区韧性剪切变形带

(1) 内部韧性剪切变形带

面型韧性剪切变形带或构造片麻岩带是中深构造相韧性变形产物,边界不明显,片麻状构造极发育,岩石变形比较均匀,塑性流动褶皱较发育。

(2) 边缘韧性剪切变形带

主要分布于区内南部小陡崖~王家屯,发育于月季山超单元边部,带长3.5km,面理产状

140°∠70°，拉伸线理与面理倾向一致。

(3) 多期多相韧性平移剪切变形带

主要分布于区内南部，总体走向60°，长19km，宽1~3.5km。以山周~北郯城断裂为界分为东西两段：西段主要发育于中元古代老黄山单元、大张八单元、小屯单元及荆山群中；东段主要发育于晚元古代宝山单元、庙山单元、窝洛单元及荆山群中。面理产状348°∠55°和348°∠62°，线理产状主要有三组：284°∠48°、50°∠40°、12°∠32°。

3. 脆性断裂

王台区内断裂可分为四期：第一期是近EW向断裂；第二期是NEE向断裂；第三期是SN向断裂；第四期是NE与NW向的共轭断裂系。

1) NEE 向断裂

该组断裂走向与测区总体构造线方向一致，有的断裂构成不同地质体或地质单元的界限。因此这组断裂在区内构造发展过程中具有重要位置。

(1) 柳家屯—河西郭断裂

该断裂在区域上称为山相家—郝官庄断裂，它控制了胶南隆起与胶莱凹陷的边界。该断裂位于区内的南部，断裂产状以倾向NW-NNW为主，倾角较陡，局部倾向SSE。

该断裂性质较为复杂，但以左旋张扭性表现最明显。这一断裂至少有过三次活动：第一期为左旋压扭性，第二期为左旋张扭性，第三期为压性。

(2) 高木寨—山相家断裂

该断裂位于区内的南部，断裂产状以倾向NWW，破碎带较窄，分别被NNE向、近SN向、NW向断层切割。

(3) 迟家屯断裂及小窝洛~西灰村断裂

二条断裂呈走向平行状展布于区内的东南部中元古代与晚元古代变质地体之间，迟家屯断裂位于北侧，倾向SE，小窝洛~西灰村断裂位于南侧，倾向NW。

2) 近 EW 向断裂

大河流—大王邑断裂位于莱阳群与王氏群之间，构成二者的界限。这一断裂是区域上称为铺集—乔集断裂的中段部分。断裂产状总体向南陡倾。断裂的中部、西部宽度较大，最宽处达百余米，东部宽度较小，破碎带不明显。断裂带西部被火山岩充填。该断裂是一条以张性为主，兼具左旋运动的断层，后期遭受过挤压改造。

3) NE-NNE 向断裂

这是区内又一组较重要的断裂，它对区内早期构造线有明显的破坏作用。

(1) 山周一北谈城断裂

该断裂是区域上日照—市美断裂的北延，呈30°方向斜穿幅区。总长度约21km，断续出露长12.3km，破碎带最宽处逾1km。断面主要向SE陡倾，局部倾向NW。

该断裂具有多期活动特征，总体以张扭性为主：早期呈右旋张扭性，总滑距5746m；晚期呈左旋张扭性，总滑距6772.3m。邻区可见该断裂切割第四系现象。

(2) 石屋子沟—七宝山断裂

呈NE方向展布于幅区南部变质杂岩区内。破碎带宽度非多数十米，断面弯曲，断裂中段主体向NW倾伏。但其NE段与SW段多向SE倾伏。断面上擦痕较发育，主要向NE侧伏。野外标志说明该断裂主体为左旋张扭性。

4) 近SN向断裂

这是一组以切割青山群为主的断裂，分布于区内的中偏东北部。断裂间距1~2km，构成一组与火山活动有关的平行带状断裂束。该组断裂多以右旋张扭性为主，断裂破碎带较窄(仅数米或小于1m)，但断面明显，且延续较好，断层面较平直、光滑，以向东倾伏为主。

5) NW向断裂

这是区内较次要的一组断裂，现将规模较大的林家庄—向阳断裂描述如下：

该断裂呈NW走向分布于幅区的西南部，切割NE向和NEE向断裂。断裂破碎带宽仅数米，其NW端断裂不明显。断裂SE端断面产状 $225^{\circ}/72^{\circ}$ ，属右旋压扭性。断裂中段断面倾向NE。

黄岛地区断裂在东半部较发育，西半部只有少量分布。主要以NE向断裂为主，NW向断裂次之。规模较大的是灵山卫断裂，它属于区域牟平—即墨断裂带南延部分，出露于灵山卫地区，长13km，宽3km，由碎裂岩化带组成，产状为 $314^{\circ}/70^{\circ}$ ，东盘为青山群火山岩层，西盘为中生代侵入岩体。

3.1.7 胶莱盆地的形成与演化

王台地区位于胶莱盆地南缘，胶莱盆地为一晚中生代的残留盆地，沉积盖层主要为白垩系，基底为前寒武纪变质岩系。盆地呈菱形，盆地西界断裂为沂沭断裂带（NNE向），东界断裂为牟平—即墨断裂带（NNE向），南界断裂为五莲—荣城断裂（NEE向），北界断裂为平度断裂和五龙村断裂。盆地中记录了3套显著不同的沉积序列：早白垩世早期莱阳群、早白垩世中晚期青山群、晚白垩世王氏群。莱阳群为一套河湖相沉积，青山群为一套火山熔岩、火山碎屑沉积岩。王氏群是一套以红色沉积为主的河湖相碎屑沉积。

胶莱盆地的形成与演化具有阶段性、多幕式演化特征和伸展—挤压构造应力的交替转化。由区内中生代地层的形成过程可以重塑胶莱盆地的形成与演化（徐贵忠等，2004），如图3.2所示。

在印支晚期到燕山早期，由于库拉—太平洋板块向欧亚大陆NNW向俯冲，对中国东部大陆产生近南北向挤压作用，同时，郯—庐断裂带发生大规模左旋平移作用，造成地壳缩短，造成胶东地区强烈隆起；构成胶莱盆地的地质构造背景（图3.2-A）。胶东地区上部前寒武纪变质岩系构成胶莱盆地的下伏岩系。

自晚侏罗世开始，胶莱盆地开始发育。由于库拉—太平洋板块向欧亚大陆推挤作用明显减弱。但前期俯冲作用在软流圈中诱发对流，造成软流圈上拱，岩石圈减薄，地壳强烈拉伸，持续至晚白垩世。特别在早白垩世，达到顶峰，表现为强烈的构造—岩浆侵入和大规模的岩浆喷发及盆地基底的大断裂。地壳强烈拉伸作用使胶东隆起的构造应力场由前期近SN向挤压转变为近SN向拉伸，导致发育近EW向断裂，形成晚侏罗世早期胶莱盆地的雏形，随着断裂拉张活动继续，晚侏罗世末期基本形成胶莱盆地的整体轮廓和格局（图3.2-B）。随着拉张作用的持续进行，白垩世早期沉积形成莱阳群河流相沉积。

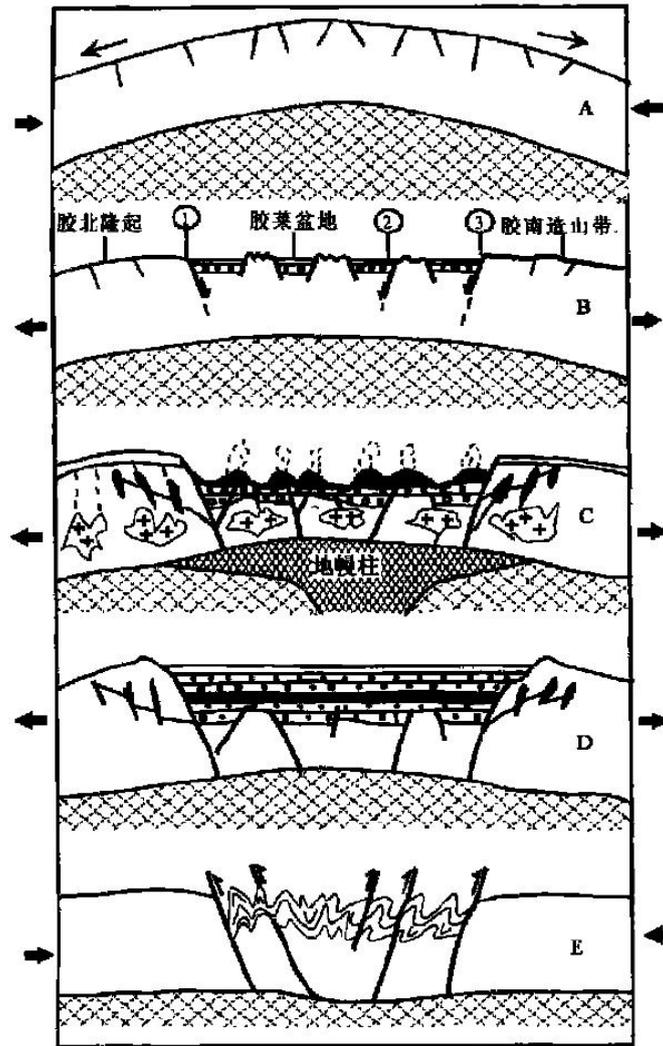


图 3.2 胶莱盆地构造演化模式图 (徐贵忠等, 2004)

在早白垩世晚期 (青山期) 盆地开始进入强烈拉张期 (图3.2-C), 形成典型的陆内裂谷。盆地基底大规模破裂, 盆地强烈扩张和快速沉降, 引起大量中基性岩浆的喷发, 形成青山群火山岩系。

晚白垩世, 胶莱盆地进入稳定扩张沉降期, 沉积了王氏群 (图3.2-D)。

晚白垩世晚期, 由于库拉-太平洋板块再一次向东亚大陆下部俯冲消减加剧, 产生NW-SE向强烈挤压作用, NNE向郯庐断裂带再次发生左旋压扭活动, 导致断陷盆地反转和变形。这次造山运动使胶东地区构造应力场发生重大改变, 胶莱盆地近SN方向的张应力最终被近SN向的压应力代替, 造成盆地的逐渐闭合和消亡 (图3.2-E)。

白垩纪末构造运动后, 胶莱盆地普遍隆起接受剥蚀, 结束了中生代演化历史。至第三纪初胶莱盆地基本完成发展演化过程。其内部发生差异性升降和水平运动, 并整体抬升, 接受剥蚀形成今天的构造格局。

3.2 王台地质特征与教学

3.2.1 地质特征

王台地处黄岛之西北, 五莲-即墨-牟平断裂之北。实习区地跨苏鲁 (胶南-威海)

造山带和胶莱盆地不同构造单元。

1. 地层

(1) 下元古界荆山岩群陡崖岩组 (17 亿 a)

该组地层出露实习区五莲—即墨—牟平断裂之南缘，主要岩性为含石墨黑云变粒岩及二云钠长变余糜棱岩夹黑云变粒岩、黑云片岩、含石墨片麻岩。主要特点是普遍含石墨，石墨多为显晶质，片径 1~2mm。产状东倾，倾角较缓。

(2) 中生界莱阳群曲格庄组

该组地层出露实习区五莲—即墨—牟平断裂之北胶莱盆地之内，可见硅质粉砂岩，坚硬，致密；薄层中一细砂岩，颗粒较小，石英常见；薄层紫色页岩，风化后呈鳞片状散落遍地。产状北倾，倾角较陡。

2. 侵入体

(1) 早元古代吕梁期莱州超单元西水沱单元侵入体

该侵入体位于实习区丛家屯北，五莲—即墨—牟平断裂之南侧，为区内最古老的侵入岩，近EW向展布，其内部呈明显似层状构造，并发育褶皱（图3.3）。该岩体岩性为斜长角闪岩（变基性岩），粒状变晶结构，粒径0.1~0.8mm，常见矿物为角闪石（66%），斜长石（30%）。

(2) 晚元古代晋宁期荣成超单元威海单元侵入体 (8.0亿a)

该岩体在实习区丛家屯北观察点上构成五莲—即墨—牟平断层面（图 3.4），岩性为变中细粒含黑云二长花岗岩，变余半自形粒状结构和鳞片粒状变晶结构，片麻状构造。主要矿物为斜长石（74%），石英（24%）。



图 3.3 山东王台丛家屯北由斜长角闪岩构成的小褶皱（胡绍祥摄）

3. 火山岩及火山机构

火山岩为中生代青山群石前庄组 (1.17亿a)，主要出露在胶莱盆地内，位于实习区内东石风景区。主要岩石组合为流纹质含角砾晶玻凝灰岩夹角砾熔结凝灰岩。在东石主要见流纹岩、流纹质火山角砾岩。本段局部地段粘土化强烈，形成膨润土矿。



图 3.4 山东王台丛家屯北五莲—即墨—牟平断裂（胡绍祥摄）

东石为一穹状火山机构（图3.5），拔地而起，高耸如云。东石主要由流纹岩组成，周围（如北侧和西侧）出露大量火山角砾岩和凝灰岩。在东石北侧，可见火山角砾岩堆积在凝灰岩的下部，说明至少有两期火山喷发，先期喷发堆积角砾岩后，又发生后期的再次喷发，出现岩熔流动形成原生层状流动构造在上。此处还清晰可见流纹方向与穹状火山机构堆积方向是斜交或垂直的，说明此处不是火山口（或火山颈），而是残存的火山机构而已。



图 3.5 山东王台东石—火山地貌（胡绍祥摄）

4. 五莲—即墨—牟平断裂

该断裂露头位于实习区丛家屯北、李家屯东南小水塘处（图3.4）；另一处露头见于李家屯西南水库处，但不太清晰。该断裂南盘为威海单元侵入体二长花岗岩；北盘为莱阳群曲格庄组沉积岩，常见有砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩，其产状一般倾向SW，倾角较陡；断层破碎带较宽，挤压严重，可见断层角砾岩、断层阶步、断层擦痕。据分析，该断层在此处明显有二期活动，第一期为逆冲断层，倾向于SE，倾角 50° 左右；第二期为右型平移断层，倾向于北偏东，倾角 80° 以上。

该断裂控制了胶南隆起与胶莱凹陷的边界，是胶莱盆地的南界。

3.2.2 教学内容及教学要求

1. 东石火山机构

1) 位置

王台镇西北，王台至诸城公路北拐艾山风景区东侧。

2) 内容

火山机构、火山岩、火山岩体原生构造。

3) 教学要求

- (1) 观察、描述火山机构，绘制剖面示意图。
- (2) 观察、素描火山岩体原生构造。
- (3) 观察、识别火山岩，采样。

2. 五莲—青岛断层露头

1) 位置

位于王台镇李家屯村东南处，顺王台至诸城公路西去，至河西郭村，南拐约 1km，路西 200m 处冲蚀沟内。

2) 内容

断层角砾岩；断层擦痕；断层南盘为条带状变中细粒含黑云二长花岗岩（晚元古代晋宁期荣城超单元（7~8 亿年）；断层北盘为白垩纪莱阳群曲格庄组砂岩、页岩、粉砂岩；胶莱盆地边缘。

3) 教学要求

- (1) 观察、素描五莲—青岛断层面。
- (2) 量取断层产状及北盘沉积岩产状。
- (3) 观察、描述断层角砾岩，断层擦痕。
- (4) 观察、识别各种岩性。
- (5) 分析断层性质及胶莱盆地的形成。

3. 小型褶曲露头

1) 位置

王台镇李家屯村西南处，即在五莲—青岛断层露头处西边约 1000m 冲蚀沟中。

2) 内容

(1) 由早元古代吕梁期莱州超单元西水沕单元变基性岩（斜长角闪岩）构成小型褶曲露头。

(2) 下元古界荆山岩群陡崖岩组地层（17.44 亿年）—含石墨黑云变粒岩及二云钠长变余糜棱岩夹黑云变粒岩、黑云片岩，含石墨片麻岩等。

- (3) 颗粒粗大伟晶岩。
- (4) 流水侧蚀作用形成的地貌。

3) 教学要求

- (1) 观察、素描小褶曲，量取其产状。

(2) 观察、描述各种岩性。

(3) 理解各期地层的关系。

4. 白垩莱阳群曲格庄组沉积岩

1) 位置

顺存在小褶曲的水沟北去再西拐，至小水库坝下。

2) 内容

沉积岩（页岩、砂岩、粉砂岩）；五莲—青岛断层露头。

3) 教学要求

(1) 观察、描述五莲—青岛断层露头。

(2) 观察、描述各种岩性。

(3) 测量岩层产状。

(4) 分析断层性质及胶莱盆地的形成。

3.3 洞门山地质特征与教学

3.3.1 地质特征

小珠山山脉由若干山峰组成，其中最高峰叫“大顶”，海拔 724m。小珠山几乎全由各种花岗岩组成，经风化剥蚀后形成奇峰怪石。

洞门山位于小珠山 NE 向山麓下，海拔 140m，由侵入体组成，可分为五期（图 3.6）。

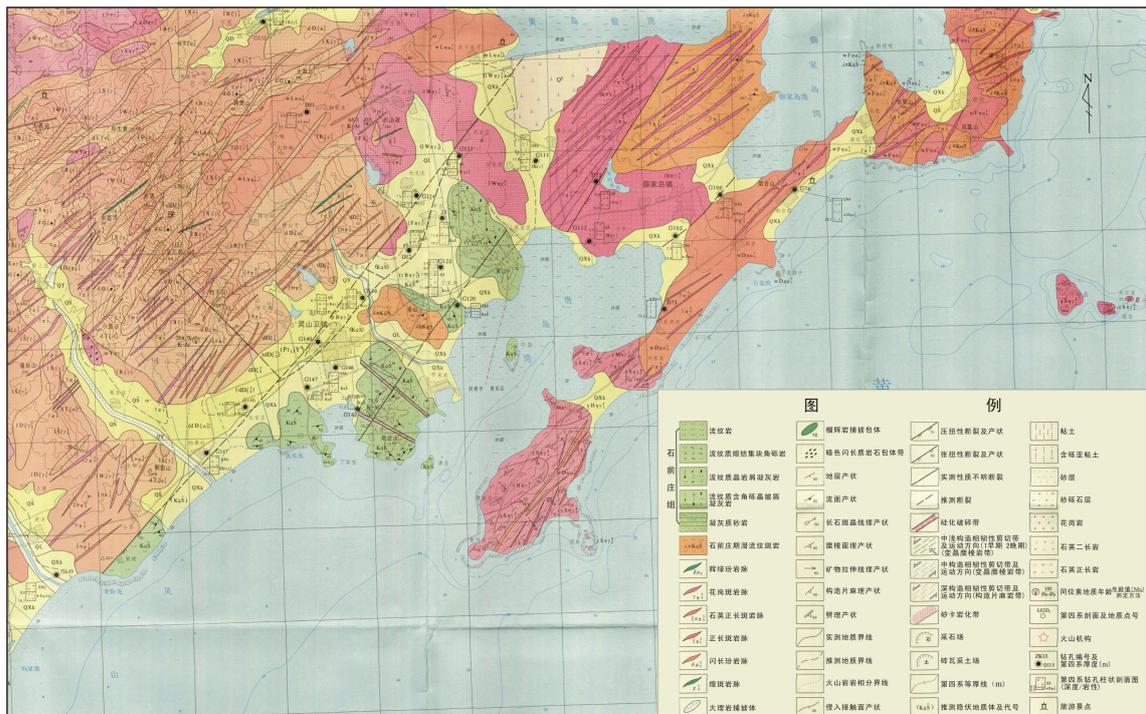


图 3.6 洞门山及凤凰岛海岸带地质图（局部）

第一期：中生代印支期柳林庄超单元夏河城单元侵入体，岩性为斑杂状中细粒角闪闪长岩，分布面积很小，不太常见，它被后期侵入体所包裹。

第二期：中生代燕山晚期大店超单元桃花涧单元侵入体，岩性为中细粒石英正长岩，

分布面积不大，它包裹了夏河城单元侵入岩，也被后期侵入体所包裹。

第三期：中生代燕山晚期崂山超单元下书院单元侵入体（0.94 亿 a），岩性为中粒正长花岗岩。正长花岗岩覆盖了整个实习区洞门山，它包裹了前两期侵入岩。正长花岗岩颜色为浅红色或灰白色，全晶质中粒结构，块状构造。主要矿物为正长石，灰白色或肉红色，晶体为长条状，解理面闪闪发亮，投数量很多，清晰易见；其次为石英，暗灰色，粒状，油脂光泽明显，硬度大。

第四期：中生代燕山晚期崂山超单元北大崮单元侵入体（0.93 亿 a），岩性为中细粒正长花岗岩，它切割了上述三期岩体，分布较广，较为常见，主要矿物也是正长石和石英。

第五期：辉绿岩体，它在洞门山上正长花岗岩中偶见露头，均为顺正长花岗岩节理侵入形成的各种脉体。辉绿岩呈灰绿色，肉眼分不清颗粒，细晶质结构，致密，块状构造。风化后呈土状、粉末状。

以洞门山为中心的实习区，即从小珠山 NE 向至洞门山的区域内，几乎全由酸性花岗岩组成。在流水风化剥蚀作用下，形成了诸多沟壑。从西洞门水库往南去，共有大大小小 4 条洪沟，它们将上游流水全部引入西洞门水库。各条洪沟内存在不少陡坎和跌水，最大的陡坎位于该水库上游北部，雨季时可形成小瀑布，这显然是由于花岗岩岩体突出而形成的陡坎。其实西洞门水库就是一个局部侵蚀基准面，它的上游洪沟切割深度到此标高下蚀作用就停止了。相邻洪沟之间的小山脊即为局部分水岭。西洞门水库南侧的小山脊即为一个明显的局部分水岭，它将小珠山下来的流水一分为二，一部分流入洞门山北麓的水沟，最后汇入辛安前河；一部分流入我校南门口南辛安前河。最终这两条河流均汇入前湾港了。

顺着南辛安前河从上游往下游观察，在致远中学东侧可见河流阶地。此处流水从南拐弯往北，造成河流北岸受到侵蚀冲击，而南岸发生堆积形成河漫滩，为不对称河流横剖面。此地南岸河漫滩之上至少可分为二级阶地，但均被人为种植破坏了。

3.3.2 教学内容及教学要求

洞门山实习区教学内容较丰富，主要为风化作用、地质构造现象较多（图 3.7）。

1. 风化壳（图 3.8）

1) 位置

教师住宅甲 4 楼西侧。

2) 内容

风化壳、残积物、土壤。

3) 教学要求

(1) 花岗岩风化程度观察、描述，用放大镜观察矿物成分。

(2) 风化壳分层描述；残积物、土壤厚度目测。

2. 滑坡体

1) 位置

学生 c 区操场西南角水体上方处。

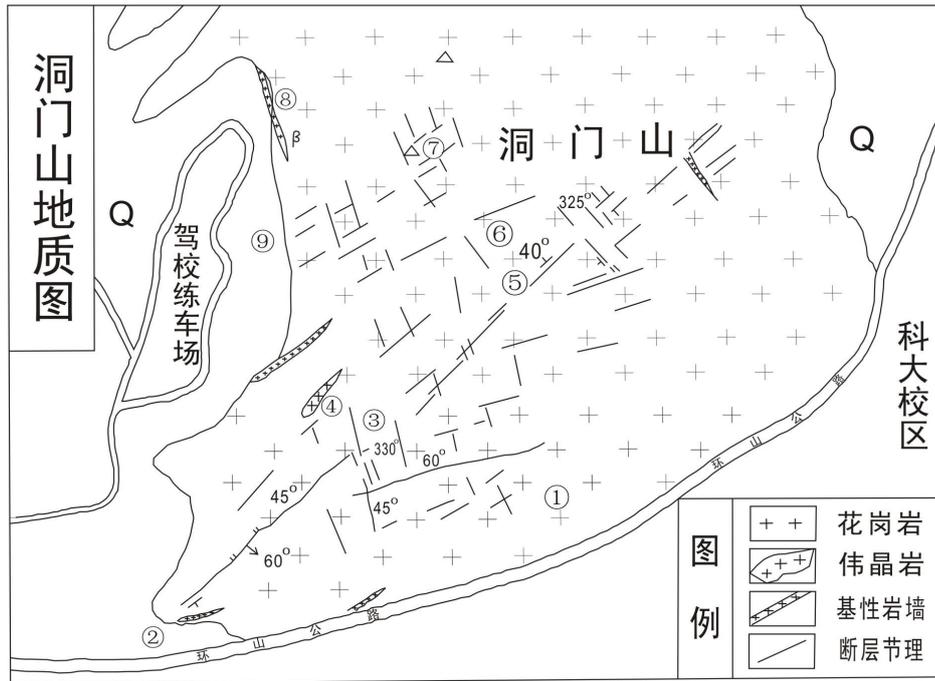


图 3.7 山东黄岛洞门山地质示意图 (周鼎武作)

①-风化晕；②-平移-逆断层及岩脉；③-棋盘格式构造；④-伟晶岩；⑤-硅质充填断裂；⑥-岩白；⑦-悬石及宏观地貌；⑧-基性岩墙；⑨-剖面现象；岩脉；剪节理；断层

2) 内容

滑坡体。

3) 教学要求

- (1) 滑坡体观察。
- (2) 滑坡体分层特征描述。

3. 风化作用现象及产物

1) 位置

洞门山西南坡沿路。

2) 内容

球形风化岩体 (图 3.9)、风化晕 (图 3.10)、根劈现象 (图 3.11)、温差风化剥离现象 (图 3.12)、苔藓腐蚀岩石现象、冰劈现象。

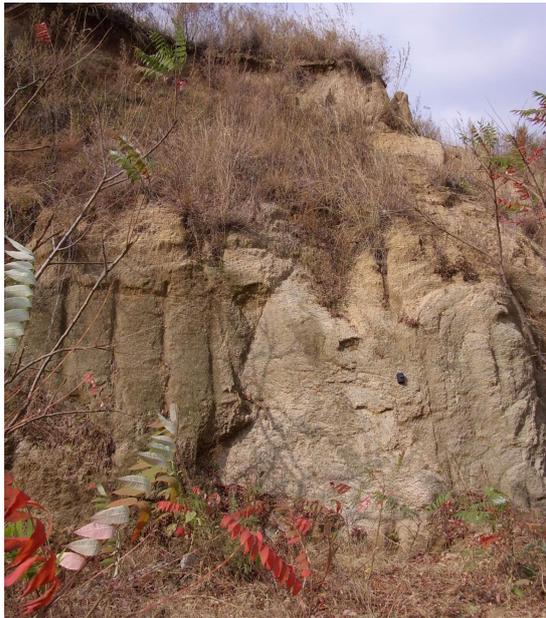


图 3.8 山东黄岛洞门山风化壳 (胡绍祥摄)



图 3.9 山东黄岛洞门山球形风化岩体 (胡绍祥摄)



图 3.10 山东黄岛洞门山风化晕 (胡绍祥摄)



图 3.11 山东黄岛洞门山根劈现象 (胡绍祥摄)



图 3.12 山东黄岛洞门山温差风化剥离现象 (胡绍祥摄)

3) 教学要求

- (1) 观察、描述、素描各种现象。
- (2) 分析每种现象发生的原理。

4. 剪节理、断层、岩脉

1) 位置

洞门山南坡西侧沿路。

2) 内容

棋盘格式构造 (图 3.13)、基性侵入体 (图 3.14)、断层 (图 3.15)、硅质充填现象与伟晶岩 (图 3.16)。



图 3.13 山东黄岛洞门山棋盘格式构造 (胡绍祥摄)



图 3.14 山东黄岛洞门山基性侵入体 (胡绍祥摄)

3) 教学要求

- (1) 观察、描述断层擦痕，量取断层产状。
- (2) 观察、描述剪节理，量取其产状和条数。
- (3) 观察基性侵入体，描述岩性、颜色、矿物成分等。
- (4) 观察硅质充填现象与伟晶岩，描述颜色、矿物成分等。



图 3.15 山东黄岛洞门山断层露头 (胡绍祥摄)



图 3.16 山东黄岛洞门山节理带中硅质充填现象与伟晶岩 (胡绍祥摄)

5. 岩白 (图 3.17)

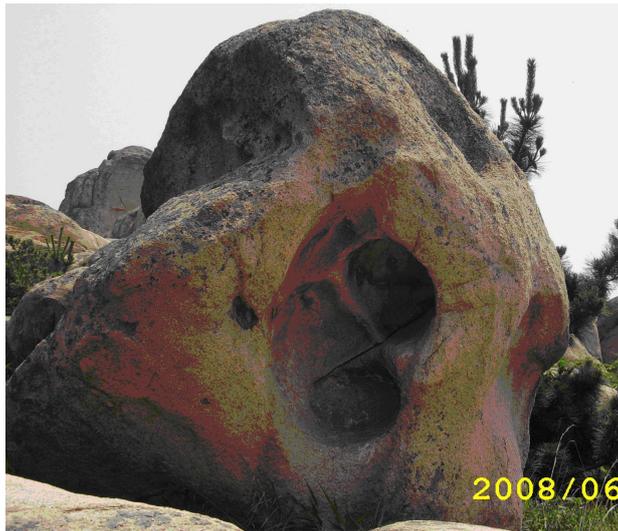


图 3.17 山东黄岛洞门山岩白 (胡绍祥摄)

1) 位置

洞门山西南坡半山腰处。

2) 内容

岩白。

3) 教学要求

- (1) 观察岩白，测量其尺寸。
- (2) 素描岩白。
- (3) 分析岩白成因。

6. 地质罗盘的使用、地形图的野外定向、定点

1) 位置

洞门山山顶。

2) 内容

学会地质罗盘的常用方法；地形图的野外定向、定点方法。

3) 教学要求

- (1) 了解地质罗盘的结构及磁偏角的校正方法。
- (2) 掌握测量目标方位角的方法。
- (3) 掌握地形图的野外定向、定点方法。
- (4) 掌握面状实体产状测量的方法。

7. 洞门山水库

1) 位置

西洞门山村西侧，山东科技大学青岛校区西北侧。

2) 内容

水库面积，范围；入水库水沟的条数；排泄口位置；水库水位与当地潜水之间关系。

3) 教学要求

- (1) 绘制水库平面位置示意图。
- (2) 绘制水库水位与潜水关系剖面示意图。
- (3) 解释和描述水库上游、下游流水规律。

8. 小瀑布

1) 位置

洞门山水库西北水沟中 (图 3.18)。

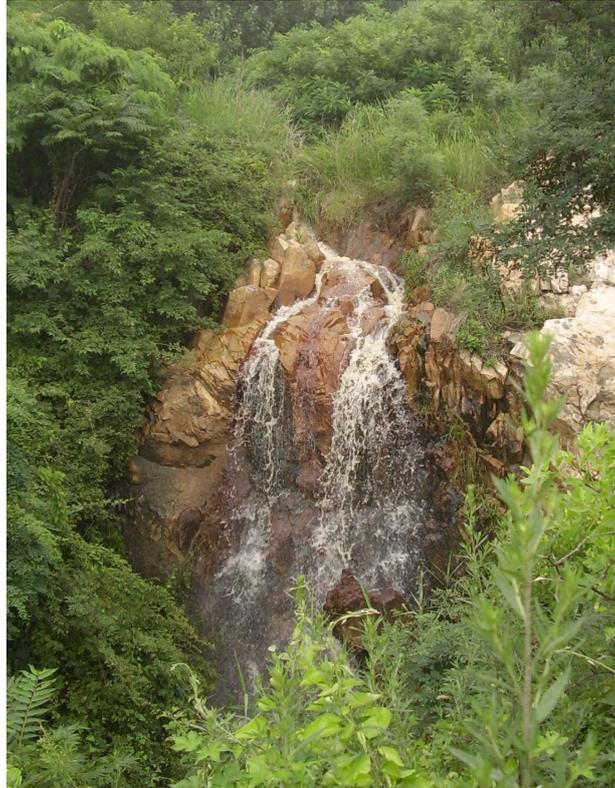


图 3.18 山东黄岛洞门山水库上游小瀑布 (胡绍祥摄)

2) 内容

瀑布宽度、高差；瀑布基岩岩性；瀑布水源。

3) 教学要求

- (1) 绘制瀑布剖面示意图。
- (2) 估算或实测瀑布的宽度和落差。
- (3) 观察和描述瀑布下蚀作用。
- (4) 叙述和解释瀑布溯源侵蚀作用。

9. 分水岭

1) 位置

小珠山东麓，山东科技大学青岛校区西北侧。

2) 内容

小珠山大分水岭；小珠山东麓各分水岭；辛安前河和南辛安前河水系分布；地面流水的溯源侵蚀。

3) 教学要求

- (1) 观察分水岭与水沟分布规律。
- (2) 观察辛安前河和南辛安前河的水系分布状况及流域面积。
- (3) 分析地面流水的溯源侵蚀作用及其与分水岭的关系。

10. 河流上游陡坎及跌水

1) 位置

上庄村旁各水沟中。

2) 内容

河流上游陡坎及跌水。

3) 教学要求

- (1) 观察描述陡坎和跌水规模。
- (2) 分析跌水的形成及作用。

11. 河漫滩、心滩

1) 位置

上庄村中小河中。

2) 内容

河流侧蚀作用、环流作用；河漫滩、心滩、基岩河床。

3) 教学要求

- (1) 观察河流侧蚀作用、环流作用。
- (2) 观察描述河漫滩、心滩、基岩河床以及岩性。
- (3) 分析叙述河漫滩、心滩的成因。

12. 河流阶地 (图 3.19)



图 3.19 山东黄岛致远中学南侧河流阶地(2-3 级, 被破坏后残存)(胡绍祥摄)

1) 位置

致远中学南侧。

2) 内容

河流阶地（2-3级，被破坏后残存）。

3) 教学要求

- (1) 绘制河流阶地剖面示意图。
- (2) 观察和描述河流阶地。
- (3) 观察河流侧蚀作用和沉积作用。
- (4) 分析河流阶地的成因。

3.4 凤凰岛海岸带地质特征与教学

3.4.1 凤凰岛现代海岸地质地貌概况

凤凰岛（原名薛家岛）海岸带位于黄海西北部胶州湾和灵山湾之间的黄岛区凤凰岛省级旅游度假区，胶州湾入海口西岸。三面环海，中部与陆地相连，为一个有陆桥（海积沙坝）与陆地相连的NE-SW向延伸的长形半岛，即为陆连岛。总面积约27.2km²，海岸线长54km，从东北部窟窿山咀到西南部鱼鸣咀长约18km，平均宽度1.2km。其外侧（SE岸）直濒开阔海—黄海，内侧（NW岸）濒临半封闭的小岔湾、薛家岛湾（NE向）和唐岛湾（SW向）。从空中鸟瞰，凤凰岛酷似一只昂首东飞的凤凰，与其东南方的竹岔岛遥相呼应。凤凰岛总体地形为：东北部为山地，中部为平原，西南部为丘陵。

凤凰岛海岸带为基岩岬湾型海岸，岸线曲折率在115以上，岬、湾相间，沿岸岗岭起伏，罗列着陆地延伸而突向海中的岬角，岬角之间形成深入陆地的海湾，岬角以侵蚀为主，海湾以堆积地为主，使侵蚀和堆积交错，通常海湾堆积物的物源来自于邻近岬角和海底岸坡的磨蚀。凤凰岛海岸带从西南部到东北部分别分布着：象咀、甘水湾、左披咀、绿岛咀、张屯咀、金沙滩、石雀咀（又称南营咀、象脖子）、石雀滩、石门咀、银沙滩、连岛角、月牙湾、鱼鸣咀。象咀位于薛家岛镇政府驻地东北10km甘水湾村东北部。面积0.1km²，海拔18.7m，向东伸入黄海0.3km，岬角形如象咀得名，也称象头。甘水湾礁石突兀、海浪拍岸，是凤凰岛距离青岛市区最近的地方，也是远观青岛市区风貌最佳的位置。石雀咀位于薛家岛镇南营村东南角，为10m高小台地，面积0.05km²。伸向黄海0.5km，岬角外有孤石，岬角与孤石间有较低石岭相接，涨潮时，石岭被没，形成孤石，退潮后现出石岭，形如大象脖子，故此得“象脖子”名。鱼鸣咀位于薛家岛西南端海口东侧鱼鸣咀村西南，为海拔大于5m的平台，向南伸入海中0.5km，三面为现代海蚀崖，南与老灵石相对峙。古时此地多产梅花，又称野梅咀。

凤凰岛地形自陆向海形成梯级地貌层序：高程在50m以上为丘陵山地，山顶一般为70~80m（南部）和140~170m（北部），皆为侵蚀剥蚀区；丘陵外围高程为10~50m，系不同时代不同岩性区向海倾斜的统一地貌面—剥蚀面，其上界与丘陵山地之间有明显的地形转折，下界与薛家岛外围海岸形成高5~10m的海蚀崖，崖下即为现代海滩。海岸带实习区岸滩有三种类型：大部分海岸是岩滩，即海蚀平台（宽度数十m至100m不等），占岸线总长度的2/3；另外两种分别是弓形海湾岸的砂砾质海滩和岩滩—砂砾滩混合型岸滩。岸滩外至10m等深线为宽100m余（岬角区）至数百m深陡型水下岸坡。凤凰岛外侧有三个较大的弓形海湾。自北向南这三个弓形海湾分别为：张屯岬（张屯咀）与石雀岬（石雀咀）之间的金沙滩湾，石雀

岬与石门岬（石门咀）之间的石雀湾，石门岬与连三岛岬之间的银沙滩湾。这三个弓形海湾顶部均有海滩，其中金沙滩湾顶受东北部张屯岬的隐蔽效应较明显，形成平均坡降1/30、宽200~250m的中细沙滩；银沙滩是刘家岛—石岭子连岛砂坝外侧的砂砾海滩。金沙滩、银沙滩是青岛优良的海水浴场。石雀湾为岩滩—砂砾滩混合型凹岸岸滩，因受岸外3~4条岩脊的掩蔽，岩滩上覆有0.10~1.15m厚的薄砂砾层堆叠于海蚀崖前。石雀湾和银沙滩的崖前岸边和海滩后滨有大量砾石，平均粒度为5~8 cm，最大为20~30cm。磨圆度中等，显示中高能海滩的动力地貌环境。

3.4.2 连三岛地质特征与教学

连三岛（又称为连岛）位于凤凰岛西南约7.5km的黄海中，海拔6.1m，长0.5km，宽0.1km，海岸线长约1.08km，面积0.03km²。连三岛以三个“潮涨相连、潮落而分”的小岛为主体，潮涨相隔，三岛傲然而立；潮落则三岛比肩，一字排开，由北向南，由大到小，像三颗硕大的珍珠伸向黄海深处。

1. 地质特征

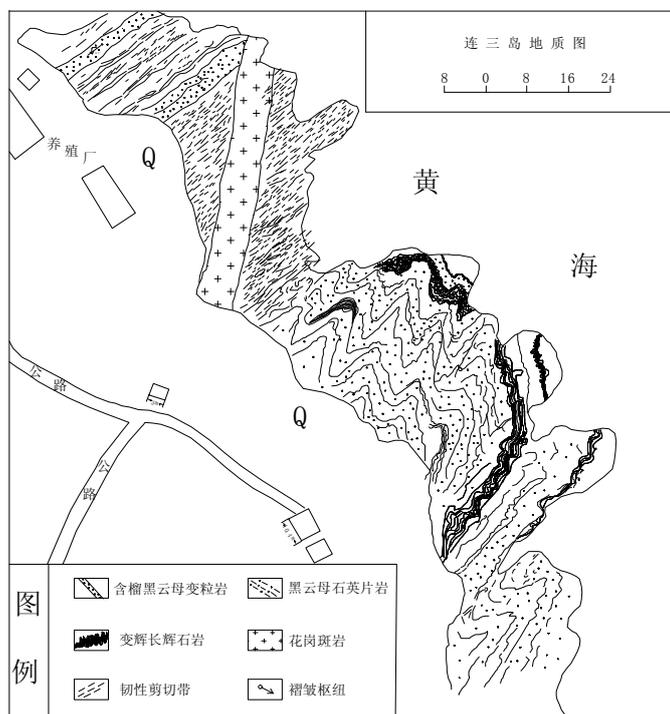


图 3.20 山东黄岛连三岛地质图（周鼎武作）

1) 地层

连三岛仅出露古元古界荆山岩群野头岩组祥山变粒岩段地层，且具有多期变形变质的突出特点。主要岩性为含石榴石黑云变粒岩、云母石英片岩、阳起钠长绿帘片岩、白云纳长变粒岩等，揉皱发育。

2) 地质构造

依据野外地质构造解析，连三岛出露的荆山岩群地质构造变形分出三期。

(1) 露头区地质构造特征

露头区现今最显著的地质构造特征可分为三个构造带（图 3.20），即北部为 NE 向规则

片理带，中部为 NE 向韧性剪切带，南部为倾竖褶皱带。

北部为 NE 向规则片理带以荆山岩群野头岩组的祥山变粒岩段地层出露为代表，由含石榴石黑云变粒岩、云母石英片岩、阳起钠长绿帘片岩、白云钠长变粒岩等组成。片理呈 NE 向分布，片理倾角近直立（ $320^{\circ} \angle 85^{\circ} \pm$ ），构成规则的区域深变质片理带。

中部韧性剪切带主要由强变形的纳长绿帘片岩并包裹小型变形的纳长绿帘岩透镜体和大型的黑云变粒岩透镜体共同组成强变形的构造片岩构成的。韧性剪切带走向 NE，倾角陡立，为走滑剪切带。据剪切带内外片理的褶皱和透镜体变形规律判断，该剪切带为左行走滑兼有斜冲的剪切带。

南部的倾竖褶皱带是由祥山变粒岩段不同类型变质岩，以片理和变余层理为标志面，形成枢纽近直立的褶皱带，构成连续的复向形和复背形构造。该带的褶皱以相似褶皱为突出特点，褶皱明显呈现两翼薄、转折端厚，显示深构造层次的固态流变特点（图 3.21），并因变余层理的厚、薄差异，控制着褶皱的形态。其中还发育变辉长岩断续透镜体的褶皱，可能表示未发生倾竖褶皱之前，辉长岩已大致平行变质岩面理侵入，之后遭受变形变质改造，并再次在倾竖褶皱形成过程中同时变形而成。



图 3.21 山东黄岛连三岛倾竖褶皱带显示的固态流变现象（周鼎武摄）

本区上述不同区带构造组合特征，应该是以中部韧性剪切带的左行走滑兼有斜冲作用造成北部弱变形的规则片理带和南部走滑拖曳的倾竖褶皱带。上述构造叠加也有晚期脆性断层和节理。

（2）早期构造形迹解析

在上述基本构造格局的基础上，在北部规则片理带内的含石榴石黑云变粒岩中，仔细观察可见片内紧闭的无根褶皱，无根褶皱枢纽近水平，与南部的倾竖褶皱完全不同，代表了倾竖褶皱叠加改造之前早期的残余构造。该期构造可能是倾竖褶皱之前，区域性角闪岩相变质和片理形成期或更早期的构造。但露头有限，已无法恢复早期构造面貌。

综合上述可以看出，连三岛地区的荆山岩群至少经历了三期构造变形：第一期构造变形以片内无根褶皱为残留构造，推测由砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩组成的荆山岩群祥山岩段原岩沉积之后，经历了区域强烈挤压变形和深地壳变质作用改造，形成由含榴黑云变粒岩、云母石英片岩、白云钠长变粒岩等组成的变质岩，变质程度达到了角闪岩相。第二期构造变形，祥山岩段变质岩形成之后，经历了以左行走滑兼斜冲韧性剪切作用为主导的构造运动，导致形成与之伴生的倾竖褶皱的形成。由韧性剪切带中阳起绿帘钠长片岩的发育判断，伴随该期的变形活动，同时发生了高绿片岩相的变质作用和较深层次的岩石固体流

变。上述两期构造因既无上覆构造层，又无同位素定年资料，故无法确定具体年代。第三期构造变形，表现为上述变形变质地质体叠加了脆性断层和节理，并发生了近 SN 向钾长花岗斑岩的侵入。

3) 岩浆侵入体

连三岛出露新元古代震旦期月季山超单元酸性岩浆侵入体，岩性为钾长花岗斑岩，斑状结构，块状构造，斑晶钾长石粗大清晰。岩体呈走向 180°的岩墙出露，宽 6~8m，长约 50m 左右。另外还可见基性侵入辉绿岩体，为暗绿色，年代不详，但明显被构造运动揉皱。

2. 教学内容及教学要求

1) 位置

凤凰岛南头连三岛东侧。

2) 内容

韧性剪切带、负变质岩，花岗斑岩侵入体、倾竖褶皱、海湾和海岬。

3) 教学要求

- (1) 观察识别各种岩性。
- (2) 观察、素描韧性剪切带、倾竖褶皱。
- (3) 观察、描述海湾和海岬，绘制平面示意图。

3.4.3 银沙滩地质特征与教学

1. 地质特征

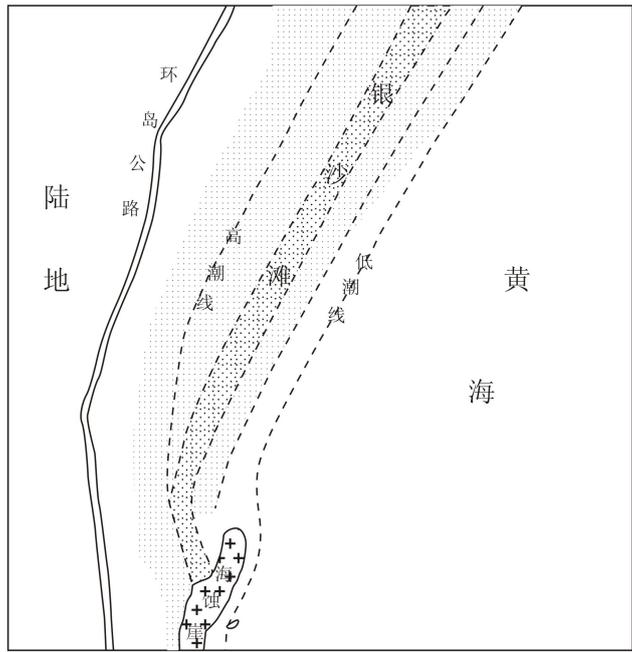
银沙滩（图 3.22）是金沙滩的“姊妹滩”，位于金沙滩西南，由薛家岛刘家岛村南至石岭子东，水清滩平，沙质细腻，色质如银而被称为银沙滩。呈月牙形，东西伸展，低潮滩线长约 1250m，海滩平均宽度约 250m。细砂底。

银沙滩西侧也为基岩海岸。海岸岩石由抗侵蚀能力强的变质石英岩、花岗岩组成。在海浪的不断冲蚀作用下，冲击碎块逐渐磨蚀形成砂和砾石，使银沙滩形成砂砾质海滩。海浪对海蚀崖基岩的冲刷作用，不断形成新的冲刷碎块，碎块不断遭受海浪的冲刷作用，因而形成垂直海岸向陆内方向海滩沉积物颗粒逐渐加大（图 3.23、3.24）。

在银沙滩西侧，变质石英砂岩发育的海蚀崖靠陆侧，由于陆侧山坡流水作用冲刷作用和高潮时波浪的共同作用形成深度不大的凹坑。当涨潮时，会有海水进入，落潮时，海水有部分滞留在凹坑中，因而形成一个时有时无的滨海泻湖（图 3.25）。

银沙滩紧邻连三岛东北部，其地质演化两者基本一致。在银沙滩西部出露古元古界荆山岩群野头岩组的祥山变粒岩段地层，受构造运动影响，地层发生强烈的褶皱变形。

再往东北，即为新元古代震旦期月季山超单元酸性岩浆侵入钾长花岗斑岩。此外还有石英伟晶岩。



银沙滩现代海岸地貌(沙滩)

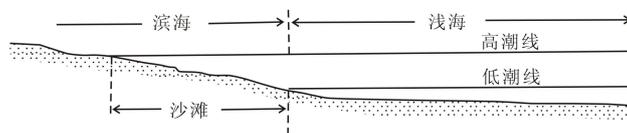


图 3.22 山东黄岛银沙滩现代海岸地貌形态 (周鼎武作)

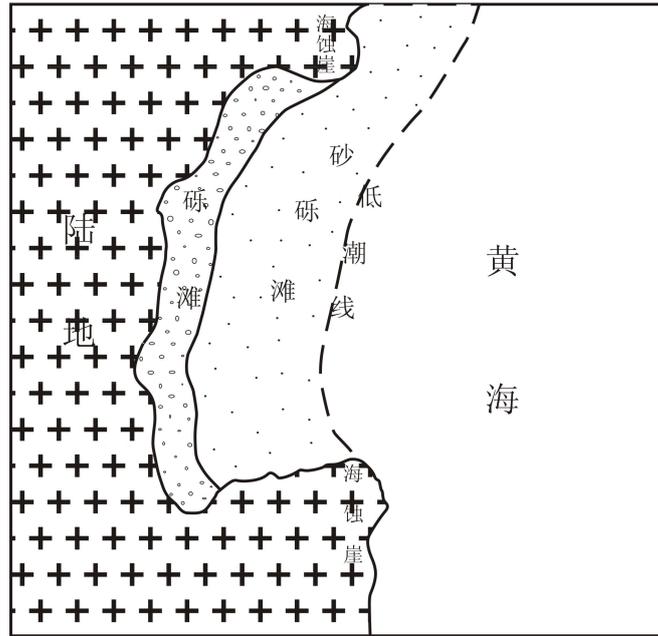


图 3.23 山东黄岛银沙滩西侧砾滩和海蚀崖 (胡绍祥摄)

2. 教学内容及教学要求

1) 位置

凤凰岛银沙滩南侧沿岸。



银沙滩西侧砾滩地貌

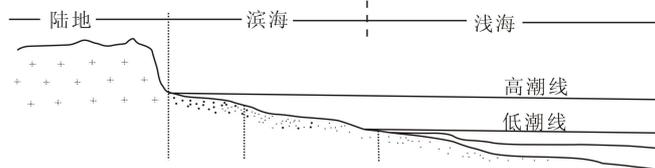


图 3.24 山东黄岛银沙滩西侧砾滩地貌 (周鼎武作)

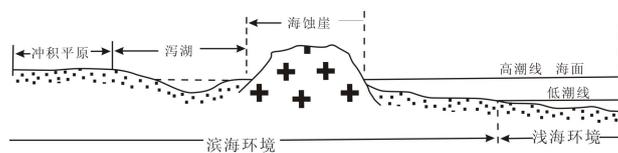
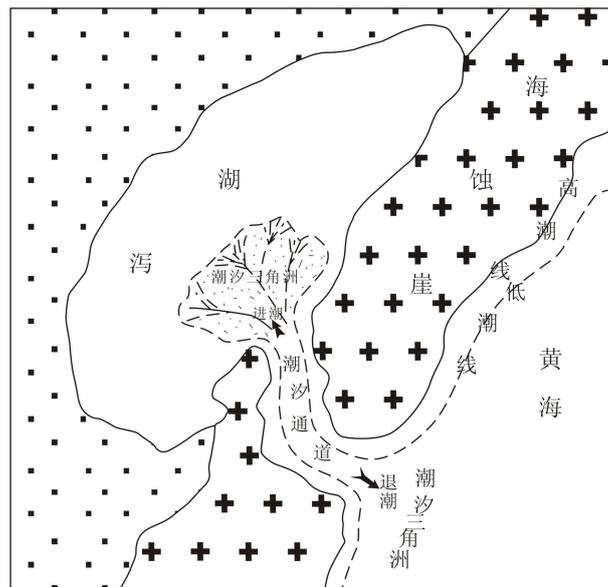


图 3.25 山东黄岛银沙滩西南侧现代泻湖 (处于时有时无的动态变化中) (周鼎武作)

2) 内容

海蚀崖；砾滩；泻湖；沙滩；海蚀柱（图 3.26）；海蚀洞穴（图 3.27）；负变质岩及侵入体；变质作用形成的小型褶皱构造。



图 3.26 山东黄岛银沙滩海蚀柱（胡绍祥摄）



图 3.27 山东黄岛银沙滩海蚀洞穴（胡绍祥摄）

3) 教学要求

- (1) 观察描述各种地质地貌。
- (2) 绘制各种地貌示意图。
- (3) 分析各种地貌的成因。

3.4.4 金沙滩地质特征与教学

1. 地质特征

被称为“亚洲第一滩”的金沙滩位于薛家岛烟台前，从南屯至石雀咀呈月牙形南北展开，水清滩平、沙质细腻、沙细如粉、色泽如“金”。低潮滩线长约2375m，海滩宽度约200m，低潮线外有一小的坡折，形成一锥形沙脊。海滩波降为19‰，沙滩颗粒属于细砂级。

金沙滩为典型的无障碍高能海岸沉积环境。根据水动力和地貌特征可划分出几个不同相带：①岸后沼泽、泻湖—海岸沙丘。该相带总体不发育，受人工改造。局部可见小的风成沙丘和丘后泻湖、沼泽。②后滨亚相位于平均高潮线之上，海岸沙丘外侧，该相带较窄。沉积物以砂为主，并可见贝壳，且凸面朝上，零星见到生物潜穴。③前滨亚相位于平均高潮线与低潮线之间，保存良好，地形平坦，起伏小，逐渐向海倾斜。金沙滩处沉积物较粗，主要有砾石、粗砂、细砂及粉砂，属砂砾质海岸，其物源来自于北部的凤凰山和张屯咀。从张屯咀向西南方向到金沙滩，沉积物粒度逐渐变细，沿途可见一系列的沉积构造，如浪成波痕、障碍痕，气泡沙被改造后形成的坑丘构造、裂流痕及反序的水位痕（注意观察水位痕之间的距离及沉积物特点及粒度变化）。④近滨亚相位于平均低潮线与波基面之间的潮下带。

在金沙滩南部为基岩海岸，长期海浪侵蚀，呈现较为明显的海蚀平台。其基岩由几期岩浆侵入体构成（图3.28），相互交错，很有特点。

第一期侵入体为闪长岩岩体，总体呈SN向延展，在北端又转为NE向。岩体灰黑色。主要矿物成分：角闪石（约40%）、斜长石（约40%），含有少量的烟灰色细粒石英（约10%），还有少量的黑云母。在风化过程中，角闪石易风化形成黑云母、绿泥石。整体结构为全晶质中粒结构，块状构造。

第二期侵入体为斑状花岗岩岩体，它切割了闪长岩体，主要分布在南端，数量不多。斑状花岗岩整体颜色为灰白色、浅肉红色。主要矿物成分为：正长石（约 55%）、斜长石（约 15%）、石英（约 10%），暗色矿物主要为角闪石（约 15%）、黑云母（约 5%）。其中正长石：浅肉红色，粗粒，两组解理，玻璃光泽。斜长石：白色，粗粒。石英：粒状，烟灰色。角闪石：黑色，柱状，玻璃光泽。黑云母：黑色片状，琉璃光泽。整体结构为全晶质不等粒结构（似斑状结构），斑晶为正长石、斜长石，前者斑晶最大，最大可达 3.5cm，甚至更大，反映同期结晶，但斑晶生长快显示巨大。块状构造。

第三期侵入体为花岗斑岩岩体，它即切割了闪长岩体也切割了斑状花岗岩岩体（图 3.29），且分布最广，数量也最多，包括西边海蚀崖也全由它组成。总体呈 SN 向延展，但在北端也转为 NE 向分布。花岗斑岩整体颜色为肉红色。主要矿物成分为：肉红色中粒—细粒正长石（约 60%）、烟灰色细粒石英（约 30%），暗色矿物主要为黑色长柱状角闪石，还有少量的黑云母，二者含量约占 5%。整体结构为全晶质细粒不等粒结构（斑状结构），斑晶为正长石和石英，清晰可见，反映斑晶先行结晶，所以晶体粗大。块状构造。

第四期侵入体为闪长斑岩岩体，呈脉状分布。此地只发现两处：一处切割闪长岩岩体和斑状花岗岩岩体；一处残存在花岗斑岩岩体内，均分布在南端。岩体为暗绿色，斑状结

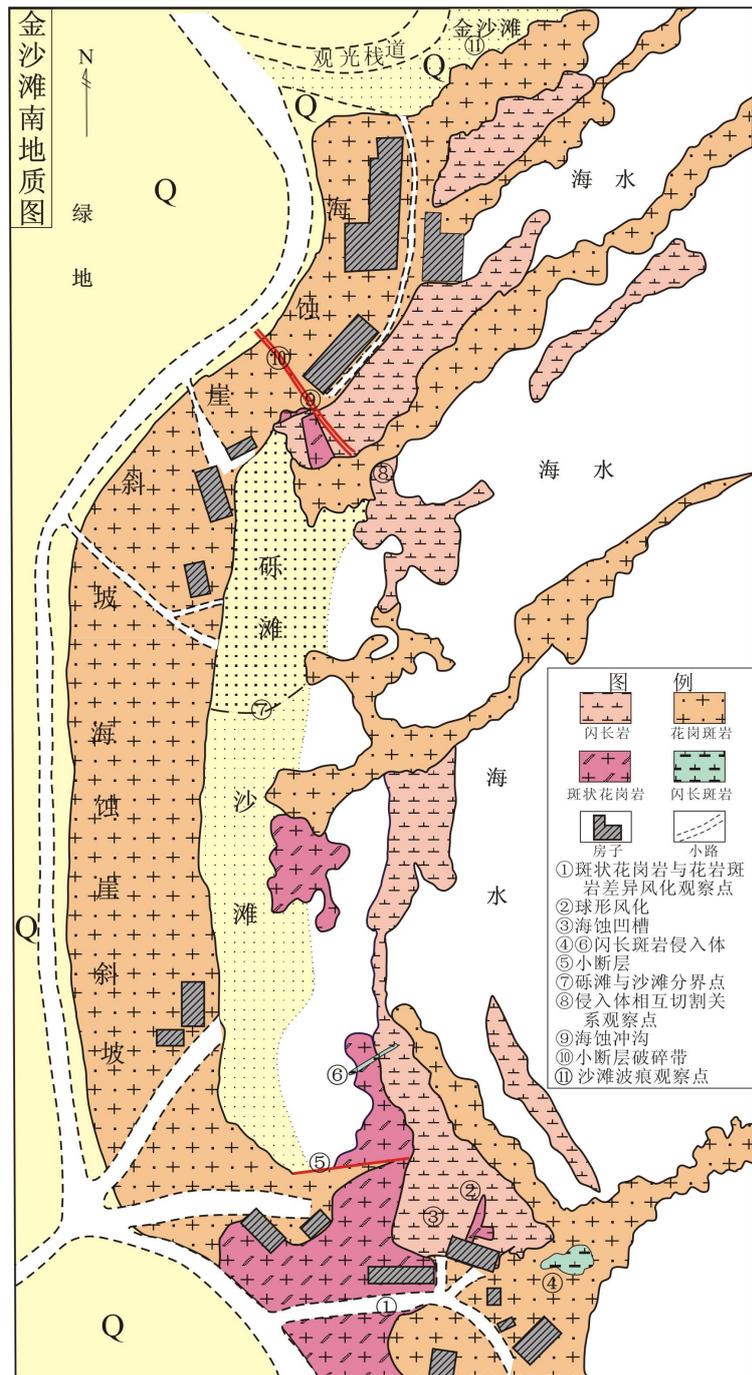


图 3.28 山东黄岛金沙滩南地质示意图（胡绍祥作）

构，斑晶为正长石。块状构造。



图 3.29 山东黄岛岩体相互切割有关系（胡绍祥摄）

除此以外，此处可见现代海岸海蚀地质地貌，如海蚀平台、海蚀崖、海蚀凹槽、海蚀冲沟等；以及典型球状风化岩体、差异风化现象，小断层及擦痕等地质现象。

2. 教学内容及教学要求

1) 位置

凤凰岛金沙滩南侧沿岸。

2) 内容

海蚀崖（图 3.30）；海蚀平台；海蚀柱；海蚀凹槽（图 3.31）；断层破坏带（海蚀冲沟）（图 3.32）；球形风化岩体（图 3.33）；各种岩性；沙滩碎屑物及沉积波痕。



图 3.30 山东黄岛金沙滩海蚀崖（胡绍祥摄）



图 3.31 山东黄岛金沙滩海蚀凹槽（胡绍祥摄）

3) 教学要求

- (1) 观察描述各种岩性及风化程度。
- (2) 观察各种海蚀地貌。
- (3) 观察描述球形风化岩体。
- (4) 观察描述断层破坏带（海蚀冲沟）、海蚀凹槽。
- (5) 观察识别各种岩性。
- (6) 分析侵入体侵入先后顺序。



图 3.32 山东黄岛金沙灘断层破坏带(海蚀冲沟)(胡绍祥摄)



图 3.33 山东黄岛金沙灘球形风化岩体(胡绍祥摄)

3.4.5 张屯咀地质特征与教学

1. 地质特征

张屯咀，原名涨砣，位于凤凰山东南脚下，向东南突入海（竹岔水道）中0.5km，面积0.02km²，海拔6.9m，东南与竹岔岛隔海对峙，周围礁石环抱。

张屯咀附近出露基岩，是一基岩在风化作用、海浪冲蚀作用下形成的高能砾石海岸。基岩岩性结构致密，硬度大、强度高，抵御海蚀能力较强，因而形成凸出海岸的海岬，成为近岸波浪活动频繁、强度大的地带。而张屯咀附近基岩中由于受构造作用和外动力地质作用的影响发育有大量的裂缝。裂缝的发育导致岩石强度降低，抵御海蚀能力较弱，在海浪的不断的冲蚀作用下破碎，逐渐形成凹向海岸的海湾。在沿岸流的作用下，冲击产生的碎块不断向西南侧的金沙滩搬运，形成由张屯咀向金沙灘方向颗粒依次减小的特征，因此张屯咀基岩为其西侧金沙灘沉积提供了物源。

张屯咀南缘主要出露中生代燕山晚期岩浆侵入体(图 3.34)。可分为三期：第一期形成大面积的花岗岩，为浅红色，中细粒结构，块状构造，钾长石、石英清晰可见，钾化现象明显，使其颜色发红。之后发生了基性岩浆顺花岗岩节理面侵入，形成了辉绿岩体(图 3.35)。辉绿岩体主要呈 NE 向岩墙分布，宽约 0.1~0.5m。辉绿岩为暗绿色，细晶结构，块状构造。再往后又发生了酸性岩浆侵入，形成了正长斑岩岩墙。正长斑岩岩墙在北部先呈 NE 向展布，后又呈近 SN 向延伸一直向南到海边。正长斑岩岩墙即切割了第一期的花岗岩，又切割了第二期的辉绿岩体。正长斑岩为浅红色，斑状结构，块状构造，斑晶主要相正长石。

在张屯咀岛南缘的西边，可见典型的沿剪切带侵入的辉绿岩体，剪切断层面产状为： $(0^\circ \angle 82^\circ)$ ，岩体宽 0.2m，呈笔直的 EW 向延伸。

在张屯咀岛南缘的西边还可见到小型包裹体(图 3.36)，包裹体从里往外可明显地分为环状三层：最里层为颜色稍浅的闪长岩，中层是颜色稍深的闪长岩。它们均是深部的固体老岩石，然后被最外层的酸性岩浆包裹带上来。当然，在这之前，已经发生过一次闪长岩

的包裹现象，最后才形成了如今看到的外层包裹中层，中层又包裹里层的地质体。

2. 教学内容及教学要求

1) 位置

凤凰岛张屯咀南缘。

2) 内容

节理，侵入体，海蚀崖，海湾，海岬。

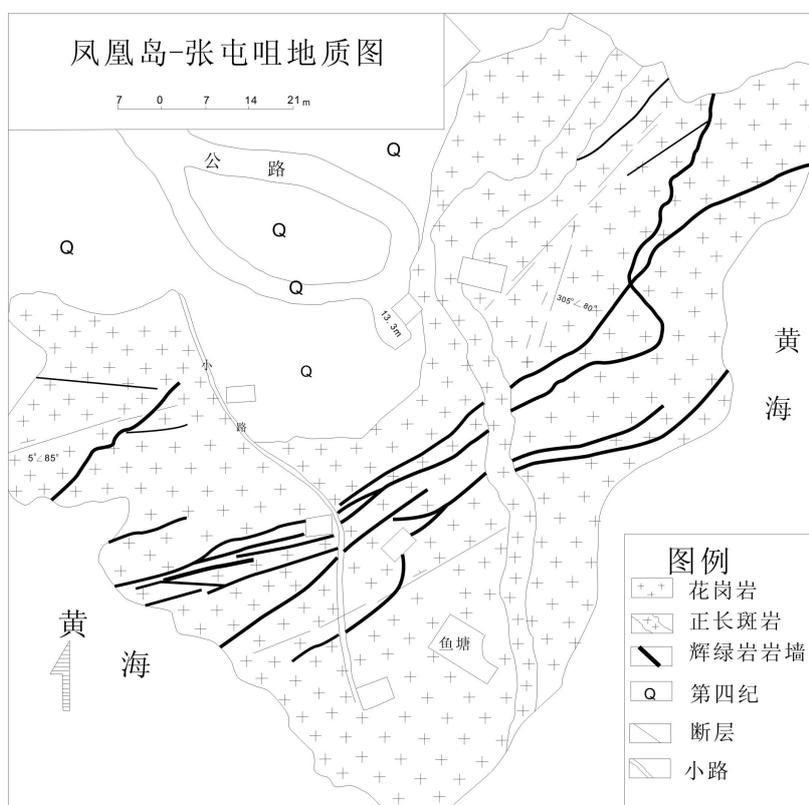


图 3.34 山东黄岛张屯咀地质示意图 (周鼎武作)



图 3.35 山东黄岛张屯咀辉绿岩体 (黑色者)
(胡绍祥摄)



图 3.36 山东黄岛张屯咀南缘小型包裹体
(胡绍祥摄)

3) 教学要求

(1) 观察测量节理。

-
- (2) 观察描述侵入体及岩性。
 - (3) 分析侵入体侵入先后顺序。
 - (4) 观察激浪冲击海岸。
 - (5) 观察海湾、海岬

参考文献

1. 陈文寄, 计凤桔, 李齐, 等. 沂沭断裂带断层泥中 K-Ar、FT 和 Tl 体系年代学含义的初步研究. 地震地质, 1988, 10(4): 191-198.
2. 郭振一. 郯城-庐江断裂带的形成演化与应力场分析. 见: 国际地质力学研讨会论文集. 北京: 地质出版社, 1986, 28.
3. 徐贵忠, 蔡燕杰, 周瑞, 佘宏全, 王艺芬, 宋明春, 李兵, 2004. 山东胶莱盆地形成的动力学条件及其与金成矿作用的相关性讨论. 现代地质, 2004, 18 (1): 8-16.