

· 基础地质 ·

山东省第四纪地质研究新进展*

王世进¹ 张成基² 刘海坤³ 丁孟三⁴

(1. 山东省地质科学实验研究院; 2. 山东省地勘局地勘处;
3. 中国地质科学院水文地质工程地质研究所; 4. 山东省物化探勘查院)

提要 近年来山东省第四纪岩石地层划分对比取得了新进展,更新世中—晚期形成的厚层黄土堆积,分别划为羊栏河组和大站组;全新世早期发育有古湖沼沉积,划为黑土湖组。在探讨岩石地层单位的时代归属、穿时现象及第四纪地质发展史等方面,也获得了新的认识。

关键词 第四纪 岩石地层划分 地质时代 地层序列 山东省

1 第四纪地层划分概况

山东省第四纪地层分布广泛,据其发育特征、岩石组合、接触关系及序列特点等,可分为山丘区和平原区两个地层分区。山丘区包括山前冲洪积平原在内,平原区(鲁西北和鲁西南平原)实为华北平原地层区的组成部分。两地层分区的界限即山前冲洪积平原与黄河冲积平原的分界线。各地层分区的地层划分情况见表 1。

表 1 山东省第四纪地层划分

Table 1 Strata classification of Quaternary in Shandong province

年 代 地 层		岩 石 地 层										
系	统	平 原 区				山 丘 区						
第 四 系	全 新 统	黄 河 组	白 云 湖 组	旭 口 组	淮 北 组	泰 安 组	白 云 湖 组	沂 河 组	寒 亭 组	淮 北 组	旭 口 组	山 前 组
			黑 土 湖 组			临 沂 组				黑 土 湖 组		
		平 原 组	三 段	沂 源 组	大 埠 组	大 站 组	柳 芥 组	史 家 沟 组				
	中 亚 统	二 段	于 泉 组	羊 栏 河 组								
	下 亚 统	一 段	小 埠 岭 组									

本文对于山东省第四纪某些岩石地层单位的年代归属,提出如下意见:

(1) 根据陈刚等^[1]在荣成桑沟湾一带对海积砂坝底部沉积物测得的同位素年龄数据 4070 ±70a,结合区域地质资料,将旭口组与临沂组、沂河组作为同时异相处理。并赞同张

*本文 1999 年 3 月收到,1999 年 5 月改回,游文澄编辑。

增奇、刘明谓等^[2]关于“潍北组与临沂组、沂河组同时异相”的处理意见。

(2) 根据刘海坤等^①在青州市石家庄和刘早村对黑土湖组灰黑色亚粘土测得的¹⁴C 年龄数据(底部地层为 7863 ±90a, 7775 ±160a; 上部地层为 5527 ±124a, 4046 ±67a), 结合区域资料, 确定该组形成时代为全新世早—中期。

(3) 同意张增奇、刘明谓等将山前组的含义限定在晚更新世—全新世所形成的残坡积、坡积物, 其特征是: 坡积层所含砾石多为棱角状且较分散, 砾石层呈与山坡相一致的倾斜状, 砂砾凸镜体具斜层理, 与羊栏河组、大站组显示的水平层理有明显区别。

(4) 根据张明书、刘健^[3]在荣成成山头对“柳芥红层”的研究成果, 其热释光年龄在 54900a 至 18700a 间, 属晚更新世。

2 岩石地层单位的基本特征

山东省山丘区(含山前冲洪积平原)地层分区, 第四纪岩石地层分布范围较广的为中—上更新世形成的羊栏河组、大站组黄土堆积和全新世临沂组、沂河组等河流相沉积物。分布范围较局限的小埠岭组、于泉组、大埠组分别为更新世早、中、晚期河流相沉积物; 沂源组为洞穴堆积物; 柳芥组仅在命名地附近出露, 从岩性特征, 结合成因类型及同位素年龄资料分析, 拟划归大站组更为合适。黑土湖组分布范围较广, 但多被临沂组覆盖, 属全新世早期湖沼沉积; 全新世中晚期沉积物依据岩性特征, 结合成因类型分别划分为潍北组(河、海交互相)、旭口组(海相)、白云湖组(湖相)、寒亭组(风成相)和泰安组(冲洪积相)。

平原区地层分区的第四纪地层划分, 首次引用 1:20 万济南、禹城二幅区调成果及山东省地勘局地层划分方案, 将全新世黄河冲积物划为黄河组, 其下的湖沼相黑灰色淤泥划归黑土湖组; 将更新世黄河冲积沉积物划归平原组。

根据万中杰等资料^②, 作者将平原组进一步划分为三个段:

上覆地层: 黑土湖组黑灰色淤泥质粘质砂土夹淤泥层

———整合———

平原组:	厚 196.8m
三段: 锈黄色粘质砂土、砂质粘土夹粉砂、细砂, 埋深 60~70m 处有时见淤泥层	80.4m
二段: 棕黄、褐黄色砂质粘土、粘质砂土互层夹粉砂层, 含钙质结核及淀积层, 见锰斑及绿色条纹	55.9m
一段: 棕黄、浅棕红、灰绿色砂质粘土、粘土互层, 含钙质结核及少量锰质结核	60.5m

———侵蚀不整合———

下伏地层: 第三纪上新世明化镇组褐黄色粘质砂土, 含钙质结核

根据剖面 and 钻孔资料, 黄河组划分为四部分:

黄河组:	厚 > 15.5m
上部: 灰黄色粉砂土、粉质亚砂土夹红褐色亚粘土及黄色中细砂等黄河河床相、河漫滩相沉积物	> 2.0m

① 中国地质科学院水文地质工程地质研究所, 1998, 1:5 万临淄、青州二幅区域地质调查报告。

② 山东省地矿局区调队, 1996, 1:20 万济南、禹城二幅区域地质调查报告。

中部:黄色粉砂质亚砂土,下部夹红褐色亚粘土,沿河流两侧分布 1.5m
 下部:黄色粉细砂(古河床-风积相沉积) 1.0m
 底部:黄色粉砂土夹红棕色粉质亚粘土 11.0m

整合

下伏地层:黑土湖组深—灰黑色淤泥质粉砂

综合上述资料,黄河组为一套灰黄—黄色粉砂土、粉砂质亚砂土夹红褐色粉质亚粘土沉积物,属河流相沉积。

3 黄土堆积物及其年代学研究

山东省第四纪黄土堆积物主要划分为羊栏河组和大站组,局部有柳芥组,地质年代均属更新世。羊栏河组和大站组区域地层划分及年代对比见图 1。

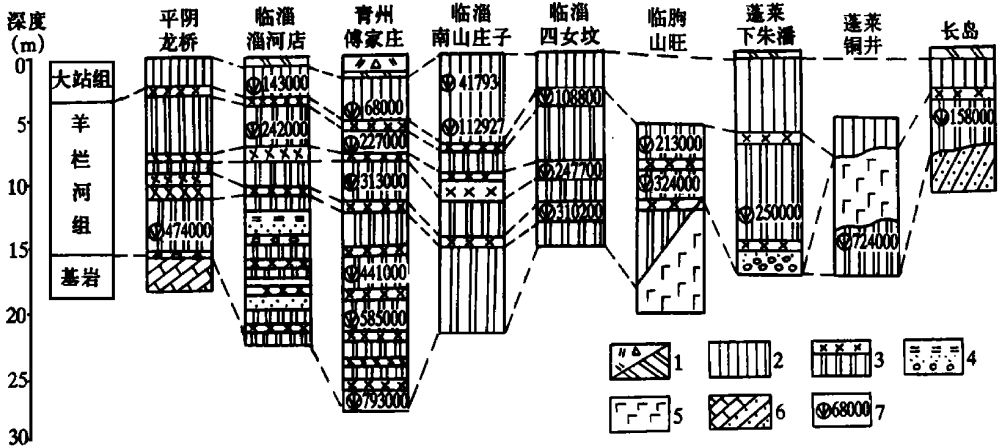


图 1 山东第四纪黄土地层剖面柱状对比及年代对比图 (据郑洪汉等资料修编)

Fig. 1 Contrast of the Quaternary loess profile and ages in Shandong province

1—坡积层及黑土湖组(黑垆土); 2—大站组(黄土); 3—羊栏河组(古土壤层及黄土); 4—粉砂、砂、砾石层;
 5—玄武岩; 6—基岩; 7—热释光法取样点及年龄值

3.1 羊栏河组地质年代属性

中更新世羊栏河组是山东最老的黄土堆积,与离石黄土可以对比。据郑洪汉等 1994 年研究青州市西南傅家庄黄土剖面获得的资料^[4],该组由 8 层古土壤与 8 层黄土互层组成,厚 24.3m。黄土以深褐黄色为特征,层厚 1.2~3.4m,由上而下:第 1、2 层黄土为粉砂质粘土,热释光年龄分别为 22.7 ± 1.8 万 a 和 31.3 ± 2.5 万 a;第 2~8 层黄土为粘土质粉砂,其中第 4、5 层黄土热释光年龄分别为 44.1 ± 3.5 万 a 和 58.5 ± 4.6 万 a;最底层黄土热释光年龄为 79.3 ± 6.4 万 a,为山东及苏皖北部黄土地层最低层位的年龄资料。古土壤层呈浅红褐色,层厚 0.6~1.8m,反映黄土堆积过程中伴随多次轻微的地壳震荡活动,致使堆积物多次遭受较弱的剥蚀,形成夹在黄土中的多层古土壤剥蚀面。

据陈孝燕等资料^① 作者对齐陵四女坟黄土剖面进行了划分,羊栏河组分层如下:

上覆地层:大站组灰黄色粉土质黄土

—————整合—————

羊栏河组:	厚 16m
7. 古土壤,亚粘土质,褐红—淡红色,微粘土化,热释光年龄为 10.88 ±0.64 万 a	1m
6. 浅棕黄色黄土,垂直节理发育,底部多见直立产状的钙核	5m
5. 古土壤,粘土质,深红黄色,粘土化,具少量锰膜,热释光年龄为 24.77 ±1.43 万 a	1m
4. 微红黄色黄土,垂直节理发育,中下部有微红色古土壤层	2m
3. 古土壤,粘土质,深红黄色,粘土化明显,具锰膜,热释光年龄为 31.02 ±1.88 万 a	1m
2. 棕黄色黄土,具垂直节理	2m
1. 黄土及卵砾石互层,卵砾石为石灰岩质,间隙为黄土,见层理,未见底	4m

该剖面羊栏河组未见底,厚 16m;往南到青州市傅家庄厚 24.3m;往东北到沿海的蓬莱市下朱潘、铜井一带,该组下部含火山岩砾石层,厚约 12m。可见青州市傅家庄羊栏河组出露厚度最大,黄土年龄最老。

3.2 大站组地质年代属性

大站组广泛分布于沟谷、山间盆地及山前斜坡、台地,常构成丘岭山区第四系高堆积面及二级阶地上部,主要岩性为土黄、灰黄色亚砂土,近山前或沟底地层中多含透镜状、似层状砂砾石层,与下伏羊栏河组多呈不连续侵蚀接触。15万青州、临淄二幅区调新测制的临淄南山庄子剖面,自上而下分层为:

大站组:	厚 7.7m
7. 土黄色黄土状亚砂土	0.8m
6. 黄褐色轻亚粘土,上部假菌丝体发育,中部粘土含量多	1.7m
5. 褐黄色亚砂土,局部钙质富集,热释光年龄为 41793 ±4179a	0.8m
4. 土黄色黄土状亚砂土,上部具钙质小斑,下部含不规则小结核	1.1m
3. 红黄色亚砂土,混杂状,含棕红色亚粘土碎块	0.1m
2. 棕红色亚粘土,呈碎块状,裂隙间有钙膜	1.0m
1. 土黄色黄土状亚砂土,热释光法年龄为 112927 ±11293a	2.2m

—————整合—————

下伏地层:中更新世羊栏河组棕红色亚粘土

大站组在临淄一带厚 7.7m,热释光法年龄最大为 112927 ±11293a;往南到青州傅家庄一带厚 3.2m,其中部热释光法年龄为 68000 ±5000a^[4];往西到章丘一带,李昶绩等^② 在该组取得热释光年龄样 2 件,其中茶叶山附近黄土年龄为 74900 ±4700a,绣惠北黄土年龄为 11000 ±700a。可见该组年龄在 11~1 万 a 间,属晚更新世。

3.3 黑土湖组地质年代属性

黑土湖组在山东山丘区及平原区均稳定分布,在青州市五里乡石家庄出露厚度较大,该组剖面^③ 自上而下分层描述如下:

① 山东省地矿局第二、三水文地质工程地质大队,1988,山东第四系。

② 山东省地矿局第一地质队,1988,120 万章丘幅区域地质调查报告。

③ 中国地质科学院水文地质工程地质研究所,1998,15 万青州、临淄二幅区域地质调查报告。

上覆地层:临沂组土黄色亚砂土,顶部为耕作层

———整合———

黑土湖组:

厚 3.7m

- 6. 深灰色亚粘土 0.5m
- 5. 褐灰色亚粘土 0.2m
- 4. 灰黑色亚粘土,局部夹褐灰色亚粘土薄层,¹⁴C 年龄为 4046a 0.6m
- 3. 灰黑色亚砂土,夹灰褐色亚粘土 1.0m
- 2. 灰褐色亚粘土 0.2m
- 1. 深灰、青灰色亚粘土,见蜗牛及螺类化石,底部见冲刷坑,¹⁴C 年龄为 7863a 1.2m

———整合———

下伏地层:大站组土黄色砂土

结合区域资料,该组可划分三部分:

上部:灰黑色亚粘土,厚 1.3m。¹⁴C 年龄分别为 4046 ±67aB. P. (青州石家庄),5527 ±124aB. P. (青州刘早村),5251 ±93aB. P. (临淄麻疯村)。3210 ±190aB. P. (青州傅家庄)^[4],3300 ±90aB. P. (临淄闻韶)。证明该组形成的上限年龄在 4000 ±aB. P.。

中部:灰黑—灰黄色亚砂土,夹灰褐色亚粘土,厚 1m 左右。

下部:深灰—灰黑色亚粘土,厚 1.4m。¹⁴C 年龄为 7863 ±90aB. P. (青州石家庄),7775 ±160aB. P. (青州刘早村),8015 ±100aB. P. (临沂汤头大郑庄),8375 ±145aB. P. (临沭岚山头),11785 ±160aB. P. (临淄闻韶)。从而确定黑土湖组形成的下限年龄不超过 12000aB. P.。

黑土湖组岩性、厚度变化及年代对比见图 2。该组最大年龄 11785 ±160aB. P.,最小年龄 3210 ±190aB. P.,属全新世早—中期湖沼沉积。

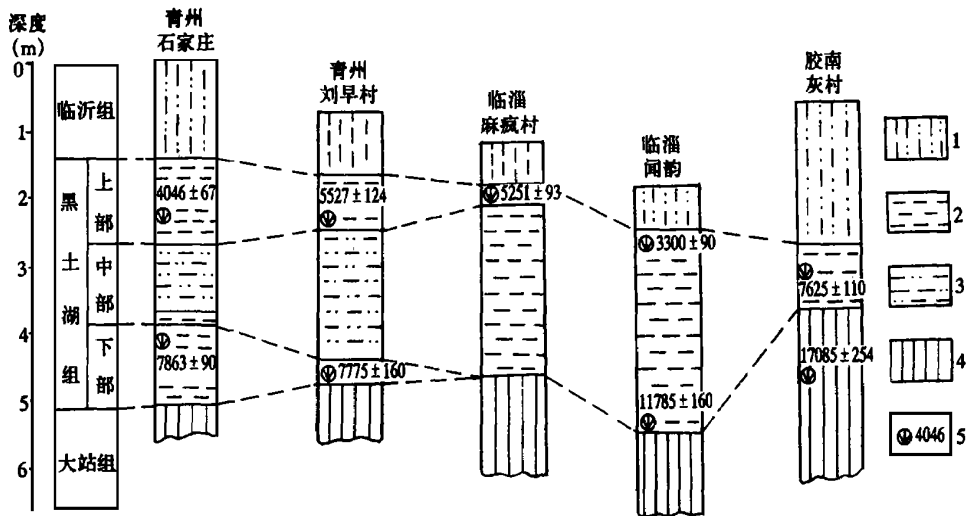


图 2 青州 - 临淄 - 胶南一带黑土湖组岩性及年代对比

Fig. 2 Lithologic characters and ages contrast of Heituhu formation in Qingzhou, Linzi and Jiaonan
1—临沂组亚砂土、亚粘土;2—黑灰色亚粘土;3—亚砂土;4—大站组黄土等;5—¹⁴C 法取样点及年龄值(a)

黑土湖组不仅分布于山丘区,还见于山丘区与平原区过渡地带(如桓台县、博兴县一带砖瓦厂的挖土大坑中),厚约1m,下伏地层为大站组褐黄色亚砂土。往北到平原区,黑土湖组被黄河组覆盖,地表未见出露,其埋深一般在12~20m之间,主要岩性为灰黄色淤泥质砂及粘质砂土,夹灰黑色淤泥或泥质岩。沾农-4号钻孔孔深16m处的黑土湖组淤泥¹⁴C年龄为 $9515 \pm 125\text{aB. P.}$,与下伏平原组整合接触^①。邵时雄、王明德等^[5]将海河、黄河平原区第四纪全新世地层划为濮阳组,该组下部淤泥¹⁴C年龄为 $8125 \pm 105\text{aB. P.}$,其特征和形成时代与黑土湖组相当。

4 山东省第四纪地质发展史探讨

根据近年来第四纪地质研究新资料,山东第四纪主要地质事件有断裂活动、火山活动、黄土堆积、湖沼相及海侵沉积等。

4.1 断裂活动

沂沭断裂带第四纪期间断裂活动的证据有:马陵山西侧黑土湖组和临沂组被其内部发育的垂直裂隙位移;纪庄NNE向断裂将中生代青山群或大盛群逆掩推覆于第四纪山前组之上^②;老断裂的继承性活动制约第四纪地层、河流、温泉的分布并诱发地震。据陈孝燕等资料,郯城麦坡和窑上断层面上的碳酸钙沉积¹⁴C年龄分别为 $20240 \pm 340\text{aB. P.}$ (麦坡)和 $17990 \pm 240\text{aB. P.}$ (窑上)(陈以健等,1984);断层上盘的白垩纪王氏群逆推到第四纪棕黄色亚粘土之上,亚粘土中钙质结核¹⁴C年龄 $20640 \pm 300\text{aB. P.}$ 至 $29530 \pm 726\text{aB. P.}$ 。因此18000~28000aB. P.期间,沂沭断裂带曾发生过显著的断裂活动。中国地质科学院地质研究所庄育勋等在邹城市田黄镇枣园村东也发现NW向活动性断层^③,处于尼山断裂带中,大站组褐黄色亚粘土被断层错断。另外,赵凤江等还发现沂水-汤头断裂在新生代强烈活动,派生多条切割晚第三纪临朐群玄武岩的断裂,郯部-葛沟断裂的次级断层也有切割第四系现象^④。

以上资料说明第四纪断裂活动时间发生在晚更新世—全新世初,与这一时期沂沭断裂带强烈活动的时间相吻合。

4.2 火山活动

山东第四纪新构造运动最强烈时期为早更新世—中更新世初期,形成了蓬莱—黄城及无棣一带的火山岩(玄武岩),划为史家沟组。该组分布于滨渤海及黄海边缘附近,明显受NNE向和NW向两组断裂的控制。火山活动与新构造运动关系密切,第四纪火山群和一些火山口都分布在断裂带上。

从火山岩与黄土堆积层的接触关系看,蓬莱一带玄武岩主要形成于早更新世。这一结论可从下朱潘一带中更新世羊栏河组黄土堆积层中夹有很多玄武岩砾石,以及该区多

① 山东省地矿局第二、三水文地质工程地质大队,1988,山东第四系。

② 山东省地矿局第七地质队,1996,15万临沂等四幅区域地质调查报告。

③ 中国地质科学院地质研究所,1998,15万田黄、土旺幅区域地质调查报告。

④ 山东省地矿局第一地质队,1990,15万唐王等三幅区域地质调查报告。

处见到玄武岩之上覆盖有羊栏河组黄土堆积层得到证实。蓬莱红石山玄武岩之下受烘烤的黄土堆积层热释光年龄为 83.9 ± 1.17 万 a, 无棣大山玄武岩钾氩法年龄为 73 万 a^[6], 与野外观察到的地质关系吻合。个别地段见到史家沟组上部玄武岩覆盖在羊栏河组黄土堆积层之上的现象, 说明这些地区中更新世仍有火山活动。

4.3 黄土堆积

山东第四纪黄土堆积物主要分布在鲁中山区北麓的胶济线中、西段及其以南的山间盆地, 以及鲁东丘陵西北麓、东南沿海山麓等地。黄土堆积物呈围裙状出露于山麓、山前平原、山间盆地中, 常含砂砾透镜体, 砾石成分为附近基岩, 属洪积作用的产物。据此认为黄土物质来自远源风成, 堆积后经洪水搬运、沉积而成。其形成最早年龄为 $793000 \pm 6400a$, 最新年龄为 $11000 \pm 700a$, 属中—晚更新世。

4.4 湖沼相沉积

山东第四纪湖沼相沉积划归全新世黑土湖组和白云湖组。黑土湖组同位素地质测年数据多集中在 10000 ~ 4000aB. P. 间, 属全新世早—中期, 分布在山东大部分地区和苏北地区, 地貌上为剥蚀堆积平原的古洼地、坳谷及水系两侧的洼滩, 具区域性标志层意义。该组成因与当时构造运动减弱和湿热古气候有关, 如陈孝燕等认为该组与沿海地区全新世中期海侵层大致同时形成, 是当时海平面上升, 内陆排水不畅之停滞水域中的沉积物^①。全新世早、中期存在的湖沼于 4000a 前后消亡, 取而代之的是发育活跃的河流, 山区形成临沂组、沂河组, 平原区形成黄河组。

4.5 海侵沉积

山东平原区海侵最早发生在中更新世(距今 30 万 a 前), 属明德—里斯间冰期, 海侵层含海陆过渡相化石群, 埋深 92.00 ~ 114.00m, 岩性为灰黄色砂质粘土或粉细砂, 这是由于冀渤块陷大面积沉降活动, 致使海水入侵鲁北平原东部而形成的。晚更新世海侵造成海水沿黄河谷地上溯, 形成含单种有孔虫化石群的海相层, 其早期海侵层称垦利下淤泥层, ¹⁴C 年龄为 $24400 \pm 1100aB. P.$; 晚期海侵称无棣海侵, 岩性为灰黄色粘土质砂、粉细砂, 含淤泥。全新世早中期发生的海侵, 其¹⁴C 年龄多集中在 6000 ~ 2500aB. P. 间。

综上所述, 山东第四纪地质发展史可分四个阶段:

- (1) 早更新世鲁西块隆上升, 冀渤块陷下降。受喜马拉雅运动影响, 滨渤海断裂和基性火山活动的结果形成史家沟组。其间山区遭受剥蚀, 坳陷区接受沉积。
- (2) 中更新世时, 平原沉降, 鲁西块隆边缘下沉。山丘区发育羊栏河组(黄土堆积)和沂源组(洞穴堆积, 含沂源猿人活动遗迹), 冀渤块陷大面积沉降引起海水入侵。
- (3) 晚更新世, 山丘区发育大站组(黄土); 黄河在晚更新世初海侵结束后流入山东境内, 形成泛滥平原。晚期海侵造成海水沿黄河上溯, 沂沭断裂带新构造活动频繁。
- (4) 全新世早—中期海水入侵大陆, 至 4000aB. P. 前后才退出; 海侵盛期由于气候湿热, 侵蚀基准面上升, 内陆排水不畅, 沼泽化发育, 形成黑土湖组。之后山丘区以河流沉积为主, 平原区以发育黄河冲积物为主, 形成黄河组。

① 山东省地矿局第二、三水文地质工程地质大队, 1988, 山东第四系。

参 考 文 献

- [1] 陈刚等. 山东荣成沿岸晚第四纪埋藏冲积扇的沉积特征及意义. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(1): 43 ~ 51
- [2] 张增奇, 刘明渭等. 山东省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996
- [3] 张明书, 刘健. 山东荣成山头“柳芥红层”的层序、划分与成因及其气候意义. 海洋地质与第四纪地质, 1992, 12(1): 73 ~ 83
- [4] 郑洪汉等. 山东半岛及苏皖北部黄土地层年代学研究. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(1): 63 ~ 67
- [5] 邵时雄, 王明德等. 中国黄淮海平原第四纪地质图说明书. 北京: 地质出版社, 1990
- [6] 毛家衢. 山东第四系. 山东地质, 1987, 3(2): 1 ~ 140

ADVANCES ON THE QUATERNARY GEOLOGICAL STUDY IN SHANDONG PROVINCE

Wang Shijin¹, Zhang Chengji², Liu Haikun³ and Ding Mengsan⁴

(1. *Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences*)

(2. *Geology and Minerals Division of Shandong Geological Exploration Bureau of the MGMR.*)

(3. *Hydro - engineering Geological Research Institute of Chinese Academy of Geological Sciences*)

(4. *Shandong Geophysical and Geochemical Institute*)

Abstract

The division by rock - statum of Quaternary in Shandong province has made advances in recent years, which can be stated as follows: thick loess deposits formed in middle to late Pleistocene period have been differentially divided into Yanglanhe formation and Dazhan formation; Paleolake - marsh sedimentary in early Holocene into Heituhu formation. New recognition and information have been gained in many aspects: such as diachronous phenomenon, chronostratic classification and geological development history, etc.

Key words: Quaternary, strata classification, geological age, stratigraphic sequence, Shandong province