

第一章 研究区自然地理及区域地质概况

第一节 自然地理

研究区多伦地区位于内蒙古高原的南缘，北部是浑善达克沙地，南部为燕山山地。地理坐标为：北纬 $41^{\circ}46'$ ~ $42^{\circ}39'$ ，东经 $115^{\circ}50'$ ~ $116^{\circ}55'$ 。总的地势是四周高，中间低，南部高，北部低的半环型盆地。海拔高度为 1150~1800 m。县境南北长约 110 km，宽约 70 km，总面积为 3869.94 km²。西与正蓝旗为邻，北与克什克腾旗相连，东南分别与河北围场、丰宁、沽源接壤（图 1-1）。地处草原，面向京津，是内蒙古自治区距北京最近的旗县，距北京仅

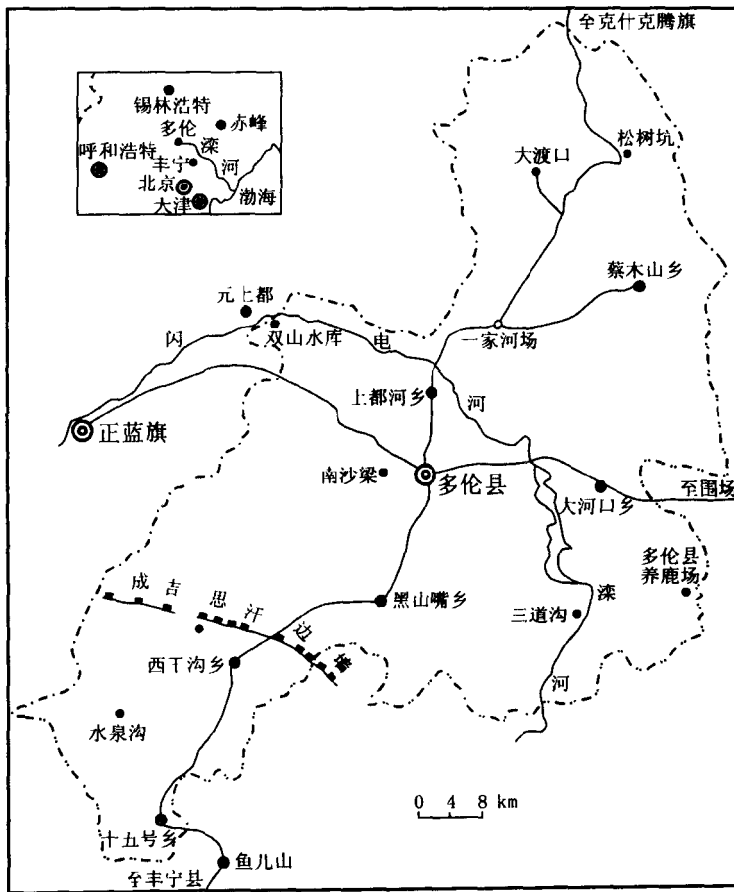


图 1-1 多伦地区地理及交通位置图

357 km，西南距张家口市 289 km，东北距赤峰市 270 km，北距锡林浩特市 286 km。辖 10 个乡镇，1 个镇，1 个国营农场，72 个居民（村民）委员会，423 个小组。该区属中温带夏季不热多雷阵雨，秋季霜季早。交通主要以公路为主，交通较为方便。

第二节 多伦地区的自然条件

一、气候特征

多伦地区地处我国东部季风区，为中温带半干旱向半湿润地区过渡带，大陆性气候明显：春季干旱，夏季凉爽，秋季冰雹多，霜雨早，冬季漫长而寒冷，春季干旱多大风（沙），夏季不热多雷阵雨，秋凉霜雪早。

本区年均气温 1.6°C ，年平均最高气温 9.1°C ，年平均最低气温 -5.0°C 最暖月 7 月平均气温 18.7°C 最冷月 1 月平均气温 -18.3°C 气温年较差 37.0°C 极端最高气温 35.4°C 极端最低气温 -39.8°C 。初霜平均在 9 月 6 日 终霜平均在 5 月 26 日 无霜期平均为 100d。年降水量约 385.5mm 夏季雨量集中 平均为 258.4mm 占年降水量的 67.0% 冬季降水量最少为 14.1mm，占年降水量的 3.7%。本区盛行西北风，夏季南风频率比冬季明显增大。年平均风速为 3.6m/s，春季风速最大 平均为 4.5m/s 冬季次之。年平均 17.0m/s 以上的大风日数为 67.3d 春季各月年均 9.5d 以上。年平均日照 3110h，年均辐射总量为 $587.12\text{kJ}/\text{cm}^2$ 。

二、水文特征

本区水系比较发育，河流湖泊众多。有常年性的河流 47 条，季节性的小河 11 条，较大的河流有滦河、闪电河、黑风河、吐力根河、一家河、小河子河等。滦河的上游闪电河在上都河乡白城子附近与黑风河汇合，始称滦河，它穿越南部山地后，先后又有吐力根河等河汇入，经小菜园附近流出境外，最终注入渤海，故本区属外流区。经测定，滦河在西山湾处的流量是 $7.6\text{m}^3/\text{s}$ 年径流量为 2.38 亿 m^3 。滦河各水系水质好，矿化度为 $0.137\sim 0.283\text{g}/\text{L}$ ，适用于农田灌溉和牲畜使用，目前，滦河流域水土流失情况日益严重。

本区共有大小湖泊 62 个，较大的如双山湖、呼痕湖、迎峰泡子、牦牛淖、黄花淖、铁公淖等。泡淖集中于洼地，是地下水的排泄区，泡淖的水量和水面面积受疆域降雨和蒸发影响，随季节变化幅度较大。有相当一部分是季节性的泡淖。部分水面面积较大，水质较好的淡水泡淖，可作为养殖开发水源地。

本区地下水丰富。在低山丘陵区，地下水较深，西南部大于 30m，中北部的沟谷平原及南部洼地地下水较浅。经计算，地下水资源总量为 3753.9m^3 。本区地下水 Mg、Ca、I 等元素含量普遍偏低，基本上达到工、农、牧业生产和人畜饮用标准。

三、植被土壤特征

本区由于气候、地貌类型复杂，导致自然植被、土壤的多样性。植被类型有森林草原、草甸草原、干草原及沙地植被等几种类型。森林草原植被主要分布在本区东部的阴坡，以白杨、山杨次生林为主；草甸植被分低山丘陵草甸、河滩地下湿地林缘草甸和沼泽化植被，主要分布在本区的东北部、中部、西南部；干草原植被主要分布在低山丘陵地区和波状丘陵地区。

土壤分为 7 个土类、14 个亚类、29 个土属、59 个土种。以灰褐土、黑钙土、栗钙土、草甸土及风砂土等为主。其中，栗钙土是主体土壤，占总面积的 70.1%。土壤的养分状况是：缺磷、少氮、钾有余，有机质含量一般为 2%~4%，平均为 3.02%。

目前，由于人类不合理的开发与利用，草场退化，水土流失，土地沙化现象日益加剧。

第三节 区域地质概况

研究区位于华北地台北缘与内蒙古海西褶皱带的接合部位，中生代又受欧亚板块与太平洋板块相互作用的制约，构造格局发生了根本性变化，地质构造复杂，岩浆活动强烈，现就区域地质概况简述如下。

一、前新生代地层

区内前新生代地层主要为上侏罗统和下白垩统，次为下二叠统，前寒武纪变质岩系仅零星见及。

（一）前寒武纪变质岩系

前寒武纪变质岩系主要分布在正蓝旗食品牧场幅东南隅的双敖包山一带，主体属新太古代乌拉山群，岩性组合为石榴钾长浅粒岩、二长浅粒岩、含石榴黑云变粒岩，偶见斜长角闪岩，另有二长片麻岩、斜长花岗片麻岩等变质深成岩，变质相属中温角闪岩相，乌拉山群原岩为沉积碎屑岩夹英安质火山岩。构造变形主要表现为线性构造，构造线呈近东西向展布，所有岩石单位的构造面理近于一致，构造形迹以韧性变形带的发育为主要特征。

（二）上古生界

区内上古生界仅出露下二叠统，包括三面井组和额里图组。

1. 三面井组

主要分布于小河子—菜家营子一带，岩性组合下部为深灰色、灰绿色含砾粗砂岩、细砂岩及粉砂岩，中部为深灰色粉砂岩和中厚层生物碎屑灰岩，其中含丰富的笔石、有孔虫等化石，上部为灰色中厚层砂岩、凝灰质砂岩和粉砂质泥岩，沉积环境为滨岸和三角洲前缘。厚度大于 576 m，角度不整合于前寒武纪变质岩之上。

2. 额里图组

分布于双敖包梁—查干布拉格一带，岩性主体为一套英安质火山岩碎屑岩，底部有不稳

定的英安岩，下部夹有沉凝灰岩，厚度大于 332 m。与下伏三面井组呈不整合接触。

(三) 中生界

区内的中生界地层广布，包括晚侏罗世和早白垩世地层，为一套陆相火山-沉积岩系，堆积厚度巨大，由下而上共分为 5 个组。

1. 上侏罗统满克头鄂博组

主要分布于多伦西南部，岩性组合下部为石英粗面岩与流纹岩互层，中部为流纹质熔结凝灰岩，局部夹透镜状凝灰质砂岩、粉砂岩。上部为流纹岩，堆积厚度大于 2500 m，角度不整合于下二叠统和前寒武纪变质岩之上，K-Ar 年龄为 142 Ma，Rb-Sr 年龄为 144 Ma，U-Pb 年龄为 146.2 Ma。

2. 上侏罗统玛尼吐组

该组出露局限，仅分布在泡子沿东侧，岩性为粗面岩、粗面英安岩，岩性单一，堆积厚度约 300 m，堆积体积小，整合或喷发不整合于满克头鄂博组之上，Rb-Sr 等时线年龄为 138 Ma。

3. 上侏罗统白音高老组

白音高老组广布全区，由下而上可分为 3 个段：

一段：为石英粗面质熔结凝灰岩，下部夹有不稳定流纹质凝灰岩、熔结凝灰岩，广泛超覆于不同岩性之上，堆积厚度约 1410 m。

二段：主要为流纹质熔结凝灰岩、凝灰岩及流纹岩，顶部夹火口湖相砂岩、粉砂岩及泥灰岩，与下伏一段呈整合或喷发不整合接触。堆积厚度约 1003 m。

三段：分布局限，岩性主要为钾质流纹岩、流纹质熔结凝灰岩及角砾凝灰岩，堆积厚度约 300 m。Ar-Ar 年龄为 138 Ma。

4. 下白垩统义县组

义县组主要分布于多伦一泡子沿一线，总体呈北北东向展布。依岩性组合特征，自下而上可分为两段：

一段：为砾岩、砂岩、凝灰质砂岩夹流纹质凝灰岩，微角度不整合于晚侏罗世火山岩系之上。厚约 150 m。

二段：岩性组合为辉石粗面岩和安粗岩，厚约 238 m，超覆于一段及其晚侏罗世不同地层之上。Ar-Ar 年龄为 131 Ma。Rb-Sr 等时线年龄为 122 Ma。

5. 早白垩世阜新组

阜新组分布于多伦隐伏盆地中，为一套煤系地层，岩性组合为砂砾岩、砂岩、粉砂质泥岩，夹可采煤 9 层，富含动、植物化石，不整合于义县组之上，厚度约 755 m。

二、岩 浆 岩

区内岩浆岩以火山岩为主，深成侵入岩出露有限。火山岩可分为早二叠世、中生代和新生代三个时期，侵入岩属印支期和燕山期。

(一) 火山岩

早二叠世为一套英安岩和英安质含角砾熔结凝灰岩，，岩石普遍遭受绿泥石和绿帘石化。

中生代晚侏罗世总体为一套流纹质火山岩，间有粗面岩、粗面英安岩出露。总体属高钾钙碱性系列。早白垩世为流纹质火山岩和粗面岩、粗安玄武岩，具双峰式特点。为造山期后相对拉张环境产物。新生代为弱碱性橄榄玄武岩。

（二）侵入岩

区内深成侵入岩不甚发育，仅有双敖包梁和小河两个岩体。

双敖包梁岩体：呈近等轴状，面积约 6 km^2 ，侵入于早二叠世额里图组及早前寒武纪变质岩中，岩性为中细粒斑状二长花岗岩，岩体边部为细粒结构，斑晶很少，中部为中细粒结构，钾长石斑晶含量约 $15\% \sim 20\%$ 。Pb-Pb 同位素年龄为 230 Ma ，属印支期岩体。

小河岩体：由 3 个侵入体组成，成北东向分布于纸坊一小河一带，面积约 2 km^2 。由老到新依次为细粒闪长岩、二长闪长岩和中细粒二长花岗岩，构成一完整的演化序列。K-Ar 年龄为 103 Ma ，为燕山期岩体。

三、 构 造

本区属华北地台和内蒙古华里西褶皱带接合部位。多数学者认为二者之间以深大断裂相接，而实际上在本区表现的只是一条地层出露线，早二叠世地层不整合于前寒武纪变质岩系之上，二者之间是一被动边界，因此，中生代火山岩系的基底主体仍为前寒武纪变质岩系。这在地球物理场上也得到了佐证。

（一）中生代火山岩系基底构造

从前寒武纪零星露头来看，本区基底主要为前寒武纪变质岩系，通过对航磁场进行向上不同高度的延拓等处理，同样得出基底主要为前寒武纪变质岩系。基底面貌总体为相对隆起和凹陷相间分布，本区为娄家营子隆起和多伦凹陷，在隆起和凹陷中又包含一系列次级的凸起和凹陷，其长轴均呈北东向展布。在凸起和凹陷之间，多发育北东向断裂。这些凸起和凹陷以及与其平行的北东向断裂，反映了中生代基底构造的总体特征，同时也控制了中生代晚侏罗世的火山活动。

（二）中生代断裂构造特征

区内断裂构造发育，主要有北东、北北东向、北西向和近南北向 4 组，以前三者最为发育，构成本区基本断裂构造格局，断裂均呈多期活动特征。北东向断裂规模大，斜贯全区，自北西向南东大致呈等间断分布，计有：正蓝旗一五一种育场断裂、松井浩特一棒子山断裂、姜家营子一小河子一多伦断裂及十八台一代青沟断裂，断裂主要表现为构造破碎带，卫片影像及航磁场特征均有清晰显示，断裂形成于晚侏罗世，新生代时期仍有较强的活动，控制了现代河流的展布。

北西向断裂发育，规模不等，总体走向为 $320^\circ \sim 340^\circ$ 。断裂主要表现为构造蚀变角砾岩带，卫片影像清晰，以查干布拉格一兵部营子断裂规模最大，长为 35 km ，切割了义县组地层，控制了沟谷地貌的展布。

北北东向断裂，该组断裂有排山、齐家营子—姚家营子、大官厂等断层，总体走向为 $10^\circ \sim 30^\circ$ ，规模较大，延伸多在 $20 \sim 30 \text{ km}$ ，断层总体表现为蚀变破碎带，断层早期具逆时针斜向逆冲特征，晚期表现为正断层特征。

近南北向断层主要分布于测区东部，规模小，如上都河断裂，断层倾角陡，为正断层。

本区断裂的突出特点是具有多期活动，据其相互切割关系以及控岩控矿特征，初步确定，北东向断裂形成相对较早，多继承北东向基底断裂活动，控制了晚侏罗世火山岩的展布，其形成时期大致为晚侏罗世早期。北北东、北西向断裂大致形成于晚侏罗世末期，而近南北向断裂主要形成于早白垩世早期。无论哪组断裂，其形成后都经历了多期活动过程。

（三）环形影像特征

多伦环形影像特征，对其成因有不同认识，主要有陨石撞击说和构造岩浆说之争。通过系统调查，环形地貌特征在不同地段受不同方向的断裂控制，如本区（环形影像的北部）主要受北东和北西向断裂控制，在断裂交会处，即为环形凹槽的转向处。

四、地质发展简史

本区经历了漫长而复杂的地质演化历史，新太古代时期，本区是辽、冀、蒙原地槽的一部分，堆积了一套沉积碎屑岩和中酸性火山碎屑岩，五台运动使其全面褶皱回返，同时二长花岗岩和斜长花岗岩侵位。随着地壳增厚，温度增高，发生了角闪岩相区域变质作用，同时由于强烈的褶皱抬升，片麻理和角闪岩相韧性变形带形成，随后地壳不断抬升拼接，直至吕梁运动才最后形成稳定的克拉通基底。

中新元古界形成地台边缘凹陷带，堆积了一套以陆源碎屑为主的泥质、砂泥质和碳酸盐岩建造，经白云鄂博运动，使凹陷带褶皱回返，形成一系列紧闭线性褶皱和断裂，拼贴于内蒙古地轴边缘，组成华北地台的一部分。

新元古代—石炭纪，本区长期处于隆起剥蚀状态，直至早二叠世由于北部海槽海平面大幅度上升，才接受了以三面井组为代表的滨岸三角洲沉积和海陆交互相火山-沉积岩系。早二叠世末期，由于华里西运动使其褶皱隆起，并伴有轻度变质。

晚二叠—三叠纪，区内处于隆起剥蚀状态，但由于受北部地槽的不断开裂、碰撞及俯冲作用影响，也显示了较大的活动性。

侏罗纪以来，本区同整个中国东部一起处于西太平洋活动大陆边缘，进入了地壳强烈活动时期，构造格局发生了明显变化，在长期处于近东西向构造格局的基础上形成了一系列北东向的隆起、凹陷及断裂构造，尤其是晚侏罗世以来，造山作用达到高峰，堆积了一套分布广泛、厚度巨大的中酸性高钾钙碱性岩系，同时伴有一系列北东、北北东向断裂。白垩纪，本区仍处于造山期后相对松弛的拉张环境，堆积了一套不同于裂谷性质的双峰式火山岩组合，形成了一系列北北东向的断陷或凹陷盆地。新生代以来，总体表现为差异性升降运动。

第二章 第四纪地层（含上新统）

研究区内晚新生代的地质较发育，在各山间洼地及山麓和沟谷地带广泛分布，厚度不一，成因各异。其成因类型主要有冲积物、风积物、坡洪积物、湖积物及沼泽沉积物等。目前，在研究区内已发现自上新世以来各个时代均有不同规模的地层和剖面。

第一节 上新统

研究区内上新统分布较少，但均有零星分布，主要出露在姜家营子、白家营子、刘家营子及浩尧尔崩崩敖包等地，呈小面积的残留，面积一般在 200~1000 m²，其中在姜家营附近分布面积较大，约 1000 m²。

一、地貌特征

上新统主要分布在近山麓地带，它常构成残丘状地形，分布面积小，且不连续，高出上更新统 10 m，其顶面被第四纪晚期坡洪积物覆盖。在盆地或洼地中，常被掩埋，有的伏于下更新统之下，为砖红色粘土，是当地小型砖瓦厂烧制农用砖的主要材料。

二、剖面描述

由于覆盖严重，自然露头很少，出露最好的为多伦县东 6 km 的盆窑梁剖面 and 姜家营子剖面，这两个剖面均被作为砖厂用土所开挖，经人工开挖后露头良好。现将姜家营南西约 1km 处砖厂的露头（图 2-1）自上而下描述如下：

- (5) 浅红色（干）粘土层：粘土干后有大的裂纹，湿的有较强的粘性 20~80 cm
- (4) 褐黑色（湿）亚砂土层：细砂含量大，约 60%，湿时亚砂土的粘性很大。层中含有不均匀的脉状砖红色粘土，其形态不一，长约 50~100cm，宽约 10~20cm。亚砂土层侵蚀（1）、（2）、（3）层，各处厚薄不一 20~120 cm
- (3) 浅红色（干）粘土层：颜色较浅，成分与砂层一致 50 cm
- (2) 含灰白色细砂透镜体的砖红色（干）粘土层：红土颜色较深，层中含有多条细砂透镜体。透镜体长 1~3m，厚 10~40cm 不等，其 ab 面产状大致为：190° <15°。在透镜体的灰白色细砂中能见清晰的斜层理，个别透镜体的细砂中夹有小的长条形砖红色粘土脉体
- (1) 砖红色（湿）粘土层：红土颜色深，粘性大，发育细小的近于水平的层理。该层中能见到少量的白色姜结石，粒径一般为 5~12 cm 340 cm

—— 未见底 ——

研究区内上新统被严重覆盖，均未见底，故不知与下伏地层的接触关系及地层的总厚度。据前人资料（多伦幅 1：20 万区调报告，1974），该区上新世地层厚度大于 30 m。

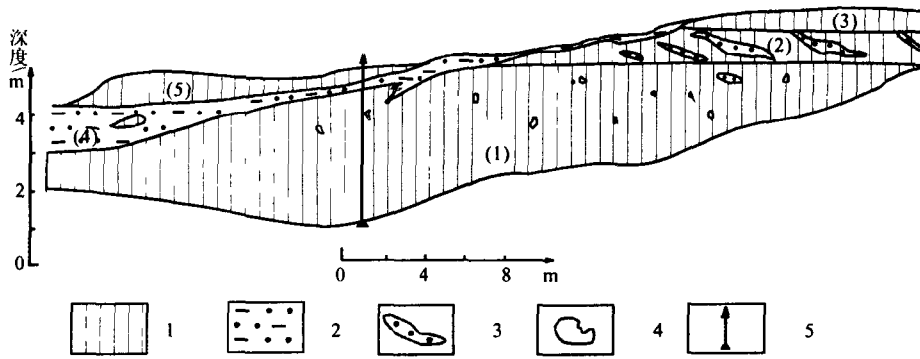


图 2-1 姜家营砖厂上新世地层横剖面图

1—砖红色粘土；2—黑褐色亚砂土；3—细砂透镜体；4—姜结石；5—取样位置

三、岩相特征

从剖面的岩性特征来看，本区上新世地层具有湖相的沉积特征，主要证据有：红土质地细腻，物质成分成熟度高，水平层理发育；据前人资料（《内蒙古区域地质志》，1982），在研究区附近对应层位中见有较丰富的介形虫 *Cyprinotus*、*Eucypris* 和 *Limnocythere*，它们是淡水湖泊环境中常见的类型，还有腹足类 *Hydrobioides*，它是山西省榆社盆地上新统常见的水生类型，第（2）层为砖红色粘土，夹有多条砂质透镜体，第（4）层为褐黑色亚砂土，这些岩性特征表明，在上新世晚期，由于气候的波动，曾有过两次较强的水流作用，分别发生在第（2）层和第（4）层沉积时。

四、时代讨论

虽在研究区内上新世地层中未发现化石，但据前人资料（《正蓝旗 1：20 万区调报告》，1975），在正镶北旗之北塔力爱力村附近与研究区层位相当的砖红色粘土中，采集到大量的脊椎动物化石，主要有三趾马、真鹿的牙齿、长颈鹿科的席骨及犀牛科的跟骨等，经鉴定有：*Hipparion* sp., *Cervus* sp., Giraffidae indet., Rhinocerotidae indet. 其中 *Hipparion* sp. 主要出现于上新世，故把上述地层置于上新世为宜。

根据岩性特征，其沉积为湖积红土，它与该区第四系的冲积相细砂等在岩性和岩相上有很大差别。

五、古风化壳

在研究区，上新世地层除上述的砖红色粘土外，我们还在白家营子幅的耗来沟良种繁殖场北 1352 高地和正蓝旗食品牧场幅 1404 高地北侧山坡等处见有这个时期的古风化壳。

古风化壳由基岩完全风化形成的粘土组成，颜色为红色、浅紫色、灰白色等。在耗来沟良种场北的 1352 高地测一剖面（图 2-2），分层及描述如下：

- (5) 灰色砂砾石层：砾石为灰白色流纹岩，含量约 80%，粒径大小不一，磨圆及分选差 30 cm
- (4) 上新世浅紫色土壤层：与下伏地层呈参差状接触 60 cm
- (3) 灰白色的土壤层：土壤中含有与流纹岩中大小形态及颜色完全一致的石英颗粒，石英粒径多为 1~2mm 60 cm
- (2) 深红色的红土层：红土粘度大，层中含有少量的难以风化的石英颗粒 50 cm
- (1) 为破碎的基岩层：基岩为灰色流纹岩

由剖面可以看出，剖面顶层应为后期坡洪积形成的，覆盖于古风化壳之上。从古风化壳的岩性来看，古风化壳皆为原地基岩风化而来，风化程度极深，仅保留有原岩中难以风化的石英，其他矿物全部被风化。从古风化壳的颜色来看，风化早期气候潮湿温暖，形成了粘性红土，晚期时气温较早期偏低、偏干。

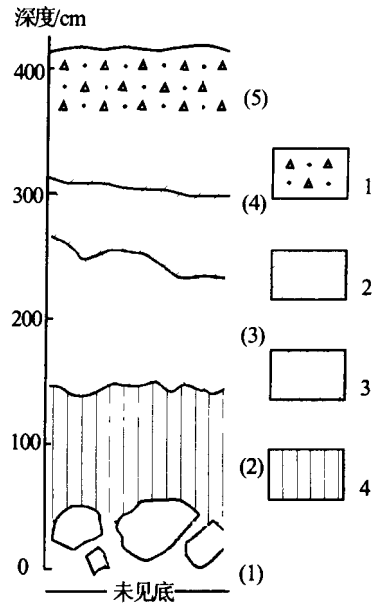


图 2-2 耗来沟 1352 高地上新世古风化壳
1—灰色砂砾石；2—浅紫色古土壤；
3—灰白色古土壤；4—深红色古土壤

第二节 下更新统

到目前为止，还没有人对该区早更新世地层进行过研究。区内是否存在下更新统在我们工作前一直是个疑问。通过工作认为研究区内有少量下更新统残留。由于覆盖严重，下更新统露头不好，剖面难以揭示。根据其地理位置及地貌特征推测，下更新统在白家营子幅的马家营子羊场及正蓝旗食品牧场幅通图敖包的西南平台两处有少量分布，面积分别为 0.15 km² 和 2 km²。

一、地貌特征

由于地壳抬升，下更新统只是在地势较高的地方有少量丘状残留，多紧挨中更新统分布，其表面波状起伏，四周坡度较陡。下更新统的顶面一般高出上更新统约 30 m 左右，高出中更新统 10~15 m 左右，在地貌上构成第四级阶地，以正蓝旗食品牧场幅最为典型。在通图敖包西南的早更新世沉积平台海拔为 1333 m，在它的附近可以找到多个与它近乎等高的剥蚀基岩平台，这些平台的基本特征是：基岩平台多为孤山，位置与沉积平台相似，顶面平坦，基岩遭严重风化，呈浅黄色且多已破碎。

二、剖面描述

研究区内未见好的剖面，在多伦多县城东约 6 km 的盆窑梁有一出露较好的剖面（图 2-3），自上而下分层及描述如下（干色）：

- (11) 灰白色含砾细砂层：层中砾石含量约为 20%，成分复杂，磨圆度中等，粒径多为

- 0.5~1.5cm 层中夹 3 条灰白色细砂带，其中不含砾石，发育斜层理 220 cm
- (10) 红褐色细砂层：交错层理发育，层面产状 $140^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 20 cm
 - (9) 灰绿色粉砂层：斜层理发育，层理面多为黄色 10 cm
 - (8) 灰白色粉砂层：层顶有一薄层细砂，斜层理发育 15 cm
 - (7) 红褐色粉砂层：斜层理发育，层理面由很薄的红色粉砂与灰色粉砂组成 10 cm
 - (6) 灰褐色亚砂土层：夹薄的细砂透镜体，斜层理发育 20 cm
 - (5) 灰白色粉砂层：下部斜层理发育，上部小型交错层理发育，横向上不稳定，可相变为粉砂夹砂砾石 40 cm
 - (4) 灰色细砂层：发育良好斜层理 10 cm
 - (3) 灰色含砾细砂层：砾石含量约为 30%，成分复杂，分选性好，粒径一般在 1.5cm 左右，磨圆度较好，多呈次圆状 10 cm
 - (2) 黄灰色细砂层：细砂磨圆分选好，斜层理发育，层理面多为红褐色条带，层面产状为 $140^{\circ} \angle 15^{\circ}$ ，层中局部含少量砾石 300 cm
 - (1) 灰白色含砾细砂层：砾石成分复杂，含量约为 15%，粒径在 0.5~4cm 之间，磨圆度较好，层中发育有良好的交错层理，砂体中含数条较小的粘土脉体，其厚度约为 2cm 110 cm

~~~~~ 角度不整合 ~~~~~

下伏地层：上新统

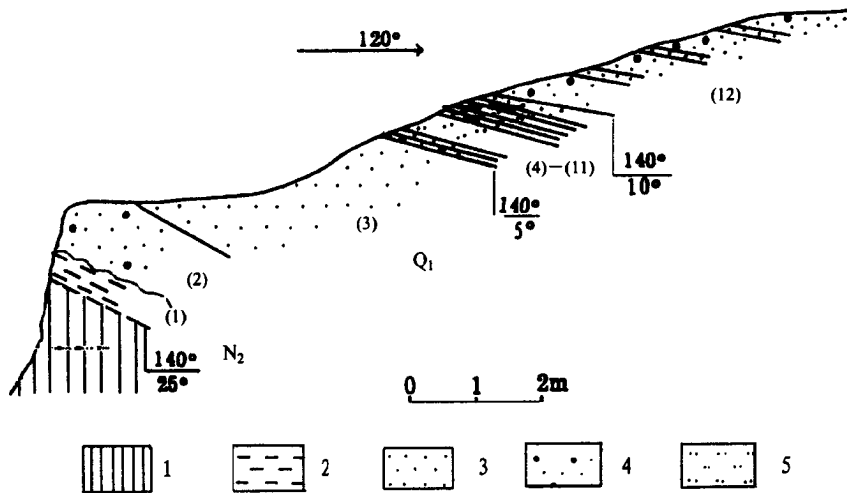


图 2-3 多伦县盆窑梁早更新世冲积地层剖面图

1—砖红色粘土；2—灰白色粘土；3—细砂；4—含砾细砂；5—粉砂

在上新统与下更新统的交界面上见有冲刷的痕迹（图 2-4）。下更新统剖面第(1)层中发育有大型的交错层理，说明其沉积时水动力较强 并将上新统的灰褐色粘土脉体冲蚀卷入层中。在上新统与下更新统的交界面上见有一未被冲蚀掉的灰色粘土残留 这也说明上新统沉积后层遭受过下更新统的冲刷剥蚀，两者为角度不整合接触关系。

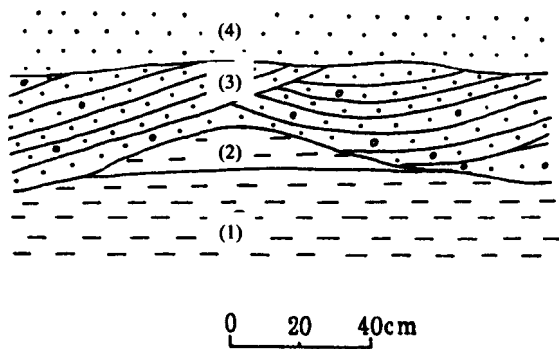


图 2-4 盆窑梁  $N_2-Q_1$  接触处冲刷面素描图

### 三、岩相特征及时代讨论

#### (一) 岩相特征

从剖面岩性特征及沉积构造特征分析, 不难看出早更新世地层属于河流相沉积, 主要依据如下:

(1) 剖面岩性以细砂、粉砂以及含砾细砂为主, 细砂及砾石的磨圆度、分选性较好。

(2) 细砂、粉砂及含砾细砂层中发育良好的斜层理及交错层理, 说明其沉积时水动力较强。

(3) 层中砾石成分复杂, 有石英、流纹岩、英安岩、正长斑岩等, 砾石的磨圆度中等, 为次棱角状, 次圆状, 分选亦较好, 多在 1~1.5cm 左右。砾石的这些特征, 说明其沉积前经过远距离的搬运。

(4) 剖面中有含透镜体的灰褐色亚砂土层, 其具有河漫滩相特征。

#### (二) 时代讨论

前人在该区填绘 1: 20 万区域地质图时, 未将下更新统与中更新统分开, 统一划为  $Q_1-Q_2$ 。我们通过地貌法、岩性法等方法将其划分为 2 个地层单元, 即  $Q_1$ 、 $Q_2$ 。并从地貌层次、沉积物成因等方面分析, 证明该剖面地层形成于早更新世, 具体认识如下:

(1) 该剖面覆盖于上新世地层之上, 其时代应晚于上新世。

(2) 从沉积特征来看, 上新统为一套湖相沉积。在沉积相上有较大变化, 表明上、下地层的沉积环境是不同的, 把这两者划分开来可能更合理一些。

(3) 下更新统地层明显遭受后期侵蚀, 并被中更新统侵蚀切割。

(4) 从地貌上看, 它构成河流的第四级阶地, 在该地区第四级阶地明显高于中更新世的第三级阶地。

(5) 上新世的气候温暖、湿热, 早更新世气候变得干凉, 这些特征能从岩性及沉积构造上得到较好的反映。

### 第三节 中更新统

中更新统在区内 5 幅图中均有分布, 多分散在山间洼地里, 在山谷间的山麓地带少量分布。在研究区内的分布面积约有  $65 \text{ km}^2$ , 其中正蓝旗食品牧场幅分布最广, 约有  $40 \text{ km}^2$ 。

#### 一、地貌特征

区内中更新统以侵蚀残丘分布于山间洼地里, 出露的海拔高程在 1300~1450 m 之间, 较上更新统高 10~20 m。由于遭受后期侵蚀, 中更新世平台平面形态极不规则, 但其顶面较平坦, 在地貌上构成河流三级阶地。平台面积大小不一, 小的  $0.5 \text{ km}^2$ , 大的有  $6 \text{ km}^2$ 。在中更新统沉积平台周围, 见少量的火山岩剥蚀平台, 其表面平坦, 基岩风化程度不深。

在 TM3/5.2/4.3/7 图像上, 中更新统平台与晚更新世地层颜色接近一致, 略浅, 但其平台地貌特征明显, 在平台的四周有一浅白色的环带, 极易识别。

## 二、剖面描述

研究区内中更新统平台坡度较缓，约  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，植被严重覆盖，仅有零星露头。在五一农场 1324 高地揭示一剖面（图 2-5），自上而下分层描述如下：

- (5) 灰褐色砂砾石层：砂以细砂为主。砾石含量约为 70% 砾径多为 3~10 cm，成分复杂，有石英、流纹岩、玄武岩、正长斑岩等，磨圆度中等，为次棱角状、次圆状 1.4 m
  - (4) 灰白色粉砂层：未见层理，层顶有一层薄的中粒砂层 4 m
  - (3) 灰色细砂层：砂的磨圆、分选好，未见层理 1.5 m
  - (2) 灰黄色粉砂层：砂的磨圆、分选好 3 m
  - (1) 灰白色含砾粉砂层：砾石含量约为 8%，成分复杂，粒径多在 1~2 cm 之间 5 m
- 未见底 ——

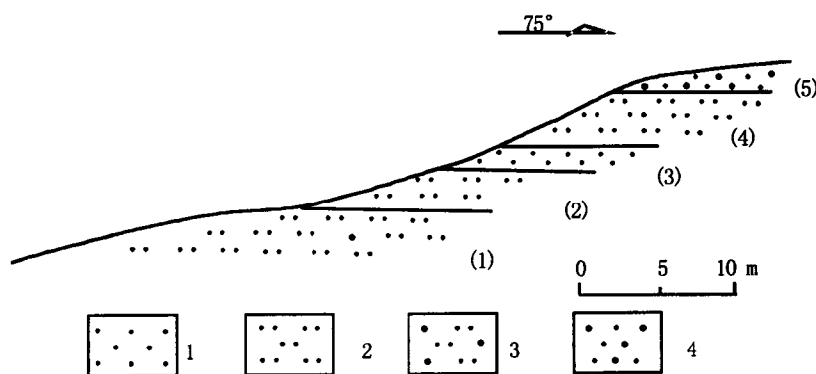


图 2-5 通图敖包西平台中更新世冲积地层剖面  
1—细砂；2—粉砂；3—含砾细砂；4—砂砾石

南河营子南的剖面出露最全（图 2-6），由新到老描述如下：

- (13) 砾石层，呈棱角状，分选差，成分以凝灰岩为主 2 m
  - (12) 黄色（干色灰白）粉砂层 5 m
  - (11) 浅黄色中细砂层，分选差，磨圆好，主要成分为石英 5 m
  - (10) 灰白色中细砂层，局部可见铁锈色水平条纹，磨圆好 9 m
  - (9) 铁锈色中砂层，分选磨圆较好，下部为灰白色粉砂层，成分以石英为主，发育水平层理 5 m
  - (8) 浅黄色粗砂层，分选磨圆好，层中夹有黄色粗砂层，发育水平层理 9 m
  - (7) 灰白色细粉砂层，成分以石英为主，具块状层理 7 m
  - (6) 浅灰色（干色灰白）细粉砂层，顶部有铁质淋滤层，分选磨圆好，成分以石英为主 7 m
  - (5) 黄色中砂层，砂粒磨圆分选好，主要成分为石英，具块状层理 3 m
  - (4) 浅黄色细石英砂层，分选磨圆好 4 m
  - (3) 灰白色中砂层，成分以石英为主，局部夹有铁锈色条带 1 m
  - (2) 淡黄色细粉砂层，成分以石英为主，分选磨圆好 7 m
  - (1) 淡黄色细砂层（干色灰白），其中夹杂少量细砾
- 未见底 ——

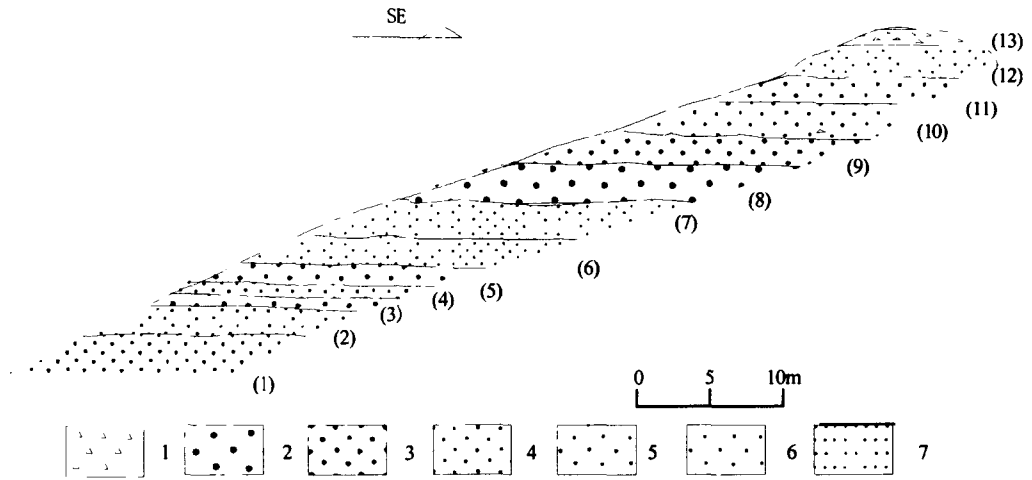


图 2-6 南河营子南油库中更新统冲积剖面图  
1—砾石层；2—粗砂；3—中粗砂；4—中砂；5—中细砂；6—细砂；7—粉砂

我们在多个平台用间接挖坑法揭示有多条剖面，各地岩性特征相似，可以对比（图 2-7）。在不同位置，第（5）层砂粒层的厚薄不一，在有的平台上缺失此层，这可能是各地后期遭受剥蚀强弱不同的结果。在剖面中，有的地层以细砂为主，有的以粉砂为主。在不同剖面的层位中，都有一层明显的黄色细砂、粉砂层〔即第（2）层〕，只是在不同的地点其颜色稍有差异，为黄色、橙黄色、米黄色等，这层可作为中更新统的标志层。

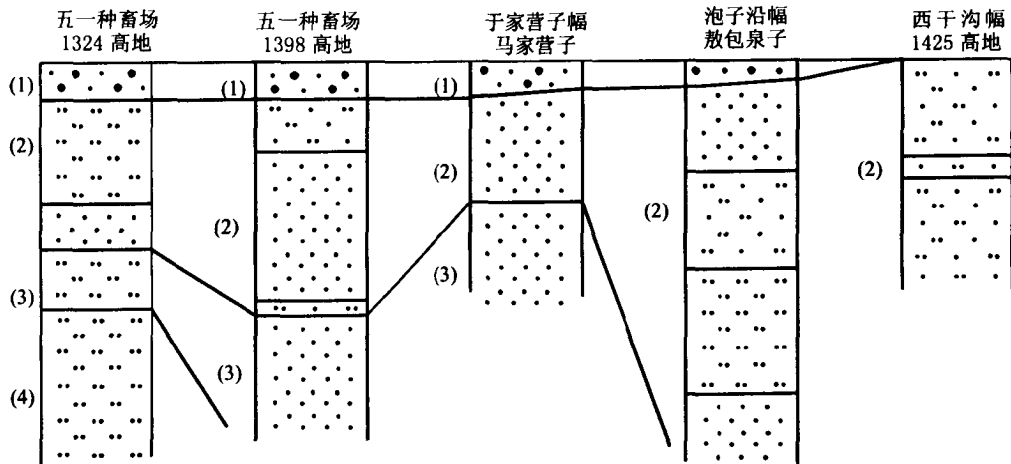


图 2-7 研究区中更新世冲积地层柱状对比图  
(1) 灰色砂砾石；(2) 灰色、灰白色、黄白色粉砂、细砂、细粉砂；  
(3) 黄色、深黄色、米黄色细砂、粉砂；(4) 灰色、灰白色粉砂

### 三、岩相特征及时代讨论

#### (一) 岩相特征

从地层的地貌特征、岩性特征等综合分析，该地层总体上具有河流冲积相的特点，具体认识如下：

(1) 中更新统平台分布在山间盆地，在地貌上构成河流第三级阶地。

(2) 从沉积物的成分来看，多为细砂、粉砂，砂的磨圆度、分选性较好，成分多为石英等坚硬的矿物。砾石的成分复杂，磨圆及分选较好，多为远距离搬运的结果。

(3) 从区域地层接触关系上看，它紧靠早更新世冲积平台沉积，有的被晚更新世冲积地层切割。

以上这些分析说明地层具有河流冲积相特征，但是通过粒度分析和扫描电镜分析发现，中更新统沉积后，部分地层曾遭受风力作用的改造。取剖面第(3)层作粒度分析图，从粒度参数

(表 2-1) 和粒度曲线图 (图 2-8) 可以看出，细砂分布集中，分选中等 ( $\theta=0.53$ ) 粒径较大 ( $Mz=1.47$ )，为极正偏 ( $SK_f=0.45$ )。概率累积曲线显示，其斜率较大，分选较好，以跃移组分为主，没有或有极少的推移和跃移组分。粒度分析显示为风成特征。从第(3)层的扫描电镜照片可以看出，细砂的磨圆度较好，呈浑圆状，见有一大的碟形坑和许多小的碟形坑，能见到砂的表面有许多麻点状小坑。扫描电镜显示其具有风成特征。从西干沟一中更新统剖面中取与该剖面第(2)层对应的米黄色细砂作粒度分析，亦显示了明显的风成特征。

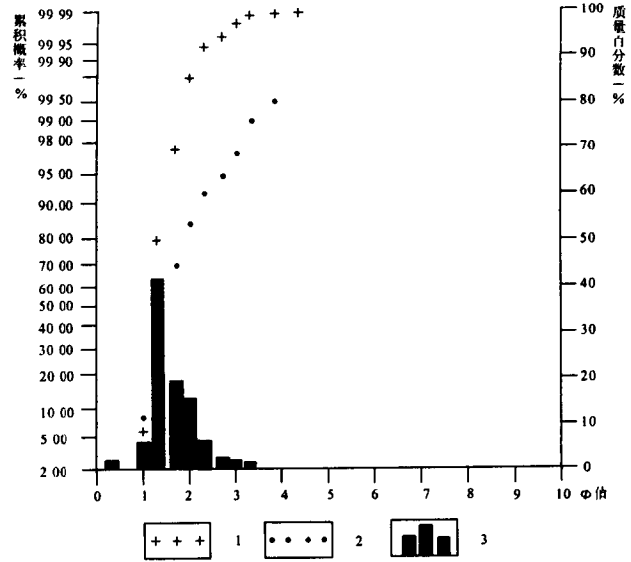


图 2-8 中更新统第(3)层粒度分析曲线图

1—累积曲线；2—概率累积曲线；3—直方图

表 2-1 第(3)层粒度参数统计

| 粒径 / mm       | 1.0  | 0.8  | 0.5 | 0.4                 | 0.3  | 0.25 | 0.2  | 0.150 | 0.125 | 0.10          | 0.07 | 0.05 | 0.035 | 0.025 | 0.02 | 0.016 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
|---------------|------|------|-----|---------------------|------|------|------|-------|-------|---------------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| φ值            | 0    | 0.32 | 1   | 1.32                | 1.74 | 2    | 2.32 | 2.74  | 3     | 3.32          | 3.84 | 4.32 | 4.84  | 5.32  | 5.64 | 5.97  | 6.64 | 6.97  | 7.64  | 8.97  | 9.97  |
| 质量百分数 / %     |      | 2.3  | 6.1 | 41.8                | 19.5 | 15.7 | 6.7  | 2.7   | 2.5   | 1.7           | 0.5  | 0.5  |       |       |      |       |      |       |       |       |       |
| 累积质量百分数 / %   |      | 2.3  | 8.4 | 50.2                | 69.7 | 85.4 | 92.1 | 94.8  | 97.3  | 99            | 99.5 | 100  |       |       |      |       |      |       |       |       |       |
| 平均粒径 ( $Mz$ ) | 1.47 |      |     | 标准离差 ( $\sigma_f$ ) |      |      | 0.53 |       |       | 偏度 ( $SK_f$ ) |      |      | 0.45  |       |      |       |      |       |       |       |       |

该中更新统平台在地貌上构成第三级河流阶地，平台顶层为砂砾石层，这些都说明该平台为冲积形成。但剖面的第（3）层和另一剖面对应第（2）层的粒度分析和扫描电镜结果显示其为风积形成，沉积后经受过强烈的风力改造，形成现今的粒度特征。扫描电镜的石英颗粒有一大的和许多小的碟形坑，为风力作用所致，但是，该砂粒呈椭球状，这种外形在风成过程中少见，多见于河流砂。

未在剖面其他层位中取样分析，不知究竟有多少层沉积后受风力改造，但至少在第（2）、（3）沉积后有段时间的气候恶化，使其遭受了风力改造。

#### （二）时代讨论

在该地层内未采到古生物化石，也没有直接的测年数据和前人关于该地层时代的讨论，将该地层定于中更新世是基于以下认识：

（1）从地貌上看，该地层构成的平台高出下更新统平台约 7~10 m，则又说明它的形成应早于晚更新世。

（2）地貌上，它构成河流的第三级阶地，从区域的资料来看，该地区第三级阶地可能形成于中更新世。

## 第四节 上更新统

晚更新世地层在研究区内广泛分布，约占研究区内第四纪地层分布面积的 70%，主要分布在山前宽广的平坦地带及基岩山沟谷内，共有三种成因类型：冲积物、坡洪积物和黄土。

### 一、冲积物

#### （一）地貌特征

冲积物广泛分布于山前地带及宽广的沟谷中，该地层出露地势较低，地面平缓。主要分布在正蓝旗食品牧场幅闪电河的两侧、白家营子幅的东南角以及姜家营子的东北角。冲积层地面宽广、平坦，具有典型的草原地貌景观。在地貌上属于第二级河流阶地，高出现代河床水面 3~5m。现代的主要工程建筑均建在此层之上。

在 TM3/5.2/4.3/7 图像上，该地层色调浅而匀，在平面上呈宽带展布，个别地方因开荒种地，图像上呈现斑点状影纹及不规则条带。

#### （二）剖面描述

正蓝旗食品牧场的黄旗大队配种站附近一水井（图 2-9），自上而下分层描述如下（11~8 层为干色，7~1 层为湿色）：

- （11）黑褐色亚砂土层 砂质含量高 含少量腐殖质、植物根茎 约 5%的砾石 36cm
- （10）浅红褐色细砂层：含约 5%的砾石 砾石多数小于 1cm。层中发育良好的斜层理及交错层理 64 cm
- （9）灰白色细砂层：在层顶部、中部和底部分别有 3 层厚约 4 cm、2 cm 和 8 cm 的砂砾石层，砾石成分复杂，有较好的磨圆和分选，粒径多在 1~2.5 cm 左右 32 cm
- （8）灰白色细砂层，层中发育良好的斜层理和交错层理，层理纹层颜色较深 36 cm
- （7）灰褐的亚砂土层：层顶有一侵蚀面，呈参差状与上覆细砂层接触，接触处有一铁锈色的砂带。层中含有较多的细砂，粘性较差。底部有一厚 8 cm 的砾石层 44cm

- (6) 深褐色粘土层：粘性大，底部有一厚 6 cm 的砂砾石层，砾石磨圆及分选较好 28cm
  - (5) 灰褐色细砂层：砂中发育良好的斜层理 18 cm
  - (4) 灰褐色砂砾石层：砾石成分复杂，粒径为 0.5~4cm。层中含有两层灰色细砂透镜体，透镜体在各处宽窄不一，最宽处为 8 cm 102 cm
  - (3) 灰色细砂层：砂层发育有较好的斜层理，层中夹有一小的砂粒层透镜体，砾石粒径较小，多在 0.5 cm，透镜体最厚约 3 cm 34 cm
  - (2) 深褐色粘土层：粘性大 18 cm
  - (1) 灰褐色细砂层 20 cm
- 未见底 —————

(三) 岩相特征与时代讨论

1. 岩相特征

从地层的岩性特征、沉积构造、粒度分析及平面分布特征等综合分析，该地层属河流沉积，主要依据如下：

I. 该地层展布于山前河流两侧，地面平坦，分布面积较大，构成河流的第二级阶地。

II. 从地层的岩性来看，多为细砂、粉砂及砂砾石等，砂的磨圆及分选较好，斜层理及交错层理发育；砾石成分复杂，磨圆及分选亦较好；在剖面上发育有二元结构；细砂、粉砂的成熟度较高，多为石英，少量的长石和岩屑。

III. 从剖面(10)、(8)、(5)、(1)层的粒度参数(表 2-2)和粒度曲线图(图 2-10)可以看出，其分选一般( $\theta=1.33\sim 2.20$ )，粒径较大( $Mz=2.14\sim 3.55$ )。概率累计曲线多为两段式，砂粒主要以跃移为主，有少量悬移，推移极少或没有，为河流砂的搬运和沉积特征。

IV. 第(10)层样品的电镜照片可以看出，砂粒呈浑圆状，有许多棱角清晰的撞击浅坑，砂表面有许多长条形、折线性的浅槽、V形坑。从第(1)层的照片上还可以看到清楚的贝壳状断口和小的碟形坑，表明当时水流较大，砂粒碰撞频繁。

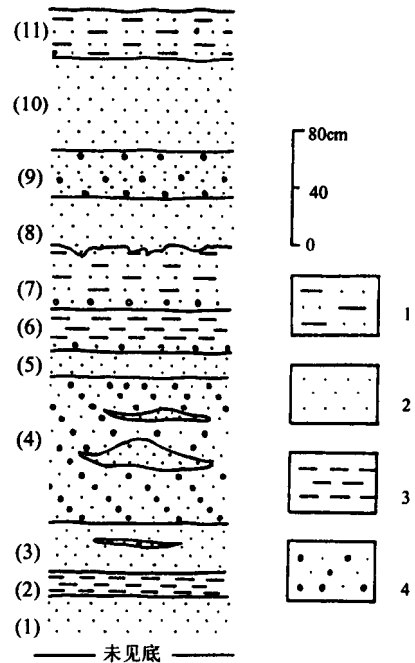


图 2-9 黄旗配种站南晚更新世冲积地层剖面

1—亚砂土；2—细砂；3—粘土；4—砂砾

表 2-2 第(10)、(8)、(5)、(1)层粒度参数统计

第 10 层

| 粒径 / mm       | 1.0  | 0.8  | 0.5  | 0.4  | 0.3                 | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.125 | 0.1  | 0.07 | 0.05 | 0.035         | 0.025 | 0.02 | 0.016 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
|---------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|---------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| $\phi$ 值      | 0    | 0.32 | 1    | 1.32 | 1.74                | 2    | 2.32 | 2.74 | 3     | 3.32 | 3.84 | 4.32 | 4.84          | 5.32  | 5.64 | 5.97  | 6.64 | 6.97  | 7.64  | 8.97  | 9.97  |
| 质量百分数 / %     | 0.2  | 3.1  | 9.2  | 19   | 9                   | 9.1  | 10.4 | 8.8  | 6.9   | 10.9 | 4.4  | 1.8  | 0.9           | 0.3   | 0.2  | 0.3   | 0.3  | 0.3   | 0.5   | 0.4   | 4     |
| 累积质量百分数 / %   | 0.2  | 3.3  | 12.5 | 31.5 | 40.5                | 49.6 | 60   | 68.8 | 75.7  | 86.6 | 91   | 92.8 | 93.7          | 94    | 94.2 | 94.5  | 94.8 | 95.1  | 95.6  | 96    | 100   |
| 平均粒径 ( $Mz$ ) | 2.14 |      |      |      | 标准离差 ( $\sigma_1$ ) |      |      |      | 1.53  |      |      |      | 偏度 ( $SK_1$ ) |       |      |       | 0.36 |       |       |       |       |

第 8 层

|                |      |      |     |                     |      |      |      |      |       |      |      |               |       |       |      |       |      |       |       |       |       |
|----------------|------|------|-----|---------------------|------|------|------|------|-------|------|------|---------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 粒径 / mm        | 1.0  | 0.8  | 0.5 | 0.4                 | 0.3  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.125 | 0.1  | 0.07 | 0.05          | 0.035 | 0.025 | 0.02 | 0.016 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
| $\phi$ 值       | 0    | 0.32 | 1   | 1.32                | 1.74 | 2    | 2.32 | 2.74 | 3     | 3.32 | 3.84 | 4.32          | 4.84  | 5.32  | 5.64 | 5.97  | 6.64 | 6.97  | 7.64  | 8.97  | 9.97  |
| 质量百分数/%        | 0.1  | 0.5  | 1.9 | 5                   | 6.2  | 16.5 | 17.4 | 20.2 | 14.2  | 8.7  | 2    | 0.4           | 0.3   | 0.2   | 0.2  | 0.2   | 0.3  | 0.3   | 0.5   | 0.3   | 4.6   |
| 累积质量百分数 / %    | 0.1  | 0.6  | 2.5 | 7.5                 | 13.7 | 30.2 | 47.6 | 67.8 | 82    | 90.7 | 92.7 | 93.1          | 93.4  | 93.6  | 93.8 | 94    | 94.3 | 94.6  | 95.1  | 95.4  | 100   |
| 平均粒径 ( $M_z$ ) | 2.45 |      |     | 标准离差 ( $\sigma_1$ ) |      |      |      | 1.33 |       |      |      | 偏度 ( $SK_1$ ) |       |       |      | 0.31  |      |       |       |       |       |

第 5 层

|                |      |      |     |                     |      |      |      |      |       |      |      |               |       |       |      |       |      |       |       |       |       |
|----------------|------|------|-----|---------------------|------|------|------|------|-------|------|------|---------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 粒径 / mm        | 1.0  | 0.8  | 0.5 | 0.4                 | 0.3  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.125 | 0.1  | 0.07 | 0.05          | 0.035 | 0.025 | 0.02 | 0.016 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
| $\phi$ 值       | 0    | 0.32 | 1   | 1.32                | 1.74 | 2    | 2.32 | 2.74 | 3     | 3.32 | 3.84 | 4.32          | 4.84  | 5.32  | 5.64 | 5.97  | 6.64 | 6.97  | 7.64  | 8.97  | 9.97  |
| 质量百分数/%        | 0.1  | 0.2  | 2   | 3.1                 | 3.3  | 7.6  | 11.1 | 13.3 | 13.2  | 20.5 | 9.2  | 2.2           | 0.9   | 0.4   | 0.5  | 0.7   | 0.5  | 0.8   | 0.8   | 0.9   | 8.7   |
| 累积质量百分数 / %    | 0.1  | 0.3  | 2.3 | 5.4                 | 8.7  | 16.3 | 27.4 | 40.7 | 53.9  | 74.4 | 83.6 | 85.8          | 86.7  | 87.1  | 87.6 | 88.3  | 88.8 | 89.6  | 90.4  | 91.3  | 100   |
| 平均粒径 ( $M_z$ ) | 2.92 |      |     | 标准离差 ( $\sigma_1$ ) |      |      |      | 1.72 |       |      |      | 偏度 ( $SK_1$ ) |       |       |      | 0.32  |      |       |       |       |       |

第 1 层

|                |      |      |     |                     |      |      |      |      |       |      |      |               |       |       |      |       |      |       |       |       |       |
|----------------|------|------|-----|---------------------|------|------|------|------|-------|------|------|---------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 粒径 / mm        | 1.0  | 0.8  | 0.5 | 0.4                 | 0.3  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.125 | 0.1  | 0.07 | 0.05          | 0.035 | 0.025 | 0.02 | 0.016 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
| $\phi$ 值       | 0    | 0.32 | 1   | 1.32                | 1.74 | 2    | 2.32 | 2.74 | 3     | 3.32 | 3.84 | 4.32          | 4.84  | 5.32  | 5.64 | 5.97  | 6.64 | 6.97  | 7.64  | 8.97  | 9.97  |
| 质量百分数/%        | 0.3  | 3.1  | 2.6 | 3.9                 | 3.5  | 3.1  | 4.1  | 3.8  | 8.2   | 27.1 | 17.2 | 4.3           | 2     | 0.5   | 0.7  | 0.9   | 0.6  | 0.9   | 1.5   | 0.7   | 11    |
| 累积质量百分数 / %    | 0.3  | 3.4  | 6   | 9.9                 | 13.4 | 16.5 | 20.6 | 24.4 | 32.6  | 59.7 | 76.9 | 81.2          | 83.2  | 83.7  | 84.4 | 85.3  | 85.9 | 86.8  | 88.3  | 89    | 100   |
| 平均粒径 ( $M_z$ ) | 3.55 |      |     | 标准离差 ( $\sigma_1$ ) |      |      |      | 2.20 |       |      |      | 偏度 ( $SK_1$ ) |       |       |      | 0.39  |      |       |       |       |       |

2. 时代讨论

前人在填绘 1:20 万区域地质图时, 曾将此地层划为上更新统, 笔者工作后进一步证实了前人的观点, 主要依据如下:

(1) 从地貌上看, 该地层构成的第二级河流阶地低出中更新统平台 10~20 m, 而又高出全新统的第一级阶地约 2~4 m, 则说明它的形成时间应早于全新世, 而晚于中更新世。从该区域来看, 第二级阶地的形成时代应为晚更新世。

(2) 我国新疆、内蒙古、青海及晋北等地第四纪更新世孢粉研究资料表明, 灌木及草本植物花粉, 特别是其中的干旱草本植物花粉成分, 具有由老到新逐渐增加的趋势及大量出现的规律, 乔木植物花粉则恰恰相反, 而且在更新世早、中期 ( $Q_1$   $Q_2$ ) 的孢粉组合中通常含有少量的泪杉及山核桃等第三纪的子遗植物花粉, 在晚期 ( $Q_3$ ) 的孢粉组合中则无。通过对该剖面孢粉的观察及统计 (详情见第七章气候环境一节), 未见第三纪的残留植物花粉, 而且草本植物花粉占优势, 具有晚更新世晚期的植被面貌。

(3) 冲积层的砾石风化较弱, 反映其形成时间不是太早。