

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产

第 43 号

内蒙古达拉特旗芒硝矿研究

闵隆瑞 曲一华 陈郁华 等著

P
406
141-1
43

地质出版社

内蒙古达拉特旗芒硝矿研究

闵隆瑞 曲一华 陈郁华 等 著

地质出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

内蒙古达拉特旗芒硝矿是世界上罕见的特大型优质芒硝矿床。本书从成矿地质条件、矿床物质组成以及芒硝矿石的溶解和卤水蒸发实验等三个方面对该矿床进行了全面研究。本区芒硝矿埋深在 190—300m 之间,矿层厚度大且稳定。经古地磁测定,矿床相对年龄值在 3.4Ma 至 2.18Ma 之间。芒硝和白云石、方解石为主要的盐矿物;饱和液的最佳温度为 25—30℃。此外,本书还对矿区的沉积相、新构造、古气候及成盐盆地的演化等进行了综合性研究,对芒硝矿层和蒸发岩层中年韵律反映的沉积年数进行了探索性讨论。

本书对内蒙古等地今后开展新生代盐湖矿床地质工作具有重要指导意义。

图书在版编目 (CIP) 数据

内蒙古达拉特旗芒硝矿研究 / 闵隆瑞等著. — 北京:地质出版社, 1995.4

ISBN 7-116-01904-9

I. 内… II. 闵… III. 芒硝—非金属矿床—内蒙古, 达拉特旗—研究 IV. P578.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 06642 号

地质出版社出版发行

(100083 北京学院路 31 号)

责任编辑: 张新元

中国地质大学轻印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本 787×1092 1/16 印张: 5.25 图版: 4 字数: 118000

1995 年 4 月北京第一版·1995 年 4 月北京第一次印刷

印数: 1—300 册 国内定价: 7.00 元

ISBN 7-116-01904-9
P·1483

前 言

达拉特旗芒硝矿位于包头市南东、伊克昭盟达拉特旗北东，横跨黄河南北，北临京包铁路，西傍包头至神木铁路，交通方便。该矿床由内蒙古地矿局 104 水文地质工程地质队于 1979 年发现；1986 年该队进行了普查，由地矿部与内蒙古地质局投资，于 1989 年进行了单井和双井对流水采试验，并于当年 11 月完成了对流水采可行性实验。但实验中由于芒硝溶解时的强烈吸热反应，致使溶矿卤水温度下降，导致卤水浓度太低，经济效益不理想。1990 年在德胜泰地区开展详查，进一步探明了 C 级储量。该矿床矿层厚度大，埋藏较浅，品质优良，是世界罕见的特大型优质芒硝矿。

本书是在地矿部 1990 年定向研究课题《内蒙古达拉特旗芒硝矿成矿条件及物质成分研究》成果的基础上写作的。内蒙古地矿局受委托负责组织，承担单位是中国地质科学院，中国地质大学（北京）、内蒙古地矿局 104 水文地质工程地质队协作。项目负责人闵隆瑞。课题研究人员分工如下：承担第四系地层沉积相和新构造部分的有中国地质科学院闵隆瑞、王洪喜、尹占国、朱关祥；矿床物质组成部分的有中国地质大学曲一华、赵德钧、蔡克勤；负责溶矿和卤水蒸发实验部分的是中国地质科学院陈郁华；协作人员为内蒙古 104 水文地质工程地质队田孝先、刘清明。受委托单位与承担单位于 1990 年 6 月签定了课题合同书，确定的重点研究内容为：内蒙古达拉特旗芒硝矿成矿时代和矿床物质组成。研究工作起止时间：1990 年 7 月至 1992 年上半年。

课题研究人员根据合同要求，通过大量的野外地质剖面 and 钻井岩矿观察与研究，应用古地磁、硫、氧、氢同位素测定和孢粉鉴定、岩矿鉴定、化学分析以及 X-光分析等现代实验测试方法，对矿床成矿条件和物质组成进行了较全面研究，同时对水溶开采芒硝和卤水成矿进行了实验研究，圆满地完成了合同任务要求。

本研究课题在前人工作基础上，取得了以下三个方面的成果：

1. 区域地质及第四系地质方面。首次在本区建立第四系地层层序，并进行了区域与矿区第四系地层的对比；确定了芒硝矿层沉积年代；依据大量孢粉资料阐述了本区第四纪气候演化特征，依据沉积相特征及构造形迹，提出了成矿后有三次明显的新构造活动。这些成果无疑对本区地质研究的深化起着重要作用。

2. 矿床物质组成方面。首次对芒硝矿物质组成和矿石结构构造作了全面研究和合理地划分；探索性地研究了芒硝矿层及其淡化夹层的沉积速率和年数，研究了矿层中微量组分含量及其分布规律。上述研究对了解矿床形成、演化以及今后开发利用有一定的意义。

3. 室内溶矿和蒸发实验方面。首次在实验室条件下测定出溶解芒硝时的最佳溶矿水的水温，对今后正式水采提供了有意义的室内实验数据；对天然卤水作了蒸发实验并取得析盐顺序，这对认识芒硝矿床的成因有一定的启迪。

本书是集体研究的成果。各章节分别由下列人员执笔撰写：前言，王洪喜、曲一华；第一章，曲一华、闵隆瑞；第二章，闵隆瑞、尹占国；第三章，曲一华、赵德钧；第四章，陈郁华；结束语，闵隆瑞、曲一华。全书由闵隆瑞、陈郁华统一整理。限于时间短促

以及作者水平，不尽完善及错误之处在所难免，敬请读者不吝指正。

野外工作过程中，内蒙古 104 水文地质工程地质队给予了大力支持，并提供了大量原始基础资料，在此深表谢意。

作者

1994.12

目 录

第一章 区域地质和矿床地质概况	1
第一节 区域地质概况	1
第二节 矿床地质特征	4
第二章 矿区第四纪地质	7
第一节 矿区外围地貌及第四系	7
第二节 矿区第四系及对芒硝矿时代的讨论	15
第三节 矿区第四系沉积相	28
第四节 矿区新构造运动特点	36
第五节 矿区第四纪古气候及古地理演化	42
第三章 矿床物质组成	47
第一节 矿物种类及其分布	47
第二节 矿石的结构构造	55
第三节 对 I 至 III 矿段及其淡化夹层的沉积速率和年数的研究	56
第四节 I、II、III 矿段的空间展布与变化	59
第五节 芒硝矿床沉积演化史	60
第四章 芒硝矿石的溶解及卤水蒸发实验	63
第一节 芒硝矿石的溶解	63
第二节 卤水等温蒸发实验	68
结 束 语	71
图版说明	73
图 版	74
参考文献	78
英文摘要	79

CONTENTS

Chapter 1 General Situation of Regional Geology and Geology of Mineral Deposit

1. Regional geology (1)
2. Geological characteristics of mineral deposit (4)

Chapter 2 Quaternary Geology of Mining Area (7)

1. Geomorphology and Quaternary strata around mining area (7)
2. Quaternary strata of mining area and discussion on ore-forming times of mirabilite (15)
3. Quaternary sedimentary facies of mining area (28)
4. Regional neotectonics (36)
5. Evolution on regional Quaternary paleoclimate and paleogeography (42)

Chapter 3 Material Composition of Mineral Deposit (47)

1. Mineral species and their distribution (47)
2. Texture and structure of ores (55)
3. Study of deposition rate and years from I to III ore parts and the desalinated intercalation (56)
4. Spatial distribution and variation of I, II, and III ore parts (59)
5. Sedimentary evolution of mirabilite deposit (60)

Chapter 4 Dissolution of Mirabilite Ores and Experiments of Brine Evaporation (63)

1. Dissolution of mirabilite ores (63)
2. Experiments of isothermal evaporation of brine (68)

Conclusions (71)

Plates and Explanations (73)

References (78)

English Abstract (79)

第一章 区域地质和矿床地质概况

80年代以来,内蒙古地矿局区调队及水文队在本区做过大量地质工作,包括1:50万和1:5万的地下水及水文地质勘探工作,1986年和1990年对矿区进行普查和详查等工作,给深入研究本区区域地质构造及矿床地质奠定了基础。现将区域地质和矿床地质概况分别简述如下。

第一节 区域地质概况

本矿区位于华北地台内蒙古地轴南缘,鄂尔多斯台坳北缘的河套断陷盆地中(图1)。

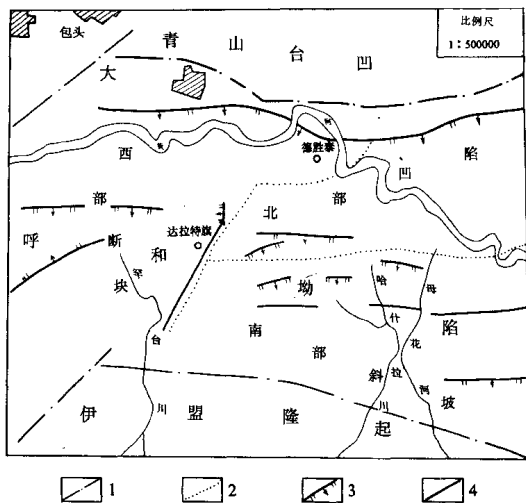


图1 内蒙古包头-达拉特旗构造纲要略图

1——一级分区; 2——二级分区; 3——正断层; 4——性质不明断层

以大青山南麓断裂为界，北部为大青山台凹，南部为呼和坳陷；坳陷之南为伊盟隆起，其中呼和坳陷又可分为北部凹陷区，南部斜坡区和西部断块区共三个次一级构造单元。物探测得凹陷区中以西部大城西一带沉降幅度为最大，可达 5000m 左右。向南，沉降幅度减小至 2000m 左右，呈南浅北深箕状断陷盆地（图 2）。

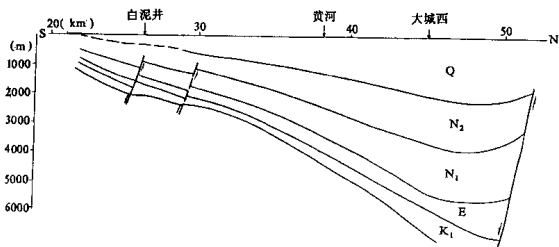


图 2 80-350 测线解析剖面图

（据大庆油田地质处）

本区地层发育齐全●，前寒武系和古生界地层主要出露在大青山北部地区，中生界广布于南部伊盟隆起区，新生界发育于断陷盆地及盆地边缘区（图 3）。现将地层由新至老简述如下。

第四系 主要分布在盆地中及盆地边缘区，边缘区以冲、洪积层为主；盆地中以湖相层为主，厚度最大可达 300m。

第三系 仅发育上新统，分布在唐公梁、翟亥图、白石头井、马场壕、布尔陶亥一带，呈东西向展布。下部为土红色或灰白、灰黄色砾岩，中部为黄色含砾砂岩，上部为紫红或土红色砂质泥岩，含钙质粉砂质团块，厚 40 余米，超覆不整合在下白垩统东胜组之上，含 *Hipparion* sp.（三趾马），*Gazella* sp.（羚羊），*Mastodon* sp.（乳齿象），*Chilotherium* sp.（大唇犀）。

白垩系 主要分布在南部伊盟隆起区，下统东胜组，第一岩段由姜黄、黄绿、土红等杂色砾岩夹砾砂岩、砂质泥岩及砂砾岩组成；第二岩段由灰绿、土红、灰黄色粉细砂岩夹泥质粉砂岩、薄层灰岩及钙质结核薄层组成。缺失上统。

侏罗系 下统五当沟组及延安组，前者为石英砂岩、变质砂、砾岩夹煤层；后者为砂砾岩、泥岩夹煤层。中统直罗组，由姜黄-黄绿色砂岩、紫红色砂质泥岩夹薄层煤组成。

●田洪伦，1980，内蒙东胜城市供水水文地质初步勘探报告（1:5万）

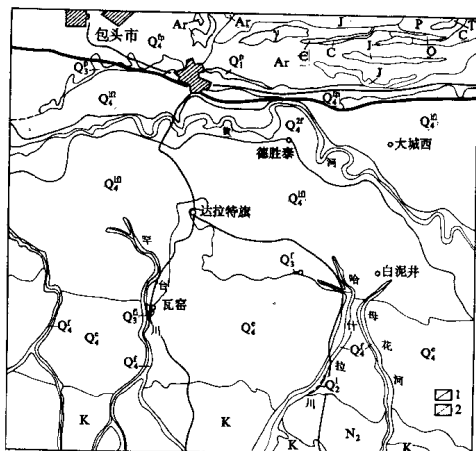


图3 内蒙古包头—达拉特旗地质略图

(1:600000)

1—地质界线; 2—推测地质界线

Q_4^f —全新统上部冲积砂砾层;

Q_4^p —全新统冲—洪积砂砾层;

Q_4^s —全新统冲积砂砾层;

Q_3^f —上更新统冲—淤积泥质粉砂层;

Q_3^p —中更新统黄土;

N_2 —上新统砂质泥岩和含砾砂岩;

J —侏罗系砂砾岩及煤层;

P —二叠系含砾砂岩、泥岩及煤层;

O —奥陶系灰岩;

Ar —太古宇片麻岩;

Q_4^n —全新统下部冲—淤积砂质粘土层;

Q_4^s —全新统风积砂;

Q_3^f —上更新统洪积砂砾层;

Q_3^p —上更新统冲积砂砾层;

Q_2^f —下更新统洪积砂砾层;

K —白垩系砂砾岩和粉砂岩;

T —三叠系含砾砂岩及泥岩;

C —石炭系砂砾岩及煤层;

ϵ —寒武系灰岩、砂砾岩;

γ —花岗岩体

三叠系 下统和尚沟组, 由灰黄绿色厚层含砾砂岩夹紫红色厚层粉砂质泥岩组成; 中统二马营组, 由砂岩夹泥岩组成; 上统延长组, 由含砾砂岩夹泥岩组成。

二叠系 下统大红山组, 由凝灰岩和玄武岩组成; 中—下统杂怀沟组和石叶湾组, 由板岩、泥岩和砂砾岩组成, 夹煤层; 上统脑包沟组, 由泥质粉砂岩和变质砂岩组成。

石炭系 上统为太原组和栓马桩组, 前者以砾岩、砂岩和粘土岩为主, 夹煤层; 后者以灰白

色砾岩、砂岩、炭质板岩为主。缺失中、下统。

(本区缺失志留系、泥盆系)

奥陶系 分布情况同寒武系，缺失上统。以灰岩为主，夹板岩和砂岩。

寒武系 主要出露于大青山地区，分布面积不大。下部以变质板状粉砂岩和变质含砾石英砂岩为主；中、上部以灰岩和变质板状粉砂岩为主，夹砾岩和生物碎屑灰岩。

震旦系 主要出露于大青山地区，分布面积不大。以石英砂岩和大理岩为主，夹薄层变铁矿。

太古宇 广泛出露于大青山地区，以紫苏花岗岩混合片麻岩、角闪斜长二辉麻粒岩、黑云斜长片麻岩、砂线榴石黑云斜长片麻岩为主。包头麻池一带，地面 10m 以下为黑云母角闪斜长片麻岩和花岗岩片麻岩。

本区岩浆岩主要分布在北部大青山地区，仅发现两期岩浆活动。第一期属晚太古宙，是浅红色混合花岗岩；第二期属华力西晚期，是肉红色正长岩。

第二节 矿床地质特征

一、含矿层位及沉积特征

前人认为矿层赋存于下、中(?)更新统(Q_{1-2})湖相含钙质、白云质碎屑粘土沉积层中。共见 21 个自然矿层组合，将它们划分为三个矿段(前人称矿层组)，自下而上分别编号为 I、II、III 矿段；它们之间被钙质、白云质粉砂粘土层所分隔，故形成明显的三个淡化—咸化韵律层(图 4)。三个矿段厚度稳定，少有分枝复合现象；产状平缓，倾角 $2^{\circ} - 3^{\circ}$ 。

二、盐盆特征

盐盆是在第三纪末期湖盆基础上发育而成的。其平面呈东西延长的似椭圆状，长轴约 30km、短轴约 20km；盆地含矿面积约 450km^2 。据区域重力和卫片资料解释，达拉特旗盐盆地是顺黄河河套呈串珠状排列的多个盆地之一。北以大青山南麓断裂为界，盐盆地北部一侧下降快于南侧，故形成北深南浅的箕状断陷盆地。

三、矿层特征

1. 各矿段厚度、展布及埋深

第 I 矿段与围岩界限清晰，矿层分布面积和厚度最大，但内含钙质、白云质粉砂粘土夹层较多，大于 0.5cm 的夹层有 8—34 层。由南向北夹层数增多，含泥砂量也有增加；相应地， Na_2SO_4 含量有所降低(湿基 Na_2SO_4 为 34.4—22.1%)，品位变化系数为 11.8%；矿体中心部位厚度大，为 27.31—29.92m，向四周逐渐变薄，平均厚度为 25.5m；矿层顶板埋深为 236.32—272.78m。

II 矿段与围岩界限清晰，厚度较稳定，矿层结构简单，大于 0.5cm 的夹层仅 1—2 层，矿石中水不溶物较少， Na_2SO_4 含量较高，为 43.49—27.49% (湿基)，品位变化系数为 13.2%；矿层厚 1—7.12m；矿层顶板埋深 227.48—265.05m。

III 矿段与围岩界限清晰，分布也较稳定，矿层结构较简单，大于 0.5cm 夹层 1—4 层，最多达 7 层。 Na_2SO_4 含量为 39.83—23.23% (湿基)，品位变化系数为 14.1%；矿层

沉积厚度为 3.06—8.72m, 平均厚度为 5.44m; 顶板埋深为 193.53—225.64m。

层序	矿段	分层深度 (m)	矿段 厚度 (m)	柱状图	岩 性 描 述
1		112.34 221.40	> 109.06		含钙粉砂质粘土。灰绿色、黑色互层, 半固结, 水平层理较发育, 由粘土和白云石、方解石及石英和长石碎屑组成。黑色薄层富硫化氢臭味较重, 风干后黑色变为褐红色。局部夹有泥炭岩薄层 (厚 2cm), 较多薄层中含有未炭化的植物根茎碎屑。
2	Ⅲ矿段	116.54 224.96	1.58 8.72		芒硝矿层夹含钙粉砂粘土薄层。芒硝层多呈无色透明半自形晶, 它形晶粒聚集成块状夹含钙粉砂粘土薄层, 未固结, 硫化氢臭味较重。
3		144.98 256.78	19.47 35.38		含钙粉砂质粘土。灰绿色、黑色互层, 岩性同层序 1, 较多粘孔的该层顶底板处夹有少量的 1—2cm 厚的芒硝薄层及分散的芒硝晶粒。
4	Ⅱ矿段	151.59 261.19	0.56 8.60		芒硝矿层夹含钙粉砂粘土薄层。特征同层序 2。
5		157.27 263.64	1.08 9.59		灰绿色含钙粉砂粘土。岩性同层序 3。
6	I 矿段	167.08 290.10	0.50 29.92	 	芒硝层夹含钙粉砂粘土层。顶板芒硝层多有溶蚀现象或呈松散状。中、下部芒硝聚集成致密层状, 沉积韵律清晰, 年沉积厚度最大可达 14cm; 比较多的芒硝层顶部有溶蚀现象。 含钙粉砂粘土层。黄绿色、灰黑色、黑色。薄至中厚层, 松散未固结, 多数发育水平层理; 部分层中含有少量的芒硝晶粒。
7		173.69 300.66			灰绿色含钙粉砂粘土层。多数粘孔在 I 矿段底板以下有一层厚约 10cm 的泥炭岩 (图版 1)。部分地段发育斜层理及交错层理 (图版 2)。

图 4 达拉特旗芒硝矿含矿段综合柱状图

详查区内 I、II、III 矿段厚度、品位及埋深详见表 1。

与普查区内十余个钻孔所揭露的 I、II、III 矿段矿层厚度、品位和埋深状况对比 (见

表 2)，可以明显地看出详查区内矿体厚度大， Na_2SO_4 含量变化不大，顶板埋深南部浅，向北逐渐变深。

2. 矿层顶底板及淡化夹层的厚度变化

矿层顶底板及淡化夹层多为钙质、白云质、粉砂粘土；呈薄纹层状，水平层理发育；含水的新鲜面为灰黑与灰色，干燥后多呈土黄色和浅灰色（其物质组成见第三章）。

表 1 详查区 I、II、III 矿段厚度、品位及顶板埋深

特征 矿段	厚度 (m)	平均厚度 (m)	Na_2SO_4 含量(%) (湿基)	平均含量 (%)	顶板埋深 (m)
I	27.31—29.92	25.4	34.4—22.1	30.4	236.32—272.78
II	1—7.12	3.75	43.49—27.49	36.63	227.48—265.05
III	3.06—8.72	5.44	39.83—23.23	33.55	193.53—225.64

表 2 普查区 I、II、III 矿段厚度、品位及顶板埋深

特征 矿段	厚度 (m)	平均厚度 (m)	平均含量(%) (湿基)	顶板埋深 (m)
I	1.50—25.47	15.8	33.52	159.95—272.78
II	0.56—6.61	3.38	36.97	152.82—265.05
III	1.58—6.30	4.26	34.97	117.87—225.69

3. 矿物组成、结构构造

盐矿物种类较为简单，主要有芒硝、少量石膏和无水芒硝，还有碳酸盐矿物、粘土矿物和碎屑矿物（详见第三章）。

I—II 矿段间淡化层

厚度 (m)	2—4.68
平均厚 (m)	3.44

II—III 矿段间淡化层

22.7—46.07
31.48

第二章 矿区第四纪地质

第四纪地质是本书的重点研究内容之一，也是配合矿区普查、详查工作不可缺少的基础地质工作。为了搞清芒硝矿的形成和保存条件，我们除对矿区详查区内钻孔岩芯进行了观察、取样外，还对矿区外围第四纪岩石露头进行了工作，并取得了一些新的认识，现分述如下。

第一节 矿区外围地貌及第四系

一、矿区外围地貌

本区地貌主要受构造控制，北部为大青山中、低山区，中部为河套平原区，南部为隆起区。

北部大青山中、低山地形海拔 1500—2000m，切割较深，北坡缓，南坡陡。由于受断裂活动影响，河套平原陷落，导致相对高差达 1000m 左右。大青山南坡发育一级夷平面和两级洪积台地。夷平面海拔 1100—1200m 左右，地形上有明显转折，面上残留砾石，形成时代为上新世。高洪积台地海拔 1090m 左右，由下更新统残留砂砾石组成，形成时代为早更新世末至中更新世。低洪积台地海拔 1050m 左右，由上更新统洪积砂砾层组成，形成时代为晚更新世末至全新世早期。在现代山前沟谷出口处，发育全新世洪积扇，在山前形成东西向的一排洪积裙。

中部为河套平原一部分，海拔 1000 余米，由黄河 I、II 级阶地组成，河套平原南北宽 8—12km，地势开阔、平坦，地形微微向黄河倾斜。黄河河道宽展，呈蛇形弯曲，心滩发育，河漫滩由全新统砂、砾组成。I 级阶地呈长条状平行黄河分布，海拔 1000—1003m，高出河漫滩 1.2—1.5m，由全新统粉、细砂组成。II 级阶地平行于 I 级阶地，是黄河发育最好的阶地，从东到西连续分布，南北宽 8—11.5km，地形微微倾向黄河，坡度 1° — 2° ，海拔 1002—1016m，相对高差 2—10m，由全新统含砾砂和粉砂、粘土组成。III 级阶地不发育，仅在西部一带残存，海拔约 1020—1022m，由全新统砂、粘土组成，基底是上更新统冲、湖积砂层，阶地面上被风积砂丘覆盖。

南部隆起区，地形波状起伏，海拔 1200—1400m，沟谷发育，切割深度 30—50m，一般由白垩系基岩组成。隆起区向北地势逐级下降并向洪积倾斜平原过渡，哈什拉川和罕台川等季节性河流由南向北流入黄河。隆起区海拔约 1130—1250m，呈东西向条带分布，北缘发育库布齐沙漠，沙漠南北宽 25km，由全新世新月形沙丘、沙垅、蜂窝状沙地等组成。

二、矿区外围第四系及时代讨论

矿区外围第四系主要发育于平原周边，大青山南麓和南部隆起区北麓；第四系发育齐全，成因类型复杂。现将主要剖面的地层层序和时代讨论简述如下。

(一) 和顺庄剖面 (图 5)

前人研究认为，该剖面砾岩层属下更新统。

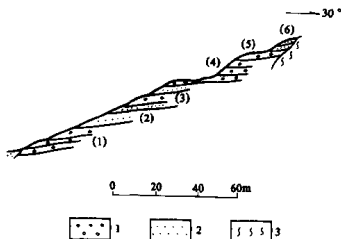


图5 和顺庄第四系实测剖面

1—砾岩；2—砂岩；3—变质岩
(据包头土右幅1:20万区调报告)

自上而下岩性为：

- | | |
|------------------------|-------|
| 6. 灰红色薄层砾岩与含砾砂岩互层 | 5.4m |
| 5. 灰红色中厚层细砾岩夹薄层巨砾层 | 2.7m |
| 4. 灰红色中厚层巨砾岩夹中薄层细砾岩 | 5.5m |
| 3. 灰红色中厚层巨砾与黄绿色中层粉砂岩互层 | 12.9m |
| 2. 黄绿色中厚层粉砂岩夹灰褐色砂砾岩 | 5.7m |
| 1. 黄褐色砾岩 | 3.8m |

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~  
太 古 宇

(二) 包头西脑包和万水泉剖面 (图 6、7、8)

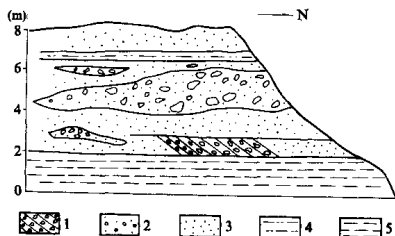


图6 包头西脑包第四系剖面图

1—半固结砾岩；2—砂砾；3—砂；4—粉砂；5—泥岩

该剖面岩性为:

上部: 黄灰色砂砾层, 疏松, 夹砂砾透镜体和粉砂质泥条带; 砾石分选不好, 大者10cm, 一般3—4cm; 次棱角状, 砾石成分复杂, 有花岗岩、片麻岩、石英岩等, 6—8m。  
下部: 黄绿色粉砂质泥和灰色泥质岩互层, 具微细水平纹层理, 泥岩受到变形, 1.5m, 未见底。

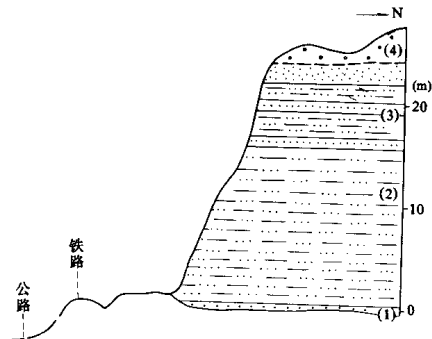


图7 包头万水泉共青砖厂第四系剖面图

(据袁宗笙等, 1988)

1—砂岩; 2—粉砂; 3—砂; 4—砾石

自上而下岩性为:

- |                                                                                                                                |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4. 砾石层 分选、磨圆不好, 砾径一般3—5cm, 成分为各种片麻岩、岩脉岩, 含 <i>Palaeoloxodon namadicus</i> (纳玛象), $^{14}\text{C}$ 年龄为 $22.486 \pm 1256\text{a}$ | 2—4m  |
| 3. 黄色细砂和粉砂互层                                                                                                                   | 8m    |
| 2. 灰色、灰黑色粉砂互层, 具微细层理                                                                                                           | 12.9m |
| 1. 灰黑色钙质粉砂岩                                                                                                                    | 0.5m  |

西脑包剖面和万水泉剖面相距不到10km, 地层完全可以对比。万水泉剖面第(3)、(4)层可与西脑包剖面上部对比, 根据 $^{14}\text{C}$ 年龄、纳玛象等化石其时代定为晚更新世。万水泉剖面第(1)、(2)层可与西脑包剖面下部对比; 前人●在西脑包下部层位中找到 *Cyprinus carpio* (鲤鱼), *Lamprotula antiqua* (丽蚌) 等化石, 故时代可定为早更新世。两剖面中、下部层位均受过变动(图8), 与上部层位间有一间断, 可能缺失部分中更新统。

●袁宗笙、李克, 1988, 内蒙古包头地区萨拉乌苏组的发现及其意义

●内蒙古自治区104水文地质工程地质队, 1990, 内蒙古自治区达拉特旗芒硝矿胜泰地区详查报告



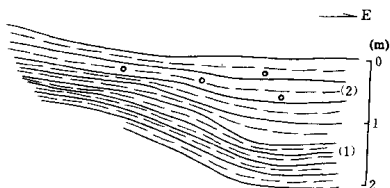


图8 包头西脑包受变形的湖相层  
(1)—泥岩; (2)—含砾泥岩

### (三) 瓦窑剖面 (图9)

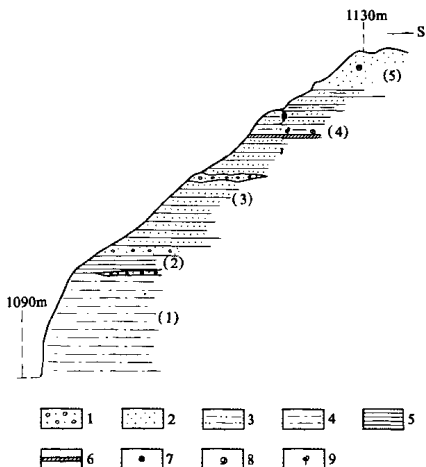


图9 瓦窑砖厂第四系剖面  
1—砂砾; 2—砂; 3—粘土质粉砂; 4—粉砂质粘土; 5—泥岩; 6—钙板层;  
7—喙齿类化石; 8—腹足类化石; 9—植物化石