

曹家欣文集

地质出版社

曹家欣文集

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是曹家欣先生 50 多年教学与科研工作中所写论文和讲义的选集。主要内容有第四纪古气候概论、汾渭裂谷系第四纪地层与环境、山东庙岛群岛黄土及金沙江流域龙街粉砂等方面的论文。本书可作为大专院校第四纪地质、地貌专业师生的参考书,也可供环境地质、地质灾害、地震地质等专业的科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

曹家欣文集 / 曹家欣等著. —北京:地质出版社,
2008. 11

ISBN 978-7-116-05863-7

I. 曹… II. 曹… III. 地质学—文集 IV. P5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 158576 号

责任编辑:吴宁魁 李 莉

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324567 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:16

字 数:390 千字

版 次:2008 年 11 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:60.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05863-7

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)



曹家欣先生近照

序

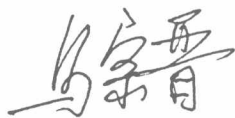
曹家欣大姐是我们二十余年的邻居、学友，自从北大和清华两校在清华大学西南角墙外空地上建起了四栋教师住宅楼之后，我们就结成了很要好的朋友。她为人谦和，学教精细，五六十年间深究于黄土风成论之嘉意。

她青年就学于北师大，呈教于古地理学大家周廷儒先生之教导，深得其真传；其后转入北京大学地理学系，从教至今。其间再得地貌教研室主任王乃樑先生多年的教诲，并从中深得国内外地理科学大家之引导和诸多黄土大区生成机理之探知。

曹大姐在多年野外考查之精准和记述山野沟谷土源沉积之序次，以及师生互议之亲切与求真，都十分获得学友之爱戴，尤为同学姐弟间倾情如故。她每每仔细记入脑海大大小小的往事。如“小心怕蛇”学友间为之嬉戏和“逃避急水”之互助；水库中大鱼美味之佳话；克尽多次翻越吕梁的高祖山而执意探查黄河壶口狂涛之地貌；以及对黄土高原西、东、北、南不同沉积态势之对比，都体现了曹大姐真诚无忌，省身大度之美德。八十高龄仍捐捐于地球表里之人生。

锦颂曹大姐亲亲之美德；

友谊通大地念念之长存。



2008年10月15日

前 言

曹家欣先生是我国著名的第四纪地质与地貌学家，1953年毕业于北京师范大学地理系，毕业后任教于北京大学地质地理系，从事第四纪地质与地貌学教学和科研工作50多年。今年是她80华诞，仍坚持进行一些体力允许的研究和指导学生的工作。

曹家欣先生在北师大学习期间，甚为仰慕我国著名古地理学家周廷儒先生的学问与为人，潜心学习周先生的古地理、古气候课程与理论，深得周先生的真传，打下了深厚的古气候学理论基础。到北京大学后，在地貌教研室从事教学工作。地貌教研室主任王乃樾先生是我国著名的地貌学家，他在动力地貌学、构造地貌学和沉积相等领域的学识和建树在国内外学术界有重要影响。曹家欣先生在教学和研究工作中，努力学习和钻研王先生在这些领域的理论和研究方法。当时北京大学有许多援助中国的苏联专家，专家组组长是苏联著名的地貌学家列别杰夫，他给地质地理系的教师、学生和进修生讲课，曹家欣先生听课中又接受了当时国际上各种新的地貌学理论和思想。1957年，曹家欣先生参加了刘东生先生主持的黄土地质考察工作，成为新中国早期研究黄土的学者之一。正是曹家欣先生的这些经历，在这几位地学大师的培养和教导之下，使她在第四纪地质、古气候以及地貌学等领域具有扎实的理论基础和深厚的学术功底。

曹家欣先生的讲课深入浅出、内容丰富生动，讲解透彻明晰，深受同学欢迎。她每年都带领同学进行野外实习，培养学生的实际工作能力。曹先生为人谦逊、平和，对待同学十分耐心和认真，在教学与实习中与同学们感情融洽，许多同学与她结下深厚的友谊，毕业后的同学在工作中还经常向曹先生请教，讨论一些疑难问题。

曹家欣先生在担任繁忙教学任务的同时，还结合教学进行了许多科研工作，发表了大量科学论文。同时把这些科研成果纳入讲课内容，使同学们能学习到最新的科学观点和了解新的学术动态，同学们在毕业后的工作中都感到受益匪浅。曹先生的这些研究成果在学术界也有很深的影响，1977年，她编写的“第四纪地质”讲义中已明确指出：“季风气候不仅现在控制着我国东部的气候环境，早在第四纪期间季风气候在我国就已占据了统治地位”“华北地区正处于干冷气团的前锋地带，强劲的北风和西北风带来了大量的尘埃，在广大

地区堆积了巨厚的风成黄土及其他土状堆积”。20世纪80年代她在庙岛群岛的黄土研究中发现马兰黄土中保存有孔虫化石，确定黄土堆积不仅来自西北地区，还有低海面时期来自新的海滨平原的物质，提出了黄土堆积与海平面变化关系的新观点。曹先生多年致力于山西榆社新生代地层的研究，详细阐述了上新世古湖与第四纪“R”红土的发育历史，对深入研究汾渭裂谷系的形成机制与历史具有重要意义。

曹家欣先生对教学工作兢兢业业，一丝不苟，曾先后获得国务院特殊津贴、高教部优秀教材奖和北京市优秀教师称号。曹先生谦虚谨慎，淡泊名利，从不向别人宣扬自己的业绩，她不是有意克制，而是一种自然的心态。同事、学生和与她结识的人无不对此加以称道。曹先生如今已是桃李满天下，许多学生在工作岗位上都做出了重要贡献。今年适值曹家欣先生80华诞，我们一起挑选和整理了她的论文和讲义，汇编成本书，作为向曹家欣先生80华诞的贺礼。

文集的出版得到了北京大学城市与环境学院等单位的资助，编纂工作由夏正楷、袁宝印、刘耕年、李有利、李培英、吴瑞金、周立平、罗运利、郭正堂、莫多闻完成。姚政权、肖国桥、葛俊逸、于严严、梁美艳、秦莉、周鑫、詹涛、刘恋、武春林、许晨曦、曾方明等协助完成了文字校对和图件绘制等工作，科学出版社魏建晶对本书的出版投入了很多精力和辛劳，在此一并致谢。

我们谨以此书祝贺曹家欣先生80华诞，祝曹先生健康长寿！

《曹家欣文集》编辑小组

2008年7月23日

目 次

序

前 言

大同盆地地形概述·····	曹家欣 (1)
大同盆地东南部的构造运动与火山活动·····	曹家欣 (7)
晋陕龙门山西段山前新断裂的初步研究·····	曹家欣 (17)
陕西蓝田地区灞河中游地貌结构及其发育历史·····	王乃樑 曹家欣 钱宗麟 (24)
关于华北第四纪古气候若干问题的初步探讨·····	曹家欣 (38)
河北平原南宫地区的全新统·····	曹家欣 (47)
第四纪古气候概论·····	曹家欣 (54)
山西太谷榆社武乡一带晚新生代地层与沉积环境的初步研究 ·····	曹家欣等 (110)
研究地球“近代史”的科学——第四纪地质学 ·····	曹家欣 (120)
晋东南“R”红土的成因与时代 ·····	曹家欣 吴瑞金 (125)
山西榆社武乡晚新生代拗陷湖盆的沉积特征与演变 ·····	曹家欣 吴瑞金 (132)
山东庙岛群岛的黄土与海面变迁 ·····	曹家欣 李培英 石宁 赵叔松 (139)
山东庙岛群岛的黄土 ·····	曹家欣 李培英 石宁 (149)
Study on the Loess of Miaodao Islands in Shandong Province ·····	Cao Jiaxin Li Peiying Shi Ning (157)
山东庙岛群岛与蓬莱沿岸地貌 ·····	曹家欣 (166)
晋陕地区新生代的成湖期与环境演化 ·····	曹家欣 (176)
山西榆社盆地上新世植物群及其环境意义 ·····	曹家欣 崔海亭 (186)
云南龙街盆地第四纪沉积及环境演化 ·····	吕金福 曹家欣 (193)
计算机图像分析技术应用于植物化石研究 ·····	王欢 曹家欣 崔海亭 (201)
山东庙岛群岛的红色风化壳与棕红土及其古气候意义 ·····	曹家欣 严润娥 王欢 (204)
晋东南黄土 ·····	曹家欣 石宁 张建中 (212)
The Red Mantle of Weathering and Brownish-red Loam of Miaodao Islands in Shandong Province and Implication in Paleoclimate ·····	····· Cao Jiaxin Yan Run'er Wang Huan (219)
上新世湖相纹泥及其环境信息与时间标尺记录 ·····	曹家欣 黄润华 石宁 罗运利 (231)
后 记·····	(240)

1.1 盆地雏形的奠定

大同盆地是在古老的中朝陆台上演变而成的，稳定的中朝陆台在燕山运动时发生了剧烈褶皱，形成了一系列东北-西南走向的燕山山脉。第三纪中叶喜马拉雅运动又波及中国广大地区，以升降运动方式发生了大规模的断裂变动，沿燕山褶皱带原始的构造线发生了东北-西南走向的大断层，形成了很多近于平行的地垒及地堑。地垒成为地形上褶皱断块山，地堑则成为地形上的陷落盆地，大同盆地与涿鹿、怀来、宣化等盆地都属于此类。所以大同盆地的雏形奠定于喜马拉雅运动的初期，在地质时代应属于第三纪的渐新世至中新世。

1.2 第四纪更新世以来盆地的发展

大同盆地形成的初期，有一个面积甚广的湖泊，这可以第四纪地层的湖相粘土、粉砂及泥炭土作为证明。湖相沉积物的分布北到阳高县的许家堡之北，南到桑干河南岸的西册田、大幸庄，东西边缘因未调查尚不清楚，厚度以桑干河岸的于家寨出露最厚。

湖相沉积层的岩相有粘土、粉砂、凝灰岩（及更粗的火山碎屑岩），岩层产状大部分是水平的，上下层近于整合，局部有交错层理。沿桑干河往东至大幸庄附近岩层微显褶曲，且有不整合现象（粘土与凝灰岩间），粘土、粉砂和凝灰岩成互层，共夹3层凝灰岩，每层厚度2~4m不等，局部地方厚10~20m，最早的一层出现在湖相粘土的最底部。在湖相沉积层中并夹有2~3层玄武岩流，最后的一层覆盖在湖相沉积的顶部。根据桑干河谷出露的地层剖面，估计湖相沉积和玄武岩流一般共厚40多米，个别地方玄武岩流厚20多米。

湖相沉积物是粘土及粉砂的互层，这说明沉积旋回不只一次，也就是当时湖泊并不是稳定的，经常有微弱的震荡运动。凝灰岩有3层，玄武岩有2~3层，也足以说明岩浆活动反复进行过几次。从沉积物的颜色及所含矿物成分来看，湖水是正常的，并没有咸化情形。

大同盆地的消失不外乎下列原因，由于湖水淤积物的填充、湖底增高、湖水变浅。第一次玄武岩溢出后，湖水更浅，可由其上层的湖相粘土厚度来证明，玄武岩流上层粘土仅厚2m，而其下的粘土则厚数十米；迨第二次玄武岩溢流出后，湖水就全部消失，其上层只有近代的淤积层和洪积层。

1.3 大同盆地现代地形的作用营力

大同盆地的面貌是在构造运动形成的大地形基础上，经过外力作用的雕琢而形成的。作用方式以瀑流的侵蚀和堆积为主，盆地中以堆积作用占主导地位，自山麓至盆地中心堆积作用连续成片，促使盆地更加平坦化；而盆地的个别地形仍属侵蚀作用的范围，如火山、河谷等地区即是。火山经过雨水的侵蚀，高度逐渐降低。桑干河谷在切过玄武岩流的地段，侵蚀作用强盛，形成陡峭的河岸；而在流经疏松的沉积层地段时堆积作用很强，大面积的河漫滩、沙洲及河床砂砾堆积都是桑干河堆积的表现。

盆地边缘的南山、北山及山地河谷都是侵蚀作用盛行的地方，南山是尖峰嶙峋和深邃的河谷；北山的机械崩解和南山花岗岩的球状风化都有助于剥蚀作用的进行，现代剥蚀作用的动力是暴雨洪流及少量的常流水，但以洪水为主。

2 盆地地形

大同盆地大致分为内部平原区及盆地边缘山地区，现分述如下：

2.1 边缘山地区

盆地边缘山地可以分为南缘山地及北缘山地。

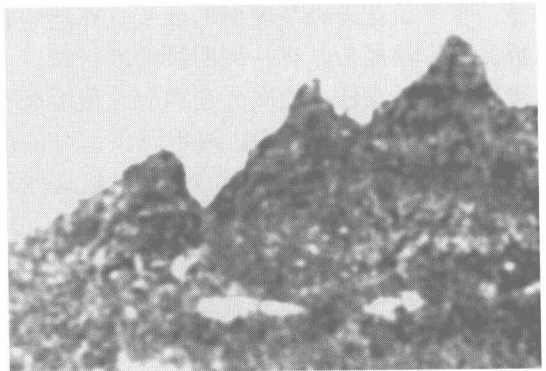
北缘山地（丰稔山）：海拔高度 1 600 m，相对高度 200 ~ 300 m，北山由太古宙片麻状花岗岩及角闪片麻岩所组成，山形为崮状和梁状，山顶平坦，或作浑圆状，山坡平缓，多系凸形斜坡。因岩性系粗粒结构，并含有很多伟晶，加以气候干燥，温度变化急剧，机械崩解作用极强，风化生成的大量砂粒覆盖在基岩上，以致山形和缓。这些大量的风化物，被地表流水带至山脚，堆积成大片的坡积裙及洪积扇。在山顶及山坡上还有成因不明的类黄土覆盖着。

丰稔山是洋河及桑干河水系的分水岭，山南之水注入桑干河水系，山北之水汇入洋河水系。山地受流水分割的程度并不太强。河谷多为南北向，谷底很平坦，纵剖面比降很小，横剖面近于 U 形，谷底宽度与谷顶宽度相差不多，上游一般宽约几米，中下游宽 30 ~ 50 m，两岸有不对称的六级阶地，主要是堆积阶地，局部地方是岩石阶地。河谷经常干涸无常流水，以暂时洪水为主。

南缘山地（六棱山和黄羊背山）：海拔 2 000 ~ 2 500 m，相对高度 700 ~ 1 000 m，割切其间的河谷深度可达 300 多米。南山是一条构造复杂的山脉，山地的形成主要是在燕山褶皱的基础上发生断裂而抬高成现在的高山。南山的北坡有许多三角面及断崖，可见当时的断裂变动相当剧烈，且至今仍在上升的阶段中（可由南山区近代深切的嶂谷和沿山地边缘喷出和溢出的火山渣及玄武岩流证明该区的新构造运动极为活跃）。组成南山的岩石有太古宙桑干系片麻岩、太古宙花岗岩及震旦纪、寒武纪的石灰岩。岩层一般为东北-西南走向，倾向东南。因岩石性质的不同，山形也就各异，花岗岩者常为尖峰梳脊状，而石灰岩者则为阶梯状的平顶山。兹根据岩性，分为以下 3 种类型：

(1) 片麻岩山地。分布在大王村以西及团堡附近，岩石性质与北山相似，节理发育，常沿垂直节理而崩解，成陡峭山坡，由于南山气候比较湿润，植被茂密，只有阳坡风化很强，其他地方受植物保护，破坏不甚严重，砂砾较少，山形较花岗岩山稍浑圆，高度低于花岗岩山地，但比北山要显得高耸，河谷宽而长。

(2) 花岗岩山地。是本区最高耸、最雄伟的山地，尖峰梳脊，山坡陡直（照片 1）；节理极为发育，共有 4 组，以东北-西南向的一组垂直节理最发育。沿节理进行着大规模的崩坠作用，造成笔直的峭壁，并沿此组



照片 1 大同盆地南山花岗岩山地之块状风化及角峰（秋林河谷东岸山峰）

节理面曾有大量玄武岩溢出，贴伏于花岗岩上。由大峪口向东至榆林一带都有分布，秋林河谷下游也有厚层玄武岩，河谷深切其中。这种现象证明南山地区新构造运动很活跃，特别是升降运动最显著，所以才有玄武岩的溢出及河谷的下切。此处玄武岩的时代尚难确定，可能是第四纪中叶的。

(3) 石灰岩山地 (图2)。石门峪向西至大王村之间出露震旦纪及寒武纪石灰岩，走向东北-西南，倾向东南，局部地方呈水平状态，岩性坚硬，所组成的山形呈平顶阶梯状。

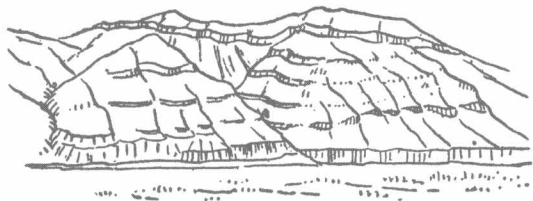


图2 石灰岩阶梯状山地

沿山麓地带有一组东北-西南向的大断层线，产生数级阶梯状的断层崖，最高者40~60m，形成绝壁，沿断层线盆地下降，南山上升；另一组断层是西北-东南向，形成高深直立的峡谷。现在的断崖并非原始的断层面，而是由于断裂变动的影 响，沿着灰岩的两组垂直节理经崩裂而成。在石门峪河谷两岸发现

有断层面的擦痕及断层角砾岩，两边的岩层也发生了倾斜。石灰岩山地按其成因应属于块状山和褶皱块状山。

石灰岩山地中有很多小岩洞及裂隙，还有许多石钟乳和石柱的痕迹保留在陡壁上，说明喀斯特作用也曾发生过。

南部山地中河谷众多，皆自南向北流，汇入桑干河，计有：

(1) 秋林河谷。是一条回春作用极强的河谷，原始河谷很宽浅，位置很高，在现在河谷的上部有大量类黄土及砾石。当玄武岩流溢出后填充在秋林谷的下游，并伴随有地壳的抬升，促使古老的河谷急剧下切，形成壁立千仞窄如裂缝似的嶂谷，深约100m，宽仅20m，纵剖面的比降很大，有很多级横阶地，高者约20m，谷底只有少量的常流水。秋林河谷的上下游很不相称，上游宽浅，是一条开敞的V形谷和宽U谷，而下游深邃，这种反常现象只能用新构造运动来解释。

(2) 大峪口河谷。整个河谷绝大部分切穿在花岗岩中及厚层堆积物中，河谷纵剖面比降极大，横剖面呈比较标准的V形，谷口部分谷底宽约30m，向上游渐趋狭窄。两岸峭直，东岸沿花岗岩节理面形成了直而陡的谷坡；西岸较复杂，有一级明显的坡折线，上覆厚层角砾及砂，物质分选和磨圆程度极不好，看来不似河床淤积。河谷源头部分的山顶多角峰，谷坡上有显著的谷肩，据这些现象推测在河谷回春前可能有冰川作用(?)，谷底有常流水，水源丰富 (图3)。

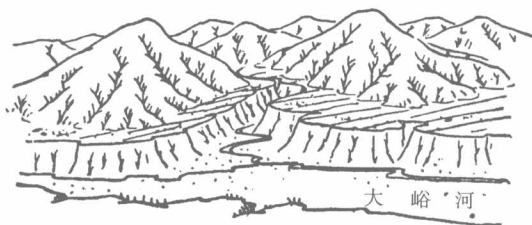


图3 南山大峪口谷上游岩掌村附近之地形

(3) 团堡河谷。发育在片麻岩中，河谷纵剖面比降小，横剖面呈U字形。谷底宽50多米，底部平坦，填满大量砾石，成分是片麻岩及灰岩，分选度很好，谷坡陡直。谷底有常流水，自河谷砾石层中流出。

(4) 石门峪河谷。切割于石灰岩之中，谷壁直立高达40~60m，谷底忽宽忽窄，谷道作直角转折，这些都表现了受地质构造的影响。谷底平坦，无常流水，据初步观察该河谷

除受构造影响外，尚有喀斯特作用的影响。

2.2 内部平原区

本区海拔在 950 ~ 1 050 m 之间，在地形上表现为一个波状起伏的平原，从北部边缘到南山脚下平原的成因和形态并不一致。自盆地雏形奠定后，就以堆积作用为主，后来的岩浆活动虽然产生了很多小的凸起，但总的形态和成因仍以流水的堆积作用占主导地位。桑干河由西而东，横穿盆地中间，把平原分成南北两部分，两者都向桑干河倾斜。

北部平原自北山（丰稔山）山麓至桑干河北岸，南北宽约 15 km，面积比南部平原大约一倍。许家堡以北到北山是洪积平原，由洪水携带北山的风化物质堆积而成，组成物质主要是片麻岩风化的粗砂及小砾石，还有黄土夹层。平原面的坡度较大，洪流冲刷作用很强，形成许多南北方向的冲沟，把平原分割得支离破碎。冲沟壁有较严重的崩塌现象，圆形沟头最多，溯源侵蚀很快，每当暴雨之后就有大块土体崩落，使沟道伸长；有些老冲沟有重新复活现象，也有些新冲沟沿大道发展，冲沟的发展严重地威胁着平原上的耕地，妨碍交通。

许家堡以南至桑干河岸部分，海拔在 950 m 左右，地面作波状起伏。其成因以淤积为主，因为北部的许多冲沟到许家堡以南就汇合成正常的河流，并且有少量的常流水。平原的组成物质有一定的分选作用，层次较完整，物质成分不仅是北山片麻岩的风化产物，而且在靠近桑干河附近有桑干河淤积的砾石，磨圆度甚好。此外在这一地区有大片的玄武岩流，形成西北-东南向的长岗。在玄武岩流周围，有数座新火山的突起，如许家堡东山、谭头东山、养老凹火山、西坪之马蹄山等，火山多成盾形、钟形及马蹄形，起伏和缓（图 4，图 5）。本区地表流水都已汇成小河，又因植被茂密，组成物质较细，冲沟极为少见，地面比较完整。在玄武岩流底部和粘土层接触处，常有泉水出露，因为玄武岩的柱状节理极端发育，透水性强，而其下部则为不易透水之粘土层，地下水往往沿其倾斜面流出，这种地点往往成为较大之居民点。



图 4 大同盆地马蹄形火山

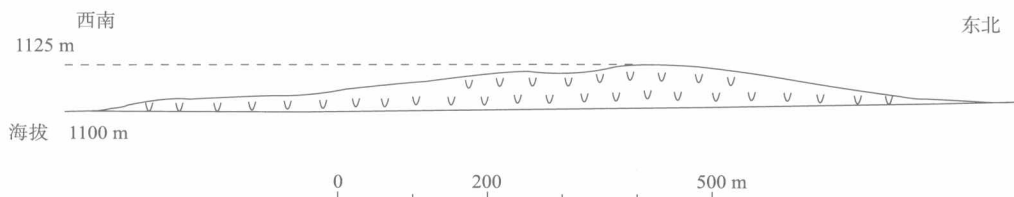


图 5 大同盆地许家堡以东盾状火山（许家堡东山）剖面图

南部平原自南山麓至桑干河南岸，宽约 8 km，面积小于北部平原，坡度较大，向桑干河倾斜，地面为许多大的冲沟所切割，极为破碎。平原的成因是洪积和淤积，但以洪积为主，组成物质主要是砂和少量砾石，成分有石灰岩、花岗岩和片麻岩的碎屑物质，为南山发源的许多河流所带来；左宰堡西北角有小规模的玄武岩流，靠近桑干河岸附近有连续不

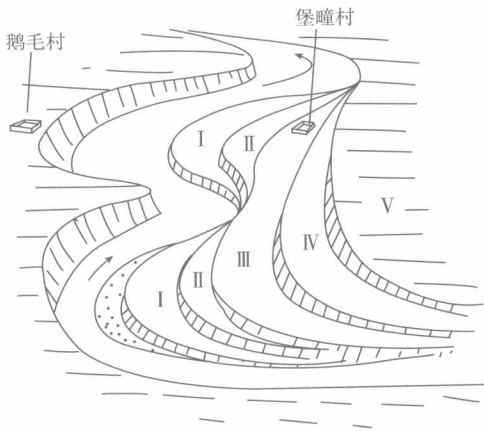


图6 桑干河之曲流阶地

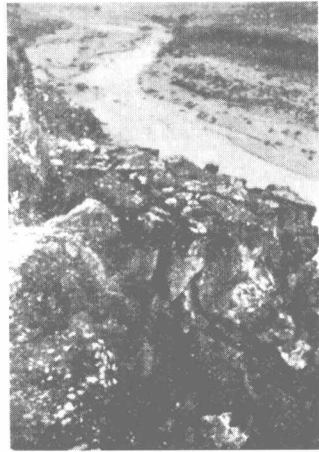
断的玄武岩流及厚层凝灰岩。在西册田以西，覆有厚层的类黄土。

南部平原因组成物质松散，且厚达十几丈^①，渗水性甚强，地下水面很深，自5~18丈，地表颇感干旱。

桑干河是大同盆地最大的河流，河谷在松散沉积物的地段呈宽浅状，流经玄武岩流时则切成峡谷，河谷宽度一般在100~200m，谷深由数米到20m。河道弯曲，凸岸有典型的滑走坡（曲流）阶地，范围很大（图6），如堡疃村、贵人村等；玄武岩形成的凹岸为直立状，沿玄武岩柱状节理和黄土层有大规模的滑坡及崩塌现象，河岸极不稳定（照片2，照片3）。



照片2 桑干河谷坡即将崩塌
(沿玄武岩之柱状节理)



照片3 桑干河玄武岩河岸谷坡崩塌
(沿玄武岩显著之柱状节理)

桑干河谷在大同盆地这一段，从纵横剖面上看都具有壮年期河谷的特征，侵蚀和堆积在不同地段同时进行。

3 小 结

本文仅仅是根据1955年的地貌教学实习所作的初步观察写出的，涉及的范围仅限于盆地东部，叙述的问题极不深入，只是区域地形的一般概述而已，许多值得探讨的重大问题，尚有待于地貌工作者进一步深入研究。

(原载《地理学资料》1957年第1期)

① 1丈=3.3m。

大同盆地东南部的新构造运动与火山活动

曹家欣

1 地貌与地质概况

大同盆地位于山西省东北部，为桑干河流域的一个大型盆地。宽约 30 km，长约 150 km，平均海拔在 1000 m 左右，地势自西向东逐渐降低，盆地底部平坦似平原。桑干河纵贯盆地南部，自西向东流，经石匣里峡谷而入官厅水库。在盆地东部散布着近 20 座火山锥，构成盆地独特之地貌，大同盆地是冀北山地、内蒙古高原与山西高原之间的一个过渡地带。该区之特点：具有东北-西南走向的平行山岭和山间盆地（图 1）。

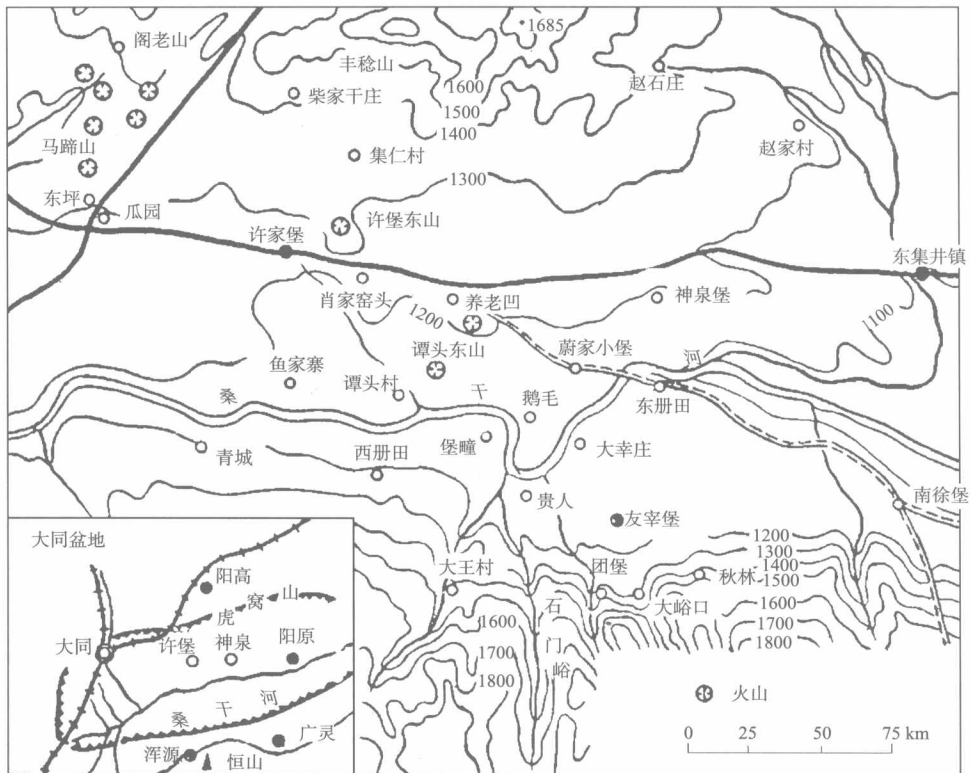


图 1 大同盆地的位置与地形

从大地构造方面来看,大同盆地正位于中国陆台上的燕山准地槽内,中生代时由于陆台的一部分转化为次生地槽,因此在中生代末期发生了强烈的断裂和褶皱,以及大规模的岩浆活动,此即燕山运动。准地槽因褶皱隆起而成高大山脉。褶皱方向为北东东-南西西,而且在燕山地带产生许多走向大断层,并造成许多与山脉平行的山间盆地。老第三纪时本区山地经过长期剥蚀而逐渐降低,形成了比较宽阔的平坦面,至中新世喜马拉雅造山运动本区地壳又复强烈活动,山地再度沿断层上升,而盆地则沿断层更加低陷,这样就造成了一系列的块状山地和地堑式盆地。

喜马拉雅造山运动之后,该区地壳仍在继续活动,其方式仍以差异性升降运动为主,同时也伴随着普遍的岩浆活动。因此地貌上始终保持着相当大的起伏。

大同盆地的地层,出露最普遍的是太古宇桑干系片麻岩,主要分布在桑干河以北的丰稔山和桑干河以南的南山西段。在丰稔山观察到的岩性为肉红色粗晶花岗岩、伟晶岩、花岗状片麻岩及黑色辉石片麻岩与黑云母片麻岩。后者是黑灰色细粒的块状岩石。根据列别金斯基专家的意见,认为桑干系片麻岩是由于红色花岗岩、细晶花岗岩及伟晶岩等岩脉的贯入而产生的注入片麻岩与混合岩。此外,桑干片麻岩还被一些具有环状节理的辉绿岩及棕色玢岩岩墙所穿插。

震旦系石灰岩仅在个别地方出露,例如南山山麓大王村附近有淡紫色石灰岩,并沿几组节理破裂成碎块,分布在山前地带。

寒武系石灰岩在南山广泛出露,有竹叶状灰岩,鲕状灰岩,因岩性较纯可见溶蚀现象。岩层产状或近于水平或向东南倾斜,构成阶梯状的平顶山地。

二叠系及其以后的陆相地层,主要分布在本区以南的浑源盆地和大同西部的口泉及十里河一带,为含丰富煤系的砂页岩。本文所述地区并未出露。

盆地中心的平原部分主要由新生代地层组成。出露最广的是泥河湾期的湖相沉积,周口店期的红色土及砂砾层,以及马兰期的黄土。这些沉积物绝大部分按着时代顺序填充在盆地中及其周围的山坡上。只有个别地方因断层错动而将地层之正常顺序扰乱。

泥河湾湖相沉积,主要岩性为粉砂粘土,并夹有薄层细砂,在桑干河北岸于家寨的剖面中还夹有一层棕黑色泥炭土。粉砂粘土为灰白色和灰绿色,其中有几个化石层。化石以淡水生的软体动物为主,以个体很小的平卷螺最为普遍,此外,还有大河蚌之类的化石。化石层的出现与火山灰的沉积有密切关系,因为在湖相粘土中夹有数层火山灰和凝灰岩。而化石层几乎均位于火山灰层下部的层位中,这种现象恐与当时湖水温度急剧上升有关,湖中生物因灼热而大量死亡,因而堆积成化石层。湖相粉砂粘土的产状皆近似水平,有些地方水平层理极为清晰,仅在断层错动处水平层略受变动。

泥河湾湖相沉积被一层厚十几米的玄武岩流分隔为上下两部分,其下部一层厚度很大,可见厚度40多米,出露很广。而上层的厚度较小,同时变化很大,有些地方厚至十几米,有些仅厚几十厘米,甚至全部缺失。该层岩相变化很复杂,与其上部之红色土间常常没有明显界线,好像是由湖相逐渐过渡为河流沉积的。也有些地方在湖相沉积的顶部有清楚的侵蚀面与红色土截然分开。

周口店期红色土在本区分布也非常普遍,该层岩相变化很大,有些剖面中出露为红色亚粘土,但其中又夹有薄层之灰白色粘土,并有平卷螺化石,例如桑干河铁索桥南岸即有此现象。但大部分露头都表现为河相的砂砾层,主要分布在桑干河两岸。该层厚度变化不

定,与其上覆之黄土层之间有清楚的侵蚀面,以南坨子村西边出露的剖面最为明显。在红色土沉积时期亦有玄武岩流溢出夹于其中。但这层玄武岩流厚度较薄,而且变化极大,故有些剖面中不见玄武岩流。红色土及砂砾层底部有大量的钙质结核聚集,结核体积很大,有的长达10多厘米。

马兰期黄土在本区分布于丰稔山南坡及其山前平原中,此外在南山北麓出露也很多。黄土在山麓地带厚度很大,在北山河谷谷坡中出露最大,厚度为25 m左右,薄者为4~5 m,并在北山山麓地带构成了大型的坡积裙和洪积淤积平原。关于黄土之成因,根据它在本区所处之地貌单元及岩相、岩性等特点,认为是坡积的和洪积淤积的产物,因为在黄土剖面中夹有砂砾层,但黄土物质的原始来源可能与风力作用有关,因为在北山山顶及北坡的某些沟谷中有厚层黄土堆积,而在相邻的另一些沟谷中则几乎无黄土堆积。

2 本区新构造运动

前面已谈到燕山准地槽自中生代燕山运动之后,始终处于不稳定状态,新第三纪以来的地壳运动以垂直升降运动为主,特别是以差异性的断裂运动最为突出,并且还伴随有大规模的火山活动。它们两者之间是相互关联的统一过程。此外,新构造运动在地貌上遗留着非常明显的痕迹,尤以桑干河两岸和南山山麓地带表现得最为清楚。第四纪地层的变位与错动亦极普遍。

首先谈桑干河谷两岸。在河谷南岸西册田附近,可直接观察到与河谷平行的一条断层,走向 $N60^{\circ}E \sim N40^{\circ}E$,从南向北降落到桑干河谷中,断层证据即桑干河南岸第四纪地层重复出露(见大剖面图)。从图中可以看出断层发生在红色土沉积之后。红色土属周口店期,岩性是砂质粘土及砂砾层,砂砾层成大型透镜体或袋状构造,砾石磨圆度较高,砾石成分主要是石灰岩,次为火成岩及片麻岩,按其特征来看应是古桑干河的冲积物,分布很广,沿桑干河谷两岸阶地上到处可见。 $N60^{\circ}E$ 的断层恰好切断了红色土及其以下的地层,断距约12 m,倾向北西,倾角很陡,近于 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$,是一个正断层。

另外,根据电测结果得知,与该断层平行的还有一条,紧临桑干河边(见大剖面图),桑干河谷即沿这一断层和北岸的一条断层之间的陷落地带形成的,可能是一个小型地堑。河谷两岸的岩性为玄武岩,构成陡壁。

桑干河北岸临河床部分,根据钻探结果证明也有一条断层平行于河谷。上述这几组断层走向基本是东北-西南向的,并且与桑干河谷大致平行。

在桑干河北岸还有两组与河谷斜交的断层。其中有一组走向为西北-东南,位于谭头村东南的一条小冲沟中。另一组断层走向为 $N20^{\circ}E$,位于铁索桥到鹅毛村之间,最清楚的有两条,其中一条为正断层,位于鹅毛村东北桑干河岸弯曲处,断距约3~4 m,断层将河岸上的红色土、玄武岩及湖相粘土全部错断。另一条是逆断层,断距与前者近似(图2)。还有几条不甚清楚之断层,它们之间的水平距离只相隔200~500 m。

上述诸断层的时代,按其切断中更新世的红色看来,可肯定为晚更新世马兰期。断层走向可分为两类,即西北-东南和东北-西南,这与该区的老构造线和新的大断裂线基本上是一致的。

再据桑干河谷横剖面的特征以及两岸出露的地层情况也可以看出新构造运动影响。例