冀西北第四纪冰期冰缘期划分及塔拉囫囵组的建立

闫永福
(河北地勘局区调所 廊坊 065000)

提 要 对冀西北坝上地区首次发现的冰川遗迹、冰缘现象进行了描述。对中更新世以来的冰期、冰缘期进行了划分,分别命名为塔拉囫囵冰期、刘家营冰缘期,前者可与庐山冰期对比,后者相当于晚大理亚冰期。传统观点认为,晚更新世晚期中国北方属干燥寒冷气候,但对本区冰缘现象研究后发现,此期曾出现过湿冷阶段。还建立了新的岩石地层单位——塔拉囫囵组,位于赤城组之上马兰组之下,属中更新世晚期。

关键词 塔拉囫囵冰期 刘家营冰缘期 塔拉囫囵组 冀西北

近年来1∶5万大囫囵测区区调工作中,在冀西北坝上地区发现了第四纪冰川遗迹和大量冰缘现象,为研究该区更新世以来气候变化、古地理变迁及第四系划分提供了有力的佐证。

1 第四纪冰川遗迹特征

本区冰川遗迹的类型为冰川终碛堤堆积与冰水堆积,其它冰蚀地貌类型则不甚典型。冰碛物及其地貌见于张北县察北牧场塔拉囫囵村一带(图1),处于山间盆地中部,四周为全新统冲积物,地势平坦开阔,距基岩出露区最近处约6 km,基岩区为高30～100 m的低缓丘陵。

1.1 终碛堤堆积

终碛堤堆积物以高出地表近10 m的3个缓丘断续出露,长约1.6 km,总体呈向北西方向凸出的垄状弧形。3个缓丘上大口井、采石坑洞、土豆窖密布,露头良好。经观察岩性为灰白—灰黄色岩块、砾、砂及亚粘土混杂堆积。在南部塔拉囫囵一带岩块岩性为石英粗面质含角砾凝灰岩,在北侧后塔拉囫囵一带为流纹质晶屑凝灰岩。岩块、砾石以次棱角状为主,次为棱角状,分布排列杂乱无章。砾石直径多为5～60 cm,大的岩块即漂砾可达数米。砾石间均为砂及亚粘土。砾石形态与中国西部冰川沉积物特征相同[1]。砾石表面多被钙质膜包裹,在少数砾石上还可见到擦痕及碾磨压坑。石英砂表面标志反映着最后一次运动过程,通过扫描电镜观察发现,石英砂表面具有明显的冰川擦痕和冰川刻蚀槽坑(图版Ⅰ—1～3)。将其表面结构与石英砂表面结构模式图集[2]相对照,证明属冰川成因。对3个大口井的观察发现,终碛堤堆积物厚度大于15 m。在冰碛物顶部部分地段覆盖有马兰黄土,厚10～30 cm。

1.2 冰水堆积

除终碛堤上有少量冰水堆积物外,其余主要分布在终碛堤北侧,厚度大于1.5 m。上部近

本文于1996年1月25日收到。

作者简介:闫永福,男,1962年生,工程师,1981年毕业于郑州地质学校,从事1∶5万区域地质调查工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

地表处岩性为浅黄色含砾砂层。砾石成分为石英粗面质含角砾凝灰岩，大小为 0.5～3 cm，次棱角状，含量 20%～30%，表面多见有钙质膜，分布不均匀；砂质成分主要为石英、长石、岩屑，粒度 0.5～2 mm，含量 60%～70%；粘土含量约 10%，具有层理。下部为灰－灰白色含砾砂层，特征与上部相同。冰水堆积物中层理发育较差，之下基岩为粗面岩。

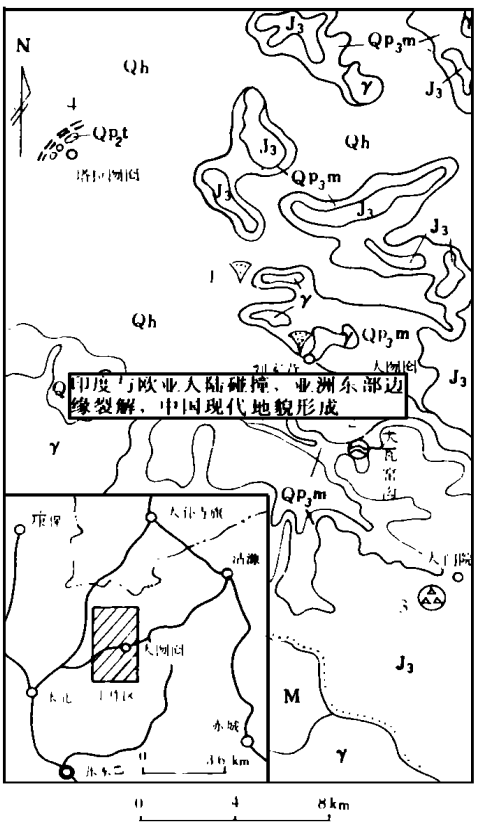

图 1 研究区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the study area

Qh－全新统；Qp_3m－上更新统马兰组；Qp_2t－中更新统塔拉圙圙组；J_3－上侏罗统；M－变质岩；γ－花岗岩；1－古冰楔、古砂楔；2－融冻褶皱；3－石海；4－冰川终碛堤

2 冰缘地貌类型

(1)石海 主要分布在坝沿一带海拔 1 900 m 左右的平缓山脊上。张北县大圙圙镇大门院南西 1 600 m 处及老爷庙沟南闫片山一带发育最好。融冻岩块大小在 15～70 cm 之间，闫片山一带可达 2～3 m，呈次棱角状。一般高出地表 20～40 cm，呈直径 2.5～6 m 圆形或近圆形凸起，成片分布构成石海，面积可达数百平方米至上万平方米。岩块大小与母岩成分有关，母岩为流纹岩者岩块相对较小，母岩为正长斑岩者岩块较大。

(2)融冻褶皱 形成于多年冻土上限附近，常见于粘土与砂、粉砂互层的地层中。区内发育较好的地点有两处，分别位于张北县大圙圙镇大瓦窑沟冲沟西壁与高家沟冲沟西壁Ⅲ级阶地上。大瓦窑沟融冻褶皱(图 2)剖面自上而下岩性为：1－褐色砂砾石层。砾石成分主要为火山岩，呈次棱角状、棱角状，大小为 0.2～4 cm，分选较差，含量 60%；砂以岩屑为主，次为石英等，含量 40%，层理不发育，为洪积成因，与下状岩层为侵蚀关系。厚度大于 1.5 m。2－灰白色、浅黄色砂层、粉砂层夹亚粘土层。砂质成分以石英、长石为主，次棱角－次圆状，含量 90%以上。单层厚 3～8 cm，层理发育，融冻褶皱发育。砂层呈袋状倒转，褶皱形态如波浪状。厚 1.2 cm。下伏岩性仍为砂层粉砂层，无融冻褶皱，层理近水平状，未见底。在相邻冲沟同层位地层中取热释光年龄样，测定结果为 9.03 万年[?]。可见融冻褶皱发育在晚更新世地层中。

(3)古冰楔 是在冰楔发展演化过程中被风成砂逐渐充填而形成的“冰楔假形”，见于张北县大圙圙镇刘家营村小学西 50 m 采土坑东壁及疙瘩村等地。刘家营古冰楔(图 3)剖面上呈

[?] 中国社会科学院考古研究所测定。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

楔形,上部宽 1.1 m,延深 1.4 m 后尖灭,尖灭端向下裂隙发育呈胡须状。围岩的花岗岩风化壳,顶部被坡风积物亚砂土(厚约 80 cm)覆盖。充填物分层明显,具有大致平行楔体与围岩界线的"假层理"现象。分层描述如下:

1 层为风成砂土。砂粒以石英为主,长石次之,含量 90%,粒度 0.2～2 mm,呈浑圆状。含少量围岩碎块,粘土占 10%。细分为两小层,边部为土黄色,向里为粉土黄色,二者厚度相近(共厚 6 cm),为两次充填而成。

2 层为粘质砂土,黄、土黄、灰黄、灰白等色相间,砂占 60%,粘土占 40%。砂粒成分为石英、长石及少量岩屑。共厚 15 cm。进一步细分最少可分为 7 层,说明至少由 7 次充填形成,其中有 2～4 mm 宽的红色亚粘土填入。

3 层(与 6 层为同一层)为浅褐黄色砂土,砂粒为石英、长石,呈浑圆状,占 90%以上,余为粘土,偶含围岩砾石,厚 5～6 cm。

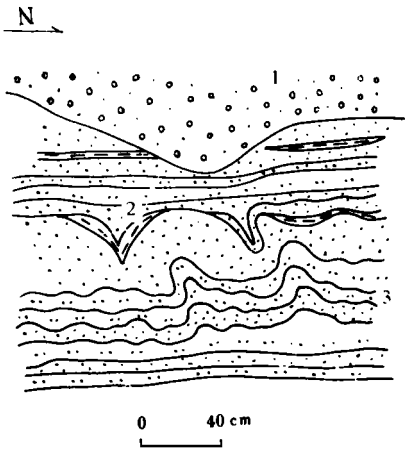

图 2　融冻褶皱素描图

Fig. 2　Sketch of thawed folds

1—砂砾石;2—砂、粉砂夹亚粘土;3—融冻褶皱

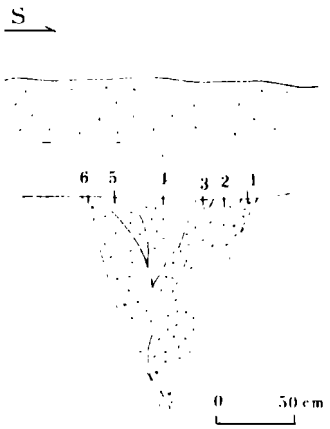

图 3　古冰楔素描图

Fig. 3　Sketch of a fossil ice wedge

4 层为土黄色砂土,皆由砂、粉砂组成,粒度大于 0.2 mm 者占 70%,主要成分为石英、长石,呈浑圆状。上宽 38 cm,向下呈楔状尖灭。

5 层为褐色砂土,砂粒成分为石英、长石,含量占 85%,呈浑圆状,其余为粘土。上宽 25 cm,向下呈楔状尖灭。

对石英砂进行扫描电镜分析,发现颗粒磨圆度极好,为浑圆状,颗粒表面布满麻点,呈毛玻璃状,并且有碟形撞击坑,颗粒表面多见弧形和多角形裂痕(图版 Ⅰ—4)。可见组成古冰楔的砂为风成砂。

古冰楔是在湿冷气候条件下形成的。开始时冻结作用使地表土体膨胀,在收缩应力作用下形成裂隙,水充填其中并冻结成冰脉;夏季近围岩的冰先融化,在冰脉的两侧或一侧形成裂隙,随之风成砂充填于新成裂隙中;寒冬时冰脉再次冻结,在横向上扩张挤压已充填的风成砂

(C)1994-2025 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

使之定向排列。随着夏冬交替,上述过程重复进行,使得冰脉两侧的砂逐渐压实形成与围岩接触面平行的“假层理”现象,风成砂最后将其填满。每年夏冬的气候变化不尽相同,故每次充填的风成砂成分、颜色及数量等均有所不同,由此构成不同的“层”。由本楔体中风成砂层数看,楔体的形成至少经历了 10 年。在此楔中取热释光年龄样,测定结果为 1.81 万年?,说明此楔形成于晚更新世末期。

(4)古砂楔 区内多处可见。在上述古冰楔南约 10 m 处发育的古砂楔,剖面上呈楔状,上口宽 60～80 cm,深 1.5～2 m。楔状体与围岩花岗岩风化壳界线清楚,顶部被坡风积物覆盖,楔内无“假层理”现象。成分全为褐灰黄色风成砂土。砂粒以石英为主,粒径 0.1～1.5 mm,呈浑圆状。古砂楔是在无水(冰)作用下形成的,反映当时是一种干冷型的气候环境。

3 冰期、冰缘期划分

3.1 冰期划分

冰期划分主要依据冰川(水)堆积物所在层位、风化程度、古生物、同位素年龄等来确定。据此本区的冰期命名为塔拉囡囵冰期,以塔拉囡囵一带分布的冰川、冰水堆积物为代表。该冰碛物中砾石坚硬无风化,说明其形成时代较新。堆积物为灰白、灰黄色,反映为寒冷气候下的产物,未经过中更新世中期的湿热气候。在冰碛物中取热释光样,测定结果为 14.23 万年?,时代属中更新世晚期。在冰水堆积物中取孢粉样,鉴定结果?:花粉中木本占 30.7%,草本 67.1%;孢子占 2.2%。木本以 *Pinus*(松)72.7%、*Cupressus*(柏)14.5%为主,次为 *Betula*(桦)、*Picea*(云杉)等; 草本为 *Artemisia*(蒿)40%、*Polygonum*(藜)36.7%、Gramineae(禾木科)15.8%及 *Cyperus*(莎草)、*Ephedra*(麻黄)等;孢子为 *Selaginella*(卷 柏)、*Bryales*(苔藓)。孢粉组合属森林草原型,反映寒冷较干燥的气候环境。

气候的冷暖影响着海平面的升降,海平面的变化又反演了气温的波动。中国沿海地区 70 万年来已发现有 9 次高海面时期,年代距今分别为 0.7、3～4、6、10.9～11.4、19.8～21.5、29.3～31.1、50～70 万年[3]。本区 14.23 万年时恰为低海面时期,当属寒冷气候。

塔拉囡囵冰期可与阿尔卑斯山的里斯(Riss)冰期和中国的庐山冰期(形成时代为 20～10 万年[4])及北京西山碧云寺冰期对比[5]。冀北尚无此冰期冰碛物等的报道。围场县二道岔、锥子山等地[6]曾发现有冰川堆积物及冰蚀地貌,但堆积物为一套紫红色冰碛泥砾层,显然经过了中更新世中期的湿热化,故其形成时间应早于中更新世中期,当属大姑冰期的产物。

3.2 冰缘期划分

第四纪冰缘期的划分主要根据冰缘堆积物所在层位、冰缘现象寄生的层位、冰缘堆积物同位素年龄、冰缘现象发育的地貌部位和形成过程等确定。本区第四纪冰缘期命名为刘家营冰缘期,以区内石海、融冻褶皱、古冰楔、古砂楔等冰缘现象为代表。据冰缘现象寄生的层位及本身测年结果,此冰缘期为晚更新世末期,进一步可细分为早期与晚期。

众所周知,晚更新世晚期全球进入了末次冰期——雨木(Würm)冰期,国内称大理冰期,

? 国家地震局地质研究所测定。
? 中国社会科学院考古研究所测定。
? 地矿部天津地质矿产研究所罗宝信研究员鉴定。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

此期中国东部地区主要表现为冰缘区。大理冰期细分为早、晚两个亚冰期,夹一亚间冰期,早亚冰期为 3.5～7 万年,晚亚冰期约 2.5～1 万年,相对应的海平面变化为黄海海退和东海海退。晚大理亚冰期与雨木Ⅲ、Ⅳ亚冰期时间大致相当,雨木Ⅲ、Ⅳ以 1.65 万年分界[7],刘家营冰缘期时间上与晚大理亚冰期相同。

刘家营冰缘早期以刘家营村西古冰楔为代表,形成时间为 1.81 万年,与雨木Ⅲ亚冰期相当,大致属于盛冰期时代。刘家营冰缘晚期以刘家营村西古砂楔为代表,时间上与雨木Ⅳ亚冰期相当,为 1.65～1 万年。对在涿鹿县吉家营所取与冰缘现象有关的同一件标本中不同成分进行^{14}C 测年,结果淤泥中有机成分为(10 720±150) a,贝壳(10 660±300) a,无机成分(18 710±500) a[8]。总体上看应在 1.65～1 万年间,可以代表刘家营冰缘晚期的形成时间。

刘家营冰缘期由早期到晚期气候有较明显的变化,即由湿冷变为干冷,体现在冰缘类型上则由古冰楔变为古砂楔。原苏联学者 М.П.格里丘克在《论苏联境内冰缘区之植被》一文中指出:在冰期前半期为冷湿时期,后半期为干冷时期,前半期时冰缘地区出现一些喜湿的植物如阴地蕨、卷柏等,而至后半期则出现一些喜干的植物如麻黄与单子麻黄等[9]。对盛冰期(距今 2.2～1.5 万年之间最寒冷时期,1.8 万年之前为其高峰)前后的研究发现,盛冰期以前为湿润气候,1.8 万年延至 1.4(甚至 1.3)万年间为干旱气候,在此干旱期,扎伊尔流域及亚马逊流域雨林缩小 20%～30%,东非一些湖泊如维多利亚湖等失去了外流性质[10]。由此可见,刘家营冰缘期的气候变化与世界范围内的气候变化是协调一致的。传统观点认为中国北方晚更新世晚期为干燥寒冷的气候环境,本区的工作成果证明该时期内气候有湿冷阶段的存在。

在冀西北阳原县虎头梁[11]、涿鹿县吉家营[8]、怀来县朱官屯? 等地区发现的冰缘现象应为刘家营冰缘期的产物。刘家营冰缘期区域上可与东北晚顾乡屯冰缘期[12]对比,与内蒙古萨拉乌苏冰缘期[12]及北京西山百花山冰期[5]的后半期相当。

4　塔拉囫囵组的建立

冀西北第四纪地层已建立的组级单位有泥河湾组、赤城组和马兰组。泥可湾组分布于阳原—涿鹿一带,为一套河湖相沉积,时代属早更新世。赤城组分布于山麓地段的沟谷两侧和河流两岸的Ⅱ、Ⅲ级阶地上,主要由冲洪积、坡洪积的浅红、红黄、浅棕红色含钙质结核的亚粘土及粉砂质粘土砾石层组成,本区曾取得 29.20 万年的热释光年龄? ,时代属中更新世中期。马兰组分布于山麓及河谷两侧阶地上,由冲洪积及风积成因的黄土、次生黄土夹砂、砾石组成,在本区曾取得 9.03 万年的热释光年龄,时代属晚更新世。

本区塔拉囫囵一带出露的冰碛物冰水堆积物具有特殊的岩性、岩相及形成环境,故有必要建立新的组级岩石地层单位——塔拉囫囵组:定义为位于赤城组浅红色、红黄色堆积物之上、马兰组黄色、浅黄色堆积物之下,由里斯(庐山)冰期冰川及冰水作用形成的一套灰、灰白、灰黄色冰碛物、冰水堆积物。以塔拉囫囵一带出露的冰碛物冰水堆积物为代表,时代属中更新世晚期,其特征如前文所述。冰期、冰缘期及地层划分对比见表 1。

野外工作先后得到李龙吟副教授、陈兆棉高级工程师的指导,成文过程中承蒙陈兆棉高级

? 河北地质学院,1995,1∶5 万新保安幅最终报告验收会议资料。
? 中国社会科学院考古研究所测定。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

表 1 冰期冰缘期及地层划分对比表

Table 1 Classification and correlation of glacial stages and epiglacial stages

时代	距今时间(万年)	阿尔卑斯山		中 国		北京西山孙殿卿(1976)	本 文		河北省地质志(1989)	本 文
全新世	1.0	冰后期		冰后期		冰后期	冰后期		全新统	全新统
晚更新世	1.65	雨木冰期	雨木Ⅳ	大理冰期	晚大理亚冰期	百花山冰期	刘家营冰缘期	晚期	马兰组	马兰组
	2.5		雨木Ⅲ					早期		
	2.6		亚间冰期		间亚冰期		塔拉囫囵—刘家营间冰期			
	2.9		雨木Ⅱ							
	3.5		亚间冰期		早大理冰期					
	4.4		雨木Ⅰ							
	7.0									
	12.5	里斯—雨木间冰期		庐山—大理间冰期		马兰间冰期				
中更新世		里斯冰期		庐山冰期		碧云寺冰期	塔拉囫囵冰期		赤城组	塔拉囫囵组
	73	民德—里斯间冰期		大姑—庐山间冰期		周口店间冰期	间冰期			赤城组

工程师和夏国礼副总工程师提出宝贵意见，插图由马亚萍同志清绘，参加野外工作的有张振利、李广栋、孟宪锋、张映源等同志，在此一并致谢。

参 考 文 献

1 马正海.我国西部冰川沉积物特征简述.见:中国科学院兰州冰川冻土研究所编辑.中国地理学会冰川冻土学术会议论文选集.北京:科学出版社,1982,107～115.

2 王颖,[加]B.迪纳瑞尔.石英砂表面结构模式图集.北京:科学出版社,1985,5～9.

3 杨怀仁,陈西庆.中国晚第四纪古环境的特征及其影响因素.见:中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会、江苏省地质学会合编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第五集.北京:地质出版社,1988,14～21.

4 周慕林等.中国地层 14,中国的第四系.北京:地质出版社,1988,17.

5 杜恒俭,陈华慧,曹伯勋主编.地貌学及第四纪地质学.北京:地质出版社,1981,332.

6 王彦春,蔡开运.河北省北部围场地区第四纪冰川遗迹.见:中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会主编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第一集.北京:地质出版社,1984,251～255.

7 耿秀山.中国东部第四纪沉积相、气候—海面变化与古地理.见:中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会主编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第三集.北京:地质出版社,1987,23～38.

8 黄兴根.^{14}C 年龄.见:中国第四纪研究委员会、碳十四年代学组编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第四集,碳十四专集.北京:地质出版社,1987,3.

9 谢又予,金长茂.对大兴安岭第四纪古冰川问题的质疑.见:中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会主编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第一集.北京:地质出版社,1984,32～39.

10 杨怀仁,陈西庆.中国末次冰期的古气候.见:中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会、江苏省地质学会合编.第四纪冰川与第四纪地质论文集,第五集.北京:地质出版社,1988,22～40.

11 袁振新.阳原县虎头梁冰缘融冻褶皱的发现和意义.见:卫奇,谢飞编.泥河湾研究论文选编.北京:文物出版社,1989.

12 李容全.中国北方冰缘与分期.第四纪研究,1990,(2):125～135.

(下转第 258 页)

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

HOLOCENE STRATA OF THE QINGSHUI RIVER VALLEY AT TONGXIN COUNTY, NINGXIA

Li Tianbin

(*Institute of Geology and Mineral Exploration, Ningxia Bureau of Geology and Mineral Resources, Yinchuan, Ningxia*)

Abstract A Holocene impact layer is widely developed in the Qingshui River basin, Ningxia, forming terraces II—III. It is mainly represented by a layer of silty soil and sandy loam with gravels. It contains abundant sporopollen, tolalling more than 90 genera and species. From below upward three sporopollen assemblages have been established. Regional correlation indicates that chronostratigraphically it is equivalent to the Lower, Middle and Upper Holocene. The paleoclimate went through the evolution from cold and dry through warm and slightly dry to dry.

Key words: Ningxia, Qingshui River, Holocene strata, sporopollen assemblage

(上接第 244 页)

DETERMINATION OF THE GLACIAL STAGE AND EPIGLACIAL STAGE AND ESTABLISHMENT OF THE TALAHULUN FORMATION IN NORTHWESTERN HEBEI

Yan Yongfu

(*Institute of Regional Geological Survey, Hebei Bureau of Geological Exploration, Langfang, Hebei*)

Abstract This paper describes glacial remains and the epiglacial phenomenon found for the first time in the Bashang area of northwestern Hebei. The glacial stage and epiglacial stage since the Middle Pleistocene have been determined and named the Talahulun glacial stage and Liujiaying epiglacial stage. The former may be correlated with the Lushan glacial stage, while the latter is equivalent to the late Dali'an glacial substage. The traditional view advocates that in the late Late Pleistocene, the climate in northern China was dry and cold, but a study of the epiglacial phenomenon indicates that there appeared a very humid-cold stage in the late Late Pleistocene. The author has established a new lithostratigraphic unit—the Talahulun Formation, which is located above the Chicheng Formation and below the Malan Formation and whose age is late Middle Pleistocene.

Key words: Talahulun glacial stage, Liujiaying epiglaical stage, Talahulun Formation, northwestern Hebei

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www