

·问题讨论·

四川彭州葛仙山巨型冰川漂砾的发现及意义

韩同林 劳 雄

(中国地质科学院地质研究所 北京 100037)

陈尚平

郭克毅

(中国地质科学院 北京 100037) (中国地质博物馆 北京 100812)

周自隆

彭德林

(中国地质科学院成都地矿所 成都 610081) (四川石油地质局石油地质研究院 成都 610000)

提 要 四川彭州市葛仙山巨型冰川漂砾距四川盆地边缘地带约 3~4 km, 规模巨大(约 6 km × 2.5 km × 0.3 km), 是目前世界上发现的罕见巨型冰川漂砾。现有资料研究结果表明, 葛仙山巨型漂砾是早更新世青藏大冰盖冰流的搬运作用所形成的。是青藏大冰盖存在的有力证据之一, 也是全球泛大冰盖形成的重要历史见证。同时对众多相关边缘学科的重大基础理论问题的研究, 提供了新的思路、途径和方法。

关键词 四川彭州市葛仙山 巨型冰川漂砾 青藏大冰盖 飞来峰

中图分类号 P534.63

四川彭州市葛仙山巨型冰川漂砾, 最早确定为大型推覆构造作用形成的“飞来峰”^[1], 半个多世纪以来一直被国内外研究者普遍接受。在未发现其他新的证据之前, 见到大面积老地层覆盖在新地层之上, 就以推覆构造作用形成的“飞来峰”进行解释, 也是无可非议的^[2,3]。

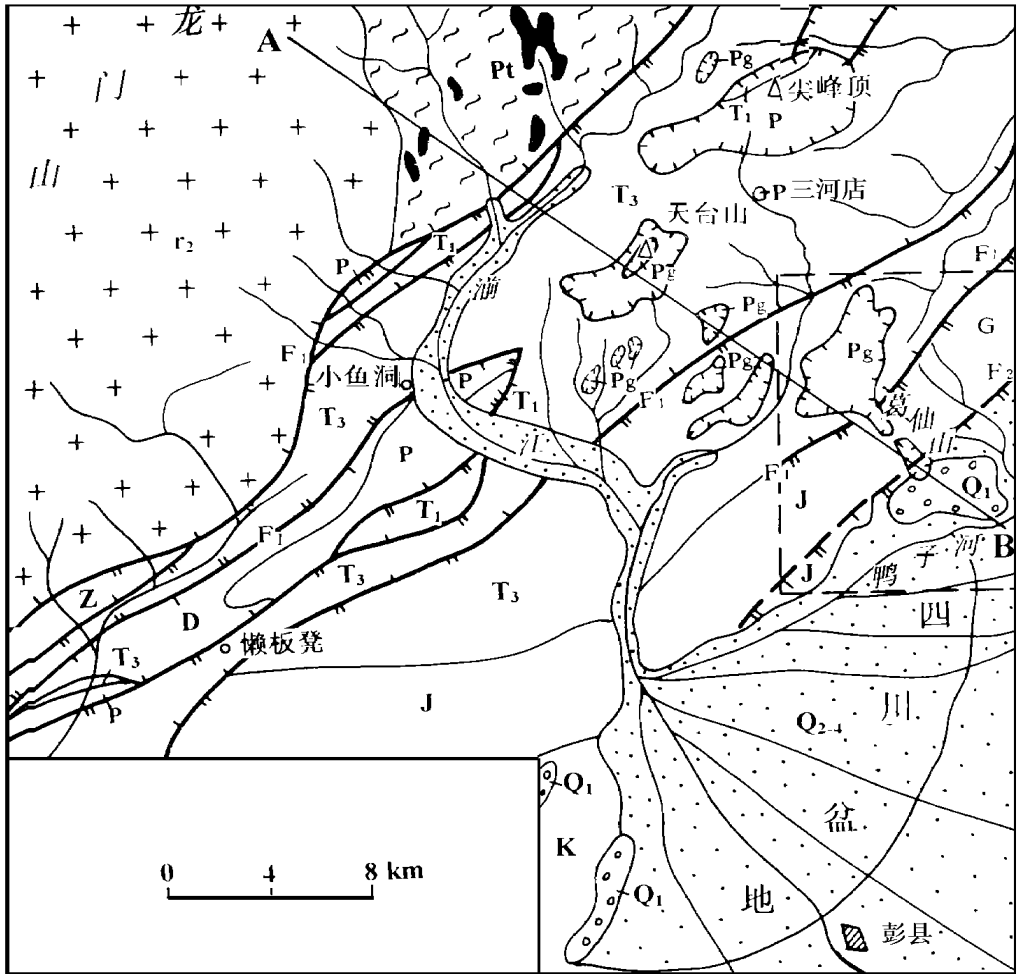
1992 年, 何银武首先发现和报道了葛仙山“飞来峰”滑覆到第四纪早更新世砂砾层之上^[4], 并认为是发生在第四纪早期的“飞来峰”。作者于 1993 年开始, 曾先后 4 次前往该区进行野外考察, 在前人工作的基础上又发现许多新的证据。这些证据充分说明葛仙山巨型漂砾与推覆构造作用没有成因上的联系, 而是青藏大冰盖冰流的搬运和堆积作用产生的^[5]。所谓的“小鱼洞—懒板凳、飞来峰”(长 0.8~12 km), 从沉积相、古生物组合及两侧边界断裂性质等, 也说明它不是“飞来峰”, 而是由“后冲断裂”形成的复杂背斜构造体。

1 区域地质构造概况

葛仙山巨型漂砾分布区属于龙门山复杂构造带的一部分。三叠纪、侏罗纪地层广泛发育, 上古生代地层分布局限。以元古代花岗岩、变质岩和基性岩等组成的“彭(县)、灌(县)杂岩

本文于 1998 年 2 月 15 日收到。

(作者简介: 韩同林, 男, 1937 年生, 研究员, 1963 年毕业于广州中山大学地质系, 从事区域地质和第四纪地质研究工作。http://www.igc.cma.gov.cn)



A 龙门山

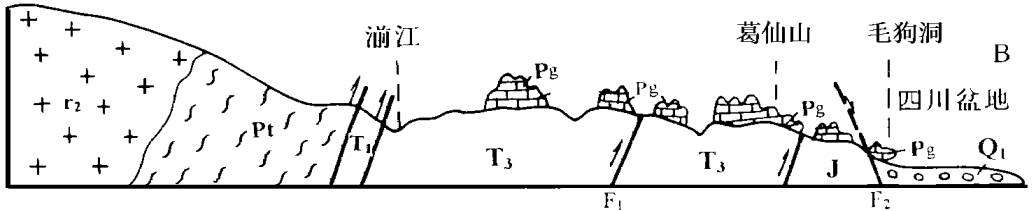


图 1 四川彭州葛仙山地区地质构造略图(据 1:20 万灌县幅资料编制)

Fig. 1 Schematic map showing the regional geological structure of the Gexianshan area, Pengzhou City, Sichuan

Q₂₋₄—中更新世—全新世冲积、洪积; Q₁—早更新世冰碛、冰水砂砾堆积; Pg—二叠纪巨型漂砾; K—白垩系;

J—侏罗系; T₃—上三叠统; T₁—下三叠统; P—二叠系; C—石炭系; D—泥盆系; Z—震旦系; Pt—元古代

变质岩及基性岩; γ₂—花岗岩; F₁—逆冲断层; F₂—推测正断层; G—研究区范围; AB—剖面位置

体”,主要分布于龙门山主脊线附近。区域褶皱和断裂构造发育,走向多呈北东向(图 1)。

第四系在龙门山区主要分布于河谷及两侧阶地上。早期以冰碛、冰水砂砾堆积为主,晚期多发育冲洪积、坡积、滑塌堆积等。第四纪断层发育较少,以正断层为主及少量冰川形成的近水平滑动面和表皮构造等。区内巨型冰川漂砾分布广泛,是龙门山地区分布最集中地带。除大量分布于三叠、侏罗纪地层区外,在龙门山主脊线附近的“彭、灌杂岩体”之上也见有少量分布²。据初步统计结果,区内在近 100 km² 范围内,巨型漂砾大小共有 11 个,最大的长度可达 9 km,宽 4 km,厚 300~500 m(尖峰顶)。最小的不过 10 余米(三河店)。尽管漂砾大小悬殊很大,但它们具有许多共同特征。如在空间分布上基本呈“顶盖状”分布于河流或沟谷的源头,构成高海拔的山峰;组成漂砾的岩石主要为浅色的角砾状结晶灰岩和压碎状灰岩(图版 I-6),与下伏基岩的岩性完全不同;岩溶地貌均十分发育等。

2 巨型漂砾及下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积物的特征

2.1 巨型漂砾的特征(图版 I-1~3)

葛仙山巨型漂砾,是目前发现距四川盆地边界最近、分布海拔高度最低和唯一下覆于冰碛、冰水砂砾堆积层之上,本身又为冰碛、冰水砂砾堆积层所覆盖的巨型漂砾,也是目前调查研究比较详细的漂砾。现将巨型漂砾的特征分述如下:

(1)空间展布:葛仙山巨型漂砾,其主体部分距四川盆地边界约 3~4 km,但次要部分沿古 U 型谷已伸入盆地之中(图 2、3)。顶面分布海拔高度在 800~1 500 m,底面海拔高度在 700~1 300 m 左右。总体上呈自西向东和自西北向南东方向逐渐降低趋势。底面产状均自周边向里倾斜,倾角平缓,约 10~20°。

(2)形态及规模:巨型漂砾平面形态酷似向西北方向高举的一把“火炬”(图 2)。柄由 3 节组成,位于葛仙山一毛狗洞一带。宽约 1 km,长约 4 km,厚约 100~200 m。“火炬”位于丁家湾、塘坝子一带,边界呈波状弯曲,长约 6 km,宽约 2~2.5 km,厚约 200~300 m。据初步计算,巨型漂砾总面积约 18 km²,总重量超过 120 亿吨。

(3)岩石结构、构造及时代:组成巨型漂砾的岩石主要由浅灰—灰白色角砾状灰岩和压碎状灰岩组成,其时代为二叠纪。局部可见少量黑色炭质页岩分布。角砾状灰岩的角砾主要为结晶灰岩、生物碎屑灰岩,胶结物多为结晶粗大的方解石,呈充填式或接触式胶结。压碎状灰岩是在角砾状灰岩基础上经再次压碎作用所产生的,多分布于巨型漂砾底部,角砾大小悬殊,一般在 0.5~15 cm 以上。

(4)巨型漂砾与下伏地层的接触关系大致可分为两种情况:①直接下伏于三叠纪或侏罗纪砂页岩含煤地层之上。表面上看似呈“断层”接触,底面擦痕十分发育,但未见有关动、热变质矿物产生。实际上是由于冰川的推挤作用与基岩摩擦所形成的冰川擦痕及冰川磨光面。因此,暂将这种接触关系称之为“冰川接触”(图版 I-2、3)。②漂砾下覆于第四纪冰碛或冰水砂砾堆积层之上,可形成“冰川接触”关系,有的地方则呈整合接触关系,即漂砾底面并不形成冰川擦痕(图版 II-3)。巨型漂砾与上覆地层接触关系仅见于毛狗洞之北及北寨门局部地段,冰碛及冰水砂砾堆积直接覆盖在巨型漂砾之上,呈冰川沉积接触关系。

(5)大量的资料研究结果表明,巨型漂砾与下伏三叠、侏罗纪地层中发育的褶皱、断裂构造

² 何银武,四川龙门山中的“飞来峰”,《地球》杂志,1991,第 24 页。

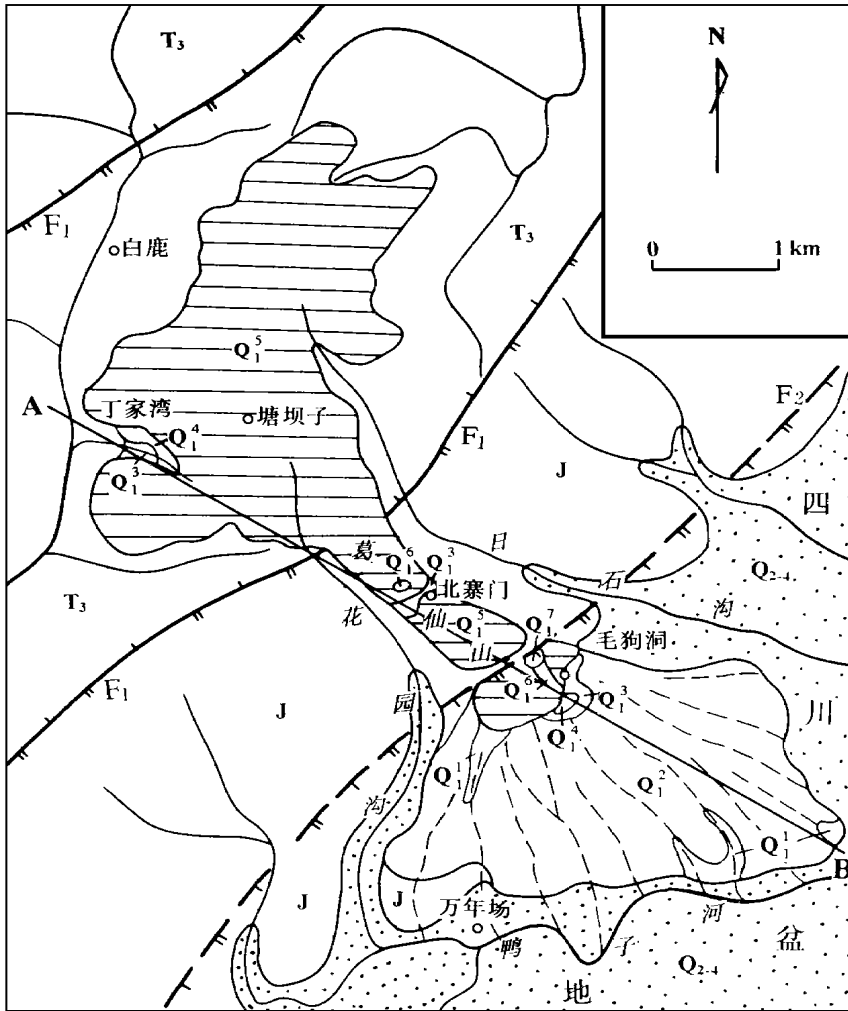


图 2 葛仙山巨型漂砾平面分布图

Fig. 2 Distribution of the Gexianshan huge glacial boulder

Q₂₋₄—冲洪积; Q₁¹、Q₁³、Q₁⁶—冰碛; Q₁²、Q₁⁴、Q₁⁷—冰水砂砾堆积; Q₁⁵—巨型漂砾;

J—侏罗系; T₃—上三叠统; F₁—逆断层; F₂—推测正断层; AB—剖面位置

均呈覆盖关系,即巨型漂砾形成于这些褶皱、断裂之后(图 1~3)。

(6)巨型漂砾在区域地形上呈最高峰,由于组成的岩石主要为破碎的灰岩,因此岩溶地貌十分发育,是其他灰岩所无法相比的。主要类型有峰林、溶洞、溶斗、天生桥、溶蚀洼地、落水洞、溶谷、溶孔等。而石钟乳、石笋、石柱很少发育,是否与冰水成因有关,需进一步研究。

2.2 下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积物的特征

葛仙山巨型漂砾的下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积,目前仅见于毛狗洞、北寨门和丁家湾一带(图 2,3),其中又以毛狗洞附近出露最多、最好、最全。依据沉积特征、岩性及层序等,暂将

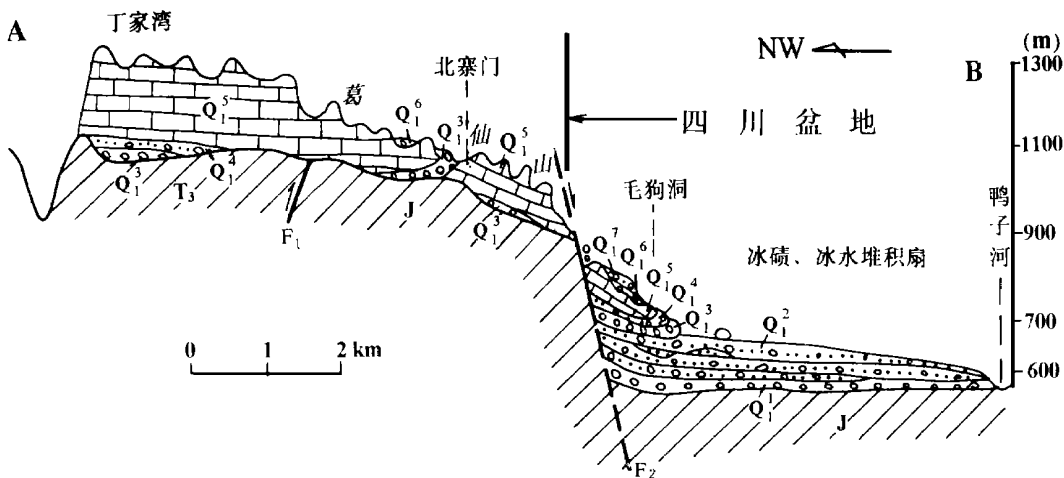


图3 丁家湾—毛狗洞—鸭子河一带示意剖面图

Fig. 3 Diagrammatic section of the Dingjiawan-Maogoudong-Yazihe area

Q_1^1, Q_1^3, Q_1^6 —冰碛; Q_1^2, Q_1^4, Q_1^7 —冰水砂砾堆积; Q_1^5 —巨型漂砾; J—侏罗系;

T_3 —上三叠统; F_1 —逆断层; F_2 —推测正断层; 剖面位置见图2之AB

本区冰碛、冰水砂砾堆积物划分为7层(包括巨型漂砾),自下而上各层的特征如下:

第1层(Q_1^1):为一套冰碛。主要分布于毛狗洞—鸭子河一带冰水扇体的底部,出露较少。近毛狗洞一带所见砾石成分主要为花岗岩、变质岩、基性岩、砂岩等。含少量磁铁矿砾石和含铁结核砾石等。砾石大小一般10~20 cm,最大者1 m左右,砾径自毛狗洞向鸭子河方向逐渐变小和变少。砾石圆度较好,无层理、分选差,泥质胶结为主。砾石常见典型冰碛石特征,如马鞍石、灯盏石、龟背石、箭簇石、楔形石和压坑石等。厚0~20 m。

第2层(Q_1^2):为一套冰水砂砾堆积层(图版II-1)。较集中分布于毛狗洞—鸭子河一带。是构成以毛狗洞为中心的冰水砂砾堆积扇体的主体。扇体长约5.5 km,宽约5 km,相对高约20~100 m。自毛狗洞向四周逐渐降低,它与冲洪积不同之处在于含有大漂砾及冰碛透镜体,并与冰碛层呈紧密接触关系。在垂直剖面上与冰碛之间相互交错,在纵向上与冰碛为突然沉积相变关系(图2,3)。砾石成分主要为花岗岩、变质岩、砂岩等,砾石大小一般10~30 cm,漂砾大小可达4.5 m(图版II-1,2),并且自毛狗洞向四周,砾石逐渐变小和变少。砾石圆度均较好,略具分选,局部见较明显叠瓦状排列特征。泥砂质胶结,常见冰碛和砂质透镜体(图版II-1)。厚约50 m。

第3层(Q_1^3):由冰碛、冰水沉积及冰川漂砾所组成(图版I-2,4,7,8,II-4),呈零星分布,主要见于毛狗洞、北寨门和丁家湾一带。由于它们均处于巨型漂砾之下并具有冰碛堆积特征,因此,暂将它们定为同一层位。含第四纪孢粉化石。砾石成分复杂,见有花岗岩(图版I-4,7)、基性岩(图版I-8)、变质岩、砾岩、角砾状结晶灰岩(即巨型漂砾成分)和砂岩等。砾径一般10~20 cm,3~4 m巨大漂砾也很常见。砾石磨圆度好坏并存。以泥质胶结为主,分选性极差(图版I-2,II-4)。常见砾石被压裂、压碎现象。在葛仙山南寨门公路剖面可见底部变

质岩砾岩明显“犁入”本冰碛层之中。在北寨门见巨型漂砾“犁入”本冰碛层之中,形成冰川作用特有的表皮构造。在毛狗洞附近还见本冰碛层间发育明显近水平滑动面(图版 II-4),其上的冰碛及冰水砂砾堆积层(Q_1^4)形成不十分明显的表皮构造。厚约 0~20 m。

第 4 层(Q_1^4):为冰水砂砾层(图版 II-3),出露有限,仅见于丁家湾及毛狗洞局部地段。砾石成分有花岗岩、基性岩、变质岩、灰岩等。砾径较小,一般 2~10 cm,最大可达 20~30 cm。磨圆度较好,略具分选,砂质胶结为主。厚 0~5 cm。

第 5 层(Q_1^5):巨型漂砾,其特征详见 2.1 节。

第 6 层(Q_1^6):冰碛及冰川漂砾层,仅在毛狗洞之北约 0.5 km 山坡上及北寨门有少量分布。覆盖于巨型漂砾之上,砾石成分复杂,主要有:花岗岩、基性岩(图版 I-5, II-7)、砂岩(图版 II-6)、砾岩(图版 II-8)和砾状灰岩等。砾径一般较大,0.2~0.5 m,最大者 2 m 以上,磨圆度较好或差。厚 0~3 m。

第 7 层(Q_1^7):冰水砂砾层(图版 II-5),仅见于毛狗洞之北约 0.5 km 山坡上。砾石成分主要为花岗岩、变质岩、砂岩、灰岩等,砾径一般 5~15 cm。磨圆度较好,略具分选,砂质胶结为主。厚约 0~5 m。

3 巨型漂砾及下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积的成因和形成时代

3.1 巨型漂砾的成因

在未发现葛仙山巨型漂砾下伏和上覆冰碛、冰水砂砾堆积物之前,依据老的二叠纪灰岩大面积覆盖在新的三叠、侏罗纪地层之上的特征,将其确定为大型推覆构造作用形成的“飞来峰”可以说是唯一比较合理的结论。但在发现“飞来峰”滑覆到第四系之上后情况就完全不同了。众所周知,在第四纪时期已形成山脉、河流等地貌景观,下伏巨大砾石的存在反映当时的地形、地貌反差相当大,与本区现今面貌基本类似。因此按照有关“飞来峰”形成的机理,这里已不存在形成“飞来峰”的起码条件,因此也就谈不上“飞来峰”的形成。

巨型漂砾下伏冰碛物中已含有巨型漂砾的成分——角砾状结晶灰岩,说明巨型漂砾已暴露地表,作为下伏冰碛物的物源区之一。同时其本身又为与下伏冰碛层具有同源的冰碛、冰水砂砾堆积物所覆盖(图 3)。在空间上,部分直接分布于 U 形谷之中(图 2)。形成在垂直剖面上与冰碛、冰水砂砾堆积相互交错,在纵向上与冰水堆积扇呈一种沉积相突变关系。是属于冰川作用过程中一系列堆积物的组成部分之一,即冰川作用的产物——巨型冰川漂砾。巨型漂砾形成的时代及搬运方向与性质,与青藏大冰盖基本一致,说明巨型漂砾应属于青藏大冰盖的冰流搬运和堆积作用的产物。

3.2 巨型漂砾下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积的成因

关于巨型漂砾下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积的成因,以往研究者曾将其确定为冲洪积或泥石流和滑塌堆积等。笔者详细地研究了这些堆积物的成分后发现,它们的形成与现今地形、地貌格局无任何成因上的联系。组成这些堆积物的砾石成分,如花岗岩、基性岩、变质岩等(图版 I-4, 5, 7, 8, II-2, 5, 6, 7, 8),与下伏基岩(三叠、侏罗纪砂页岩)完全不同,主要来自龙门山主脊线附近的“彭灌杂岩体”,搬运距离最少在 10 km 以上,具有“异地”或“远源”性质和特征。结合这些堆积物在结构上呈大小混杂堆积,无分选(冰碛)或分选差(冰水砂砾堆积);砾石中典型的冰碛石常见,如马鞍石、灯盏石、压坑石、龟背石、箭簇石、楔形石等;还形成冰川流有

力证据之一的表皮构造;在冰水砂砾堆积物中形成与冲洪积完全不同的巨大漂砾及冰碛透镜体;在垂直剖面上与冰碛相互交错,在纵向上与冰碛形成突然相变关系和紧密接触(图2、3),所有这些都说明它们应属于冰川搬运和堆积作用形成的冰碛和冰水砂砾堆积,而不是冲洪积或其他堆积。

3.3 形成时代

关于葛仙山巨型漂砾及其下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积物的形成时代,尽管目前还未取得有关直接证据,但是从区域上见其直接下覆于上新世地层之上,沉积物中含第四纪孢粉化石组合(北寨门),说明是在上新世之后形成的。在层位上普遍呈不整合直接下覆于各种基岩面上,处于第四纪各种堆积物的最低层位。说明是第四纪最早期的堆积物,与早更新世青藏大冰盖形成的冰碛、冰水砂砾堆积完全可以进行对比^[6]。因此将其形成时代确定为早更新世。

综上所述,依据巨型漂砾及其下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积的特征、物质来源、层序、结构、构造、空间展布及形成时代等,可大致恢复本区冰川演化历程。初步划分为6个主要发育阶段,包括3个较大冰进阶段(相当于堆积物 Q_1^1 、 Q_1^3 和 Q_1^5 、 Q_1^6 层)和3个冰退阶段(相当于堆积物 Q_1^2 、 Q_1^4 和 Q_1^7 层),其中第5阶段为最大冰进阶段,即本区巨型漂砾形成阶段,第6阶段为最大冰退阶段,即冰盖在本区最后退出阶段。大冰盖界线长期较稳定保持在龙门山主脊线附近,但冰盖周边的线状冰流有时可到达盆地之中(第1、3阶段)。最大冰进时冰盖界线自龙门山主脊线附近迅速向东南推进,直至接近盆地边缘地带,海拔高度不过数百米(图4)。

4 巨型漂砾发现的意义

青藏高原第四纪大陆冰盖自1989年首次提出后^[7~9],又经过1992—1996年多次实地考察,搜集到许多新的重要证据^[10~13],进一步证实了大冰盖的存在。但是,这些证据,基本上是在高原腹地,处于大冰盖的中心附近和南北边缘地带。对于大冰盖东部地区,因还未取得可靠证据,无法确定大冰盖到达的确切位置、范围及海拔高度等。葛仙山巨型漂砾的发现对确定大冰盖的存在、性质、规模,推断和认识全球泛大陆冰盖的形成,提供了十分有力的证据。

(1)由于巨型漂砾规模巨大,面积达 18 km^2 ,重量超过120亿吨,搬运距离在10 km以上,显然这是山谷、山麓冰川及冰帽是无法进行搬运的,而只有规模巨大的呈面状分布的大冰盖面状冰流和巨大的冰厚(约 $1\ 700\sim 3\ 000\text{ m}$)才有可能进行运载,无疑这是大冰盖确实存在的又一有力证据。

(2)巨型漂砾目前所处的位置距四川盆地边缘仅 $3\sim 4\text{ km}$,且部分已伸入盆地之中(图1、2、3、4),约北纬 31° ,东经 104° 左右,现今海拔高度(底面)不过千米左右。如果考虑到大冰盖消融后,地壳因发生均衡作用,隆升幅度以 400 m 计,则大冰盖形成时本区地形面的海拔高度不过 600 m 左右。结合青藏大冰盖在高原腹地及南北边界位置,充分说明大冰盖规模巨大,就像现代南极及格陵兰大冰盖一样,属于统一的大冰盖。表明在第四纪早期全球曾发生一次人类目前还尚未完全意识到的惊人的巨大的降温事件。必然对全球环境、气候演化及相关效应事件产生广泛、深刻的影响。

(3)巨型漂砾及其下伏、上覆冰碛、冰水砂砾堆积物的发现(图3),及所揭示的大冰盖冰川进退程,是探讨全球第四纪早期冰川气候和环境演化规律不可多得的重要证据。

(4)依据大的气候波动具有全球性变化的规律,巨型漂砾的发现所揭示的大冰盖的存在,

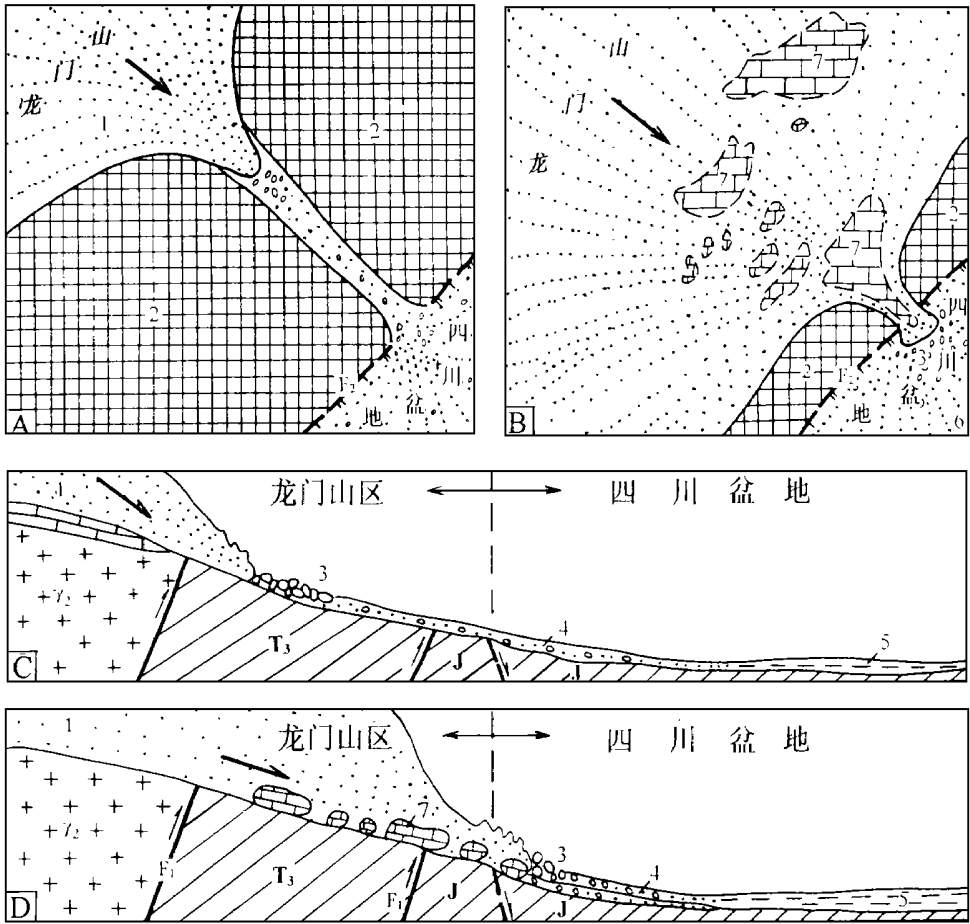


图4 四川彭州龙门山地区大冰盖冰川进退示意平面图(A,B)和剖面图(C,D)
 Fig. 4 Diagrammatic plan (A,B) and section (C,D) of the glacier fluctuation of the great ice sheet in the Longmen Mountain area, Pengzhou City, Sichuan

1-冰雪覆盖区;2-陆地;3-冰碛及冰川漂砾;4-冰水砂砾堆积;5-冰水湖相沉积;
 6-冰水堆积扇;7-巨型漂砾;8-冰川流动方向; γ_2 -“彭灌杂岩体”;J-侏罗系;
 T_3 -上三叠统;F₁-逆冲断层;F₂-推测正断层

显然不会是青藏高原独一无二的,与高原具有相当的纬度、相当的海拔高度和相似的地形、地貌条件等的地区,都有可能发育大冰盖。据此推算,全球大约有 2/3 的陆地为冰雪所覆盖,即形成全球泛冰盖。毫无疑问,全球泛冰盖的形成,必然对全球岩石圈、水圈、生物圈和大气圈产生广泛和深刻的影响。同时相关的环境和气候效应事件也会相伴随之发生(如戈壁、沙漠、黄土的形成),有关矿产资源随之形成(如砂金、盐类矿产等)。本文研究成果将为进一步研究这些问题以及众多相关边缘学科的有关重大传统理论问题(如人类起源、大冰期形成原因及大陆漂移和板块构造理论等)提供新思路、新途径和新方法。因此具有重大的科学价值和实际意义。

在野外考察中得到四川省地矿厅、成都地矿所的支持和部、院领导的关心。在室内工作中得到刘东生、孙殿卿、肖序常、任纪舜院士和乔秀夫研究员的帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 赵亚曾. 四川地质简报. 中国地质学会志, 1929, (8): 137~150.
- 2 潘桂棠, 王培生, 徐耀荣等. 青藏高原新生代构造演化. 北京: 地质出版社, 1990.
- 3 许志琴, 侯立玮, 王宗秀. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程. 北京: 地质出版社, 1992.
- 4 何银武. 论成都盆地的成生时代及其早期沉积物的一般特征. 地质论评, 1992, 38(2): 149~156.
- 5 韩同林. 关于四川彭县“飞来峰”的新见解. 中国地质科学院院报, 1994, (29): 133~135.
- 6 韩同林, 林景星. 青藏大冰盖对高原隆升及全球变化的贡献. 见: 地质科学研究论文集. 北京: 中国经济出版社, 1996, 437~450.
- 7 韩同林. 青藏高原第四纪大陆冰盖形成的野外证据. 地质论评, 1989, 35(5): 468~478.
- 8 韩同林. 青藏大冰盖. 北京: 地质出版社, 1991.
- 9 Han Tonglin. The Great Qinghai-Xizang Ice Sheet. Beijing: Geological Publishing House, 1991.
- 10 韩同林, 张建华, 李永森等. 藏北地区首次发现大型表皮构造——青藏大冰盖的新证据之一. 西藏地质, 1993, (1): 7~19.
- 11 韩同林, 范开强, 李永森等. 藏北崩纳藏布大冰盖冰碛型砂金矿的发现及意义——青藏大冰盖新证据之二. 西藏地质, 1994, (2): 192~200.
- 12 韩同林. 关于雅鲁藏布江断裂带“混杂堆积”的新认识. 中国区域地质, 1993, (4): 375.
- 13 Han Tonglin, Lin Jingxing. Observation and Study of the Great Ice Sheet in the Early Pleistocene. Active Structure and Geomorphology of the Qinghai-Xizang Plateau. Beijing: Geological Publishing House, 1996.

DISCOVERY AND SIGNIFICANCE OF A HUGE GLACIAL BOULDER IN GEXIANSHAN, PENGZHOU, SICHUAN

Han Tonglin, Lao Xiong,

(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*)

Chen Shangping,

(*Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*)

Guo Keyi,

(*Geological Museum of China, Beijing*)

Zhou Zilong

(*Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Chengdu, Sichuan*)

and Peng Delin

(*Research Institute of Petroleum Geology, Sichuan Bureau of Petroleum Geology, Chengdu, Sichuan*)

Abstract A huge glacial boulder has been found at Gexianshan, Pengzhou, Sichuan. It, about 6 km × 2.5 km × 0.3 km in area, is a rare huge glacial boulder discovered up to now in the world. This huge boulder is distributed about 3-4 km along the margin of the Sichuan basin. Study of available data indicates that it was formed by transportation of the ice flow of the early Pleistocene Qinghai-Tibet great ice sheet. It is one of the convincible evidences for the existence of the Qinghai-Tibet great ice sheet, as well as an important historic witness for the formation of the global