

56.37808

02323

~~01512~~

中国第四纪冰川地质文集

中国地质科学院地质力学研究所编

地质出版社

03

中国第四纪冰川地质文集

中国地质科学院地质力学研究所编

地质出版社

内 容 简 介

第四纪冰川遗迹的调查研究，是第四纪地质工作中的中心环节之一，也是第四纪地质学的重要内容。为了适应我国社会主义建设事业日益发展的要求，加强第四纪冰川地质学术研究工作，是十分迫切的任务。

本文集选编了十三篇文章，其中有九篇，分别详细地描述了我国西南地区第四纪冰川地质现象和有关问题；有三篇，分析探讨关于华北平原西北边缘地区如太行山东麓和北京西山地区的第四纪冰期划分问题；还有一篇，报导湖南雪峰山地区第四纪冰川遗迹的调查研究。各篇文章，实际资料都较丰富，对我国第四纪地质、古气候、古植物和自然地理等方面的研究，以及有关生产，特别是水文地质调查工作和工程建设方面，都具有重要的实际意义。可供各地质勘探队、区测队、水文队和有关地质科研人员、地质院校师生参考。

中国第四纪冰川地质文集 中国地质科学院地质力学研究所编 (限国内发行)

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1977年2月北京第一版·1977年2月北京第一次印刷

印数1—3,900册·定价2.80元

统一书号：15038·新162

毛主席语录

人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结。在有阶级存在的社会内，阶级斗争不会完结。在无阶级存在的社会内，新与旧、正确与错误之间的斗争永远不会完结。在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。

wt1/60/05

目 录

1. 四川西昌螺髻山地区第四纪冰川地质……………第四纪冰川考察队 (1)》
2. 四川渡口地区第四纪金沙冰期的初步探讨……………第四纪冰川考察队 (44)》
3. 云南元谋盆地第四纪冰期与地层划分……………钱方 浦庆余 袁振新 张兴永 (55)》
4. 滇东黔西第四纪冰川地质的初步研究……………贵州 108 地质队 (82)》
5. 雪峰山南段罗翁八面山地区第四纪冰川遗迹……………刘庆新 周国琪 邓尔森 (106)》
6. 太行山东麓沙河—洛河间第四纪冰川遗迹及水文地质特征
……………河北省地质局第一区测队水文普查组 (114)》
7. 太行山东麓沙河—洛河间第四纪冰川遗迹摘要……………周慕林等 (126)》
8. 北京西山潭柘寺地区第四纪冰期划分……………水力 (131)》
9. 西南昔格达组的初步研究……………第四纪冰川考察队 (144)》
10. 关于西昌砾石层……………第四纪冰川考察队 (155)》
11. 昔格达组下部的孢粉组合及其对第四纪早期古气候演变意义……………刘廷栋 (164)》
12. 滇东黔西第四纪古植物的发现及其对植物群和古气候的初步探讨
……………孔昭宸, 杜乃秋、陈照洪 (179)》
13. 四川西昌螺髻山地区第四纪砾石层的砾组分析……………第四纪冰川考察队 (191)》

四川西昌螺髻山地区第四纪冰川地质

第四纪冰川考察队^①

随着西南地区社会主义建设事业的迅速发展,迫切需要对有关地区的地质情况,包括第四纪地质,进行调查研究。为此,1965年成立“西南第四纪冰川专业考察队”。成(都)—昆(明)铁路从安宁河谷通过,而螺髻山巍然屹立于它的东岸。对山体和河谷地貌的考察,尤其是摸清第四纪地层的特征和分布规律,有助于解决生产建设中提出的有关问题,因而,螺髻山就被选为该队首先开始工作的地方,并提交了《西昌螺髻山第四纪冰川遗迹考察报告》。我们在这个报告的基础上写成本文,借以加强第四纪冰川地质的经验交流,并促进与水文地质、工程地质、地震地质和区域地质等工作的结合。

一、地理、地质概况

螺髻山位于四川西部山地中的西昌以南。西界的安宁河,自北而南流经西昌,至德昌县城附近折向东南,过乐跃后复南流,经米易与雅砻江汇合,注入金沙江。东界为则木河和鹅掌河,它们以大箐梁子为分水岭且流向相反。则木河较大,从西北向东南流,至普格县城附近入黑水河,再向东南,黑水河经宁南县而注入金沙江;鹅掌河很小,从东南向西北注入邛海。邛海西北端有小河通安宁河。

螺髻山地区分属,西昌专区的西昌县和德昌县、凉山彝族自治州的普格县管辖,且大致位于以三县为顶点的三角形内。山体南北长约80公里,东西宽约50公里,面积约2,000平方公里。整个山岭的走向为南北或北北西方向,分水岭山脊靠近东部,故西侧的山坡长而缓,东侧的山坡陡而短。由于东西两侧山坡的不对称,故西侧的河沟较长,自南而北有乐跃沟、二道沟、小高桥沟、马尿河沟、麻栗沟、打柴沟、黄水沟和西溪沟等较大的安宁河支沟,以及为数众多的小支沟,其中以麻栗沟为最大,全长约16公里。东侧的河沟较短,如干河沟、大槽河、小槽河等,除鹅掌河外,均注入则木河。这些河沟中的大部分,大致构成以螺髻山主峰附近为中心的放射状水系。

螺髻山主峰海拔4,350米,但区内河谷盆地标高变化于1,200米至1,500米之间,相对高差达3,000米以上。从气候水平地带性看,本区属亚热带的范围之内,但因垂直地带性十分明显,所以从山麓至山顶,气候、土壤、植被等自然环境和农业利用均有很大不同。

螺髻山地区的前第四纪地层,走向多为近南北或北西方向,高耸的螺髻山核心部分,主要由震旦系亶江砂岩、砾岩、白云质灰岩、燧石条带白云质灰岩、凝灰岩等构成。前震

① 参加工作的有:王吉贵、段万倜、周慕林、景才瑞、曹照垣、王彦春、吴锡浩、胡景江、张祥惠、陈茅南、何培元、邵之纲、于清河、金仁秀、杨文海、王淑芳、徐慧生、李永昭、刘有民、刘廷栋、苗淑娟、洪友崇、乌统昱、张铭汉、潘建英、杜作华。

且系千枚岩和片麻岩分布于马尿河和小高桥沟的中下游，以及其下的安宁河两岸。山体核心部分的两侧及北端，还分布有寒武纪和奥陶纪的砂质页岩、粉砂岩、页岩，侏罗纪和白垩纪的红色岩系，三叠—侏罗系的白果湾煤组主要出露在鹅掌河和则木河的西侧。另外，花岗岩主要见于安宁河谷及其以西山地，辉长岩体见于麻栗沟上游盆地等处。基岩地层的分布与第四纪砾石层中的砾石成分的组合特征有密切关系（见本文集）。

从地质构造来看，螺髻山核心部分属川滇南北构造体系的螺髻山断裂带，北起黄连关，南至乐跃，南北长约40公里，东西宽约20公里，主要由6—7条长度大于15公里，走向南北的冲断层，以及同方向的螺髻山背斜和向斜构成。冲断层走向往北均偏向北北西，断面一般向东倾，侧角约70°左右，并成叠瓦状。在螺髻山南北向断裂带以西，即为通常所称的南北向安宁河大断裂，亦属川滇南北构造体系的主要成分之一；以东与西昌—宁南断裂带（则木河断裂），由一系列压性或压扭性断层组成，从西昌以西开始，经邛海、鹅掌河谷地，大箐梁子，循南20°东方向向东南延伸，经普格、宁南穿过金沙江，与云南境内的小江断裂相连，属青、藏、滇歹字型构造西部边缘的成分。另外，尚有北西向的压性或压扭性断裂发育于螺髻山区中部的北起摆摆顶、南至大火山一带，走向为北45°西左右，介于安宁河断裂带和则木河断裂之间，构成北西向断裂带。

以上螺髻山地区的主干构造线及其伴生的构造形迹，构成小体地貌发育的基本骨架，区内第四纪构造运动及其差异性，加上地层岩性的影响，使受气候控制的、变化着的外营力，塑造成复杂的地貌结构和堆积多样的沉积物类型。

二、第四纪冰川遗迹

冰川遗迹的鉴定，是第四纪冰川地质的基础工作。在自然界里，多种类似的现象，可为不同的作用所造成，因而不宜直观地、简单地、孤立地得到识别。在冰川的发生、发展和消亡的过程中，它们的遗迹具有自身独有的特征和规律性。李四光教授指出^[1]：冰川遗迹“至少必须提出三项必不可少的证据，和一项应有的，但不一定处处可以得到的证据，来加以验证。三项必要的验证资料包括：（一）大片冰层在山区停积和它向低处移动的遗迹；（二）冰碛，即冰川下面的沉积和它侧面及前面遗留的堆积物；（三）冰水沉积和其它冰缘沉积。这三项中的各项证据，把它们分开来单独地看，它们各自都具有不同确凿程度的验证意义。但更重要的是，把它们联系起来看，它们显示冰川在它滋长、活动和消失的过程中所起的作用。至于应有的但不是经常可以得到的证据，是在寒冷气候中生存的动植物遗体或遗迹。”这是我们确定第四纪冰川作用存在的最主要方法。但是，对于经历过多次冰期、间冰期地貌发育和演变的地区来说，由于不同时期、不同外营力塑造的地貌的联合和复合，实际可见的现象往往变得极为复杂。在螺髻山地区，与重视冰川遗迹彼此联系的同时，注意不同时期的冰川遗迹的区分，也是极为重要的。

在通常情况下，越是古老的冰川遗迹，所受到的破坏、改造或覆盖越甚，这就大大增加了对它认识和鉴别的困难；冰蚀地貌、冰碛和冰水沉积的联系关系常常不易直接见到，需要依靠分析和推断。这时，某些特殊的冰川现象，如冰坎、表皮构造、冰溜面等，当严格地排除了其它作用造成的可能性以后，可以作为冰川作用的可靠证据。

间冰期的地貌和地层，是划分冰期，用冰期划分第四纪地层，以及建立第四系层序的

必不可少的一个方面，与冰川遗迹具有同等的重要性。冰期和间冰期，是第四纪冰川地质发展过程中，矛盾着的两个方面。它们既对立，又统一，彼此联系，互相转化，深刻地影响着第四纪时期有机界和无机界的变化和发展。所以，在进行第四纪冰川遗迹调查和研究的同时，不应忽视间冰期地貌和地层的工作。

袁复礼^[2]曾报道过安宁河谷和螺髻山^①的第四纪冰川遗迹；四川省地质局在区测工作中发现了山区的冰川遗迹。这些曾在我们工作中加以参考。现将螺髻山区的第四纪冰川遗迹^②（图1），分山顶、东侧和西侧三部分作介绍。

（一）螺髻山山顶的第四纪冰川遗迹

根据野外考察所见，螺髻山地区的第四纪冰川遗迹，以山顶区者最易辨认，既有保存完整的冰川侵蚀地貌，如冰斗、冰窖、角峰、刃脊和冰川槽谷等，又有相应的冰川堆积，以及终碛堤、侧碛堤、中碛堤等冰碛地貌，还有散布于冰斗、冰窖和冰川槽谷底部的消融碛和冰川漂砾等。尤其难能多见的是黄水沟源头，在日得林U谷的左壁发现一个冰溜面，其上有清晰的冰川擦痕。现概括介绍如下：

1. 冰蚀地貌

螺髻山山顶保存最好、最为显著的冰蚀地貌，多集中在山顶分水岭附近。刃脊尖薄，角峰林立，峻拔挺秀，十分壮观；冰斗和冰窖星罗棋布其间，有些冰蚀洼地中常年积水或暂时积水，成为高山湖泊，晶莹发光，构成一派雄伟秀丽的冰蚀地貌景观。

冰窖和冰斗 山顶规模比较大的囤冰场所，即冰窖共有六处，从北而南，其情况大致如下：

日得林U谷源头冰窖：此冰窖位于山顶之北部，分水岭西侧，呈马蹄形，东、西、南三面均为陡峭的岩壁所环绕，中间深洼，向北偏西方向开口，通日得林U谷，亦即此U谷之上源，系当时该冰川的主要源地，故名日得林U谷源头冰窖。窖底海拔约3,900米，规模甚大，并覆有一层波状起伏的冰碛物。是山顶最典型的冰窖之一。

金厂坝冰窖：它位于北部摆摆顶附近，分水岭的西侧，也是呈马蹄形的巨大洼地，北、东、南三面均为岩壁所环绕，出口朝西偏南方向与日得林U谷衔接，但有高起200米左右之陡坡，即为U谷之右壁，口上有冰碛堤（照片，本文照片见图版229—237页，以下同）。其后缘和左侧为震旦系页岩与泥灰岩构成的山坡，较为平缓；右侧有4000米以上高峰和高度相近的山脊，震旦系砂岩和灰岩构成陡峻山坡，坡度达40°左右。冰窖底部海拔约3,900米，由于在山口处有冰碛堤横阻，堤内侧有积冰塘3、4个，现代流水在冰碛堤的右侧石灰岩上切成一个数米宽的流水口。冰窖底部还保存着未被流水切割和破坏的冰碛缓岗。可以想见，金厂坝冰窖之出口为一很典型的冰坎，是因日得林U谷之冰川截切阻挡和强烈刨蚀加深冰川槽谷而形成的。这种冰坎的成因，可以作为分析安宁河支沟沟口冰坎存在的借鉴。

药坪子冰窖：此冰窖位于螺髻山中部，则木河支流大槽河的源头，海拔约3,600—

① 螺髻山、因解放前有一飞机在山区坠毁，故又传称落机山。袁复礼把螺髻山写作落基山，系误称。

② 李永昭、潘建英等在《中国第四纪冰期的探讨》（地质学报，1973年第1期）一文中介绍了这次考察的部分成果；该文中的照片11、12、13、14、15、16、17、18、19、21，本文应选用，但为节约篇幅而从略。

3,800米,南北长约2.5公里,东西宽约2公里,向北开口,入大槽河。冰窖的西南和东南方向还各有一个冰川溢口,流入螺髻山东侧之二道沟。冰窖后缘的坡度较陡,约 40° — 50° 左右,为震旦系砂岩构成,窖底平缓,面积约4平方公里,其中有冰碛保存。

水海口塘冰窖:此冰窖位于螺髻山南段分水岭西侧,海拔3,200—3,400米,四壁为寒武—奥陶系泥岩与灰岩构成,坡度较陡,约 40° — 50° 上下,冰窖形似镰刀,主要出口朝西,通向二道沟中,是二道沟的源头之一。在冰窖的北、东、南三面,还各有一个溢口,分别通向油瓶子沟与麦地坪。主出口附近有一个直径达200米左右的湖泊,称水海口塘,或称为水海子,终年积水。窖底平缓,有冰碛保存,但块砾较细小。

干海子冰窖:此冰窖位于山顶南段分水岭西侧,水海口塘冰窖以南,二者相距约5公里,分布于同一高程线上,海拔亦在3,200—3,400米左右,处于分水岭的一个山鞍部位。整个冰窖侵蚀于震旦系徽江砂岩地层中,沿北西—南东方向伸展,形似盾牌,面积近1平方公里。冰窖主要出口朝向西北,流入二道沟中;东南方有一溢口,通则木河的支沟。在冰窖的出口处,基岩隆起横堵,成为一个底部平坦,出口被阻塞的干湖盆,如今这个干湖的底部发育了黑色腐植质层,主要生长着草本植物,成为高山草甸土;因它平常无水,故称干海子。在冰窖底部发现若干完好的冰川条痕石,系坚硬的徽江砂岩砾石。

蘑菇沟冰窖:它位于山体南段大火山北侧的蘑菇沟源头,是一个向北偏西开口、三面环山的围椅状洼地,底部海拔约3,200米,面积1平方公里左右。

冰斗:除以上几个巨大的冰窖外,另有许多冰斗沿分水岭两侧分布,尤以主峰及其周围一段最多,常成群出现。冰斗的规模大小不等,一般底部的直径约200—300米,大者可近1公里。有的冰斗下连冰川槽谷,与冰窖相似,有的悬于谷坡之上。它们多半是三面环山、一面开口的圆形洼地,侧壁和后壁都很陡峭,坡度多在 50° — 60° 上下,少数达 70° 以上,甚之有近于直立者(照片2)。这些陡峭的冰斗壁,多半由震旦系的徽江砂岩与砾岩组成,岩性坚硬。

从主峰以北冰斗底的海拔高度来看,它们可以分为两级,其间的高差,最大可达200米,最小亦有100米。分水岭东西两侧的冰斗底的高度也有差异,位于东侧山坡上的高一级的冰斗的底部,海拔一般在3,800米以上,低一级者在3,600—3,800米之间;位于西侧山坡上的冰斗底部,一般较东侧稍高,低一级者也在3,800米以上,仅个别在3,700米。

在主峰及其周围的分水岭的两侧,几乎每条沟谷的源头都有冰斗发育。冰斗底部一般见有冰斗湖,当地称为海子或干海子,前者全年积水,后者雨季积水成湖(照片3)。海子亦按冰斗的两级分布,高者在冰斗前缘与高冰碛堤之间,低者在高低两道冰碛堤之间。在东侧的干河沟源头,冰斗地貌极为发育,名为大海,按高度可分两级,斗底宽坦,高者海拔约3,800米,面积约2.25平方公里,表面保存深灰色块砾碛,并有五个小湖,其中最大者直径200米。大海冰斗的后壁陡峻,坡度角约 60° ,斗壁均由徽江砂岩组成,斗底平坦而微向下游倾斜,前缘为冰碛堤,比高约100米左右,构成低一级冰斗后壁之上部。低一级冰斗底部的高程约3,600米,平坦且面积较小,约1平方公里,其中亦有小湖,前缘有比高约15米的冰碛堤,为现代干河沟流水侵蚀地貌的鲜明界线。

另外,在螺髻山主脊分水岭南端,二道沟上源之一的石岩沟源头,背依螺髻山分水岭,存在着一系列冰斗群,自南而北有5—6个之多。这些冰斗的底高均为3,300米左右,后壁陡峻,左右两侧被山脊环抱,向出口处收敛,头大尾小,状如蝌蚪,向西开口,流水

注入石岩沟。

角峰和刃脊 与山顶区冰斗和冰窖地貌相适应,冰蚀角峰尖峭林立,它们都是几个向不同方向开口的冰斗冰川蚀后壁的残留部分,坡度陡直,尖峰指天,多般为震旦系砂岩或砾岩组成。海拔4,350米的螺髻山主峰,是其中最高的一座角峰(照片4),其它山峰也多是冰蚀作用残留的角峰。另外,分水岭或分水脊两侧的冰斗、冰窖和冰川槽谷的发展,还形成刃脊,它也是一种冰蚀作用残留的原始地面(照片5)。

冰川槽谷 当冰体从冰斗和冰窖中吐出,并汇聚成一股冰流,刨蚀原始山谷,造成呈U形的冰川槽谷。这种U形谷,在山顶区也不少见,其中发育最为完好的是日得林U谷(照片6)。它是日得林U谷源头冰窖、金厂坝冰窖及其南部多个相邻的冰斗中流出的冰川汇合后,仍向前流进而形成的。目前,这个U谷的形态还极为清晰,谷地开阔,谷形圆滑,谷底平坦,谷壁整齐,谷身笔直,由东南向西北方向伸展。它发育在震旦系地层上,西侧主要是徽江砂岩,东侧主要是页岩和灰岩。U谷底部堆积了深灰色冰碛组成的缓岗,现代流水在近200米宽的U谷底部仅占10米左右的宽度,并只在冰碛物中下切数米,宽谷小川,与一般河谷迥然不同。U谷末端下达到3,600米左右的高度,以下为现代流水形成的深切峡谷,流水经黄水沟注入安宁河。

此外,干河沟源头的大海U谷,打柴沟源头的黑龙潭U谷,西溪沟源头的种羊场U谷(照片7)等规模都较大。较小的U谷多见于冰斗的前缘。麻栗沟源头以南的山顶,仅见冰斗和冰窖,而无冰川槽谷发育。

冰溜面 日得林U谷的西南谷壁上,还遗留着十分完美的冰溜面(照片8.9)。此冰溜面发育在徽江砂岩上,位于谷地左壁小路边的低侧碛堤以上,高出谷底40米左右,目前隐藏在冷杉林中,表面覆盖青苔,可以卷起,有似地毯。冰川的磨蚀作用使坚硬的震旦系砂岩表面磨成光滑的弧形面,出露总面积约20平方米左右,上面满布擦痕。条痕中的主要一组倾向南30°东,倾角13°,最长者可达1.24米,宽3毫米,深5毫米,系向U谷上游方向倾斜,延长方向又与U谷伸展方向一致,这就在成因方面既排除了重力作用的因素,又排除了泥流和洪流作用的因素。次一组倾向北15°西,倾角10°。磨光面上还有一组弯月形的大型刻槽,其中之一长15厘米,宽4厘米,深2.5毫米。整个冰溜面的倾向为北80°东,倾角34°,走向与谷地延伸方向也基本一致。日得林U谷及其谷壁上冰溜面的存在,是冰川作用的铁证。

2. 冰碛地貌

与山顶冰蚀地貌相应的,便是深灰色块砾碛。这是当时经冰川侵蚀,搬运而堆积下来的冰碛物,分布在冰川刨蚀形成的负地形中,多位于3,200—3,900米之间。块砾碛中的砾石成分,主要为震旦系砂岩和砾岩,部分地区也有寒武系砂岩和粉砂岩者,均与冰川所在或流经的基岩相一致。块砾长径一般半米左右,多具棱角,杂乱堆积,不显层次,其间充填灰白色、褐色泥砂和砾石,表面常覆有植被。现就冰碛物构成的地貌特征,分别叙述如下:

侧碛堤 典型的侧碛堤见于黑龙潭U谷的两侧和日得林U谷的左侧(照片10)。黑龙潭U谷中有两条不同比高的侧碛堤,高者高出谷底约100米许,低者约40—50米。侧碛堤外侧的冰水沟保存完好,深度约20—30米。左侧高侧碛堤向北30°西方向延伸,右边的低侧碛堤向北60°西方向延伸,延长500米以上。在上游两者逐渐融合。高侧碛堤末端海拔在

3,600米以下,低侧碛堤在3,700米处转变为终碛堤。日得林U谷左壁的侧碛堤,高者高出谷底150米,外侧排水沟深约15米,向北延伸,发现处海拔约3,750米,前方为冷杉林覆盖,末端高度为3,600米左右。低侧碛堤比高约30—40米,外侧排水沟深约数米,亦向北方延伸。金厂坝冰窖以南的一个冰斗前的槽谷壁上,南、北各有一条侧碛堤,北侧碛堤比高约20—30米,长约700米,向西与日得林U谷右壁高侧碛堤汇合成中碛堤;南侧碛堤比高约30—40米,长约500米,向西也与日得林U谷的右壁高侧碛堤汇合成中碛堤。南、北两侧碛堤外侧均有排水沟,但南深而北浅。

中碛堤 显著的中碛堤除上述日得林U谷与右侧支冰川的侧碛堤相汇而成者外,在金厂坝冰窖与南面的支冰川的末端,有一道冰碛堤把日得林U谷和它们分开,位于日得林U谷的东壁外侧,与金厂坝冰窖和那条支冰川谷底的比高约10—30米(照片11),而高出日得林U谷的底部有180—200米左右。这条中碛堤,对日得林U谷来说,是位于谷坡之最上部,对金厂坝冰窖来说,是位于它的出口的岩坎上,即在描述金厂坝冰窖时所说的冰坎之上。冰碛物中的条痕石丰富,多刻划于坚硬的激江砂岩的砾石上。砾石磨圆度不等,以1—2级者居多,少数达3级,甚之有磨圆成4级(浑圆)的砾石。中碛堤中大漂砾颇多。当地的基岩以灰岩和页岩为主,而冰碛物中的砾石成份又绝大部分是激江砂岩,表明经过一定距离的搬运。

终碛堤 保存与发育完好的终碛堤多见于北段单式冰斗山谷冰川的U谷中,相对高程达数十米至百余米。终碛堤的内侧多有海子,为冰碛湖(照片12),直径100—200米不等;海子与冰斗间又有一道终碛堤,比高与前者相若。内终碛堤与冰斗间也有海子,直径亦在100—200米间。黑龙潭U谷中前一道终碛堤与低侧碛堤前缘接合(照片13)。长海冰川槽谷中的前—终碛堤之前,很快就过渡为流水深切的峡谷地貌。

螺髻山山顶分水岭东侧,在冰斗前缘的两道终碛堤的高度,海拔分别为3,600米和3,800米,如拖木沟干河沟上源之大海。而分水岭西侧两道终碛堤的高度,一般在3,800米至3,700米之间,或者在4,000米与3,800米之间,前者如种羊场南干海子、长海子,后者如金厂坝南面支冰川U谷中的终碛堤。

还有不少地点,在冰斗前缘只有一道终碛堤,如长海子与黑龙潭之间的那些冰斗前。这些单一终碛堤的高度,变化于3,600米至3,800米之间。

消融碛 在金厂坝冰窖、药坪子冰窖、干海子冰窖、蘑菇沟冰窖和日得林U谷、黑龙潭U谷,以及其它冰蚀凹地的底部,都覆盖了深灰色冰碛物,微波起伏,它们都是冰川中挟带的砾石、泥砂,在冰川迅速消融后退时堆积下来的,成为散布的冰碛物。

漂砾 在上述冰碛物中,常常可见到长径1米以上的漂砾夹于其中,或散布其上。较大的一块漂砾见于日得林U谷内,其长5米,宽4米,高2米,岩性为激江砂岩,停积于金厂坝冰窖出口下U谷右侧的边坡上(照片14),显系冰川搬运而来。

锅穴 在金厂坝冰窖及其南面支冰川U谷和日得林U谷交汇处的中碛堤上,可见到4—5个锅穴,发生于冰碛物中。它系当时埋于冰碛物中的死冰块,待其融化后塌陷而成的洼穴(照片15)。这些锅穴的面积不等,其中4个分别为15米×4米,20米×5米,5米×2米,6米×4米。在附近的冰碛物中,找到磨圆极好的冰川条痕砾,表明冰水一度把砾石磨圆后,砾石再被裹入冰川而刻划出条痕的。

螺髻山山顶区的冰蚀地貌和冰碛地貌,系同一次冰期的冰川形成的。从它们的清晰可

辨和形态保存完好来看，应和大理冰期相当，暂定名为第四冰期，或称螺髻冰期。从上述现象分析，可归纳成以下几个特点：

(1) 从冰斗底来看当时的雪线，南段为3,200米以上，北段分水岭东西两侧还有不同，但都能分成两个高度；东侧为3,800米以上和3,700米左右，西侧为3,900米和3,750米左右。

(2) 南段的冰窖出口无U谷相连，北段U谷多见，末端结束于3,600米左右。U谷的深度，即冰川的厚度，单就侧碛堤的高度估计，最大可达150—200米。

(3) 北段侧碛堤可分两级，其高度因冰川规模而变，但两道侧碛堤之间的高差约60米。高侧碛堤伸至U谷末端，低侧碛堤与前一道终碛堤相接。

(4) 北段的终碛堤亦见两道，向北开口的种羊场干海子冰川为3,700米和3,800米，向西开口的金厂坝南支冰川为3,800米和4,000米。

因此可以看出，螺髻山顶南段的冰期雪线低而冰川规模小，北段雪线高而冰川规模大。这种现象，主要由降雪量和山体高度所决定的。南段的山峰，很少超过4,000米，底高3,200米的冰窖已经或接近发育于分水岭的山鞍部位，但降雪量较大。冰窖或冰斗的发育，主要靠雪线附近以上的大量积雪，但因海拔较低，只是在冰期最冷、雪线最低时有条件发育冰斗和冰窖，故不再有两级显示。北段的分水岭达到了海拔4,000米，山峰均在4,000米以上，故当冰期的后期雪线上升时，有条件在3,900米或更高的部位发育冰窖或冰斗。按冰川作用的最低界线看，南段为3,200米以上，北段为3,600米左右，南北相差至少300米，仍显示南段的冰川发育条件较北段有利。山顶冰川地貌的下界之下，紧接着第四冰期冰融水和冰后期流水形成的深切峡谷，表现显著的地貌垂直分带。

该期冰川在山顶北段的U谷中留下两道侧碛堤。高侧碛堤无疑是冰进阶段达到最大时，冰川停顿并在冰舌侧缘的堆积；低侧碛堤是冰退时冰川的一次停顿并在冰舌侧缘的堆积。长海冰川U谷前缘的终碛堤下即为峡谷，表明亦为冰进最大时冰川停顿时的堆积。但黑龙潭U谷中所见的前一道终碛堤与低侧碛堤相接，表明这道终碛堤已是冰退阶段早期与低侧碛堤同时形成的；而后一道终碛堤说明冰退阶段中冰川又一次停顿，应为冰退阶段晚期。两级冰斗反映雪线的一次上移，同时反映冰川的两个阶段。低冰斗应是冰进阶段雪线下降到最低时形成，大致与高侧碛堤同时，高冰斗的形成，大致与堆积低侧碛堤同时开始，一直发展到冰退结束。但某些高差较小的两级冰斗，也可能反映冰退阶段早期和晚期的雪线上移。

第四冰期结束以来的冰后期，山顶处于冰缘气候的控制之下。在海拔4,000米以上，形成山上阶地，阶地前缘紧接冰斗壁之陡坡，环状阶地之中央，凸立尖峭之岛峰(照片16)。如今在海拔4,000米上下，融冻风化作用强烈，发育融冻岩屑，于平缓处形成石海，于山坡堆积岩屑坡(照片17)。融冻岩屑上尚无植被生长，表明融冻风化作用仍在进行中。

(二) 螺髻山东侧的第四纪冰川遗迹

螺髻山东侧包括分水岭以东，则木河谷地、大箐梁子和鹅掌河谷地，以及邛海的西南部。源于螺髻山的则木河支沟，流短坡陡，多为流水切制成深峻的峡谷。第四纪冰川遗迹，除前述源头者外，其它均遭强烈破坏，遗留不多，且极不明显。已发现的冰川遗迹，

多位于山麓则木河谷地和鹅掌河谷地内，以及它们的分水岭垭口大箐梁子一带。所见冰川遗迹以冰碛物为主，冰碛地貌不显著，冰蚀地貌因久经破坏而残破不堪。因此，按冰碛物新老关系为主，以大箐梁子为中心，分别叙述如下：

1. 紫灰色泥砾时期

此层泥砾，据目前所发现者，仅残存于大箐梁子北头（照片18、19），出露面积约1.5平方公里，位于海拔2,500—2,200米之间，已高出邛海水面约1,000米，构成则木河与鹅掌河的分水岭垭口。这主要是第四纪构造运动抬升所致。

冰碛泥砾中的砾石成分以震旦系的紫灰色砂岩和砾岩为主，夹有玄武岩；向东渐掺有侏罗系红色砂岩、粉砂岩和泥岩的砾石，以泥质充填为主。从砾石的岩性成分，可以推知其物质来源是其西面的螺髻山为主，次多东面的落补日梁子。泥砾中的砾石磨圆度不佳，以次棱角和次圆者（1—2级）占多数，亦有棱角状和浑圆者。砾石因受冰川的强烈动力作用，破裂现象十分普遍，破裂面的形状有不规则的，也有沿一定方向平行的几个断面。一般破裂后还发生一定方向的错动位移，又重新以不同程度贴合在一起。砾石的风化程度视岩性和保存条件而各异，埋藏较深的一般都没有风化痕迹；裸露地表的震旦系砂岩砾石的风化较浅，风化圈一般2—3毫米；侏罗系砂岩砾石风化较深，风化圈5毫米左右。泥砾的分选性很差，砂、砾石的巨大和漂砾混杂堆积，漂砾的长径可达4米以上，一般为10—20厘米，无定向排列，未经分选，没有层次。此冰碛层的成岩作用较高，胶结紧实。堆积体厚度近100米，东部薄而西部厚，南北方向延伸500米左右。它向北延伸与厚约50米的冰水相沉积物紧相衔接。冰水沉积为砂砾层，有比较明显的层次（照片20）。冰碛体南面被称为大箐村组的河湖沼泽相堆积物覆盖。从紫灰色冰碛层所构成的地貌形态分析，大箐梁子北头应为一道冰川退缩的终碛堤，堵塞了通向邛海的通道，使自大箐梁子起，南到拖木沟以北的地段，成为一个冰川所遗留下来的湖泊，其中沉积了大箐村组。

大箐村组是一套以砂层为主，夹粘土层、泥炭层的砾石层的河湖沼泽沉积，内含植物叶和木杆化石（未鉴定），见厚55米以上（照片21）。经孢粉分析，大箐村组底部以木本植物的花粉占大多数，在268颗孢子和花粉中，针叶树的松科（70颗）、云杉（55颗）、冷杉（53颗）、松属（51颗）最多，另有雪松（9颗）、铁杉（3颗）、罗汉松（2颗）等，阔叶树花粉几乎未见（栎属1颗），另有少量杜鹃、蔷薇等灌木花粉和蕨类孢子。这种植被应为针叶林，反映当时的气候相当寒冷。由于它直接覆盖在紫灰色冰碛之上，有力地证明了这次冰期的存在。从大箐村组的底部向上，直至上部，几个样品的孢粉组合的特点基本上同底部一致，木本植物中仍以针叶树占绝大多数，但阔叶树花粉略有增加，表明气候有转暖的趋势，但仍反映冰期的寒冷气候。根据大箐村组所在的地层层位关系、沉积相特征和所含植物孢粉所显示的气候环境，我们认为应与昔格达组底部属同一时期的沉积。（见本文集《昔格达组下部的孢粉组合及其在推论第四纪早期古气候演变中的意义》一文）。主要为8米厚的绛红色角砾层，砾石成分单一，为黄绿色、棕黄色、灰白色的粉砂细砂岩，系附近山坡的煤系基岩地层的岩性，为粘土充填，向上过渡成2米厚的粘土碎石层，含有炭质碎片，其上覆9厘米厚的细砾层，砂充填，紫红色，砾石磨圆较好，成分为紫红色细砂岩和泥岩，最上覆70厘米厚的灰黑色昔格达层，由于风化作用，层理已不甚清楚。这种特征表明角砾层为融冻崩解泥石流堆积，形成于第一冰期的末期，与西昌砾石层（见本文集《西昌砾石层的初步研究》）大致相当。上部残存的昔格达组可与附近的缸窑昔格达组

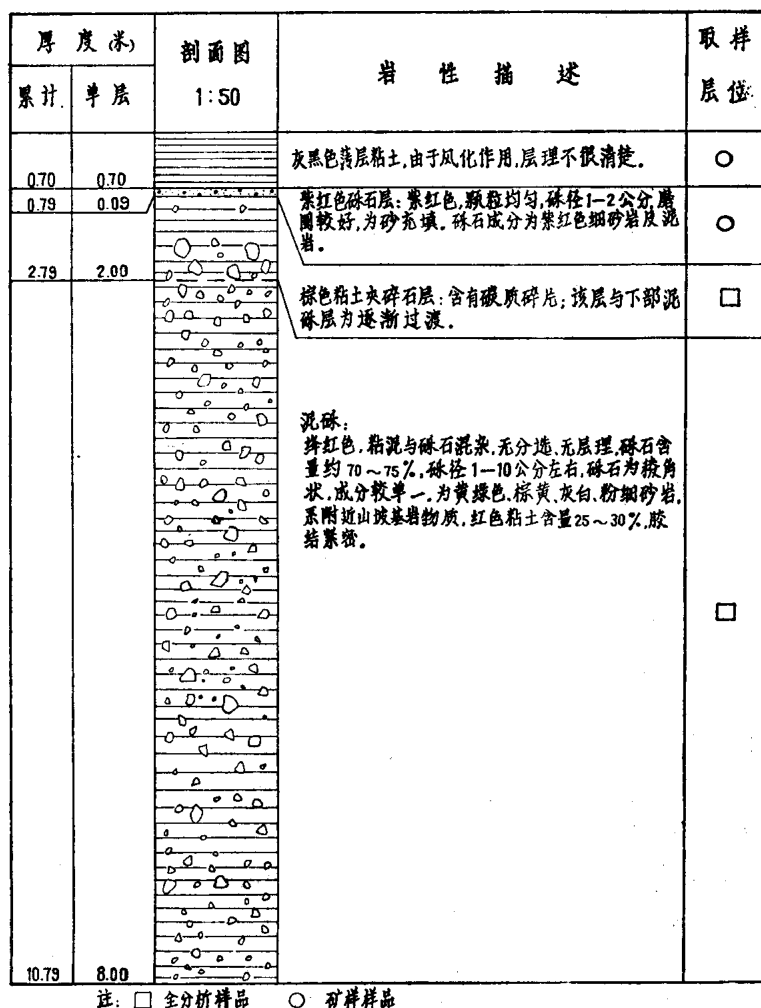


图2 邛海西南岸缸窑砖瓦场南沟实测地层柱状剖面

中部(见本文集《西南第四纪昔格达组的初步研究》)联系。昔格达层和角砾层之上的细砾层, 推测为沉积昔格达组的湖水面淹及时的湖滨砾石。这个剖面, 可能既反映冰期向间冰期的过渡, 又反映邛海地区的冰期昔格达组底部向间冰期昔格达组中部过渡沉积时的超覆关系。

综上所述, 可以推定紫灰色泥砾时期是本区最早的一个冰期, 暂定为第一冰期, 或称安宁冰期。当时, 巨大的冰川在则木河断裂带所在谷地基础上发育, 并对邛海和安宁河谷地进行强烈的刨蚀作用, 形成宽阔而深广的冰蚀谷地, 并成为昔格达组沉积的基底。昔格达组底部、大箐村组和西昌砾石层的沉积发生在本次冰期的最后阶段, 并连续沉积过渡到第一间冰期昔格达组中部。

自大箐梁子向南, 一直到拖木沟以北是一个宽阔的长条形凹地, 为第一冰期冰川的巨大冰窖, 大箐村组即为冰川消退后冰窖中的沉积。则木河各地自大箐梁子以南至普格县城附近, 既没有第一冰期的冰碛或其它堆积物保存, 也无昔格达组或大箐村组沉积。但在则木

河西侧各壁上,尚断续保留有与紫灰色泥砾相应的古冰川谷道的谷肩,海拔变化于2,300—2,600米之间,高出则木河河床约800米。这标志了第一冰期大箐村组沉积后,大箐梁子和则木河各地有大幅度的上升。因大箐村组上部尚无气候转冷的明显迹象,其中又发育断层,故这次断裂活动和伴随的上升,应发生于第一冰期的早期。

2. 红色泥砾时期

此冰碛泥砾层在大箐梁子以北出露面积较广,延伸距离较长,一直分布到邛海南岸的石灰窑高台面上,高出邛海水面约270米,见厚10米。沿鹅掌河西侧南,至白马村,于西昌—普格公路里程碑12公里附近均有出露。大箐梁子以南的拖木沟至普格县城一段,红色泥砾停积在则木河谷四阶地的残丘顶部,高出则木河河床200—240米左右。该期冰碛在大箐梁子至拖木沟一段尚无发现,看来是因第三冰期的冰川破坏所致。

大箐梁子以北的红色泥砾中的砾石成分,有震旦系紫色粗砂岩、砾岩,紫红色、鲜红色粉砂岩等砾石。震旦系岩性的砾石来自螺髻山或第一冰期紫灰色泥砾的改造再搬运,侏罗系岩性的砾石来自附近之山坡。砾石的磨圆度甚差,一般以1—2级者居多,有零级者,少数可达3级。在纵向上,由南而北砾石磨圆度从具棱角的向次棱角、次圆的变化,但在石灰窑附近,棱角与次圆者共存。泥砾分选性很差,长径1米以上的砾石多见,一般5—15厘米,自大箐梁子向北粒度有变小的趋势。泥砾剖面呈红色,有些地点还略具灰白色网纹,含粘土较少,但在拖木沟以南者色较浅,略带黄色,含粘土较多。砾石的风化程度均较深,大多具有3—5毫米的风化圈,侏罗系砂岩砾石多全部风化或风化甚深,尤以石灰窑附近的红色泥砾风化程度最高。砾石表面常见磨光面和擦痕。

大箐梁子北坡,在红色泥砾下伏的侏罗系灰色砂岩和黑色页岩中,其中以西—普公路6公里的公路面内侧的开挖剖面所揭示的现象十分引人注目(图3),那里,公路外侧为深切沟谷,基岩剖面十分清晰,剖面走向北30°东,略向西北倾斜,基岩组成之横梁方向与剖面的方向一致。大致以公路剖面为界,基岩可分上下两部分。上部与红色泥砾接触处平均厚约10米的范围内,发生剧烈的弯曲和错动,岩层受到很大的扰动,层理不清。下部仍保持基岩的正常产状,向北东倾,毫无弯曲和错动的迹象。所以,这种构造仅发生于基岩的

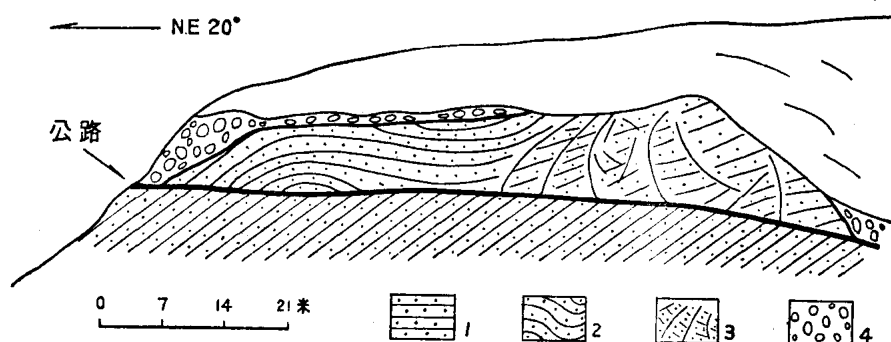


图3 西昌—普格公路6公里处基岩表皮构造

1—侏罗纪岩层; 2—侏罗纪岩层中的弯曲和褶皱; 3—侏罗纪岩层中的断裂; 4—红色泥砾

表层,不是构造运动能够形成的。如果用重力滑动来解释,则构造所指示的作用力方向与向深沟的重力作用方向不相一致。可以相信,这是冰川作用形成的表皮构造,为从东南方

向来的冰流推挤岩层而成。上复冰碛红色泥砾与基岩的接触面呈上凸下凹的形状，为冰川翻越基岩横梁时造成，而非一般的断层接触关系。

西一普公路约13公里附近的现象，也是红色泥砾覆盖在有褶皱和断层的基岩之上（图4）。基岩构造向下延伸的情况尚未查明。但是，图中显示断层右侧的基岩插入了泥砾层。如果基岩构造为冰川推挤造成，则凸起的部分必受到磨蚀破坏，然后才能有冰川堆积上复。但剖面所显示的现象表明，断层发生于冰碛泥砾堆积之后，由构造运动形成的可能性较大构造运动发生的时期，应在堆积红色泥砾的冰期之后。

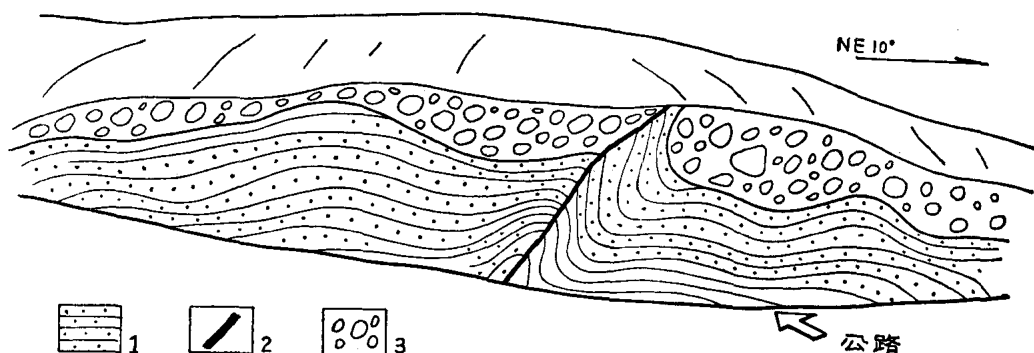


图4 西昌—普格公路13公里处的第四纪断层
1—侏罗纪岩层；2—断层；3—红色泥砾

在则木河谷地中，堆积冰碛的四阶地的古谷地，从代表第一冰期的谷底深切了近600米。在大箐梁子北坡，从地貌发育的规律来看，红色泥砾堆积晚于紫灰色泥砾，亦晚于大箐村组和昔格达组。缸窑附近昔格达组中的断层发生于红色泥砾沉积之前。所以，这次冰期应发生于昔格达组沉积和紧接的构造运动之后，暂定为第二冰期。当时，大箐梁子以南至拖木沟以北的古冰窖，仍为第二冰期冰川所继承。冰体从冰窖向南流出，顺则木河古谷流动，规模较大，应为主流。冰窖中的冰体自大箐梁子溢出向北流动，直下邛海，规模较南支为小。冰窖向南的出口，已为则木河向源侵蚀切穿，该处由侏罗系砂岩构成，高出河床280米左右，其顶部尚保存红色泥砾。冰窖出口处基岩之西端，见灰白色微带网纹的粘土，可能为第二冰期的沉积。冰川经过拖木沟之后，再经较为开阔的养蒿葫芦状谷地，在普格县城以北的苗家坪跨越另一道岩坎。此岩坎呈北东—西南方向，为侏罗系砂岩构成，顶上亦残存红色泥砾，类似冰坎。苗家坪岩坎以南紧接普格盆地，四周有山体或高岗包围，北面是苗家坪岩坎，南面有姚家山，东面是熊家梁子，螺髻山屹立于西面。普格盆地内也有红色泥砾发现。这次冰期的冰川，经过普格盆地，继续南下，流出调查地区。

3. 黄褐色泥砾时期

黄褐色泥砾是本区所见的又一种冰川堆积。在大箐梁子南面的三梧村以南，它以冰碛扇的形式广泛分布于拖木沟以北的开阔谷地中。拖木沟至普格县城一段，冰碛物或冰水沉积见于高出则木河床80—100米的三阶地上（图5）。大箐梁子第一冰期冰碛体两侧，有两股黄褐色泥砾。东股仅在鹅掌河上游东支谷西侧谷肩上分布，长约200米，高约10米，为呈北西—南东方向延伸之垅岗，从堆积形态看，可能为侧碛堤的一部分。西股沿西一普公路西侧和鹅掌河上游西支谷西侧分布（照片22），向北延伸2.5公里，结束于海拔2,200—2,000

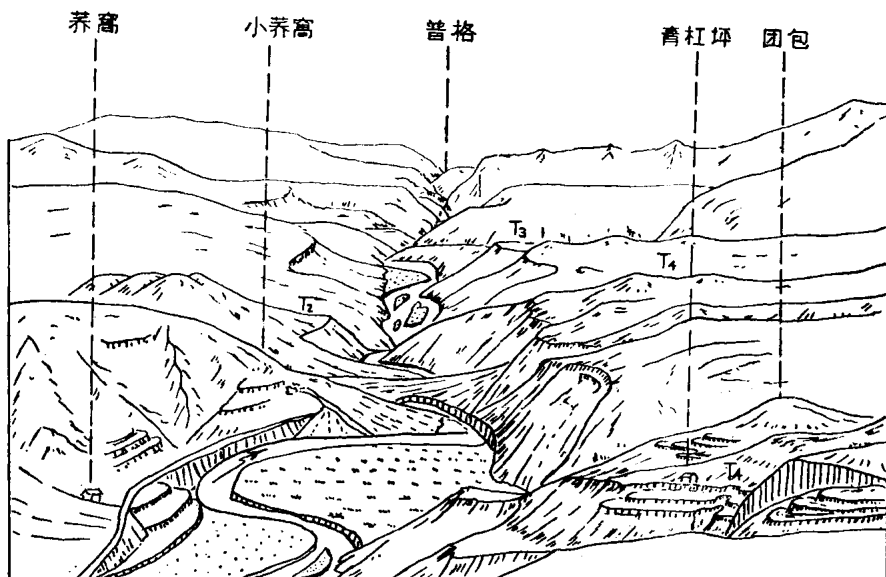


图 5 从波洛坪向南东20°方向望则木河河谷阶地地貌
T₄—四阶地；T₃—三阶地；T₂——一阶地

米之间。它的最北部，即最低处的终碛堤（照片23），呈一直径 200 米之半圆，三面略高，中间低洼，内有积水小湖。终碛堤之前的冰水扇，因规模不大，又受后期的破坏，已不甚明显。

泥砾中的砾石成分，有震旦系紫灰色、紫红色砂岩，玄武岩，侏罗系灰色、深灰色、黄灰色砂岩和粉砂岩，以及紫红色、鲜红色粉砂岩等。由砾石岩性判断，其物质来源仍为螺髻山，以及冰川流经的基岩和老冰碛。砾石磨圆度很差，以1—2级为主，分选不好，细粒物质以砂为主，胶结程度中等。大箐梁子以北冰碛砾石多具裂开现象，但一般风化较浅，无风化圈存在。巨大的漂砾常夹于泥砾中，或在冰碛面上凸露出来（照片45），最大的一块长径达12米，见于拖木沟以北五道青与松林包之间（照片24）。

在西—普公路14—15公里处，冰碛体尚可划分为底碛和表碛两部分。下部底碛中以震旦系激江砂岩砾石为主，压裂现象也较多见，胶结也较紧实；而其上部之表碛则相反，侏罗系砂砾岩石的成分显著增多，压裂现象少见，胶结松散。在表碛与底碛之接触处，有薄砂层作为分界线。

黄褐色冰碛中的条痕砾常见，西—普公路15公里处的一块紫红色粉砂岩漂砾，体积为1.5米×1.1米×0.9米，磨光面上有一组相互平行的擦痕，长者达1米，宽2厘米，深2毫米。养葛农场场部对岸，即则木河西岸之冰碛三阶地上，有一块长8米的漂砾，岩性为坚硬的震旦系砂岩，磨光面上有三组不同方向的擦痕。

黄褐色泥砾所代表的冰期，显然较新，定为第三冰期。该冰期时，大箐梁子以南至拖木沟以北，仍然是一个囤冰的场所。在大箐梁子以北，该冰期承继了第二冰期冰川所形成的U谷故道，使老谷底更加刨深，但因仅为冰窖溢出之小股冰川，规模不大。从黄褐色冰碛分布的情况来看，南股仍然是冰川的主流，但规模已较第二冰期冰川为小，冰舌流伸不远，故则木河三阶地主要是冰水阶地。那时，在则木河支沟中亦有冰川发育，故有源自螺