珠穆朗玛峰及其北坡的地层

尹集祥　郭师曾
(中国科学院地质研究所)

摘　要

1975 年 5 月 27 日，我国九名男女登山运动员再次登上了世界最高峰——珠穆朗玛峰. 随同中国登山队活动的中国科学院珠穆朗玛峰科学考察队，再次对珠穆朗玛峰北坡进行了科学考察，获得了很多珍贵的资料. 其中从珠穆朗玛峰(以下简称珠峰)北坡 7029—8840 米的四十五个不同高度上所获得的岩石标本，为讨论珠峰地层单位的划分、时代及对比提供了较充分的根据. 此外，在考察区北部分布的石炭、二叠系中，首次发现了我们称为冈瓦纳相地层的冰海相沉积及与之伴生的 *Stepanoviella* 动物群，并再次发现了保存较好的舌羊齿植物.

本文除对珠峰北坡分布的古生界及其以下一段地层进行系统的描述外，着重对浅变质的震旦—寒武系和冈瓦纳相地层作了讨论. 初步认为，珠峰北坡地区与喜马拉雅其它地区、巴基斯坦盐岭以及南亚次大陆都具有地质发展上的密切联系，并推断喜马拉雅山应属于冈瓦纳南亚(印度板块)或冈瓦纳古大陆的一个组成部分.

从上世纪末直至中华人民共和国成立前，珠峰地区的科学考察，主要为西方资本主义国家所垄断. 自 1921 年起，一些外国地质人员随同探险队先后多次来到珠峰附近活动. 但对珠峰及其附近区域的地层没有系统可靠的描述，有些地层的划分和论述也是很错误的. 例如 Odell[1], Wager[2,3], Gysin 和 Lombard[4] 等曾先后错误地断定珠峰峰顶灰岩的地质年代属于“二叠—三叠纪”、“石炭—二叠纪”和“泥盆纪”.

中华人民共和国成立以后，党和政府非常关心西藏自治区的社会主义革命和建设，多次组织科学考察队来到珠峰北坡地区进行综合科学考察，积累了大量的考察资料. 在地层方面，1966—1968 年的地质科学考察，初步建立了珠峰北坡地区比较完整的地层系统[5](从奥陶系直至始新统的海相地层). 根据珠峰峰顶结晶灰岩的岩石特征，结合区域地层的分布，推测了珠峰峰顶灰岩的地质时代为奥陶纪[6]. 这一结论，为峰顶灰岩铀-铅法同位素年龄测定及峰顶岩石标本地质年代的多元判别分析所证明[7,8]. 1964 年，在希夏邦马峰北坡，科学考察队曾发现了含上新世高山栎和毡毛栎化石的野博康加勒群[9]; 1975 年又在吉隆盆地发现了含三趾马等脊椎动物化石的上新世—更新世地层[10]. 它们代表珠峰北坡地区海相沉积结束之后，喜马拉雅山逐渐挺身而起的早期陆相地层记录. 这些成绩都是地质科学工作者在党中央和毛主席的领导下，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神所取得的. 这些成绩使我们对珠峰北坡地区的地

本文 1976 年 9 月 8 日收到.

质发展史有了新的了解．而 1974 年和 1975 年再次对珠峰北坡的地质科学考察，又丰富了这一地区的资料，提高了对这一地区的科学认识．

一、珠穆朗玛峰及其北坡的地层

珠峰（8848 米）和洛子峰（8501 米）、马卡鲁峰（8470 米）、卓奥友峰（8153 米）及其附近数十座 7000 米以上的高峰，组成世界上最雄伟挺拔的高山区．它恰位于喜马拉雅较深变质的结晶岩系上的一个近南北向的向斜核部．除马卡鲁峰为花岗岩构成以外，其余几座八千米以上的高峰峰顶或全部峰体都为特提斯喜马拉雅沉积层序下部的，属于震旦—寒武纪的浅变质岩系和早奥陶世结晶灰岩所构成．

1975 年 5 月 27 日，我国登山队员再次从北坡登上珠穆朗玛峰，随同这次登山活动的科学考察中，由登山队员采集了从北坳（7029 米）直至峰顶的四十五个不同高度的岩石标本．通过对它们的研究，为认识珠峰的岩石性质、地层单位划分和对比提供了充分根据．珠峰峰顶岩层向北偏西倾斜，以较小的倾角向北延展到构成章子峰及绒布寺地区北部的较低山峰．科考队从绒布寺地区北部的曲布起，沿绒布曲向南直至珠峰大约三百多平方公里面积内，填制了地质图，并进行了地层剖面测量（图 1，2）．绒布寺地区除变质岩系外，未变质的含化石的地层有奥陶系、石炭系、二叠系和三叠系，志留系和泥盆系可能全部被断层截失．

由于受资料的限制，珠峰北坡地区过去建立的地层单位划分和名称，不能完全概括珠峰及其北坡所观察到的现象．因此，本文对考察区自变质岩系以上直至古生代的地层，给予新的划分和命名．但同样由于客观条件的限制，所提出的一部分单位，其时代和接触关系是推论性质的，所以也是很初步的．珠峰北坡地质构造十分复杂，要恢复地层发育的全部特征，今后还要做大量的工作．

现将珠峰及其北坡地层从下至上分述如下（表 1）[1]．中生代地层由于露头十分零星而从略．

表 1　珠穆朗玛峰及其北坡地层的划分

P_2	曲布日嘎组 曲布组
P_1—C_3	基龙组
C_2—C_1^2	曲宗组
	断层
C_1^1	绒嘎马组
	断层
O_1	珠穆朗玛峰组 黄带层
Є—Z	北坳组
	断层
AnZ(?)	绒布组

绒　布　组

绒布组为中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队地质组于 1962 年命名，它主要沿绒布曲两岸靠近山麓地带出露，岩性主要为条带状及眼球状混合岩、黑云母片麻岩、大理岩和黑云母石英片岩等，可见厚 110—677 米．层内多岩床状的花岗岩体，普遍经受了较早期的区域变质，后叠加有喜马拉雅期的变质，并有不强烈的混合岩化作用．

绒布组和上覆北坳组间被层状的白云母花岗片麻岩，即原先所称的“白云母片麻岩”[11]或“花岗糜稜岩”[6]所分隔．我们根据野外观察和有关研究变质岩同志的意见，倾向于认为它属于和围岩有交代作用，且经受后期变质作用的花岗岩体（在图 1，2 中使用 γ 符号表示）．它

1）地层表中的黄带层为非正式地层名称．在图 1 上，对该层使用了 $O_1/Є$ 符号，表示其时代为早奥陶世或寒武纪．但我们倾向于认为它的时代属于早奥陶世早期（见以后讨论），故在图 2 上使用 O_1^1 的符号．

的时代，经中国科学院地质研究所对它的 6 个样品进行钷-钐法全岩同位素年龄测定，得出其生成年龄为 235.8 百万年，变质年龄为 94.6 和 13.27 百万年．绒布组的岩性和层位与聂拉木一带分布的中级变质岩系的上部(加曲桥组和康山桥组的一部分)相似，而层位和尼泊尔境内珠峰南坡构成琴兰混合岩（Chamlang Migmatite）叠瓦构造[1]的花岗质的矽线石-柘榴子石-黑云母片麻岩[12]也大体相当．马卡鲁花岗岩[13]即沿琴兰混合岩叠瓦构造和珠峰岩块的层序间成层状侵入，向北并延布于珠峰北坡．绒布组作为基底岩系和喜马拉雅其它地区中级变质结晶岩系的上部均可大体对比，初步推测其时代为前震旦纪(?)．

北 坳 组

我们把珠峰及章子峰峰体基部及其附近出露的一套浅变质的泥质岩系，命名为北坳组(北坳为珠峰和章子峰间的坳口)，北坳组构成珠峰金字塔型峰体宽大的下部．北坳组下部(海拔 7029—7600 米位置)，以黑云母石英片岩为主，夹绿帘石石英片岩，黑云母钙质石英片岩和薄层石英大理岩等．从北坳向下至东绒布冰川粒雪盆，大约在 6500 米位置上全为冰雪，推测受冰雪覆盖部位的岩性与章子峰东南山麓分布的黑云母石英片岩相同．上部(海拔 7600—8200 米位置)，以黑云母石英千枚岩和绿泥石、黑云母千枚岩为主，夹有黑云母绢云母石英片岩．北坳组是一套属于绿片岩相的浅变质岩，它的矿物组合和岩石结构、构造都显示出经受了区域变质作用，而且变质程度有自下而上逐渐减弱的趋势．北坳组的原岩似为一套具复理石构造的，以粉砂质粘土岩及粘土质砂岩为主，夹钙质砂岩、杂砂岩和砂质灰岩等的沉积岩，它的厚度因受断层影响由南向北迅速减小．在珠峰，可见厚 1270 米，章子峰 615 米，前进沟 120 米，绒布堆贡巴 30 米，而到查雅只有 21 米．

北坳组在岩性和层位上大体可与聂拉木一带的肉切村群下组对比，也可和特提斯喜马拉雅构造带其它地区的寒武系，以及还可能包含震旦系的一部分层位相当．虽然珠峰北坡北坳组和下伏的绒布组间被白云母花岗片麻岩分隔，未能见到两者的实际接触关系，考虑到它们在变质程度的显著差异，而推论其原始接触可能为不整合，不过受到了后期的构造和岩浆岩侵入的破坏和改造．

珠穆朗玛峰组和黄带层

珠峰北坡海拔 8200 米以上全为钙质岩系，Odell 于 1925 年将它称为“珠穆朗玛峰钙质岩系”．后来，Wager (1934)，Gysin 和 Lombard (1960) 等还用珠峰名称于峰体的上、中、下三个地层单位的命名上，从而造成混乱．我们对“珠穆朗玛峰钙质岩系”重新给以定义，即其上部的结晶灰岩层称为珠穆朗玛峰组，其下部的大理岩和千枚岩层则沿用一个非正式的名称黄带层(表 2)．

珠穆朗玛峰组和黄带层分布，自珠峰向北成扇形展开的波状起伏的向斜核部，以零星小块成帽顶式构造盖在巴西巴木山的绒布组上．它们在珠峰峰体共保存厚 359 米，章子峰一带有 600 米厚，向北至秋哈拉沟一带可能还要厚些．

黄带层　分布于海拔 8200—8600 米位置，厚 237 米，为一非正式地层单位．它整合地伏

1) 日本的尼泊尔考察队提出的琴兰混合岩叠瓦构造的混合岩[12]，相当于 Bordet 于 1961 年所指的巴仑混合岩[13] (Barun Migmatite) 或 Hagen 于 1959 年所指的昆布推覆体[14] (Khumbu Nappe) 中的岩石．

表 2　珠穆朗玛峰地层的划分沿革

Odell (1925)		Wager (1934、1939)		Gysin et Lombard (1960)			中国科学院西藏工作队地质组 (1959)		中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队地质组 (1962)			尹集祥 (1974)		本文	
上钙质岩系或珠穆朗玛峰钙质岩系	T—P	珠穆朗玛峰石灰岩系	P—C	西藏大块	珠穆朗玛峰石灰岩	D	大理岩	Pz	石灰岩		P_2	钙质岩系	O或O—€	珠穆朗玛峰组黄带层	O_1
							角岩及带状角岩			板状大理岩	Pt				
片麻状黑云母岩系或带状黑云母片麻岩	AnPt (Old Purana Age)	珠穆朗玛峰泥质岩系	Pz_2—(Pz_1)		上珠穆朗玛峰泥质岩系	S_3	粗粒云母片岩		珠穆朗玛杂岩系	上绒布亚组 (AcR_2^1)	Ac	泥质岩系	€	北坳组	€—Z
					下珠穆朗玛峰泥质岩系		电气石云母片麻岩			下绒布亚组 (AcR_1^1)					
					断层							断层		断层	
下钙质岩系		下珠穆朗玛峰石灰岩		努布子地鳞昆布推覆体		An€	花岗片麻岩					珠穆朗玛群	An€	绒布组	AnZ (?)

于珠穆朗玛峰组之下，又整合于北坳组之上．其岩性主要为浅土黄色、浅棕褐色和灰白色等多种不同颜色的条纹状，或片状石英大理岩、钙质石英千枚岩和钙质千枚岩交互组成的条带状岩层，风化面为褐黄色，很容易辨认．岩层层面上有微弱丝绢光泽，层面常可见波状弯曲，有时一组线理和一组皱纹相交近于成垂直状，表明其经受过不同方向的两次较强烈的应力作用．岩石具显微花岗变晶结构与鳞片变晶结构，两者组成条纹构造．在分布于海拔 8300 米的钙质石英千枚岩中，发现有达 5% 的棘皮类生物碎屑，同珠穆朗玛峰组所含者相似．从矿物和化学成分看，原岩是一套纹层发育、韵律明显的、不纯的钙质岩石，包括粉砂质灰岩、石灰岩和钙质粉砂岩等．黄带层的层位和聂拉木一带的肉切村群上组相当．

珠穆朗玛峰组　厚 122 米，分布于海拔 8600—8848 米．主要为浅灰至深灰色，少数为白色的结晶灰岩，含少量粉砂和白云石，发育有略成平行的黑色泥纹．岩石受到重结晶作用，具显微花岗变晶结构．在海拔 8813 米处有厚度不大于 1 米的不规则分布的构造角砾灰岩团块．结晶灰岩中普遍含有经受了轻变质作用的海百合茎碎片，含量达 5—15%．

在距珠峰不远的查雅、秋哈拉沟和前进沟的珠穆朗玛峰组中，发现了多种奥陶纪化石，包括腕足类、三叶虫和海百合茎等．腕足类有：

Orthambonites cf. *rotundiformis* Cooper
Aporthophylina intermedia (Liu)
Aporthophyla hispa (Liu)
A. cf. *hispa* (Liu)
A. perelegans Liu
Xizangostrophia cf. *sinensis* Rong

它们均见于聂拉木一带分布的甲村群下组．这个腕足类组合和北美塔布勒黑德阶 (Tablehedian) 所产者相似．珠穆朗玛峰组的时代，从化石层的区域对比，并考虑甲村群下组所含头足类 *Ordosoceras*, *Manchuroceras* 的时代意见，可归入阿伦尼格—兰维尔期．这些化石层的层位，联系地质图和地层剖面对比，肯定它们是和珠峰峰顶灰岩层相连接的，从而为先前已作过的判断再次提供了有力的证据．

自北坳组向上直至珠穆朗玛峰组，显示了逐渐过渡的沉积过程，即从泥砂质—泥灰质—钙质这样连续的海进沉积序列．因此，整合地伏于珠穆朗玛峰组之下的黄带层，也就可能和珠穆朗玛峰组一起，代表着早奥陶世的沉积．除珠峰本部外，前进沟和秋哈拉沟等地的黄带层厚度很不稳定，大部被断层截失．

绒 嘎 马 组

在曲宗南约 3.5 公里的绒嘎马沟，出露一套深灰色薄层至中厚层的石灰岩，其间夹有具交错层的板状砂岩，称为绒嘎马组．石灰岩多重结晶，产状紊乱，和周围的砂质页岩及石英砂岩的接触不正常，估计厚 80 米，未发现化石．根据其岩性与其南侧的奥陶纪灰岩不相似及分布的特征，推测某层位可能相当于聂拉木县亚里一带分布的亚里组，时代属于早石炭世早期．

曲 宗 组

自曲宗向北至库尤，沿扎嘎曲两岸所出露的一套碎屑岩，称为曲宗组．其下部主要为绿灰

色粉砂质粘土岩、页岩夹砂岩，产腕足类：

Syringothyris ex. gr. *lyderkkeri* Diener

Dictyoclostus cf. *viminalis* (White)

时代属早石炭世．中部主要为绿灰色细砂岩及粘土质粉砂岩．上部为灰黑色砂质页岩夹石英砂岩．顶部被断层截失而与晚二叠世的石英砂岩、生物碎屑粉砂岩和生物碎屑灰岩(相当曲布日嘎组)接触．中、上部未发现化石，可能代表中石炭甚至上石炭统一部分．本组厚度估计近1000米．曲宗组约相当聂拉木一带的纳兴群的中上部，时代为早—中石炭世．

在基龙贡巴东山，曲宗组上部为含海百合茎化石（*Cyclocyclicus kuangtungensis* Dubalotow et Shao）的灰色砂质页岩，向上连续过渡到基龙组．

基　龙　组

在基龙贡巴和扎达日一带，整合于曲宗组之上的一套深灰色的杂砾岩（Diamictite），黄褐色细砂岩夹页岩及石英砂岩，称为基龙组，厚约730米．它的底部为灰色杂砾岩，厚30米，分布于扎达日西坡，海拔为5600米，称为扎达日杂砾岩段．中部为厚仅0.5—1米的灰色生物碎屑砂质粉砂岩，产腕足类、单体珊瑚、瓣鳃类和三叶虫等化石，称为含 *Stepanoviella* 砂质粉砂岩段．上部为细砂岩和石英砂岩，分布于查雅一带，称查雅石英砂岩段．

扎达日杂砾岩段的杂砾岩，其岩性特征是在粉砂、细砂及泥质的基质中，稀散地分布着各种不同大小的砾石，无分选，排列不规则．大约每两平方米面积有一个漂砾，漂砾最大长径达35厘米．砾石形状不规则，多为次稜角状、次滚圆状．砾石成分几乎全为沉积岩类，以正石英岩为主(占砾石成分的80%)，次为砂岩、板岩、燧石、亮晶棘屑灰岩．有些砾石表面具擦面、压坑、擦纹及刻痕．擦纹细而浅，彼此平行；刻痕粗强，钉头状，与砾石长轴平行，也有斜交的．个别砾石具两个擦面相交而成的稜脊．砾石的这些现象，以及在基质中的分布和胶结情况显示了杂砾岩冰水作用的特征．再从杂砾岩顶部含有少量腕足类化石，杂砾岩中略含钙质，并含有少量生物碎屑，可以推想它是一种冰川和海水的混合相(冰海相)沉积．

含 *Stepanoviella* 砂质粉砂岩段所产化石以腕足类为主，生物碎屑约占50%．腕足类以 *Stepanoviella* 属为代表，因此，可把这个化石组合称 *Stepanoviella* 动物群．腕足类包括：

Stepanoviella gracilis Ching, sp. nov.

Trigonotreta cf. *narsahensis* (Reed)

Lissochonetes cf. *geinitzianus* (Waagen)

Lialosia sp.

Waagenoconcha sp.

Attenuatella convexa Armstrong

"*Punctospirifer*" *jilongica* Ching, sp. nov.

Martinia sp.

珊瑚有 *Empodesma* sp.

瓣鳃类有 Myolinidae (gen. et sp. indet.)

三叶虫有 Ditomopyginae (gen. et sp. indet.)

腕足类的 *Stepanoviella* 属在澳大利亚西部、帝汶岛、伊朗及喜马拉雅山区的克什米尔等地多见于萨克马尔期及阿丁斯克期地层. *Trigonotreta* cf. *narsahensis* 和产自印度的 *T. narsahensis* 非常相似，该种也见于澳大利亚西部的卡利撒拉组（Callytharra Formation）. 前两个属都是印度乌马利亚（Umaria）煤田，属于冰川堆积的塔契尔漂砾层（Talchir Boulder Bed）之上的乌马利亚海相层（Umaria Marine Bed）的主要分子. *Lissochonetes* 在南美、大洋洲及南亚次大陆都出现在晚石炭世—早二叠世早期地层中. *Lialosia* 及 *Attenuatella convexa* 都见于澳大利亚阿丁斯克期地层. 从整个 *Stepanoviella* 动物群的面貌看，它和南亚次大陆乌马利亚海相层或广义的 *Eurydesma* 动物群最为接近，可视为相当层位，且代表一个类似的冷水动物群. 含 *Stepanoviella* 砂质粉砂岩段的时代为萨克马尔期晚期—阿丁斯克期早期. 它下伏的扎达日杂砾岩段则应和塔契尔漂砾层的层位相当，时代为晚石炭世—萨克马尔期早期.

曲布组和曲布日嘎组

晚二叠世地层在曲布西山出露较全(曲布西山本地称曲布日嘎). 其下部为正石英岩夹灰色页岩，富产舌羊齿植物，厚 20 米，称曲布组. 向上过渡为粉砂岩夹生物碎屑灰岩及砂质页岩，富产腕足类，并有苔藓虫、单体珊瑚、菊石、方锥石、瓣鳃类和腹足类等，厚 375 米，称曲布日嘎组. 曲布组和曲布日嘎组相当于先前所称的色龙群. 曲布日嘎组再上过渡到早三叠世的白云质灰岩组成的土隆群下组，其中富产菊石:

Ophiceras (*Lytophiceras*) *sakuntala* Diener
Ophiceras (*Ophiceras*) *tibeticum* Greisbach
Ophiceras (*Ophiceras*) *demissum* (Oppel)
Wordioceras wordiei (Spath)
Anotoceras nala Diener
瓣鳃类: *Claraia aurita* (Hauer)
旋齿鲨: *Sinohelicoprion qomolangma* Chang, sp. nov.

1966 年，在曲宗沃鲁洛首次发现了舌羊齿植物[15]. 同类化石在 1975 年的考察中，还在曲布及定结县萨尔区库间村大量发现，从而证明珠峰北坡地区舌羊齿植物层有着广泛的分布. 从上述几个地方得到的植物化石共有 6 属 8 种:

Raniganjia qubuensis Hsü, sp. nov.
Sphenophyllum speciosum (Royle) M'Clelloud
Dizeugotheca qubuensis Hsü, sp. nov.
Dichotomopteris qubuensis Hsü, sp. nov.
Glossopteris communis Feistm.
Glossopteris indica Schimper
Glossopteris angustifolia Bgt.
Sphenopteris cf. *hugesii* (Feistm.)

这 6 属中有 4 个属在冈瓦纳古大陆范围内分布广泛，另 2 属（*Dizeugotheca* 和 *Dichotomopteris*）出现于南亚次大陆. 其中的几个旧种均见于南亚次大陆下部冈瓦纳岩系，且主要见于达谋达

群（Damuda Group）顶部的腊尼冈季组（Raniganj Formation）．这样，曲布组的层位应可以和腊尼冈季组对比，而同属于晚二叠世早期[15,16]．

曲布日嘎组在岩性上可分为三段．下段，厚 148 米，为灰褐色铁质粉砂岩、褐灰色生物碎屑铁质粉砂岩及灰色钙质粉砂岩互层，夹薄层生物碎屑灰岩．中段，厚 120 米，为灰色砂质页岩，褐灰、褐紫色生物砾屑灰岩及生物碎屑粉砂岩．上段，厚 86 米，为灰色含粘土质结核的砂质页岩和页岩．1975 年，科考队地层组在曲布日嘎组中、下段所采集的化石，同 1966 年我们在相同地点和层位采集的相同．1966 年和 1975 年在本组中、下段所采集的主要腕足类有[17]：

Wyndhamia circularia Chang
Marginifer himalayensis Diener
Costiferina indica (Waagen)
Cancrinella cancriniformis (Tschernyschew)
Neospirifer kubeiensis Ting emend. Chang
Spiriferella rajah (Salter)
Anidanthus "fusiformis" Waterhouse

珊瑚：*Tachylasma paradoxium* Wu
Lytvolasma asymetricum Soshkina

苔藓虫：*Fistuliramus bifidus* Yang et Hsia
Stenopora hirsuta Crockford
Polypora praeplurformis Monozova

菊石：*Uraloceras xizangense* Liang, sp. nov.

方锥石：*Conularia* sp.

上段化石稀少，仅有瓣鳃类：

Phestia darwini (de Koninck)
Aviculopecten sp.
Nuculopsis sp.

腹足类：*Retispira* sp.

曲布日嘎组的化石组合富于腕足类而缺乏䗴类和群体珊瑚．腕足类的属种与克什米尔的泽万岩系（Zewan Series）中部，印度斯匹提的长身贝页岩中下部、印度库蒙北部的克林克龙岩系（Kringkrong Series）下部、尼泊尔西北部的锡尼-丘组（Thini-Chu Formation）下部、锡金北部的拉契岩系（Lachi Series）上部以及巴基斯坦盐岭的扎拉奇群（Zaluch Group）中部的瓦加尔灰岩（Wargal Limestone）中所产的腕足类组合颇为接近，显示了喜马拉雅的地区色彩．根据这一组合中某些属种的壳体厚大，且和少量单体珊瑚共生，推测其可能代表一个温水的动物群．曲布日嘎组的时代，较多动物化石研究者认为属于早二叠世晚期[17]．而我们根据它和上、下层位的整合关系，特别是考虑了下伏曲布组舌羊齿植物的时代属于晚二叠世早期，认为把它归属于晚二叠世晚期较合适[16,18]．

表3 珠穆朗玛峰和以西相邻地区前志留系地层的对比

地层		克什米尔[21,22]	印度[21—23] 斯匹提	印度[23,25] 库蒙北部	尼泊尔[26] 西北部	珠穆朗玛峰[1)]
奥陶系	上	加兰层 (Gauran Beds) 对笔石页岩	*Aspidium indicum* 带	希拉岩系 (Shiala Series)	黑带组(下部) (Dark Formation)	
	中		*Rafinesquina* 带	张格鲁岩系 (Changru Series)	北面石英岩 (North Face Quartzite)	断层
	下		*Bythotrephis* 带	加布杨岩系 (Garbyang Series)	尼尔吉里灰岩 (Nilgiri Limestone)	珠穆朗玛峰组黄带层
寒武系		三叶虫页岩和板岩	帕拉希岩系 (Parahio Series) 中、上亥曼塔岩系	腊拉姆砾岩 (Ralam Conglomerate)	拉郡组 (Larjung Formation)	北坳组
震旦系		多格腊板岩 (Dogra Slate)	下亥曼塔岩系	马尔托利岩系 (Martoli Series) / 布底片岩 (Budhi Schist)		断层
前震旦系(?)		萨卡拉岩系 (Salkhala Series)	歪克瑞塔岩系 (Vaikrita Series)	歪克瑞塔岩系	杜普片麻岩 (Dhumpu Gneiss)	绒布组

1) 见本文.

二、北坳组及冈瓦纳相地层的讨论和结语

1. 北 坳 组

聂拉木一带，在含化石的早奥陶世中晚期地层之下，中级变质结晶岩系之上的一套浅变质岩系，曾称为肉切村群，时代属寒武—奥陶纪[6]，但它保存的厚度不超过 200 米．珠穆朗玛峰出露的浅变质岩系我们称为北坳组，它的厚度大，层序比较完整，在珠峰北坡地区较有代表性；肉切村群仅相当它顶部的一部分．因此，对北坳组的研究是恢复早奥陶世之前一段地质历史的重要一环．在这套浅变质岩系中，还未找到可靠化石，并且它和下伏的中级变质结晶岩系的产状，各地所见都几乎一致，且变质程度又像是逐渐过渡，要在其间明确地划分地层界线似颇困难．这个情况，在喜马拉雅其它地区也很普遍．因而两者间的地层分界线和结论认识很不相同，从而导至不同的喜马拉雅的地史观[6,12,19-23]．这实质上是早已提出过的、但至今尚未能完满回答的关于变质地层的时代和变质作用时期的问题．珠峰北坡地区的这套浅变质岩系，是世界上最高山峰的主要岩石组成成分．它的正确时代和层位，发育过程以及地质意义的解释，必须和广大的喜马拉雅其它地区的情况联系起来统一讨论．从尼泊尔西北部，印度库蒙北部和斯匹提，以及克什米尔等的一些资料加以综合分析，可以得出以下几点认识．

所谓特提斯喜马拉雅沉积层序下部的浅变质岩系，主要为震旦纪至寒武纪并包括早奥陶世早期的地层，它从下到上直至下奥陶统中上部及以上含化石层出现，变质程度递减而基本为连续过渡．

原岩主要为具复理石构造，并包含递变层的泥质岩石，间夹砂质及钙质等．震旦纪时一般为地槽型沉积，在克什米尔并有海底基性火山喷发，似表现了优地槽特征．到晚震旦纪、寒武纪直至早奥陶世初期，逐渐转化为地槽浅水沉积．至早奥陶世中晚期，大部（包括珠峰地区）转化为浅水地台型沉积，仅西部（克什米尔）仍保持地槽沉积环境．

浅变质岩系的变质程度在印度库蒙、尼泊尔西北部及我国境内的珠峰北坡地区，其底部包括低级角闪岩相，中、上部为绿片岩相；印度斯匹提及其以西则主要为绿片岩相．总的趋势是由西向东变质程度略有加深．

印度库蒙及其以西地区的浅变质岩系和下伏较深变质结晶岩系之间的接触，多数人认为是逐渐过渡的；尼泊尔西北部及其以东地区的相当岩系之间，多数人认为是断层关系，而其原始接触可能是不整合．但不论何种看法，都还需要进一步工作才能做出结论．

此外，如果再往南与毗邻的南亚次大陆的北部加以比较，还将看到特提斯层序下部的浅变质岩系，无论在岩性和层位上都可以同那里的温德亚岩系（Vindhyan System）相比拟；并进而设想以下的基底岩系也可以同那里的更老岩系相联系．

表 3，表示了珠穆朗玛峰和它的西面一些毗邻区域奥陶系及以下各单位地层的对比关系．

2. 冈瓦纳相地层

早在前世纪中期，就在克什米尔、巴基斯坦盐岭和印度库蒙等地的沉积岩系内，发现了有人认为是来自于冰川的沉积物——杂砾岩．同时，在克什米尔和巴基斯坦盐岭还在杂砾岩层之上发现舌羊齿植物．对于杂砾岩的来源曾经有冰川成因，和在构造活动带内与火山活动、海

底滑坡、泥流及浊流等非冰川作用的成因的争论. 1974 年,印度召开了讨论会,并出版了关于《布兰尼及有关地层》的专著,会上几乎一致地支持了喜马拉雅山区石炭—二叠系包含的杂砾岩层,属于冰川作用或冰海相成因的论点[24]. 1975 年,我国科考队,在珠峰北坡分布的石炭—二叠系中,发现了我们称为冈瓦纳相地层的冰海相沉积的杂砾岩及其伴生的 *Stepanoviella* 动物群,和舌羊齿植物. 这一发现证明了珠峰北坡地区和巴基斯坦盐岭、喜马拉雅其它地区以及整个南亚次大陆,在地质发展上具有密切联系. 并从该区属于海相层序中的冈瓦纳相沉积层和南亚次大陆上的陆相冈瓦纳沉积层的对比,可以看到晚古生代时,作为特提斯海南缘的古喜马拉雅海,是和冈瓦纳南亚(或印度板块)共存的一个陆缘海.

Norin (1946)[27] 在描述我国藏北西部属于晚古生代的霍尔巴错岩系时,曾经指出它在岩

表 4 喜马拉雅山区、巴基斯坦盐岭及

地层		巴基斯坦[29] 盐岭		喜马拉 克什米尔[22,23]			印度斯匹提[22,30]		印度库蒙北部[22,23]		尼泊尔西北部[23,26]
上二叠统	上部	扎拉奇群 (Zaluch Group)	基得鲁组 (Chhidru Formation)	班贾耳火山岩 (Banjal Volcanics)	泽万岩系	瓣鳃类带 腕足类带 *Protoretepora ampla* 带	长身贝页岩	*Xenaspis carbonaris* 带 腕足类带 *Protoretepora ampla* 带	克林克龙岩系	苦岭页岩 (Kuling Shales) 克林克龙灰岩 (Kringkrong Limestone)	锡尼-丘组 (Thini-Chu Formation)
	下部		瓦加尔灰岩 (Wargal Limestone)								
下二叠统	上部		阿姆布组 (Amb Formation)		*Ganganopteris* 层		钙质砂岩含 *Neospirifer fasciger* 带 砂岩、石英岩砾岩、冰碛岩		(缺失?)		(缺失?)
	下部	尼拉湾群 (Nilawan Group)	萨尔迪组 (Sardi Formation) 瓦尔查砂岩 (Warchha Sandstone)		「集块质板岩」	*Taneiothaerus-Stepanoviella* 动物群 *Eurydesma* 动物群 杂砾岩层					
上石炭统			*Eurydesma-Conularia* 层 托布拉组 (Tobra Formation)		?				?		?
中石炭统		(缺失)		*Fenestella* 页岩			波岩系 (Po Series)		*Fenestella* 页岩		*Fenestella* 页岩
下石炭统				*Syringothyris* 灰岩			力派克岩系 (Lipak Series)		卡里岩系 (Kali Series)		提里出湖组 (Tilicho Lake Formatino)

1) 见本文.

性上同克什米尔的"集块质板岩"相似，应同属于冰水沉积．Gansser (1964)[21]以及 Frakes 等(1975)[28]都援引他的资料，认为冈瓦纳相沉积的北界远达于我国藏北喀喇昆仑的东南部，尤其后者还说霍尔巴错岩系的上覆二叠系"含有恒河羊齿（*Gangamopteris*）"．实际上，Norin 的资料并没有提到这一点．霍尔巴错岩系以粘土质粉砂岩为主，其中散布着有约 30—50% 的砾石，它代表一种成因有待于进一步探讨的杂砾岩，但霍尔巴错岩系的剖面不连续，没有化石标志，上覆、下伏地层的关系都未见到．所以，现在就把它拿来看成是冈瓦纳相沉积是很成问题的．从目前掌握的材料来看，亚洲大陆上冈瓦纳相地层的分布可能限于象泉河—雅鲁藏布江一线以南．

表 4 表示了喜马拉雅山区、巴基斯坦盐岭及南亚次大陆石炭纪、二叠纪地层的对比关系．

南亚次大陆石炭纪、二叠纪地层的对比

雅山区					南亚次大陆	
中国珠穆朗玛峰北坡[1)]		锡金北部[2,3,31,32]	锡金南部[22,33—35]	苏班西里河[22,33—35]	印度乌马利亚[22,33—35]	印度马林得拉加尔[22,33—35]
曲布日嘎组	上段：含瓣鳃类腹足类化石 中、下段：含腕足类化石	拉契岩系 钙质砂岩含腕足类化石	?	?	潘契特组	潘契特组
曲布组（含舌羊齿植物）			达谋达群	达谋达群	达谋达群	达谋达群
基龙组	查雅石英砂岩段 含 *Stepanoviella* 砂质粉砂岩段 扎达日杂砾岩段	拉契杂砾岩层	?*Productus* 带 *Eurydesma* 动物群 杂砾岩层	苏班西里动物群	乌马利亚海相动物群 砂岩、页岩 塔契尔漂砾岩层	砂岩、页岩 *Eurydesma* 动物群
?						
曲宗组		石灰岩、页岩含腕足类化石	（缺失）			
断层						
绒嘎马组		石英岩、页岩				

从珠峰北坡地区北坳组特征的分析，联系该区冈瓦纳相地层的发现，再联系整个喜马拉雅山地层的分布情况，可以认为喜马拉雅山是属于冈瓦纳南亚（印度板块）或冈瓦纳古大陆的一个组成部分。

参 考 文 献

[1] Odell, N. E., *Geogr. Journ.*, **66**(1925), 289—315.
[2] Wager, L. R., In Ruttledge, E., 1933, Everest, 1934, 312—337.
[3] Wager, L. R., *Rec. Geol. Surv. India*, **74**(1939), 2, 171—188.
[4] Gysin, M. & Lombard, A., *Ecl. Geol. Helv.*, **53**(1960), 1, 189—204.
[5] 穆恩之等，中国科学，1973，1，59—71.
[6] 尹集祥，珠穆朗玛峰地区科学考察报告（1966—1968）（地质），科学出版社，1974，4—23.
[7] 中国科学院贵阳地球化学研究所同位素年龄实验室，珠穆朗玛峰地区科学考察报告（1966—1968）（地质），科学出版社，1974，262—272.
[8] 肖义越、徐道一、尹集祥，地质科学，1974，2，189—195.
[9] 施雅风、刘东生，科学通报，1964，10，928—938.
[10] 辛生岱，化石，1976，2，26.
[11] 应思淮，珠穆朗玛峰地区科学考察报告（1966—1968）（地质），科学出版社，1974，233—261.
[12] Ohta, Y.（大田吉秀）& Akiba, C.（秋叶力），ed., *Geology of the Nepal Himalayas Himalayan iom-*mittee of Hokkaido Univ., Sapporo, Japan, 1973, 1—286.
[13] Bordet, P., *Recherches geologiques dans l'Himalaya du Nepal, région du Makalu* (ed. Cent. Nat. Rech. Sci. Paris), 1961, 1—275, expeditions Fraucaises a l'Himalaya, 1954—1955.
[14] Hagen, T., 1959, *In Mount Everest*, English translation, London Oxford Univ. Press, 1963, 1—83.
[15] 徐仁，植物学报，**15**（1973），2，254—260.
[16] 徐仁，地质科学，1976，4，323—331.
[17] 章炳高，珠穆朗玛峰地区科学考察报告（1966—1968）（地质），科学出版社，1974，66—80.
[18] 尹集祥、郭师曾，地质科学，1976，4，291—322.
[19] 陈炳蔚，地质矿产研究，1975，1，7—55.
[20] Fuchs, G., *Intern. Geol. Congr.*, Orogenic belts, 23rd session, Prague, **3**(1968), 161—174.
[21] Gansser, A., *Geology of the Himalayas*, Interscience, Publ., 1964, 1—289.
[22] Gupta, V. J., *Indian Palaeozoic Stratigraphy*, Hindustan publishing corporation (India) Dehli, 1973, 1—207.
[23] Valdiyt, K. S. and Gupta, V. J. ed., *Himalayan Geology*, **2**(1972), 1—33.
[24] Bhatia, S. B. & Kanwar, R. C., *Bull. Ind. Geol. Assoc.*, **8**(1975), 2, 1—279
[25] Shah, S. K. & Sinha, A. K., *Himalayan Geology*, **4** (1974), 1—27.
[26] Border, P. et al., *Rechorches Céologiques dans l'Himalaya du Népal région de la Thokkhola* (ed. Centre Nat. Rec. Scient.), 15, Paris, 7e, 1971, 1—279.
[27] Norin, E., In *Sino-Swedish Expedition Report, Stockholm*, **29**(1946), 1—214.
[28] Frakes, L. R., Kemp, E. M. & Crowell, J. C., *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **86**(1975), 4, 454—464.
[29] Kummel, B. & Teichert, C., in *The Permian and Triassic System and Their Mutual Boundary* (ed. Logan A. & Hills L. V.), 1973, CSPG, Mem, 2, p. 17—34.
[30] Wadia, D. N., *Geology of India*, 3rd., London, 1957, 1—536.
[31] Auden, J. B., *Rec. Surv. Geol. India*, **69**(1935), 2, 123—167.
[32] Muir-Wood, H. M. & Oakley, K. P., *Pal. Indica, N. S.*, **31**(1941), 1.
[33] Sastry, M. V. A. & Shah, S. C., *Int. Geol., Congr., Report of the 22nd Session India*, pt. 9, 1964, 139—150.
[34] Singh, T., *Himalayan Geology*, **3**(1973), 401—410.
[35] Sarbadhikari, T. R., In *Third international Gondwana symposium 20—25 August 1973-Canberra* (*Abstract*), Sponsored by Australian Acad of Science IUSG., 1973, 28.

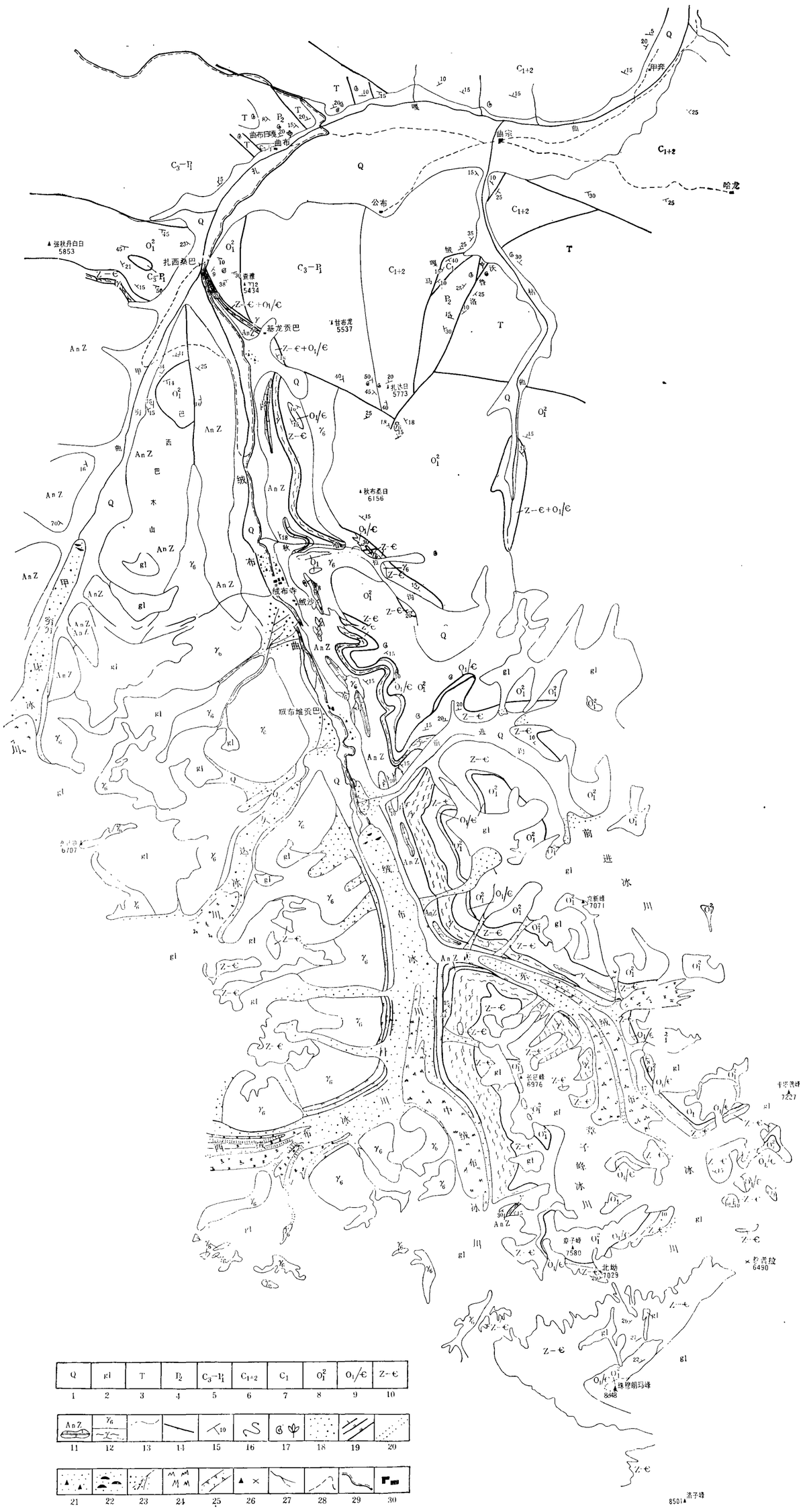

图 1　珠穆朗玛峰北坡绒布寺地区地质示意图

[图例说明：1.砂、砾石；2.现代冰川；3.砂、页岩，石灰岩；4.上部：曲布日嘎组粉砂岩夹生物碎屑灰岩，下部：曲布组含舌羊齿植物；5.基龙组夹冰海相沉积；6.曲宗组砂、页岩夹石英砂岩；7.绒嘎马组石灰岩；8.珠穆朗玛峰组石灰岩和结晶灰岩；9.黄带层片状和千枚状石英大理岩，钙质石英千枚岩；10.北坳组黑云母石英片岩及千枚岩；11.绒布组混合岩、黑云母片麻岩，黑云母石英片岩及大理岩；12.二云母花岗岩和电气石白云母花岗岩（γ_6），白云母花岗片麻岩（γ）；13.细实线符号表示地层界线，细点线表示地层界线或推测断层；14.断层；15.岩层产状及倾角；16.“S”形倒转褶曲；17.动、植物化石产地；18.冰川表碛；19.冰川侧碛及道碛；20.冰川中碛；21.老冰碛；22.冰川终碛；23.冰水砾石扇；24.冰塔；25.冰川槽谷；26.山峰及坳口；27.河流；28.小路；29.简易公路；30.村庄、贡巴（寺庙）]

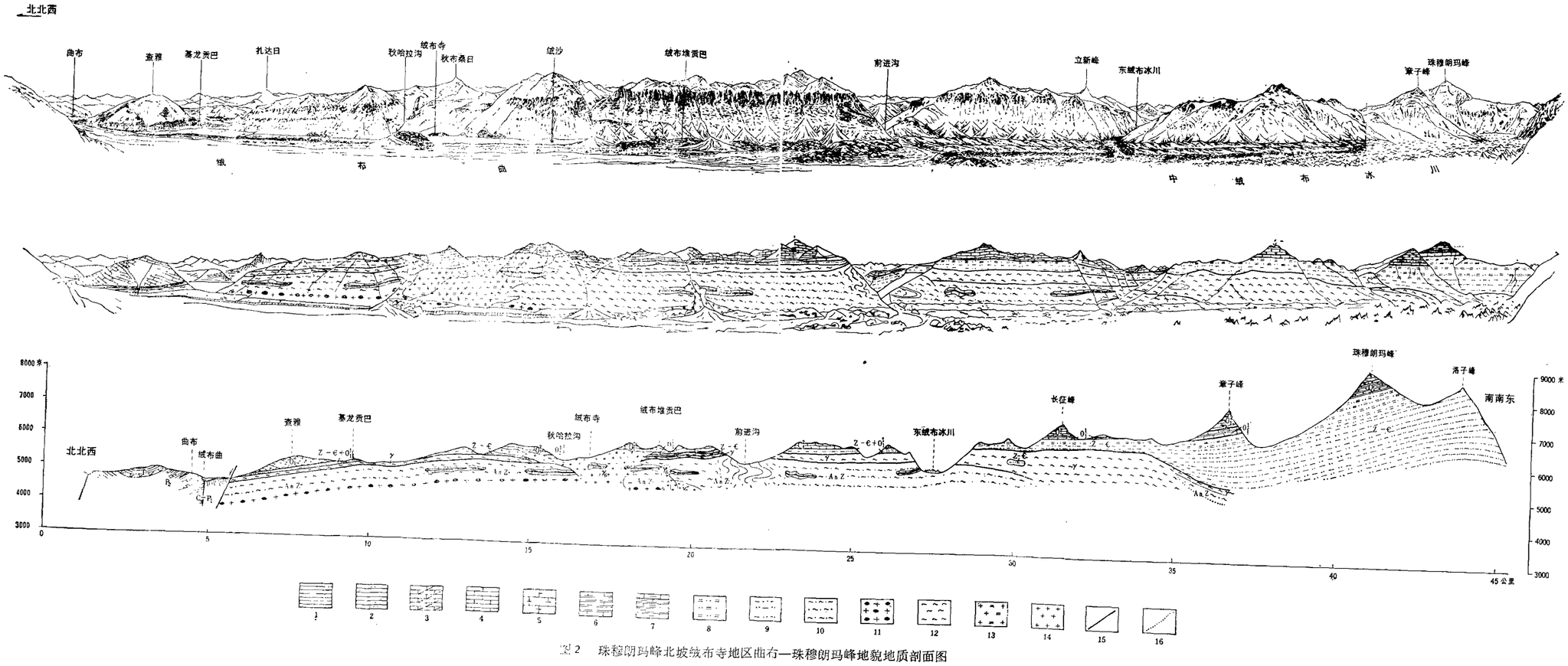

图2　珠穆朗玛峰北坡绒布寺地区曲布—珠穆朗玛峰地貌地质剖面图

（地貌剖面图由赵希涛同志据照片素描）

[图例说明：1.页岩、砂质页岩；2.砂岩、粉砂岩；3.白云质灰岩，4.石灰岩；5.结晶灰岩；6.大理岩；7.钙质石英千枚岩；8.绢云母石英千枚岩；9.黑云母石英片岩；10.黑云母片麻岩及黑云母石英片岩；11.条带及眼球状混合岩；12.白云母花岗片麻岩（γ）；13.二云母花岗岩（γ_6）；14.电气石白云母花岗岩；15.断层；16.接触关系不明]

图 1　珠穆朗玛峰北坡绒布寺地区地质示意图

[图例说明：1.砂、砾石；2.现代冰川；3.砂、页岩，石灰岩；4.上部：曲布组含舌羊齿植物；下部：曲布日嘎组粉砂岩夹生物碎屑灰岩，下部；5.基龙组夹冰海相沉积；6.曲宗组砂、页岩夹石英砂岩；7.绒嘎马组石灰岩；8.珠穆朗玛峰组石灰岩和结晶灰岩；9.黄带层片状和千枚状石英大理岩，钙质石英千枚岩；10.北坳组黑云母石英片岩及千枚岩；11.绒布组混合岩、黑云母片麻岩，黑云母石英片岩及大理岩；12.二云母花岗岩和电气石白云母花岗岩（γ_6），白云母花岗片麻岩（γ）；13.细实线符号表示地层界线，细点线表示地层界线或推测断层；14.断层；15.岩层产状及倾角；16.“S”形倒转褶曲；17.动、植物化石产地；18.冰川表碛；19.冰川侧碛及道数；20.冰川中碛；21.老冰碛；22.冰川终碛；23.冰水砾石扇；24.冰塔；25.冰川槽谷；26.山峰及坳口；27.河流；28.小路；29.简易公路；30.村庄、贡巴（寺庙）]