

[文章编号] 1005-9539(2000)增刊-0223-05

新一轮地质调查中复理石区工作应注意的重要问题*

戴宗明

(四川地矿局区调队, 双流华阳 610213)

[摘要] 造山带复理石区以发育大量的深海、次深海浊积扇为特征, 由于这些复理石盆地的多向物源性, 从而在盆地中形成了大量不同时期、不同源区、不同供应水道、不同规模的海底扇复杂叠覆现象, 加之海底扇本身的发育特征, 都要求在造山带复理石区的新一轮地质大调查中, 运用海底扇法填图来解决过去区调工作中所不能解决的问题。“九五”期间四川西康群区调的实践也证明, 在造山带复理石区填图中, 海底扇法是一种比层序地层学更可行、更有效、更直观的方法。

[关键词] 复理石, 海底扇, 松潘-甘孜造山带, 物源

[分类号] P623.1 [文献标识码] A

复理石 Flysch (Flych) 主要发育于构造活动地区, 是指由厚层状细砂岩(可有砾岩、粗砂岩)与泥质页岩互层组成的巨厚沉积韵律岩系。过去认为它们是盆地频繁脉动的结果, 现在已公认为浊流成因, 其中最为常见和最为普遍的地质体就是海底扇(Submarine Fan), 而海底扇是一个包含了地貌概念的术语, 是指浊流作用在陆架大河口外或海底谷口外形成的扇状堆积体, 形状类似陆上的冲积扇或洪积扇, 但规模更大。

海底扇不仅分布于现代的海洋中, 而且也广泛分布于在世界各地的古代造山带地层中, 由于其与构造活动的紧密关系和对油气储层的重要贡献, 在阿尔卑斯的研究程度已经很高, 近年来我国南华造山带浙赣地区的奥陶系、志留系和西秦岭造山带泥盆系、中秦岭造山带志留系海底扇研究进展很快, 在我国西部造山带区调中的研究相对还很薄弱。尽管在过去的研究中建立了许多扇模式, 也从地层学、沉积环境分析、构造环境分析等多角度研究了海底扇, 但仍存在术语不清、浊积岩系与非海底扇的差别不明等问题^[1], 而且目前尚未见有关古代海底扇的分布图。Mutti 和 Normark (1987) 在其海底扇研究的总结性文章中则建议把海底扇的研究重点转为进行细致和全面的野外填图^[2], 孟庆任(1993)则建议避

免使用内扇、中扇、外扇等易混淆的术语, 直接对扇内各沉积单元进行研究^[1]。

在我国西部的松潘-甘孜造山带分布有世界上罕见的巨型浊流沉积盆地——巴颜喀拉海槽, 其以大量分布三叠纪海底扇为特色。在过去的区调中, 一方面由于复理石岩性单调、厚度巨大、化石稀少的特点, 另一方面由于地质科学和政治环境的历史局限性, 多以岩性组合、化石时代、变质程度为据, 将这些复理石划分出不同的岩石地层单位并进行圈定、填绘, 就难免将不同时代、不同源区的扇体混淆, 以至于在今天的松潘-甘孜造山带复理石区仍普遍存在组的界线模糊、组的规模不等、组的层序粗略、同物异名、同名异物等问题, 更不用说清晰的盆地演化认识了。根据多年的实践, 对复理石区进行海底扇法填图是解决问题的一种好方法。

1 巴颜喀拉海槽物源特征

巴颜喀拉海槽是指甘孜-理塘结合带以东、龙门山-锦屏山推覆带以西、东昆仑造山带以南的广大复理石分布区, 主要由西康群(或称草地群、巴颜喀喇群)组成, 其面积达 50 多万平方公里。对于巴颜喀拉海槽这个巨大的复理石盆地的物源, 过去许多人认为来自北方。最早, 张勤文(1981)以该盆地碎屑

* [收稿日期] 2000-01-13

* 本文选自“中国松潘-甘孜造山带 1:25 万地质填图方法研究”(A-4, 野外验收稿)的报告成果

[作者简介] 戴宗明(1966-), 男, 硕士, 高级工程师, 国土资源部“九五”重点项目三级研究课题负责人, 从事区调及矿产品开发工作。

物北粗南细的分布特点认为,物源来自盆地西北侧的昆仑、秦岭等后海西地台,并在四川宝兴测得浊流方向为 SW210^[43];而黄汲清等(1987)估算了其中碎屑岩的体积,以平均厚 10 km 计,松潘-甘孜盆地三叠系的碎屑物体积有 $2.2 \times 10^6 \text{ km}^3$,提出物源若仅仅来自北方,上述蚀源区的规模是远远不够的^[4]。而现在浊流沉积的研究结果已充分表明了盆地的多向物源性,证明了黄汲清先生的最初怀疑。

1.1 盆地内部的物源综合分析

在盆地内部,新龙、炉霍、甘孜、色达等地 124 个测量点的所有晚三叠世浊积岩之古流向均由东向西,出现 NNW、NW、SSW、S 四个尖峰,平均值 231.41°,偏转方向在 SE120° (经南、西、北) NE40°(图 1)。其中雅江地层单元之东谷扇体东谷地区 28 个测量点均值为 262°,东谷扇体扎科地区

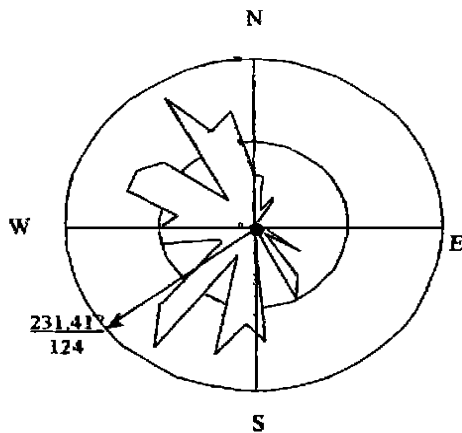


图 1 新龙、炉霍、甘孜地区西康群古流向玫瑰花图

从新龙、炉霍、甘孜县所涉及的 3 个海底扇的矿物成分成熟度指数看,上占扇体侏倭地区 71 件样品为 3.83,上占地区 121 件样品为 4.94,表现为东低西高;东谷扇体东谷地区 94 件样品为 3.16,扎科地区 218 件样品为 5.44,也表现为东低西高;卡娘扇体磨房沟 9 件样品为 2.83,泥巴沟两岸 20 件样品 1.48,乌艾沟一带 9 件样品 1.51,呈西北高东南低的变化。三个海底扇均表现出由东、东南向西、北西供给物源的规律。

从新龙、炉霍、甘孜所涉及的 3 个海底扇的浊流流体粘度指数看,上占扇体在吉龙为 6.65、沙郎登 6.84、麦拉柯 7.23、乌都 7.97、灭库 8.77、坦阔 10.03,表现为东南低西北高;东谷扇体在东谷地区的日都为 11.23、侏倭 12.29、各目 15.21、阿安 15.35,在扎科地区的贡隆为 10.14、朵木隆 11.41、

27 个测量点为 266°,上占扇体 48 个测量点为 284°,金川地层单元之卡娘扇体 15 个测量点为 224°;而炉霍构造带的如年各混杂岩的浊积岩岩块的 6 个测量点为 255°。1997 年笔者在壤塘南木达—马尔康一带的 1:5 万区调中,测得晚三叠世浊积岩的古流向为 E W 和 NEE SWW 方向。

从岩矿鉴定成果看,新龙、炉霍、甘孜、色达等地的 543 件砂岩岩矿鉴定成果在 Dickinson (1983) 之 Q-F-L 图解上均位于再旋回造山带和稳定克拉通,只有极个别落在岛弧区(图 2)。而从区域地质背景看,此时无论东昆仑还是西昆仑均属于主动陆缘的火山岛弧环境,具有大面积的海西期花岗岩侵入,显然新龙、炉霍、甘孜、色达等地的浊积岩主要不是来自北方。

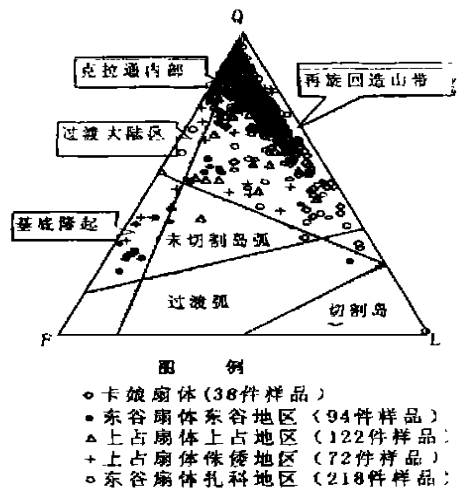


图 2 新龙、炉霍、甘孜地区西康群砂岩岩矿样品的 Q-F-L 图解

苗且格巴 14.56、麦年达 15.08,也表现为东南低西北高;卡娘扇体在吉柯为 6.23、泥巴沟沿岸 6.79、磨房沟 14.82,同样表现为东南低西北高。它们均都表现出由东、东南向西、北西供给物源的规律。

从重矿物的同位素年龄看,1997 年,Bruguier 研究了松潘-甘孜三叠纪盆地的 52 颗浊积岩中的锆石 U-Pb 年龄,Bruguier 认为,中三叠世蚀源区主要是扬子地块、海西期昆仑造山带、中朝地块(中三叠世西秦岭造山带尚未崛起,所以可有中朝地块的物源),而非西侧的“理塘火山弧”或北方的塔里木地块和柴达木地块,晚三叠世的源区则以扬子地块西北缘占绝对优势^[5]。

1.2 盆地周边的物源特征

在盆地边缘,王东坡、薛康成(1986)等人测量出四川渡口地区上三叠统丙南组河流沉积的古流方向

为 $300^{\circ} \sim 340^{\circ}$, 盐边三滩地区大莽地组河流的古流变化在 $270^{\circ} \sim 25^{\circ}$, 较多集中在 $300^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之间^[6]。丙南组、大莽地组虽然不是西康群成分, 但却是西康群的同时代陆相代表, 为西康群部分浊流沉积提供物源通道。笔者调查中发现, 在四川石棉地区西康群中具有大量滑塌构造, 其交切、截接现象十分明显, 指示向西倾斜的斜坡。邹定邦等(1984)分析碎屑组分和古水流后认为, 物源来自北面的东昆仑—西秦岭古碰撞造山带(地区)^[7]。邓永福(1985)认为金川区浊积岩来自 NE 方面^[8]。邓康龄等(1987)认为四川阿坝草地群浊流物源有二: 一为东部龙门山、九顶山, 另一为北部秦岭或积石山^[9]。黄仕华(1997)认为, 若尔盖—南坪地区的杂谷脑组浊积岩物源来自北、北东方向的白龙江复背斜古隆起^[10]。杜德勋等(1998)虽然将阿坝—若尔盖地区的三叠纪浊流源头放置于北西, 但在其古流向图上的 22 个点中就有 17 个点为北东—南西方向, 只有 5 个点为北西—南东方向^[11]。殷鸿福等(1988)认为南秦岭洮河一带三叠系浊流沉积来自南方的古隆起^[12]。王永标等(1998)认为东昆仑南坡—阿尼玛卿山一带沉积的早三叠世洪水川组浊流沉积也来自北方^[13]。许志琴等(1992)认为巴颜喀拉海槽北侧由昆仑提供海底扇大量物源^[14]。

尽管上述地区都经历过不同期次的构造变形、变位, 但大量统计数据得出的多向物源的规律是不会改变的。显然, 在这个巨大巴颜喀拉海槽的三叠纪演化史中, 有着从南至北, 由康滇古陆、龙门山古陆、摩天岭地块、东昆仑—西秦岭地块、中亚后海西地台提供了 SE—NW、E—W、NE—SW、N—S 等不同方向的浊流沉积物源(唯独没有来自西方的物源), 在松潘—甘孜海槽的北、东北、东、东南方向形成了大量不同源区的海底扇, 甚至是同一源区不同供应水道的海底扇。并且随着时间推移, 原来的海底扇的源头位置也会发生变化, 从而形成多源头海底扇在时间和空间上相互叠置、交替变化的复杂状况^[9]。

复理石虽然在每一个扇体内有其统一的变化规律, 但就整体而言却是不能对比。实际上原来的杂谷脑组、侏倭组、新都桥组、两河口组、雅江组是在不同地点建立的组级地层单位, 是属于不同盆地、不同事件的沉积体, 若将它们用于 50 km^2 如此大面积的范围作为统一填图单元, 显然是不符合岩石地层命名原则的, 也必然造成过去的许多相邻图幅间不能联接的混乱局面。

2 现代海底扇本身发育特征

一次浊积事件可将其流体搬运到离岸千公里外的深海中。一般海底扇的厚度都超过千米, 一个单层厚仅几厘米的浊积砂岩层用回声探测仪追索可追索几十公里远, 有时在近万平方公里的区域上特征层都能够在岩芯中找到(H. E. Neineck, 1984)^[15], 海底扇沉积物具有较强的区域对比性。

由于深海照相技术的发展和现代海底扇的地震反射波剖面的研究成果, 人们对现代海底扇有了清楚的认识(图 3)。现代海底扇一般呈弧形或长形, 半径从几十公里到 300 km, 单个浊积扇体的规模从数千平方公里至数万平方公里不等, 个别可达数 10^5 km^2 (如孟加拉扇), 扇体坡度在 $1:250 \sim 1:17$ 之间, 扇顶水深 500~4 500 m, 扇脚水深 760~4 800 m 之间^[15], 如 Mississippi 扇的峡谷水深从海平面下 200 m 延伸至 1 200 m, 而它的水道从 1 200 m 延伸到了 3 400 m^[16], 印度扇的水深从 1 400~4 600 m 之间。现代海底扇的支谷条数一般几条至十几条, 最高可达 40 条(如阿斯托里亚扇); 扇谷深度一般数百米不等, 宽 1~10 km, 如亚松森扇谷宽 8 km, Navy 扇宽 9 km, 而孟加拉扇则宽达 30 km, 若孟加拉扇加上其天然堤的扇谷复合体更是宽达 100 多公里, 厚达 500 m^[17]。中扇的水道宽度一般 0.1~10 km, 深度可达 300 多米, 水道多数发育有天然堤, 其天然堤可高于周围地表数十米~300 m^[15], 下叠覆扇往往是水道不发育的砂质叶状体和外扇的细粒沉积物, 非扇部分则是正常背景下的盆地平原沉积。

可见海底扇的规模之宏大。因而, 在填图中若无海底扇的概念, 就很容易混淆水道砂岩与叶体砂岩、主水道砂岩与分流水道砂岩的差别; 也不能正确地区分漫滩细粒沉积与盆地平原细粒沉积的差别, 更不用说对一个海底扇中同时出现的深水砂岩和浅水砂岩感到迷惑不解了。事实上, 无论是沉积构造还是沉积序列它们都是有较大差别的^[18]。若不能正确地区分扇体的地貌单元, 则可能将同一扇体成分的浊积岩层归并成数个岩石地层单位或性质截然不同的岩石地层单位, 这样不仅人为地增加了问题的复杂性, 甚至可能造成层序的失真。

例如, 对于以大套板岩为特征的扇外平原环境的沉积来说可能相对比较稳定, 但若从“多扇叠置交替”构想考虑, 大套板岩也并非目前所拟定的同一层位的“新都桥组”, 而可能是与扇体相互配置的多层位的、厚度不等的、分布范围不同的以板岩为主体的多个组、段岩石地层单位^[9]。如四川新龙县上占地

区(西康群雅江地层小区)所属的上占扇体划成了杂谷脑组、侏倭组、新都桥组一段三个岩石地层单位,

已造成甘孜地区 1:5 万区调相邻图幅西康群层序相

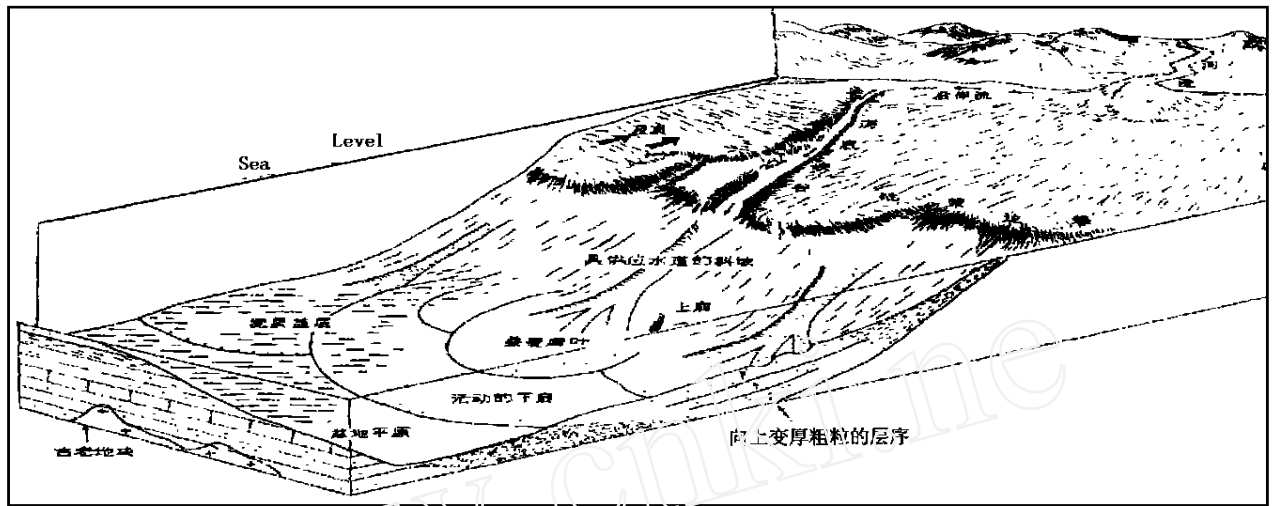


图 3 现代海底扇立体模型示意图(未按比例)

互矛盾的局面。尽管之前已进行了大量的岩石地层清理工作,但许多同物异名、同名异物的问题尚未解决,这也是过去地层学研究和沉积学研究脱钩现象带来的负面影响。因此有必要用海底扇法为复理石区的填图研究注入新的活力。

3 意义

从 1987 年层序地层学的问世到 1991 年的《沉积岩区 1:5 万区调方法指南》,从 1987 年花岗岩等级体制思想的肯定到 1991 年《花岗岩区 1:5 万区调方法指南》都只用了 4 年时间。而 1950 年 P. H. Kuenen 就已认识到了海底扇的特征,到 80 年代初,有关海底扇的研究在学术理论上已达到了相当高的水平;在生产实用方面,许靖华教授在 50 年代研究美国加州文图拉盆地和洛杉矶盆地的第三系油气储层时就将浊积砂体列为油气勘探的重要对象,并取得了卓越的成就,现在浊积扇已成为继三角洲之后的又一个重要找油领域。80 年代开始的改革开放政策使得大量的国外研究成果得以被翻译、引进,为我国油气勘探工作发挥了重要的作用。

相比之下,海底扇理论在基础地质特别是在区调中的应用还显得贫乏,还远远落后于它成熟的理论研究和在油气领域的应用现状,也与沉积岩和花岗岩的“1:5 万区调方法指南”密切追踪地学前缘的状况“不太合拍”。复理石是造山带特有的一种灾变性岩石组合,浊积岩是复理石区分布最广的岩石,海底扇是浊积岩中最为常见的地质体,复理石区 - 浊积岩 - 海底扇填图法的关系正如侵入岩区 - 花岗岩

- 单元超单元填图法的关系一样。不同的地质体应有不同的研究方法,如同花岗岩的区调主题是单元超单元、海相火山岩区的区调主题是火山 - 沉积体系、结合带的区调主题是混杂岩一样,造山带复理石区的区调主题就应当是海底扇^[19]。一句话,在造山带复理石地层区填图,没有海底扇的思想就不可能得出正确客观的盆地演化认识。

海底扇研究具有非常重要的应用价值。过去它在油气勘探中发挥了重要的作用,而现在复理石的研究在寻找微细浸染型金矿中取得了重大突破,川、青、甘、陕交界区的大量金矿床都产于复理石海底扇地层中。通过复理石区特别是西康群区海底扇填图,可以建立丰富的、客观的、形象的西康群盆地扇体系构架和地层层序,为盆地构造格架提供可靠的、直观的依据,为造山带结构、组成、演化提供更加精确的科学数据,为区域矿产、水文、岩土工程、地表生态与环境的研究都可提供有经济价值的详细数据。

“九五”期间,四川松潘 - 甘孜造山带西康群区 1 幅 1:25 万和 6 幅 1:5 万区调的实践已经证明,在接受中等以下变形程度的、很少有暴露标志面的大量深海次深海碎屑岩发育区,特别是造山带复理石区的填图中,海底扇填图法比层序地层学更适合,它能够解决层序地层学所不能解决的问题,是一种更优越于层序地层学的工作方法。这种优越性首先在于层序地层学不能解决几乎处于连续沉积的、难以观察到层序界面的、巨厚的深海次深海沉积;而海底扇法恰恰是针对此问题的。其次是层序地层是建立在稳定地台基础上的,在一个露头上识别出的界面

容易在一定范围内推广,而造山带是构造活动区,岩石变形变质复杂,即便在个别露头上识别出了层序界面,也难以在区域上推广;但海底扇的界线在造山带复理石区到处可见。再次是层序地层是通过海平面变化来研究盆地演化,在表现其时间坐标上十分有用,但在表现一定时期的盆地古地理古构造格局上就不如海底扇明确而又直观了,海底扇在再造古大陆边缘与古海盆方面具有无可比拟的优势。在造山带复理石区填图中,强化海底扇填图法尤为重要,“新一轮地质大调查”为此提供了机遇和挑战。

需要说明的是,海底扇填图法是在前人工作的基础上发展起来的,是对前人成果的继承和发扬光大而不是对前人成果的否定,没有过去的前人成果就没有现在的海底扇法。但是,任何事物都是相对的,科学是不断探索未知事物的过程,海底扇填图法既不是普遍适用的真理,也不是“终结”的科学。事实上在非史密斯地层区和中高级变质岩区是很难进行海底扇填图的。

[参 考 文 献]

- [1] 孟庆任,张国伟. 海底扇研究:当代地质科学前沿——我国今后值得重视的前沿研究领域[M]. 中国地质大学出版社,1993.
- [2] Mutti E, Normark W R, Marine clastic sedimentology: Concepts and case studies[J], in: Leggett J K and Zuffa G G (eds). Graham and Trotman, 1987, 1~37.
- [3] 张勤文,松潘-甘孜印支地槽西康群复理石建造沉积特征及其大地构造背景[J]. 地质论评,1981, Vol. 27 (5).
- [4] 黄汲清,等. 中国及邻区特提斯海的演化[M]. 地质出版社,1987.
- [5] Bruguier O, Lanceler J R, Malavieille J, U - Pb dating on single detrital zircon grains from the Triassic Songpan - Ganze flysch (Central China) provenance and tectonic correlations[J]. EPSL, 1997, 152: 217~231.
- [6] 陈智梁,等. 扬子地块西缘地质构造演化[M]. 重庆出版社,1986.
- [7] 邹定帮,等. 南巴颜喀拉三叠系浊积岩[J], 青藏高原地质文集(15). 地质出版社,1984.
- [8] 邓永福. 川西高原三叠纪“西康群”专题研究报告[J] (未公开出版物). 1985.
- [9] 夏宗实. 川西地区“西康群”研究工作中若干基本问题的思考[J]. 1993, Vol. 13(1).
- [10] 黄仕华. 四川省若尔盖-南坪地区的杂谷脑组[J]. 中国区域地质, 1997, Vol. 16(3): 249~252.
- [11] 杜德勋, 罗建宁, 惠兰. 巴颜喀拉三叠纪沉积盆地岩相与古地理——以阿坝-若尔盖盆地为例[J]. 岩相古地理, 1998, Vol. 18(1).
- [12] 殷鸿福,等. 中央造山带的演化及其特点[J], 地球科学, 1998, Vol. 23(5).
- [13] 王永标,等. 东昆仑地区早三叠世浊流沉积的主要类型及其大地构造背景分析[J]. 中国区域地质, 1998, 1998 增刊.
- [14] 许志琴,等. 中国松潘-甘孜造山带的造山过程[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [15] H. E. 赖内克等著. 陈昌明等译. 陆源碎屑沉积环境[M]. 石油工业出版社,1979.
- [16] Vilgus, C. K. 等著,徐怀大等译. 层序地层学原理[M]. 石油工业出版社,1993.
- [17] Normark W R 等著. 高延新等译. 现代海底扇的扇谷、水道及沉积叶体:砂质浊流沉积环境的判别. 国外浊积岩和扇三角洲研究[M]. 石油工业出版社,1986.
- [18] Christo Pimpirev 著. 戴宗明,王大可译. 哥伦比亚安第斯波哥大海槽下白垩统海底扇、水道-堤沉积. 岩相古地理[J], 1997, Vol. 17(3).
- [19] 戴宗明,等. 造山带复理石区海底扇填图法的意义[J]. 全国非史密斯地层与造山带地质研究进展学术研讨会论文集. 中国地质大学, 1998.

PROBLEMS NEED TO BE NOTED IN THE NEW ROUND OF GEOLOGICAL SURVEY IN THE FLYSCH PROVINCE

DAI Zong-ming

(Regional Geological Survey Party, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, China)

Abstract: Flysch province in orogenic belt was characterized by the occurrence of abundant abyss and bathyal turbidite fans. Owing to the multidirectional provenance, complicated superposition of submarine fans with different age, scale, provenance and supply channel occurred in the basin. Therefore, method of submarine fan should be utilized in the new round of geological investigation so as to resolve the problems encountered in the previous geological survey. The practical application of this method in the orogenic belt in the western Sichuan has been proved to be feasible and effective.

Key words: submarine fan; flysch; Songpan - Ganze orogenic belts; provenance