



毕业设计(论文)选

BIYE SHEJI (LUNWEN) XUAN

西南石油学院教务处编印



1985

序

张绍槐

遵照教育要贯彻“三个面向”的指导思想，努力培养“四有”合格人才，按照理论联系实际的原则，改革教学内容、教学方法、教学制度，提高教学质量，我院近年对本科生毕业设计（论文）工作进行了一些改革，并于今年元月制订了《西南石油学院（本科）毕业设计（论文）工作条例》。

我们认为，毕业设计（论文）的主要目的是使学生受到理论联系实际的综合训练，培养不断追求新知，具有实事求是、独立思考、勇于创造的科学精神。在毕业设计的改革中强调了选题和内容的改革，而且特别注意理论与实际的结合。近年来，有意识试验了把学生的毕业设计题目、任务与指导教师承担的国家、部、省级以及院内科研项目结合起来；把科研项目所需要进行的现场调查、文献综述、实验方案的制定和实验装置的设计、加工、调试、实验室试验和现场工业试验、整理试验数据、编写计算机程序等等任务，精心分解进行“切块”，拟成毕业设计（论文）任务书下达给学生，在教师指导下让每个学生独立去完成。实践证明，这样不仅使学生在培期间就对科研任务作出了贡献，更重要的是学生通过科研实际工作有关环节的实践，得到了理论与实际相结合的综合训练，培养了能力，

学到了方法，把本院科研的特色引入教学，提高了毕业设计（论文）的质量。这完全符合中共中央关于教育体制改革和科技体制改革两个决定的精神——发挥高等学校学科门类比较齐全，拥有众多教师、研究生和高年级学生的优势，使高校在发展科学技术方面做出更大贡献，把我院办成两个中心。

经过研究决定，从80级起每年评选全院优秀毕业设计（论文）并编印成选集。我们的做法和主要意图是：

1、评选优秀毕业设计（论文）的要求有三条：有一定的理论水平；有新的可行见解；有一定的实用价值。在各系评选的基础上，经院评选委员会择优评出院级优秀毕业设计（论文），再经院长批准后发给优秀论文作者证书、奖品，以资鼓励。同时也为中国石油学会对高等学校优秀毕业设计（论文）进行评选做好准备。

2、《毕业设计（论文）选》可供院内外交流，特别是可以使全院学生学有榜样，相互促进，有助于促进教学改革。

3、编印《毕业设计（论文）选》，是积累和反映教学资料、校史资料的一个重要方面，对学科建设和教学质量评估有不可忽视的作用，一定要把这项工作坚持下去。

一九八五年七月

毕业设计(论文)选

Biye Sheji (Lunwen) Xuan

第一卷 第一册

目 录

序.....

副院长 张绍槐

勘探系

广西隆林县隆或犀牛塘石炭系剖面沉积相分析

.....石油地质勘查专业80级

指导教师

庞 雄

方少仙 (1—14)

重庆北碚地区上二迭长兴组生物礁灰岩的储集特性

.....石油地质勘查专业80级

指导教师

周成文

林维澄 (15—32)

四川盆地中部地区上三迭统香溪群天然气成因探讨

.....石油地质勘查专业80级

指导教师

廖前进

杨远聪 (33—53)

川西北地区用地震资料预测异常压力的可能性探索

.....勘查地球物理专业80级

指导教师

冯寿斌

邓富求 (54—73)

《YHML》模块剖析及实验分析

.....勘查地球物理专业80级

指导教师 吴烈诩

陶正喜

梁茂贵 (74—85)

介质对干酪根热解成气的影响

.....石油地质勘查专业80级

指导教师

夏维光

杨天宇 (86—101)

开发系

海洋井控计算

.....钻井工程专业80级

指导教师

徐璧华

郝俊芳 (102—112)

定向斜井气液两相流动的压降计算法

.....采油工程专业80级

指导教师

姚建宝

杨继盛 (113—132)

孔隙结构综述和对中原濮12断块区油气藏孔隙结构的研究

.....采油工程专业80级 刘蜀知
指导教师 成绥民 (133—154)

同离子效应对酸岩动态反应速度的影响

.....采油工程专业80级 李道轩
指导教师 任书泉 赵立强 (155—168)

对凝结时间、稠化时间的初步探讨

.....钻井工程专业80级 唐雪平
指导教师 刘孝良 刘崇健 (169—178)

应用化学系

氟硼酸液性能研究

.....应用化学专业80级 杨光胜
指导教师 张 熙 陈根强 (179—188)

聚丙烯酰胺溶液在高速搅拌作用下剪切降解的研究

.....应用化学专业80级 马喜平
指导教师 吴 勇 胡星琪 (189—197)

机 械 系

泥浆振动筛筛网寿命的试验研究

.....矿业机械专业80级 喻开安
指导教师 杨国俊 (198—211)

游梁式抽油机减速器参数的优化

.....矿业机械专业80级 张 鹏
指导教师 孟坤六 (212—229)

三缸泵灌注泵研究

.....矿业机械专业80级 严仕洪
指导教师 张仲良 (230—245)

C—X油库设计

.....石油储运专业80级 姚玉萍
指导教师 倪建乐 (246—267)

输气管道带压焊接工艺探讨

.....石油储运专业80级 刘智军
指导教师 钟文义 (268—285)

广西隆林县隆或犀牛塘 石炭系剖面沉积环境和沉积相分析

勘探系石油地质勘查专业

学生 · 庞 雄 ·

导师 · 方少仙 ·

前 言

本文主要是对广西隆林县隆或碳酸盐台地犀牛塘石炭系地层剖面进行沉积环境及沉积相分析。

四月十七日,由沈昭国老师带领,研究生卢卫平及应届毕业生周大勇和我三人共赴隆或公社,利用了48天时间收集野外资料。前十天观察描述了五条辅助剖面,并对毛草坝、犀牛塘的剖面位置进行了踏勘。五月二日开始对两条主剖面进行实测(毛草坝剖面由周大勇作相分析),剖面共长1773.66米,采集标本近500块。五月五日沈昭国老师因事返院,以后的工作由我们三人协作完成。二十八日到六月九日对野外资料作了初步整理和总结。

六月十七月到二十九日回院,在方少仙老师的直接指导下,作了相应的镜下鉴定,整理资料、清绘图件、论文撰写等工作。资料的主要来源是野外实测与镜下资料,同时参阅了前人在该区工作的成果。

一、区域地质概况

隆或古碳酸盐台地处与滇黔桂三省交界的南盘江地区(见图1)。从大地构造上讲,它属于扬子准地台与华南加里东褶皱系的过渡带,大致相当与黄汲清教授所指的右江印支褶皱带。

不论是板块理论,还是传统地质学,都认为该区是一断裂作用控制的菱形断陷盆地,即我院碳酸盐岩研究所称的下古生界中生界南盘江断陷沉降区。广西运动以后,由于受东南古太平洋板块俯冲、西部特提斯洋壳分裂的影响,该区发育NE、NW两组断裂系统,其间地块的差异升降便造成断堑和断垒相间排列,座落有序。最终发展成为一系列的浅水台地和深水海槽。隆或台地就是在这种背景下形成的一个小型的浅水碳酸盐岩台地。

三迭纪末期的印支运动使本区褶皱隆起,形成穹窿性背斜,与台地基本迭复。经后期的风化剥蚀,核部完全出露上泥盆统上部的地层,周围依次出露石炭——三迭系各时代的地层。

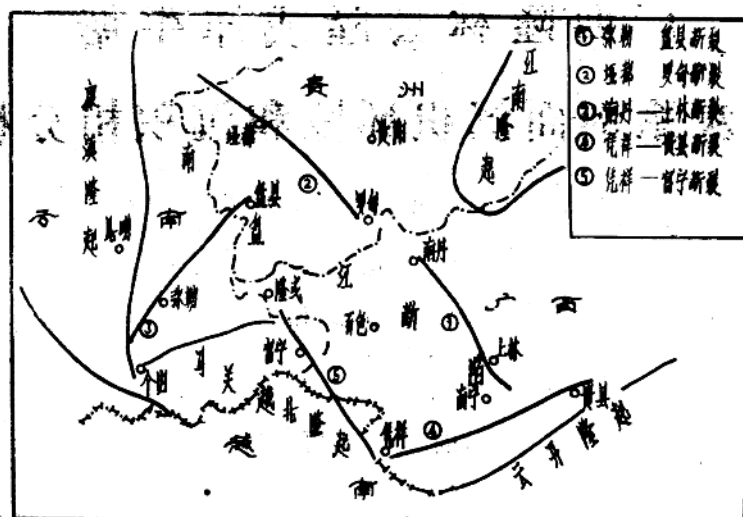


图1 南盘江地区构造地理位置示意图

二、地层及岩性特征

(一) 隆或台地地层出露概况

隆或台地出露最老地层为泥盆系,其上依次为石炭系、二叠系和三叠系,均为整合接触。

石炭系底界与上泥盆统顶部的一套扁豆状泥晶灰岩,微细纹层状泥晶灰岩和黑灰色含生屑的泥晶粉屑灰岩为界。上、下石灰统以出现鲕为界。石灰系顶部以假希瓦格蜓的存在与二叠系分界。

(二) 隆或犀牛塘石炭系剖面地层岩性特征(剖面位置见图2)

1. 下伏层上泥盆统(D₃):(相当于0—1层,测厚107.73米)

浅灰色的块状含有孔虫的中砂级重结晶灰岩,黑灰色块状泥晶碎屑细砂屑灰岩,灰白色与灰色相间的扁豆状泥晶—碎屑灰岩,褐红色和灰色相间的细纹层泥晶灰岩(照1)以及角砾灰岩。

2. 下石炭统C₁

犀牛塘剖面石炭系总厚675.56米,分上、下二统。共72层,十个岩性段。下石炭统厚428.71米,2—51层,分7个岩性段(图3)。

第一岩性段:(2—8层,厚69.18米)

为浅灰—深灰色中厚层状具粒级递变层的泥—亮晶生屑—粉屑灰岩。

灰色为主，下部浅灰色和深灰色相间，岩性为亮泥晶生屑灰岩，泥晶粉屑灰岩。具不明显的粒级递变，薄片可见正粒序。泥晶粉屑灰岩中粉屑成份为泥晶灰岩屑，但有

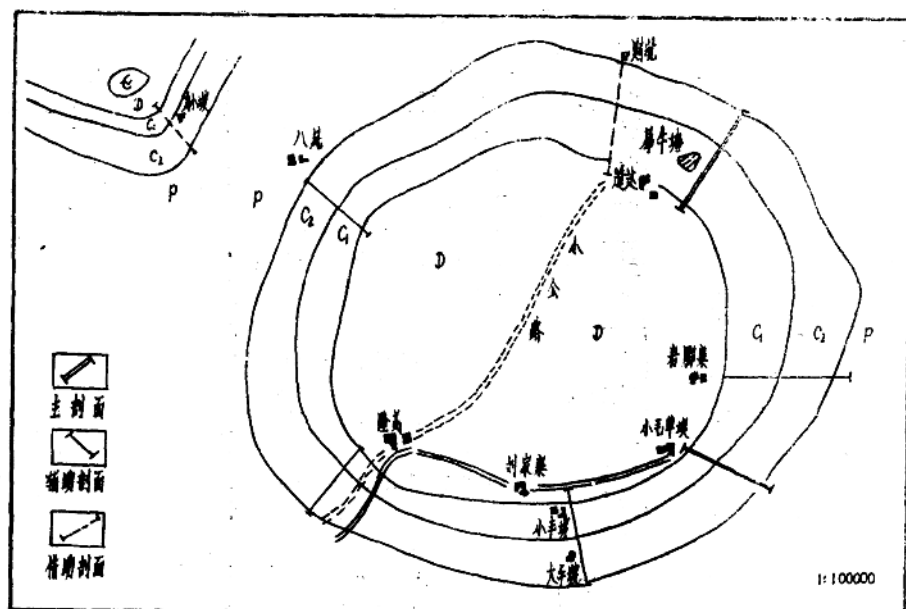


图2 隆或地区剖面位置分布图

重结晶。亮泥晶生屑灰岩中，生屑含量60%，有少量砂屑，成份主要为含兰缘藻的泥晶灰岩屑。上部粒级递变层明显（照2、照4）。递变层厚度由10cm变到80cm，为多套由生屑到粉屑、泥晶构成的粒级递变层。

整个岩性段，生物含量为向上逐渐增多、变粗，以棘屑居多，次为腕足、苔藓虫、兰绿藻屑和管壳石等。

第二岩性段：（9—22层，厚73.89米）

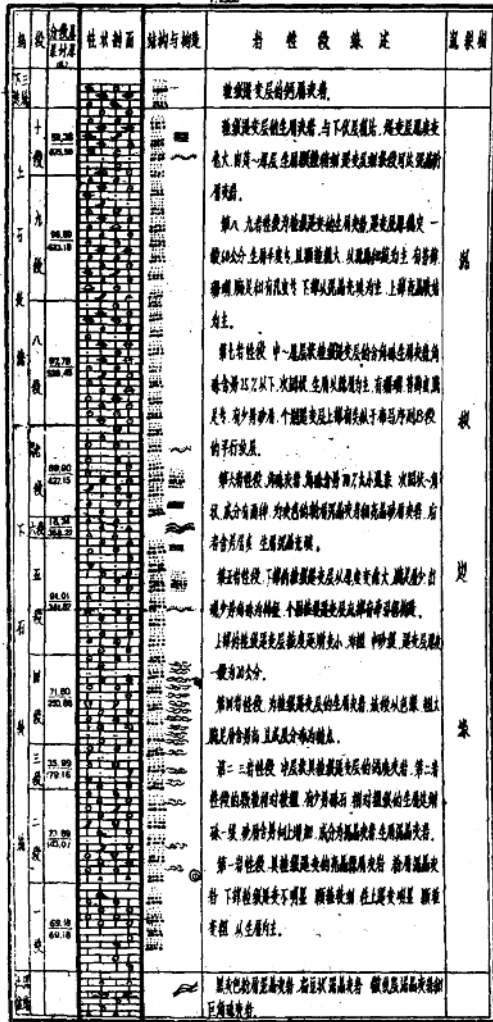
灰色中厚层状具粒级递变层的角砾灰岩与生屑—砂屑—粉屑灰岩。

底部（9层）为两套角砾灰岩递变层。下套厚0.5m，上套厚0.8m，递变层粗级段为亮晶生屑角砾灰岩，具正粒序，角砾含量可达60%，大者 2×3 cm，分选中等，次棱角状到次圆状，成份为灰色兰绿藻泥晶灰岩，生屑泥晶灰岩和泥晶灰岩。充填物为亮晶、砂屑、生屑。砂屑成份与以上砾屑成份相同，生屑占充填物的50%，主要为棘屑、苔藓、腕足（见照3），有孔虫等。细级段相对较薄，为亮晶砂屑生屑灰岩、粉屑泥晶灰岩。

中上部为数十套灰色粒级递变灰岩，由含砾屑的生屑—砂屑—粉屑灰岩构成。粗级

广西桂林县隆成公社犀牛塘石英岩层剖面图

1:2500



段的生屑以棘屑为主，最粗0.5—0.8cm，含量50%以上，其次为腕足、珊瑚。其中腕足顺层分布，含少量砾屑。中级段为亮晶砂屑—生屑灰岩，生屑50%为砂级的棘屑、苔藓、腕足屑等。砂屑含量30%，成份为含兰绿藻的泥晶灰岩、生屑泥晶灰岩。细级段为亮晶细砂屑—粉屑灰岩。

递变层厚一般为0.4—1.2m。该段递变层仅见相当于鲍马的A序列。

中部见大长身贝(*Gigantap productus*)时代：
(早石炭世)

假鸟拉珊瑚(*Pseudouralina*) (早石炭世早期)

第三岩性段：(23—28层，厚36.89米)

灰色中厚层状，具粒级递变层的亮晶棘屑—生屑—砂屑灰岩。

该段递变层由棘屑—生屑、砂屑—细砂级生屑组成，亮晶胶结，共有数十个韵律。其主要特征是：递变层总体向上变厚，粒度变粗，棘屑丰度增高。仅出现鲍马的A—E序列，其中，下部(23层)有10套粒级递变层，自下而上，递变层厚由约50cm渐减至5cm，细级段的亮晶细砂屑灰岩向上发育。

第四岩性段：(29—35层，厚71.80米)。

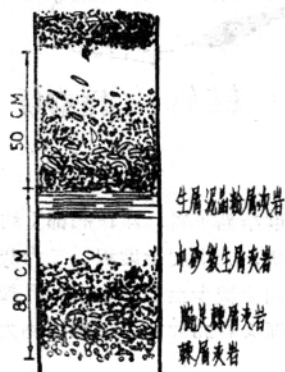


图5 第四岩性段典型粒级层岩性特征素描图

灰色至黑灰色中厚层状粒级递变层的腕足屑棘屑—粉屑泥晶灰色，共数十套(图5)。

深灰色—黑灰色，腕足多且成层分布为特点。

递变层厚度一般为0.5—2m，粗级为亮晶含腕足的棘屑灰岩、亮晶腕足棘屑灰岩(成层分布)，细粒级段为含腕足—棘屑粉屑泥晶灰岩，个别递变层顶部出现较纯的泥晶粉屑灰岩。

腕足屑含量为20—40%，个体粗大，多成层分布，一般亮晶腕足棘屑灰岩位于亮晶棘屑灰岩之上(图5)。粗级段中棘屑含量为70%，次为腕足屑(见泥晶套)(见照4)，次外有珊瑚、有孔虫、兰藻、苔藓虫、管壳石等，并有少量砂屑。

化石：大长身贝(*Gigantap productus*) (早石炭世)

轮刺贝(*Echinoconchus*) (早石炭世—中石炭世)

鱼鳞贝(*Squomularia*) (石炭纪—二叠纪)

细线贝(*Striatifera*) (早石炭世)

舟形贝(*Gondolina*) (早石炭世)

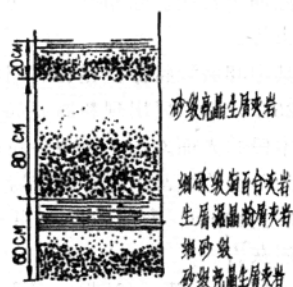


图4 第一岩性段典型粒级层岩性特征素描图

第五岩性段：(36—44层，厚91.01米)

浅灰色中—厚层具粒级递变层亮晶棘屑—粉屑泥晶灰岩。(见照5、6)。

该段以色浅，腕足屑少，向上粒度变细为特征，

下部(36—39层下部)粒级层由棘屑—砂屑、生屑—泥晶灰岩构成，少数层顶达到粉屑泥晶灰岩级。亮晶胶结。递变层厚度变化大。生物有棘屑、腕足屑、珊瑚、苔藓、有孔虫等。

其中38层较特征：递变层向上逐步变厚(30—200cm)，粗级段含少量角砾，向上可达25%，细级段出现粉屑泥晶灰岩，向上加厚。

本段的光面(图6)中，粒级递变层的下部具有牵引毯特征。下部有2cm的逆粒序，为砂级的亮晶生屑棘屑灰岩，向上为浊流的正粒序层约10cm，为细砾级—粗—中砂级的亮晶生屑棘屑灰岩。

中部(39上部—43层)，递变不明显，与正常的递变层比较，这数十套递变层缺失粗段的细砾屑。中粒级段偶见平行纹层理，出现了鲍马的A—B—E序列。

上部(44层)灰色中层状，7套明显的粒级递变层，由亮晶棘屑灰岩—亮晶砂屑生屑灰岩—粉屑泥晶灰岩组成，递变厚20mc—80cm不等。

该段出现的生物屑有：棘屑、腕足屑、有孔虫、苔藓等。砂屑成份为：兰绿藻结粘的泥晶灰岩屑，有孔虫屑，泥晶灰岩屑。

化石：弓石燕(*Cyrtospirifer* sp)(晚泥盆世—早石炭世)

第六岩性段：(45层，厚16.24米)

灰色块状角砾灰岩(照7)

该段角砾含量为70%，角砾成份有两种，一为白灰色重结晶灰岩，除在底部(约2米厚)含量少外，一般含量达60%，分选差，角状至次园状，大小混杂堆积。二为灰色生屑泥晶灰岩，在底部(约2米厚)含量可达60%以上，向上减少至10%左右，且粒度变小，分选差，次园状，角砾四周偶见基质揉皱现象，角砾大者25×17cm，充填物为灰色的含生屑的灰泥杂基，生屑约25%，为棘屑、腕足等。

顶部见7cm厚的浅灰色薄层粉屑泥晶灰岩。

第七岩性段：(46—51层，厚69.90米)。

浅灰—深灰色中厚层状具粒级递变层的砾屑、棘屑—砂屑生屑灰岩。

该段递变层清楚，厚度变化大(20—200cm)，由砾屑、细砾级生屑—砂屑、砂级生屑构成，少量细级段达泥晶粉屑灰岩。粗级段为亮晶(含角砾的)棘屑灰岩，角砾含量低(5—25%)，成份为含生屑的泥晶灰岩，砾石最大者5×7cm，一般1×2cm，次园状，棘屑含量很高，一般65—75%，细砾级0.5—0.8cm，其次见有腕足、珊瑚、苔



图6 底部有牵引毯的粒级递变层

藓虫等。细级段为亮晶砂屑—生屑灰岩、砂屑成份为含兰绿藻的泥晶灰岩屑，有孔虫泥晶灰岩屑。生屑含量60—40%，棘屑、有孔虫、腕足屑等，个别递变层底部为突变接触见冲刷痕，向上见有相当鲍马序列B段的平行纹层理。

48层中部见两套具有牵引毯特征的逆序层，自下而上为：（下套）粗砂级亮晶生屑棘屑灰岩，亮晶含角砾的棘屑灰岩，中、细砂级亮晶砂屑生屑灰岩，（上套）粗，中砂级的亮晶棘屑灰岩，细砾级亮晶棘屑灰岩，粗—中砂级亮晶棘屑灰岩。

3. 上石炭统C₂：52—72层，厚246.85米分3个岩性段。

第八岩性段（52—59层，厚97.78米）。

灰—浅灰色中厚层状具粒级递变层的生屑、棘屑，蜓屑灰岩。

递变层一般为砾级的泥晶生屑灰岩—砂级的泥晶蜓生屑灰岩或泥晶生屑蜓灰岩，填隙物以泥晶为主（20%左右）。下部细级段蜓的含量10—30%，中上部达60%。本段的生物有棘屑、蜓、有孔虫、苔藓虫等。

递变层厚度稳定，一般60cm。

底部见始史塔夫蜓（Eostaffella）

第九岩性段：（60—69层厚96.69米）

浅灰色中、厚层状具多套递变层的亮晶生屑灰岩。

递变层厚度一般60—70cm，由细砾—粗砂级亮晶棘屑灰岩和中、细砂级的亮晶蜓屑棘屑灰岩组成。有少量砂屑、砂屑成份为兰绿藻，泥晶灰岩屑，生屑泥晶灰岩屑等。

该段部分粒级递变层的粗段含少量角砾（3—10%），次圆状，成份为亮晶生屑灰岩，个别砾屑为亮晶蜓灰岩屑。

化石：长似纺锤蜓（*Quasifusulina Longissima*）（晚石炭世）

纹线长身贝（*Linoproductus*）（石炭纪—二叠纪）

网格长身贝（*Dictyoelustns*）（石炭纪—二叠纪）

第十岩性段：（70—73厚52.38米）

灰—深灰色中层状具粒级递变层的亮晶棘屑—生屑蜓屑灰岩。

该段递变层有如下特点：① 递变层厚度向上增厚（30—100cm），② 向上细级段增厚、变细到粉屑泥晶灰岩，③ 递变层底部见冲刷痕，向上见由海百合成层排列的平行层理（相当于B段）。

该段的中上部产假希瓦格蜓（*Pseudoschwagerina*）

4. 上覆层下二叠统（P₁）（74—75层）测厚51.60米

浅灰、灰、深灰色中层状具粒级递变的亮晶生屑灰岩。

三、犀牛塘剖面沉积环境及沉积相分析

（一）成因分析及沉积环境概述：

犀牛塘主剖面石炭系地层总厚675.56米共分72层，十个岩性段，除第六岩性段为角砾灰岩外，其余均为具粒级递变的砂屑与生屑为主的钙屑灰岩。较明显的粒级递变层，可见到如下特征：① 递变层底部粒级层与下一递变层呈突变接触；② 出现向上变细的正

粒序,“粒序层理除了浊流沉积形成以外,还可以有其它成因,……象火山喷发,大洪水或大风暴也可以形成递变层理,但与浊流形成的粒序层理不同,通常是孤立且被隔开的,单层仅毫米到数厘米,很少超过10—20cm,并且常与其它层理共生”。(张锦泉1981),③个别清楚的粒级递变层见底部冲刷痕,或偶见相当于鲍马序列的B段平行纹层理,④个别粒级递变层中,底部见Dzulynoki和Banbers(1962)称为“牵引毯”的逆粒序(如48层中部和第五岩性段的光面图5所示),⑤剖面上除第六岩性段外的石炭系地层层理都很发育,为薄—厚层状,⑥生物丰富,但很破碎。⑦无大型的交错层理。据上述特征,这类具粒级递变层的钙屑灰岩为钙屑浊积岩,它的搬运机制为浊流。

犀牛塘主剖面的钙屑浊积岩一般仅见鲍马序列的A段,少数有B段和E段。出现这种A、A'序列,据一般的解释,可能是原来的沉积也是一个完整的鲍马序列,是由于第二次浊流强度大,从而把前一次完全的鲍马序列的顶部侵蚀冲刷掉,而保留下A、A—B序列。也有可能在前一次浊流开始按水流体制进行沉积时,又接踵而来第二次浊流,而第二次浊流前锋又赶在第一次浊流的中间或尾部强行沉积的结果。然而,在钙屑浊积岩中,大量生屑组合的比重分异不完善,以及台地规模小,搬运距离短,可能是影响完整的垂直层序发育的重要原因。浊流在其搬运过程中,由于地形坡度的变缓和流速的减慢,呈湍流搬运的物质,按机械分异作用沉积在浊流流过的环境。“在浊流运动的方向上,越近源头,一般来说浊流沉积物颗粒越粗,浊流沉积物越厚,越远离浊流源头,浊流沉积物颗粒越细,浊流沉积物越薄。”*在犀牛塘剖面的钙屑浊积岩中,除第一岩性段的下部和第五岩性段的中部为较远源的钙屑浊积岩外其它都为较近源的钙屑浊积岩。

犀牛塘剖面石炭系地层沉积环境应是碳酸盐台地前缘斜坡,这是因为:①浊积岩必须是在浪基面以下,否则,“很可能受到岸流,潮汐流,波浪的改造”(刘宝珪1979)。②浊流一经形成就会在一定的坡度下,依靠自身重力搬运,沉积,因此,形成这种大套的浊积岩组合,非一时的功夫,必然是长时期地具有一定坡度的斜坡或海盆环境,③根据犀牛塘剖面占多数的浊积岩层看,其粒度,厚度特征,以及一般仅有递变层序的A级,说明应属于较近源的钙屑浊积岩。④I.A.麦克尔里思和N.P.詹姆斯在《碳酸盐大陆坡》一文中对大陆坡有粒级递变层的岩屑灰岩有如下讨论:“任何大陆坡序列,占其大部分的通常都是具有碎屑结构的石灰岩粒级层……,这种钙质碎屑岩被认为是由浊流沉积的,……钙屑浊积岩能够显示有鲍马序列中有的A、B、C、D、E五个单元,但是,最常见的能代表这种沉积物的特征的,却是单位A,有时候是单位B和C。A层底部的颗粒通常为中砾石般大小或更大一些,此较常见的颗粒类型是岩屑,骨屑和鲕石,它们的岩石学特征表明是来源于浅水环境中的。”犀牛塘剖面的钙屑浊积岩主要出现鲍马序列的A段,且底部粒级粗,具有斜坡环境的特征,因此本区石炭系沉积环境应是斜坡环境。

浊积岩中。粗粒段基本下以棘屑灰岩为主,正如I.A.麦克尔里思和N.P.詹姆斯所述:“这些单位的最明显的物质来源是在大陆架边缘附近建造起来又偶尔开始移动的石灰质砂和砾石的不稳定堆积。它们也有可能是碳酸盐泥石流的远端部分”。G.R.戴维斯(1977)提出了第三类来源,即“土生土长的动物群,特别是有柄亚门类,它们生活在大陆坡上并产生出大量的骨骼物质,这种物质很可能很容易重新被搬运起来”。

造成碳酸盐浊流的触发机理”有可能是地震作用,也有可能是从浅海底质挠起碳酸

盐沉积物的暴风浪所产生,碳酸盐浊流一旦生成就有能力继续沿着大陆坡向下流动,流经途中又搅进更多的沉积物“(王正英1981),以自身重力搬运,沉积。工区地处南盘江地区,在泥盆纪——早石炭世为断裂,火山活动剧烈时期,其动力的强弱、频度、斜坡坡度变化复杂,这表现在下石炭统的钙屑浊积岩的厚度、粒度及其组合关系的复杂性,其次还出现了角砾岩。晚石炭世构造运动相对较弱,反映在岩性特征上为粒级递变层厚度、粒度及组合关系的相对稳定。

根据犀牛塘剖面岩性特征,认为这类斜坡的沉积环境“大概代表一种沉积平衡状态,因为沉积作用控制着斜坡的角度”(据麦克里思等,1979)。显然沉积这样巨厚的钙屑浊积岩,斜坡坡度不会很陡,因而将犀牛塘剖面石炭系沉积环境定义为以浅水滩为主的碳酸盐沉积边缘斜坡环境。(见图六)

(二) 剖面沉积环境及沉积相分析:

据犀牛塘剖面上泥盆统的岩性组合特征,本区当时为碳酸盐岩台地斜坡脚环境。扁豆状泥晶灰岩“是在水体较深的静水或微弱的间歇动荡水动力条件下”(据方积义、龚安1983)形成的。细纹层状泥晶灰岩以及其上的褐铁矿化了的黄铁矿,都说明是在较深水的环境下形成的。巨大的角砾灰岩是一种块体滑坡的产物,这与当时复杂的构造运动有关。断裂作用的抬升,使本区(指犀牛塘剖面位置)局部时期为斜坡环境,并出现陡崖,引起垮塌、滑坡等。

早石炭世开始,逐步地,继承性地过渡到台地斜坡环境。在早石炭世初期(相当于第一岩性段的下部),由于当时断裂活动使台地(断垒)抬升,以及当时隆或台地上丰富的浅水生物屑以重力流的形式搬运到此区沉积,使得本来是接近海槽碳酸盐斜坡脚的环境,很快演化成斜坡环境,在岩性特征上,具有远基浊积岩的特点。此后,第一岩性段上部,第二、三、四岩性段和第五岩性段下部的沉积特征表明是在原来的靠近碳酸盐台地斜坡脚的下斜坡环境演化到中斜坡环境。总体上其递变层(这里指具正粒序的递变层理)厚度是自上变厚,粒度变粗,但由于构造运动的复杂性,引起浊流的触动力强弱,频度不均和斜坡坡度的变化,使粒级递变层组合变化复杂。成层分布的腕足位于粒级递变层下部粗粒的棘屑灰岩之上,这是由于在浊流开始沉积阶段;湍流搅动能还是很大的,这时粒状的棘屑在重力分异作用下开始沉积,腕足屑则在湍流的作用下漂浮着。随着沉积作用的进行,沉积物逐步变细。在较细段中所见的少量腕足屑,可能是由于粗粒物质沉积期间、大量细粒物质在重力分异作用下,不能及时沉积,因此,部分腕足屑被托浮住,只有与后来细粒物质同时沉积。部分递变层的最细层面上见冲刷面,这反映了第二次浊流对床底的弱冲刷作用。第四岩性段颜色很深,这可能是由于频繁的厚层浊流沉积中有丰富的有机质的物质快速堆积造成缺氧的还原环境而引起的。

到早石炭世中期,曾一度出现具逆粒序的粒级递变层的钙屑沉积(图5),Middleton 1970;Lowe 1976;Dyulynoki和Sanders 1962,把这种逆粒序定义为“牵引毯”的沉积。“认为是当来自上覆流动的连续沉积物散落时迫使的”,“随着流动的不稳定性增加,悬浮的沉积物向着床底渐进地浓集”,它是由于重力分异作用的结果,粗粒物质雨补给基底的质点层,当颗粒浓集到一定程度时,搬运的动力变得越来越由颗粒的碰撞占优势,粗颗粒大量降落,抑制了细粒物质向上的分异作用而“冻结”在浊流下面,

由此发育的牵引毯浊积岩单元 通常在“近基浊积岩和正常浊积岩的A段中”(Donald, R. Lowe 1982)。“在悬浮载荷的散落速度较高的情况下,对或者床砂载荷或者组成牵引毯的产生都是时间不够的。因而是由直接的悬浮沉积作用沉积的”(Walker 1978)。在犀牛塘剖面上,出现这种牵引毯构造,表明此处的钙屑沉积是高密度流的“近源浊积岩”,即是中——上斜坡的沉积。

第五岩性段中上部的钙屑浊积岩,其粒级较细,层厚较薄而稳定,反映了该区水体曾一度变深,斜坡变缓的特点,与其它的粒级递变层比较,它们具有较远源浊积岩之特点,从继承性的环境分析,可能是由于这一时期斜坡一度变缓,水体变深,使得浊流搬运动力减弱,沉积物很快在更上的斜坡环境沉积下来,而在剖面位置处,则仅有浊流的较细级部分。

早石炭世晚期(相当于第六岩性段),其沉积特征是与整个石炭系的钙屑浊积岩不同的另一种岩性——角砾灰岩。它可能是由于断裂抬升作用,使局部地区和个别时期出现陡崖,而引起岩崩、垮塌、发生岩屑流,(一种由基质强度支撑着大的碎屑的重力流的产物),正如I. A. 麦克尔里思和N. P. 詹姆斯对碳酸盐沉积边缘环境所述:“沉积边缘中‘浊积岩和颗粒流是主要的搬运机制,岩屑层和角砾岩很少,可能存在由胶结的石灰质砂碎屑或其它来自大陆坡的岩性组成的某些小规模岩屑层’”。

砾石大小混杂,角砾间、角砾与床底相互作用发生磨圆,揉皱等现象。在流动途中沿途携带其他成分砾石。在角砾灰岩之上是岩屑流接近尾声的递变层。“或者是最后的沉积作用相使得剩余的片流流动的冻结,造成的沉积物是悬浮沉积作用沉积的无构造的(可能是粒序的)颗粒支撑沉积物的基底,上面盖一个杂基支撑的冻结单元所组成(Donald, R. Lowe 1982)”。因之,该段顶部的递变层具有浊流性质。被认为是“搬运期间,从块体流转变为其它重力流(例如岩屑流转变为浊流),是由于水介质中,流动发生了变化和流体的稀释作用”(Dott 1963, Allen 1971)的结果。角砾灰岩总的特征表明了可能为上斜坡环境的产物。

早石炭世末(相当于第七岩性段)恢复了原来浊流流态,形成钙屑浊积岩组合,粒级递变层中钙屑灰岩含角砾,以及厚度不稳定,表征了构造运动,断裂,地震等在该时期还在发生。

个别钙屑浊积岩见牵引毯现象说明其浊流是高密度流,为较近基的浊积岩。

本区在该时期可能为上斜坡环境。

晚石炭世早期(相当于第八、九岩性段),其钙屑浊积岩特征说明:① 构造运动相对稳定(仅存在周期性运动);② 钙屑浊积岩具有更近源的特点(较下石炭统的浊积岩而言);③ 斜坡的坡度稳定平缓。因此,估计这时期本区为上斜坡环境。

晚石灰世末(相当于第十岩性段)的钙屑浊积岩无论在颜色变化上,递变层厚度的变化上都说明这时期,地壳也一度较活动,使得浊流的触动力和搬运动力有很大的变化。但其沉积环境还属上斜坡。

上二叠统则继承了石炭纪的沉积边缘斜坡环境,岩性上仍为钙屑浊积岩。

总之,犀牛塘剖面石炭纪沉积环境为碳酸盐台地沉积边缘环境。早石炭世由于断裂抬升和沉积作用,由上泥盆统的近海盆的斜坡脚环境很快进入到下、中斜坡的环境,坡度

一般较缓，沉积了大套的钙屑浊积岩和少量岩屑流的角砾岩，由于构造作用的复杂性，使得下石炭统的岩性结构及组合特征上，也表现出它的复杂性。到了晚石炭世该区构造相应减弱，反映在上石炭统地层岩性单一、钙屑浊积岩厚度比较稳定。并且进入了一个比下石炭统更浅的上斜坡沉积环境。早二叠世继承了石炭纪的沉积环境沉积了下二叠统的钙屑浊积岩(图7)。

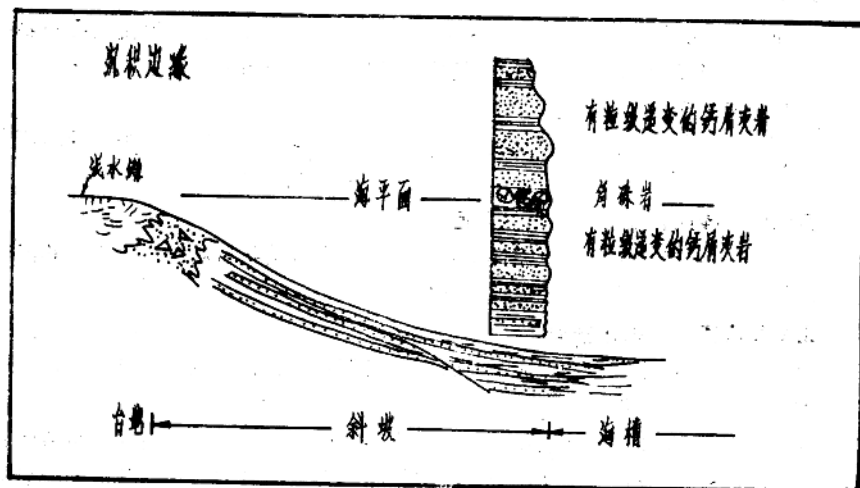


图7 犀牛塘剖面碳、二叠系台地沉积边缘模式示意图

四、隆或碳酸盐台地沉积环境概述

为对隆或台地的沉积环境作一初步了解，在隆或穹窿背斜上进行了五条辅助剖面的观察，并借用了三条剖面。(剖面位置见图二)。

限于篇幅，下面仅对各剖面岩性特征、沉积环境作一概述。

1. 东部岩脚寨剖面

晚泥盆世沉积了台地浅滩的亮晶含核形石生屑灰岩。

早石炭世则有向台地前缘斜坡过渡的性质。沉积物主要是浅灰色块状到薄层状亮晶、棘屑灰岩，下部偶见粒级递变。上部见含生屑角砾灰岩透镜体。

晚石炭世为斜坡环境。沉积了具粒级递变的钙屑灰岩和厚层状角砾灰岩，二者形成韵律层。

2. 东南侧毛草坝剖面

晚泥盆世为斜坡环境，沉积了亮晶含核形石生屑灰岩。

早石炭世为斜坡环境，沉积了具粒级递变层的钙屑浊积岩和岩屑流角砾灰岩。底部以数套角砾与上泥盆统地层为界，充填物中见粗而长的海百合茎。

晚石炭世早期水体一度变浅，自台地边缘转化，沉积了苔鲜虫，珊瑚的生物层。晚

期水体逐步加深,向斜坡转化,沉积了岩屑流角砾岩。钙屑浊积岩和亮晶生屑灰岩。

3. 南侧小丰坡剖面

晚泥盆世沉积了台地浅滩的浅灰色亮晶核形石棘屑灰岩。石炭纪为台地边缘浅滩环境,沉积物为亮晶含核形石生屑灰岩,亮晶棘屑灰岩。底部见透镜体的浅灰色含生物角砾灰岩,中部见腕足生物层。

4. 南西侧隆或剖面

早石炭世为台地斜坡环境,沉积了深灰色薄层状火山凝灰岩和岩屑流角砾灰岩。

晚石炭世亦为斜坡环境,由钙屑浊积岩和岩屑流角砾岩组成韵律。

5. 西部八凤剖面

石炭纪为台地斜坡环境,主要为浅灰色厚层亮晶棘屑灰岩夹数套粒级递变的钙屑灰岩。

6. 西北侧(隆或台地以外)射坡剖面

石炭系岩性为灰黑色微纹层状泥晶灰岩,夹深灰色薄层状粉屑泥晶灰岩。其沉积特征表明为深水海槽环境的韵律沉积和远源浊积岩沉积。

7. 北侧吴家寨——则忙剖面

上泥盆统为深灰色薄—中层状泥晶灰岩、粉屑泥晶灰岩、扁豆状泥晶灰岩,具有较深水的碳酸盐斜坡脚的沉积特征。

石炭系为浅—深灰色泥晶生屑砂屑灰岩、亮晶生屑灰岩、成层分布的腕足屑灰岩、夹数层角砾灰岩,往上粒级递变层明显,生屑含量增多,以棘屑为主。其沉积特征具有台地斜坡环境的特点,并且水体逐步变浅。

根据上面各剖面沉积特征,得出如下几点认识:①隆或地区在晚古生代是一个孤立的碳酸盐台地。②早石炭世台地南缘斜坡较陡,为较粗的重力流沉积,其沉积特征具有詹姆斯等在《碳酸盐大陆坡》一文所述的跌积边缘特点,北缘的斜坡坡度较缓,主要以钙屑浊积岩为主,具有沉积边缘之特点。③晚石炭世,台地斜坡坡度一般较缓,以浊流沉积为主,整个台地均具沉积边缘之特点。

后 语

本文是在方少仙老师不辞酷暑,全面指导下完成的。同时还获得了沈昭国、侯方浩、朱高琼、林刚等老师及研究生卢卫平的精心指导和热情帮助。在此我表示衷心的感谢!

由于时间匆匆,能力济济,整个工作过程对我来讲都很陌生,在短短的十一周时间里,许多问题不能作详细的推敲,验证,所以恭请各位老师、同行提出宝贵意见。