

教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助

西昌盆地 层序成因动力学 及其在油气勘探中的应用

覃建雄 等编著

地 质 出 版 社

教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助

西昌盆地层序成因动力学 及其在油气勘探中的应用

覃建雄	王国芝	吴勇	唐勇	单莉莉	编著
韦跃龙	王卫红	余定成	陈璇	伏明珠	
殷继成	张长俊	何廷贵	沈丽娟	陶专	
王运生	吴征	陈洪德	田景春	曾允孚	

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书应用层序成因动力学的原理、方法和技术,重点对西昌盆地震旦系—新近系地层系统及演化、储层成因地质学和层序成因动力学进行系统剖析,深化了西昌盆地油气成藏规律的认识,建立了西昌盆地油气成因层序动力学勘探模型,总结提出了西昌盆地油气层序成因动力学理论。

本书可供从事油气勘探与开发的地质工作者及工程技术人员,以及高等院校相关专业师生参考使用,亦可作为企业在职教育培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

西昌盆地层序成因动力学及其在油气勘探中的应用 /
覃建雄等编著. —北京:地质出版社, 2009. 12
ISBN 978-7-116-06373-0

I. ①西… II. ①覃… III. ①含油气盆地—地层层序—
矿床成因—动力学—应用—油气勘探—研究—西昌市
IV. ①P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 201665 号

责任编辑:李 华 李 莉

责任校对:杜 悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324567(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:17.25

字 数:530 千字

版 次:2009 年 12 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:38.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06373-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

新形势下,开发四川天然气资源,扩大天然气消费份额,是目前四川能源发展的重要战略。然而,所面临的现实是已开发利用的油气资源不断枯竭,四川尤其是川西地区天然气资源评价较粗略、不全面、欠系统,天然气资源人均值低。因而,如何通过新理论、新方法、新技术,来指导四川乃至西部地区的重要油气资源储备区之一——西昌盆地的油气勘探,增加新兴天然气资源储备,扩大新勘探靶区,系当务之急。

层序地层学作为一门学科在油气勘探中应用已经越来越广泛,它从动态、四维时空上来认识沉积记录,强调油气勘探过程中地震、测井、岩心和露头等的综合研究,所总结出的沉积模式具有多维时空的立体概念,为预测储集体的时空分布及其变化规律提供了理论框架,从而提高了地质学家的预测能力。显然,层序地层学对探讨生储盖组合、圈定有利储集层段、评价油气资源、预测油气远景区以及油气藏目标的寻找等方面,具有重大的现实和理论意义。

层序成因动力学(genetic sequence dynamics)是层序地层学的继续和发展。作为层序地层学高度演进的产物,层序成因动力学认为慢-壳耦合造成盆地,盆地充填产生层序和油气,并强调层序作为盆地充填产物,它是盆地成生、发展、演化及其与油气关系的信息库,更是油气勘探的示踪剂。可见,通过对层序的解译可了解盆地类型、成因及性质,揭示构造背景及板块属性,进而指导油气藏的寻找。因此,在将层序地层作为油气勘探手段来进行研究时,有必要从沉积盆地动力学、层序成因动力学和含油气系统角度出发,综合分析层序的性质、成因及发育的控制因素,系统研究层序与盆地及油气系统之间的内在联系。因而,若说盆地动力学是地球动力学的基础,则层序-盆地-油气系统关系研究即是盆地动力学首先要解决的问题。层序成因动力学研究从层序界面与地质事件、层序级别与盆地规模、层序格架与盆地类型、层序发育与盆地构造、层序充填与盆地演化5个方面,探讨如何通过层序地层诸要素的研究,阐述层序地层与沉积盆地及油气系统之间的关系,研究盆地类型和成因,解释沉积盆地演化规律。在此基础上,建立新型油气勘探模型——层序动态勘探模型,进而科学指导油气勘探。

层序成因动力学思想最先由 Krapez 等(1996, 1997)首次提出。早期层序成因动力学的几个重要的理念和概念包括:①层序界面成因级别划分思想和依据;②层序地层与构造旋回之间的成因关系;③层序地层与沉积盆地之间的内在联系。

作为沉积盆地动力学研究的重要内容之一,层序成因动力学理论的核心可概括为:板块运动引发构造活动,构造活动导致沉积盆地,盆地充填产生沉积层序或层序成因组合。通过层序成因动力学的研究,可以揭示沉积盆地充填史,反映构造活动演化史,进而揭示板块成因及其属性。层序成因动力学研究的关键,就是关于层序地层构成要素的研究。

层序地层要素的研究包括层序自身诸要素和层序界面相关因子的研究。前者包括几何形态、规模(横向)、级别、内部结构、成因格架及地层的叠置序列和充填序列等;后者包括层序界面的物理标识、剖面特征、界面的级别划分和界面的成因属性等。

层序地层要素的研究目的是要解决3个核心问题:①阐明某一盆地层序地层发育的控制因素,分析层序地层发育的动态过程;②探讨层序地层与沉积盆地之间的内在联系,即层序地层的成因背景和

动力学问题；③通过层序地层与板块构造属性之间的关系研究，揭示地球演化的节律性，最终为地球动力学研究提供科学依据。

层序成因动力学参数研究意义主要表现在：①通过层序物质组构反映沉积盆地性质；②通过层序成因组合体几何形态揭示沉积盆地轮廓及类型；③通过层序叠置序列和结构转换面反映沉积盆地演化序列；④通过层序地层级别反映沉积盆地规模大小；⑤通过层序界面级别类型推断盆-山转换机制；⑥通过层序界面成因类型揭示盆-山转换背景；⑦根据层序成因格架反映沉积盆地成因类型；⑧通过层序内部构型反映沉积盆地构造活动；⑨通过层序充填序列揭示盆地演化过程。

显然，对西昌盆地层序成因动力学与油气勘探的研究，不仅丰富和发展了层序地层学理论，而且对指导西昌盆地乃至四川其他地区的油气勘探具有重大的指导意义。

西昌盆地位于泛华夏陆块群中的扬子地块西缘，地处特提斯构造域。作为扬子陆块西部大陆边缘与特提斯洋复合作用的产物，西昌盆地在不同地史时期具有不同的大地构造属性，显示明显的纵向叠加和横向复合的复式特征。在晚震旦世—古新世约 600 Ma 的演化进程中，西昌盆地经历了构造升降、气候突变、海平面变化、生物绝灭和热事件等各种事件的改造叠加，形成了各种成因的层序界面，这些界面分布广泛、类型各异、特征显著、侵蚀有别、间断不一，尤其是沉积盆地类型更加丰富、层序成因构架更加多样。它们是进行层序成因界面研究的理想地区和层位。

为此，本书应用层序成因动力学理念，以西昌盆地为主，结合西南地区相关类型沉积盆地，在对西昌盆地地层系统及其形成演化分析的基础上，通过盆地沉积体系和成因储层地质学研究，对西昌盆地进行了系统的层序地层学研究，构建了基于不同类型沉积盆地研究成果的层序成因动力学框架，并将层序成因动力学理念应用于相关沉积盆地油气地质与勘探研究中，以期对我国类似地区的油气勘探起到一定的参考价值。

西昌盆地地质调查与油气勘探工作始于 20 世纪 60 年代，但沉积地质学研究工作相对滞后，层序地层学尤其是层序成因动力学及其在油气勘探中应用研究成果寥寥无几。作者在先期所主持的有关西昌盆地地层系统、沉积体系及层序地层学研究等项目成果基础上，结合西昌盆地周边区域沉积地质学对比研究成果，对西昌盆地成因储层地质学进行系统研究，进而对层序成因动力学及其在油气勘探中的应用进行系统深入研究。

本书系四川省杰出青年基金“西昌盆地层序成因地层学研究”成果的继续和升华，为突出研究特色和重点，本书以分工撰写和学术论文专集相结合的形式加以体现。全书分为三篇，分别是西昌盆地形成与演化、西昌盆地成因储层地质学、西昌盆地层序成因动力学在油气勘探中的应用。各篇包括若干相对独立、相互联系的专题篇章。

第一篇由覃建雄、殷继成、何廷贵、王运生、王多义等编写；第二篇由覃建雄、张长俊、兰伯龙、沈丽娟、陶专、吴征、吴勇、唐勇、单莉莉、韦跃龙、王卫红等编写；第三篇由覃建雄、王国芝、曾允孚、陈洪德、田景春等编写。朱平参加了大量的薄片鉴定和绘图工作。时言、黄志勋、王洪峰等参加鉴定了部分古生物化石。辛曦、李云岗、李元林、曹宏、李麟、雷国蓉、李伟等参加了部分野外工作。四川石油管理局地质勘探开发研究院二室、四川省地矿局攀西地质大队、207 队、区调队等单位和个人对野外工作给予了大力支持和帮助，在此一并致谢！

编者希望本书能对从事沉积地质学与油气勘探开发的地质工作者有所帮助，也可作为大专院校及企业在职教育培训的教材。

鉴于作者水平所限，错误和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者

2009 年 4 月

目 次

前 言

第一篇 西昌盆地形成与演化

1 西昌盆地地层系统及演化	(3)
1.1 地层系统	(3)
1.2 地层演化	(3)
2 西昌盆地震旦纪—古生代海相沉积序列研究	(40)
2.1 前震旦系变质基底的形成	(40)
2.2 震旦纪和古生代地史分析	(41)
3 西昌盆地形成与演化研究	(45)
3.1 早、中三叠世块断差异升降	(45)
3.2 西昌盆地的形成和演化	(45)
4 西昌盆地地史演化与主要地质事件研究	(49)
4.1 构造事件	(49)
4.2 生物事件	(49)
4.3 海平面事件	(50)
4.4 热事件（火山喷发事件）	(50)
4.5 气候事件	(52)
4.6 沉积成矿事件	(52)

第二篇 西昌盆地成因储层地质学

5 沉积体系及油气生储盖成因研究	(55)
5.1 西昌盆地上震旦统沉积相研究	(55)
5.2 西昌盆地寒武系沉积环境与生储盖组合特征分析	(62)
5.3 西昌盆地奥陶系沉积体系与生储盖组合特征研究	(68)
5.4 西昌盆地志留系沉积环境与有利储层段分析	(75)
5.5 西昌盆地泥盆系沉积相特征及有利区块分析	(82)
5.6 西昌盆地古近系、新近系沉积相及生储特征初探	(86)

6 成岩作用与生储盖演化研究	(91)
6.1 西昌盆地生烃条件研究	(91)
6.2 西昌盆地有利储集层段与区块分析	(103)
6.3 西昌盆地晚三叠世三角洲的发现及研究意义	(109)
6.4 西昌盆地上三叠统白果湾组砂岩储层次生孔隙成因探讨	(112)
6.5 Fluid Inclusions in the Xichang Basin and Their Applications in Oil-Gas Exploration	(117)
6.6 Genesis and Development of Porosity in Carbonate Reservoirs-Fluid Inclusion Evidence	(126)

第三篇 西昌盆地层序成因动力学在油气勘探中的应用

7 层序成因动力学理论体系	(137)
7.1 层序成因动力学源起、发展与研究意义	(137)
7.2 层序成因动力学参数类型及其意义	(142)
7.3 层序地层作为沉积盆地识别标志的研究	(148)
7.4 层序成因动力学中的构造因素研究	(155)
7.5 碳酸盐斜坡沉积层序成因地层研究	(161)
7.6 生物礁层序成因地层学研究	(168)
7.7 层序地层学发展的若干重要方向	(177)
7.8 二叠纪海平面变化研究	(182)
7.9 Significance of Carbon Isotopes to Carbonate Sequence Stratigraphy	(188)
8 层序成因动力学在油气勘探中的应用	(197)
8.1 西昌复合盆地层序界面研究及意义	(197)
8.2 西昌盆地层序充填序列与沉积动力演化初探	(203)
8.3 西昌盆地下二叠统层序地层研究	(213)
8.4 西南地区二叠纪层序地层与海平面变化	(217)
8.5 西南地区二叠纪层序古地理特征及演化	(228)
8.6 西南地区二叠纪沉积盆地类型及演化	(234)
8.7 川滇黔桂地区二叠纪不同成因盆地层序地层模型	(240)
8.8 川滇黔桂地区泥盆系层序地层研究	(243)
8.9 Permian Sedimentary Basin and Regional Sedimentary Models in the Southwest China	(251)
8.10 Reef and Gravity Flow Sedimentation on the Permian Slopes in the Southwest China	(256)
8.11 Oil-Gas Prospecting Models of the Permian Stratigraphic Sequence Framework in the Southwest China	(260)
参考文献	(266)

第一篇 西昌盆地形成与演化

1 西昌盆地地层系统及演化

1.1 地层系统

1.1.1 分布

区内各时代地层发育，分布广泛。前震旦系总厚度达万米，下部为中、深变质岩群，称结晶基底，断续分布于康定—攀枝花的安宁河两侧，上部为浅变质岩群，称褶皱基底，零星分布于甘洛、喜德和会理一带。震旦系是本区最老的盖层，下统划分为苏雄组、开建桥组和列古六组，是一套大陆环境下形成的、以酸性岩为主的火山岩和火山碎屑岩系，堆积在近南北向分布的不同方向断裂所限定、断续相连的盆地中，构成本区大相岭、小相岭和螺髻山的主体；上统是一套海相环境下形成的以碳酸盐岩为主的沉积，分布广泛而稳定，生储条件好。

工作区下古生界比较发育，以碎屑岩为主，碳酸盐岩次之；上志留统、泥盆系及石炭系完全缺失或大面积缺失；下二叠统以灰岩为主，上二叠统为玄武岩及陆相砂页岩；小江断裂以西下、中三叠统普遍缺失，上统出露广泛，为陆相含煤碎屑沉积，超覆于早、中三叠世及其以前形成的不同地层之上；侏罗系、白垩系及古近系为陆相红色碎屑岩，前两者分布较广，后者仅分布于米市向斜轴部及西昌附近。新近系为断陷小型盆地沉积，分布零星，与下伏地层为不整合接触。

1.1.2 发育特征

研究区各时代地层在展布上严格受南北向主要断裂控制，在各断块上地层发育有较大差异。根据地层发育程度及岩性、岩相及化石等特征，以安宁河断裂、黑水河断裂、四开断裂、小江昭觉断裂为界，可将本区划分为3个地层区，即西部地层区、中部地层区和东部地层区。每一地层区根据地层发育程度可进一步划分为南、中、北3个次一级地层区（图1.1）。

各地层区和次一级地层区地层发育情况和序列详见表1.1。

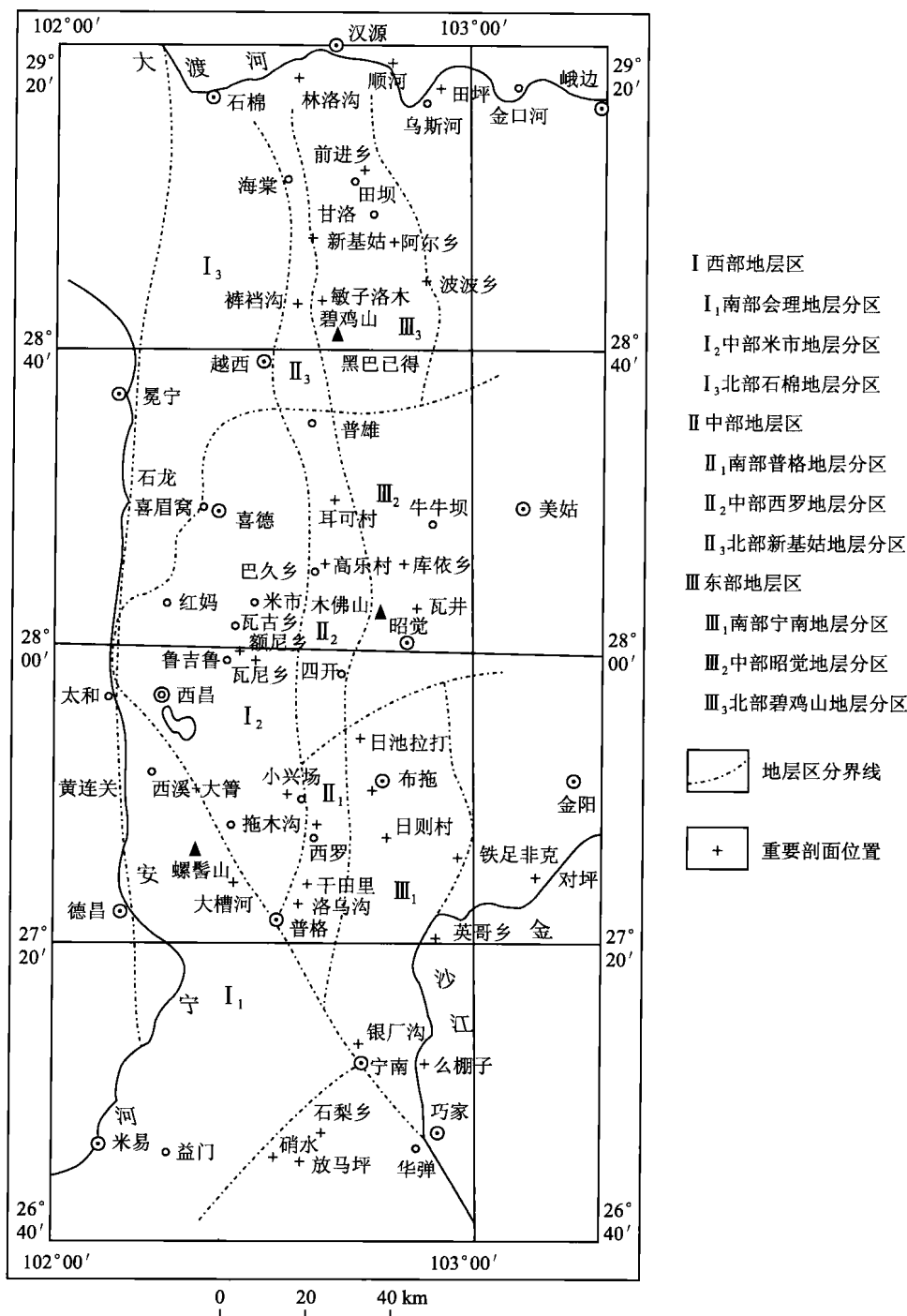
1.2 地层演化

1.2.1 上震旦统

1.2.1.1 地层分区

研究区震旦系出露广泛，研究程度较高。以峡东层型剖面为依据，本区震旦系划为两个统。晚震旦世是本区地史上最大规模的海侵时期，沉积厚度大，岩性、岩相比较稳定，与下伏地层普遍为假整合或不整合接触。震旦系与寒武系为连续沉积，界线附近地层中化石丰富。这套古老的碳酸盐岩具有油气的生储条件，甘洛铅锌矿坑道中尚见有沥青脉分布，是一个有前景的勘探目的层。

本区属于扬子一级地层区川西南二级地层区的一部分。根据下震旦统基底构造、地层发育的总面



貌及分布情况,地层层序及接触关系等特征,将工作区所属范围及相邻地区划分为 3 个地层小区(图 1.2)。

从上震旦统开始, 3 个地层分区的差异逐渐减少, 岩性、岩相趋向均一, 可以作为一个统一的川西南地层分区来考虑。

表 1.1 西昌盆地地层划分和对比表

地 层		西 部 地 层 区			中 部 地 层 区			东 部 地 层 区		
系	统	南 段 (则木河断裂以南)	中 段 (米市盆地)	北 段 (越西—冕宁区)	南 段 (普格—西罗)	中 段 (麻姑山盆地)	北 段 (锦屏山—新基站)	南 段 (巧家—昭觉)	中 段 (昭觉、美姑盆地)	北 段 (甘洛盆地周围)
第四系	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
新近系	上新统	普格达组	普格达组	普格达组(0-150)	普格达组	普格达组(0.40)		普格达组(247)		普格达组几十米
	中新统									
渐新统	渐新统									
始新统	始新统									
古新统	古新统	雷打树组	雷打树组	雷打树组 481-989						
白垩系	上统	小坝组	小坝组	小坝组(1500-1935)						
	下统	大铜厂组	大铜厂组	大铜厂组						
		飞天山组	飞天山组	飞天山组(318-109)	飞天山组(>78)	飞天山组(残留)				
		官沟组	官沟组	官沟组(365-638)	官沟组(0-723)	官沟组(不洋)				
侏罗系	上统	牛滚组	牛滚组	牛滚组(400-702)	牛滚组(0-476)	牛滚组		蓬萊组(527)		
	中统	新村组	新村组	新村组(759-1028)	新村组(244-811)	新村组		牛滚组(228)	蓬萊组(527)	牛滚组(>748)
	下统	益门组	益门组	益门组(120-392)	益门组0-203	益门组		新村组(611)	蓬萊组(527)	新村组(700-872)
		白果湾组	白果湾组	白果湾组(216-791)	白果湾组(100-637)	白果湾组(215-438)		益门组(185)		益门组(185)
三叠系	上统	雷口坡组	雷口坡组	雷口坡组				白果湾组(555)	白果湾组(440-500)	白果湾组(440-500)
	中统	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组				嘉陵江组(50-253)	嘉陵江组	嘉陵江组(119)
	下统	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组				飞仙关组(0-54)	飞仙关组	飞仙关组
		宜威组	宜威组	宜威组				宜威组(0-73)	宜威组	宜威组(0-35)
二叠系	上统	峨眉山玄武岩组	峨眉山玄武岩组	峨眉山玄武岩组	峨眉山玄武岩组(50-581)	峨眉山玄武岩组	峨眉山玄武岩组(379)	峨眉山玄武岩组(1650-650)	峨眉山玄武岩组	峨眉山玄武岩组(50-839)
	下统	茅口组	茅口组	茅口组(77-390)	茅口组	茅口组	茅口组(236)	茅口组(472)	茅口组(371)	茅口组(334-361)
		栖霞组	栖霞组	栖霞组(65-200)	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组
		梁山组	梁山组	梁山组(9-24)	梁山组	梁山组	梁山组(5.4)	梁山组(5-12)	梁山组(5)	梁山组(2-9)
泥盆系	上统	一打得组	一打得组	一打得组						一打得组(141-40)
	中统	曲靖组	曲靖组	曲靖组						曲靖组(17-41)
	下统	靖门组	靖门组	靖门组						靖门组(29-92)
		坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组(87)	坡脚组	坡脚组(1.6)	坡脚组(15)	坡脚组	坡脚组(93-81)
		翠峰山组	翠峰山组	翠峰山组	翠峰山组(109)	翠峰山组	翠峰山组(6.1)	翠峰山组(19)	翠峰山组	翠峰山组(132-163)
志留系	上统	回星哨组	回星哨组	回星哨组	回星哨组(150)	回星哨组	回星哨组(133)	回星哨组	回星哨组	回星哨组
	中统	韩家店组	韩家店组	韩家店组	韩家店组(293)	韩家店组	韩家店组(0-26)	韩家店组(324)	韩家店组	韩家店组(70-223)
	下统	石牛栏组	石牛栏组	石牛栏组	石牛栏组(102)	石牛栏组	石牛栏组(0-124)	石牛栏组(196)	石牛栏组	石牛栏组(290)
		大	大	大	大	大	大	大	大	大
		青	青	青	青	青	青	青	青	青
奥陶系	上统	青	青	青	青	青	青	青	青	青
	中统	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组	巧家组
	下统	红石崖组	红石崖组	红石崖组	红石崖组(29-680)	红石崖组	红石崖组(162)	红石崖组(268)	红石崖组	红石崖组(138-180)
		二道水组	二道水组	二道水组	二道水组(135-445)	二道水组	二道水组(135-445)	二道水组(135-445)	二道水组	二道水组
寒武系	上统	西王庙组	西王庙组	西王庙组	西王庙组(117-255)	西王庙组	西王庙组(117-255)	西王庙组(117-255)	西王庙组	西王庙组
	中统	陡坡寺组	陡坡寺组	陡坡寺组	陡坡寺组(31-45)	陡坡寺组	陡坡寺组(31-45)	陡坡寺组(31-45)	陡坡寺组	陡坡寺组
	下统	龙王庙组	龙王庙组	龙王庙组	龙王庙组(93-180)	龙王庙组	龙王庙组(93-180)	龙王庙组(93-180)	龙王庙组	龙王庙组
		沧浪铺组	沧浪铺组	沧浪铺组	沧浪铺组(47-291)	沧浪铺组	沧浪铺组(67)	沧浪铺组(147-294)	沧浪铺组	沧浪铺组
		筇竹寺组	筇竹寺组	筇竹寺组	筇竹寺组(132-273)	筇竹寺组	筇竹寺组(127)	筇竹寺组(200-270)	筇竹寺组	筇竹寺组
		灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组
		观音崖组	观音崖组	观音崖组	观音崖组(152)	观音崖组	观音崖组(7-10)	观音崖组	观音崖组	观音崖组
		列古六组	列古六组	列古六组	列古六组	列古六组	列古六组	列古六组	列古六组	列古六组
		开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组	开建桥组

注：括号中数值为地层厚度，单位为 m。

1.2.1.2 地层特征

(1) 代表剖面

普格大槽河震旦系实测剖面：位于普格西北约 20 km 莽窝附近大槽河处，上震旦统岩石地层单位划分为两个组，下部为观音崖组，厚 190 m，为一套灰—浅灰色夹紫红色陆源碎屑岩和碳酸盐岩，与下伏开建桥组一般为假整合接触；上部为灯影组，厚 948.4 m，是一套岩性单一、结构构造复杂的镁质碳酸盐岩。灯影组与下伏观音崖组为连续沉积，与上覆筇竹寺组为假整合接触。

(2) 组段特征及横向变化

1) 观音崖组：未分段，但可以明显地分为上、下两部分，各地均可以对比，地层层序以粗碎屑岩开始，逐渐过渡到碳酸盐岩，厚度变化一般在 20 ~ 200 m 之间（表 1.2）。

表 1.2 四川甘洛-会理地区上震旦统划分对比表

地 层	南 部				北 部			
统 组	会理白果乡	普格大槽河	宁南银厂沟	金阳对坪	越西小相岭	汉源林洛沟	汉源顺河	峨边金口河
下寒武统		三段:厚 76.7 m, 含磷亮晶砂屑白云岩夹磷块岩、粘土岩	三段:厚 22 m, 泥质白云岩及泥质灰岩夹硅质岩及页岩	三段:厚 5.9 m, 含磷泥质灰岩夹胶磷矿		三段:厚 70.7 m, 白云岩夹燧石条带, 含胶磷矿碎屑	三段:厚 57.5 m, 含磷泥质、硅质白云岩	三段:厚 62.2 m, 白云岩、含磷白云岩、含硅质条带
	灯影组	二段:厚 349.5 m, 白云岩、硅质白云岩夹大量燧石条带	二段:厚 360.9 m, 白云岩, 具硅质条带及结核	二段:厚 442.9 m, 白云岩夹硅质层硅质条带及团块	二段:厚 163.1 m, 灰岩夹白云岩及钙质页岩	二段:厚 186.9 m, 白云岩夹燧石条带及燧石层	二段:厚 204 m, 白云岩夹硅质条带和硅质层	二段:厚 286.2 m, 具硅质条带白云岩
上震旦统		一段:厚 624.7 m, 层纹状、葡萄状藻屑白云岩	一段:厚 522.2 m, 层纹石、凝块石、角砾状、葡萄状白云岩	一段:厚 506.9 m, 具斑状花边状白云岩	一段:厚 583.7 m, 上部葡萄状、花斑状白云岩;下部灰岩、硅质灰岩	一段:厚 594.3 m, 晶洞、葡萄状、鲕状白云岩	一段:厚 633.7 m, 葡萄状层纹石、凝块石、白云岩夹菱镁矿透视镜体	一段:厚 734.2 m, 白云岩、含硅质白云岩、葡萄状、花边状、层纹状白云岩
	观音崖组	上部:厚 38 m, 紫红色铁泥质灰岩、灰质泥岩及泥质白云岩	上部:厚 145 m, 灰色紫红色灰岩、泥灰岩、钙质砂质白云岩夹钙质页岩及砂岩	上部:厚 21.2 m, 含泥质灰岩、角砾状灰岩	上部:厚 97.8 m, 泥灰岩、钙质页岩、硅质白云岩	上部:厚 54 m, 灰、深灰色薄层白云岩、白云质灰岩	上部:厚 48.9 m, 紫红、黄灰色硅质白云岩、泥质灰岩	上部:厚 19.5 m, 含砂质及砾质灰岩或白云质灰岩
		下部:厚 55.4 m, 灰色灰质白云岩、灰岩夹紫红色砂质泥岩、石英粉砂岩, 底部砾岩	下部:厚 45.4 m, 白云岩含石英砾质灰岩、石英质砾岩	下部:厚 4.2 m, 灰、灰紫色含砾粗砂岩、砂岩、白云岩、砂质页岩	下部:厚 54.3 m, 浅灰色块状石英砂岩、细砾岩、砂质白云岩	下部:厚 10 m, 白云岩夹含砾细砂岩、钙质粉砂岩、流纹质凝灰岩	下部:厚 30.6 m, 深灰—浅灰色硅质白云岩夹岩屑石英砂岩、含砾长石岩屑砂岩、水云母粘土岩	下部:厚 30.6 m, 深灰—浅灰色硅质白云岩夹岩屑石英砂岩、含砾长石岩屑砂岩、细砂岩
下伏地层	会理群	震旦系 开建桥组		震旦系 南沱组	震旦系 列古六组	震旦系 苏雄组	震旦系 列古六组	震旦系 苏雄组 或峨边群

普格大槽河观音崖组下部为灰、黄灰、灰绿色含灰质、泥质、砂质白云岩, 含膏白云岩及亮晶球粒灰岩, 含石英砾质灰岩, 夹云泥岩、钙质泥岩及含灰质石英质砾岩, 最底部以一层复成分细砾岩与下伏开建桥组呈假整合接触, 厚 45.4 m; 上部为灰、蓝灰、深灰色夹紫红色灰岩, 泥灰岩夹钙质砂岩, 含钙质、砂质白云岩, 厚 145 m。

在上述剖面以南会理白果乡, 该组厚 93.4 m, 底部为砾岩, 不整合于前震旦系会理群之上, 下部灰色灰质白云岩、灰岩夹紫红色砂质泥岩、石英粉砂岩; 上部为紫红色铁泥质灰岩、灰质泥岩及泥质白云岩。宁南银厂沟观音崖组完全缺失, 灯影组直接超覆于会理群之上。在金阳县对坪一带该组厚 25.4 m, 下部为灰, 灰紫色含砾粗砂岩, 假整合于南沱组冰碛层之上; 上部为含泥质灰岩、角砾状灰岩。

在普格大槽河以北越西小相岭观音崖组厚 152.1 m, 下部为浅灰色块状石英砂岩、细砾岩及砂质白云岩, 假整合于列古六组之上; 上部为泥灰岩、钙质页岩、硅质白云岩。

汉源大树林洛沟, 该组厚 64 m, 下部为白云岩夹砾细砂岩、钙质粉砂岩及流纹质凝灰岩, 假整合于下震旦统苏雄组之上; 上部为灰、深灰色薄层白云质灰岩。在相距不远的汉源顺河该组厚 79.5 m, 下部深灰—浅灰色硅质白云岩夹岩屑石英砂岩, 含砾岩屑砂岩、水云母粘土岩, 假整合于列古六组之上; 上部为紫红、黄灰色硅质、泥质灰岩。在甘洛以东峨边金口河观音崖组厚 19.5 m, 下部含砾砂岩、粗粒含长石石英砂岩、细砾岩, 超覆于不同时代地层(苏雄组、峨边群等)之上; 上部为含砂质及砾质灰岩或白云质灰岩。

2) 灯影组: 又称洪椿坪组, 是一套分布广泛、厚度较大的碳酸盐台地沉积。厚度变化一般在 700 ~ 1100 m, 由西向东、由北往南厚度有逐渐增大的趋势。根据岩性特征可划分为 3 段, 其中一段厚度最大, 一般为 500 ~ 700 m; 二段次之, 厚 180 ~ 400 m; 三段(麦地坪段)厚度最小, 仅为数十米至数米。

普格大槽河灯影组 3 段划分: 一段为具层纹石、凝块石、葡萄状、角砾状等复杂构造的白云岩, 厚 522.2 m; 二段为白云岩、硅质白云岩夹大量燧石条带和团块, 底部为泥质白云岩, 厚 349.5 m; 三段为含磷、亮晶砂屑球粒白云岩、硅化白云岩夹磷块岩及粘土岩, 厚 76.7 m, 产小壳动物化石: *Circotheca*, *Turcutheca*, *Chanceloria* 等。

由大槽河往南至会理白果乡, 灯影组厚 1068.3 m。各段岩性均可与大槽河剖面对比, 一段厚 624.7 m, 下部夹数层白云质灰岩及灰质白云岩; 二段厚 389.3 m, 底部与一段分界处见两层紫红、灰绿色泥岩; 三段厚 54.3 m, 为白云岩夹硅质条带和硅质层, 含少量胶磷矿。

宁南银厂沟灯影组厚 999.4 m, 顶部含磷层不发育, 只含少量胶磷矿碎屑条带; 东部金阳对坪灯影组厚 955.7 m, 含磷层仅厚 5.9 m。

在普格大槽河以北越西小相岭, 灯影组厚度减薄为 746.8 m, 一段为灰、灰白色硅质灰岩, 葡萄状、花斑状白云岩, 厚 583.7 m; 二段为灰岩夹白云岩及钙质页岩, 厚 163.1 m; 三段可能缺失。北部汉源大树灯影组厚 851.2 m, 含磷层(三段)厚 70.7 m。距此不远的顺河剖面, 灯影组总厚 895.2 m, 一段除了具有葡萄状、斑点状、层纹状等特殊构造外, 白云岩中夹有多层菱镁矿透镜体, 厚 633.7 m; 二段为具硅质条带及硅质层的白云岩, 底部有紫红色白云质泥岩, 厚 204 m; 三段为含磷、泥质、硅质白云岩, 厚 57.5 m。

在甘洛以东峨边金口河, 灯影组总厚 1082.6 m, 一段为深灰—浅灰色白云岩及具葡萄状、层纹状、雪花状白云岩, 夹 3 层以上角砾状白云岩, 厚 734.2 m; 二段为灰、灰白色具硅质条带白云岩, 底部有一层白云质泥岩, 厚 286.2 m; 三段为灰—深灰色白云岩、含磷白云岩、含硅质条带白云岩, 厚 62.2 m, 产小壳化石。

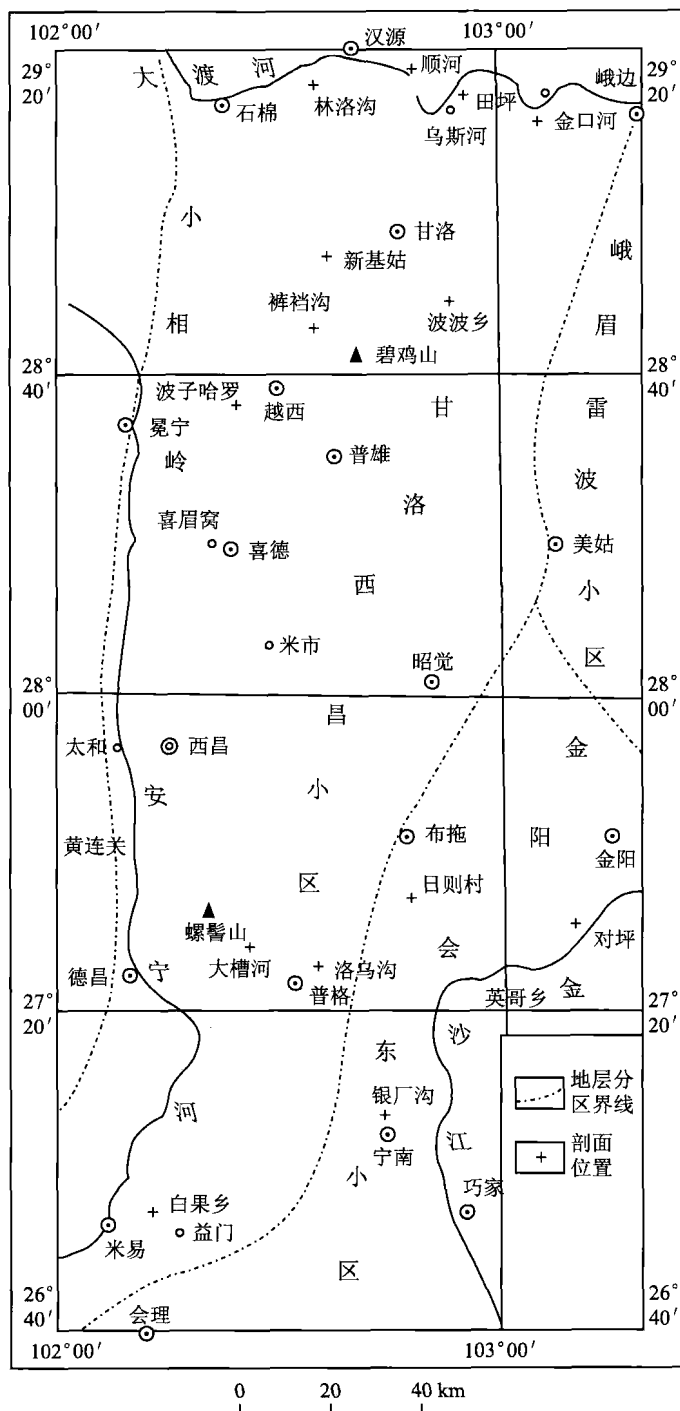


图 1.2 西昌盆地震旦系剖面位置及地层区划图

1.2.1.3 地层划分与对比

(1) 岩石地层划分和对比

观音崖组与列古六组为假整合接触，二者界线明显，列古六组为陆相，观音崖组为海相，列古六组以火山物质为主，观音崖组则以陆源碎屑和碳酸盐岩为主，据此可以将二者区分开来。不少地区观音崖组常呈角度不整合超覆在下震旦统火山岩或前震旦系变质岩系之上。

本区灯影组与观音崖组为连续沉积，具体界线有时难以划分，但仔细研究二者的岩石组合和岩相特征，仍然有明显的差异，即观音崖组代表广海型海滩、浅滩环境下的沉积，底部以粗碎屑岩开始，常见交错层理和冲洗层理，上部为灰、灰紫、深灰色泥质灰岩、砾屑灰岩，有时夹薄层泥、砂质白云岩；灯影组则为一套岩性比较单一，单层厚度较大，结构、构造比较复杂的碳酸盐台地沉积白云岩，可以将二者划分开来。灯影组与上覆以碎屑岩为主的筇竹寺组无论从岩性、岩相，还是从接触关系等方面都可以很容易区分开来。

川、滇、黔地台区的上震旦统，岩相和厚度变化比较稳定，地层划分比较统一（表 1.3）。观音崖组（陡山沱组）分为 3 种沉积类型：滇东、川西一带以滨海相的碎屑岩为主夹碳酸盐岩，厚度从几米到 200 m；川中武胜及乐山范店一带以碳酸盐岩为主，底部夹薄板状碎屑岩；黔中、川东一带以泥质岩类为主夹其他岩类，普遍夹有磷块岩。灯影组，除川东地区厚度特薄和岩性变化较大外，其余地区岩性和厚度均比较稳定。在川、滇交界一带，灯影组厚度最大，中部有一套葡萄状、花斑状、层纹状结构的白云岩，可以作为对比的标志。

表 1.3 四川甘洛—会理地区上震旦统与邻区对比表

地 层		川西南地区			川东南秀山地区	云南王家湾	贵州遵义松桃	湖北峡东区
		甘洛西昌分区	金阳会东分区	峨眉雷波分区				
下寒武统	筇竹寺阶	筇竹寺组	筇竹寺组	九老洞组	牛蹄塘组	筇竹寺组	牛蹄塘组	水井沱组
	梅树村阶	灯影组	灯影组	洪椿坪组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组
上震旦统		观音崖组	观音崖组	喇叭岗组	陡山沱组	王家湾组	陡山沱组	陡山沱组
下伏地层		列古六组	南沱组	峨眉山玄武岩	南沱组	南沱组	南沱组	南沱组

(2) 年代地层的划分问题

1) 上、下统界线的划分。本区震旦系二分性特征明显，以观音崖组底部为界，下部地层中微古植物化石组合数量少，个体小，种类单调，上部地层中微古植物化石组合，不但数量大，而且种类繁多，个体增大，出现了许多新的类型，同时还出现了较高级的藻类和少量后生动物及遗迹化石，故将上、下统的界线划在观音崖组（陡山沱组）的底部是合理的。

2) 震旦系的顶界问题。四川峨眉—甘洛一带，是我国研究震旦系与寒武系界线的重要地区之一，其中又以峨眉麦地坪剖面最为理想，是国际前寒武系—寒武系界线层型参考工作点之一。

根据峨眉麦地坪剖面研究成果，震旦系—寒武系的界线划在洪椿坪组（灯影组）三段（麦地坪段）上部第二小壳化石组合带 *Parglborlus - Siphogonuchites* 带的底部，这是一条得到国际上多数地质界同行认可的界线，本书仍采用这一划分方案。在甘洛、汉源、西昌、会理一带，灯影组三段含磷白云岩中同样发现了不少小壳动物化石，完全可以进行追索对比。

1.2.2 寒武系

本区寒武系分布较为广泛，层序亦较完整，但各地的发育程度差异较大，露头主要分布于黑水河断裂以东、则木河断裂以南地区，北部出露于汉源大树、林洛沟、甘洛田坪、波波乡、新基姑及碧鸡山背斜核部，南部出露于日则村、洛乌沟、大槽河一带。

本区的寒武系研究工作始于 20 世纪 20 年代末从峨眉山建立地层层序开始。新中国成立后地质、冶金、化工等部门，在区域普查和矿产勘探过程中，发现寒武系在本区分布广泛。60 年代初期以后，由于 1:20 万区域地质调查工作和专题研究工作的逐步深入，寒武系的研究在广度和深度上均取得较大进展，除了沿用滇东的下寒武统地层系统外，还根据本区特点，另建立了大槽河组、西王庙组和二道水组等岩石地层单位。本次工作除了对区内寒武系进行系统研究外，重点实测与研究了普格大槽河和甘洛新基姑两条寒武系基准剖面。

1.2.2.1 地层分区

本区属于扬子一级地层区，川西南地层分区（二级）。根据地层发育完备程度及沉积特征差异，又可以将本区寒武系进一步划分为两个地层小区，即以布拖县城为界，南部称普格会理小区，北部称碧鸡山地层小区（图 1.3）。南区地层厚度较大。寒武系一般为 1100 ~ 1200 m，层序亦较完整。北区地层厚度较小，一般为 300 ~ 500 m，向古陆方向厚度逐渐减小，中、上统地层系统采用峨眉山剖面名称。

1.2.2.2 地层特征

(1) 普格大槽河寒武系剖面

该处寒武系划分为 3 统, 岩石地层单位除灯影组外, 划分为 6 个组: 即筇竹寺组、沧浪铺组、龙王庙组、陡坡寺组、西王庙组和二道水组, 总厚 1217.6 m。中、下部均以碎屑岩为主夹碳酸盐岩组合, 上部由一套夹膏盐和膏溶孔为特征的白云岩层系。其中筇竹寺组下部夹含磷层, 沧浪铺组下段与西王庙组红色碎屑岩系为区域对比的标志层。筇竹寺组与下伏灯影组一般为假整合接触。

(2) 甘洛新基姑寒武系剖面

该处寒武系亦划分为 3 统, 岩石地层单位除灯影组外, 划分为 5 个组。下统划分系统与大槽河剖面相似, 即筇竹寺组、沧浪铺组、龙王庙组; 中、上统采用峨眉山剖面名称划分为大鼻山组和洗象池组, 前者为杂色碳酸盐岩和碎屑岩, 后者主要为镁质碳酸盐岩, 5 个组总厚为 412.1 m。筇竹寺组底部 0.3 m 为灰黑色蚀变沉凝灰岩, 与下伏灯影组为假整合接触。

(3) 组段特征及横向变化

1) 筲竹寺组: 普格大槽河按岩性可分3段: 一段为泥质—钙质粉砂岩, 顶部含磷屑, 厚56.3 m; 二段为钙质粉砂岩夹细—粗粒石英砂岩及灰岩, 厚86.3 m; 三段为白云岩(表1.4), 厚32 m。

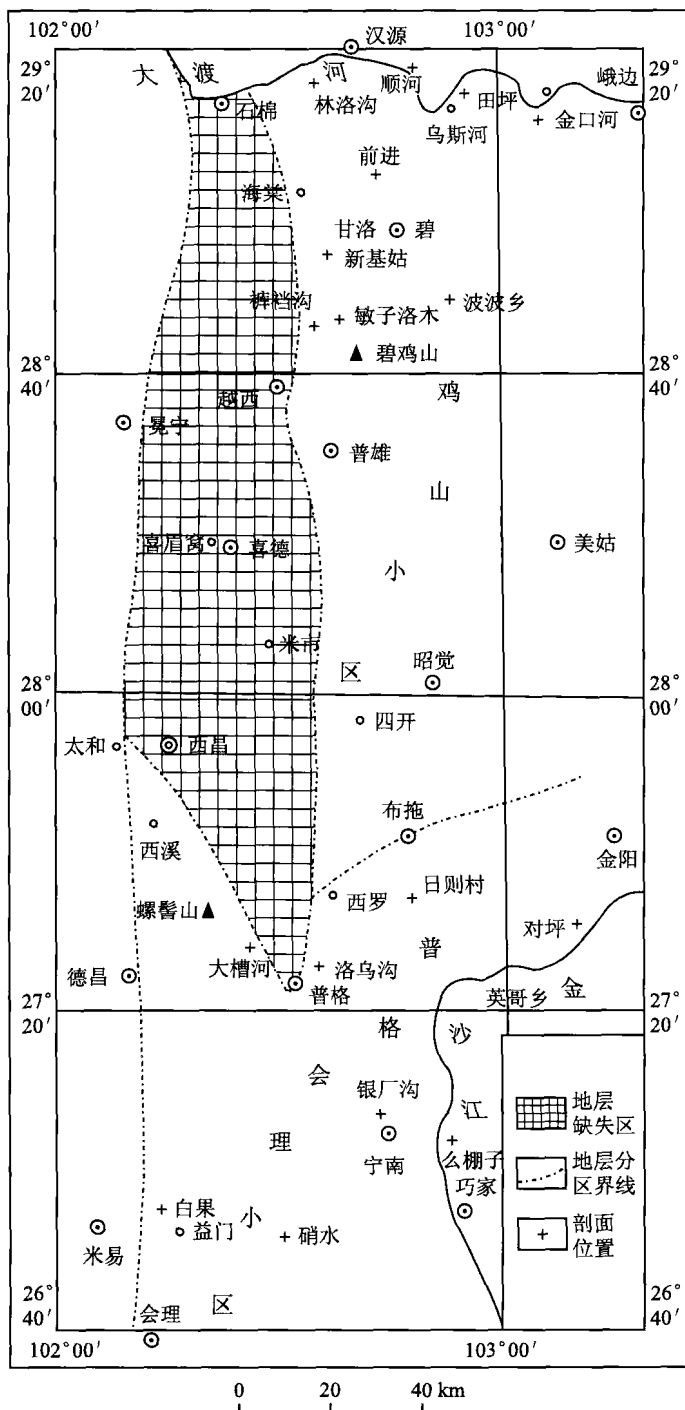


图 1.3 西昌盆地寒武系剖面位置及地层区划图

表 1.4 四川甘洛—会理地区寒武系划分对比表

地 层		普格—会理小区（南区）				碧鸡山小区（北区）				
系	组	会理	普格大槽河	普格洛乌沟	金阳对坪	组	汉源林洛沟	甘洛新基姑	甘洛田坪	甘洛波渡乡
上统	二道水组	白云岩、白云质灰岩夹泥质粉砂岩、钙质砂岩，底部有石英粗砂岩，厚316 m	由一套青盐和膏溶孔发育为特征的白云岩夹云泥岩、砾屑灰岩、紫红色长石英英砂岩组成，产腕足类及牙形石，厚417.3 m	白云岩、白云质灰岩夹石英砂岩、粉砂岩及紫红色页岩，厚353.3 m	含泥质、白云质灰岩夹砂岩、粉砂岩，底部为厚20 cm含砾石英砂岩，厚214.5 m	洗象池组		砂质、粉砂质白云岩、灰质白云岩。上部夹富有机质泥岩和含膏白云岩条带；底部为极薄层砂球粒白云岩，厚54.5 m	白云岩、含泥铁质白云岩夹钙质、石英粉砂岩、石英砂岩及紫色页岩，厚158.3 m	粉砂质白云岩、白云岩，具层纹构造及泥质条带，厚90 m
	西王庙组	紫红色泥质砂岩及泥质粉砂岩，底部为黄绿色粉砂岩，厚226 m	为一套红色碎屑岩系夹灰岩、泥岩和泥云岩，厚226.4 m	砖红、灰绿色石英粉砂岩、页岩夹白云质灰岩，厚243.9 m	紫红、黄绿色粉砂岩夹泥质、白云质灰岩，厚173.6 m		大鼻山组	紫红、黄绿色砂泥质白云岩、石英砂岩、粉砂岩夹含砾石英英砂岩，厚120.1 m	白云质、钙质石英英粉砂岩夹砂泥质白云岩，厚71 m	上部为紫红、灰黄色钙质粉砂岩；下部为泥质灰岩及白云岩，厚105.2 m
中统	陡坡寺组	白云质灰岩、泥质灰岩夹页岩，底部为砂页岩互层，厚77 m	以条带状灰岩为特征，顶部有一层白云岩，底部夹石英英粉砂岩，厚82.2 m	泥质灰岩、条带状灰岩、白云质灰岩及页岩，厚54.5 m	白云质灰岩、泥质条带状灰岩，夹鲕状灰岩、粉砂岩，厚52.6 m	龙王庙组	白云质灰岩夹石英英砂岩，厚125.5 m	砂质白云岩夹膏白云岩、粉砂岩、含砾长石英砂岩，厚41.9 m	白云岩、泥质灰岩、鲕状灰岩，厚35 m	白云岩、粉砂质白云岩夹粉砂岩，厚99 m
	沧浪铺组	上部泥质灰岩、页岩、砂岩；下部砾岩、砂岩、白云岩，厚246 m	上段为碳酸盐岩；下段为红色碎屑岩，底部夹胶磷矿层，厚75.2 m	泥质、白云质灰岩，底部夹长石英砂岩，厚116.3 m	上部泥质灰岩；下部紫红色、黄绿色砂岩、粉砂岩，厚197.5 m		沧浪铺组	上部石英砂岩夹白云质灰岩；下部粗粒石英砂岩，厚59.7 m	二段为白云岩、砂质白云岩、粗粉砂岩；一段为紫红、灰绿色泥质长石砂岩，厚66.6 m	上段泥灰岩；下段紫红色、黄色钙质粉砂岩、细砂岩，厚46.8 m
下统	筇竹寺组	含磷、含钙质粉砂岩，厚134 m	三段为白云岩；二段为钙质粉砂岩夹灰岩；一段为粉砂岩含磷屑，厚174.6 m	石英砂岩、细砂岩、粉砂岩夹页岩，产三叶虫和小壳化石，厚>281.4 m	砂岩、粉砂岩夹页岩，底部含磷，产三叶虫和腕足类，厚300.9 m	灯影组	上部含黄铁矿结核砂质灰岩、石英砂岩；下部长石砂岩、含磷砂岩，厚142.6 m	三段为白云岩；二段为白云质石英英粉砂岩夹磷块岩；一段为白云质灰岩，底夹沉凝灰岩，厚142.6 m	泥质粉砂岩、细砂岩、石英砂岩夹多层胶磷矿及胶磷矿质白云岩，厚165.2 m	上部白云岩、泥质灰岩；中、下部粉砂岩；底部黑色钙质泥岩，厚210.1 m
	灯影组			未见底		灯影组				灯影组

寒武系