



全国油气资源战略选区调查与评价项目
青藏高原油气资源战略选区调查与评价系列丛书

羌塘盆地托纳木地区 石油地质特征与资源潜力

李亚林 王成善 孙忠军 等著

地质出版社

全国油气资源战略选区调查与评价项目
青藏高原油气资源战略选区调查与评价系列丛书

羌塘盆地托纳木地区石油 地质特征与资源潜力

李亚林 王成善 孙忠军 陶晓风 马润则
赵 兵 金 玮 伍新和 王进军 杨少平 等著
张学军 刘华忠 刘玉发

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”项目调查研究成果之一。本书以当代地质学和石油地质学理论为指导,利用地层学、沉积学、构造地质学、石油地质学和石油化探等学科新的研究方法和手段,通过大量的野外地质和石油地质填图,系统研究了羌塘盆地托纳木地区地质和石油地质特征,明确了该区地层、沉积和构造变形特征,并对石油地质条件和石油化探异常进行了分析,在此基础上,对托纳木地区油气资源潜力进行了评价。

本书可供从事青藏高原地区地质研究及油气勘探的地质工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

羌塘盆地托纳木地区石油地质特征与资源潜力/李
亚林等著. —北京:地质出版社,2011.4
ISBN 978-7-116-07184-1

I. ①羌… II. ①李… III. ①羌塘高原—含油气盆地
—石油天然气地质—研究 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第055384号

组稿编辑:王大军 白 铁
责任编辑:张荫芳 白 铁
责任校对:关风云
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)82324579(编辑室)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传 真:(010)82324340
印 刷:北京天成印务有限责任公司
开 本:889mm×1194mm¹/₁₆
印 张:14.75
字 数:450千字
版 次:2011年4月北京第1版
印 次:2011年4月北京第1次印刷
定 价:50.00元
书 号:ISBN 978-7-116-07184-1

(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

青藏高原位于全球油气产量最高、储量最丰富的特提斯构造域东段,同时也是中国大陆上面积最大、勘探和认识程度最低的地区,经过我国地质和石油地质学家长期的研究,目前已初步证实青藏地区具有较好的油气资源远景,其中羌塘盆地是青藏高原面积最大、中生代海相地层保存最为完整的大型含油气盆地,也是青藏地区油气资源潜力最大的盆地。

羌塘盆地位于青藏高原北部,地跨西藏自治区北部和青海省西南部,地理范围为东经 $85^{\circ} \sim 95^{\circ}$,北纬 $32^{\circ} \sim 35^{\circ}$,平均海拔高度大于 4500m,盆地北为可可西里山,东为巴颜喀拉山,南抵班公湖-怒江构造带低谷区,总体上为呈东西向展布的菱形,面积约 $22 \times 10^4 \text{ km}^2$,在大地构造位置上,羌塘盆地北以可可西里-金沙江缝合带为界与可可西里-巴颜喀拉地块为邻,南以班公湖-怒江缝合带与冈底斯-念青唐古拉地块相接。

羌塘盆地油气地质调查工作始于 20 世纪 90 年代,1993 年原中国石油天然气总公司成立了青藏油气勘探项目经理部,并以羌塘盆地为重点,开展了地质、油气地质调查、地球物理和地球化学勘查等多方面的石油地质勘探工作,极大提高了羌塘盆地的油气勘探和石油地质研究工作程度。此后,国家重点基础研究发展规划项目“青藏高原演化及环境资源效应”(1998~2002 年)以及国土资源部“十五”重点科技项目“青藏高原重点盆地油气资源潜力分析”(2002~2004 年)对羌塘盆地开展了进一步的石油地质研究,2004~2005 年国土资源部组织实施的新一轮全国油气资源评价工作对青藏地区及羌塘盆地油气资源潜力作了全面评价。

2004 年国家油气专项“全国油气资源战略选区调查与评价”将青藏地区作为重点,并将“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”列入率先启动的 6 个项目之一,“羌塘盆地托纳木区块石油构造详查与化探”为该项目下设研究内容,由中国地质大学(北京)组织实施,参加单位包括成都理工大学和中国地质科学院地球物理与地球化学勘查研究所,该项研究以地层学、沉积学、构造地质学、石油地质学和石油化探等学科新的研究方法为手段,通过大量的野外地质和石油地质填图,系统研究了羌塘盆地托纳木地区地质和石油地质特征,明确了该区地层、沉积和构造变形特征,并对石油地质条件和石油化探异常进行了分析,在此基础上,对托纳木地区油气资源潜力进行了评价,本专著为该项研究的集体成果。

本书的编写分工如下:前言由李亚林执笔,第一章由李亚林、王成善执笔,第二章由赵兵执笔,第三章由金玮执笔,第四章由陶晓风、王进军、刘玉发执笔,第五章由伍新和、李亚林执笔,第六、七章由马润则执笔,第八章由李亚林、伍新和、王进军执笔,第九章由孙忠军、杨少平、张学军等执笔,第十章由李亚林、陶晓风执笔,结论与建议部分由李亚林、王成善执笔,全文由李亚林、王成善、陶晓风、孙忠军审编定稿。

本书是在国土资源部油气中心、中国地质调查局、成都地质矿产研究所直接领导下完成的。国土资源部油气中心张大伟副主任、选区室乔德武主任、任收麦博士和邱海俊博士对研究工作给予了大力支持,中国地质调查局项目领导小组彭齐鸣主任、叶建良主任、卢民杰副主任、肖桂义处长等对研究工作给予了重要指导与组织协调,研究工作还得到主管部门成都地质矿产研究所丁俊所长、王剑副所长以及谭富文研究员的指导和帮助,同时中国地质大学(北京)科技处、成都理工大学科技处、中国地质科学院地球物理与地球化学勘查研究所科技处对项目给予了大力支持。在研究过程中,张抗教授级高级工程师、郭正吾教授级高级工程师、叶和飞教授级高级工程师、查权衡教授级高级工程师、冉隆辉教授级高级工程师、刘思义教授级高级工程师等对项目提出了大量指导性意见和建议,此外,美国加利福尼亚大学赵西西教授、同济大学刘志飞教授、成都理工大学邓斌副教授参加了野外地质调查工作,在此谨向上述单位和个人表示衷心的感谢。

目 次

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 目的任务	(1)
第二节 自然地理与交通概况	(1)
第三节 地质与石油地质调查历史及存在问题	(2)
一、基础地质	(2)
二、石油地质	(2)
三、存在问题	(3)
第二章 地层	(4)
第一节 概述	(4)
第二节 侏罗系	(5)
一、岩石地层	(5)
二、生物地层和年代地层	(22)
第三节 白垩系	(26)
一、岩石地层	(26)
二、阿布山组年代地层归属	(29)
第四节 新近系	(29)
一、喷呐湖组岩石地层	(29)
二、喷呐湖组年代地层归属	(31)
第五节 第四系	(31)
一、更新统	(31)
二、全新统	(31)
第六节 地层研究中的进展及存在问题	(32)
第三章 沉积相与古地理分析	(33)
第一节 沉积岩石学特征	(33)
一、碳酸盐岩	(33)
二、陆源碎屑岩	(36)
第二节 沉积相平面分布与古地理分析	(38)
一、上侏罗统索瓦组沉积相类型及分布特征	(38)
二、上侏罗统雪山组沉积相类型及分布特征	(41)
三、喷呐湖组沉积相分析	(46)
四、阿布山组沉积相分析	(47)
五、雪山组物源分析	(47)
第三节 侏罗纪层序地层分析	(55)
第四章 构造	(59)
第一节 大地构造位置	(59)
第二节 地球物理场特征	(60)
一、重力场特征	(60)

二、航磁异常特征	(60)
三、大地电磁 (MT) 特征	(61)
四、基底构造	(62)
第三节 构造单元划分及特点	(64)
一、构造层划分	(64)
二、构造单元划分	(66)
三、构造变形特征	(66)
第四节 构造应力场分析	(77)
第五节 构造演化史	(79)
一、泥盆纪—中三叠世被动大陆边缘盆地阶段	(79)
二、晚三叠世—侏罗纪前陆盆地阶段	(80)
三、晚燕山—喜马拉雅期碰撞造山——高原隆升阶段	(81)
第五章 烃源岩评价	(82)
第一节 烃源岩分布	(82)
一、羌塘盆地索瓦组烃源层分布特点	(82)
二、测区烃源层分布与研究方法	(82)
第二节 烃源岩有机质丰度	(85)
一、有机碳含量	(85)
二、氯仿沥青 “A” 和总烃含量	(88)
三、烃源岩有机质类型	(90)
四、烃源岩有机质热演化	(90)
第三节 烃源岩评价	(95)
第四节 烃源岩地球化学特征	(95)
一、烃源岩饱和烃气相色谱特征	(95)
二、烃源岩饱和烃色谱—质谱特征	(98)
三、原油地球化学特征	(99)
第六章 储集层评价	(109)
第一节 储集层的地层、岩性分布	(110)
一、雪山组储层岩性	(111)
二、索瓦组储层岩性	(111)
第二节 储集层物性特征	(111)
一、总体物性特征	(112)
二、不同地层物性特征	(114)
三、不同储集岩类物性特征	(114)
第三节 储集层孔隙类型	(118)
一、孔隙大小类型	(118)
二、孔隙成因类型	(119)
第四节 储层孔隙结构	(122)
第五节 陆源碎屑岩储层特征	(127)
一、岩石学特征	(127)
二、碎屑岩储层物性特征	(129)
第六节 碳酸盐岩储层特征	(130)
一、岩石学特征	(130)
二、碳酸盐岩储层物性特征	(131)

第七节 成岩作用与孔隙演化	(132)
一、成岩阶段的划分	(132)
二、主要成岩作用类型	(132)
三、成岩作用与孔隙演化	(134)
第八节 储集层综合评价	(136)
一、储集物性评价	(136)
二、孔隙结构评价	(139)
三、储集岩岩性评价	(140)
四、综合评价	(143)
第七章 盖层评价	(146)
第一节 盖层的层位分布	(146)
第二节 盖层微观封盖性能	(148)
第三节 盖层综合评价	(149)
第八章 成藏条件分析	(153)
第一节 油气显示与生物礁	(153)
一、地表油气显示	(153)
二、生物礁分布特征	(156)
三、油-源对比	(157)
第二节 生储盖组合划分与评价	(159)
一、生储盖组合划分	(159)
二、生储盖岩系的岩相类型	(163)
第三节 圈闭构造的特征及类型	(163)
一、构造圈闭	(165)
二、不整合圈闭	(168)
三、岩性圈闭	(168)
第四节 成烃史分析	(169)
一、油气运移及注入时间	(169)
二、油气运移与圈闭形成时间	(169)
第九章 油气化探评价与资源潜力	(171)
第一节 石油化探工作方法	(171)
一、野外工作方法	(171)
二、分析方法	(172)
三、数据处理方法	(173)
第二节 托纳木区块地球化学特征	(174)
一、地球化学背景特征	(174)
二、地球化学指标相关关系	(175)
三、地球化学指标分形特征	(177)
第三节 托纳木区块油气地球化学异常特征与制约因素	(181)
一、地球化学异常分布特征	(181)
二、地球化学异常数值特征	(186)
三、地球化学异常与构造圈闭	(193)
四、地球化学特征与圈闭保存条件	(193)
第四节 油气资源潜力综合评价	(195)
一、异常成因特征	(195)

二、异常油气属性判别	(197)
三、油气运移、聚集的地表地球化学效应	(197)
四、油气资源 GIS 多元信息综合预测	(199)
第五节 结论和建议	(201)
第十章 保存条件分析与油气远景评价	(203)
第一节 青藏高原新生代构造运动与油气保存	(203)
一、青藏高原隆升机制与过程	(203)
二、青藏高原新生代构造变形与隆升过程	(205)
三、新生代变形与隆升对盆地的改造效应	(207)
第二节 托纳木区块油气保存条件分析	(208)
一、新生代构造变形特点	(208)
二、新生代构造作用对油气藏的影响	(209)
三、隆升—剥蚀作用对油气藏的影响	(211)
第三节 区块油气远景评价	(212)
一、有利保存单元划分	(212)
二、有利保存单元特点	(213)
第四节 局部构造初步优选排队	(214)
结论与建议	(220)
一、地层与沉积	(220)
二、构造地质	(220)
三、石油地质	(221)
四、油气化探	(221)
五、存在问题与建议	(222)
参考文献	(223)

第一章 绪 论

第一节 目 的 任 务

根据全国油气资源战略选区调查与评价专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”(XQ2004-06),中国地质调查局于2004年8月确定由中国地质大学(北京)和中国地质科学院物化探研究所承担“羌塘盆地托纳木区块1:5万石油构造详查与化探”子项目,并下达任务书[科油(2004)02]。

本研究的目标任务为:以石油地质新理论为指导,以详细的地层和构造调查为重点,运用现代地层学、石油地质学、沉积学、石油化探和遥感等新理论、新技术、新方法,开展石油地质调查与研究,查明托纳木区块内地层、构造、生储盖层特征及时空分布规律,为开展盆地评价和取样浅钻井位选取提供依据,调查区域为 $N33^{\circ}30' \sim 33^{\circ}39'$, $E89^{\circ}03' \sim 89^{\circ}26'$,面积 623 km^2 。主要研究内容为:①通过岩石地层、生物地层和年代地层研究,建立区块标准地层柱,开展地层划分与对比研究;②以地面构造详查为手段,查明背斜构造的地层构成、产状变化、主体形态及周边的地质状况,有利构造圈闭及其基本构造要素;③以地表构造研究为基础,初步确定主要目的层的时空分布规律;④明确区块内生储盖组合、油气运聚与后期保存条件;⑤通过化探调查,查明区块油气异常及分布规律;⑥查明主要烃源层与地表油气显示的关系,分析油气生成和成藏过程;⑦结合石油地质调查和石油化探分析,确定取样浅钻井位。

第二节 自然地理与交通概况

测区位于西藏自治区北部,行政区划属于那曲地区双湖特别行政区(图1-1)。在地理区划上属青藏高原内陆湖盆地区,地貌上属高原丘陵剥蚀地貌,区内最低海拔 4990 m ,最高海拔 5575 m ,绝大部分地区海拔在 5000 m 以上,但地貌总体较平缓,岭谷相间,相对高差多在 $200 \sim 300 \text{ m}$ 之间,谷宽岭低。测区水系较发育,主要河流有托纳木藏布和托纳木勒玛天包,另有泉和小湖泊分布。测区位于青藏高原腹地属典型高寒、高海拔地区,自然条件极其恶劣,年平均气温仅为 5°C ,最高为 12°C ,最低为 -33°C ,年降水量 127 mm ,年蒸发量为 2427 mm ,属典型的大陆型半干旱高原气候区,具气压低、严重缺氧、寒冷干燥、风力强劲、紫外线辐射强、含氧量低、日温差大及天气变化频繁等特点。生态方面区内土壤以高山寒漠土、高山草甸土和高山草原土为主,植被类型以高寒草原和高山草甸为主,草地面积占土地面积的 40% ,牧草极为稀疏,草原区覆盖率仅为 $15\% \sim 30\%$ 。

行政区划上测区属西藏自治区双湖区所辖,人类赖以生存和繁衍的最低物质基础和生活条件缺乏,被称为“生命禁区”,双湖特别行政区人口稀少,以藏民族为主,主要从事牧业,主要饲养牦牛、绵羊、山羊,牧业为其支柱产业。因此,实施野外地质调查过程中的基本生活物资,多依赖外地供给。正是由于十分恶劣的自然条件和复杂的地质作用等原因,目前的研究程度很低。交通上,测区距双湖约 45 km ,距黑(河)—阿(里)公路约 200 km ,但由于测区湖泊、河流分布众多,通行条件较差,区内谷间虽可通行汽车,但在雨季由于融冻翻浆,极易陷车,给工区施工、行车带来了极大的困难。

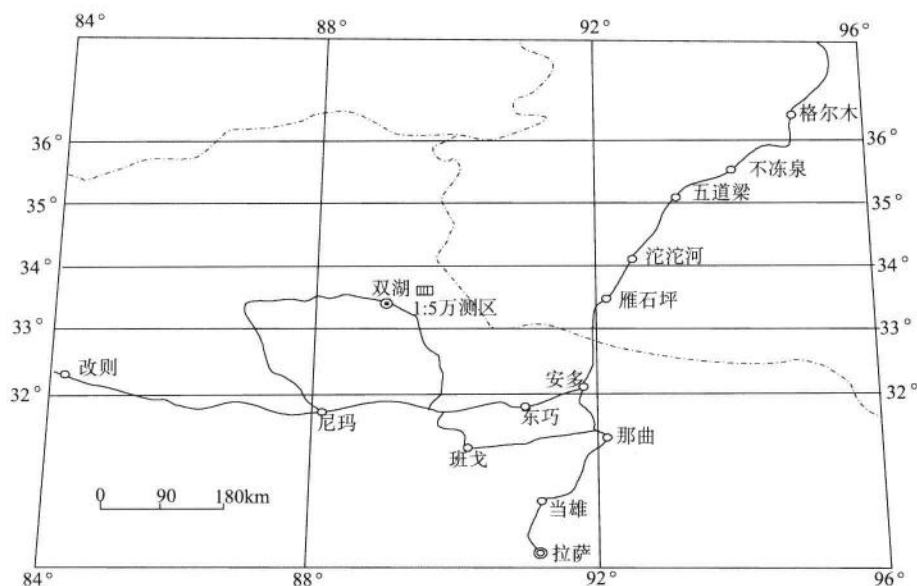


图 1-1 研究区地理位置

第三节 地质与石油地质调查历史及存在问题

一、基础地质

20 世纪 80 年代初期之前,测区及相邻地区基本上属于地质调查空白区,20 世纪 80 年代以来,先后有西藏地质矿产局、地质矿产部青藏高原地质调查大队、中国石油天然气总公司、成都地质矿产研究所、成都理工学院和中国科学院等单位先后对测区及邻区开展了地质调查和专项研究。

西藏地质矿产局 1986 年完成了覆盖研究区的 1:100 万改则幅区域地质调查工作(西藏地质矿产局区域地质调查大队,1986);1980—1985 年青藏高原地质调查大队对该区开展了进一步区域地质调查,对该区地层系统、构造变形取得了新的认识,其主要成果反应在已出版的《青藏高原地质文集》,在该文集中蒋忠惕(1983)、吴瑞忠(1986)和胡承祖(1986)等对藏北羌塘地区地层系统和构造特征进行了较为深入的研究。20 世纪 90 年代中期以来,西藏自治区地质矿产局出版了《西藏自治区区域地质志》(1993)和《西藏自治区岩石地层》(1997),进一步提高了该区地质研究工作程度。此外国家 973 项目“青藏高原形成演化及其资源环境效应”项目对测区西部双湖地区新生代构造开展了研究;自 1999 年开始,中国地质调查局组织开展青藏高原空白区新一轮国土资源地质大调查计划,实施了 1:20 万至 1:50 万重力调查、1:20 万航磁调查,并于 2003 年开始实施了与本区有关的吐错幅、昂达尔错幅 1:25 万区域地质调查,这些工作为本次石油调查工作奠定了基础。

二、石油地质

青藏高原海相盆地油气地质调查始于 1994 年,在本区及邻近地区开展了一系列调查工作。其中,1994 年部署完成的 QZ-ZH-01 石油地质路线调查工程穿过测区中部,测制了两条侏罗系剖面,并据此开展了评价工作,提出该区具有良好的石油地质条件。1995 年中石油青藏项目经理部在测区东侧完成了一条南北向横贯盆地的大地电磁测线;1996 年又编制了包括本区在内的 1:20 万石油地质图,并对该

区进行了1:20万MSS图像遥感地质解译,确定了构造、地层解译的标定依据;1996年完成了一条穿过测区东侧的南北向二维地震测线;1997年完成了包括本区的1:10万遥感石油地质填图,测制了3条侏罗系剖面并对测区内的石油地质条件进行了初步评价,在地表圈定出筇根和托纳木两个有利背斜。

1998—2002年国家973项目“羌塘盆地演化与油气远景”课题在该区南部完成了长约120km的路线地质调查,并在前人工作基础上在比隆错—昂达尔错一带发现了古油藏带(王成善等,2004),并开展了生油岩有机地球化学研究;同时出版了《羌塘盆地演化与油气远景》(王成善等,2001);2001—2004年国土资源部“十五”重大基础研究项目《青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析》(王剑等,2004)项目将本区评价为油气有利勘探区块,这些研究为本项目从整个盆地角度评价本区油气地质条件奠定了基础。

三、存在问题

上述工作为测区的进一步石油地质调查工作奠定了较好的基础。但是,鉴于羌塘盆地石油地质工作程度相对较低、地质情况复杂、构造变形较为强烈,对于大量地表油气样品缺乏地下资料的对比校正,对该区块内地层、构造、沉积序列的了解等方面仍有待深入,还存在以下主要问题:

(1)对研究区地层划分对比研究还有待深入。从已有研究结果来看,对羌塘盆地上侏罗统的时代归属和详细划分还存在分歧,特别是对上侏罗统雪山组的时代、沉积环境还有待深入研究。

(2)对研究区圈闭构造的空间展布规律认识还有待进一步深入。在前人研究工作过程中证实,托纳木背斜为羌塘盆地内最具油气远景的大型圈闭构造之一,但是对该背斜的形态、组成地层、特别是深部构造形态研究欠深入。

(3)虽然中石油在1994年、1997年通过石油地质调查,分析了测区部分生储盖样品,但资料零星,对储盖组合、油气运聚与后期保存条件还有待进一步研究,也制约了测区石油地质条件和油气远景进行综合评价。

(4)测区内石油勘探工作尚未开展,对各类油气化探异常特点和分布规律还不清楚。

根据研究区存在的问题,项目在研究思路和技术方法上以多学科相结合的方法为主要手段,“遥感与地质调查相结合、典型剖面测量与面上调查相结合、基础地质调查与油气地质评价相结合”的方针。

在地层—沉积学研究方面,开展多重地层划分对比的研究方法,即以岩石地层学为基础,以生物地层学和年代地层学为主干,以实测地层剖面为手段,查明整个岩石地层单位的主要岩性、基本层序构成、厚度、接触关系、沉积构造、古生物化石等特征,建立测区地层格架;在此基础上通过沉积序列、沉积相、层序地层、区域地层划分与对比等分析,建立测区的沉积充填序列,确定测区古地理格局。

在构造研究方面,以现代板块构造学、盆地动力学、石油地质学和含油气盆地分析理论为指导,针对青藏高原盆地变形、后期改造和保存条件的特殊性,以青藏高原区域构造演化和盆地演化为背景,以变形演化为主线,以变形构造的几何学、运动学和动力学全面构造解析研究方法为手段,查明各种规模构造变形形迹的性质、规模、分布和组合规律。

在石油地质方面,以生、储、盖评价为基础,充分利用实测地层剖面资料,确定生储盖层的厚度、层位、岩性,同时,结合地层、沉积和岩相古地理分析,确定有效烃源岩的时空分布规律,根据烃源岩、储集岩和盖层岩类的发育状况和时空配置关系,进行生、储、盖组合划分,确定盆地主力成藏组合;在此基础上,结合石油勘探调查,查明区块油气异常及分布规律,结合断裂构造、隆升作用对盆地的改造作用研究,提出有利构造,开展盆地评价和取样浅钻井位选取研究。

第二章 地 层

第一节 概 述

托纳木地区属羌北-昌都-思茅地层区内的北羌塘地层分区。区内出露地层有侏罗系、白垩系、新近系和第四系。其中以侏罗系索瓦组和雪山组分布最为广泛,为重要的油气勘探目的层。其他时代地层以不同程度零星分布。在多条实测地质剖面 and 地质填图基础上,根据区内地层时代及岩性组合特征,共划分为 12 个地质填图单元(表 2-1)。

表 2-1 工作区岩石地层填图单元划分简表

界	系	统	组	段	代号	接触关系	厚度 (m)
新生界	第四系	全新统			Q _h		> 15
		上更新统			Qp ₃		> 3 ~ 8
		中更新统			Qp ₂		> 30
	新近系	上新统	喷呐湖组		N ₂ s	角度不整合	> 253.02
中生界	白垩系	上白垩统	阿布山组		K ₂ a	角度不整合	> 799
	侏罗系	上侏罗统	雪山组	三段	J ₃ x ³	整合	> 278
				二段	J ₃ x ²		454.54 ~ 581.29
				一段	J ₃ x ¹		391.02 ~ 611.99
			索瓦组	四段	J ₃ s ⁴	整合	239.66
				三段	J ₃ s ³		311.76 ~ 492.35
				二段	J ₃ s ²		436.36
				一段	J ₃ s ¹		> 308.51

测区出露最老的地层为上侏罗统索瓦组,分布于研究区北部,根据岩性组合特征细分为 4 个岩性段,该组为重要的生油岩层和油气储集层。上侏罗统雪山组分布较广,主要呈大片分布于测区东部和向斜构造的核部,根据岩石组合特征细分为 3 个岩性段,为油气的储层及盖层。

白垩系阿布山组仅见于测区东南部,沿托纳木勒玛一带分布,主要为一套紫红色砾岩、砂岩、泥岩,为良好的盖层。

新近系上新统喷呐湖组仅见于测区西部南侧,主要由一套灰-紫红色灰岩及砂泥岩组成。

第四系主要沿托纳木藏布河谷等低洼地带分布,在图幅西南角低洼地带呈大片出露。测区第四系按时代分为中、上更新统和全新统,按成因划分为冲洪积和冲积两种基本类型。

根据项目工程的技术要求,结合测区的具体地质情况,共测制了 6 条沉积地层剖面(图 2-1),其中索瓦组 3 条,雪山组 2 条,阿布山组和喷呐湖组各 1 条,其中对索瓦组和雪山组采用了多条剖面控制,所测剖面较好地控制了工区的主要填图单元的岩性组合特征和横向变化,为区内沉积地层划分对比,构造形态及石油地质调查奠定了基础。

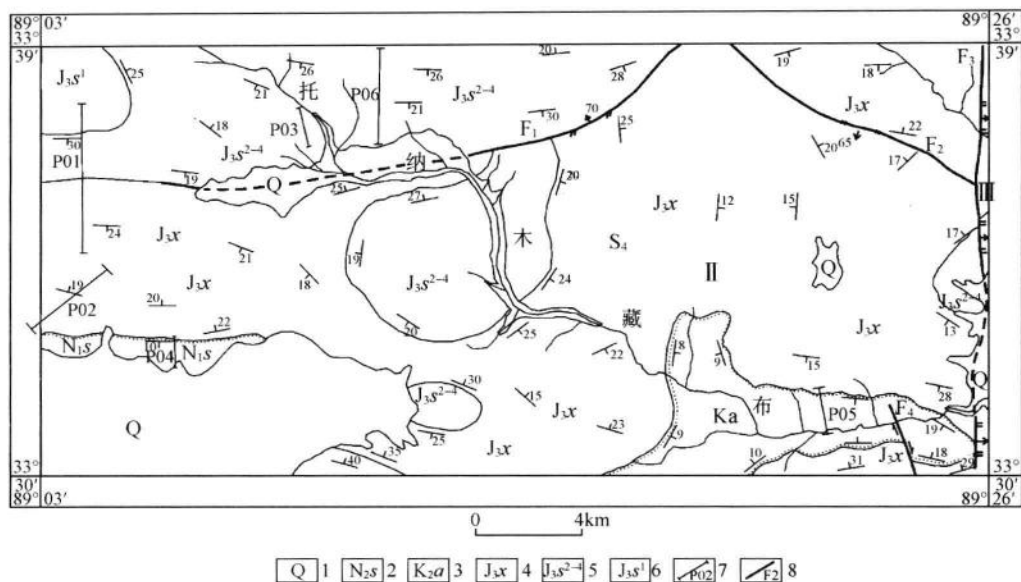


图 2-1 测区实测地层剖面位置及编号

1—第四系;2—喷呐湖组;3—阿布山组;4—雪山组;5—索瓦组 2~4 段;6—索瓦组 1 段;7—剖面位置及编号;8—断层及编号

第二节 侏 罗 系

一、岩 石 地 层

侏罗系在北羌塘地区分布十分广泛,地层出露全,厚度大,古生物化石丰富,岩性变化较为复杂,经过多个研究单位不同学者的研究,该区侏罗系的地层划分日趋完善和合理。测区内仅出露有上侏罗统索瓦组和雪山组,根据岩性组合特征将索瓦组细分为 4 个岩性段,同时将雪山组细分为 3 个岩性段(表 2-2)。

(一) 索瓦组

索瓦组在测区广泛出露,约占测区面积的 1/4 以上,主要分布于测区西北部。索瓦组测制了一条完整的主干地层剖面,同时对与油气密切相关的索瓦组三段测制了两条辅助地层剖面。

1. 剖面描述

(1) 西藏双湖托纳木上游上侏罗统索瓦组-雪山组实测地层剖面

该剖面位于测区 1:5 万筭根幅的西北角,剖面起点坐标为 E89°03'53",N33°37'45",终点坐标为 E89°03'33",N33°34'40",剖面长约 5 060 m,剖面从索瓦组底部一直测到雪山组顶部(图 2-2)。现将该剖面分层描述如下:

雪山组(J_3x) 1 123.48 m

雪山组三段(J_3x^3) 277.92 m

114. 紫红色厚-块状粗砾岩,砾石成分以石英质为主,一般为 3~4 cm,最大可达 5.5 cm,分选差,磨圆度中等,填隙物为粗砂及泥质 20.67 m

113. 由两个旋回组成,每个旋回中下部为紫红色厚-块状细砾岩,砾石为 2~5 mm,分选差,次圆-次棱角状,砾石成分主要为灰白色石英质砾石,少量砂岩、硅质岩砾石,风化后砾石大多呈散落状分布。上部为紫红色中-厚层中-粗粒岩屑砂岩,砂岩中发育斜层理构造 30.60 m

表 2-2 测区侏罗系划分沿革

岩石地层		1:100万 温泉幅 1970		蒋忠楊 1983		1:100万 改则幅 1985		青海省区 调综合大队 1987		杨遵义 阴家润 1988		白生海 1989		青海省岩石 地层清理 小组 1994		西藏双湖 区域石油 地质调查 1997		本文 (托纳木区块 1:5万石油 构造细测)																												
白垩系	下统				雪山组				扎窝茸组																																					
侏罗系	上统	雁	上石灰岩组	唐古拉山群	羌姆勒曲组	白龙冰河组	雁	索瓦组	唐古拉群	扎窝茸组	雁	扎窝茸组	雁	雪山组	雪山组	二段 一段	雪山组	三段																												
																		二段																												
																		一段																												
																		中统	石坪群	上砂岩组	温泉组	雁	上灰岩组	雁	夏里组	雁	夏里组	石坪群	夏里组	夏里组	夏里组	未出露	未出露													
																																		下石灰岩组	扎姆拉曲群	塞瓦组	上砂岩组	下灰岩组	下砂岩组	玛托组	雀莫错组	沱沱河组	扎玛组	雀莫错组	布曲组	雀莫错组
																																		下砂岩组												

112. 紫红色中-厚层岩屑粗砂岩夹暗紫红色含砾砂岩透镜体。含砾砂岩呈大型透镜体状分布,砾石含量 5%,粒径为 2~5 mm 大小,成分主要为石英质及砂岩,分选差,磨圆差 20.50 m

111. 该层由 4 个旋回组成,每个旋回下部为灰绿色厚层含砾粗砂岩,砾石 2~6 mm,含量约 8%,分选、磨圆差,以砂岩及硅质岩为主,含砾砂岩底部多见有凹凸不平的冲刷面。旋回上部为暗紫红色中-厚层中粒砂质细粒岩屑石英砂岩,碎屑磨圆度较差,分选中等,发育斜层理及平行层理构造 66.09 m

110. 由 3 个旋回组成,每个旋回下部为 2~3 m 厚的褐灰色厚层-块状中-细砾岩,砾石 5~10 mm 大小,含量 50%~65%,砾石成分主要为硅质岩、脉石英及砂岩,磨圆中等,分选差。中上部为黄灰色厚层含砾粗砂岩。其中砾石含量 5%~10%,以 3~6 mm 的石英质砾石为主,其中大型斜层理构造发育 42.78 m

109. 褐灰色厚-块状中-细砾岩,砾石呈 2~20 mm,成分复杂,以砂岩、灰岩、硅质岩、脉石英为主,含量 70%~80%。砾石为次圆-次棱角状,分选特别差。发育斜层理及槽状层理构造 12.87 m

108. 黄灰色厚层含砾粗砂岩。砾石为 2~10 mm,含量 5%~15%,砾石成分主要为硅质岩及少量砂岩,偶见灰岩砾石,磨圆中等,分选差,大型板状斜层理发育 19.56 m

107. 该层由 3 个旋回组成,每个旋回下部为褐灰色厚层含砾中-粗粒不等粒砂岩,发育斜层理构造。中-上部为灰色中-厚层中-粗粒长石岩屑砂岩,分选、磨圆均较差,其中发育斜层理及平行层理构造 40.56 m

106. 黄灰色厚-块状中-粗砾岩,砾石 2~30 mm,最大可达 5 cm。砾石成分主要为石英质,少量硅质岩、砂岩,偶见灰岩砾石,砾石磨圆中等,分选差。填隙物为紫红色砂泥质 24.21 m
雪山组二段(J₃x²) 454.54 m

105. 暗紫红色中-厚层含砾中-粗粒砂岩。砾石含量为 6%~12%,砾石 2~4 mm,砾石成分主要为硅质岩、砂岩,少量灰岩。斜层理发育 30.03 m

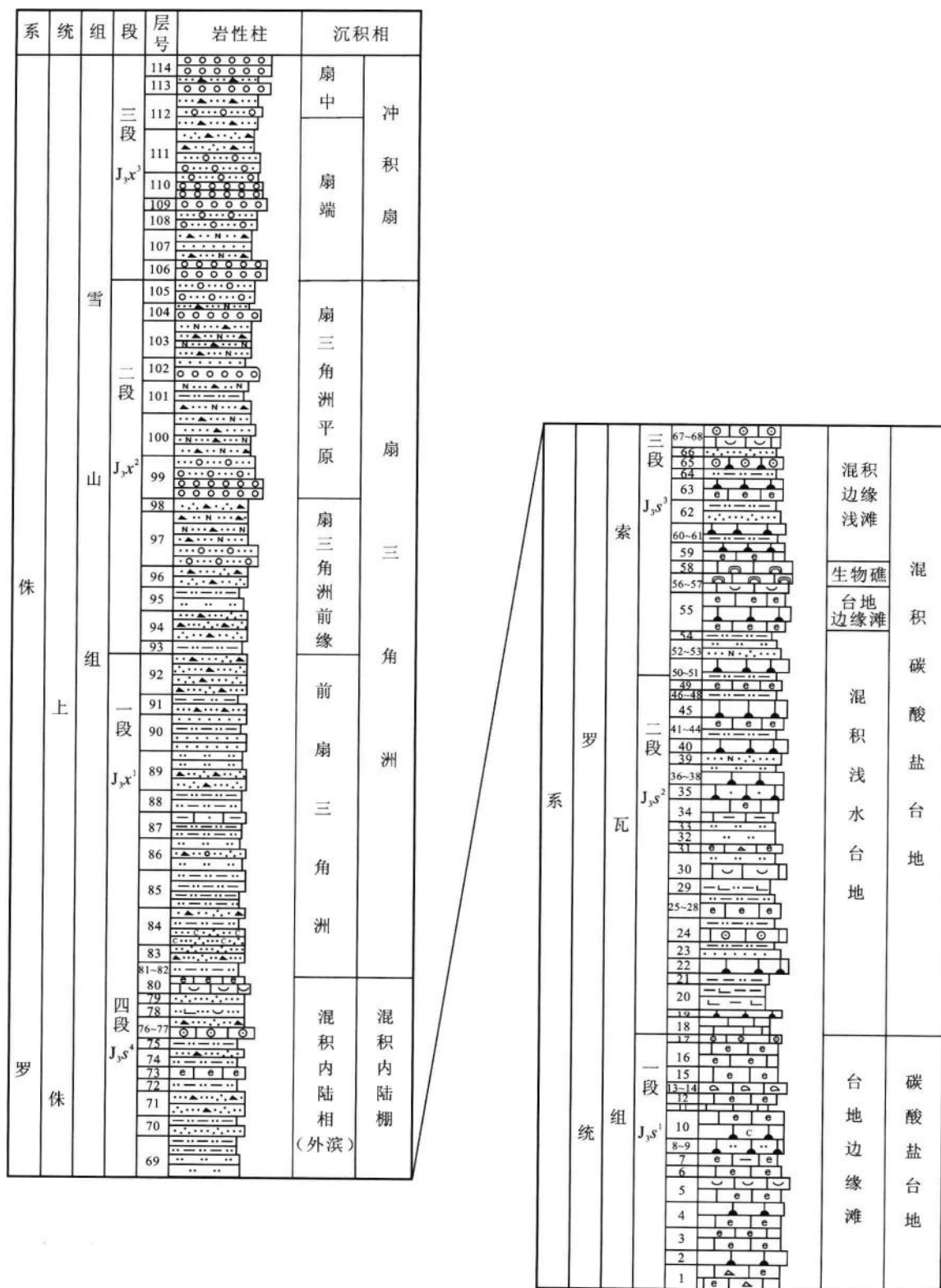


图 2-2 双湖托纳木上游上侏罗统索瓦组-雪山组实测地层剖面柱状图

104. 由 2 个旋回组成, 每个旋回下部为黄灰色中-厚层中-细砾岩, 砾石为 3 ~ 12 mm, 砾石成分单一, 主要为石英岩、硅质岩, 少量灰岩, 砾石分选差, 次圆-次棱角状。上部为灰绿色中-厚层长石岩屑细砂岩, 砂岩中平行层理发育

32.04 m

103. 灰色中-厚层中粒长石岩屑砂岩, 碎屑棱角状-次棱角状, 磨圆度差, 分选性较好, 砂岩层面

见有较丰富的遗迹化石,由垂直及斜交层面的虫管组成。岩层中斜层理发育	34.25 m
102. 由3个自下而上由粗变细的旋回组成,每个旋回下部为灰绿色巨厚层中-细砾岩,砾石2~5 mm大小,最大可达1.2 cm,砾石成分主要为砂岩,少量灰岩砾岩,磨圆中等,分选差。上部为灰绿色中层岩屑细砂岩,砂岩中斜层理构造发育	25.07 m
101. 紫灰色中-厚层细粒长石岩屑砂岩夹灰-黄灰色中层泥质粉砂岩,砂岩中平行层理发育,局部含有2~4 mm大小的石英质砾石。	43.04 m
100. 灰绿-黄灰色中层中-细粒长石岩屑砂岩夹紫红色厚层含砾中-粗粒不等粒砂岩。砂岩中发育平行层理构造	49.75 m
99. 由3个旋回组成,每个旋回中下部为紫灰色中-厚层中-细砾岩,砾石成分主要为石英质,少量砂岩。砾石大小一般2~5 mm,最大可达2 cm,呈次圆-棱角状,分选差,填隙物为砂泥质。上部为紫红色中-厚层含砾中-粗粒砂岩,发育斜层理及槽状交错层理构造,顶部为1.5~2 m厚的紫灰色中-厚层含砾中-粗砂岩	43.07 m
98. 灰色中-厚层中-细粒岩屑石英砂岩与紫灰色中层岩屑石英细砂岩多呈韵律互层,斜层理及平行层理发育	21.66 m
97. 由4个旋回组成,每个旋回下部为暗紫红色中-厚层含泥砾岩屑中-细砂岩,泥砾为2~6 mm,含量5%~10%,分选、磨圆差,见有底冲刷及平行层理构造。上部为灰绿色中-薄层细粒岩屑长石砂岩,砂岩分选中等,磨圆度差,发育沙纹层理	66.14 m
96. 青灰色中-厚层含中粒砂质细粒岩屑石英砂岩,碎屑磨圆度差,分选性一般,中上部夹0.8~1.5 m厚的褐灰色中-厚层含砾中-粗粒砂岩,发育斜层理及平行层理构造	28.01 m
95. 由3个旋回组成,每个旋回下部为紫红色中层石英粉砂岩,局部夹石英质细砾及泥砾。中上部为灰绿色中-薄层粉砂质泥岩,沙纹层理发育	27.40 m
94. 灰绿色中层岩屑石英细砂岩,钙泥质胶结,岩石中发育平行层理及沙纹层理构造	40.06 m
93. 暗紫红色中-薄层泥质细-粉砂岩夹多层黄灰色中-薄层泥质粉砂岩,沙纹层理构造发育。底部为20 cm厚的暗紫红色中-细砾岩,砾石成分为砂岩、灰岩、硅质岩,砾石2~5 mm,含量约8%。磨圆中-差,分选差	14.02 m
雪山组一段(J ₃ x ¹)	391.02 m
92. 灰绿色中-厚层岩屑石英细砂岩,碎屑磨圆度差,分选性一般,发育斜层理及平行层理构造。中上部砂岩中见有炭屑及植物茎干化石,化石保存差	46.84 m
91. 灰绿色中层岩屑细砂岩与暗紫红色中-薄层粉砂质泥岩多呈韵律互层,粉砂质泥岩中发育水平层理及沙纹层理,风化后呈页片状	26.25 m
90. 中上部为紫红色中层细砂岩与泥质粉砂岩互层,细砂岩与粉砂岩比约为2:1。下部为灰紫色中-厚层长石岩屑中-细砂岩,平行层理发育,砂岩底部偶见有2~4 mm大小的石英质砾石,含量约5%	42.79 m
89. 由2个旋回组成,每个旋回中上部为紫灰色中-薄层粉砂岩,发育沙纹层理;下部为紫红色中层细粒钙质岩屑石英砂岩,岩石分选、磨圆较差,钙泥质胶结,见有平行层理构造	50.55 m
88. 黄灰-灰绿色中层钙质泥质粉砂岩,风化后呈薄-页片状,水平层理、沙纹层理发育,局部见有1~2 cm大小的褐灰色钙质粉砂岩团块	27.32 m
87. 灰-黄灰色中层钙质泥质粉砂岩,发育沙纹层理构造。中上部夹有深灰色中-厚层状含生物碎屑的砂质泥质灰岩	31.48 m
86. 中上部为灰色中层石英粉砂岩,发育沙纹层理构造。下部为灰色中-厚层石英粉砂岩夹2层1.5~2 m厚的黄灰色中-厚层含砾岩屑石英的砂岩,砾石2~4 mm,分选、磨圆差,砾石成分主要为脉石英及硅质岩	36.39 m
85. 由4个旋回组成,每个旋回下部为灰绿-黄灰色中-薄层粉砂质泥岩,上部为黄灰色中-薄层泥质粉砂岩,沙纹层理发育	44.33 m
84. 上部为绿灰色中-厚层细粒岩屑石英砂岩夹灰绿色中层泥质粉砂岩,碎屑磨圆度差,分选性较好,发育条带状层理及沙纹层理。中下部为绿灰色中-厚层含炭屑石英细砂岩,炭屑分布不均一,含量约5%	45.81 m
83. 由3个旋回组成,每个旋回上部为灰-黄灰色中层石英细砂岩,下部为灰-灰绿色中-薄层粉	

砂质细粒岩屑石英砂岩,碎屑为棱角-次棱角状,磨圆度差,分选性一般,钙泥质充填胶结,沙纹层理发育	26.13 m
82. 灰绿色薄层含粉砂质钙质泥岩,风化后呈黄灰色,水平层理构造发育	7.7 m
81. 灰绿色中层细砂岩夹中-薄层泥质粉砂岩,泥质粉砂岩中沙纹层理发育,该层中部夹一层40 cm 厚的深灰色含生物介壳钙质砂岩,见有保存差的双壳类化石	5.43 m
————— 整 合 —————	
索瓦组(J ₃ s)	1296.29 m
索瓦组四段(J ₃ s ⁴)	239.66 m
80. 深灰色中-厚层生物碎屑灰岩夹多层深灰-灰黑色中层生物介壳岩。生物介壳含量为80%,以双壳类、腕足类为主,产有双壳、海百合茎、腹足类等生物碎屑	19.98 m
79. 上部灰绿色中-厚层细砂岩夹黄灰色中-厚层石英细砂岩,偶见炭屑及遗迹化石,发育低角度冲洗层理。中下部为灰绿色中层岩屑长石细砂岩,见有不对称波痕构造	14.37 m
78. 中上部为灰绿色中层岩屑石英细砂岩夹泥质粉砂岩,细砂岩中见有植物茎干化石。下部为黄灰色厚层含生物介壳的钙质细砂岩,发育平行层理,产双壳类化石: <i>Gervillella qinghaiensis</i> Wen, <i>Anisocardia</i> (<i>Anisocardia</i>) sp.	17.00 m
77. 黄灰-灰绿色中-薄层细粒岩屑石英砂岩,碎屑磨圆度差,分选性较好。沙纹层理及水平条带状层理发育	21.22 m
76. 上部为深灰色中层生物介壳灰岩夹深灰色中-厚层亮晶鲕粒灰岩,鲕粒0.152~0.62 mm,呈圆-椭圆状,一般为2~4个圈层,鲕粒核心为泥晶灰岩及生物介屑,亮晶方解石胶结。中下部为深灰色中层生物介壳灰岩,生物介壳含量为60%~70%,主要由双壳类、海百合茎等组成。产双壳类化石: <i>Anisocardia</i> (<i>Anisocardia</i>)? sp., <i>Chlamys</i> (<i>Radulopecten</i>) <i>tipperi</i> Cox	4.86 m
75. 中上部为灰-灰绿色中-薄层泥质粉砂岩,发育沙纹层理及条带状层理。下部为黄灰色中层含炭屑岩屑石英中-细砂岩,发育平行层理构造	9.98 m
74. 黄灰色中-薄层泥质石英粉砂岩夹黄灰色中层岩屑石英细砂岩,粉砂岩中发育沙纹层理,而细砂岩中见有平行层理,含植物碎屑	21.96 m
73. 上部为深灰-灰黑色中-厚层生物碎屑灰岩,微裂隙发育,具油浸特征。下部为灰-深灰色中层生物介壳灰岩,生物介壳含量约70%,以双壳类、腕足类、腹足类、海百合茎为主。计有双壳类化石: <i>Chlamys</i> (<i>Radulopecten</i>) <i>tipperi</i> Cox, <i>C</i> (R.) sp., <i>Anisocardia</i> (<i>Anisocardia</i>)? sp. 等	14.69 m
72. 黄灰色中-薄层泥质粉砂岩,水平层理及沙纹层理发育,中上部夹有深灰-灰色中层钙质粉砂质泥岩。岩石微裂隙壁中见有灰黑色沥青	14.72 m
71. 黄灰色中-厚层岩屑石英细砂岩,碎屑磨圆度差,分选性较好,发育条带状层理及平行层理	24.84 m
70. 由2个旋回组成,每个旋回下部为灰绿色中层石英细砂岩。上部为灰绿-黄灰色中-薄层泥质粉砂岩,产丰富的水平状及低角度斜交层理的虫管类遗迹化石	31.26 m
69. 灰绿色中-薄层细粒钙质岩屑石英砂岩、石英粉砂岩与灰绿色薄层钙质粉砂质泥岩呈不等厚互层,粉砂岩与粉砂质泥岩比约为2:1。粉砂质泥岩中水平层理构造发育	44.78 m
索瓦组三段(J ₃ s ³)	311.76 m
68. 深灰-灰黄色中-厚层生物介壳灰岩,夹残余泥晶鲕粒灰岩,生物介壳灰岩中生物介壳含量70%~80%,以海百合类为主,次为双壳、腹足类等,生物介壳大都破碎,保存不完整。残余泥晶鲕粒灰岩由鲕粒及生物介屑组成,鲕粒呈0.288~0.8 mm 大小,一般为2~3个圈层,少数可达5个圈层,薄皮鲕较多,鲕粒核心为泥晶灰岩,少量为生物介屑和石英微粒。产双壳类化石: <i>Lopha</i> sp., <i>Chlamys</i> (<i>Radulopecten</i>) <i>tipperi</i> Cox 等	2.24 m
67. 由2个旋回组成,每个旋回底部为30~40 cm 厚的灰黄色中-薄层生物介壳灰岩,生物介壳含量约65%。以双壳、腹足类为主,其上为黄灰色中层泥质细-粉砂岩,其中发育沙纹层理	31.90 m
66. 黄灰色中层石英细砂岩,分选、磨圆较好,见有低角度斜层理构造	8.24 m
65. 深灰色中-厚层泥晶鲕粒球粒灰岩、砂屑鲕粒灰岩与砂屑生物碎屑灰岩呈不等厚互层,鲕粒灰岩、砂屑鲕粒灰岩、砂屑生物碎屑灰岩的岩比约为3:2:1。产有层孔虫、双壳类等生物化石。鲕粒为圆-椭圆状外形,核心由泥晶灰岩、生物介壳组成2~5个圈层,一般1.07~2.42 mm,球粒0.026~0.2 mm,由泥晶方解石组成,内部结构均一,表面光滑	17.22 m