

CHAIDAMU PENDI

GOUZAO TIXI

KONGYOU ZUOYONG YANJIU

柴达木盆地 构造体系控油作用研究

○ 康玉柱 王宗秀 等著

地质出版社

柴达木盆地

构造体系控油作用研究

康玉柱 王宗秀 周新桂 林宗满
康志宏 孙宝珊 李 涛 文志刚
徐耀辉 杨欣德 李会军 鄢犀利
肖伟峰 张林炎 何振东 邢秀起

等著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书研究了柴达木盆地沉积和构造体系类型、演化特征,分析了构造体系对盆地油气田的形成、演化及分布的控制作用,并对该区域油气前景及有利地带进行了评价和预测。

可供石油地质、构造地质及相关专业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

柴达木盆地构造体系控油作用研究/康玉柱等著.

—北京:地质出版社,2011.3

ISBN 978-7-116-06981-7

I. ①柴… II. ①康… III. ①塔里木盆地—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(2010)第 224784 号

责任编辑:叶 丹 赵俊磊

责任校对:黄苏晔

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324572(编辑部)

网 址:www.gph.com.cn

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:6.75

字 数:185 千字

版 次:2011 年 3 月北京第 1 版

印 次:2011 年 3 月北京第 1 次印刷

定 价:60.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06981-7

(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

柴达木盆地位于青藏高原北部，四周为山系所包围，南缘为昆仑山，北缘为阿尔金山及祁连山。盆地东西长约 850km，南北宽 150~300km，盆地面积为 $12.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，是我国七大内陆含油气盆地之一。盆地内发育了古生界、中生界和新生界 3 套沉积地层，中、新生界沉积岩分布面积为 $9.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，最大厚度超过 17200m，盆地内部海拔在 2800~3000m 之间，气候干旱、寒冷。地表多为戈壁沙滩、盐泽、风蚀残丘，自然地理条件较差。

半个世纪的勘探历程表明，柴达木盆地的勘探工作明显存在阶段性。1954 年开始地面地质调查，1955 年开始钻探，1956 年开始地震勘探。1958 年，冷湖五号构造地中 4 井钻达井深 650m，获得日产原油 800 多吨的高产工业油流，发现了冷湖油田；1978 年，发现了亿吨级的尕斯库勒油田；1995 年以来，通过深化研究、精细勘探，油气储量不断增加，特别是涩北气田的储量大幅度增加，奠定了盆地原油产量稳中有升、天然气产量大幅度增加的资源基础。截至 2005 年底，共钻各类探井 2019 口，总进尺 $273.86 \times 10^4 \text{ m}$ ；获工业油气流井 471 口，探井的平均井深为 1356m，井深超过 3000m 的井仅有 278 口，超过 4500m 的井只有 63 口。共完成二维数字地震勘探 62291km，三维地震勘探 2754km²，其中二维地震勘探一级品为 34331km，二级品为 27960km，共发现地面构造 140 个。

总之，柴达木盆地中、新生界油气资源丰富，油气资源量 $36.5 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量，已发现 26 个油气田，探明石油储量 $3.3 \times 10^8 \text{ t}$ ，天然气 $3046 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。油气资源转化率仅为 15% 左右。勘探领域广阔，古生界油气资源也较丰富，估算油气资源量达 $30 \times 10^8 \text{ t}$ ，是今后油气勘探的主要层系之一。

本专著由康玉柱主持、策划，王宗秀协助。第 1 章由康志宏、何振东编写，第 2 章由林宗满、王宗秀、康玉柱、李涛、张林炎、肖伟峰编写，第 3 章由康玉柱、王宗秀、杨欣德、邢秀起编写，第 4 章由康玉柱、周新桂、孙宝珊、唐友军、徐耀辉编写，第 5 章由康玉柱、孙宝珊、文志刚、李会军、鄢犀利编写。前言和结论由康玉柱执笔。图件由邢秀起、鄢犀利、杨红绘制。全书由康玉柱、王宗秀统编定稿。

在专著的编写过程中参阅了中国石油集团公司及中国石化集团公司等有关单位的大量资料，并得到中国地质调查局和中国地质科学院地质力学研究所领导的指导和大力支持，在此一并表示衷心感谢！

作者

2010 年 12 月

目 录

前言

1 地层及沉积特征	(1)
1.1 基底	(1)
1.2 基底岩系展布特征	(3)
1.3 古生界	(4)
1.4 中生界	(11)
1.5 新生界	(18)
2 盆地及邻区构造体系类型与演化特征	(21)
2.1 盆地基底构造特征	(21)
2.2 构造体系类型	(25)
2.3 构造体系演化特征	(45)
2.4 构造体系的复合与联合	(48)
2.5 构造样式	(51)
2.6 构造单元划分	(52)
2.7 构造应力场分析	(52)
3 构造体系控制盆地形成和演化	(60)
3.1 古生代盆地演化特征	(60)
3.2 中、新生代前陆盆地演化特征	(61)
4 构造体系控油作用分析	(66)
4.1 构造体系控制烃源区与储盖组合	(66)
4.2 构造体系控制油气田分布	(86)
5 油气前景评价及有利区带预测	(95)
5.1 柴达木盆地西部地区	(95)
5.2 柴达木盆地北缘地区	(97)
5.3 柴达木盆地东部地区	(97)
5.4 石炭系	(98)
5.5 勘探工作建议	(98)
6 结论	(99)
6.1 柴达木盆地及邻区发育西域系、纬向系、青藏歹字型构造(头部含阿尔金构造带)及河西系等构造体系类型	(99)
6.2 首次提出柴达木地区古生代以来的盆地演化模式	(99)
6.3 构造体系控制油气分布	(99)
6.4 盆地含油气有利区带预测	(99)
参考文献	(100)

1 地层及沉积特征

1.1 基 底

1.1.1 古元古界

古元古界在柴达木盆地北缘地区称达肯大坂群 (Pt_1D)，由各种片麻岩、片岩、大理岩角闪岩及混合岩组成，属角闪岩相。未见顶底，出露厚度达 5669m。分布于阿尔金山及祁连山南缘的清新界山、俄博梁北山、赛什腾山、土尔根达坂山、绿梁山、锡铁山、欧龙布鲁克及布赫特山一带 (图 1.1)，总体呈 NWW 向带状断续展布。

在柴达木盆地南缘古元古界称金水口群 (Pt_1J) 由片麻岩、片岩、麻粒岩、辉石岩、角闪岩、镁质大理岩及部分混合岩组成，属角闪岩相，局部属麻粒岩相。下岩组分布于东昆仑山北坡凯木都、天台山、金水口及清泉山一带，厚度为 2238~5675m。上岩组在东昆仑北坡分布最广，在金水口东山及小庙地区出露最完整，以片麻岩为主，厚度为 2754~4847m。在金水口群测得的最大年龄值为 $(1846 \pm 109) \text{ Ma}$ 。

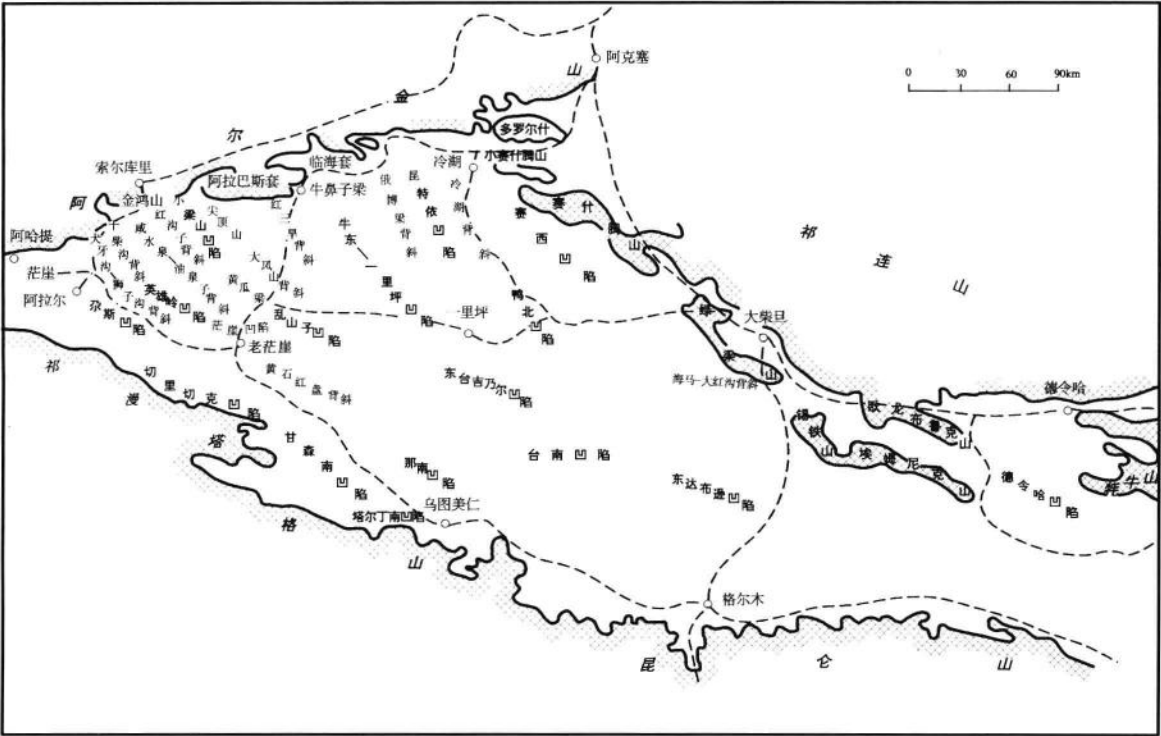


图 1.1 柴达木盆地构造示意图

1.1.2 中元古界

柴达木盆地中元古界包括长城系和蓟县系。长城系在柴北缘主要分布在布赫特山，在柴达木

盆地南缘继续分布于乌图美仁以东的开木棋、诺木洪南山及青水河、洪水河地区，以石英片岩、白云大理岩、黑云斜长云英片岩、石英岩、黑云斜长片岩、混合岩化黑云斜长片麻岩、变粒岩等为特征，厚约 700~2700m，未见底。

蓟县系，在柴达木盆地北缘零星分布于赛什腾山和布赫特山等地，主要为绢云石英片岩、千枚岩夹大理岩、白云岩，条带结晶灰岩夹含铁石英岩、硅质白云岩夹千枚岩及石英岩，含叠层石等，与长城系平行不整合，冰沟地区厚度大于 5000m，布赫特地区厚度大于 3000m。

1.1.3 新元古界

柴达木盆地新元古界包括青白口系和震旦系。青白口系仅在柴达木盆地南缘冰沟的沟垅一带见及，称丘吉东沟群 (QbQJ)，为一套以细碎屑岩为主的岩系，厚逾 1500m，以硅质、泥质白云岩、砂岩、石英砂岩、粘板岩、硅质板岩，在炭硅质板岩中夹一层胶磷矿粉晶白云岩，含微古植物化石，与下伏蓟县系冰沟群上岩组平行不整合接触。

1.1.4 震旦系

震旦系全吉群 (ZQn)：分布于柴达木盆地北缘的欧龙布鲁克、石灰沟、全吉山和大头羊沟一带，呈 NW—SE 向展布，有基本上未变质的砂砾岩、石英岩，白云岩富含叠层石，中部由夹中基性火山岩、凝灰质砂砾岩、凝灰岩等组成。厚 1073~1314m。与下伏古元古界土尔根达坂群角度不整合接触，上与寒武系下统为整合过渡关系。自上而下分为四个岩组：①红藻山组以泥、粉晶藻白云岩叠层藻硅白云岩为特征，底部有约 70m 厚的凝灰质砂砾岩、砂岩、豆状凝灰岩，向上为具干裂交错层、波痕构造的含岩盐假晶的白云岩。②石英梁组为石英岩夹含海绿石粉砂岩、含铁石英岩夹鲕状赤铁矿和安山岩、粗面岩、含铁凝灰粉砂岩，底部为玄武岩集块岩，具底砾岩。含铁粉砂岩 Pb-Sr 等时年龄为 731Ma，与下伏岩组枯柏木组为平行不整合接触。③枯柏木组以肉红色、紫灰色厚层具斜层理及波痕的石英岩、石英砂岩及以含砾石英粉砂岩为特征。④麻黄沟组为长石砂岩、硬砂岩、厚层含砾粉砂岩，具底砾岩，发育斜层理及交错层。同位素年龄值为 Rb-Sr 等时年龄 834Ma，锆石 U-Pb 年龄为 871Ma。

区内全吉群从岩石组合、同位素年龄资料分析对比，红藻山组与扬子区的灯影灰岩相似，石英梁组与观音岩组和震旦系冰碛层相当，时代属震旦纪，而其下两个岩组与澄江砂岩或乌斯大桥群相当，属南华纪。石英梁组与枯柏木组间的平行不整合面应相当于澄江运动的产物。区内未见青白口系与全吉群的接触关系。

至于青海省境内唯一被划归下寒武统的冰碛岩系，从岩相建造与同位素年龄资料看，它们应属震旦系冰碛层。《青海省区域地质志》将其分为上部皱节山组；下部黑土坡组。全吉山剖面所见皱节山组粉砂岩、细砂岩和白云岩、底部含砾白云岩，粉砂岩 Rb-Sr 年龄为 568Ma，与上覆中寒武统平行不整合，与下伏红铁沟组冰层岩系为过渡关系。中部红铁沟组为黄绿、紫红色冰碛砾岩，中部与顶部夹灰紫色含砾白云质冰川泥层，厚 17.5m，冰碛砾岩胶结物 Rb-Sr 等时年龄为 575Ma。下部黑土坡组泥质粉砂岩、砂质页岩含铁质结构 (33.2m)、含铁质结核的炭质页岩、砂板岩、细砂岩，含牙形虫化石、微古植物 (78.5m)，炭质页岩中 Rb-Sr 等时年龄为 590Ma 和 594Ma；底部为白云岩、灰色薄层粘板岩，厚 11.9m。

从建造特点看红铁沟组为典型冰碛层，其上、下均为稳定环境的碳酸盐岩、细碎屑岩沉积，而且三个组的 Rb-Sr 同位素等时年龄均在南方震旦纪范围之内，青海省境内仅此一处见与震旦系连续沉积。

1.2 基底岩系展布特征

1.2.1 盆地边缘基底与邻近山区地质构造有延续性

20 世纪 50 年代以来,柴达木盆地钻遇基底的钻井约 40 余口,这些井大都分布在盆地周边山前地区。据钻井揭露:盆地边缘基底性质大致与邻近山区地质构造有延续性和相似性,分布在祁连山前基底的岩性和构造较为复杂,主要为下古生界绿色片岩(同位素年龄 375Ma)及基性火山岩;其次为上古生界碳酸盐岩、碎屑岩及海西期花岗岩夹辉长玢岩。但在祁连山东南部德令哈坳陷中,钻遇未变质的石炭系灰岩,并与邻近欧龙布鲁克山、石灰沟一带的台型古生界相当,可能为以上古生界为轴的欧龙布鲁克—牦牛山复向斜的中段。盆地西南缘祁漫塔格山前,大部分井钻遇晚古生代花岗岩、花岗闪长岩,与地面出露的岩性相仿,同位素年龄为 273~228Ma,少量早古生代绿色片岩、花岗岩同位素年龄为 423~403Ma;盆地东南部边缘昆仑山前,主要为晚古生代花岗岩、花岗闪长岩,同位素年龄为 273~228Ma,在昆北断裂通过处,见片理化、片麻理化;在盆地西北缘阿尔金山前,钻遇下古生界变质岩及早、晚古生界花岗岩类,同位素年龄为 478~232Ma。上述钻井资料表明:

- 盆地基底广泛分布下古生界地层,具中等变质程度。
- 盆地东北及西南部基底为上古生界台型沉积的碳酸盐岩及碎屑岩。
- 从变质岩及岩浆岩看,加里东晚期及海西期构造运动对盆地基底构造产生强烈影响,前者以变质作用为主,后者以岩浆侵入为主。

1.2.2 盆地基底岩性特征

自 20 世纪 50 年代以来的石油普查勘探中,勘探家们对盆地的基底及中生代盖层进行了多种地球物理测量。根据重力、磁法、电法及深部地震资料综合研究的结果认为,柴达木盆地基底具有古生代褶皱基底和元古宙结晶基底的双重基底结构,基底顶面分布有早古生代、元古宙中—深变质岩和火成岩体。其分布或变质程度受深部结构断裂控制,据此划分为柴西南区、柴西北区、北缘西区和东部地区 4 个区,每个区的基底岩性各具特征(图 1.2)。

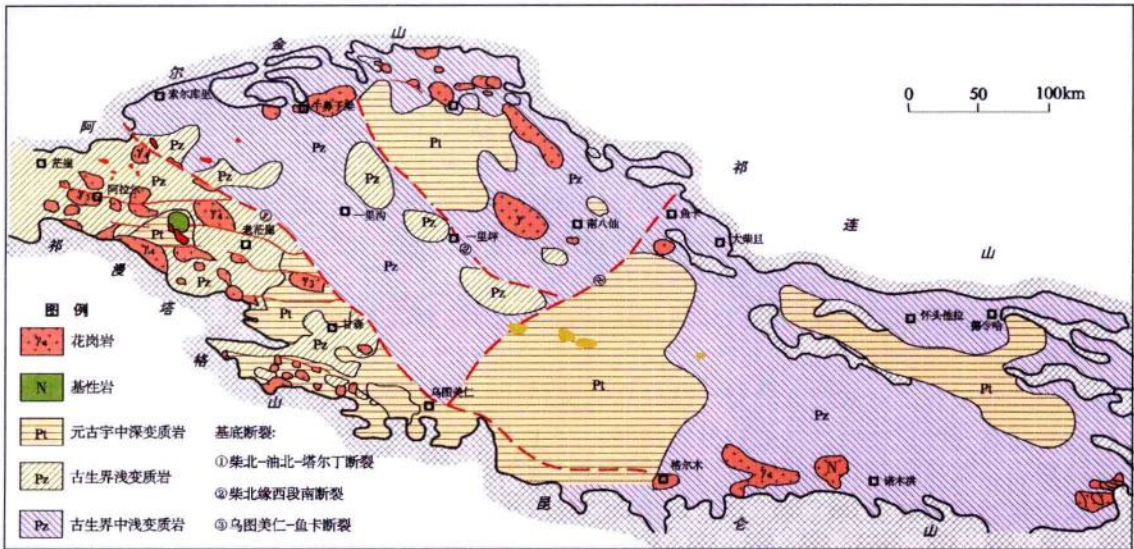


图 1.2 柴达木盆地基底岩性预测图

1.2.2.1 柴达木盆地西南区

柴达木盆地西南区位于柴北—油北—塔尔丁断裂的西南。基底变质程度较高,由古生代、元古宙变质岩和侵入岩体组成,刚性较强;早期(古生代)曾受过强烈的构造运动的改造,发育多

条 EW 向延伸、近等间距排列的深大断裂，基底岩系的分布严格受 EW 向断裂的控制。结合钻井、电法、重力等其他资料，我们认为柴西南区基底岩性主要由海西期花岗岩、古生代岩系及中新元古代中—深变质岩组成，与昆仑山有着极其相似的岩性分布特征。正是这种特殊的结构造成柴西南地区基底刚性程度增强，并在随后（中、新生代）各期的构造运动中，基本都沿 EW 向深大断裂发生断块升降运动。进而影响到柴达木盆地西南区甚至整个柴西地区的沉积、构造特征以及油气赋存规律。

1.2.2.2 柴达木盆地西北地区

该区位于柴北—油北—塔尔丁断裂以东北、乌图美仁—鱼卡断裂以西北地区。基底为古生代未变质—浅变质岩层，局部地区发育磁性较强的古生代中—浅变质岩，阿尔金山前牛鼻子梁一带有火成岩体发育。总体来看，该区基底变质程度低，表现为柔性基底特征。

1.2.2.3 北缘西区

北缘西区基底类型可划分为 3 种，分别为古生界、元古宙和花岗岩。古生界主要分布在北部赛什腾山前和东部地区；花岗岩基底主要分布在北部赛什腾山前，为一些小岩株或岩脉，比较多但很零碎，东部南区存在块状分布的花岗岩；元古宙基底主要分布在北缘西区西南部地区。

1.2.2.4 东部斜坡区

该斜坡区位于乌图美仁—鱼卡 NE 向断裂以东。该区基底主要由元古宙中—深变质岩系、古生代岩系和花岗岩侵入体组成，其中元古宙中—深变质岩基底主要分布在乌图美仁—鱼卡—格尔木这一三角区域；另一块元古宙基岩分布在北部欧龙布鲁克与埃姆尼克山之间，向东形成剪刀状分支，北支伸向德令哈凹陷东部，南支向埃姆尼克山倾没端延伸。南部山前火成岩侵入体发育，主要为花岗岩，其他广大地区为古生界中—浅变质岩基底。东部区域勘探程度较低，对基底岩性的解释建立在 1:50 万或更小比例尺的区域重力和航磁资料基础上，精度和可靠程度都比较低。

1.3 古生界

在柴达木盆地周缘山区古生代沉积分布广泛，但分区、分带性强，不同地带发育程度具有明显的差异性，同一时期的建造特点各不相同，反映了自早古生代以来柴达木地块出现了拉张裂陷带并具隆、断、拗共存的特点。

1.3.1 寒武系

分布于柴达木盆地—青海湖盆地一线以北，呈条块状出露于北祁连山、中祁连山东段，拉脊山及欧龙布鲁克等地。其余地区仅有中、上统。各地中、上统均为海相沉积，古生物较丰富（图 1.3）。

分布于北祁连和拉脊山区的寒武系中、上统，为海相火山岩及碎屑岩夹碳酸盐岩，所产三叶虫以华北生物群底栖型分子为主，兼有东南动物群的浮游型分子。中祁连仅有中统，主要为碳酸盐岩夹玄武岩、泥岩及页岩，属台缘拗陷带的过渡型沉积，地层的连续性和成层性良好，富含三叶虫化石，华北底栖型及东南浮游型分子兼而有之。

柴达木北缘欧龙布鲁克地区则以浅海相碳酸盐岩为主，碎屑岩次之，地层厚度不大，连续性可分性较好。

柴达木北缘中、上寒武统：分布于欧龙布鲁克的中、东段及石灰沟地区。上寒武统为灰色灰岩、白云岩富含三叶虫化石，且生物分带清楚，与上下皆为整合过渡。中寒武统下部厚层灰质白云岩夹硅质岩、灰质白云岩、浅紫色白云质灰岩，底部有一层含腕足化石的石英砂砾岩；中部长石粉砂岩、钙质页岩夹硅质白云岩，砂岩中含石盐假晶；上部白云质灰岩、灰岩、竹叶状灰岩夹砂质灰岩及鲕状灰岩，富含腕足类及三叶虫化石，与震旦系呈平行不整合，生物以华北型和东南型分子为主。

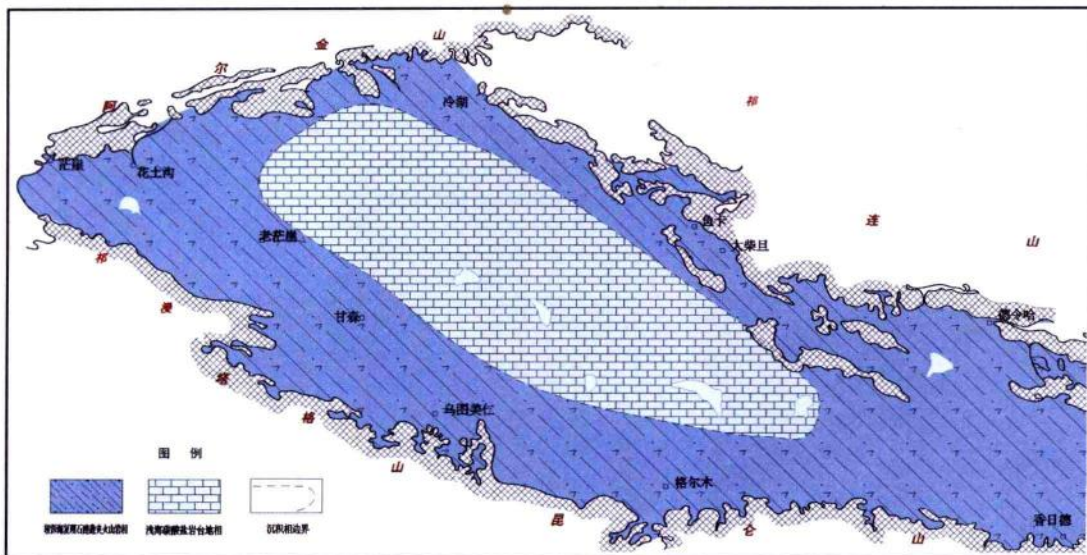


图 1.3 柴达木盆地震旦—奥陶纪沉积相示意图

1.3.2 奥陶系

在柴达木周缘山区为分布最广的古生界，地层沉积类型复杂、岩相差异较大，地层发育完整程度不一。除欧龙布鲁克地区研究程度较高外，其他地区研究程度普遍较低。

北祁连地区奥陶系齐全，以火山—碎屑沉积建造为特征，火山岩系、碳酸盐岩和碎屑岩均较发育，化石丰富，岩石普遍遭受区域动力变质作用。拉脊山地区的奥陶系与北祁连区相类似。

中祁连地区：仅见于西段南缘，下部为碎屑岩夹白云岩，上部为厚层灰岩，顶底不全，属稳定性沉积，厚度 $>2000\text{m}$ ，化石较丰富，主要为奥陶系下统。

南祁连地区：下统为中酸性火山岩、火山碎屑岩与灰岩互层，夹硅质岩，化石丰富；中统为陆源碎屑沉积，具类复理石建造特征；上统下部为中性火山岩夹灰岩，中部砂岩夹板岩，上部中性火山碎屑岩。总体属较深海相，向东南至拉脊山一带活动性更强，为活动型沉积。

柴达木北缘欧龙布鲁克地区：奥陶系见于大柴旦—怀头他拉、欧龙布鲁克等地。下统多泉组和石灰沟组为白云岩、燧石条带灰岩及豹皮灰岩，上部有少量灰黑色泥岩，属稳定型浅海相沉积。中统称大头羊沟组，下部为碎屑岩，中、上部为碳酸盐岩，与下伏石灰沟组平行不整合接触，未见顶。

柴达木北缘残山地区：仅发育上奥陶统，分布于阿哈提山、赛什腾山、绿梁山、锡铁山等地，称滩间山群。上部为片状长石砂岩、粉砂岩、中基性火山岩、火山凝灰岩互层；中部安山岩、英安岩、凝灰岩夹凝灰砾岩、绿色片状砾岩、粗粒石英砂岩、含砾砂岩；下部为安山岩、结晶灰岩、千枚岩互层，未见底。以火山岩、火山碎屑岩发育为特征，属活动型或过渡型建造。

柴达木南缘地区，仅有上奥陶统，称铁石达斯群，建造特点与柴北缘残山地区相类似：下部为砂泥岩夹结晶灰岩及硅质岩；上部为中基性火山岩及白云岩，时有火山沉积型铁矿。在祁漫塔格山北坡断续分布，以拉陵灶火河、饮马泉等出露较好，亦属过渡型沉积。

1.3.3 志留系

主要见于柴达木盆地外围及盆缘。在北祁连地区沉积岩具强烈侵蚀、湍流搬运快速堆积的特征，是地槽回返后的前缘拗陷或上叠凹槽式的残余槽地相沉积。

南祁连—拉脊山地区为过渡型海相陆源碎屑岩系，具复理石韵律，属海相下磨拉石岩系，富产笔石，属华南型生物群。

柴达木地区主要为浅海相砂泥岩沉积（图 1.4）。

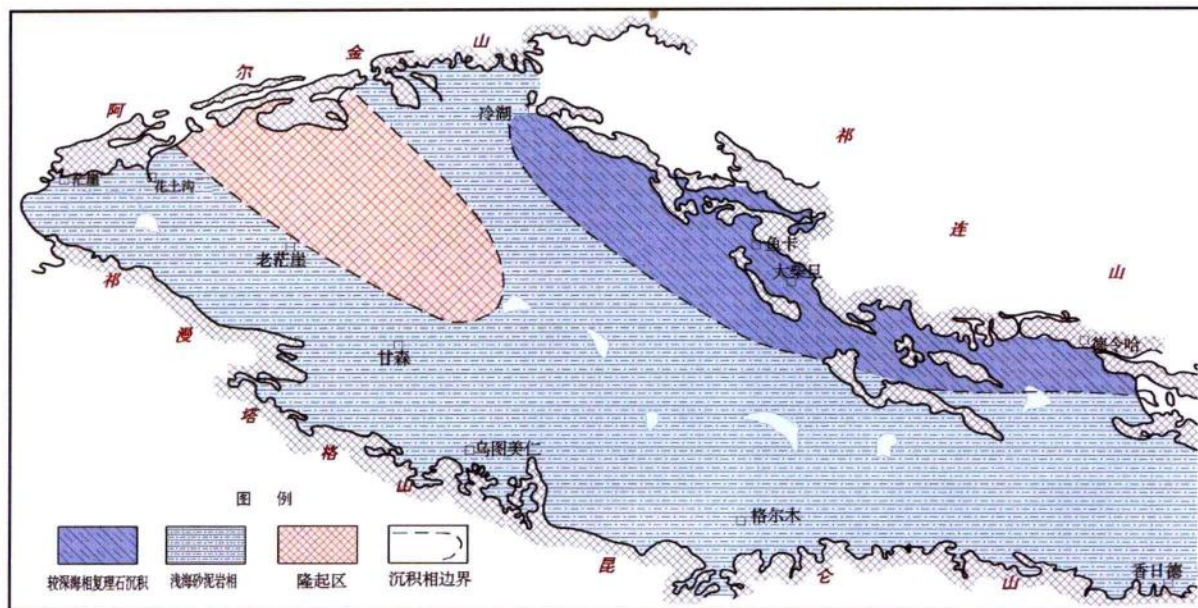


图 1.4 柴达木盆地志留纪沉积相示意图

1.3.4 泥盆系

见于柴达木北缘和南缘地区。主要发育上泥盆统，以陆相沉积为主，偶夹海相碳酸盐岩系。柴达木隆起区周缘发育陆相碎屑岩及海陆交互相砂泥岩沉积（图 1.5）。

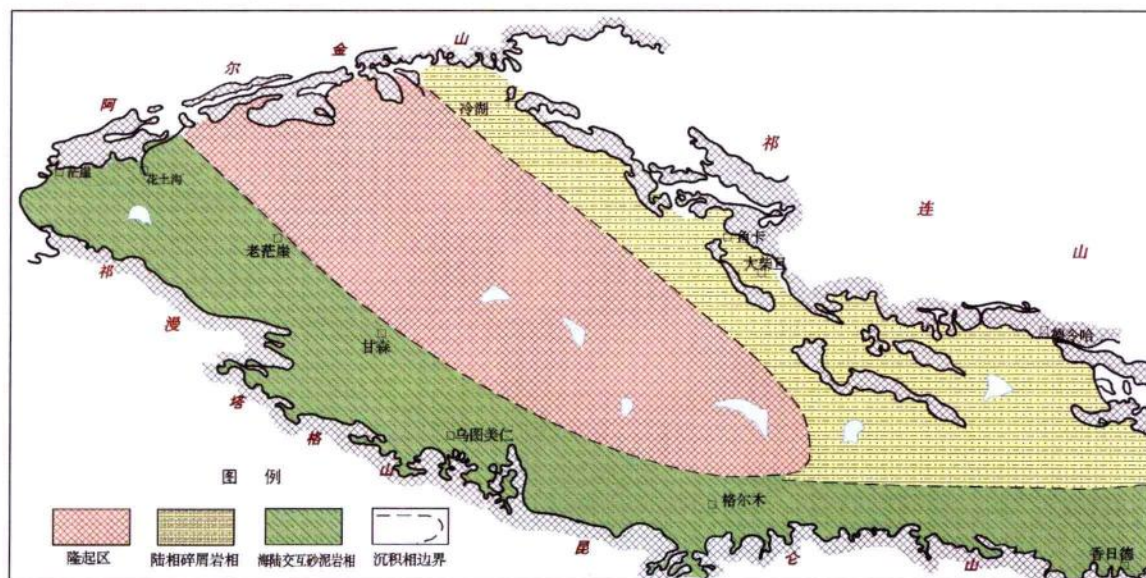


图 1.5 柴达木盆地泥盆纪沉积相示意图

柴达木北缘地区，称牦牛山组，以陆相为主，在阿木尼克山可能有海相夹层，牦牛山和赛什腾山为典型陆相沉积：下部以紫色为主的杂色碎屑岩系；上部为灰色中性火山岩、火山碎屑岩为主夹紫色碎屑岩，顶底皆为角度不整合接触。

柴达木南缘地区，分布于昆仑山北坡，其中祁漫塔格山东段北坡为海陆交互相，称黑山沟组和哈尔扎组，其余为陆相沉积，称契盖苏群，主要为一套杂色碎屑岩及火山岩。

1.3.5 石炭系

在柴达木盆地周缘山地及盆地内,石炭系分布广泛,早石炭世以海相沉积为主,晚石炭世以海陆交互相为特征。以柴北缘为代表的稳定型石炭系,生物群门类较全、属种繁多、化石丰富,为一套灰岩、砂岩及泥质岩夹火山岩及煤系地层,是青海省及西北地区的典型剖面之一。柴南缘与北缘类同,亦为稳定型沉积,而柴达木盆缘北部宗务隆山地区土尔根达坂一带为活动型沉积,火山岩发育。

据物探及部分钻井揭示,在柴盆内石炭系分布较为广泛,且厚度可能超 2500m,为广阔台地相沉积。是区内深层寻找油气的新领域。下面对其沉积相特征作简要描述。

1.3.5.1 石炭系沉积特征

(1) 早石炭世早期

相当于岩关阶(杜内阶)沉积,见于柴达木盆地北缘及邻区,称为黑山组、大冰沟组、穿山沟组、城墙沟组。盆地南缘为五龙沟组及哈拉郭勒群。

a. 黑山组:目前仅见于甘肃境内,青海境内推测有该套地层沉积。为一套细碎屑岩(砂岩、泥质粉砂岩、页岩),夹碳酸盐岩(灰岩、泥灰岩),厚 181m。含腕足类、植物等化石。

b. 大冰沟组:分布于中祁连山的托莱南山、疏勒南山西端,南祁连山的党河南山等地。岩性以碎屑岩为主,下粗上细。下部以粗碎屑岩为主(砾岩、含砾石英砂岩、粉砂岩、页岩),颜色为紫红、灰绿、灰白色,含植物化石;上部为细碎屑岩(长石石英砂岩、粉砂岩夹页岩),及含砂白云岩、石膏,颜色为灰黄、灰绿色,含珊瑚、腕足类化石。厚 49~375m。

c. 穿山沟组:主要见于柴达木盆地北缘阿木尼克山穿山沟和欧龙布鲁克山城沟地区,主要由碳酸盐岩(灰岩、生物灰岩)组成,夹少量钙质页岩、粉砂岩,颜色为灰、灰黑色。珊瑚以 *Kassinella-Lophophyllum densum* 组合和 *Enygmophyllum-Kakwiphyllum qinghaiensis* 组合为代表。厚度为 90~452m。表现为浅水动荡环境向较稳定环境的过渡。

d. 城墙沟组与穿山沟组岩性基本相似,唯泥质成分增多,主要为灰色泥岩、砂质灰岩、生物灰岩,底部含泥、钙质结核。含丰富的珊瑚、腕足类等化石。厚 202~490m。在牦牛山等地,穿山沟组与城墙沟组没有详细划分。城墙沟组和穿山沟组总厚大于 475m。其沉积环境仍属于水动力能量较高的滨海—浅海相。

e. 五龙沟组:展布于盆地南缘,由碳酸盐岩(灰岩、生物碎屑岩、硅质灰岩、夹白云岩)和砂岩组成,颜色为灰白色。含腕足类 *Syringothyris-Rhipidomella* 组合和珊瑚 *Humboldtia-vesiculophyllum* 组合化石。厚 86~320m。其生物群面貌明显属于北方动物区系。

f. 益哇组:由碳酸盐岩(燧石条带或团块状灰岩、泥灰岩)夹砂质页岩组成,生物群包括珊瑚(*Cystophrentis*, *Beichuanophyllum*)和腕足类(*Cyrtopsirifer*, *Tentocospirifer*等)化石,厚为 150~1161m。该生物群特征则属于南方生物区系。

(2) 早石炭世晚期

相当于大塘阶(维宪阶)沉积,在青海境内分布广泛。包括北祁连山臭牛沟组,中南祁连山党河南山组,宗务隆山地区土尔根达坂群上部,柴达木盆地北缘怀头他拉组和盆地南缘大干沟组、哈拉郭勒群。

a. 臭牛沟组:主要为灰、深灰色碳酸盐岩(生物灰岩、灰岩),夹燧石条带、石英砂岩、页岩、砂岩以及煤线和菱铁矿结核。含腕足类、珊瑚、腹足类、植物等化石,厚 94~340m。

b. 党河南山组:由灰色碳酸盐岩(灰岩、白云岩)组成,夹粉砂岩、炭质页岩、石膏和薄煤层。其沉积环境与大冰沟组基本相同。

c. 土尔根达坂群:为一套变质碎屑岩(片理化砂岩、变砂岩、千枚岩)和结晶灰岩及火山岩。含珊瑚、腕足类、头足类、腹足类等化石。厚 1031~2815m。

d. 怀头他拉组：下部为浅灰、灰黑色薄—中厚层状灰岩、燧石灰岩、生物灰岩夹砂页岩，局部为砂岩、页岩互层，夹细砾岩、灰岩及煤层，自下而上由粗变细。砾岩发育楔状交错层理，砂岩和石英砂岩具板状层理，属滨岸环境；页岩具水平层理，属陆棚相沉积环境；灰岩多含生物碎屑，呈鲕状，属近岸浅滩相。该组上部为灰岩、砂岩、泥灰岩，夹泥质页岩。自下而上，灰岩厚度变大，含大量珊瑚、腕足类化石，属滨浅海相沉积环境。气候温暖潮湿，海水逐渐加深。

e. 大干沟组：为深灰、灰白色中厚层—块状生物碎屑灰岩、硅质白云岩、长石石英砂岩，夹碎屑、鲕粒、硅质灰岩。

f. 哈拉郭勒群：为灰、灰绿色玄武岩、安山岩、流纹岩及其凝灰岩夹千枚状板岩、千枚岩及硅质岩、粉砂岩及结晶灰岩、大理岩、石英砂岩、细砾岩等。

(3) 晚石炭世早期

a. 羊虎沟群：岩性为黑色炭质页岩、砂质页岩、砂岩、灰色灰岩夹砾岩、煤层及菱铁矿粘土石膏。厚度变化较大，36~1553m 不等，含腕足类、珊瑚、蠕类化石等。

b. 中吾农山群：下部以碎屑岩为主，上部以碳酸盐岩为主，火山岩、火山碎屑岩较为发育，厚 1209~3179m。含蠕类、珊瑚、头足类、腕足类等化石。该群与土尔根达坂群接触关系不清楚。

c. 克鲁克组：岩性为灰、黑灰色灰岩、砂岩、页岩、炭质泥岩，夹煤线或薄煤层。在怀头他拉至克鲁克之间厚 390m，石灰沟厚 694m，扎布萨尕秀东北厚 390m，在欧龙布鲁克山北坡和怀头他拉至南山等地厚约 225~722m。含蠕类、腕足类、珊瑚、植物、孢粉及苔藓虫、菊石、双壳类等化石，为浅海相沉积环境。

d. 绛敖苏组：岩性为灰、浅灰、红色中薄—巨厚层状生物灰岩、生物碎屑岩、鲕状灰岩，下部有紫红—灰褐色含砾石英砂岩及细砂岩，厚度一般为 333~901m，含丰富的蠕类（自下而上包括：*Profusulinella* 带，*Fusulina-Fusulinella* 带）、腕足类、珊瑚、腹足类等化石，其下与大干沟组平行不整合接触。在布尔汗布达山南、北坡该组见于诺尔浩里、托索河北、亚麻图、夏图、柯克沙等地。岩性为深灰色厚—巨厚层状灰岩和石英砂岩，厚 98~800m。含蠕类、腕足类化石。局部地区见植物、双壳类化石。

e. 捎斯兰赶陇组：岩性为灰、灰黑色薄—中厚层状生物碎屑灰岩、中细粒石英砂岩、泥质粉砂岩、夹粉砂质板岩，含蠕类（*Profusulinella*，*Fusulina-Fusulinella* 带）、珊瑚、腕足类等化石。厚 191~205m。

f. 岷河群：岩性为浅灰、深灰色薄—中厚层状灰岩、砂质灰岩，夹紫色钙质砂岩，富含蠕类（*Profusulinella*，*Fusulina*，*Fusulinella*）；腕足类（*Choristites*）及珊瑚等化石。厚 359~1055m。其下与略阳组整合接触。

g. 加麦农群：下部以碎屑岩为主，夹少量灰岩和火山岩；上部以碳酸盐岩为主，含蠕类、腕足类化石。厚 540~1390m。

(4) 晚石炭世晚期

a. 太原群：为含砾石英砂岩、泥质粉砂岩、炭质页岩、灰岩、夹硅质岩和煤层，厚 49~543m。含蠕类、腕足类、三叶虫及植物等化石。野牛台东岩性变为灰、褐灰、紫红、灰紫色薄—中厚层状炭质页岩、石英砂岩，夹灰岩。

b. 扎布萨尕秀组：岩性为灰、灰黑色厚层状生物灰岩、灰岩夹粉砂岩，炭质泥质页岩及煤层。石灰沟剖面厚 325m，扎布萨尕秀剖面厚 593m。其下与克鲁克组整合接触，其上未见顶；在东部地区，岩性为砂页岩、灰岩夹煤系，局部以碎屑岩为主，夹碳酸盐岩。中部为厚约 700m 的灰绿色火山角砾岩、英安岩和流纹岩，总厚 150~3600m。含腕足类、蠕类、四射珊瑚化石（王增吉等 1995 年建立了两个四射珊瑚组合带：① *Neokoninckophyllum-Koninckophyllum*；② *Pseudozaphrentoides-Lophocarinophyllum*）。

c. 四角羊沟组：岩性为灰、浅灰色中厚—巨厚层状生物碎屑岩，豹皮、鲕状灰岩，夹白云岩、泥质粉砂岩，厚 156~558m。含蜓类、珊瑚、腕足类、牙形类、苔藓虫等化石。

d. 浩特洛哇组：岩性为浅灰、深灰色薄—中厚层状生物碎屑灰岩、不纯灰岩、中细粒石英砂岩，夹长石砂岩、硬砂岩，含蜓类、珊瑚化石。厚 225~1480m。其下与捎斯兰赶陇组整合接触。

e. 尕海群：岩性为浅灰、灰白色厚层—块状灰岩，夹紫红色砂质灰岩、钙质砂岩及砂砾岩，含蜓类（*Triticites*, *Rugosofusulina*, *Eoparafusulina*）、腕足类化石，厚 543~859m。其下与岷河群整合接触。

f. 加麦农群：以碳酸盐岩为主。

1.3.5.2 主要沉积相类型

根据岩石类型（包括颜色、岩性、结构特征）各种沉积构造、生物化石组合，剖面结构及特征矿物等，研究区内石炭系沉积大致可划分出下面一些沉积相类型。

(1) 冲积扇相

冲积扇相主要见于阿木尼克组，由一套巨厚的紫红、褐红色砾岩组成，夹粗砂岩和钙质粉砂岩，发育平行层理，偶见楔状交错层理，沉积厚度不大，含陆相植物和鱼类。自下而上粒度由粗变细，为正粒序沉积旋回。

(2) 山麓—河湖相

主要见于牦牛山组、老君山群，阿木尼克组和沙流水群。岩石类型为紫红、灰紫、灰绿色砾岩、含砾砂岩、石英长石砂岩。波痕、交错层理、龟裂构造发育。含陆相植物和两栖鱼类化石。

(3) 海陆交互相

海陆交互相沉积在柴达木盆地及周边地区十分发育。自晚泥盆世开始，到晚石炭世均有见及。集中分布在柴达木盆地北部，主要见于牦牛山组、哈尔扎组、羊虎沟群、太原群及克鲁克组下部。

阿木尼克地区的牦牛山组主要为杂色砂岩、灰、深灰色板岩、钙质粉砂岩、砂质灰岩，夹玄武岩、辉石安山岩和中酸性火山岩。含植物（*Leptophloeum rhombicum*, *Sublepidodendron*, *Lepidodendropsis*）和珊瑚（*Cladopora*）化石。表现出海陆交互相沉积特征。

哈尔扎组位于祁漫塔格东段北坡，岩性为砂泥质板岩、泥质粉砂岩、钙质粉砂岩，夹英安质晶屑凝灰岩、凝灰熔岩、砂质灰岩。含植物（*Leptophloeum rhombicum*, *Sublepidodendron*）和珊瑚、腕足类等海相化石。

羊虎沟群和太原群均为祁连山地区上石炭统沉积，两者岩性基本相似，为灰岩、炭质页岩、石英砂岩、粉砂岩不等厚互层，夹煤层、菱铁矿结核。颜色为灰、深灰色，含植物（*Cordaites*, *Stigmaria*, *Lepidodendron*, *Linopreris*）及珊瑚、腕足类等化石。

柴达木盆地北缘的海陆交互相沉积见于克鲁克组下部位层位，岩性为灰、灰黑色粉砂质页岩、粉砂质泥灰岩、炭质页岩、粉砂岩夹叠锥灰岩、煤线及菱铁矿结核，含腕足类和大量植物碎片化石。

(4) 滨岸浅滩相

主要见于穿山沟组下部和五龙沟组下部位层位及大冰沟组。怀头他拉组下部以及克鲁克组中上部、扎布萨尕秀组。

主要发育生物灰岩、生物碎屑灰岩、鲕状灰岩为主，夹砂质、粉砂质页岩及石英砾岩，呈浅灰—灰白，及紫红—灰绿色。碎屑岩分选和磨圆度较好，具交错层理和不对称波痕，表明水动力能量较高。

(5) 开阔台地或浅海相

该沉积相主要为一套碳酸盐岩沉积，在柴达木盆地南北缘及盆地内分布十分广泛（图 1.6），包括城墙沟组、穿山沟组、怀头他拉组、大干沟组、绛敖苏组、扎布萨尕秀组和四角羊沟组、益哇组、略阳组、岷河群、尕海群及杂多群和加麦农群中的碳酸盐岩沉积。

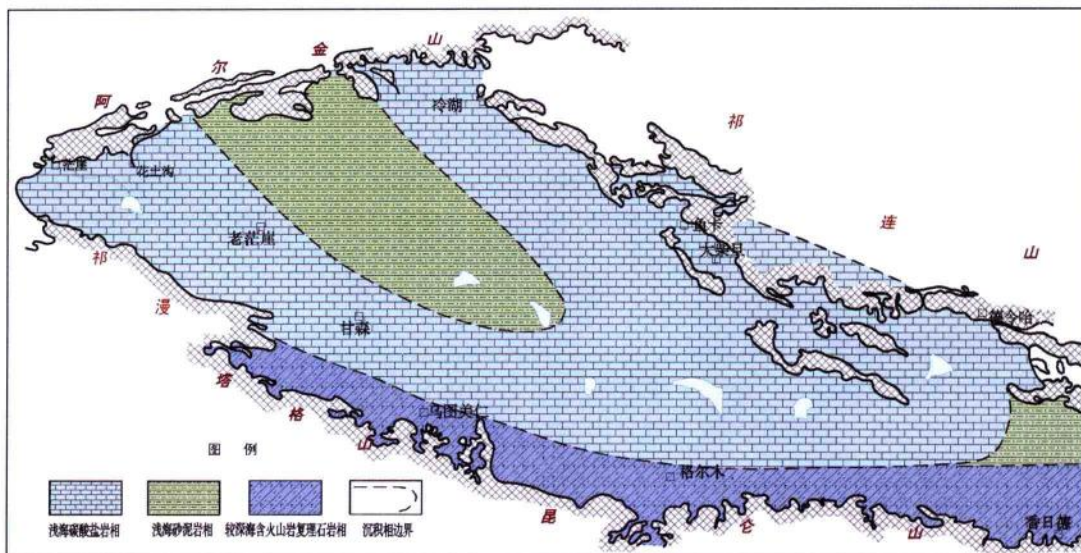


图 1.6 柴达木盆地石炭—早二叠世沉积相示意图

该沉积位于碳酸盐岩台上的平缓广阔地带，岩石颜色多为浅灰—灰—深灰色，主要为各种成分灰岩、生物碎屑岩、硅质灰岩，夹少量碎屑岩。灰岩中含生物碎屑、鲕粒、核形石及砾屑等。生物群十分繁盛，包括腕足类、珊瑚、有孔虫、海百合茎、藻类等化石。

(6) 局限台地相

见于穿山沟组上部和五龙沟组上部层位。为碳酸盐台地上局部相对闭塞的地带，水体相对较深，水动力能量较低，岩性色调为灰—灰白色，以碳酸盐为主，含生物碎屑、硅质，夹白云岩，具水平层理。由于环境较为封闭，生物分异度低，丰度高，灰岩中有机质丰富，有利于生烃。

(7) 内陆架（浅水陆棚）相

见于益哇组，相当于台地以外的浅海区。岩石颜色较深，多为黑、深灰色，以碳酸盐岩和细碎岩为主，含燧石条带、泥质、砂质，夹砂质页岩、泥质粉砂岩、泥岩。含珊瑚和腕足类化石。

(8) 外陆架（深水陆棚）相

见于土尔根达坂群和宗务隆山群。其主要特征是石炭系碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩交替出现，沉积厚度大，达数百米到数千米，区域变质深，火山岩发育。生物群除珊瑚、腕足类、蛭类外，尚有头足类等深水相生物。哈拉郭勒群沉积特征与其十分相似，唯缺少头足类。

(9) 潟湖潮坪相

主要见于大冰沟组和党河南山组。岩性为粉砂岩、长石石英砂岩、含砂白云岩及石膏和薄煤层，其中以富含石膏和白云岩为主要特征。颜色为深灰、灰绿、紫红色为主。含珊瑚、腕足类及植物碎片化石。此外，在中南祁连山上石炭统下部层位有潟湖相沉积。

(10) 深海—次深海相

集中见于巴颜喀拉地层区金乌兰群，岩性为一套碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩，砂岩中发育槽模、沟模及粒序层理、包卷层理和水平层理，构成鲍马序列。含牙形类和放射虫等化石，属深海、半深海浊流沉积。而在浅滩或边岸滩的波浪地带形成碳酸盐岩沉积，含腕足类、双壳类和腹足类等化石。

1.3.6 二叠系

柴达木盆地周缘二叠系，北部见于土尔根达坂山和宗务隆山等地，为灰色碎屑岩、灰岩、白云岩等，厚达 3717~4029m，化石丰富，属滨海近岸的碎屑岩、碳酸盐岩沉积，属早二叠世产物。在柴达木盆地南缘见于祁漫塔格山北坡，主要为灰色中厚层灰岩夹白云岩、灰黑色灰岩夹页岩、

产蠕类、苔藓虫、珊瑚和腕足类化石，主要属早二叠世栖霞期产物。出露厚度 40~176.6m，以生物碎屑灰岩为特征。

至于盆地内,从有限的钻孔资料看,柴达木地区主体处于隆起状态,晚二叠世在隆起区周缘主要发育滨浅海相砂泥岩,昆仑山前含火山岩(图1.7)。

图 1.7 柴达木盆地晚二叠世沉积相示意图

柴达木盆地及周缘山区中生界分布较广泛, 但岩相建造差异极大。三叠系以海相、海陆交互相为主, 侏罗系—白垩系全为陆相沉积。

从柴达木盆地中生代地质构造特征出发,结合历次构造运动影响,可将柴达木盆地划分出三个构造层序(超层序):即块断构造层序(中生代超层序)、坳陷构造层序(古近、新近系超层序)、褶皱构造层序(第四系超层序)。构造层序的界面为大规模的区域不整合面,分别为晚期印支运动形成的不整合(T_3 与J之间的不整合)、晚期燕山运动形成的不整合(中生界与新生界之间的不整合)、晚期喜马拉雅运动形成的不整合(古近、新近系与第四系之间的不整合)。这三个超层序相应的形成了三次成油气期:柴达木北缘中生代成油期,柴达木西地区古近、新近系成油期,柴达木东地区第四系成气期。

表 1.1 柴达木盆地中生界层序划分

地层系统					地震 反射层	地震层序		接触关系	构造运动	
界	系	统（符号）		组（段）		超层序	层序			
新生界	第四系	全新统	Q ₄	盐桥组		T ₀ T ₀ T ₀ T ₀	Ⅲ	V	超覆	新构造运动
		上更新统	Q ₃	达布逊组				Ⅳ	削蚀、整一	
		中更新统	Q ₂	察尔汗组				Ⅲ	整一	
		下更新统	Q ₁	涩北组				Ⅱ	整一	
	古近、新近系	新近系	N ₂ ³	狮子沟组		T ₀	Ⅱ	Ⅳ	削蚀、上超	中喜马拉雅运动
			N ₂ ²	上油沙山组		T ₁		V	削蚀、上超	
			N ₂ ¹	下油沙山组	上	T _r		Ⅳ	削蚀	
				下	T ₂	Ⅲ		整一、上超		
		古近系	N ₁	上干柴沟组	上	T ₃		Ⅱ	整一、上超	早喜马拉雅运动 晚燕山运动
			E ₃	下干柴沟组	上	T ₄		Ⅱ	整一、削蚀 上超	
				E ₁₊₂	路乐河组			T ₅	Ⅰ	
			中生界		白垩系	K		犬牙沟群		
	侏罗系	上统		J ₃	红水沟组	T _K	Ⅲ	整一、削蚀 整一、上超		
					采石岭组	T _J	Ⅱ	整一、上超	早燕山运动	
中统		J ₂		大煤沟组	T _J	Ⅰ	削蚀 上、下超	印支运动		
下统		J ₁		湖西山组	T _J					
前中生界 AnMz					T _K			削蚀		

1.4.1.1 中生界层序地层框架

依据柴达木盆地中生界沉积岩性、岩相和地震反射特征，在柴达木盆地中生界识别出了 3 个二级地震层序界面 SB₁、SB₂、SB₃，相应的划分出两个二级地震层序。二级地震层序Ⅰ大致相当于中、下侏罗统 (J₁+J₂)，主要分布在柴达木盆地北缘地区和东部拗陷的埃姆尼克山南缘地区。南界大致在碱山断裂—红山早四号断裂—伊克雅乌鲁断裂一带。层序Ⅱ大致相当于上侏罗统至白垩系 (J₃+K)，分布较层序Ⅰ广泛，主要分布在西部拗陷区，赛什腾凹陷、柴东地区和东部拗陷区，但在盆地的中央隆起带和三湖凹陷西段不发育，地层的展布具有明显的分割性。在这 3 个层序界面中，SB₁ 和 SB₃ 为区域不整合，SB₁ (T₆) 是中生界和前中生界之间的不整合面，在地震剖面上表现为下削上超，侏罗系与下伏古生界或震旦系直接接触。SB₃ (T_R) 是中生界与古近系的不整合面，地震剖面上表现为下削上超。中间界面 SB₂ (T_J) 为燕山运动早期 (燕山运动Ⅱ幕) 形成的局部不整合，盆地大部分地区为整合接触。由于该界面上下地层沉积时期的气候条件差别较大，即下部为暖湿气候、上部为干旱气候，界面上下地层的沉积岩性环境变化较大，界面以下为湖沼相沉积的暗色碎屑岩，而界面之上为冲积相和氧化滨浅湖相沉积的红色碎屑岩，反映了层序地层界面之间的突然变化。

由于柴达木北缘地区中生界露头资料、钻井资料、测井资料和地震资料较为丰富翔实，因此在全盆二级层序划分的基础上，重点对资料丰富的柴达木北缘地区中生界进行了层序地层学的详