

Z HONGGUO KELATONG HAIXIANG YUANXING PENDI
YANXIANG GUDILI YU YOUQI

中国克拉通

海相原型盆地岩相古地理与油气

张光亚 等著

地质出版社

中国克拉通

海相原型盆地岩相古地理与油气

张光亚 刘 伟 邓胜徽

于炳松 胡望水 张 磊 著

李洪辉 郭彦如 谢武仁

地 质 出 版 社

• 北 京 •

内 容 简 介

近年来,随着地质认识的深化与勘探技术的进步,我国海相碳酸盐岩勘探已进入油气大发现期。本书是在国家油气重大专项“四川、塔里木等盆地及邻区海相碳酸盐岩大油气田形成条件、关键技术及目标评价”项目所属课题“四川、塔里木、鄂尔多斯盆地构造演化、岩相古地理与沉积相研究”等项目研究成果的基础上完成的。全书共4章,以塔里木、四川、鄂尔多斯盆地为重点,针对一些重大科学问题开展研究:一是深化中国小克拉通海相盆地构造环境研究,恢复叠合盆地深层海相盆地原型与重大构造变革期古构造格局,明确盆地多期演化的控相、控储、控藏作用;二是采用生物地层、岩石地层、年代地层、地震地层、层序地层等综合地层划分对比手段,开展塔里木、四川、鄂尔多斯盆地寒武—奥陶系、四川盆地二叠系—中三叠统海相地层划分对比与分布研究,建立三大盆地海相碳酸盐岩重点层系等时地层对比格架,即露头、钻井、地震相统一的地层划分方案,明确地层分布;三是在等时地层格架内重建四川、塔里木和鄂尔多斯盆地海相碳酸盐岩重点层系岩相古地理,深化小克拉通盆地碳酸盐岩沉积模式认识,预测有利储集相带,解决制约碳酸盐岩勘探的基础地质问题;四是深化盆地原型及演化、岩相古地理分布对生储盖层控制作用认识,揭示小克拉通海相盆地油气富集规律,预测有利含油气层系和区带。

图书在版编目(CIP)数据

中国克拉通海相原型盆地岩相古地理与油气/张光亚等著.—北京:地质出版社,2014.8
ISBN 978-7-116-08916-7

I.①中… II.①张… III.①克拉通—海相—构造盆地—内陆盆地—含油气盆地—研究—中国
IV.①P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第187957号

责任编辑:郑长胜

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324575(编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 82310749

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:16.5

字 数:600千字

版 次:2014年8月北京第1版

印 次:2014年8月北京第1次印刷

定 价:180.00元

书 号:ISBN 978-7-116-08916-7

(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

近年来,随着地质认识的深化与勘探技术的进步,我国海相碳酸盐岩勘探已进入油气大发现期。一是四川盆地川东北地区新发现以普光气田、元坝气田和龙岗气田为代表的开江—梁平海槽台缘礁滩型大气田群以及乐山—龙女寺古隆起震旦系—寒武系白云岩大气田;二是塔里木盆地塔河—轮南、塔中大型碳酸盐岩油气藏(群)范围不断向哈拉哈塘斜坡区、塔中寒武系盐下、古城古老坳拉槽台缘礁滩等新区、新层系、新类型拓展;三是鄂尔多斯盆地靖边气田外围靖西奥陶系中下组合新层系获得新发现,勘探成果不断扩大。这些成果均展示了我国海相碳酸盐岩良好的勘探前景。

我国海相碳酸盐岩与国外有很大不同,发育在较小规模的克拉通块体之上,在地质特征上具有时代老、埋深大、构造演化史漫长、烃源岩成熟度高、储层非均质性强、油气成藏与分布复杂等特点。因此,国外已有的海相油气地质理论和技术不能完全适用中国的情况。一系列独特的地质问题亟待研究,例如中国海相盆地多发育在叠合盆地的中下层,形成于复杂的区域构造环境并经历多期盆地叠加和改造,因此首先要开展对不同构造阶段不同构造动力体系下的盆地原型的恢复,研究不同克拉通海相盆地形成演化的区域构造环境之间的差异及盆地类型和古构造格局分布;其次,需要建立同一盆地不同地区或相区间及不同盆地间的等时地层格架,据此重建岩相古地理,分析沉积充填过程及其空间相带变化,建立克拉通盆地海相碳酸盐岩沉积模式,进而了解生储盖发育特征;最后,基于对中国小型克拉通海相盆地古构造演化与原型盆地属性及演化、岩相古地理展布的认识,需要深化对中国小型克拉通海相盆地成藏条件及油气富集规律认识,从而指导和推进海相碳酸盐岩勘探和大油气田的发现。

近年来,在中国四川、塔里木和鄂尔多斯三大海相盆地原型盆地恢复、岩相古地理重建、碳酸盐岩沉积模式研究等方面有了一定进展,如编制了一系列不同比例尺、不同级次地层单元的岩相古地理图,对我国海相碳酸盐岩油气资源远景预测和勘探、开发起到了很好的指导作用。但随着对塔里木、四川、鄂尔多斯盆地海相层系勘探的逐步深入,研究工作有待深化,例如区域构造环境及古构造格局对岩相古地理的控制作用亟待研究,岩相古地理图编制向着精度更高的大比例尺工业化制图方向发展,垂向制图单元需要细化且需要在等时格架内编制,小型克拉通多期构造变动背景下海相层系成藏规律研究有待深入等。

本书以塔里木、四川、鄂尔多斯盆地为重点，主要针对以下重大科学问题开展研究：

①深化中国小克拉通海相盆地构造环境研究，恢复叠合盆地深层海相盆地原型与重大构造变革期古构造格局，明确盆地多期演化的控相、控储、控藏作用；②采用生物地层、岩石地层、年代地层、地震地层、层序地层等综合地层划分对比手段，开展塔里木、四川、鄂尔多斯盆地寒武系—奥陶系、四川盆地二叠系—中三叠统海相地层划分对比与分布研究，建立三大盆地海相碳酸盐岩重点层系等时地层对比格架，即露头、钻井、地震相统一的地层划分方案，明确地层分布；③在等时地层格架内重建四川、塔里木和鄂尔多斯盆地海相碳酸盐岩重点层系岩相古地理，深化小克拉通盆地碳酸盐岩沉积模式认识，预测有利储集相带，解决制约碳酸盐岩油气勘探的基础地质问题；④深化盆地原型及演化、岩相古地理分布对生储盖层控制作用认识，揭示小克拉通海相盆地油气富集规律，预测有利含油气层系和区带。

“十一五”以来，依托国家油气重大专项所属课题以及中国石油集团、股份公司、塔里木、西南、长庆等油田分公司相关研究项目，针对上述问题开展了一系列研究，主要取得如下认识和成果。

1.恢复了中国小克拉通之上发育的海相原型盆地，建立了盆—山耦合关系。

以往的研究分别针对盆地构造沉积演化和周边造山带动力学机制展开，但对二者耦合关系研究不够，对中国海相原型盆地的类型、分布和动力学机制缺乏系统研究。本次研究侧重于中国小型克拉通构造旋回的相似性与演化阶段的差异性，从周边构造环境及其演化研究盆地类型、沉积格局、古构造格局，建立盆山动力学耦合关系。研究揭示：①中国大陆历经Rodinia和Pangea两个伸展-聚敛构造旋回，海相盆地主要发育在第一旋回。塔里木、扬子、华北三个克拉通在同一构造旋回中的裂解时间和由伸展向聚敛的构造转换时间有所差异，塔里木克拉通稍早，其次是华北和扬子；克拉通周边伸展、挤压构造环境对于盆地类型、盆内充填样式和盆内古构造格局有明显的控制作用。②我国小克拉通在伸展、聚敛两种动力学背景下形成了两类六种海相原型盆地。一类是离散构造背景下形成的伸展型盆地，其可进一步划分为位于克拉通边缘的坳拉谷（海槽）盆地（或裂陷槽盆地）、克拉通边缘坳陷盆地（被动大陆边缘盆地）和位于克拉通内部的克拉通内坳陷盆地；另一类是聚敛构造背景下形成的原型盆地，包括位于克拉通边缘的克拉通边缘挠曲盆地、前陆盆地和位于克拉通内部的克拉通内挠曲盆地。

2.分别统一了三大盆地海相层系多重地层划分对比方案，建立了露头、钻井、地震三位一体的等时地层格架，明确了地层分布特征。

针对三大盆地普遍存在岩石地层名称繁多、命名不规范、定义不明确，使用过时的国际国内划分标准，未进行系统统层等问题，建立了多重地层划分对比方案和露头、钻井、地震

三位一体的等时地层格架。研究成果主要体现在：①在地层古生物和同位素地层学方面获得了一批重要新发现，填补了以往研究的空白。在塔里木盆地柯坪地层分区发现了钱塘江阶牙形石和笔石、库鲁克塔格-塔东地层分区新建了露头几丁石化石带、四川盆地建立单剖面最完整的奥陶系牙形石带序列，共建立了16个新种和10个新化石带。提出寒武系4个具全球对比意义的碳同位素事件、四川盆地多条剖面发现了晚奥陶世早期的碳同位素事件。②提出了塔里木、四川和鄂尔多斯三大盆地重点海相层系地层分区、岩石地层划分新方案以及与国际最新划分标准接轨的年代地层、岩石地层、生物地层、地震地层和层序地层多重地层划分对比方案，在盆地内建立了基于露头、钻井、地震三位一体的等时地层格架。③在新的地层划分、对比结果基础上，编制了三大盆地重点层系地层等厚图，基本明确了各地层单元的分布特征，为岩相古地理编图奠定了基础。

3.在等时地层格架内编制重点层系岩相古地理图，建立了两类六种台地演化模式，深化了台地内部分异的认识，预测了有利相带分布。

以往岩相古地理研究重点关注区域岩相古地理格架编图，工业化程度并不高，并且对我国小克拉通岩相古地理的特殊性重视不够。本次研究加强了层序地层格架内岩相古地理的工业化制图，提高了精度以满足油气勘探生产需求，并分析了与国外大型克拉通的差异性。研究成果主要体现在：①形成了等时地层格架约束下的岩相古地理工业制图流程，即岩相古地理编图的6步法：原型盆地恢复、等时地层格架建立、沉积地质学分析、地震沉积学分析、单因素图件编制和综合分析成图。据此编制了三大盆地重点层系岩相古地理图和区带、区块级沉积相图。②建立了三级层序格架下镶边台地和缓坡台地两大类台地、四种台地边缘发育模式，深化了台地内部沉积分异的认识。③指出台内洼地是有利烃源岩发育区，预测了台地边缘、台内滩有利储集相带的分布和规模。④指出相对于国外大型克拉通，我国小克拉通板块具有对周边构造活动反应敏感、古地貌分异强、相变快、有利相带规模较小等特点，但多期条带复合叠加规模大。

4.揭示了盆地原型及其演化的控相、控储及控藏作用。探讨了盆地原型及其演化、岩相古地理分布对烃源岩、储层形成与分布、油气聚集成藏的控制作用。研究成果主要体现在：①提出原型盆地类型与沉积相带控制了中国海相烃源岩有四种发育模式，即克拉通边缘拗陷盆地的斜坡-盆地相、克拉通内拗陷盆地的局限台地和海陆过渡相、克拉通边缘挠曲盆地的前陆盆地稳定翼陆棚相以及克拉通边缘裂陷盆地的盆地相是有利烃源岩发育区。②原型盆地、古构造格局及岩相古地理控制礁滩型储集相带发育和分布；构造抬升剥蚀、断裂作用控制潜山岩溶、顺层岩溶、层间岩溶和热液岩溶四类岩溶储层规模与分布。③油气聚集受古隆起控制，礁滩相带、不整合岩溶带、断裂带附近油气最富集。主要发育潜山型、礁滩岩性型

和地层不整合风化壳缝洞型等地层岩性油气藏。

该书是在国家油气重大专项“四川、塔里木等盆地及邻区海相碳酸盐岩大油气田形成条件、关键技术及目标评价”项目所属课题“四川、塔里木、鄂尔多斯盆地构造演化、岩相古地理与沉积相研究”(课题编号2008ZX05004-001)等项目研究成果的基础上完成的。本书除前言外共分四章,编写分工如下:第一章由邓胜徽、张师本、李洪辉、卢远征、景秀春、赵振宇、樊茹完成;第二章由张光亚、于炳松、胡望水、张磊、王黎栋、汤济广、胡建中完成;第三章由刘伟、谢武仁、郭彦如、谢增业、陈轩、赵振宇完成;第四章由张光亚、于炳松、王黎栋、汤济广、刘伟完成。张光亚、刘伟、张磊负责统稿。本书编写过程中,得到了赵文智院士、邹才能教授、顾家裕教授、高瑞琪教授、宋建国教授、周新源教授、王招明教授、杨华教授、徐春春教授的具体指导与支持,塔里木油田、西南油气田以及长庆油田有关领导和专家给予了大力支持和帮助,中国石油集团科学技术研究院有关领导、专家为研究工作开展提供了良好的条件和帮助。在此一并表示衷心感谢。

张光亚

2014年1月

目 录

第一章 中国海相地层	1
第一节 塔里木盆地寒武纪—奥陶纪地层划分对比	1
一、寒武纪地层划分与对比	1
二、奥陶纪地层划分与对比	2
三、寒武系—奥陶系等时对比格架	8
四、寒武系—奥陶系分布	13
第二节 四川盆地及周边地区重点层系划分与等时对比	24
一、寒武纪地层划分与对比	24
二、奥陶纪地层划分与对比	26
三、二叠纪—中三叠世地层划分与对比	30
四、重点层系及等时对比格架	35
五、重点层系分布	41
第三节 鄂尔多斯盆地寒武纪—奥陶纪地层划分与对比	53
一、寒武纪地层划分与对比	53
二、奥陶纪地层划分与对比	54
三、寒武系—奥陶系等时对比格架	58
四、寒武系—奥陶系分布	61
第四节 塔里木、四川和鄂尔多斯盆地及邻区寒武系—奥陶系对比	74
一、寒武系—奥陶系重要等时对比标志	74
二、寒武系—奥陶系等时对比	77
第二章 中国海相原型盆地与古构造	83
第一节 中国海相盆地发育的构造背景	83
第二节 塔里木盆地寒武纪—奥陶纪原型盆地与古构造	83
一、寒武纪原型盆地	84
二、奥陶纪原型盆地	90
三、古构造演化	94
第三节 四川盆地古生代原型盆地与古构造	103
一、南华纪—中三叠世板块构造环境	103
二、寒武纪—奥陶纪原型盆地	107
三、二叠纪—中三叠世原型盆地	119
四、古构造演化	129
第四节 鄂尔多斯盆地寒武纪—奥陶纪原型盆地与古构造演化	137
一、寒武纪原型盆地	138

二、奥陶纪原型盆地	150
三、古构造演化	155
第五节 塔里木、四川、鄂尔多斯海相盆地演化	157
一、构造演化	157
二、原型盆地类型及分布	159
第三章 塔里木、四川、鄂尔多斯盆地海相层系岩相古地理与沉积模式	162
第一节 术语体系与编图方法	162
一、术语体系	162
二、编图方法	163
第二节 塔里木盆地寒武纪—奥陶纪岩相古地理与沉积模式	165
一、寒武纪—奥陶纪岩相古地理	165
二、沉积模式与台地演化	178
第三节 四川盆地寒武纪—奥陶纪岩相古地理与沉积模式	181
一、寒武纪—奥陶纪岩相古地理	181
二、沉积模式与台地演化	190
第四节 四川盆地二叠纪—中三叠世岩相古地理与沉积模式	192
一、二叠纪—中三叠世岩相古地理	192
二、沉积模式与台地演化	205
第五节 鄂尔多斯盆地寒武纪—奥陶纪岩相古地理与沉积模式	210
一、寒武纪岩相古地理	210
二、奥陶纪岩相古地理	214
三、沉积模式与沉积演化	222
第六节 碳酸盐岩沉积模式与台地演化	230
一、碳酸盐岩沉积模式与台地演化	230
二、岩相古地理及油气意义	234
第四章 盆地演化的控烃、控储和控藏作用	237
第一节 原型盆地类型与沉积相带控制海相烃源岩发育模式	237
第二节 古构造、古地貌对沉积型礁滩储层，构造抬升、断裂作用对岩溶储层的控制	238
一、古构造、古地貌控制沉积型礁滩储层发育模式	238
二、构造抬升与断裂作用控制岩溶储层发育模式	240
第三节 油气聚集与富集的控制因素	243
一、构造高部位控制油气运聚方向	243
二、古隆起变迁控制输导路径和运移指向	243
三、不整合面控制油气富集层系	245
四、断裂是油气运移的重要通道	246
五、盆地多期改造控制多期成藏	247
参考文献	249

第一章 中国海相地层

在以往对中国海相地层进行了大量的研究，取得了令人瞩目的进展，解决了大量地层问题，特别是有9个全球层型剖面和若干副层型剖面落户中国、一系列年代地层单位进入国际地层年表，成为全球地层标准，意义重大，影响深远。但是中国海相地层层序多、分布广，仍有部分盆地地层存在岩石地层名称多、命名不规范、定义不明确、应用较混乱等问题；一些地层界线尚缺乏确凿、可靠的依据，特别是油气勘探生产部门往往使用过时的国际国内划分标准；许多盆地未进行露头、钻井与地震的统一标定对比和建立等时地层格架，对塔里木、四川、鄂尔多斯三个中国主要海相含油气盆地地层发育异同研究也还不够系统深入。本章主要划分了塔里木、四川、鄂尔多斯三个盆地海相层系地层分区和地层小区，建立了岩石地层、生物地层以及层序地层等多重地层划分方案，在此基础上建立了基于生物地层约束的露头、钻井、地震等时地层框架，初步查明了主要海相地层的分布等。

第一节 塔里木盆地寒武纪—奥陶纪地层划分对比

一、寒武纪地层划分与对比

塔里木盆地的寒武系划分为3个地层分区和6个地层小区（图1-1-1），即柯坪地层分区、塔克拉玛干地层分区和库鲁克塔格—塔东地层分区，其中塔克拉玛干地层分区包括塔北、巴楚、塔中、阿瓦提—满加

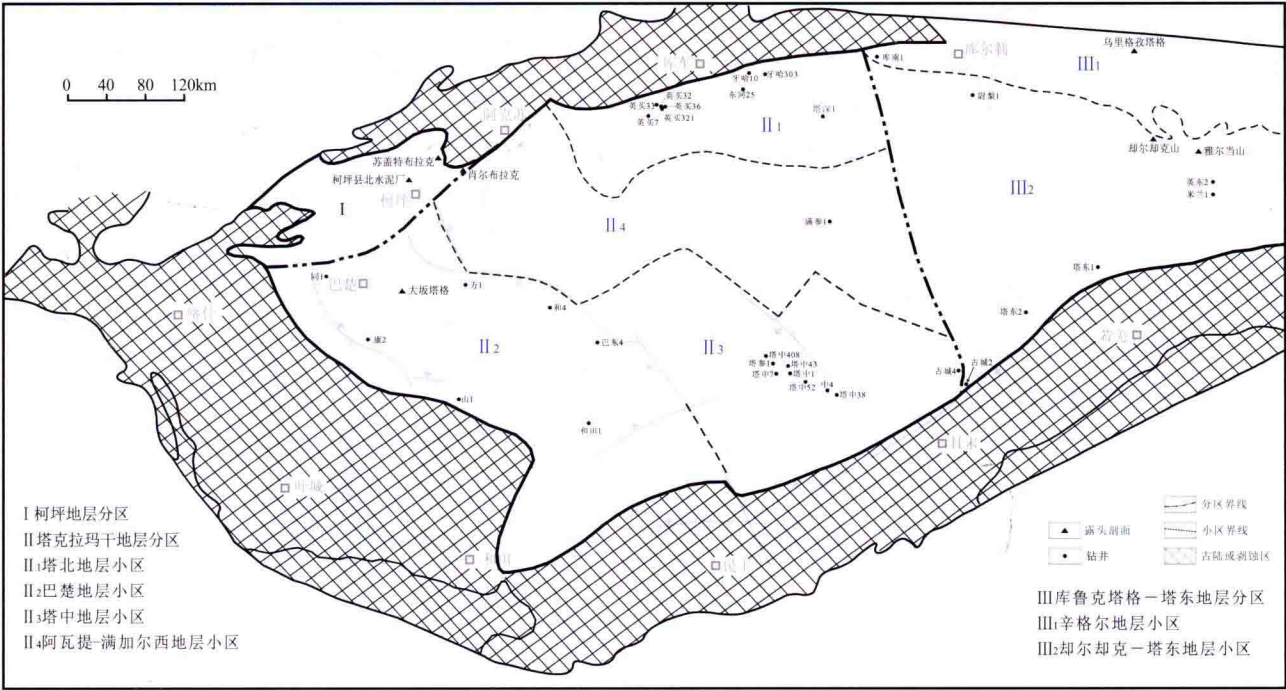


图1-1-1 塔里木盆地寒武系区划图

尔西等4个地层小区，库鲁克塔格-塔东地层分区包括辛格尔和却尔却克-塔东两个地层小区。

(一) 岩石地层划分

塔里木盆地中西部台地相区（包括柯坪地层分区和塔克拉玛干地层分区）和东部斜坡盆地相区（即库鲁克塔格-塔东地层分区）分别采用了完全不同的岩石地层系统（表1-1-1）。柯坪地层分区和塔克拉玛干地层分区的寒武系主要为一套浅水台地相碳酸盐岩沉积，自下而上划分为下寒武统玉尔吐斯组、肖尔布拉克组、吾松格尔组和沙依里克组，中寒武统阿瓦塔格组，上寒武统丘里塔格组。前人对于沙依里克组的划分不尽统一，本次对该组进行厘定。新厘定后的底界与原始定义相同，顶界较原来的为低，将该组仅限于一套灰、深灰色泥-细晶灰岩、藻灰岩、砾状（竹叶状）灰岩或灰岩夹白云岩，灰岩与白云岩互层和灰质白云岩、白云岩，厚度稳定在40~50m。厘定后的沙依里克组岩性以灰质高为特征，厚度稳定，露头区与覆盖区可以很好地对比，在钻井剖面本组自然伽马曲线微齿状低值为特征，是塔里木盆地中西部台地相区的一个较好的划分对比标志层。化石有三叶虫*Kunmingaspis-Chittidilla*带，时代暂定早寒武世龙王庙期。

库鲁克塔格-塔东地层分区的寒武系主要为一套斜坡-盆地相碳酸盐岩夹泥岩沉积，下部常夹硅质岩及火山岩。露头区和覆盖区基本采用同一套岩石地层单位系统，自下而上为下寒武统西山布拉克组和西大山组，中寒武统莫合尔山组，上寒武统突尔沙克塔格群（大部），却尔却克-塔东地层小区，下寒武统与北部辛格尔地层小区有所不同，无法划出西山布拉克组和西大山组，用雅尔当山组代替（表1-1-1）。

(二) 生物地层划分

1. 中西部台地相区

塔里木盆地寒武系生物化石以三叶虫最为重要，其他还有小壳类、牙形石、古介形类和疑源类。中西部台地相区和东部斜坡-盆地相区进行了化石带和组合的划分，并分别与中国浅水相（项礼文等，1999；全国地层委员会，2014）和斜坡相（全国地层委员会，2014）的标准划分作对比（表1-1-2）。其中，三叶虫自早寒武世筇竹寺期开始出现，在中西部台地相区（柯坪、塔克拉玛干地层分区）自下而上分为5个化石带和1个化石层；小壳类主要分布于下寒武统下部的梅树村阶，即玉尔吐斯组中，自下而上分为2个带；而牙形石在丘里塔格组的近顶部出现，有2个带；在玉尔吐斯组近顶部和肖尔布拉克组底部分别产古介形类；此外，还发现微古植物，共有3个组合（表1-1-2）。

2. 东部斜坡-盆地相区

东部斜坡-盆地相区寒武系生物化石十分丰富，以三叶虫最为发育，可分为15个带和1个组合，其中大部分可与中国南方斜坡相区对比，部分具全球对比意义；小壳类产于雅尔当山组和西山布拉克组；牙形石自莫合尔山组上部开始出现，主要分布于突尔沙克塔格群，自下而上可分为5个化石带或组合，大多具有全球分布和全球对比意义。此外，还见少量的疑源类，有一个组合（表1-1-2）。

(三) 层序地层划分

在不同沉积相区典型露头、钻井及地震层序综合分析基础上，将塔里木盆地寒武系划分出6个三级层序，€SQ1对应于玉尔吐斯组、€SQ2对应于肖尔布拉克组、€SQ3对应于吾松格尔组、沙依里克组下段、€SQ4对应于沙依里克组上段和阿瓦塔格组、€SQ5对应于丘里塔格组中下部、€SQ6对应于丘里塔格组上部和蓬莱坝组底部。

二、奥陶纪地层划分与对比

塔里木盆地奥陶系分为6个地层分区、9个地层小区（图1-1-2）。柯坪地层分区、塔克拉玛干地层分

表 1-1-1 塔里木盆地寒武纪年代及岩石地层划分对比表

国际地层标准 (ICS, 2014)				中国浅水相地层标准 (项礼文等, 1999)		中国斜坡相地层标准 (全国地层委员会, 2014)		全国地层委员会 (2001) 地层标准		塔里木盆地中西部台地相区		塔里木盆地东部斜坡-盆地相区 (库鲁克塔格-塔东地层分区)		
奥陶系	特马豆克阶	Ma	Ma	特马豆克阶	特马豆克阶	特马豆克阶	下奥陶统	蓬莱坝组	柯坪地层分区	蓬莱坝组	塔克拉玛干地层分区	辛格尔小区露头	却尔却克-塔东地层小区井下	
寒武系	第十阶	4.1	485.4	凤山阶	张夏阶	王村阶	上寒武统	丘里塔格组	阿瓦塔格组	丘里塔格组	阿瓦塔格组	突尔沙克塔格群	突尔沙克塔格群	
	江山阶	4.5	489.5	徐庄阶	台江阶									
	排碧阶	3.0	494	毛庄阶	都匀阶									
	古丈阶	3.5	497	龙王庙阶	南皋阶									
寒武系	鼓山阶	4.0	500.5	张夏阶	沧浪铺阶	南皋阶	中寒武统	阿瓦塔格组	阿瓦塔格组	肖尔布拉克组	肖尔布拉克组	西山布拉克组	雅尔当山组	
	第五阶	4.5	504.5	毛庄阶	第竹寺阶	玉尔吐斯组								玉尔吐斯组
	第四阶	5	509	龙王庙阶	梅树村阶	玉尔吐斯组								玉尔吐斯组
	第三阶	7	514	沧浪铺阶	晋宁阶	玉尔吐斯组								玉尔吐斯组
寒武系	第二阶	8	521	梅树村阶	晋宁阶	晋宁阶	下寒武统	阿瓦塔格组	阿瓦塔格组	肖尔布拉克组	肖尔布拉克组	西山布拉克组	雅尔当山组	
	幸运阶	12	529	晋宁阶	晋宁阶	玉尔吐斯组								玉尔吐斯组
埃迪卡拉系				震旦系		震旦系		震旦系	奇格布拉克组	震旦系	汉格尔乔克组	汉格尔乔克组	震旦系	

表 1-1-2 塔里木盆地寒武系多重地层划分对比及与国际国内标准对比表

[illegible]

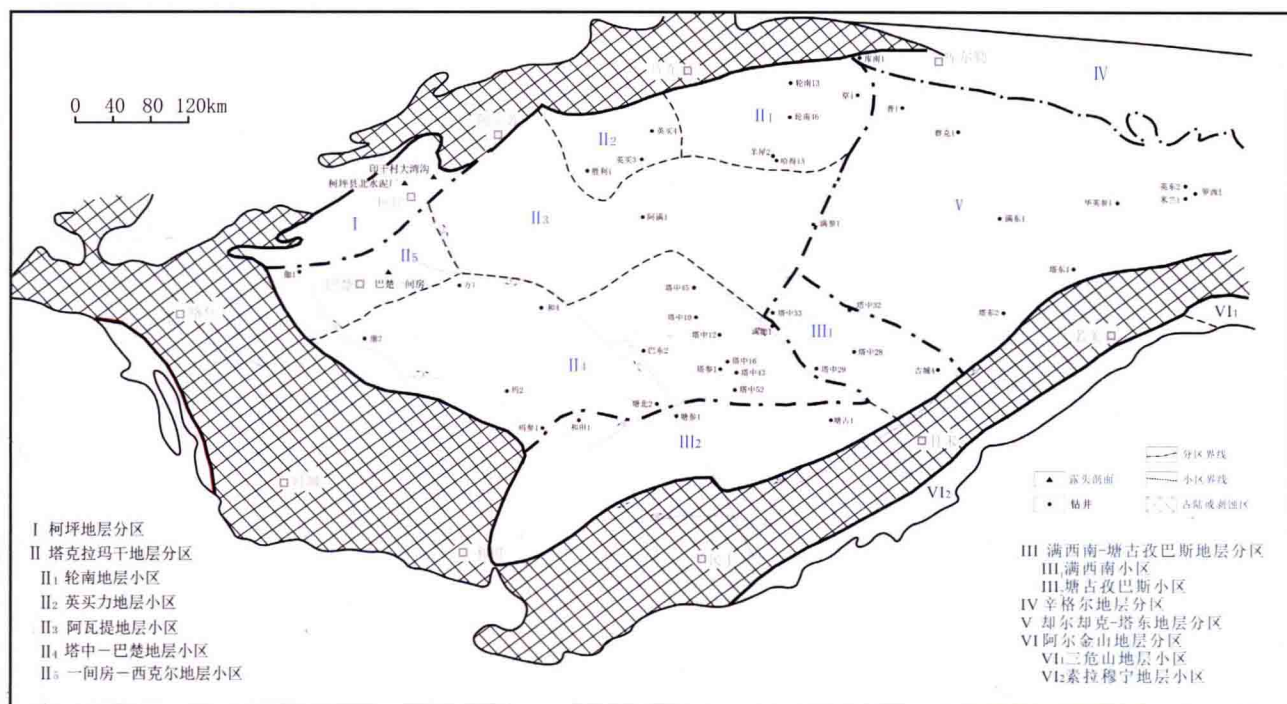


图1-1-2 塔里木盆地奥陶系区划图

区、满西南-塘古孜巴斯地层分区、却尔却克-塔东地层分区是本次研究的重点，其中满西南-塘古孜巴斯地层分区为新建地层分区。

(一) 岩石地层划分

重新厘定了蓬莱坝组、鹰山组、吐木休克组、良里格格组等的定义，并新建立了满西南组和铁热克阿瓦提组，由此建立了由19个地层单元组成的不同地层小区奥陶系的岩石地层划分系统，使得塔里木盆地岩石地层系统更加完善、合理和适用。

(二) 生物地层划分

奥陶系的化石门类多达十几个，其中笔石、牙形石为主导门类，另有几丁石、三叶虫是重要门类。考虑到各分区的奥陶纪地层因发育程度和所处相带的差异造成生物地层的划分也有不同，为方便生产应用，本章将先按地层分区进行生物地层划分（表1-1-3），在此基础上进行各地层分区、小区之间的对比、综合，并总结出一个代表全盆地的生物地层划分，并与我国北方标准划分作对比（表1-1-4）。

1. 柯坪地层分区

柯坪地层分区奥陶系中具有生物地层学意义的生物化石主要包括笔石、牙形石和几丁石，上述各门类均可建立相应的生物化石带。其中，笔石化石据前人的资料（乔新东，1986；周志毅等，1990，2000；张师本等，1991）总结提出了自下而上划分8个带的新意见（表1-1-3）。柯坪地层分区奥陶系（包括上寒武统顶部凤山阶）的牙形石自下而上可分为2个组合、14个带，基本可以对比到中国华北、南方或北美、欧洲。本次研究将几丁石自下而上分为13个带。其中有7个化石带具有洲际对比意义。

2. 塔克拉玛干地层分区

塔克拉玛干地层分区牙形石十分丰富，由于各地层小区地层发育的不同，可以按不同小区建立各自的生物化石带，如，一间房-西克尔地层小区可划分为2个组合，14个带；轮南地层小区有17个牙形石

表 1-1-3 塔里木盆地奥陶系主要化石带划分对比表

统阶	柯坪地层分区				塔克拉玛干地层分区				满西-南-唐古孜-巴斯地层分区				却尔却克-塔东地层分区			
	组	笔石带	牙形石带	几丁石带	组	牙形石/几丁石带	笔石带	几丁石带	组	笔石带	几丁石带	组	笔石带	几丁石带	组	笔石带
上奥陶统	赫南特组	Dicellograptus* complanatus	A. pyramidalis	未命名组	铁热克阿瓦提组	Dalmanitina (三叶虫)	笔石带	几丁石带	银屏山组	Tanuchitina sp. A	笔石带	却尔却克组	Dicellograptus complanatus	几丁石带	却尔却克组	Dicellograptus complanatus
	赫南特组	Orbograptus quadrimacronatus	A. politus	上部	铁热克阿瓦提组	Spinochitina tangourdai	笔石带	几丁石带	银屏山组	T. anticositensis	笔石带	却尔却克组	Nankinolithus	几丁石带	却尔却克组	Nankinolithus
	赫南特组				铁热克阿瓦提组	Conochitina sp. 2	笔石带	几丁石带	银屏山组	Belonechitina senta	笔石带	却尔却克组	Orbograptus quadrimacronatus	几丁石带	却尔却克组	Orbograptus quadrimacronatus
	赫南特组				铁热克阿瓦提组	Y. neimonguensis	笔石带	几丁石带	银屏山组	Calpichitina lata	笔石带	却尔却克组	Dicranograptus ramosus longicaulis	几丁石带	却尔却克组	Dicranograptus ramosus longicaulis
中奥陶统	艾家山组	Diplacanthograptus spiniferus	P. undatus	下部	艾家山组	B. confusus	笔石带	几丁石带	银屏山组	Calpichitina lata	笔石带	却尔却克组	Cy. mucosyensis	几丁石带	却尔却克组	Cy. mucosyensis
	艾家山组	Corynoides americanus	B. confusus		艾家山组	T. blanda	笔石带	几丁石带	银屏山组	Spherochitina graqui	笔石带	却尔却克组	Dicranograptus gracilis	几丁石带	却尔却克组	Dicranograptus gracilis
	艾家山组				艾家山组	B. compressa	笔石带	几丁石带	银屏山组	Hercichitina duplicitas	笔石带	却尔却克组	Glossograptus hucki	几丁石带	却尔却克组	Glossograptus hucki
	艾家山组				艾家山组	B. alabatus	笔石带	几丁石带	银屏山组	Belonechitina corobusta	笔石带	却尔却克组	Pseudoclimacograptus angulatus	几丁石带	却尔却克组	Pseudoclimacograptus angulatus
下奥陶统	艾家山组	Nemagraptus gracilis	B. variabilis		艾家山组	P. anserinus	笔石带	几丁石带	银屏山组	Spinachitina cylindrica	笔石带	却尔却克组	Undulograptus austroclavatus	几丁石带	却尔却克组	Undulograptus austroclavatus
	艾家山组	Glossograptus hucki	P. anserinus		艾家山组	P. serria	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组	Cardiograptus amplus	几丁石带	却尔却克组	Cardiograptus amplus
	艾家山组	Pterograptus elegans			艾家山组	E. crassus	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	
	艾家山组	Pseudomplexograptus confertus			艾家山组	L. variabilis	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	
寒武系	艾家山组				艾家山组	M. parva	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	
	艾家山组				艾家山组	S. chuxianensis	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	
	艾家山组				艾家山组	S. ens pinus	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	
	艾家山组				艾家山组	Tangshanoda sp.	笔石带	几丁石带	银屏山组		笔石带	却尔却克组		几丁石带	却尔却克组	

* 仅分布于乌什地区未命名组，其上部层位相当于铁热克阿瓦提组

表 1-1-4 塔里木盆地奥陶系多重地层划分及与国际国内标准对比表

年代地层 国际 统	生物地层		塔里木盆地综合		柯坪 地层分区	塔克拉玛干地层分区				塔西南-塔吉孜巴斯 地层分区		地 震 反 射 层	
	中国北方(全国地层委员会, 2014)	牙形石	笔石	牙形石	铁 热 克 阿 瓦 提 组 (上部)	一间房西 克尔小 区	轮南小区	英买力 小区	塔中-巴楚小区	满西南-塔吉孜巴斯 地层分区	却尔却克 塔东地层分区	地 震 反 射 层	三 级 层 序
上 统	赫南特阶		<i>Normalograptus persculptus</i>										
	赫南特阶		<i>Paracarthograptus poeificus</i>										
	钱塘江阶			<i>A. pyramidalis</i>									
	凯迪阶		<i>D. complanatus</i>										
中 统	艾家山阶		<i>Orthograptus quadrimucronatus</i>										
	桑比阶		<i>D. clingani</i> <i>C. americanus</i>										
	达瑞威尔阶		<i>N. bicornis</i>										
	达瑞威尔阶		<i>Nemagraptus gracilis</i>										
下 统	大坪阶		<i>Didymograptus muchisoni</i> <i>P. elegans</i>										
	弗洛阶		<i>Acrograptus confertus</i>										
	弗洛阶		<i>Undulograptus austrodenitatus</i>										
	大坪阶		<i>Car. amplius</i>										
寒武系	大坪阶		<i>Orcograptus</i>										
	弗洛阶		<i>E. abnormis</i> <i>E. hirundo</i>										
	弗洛阶		<i>Didymograptus bifidus</i>										
	弗洛阶		<i>T. fruticosus</i>										
寒武系	特马阶		<i>Tetragraptus approximatus</i>										
	特马阶		<i>Clongraptus</i>										
	特马阶		<i>Kiaero-graptus-Ad elongraptus</i>										
	豆厂阶		<i>Psigraptus</i>										
寒武系	豆厂阶		<i>Anisograptus matanensis</i>										
	豆厂阶		<i>R. parabola</i>										
	豆厂阶												
	豆厂阶		<i>Yosimuraspis</i>										

带；英买力地层小区可划分出13个牙形石带；塔中—巴楚地层小区发育1个组合和13个带，综合起来共有20个牙形石带（表1-1-3）；其中大部分可与国际标准对比（表1-1-4）。

3. 却尔却克—塔东地层分区

却尔却克—塔东地层分区主要化石门类包括笔石、牙形石和几丁石。其中，笔石（钟端等，1990；王朴等，1991；周志毅等，2001；贾承造等，2004）按露头 and 井下可分别划分13个带和1个带；牙形石，不同的学者有不同的划分（钟端等，1990；王志浩等，1998；周志毅等，2001；贾承造等，2004），本书综合分析了前人成果及赵宗举等（2006）新获得的牙形石资料划分了8个带；本项目首次对本区露头区的几丁石进行了系统研究，结合以往井下的资料（张师本等，2004），可分为8个几丁石带（表1-1-3）。

4. 满西南—塘古孜巴斯地层分区

满西南—塘古孜巴斯地层分区没有露头，所有化石均产自于钻井剖面，主要有牙形石，可划分出5个带。此外，还有9个几丁石带和3个笔石带。

（三）层序地层划分

将塔里木盆地奥陶系划分为8个三级层序，OSQ1对应于蓬莱坝组中上段、OSQ2对应于鹰山组下段、OSQ3对应于鹰山组上段、OSQ4对应于一间房组、OSQ5对应于吐木休克组、OSQ6对应于良里塔格组下段、OSQ7对应于良里塔格组上段和桑塔木组、OSQ8对应于铁热克阿瓦提组。

三、寒武系—奥陶系等时对比格架

（一）寒武系—奥陶系重要年代地层界线

1. 寒武系底界

柯坪地层分区寒武系底玉尔吐斯组下部产小壳化石 *Anabarites-Protohertzina* 带，可以对比到我国南方地区，时代为早寒武世梅树村期，但是否到寒武系的最底部仍有待进一步研究。玉尔吐斯组平行不整合于奇格布拉克组之上，后者岩性以薄—厚层状白云岩为特点，与含泥岩的吐尔吐斯组容易区分，奇格布拉克组产微古植物等化石，归于埃迪卡拉系（震旦系）上部。因此，在寒武系与埃迪卡拉系（震旦系）的界线置于玉尔吐斯组与奇格布拉克组之间是合适的。塔东地层分区下寒武统西山布拉克组平行不整合接触的是埃迪卡拉系汗格尔乔克组之上，前者以黑色硅质岩、火山岩、硅质岩等为特点，后者为混积岩，两者岩性界线清楚。因此，在塔里木盆地寒武系底界较容易划分。

2. 寒武/奥陶系界线

（1）库鲁克塔格—塔东地层分区

在库鲁克塔格—塔东地层分区，牙形石 *Cordylodus lindstromi* 带出现于突尔沙克塔格组上部（近顶部）（黄智斌、王振华等，2009；赵宗举等，2006）。*C. lindstromi* 带较 *Iapetognathus fluctivagus* 略低，说明该种的出现即已经接近寒武奥陶系界线，因此，在 *Iapetognathus fluctivagus* 带未发现的情况下，*C. lindstromi* 带可以大致作为奥陶系的底界。

（2）柯坪地层分区及塔克拉玛干地层分区一间房—西克尔地层小区

柯坪地层分区和塔克拉玛干地层分区一间房—西克尔地层小区露头剖面上确切无疑的下奥陶统牙形石 *Chonsonodina herfurthi* 带之下，到晚寒武世最晚期的 *Monocostodus sevierensis* 带之间还有上百米的地层，因此界线不能确切地划分。经过系统的碳、氧同位素地层学研究，并与国际寒武系、奥陶系界线层型剖面 and 国内外经典剖面的对比（图1-1-3），确定该界线位于蓬莱坝组下部，相当于柯坪县北水泥厂剖面的