

铀储层沉积学

——砂岩型铀矿勘查与开发的基础

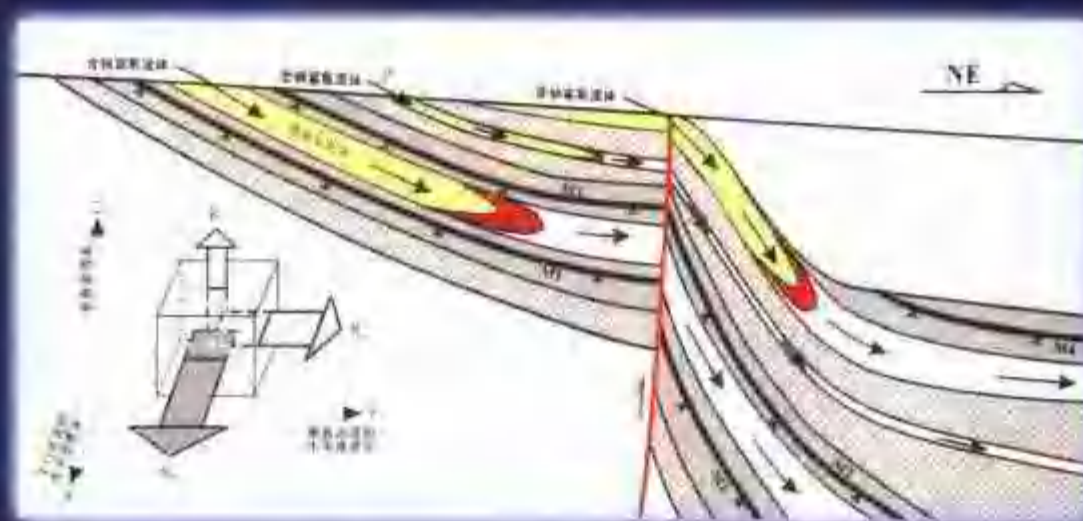
焦养泉 吴立群 杨生科 吕新彪 等著

地质出版社

SEDIMENTOLOGY OF URANIUM RESERVOIR

The Exploration and Production Base of Sandstone - type Uranium Deposits

Jiao Yangquan Wu Liqun Yang Shengke Lü Xinbiao and Others



Geological Publishing House
Beijing, 2006



ISBN 7-116-05022-1
P·2738 定价: 68.00 元

国家重点基础研究发展计划项目 (973 计划 -2003CB214600)
国土资源大调查地质调查项目 (20001010174003)
中国核工业地质局“十·五”重点项目 (HDKY2002050103)
中国地质大学(武汉)“211工程”国土资源勘查评价学科群
中国地质大学“地质过程与矿产资源”国家重点实验室
中国地质大学(武汉)学术著作出版基金

联合资助

铀储层沉积学

——砂岩型铀矿勘查与开发的基础

焦养泉 吴立群 杨生科 吕新彪 著
杨 琴 王正海 王敏芳

参加研究的历届研究生和本科生

王正海	杨 琴	原海涛	吴立群	张承泽	王敏芳	徐志诚
王世虎	杨 赏	程锦翔	李 荣	荣 辉	王 瑞	邱晓峰
邓 兵	谢久兵	刘艳荣	侯艳平	张青林	孔凡凡	汪小妹

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

铀储层是砂岩型铀矿勘查与开发的目标层/铀矿化层。本书系统地阐述了砂岩型铀矿储层研究的主要内容,如铀储层空间定位、铀储层成因解释、铀储层结构特征、铀储层品质评价,以及沉积作用控制下的铀成矿机理等。其最大特色在于通过对中国西北地区典型实例剖析,系统总结了铀储层沉积学研究的原理、方法和工作流程,同时应用空间信息可视化技术对铀储层及相关地质结构进行了三维可视化表征。

本书可供从事砂岩型铀矿勘查与开发的科技人员、生产技术人员和大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

铀储层沉积学:砂岩型铀矿勘查与开发的基础/焦养泉等著. —北京:地质出版社, 2006. 4
ISBN 7-116-05022-1

I. 铀... II. 焦... III. ①砂岩型铀矿床—储集层—沉积学②砂岩型铀矿床—地质勘探③砂岩型铀矿床—铀矿开采 IV. P619.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 119606 号

YOU CHUCENG CHENJIXUE——SHAYANXING YOUKUANG KANCHA YU
KAIFA DE JICHU

责任编辑:郝梓国 郝秀荣

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

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324557 (编辑室)

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:787mm × 1092mm¹/₁₆

印 张:22

字 数:532 千字

印 数:1—800 册

版 次:2006 年 4 月北京第一版·第一次印刷

定 价:68.00 元

ISBN 7-116-05022-1/P·2738

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

序

随着能源工业的快速发展和人们对能源需求的日益增加，各类能源矿产都面临着许多急需解决的重大课题。铀矿就是一种既关系到国家安全又十分短缺的战略性能源资源。自 20 世纪 80 年代中期以来，核能的商业利用在全球迅速增长，已被视为一个国家文明和发达的重要标志之一。我国的铀矿勘查在 20 世纪 80 年代末到 90 年代初发生了由岩浆岩型到砂岩型的重大转型。转型伊始，作者敏锐地感到沉积学将在砂岩型铀矿勘探中大有用武之地，于是作者及其所领导的科研集体在这一崭新的领域开始了卓有成效的探索。

如今，作者创造性地将盆地分析理论成功地应用于砂岩型铀矿勘探中，在核工业地质领域树立了良好的典范。中国核工业地质局曾于 2001 年 3 月 5 日专门致信学校，对作者在“吐哈盆地国土调查科研项目”中所作出的贡献给予表彰，同年 9 月 11 日人民日报海外版也做了报道。

作者在研究过程中创造性地提出了“砂岩型铀矿储层”的概念，并在该专著中对其基本原理、研究内容、工作方法和技术思路进行了系统总结，从沉积学的角度深刻剖析了砂岩型铀矿的形成机理。正如中国地质大学学术著作出版基金校外匿名评议所说的那样：“‘铀储层’概念的提出有重大创新，铀储层的空间定位预测、铀储层结构特征分析以及铀储层储矿机理等研究方法有较大创新”。我深感本专著从内容到形式，从文字到图表，从资料分析到理论认识，都具有较高的水平，在一些学术思想和技术方法上有所突破。作者站在国家能源需求层面上所做出的原创性贡献，不仅对于产业

部门从事砂岩型铀矿勘探与开发具有指导意义，同时对于促进一个新的学科生长点提供了必要条件，这也是对“矿产普查与勘探”和“非传统矿产资源开发”学科的有益补充。本专著不仅体现了沉积学基础研究与应用研究的紧密结合，同时也体现了高等院校和生产部门的良好协作，它是作者通过多年实践总结的一项重要科研成果。因此，它是一部具有现代水平的，具有学科交叉特色的，符合我国当前铀矿地质工作者需要的重要著作。它的面世对于砂岩型铀矿勘探和开发必将起到积极的推动作用，也必然深受广大铀矿地质工作者和沉积学工作者的欢迎和重视。

应该指出，砂岩型铀矿的研究还是一个崭新的领域，虽然目前对本类型铀矿的赋存条件、成矿作用等研究已有长足进展，但是对于沉积盆地中多种砂岩型铀矿床共生富集规律以及宏观预测等问题仍处在探索阶段，一些古老砂岩型铀矿如何保存与改造等过程和机理尚不明晰。因此，仍有待在扎实的沉积学理论研究和深入的沉积盆地分析基础上，坚持长期不懈的努力，解决不断出现的新问题，以促进该学科更加趋于成熟和稳定。

沉积学与人类生存密切相关，我们期待有更多将沉积学理论成功地应用于解决国民经济建设中实际问题的佳作问世。

中国科学院院士



2006年1月12日

前 言

能源矿产是人类赖以生存的重要资源，在世界性能源资源日益紧张背景下，国家从经济可持续发展和安全战略等因素考虑，及时进行了能源政策的调整，加强研究和开发多种能源，实现各种能源间的互补和替代，从而有效地改善我国能源矿产短缺的现状，铀矿便是重点勘查和开发的能源矿种之一。

砂岩型铀矿作为铀矿的重要组成部分，在我国北方具有较大的资源潜力。自 20 世纪 90 年代初开始，国家投入了巨额资金从事砂岩型铀矿勘查，十余年间核工业的地质学家和勘探家先后建立了伊犁盆地、吐哈盆地和鄂尔多斯盆地三个大型砂岩型铀矿基地。

砂岩型铀矿赋存于沉积盆地之中，这为沉积学家带来了机遇。面对这个崭新的领域，作者集体有幸参与了吐哈盆地而南缘和鄂尔多斯盆地东北部两个铀矿基地的建设，并尝试性地将盆地分析理论应用于砂岩型铀矿勘查中。研究过程中，作者发现控制砂岩型铀矿形成的地质因素多种多样，但是结构和规模适中的骨架砂体是铀成矿的最基本条件和必备因素，因为“砂体既是铀成矿流体的运替输导通道，也是铀成矿的储集空间（焦养泉等，2005a；Jiao et al., 2005a）”。实际上就是砂岩型铀矿的储层，于是砂岩型铀矿储层的概念便应运面生——砂岩型铀矿储层特指在沉积盆地中能提供铀成矿流体运移和铀矿储存的空间（砂体），简称铀储层。

对铀储层沉积学的研究，既有助于铀储层的识别、铀储层的空间定位和铀储层的成因解释，同时也有助于铀储层内部复杂结构的精细解剖和品质评价。所以，铀储层沉积学研究不仅能够有效地指

导砂岩型铀矿的勘查，而且也能指导砂岩型铀矿的开发，同时能借以阐明沉积作用控制下的铀成矿机理。

本专著系多个科研项目与多篇学术和学位论文综合提炼而成。代表性的基础素材包括“吐哈盆地西南缘砂岩型铀矿远景区水西沟群层序地层与沉积体系分析（国土资源大调查地质调查项目专题）”、“鄂尔多斯盆地东北部侏罗系含铀目标层层序地层与沉积体系分析（中国核工业地质局“十五”重点生产科研项目子课题）”、“克拉玛依油田露头区克拉玛依组层序地层、沉积体系和储层地质模型研究（中国地质大学博士学位论文）”和“Architectural Units and Heterogeneity of Channel Reservoirs in Karamay Formation, Outcrop Area of Karamay Oilfield, Junggar Basin, Northwest of China. (AAPG Bulletin, SCI 和 EI 收录论文)”等。本书编写的动机主要在于系统总结砂岩型铀矿储层沉积学的研究思路，提供示范性实例剖析，总结沉积作用控制下的砂岩型铀矿成矿模式。所以本专著的主要功能在于理论性总结和方法指导。在编写过程中，作者特别注意了图文并茂的行文风格，借用丰富的图表表达地质规律和地质思维，这也是作者一向追求的风格，相信它对于读者和初学者能起到模仿与示范作用。

本专著由五篇十四章构成。第一篇铀储层分析原理，主要介绍了铀储层概念和研究思路，以及铀储层沉积学研究的几个核心问题与研究方法。第二篇，通过对克拉玛依露头储层的精细解剖，阐明了储层内部结构与非均质性的基本特点，它为揭示铀储层内部结构的复杂性，并进行铀储层品质评价提供了一个良好的范例。第三篇和第四篇则偏重于具体应用，并适当地探讨了沉积作用控制下的铀成矿机理。第三篇，针对吐哈盆地西南缘铀矿勘查所面临的地层问题进行了详细的地层学研究。指出了铀储层的最佳产出层位和成因，研究认为小层序是砂岩型铀矿勘查评价的基本地层单位，同时

还探讨了铀储层的品质特征。第四篇，主要针对鄂尔多斯盆地东北部铀储层的定位预测，重点进行了系统的砂分散体系研究和合理的成因解释。更进一步的研究认为砂体内部的非均质性与铀成矿有着密切关系，它通过对铀成矿流体运移状态（分流和减速）的影响从而实现了对铀成矿的控制。第五篇，作者尝试性地将空间信息三维可视化技术应用于砂岩型铀矿研究中，虽然应用程度有限，但毕竟是一个良好的开端。

本专著由焦养泉组织策划并定稿，其中第一篇、第二篇和第三篇由焦养泉执笔编写和整理，第四篇和第五篇由吴立群执笔编写和整理，杨生科承担了全部三维可视化建模工作和计算机制图工作，吕新彪参与了早期吐哈盆地西南缘铀矿基地的部分研究工作。研究集体中的历届研究生和本科生参加辅助性的研究工作。所以，本书是集体智慧的结晶。书稿完成后，郑大瑜教授级高工和彭新建研究员审阅了全书，给予了严格把关并提出了建设性的修改意见。赵鹏大院士对此项研究成果给予充分肯定，并为本书作序，他给予的宏观指导将是作者今后努力的方向。

目前，关于砂岩型铀矿储层沉积学的研究工作尚在持续进行，对阶段性的总结难免存在不足之处，欢迎读者批评指正。如果您有好的建议或意见请与我联系，我的电子邮箱是 yqjiao@cug.edu.cn。

焦养泉

2006年1月10日

致 谢

铀储层沉积学的研究得到了中国地质调查局资源调查部、中国核工业地质局、核工业北京地质研究院、核工业 203 研究所、核工业 208 大队和中国地质大学（武汉）的大力支持，早期的露头储层结构研究还得到了原新疆石油管理局勘探开发科学研究院的立项资助，作者对此致以衷心感谢。

作者特别感谢王瑞江、郑大瑜、赵鹏大、李思田、李德连、陈跃辉、张金带、姚书振、李子颖、刘池阳、简晓飞、李友良、陈安平、李占双、杨瑞麒、彭云彪、权建平、朗凤江、颜佳新、徐高中、周巧生、牟长林、周维勋、苗爱生、王金平、李占游、杨建新和刘忠厚等专家长期以来对本项研究给予的高度重视与指导。

目 录

序
前 言
致 谢

第一篇 铀储层分析原理

第一章 铀储层概念及其研究思路	(3)
一、铀储层概念与研究意义	(3)
二、研究内容与思路	(5)
第二章 铀储层空间定位与成因分析	(6)
第一节 铀储层空间定位分析	(6)
一、层序地层学——铀储层垂向定位	(6)
二、砂分散体系表征——铀储层平面定位	(6)
第二节 铀储层的成因解释	(9)
第三章 铀储层结构分析与品质评价	(12)
第一节 储层沉积非均质性	(12)
一、储层沉积非均质性的特点	(12)
二、储层沉积非均质性分析方法	(14)
三、储层沉积非均质性研究重点	(17)
第二节 储层物性非均质性	(22)
一、沉积体系级大尺度储层物性非均质性	(22)
二、成因相级中尺度储层物性非均质性	(23)
三、岩心级微尺度储层物性非均质性	(27)
第三节 储层成岩非均质性	(28)
第四节 沉积作用控制下的铀成矿的一般规律	(29)

第二篇 储层内部结构与非均质性 ——克拉玛依露头储层精细解剖

第四章 露头层序地层与沉积体系分析	(37)
第一节 露头层序地层分析	(39)
一、盆地西北缘中生代构造层序结构	(39)
二、克拉玛依组层序地层结构	(41)
第二节 沉积体系分析与潜在储层定位	(46)
一 沉积体系分析	(46)

二、储层类型与空间定位	(56)
第五章 河道储层非均质性	(61)
第一节 储层沉积非均质性	(61)
一、砾质低弯度河道储层结构	(61)
二、砂质—砾质分流河道储层结构	(63)
三、砂质分流河道储层结构	(66)
四、河道储层内部构成格架模型	(69)
第二节 储层成岩非均质性与热流体事件	(71)
一、成岩作用类型与成岩序列	(71)
二、成岩作用对储层的影响	(74)
三、成岩热流体活动	(74)
第三节 储层物性非均质性	(76)
一、微尺度(岩心级)储层物性非均质性	(77)
二、中尺度(河道级)储层物性非均质性	(78)
三、大尺度(沉积体系级)储层物性非均质性	(79)
四、砂—砾质分流河道储层物性非均质模型	(82)

第三篇 铀储层及成矿空间定位预测 1

——吐哈盆地典型解剖

第六章 岩石地层结构与层序地层格架	(87)
第一节 铀成矿层位标定与岩石地层结构	(87)
一、地层时代判别——生物地层学	(87)
二、岩石地层结构特征——区域地层对比	(91)
三、泥岩矿物学与元素地球化学特征——地层对比的辅助标志	(98)
第二节 水西沟群层序地层格架	(106)
一、标志层	(106)
二、层序界面特征与层序单元划分	(108)
三、层序对比与断裂分析	(111)
第七章 层序构成、成因解释与铀储层定位	(118)
第一节 沉积体系分析	(118)
一、深切谷型河流沉积体系	(118)
二、湖泊沉积体系	(121)
三、湖泊三角洲沉积体系	(122)
四、辫状河沉积体系	(128)
五、辫状河三角洲沉积体系	(133)
六、泥岩元素的沉积环境信息	(142)
第二节 沉积体系域重建	(147)
一、层序 I (八道湾组) 内部构成	(149)
二、层序 II (三工河组) 内部构成	(152)

三、层序Ⅲ（西山窑组）内部构成	(154)
第三节 铀储层定位与成矿规律	(162)
第八章 小层序精细解剖与含矿性分析	(168)
第一节 层序Ⅲ—IST 精细解剖与含矿性分析	(169)
一、小层序划分与对比	(169)
二、小层序基本特征与含矿性	(171)
第二节 层序Ⅲ—EST 精细解剖与含矿性分析	(178)
一、小层序划分与对比	(178)
二、小层序基本特征与含矿性	(180)
第三节 小层序成矿规律	(187)
第九章 铀储层特征与成岩作用	(189)
第一节 铀储层孔隙结构	(189)
一、孔隙类型	(189)
二、孔隙特征	(189)
三、喉道特征	(193)
第二节 铀储层物性非均质性	(194)
一、铀储层物性基本面貌	(194)
二、铀储层物性与沉积体系和岩性相的关系	(197)
三、铀储层物性在垂向上及成矿带中的变化规律	(199)
第三节 铀储层中钙质结核分布规律与成因分析	(202)
一、钙质结核成因分类	(202)
二、钙质成岩结核的产状与成因分析	(203)
三、钙质胶结作用的成岩环境	(204)

第四篇 铀储层及成矿空间定位预测 2

——鄂尔多斯盆地典型解剖

第十章 含铀目标层系地层结构与层序地层格架	(213)
第一节 盆地东北部侏罗系地层结构	(213)
一、延安组地层结构	(213)
二、直罗组地层结构	(214)
三、安定组地层结构	(233)
第二节 直罗组层序地层格架	(233)
第三节 主要含铀目标层空间展布规律	(237)
第十一章 盆地东北部铀储层空间形态与成因解释	(240)
第一节 铀储层空间形态	(240)
一、直罗组下段的下亚段砂分散体系	(240)
二、直罗组下段的上亚段砂分散体系	(243)
第二节 铀储层成因解释	(243)
一、直罗组下段的下亚段沉积体系域重建	(243)

二、直罗组下段的上亚段沉积体系域重建	(250)
三、直罗组下段物源分析	(265)
第十二章 盆地东北部铀成矿规律典型解剖	(268)
第一节 典型解剖区地层格架和空间展布规律	(268)
一、地层对比	(268)
二、地层空间展布规律	(268)
第二节 砂分散体系特征	(273)
一、直罗组下段的下亚段砂体厚度与含砂率	(273)
二、直罗组下段的上亚段砂体厚度与含砂率	(274)
三、直罗组中段砂体厚度与含砂率	(274)
四、直罗组上段砂体厚度	(277)
第三节 沉积体系域重建	(277)
一、直罗组下段的下亚段沉积体系域重建	(278)
二、直罗组下段的上亚段沉积体系域重建	(279)
三、直罗组中段沉积体系域重建	(279)
四、直罗组上段沉积体系域重建	(282)
第四节 铀储层非均质性与铀成矿关系	(282)
一、铀储层平面非均质性与铀成矿关系	(282)
二、铀储层垂向非均质性与铀成矿关系	(284)
第五节 沉积作用控制下的铀成矿规律	(288)
第十三章 远景区成矿预测	(293)
第一节 盆地东北部直罗组下段铀成矿前景分析	(293)
第二节 盆地东北部延安组铀成矿前景分析	(295)
一、延安组第 V 成因地层单元空间形态及成因	(295)
二、延安组第 V 成因地层单元铀异常分布规律	(296)
第三节 盆地西缘灵武地区侏罗系铀成矿前景分析	(298)
一、直罗组地层结构及骨架砂体空间形态与成因分析	(298)
二、铀富集规律与空间预测	(301)

第五第 铀储层及相关地质结构三维可视化表征

第十四章 铀储层及其地质结构三维可视化表征	(307)
第一节 吐哈盆地铀矿区地质结构三维可视化表征	(308)
一、地表模型单元集	(308)
二、地下模型单元集	(311)
第二节 鄂尔多斯盆地东北部铀储层及其地质结构三维可视化表征	(316)
一、地表模型单元集	(316)
二、地下模型单元集	(319)
参考文献	(327)

Contents

Preface

Foreword

Acknowledgements

Part 1 Principles of Uranium Reservoir Research

Chapter 1	Conceptions of uranium reservoir and research methods	(3)
1	Conceptions of uranium reservoir and research purposes	(3)
2	Contents and methods of uranium reservoir research	(5)
Chapter 2	Spatial orientation and genetic analysis of uranium reservoir	(6)
Section 1	Spatial orientation of uranium reservoir	(6)
1	Sequence stratigraphy—vertical orientation of uranium reservoir	(6)
2	Sand distributed system research—plane orientation of uranium reservoir	(6)
Section 2	Genetic explanation of uranium reservoir	(9)
Chapter 3	Structure analysis and quality evaluation of uranium reservoir	(12)
Section 1	Depositional heterogeneity of reservoir	(12)
1	Characteristics of depositional heterogeneity of reservoir	(12)
2	Research methods of depositional heterogeneity of reservoir	(14)
3	Emphases of depositional heterogeneity research of reservoir	(17)
Section 2	The heterogeneity of porosity and permeability of reservoir	(22)
1	The heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of depositional system	(22)
2	The heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of genetic facies	(23)
3	The heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of core	(27)
Section 3	Diagenetic heterogeneity of reservoir	(28)
Section 4	Uranium metallogenetic rules controlled by depositional process	(29)

Part 2 Internal Architecture and Heterogeneity of Reservoir: detailed Investigation of Outcrop Reservoir in Karamay Oilfield

Chapter 4	Outcrop sequence stratigraphy and sedimentary system analysis	(37)
Section 1	Outcrop sequence stratigraphic research	(39)
1	Mesozoic tectonic sequence in the northwest margin of Junggar basin	(39)

2	Sequence stratigraphic framework of Karamay Formation	(41)
Section 2	Sedimentary system analysis and spatial orientation of potential reservoir ...	(46)
1	Sedimentary system analysis	(46)
2	Reservoir patterns and spatial orientation	(56)
Chapter 5	The heterogeneity of channel reservoir	(61)
Section 1	Depositional heterogeneity of reservoir	(61)
1	Reservoir architecture of pebbly low – sinuosity channel	(61)
2	Reservoir architecture of sandy – pebbly distributary channel	(63)
3	Reservoir architecture of sandy distributary channel	(66)
4	Internal architectural models of channel reservoir	(69)
Section 2	Diagenetic heterogeneity of reservoir and hot fluid event	(71)
1	The types of diagenesis and diagenetic sequence	(71)
2	The influence of diagenesis on reservoir	(74)
3	Hot fluid activity connected with diagenesis	(74)
Section 3	Heterogeneity of porosity and permeability of reservoir	(76)
1	Heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of core	(77)
2	Heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of genetic facies	(78)
3	Heterogeneity of porosity and permeability of reservoir on the scale of depositional system	(79)
4	Heterogenic models of porosity and permeability of sandy – pebbly distributary channels	(82)

Part 3 Prediction of Uranium Reservoir and Spatial Orientation of Uranium Mineralization : A Case Study of Turpan – Hami Basin

Chapter 6	Lithologic stratigraphic architecture and sequence stratigraphic framework	(87)
Section 1	Identification of uranium mineralized strata and lithologic stratigraphic architecture	(87)
1	Research of stratigraphic age——biostratigraphy	(87)
2	Lithologic stratigraphic architecture——regional strata correlation	(91)
3	Mudstone mineralogy and element geochemistry characteristics——accessorial signs of strata correlation	(98)
Section 2	Sequence stratigraphic framework of Shuixigou Group	(106)
1	Main marker beds	(106)
2	Characteristics of sequence interfaces and classification of sequence units	(108)
3	Sequence correlation and fault analysis	(111)
Chapter 7	Sequence structure, genesis and uranium reservoir orientation	(118)
Section 1	Depositional system analysis	(118)

1	Incised valley – type stream depositional system	(118)
2	Lacustrine depositional system	(121)
3	Lacustrine delta depositional system	(122)
4	Braided stream depositional system	(128)
5	Braided stream delta depositional system	(133)
6	Depositional environment information of mudstone element	(142)
Section 2	Reconstruction of depositional system tract	(147)
1	Internal architecture of sequence I	(149)
2	Internal architecture of sequence II	(152)
3	Internal architecture of sequence III	(154)
Section 3	Uranium reservoir orientation and metallogenetic rules	(162)
Chapter 8	Detailed investigation and ore bearing research of parasequence	(168)
Section 1	Detailed investigation and ore bearing research of lowstand systems tract of sequence III	(169)
1	Classification and correlation of parasequence	(169)
2	Basic characteristics and ore bearing research of parasequence	(171)
Section 2	Detailed investigation and ore bearing research of lacustrine – expanding systems tract of sequence III	(178)
1	Classification and correlation of parasequence	(178)
2	Basic characteristics and ore bearing research of parasequence	(180)
Section 3	Metallogenetic rules of parasequence	(187)
Chapter 9	Characteristics of uranium reservoir and diagenesis	(189)
Section 1	Pore structure of uranium reservoir	(189)
1	Pore patterns	(189)
2	Pore characteristics	(189)
3	Throat characteristics	(193)
Section 2	Heterogeneity of porosity and permeability of uranium reservoir	(194)
1	Basic characteristics of porosity and permeability of uranium reservoir	(194)
2	The relationship among depositional system, lithofacies and porosity and permeability of uranium reservoir	(197)
3	Changing rules of porosity and permeability of uranium reservoir in vertical sequence and mineralize zone	(199)
Section 3	Distributional characteristics and genetic analysis of calcium concretion in uranium reservoir	(202)
1	Genetic classification of calcium concretion	(202)
2	Attitude and genetic analysis of calcium subsequent concretion	(203)
3	Diagenetic environment of calcium cementation	(204)