
项目名称： 中国海相碳酸盐岩层系油气富集机理与
分布预测

首席科学家： 金之钧 中国石油化工股份有限公司石
油勘探开发研究院

起止年限： 2005.12 至 2010.11

依托部门： 中国石油化工集团公司 中国科学院

一、研究内容

1.拟解决的关键科学问题

根据我国海相碳酸盐岩发育区的具体地质条件和国内外研究现状,本项目将“多期构造活动背景下海相碳酸盐岩层系油气聚散机理与富集规律”作为核心科学问题,拟解决以下三个层面的关键科学问题:

(1)中国海相碳酸盐岩层系演化的关键构造事件与多元生烃作用机理及有效性

构造演化的控制作用贯穿于成盆-成烃-成藏的全过程,反映在三个方面:①典型海相碳酸盐岩层系的构造演化及关键构造事件;②海相碳酸盐岩层系发育区地壳热结构、热史及其与关键构造事件的关系;③海相碳酸盐岩层系多期构造演化历史中的多元生烃作用机理及有效性。中国海相碳酸盐岩层系经历了多期构造演化,决定了生烃作用的多元性,即现今油气既可以来源于海相泥岩和碳酸盐岩干酪根,亦可以来源于烃源岩沥青和储层沥青,还可以来源于已聚集油气的裂解。因此,研究中国海相碳酸盐岩层系的油气成藏与分布不仅需要研究干酪根的多次生烃历史,而且必须研究不同演化阶段的烃源岩沥青和不同成因类型的储层沥青的热解生烃作用与已聚集油气的热裂解,研究不同来源烃类对现今油气藏的贡献及识别标志。

(2)中国海相碳酸盐岩层系油气输导体系演化与运聚机理

在烃源充足的条件下,油气输导体系演化及聚集过程决定了油气的分布,是研究海相碳酸盐岩层系油气富集与分布的关键之一,其中包括两个方面的问题:①优质碳酸盐岩储层/输导层构成、发育、演化及保存机理。碳酸盐岩的储集/输导空间可以形成于原始沉积阶段、浅埋藏-深埋藏阶段和表生作用阶段,且不同阶段、不同成因机制下形成的输导/储集空间可以叠加改造,深入研究优质碳酸盐岩储层/输导层的发育机理(特别是多期次溶蚀-充填复合叠加作用和深埋白云化作用)是构筑流体输导体系、认识油气富集规律的基础;②不同碳酸盐岩输导体系中的油气运聚机理。流体流动和油气运移机理是盆地动力学的重要研究内容和国际地学界高度重视的跨学科前沿研究领域。已有的地质观测和模拟实验研究主要针对碎屑岩孔隙介质,而不同类型碳酸盐岩输导介质中的流体流动和油气运移机理是目前研究的薄弱环节。不同类型输导介质中流体和油气的运移方式和速率、碳酸盐岩层系油气的优势运移通道及其控制因素和示踪技术均有待系统研究。

(3)中国海相碳酸盐岩层系油气多期成藏与保存机理

我国海相碳酸盐岩层系处在叠合盆地的深部,多套烃源岩在长达数亿年的地质历史中所发生的多次生排烃过程为碳酸盐岩层系多源、多期成藏创造了条件。如前所述,与国外碳酸盐岩含油气盆地相比,多源、多期成藏是我国叠合盆地碳酸盐岩层系油气成藏的最重要特征之一,准确厘定我国海相碳酸盐岩层系油气成藏期次、理清油气源,是认识我国海相碳酸盐岩层系油气富集规律的基础。另外,

我国海相碳酸盐岩层系形成年代老,经历了多期构造变动,油气藏改造现象普遍。因此,后期保存条件是制约我国海相碳酸盐岩层系油气富集的关键。具体来说又包括三个方面,即构造活动对油气藏破坏与保存分区性的差异作用机制、不同成藏期盖层类型及其封闭机制、深层原油裂解气的温压环境及流体与盖层岩石相互作用机制。

2.主要研究内容

围绕上述关键科学问题,本项目拟以四川盆地和塔里木盆地为主要研究区,重点研究以下四项内容:

(1)海相碳酸盐岩层系形成环境和后期演化

以海相碳酸盐岩层系构造演化、热史及烃源物质的演化和生烃史为核心,研究中新生代构造变形、构造演化历史差异分区及关键构造事件;研究主要不整合的性质和构造演化特征,探索不整合剥蚀量恢复方法,研究不整合发育过程对碳酸盐岩生烃史的影响;通过综合地球物理手段研究盆山系统的深部构造和热结构。采用伊利石结晶度、激光拉曼光谱、岩石声发射等指标进一步探索中国下古生界碳酸盐岩成熟度/古温标,为地层剥蚀量和热史恢复奠定基础;从全球变化、区域构造运动、沉积环境响应的角度揭示烃源岩有机质富集和贫化机理,建立优质海相烃源岩发育的构造-环境模式和分布预测模型;在碳酸盐岩有机质成熟度分析的基础上,分析碳酸盐岩有机质二次成烃作用。通过对碳酸盐岩有机质、源岩沥青、储层沥青及原油的生烃动力学-热力学分析,建立生排烃模式及原油稳定性预测与原油裂解气评价,完善中国海相碳酸盐岩层系生烃理论。分析碳酸盐岩储层中不同期次油气包裹体的分子地球化学特征及不同期次油气包裹体形成的古温度、古压力条件,恢复碳酸盐岩层系油气成藏历史或调整、改造、破坏历史。

(2)优质海相碳酸盐岩储层发育和保存机理与预测方法

从碳酸盐岩储层发育机理和地球物理响应两方面开展研究,预测优质海相碳酸盐岩储层的分布,建立不同成因类型优质储层的时空组合和分布模式。在储层发育方面,系统研究碳酸盐岩储层形成演化和叠加改造的主控因素,解剖表生岩溶作用、深埋溶蚀作用和白云岩化作用的特点、条件和机理,分析溶蚀-沉淀作用发生的条件和场所,建立碳酸盐岩储层多成因复合发育模式,总结储层分布规律,预测优质碳酸盐岩储层发育区带。在优质碳酸盐岩储层地球物理识别方面,围绕碳酸盐岩非均质储层描述,开展地震波场响应机理、特征分析与参数提取的基础理论研究。对于西部塔里木盆地不规则碳酸盐岩缝洞储层及似层状白云岩储层,围绕复杂地震波场解析,在盆地奥陶系碳酸盐岩岩石物理学特征分析的基础上,通过地震波场正演和叠前地震属性提取,探索非均质储层的地震响应机理与分析描述的基础理论方法;针对碳酸盐岩以次生孔、洞、缝复合型储层为主、储层非均质性强等特征,在储层沉积发育分布特征地质认识指导下,综合测井资料、VSP地震资料,进行多分量与多属性地震波场分析反演研究,预测高孔隙型储层与缝洞型储层的精细结构和分布规律。

(3)海相碳酸盐岩层系油气输导体系演化与运聚机理

在油气输导体系及演化方面,重点研究典型地区现今油气输导体系类型及分布;恢复和重建主生排烃期烃源岩与主要输导层/储层的配置关系和流体输导系统;研究晚期构造活动对流体输导系统的叠加改造作用。在油气运聚机理方面,通过光蚀刻模型等物理模拟实验和数值模拟研究非孔隙介质特别是裂隙介质油气的运移过程、控制因素和机理;通过压力/应力计算、碳酸盐岩抗张强度测试和岩石流体力学行为分析,研究不同压力/应力环境碳酸盐岩的流体力学行为和流体释放过程;在输导体系格架下研究碳酸盐岩中流体流动和油气运移的物质记录 and 地质-地球化学响应,确定流体流动和油气运移期次及其与构造演化的关系;在输导体系及其演化分析的基础上,通过流体动力学预测和地球化学示踪分析,研究流体流动样式和油气运移路径,阐明不同构造活动期油气的优势运移通道及油气聚集或散失的制约因素;通过成藏年代测试和烃源岩生、排烃史分析,研究油气成藏史,揭示构造演化与烃源岩生排烃的匹配关系;综合油气成藏的时间、过程和路径,建立海相碳酸盐岩层系多源多期油气复合成藏的定性-半定量模型。

(4)海相碳酸盐岩层系油气保存机理、富集规律与远景预测

从圈闭形成机理与组合模式、盖层多样性与油气保存条件、油气藏组合类型与分布等三个方面研究中国海相碳酸盐岩层系油气富集规律、预测油气富集区带。多期演化过程中油气的保存条件是揭示油气富集规律的关键。研究海相碳酸盐岩层系泥岩、碳酸盐岩、膏盐岩盖层的分布、封闭机理及有效性,研究并确定关键构造变革期次、性质和强度,分析关键构造变革期构造变形对区域盖层差异保存机理的制约,探讨海相碳酸盐岩层系多期不整合对盖层宏观分布和保存的控制模式。通过与碎屑岩层系的比较及与国外海相碳酸盐岩层系的比较,总结海相碳酸盐岩层系油气富集规律,建立中国海相碳酸盐岩层系油气成藏模式,优选海相碳酸盐岩层系油气勘探领域,提出勘探战略选区。

二、预期目标

1.总体目标

本项目的总体目标是重建中国海相碳酸盐岩层系形成环境和演化历史,阐明中国海相碳酸盐岩层系烃源条件、优质储层发育和保存条件及油气运聚机理,确定中国海相碳酸盐岩层系油气成藏历史、有效成藏期和后期保存条件,遴选海相碳酸盐岩层系油气勘探战略基地,为实现我国海相油气勘探的更大突破提供理论基础和支撑技术。具体包括:

(1) 发展和完善海相碳酸盐岩油气成藏理论,在多期构造活动背景下的海相碳酸盐岩油气成藏研究领域处于国际前沿。为在今后 10-15 年内发现 20 亿吨石油和 20000 亿立方米天然气提供理论支持。

(2) 形成我国海相碳酸盐岩层系油气分布预测评价方法,落实油气勘探战略选区,为发现新的塔河油田和普光气田规模的特大型油气田指明勘探方向。

(3) 发表一批高质量的 SCI 和 EI 论文, 形成一支在国际上有重要影响的研究队伍。

2. 五年预期目标

按照科技部对国家 973 计划项目实行“2+3”管理的模式, 项目的总目标将分两个阶段完成。

项目执行的前两年, 各课题将按照各自的研究计划开始野外地质剖面观测、样品采集和测试、地球物理野外观测施工、模拟实验等工作。通过前两年的研究, 将完成如下具体研究目标:

(1) 建立典型地区古生代构造演化概念模型, 揭示海相碳酸盐岩层系优质烃源岩发育的构造与沉积环境模式;

(2) 探索适用于中国古生代海相碳酸盐岩层系高演化烃源岩的古温标, 建立典型地区海相碳酸盐岩层系烃源岩生烃史模型;

(3) 分析深层白云岩储层形成、发育与保存条件, 揭示储层形成过程中多期次、多成因溶蚀-充填作用复合叠加机理, 初步建立深层白云岩储层的地球物理判识方法;

(4) 建立海相碳酸盐岩层系油气输导体系发育模型, 并探索碳酸盐岩储层介质条件下的油气运聚机理。

(5) 初步建立南方典型地区油气保存与破坏的构造演化模型, 揭示南方下古生界主要泥岩发育层段的封存条件。从宏观与微观两个方面初步归纳总结中国海相碳酸盐岩油气成藏条件, 并揭示其主控因素。

在项目执行的后三年, 各课题将根据项目中期评估结果对计划研究内容进行微调, 并最终完成如下研究目标:

(1) 揭示典型地区中、新生代构造叠加的几何学和运动学特征, 查明受到构造改造的海相碳酸盐岩层系在典型地区分布与变形的区域不均一性;

(2) 建立中国海相碳酸盐岩层系二次生烃及多元烃源演化模型, 评价海相碳酸盐岩层系生烃潜力;

(3) 建立碳酸盐岩不同储层类型的孔渗空间发育的地质模式, 并建立其地球物理判识方法;

(4) 阐明海相碳酸盐岩不同输导体系的油气运移过程和聚散机理, 揭示深层碳酸盐岩层系油气运聚过程并建立成藏模式;

(5) 确立典型研究区海相碳酸盐岩主成藏期, 建立主成藏期后的油气藏演化模式。总结我国海相碳酸盐岩油气富集规律, 提出勘探战略选区建议。

三、研究方案

1. 学术思路

本项目的总体思路是针对所提出的核心科学问题, 选择具有代表性的典型地区重点解剖, 以求获得“点”上的突破。并从国外碳酸盐岩层系和国内陆相碎屑

岩层系成藏的差异性对比研究入手，加强“面”上的宏观研究，以求获得更具普遍性的结论。典型地区拟选取四川盆地和塔里木盆地。两者在早古生代有着相似的构造演化背景，而晚古生代以来构造演化差异性明显。根据现今的勘探成果，这两个盆地是我国碳酸盐岩层系发育最全、保存最完整的地区，油气勘探成果丰富，资源潜力大，且四川以天然气为主，塔里木油气兼有、以油为主。鉴于四川盆地和塔里木盆地在我国海相碳酸盐岩层系的形成、演化和油气成藏方面具有较好的典型性和代表性，本项目以这两个盆地为重点研究区，围绕“多期构造活动背景下海相碳酸盐岩层系油气聚散机理与富集规律”核心科学问题，以构造演化和成藏动力学过程为主线，在优质烃源岩形成环境、储层发育、保存机理及分布研究的基础上，通过碳酸盐岩多样性介质油气运聚机理和保存条件研究，揭示我国多期构造活动背景下海相碳酸盐岩层系油气聚散机理与富集规律。

根据不同盆地油气成藏机理和主要科学问题的差异及研究现状，在四川盆地和塔里木盆地的研究重点将有所侧重。在四川盆地，将全面研究海相碳酸盐岩层系构造演化、主要构造事件及其控制的多元生烃历史、多期成藏-调整、改造历史，侧重深层高孔隙度储层的发育保存机理及深层油气运聚机理，重视不同环境油气藏的保存机理及有利保存条件。在塔里木盆地，将重点解剖早古生代海相碳酸盐岩层系有效烃源岩发育层位及分布状态、多种类型储层的组合形式和时空分布、油气主成藏期及运聚机理。

海相碳酸盐岩层系后期改造与演化过程的研究将始终贯穿于本项研究中，在海相碳酸盐岩层系演化的关键构造事件与多元生烃作用机理及有效性方面，突出关键构造事件的研究及对海相碳酸盐岩层系构造改造的反演，重视多元生烃作用历史及其有效性；在碳酸盐岩储层多样性及油气运聚机理方面，重点分析多样性储层发育分布特征，突出复杂输导体系、流体驱动机制、流动样式及其成岩和成藏效应，探讨油气及地流体运移聚集研究的薄弱环节和前沿领域；在碳酸盐岩层系多期成藏与保存机理方面，重点揭示碳酸盐岩层系大规模油气成藏期次、构造活动区有效盖层多样性及其演化机理等。

2.技术途径

采用碳酸盐岩层系与碎屑岩层系的对比、我国碳酸盐岩层系与世界不同地区碳酸盐岩层系的对比、野外露头与盆地内地质-地球物理研究、物理模拟实验、数值模拟、地质观测和统计分析相互印证的总体技术路线。

(1)应用野外地质调查、地球物理探测和地球化学手段，从动力学机制入手，建立海相碳酸盐岩层系形成演化的地质模型，揭示后期构造-热演化对烃源岩演化的控制模式；

(2)采用地质研究、储层反演和地球物理探测等综合方法技术，分析海相碳酸盐岩层系原生型和后期改造型储层的差异性和形成机理，建立优质碳酸盐岩储层的判识模式；

(3)研制和应用复杂地质条件下油气成藏物理模拟实验方法和技术，应用和发展新的油气地球化学技术、油气聚散定量模拟技术，建立深层油气运聚成藏机

理、效应与分布模式；

(4)应用流体包裹体分析、热史恢复技术、伊利石定年技术、(U-Th)/He 定年技术确定油气大规模成藏的时间。应用盆地构造解析建立油气成藏期后演化模式。应用实际资料分析与物理模拟相结合的方法，确定有效盖层及分布，建立我国海相碳酸盐岩油气保存机理和分布预测模式。

3.创新点与特色

对比国内外的研究成果，本项目的创新点包括：

(1)国外海相烃源岩多发育于构造稳定区，多表现出干酪根一次生烃的特点。而我国碳酸盐岩层系经历多期构造演化表现出多期、多元生烃（多种油气来源，如烃源岩的早期生烃、二次生烃、沥青生烃、原生油气藏改造后的再聚集等），本项目将从地球系统科学的角度，从全球变化、区域构造运动、沉积环境响应的角度研究优质烃源岩富集和贫化机理，建立优质海相烃源岩发育的构造沉积环境模式和演化分布预测模型，揭示海相碳酸盐岩层系差异性演化的构造背景及其控制的多元生烃作用机理和有效性。

(2)流体流动机制和油气运移机理是盆地动力学的前沿研究领域和研究难点，现有的油气运移模拟实验、数值模拟和实例观测主要针对碎屑岩孔隙介质，多样性碳酸盐岩储层中油气的运移机理尚未进行系统研究。本项目将通过物理实验、流体动力学数值模拟、流体历史分析和运移路径示踪，阐明碳酸盐岩储层多种输导介质中的油气运移机理，建立碳酸盐岩层系深层油气成藏模式。

(3)与国外海相碳酸盐岩的石油地质条件相比，我国海相碳酸盐岩层系形成时间早、地层时代老，烃源岩经历了长期演化和复杂生烃过程、热演化程度高，勘探目的层埋藏深，经历了多期构造运动的改造，油气成藏过程复杂多样。本项目将从烃源条件、碳酸盐岩储层发育和保存机理、油气运移机理与流体-岩石相互作用、盖层的力学行为和油气保存等方面，阐明活动构造背景下的油气多期成藏过程、油气藏保存机理和有利条件。

本项目的特色包括：

(1)抓住我国碳酸盐岩层系具有时代老、后期演化历史长、埋藏深等特点，围绕多期构造演化对油气形成富集过程的控制和制约这一核心问题开展研究，具有鲜明的中国地域特色。

(2)针对油气勘探中的难题，集中解决叠合盆地中海相碳酸盐岩油气形成富集专属性问题，构成了本项目的另一特色。

4.可行性分析

(1)塔里木盆地塔河油田和四川盆地普光气田的发现，揭示了我国海相碳酸盐岩油气藏勘探的广阔前景，同时也表明该项目对于实现国家目标、进一步扩大我国海相碳酸盐岩层系油气勘探潜力是现实和可行的；

(2)我国海相碳酸盐岩层系油气勘探实践已经走在理论研究的前面，多年勘探积累了大量资料和经验，尤其是中国石化于 2005 年 4 月 18 日开钻的塔深 1 井，是我国第一口 8000 米超深井，可为本项目进行碳酸盐岩层系深层油气成藏研究提供资料，同时针对海相碳酸盐岩层系的特殊性，在南方碳酸盐岩分布区建立了地球物理勘探技术实验基地，为本项目的理论研究和顺利实施奠定了坚实基础；

(3)与国外海相碳酸盐岩层系相比，我国海相碳酸盐岩层系形成时代老，构造变动多，演化历史长。本项目针对这一具中国地域特色的石油地质问题开展研究，无疑占据了“地利”优势，为我们做出具国际先进水平的油气地质科学理论研究成果提供了舞台；

(4)四川盆地和塔里木盆地既显示各自构造演化的个性，又具有多套海相碳酸盐岩层系发育的共性，对它们进行对比研究无疑将有利于形成我国较系统的海相碳酸盐岩油气形成与分布理论，进而有效地指导我国海相碳酸盐岩层系的油气勘探；

(5)本项目主持和参加单位有多年的油气勘探实践与理论研究积累，拟研究的地区有大量油气地质、地震剖面、钻井岩芯和油气藏特征等资料，建有与本项目研究有关的国家和教育部重点实验室。通过上一轮国家 973 项目的研究，凝聚了一支具有团结协作精神的高水平研究队伍，为项目实施提供了所需的“硬件”和“软件”条件；

(6)本项目的研究存在一系列技术难点，如不整合分析与剥蚀量恢复、古温标确定与热史恢复、油气运聚物理模拟、输导体系、盖层动态演化及有效性评价等，我们在设计中均有预案(如古温标的确定方面拟定利用矿物结晶度、岩石声发射、激光拉曼光谱、矿物裂变径迹热定年等多个方面进行综合研究)。所选择的主要技术措施都比较成熟，各项样品分析及物理模拟和数值模拟在项目参加单位系统内的国家和部门重点实验室均可完成。

综上所述，本项目的实施是可行的，研究目标的完成是有保障的。

5.课题设置

本项目拟解决的核心科学问题为“多期构造活动背景下海相碳酸盐岩层系油气聚散机理与富集规律”，研究思路是以构造演化和成藏动力学过程为主线，按照海相碳酸盐岩层系的成盆 - 成烃 - 成藏过程开展研究。本项目拟围绕四个方面的研究内容设置 8 个相互独立而又相互关联的研究课题。其中 01 课题研究海相碳酸盐岩成盆与多期构造活动背景问题，02 课题研究碳酸盐岩生烃问题，03、05 和 06 课题探讨碳酸盐岩油气聚散机理问题，04 课题探索深层碳酸盐岩储层地球物理判识技术问题，07 课题研究海相碳酸盐岩层系油气保存条件问题，08 课题总结多期构造活动背景下碳酸盐岩油气富集规律，并对远景进行预测。在上述 8 个课题研究中，均将十分注意对“后期改造和演化过程”的研究。

01 课题：中国海相碳酸盐岩层系形成与后期演化

研究内容:

(1)典型地区前新生代海相碳酸盐岩层系优质烃源岩发育有利环境的区域构造背景;

(2)典型地区盆山系统的岩石圈构造与热结构;

(3)典型地区海相碳酸盐岩层系的多期构造变形特征。

研究目标:

(1)建立典型地区海相碳酸盐岩层系优质烃源岩发育的构造-环境模式;

(2)揭示典型地区中、新生代构造叠加的几何学和运动学特征,查明海相碳酸盐岩层系在其中分布与变形的区域不均一性。

研究思路:

以关键构造-热事件为主线,野外地质调查和地球物理探测相结合。在全球构造和地球系统科学理论指导下,研究海相碳酸盐岩层系的形成环境和构造改造特征,揭示特提斯洋演化和缺氧事件与古生代海相碳酸盐岩层系优质烃源岩发育的关系,揭示中生代碰撞构造和新生代亚洲陆内变形过程导致海相碳酸盐岩层系的构造叠加和变形强度在区域上的不均一性。

承担单位: 中国科学院地质与地球物理研究所

中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院

课题负责人: 王清晨、蔡立国

主要学术骨干: 林伟

经费比例: 15%

02 课题: 中国海相碳酸盐岩层系生烃条件与生烃史分析

研究内容:

(1)典型地区海相碳酸盐岩优质烃源岩的时空分布;

(2)典型地区热历史恢复与海相碳酸盐岩层系烃源岩生烃史分析;

(3)典型地区海相碳酸盐岩层系有效烃源岩的多元成烃机理。

研究目标:

(1)探索中国古生代海相碳酸盐岩层系高演化烃源岩适用的古温标,建立典型地区海相碳酸盐岩层系烃源岩生烃史模型;

(2)建立中国海相碳酸盐岩层系二次生烃及多元烃源演化模型,评价海相碳酸盐岩层系生烃潜力。

研究思路: 综合利用伊利石结晶度、包裹体激光拉曼显微测温、磷灰石裂变径迹、(U-Th)/He 测年等多种技术方法,探索我国海相碳酸盐岩层系高演化烃源岩适用的古温标;结合典型叠合盆地的构造演化史和不整合分析,建立典型地区海相碳酸盐岩层系烃源岩生烃演化史;通过对海相碳酸盐岩层系烃源岩生烃动力学-热力学过程分析,建立海相碳酸盐岩层系有效烃源岩在多期构造活动背景下二次和多元生烃演化模型,评价其生烃潜力。

承担单位: 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院

中国科学院广州地球化学研究所

课题负责人：秦建中、潘长春

主要学术骨干：邱楠生

经费比例：11%

03 课题：中国海相碳酸盐岩层系多种储层形成机理与分布模式

研究内容：

- (1) 碳酸盐岩表生岩溶孔洞的形成、充填与保存机理；
- (2) 白云岩储层形成与后期构造活动和深埋藏过程中的演化特征及控制机理；
- (3) 流体活动在碳酸盐岩多种储层形成过程中的作用及不同类型储层内在成因联系研究。

研究目标：

- (1) 建立碳酸盐岩不同岩溶储层类型的孔渗空间发育的地质模式；
- (2) 明确深层白云岩储层形成、发育与保存条件；
- (3) 建立碳酸盐岩不同成因类型储层的时空分布模式。

研究思路：

按照“区域背景分析－典型剖面解剖－实验模拟－模式建立－综合预测”的总体技术路线，以碳酸盐岩储集空间形成与充填过程发展演化为主线，开展孔隙流体运动学和水－岩相互作用分析，揭示碳酸盐岩储层发育多样性和非均一性的形成机理，建立碳酸盐岩储层发育模式和预测模型。

承担单位：中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院
中国地质大学(北京)

课题负责人：何治亮、樊太亮

主要学术骨干：胡文瑄

经费比例：11%

04 课题：中国海相碳酸盐岩层系深层储集层的地球物理判识

研究内容：

- (1) 碳酸盐岩复杂储层地震响应特征分析；
- (2) 碳酸盐岩储层地震绕射波波场分析与利用；
- (3) 多分量地震波场分析及储层各向异性研究；
- (4) 碳酸盐岩储层综合地震属性判识方法。

研究目标：

- (1) 建立白云岩及孔缝洞非均质碳酸盐岩储层综合地震属性判识方法；
- (2) 建立地震绕射波包络面描述非均质储层的方法，揭示非均质储层发育规模、形态及分布规律。

研究思路：

针对我国西部塔里木盆地中部古生界碳酸盐岩孔缝洞非均质储层、白云岩储层，从其对应的地震响应特征认识入手，研究碳酸盐岩复杂储层地震响应机理，

探索非常规储层的地震描述方法,形成碳酸盐岩特征储集空间展布预测的基础理论与应用技术。

主要参加单位: 中国科学院地质与地球物理研究所
中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院

课题负责人: 杨长春、魏修成

主要学术骨干: 张剑锋

经费比例: 11%

05 课题: 中国海相碳酸盐岩层系油气输导体系与运聚机理

研究内容:

- (1)海相碳酸盐岩层系油气输导体系类型及演化过程;
- (2)海相碳酸盐岩层系不同类型输导体系中油气的运移聚集机理;
- (3)海相碳酸盐岩层系油气运移路径示踪。

研究目标:

- (1)建立海相碳酸盐岩层系高效油气输导体系发育模型;
- (2)阐明海相碳酸盐岩在不同构造演化阶段,不同输导体系的油气运移过程和聚散机理。

研究思路: 综合考虑不同输导体的组合形式及其与烃源岩的匹配关系,研究输导体系的类型及其演化;通过模拟实验、数值模拟研究不同碳酸盐岩输导介质中的油气运移机理;在输导体系刻划的基础上,通过流体动力学预测和运移路径示踪的相互印证,研究碳酸盐岩层系油气优势运移路径的控制因素,阐明不同构造运动期碳酸盐岩层系油气聚集、散失机理。

承担单位: 中国地质大学(武汉)
中国科学院地质与地球物理研究所

课题负责人: 郝芳、段毅

主要学术骨干: 陈红汉

经费比例: 12%

06 课题: 中国海相碳酸盐岩层系深层油气成藏机理

研究内容

- (1)典型叠合盆地深层碳酸盐岩层系优质储层发育特征与形成过程;
- (2)典型叠合盆地深层碳酸盐岩层系成藏动力学过程。

研究目标

- (1)揭示深层碳酸盐岩优质储层的形成机理;
- (2)建立深层碳酸盐岩层系油气运聚过程与成藏模式。

研究思路:

解剖典型钻井岩心剖面,从深层优质储层发育的地质条件入手,进行多参数物性分析,开展深层流体活动与碳酸盐岩孔渗变化的实验模拟和数值模拟,探索深埋条件下碳酸盐岩输导-储集体系的形成与流体活动规律,建立深埋条件下的

油气成藏模式。

承担单位：中国石油化工股份有限公司南方勘探开发分公司
成都理工大学

课题负责人：马永生、刘树根

主要学术骨干：蔡勋育

经费比例：11%

07 课题：中国海相碳酸盐岩层系油气藏保存机理

研究内容：

- (1)海相碳酸盐岩层系油气藏盖层多样性及演化过程；
- (2)构造活动对油气藏破坏/保存的分区性；
- (3)流体与盖层岩石相互作用过程。

研究目标：

(1)建立关键构造变革期构造变形对海相碳酸盐岩层系的改造及油气藏保存条件的制约模式；

(2)确定海相碳酸盐岩油气藏盖层多样性及演化机理，建立流体与盖层相互作用机理和模式。

研究思路：

以中国海相碳酸盐岩层系油气藏保存条件动态演化为主线，从研究海相碳酸盐岩油气藏盖层入手，揭示盖层发育多样性特征，确定不同成藏期盖层类型及其封闭机理；通过研究关键构造变革期构造变形对区域盖层差异改造的制约因素，建立油气藏形成和保存的盖层差异作用机理和模式；通过对地流体与盖层岩石相互作用的微观机理研究，建立盖层多样性对地下不同类型流体的差异封闭机理和模式。

承担单位：中国石油大学(北京)

中国石油化工股份有限公司南方勘探开发分公司

课题负责人：汤良杰、田海芹

主要学术骨干：李儒峰

经费比例：12%

08 课题：中国海相碳酸盐岩层系油气富集规律与战略选区

研究内容：

- (1)海相碳酸盐岩油气藏的形成条件；
- (2)海相碳酸盐岩油气成藏、富集的基本特点；
- (3)海相碳酸盐岩油气成藏组合类型及其时空分布与控制因素。

研究目标：

- (1)建立中国海相碳酸盐岩层系在多期构造活动背景下的油气成藏模式；
- (2)总结中国海相碳酸盐岩层系在多期构造活动背景下的油气富集规律；
- (3)提出中国海相碳酸盐岩层系油气勘探战略选区建议。

研究思路: 通过油气成藏条件、背景的对比(中国海相碳酸盐岩与碎屑岩比较、与国外海相碳酸盐岩比较)研究, 总结我国海相碳酸盐岩层系油气成藏的基本特点; 在融会前述课题研究成果的基础上, 通过解剖典型油气藏、分析已发现的海相碳酸盐岩油气成藏组合类型及其形成的沉积、构造背景, 建立油气聚集模式; 通过系统图件编制, 分析各种地质因素与油气聚集的关系, 总结油气富集规律, 并提出油气勘探战略选区建议。

承担单位: 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院
中国石油大学(北京)

课题负责人: 金之钧、吕修祥

主要学术骨干: 龙胜祥

经费比例: 17%

四、年度计划

	研究内容	预期目标
第 一 年	野外、室内相结合, 以四川盆地海相古生界为重点层位, 研究成盆(烃源岩发育构造-沉积环境、储集层发育与成岩演化)、成烃(烃源岩演化及供烃过程)、成藏(油气运聚、保存及成藏过程)的特点与相互作用。开展国内外典型油气藏类比, 研究主控因素及评价参数。	(1) 建立四川盆地古生代构造演化概念模型, 揭示优质烃源岩发育构造-沉积环境模式; (2) 建立天然气-源岩对比分析指标; (3) 揭示普光气田优质白云岩储层发育主控因素、天然气成藏模式; (4) 归纳总结国内外典型油气田成藏条件与主控因素。

	研究内容	预期目标
第 二 年	进一步深化典型地区油气运聚、成藏与保存的动态过程研究，尤其是多期构造运动影响下，油气多次生烃、古温标、热史演化、油气输导体系、油气相态转化、油气保存条件及多类型盖层的封闭性能的研究，综合研究四川盆地天然气成藏条件与主控因素	(1) 建立典型地区(井)古温标及热演化史，模拟油气多期、多元生烃过程；(2) 典型天然气藏油气运聚输导体系的发育模式；(3) 初步建立深层白云岩储层形成机理与地球物理识别方法；(4) 建立南方典型地区成藏与保存改造的构造演化模式；(5) 初步总结海相碳酸盐岩油气成藏条件与主控因素。
第 三 年	塔里木盆地古生界主力烃源岩的研究与形成构造-沉积环境；碳酸盐岩溶蚀孔洞发育特点与识别及预测；多期构造运动条件下(尤其是中、新时代构造活动)油气运聚体系与保存过程。	(1) 塔河油田主要烃源及层位的厘定；(2) 建立碳酸盐岩溶蚀孔洞发育的地质模型；(3) 碳酸盐岩孔洞缝储层的识别与评价方法；(4) 构造变形强度与油气保存区带的评价。

	研究内容	预期目标
第 四 年	塔里木、四川盆地海相碳酸盐岩层系油气形成规律的对比研究,归纳多期构造条件下油气成藏主力成藏期及后期调整的主要控制因素,进一步综合研究海相碳酸盐岩层系生烃潜力。	(1) 建立海相碳酸盐岩层系二次生烃及多元生烃演化模式;(2) 建立碳酸盐岩多样储层孔渗空间发育的地质模式;(3) 完善深层储集层地球物理判别方法;(4) 评价海相碳酸盐岩生烃潜力。
第 五 年	研究海相碳酸盐岩介质中油气运聚与散失机理,总结油气成藏多样性特点与成藏模式,全面总结研究中国海相碳酸盐岩分布区油气富集规律;分析油气有利聚集区带,评价油气远景;系统编制图件与总结报告。	(1) 揭示深层碳酸盐岩层系不同输导体系的油气聚散机理;(2) 建立深层碳酸盐岩层系油气主成藏期期后演化模式;(3) 总结我国海相碳酸盐岩油气富集规律;(4) 提出勘探战略选区建议。