

文章编号: 0253- 9985(2005) 02- 0132- 09

关士聪院士地质工作风格和风范

孙肇才

(中国石化石油勘探开发研究院无锡石油实验地质研究所, 江苏无锡 214151)

摘要: 著名区域地质和石油地质学家关士聪院士, 在长达 60 多年的地质活动中, 为中国地质事业作出了杰出的贡献。区域地质方面主要体现在: 首次确立了西秦岭地区存在陇南龙山运动; 建立了桌子山地区的奥陶纪地层系统。石油地质方面主要体现在: 促进了华北盆地新生界油气突破; 主编了《中华人民共和国石油地质图集》; 首倡中国陆相白垩系三分, 为白垩纪沉积分型及油气的选型和选区指明了方向; 倡导并推动了包括煤成气在内的天然气的科技攻关及普查勘探工作; 参与和制定了二轮石油普查的总体部署, 在其指导下, 鄂尔多斯、川西北、南海珠江口、东海陆架、塔北等重要含油气区先后取得重大进展。关士聪院士立足于实践, 善于理论总结, 在《中国海相陆相和海洋油气地质》一书中, 建立了由两个相组、6 个相区和 16 个相带组成的中国古海域沉积环境综合模式, 精辟地展望了海相找油前景。针对中国中生代陆相盆地都为板内盆地的特点, 建立了有别于前人的中国中生代陆相沉积盆地分类原则, 指导了中国陆相油气的勘探工作。

关键词: 石油普查; 勘探选区; 实践第一; 构造地质

中图分类号: TE111.1

文献标识码: A

Record and narration of Academician Guan Shicong's style of geologic work

Sun Zhaocai

(Wuxi Branch of Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu)

Abstract: Academician Guan Shicong, a famous expert in regional geology and petroleum geology, has made outstanding contributions to Chinese geologic cause through geologic researches over 60 years. His main achievements in regional geology are verification, for the first time, of the existence of Longshan movement in southern Gansu, western Qinling area and establishment of the Ordovician stratigraphic system in Zhuozishan area. His main contributions to petroleum geology include boosting the breakthrough of petroleum exploration in Cenozoic in North China basin; supervising the publication of the Atlas of Petroleum Geology in People's Republic of China; initiating the three-series division of the continental Cretaceous in China, and thus directing the classification of Cretaceous sedimentation types and selection of prospective areas; promoting the scientific research, reconnaissance and exploration of natural gas, including coal-derived or humic gas, resulting in large progress to be made in our natural gas exploration; participating the planning of our second round petroleum reconnaissance, under his guide large progresses have successively been made in major petroliferous provinces, such as Ordos basin, northwest Sichuan, Pearl River Mouth basin in northern South China Sea, shelf basin in East China Sea and northern Tarim basin. Academician Guan Shicong was adept in summarizing theories from practices. In his book "Marine Facies, Terrestrial and Offshore Petroleum Geology in China", he proposed a composite mode of paleo-marine depositional environments in China, which consisted of 2 facies groups, 6 facies regions and 16 facies belts, and incisively forecasted the exploration potential of the marine formations. Since all the Mesozoic continental basins in China are of intraplate basins, he proposed a new principle for classification of Mesozoic continental sedimentary basins in China, and have effectively guided the petroleum exploration in continental basins in China.

作者简介: 孙肇才, 男, 72 岁, 教授级高级工程师, 石油地质与构造地质

收稿日期: 2005-01-09

Key words: petroleum reconnaissance; exploration area selection; practice first; tectonic geology

关士聪院士地质工作 60 余年的奉献和成就, 可以 1955 年地质部开展石油普查勘探为界划分为矿产地质和石油地质两个大的阶段。1955 年以前主要从事矿产地质与基础地质的野外与室内研究工作, 主要涉及秦岭、天山、贺兰山、桌子山及云贵高原等地区; 1955 年后, 主要从事石油地质的研究工作, 中国主要含油气盆地都留下了他的记叙, 为我国石油工业的发展做出了重要贡献。

1 区域地质和基础地质

(1) 首次确立了西秦岭地区存在喜马拉雅褶皱的陇南龙山运动。

1940 年夏, 关士聪院士考入中央地质调查所。当年随同叶连俊先生, 赴西秦岭地区进行地质构造和矿产资源路线地质调查。在肯定该区是印支运动使秦岭古生代地层蒙受区域变质和褶皱, 并定名为“甘肃运动”的同时, 还注意到西秦岭地区新生代红层和红色盆地与周缘蒙受印支褶皱的前新生代之间的不整合关系及构造变动。在他与叶连俊合著的《陇南龙山运动之性质》^[1]一文中, 首次提出了“龙山运动”在秦岭地区的存在, 表明了喜马拉雅运动对秦岭地区地质构造的发展演化也有重要影响。龙山运动是翁文灏于 1920 年创立, 是影响中国中、西部第三纪地层变形的一次最主要的喜马拉雅运动。笔者拜读过当年关士聪院士在秦岭工作的野外记录本。那俊秀的形如镌刻的铅笔字记录, 以及每个地质观察点的详细地质描述和信手剖面, 表现出老一代地质学家严谨的野外工作风范。

(2) 提出桌子山地区“两背一向”的构造格架, 首次建立了与华北奥陶系马家沟组既非同时又非同相的中奥陶统(深水牵引流)地层系统。

广义的桌子山, 包括两条南北走向的平行山脉(背斜)^[2], 两山之间, 为石炭—二叠纪煤系组成的向斜, 具有“两背一向”的构造格局。关士聪院士明确指出桌子山与外围地质结构的关系: “桌子山之西及西南, 与近乎南北向延展的贺兰山及其西北的狼山西段, 均隔黄河遥遥相对。桌子山南延, 超越甘肃东部的丘陵地带, 适与六盘山东坡古老的褶皱岩系(当时有作者称“古脊梁”)隐约相连。上述古老

地层出现地区, 均被认为属于鄂尔多斯地台的西部边缘地带。因此, 桌子山区域的地层系统, 可代表地台西缘区域性的沉积特征。”^[2]

他对桌子山地层系统的建立也有重要贡献, 除对奥陶系下中统的 5 个岩组, 逐一进行分层和描述以外, 有两段话, 对后人工作及认识鄂尔多斯盆地演化历史都是极为重要的^[2]。一段是: “桌子山组(灰岩)之上连续沉积者是含大量下奥陶统笔石和三叶虫的克里摩里组, 其间无倒转或构造现象, 故桌子山组不能采用马家沟组的名称。特别是在修正或证实马家沟组灰岩亦为下奥陶统, 或其(指马家沟)所含化石不属于标准的中奥陶统化石之前。”另一段话是: “桌子山区域地层系统, 奥陶系以下者属华北相, 奥陶系以上不能与华北相比。下奥陶统所含三叶虫化石, 与华南及天山所产者相近”^[2]。

1957 年, 由地质部石油局、石油部西安地质调查处、以及鄂尔多斯石油普查大队合作组成的鄂尔多斯西缘下部古生代专题研究队所做的详细的研究工作证实了上述认识。

从华北本部到鄂尔多斯盆地西缘, 相当华北马家沟组—峰峰组和本区的天景山群, 是一个从台地相至盆地相的伸展盆地环境下的被动大陆边缘。下奥陶统沉积之后, 华北主体上升为陆地, 本区经过一个间断, 接着快速沉降, 中奥陶世平凉群(O_2-3p)是在残留海和聚敛盆地环境下形成的同造山期的复理石或称等深流沉积(图 1)*。其特点是具有很高沉积速率(300~200 m/Ma)的在盆地西缘自西向东上超, 从厚 3 000 m 到尖灭的巨大楔体, 是鄂尔多斯盆地西缘最具潜力的油气源岩。

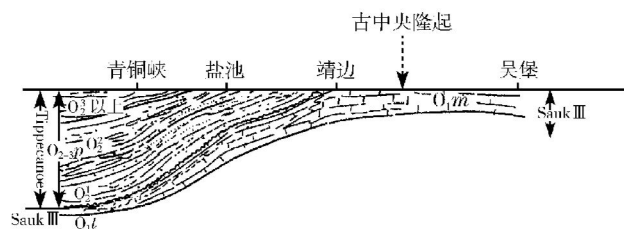


图 1 通过鄂尔多斯盆地中部东西向的奥陶纪沉积格局示意图

Fig. 1 Sketch map showing Ordovician sedimentary pattern in E-W direction in Ordos basin (Sun Zhao cai, 2003)

* 高振中, 何幼斌. 中国油气勘探的一个新领域——深水牵引流沉积[A]. 见: 中国工程院, 环太平洋能源与矿产理事会, 中国石油学会. 21 世纪中国油气勘探国际研讨会论文集[C]. 2002, 95~101

2 石油普查勘探部署和选区

2.1 华北盆地新生界油气突破

上世纪50年代末期,地质部系统的综合地球物理勘探,肯定了华北平原是一个大型沉积盆地,并将渤海湾盆地内部的地质结构划分为9个坳陷和5个隆起。这一基本构造格架以及所划分的二级构造单元为进一步选区,打下了坚实的基础,至今仍被应用。然而由于当时华北地区新生界的地层系统尚未建立,加上对华北平原下面,是以古生界还是以中、新生界为主体的认识并未统一,初期的钻井工作,并不顺利。

大庆油田发现之后,1959年10月,在地质部召开的石油普查专业会议上,李四光提出“看来松辽油区大局已定,今后该是我们跳出门坎(指公主岭以南的东西向隆起带)往南移动的时候了”,强调应在辽河南部、华北平原北部、渤海和其他若干离海岸不远的海洋区域开展工作^[3]。

1959年~1960年上半年,华北油气勘探形势出现了转机:一是地质部山东石油队在济阳坳陷潍1井和博1井,石油工业部在同一坳陷中的华7井中,分别发现一套灰色、灰绿色含大量生物化石的“油源岩”;二是地质部航空物探大队的资料证明了渤海湾海区有巨厚中新世沉积,同时,还证明海湾的构造和沉积,与陆地上的济阳和黄骅坳陷是沟通的,扩大了济(阳)黄(骅)坳陷的油气前景;三是中原石油物探大队,在济阳东营地区发现了东营、胜利村、坨庄和义和庄4个局部构造。1959年夏天,关士聪院士应邀参加了中原石油物探大队在郑州召开的华北物探成果汇报会。会上中原物探大队汇报了东营构造物探成果,明确地提出了3条建议:华北应成为地质部石油普查的重点;④华北石油普查应集中到济黄盆地(即济阳和黄骅坳陷);④立即在东营构造上打深井。关士聪院士高度赞扬并支持了这项最新成果,并认为华北地区石油普查工作从此进入了新阶段,并对东营构造的评价,列举了10大优点^[4]。关士聪院士对打开华北石油普查新局面起到了举足轻重的作用。

1960年8、9月间,关士聪院士等对华北盆地进行了全面系统的野外考察,观察了12口井的岩心以及地震资料。最后由他执笔编写了《华北纪行》报告。报告内容包括野外片断、岩心观察、物

探新资料、12个问题的商榷以及远景评价的补充意见等。

《华北纪行》报告是地质部对华北油气勘探具有深远影响的战略性文献,……是制定华北早期油气勘探的重要依据,尤其是首次提出将济(阳)黄(骅)坳陷列为重点突破的决策建议,为其后召开的天津华北石油普查勘探会议打下了坚实基础^[4]。

1960年10月,华北石油普查勘探会议在天津召开,关士聪院士在会上作了《华北石油地质与油气突破点选择》的报告。其主要意见被纳入会议总结:“选择含油远景最好的济阳、黄骅坳陷作为重点工区,围绕渤海湾选择东营、义和庄、羊三木、盐山、北塘和马头营等局部构造或异常为突击点。要求集中优势力量进行突破,争取在1~2年内突破出油关。”同时,经两部商定,将条件最好的东营构造作为第一个突击点,由华北石油勘探处率先进行钻探^[4]。会后的勘探情况是:1961年3月4日,华北石油勘探处在东营构造钻的华8井,井深1755.88m,钻遇油砂30层,总厚40m,提前完钻,试获日产油8.1t,首次突破华北出油关;同年7月29日,地质部系统在济阳坳陷义和庄构造钻的沾1井,在下第三系试获日产油4~5t;1961年8月22日地质部系统的河北区队在黄骅坳陷羊三木构造钻的黄1井,在下第三系测试,日产油1.7~2t;1962年9月23日,华北石油勘探处,在东营构造所钻的营2井,在下第三系试获日产油555t,是当时全国最高的原油产量记录。

2.2 主编《中华人民共和国石油地质图集》

由关士聪院士主编的《中华人民共和国石油地质图集》,有560多名科技人员参加,历时3年(1963~1965年)才编制完成。这是反映我国自建国以来油气勘查成果的第一套综合性图集。它以石油地质的区域评价和盆地整体分析为主,以松辽、华北、四川、鄂尔多斯、滇黔桂、江汉、江苏、西北地区、广东雷琼等地区为单元,编制了包括地质图、构造图、地层柱状剖面及对比图、岩相古地理图、区域地质物探综合大剖面图、物探成果图、化探成果图、生油及储油性能和生储盖组合图、油气田(藏)和油气苗分布图、选区评价图以及相应的资料表卡和说明书。其资料丰富、详实、精确、严谨。其中,有关我国主要含油气盆地地质基础资料的总结至今仍具有重要的参考价值。与此同时,

关士聪院士等在《中华人民共和国石油地质文集》中撰写的《中国海域区划与地质结构》论文,是当时将我国大陆边缘当作一个整体来考虑和认识问题的第一篇文章^[5]。此外,诸如“把盆地作为一个整体率先考虑它全貌”和“变格运动”^[6]、“鄂尔多斯古中央隆起及中生代拗陷带(前渊)迁移认识”^[7]、关于“柴达木盆地基底是加里东褶皱”^[8],以及松辽盆地具断陷(下)、拗陷(上)两层结构的认识等^[9],都是在关士聪院士主编的《中华人民共和国石油地质文集》中首次提出。

2.3 首倡中国陆相白垩系三分

关士聪院士在从事石油普查勘探40多年的活动中,他根据世界油气资源分布(世界上已知油藏的70%和油气产量的60%来自白垩系),以及中国松辽盆地白垩系丰富的油气资源,从而对白垩系的含油气性及其三分情有独钟。“第二个大庆”和“第二个松辽”在那里?成了他关注的核心。白垩纪地层,或上侏罗统一白垩统(以下简称“ J_3-K_1 ”)沉积在中国陆相中生代地层中是最“丰富多彩”的,它既有关士聪院士的“槽盆”(断陷),也有“广盆”(拗陷),既有沉积岩,也有火山岩和煤系。

在中国东部“ J_3-K_1 ”时代划分的三种意见中^[12],他主张将原 J_3-K_1 的下部归侏罗系,上部归下白垩统。即将白垩系的底界,置于 J_3-K_1 两分之前的原热河群和建德群之内。其理由有三:一是它代表了“ J_3-K_1 ”另一个旋回,是一个含有煤层、油页岩及火山岩呈北东-北东东向的“槽盆”;二是原“ J_3-K_1 ”沉积之间有不整合或假整合,代表了中国东部燕山运动的第二幕;三是“除含有威尔登植物群(茹福德蕨-拟金粉蕨中期组合)外,(在白垩纪地层中常见的)原始类三角蚌动物群、鸢鹳咀龙以及女星介开始发育和繁盛,均有别于晚侏罗世的化石组合”^[10]。

因此,在侏罗纪、白垩纪地层划分上,他特别强调代表成盆期和幕式运动标志的不整合或假整合。根据他对闽浙、北京西山、华北平原井下、松辽盆地、东北其他地区,以及鄂尔多斯盆地等地区的多次观察,主张以上侏罗统/前上侏罗统、下白垩统/上侏罗统、中白垩统/下白垩统、上白垩统一古新统/中白垩统等4个角度不整合为界,分成上侏罗统、下白垩统、中白垩统、上白垩统一古新统

等4个成盆期。由于上白垩统与古新统之间经常是连续过渡关系,对于第三系的成盆,他更多地考虑了在中国广泛所见的始新统(E_2)底部的不整合。这样一来,白垩系的三分(以松辽盆地为例),就成了以登娄库组为代表的下白垩统,以泉头组—嫩江组为代表的中白垩统(松花江群),以及以四方台—明水组为代表的上白垩统或上白垩统一古新统。这一方案与古生物学家通常的划分方案不同。

关士聪院士将以松辽盆地为代表的白垩系,分成有火山岩分布的条带状的“槽盆”和无火山岩相带呈现环状分布并常有较深或深湖相存在的“广盆”。在此基础上,进一步将“广盆”分成三个亚类,“槽盆”分成四个亚类。

上述这种划分,不但为解决“丰富多彩”的白垩纪沉积分型分类提出了新的思路,也为其油气的选型和选区奠定了基础。为了白垩系的三分,他几乎走遍有该套地层分布的中国的每一个角落。在近古稀之年,为了验证志丹群(关的上侏罗统)与芬芳河(关的中上侏罗统)间的不整合,在宝鸡以西的陇海铁路上,多次不惧危险在铁路隧道中穿行。因此,黄汲清院士评价他是一位“实践第一”和“野外第一”的地质学家^[11]。

2.4 开展“煤成气”调查与勘探

1981年5月,在扬州召开的“全国煤成气学术讨论会”上,他在《要重视包括煤成气在内的天然气的普查勘探工作》为题的开幕式发言中^[12],从煤成气概念出发,强调了两个重要观点:一是强调深度大于1000m的深埋在4000~5000m的含煤层及气源岩中的煤成气。他说:“对很多埋深在4000~5000m的含煤层系及气源岩,从演化角度看,它们只能生气”^[12]。二是强调了我国是世界上煤蕴藏量特别丰富的国家,许多煤矿都多次有高瓦斯突出的危害。他在列举了抚顺、中梁山煤田的瓦斯涌出量之后,首次计算了我国深度1000m之内的 6000×10^8 t煤探明储量的生气量。进一步提出若其中3%保存下来,就有 5.4×10^{12} m³天然气。这么多的天然气那里去了,值得我们寻找和发现”^[12]。

在扬州会议推动下,也可说是在关士聪院士的推动下,从“六五”期间开始了以煤成气为重点的天然气国家重点科技攻关研究。在中国含煤—

含气(油)盆地及“盆、热、烃”的总体框架指导下^[13],从构造分析、沉积特征、储盖层性能、源岩与地化条件、实验模拟及区域资源评价等诸多方面,对中国煤成气进行了系统深入的研究。在科研成果有力的支持下,近20年来,我国煤成气勘探取得了重大进展,发现了克拉2、长庆、苏里格等一批世界级煤成气大气田,在储量大于 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的26个气田中,有15个气田属煤成气田。由于煤成气探明的地质储量成倍增长,我国天然气储量进入快速增长时期。

2.5 地质矿产部二轮石油普查方针和部署的重要制定和参加者

“四人帮”被摧垮之后,国家地质总局于1976年11月,在长沙召开了文化大革命后的第一次全国油气普查工作会议。他和与会者一起提出了“陆相方兴未艾和海相亟待开展工作”的方针。1977年10月河南辉县百泉召开的油气普查勘探系统科技座谈会上,他就扩大陆相和开展海相油气勘探问题又作了报告。

鄂尔多斯地区在“上古兼下古、海陆并举”的方针指导下,于1977年,在盆地北部乌兰格尔南坡伊深1井中,在二叠系石盒子组(P_1-2sh)未实施压裂条件下,首次获工业气流。

在川西北,根据“重点川西北,突破川北及准备川东北”的工作方针,发现了孝泉、新场和合兴场气田,开拓了我国致密砂岩天然气勘探领域。

其后,1978年3~5月,他参加了国家地质总局领导组织的专家调研组,到江苏、长沙及重庆等生产一线进行调研。1979年5月10日,珠5井获高产工业油流,为南海北部进一步的油气勘探及开展对外合作奠定了可靠的地质基础。

重上松辽,在 J_3-K_1 地层中,发现了小五家子和后五家户油气田,并在伏龙泉构造上获浅层天然气,在松辽盆地南部建立了天然气勘探开发基地。

在调研的基础上,关士聪院士和石油勘查科研单位领导和专家一起在1979年10月石油普查勘探的第2次长沙会议上,制定了向“四新”(新领域、新类型、新地区、新深度)进军的战略,以及以“六块一片”为重点(四川、松辽南、江苏、华北、鄂尔多斯、塔里木“六块”以及南方海相碳酸盐岩“一片”)的选区部署。1980年8月,在青岛海洋地质工作会议上确立了海洋地质工作应以油气勘查为主要中心任务。至此,从陆地到海洋,从陆相到海

相,全国范围内的油气勘查的战略部署趋于成熟,新一轮油气勘查在陆地海域(东海及广东珠江口外)的基本部署全面展开实施。

1982年春夏,他又参加了地质部组织的专家调研组,用了近半年的时间,先后对江苏(苏北)、上海(东海)、四川、湖南(湘中)、广西、广东(南海)、鄂尔多斯、华北、松辽及塔里木等9个地区和盆地进行了深入地调研。

1982年底,在北京召开的石油地质工作会议上,将调研形成的认识进一步概括为:“继续扩大中部和东部油气远景,重点是四川西北部的上三叠统及侏罗系,鄂尔多斯和华北的石炭-二叠系,松辽南部的 J_3-K_1 ;④加速东海陆架盆地的评价;⑤积极开展西北地区的后备油气资源,重点是塔里木盆地;⑥逐步开展隐蔽油气藏及复杂构造的勘探,重点是新生代大型生油拗陷内的沉积圈闭及逆掩断裂带;坚持探索古生界海相沉积区的含油气条件……。”

在上述方针的指导下,我国石油普查勘探又取得了一系列重要发现。

在东海陆架盆地,初探浙东长垣龙井构造带并发现油气层,接着在保俶斜坡平湖构造带上,于1983年平湖1井中取得突破,日产原油 174 m^3 ,天然气 $41 \times 10^4 \text{ m}^3$,发现了平湖油气田,东海油气勘探进入了新的发展时期。

在塔里木,以塔北为重点,展开了综合物探调查,在雅克拉构造上的沙参2井,于1984年9月22日,在井深5391m下奥陶统白云岩,发生巨大井喷,日初喷轻质油约 1000 m^3 ,天然气 $200 \times 10^4 \text{ m}^3$,使塔里木盆地的油气勘探进入了一个新的发展阶段。

除上述之外,关士聪院士还在1982年末,以《油气普查勘探中的几个有关问题》为题^[14],就“如何取得新一轮石油普查的进展”以及“在学术上(如何)建立我们自己的石油地质理论”表达了自己独立的若干见解。

3 石油地质论著

对关士聪院士论著的风格,黄汲清^[11]在他给《关士聪地质文选》写的序中有这样一段话:“士聪同志提出的地壳运动发展具有明显的阶段性,这个阶段性在时间上,表现为盆地的形成受到一定构造幕的控制,在空间上表现为盆地的发展是不

同时期盆地的叠置与组合”。这段话是对关士聪院士石油地质论著和其地质哲学思想最基本的也是最恰当的评述。

关士聪院士虽然在涉及中国含油气盆地背景的划分和认识的某些方面与其他学者持不同观点,但在考虑和提出问题时仍强调建造与改造的对立与统一的历史观;都应用张、压、扭以及随历史互有转化、互有联系的运动学分析。在含油气盆地(区、省)的划分上,强调了中生代以来,中国东部含油气区与太平洋方面的关系;中国北部含油气区与古亚洲或华力西运动的影响;西部油气区和特提斯的成因联系。

他在《中国海相陆相和海洋油气地质》一书^[15]第一章《中国海相油气——中国海陆变迁、海域沉积相与油气(新元古代—三叠纪)》、第二章《中国陆相油气——中国中生代陆相沉积盆地

与油气》和第三章《中国海洋油气——中国海域地质与油气》集中反映了他后期对我国含油气盆地一些关键地质问题的学术见解和重要贡献。

3.1 建立了中国古海域沉积环境的综合模式

关士聪等在对前侏罗纪海相沉积研究中,侧重对古海陆变迁及沉积相进行了研究。在《中国海相油气——中国海陆变迁、海域沉积构造与油气(新元古代—三叠纪)》一文中,在按地质年代编制海陆分布及海域沉积相 20 幅和海陆变迁 5 幅图的基础上,根据海底地形、海水能量、物质来源、生物组合繁衍程度及气候条件等的综合考虑,建立了由两个相组、6 个相区和 16 个相带组成的中国古海域沉积环境综合模式(图 2)。该模式图是针对中国海相多为浅水碳酸盐岩夹碎屑岩,具有生油气性的特点,所建立的详细的浅水陆棚海相沉积分类。

在《中国海相油气》一文中,他不仅对中国海

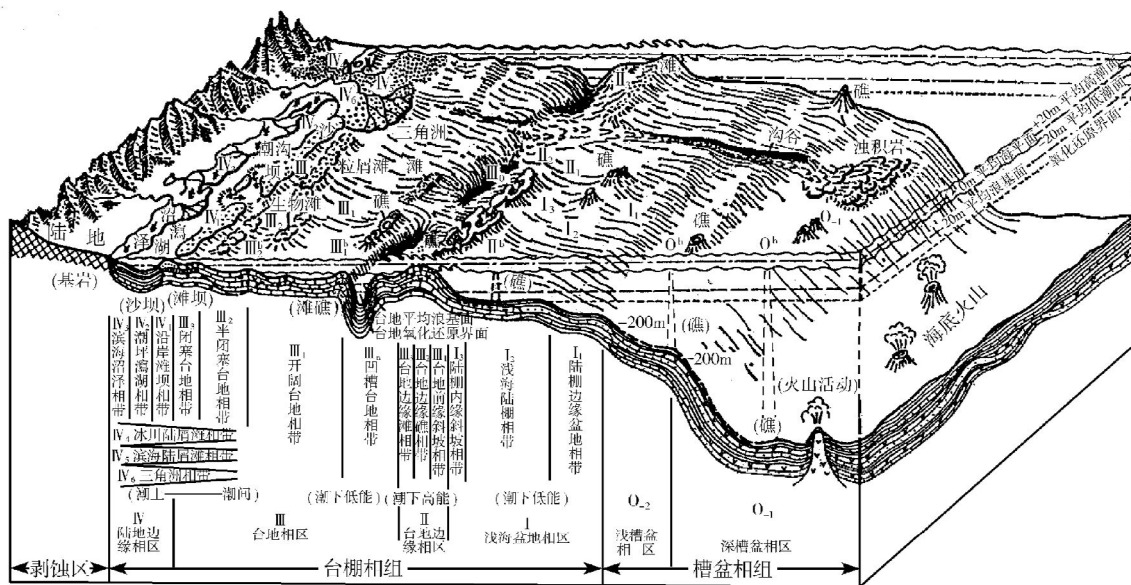


图 2 中国古海域沉积环境综合模式示意图

Fig. 2 Sketch map showing the composite mode of Paleomarine sedimentary environments in China

相的两个相组、6 个相区和 16 个相带有详细的论述,还对包括我国南方(上、下扬子及滇、黔、桂、湘)、北方(华北及鄂尔多斯)、西北(塔里木、柴达木、准噶尔)及东北在内的 10 个盆地(或地区)的海相找油前景作了精辟的展望,多数已被以后的勘探所证实,至今仍具有重要参考价值。

3.2 对中国陆相盆地的独特见解

从侏罗纪起,中国大陆以陆相沉积为主,包括陆相生油在内的成盆、成烃、成藏理论,是中国老

一辈地质学家关注的焦点,也是关士聪院士一生著述中的“热点”^[16,17],是关士聪院士《中国海相陆相和海洋油气地质》^[15]一书的主要内容。

对关士聪院士陆相油气理论的评述,在吕华主编的《中国石油天然气的勘查与发现》一书中^[3],有这样一段评语:“在关士聪领导下,袁捷、许鸣光、江圣邦等着重研究我国中生代陆相沉积盆地,认为中国陆相沉积盆地是发育在古陆或今陆之上由构造和其他地质作用形成的洼地,并

为具有独立的沉积体系和沉积模式的沉积岩或火山岩的停积场所。中国陆盆在纵向上存在多层次结构的特点,代表不同成盆期形成的原型盆地,并被保存的沉积层所叠置的综合体,可称之为‘叠置盆地’。根据各成盆时期在叠置过程中,构造变动对烃类的生成、运移及破坏作用和保存条件的研究来分析成油期的赋存特点。多期构造幕所控制的多期盆地,在发展中,既有各自的特点,又在多次的构造旋回控盆作用中,相互保持一定的联系和旋回性。根据盆地形态、沉积体系、构造形变、油气赋存,以及其所反映的构造属性,把中国中生代陆相沉积原型分为 6 类,即:槽盆、广盆、碟盆、台盆、斜盆及带盆。并根据不同时代原型盆地在纵向上的叠置关系,分成复合式、交替式、披盖式和镶嵌式 4 种形式。盆地叠置和演化的复杂过程,导致油气生成、运移、聚集,并形成油气(藏)。”

因此,关士聪院士是继 Halbouty 之后,给“中

国陆盆”下定义的一位国内地质学家。在他的定义中,不仅应用了“沉积实体”(entity)、各种形成机理下的地貌“洼地”(depression)等概念,还对中国的陆相沉积盆地强调了两点:一是强调了“是今陆地或古陆地上发育的盆地,以区别于传统习称的海盆”;二是把“陆盆沉积下伏的海相地层、火山岩、变质岩等均应作为盆地基底层”来看待。

并将三叠纪晚期形成的中国大陆称“古中华陆”。强调了中国陆盆沉积的 6 项特征。并认为“这些特征与大陆边缘或板块边缘活动很少有直接联系。

中国陆盆形成的阶段性,多是以一些重要的构造幕为其界面。以地层层序不整合为界面,可将晚三叠世至第四纪划分为 8 个成盆期(表 1)。

虽然关士聪院士在沉积盆地分类上采用了槽盆、广盆、碟盆、斜盆、台盆和带盆等“形态”上的分类,从而导致某些不同的看法。事实上,他的地质观念与当今通行的板块学说之间的区别,只是更

表 1 中国中生代成盆期与构造幕划分对比表

Table 1 Division of Mesozoic Cenozoic basin forming stages and tectonic phases in China

地质年代	习称构造幕	本文构造幕	成盆期	主要盆地类型	例 释
Q	喜马拉雅末幕	第四纪前幕			
N ₂	喜马拉雅四幕	上新世前幕	上新世成盆期	广盆	华北馆陶组—明化镇组、苏北盐城组
N ₁	喜马拉雅三幕	上新世前幕	渐新世成盆期	广盆	华北沙河街上亚组—东营组、粤北丹霞组
E ₃	喜马拉雅二幕 { 华北吴堡运动 南海		渐新世前幕		
E ₂			始新世成盆期	槽盆	江汉潜江组、华北沙河街下亚组、苏北阜宁组
E ₁	喜马拉雅一幕	始新世前幕			
K ₃	燕山五幕	中白垩世前幕	中白垩世成盆期	广盆	松辽泉头组—明水组、江汉石门组—新沟嘴组、南雄南雄组—浓山组下段
K ₂	燕山四幕				
K ₁	燕山三幕				
			早白垩世成盆期	碟盆槽盆	浙江馆头组—朝川组、二连巴彦花组
	燕山二幕	早白垩世前幕			
J ₃			晚侏罗世成盆期	槽盆带盆	河西走廊赤金堡组、闽浙地区兜岭组
J ₂	燕山一幕	晚侏罗世前幕			
J ₁			早侏罗世成盆期	台盆槽盆	川滇黔白田坝组—遂宁组
	印支末幕	早侏罗世前幕			
T ₃		晚三叠世前幕			鄂尔多斯延长组、川西北须家河下亚组
T ₂					

多地注意“板内”盆地的特点, 或陆相盆地的特点。

中国陆相沉积盆地, 或大陆内部地质特征, 也是对从大洋起家的板块理论的挑战。

3.3 对中国海域地质特征的独到见解

《中国海相陆相和海洋油气地质》^[15]一书, 是由他领衔, 重病前的最后一篇大作。书中归纳了他对中国海域地质特征重要的“理论踪迹”。

如表 2 所示, 他将中国滨太平洋区 $473 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的海域分成包括渤海、黄海、东海和南海在内的“中国近海”以及在“台东海”称谓之下的包括

西太平洋及菲律宾海在内的“中国远海”。并在此基础上, 进一步将中国海域分成两个海区, 分别是“燕山拗陷海区”及“喜马拉雅褶皱弧内缘海区”。

关士聪院士将冲绳海槽认作是“新海槽”, 而将水深超过 2 000 m 的由洋壳作底的南海中央深海平原称作“复式新海槽”。并认为: “作为整体看, 冲绳新海槽及南海复式新海槽, 包括东部岛坡及岛架在内, 是沟壑起伏的褶皱体系。太平洋西部的岛弧带, 实质上为喜马拉雅褶皱弧”。这与以 Karig 为首的西太平洋弧后论者的认识显然不同。

表 2 中国海域各海区情况简表^[17]

Table 2 General conditions of various sea areas in China (Guan Shicong, 1999)

海区		分 界 线		地 理 述 略			命 名 区 别	
		传统分界	本文分界	面 积 /10 ⁴ km ²	平均水深 /m	最大水深 /m		
渤海		蓬莱－老铁山连线	蓬莱－老铁山连线	7.7	18	80 (老铁山水道西侧)	渤海 (内海) 陆架海 北黄海 (陆架海) 南黄海 (陆架海) 东海 (陆架海、边缘海) 东中国海 中国近海 北南海 中南海 南南海 (陆架海、边缘海) 南中国海 燕 山 拗 陷 海 区 喜 马 拉 雅 褶 皱 弧 内 缘 海 区	
黄 海	北黄海	—— 即渤海海峡 ——	—— 即渤海海峡 ——	7.1	38	140 济州岛 北侧		
	南黄海	成山角－朝鲜长山串连线	成山角－朝鲜长山串连线	38	44			
东 海		启东嘴－济州岛西南角连线	舟山群岛到济州岛一线 即福建－岭南隆起带	30.9	46	2 719 (钓鱼岛东南冲绳海槽地槽中)		
		—— 东山岛－鹅銮鼻连线 ——	南澳岛－南澎列岛及澎湖列岛南侧到台南一线	75.7	370			
南 海				350	1 212	5 559 (西部陆地坡麓狭窄洼地中)		
台 东 海		以台湾岛和东海相隔						中国远海

像华北和苏北那样, 他从幕式运动出发, 主张按不整合将海域沉积分成由 4 个(iv- ㉔)地震层序组成的东海及珠江口沉积, 看作是 4 个不同成盆期的地层(表 3)。与主张弧后或边缘海的板块地质学家的认识不同。板块地质学家从类似残余弧后的观念出发主张东海和南海的沉积盆地, 从西向东(东海)和由北向南(南海), 不同时期由老到新的盆地组成是因“向洋迁移”而形成的“残余弧后盆地(Relict back-arc basin)”。

上述论点归结到认识地质现象的地学观念上, 他在《中国海洋油气》一章中明确指出: “中国海域的主地应力是地球自转。由 4 条纬向(燕山、

秦岭、南岭和中西沙)和 3 条经向(日本岛、横断山脉、乌拉尔)组成的网状格局, 是地球自转以及地壳形变的结果^[15]”。显而易见, 关士聪院士理论踪迹的深处, 有着地质力学观念的烙印。

如果说, 诞育于大洋的板块构造, 或新全球构造学说, 由于因“板块登陆”而遇到在上一节中说到的麻烦; 那末, 将在大陆内部或板内地质积累起来的长期认识和经验, 去解释海洋或大陆边缘地质问题, 同样也会遇到争论。

争论, 就像板块学说之后, 又有地体理论予以不断补充那样, 认识是发展的。观念的探求, 争论中的发展, 永远是认识地球动力本质的动力。

表3 中国海域主要盆地地震层序划分对比表^[17]

Table 3 Classification and correlation of seismic sequences in the major basins in China's waters

地质时代	渤海	南黄海	东海	台湾海峡	台西南	珠江口	琼东南	北部湾	东纳土纳	礼乐滩	北巴拉望	西巴拉望	本文划分	
第四纪	Q	东台群	东海群	Q	Q	Q	Q	Q				冲积珊瑚礁	新界面 I 地震层序	
上新世	明化镇组 馆陶组	盐城组(上段) 盐城组(下段)	三潭组	T ₁ N ₂	N ₂	万山组 尊海组	莺歌海组	望楼港组	穆达组			卡卡组	卡卡组	上界面 (T ₁₁)
中新世—渐新世	东营组 沙河街三段 沙河街二段 沙河街一段	T ₂ 三垛组 戴南组 T ₃ T ₄ T ₅	柳浪组 玉泉组 龙井组 花港组	T ₂ T ₃ T ₄ T ₅ T ₆	N ₁ E ₃	T ₁ T ₂ T ₃	T ₂ 韩江组 T ₄ 珠江组 T ₅ 三亚组 T ₆ 陵水组	T ₃ ? 灯楼角组 T ₄ 角尾组 T ₅ 下洋组 T ₆ T ₇	特降布组 中碎屑岩系 下碎屑岩系	? 礼乐组	马迁洛克组 帕加萨组 尼多组	里克斯组 帕瑞瓜组 卡蒙加组	中界面 (T _m)	
始新世	沙河街三段 沙河街二段 沙河街一段	T ₇ 阜宁组	(平湖段) 瓯江段	T ₃ E ₂	T ₃	恩平组 文昌组	T ₁ T ₈ 崖城组	涠洲组 流沙港组	T ₂ T ₄ T ₅	忠孝组 E ₂ —E ₃ 阳明组 E ₂ —E ₃		前尼多组	克里克组 E ₁ —E ₂	下界面 (T _l)
古新世—中白垩世	? 孔店组 泰州组	T ₈ T ₅	明月峰组 灵峰组 石门潭组	T ₄ K ₂ E ₁	T ₄ E ₁ (?) K ₂	T ₆ 神狐组	T ₉ E ₁	T ₈ ? 长流组 E ₁ T ₉ PreR	T ₇ T ₈	拉让群 E ₁ —E ₂		东坡组		IV 地震层序

参 考 文 献

- 叶连俊, 关士聪. 陇南龙山运动之性质(摘要)[J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1942, 22(3~4): 247~252
Ye Lianjun, Guan Shicong. Properties of Longshan movement in Southern Gansu(Abstract)[J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1942, 22(3~4): 247~252
- 关士聪, 车树政. 内蒙伊克昭盟桌子山区域地层系统[J]. 地质学报, 1955, 35(2): 95~108
Guan Shicong, Che Shuzheng. Regional Stratigraphic System in Zhuozishan Area Yikezhao, Inner Mongolia Autonomous Region[J]. Acta Geologica Sinica, 1955, 35(2): 95~108
- 吕华. 中国石油天然气的勘查与发现[M]. 北京: 地质出版社, 1992. 222
Lu Hua. Exploration and discovery of oil and natural gas in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992. 222
- 蔡乾忠. 油踪纪程[M]. 北京: 地质出版社, 1998
Cai Qianzhong. Tracing and commemorating the course of oil exploration and development[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998
- 关士聪. 中国海域区划与地质结构[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 13~20
Guan Shicong. Geological configuration and tectonic division in China's sea area[A]. See Guan Shicong. Geological Selections from Guan Shicong[C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. 13~20
- 朱夏. 关于含油气盆地的讨论[A]. 见: 关士聪. 中华人民共和国地质部石油地质文集(IV)[C]. 北京: 地质出版社, 1965. 63~75

质部石油地质文集(IV)[C]. 北京: 地质出版社, 1965. 17~30

- Zhu Xia. Discussion on petroliferous basins [A]. See Guan Shicong. Selected Papers on Petroleum from Ministry of Geology, PRC(I) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1965. 17~30
- 孙肇才. 对鄂尔多斯盆地形成和中生代沉积拗陷带发展演变等有关问题的讨论[A]. 见: 关士聪. 中华人民共和国地质部石油地质文集(IV)[C]. 北京: 地质出版社, 1965. 63~75
Sun Zhaoai. Discussion on formation of Ordos basin, evolution of Mesozoic sedimentary depression zone and related problems[A]. In: Guan Shicong. Selected papers on petroleum geology from Ministry of Geology, PRC(I) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1965. 63~75
- 朱夏, 翁世劫. 柴达木盆地的构造[A]. 见: 关士聪. 中华人民共和国地质部石油地质文集(IV)[C]. 北京: 地质出版社, 1965. 76~99
Zhu Xia, Weng Shijie. Structures in Qaidam basin[A]. In: Guan Shicong. Selected papers on petroleum geology from Ministry of Geology, PRC(I) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1965. 76~99
- 郭正吾, 王学宝. 松辽盆地盖层褶皱的基本特征[A]. 见: 关士聪. 中华人民共和国地质部石油地质文集(IV)[C]. 北京: 地质出版社, 1965. 100~117
Guo Zhengwu, Wang Xuebao. Essential characteristics of mantle folds in Songliao basin[A]. In: Guan Shicong. Selected papers on petroleum geology from Ministry of Geology, PRC(I) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1965. 100~117

(下转第167页)

总之, 天然气工业一体化的发展战略可以概括为: 资源是基础, 管线作纽带, 市场定产销, 价格是关键。国内为主体, 国外作补充, 政策作引导, 规划走在前。

参 考 文 献

- 张抗. 试谈中国石油资源战略观[J]. 中国石油瞭望, 2004, (7): 51~ 52
Zhang Kang. Discussion on strategy of petroleum resources in China[J]. Observation of Petroleum in China, 2004, (7): 51~ 52
- 张抗, 周总瑛, 周庆凡. 中国石油天然气发展战略[M]. 北京: 地质出版社, 石油工业出版社, 中国石化出版社, 2002. 1~ 777
Zhang Kang, Zhou Zongying, Zhou Qingfan. Petroleum development strategy in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, Petroleum Industry Press, Sinopec Press. 2002. 1~ 777
- 赵贤正, 李景明, 李东旭, 等. 中国天然气资源潜力及供需趋势[J]. 天然气工业, 2004, 24(3): 1~ 4
Zhao Xianzheng, Li Jingming, Li Dongxu, et al. Resource potentials and supply demand trend of natural gas in China[J]. Natural Gas Industry, 2004, 24(3): 1~ 4
- 张抗. 我国 21 世纪初的天然气工业——扬帆乘风济沧海[J]. 当代石油石化, 2001, 9(2): 95~ 99
Zhang Kang. China's natural gas industry in the 21st century[J]. Petroleum and Petrochemical Today, 2001, 9(2): 95~ 99
- 张抗. 对中国天然气可采资源量的讨论[J]. 天然气工业, 2002, 22(6): 6~ 9
Zhang Kang. Developing strategy of natural gas industry in China [J]. Natural Gas Industry, 2002, 22(6): 6~ 9
- 张抗. 中国天然气发展的战略观[J]. 天然气工业, 2002, 22(4): 1~ 4
Zhang Kang. Discussion on the recoverable gas resources in China [J]. Natural Gas Industry, 2002, 22(4): 1~ 4
- 王庭斌. 中国气田的成藏特征分析[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(2): 103~ 110
Wang Tingbin. Reservoir characteristics analysis of gasfields in China[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2): 103~ 110
- 王庭斌. 中国气藏主要形成、定型于新近纪以来的构造运动[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 126~ 132
Wang Tingbin. Gas pools in China have mainly been formed and finalized during tectonic movements since Neogene[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 126~ 132
- 何登发, 马永生, 杨明虎. 油气保存单元的概念与评价原理[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 1~ 8
He Dengfa, Ma Yongsheng, Yang Minghu. Concept and appraisal principles of hydrocarbon preservation unit[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(1): 1~ 8
- 张抗. 世界巨型天然气田近十年的变化分析[J]. 天然气工业, 2004, 24(6): 127~ 130
Zhang Kang. Analyzing the changes of giant gas fields in the world in recent ten years[J]. Natural Gas Industry, 2004, 24(6): 127~ 130
- 关士聪. 中国陆相白垩系三分及其含油气性[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 77~ 91
Guan Shicong. Three series of terrestrial Cretaceous in China and their petroliferous characteristics[A]. See Guan Shicong. Geological Selections from Guan Shicong[C]. Beijing: Geological Publishing House. 1988, 77~ 91
- 黄汲清. 关士聪地质文选序[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988
Huang Jiqing. Preface to geological selections from Guan Shicong [A]. In: Guan Shicong. Geological selections from Guan Shicong [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988
- 关士聪. 要重视包括煤成气在内的天然气的普查勘探工作[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 31
Guan Shicong. Importance should be attached to natural gas, including humic gas, reconnaissance and exploration[A]. In: Guan Shicong. Geological selections from Guan Shecong [C]. Beijing: Geological Publishing House. 1988, 31
- 冯福凯, 王庭斌, 张士亚, 等. 中国天然气地质[M]. 北京: 地质出版社, 1995
Feng Fukai, Wang Tingbin, Zhang Shiya, et al. Natural Gas Geology in China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995
- 关士聪. 油气普查勘探中的几个有关问题[J]. 石油与天然气地质, 1982, 3(4): 295~ 296
Guan Shicong. Some problems concerning petroleum prospecting and exploration[J]. Oil & Gas Geology, 1982, 3(4): 295~ 296
- 关士聪. 中国海相陆相和海洋油气地质[M]. 北京: 地质出版社, 1999
Guan Shicong. Petroleum geology in marine and continental sediments and in sea area in China[J]. Beijing: Geological Publishing House, 1999
- 关士聪. 中国中生代陆相盆地简介[J]. 石油与天然气地质, 1983, 4(4): 423~ 429
Guan Shecong. A brief description on Mesozoic continental basins in China in lieu of introduction to the atlas of stratigraphical correlation of Chinese sedimentary basins in Asian and Pacific regions[J]. Oil & Gas Geology, 1983, 4(4): 423~ 429
- 关士聪. 中国中生代陆相沉积盆地分类、展布规律与成因机制[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 151
Guan Shicong. Classification, distribution pattern and genetic mechanism of Mesozoic continental sedimentary basins in China[A]. See Guan Shicong. Geological Selections from Guan Shicong[C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. 151

(上接第 140 页)