

塔里木盆地含气系统的划分及特征

刚文哲¹ 高岗¹ 郝石生¹ 周兴熙²

¹ (石油大学,北京 102200)

² (石油勘探开发科学研究院,北京 100083)

提 要 本文根据油气系统的理论,划分了塔里木盆地含气系统,首次提出了天然气成因系统的概念,并进一步从剖面上划分了其含气组合,从平面上划分了天然气成因系统,分析了塔里木盆地含气系统的特征,对塔里木盆地天然气的勘探有一定的指导意义。

关键词 含气系统 含气组合 天然气成因系统 塔里木盆地

分类号 P 618.13

第一作者简介 刚文哲 男 31岁 讲师 博士 有机地球化学

1 引 言

关于油气系统的提法,早在 1973 年前苏联学者 Pospelov 等人就论述了喀尔巴阡山脉(Carpathian)前陆盆地中与构造和水动力有关的含油气系统(oil and gas-bearing system)^[1],而后在 1974 年,Dow 提出了生储油系统(source-reservoir oil system)^[2],随后在 1987 年,Magoon 在 AAPG 上发表文章,提出了油气系统(Petroleum System)^[3]的概念,指出油气系统是一种进行油气资源调查与勘探的研究方法。在 1991 年 AAPG 年会上由 Magoon 和 Dow 正式定义了油气系统的概念,并于 1992 年由 Magoon 主编了《含油气系统研究现状和方法,1992》^[4],而且在 1994 年由 Magoon 和 Dow 等人主编了《The petroleum system:from source to trap》^[5]这本书。这标志着油气系统的理论日趋成熟,得到了众多学者的研究和重视,它也日益成为指导油气勘探的一种有效的研究方法。按照他们的观点,油气系统是指包含成熟的烃源岩及所有已形成的油、气藏,并包含油气藏形成时所必不可少的一切地质要素及作用。针对塔里木盆地天然气聚集成藏的特点,可以引用油气系统的概念,提出含气系统(Gas-bearing System)的概念,并从剖面上将含气系统划分为含气组合(Gas-bearing Association);从平面上将含气系统划分为天然气成因系统(Gas-gentic System)。

在一个含气系统中只有一个含气组合,也可以有若干个含气组合;一个含气系统在平面上可以划分为一个或几个天然气成因系统。

2 塔里木盆地含气系统的划分及特征

2.1 含气系统的划分

按照王庭斌等人(1995)^[6]的观点,含气系统是指盆地(或地区)的某一大地构造发展阶段(构造层)同一沉积体系的若干个源岩层、储集层、盖层的集合体,它以大地构造发展阶段的时空为主要划分依据。如果在一个大地构造发展阶段(构造层)内属于同一沉积体系(海相、海陆过渡相、陆相),又具有相近演化特征的所有源岩层、储集层与盖层,就属于一个含气系统。在含气系统的划分中,地质要素应有合理的序次。笔者认为含气系统的地质要素中处于第一位的应是气源岩体系;处于第二位的是盖层;处于第三位的才是储集层。塔里木盆地从沉积类型和沉积体系来看,可以分为以下三套沉积体系:第一下古生界(包括震旦系)以海相碳酸盐岩为主的海相沉积体系;第二上古生界以海陆交互相碳酸盐岩和陆源碎屑岩沉积体系;第三中生界以碎屑岩为主的陆相沉积体系。因此沉积类型和沉积体系是划分含气系统的基础,结合气源岩体系,可以将塔里木盆地的含气系统划分为:震旦—泥盆系海相含气系统;石炭—二叠系海陆交互相含气系统;三叠—侏罗系陆相含气系统等三大含气系统,其含气系统如图 1 示。

2.2 含气系统的特征

2.2.1 震旦—泥盆系海相含气系统

在此系统内,其主要的气源岩体系为寒武—奥陶系海相暗色灰岩和暗色泥岩,储集岩可以是震旦系白云岩、寒武系白云岩、奥陶系灰岩和白云岩,盖层

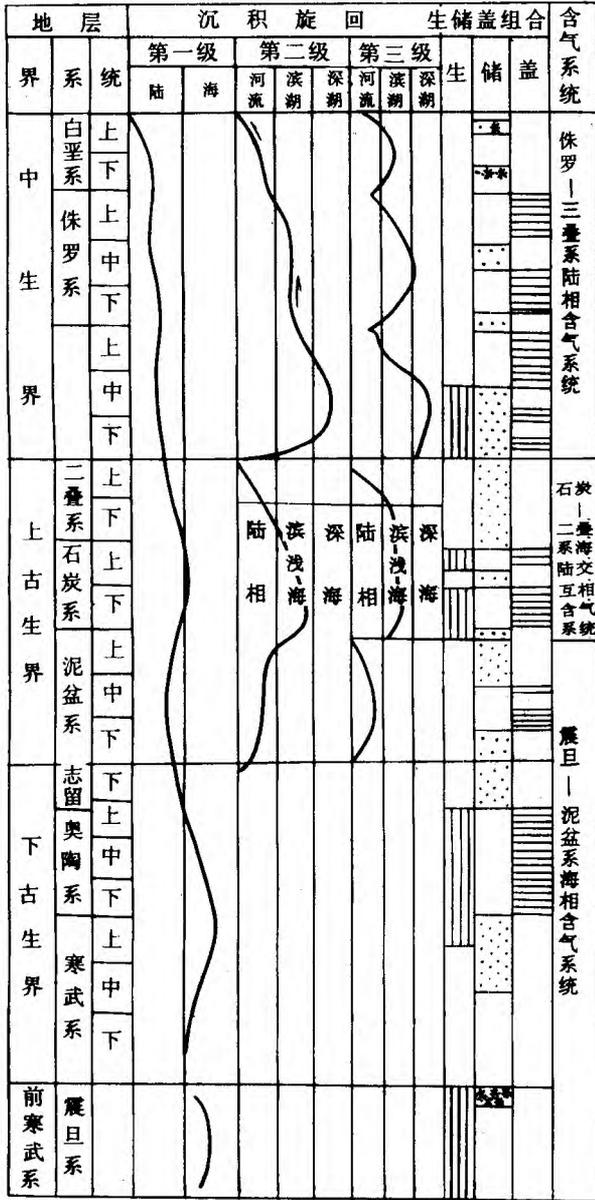


图1 塔里木盆地含气系统略图

Fig. 1 Distribution sketch of the gas-bearing system in Tarim basin

可以是震旦系灰岩、寒武系灰岩、奥陶系灰岩和泥灰岩。本系统内的天然气为克拉通海相腐泥型天然气,其代表实例有沙参2井气藏、沙7井气藏和桑塔木1号、4号、6号等气藏。这一含气系统主要发育于塔北和塔中隆起。

2.2.2 石炭—二叠系海陆交互相含气系统

在石炭—二叠系海陆交互相含气系统内其气源岩体系主要为寒武—奥陶系海相暗色灰岩和暗色泥岩,其次为石炭系海相暗色灰岩;储集岩可以是石炭

系砂岩;盖层为石炭系泥岩和石炭系灰岩。本系统内的天然气主要为克拉通海相腐泥型天然气,其代表实例有塔中1、塔中4、塔中6、塔中101、轮南51、轮南22、轮南59(石炭系)、曲3、麦3井等气藏。这一含气系统主要发育于轮南、吉拉克、塔中、麦盖提斜坡和阿瓦提凹陷。

2.2.3 三叠—侏罗系陆相含气系统

三叠—侏罗系陆相含气系统中,主要的气源岩体系为三叠、侏罗系泥岩和煤;储集岩可以是三叠系砂岩,侏罗系砂岩和白垩系砂岩;盖层可以是三叠系泥岩、侏罗系泥岩、白垩系泥岩和上下第三系泥岩。本系统内的天然气为前陆盆地陆相腐植型天然气,其实例有依奇克里克伴生气藏、提尔根气藏、英买7号气田、牙哈气田、沙3气藏、红旗渠气藏和柯克亚气田。这一含气系统分布于库车地区、塔北隆起邻近库车地区和柯克亚等地区。

3 塔里木盆地含气组合的划分

含气组合是指盆地(或地区)中某一含气系统内具有相近沉积环境的烃源岩与储集层、盖层组成的地层组合。一般情况下,一个含气组合只有一套源岩与具有相近的烃类运移、聚集条件的储、盖层组合而成。有些含气组合是具有相近烃类运移、聚集条件的储盖组成(据王庭斌和游秀玲等人,1995)^[6]。

3.1 震旦—泥盆系克拉通海相含气系统的含气组合有以下几种方式

生气层:寒武—奥陶系暗色灰岩和暗色泥岩

① 储集层:震旦系白云岩

盖层:震旦系灰岩

上生下储式

生气层:寒武—奥陶系暗色灰岩和暗色泥岩

② 储集层:寒武系白云岩

盖层:寒武系灰岩

上生下储式或自生自储式

生气层:寒武—奥陶系暗色灰岩和暗色泥岩

③ 储集层:奥陶系白云岩

盖层:奥陶系灰岩

下储式或自生自储式

3.2 石炭—二叠系克拉通海陆交互相含气系统的含气组合划分如下:

生气层:石炭系暗色灰岩和暗色泥岩

① 储集层:石炭系砂岩

盖层:石炭系泥岩、灰岩和膏盐

自生自储式

- ② 生气层:石炭系暗色灰岩和暗色泥岩
储集层:三叠系砂岩
盖层:三叠系泥岩
下生上储式
 - ③ 生气层:石炭系暗色灰岩和暗色泥岩
储集层:侏罗系砂岩
盖层:侏罗系泥岩
下生上储式
 - ④ 生气层:石炭系暗色灰岩和暗色泥岩
储集层:白垩系砂岩
盖层:白垩系泥岩
下生上储式
- 3.3 三叠—侏罗系山前陆相含气系统的含气组合的划分如下:

- ① 生气层:三叠、侏罗系泥岩和煤
储集层:古生界白云岩、灰岩 上生下储式
盖层:侏罗系泥岩

- ② 生气层:三叠、侏罗系泥岩和煤
储集层:侏罗系砂岩
盖层:侏罗系泥岩
下生上储式或自生自储式
- ③ 生气层:三叠、侏罗系泥岩和煤
储集层:白垩系砂岩 下生上储式
盖层:白垩系泥岩
- ④ 生气层:三叠、侏罗系泥岩和煤
储集层:下第三系砂岩 下生上储式
盖层:下第三系泥岩
- ⑤ 生气层:三叠、侏罗系泥岩和煤
储集层:上第三系砂岩 下生上储式
盖层:上第三系泥岩

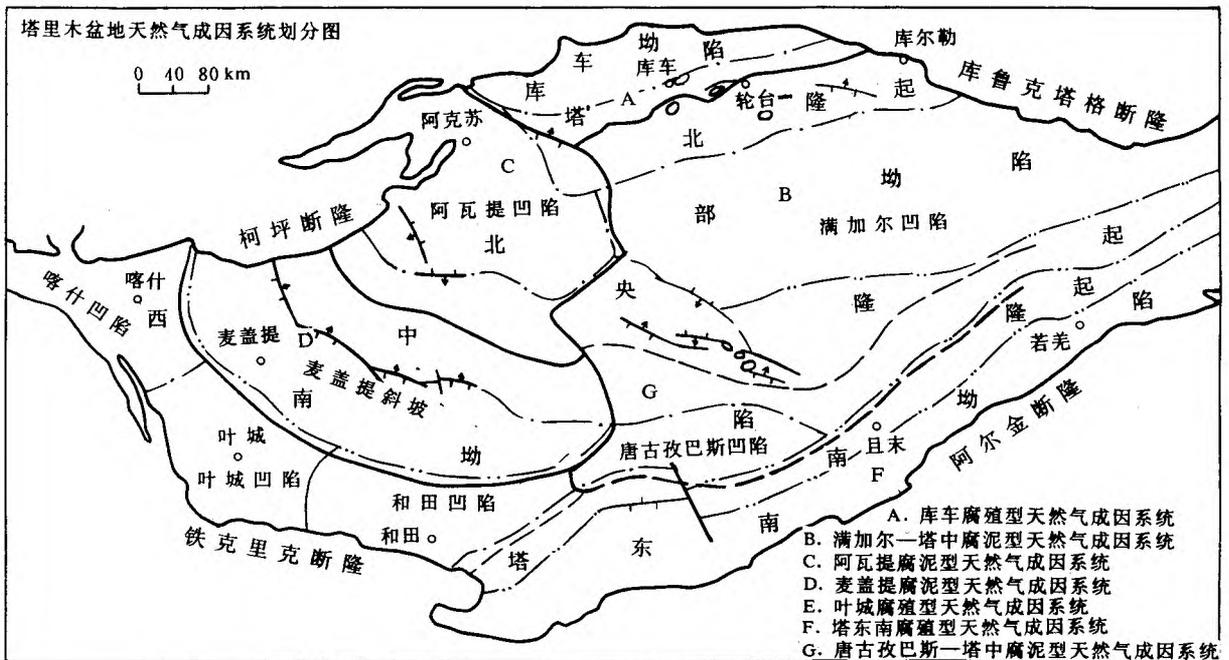


图2 塔里木盆地气源岩分布中心位置略图

Fig. 2 Distribution center of gas-source rocks in the Tarim basin

4 天然气成因系统的划分

天然气成因系统是指在某一含气系统内具有相同母质类型来源和相似演化程度的天然气在时空上的分布。含气系统一个重要的特点就是成熟气源岩所形成的气藏,因此气源岩是含气系统研究的出发点。根据这一思路,笔者根据塔里木盆地气源岩分布

中心(图2)①,结合天然气成因类型,再结合各地区的构造演化特点和石油地质特征,可以将塔里木盆地含气系统从平面上划分为7个天然气成因系统(如图3示),具体划分如下:

① 周兴熙等,1995,塔里木盆地天然气形成条件及分布规律,“八五”攻关报告

震旦—泥盆系海相含气系统可以从平面上划分为满加尔-塔中腐泥型天然气成因系统和唐古孜巴斯-塔中腐泥型天然气成因系统。

石炭—二叠系海陆交互相含气系统从平面上可以划分为阿瓦提腐泥型天然气成因系统和麦盖提腐泥型天然气成因系统。

三叠—侏罗系陆相含气系统从平面上可以划分为库车腐殖型天然气成因系统、叶城腐殖型天然气成因系统和塔东南腐殖型天然气成因系统。

型为 $I_1 - I_2$ 型,成熟度已达到高一过成熟阶段,生成的天然气为腐泥型天然气,形成了满加尔-塔中腐泥型天然气成因系统。

4.3 阿瓦提腐泥型天然气成因系统

该系统面积为 $6.65 \times 10^4 \text{ km}^2$,是以阿瓦提凹陷为中心的地区。在古生界气源岩中,寒武系气源岩为本系统天然气的主要贡献者,其次为中上奥陶统气源岩,第三为石炭系气源岩,第四为下奥陶统气源岩。其有机质类型主要为 $I_1 - I_2$ 型,有少量的 $II -$

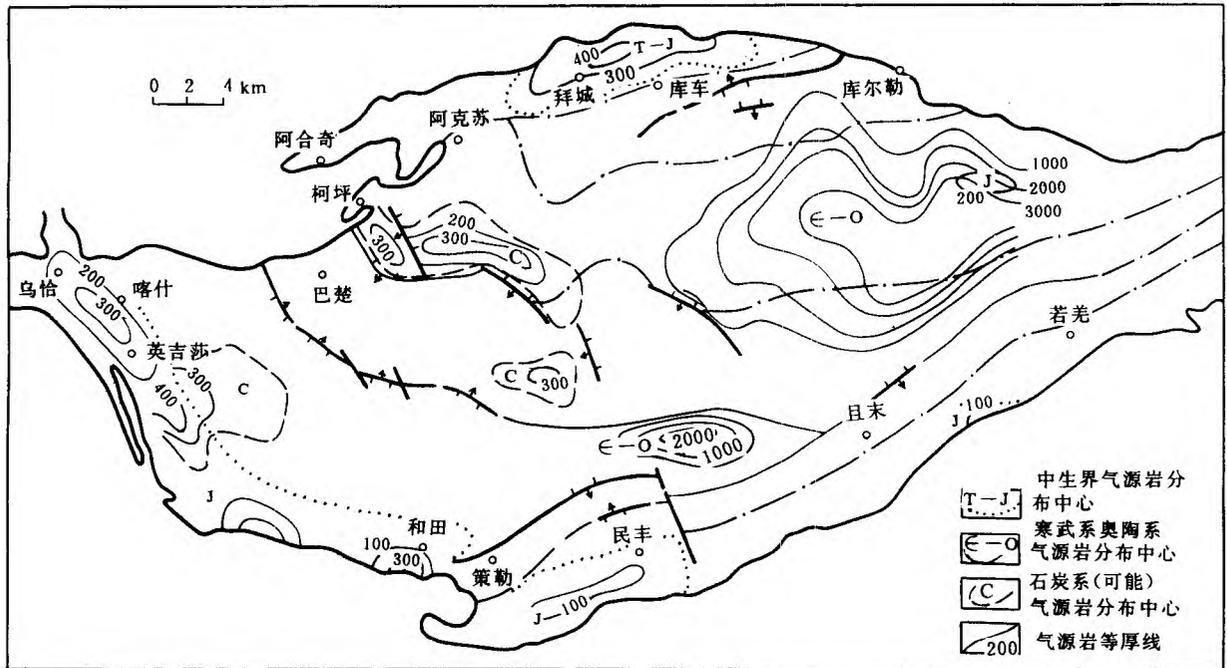


图3 塔里木盆地天然气成因系统划分图

Fig. 3 Classification of the gas-genetic system in the Tarim basin

4.1 库车腐殖型天然气成因系统

该系统面积 $3.1 \times 10^4 \text{ km}^2$,包括库车凹陷及其南侧与其毗邻的塔北隆起北部英买7号—牙哈—轮台—提尔根地带,已经发现了英买7、红旗、牙哈、提尔根、羊塔克和大宛齐等气藏。该系统的气源岩主要为侏罗、三叠系泥岩和煤,其有机质类型主要为 $III_1 - III_2$ 型,成熟度已达成熟到高成熟阶段,生成的天然气为腐殖型天然气,形成了库车腐殖型天然气成因系统。

4.2 满加尔-塔中腐泥型天然气成因系统

该系统面积 $17.56 \times 10^4 \text{ km}^2$,以满加尔凹陷为中心,包括其周缘毗邻的部分隆起地带,如塔北隆起、塔中隆起。该系统寒武系为主力气源岩,其次为中上奥陶统气源岩和下奥陶统气源岩,其有机质类

III 型,成熟度已达成熟—高成熟阶段,主要生成腐泥型天然气,形成了腐泥型天然气成因系统。

4.4 麦盖提腐泥型天然气成因系统

该系统面积为 $7.92 \times 10^4 \text{ km}^2$,指麦盖提斜坡及相接的巴楚凸起。在本系统中,寒武系气源岩为主力气源岩,其次为石炭系气源岩,第三为下奥陶统气源岩,第四为中上奥陶统气源岩。其有机质类型主要为 $I - II$ 型,成熟度已达成熟—高成熟阶段,生成的天然气主要为腐泥型天然气,形成麦盖提腐泥型天然气成因系统。

4.5 叶城腐殖型天然气成因系统

该系统面积为 $6.89 \times 10^4 \text{ km}^2$,以叶城凹陷为主,可能延伸到喀什凹陷及和田凹陷,包含着一个或几个侏罗系的生烃中心。该系统的气源岩主要为侏

罗系泥岩,其有机质类型主要为Ⅲ₁-Ⅲ₂型,成熟度已达成熟阶段,生成的天然气为腐殖型天然气,形成了叶城腐殖型天然气成因系统。

4.6 塔东南腐殖型天然气成因系统

该系统面积为 $9.62 \times 10^4 \text{ km}^2$,包括东南坳陷和塔南隆起南带,勘探程度较低,由于存在侏罗系沉积中心,而且热演化程度不高,推测有腐殖型热解气生成。

4.7 唐古孜巴斯-塔中腐泥型天然气成因系统

该系统面积为 $4.26 \times 10^4 \text{ km}^2$,包括唐古孜巴斯凹陷及北侧的塔中隆起南部、南侧的塔南隆起的北带,可能形成寒武、奥陶系腐泥型热解气。在此天然气成因系统中,寒武系为第一主力气源岩,中上奥陶统处于第二位,下奥陶统处于第三位,石炭系处于第四位。气源岩有机质类型为 I₁-I₂型,成熟度已达到高一过成熟阶段,生成的天然气为腐泥型天然气,形成了唐古孜巴斯-塔中腐泥型天然气成因系统。

5 结论

1)塔里木盆地的含气系统可划分为:震旦-泥盆系海相腐泥型含气系统;石炭-二叠系海陆交互相腐泥型含气系统;三叠-侏罗系陆相腐殖型含气系统。

2)塔里木盆地震旦-泥盆系海相腐泥型含气系统的含气组合主要有三种方式即上生下储式、自生自储式和下生上储式;石炭-二叠系海陆交互相腐泥型含气系统的含气组合主要有二种方式即自生自储式和下生上储式;三叠-侏罗系陆相腐殖型含气

系统的含气组合主要有三种方式即上生下储式、自生自储式和下生上储式。

3)首次提出了天然气成因系统的概念,划分了塔里木盆地天然气成因系统。震旦-泥盆系海相含气系统可以从平面上划分为满加尔-塔中腐泥型天然气成因系统和唐古孜巴斯-塔中腐泥型天然气成因系统;石炭-二叠系海陆交互相含气系统从平面上可以划分为阿瓦提腐泥型天然气成因系统和麦盖提腐泥型天然气成因系统;三叠-侏罗系陆相含气系统从平面上可以划分为库车腐殖型天然气成因系统、叶城腐殖型天然气成因系统和塔东南腐殖型天然气成因系统。

4)初步总结了塔里木盆地含气系统和天然气成因系统的特征。

参 考 文 献

- [1] Pospelov-G-L, Gu (Zhiy-D-V, Ko (divak-Yu-Ye. Tektono - gid (odinamicheskaya neftegazop (oduktivnaya Sistema P (edka) patya, Geotektonika. illus, 1973, (4): 71~83, .
- [2] Dow W G. Application of oil-correlation and source-rock data to exploration in Williston basin. AAPG-Bulletin, 1984, 58(7): 1253~1262.
- [3] Leslie B. Magoon, The Petroleum system: a classification scheme for research, exploration and resource assessment and. U. S. Geological Survey Bulletin 1870, 1988, 2~15.
- [4] Leslie B. Magoon 主编. 杨瑞召等译. 含油气系统研究现状和方法. 北京:地质出版社, 1992.
- [5] Leslie B, Magoon, Wallace G Dow, The petroleum system: from source to trap, AAPG-Memoir, 1994, 60.
- [6] 冯福恺, 王庭斌等. 中国天然气地质. 北京:地质出版社, 1995.

Gas-Bearing System in the Tarim Basin

Gang Wenzhe¹ Gao Gang¹ Hao Shisheng¹ and Zhuo xingxi²

¹ (University of Petroleum, Beijing 102200)

² (Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100083)

Abstract

According to the theory of petroleum system, it was not only to form the concept of the gas-genetic system first, but also to classify the gas-bearing system, gas-bearing association and gas-genetic system in the Tarim basin. Moreover the characterization of the gas-bearing system in the Tarim basin was investigated. All of these are important to the exploration of natural gases in the Tarim basin.

Key words gas-bearing system gas-bearing association gas-genetic system Tarim basin