

## 中国陆相沉积盆地地质特征

汇报人: 张森琦

中国地质调查局水文地质环境地质调查中心 2010-10-27 : 武汉





## 汇报提纲



- 一、中国陆相沉积盆地的定义
- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
- 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段
- 四、陆相盆地沉积特征
- 五、陆相低渗透储层
- 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征





中国是全球发现陆相油藏最多、储量最大的国 家。据不完全统计,世界上有油气远景的陆相盆 地面积约800×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>,其中中国占83.6%。截止 2004年底,中国发现的油田中91.2%为陆相储层 油藏。由此来看,陆相沉积盆地无疑会成为中国 CO。地质储存的主要场所和主要研究对象。





## 一、中国陆相沉积盆地的定义

- 陆相盆地是指在不同阶段期间的沉积场所,其间充填以陆相为主的沉积层或火山岩及火山碎屑岩等的停积物,这个沉积场所(盆地)是由各种形成机理,包括构造成因,或其它地质作用构成地形地貌上的洼地。
- 在地理分布意义上讲,是今陆地或某一地史时期古陆 地上发育的盆地,以区别于传统习称的海盆。
- 从地质构造意义上讲,是某地史阶段,包括古陆、地台或褶皱带演化构成的陆地上所发育的盆地。





- 从沉积建造上看,它充填了以陆相为主的沉积层或火山岩停积,并具有各类相带组合特征。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。
- •因此,中国中三叠世及其以前的海域沉积,不作 为专指陆盆的沉积或叠置层(关士聪,1999)。





陆相沉积盆地地质特征的特殊性,决定了中国 二氧化碳地质储存必须采取与海相沉积盆地不同的 研究方法,因此要高度关注如下陆相沉积盆地的主 要特点。

(1) 众多的储层和薄的隔层相互间隔,是陆相储集层最根本的一个地质特征。有时数十层、上百层砂岩与泥质岩间互成层,是陆相碎屑岩沉积普遍的现象。基于这一特征,必然导致层间的非均质性极为严重。





- (2) 陆相储集体内各类断层都较为发育。石油开采和注水开发实践表明,带有规律性的现象是几乎所有断层总是起遮挡作用,也进一步加剧了陆相储集体的分隔性,增加了储集体地质研究的难度。
- (3) 受陆相湖盆碎屑岩近物源短距离搬运的沉积背景制约,陆相储集层的矿物成熟度和结构成熟度都很低,储层孔隙结构复杂,是影响二氧化碳地质储存的主要地质因素之一。





## 汇报提纲

• 一、中国陆相沉积盆地的定义



- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
  - 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段
  - 四、陆相盆地沉积特征
  - 五、陆相低渗透储层
  - 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征





## 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布

- 我国陆相沉积盆地具有由西到东、由北向南时代变新的特点。这与中国板块的结构和演化密切相关,基底结构明显控制着陆相沉积盆地的发育。
- 总体而言,中国陆相沉积盆地具有地质结构复杂、具有断裂发育、岩性岩相变化大、储集体类型多等显著特点。





- 受大地构造演化控制,中国主要有六个盆地发育区带:
- (1) 西部准噶尔和塔里木晚古生代—中生代沉积盆地区;
- (2) 中部鄂尔多斯—四川—楚雄中生代沉积盆地带;
- (3) 北部松辽—二连—阿拉善白垩纪沉积盆地带;
- (4) 东部渤海湾—华北南部晚白垩世—早第三纪沉积盆地 区;
- (5) 江汉—苏北晚白垩世—早第三纪沉积盆地带;

中澳二氧化碳地质封存

- 中国陆相盆地具如下基本特点:
- (1) 陆相盆地沉积范围多受控于盆缘边界断裂;
- ② 区域性构造事件或幕式构造旋回控制了陆相盆地 层序的形成,即各类和各级层序界面是对各类各级 构造事件的反映;
- (3) 由于构造运动具有幕式旋回的特点,陆相盆地的扩展期和萎缩期也具有幕式变化的特点。陆相盆地湖平面变化对构造运动的反映特别灵敏,在地史记录中陆相盆地较大规模的湖扩展和萎缩旋回多为幕式,并非周期性;





- (4) 受构造格架控制, 陆相盆地沉积具多物源、 多沉积中心、相带窄、相变快、水域面积小等特点; 沉积体系空间配置样式、内部构成多样;
- (5) 突发性事件构造事件(如地震)多,造成泥石流、扇面短命水道沉积、崩塌角砾沉积等所占比例较大,同时发育较多的同沉积构造;
- (6) 受构造活动影响,沉积层(特别是盆缘沉积层)掀斜、褶皱、断裂及抬升等变形、变位发育;





- (7) 陆相盆地周缘为高地,为沉积物供给区,物源多,物质输入方式为多向汇聚型方式;
- (8) 陆相盆地中的沉积物以短距离搬运为主, 成分和结构成熟度低,长石、岩屑砂岩常见;
- (9) 陆相盆地的搬运营力主要为河流,其沉积体、沉积体系在空间上的规模大小受控于河流的规模,一般来说物源区汇水面积大,盆地规模大,则沉积体的规模也大。





## 汇报提纲

- 一、中国陆相沉积盆地的定义
- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
- 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段
  - 四、陆相盆地沉积特征
  - 五、陆相低渗透储层
  - 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征





### 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段

中、新生代以来,海水相继从中国北方和南方退出,逐渐为大陆环境所代替,历经晚海西一印支阶段(晚二叠世—三叠纪)、早燕山阶段(侏罗纪)、晚燕山阶段(白垩纪)和喜山阶段,使位于欧亚板块东南部的中国发育了大大小不一的陆相沉积盆地。





#### 1. 晚海西—印支期

- 中国陆相沉积的发育始于古生代后期。二叠纪北方抬升,地处稳定克拉通背景上的华北、塔里木和准噶尔诸盆地为稳定的沉降区,发育陆相河湖沉积、含煤沉积及近海含煤沉积。兴蒙海西褶皱带上发育粗碎屑含煤堆积及中性火山喷发岩。华北地区下二叠统含煤沉积及西北上二叠统暗色沉积,是中国陆相沉积第一次储盖层组合的形成期。
- 早中三叠世中国北方进一步隆升,兴蒙褶皱带基本处于剥蚀状态,华北、西北诸盆地发育干旱、半干旱红色、杂色河湖沉积。





中国南方二叠纪及早三叠世处于海域环境,中三叠世东南地区迅速隆升,海域向西退缩并形成半封闭的蒸发海盆,青藏地区为海槽及浅海环境。

晚三叠世南方进一步抬升与北方联成一体。早期 西缘及西南缘为浅海及半深海环境,中部湘赣粤地区 为湖泊环境,晚期发育近海含煤沉积(湘粤地区)。 青藏、台湾和三江地区为海域环境。晚三叠世是中国 陆相沉积第二次烃源岩发育期并和相关储盖层形成重要的含油气组合。

晚海西—印支阶段发育的主要陆相沉积盆地有准噶尔、塔里木、吐哈、鄂尔多斯、四川和楚雄盆地等。



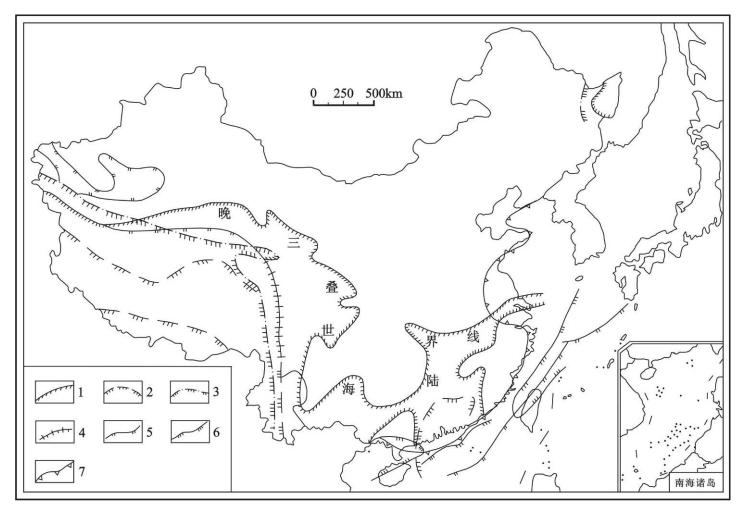


#### 2. 早燕山期(侏罗纪)

进入燕山期,受太平洋板块运动对亚洲大陆东部的影响,兴安岭—太行山—雪峰山以东出现一系列北东向至北北东向为主,相互分隔的断陷盆地及火山活动带;以西则发育克拉通内的大型坳陷盆地。海域仅分布于青藏、东南沿海、台湾及三江地区。







中国晚三叠世以来海陆展布变迁图

1-晚三叠世海陆界线; 2-早、中侏罗世海陆界线; 3-晚侏罗世海陆界线; 4-早白垩世海陆界线; 5-中、晚白垩世海陆界线; 6-渐新世海陆界线(虚线为推测); 7-上新世海陆界线(注:晕线或齿指向海域)



China Australia Geological Storage of CO<sub>2</sub>

中澳二氧化碳地质封存

#### 3. 晚燕山期(白垩纪)

- 早白垩世南方处于隆升状态,北方是早白垩世主要沉积区。
- 内蒙—东北地区出现北东、北东东向中小型断陷盆地群, 发育粗碎屑含煤及火山堆积;早白垩世早中期的湖泊沼泽 交替沉积和较深水湖泊沉积代表我国陆相沉积第四次烃源 岩发育期。
- 由塔里木盆地至南方诸盆地为红色沉积夹部分杂色沉积分布区,包括山麓粗碎屑冲积扇及河流相,棕红色砂泥岩及泥灰岩的滨浅湖相,代表干旱气候带沉积。
- 东南沿海地区为孤立小盆地,发育河湖相沉积夹中酸性火山岩,或中酸性火山岩夹河湖沉积。
- 西藏南部早白垩世海相沉积为石英砂岩夹黑色页岩及石灰



晚白垩世北方上白垩统主要分布于松辽盆地及三江地区。最重大的地质事件是松辽盆地演化达到顶峰,湖盆广阔,水体较深,同期的河流三角洲储集体广布,为大庆油田的产层。

华北至西北诸盆地,上白垩统地层记录不完整,反映不同地区不同时期处于隆升剥蚀状态。唯塔里木盆地西部出现海侵,喀什地区为泻湖海湾膏盐沉积,喀喇昆仑海槽为红色碎屑岩及碳酸盐类沉积。

南方普遍发育红色沉积和含盐沉积,规模较大的如江汉—洞庭含盐盆地,规模较小的如东南地区山间盆地,发育冲积扇、河流及湖相沉积层。





#### 4. 喜山期

• 喜山期最有意义的地质发展是中国东部大陆裂 谷系盆地及大陆边缘盆地的出现,使中国东部 及沿海大陆架成为第三系主要产油气区。早第 三纪气候分异明确,海域环境对近海陆相沉积 也产生了影响。古构造、古气候和古地理的影 响使早第三纪出现多种沉积类型。





## 汇报提纲

- 一、中国陆相沉积盆地的定义
- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
- 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段



- → 四、陆相盆地沉积特征
  - 五、陆相低渗透储层
  - 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征





## 四、陆相盆地沉积特征

• 陆相沉积盆地沉积相的一般特征: 陆相沉积盆 地二氧化碳地质储存中的储、盖层地质研究, 实际上就是对陆相碎屑岩及其沉积体系的研 究。陆相盆地的沉积面貌主要受构造、古气 候、古地形、古水系等古地理环境因素的影 响。其中,古地形对湖盆充填型式起着重要的 控制作用。从盆地周边物源区至盆地内部深湖 区,可发育复杂的多级地形。





- ●第一级为盆地周边山系和高地,是盆地外部的物源区;
- ●第二级为盆地边缘的山前斜坡及盆地内部的高地一隆地区(带),当盆地整体沉降时它是沉积区, 抬升期则是盆地内部的剥蚀区:
- ●第三级为盆地内部低地(凸起),在湖盆发展早期和水退期是湖中岛屿,在湖侵期是水下隆起;
- ●第四级为湖滨平原及滨浅湖区;
- ●第五级为深湖区。





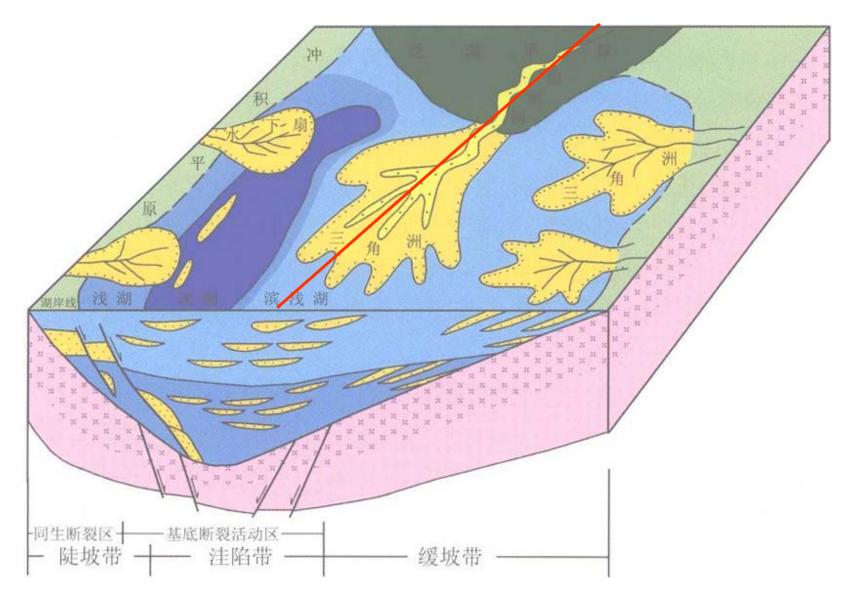
陆相沉积盆地的充填模式具有多样性。金毓荪、隋新光等(2006)总结出中国陆相沉积盆地充填型式主要有以下8种:

1. 纵向冲积扇—辫状河—曲流河—三角洲—湖相泥岩(浊积岩)

这一充填型式是最完整的型式,主要发育在大型拗陷盆地的长轴。在盆地的沉积期,从物源区至深湖区,物源出山口后,形成冲积扇,在广阔的冲积平原上沿盆地长轴方向,发育一条源远流长的主干河流,依次是辫状河、低弯度和高弯度的曲流河,然后是三角洲平原,入湖后建设成鸟足状三角洲,形成最完整充填型式。







1. 纵向冲积扇—辫状河—曲流河—三角洲—湖相泥岩(浊积岩)

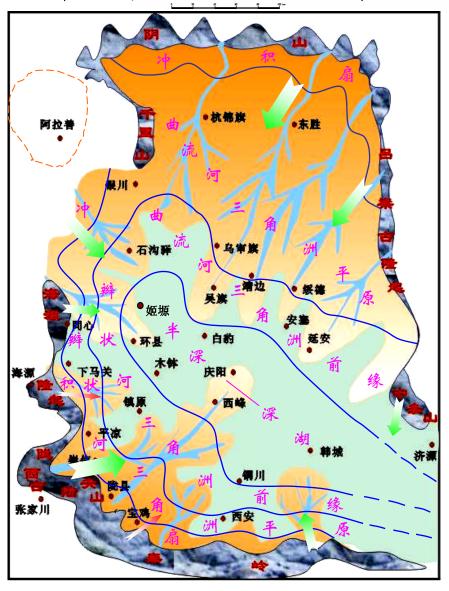


China Australia Geological Storage of CO<sub>2</sub>

中澳二氧化碳地质封存



鄂尔多斯盆地延长组沉积体系展布图

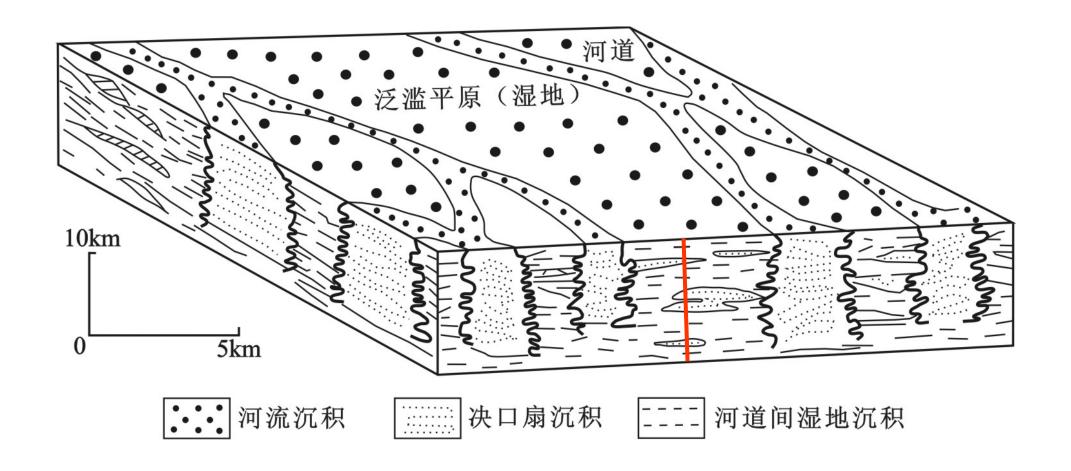




China Australia Geological Storage of CO<sub>2</sub>

中澳二氧化碳地质封存









## 2. 横向冲积扇—辫状河—三角洲—湖底扇(水下扇)—湖相泥岩

这一充填型式缺曲流河沉积,主要发育在湖退期的湖盆短轴陡侧,或断陷期沿着主断裂一侧发育有一系列阶梯状断层时。这一地区长河流不发育,碎屑沉积物源经发育较窄的辫状河冲积平原,直接入湖,形成河口坝、三角洲沉积。再搬运形成湖底扇重力流沉积,常以透镜状砂体嵌入深湖泥岩中,可形成异常高压油藏。





#### 3. 横向冲积扇—扇三角洲—水下扇—湖相泥岩

这一充填型式,发育于盆地陡坡一侧,尤其是断陷盆地深断裂一侧。由于长期的断裂活动,形成了近源距和陡坡降的地貌环境。含有大量砾岩粗碎屑物直接进入湖泊,形成扇三角洲和湖底扇重力流沉积。湖泊内主要为泥岩沉积。





## 4. 横向冲积扇—纵向辫状河(网状河)—三角 洲—湖底扇湖相泥岩

这一充填型式是小型山间和山前盆地的典 型产物。源区碎屑物通过众多山间小型河流流 入盆地,在山口沉积了一系列沉积扇,水进入 盆地后,很快沿盆地纵轴汇聚成纵向河流入湖 。由于携带碎屑物质丰富,纵向河流的主河段 通常为辫状河。由于横向冲积扇的侧向封堵作 用,也发育一些网状河段。这种沉积充填型式 ,冲积扇和河流沉积的砾、砂岩发育,可形成 良好的储集层。





## 5. 横向冲积扇—小型曲流河—小型三角洲—湖相泥岩

这一充填型式,常见于湖盆短轴缓坡一 侧,以半地堑式断陷湖盆断裂很不活跃的缓 翼为典型。由于物源区与沉积中心之间地形 高差小,近源距、短流程搬运,流域面积小 ,整个沉积体系碎屑物质供应不足,不能形 成大型沉积体系,一般只发育小型河流与小 型三角洲。





# 6. 冲积扇—辫状河(网状)—曲流河—末端扇

这一充填型式是盆地衰亡期的典型沉积。这时盆地地形准平原化,在盆地地形低洼处发育小型沼泽或水塘,没有一定规模的湖泊形成沉积中心,各种类型的大小河流,蜿蜒于整个盆地,在冲积平原上以末端扇形式消亡。河流砂体发育,形成了众多储集层。





#### 7. 冲积扇—辫状河—沙泥坪—盐湖蒸发岩

这是具有高盐度水体的湖盆在蒸发阶段 的充填型式。由于淡水注入量小于蒸发量, 湖盆中以盐类沉积为主。洪泛期入湖的碎屑 物大部分沉积于滨岸以上地区,冲积平原上 间歇性很强的河流一般以辫状河出现。在滨 岸地区则发育与沙坪和泥坪的相互沉积。





## 8. 三角洲间湖湾沙滩和沙坝充填型式

这一充填型式发育于三角洲间的湖 湾地区。由于没有大型河流供应大量碎 **屑物以形成三角洲,只有一些波浪和湖** 流作用形成的近岸沙滩和沙坝沉积。水 下局部隆起周缘,也可发现这类沉积。 这一充填型式,量小所占比例不大,但 可形成良好的储集层。





### 汇报提纲

- 一、中国陆相沉积盆地的定义
- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
- 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段
- 四、陆相盆地沉积特征
- 五、陆相低渗透储层
  - 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征





## 五、陆相低渗透储层

- 严格来讲,低渗透是针对储层的概念,一般是指渗透性能低下的储层,国外一般将低渗透储层称之为致密储层。
- 陆相储层以其沉积和成岩过程的特殊性而显著不同于海相储层,除一些盆地中埋藏较浅的砂岩具较高的孔隙度和渗透率数值外,绝大多数陆相沉积盆地中储层的这两个数值,特别是渗透率值均偏低。中国低渗透油气资源的主要聚集盆地有:鄂尔多斯、塔里木、四川盆地、松辽陆相沉积盆地等。





#### 中国碎屑岩低渗透储层的主要特征

沉积物偏细、沉积物结构和矿物成熟度低、储层物性差、孔喉半径小、基质渗透率低、成岩差异大、应力敏感性强、裂缝比较发育以及宏观和微观上非均质性强是中国碎屑岩低渗透储层的主要特征(蒋凌志等,2004)。





中国低渗透储层在不同时代、不同岩性的地层 中所占的比例相差很大,以古生代、三叠系、白垩 系和下第三系为主,分别占18.06%,12.79%, 25.35%和31.18%; 岩性上以砂岩和粉砂岩为主,分 别占39.8%和32.9%。由于低渗透储层形成有其独特 的沉积环境及沉积后的成岩作用和构造作用的影响 , 使其具有典型的特征,主要表现为储层物性差, 沉积物成熟度低,孔喉半径小,基质渗透率低,成 岩差异大,应力敏感性强,裂缝比较发育和非均质 性强等特征。





# 目前我国石油行业一般将低渗透砂岩储层分为:

- ◆低渗透:渗透率50~10mD;
- ◆特低渗透:渗透率10~1mD;
- ◆超低渗透:渗透率1~0.1mD储层。





- (1) 岩石学特征:成分成熟度和结构成熟度低,主要表现为长石和岩屑含量普遍较高,多为长石砂岩、岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩和岩屑砂岩,石英砂岩少见,粒度分布范围比较宽,颗粒大小混杂,分选和磨圆较差,泥质含量高。
- (2) 孔隙结构特征:渗透率的大小除受孔隙大小的 影响外,更主要是受孔隙连通情况,即喉道半径 大小、几何形态和结构系数的控制。





- ③) 储层物性特征: 孔隙度和渗透率低。
- (4) 成岩作用差异大: 低渗透储层的形成受成岩作用的影响较大,主要包括压实作用、胶结作用、交代作用、溶蚀作用和粘土矿物转化作用等。
- (5) 应力敏感性: 低渗透储层具有强烈的应力敏感特征, 即当围限压力增加时储层的渗透性会急剧变差, 一般要降低1/2~1/10。
- (6) 裂缝比较发育: 低渗透储层由于压实作用强, 脆性大,出现裂缝的可能性更大。





### 汇报提纲

- 一、中国陆相沉积盆地的定义
- 二、中国中、新生代陆相沉积盆地的分布
- 三、中国中、新生代陆相沉积盆地发展阶段
- 四、陆相盆地沉积体系及沉积相模式
- 五、陆相低渗透储层
- 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征



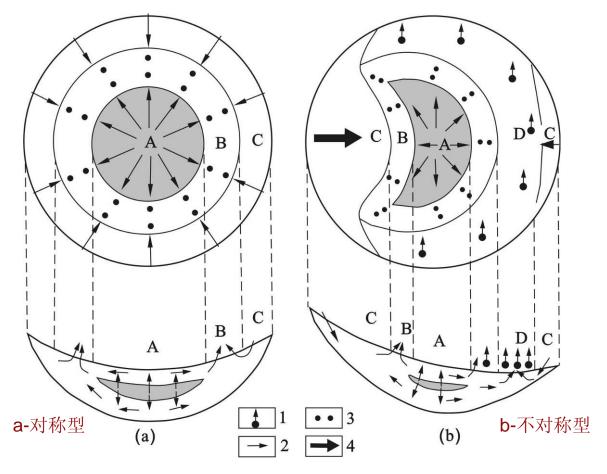


#### 六、陆相沉积盆地地下水古动力场特征

#### (一) 沉积盆地地下水动力场的基本特征

1. 理想的沉积盆地地下水动力场模式: 含油气沉积盆地 地下水动力场的理想模式可以归纳为两种,即对称型和 不对称型。对称型的如东营凹陷:不对称型的有松辽盆 地、鄂尔多斯盆地和吐哈盆地等。如松辽盆地水动力场 在平面上具有明显的不对称性,总体上以盆地北部和东 部为主的盆地边缘为大气水下渗向心流区; 中央坳陷区 为离心流区和离心流的越流泄水区: 南部以地下水的蒸 发—浓缩泄水为特征。





#### 理想沉积盆地地下水动力场模式图

1-蒸发泄水作用; 2-地下水流动方向; 3-越流泄水作用; 4-构造抬升挤压方向; A-泥岩压实水离心流区; B-越流泄水区; C-大气水下渗向心流区; D-越流—蒸发泄水区





#### 2. 局部水动力单元类型

#### 根据沉积盆地各单元内的动力特征划分为4种类型:

(1) 泥岩压实水离心流: 随着埋深和负荷的加大,泥 岩压实排水,同时发育异常高压。排出水进入相邻的 渗透层,也形成异常高压。压力由凹陷中心往盆地边 缘呈不规则环状减弱,由此引起的势能差导致由凹陷 中心往边缘放射状的地下水流动,称为泥岩压实水离 心流。离心流区以湖相泥岩发育和砂、泥比值低为特 征。离心流区的地层压力通常以高压为主,在离心流 方向上,压力系数呈不规则环状降低。地下水被泥岩 压实排出水交替。





- (2) 大气水下渗向心流:由于地形差,或地下地层内部能量降低(如十屋断陷的天然气漏失作用,楼章华等,1996),从盆地边缘和局部隆起剥蚀区,在重力势能作用下大气水下渗,发育大气水下渗向心流。
- ③)越流、越流—蒸发泄水:越流泄水是指盆地内地下水随着埋藏压实穿越层面,垂直于等势面由相对高势区流向相对低势区的地下水流动。总体而言,越流泄水由盆地深部流向浅部和地表。大气水下渗和泥岩压实排水都给渗透层提供了地下水,只有通过泄水才能保持物质平衡。泄水方式包括越流泄水和蒸发泄水。随着埋深的增加,蒸发泄水作用减弱。越流泄水是埋藏较深层段的主要泄水方式。





(4) 滞流: 沉积盆地地下水动力场具有形成 、发展和消亡的过程。在地下水动力场的演 化过程中,由于地层埋深增加,泥岩压实排 水枯竭,大气水下渗又受阻,就会出现地下 水滞流现象。另外,由于盆地内局部空间的 能量下降,又处于相对封闭状态,也会出现 暂时性的滞流现象。



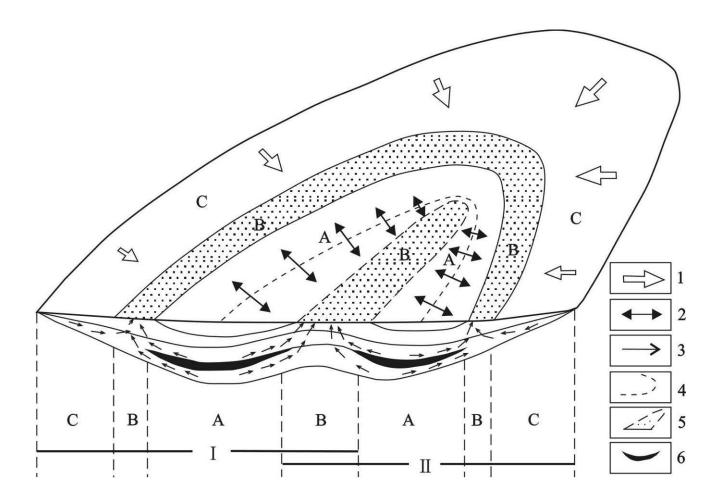


#### 3. 水动力体系

水动力体系是指具有完整独立的流体供— 排系统在成因上有紧密联系的几个局部水动力 单元的最小组合。水动力体系以盆地的凹陷为 中心,以盆地边缘或相邻的隆起脊线为边界, 从水动力体系的边缘往凹陷中心方向,依次发 育大气水下渗向心流和/越流、离心流。两个 凹陷之间的越流泄水区在水动力体系的划分中 往往具有重叠性。







#### 沉积盆地局部水动力单元与水动力体系关系示意图

1-大气水下渗; 2-压实离心流; 3-地下水流动方向; 4-凹陷轴线; 5-越流泄水;

6-烃源岩层; Ⅰ和Ⅱ-水动力体系;

A-泥岩压实水离心流区; B-越流泄水区; C-大气水下渗向心流区



China Australia Geological Storage of CO<sub>2</sub>

中澳二氧化碳地质封存



#### (二)沉积盆地地下水动力场的形成与演化

- 1. 控制沉积盆地水动力场形成演化的因素: 沉积盆地水动力场的形成和演化是沉积盆地演化在孔隙流体中的综合反映, 它直接受盆地地貌、水文网、沉积环境、构造性质及其演化史的控制。
- (1) 水文网:水文网控制了盆地的汇水系统、大气水下渗区、径流区和排泄区。对于陆相沉积盆地来说,在盆地形成到消亡过程中水文网的基本特征通常与盆地的基底结构、沉积环境和气候有关。





- (2) **沉积史**: 盆地沉积史决定了沉积相带和不同岩性地层单元在空间上的组合关系。水下沉积的泥岩具有高孔隙度和富含孔隙水的特点,是控制压实水离心流形成、分布的关键因素之一。盆地边缘的冲积—河流沉积体系通常是大气水下渗补给区。
- (3)构造史: 盆地的基底构造特征既控制了河流水系及沉积相带的展布: 也决定了地层之间的接触关系,和水文地质旋回压实水离心流阶段和大气水下渗向心流阶段的交替组合。





#### 2. 沉积盆地地下水动力场的演化规律

根据沉积盆地地下水的能量特征、流动特征

、压力特征及水势面特征等将盆地按地下水动力环境划分为压实流盆地、重力流盆地和滞流盆地3种类型。三者之间存在具过渡性特征的叠合盆地,即压实流—重力流叠合盆地和重力流—滞流叠合盆地(杨绪充,1989)。

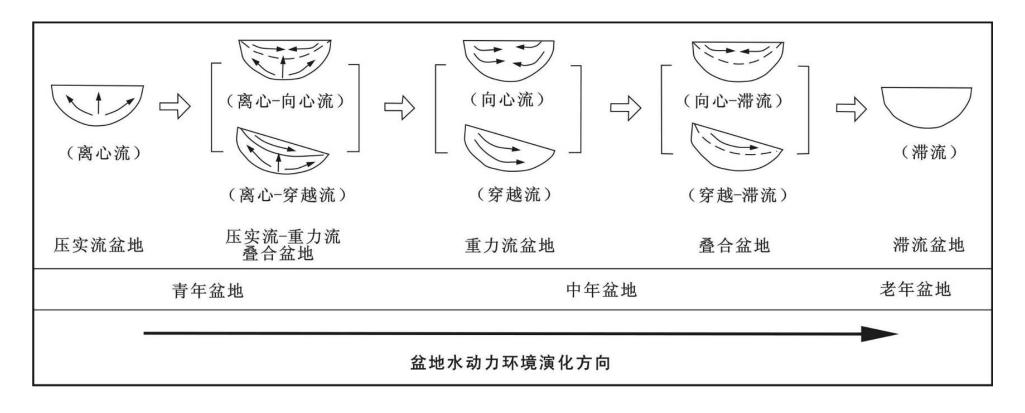




地下水动力场在沉积盆地的初始阶段往往是压实流盆地。 由于泥岩压实作用,沉积埋藏水和成岩水被大量挤出,进 入渗透层中形成泥岩压实水离心流。大气水下渗向心流影 响范围小,时间短。随着时间的推移,压实作用趋于结束 和构造抬升剥蚀作用导致的地形差加大,泥岩压实水离心 流范围缩小、消失,大气水下渗向心流的影响强度增加, 范围扩大。这时地下水的流动主要受重力的控制,盆地中 普遍发育与重力相适应的流体动压系统,盆地进入中年期 。重力流盆地的进一步演化可以导致地下能量的枯竭和流 体动压系统的消失,地下水停止流动。但典型的纯粹的滞 流盆地并不多见。盆地的不同地区往往有不同的地下水动 力特征,水动力场出现明显的分割性。







#### 沉积盆地水动力场演化与分类(据杨绪充,1989)

(图中虚线为不同流体动力系统的分界线)



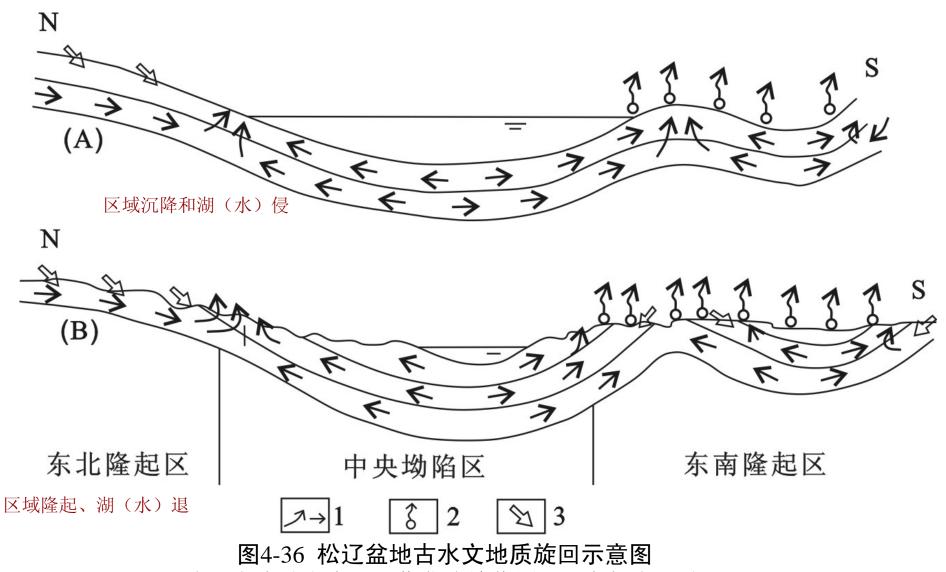


#### 3. 水文地质旋回

• 沉积盆地的水文地质特征具有旋回性。一个水文地 质旋回可以划分为两个阶段,即:沉积水文地质阶 段(为压实水形成的离心流发育阶段)和渗入水文 地质阶段(为大气水下渗形成的向心流发育阶 段)。前者包括从区域沉降和湖(水)侵开始,并 发生沉积作用和埋藏沉积水的整个时期,后者是当 区域隆起、湖(水)退、含水岩石遭受剥蚀并发生 大气水的渗入形成渗入水的整个时期。







1-地下水流动方向; 2-蒸发浓缩作用; 3-大气水下渗;

A-沉积埋藏压实水离心流阶段; B-抬升剥蚀大气下渗向心流阶段的沉积水流



China Australia Geological Storage of CO<sub>2</sub>

中澳二氧化碳地质封存

- 综上所述,理想的沉积盆地地下水动力场模式可以 归纳为对称型和不对称型两种,其局部地下水动力 单元可以划分为4种类型:
- 1) 泥岩压实水离心流;
- 2) 大气水下渗向心流;
- 3)越流、越流—蒸发泄水;
- 4) 滞流。
- 地下水动力场演化具有旋回性,每个旋回可以分为两个阶段:盆地沉降接受沉积时期的泥岩压实水离心流阶段和盆地抬升剥蚀阶段的大气水下渗向心流阶段。
- 随着沉积盆地的形成与演化,水动力场也有形成、 发展和消亡的过程。









