

表 1 研究区沙二下亚段沉积相分类表

Table 1 Sedimentary facies division in the lower submember of the 2nd member of the Shahejie Formation

相	亚相	微相	发育程度
三角洲	三角洲前缘	水下分流河道	极发育
		水下分流河道间	发育
		河口砂坝	发育
	前三角洲	前三角洲泥	不发育
湖泊	漫湖	砂坪	较发育
		泥坪	较发育
		洪水水道	不发育
		砂泥混合坪	发育

湖内的延伸,研究区内水下分流河道沉积以灰色、紫色粉砂、粉细砂为主,具有平行层理、波状及斜波状交错层理,底部偶见砾,冲刷构造明显。SP 曲线为钟形或微齿—光滑钟形,伽马值较低。

3.2 河口砂坝微相

岩性以灰色、紫色的粉砂岩为主,砂质纯,主要由受波浪和岸流的簸选所致。自然电位为中高幅度异常,呈漏斗形,反映其由下向上变粗的粒度特征。与下伏地层呈渐变接触,并呈向上变粗的韵律,顶部与上伏泥岩呈突变接触。层理主要发育波状层理、平行层理、小型交错层理。

3.3 水下分流河道间湾微相

该微相位于两个水下分流河道之间,沉积物主要是由河流带来的悬浮物质淤积而成,岩性主要为紫色/灰色泥岩、泥质粉砂岩及粉砂质泥岩为主夹薄层粉砂岩。多见水平—波状层理、透镜状层理、小型波纹层理,偶见生物扰动构造。在测井曲线上,自然电位曲线有微弱负异常,呈低幅齿状,自然伽玛曲线上表现为泥质含量较高,砂泥比一般大于 20%。

3.4 前三角洲泥微相

位于三角洲前缘亚相的前方,水体较深,其沉积特征与深湖、较深湖相似。岩性以厚层块状紫色及灰色泥岩为主,偶夹薄层或透镜状粉砂质泥岩和泥质粉砂岩,系洪水期产物,总的特征反映了静水还原环境。具有微细水平层理及透镜层理。SP 曲线平直,偶有齿化,伽马值较高,电阻率曲线为微齿状,值较低。

3.5 漫湖(季节湖)泥坪

岩性以紫色、紫红色泥岩为主,偶夹薄层泥质粉砂岩和粉砂岩。见石膏结核或斑点,具有块状层理,透镜层理及变形构造、生物扰动等,SP 曲线平直或

偶有齿化。是在高水位面附近低能环境中细粒悬浮物质形成的微相类型。

3.6 漫湖(季节湖)混合坪

岩性以薄层紫色/紫红色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩互层为特征,具有波状及斜波状层理、透镜层理及变形构造,生物潜穴丰富,生物扰动程度中等。粒度概率曲线为两段式,以悬浮总体为主,SP 曲线间有幅度较小的齿化。是由在高水位面与低水位面之间的砂泥混合沉积形成的微相类型。

3.7 漫湖(季节湖)砂坪

岩性以粉砂岩、细砂岩为主,夹紫色/紫红色泥岩,具平行层理、波状及斜波状交错层理,有微冲刷现象。粒度概率曲线为两段式或两段过渡式,分选好。SP 曲线为连续的指状或齿状,是洪水的限制性水流转变为非限制性水流后,向四处溢散沉积的物质经波浪改造形成的微相类型。

3.8 洪水水道

岩性以灰白色粉砂岩、粉细砂岩为主,可见平行层理、斜层理、块状层理及交错层理,具有向上变细的正韵律,底部具有明显的冲刷充填构造,发育泥砾层。粒度概率曲线有两段式、两段过渡式两种类型,SP 曲线为箱形、钟形或齿化钟形,是季节性洪水进入浅水湖泊后,由限制性水流所携带的沉积物质形成的微相类型。

4 沉积相演化

沙二下亚段砂岩发育,但砂层厚度普遍较小,单层以 1~3m 为主,且与泥岩频繁交互,造成砂岩横向变化大,连通性差,表现出多物源、多水流的不稳定沉积环境。

4.1 沙河街组沙二下亚段第八砂组(Es_{2F}⁸)

Es_{2F}⁸ 砂层组沉积时期,正值从沙三末期过渡到沙二早期的第一阶段,湖盆较大,水体较深,处于浅湖阶段,水系活动相对较弱,物源主要来自东部方向、北部方向、西北方向及东南方向,其中东部物源影响范围最大。

三角洲前缘沉积沿物源方向呈鸟足状展布,沿此方向砂体呈减薄趋势,东部最厚达 25m(W33-180 井)。三角洲前缘沉积以水下分流河道最为发育,环水下分流河道主河道边缘发育条带状的河口砂坝,在研究区东部及西北部 W79-93-W82-39-W112-W99-1-W99-5 井一带、W287—W153 井一带发育沿流向呈条带状分布的支流间湾,在漫湖周围高点分布着漫湖泥坪,漫湖砂坪沉积。

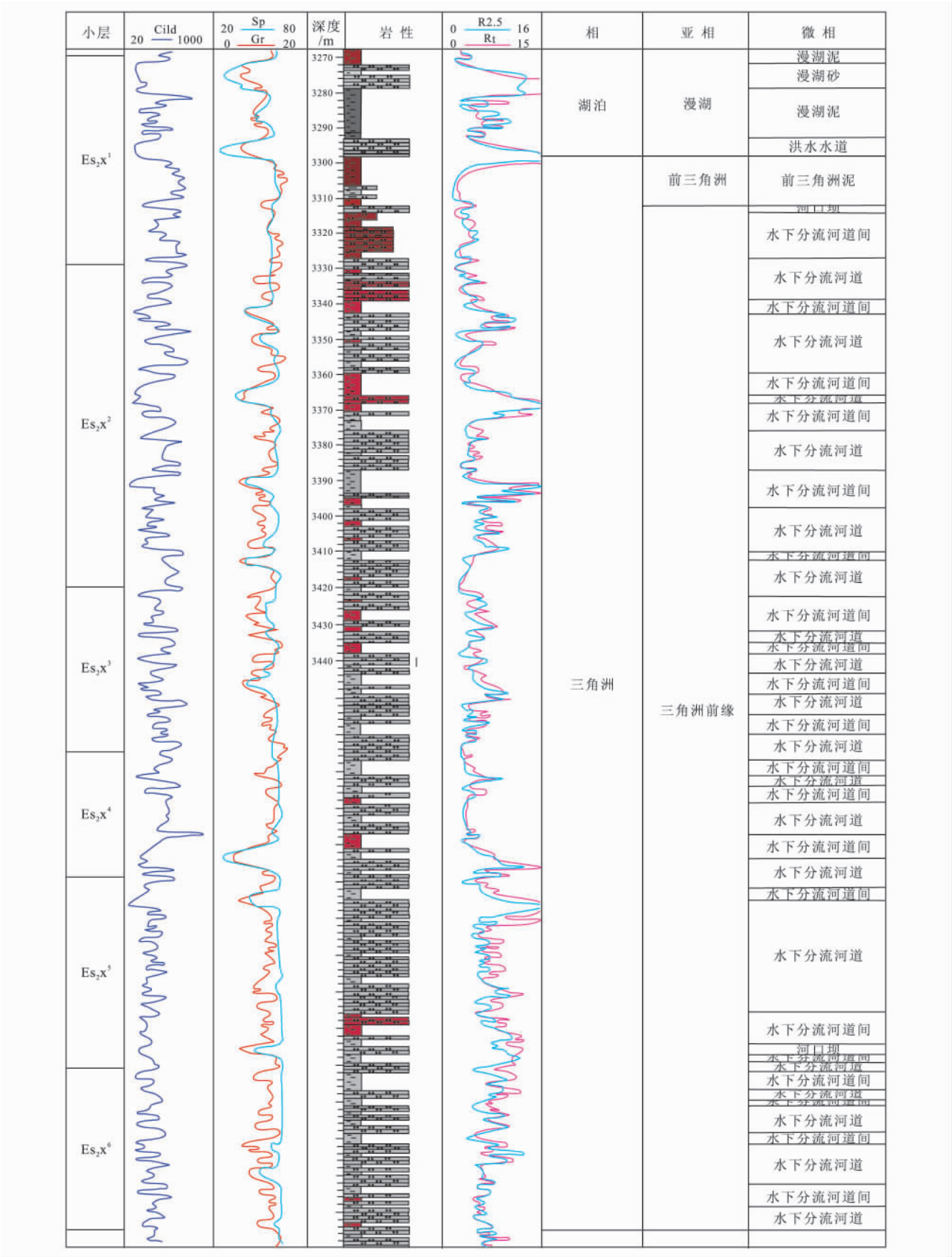


图2 文188井沙二下亚段沉积相综合柱状图

Fig.2 Sedimentary facies column in the lower submember of the 2nd member of the Shahejie Formation through the Wen-188 well

4.2 沙河街组沙二下亚段第七砂组(Es_{2T}^7)

由于构造活动相对稳定,气候干燥,湖盆趋于萎缩,并逐步演化到滨浅湖。湖水主要靠季节性洪水调节。水系活动较八砂组时期明显增强,此时物源主要来自东部方向、北部方向及西北方向,东南方向物源与东部物源交互影响,东部物源影响范围进一步扩大。

全区三角洲沉积呈鸟足状展布,水下分流河道分布最广,砂体最厚 29m(W79-12 井),在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在主河道之间的低凹地带(P57 井-W99-16 井、W179-W179-16 井一带)分布着平行水流方向呈楔形或条带型的支流间湾。在漫湖湖周围高地上分布着漫湖泥坪沉积,在西部及东南部高地上还分布着漫湖砂坪沉积。

4.3 沙河街组沙二下亚段第六砂组(Es_{2T}^6)

Es_{2T}^6 沉积继承了前期沉积特点,不同的是北部物源影响进一步加强,并与东部物源交互影响,东部物源影响范围有所缩小,但仍为本区最主要的物源,西北部物源主控方向进一步向南移至 W258-W406 井一带。

三角洲沉积主要为水下分流河道沉积,该沉积在东部、北部及西部物源控制区域呈鸟足状展布,在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在主河道之间的低凹地带(P57 井-W99-16 井、W179-W179-16 井一带)分布着平行水流方向呈楔形或条带型的支流间湾。在漫湖周围高地上分布着漫湖泥坪沉积,在西北部、西部高地及 W44-W168-W183 井一带分布着带状漫湖沙坪沉积。

4.4 沙河街组沙二下亚段第五砂组(Es_{2T}^5)

第五砂组沉积早期,水系发育的方向与上述时期基本一致,有较好的继承性,但水系活动明显减弱,湖盆处于整体扩张时期。本期物源主要来自西北方向、西部方向及东部方向,该期西北部物源与西部物源融为一体,相互影响,与东部物源一道成为该区该期主控物源,砂体最厚出现在西北方向与西部物源交互影响区的 W241 井(24m),东部物源在该期影响范围较前一个时期有所扩大。

本期三角洲沉积仍以水下分流河道为主,沿东部、西部及西北物源方向呈鸟足状展布,沿南部物源方向呈朵状展布,在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在主河道间低凹地带(W307-W405-W163-W4 井 6、W257-W256 井)分布着平行水流方向呈楔形或条带型的支流间湾;在湖泊周围高点分布着漫湖泥坪沉积,在南部、北部高地及 W192 井、

W44-W184-28 井分布着带状或楔状漫湖砂坪沉积。

4.5 沙河街组沙二下亚段第四砂组(Es_{2T}^4)

该期是沙二早期水系最发育时期,也是湖盆最大扩张期。该期物源主要来自西北及东部方向,东部方向物源影响范围进一步扩大,西北方向物源向北移至 W47-W256 井一带。

该期三角洲沉积以水下分流河道为主,沿东北-西南方向呈带状展布,砂体最厚出现在东部物源控制的 W33-269 井(25m)。在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在主河道间低凹地带(W193-W45-W188-11-W185 井、W257-W153 井)分布着平行水流方向呈楔形或条带型的支流间湾;在湖泊周围高点分布着漫湖泥坪沉积,在西北部、西部、南部高地及 W282 井、W259-W236-W219 井、W289-W44-W184-32 井一带分布着带状或椭圆状漫湖砂坪沉积。

4.6 沙河街组沙二下亚段第三砂组(Es_{2T}^3)

进入第三砂组沉积期后,水系趋向减弱,湖盆逐渐萎缩。三砂组沉积早期,湖盆和水系发育仍继承了四砂组沉积期的基本特征,三砂组沉积中期,湖盆逐渐萎缩,砂体以水下分支河道和河口砂坝沉积微相为主,三砂组沉积末期,湖盆又开始扩张,沉积以远砂坝和前三三角洲泥为主, Es_{2T}^3 期文南地区东部略有下降,使东部物源影响范围大幅降低,且主控方向移至 W99-8 井一带,而北部物源在该期影响程度大增,成为该期该区主控物源,往南向湖中延伸至 W138-6 井一带,西北部物源影响程度略有缩小,其主控方向向北移至 W47-W236 井一带,该期西部出现较大的物源,其主控方向在 W191 井一带,向湖中延伸至 W278 井一带。

该期三角洲沉积以水下分流河道为主,沿北部-西北部-西部物源方向呈鸟足状展布,东部物源沿物源方向呈朵状展布,砂体最厚出现在北部物源控制区的 W184-31-W43-2 井一带(21m);在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在主河道间低凹地带(W79-187-W79-79-W79-72-W79-2 井、W133-18-W260、W6 井)分布着平行水流方向呈椭圆形或条带型的支流间湾;在湖泊周围高点分布着漫湖泥坪沉积及漫湖砂坪沉积。

4.7 沙河街组沙二下亚段第二砂组(Es_{2T}^2)

二砂组早期基本继承了三砂组沉积末期沉积特点。二砂组沉积为一个反旋回,反映了湖盆逐渐萎缩的过程,下部以河口砂坝和前三三角洲泥沉积为主,上部以水下分流河道和河口砂坝沉积为主。 Es_{2T}^3 期,北部物源影响范围进一步扩大,向南延至 W138

-22 井一带,东部物源影响范围继续缩小,西北部物源影响程度也有一定程度下降,西部物源主控方向向北移至 W174 井,向北延至湖中心 W184-28 井区一带。

该期三角洲沉积仍以水下分流河道沉积为主,除西部 264 井区的水下分流河道沉积沿物源方向呈朵状展布外,其它均沿物源方向呈鸟足状展布,最厚砂层出现在西部物源的 184-16 井区(27m),水下分流河道间主要分布在 W133-18 井及 W33-158-W230 井一带,在河口处零星分布着带状、新月状的河口砂坝,在湖泊周围高点分布着漫湖泥坪沉积及漫湖砂坪沉积,在湖中的 W79-159-W79-156 井区、W210-W291 井区、W34-W163-W46-W84-6-W187 井区一带零星分布着漫湖砂坝沉积。

4. 8 沙河街组沙二下亚段第一砂组($E_{s_{2F}}^1$)

第一砂组沉积期,湖盆继续萎缩, $E_{s_{2F}}^1$ 期,北部物源影响范围及向湖中延伸程度均有所下降。漫湖砂坪在湖中较发育,砂体最厚出现在北部物源控制的 262 井区(15.3m)。

5 结论

(1) 文南油田沙二段沉积时期,东濮凹陷盆地萎缩,湖水变浅,湖盆与周围物源区的地形幅度差异较小。文南油田沙二下亚段为一套干旱气候条件下的季节性涨缩湖泊-三角洲沉积。

(2) 文南油田沙二下期发育:三角洲及湖相沉积两种沉积相;三角洲前缘亚相、前三角洲亚相、漫湖亚相 4 种亚相;水下分流河道微相、河口砂坝微相、水下分流河道间微相、前三角洲泥微相、漫湖砂坪微相、漫湖泥坪微相、漫湖混合坪微相、洪水水道

微相 8 种微相。

(3) 文南油田沙二下早期湖水较深,为浅湖阶段,随后湖盆开始萎缩,进入滨浅湖阶段,一直持续到第 6 砂组期;从第 5 砂组期开始湖盆开始扩张,第 4 砂组期为湖盆最大扩张期,此后湖盆开始萎缩,一直持续到第 1 砂组期末。

参考文献:

- [1] 纪友亮,冯建辉.东濮凹陷古今系的低位三角洲沉积[J].石油勘探与开发,2003,30(1):112-114.
- [2] 熊运兵,杨建文.文南油田中后期沉积微相精细研究[J].石油勘探与开发,2003,30(2):64-67.
- [3] 李存贵,薛国刚.文南油田文 33 断块沉积微相与水淹规律[J].石油勘探与开发,2003,30(1):99-101.
- [4] 王书安.文南油田文 99 南块油藏地质特征[J].内蒙古石油化工,2007,3:221-222.
- [5] 侯家根.文南油田文 79 断块区沙二下亚段沉积微相与开发效果分析[J].石油勘探与开发,2000:65-67.
- [6] 邓宏文,钱凯.关于间歇性涨缩湖盆沉积作用的几点认识[J].沉积学报,1987,5(2):91-101.
- [7] 赵澄林.东濮凹陷下第三系砂体微相和成岩作用[M].东营:华东石油学院出版社.
- [8] 朱志国,杨小波.文南油田沙二下亚段自然伽马曲线形态和沉积微相的关系研究[J].内蒙古石油化工,2006,(9):100-101.
- [9] 谭海芳,师桂祥.利用测井资料研究濮沙二下的沉积特征.内蒙古石油化.
- [10] 徐开礼,朱志澄主编.构造地质学[M].北京:地质出版社,1987.
- [11] 于兴河.碎屑岩油气储层沉积学[M].北京:石油工业出版社,2002.
- [12] 冯增昭主编.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,1993.

Sedimentary facies and their evolution in the lower submember of the 2nd member of the Shahejie Formation in the Wennan Oil Field

ZHANG Wen-cheng^{1,3}, CHANG Zhen-heng², YUAN Wei³, LI Zhan-jie³, WEI Xiu-ling³, LI Xiu-peng³, XIE Yong-zhi³

(1. School of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Zhongyuan Oil Field Company, Puyang 457000, Henan, China; 3. No.3 Oil Recovery Factory, Zhongyuan Oil Field Company, Puyang 457000, Henan, China)

Abstract: The sedimentary characteristics are described, on the basis of cores and well logs, with the emphasis on the division of the sedimentary facies in the lower submember of the 2nd member of the Shahejie Formation in the

Wennan Oil Field. The sediments in this submember are assigned to the ephemeral lacustrine-delta deposits laid down under the dry climatic conditions. During the early stage of the deposition of the lower submember of the 2nd member of the Shahejie Formation in the Wennan Oil Field, the shallow lake was accentuated, followed by the littoral-shallow lake till the deposition of the 6th sand sets. The spreading of the lake basin initiated during the deposition of the 5th sand sets, and became the maximum area during the deposition of the 4th sand sets. Finally, the lake basin was subjected to the collapse till the end of the deposition of the 1st sand sets.

Key words: Wennan Oil Field; sedimentary facies; evolution; reservoir

《沉积与特提斯地质》征稿启示

《沉积与特提斯地质》(原《岩相古地理》,创刊于1981年)系国土资源部主管,成都地质矿产研究所主办的地质学术期刊。办刊20余年来,已经形成了沉积学的专业特色和特提斯(青藏高原)的地域特色。主要报道沉积学、地层学、矿床学、岩石学,以及石油地质、构造地质、环境地质等学科(专业)方面的新成果和新进展。《沉积与特提斯地质》现为中国科技核心期刊、中国科技论文统计期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、维普中文科技期刊数据库统计源期刊,并被国家图书馆、上海图书馆、各省(自治区)地学类图书馆(资料馆)和大专院校图书馆所收藏。《沉积与特提斯地质》为季刊,逢季末出版,国内外公开发行。欢迎相关专业的地学工作者投稿。

来稿要求与注意事项:

1. 稿件需论点明确、论据可靠、文字精练、图表清晰美观。稿件(含图表)一般在8000字以内,要求有300字左右的论文摘要和3~5个关键词,论文摘要和关键词需中英文对照。
2. 来稿需附第一作者简介,包括:姓名、性别、出生年月、工作单位、职称/学位、专业和研究方向等。同时需注明研究受何种项目/基金(编号)资助及作者的通讯地址、电话(办公室、手机)、电子信箱等信息。
3. 稿件正文应采用宋体(5号),西文和数字用Times New Rome体(6号)。文中要使用法定计量单位。
4. 文章图件需Corel DRAW矢量插图:(1).请在Corel DRAW软件里将插图的宽度控制好,半栏(1/2杂志的宽度)的插图宽度不超过80mm,全栏的插图宽度不要超过170mm;(2).插图中的字体用宋体8号。(3).将插图存为Corel DRAW 12格式。
5. 测试数据应注明测试单位、测试手段、测试精度等。
6. 参考文献按文中出现的先后顺序用阿拉伯数字以上标给出。参考文献(包括外文)格式为:(1)专著[序号]作者(编者).书名[M].出版地:出版社,出版年;(2)期刊[序号]作者.题名[J].期刊名,年,卷(期):起止页码;(3)论文集、会议录著:[序号]作者.题名[C].论文集、会议录编者.论文集名.出版地:出版社,出版年.页码。
7. 本刊通过电子信箱接收稿件。投稿电子邮件的主题需标明第一作者(或联系人)投稿字样。稿件应以附件的形式发送。投稿时务必提供两个附件:(1)插入*.tif格式图片和Excel格式表格的完整的Word格式的文稿(附件1);(2)CorelDRAW9或CorelDRAW12软件绘制的论文插图(CorelDRAW格式原图)(附件2)。附件的名称应包含第一作者(或联系人)投稿/图件字样。本刊电子信箱:cdgeo@163.com
8. 本刊的审稿期一般为3个月。来稿一经采用,本刊将收取一定的版面费,同时支付作者稿酬。