

文章编号: 1000-0550(2004) 03-0481-06

# 水载荷及其对盆地沉降的影响<sup>1</sup>

刘学锋<sup>1,2</sup> 钟广法<sup>3</sup> 孟令奎<sup>2</sup> 喻国荣<sup>4</sup> 黄长青<sup>2</sup>

1(长江大学地球科学学院 湖北荆州 434023) 2(武汉大学遥感信息工程学院 武汉 430079)

3(同济大学海洋与地球科学学院 上海 200092) 4(武汉大学 GPS 中心 武汉 430079)

**摘要** 盆地沉降是构造作用与充填盆地的沉积物和水体载荷产生的重力作用共同作用的结果。文章提出了水载荷沉降的概念,推导出了水载荷沉降的计算公式,定量地分析了水载荷对盆地沉降的贡献,并在充分考虑沉积物载荷、水载荷、海平面变化、古水深等的情况下,对 Steckler 和 Watts 构造沉降量计算公式作了修正。对美国纽约大西洋大陆边缘 COST B-2 井的定量分析表明,每发生 1 km 的构造沉降将产生约 0.435 km 的水载荷沉降,去除水载荷影响后的实际构造沉降比 Steckler 和 Watts 估算的结果约小 30.3%,水载荷是导致美国大西洋大陆边缘强烈沉降的重要因素之一。

**关键词** 水载荷沉降 构造沉降 沉积物载荷沉降 海平面变化 古水深

**第一作者简介** 刘学锋 男 1967 年出生 副教授 盆地分析

**中图分类号** TE121.1<sup>+</sup>5 **文献标识码** A

盆地模拟是盆地研究发展的重要方向<sup>[1,2]</sup>,盆地沉降史定量恢复作为沉积盆地模拟的重要组成部分,对于盆地类型、盆地构造演化、埋藏史分析、海平面变化等方面的研究均具有重要意义<sup>[3~7]</sup>。盆地的沉降是力的作用的结果,通常有两种作用力对盆地的沉降起主导作用,一是构造驱动力,二是加载于沉积基底面上的载荷产生的重力,前者是盆地沉降的初始动因,后者是盆地充填响应的必然结果。早在 20 世纪 70 年代中后期,Steckler 和 Watts 就开展了盆地沉降史方面的定量研究,并成功地将构造驱动力引起的沉降和沉积物载荷引起的沉降从总沉降中分离出来,提出了构造驱动力沉降与沉积物载荷沉降的计算公式,认为大西洋型大陆边缘巨厚的浅水型沉积物的堆积必然伴随巨大的大陆边缘基底沉降,强烈沉降作用的发生是沉积物载荷和“构造驱动力”共同作用的结果,其中的“构造驱动力沉降”指的是岩石圈的热冷却、地壳伸展及地壳深部变质作用引起的地壳密度增加等因素引起的沉降<sup>[8,9]</sup>。几十年来,Steckler 和 Watts 的构造驱动力沉降和沉积物载荷沉降公式一直为中外众多的地学工作者所接受,并广泛应用于盆地研究的许多领域<sup>[4~7, 10~13]</sup>。然而,对 Steckler 和 Watts 构造沉降量计算公式的详细解剖发现,该公式将充填于构造沉降产生的可容空间的那部分水体载荷引起

的基底沉降亦包含在了构造沉降之中,因此,过高地估计了构造作用产生的沉降,鉴于此,一些学者将据 Steckler 和 Watts 公式计算的盆地沉降称为“水载盆地沉降”<sup>[14]</sup>,另一些学者对 Steckler 和 Watts 的构造驱动力沉降作了进一步分解<sup>[15]</sup>。在沉降分析理论模拟研究方面,Mckenzie 提出了一维盆地沉降的理论定量模型,该模型预测的构造沉降是在盆地伸展和热作用控制下的“纯”构造沉降(无任何载荷影响)<sup>[16]</sup>,显然,Steckler 和 Watts 的构造沉降与 Mckenzie 理论模型所预测的构造沉降在含意上是有差异的。本文针对水载荷开展研究,定量地给出水载荷对盆地沉降的贡献,从而对 Steckler 和 Watts 公式补充和完善,通过从 Steckler 和 Watts 构造驱动力沉降中去除水载荷的影响,获得真正的构造沉降。

## 1 对 Steckler 和 Watts 构造沉降量计算公式的剖析

通常将沉积盆地基底面在某一时期的下沉幅度称为总沉降<sup>[16]</sup>。从控制因素考虑,总沉降可以分解为以下四部分:一是构造作用(或构造驱动力)引起的沉降,通常称为构造沉降(记为  $Y$ )<sup>[17]</sup>;二是构造沉降产生的可容空间( $Y$ )被水体充填后产生的载荷沉降(记

<sup>1</sup> 国家自然科学基金项目(批准号:49806001)和国家重点基础研究专项经费(G2000078501)资助。

收稿日期:2003-06-23;收修改稿日期:2003-11-18

为  $U_w$ ), 三是沉积物替代由水体所占据的可容空间而产生的附加沉降, 通常称为沉积载荷沉降(记为  $U_s$ )<sup>[17]</sup>, 四是过去高海平面时期高出今海平面之上的那部分海水所产生的载荷沉降(记为  $SL$ )<sup>[17]</sup>, 后三者可统称为载荷沉降, 本文定义的水载荷指某一时期充填于盆地的全部水体的总和, 其产生的载荷沉降应包括二、四两部分, 本文记为  $U_{w+sl}$ 。

Steckler 和 Watts (1978) 提出了构造沉降量的计算公式, 其一般表达式如下:

$$Y' = S^* + (W_d + \Delta SL) - \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_m - \rho_w} S^* - \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL$$

式中,  $S^*$ 、 $W_d$ 、 $\Delta SL$  分别为去压实后的沉积层厚度、古水深、相对于现今的海平面变化量;  $Y'$  为 Steckler (1978) 定义的构造驱动力沉降;  $\rho_m$ 、 $\rho_L$ 、 $\rho_s$ 、 $\rho_w$  分别为地幔密度、地壳密度、平均沉积物密度及水柱密度。

若记  $S_T = S^* + (W_d - \Delta SL)$ ,

$$U_s = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_m - \rho_w} S^*, SL = \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL,$$

上式简化为:  $Y' = S_T - U_s - SL$

不难看出, 上式右边由三部分组成, 第一部分代表相对于现今海平面的总沉降( $S_T$ ), 第二部分代表沉积载荷沉降( $U_s$ ), 第三部分代表相对于现今海平面的海平面上升多出的海水产生的载荷沉降( $SL$ )。可见, Steckler 和 Watts 的“构造驱动力沉降”是扣除沉积载荷沉降及过去高海平面时期高出今海平面之水柱载荷对基底沉降的影响后的结果, 其中并未扣除深度为  $Y'$  的水柱载荷对盆地基底沉降的影响(图 1)。亦即, Steckler 和 Watts 的构造沉降除了构造沉降本身之外, 还包含了构造沉降产生的空间被水载荷充填后引起的载荷沉降。因此, 过高地估计了构造作用产生的沉降, 其结果必然是对构造活动强度的过高的估计。

## 2 水载荷沉降

### 2.1 水载荷沉降的定量估计

既然 Steckler 和 Watts 计算出的构造沉降中包含了高度为  $Y'$  的水柱的载荷沉降, 我们就必须设法将这部分沉降剔除出去, 以求得真正的构造沉降。为了以示区别, 将据 Steckler 和 Watts 公式计算出的构造沉降以  $Y'$  表示, 剔除高度为  $Y'$  的水柱载荷沉降后的构造沉降以  $Y$  表示。以下讨论假设地壳均衡符合 Airy 模式。

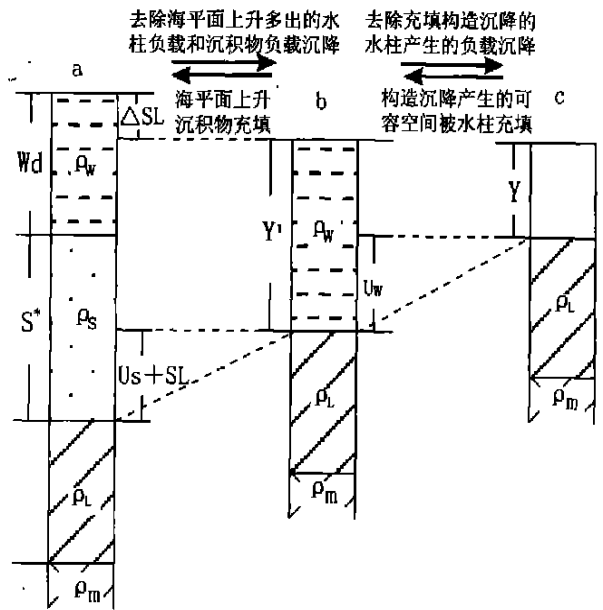


图 1 盆地沉降机理图解(图 1a 和 b 据 Steckler (1976))

Fig. 1 Schematic diagram of the basin subsidence

(Fig. 1a, b from Steckler (1976))

尽管构造作用、水和沉积物充填是一个交替发生的渐变过程, 但为了便于研究, 我们将它们视为相继发生的事件, 如图 1 所示, 假定某一时期盆地基底面发生了幅度为  $Y$  的构造沉降(图 1c), 构造作用产生的可容空间随后被水所充填, 充填水的载荷导致盆地基底面发生了幅度为  $U_w$  的载荷沉降(图 1b), 此后海平面上升、沉积物充填, 由此产生的高出今海平面的海水载荷和沉积物载荷驱使盆地基底进一步发生了幅度分别为  $SL$  和  $U_s$  的载荷沉降(图 1a), 这样, 此时期盆地总沉降为  $Y + U_w + U_s + SL$ 。根据地壳均衡原理, 从图 1b 到图 1a 海平面上升、沉积充填后增加的载荷必然导致基底发生( $U_s + SL$ )的总沉降, 其中  $U_s$  由沉积物载荷引起,  $SL$  由海平面变化引起, 载荷的增加量应等于地壳下沉排开地幔物质的总重量, 即:

$$W_d \rho_w + S^* \rho_s - Y' \rho_w = (SL + U_s) \rho_m \quad (1)$$

相应地, 如果单纯考虑海平面上升产生的载荷导致的基底沉降, 有

$$(\Delta SL + SL) \rho_w = SL \rho_m \text{ 即 } SL = \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL \quad (2)$$

此外, 由图 1a 和图 1b 不难得出以下关系:

$$Y' = W_d - \Delta SL + S^* - (U_s + SL) \quad (3)$$

(2) 式和(3)式代入(1)式得:

$$U_s = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_m - \rho_w} S^* \quad (4)$$

再将(2)式和(4)式代入(3)式得:

$$Y = \frac{\rho_m - \rho_s}{\rho_m - \rho_w} S^* - \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL + (W_d - \Delta SL) \quad (5)$$

显然(2)、(4)、(5)式就是艾里均衡模式下, 由 Steckler 和 Watts 导出的海平面变化引起的载荷沉降、沉积物载荷沉降和构造沉降。

为了剔除构造沉降产生的可容空间被海水充填后产生的水载荷沉降, 我们考虑图 1b 和图 1c, 图 1c 为构造沉降产生的可容空间未被水柱充填前的情形, 显然, 图中  $Y$  为真正的构造沉降。

同样地, 根据地壳均衡原理, 从图 1c 到图 1b 构造沉降产生的可容空间被水柱充填后增加的载荷必然导致基底发生  $U_w$  的沉降, 水载荷的增加量应等于基底沉降排开地幔物质的总重量, 即:

$$Y' \cdot \rho_w = U_w \cdot \rho_m \text{ 即 } U_w = \frac{\rho_w}{\rho_m} Y' \quad (6)$$

由图 1b 和图 1c 还可得出以下关系:

$$Y = Y' - U_w \quad (7)$$

(6)式代入(7)式得:

$$Y = \frac{\rho_m - \rho_w}{\rho_m} Y' \quad (8)$$

再将(5)式代入(8)式得:

$$Y = \frac{\rho_m - \rho_w}{\rho_m} \left\{ \frac{\rho_m - \rho_s}{\rho_m - \rho_w} S^* - \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL + (W_d - \Delta SL) \right\} \quad (9)$$

(7)式代入(6)式消去  $Y'$  得:

$$U_w = \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} Y \quad (10)$$

于是, 水载荷产生的总沉降为:

$$U_{w+s} = U_w + SL = \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} Y + \frac{\rho_w}{\rho_m - \rho_w} \Delta SL \quad (11)$$

(9)式为消除充填构造沉降产生的可容空间的水柱载荷沉降后的构造沉降计算公式, (10)式为当发生  $Y$  幅度的构造沉降时可能产生的水载荷沉降, (11)式为给定时期的总的水载荷沉降。

## 2.2 水载荷与构造作用的关系

对于特定的研究区而言, 通常地幔密度和水柱密度为常量, 不妨设  $\rho_m = 3.4 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_w = 1.03 \text{ g/cm}^3$ , 于是, 由(6)、(10)、(11)式可得到水载荷沉降与构造沉降之间存在如下定量关系:

$$U_w = 0.303 Y \quad U_w = 0.4346 Y \quad U_{w+s} = 0.4346 (Y + \Delta SL)$$

也就是说, Steckler 和 Watts 所计算出的构造沉

降( $Y'$ )中有约 30.3% 由水载荷引起, 盆地基底每发生 1 km 的构造沉降( $Y$ ), 必然产生约 0.434 6 km 的水载荷沉降( $U_w$ ) (忽略海平面变化影响), 由于通常相对于现今海平面的海平面变化量( $\Delta SL$ )远小于构造作用引起的沉降( $Y$ ), 因此, 在总的水载荷沉降( $U_{w+s}$ )中, 绝大部分由充填构造沉降产生的可容空间的水柱引起。

## 3 实例对比分析与讨论

Steckler 和 Watts(1978)基于他们所提出的构造沉降量计算公式对美国纽约大西洋大陆边缘 COST B-2 井进行了沉降史定量分析, 本文利用该文提供的资料对 COST B-2 井水载荷沉降进行定量估计, 以便与 Steckler 和 Watts(1978)的分析结果对比, 说明水载荷对盆地沉降的影响。

利用本文提出的载荷沉降及构造沉降的计算公式, 可计算出 COST B-2 井不同时期的构造沉降和载荷沉降(表 1), 图 2 为根据计算结果绘制的 COST B-2 井沉降曲线图, 图 3 反映了构造作用和载荷对盆地基底沉降的贡献。从表 1 和图 2、图 3 可以看出, Steckler 和 Watts 明显地过高地估计了构造作用对盆地沉降的影响, 平均高估约 30.3%。尽管不同时期沉积对构造的响应及海平面变化量不完全相同, 各时期控制盆地沉降的各因素对盆地沉降的贡献大小具有相对的稳定性(图 3), 即沉积物载荷约占 58.82%, 构造作用约占 28.19%, 充填构造沉降产生的可容空间的水载荷约占 12.25%, 海平面变化引起的沉降约占 0.74%, 也就是说盆地基底每发生 1 km 的总沉降, 沉积载荷、构造作用、充填水载荷和海平面变化的贡献分别为 0.588 2 km、0.281 km、0.122 5 km、0.007 4 km。换句话说, 每发生 1 m 构造沉降, 将同时分别导致约 2.093 m 和 0.435 m 的沉积载荷沉降和水载荷沉降发生。

以上分析表明, 水载荷对盆地沉降的影响是一个不可忽略的因素, 而相比较而言, 海平面变化对盆地沉降的影响相对较小。因此, 水载荷也是导致大西洋型大陆边缘强烈沉降的原因之一。从构造作用、水和沉积物三者的关系来看, 构造作用(由地壳伸展或岩石圈冷却等引起)是大陆边缘或盆地基底沉降的初始动因, 沉积物和水是对构造作用的盆地充填响应, 沉积物和水载荷加剧了基底的沉降速率, 较小的构造作用往往也能产生较大的基底沉降。对于一个特定的点(如 COST B-2 井)或一个范围较小的地区来说,

表 1 美国纽约大西洋大陆边缘 COST B- 2 井的构造沉降与载荷沉降 (m)

Table 1 Tectonic subsidence and loads subsidence for the COST B- 2 well from the Atlantic continental margin off New York, U. S. A

年代/ Ma	总沉降	构造沉降				载荷沉降					
		Steckler 和 Watts <sup>[2]</sup>		本文		沉积载荷 ( $U_s$ )		充填水载荷 ( $U_w$ )		海平面变化 ( $SL$ )	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
0	12801	5141	5168	3583	3602	7620	7593	1557	1566	40	40
5	12720	5111	5126	3563	3573	7569	7554	1548	1553	40	40
11.4	12678	5109	5200	3561	3625	7533	7442	1548	1575	36	36
15.7	12237	5043	5135	3515	3579	7157	7066	1528	1556	36	36
22.5	12240	5000	5092	3486	3549	7190	7099	1515	1542	50	50
32.5	12156	4911	5002	3423	3487	7180	7088	1488	1515	66	66
38	12142	4853	4944	3383	3446	7207	7116	1470	1498	82	82
44	12117	4812	5178	3354	3609	7213	6847	1458	1569	92	92
49	12028	4731	5097	3298	3553	7191	6825	1433	1544	106	106
55	11958	4678	5044	3261	3516	7165	6799	1417	1528	115	115
65	11950	4578	4944	3191	3446	7228	6862	1387	1498	144	144
72.5	11928	4546	4911	3169	3423	7231	6866	1377	1488	152	152
80	11789	4495	4861	3133	3388	7143	6777	1362	1473	152	152
83	11715	4381	4396	3054	3064	7185	7169	1327	1332	150	150
88	11484	4416	4508	3078	3142	6927	6836	1338	1366	140	140
94	11349	4407	4499	3072	3136	6810	6719	1335	1363	131	131
100	11218	4332	4514	3019	3147	6776	6593	1312	1368	110	110
106	11020	4343	4434	3027	3091	6592	6501	1316	1343	85	85
112	10727	4302	4393	2999	3062	6360	6269	1303	1331	65	65
118	10451	4237	4329	2954	3017	6160	6068	1284	1311	54	54
130	10166	4148	4163	2891	2902	5968	5953	1256	1261	50	50
135	9383	3863	3878	2692	2703	5471	5456	1170	1175	50	50
141	8961	3709	3757	2585	2619	5223	5089	1123	1138	29	115
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

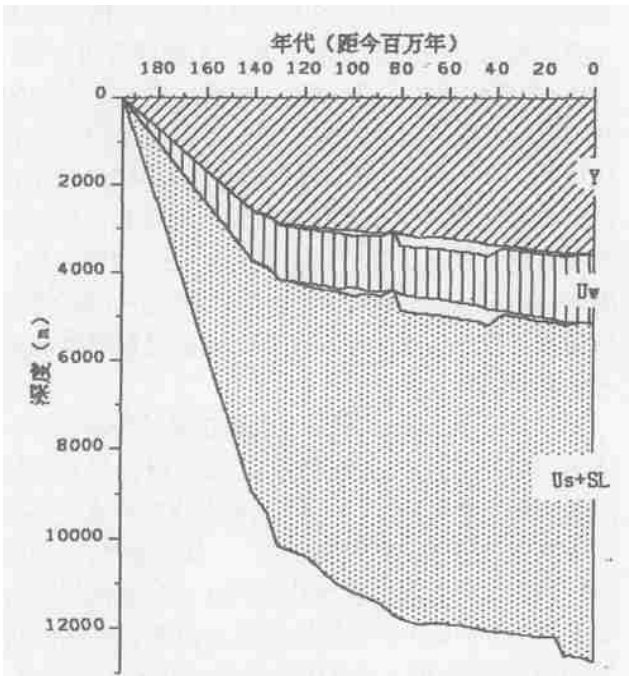


图 2 美国纽约大西洋大陆边缘 COST B- 2 井沉降曲线图  
Fig. 2 Subsidence curves for the COST B- 2 well from the Atlantic continental margin off New York, U. S. A

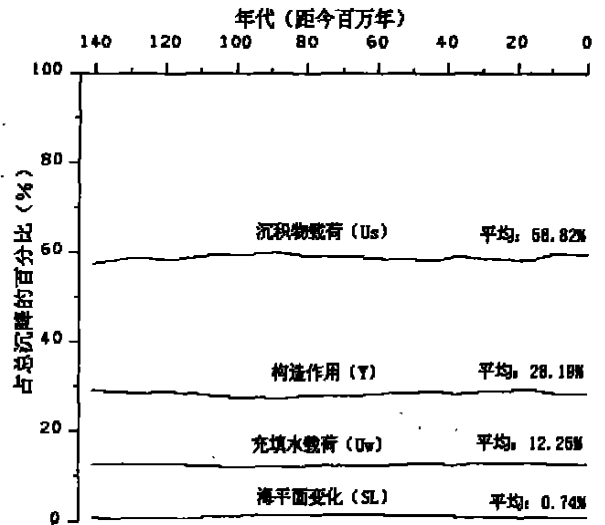


图 3 COST B- 2 井构造作用和载荷对盆地沉降的贡献

Fig. 3 A schematic diagram showing the contribution of tectonics and loads to basin subsidence on the COST B- 2

由于沉积物供给速率变化不大, 构造作用、沉积物载荷和水载荷三者对沉降的贡献一般变化不大, 但对于不同的地区来说, 由于沉积物供给速率不同, 将导致沉积物堆积厚度的明显差异, 从而导致构造作用沉

积物载荷、水载荷在总沉降中所占比重明显不同, 通常构造沉降与水载荷沉降量具有恒定的比例关系, 即水载荷沉降为同期构造沉降的  $\rho_w / (\rho_m - \rho_w)$  倍, 沉积物载荷对盆地沉降的贡献随沉积速率的减小而减小, 构造沉降和水载荷沉降对沉降的贡献随之相对增大。如对于严重欠补偿的饥饿型盆地来说, 沉积物载荷沉降通常较小, 盆地总的沉降幅度也不大, 但相对而言, 水载荷对沉降的影响将明显增大。因此, 对于平均沉积速率较小的深水沉积盆地来说, 水载荷对盆地沉降的影响更不容忽视。

对于大西洋型大陆边缘这样的伸展型构造活动区来说, 构造沉降量大小是地壳伸展活动强度的量度, 而地壳的伸展又是地幔隆起导致地壳减薄的结果, 可以根据 Mckenzie 提出的盆地构造沉降的理论定量模型<sup>[16]</sup>, 通过构造沉降量大小来定量估计地壳的减薄量和伸展系数, 显然, 消除水载荷影响后的构造沉降更接近于真实, 以此为依据对地壳活动强度和地壳减薄量的定量估计将具有更高的可信度。

## 4 结论

(1) 水载荷对沉积盆地的沉降具有重要影响, 通常每 1 km 的构造沉降将伴随约 0.435 km 的水载荷沉降。

(2) Steckler 和 Watts 构造沉降公式计算得到的并不是真正的构造沉降, 其中包含了充填由构造沉降产生的可容空间的那部分水体产生的载荷沉降, 因此过高地估计了构造驱动力对盆地沉降的影响。计算表明, 扣除水载荷的影响后的实际构造沉降量比据 Steckler 和 Watts 公式计算的构造沉降小约 30.3%。本文推导出了 Airy 均衡假设前提下真正的或“纯”构造沉降量的计算公式, 如公式(9)所示。

(3) 对美国纽约大西洋大陆边缘 COST B-2 井的水载荷和构造沉降计算表明, 美国大西洋大陆边缘的强烈沉降除了与沉积物载荷、地壳伸展、岩石圈热冷却、地壳深部变质作用等有关外, 水载荷也是一个不可忽略的原因。

### 参考文献(References)

- 1 石广仁, 郭秋麟, 米时云. 盆地综合模拟系统 BASIMS. 石油学报, 1996, 17(1): 1~9 [Shi Guangren, Guo Qiulin, Mi Shiyun. Basin Integrated Modeling System "BASIM S". Acta Petrolei Sinica, 1996, 17(1): 1~9]
- 2 林畅松, 解习农, 张燕梅, 等. 二维沉积层序计算机模拟系统. 沉积学报, 1998, 16(2): 69~73 [Lin Changsong, Xie Xinong, Zhang Yanmei, et al. Two-dimensional depositional sequence simulation.

- Acta Sedimentologica Sinica, 1998, 16(2): 68~73]
- 3 赵玉光. 论地质历史时期中区域构造沉降与海平面变化. 沉积学报, 1998, 16(4): 1~7 [Zhao Yuguang. History of regional tectonic subsidence and sea level changes in geological history. Acta Sedimentologica Sinica, 1998, 16(4): 1~7]
- 4 刘学锋, 刘绍平. 巴彦浩特盆地沉降史分析. 西安石油学院学报, 1997, 12(2): 25~31 [Liu Xuefeng, Liu Shaoping. Subsidence history analysis of Bayanhot Basin. Journal of Xi'an Petroleum Institute (Natural Science Edition), 1997, 12(2): 25~31]
- 5 秦玉娟, 贾振远, 蔡忠贤. 海平面变化定量研究. 地球科学, 1997, 22(5): 461~465 [Qin Yujuan, Jia Zhenyuan, Cai Zhongxian. Quantitative research on sea level change. Earth Science, 1997, 22(5): 461~465]
- 6 秦承志, 王先彬, 林锡祥, 等. 辽河盆地埋藏史及烃源岩成熟度演化史的数字模拟. 沉积学报, 2002, 20(3): 493~498 [Qin Chengzhi, Wang Xianbin, Lin Xixiang, et al. Basin modeling of burial history and maturity of source rock in Liaohe Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(3): 493~498]
- 7 Watts A B. Tectonic subsidence, flexure and global changes of sea level: Nature, 1982, 297: 469~474
- 8 Watts A B, Ryan W B F. Flexure of lithosphere and continental margin basins. Tectonophysics, 1976, 36: 25~44
- 9 Steckler M S, Watts A B. Subsidence of the Atlantic type continental margin off New York. Earth and Planetary Science Letters, 1978, 41: 1~13
- 10 Gerard C B, Michelle A K. Construction of tectonic subsidence curves for the early Paleozoic miogeocline, southern Canadian Rocky Mountains: implications for subsidence mechanisms, age of breakup, and crustal thinning. Geological Society of America Bulletin, 1984, 95: 155~173
- 11 Sawyer D S. Total tectonic subsidence: A parameter for distinguishing crust type at the U. S. Atlantic continental margin. Journal of Geophysical Research, 1985, 90 (B9): 7751~7769
- 12 Steckler M S, et al. Reconstruction of Tertiary progradation and clinoform development on the New Jersey passive margin by 2-D backstripping. Marine Geology, 1999, 154: 399~420
- 13 Wilson T H. Seismic evaluation of differential tectonic subsidence, compaction, and loading in an interior basin. AAPG Bulletin, 2000, 84: 376~398
- 14 林畅松, 张艳梅. 拉伸盆地模拟理论基础与新进展. 地学前缘, 1995, 2(3~4): 79~88 [Lin Changsong, Zhang Yanmei. Quantitative stretching models and computer simulation of rift basin. Earth Science Frontiers, 1995, 2(3~4): 79~88]
- 15 张金川, 林峰, 戴春山. 沉积盆地基底沉降分解研究. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 15(2): 95~104 [Zhang Jinchuan, Lin Feng, Dai Chunshan. Analysis of basement subsidence of sedimentary basins. Marine Geology & Quaternary Geology, 1995, 15(2): 95~104]
- 16 Mckenzie Dan. Remarks on the development of sedimentary basin. Earth and Planetary Letters, 1978, 40: 25~32
- 17 Allen P A, Allen J R. Basin analysis principles and applications. Blackwell Scientific Publications, 1990. 263~281

## Water Loads and Its Effect on Basin Subsidence

LIU Xue-feng<sup>1,2</sup> ZHONG Guang-fa<sup>3</sup> MENG Ling-kui<sup>1</sup> YU Guo-rong<sup>4</sup> HUANG Chang-qing<sup>1</sup>

1(Department of Geosciences, Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou Hubei 434023)

2(School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079)

3(School of Ocean and Geoscience, Tongji University, Shanghai 200092)

4(GPS Centre, Wuhan University, Wuhan 430079)

**Abstract** Basin subsidence can be induced by many factors, such as tectonic activity, sedimentary loading, and water loading, and so on. This paper puts forward a concept of water loads subsidence, deduces a calculation formula of water loads subsidence, quantitatively analyzes the contribution of water loads to basin subsidence. Furthermore, fully considering the effects of sediment loads, water loads, sea-level changes, and paleo-water depth on basin subsidence, this paper gives a revision to the formula used to calculate the tectonic subsidence by Steckler and Watts. The quantitative analysis of the COST B-2 well located in Atlantic-type continental margin of New York, U.S.A indicated that each 1km tectonic subsidence can simultaneously results in 0.435 km water loads subsidence, the "true" tectonic subsidence that removed water loads effect on basin subsidence is about 30.3% lower than the result calculated using Steckler and Watts formula. So, we can conclude that water loads are one of the important factors, which result in the intensive subsidence of Atlantic-type continental margin.

**Key words** water loads subsidence, tectonic subsidence, sediment loads subsidence, sea-level changes, paleo-water depth