

黄河冲淡水转向问题的初步探讨*

朱兰部 赵保仁 刘克修

(中国科学院海洋研究所)

黄河自 1976 年改道清水沟流路,向东流入莱州湾以来,至 1988 年 10 月其大嘴已向莱州湾淤进 18.8km(钱意颖等,1992),在科氏力的作用下,黄河入海口门也已转成东南方向。随着黄河口海区的开发利用,国内有关单位对黄河口海区的水文环境作过多次调查(朱兰部等,1994;张经等,1985;孙秉一等,1988;Yang Zuosheng et al.,1989),从这些调查资料中我们发现,黄河入海径流和长江口一样,在洪水期冲淡水也有转向东北方向的特点。本文根据 1976 年黄河改道以来中国科学院海洋研究所 有关单位在黄河口海区进行调查的水文资料和利津水文站的黄河径流观测资料,对黄河冲淡水的转向现象及其成因进行初步的分析研究,此研究对深入了解黄河口的水文环境及河口有机物、溶解质、悬浮体的输运特征有重要意义。

一、黄河冲淡水的转向现象及盐度分布特征

我们讨论黄河冲淡水的转向现象,主要根据其盐度分布特征进行分析。由于整个研究区域盐度较低,年最大盐度值约为 31 左右,特别是黄河口及莱州湾海区的盐度更为偏低,其值大都低于 30,赵进平等^①把盐度低于 26 的区域划为低盐区,因此本文将 26 的等盐线定为冲淡水核心区的界限盐度值。我们主要以 1984 年在黄河口海区调查所取得的资料,给出黄河口及其附近海域 4—11 月间表层盐度分布(图 1),从中即可看出黄河冲淡水消涨变化的大致情况。

从 4,5 月份(图 1a,b)的盐度分布来看,黄河冲淡水此时的扩展势力非常弱,流出的冲淡水主要向南及东南方向扩散,淡水舌大致向东南方向伸展。

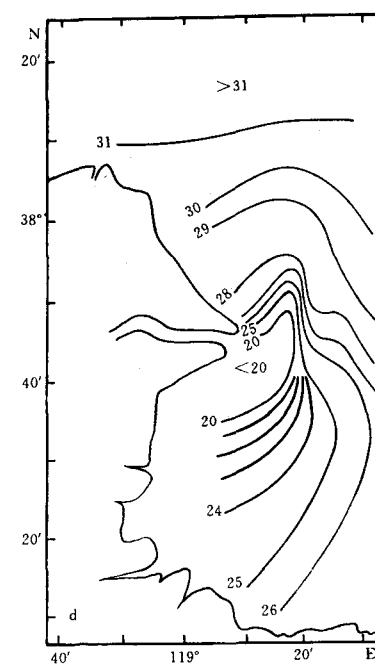
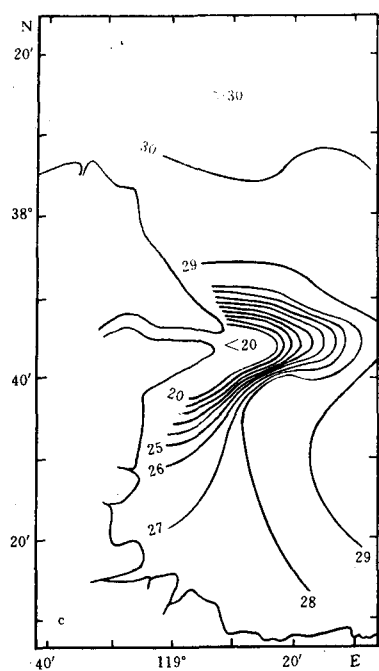
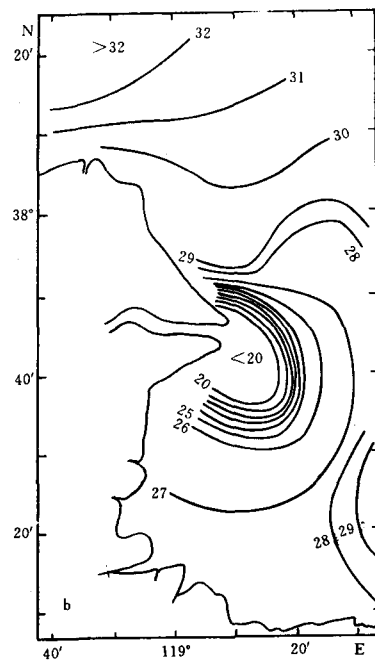
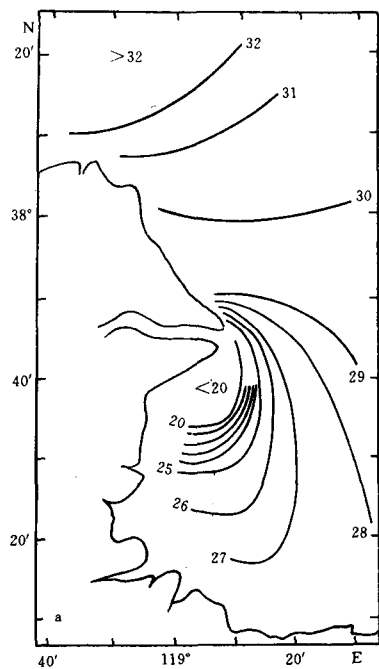
6 月份黄河口区盐度分布变化较大,冲淡水舌由口门伸出直接向东扩展(图 1c),与 4,5 月份相比发生了较大的转向现象。等盐线 26 呈舌状指向东方,可到达 $119^{\circ}30'E$ 附近;而莱州湾内却基本被高于 26 的高盐水所占据。

7 月份黄河径流已进入丰水期,冲淡水离开河口后继而转成东北及偏北方向。等盐线 26 向北可达 $37^{\circ}50'N$ 左右,淡水舌呈向正北方向伸展的趋势(图 1d)。冲淡水转向的位置大体在河口处 10m 等深线的地方。莱州湾区由于受河口径流的影响, $119^{\circ}30'E$ 以西区域几乎全部被盐度低于 26 的低盐水所覆盖。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2838 号。

① 赵进平等,1993,低盐区及渤海低盐区的盐度特征(博士后论文集)。

收稿日期:1996 年 1 月 18 日。



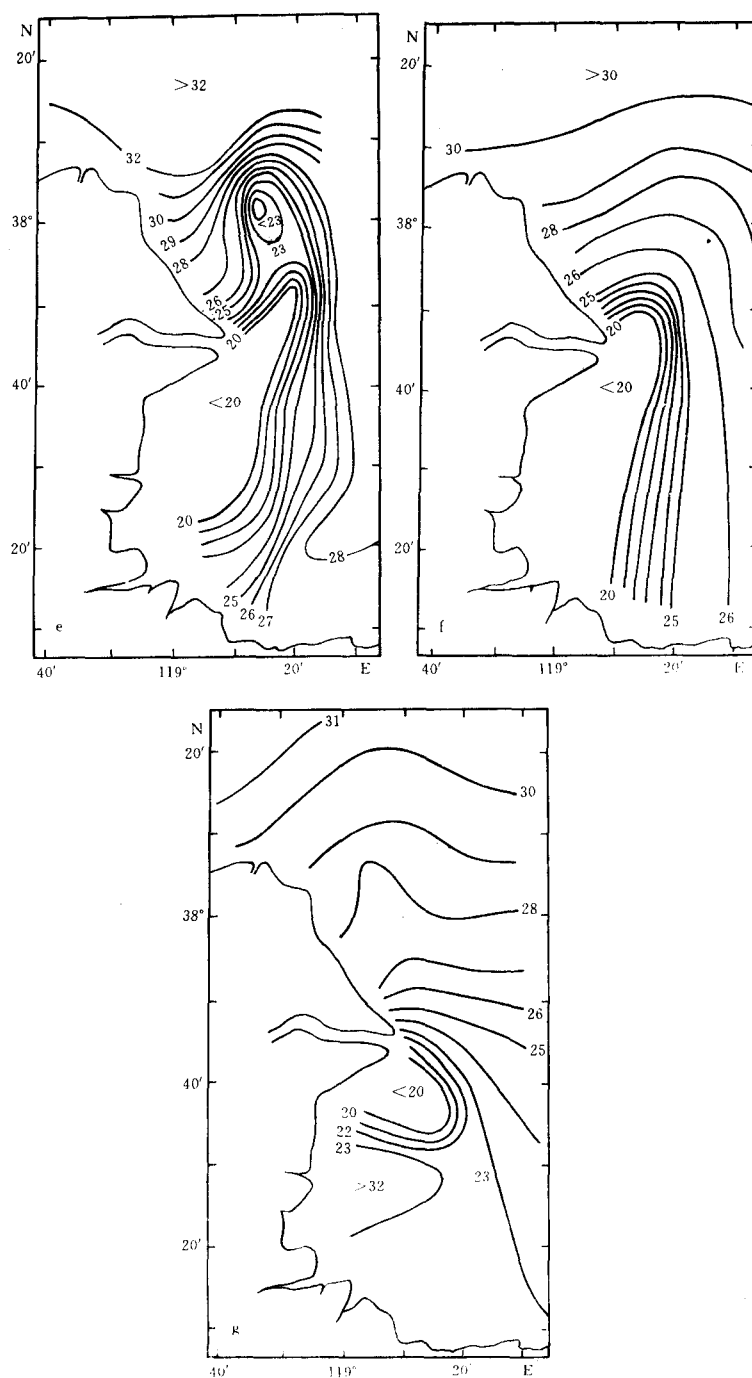


图1 黄河口及其附近海域

各月表层盐度分布

1984年4月(a), 5月(b), 6月(c), 7月(d),
8月(e); 1980年10月(f); 1984年11月(g)

8 月份(图 1e)冲淡水的扩展势力较 7 月份有所增强,26 的低盐水向北到达 $38^{\circ}05'N$,而后,其前锋水舌有转成向西北方向伸展的趋势。莱州湾区由于受到外海区高盐水的入侵,使其 26 的低盐区退缩到 $119^{\circ}20'E$ 以西。

到 10 月份,黄河冲淡水向外扩展的势力明显减弱,26 的等盐线已退至 $37^{\circ}55'N$ 附近(图 1f)。虽然冲淡水扩展势力减弱,但其水舌仍指向东北方,并有继续向东北扩散的趋势。莱州湾低盐区面积有所扩大,可达 $119^{\circ}30'E$ 附近。

11 月份,冲淡水的势力非常弱,由河口流出的淡水沿河口方向向东南方移动,其水舌前锋盐度值为 22 左右(图 1g)。而冲淡水扩散范围较广,26 的低盐水几乎覆盖了整个莱州湾区。

综上所述,可以看出黄河冲淡水在 6—10 月出现向东及东北方向偏转现象,而在 11—5 月冲淡水大都向东南方向扩散,流向莱州湾内。

根据 1976 年以来在黄河口海区的调查资料,本文将上述转向现象进行了统计,我们将冲淡水舌指向东及东北方向定为转向,指向东南为不转向,统计结果如表 1。

表 1 冲淡水转向统计表

月 份	4	5	6	7	8	10	11	12
转向次数	0	0	2	1	6	1	0	0
观测次数	1	4	2	2	7	1	1	1

图 1 和表 1 表明,黄河冲淡水一般在 6—10 月份为转向期,其方向为东及东北方,其中 7—8 月份可转向北及西北方向;11—5 月为非转向期,冲淡水入海后靠近岸边流向南及东南方,向莱州湾区扩散。

二、黄河冲淡水转向原因

对于黄河冲淡水转向这一重要水文现象究竟与哪些因子相联系,转向的主要原因是什么,迄今为止尚未见有关报道。本文拟以实测资料为基础,对可能引起黄河冲淡水转向的有关因子(如黄河径流量、海面风场和近海流场等)作一概要分析。

1. 黄河径流量 首先分析冲淡水转向角同利津站黄河径流量的关系,这里的转向角是指以冲淡水舌指向正东为零度,各月淡水舌主轴方向与正东方向之间的夹角,取偏北为正,偏南为负,当转向角为正时称冲淡水转向(赵保仁等,1992),否则为不转向。图 2 为各月冲淡水的转向角与相应月份的利津站径流量^①之间的关系图。

由图 2 可见,冲淡水转向角与径流量之间确实存在着较好的相关关系。一般来说,当流量超过 $2.2 \times 10^9 m^3/月$ 时,黄河冲淡水便转成东及东北方向,并且转向角随着径流量的增大而增大,否则不出现转向现象,因此,本文给出黄河冲淡水转向时的径流量“临界”值约为 $2.2 \times 10^9 m^3/月$ 。

^① 樊左英、韩少发,1987,黄河下游河床演变基本资料汇编,黄河水利委员会水利科学研究所,277—311(内部资料)。

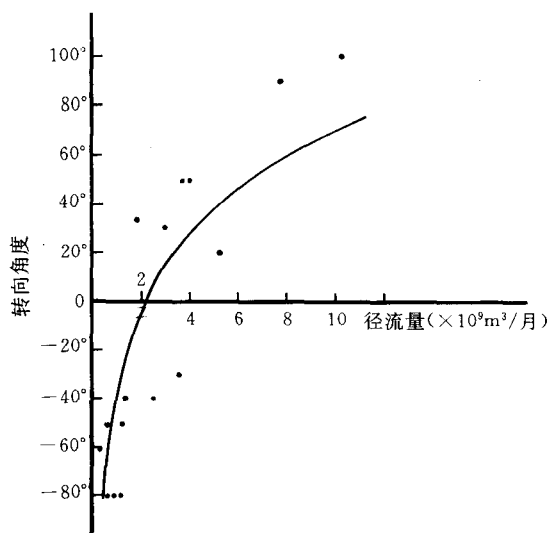


图2 冲淡水转向角与径流量的关系

从收集到的盐度分布也可以看出,冲淡水发生转向大都是在丰水期的6—10月份,不发生转向的时期多出现在枯水期的11—5月份。但也有流量超过“临界”值时,而冲淡水未发生转向的例外情况,这种现象大多出现在11—12月份,如1983年12月和1984年11月,径流量分别为 $3.5 \times 10^9 \text{m}^3/\text{月}$ 和 $2.5 \times 10^9 \text{m}^3/\text{月}$,显著大于上述“临界”值。

根据冲淡水的转向角和当月的径流量,本文计算了它们之间的相关关系,其回归方程为:

$$Y = -139.06 + 45.63 \lg(X)$$

相关系数为 $R=0.83$,显著性水平远高于 $\alpha=0.01$ 。从公式可以看出,两者之

间存在着明显的正相关关系,式中, Y 为冲淡水的转向角,其定义如前所述, X 为冲淡水转向当月的黄河径流量。由此可以认为,黄河径流量确实与海上冲淡水转向现象有关,它可能是引起冲淡水转向的重要因素。

2. 风场 风是影响冲淡水转向的另一重要因素。黄河口附近海区有明显的季风特征,偏北风大都出现在9—2月,为冬季季风;偏南风多出现在3—8月,为夏季季风。本海区由于水深较浅,海水运动受到风的制约,容易产生风漂流。冬半年,强劲的冬季季风扼制冲淡水向北扩散,迫使黄河冲淡水向南和东南方向扩散,这时即使径流量超过转向“临界”值也难使其转向。如前所述的1983年12月和1984年11月的径流量明显超过转向“临界”值,冲淡水依然流向东南方。由此可见,冬季风对冲淡水的转向起到明显的抑制作用。

夏半年,黄河径流进入丰水期,大量冲淡水在夏季季风的作用下,更有利于冲淡水的转向。表1表明在6—10月的12次调查中,就出现10次转向现象,这说明夏季季风是推动黄河冲淡水转向的重要因素。

为了说明风对冲淡水的影响,我们计算了各月冲淡水转向角与相应黄河海港气象站多年月平均风速(姚静娴等,1989)的相关关系,其相关系数为 -0.57 ,显著性水平高于 $\alpha=0.05$ 。因此,风对冲淡水的转向现象也有明显影响。

3. 流场 黄河口附近海区的流场所包含的成分非常复杂,它主要包括由天文潮非线性效应导致的潮汐余流、风引起的风海流、黄河淡水入海后形成的海面倾斜而导致的倾斜流和淡、盐水交汇引起海水密度非均匀分布导致的密度流,以及黄河冲淡水向外海辐散,外海高盐水从底层上升补偿而产生的河口环流等。尽管季节不同稍有差异,但其规律比较明显。一般认为在莱州湾存在一个顺时针的环流,观测表明(图3),夏季在整个黄河口外都为偏北向流动(李繁华等,1989)。在春、秋季节,黄河口以北多为偏北向流;而黄河口以南多为偏南向流,这有助于春、秋季节冲淡水流向东南方向。因此可以说流场也是影

响冲淡水转向的重要因素之一。

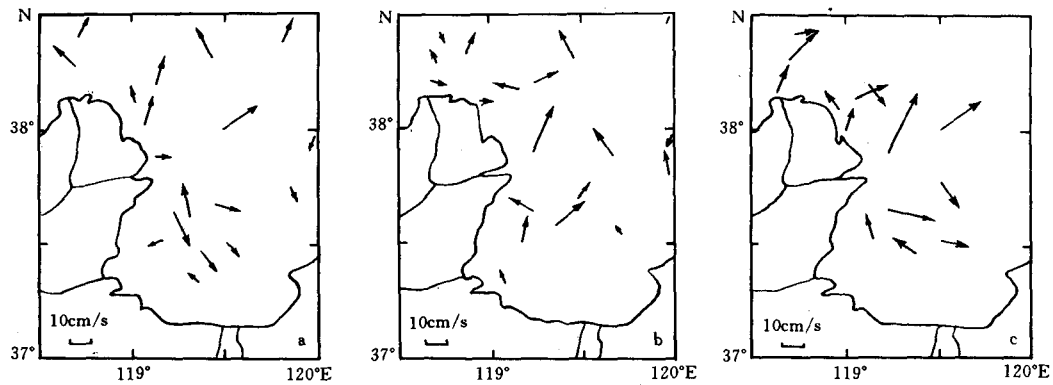


图3 黄河口近海表层余流分布

a. 春季; b. 夏季; c. 秋季

参 考 文 献

- 朱兰部、张法高, 1994, 1989 年夏季黄河口及其附近海域某些自然环境特征及水型分布, 海洋科学集刊, 35: 23—31。
- 孙秉一等, 1988, 黄河口及渤海西南部水体中氟含量, 青岛海洋大学学报, 18(2): 48—56。
- 李繁华等, 1989, 山东近海水文状况, 山东省地图出版社, 141—149。
- 张经、黄微文、刘敏光, 1985, 黄河口及邻近海域中悬浮体的分布特征和季节性变化, 山东海洋学院学报, 15(2): 96—104。
- 赵保仁、乐肯堂、朱兰部, 1992, 长江口海域温、盐度分布的基本特征和上升流现象, 海洋科学集刊, 33: 15—26。
- 姚静娴、张美芳、邢纪厚, 1989, 黄河海港气象特征分析, 黄渤海海洋, 7(3): 60—65。
- 钱意颖、叶青超、周文浩, 1992, 黄河干流水沙变化与河床演变, 中国建材工业出版社, 171—183。
- Yang Zuosheng et al, 1989. Distribution and movement of suspended matter in Summer in Laizhou Bay, The Gulf of Bohai, 青岛海洋大学学报, 19(4): 49—61。

A PRELIMINARY STUDY ON THE TURNING PHENOMENA OF THE YELLOW RIVER DILUTED WATER^①

Zhu Lanbu, Zhao Baoren and Liu Kexiu
(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Hydrological investigation data were used to analyze the characteristics of the salinity distribution and the extension of the Yellow River Diluted Water (YDRW) in the sea. After the Yellow River relocated eastward to Laizhou Bay in 1976, it was found that the YDRW extends eastward and northeastward during the plentiful water period (from June to October), and southeastward during the dry season (from November to May).

The main factors affecting the extension direction of the YDRW were found to be the Yellow River runoff, monsoon and current systems near the Yellow River Estuary. The critical value of discharge which makes the YDRW turn eastward or northeastward is $2.2 \times 10^9 \text{ m}^3$ per month.

① Contribution No. 2838 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.