

源区黑潮研究进展^{*}

王 铮^{1, 2} 侯一筠¹ 乐肯堂¹ 胡 珀^{1, 2}

(¹中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(²中国科学院研究生院 北京 100039)

黑潮 (Kuroshio) 作为太平洋上一支强大的西边界流, 起源于菲律宾以东海域, 经吕宋海峡, 从台湾以东进入东海, 穿越吐噶喇海峡进入日本以南海域, 最后汇入北太平洋环流。

本文作者所指源区是从菲律宾的吕宋岛以东至我国台湾岛以东之间, 在此区域黑潮流经吕宋海峡, 流态发生显著变化, 是近几年来各国学者研究的重点。关于菲律宾以东黑潮的研究较少, 作者重点阐述吕宋海峡处和台湾以东黑潮的研究进展。

一、吕宋海峡处黑潮

吕宋海峡由巴士海峡、巴林塘海峡和巴布延海峡三个海峡组成。该区属于副热带海洋性气候, 具有明显的季风特点。吕宋海峡靠近台湾一侧的水深超过 1000 m, 在南海东北部, 靠近闽粤附近的陆坡呈 NE-SW 走向, 而在吕宋岛的西侧呈 S-N 走向。

关于黑潮在吕宋海峡的流速和流量问题, 有许多学者做过研究。黄企洲 (1983, 1984) 利用 13 个航次的温盐资料, 给出不同季节吕宋海峡纬向流流量的估计: 北太平洋通过海峡进入南海的流量, 冬季最大为 $31 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$, 春季次之 ($11 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$), 夏季较小 ($10 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$), 而秋季则由南海往太平洋输送 ($4 \times 10^6 \sim 8 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$)。郭忠信等 (1985) 根据 1985 年 9 月试验三号的海洋调查温盐资料, 通过地转流计算, 给出黑潮经 120°E 向西进入南海的体积输送量为 $11 \times 10^6 \sim 12 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$ 。刘秦玉等 (2000) 分析和计算了吕宋海峡 PR21 断面最近海洋调查的部分 CTD 资料和 ADCP 资料, 表明: 通过海峡流入、流出南海的纬向流的深度一般达到 500 m 左右, 200 m 以浅流速较大, 平均流速为 $50 \text{ cm} / \text{s}$, 最大流速达 $80 \text{ cm} / \text{s}$ 以上。由大洋进入海峡的入流位置位于海峡的中部和南部, 月平均入流最大值出现在 11 月, 为 $50 \text{ cm} / \text{s}$, 位于海峡的北部和南部上层海洋的月

* 国家重点自然科学基金项目: “中国海黑潮区关键动力过程的非线性特征及其预测方法 (90411013)” 和中国科学院创新方向项目 (KZCX2-YW-201) 资助。

通信作者: 侯一筠, 研究员, 从事海洋物理学方面的研究; E-mail: yjhou@ms.qdio.ac.cn 王铮, 男, 博士研究生; E-mail: wangzhen@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 2006 年 9 月 6 日。

平均出流, 最大流速也出现在 11 月, 也为 50 m/s 。上层流入、流出海峡的流量的月平均值分别约为 $10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 。当东北季风盛行时 (从 10 月到翌年 2 月), 流入海峡的流量远大于流出海峡的流量, 两者的差可达 $8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 而在其他季节两者的差仅为 $3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 最近, Qu 等 (2004) 利用高分辨海洋总环流模式 (OGCM) 得到吕宋海峡的流量年平均值为 $2.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 季节变化为冬季最高达 $6.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (西向), 夏季最小为 $0.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (东向)。除此之外, 也存在年季时间尺度的变化, 在 ENi 年最高, LaNi 年最低。

关于海水在吕宋海峡处的流向问题, 早期研究中存在两种观点。部分科学家根据船舶漂移资料和温度、盐度资料认为, 冬季, 在东北季风作用下黑潮上层有一支海水进入吕宋海峡, 并向西进入南海腹部; 夏季, 受西南季风影响上层海水从南海流向太平洋 (Wyrtki 1964; Chau et al, 1960; Watts 1971)。Nino 等 (1961) 为代表的学者认为黑潮水是终年进入南海 (Chap 1970; Chu 1971)。20 世纪 80 年代以后, 多数调查研究结果均倾向于黑潮水终年进入南海。

黑潮是以何种方式进入南海的成为科学家研究中出现的另一个分歧点。第一种观点认为存在“南海分支”。仇德忠等 (1984) 根据 20°N 114°E 及 19.5°N 113°E 的实测流速资料及南海北部的漂流瓶资料, 认为南海北部陆坡附近夏季存在着一支向西流动的海流, 并认为它是黑潮的一个分支, 即黑潮的“南海分支”。郭忠信 (1985) 进一步认为, 冬季广东外海在南海暖流南侧也存在着西南方向流动的黑潮“南海分支”。王甬等 (1997) 也认为外洋水团可在台湾岛南逸入南海东北部。第二种观点认为存在“南海流套”。Nitani (1970) 在讨论 CSK 调查结果时指出, 黑潮在吕宋海峡有一支在 20°N 向西进入南海, 但大部分绕着一个暖涡转, 然后回到黑潮主轴。这一描述是对黑潮“南海流套”的最早记述。李立等 (1989) 汇集了该区观测的部分结果, 包括水温和动力高度的平面分布, 指出: “黑潮经常通过吕宋海峡进入南海, 在图上表现为从吕宋海峡分支侵入南海的高温水舌, 通常被称为黑潮的‘分支’, 但从海面动力高度的分布看, 该水舌中暖水呈反气旋式运动并返回黑潮主干, 因而称为‘流套’更为合适”, 第一次明确地提出了黑潮“南海流套”这一概念, 他们还将“黑潮的南海流套”与“湾流的墨西哥绕流”作了对比, 指出两者的动力学形式具有很多相似处。最近, Yuan 等 (2006) 利用近 20 年来的卫星水色、SSI 和高度计资料, 进一步指出黑潮的反气旋式入侵 (流套) 是瞬时现象, 而不是持久现象。第三种观点是“流套”和“分支”都存在。如黄企洲等 (1996) 认为, 黑潮水自吕宋海峡中部偏南进入南海, 入侵黑潮水一部分在台湾西南形成“流套”结构后从海峡北部流出; 另一部分在海峡偏南部形成一气旋式环流 (分支)。第四种观点认为: 由于在 1994 年 9 月, 位于南海东北部大陆坡外 21°N 117°E 捕获了一个直径 150 km 的闭合的反气旋的黑潮分离流环, 经过 T-S 特性分析说明该流环应源于黑潮。L 等 (1998) 认为在吕宋海峡处, 黑潮主流进入海峡后以“流套”形式流出, 但在黑潮主流的左侧会伴随着流环的形成, 某些时候会伴随着流环的脱离。作者认为正是这些分离的流环所带来的黑潮水, 导致了人们在 119°E 附近可以观测到黑潮水, 并被误认为是黑潮的“南海分支”。Jia 等 (2005) 利用 1992 ~ 2001

年的 T/P-ERS2 卫星高度计资料并结合 POCM 结果, 给出了确定流环脱离时间和位置标准, 指出最常见的分离流环的时间间隔为 70 d、80 d 和 90 d, 位置在 119.5°E 和 120°E 。第五种观点是苏纪兰 (2005) 最近提出的新观点, 认为黑潮是以亚中尺度涡的形式进入南海的。首先, 由于在所有较具规模的准同步调查中, 均没有发现在 119°E 以西海域存在黑潮流套或分支形式中的一种, 排除了流套和分支的说法。利用非线性 Bet α 平面约化模式可以得出, 不可能有稳定的黑潮分支流入南海, 黑潮水只能以非稳态的方式进入南海 (如涡旋), 假如黑潮是以中尺度涡的形式进入南海, 而 1994 年观测到的中尺度涡直径 150 km, 垂向范围约为 1000 m, 假设此涡旋完全由黑潮水组成, 则它相当于有年平均 $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 的黑潮水进入南海, 要达到有 $4.2 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 的黑潮水的净输运量以这种中尺度涡方式进入南海, 每年至少需要 7~9 个此类中尺度涡, 但目前的观测并不支持有这么多的中尺度涡进入南海 (Wang et al., 2003), 所以得出黑潮很有可能是以亚中尺度涡入侵南海。

黑潮以流套的形式进入南海, 可以粗略地描述黑潮在吕宋海峡的大体流形, 但无法解释在 119°E 以西频繁观测到的黑潮水。仇德忠等 (1984) 提出的黑潮“南海分支”有待进一步考证, 因为该文仅仅是根据部分实测流速资料和漂流瓶资料, 并没有结合水文资料依据, 这样结果只能得出黑潮水是可以到达 114°E 、 20°N 附近, 并不能得出黑潮是以分支形式流到此处, 也有可能是黑潮的分离流环把黑潮水带到此处, 那么这样的形式也叫做黑潮的“南海分支”显然不妥。作者比较赞同苏纪兰 (2005) 的观点, 很有可能是因为吕宋海峡处岛链的作用 (这在以前的研究中往往被忽略了), 导致黑潮水是以不明显的亚中尺度涡 (卫星高度计的分辨率达不到该尺度标准) 的形式进入南海, 这种观点对黑潮在此处的各种现象都能给予合理的解释, 但此观点仍然需要大量的观测来加以佐证。

从 20 世纪 80 年代开始, 各国学者就开始用数值模式对南海黑潮进行了模拟 (Ma 1987; 蔡树群等, 1998, a, 1998 b; Metzger et al., 1996; 管秉贤, 2002; Xue et al., 2004; Jia et al., 2004)。许多模式都得到黑潮以流套或分支的形式进入南海, 苏纪兰 (2005) 分析“模式结果和观测的不一致性可能来自两方面的原因: “一个是模式分辨率一般较低, 高分辨率模式可真实模拟地形, 得到的黑潮主流的流径不易进入南海 (Metzger et al., 2001); 另一个是因为南海北部有一个强的气旋式流环, 若没有水文的依据, 仅从流态很难区分是否有一个黑潮的分支进入南海。”

对于黑潮在此发生形变的动力机制, 很多学者也作了大量的研究。Wang 等 (1987) 认为冬季很有可能是受东北季风的影响, 黑潮易发生流套形态, Farr α 等 (1996) 指出黑潮流套的弯曲程度和东北季风强度有关系。还有学者根据位涡守恒原理, 对流套的存在进行了初步证明 (刘秦玉等, 1996; 李薇等, 1997)。也有学者认为流套的动力机制和黑潮的流量有关 (Shaw α , 1991; 蔡树群等, 1995)。Sherem α et al. (2001) 利用单层深度平均近似讨论了 Munk 厚度的西边界流通过海峡流态变化的机理, 也认为流态的变化与流量有关。Centurion 等 (2004) 认为黑潮的路径不仅与风应力作用有关, 而且也与海洋斜压场变化有关。Su α (2004) 认为黑潮水入侵南海可能是由黑潮锋面不稳定而引起反气旋中尺度涡。

事实上, 由于吕宋海峡特殊的地理位置, 复杂的地形和大气强迫场的低频变异

等多方面因素的共同作用,使得此处流系状况相当复杂,且呈多变性。在目前观测资料不充足的情况下,很难得到一个统一认识,这些分歧和意见需要今后深入细致的、长时间的海流、水文观测和卫星遥感观测资料的论证才能逐渐认识清楚。

二、台湾以东黑潮

台湾以东黑潮包括 26°N 以南至我国台湾东岸近海,黑潮在此处的流径冬、夏季都比较稳定,大致与台湾东岸的岸线平行,呈 NNE 方向。关于此处黑潮的变异,Chu (1970-1974)、管秉贤(1981)、顾玉荷(1984)、孙湘平等(1996)的结论基本一致。Chu(1974)提出,台湾东岸 $21^{\circ}45' \sim 23^{\circ}45' \text{N}$ 之间的黑潮主轴,宽为 $112 \sim 167 \text{ km}$, 主轴离岸距离为 $60 \sim 100 \text{ km}$, 黑潮路径呈现为一波状。管秉贤(1981)指出,在苏澳—与那国岛断面上,黑潮流轴位于离台湾东岸 $15 \sim 30 \text{ km}$ 处,冬季的流核偏西,夏季的流核偏东,平均宽度约 30 km 。顾玉荷(1984)、孙湘平等(1996)又分别提出台湾东岸的黑潮路径冬季偏西(距台湾较近)、夏季偏东(距台湾较远)的见解。顾玉荷(1984)分析了这种差异的原因,主要是受季风影响的缘故。

此处值得注意的是:黑潮主流以东经常出现中尺度的涡(Yuan, 1998),且中尺度涡变化较大且复杂。这些中尺度涡对黑潮的流态和路径都有较强的影响。主要有以下两个冷涡:兰屿冷涡和彭佳屿附近的一个冷涡。关于兰屿冷涡,最早是由管秉贤(1985)发现,此后袁耀初等(1988)证实了兰屿冷涡的存在,并显示了黑潮围绕冷涡的弯曲途径、分支及其水平流速分布。靖春生等(2003)根据卫星跟踪表层漂流浮标、高度计和遥感 SST 资料再次证实了兰屿冷涡的存在,还指出伴随冷涡的出现,黑潮主轴离岸弯曲向北流动。台湾东北彭佳屿附近海域的气旋式冷涡, Yin(1973)最早报道这个冷涡的存在,此后很多学者对此进行了研究(Fan, 1980; 郭炳火等, 1985; 夏综万等, 1987; Chem et al., 1989),最近孙湘平等(2002)根据 1985 年至 1991 年的调查资料,指出这个冷水块的空间尺度可以达到 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 经纬度,还证实了台湾东北的气旋式冷涡是终年存在的。

三、结 语

经过了几十年实测资料的收集和研究,人们对源区黑潮的各种形态及其动力机制都有一定的初步认识,但是仍然存在争议。作者认为,黑潮在吕宋海峡处所表现出来的各种现象,利用传统的线性理论难以给出合理的解释,可以用非线性动力系统加以研究。同样,这些现象具有的季节、年际或年代际的变化特征,也可以用动力系统的周期性来分析和预测。20世纪 90 年代,非线性科学在海洋研究中得到应用,人们开始利用非线性方法来研究大洋环流。其中, Dijkstra(2000)详细地阐述了非线性方法在研究风生环流、温盐环流以及 El Niño 现象中的应用,并以湾流作为实例进行分析研究。由于黑潮与湾流十分相似,在吕宋海峡处又呈现出多种不稳定形态,这种非线性反馈机制很有可能是某个或某些个控制参数(风应力、摩擦、流量等)的变化所导致的,因此研究工作的着手点可从此切入。

参 考 文 献

- 蔡树群, 苏纪兰. 1995. 南海环流的一个两层模式. 海洋学报, 17(2): 13~19
- 蔡树群, 王文质, 麦波强. 1998^a. 南海东北部及台湾海峡附近环流的一个耦合模式: I. 模式的建立及背景. 热带海洋, 17(3): 18~27
- 蔡树群, 黄企洲, 麦波强. 1998^b. 南海东北部及台湾海峡附近环流的一个耦合模式: II. 模式的实验结果. 热带海洋, 17(4): 73~78
- 仇德忠, 杨天鸿, 郭忠信. 1984. 夏季南海北部一支向西流动的海流. 热带海洋, 3(4): 65~73
- 顾玉荷. 1984. 台湾附近海域黑潮表层流轴位置季节变异的探讨. 海洋科学集刊, 21: 233~243
- 管秉贤. 1981. 苏澳一与那国岛断面上黑潮流速结构的特征及其季节变化. 海洋科学集刊, 18: 1~18
- 管秉贤. 1985. 台湾以东黑潮深层流的途径. 海洋与湖沼, 16(4): 253~260
- 管秉贤. 2002. 中国东南近海冬季逆风海流. 青岛: 中国海洋大学出版社, 1~267
- 郭炳火, 林葵, 宋万先. 1985. 夏季东南南部海水流动的若干问题. 海洋学报, 7(2): 143~153
- 郭忠信, 方文东. 1988. 1985年9月的吕宋海峡黑潮及其输送. 热带海洋, 7(2): 13~19
- 郭忠信. 1985. 冬季南海暖流及其右侧的西南向海流. 热带海洋, 4: 1~9
- 黄企洲, 郑有任. 1996. 1992年3月南海东北部巴士海峡的海流. 中国海洋学文集, 第六集, 海洋出版社, 642~652
- 黄企洲. 1983. 巴士海峡黑潮流速流量的变化. 热带海洋, 2(1): 35~41
- 黄企洲. 1984. 巴士海峡的海洋学状况. 南海海洋科学集刊, 6: 53~67
- 靖春生, 李立. 2003. 台湾岛东南准稳态兰屿冷涡的初次记录. 科学通报, 48(15): 1687~1692
- 李立, 伍伯瑜. 1989. 黑潮的南海流套? ——南海东北部环流结构探讨. 台湾海峡, 8(1): 89~95
- 李薇, 刘秦玉. 1997. 西边界流在边界“豁口”的形变及其机制. 青岛海洋大学学报, 27(3): 277~281
- 刘秦玉, 刘倬腾, 郑世培, 徐启春, 李薇. 1996. 黑潮在吕宋海峡的形变及动力机制. 青岛海洋大学学报, 26(4): 413~420
- 刘秦玉, 杨海军, 李薇, 刘倬腾. 2000. 吕宋海峡纬向海流及质量运送. 海洋学报, 22(2): 1~8
- 苏纪兰. 2005. 南海环流动力机制研究综述. 海洋学报, 27(6): 1~8
- 孙湘平, 修树孟. 2002. 台湾东北海域冷水块的特征. 黄渤海海洋, 20(1): 1~10
- 孙湘平. 1987. 东海黑潮表层流路(途径)的初步分析. 黑潮调查研究论文集. 北京: 海洋出版社, 1~14
- 王甯, 陈庆生. 1997. 南海东北部海域次表层水与中层水流径. 热带海洋, 16(2): 24~41
- 夏综万, 王钟楙, 郑义芳. 1987. 关于台湾东北海域的一个冷涡. 黑潮调查研究论文集. 北京: 海洋出版社, 228~237
- 袁耀初, 郑松筠. 1988. 台湾以东黑潮三维海流诊断计算. 海洋学报, 10(1): 1~9
- Centurioni L R and Niiler P P. 2004. Observations of inflow of Philippine Sea surface water into the South China Sea through the Luzon Strait. J Phys Oceanogr, 34: 113~121
- Chan K M. 1970. The seasonal variation of hydrological properties in the northern South China Sea. The Kuroshio, 143~162
- Chau Y K, Wong C S. 1960. Oceanographical investigation in the northern shelf region of the South China Sea off Hong Kong. Hong Kong Univ Fish J, 3: 1~25
- Chen Chingsheng, Wang Joe. 1989. On the water masses at northern offshore area of Taiwan. Acta Oceanographica Taiwanica, 22: 14~22
- Chu C Y. 1971. Environmental study of the surrounding waters of Taiwan. Acta Oceanogr Taiwan, 1: 15~32
- Chu T Y. 1970. Report on the variation of velocity and volume transport of the Kuroshio. In: The Kuroshio—A Symposium on the Japan current. Edited by J C Marr. Eastwest center Press, Honolulu, 165~174
- Chu T Y. 1974. The fluctuations of the Kuroshio Current in the eastern sea area of Taiwan. Acta Oceanogr Taiwan, (4): 1~12
- Dijkstra H A. 2000. Nonlinear Physical Oceanography. Kluwer Academic Publishers
- Fan Kuanglung. 1980. On the upwelling off north eastern slope of Taiwan. Acta Oceanogr Taiwan, 11: 105~117

- Farrís A and MW Inbush 1996 Wind-induced Kuroshio intrusion into the South China Sea. *J. Oceanogr.*, **53**: 771~784
- Jia Yinglai and Liu Qinyu 2004 Eddy shedding from the Kuroshio Bend at Luzon Strait. *J. Oceanogr.*, **60**: 1063~1069
- Jia Yinglai, Liu Qinyu and Liu Wei 2005 Primary Study of the Mechanism of Eddy Shedding from the Kuroshio Bend in Luzon Strait. *J. Oceanogr.*, **61**: 1017~1027
- Li Li, Nowlin W, Su Jilan 1998 Anticyclonic rings from the Kuroshio in the South China Sea. *Deep-Sea Research (Part I)*, **45**: 1469~1482
- Ma Hong 1987 On the winter circulation of the northern South China Sea and its relation to the large scale oceanic currents. Part I. Now wind-driven circulation of the northern South China Sea and numerical experiments. *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, **5** (1): 9~21
- Metzger E J and Hurlburt H E 1996 Coupled dynamics of the South China Sea, the Sulu Sea, and the Pacific Ocean. *J. of Geophys. Res.*, **101**(C5): 12331~12352
- Metzger E J and Hurlburt H E 2001 The importance of high horizontal resolution and accurate coastline geometry in modeling South China Sea inflow. *Geophys. Res. Lett.*, **28**: 1059~1062
- Niino H, Emery K O 1961 Sediments of shallow portions of East China Sea and South China Sea. *Geol. Soc. Am. Bull.* **72**: 731~762
- Nitani H 1970 Oceanographic conditions in the sea east of the Philippines and Luzon Strait in summer of 1965 and 1966. [A]. JCMarrt. The Kuroshio—A Symposium on the Japan Current [J]. Honolulu: East-West Center Press: 213~232
- Qu T, K in Y Y, Yaremchuk M, Tozuka T, Ishida A, and Yamagata T 2004. Can Luzon Strait transport play a role in conveying the impact of ENSO to the South China Sea. *J. Climate*, **17**(18): 3644~3657
- Shaw P T 1991 The seasonal variation of the intrusion of the Philippine Sea water into the South China Sea. *J. Geophys. Res.*, **96**: 821~827
- Shermet V 2001 Hysteresis of a western boundary current leaping across a gap. *J. Phys. Oceanogr.*, **31**: 1247~1259
- Su Jilan 2004 Overview of the South China Sea circulation and its influence on the coastal physical oceanography outside the Pearl River Estuary. *Cont. Shelf Res.*, **24**: 1745~1760
- Wang Guohua, Su Jilan and Chu P C 2003 Mesoscale eddies in the South China Sea observed with altimeter data. *Geophys. Res. Lett.*, **30**(21): 2121. doi: 10.1029/2003GL018532
- Wang J and C S Chen 1987. The warm core eddy in the northern South China Sea. II. A simple mechanism for the establishment and development of the warm core eddy. *Acta Oceanogr. Taiwan*, **18**: 104~113
- Watts J D C 1971. A General Review of the Oceanography of the Northern Sector of the South China Sea. *Hong Kong Fish. Bull.*, (2): 41~50
- Wyrtki K 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asia Waters. *NAGAR Report*, **2**: 1~195
- Xue Huijie, Fei Chai 2004. Neal Pettigrew and Danya Xu. Kuroshio intrusion and the circulation in the South China Sea. *J. Geophys. Res.*, **109**: Q02017. doi: 10.1029/2002JC001724
- Yin Fuh 1973 Preliminary study of cold water mass near N. N. E. of Taiwan. *Acta Oceanogr. Taiwan*, **3**: 157~180
- Yuan Dongliang, Weiqing Han and Dunxin Hu 2006. Surface Kuroshio Path in the Luzon Strait area derived from satellite remote sensing data. *J. Geophys. Res.*, **111**: C11007. doi: 10.1029/2005JC003412
- Yuan Yaohui, Kaneko Arata, Su Jilan, et al 1998. The Kuroshio east of Taiwan and in the East China Sea and the currents east of the Ryukyu Islands during early summer of 1996. *J. Oceanogr.*, **54**: 217~226

ADVANCES IN STUDY ON THE KUROSHIO IN THE SOURCE REGION

WANG Zheng² HOU Yijun LE Kenang HU Po²

(¹ Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences Qingdao 266071)

(² Graduate School Chinese Academy of Sciences Beijing 100039)

ABSTRACT

The west current of the Pacific Kuroshio has an important influence on the climate and environment of the Chinese coastland. This paper summarizes recent studies on the Kuroshio in the source region. The transportation, direction, formation and dynamic mechanism of the Kuroshio in the Luzon Strait are described in detail. However, the formation of the Kuroshio here is still unknown clearly. Authors suggest using nonlinear method to solve this controversy.