

# 港珠澳大桥岛隧工程沉管安装期激流观测与特征分析

尹朝晖<sup>1,2,3</sup>, 巢纪平<sup>1,2,3</sup>, 王彰贵<sup>4</sup>, 林鸣<sup>5</sup>

(1. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 国家海洋环境预报中心, 北京 100081; 4. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海), 广东 珠海 519082; 5. 中国交通建设股份有限公司, 北京 100088)

**摘 要:** 在沉管安装船南北两侧分别布置了海流观测设备, 通过数据实时传输, 获取沉管南北两侧垂直方向上每米和每分钟的海流变化。E31 管节沉放对接期间, 在沉管周围观测到了明显大于正常流速的激流, 这种激流具有突发性、瞬时性、随机性特征。激流的这种随机性使 E31 管节产生了异常晃动, 给沉管施工带来一定风险。对外海深槽沉管沉放对接期间激流的观测和分析有助于获取外海深槽沉管期间激流特征, 给外海深槽沉管施工提供有益的参考。

**关键词:** 港珠澳大桥; 岛隧工程; 外海深槽; 激流

**中图分类号:** P731.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2021)01-0001-09

## 1 引言

海洋激流是一种流速绝对值突然增大的异常海洋运动现象。激流的冲击力和破坏力极强, 会对海上航行、航道变迁、水产资源、海洋工程(如海上沉管施工和立管)和海上平台产生诸多影响。20 世纪 80 年代, 大西洋飓风袭击美国东海岸, 安放在海底的观测仪器和海底电缆往往被冲毁。研究认为破坏海洋工程设施和制造海难事故的最大元凶就是激流。

激流最早由美国伍兹霍尔(Woods Hole)海洋研究所海洋地质学家 Hollister 在 1963 年提出。他在分析大洋海底岩心时发现波状结构, 推测这种波状结构是远古时期高速海水流动形成的, 并认为大洋底存在激流, 但是在当年的国际大地测量和地球物理学联合会(International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG)会议上提出后并未受到重视。1978 年我国研究学者修日晨<sup>[1]</sup>通过分析海流异常观测记录, 认为不论大洋或近海均存在一种激流。激流流速高达 2~2.5 m/s, 有的甚至高达 4.0 m/s, 持续时间短暂, 一般仅维持 10~20 min。20 世纪 80 年代

以来, 随着海流观测仪器的改进和观测资料的增多, 学者陆续在更多的海域观测到激流现象, 例如渤海埕岛海域<sup>[2]</sup>、江苏沿海<sup>[3-4]</sup>、南海东部<sup>[5]</sup>和滦河口<sup>[6]</sup>等。上述对激流的研究大多集中在观测分析的基础上, 对其成因和物理机制只做了初步讨论。修日晨等<sup>[7]</sup>通过设计对比实验, 对激流成因做了较详细的分析, 认为不同方向海水的辐合和流域截面积急剧缩小都会导致激流发生。彭畅等<sup>[8]</sup>通过数值模型试验方法对江苏沿海激流的特征和成因机制做了研究, 排除了涡旋和风应力产生激流的可能, 认为特殊的地形地貌是激流产生的基本前提。根据现有的分析, 海洋激流是一种空间范围狭小的高速流动。激流持续时间短, 一般只维持 20~30 min, 最短的不到 10 min, 最长的可达 2 h。海洋激流的发生在时间、空间和强度上都有很大的随机性。有时一天发生两次激流, 有时持续几天都无激流发生, 而且每次激流发生的时间也不同, 具有很大的随机性。激流流速大小差别也很大, 目前流速最大的激流是 2011 年修日晨等<sup>[7]</sup>在如东东北浅滩琼港海域观测到的高达 4.95 m/s 的高速激流。

港珠澳大桥沉管隧道是世界范围内长度最长、

收稿日期: 2020-04-24; 修回日期: 2020-06-13。

基金项目: 交通部建设科技项目(201532849A030)。

作者简介: 尹朝晖(1986-), 男, 助理研究员, 博士在读, 主要从事海洋环境数值预报。E-mail: yinzhh@nmefc.cn

埋置最深、单孔跨度最宽和规模最大的海底公路沉管隧道,也是我国交通建设历史上技术最复杂且标准最高的海中隧道工程<sup>[9-11]</sup>。港珠澳大桥沉管隧道总长5 664 m,最深沉放水深约45 m;由33个管节组成,标准管节长180 m、宽37.95 m、高11.4 m;单根管节质量为78 000 t,排水量为80 000 m<sup>3</sup>。深水深槽段超过3 km,沉管深槽开挖底标高为-45~-50 m,深槽深度为35~40 m,且深槽段与伶仃洋主航道交叉,海底地形和槽内流态异常复杂<sup>[12-14]</sup>。此外,东、西人工岛和已安装管节也会对深槽内的水流产生一定影响,使槽内水流流态更加复杂<sup>[15-16]</sup>。水流作用在沉管上会产生极强的冲击力和巨大的流载荷,而且沉管在沉放过程中缆绳柔性大,使沉管难以操纵和控制<sup>[17-18]</sup>。因此在港珠澳大桥岛隧工程沉管沉放对接期间,实时观测和分析深槽内沉管周围的激流,对保障施工安全至关重要。通过查阅国外相关资料,借鉴日本和韩国施工经验,并考虑潜水水下作业要求,沉管施工确定的沉管沉放对接流速限制条件为0.5 m/s<sup>[19]</sup>。

## 2 深槽水流的观测

港珠澳大桥沉管隧道经过与伶仃洋主航道交叉的深水深槽段后,水深逐渐变浅,而且逐渐接近东人工岛,槽内水流同时受到逐渐变浅的地形和东人工岛影响。为了分析隧道东段深槽水流结构特征和变化规律,研究人员于2012年9月6—16日在E31深槽中部一个坐底式水流观测站进行了连续11 d逐小时的水流剖面观测,测站位置和观测时段见图1。观测期间包含了一次大潮和小潮过程,其中9月8—9日为小潮期,9月15—16日为大潮期。测站水深为20 m,有效观测深度为水面以下18 m。这个观测位置可以较好地代表隧道东段横跨深槽水流变化特征。

港珠澳大桥西人工岛平台的潮位观测资料和分析结果表明,施工海域潮位以M2分潮为主,其次为K1、O1、S2和P1等分潮。计算得到的潮型数为1.39,表明施工海域潮汐为不正规半日潮<sup>[20]</sup>,潮流

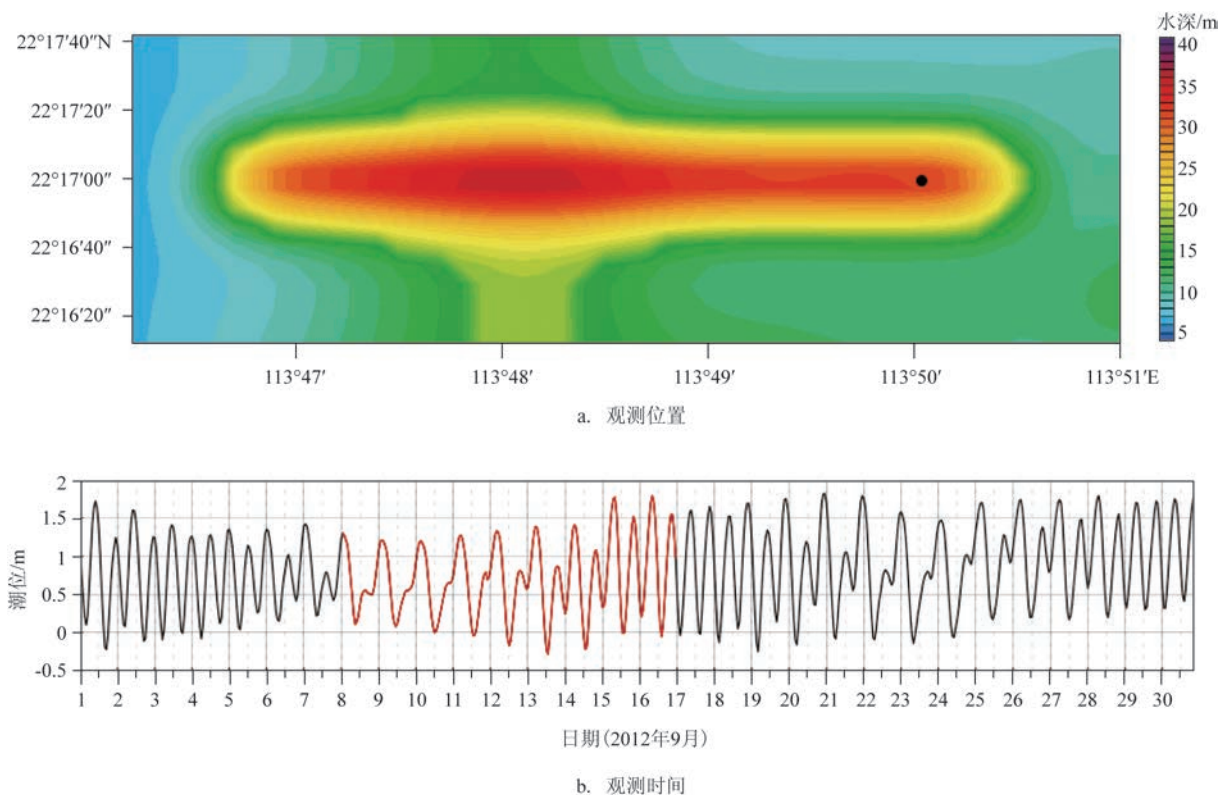


图1 E31深槽水流观测

主要是接近南北向的往复流<sup>[21]</sup>。沉管安装期间,沉管和水流相互作用,会使沉管周围的水流流态较安装前发生一定变化<sup>[22-23]</sup>,从而给沉管受力和姿态控制带来新的问题。为了通过物模实验或数值模拟确定沉管受力情况和运动响应<sup>[24-25]</sup>,我们设计了沉管安装实时水流监测系统,用于实时监测沉管安装过程中周围水流的变化,测点设置如图2所示,分别固定在安装船津安2的西北侧和东南侧。仪器安装在水下10 m处,避开了安装船对仪器的影响。水流观测仪器为美国TRDI公司生产的“骏马牌哨兵型”300 kHz声学多普勒水流剖面仪(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP),测量范围是 $\pm 5\text{ m/s}$ ,测量准确度为 $0.3\% \pm 0.3\text{ cm/s}$ ,测量要素包括东西向流速、南北向流速和垂直向流速。该型号ADCP在浅水域具有测量精度高、功耗低和轻便易安装的特点。ADCP的工作方式如图3所示。鉴于E31的深槽深度约为20 m,安装期间主要观测10~20 m深度范围内的水流变化,该深度正好是管节接近着床和水力压接的深度,也是对沉管的控制最弱的深度,因此该深度的水流对沉管安装施工影响最大。

鉴于激流在空间和时间上的突发性、随机性和瞬时性,为了捕捉激流瞬时和局地的快速变化,水流观测的时间分辨率为1 min,空间分辨率为1 m,从而可以观测深槽内全断面逐分钟的水流变化。

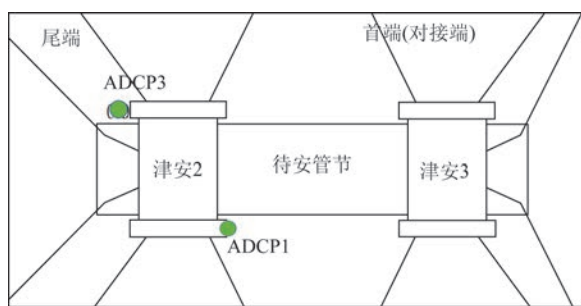


图2 沉管安装水流实时观测站位布局

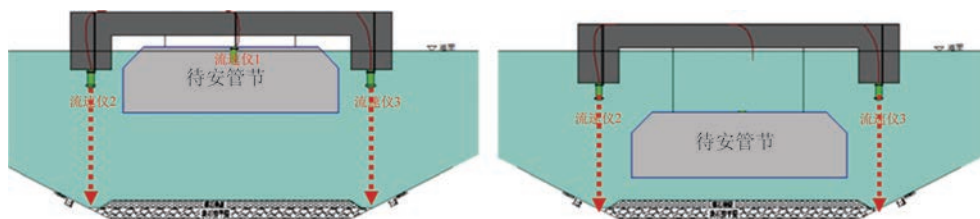


图3 沉管安装水流观测仪器的工作方式

水流观测数据每分钟生成并传输一次,观测要素包括东西向、南北向和垂直向的流速分量,对东西向和南北向流速合成后,在显示平台实时展示垂直向逐层的水流矢量。

### 3 E31 安装前水流观测分析

首先利用2012年9月6—16日E31深槽位置连续11 d的逐小时水流观测数据,分析沉管安装前深槽水流的基本特征和时空变化。从该站水流流速深度的时间剖面图来看(见图4),水流流速大小和分布首先与潮差直接相关,小潮期平均流速明显小于大潮期。此外,小潮期水流主要集中在深槽上层,下层水体水流很小,而大潮期整个深槽深度都有较大的水流。其次,水流流速大小和分布也和涨落潮有关,小潮期落潮时水流主要集中在9 m以浅的上层,大潮期落潮时水流会扩散到整个深槽,但是大流速中心依然位于5 m深度左右;涨潮却呈现出不一样的特征,小潮期涨潮时由于涨潮时间长且潮差小,涨潮流速整体较小(9月8—10日),大潮期涨潮会在下层出现较大的流速(9月14日06时、9月15日06时和21时,北京时,下同),此时上层流速反而较小,这种水流分布形势会给外海深槽作业带来一定的影响。

从深槽上下层平均水流流速的时间变化(见图5)可以更明显地看出前文所述的水流特征,即小潮期下层水流流速一直较小,只有上层水流在高潮到低潮的落潮过程中有较大流速;到了大潮期,深槽下层涨潮流速明显增大。

为了进一步研究与深槽平行和垂直两个方向上的水流分布,将深槽水流分解为南北分量和东西分量(见图6)。从水流分解来看,与所处海域接近南北向的往复流不同,该处深槽水流有明显的东西分量,落潮时以西偏西南向流为主,涨潮时则以北



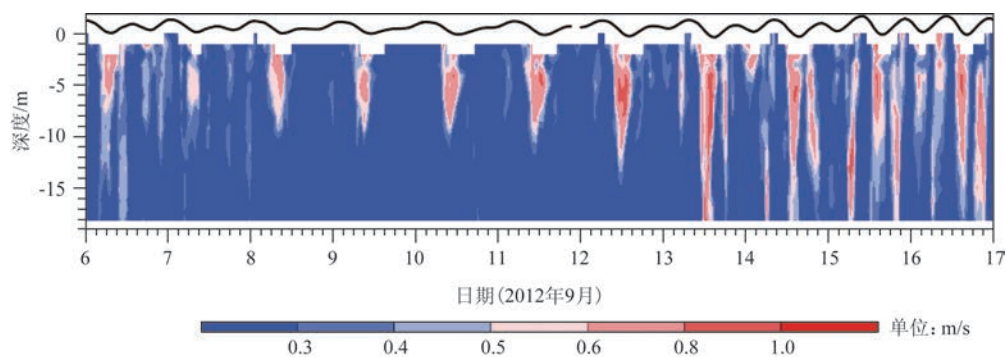


图4 E31深槽水流流速深度时间剖面

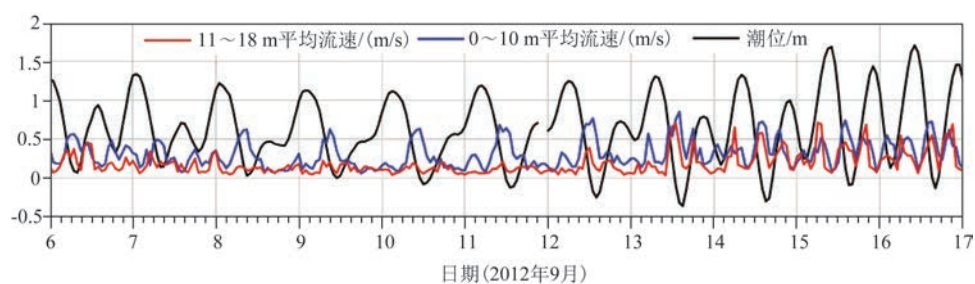


图5 潮位及E31深槽上下层平均水流流速时间变化

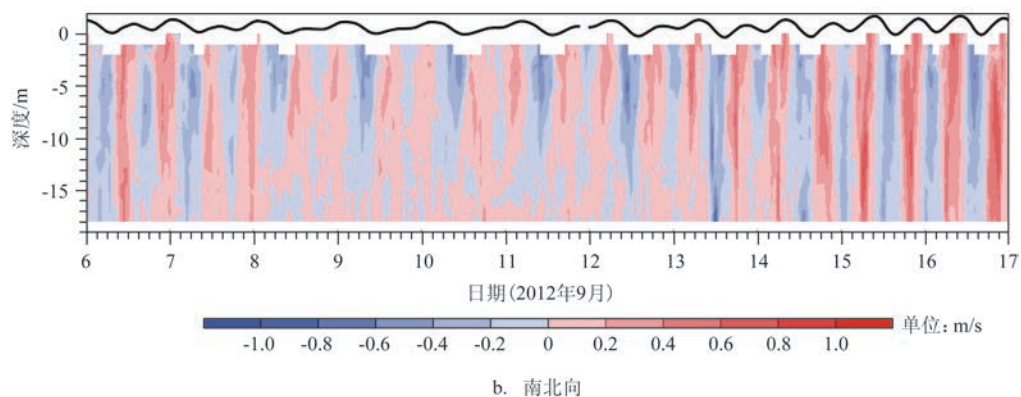
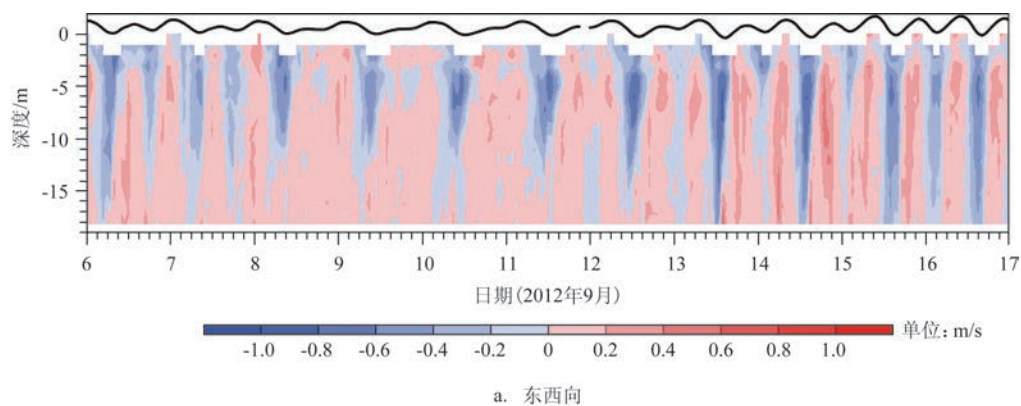


图6 E31深槽水流流速深度时间剖面

偏东北向流为主。这可能与E31深槽接近东人工岛,受人工岛地形影响有关;其次,深槽从西到东经过E31段槽深逐渐变浅,人工岛的阻挡和槽底斜坡的共同作用造成了潮流在该处深槽位置产生较大的偏转。对这个问题还需要更多位置的观测资料结合数值模拟详细研究。

为了更直观地分析大小潮期间涨落潮过程中深槽水流的变化,分别选择9月8日和9月15日代表小潮期和大潮期,绘制这两天深槽垂向各层水流矢量分布随时间变化图。从矢量分布看,小潮期只有在高高潮到低低潮的落潮过程中在深槽上层存在较大的西偏西南向落潮流(见图7a),其余时刻流速都很小。特别是9月8日后半日接近平潮,深槽

内水流整体较小。

在大潮期涨潮过程中(见图7b,9月15日05—10时和17—22时),开始阶段深槽上层流速增大(06时和17—18时),随后大流速转移到下层(06—07时和19—20时),涨潮后段大流速又回到上层(08—09时和21—22时),大流速所在深度呈现上-下-上的变化规律;落潮时流速分布比较均匀,而且越靠近槽底流向越偏西。

分别取图7中小潮涨、落急(9月8日13时和09时)和大潮涨、落急(9月15日06时和14时)时刻东西和南北分量流速垂直变化廓线,分析典型时刻深槽水流的垂直结构(见图8)。小潮涨急时刻以上层西北向流为主,同时下层有弱的东向流,落急时刻

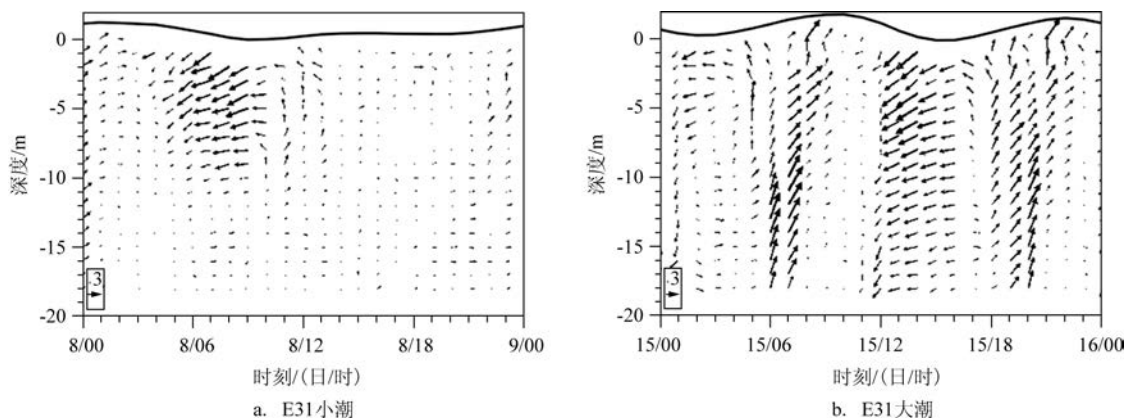


图7 E31深槽东西向和南北向水流深度时间剖面

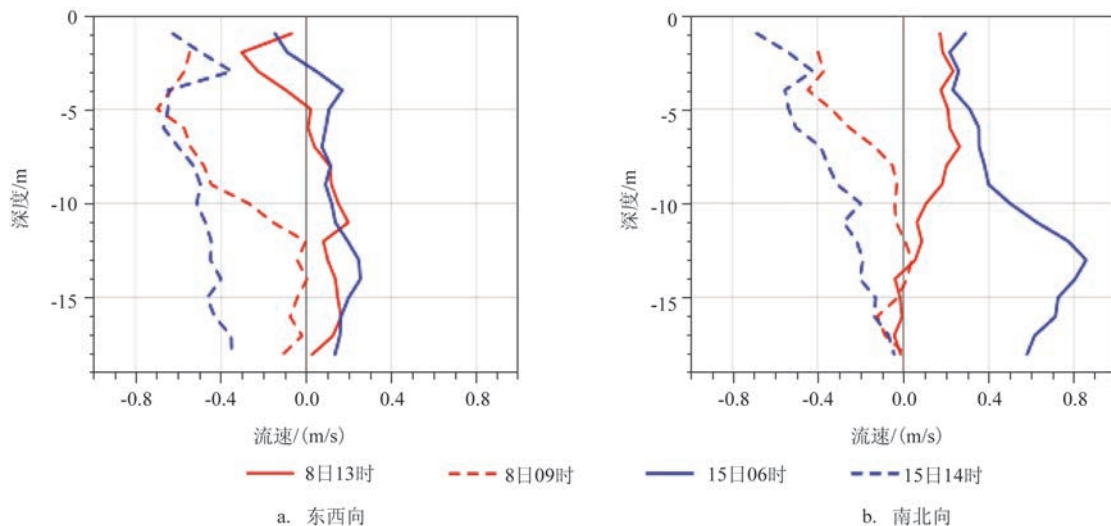


图8 E31深槽东西向和南北向水流深度时间剖面

以上层西偏西南流为主,下层流速很小;大潮涨急时刻大流速集中在10 m以深的下层,南北分量流速最大超过0.8 m/s,13 m深度落急时刻大流速整层都有较强的偏西分量,北分量主要集中在上层。

#### 4 E31 安装期间激流观测分析

E31 管节安装期间的水流观测从2016年12月25日02—09时,持续了7 h。对应从低低潮到高低潮的涨潮过程,潮差为0.5 m。2016年12月25日与同为农历二十七的2012年9月12日潮型类似,都是由小潮转为大潮的中间时段。上节观测分析表明,2012年9月12日低低潮到高低潮的涨潮过程中,深槽上层有0.3~0.4 m/s的流速,深槽下层流速都在0.3 m/s以下。但是在E31沉管安装过程中,从03时开始,随着沉管向下沉放,沉管南侧开始观测到超过0.5 m/s的大流速,从05时开始在沉管北侧也观测到超过0.5 m/s的大流速。为了定量统计大流速出现情况,以两倍的背景流速(0.6 m/s)为判断标准,参照文献中对激流的描述,这种大流速也具有激流的特征,因此称之为深槽激流。统计激流出现的时间、深度、流速流向和持续时间等,汇总结果见表1。统计表明,沉管南侧共观测到10次激流,沉管北侧

共观测到2次,沉管南侧观测到最大激流为0.97 m/s,沉管北侧为0.70 m/s。这与观测时段在涨潮时段、水流为从南到北的涨潮流,而且沉管对北侧的水流有一定的遮挡作用有关。

统计表明,激流最明显的特征是流速大。不仅流速绝对值超过两倍的背景流速,而且相对前后时刻的流速比值也很大,例如05:27在沉管南侧观测到0.97 m/s的流速(见表1),而同一深度前后时刻平均流速仅为0.04 m/s,超过前后时刻平均流速的24倍。

激流具有很强的局地性,从出现深度来看主要集中在深槽下层,在沉管南侧出现的11次激流中有9次出现在15~20 m之间的下层,其中又以16 m和19 m为主;从垂直方向的厚度来看,激流基本只出现在1层。结合图9中激流随时间空间分布来看,开始阶段(03—04时)激流集中在深槽底层19 m深度,之后在沉管向下沉放阶段(04—07时),激流转移到下层16 m附近,最后在E31沉管拉合阶段(07—09时),激流主要在13~16 m深度之间。

激流的发生没有明显的时间规律,具有很大的随机性。从持续时间来看,基本只持续1 min,只有1次持续了6 min,因此激流具有明显的瞬时性特征。E31沉管南侧激流以东南方向为主(6次),其次为西南方向(2次),也有西北方向(1次)和东北方向

表1 E31沉管南北两侧大流速统计

位置	序号	时间	深度/m	激流流速/ (m/s)	激流 方向/°	持续时间/ min	激流前后时刻平均 流速/(m/s)	激流与前后时刻 平均流速比
南侧	1	03:49	19	0.87	118.7	6	0.27	3.3
	2	03:57	19	0.81	94.7	1	0.17	4.8
	3	04:30	16	0.82	131.7	1	0.11	7.5
	4	04:45	19	0.88	116.7	1	0.27	3.3
	5	05:27	13	0.97	15.7	1	0.04	24.3
	6	06:20	15	0.66	219.9	1	0.3	2.2
	7	06:22	16	0.60	44.9	1	0.1	6.0
	8	07:18	16	0.89	109.8	1	0.3	3.0
	9	07:30	16	0.68	120.8	1	0.27	2.5
	10	07:34	16	0.81	273.4	1	0.44	1.8
	11	07:51	14	0.84	226.9	1	0.40	2.1
北侧	1	07:22	15	0.70	217.1	1	0.37	1.9
	2	07:33	15	0.60	317.7	1	0.13	4.6



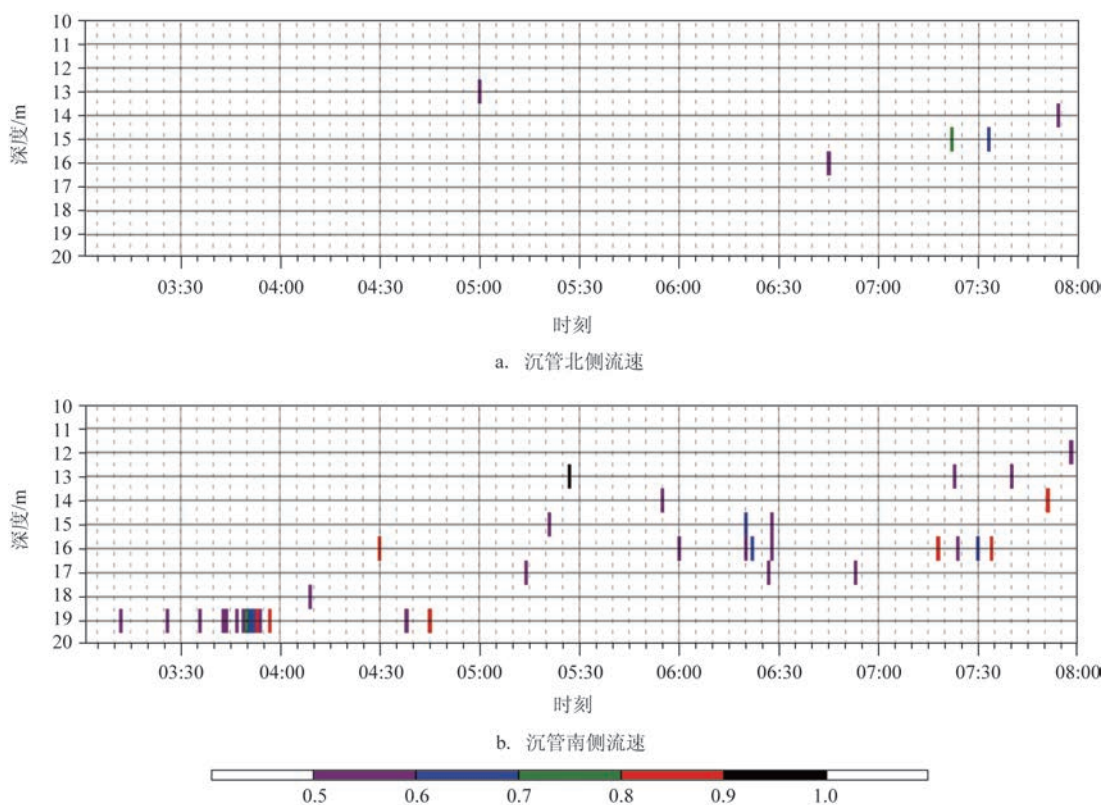


图9 03—08时10~20 m之间出现的激流(单位:m/s,去掉了0.5 m/s以下的流速)

(2次)。激流方向并不与涨潮流主要方向一致,表明沉管的阻挡使深槽水流产生更复杂的变化。

综上,深槽激流主要特征为流速大、时间上有明显的随机性、瞬时性和突发性,空间上主要集中在深槽底层和下层,绝大部分出现在1层,垂向不超过2 m。

## 5 外海深槽激流对港珠澳大桥沉管的影响及对策

沉放系统对沉管管节下沉阶段水平向的约束较弱,难于操纵和控制。某个方向上过大的水流会使沉管发生整体位移,不同方向的水流会使沉管产生旋转,而不同方向交替的水流会使沉管产生一定频率的晃动,相比之下沉管晃动会使沉管更难于控制,对沉管沉放对接施工的威胁最大。由于是在涨潮时段,激流以沉管南侧为主。沉管南侧激流并不是沿一个固定的方向分布,而是南北方向交替,容易使管节发生偏移的同时产生晃动,增加沉管控制难度。此外,深槽激流(特别是槽底激流)会冲刷深

槽边坡和槽底,根据不同激流大小和持续时间,形成不同深度和宽度的冲沟,影响槽底平整度,进而影响沉管着床的平稳度和沉放完成后的沉降。最后,深槽激流冲刷边坡,冲刷下来的泥沙淤积到槽底和坡底,会给管节沉放带来不利影响。

E31安装过程中受深槽激流影响,遭遇了异常晃动。为此,在现场施工监测到激流以及随后管节出现异常晃动后,采取了立即停止沉放的对策;等待管节恢复平稳后,降低沉放速度、减小每次沉放的距离、增加每次沉放的时间间隔、增加激流和管节姿态的监测和汇报频次,确保了后续沉放和对接拉合的安全和顺利施工。其次,为了确保E31后续沉管安全顺利施工,优化改进了模拟和现场观测方案,进一步完善了预警预报系统,为后续沉管安装及最终接头施工提供了保障<sup>[26]</sup>。考虑到港珠澳大桥深槽水域出现的激流现象与水下地形分布突变和盐淡水掺混等因素有关,而珠江冲淡水的扩散会明显影响施工海域的盐淡水掺混<sup>[27]</sup>,因此需要时刻关注珠江径流量的变化,并且有必要增加和补充深槽水体温盐观测,从而进一步分析深槽中水流特征和

机理。

## 6 结语

港珠澳大桥岛隧工程E31沉管安装前深槽水流观测表明,大潮期涨潮下层会出现较大流速。为了实时监测港珠澳大桥岛隧工程沉管沉放对接期间深槽内水流情况,在沉管两侧布置了水流实时监测系统。E31管节沉放对接期间,沉管周围观测到了明显大于正常流速的激流,这种激流具有突发性、瞬时性和随机性特征。E31施工期间激流出现时段正好与沉放时间重合。空间上深槽激流主要出现在13~17 m之间,正好为沉管所在深度。沉管北侧最大的激流流速为0.70 m/s,出现在15 m层,沉管南侧最大激流流速为0.97 m/s,出现在13 m层。

沉管沉放期间出现外海深槽激流,最大激流出现在沉管深度,南北两侧激流作用在沉管上会使沉管产生晃动,增加沉管控制难度,给沉管施工带来很大风险,例如激流的这种随机性使E31管节产生的明显晃动。因此在沉管受力分析的流体力学模拟中,有必要加入针对海洋激流的模拟。港珠澳大桥深槽出现的激流现象可能与水下地形分布突变和盐淡水掺混等因素有关,同时E31沉管与水流的相互作用也可能是加剧激流现象产生的原因之一。但对此还需要补充更多水流和温盐观测资料,并结合数值模拟等方法做进一步的分析。

### 参考文献:

- [1] 修日晨. 海中激流[J]. 海洋战线, 1978(1): 14.
- [2] 修日晨, 顾玉荷, 刘爱菊, 等. 海洋激流的若干观测结果[J]. 海洋学报, 2000, 22(4): 118-124.
- [3] 刘爱菊, 修日晨, 尹逊福. 激流观测与资料处理若干问题的探讨[J]. 黄渤海海洋, 2001, 19(2): 92-98.
- [4] 刘爱菊, 修日晨, 张自历, 等. 江苏近海的激流[J]. 海洋学报, 2002, 24(6): 120-126.
- [5] 尹逊福, 刘爱菊, 张海波. 南海东部区域的海流状况——II. 海洋激流现象[J]. 黄渤海海洋, 2002, 20(2): 7-11.
- [6] 刘爱菊. 滦河口激流状况[J]. 科学技术与工程, 2002, 2(3): 59-60.
- [7] 修日晨, 张自历, 刘爱菊. 海洋激流的观测实验及分析讨论[J]. 海洋学报, 2004, 26(2): 118-124.
- [8] 彭畅, 陈可锋, 郑金海. 辐射沙洲西洋水道激流特征及成因分析[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(1): 17-22.
- [9] Lin M, Lin W. The Hong Kong - Zhuhai - Macao island and tunnel project[J]. Engineering, 2017, 3(6): 783-784.
- [10] Zhu Y L, Lin M, Meng F C, et al. The Hong Kong - Zhuhai - Macao bridge[J]. Engineering, 2019, 5(1): 10-14.
- [11] Lin M, Lin W, Huang W, et al. From mooring to mooring[C]// Proceedings of the 13th ISOPE Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium. Jeju, Korea: ISOPE-PAC, 2018: 497-501.
- [12] Lin W, Zhang Z G, Liu X D, et al. Design for the reliability of the deepwater immersed tunnel of Hongkong-Zhuhai-Macau bridge project[C]// Proceedings of the 27th International Ocean and Polar Engineering Conference. San Francisco, California, USA: International Society of Offshore and Polar Engineers, 2017: 1082-1086.
- [13] Lin M, Lin W, Su F, et al. Immersed tunnel element towing resistance test in Hong Kong-Zhuhai-Macao bridge project[C]// Proceedings of the 13th ISOPE Pacific-Asia Offshore Mechanics Symposium. Jeju, Korea: ISOPE-PAC, 2018: 502-509.
- [14] Lin M, Lin W, Liu X, et al. "Over and Under", Tunnels and tunneling international edition, 2018.
- [15] 何杰, 高正荣, 辛文杰, 等. 港珠澳大桥东人工岛隧结合部沉管安放区导流堤掩护效果水动力精细模拟[J]. 海洋工程, 2019, 37(5): 89-98.
- [16] 何杰, 高正荣, 辛文杰. 港珠澳大桥沉管隧道合拢口水动力条件数值模拟研究[J]. 工程科学与技术, 2019, 51(6): 68-74.
- [17] 尹海卿. 港珠澳大桥岛隧工程设计施工关键技术[J]. 隧道建设, 2014, 34(1): 60-66.
- [18] 陈韶章, 苏宗贤, 陈越. 港珠澳大桥沉管隧道新技术[J]. 隧道建设, 2015, 35(5): 396-403.
- [19] 宁进进, 岳远征. 外海沉管浮运安装作业窗口管理及工艺计划研究[J]. 隧道建设, 2018, 38(2): 316-320.
- [20] 尹朝晖, 巢纪平, 王彰贵, 等. 港珠澳大桥岛隧工程施工海域潮汐调和与分析预报[J]. 海洋预报, 2020, 37(3): 1-5.
- [21] 赵焕庭. 珠江河口演变[M]. 北京: 海洋出版社, 1990.
- [22] 高祥宇, 高正荣, 卢中一. 海域岛隧结合区水流结构和沉管沉放过程水动力试验研究[J]. 水科学进展, 2019, 30(6): 854-862.
- [23] 徐群, 莫思平, 季荣耀, 等. 港珠澳大桥对伶仃洋河口潮流环境的影响[J]. 水利水运工程学报, 2012(2): 79-83.
- [24] 吕卫清, 吴卫国, 苏林王, 等. 港珠澳大桥沉管隧道长大管节水动力性能试验研究[J]. 土木工程学报, 2014, 47(3): 138-144.
- [25] 李艳, 伍绍博, 李欣. 海流作用下沉管—双驳船沉放系统沉放过程的阻力特性分析[J]. 船舶力学, 2015, 19(11): 1318-1324.
- [26] 尹朝晖, 林鸣, 王彰贵, 等. 外海大型沉管浮运安装气象海洋作业窗口选择[J]. 中国港湾建设, 2019, 39(10): 21-26.
- [27] 庞海龙, 高会旺, 宋萍萍, 等. 夏季珠江冲淡水扩散路径分析[J]. 海洋预报, 2006, 23(3): 58-63.



## Observation and analysis of the torrent during the sinking and docking of the immersed tubes of the Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge Tunnel

YIN Zhao-hui<sup>1,2,3</sup>, CHAO Ji-ping<sup>1,2,3</sup>, WANG Zhang-gui<sup>4</sup>, LIN Ming<sup>5</sup>

(1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029 China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049 China; 3. National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing 100081 China; 4. Southern Laboratory of Ocean Science and Engineering (Zhuhai), Zhuhai 519082 China; 5. China Communications Construction Company Limited, Beijing 100088 China)

**Abstract:** The current observation equipment is deployed on both sides of the immersed tubes installation ship. Through real-time data transmission, the changes of the current in each meter of the water volume at both sides of the immersed tubes can be obtained every one minute. During the sinking and docking of E31 tube, torrent was observed around the sinking tube. The torrent was sudden, instantaneous and random, which caused the E31 tube rocking abnormally and made the sinking and docking operation in risk. The observation and analysis of the torrent can provide useful reference for the sinking and docking of the submerged tube in offshore deep trench.

**Key words:** Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge; island tunnel project; offshore deep trench; torrent