

王云秀,王鑫,李月英,等. 渤海湾海域春季水污染的遥感分析[J]. 气象, 2010, 36(1): 111-114.

渤海湾海域春季水污染的遥感分析^{*1}

王云秀¹ 王鑫¹ 李月英² 郑岩²

¹ 河北省气象科学研究所, 石家庄 050021

² 河北省衡水市气象局, 衡水 053000

提 要: 利用 NOAA 极轨气象卫星 1998—2007 年资料, 通过对水色通道的提取处理、影像分析, 对渤海湾海域 10 年来春季的水色状况进行了初步分析。研究结果表明: 渤海湾水域从 1999 年开始出现大范围污染, 其中, 2002 年最为严重, 2003、2004 年有所好转, 2005、2006 年污染范围较广, 2007 年污染状况有较大改观。然而, 2000 年以来黄河口水域的水色混浊状况依旧未得到明显改善。

关键词: 渤海湾, 水域污染, 遥感, 监测

Preliminary Analysis on Remote Sensing of Spring Marine Pollution in Bohai Bay

WANG Yunxiu¹ WANG Xin¹ LI Yueying² ZHENG Yan²

¹ Hebei Provincial Institute of Meteorological Science, Shijiazhuang 050021

² Hengshui Meteorological Office of Hebei Province, Hengshui 053000

Abstract: By using NOAA/AVHRR data of the polar orbit meteorological satellite from 1998 to 2007, the water pollution information was collected from remote sensing image translation, the water color conditions in the Bohai Bay in spring during these ten years reveal the water pollution situation evolution. The results show that the Bohai Bay waters began to display the large-scale pollution in 1999, of which the most serious was in 2002, it was improved in 2003 and 2004, but between 2005 and 2006, the pollution area was extended, only in the recent two years the pollution has had a major improvement. However, since 2000 the turbid water color situation of the Yellow River mouth still has not been significantly improved. The major reasons for pollution situation in the Bohai Bay are analyzed in this paper, which would provide the objective basis effectively on reasonably controlling and high effectively treating water pollution for governmental departments concerned.

Key words: Bohai Bay, marine pollution, remote sensing, dynamic monitoring

引 言

渤海是我国惟一的半封闭内海, 渤海海域指辽东半岛的大连、丹东两市海岸线交界处与山东的烟台、威海两市海岸线交界处之间连线为界以西的海域, 包括辽东湾、渤海湾和莱州湾, 面积为 9.5×10^4 km²。其中, 渤海湾是中国最大的海水养殖基地。

近年来, 由于人类活动的影响, 渤海湾海域遭到了严重的水污染, 成为我国污染最为严重的海域。海域污染导致海洋水质变差, 水色混浊, 使得海洋生态环境和生态系统遭到严重破坏。因此, 利用多种手段监测、控制、治理海洋水污染是当前许多专家探讨的课题。

卫星遥感技术在水污染监测方面具有广阔的应用前景, 国内外许多学者对此作了大量工作。马刚

* 河北省科技厅计划项目(052735121)和河北省气象局科研开发项目(05KY02)“渤海湾海洋赤潮和水体污染遥感监测技术方法研究”资助
2008年7月8日收稿; 2009年8月20日收修定稿
第一作者: 王云秀, 从事遥感应用研究, Email: yunxiuwang333@sina.com

等^[1]从污染水体的波谱特性测量入手,采用卫星、地面、水体同步监测的方法,通过对水体污染监测与波谱特性测量结果分析说明:水体污染与地面和卫星反射光谱具有明显的相关性。邓孺孺等^[2]建立了叶绿素不敏感波段遥感数据像元反射率与污染物浓度的函数关系,并用多波段数据进行求解,研究结果表明:以工业污染和生活污水为主的污染物和悬浮泥沙均对水体反射光谱产生显著影响,表现最明显的是可见光波段。赵冬至等^[3-6]实际测量了中国污染水体的光谱特征,表明污染物质含量、污染水体的污染性质和污染程度均与遥感波谱数据存在一定的相关性。武胜利等^[7]利用多年遥感资料对太湖蓝藻水华分布进行了时间、空间尺度上的分析,对太湖蓝藻污染的治理工作提供了支持。为了探究渤海湾海域春季水污染的变化特征和分布状况,笔者利用过去10年的极轨气象卫星 AVHRR 数据,通过时相选取、通道提取、多通道合成等方法制作了百余张渤海湾水色图像,对该区域近年来的水污染状况进行了较为客观的分析研究,为有关部门合理控制、高效治理水污染提供客观依据。

1 资料处理

海洋水色遥感本质上是可见光遥感,是利用可见光对水体颜色变化敏感为基础的,近岸混浊水体含有的泥沙、沉积物和污染物质比大洋水要多得多,在卫星资料的选取上,尽量突出污染信息,避开其他信息。由于夏季入汛后,降水量增多,许多河流携带大量泥沙流入渤海,造成海水混浊,从而掩盖了由于污染造成的海水混浊状况。所以,遥感数据的采集选择了春季(5月之前),晴空且能见度好,并且卫星过境仰角最好在 60° 以上的时次。时相上选择14时左右过境时的遥感资料,此时太阳辐射较强,有利于信息提取。数据年代选取1998—2007年的NOAA-14或NOAA-16卫星的观测资料。满足以上条件的资料约100余次,均做了渤海湾水域的影像处理。

1.1 监测原理

极轨气象卫星 AVHRR 扫描辐射计的第1、2通道可以探测地球表面及云层表面对太阳辐射的反射信息。水、土地和植被三者的光谱反射率见图1,由于“清洁海水”与浑浊海水在黄橙光波段($0.577 \sim$

$0.622 \mu\text{m}$)的反射率有较大的差别,而 NOAA 气象卫星第1通道正好在黄橙光波长范围内,在这个可见光波段内,水体反射光谱受污染物和悬浮泥沙的影响最明显^[2],利用此通道可有效地监测海水的混浊度即水域污染情况,并且,海水混浊的程度不同,其反射率也有所不同。另外,由图1可以看出在 $0.725 \sim 1.10 \mu\text{m}$ 的波长范围,即 NOAA 卫星的第2通道波长范围内,水域和土地、植被的反射率又有明显的差异,用此通道可将渤海湾水域很好地提取出来。

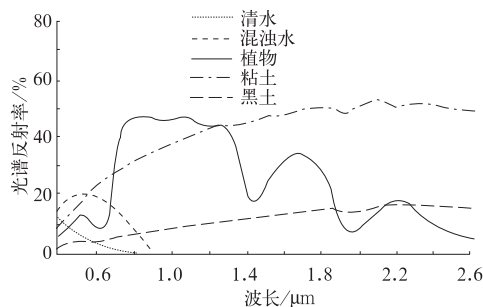


图1 水、土地和植被的光谱反射率
Fig. 1 Spectral reflectivity of water, soil and vegetation

1.2 监测方法与影像分析

如前所述,在 $0.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 波段,最适合监测水体中的悬浮物质,对应于 AVHRR 资料的第一波段。因而本次研究选择1波段为最佳波段来研究水体中的悬浮物浓度分布变化。CH1 越大,反射率越高,悬浮物越多,污染越重;CH1 越小,反射率越低,悬浮物越少,越接近清洁水体,污染越轻。此监测方法用通道提取、合成后的影像表现出来。具体如下:

NOAA 卫星数据首先经过遥感图像预处理,主要包括辐射校正、几何校正等,严格进行定标定位处理,采用 ERDAS 8.5 地理信息系统软件对其进行影像分析。首先作等经纬度投影后,为了突出水域混浊特征,将 NOAA 卫星的1、2、4通道分别赋予红、绿、蓝三色进行假彩色合成,并对图像作1通道增强处理。图2是1998—2007年间10张具有代表性的渤海湾水域的 NOAA 卫星影像图,从海域颜色的深浅变化可以直观看出污染程度的轻重。

2 监测结果分析

2.1 监测结果

通过对1998—2007年间共100余张处理后的

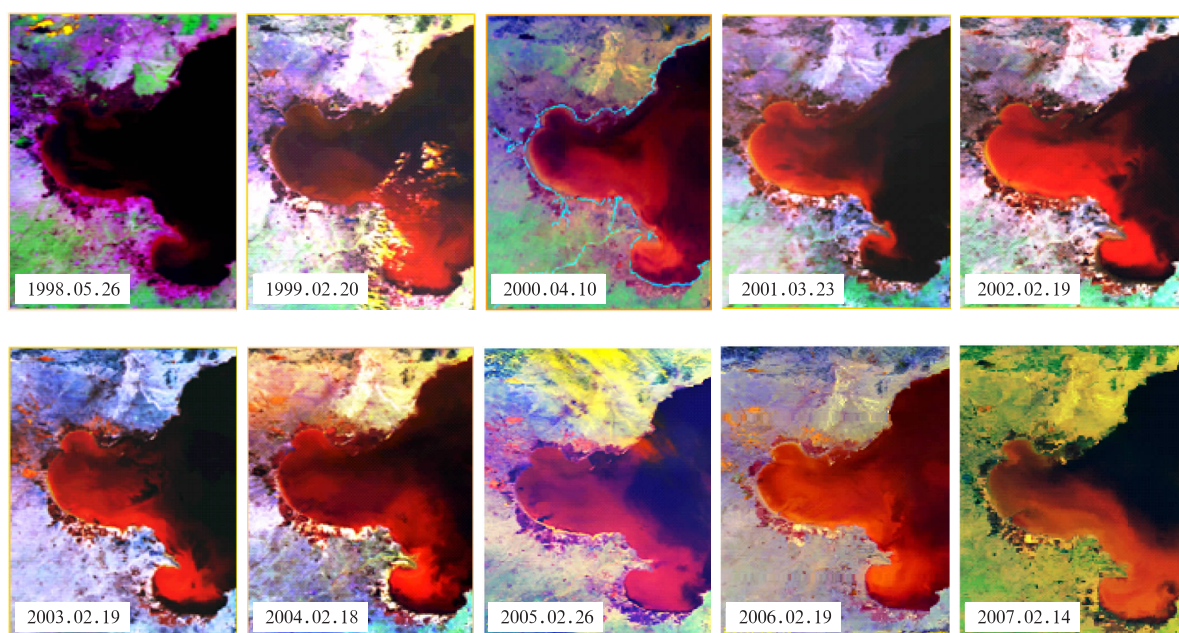


图 2 1998—2007 年渤海湾海域春季水污染遥感动态监测图

Fig. 2 Dynamic monitoring by remote sensing of water pollution in the spring of 1998—2007 over the Bohai Bay

卫星影像进行分析筛选,选取了 10 张能代表当年度春季水色混浊状况的图像。见图 2,红色代表水域污染区域,颜色深浅不同,表明污染程度不同。从图中可以看出,在渤海湾近海域污染程度严重,随着向深海的延伸,颜色越来越浅,表明污染程度由近海向深海减弱。对 10 幅图像前后比较以及结合当年度的其余时次的图像可以看出,1998 年度春季渤海湾水域相对比较洁净,即使某天排污量很大,次日也能很快扩散开,呈现清洁状况;从 1999 年开始,近海域出现了大范围的污染,污染范围以渤海湾南海岸为中心,逐渐向北扩散,水色混浊度逐渐加强,而且海水的清洁状况天数几乎没有;2001 年渤海湾西海岸(包括沧州海岸)和北海岸西段也出现了不同程度的污染,以 2002 年最为严重(颜色最浓);2003 年和 2004 年两年,污染范围明显缩小,污染程度明显减弱;但是,2005 年开始,污染范围逐渐扩大,有向深海延伸的趋势,以 2006 年表现的最为明显;2007 年的状况有所改善,特别指出的是在渤海湾北海岸,包括唐山、秦皇岛海域,污染状况大大改观,出现了清洁海水状况。同时可以看出,从 2000 年开始,在黄河入海口水域,渤海湾和莱州湾的交界地带,水色混浊状况依旧未得到明显改善。

2.2 污染状况分析

引起海洋污染的原因主要有:油船泄漏、倾倒工业废料和生活垃圾、生活污水直接排进海洋。

(1) 陆源污染物。表现为生活污水携带生活垃圾入河入海,工业污水携带工业废料入河入海,农业化肥农药随降雨径流入河入海。尤其是丰水年降水集中,各入海口流量剧增,径流携带大量各种污染物涌入渤海湾。根据 1998 年渤海湾污染物入海总量调查显示,在渤海海域主要污染物中有 80% 以上均来自于陆上,陆源污染物向海洋转移,是造成海洋污染的主要根源。

(2) 海上污染物。表现为海上养殖、港口、船舶污染、海上倾废等,尤其随着环渤海地区经济迅速发展,其港口的吞吐量日益增长,来往船舶的数量迅速增加,加之海洋石油勘探开发平台、石油作业过程以及船舶石油泄漏事故等的影响,石油类污染受到人为影响日趋强烈。

(3) 天津的“引黄济津”应急调入工程,占用了南运河河道,原经南运河从天津入海的河南卫运河来水和山东临清、德州两市污水改排了漳卫新河,从而加重了沧州领域污染。2001 年开始,《渤海碧海行动计划》的实施,渤海湾污染物入海总量有所削减,近岸海域水质恶化的势头得到初步控制。

3 结论与讨论

通过卫星遥感监测结果分析,渤海湾海域春季水污染的变化状况与 10 年来的演变结果如下:

(1) 从 1999 年开始出现大范围污染,污染程度

上以 2002 年最为严重,2003—2004 年有所好转,2005—2006 年污染范围加剧扩大,2007 年污染状况大大改观。

(2) 就整个海域来说,污染程度由近海向深海减弱,2005—2006 两年污染范围向深海扩散的比较多,以 2006 年向深海延伸最广。

(3) 污染范围以渤海湾南海岸为中心,逐渐向北扩散,2001 年渤海湾西海岸(包括沧州海岸)和北海岸出现了不同程度的污染。

以上初步分析结果表明,渤海湾的水污染状况是亟待解决的问题,应引起有关部门高度重视。建议有关部门既要制定长远规划,又要出台近期措施,以控制陆源污染为重点,加强海上污染源管理。特别是曹妃店港的建设、南浦大油田的开发,使得海上污染源管理的任务尤显重要。同时,充分利用海洋的自然规律,考虑海洋水动力条件,排污口采用深海排放、水底排放通过海底管道,将排污口设在海流比较强的位置,使污染物在强大的海流作用下快速稀释、扩散,避免污染物集中到某个局部海域,造成海域污染。

另外,研究表明,利用极轨气象卫星可以对渤海湾水域的污染状况进行动态的、宏观的监测,能有效

为有关部门合理控制、高效治理水污染提供客观依据。文中研究结果是春季的情况,能否代表渤海湾海域全年的情况,有待于继续研究分析。随着研究的不断深入,对渤海湾污染物质的含量和污染浓度分析要向定量化发展。另外,洋流等因子的季节变化是否使海洋污染有着明显的四季特征,都是今后研究的内容。

参考文献

- [1] 马刚,李国颖. 大辽河口水体污染卫星遥感监测示范研究[J]. 辽宁城乡环境科技,2002,22(6): 26-36.
- [2] 邓孺孺,何执兼,陈晓翔,等. 珠江口水域水污染遥感定量分析[J]. 中山大学学报(自然科学版),2002,41(3): 99-103.
- [3] 赵冬至,刘玉机. 中国污染水体光谱特征[M]. 北京:海洋出版社,2001: 63-76.
- [4] 汪小钦,王钦敏,刘高焕,等. 水污染遥感监测[J]. 遥感技术与应用,2002,17(2): 74-77.
- [5] 李四海,王宏,许卫东. 海洋水色卫星遥感研究与进展[J]. 地球科学进展,2000,15(2): 190-196.
- [6] 胡雯. 气象卫星内陆大面积湖泊水质监测能力分析[J]. 气象,2003,29(5).
- [7] 武胜利,刘诚,孙军,等. 卫星遥感太湖蓝藻水华分布及其气象影响要素分析[J]. 气象,2009,35(1): 18-23.