

GOES9 云图在黄海海雾区域识别中的应用

于海鹏¹, 田付友²

(1. 国家海洋环境预报中心, 北京 100081; 2. 国家气象中心, 北京 100081)

摘要: 海洋雾霾天气由于其特殊的发生环境, 很难用常规站网方法来监测和预报。本文尝试在 MM5 模式下, 用 GOES9 卫星的可见光云图和地面探空站资料, 对 2005 年 3 月 9 日黄海区域的一次海雾进行研究。首先判定海雾类型, 通过对云图的处理和多幅多次不同时刻可见光云图和地面能见度观测值的比较, 确定雾区对应的可见光反照率为 0.13, 然后将此值应用到黄海 2005 年 5 月 31 日的海雾过程中去。结果证明: 可见光云图上确定的雾区与沿海地面站实际能见度观测能很好的吻合起来。

关键词: 海雾区域; GOES9 卫星云图; 反照率; 天气形势

中图分类号: P732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2010)03-0023-07

1 引言

雾是一种常见的天气现象, 也是一种灾害天气。随着社会的进步和经济的快速发展, 雾害已经引起人们的广泛关注。海洋大雾使海洋渔业不能进行正常的生产生活活动, 引起海上交通事故的发生。因此监测和研究海雾的分布具有十分重要的意义。常规的监测方法受到观测站点的分布以及时间的限制, 尤其是在广袤的海洋上, 只有极少数甚至没有地面观测站。鉴于卫星具有覆盖范围广、客观真实性高、信息源可靠且成本低、连续性强等优点, 因此使用卫星联合常规观测站监测海洋雾区, 更有其他常规监测手段所无法替代的优势。

国外自 20 世纪 70 年代开始进行卫星遥感监测雾的研究, 并取得了一些进展^[1]。Eyre 等^[2]应用 NOAA/AVHRR 资料对夜间雾的识别进行了尝试。Bendix^[3]利用 NOAA/AVHRR 资料提出了几种雾监测和定位的方法。我国开展海雾形成机制的研究相对较早, 王彬华^[4]详细论述了中国近临海域海雾的分布特征和变化、海雾形成的海洋和大气环

境。此后有很多专家学者开展了这方面的分析研究^[5-6]。但是应用卫星遥感资料监测低层云雾的研究起步却比较晚; 刘健等^[7]用 NOAA/AVHRR 的 3 通道资料分析了云雾粒子的大小分布情况, 指出此通道的反射率大值区与云雾覆盖区域有良好的对应性。孙涵等^[8]从大气辐射传输理论入手, 用频谱分析方法研究了气象卫星遥感云雾的可见光与红外光谱特征。李亚春等^[9]用 GMS-5 气象卫星资料, 探讨了白天低层云和雾的遥感监测和识别方法, 并对沪宁高速沿线大雾进行了实时监测。黄旭阳^[10]讨论了我国的风云二号气象卫星应用于厦门机场的一次大雾天气预报的研究。然而, 使用卫星资料结合地面站探空曲线和能见度资料研究海洋海雾区域, 目前还很少有这方面的相关研究。本文通过对一次海雾过程的分析, 探讨了卫星云图结合地面站资料在确定海雾区域中的应用。

2 资料和研究区域

为了准确分析 2005 年 3 月 5 日的海雾发生时的天气形势, 从美国的 NCEP 历史再分析资料网站, 根据研究区域的经纬度和日期, 获取地面 2 m 处的

气温资料和有关的气压、空气湿度资料。同时从渤海黄海周边的探空站获取 08 时和 20 时的探空资料。站点位置和研究区域见图 1。基于 MM5 平台, 对应的 GOES9 卫星可见光云图原始数据从日本高知大学的气象资料网站获取。

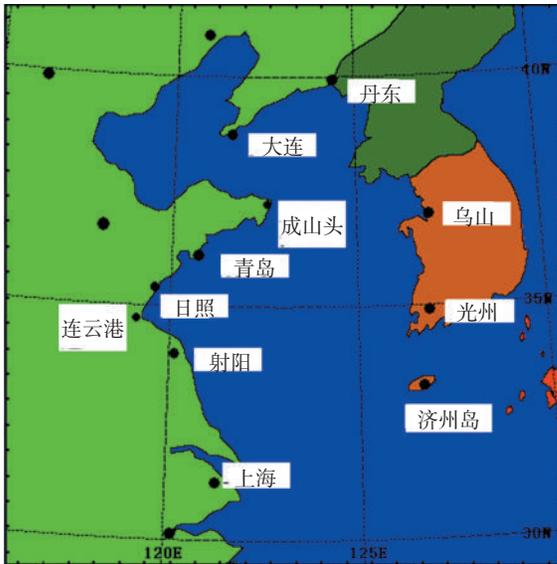


图 1 研究的区域和地面站的位置分布

3 天气形势分析

海雾的形成需要有各种要素的密切配合。对 2005 年 3 月 9 日的海雾天气, 从总体天气形势、海温和气温的特征、大气层结结构和流场条件等几个方面进行分析。

3.1 地面天气形势和水汽条件

从地面日平均气压分布图(见图 2)中可以看出, 黄海区域等压线稀疏, 故可判断风速不大。在黄海区域有一中心值为 1020 hPa 的弱高压, 根据天气形势特征, 并结合海雾发生时的天气形势分类, 可判断总体天气形势为弱高压内部型, 有利于海雾的形成。同时地面站的日平均气压分布图(图略)也印证了上述结论。从相对湿度分布图中(见图 3), 可以明显的看到黄海中部地区存在的较大的相对湿度中心, 中心最大值达到了 90%, 水汽充足, 提供了海雾形成所需要的水汽条件。

3.2 海温和气温条件

从图 4 可以看到, 黄海中部海域的平均海温在 6℃ 左右, 黄海南部海域平均海温 9℃ 左右, 在黄海东南部有一向北延伸到渤海湾的海水暖舌。从

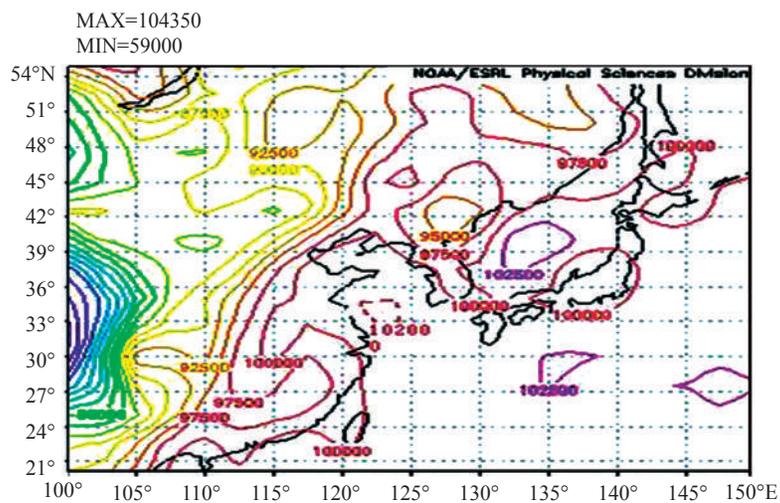


图 2 2005 年 3 月 9 日平均海平面气压

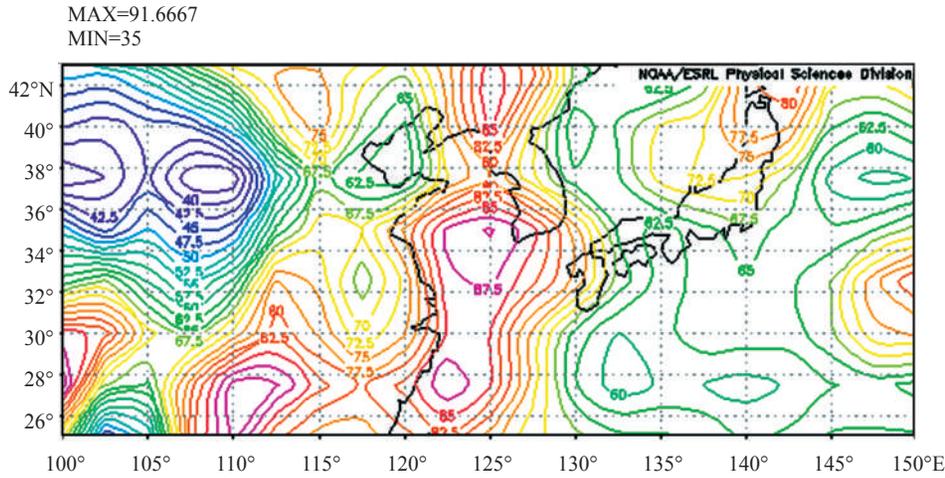


图3 2005年3月9日平均相对湿度

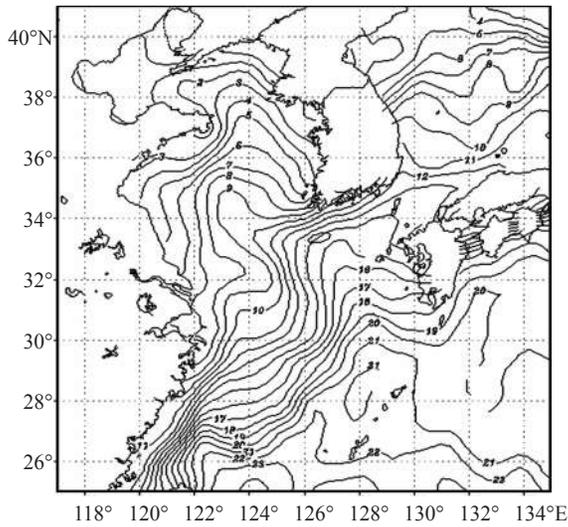


图4 以2005年3月7日为中心的渤、黄海周平均海表温度(SST)分布图(单位℃)

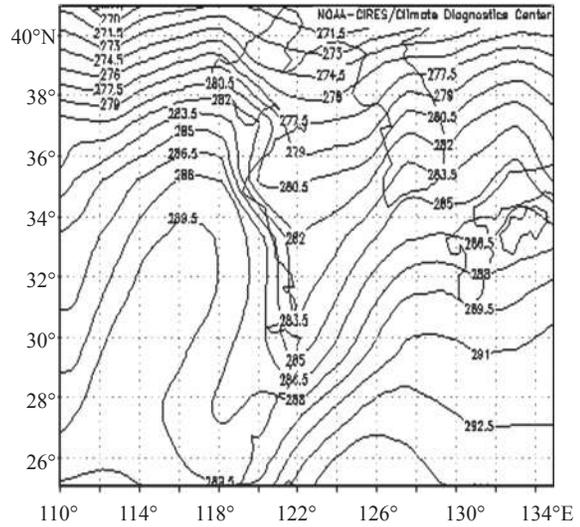


图5 2005年3月9日海面2 m处的日平均气温分布图(单位K)

图5的日平均气温分布图可知,在海面2 m处的气温分布中,黄海中部海域平均7℃(280K)左右,南部海域平均9℃(282 K)左右,在黄海西北部的近海面空气中,有一向南延伸到长江口以南的冷舌。根据温度比较,黄海中部海面2 m处的气温比

海温高1℃左右,有利于平流雾的形成^[11],而南部海区海面2 m处的气温与海温相差无几,其差别不超过1℃,故不利于海雾的形成^[11]。

3.3 大气层结构

稳定的大气层结构是海雾形成时的重要因

素。根据探空曲线图(图略)分析,9日早晨,光州、济州岛和乌山都有弱逆温层存在,并随时间的推移而逐渐减弱,最终演变为高空某些层次的扰动。早晨各站的温度露点差都维持在较小的值,随时间推移而逐渐增大。而我国黄海周边的几个探测站的资料则显示,青岛站全天都存在较强的逆温层结,且08时和20时的温度露点差在0℃左右;射阳站虽然温度露点差要比青岛的大,但全天也都存在较强的逆温层结。这种层结结构及其有利于海雾的形成和维持,从而也验证了这次海洋大雾天气的发生。

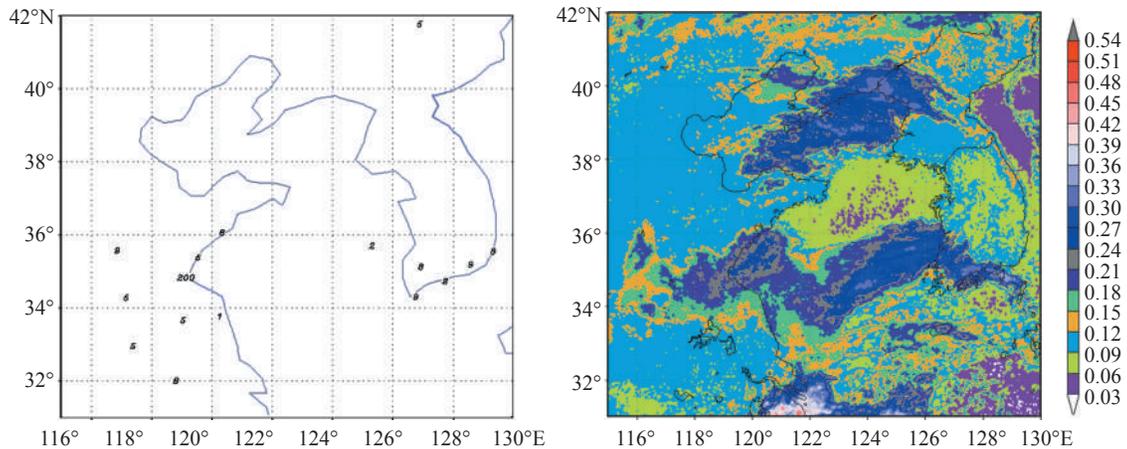
4 应用卫星云图和地面能见度资料确定海雾区域

为了便于比较,利用地面站每三小时一次的实际观测资料,屏蔽掉能见度项中值大于9 km的站点,绘制地面能见度图。同时绘制对应时刻的GOES9卫星可见光云图。图6所示为11时的能见度图和可见光云图的比较(时间为北京时,下同)。

由图6可知,11时,连云港地面观测站的能见度为200 m,射阳站的能见度为1 km,青岛站的能

见度为5 km,则可以判断,此时海雾已经侵入连云港地面观测站,射阳地面观测站恰好处在海雾区域的边缘,青岛观测站离海雾区域比较远。通过多幅图的反复比较,可大致确定海雾地区对应的可见光云图反照率可能处于在0.12~0.15之间,由于0.12~0.15之间的间距为0.03,不能确定具体值,所以将间隔缩小,将0.10~0.18之间的间隔每隔0.01取值。此过程称为云图的细化和比较过程。通过此过程的处理,可确定所选取可见光云图反照率为0.13。为了使研究的云雾区域能在可见光云图上更清晰地显示出来,对可见光云图进行增强处理^[12],使用三种颜色显示不同反照率区域范围,并和地面站能见度分布进行比较(见图7)。

由于每天与地面能见度对应的时刻的可见光只有11时和14时的比较准确,为了进一步检验所选取的反照率0.13是否合适,根据海雾在可见光云图上的特征,如变化比较缓慢、边界清晰,雾层厚度在300 m以上时呈白色、纹理光滑、均匀、无暗影等,将确定好的反照率应用到9日不同时刻的云图中,以验证其正确性。图8为连续时刻的可见



a 为能见度, >10的整数的单位为km, <10而>1000的整数的单位为m, 以下同

b 为可见光云图

图6 2005年3月9日11时的可见光云图和地面能见度的比较

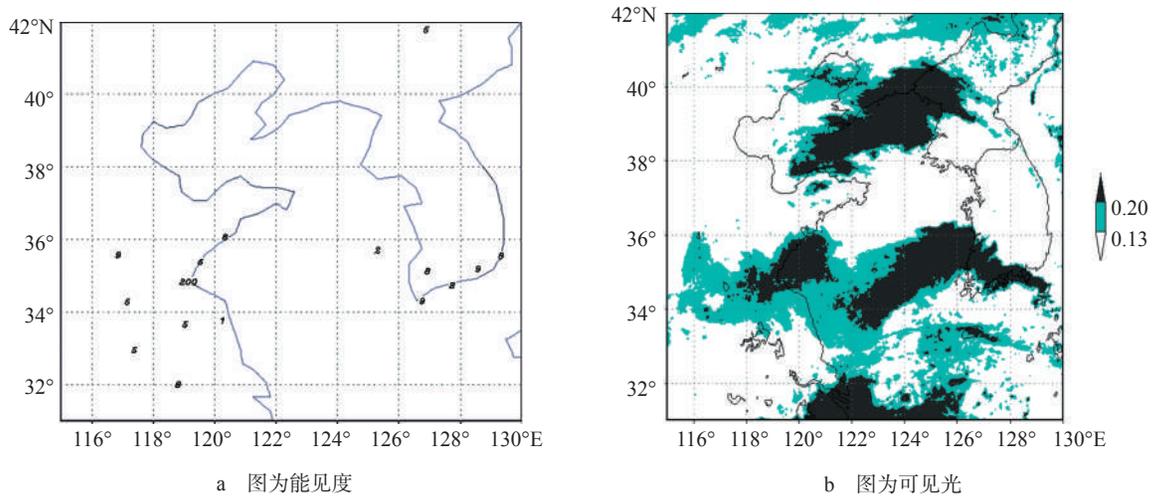
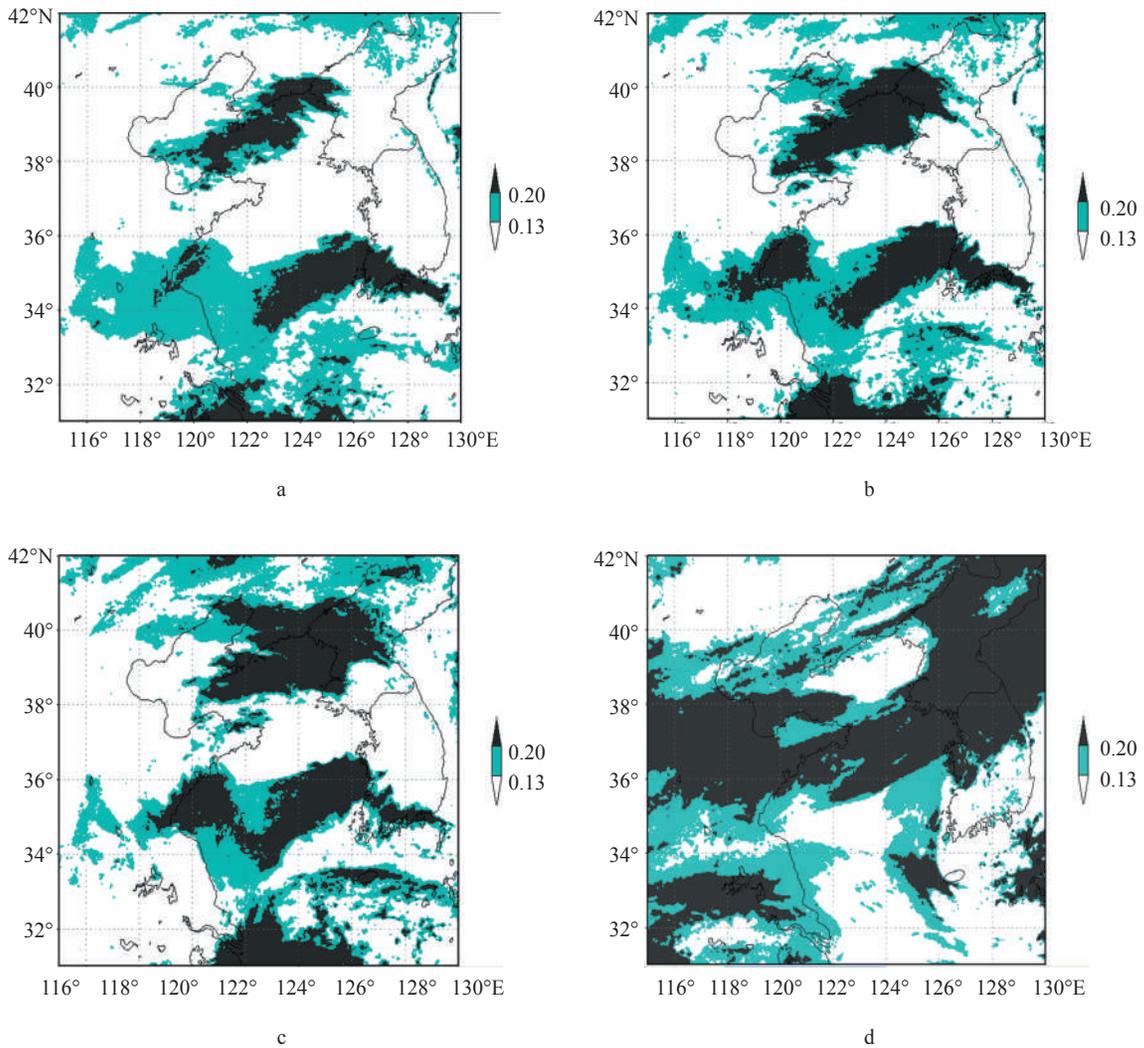


图7 2005年3月9日11时地面站能见度和经过增强处理的可见光云图的比较



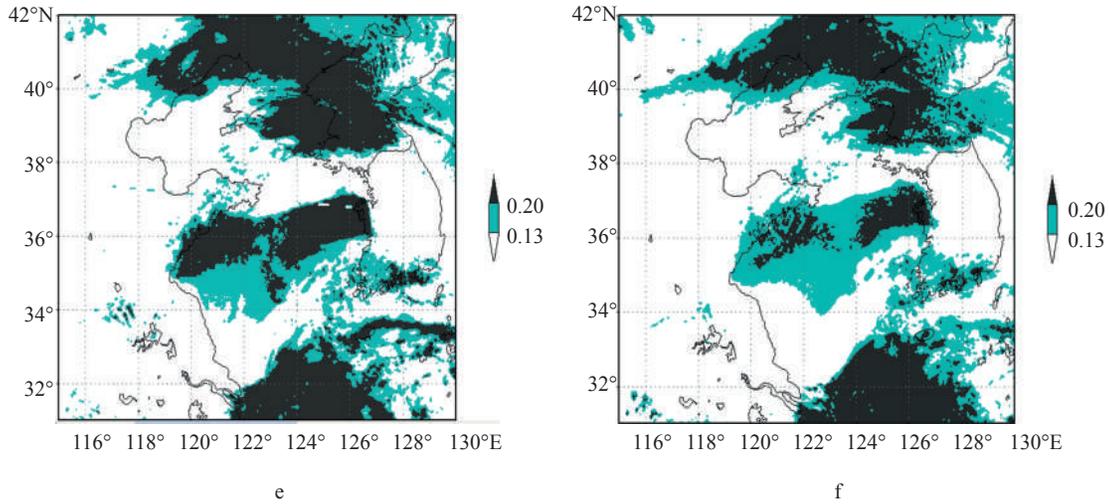


图8 2005年3月9日日10时~15时经过增强处理的连续6个时刻的可见光云图的比较(图 a~f分别为10时~15时)

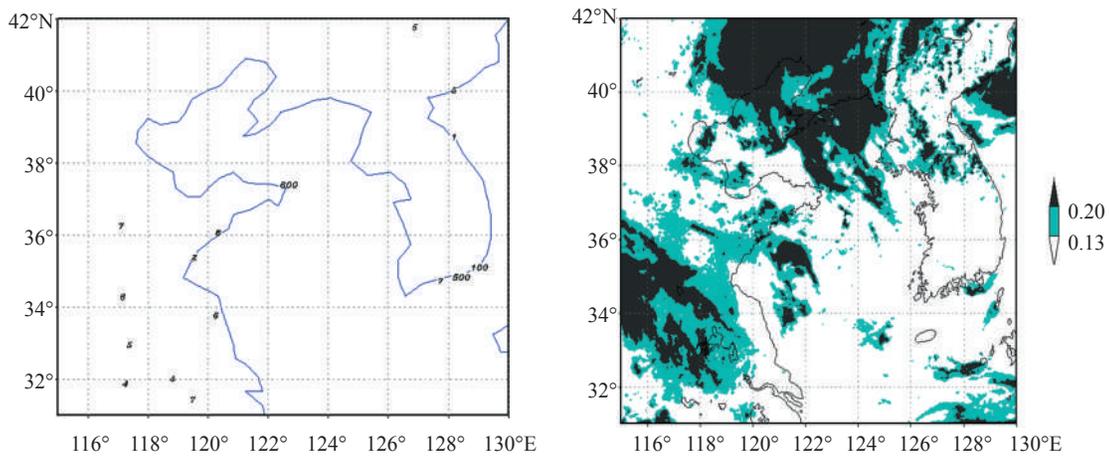


图9 北京时2005年5月31日11时地面能见度与可见光云图的对照

光云图的比较:

观察以上6幅图,浅色的区域在经过增强处理的可见光云图上表现的范围清晰、变化缓慢、边缘光滑。根据可见光云图上海雾的一般特征,可得出结论:黄海上空浅色的区域为雾区,深色的区域由于反照率太大,可判断为云区。

5 确定的可见光云图反照率在其他海雾过程中的应用

2005年5月31日早晨,青岛沿海地区由于海

雾的影响,能见度很低。为了进一步证明所选取的反照率的正确性和适用性,将得到的可见光云图反照率因子值0.13应用到这次海雾过程中。11时,成山头站的能见度为300 m,在可见光云图上(见图9),对应黄海北部海域上空的云雾区域。在山东半岛南部的黄海沿岸,有两个观测站,其能见度分别为2 km和6 km,可判断这两个观测站在海雾的边缘区域。而比较可见光云图,在两站之间恰好为海雾影响区域;再结合连续六个时刻的可见光云图变化则可知,反照率0.13的可见光

云图结合地面站能见度分布图能很好的反映本次海雾过程的影响区域。

GOES9卫星是地球同步静止轨道卫星,根据地球的自转规律,在我国春季,北京时每天10时~15时之间的云图比较清晰,可信度比较高,而08、09时及以前和16、17时及以后的云图资料,由于受光线影响,失真比较严重,并不能完全正确的反映云雾的范围和特征。但是通过以上分析和比较可知,通过选取合适的反照率,结合地面站能见度观测值,可见光云图可以很好的帮助确定海雾雾区。

6 结论和展望

通过以上分析比较,可以得出以下结论:

(1) 根据讨论,2005年3月9日的黄海中部的海雾发生时,周边观测站观测到低层大气中有明显的逆温层结存在;东南风,水汽充足;加上海温低于气温,温度露点差比较小,可最终判断海雾类型为平流冷却雾。

(2) 通过对可见光云图进行处理以及多次多幅相同时刻可见光云图与地面站能见度图的比较,最终可选定反照率为0.13。根据反照率0.13确定的北京时2005年3月9日的海雾与地面站能见度基本吻合。将此值应用到2005年5月31日的海雾过程中去,结果证明,所确定的反照率值0.13能很好的反映海雾区域的范围。

(3) 海洋雾霾天气的发生对海洋交通和渔业生产等方面都有很大的影响,但是由于其特殊的发生环境,常规监测并不能有效的发挥作用。卫星以其独特的方式,可以有效的监测和监控广阔

海洋上大雾天气的发生和发展。本文只是进行粗略的研究,同时可见光云图只能监测白天云层不太厚时的情况,对于夜间以及有较厚云层覆盖时的情况,还需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] Gurka J J. Using satellite data for forecasting fog and stratus dissipation[R], 5th Conference on weather Forecasting and analysis. 1974, 54-57.
- [2] Eyre J R, Brownscombe J L, Allam R J. Detection of fog at night using Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) imagery[J]. Meteorology Magazine, 1984.
- [3] Bendix J. Observing fog from space: A European example[R]. Canada: Proceeding of the First International conference on Fog and Fog Collection. 1998, 421-424.
- [4] 王彬华. 海雾[M], 北京: 海洋出版社, 1983.
- [5] 张新荣, 刘治国, 杨建才等. 中国东部一场罕见的大雾天气成因分析[J]. 干旱气象, 2006,24(3): 47-51.
- [6] 胡瑞金, 董克勤, 周发琇. 海雾生成过程中平流、湍流和辐射效应的数值试验[J]. 海洋科学进展, 2006,24(2):156-164.
- [7] 刘健, 许健民, 方宗义. 利用NOAA卫星的AVHRR资料分析云和雾顶部粒子的尺度特征[J]. 应用气象学报, 1999,10(1): 28-33.
- [8] 孙涵, 孙照渤, 李亚春. 雾的气象卫星遥感光谱特征[J]. 南京气象学院学报, 2004,27(3): 289-301.
- [9] 李亚春, 孙涵, 李湘阁等. 用GMS-5气象卫星资料监测白天雾的研究[J]. 南京气象学院学报, 2001,24(3): 121-129.
- [10] 黄旭阳, 郭炜峻. 卫星云图在一次海雾预报中的运用[J]. 广西气象, 2005,26(S1):177-179.
- [11] 孙安建, 黄朝迎, 张福春等编. 海雾概论[M], 北京: 气象出版社, 1985.
- [12] P.K.Rao等编, 徐健民等译. 气象卫星-系统、资料及其在环境中的应用[M], 北京: 气象出版社, 1994.