

机载高光谱遥感在内陆水体或海湾 水质监测中的研究与应用现状

刘建霞,翟伟林,李金富,安娜,甄云龙,田达志,杨柳,王乾

(中国冶金地质总局地球物理勘查院,河北 保定 071051)

摘要: 与传统卫星遥感相比,机载高光谱遥感具有高时空分辨率、机动灵活等优势,可解决传统水质监测方法中存在的短板问题。机载高光谱遥感反演方法可以更全面地反映水质的时空分布变化,能够更好地捕捉地物光谱特征以提取更多的水质参数,适用于内陆水体或海湾的水质监测和水体污染的应急遥感监测。文章简述了机载高光谱遥感的特点,阐述了机载高光谱遥感水质监测的原理、监测对象和方法,综合介绍了有人机载和无人机载高光谱遥感在内陆水体或海湾水质监测中的研究与应用现状,剖析了机载高光谱遥感在水质监测中的问题,并对未来的发展趋势进行了展望。

关键词: 机载遥感;高光谱成像;内陆水体;海湾;水质监测

中图分类号: P237 **文献标识码:** A

0 引言

在人类活动及自然作用影响下,陆表水体尤其是与人类生产生活息息相关的内陆水体或海湾的水质不断发生变化,因此对其水质进行快速精准的监测涉及到人类的用水安全、水资源的保护与管理。高光谱遥感具有客观、精确、及时、快速等特点,在水资源调查与监测工作中具有明显的优势。

我国目前的陆表水体水质监测体系是以地面监测系统为主导,卫星遥感技术为辅助。2000年11月,美国发射的地球观测卫星-1(EO-1)搭载了高光谱成像光谱仪(Hyperion),这是全球首发的民用星载高光谱成像光谱仪,它以推扫方式获取可见光-近红外和短波红外谱段的光谱数据,数据分为242个波段,光谱范围为400~2500 nm,光谱分辨率为10 nm。2018年5月,中国发射的高分五号卫星是世界

首颗实现对大气和陆地进行综合观测的全谱段高光谱卫星,在其配置的有效载荷中包括2台高光谱/多光谱陆地观测载荷——可见短波红外高光谱相机和全谱段光谱成像仪,同时兼顾宽覆盖(60 km)和宽谱段(400~2500 nm)特点,共有330个光谱颜色通道,可见光谱段的光谱分辨率为5 nm。2020年7月,中国又发射了高分辨率多模综合成像卫星,这是我国首颗具有亚米级分辨率和多种敏捷成像模式的光学遥感卫星,所获取的数据为全色和多光谱影像。

星载遥感器的优点是便于对水环境进行周期性长时间的动态监测,但缺点是扫描幅宽有限,扫描周期较长,不利于水体污染的应急监测和大区域水体监测。星载全色或多光谱传感器只能接收个别波段的地物反射信息,而波段之间的反射信息都未能采集,无法获取地物的整体光谱特征,难以满足当前水体污染监测的较高要求。与星载遥感相比,机载遥感的使用则相对灵活,可以根据需要适时选择飞行时间和航线,适用于内陆水体或海湾的水质监测和

收稿日期: 2020-07-29; **责任编辑:** 余和勇

作者简介: 刘建霞(1986—),女,工程师,硕士,主要从事遥感地质、生态与环境研究工作。通信地址:河北省保定市阳光北大街139号,中国冶金地质总局地球物理勘查院;邮政编码:071000;E-mail:ljx_860728@163.com

通信作者: 王乾(1975—),男,教授级高级工程师,博士,主要从事遥感地质研究工作。通信地址:河北省保定市阳光北大街139号,中国冶金地质总局地球物理勘查院;邮政编码:071000;E-mail:wqhello2000@163.com

水体污染的应急遥感监测,而且机载平台的飞行高度低,距地面很近,在相同光谱分辨率的前提下可获得更高空间分辨率的遥感影像,反映地物目标的属性信息能力更强,可提高目标水体水质定量分析的精度和可靠性。

本文从机载高光谱遥感水质监测原理、监测对象、监测方法和水质监测应用等 4 方面进行阐述,并对机载高光谱遥感在水体监测中存在的问题和未来发展进行了剖析和展望,以期为内陆水体或海湾的水质监测评价提供一定参考。

1 机载高光谱遥感水质监测原理

机载高光谱成像光谱仪接收的总辐射亮度由 4 部分构成^[1]:①传感器接收的太阳辐射经过大气散射作用形成的天空光(L_p),该信号中不含任何水体的信息;②水体表面对于太阳的直射光及天空光的反射光(L_s);③水体中的散射光中向上的部分(L_v);④水体底部物质的反射光(L_b)。其中,后 3 部分均有水体的信息,可通过遥感手段探测离水辐亮度($L_w = L_v + L_b$)和水面反射光(L_s)。光谱的吸收和透射特性不仅受水体本身性质的制约,同时还显著受到水中物质(有机物和无机物)的类型、形态和尺度的影响^[2]。如果水体中的物质处于悬浮状态,则会吸收并散射部分的入射能,从而导致透过水体的透射辐射能发生明显的变化。如果建立起机载高光谱影像遥感反射率(R_{rs})与水质参数实测浓度(C_p)之间的关系,则可获知不同物质的浓度在水体中的分布状况^[3-4]。

由此可见,水体反射率与实测水质参数之间关系模型的建立是机载高光谱遥感水质监测的关键任务。依据事先拟定的样品点位采集水样,经过水样的化学测试可获得一组实测的水质参数($P = \{P_i, i = 1, 2, \dots, n\}$),另一组数据则是在机载高光谱影像上根据采样点对应提取遥感的反射率参数($R_{rs} = \{R_{rsj}, j = 1, 2, \dots, n\}$);二者的关系表达式为:

$$R_{rs} = \varphi(P)$$

由公式可见,机载高光谱遥感水质监测的本质就是求取原函数 φ 的反函数 φ^{-1} ^[5]。

2 机载高光谱遥感水质监测的对象和方法

水质监测就是监视和测定水中污染物的种类、

浓度和变化趋势。监测的对象包括常见的反映水质状况的参数指标:总悬浮颗粒(TSS)浓度、有机化学物质及叶绿素 a(Chl-a)浓度等。这些水质参数值的大小直接反映水体的质量,通过机载高光谱遥感监测可以快速地获取水质在时空上变化的数据,通过反演计算和综合分析,达到定量监测水质指标的目的。

目前,机载高光谱水质遥感反演模型的建立主要有 2 种方法:基于生物光学模型的分析法和基于光谱特征分析的半经验法^[6-7]。①分析法的基础是根据水中光场的理论模型来确定吸收系数与后项散射系数之比与 R_{rs} 的关系;关系确定后,可由与 R_{rs} 计算水中实际吸收系数与后项散射系数的比值,与水中组分的特征吸收系数、后项散射系数相联系,从而得到水中各组分的含量;该方法适用于悬浮物、Chl-a、黄色物质等水色水质参数的测定;②半经验法是指在研究水质参数光谱特征基础上,利用测量得到的遥感数据或波段组合与同步地面监测数据之间的统计关系来建立水质算法,该方法是伴随高光谱遥感数据应用于水质监测而发展起来的模型,是目前最常用的水质参数反演方法^[8-9],适用于化学需氧量(COD_{cr})、生化需氧量(BOD₅)、TN、TP 等非水色水质参数的测定。

3 机载高光谱遥感水质监测的研究与应用

机载高光谱遥感可分为有人机载和无人机载 2 类,二者在内陆水体或海湾的水质遥感监测中各具优势。有人机载(即通常所称的机载)有更强的续航能力,其监测的范围通常优于无人机,并且稳定性相对较好,容易获取高质量的遥感数据,适于大区域水体的水质监测。无人机载则具有更好的灵活性,操作简单,成本较低,云下航摄能力强,即使作业于复杂的天气条件(如阴天、雾霾等)下也能规避云层遮挡等问题^[10],受天气影响较小,适于小区域水体的应急监测和重复监测。

3.1 有人机载高光谱遥感水质监测

目前较为常见并具代表性的机载高光谱成像设备有 HyMap(澳大利亚 Integrated Spectronics 公司)、Probe-1 和 Probe-2(美国 Earth Search Sciences 公司)、CASI/SASI/TASI(加拿大 ITRES 公司)、AISA+(芬兰 Specim)和国产的 PHI 等。国外利用机载高光谱遥感技术进行水质参数反演的研究

起步较早,Dekker^[11]在测量研究 19 个不同类型的内陆水体光学特性的基础上,首次利用分析方法建立了从地物光谱数据和 CASI 数据反演内陆水体叶绿素和藻胆素浓度的反演算法,拟合度 R^2 均大于 0.96。Palmer D 等^[12]利用 CASI 成像光谱仪获取了溢油区域的高光谱数据,并利用假彩色合成技术对图像进行增强处理,结果证实了机载高光谱遥感技术的溢油监测能力。近年来,我国对于机载高光谱在内陆水体或海湾的水质监测研究逐步开展,研究工作主要集中在以下几个应用领域。

3.1.1 悬浮固体污染的监测

悬浮固体是水质遥感监测的一个主要对象。悬浮固体是指悬浮在水中的微小固体物质,其直径一般在 2 mm 以下,包括黏土、淤泥、粉砂、有机物和微生物等,其含量的多少是衡量水质污染程度的指标之一。水中悬浮物对入射水体的光产生散射和反射,可使水体的反射率增高^[13]。刘大召等研究发现^[14],随着悬浮泥沙浓度的增加,含沙水体的遥感光谱反射率在可见光范围都见有明显增高,并分别于 580 nm 和 810 nm 附近形成反射峰;在 580 nm 处,反射率曲线能够很好地区分不同悬浮泥沙的浓度(图 1)。姜倩等^[15]在对内陆水体悬浮物的监测研究中,开展机载 Headwall 高光谱成像仪对水质监测能力的验证,利用航空高光谱数据和 17 个准同步实测水体浊度数据分别构建了囹囹渌尔水体浊度波段比值反演模型、一阶微分反演模型和偏最小二乘反演模型,实现了浊度的定量反演。韩亚超等^[16]在海湾悬浮物的监测研究中,基于 CASI 1500H 航空高光谱数据进行了大襟岛悬浮泥沙浓度的反演示范,反演总体精度优于 70%。

3.1.2 有机化学物质污染的监测

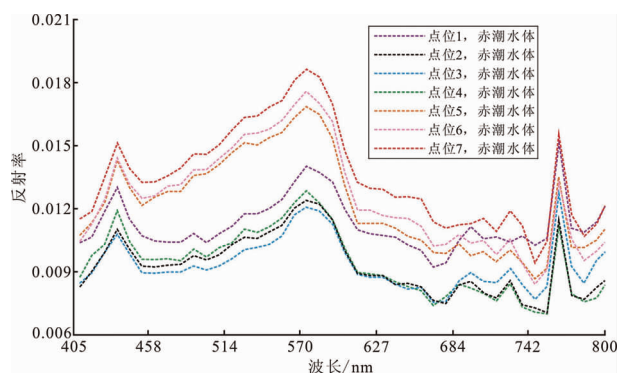


图 1 不同质量浓度的悬浮泥沙的光谱曲线^[14]

Fig. 1 Reflectance curves of suspended material at different concentrations

C-H 键是构成有机烃类和烷类的基本构架,其在 1.2 μm , 1.73 μm 和 2.3 μm 波段中具有明显的吸收带特征,因此可利用吸收带特征来确定油质漂浮物。高光谱遥感能获取非常窄的光谱连续响应数据,具有确定目标细节的优势,能较好地地区分水 and 油膜的特征差异,并且不同厚度的油膜可对应不同的反射率数值。刘丙新等^[17]通过对海水和不同厚度的油膜进行反射率光谱特征对比发现,整个波段范围内,油膜越薄,测得的反射率越高(图 2)。国内对机载高光谱水体溢油遥感的监测研究主要集中在海湾产油区。陈蕾等^[18]基于 AISA+机载高光谱遥感影像采用阈值法对珠江口石油平台油膜的分布进行检测,并采用等密度分割法,对溢油的污染程度做了半定量研究;Wang 等^[19]利用高光谱 AISA 数据,通过海水和油膜对绿光、蓝光的反应不同,有效地监测到发亮条带的溢油区域。上述机载高光谱应用实例对海湾溢油区的监测可为有遥感监测需求的内陆水体提供借鉴。

3.1.3 水体富营养化的监测

监测叶绿素的浓度对掌握水体富营养化程度具有重要的意义^[20]。作为评价和监测水质的重要参数,叶绿素的浓度与水体中浮游植物的种群、数量具有密切的关系。富营养化水体的波谱特征与正常水体相比有所不同,周刚等^[21]通过对赤潮多发区的舟山海域进行航空高光谱试验测量,研究表明赤潮水体(点位 1、2、3、4)在 665~710 nm 处有一个明显的反射峰(685~710 nm 处的反射峰是赤潮水体的特征反射峰^[22]),而正常水体(点位 5、6、7)则不明显(图 3)。我国利用机载高光谱遥感技术监测水体富营养化的研究时间相对较早,中科院遥感应应用研究所 1991 年就利用 MAIS 成像光谱数据,制作了澳

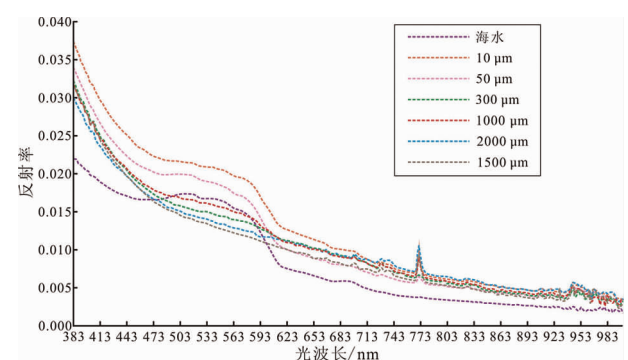


图 2 海水和不同厚度油膜反射率光谱曲线^[17]

Fig. 2 Reflectance curves of sea water and oil films in different thickness

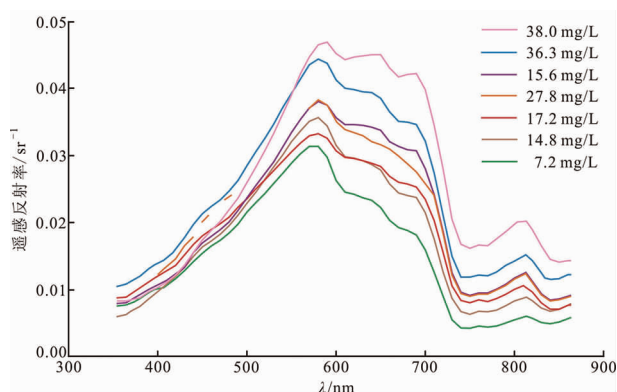


图3 赤潮水体与正常水体的光谱曲线^[21]

Fig. 3 Different spectral curves of red tide and normal sea water

大利亚达尔文市海水叶绿素浓度分布图^[23]。随后,机载高光谱在我国内陆水体或海湾的水质监测研究也陆续开展,张兵等^[24]利用 WHI 高光谱数据对太湖梅梁湾进行季节性叶绿素监测研究,结果表明1月份太湖水体叶绿素浓度很低,平均值只有 16.47 mg/m^3 。姜宗辰等^[25]应用 PHI 光谱仪获取的高光谱遥感数据对辽东湾开展了赤潮分类,发现基于 DBN 模型方法具有更高的分类精度,相较于 SVM 监督分类和 ISODATA 非监督分类两种方法,精度提高了 $3\% \sim 11\%$ 。

3.1.4 城市河网水质的监测

城市地表水除了自然形成的河流,人工水体占有很大的比例,这些河流(水体)纵横交错,构成城市河网系统。城市河网的水质安全不仅关乎城市居民的生命健康,而且对城市发展、生产和生活的正常运转具有很大的影响。对城市河网进行水质参数遥感信息提取时,由于污染物种类繁多,要想精细地反映出各污染物间细微的差别,对传感器的要求较高。机载高光谱遥感数据应用于城市河网水质监测则具有明显的优势,张长兴^[26]选用 AISI 高光谱成像光谱仪,基于改进的 QAA 算法获得了浙江嘉兴市河网的悬浮物和叶绿素 a 浓度。在此项研究的基础上,林剑远等^[27]利用半经验法对该市的河网水质进行了定量反演计算研究,建立了 COD_{cr} 、 BOD_5 、TP 和 TN 等 4 项水质参数反演计算模型。

3.2 无人机(载)高光谱遥感水质监测

无人机遥感是指以固定翼、(多)旋翼、飞艇等遥控低空飞行平台为载体,以数码像机等为主要传感器,灵活、快速、高效地获取工作区高分辨影像信息的航空遥感技术^[28]。目前国外具有代表性的无人

机载高光谱成像设备有 BaySpec OCI-F、OCI-U-1000(美国 BaySpec 公司),SPECIM(芬兰 SPECIM 公司),HySpex 系列(挪威 NEO 公司),以及 MICRO CASI 1920(ITRES 公司)等。国内的无人机(载)高光谱成像设备有基于 Offner 凸光栅分光光谱方式的无人机载高光谱成像仪(长春光机所),小型航空成像光谱系统(上海技物所)和 GaiaSky-mini 推扫式机载高光谱成像系统(四川双利合谱科技有限公司)。

我国无人机高光谱遥感的应用研究虽然比有人机载遥感的起步时间较晚,但因无人机(载)平台灵活、经济等特点,近年来在小区域内陆水体的水质监测领域成为研究热点。该技术的应用主要集中在水体悬浮物或富营养化方面,黄宇等^[29]以云南星云湖和深圳茅洲河为例,利用 GaiaSky-mini 获取研究区高光谱影像的同时,对地面水质参数进行采样,构建了叶绿素 a、悬浮物、TP、TD 等水质参数的最佳双波段监测模型。杨振等^[30]亦利用该高光谱成像仪对河南罗山县一矿区水库进行遥感监测,建立了水体悬浮物浓度和浊度的空间分布图,实现了水质参数的可视化。无人机高光谱遥感应用于内陆溢油水体的监测方面,许德刚等^[31]利用 Headwall Micro-Hyperspec 对新疆一景溢油河道进行了遥感监测,验证了该技术在河流溢油检测的可行性。近两年,此项技术也应用到城市河网污染监测中,彭令等^[32]以湖北大冶市为研究区,利用 Rikola 获取的数据构建了一种基于光谱曲线形态特征的高光谱遥感水质参数定量反演模型,实现了 pH 值、硬度、镁离子与碱度之比等水质参数的高光谱定量反演方法。

4 机载高光谱遥感水质监测中的问题及其展望

机载高光谱遥感在水质监测中有很大的应用潜力,目前也在诸多领域取得可观成果,但由于内陆水体或海湾本身的光谱特性相对更复杂和高光谱传感器本身的局限性,这些成果还没有达到推广应用的水平。

现阶段存在的问题主要体现在:①由于水体的光学特性比较复杂,目前主要以半经验法反演悬浮物、叶绿素和可溶性有机物等,而分析法应用得较少;对 TP、TN 等不能通过遥感手段直接反演计算,只能通过间接统计分析估算其组分含量^[33];②由于高光谱传感器本身的局限性及其经济成本的因素,

加之水体的光学特性具有季节性和区域性的变化规律,目前国内水质遥感监测只针对特定时间段内的小区域水体,而系统性、全区性的数据严重不足,无法提供持续、系统、宏观的监测结果;机载高光谱遥感监测水体的时间分散、区域较为零碎,在时空上没有形成系统的监测部署方案;③由于机载高光谱所获取的数据庞大、数据存储和处理亦是亟待解决的问题。

针对上述问题,未来可从以下几个方面开展研究工作:①进一步研究水体辐射传输机理、水质参数内在的光学特性及各组分之间的联系,建立更精确的机载高光谱遥感水质参数定量反演模型^[33];②研究多源高光谱遥感数据的融合技术,采用多时相遥感影像数据,通过构建多源高光谱遥感数据库,实现大数据的高效利用,同时建立内陆水体或海湾的水质评价模型,实现客观快速的水质监测和评价。

参考文献:

- [1] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2013:414-437.
- [2] Philip H S, Shirley M D. Remote sensing: The quantitative approach[M]. Berkshire: McGraw-Hill International Book Company, 1978:147-168.
- [3] Fraser R N. Hyperspectral remote sensing of turbidity and chlorophyll a among Nebraska Sand Hills lakes[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1579-1589.
- [4] 李素菊, 吴倩, 王学军, 等. 巢湖浮游植物叶绿素含量与反射光谱特征的关系[J]. 湖泊科学, 2002, 14(3):228-234.
- [5] 吕恒, 江南, 李新国. 内陆湖泊的水质遥感监测研究[J]. 地球科学进展, 2005, 20(2):185-192.
- [6] 杨一鹏, 王桥, 王文杰, 等. 水质遥感监测技术研究进展[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(6):6-12.
- [7] 黄耀欢, 王浩, 肖伟华, 等. 内陆水体环境遥感监测研究评述[J]. 地理科学进展, 2010, 29(5):549-556.
- [8] 童庆禧, 张兵, 郑兰芬. 高光谱遥感:原理、技术与应用[M]. 北京:高等教育出版社, 2006:386-387.
- [9] 詹海刚, 施平, 陈楚群. 基于遗传算法的二类水体水色遥感反演[J]. 遥感学报, 2004, 8(1):31-36.
- [10] Shang S L, Li Z P, Lin G. Sensing an intense phytoplankton bloom in the western Taiwan Strait from radiometric measurements on a UAV[J]. Remote Sensing of Environment, 2017, 198:85-94.
- [11] Dekker A G. Detection of optical water quality parameters for eutrophic waters by high resolution remote sensing[D]. Amsterdam: Ph. D. Dissertation. Free University, 1993.
- [12] Palmer D, Borstad G A, Boxall S R. Airborne multispectral remote sensing of the January 1993 Shetlands oil spill[C]// Proceedings of the 2nd thematic conference on remote sensing for marine and coastal environments: Needs, Solutions and Applications. ERIM Conferences, Ann Arbor, 1994, II:546-558.
- [13] 王迪峰, 龚芳, 潘德炉, 等. 海监航空遥感平台及其在近海水体环境水质监测中的应用[J]. 海洋学报, 2009, 31(2):49-56.
- [14] 刘大召, 张辰光, 付东洋, 等. 基于高光谱数据的珠江口表层水体悬浮泥沙遥感反演模式[J]. 海洋科学, 2010, 34(7):77-80.
- [15] 姜倩, 曹引, 赵红莉, 等. 基于航空高光谱的阿图湾水体浊度反演建模研究[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2020. (网络优先出版, 录用日期:2020-04-22).
- [16] 韩亚超, 李奇, 张永军, 等. 机载高光谱几何检校方法及其在海岸带航空遥感调查中的示范应用[J]. 国土资源遥感, 2020, 32(1):60-65.
- [17] 刘丙新, 李颖, 张至达, 等. 不同厚度海上油膜高光谱遥感波段敏感性研究[J]. 东北师大学报:自然科学版, 2015, 47(4):156-160.
- [18] 陈蕾, 邓孺孺, 谢健. 基于 AISA+机载高光谱的海上石油开发溢油监测研究:以珠江口海域为例[J]. 海洋湖沼通报, 2009, (1):179-184.
- [19] Wang D F, Gong F, Pan D L, et al. Introduction to the airborne marine surveillance platform and its application to water quality monitoring in China[J]. 海洋学报:英文版, 2010, 29(2):33-39.
- [20] 徐雯佳, 杨斌, 田力, 等. 应用 MODIS 数据反演河北省海域叶绿素 a 浓度[J]. 国土资源遥感, 2012, 24(4):152-156.
- [21] 周刚, 张曼祺, 李佳, 等. 基于 SVM 方法的航空高光谱赤潮信息提取与分析[J]. 应用海洋学学报, 2014, 33(3):440-446.
- [22] 赵冬至. 渤海赤潮灾害监测与评估研究文集[M]. 北京:海洋出版社, 2000:35-40.
- [23] 张宗贵, 王润生. 基于谱学的成像光谱遥感技术发展与应用[J]. 国土资源遥感, 2000, 12(3):16-24, 37.
- [24] 张兵, 申茜, 李俊生, 等. 太湖水体 3 种典型水质参数的高光谱遥感反演[J]. 湖泊科学, 2009, 21(2):182-192.
- [25] 姜宗辰, 马毅, 江涛, 等. 基于深度置信网络(DBN)的赤潮高光谱遥感提取研究[J]. 海洋技术学报, 2019, 38(2):1-7.
- [26] 张长兴. 基于航空高光谱遥感的河网城市水质评估方法[D]. 北京:中国地质大学, 2014.
- [27] 林剑远, 张长兴. 航空高光谱遥感反演城市河网水质参数[J]. 遥感信息, 2019, 34(2):23-29.
- [28] 陈洁, 高子弘, 王珊珊, 等. 三峡库区航空遥感地质调查技术发展综述[J]. 国土资源遥感, 2020, 32(2):1-10.
- [29] 黄宇, 陈兴海, 刘业林, 等. 基于无人机高光谱成像技术的河湖水水质参数反演[J]. 人民长江, 2020, 51(3):205-212.
- [30] 杨振, 卢小平, 武永斌, 等. 无人机高光谱遥感的水质参数反演与模型构建[J]. 测绘科学, 2020, 45(9):60-64, 95.
- [31] 许德刚, 邢学文, 李煜婷, 等. 基于无人机高光谱遥感技术的河流溢油监测[J]. 石油与天然气化工, 2019, 48(6):93-97, 104.
- [32] 彭令, 梅军军, 王娜, 等. 工矿业城市区域水质参数高光谱定量反演[J]. 光谱学与光谱分析, 2019, 39(9):2922-2928.
- [33] 金建文, 李国元, 孙伟, 等. 卫星遥感水资源调查监测应用现状及展望[J]. 测绘通报, 2020(5):7-10.

Research and application status of Aircraft-hyper-spectral remote sensing-based research of water quality monitoring of water bodies of inland and bays

LIU Jianxia, ZHAI Weilin, LI Jinfu, AN Na, ZHEN Yunlong,

TIAN Dazhi, YANG Liu, WANG Qian

(*Geophysical Exploration Bureau of CEEB, Baoding 071000, Hebei, China*)

Abstract: Compared with traditional satellite remote sensing, aircraft hyper-spectral remote sensing (AHSRS) has the advantages of high resolution, high mobility, etc. thus can fix the weak links in traditional water quality monitoring work. Inversion method of AHSRS can reflect the more comprehensive spatial and temporal distribution of water quality so as to catch more spectral characteristics of surface features and extract more water quality parameter. This is suitable for water quality monitoring of inland water and bay and emergency water pollution monitoring. This paper summarizes the characteristics of the AHSRS, states the principle of AHSRS water quality monitoring, monitoring objects, monitoring methods, and combs respectively the research and application of water quality monitoring of water of inland or gulf completed by hyper-spectral remote sensing of manned aircraft and unmanned aerial vehicle. Finally, the existing problems in the current application are analyzed and the future work is prospected for the AHSRS water quality monitoring.

Key Words: hyper-spectral imaging; aircraft remote sensing; inland water body; bay; water quality monitoring