



## 2 水环境遥感监测指标及其反演方法

常规的水质监测参数较多,由于现阶段的技术局限及对反演机理认识的模糊造成遥感水体环境监测还不能对所有水质参数进行定量反演。但是随着物质光谱特征研究的不断深入、遥感水质反演算法的改进以及各种先进传感器技术的不断应用,遥感可监测的水质参数也不断丰富,包括悬浮物含量、水体透明度、叶绿素a浓度、溶解性有机物、水中入射与出射光的垂直衰减系数以及一些综合污染指标,如营养状态指数等。

### 2.1 叶绿素 a

监测营养程度或叶绿素浓度(藻类/浮游生物数量)是解决湖泊富营养化问题的关键,水中叶绿素浓度是浮游生物分布的指标,是衡量水体初级生产力(水生植物的生物量)和富营养化作用的最基本的指标,监测藻类中的叶绿素a浓度是水环境遥感监测的主要项目之一。叶绿素a的遥感监测研究已较成熟,研究表明叶绿素a在440nm和670nm波长附近有吸收谷,在550nm~570nm和681nm~715nm附近有明显的反射峰。Chl-a在681nm~700nm处的反射峰通常被认为是荧光效应造成的,是含藻类水体最明显的光谱特征。由于叶绿素a所特有比较稳定的光谱特征,在内陆水体进行遥感反演时,主要方法就是通过其吸收谷和反射峰所在波段进行组合建立模型。其模型可用式(1)表示:

$$Chl-a = a_1 \times f(R(n_1), R(n_2), R(n_3), \dots, R(n_n)) + a_2 \quad (1)$$

式中:  $a_1, a_2$  为回归系数,  $f(R(n_1), R(n_2), R(n_3), \dots, R(n_n))$  为传感器不同敏感波段,  $f(R(n_1), R(n_2), R(n_3), \dots, R(n_n))$  为不同波段组合建立新变量。  $f(R(n_1), R(n_2), R(n_3), \dots, R(n_n))$  因波段选取和组合形式不同而异,如比值法,多元线性回归,指数回归。此外,王桥等在对太湖水体遥感监测实验中还应用植被指数的模型,其形式如式(2)所示:

$$Chl-a = a_1 \times v + a_2 \quad (2)$$

式中:  $a_1, a_2$  为回归系数,  $v$  为植被指数。其实质与式子(1)类似,因为植被指数就是对植被反应比较敏感的波段组合计算而成。

由于叶绿素a相对稳定波谱特征,使得这种经验的回归方法能够获得很好的反演效果。其遥感反演的关键是根据特定的区域、时间和卫星影像特点进行最佳波段选取。

### 2.2 有色可溶性有机物

有色可溶性有机物(CDOM)是一类含有黄腐酸、腐殖酸等物质的溶解性有机物,由于对紫外和蓝光的吸收性强,对黄光波段吸收弱的特性,使其呈现出黄色,因此CDOM又称黄色物质。在内陆水

体和海湾沿岸带CDOM以河流陆源排放为主,可作为海水污染程度的指标。Bricaud等提出了适用于350nm~700nm波段范围的吸收曲线描述方程:

$$A_y(b) = A_y(b_0) \times e^{(-s(b-b_0))} + k \quad (3)$$

式中:  $A_y(b)$  为波长为b时的光吸收系数;  $b_0$  为参考波长;  $s$  是吸收系数曲线的指数斜率参数,通常取值在0.011~0.018之间,不过  $s$  取值依赖于波长及研究区域位置和时间;  $k$  为由颗粒物质散射造成的背景散射值。

此外,国内外学者也建立了各种对应于特定区域的遥感反演CDOM的检测模型,如Tassan利用SeaWiFS资料建立了提取那不勒斯海湾的黄色物质在440nm波长的吸收系数模型,如式(4)所示:

$$\lg[A_y(440)] = 3.0 - 1.93 \lg[(R_1/R_3)(R_2/0.5)] \quad (4)$$

式中:  $R_1, R_2, R_3$  分别为SeaWiFS波段1、2、3的反射率,  $A_y$  为黄色物质吸收系数。陈楚群等利用海水有机碳(DOC)代替海水中的黄色物质,通过670nm和412nm波段的反射率比值遥感反演了珠江口海域CDOM空间分布,建立了反演模型如式(5)所示:

$$\lg(DOC) = 1.2419 \lg(R_{670}/R_{412}) - 0.2614 \quad (5)$$

式中:  $R_{670}$  代表670nm波段的反射率,  $R_{412}$  代表412nm波段的反射率,并指出DOC浓度与  $R_{670}/R_{412}$  相关系数  $R_2$  可达到0.839。

## 3 结语

内陆水体环境的遥感监测是水体污染研究的一个重要方向,国内外学者虽然进行了研究并取得一定的成果,但现阶段来说反演精度还不高,远不能达到实际应用的要求,需要进一步研究。

## 参考文献

- [1] 韩敏.水文与水管理中的遥感技术[M].北京:中国水利水电出版社,2006:278~280.
- [2] 尹改,王桥,郑丙辉,等.国家环保总局对中国资源卫星的需求与分析[J].科技资讯,2009(9):3~7.

(上接141页)

的需求和减少人均碳排放。因此,景观项目里是否具有低碳经济运行规划,是否建立碳排放监测、统计和监管体系,节能标准的执行情况,以及是否具有非商品能源的激励措施和力度等,都属于运行指标,可以反映景观园林项目中对于低碳的努力程度。

### 4.3 低碳景观量化评价指标的量化方法

虽然低碳景观的各类指标涉及面广,过程链长,量化的方法也应尽可能地追求准确和全面。对于部分不能准确量化的指标,可以采用整体因子评价法进行定性基础上的量化,以增强可操作性。

低碳景观量化属于多因素综合量化,各因素所作用的程度不同,因此,在确定各因素的权重及精度检验后,最终需要采用模糊数学的综合加权法进行低碳景观量化的整体评估。

### 4.4 低碳景观量化评价指标的发展方向

#### (1) 建立全球统一的低碳景观评价指标系统。

生态景观以往多是定性,在低碳景观问题上则必须定量,定量到碳排放、低碳贡献指标等。我国颁布的《中国绿色低碳住区减碳技术评估框架体系(讨论稿)》正是为了量化建筑业碳排放而制定的评估指标,为建立一个能够得到广泛认可并应用的行业排放计算标准做准备。随着低碳经济的发展,未来应该出现全球统一的、并适合各国具体操作情况的低碳景观量化评价指标体系,切实推动地球环境的保护和能源的节约使用。

#### (2) 景观园林项目走近“碳交易”。

建立景观园林的碳排放计算标准,进入碳交易市场,供超过碳排放标准的企业和政府、或有意愿的个人和单位购买,可以在减少碳排放量的同时推动景观园林的发展,从而推动环境建设的发展。

按照联合国气候变化框架公约参加国制定的1997年《京都议定书》规定,到2010年,所有发达国家排放的包括二氧化碳在内的6种温室气体的数量,要比1990年减少5.2%。但由于发达国家的能

源利用效率高,能源结构优化,新的能源技术被大量采用,因此本国进一步减排的成本高,难度较大。而发展中国家能源效率低,减排空间大,成本也低。这导致了同一减排量在不同国家之间存在着不同的成本,形成了价格差。发达国家有需求,发展中国家有供应能力,由此产生了清洁发展机制(CDM)、排放贸易(ET)和联合履约(JI)3种碳交易机制。除此之外,全球的碳交易市场还有另外一个强制性的减排市场,也就是欧盟排放交易体系(EUETS)。这是帮助欧盟各国实现《京都议定书》所承诺减排目标的关键措施,并将在中长期持续发挥作用。

在这两个强制性的减排市场之外,还有一个自愿减排市场。与强制减排不同的是,自愿减排更多是出于一种责任。这主要是一些比较大的公司、机构,处于自己企业形象和社会责任宣传的考虑,购买一些自愿减排指标(VER)来抵消日常经营和活动中的碳排放。目前这个市场的参与方,主要是一些美国的大公司,也有一些人会购买一些自愿减排指标。

低碳景观的普及和发展将成为未来景观园林发展的重要一环,因此,研究和建立低碳景观量化评价体系,是一项具有重要意义和重大作用的任务,可以使生态景观得到更进一步的切实推动,发挥景观园林在低碳上的优势,使景观园林绿化行业在维护生态环境、稳定全球气候变化等方面发挥更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 俞孔坚,李迪华,吉庆萍.景观与城市的生态设计:概念与原理[J].中国园林,2001,6.
- [2] 曹宇,肖笃宁,赵羿,等.近十年来中国景观生态学文献分析[J].应用生态学报,2001,6,12(3).