

巢湖夏季水华期间水体中溶解性碳水化合物的研究

叶琳琳^{1,2}, 史小丽², 张民², 吴晓东³, 孔繁翔^{2*} (1.南通大学地理科学学院, 江苏 南通 226019; 2.中国科学院南京地理与湖泊研究所, 湖泊与环境国家重点实验室, 江苏 南京 210008; 3.中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 在2010年7月巢湖蓝藻水华暴发期间, 采集了11个点位的表层水样, 分析了叶绿素含量、溶解性有机碳、不同形态氮磷营养盐以及各种碳水化合物的浓度。研究结果表明, 巢湖营养盐浓度呈现西高东低的分布趋势, 叶绿素浓度与营养盐浓度分布规律不完全一致, 说明影响藻类空间分布的因素很多。硝酸盐浓度是影响溶解性有机碳的重要因素。总溶解性碳水化合物占溶解性有机碳的比例最高为26%, 多糖和单糖所占比例分别为21%和6%。叶绿素浓度与溶解性有机碳、各种碳水化合物之间不具有显著相关性, 说明在巢湖蓝藻水华暴发期间, 除了浮游植物, 陆源输入可能也是溶解性有机碳及各种碳水化合物的重要来源。

关键词: 巢湖; 溶解性有机碳; 碳水化合物; 硝酸盐

中图分类号: X171

文献标识码: A

文章编号: 1000-6923(2012)02-0318-06

Distribution of carbohydrates species during summer bloom in Lake Chaohu. YE Lin-lin^{1,2}, SHI Xiao-li², ZHANG Min², WU Xiao-dong³, KONG Fan-xiang^{2*} (1.Geographical Sciences College, Nantong University, Nantong 226019, China; 2.State Key Laboratory of Lake and Environment Science, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 3.Cold and Arid Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China). *China Environmental Science*, 2012,32(2): 318~323

Abstract: Surface water samples were collected from eleven sampling sites in Lake Chaohu in July 2010. Chlorophyll a, dissolved organic carbon, phosphorus, nitrogen, and various carbohydrates concentrations were analyzed. Nutrient levels were higher in the west than that in the east, but Chlorophyll a did not show the same pattern, implying that the distribution of phytoplankton was affected by other factors. Furthermore, the dissolved organic carbon concentration was related to nitrate concentration. On average, total dissolved carbohydrates was the predominant carbon species, accounting for 26% of the dissolved organic carbon, whereas dissolved polysaccharides and dissolved monosaccharides comprised 21% and 6%, respectively. No significant relationship was observed between Chlorophyll a, dissolved organic carbon and various carbohydrates, suggesting that the resource of dissolved organic carbon and carbohydrates was more than phytoplankton during cyanobacterial bloom in Lake Chaohu.

Key word: Lake Chaohu; dissolved organic carbon; carbohydrates; nitrate

碳水化合物是水环境中普遍存在的化合物, 淡水环境中碳水化合物占溶解性有机物(DOM)的比例为1%~30%^[1], 它们来源于浮游植物光合作用产物的释放, 被浮游动物捕食后破损细胞产生的可溶物以及各种陆源输入^[2-4]。碳水化合物是水生态系统中重要的生物聚集体^[5], 容易被细菌生长代谢所利用^[6]。此外, 碳水化合物与其他有机物形成的腐殖质对重金属离子有极强的吸附和络合能力, 会影响重金属离子的生态和地球化学行为^[7]。

Lancelot^[8]研究发现, 在北海藻类水华暴发期间, 浮游植物的初级生产力中18%~60%是以溶解性碳水化合物的形式存在。近年的研究发现^[9], 巢湖水华蓝藻在6月开始暴发, 9月达到最大暴发程度, 磷已经不是藻类生长的主要限制性因

收稿日期: 2011-05-16

基金项目: 国家“973”项目(2008CB418005, 2008CB418000); 国家重大水专项(2008ZX07103); 国家自然科学基金资助项目(41001032, 40901268)

* 责任作者, 研究员, fxxong@niglas.ac.cn

子.Ye 等^[10]在太湖研究发现,伴随着蓝藻水华的消亡,水体中 DOM 从富含含碳化合物向富含含碳氮化合物发生转化,而关于巢湖水华期间水体中溶解性碳水化合物的分布及其组成还鲜有报道.本研究在巢湖夏季水华暴发期间采集样品,测定了叶绿素浓度,各种形态氮磷营养盐的浓度,以及溶解性有机碳和各种溶解性碳水化合物的浓度.目的是为了分析夏季水华暴发期间,溶解性碳水化合物的分布,影响因素及其可能来源.

1 材料与方法

1.1 采样点设置

巢湖位于安徽省中部,处于长江、淮河两河流之间(117°16'E~117°51'E,30°25'N~31°43'N),面积约为 780km²,是我国第 5 大淡水湖泊^[11].巢湖是典型的浅水富营养湖泊^[12].本研究在 2010 年夏季(7 月份)采集表层水样,设置 11 个采样点(图 1),采样期间巢湖有大规模蓝藻水华暴发.用 GPS 定位系统对采样点精确定位,每个采样点采集 3 个平行样.所有水样均在 4h 内带回实验室做进一步处理.同时利用多功能水质参数仪 YSI6600 (Yellow Spring Instruments, USA)测定采样点水质参数,主要包括水温、溶解氧和 pH 值.

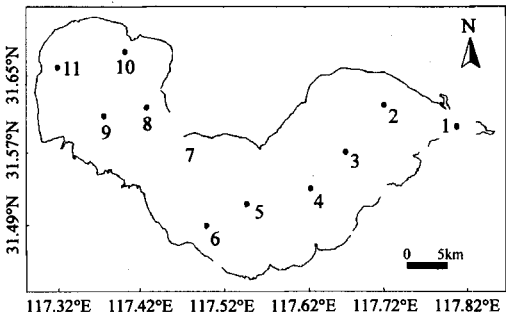


图 1 采样点设置示意
Fig.1 Location of the sampling site

1.2 分析方法

取水样经 GF/C(Whatman)滤膜过滤,加入 90%丙酮研磨滤膜,4℃ 黑暗条件下静置 8~10h, 5000r/min 离心,用 90%丙酮定容,用荧光光度计 (RF-5301PC,岛津)测定叶绿素含量,激发波长 350nm,发射波长 670nm.

溶解性有机碳(DOC)使用总有机碳分析仪 (Shimadzu TOC-V CPN,岛津)测定.使用 2,4,6-反式 2-吡啶基三嗪 TPTZ)比色法测定总碳水化合物 TCHO),多糖 PCHO)和单糖 MCHO),原理是还原性糖和 TPTZ 反应生成紫色络合物^[13].测定 TCHO,取 4mL 水样和 0.4mL 1mol/L HCl 放置于安瓿瓶里,封口后 150℃放置 1h.水解后,用 0.4mL 1mol/L NaOH 中和.取 1mL 水解溶液,1mL 0.7mmol/L 铁氰化钾,在沸水中保温 10min.然后加入 1mL 2mmol/L 氯化铁溶液和 2mL 2.5mmol/L TPTZ,混匀后,放置 30min,用紫外分光光度计在波长 595nm 处测定.所有的操作在黑暗处进行.单糖 MCHO 的测定是取水样直接比色,不需要水解.多糖 PCHO 为 TCHO- MCHO.

1.3 实验试剂

铁氰化钾(0.7mmol/L):400mg 氢氧化钠,20g 碳酸钠, 230mg K₃[Fe(CN)₆]溶于 1L 水.氯化铁 (2mmol/L):164g 无水羧酸钠,42g 柠檬酸和 300g 醋酸溶于 1L 水. 32.4mg 无水三氯化铁溶于 100mL 上述溶液.TPTZ(2.5mmol/L):1mL 3mol/L 醋酸中溶解 0.78mgTPTZ.

葡萄糖标准溶液:浓度分别为 0.25,0.5,1, 2mg/L.

1.4 统计方法

使用 Origin 8.0 进行统计分析,所有数据表示为平均值(标准差).

表 1 巢湖采样点坐标,温度,pH 值和溶解氧
Table 1 Water temperature, pH, and DO

点位	经度	纬度	温度 (℃)	pH 值	DO(mg/ L)
1	31°35.561'N	117°49.067'E	29.56	9.08	6.85
2	31°34.929'N	117°40.308'E	29.74	9.41	7.85
3	31°36.942'N	117°42.379'E	29.21	9.35	7.72
4	31°33.113'N	117°37.920'E	29.32	9.25	7.75
5	31°31.218'N	117°35.159'E	29.2	9.24	7.73
6	31°28.809'N	117°29.479'E	30.75	9.73	10.02
7	31°33.784'N	117°27.674'E	30.5	9.86	10.65
8	31°37.298'N	117°26.029'E	30.04	9.39	9.31
9	31°37.179'N	117°23.640'E	29.5	9.27	8.04
10	31°41.641'N	117°22.101'E	30.22	8.34	8.31
11	31°33.981'N	117°21.305'E	29.64	8.44	7.45
平均			29.80	9.21	8.33

2 结果与分析

2.1 巢湖水体理化参数

由表 1 可见,在采样期间,巢湖平均水温 29.8℃.温度是影响藻类生长特性的重要因素,高温有利于蓝藻水华的形成^[14].在蓝藻水华暴发期间,巢湖水体呈碱性,主要原因是因为蓝藻利用碳酸氢根离子所引起^[15].溶解氧浓度为 6.85~10.65mg/L.营养盐浓度如表 2 所示,PO₄³⁻,NH₄⁺,NO₃⁻,TN,TP,DOC 平均浓度为 7.09(5.7)μg/L,0.07(0.03)mg/L, 0.57(0.28)mg/L,1.24(0.51)mg/L,0.034(0.02)mg/L, 4.83(0.8)mg/L.其中西巢湖采样点(7, 8, 9, 10, 11)营养盐水平要高于东巢湖采样点(1, 2, 3, 4).主要原因是由于巢湖西部邻近安徽省省会合肥,南淝河有大量生活污水和工业废水排入.

表 2 营养盐的分布
Table 2 Distribution of nutrients

点位	Chl a (μg/L)	PO ₄ ³⁻ (μg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
1	21.88 (1.23)	5.775 (0.32)	0.080 (0.007)	0.268 (0.012)	0.779 (0.064)	0.025 (0.001)
2	15.24 (20.21)	4.183 (0.11)	0.069 (0.005)	0.399 (0.026)	0.917 (0.084)	0.022 (0.002)
3	18.2 (1.09)	4.049 (0.12)	0.088 (0.009)	0.418 (0.031)	0.915 (0.075)	0.019 (0.002)
4	15.49 (2.26)	3.297 (0.36)	0.050 (0.006)	0.481 (0.029)	0.930 (0.076)	0.015 (0.003)
5	16.6 (1.45)	2.991 (0.15)	0.076 (0.005)	0.450 (0.051)	0.841 (0.065)	0.022 (0.001)
6	16.6 (1.11)	4.952 (0.45)	0.038 (0.002)	0.393 (0.024)	0.986 (0.10)	0.029 (0.004)
7	20.89 (2.15)	10.238 (1.11)	0.060 (0.009)	0.361 (0.021)	1.180 (0.092)	0.059 (0.004)
8	63.1 (7.01)	5.983 (0.46)	0.085 (0.005)	0.536 (0.041)	1.086 (0.085)	0.027 (0.003)
9	20.42 (3.10)	8.626 (0.78)	0.047 (0.003)	0.895 (0.093)	1.791 (0.11)	0.050 (0.005)
10	11.75 (0.98)	4.874 (0.33)	0.023 (0.004)	0.973 (0.84)	1.982 (0.13)	0.041 (0.001)
11	47.86 (5.11)	23.022 (3.01)	0.155 (0.03)	1.077 (0.10)	2.230 (0.16)	0.063 (0.001)

注:()内数据为标准差

2.2 叶绿素浓度

由表 2 可见,巢湖叶绿素浓度为 11.75~63.1μg/L,其中位于西巢湖的 8 号点叶绿素浓度最高,10 号点叶绿素浓度最低.巢湖叶绿素的空间分布与营养盐分布呈现的西高东低的规律不完全一样,主要是因为大型浅水湖泊,影响藻类空间分布的因素很多,除去营养盐,水文气象条件对其分布也就有重要影响.范成新等^[16]认为,影响太湖夏季蓝藻水华空间分布格局的主要因素是风场.

2.3 有机碳和碳水化合物

表 3 各种碳水化合物的分布(mg/L)
Table 3 Distribution of various of dissolved
carbohydrates (mg/L)

点位	TCHO	PCHO	MCHO	DOC
1	1.096 (0.14)	0.938 (0.06)	0.158 (0.003)	4.350 (0.25)
2	0.938 (0.11)	0.789 (0.33)	0.149 (0.04)	4.693 (0.19)
3	0.960 (0.14)	0.920 (0.11)	0.040 (0.001)	4.234 (0.23)
4	0.906 (0.06)	0.613 (0.06)	0.293 (0.02)	4.252 (0.31)
5	0.867 (0.03)	0.828 (0.28)	0.039 (0.03)	4.062 (0.32)
6	0.859 (0.13)	0.626 (0.14)	0.233 (0.05)	4.020 (0.25)
7	1.596 (0.19)	1.306 (0.09)	0.290 (0.08)	5.102 (0.61)
8	1.237 (0.01)	1.027 (0.10)	0.210 (0.06)	4.601 (0.33)
9	1.886 (0.32)	1.399 (0.15)	0.487 (0.01)	5.795 (0.49)
10	1.721 (0.16)	1.291 (0.08)	0.43 (0.02)	6.405 (0.55)
11	1.715 (0.05)	1.153 (0.09)	1.562 (0.02)	5.562 (0.36)

注:()内数据为标准差

浮游植物是产生 DOC 的主要来源,以往研究发现在藻类水华暴发期以及水华过后,水体中 DOC 容易累积^[17].DOC 与叶绿素浓度之间的关系比较复杂.本研究发现巢湖水华暴发期间,DOC 的浓度为 4.062~6.405mg/L.叶绿素浓度

与 DOC 之间不具有任何相关性.Ye 等^[18]在太湖 2010 年水华期间发现,水体中叶绿素浓度与 DOC 之间也不具有线性相关性.Simjouw 等^[19]研究发现 Chincoteague Bay 水华期间叶绿素浓度与 DOC 之间具有很好的相关性.巢湖周边有很多外源河流输入,陆源输入可能也是 DOC 的一个重要来源,因此叶绿素浓度与 DOC 之间不具有相关性.

影响 DOC 浓度因素很多,包括光化学氧化,和颗粒态有机物的共沉淀,以及细菌的降解作用^[20].Williams^[21]研究发现,DOM 中富含碳化合物部分的生成与可利用形态的氮浓度有关.Ye 等^[18]在太湖研究发现,硝酸盐浓度与 DOC 浓度之间也具有显著的线性关系.而本研究发现,硝酸盐氮与 DOC 之间具有显著的线性关系(图 2),表明硝酸盐氮可能是影响 DOC 浓度的一个重要因素.而其他形态的营养盐(氨氮,总氮,总磷)与 DOC 浓度之间不具有相关性.

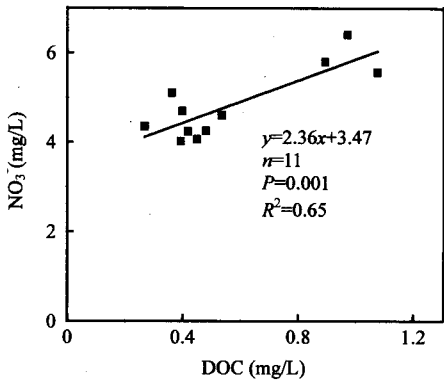


图2 硝酸盐氮与 DOC 的相关性
Fig.2 Relationship between NO_3^- and DOC

研究发现,淡水和海水中碳水化合物结构比较相似^[22].海洋 DOM 中的碳水化合物包括氨基糖,糖醛酸以及中性单糖^[23].巢湖总溶解性碳水化合物的浓度为 0.859~1.886mg/L,多糖的浓度为 0.613~1.399mg/L,单糖的浓度为 0.039~1.562mg/L.其中 9 号点 TCHO 与 PCHO 浓度最高,11 号点单糖浓度最高,10 点 DOC 浓度最高(表 3).西巢湖的 TCHO 和 PCHO 要比东巢湖高,这可能与水体的营养盐水平有关.

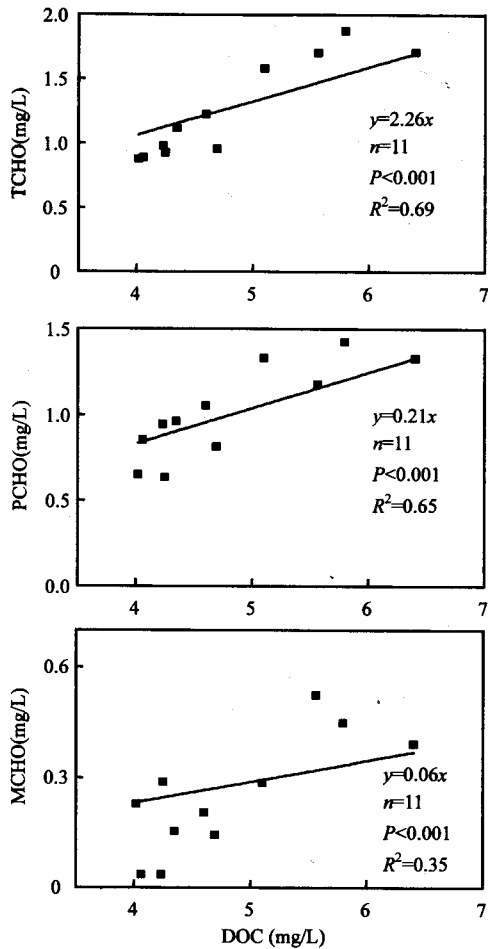


图3 各种碳水化合物与 DOC 的相关性
Fig.3 Relationship between various carbohydrates and DOC

由图 3 可见,所有碳水化合物组分,TCHO, PCHO,和 MCHO 都与 DOC 显著相关.在截距为零的情况下,斜率表示 TCHO, PCHO,和 MCHO 所占 DOC 比例分别为 26%,21%,和 6%.MCHO 在 DOC 中的低丰度以及可变性可能与其他产生与消除机制有关.例如浮游植物胞外物质的释放,原位 MCHO 的降解,以及细菌的同化作用.有研究发现,在室内控制实验中,球形棕囊藻释放的碳水化合物可以很快被细菌降解^[24].本研究中关于 TCHO 在 DOC 中的比例与淡水环境和海洋中已有的研究结果相似.Guéguen 等^[25]在 Yukon River 研究发现 TCHO, PCHO,和 MCHO 在 DOC ($<0.45\mu\text{m}$)中的比例分别为 25%, 8%和 18%.

Borsheim 等^[26]研究发现,在 3 个不同的海洋环境中,TCHO 占 DOC 的比例为 15%~21%。

巢湖水华暴发期间,叶绿素浓度与各种碳水化合物之间不具有任何显著相关性。Hung 等^[27]在河口水域的 Galveston Bay 研究发现,TCHO 和 MCHO 与叶绿素浓度之间线性相关,蓝藻水华期间可能产生大量 PCHO,但其与叶绿素浓度之间的相关性不显著。此外,微量金属离子的浓度,沉积物的再悬浮以及细菌的同化作用都会影响 PCHO 的浓度分布。可见,在复杂的大型浅水湖泊中,碳水化合物的浓度与叶绿素之间并非存在简单的相关关系,还可能受到周边大量有机物质和污染物输入的影响。此外,巢湖水位很浅,平均水深只有 2.7m,底栖生物对表层水体中的碳水化合物浓度可能也具有重要影响。有研究发现,在有光照的条件下,0.5mm 表层沉积物中的底栖植物能够最大量的生产并释放胞外碳水化合物^[28]。

3 结论

3.1 巢湖水华暴发期间,总溶解性碳水化合物和多糖是溶解性有机碳中主要的碳水化合物,所占比例分别为 26%和 21%。

3.2 硝酸盐浓度是影响水体中溶解性有机碳浓度的重要因素,而其他形态氮磷营养盐与有机碳浓度之间不具有相关性。叶绿素浓度与溶解性有机碳相关关系不显著,说明除了浮游植物,各种陆源输入可能也是有机碳的重要来源。

参考文献:

- [1] Thurman E M. Organic geochemistry of natural waters [M]. Dordrecht: Academic Press, 1985:497.
- [2] Münster U, Chróst R J. Origin, composition, and microbial utilization of dissolved organic matter. [C]// Aquatic microbial ecology. biochemical and molecular approaches. New York: Springer-Verlag, 1990:8-46.
- [3] Guggenberger G, Zech W. Composition and dynamics of dissolved carbohydrates and lignin-degradation products in two coniferous forests, N. E. Bavaria, Germany [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26:19-27.
- [4] Hung C C, Warnken K, Santschi P H. A seasonal survey of carbohydrates and uronic acids in the Trinity Rivers, Texas [J]. Organic Geochemistry, 2005,36:463-474.
- [5] Mannino A, Harvey H R. Biochemical composition of particles and dissolved organic matter along an estuarine gradient: sources and implications for DOM reactivity [J]. Limnology and Oceanography, 2000,45:775-788.
- [6] Hayakawa K. Seasonal variations and dynamics of dissolved carbohydrates in Lake Biwa [J]. Organic Geochemistry, 2004,35: 169-179.
- [7] Hung C, Guo L, Santschi P H, et al. Distribution of carbohydrate species in the Gulf of Mexico [J]. Marine Chemistry, 2003,81: 119-135.
- [8] Lancelot C. Extracellular release of small and large molecules by phytoplankton in the southern Bight of the North sea [J]. Estuarine. Coastal and Shelf Science, 1984,18:65-77.
- [9] 廖 旭,李 莹,余冠军.巢湖夏、秋季浮游植物叶绿素 a 及蓝藻水华影响因素分析 [J]. 生物学杂志, 2011,28:54-57.
- [10] Ye L L, Shi X L, Kong F X, et al. Dynamics of dissolved organic carbon after a cyanobacterial bloom in hypereutrophic Lake Taihu (China) [J]. Limnologia, 2011,41:382-388.
- [11] 殷福才,张之源.巢湖富营养化研究进展 [J]. 湖泊科学, 2003, 15:377-383.
- [12] 张 敏,谢 平,徐 军,等.大型浅水湖泊——巢湖内源磷负荷的时空变化特征及形成机制 [J]. 中国科学 D 辑.地球科学, 2005,35:63-72.
- [13] Mykkestad S M, Skånøy E, Hestmann S. A sensitive and rapid method for analysis of dissolved mono- and polysaccharides in seawater [J]. Marine Chemistry, 1997,56:279-286.
- [14] Roberts R S, Zohary T. Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration and growth rates of bloom-forming cyanobacteria [J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1987,21:391-399.
- [15] Deng G, Xie P, Zhou Q, et al. Studies on temporal and spatial variations of phytoplankton in Lake Chaohu [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2007,49:409-418.
- [16] 范成新,陈宇炜,吴庆龙.夏季盛行风对太湖北部藻类水华分布的影响 [J]. 上海环境科学, 1998,17:4-7.
- [17] Minor E C, Simjouw J P, Mulholland M R. Seasonal variations in dissolved organic carbon concentrations and characteristics in a shallow coastal bay [J]. Marine Chemistry, 2006,101:166-179.
- [18] Ye L L, Shi X L, Kong F X. Nitrate limitation and accumulation of dissolved organic carbon during a spring-summer cyanobacterial bloom in Lake Taihu [J]. Journal of limnology, 2012,71:67-71.
- [19] Simjouw J P, Mulholland M R, Minor E C. Changes in dissolved organic matter characteristics in Chincoteague Bay during a bloom of the Pelagophyte *Aureococcus anophagefferens* [J]. Estuaries, 2004,27:986-998.
- [20] Søndergaard M, Williams P J, Cauwet G, et al. Net accumulation

- and flux of dissolved organic carbon and dissolved organic nitrogen in marine plankton communities [J]. *Limnology and Oceanography*, 2000,45:1097-1111.
- [21] Williams P J. Evidence for the seasonal accumulation of carbon-rich dissolved organic material, its scale in comparison with changes in particulate material and the consequential effect on net C/N assimilation ratios [J]. *Marine Chemistry*, 1995,51: 17-29.
- [22] Repeta D J, Quan T, Aluwihare L I. Chemical characterization of high molecular weight dissolved organic matter in fresh and marine waters [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2002,66: 955-962.
- [23] Biersmith A, Benner R. Carbohydrates in phytoplankton and freshly produced dissolved organic matter [J]. *Marine Chemistry*, 1998,63:131-144.
- [24] Alderkamp A, Buma A G J. The carbohydrates of *Phaeocystis* and their degradation in the microbial food web [J]. *Biogeochemistry*, 2007,83:99-118.
- [25] Guéguen C, Guo L, Wang D, et al. Chemical characteristics and origin of dissolved organic matter in the Yukon River [J]. *Biogeochemistry*, 2006,77:139-155.
- [26] Borsheim K Y, Mykkestad S M, Snæli J A. Monthly profiles of DOC, mono- and polysaccharides at two locations in the Trondheimsfjord (Norway) during two years [J]. *Marine Chemistry*, 1999,63:255-272.
- [27] Hung C C, Tang D, Warnken K, et al. Distributions carbohydrates, including uronic acids, in estuarine waters of Galveston Bay [J]. *Marine Chemistry*, 2001,73:305-318.
- [28] De Brouwer J F C, de Deckere E M G T, Stal L J, et al. Distribution of extracellular carbohydrates in three intertidal mudflats in Western European [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2003,56:313-324.
- 致谢: 感谢采样过程中国科学院南京地理与湖泊研究所李大命博士,阳振博士,余丽博士给予的帮助。
- 作者简介: 叶琳琳(1981-),女,安徽合肥人,博士,主要从事湖泊生态学研究,发表论文 6 篇。

能源变革方向何在?

国际能源署(IEA)近日发布 2011 年版《世界能源展望》报告,报告中警告,鲜有迹象表明,全球能源发展趋势迫切需要的变革正在进行,而如果不及时改变方向,我们将被葬送在前进的道路上。

报告提出,通向升温控制在 2℃ 以内的大门正在关闭,而拖延行动是一笔错误的经济账:在 2020 年之前,电力行业少投资 1 美元就会造成 2020 年之后需要多投资 4.3 美元来补偿增加的排放。

核能发展步伐不会减慢:虽然福岛第一核电站核泄漏事故给核电的未来蒙上了阴影,但 IEA 预测,2011 年~2035 年,全球核电能力将增长 70%,比 2010 年预期略有下滑,因为多数拥有核电计划的国家已经再次确认将加强对核电安全性的监管,但不会减慢核电发展的步伐。

IEA 称,低核未来会为可再生能源创造机遇,但也会助长对化石燃料的需求,最终会对能源价格造成额外上行压力,引起对能源安全的额外关注,使应对气候变化更加艰难、更加昂贵。对于那些本土能源资源有限、一直以来严重依赖核电的国家,后果尤为严重。这对于新兴经济体满足自身迅速增长的电力需求也将变得更具挑战性。

廉价石油时代终结:IEA 指出,虽然在经济增长减速和利比亚石油行业将重返市场的形势下,原油市场的短期压力正在缓解,但到 2035 年,国际平均油价仍将维持在接近 120 美元/桶的水平。石油市场对一小部分产油国的依赖程度将增加,2011~2035 年,全球新增石油需求的逾 90%将由中东和北非地区来满足。如果中东和北非地区的投资额较每年所需的 1000 亿美元低 1/3 的话,消费者可能在近期内面临 150 美元/桶的油价。

IEA 预计,全球石油需求将从 2010 年的 8700 万桶/天增加至 2035 年的 9900 万桶/天,净增长将来自新兴经济体的交通运输需求。

摘自《中国环境报》

2012-01-03

巢湖夏季水华期间水体中溶解性碳水化合物的研究

作者：[叶琳琳](#)，[史小丽](#)，[张民](#)，[吴晓东](#)，[孔繁翔](#)，[YE Lin-lin](#)，[SHI Xiao-li](#)，[ZHANG Min](#)，[WU Xiao-dong](#)，[KONG Fan-xiang](#)

作者单位：[叶琳琳, YE Lin-lin\(南通大学地理科学学院江苏南通226019;中国科学院南京地理与湖泊研究所, 湖泊与环境国家重点实验室, 江苏南京210008\)](#)，[史小丽, 张民, 孔繁翔, SHI Xiao-li, ZHANG Min, KONG Fan-xiang\(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 湖泊与环境国家重点实验室, 江苏南京210008\)](#)，[吴晓东, WU Xiao-dong\(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃兰州, 730000\)](#)

刊名：[中国环境科学](#) 

英文刊名：[China Environmental Science](#)

年，卷(期)：2012, 32(2)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zghjxx201202019.aspx