了一些成果,但是污水成分、活性污泥生物组 成非常复杂,多种毒物对酶的复合影响和抑 制机理的研究以及活性污泥净化污水时起主 导作用的微生物的研究还很不够,因为它不 仅存在于活性污泥中,也可能存在于其它生 物处理系统中.弄清这些微生物的生理生化 特点,对于我们了解生物净化过程的原理以 及运行中的管理都有很大的意义.

参考文献

- [1] Sridhar, M. K. C. et al., Water & Waste Treatment, (S), 35-42 (1973).
- [2] Sridhar, M. K. C. et al., Current Science, 34, 602-605 (1965).
- [3] Sridhar, M. K. C. et al., J. Sci. Ind. Res., 25, 167

(1966).

学

- [4] Rudd, T., et al., J. WPCF, 56(12), 1260 (1984).
- [5] Barron, E. S. G, et al., J. Biol. Chem., 157. 221 (1945).
- [6] Dntka, B. J. et al., Water Res., 17(10), 1363 (1983).
- [7] Jorgensen, K. P., J. WPCF., 56(1), 89(1984).
- [8] Sridhar, M. K. C. et al., Environ. Pollut. 6, 195 (1974).
- [9] Kobayashi, H. et al., Environ. Sci. Technol. 16, 170 (1982).
- [10] Larson, R. J. et al., Water Res., 16, 675 (1982).
- [11] Teuber, M. et al., Eur. J. Appl. Microbiol. 4(3), 185(1977).
- [12] Hirayama, K. K., Water Res., 20(4), 491 (1986).
- [13] Thiel, P. G. et al., Water Res., 1, 191 (1967).
- [14] Beg, S. A. et al., J. WPCF., 54(5), 482 (1982).

(收稿日期: 1990年1月23日)

风对水面油膜运动的影响

苗绿田

(青岛港务局环境工程研究所)

摘要 本文对风引起海面油膜的漂移速度的关系,通过水面紊动剪切应力的平衡理论,推导出风系数的近似计常 公式. 结合有关现场观测资料和风洞模拟试验结果,确定油膜的风漂移速度与风速之比的 经 验 系 数 为 1.6 -3.5%.

关键词 油膜;风系数;漂移速度.

事故性溢油是造成海洋石油污染的主要 原因之一.

一般在短时间内向海中排入大量石油, 属于瞬间点源扩散,以油轮海损事故为常见. 在单位时间内以一定的速率持续地将石油排 入海中,属于连续点源扩散,以沿岸输油设施 及海上石油开采的事故较多.这两种不同形 式均具有时间短而溢油量大的特点,造成污 染的危害性也较大.

目前关于海洋石油污染的综合性研究, 已逐步地开展起来。由于溢油扩散、迁移过 程是个非常复杂的问题,受诸多因素(溢油数 量和物理特性以及潮流、湍流、风)的影响,因 此需要不断地探讨、完善溢油扩散理论,以便 提供发生溢油事故时,制定拦油和收油计划 而控制石油对海洋的污染影响. J

一、影响溢油扩散迁移的因素

随着溢油事故的增加和扩散迁移理论的 深入研究,普遍认为对突发性溢油扩散迁移 起主导作用的已不是溢油本身的物理特性, 而相对是个动力海洋学问题,也就是潮流和 风的作用,往往后者的作用比前者更显著.

当风吹在海面上时,由于风和水的相互 作用使风减速而水被加速,结果由风向水输 送了动能.水从风那里接受的一部分动能消 耗在波的发展,另一部分做为直接使水向下 风向漂流的力.从陆地吹来的风,在距离陆 地不是足够远的海面上,波浪随着吹送距离 的增大而不断地发展.但在一定的风速下,波 浪发展到某一强度时就会停止,把这种波称 为充分发展了的波.风和波浪相互作用问题, 包含这种波的发展的机制,有许多是没有得 到解决的,实际上多采用风漂流速度与风速 比值为风系数的经验规律.目前应用的基本 上有两种方法:

(1) 理论近似公式 图 1 表示大气和水 的边界层上的流速分布, x 为流动方向, z 取 垂直向上方向.当大气上方流动速度为 u_a,海 水表面的漂流速度为 u_a时,由于可以认为 u_a 比 u_a 是足够小,因而在考虑水面以上的空气 流动时,可以忽略 u_a而视海水为静止的,这 时从大气方向来看,单位面积水面上的摩擦 力 τ 表示为:

$$\tau_a = \frac{1}{2} \rho_a u_a^{\gamma} c_{Da} \tag{1}$$

式中, c_{Da} 为大气对水面的摩擦系数; pa 为空 气密度.从水的方向来看,就是以界面的流 速为uo运动座标系的流动,即界面是静止的, 界面的摩擦阻力等于在无限远的下方,水以



图 1 水气边界层流速分布

流速 u。向相反方向流动时作用在界面上的 摩擦阻力,因而与大气的情况一样。从水的 方向来看,单位面积界面上摩擦阻力 τ_w 为: • 59 •

$$\tau_{\nu} = \frac{1}{2} \rho u_{\sigma}^2 c_{Dw} \qquad (2)$$

式中, c_{Dw} 为阻力系数; ρ 是海水密度。当波 浪充分发展以后,大气的动量不再能使波浪 进一步发展,则 $r_a = r_w$,由(1)和(2)式可 得:

$$\rho_a u_a^2 c_{Da} = \rho u_0^2 c_{Dw} \tag{3}$$

Hoult 假定大气和水的两个界面层是相 似的, $回 c_{D_u} = c_{D_w}$, 由(3)式得风系数 k 值 计算式:

$$k = \frac{u_0}{u_a} = \sqrt{\frac{\rho_a}{\rho}} (=3.5\%)$$
 (4)

上述虽然是假设的理论结果,但与通常观测 到油的风漂流速度和风速的关系 确十分一 致.如我国南海实测 $\ell = 3.5\%$ ^[2];日本水岛 重油事故的数学模拟计算中^[3],取 $\ell = 3\%$ 时油膜漂移较实际慢, $\ell = 4\%$ 时又较快, $\ell = 3.5\%$ 时与实际状况相符合.

然而上述理论有两点不足之处,其一是 假设大气和水的两个界面层是相似的;其二 是所使用的 *c*_{Da} 为足够高处的值,一般取 *u*_a 为 100 m 高度的风速,而通常使用的是在 10 m 高度的陆地或海上所观测的风速 *u*₁₀,显然 *u*_a > *u*₁₀ 而存在着差值的影响.

关于前一假定,非常接近大气界面层与 平面上发展的乱流界面层,服从对数分布规 律:

$$u_z = \frac{u_*}{k} \log\left(\frac{z}{z_0}\right) \tag{5}$$

式中, k 为卡门常数, u* 为摩擦速度, z₀为上 式假定原点的粗糙度.另外水面下的流速分 布,到近期才由 Wu 和 Shemdin¹⁵¹ 等在实

表1 不同气温和海温的P值、7值

大气稳定度	A—B 类	C 类	D 类	E-F 类
P值 7值	0.0966	0.1657	0.2468	0.3608

验室内测定,除了由波浪的影响而不能直接测定接近水面的部分外,结果表明与(5)式一

峑



图 2 风速与海面粗糙度的关系

样服从对数分布规律. 至于后一点 $u_a > u_1$ 的差值,由于 u_a 离开海面 100m 高处时, u_a 就不遵守(5)式规律,实际上是 $u_{100} = u_{10}$ 的 换算问题. 图 2 表示风速在 15m/s 以下时, 静止水面与一般波动水面的粗糙度 z_0 相差 $10^{-5}-10^{-7}$ cm 左右,当海面有油膜时,实际的 z_0 比上述测试的结果偏小,一般 u_{10} 比 u_{20} 小 15-20%. 如在研究黄岛油港的突发性溢油 事故的应急对策问题时,一般认为应用与其 隔海相望的团岛气象站累年观测资料是有代 表性的,必须将团岛气象站离发 16m 高度观 测的风速,换算到海面以上 10m 高度的风速 值. 在大气边界层几百米高度内,风速随高 度的变化规律可用指数方程式表示:

$$u_{10} = u_z \cdot \left(\frac{10}{z}\right)^p \tag{6}$$

式中, z 是团岛气象站风速观测高度; u_z 是 该高度观测的风速值; P 是与大气稳定度有 关的经验常数. 令 $\eta = (10/z)^p$ 即(6)式中 的风速换算系数. 根据现场风速梯度观测 资料统计,按照气温和海水温度差,把大气层 结状态分为不同稳定度,分别算出P值及换 算系数 η 值见表 1.

另外要使 *c_{Da} = c_{Dw}*,由平板界面层类

推在大气界面层和海面下的界面层的粗糙度 雷诺数

$$\left(\operatorname{Re}=\frac{u_{*}z_{0}}{\nu}\right)$$

必须相等.这是由 Wu¹⁵¹ 同时测定水面上下的粗糙度 Re,在以表面张力波为主的领域中,大气的粗糙度 Re 比水中的约大 10 倍左右.因此在现阶段 *cDa*=*cDu* 的假设很难说是被证实了,不能避免如上所述的疑虑,但上述的担心又不能说明以下事实:

③即使仅有风也产生风漂流. ②在小规 模风-水槽内试验时,水面上加入表面活性剂 后,当把波动压紧而风漂流的速度也不变.

故理论推导的近似结果仍被广泛地使用.

(2) 经验估算公式^[1]

在浅海风漂流的研究中,公认厄克曼公 式有一定的适用性. Ekman 根据 Mohn 和 Nansen 在海上观测的大量资料,经统计得出 在动力粗糙面的条件下,海面风漂流速度 u, 与参考高度风速 u,的关系:

$$K = \frac{u_0}{u_a} = \frac{0.0127}{\sqrt{\sin \phi}}$$
(7)

式中, &为风系数; &为观测点所处地理纬度.上式表明 &为常数,即所观测的海域 & 值 不变,故不难得出风漂流速度.例如胶州湾地处 36°N 左右,则 &= 0.0166; 深圳湾位于 22°N 左右,则

と == 0.0207。
表 2 と値风洞试验的平均结果

	薄油膜	纸片	薄泡沫塑片
k (%)	1.60	1.62	2.64

以上式估算的结果,只适合于较薄油膜的状况.对于油包水厚片层的状况,所取的 & 值要比上式偏大.例如在日本水岛重油事 故中,初期阶段油层较厚,所取 & 值为 3.5% 时与实际的漂移状况相符;同时 Smith¹⁴ 在

11 卷 6 期

环 境 《托雷肯阳》号油轮溢油事故中,进行的现场 观测所表明,在英国的航道中浮油运动的速 度为风速的 2.4-4.6% 之间。由此说明油膜 的厚薄程度是取 k 值的参考条件。

二、讨 论

从厄克曼的统计规律到理论推导的近似 结果,风系数 & 值范围大约在 1.6-3.5% 左 右,这与大量溢油所处的不同阶段有关,也就 是溢油初期的油膜较厚而后期较薄有所不 同.

关于浮油在水面上的运动特性,O'Brien^[3] 在风洞中所进行的静水试验指出,风引起的 薄油膜运动速度和同样情况下净水中水质点 的速度一样. 当在大雷诺数时, 试验的平均 风速为5—10m/s,浮油的运动速度仅为风速 的 2.7-3.2%。

笔者在黄岛油港扩建二期工程的环境评 价中,于青岛海洋大学大型风-水槽(84m × 2m×2m)内,分别对原油、纸片、薄泡沫塑片 三种漂浮模拟物进行风洞试验,试验风速为 3.4-10.6m/s的情况下,风漂流的速度与风

科

堂

• 61 •

速之比的平均 k 值见表 2. 不难看出薄油膜 的试验结果与厄克曼的规律相一致; 而泡沫 塑料片与溢油初期阶段相似,有一部分露出 水面,它除了受到风的水平切应力的作用外, 还直接受风力的吹送,所以试验结果比薄油 膜偏大。国内仅有南海实测 k 值为 3.5% 的 报道.

综上论述,风引起海面油膜的漂移,可用 水面紊流剪切应力的平衡理论予以估算风系 数的大小,一般油膜的风漂移速度约为水面 以上 10m 高处风速的 1.6-3.5% 左右. 根据 溢油扩散的不同阶段,即油膜的薄厚程度选 取风系数值以做符合实际的预测预报,提供 拦油、收油计划的参考依据,保护海洋环境。

参考文献

- [1] 苗绿田,海洋科学,7(6),28(1983).
- [2] 黄礼贤等,环境科学丛刊,3(1),10(1982).
- [3] 信行玉井,王水田译,水道港口,12(4),45 (1982)
- [4] Smith. J. E., Torrey Canyon Pollution and Marine Life, pp. 38-39 Marine Biological association of the Utited Kingdom, Cambrise University Press, 1968.

(收稿日期: 1990年1月9日)

HUAN JING KEXUE Vol. 11 No. 6, 1990

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Calmodulin DNA and ATP. Finally, some ameliorative measurements of Al-toxic soils have also been discussed. Wey Kords: aluminum, soil acidification, aluminum speciation, phytotoxicity, amelioration of Al-toxic soils.

An Economic Evaluation of A White-Water Recovery Project in the Papermaking Mill.

Wang Zhewen, Liu Zengxiang (Xi'an Municipal Institute of Environmental Protection, Shanxi Province); Lu Liangneng (Xi'an University of Electronic Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 46-49.

The paper deals with economic evaluation of investment in a white-water recovery project. The theory and approaches in calculation and target system of evaluation in economic analysis have been discussed. The result shows that economic benefit the be achievable in the proient

ject. Key Words: economic evaluation, recovery of white water, economic benefit.

Analysis of the Characteristics of Regional Ecological-Economic System in Dali Autonomous Prefecture, Yunnan Province.

Du Baoquan (Dali Autonomous Prefectural Bureau of Environmental Protection, Yunnan Province): Chin. J. Environ. Sci., 11(6), 1990, pp. 50--54.

The author has analyzed the dynamic relations among the subsystems of population, resources, economy and environment with a view to the regional ecological-economic system in Dali Autonomous Prefeture, southwest China. The economy in the region has been developing rapidly since 1949, however, the ecological system is deteriorated so seriously that it will affect sustained development of economy. The author propose that a strategy for controlling the deterioration should be taken such as hirth control, conservation of forest, adjustment of economic structure and control of environmental pollution.

Kyy Words: ecological-economical system, characterics, southwest China.

A Review on the Researches of Enzyme in Activated Sludge System.

Xu Xiaolu, Sen Xiuyin, Jiang Jinqin (Department of Geography, Zhejiang Normal University, Jinhua City): *Chin. J. Envirron. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 54-58.

Reviewed in this article are the current studies abroad on enzyme in raw domestic sewage, sludge of septic tank, activated sludge, the bacteria and protozoa that play significant role during sewage treatment, In the process of hydrolysis and decomposition of organic matter, the bacteria practically play the exclusive role, while the protozoa act on flocculation and oxidation in sludge. This article also describes the relationship of enzymatic activities in activated sludge and quality of effluent. Toxic matter such as heavy metals will inhibit enzymatic activities because heavy ions associate with mercapto-(-SH). **Key Words:** domestic sewage, activated sludge, enzyme, bacteria, protozoa.

Ocean Oil-slick Movement under the Influen ce of Wind.

Miao Lutian (institute of Environmental Engineering, Port Office of Qingdao): Chin. J. Environ. Sci., 11(6), 1990, pp. 58-61.

The relationship between the advection of oil slick on the sea surface and the wind speed has been studied in this paper. An approximate formula used in calculation of ratio of the wind-driven currents to the wind speeds is derived itself from consideration of the balance between the trubulent shear stresses on the air-sea interface. Combining the field observation and the wind-tunnel experiments in the laboratory, it is established that the wind factor, i.e. the ratio of wind-driven currents to the wind speeds, is roughly 1.6-3.5%. The results obtained in this paper are available to the projects and techniques for controlling an oil spill and recovering the oil after an oil spill.

Key Words: ocean, oil-slick movement, wind.

Assessment of Environmental Quality in A Region Supported by Software PURSIS of Geographic Information System (GIS).

Ren Jinsong (Center of Environmental Center, Peking University, Beijing); Ren Fuhu (Institute of Remote Sensing, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(6), 1990, pp. 62-67

In this paper, a fresh attempt has been made in evaluating environmental quality of a region by GIS-PURSIS. The authors have designed an expansion method with scartering point insertion or tendency-plane simulation instead of what the conventional method emphasizes the data of monitoring points, applies them to spatial assessment, then graphs the distribution of pollutant concentrations on maps. The new method has been applied to assessment of environmental quality in Meizhou Bay, Fujian Province, and a scientific and practical result has been acheived.

Key Words: Spatial assessment of environmental quality, geographic information system, Meizhou Bay.