

有机农药六六六对胶州湾海域水质的影响 污染源变化过程

杨东方^{1,3}, 苗振清¹, 丁咨汝², 徐焕志¹, 曹根庭¹

(1. 浙江海洋学院 海洋科技学院, 浙江 舟山 316000; 2. 舟山海洋环境监测预报中心, 浙江 舟山 316000; 3. 国家海洋局 北海环境监测中心, 山东 青岛 266033)

摘要: 根据 1979~1984 年(缺少 1980 年)的胶州湾水域调查资料, 分析有机农药六六六(HCH)在胶州湾水域的水平分布和污染源变化。研究表明: 在 1979~1984 年(缺 1980 年)期间, 由于我国在 1983 年禁止 HCH 的使用, 胶州湾水域 HCH 的污染源发生了很大变化, 分为 3 种类型: 重度污染源、轻度污染源以及没有污染源, 并用 3 个模型框图来表示, 展示了 HCH 污染源的变化过程。在 HCH 的禁用前后, HCH 污染源的含量、水平分布、输入方式和污染程度都发生了变化。然而, 唯一不变是 HCH 的污染源是面污染源, 甚至是在没有污染源情况下, 进入胶州湾水域的 HCH 来源也是面来源。

关键词: HCH; 水平分布; 污染源变化; 禁用; 胶州湾

中图分类号: X55 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2011)05-0112-05

六六六(HCH)作为有机氯农药是 1825 年法拉第首先制造成功的, 直到 1946 年英国帝国化学公司在对其杀虫效力进行深入研究之后, 才投入了正式的工业化生产。HCH 杀虫力极强, 对于农业上几种主要害虫都可以起到防治作用, 所以在我国 20 世纪 60~80 年代广泛的使用, 大量的残留在土壤底泥中, 对环境造成持久性的污染。陆地上的残留, 最后进入水体^[1-7], 研究水体中 HCH 的污染源含量变化, 对了解 HCH 对环境造成持久性的污染有着非常重要的意义。

本文根据 1979~1984 年(缺少 1980 年)胶州湾的调查资料, 研究在 1983 年禁用前后 HCH 在胶州湾海域的污染源变化及其变化特征和过程, 为判断和治理 HCH 对环境的污染程度提供科学理论基础。

1 调查水域与研究方法

1.1 胶州湾自然环境

胶州湾是一个半封闭的深入内陆的天然海湾, 位于黄海中部, 山东半岛南部。胶州湾位于 35°55'~36°18', 东经 120°04'~120°23', 面积为 390 km², 平均水深为 7 m, 最大水深为 50 m, 是一个半封闭型海湾, 周围为青岛、胶州、胶南等市县区所环抱(图 1)。胶州湾入海的河流十几条, 其中径流量和含沙量较大的为大沽河和洋河。

1.2 数据来源与分析方法

本文分析时所用调查数据由国家海洋局北海监

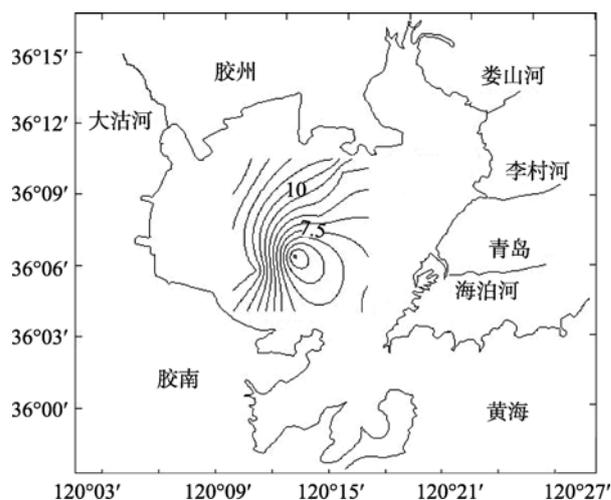


图 1 1979 年 8 月表层 HCH 的分布(µg/L)

Fig. 1 HCH distribution in surface water of Jiaozhou Bay in August 1979(µg/L)

测中心提供。胶州湾水体 HCH 的调查^[8-9]是按照国际标准方法, 这个方法与古堂秀等^[7]是一致的。

在 1979 年 5 月、8 月、11 月; 1981 年 4 月和 8

收稿日期: 2010-06-10; 修回日期: 2010-08-11

基金项目: 国家海洋局海洋溢油鉴别与损害评估技术重点实验室基金资助项目(07EMC08); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX 2-207); 国家海洋局北海监测中心主任科研基金资助项目(05EMC16)

作者简介: 杨东方(1962-), 男, 陕西延安人, 教授, 研究方向: 海洋环境学、生态学、生物地球化学, E-mail: dfyang@shfu.edu.cn

月; 1982年4月、6月、7月和10月; 1983年5月、9月和10月; 1984年7月、8月和10月, 进行胶州湾水体HCH的调查^[8-9]。

2 结果

2.1 1979年8月HCH水平分布

1979年8月, 表层HCH含量的等值线展示在大沽河入海口的近岸区域, 形成了HCH的高含量区(图1), HCH含量为12.480 μg/L。在胶州湾水体中沿着大沽河的河流方向, HCH的含量在递减(图1)。HCH的含量值从大沽河入海口的近岸区域向湾中心区域由12.480 μg/L降低到5.393 μg/L。

2.2 1981年8月HCH水平分布

1981年8月, 表层HCH含量的等值线展示在海泊河和李村河的这两个入海口中间的近岸区域(图2), 以此区域为中心形成了HCH的高含量区, 以此高含量区为中心, 形成了一系列不同梯度的半个同心圆。HCH含量从中心高含量4.427 μg/L沿梯度降低。HCH的值从湾的东北沿岸区域向湾中心区域由4.427 μg/L降低到0.167 μg/L, 在胶州湾水体中沿着海泊河、李村河和娄山河的河流方向, HCH的值在递减(图2)。

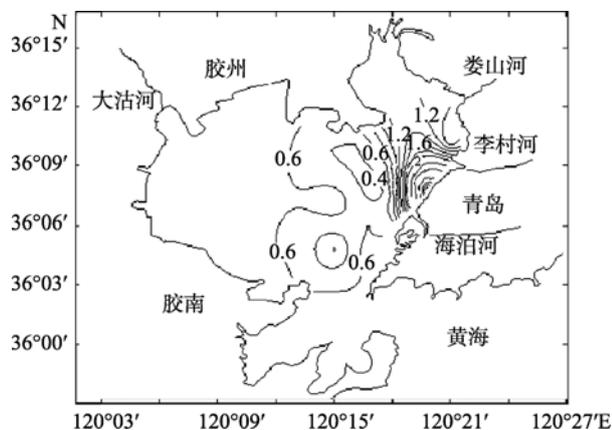


图2 1981年8月表层HCH的分布(μg/L)

Fig. 2 BHC distribution at the surface in Jiaozhou Bay in August in 1981(μg/L)

2.3 1982年6月HCH水平分布

1982年6月, 表层HCH含量的等值线(图3)以李村河的入海口为中心, 形成了一系列不同梯度的半个同心圆。HCH含量从中心相对较高含量0.790 μg/L沿梯度降低。HCH的值从湾的东北沿岸区域向

湾中心区域由0.790 μg/L降低到0.473 μg/L, 在胶州湾水体中沿着李村河的河流方向, HCH的值在递减(图3)。

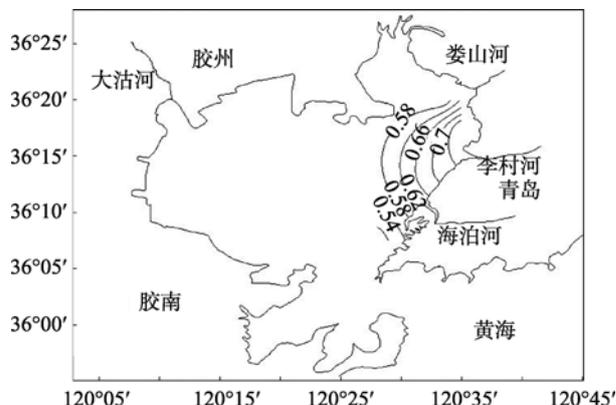


图3 1982年6月表层HCH的分布(μg/L)

Fig. 3 HCH distribution at the surface in Jiaozhou Bay in June in 1982(μg/L)

2.4 1983年5月和9月HCH水平分布

在1983年5月和9月, 在胶州湾水域, 水体中表层HCH的水平分布状况是其含量大小由北部的近岸向南部的湾口方向递减。表层HCH含量的等值线(图4, 图5)几乎平行于北部的海岸线, 并且形成了一系列不同梯度的平行线。在5月, HCH从0.461 μg/L降低到0.144 μg/L(图4); 在9月, 从0.768 μg/L降低到0.325 μg/L(图5)。在5月, 在湾口有3个低值区域, 形成了一系列不同梯度的低值中心, 由外部到中心降低, 在外部的HCH含量为0.29、0.27 μg/L。在湾口外部, 表层HCH含量的等值线形成了平行于湾口两岸连线的一系列不同梯度的平行线, 从湾口向湾外方向递减(图4)。

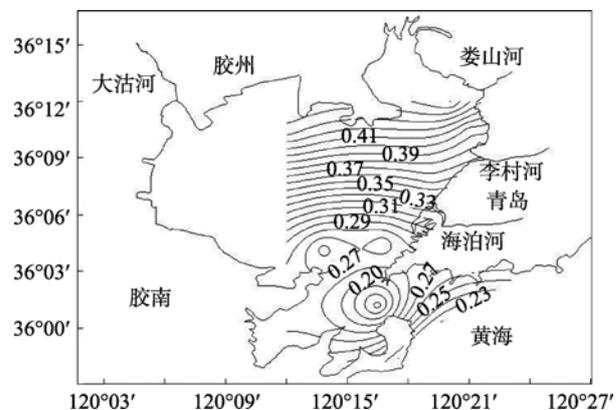


图4 1983年5月表层HCH含量的分布(μg/L)

Fig. 4 HCH content distribution at the surface in Jiaozhou Bay in May in 1983(μg/L)

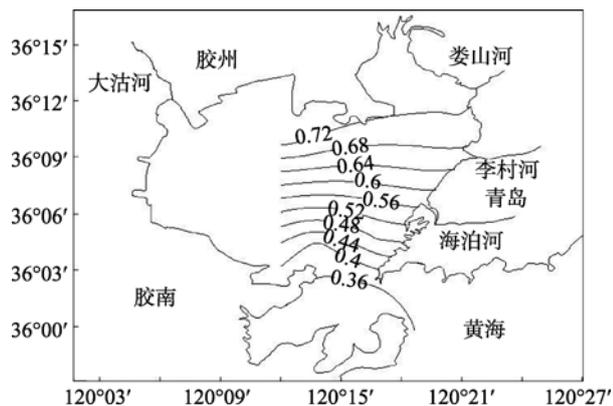


图 5 1983 年 9 月表层 HCH 含量的分布(μg/L)

Fig. 5 HCH content distribution at the surface in Jiaozhou Bay in September in 1983(μg/L)

2.5 1984 年 7 月和 10 月 HCH 水平分布

在 1984 年 7 月和 10 月, 在胶州湾水域, 水体中表层 HCH 的水平分布状况是表层 HCH 含量的等值线(图 6, 图 7)几乎平行于北部的海岸线, 并且形成了一系列不同梯度的平行线。在 7 月, 其含量大小由北部的近岸向南部的湾口方向递减, 从 0.255 μg/L 降低到 0.086 μg/L(图 6); 10 月的水平分布与 7 月的减少方向相反, 在 10 月, 其含量大小由北部的近岸向南部的湾口方向递增, 从 0.097 μg/L 增加到 0.156 μg/L(图 7)。在 10 月, 在李村河口有一个低值区域, 形成了一系列不同梯度的低值中心, 由外部到中心降低, 在外部的 HCH 含量为 0.117 μg/L 降低到中心 0.097 μg/L(图 7)。

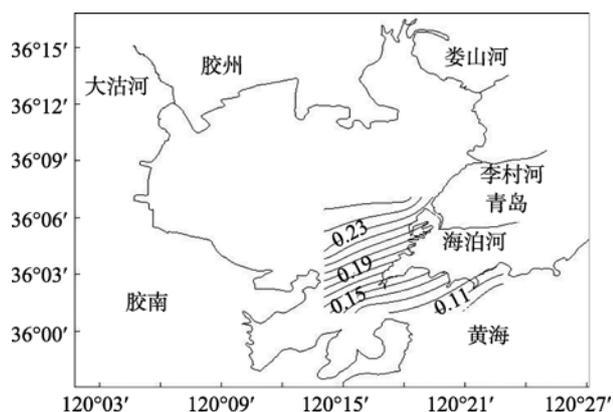


图 6 1984 年 7 月表层 HCH 含量的分布(μg/L)

Fig. 6 HCH content distribution at the surface in Jiaozhou Bay in July (μg/L)

3 讨论

3.1 污染源的变化

在 1979~1984 年(缺 1980 年)期间, 由于 1983 年

我国对 HCH 的禁用, 胶州湾水体中 HCH 的含量逐年都在减少, 而且, 含量越高, 相应的月份含量减少幅度就越大^[10]。作者定义 HCH 的污染源在禁用前为重度污染源, 在禁用后为轻度污染源, 以及没有受到 HCH 的污染, 得到 HCH 污染源三种类型: 重度污染源、轻度污染源以及没有污染源。

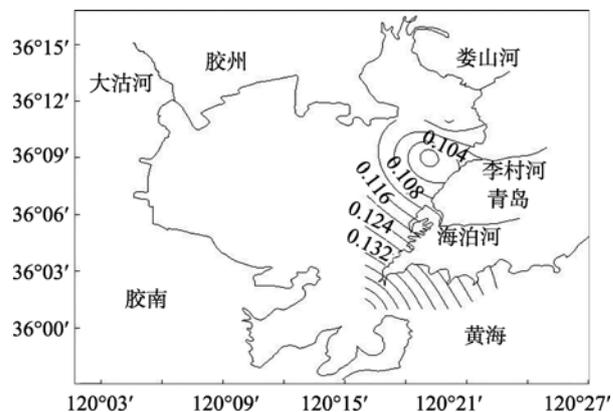


图 7 1984 年 10 月表层 HCH 含量的分布(μg/L)

Fig. 7 HCH content distribution at the surface in Jiaozhou Bay in October (μg/L)

1) 重度的污染源 1979 年 8 月, 1981 年 8 月和 1982 年 6 月的 HCH 水平分布表明, HCH 污染源在入海口的近岸区域, HCH 值范围为 0.790 ~ 12.480 μg/L。在土壤中残留大量的 HCH 通过地表径流方式汇入河流, 由入湾河流输送到近岸水域, 在近岸水域 HCH 含量形成了 HCH 的高含量区, 在河流的输送下, 以此高含量区为中心, 形成了一系列不同梯度的半个同心圆。这样, 在胶州湾水体中沿着河流的方向, HCH 的值在递减。因此, 河流输送 HCH 入海, HCH 的污染源是面污染源。

2) 轻度的污染源 1983 年 5 月、9 月和 1984 年 7 月的 HCH 水平分布表明, HCH 污染源在入海口的近岸区域, HCH 值范围为 0.255 ~ 0.768 μg/L。在土壤中残留的 HCH 通过地表径流方式汇入近岸水域。而且, HCH 的含量很低, 在近岸水域 HCH 含量形成了几乎平行于北部的海岸线, 并且形成了一系列不同梯度的平行线, 表层 HCH 的含量由北部的近岸向南部的湾口方向递减。因此, 地表径流直接输送 HCH 入海, HCH 的污染源是面污染源。

在胶州湾北部沿岸水域, 没有入海的河流。在胶州湾近岸水域就没有显示以某点近岸水域为中心的 HCH 较高含量。而且, HCH 通过河流输入近岸水域和通过地表径流直接输入近岸水域的含量是一样的,

非常低。因此, 通过分析 1983 年 5 月和 9 月 HCH 含量变化的水平分布, 发现土壤中残留的 HCH 通过地表径流方式汇入近岸水域, 并且 HCH 的含量很低。HCH 来源是面来源。

3) 没有污染源 1984 年 10 月的 HCH 水平分布表明, HCH 污染源在近岸水域是没有的。在北部近岸水域 HCH 含量形成了一系列不同梯度的一个低值中心。在南部水域 HCH 的含量很低, 形成几乎平行于北部的海岸线, 并且形成了一系列不同梯度的平行线, 其含量大小由南部的湾口向北部的近岸方向递减。因此, 海流输送 HCH 入胶州湾水域, HCH 的来源于外海。

3.2 污染源的变化特征

在 1979~1984 年(缺 1980 年)期间, 通过胶州湾水体 HCH 的含量大小、水平分布和输入方式的分析, 发现在 1983 年我国对 HCH 的禁用前后, HCH 污染源的变化特征有很大的不同。在禁用前, HCH 污染源的含量为 0.790 ~ 12.480 $\mu\text{g/L}$, 在禁用后, HCH 污染源的含量为 0.255 ~ 0.768 $\mu\text{g/L}$; 在禁用前, HCH 污染源的输入方式为半圆式, 在禁用后, HCH 污染源的输入方式为平行式; 在禁用前, HCH 污染源的输入方式为河流, 在禁用后, HCH 污染源的输入方式为地表径流。

染源的输入方式为河流, 在禁用后, HCH 的污染源的输入方式为地表径流; 在禁用前, HCH 的污染源为重度污染源, 在禁用后, HCH 的污染源为轻度污染源。特别是在禁用后, 在近岸水域出现了 HCH 的低值中心 0 ~ 0.156 $\mu\text{g/L}$, 没有 HCH 污染源, 通过水平分布展示 HCH 对胶州湾水体的输入, 来源于外海, 其方式是外海海流输送(表 1)。

在 1979 年~1984 年(缺 1980 年)期间, 在 1983 年我国对 HCH 的禁用前后, HCH 的污染源均为面污染源。甚至是在没有污染源情况下, 进入胶州湾水体的 HCH 来源也是面来源。

3.3 污染源的变化过程

在 1979~1984 年(缺 1980 年)期间, 在胶州湾水体中 HCH 的含量逐年都在减少^[10], 我国在 1983 年对 HCH 禁用, HCH 的污染源变化过程出现三个阶段: 重度污染源、轻度污染源以及没有污染源, 可以用三个模型框图来表示(图 8)。反之, HCH 的污染源状况通过模型框图来确定, 就能分析知道属于重度污染源、轻度污染源以及没有污染源的那个阶段。对此, 三个模型框图展示 HCH 的污染源的变化过程。

表 1 HCH 污染源在禁用前后的变化特征

Tab. 1 Characteristics of HCH pollution sources changes during the fore-and-aft of HCH prohibition

时间	含量($\mu\text{g/L}$)	水平分布	输入方式	污染源程度	禁用前后
1979~1982 年	0.790 ~ 12.480	半圆式	河流	重度污染源	禁用前
1983~1984 年	0.255 ~ 0.768	平行式	地表径流	轻度污染源	禁用后
1984 年 10 月	0 ~ 0.156	低值中心	外海海流	没有污染源	禁用后

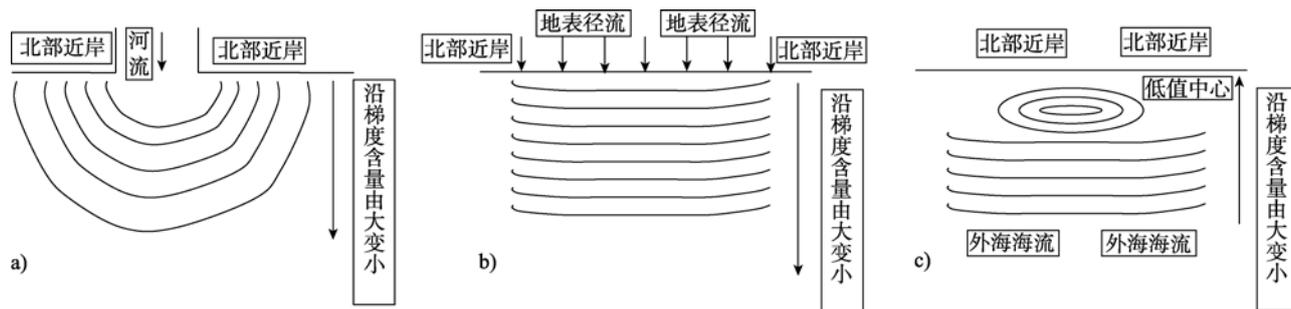


图 8 HCH 污染源变化过程

Fig. 8 The change process of the HCH pollution of sources

a. the severe HCH pollution sources before the prohibition HCH use; b. the light HCH pollution sources after that of HCH use; c. the no HCH pollution sources

a. 禁用前的 HCH 严重污染源; b. 禁用后的 HCH 轻度污染源; c. 没有 HCH 污染源

4 结论

在 1979~1984 年(缺 1980 年)期间, 由于我国在 1983 年禁止 HCH 的使用, 胶州湾水域 HCH 的污染

源发生了很大变化。在 HCH 的禁用前后, HCH 污染源的含量由高值变为低值, 其水平分布由半圆式变为平行式, 其输入方式由河流变为地表径流, 其污染源程度由重度污染变为轻度污染。特别是在禁用

后,在1984年10月胶州湾水域没有HCH污染源,其来源于外海,其方式是外海海流输送。而且,用三个模型框图来表示重度污染源、轻度污染源以及没有污染源,展示了HCH污染源的变化过程。

在1979~1984年(缺1980年)期间,对HCH的禁用前后,HCH的污染源唯一不变的是均为面污染源。甚至是在没有污染源情况下,进入胶州湾水域的HCH来源也是面来源。

参考文献:

- [1] 华小梅,单正军.我国农药的生产、使用状况及其污染环境因子分析[J].环境科学进展,1996,4(2):33-45.
- [2] Colborn T,Smolen M G, Rollland R. Environmental neurotoxic effects: The search for new protocols in functional teratology[J]. Toxicol and Health, 1998, 14: 9-13.
- [3] 赵玲,马永军,董爱平.宁波农业生态环境污染现状研究[J].农业环境与发展,2002,4:15-17.
- [4] 杨科璧,王建中,张平,等.六六六在自然界中的环境行为及其危害消除研究现状[J].河南农业科学,2006,10:67-70.
- [5] 张玉廷,肖彦春,刘艳.辽东湾鲑鱼圈水域螺类水产品中六六六农药污染调查[J].辽宁农业职业技术学院学报,2006,8(4):10-12.
- [6] Savinov V M, Savinova T N, Matlshov G G, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and organochlorines (OCs) in bottom sediments of the Guba Pechenga, Barents Sea, Russia[J]. Sci Total Environ, 2003, 306(1): 39-56.
- [7] 古堂秀,徐贤义,张添佛.渤海湾的有机氯农药和多氯联苯[C]//中国科学院海洋研究所.海洋科学集刊.1988:29:77-85.
- [8] 杨东方,高振会,曹海荣,等.胶州湾水域有机农药六六六分布及迁移[J].海岸工程,2008,27(2):65-71.
- [9] 杨东方,郭军辉,丁咨汝,等.胶州湾水域有机农药六六六分布及残留量[J].海岸工程,2010,29(2):72-76.
- [10] 杨东方,陈豫,吴绍渊,等.胶州湾水域有机农药六六六受到禁用的影响 1.含量的年份变化[J].海洋科学,2010,34(12):52-56.

Effect of HCH use prohibited in the Jiaozhou Bay Waters II. the change process of the HCH pollution sources

YANG Dong-fang^{1,3}, MIAO Zhen-qing¹, DING Zi-ru², XU Huan-zhi¹, CAO Gen-ting¹
(1. Marine Science College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316000, China; 2. Zhoushan Sea Environmental Monitoring Center, Zhoushan 316000, China; 3. North China Sea Environmental Monitoring Center, SOA, Qingdao 266033, China)

Received: Jun., 10, 2010

Key words: HCH; horizontal distribution; pollution source change; prohibition; Jiaozhou bay

Abstract: By investigation data in Jiaozhou bay waters from 1979 to 1984(absent of 1980), the horizontal distribution and pollution source change of HCH in Jiaozhou Bay are analyzed. The results showed that in Jiaozhou bay the pollution source of HCH greatly changed because of the prohibition of HCH use in China in 1983 during from 1979 to 1984(absent of 1980). The pollution source change was divided into three types: heavy pollution source, light pollution source and no pollution source, which was respectively expressed with three model sketches, exhibiting the change process of HCH pollution sources. Before and after the prohibition, largely changed were the content, horizontal distribution, import way and pollution source degree. However, only area pollution source changed in the HCH pollution source, even in the case of no pollution, the HCH source into the Jiaozhou bay waters was area source.

(本文编辑:张培新)