

Online Analysis on Temperature Anomaly of Oceanographic Hydro Survey Data*

Honglei Dai¹, Chunyu Wang², Maoyi Tian¹, Litao Han¹

¹College of Geomatics, Shandong University of Science of Technology, Qingdao

²Weifang Henxin Engineering Consulting Company, Weifang

Email: Dai.Honglei2011@gmail.com

Received: Jul. 19th, 2013; revised: Aug. 22nd, 2013; accepted: Sep. 3rd, 2013

Copyright © 2013 Honglei Dai et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Based on the collected data of the US East Coast over the last 30 years (1977 to 2011), this paper introduced the IOOS system which can automatically analyze and plot the temperature change curve and the temperature anomaly change diagram, analyzed and discussed the oceanic temperate change pattern, and verified the global climate warming trend.

Keywords: Integrated Ocean Observing System; Temperate and Temperature Anomaly; Gunplot; Oceanic Hydro Survey Data

海洋水文水温采样数据在线分析*

戴洪磊¹, 王春玉², 田茂义¹, 韩李涛¹

¹ 山东科技大学测绘学院, 青岛

² 潍坊恒信工程咨询有限公司, 潍坊

Email: Dai.Honglei2011@gmail.com

收稿日期: 2013年7月19日; 修回日期: 2013年8月22日; 录用日期: 2013年9月3日

摘要: 基于美国东部沿海过去 30 多年来(1977~2011)的海洋水文采样数据, 介绍了基于网络 GIS 的可自动分析和绘制海洋温度变化及温度异常值变化的 IOOS 在线系统, 分析和讨论了美国东部沿海在过去 30 多年来的海洋温度和温度异常值的变化规律和分布模式。通过数据分析, 验证了海洋气候的持续升高趋势。

关键词: IOOS 系统; 温度和温度异常; Gunplot; 海洋水文采样数据

1. 引言

随着越来越多的关于温室气体和温室效应的研究和讨论, 全球气候变暖成为过去一个多世纪以来的研究热点^[1-3]。许多环境科研工作者在陆地上进行了大量的观测和实验, 已经验证了全球变暖确实已经发生了很长时间^[4-7], 本文将从海洋监测温度的变化出发, 验证全球变暖趋势。

下面采用集成海洋观测系统(Integrated Ocean Observing System—IOOS)的第四个选项“Temperature & Salinity Anomalies (By Region), 见图 1”, 对海洋水文温度变化和温度异常值变化进行在线分析。

IOOS 系统是利用开源软件 Gnuplot^[8]作为绘制温度和温度异常变化图形的工具, 采用 Perl 脚本语言作为主要编程语言, Apache HTTP Server 作为主要网络应用程序服务器引擎, Oracle 10g 为后端数据库。科研人员可以使用此系统很容易地从后端海洋水文采

*基金项目: 山东省“泰山学者”建设工程专项经费资助。

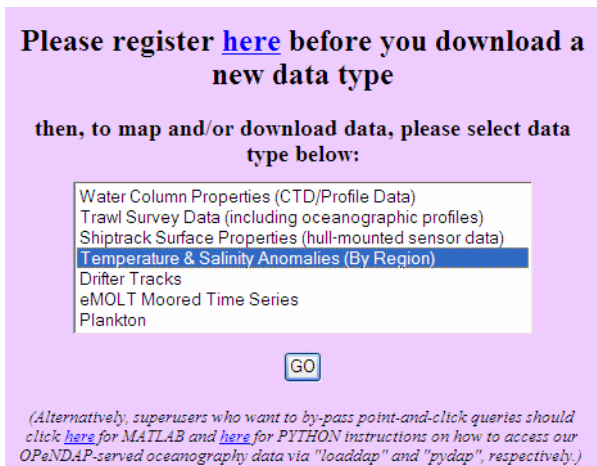


Figure 1. User interface of IOOS
图 1. IOOS 系统界面

样数据库中提取符合用户选择的数据，生成温度变化曲线或者某区域的温度异常变化直方图，同时可以下载以文本格式保存的绘图数据等。

2. IOOS 系统体系结构

图 2 为 IOOS 系统设计的三层应用程序体系结构，包括客户端组件，Apache HTTP 服务器端组件和

Oracle 数据库端组件^[9,10]。用户在客户端的系统界面通过选择不同选项进行各种查询，然后提交到 HTTP 服务器端。HTTP 服务器接收到用户查询参数后，生成 SQL 查询语句，然后提交到 Oracle 数据库端检索用户所需数据。Oracle 数据库完成数据检索之后，HTTP 服务器将调用 Perl 脚本程序预先处理和格式化检索后的数据，传输到 Gnuplot 绘制海洋温度和温度异常变化的图形，最后系统将图形传送回客户端的用户。如果用户在客户端修改了任何查询参数，并将新的查询参数提交给 HTTP 服务器，则系统又开始另一个生成海洋温度曲线和温度异常值变化直方图的循环。此系统适用于利用各种不同工具和方法采集的海洋温度数据的在线分析。

3. 海洋温度和温度异常图形绘制

从 1977 年起，东北渔业科学中心开始采集包括东缅因湾(GOM East—Gulf of Maine East)，西缅因湾(GOM West)，乔治峡区(GB—Gorges Bank)，北中大西洋海岸(MAB—Mid-Atlantic Bight North)和南中大西洋海岸(MAB South)5 个区域的海洋水文数据，并以

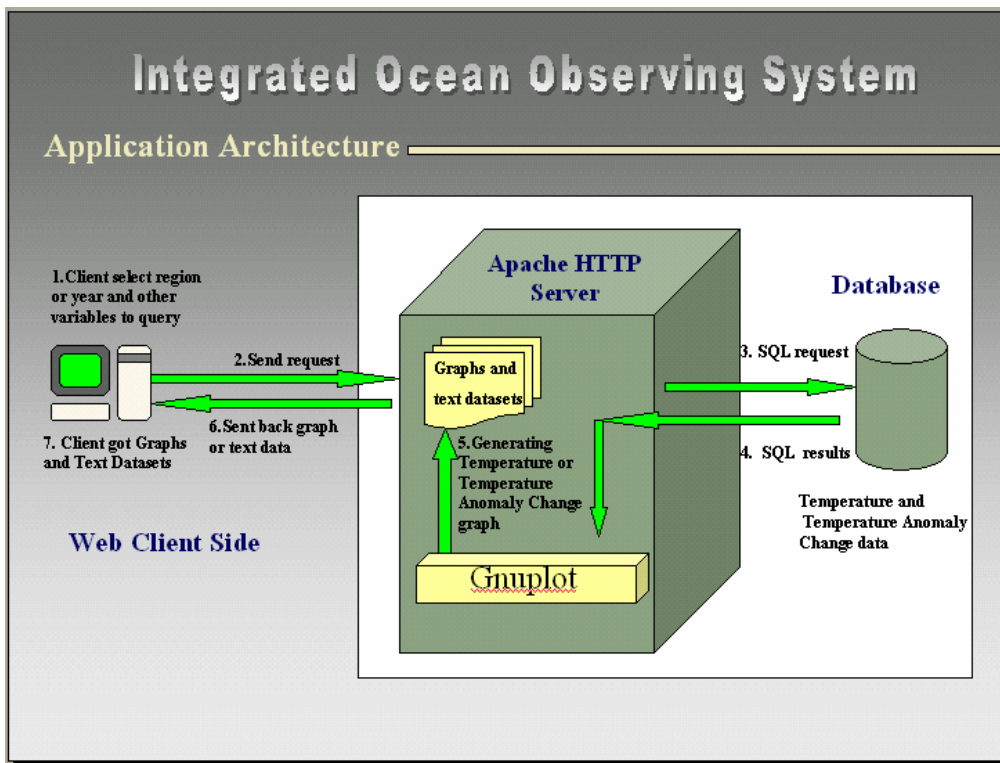


Figure 2. System infrastructure of IOOS
图 2. IOOS 系统体系结构

采集航次为单位存储在 Oracle 空间数据库中。用户可以查询不同区域在不同时间段的海洋温度和温度异常的变化情况，利用 IOOS 系统可以绘制每个区域在某时间段的温度变化曲线和温度异常变化的直方图 2 种不同的图形。

3.1. 海洋温度变化曲线的绘制

IOOS 系统向用户提供下面 2 种绘制温度变化曲线的方式：

1) 针对特定区域的温度变化分析：即用户从 5 个地理区域中先选择某一地理区域，然后绘制此区域在一年或者多年内的海洋温度变化曲线；

2) 针对特定年度的温度变化分析：即用户先选择某一特定年度，然后绘制某个地理区域或者多个地理区域在此年内的温度变化曲线。

对于上面这两种绘图方式，IOOS 系统均向用户提供海洋表面温度和海底温度两个绘图类别。比如，图 3 是用户利用选项 1)绘制的北中大西洋海岸在 1977 年到 2011 年间海洋表面温度的变化曲线情况。

在图 3 中，左侧是用于绘制右侧北中大西洋海岸

在 1977 年到 2011 年之间的温度变化曲线的海洋表面温度数据，图中由多种不同颜色的曲线代表不同年度的温度变化。在这些曲线的走势上，用户可以看到北中大西洋海岸的海洋表面温度在不同年代的区别以及在这 34 年间整体的温度变化模式。其基本规律为：海洋表面温度在 1 到 100 天内最低，温度在 100 到 200 天内逐渐升高，在 200 天到 275 天时温度达到最高，然后温度下降开始另一个循环。研究人员可以利用此系统通过绘制多年的温度变化曲线去寻找海洋温度有无变暖的趋势及变化模式。

图 4 是 IOOS 系统绘制的北中大西洋海岸在 1977 年到 2011 年间的海底温度变化曲线情况。

从图 4 中的曲线中，可以看到北中大西洋海岸海底温度在过去 34 年内的变化模式。同海洋表面温度的变化相比，用户会发现下面几个现象：

- 1) 在同一年度内，海底和海面的温度在 0 到 100 天内几乎相同；
- 2) 在同一年度内，在 0 到 100 天之外，海洋海底温度通常低于海面温度；
- 3) 在同一年度内，海洋表面温度在 200~275 天达

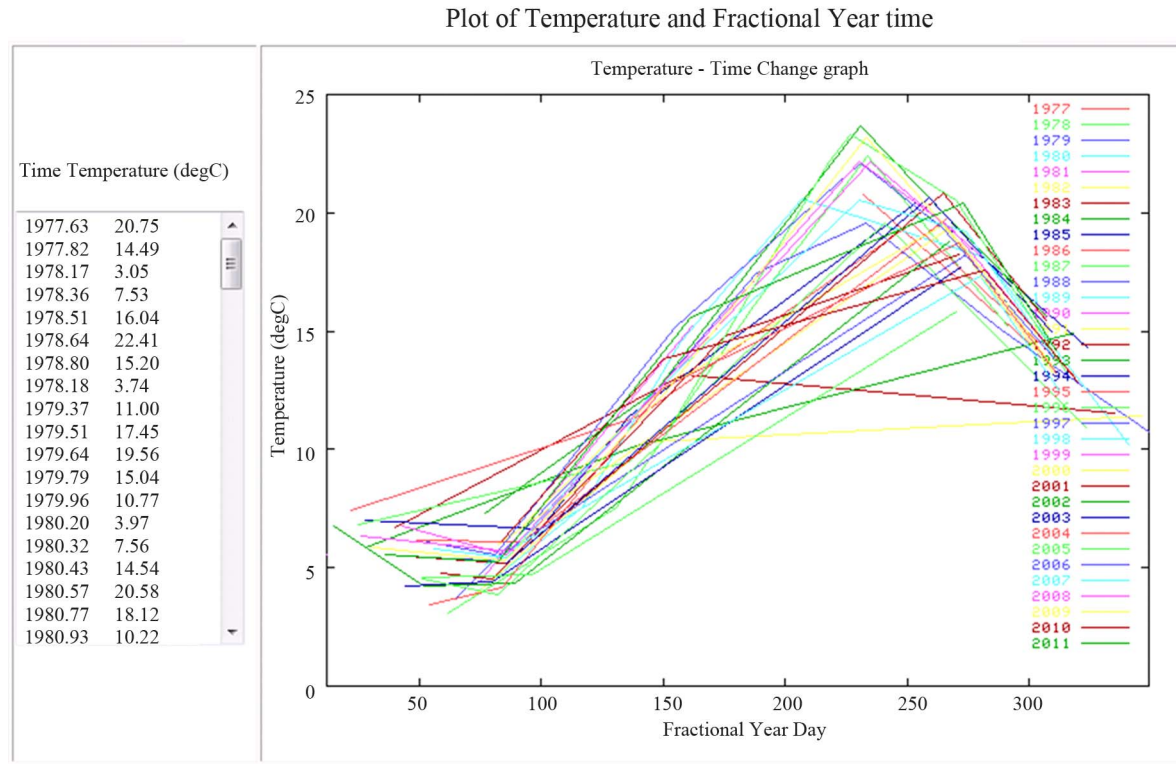


Figure 3. Ocean surface temperature change curves along the Mid-Atlantic bight north (1977-2011)
图 3. 北中大西洋海岸(MAB North)海洋表面温度变化曲线(1977-2011)

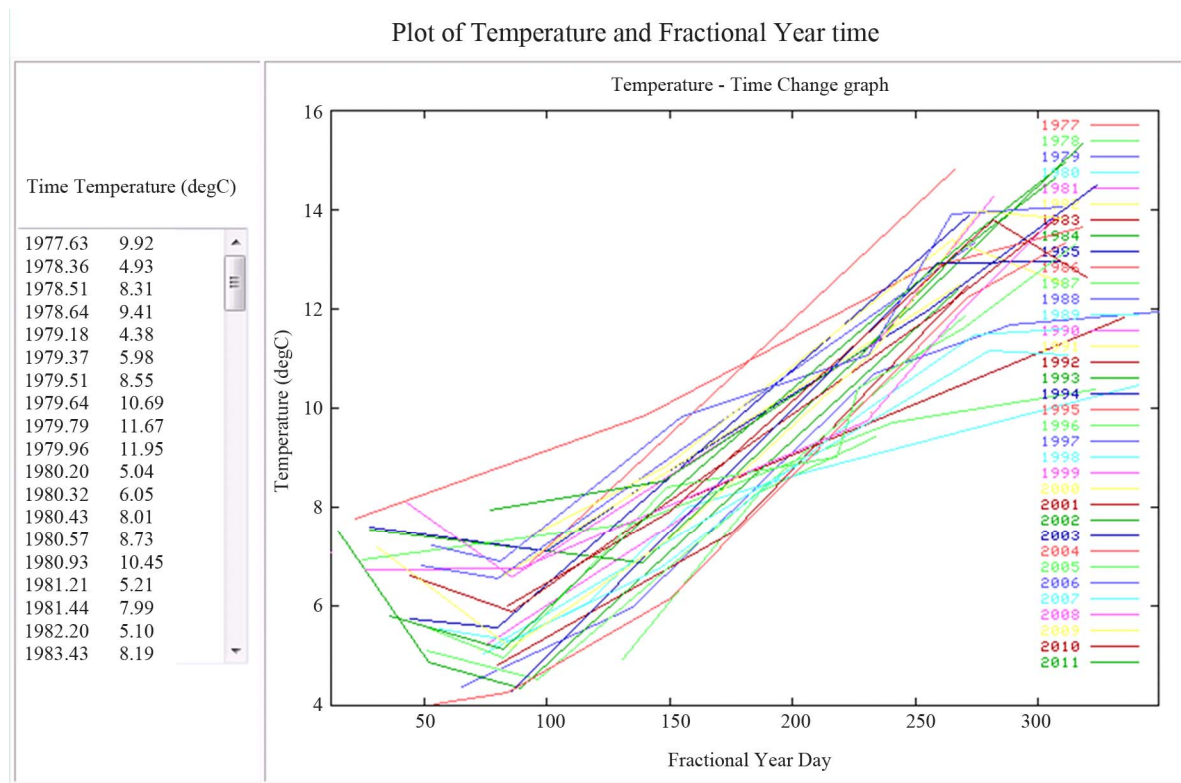


Figure 4. Ocean bottom temperature change curves along the Mid-Atlantic bight north (1977-2011)
 图 4. 北中大西洋海岸(MAB North)海洋海底温度变化曲线(1977~2011)

到最高温度，变化区间为 15℃~22℃之间；但是海底温度是在 225 天到 300 天内达到最高温度，区间为 10℃~14℃之间；

4) 在同一年度内，最高的海面温度几乎可以达到 20℃之上，但是海底温度一般都在 14℃之下。

如果用户利用选项 2)，IOOS 系统可以绘制特定年度内某个地区或多个地区的温度变化曲线，这样有利于研究人员对同一年度内不同地理区域的温度变化情况进行比较，此处不再详细讨论。

3.2. 温度异常值变化直方图的绘制

温度异常是指当前实际温度监测值与根据长期监测的温度历史记录系列计算的温度平均值(或称参考值，比如从 1977 年至今所采集的历史温度监测平均值)之差。通过观察温度异常值很容易判断温度的变化，即正的温度异常值代表监测时刻的海洋温度比历史记录的海洋平均温度高，负的温度异常值代表监测时刻的海洋温度比历史记录的海洋平均温度低。IOOS 系统的温度异常值变化直方图是针对某特定区域绘制的，即用户从系统界面先选择某一特定区域，然后

选择某一年或者几年的时间段绘制温度异常值变化直方图。图 5 和图 6 是北中大西洋海岸(MAB North)在 1977 年到 2011 年间海洋表面和海底的温度异常值变化的直方图。

比较图 5 和图 6，用户会发现下面几个有趣的现象：

1) 从整体上来说，大部分海洋表面和海底温度异常值都是正值，这表明在 1977 年到 2011 年间，北中大西洋海岸的海洋表面和海底温度高于历史记录的海洋表面/海底温度平均值，从数据和图形看来，海洋温度在过去 34 年来具有明显的变暖趋势。

2) 分开来讲，海底温度异常值在 1983 年到 2011 年间出现少数负值外，其余基本为正值，整体来讲，大约 2/3 多的海底温度异常值为正值，少于 1/3 海底温度异常值为负值。由此可以看出，海洋表面温度异常值更能体现海洋变暖的趋势。

3) 海洋表面的温度异常值变化均比海底温度异常值变化大，海洋表面温度异常值有很多大于 1℃，最大增值为 3.55℃，不过海底温度异常值基本在 [0, 1] 度之间，最大增值为 2.83℃。

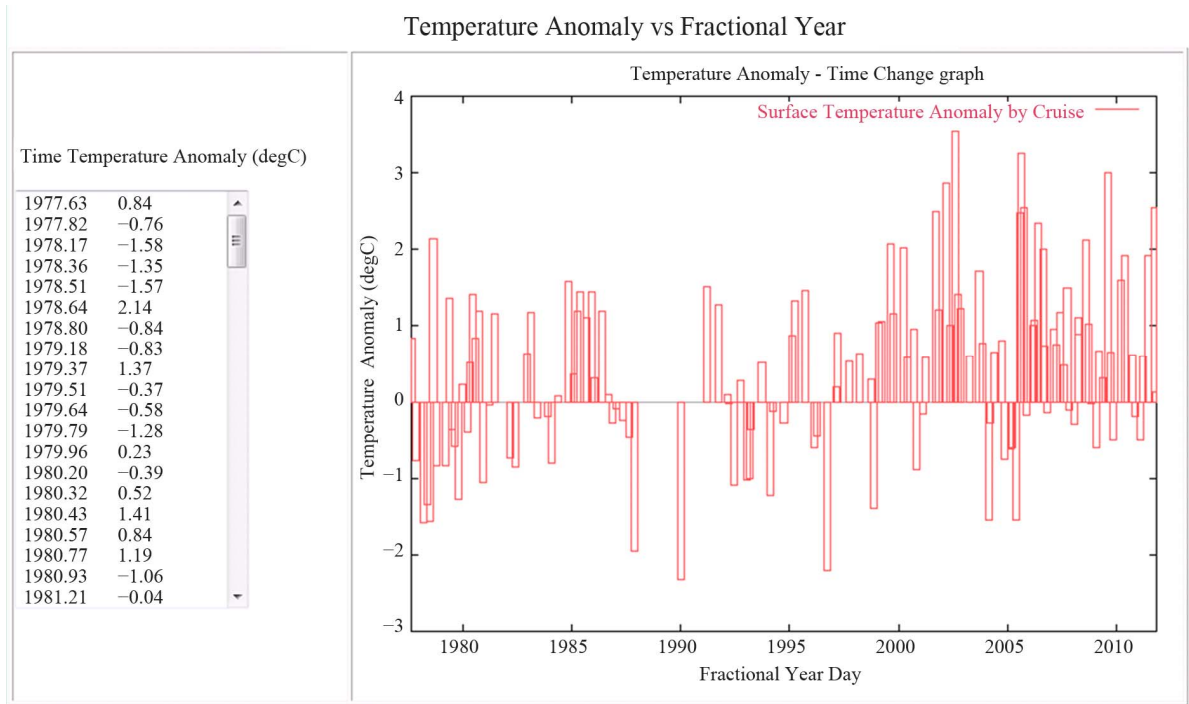


Figure 5. Ocean surface temperature anomaly change diagram along the Mid-Atlantic bight north (1977-2011)
 图 5. 北中大西洋海岸(MAB North)海洋表面温度异常值变化直方图(1977-2011)

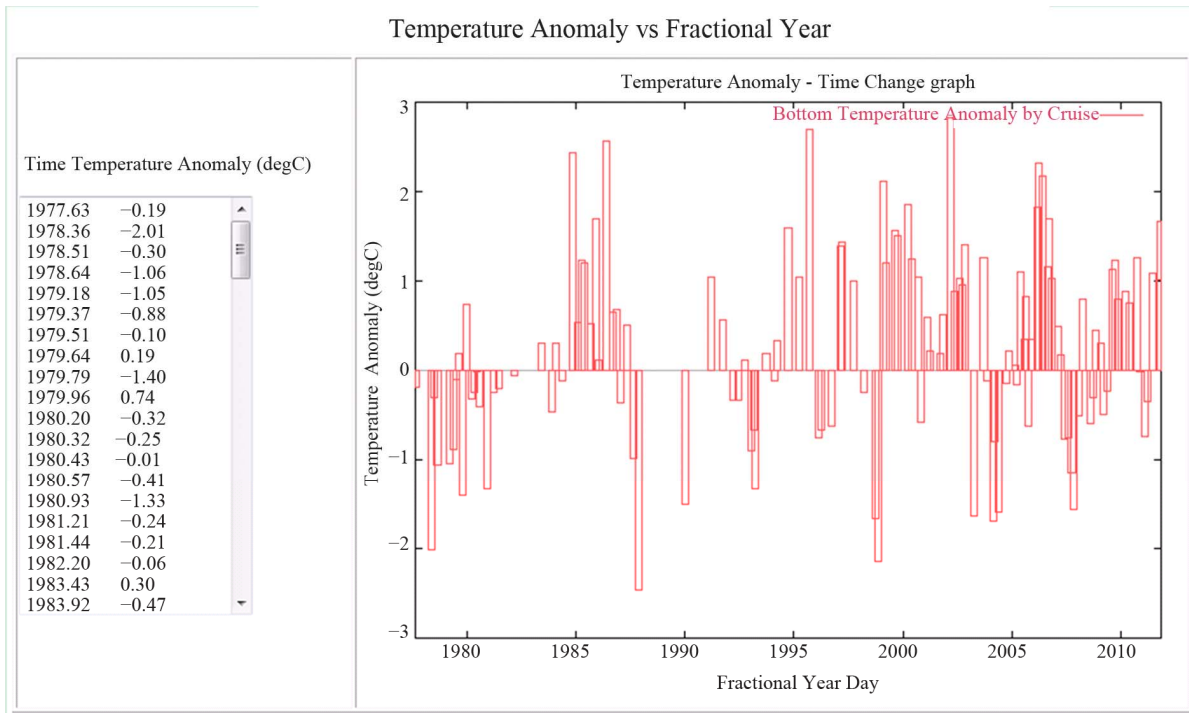


Figure 6. Ocean bottom temperature anomaly change diagram along the Mid-Atlantic bight north (1977-2011)
 图 6. 北中大西洋海岸(MAB North)海洋海底温度异常值变化直方图(1977-2011)

4. 结论与讨论

本文通过介绍 IOOS 系统，向研究人员展示了利

用 IOOS 系统进行绘制温度变化曲线和温度异常变化直方图 2 种图形的功能，并通过分析北中大西洋海域

(MAB North)的温度异常变化,验证了北中大西洋海域在 1977 年到 2011 年间的海洋气候变暖趋势。这与北京大学的谢安教授^[4],西北师范大学的张明军教授^[6]、以及水利部南京水文资源研究所的唐海行^[9]工程师的研究结果一致,也与 1998 年 11 月由世界气象组织和联合国环境规划署建立的政府间气候变化专门委员会(IPCC)的第三次评估报告和一系列特别报告与技术报告结果一致,即主要结论认为:从 1860 年以来全球气温平均升高了 0.4℃~0.8℃,近百年来最暖的年份出现在 1983 年之后,近 20 年气温持续升高使 20 世纪 90 年代成为 140 年中最暖的阶段;20 世纪北半球温度的增加可能是过去 1000 年来最高的^[11]。

采用 IOOS 系统,结合我国沿海收集的海洋气象温度监测数据,可以对我国太平洋近海的气温变化进行分析,目前作者还没有见国内有类似 IOOS 系统的成果刊出,但是随着我国海洋强国战略的推进,各类海洋监测数据的在线分析平台会逐步得到研发并投入使用。

参考文献 (References)

- [1] J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, et al. Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001: 944.
- [2] J. Houghton. 戴晓苏, 矿玉, 译. Global warming [M]. 北京: 气象出版社, 1998.
- [3] 李国琛. 全球气候变暖成因分析[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(5): 38-42.
- [4] 谢安, 孙永罡, 白人海. 中国东北近 50 年干旱发展及对全球气候变暖的响应[J]. 地理学报, 2003, 58(z1): 75-82.
- [5] 郝志新, 郑景云, 葛全胜, 丁玲玲. 中国南方过去 400 年的极端冷冬变化[J]. 地理学报, 2011, 66(11): 1479-1485.
- [6] 张明军, 王圣杰, 李忠勤, 王飞腾. 近 50 年气候变化背景下中国冰川面积状况分析[J]. 地理学报, 2011, 66(9): 1155-1165.
- [7] 唐海行, 陈永勤. 应用随机方法研究全球气候变暖对东江流域水资源的影响[J]. 水科学进展, 2000, 11(2): 159-164.
- [8] Gnuplot. Gnuplot homepage, 2006. <http://www.gnuplot.info/>
- [9] H. L. Dai, W. B. Liu and L. S. Chen. An approach on rendering GIS vector maps onto Internet. TSU GIS 2004-The 1st Annual GIS Symposium at TSU, 19-20 May 2004, Troy.
- [10] B. Plewe. GIS online: Information retrieval, mapping, and the internet. Santa Fe: On Word Press, 1997: 311.
- [11] IPCC. Climate change 2001: The scientific basis. In: J. T. Houghton, Y. H. Ding, D. J. Griggs, et al., Eds., Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001: 944.