

一种新的厄尔尼诺指数

弓泓^{1,2}, 王彰贵², 赵传湖¹, 冯立成²

(1. 中国海洋大学, 山东 青岛 266100; 2. 国家海洋环境预报中心, 北京 100081)

摘 要: 利用 1950—2016 年 NOAA 月平均扩展重构海表温度(ERSST)资料, 计算了目前业务常用的 El Niño 指数, 并比较了它们对 El Niño 事件的监测能力。结果表明: 单一指标对不同类型的 El Niño 事件不能全面监测, 且其对于事件强度的判定也具有局限性。据此提出了一种新的 El Niño 指数, 新指数不仅能够较为全面的监测历史上所发生的不同类型的 El Niño 事件, 而且可以合理划分 El Niño 事件的强度, 解决了对 El Niño 事件强度定义的争议, 为 El Niño 事件的监测提供了一个新的工具。同时, 分析了各 El Niño 指数气候平均值的变化对指数判定 El Niño 事件的影响, 结果表明气候平均值的升高将导致指数判定的弱 El Niño 事件次数减少。

关键词: El Niño 事件; 指数; 强度

中图分类号: P732 **文献标识码:** A

文章编号: 1003-0239(2017)03-0017-09

1 引言

El Niño 一词是西班牙语中的“圣婴”之意, 即“耶稣之子”。现在更广泛的被人们理解为“小男孩”的意思^[1]。南美洲的秘鲁和厄瓜多尔渔民用其来描述在圣诞节前后, 南美沿岸海域每隔几年出现的季节性增暖的现象。后来 El Niño 被气象和海洋学家定义为赤道东太平洋海温异常升高的气候现象^[2]。随着研究的深入, 科学家发现南方涛动和 El Niño 之间存在着极为密切的关系, 遂将两者合并称为“ENSO”现象。如今, ENSO 不仅是太平洋上大尺度海-气相互作用显著特征, 更是成为全球气候系统中最强的年际气候信号之一, 它的发生会导致全球性的气候异常和极端天气现象的出现。我国虽然不能列为 El Niño 事件影响最严重的国家之一, 但其对我国气候的影响和造成的自然灾害也是非常严重的^[3]。而 El Niño 事件作为 ENSO 循环中的暖相位, 其监测和预测引起世界各国学者的普遍重视, 以期对气候灾害预警提供可靠的理论依据, 提高对 El Niño 事件的预测性^[4]。

为了对 ENSO 进行有效的监测, 各国业务单位和研究机构采用和提出了多种不同的 ENSO 监测指数, 如美国国家环境预测中心利用 Niño 3.4 区对 ENSO 事件进行监测, 日本气象厅采用 JMA 指数^[5]。我国国家气候中心采用 Niño 3.4 指数以及 Niño 1+2、Niño 3 和 Niño 4 区面积加权平均的海温距平所定义的 Niño Z 指数来监测 ENSO 事件^[6], 国家海洋环境预报中心采用 Niño 3 指数来开展相关的业务。除了上述业务常用的指数之外, 许多学者还提出了一些新的指数来描述 ENSO 事件^[7-10]。由此可见, 目前国际上对于 ENSO 事件的监测尚未形成统一的监测标准。同时, 由于监测 ENSO 事件的指标之间存在着明显的差别, 因而对 ENSO 事件的起始时间、强度等特征的判定结果也存在着很大的差异^[11]。

对于 El Niño 事件本身而言, 20 世纪 80 年代以前, El Niño 事件多出现在赤道东太平洋冷舌区(即 Niño 3 区), 其异常增暖中心在赤道东太平洋, 并向西扩展。但 80 年代中期以后, 人们发现 El Niño 事件开始频繁出现于赤道中太平洋附近海域, 其异常增暖中心位于赤道中太平洋, 增暖区域由西向东延

收稿日期: 2017-01-06; 修回日期: 2017-02-16。

基金项目: 国家自然科学基金(41576029)。

作者简介: 弓泓(1990-), 男, 硕士研究生, 主要从事海洋-大气相互作用研究。E-mail: 189149252@qq.com

伸,而在 Niño 1+2 区,海表温度无明显增暖现象^[12-13]。Larkin 等通过对多次 El Niño 事件的分析,发现这一类 El Niño 发生时,海表温度异常都集中分布在国际日期变更线附近,故将其命名为“日界线”型 El Niño (Dateline El Niño)^[14],而 Ashok 等将这种与传统 El Niño 事件不同的现象,称为“El Niño Modoki”^[15]。Kao 等通过进一步的研究,把这两种 El Niño 分别命名为“东太平洋(Eastern Pacific)”型 El Niño 和“中太平洋(Central Pacific)”型 El Niño,简称“EP”型和“CP”型 El Niño^[16]。Kug 等根据 El Niño 发生时,海表温度距平最大值的空间分布的不同,提出了“冷舌(Cold Tongue)”型 El Niño 和“暖池(Warm Pool)”型 El Niño,简称“CT”型和“WP”型 El Niño^[17]。Kug 等研究发现,20 世纪 90 年代以后发生的 8 次 El Niño 事件中,有 5 次是中部型,而另外 3 次则兼有中部型和东部型的共同特征,并将其称之为混合型 El Niño^[18]。尽管 El Niño 的名称各不相同,但无论是“CP”型 El Niño、“日界线”型 El Niño、“El Niño Modoki”以及“WP”型 El Niño,还是“EP”型 El Niño、“CT”型 El Niño 都属于 ENSO 现象。

然而,传统的 Niño 3 指数并不能有效监测到发生在赤道中太平洋的 El Niño 事件。李晓燕等研究指出,直接使用 Niño 3 区的海面温度(SST)距平达到 0.5 °C 来定义 El Niño 事件是一个简单易行的方法,因为在大多数事件中,Niño 3 区都有较好的代表性,但在一些事件中,Niño 4 区或者 Niño 1+2 区升温较强,而 Niño 3 区升温较弱,仅以 Niño 3 区定义 El Niño 事件会因洋面覆盖范围有限而将一些过程排除在外。如 1993 年,1994/1995 年的 El Niño 事件,Niño 4 区增温较强,海表温度距平大于等于 0.5 °C 的时间持续长达 1 a,是两次明显的、国际上公认的 El Niño 过程,而 El Niño 3 区仅维持了 4—5 个月,未能达到 El Niño 事件标准,说明这一区域仍然不能充分反映整个中、东太平洋海域的特征^[6]。然而,目前业务中常用的尼诺指数中,Niño 3 指数对东部型 El Niño 事件的监测能力较好,Niño 4 指数又对中部型 El Niño 事件具有监测能力。为了避免遗漏赤道中太平洋型的 El Niño 事件,美国气候预测中心(Climatic Prediction Center, CPC)提出使用新的 ENSO 监测业务指标,即采用 Niño 4 区和 Niño 3 区相结合的 Niño 3.4 区海温指数作为 ENSO 监测指

数,以此来实现全面监测发生在赤道中太平洋和东太平洋地区的 El Niño 事件。然而,无论是东部型 El Niño 还是中部型 El Niño,其发生到结束往往几乎覆盖整个中东太平洋,而且,公众对于 El Niño 事件的关注通常集中在事件的强度而非空间分布上。此外,Niño 3.4 区(5°N~5°S, 120°~170°W)范围较小,仍然不能覆盖整个 El Niño 事件发生的区域,不能及时发现 El Niño 事件发生和结束的准确时间,不利于监测 El Niño 事件整体的强度特征。那么,能否构建一个新的指标,将 El Niño 事件看做一个整体,从整体的角度来综合监测 El Niño 事件的过程及强度,以期减少人们对于事件是与否的争议。

2 资料

利用 CPC 所提供的 1950—2016 年月平均的扩展重构海表温度(Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, ERSST)资料和月平均南方涛动指数(Southern Oscillation Index, SOI),计算了赤道中、东太平洋的 4 个海区海表温度的指数即尼诺(Niño)指数。各海区划分如下:Niño 1+2 区(0°~10°S, 85°~90°W)、Niño 3 区(5°S~5°N, 150°~90°W)、Niño 4 区(5°S~5°N, 160°E~150°W)和 Niño 3.4 区(5°S~5°N, 170°~120°W)(见图 1)。Niño 1+2 指数、Niño 3 指数、Niño 4 指数和 Niño 3.4 指数即为上述海区区域平均的月海表温度距平(Sea Surface Temperature Anomaly, SSTA)。

3 Niño 指数的比较

对于判别 El Niño 事件的标准,国际上并不统

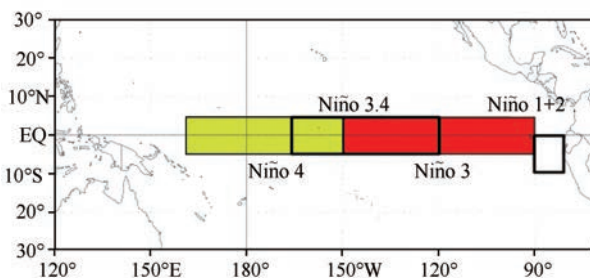


图 1 尼诺指数表征区域示意图

(引自 http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ninoareas_c.jpg)

一。例如,美国 NOAA 以 Niño 3.4 区 3 个月滑动平均的海表温度距平值连续 5 个月 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 定义为一次 El Niño 事件;欧洲中期天气预报中心将 Niño 3 区海表温度距平值至少连续 6 个月 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 定义为一次 El Niño 事件;日本气象厅采用 5 个月滑动平均月 JMA 指数连续 6 个月(其中必须包含 10 月、11 月和 12 月) $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 定义为一次 El Niño 事件;澳大利亚气象局则使用 Niño 3.4 区 5 个月滑动平均的海表温度距平值连续 6 个月 $\geq 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 定义为一次 El Niño 事件;而在中国,中国气象局国家气候中心依据 Niño Z 指数 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至少持续 6 个月(过程中间可有一个月未达标准)定义为一次 El Niño 事件;若 Niño Z 指数 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 5 个月,且 5 个月的指数之和 $\geq 4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时也定义为一次 El Niño 事件;国家海洋环境预报中心以 Niño 3 指数连续 6 个月 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (过程中间允许有一个月的中断)来判定 El Niño 事件。

参照以上定义,我们选定 Niño 3、Niño 3.4 指数这两个常用指数,并规定 Niño 3 指数 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至少持续 6 个月(过程中间允许有一个月的中断)为一次 El Niño 事件;Niño 3.4 指数 3 个月滑动平均连续 5 个月 $\geq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为一次 El Niño 事件,并由以上定义分别给出 Niño 3 指数和 Niño 3.4 指数对 El Niño 事件判定的结果。

表 1 为 1950—2016 年 Niño 3 和 Niño 3.4 指数定义的 El Niño 事件次数的统计,从中可以发现, Niño 3 指数虽然可以较好的监测 El Niño 事件,但由于计算区域偏东,其对东部型事件监测效果较好,而对于发生在中太平洋海区的中部型 El Niño 事件, Niño 3 指数的监测能力下降,表现为对于中部型事件的漏测,如 1968/1969 年、1994/1995 年和 2004/2005 年 3 次 El Niño 事件;而 Niño 3.4 指数的建立虽然兼顾了东部型和中部型两种形态的 El Niño 事件,但是仍然会漏测一些强度较弱的东部型事件,如 1951 年的 El Niño 事件,且对于强度较大的东部型 El Niño 事件, Niño 3.4 指数存在不能抓取到事件强度中心的问题。同样, Niño 3 指数所在区域也会将一些中部型事件的增暖中心排除在外,由于两个指

数对 El Niño 事件只抓取了部分特征,因而 Niño 3 和 Niño 3.4 指数对于 El Niño 事件强度的判定存在局限性继而引发对于事件强度的争议。而 El Niño 事件从开始至其结束是一个动态的过程,对其强度的描述不应局限在部分区域,应视为一个整体来进行判定, Niño 3 和 Niño 3.4 指数不能监测到 El Niño 事件从发生到结束的整体强度特征。因此,要将 El Niño 事件的强度从一个整体的角度出发,就必须扩大海区的监测范围,该范围可以将 El Niño 事件整体包括其中。

为了解决单一指数对 El Niño 事件特征刻画的局限性,我们从事件分布的形态出发,来确定一个合理的海区监测范围。图 2 给出了 1950—2016 年赤道中、东太平洋区域($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$, $160^{\circ}\text{E}\sim 80^{\circ}\text{W}$)海表温度距平时间-经度的分布图。从图中可以看出,1950 年以来,赤道太平洋的海温异常从南美沿岸可以一直延伸至 180° 经线附近。而从海温异常暖中心的位置分布来看,有些 El Niño 事件的最大暖异常中心位置偏西,位于日界线附近;有些 El Niño 事件的最大暖异常中心位置偏东,在 150°W 以东。此外,有的 El Niño 事件还存在暖中心位置的变动。

因此,我们基于上述对海表温度异常分布形态的分析,取 Niño 3 海区向西延伸至 180° 经线所覆盖的区域为监测 El Niño 事件的海区,该区域包含了两种类型的 El Niño 事件发生、发展所在范围,从而可以较好的监测两种类型的 El Niño 事件的整体特征,有利于表征 El Niño 事件的整体强度。

4 一种新的 El Niño 诺指数

4.1 新指数的定义

将新的 El Niño 指数命名为 Niño T 指数,并给出如下定义。

Niño T 指数定义:

Niño T 区($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$, $180^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{W}$)区域平均的 SSTA。

El Niño 事件的定义:

当 Niño T 指数 $\geq 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的值持续 6 个月以上时(允许有一个月中断)为一次 El Niño 事件过程。

El Niño 事件强度的定义:

Niño T 指数在一次 El Niño 事件中的最大值。

表 1 Niño 3 和 Niño 3.4 指数定的 El Niño 事件次数

	东部型事件次数	中部型事件次数	总计
Niño 3	5	9	14
Niño 3.4	4	12	16

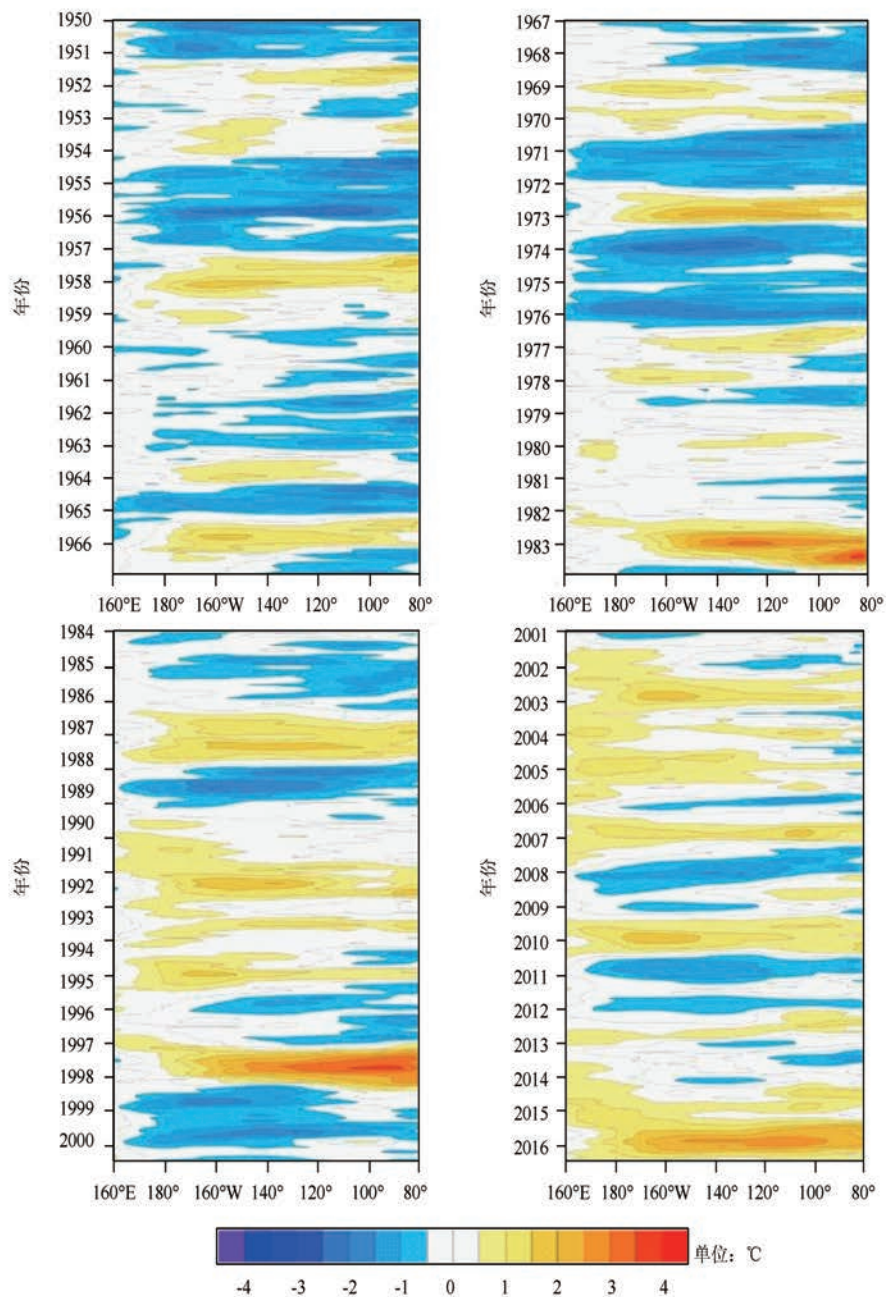


图2 1950—2016年赤道海表温度距平时间-经度剖面图

当最大值 ≥ 0.4 且 < 0.9 时为一次弱的El Niño事件；当最大值 ≥ 0.9 且 < 1.8 时为一次中等强度的El Niño事件；当最大值 ≥ 1.8 时为一次强的El Niño事件。

图3给出了Niño 3、Niño 3.4和Niño T 3个指数随时间的演变,图中可以看出Niño T指数与Niño 3、Niño 3.4指数随时间的变化规律基本一致,只是

振幅稍小一些。这是由于Niño T指数相比Niño 3、Niño 3.4指数扩大了监测海区的面积,故其数值会相对减小,因而Niño T指数定义El Niño事件标准的临界值也相应的减小了。Niño T指数强度标准的临界值参照Niño 3、Niño 3.4指数定义的El Niño事件强度推定。

在新指数的合理性方面,Niño T指数与Niño 3、

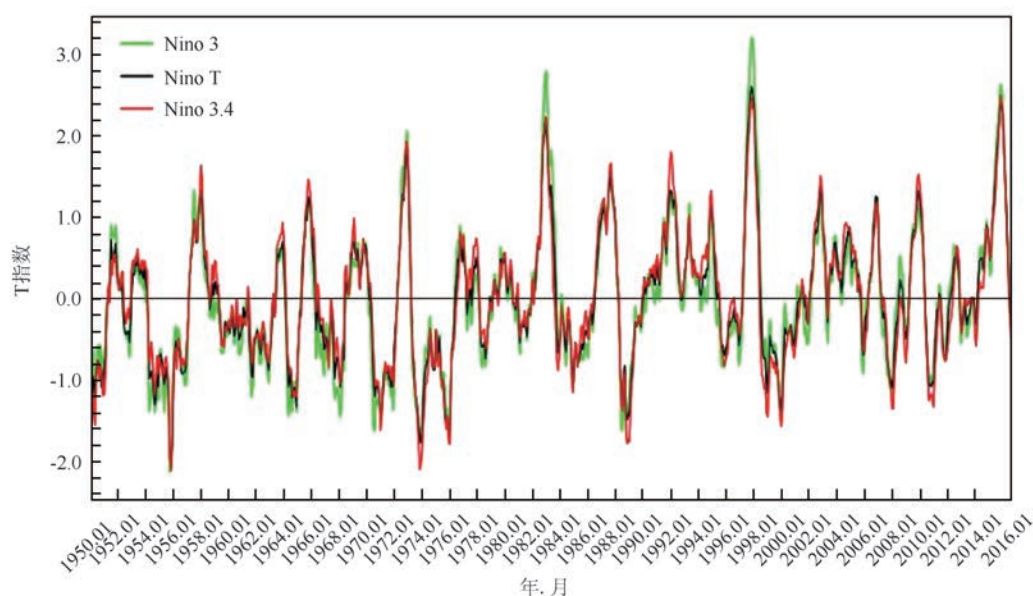


图3 Niño 3、Niño 3.4以及Niño T指数变化曲线图

Niño 4、Niño 3.4指数的相关性很好,相关系数均超过0.85,且所有相关系数的显著性水平检验均在0.01以上,表明Niño T指数具有较好的代表性。同时,El Niño事件作为赤道中、东太平洋大范围的海-气相互作用的事件,其所造成的异常变化不仅在海洋环境中有所体现,对大气环流也会产生相应的影响,因此赤道中、东太平洋的海温距平和南方涛动具有非常显著的相关关系。本文对1951年1月—2016年6月786个月的样本资料进行了相关统计,结果表明:Niño 3、Niño 4、Niño 3.4指数以及Niño T指数与南方涛动指数(SOI)之间的相关系数分别为-0.65、-0.67、-0.72和-0.70。除Niño 3.4指数以外,Niño T指数与南方涛动指数的负相关关系最为明显,且通过了0.01的显著性水平检验,这也进一步说明了本文关于Niño T指数的定义是合适的。

4.2 Niño T指数定义的El Niño事件

自1950年以来,Niño T指数定义的El Niño事件共有18次(见表2)。从事件强度上来看,弱的El Niño事件有5次,中等强度的El Niño事件有9次,强El Niño事件则发生了4次。其中,强度最强的El Niño事件是20世纪1997/1998年发生的El Niño事件,强度达到了2.61。而最近一次2014/2016年的El Niño事件不仅持续时间为1950年以来最长,在

强度上也仅次于1997/1998年的事件为2.44,是1950年以来所发生的强度第二强的El Niño事件,而1982/1983年的发生El Niño事件强度为第三强。

4.3 Niño T指数与其他指数的比较

从表3可以看出,Niño T指数定义的El Niño事件与Niño 3、Niño 3.4指数定义的El Niño事件相比,事件定义的次数最多,即Niño 3指数定义El Niño事件14次、Niño 3.4定义El Niño事件16次,Niño T定义El Niño事件18次。具体而言,Niño T指数比Niño 3指数多监测到了1968/1969年、1993年、1994/1995年和2004/2005年的4次El Niño事件;同时,Niño T指数与Niño 3.4指数相比多监测了1951年和1993年两次El Niño事件。在El Niño事件持续时间上,由于各指数间范围和定义标准的不同,会存在些许的差异,但总体上趋近一致。

Niño T指数在El Niño事件定义的强度方面,虽然Niño T指数的数值偏小,但是其对事件强度性质的判定更为合理。例如,Niño 3和Niño 3.4指数在判定2014/2016年的事件的强度是否超过1997/1998年事件的问题上就会由于监测区域的限制产生争议,而此次事件强度被认为应当小于1997/1998年事件的强度,因而Niño T指数的强度划分较为合理。同时,随着80年代以来中部型El Niño事件的

表2 Niño T 指数定义的 El Niño 事件及强度

次数	开始年月	结束年月	持续时间/月	峰值年月	强度	大于 0.4 °C 累计值
1	1951.7	1951.12	6	1951.11	0.68	3.41
2	1957.4	1958.4	13	1958.1	1.33	11.02
3	1963.7	1964.1	7	1963.12	0.70	3.90
4	1965.6	1966.3	10	1965.11	1.24	8.92
5	1968.12	1969.6	7	1969.1	0.69	4.01
6	1972.5	1973.2	10	1972.12	1.86	12.23
7	1976.8	1977.2	7	1976.10	0.81	3.94
8	1982.5	1983.8	16	1982.12	2.19	20.85
9	1986.9	1988.1	17	1987.9	1.56	17.75
10	1991.5	1992.7	15	1992.1	1.33	14.09
11	1993.2	1993.7	6	1993.5	0.99	3.93
12	1994.10	1995.3	6	1994.12	1.12	5.14
13	1997.5	1998.6	14	1997.11	2.61	25.08
14	2002.5	2003.3	11	2002.11	1.37	9.88
15	2004.7	2005.6	12	2004.12	0.88	7.04
16	2006.8	2007.2	7	2006.11	1.25	6.41
17	2009.5	2010.4	12	2009.12	1.33	10.98
18	2014.9	2016.6	22	2015.11	2.44	28.44

表3 Niño 3、Niño 3.4 和 Niño T 指数定义的 El Niño 事件及强度

事件	Niño 3		Niño 3.4		Niño T	
	持续时间/月	强度	持续时间/月	强度	持续时间/月	强度
1951 年	6	0.90	N	N	6	0.68
1957/1958 年	11	1.34	13	1.46	13	1.33
1963/1964 年	6	0.70	6	0.84	7	0.70
1965/1966 年	8	1.23	9	1.39	10	1.24
1968/1969 年	N	N	5	0.81	7	0.69
1972/1973 年	9	2.06	9	1.84	10	1.86
1976/1977 年	7	0.90	5	0.74	7	0.81
1982/1983 年	16	2.79	14	2.16	16	2.19
1986/1988 年	16	1.64	17	1.57	17	1.56
1991/1992 年	13	1.31	15	1.73	15	1.33
1993 年	N	N	N	N	6	0.99
1994/1995 年	N	N	11	1.22	6	1.12
1997/1998 年	14	3.20	13	2.40	14	2.61
2002/2003 年	9	1.27	11	1.41	11	1.37
2004/2005 年	N	N	11	0.91	12	0.88
2006/2007 年	6	1.24	6	1.08	7	1.25
2009/2010 年	11	1.10	11	1.46	12	1.33
2014/2016 年	14	2.63	20	2.42	22	2.44

注: N 表示此次 El Niño 事件未达到该指数定义标准

增多,Niño T指数不仅可以表征El Niño事件总体强度,还可以有效的监测中部型和东部型两种类型的El Niño事件,解决了单一指标对于两种类型的El Niño事件监测能力不足的问题,使事件强度的认识更为直观,而且Niño T指数的计算也非常简便,便于日常业务使用,体现了一定的优越性。

5 气候平均值的改变对指数的影响

一般而言,我们将观测资料的30 a平均称为气候平均值,随着时间的推移,气候平均值也在不断的发生变化。那么气候平均值的改变会对El Niño指数产生什么样的影响?图4为1951—1980年、1961—1990年、1971—2000年和1981—2010年4个30 a的Niño 3、Niño 4、Niño 3.4以及Niño T指数的气候平均值。可以发现,各指数的气候平均值均呈

现升高态势。Niño 3、Niño 3.4、Niño 4和Niño T指数气候平均值分别较其前一个气候平均值升高了0.1~0.2,其中Niño 4指数的气候平均值变化最大,可见气候平均值的改变对于各个指数均存在一定的影响。

气候平均值的升高带来的另一个影响就是指数判定的弱El Niño事件减少。以Niño T指数为例,表4给出了Niño T指数在1951—1980年、1961—1990年和1971—2000年3个气候平均值下对El Niño事件判定的结果。从El Niño事件的次数来看,1951—1980年、1961—1990年和1971—2000年3个气候平均值下对应的结果为22次、21次和18次,事件次数逐渐减少。对减少的El Niño事件的强度进行分析发现,各事件均为弱的El Niño事件。同时,随着1951—1980年、1961—1990年和1971—2000年3个气候平均值的逐渐升高,Niño T指数对

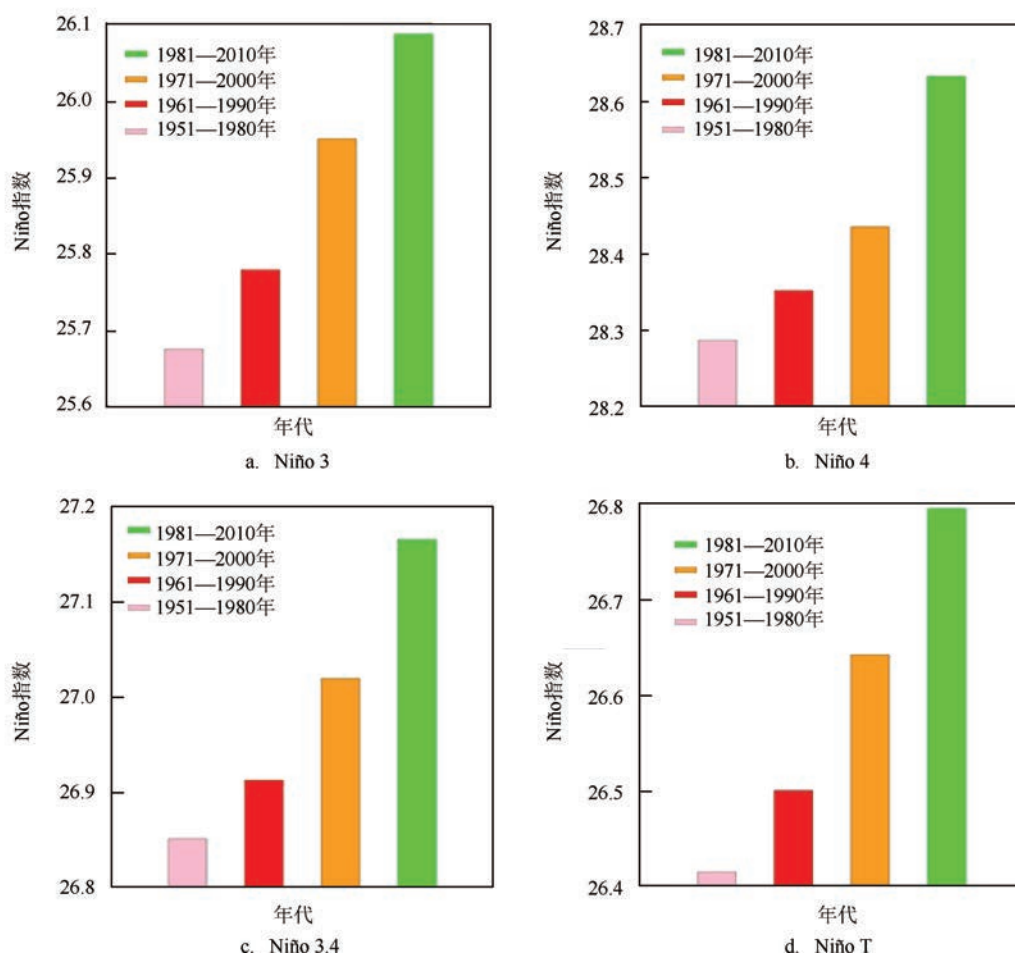


图4 不同年代下各指数的气候平均值

表4 不同气候平均值下 Niño T 指数定义的 El Niño 事件及强度

(气候平均值1、气候平均值2和气候平均值3分别为1951—1980年、1961—1990年以及1971—2000年的平均值)

事件	气候平均值1		气候平均值2		气候平均值3	
	持续时间/月	强度	持续时间/月	强度	持续时间/月	强度
1951/1952年	9	0.92	6	0.87	6	0.68
1953年	11	0.71	9	0.66	N	N
1957/1958年	15	1.51	15	1.44	13	1.33
1963/1964年	7	0.93	7	0.81	7	0.70
1965/1966年	11	1.49	11	1.36	10	1.24
1968/1970年	17	0.90	16	0.83	7	0.69
1972/1973年	12	2.10	12	1.97	10	1.86
1976/1977年	11	1.09	9	0.94	7	0.81
1979/1980年	6	0.79	N	N	N	N
1982/1983年	17	2.42	17	2.30	16	2.19
1986/1988年	19	1.87	19	1.70	17	1.56
1990/1992年	27	1.54	17	1.44	15	1.33
1993/1994年	13	1.25	9	1.21	6	0.99
1994/1995年	12	1.36	11	1.24	6	1.12
1997/1998年	15	2.84	15	2.72	14	2.61
2002/2003年	13	1.60	13	1.48	11	1.37
2003/2004年	10	0.93	10	0.81	N	N
2004/2005年	14	1.12	14	0.99	12	0.88
2006/2007年	10	1.48	10	1.37	7	1.25
2009/2010年	13	1.56	13	1.44	12	1.33
2012年	6	0.87	6	0.71	N	N
2014/2016年	27	2.68	27	2.56	22	2.44

注:N表示此次El Niño事件未达到指数定义事件的标准

El Niño 事件持续时间和强度的判定也会产生一些变化,主要表现为 El Niño 事件持续时间缩短和 El Niño 事件强度的减小。在 Niño 3 和 Niño 3.4 指数中也存在这样的情况。因此,不同指数由于定义以及所用气候平均值的不同可能会对 El Niño 事件的判定产生一些差异。

6 结论

本文运用美国 NOAA 所提供的扩展重构海表温度(ERSST)资料,计算了国内外业务单位常用的 El Niño 指数,并比较了它们对 El Niño 事件的监测能力,发现 Niño 3 和 Niño 3.4 指数对两种类型的 El Niño 事件存在监测能力不足的问题,单一指数对 El Niño 事件均有漏测,并且由于指数监测区域的限

制,对于 El Niño 事件强度的判定存在一定的局限性,并在分析了赤道中、东太平洋海表温度异常分布形态的基础上,提出了一种扩大了对 El Niño 事件监测海区范围的新的 El Niño 指数,并比较了气候标准值改变对 El Niño 指数的影响,得到以下主要结论:

(1)以 Niño T 区($5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$, $180^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{W}$)得到了表征赤道中、东太平洋海表温度异常的 Niño T 指数,并将此指数 $\geq 0.4^{\circ}\text{C}$ 的值持续6个月以上时定义为一次 El Niño 事件过程;

(2)运用 Niño T 指数刻画了1950—2016年所发生的18次 El Niño 事件,能够较为全面的监测到历史上所发生的不同分布类型的 El Niño 事件,同时该指数可以准确判定 El Niño 事件起止时间和整体强度等特征,解决了单一指标对 El Niño 事件特征表征

的局限性,从而更有利于从整体上描述El Niño事件的特征;

(3)1951—1980年、1961—1990年、1971—2000年和1981—2010年4个30 a的Niño 3、Niño 4、Niño 3.4以及Niño T指数的气候平均值分别较其前一个气候平均值升高0.1~0.2。同时,由于气候平均值的升高,各El Niño指数判定的弱El Niño事件次数均有所减少。

参考文献:

- [1] 宋家喜. ENSO知识讲座 第一讲 厄尔尼诺现象和拉尼娜现象[J]. 海洋预报, 2001, 18(1): 79-81.
- [2] 许武成, 王文, 马劲松, 等. 1997~1998年厄尔尼诺事件的特征、成因及对气候的影响[J]. 东海海洋, 2004, 22(3): 1-8.
- [3] 宋家喜. ENSO当前状况及其近期预测——今年年底前后厄尔尼诺事件发生的可能性不大[J]. 海洋预报, 2001, 18(4): 54-55.
- [4] 黄荣辉. ENSO及热带海-气相互作用动力学研究的新进展[J]. 大气科学, 1990, 14(2): 234-242.
- [5] Hanley D E, Bourassa M A A, O'BRIEN A J, et al. Notes and correspondence a quantitative evaluation of ENSO indices[J]. Journal of Climate, 2003, 16: 1249-1258.
- [6] 李晓燕, 翟盘茂. ENSO事件指数与指标研究[J]. 气象学报, 2000, 58(1): 102-109.
- [7] 王世平. 厄尔尼诺事件的判据、分类和特征[J]. 海洋学报, 1991, 13(5): 611-620.
- [8] 郭艳君, 翟盘茂, 倪允琪. 一个新的ENSO监测指标的研究[J]. 应用气象学报, 1998(2): 169-177.
- [9] 陈圣劼, 何金海, 吴志伟. 一种新的El Niño海气耦合指数[J]. 大气科学, 2013, 37(4): 815-828.
- [10] 秦坚肇, 王亚非. 构建描述两种ENSO类型的新指数[J]. 气象学报, 2014, 72(3): 526-541.
- [11] 曹璐, 孙丞虎, 任福民, 等. 一种综合监测两类不同分布类型ENSO事件指标的研究[J]. 热带气象学报, 2013, 29(1): 66-74.
- [12] Wang B. Interdecadal changes in El Niño onset in the last four decades[J]. Journal of Climate, 1995, 8(2): 267-285.
- [13] Wang B, An S. Why the properties of El Niño changed during the late 1970s[J]. Geophysical Research Letters, 2001, 28(19): 3709-3712.
- [14] Larkin N K, Harrison D E. Global seasonal temperature and precipitation anomalies during El Niño autumn and winter[J]. Geophysical Research Letters, 2005, 32(16): L16705.
- [15] Ashok K, Behera S K, Rao S A, et al. El Niño Modoki and its possible teleconnection[J]. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2007, 112(C11): C11007.
- [16] Kao H Y, Yu J Y. Contrasting eastern-pacific and central-pacific types of ENSO[J]. Journal of Climate, 2009, 22(3): 615-632.
- [17] Kug J S, Jin F F, An S I. Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño[J]. Journal of Climate, 2009, 22(6): 1499-1515.
- [18] Kug J S, Choi J, An S I, et al. Warm pool and cold tongue El Niño events as simulated by the GFDL 2.1 coupled GCM[J]. Journal of Climate, 2010, 23(5): 1240-1253.

A new index for El Niño

GONG Hong^{1,2}, WANG Zhang-gui², ZHAO Chuan-hu¹, FENG Li-cheng²

(1. Ocean University of China, Qingdao 266100 China; 2. National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing 100081 China)

Abstract: Using the monthly mean NOAA extended reconstructed sea surface temperature (ERSST) analyses data from 1950 to 2016, the commonly used El Niño index is calculated, and the monitoring abilities of several indices are examined. The results indicate that any single index cannot comprehensive monitor different types of El Niño events. The commonly used El Niño index has limitations on monitoring El Niño events. Therefore, this paper proposes a new El Niño index which not only can comprehensive monitor what has happened in the history at the different types of El Niño events, but also can reasonably define the strength of El Niño events. The new index can resolve the dispute in defining the intensity of El Niño events, and provide a new approach to monitoring of El Niño events. The study also analyses the impact of climate reference change on El Niño index for defining El Niño events, the results show that there will be fewer weak El Niño events with the increase of climate reference.

Key words: El Niño event; index; intensity