

# 西北地区冬季气温异常特征分析

李耀辉

(中国气象局兰州干旱气象研究所,甘肃 兰州 730020)

**摘要:**文中利用陕、甘、宁、青、新五省(区)分布均匀的 89 个测站近 40a 的冬季气温资料,通过 EOF、REOF 等方法,对中国西北地区冬季气温异常的空间分布、时间演变等特征进行了诊断研究,并就其与 ENSO 之间的关系做了统计分析,得出了一些有意义的结论。

**关键词:**西北地区;冬季气温;异常特征

**中图分类号:** P458.1

**文献标识码:** A

## 引言

我国西北地区地域辽阔,气候类型复杂多样,既有季风气候区、西风带控制下的非季风区,又有独特的青藏高原气候区。因此,研究西北地区的气候特征、变化规律,是目前气候研究中的一项复杂但很重要的内容。李栋梁、谢金南<sup>[1]</sup>等国内许多研究人员从不同角度对中国西北地区气候进行过细致的分析研究。但这些工作多以降水作为研究对象,而对西北地区气温特别是冬季气温整体特征的研究则不多见。本文将利用更具有代表性、更完备的西北五省(区)89 个测站近 40a 的冬季气温资料,运用 EOF、REOF 等方法,对我国西北地区冬季气温的空间异常分布特征、时间变化特征等进行诊断研究,并就其与 ENSO 的关系做初步分析,这对区域短期气候预测是有意义的。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

气温资料选用陕、甘、宁、青、新五省(区)分布均匀的 89 个测站 1960~1996 历年冬季(12~2 月)的月气温值和季平均气温。赤道东太平洋海表温度取 NINO3 区(-5°~10°S,180°~90°W)的区域平均温度。

上述资料在分析前均进行了标准化处理。

### 1.2 主要方法简介

EOF 和 REOF 是提取气象场优势信号、反映气象场空间分布特征的较为有效的方法,应用广泛,其详细的方法介绍请参阅文献<sup>[2]</sup>,这里不再赘述。

用 2 阶主值函数  $Y(t) = c_0 + c_1 t + c_2 t^2$  表示时间序列的变化趋势,式中  $t$  表示时间序号, $c_0$ 、 $c_1$ 、 $c_2$  为系数,由最小二乘法求得。

## 2 西北地区冬季气温的异常特征

首先对西北地区冬季气温进行 EOF 分解,然后在 EOF 的基础上对前 10 个主成份进行旋转。在分析中我们发现,各载荷向量的收敛速度很快。表 1 是旋转前后载荷向量的累积方差贡献,可以看出 EOF 分解中仅前 2 个载荷累积向量的方差就占总方差的 72.5%,其中第 1 载荷向量的累积方差贡献就达 55.3%。这说明西北地区冬季气温异常的空间分布特征由第 1 载荷向量场便可基本反映出来,它表现为冬季区域性的一致偏冷或偏暖(图略)。

表 1 EOF、REOF 前 6 个载荷向量的累积方差贡献

Tab. 1 The first 6 loading vector variances form EOF and REOF

	1	2	3	4	5	6
EOF	55.3	17.1	6.2	2.6	2.3	1.4
REOF	36.3	21.5	15.0	14.8	2.9	2.4

图 1 是 EOF 第 1 载荷向量的时间系数及其 2 阶主值函数曲线,其明显的演变特征就是单调上升,1980 年前后是由负值向正值的转折点。结合一致为正的 1 载荷向量场,说明西北地区冬季气温自

收稿日期:2003 - 11 - 18;改回日期:2004 - 01 - 06

基金项目:国家自然科学基金项目(40205014),兰州区域气象中心开放实验室项目“西北区域气候模式发展应用研究”

作者简介:李耀辉(1967 - ),男,甘肃徽县人,副研究员,在读博士,主要从事灾害性天气、气候以及数值模式的应用等研究。

1960 年以来是不断增加的,1980 年以前为偏冷时期,1980 年以后为偏暖时期。

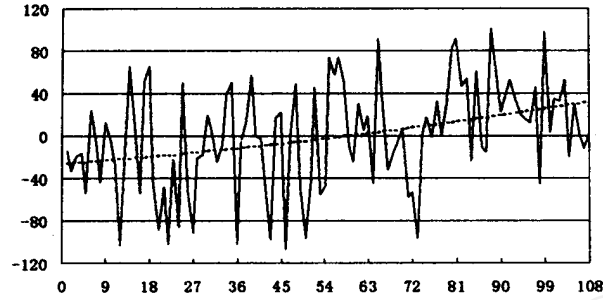


图 1 EOF 第 1 载荷向量的时间系数及其 2 阶主值函数曲线  
Fig. 1 The time coefficient and its second order trend curve of the first loading vector from EOF

取 REOF 的前 4 个载荷向量来分析西北冬季气温异常的次区域尺度特征,它们的累积方差贡献已达到 87.6%,完全能反映出西北冬季气温不同区域的异常分布特点。图 2 是 REOF 前 4 个载荷向量场的空间分布,其中第 1 载荷向量场(图 2a)的中心位于陕西洛川,载荷向量大值区( $\geq 0.50$ )在西北东部的甘肃河东、宁夏及陕西北部和中部的范围。很多研究表明<sup>[3-4]</sup>,这些地方是西北地区春季、夏季气候异常的最敏感区域,现在看来,这里也是冬季气温异常的最敏感地区,即西北冬季温度的异常冷、暖首先由陕、甘、宁交界区气温的异常反映出来。图 2b 是第 2 载荷向量场的空间分布特征,较大的载荷向量均集中在青海省,说明青海冬季气温有其自身的异常特征,中心位于青海中东部的都兰。文献[3][4]中,西北春、夏气候异常的最敏感区包含了青海东部在内的高原以东地区。但对于冬季气温来说,青海具有其独特的异常状况,与陕、甘、宁地区分属两个异常分布区。第 3、第 4 载荷向量场(图 2c、d)反映了新疆南部、北部气温异常的差异,其中心分别在南疆的喀什、北疆的塔城。

我们将以上 4 个异常区域分别叫做高原东部区、青海高原区、南疆区和北疆区。

以上的空间分布型明显反映了不同的气候类型对西北冬季气温异常的影响。高原东部区是西北典型的季风气候区,青海则具有高原气候的特点,新疆是西北的非季风区,其冬季气温主要受西风带影响。

图 3 是上述 4 个代表站冬季气温距平的时间序列及其 2 阶主值函数趋势,它反映了各个异常区气温的时间变化情况,从中可以看出一个共同特征,即 1980 年以前为负距平,以后为正距平,演变趋势基本上为一致上升。这表明 4 个异常区冬季气温自

1960 年以来一直是增加,这与图 1 的结论是一致的。

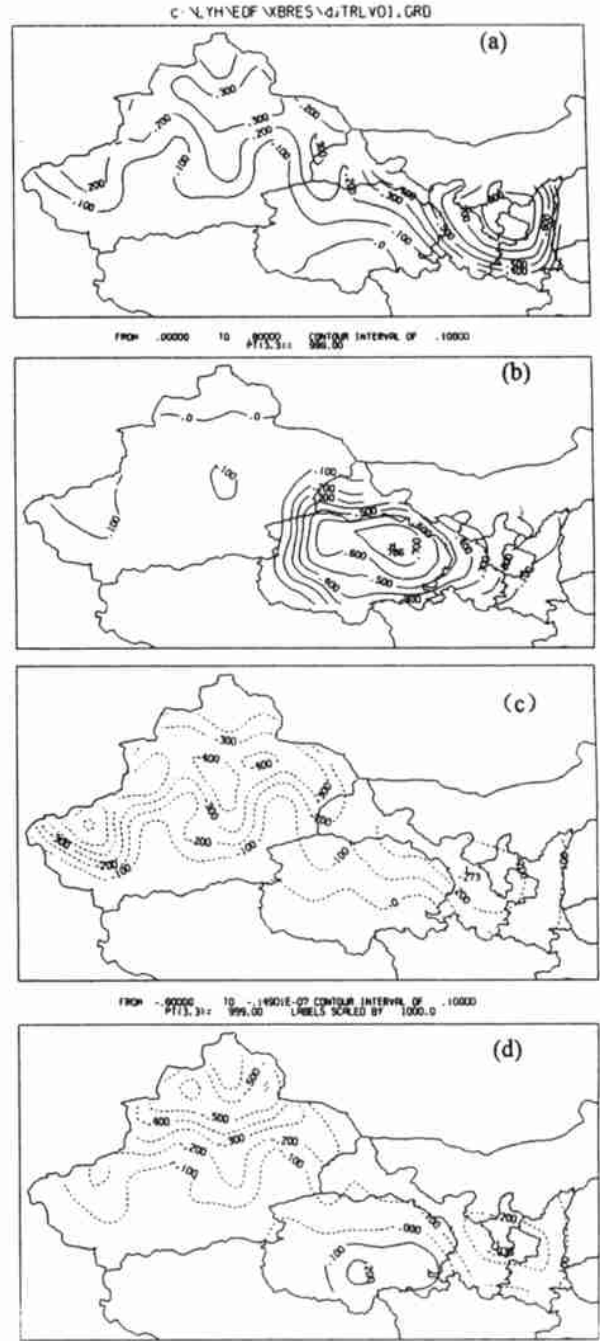


图 2 REOF 前 4 个载荷向量场的空间分布  
Fig. 2 Spatial structures of the first 4(a~d) rotating loading vectors

### 3 西北地区冬季气温与 ENSO 的关系

ENSO 事件是全球气候变化的最强信号,它同样也是影响中国西北冬季气温的重要因素。为此,

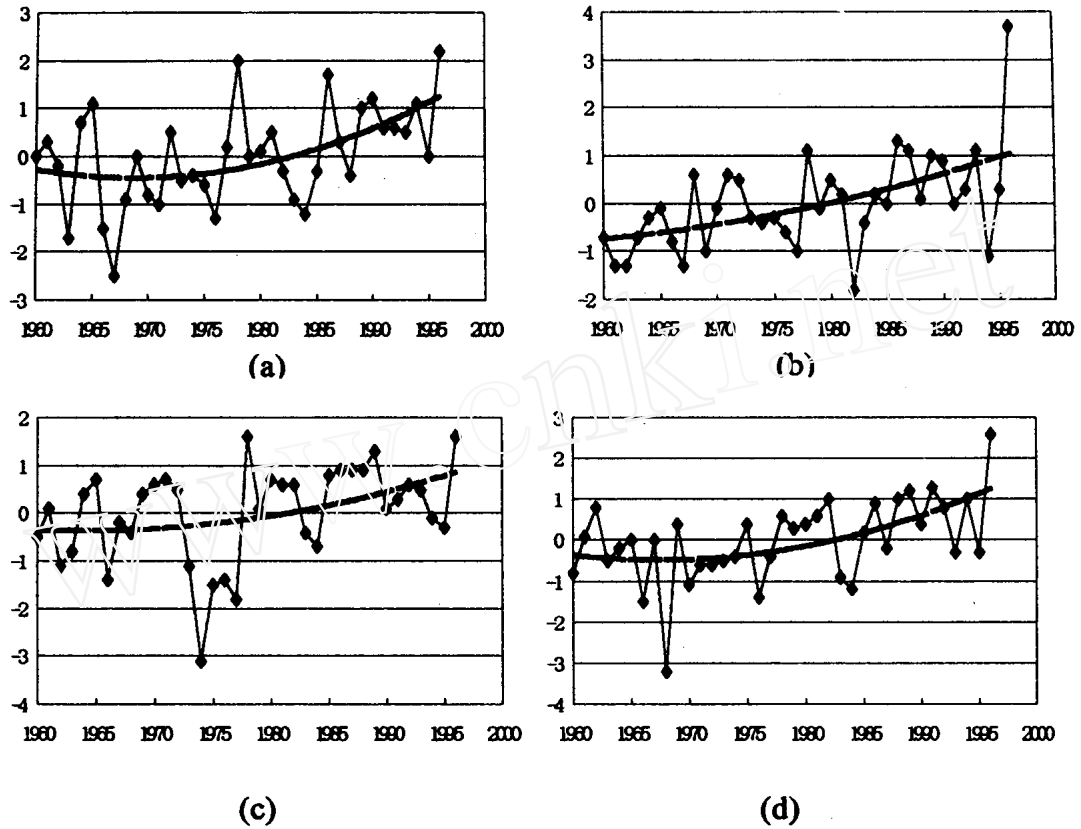


图 3 洛川(a)、都兰(b)、喀什(c)和塔城(d)4个代表站冬季气温距平时间序列及其2阶主值函数

Fig. 3 Time sequences and their second order trend curves for winter temperature anomaly of Luochuan(a) ,Dulan(b) ,Kashi(c)and Tacheng(d)

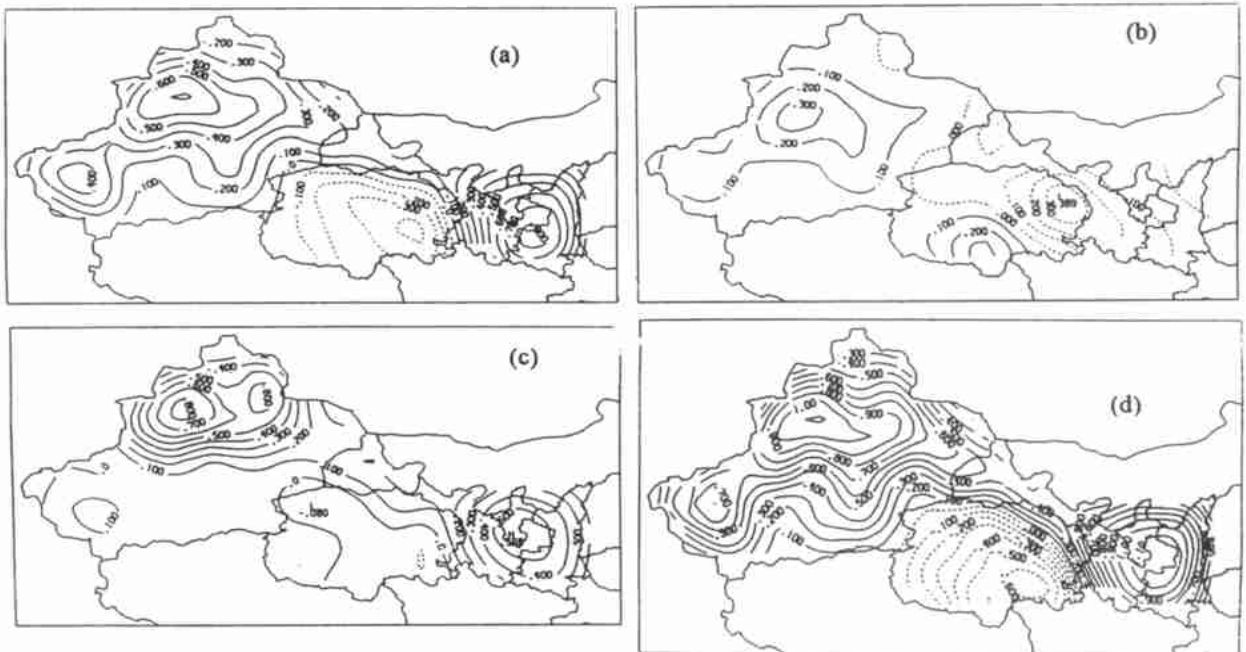


图 4 El - Nino 年西北地区冬季气温距平的合成图

(a 冬季平均 ,b 12月 ,c 1月 ,d 2月)

Fig. 4 Composite images of winter temperature anomaly in an El - Nino year in Northwest China

(a for winter average ,b for December ,c for January ,d for February)

有必要对太平洋海温异常和西北冬季气温异常之间的关系做一些分析探讨。

图4是El-Nino年西北地区冬季气温距平的合成图,图4a是冬季平均气温异常的分布情况,可以看出,高原以东及新疆地区是明显的正距平,青海为负距平。也就是说青海高原区与西北其它几个异常区,冬季平均气温在El-Nino年的异常变化趋势是相反的,高原东部区、南疆区和北疆区的气温明显偏高,青海高原区气温偏低。各月的情况存在较大差异,12月份西北各地气温异常的程度不明显,青海东部为较弱的负异常,北疆西部为较弱的正异常(图4b);1月的异常特征为高原以东以及北疆气温偏高(图4c),2月份气温对El-Nino的响应是冬季最强烈的(图4d),其异常分布特征与图4a相似,但正、负异常的强度比图4a中的要大。由此可见,中国西北地区冬季气温在El-Nino年的异常响应主要表现为青海偏冷,其它地方明显偏暖,这种异常特征在2月份最显著。

对La-Nina年冬季西北地区的气温距平进行合成(见图5a~d),可以看出当有La-Nina现象发生发展时,西北地区气温异常的特征与El-Nino年基本上是相反的,即以偏低为主。冬季平均气温的情况反映在图5a中,西北大部分地方为负距平,以偏冷为主,其中较强的负距平集中在陕、甘、宁交界区,说明这里的偏冷最明显。冬季各月的情况是,12月份的分布特征与冬季平均的相似(图5b),气温异常偏低,但其强度、范围大于冬季平均的;1月份的异常主要表现为新疆气温偏高(图5c);2月份的异常特征(图5d)也类似于图5a,但强度较弱。

通过上述分析发现,ENSO循环不同位相对西北地区冬季气温的影响也是完全不同的,首先,El-Nino年的冬季,西北地区的气温以异常偏高为主,冬季各月中12月的异常最弱,2月份的异常最强;在La-Nina年时,西北地区冬季多以异常偏冷为主,而其中12月的异常最强,2月份的异常较弱。其次,就4个异常区的情况来看,El-Nino时青海高原区气温是偏低的,而其它3个异常区气温为一致的明显偏高;La-Nina时各区的差异很不明显,基本上为异常偏冷。另外,各异常区的冬季气温对ENSO的响应中,高原东部区是最强烈的。

### 4 主要结论

利用更具有代表性、更完备的陕、甘、宁、青、新五省(区)89个测站近40a的冬季气温资料,运用一

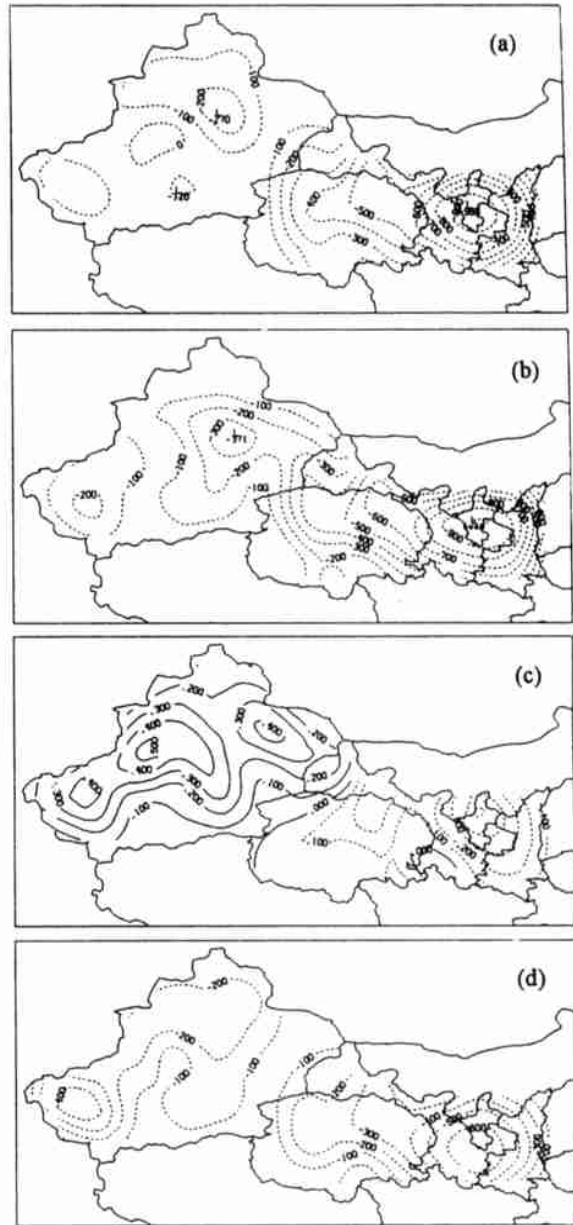


图5 La-Nina年西北地区冬季气温距平的合成图 (a 冬季平均,b 12月,c 1月,d 2月)

Fig.4 Composite images of winter temperature anomaly in a La-Nino year in Northwest China (a for winter average ,b for December ,c for January , d for February)

些常用的统计方法,进行了西北地区冬季气温异常的时、空特征及其与ENSO的关系诊断分析,得出如下主要结论:

4.1 就整体而言,大范围区域性的一致性偏冷/偏暖是这一地区冬季气温的首要特征;就次区域尺度来说,青藏高原以东地区、青海高原、南疆、北疆依次是西北地区冬季主要的气温异常区域。

4.2 西北地区冬季气温自1960年以来为不断升

高,1980 年以后出现冬季偏暖加剧的趋势。

4.3 西北地区冬季气温异常对 ENSO 循环不同位相响应是完全不同的,El - Nino 年冬季,西北地区的气温异常表现为青海高原区偏低,其它 3 个异常区气温为一致的明显偏高,这种异常特征以 2 月份最为明显,12 月最弱;La - Nina 时,西北地区冬季以异常偏冷为主,其中 12 月的异常最强,2 月份的异常较弱,各区的差异很不明显。

4.4 各异常区中的青藏高原东部地区冬季气温对 ENSO 的响应是最强烈的。

#### 参考文献:

- [1] 李栋梁,谢金南,王文. 中国西北夏季降水特征及其异常研究[J]. 大气科学,1997, 21(3):331 - 340.
- [2] 吴洪宝,李栋梁,章基嘉. 中国冬季月平均气温异常的旋转 EOF 分析[J]. 南京气象学院学报. 1995, 18(3):349 - 354.
- [3] 李栋梁,谢金南,赵仲莲,等. 中国西北夏季气温及其对青藏高原地面感热异常相应的诊断与数值试验[J]. 气候与环境研究, 1997, 2(4):377 - 386.
- [4] 李耀辉,李栋梁,赵庆云. 中国西北春季降水与太平洋秋季海温的异常特征及其相关分析[J]. 高原气象, 2000, 19(1):100 - 110.

## The Analysis of Winter Temperature Abnormality in Northwest China

LI Yao - hui

(Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 100081, China)

**Abstract:** In this paper, the characteristics of spatial distribution and temporal evolution for winter temperature abnormality in Northwest China are researched by using the methods of EOF and REOF with the winter temperature data of 89 observation stations about 40 years over Shanxi, Gansu, Ningxia, Qinghai and Xinjiang provinces. Some significant conclusions are found.

**Keywords:** Northwest China; winter temperature; abnormally characteristics