

文章编号:1673-8411 (2014) 04-0024-08

横断山脉地区大气环流演变特征分析

张 瑶, 何 耀, 刘丹丹
(1. 松桃苗族自治县气象局, 贵州 铜仁 554100)

摘 要:应用 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法对横断山脉地区的 8 个经度×10 个纬度范围内 1948~2012 年逐日平均的海平面气压场进行环流分型,由日平均海平面气压场算出 6 个环流指数(u 、 v 、 V 、 ξ_u 、 ξ_v 、 ξ),并由此划分出 27 种不同的环流型。分型结果表明:横断山脉地区主要环流分型为 E 型、NE 型、SE 型、N 型和 C 型,其频率分别为:21.4%、14.6%、13.7%、9.8%和 9.5%;E 和 NE 型环流频率逐渐增加,C 型环流型频率逐渐减少。春季横断山脉地区主导环流比较繁琐;NE、N 型为夏季的主要环流型,但 E 型环流在夏季的频率也相当大;秋季和冬季横断山脉地区的主导环流型都为 E 型和 SE 型。夏季主导环流型持续时间较长,冬季也是主导环流持续的时间较长,个别年份主导环流型持续时间超过了一个月,这主要与横断山脉地区复杂的地形有联系。
关键词:横断山脉;大气环流型;Lamb-Jenkinson 环流分型
中图分类号:P461 **文献标识码:**A

Characteristic analysis of atmospheric circulation
evolution in Hengduan ranges

Zhang Yao, He Yao, Liu Dan-dan
(Songtao Miao Autonomous County Meteorological Service)

Abstract: Based on the method of Lamb-Jenkinson atmospheric circulation classification, daily average sea level pressure field from 1948 to 2012 in the Hengduan mountains region of 8 longitude x 10 latitude range was classified, and six circulation index (u , v , V , ξ_u , ξ_v , ξ) were calculated out. On the basis of these indexes 27 different circulation types were divided into. The classification results show that the main circulation types of Hengduan ranges are E, NE, SE, E, N and C type, its frequency is respectively: 21.4%, 14.6%, 13.7%, 9.8% and 9.5%; the frequency of E and NE type circulation are increasing, while C type circulation type gradually decrease. The dominant circulation is more complicated in spring; while NE, N is the dominant main circulation in the summer, and frequency E type is also quite high in summer; the dominant circulation in fall and winter is E and SE type. The duration of summer and winter dominant circulation is long and lasting time leading type circulation is over a month in some years, which is mainly caused by the complex terrain of Hengduan ranges.
Key Words: Hengduan ranges; atmospheric circulation pattern; Lamb-Jenkinson circulation classification

1 引言

自然地理环境是气候形成的重要因子之一。横断山脉地区属于青藏高原的东南部,境内丛山堆叠,峡谷相间。地势由西北向东南倾斜,大部分地区为高山峡谷,除南部与云南高原接壤的地区海拔高度稍

低外,其余地区海拔高度在 3000~4000m 以上。从东到西占据 8 个经度,从北到南占据 10 个纬度;从低到高海拔相差 6500m 左右,气候水平变化和垂直变化叠加作用形成的水平地带性和垂直地带性,在近南北走向的一系列高大山脉的作用下,改变了近地层气流的性质和运行方向,境内气候变化万千,水平

收稿日期:2014-09-12
作者简介:张瑶(1990-),男,本科,助理工程师,从事气象业务工作。

方向上“十里不同天”、垂直方向上“一山有四季”。横断山区地域广袤,自然地理环境独特,复杂的地形和气候条件,孕育了丰富的自然资源,利用特色资源可以发展旅游业,促进当地经济的发展^[1]。

大气环流分型方法主要有主观和客观两类,主观分型主要依靠人为经验,具有很强的人为性,客观分型在数学上具有局限性且过分依赖原始计算资料,而 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法是一种主观和客观相结合的分型方法。Lamb-Jenkinson 分型由 Lamb^[2]提出,后来经过 Jenkinson 等^[3]的发展成为一种比较成熟的环流分型方法。这种方法计算量小,且其分型结果具有明确的天气学含义,因此 Lamb-Jenkinson 分型方法得到了广泛的应用,分型结果不仅可以用来研究温度^[4-5]、降水^[6]等基本气象要素,而且还可以用来研究大气污染扩散与环流的关系等。朱艳峰等研究指出,用 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法对日平均海平面气压场定量地划分环流类型可以较好地表现中国地区的区域环流形势^[7]。

2 资料与方法

验证 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法在横断山脉地区的适用性时所用的资料是美国国家环境预报中心提供的全球 2.5°×2.5°(经纬度)1948~2012 年月平均海平面气压再分析格点资料。研究横断山脉地区主要环流型在不同时间尺度下的变化规律及它们能够持续的时间时所用的是美国国家环境预报中心(NCEP)提供的全球 2.5°×2.5°(经纬度)1948 年~2012 年日平均海平面气压场格点资料。

横断山脉位于青藏高原东南部,通常为四川、云南两省西部和西藏自治区东部南北山脉走向的总称,介于北纬 24°40′~34°00′N,东经 96°20′~104°30′E,是我国西南的重要山脉。本文以(30°N,100°E)作

为中心点,北纬 20°~40°N,东经 85°~115°E 的区域内,每隔五个纬度,十个经度的格点上取 16 个点(图 1),所选区域包括了横断山脉及边缘地区,于是就该区域内的日平均海平面气压场进行环流分型。

选取的以上范围内,运用差分公式的方法,通过 16 个网格点的日平均海平面气压值计算出中心位置(30°N,100°E)的地转风(u、v)和地转风涡度(ξu、ξv),地转风的纬向风分量用 u 表示,地转风的经向风分量用 v 表示;ξ 是总切变涡度,ξu、ξv 分别为纬向风的经向梯度和径向风的纬向梯度^[7]。根据地转风速、风向以及地转涡度之间的关系,把环流类型分成旋转型、平直气流型、和混合型 3 大类,共计 27 小类,如表 1 所示。

表 1 环流分型表

分类依据	环流型	细分的环流型
$1 \leq \xi \leq V$	平直环流型	N; NE; E; SE; S; SW; W; NW
$1 \leq \xi \geq 2V$	旋转型	A; C
$V < 1 \leq k < 2V$	混合型	CN; CNE; CE; CSE; CS; CSW; CW; CNW; AN; ANE; AE; ASE; AS; ASW; AW; ANW
$V < 6hPa/(10^\circ)$ 且 $1 \leq k < 6hPa/(10^\circ)$	无定义型	UD

3 Lamb-Jenkinson 法在横断山脉地区的适应性验证

3.1 27 种环流型的频率

首先,利用 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法将横断山脉地区 1948~2012 年共 780 个月份的月平均海平面气压进行环流分型。由分型结果可得,在定义的 27 种环流型中,一共出现了 13 种环流型,另外

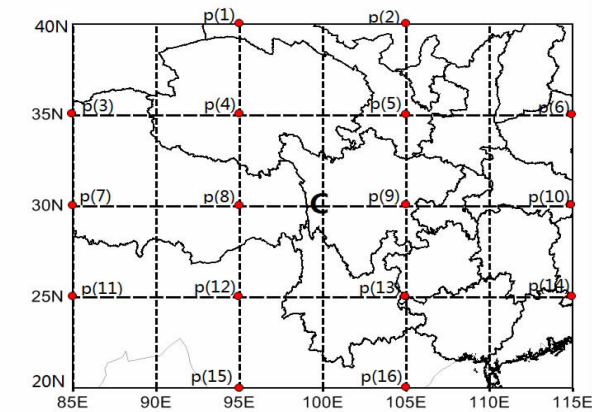


图 1 横断山脉区域内所选的 16 个格点图

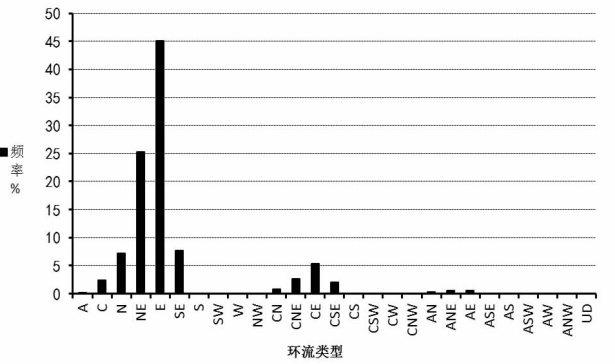


图 2 横断山脉地区 1948~2012 年环流类型的频率分布

14 种 (S、SW、W、NW、CS、CSW、CW、CNW、ASE、AS、ASW、AW、ANW、UD) 并没有出现。计算 1948~2012 年共 780 个月份中出现的 13 种环流型的频率见图 2。

3.2 各种不同环流型的海平面气压场合成图

从图 3 中出现的几种环流型多年平均海平面气压合成图来看, 利用 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法得到的环流分型能够反映横断山脉地区的大气环流形势。例如 NE、N、CNE 环流型时, 基本上在横断山脉地区的西侧为高压环流控制, 东部为低压环

流系控制, 横断山脉地区正位于高低压环流的一个过渡带中, 所以风向为偏北风, 当高低压中心位置的改变时, 表现出东北风 NE 型或低值系统控制下的东北地转风 (CNE 型)。欧亚大陆冬季被一个强大的冷高压系统所笼罩, 横断山脉也被这种冷高压系统所影响, 并且横断山脉处于冷高压系统的南缘, 环流型多为 E 或 SE。其它环流型类似。所以, 使用 Lamb-Jenkinson 大气环流分型方法所得到的环流型是合理的。

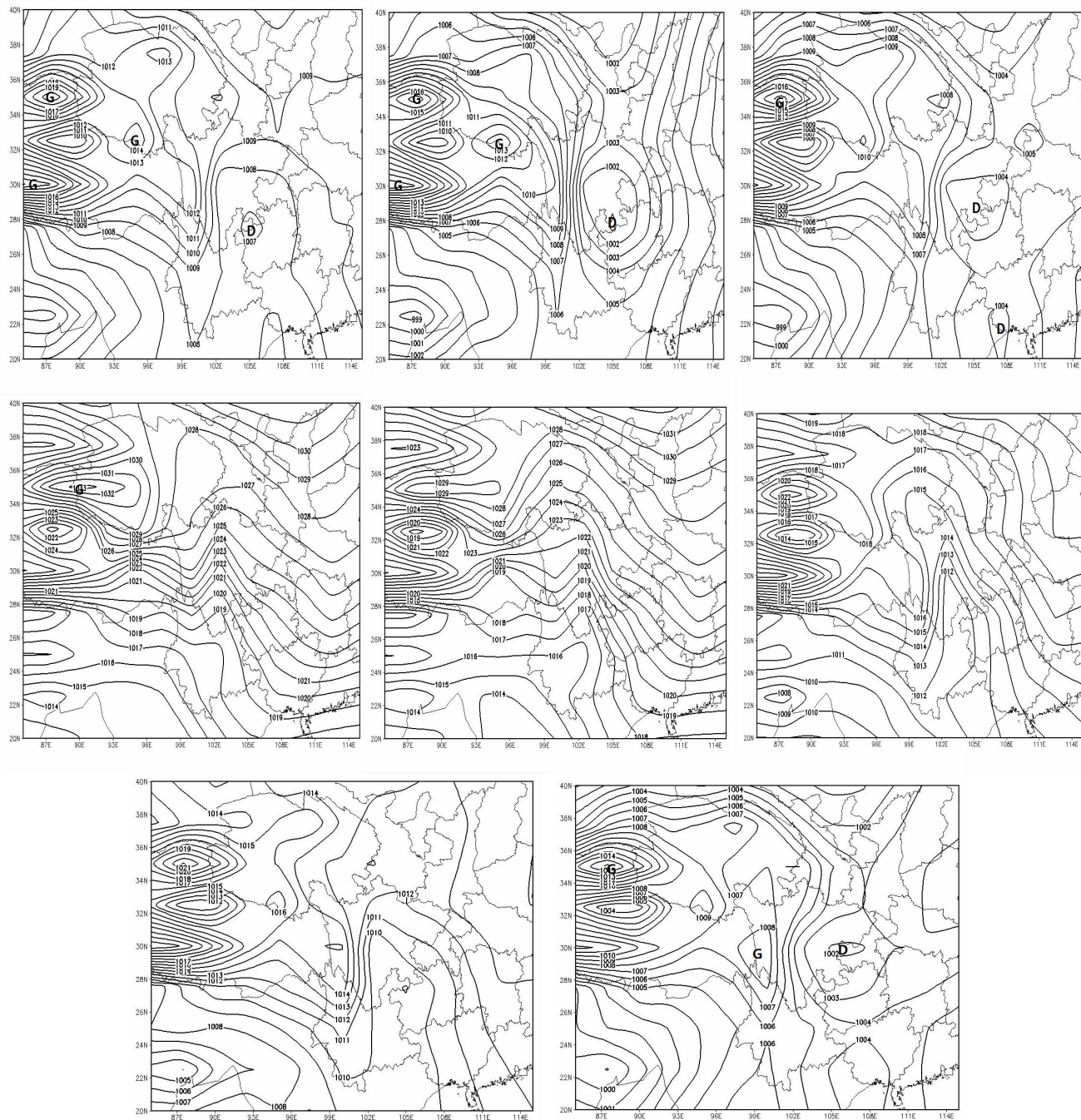


图 3 1948—2012 年横断山脉地区平均月海平面气压合成图

3.3 27 种环流型频率分布的月变化

为了对各种环流型的特点有所了解, 表 2 给出 1948~2012 年 27 种环流类型频率的月变化。从表 2 中我们可以得出环流类型出现的一些主要特征: 11 月至次年 2 月所表现出来的主要环流类型有 E、SE、CE, 其中出现频率最高的为 E 型, 偏东风环流型常出现在冬季。6~8 月主要有 E、NE、N 型环流, 然后出现频率最高的为 NE 型, 所以偏北风或者东风环流型在夏季占主要地位。从北半球月平均海平面气压场(图略)中可以很好地解释以上环流演变特征。亚欧大陆上冬季常表现为一个强大的冷高压系统所控制, 横断山脉地区恰位于这一冷高压的南侧, 则风向

主要为偏东风。夏半年青藏高原主体上多热低压系统, 横断山区范围内的松潘低压、九龙低涡仍存在, 是下半年横断山脉地区及我国东部降水过程的主要天气系统。横断山脉东侧通常多弱的低压系统, 则以偏北风和东风为主, 有时还会出现在低值系统控制下的偏东地转风的影响。由于横断山脉地处高原的东南侧地形复杂多变, 受高原东侧回流及高原绕流影响, E、W、S、N4 个方向的环流类型与环流实况的结合不是很紧密。各种环流类型的出现频率与实际天气环流演变形势相比较发现, 这种天气环流分型方法意义明确, 这样看来所划分的环流型和实际情况是一致的, 与通常的天气学意义相符合。

表 2 各种环流型频率分布(%)的逐月变化

类型	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
A	0	0	0	0	0	0	1.54	0	0	0	0	0
C	0	3.08	10.8	7.69	3.08	0	0	0	0	4.62	0	0
N	0	0	0	1.54	7.69	13.9	33.9	24.6	4.62	0	0	0
NE	0	4.62	16.9	43.1	50.8	58.5	58.5	49.2	15.4	3.08	3.08	0
E	70.8	44.6	30.8	29.2	30.8	23.1	0	18.5	60.1	61.5	87.7	84.6
SE	18.5	16.9	7.69	0	0	0	0	0	9.23	21.5	6.16	12.3
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CN	0	0	0	1.54	0	3.08	4.62	0	0	0	0	0
CNE	0	1.54	10.8	7.69	6.15	0	0	0	3.08	3.08	0	0
CE	1.54	23.1	18.5	7.69	1.54	1.54	0	0	3.08	3.08	3.08	1.54
CSE	9.23	6.15	4.61	1.54	0	0	0	0	0	3.08	0	0
CS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN	0	0	0	0	0	0	0	1.54	1.54	0	0	0
ANE	0	0	0	0	0	0	1.54	4.62	0	0	0	0
AE	0	0	0	0	0	0	0	1.54	3.08	0	0	1.54
ASE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4 5 种环流型频率季节变化

因为大多数环流类型出现的频率小于 5%(图 2), 所以我们可以用较少的几种环流类型来代表横断山脉地区的大气环流演变形势。如果取下限为 5.4%, 只有 5 种环流类型是经常出现的, 这几种环流分别是: E (45.2%)、NE (25.3%)、SE (7.7%)、N (7.2%) 和 CE (5.4%), 5 种环流类型频率之和达 90.8%, 我们认为该 5 种环流型可以作为横断山脉

地区环流形势的主要环流型。于是我们就选取该 5 种主要环流型作为研究对象。

为了找出 5 种主要环流型的季节变化规律, 更清楚地了解环流型的季节变化特点, 图 4 给出了 5 种主要环流型出现频率的季节变化。可得, 季节性变化最剧烈的两种环流型是 E 型和 NE 型。冬季和秋季 E 型占绝大多数, 春季变化平稳, 夏季明显地减少, 7 月该种环流没有出现。夏季 NE 型出现的概

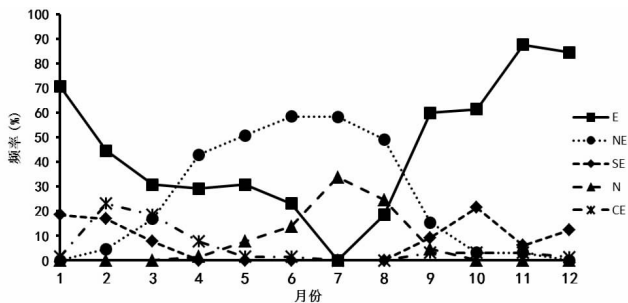


图4 1948—2012年主导环流类型频率季节变化

率较大,冬季出现的概率较少。E型和NE型、N型出现的频率有明显的反相关性,即当E型常出现的时候,NE和N型很少发生,而当E型很少出现的时候,NE、N型占优势。SE型与NE、N型的频率呈现出反相关性。

4 横断山脉区域环流型的特征

4.1 主要环流型的选取

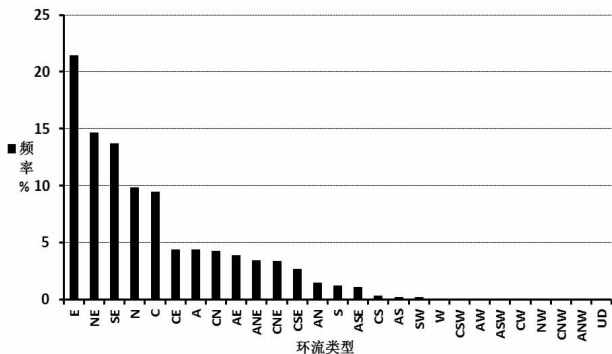


图5 横断山脉地区1948—2012年27种环流类型频率分布

对65年的逐日海平面气压场进行环流分型,可以得出各种环流型出现的频率。因为绝大多环流型出现的概率很小,所以我们选取出现频率较高的几种环流型作为横断山脉地区的主要环流型,并对几种环流型进行仔细讨论和分析,出现频率很少的环流型不作仔细考虑。图5是27种环流型出现的频率分布图,由图可见:共出现了23种环流类型,另外4种(NW、CNW、ANW、UD)没有出现。其中,只有少数5种环流类型出现频率很高,如E、NE、SE、N和C型,其它环流型的出现频率则很少。以上5种环流类型出现频率之和达69%,下面我们将重点研究这几种环流型的特点。

4.2 5种主要环流型的季节性变化

表3是由1948~2012年逐日的海平面气压得

表3 主要环流型季节和年平均出现的天数
(1948.1.1~2012.12.31)

类型	年平均	春季	夏季	秋季	冬季
E	78.3	13.4	11.3	26.1	27.5
NE	53.5	15.2	20.8	9.4	8.1
SE	49.9	10.2	1.6	17.3	20.8
N	35.9	10	21.4	3.4	1.1
C	34.6	12.7	4.9	7.9	9.1

到的5种主要环流型年平均及季节出现的天数,由年平均可得,E型出现的频率最高,NE和SE型次之。并且E和NE型的季节变化表现尤为明显,E型在冬季和秋季出现的天数最多,NE型在夏季和春季出现的天数最多,C型则在春季出现的天数最多。春季5种主要环流型表现出的频率相差不大;NE和N型最常出现在夏季;秋季和冬季出现E和SE环流型的概率较大。

图6是1948~2012年横断山脉区域各季节主要环流型频率出现的年变化。春季可以认为是过度季节,主导类型较为复杂,5种环流型出现的频率都较高,所以春季主导类型为E、NE、SE、N和C型(图6a)。1948~2012年春季E、NE、SE、N和C型环流频率平均值分别为14.6%、16.6%、11.1%、10.8%和13.8%;2001年E型环流频率最高(33.7%),频率最低值出现在1963和1967年(2.2%);1969年NE型环流频率最高(39.1%),频率最低值出现在1961年(2.2%)。

夏季横断山脉地区主导环流型为NE型、N型和E型(图6b),1948~2012年夏季NE型、N型和E型环流出现频率的平均值分别为22.6%、23.3%和12.3%,N型环流在1949~1966年期间出现的频率较高,而后是逐步下降。E型环流在1964年后呈缓慢上升趋势。NE型环流在1960年出现的频率最低(1.1%),除此之外,变化都较为缓和。N型和E型环流频率表现为反相关性。

秋季横断山脉地区主导环流型为E型和SE型(图6c),1948~2012年秋季E型和SE型环流出现频率的平均值分别为28.7%、19%;E型出现频率最高值为1999年的47.3%,最低为1955年的9.9%;SE型出现频率最高值为1988年的36.3%,最低为1963年的4.4%。从E型环流频率曲线演化来看,近几年其频率呈现上升趋势。

冬季横断山脉地区主导环流型亦为 E 型和 SE 型(图 6d), 65 年来 E 型和 SE 型环流在冬季出现频率的平均值为分别为 30.4%、23.1%; 1966 年 E 型出现频率最高(63.3%), 1969 年频率最低(12.2%); SE

型在 1955 年出现的频率最高为 56.7%, 最低为 1991 年的 10%。E 型和 SE 型环流频率表现为负相关。冬季主导环流型平均频率大于秋季主导环流型的平均频率, 他们的年际变化有所不同。

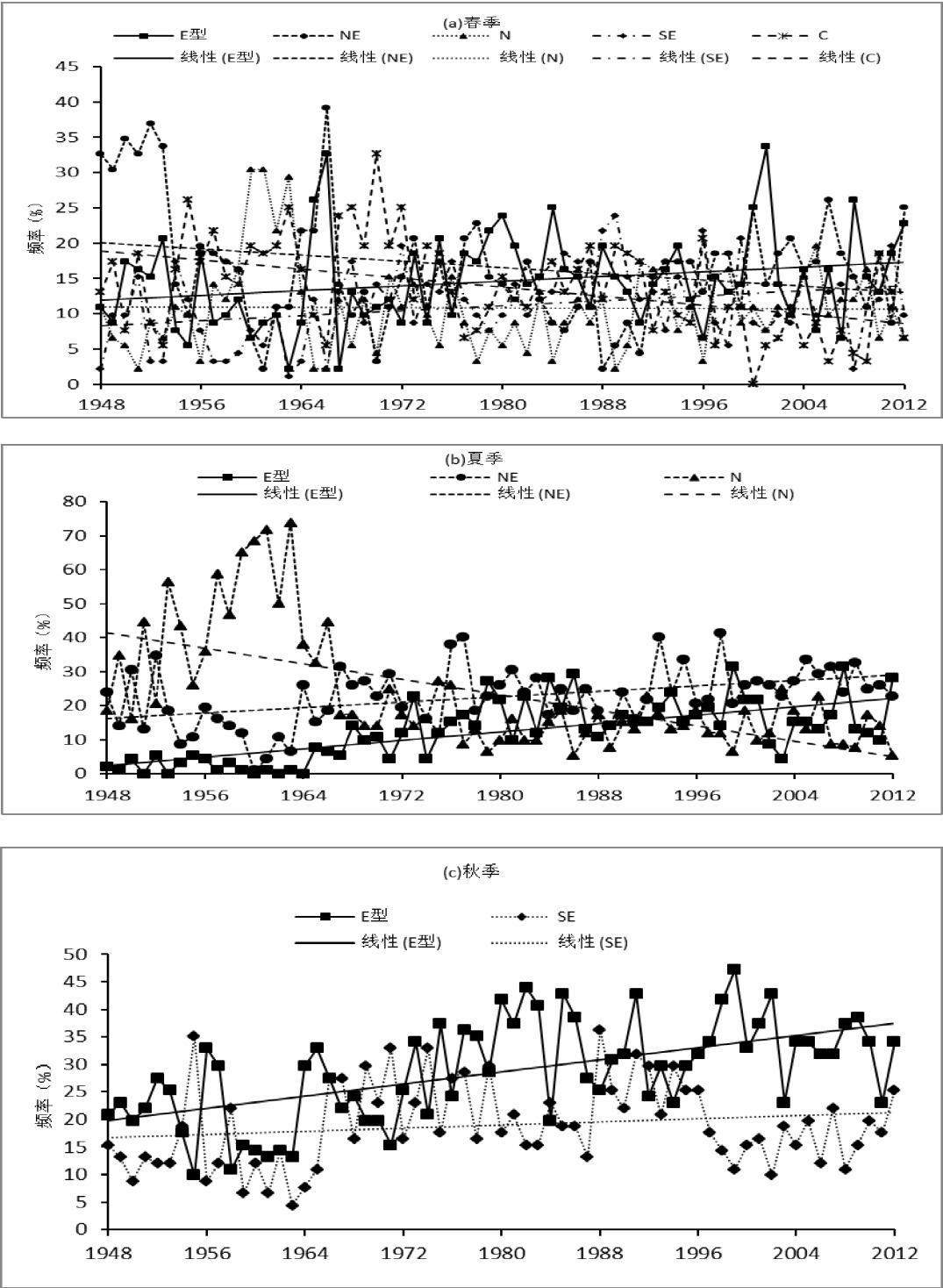


图 6 各个季节主导环流型频率出现的逐年变化

4.3 主要环流型频率的年代际变化

从 5 种主要环流型频率的年代际变化来看 (如图 7),C 型频率从 20 世纪 60 年代开始呈逐渐减少的趋势,E 和 NE 环流型的频率则呈增多的趋势,SE 和 N 型的变化趋势不明显。C 型与 E 和 NE 型具有显著的反相关性,就是 E 和 NE 型增多的同时出现 C 型的频率减少。近 50 年 E+NE 出现的频率相对于 SE+N+C 来说明显增高。这些特点表明,近年来横断山脉地区的环流型逐渐转为冬季以 E 和 SE 型为主,夏季以 NE 和 N 型为主。

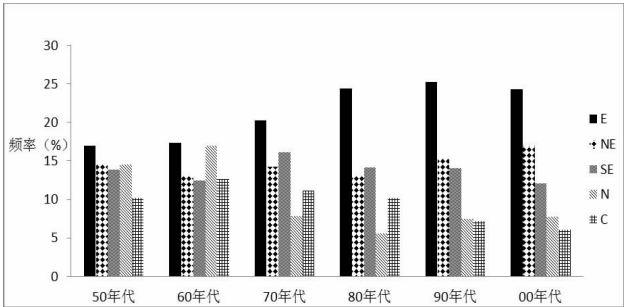


图 7 主要环流型出现频率的年际变化

4.4 主要环流型的维持时间

表 4 环流型全年、夏季和冬季平均维持天数的百分比 (1948~2012)

全年	1天	2天	3天	4天	5天	6天	7天及以上
E	50.9	21.8	10.9	5.8	4.3	2.5	3.7
NE	52.1	24.4	11.1	6.3	2.5	1.4	2.2
SE	46.7	23.1	11.7	6.8	4.3	2.5	4.8
N	55.2	21.2	10.1	4.1	2.9	2.1	4.3
C	56.7	25.1	9.2	4.7	1.7	0.9	1.6

夏季	1天	2天	3天	4天	5天	6天	7天及以上
E	53.4	22.8	11.1	4.3	5.1	1.1	2.1
NE	41.7	26.4	14	7.6	4.7	2.1	3.4
SE	71.2	21.9	1.4	2.7	2.7	0	0
N	44.3	21.8	11.9	6.1	4.1	3.1	8.7
C	48.1	29.4	9.4	6.9	3.1	1.9	1.2

冬季	1天	2天	3天	4天	5天	6天	7天及以上
E	48.5	19.4	12.6	6.7	4.6	3.1	5.1
NE	61.8	22.6	9.6	3	1.3	0.9	0.7
SE	45.4	19.7	11.9	7.7	5.1	3.4	6.7
N	86.5	13.5	0	0	0	0	0
C	62	22.1	8.4	5.4	0.9	0.3	0.9

根据以上讨论分析可得,这 5 种主要环流类型的环流形势规律各不一样。然而,它们能够长时间维持的天数也会有差异。表 3 是 5 种环流型全年、夏季和冬季平均能够持续天数的百分比。由表可得,NE 和 N 型在夏季维持的时间最长,个别年份持续

时间会达到一个月之久,SE 型维持的时间最短,这是因为 N 和 NE 型更多是出现在夏季,而 SE 型在夏季极少出现是有一定关系的,在夏季,SE 环流型出现维持的时间也很短。反之,在冬季 E 型和 SE 型能够维持相对较长时间,NE 和 N 型的维持时间较

短,多数环流形势在 2 天以内就会消失。根据全年可得,不管是何种环流型,一般能够持续一、二和三天时间的较多,而持续 4 天以上的百分率就已经很小了。然而 E、SE 和 N 型能够维持的时间相对较长,有的能够持续 6、7 天的时间,或者是更长的时间,这主要和横断山脉地区的地理环境有很大的联系。C 型环流维持的时间较短,基本上最多能持续 3 天左右。这可以得出,在 E、SE 和 N 环流型控制的时间下,天气形势一般比较稳定,只有在 C 环流型控制时的天气形势变化较快。

以上这些特点可以从它们多年平均的海平面气压图中(图略)得到很好的解释:环流类型为东风 E 型的时候,整个亚欧大陆被冷性高压所控制,西伯利亚及蒙古一带存在一个很强的冷性高压中心,它的强度十分庞大,如果出现就能持续很长的一段时间,横断山脉地区位于冷性高压的南侧,所以迫使偏东风能够持续较长时间。即使这种环流形势有时向其它环流形势演变时,也能够迅速地重新形成,因此,我们可以发现横断山脉地区冬季几乎整个都受该种环流形势的控制,其有时候减弱并向其它环流类型演变的过程就是一次寒潮天气。虽然夏季的环流形势与冬季相比一般都是比较偏弱,但是,当 N 型环流出现的时候,还是可以清楚地看到横断地区有一相对较强的完整的闭合高压系统,高压中心恰好位于横断地区的中部。

5 结论

本文通过对横断山脉地区 1948 年—2012 年的逐日和月平均海平面气压场资料进行分析得出如下结论:

(1)横断山脉地区 1948—2012 年主要环流类型为 E 型、NE 型、SE 型、N 型和 C 型,其频率分别为 21.4%、14.6%、13%、9.8%和 9.4%;E 和 NE 环流型频率均呈逐年增长趋势,然而 E 型频率增长速率快于 NE 型;C 型环流频率呈逐年减少趋势;SE 型和 N

型环流的变化不显著。

(2)横断山脉地区春季主导环流型较为复杂,5 种主要环流出现的天数和频率相差不大。夏季主导环流型为 E 型、NE 型和 N 型,NE 型所占的比例较大,E 型和 NE 型环流频率呈增加的趋势,而 N 型环流频率呈减少的趋势。冬季和秋季主要环流类型为 E 型和 SE 型,E 型所占的比例较大,冬季主要环流型平均频率大于秋季主要环流型的平均频率,二者的年际变化有所不同。

(3)夏季主导环流型(NE 型、N 型)持续时间较长,冬季也是主导环流(E 型、SE 型)持续的时间较长,个别年份主导环流型持续时间超过了一个月,这主要可能与横断山脉地区的复杂地形相联系的。

参考文献:

- [1] 李文华, 张谊光. 横断山区的垂直气候及其对森林分布的影响 [M]. 1 版. 北京: 气象出版社, 2010.
- [2] Lamb H H. Types and spells of weather around the year in the British Isles [J]. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, 1950, 76: 393-438.
- [3] Jenkinson A F, Collison F P. An initial climatology of gales over the North Sea [C] // Synoptic Climatology Branch Memorandum, No. 62. Bracknell: Meteorological Office, 1977: 1-18.
- [4] Chen D. A monthly circulation climatology for Sweden and its application to a winter temperature case study [J]. International Journal of Climatology, 2000, 20: 1067-1076.
- [5] 贾丽伟, 李维京, 陈德亮, 等. 东北地区月平均大气环流型与哈尔滨气候关系的初步研究 [J]. 气象学报, 2006, 64 (2): 236-245
- [6] 贾丽伟, 李维京, 陈德亮. 东北地区降水与大气环流关系 [J]. 应用气象学报, 2006, 17 (5): 557-566.
- [7] 朱艳峰, 陈德亮, 李维京, 等. Lamb-Jenkinson 环流客观分型方法及其在中国的应用 [J]. 南京气象学院学报, 2007, 30 (3): 289-297.