

热带高度场的振荡与厄尔尼诺现象

罗树森*

李凤临

(国家气象局气象科学研究所) (国家气象局国家气象中心)

提 要

本文使用美国国家气候资料中心 1946—1978 年月平均海温值和美国世界月气候资料 1964—1984 年月气压高度值,分析研究热带高度场的长期振荡特征及其与厄尔尼诺的关系,发现南美洲、北美洲、北非洲、太平洋等热带地区的 850—30hPa 月气压高度值存在准三年振荡。厄尔尼诺现象出现后 1—3 个月,500—30hPa 热带月气压高度距平值从负值变为正值,反厄尔尼诺现象出现后 1—2 个月,热带 500—30hPa 月气压高度距平值从正值变为负值。全球热带气压高度场变化最敏感的地区是塔希堤站。

一、热带高度场的振荡特征

图 1 是 1964—1984 年关岛(30hPa)、利马(200hPa)、达尔文(300hPa)三站 12 个月滑动的月平均高度距平演变曲线。由图可见:逐月滑动的正负距平值呈现显著的持续性,基本上是正距平、负距平有规律地交替出现。30hPa 关岛 12 个月滑动的月平均高度距平值变化曲线上有 6 个波动,这说明 30hPa 关岛月平均高度值有 40 个月左右周期。300hPa 达尔文、200hPa 利马 12 个月滑动的月平均高度距平值变化曲线上分别有近 7 个和 6 个波动。这说明 300hPa 达尔文、200hPa 利马月平均高度值分别存在 37 个月和 44 个月周期,这一事实与表 1 里 30hPa 关岛、300hPa 达尔文、200hPa 利马月平均高度值的功率谱具有 41.8、38.5、40.0 个月的周期相呼应。在 1969、1972、1976、1982 年东太平洋赤道冷水带出现厄尔尼诺现象后,达尔文(300hPa)、利马(200hPa)、关岛(30hPa)的 12 个月滑动的月平均高度距平值变化曲线都处于正距平峰值时期。相反,1968、1971、1973、1975 年东太平洋赤道冷水带出现反厄尔尼诺现象之后,这三个站 12 个月滑动的月平均高度距平值变化曲线表现出负距平的低谷时期。

我们计算了 1964—1984 年 35 个站 850—30hPa 各层月平均高度值的功率谱(表 1),计算时最大后延系数为该资料长度的三分之一,红噪音定义为置信度 95% 的红噪音密度值。表 1 中所列的功率谱周期均为超过红噪音标准的功率谱主周期。结果表明,可可斯岛、曼谷、雅浦岛、关岛、约翰斯顿岛、达尔文、莱城、塔希堤、喀士穆、圣安德列斯、波哥大、利马

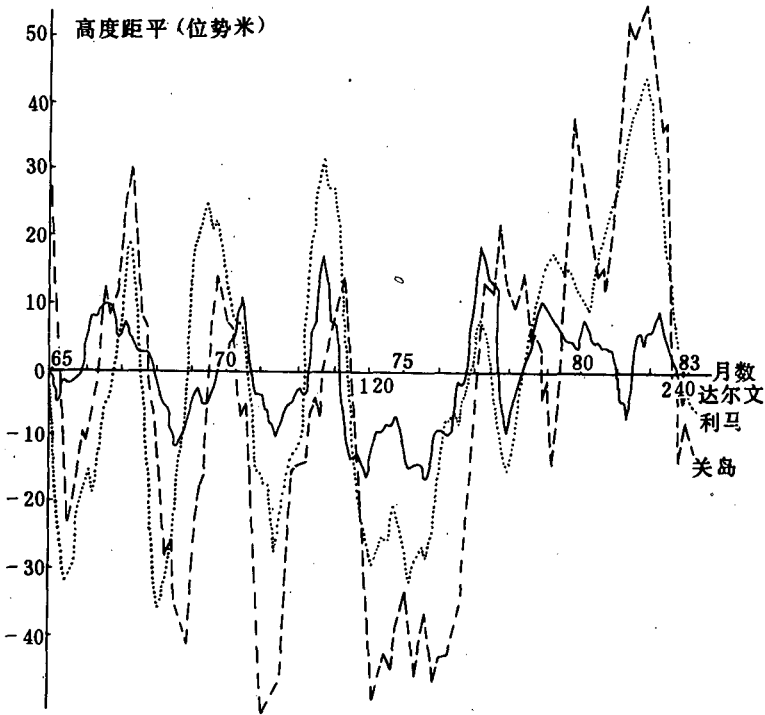


图1 1964—1984年三站12个月滑动的月平均高度距平曲线。

850—30hPa 各层月平均高度值有 30.5—50.0 个月周期现象。这一事实反映出南北太平洋、南北美洲、北非洲热带副热带 850—30hPa 月平均高度场存在着 3—4 年振荡现象,其中以 500—100hPa 五个层次的准三年振荡周期更明显。阿德莱德机场、拉弗顿、蒙特港 850—200hPa 月平均高度值有 42 个月左右周期。这说明南太平洋 850—200hPa 中纬度月平均高度场存在着准三年振荡现象。特里凡得琅、新德里、那格浦尔、维沙卡帕特南、新加坡 850—30hPa 月平均高度值没有出现准周期现象。这表明北印度洋和赤道地区各层月平均高度值不存在准周期振荡现象。斯特里荣、伊丽莎白港、布隆方丹、布拉瓦约、内肯乌、安卡拉、馆野 850—30hPa 各层月平均高度值也不存在准周期现象。

我们引用文献[1]提出的全球主要洋流区的划分标准,计算了 1964—1978 年主要洋流区月平均海温距平平均值与各站月平均高度值的相关系数(表 2)。由表可见,新加坡 850—100hPa 月平均高度值与北印度洋季风暖流区、北太平洋赤道逆流区、东太平洋赤道冷水带月平均海温距平平均值的相关系数值为 0.24—0.39,正相关显著。北印度洋的维沙卡帕特南 500—100hPa 月平均高度值与北太平洋赤道暖流区、北大西洋赤道暖流区、北太平洋赤道逆流区、圭亚那暖流区、南大西洋赤道暖流区月平均海温距平平均值的相关系数为 0.26—0.46,正相关显著。北太平洋的特鲁克、关岛、约翰斯顿岛、中东的喀士穆 850—100hPa 月平均高度值与北印度洋季风区、北太平洋赤道逆流区、圭亚那暖流区、南大西洋赤道暖流区、南太平洋赤道暖流区、东太平洋赤道冷水带月平均海温距平平均值的

站名	层次 (hPa)									
	850	700	500	300	200	150	100	50	30	
莱城 147°00'E 6°44'N	35.0	35.0				35.0		/	/	
可可斯岛 96°50'E 12°11'S			38.0	38.0	38.0	41.5	41.5	/	/	
达尔文 130°52'E 12°26'S	35.3	43.0	38.5	38.5	35.3	35.3	35.3			
楠迪 177°27'E 17°45'S		59.6	59.6	59.6	59.6	53.3	67.0	41.8		
塔希堤 149°37'W 17°33'S	30.5	30.5	30.5	30.5	32.0	32.0	32.0	32.5		
克朗克里 140°30'E 20°40'S		41.5						/	/	
贾尔斯 128°18'E 25°02'S		31.5								
拉弗顿 144°45'E 37°52'S				42.2	42.0					
霍巴特机场 147°30'E 42°50'S	42.0	42.0	42.0							
阿德莱德机场 138°32'E 34°57'S	42.0	42.0								
蒙特港 73°07'W 41°26'S			31.5				63.0		43.0	
马里恩岛 37°52'E 46°53'S				31.5				/	/	

注: / 表示该层次资料不全。

表 2 1964—1978 年不同洋流区月平均海温距平平均值与各站月平均高度的相关系数值

站名	洋流区 层次 (hPa)	相关系数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
新加坡	850												.35
	700						.24						.34
	500						.31	.29					.38
	300						.28	.33					.37
	200			-.31			.25	.37	.35				.34
	150	-.24		-.36		.25	.37	.35					.35
	100			-.43		.24	.33	.33					.35
	30								.27		.26		
维沙卡帕特南	500			-.26	.32	.34		.28	.33				
	300	-.29			.35	.35		.33	.36	.27			
	200	-.26			.26	.31							
	150	-.28		-.31	.38	.32		.31	.32				
	100		-.33	-.38	.46	.40		.37	.42	.26			
布拉瓦约	500		.32				.26						
	300		.29										
	200		.28										
	150		.30				.27						
	100		.33										
50		.32					.27						

站	洋流区 层次 (hPa)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		楠迪	500						.33	.25	.27	.26	.27			300						.38	.27	.28		.30			200						.39	.30	.30		.33	.37		150						.41	.32	.33		.36			100					.37	.40	.34	.36	.26	.41	.32	塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24			
	300						.38	.27	.28		.30			200						.39	.30	.30		.33	.37		150						.41	.32	.33		.36			100					.37	.40	.34	.36	.26	.41	.32	塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30														
	200						.39	.30	.30		.33	.37		150						.41	.32	.33		.36			100					.37	.40	.34	.36	.26	.41	.32	塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																											
	150						.41	.32	.33		.36			100					.37	.40	.34	.36	.26	.41	.32	塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																								
	100					.37	.40	.34	.36	.26	.41	.32	塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																					
塔希堤	850			.41							.24	.27		700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																		
	700			.43							.27	.38		500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																															
	500			.39							.24	.39		300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																												
	300			.41							.24	.38		200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																									
	200			.41							.27	.40		150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																						
	150			.41							.27	.39		100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																			
	100			.45							.29	.37	新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																
新德里	50			-.31									波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																													
波哥大	700	-.27	-.29	-.31	.63	.41	.24	.49	.51	.29	.39			500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																										
	500				.42	.39	.24	.47	.45	.29	.40			300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																							
	300	-.28			.40	.36	.29	.51	.59	.46	.40			200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																				
	200	-.31			.37	.31	.41	.51	.57	.47	.47	.44		150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																	
	150				.25		.35	.39	.49	.41	.39	.36		100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																														
	100	-.28			.35		.36	.40	.47	.41	.45	.36		50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																											
	50				.41				.28	.26				30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																								
	30				.35				.26	.26			喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																					
喀士穆	700											.33		500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	500								.26			.31		300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	300						.27	.30	.28		.25	.31		200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	200							.26				.28		150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	150						.24	.32	.25		.24	.31		100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	100						.28	.31	.28		.26	.33	特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
特鲁克	700		-.24				.29		.26	.28	.29	.25		200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	200		-.28				.27		.24	.26	.27	.30		150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	150		-.25				.25		.28	.25	.31	.27		100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	100							.24	.28	.25	.31	.38	关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
关岛	850						.25		.25	.27				700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	700	-.24					.31		.34	.32				500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	500	-.28					.38	.25	.39	.27	.27	.27		300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	300		-.26				.40	.28	.39	.32	.33			200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	200		-.25				.38	.29	.39	.32	.32	.34		150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	150						.36	.30	.38	.31	.32	.34		100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	100						.37	.34	.41	.35	.38	.32	约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
约翰斯顿岛	500						.24		.28	.24		.25		200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	200	-.28					.43	.41	.39	.27	.39	.50		150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	150	-.28					.44	.42	.40	.28	.39	.53		100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	100	-.28					.47	.41	.45	.35	.43	.45	利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
利马	700						.26							500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	500						.28				.38			300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	300						.24				.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

注:1.北大西洋墨西哥湾暖流区 2.南印度洋西澳大利亚寒流区 3.南太平洋东澳大利亚暖流区 4.北太平洋赤道逆流区 5.北大西洋赤道暖流区 6.北印度洋季风暖流区 7.北太平洋赤道逆流区 8.北大西洋圭亚那暖流区 9.南大西洋赤道暖流区 10.南太平洋赤道暖流区 11.东太平洋赤道冷水带。

* 5%,1%置信度临界相关系数值分别是 0.1779 和 0.2324

相关系数值为 0.24—0.53,正相关明显。北美洲的波哥大 700—30hPa 月平均高度与北太平洋赤道暖流区、北大西洋赤道暖流区、北印度洋季风暖流区、北太平洋赤道逆流区、圭亚

那暖流区、南大西洋赤道暖流区、南太平洋赤道暖流区、东太平洋赤道冷水带月平均海温距平平均值的相关系数值为 0.24—0.63, 正相关显著。北半球的新加坡、维沙卡帕特南、波哥大、喀士穆、特鲁克、关岛、约翰斯顿岛 700—100hPa 月平均高度值与墨西哥湾暖流区、西澳大利亚寒流区、东澳大利亚暖流区月平均海温距平平均值的相关系数值为 -0.24—-0.43。南半球布拉瓦约、楠迪、塔希堤、利马 700—100hPa 月平均高度值与北印度洋季风暖流区、北太平洋赤道逆流区、圭亚那暖流区、南大西洋赤道暖流区、南太平洋赤道暖流区月平均海温距平平均值的相关系数值为 0.24—0.41。与北半球不同, 它们与东澳大利亚暖流区、西澳大利亚寒流区月平均海温距平平均值的相关系数值为 0.30—0.45, 正相关显著。综上所述, 热带海洋月平均海温与南北太平洋、南北美洲、北印度洋、北非洲热带副热带 500—100hPa 月平均高度值正相关显著。

二、热带高度场与厄尔尼诺现象

我们分别给出了波哥大、利马、关岛、达尔文、新加坡和塔希堤六站厄尔尼诺年(1965、1969、1972、1976 和 1985 年)以及反厄尔尼诺(1964、1968、1971、1973 和 1975 年)各年月平均高度距平合成的平均值的空间分布(图 2)。在厄尔尼诺年份热带海洋海温升高促使波哥大、利马等六站在厄尔尼诺现象爆发后 1—3 个月, 500—30hPa 月平均高度距平平均值变为正值且 500—100hPa 月平均高度正距平平均值随高度上升而增加。在厄尔尼诺现象爆发后 6—9 个月, 150—100hPa 月平均高度正距平值均达到最大值。塔希堤 150hPa 月平均高度距平平均值是 66 位势米, 达到热带地区极大值。在反厄尔尼诺年, 热带海温下降, 促使波哥大、利马等六站 500—30hPa 在反厄尔尼诺现象爆发月份前后, 热带月平均高度距平平均值变成负值。500—100hPa 月平均高度的负距平平均值随高度升高而变小。在反厄尔尼诺现象爆发后 6—8 个月 150—100hPa 月平均高度负距平平均值达最大值。100hPa 塔希堤为 -65 位势米, 达到热带月平均高度负距平平均值的极大值。有趣的是在 1969、1972、1982 年, 在 150hPa 塔希堤分别出现 193、177、140 位势米, 为热带月平均高度最大正距平极大值; 1964、1971、1975 年在 150hPa 塔希堤分别出现 -172、-105、-147 位势米, 为热带月平均高度最大负距平极大值。这些说明 150—100hPa 是热带地区月平均高度场年际变化最明显的层次。因此, 塔希堤站是热带月平均高度场厄尔尼诺效应最敏感的地区。

表 3 列出了图鲁汉斯克、鄂木斯克等 15 站厄尔尼诺年与反厄尔尼诺年各年的 500hPa 月平均高度的距平极值及其 1964—1984 年均方差 σ 值。由表可见, 南北两半球中高纬度地区距平值比热带地区要大得多。这同南北两半球中高纬度地区长波、超长波槽脊强度和范围时空变化激烈有关^{[2][3]}。1972、1982 年为强厄尔尼诺年, 热带的那格浦尔、维沙卡帕特南、特里凡得让、曼谷、新加坡、达尔文、贾尔斯 500hPa 月平均高度的最大正距平远远超过它们的均方差。1973、1975 年为强反厄尔尼诺年, 上述数站的 500hPa 月平均高度的最大负距平值都比它们均方差小得多。这一现象反映出热带 500hPa 月平均高度场对厄尔尼诺响应显著。南半球中纬度的福雷斯特、阿德莱德、拉弗顿、霍巴特机场在厄尔尼诺或反厄尔尼诺时期 500hPa 月平均高度最大正(负)距平值有的超过它们的均方差。这由

于南半球中纬度海洋比陆地面积大得多,500hPa 月平均高度场对厄尔尼诺也有所响应。

表3 500hPa15 站月平均高度最大正负距平值(位势米)

地 名	经 度(E)	纬 度(N)	厄尔尼诺年				
			1965	1969	1972	1976	1982
图鲁汉斯克	87°57'	65°47'	58.2	117.2	88.0	95.0	115.0
鄂木斯克	73°24'	54°56'	66.0	78.0	27.7	115.9	64.0
乌鲁木齐	87°28'	43°54'	49.8	37.6	29.0	37.8	43.7
新德里	77°12'	28°34'	47.2	30.4	22.0	63.4	8.0
那格浦尔	79°03'	21°06'	34.1	10.4	29.4	56.0	26.3
维沙卡帕特南	83°16'	17°43'	33.8	23.4	22.6	11.6	29.8
曼谷	100°53'	13°44'	14.8	12.3	19.2	13.2	23.3
特里凡得让	76°57'	8°29'	47.9	30.9	7.3	27.3	23.3
新加坡	103°55'	1°22'	4.7	6.0	9.9	14.5	41.9
达尔文	130°52'	12°26'	21.9	18.6	19.6	0.4	31.6
贾尔斯	128°18'	25°02'	33.0	29.7	45.0	14.4	40.0
福雷斯特	128°6'	30°50'	34.5	50.0	60.6	17.5	48.0
阿德莱德	138°32'	34°57'	50.6	58.0	57.5	48.0	88.9
拉费顿	144°45'	37°52'	53.2	70.0	83.0	52.0	72.4
霍巴特机场	147°30'	42°50'	59.3	71.0	70.3	33.8	65.0
反厄尔尼诺年							1964—1984年 均方差 σ 值
1964	1968	1971	1973	1975			
-41.8	-110.0	-128.6	-121.6	-164.0	151.7		
-36.2	-73.2	-90.0	-106.1	-108.4	122.9		
-21.5	-25.8	-26.2	-55.1	-82.4	107.9		
-3.0	-35.8	-20.8	-27.1	-1.1	36.6		
-3.6	-18.6	-14.6	-16.1	-8.9	21.8		
-0.6	-5.2	-23.2	-24.2	-32.2	20.7		
-27.8	-16.1	-37.8	-19.2	-9.0	15.7		
-1.8	-14.1	-35.7	-39.9	-43.1	20.5		
-14.7	-15.5	-57.6	-22.5	-15.1	14.1		
-1.1	-20.4	-15.2	-24.6	-24.4	15.2		
-105.0	-20.4	-35.4	-49.0	-52.4	34.9		
-81.2	-46.6	-57.0	-76.7	-62.2	67.4		
-83.6	-72.0	-62.0	-62.0	-52.0	74.7		
-91.0	-98.5	-61.5	-56.0	-24.8	60.7		
-103.2	-138.2	-51.3	-58.2	-52.3	68.7		

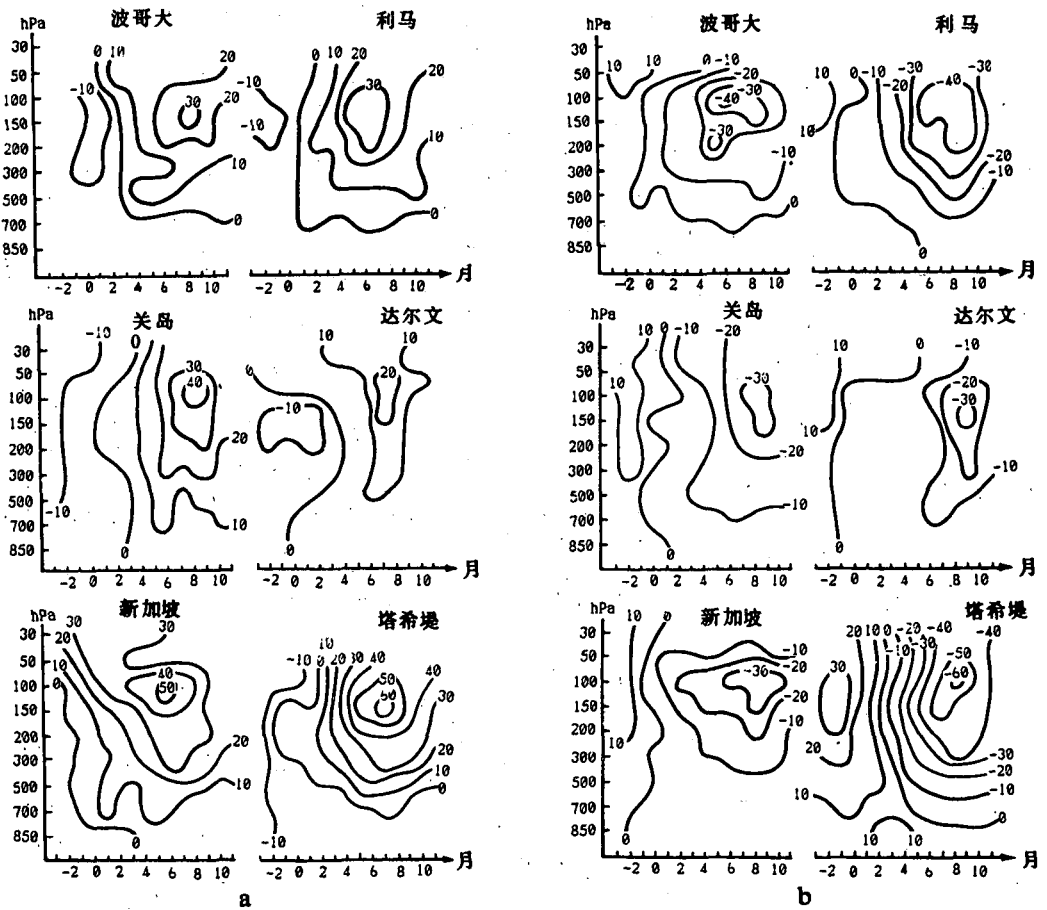


图 2 六站厄尔尼诺年(a)反厄尔尼诺年(b)月平均高度距平合成平均值剖面图
 (横坐标 0 表示厄尔尼诺或反厄尔尼诺现象开始出现月份)

参 考 文 献

[1] 罗树森, 全球主要洋流区的海温特征, 热带海洋, 6, 3, 1987.
 [2] 毕慕莹, 厄尼诺现象与北半球 500 百帕大气环流, 气象科学研究院院刊, 1, 2, 1986.
 [3] 罗树森, 大洋洲 500 百帕环流形势与台风发生一些统计关系, 热带天气论文集, 1976.

THE OSCILLATION OF TROPICAL HEIGHT FIELD AND EL NINO EVENTS

Luo Shusen

(*Academy of Meteorological Science, SMA*)¹

Li Fenglin

(*National Meteorological Center, SMA*)

Abstract

The monthly SST data set from the National Climate Data Centre (U. S. A.) during the 33 Years periods of 1946—1978 and the monthly geopotential height data set from the Monthly Climatic Data for the World (U. S. A.) during the 21 years periods of 1964—1984 are utilized in this paper. It is found that the tropical monthly geopotential height values from 850 through 30 hPa in both South and North America and North Africa, as well as over the Pacific Ocean appear the quasi-triennial oscillation and that one to three months after the El Nino events, tropical monthly isobaric height departures from 500 through 30 hPa change from negative to positive values, on the contrary, one to two months after the EL Nino, from positive to negative values. The most sensitive region of the global tropical isobaric height field is at Tahiti station.