

# 青藏高原年日照时数变化的时空特征

华维, 董一平, 范广洲

(成都信息工程学院高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都 610225)

**摘要:** 利用青藏高原地区 68 个测站 1973~2007 年近 35 a 的日照时数资料, 采用主成分分析、旋转主成分分析、小波分析等方法对年日照时数变化的时空特征进行了分析。结果表明: 1. 青藏高原年日照时数呈现东南部较少, 逐渐向西北地区增加的特征, 近 35 a 青藏高原西部、西藏西南部和青海西南部年日照时数呈增加趋势, 其余地区以减少趋势为主。第一载荷向量场反映了全区日照时数较一致的偏多或偏少; 第二三载荷向量场分别反映了高原日照时数南北相反变化以及中部与西部、北部相反变化的差异。2. 青藏高原年日照时数空间异常区可分为 7 个, 即高原东南区、高原北部区、高原中部区、藏东区、青海北部区、藏西南区和高原西部区。高原北部和中东部年日照时数减少趋势较为显著, 高原西部和西南部年日照时数呈增加趋势。3. 高原东南区、高原中部区、青海北部区和藏西南区存在显著的 16 a 周期, 其他异常区的显著周期及其年代变化差异较大。

**关键词:** 青藏高原; 年日照时数; 时空特征; 旋转主成分分析; 小波分析

**中图分类号:** P422

**文献标识码:** A

日照是气候变化的主要影响因素, 也是气候资源的重要组成部分之一。日照情况一般采用日照时数来表示, 代表的是某地一天日照时间的长短。深入研究日照时数的分布规律和变化趋势, 不仅对认识该地区气候背景状况和气候资源变化有重要作用, 而且对于利用清洁能源、合理农业布局生产、调整种植结构、旅游资源开发乃至社会经济的可持续发展等也具有重要意义<sup>[1-3]</sup>。青藏高原地处我国西南, 太阳能资源丰富, 是中国太阳辐射量最多的地方。随着全球气候变化研究的开展和深入, 青藏高原日照时数的变化趋势已经引起很多学者的关注。李跃清<sup>[4]</sup>指出青藏高原东侧近 40 a 日照时数显著下降。毛飞等<sup>[5]</sup>研究了西藏那曲近 40 a 的日照时数的地理分布以及年内、年际、年代际变化规律, 认为那曲四季日照时数呈均减少趋势。杜军等<sup>[6]</sup>分析了西藏近 35 a 日照时数的变化特征及影响因素, 发现近 35 a 西藏年日照时数表现为极显著的减少

趋势, 特别是近 25 a 夏、秋季日照时数减幅加大, 年日照时数减少明显。上述工作对研究青藏高原气候变化具有重要意义。但由于以往研究所用的资料样本数较少, 且多侧重于日照时数的趋势分析, 对青藏高原日照时数的整体时空变化特征研究不够深入。为全面了解青藏高原日照时数变化情况, 有必要利用较高分辨率的资料对年日照时数变化时空特征做细致分析。因此本文将利用 1973~2007 年青藏高原 68 个台站的日照时数资料, 通过统计方法对年日照时数变化的时空特征和规律进行初步分析, 从而为更好了解青藏高原气候变化和气候资源开发提供一定参考依据。

## 1 资料与方法

日照时数资料采用中国气象局信息中心资料室提供的 640 个测站建站至 2007 年的逐月日照时数

收稿日期 (Received date): 2009-09-07; 改回日期 (Accepted): 2009-11-03.

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (40875053)、成都信息工程学院校选课课题 (CRF200901)、甘肃省气象局局校合作项目“西北地区太阳能资源区划研究”资助。[Supported by the Chinese national natural science foundation (40875053) and the Program of Chengdu University of Information Technology (CRF200901) and Bureau and school cooperative project of Gansu Meteorological Bureau]

作者简介 (Biography): 华维 (1982-), 男 (汉), 四川西昌人, 硕士, 讲师, 主要从事气候变化和陆气相互作用研究。[Hua Wei (1982-), male born in 1982 in Xichang city, Sichuan province, the Han nationality. The degree is Master. A ssistant professor, majoring in climate change and interaction between land surface and atmosphere.]

资料,选择青藏高原地区海拔  $\geq 2\,000\text{ m}$  的测站共计 68 个。由于 1970 年代以前青藏高原许多站点缺资料情况较为严重,且高原西部部分台站观测始于 1973 年,因此资料时间范围选择为 1973~2007 年,共计 35 a。首先将其处理为相应的年日照时数资料,并进行标准化处理,对个别站点少数时段的资料缺测,分析时用气候值进行了插补。采用主成分 (PCA) 分解和旋转主成分分析 (RPCA)<sup>[7]</sup> 得到青藏高原年日照时数变化的整体异常空间分布和局地异常敏感区。气候要素的变化趋势分析采用施能<sup>[8]</sup> 定义的气候趋势系数。小波分析在时域和频域上同时具有很好的局部化特征,在气候分析中得到广泛应用<sup>[9]</sup>,本文选用文献 [10, 11] 的  $M_{arr}$  小波分析各异常区年日照时数变化的多尺度时频结构。

## 2 结果分析

### 2.1 年日照时数的基本空间分布特征

由青藏高原近 35 a 平均的年日照时数空间分布 (图 1a) 可以发现,青藏高原年日照时数整体上呈现自东南向西北增加的特点。川滇西部高原和西藏东南部是年日照时数低值区,年日照时数在  $< 2\,400\text{ h}$ 。最低中心西藏波密年日照时数仅为  $1\,456\text{ h}$ 。向北青海高原为年日照时数大于  $2\,800\text{ h}$  的相对高值区,最高中心青海冷湖年日照时数可达  $3\,388\text{ h}$ 。向西青藏高原西部年日照时数增加,形成高原西部年日照时数高值区,最高中心西藏狮泉河的年日照时数可达  $3\,555\text{ h}$ 。同时,西藏西南部存在一个年日照时数相对低值区,最低中心聂拉木的年日照时数为  $2\,543\text{ h}$ 。

利用趋势相关方法<sup>[8]</sup> 分析青藏高原年日照时

数的空间变化特征表明 (图 1b), 川西高原、西藏中东部和青海大部分地区年日照时数呈明显的减少趋势,趋势系数一般都能通过 0.05 的显著性水平检验。西藏阿里地区、青海西南部年日照时数呈增加趋势,增加最快的是阿里地区,趋势相关系数可以通过 0.05 的显著性水平检验。

### 2.2 年日照时数的空间异常特征

对青藏高原 68 个测站年日照时数进行主成分和旋转主成分分析,得到其载荷向量 (LV) 和旋转载荷向量 (RLV), 能够较好地反映青藏高原年日照时数的空间异常特征。表 1 为旋转前后的方差贡献率。由表中可以看出,旋转后除第 1、第 2 和第 6 分量方差贡献减小外,其余分量旋转后方差贡献均有所增加。由表 1 还可发现,前 10 个分量旋转前后的累积方差贡献达到 82.70%, 收敛速度相对较慢,反映了青藏高原地区年日照时数分布的复杂性,并且除第一旋转载荷向量方差贡献  $> 20\%$  外,其他各旋转载荷向量场方差贡献都没有超过 11%, 这也进一步说明青藏高原地区年日照时数的局地变化特征较为明显。

图 2 为前 3 个载荷向量场空间分布, 共计累计方差贡献的 52.06%, 可以揭示青藏高原年日照时数的整体空间异常结构。从第一载荷向量场 (图 2a) 上可见, 除西藏阿里为负值分布以外, 其余地区为一致的正值分布, 正值中心位于四川康定, 为 0.87, 此外, 青海西北部也存在一个大值区; 负值中心位于西藏狮泉河, 为  $-0.44$ 。这一空间类型方差贡献为 29.5% (见表 1), 反映了青藏高原日照时数的变化在第一空间尺度上具有较好的全区一致性特征。

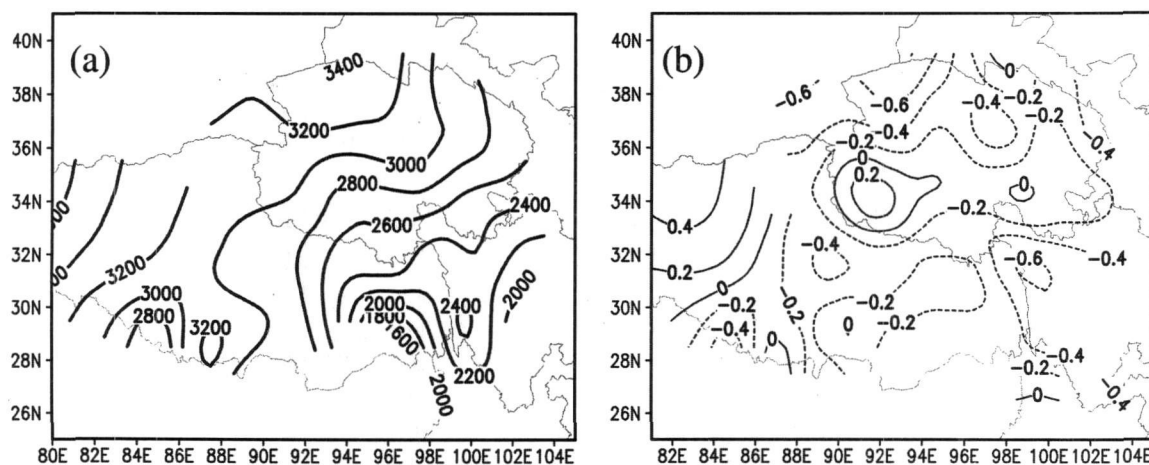


图 1 青藏高原年日照时数的空间分布 (a) 和趋势相关系数分布 (b)

Fig. 1. Distribution (a) and trend correlation coefficient (b) of annual sunshine duration over Qinghai-Tibet Plateau.

第二载荷向量场对应主成分的方差贡献比重相对较小, 为 12. 57% (见表 1), 说明青藏高原年日照时数局地变化特征较为显著。第二载荷向量场 (图 2b) 揭示了青藏高原年日照时数南北反向变化的空间分布特征。西藏和川西高原为负值分布区, 负值中心位于西藏定日, 为 - 0. 62。青海、四川西北部为正值分布区, 正值中心在青海伍道梁, 达 0. 79。这种东西反向的分布特征突出反映了青藏高原的北部日照时数偏多 (少), 南部日照时数少 (多) 的特点。

第三载荷向量场 (图 2c) 反映了青藏高原中部年日照时数分别与西部和北部相反变化的特点。青海北部、西藏中西部和四川西部为正值区, 正值中心一个在青海小灶火, 为 0. 42 另一个在西藏狮泉河, 达 0. 68。青海南部、西藏东部为负值区, 最大负值中心位于西藏察隅, 为 - 0. 83。这种空间分布特征占总体方差的 12. 2% (见表 1)。

表 1 前 10 个 PC 和 RPC 对总方差的贡献率

Table 1 The contribution percentage of the first ten PC and RPC to total variance (%)

序号	旋转前		旋转后	
	方差贡献率	累计方差贡献率	方差贡献率	累计方差贡献率
1	29. 50	29. 50	22. 78	22. 78
2	12. 57	42. 07	10. 67	33. 45
3	9. 99	52. 06	10. 52	43. 97
4	7. 44	59. 50	7. 44	51. 41
5	5. 12	64. 62	7. 24	58. 65
6	4. 83	69. 45	4. 20	62. 85
7	4. 31	73. 76	4. 34	67. 19
8	3. 19	76. 95	4. 92	72. 11
9	2. 96	79. 91	5. 84	77. 95
10	2. 79	82. 70	4. 75	82. 70

由上文对青藏高原年日照时数总体空间异常结构的讨论可知, 青藏高原年日照时数空间分布较为复杂, 在具有全区一致性特征的同时, 还存在较明显的局地差异。为进一步研究青藏高原各地域年日照时数的局地气候特征, 在上文主成分分析的基础上, 取前 10 个载荷向量 (累积方差贡献率达到 82. 70%) 进行旋转, 按旋转载荷向量 (RLV) 绝对值 > 0. 4 的高载荷区基本布满全区考虑, 由前 7 个旋转载荷向量场 (RLV) 得到青藏高原年日照时数的 7 个主要空间异常区。

高原东南区, 旋转载荷向量 RLV 1 的大值区包

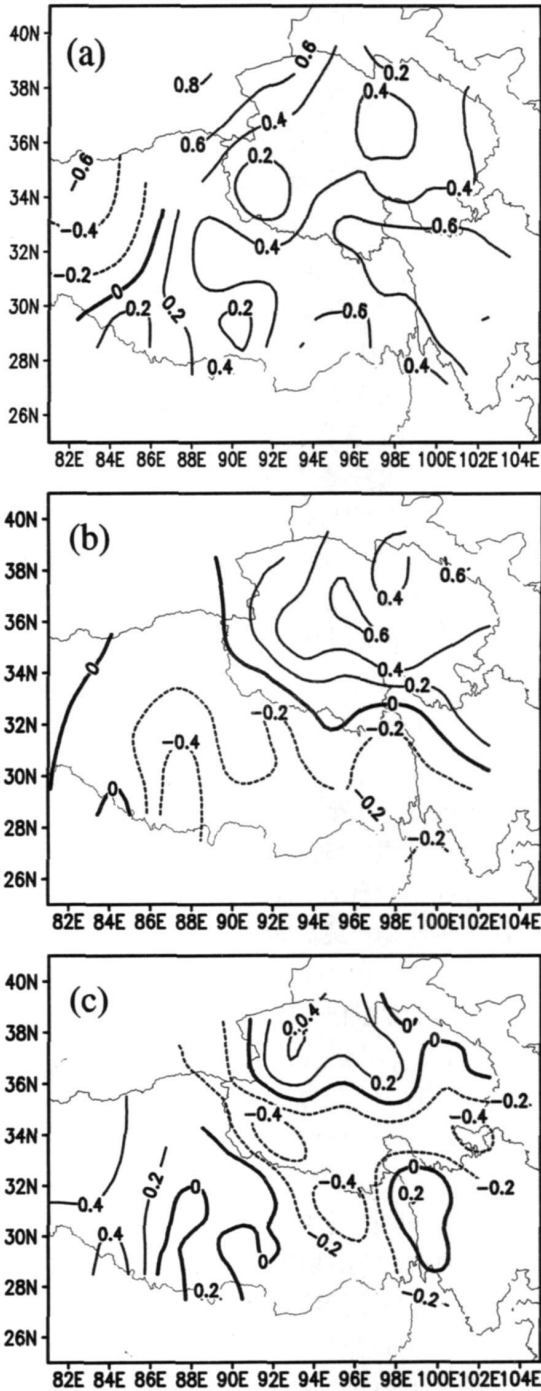


图 2 青藏高原年日照时数的第一 (a)、二 (b)、三 (c) 载荷向量场

Fig 2 The first (a), second (b), third (c) loading vector fields of the annual sunshine duration over Qinghai-Tibet Plateau

括西藏东南部和四川西部地区的石渠、德格、甘孜、稻城、新龙等地, 中心在四川德格, 为 0. 93 (图 3a), 方差贡献为 22. 78%, 区域特点显著。高原北部区, 旋转载荷向量 RLV 2 的大值区包括青海柴达木盆地和海拔州等地, 中心在青海伍道梁, 为 0. 79 (图

3b), 方差贡献为 10.67%, 区域特点明显。高原中部区, 旋转载荷向量 RLV3 的大值区包括青海玉树州、西藏那曲地区东部的清水河、达日、托托河等地, 中心在青海清水河, 达 0.86 (图 3c), 方差贡献为 10.52%, 区域特点明显。藏东区, 旋转载荷向量 RLV4 的大值区包括西藏东部地区的嘉黎、隆子和昌都等地, 中心在嘉黎, 为 0.94 (图 3d), 方差贡献为 7.44%, 局地特征显著。青海北部区, 旋转载荷向量 RLV5 的大值区在青海海西州北部和青海甘肃交界地区, 中心在托勒, 为 0.82 (图 3e), 方差贡献为 7.24%, 局地特征显著。

藏西南区, 旋转载荷向量 RLV6 的大值区在西藏西南部的日喀则地区, 中心在尼木, 为 -0.82 (图 3f), 方差贡献为 4.20%, 具有局地特征。高原西部区, 旋转载荷向量 RLV7 的大值区在西藏西部的阿里地区 and 那曲地区西部, 中心在改则, 为 -0.64 (图 3g), 方差贡献为 4.34%, 局地特征明显。这 7 个区为青藏高原年日照时数异常最敏感的区域, 做好这几个区域年日照时数的分析, 对研究高原年日照时数长期变化趋势有着重要作用。

## 2.3 年日照时数的时间演变特征

### 2.3.1 各异常区代表站年日照时数的年际变化趋势

某空间点旋转载荷向量 RLV 值实际上表示对应主成分与该点要素间的相关关系, 同属某一高载荷区内点具有较高相关性, 而不同类型区的点之间的相关性较差, 因此选择各异常区旋转载荷向量 RLV 值最大的站为代表站, 图 4 给出 7 个异常区代表站年日照时数的标准化曲线及二阶拟合趋势线, 分析各异常区年日照时数时间变化趋势。

由图 4a 可见, 近 35 a 高原东南区代表站德格 (图 4a) 年日照时数为明显的减少趋势, 1970 年代初到 1980 年代初期年日照时数变化趋势比较平缓, 1984 年前后年日照时数开始减少, 到 1990 年代中后期达到最低, 2003 年后年日照时数有所增加; 高原北区代表站伍道梁 (图 4b) 年日照时数在 1990 年代以前为明显的下降趋势, 1990 年代后期开始略有增加。高原中部区代表站清水河 (图 4c) 年日照时数近 35 a 中呈较明显的减少趋势, 1970 年代初到 1980 年代中期偏多, 1980 年代后期年日照时数偏少; 藏东区代表站嘉黎 (图 4d) 年日照时数经历了少→多→少的过程, 1980 年代中期以前为相对偏少期, 1980 年代中期到 1990 年代中期为相对偏多期, 1990 年代后期呈减少趋势。青海北部区代表站托

勒 (图 4e) 年日照时数则在这 35 a 中整体呈增加趋势; 藏西南区代表站尼木 (图 4f) 年日照时数也经历了多→少→多的过程, 1970 年代中期以前为相对偏多期, 1970 年代末到 1980 年代中期为相对偏少期, 1980 年代后期开始呈明显的增加趋势。高原西部区代表站改则 (图 4g) 年日照时数为少→多→少的抛物线型, 1970 年代初到 1990 年代年日照时数增加明显, 其转折时间在 1994 年前后, 之后日照时数为减少趋势。总体看来, 青藏高原北部和中东部年日照时数减少趋势比较显著, 高原西部和西南部年日照时数存在增加趋势。

### 2.3.2 各异常区代表站年日照时数的周期分析

采用小波分析法对以上各异常区近 35 a 的主要变化周期进行分析 (图 5), 小波指数为正, 表示处于日照时数偏多时期, 反之处于日照时数偏少时期。通过分析发现, 大部分异常区年日照时数都存在较长周期, 长周期中又包含了短周期, 表明这些地区的年日照时数变化是由不同周期振荡的叠加而成。

高原东南区代表站德格 (图 5a) 年日照时数, 在 16~32 a 长时间变化尺度上经历了相对较多到相对较少的过程, 即在 1990 年代以前偏多, 其后日照时数偏少; 高原北部区代表站伍道梁 (图 5b) 年日照时数在 4 a 的时间尺度上, 经历了偏少→偏多→偏少→偏多……共三个循环交替; 高原中部区代表站清水河 (图 5c) 在 16~32 a 的长时间变化尺度上, 年日照时数在 1980 年代中期以前偏多, 之后偏少。在 4 a 的时间变化尺度上, 经历了偏少→偏多→偏少→偏多→偏少的交替循环变化; 藏东区代表站嘉黎 (图 5d) 年日照时数在 4 a 的时间变化尺度上经历了偏少→偏多→偏少→偏多……共三个循环交替; 青海北部区代表站托勒 (图 5e) 年日照时数, 在 16~32 a 长时间变化尺度上经历了由少到多的变化过程, 突变时间在 1990 年代初期, 在 4 a 时间变化尺度上, 经历了偏少→偏多→偏少→偏多共两个循环交替, 而在 2 a 的短时间变化尺度上, 则有更多的日照时数偏多期与偏少期的循环交替; 藏西南区代表站尼木 (图 5f) 年日照时数在 16~32 a 的长时间变化尺度上, 经历了相对较少到相对较多的交替过程, 即在 1990 年代以前偏少, 其后日照时数偏多, 突变时间在 1990 年代初期, 对于短时间变化尺度而言, 自 1990 年代以前存在 2~4 a 的周期变化, 1990 年代以后这一周期缩短为 1~2 a。高原西部区代表站改则 (图 5g) 年日照时数在 8~16 a 的时间变化尺度上

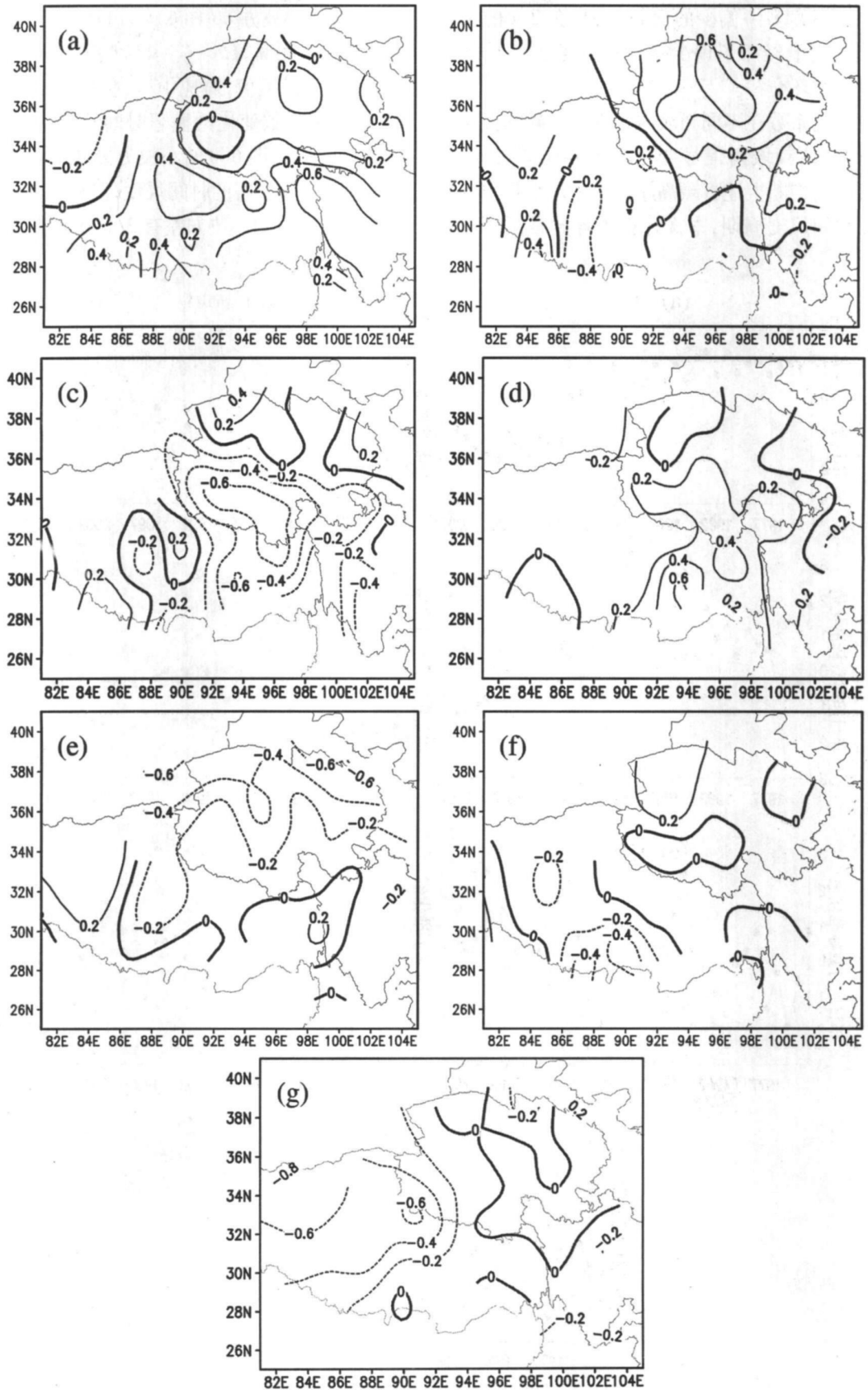


图 3 青藏高原年日照时数的第一 (a)、二 (b)、三 (c)、四 (d)、五 (e)、六 (f)、七 (g) 旋转载荷向量场

Fig.3 The first (a), second (b), third (c), fourth (d), fifth (e), sixth (f), seventh (f) rotated loading vector fields of the annual sunshine duration over Qinghai-Tibet Plateau

经历了偏少→偏多→偏少的交替过程,在 2 a 的短时间变化尺度上经历了偏少→偏多→偏少→偏多……共六个循环交替。

小波变化系数在不同频域内的方差贡献的极大值,可以确定该频域内信号变化的主要显著尺度。为了更清楚的判断上述青藏高原各异常区年日照时数的主要时间尺度周期,本文计算了各异常区不同

时间尺度的小波方差(图 6)。

从图 6a 可见,高原东南区代表站德格的小波方差只有 1 个极大值,对应 16 a 左右的时间尺度,是该区年日照时数变化的显著时间尺度;高原北部区代表站伍道梁(图 6b)的小波方差也只有 1 个极大值,对应 3.5 a 左右的时间尺度;高原中部区代表站清水河(图 6c)的小波方差有 2 个极大值,分别对应

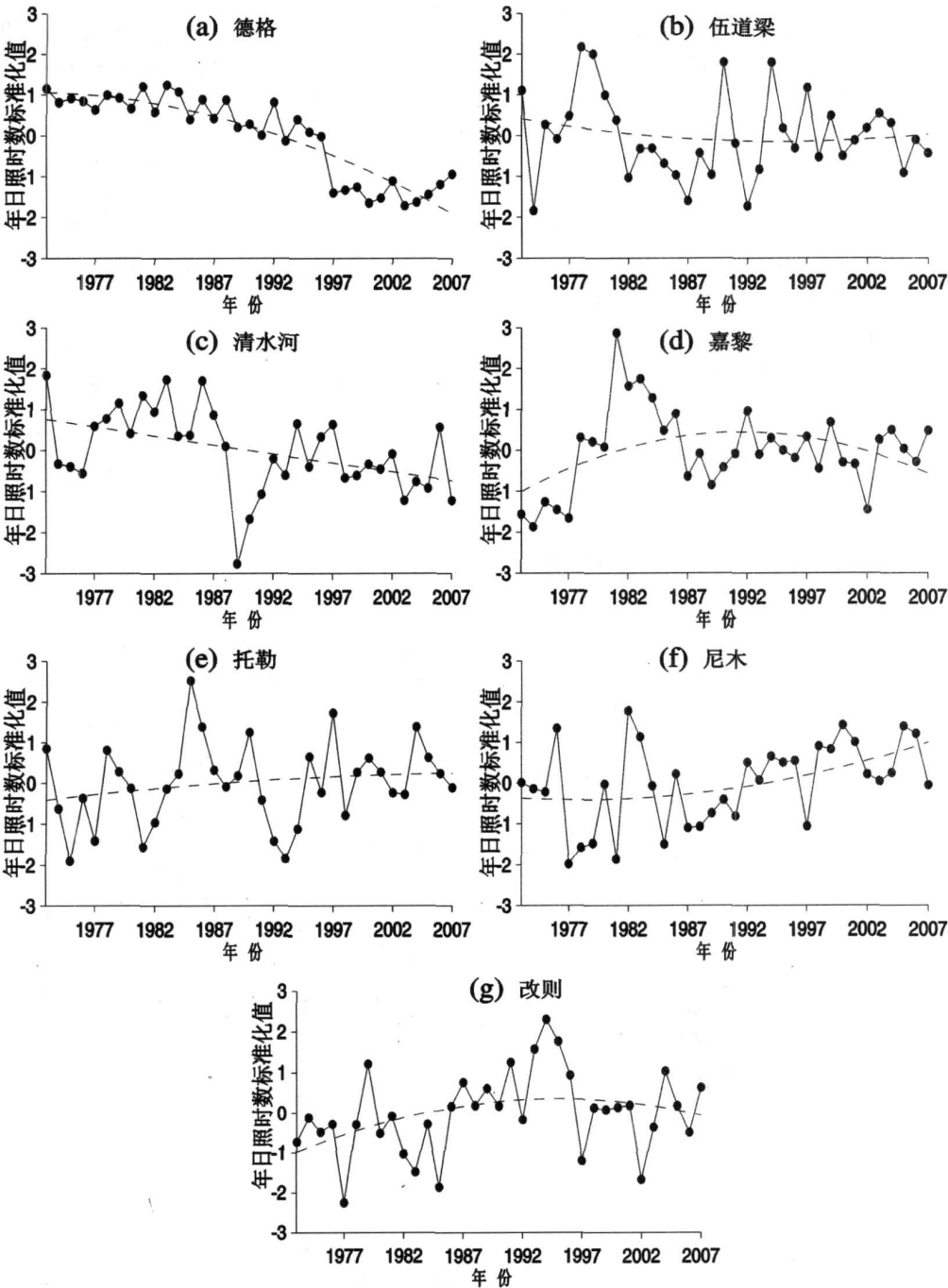


图 4 各区代表站年日照时数的标准曲线(实线)及其二阶拟合趋势线(虚线)

Fig 4 The standard curve (solid line) and second order time trend (broken line) of annual sunshine duration of the representative stations

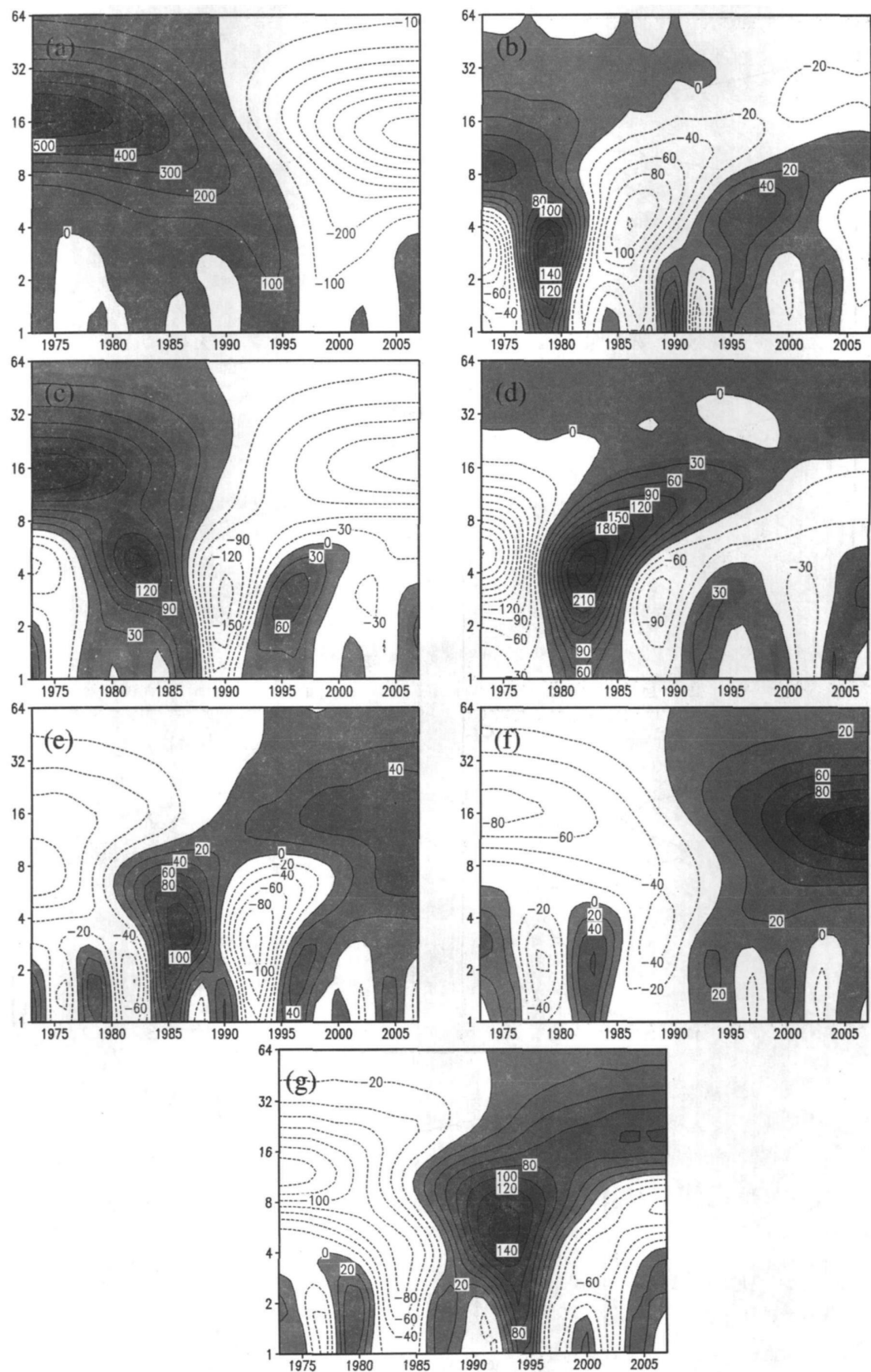


图 5 各区代表站年日照时数的小波指数分布图

Fig. 5 The wavelet index of the representative stations



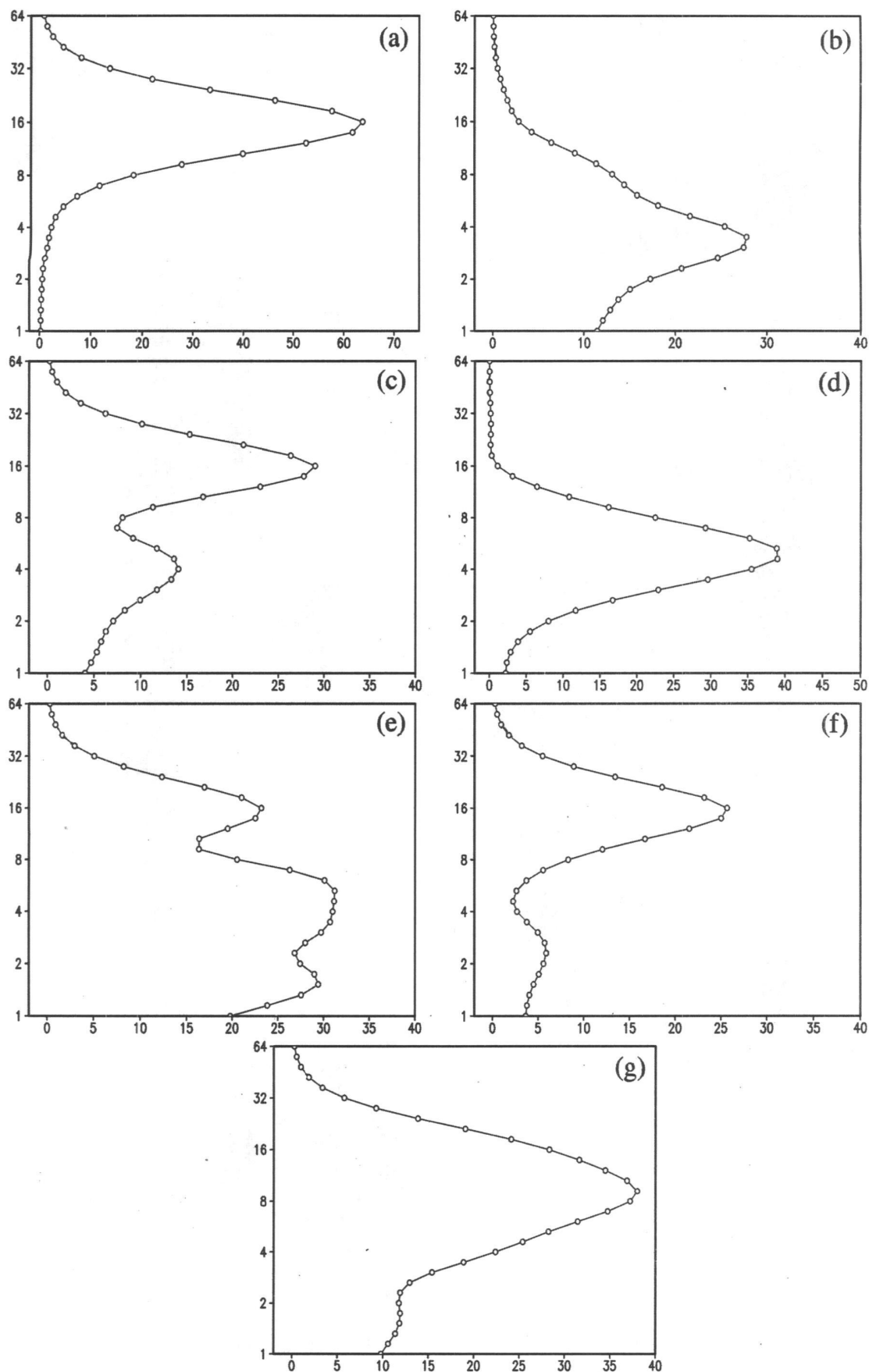


图 6 各区代表站年日照时数小波方差图

Fig. 6 The wavelet variance of annual sunshine duration of the representative stations



16 a 和 4 a 左右的时间尺度; 藏东区代表站嘉黎 (图 6d) 的小波方差有 1 个极大值, 对应 4.6 a 左右的时间尺度; 青海北部区代表站托勒 (图 6e) 的小波方差有 3 个极大值, 分别对应 16 a、5.3 a 和 1.5 a 左右的时间尺度; 藏西南区代表站尼木 (图 6f) 的小波方差有 2 个极大值, 分别对应 16 a 和 2.3 a 左右的时间尺度; 高原西部区代表站改则 (图 6g) 的小波方差有 2 个极大值, 分别对应 9.2 a 和 1.7 a 左右的时间尺度。

总体而言, 除了高原东南区、高原中部区、青海北部区和藏西南区在整个时段存在显著的 16a 周期, 其他异常区的显著周期及其年代变化有较大差异。

### 3 结论

综上所述, 可得到以下初步结论: 1. 青藏高原年日照时数呈现东南部较少, 逐渐向西北地区增加的特征, 近 35 a 青藏高原西部、西藏西南部和青海西南部年日照时数呈增加趋势, 其余地区以减少趋势为主。2. 青藏高原年日照时数空间特征复杂, 第一载荷向量反映全区较为一致的日照偏多或偏少; 第二三载荷向量分别反映了高原年日照时数南北相反变化和中部与西部、北部相反变化的差异。3. 青藏高原年日照时数空间异常可分为 7 个异常区, 即高原东南区、高原北部区、高原中部区、藏东区、青海北部区、藏西南区和高原西部区。青藏高原北部和中东部地区年日照时数减少趋势比较显著, 高原西部和南部地区年日照时数存在增加趋势。4. 高原东南区、高原中部区、青海北部区和藏西南区存在显著的 16 a 周期, 其他异常区的显著周期及其年代变化有较大差异。

### 参考文献 (References)

[1] Ma Shuhong, Xiong Jianguo, Yang Xincai *et al*. A calculation of sunshine duration at the solar energy power station in Tarim Basin [J]. *Meteorological Monthly*, 2000, 26(2): 45~49 [马淑红, 雄建国, 杨新才, 等. 太阳能电站日照时数推算 [J]. 气象, 2000, 26(2): 45~49]

[2] Zhang Yunlin, Qin Boqiang, Chen Weinan, *et al*. The analysis of variation characteristics of sunshine in the recent forty years in Wuxi region [J]. *Scientia Meteorologica Sinica*, 2003, 23(2): 231~236 [张运林, 秦伯强, 陈伟民, 等. 太湖无锡地区近 40a 来日照的变化特征分析 [J]. 气象科学, 2003, 23(2): 231~236]

[3] Du Jun, Zhuo Mingjun, Luo buci *et al*. Characteristics of Sunshine Duration Variation in Lhasa in 1953~2005 [J]. *Meteorological Science and Technology*, 2007, 35(6): 818~821 [杜军, 周明君, 罗布次仁, 等. 近 50 年拉萨日照时数的变化特征 [J]. 气象科技, 2007, 35(6): 818~821]

[4] Li Yueqing. Analyses of cloudiness, sunshine, temperature and daily range on the eastern side of Qinghai-Xizang Plateau in recent 40 years [J]. *Plateau meteorology*, 2002, 21(3): 327~331 [李跃清. 近 40 年青藏高原东侧地区云、日照、温度及日较差的分析 [J]. 高原气象, 2002, 21(3): 327~331]

[5] Mao Fei, Lu Zhiguang, Zheng Linyun, *et al*. Variation characteristics of sunshine duration and wind velocity in Naqu, Xizang for recent 40 years [J]. *Meteorological Monthly*, 2006, 32(9): 77~83 [毛飞, 卢志光, 郑凌云, 等. 近 40 年那曲地区日照时数和风速变化特征 [J]. 气象, 2006, 32(9): 77~83]

[6] Du Jun, Bin Duq, Hu Jun *et al*. Climatic change of sunshine duration and its influencing factors over Tibet during the last 35 years [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(5): 492~500 [杜军, 边多, 胡军, 等. 西藏近 35 年日照时数的变化特征及其影响因素 [J]. 地理学报, 2007, 62(5): 492~500]

[7] Horel J.D. A rotated principal component analysis of the interannual variability of the northern hemisphere 500mb height field [J]. *Mon. Wea. Rev.* 1991, 109: 2080~2092

[8] Wei Fengying. The Modern Climate Statistical Diagnosis and Forecast Technology [M]. Beijing: China Meteorological Press, 1999, 106~113 [魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 1999, 106~113]

[9] Shi Neng. Secular variation of winter atmospheric teleconnection pattern in the northern hemisphere and its relation with China's climate change [J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 1996, 54(6): 675~683 [施能. 北半球冬季大气环流遥相关的长期变化及其与我国气候变化的关系 [J]. 气象学报, 1996, 54(6): 675~683]

[10] Hu Zengzhen, Shi Wei. Application study of wavelet transform in atmospheric sciences [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 1997, 21(1): 58~72 [胡增臻, 石伟. 子波变换在大气科学中的应用研究 [J]. 大气科学, 1997, 21(1): 58~72]

[11] Lin Zhenshan, Deng Ziwan. Wavelet Climatic Diagnosis Technology Research [M]. Beijing: China Meteorological Press, 1999, 1~56 [林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1999, 1~56]

# The Analysis of Spatial and Temporal Characteristics of Annual Sunshine Duration over Qinghai-Tibet Plateau

HUA Wei DONG Yiping FAN Guangzhou

(Center for Plateau Atmospheric and Environmental Research, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract** On basis of the monthly sunshine duration data for the period 1973–2007 collected from 68 observational stations over Qinghai-Tibet, the methods of principal component analysis, rotated principal component analysis and wavelet analysis are used to analyze the spatial and temporal characteristics of annual sunshine duration over Qinghai-Tibet. The results of our research may lead to the following conclusions: (1) The condition of annual sunshine duration over eastern and southern arid of Qinghai-Tibet was in a good state but poor in western and northern arid. The annual sunshine duration increased in western and southwestern over Qinghai-Tibet in recent 35 years and decreased over other areas. The first loading vector field display the consistent more or less of annual sunshine duration over entire Qinghai-Tibet, the second loading vector field reflect the annual sunshine duration in northern Qinghai-Tibet are opposite with southern Qinghai-Tibet, vice versa; the third loading vector field reflect the annual sunshine duration in middle Qinghai-Tibet are opposite with western and northern Qinghai-Tibet, respectively. (2) The annual sunshine duration abnormal area can be divided into seven subregions: southeastern Qinghai-Tibet, northern Qinghai-Tibet, mid Qinghai-Tibet, eastern Tibet, northern Qinghai, southwestern Tibet and western Qinghai-Tibet. The annual sunshine duration decreased remarkable in northern Qinghai-Tibet and mid Qinghai-Tibet and eastern Qinghai-Tibet and increased in western and southwestern Qinghai-Tibet. (3) Southeastern Qinghai-Tibet, mid Qinghai-Tibet, northern Qinghai and southwestern Tibet appeared the remarkable period of 16 years periodic oscillations, the main periodic and annual change laws of other regions are different from each other.

**Key words** Qinghai-Tibet Plateau; annual sunshine duration; spatial and temporal characteristics; rotated principal component analysis; wavelet analysis