

# 秦岭主峰太白山 6 月积雪考察

雷向杰<sup>1</sup>,田亮<sup>1</sup>,王毅勇<sup>2</sup>,袁潇<sup>2</sup>,高原<sup>3</sup>

(1. 陕西省气候中心,西安 710014;2. 宝鸡文理学院,陕西宝鸡 721013;

3. 眉县气象局,陕西眉县 722300)

**摘要:**太白山是秦岭主峰,历史资料记载太白山冬夏积雪,近 34 a 太白气象站记录的高山积雪 6 月平均为 0.2 d,眉县气象站为 2.6 d。为了了解气象站高山积雪记录是否有很好的代表性,了解气候变暖背景下,太白山高山区 6 月积雪情况和天气气候特点,2018 年 6 月 2—3 日对太白山天圆地方至拔仙台较大范围高海拔地区进行了考察。考察发现两处山体阴坡积雪,3 日清晨大爷海水面有薄冰,大爷海至大文公庙之间的路边有正在消融的冻土和小冰柱。2—3 日太白和眉县气象站都没有观测到高山积雪,但是监测数据说明太白山高山区部分时段气温低于 0℃。由此可知太白和眉县气象站 6 月没有观测到高山积雪时,高山区个别地方有积雪,当气象站观测到高山积雪时,高山区积雪的面积应该比较大,说明气象站高山积雪记录有较好的代表性,也说明太白山山脚盛夏山顶寒,一日历四季,十里不同天名副其实。

**关键词:**秦岭;太白山;积雪;6 月;考察;气候变化

**中图分类号:**P426.635

**文献标识码:**A

秦岭是中国南北气候分界线,太白山是秦岭主峰,气温垂直差异明显,高山区异常寒冷<sup>[1-4]</sup>。积雪变化是气候变化的直接证据之一,中国气象局 2018 年气候变化专项“陕西秦岭山区积雪变化特征及其对气候变化的响应”研究内容之一就是研究秦岭主峰太白山夏季积雪分布和变化情况。描述太白山积雪的历史文献较多,但缺少高山区的观测数据。

近几年,气象部门和陕西师范大学在太白山 3 000 m 以上山区先后建立了汤峪 1 号、文公庙、大文公庙、大爷海等自动气象监测站,连续监测气温、降水、湿度、风和气压等气象要素,为开展太白山天气气候研究提供了数据支撑。然而,这些 3 000 m 以上高海拔自动气象监测站建站时间短,且没有积雪深度监测数据和天气现象观测;建在县城附近的气象站有积雪观测数据,但海拔高度比较低,监测的是黄土台塬和中低山区的积雪深度。在这样的

情况下,县城附近气象站的高山积雪观测记录就成了研究太白山高山区积雪的重要而珍贵的资料。中国气象局地面观测规范规定<sup>[5]</sup>,1980 年起在全国范围内的气象站开展高山积雪观测,气象观测员每天观测气象站周围高山上有无积雪,如果有,在观测簿和观测报表的纪要栏记录高山积雪方位、面积大小等信息。高山积雪记录只有文字描述,无积雪深度观测。但是,在高山区没有积雪深度观测数据的情况下,高山积雪记录可为高山积雪研究提供重要依据,从中可以统计出气象站观测范围内高山积雪的起始日期、各时段积雪日数,年度最长连续积雪天数及起止日期等。多个气象站高山积雪记录综合分析还可以得到该区域典型积雪事件和稳定积雪的范围、持续时间等特点。高山积雪记录资料时间序列较长,分析秦岭山区高山积雪结果可填补高山区研究空白,也可用于卫星遥感资料的验证和参数修正。

收稿日期:2019-06-12

作者简介:雷向杰(1965—),男,陕西西安人,硕士,正研级高工,从事气候变化监测评估和气候预测。

基金项目:中国气象局气候变化专项(CCSF201845);陕西省气象局面上基金项目(2017M-5)

1980—2014年,太白气象站记录的高平均每年153.6 d,其中6月0.2 d;眉县气象站记录的高山积雪平均每年39.5 d,其中6月2.6 d<sup>[6-7]</sup>。为了验证气象站高山积雪观测记录分析结果,分析气象站高山积雪记录的可用性,进一步了解太白山高山区6月积雪情况和天气气候条件,了解新建高山自动气象监测站环境,以及高山区地质地貌和植被分布,中国气象局2018年气候变化专项“陕西秦岭山区积雪变化及其对气候变化的响应”项目组一行6人于2018年6月2—3日对太白山高山区进行了考察。

## 1 考察路线和结果

### 1.1 考察路线

考察路线为眉县县城—汤峪镇—红桦坪索道站—天圆地方—小文公庙—大文公庙—大爷海—拔仙台,原路返回。具体过程:2日08:30眉县气象局考察气象站观测环境,了解太白山天气情况;10:00乘车经汤峪镇进入太白山,直达红桦坪索道站(海拔高度(下同)2 280 m);11:30乘缆车到达天圆地方(3 511 m),开始高山区考察。11:59从天圆地方方向小文公庙行进,12:53至小文公庙(3 480 m);14:45至大文公庙(3 568 m),考察大文公庙自动气象监测站;17:19至大爷海(3 590 m),考察大爷海自动气象监测站;18:15登拔仙台,经二爷海、三爷海,19:28登上拔仙台(3 771.2 m);19:32从拔仙台返回,20:06回到大爷海,夜宿大爷海。整个考察期间天气晴好,能见度高,沿途地形地貌、植被清晰可见,考察组获取大量图片资料。

3日清晨天气晴好,再次考察大爷海后于05:45离开,沿2日来时路线原路返回。08:23前行方向山脊北侧出现乌云,09:25至小文公庙,乌云已至眼前,09:46乌云笼罩山脊;10:06大风突起,云雾中带有浓浓的湿气和寒意,偶尔有水珠落在脸上。11:30从天圆地方乘索道下山,乘车于12:50回到眉县县城,县城多云天气。

4日10:18考察眉县气象站旧址,10:32至渭河北岸县城至常兴高速入口以西河堤,从河堤远距离观察太白山北坡,10:37经高速公路返回。

### 1.2 考察结果

#### 1.2.1 拔仙台附近山体阴坡有积雪 2日

左侧山峰阴坡有积雪。目测积雪所处海拔高度在3 300 m~3 500 m之间,呈条斑状零散分布,类似小型冰川形状,处于阴坡山沟中(图1a)。此后前行途中,曾多次看到这处积雪。

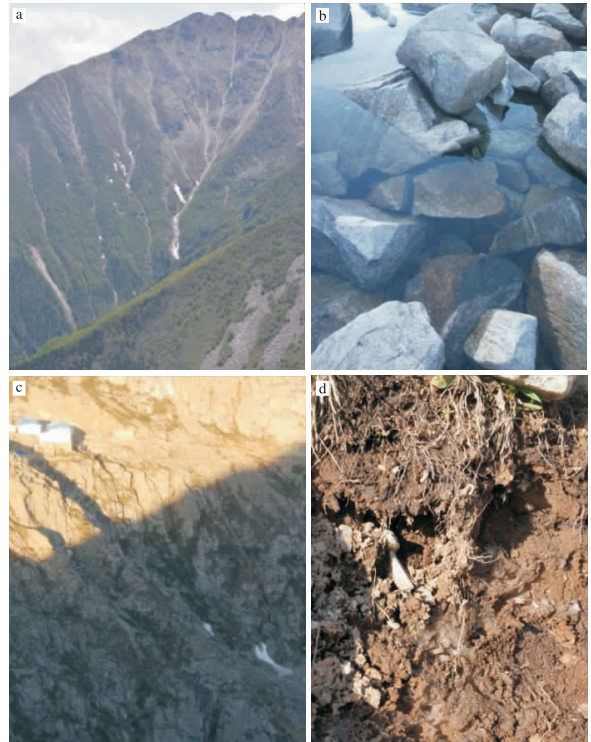


图1 2018—06—02—03 太白山两处冰雪(a,c)和大爷海水面薄冰(b)及路边正在消融的冻土和小冰柱(d)

#### 1.2.2 清晨大爷海靠近山体一侧水面有薄冰 3日

清晨05:33,在大爷海发现部分水面结有薄冰。结冰水面位于靠近山坡一侧(大爷海南侧)偏西离岸较近的地方,水浅且有石头露出水面,冰面以露出水面的石头为中心,呈辐射状向四周展开,露出水面石头较多的地方,冰面连在一起。冰面很薄,目测2 mm左右(图1b)。远离岸边水较深的地方微风吹拂水面,没有结冰。

#### 1.2.3 大爷海住宿地下方有冰雪 3日

05:45,从大爷海返回,05:59回头看大爷海,大爷海住宿地(简易房屋)下方不远处山体阴坡,有两小块条斑状分布的冰雪,面积比前面一处小,且冰雪难辨,此处记为积雪(图1c)。至此,共发现两处山体阴坡有积雪。

#### 1.2.4 路边有正在消融的泥土和小冰柱 3日

06:38,从大爷海返回大文公庙途中,发现路在阳光下正在消融的泥土和小冰柱。观察发现,这些地方路边都有水从山体慢慢渗出,形成泥土和很小的水潭。高山气温低、昼夜温差大、泥水日消夜冻,清晨太阳照射后,冻结的泥土和冰开始消融,因受热不均,消融的泥土中有一些小冰柱(图 1d)。

1.2.5 高山区天气寒冷多变 3日上午天气晴好,邻近中午乌云密布,大风突起,空气中夹杂的水珠直落脸上。而山下汤峪镇和县城,2—3日晴间多云天气,气温较高。眉县气象站最高气温 $30.1^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 $15.5^{\circ}\text{C}$ ,无降水。

## 2 资料分析

2—3日在太白山高山区发现山体阴坡两处积雪和路边正在消融的泥土和小冰柱,大爷海水面薄冰,结合考察结果,对考察期间太白山高山区多个自动气象监测站资料 and 太白、眉县气象站历

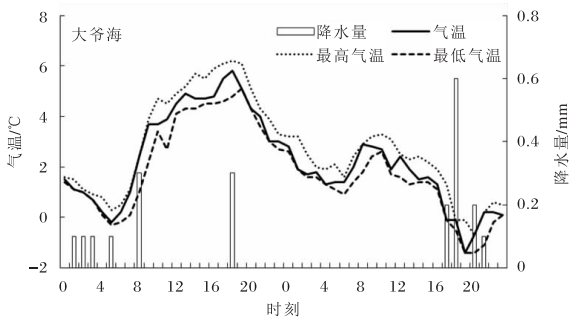


图 2 2018-06-02—03 大爷海和大文公庙气象站逐小时气温、降水量变化

2018年6月8日,太白山天圆地方等地降雪,海拔 $3\,213\text{ m}$ 的汤浴1号自动气象监测站8日00时到9日00时降水量 $4.9\text{ mm}$ ,8日21时至9日06时连续 $10\text{ h}$ 气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,9日04时气温达到 $-1.7^{\circ}\text{C}$ ,海拔高度更高的山区更加寒冷。项目组设立在红桦坪索道站的积雪加密观测点( $2\,300\text{ m}$ ),8—13日连续 $6\text{ d}$ 观测到太白山高山有积雪,眉县气象站没有观测到高山积雪。

2.1.2 高山区风大、湿度大,天气多变 从图3可知,6月2—3日大爷海和大文公庙等高山区风速较大,且日变化幅度大,风速变化范围为 $0\sim 15\text{ m/s}$ 。从1.1和图3可知,考察组在大文公庙和大爷海考察期间,正好处于当地风速较小的时段。

从图4可知,大爷海和大文公庙等高山区空

### 2.1 实时监测资料分析

2.1.1 2—3日高山区天气寒冷 大爷海气象站2日05时气温 $-0.2^{\circ}\text{C}$ ,3日17—20时连续 $4\text{ h}$ 气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ (19时为 $-1.4^{\circ}\text{C}$ );18—20时连续 $3\text{ h}$ 最高气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ (20时为 $-0.7^{\circ}\text{C}$ );17—22时连续 $6\text{ h}$ 最低气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,其中19—21时连续 $3\text{ h}$ 最低气温低于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 。2日00时—3日23时共 $48\text{ h}$ ,最高气温仅 $6.2^{\circ}\text{C}$ ,出现在2日18时(图2)。大文公庙气象站3日19—20时气温均为 $-0.6^{\circ}\text{C}$ ,20时最高气温 $-0.2^{\circ}\text{C}$ ,18—21时最低气温 $-0.2\sim -0.9^{\circ}\text{C}$ (图2)。气象监测站建在地势开阔地形相对平坦的地方,大爷海和大文公庙地形平坦地区天气寒冷,部分时段具备冻结条件,山体阴坡山沟和湖泊水面气温更低,具备冻结和积雪条件。

气相对湿度大,且日变化幅度大,相对湿度变化范围 $40\%\sim 100\%$ 。

从图1可知,大爷海和大文公庙2日清晨和3日傍晚都有降水,大爷海2日下午降水。3日中午考察组乘索道下山时,天圆地方开始有微量降水,山下眉县县城多云天气,天气炎热,印证了高山区天气多变的特点。

### 2.2 历史资料分析

气象站高山积雪观测记录说明6月高山区有积雪。1980—2017年,眉县气象站有 $20\text{ a}$ 在6月观测到太白山高山积雪共 $86\text{ 次(d)}$ ,其中 $6\text{ a}$ 观测到连续 $3\text{ d}$ 或者 $3\text{ d}$ 以上的连续积雪共 $7\text{ 次}$ ,2013年6月10—12日、25—28日两次观测到高山连续积雪,高山积雪持续时间最长的是1997年6月8—13日,持续 $6\text{ d}$ (表1)。

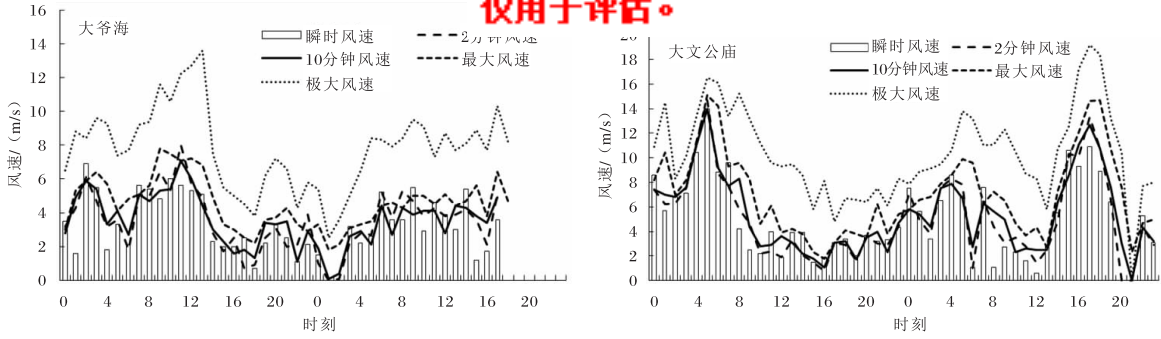


图3 2018-06-02—03 大爷海和大文公庙气象站逐小时风速变化图

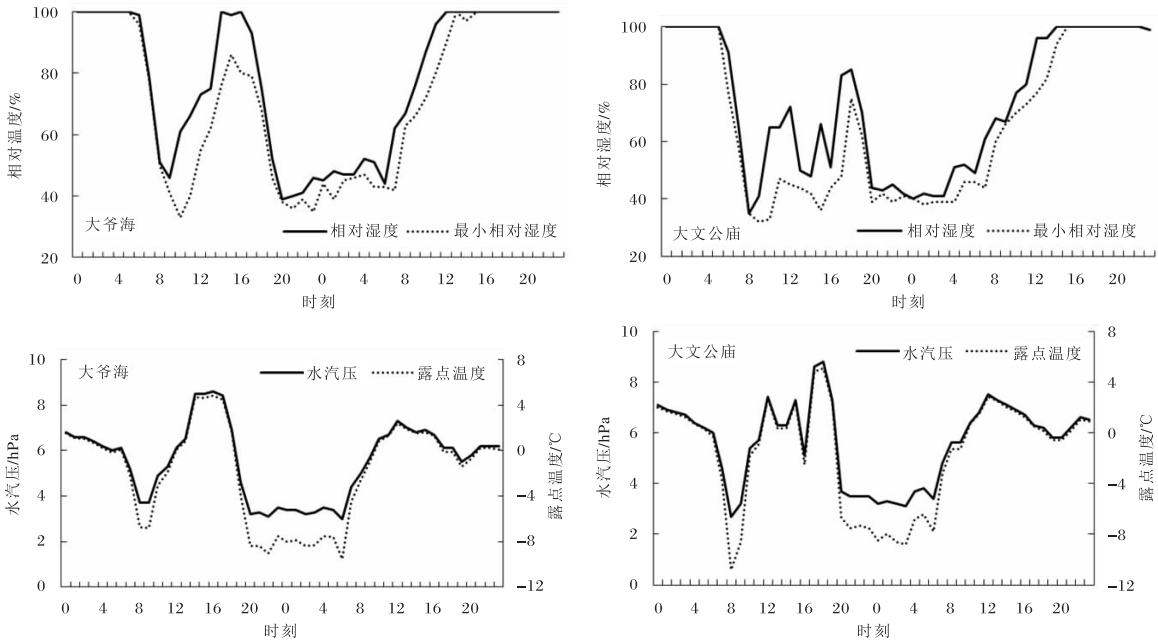


图4 2018-06-02—03 大爷海和大文公庙气象站逐小时相对湿度和水汽压、露点温度变化图

表1 眉县和太白气象站 1980—2017 年 6 月高山积雪出现日期

年份	眉县	太白	年份	眉县	太白
1980	1—4	1—3	2001	1—2, 4, 16, 19—23, 29—30	—
1982	1, 21	—	2002	9, 12, 14, 21, 24, 30	—
1983	26	5	2003	2, 10, 26—27	10—11
1984	1	—	2004	6—7, 18, 20—21, 24—25	—
1987	2—3	—	2010	2	—
1990	1—3, 7	1	2011	2, 7, 10, 23—24	—
1993	4, 11	4	2012	1	—
1997	3, 8—13, 17—18	—	2013	1—2, 10—12, 25—28	—
1999	1—2, 17—18, 22—26	—	2015	4	—
2000	1, 8—9, 16, 20, 28,	—	2017	6	—

注:表中—表明该年 6 月未发现高山积雪。

1980—2017年,太白气象站有5 a在测到太白山西部鳌山地区高山积雪共8次(d),1980年1—3日观测到连续积雪,也是唯一一次眉县和太白气象站同时在6月观测到3 d或者3 d以上的连续高山积雪。

秦岭太白山山区地形复杂,气象站受观测方位、角度等要素影响,高山上有积雪时气象站可能观测不到,气象站观测到高山积雪时,高山上一定有积雪。红桦坪积雪加密观测点和眉县气象站积雪加密观测记录统计结果说明了这一点。2017年12月29日至2018年4月17日,眉县气象观测站出现积雪14 d,观测到高山积雪32 d,红桦坪积雪加密观测点出现积雪27 d,观测到天圆地方方向高山积雪37 d。眉县气象观测站观测到高山积雪的32 d中,红桦坪积雪加密观测点每天可观测到高山积雪,另有5 d红桦坪积雪加密观测点观测到高山积雪而眉县气象站没有观测到高山积雪。

### 3 结论和讨论

(1)6月1—4日考察过程没有遇到明显降水,大部分时间天气晴好,能见度高,考察组清晰地看到积雪、结冰和冻土、地质地貌和植被,获取了一些有价值的资料,达到考察目标。

(2)考察和气象监测资料证实太白山气候垂直差异大,太白山“十里不同天,一日历四季”“朝辞盛夏酷暑天,夜宿严冬伴雪眠”“山脚盛夏山岭

(3)考察结果和监测资料说明气象站高山积雪观测记录代表性好,珍贵可用。

致谢:眉县气象局聂义军、岳宏伟为考察和加密观测工作提供建议和支持,陕西师范大学肖舜副教授提供部分气象观测资料,宝鸡文理学院周旗教授参加考察并给予指导,乔旭霞主编对报告提出宝贵修改意见,在此表示衷心感谢!

#### 参考文献:

- [1] 陕西省地方志编纂委员会,太白山志[M]. 西安:陕西出版集团三秦出版社,2012:1-4.
- [2] 白红英. 秦巴山区森林植被对环境变化的响应[M]. 北京:科学出版社,2014:2.
- [3] 马新萍,白红英,郭帅,等. 秦岭太白山气温垂直递减率研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(7): 139-144.
- [4] 雷向杰,韩婷,李亚丽,等. 2017年5月太白山“驴友”伤亡事件天气条件分析[J]. 陕西气象, 2019(3):35-40.
- [5] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,1979:27.
- [6] 雷向杰,李亚丽,李茜,等. 1962—2014年秦岭主峰太白山地区积雪变化特征及其成因分析[J]. 冰川冻土, 2016, 38(5):1201-1210.
- [7] 雷向杰. 秦岭高山积雪研究数说“太白积雪六月天”[N]. 中国气象报,2018-06-22(3).