

Analysis and Research on the Model of Snow Depth in Tibet Area

Deyuan Chen, Chao Wang, Lei Wang

Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: 1640626089@qq.com

Received: Mar. 3rd, 2019; accepted: Mar. 14th, 2019; published: Mar. 21st, 2019

Abstract

In this paper, by using 35-year daily observation data of ground, it establishes model for snow depth in Tibet. By the use of impact factor such as daily precipitation, average temperature, the lowest temperature, the highest temperature, snow depth, numerical forecast precipitation of the next day, and average temperature, it establishes multiple regression equations that predict snow depth of the next day. Due to the lack of numerical forecasting data, it uses the observed data of the next day instead of numerical forecasting data. It selects five sites in which daily average amount of snow is largest to draw scatter diagram, and obtain correlation coefficient (R) and standard deviation (SEE) to test. Then it establishes the seasonal model of snow depth by improving method and analyses. Comparing imitative effect before and after improvement, it shows that required correlation coefficient (R) of equal has increased and standard deviation (SEE) has decreased after improving. All of the above descriptions' mean analog value after improving method is much closer to actual value.

Keywords

Snow Depth, Tibet, Model Building, Model Improvement

西藏地区积雪深度模型分析与研究

陈得圆, 王超, 王磊

成都信息工程大学, 四川 成都
Email: 1640626089@qq.com

收稿日期: 2019年3月3日; 录用日期: 2019年3月14日; 发布日期: 2019年3月21日

摘要

本文利用西藏地区35 a地面逐日观测资料对西藏地区积雪深度建立模型: 以日降水量、平均气温、最低

气温、最高气温和积雪深度、数值预报次日降水量和平均温度为影响因子来建立预测次日积雪深度的多元回归方程(由于缺少数值预报资料, 所以用第二天实际观测资料代替数值预报资料)。选取平均积雪最大的五个站点画出散点图并求出相关系数(R)和标准偏差(SEE)进行检验分析, 后通过改进方法分季节建立积雪深度模型再进行分析, 对比改进前后的拟合效果, 发现改进后所得方程相关系数(R)有所增加, 标准偏差(SEE)有所减小, 这都说明改进后的方法得到的模拟值更接近于实际值。

关键词

积雪深度, 西藏, 模型建立, 模型改进

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

积雪是冰冻圈的主要存在形式之一, 一方面是全球气候变化系统的重要组成部分, 另一方面又在全球水能循环中扮演着极其关键的角色, 对水资源和环境有着不可忽视的影响。积雪通过直接反射减少下垫面接收到的太阳短波辐射并且阻碍下垫面与大气之间的热量交换, 同时, 积雪的融化还将引起水文条件的变化[1]。积雪深度是表征积雪特征的重要参数, 我国积雪深度有 3 个主要的高值区: 一是东北地区, 二是新疆北部, 三是位于喜马拉雅山脉北麓以西藏地区南部为代表的高原南部高值区[2]。积雪对气候的反馈作用有两种, 一种是通过积雪表面的高反照率影响地表能量平衡; 另外一种是通过改变土壤湿度来影响地表温度的回升, 进而对气候产生影响, 它不仅是最活跃的环境影响因子, 也是最敏感的环境变化响应因素[3] [4]。在西藏的一些地区, 由于雪量过大、积雪过深、持续时间过长、积雪的长时间不化, 对畜牧业生产和牧民的生活会产生负面影响[5], 分析与研究积雪深度的变化情况对农业生产和畜牧业生产都具有十分重要的意义。巴桑等[6]利用 1980~2009 年气象站的地面观测数据、卫星资料从不同角度对近 30 a 来西藏区域积雪变化趋势进行了分析, 结果表明: 不同资料分析均显示, 近 30 a 来西藏地区积雪变化趋势都与各季节的气温和降水密切相关。韦志刚等[7]选取了青海省和西藏自治区境内的 72 个气象站逐日观测的积雪深度资料, 分析了青藏高原积雪的空间分布和年代际变化特征, 结果表明: 高原积雪的年变化并不完全一致; 青藏高原的积雪主要发生在 10 月至 5 月份, 9 月和 6 月的积雪相对来说很少, 7 月和 8 月基本无积雪, 即夏季基本无明显积雪, 青藏高原积雪总的来说呈平缓的增长态势。白淑英等[8]利用 1979~2010 年逐日中国雪深长时间序列数据集, 采用 GIS 空间分析和地统计方法, 分析了青藏高原积雪深度的时空变化规律及异常空间分布特征, 结果表明: 近 32 年来, 青藏高原雪深呈显著增加趋势, 尤以冬季增加最为明显。王叶堂[9]等利用 MODIS 卫星反演的积雪资料以及同期气象资料, 分析了 2000~2005 年青藏高原积雪分布特征、年际变化及其与同期气温和降水的关系, 结果表明: 青藏高原积雪分布极不均匀, 四周山区多雪, 腹地少雪; 高原积雪期主要集中在 10 月到翌年 5 月; 气温和降水是影响高原积雪变化的基本因子; 冬季, 高原积雪面积变化对降水更为敏感; 春季和秋季, 气温是影响高原积雪面积变化更主要的因素。

青藏高原积雪变化对全球气候变化的诊断分析具有重要意义, 雪量过大, 积雪过深, 持续时间过长, 积雪的长时间不化, 对畜牧业生产产生负面影响, 因此, 分析与研究西藏地区积雪深度对未来西藏雪灾预测具有指导意义。

2. 资料与方法

2.1. 数据介绍

本文所用原始资料来自西藏地区 39 个气象观测站 1979 至 2013 三十五年的地面逐日观测资料(图 1), 包括逐日降水量(mm)、平均气温($^{\circ}\text{C}$)、最低气温($^{\circ}\text{C}$)、最高气温($^{\circ}\text{C}$)和积雪深度(cm)。由于高原积雪期主要集中在每年秋季至翌年春季, 即夏季无明显积雪, 所以本文只取西藏地区春、秋、冬三季的数据进行分析。

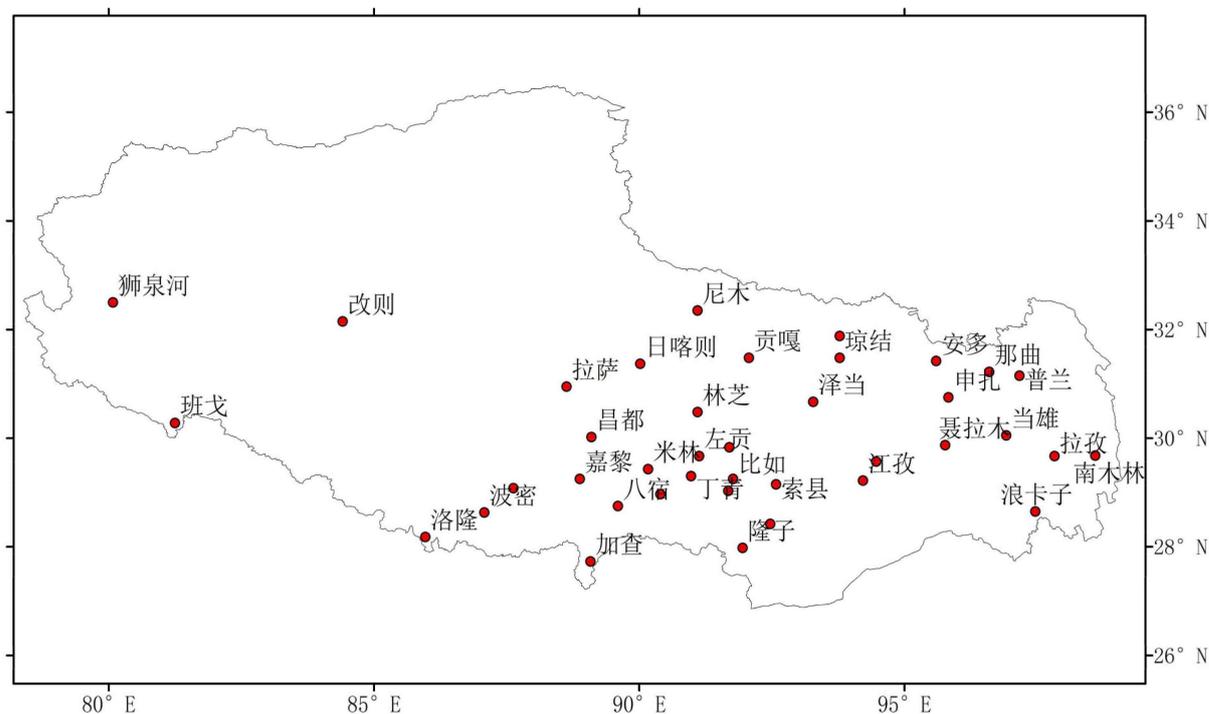


Figure 1. Distribution of stations in the study area

图 1. 研究区站点分布

本研究在建立积雪深度多元回归拟合模型之前, 首先对数据进行了处理: ① 剔除各个台站缺测的数据, 保留日观测完整的数据。② 由于积雪深度和降水量同时为零或微量会对模型的建立产生影响, 所以剔除降水量和积雪深度同时为零或微量的数据, 保留有要么积雪要么有降水的数据。③ 对各台站积雪深度进行了求平均值计算(仅选取有积雪观测资料日期计算平均积雪量), 按照日平均积雪将站点从大到小依次排列(表 1)。

2.2. 研究方法

本文利用西藏地区 35 a 逐日气象观测资料对西藏地区积雪深度建立模型: 利用日降水量(mm)、平均气温($^{\circ}\text{C}$)、最低气温($^{\circ}\text{C}$)、最高气温($^{\circ}\text{C}$)和积雪深度(cm)、数值预报次日降水量和平均温度为影响因子来建立预测次日积雪深度的多元回归方程(由于缺少数值预报资料, 所以用第二天实际观测资料代替数值预报资料), 保留通过显著性检验的方程。选取平均积雪最大的五个站点做检验, 画出散点图并对相关系数(R)和标准偏差(SEE)进行分析, 后改进方法分季节建立积雪深度模型。分析对比改进前和改进后相关系数(R)和标准偏差(SEE)的变化。

Table 1. Basic information of the station in the study area
表 1. 研究区站点基本情况

站点	区站号	经度(°E)	纬度(°N)	海拔高度/m	日平均积雪*/cm
聂拉木	55655	95°77'	29°87'	2737.00	20.56
帕里	55773	92°47'	28°42'	3861.00	10.61
普兰	55437	97°17'	31°15'	3307.10	9.57
错那	55690	90°40'	28°97'	4433.00	6.84
嘉黎	56202	88°88'	29°25'	3837.00	4.13
察隅	56434	91°68'	29°03'	3741.00	4.05
索县	56106	92°58'	29°15'	3260.90	3.39
安多	55294	95°60'	31°42'	3874.00	3.21
狮泉河	55228	80°08'	32°50'	4279.30	3.17
改则	55248	84°41'	32°15'	4416.10	3.09
琼结	55597	93°78'	31°48'	3941.00	2.70
芒康	56342	91°70'	29°83'	3805.60	2.70
拉孜	55569	97°83'	29°67'	3781.00	2.67
贡嘎	55589	92°07'	31°48'	4508.00	2.67
波密	56227	87°08'	28°63'	4301.70	2.66
类乌齐	56128	87°63'	29°08'	4001.10	2.64
那曲	55299	96°60'	31°22'	3811.00	2.61
八宿	56228	89°60'	28°75'	4041.00	2.58
丁青	56116	90°98'	29°30'	3556.00	2.55
洛隆	56223	85°97'	28°18'	3811.00	2.55
当雄	55493	96°92'	30°05'	3261.00	2.51
墨竹贡卡	55593	93°78'	31°88'	4023.80	2.47
比如	56109	91°77'	29°25'	3553.20	2.44
定日	55664	94°47'	29°57'	3001.00	2.34
浪卡子	55681	97°47'	28°65'	2331.20	2.28
左贡	56331	91°13'	29°67'	3650.10	2.28
班戈	55279	81°25'	30°28'	3901.10	2.24
申扎	55472	95°83'	30°75'	3640.00	2.24
昌都	56137	89°10'	30°02'	4001.20	2.19
拉萨	55591	88°63'	30°95'	4673.90	2.12
泽当	55598	93°28'	30°67'	4489.80	2.07
米林	56317	90°17'	29°43'	3810.90	2.01
江孜	55680	94°22'	29°22'	2952.00	1.99
隆子	55696	91°95'	27°98'	4281.00	1.92
南木林	55572	98°60'	29°68'	3871.00	1.91
尼木	55585	91°10'	32°35'	4801.00	1.87
加查	56307	89°08'	27°73'	4301.20	1.84
日喀则	55578	90°02'	31°37'	4701.00	1.79
林芝	56312	91°10'	30°48'	4201.10	1.69

注: *日平均积雪: 仅选取有积雪观测资料日期计算平均积雪量。

3. 结果与讨论

3.1. 积雪模型建立

影响积雪深度的主要因子有：降水量、平均温度、最低温度、最高温度、积雪深度、数值预报的次日降水量和平均温度(由于缺少数值预报资料，所以用第二天实际观测资料代替数值预报资料)。

建立用地面观测资料反演的积雪深度多元回归拟合方程：

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 \quad (6)$$

式中， \hat{y} 为模拟值， x_1 为当日降水量、 x_2 为平均温度、 x_3 为最低温度、 x_4 为最高温度、 x_5 为积雪深度、 x_6 为数值预报的次日降水量、 x_7 为数值预报的次日平均温度。其中 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ 为回归方程系数，表 2 为建立的积雪模型系数表。

Table 2. Coefficient table of snow model

表 2. 积雪模型系数表

站点	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	R	SEE
聂拉木	1.175	0.144	-0.337	0.491	0.020	0.953	0.239	-0.368	0.978**	4.520
帕里	0.032	0.064	-0.365	0.323	0.157	0.958	0.237	-0.195	0.965**	3.066
普兰	0.771	0.088	-0.393	0.286	0.015	0.951	0.271	0.010	0.960**	2.487
错那	-0.674	0.105	-0.062	0.104	0.111	0.882	0.333	-0.254	0.934**	2.385
嘉黎	-0.432	-0.187	-0.280	0.144	0.128	0.684	0.482	-0.125	0.817**	2.219
察隅	0.037	0.009	-0.053	0.017	0.023	0.469	0.033	-0.007	0.597**	0.879
索县	-0.017	-0.052	-0.050	0.028	0.014	0.774	0.166	-0.038	0.849**	1.354
安多	-0.499	-0.105	-0.109	0.045	0.085	0.816	0.207	-0.051	0.876**	1.309
狮泉河	0.063	-0.121	-0.142	0.086	0.041	0.932	0.210	0.003	0.934**	0.872
改则	-0.655	-0.039	-0.127	0.047	0.110	0.561	0.285	-0.095	0.855**	1.172
琼结	0.178	0.001	-0.015	0.010	0.024	0.103	0.058	-0.054	0.384**	0.724
芒康	0.347	0.006	-0.169	0.107	0.048	0.338	0.081	-0.039	0.504**	1.336
拉孜	0.076	-0.002	-0.002	0.004	0.005	0.030	0.011	-0.015	0.200**	0.307
贡嘎	0.050	0.000	-0.002	0.001	0.000	0.007	0.001	-0.001	0.164**	0.104
波密	0.325	-0.001	-0.007	0.017	-0.024	0.485	0.024	-0.004	0.553**	0.938
类乌齐	0.017	-0.047	-0.188	0.081	0.071	0.523	0.135	-0.019	0.677**	1.284
那曲	-0.274	-0.027	-0.123	0.072	0.076	0.636	0.173	-0.078	0.768**	1.330
八宿	0.173	-0.028	-0.050	0.002	0.004	0.367	0.063	0.027	0.459**	0.809
丁青	0.065	-0.018	-0.235	0.114	0.083	0.445	0.166	-0.028	0.631**	1.353
洛隆	0.232	0.001	0.008	0.019	0.004	0.290	0.106	-0.074	0.512**	1.181
当雄	-0.262	-0.049	-0.055	0.006	0.060	0.549	0.143	-0.063	0.764**	1.070
墨竹贡卡	-0.661	-0.014	-0.025	-0.035	0.097	0.460	0.047	-0.072	0.698**	0.934
比如	0.113	-0.014	-0.062	0.023	0.018	0.577	0.074	-0.019	0.710**	1.061
定日	0.135	0.015	-0.046	0.043	0.048	0.168	0.017	-0.086	0.582**	0.688
浪卡子	-0.006	-0.025	0.100	-0.029	0.010	0.510	0.056	-0.115	0.689**	0.897
左贡	0.524	0.004	-0.041	0.061	-0.022	0.319	0.066	-0.027	0.492**	0.991
班戈	-0.420	-0.037	0.003	0.004	0.076	0.500	0.197	-0.124	0.671**	1.161
申扎	-0.293	-0.021	-0.008	0.013	0.069	0.454	0.093	-0.106	0.651**	0.962
昌都	0.063	-0.009	-0.020	0.005	0.014	0.440	0.034	-0.019	0.573**	0.729

Continued

拉萨	0.072	-0.005	0.033	-0.004	-0.007	0.464	0.006	-0.026	0.663**	0.580
泽当	0.239	-0.002	0.019	0.001	-0.009	0.012	0.013	-0.026	0.267**	0.348
米林	0.377	-0.006	0.000	0.029	-0.013	0.338	0.018	-0.036	0.442**	0.684
江孜	-0.376	0.002	-0.049	0.028	0.102	0.321	0.016	-0.111	0.657**	0.509
隆子	-0.218	-0.009	-0.044	0.034	0.067	0.685	0.067	-0.082	0.803**	0.849
南木林	0.158	0.000	-0.015	0.012	0.006	0.001	0.005	-0.017	0.206**	0.353
尼木	0.124	0.001	0.002	0.000	0.007	0.082	0.023	-0.028	0.350**	0.464
加查	0.180	-0.002	-0.005	0.000	-0.002	0.050	0.006	-0.006	0.253**	0.287
日喀则	0.186	-0.003	-0.014	0.008	0.006	0.170	0.003	-0.018	0.467**	0.317
林芝	0.327	-0.002	-0.025	0.028	-0.004	0.110	0.004	-0.017	0.276**	0.439

注：*表示通过 90%的显著性检验，**表示通过 99%的显著性检验。

3.2. 积雪模型检验

选取日平均积雪深度最大的五个台站(聂拉木、帕里、普兰、错那、嘉黎)进行做散点图 2 并求相关系数(R)和标准偏差(SEE)进行检验:

五个积雪大站积雪深度模型系数如表 3。

Table 3. Coefficient table of snow model at five stations in which daily average amount of snow is largest
表 3. 五个积雪大站积雪模型系数表

站点	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	R	SEE
聂拉木	1.175	0.144	-0.337	0.491	0.020	0.953	0.239	-0.368	0.978**	4.520
帕里	0.032	0.064	-0.365	0.323	0.157	0.958	0.237	-0.195	0.965**	3.066
普兰	0.771	0.088	-0.393	0.286	0.015	0.951	0.271	0.010	0.960**	2.487
错那	-0.674	0.105	-0.062	0.104	0.111	0.882	0.333	-0.254	0.934**	2.385
嘉黎	-0.432	-0.187	-0.280	0.144	0.128	0.684	0.482	-0.125	0.817**	2.219

注：*表示通过 90%的显著性检验，**表示通过 99%的显著性检验。

五个积雪大站检验散点图如图 2，依次是日平均积雪深度从大到小排列的聂拉木、帕里、普兰、错那和嘉黎站，横坐标为观测值，纵坐标为拟合值。从图 2 中可以看出，五个积雪大站的散点图都为正线性相关关系，日平均积雪深度最大的聂拉木站的散点图模拟值更接近于观测值，即拟合效果最好，而日平均积雪最小的嘉黎站的拟合效果最差。

对五个积雪大站求相关系数(R)和标准偏差(SEE)如表 4，虽然相关系数大，但从散点图中仍然可以看出模拟和观测存在误差，需要对模型进行改进。

由于降水、温度等气象要素在不同季节对积雪的形成作用并不一致，所以我们继续分季节对日平均积雪深度最大的五个站点的模型做散点图并求相关系数(R)和标准偏差(SEE)进行检验:

五个积雪大站分季节检验散点图如图 3，可以看出每一个站点冬季的拟合效果最好，拟合值最接近观测值，而春秋两季的拟合效果则不理想。

表 5 是五个积雪大站分季节检验相关系数(R)，可以看出各站冬季的相关系数明显大于春季的相关系数，说明由于降水和温度对积雪的形成和维持在不同季节作用是不一致的，所以使用一个方程对各站进行拟合并不适合，所以需要对各站分别季节拟合，改进模型模拟结果。

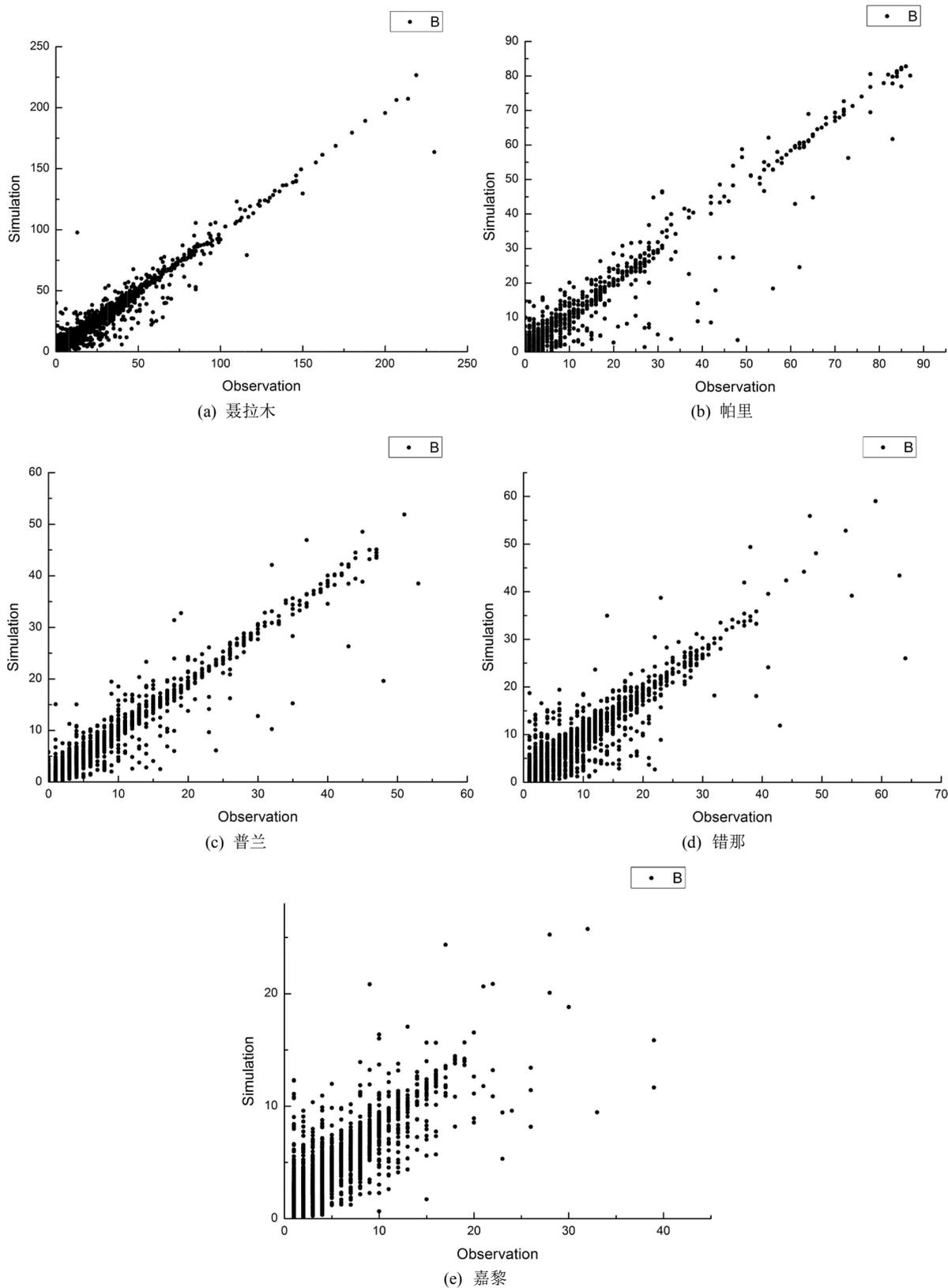
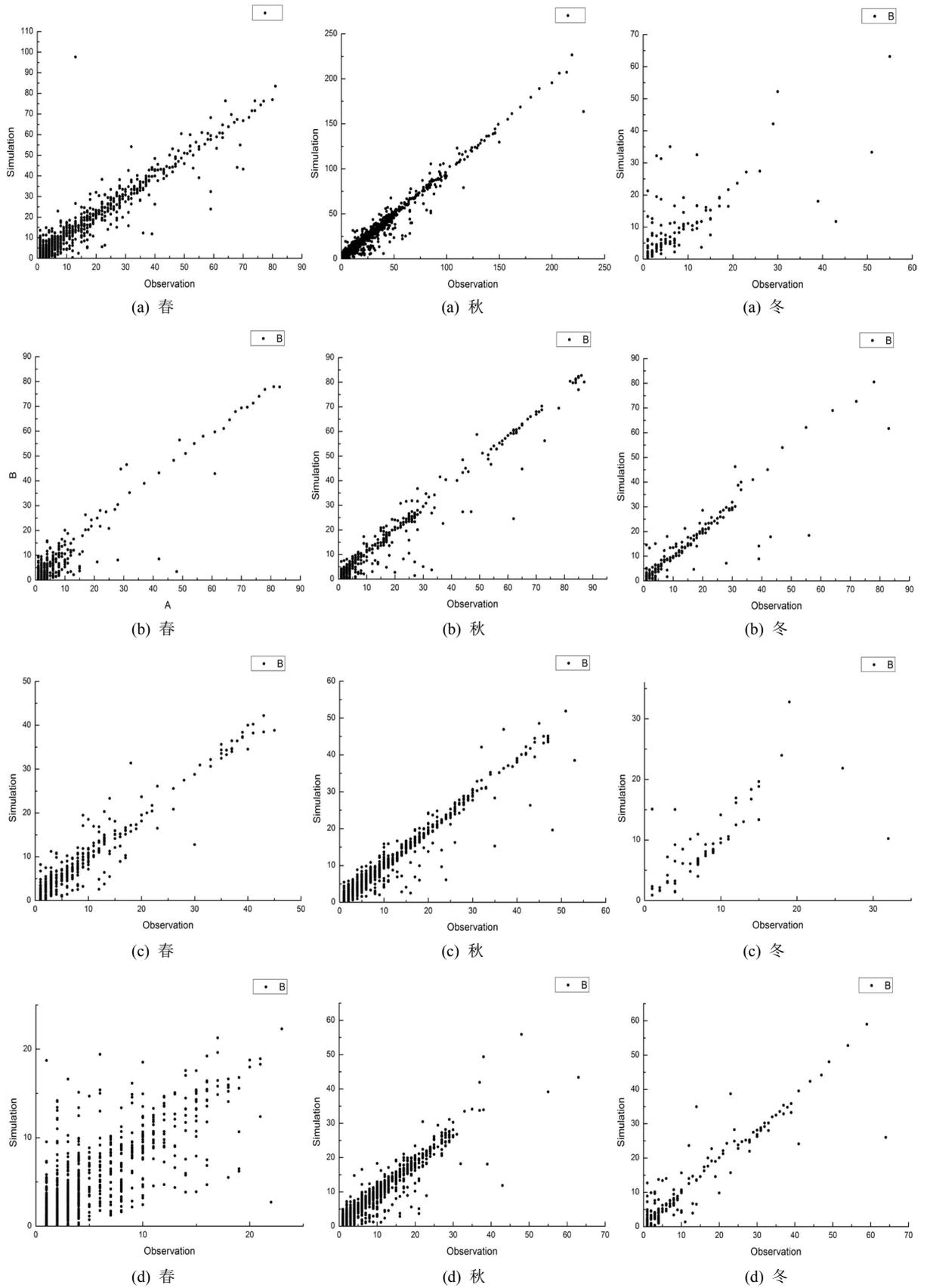


Figure 2. Test chart of scattered points at five stations in which daily average amount of snow is largest
图 2. 五个积雪大站检验散点图



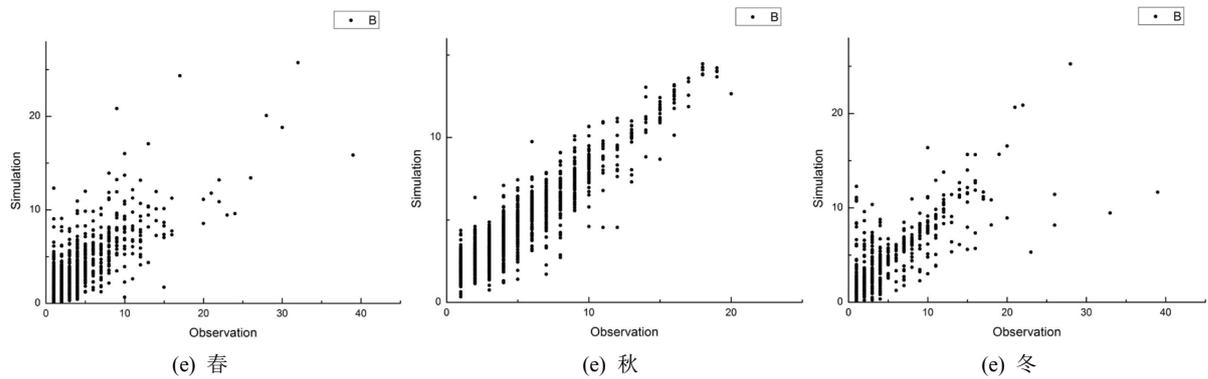


Figure 3. Seasonal test chart of scattered points at five stations in which daily average amount of snow is largest ((a) Nielamu; (b) Pali; (c) Pulan; (d) Cuona; (e) Jiali)

图 3. 五个积雪大站分季节检验散点图((a) 聂拉木; (b) 帕里; (c) 普兰; (d) 错那; (e) 嘉黎)

Table 4. Basic test parameters at five stations in which daily average amount of snow is largest

表 4. 五个积雪大站检验基本参数

站点	海拔高度/m	日平均积雪量/cm	R	SEE
聂拉木	2737.00	20.56	0.978**	4.520
帕里	3861.00	10.61	0.965**	3.066
普兰	3307.10	9.57	0.960**	2.487
错那	4433.00	6.84	0.934**	2.385
嘉黎	3837.00	4.13	0.817**	2.219

Table 5. Seasonal test of correlation coefficient (R) at five stations in which daily average amount of snow is largest

表 5. 五个积雪大站分季节检验相关系数 R

站点	R	春季 R	秋季 R	冬季 R
聂拉木	0.978**	0.958	0.708	0.983
帕里	0.965**	0.932	0.944	0.980
普兰	0.960**	0.958	0.797	0.969
错那	0.934**	0.812	0.949	0.948
嘉黎	0.817**	0.759	0.745	0.932

3.3. 积雪模型改进

考虑到不同的季节降水和温度对积雪深度的作用结果也有不同，所以对每一个站点分季节求拟合方程进行改进：

分季节重新建模后五个积雪大站积雪深度模型系数如表 6。

Table 6. Seasonal coefficient table of snow depth model at five stations in which daily average amount of snow is largest

表 6. 五个积雪大站分季节建模后积雪深度模型系数表

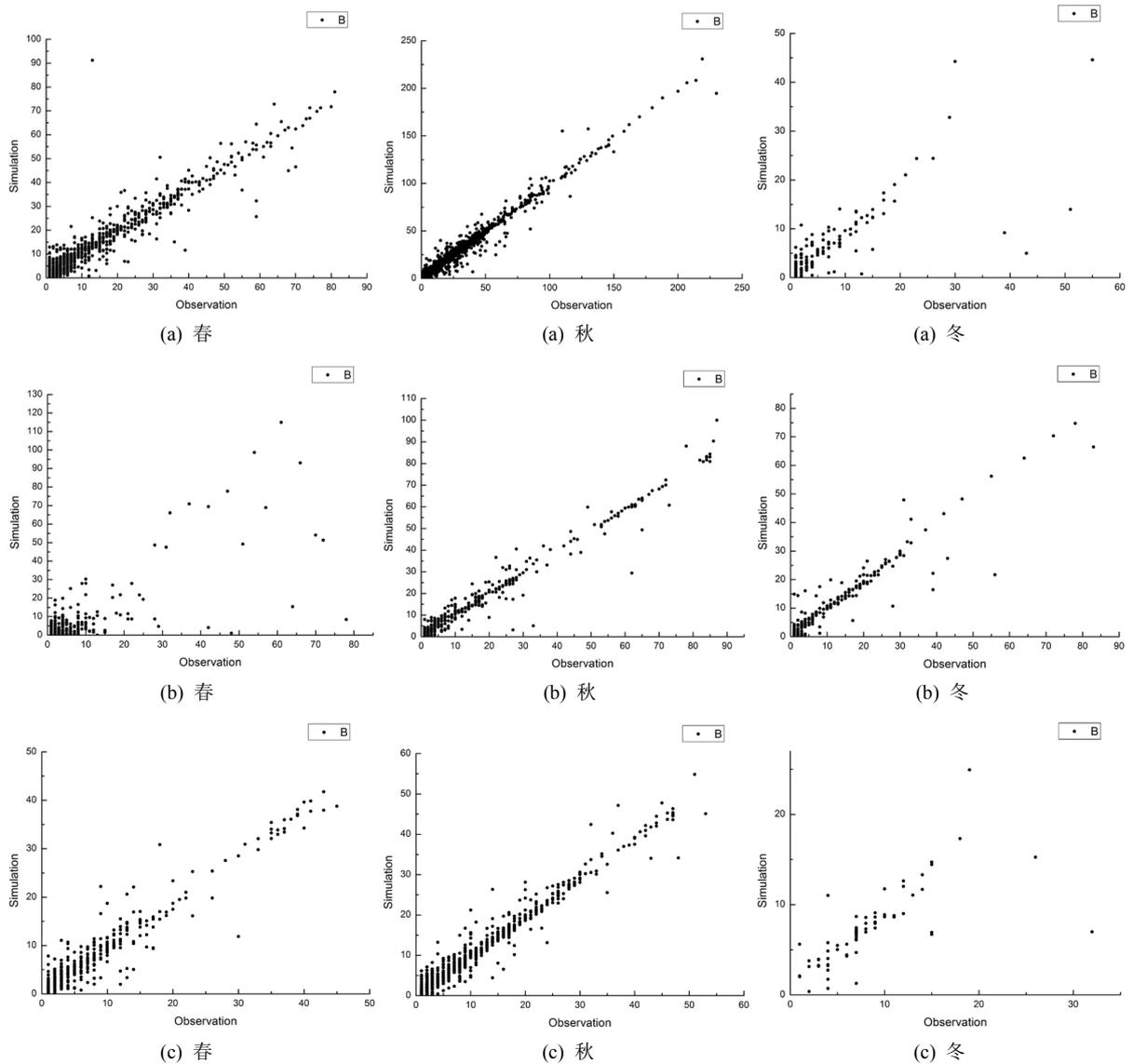
站点	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	R	SEE
聂拉木——春	0.933	0.162	-0.191	0.394	-0.014	0.890	0.336	-0.333	0.959**	3.831
聂拉木——秋	0.307	0.017	-0.673	0.337	0.198	0.826	0.053	0.071	0.831**	2.415
聂拉木——冬	0.507	0.277	-0.169	0.272	-0.080	0.957	0.401	-0.143	0.986**	4.736
帕里——春	-0.237	-0.046	-0.327	0.391	0.317	0.910	0.133	-0.435	0.939**	2.725
帕里——秋	-1.074	0.223	-0.138	-0.117	0.014	0.879	0.257	0.169	0.954**	2.396
帕里——冬	-1.034	0.455	-0.344	0.213	0.033	0.980	0.879	-0.039	0.986**	3.178

Continued

普兰——春	0.517	0.036	-0.304	0.276	0.045	0.949	0.298	-0.048	0.959**	2.282
普兰——秋	-0.184	0.054	-1.144	0.598	0.559	0.656	0.086	-0.103	0.834**	2.949
普兰——冬	-0.769	0.397	-0.314	0.132	0.057	0.953	0.554	0.041	0.978**	1.977
错那——春	-0.161	-0.069	0.108	0.091	0.076	0.692	0.410	-0.422	0.833**	2.062
错那——秋	-1.423	0.219	-0.113	-0.004	0.183	0.87	0.176	-0.100	0.958**	2.037
错那——冬	-1.045	0.510	-0.163	0.084	0.067	0.925	0.792	-0.085	0.962**	2.213
嘉黎——春	-0.279	-0.126	-0.353	0.170	0.144	0.423	0.641	-0.156	0.810**	2.060
嘉黎——秋	-0.343	-0.078	-0.389	0.178	0.181	0.631	0.286	-0.114	0.768**	2.440
嘉黎——冬	-0.953	0.058	-0.110	0.053	0.009	0.953	0.981	-0.030	0.949**	1.199

注：*表示通过 90%的显著性检验，**表示通过 99%的显著性检验。

改进后五个积雪大站分季节散点图如图 4，可以看出拟合效果比图 3 未改进方法分季节散点图的拟合效果更好，拟合值更加接近观测值。



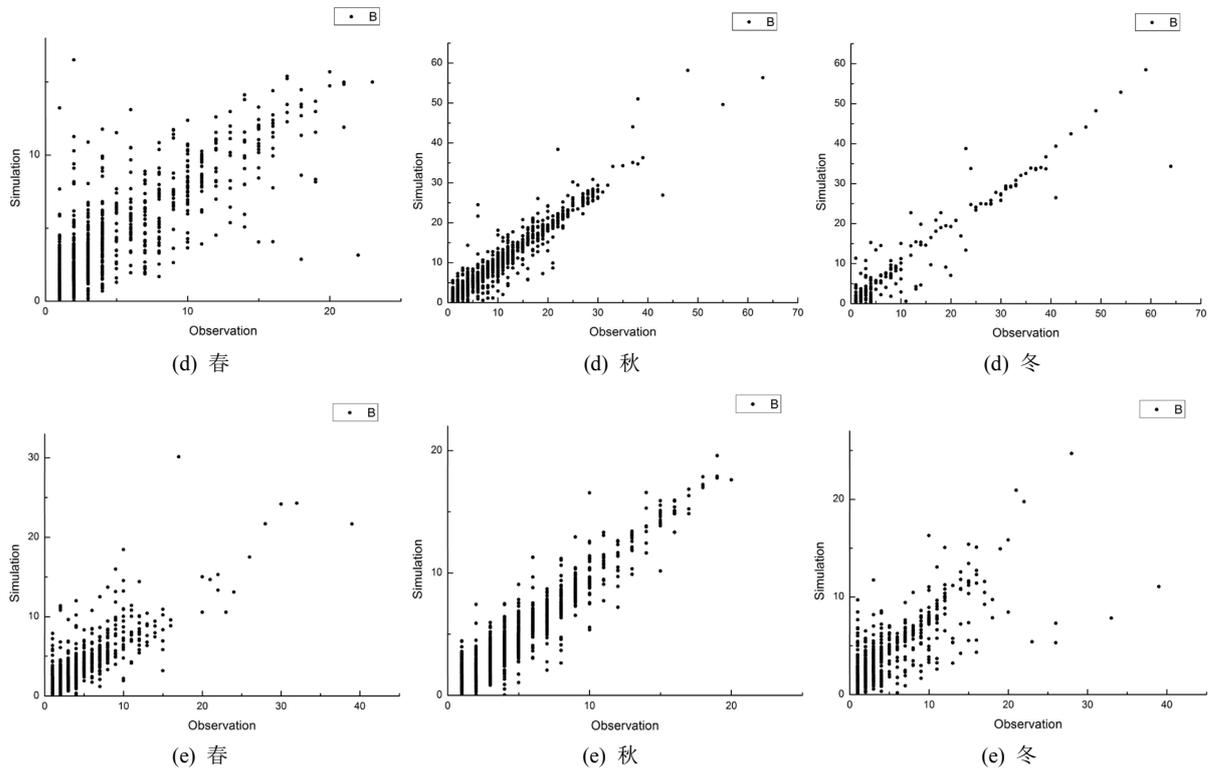


Figure 4. Improved seasonal test chart of scattered points at five stations in which daily average amount of snow is largest ((a) Nielamu; (b) Pali; (c) Pulan; (d) Cuona; (e) Jiali)

图 4. 五个积雪大站分季节改进后散点图((a) 聂拉木; (b) 帕里; (c) 普兰; (d) 错那; (e) 嘉黎)

分别计算五个积雪大站改进前和改进后的相关系数 R 并做折线图进行对比, 如表 7 和图 5 所示, 可以看出改进后相关系数相比改进前相关系数有所增加, 说明改进后拟合值更加接近观测值, 拟合效果变好。

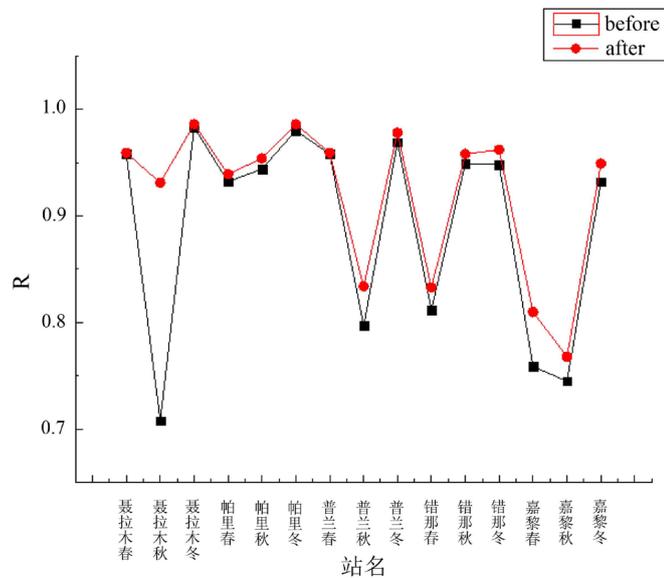


Figure 5. Comparison of correlation coefficients (R) before/after improvement

图 5. 改进前(改进后)相关系数 R 对比

Table 7. Comparison of correlation coefficients (R) before/after improvement
表 7. 改进前(改进后)相关系数 R 对比

站点	春季 R 改进前(改进后)	秋季 R 改进前(改进后)	冬季 R 改进前(改进后)
聂拉木	0.958 (0.959)	0.708 (0.831)	0.983 (0.986)
帕里	0.932 (0.939)	0.944 (0.954)	0.980 (0.986)
普兰	0.958 (0.959)	0.797 (0.834)	0.969 (0.978)
错那	0.812 (0.833)	0.949 (0.958)	0.948 (0.962)
嘉黎	0.759 (0.810)	0.745 (0.768)	0.932 (0.949)

再分别计算五个积雪大站改进前和改进后的标准偏差 SEE 并做折线图进行对比,如表 8 和图 6 所示,可以看出改进后标准偏差相比改进前标准偏差有所减小,这也说明改进后拟合值更加接近观测值,拟合效果变好。

Table 8. Comparison of standard deviation (SEE) before/after improvement
表 8. 改进前(改进后)标准偏差 SEE 对比

站点	春季 SEE 改进前(改进后)	秋季 SEE 改进前(改进后)	冬季 SEE 改进前(改进后)
聂拉木	3.964 (3.831)	4.148 (2.415)	5.255 (4.736)
帕里	2.934 (2.725)	2.658 (2.396)	3.866 (3.178)
普兰	2.311 (2.282)	3.759 (2.949)	2.340 (1.977)
错那	2.294 (2.062)	2.232 (2.037)	2.640 (2.213)
嘉黎	2.291 (2.060)	2.589 (2.440)	1.637 (1.199)

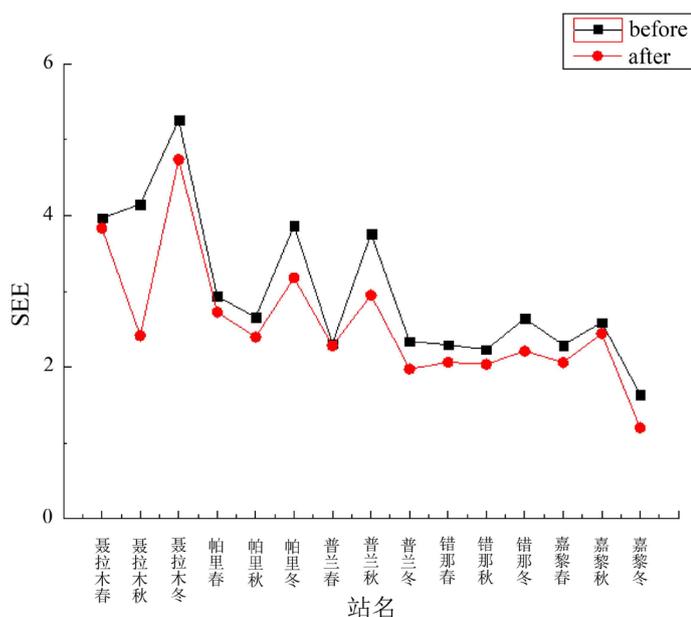


Figure 6. Comparison of standard deviation (SEE) before/after improvement
图 6. 改进前(改进后)标准偏差 SEE 对比

4. 结论

本文利用西藏地区 39 个气象观测站 1979 至 2013 三十五年春、秋、冬三季的地面逐日观测资料,用

日降水量(cm)、平均气温(°C)、最低气温(°C)、最高气温(°C)、积雪深度(cm)数值预报次日降水量和平均温度七个影响因子对积雪深度建立模型并进行分析与研究(由于缺少数值预报资料,所以用第二天实际观测资料代替数值预报资料),得到以下结论:

1) 对积雪量不同的台站分别建立模型,可以发现积雪量较大的台站相关系数明显高于积雪量较小的台站,并且积雪量较大的台站拟合效果好于积雪量较小的台站。例如日平均积雪深度最大的聂拉木站的散点图拟合效果最好,而日平均积雪最小的嘉黎站的拟合效果最差。

2) 温度和降水季节对积雪深度的影响不同,分季节检验后发现拟合值和观测值有较大偏差,说明用同一个方程来分析不同季节的拟合效果并不科学。所以在建立积雪深度模型时不能采用一个观测站建一个模型的方法,要分季节建立模型进行讨论才比较具有可靠性。

参考文献

- [1] 白淑英, 史建桥, 高吉喜, 卜军. 1979-2010年青藏高原积雪深度时空变化遥感分析[J]. 地球信息科学学报, 2014, 16(4): 628-637.
- [2] 王澄海, 王芝兰, 崔洋. 40余年来中国地区季节性积雪的空间分布及年际变化特征[J]. 冰川冻土, 2009, 31(2): 301-310.
- [3] 王叶堂, 何勇, 侯书贵. 2000-2005年青藏高原积雪时空变化分析[J]. 冰川冻土, 2007, 29(6): 855-861.
- [4] 马丽娟, 秦大河. 1957-2009年中国台站观测的关键积雪参数时空变化特征[J]. 冰川冻土, 2012, 34(1): 1-11.
- [5] 邹志伟. 西藏雪灾对高原牧业的影响探析(1824-1957) [J]. 西北大学学报(自然科学版), 2011, 41(6): 1059-1063.
- [6] 巴桑, 杨秀海, 拉珍, 郑照军, 旷达, 拉巴. 基于多源数据的西藏地区积雪变化趋势分析[J]. 冰川冻土, 2012, 34(5): 1023-1030.
- [7] 韦志刚, 黄荣辉, 陈文, 董文杰. 青藏高原地面站积雪的空间分布和年代际变化特征[J]. 大气科学, 2002, 26(4): 496-508.
- [8] 白淑英, 史建桥, 高吉喜, 卜军. 1979-2010年青藏高原积雪深度时空变化遥感分析[J]. 地球信息科学学报, 2014, 16(4): 628-637.
- [9] 王叶堂, 何勇, 侯书贵. 2000-2005年青藏高原积雪时空变化分析[J]. 冰川冻土, 2007, 29(6): 855-861.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ccrl@hanspub.org