

李伟,孟珍,李秀琳,等. 陕西省自动气象站网覆盖率分析与评估[J]. 陕西气象,2024(1):66-70.

文章编号:1006-4354(2024)01-0066-05

陕西省自动气象站网覆盖率分析与评估

李伟^{1,2},孟珍^{1,2},李秀琳¹,胡佳怡^{1,2},张晰^{1,2}

(1. 陕西省大气探测技术保障中心,西安 710014;

2. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016)

摘要:陕西省自动气象站网经过 20 余年的建设,地面自动观测已实现全省乡镇覆盖。当前基于行政区划的自动气象站布设缺乏一定的科学性,因此有必要对自动气象站的布设进行科学评估。基于 $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$ 的经纬度网格(空间分辨率),对陕西省自动气象站气温、湿度、气压和风的观测站点覆盖率进行分析与评估。结果表明:陕西省自动气象站点分布不均,观测空白区较多,气温、气压、湿度、风的观测站点空白区占比分别为 21%、43%、43%、33%。杨凌、西安、渭南和铜川 4 类气象要素观测站点的覆盖率在各地市(区)中均较高,气温覆盖率为 94%~100%,湿度、气压、风的覆盖率为 80%~100%;商洛、汉中、宝鸡、安康和咸阳的覆盖率居中,气温覆盖率为 83%~88%,湿度、气压、风的覆盖率为 55%~85%;延安和榆林较低,气温覆盖率为 67%~71%,湿度、气压、风的覆盖率为 45%~56%。

关键词:气象站网密度;水平分辨率;覆盖率;陕西省

中图分类号:P411

文献标识码:A

陕西省自然条件复杂多样,气候南北差异明显,受东亚季风和高原地形影响,多种气象灾害并存,外加气候变化影响,近年来极端天气现象频发,对人民生命财产安全和生产生活造成极大的影响。当前自动气象站主要按照行政区划布设,自动气象站布设不科学,加之气象观测的空白区较多,自动气象站的覆盖度不足,大大降低了对中小尺度极端天气精密的监测能力,因此急需进行科学合理的自动气象站网布设。合理的气象台站网布设能切实提高气象观测资料的代表性、准确性和比较性^[1-2],也符合国家综合气象观测系统的发展需求^[3-6]。1946年,Drozdoz and Shepelevskii^[7]开始了气象站布站设计研究,并且提出将结构函数应用于站网设计。程勇等^[8-9]通过基于结构函数的站网布局优化方法,提出了气象台

站网布局优化方法的改进方向。通常情况下,气象业务部门采用了平均站间距(水平分辨率)指标,但平均站间距基于假设站点分布均匀原则,取决于站点数量和区域面积,忽略了站点的实际区域分布情况。本文旨在通过分析陕西省自动气象站观测要素的覆盖率,得到全省自动气象站面上区域分布特征,为今后完善自动气象站网布设提供参考。

1 陕西省自动气象站网现状

“十三五”期间,陕西省自动观测站网的规模和现代化水平得到极大提升。截至目前,陕西省自动气象站乡镇覆盖率达 100%。

平均站间距(水平分辨率)是用于表征观测站网分布的重要指标,其公式为

$$C = \sqrt{S / (N_1 + N_2 + \dots + N_m)} \quad (1)$$

收稿日期:2022-12-13

作者简介:李伟(1982—),女,汉族,河北保定人,硕士,工程师,主要从事气象网站规划研究、综合观测业务运行管理自动化和智能网格化技术研究、新型气象探测设备观测技术研究。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2023Y-5);陕西省大气探测技术保障中心自立科研项目(2020S-8)

公式(1)中, C 表示平均站间距(km); S 表示面积(km^2),陕西省陆域面积约 205 800 km^2 ; N 表示布设某种仪器的观测站数量,下标为此类仪器的编号(1,2,..., m); m 表示观测目标要素的仪器种类数量。

由平均站间距(水平分辨率)公式(1)计算得出,陕西省近地面气象要素观测站水平分辨率气温、气压、湿度、风分别为 10.79、19.52、19.58、14.96 km,气温达到 11 km 以内,湿度、气压达到

20 km 以内,风达到 15 km 以内。按照世界气象组织 OSCAR 网站(<https://public.wmo.int/en>)推荐的气象要素平均站间距(水平分辨率)评估指标(表 1),在短临预报和高分辨率数值预报方面,陕西省近地面气象观测四个要素满足 OSCAR 领域门限要求,湿度和气压接近门限。气候监测方面,除了风在突破和目标评估指标之间,其他要素已达到目标评估值。

表 1 世界气象组织 OSCAR 网站推荐的地表气象要素平均站间距评估指标 单位:km

要素	短临预报			高分辨率数值预报			气候监测		
	目标	突破	门限	目标	突破	门限	目标	突破	门限
温度	1	5	20	1	5	20	25	50	100
气压	—	—	—	1	5	20	200	300	500
湿度	—	—	—	1	5	20	25	50	100
水平风	1	5	20	1	5	20	10	40	50

2 资料与方法

2.1 资料来源

根据 2022 年 1 月中国气象局综合气象观测业务运行信息化平台中的地面自动气象站信息,陕西省现有地面观测站 1 794 个,包含 99 个国家气象观测站、294 个国家天气站和 1 401 个区域自动气象观测站,其中含气温观测的站 1 768 个,含气压观测的站 540 个,含湿度观测的站 537 个,含风观测的站 920 个。利用区域范围检查、时间一致性检查和 DEM 海拔高度检查,剔除位置信息有误的站点。

2.2 计算方法

地面观测站网覆盖率计算通常采用 $0.05^\circ \times$

0.05° (约等于 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$)、 $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ (约等于 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$)和 $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ (约等于 $20 \text{ km} \times 20 \text{ km}$)划分网格。统计存在气象要素观测站的网格数量,再除以总网格数量得到覆盖率值。按照陕西省近地面气象要素观测站水平分辨率满足短临预报和高分辨率数值预报 OSCAR 领域门限 20 km 的情况,本文中采用 $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ 的经纬度网格进行分析,陕西省约有 606 个网格。

3 结果与分析

3.1 陕西省整体情况

3.1.1 气温 陕西省 $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ 网格内有气温观测站的网格数量为 479 个,覆盖率为 $479/606 \approx 79\%$,分布数量见表 2,空间分布情况见图 1a。从

表 2 陕西省 $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ 经纬度网格中布设气象要素观测站情况统计 单位:个

气温		气压		湿度		风	
观测站	网格	观测站	网格	观测站	网格	观测站	网格
0	127	0	261	0	261	0	203
1	109	1	219	1	220	1	166
2	100	2	86	2	87	2	107
3	79	3	23	3	22	3	67
4	60	4	10	4	9	4	27
5~21	131	5~7	7	5~7	7	5~11	36

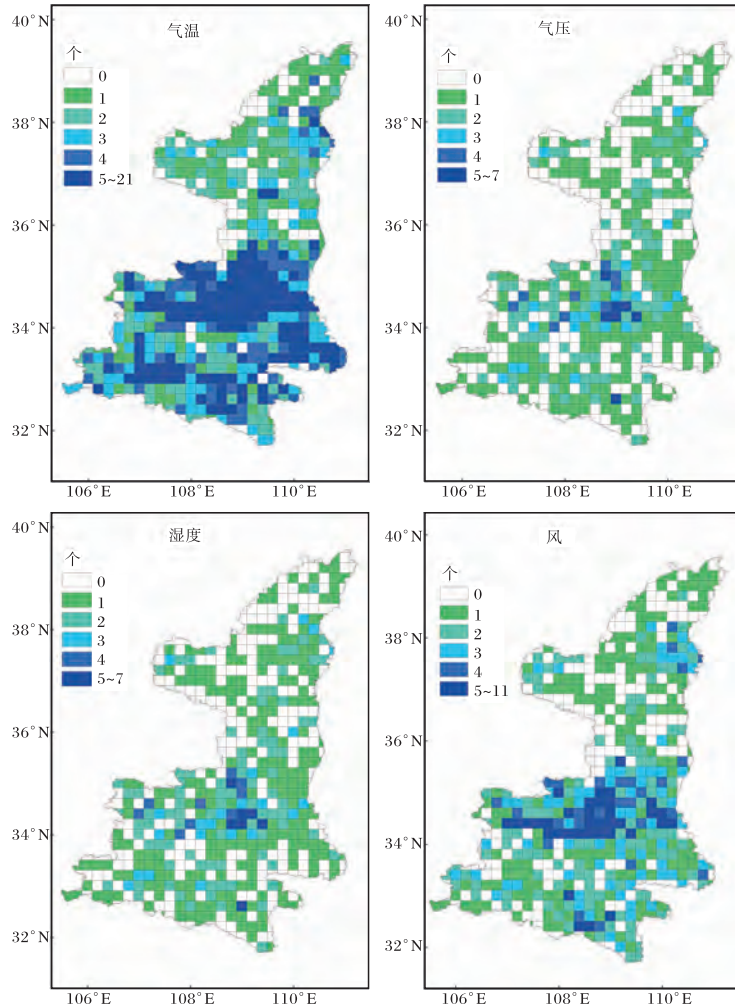


图1 陕西省基于 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 空间分辨率的不同气象要素观测站数量分布图(审图号为GS(2019)1822号)

图表中可以看出,127个网格内无气温观测站,空白区约占21%。有5个以上气温观测站的网格数量最多,最多一个网格内有21个气温观测站。气温观测站覆盖率要满足 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格观测全覆盖的基本要求,至少需在全省观测空白区,增加约127个气温观测站,按照公式(1),站点增加后,其水平分辨率将提升至10.42 km。

3.1.2 气压 陕西省 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格内有气压观测站的网格数量为345个,覆盖率为 $345/606\approx 57\%$,分布数量见表2,具体情况见图1b。从图表中可以看出,261个网格内无气压观测站,空白区约占43%。有1个气压观测站的网格数量最多,最多一个网格内有7个气压观测站。气压观测站覆盖率要满足 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格观测全覆盖的基本要求,至少需在全省观测空白区,增加约

261个气压观测站,按照公式(1),站点增加后,其水平分辨率将提升至16.03 km。

3.1.3 湿度 陕西省 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格内有湿度观测站的网格数量为345个,覆盖率为 $345/606\approx 57\%$,分布数量见表2,具体情况见图1c。从图表中可以看出,261个网格内无湿度观测站,空白区约占43%。有1个湿度观测站的网格数量最多,最多一个网格内有7个湿度观测站。湿度观测站覆盖率要满足 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格观测全覆盖的基本要求,至少需在全省观测空白区,增加约261个湿度观测站,按照公式(1),站点增加后,其水平分辨率将提升至16.06 km。

3.1.4 风 陕西省 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格内有风观测站的网格数量为403个,覆盖率为 $403/606\approx 67\%$,分布数量见表5,具体情况见图1d。从图

表中可以看出,203个网格内无风观测站,空白区约占33%。有1个风观测站的网格数量最多,最多一个网格内有11个风观测站。风观测站覆盖率要满足 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格观测全覆盖的基本要求,至少需在全省观测空白区,增加约203个风观测站,按照公式(1),站点增加后,其水平分辨率将提升至13.54 km。

3.2 地市(区)情况

对陕西省11个市(区)分别按照 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格进行覆盖率的计算,结果见表3。其中:杨凌、西安、渭南和铜川观测站覆盖率较高,气温覆盖率在94%~100%,湿度、气压、风覆盖率在80%~100%;商洛、汉中、宝鸡、安康和咸阳观测站覆盖率居中,气温覆盖率在83%~88%,湿度、气压、风覆盖率在55%~85%;延安和榆林观测站覆盖率较低,气温覆盖率在67%~71%,湿度、气压、风覆盖率在45%~56%。

表3 陕西省各地市(区)不同气象要素覆盖率 单位:%

地市	温度	湿度	气压	风
西安	95	85	85	93
商洛	87	59	59	75
汉中	86	57	57	64
宝鸡	83	55	55	68
渭南	94	83	83	91
铜川	95	80	80	85
延安	71	50	50	52
榆林	67	45	45	56
安康	87	61	61	77
咸阳	88	78	78	85
杨凌	100	100	100	100

4 结论与讨论

(1)全省自动气象站点分布不均,观测空白区较多,满足短临预报和高分辨率数值预报突破门限的区域较少。气温、气压、湿度、风观测站空白区占比分别为21%、43%、43%、33%。气象要素观测站点覆盖率总体情况,气温观测站较高,风居中,气压和湿度较低。

(2)观测站要满足 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格全覆盖的

基本要求,至少需在全省观测空白区,增加含气温观测的站约127个,含湿度观测的站约261个,含气压观测的站261个,含风观测的站203个。填补空白后,气温、气压、湿度、风观测站水平分辨率分别提升至10.42、16.03、16.06、13.54 km。

(3)从地市(区)来看,杨凌、西安、渭南和铜川4类气象要素观测站点的覆盖率均较高,商洛、汉中、宝鸡、安康和咸阳居中,延安和榆林较低。

(4)按照平均站间距计算,1个 $0.2^{\circ}\times 0.2^{\circ}$ 网格内有16个观测站时,观测站水平分辨率约为5 km,达到OSCAR领域短临预报和高分辨率数值预报的突破门限,而陕西的实际情况距离突破门限较远。未来,延安和榆林首要工作可放在空白区观测站补盲上,而杨凌、西安、渭南和铜川等地可根据需要放在提升观测站水平分辨率上。同时可根据天气系统和气候系统,开展观测站模拟布设评估,研究并提出气象观测站布局优化方案,增加资料薄弱区观测密度,强化灾害性、关键性和转折性天气观测,提高站网布设的科学性。

参考文献:

- [1] 张智,林莉,周红. 宁夏地面气象台站元数据变化特点及质量评估[J]. 气象科技,2014,42(2):219-22.
- [2] 周成霞,吴兴洋,潘徐燕. 铜仁国家基本站气象要素代表性、连续性分析[J]. 贵州气象,2010,34(2):20-22.
- [3] 中国气象局. 综合气象观测系统发展规划(2010—2015年)[R/OL]. (2009-12-30)[2023-03-01]. https://www.cma.gov.cn/2011xzt/2015zt/20150702/2015070202/201507020203/201507/t20150702_286780.html.
- [4] THORPEX中国委员会. 观测系统研究与可预报性试验中国计划(THORPEX-China)[M]. 北京:气象出版社,2006:21-24.
- [5] 中国气象局. 区域气象观测站建设指导意见[R/OL]. (2009-10-19)[2023-03-01]. <https://max.book118.com/html/2018/1011/8007131036001126.shtm>.
- [6] 中国气象局. 综合气象观测系统发展指导意见[R/OL]. (2009-04-29)[2023-03-01]. <https://>

- www.cma.gov.cn/2011xzt/2011zhuant/20111214/2011121405/201112/t20111219_156888.html.
- [7] DROZDOV O A, SHEPELEVSKII A A. The theory of interpolation in a stochastic field of meteorological elements and its application to meteorological elements and its application to meteorological map and network rationalization problems[J]. Trudy Niu Gügms Series, 1946(1):13.
- [8] 程勇, 杨玲, 行鸿彦. 气象台站网布局优化研究综述[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2011, 3(6):511-518.
- [9] 白光弼, 刘岳俊. 高原和山区气象站网的合理布局[J]. 陕西气象, 1992(3):18-21.