

浅析吐鲁番盆地建设风廓线雷达意义与站址选择

巴合提亚尔·穆斯来丁¹, 马依拉古丽·赛提^{2*}, 焦春霞², 依巴代提·肉苏力¹, 范泽², 马红², 许晓帆²

¹新疆托克逊县气象局, 新疆 吐鲁番

²新疆吐鲁番市气象局, 新疆 吐鲁番

收稿日期: 2022年9月30日; 录用日期: 2022年10月28日; 发布日期: 2022年11月4日

摘要

利用吐鲁番盆地四个国家级气象观测站1991~2020年气象资料以及中国气象局相关文件要求, 采用统计分析和Arcgis制图方法, 对吐鲁番盆地四站地理位置、选址条件进行了分析。结果表明, 吐鲁番站和东坎站宜作为吐鲁番盆地风廓线雷达建设的候选站址。吐鲁番风廓线雷达建成后, 可以使用风廓线雷达资料加强灾害性天气监测分析预报、进行气候变化研究, 对开展气象服务保障、环境污染检测以及人工影响天气作业指挥、生态修复工程等领域提供极大帮助, 并填补吐鲁番市高空探测和雷达产品获取应用以及研究方面的空白, 将会在防灾减灾救灾等方面发挥重要作用。

关键词

风廓线雷达, 吐鲁番盆地, 气候, 大风, 站址

Analysis on the Significance of Building Wind Profile Radar in Turpan Basin and the Selection of Station Site

Bahtiyar Muslaydin¹, Mahira Seti^{2*}, Chunxia Jiao², Ibadat Rosul¹, Ze Fan², Hong Ma², Xiaofan Xu²

¹Toksun County Meteorological Bureau, Turpan Xinjiang

²Meteorological Bureau of Turpan, Turpan Xinjiang

Received: Sep. 30th, 2022; accepted: Oct. 28th, 2022; published: Nov. 4th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 巴合提亚尔·穆斯来丁, 马依拉古丽·赛提, 焦春霞, 依巴代提·肉苏力, 范泽, 马红, 许晓帆. 浅析吐鲁番盆地建设风廓线雷达意义与站址选择[J]. 气候变化研究快报, 2022, 11(6): 921-926. DOI: 10.12677/ccrl.2022.116096

Abstract

Based on the meteorological data of four national meteorological observation stations in Turpan Basin from 1991 to 2020 and the requirements of relevant documents of China Meteorological Administration, the geographic location and site selection conditions of the four stations in Turpan Basin are analyzed by using statistical analysis and Arcgis mapping methods. The results show that Turpan Station and Dongkan Station are the candidate sites for the construction of wind profile radar in Turpan Basin. After the completion of Turpan wind profile radar, the wind profile radar data can be used to strengthen the monitoring, analysis and prediction of disastrous weather, conduct climate change research, provide great help for meteorological service support, environmental pollution detection, weather modification operation command, ecological restoration projects and other fields, and fill the gaps in Turpan's high-altitude detection, radar product acquisition, application and research, It will play an important role in disaster prevention, reduction and relief.

Keywords

Wind Profile Radar, Turpan Basin, Climate, Gale, Station Site

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

风廓线雷达(Wind Profiling Radar, WPR), 是实时提供大气的三维风场信息的遥感探测设备。利用大气湍流对电磁波的散射作用, 连续进行垂直探测大气风场等物理量。它是现代综合气象观测系统的重要内容, 是高空风探测的一个重要有效手段。

风廓线雷达的开发和使用最早可以追溯到上世纪 60 年代, 美国是风廓线雷达研究起步最早的国家, 已经建成了 115 部风廓线雷达, 其中由 35 部雷达组成的国家风廓线雷达网, 最高探测高度 16 km, 站点间隔 200~300 km [1]; 另外 80 部以边界层雷达为主。欧洲已有 28 部风廓线雷达投入运行。日本气象厅(JMA) 目前在日本中部和西部布设了测站平均间距为 130 km 的 31 部风廓线雷达组成的业务网[2]。20 世纪 80 年代起我国开始研究风廓线雷达技术, 截至 2020 年底, 全国有 126 部风廓线雷达组网运行。站网布局东密西疏, 主要布局在京津冀、长三角和华南沿海区域。新疆乌鲁木齐市天山区气象局风廓线雷达是全疆唯一一部开展垂直风探测的雷达。目前中国气象局规划到 2025 年将组建一个覆盖我国全境的 225 部风廓线雷达网[2]。

近些年吐鲁番盆地气象观测业务仅限于地面气象观测、没有常规高空、风廓线雷达等大气探测业务。在应对雷暴大风、短时强降水、下击暴流等灾害性天气监测预报、人工影响天气作业、气象服务以及沙尘天气监测方面只能依靠地面观测资料和卫星云图等, 天气预报支撑能力较为单一。因此, 作为现代高空探测业务及灾害性天气监测的重要手段, 在吐鲁番盆地建设风廓线雷达很有必要的。吐鲁番盆地(图 1), 位于新疆东部, 天山东段横贯东西的山间盆地, 群山环抱, 北高南低。最低点艾丁湖景区海拔高度为 -154.31 米, 为全球内陆最低处。吐鲁番盆地属典型的大陆性暖温带荒漠气候, 光照充足, 热量丰富但极为干燥, 降雨稀少, 大风频繁, 是我国夏季温度最高的地方, 故有“火洲”、“风库”之称。“风能”

资源丰富。吐鲁番盆地风廓线雷达站建成后，风廓线雷达技术在加强灾害性天气监测分析和预报、气候变化研究、气象服务保障、环境污染检测以及人工影响天气作业指导等领域中提供极大帮助。

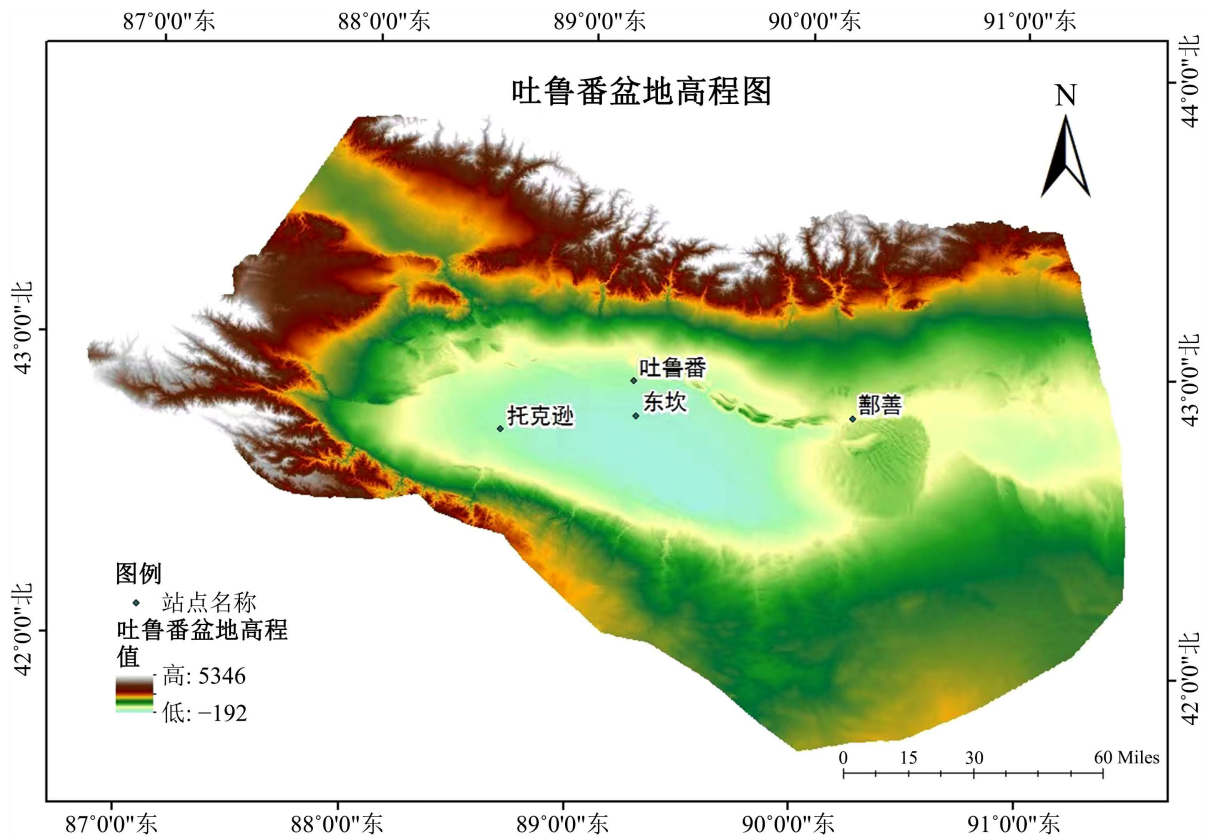


Figure 1. Elevation map of Turpan basin

图 1. 吐鲁番盆地高程图

2. 风廓线雷达的分类和基本产品

风廓线雷达根据探测高度的不同，分为边界层、对流层、以及平流层风廓线雷达，探测高度分别为 0.1~3 km、0.6~16 km、3~30 km。边界层风廓线雷达适合于中小尺度的大气湍流和空气质量监测预报，其最低探测高度 50 m，低层垂直分辨率 50 m。对流层风廓线雷达最小的垂直分辨率 120 m。平流层风廓线雷达适用于 20 km 以上的高层大气研究。

风廓线雷达探测提供了径向数据(谱参数)、功率谱数据、产品数据等 3 种数据，包含了水平风、垂直速度和径向速度、回波功率、回波强度、信噪比(SNR)、速度谱宽和折射率结构常数等信息[3]。利用基本数据产品可以计算得到风廓线衍生产品，比如水平风垂直切变、高低空急流指数、冷暖平流、融化层参数、风暴相对螺旋度、边界层高度和折射率指数梯度、大气静力稳定度等[4]。

3. 资料分析

利用吐鲁番盆地吐鲁番、东坎、托克逊、鄯善四个国家级气象观测站 1991~2020 年地面气象观测资料，进行统计分析。从表 1 得知，吐鲁番、东坎、托克逊站极端极大风速大、年平均浮沉日数多。吐鲁番盆地年平均气温为 12.6℃~15.2℃，极端最高气温为 49.0℃，最低气温为-24.7℃，年均降水量为 9.0~27.7 毫米。四个国家级气象观测站主要气象要素统计表如下：

Table 1. Statistical table of main meteorological elements of four national meteorological observation stations
表 1. 四个国家级气象观测站主要气象要素统计表

要素	年平均风速 m/s	极端极大风速 m/s	年平均大风日数 d	年平均沙尘日数 d	年平均相对湿度%	年平均气温℃	极端最高气温℃	极端最低气温℃	年平均降水量 mm
吐鲁番	1.1	26.4	5.1	91.9	37	15.7	49.0	-17.7	14.4
东坎	1.4	30.1	10.4	50.4	37	15.4	48.3	-21.7	13.2
托克逊	2.1	39.1	56.3	97.7	40	15.0	48.8	-20.4	9.0
鄯善	1.2	22.6	2.5	26.9	42	12.6	46.5	-24.7	27.7

根据全国气象灾害综合风险普查数据显示, 1978 年至 2020 年, 吐鲁番市共发生大风灾害事件 138 次, 直接经济损失较大, 农业受损面积较广, 葡萄、高粱、玉米、棉花等农作物大面积绝收和减产, 造成工业、农业和畜牧业生产损失较大。是灾害性天气中损失贡献最大成员之首。

4. 站址选择

风廓线雷达站址综合条件的优劣直接关系到数据质量和效益发挥。选址要满足场地、无线电环境、安全环境、架设场地等要求。选址必须严格按照业务规定, 重点从遮挡角度、电磁环境和主要影响区域等条件, 以及通信、供电、道路、用水、避雷等所需的投资成本, 此外还要充分考虑对现有基础设施的利用, 建成后运行维护维持经费等因素进行综合考虑。

考虑现有基础设施利用, 缩短建设周期, 节约建设费用, 吐鲁番盆地吐鲁番、东坎、托克逊、鄯善站四个国家级气象观测站现有通信、供电、道路、用水、避雷等基础设施以及架设场地、安全环境等满足选址条件。

4.1. 场地要求

场地应距铁路路基 200 米以上, 距公路路基 30 米以上, 距水库等大型水体 100 米以上。风廓线雷达周围的建筑物、树木等对它的相阵遮蔽角一般都要在 40° 以下。如果要安装 RASS (无线电声波探测系统), 就需要远离小区。表 2 中得出, 四站均满足场地要求, 其中鄯善站最为合适, 其次为吐鲁番站。

Table 2. Site requirements of the fourth station in Turpan basin
表 2. 吐鲁番盆地四站场地要求表

要求	距离铁路 >200 m	距离公路 >30 m	距离大型水体 >100 m	遮挡仰角 >40°	具体位置
吐鲁番	>500 m	300 m	>500 m	10.0°	市区
东坎	>500 m	70 m	>500 m	15.2°	乡村
托克逊	>500 m	80 m	>500 m	13.8°	乡村
鄯善	>500 m	97.4 m	>500 m	4.3°	郊区

4.2. 无线电环境要求

风廓线雷达接收到的多普勒频移信号极其微弱。站址周围的电磁干扰对其正常工作有直接影响。大功率电磁波辐射、机械、供电、空调、避雷、照明等安装在工作区周围的设备, 其电磁环境不能影响风

廓线雷达的正常运行。距无线电发射塔应在 1 公里以上。距其它微波发射源应在 1 公里以上。因此后期针对候选站无线电环境要求重点进行实地测量，并选出风廓线雷达站址。

4.3. 安全环境要求

风廓线雷达的工作机房、电缆通道、天线阵列等，在采取防雷、防静电措施后，不能对它产生影响。风廓线雷达设施周围不允许存放易燃易爆及有害气体。风廓线雷达的接地电阻应在 4Ω 以下。要有防盗、防火、防破坏等措施。因鄯善站周围有燃气楼储存场所楼，不满足安全环境要求。其他站点均满足安全环境要求，并且可节省避雷、机房建设、防火防盗防破坏等硬件设施建设成本。

4.4. 架设场地要求

满足 10 吨级货车作业的需要，确保雷达运输车辆的进入、转弯、掉头和车辆停放。保证吊装、雷达、附属设备的活动、转运和存放。架设场地的地面要平整结实，便于各种器材的移动。以便铲、吊设备进出，必须有宽 5 m 以上的通道。架设场地要有较好的排水能力。在机房库房内摆放包装器材及配件等。四站均满足架设场地要求，现有基础设施可节约建设成本。其中吐鲁番和东坎站距离吐鲁番市气象局保障中心距离最近，后期维护维修等方面有较大优势。

4.5. 其他要求

根据《中国气象局风廓线雷达建设指南》中“统一规划、统筹建设”原则要求，规划布局以外的站点，原则上不得建设[5]。现有乌鲁木齐风廓线雷达站与吐鲁番、东坎、托克逊、鄯善站的水平站间距分别为 160 km、175 km、140 km、230 km。

其中吐鲁番站和东坎站以往有过小球测风业务，吐鲁番站建有 GNSS/MET 站。风廓线雷达与 GNSS/MET 站同址建设、增选安装 RASS 可以对大气中风、温、湿等要素的垂直廓线进行连续探测。对资料的连续性及其后期研究探空资料和风廓线资料的对比分析有很大帮助。

5. 结论与讨论

1) 吐鲁番风廓线雷达建成后，可以使用风廓线雷达资料加强灾害性天气监测分析预报、进行气候变化研究，对开展气象服务保障、环境污染检测以及人工影响天气作业指挥、生态修复工程等领域提供极大帮助，并填补吐鲁番市高空探测和雷达产品获取应用以及研究方面的空白，将会在防灾减灾救灾等方面发挥重要作用。

2) 研究结果表明，综合考虑场地、安全环境、架设场地、布局密度条件以及建成后运行维护维持经费等因素，确定吐鲁番和东坎站为吐鲁番盆地风廓线雷达建设的候选站址。

《风廓线雷达建设指南》中要求，对首选站址，委托具有监测资质的无线电监测单位进行全频带的电磁环境测试，并出具电磁环境测试正式报告。根据电磁环境测试报告，中国气象局下发风廓线雷达工作频段。由于经费不足、后期可能出现重测等原因，当前无法开展此项工作，后期针对候选站无线电环境要求重点进行全频带的电磁环境测试。

基金项目

2021~2022 年吐鲁番市气象科技研究基金(ZL2111)。

参考文献

[1] Frisch, A.S., Weber, B.L., Strauch, R.G., *et al.* (1986) The Altitude Coverage of the Colorado Wind Profilers at 50,405

and 915 MHz. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **3**, 680-692.
[https://doi.org/10.1175/1520-0426\(1986\)003<0680:TACOTC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1986)003<0680:TACOTC>2.0.CO;2)

- [2] 张小雯, 郑永光, 吴蕾, 周康辉. 风廓线雷达资料在天气业务中的应用现状与展望[J]. 气象科技, 2017, 45(2): 285-297.
- [3] 何平. 相控阵风廓线雷达[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 96.
- [4] 杨波, 魏东. 二次开发风廓线探测资料及其在天气预报中的应用[J]. 气象科技, 2010, 38(4): 413-417.
- [5] 中国气象局. 风廓线雷达建设指南[Z]. 2012.