



1960年武汉站电离层测高仪数据集

赵秀宽^{1,2,4*}, 宁百齐^{1,3}, 胡连欢^{1,3}, 刘立波^{1,2,5}, 李国主^{1,3,5},

解海永^{1,3,4}, 李凤琴^{1,3}, 杨敏^{1,3}

1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 中国科学院地球与行星物理重点实验室, 北京 100029
2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 黑龙江漠河地球物理国家野外科学观测研究站, 黑龙江漠河 165303
3. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京空间环境国家野外科学观测研究站, 北京 100029
4. 国家地球系统科学数据中心, 地球物理分中心, 北京 100029
5. 中国科学院大学, 地球与行星科学学院, 北京 100049

摘要: 电离层垂直探测是电离层观测历史最为悠久, 至今仍发挥重要作用的地面常规探测手段。武汉站是中国最早开始常规电离层垂直探测研究的台站, 不间断地积累电离层垂直探测数据, 有力地支撑了我国电离层区域特性和扰动传播的观测研究。1957–1991年, 武汉站电离层垂直自动探测是以胶卷为存储介质。本文选择以1960年为代表, 介绍武汉站电离层胶片频高图数字化图像和电离层参数数据。本数据集原始观测精确可靠、数据记录完整连续, 可为电离层赤道异常北驼峰以北地区电离层空间天气学和气候学研究提供重要数据支持。

关键词: 武汉; 电离层测高仪; 电离层频高图; 电离层特征参数

文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2021.0065.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.01205

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2021-10-01

开放同评: 2021-11-11

录用日期: 2021-12-09

发表日期: 2022-03-30

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	1960年武汉站电离层测高仪数据集
数据通信作者	赵秀宽 (zxc@mail.igccas.ac.cn)
数据作者	赵秀宽、宁百齐、胡连欢、刘立波、李国主、解海永、李凤琴、杨敏
数据时间范围	1960年1月1日至12月31日
地理区域	湖北省武汉市 (114°21.5'E, 30°32.7'N)
数据量	11.0 GB
数据格式	*.bmp, *.txt
数据服务系统网址	http://dx.doi.org/10.11922/sciencedb.01205
基金项目	刘立波受国家自然科学基金重点项目(42030202)资助。本数据得到了科技基础性工作专项(2008FY120100)和中国科学院网信专项(CAS-WX2021SF-0303、CAS-WX2021PY-0101)资助。
数据库(集)组成	数据集共包括30758个数据文件, 其中: (1) *.bmp 是电离层频高图数字化图像, 每进行一次电离层垂直探测生成一张电离层频高图, 共有30392个bmp格式的电离层频高图图像, 数据量11.0 GB; (2) *.txt 是对电离层频高图度量得到的电离层参数数据, 366个文件, 数据量2.85 MB

* 论文通信作者

赵秀宽: zxc@mail.igccas.ac.cn

引言

电离层是距地面约 60–1000 km 的部分电离地球大气区域。电离层介质是由电子、正离子、负离子和中性粒子组成的气体混合物。电离层常按自下而上分成 D 层（60–90 km）、E 层（90–140 km）和 F 层（140–1000 km，白天又分为 F1 和 F2 层）。各层的高度、厚度和电子密度随昼夜、季节而变化。电离层中的自由电子和离子，能改变无线电波的传播，使之发生吸收、折射、反射和散射。利用这一特性，采用无线电设备发射无线电波，并接收经电离层传播的无线电波回波，可探测电离层的状态和参数。

电离层垂直探测是电离层观测历史最为悠久，且至今仍发挥重要作用的地面常规探测手段。电离层测高仪是开展电离层垂直探测使用的设备，通过垂直向上扫频发射无线电波，接收经电离层反射的回波信号，测量回波信号强度及时延，得到反射点的高度（虚高）。对于给定的电离层高度，发生反射的无线电波频率与该高度上的电子密度（或电子等离子体频率）有关，通过扫描频率探测则可实现对不同高度上的电子密度的探测，探测获得的原始电离层数据称为电离层频高图。对电离层频高图进行相应的信号处理和参数度量提取，得到电离层的特征参数，并进一步反演计算得到电离层的电子密度高度剖面^[1]。电离层测高仪数据广泛应用于电离层空间天气学和气候学研究，如电离层的太阳活动依赖^[2-3]、磁暴期间的电离层响应^[4-5]、特殊事件（日食、地震、闪电）的电离层效应^[6-8]、电离层特殊结构（F3 层）^[9]、电离层不均匀体^[10-11]等方面。此外，电离层测高仪观测数据还常用于电离层经验模式的建立^[12-13]和验证其他观测手段和理论模式^[14-16]。

武汉站是中国最早开始常规电离层垂直探测研究的台站。1937 年 10 月至 1938 年 6 月，在华中大学理学院院长兼物理系主任桂质廷教授主持下，利用 L.V. Berkner 设计研制的脉冲垂测仪进行了为期 9 个月的电离层连续垂直探测。抗日战争期间，观测被迫中断。1946 年 8 月，在原国立武汉大学理学院院长桂质廷教授领导下，武汉站恢复电离层垂直探测，每天工作 24 小时，每小时采用人工观测一次。武汉站电离层垂直探测持续到 1957 年，改由中国科学院地球物理研究所和武汉大学共建的武汉电离层观象台，采用电离层自动探测仪继续进行电离层垂直探测。1957–1991 年，武汉站（114°21.5'E，30°32.7'N）采用匈牙利制造的 ITX-5621 型和 ITX-5830 型自动探测仪，以胶卷照相记录数据的方式进行电离层垂直自动探测。

在科技部国家科技基础性工作专项重点项目“电离层历史资料整编和电子浓度剖面及区域特性图集编研”（项目编号：2008FY120100）的资助下，对武汉电离层观象台胶卷记录的频高图资料进行了收集整理和数字化，并参照国际标准进行数据处理和录入校正，给出了 foF2、h'F2、M(3000)F2、foF1、h'F1、M(3000)F1、foE、h'E、fmin、foEs、fbEs、h'Es 和 Es-type 共 13 个电离层参数的小时值，形成电离层胶片频高图数字化图像和电离层参数数据集。本文选择以 1960 年武汉站电离层胶片频高图数字化图像和电离层参数数据为代表进行介绍。

1 数据采集和处理方法

1.1 电离层测高仪采集获取胶片频高图

历史上，电离层测高仪采用不同的工作方式，以不同的介质存储频高图数据。利用胶卷照相方式记录观测数据，得到的观测结果称为胶片频高图。1957–1991 年，武汉电离层观象台采用匈牙利

ITX 系列电离层自动探测仪进行探测。电离层测高仪利用电动机带动空气式可变电容器进行频率调谐，自动进行工作频率扫描；同时阴极射线管将电离层测高仪回波信号以 B 方式显示，并采用照像技术，记录阴极射线管上电离层测高仪工作过程中信号回波的描述。每当电离层测高仪自动扫频工作一次，就照相记录一张胶片频高图，并在胶片上留下观测时间和标度。一次工作完后电动机带动胶卷走动到下一张空白胶片位置。

匈牙利 ITX 系列电离层自动探测仪是胶卷记录的模拟式电离层测高仪，由发射机、接收机、天线、频率发生器、显示记录器和程序控制器等组成。该电离层测高仪通常扫频工作范围为 1.0–20.0 MHz，自动扫描工作时间为 26 秒。仪器给出的主要电离层参数有：电离层 E、F 层（白天 E、F1 和 F2）的寻常波临界频率和虚高、偶发 E 层（Es）的临界频率、虚高和类型、电离层最低探测频率和 3000 km 传播最大可用频率等。

电离层测高仪常规观测通常 15 分钟一次，一天可以获得 96 张频高图，均记录在同一胶卷上，采用合金铝盒保存，盖子注明具体的观测日期。图 1 为武汉站 1960 年 4 月 4 日记录的胶片频高图。图 2 为归类放置一个月的胶片频高图。这种自动照相方式大大减轻了早期人工手动电离层测高仪观测工作的强度，提高了频高图的质量和信量。



图 1 一天记录的 96 张频高图的胶卷（1960 年 4 月 4 日在武汉观测）

Figure 1 96 ionograms recorded on film in one day (from Wuhan Observatory in April 4, 1960)



图 2 归类好的一个月的胶片频高图（1960 年 1 月在武汉观测）

Figure 2 One month ionograms recorded on film (from Wuhan Observatory in Jan. 1960)

1.2 胶片频高图数字化与度量分析方法

对于胶片频高图,传统方式是采用专用投影放大仪将胶片上保存的频高图图像投影到大屏幕上,通过人工对相关的参数进行读取和判定,完成频高图的度量分析。对胶片频高图的人工参数度量是一项耗时费力的工作,并需要有经验的观测员进行。我们借助计算机和数字技术对胶片频高图数字化,并进行度量反演分析,具体步骤如下:

(1) 对原始胶卷利用扫描仪进行扫描,以图像文件存储在计算机硬盘,并以观测时间进行图像文件归类。图3给出了一次扫描后获得的5张胶片频高图。

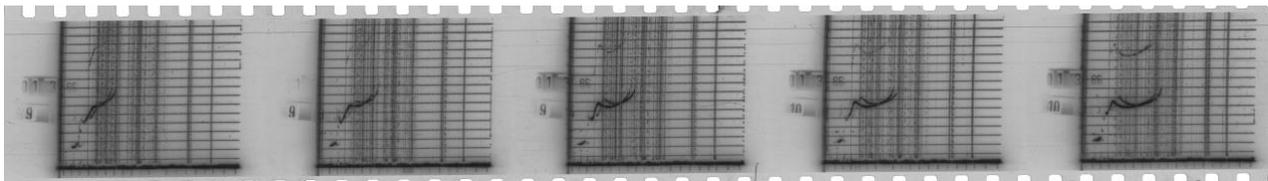


图3 一次扫描获取的5张频高图图像

Figure 3 Five ionograms from a single scan

(2) 通过开发图像分割软件对扫描得到的包含4-5张频高图的图片进行分割,得到单独的频高图图片。在分割过程中对频高图进行定标,确定原点、高度坐标和频率坐标,并将坐标值随图片一起存储(图4)。

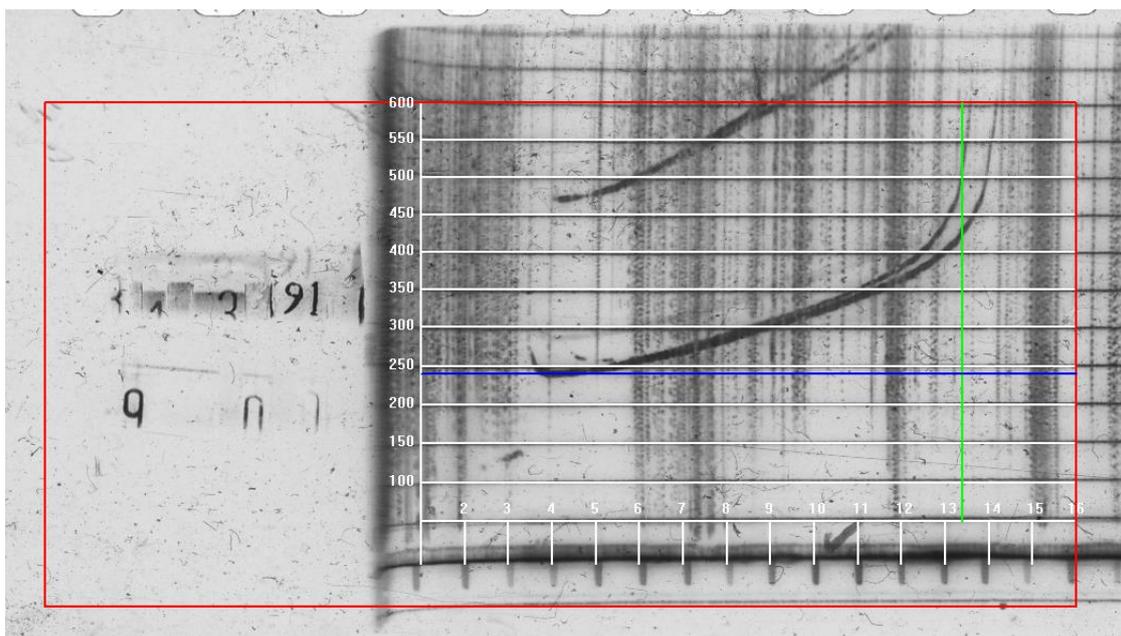


图4 分割后得到的单张频高图

Figure 4 One ionogram after segmentation

(3) 开发频高图格式转换软件,从分割的单张频高图中读取出频率刻度、高度刻度、坐标原点等信息,将有效频高图区域的灰度信息转换为 SBF 格式的数字频高图^[7]。

(4) 采用国际通用的频高图度量标定软件 SAO Explorer,对转换后的 SBF 格式数字频高图进行度量标定,得到电离层的各种特征参数和电子浓度剖面。

2 数据样本描述

2.1 电离层胶片频高图

电离层胶片频高图实际上是记录的电离层反射回波信息。图 5 为一张武汉站电离层胶片频高图数字化图像文件，观测时间为 1960 年 4 月 4 日 7 时（世界时）。图中：横坐标为探测频率；纵坐标为高度；曲线为电离层反射回波的描述，其中左侧曲线为电离层寻常波（O 波），右侧曲线为非寻常波（X 波）。该电离层频高图除了记录到了电离层一次反射回波之外，还记录到了二次回波。横坐标起始刻度为 1 MHz，两个相邻刻度间隔 1 MHz；纵坐标起始刻度是 50 km，两个相邻刻度间隔 50 km（可参考图 4）。

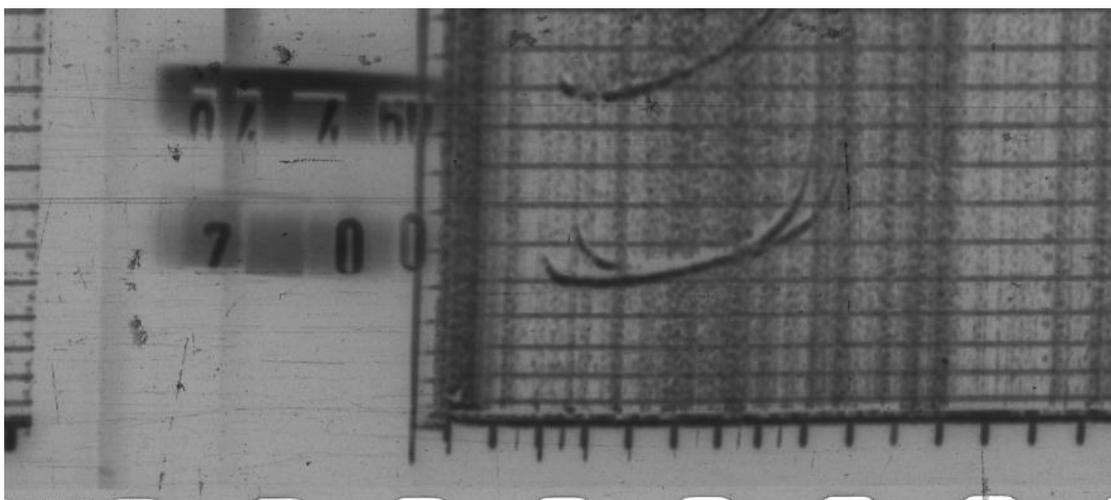


图 5 武汉站电离层胶片频高图数字化图像示例

Figure 5 Example of digitalized ionogram from Wuhan Observatory

2.2 电离层参数数据

电离层参数数据以 TXT 格式保存，数据内容按照规定的字符长度连续存放，缺数标记为“null”。数据文本内包含不同类型的电离层参数，包括时间信息及 13 个电离层特征参数。表 1 列出了 13 个电离层特征参数及其说明。

表 1 电离层特征参数及其说明

Table 1 Ionospheric characteristic parameters and their description

参数	描述
foF2	F2 层临界频率
hpF2	F2 层虚高
M3000F2	F2 层 3000 公里传输因子
foF1	F1 层临界频率
hpF	F 层虚高
M3000F1	F1 层 3000 公里传输因子
foE	E 层临界频率
hpE	E 层虚高
fmin	最小接收频率

参数	描述
foEs	Es 层临界频率
fbEs	Es 层遮蔽频率
hpEs	Es 层虚高
Es-type	Es 类型

图 6 给出了一个电离层参数文件的实例。从图中可以看出文件头包含了各参数的说明信息，该文件内容显示观测日期为 1960 年 1 月 10 日，每小时一条电离层参数数据。以图 6 中 26 行为例，数据包括：电离层 F2 层临界频率 foF2 为 13.2R MHz（符号含义请参阅有关电离层度量手册，如 Manual of ionogram scaling^[18]），虚高 hpF2 为 250 km，F2 层 3000 公里传输因子 M3000F2 为 3.10R；F1 层临界频率 foF1 为 L，虚高 hpF 为 240 km，F1 层 3000 公里传输因子 M3000F1 为 L；E 层临界频率 foE 为 R，虚高 hpE 为 110 km；最小接收频率 fmin 为 2.2 MHz；Es 层临界频率 foEs 为 G，遮蔽频率 fbEs 为 G，虚高 hpEs 为 G，Es 类型 Es-type 为 null（缺数标记）。

```

1 %For Wuhan station
2 %Year: the year of the data
3 %Month: the month of the data
4 %Day: the day of the data in the month
5 %DoY: day number in the year of the data
6 %UTH: universal time in hours
7 %foF2: critical frequency of the F2-layer, in MHz
8 %hpF2: Minimum virtual height on the ordinary wave for the F2, in km
9 %M3000F2: 3000 km propagation factor by F2-layers
10 %foF1: critical frequency of the F1-layer, in MHz
11 %hpF: virtual height of the F-layer, in km
12 %M3000F1: 3000 km propagation factor by F1-layers
13 %foE: critical frequency of the E-layer, in MHz
14 %hpE: virtual height of the E-layer, in km
15 %fmin: the minimum frequency received, in MHz
16 %foEs: critical frequency of the Es-layer, in MHz
17 %fbEs: blanketing frequency of the Es-layer, in MHz
18 %hpEs: virtual height of the Es-layer, in km
19 %Es-type: classifications of Es layer
20 %"null": Flag for missing data points
21
22 %Year Month Day DoY UTh foF2 hpF2 M3000F2 foF1 hpF M3000F1 foE hpE fmin foEs fbEs hpEs Es-type
23 1960 1 10 10 0.00 V10.0S null V3.10S null 250 null S S 2.5 G G G null
24 1960 1 10 10 1.00 J11.6S null J3.30S null 245 null 2.9S 120 E1.9S G G G null
25 1960 1 10 10 2.00 13.2R LH 3.10R LH E230R LH 3.20R 115 E1.8S G G G null
26 1960 1 10 10 3.00 13.2R 250 3.10R L 240 L R 110 2.2 G G G null
27 1960 1 10 10 4.00 V12.5R L V3.05R L 235 L B B 4.0 E4.0B E4.0B B null
28 1960 1 10 10 5.00 12.0R 250L 2.95R 4.5L 225 L B B 3.9 E3.9B E3.9B B null
29 1960 1 10 10 6.00 12.5 290L 2.90 5.2L 225 3.45 R 110 2.0 G G G null
30 1960 1 10 10 7.00 12.8R L 3.00R L 250 L R 110 1.9 G G G null

```

图 6 电离层参数文件示例

Figure 6 Example file of ionospheric parameter

3 数据质量控制和评估

3.1 胶片频高图的扫描质量控制标准

在胶片频高图扫描过程中，产生误差或错误的主要原因包括：（1）扫描仪设置的有效扫描范围过大或过小；（2）扫描时由于过早揭开扫描仪盖板导致过曝光；（3）扫描时由于胶片摆放倾斜导致扫描得到的图片倾斜；（4）扫描时由于拖动胶卷幅度过多，漏扫导致前后图片衔接不上。

图 7-9 给出了频高图扫描和检查过程中出现误差和错误的例子。

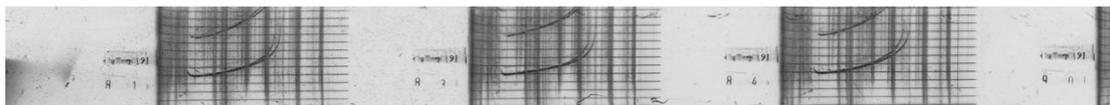


图 7 扫描框高度过小

Figure 7 The scanning frame's height is insufficient

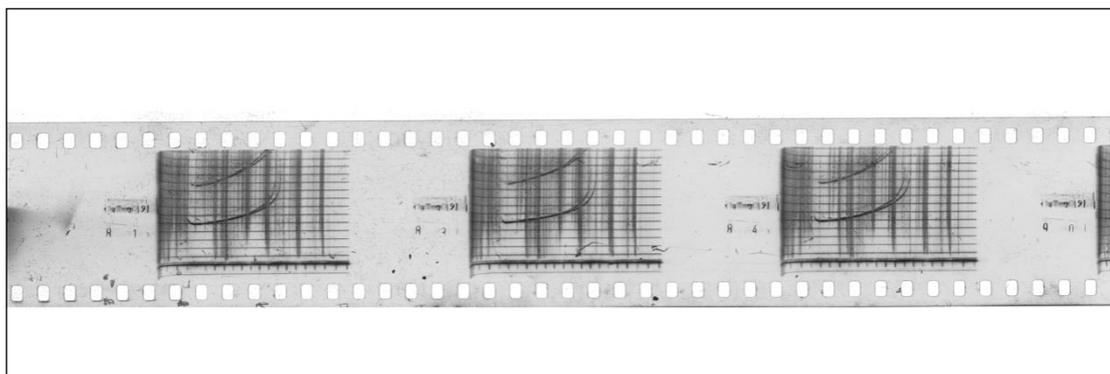


图 8 扫描框高度过大

Figure 8 The scanning frame's height is oversize

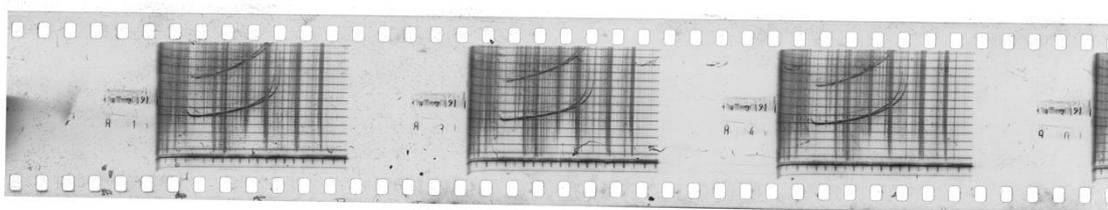


图 9 扫描图片倾斜

Figure 9 Scanned images are slanted

3.2 频高图的分割质量控制标准

频高图分割是将扫描得到的包含多幅频高图的图片分割为单张频高图图片的过程，在分割的同时，对频高图的原点、频率刻度和高度刻度进行定标。

图 10–12 分别给出了频高图分割过程中出现高度刻度不准确、缺少时间信息及描述信息不完整等情况的例子，图 13 为正确分割的频高图。

4 数据使用方法和建议

本数据集为 1960 年武汉站电离层胶片频高图数字化图像和度量的电离层参数数据。电离层参数数据可以直接用于开展有关研究工作。电离层胶片频高图数字化图像可以用来对参数数据进行校对以及开展更加精细的分析研究。

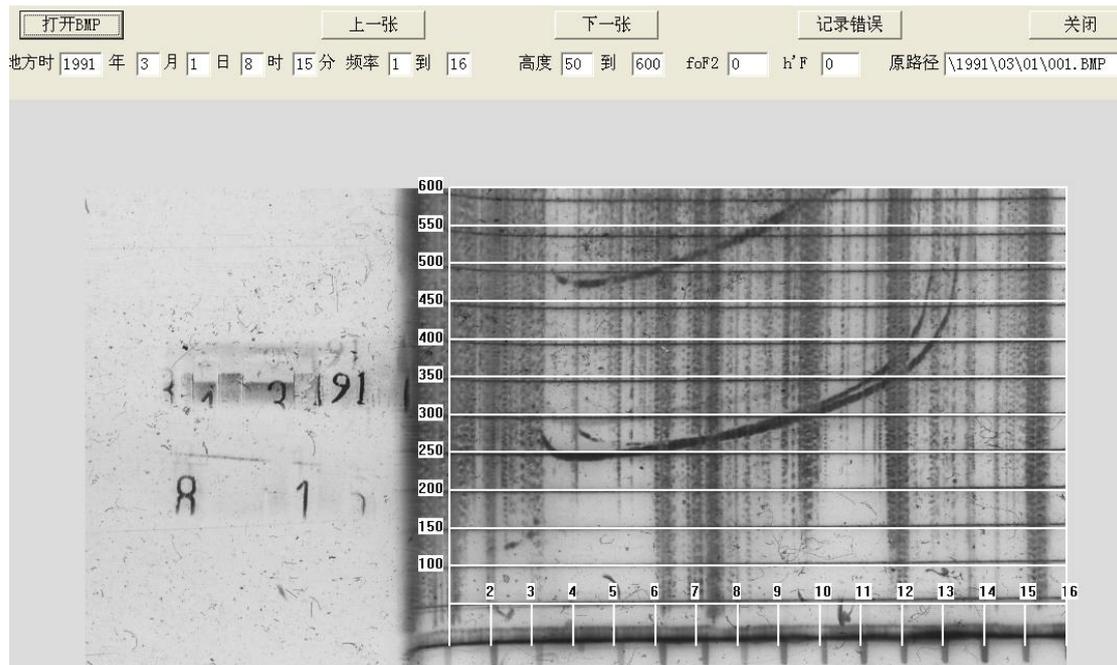


图 10 频高图高度刻度不准确

Figure 10 Ionogram height calibration is not accurate

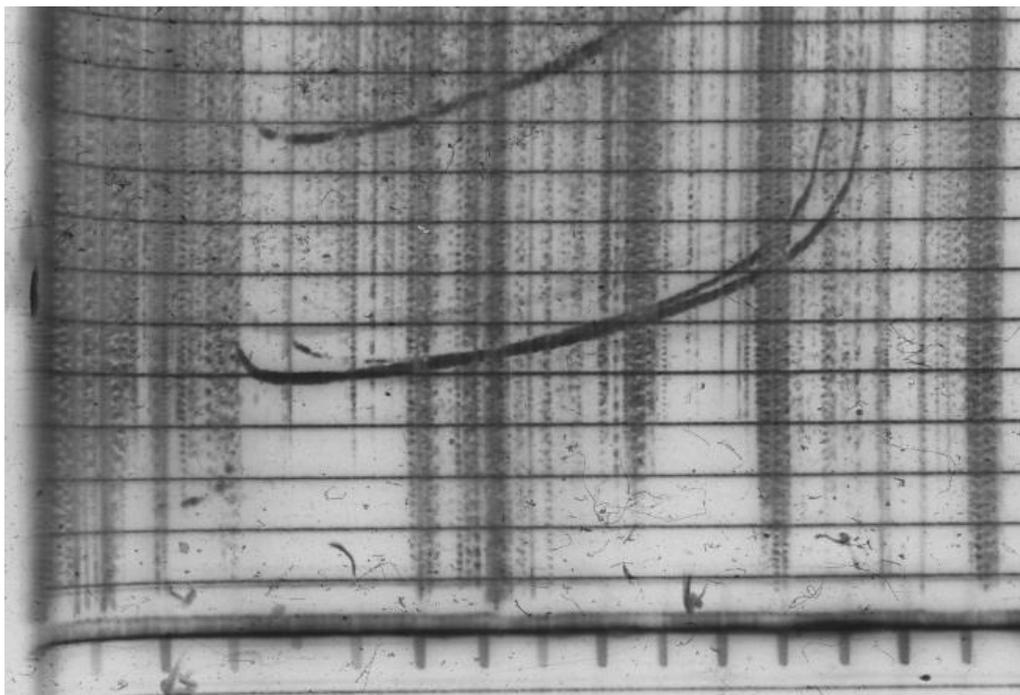


图 11 频高图缺少时间信息

Figure 11 Ionogram time information is lost

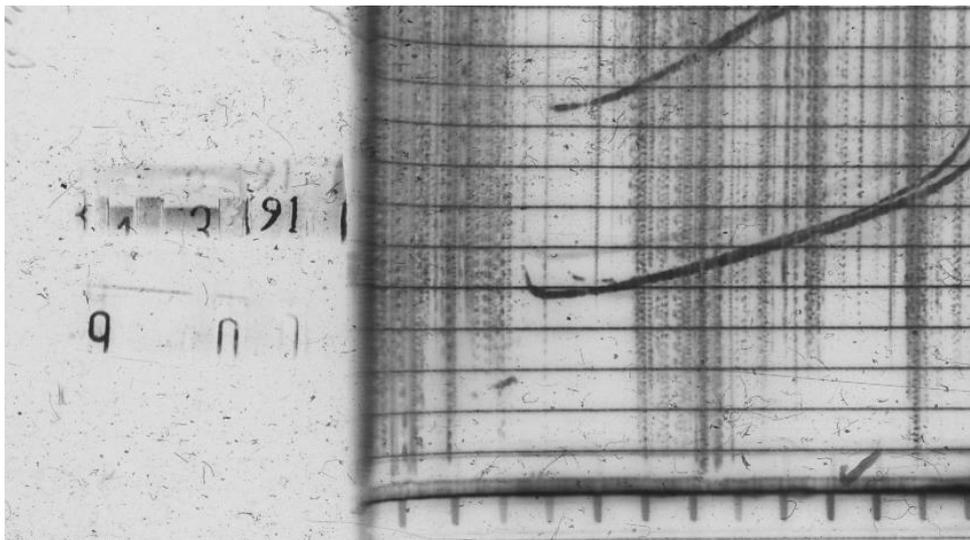


图 12 频高图描述信息不完整

Figure 12 Ionogram trace information is incomplete

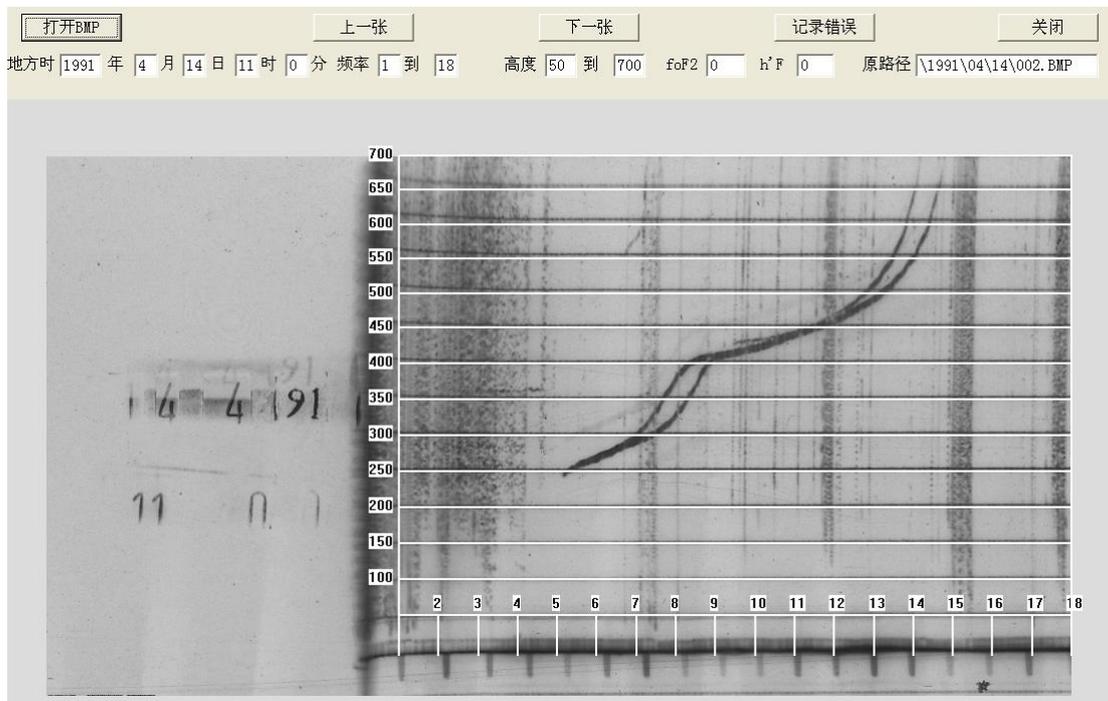


图 13 正确分割的频高图

Figure 13 Correctly segmented ionogram

读者如需要使用更长时段的武汉站电离层测高仪观测数据，相关数据可以在国家地球系统科学数据中心-地球物理分中心 (<http://geospace.geodata.cn/>)、世界数据中心-中国地球物理学科中心 (<http://wdc.geophys.ac.cn>) 浏览和下载。对于全球范围内的电离层测高仪数据资源，读者可使用 SAOExplorer 软件连接全球电离层测高仪观测网服务器或其镜像站（北京镜像站链接为：<jdbc:firebirdsql://159.226.119.133//ext/db/ib/didb>）浏览和下载。

数据作者分工职责

赵秀宽（1982—），男，河北省南宫市人，博士，高工，研究方向为数据共享技术及应用。主要承担工作：数据校验与论文撰写。

宁百齐（1957—），男，湖南省邵阳市人，博士，研究员，研究方向为电离层电波诊断，主要承担工作：数据观测过程管理。

胡连欢（1981—），男，湖北省武汉市人，博士，高级工程师，研究方向为地基电离层探测。主要承担工作：数据处理软件开发。

刘立波（1970—），男，湖南省常德市人，博士，研究员，研究方向为电离层物理，主要承担工作：数据质量管理。

李国主（1980—），男，湖南省娄底市人，博士，研究员，研究方向为低纬电离层不均匀体观测研究，主要承担工作：数据加工过程管理。

解海永（1985—），男，山东省寿光人，硕士，高级工程师，研究方向为电离层不规则体/闪烁。主要承担工作：数据处理加工。

李凤琴（1962—），女，河南省巩义市人，专科，高级实验师。主要承担工作：数据处理加工。

杨敏（1967—），女，湖北省武汉市人，本科，实验师。主要承担工作：数据处理加工。

参考文献

- [1] 胡连欢, 刘立波, 宁百齐, 等. 2014年黑龙江漠河站电离层数字测高仪数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2021, 6(2). (2021-01-29). DOI: 10.11922/csdata.2020.0065.zh. [HU L H, LIU L B, NING B Q, et al. A digital ionosonde dataset of Mohe Observatory in Heilongjiang Province, China during 2014[J/OL]. China Scientific Data, 2021, 6(2). (2021-01-29). DOI: 10.11922/csdata.2020.0065.zh.]
- [2] LIU L B, WAN W X, NING B Q, et al. Solar activity variations of the ionospheric peak electron density[J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 2006, 111(A8): A08304. DOI:10.1029/2006ja011598.
- [3] CHEN Y D, LIU L B. Further study on the solar activity variation of daytimeNmF₂[J]. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 2010, 115(A12). DOI:10.1029/2010ja015847.
- [4] LEI J, HUANG F, CHEN X, et al. Was Magnetic Storm the Only Driver of the Long-Duration Enhancements of Daytime Total Electron Content in the Asian-Australian Sector Between 7 and 12 September 2017?[J]. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 2018, 123(4): 3217-3232.
- [5] LI G Z, NING B Q, WANG C, et al. Storm-enhanced development of postsunset equatorial plasma bubbles around the meridian 120°E/60°W on 7-8 September 2017[J]. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 2018, 123(9): 7985-7998. DOI:10.1029/2018ja025871.
- [6] CHEN G, QI H, NING B Q, et al. Nighttime ionospheric enhancements induced by the occurrence of an evening solar eclipse[J]. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 2013, 118(10): 6588-6596. DOI:10.1002/jgra.50551.
- [7] LIU H T, DING F, ZHAO B Q, et al. Ionospheric response following the M w 7.8 Gorkha earthquake on 25 April 2015[J]. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 2017, 122(6): 6495-6507.

- DOI:10.1002/2016ja023079.
- [8] YU B K, XUE X H, LU G P, et al. Evidence for lightning-associated enhancement of the ionospheric sporadic E layer dependent on lightning stroke energy[J]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2015, 120(10): 9202-9212. DOI:10.1002/2015ja021575.
- [9] ZHAO B Q, WAN W X, REINISCH B, et al. Features of the F3 layer in the low-latitude ionosphere at sunset[J]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2011, 116(A1). DOI:10.1029/2010ja016111.
- [10] SHI J K, WANG G J, REINISCH B W, et al. Relationship between strong range spread F and ionospheric scintillations observed in Hainan from 2003 to 2007[J]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2011, 116(A8). DOI:10.1029/2011ja016806.
- [11] WANG N, GUO L X, DING Z H, et al. Longitudinal differences in the statistical characteristics of ionospheric spread-F occurrences at midlatitude in Eastern Asia[J]. *Earth, Planets and Space*, 2019, 71(1): 1-15. DOI:10.1186/s40623-019-1026-6.
- [12] YUE X N, WAN W X, LIU L B, et al. An empirical model of ionospheric foE over Wuhan[J]. *Earth, Planets and Space*, 2006, 58(3): 323-330. DOI:10.1186/BF03351928.
- [13] ZHAO X K, NING B Q, LIU L B, et al. A prediction model of short-term ionospheric foF2 based on AdaBoost[J]. *Advances in Space Research*, 2014, 53(3): 387-394. DOI:10.1016/j.asr.2013.12.001.
- [14] ZHANG M L, WAN W, LIU L, et al. Variability of the behavior of the bottomside (B0, B1) parameters obtained from the ground-based ionograms at China's low latitude station[J]. *Advances in Space Research*, 2008, 42(4): 695-702. DOI:10.1016/j.asr.2007.07.022.
- [15] HU L H, NING B Q, LIU L B, et al. Comparison between ionospheric peak parameters retrieved from COSMIC measurement and ionosonde observation over Sanya[J]. *Advances in Space Research*, 2014, 54(6): 929-938. DOI:10.1016/j.asr.2014.05.012.
- [16] HAO X K, NING B Q, ZHANG M L, et al. Comparison of the ionospheric F₂ peak height between ionosonde measurements and IRI2016 predictions over China[J]. *Advances in Space Research*, 2017, 60(7): 1524-1531. DOI:10.1016/j.asr.2017.06.056.
- [17] 洪文佳, 宁百齐, 胡连欢, 等. 电离层胶片频高图数字化转换分析[J]. *地球物理学进展*, 2010, 25(1): 169-178. DOI:10.3969/j.issn.1004-2903.2010.01.024. [Hong W J, Ning B Q, Hu L H et al. An introduction to the digitalizing conversion of film ionogram[J]. *Progress in Geophys*, 2010, 25(1): 169-178. DOI:10.3969/j.issn.1004-2903.2010.01.024.]
- [18] WAKAI N, OHYAMA H, KOIZUMI T. *Manual of ionogram scaling*[M]. Radio Research Laboratory, Ministry of Posts Telecommunications, Japan, 1987.

论文引用格式

赵秀宽, 宁百齐, 胡连欢, 等. 1960 年武汉站电离层测高仪数据集[J/OL]. *中国科学数据*, 2022, 7(1). (2022-03-30). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2021.0065.zh.

数据引用格式

赵秀宽, 宁百齐, 胡连欢, 等. 1960 年武汉站电离层测高仪数据集[DS/OL]. Science Data Bank, 2021. (2021-11-18). DOI: 10.11922/sciencedb.01205.

A dataset of ionosonde at Wuhan Observatory in 1960

**ZHAO Xiukuan^{1,2,4*}, NING Baiqi^{1,3}, HU Lianhuan^{1,3}, LIU Libo^{1,2,5},
LI Guozhu^{1,3,5}, XIE Haiyong^{1,3,4}, LI Fengqin^{1,3}, YANG Min^{1,3}**

1. Key Laboratory of Earth and Planetary Physics, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, P.R. China
2. Heilongjiang Mohe National Observatory of Geophysics, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Mohe 165303, P.R. China
3. Beijing National Observatory of Space Environment, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 102213, P.R. China
4. Geophysics Center, National Earth System Science Data Center, Beijing, 100029, P.R. China
5. College of Earth and Planetary Sciences, University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R. China

*Email: zxk@mail.iggcas.ac.cn

Abstract: Vertical ionospheric sounding is the conventional method in the history of ionospheric observation, and still plays an important role in ionospheric monitoring. As the first observatory in China to implement vertical ionospheric sounding, Wuhan Observatory continuously accumulates the data of vertical ionospheric sounding, which has strongly support the observational study on regional ionospheric characteristics and propagation of ionospheric disturbances. From 1957 to 1991, the data of automatic vertical ionospheric sounding was recorded on films at Wuhan Observatory. We selected data from the collection for the entire year of 1960 to present the digitalized film ionograms and ionospheric characteristics. This dataset is characteristic of accurate and reliable original observation as well as completed and continuous data record. It would be a valuable source of data for the study of ionospheric space weather and climatology research in the northern area of the Northern Equatorial Anomaly Crests.

Keywords: Wuhan; ionosonde; ionogram; ionospheric parameters

Dataset Profile

Title	A dataset of ionosonde at Wuhan Observatory in 1960
Data corresponding author	ZHAO Xiukuan (zxk@mail.iggcas.ac.cn)
Data authors	ZHAO Xiukuan, NING Baiqi, HU Lianhuan, LIU Libo, LI Guozhu, XIE Haiyong, LI Fengqin, YANG Min
Time range	Jan. 1 to Dec. 31, 1960
Geographical scope	Wuhan City, Hubei Province (114°21.5'E, 30°32.7'N)
Data volume	11.0 GB
Data format	*.bmp, *.txt

Data service system	< http://dx.doi.org/10.11922/sciencedb.01205 >
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (42030202), National Science and Technology Basic Work Special Project (2008FY120100), Informatization Plan of Chinese Academy of Sciences (CAS-WX2021SF-0303, CAS-WX2021PY-0101).
Dataset composition	This dataset is composed of 30,758 data files. (1) “*.bmp” consists of data of digital ionogram images. An ionogram image can be produced in each ionospheric sounding event. There are 30,392 “*.bmp” ionogram files with a total data volume of 11.0 GB. (2) “*.txt” is the ionospheric parameter file produced by scaling the vertical sounding ionogram file. There are 366 “*.txt” files with a total volume of 2.85 MB.