

李雄. 1980年地面气象观测规范变更对能见度资料连续性影响研究[J]. 气象, 2010, 36(3): 117-122.

1980年地面气象观测规范变更对 能见度资料连续性影响研究

李 雄

广西气象科技服务中心, 南宁 530022

提 要: 为探讨1980年地面气象观测规范变更对能见度资料连续性, 采用累积百分率法、Ridit分析法、“非常好”能见度分析法等工具, 对1951—2006年南宁、桂林城市大气能见度变化进行了分析。分析显示: 南宁、桂林能见度高值在1980年相对1979年迅速下降, 并导致平均Ridit值, “非常好”能见度天数迅速降低, 其原因是1980年采用新《地面气象观测规范》的结果, 采用能见度高值、Ridit值、“非常好”能见度对比分析1980年前后的能见度变化是不可信的; 南宁、桂林能见度中、低值受1980年采用新的《地面气象观测规范》的影响较小, 保持了很好的连续性, 资料跨越1980年是连续可靠的, 可以用来进行对比分析1980年前后的能见度变化。

关键词: 观测规范, 变更, 能见度

Effect of Changing of Ground Weather Monitoring Specification in 1980 on Visibility Data Continuity

LI Xiong

Guangxi Meteorological Science and Technique Service Center, Nanning 530022

Abstract: Ground weather monitoring specification has been changed in 1980. To well understand the effect of the change to the visibility data continuity, the visibility data in Nanning and Guilin from 1951 to 2006 are analyzed using the accumulated percentage method, Ridit method and “very good day” method. The results show that high values of visibility in Nanning and Guilin rapidly decrease in 1980 in contrast to 1979, which results in rapidly descending of Ridit average value and “very good day” number. The reason for rapid decrease is the change of ground weather monitoring specification in 1980. Therefore it is unreliable to use visibility high value, Ridit average value and “very good day” number to analyze visibility data around 1980. But visibility middle value and low value in Nanning and Guilin are not affected by the change of ground weather monitoring specification in 1980, which means it is reliable to use visibility middle value and low value to analyze visibility data around 1980.

Key words: monitoring specification, change, visibility

引 言

大气能见度是指视力正常的人在当时的天气条件下所能看到目标物的最大水平距离, 大气能见度

的变化可反映大气混浊度和空气污染状况, 是判断霾的主要依据^[1-6]。影响大气能见度的因素包括人为和自然两种。人为因素是指污染物排放所造成的空气污染; 自然因素是指影响大气能见度的天气现象, 如降水、雾、大风、沙尘暴、扬沙等。大气受到污

染后,由于颗粒状污染物对光线的散射和吸收作用,所以有降低能见度的效应。通常颗粒物浓度达 $0.1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,能见度开始下降;浓度达 $0.15 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,阳光中的紫外线将减少 7.5%;浓度达 $0.25 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,大气能见度下降 52.7%;太阳辐射损失 12% 以上,浓度达 $0.50 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,大气能见度下降 80.8%^[7]。因此大气能见度反映了环境空气质量的优劣,是空气中颗粒物污染的重要标志。

1980 年以前的能见度观测方法是^[8]:地面气象站大气能见度观测分为 9 个级别,自近而远分布在观测站各方向、各距离上的目标物分别代表 0.1 km、0.2 km、0.5 km、1.0 km、2.0 km、5.0 km、10.0 km、20.0 km、50.0 km;1980 年以后,能见度的观测不再分级,而是以 km 为单位记录能见度数值。

1980 年采用新《地面气象观测规范》对国内各气象站能见度观测资料的连续性是否产生了影响呢?一些分析中国国内台站跨越 1980 年的能见度资料的文献显示了不同的结果:张浩等^[7-9]采用 Ridit 分析法和“非常好”能见度法分析安徽能见度的长期变化,发现安徽部分城市 1980—1984 年能见度出现一个低值区或转折,张浩等指出其原因可能是 1980 年采用新的《地面气象观测规范》;范引琪等^[10]应用累积百分率分析法、Ridit 分析法和“非常好”能见度法分析河北能见度资料,发现河北各城市能见度在 1979—1981 年迅速下降,并认为其原因是改革开放使得河北经济快速增长,污染物排放量大大增加;林继生^[11]用级别变化和“好天”方法对 1955—1993 年广州能见度资料进行分析后指出:20 世纪 70 年代到 80 年代前期是广州能见度变化最为显著时期,其中 1978—1983 年广州能见度发生了重大变化,全年“好天”从原来的 340 天降至 200 天,林继生指出这一时期正是广东经济开始快速发展阶段;同样对于广州 1954—2004 年能见度资料,黄健等^[12]采用能见度中值和低值分析法却发现广州能见度未在 1980 年前后出现明显下降现象;李景林等^[13]对低能见度的分析发现 1976—2005 年乌鲁木齐能见度未在 1980 年前后有明显转折。

本文在借鉴国内外研究的基础上,采用 1951—2006 年南宁、桂林能见度资料,应用累积百分率分析法、Ridit 分析法和“非常好”能见度分析法,研究 1980 年地面气象观测规范变更对能见度资料连续性影响,供今后使用跨越 1980 年的能见度资料而需要进行资料订正时作参考借鉴。

1 资料处理

本研究采用的大气能见度资料来自中国气象局地面气象观测站,这些观测站是世界气象组织(WMO)基本观测站,有较长的观测历史,观测的项目几乎包括所有的气象要素,主要是:能见度、云量、风向风速、气温、降水、相对湿度和现在天气现象等。每天 02:00(北京时,下同)、08:00、14:00 和 20:00 进行定时能见度观测。能见度观测在 1980 年前执行《气象观测暂行规范(地面部分)》的观测方法,1980 年后执行新的《地面气象观测规范》。根据上述观测规范对能见度资料进行了一致性处理,将 1980 年以前的能见度资料转换为以 km 为单位。

本文研究的重点是大气颗粒物污染对能见度造成的影响,因此,需要过滤掉雾的影响,而当相对湿度小于 90%,雾很难形成,因此本文选取相对湿度小于 90% 的能见度资料以排除雾的影响。为避免早晨辐射雾、接地逆温的影响以及日/夜间观测目标物不一致造成的误差,只选择 14:00 的观测资料进行分析。

2 分析方法

能见度是一个带有主观性的概念,即观测者能分辨出远处目标物轮廓的最远距离。影响能见度判断的因素包括:观测者的视力,目标物的形状、物理和光学特性等。观测者的主观意识增加了能见度的随机误差,而目标物与背景之间的反差率也往往使能见度被系统性地低估。因此,能见度观测记录往往低估了实际的能见距离。尽管人工观测的能见度存在一定的缺陷,但资料经过适当处理并采用合理的分析方法,能够描述能见度的长期变化趋势,为研究大气环境变化提供有效的定量信息。累积百分率、Ridit 分析法、“非常好”能见度法已被证明是能见度分析客观的、可靠的方法,并得到广泛采用^[7,9-12,14]。

2.1 累积百分率法

能见度累积百分率法定义为:第 N 段的累积百分率是所有观测到的能见度中出现等于或超过 $N\%$ 值的次数。能见度趋势就是与某一特定的累积百分率对应的能见度距离随时间的变化。这一方法

非常适用于分析能见度这类被低估的或是其最低值观测资料的变化趋势^[12]。

能见度的累计频率分布函数可表示为:

$$\frac{n_i}{n} = \int_i^{\infty} f(v_i) dv$$

其中, $f(v_i)$ 表示能见度概率密度函数, v_i 表示第 i 段的能见度, n 表示总的观测次数, n_i 表示在 n 次观测中有 n_i 次能见度等于或超过 v_i 的值。 n_i/n 就表示为第 i 段能见度的累计百分率。

本文用 50%、90% 和 10% 分别进行“能见度中值”、“能见度低值”和“能见度高值”趋势分析。“能见度中值”代表该地区平均水平的能见度状况,“能见度低值”代表该地区较差水平的能见度状况,“能见度高值”代表该地区较好水平的能见度状况。

2.2 Ridit 分析法

Ridit 分析法是对某一给定时段(例如,某一特定的季节或年份)能见度频率分布与参考能见度分布(所有时段能见度频率分布的集合)进行量化对比,给出某一时段能见度好于参考能见度的概率^[15-16]。在本研究中 1951—2006 年以年为基础的所有能见度资料构成了经验型参考能见度分布,通过逐年的能见度频率分布与参考能见度分布进行对比,可获取某一年能见度好于或差于 1951—2006 年 56 年整体平均能见度分布的概率序列。当某一年的平均 Ridit 值大于(或小于) 0.5,表示这一年的能见度观测值好于(或差于) 56 年的整体能见度,而平均 Ridit 值的变化曲线可反映能见度的上升和下降趋势。Slone^[16-17]曾对累积百分率和 Ridit 分析法做了详细的对比分析,认为两种方法都可较好地

应用于能见度等非均匀分类频率分布的资料分析。平均 Ridit 值时间序列与累积百分率分析法相比,有以下几个方面的优点:以整个能见度时间序列作为参考分布,非常简捷地反映了整个能见度观测值的分布;在计算过程中不涉及任何外推;对气象条件的影响不敏感(如雨、雾、高相对湿度等)^[16]。但 Ridit 方法是用同一地点的能见度参考分布来计算平均 Ridit 值,平均 Ridit 值不仅不能做不同站点的对比,而由于不同时段的 Ridit 值未经严格的检验,也不适于不同时段的相互对比。而累积百分率方法由于采用了某一特定的累积百分率下能见度的变化作为指标,可做不同时段和站点之间的定量对比。因此,Ridit 分析法和累积百分率法往往作为两种相互补充、验证的方法,用于能见度的趋势分析。

2.3 “非常好”能见度分析法

许多研究都采用 Lee 等^[18]提出的“非常好”能见度频率的指标(一般定义为能见度大于 19 km 的出现频率),作为分析能见度变化的依据。本文除用累积百分率法和 Ridit 分析法外,还采用 19 km 作为“非常好”能见度标准,来分析能见度的变化趋势。

3 结果分析

图 1 是 1951—2006 年南宁和桂林能见度低、中、高值趋势变化,图 2 是 Ridit 值变化趋势,图 3 是“非常好”能见度(>19 km)出现天数。由图可见,两城市 56 年来能见度呈显著减小趋势,这一趋势在能见度低、中、高值、平均 Ridit 值、“非常好”能见

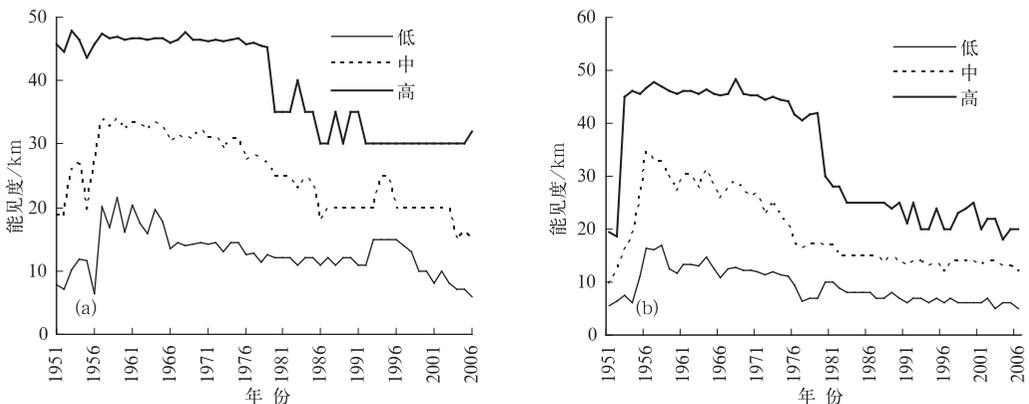


图 1 1951—2006 年南宁(a)和桂林(b)能见度趋势变化

Fig. 1 Change of visibility from 1951 to 2006 in Nanning (a) and Guilin (b)

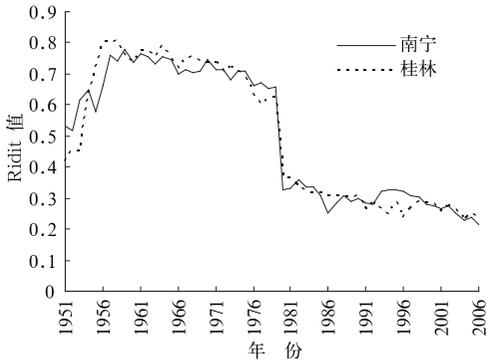


图 2 1951—2006 年南宁和桂林 Rridit 值变化趋势
Fig. 2 Change of Rridit value from 1951 to 2006 in Nanning and Guilin

度变化曲线上均可以明显反映出来。20 世纪 50 年代并非两城市能见度最好的年代,这一现象与黄健等^[12]分析广东大气能见度从 50 年代到 60 年代经历了一个由差变好的转折过程是吻合的,黄健等认为原因有二:一是 50 年代全民大炼钢铁运动,大量使用土锅炉造成的污染排放量增多;二是城市能源结构的转换,由大量使用木柴作为城市生活或工业能源,过渡到以煤炭为主。黄健等对这一转折过程的解释尚未见到其他相关文献的进一步论证。从图 1~3 来看,南宁和桂林的能见度在大炼钢铁的 1958 年都处于较好水平,因此黄健等分析的原因一可能不适用于南宁和桂林,而黄健等分析的原因二(即城市能耗由大量使用木柴过渡到以煤炭为主)可能是南宁和桂林 20 世纪 50 年代到 60 年代由差变好的原因。

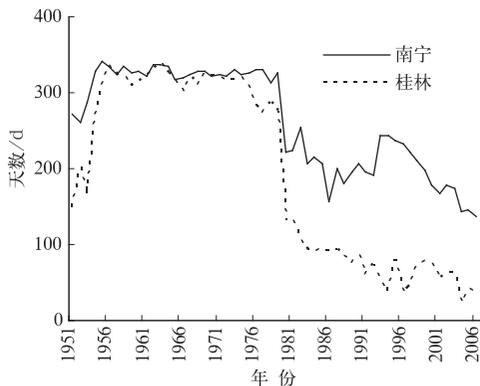


图 3 “非常好”能见度出现天数
Fig. 3 Visibility “very good” days

前面引用的文献中^[7,10-11]对于 1980 年能见度骤降的解释,有的认为是由于采用新的《地面气象

观测规范》,有的认为是因为经济的快速发展。从本文图 1~3 来看,能见度高值、平均 Rridit 值、“非常好”能见度在 1980 年发生了突变:南宁、桂林能见度高值分别从 1979 年 326、276 km 迅速降至 1980 年的 221、133 km,平均 Rridit 值从 1979 年的 0.66、0.62 降至 1980 年的 0.33、0.37;“非常好”天数从 1979 年的 326、276 天减少为 1980 年的 221、133 天,经过短短一年南宁、桂林两站能见度同时出现如此大幅度变化,在整个序列中是罕见的。那么,其原因是经济的快速发展,还是由于采用新的《地面气象观测规范》呢?

图 4 给出 1978—1987 年历年广西能量消费总量^[19],图中显示从 1978 年至 1981 年广西能量消费总量呈逐年下降趋势,从 1981 年开始,广西能量消费总量才开始逐年上升;因此很难用经济快速发展、能量消费骤增来解释 1980 年南宁、桂林能见度同时出现骤降现象。更合理的解释应该是新的《地面气象观测规范》导致南宁、桂林能见度高值、平均 Rridit 值、“非常好”能见度在 1980 年发生了突变。

另外,从图 1 来看,南宁、桂林两地能见度中值、低值在 1980 年没有出现骤降现象,而如果经济快速发展、能量消费骤增导致能见度迅速恶化,应该同时反映在能见度高值、中值、低值上,现在只反映在能见度高值上,而不反映在能见度中值、低值是说不通的。

如果用新的《地面气象观测规范》作为原因则可以解释这一现象。我们知道:1980 年以前的能见度观测方法是^[8]:地面气象站大气能见度观测分为 9 个级别,自近而远分布在观测站各方向、各距离上的目标物分别代表 0.1 km、0.2 km、0.5 km、1.0 km、2.0 km、5.0 km、10.0 km、20.0 km、50.0 km,远距离的一个级别跨度要大于近距离一个级别的跨度;由于在旧的地面气象观测规范中远距离的级别跨度偏大,其精度应远低于新的地面气象观测规范;而近距离的级别跨度小,精度接近新的地面气象观测规范;因此造成了 1980 年前后能见度中、低值变化平缓、而能见度高值陡然下降的突变。平均 Rridit 值反映了能见度高、中、低值的平均状况,“非常好”能见度天数则与能见度高值对应;如果能见度高值发生突变而中值、低值不变,平均 Rridit 值、“非常好”能见度天数也会发生突变。

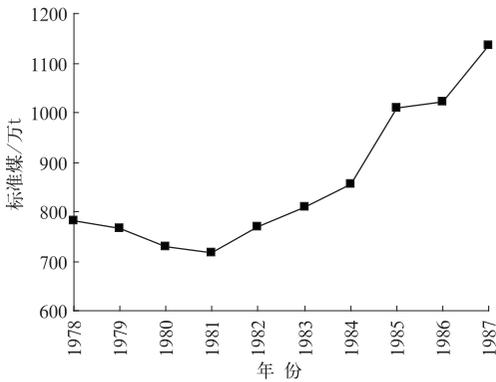


图4 1978—1987年广西能量消费总量

Fig. 4 Annual energy consumption from 1951 to 2006 in Guangxi

式(1)~(12)分别给出1961—1979年和1980—2006年南宁和桂林能见度的趋势方程。

1961—1979年南宁、桂林能见度高、中、低值趋势变化方程为:

$$y_1 = -0.0595x + 46.951 \quad (1)$$

$$y_2 = -0.3141x + 33.895 \quad (2)$$

$$y_3 = -0.3482x + 18.316 \quad (3)$$

$$y_4 = -0.2714x + 47.368 \quad (4)$$

$$y_5 = -0.8072x + 32.775 \quad (5)$$

$$y_6 = -0.3444x + 14.763 \quad (6)$$

1980—2006年南宁、桂林能见度高、中、低值趋势变化方程为:

$$y_7 = -0.2375x + 35.251 \quad (7)$$

$$y_8 = -0.2601x + 24.419 \quad (8)$$

$$y_9 = -0.1545x + 13.422 \quad (9)$$

$$y_{10} = -0.2924x + 27.39 \quad (10)$$

$$y_{11} = -0.1172x + 15.789 \quad (11)$$

$$y_{12} = -0.1416x + 8.9829 \quad (12)$$

式(1)~(6)中 x 为年份, y_1 为南宁能见度高值, y_2 为南宁能见度中值, y_3 为南宁能见度低值, y_4 为桂林能见度高值, y_5 为桂林能见度中值, y_6 为桂林能见度低值。式(7)~(12)中 x 为年份, y_7 为南宁能见度高值, y_8 为南宁能见度中值, y_9 为南宁能见度低值, y_{10} 为桂林能见度高值, y_{11} 为桂林能见度中值, y_{12} 为桂林能见度低值。

由图1和式(1)~(6)可以看出20世纪60、70年代能见度高、中、低值均呈逐年降低趋势。两城市比较,桂林能见度降低趋势总体大于南宁,可能是因为桂林作为旅游城市,在20世纪60、70年代城市建设和经济建设得到了较快发展导致污染排放增加较

快的原因。式(7)~(12)显示1980—2006年南宁、桂林能见度继续呈下降趋势,但20世纪90年代中期南宁能见度有一段时间出现略有好转趋势,这一结论与范引琪对1980—2003年京、津、冀地区能见度变化趋势研究结果是一致的^[20],范引琪对此的解释是:随着改革开放,能源消耗迅速增长,导致城市能见度水平降低,空气质量下降;1995年以后,国家对重点源采取有效控制措施,同时加大对空气污染治理力度,使区域空气质量得到一定改善,能见度也有所好转;2000年后,能源消耗又迅速上升,导致2001年后大部分地区能见度出现下降趋势。本文作者认为:这一解释同样可以适用于南宁、桂林1980—2006年能见度的变化。

从前面的分析知道:1980年新的《地面气象观测规范》执行对能见度中值和低值影响很小,可以将其序列做对比分析。对比1980年之前和之后的能见度趋势方程可以看出,1980—2006年能见度下降速度明显慢于1961—1979年。

4 结论与讨论

综合前面分析,可以得出以下结论:

(1) 南宁、桂林能见度高值在1980年相对1979年迅速下降,并导致平均Ridit值,“非常好”能见度天数迅速降低,是由于1980年采用新的《地面气象观测规范》的结果。

(2) 南宁、桂林能见度中、低值受1980年采用新的《地面气象观测规范》的影响很小,保持了很好的连续性。

(3) 用能见度中、低值来对比分析1980年前后能见度的变化,1980—2006年南宁、桂林能见度下降趋势明显慢于1961—1979年。

1980年采用新的《地面气象观测规范》对气象站能见度观测资料的连续性产生了重大影响。解决跨越1980年的能见度资料连续性的方法是:采用能见度中值、低值这类受1980年变更地面气象观测规范影响很小的指标是可以基本保证能见度资料跨越1980年的连续性;不应采用能见度高值、平均Ridit值,“非常好”能见度天数这类受1980年变更地面气象观测规范影响大的指标来分析跨越1980年的能见度资料。

参考文献

- [1] Bret A Schichtel, Rudolf B Husar, Stefan R Falke, et al. Haze trends over the United States, 1980—1995[J]. *Atmospheric Environment*, 2001, 35: 5205-5210.
- [2] 胡亚旦, 周自江. 中国霾天气的气候特征分析[J]. *气象*, 2009, 35(7): 73-78.
- [3] 周宁芳, 李峰, 饶晓琴, 等. 我国中东部一次大范围霾天气的分析[J]. *气象*, 2008, 34(6): 81-88.
- [4] 刘爱君, 杜尧东, 王惠英. 广州灰霾天气的气候特征分析[J]. *气象*, 2004, 30(12): 68-71.
- [5] 吴兑. 关于霾与雾的区别和灰霾天气预警的讨论[J]. *气象*, 2005, 31(4): 3-7.
- [6] 吴兑. 再论都市霾与雾的区别[J]. *气象*, 2006, 32(4): 9-15.
- [7] 张浩, 谢伟, 石春娥. 安徽省近 50 年城市大气能见度变化趋势[J]. *气象与减灾*, 2007, (4): 27-30.
- [8] 中国气象局. 地面气象观测规范[J]. 北京: 气象出版社, 1979: 16-20.
- [9] 张浩, 石春娥, 谢伟, 等. 安徽省 1955-2005 年城市大气能见度变化趋势[J]. *气象科学*, 2008, 28(5): 515-520.
- [10] 范引琪, 李二杰, 范增禄. 河北省 1960-2002 年城市大气能见度的变化趋势[J]. *大气科学*, 2005, 29(4): 526-547.
- [11] 林继生. 广州地区能见度的气候演变特征[J]. *广东气象*, 1995, (1): 15-17.
- [12] 黄健, 吴兑, 黄敏辉, 等. 1954-2004 年珠江三角洲大气能见度变化趋势[J]. *应用气象学报*, 2008, 19(1): 61-70.
- [13] 李景林, 郑玉萍, 赵娟, 等. 乌鲁木齐近 30 年低能见度气候特征[J]. *干旱区地理*, 2008, 31(2): 189-196.
- [14] Doyle. Martin, Stephen Dorling. Visibility trends in the UK 1950-1997[J]. *Atmospheric Environment*, 2002, 36(19): 3161-3172.
- [15] Craig C, Faulkenbery G D. The application of Redit analysis to detect trends in visibility[J]. *Atmospheric Environment*, 1979, 13: 1617-1622.
- [16] Solane C S. Visibility trends I: Methods of analysis[J]. *Atmospheric Environment*, 1982, 16: 41-51.
- [17] Solane C S. Visibility trends II: Mideastern United States 1948—1978[J]. *Atmospheric Environment*, 1982, 16: 2309-2321.
- [18] Lee D O. The choice of visibility statistics in the analysis of long-term visibility trends in summer in southern England[J]. *Weather*, 1988, 43: 332-338.
- [19] 国家统计局国民经济综合统计司. 新中国五十五年统计资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005: 759.
- [20] 范引琪, 李春强. 1980—2003 年京、津、冀地区大能见度变化趋势研究[J]. *高原气象*, 2008, 27(6): 1392-1400.