

孟凯, 曲晓黎, 赵娜, 等. 能见度气象监测数据质量检查方法初探[J]. 干旱气象, 2014, 32(5): 862-865, [MENG Kai, QU Xiaoli, ZHAO Na, et al. The Study of the Method About Data Quality Controlling of Visibility[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(5): 862-865], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-05-0862

能见度气象监测数据质量检查方法初探

孟凯, 曲晓黎, 赵娜, 张成伟

(1. 河北省气象台, 河北 石家庄 050021; 2. 河北省气象服务中心, 河北 石家庄 050021)

摘要:运用河北省境内 103 套交通气象监测站逐分钟的能见度气象监测数据, 结合气象台站自动站和人工观测资料, 探讨了能见度气象监测数据的质量问题和质量检查方法。归纳出 3 类能见度监测数据的质量问题, 提出允许值检查、时间一致性检查、内部一致性检查、空间一致性检查、人为识别法等几种可用于能见度气象监测数据的质量检查方法, 同时给出了雾和强降雨造成的低能见度数据质量检查和控制指标。

关键词:能见度; 气象监测; 质量控制

文章编号:1006-7639(2014)-05-0862-04 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-05-0862

中图分类号:P412.17

文献标识码:A

引言

众所周知, 雾霾、强降雨、沙尘等天气都可造成低能见度。2012 年冬季, 华北平原出现持续性雾霾天气, 给公路交通运输带来极大影响。根据河北省高速公路管理局指挥调度中心的监控信息显示, 仅 2013 年 1 月河北省高速公路就有 26 d 因不同程度受到大雾影响采取了封闭管制措施。可见, 低能见度对公路交通安全有着直接而严重的影响。2005 年, 中国气象局与国家交通部签署了《交通部与中国气象局共同开展公路交通气象监测预报预警工作备忘录》, 随后, 各省市积极开展高速公路交通气象监测和预报预警服务工作。截至 2012 年底, 河北省气象与交通部门合作, 已在河北境内 11 条高速公路沿线建成 103 套交通气象监测站, 初步形成河北高速公路交通气象监测网, 实现了对能见度等气象要素的实时监测。在开展交通气象服务过程中, 发现这些处于野外观测环境的能见度仪因外界环境干扰会产生一些虚假数据, 比如处于山区路段的能见度仪因受到蜘蛛网的影响而产生持续低能见度的现象, 给交通气象预警服务和科研工作带来困扰, 因此开展能见度气象监测数据的质量检查和控制研究很有必要。

韩海涛等^[1]指出, 实时气象数据的质量控制是确保高质量的气象预报和气候预测必不可少的环节。许多研究人员和气象工作者针对自动气象站实时监测数据等气象资料开展了数据质量控制研究^[2-10], 得出了切实可行的质量控制方法, 有的还研制了气象资料质量控制系统。本文试图归纳出能见度气象监测数据的质量检查和控制方法, 尤其针对雾和强降雨造成的低能见度统计出相应指标, 以为高速公路交通气象服务和科研工作提供数据准确性保障。

1 资料来源

自 2007 年河北省气象局自主投资在京港澳高速京石段建成 4 套交通气象监测站后, 2009 年起, 河北省气象局与省高速公路管理局又分 3 期工程分别在省内十条高速公路沿线建成 99 套交通气象监测站, 每套交通气象监测站均具有能见度观测。对于较早建成的 47 套交通气象监测站, 本文选取 2009 年 8 月至 2013 年 6 月的逐分钟能见度气象监测数据。3 期工程的 56 套交通气象监测站, 选取 2012 年 9 月至 2013 年 6 月的逐分钟能见度监测数据。同时选取相应时段内交通气象监测站本站或其周边距离最近的气象自动站的气温、相对湿度、降水

收稿日期: 2013-07-15; 改回日期: 2013-11-07

基金项目: 河北省科技支撑项目“灾害性天气条件下高速公路通行管理技术研究”(12275405)资助

作者简介: 孟凯(1982-), 男, 宁夏平罗人, 学士, 工程师, 主要从事天气预报技术研究. E-mail: macka@foxmail.com

量、风向风速等气象监测数据进行数据质量检查方法的研究。

能见度观测采用的传感器是 JTN - 2B 型前向散射能见度仪,它的工作原理是:利用光的前向散射原理,采用微处理器控制,发出红外光脉冲,并测量大气中悬浮粒子的前向散射光强度,采用适当的算法将测量值转换成气象能见度值。能见度仪的数据监测和采集频率为 1 min,测量范围为 5 ~ 10 000 m,对于 2 000 m 以下的能见度观测值测量误差小于 10%。

2 低能见度分布特征及数据质量分析

2.1 河北省低能见度时空分布特征

卞光辉等^[11]指出,能见度在 500 m 以下时才对高速公路行车产生影响。因此根据河北省高速公路气象监测站建站以来的监测数据以及县市气象站的观测资料,重点分析由雾造成的 < 500 m 的低能见度分布特征。研究发现,雾造成的低能见度可发生于一年中任意时段,但冬半年发生频率明显高于夏半年,且冬半年低能见度持续时间较夏半年明显偏长,据来自于河北省高速公路管理局指挥调度中心的监测数据显示,秋冬季节单次低能见度造成的高速公路通行受阻最长时间可接近 60 h,而夏季低能见度主要出现在早晨至上午时段。雾造成的低能见度空间分布呈现出平原多于山区的特点,其中京广铁路沿线周边是低能见度高发区域,例如大广高速京衡段、京港澳高速石安段,年平均出现低能见度的日数均可达 45 d。

2.2 能见度气象监测数据质量问题

通过对样本数据的分析发现,能见度气象监测数据的质量问题主要有以下 3 种情况:一是通讯中断、通电中断、设备被盗、蓄电池休眠、数据接收软件非正常关闭等情况造成的数据上传延迟或缺失;二是能见度监测数据与天气形势和环流背景明显不相符。例如,2010 年 1 月 19 日 16:40(图 1),京秦高速和沿海高速绝大多数交通气象监测站的能见度都在 500 m 以下,有些甚至在 100 m 以下,但是沿海高速抚宁南站的能见度数据却是 10 000 m,经过与气象自动站及人工观测资料核实,发现这天秦皇岛地区(包括抚宁)、唐山地区出现大雾,因此这个数据是不正确的;三是能见度监测数据呈现跳跃式变化趋势(图 2),监测数值在短短几分钟内可由 10 000 m 陡降至几百米以下,然后又在极短的时间内升至 10 000 m,不符合能见度的变化规律。

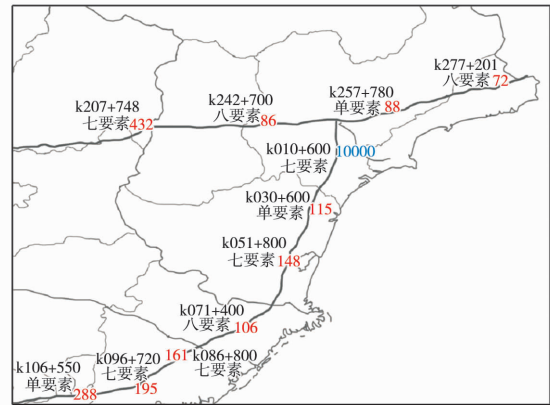


图 1 2010 年 1 月 19 日 16:40 京秦沿海高速能见度空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of the visibility at 16:40 January 19, 2010

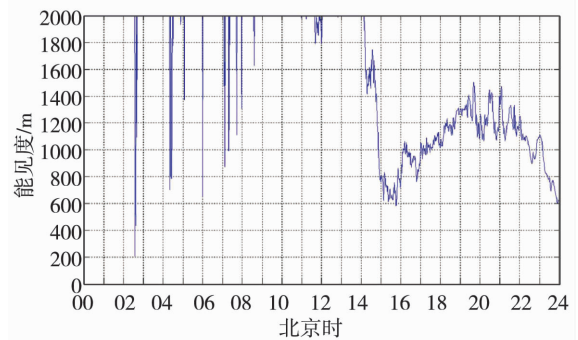


图 2 2010 年 3 月 14 日青银高速赵县南站能见度时间曲线

Fig. 2 The time series curve of the visibility on March 14, 2010

3 能见度监测数据质量检查方法

3.1 允许值检查

JTN - 2B 型前向散射能见度仪,它的有效测量范围是 5 ~ 10 000 m。因此对于超出这个范围的数据直接作为错误数据处理。

3.2 时间一致性检查

时间一致性检查要求气象要素的变化在时间上具有连续性。能见度监测数据在时间上具有一定的连续性,即便对于爆发性浓雾来说,能见度的陡降也会有一定的数值变化区间和时间范围。经统计,能见度的分钟级变量应 < 300 m,且当能见度随时间呈下降趋势时,低值持续的时间应 > 3 min(表 1)。这个指标可用于剔除图 2 中的能见度数据质量问题。

表 1 能见度监测数据时间一致性检查指标

Tab.1 The index for time consistency of visibility

质量控制结果	能见度数据分钟级变量	低值持续时间
怀疑值	300 ~ 500 m	< 5 min
错误值	> 500 m	< 3 min

3.3 内部一致性检查

对样本数据进行分析发现,造成 500 m 以下低能见度的天气主要为雾和强降雨,沙尘天气无有效样本。本文采用的内部一致性检查主要是检查能见度监测数据与本站相对湿度、风速、降雨量等气象要素的一致性,对于单要素(只具备能见度观测能力)气象监测站,选取其周边距其最近的气象自动站或加密雨量站同一时次气象要素监测数据进行指标统计。

(1) 雾造成的低能见度内部一致性检查

通过分析高速公路周边气象台站的观测资料,在确定出雾的前提下,规定任何一条高速公路上有任意一个交通气象监测站监测到能见度 ≤ 500 m 为一个雾日。分别选出 $200 \leq V \leq 500$ m、 $50 \leq V < 200$ m 和 $V < 50$ m 的样本数各 387 d, 218 d 和 102 d, 共 707 d。统计得出,对于 $200 \leq V \leq 500$ m 的低能见度,相对湿度应在 82% 以上,风速 < 4.2 m/s; 对于 $50 \leq V < 200$ m 的低能见度,相对湿度应在 88% 以上,风速 < 2.8 m/s; 对于 $V < 50$ m 的低能见度,相对湿度应在 93% 以上,风速 < 1.9 m/s。

(2) 强降雨造成的低能见度内部一致性检查

在样本数据中选出 $V \leq 500$ m 的降雨日,共得到 24 582 个分钟级数据,其中 $200 \leq V \leq 500$ m 的样本数为 15 978 个, $50 \leq V < 200$ m 的样本数为 8 604 个, $V < 50$ m 的为 0 个。统计发现,强降雨若造成低能见度,前提是必须达到一定的雨强。对于 $200 \leq V \leq 500$ m 的低能见度,分钟降雨量达到 0.4 mm,而对于 $V < 200$ m 的低能见度,分钟降雨量应不小于 1.0 mm。这与吴建军等^[12]的结论一致。

3.4 空间一致性检查

岳艳霞等^[9]指出,空间一致性检查有 Madsen - llerup 和曲线对比 2 种方法。曲晓黎等^[10]提出,由于高速公路气象监测站呈线型不均匀分布,且密度较小,因此基于要素空间分布均匀原理、利用邻近台站同一时间观测值进行插值的 Madsen - llerup 方法并不适用于高速公路气象监测数据的质量控制。

本文在进行能见度气象监测数据的空间一致性检查时,一是采用曲线对比方法,通过对比相邻交通

气象监测站或气象站能见度曲线,对能见度监测数据的曲线进行检查,这种方法不适用于能见度监测数据的实时质量检查和控制,但可用于阶段性质量检查和控制。在实际应用时,主要对比能见度曲线的数值范围和变化趋势,对于怀疑的数据,应结合时间一致性检查、内部一致性检查等方法或指标进一步确认。我们针对样本数据通过曲线对比法检查出 155 例怀疑数据。其中 142 例符合前面所讲的指标,经证实为蜘蛛网干扰造成的虚假低能见度。12 例符合表 1 的指标。另外 1 例为局地浓雾造成的低能见度,属于准确值。二是针对交通高影响的低能见度监测数据,可检查能见度监测数据与大尺度环流形势的一致性。对于河北而言,绝大多数低能见度都是由雾造成的,因此首先可检查大尺度环流背景是否具备出现雾的条件(如地面天气形势是否为高压前部型、锋前低压型、均压场型和华北地形槽型等),如果不符合,则可进一步判断环流形势是否利于强降雨或沙尘天气的出现,若均不符合,则可将低能见度数据作为怀疑值处理。

3.5 人为识别法

人为识别法很大程度上依赖于预报服务人员的经验。例如在夏季,发现能见度监测数据长时间持续在低值状态而没有明显的变化趋势,这时应对数据的准确性表示怀疑,可结合其他质量检查方法对数据准确性进行检查。另外,由于能见度监测数据的采集和传输频率为 1 min,数据量十分庞大,因此针对其他能见度质量检查方法漏检的数据可采用人为识别法。

4 小结

允许值检查、时间一致性检查、内部一致性检查、空间一致性检查、人为识别法等几种可用于能见度气象监测数据的质量检查。在日常业务中,应用文章前面列举的方法对能见度气象监测数据进行质量检查,并将数据按准确值、怀疑值、错误值和缺测值进行标识。除通电中断等造成的数据缺测外,大部分数据均为准确值,占 95.75%,怀疑值占 2.42%,错误值占 1.83%。研究表明,对河北而言,低于 500 m 的低能见度若是由雾造成,则相对湿度应在 82% 以上,风速 < 4.2 m/s; 若是由强降雨造成,则雨强应 < 0.4 mm/min。由此检查出夏秋季节由于蜘蛛网干扰造成的虚假低能见度情况 142 例,主要存在于京秦、沿海 2 条处于山区路段高速沿线的 3 套自动站。

文章虽然得出了高速公路能见度气象监测数据

的一些质量检查方法,但是由于交通气象监测站处于野外无人看管状态,受外界干扰严重,同时有19套交通气象监测站为单要素气象监测站,因此质量检查方法和指标在今后的业务应用中还有待进一步完善和检验。

参考文献:

- [1] 韩海涛,李仲龙.地面实时气象数据质量控制方法研究进展[J].干旱气象,2012,30(2):261-265.
- [2] 刘小宁,任芝花.地面气象资料质量控制方法研究概述[J].气象科技,2006,339(3):199-203.
- [3] 任芝花,刘小宁,杨文霞.极端异常气象资料的综合性质量控制与分析[J].气象学报,2005,63(4):526-533.
- [4] 窦以文,屈玉贵,陶士伟,等.北京自动气象站实时数据质量控制应用[J].气象,2008,34(8):77-81.
- [5] 王超球,黄理,程爱珍,等.无人值守自动气象站实时数据质量控制技术的探讨[J].气象研究与应用,2007,28(增刊II):103-104.
- [6] 吴明江,宋文英.酸雨站观测技术及质量控制方法探讨[J].气象水文海洋仪器,2009(1):52-54.
- [7] 岳艳霞,陈静,郭志斌.区域自动站雨量资料质量控制方法及应用[J].气象科技,2009,37(4):452-456.
- [8] 曲晓黎,马翠平,刘建文,等.高速公路路面气象监测数据质量检查方法[J].气象科技,2012,40(2):203-206.
- [9] 封秀燕,何志军,王荷平,等.自动气象站实时资料质量控制开放式平台设计[J].应用气象学报,2010,21(4):506-512.
- [10] 孙娟,胡平.上海自动气象站实时质量控制系统的研究[J].气象水文海洋仪器,2009(4):38-41.
- [11] 卞光辉,袁成松,周曾奎,等.高速公路交通气象等级.中华人民共和国气象行业标准[S].QXVT111-2010.
- [12] 吴建军,袁成松,周曾奎,等.短时强降雨对能见度的影响[J].气象科学,2010,30(2):274-278.

The Study of the Method About Data Quality Controlling of Visibility

MENG Kai, QU Xiaoli, ZHAO Na, ZHANG Chengwei

- (1. Hebei Provincial Meteorological Observatory, Shijiazhuang 050021, China;
2. Hebei Provincial Meteorological Service Center, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Based on the minutely visibility monitoring data of 103 traffic automatic weather stations in Hebei Province, and combined the artificial and automatic weather stations' observations, the data quality problem and the method about data quality controlling were discussed in the paper. Three kinds of quality problems were summed up firstly and several kinds of methods about data quality controlling were proposed such as allowable value checking, time consistency checking, internal consistency checking, spatial consistency checking and artificially identification. In addition, the indexes of data quality controlling for low visibility caused by fog and heavy rainfall were also counted.

Key words: visibility; meteorological monitoring; quality controlling