

地面高空运行质量分析报告

地面与高空观测室

2015 年 10 月 26 日

地面高空观测室涉及的业务观测系统有：地面观测系统（含自动气象站、土壤水分观测站），常规高空探测系统，雷电观测系统，GNSS/met 导航卫星水汽观测系统。各系统运行质量分别进行分析，结果如下：

一、地面观测系统

1. 1 国家级地面观测站

目前全国纳入考核的国家级台站有 2424 个，2012 年地面气象观测业务进行改革调整以来，人工观测项目逐步调减，各种新型自动观测设备陆续进入业务化运行，业务运行由以往的人工-自动“双轨运行”调整为自动观测“单轨运行”。台站观测员的主要职责由人工目测、器测为重点工作内容，转变为保障自动站数据及时性和准确性为重点工作内容。相应的，地面观测系统的运行质量评估方法也发生了变化，由以往通过观测员人工观测、记录、编报等操作性内容的定性评估，变为针对观测设备稳定性（业务可用率）、数据到报率、数据可用率等统计分析的定量评估，重点在于评估地面观测系统的设备运行保障质量、资料传输质量和数据质量三

方面。据《观测司 预报司关于印发地面气象观测质量考核办法（试行）》（气测函〔2013〕312号）的要求，中国气象局气象探测中心负责设备运行保障质量的评估，国家气象信息中心负责资料传输质量和数据质量的评估。

本报告基于目前探测中心的运行监控系统，利用业务可用性、要素可用性和数据错误等三个指标，分析国家级地面观测站的运行质量情况，重点是近两年运行情况。

$$\text{业务可用性} = \frac{\text{应工作时次} - \text{数据错误时次} - \text{未到报时次} - \text{报文格式错误时次}}{\text{应工作时次}} \times 100\%$$

$$\text{要素可用性} = \frac{\text{要素正常的时次} + \text{要素可疑的时次}}{\text{应到报的时次}} \times 100\%$$

$$\text{某省(型号)平均数据错误时次} = \frac{\text{该省(型号)数据错误总时次}}{\text{该省(型号)总台站数}}$$

全国国家级台站自动气象站可用性逐年提升（图 1-1），特别是 2012 年地面观测业务改革调整之后，自动观测数据质量一直保持在 99.9%以上。这表明，业务改革调整后，自动观测设备的运行和维护得到了台站业务人员更多的关注，使数据质量得到了提高。

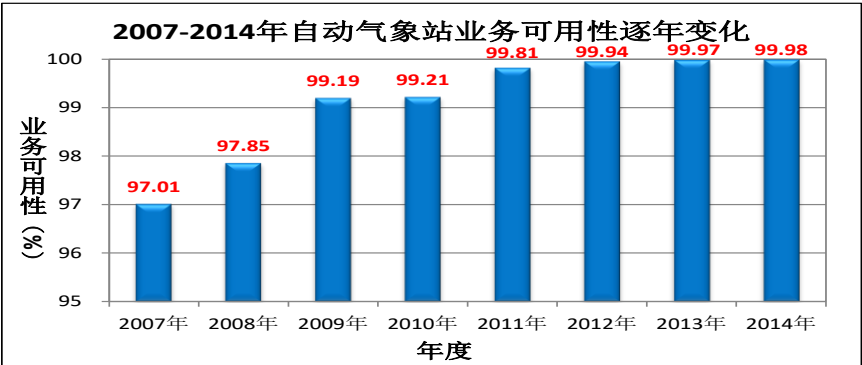


图 1-1 全国国家级台站自动气象站可用性逐年变化

从各月的统计来看，4-7 月的业务可用性较全年其他时

段略偏低 0.01-0.03%。2014 年度上海、广西、陕西、浙江数据错误率低，质量情况较好，内蒙古、辽宁、海南、西藏、甘肃数据错误率偏高（图 1-2）。2015 年上半年，天津、广西、陕西、重庆和江西数据错误率低，质量较好，吉林、西藏、青海质量较低（图 1-3），西藏连续 2 年错误率在 3%以上。

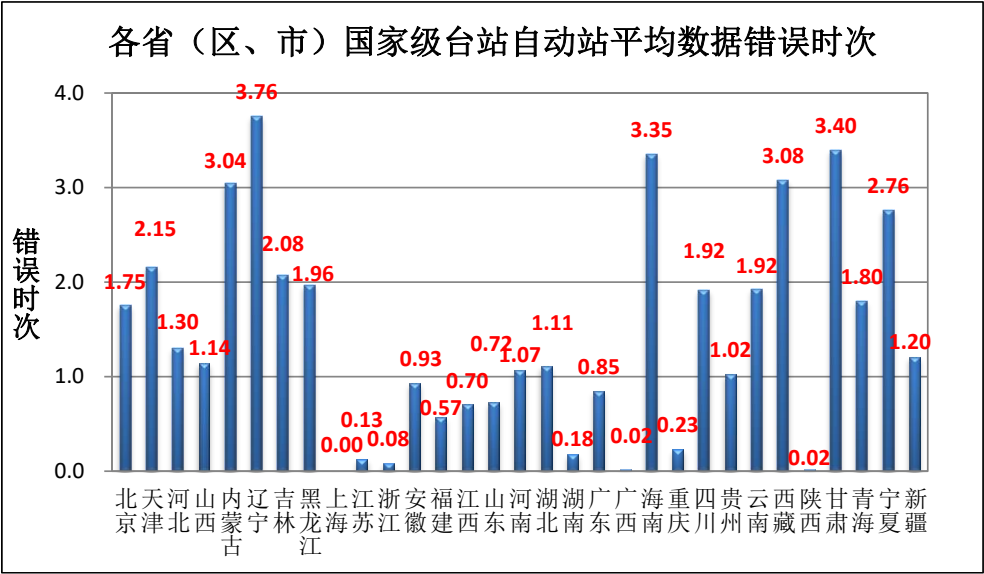


图 1-2 2014 年度各省（区、市）国家级台站自动气象站平均观测数据错误时次

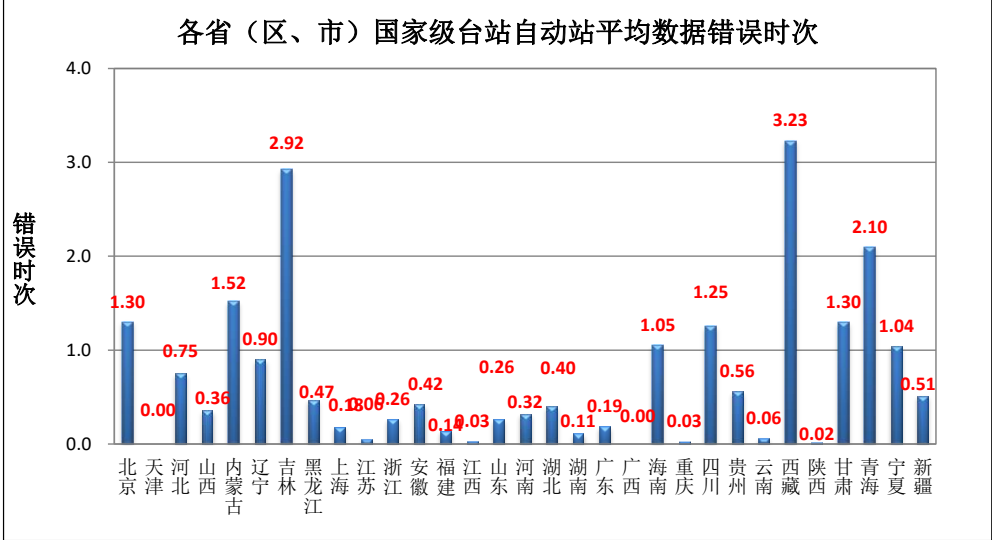


图 1-3 2015 年上半年各省国家级台站自动气象站平均观测数据错误时次

国家级台站自动气象站的 6 要素（气温、地温、气压、湿度、风速、降水）数据的可用性均为 99.99%，甚至 100%，这表

明，国家级台站自动气象站的常规观测要素质量已经处于较高水平。目前尚缺乏对云、能见度、天气现象等新型自动观测数据的质量监控和分析手段。

2014-2015 年国家站所有设备型号业务可用性均超过中国气象局业务考核标准 98.50%。地面观测自动化工作中全国推广应用的新型自动气象站中，上海长望的 DZZ3 型、无锡所的 DZZ4 型、中国华云的 DZZ5 型均排名前列（99.98—99.99%），可用性普遍较高。中环天仪的 DZZ6 型在 2014 年度的可用性较低（99.96%）。新型站更新前全国普及使用的 II 型自动站以及进口的 VAISALA 自动站，可用性普遍不如新型自动站。（图 1-4）

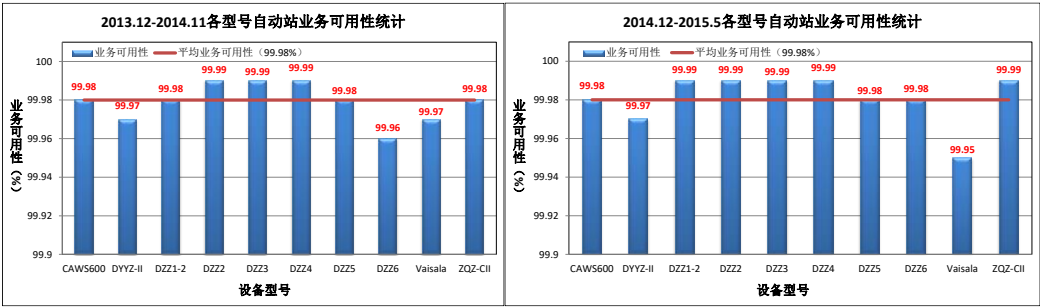


图 1-4 各设备型号 2013 年 12 月-2015 年 5 月业务可用性统计

影响国家级台站数据可用性的主要原因是数据错误，其次为数据缺报（图 1-5）。

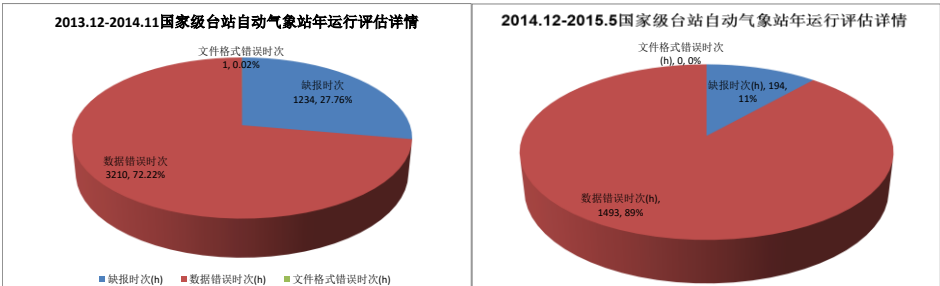


图 1-5 国家级自动站可用性原因

存在问题和建议：目前用于地面观测系统运行质量分析的评估方法存在局限性：**第一**，评估主要基于数据的到报及时性、格式正确性和数据质控码等信息，间接的获取观测系统设备的运行状况。台站终端业务软件获取到的丰富设备状态信息没有及时的传输到省级、国家级气象部门，目前亟需建立从台站向省级、国家级上行的设备状态流和由省级、国家级向台站下行的控制流，彻底解决地面观测系统运行质量的监控和管理。**第二**，目前的参与质量评估的气象要素仅为常规气象六要素，能见度、天气现象等新型自动观测数据，以及地温、蒸发、辐射等其他地面观测数据均不进行质量评估。这导致台站业务运行中发生的一些相关问题不能及时发现和解决，存在数据质量隐患。**第三**，在台站级业务软件、省级、国家级信息系统以及 ASOM 运行监控系统中，用于界定数据错误、数据可疑的数据质量控制方法和阈值，各不相同，没有形成完整的质控体系。**第四**，从数值模式角度对国家级地面站数据质量的评估欠缺，对数据可同化率的贡献没有得到体现。下一步，地空室将加强设备端状态信息的利用，云、能、天观测数据质控方法研究，数值模式对国家级地面数据质量控制方法研究。

1.2 区域自动站

截至 2015 年 5 月，全国共 55680 套区域自动站，其中上传数据的有 40769 套。由于区域站数目庞大，目前尚没有严格的质量检查与考核业务。地空室在区域站遴选工作中，

利用数值模式对区域站数据质量进行了检验分析。由于区域自动站观测要素不统一，因此按照要素分别报告如下：

1.2.1 区域站风观测质量分析

统计表明，全国有风观测的区域站一共有 22454 个，按照数据同化时次（00，03，06，09，12，15，18，21）系统启动时间十分钟之内到达统计，16000 余站到达率达到 50%以上，（图 1-6）。由于到达率偏低，大量自动观测站数据不能被模式及时同化，造成数据浪费。

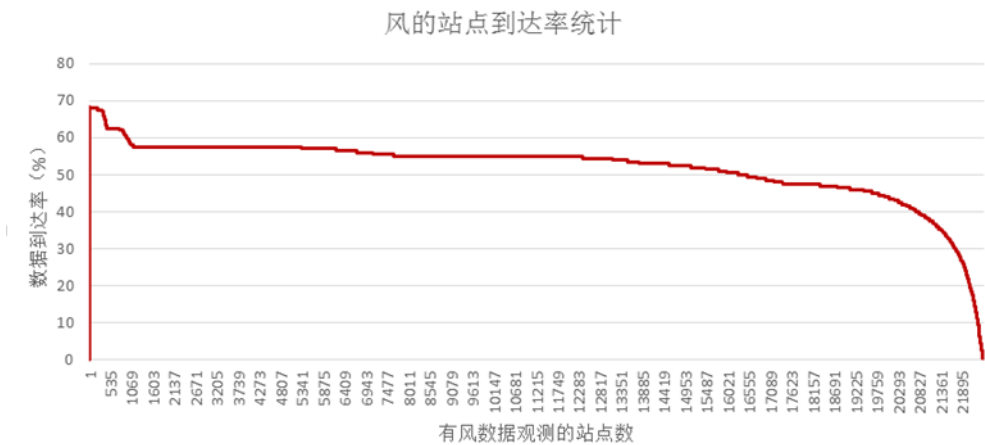


图 1-6 区域自动站风观测数据到达率

分析观测数据与 EC 模式数据的偏差，径向风的均方根误差大部分可以保持在 2-4m/s 的范围内（图 1-7），这和 GSI 质量控制系统的地面观测资料风速的上阈值基本持平。属于正常可接受但偏高水平。但也有大概 15%的观测站的误差达到了 5 以上，不考虑模式系统本身的结果误差，这样的误差过大，无法进入同化系统，这些站需要进行原因分析。

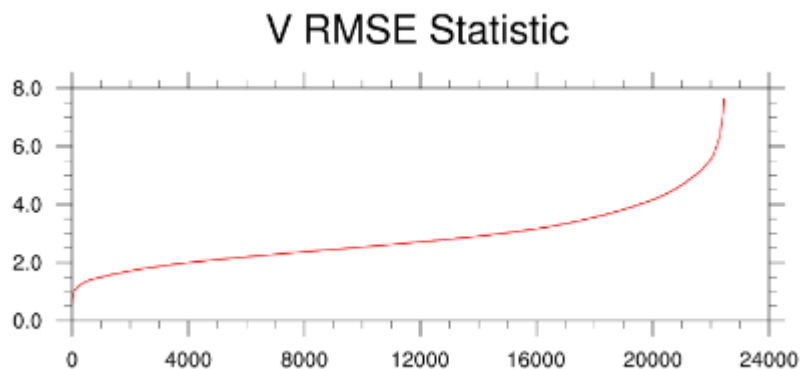


图 1-7 径向风均方根误差统计

图 1-8 显示，径向风误差超过 5 的站集中在内蒙古，渤海湾及沿海站上，对于渤海湾地区，本身模式的预报可能会存在一定的系统误差，影响了这部分站的质量控制，可以通过模式的分辨率调整进行修正。而对于内蒙古地区，由于常年风速较大，因此，阵风的随机性强，而模式的预报又在时间分辨率上比较低，这可能是站点测风误差较大的原因。

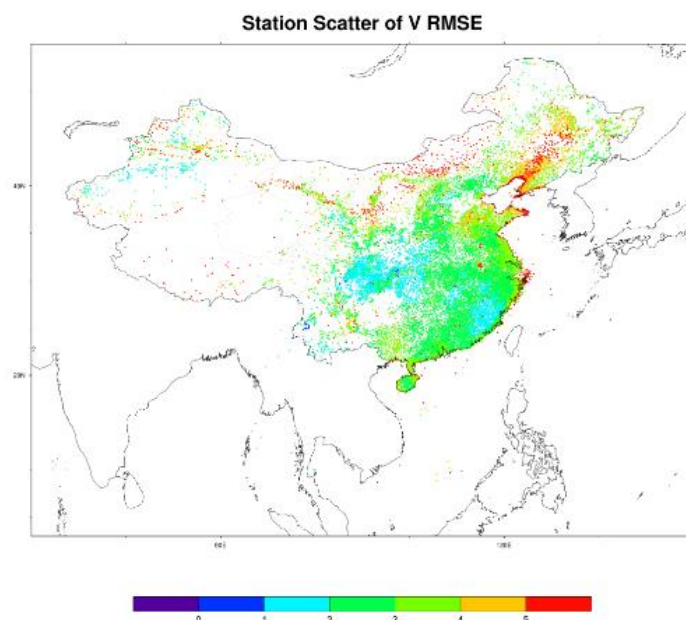


图 1-8 径向风误差空间分布

纬向风的均方根误差普遍小于径向风，只有不到 10% 的站超过了 4，误差的高值区同样集中在内蒙中东及东部沿海

地区（图略）。东北地区东部极个别站标准偏差超过了 5，需要对其测风仪器进行检查。

1.2.2 气温观测数据质量分析

全国有气温观测的区域站一共有 38847 个，其数据到达率情况如图 1-9，26000 余站的数据到达率超过 50%。极个别站的到达率低于了 40%，主要原因是由于文件的时次缺测问题，即不能在全天的八个运行时次传数据到系统参与同化。

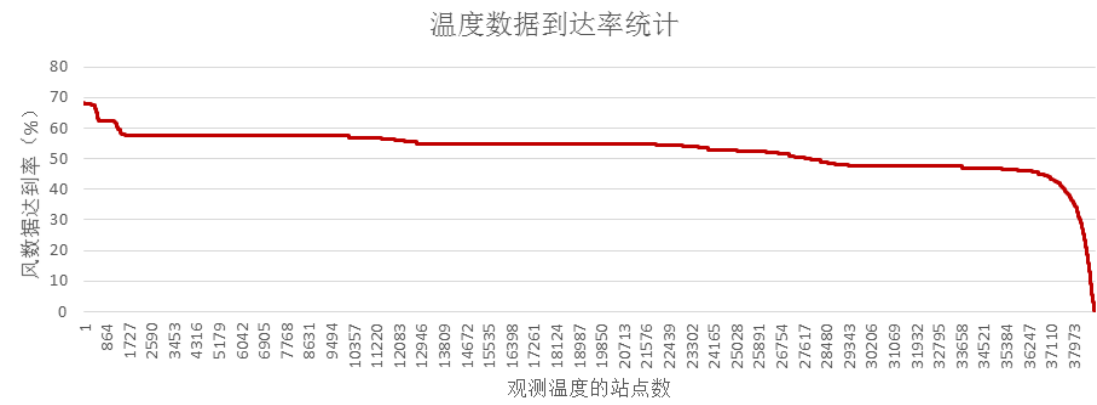


图1-9 气温观测数据达到率情况

均方根误差分析显示，绝大部分自动站气温观测误差可以控制在5℃以内，但个别站的均方根误差达到了100左右，这些站的数据认为是仪器故障导致（图 1-10）。

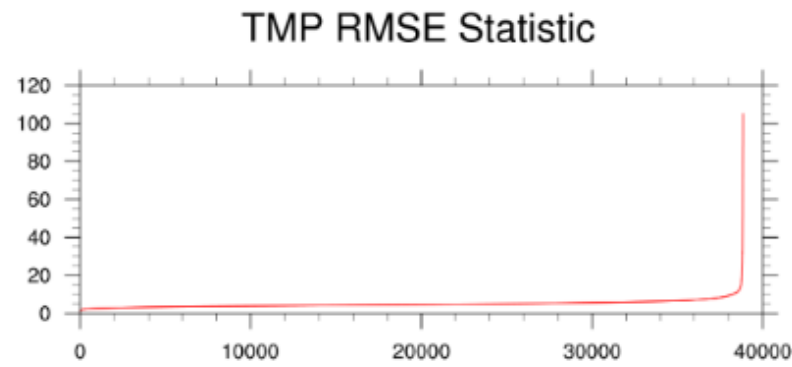


图 1-10 气温均方根误差统计

气温误差较大的站主要分布在云贵高原交接处，新疆天山山脉，秦岭等地势起伏较大的地区，这些地区也与模式的地理分辨率低，地形贴合效果差有关（图 1-11）。

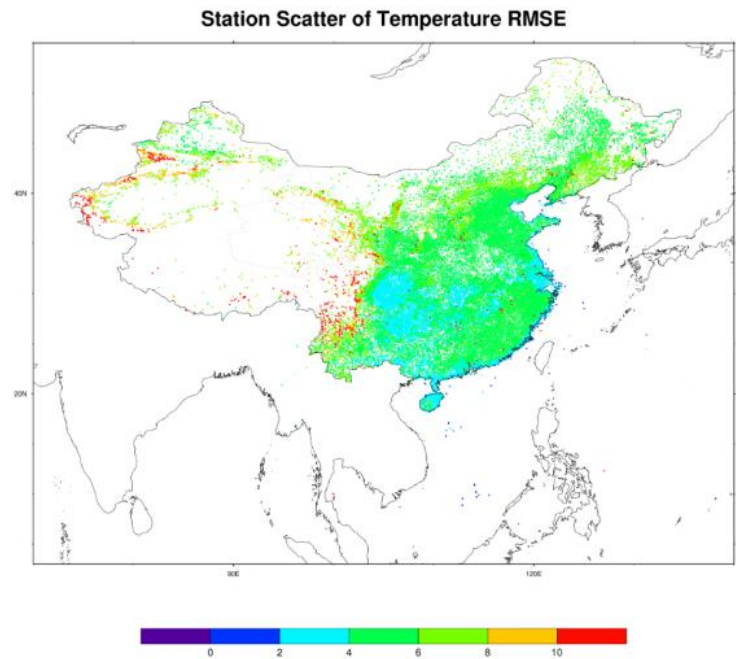


图 1-11 气温误差空间分布

1.2.3 湿度数据观测质量分析

全国有湿度观测的区域站共 7388 个，其数据到达率情况如图 1-12，5300 余站的数据到达率超过 50%。

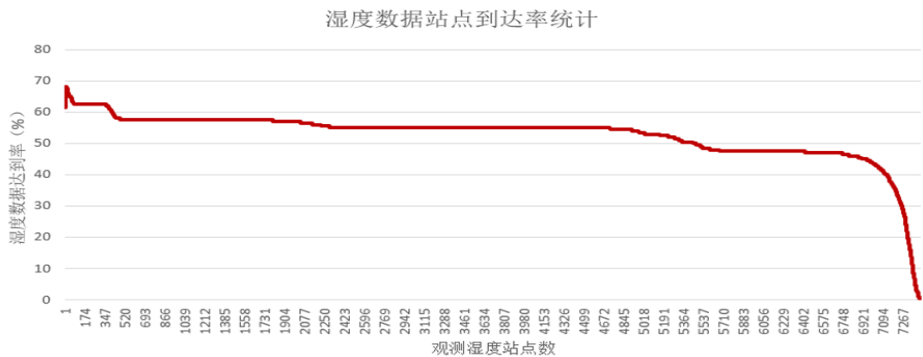


图1-12 相对湿度观测到报率

湿度的误差一般在 20%附近，大部分低于 30%(图 1-13)，

这个误差是比较高的，主要原因可能是因为湿度是 T_d , T , PRS 等物理量的衍生值，其误差通过其他物理量的传递累积起来，导致了较大的误差，也与观测中湿度的误差本身较大有关。

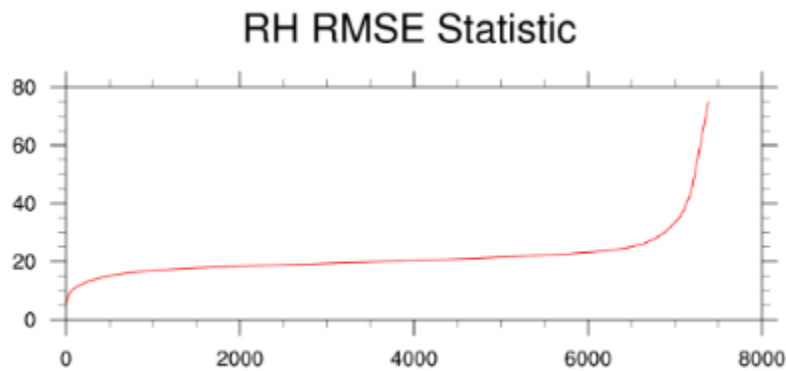


图 1-13 相对湿度均方根误差统计

相对湿度误差较大的站分布在祁连山、太行山、横断山脉附近，可能也和复杂地形有关，也不排除少量站仪器故障，全国其余大部分站误差控制在 20%以下，且分布较为均匀(图 1-14)。

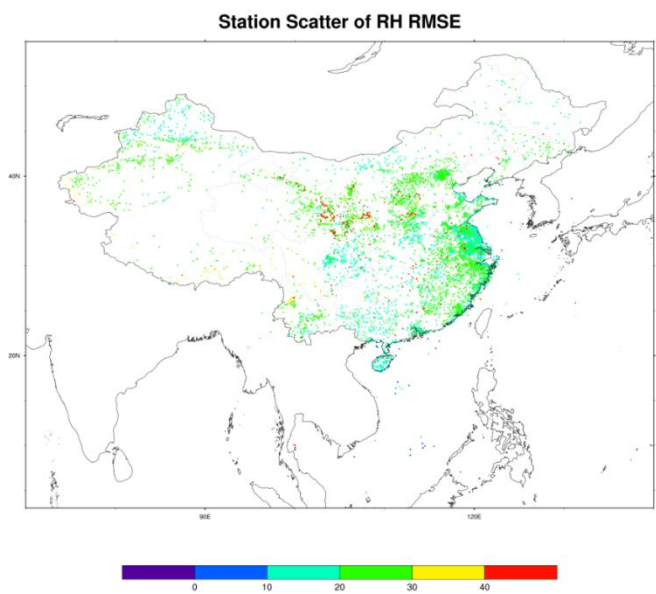


图 1-14 相对湿度误差空间分布

1.2.4 气压数据观测质量分析

全国有气压观测的区域站共 5411 个，其数据到达率如图 1-15，3600 余站数据到达率超过 50%。

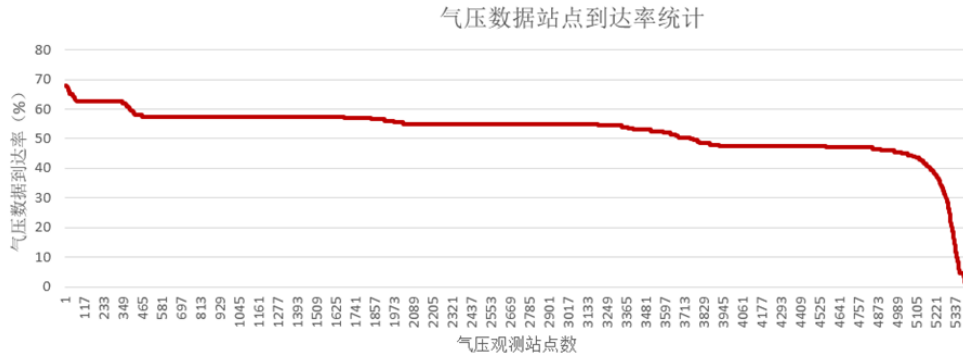


图 1-15 气压观测数据到达率

气压的均方根误差大部分在 60hpa 以下，个别站达到 150hpa 以上（图 1-16）。

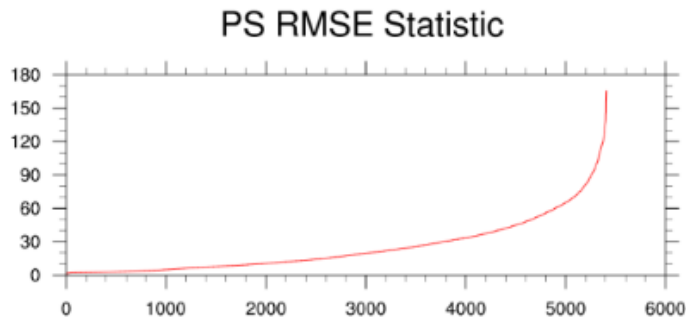


图 1-16 气压均方根误差统计

误差较大的站基本出现在海拔较高的青藏高原，祁连山附近(图 1-17)，这可能也和模式的地形贴合和分辨率有关。误差分布也呈现出明显的西高东低的情况。东部除了福建省、河北省山西省等地的测站出现了 25-25hpa 的均方根误差外，其余大部分站的误差控制在 25hpa 以下。

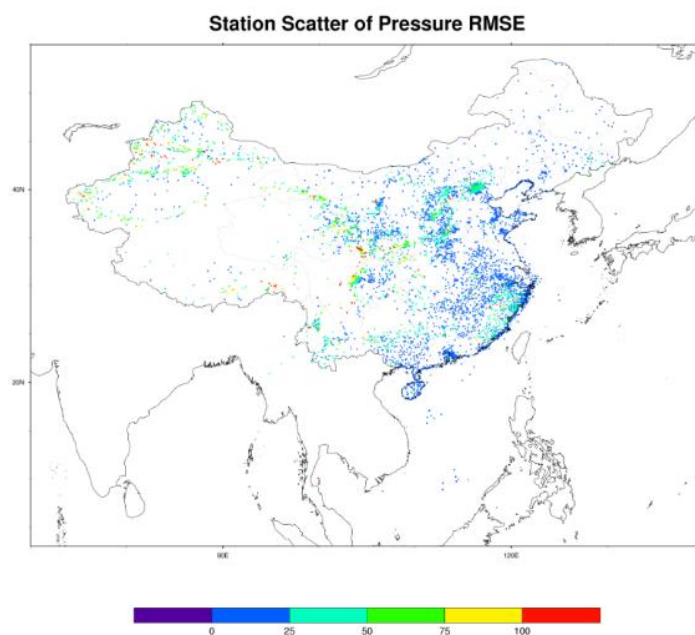


图 1-17 气压误差的空间分布

1.2.5 问题与建议

根据数据处理的情况，区域观测站数据还存在文件格式不正确、到达日期与观测日期矛盾或过晚、无法识别字符、风向字符大小不符等问题，这些问题都严重影响区域站资料的使用。要提高区域站资料的建设和使用效益，必须加强对区域站资料的质量控制和管理，提高数据到报率和正确率。

1.3 土壤湿度观测质量分析

目前全国纳入考核的自动土壤水分站 1918 个。基于 ASOM 平台的监控结果，对土壤水分站业务可用性进行分析如下：

据统计，全国国家级自动土壤水分站 2014 年 1 月至 2014 年 11 月的平均业务可用性为 90.37%，2014 年 12 月至 2015

年 5 月平均业务可用性为 93.20%,运行质量有 2.83%的提高。这表明,自动土壤水分观测设备的运行和维护得到了台站业务人员更多的关注,使数据质量得到了提高。

从设备运行质量的逐月变化情况来看(图 1-18),受土壤冻结等因素影响,上半年尤其是第一季度业务可用性较下半年低。

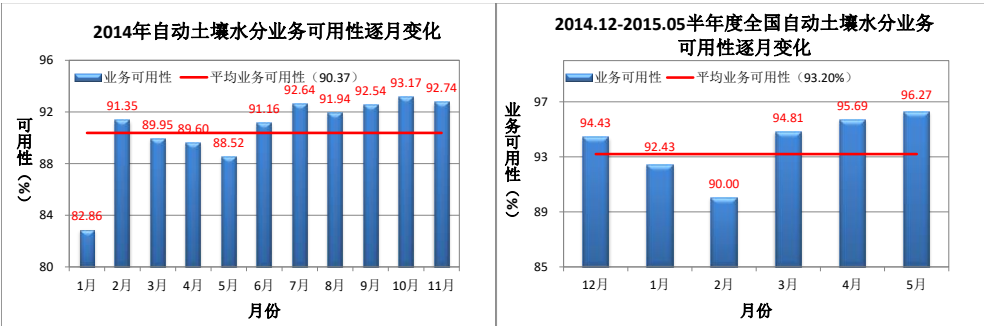


图 1-18 2014、2015 年(1-5 月)全国自动土壤水分业务可用性逐月变化

各省(区、市)气象局国家级自动土壤水分观测站业务可用性均在 60%以上(图 1-19)。2014 年度上海、山西和福建数据质量较高,均超过 98%;黑龙江、贵州、内蒙古、浙江等数据质量较低,主要是数据缺报或数据错误时次较多引起的。2015 年上半年,上海、广西、陕西、福建、江苏、北京、广东、山东数据质量较高,均超过 98%;贵州、黑龙江等省数据质量未改善,数据质量仍较低。

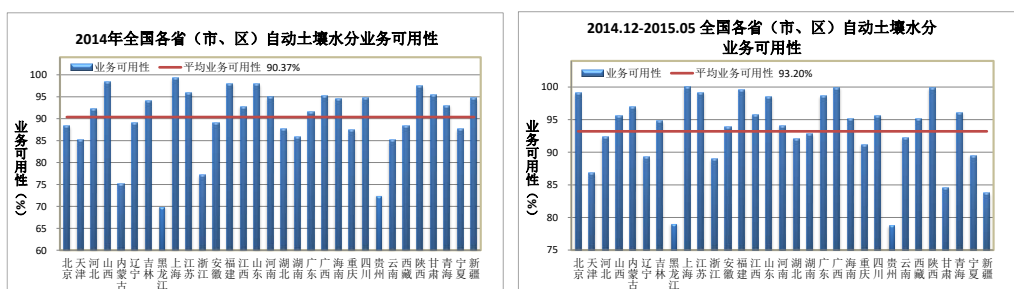


图 1-19 2014、2015 年（1-5 月）全国各省（市、区）自动土壤水分业务可用性

从设备类型来看，插管式传感器(DZN2 型和 DZN3 型)受自身设备特点以及土壤类型和仪器维护质量等影响，性能不如插针式传感器（DZN1 型）稳定（图 1-20）。DZN1 型和 DZN2 型业务可用性均超过中国气象局业务考核标准（90%），而 DZN3 型 2014 年业务可用性未达到业务考核标准（90%）。

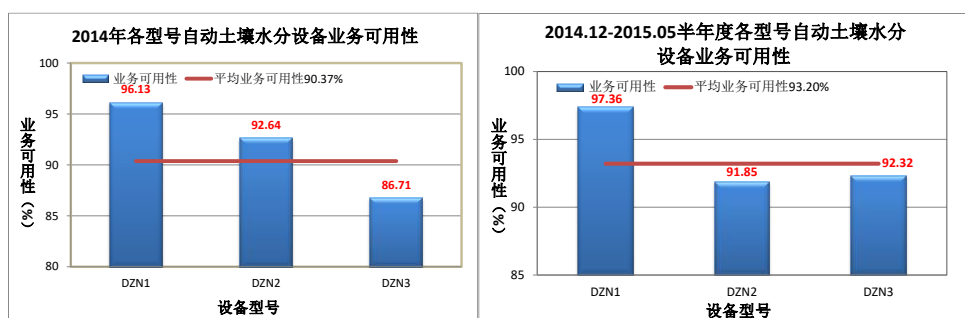


图 1-20 2014、2015 年（1-5 月）自动土壤水分设备各型号业务可用性

从数据错误比率看（图 1-21），2014 年 1 月至 11 月，全国自动土壤水分观测数据错误出现的比率平均为 5.44%，相比较内蒙古、浙江、黑龙江、贵州等省观测数据错误比率较高。而 2014 年 12 月至 2015 年 5 月数据错误比率较去年偏低，平均为 3.91%，其中贵州、天津、浙江等省观测数据错误比率较高。

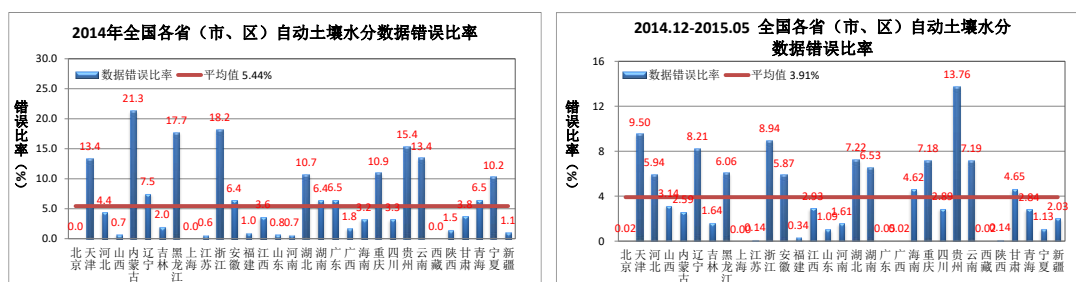


图 1-21 2014、2015 年（1-5 月）全国各省（市、区）自动土壤水分数据错误时次比率

建议：

(1) 建立从台站向省级、国家级上行的设备状态流和由省级、国家级向台站下行的控制流，补充基于设备状态信息的运行质量监控和管理。

(2) 建立数据质量预警系统，台站、省局及设备厂家相关人员对传感器某些观测时次出现短暂性跳跃、土壤水分可疑曲线等仪器设备问题能及时发现，并据此深入分析、查找原因。同时为有效提高观测数据质量，建议在设备级加强质量控制功能。

(3) 资料入库前建立科学、规范的省级或国家级土壤水分观测数据实时质量控制方法和流程，开发省级和国家级质量控制系统。

二、气球探空系统质量分析

中国气象局目前常规高空气象台站 120 个（包括 7 个 GCOS 探空站），均建设 L 波段二次测风雷达-电子探空仪常规高空探测系统，采用气象气球搭载电子探空仪，地面接收电

子探空仪信号的方式进行高空温度、湿度、气压和风的探测。其中，中国气象局气象探测中心地面与高空观测室承担了高空观测系统运行质量分析的任务，通过开展包括高空观测系统耗材质量评估、年度探空仪比对试验和高空报文质量评估系统开展业务质量相关技术指标分析和评估工作，从 3 年的包括数据到报率和观测资料质量评估在内的综合质量业务评估情况（如图 2-1）可以看出，我国整体观测业务质量评分较高，业务处于稳定状态。

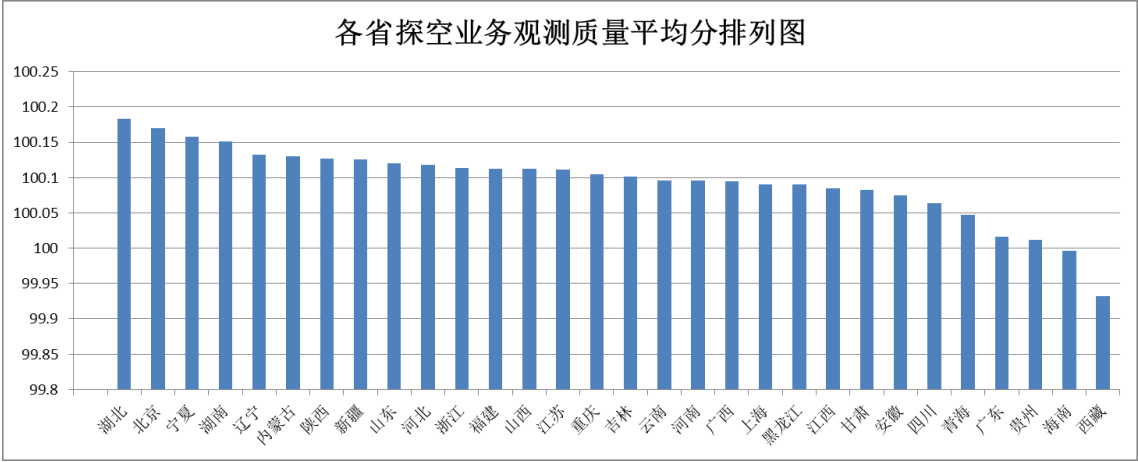


图 2-1 全国探空业务观测资料质量评分均值统计

以下对 2012-2014 年度高空观测系统运行质量进行统计分析。

2.1 高空观测耗材质量评估结果

探空消耗器材主要包括探空仪和气象气球。目前我国高空站已全部使用 L 波段探空系统，探空仪生产厂家和型号如下：上海长望气象科技股份有限公司的 GTS1 型（简称 GTS1 型），太原无线电一厂的 GTS1-1 型（简称 GTS1-1 型），南京

大桥机器有限公司的 GTS1-2 型（简称 GTS1-2 型）。气象气球生产厂家和类型如下：中国化工橡胶株洲研究设计院 750g（简称株洲 750）、300g（简称株洲 300）、1600g（简称株洲 1600），广州双一气象器材有限公司 750g（简称广州 750）、300g（简称广州 300）。

2.1.1 探空仪

总体来看，探空仪故障率均低于 7%（图 2-2），根据《探空仪、气象气球质量管理办法（试行）》规定，在 III 级质量问题（10%—30%）以下。其中长望 GTS1 型探空仪稳定在 3.5% 以下，大桥和太原探空仪故障率也稳步降低，气象气球中 750g 气球和 300g 气球均 5.5% 以下，均能满足中国气象局要求。GTS1 型探空仪 2012 年~2014 年不合格率均处于较低水平，且受天气环境影响较小，最大和最小值波动范围不大。GTS1-1 和 GTS1-2 型探空仪不合格率明显逐年降低，至 2014 年基本达到 GTS1 型探空仪水平，但是不合格率随季节和天气情况变化波动幅度较大。三年总体情况看，探空仪质量稳中有降。

建议：进一步分析研究季节和天气影响问题，以提升探空仪的合格率水平。

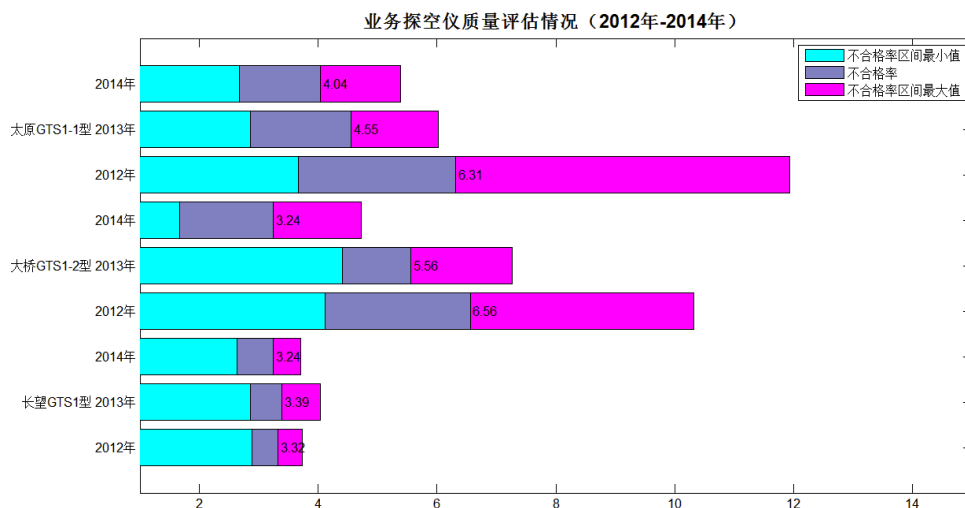


图 2-2 三种型号探空仪月平均单站故障率统计

2.1.2 探空气球

从 2012~2014 年气球不合格率统计情况（如图 2-3）可以明显看出：广州和株洲 300g 气球不合格率均处于低水平，业务质量稳定；广州和株洲 750g 气球不合格率基本相当，但是值得关注的是广州 750g 气球不合格率有小幅上升的趋势，应监督厂家加强气球质量把关。1600g 气球不合格率持续处于较高水平，且不合格率逐年上升趋势明显，应引起生产部门的重视。

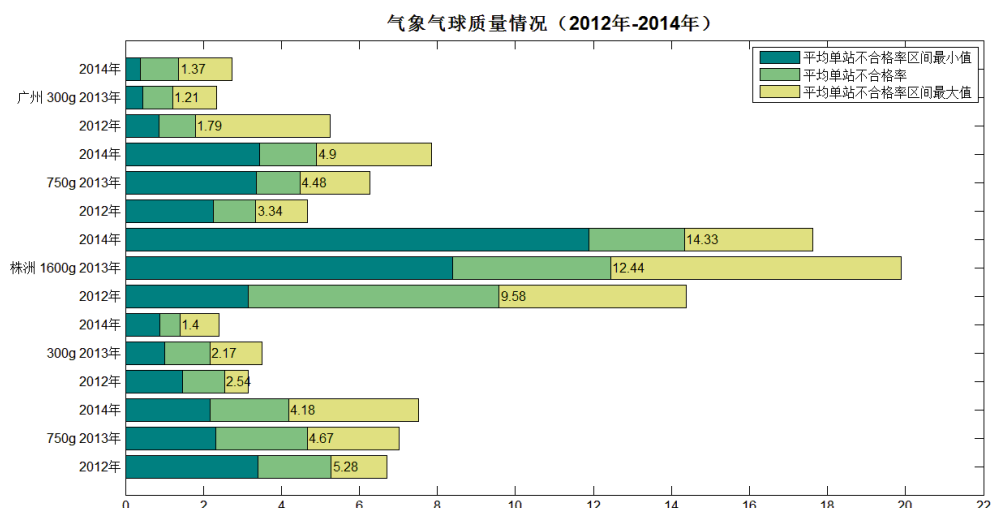


图 2-3 各型号探空仪气球平均单站不合格率统计

2.2 业务探空仪比对试验结果

根据中国气象局要求，地面与高空观测室在 2011~2014 年均开展了业务探空仪比对试验，通过开展我国探空仪与 RS92 型探空仪同球比对观测，进行业务探空仪与国际主流先进探空仪的可比较性分析。2011-2014 年各要素对比结果如图 2-4。

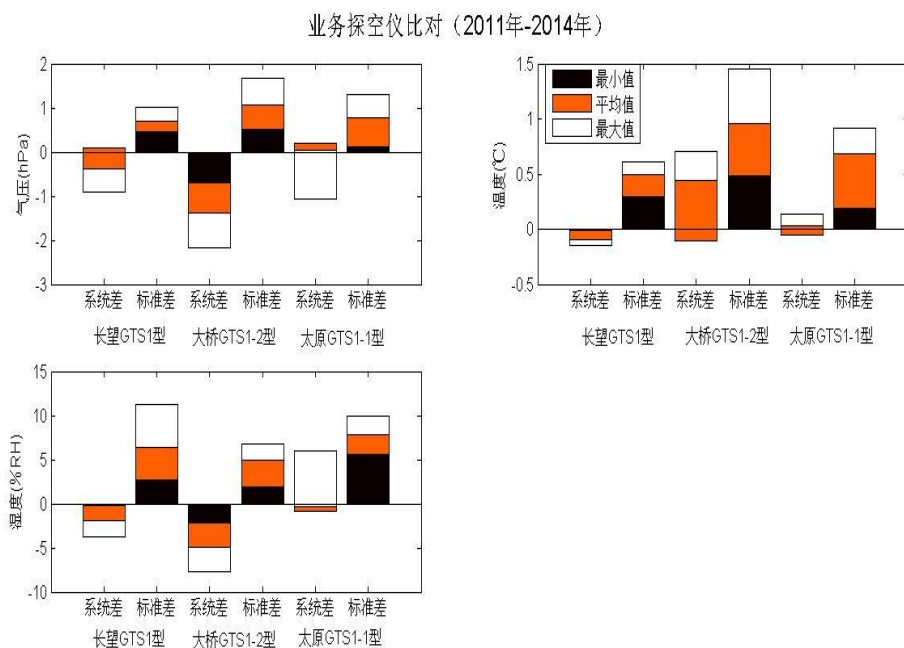


图 2-4 2011-2014 年业务探空仪比对结果

从图 2-4 可见，GTS1 型探空仪在气压、温度和湿度方面无论是系统差还是标准差在 3 种业务探空仪中均最小，整体处于技术领先，GTS1-2 型探空仪与 GTS1 型探空仪误差特性基本相同但误差相对偏大。GTS1-2 型探空仪较其他两种探空仪误差偏大，探测技术水平相对偏低，该结论与用户对高空观测资料的评估结果相符。

从评估结果看，我国目前 3 种业务探空仪在温度、气压，特别是湿度探测性能方面与国外先进探空仪差异明显，均不能够完全满足高空气象业务观测的指标要求，亟需进行传感器更换和技术升级。

2.3 高空观测资料质量评估结果

高空报文与 T639 初估场的对比评估结果如下：

2.3.1 探空高度与初估场对比情况

从 2012~2014 年探空高度与初估场对比看出（图 2-5），探空高空与初估场在 50hPa 以下高度系统偏差较稳定，但从 50hPa 以上高度系统偏差提升明显，最多到 15gpm，同时，观测资料标准差存在明显的随高度增加而提升，最大达到 25gpm，通过与业务探空仪比对试验结果联合分析，探空高度明显受气压传感器探测性能影响导致探空高度与初估场的差异，在 70hPa 以上体现出气压偏低，高度偏高的趋势。

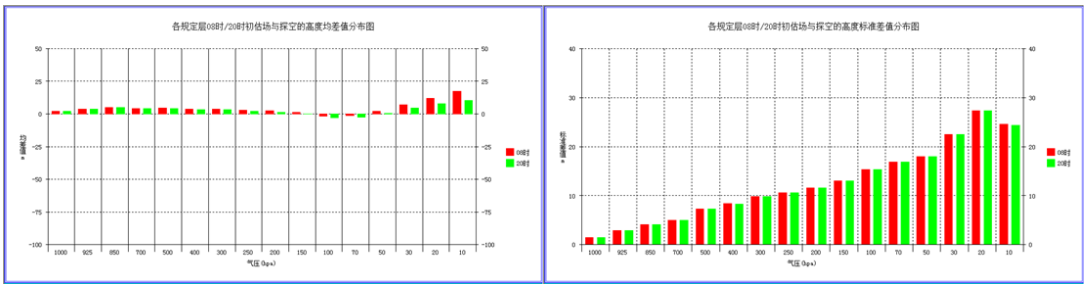


图 2-5 各规定层 08/20 时初估场与探空高度均差与标准差分布图

2.3.2 探空温度与初估场对比情况

从 2012~2014 年探空温度与初估场对比看出(图 2-6)，探空仪温度观测日夜之间在 200hPa 左右高度出现较显著的差异，日间系统差增长显著，20hPa 以上高度超过 1℃，夜间在 0.5℃，但是，随高度增高系统差和标准差同样体现出较显著的标准差增大的情况，该结论与业务探空仪比对试验结果高度吻合。可以得出结论，目前业务用温度传感器白天和夜间的温度误差（特别是辐射误差）均未得到有效修正，温度观测的系统偏差和随机波动误差均超过了高空业务观

测要求，该性能的改善，将有效修正高空温度观测资料与初估场的差异，提升高空温度观测资料的应用水平。

同时，值得关注的是，高空温度系统误差和标准差的误差增大趋势与探空高度误差结果也是匹配的，坐标轴的误差同样也是导致温度观测资料误差增大的重要原因，改进探空高度探测也是提升高空温度观测资料质量的重要手段。

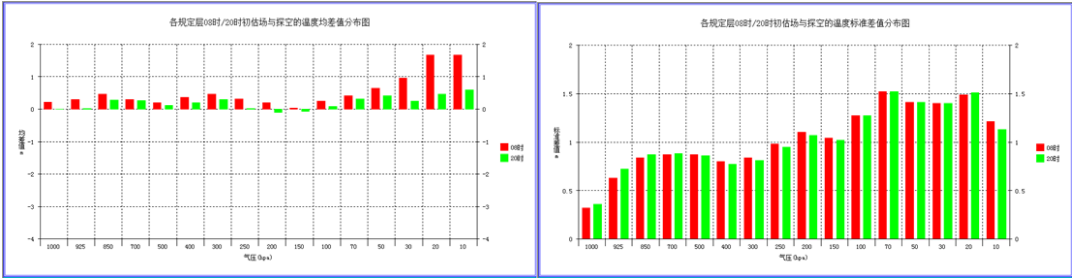


图 2-6 各规定层 08/20 时初估场与探空温度均差与标准差分布图

2.3.3 高空风与初估场对比情况

从 2012~2014 年高空风与初估场对比看出（图 2-7，图 2-8），高空风观测与初估场的差异无论在风速还是风向方面均较为显著，不能完全满足高空气象观测实际需求，相关误差分布特征与地空室开展的相关测试评估结果相符，同时也能够看出其与探空高度误差规律存在较强相关性。

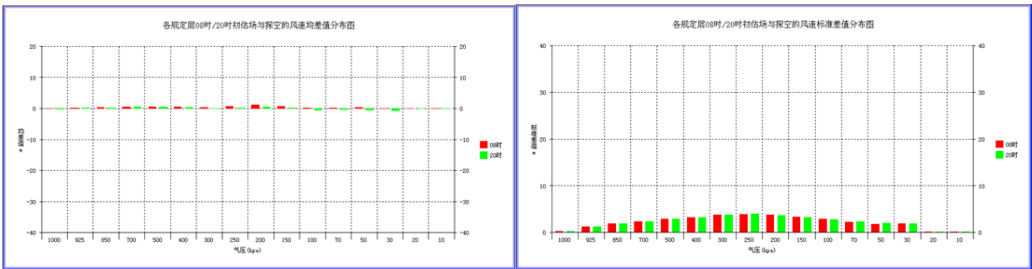


图 2-7 各规定层 08/20 时初估场与探空风速均差与标准差分布图

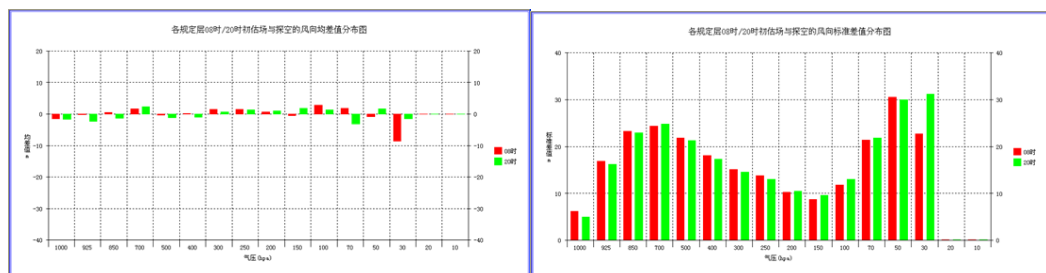


图 2-8 各规定层 08/20 时初估场与探空风向均差与标准差分布图

总结与建议：根据初估场和探空仪传感器的对比情况可以看出，目前我国探空资料与初估场的差异与传感器误差特性具有较明显的对应关系，因此，改进业务探空仪的传感器对于提升观测资料质量提升观测资料在预报中的应用效益具有重要作用，是下阶段高空观测领域应重点推进工作。

三、雷电观测系统质量分析

国家雷电监测网从 2008 年开始纳入中国气象局管理，监测站点逐年增加（图 3-1）。截止到 2015 年 8 月，纳入 ASOM 系统监控和评估的国家雷电监测站共计 354 套，较 2014 年（344 套）增加 10 套。目前全国雷电监测站设备涉及厂家 1 家，1 个型号，具体信息见表 3-1。

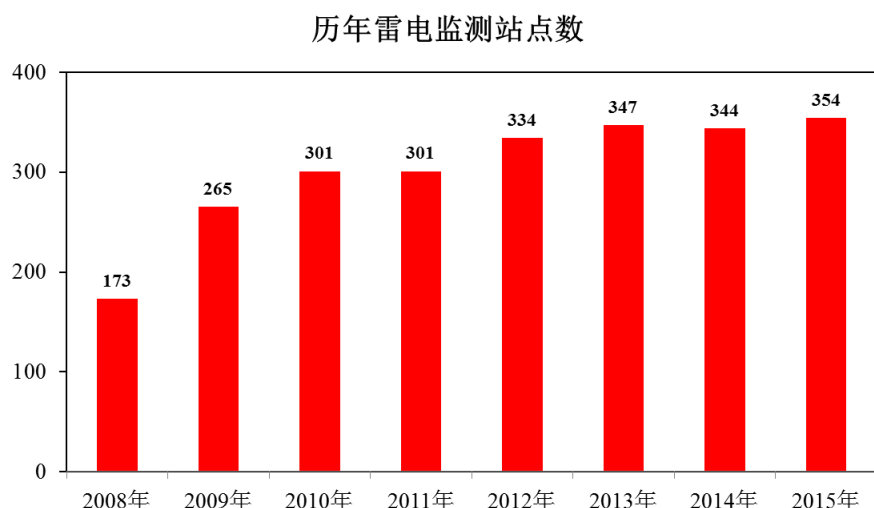


图 3-1 2007 年-2015 年全国雷电监测站点数

表 3-1 2014—2015 年全国业务运行雷电监测设备型号及数量

厂家	型号	2014 年	2015 年
北京华云东方探测技术有限公司	ADTD	344	354
变化情况		2015 年 1 月 1 日取消江苏宜兴站和四川木里站考核，新增山西大同、阳泉，吉林通榆，浙江长兴、平阳，山东东阿、临沭、乳山、龙口，新疆风城库、陆梁、玛河等 12 个站	

3.1 评估方法

业务可用性：经雷电设备状态判定后，设备状态正常时次和可疑（自检偏差大或晶振偏差大）时次之和在设备应运行时次中所占百分比。

$$\text{业务可用性} = \frac{\text{正常时次} + \text{可疑时次}}{\text{应运行时次}} \times 100\%$$

2008—2013 年，国家雷电监测站业务可用性评估方法为：基于每年 6 月~9 月状态数据的到报情况，以小时为单位、按月进行统计分析。1 小时内状态数据到报，则认为该小时数据为正常时次，未进行可疑时次分析。

2013 年 10 月开始，业务可用性由 ASOM 系统进行分析。

ASOM 系统中国家雷电监测站评估频率为每十分钟 1 次，一天为 144 次；正常进行解析的观测数据经质量检查后分要素正常、要素可疑二个级别。要素正常时次加上要素可疑时次，除以 144，即为业务可用性。

3.2 评估结果

2008—2013 年 6 月~9 月，国家雷电监测站业务可用性逐年提高（图 3-2），从 2008 年的不足 90%，到 2011 年以后提高到 95%以上。2013 年业务可用性略有下降，主要是由于青藏高原地区部分站点运行率较低，后期经过巡检，运行恢复正常。

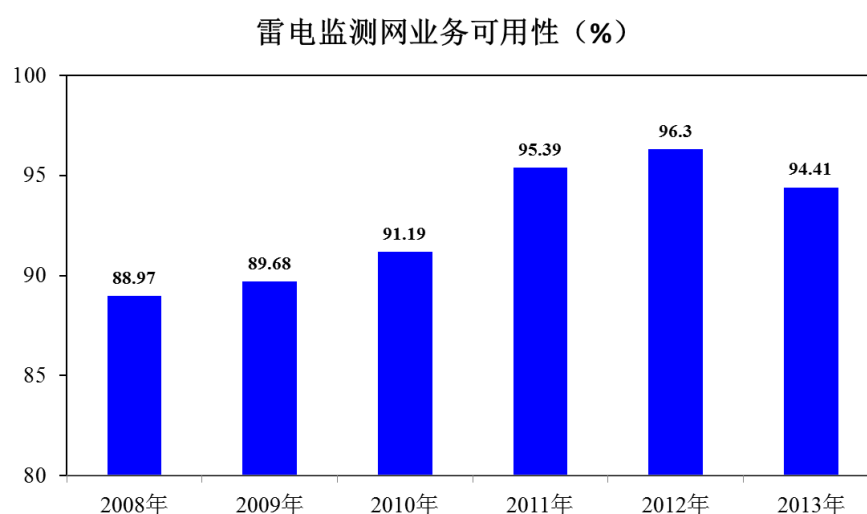


图 3-2 2008 年-2013 年全国雷电监测站业务可用性逐年变化

2014 年 1 月至 2015 年 8 月纳入评估的国家雷电监测站平均业务可用性为 92.27%，其中 2015 年（1-8 月平均）雷电监测站平均业务可用性较 2014 年有小幅增加，具体如图

3-3 所示。

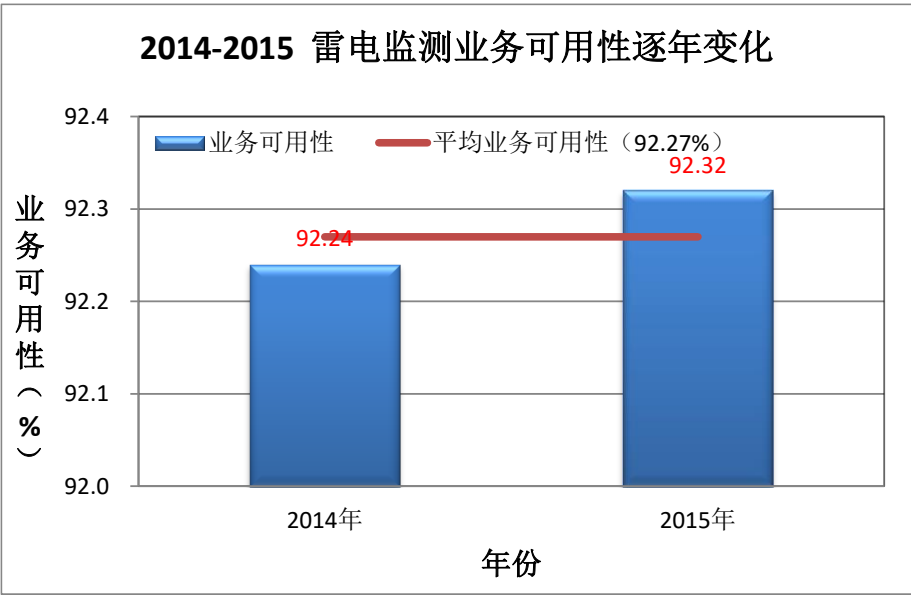


图 3-3 2014 年-2015 年全国雷电监测站业务可用性逐年变化

从雷电监测站业务可用性逐月变化情况（见图 3-4）看，目前雷电监测网业务可用性变化起伏较大，运行还不十分稳定。

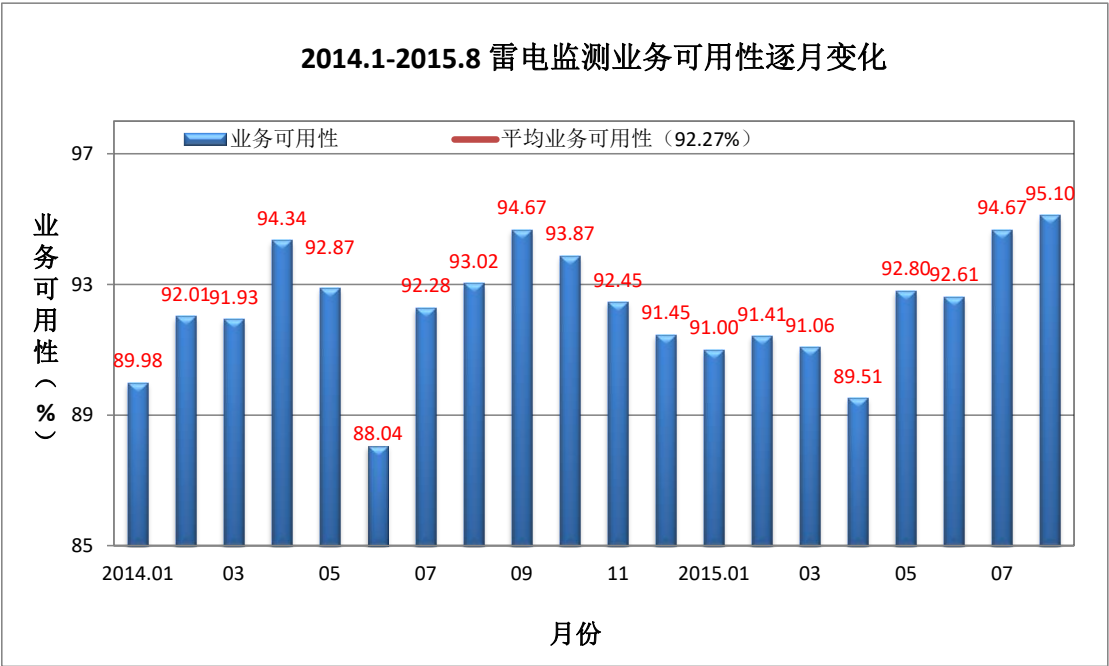


图 3-4 2014 年-2015 年全国雷电监测站业务可用性逐月变化

问题及建议：

从雷电监测设备日常监控及运行评估结果看，目前主要存在以下问题：

1) 设备状态信息还不能满足设备运行情况的准确监控及故障快速定位需求；

2) 雷电监测设备故障以电子盒和电源盒故障为主，需要厂家对上述部件生产工艺进行改进，降低故障发生率；

3) 目前雷电监测备件流转速度相对较慢，导致故障持续时间较长，影响了设备的业务可用性。尤其是中西部高原地区因设备故障导致的停运时间较长；

4) 雷电监测设备采用数据流方式传输，数据在部分省级保障部门未落地，造成监控力度不强，同时还存在雷电监测业务管理不明确等现象，影响设备保障时效。

四、GNSS/MET 地基导航卫星水汽观测网质量分析

截至 2014 年 12 月 31 日，我国已经建成由 970 个地基 GNSS 站组成的观测网络，其中陆态网站点 260 个，各省、地区或市局自建或合建站点 710 个，GNSS/MET 系统的站点分布如图 3。站点的设备主要由天宝、莱卡、拓扑康和阿什泰克等公司生产，其中天宝、莱卡、拓扑康和阿什泰克的接收机分别占总接收机数量 60%、25%、12%和 1%。

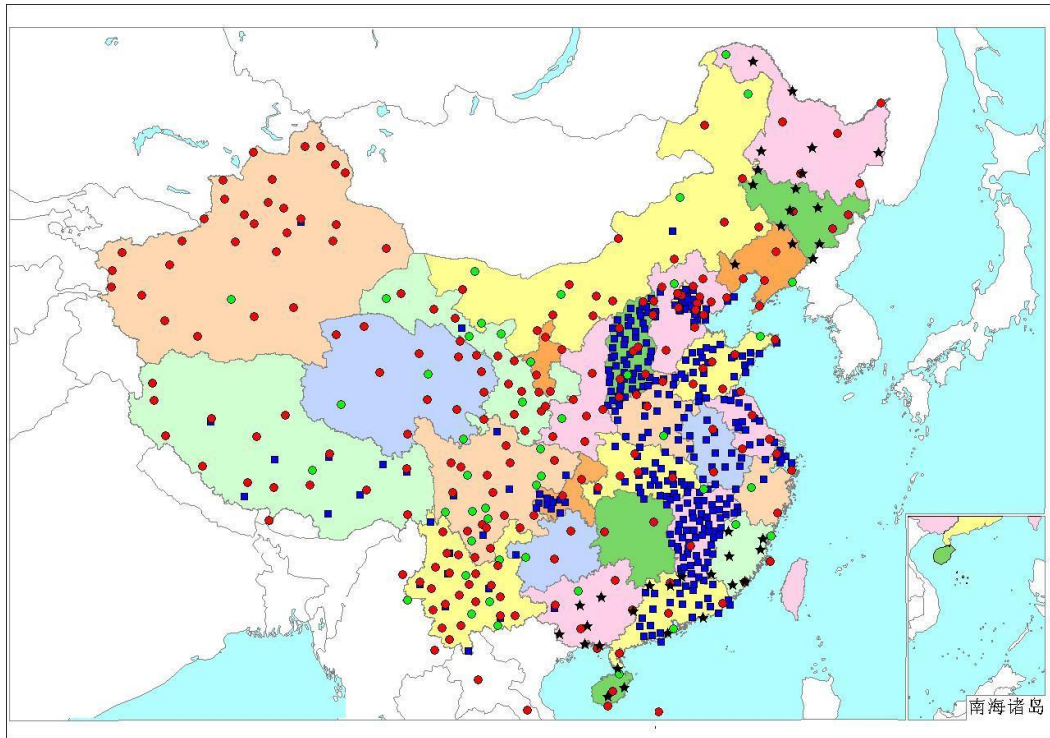


图 4-1 中国地基导航卫星遥感水汽站分布图

4.1 到报率和有效率分析

对 2015 年上半年（1 月～6 月）GNSS/MET 观测数据统计结果表明，纳入观测司考核 710 个台站中，623 个台站的 ZIP 数据包到报率达到 98%，占总站点数 88%（图 4-2）。到报率不足 90%的站点功 30 个，其中无数据上传的站点 8 个。从 m、n 和 o 文件到报率统计结果来看（图 4-3），m 和 n 文件到报率达到 98%的站点数量共 623 个，占总站点数 88%，与 ZIP 包到报率相当。o 文件到报率达到 98%的站点数量共 348 个，占总站点数 49%，明显偏少。在 o 文件到报率小于 98%的台站中，有 169 站的到报率小于 50%，占总站点数 23%，有 77 站无 o 文件上传，占总站点数 11%。从 m、n 和 o 文件有效率统计结果来看（图 4-4），这里有效率的定义为“合格

文件数除以实到文件数”(表 4-1)。从图 14 可以看出，m、n 和 o 文件有效率达到 98%的站点数分别为 71、110 和 49，分别占总站点数 10%、15%和 7%；m、n 和 o 文件有效率达到 93%的站点数分别为 299、695 和 631，分别占总站点数 42%、98%和 89%；显然 m 文件的有效率明显偏低。

综上所述，要提高中国气象局自建站或省市局共建站观测数据质量，提高观测数据文件的到报率和有效率是首要任务。

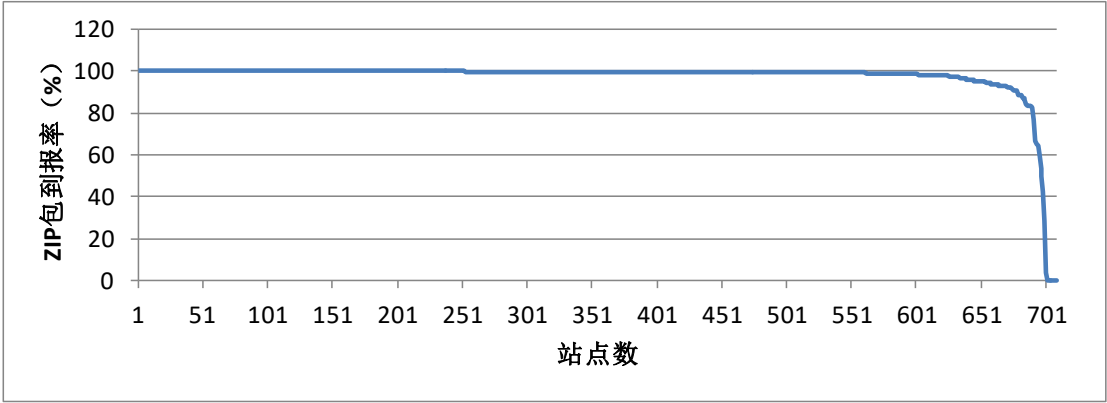


图 4-2 ZIP 数据包到报率

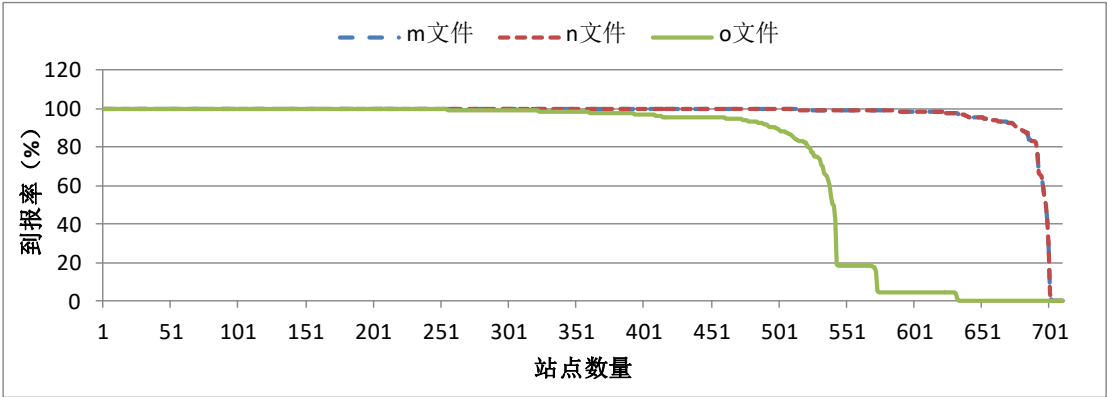


图 4-3 M、n、o 文件到报率

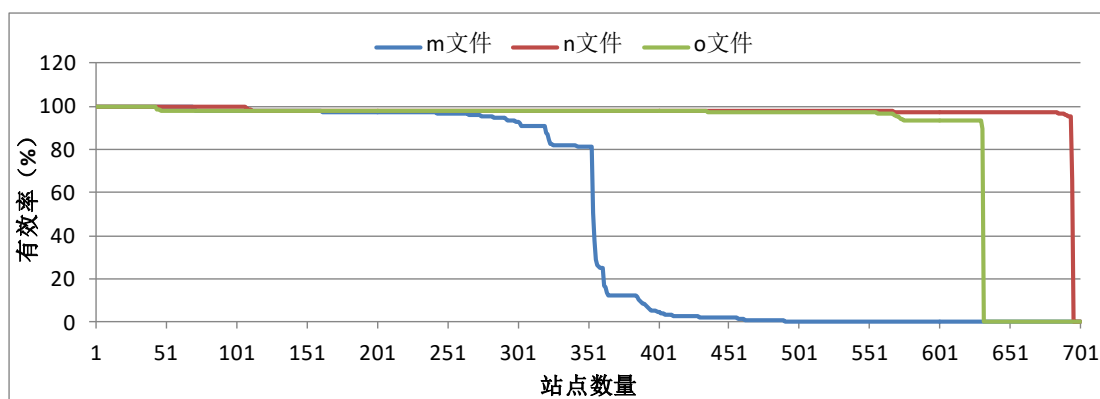


图 4-4 M、n、o 文件有效率

从到报率空间分布来看，各省 zip 数据包、m 和 n 文件的到报率基本都大于 90%（图略）。从 o 文件到报率来看，河南全省、湖北全省、湖南大部分站点以及山东部分站点 o 文件到报率基本在 20%~40%之间，需要重点整改（图 4-5）。

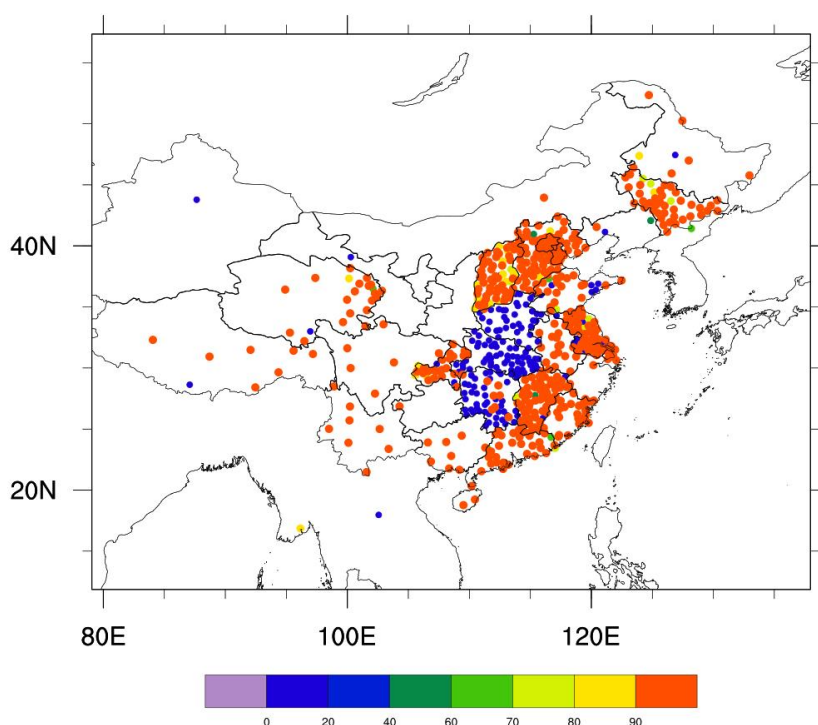


图 4-5 中国气象局自建站或省市局共建站 O 文件到报率空间分布

从观测文件有效率空间分布来看(图 4-6),东北三省、内蒙、河北、江苏、安徽、江西、广东、广西、海南、四川、重庆、云南等省 m 文件有效率约 20%~40%,需要整改。湖南省大部分站 m 文件到报率约 80%~90%,需要进一步提高。**注:**河北省已经在 6 月底至 7 月初完成了 m 文件整改。从 n 文件有效率看来,各省上传的 n 文件有效率基本在 90%以上。从 o 文件有效率来看,河南全省、湖南部分站点, o 文件有效率仅 20%~40%,需要重点整改。

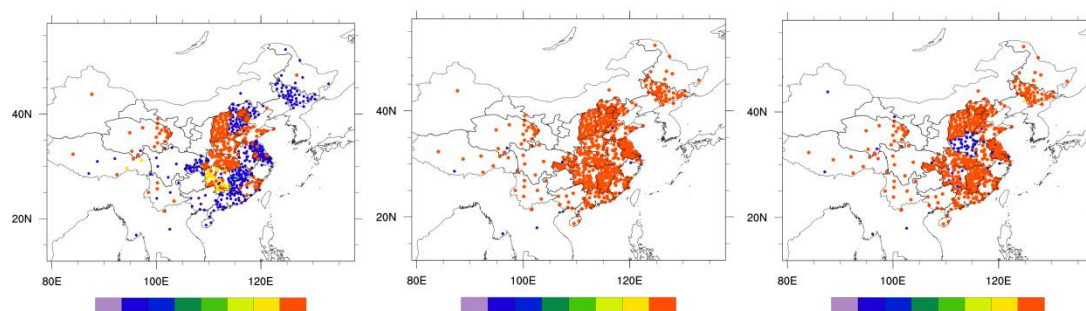


图 4-6 中国气象局自建站或共建站 m (左)、n (中)、o (右) 文件到有效率空间分布

4.2 o 文件完整率分析

在 GNSS/MET 观测数据中, o 文件最为重要。2015 年上半年(1 月~6 月)GNSS/MET 有效 o 文件数据完整率达到 80% (GNSS/MET 产品反演处理最低要求)点共 433 个,占站点数量 61%。这说明中国气象局自建站或省市局共建站观测数据可用的站点仅 60%。

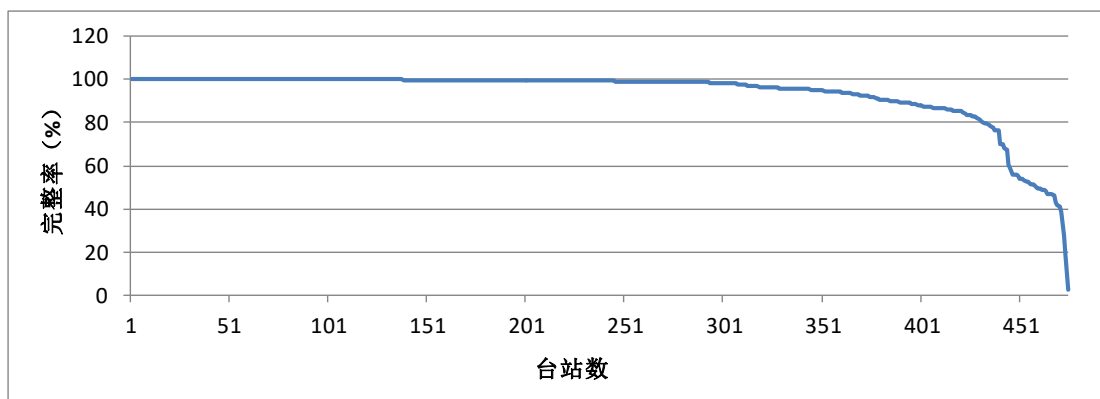


图 4-7 o 文件完整率分析

从有效 o 文件的完整率空间分布来看，重庆市上传数据完整率仅 20%~40%，湖北和广东省上传数据完整率约 40%~60%，河南省上传的 zip 包文件命名不符合(气发,[2008],367 号)规范，导致 o 文件不可用，需要重点整改。

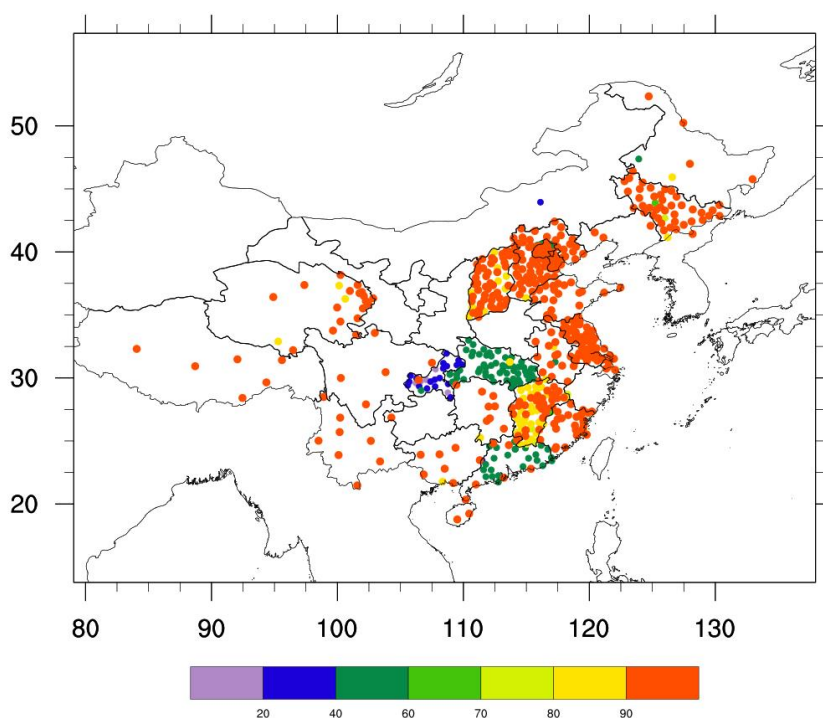


图 4-8 中国气象局自建站或省市局共建站 o 文件完整率空间分布

4. 3 多路径效应及周跳影响分析

多路径效应对 GNSS/MET 数据处理结果有严重影响，造成多路径效应原因包括建筑物、水面或其他反射物表面对 GNSS 信号反射等，与观测环境密切相关。图 4-9 和图 4-10 分别给出了多路径效应（MP1 和 MP2）的分析情况，由图可见，在 o 文件数据有效的台站中，大部分台站（89%）的多路径效应小于 0.5m，另外，有 14 个台站的多路径效应超过 1m，其中有 5 个台站的多路径效应超过 2m。

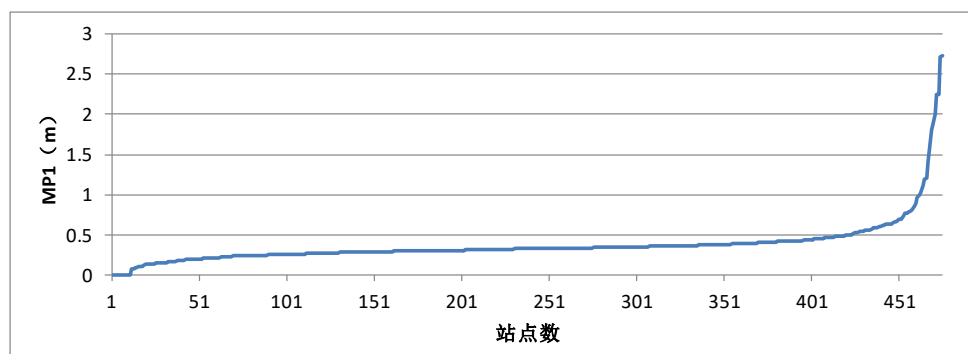


图 4-9 多路径效应（MP1）分析

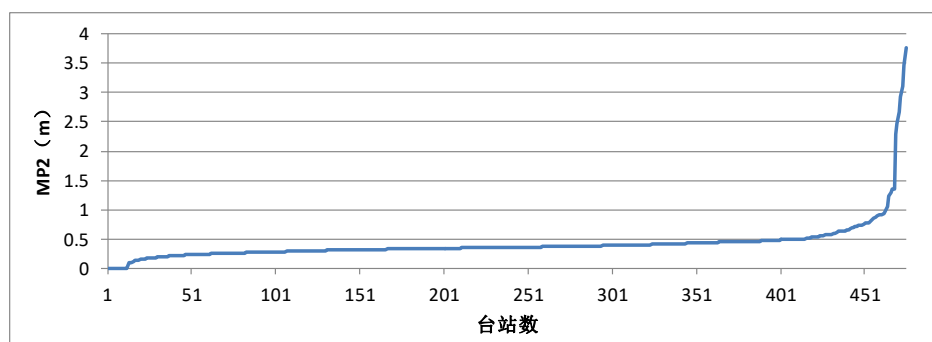


图 4-10 多路径效应（MP2）分析

周跳对 GNSS/MET 数据处理结果也有重要影响。卫星信号被天线附近的地形、地物短时间遮挡，卫星信号接收受到电磁干扰，导致信号变弱，或者接收机内信号处理单元老化或质量不佳等都会引起周跳。图 4-11 给出了观测数与周跳

数之比的分析情况，由图可见，在 o 文件有效的台站中，大部分台站（93%）的观测数与周跳数之比大于 100，另外有 33 个台站的观测数与周跳数之比小于 100。

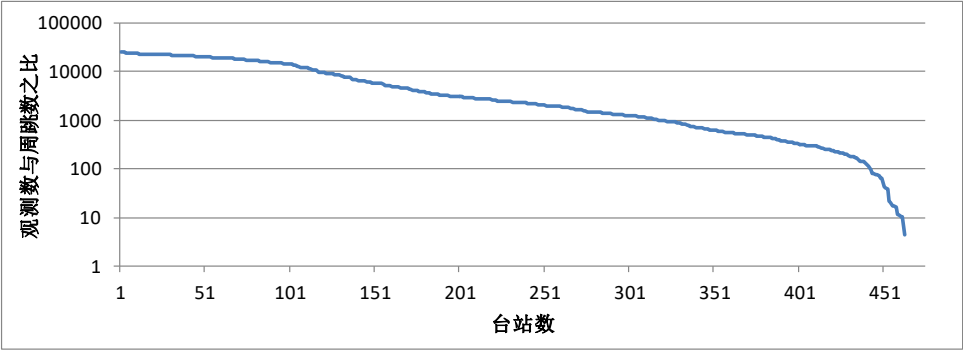


图 4-11 观测数与周跳数之比分析

对于多路径效应严重或者观测数与周跳数之比小于 100 的台站，需进行观测环境整改或设备升级。

从多路径效应（MP1 和 MP2）空间分布（图 4-12）来看，全国大部分站点基本满足要求，但北京市的观测站点多路径效应严重，需重点整改。从观测数与周跳数之比空间分布来看（图 4-13），大部分站满足观测要求。

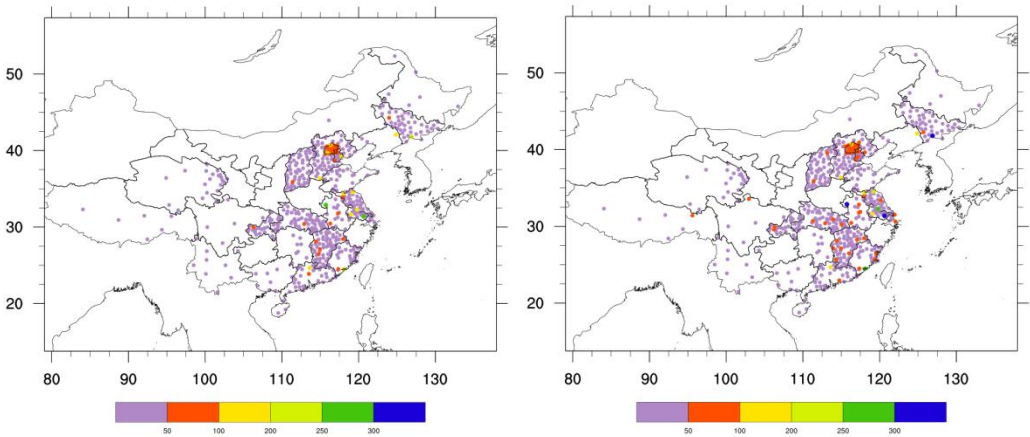


图 4-12 中国气象局自建站或省市局共建站 mp1（左）、mp2（右）空间分布

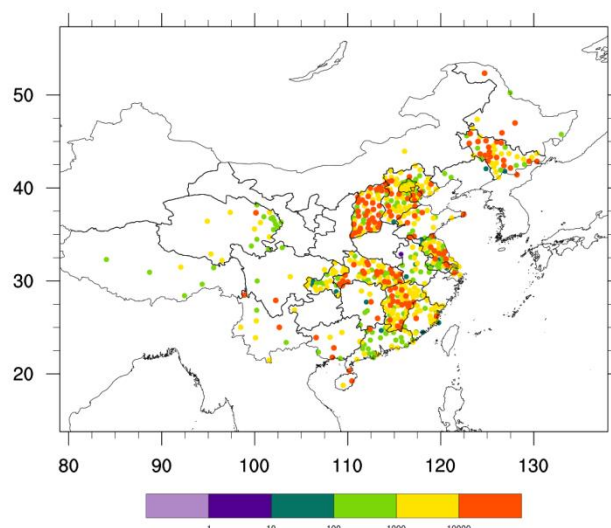


图 4-13 中国气象局自建站或省市局共建站观测数与周跳数比值空间分布

4.4 改进建议

(1) 建设省局级的 GNSS/MET 观测数据检查系统，系统功能包括台站五位站号和四位站名匹配检查、观测有效时间检查、数据完整性检查、数据有效率检查、多路径效应检查、观测数与周跳数之比检查等。从而让省局具备先发现、早发现和及时解决 GNSS/MET 台站观测问题的基本业务能力。

(2) 加强各台站对 GNSS/MET 的了解，提高对环境影响的认识，保持探测天线放置的环境要求。

(3) 改善部分台站数据传输方式，如北京，升级无线网宽带，避免数据包丢失现象。单频站尽快改造升级为双频站。

(完)