

杨敏航,郑黎峰,蔡玉婷. 基于天镜的气象数据传输质量统计应用研究[J]. 陕西气象,2026(4):87-92.

文章编号:1006-4354(2026)04-0087-06

基于天镜的气象数据传输质量统计应用研究

杨敏航,郑黎峰,蔡玉婷

(陕西省气象数据中心,西安 710014)

摘要:目前,大多数气象数据传输质量统计仍依赖手工方式,统计工作存在耗时长,错误率高的问题。随着气象信息技术发展,天镜系统已在全国气象部门推广应用。为充分发挥天镜系统功能,推进其本地化应用,本文采取 Python 语言编程自动计算文件传输及时率,将计算结果与相关信息存入数据库。利用天镜 Report 模块完成周报、月报自动统计,并以图表形式直观展示统计结果,实现传输质量的自动化统计和展示;基于天镜 Automation 模块完成气象数据自动化入库。目前该数据传输业务质量统计系统运行稳定,显著提高了业务工作的自动化水平,减轻了一线业务人员的工作负担。

关键词:天镜;质量统计;自动化运维;报表可视化

中图分类号:TP311.1

文献标识码:A

气象综合业务实时监控系統(简称“天镜”)是国家气象信息中心研发的综合性气象业务监控平台,具备数据监控、故障告警、资源管理、可视化展示、自定义部署等核心功能^[1-2]。系统遵循“纵向到底、横向到边”原则,纵向覆盖国、省、市、县四级气象部门,横向贯通气象业务与管理领域^[3-4],实现了国家级、省级核心业务系统的全面监控与国省两级监控联动^[5-6]。“天镜 1.0”于 2017 年 10 月首次上线应用,并于 2018 年 11 月起在全国逐步部署,2019 年 7 月开展业务试用。2023 年国家气象信息中心开展“天镜 2.0”试用和推广,陕西省气象局已完成“天镜 2.0”本地化系统功能优化、综合业务全流程集约化监控能力建设,实现了 61 项上行数据监控和运维管理功能,完成了“天镜 1.0”配置的平稳迁移,实现了数据传输“全流程、全生命周期、一体化、可视化”的统一实时监控^[7-8]。

虽然天镜在数据全流程监控机制方面已比较完善,但在处理气象数据,计算气象数据传输及时率,制作周报、月报方面仍然工作不便,需要省级

业务人员手动统计传输及时率,这种人工统计的方式重复度高,自动化程度低,出错风险大,直接制约了气象数据业务的提质增效。目前天镜虽然已经推广起来,但各省主要以监控为主,只做到了“看”和简单配置需要监控的站点,而对不同站点每周、每月的传输及时率,按照不同资料或者不同市区划分传输及时率,目前还处于手工统计阶段,或者独立于天镜手写脚本统计,然后将统计的质量报表通过邮件等方式转发出去,集约化程度低,制作传播流程更冗余。天镜提供了丰富的功能模块,但各省对这些模块的应用还处于探索阶段,各个模块之间“低耦合,高内聚”,如何将两个关联程度低的模块“用”到一起,将手写的程序集约到天镜里面,开发应用适合本省实际情况的本地化系统,是值得研究的问题。在此背景下,为响应气象高质量发展的要求,增强气象科技基础创新能力、夯实气象基础能力建设,推进气象服务向数字化、智能化转型^[9-10],本文以两个天镜模块配置为基础,融入算法设计,以解决实际问题、提高程序集约化和办公自动化为目标导向,形成一套适用于

收稿日期:2024-12-20

作者简介:杨敏航(1996—),女,汉族,陕西宝鸡人,硕士,助理工程师,主要从事气象信息技术工作。

本省实际情况的本地化应用系统。基于天镜 Report 可视化报表管理模块(以下简称“天镜 Report”)实现了对气象观测数据传输及时率的自动化统计,可自动生成周报和月报,并以图表形式完成可视化展示,只要数据库数据更新,多个用户就能通过登录天镜平台查看到最新的质量统计,并且可以利用内置模块实时下载数据,简化了报表制作传播流程。同时,基于天镜 Automation 运维自动化模块(以下简称“天镜 Automation”)实现了报表生成任务的周期运行,显著提升了气象数据业务的全流程自动化水平。

1 总体架构

总体架构主要分为存储层、处理层、表示层^[11-13]三部分,如图 1 所示。存储层基于天镜 Automation,以 Mysql 数据库为支撑,对气象观测数据进行插入、删除和查询等操作。在数据存到数据库表后,天镜 Report 的处理层对这些数据进一步处理,具体操作包含市区(县)两级联动:通过不同市的划分,把各个市所属的区(县)罗列出来。对数据传输及时率进行计算,分别求得各个市平均及时率,最后使用天镜 Report 模块的接口对数据进行排序,使得数据在表示层更加注重用户体验。天镜 Report 的表示层包含查询组件,报表组件和绘图组件。查询组件方便业务人员按照时间和资料类型查询。报表组件作为主要内容按照年份、月份、资料类型显示台站的传输及时率。绘图组件根据及时率和不同的省市画出柱状图。

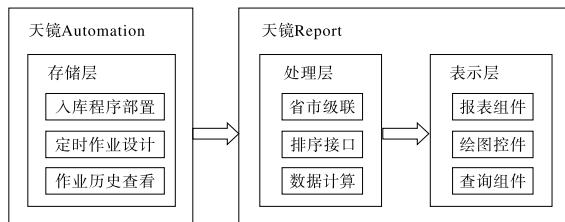


图 1 基于天镜的质量报表统计系统架构图

2 功能设计

2.1 资料查询

天镜 Report 模块内置支持自定义配置的查询、绘图和下载组件,以数据质量月报统计场景为例,该组件支持省级和站级两种空间查询粒度。其中,当统计资料类型为大气成分、GNSS/MET、

公路交通、紫外线、酸雨等资料时,仅开放省级粒度查询权限,查询结果可体现陕西省在全国各省份区域中的气象数据传输及时率以及对应排名情况;当资料类型为区域站、骨干站等资料类型时,系统支持以省级和站级为单位进行统计,显示陕西省在全国各省份中的传输及时率排名情况,不仅展示陕西省每个市县下不同站号的传输及时率,还可计算出市级的传输及时率并进行排名。为满足质量月报统计需求,本系统设计了三个下拉查询框,用户可根据年份、月份、资料类型查询某年某月的传输及时率。在用户点击查询的同时,系统会以表格形式显示当月对应资料的数据,并按照及时率从高到低排序。空间粒度为站级时,计算及时率的公式如下。

$$R_j^i = \frac{a_j^i}{b_j^i} \quad (i \in \{1, 2, 3 \cdots 12\}, j \in \{1, 2 \cdots n\}), \tag{1}$$

$$R_c^i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_j^i \quad (c \in \{1, 2 \cdots m\}). \tag{2}$$

其中, a_j^i 表示第*i*个月的第*j*个县所属站号的应收数量, b_j^i 表示第*i*个月的第*j*个县所属站号的实收数量, R_j^i 表示第*i*个月的第*j*个县所属站号的及时率, R_c^i 表示第*i*个月的第*c*个城市的及时率。以陕西为例包含 11 个市,所以 *m* 的值为 10 或者 11,当统计国家级地面气象观测站(有值守)和区域站时,包含杨凌,*m* 的值为 11。当统计骨干站时,仅为陕西省下的 10 个市,不包含杨凌,*m* 值为 10。*n* 值为城市下辖区县的站号数量。

2.2 柱状图绘制

用户点击查询按钮时,绘制该资料的柱状图,在国家级质量中,横坐标是各个省,纵坐标是及时率,并按照及时率从高到低排序,可以看到陕西省在全国的排名。在省级质量中,横坐标是陕西省的各个市,纵坐标是及时率,将及时率从高到低排序,可以看到各个市在当月传输及时率的排名。

2.3 图表下载

用户可以利用 Report 模块提供的内置功能将查询到的数据下载到本地,可以选择自己所需的格式,比如 Word,PDF,Excel 等。

3 天镜介绍和算法设计

3.1 天镜模块

天镜 Report 是一款报表展示应用,是统一的报表管理工具,通过报表设计器将各类图表组合形成可供分析的告警类、资源类、监控类等多类统计报表。应用提供自定义报表设计、多数据源关联、多格式导出、打印、在线设置报表清单,用于对各类运维数据进行更加灵活直观的展现。

天镜 Automation 是运维自动化的作业编排管理工具,提供基础架构的自动化技术,内置丰富的运维操作,灵活编排各种运维场景,各种标准化操作流程,提供了作业编排、执行计划、场景执行、作业历史、作业总览等功能,可根据现状按需扩

展,最大限度的节约人力成本、降低管理风险、提升运维效率。

3.2 数据库接入

天镜 Report 模块提供了各种数据库的接入,比如 Mysql, MongoDB, SQLServer 等。Mysql 数据库由于开源免费、高性能、易维护的特点,适合大多数 Web 应用和中小型业务场景。Mysql 数据库主要用于存储结构化数据,传输质量统计的省名、年份、月份、资料类型、及时率为结构化数据^[14],从而实现存储气象传输及时率信息。以质量月报为例,省级的数据库表结构如表 1 所示。站级的数据库表结构如表 2 所示。

表 1 省级传输及时率数据库表结构设计

序号	字段编码	字段名称	数据类型	是否可为空	备注
1	PROV	省名	varchar(10)	否	主键
2	YEAR	年	char(10)	是	
3	MON	月	char(10)	是	
4	DATA_NAME	资料类型	varchar(20)	是	
5	DATA_NAME_C	子类型	varchar(20)	是	
6	INTIME_RATE	及时率(%)	varchar(10)	是	

表 2 站级传输及时率数据库表结构设计

序号	字段编码	字段名称	数据类型	是否可为空	备注
1	IIIII	站号	varchar(5)	否	主键
2	SOURCE_PROV	省名	varchar(10)	是	
3	SOURCE_CITY	市名	varchar(10)	是	
4	SOURCE_COUNTRY	区县名	varchar(10)	是	
5	YEAR	年	char(10)	是	
6	MON	月	char(10)	是	
7	DATA_NAME	资料类型	varchar(20)	是	
8	INTIME_RATE	及时率(%)	varchar(10)	是	

设计好表结构后,在 Report 模块进行接入,主要接入流程如图 2 所示。首先在 Report 模块的设置中新建数据源,填写数据库相关信息,点击

测试链接,连接成功后,对数据源进行新增数据集,对新增的数据集可以勾选所需的参数字段,最后展示结果字段,可以查看十条数据。

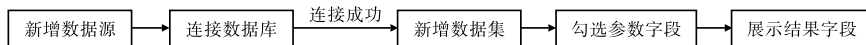


图 2 基于天镜的第三方数据库接入流程图

3.3 自动化入库算法设计

由于每周和每月都需要统计气象考核数据的传输及时率,该过程具有周期性和重复性,因此自动入库非常必要,可以有效减少人工操作。考虑到特殊情况需求,本系统设计了自动入库和手工入库两种方式,将手工入库作为备用方式,在天镜 Automation 服务器异常或者自动入库算法出错时,可以通过手工入库的方式保存数据,提高容错率。入库算法的伪代码如下:

获取上个月的年份 *year*

获取上个月的月份 *lastmon*

files=[根据 *lastyear* 和 *lastmon* 构建质量文件名列表]

for 循环遍历 *files* 列表:

根据文件名获得资料类型 *dataname*

根据文件名获得资料子类型 *datanamec*

根据文件名构建文件所在路径 *file_path*

访问 *file_path*,读取文件,获得省份和及时率的字典 *dict_list*

db=pymysql.connect(数据库参数信息)

cur=*db.cursor()* #连接数据库

for 循环遍历 *dict_list* 字典:

获得省份 *prov*

获得及时率 *rate*

根据 *prov*,*year*,*mon*,*dataname*,*datanamec*,*rate* 构建数据库语句插入到表中

提交到数据库执行

关闭数据库连接

完成算法设计后,为实现定期执行,可采用两种方式配置。一种是在服务器上的任务执行计划中设置,另外一种是在天镜 Automation 模块中设置。本系统为实现集中管理,在天镜 Automation 模块中设置。首先在测试机上部署相关程序,测试通过后发送给管理员审批。审批通过后将代码正式发布,然后在定时作业中设置要执行的用户机、超时时长(操作下发到代理后到执行完成的最长时间),以及执行顺序(并行/串行)等。程序执行方式设置为“本地代理”方式,表示程序在最终目标节点(本地)上执行,超时时长设置为 5 min,执行顺序设置为“并行”,表示在同一个节

点上该操作能并行执行,可以提高处理速度。设置完成后保存,即可通过作业历史观察执行结果。由于周质量和月质量是通过数据库里面的日表统计出的,每次执行查询指令都需要在海量的日数据中使用 SQL 语句(SELECT)查询,经过计算将结果返回到页面显示,经常导致查询页面长时间等待结果或因超时提示错误。本算法通过设置自动任务定时完成计算并将结果存入数据库中,提升查询效率和网页响应速度。

4 结果展示

图 3 为天镜 Report 上的 2024 年 11 月国家级地面气象观测站(有值守)的传输及时率和柱状图,鼠标悬停在柱状图上即可看到省份和及时率,界面简单直观,方便用户查询和下载传输及时率数据。

图 4 为 2024 年 9 月 16—22 日为期一周的骨干站、区域站和土壤水分站的周报传输及时率情况。由于每周需要入库,数据量较大,之前日期的及时率重用度不高,并且往期周报可以在气政通首页-服务产品-数据质量周报栏目下查到,因此为了提高性能,将历史质量迁移出来,导出 Excel 表进行备份,周报入库以覆盖方式保存,即每次入库覆盖上一周信息,只保留最新周的周质量。

5 结语

本文联动两个“低耦合”的天镜模块,依托天镜 Report 模块自定义了气象考核站点的传输及时率的查询、展示和下载功能,依托天镜 Automation 模块设计了自动化气象数据的入库,将外部程序集约到天镜中,提高了系统的集约化,打破传统手工制作质量报表,然后通过邮件等方式转发的传递流程,实现了只要数据库数据更新,多个用户就能通过登录天镜平台查看到最新的质量统计,并且可以利用内置模块实时下载数据,提高了工作流程的智能化,简化了传递流程,模块运行稳定,是一次天镜本地化应用的成功探索。

但还存在一些不足,一是存在站点数量越多响应时间越慢的情况,后续需要在数据库检索效率以及天镜系统优化方面进一步研究,提高用户友好度。二是考虑到数据库要兼顾国产化和集约化,符合气象部门总体技术要求。在下一版本

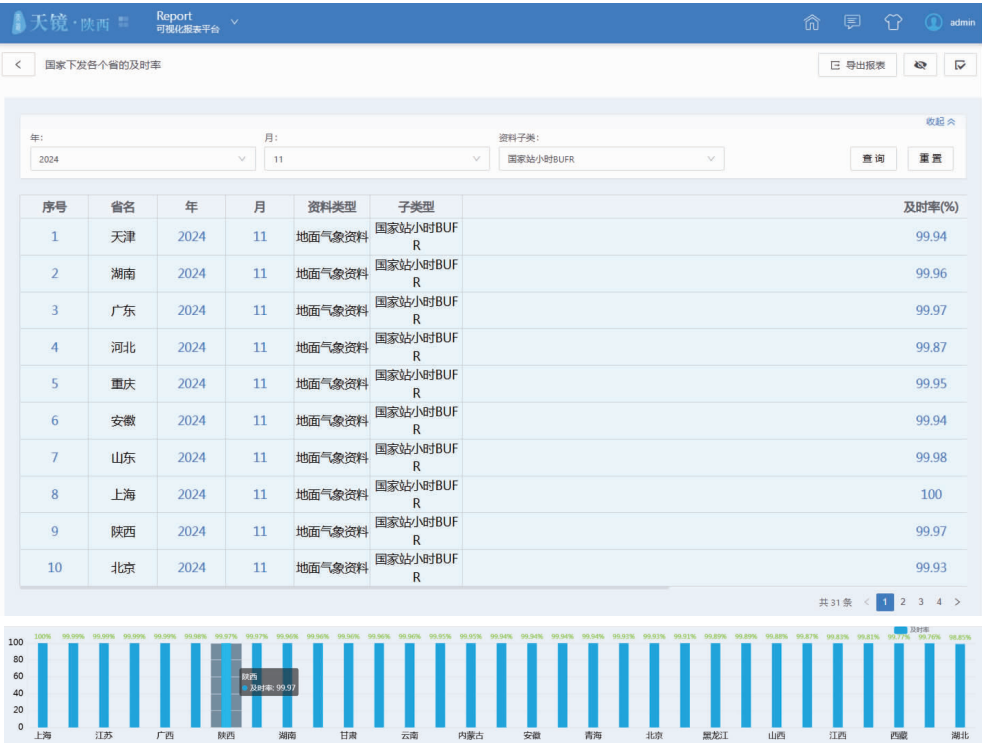


图 3 基于天镜 Report 的月报质量统计



图 4 基于天镜 Report 的周报质量统计

迭代中,将使用国产化数据库存储数据。三是虽然目前通过提前计算数据的方式减少了查询时间,但并未从根本解决问题,遇到海量数据仍然会出现此类情况,后续应在优化查询方式入手,合理添加索引等方式,降低查询时间。

参考文献:

[1] 何林,任杰,吉庆. 智能网格天气预报监控平台设计研究[J]. 计算机技术与发展,2022,32(1):197-

203.
[2] 张小琼,梁苑苑,邓力涌. 基于天镜的气象信息服务管理系统设计与实现[J]. 气象研究与应用, 2023,44(2):98-102.
[3] 徐晓庆,李新庆,黄艳红,等. 网络安全态势感知融入天镜系统的关键技术研究[J]. 中低纬山地气象, 2023,47(3):93-97.
[4] 徐达,曾乐,王英杰.“天镜”全流程指标计算功能优化[J]. 计算机技术与发展,2023,33(7):20-26.
[5] 李雪松,尹娟,邵戎,等. 基于“天镜”气象数据传输

的自动语音拨号监控系统的研发[J]. 气象水文海洋仪器, 2024, 41(3): 45-48.

[6] 冯超, 全秋浩, 杨鹤, 等. 基于“天镜”的吉林省气象信息网络监控系统研究与实现[J]. 气象灾害防御, 2022, 29(4): 44-48.

[7] 徐晓庆, 黄艳红, 李新庆, 等. 宁夏市县气象综合业务监控系统设计 and 应用[J]. 陕西气象, 2023(4): 63-68.

[8] 王笑, 魏夏璐, 韩宸望. 基于“天镜”系统在实时业务监视中的应用研究[J]. 科技经济市场, 2022(4): 28-30.

[9] 黄珣, 李娜, 李媛璐, 等. 国家气象信息中心: 聚力跑出气象信息高质量发展加速度[N]. 中国气象报, 2024-10-24.

[10] 李新庆, 王凡, 陈玉华, 等. 宁夏气象信息综合监控平台设计与实现[J]. 计算机与数字工程, 2014, 42(5): 859-862.

[11] 李新庆, 陈海波, 杨有林, 等. 宁夏综合气象信息共享与管理系统设计研究[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(5): 135-141.

[12] 刘乖乖, 孙超, 曾乐, 等. 基于“天镜”的 CIPAS3.0 监控应用设计与实现[J]. 气象科技, 2023, 51(6): 907-916.

[13] 孙超, 肖文名, 陈永涛, 等. 气象综合业务实时监控系统的的设计[J]. 气象科技进展, 2018, 8(1): 153-157.

[14] 李新庆, 卫建国, 单新兰, 等. 宁夏气象业务内网的功能与实现[J]. 干旱气象, 2017, 35(6): 1077-1083.

更 正

《陕西气象》2026 年第 3 期第 12 页《山东夏季区域极端降水时空特征及成因分析》一文中收稿日期“2025-02-29”应为“2025-02-09”，特此更正。