

实践探索

Practical Exploration

水情值班软件的设计与实现

文 ◆ 黄河水文水资源科学研究院 张敦银
河南黄河水文科技有限公司 任 烽 刘同年 方海军

引言

黄河作为中华民族的母亲河，其水情变化对流域内的人民生命财产安全和经济社会发展具有深远影响。在防汛工作中，水情信息的准确、及时获取至关重要，是各级决策部门制定科学防汛策略的基础。水情自动测报系统^[1]的出现，极大提升了水情信息的采集与处理效率，而水情值班软件作为该系统的核心应用，更是在其中发挥着关键作用。水情值班软件通过集成先进的技术手段，实现了对黄河流域水文信息的实时监控、快速分析与有效管理，为防汛指挥提供了强有力的决策支持。深入研究水情值班软件的设计与实现，对于提升黄河流域的防汛能力、保障流域安全具有重要的现实意义。

1 设计思路

水情值班软件^[2]的设计思路遵循“平台稳定性、技术先进性、系统完整性、结构开放性、网络适应性”的设计思想，在设计和开发中坚持“平台大众化、业务服务人性化、应用开发平台化、

接口开放化、管理工具实用化”等原则，系统体系结构遵循感知层（各种水文要素传感器）、数据层（数据采集传输）、逻辑层（数据服务）和表现层（应用层）多层结构，使系统在建设的过程中既能统一部署，又能分阶段实施，保证系统建设的系统性和可执行性。

系统采用 B/S 多层技术框架，集成数据库技术、Net 技术、中间件技术、微服务技术、信息安全技术以及系统集成技术等，实现了水情数据的采集、传输、解码、入库、查询、统计、报表等功能。

2 基于物联网的三层架构

黄河水文自动测报系统基于物联网的“自动感知、可靠传输、智能应用”业务模式，建设统一数据采集平台^[3]，综合地理信息系统（GIS）技术、计算机技术、人工智能技术、无线传输技术，实现对水情、雨情等水文要素的实时监测。

物联网的体系架构有三层，具体如下。（1）感知层，物联网依靠感知层识别物体和采集信息。（2）网络层，实现对传输的信息进行融合等处理。（3）应用层，其是物联网和用户的接口，能够针对不同用户和不同行业的应用，提供相应的管理平台和运行平台。黄河水文自动测报系统物联网三层体系架构图如图 1 所示。

3 功能模块设计

水情值班软件由运行监控、数据查询、统计报表与值班管理 4 个部分组成，包含软件运行监控、通信信道状态监控、信息查询和统计、雨量监控、统计报表、测站运行状况点阵图、运行日报表、雨量等值线^[4]、告警信息等功能。实现对水情报文从接收、校验、解码、入库、查询、统计等整个运转流程的实时监控，对异常测站信息进行告警；实时监控 4G 信道、北斗卫星信道、北斗指挥机信道运行状态；实时监控全测区降雨信息，对 2 小时降雨量进行滚动监控，统计卫星信道、4G 信道系统畅通率^[5]、到报率；每日生成日运行统计报表、降雨量统计表；分别

【作者简介】张敦银（1973—），男，河南信阳人，本科，高级工程师，研究方向：水文与水资源信息化建设。

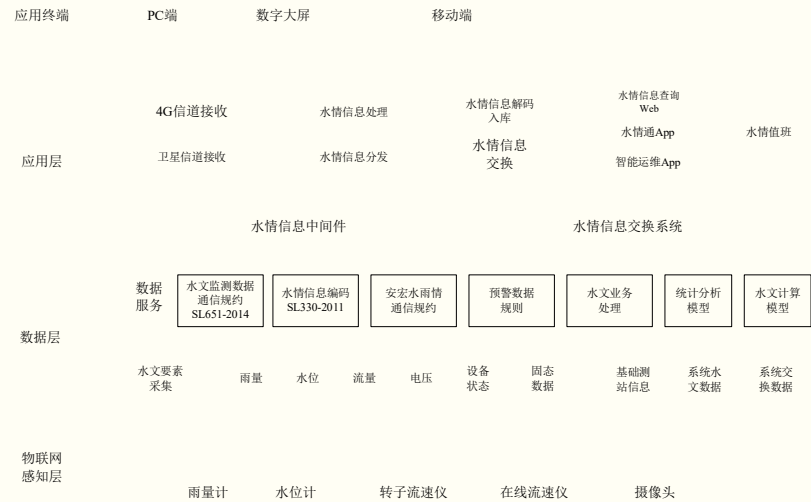


图 1 黄河水文自动测报系统物联网三层体系架构图

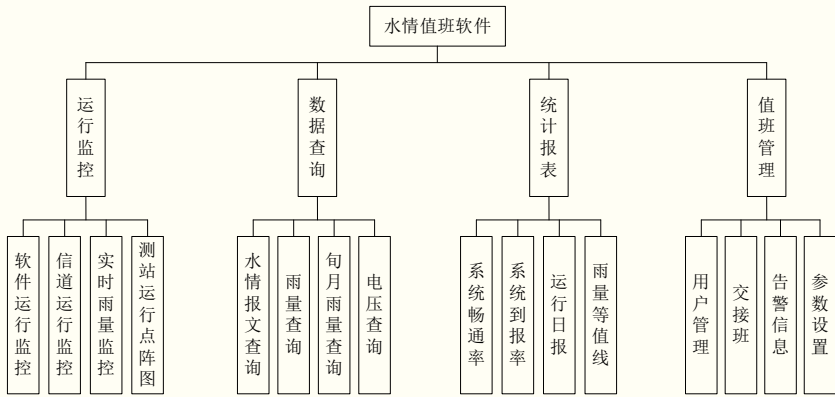


图 2 水情值班软件业务模块功能结构图

生成上游测区、中游测区、三门测区、河南测区降雨等值线图；生成运行维护测站运行状态点阵图。水情值班软件业务模块功能结构图如图 2 所示。

3.1 运行监控

运行监控包括软件运行监控、信道运行监控、实时雨量监控、测站运行点阵图等功能模块。

(1) 软件运行监控。监控中心站软件中 4G 信道接收软件、卫星信道接收软件、水情报文处理软件的运行状态。

(2) 信道运行监控。中心站接收报文的信道包括 3 种，分别是 4G 信道、卫星指挥机信道和卫星网络信道，软件对 3 种信道的实时报文接收情况进行监控，每 5 分钟显示一次运行信息是否正常，并对异常的信道发出提示信息。

(3) 实时雨量监控。实时监控全部测站的降雨情况，列表显示每日 8 时日雨量和今日累计雨量大于 0 的测站，以 2 小时雨量为间隔显示和累计，对不同等级的雨量显示为不同的颜色和字体。

(4) 测站运行点阵图。以每日 8 时的报文为标准，对系统内全部测站统计 10 日内到报情况，以点阵表格的形式进行展现。同时，对近 10 日到报天数进行统计，对系统内总到报情况进行统计。测站运行状态点

阵图可以形象地表示缺报测站的运行情况，有利于及时安排系统的运行维护任务。

3.2 数据查询

数据查询包括原始报文查询、水情报文查询、雨量查询、固态雨量查询、日旬月雨量查询、电压查询 6 个功能模块。

(1) 原始报文查询。查询系统内的原始报文信息，可以根据开始日期、结束日期、全部测站、单个测站进行查询。

(2) 水情报文查询。查询系统内的水情报文信息，可以根据开始日期、结束日期、全部测站、单个测站进行查询，还可以根据不同的通信信道进行分类。

(3) 雨量查询。查询系统内测站的降雨量信息，可以根据开始日期、结束日期、全部测站、单个测站进行查询。

(4) 固态雨量查询。查询系统内测站的固态雨量数据，可以根据日期、全部测站、单个测站进行查询。

(5) 日旬月雨量查询。查询系统内测站的日旬月降雨量信息，可以根据开始日期、结束日期、全部测站、单个测站进行查询。

(6) 电压查询。查询系统内测站的电压信息。

以上查询信息数据列表可导出 XLS、HTML、TXT、XML 等格式。

3.3 统计报表

统计报表包括系统畅通率、系统到报率、信道系统畅通率、运行日报表、降雨量等值线、雨情统计表 6 个功能模块。

(1) 系统畅通率。按系统内全部基层局或单个基层局统计某一天畅通率数据，畅通率统计数据以每日 8 时的数据为准。统计

信息涵盖总测站数、到报站数、未到站数、日雨量大于 0 测站数、日雨量最大测站信息（站码和日雨量）、畅通率。

（2）时段系统畅通率。按系统内全部基层局或单个基层局统计一段时间内畅通率数据，畅通率统计数据以每日 8 时的数据为准。

（3）系统到报率。按日期范围、基层局查询辖区测站一段时间内整体的畅通率情况，畅通率统计数据以每日 8 时的数据为准，对整个畅通率以饼状图显示。

（4）信道系统畅通率。按日期范围来统计系统内单个或全部信道的畅通情况，测站可以按单个测站、勘测局、基层局、全部测站来分别选择。

（5）运行日报表。每日按基层局为单位统计运行日报表，日运行报表包括通信畅通率统计、降雨量统计、低电压统计。通信畅通率包括辖区测站总数、实到数、未到数、畅通率和未到测站列表；4G 信道总站数、实到数、未到数、畅通率和未到测站列表；北斗卫星信道总站数、实到数、未到数、畅通率和未到测站列表；

测站运行点阵图。降雨量统计包括辖区平均降雨量、最大降雨量、最小降雨量、日降雨量最大 5 处测站、降雨量统计表、日降雨量等值线。低电压显示近三日低电压测站列表。运行日报表可以输出成 HTML、PDF 格式。

（6）降雨量等值线。选择日期生产对应日期的上游局、中游局、三门局、河南局日雨量等值线图。

（7）雨情统计表。实时统计全部测站的降雨量信息，按 30min、2h、6h、12h、24h、日降雨量分类计算，对降雨量进行统计，按 < 10mm、10mm ~ 25mm、25mm ~ 50mm、50mm ~ 100mm、100mm ~ 25mm、≥ 250mm 国际公认降雨等级进行分类统计。

4 应用情况

水情值班软件自实现以来，在黄委水文局基层局水情中心、勘测局水情分中心得到了广泛应用。该软件满足了水情分中心的工作需求，可以减轻值班人员的工作强度，进一步提高运行维护自动化水平，系统方便、易用、操作简单，可有效避免用户操作过程繁琐的问题，信息反馈快捷，满足水情信息的实时需要。该软件的应用极大地提升了水情信息的处理效率和准确性，为黄河流域的防汛工作和水资源管理提供了强有力的技术支撑。例如。2022 年汛期，黄委水文局遥测雨量站汛期运行稳定可靠，汛期实时报汛畅通率 98.45%，达到了良好效果。

结语

水情值班软件以满足黄河流域防汛以及水文信息处理的关键需求为目标，实现了对水文信息的全方位监测、高效处理与精准分析。通过实际应用，软件展现出了其独特的优势和显著的效果，为黄河流域的防汛决策和水资源管理提供了技术支撑。

未来，随着水文信息化技术的不断发展和进步，水情值班软件将不断完善和升级，提升软件的性能和功能，以满足黄河流域水文信息化建设的更高需求。同时，加强与其他信息化手段的融合与协同，推动黄河流域水文事业的全面发展，为流域内的人民生命财产安全和经济社会发展提供更加有力的保障。

引用

[1] 张诚,张敦银.建设有黄河特色的水文自动测报系统的探讨[J].水文,2009,29(4):71-72+47.

[2] 张亮,张阳,高攀宇.水情分中心值班管理系统建设与应用[J].水利水电快报,2019,40(8):62-66+78.

[3] 郑凯,毛文迪,张宏愿,等.河南黄河水文信息综合平台的设计与实现[J].水利信息化,2021(4):89-92.

[4] 张玉田,王海波.基于遥测数据库和SURFER二次开发功能的雨量等值线图自动绘制[J].江苏水利,2013(11):30-32.

[5] 江海深,方辉,汤煜明,等.水情自动测报系统畅通率与主要相关因素关系分析[J].水电自动化与大坝监测,2008(2):58-61.

