

DOI: 10.19797/j.cnki.1000-0852.20180456

# 水文监测网络运行状态综合评估系统设计与实现

王菊<sup>1</sup>, 胡超<sup>2</sup>, 金惠英<sup>3</sup>, 梁妙元<sup>3</sup>, 李胜<sup>3</sup>

(1.江苏省水资源服务中心,江苏南京 210029;  
2.中国人民解放军陆军工程大学指挥控制工程学院,江苏南京 210007;  
3.南京金水尚阳信息技术有限公司,江苏南京 210014)

**摘要:**对水文监测网络的实时状态进行综合评估,从而掌握网络的整体性能是对水文监测网络进行管理的重要方面。针对当前水文监测网络综合评估缺少合理有效评价机制的现状,设计并开发水文监测网络实时状态综合评估系统,实现对水文网络中测站传感器、RTU、信道状态的采集、评估和综合呈现,提高对水文监测网络的分析水平。

**关键词:**水文监测网络;综合评估;层次分析法

**中图分类号:**P332;TP399

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-0852(2021)01-0055-06

## 1 引言

水文监测通过对目标水体进行测点(断面)布设、雨水情收集、资料整编等工作,记录水体时空要素特征,形成系列水文资料,有效支撑防汛抗旱、水资源管理、水环境保护等工作,对社会经济健康发展发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。水文监测网络则是一种为水文监测服务,利用专用传感器采集站点处的各类水文水质数据,经远程终端单元(Remote Terminal Unit, RTU)汇聚后再通过无线信道将数据传递回水文监测中心的网络,该网络为水文监测任务正常运行提供基础支撑。当前已有不少系统针对水文测站的数据进行展示<sup>[2]</sup>,或对其状态进行远程监控和管理<sup>[3-4]</sup>,但是在水文监测网络的运行状态实时的综合评估方面仍然缺少相应的工作。实际上,评估监测网络的状态是一项非常重要的工作,其评估分析的结果可有效用于指导水文监测网络的设计、部署、管理和维护,为监测网络管理和运维提供科学的决策依据。

针对监测网络运行状态评估分析,目前有基于简单网络管理协议(Simple Network Management Protocol, SNMP)<sup>[5]</sup>的方法,这种方法将整体状态评估焦点放在对

网络中关键节点的评估上,其目的是提高核心网络工作稳定性。然而,由于水文监测网络在不同网段呈现的异构性特点以及大多数前端设备不支持 SNMP 协议,使得不能完全按照 SNMP 标准实施管理,必须根据用户对特定网络的性能要求,建立管理和评价模型。

为此,本文针对目前水文监测网络缺乏有效的运行评估分析方法,提出并设计一种综合性方法来实时采集和评估水文监测网络运行状态,并在此基础上实现相应的系统,对评估过程进行数据收集汇聚和结果展示。目前,该系统所实现的监测网络联机实时评估功能已经成功运用于上海水务局水文监测网络日常运行监控系统之中。

## 2 综合评估方法

水文监测网络是由位于各个监测位置的站点组成,这些站点执行不同的监测任务,而对于各个站点而言,站点在执行监测任务时,数据的采集和传输主要由传感器、RTU 和信道三个部分联合完成。系统在对水文监测网络运行状态进行总体评估时,结合监测网络的实际情况,并充分考虑上述与监测站点相关因素,构建完整的指标体系,并对指标的赋权方式进行

收稿日期:2019-01-10

基金项目:上海市科技项目(沪水科 2017-07)

作者简介:王菊(1973-),女,江苏靖江人,双学士,高级工程师,主要从事水资源管理方面的工作。E-mail:495614598@qq.com

通讯作者:胡超(1984-),男,江西吉安人,博士,讲师,主要研究方向为计算机应用技术。E-mail:huchaonj@126.com

定义。

### 2.1 评价指标体系

整个评价指标体系主要包括监测站点重要性指标和监测站点状态指标两个方面,具体如图 1 所示。

在图 1 中,监测站点的重要性指标的作用是对站点的重要性差异进行区分,评估各个站点对于整体监测网络的影响程度,权重越高的站点在运行过程中出现故障对整个网络的影响越大。重要性指标由三个二级指标构成:(1)监测位置:区分测点所在位置的重要性程度。(2)监测内容:区分测点所监测数据信息的重要性程度。(3)数据可恢复性:挖掘监测站点数据之间潜在的相互关联性。



图 1 水文监测网络运行状态综合评价指标体系

Fig.1 Comprehensive assessment index system for hydrological monitoring network operation state

监测站点状态指标综合考虑对站点工作有影响的功能部分,判定各个部分对于站点运行状态的影响程度。状态指标由三个二级指标构成:(1)传感器状态:主要指传感器是否正常工作,上报数据是否准确。(2)RTU 状态:主要指 RTU 是否正常工作,工况数据是否异常。(3)信道状态:主要受到监测站点所处位置、环境因素干扰,需要根据长期观测结果来对各个站点的信道状态进行评估。

### 2.2 指标赋权方法

对评价指标体系中各项指标进行权重分配时,主要有三类方法:(1)专家打分法:优点是简单直观,可以在缺乏足够的统计数据和原始资料的情况下,分析出定量结果,但是在实际操作过程中所赋权重难以完全保证其科学合理。(2)神经网络、主成分分析法:依赖客观数据,适用于可量化的指标评价,但是对于需要定性

分析的问题无法解决,此外结果可解释性较差。(3)三角模糊数层次分析法:为主客观相结合的方法,可充分发挥定性和定量分析的优势,使结果依靠客观的计算和推演,又符合主观的逻辑判断和分析。针对水文监测网络运行状态评估指标体系实际,本系统选择三角模糊数层次分析法来对各项指标进行赋权。

指标权重分配采用三角模糊数层次分析法<sup>[6]</sup>来实现。具体来说,系统为评分专家提供两个判别矩阵,这两个矩阵分别对应监测站点重要性指标和状态指标,矩阵中的行列为归属同一级指标的各项二级指标,矩阵的元素值也称隶属度,是其所对应行、列指标之间的影响程度比对结果,该结果采用模糊数表示,取值范围为 0~1 之间小数点后精度保留 1 位的数值,0.5 表示两项指标同等重要,否则表示两者的重要性存在差异,与 0.5 差值越大则重要性差别越大。具体隶属度的含义如表 1 所示。

表 1 隶属度值及其物理含义

Table1 Membership grades and their physical meaning

隶属度	含义
0.1	表示 2 个元素相比,后者比前者极端重要
0.2	表示 2 个元素相比,后者比前者强烈重要
0.3	表示 2 个元素相比,后者比前者明显重要
0.4	表示 2 个元素相比,后者比前者略微重要
0.5	表示 2 个元素相比,同等重要
0.6	表示 2 个元素相比,前者比后者略微重要
0.7	表示 2 个元素相比,前者比后者明显重要
0.8	表示 2 个元素相比,前者比后者强烈重要
0.9	表示 2 个元素相比,前者比后者极端重要

矩阵的元素值由专家根据经验和赋值规则进行评分,在评分完成后,各个二级指标的权重值即可根据层次分析法计算得到。

### 2.3 运行状态综合评估

水文监测网络的运行状态综合评估结果的计算主要采用加权求和的方式。假定监测站点  $i$  重要性指标中各项二级指标权重分别为  $w'_{i1}$ 、 $w'_{i2}$  和  $w'_{i3}$ , 指标值分别为  $v'_{i1}$ 、 $v'_{i2}$  和  $v'_{i3}$ , 同时该监测站点状态指标中各项二级指标权重分别为  $w''_{i1}$ 、 $w''_{i2}$  和  $w''_{i3}$ , 指标值分别为  $v''_{i1}$ 、 $v''_{i2}$  和  $v''_{i3}$ , 那么监测网络运行状态综合评估结果由式(1)计算得到:

$$V = \sum_{i=1}^N ( \sum_{j=1}^3 w'_{ij} v'_{ij} \cdot \sum_{j=1}^3 w''_{ij} v''_{ij} ) \quad (1)$$

式中: $N$ 为监测站点的数量,各项指标权重值 $w$ 根据2.2节三角模糊数层次分析法计算得到,各项指标评估值 $v$ 根据第3节提出的计算方法计算得到。

在计算得到监测网络的综合运行评估值后,网络状态分值结果在80以上判定为良好,分值介于60~80之间判定为堪用,分值在60以下判定为异常。

### 3 分项指标评价方法

各分项指标的评估采用不同的准则,需要根据各分项指标的特点选择合适的计算方式形成一致的指标评估方式,并确定监测站点的评价值,具体采用效益型指标。

#### 3.1 监测位置

监测位置是监测站点的部署地点。站点位置通常由水文管理部门根据监测需要和具体监测任务确定,例如水源地、防洪防汛监测点、企业密集处的排污口等。

尽管各个监测站点的部署位置都有各自的原因,但从重要性程度来说,站点之间仍存在一定差异,例如国控断面的水质数据需上传到国家水利部门,在这些地点的监测站点更加重要,因此,这些更加重要的站点应当赋予更高分值来加权计算综合评估值。

由于各个站点的位置重要性难以通过定量方式来评估,因此有两种方式对其赋值:(1)通过专家直接打分的方法来完成。(2)采用三角模糊数层次分析法来计算。考虑到计算方式的一致性,我们继续采用后一种方法来保证评估值的客观性。

监测站点在建成之后,除非撤销站点,否则不会再变更位置,因此站点监测位置的重要性评估值在计算得到之后不需要再修改。

#### 3.2 监测内容

各个监测站点根据任务的不同,会对不同的数据进行监测。在监测性质对等的前提下,监测的数据项越多,该站点在监测内容方面的重要性通常也越高。

基于监测内容可量化的情况,本系统对各站点的监测内容评估参考国家水资源监控能力建设项目办公室发布的2016版《国家水资源监控能力建设项目标准—水资源监测要素》中对地表水功能区水质监测中的24项必测项目,同时增加降水、流量、水位、泥沙等水文监测站中常规的监测项,从而构建完整的监测内容集合。在这些必测的监测数据项中,每一个监测项的分数均相同,然后通过累计得到各个站点监测内容从

而计算相应的评分。

在实际情况下,整个监测网络中的站点可能只监测某些重点关注的要素,这会导致所有站点监测内容评分都很低,为此我们进行归一化处理,将得分最高的站点设置为满分,其他站点进行相应转换。具体来说,假定站点 $i$ 的监测内容原始分为 $v_i$ ,整个网络中所有站点的最高分为 $v_{\max}$ ,则在百分制情况下,该站点修正后的评分为 $100v_i/v_{\max}$ 。

监测站点在建成后,所监测的内容一般也不会出现变化,因此监测内容的评估结果也相对较为稳定。

#### 3.3 数据可恢复性

在整个监测网络中,由于监测站点部署位置和水文数据的特征,各个站点之间的监测数据在时空特征方面可能存在较强的相关性,在这种情况下,如果某个站点由于传感器、信道或其他因素导致监测数据无法上传,可以通过其他站点的数据采用数学模型来恢复,恢复后的结果与真实测量值之间的差异越小,则表明该站点的重要性程度越低。在计算站点数据的可恢复性指标值时,采用基于凸优化的矩阵填充技术<sup>[7]</sup>来实现,该方法实质上是压缩感知技术的推广,其主要原理是:监测站点得到的水文和水质数据在一定程度上具有相关性,例如同一个城市中的降水、流量、水位等水文数据都具有相似的变化,某个监测站点的水质数据出现变化后的某个时间段,其临近的监测站点也会出现相应的变化,基于这一数据特征,采用基于凸优化的矩阵重建技术,利用历史数据进行分析反推出监测站点之间的关系,从而还原出矩阵中部分缺失的数值。为了分析监测数据之间的相关性,降低关联性较强的监测站点的权重,采用三个步骤对监测站点的数据可恢复性进行评价。

(1)将所有站点最近24h以内某个监测数据项的监测值组合并构成监测数据矩阵 $A_{m \times n}$ ,该矩阵中的行表示监测站点,矩阵的列为监测时间,矩阵中的元素 $a_{ij}$ 表示监测站点 $i$ 在时刻 $j$ 的监测值,缺少的监测值以缺省形式留空;

(2)对监测站点 $i$ ,将其所对应的非缺省监测值 $a_{ij}$ 逐个以缺省形式替换,然后采用文献[8]中提出的SVT算法得到该监测值的预测值 $a'_{ij}$ ,则预测值和真实值之间的相对误差为 $|a'_{ij} - a_{ij}|/a_{ij}$ ;

(3)计算监测站点 $i$ 的总体平均相对误差: $\delta_i =$

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^N |a'_{ij} - a_{ij}|/a_{ij}。$$

采用上述三个步骤,即可获得各个监测站点采用数据恢复算法时的误差。误差越大,该数据的恢复难度越大,反映出该站点在这方面的的重要性越高。为此,采用如表2所示的方式来对站点在数据可恢复性进行评分。

表2 监测站点数据可恢复性评分

Table2 Grading for data recovery capability of monitor station

误差范围	评估值	误差范围	评估值
超过 25%	100	12.5%~15%	50
22.5%~25%	90	10%~12.5%	40
20%~22.5%	80	7.5%~10%	30
17.5%~20%	70	5%~7.5%	20
15%~17.5%	60	0%~5%	10

### 3.4 传感器状态

传感器的状态由两部分组成,分别为存活状态和数据状态,其中存活状态表明传感器当前是否能正常采集数据,数据状态表明传感器所采集的数据是否异常。

对传感器存活状态的判定还会受到 RTU 和传输信道的影响,因为传感器的存活状态往往只能通过中心站是否能顺利接收到传感器采集的数据来进行判断,而 RTU 或者传输信道出现故障,也会导致传感器的数据无法成功上传,因此单纯判断某个传感器的监测结果有无上报无法确定传感器的存活状态。为解决这一问题,采取两阶段判定法来确定传感器是否存活,具体步骤如下:

(1)读取数据库中目标传感器近一个小时的监测数据,如果库中存在数据,则表明传感器存活,否则进行下一阶段判定。

(2)获取与目标传感器连接到相同 RTU 的其他传感器近一个小时的监测数据,如果库中存在数据,则表明传感器失效,否则判定为 RTU 或者信道故障,并在后续内容的分析中做进一步判断。

传感器能够正常上报监测数据,则根据具体的数值内容来判断传感器的数据状态是否正常。为简化计算过程,本系统为每个传感器的监测数据都定义相应的正常范围区间,上报数据落在该区间内,则判定数据状态正常,否则不正常。

基于存活状态和数据状态,本系统采用二元法对传感器状态进行评估,两个状态均正常则传感器状态为满分,否则为 0 分。

### 3.5 RTU 状态

RTU 是整个监测网络中负责汇聚所连接传感器

采集的数据,并将其上报给中心站的关键组件,RTU 的状态也由两部分组成,分别为存活状态和工况状态,其中存活状态表明 RTU 能否正常将传感器采集的监测数据上报,工况状态表明 RTU 设备的运行是否良好,是否存在潜在被损坏的可能。

对 RTU 的存活状态判定参照上一节对传感器存活状态的判定。如果某个 RTU 关联的所有传感器在下一个小时内都无法上报监测数据,则判定 RTU 失效。

对于 RTU 的工况状态,则根据前端 RTU 所能获得的工况数据来判断。当前本系统所支持的工况数据值及其含义如表 3 所示。

表3 RTU工况数据值及其含义

Table3 The values of working condition and their meaning

名称	数值说明
交流电	0:有交流电,正常;其他:异常
太阳能	0:有光伏电且电压值大于 12.6V,正常;其他:异常
蓄电池	0:电压值大于等于 10.6V 且小于等于 14.0V,正常;其他:异常
工作电源	0:主供电电压大于 3.15V 且小于 3.45V,正常;其他:异常
后备电池	0:时钟后备电池电压大于等于 2.5V,正常;其他:异常
蓄电池温度	0:温度大于等于 -15℃且小于等于 +50℃,正常;其他:异常
存储器	0:正常;其他:异常
箱内温度	0:温度大于等于 -30℃且小于等于 +60℃,正常;其他:异常
时钟	0:本地时钟时间偏差小于 ±2 分钟,正常;其他:异常

在对 RTU 状态进行赋值时,如果 RTU 被判定失效,则其状态为 0 分,否则根据表 3 中的 9 项工况指标进行评分,每一项异常指标均扣除 10 分。

### 3.6 信道状态

所有监测站点都根据任务需要部署在目标水域各个位置,RTU 通常利用 4G 信道等方式将数据上报给中心站,由于站点所处位置以及环境等因素的干扰,站点信道状态有时会比较差,造成监测数据上报不及时,甚至漏报等情况。考虑到漏报也有可能是 RTU 或者传感器故障所致,本系统将监测数据上报的及时性作为信道的状态评估值,具体来说:首先设定一个数据上报时延上限(本系统设置为 5min);其次对最近 24h 内目标站点所有的监测数据进行检查,如果数据应上报时间和实际上报时间之间相差不超过时延上限,则进行累计;最后将未超时的数据累计数量与总共收到的数据相除,所得百分比结果即为信道状态评估值。

将站点  $i$  通过上述指标评价方法计算得到的监测位置、监测内容、数据可恢复性评价价值分别代入到式(1)中的  $v_{i1}'$ 、 $v_{i2}'$  和  $v_{i3}'$ , 将传感器状态、RTU 状态和信道状态的评价价值分别代入式(1)中的  $v_{i1}''$ 、 $v_{i2}''$  和  $v_{i3}''$  中, 即可计算得到站点  $i$  的综合评价价值, 将所有站点的综合评价价值求和, 最终可得到整个监测网络的运行状态综合评估值。

#### 4 模型验证

为了对前文所提出的理论模型进行验证, 通过仿真来对其一致性、合理性进行评价。

##### 4.1 权重分配合理性分析

表 4 和表 5 分别列出了监测站点重要性指标中各分项指标之间隶属度矩阵以及通过三角模糊数层次分析法计算得到的权重值。

表4 监测站点重要性指标隶属度矩阵

Table4 The membership value matrix of monitor station importance index

指标 1 \ 指标 2	监测位置	监测内容	数据可恢复性
监测位置	0.5	0.5	0.6
监测内容	0.5	0.5	0.7
数据可恢复性	0.4	0.3	0.5

从表 4 可知, 监测内容的重要性要明显大于数据可恢复性, 而与监测位置相当, 监测位置的重要性要略微大于数据可恢复性, 因此重要性的排列顺序为: 监测内容 > 监测位置 > 数据可恢复性。表 5 根据三角模糊数层次分析法计算得到的结果与隶属度矩阵结果一致。

表5 监测站点重要性指标权重值

Table5 The weight of monitor station importance index

监测站点重要性指标	权重值
监测位置	0.353
监测内容	0.377
数据可恢复性	0.270

表 6 和表 7 分别列出了监测站点状态指标中各分项指标之间隶属度矩阵以及通过三角模糊数层次分析法计算得到的权重值。

从表 6 和表 7 的结果可以得到与监测站点重要性指标相类似的结论, 因此模型具有较高的一致性。

##### 4.2 评估结果合理性分析

表 8 展示了在其他站点情况不变的条件下, 内测

表6 监测站点状态指标隶属度矩阵

Table6 The membership value matrix of monitor station state index

指标 1 \ 指标 2	传感器状态	RTU 状态	信道状态
传感器状态	0.5	0.3	0.6
RTU 状态	0.7	0.5	0.7
信道状态	0.4	0.3	0.5

表7 监测站点重要性指标权重值

Table7 The weights of monitor station importance index

监测站点状态指标	权重值
传感器状态	0.305
RTU 状态	0.428
信道状态	0.267

测站出现传感器停止上报数据、RTU 蓄电池出现异常、RTU 停止工作、上报数据所用信道出现 50%数据丢失这四种异常情况之后, 监测网络运行状态评估结果值变化情况。

从表 8 可知, 在不同等级异常发生的情况下, 监测网络的运行状态评估值会呈现不同的降低, 异常等级越严重, 对监测网络运行状态的影响越大, 这表明模型较为合理。

表8 不同异常情况下监测网络运行状态评估结果

Table8 The evaluation result of monitor network operation state under different abnormal conditions

异常情况	评估值
传感器停止上报数据	89.84
RTU 蓄电池出现异常	98.58
RTU 停止工作	85.74
信道出现 50%数据丢失	95.55

#### 5 系统实现

系统采用 Java 语言实现, 利用 Spring 框架搭建总体框架, 并实现三角模糊数层次分析法和各分项指评估值的计算。图 2 和图 3 为系统的部分实现界面。图 2 为水文监测网络的总体状态, 该状态的计算根据前述方法实现, 同时给出监测网络漏报率、及时性、完整性、正确性等方面的统计结果, 图 3 为测站的工况数据情况, 提供表 3 所列出的所有项目信息。

#### 6 结论与展望

对水文监测网络的运行状态进行综合评估是有



图2 监测网络总体状态

Fig.2 The Overall Status of Monitor Network



图3 测站工况状态

Fig.3 Working state of stations

效掌握监测网络状态,指导监测网络建设的重要手段。本文建立了监测网络运行状态评估指标体系及赋权方式,并针对各分项指标的特点提出了相应的赋值方法。在上述设计方法的基础上,实现了水文监测网络运行状态综合评估系统,该系统可有效应用于各种水文监测网络中,监控网络总体运行态势,提升监测网络的运维分析水平。本文的相关研究成果已经成功运用于上海水务局水文监测网络日常运行监控系统之中,该系统目前已经具备获取实时数据对监测网络的联机实时状态进行评估的功能,后续拟通过增加对历史状态数据的回溯分析功能,来挖掘单个站点的状态变化情况,

并推断站点的故障原因,从而指导站点的改造与升级,同时,系统拟计划采用人工智能等方法来优化其中预设的参数和指标,使其具备可自收敛的自动更新调整功能,从而提高系统的自适应能力。

#### 参考文献:

- [1] 余锡斌. 以测站管理新模式促进水文测报工作高效运行[J]. 广西水利水电, 2013,(4):45-47. (SHE Xibin. Promote efficient hydrological measuring and forecasting with new station management mode [J]. Guangxi Water Resources & Hydropower Engineering, 2013,(4):45-47. (in Chinese))
- [2] 周爱霞, 高连峰, 冯径. 基于 ArcGIS Server 的水情信息系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2013,36(5):29-31+34. (ZHOU Aixia, GAO Lianfeng, FENG Jing. The design and implementation of hydrological information system based on ArcGIS server [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2013,36(5):29-31+34. (in Chinese))
- [3] 许兴武, 金惠英, 胡阳等. 水文测站远程状态监控与智能化运行维护系统设计及实现[J]. 江苏水利, 2017,(11):63-67+72. (XU Xingwu, JIN Huiying, HU Yang, et al. Design and implement on remote monitoring and intelligent operation and maintenance system of hydrological station [J]. Jiangsu Water Resources, 2017,(11):63-67+72. (in Chinese))
- [4] 单福悦, 凡嵩, 李智远, 等. 基于 ASP.NET 的测站信息化管理系统[J]. 计算机与网络, 2015,41(6):51-54. (SHAN Fuyue, FAN Song, LI Zhiyuan, et al. Informatization Management System of TT&C Station Based on ASP.NET [J]. Computer & Network, 2015,41(6):51-54. (in Chinese))
- [5] RFC 1157, A Simple Network Management Protocol [S].
- [6] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. NewYork: McGraw-Hill, 1980.
- [7] Candès E J, Recht B. Exact matrix completion via convex optimization [J]. Foundations of Computational Mathematics, 2009,(9):717-729.
- [8] 王平. 基于凸优化的矩阵重建问题算法的研究[D]. 海口:海南师范大学, 2014. (WANG Ping. Study on the Algorithms for Matrix Reconstruction Problem via Convex Optimization [D]. Haikou: Hainan Normal University, 2014. (in Chinese))

## Design and Implementation on Comprehensive Assessment System of Hydrological Monitoring Network Operation State

WANG Ju<sup>1</sup>, HU Chao<sup>2</sup>, JIN Huiying<sup>3</sup>, LIANG Miaoyuan<sup>3</sup>, LI Sheng<sup>3</sup>

(1. Water Resources Service Center of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;

2. Command and Control Engineering College, PLA Army Engineering University, Nanjing 210007, China;

3. Nanjing Jinshui Shangyang Information Technology Co., Ltd, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** Comprehensive assessment on real-time state of hydrological monitoring networks, which is useful to grasp the whole performance of the networks, is importance aspect to manage hydrological monitoring networks. In order to solve the present situation of the lack of effective estimation mechanisms for comprehensive assessment on hydrological monitoring network operation state, a system was designed and developed. This system implemented the state collection, assessment and exhibition of hydrological stations, sensors, remote terminal units and channels in monitoring network, which promoted the analytical level of hydrological monitoring network.

**Key words:** hydrological monitoring network; comprehensive assessment; analytical hierarchy