

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CWEC xxx-202x

生态流量监测系统建设技术导则

Technical guidelines for the construction of ecological flow
monitoring system

(征求意见稿)

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

中国水利企业协会 发布

目 次

前 言.....	3
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 基本规定.....	5
5 总体要求.....	6
5.1 监测内容.....	6
5.2 监测技术分类和方法.....	6
5.3 基本功能.....	8
6 系统建设.....	8
6.1 监测布点.....	8
6.2 系统组成.....	9
6.3 系统要求.....	9
7 系统验收.....	12
7.1 通用条件.....	12
7.2 验收流程.....	12
7.3 验收条件.....	13
7.4 系统性能验收.....	13
8 运行维护.....	13
8.1 基本要求.....	13
8.2 运行维护技术要求.....	13
8.3 软件数据平台日常管理.....	15
8.4 质量保证与质量控制.....	15
8.5 运行维护记录.....	16
9 运行管理.....	16
9.1 组织实施.....	16

T/CWEC xxx-202x

9.2 监督与管理.....	16
附录 A （资料性）生态流量监测系统结构图.....	18
参考文献	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水利企业协会归口。

本文件起草单位：中国水利水电科学研究院天津水利电力机电研究所，陕西省小水电行业协会，五凌电力有限公司近尾洲水电厂，龙岩兰博湾环保科技有限公司，浙江禹贡信息科技有限公司，杭州国望科技有限公司，浙江同济科技职业学院，浙江金华市顺泰水电建设有限公司，黄河勘测规划设计研究院有限公司，安徽省（水利部淮河委员会）水利科学研究院，水发规划建设有限公司，中建六局水利水电建设集团有限公司，山西省水利建筑工程局有限公司，中国电建集团西北勘探设计研究院，山东润泰水利工程有限公司，浙江正邦水电建设有限公司等。

本文件主要起草人：马智杰、杨颖刚、朱红平、戴明奇、张仁贡、孙力、王昌云、朱向东等。

本文件为首次制定。

生态流量监测系统建设技术导则

1 范围

本文件规定了生态流量监测系统的设计、建设、验收、运行和管理的技术要求，本文件适用于大中小型水电站及自然河道，同时适用于为水位应急预警提供数据依据。生态流量监测系统建设技术除应符合本文件的规定之外，还应符合有关文件的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50179 河流流量测验规范

HJ/T 416 环境信息术语

HJ/T 212 污染源在线自动监控(监测)系统数据传输标准

SL 61 水文自动测报系统技术规范

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 247 水文资料整编规范

SLZ 349 水资源实时监控建设技术导则

SL 415 水文基础设施及技术装备管理规范

SL 555 小型水电站现场效率试验规程

SL 223 水利水电建设工程验收规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最小生态下泄流量 minimum ecological flow

指为满足维持区域河道的基本生态环境用水需求，坝（闸）处应下泄的最小流量。

3.2

河道减脱水 channel dehydration

由水利工程下泄流量不足而造成部分河段在部分时段内河道生态流量不足、水量减少甚至干涸的现象。

3.3

生态环境需水量 environmental water requirements

生态环境需水量为生态保护与建设所消耗的水量，包括生物体自身的需水量和生物体赖以生存的环境需水量。

3.4

生态堰坝 ecological barrage

采用天然或人工材料修建的，顶部长期过流的壅水建筑物。

4 基本规定

4.1 生态流量监测系统建设技术主要由数据采集监测点布设技术、生态流量监测技术、监测设备及数据传输技术等组成。

4.2 生态流量设施应确保安全可靠，并从解决河道减水脱水问题出发，遵循技术合理、经济适用的原则，按照引水式、堤坝式、混合式等不同开发类型进行选择。

4.3 为保证水电站下泄流量与河道生态流量相匹配，维持和保护河流生态环境系统的稳定性，对其河流、流域的水资源开发利用实施统一规划。计算出其河道生态环境需水量，按水位信息进行其流量下泄。

4.4 生态流量监测系统建设应根据监测内容、管理需要和应急处置等要求确定监测地点及监测参数。

4.5 监测系统应根据其电站对应河道所需最小生态流量的计算，在泄水过程中规定至合适水位，一旦超出警戒水位或未达到生态水位，系统自动监测并报警。

4.6 测量与传输数据设定应满足生态流量、流量测量和数据采集技术要求。

4.7 流量数据应具有实时性、可靠性、准确性、连续性及完整性。

5 总体要求

5.1 监测内容

生态流量监测采用视频监控、数据测量、系统传输的方式，将表征河流生态系统的流量、流速、水位等参数通过监测设备形成的数据与图像，传入系统后形成水位与流量信息，同时此系统还可以集成雨量监测、水质监测、图像/视频监控、闸门监控等功能。为流域生态保护、水政管理、水文水资源监测等服务。

5.2 监测技术分类和方法

5.2.1 在线监测方法

5.2.1.1 安装流量计监测流量

这种测流方式仅适用于生态流量专用泄放通道，通过在生态流量泄放洞进口工作闸门后安装流量计，共输出两路信号，一路通过光缆和光电转换设备将生态流量数据传送至电站计算机监控系统的溢洪门控制单元，并通过电站计算机监控系统上传至成都电站集控中心；一路预留，实现实时传送数据、存储数据。

5.2.1.2 建设水位自动观测站

这种测流方式是在坝下顺直河段建设水位自动观测站，建立断面水位—流量关系，通过实时测定断面水位数据转换为河道实时流量数据。水位自动测量站连接电站远程监控系统，流量监测数据实时发送至电站远程集控中心，供电站运行管理单位记录、存档和环境保护行政主管部门监督。同时水位自动测量站具有数据存储功能，长期备份流量监测原始数据。水位采集可采用压力式、雷达式自动采集方式，通信方式一般为有线传输或无线传输。

5.2.1.3 采用多普勒流速仪测流

该方法测流原理是利用声波中的多普勒效应，通过一定方法测定河流的平均流速和过水面积来计算流量。通常是将多普勒流速测量传感器探头固定安装在水面下某一水深处，通过超声波传感器分别向对岸和水面发射超声波，根据反射回来的声波频率可计算河道平均流速和水位，并据此计算实时流量。由软件实现原始数据在线采集、处理及入库。入库数据由 GPRS 通信方式传输至电站中控室，通过 GPRS

通信方式传输数据，实现自动向电站中控室报送垂线流速、水位、流量等数据。

5.2.1.4 非接触法远程测流

该方法是一种在线测流方式，测流原理是利用河道紊流产生的短波布拉格散射对表面流速进行遥感测定，当雷达传送非均匀流表面信号时，非均匀流表面的厘米波即反向散射体会导致多普勒频移的发生，监测仪对接收到的信号进行分析处理并计算流量。

5.2.1.5 泄流闸门设置监控仪

某些水电工程设计通过泄洪闸门下放生态流量，这种情况可以在泄洪闸门安装闸门开度仪，通过监控闸门实时开度和库区水位，转化为流量实时数据。闸门开度测控仪是由绝对值型旋转编码器、自动收缆装置或其他形式的耦合器、显示屏、控制器、传输电缆、RS485 数字通信接口等部分组成，闸门运动通过耦合器带动传感器旋转，即可输出与闸位相对应的格雷码编码信号。闸门开度仪实时采集数据，通过 RS485 总线传输给通信网络数据传输终端。

5.2.1.6 电站出力数据转化

这种实时测流方式主要是用于一些采取基荷发电作为生态流量下放措施的水电工程。通过电站自身的发电调度系统和监控系统，采集机组出力数据转换为发电流量。在电站中控室设置一台服务器作为数据服务器，通过以太网总线从水情测报系统和组 EMS 系统取得 24 小时的实时生态流量数据。

5.2.2 人工监测方法

5.2.2.1 水工建筑物法

a) 堰闸泄流：采取侧堰或开启闸门泄放生态流量时，应根据堰闸类型、闸门开度与上下游水位监测值、流态类型，结合综合流量系数推求下泄流量。

b) 孔口、管道泄流：采用孔口、管道泄放生态流量时，应根据上下游水位监测值、流态类型，率定该管道水位流量关系，通过水位推求下泄流量。

c) 隧洞泄流：采用隧洞泄放生态流量时，应根据上下游水位监测值、流态类型，结合率定的或经验流量系数推求下泄流量。

d) 机组发电泄流：通过机组发电泄放生态流量时，应根据发电功率、工作水头或实测水头推求下泄流量。

e) 抽水系统放水：人工抽水泄放生态流量的，应根据抽水站效率、水泵净扬程及功率计算下泄流量。

5.3 基本功能

5.3.1 系统功能

- a) 实时监测各下泄断面的流量、流速、水位等数据；
- b) 定时或实时上传各水电站下泄断面的现场图像或视频（视通信方式）；
- c) 水位/流量过低、监测设备异常时自动报警；
- d) 通过矢量地图宏观展示测点分布位置、运行状态、报警状态；
- e) 监测数据、图像、视频自动存储，方便历史查询、事故追溯；
- f) 自动统计日、月、年等时段历史数据，通过报表、曲线图、柱状图等多种形式展现；支持数据/报表导出为 Excel 或直接打印输出；
- g) 通过数据库、OPC 等多种形式对接上一级监控平台。

5.3.2 监测频次

水位、闸位和流量数据信息采集频率为每 15 min 采集 1 次，采集到的数据信息以标准的表格形式存储在数据遥测终端；监测站数据传输根据调度和管理需求每 1h 向中心站发送 1 次数据信息。在应急监测以及生态下泄流量有明显变化时可增加监测频次。

6 系统建设

6.1 监测布点

生态流量监测应在各泄水口设立监测点，也可在坝址下游附近选择河道断面作为监测断面，安装测流装置，监测生态下泄流量。

在管道式泄水口安装监测设备，泄水口附近立杆安装供电型监测终端读取流量数据。立杆上安装照相机对准泄水口拍照。监测终端采集现场信息通过 4G 网络远传直至监管平台；闸门式泄水口安装水位

计、闸位计，泄水口附近安装监测终端，采集水位计及和闸位计数据，立杆上安装摄像头对准泄水口摄像。监测终端采集现场信息通过光纤远传直至监管平台。

不同位置的生态下泄流量监控断面应按照以下原则布设：

- a) 引水式和混流式水工建筑物的监测断面布置在厂房前的水库大坝泄水口处或所在流域下游；
- b) 堤坝式水工建筑物的监测断面布置在水库大坝泄水口处或发电厂房尾水下游；
- c) 在大坝或发电尾水出口与监测断面之间若有支流或其他来源补水，监测断面应布置在支流或其他来源补水汇入口的上游。

6.2 系统组成

生态流量监测系统主要由接收云中心、通信网络、监测站点组成。监测站主要由前端传感器（水位计、流量计、闸位计、电能计量表等）、数据遥测终端（RTU）、电源、通信单元、抓拍摄像机、仪器安装基础、支架等组成，具体结构如附录 A 中图 A.1。

6.3 系统要求

6.3.1 流量监测单元

6.3.1.1 通用技术要求

监测系统应满足以下要求：

- a) 水位、闸位和流量数据信息采集频率为每 15 min 采集 1 次；
- b) 可自动校验水流方向；
- c) 监测设备工作温度范围： $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 设备精度要求：流速测量不大于 $\pm 0.02\text{mm/s}$ ，水位测量不大于 $\pm 1\text{cm}$ ，整机流量精度在规整断面条件下，标定后可达到一类站测量精度；
- e) 设备防护等级应不低于 IP65；
- f) 所有仪器设备在正常包装状态下，均应能够承受运输过程中可能产生的震动、意外冲击、碰撞、跌落等。
- g) 外观表面应清洁、无脱漆、无锈蚀，不得有毛刺、划痕、裂纹、变形等现象；

- h) 仪器设备的显示面板应整洁，字迹清晰、准确；
- i) 供电采用多能互补便携式自供电电源，不用市电直接供电；
- j) 具有标准数字通信接口，可实现总线通信；
- k) 各部分连接应牢固，紧固件应无松动、缺损等现象；
- l) 应附有详细的接线、接口标识；

6.3.1.2 系统性能要求

a) 关于数据测量的要求。生态流量监测设备应能以视频或数据实时监测坝（闸）下泄流量，数据传输设备应能将监测数据实时传输到监控平台。

b) 关于数据接入和保存的要求。平台开放数据接口，能够接入与下泄流量有关的所有原始数据，在平台中通过计算产生的各类数据、流量计算公式、设置参数、统计数据均能够保存在系统平台中。

c) 关于数据换算的要求。由于测流的原理和设备有所区别，最终由流量监测设施测得的数据类型、单位等均有所不同。水电站运行管理单位事先根据实际填报流量监测设施类型和下泄流量的计算公式以及相关的设置参数，使得测得的原始数据能够在平台中自动计算转换为最终所需的下泄流量数据，并统一单位。

d) 关于中控系统的要求。对于有多个监控点（泄水口）的河道，其内部应建立中控系统，并能够真实反映河道的实际下泄流量。

e) 关于流量查询和导出的要求。用户可以通过在平台中查询权限范围内的任一水电站任意时间段内的下泄总流量大小，也可以查询某一个时间点内的下泄流量和过去 X 小时内的最大下泄流量和时间点，还可以通过筛选行政区等相关信息进行搜索，并提供导出和打印的功能。

f) 关于异常告警和短信提醒的要求。当测得的流量值低于或高于生态下泄流量时，平台能够自动发送告警信息至相关用户，并将相关内容以短信的形式发送到相关用户的手机中，促使对方解决问题。在水电站运管单位解决问题后，需要将相关内容反馈给上级用户，该记录将存储在系统平台中。

g) 关于视频查看的要求。在平台中接入各个反映泄流情况的视频监控点，由水电站运管单位填写视频点的相关信息，如所在水电站、位置等。用户能够在平台中查看现场图片，视频监控设备每小时须拍摄 1 张照片，拍摄的照片通过接口传到平台中并存档。

h) 关于统计分析的要求。在平台中，用户可以查看单个水电站流量的统计情况，也可以查看某一时间范围内多个水电站的流量统计情况，以及信息更改的统计情况、流量超标的统计情况、异常情况处理的统计情况等，为用户提供分析决策的基础。

i) 关于数据质量的要求。生态流量监测系统应确保生态流量数据的实时性、可靠性、真实性、完整性和连续性，为生态流量泄放调度管理和主管部门监督提供支持。

j) 关于自动化程度的要求。生态流量监测系统可与计算机监控系统结合，达到无人值班或少人值守的要求。

k) 关于必要防护的要求。生态流量监测设备工程施工及设备安装应尽量简单，易于维护，同时应有必要的防护和防雷措施，以防止监测设备损坏或者被盗。

6.3.2 控制/采集/传输单元

控制/采集/传输单元分为控制部分、数据采集部分、数据结构部分；

a) 控制部分是控制系统内各个单元协调工作，保障系统正常运行的重要部分；

b) 数据采集部分按照设置周期通过标准通信接口采集流量测量单元测得流量数据；

c) 数据传输部分可将采集到的流量数据通过有线或无线的方式将数据传输到软件数据平台，通信协议应符合水电行业标准要求。

6.3.3 软件数据平台

软件数据平台应具备以下功能：

a) 查看各现场流量监测站的实时、历史数据及运行状态；

b) 监测数据信息传输由各监测站传送至云中心监测预警平台，中心接收处理各监测点发送的数据，计算分析处理后存入相应的数据库，再由监测预警平台按权限分发至市、县、运行管理单位三级用户平台。

7 系统验收

7.1 通用条件

系统验收应由项目法人（或委托监理单位）主持，验收工作组应由项目法人、勘测、设计、监理、施工、主要设备制造（供应）商等单位的代表组成。运行管理单位可根据具体情况决定是否参加。县级以上地方人民政府水行政主管部门按照规定权限负责本行政区域内系统验收的监督管理工作。系统项目在验收阶段主要包含以下四方面的工作内容，分别是验收测试、系统试运行、系统文档验收以及项目终验。

7.2 验收流程

7.2.1 验收测试

验收测试是对监测系统全面的测试，确保系统的功能和技术设计满足建设方的功能需求和非功能需求，并能正常运行。验收测试阶段应包括编写验收测试用例，建立水电站生态流量监测系统验收测试环境，全面执行验收测试，出具验收测试报告以及验收测试报告的签署。

7.2.2 系统试运行

监测系统通过验收测试环节以后，可以开通系统试运行。系统试运行期间主要包括数据迁移、日常维护以及缺陷跟踪和修复等方面的工作内容。为了检验系统的试运行情况，客户可将部分数据或配置信息加载到信息系统上进行正常操作。对于在试运行期间系统发生的问题，根据其性质判断是否是系统缺陷，如果是系统缺陷，应该及时更正系统的功能；如果不是系统自身缺陷，而是额外的信息系统新需求，此时可以遵循项目变更流程进行变更，也可以将其暂时搁置，作为后续升级项目工作内容的一部分。

7.2.3 系统文档验收

系统经过验收测试后，系统的文档应当逐步、全面地移交给客户。对不清晰的地方可以提出修改要求，在最终交付系统前，系统的所有文档都应当验收合格并经双方签字认可。

7.2.4 项目终验

在系统经过试运行以后的约定时间，双方可以启动项目的最终验收工作。最终验收的工作包括双方对验收测试文件的认可和接受、双方对系统试运行期间的工作状况的认可和接受、双方对系统文档的认

可和接受、双方对结束项目工作的认可和接受。项目最终验收合格后，应该由双方的项目组撰写验收报告提请双方工作主管认可。这标志着项目组开发工作的结束和项目后续活动的开始。

7.3 验收条件

验收需满足以下条件：

- a) 系统建设满足本导则各项要求；
- b) 系统设备完成性能测试，对比试验，满足性能要求及精度要求并提供检测报告；
- c) 系统已经进行了调试并试运行 90 天以上，并提供调试与试运行报告；
- d) 提供生态流量监测系统的工程设计，施工，安装及使用操作说明、规程等相关技术资料；
- e) 编制验收报告。

7.4 系统性能验收

系统性能验收主要是针对本导则中规定的仪器和系统功能进行测试，测试结果应满足本导则 6.3.1.1 与 6.3.1.2 中内容要求。

8 运行维护

8.1 基本要求

生态流量监测系统应编制其相应的管理制度，包括但不限于下列内容：

- a) 监测系统运行管理办法；
- b) 监测系统运行管理人员岗位职责；
- c) 监测系统质量管理保障制度；
- d) 监测系统操作指导书；
- e) 监测人员岗位培训及考核制度；
- f) 系统建立运行维护台账，记录运行及维护情况；
- g) 监测系统设备、运行维护和质量控制的档案管理制度；
- h) 监测系统运行指标要求。

8.2 运行维护技术要求

8.2.1 例行维护

运行维护单位定期对监测系统进行巡检，并填写巡检记录。主要工作内容如下：

- a) 查看生态流量监测系统电路系统是否正常、接地线路是否正常；
- b) 检查通信连接是否正常，确保现场数据能够正常传输到软件平台；
- c) 检查生态流量监测设备所测数据是否有未接入系统等情况；
- d) 检查生态流量监测口是否清洁，必要时进行清洗；
- e) 查看现场监测系统的运行状态和主要技术参数，判断系统运行是否正常；
- f) 根据设备运行状况，判断时候需要更换耗材、配件。并确保所有耗材及配件有库存，可保证及时更换；

时更换；

g) 采用实验室仪器对设备进行在线监测数据对比，监测数据超出允许误差范围需进行设备调试校准；校准后应保证数据无差在允许范围内；

- h) 保持系统环境卫生整洁；
- i) 做好例行维护工作记录，必要时可附有关影像资料。

8.2.2 保养维护

为预防故障发生，需规定时间对系统进行保养维护，包括设备配置情况、使用手册以及厂家意见等内容。

保养维护应做到：

- a) 生态流量监测系统及设备设施每年至少进行一次保养维护；
- b) 根据厂家规定，更换用于测量的关键部件；
- c) 若更换测设备的关键零部件，应对仪器进行多方面标定、校准，确定仪器性能达标后可投产运行；

行；

d) 维护后应对生态流量监测系统整体性进行测试，包括数据传输、数据显示以及通讯接口是否达到使用标准；

- e) 对维护保养内容进行记录。

8.2.3 故障维修

对于可能出现的系统故障，应进行针对性检查和检修，故障检修应做到：

- a) 根据所使用设备结构特点和厂商提供的维修手册，制定常见故障判断和检修的方法及程序；
- b) 对于现场能够明确诊断，并且可简单更换备件解决的问题，如电磁阀控制失灵、泵管破裂、液路堵塞等问题，可在现场进行检修；
- c) 对于其他不易诊断和维修的故障，应将发生故障的仪器或配件送厂家进行检查和维修，若有备份设备，则在现场备用设备替代发生故障的设备；
- d) 每次故障维修完成后，根据维修内容和更换的部件对设备进行校准。如更换设备以外的其他配件无需对设备进行校准处理，每次维修完成后，均需对维修结果进行考核。

8.2.4 停机维修

对于 30 分钟以内的停机，正常关机后再次开机即可测量，超过 30 分钟的停机需关闭仪器总电源，并用清水对监测设备的检测口进行清洗。重新启动时需对仪器进行校准方可正常使用。

8.3 软件数据平台日常管理

软件数据平台应安排经过培训的人员进行管理，需要了解设备运行状况和流量情况，软件数据平台日常管理工作包括：

- a) 通过网络平台对各终端设备进行全程检查，观察设备运行是否正常、判读那各设备监测数据是否正常；分析各设备的报警信息，发现异常情况及时通知现场运维人员，并做好检查和异常记录；
- b) 保证软件正常运行；
- c) 每季度备份一次监测数据；
- d) 做好软件数据平台日常管理工作记录。

8.4 质量保证与质量控制

8.4.1 总体要求

系统建设完成后，需要按照设备的运行特点以及相关规定等，开展质量保证与质量控制工作。

8.4.2 系统性能定期检查

定期对生态流量监测系统性能指标核查，并对监测系统进行校准、检定，保证生态流量监测系统监测结果的可靠性和准确性。

8.4.3 性能核查要求

性能核查要求如下：

- a) 至少每半年进行一次测量准确度检查；
- b) 至少每半年进行一次检定；
- c) 更换主要监测部件后，对系统的部件性能指标进行一次检查。

8.5 运行维护记录

在生态流量监测系统运行过程中，对设备进行性能核查、巡检、备品备件更换、校准、维修以及软件数据平台日常管理等工作都需要进行记录，记录需完整、全面、精准，对出现的问题和处理办法描述需详实、连续、有结论或有处理结果。

9 运行管理

9.1 组织实施

- a) 明确生态流量监测的责任主体，按照有关要求，因地制宜、科学设计，认真组织编制水电站生态流量技术设计方案，实施生态流量系统工程建设运行维护。
- b) 生态流量技术设计方案应明确生态流量的泄放措施和监控方式，实施计划、工程投资、保障措施、工程验收等内容。
- c) 生态流量技术设计方案编制完成后，按照分级管理要求，及时向水利部门报备。
- d) 依据国家有关的设计、施工、运行管理标准、行业规范、技术规程等，组织电站生态流量工程的施工。

9.2 监督与管理

- a) 生态流量系统按照“电调服从水调”的原则，根据河道生态流量要求，为水量生态调度提供信息反馈。
- b) 当上游来流量小于规定应下泄的生态流量时，应按坝址处上游实际来流量进行泄放。

c) 将生态流量监测系统、监控设施的运行维护纳入日常工作中，制定生态流量管理规程，负责监控水库蓄水、电站运行期的流量泄放工作，负责数据的存储、分析、统计、上传和整理，并接受有关部门的监督，实现监测监管全覆盖。

附录 A
(资料性)
生态流量监测系统结构图

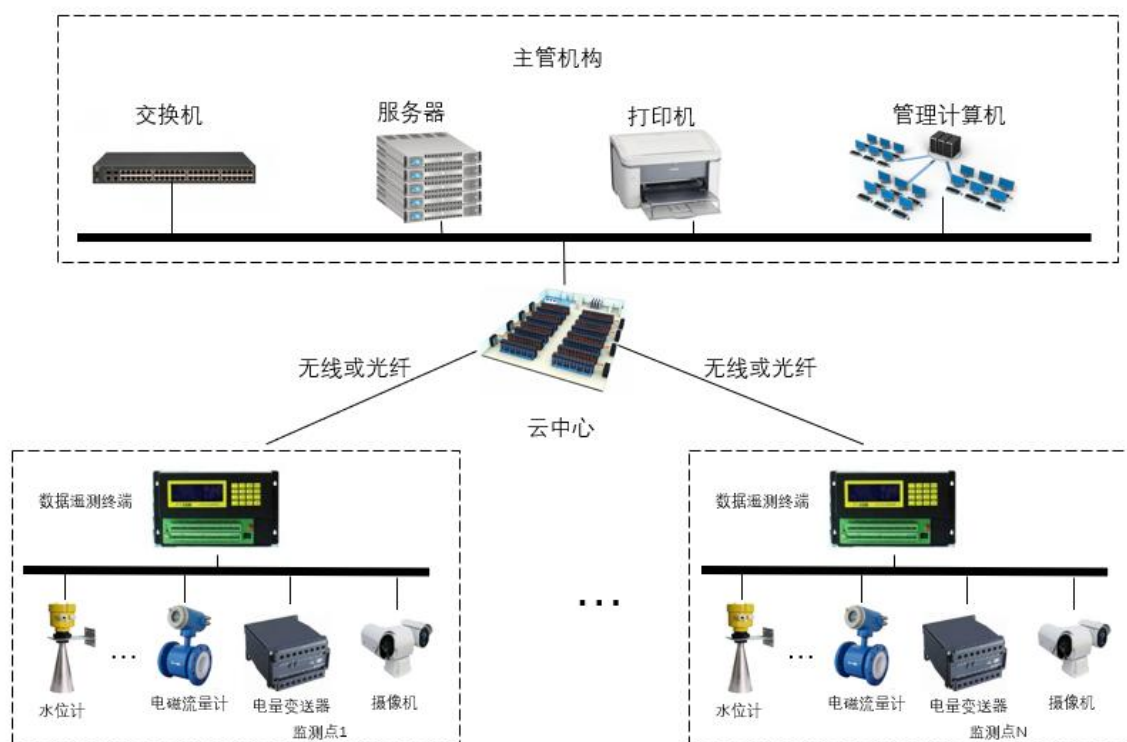


图 A.1 生态流量监测系统结构图

参 考 文 献

- [1]马猛.断面固化技术在中小河流量自动监测中的应用[J].水利技术监督,2020(01):85-88.
- [2]钟正,熊俊,胡碧辉.江西省小水电站生态流量现状及监管对策分析[J].江西水利科技,2019,45(06):460-464.
- [3]陈昂,薛耀东,魏娜,李慧.国外典型河流生态流量管理实践及启示[J].科技导报,2018,36(21):116-126.
- [4]陈昂,温静雅,王鹏远,吴淼.构建河流生态流量监测系统的思考[J].中国水利,2018(01):7-10+17.
- [5]陈国柱,杨杰,赵再兴.水电工程生态流量实时监测技术发展的思考[J].环境影响评价,2017,39(06):6-8+38.
- [6]陈昂,王鹏远,吴淼,孟现勇.国外生态流量政策法规及启示[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2017,38(05):49-53.
- [7]王晓亮,容会,王敏.基于WSN和GPRS融合的大盈江水系河流生态流量监测系统研究[J].昆明冶金高等专科学校学报,2013,29(03):25-30.
- [8]严茂强,卢兴,印小军,牛彤.生态流量在线监测系统及在水电站的应用[J].四川水利,2020,41(06):146-148.
- [9]王建平,李发鹏,孙嘉.关于河湖生态流量保障的认识与思考[A].中国水利经济研究会、水利部发展研究中心、南京水利科学研究院、河海大学.建设生态水利 推进绿色发展论文集[C].中国水利经济研究会、水利部发展研究中心、南京水利科学研究院、河海大学:中国水利经济研究会,2018:7.
- [10]韩亚萍.基于断面水质目标的水库生态流量泄放研究[J].水电能源科学,2021,39(05):50-53.
- [11]曹腾飞.江西省小水电站生态流量、泄放设施及监管平台建设[J].水电与新能源,2021,35(04):21-23+27.
- [12]孔得兵.某水电站下游减脱水河段生态流量研究[J].水利技术监督,2021(04):121-123.
- [13]罗骞.面向水库调度的河流适宜生态流量研究综述[J].云南水力发电,2021,37(03):20-23.
- [14]孙翀,王猛,张建永,高丽娜.我国重要河湖生态流量保障现状及问题分析[J].水利规划与设计,2021(03):4-7+28.
- [15]梁现培,邬志,蔡建国,邓渊,张志鹏.考虑生态流量的水电站下闸蓄水方案研究[J].水电与新能源,2021,35(02):4-8.
-