



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

水文自动测报系统技术规范

Specification for hydrological data auto-acquisition and transmission system

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

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|------------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义、符号、代号、缩略语 | 1 |
| 3.1 术语和定义 | 1 |
| 3.2 符号、代号和缩略语 | 3 |
| 4 总则 | 4 |
| 5 系统组成 | 4 |
| 6 系统技术要求 | 8 |
| 6.1 功能及主要技术指标 | 8 |
| 6.2 遥测站 | 9 |
| 6.3 中继站（集合转发站） | 10 |
| 6.4 中心站 | 10 |
| 6.5 通信组网 | 11 |
| 6.6 信息流程与工作模式 | 12 |
| 6.7 数据通信规约 | 12 |
| 6.8 系统联网 | 16 |
| 6.9 软件系统 | 16 |
| 6.10 防雷 | 17 |
| 6.11 供电电源 | 18 |
| 6.12 土建 | 18 |
| 7 系统设备要求 | 19 |
| 7.1 一般规定 | 19 |
| 7.2 传感器 | 19 |
| 7.3 遥测终端机 | 25 |
| 7.4 中继机及集合转发终端 | 27 |
| 7.5 通信设备 | 27 |
| 7.6 供电设备 | 28 |
| 8 系统安装、测试考核、运行维护 | 29 |
| 8.1 设备安装调试 | 29 |
| 8.2 系统测试考核 | 30 |
| 8.3 系统运行维护 | 30 |
| 附录 A（规范性附录） 水文自动测报系统前期报告编写规定 | 32 |
| 附录 B（规范性附录） 水文自动测报系统通信电路设计规定 | 42 |

| | | |
|-------------|------------|----|
| 附录 C（规范性附录） | 传感器选型..... | 51 |
| 附录 D（资料性附录） | 条文说明..... | 55 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国水利部提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：蔡阳、祝明、陆云扬、张国学、吴恒清、高繁民、陈智、徐海峰、张建刚、牛睿平、李承。

水文自动测报系统技术规范

1 范围

本标准规定了水文自动测报系统的总则、系统组成、系统技术要求、系统设备要求、系统安装调试、测试考核和运行维护。

本标准适用于水利、电力、农林、资源、环境等行业涉及的水文自动测报系统的设计、建设以及考核运行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 778 封闭满管道中水流量的测量饮用冷水水表和热水水表

GB/T 11828.2 水位测量仪器 第2部分：压力式水位计

GB/T 15966 水文仪器基本参数及通用技术条件

GB/T 18185 水文仪器可靠性技术要求

GB/T 21327 水面蒸发器

GB/T 30950—2014 闸位计

GB/T 50095 水文基本术语和符号标准

GB/T 50138 水位观测标准

GB/T50179—2015 河流流量测验规范

SL 21 降水量观测规范

SL 180 水文自动测报系统设备遥测终端机

SL 330 水情信息编码

SL/Z 331 水利信息系统可行性研究报告编制规定(试行)

SL/Z 332 水利信息系统初步设计报告编制规定(试行)

SL/Z 346 水利信息系统项目建议书编制规定

SL 364 土壤墒情监测规范

SL/Z 388 实时水情交换协议

SL 537—2011水工建筑物与堰槽测流规范

SL 651 水文监测数据通信规约

JJG(气象)005 自动气象站翻斗式雨量传感器检定规程

3 术语和定义、符号、代号、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 50095界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

水文自动测报系统 automatic system of hydrological data acquisition and transmission

应用遥测、通信、计算机和网络等技术，完成水文要素的自动采集、传输、处理和应用的`信息系统`。

3.1.2

测区 surveying area

为完成防汛抗旱、水资源管理、水环境保护、水文应急监测和水工程运行管理等工作的某项任务需要进行水文信息采集的区域。

3.1.3

遥测站 remote telemetry station

能实施远方数据采集和发送的水文测站。

3.1.4

集合转发站 collecting, consolidating and transponding station

系统中具有若干个遥测站数据接收处理并合并转发功能的一种数据中转站。

注：实际上是一种功能更强、具有信道和协议转换功能的中继站，也可以理解为是一个简单的分中心站。

3.1.5

中继站 relay station

为解决超短波信道组网因路径损耗太大或地形影响造成传输误码率超标，而在遥测站与中心站之间设立用于转发中心站指令和遥测站数据信号的接力站。

3.1.6

自报式 self reporting mode

遥测站在被测要素值发生变化或定时等事件触发条件下，主动发送数据的工作模式。

3.1.7

查询—应答式 inquire—answer mode

遥测站响应查询指令发送数据的工作模式。

3.1.8

兼容式 compatible mode

同时具有自报和查询—应答两种功能的工作模式。

3.1.9

遥测站网 telemetric network

系统中遥测站、中继站、集合转发站、中心站的组合。

3.1.10**静态功耗 quiescent power consumption**

在不连接外部设备的条件下,主要测控电路处于休眠或等待状态且事件值守电路处于活动状态时终端或装置的功耗。静态功耗以静态电流和电压的乘积表示。

注:通常仅标识静态电流,此时默认电压为直流12 V。

3.1.11**工作功耗 operating power consumption**

在不连接外部设备的条件下,主要测控电路以及事件值守电路均处于活动状态时终端或装置的功耗。工作功耗以工作电流和电压的乘积表示。

注:通常仅标识工作电流,此时默认电压为直流12 V。

3.1.12**人工置数 Artificial load**

将人工观测数据通过人工方式置入数据发送装置进行发送的数据置入方式

3.2 符号、代号和缩略语

GB/T 50095界定的以及表1中符号、代号和缩略语适用于本文件。

表1 符号、代号和缩略语说明

| 序号 | 符号、代号和缩略语 | 内容 |
|----|-----------|---|
| 1 | ADSL | 非对称数字用户环路 |
| 2 | CCITT | 国际电报电话咨询委员会 |
| 3 | CDMA | CDMA (Code Division Multiple Access) 又称码分多址 |
| 4 | CMOS | 互补金属氧化物半导体 |
| 5 | DDN | 数字数据网 |
| 6 | DTU | DTU (Data Transfer unit) 全称数据传输单元,是专门用于将串口数据转换为 IP 数据或将 IP 数据转换为串口数据通过无线通信 网络进行传送的无线终端设备。 |
| 7 | GIS | 地理信息系统 (Geographic Information System) |
| 8 | INTERNET | 国际互联网,也称因特网 |
| 9 | INTRANET | 企业内部互联网 |
| 10 | MTBF | 平均无故障工作时间 |
| 11 | Pe | 误码率 |
| 12 | PSTN | 公用电话交换网 |
| 13 | RJ-45 | 一种常用的以太网接口 |
| 14 | RS-232C | 美国电子工业协会推荐标准 232C 号,异步数据传输不平衡方式串行接口 |
| 15 | RS-485 | 美国电子工业协会推荐的平衡输入输出电路接口标准 |
| 16 | SDH | Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字系列,是一种将复接、线路传输及交换 |

| 序号 | 符号、代号和缩略语 | 内容 |
|----|---------------------------------------|--|
| | | 功能融为一体、并由统一网管系统操作的综合信息传送网络，是美国贝尔通信技术研究所提出来的同步光网络。 |
| 17 | SDI-12 | SDI 接口是数字串行接口(serial digital interface)的首字母缩写。SDI-12 代表了 1200 波特串行/数字接口。 |
| 18 | SYV-50、SDV-50 | 同轴射频电缆型号。 |
| 19 | TCP/IP | 传输控制协议/网际协议。它包含了网络接口层、网络层、传输层和应用层等协议，是一个完整的计算机网络协议 |
| 20 | TTL | 逻辑门电路 |
| 21 | web | web 本意是蜘蛛网和网的意思。现广泛译作网络、互联网等技术领域。表现为三种形式，即超文本(hypertext)、超媒体(hypermedia)、超文本传输协议(HTTP)等。 |
| 22 | zigbee | 是基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗个域网协议。根据这个协议规定的技术是一种短距离、低功耗的无线通信技术。 |
| 23 | Modbus-RTU | 一种异步串行传输的应用层报文传输协议 |
| 24 | MODEM | 调制解调器 |
| 25 | MSTP Multi-Service Transfer Plattform | 基于SDH的多业务传送平台。是可同时实现TDM、ATM、以太网等业务接入、处理和传送，提供统一网管的多业务平台。 |

4 总则

- 4.1 系统的设计、建设应充分利用现有资源，避免重复建设。
- 4.2 系统建设应根据业务应用需求，开展系统规划、设计等相关前期工作，并应重视基本资料的收集与分析整理、现场查勘以及站网布设论证，具体要求见附录 A。
- 4.3 系统应合理配置各项技术、性能、可靠性等指标，以达到系统在“无人值守、有人看管”条件下长期可靠稳定工作目标。
- 4.4 系统应优先选用经济实用可靠的定型设备，鼓励新技术应用。
- 4.5 系统应实现系统内外的互联互通、信息共享。

5 系统组成

系统由遥测站、中心站、中继站或集合转发站组成，可采用专用信道、公用信道或混合信道组网。遥测站应包括传感器、遥测终端、通信设备、供电设备等；中心站应包括通信设备、数据接收处理计算机、服务器、网络设备和供电设备等；遥测站与中心站之间应根据需要设中继站或集合转发站，中继站或集合转发站应包括中继机或集合转发终端、通信设备、供电设备等。

典型的系统组成可分为以下几种模式：

- a) 由若干遥测站和中心站构成的系统组成模式见图 1。

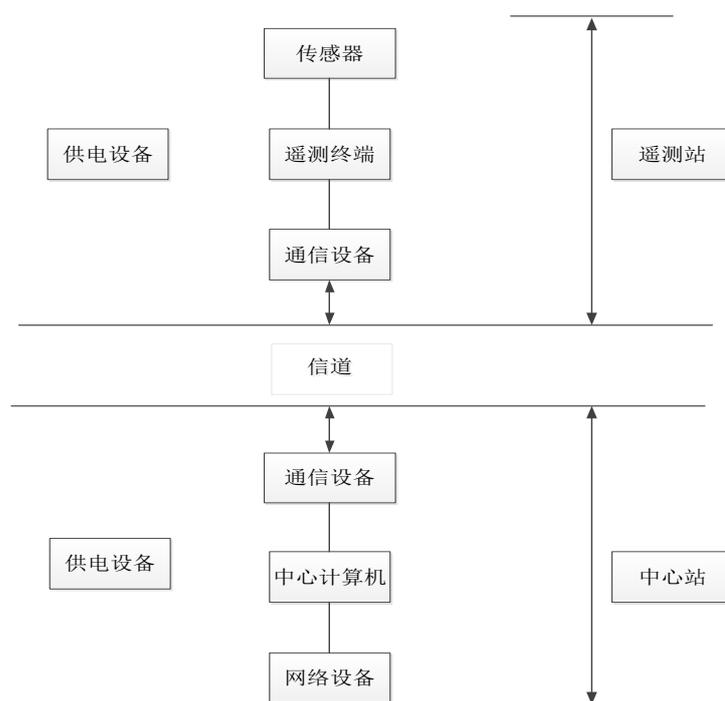


图1 若干遥测站和中心站构成的系统

b) 由若干遥测站、中继站（集合转发站）、中心站构成的系统组成模式见图2。

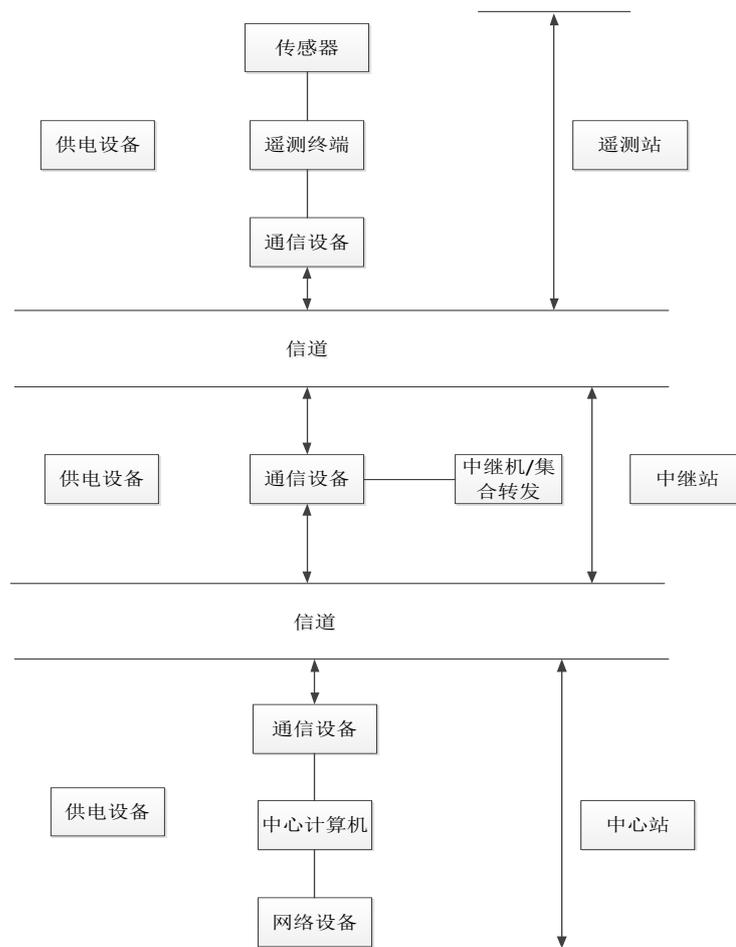


图2 若干遥测站、中继站（集合转发站）、中心站构成的系统

- c) 由若干遥测站、分中心站、中心站构成的系统组成模式见图3。图3（a）的信息流向是逐级上传，图3（b）的信息流向是全系统的遥测站数据发送到中心站，再由中心站分发到分中心。

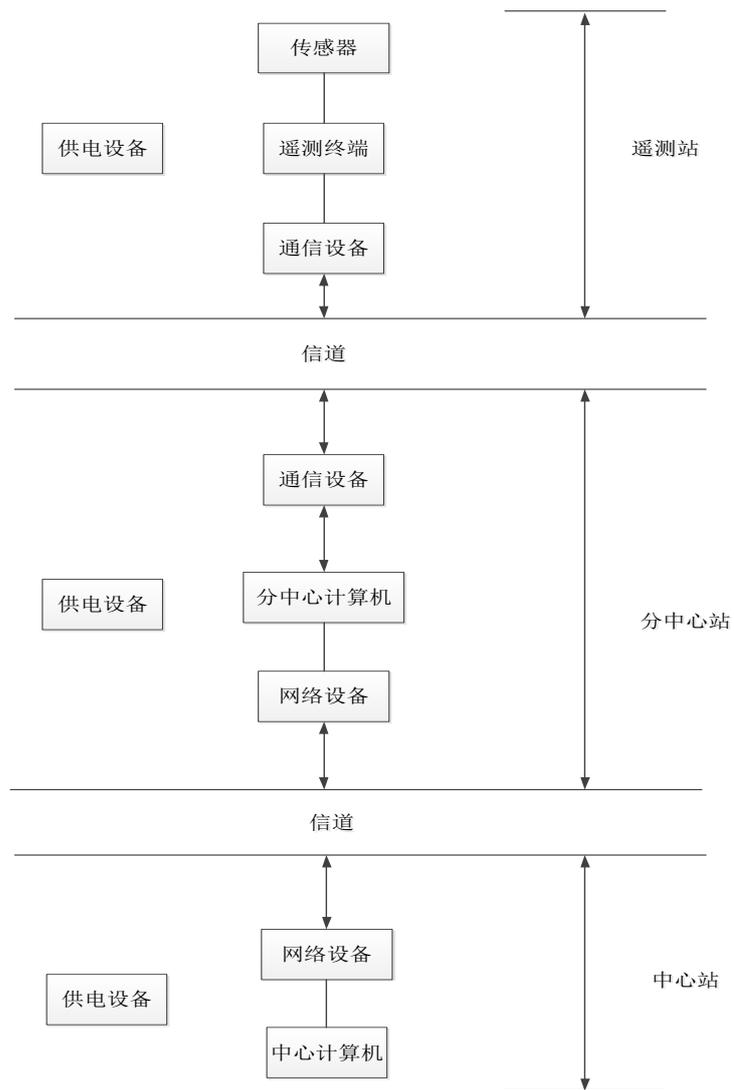


图3 (a) 若干遥测站、分中心站、中心站构成的系统

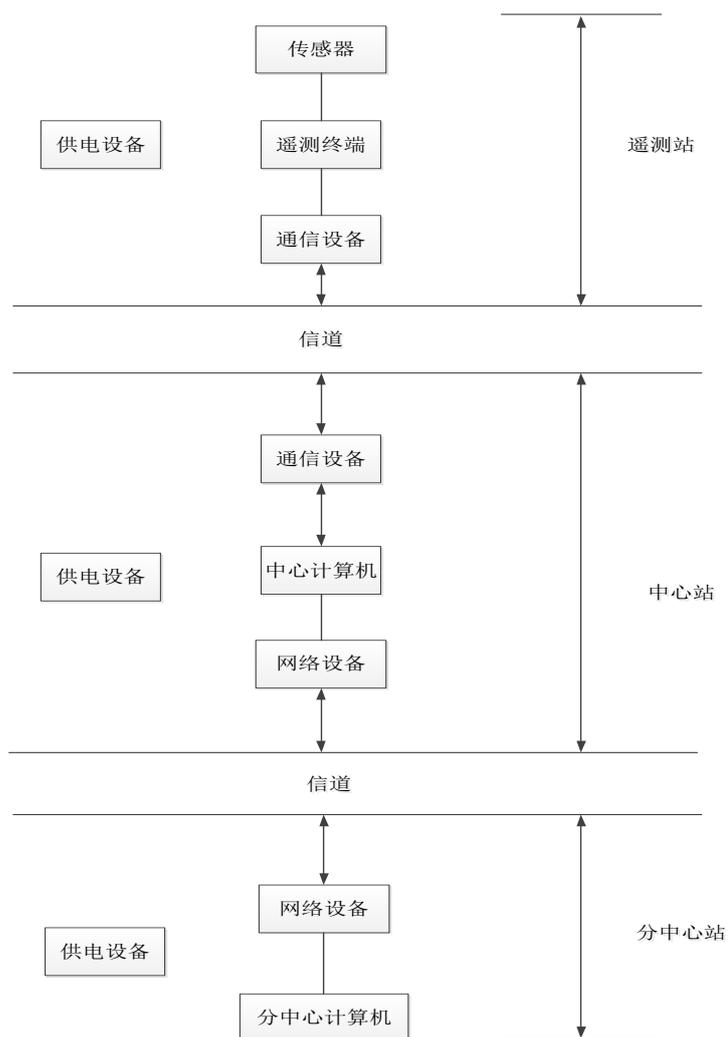


图3 (b) 若干遥测站、分中心站、中心站构成的系统

6 系统技术要求

6.1 功能及主要技术指标

6.1.1 功能

系统应包括但不限于以下功能：

- 准确、及时、可靠地采集和传输水文信息及设备工况信息；
- 遵照相关数据库标准将数据写入数据库，并实现信息资源共享；
- 对数据进行统计计算处理，生成相应的报表和处理结果；
- 系统中重要遥测站应配置相互独立的主、备数据传输信道，并具有传输信道的主、备模式选择设置和主备信道数据传输自动切换功能。分中心（或中心）站之间互联宜配置信息传输主、备用信道，并能相互切换；
- 系统应能自动校时，设定及修改各类运行参数；

- f) 根据业务需求, 提供符合整编要求的水文资料;
- g) 对于有水文预报要求的系统其数据采集处理应满足水文预报的相关要求。

6.1.2 主要技术指标

6.1.2.1 系统一次完成测区内遥测站实时数据收集、处理和转发的时间应不大于 10 min。

6.1.2.2 主要通信方式信道误码率 P_e 应符合表 2 的要求。所选通信方式在使用现场信道误码率不能满足要求时, 应调整组网方案或通信方式。

表2 主要通信方式信道误码率 P_e 规定

| 信道 | 超短波通信 | 微波、卫星通信 | 移动通信 | DDN、SDH、ADSL、MSTP | PSTN |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| P_e | $\leq 1 \times 10^{-4}$ | $\leq 1 \times 10^{-6}$ | $\leq 1 \times 10^{-5}$ | $\leq 1 \times 10^{-6}$ | $\leq 1 \times 10^{-5}$ |

6.1.2.3 系统的可靠性主要包括数据收集处理畅通率和设备可靠性两个方面, 可靠性指标应按以下要求确定:

- a) 系统可靠性用系统在规定条件下和规定的时间内, 数据收集的月平均畅通率和数据处理作业的完成率来衡量。系统数据收集的月平均畅通率应不低于 95%, 其中重要控制站的月平均畅通率应达到 98%以上。数据处理作业的完成率应不低于 95%。
- b) 系统通过计算机网络传输数据的畅通率宜达到 99%以上。
- c) 应合理选用系统各类设备的可靠性指标, 单站设备的综合 MTBF 应不小于 8 000 h。MTBF 的验证应符合 GB/T 18185 的要求。

6.1.2.4 系统采集的要素或信息, 其值或量的分辨力、测量误差等指标应符合以下规定:

- a) 应根据业务应用需求确定系统各监测要素值或量的分辨力、测量误差, 所涉及监测要素传感器的选择可参考附录 C;
- b) 系统监测要素测量误差宜用对应的监测要素传感器测量误差来衡量。

6.2 遥测站

6.2.1 主要功能

遥测站应具有以下功能:

- a) 自动采集水文要素等数据, 可实现数据的固态存储; 能实现固态存储数据现场或远程提取; 宜提供现场数据显示/站点参数设置功能;
- b) 自报式、查询一应答式或兼容式的工作模式;
- c) 支持多信道互为备份的传输方式, 并可自动切换;
- d) 分中心或中心站发送数据的功能;
- e) 定时发送传感器数据和电池电压等信息;
- f) 实现超阈值加报。雨量数据宜实时采集并超阈值加报, 水位数据宜定时采集并超阈值加报;
- g) 现场或远程读取和修改遥测站参数, 包括监测要素范围; 其中报信阈值、测量时间间隔和定时发信时间间隔应能远程读取和修改;
- h) 自动校时功能;
- i) 人工置数功能;
- j) 低功耗电源设计, 可具有遥测终端机内置电池供电模式。

6.2.2 主要技术指标

遥测站主要技术指标应符合：

- a) 供电电源：直流电压在标称值的 90%~120%范围内，交流电压为 220 V±20%；
- b) 工作环境：温度-10 ℃~55 ℃，湿度不大于 95%RH(40 ℃)；
- c) 浮充供电条件下，设备应能长期可靠工作；无浮充条件下仅用蓄电池供电，设备应能连续正常工作不低于 30 d；
- d) 单站综合 MTBF 应不小于 8 000 h。

6.3 中继站（集合转发站）

6.3.1 主要功能

中继站（集合转发站）应包括如下功能：

- a) 应能转发中心站的指令和遥测站的数据；
- b) 应具有发送本站信息和识别是否应由该站转发信息的功能；
- c) 可兼容遥测站的功能。
- d) 集合转发站除具有遥测中继站功能外，可完成隶属各遥测站数据汇集处理、显示和转发等功能。

6.3.2 主要技术指标

中继站（集合转发站）应满足以下要求：

- a) 供电电源：直流电压在标称值的 90%~120%范围内，交流电压为 220 V±20%；
- b) 工作环境条件：
 - 1) 中继站：温度为-10 ℃~55 ℃，湿度不大于 95%RH(40 ℃)；
 - 2) 集合转发站：温度为 5℃~40 ℃，湿度不大于 90%RH(40 ℃)。
- c) 电源设计符合 6.2.2c) 要求；
- d) 综合 MTBF 应不小于 16 000 h。

6.4 中心站

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 应依据系统规模和功能要求，配置软硬件及网络设备。

6.4.1.2 中心站应配备实现遥测数据收发、处理、存储，数据交换、统计、计算以及硬拷贝输出等功能要求的相应设备。

6.4.1.3 中心站仅承担数据接收和转发任务的，可不建局域网。

6.4.2 组成

中心站应包括硬件设备和软件系统：

- a) 硬件设备包括：通信设备、工作站与服务器、数据存储设备、网络及安全设备、电源、运行环境设备和其它配套设备；
- b) 软件系统包括：系统软件和应用软件，其中系统软件主要包括操作系统和数据库管理系统等软件，应用软件主要包括数据接收处理以及其它应用支撑软件。

6.4.3 主要技术指标

中心站主要技术指标应符合下列规定：

- a) 供电电源：直流电压在标称值的 90%~120%范围内，交流电压为 220 V±20%；
- b) 工作环境条件：温度为 5℃~40 ℃，湿度不大于 90%RH(40 ℃)。

6.4.4 主要功能

中心站应包括但不限于如下功能：

- a) 通信控制与数据接收；
- b) 数据处理；
- c) 数据共享；
- d) 信息查询；
- e) 数据管理；
- f) 配置管理；
- g) 安全管理。

6.5 通信组网

6.5.1 数据通信组网

水文自动测报系统通信组网设计应符合下列规定：

- a) 应根据测区通信资源、系统规模、信息流程、信息交换量等要求，合理选择通信组网信道。
- b) 在满足数据传输可靠性和速率的前提下，应优先选择公用通信网和已建专用通信网；
- c) 重要站点应采用主、备信道的组网方式；
- d) 中心站及集合转发站的通信信道应能满足系统最大数据量的传输要求；
- e) 应从充分提高通信资源利用率角度进行组网设计。

6.5.2 通信方式

6.5.2.1 水文自动测报系统可选用移动公网、卫星、超短波和光纤通信等数据传输方式。

6.5.2.2 通信线路的设计，应根据实际情况进行通信质量检测和方案比选，应遵循以下规定：

- a) 采用移动通信组网时应符合：
 - 1) 信号强度应满足通信误码率要求。个别测站信号强度达不到要求，可通过自建短距信道将测站信息传至移动公网信号符合要求的地点，再采用移动公网信道。自建短距信道宜选用超短波、传感器网络、无线网桥或光纤等。
 - 2) 传输速率或带宽应由实际使用需求确定，并得到较高的性价比。
 - 3) 应对移动通信服务商提出通信可靠性等服务技术指标。
- b) 采用卫星信道时，应根据实际情况确定以下指标：
 - 1) 卫星通信终端的工作体制和工作频率；
 - 2) 工作频段的雨衰特性；
 - 3) 传输速率和时延；
 - 4) 卫星天线的仰角及信号强度；
 - 5) 现场站点的卫星波束覆盖情况；
 - 6) 通信数据的安全性。
- c) 采用超短波通信电路时，应参照附录 B 的规定。
- d) 采用光纤通信时，应根据水文自动测报系统的建设要求、网络结构、规模容量，制定合理的通信组网方案。

6.5.2.3 通信数据传输速率应依据通信方式按下列要求选择：

- a) 超短波信道的数据传输速率宜小于 1200bps，接口速率可选择 9600bps。
- b) 采用移动通信信道的数据传输速率（接口速率）可选择 9600 bps 以上；NB-IOT 窄带通信信道的数据传输速率（接口速率）宜选用 9600 bit/s；

- c) 卫星通信和光纤通信信道的数据传输速率宜根据系统数据传输要求以及通信资源本身的传输能力来确定；
- d) 有图像传输要求的系统通信信道宜选用可提供较高通信速率的移动通信和光纤通信等信道。

6.6 信息流程与工作模式

6.6.1 信息流程

水文自动测报系统信息流程宜选用以下常用方式：

- a) 逐级上传见图 1、图 2、图 3 (a)。遥测站发送信息至分中心站，再由分中心站向中心站转发，分中心站可以是 1 级，也可以多级。
- b) 集中分发见图 3 (b)。遥测站发送信息至中心站，再由中心站向分中心站转发，分中心站可以是 1 级，也可以多级。
- c) 多目标并发。遥测站同时向 2 个以上分中心站或中心站发送信息，可以是逐级上传，也可以是集中分发。如图 4 所示：

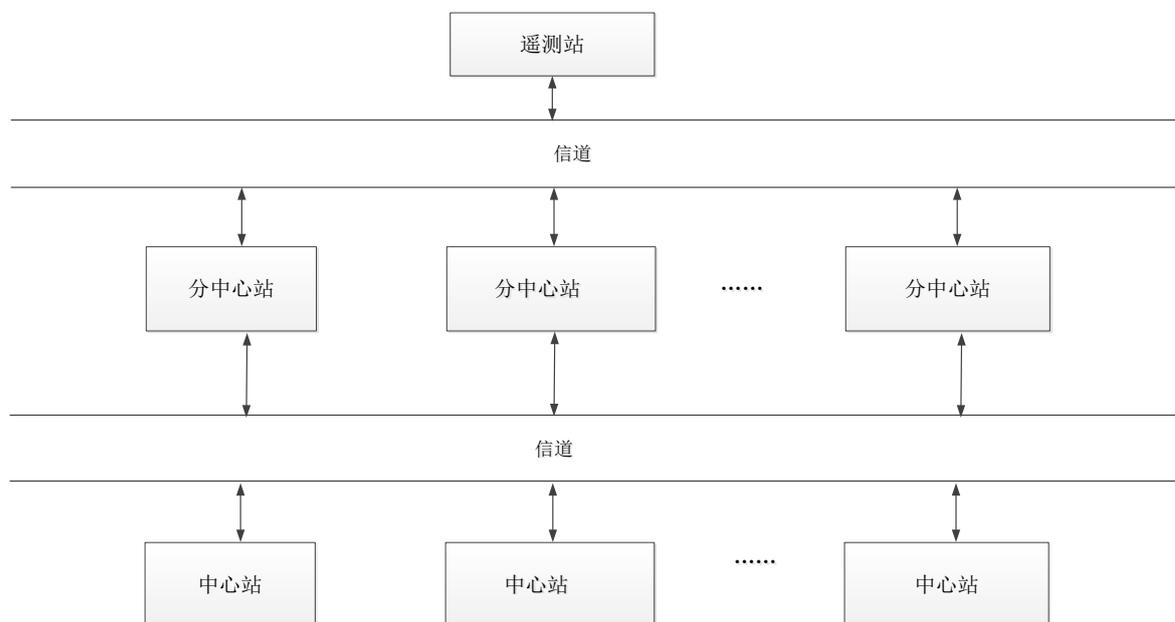


图4 多目标并发方式

6.6.2 工作模式

应根据业务工作要求，同时考虑管理维护、供电、交通和可利用的通信信道以及信道质量等条件，确定选用自报式、查询—应答式或兼容式工作模式。工作模式的选择应符合下列规定：

- a) 中心站仅需要获取测站数据变化情况时，宜采用自报式，并应配置定时平安报；
- b) 中心站需要主动随时取得测站数据时，宜采用查询—应答式；
- c) 以上两种需求都需要，可采用兼容式，亦可采用混合式。

6.7 数据通信规约

6.7.1 基本规定

6.7.1.1 本规约宜作为系统遥测站与中心站之间数据传输的应用层通信协议，网络层通信协议可直接选用所运用通信方式的网络层支持协议。

6.7.1.2 系统数据通信规约应满足下列基本要求：

- a) 系统数据传输帧结构中应含遥测站号、数据以及表征数据属性的标识符；还宜附加用于表示测量时间、通信路由和校验码等的扩展部分；
- b) 系统联网与外部进行的信息交换宜参照 SL/Z 388 的规定执行，使用网络信息交换技术实现；
- c) 人工观测水文要素（参数）的编码宜参照 SL 330 的规定执行。

6.7.1.3 具有信息传输安全保密要求的系统，宜在此通信规约基础上增加信息加密传输编码或技术措施。

6.7.2 帧结构规定

6.7.2.1 一般规定

本规约规定了遥测站至中心站的数据传输报文帧结构框架，其通信协议基于面向字符异步通信方式。帧报文信息应根据通信方式要求选用ASCII字符编码或HEX/BCD字符编码报文帧编码结构；系统的报文帧只能选用其中一种编码结构，不允许两种编码混编。

6.7.2.2 报文帧结构

6.7.2.2.1 帧基本单元

帧基本单元为字节，每字节包含8个数据位、1个起始位“0”和1个停止位“1”，无校验。帧基本单元结构见表3。

表3 帧基本单元结构

| 起始位 | 8 个数据位 | | | | | | | | 停止位 |
|-----|--------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| “0” | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | “1” |

6.7.2.2.2 报文帧结构

水文监测数据传输通信报文帧分为ASCII字符编码报文帧和HEX/BCD字符编码报文帧，以帧起始符进行编码区分，均应采用表4规定的上行报文帧结构框架，表5规定的下行报文帧结构框架。不管传输的字符采用何种编码，均应满足此帧结构框架规定。传输顺序为高位字节在前，低位字节在后。

表4 上行报文帧结构框架

| 序号 | 名称 | 编码说明 |
|----|------------|---------------------------------------|
| 1 | 帧起始符 | 01H/7E7EH。 |
| 2 | 中心站地址 | 范围为 1~255，选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 3 | 遥测站地址 | 选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 4 | 密码 | 同上 |
| 5 | 功能码 | 同上 |
| 6 | 报文上下行标识及长度 | 同上 |
| 7 | 报文起始符 | STX/SYN。 |

| | | | |
|----|-------|---------|--|
| 8 | | 包总数及序列号 | 报文起始符为 SYN 时编入该组，其他情况下省略。选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 9 | 报文正文 | | 选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 10 | 报文结束符 | | ETB/ETX。 |
| 11 | 校验码 | | 校验码前所有字节的 CRC 校验，生成多项式： $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ，高位字节在前，低位字节在后。选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |

表5 下行报文帧结构框架

| 序号 | 名称 | | 说明 |
|----|-------|------------|--|
| 1 | 报头 | 帧起始符 | 01H/7E7EH。 |
| 2 | | 遥测站地址 | 选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 3 | | 中心站地址 | 范围为 1~255，选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 4 | | 密码 | 选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 5 | | 功能码 | 同上 |
| 6 | | 报文上下行标识及长度 | 同上 |
| 7 | | 报文起始符 | STX/SYN。 |
| 8 | | 包总数及序列号 | 报文起始符为 SYN 时编入该组，其他情况下省略。选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 9 | 报文正文 | | 选用 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 字符编码 |
| 10 | 报文结束符 | | ENQ/ACK/NAK/EOT/ESC。 |
| 11 | 校验码 | | 见表 4 说明。 |

6.7.2.2.3 报文帧控制字符定义

报文帧控制字符定义见表6。ASCII字符编码的帧起始采用SOH（01H），HEX/BCD编码的帧起始采用7E7EH，其他控制字符在两种编码结构中的定义相同。

表6 控制字符定义

| 控制字符代码 | 对应编码 | 功能 | 使用说明 |
|--------|-------|------------|--------------------------------|
| SOH | 01H | 帧起始 | ASCII 字符编码报文帧起始符 |
| | 7E7EH | | HEX/BCD 编码报文帧起始符 |
| STX | 02H | 传输正文起始 | |
| SYN | 16H | 多包传输正文起始 | 多包连续发送，一次确认的传输模式中使用 |
| ETX | 03H | 报文结束，后续无报文 | 作为报文结束符，表示传输完成，等待退出通信 |
| ETB | 17H | 报文结束，后续有报文 | 在报文分包传输时作为报文结束符，表示传输未完成，不可退出通信 |
| ENQ | 05H | 询问 | 作为下行查询及控制命令帧的报文结束符。 |

| | | | |
|-----|-----|-------------|---|
| EOT | 04H | 传输结束，退出 | 作为传输结束确认帧报文结束符，表示可以退出通信。 |
| ACK | 06H | 肯定确认，继续发送 | 作为有后续报文帧的“确认帧”报文结束符。 |
| NAK | 15H | 否定应答，反馈重发 | 用于要求对方重发某数据包的报文结束符。 |
| ESC | 1BH | 传输结束，终端保持在线 | 在下行确认帧代替 EOT 作为报文结束符，要求终端在线。保持在线 10 分钟内若没有接收到中心站命令，终端退回原先设定的工作状态。 |

6.7.2.2.4 报文正文要素（参数）信息 ASCII 字符编码

报文正文要素（参数）信息 ASCII 字符编码应符合下列规定：

- ASCII 字符编码传输报文帧结构中图片信息等特殊规定的信息采用原编码传输，其他信息组编码均应采用 ASCII 字符传输。
- 报文正文中信息组编码由要素（参数）标识符与相应数据构成，标识符编列在前，数据编列在后。各要素（参数）标识符、数据之间均用“空格”作为分隔符，“编码结构”表示为“要素（参数）标识符 空格 数据 空格”，报文正文最后的 1 个空格不得省略。水文常用要素标识符规定见 SL651。

6.7.2.2.5 报文正文要素（参数）信息 HEX/BCD 字符编码

报文正文要素（参数）信息 HEX/BCD 字符编码应符合下列规定：

- 应用 HEX/BCD 编码报文帧结构时，报文信息组中不管是 HEX、BCD 编码或 ASCII 字符（比如人工置数数据、图片等特殊格式数据）均采用原编码传输。
- 报文正文中信息组编码由标识符与相应数据构成，编码结构表示为“标识符 数据”。标识与数据、信息组之间均不采用分隔符。数据是 HEX/BCD 码时采用原编码传输；数据是十进制浮点数时省略小数点，压缩为 BCD 码传输，数据长度及小数点位置由标识符说明，采用最短数据格式。
- “标识符”通常采用 2 字节 HEX 码，扩展时为 3 字节，表示为“标识符引导符 数据结构定义”。高位字节是标识符引导符，低位字节用于定义后续数据的字节数及其小数点后的位数。HEX/BCD 编码“标识符”结构见表 7，水文常用要素标识符引导符规定见 SL651。

表 7 HEX/BCD 编码标识符结构规定

| 高位字节 | 低位字节 | | 说明 |
|--|--------------------------------|-----------|---|
| 标识符引导符 | 数据定义 | | |
| 通常为 1 字节 HEX 码，范围为 01H~FEH；当该字节取值 FFH 时，其后增加 1 字节扩展标识符 | 字节高 5 位 | 字节低 3 位 | 要素标识符与遥测站配置参数标识符取值相同，用功能码区分是要素还是遥测站参数标识 |
| | 表示数据字节数（不含小数点） | 表示小数点后位数 | |
| | 字节数为扣除小数点后包含符号位的长度，范围为 0~31 字节 | 范围为 0~7 位 | |

d) 报文中的数据应满足如下规定：

- BCD 编码数据最高位字节是“FF”表示负数，除了标识的负数外，其他 BCD 数据均是正数。数据位数是奇数，且是负数时，数据高位前插入“FF0”。数据位数是偶数，且是负数时，数据高位前插入 1 字节“FF”。
- 当采用 BCD 编码的无符号位数据（特定数据，如短信接收号码等，不可能是负数）位数是奇数时，最高位用“A”补齐，解码时去掉“A”；位数是偶数时，直接采用原数据。

- 3) 少数数据是无符号位 HEX 编码数据，通过标识符识别。

6.7.2.2.6 其他

报文中其他信息组编码应按照SL 651规定执行。

6.8 系统联网

6.8.1 系统应具有与其它应用系统或平台进行数据交换或共享的联网接口。应充分考虑与已建系统的互联，以及与行业政务信息资源平台的联网，实现行业内外信息共享。各系统间的数据交换或共享机制可按照实际业务需求进行单独设计。

6.8.2 系统联网还应符合下列要求：

- a) 应优先选用已建的网络通信资源进行联网；
- b) 联网信道应根据信息量和传输速率要求选择带宽，并宜配置备用信道；
- c) 联网信道可以选择一种通信方式，也可以采用多种方式混合组网；宜选择稳定、可靠、占用资源少、效率高的传输技术；
- d) 应明确数据交换与共享权限，保证数据传输安全性，并保证各系统或平台数据同步和可扩展性。
- e) 应明确数据交换遵循的标准以及数据交换流程与频度。

6.9 软件系统

6.9.1 计算机操作系统软件和数据库系统软件的选择

计算机操作系统软件和数据库系统软件的选择，应符合下列要求：

- a) 应根据服务器硬件配置要求选择稳定可靠、多用户、多任务的操作系统。用于开发运行信息接收、处理、转发和查询等应用软件的操作系统，应选用性能优良可靠、被广为采用、符合安全要求的操作系统。
- b) 应根据中心站数据应用规模选择适用的并具备可扩展性、安全性、稳定性的数据库系统软件。

6.9.2 系统应用软件的设计要求

中心站系统应用软件的设计应满足下列要求：

- a) 根据应用软件系统规模确定中心站计算机设备选型和外围设备的配置方案；
- b) 应用软件在结构上宜实现开放，进行标准化设计，符合国家和行业规范；
- c) 根据系统的功能要求，进行应用软件功能模块的划分，进行逻辑结构和数据流程设计；
- d) 应用软件应能满足 7×24 小时稳定运行的要求；
- e) 应用软件在设计时应考虑兼容常用的操作系统软件及数据库系统软件；
- f) 应用软件应根据系统规模设计响应速度及并发性的性能需求，并留有一定余量，在系统规模不发生数量级变化的情况下，不应出现明显的性能下降；
- g) 应用软件应进行容错处理设计，能对由非正常因素引起的运行错误给出适当的处理或信息提示；
- h) 应用软件设计应留有升级接口和升级空间；
- i) 应用软件应进行安全性设计，不应出现由应用软件运行而导致的系统安全性事故。

6.9.3 系统应用软件的主要功能

系统应用软件应包括如下功能：

- a) 通信控制与数据接收。根据通信方式和数据通信规约的要求,实现遥测站数据的实时接收并存入原始数据库。接收的数据应进行起始符、长度、结束符、校验码等各类校验,存储时应包含信道类型及报文类型等信息。接收的数据异常时应进行告警提示;
- b) 数据处理。能将接收到的报文按照通信规约进行解析,并将解析出的数据经过合理性检查后分类写入数据库,如出现不合理的数据应进行告警提示并进行记录。能将遥测信息和其他方式接收的信息按照指定的方式进行转换、统计和整理,存入相应的数据库;
- c) 数据共享。根据相关的标准、通信规约和数据共享需求,进行数据共享接口、指令、内容、流程的设计,实现数据共享功能;
- d) 信息查询。能完成以交互方式查看各类水文信息、系统运行状态、测站以及系统的运行配置参数等功能;对各种数据进行统计分析;按照预定的项目和图表格式显示和打印各类报表、测站分布图、指定时段的雨量分布图和各种过程线图等;
- e) 数据管理。利用数据库管理系统对水文信息及其特征数据和系统与测站的特征数据进行统一的存储和管理,并为用户建立起具有对数据库进行初始化、数据备份和恢复等功能的数据库管理维护应用软件,保证数据库安全和数据的一致性。实现数据库内相关数据的添加、删除、修改、导入、导出等功能;
- f) 配置管理。实现中心站软件系统内各参数的配置功能,在信道条件允许时应能实现远程读取和修改遥测站参数。安全管理。提供系统日志、用户角色与权限管理等功能;
- g) 安全管理。根据应用要求,选择提供身份鉴别、数据加密存储、用户角色与权限管理、系统日志等功能;
- h) 外部接口。软件宜预留相应开放性接口,以保证二次开发利用及其它系统的开发应用;
- i) 根据需要还可扩展下列功能:
 - 1) 建立和管理历史水文数据、基本资料数据库等;
 - 2) 按照水文资料整编格式的要求,提供数据格式转换功能;
 - 3) 进行水文预报作业以及防洪、供水、发电等水利调度方案的计算和优选;
 - 4) 通过接入 INTERNET/INTRANET 等方式,提供 WEB 信息服务;
 - 5) 与 GIS 系统相结合,提供更丰富的信息查询功能;
 - 6) 提供移动终端数据查询功能;
 - 7) 提供面向公众的信息发布功能。

6.10 防雷

6.10.1 水文自动测报系统各类站点应配置防雷接地设施,接地设施应满足以下规定:

- a) 各类站点应根据现场情况布设防雷接地设施,宜包括避雷针、防雷接地体(网)、避雷器等;接地包括避雷针和避雷器等防雷接地、设备接地,交流供电的电源接地。
- b) 野外遥测站防雷接地电阻值通常应小于 $10\ \Omega$,对于交流供电的野外遥测站接地电阻应小于 $5\ \Omega$;中心站的接地电阻值应小于 $4\ \Omega$ 。
- c) 太阳能供电的野外遥测站,通常宜设计防雷接地措施;防雷接地措施难以实施的站点,可采用悬浮避雷方式,但还应满足以下特定条件之一:
- d) 主要设备安装在室内,无天线类室外设备或无室外设备,且设备用金属外壳封装,设备内部电子单元与外壳无电气连接;
- e) 一体化金属外壳设备,设备内部电子单元与外壳无电气连接;
- f) 室外设备全部在避雷针防护范围内,设备内部电子单元与外壳无电气连接。
- g) 交流供电的野外遥测站应设计防雷接地以及交流电源接地;中心站应设计防雷接地、电源接地以及设备接地。

- h) 交流电源接地、防雷接地和设备接地应各自单独引线接入地网，通常采用同一个接地网等电位连接。当采用等电位地网时，其接地电阻应小于 4Ω 。当三个接地分别接入各自的接地网时，三个接地体之间间距应不小于 20m。
 - i) 安装在室外的设备，且未采用悬浮式避雷方式时，设备外保护箱应有可靠的接地。
- 6.10.2 系统中还应相应采取下列避雷措施：
- a) 对雷电多发区以及有室外设备或安装室外天线的站点，应安装避雷针；避雷针的接地电阻应小于 4Ω ，避雷针应将被保护设备覆盖在其 45° 保护角之内；
 - b) 应根据现场及通信设备型式等具体情况选择配置通信天线系统避雷装置；
 - c) 交流电源输入端应设置电源避雷器、隔离变压器或其他防雷装置。在雷电多发区，直流电源也应采用直流电源避雷装置；
 - d) 室外电缆应采取加装防腐金属套管埋地或将金属套管一端良好接地等防雷措施，防止信号线引雷。信号线输入端应配置防浪涌设备（或信号避雷器）；

6.11 供电电源

6.11.1 应根据系统的建设需求，计算现场设备正常运行的功耗并采用合理的电源配置，保证现场设备连续可靠地运行。

6.11.2 供电电源应因地制宜地设计防雷接地措施，并按照 6.10 的相关规定统一进行设计。

6.11.3 野外站的电源配置应符合以下要求：

- a) 宜采用太阳能板浮充蓄电池供电，并应根据当地日照条件和连续阴雨天数进行太阳能板和蓄电池的容量设计，具备过充电保护、过放电报警功能；
- b) 应从输出功率、转换效率、开路电压、短路电流等指标综合选用太阳能板，使其满足现场使用设备的蓄电池充电需求；
- c) 若采用交流供电方式时，应采用交直流变换浮充蓄电池方式，具备过充电保护、过放电报警功能。设备电源输入满足：单相交流电压 $220\text{ V}\pm 20\%$ 、 $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$ （2%）；
- d) 蓄电池配置应满足以下要求：
 - 1) 应从电池类型、最大放电电流、容量、标称电压、温度特性、充放电特性、寿命等指标综合选用蓄电池。推荐选用密封免维护电池，可根据现场需求及设备功耗情况选用铅酸、碱性或锂电池等。
 - 2) 电压：可选用 6 V、12 V 或 24 V 供电，宜使用 12 V；
 - 3) 蓄电池供电能力：蓄电池提供电流的能力应能满足设备的最大工作电流需求；
 - 4) 容量：依照 6.2.2c) 进行设计。

6.11.4 中心站电源配置应按下列要求进行：

- a) 中心站宜采用交流供电。为保证设备供电，应配备不间断电源（UPS），后备电池应能维持主要设备运行 4 h 以上；
- b) 电源设备配置应满足：
 - 1) 选择的电源设备的输入特性应能适当地当地供电的电压、频率波动范围；电源设备的输出特性应能满足其后端设备的电源输入要求；
 - 2) 当供电电源质量不能满足 UPS 等电源设备的使用要求时，中心站必须采取稳压、滤波等措施，使电源质量符合 UPS 等设备要求。
 - 3) 中心站需要配置直流电源时，宜参照 6.11.3 规定进行设计。

6.12 土建

6.12.1 一般规定

- 6.12.1.1 应根据传感器的安装位置和安装方式进行土建施工设计。
- 6.12.1.2 遥测站站房结构或场地、面积，避雷针和防雷接地体（网）等防雷接地设施，电缆敷设、雨量观测场地、水位测井和其他传感器安装场地，通信设备辅助设施以及其他设备安装场地等土建工程应满足设备安装要求。
- 6.12.1.3 中心站机房的面积及结构、供电条件、温度、湿度、防静电和防雷接地等设施应满足中心站设备的安装要求和工作需要。
- 6.12.1.4 水文自动测报系统的建筑物应符合当地抗震设计要求。

6.12.2 传感器安装场地

- 6.12.2.1 水位计的安装场地设置应符合 GB/T 50138 的有关规定；压力水位计的土建和安装应符合 GB/T 11828.2 的要求，雷达水位计的土建和安装应符合 SL/T 184 的要求。
- 6.12.2.2 雨（雪）量计的安装场地选择设置应符合 SL 21 的有关规定；在特定场合，满足应用要求前提下安装环境要求可适当放宽。
- 6.12.2.3 流速流量监测设备安装场地应满足以下要求：
- a) 天然河流、人工河渠、潮汐影响和水工程影响河段采用明渠测流法测流的测验河（渠）段，宜顺直、稳定、水流集中，无分流岔流、斜流、回流、死水等现象；流速流量监测设备安装位置的选择应从仪器安装水深、水草干扰、航运干扰、稳定固定、安全保护、便于检修和防雷接地设置等方面考虑，以保证其符合仪器使用要求，同时还需满足以下条件：
 - 1) 采用流速仪法测流时测验断面的布设应符合 GB 50179-2015 的有关规定；
 - 2) 采用比降面积法测流断面宜无明显横比降，并在有一定水面落差的比降水位观测河段布设上、中、下三个比降断面，应使上中断面间距与中下断面间距相等，且比降中断面宜与流速仪测流中断面重合；
 - 3) 采用点流速仪和声学时差法、声学多普勒剖面流速仪法、电磁流速仪法测流的仪器安装位置的选择还应从安装位置的水流代表性等方面考虑，以保证其符合仪器使用要求。
 - b) 采用水工建筑物与堰槽测流时的安装场地设置应符合 SL 537 的有关规定；
 - c) 采用封闭满管道中流量测量场合，其安装场地设置应符合 GB/T 778 的有关规定；
 - d) 采用其他测流方法的测验河段或渠系安装位置，应满足仪器性能适用条件和资料整编要求。
- 6.12.2.4 闸门（泵）开度传感器的安装场地设置应符合 GB/T 30950 的有关规定；
- 6.12.2.5 遥测蒸发传感器的安装场地设置应符合 SL630 的有关规定；
- 6.12.2.6 遥测土壤墒情监测传感器的安装场地设置应符合 SL 364 的有关规定；
- 6.12.2.7 其他水文要素传感器的安装场地选择设置应符合水文测验规范的要求。

7 系统设备要求

7.1 一般规定

- 7.1.1 水文自动测报系统的主要设备一般包括：传感器、遥测终端机、中继机（集合转发终端）、通信设备、供电设备等。
- 7.1.2 应选用检验合格的定型设备。

7.2 传感器

7.2.1 雨（雪）量传感器

7.2.1.1 工作环境条件

工作环境条件应满足下列要求：

- a) 雨量计 0℃～55℃，雨雪量计-40℃～55℃；
- b) 湿度：不大于 95%RH(40℃)。

7.2.1.2 技术参数：

技术参数主要包括：

- a) 雨雪量计承水口材料应坚实，其口缘呈刃口状，内壁光滑，不得有砂眼、毛刺、伤痕、渗漏、镀层脱皮等缺陷。刃口角度为 40°～45°，进入承水口的降雨不应飞溅出承水口。承水口内径为： $\phi 200_0^{+0.06}$ mm；
- b) 分辨力：应按 SL 21 的规定选用设备；
- c) 降水强度：
 - 1) 降雪：≤5mm/h（最低工作环境温度下）；
 - 2) 降雨：≤4mm/min。
- d) 准确度：当降雨强度在 0.01 mm/min～4 mm/min 范围内变化时，雨量传感器准确度测量误差可按公式（1）计算。对于雨雪量计，当降水量在 10mm 以下时准确度为±1.5mm；当降水量在 10mm 以上时准确度为±(1+总量×5%)mm。准确度等级见附录 C。

$$E(\%) = (P_i - P_s) / P_s \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——测量误差，以百分数表示（%）；

P_i ——仪器测定值，单位为毫米（mm）；

P_s ——仪器自身排水量，单位为毫米（mm）。

- e) 可靠性：在满足仪器正常维护条件下，翻斗式雨量传感器的 MTBF 应不小于 25 000 h，其他类型的雨（雪）量传感器的 MTBF 应不小于 8 000 h。

7.2.1.3 输出

输出特征应符合以下要求：

- a) 开关量输出：雨量传感器通常为二组或多组接点通断信号输出。其接点允许承受的最大电压应不小于 24V；允许通过电流应不小于 50mA；输出端绝缘电阻应不小于 1MΩ；导通电阻应不大于 10 Ω；当电流 50 mA，电压为 12V 时，接点工作寿命应在 5×10⁵ 次以上；
- b) 模拟量输出：4 mA～20 mA 或 0 V～5 V；
- c) 串行输出：推荐采用 RS-485 接口，应配置有抑制过电压（消浪涌）装置；数据传输协议应符合 SL 651 规定。

7.2.1.4 其他

雨（雪）量传感器还应符合下列要求

- a) 防堵塞：雨量传感器应具有防堵、防虫、防尘措施。在无人维护情况下，至少能正常工作 30 d 不被堵塞；
- b) 防雷电抗干扰：雨量传感器及输出信号传输线应具有防雷电和抗干扰措施；
- c) 雨（雪）量传感器的选型参见附录 C。

7.2.2 水位传感器

7.2.2.1 工作环境条件

工作环境条件应满足下列要求：

- a) 温度：-10℃～50℃；
- b) 湿度：不大于95%RH(40℃)；
- c) 被测水体没有结冰。

7.2.2.2 技术参数

技术参数主要包括：

- a) 分辨力：0.1 cm、1.0 cm，应按系统要求选择；
- b) 测量范围：一般（可或宜）为0 m～10 m、0 m～20 m、0 m～40 m、0 m～100 m；
- c) 水位变率：能适应的水位变率一般情况下应不低于40 cm/min，对有特殊要求的应不低于100 cm/min；
- d) 准确度：水位传感器的准确度按其测量误差的大小可分为4级（见表C-2），其置信水平应不小于95%，组建水文自动测报系统应选用3级以上的设备。

7.2.2.3 输出

输出有：全量输出、增量输出，宜选用全量输出。输出特征应符合以下要求：

- a) 全量输出：分并行、串行和模拟量三种。并行输出：推荐使用格雷码，也可采用BCD码。输出的高电平为“1”码，低电平为“0”码，接点通断输出特性同增量输出，输出插头应采用防水插座；串行输出：宜采用RS-485接口，应有抑制过压消涌装置；数据传输协议应符合SL 651规定，误码率 P_e 小于 1×10^{-5} ，输出插头应采用防水插座；模拟量输出可采用：4 mA～20 mA或0 V～5 V。
- b) 增量输出：由一组或多组输出组成，可以用接点通断或电平输出。接点通断输出其允许承受最大电压应不小于30 V，电流应不小于10 mA，输出端绝缘电阻应不小于5 MΩ，导通电阻应不大于0.5 Ω；电平输出其高低电平值应符合CMOS电平。
- c) 也可以采用全量输出与增量输出相结合的输出方法。

7.2.2.4 其他

水位传感器还应符合下列要求：

- a) 电源适应性：宜采用直流供电，电源电压在标称电压的90%～120%间波动时，仪器应正常工作；
- b) 防雷电、抗干扰：传感器电输出接口应有防雷电和抗干扰措施；
- c) 可靠性指标：浮子式水位计MTBF应不小于25000h；其他类型水位计MTBF应不小于16000h。

7.2.3 闸门开度传感器

7.2.3.1 传感器选用及配件匹配

闸门开度传感器可选用光电式、磁电式或机械式系列编码器；根据闸门的型式和启闭方式外配匹配安装支架、联轴器或齿轮等联接件。

7.2.3.2 工作环境条件

工作环境条件应符合下列要求：

- a) 室外部分：工作环境温度范围为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，工作环境相对湿度不大于95%(40 $^{\circ}\text{C}$ 凝露)；
- b) 室内部分：工作环境温度范围 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，工作环境相对湿度不大于93%(40 $^{\circ}\text{C}$ 时)。

7.2.3.3 技术参数

技术参数主要包括：

- a) 分辨力：0.1 cm、0.5 cm、1.0 cm，应按系统要求选择；
- b) 测量范围：一般为0 m \sim 5m、0 m \sim 10m、0 m \sim 20 m、0 m \sim 40 m、0 m \sim 80 m。
- c) 适应最大变率：能适应的闸门开度变率一般情况下应不低于10cm/s，对有特殊要求的应不低于80cm/s；
- d) 准确度：闸门开度传感器的准确度等级按误差大小分为3级，各个准确度等级的最大允许误差应符合表C-3的规定，测量结果的合格率应在95%以上；当测量误差扩大时，其最大允许误差均不应超出闸门开度计全量程的0.1%。
- e) 回差：应小于闸门开度传感器最大允许误差。
- f) 重复性标准差：在相同工作条件下及规定测量范围内，闸门开度传感器重复性标准差应不超过最大允许误差。

7.2.3.4 输出

输出有全量输出和增量输出，宜用全量输出。输出特征应符合以下要求：

- a) 全量输出：分并行、串行和模拟量三种。并行输出：推荐使用格雷码，也可采用BCD码，有电平输出或接点通断输出两类。串行输出采用RS-485、SDI-12、SSI等接口，数据传输协议应符合SL 651规定。模拟量输出：采用与闸门开度呈函数关系的电压、电流等模拟量信号输出，推荐采用4 mA \sim 20 mA或0 V \sim 5 V。
- b) 增量输出：具有接点通断或电平输出两类，其内部应设置内置电池，在外部失电情况下仍可进行测量数据的存储和计算。
- c) 也可以采用全量输出与增量输出相结合的输出方法，同时闸门开度传感器应具备闸门启闭极限位置的报警信号功能并具有接点通断输出。

7.2.3.5 其他

闸门开度传感器还应符合下列要求：

- a) 数据实时传输：闸门开度传感器每变化一个规定值即实时输出闸门开度数据；对于采用串行总线结构进行多个闸门的开度测量时，每台闸门(泵)开度传感器具有设址和选址响应功能；
- b) 电源适应性：推荐采用直流供电，电源电压在标称电压的80% \sim 120%间波动时，仪器应正常工作；也可采用单相220V交流电供电，允许电压在偏差20%内仪器应正常工作。掉电后应具有位置记忆功能。
- c) 防雷电抗干扰：闸门开度传感器信号接口、交流电输入端应采取防雷隔离措施，闸门开度传感器应具有抗电磁干扰性能；闸门开度传感器与测控装置采用专用电缆连接时，其最大传输距离应不大于100m；
- d) 野外防护：整机结构应具有防潮、防尘、防电磁辐射及防盐雾措施；
- e) 可靠性指标：闸门开度传感器MTBF应不小于16 000h。

7.2.4 流速流量传感器

7.2.4.1 工作环境条件

工作环境条件应符合下列要求：

- a) 温度：-10 ℃~50 ℃；
- b) 湿度：不大于 95%RH(40 ℃)；
- c) 被测水体没有结冰。

7.2.4.2 技术参数

技术参数主要包括：

- a) 流速测量分辨力：0.01 m/s、0.001m/s，应按系统要求选择；
- b) 流速测量范围：一般（可或宜）为 0.02~9.99m/s（范围可扩展），应按系统要求选择；
- c) 准确度：系统误差应满足不同资料用途控制指标要求；测验资料用于其他用途的单次流量测验允许误差，可根据需要分析确定（见表 C-4）。

7.2.4.3 输出

输出特征应符合以下要求：

- a) 全量输出：宜采用串行 RS-485 接口，应有抑制过压消涌装置；数据传输协议应符合 SL 651 规定。
- b) 增量输出：流速仪通常为—组接点通断信号输出。其接点允许承受的最大电压应不小于 24 V；允许通过电流应不小于 100 mA；输出端绝缘电阻应不小于 1 MΩ；导通电阻应不大于 10 Ω。对于带有计数器的电平输出，其内部应设置内置电池，在外部失电情况下仍可进行测量数据的存储和计算。

7.2.4.4 其他

流速流量传感器还应符合下列要求：

- a) 电源适应性：宜采用直流供电，电源电压在标称电压的 90%~120%间波动时，仪器应正常工作；
- b) 防雷电抗干扰：传感器及其输出信号线应有防雷电和抗干扰措施；
- c) 野外防护：水下设备的抗压、防水、防腐蚀等应能符合相应水深、水质使用要求；
- d) 可靠性指标：管道流速流量传感器 MTBF 应不小于 16000 h；其他类型流速流量传感器 MTBF 应不小于 8 000 h。

7.2.5 水面蒸发传感器

7.2.5.1 工作环境条件

工作环境条件应符合下列要求：

- a) 蒸发皿和蒸发桶工作温度：-10 ℃~55 ℃。
- b) 量测装置工作温度：-10 ℃~55 ℃（非冰期）。
- c) 相对湿度：不大于 95%（40 ℃时，无凝露）。

7.2.5.2 技术参数

技术参数主要包括：

- a) 分辨力应符合下列要求：
 - 1) 标准水面蒸发器：0.1 mm。
 - 2) 自记/遥测蒸发器：0.1 mm，0.2 mm，0.5 mm，1.0 mm。
- b) 测量范围：

- 1) 电测针: 0 mm~70 mm, 0 mm~100 mm;
- 2) 自记/遥测传感器: 0 mm~100 mm。
- c) 准确度: 自记/遥测蒸发器蒸发量观测的相对误差应在-3%~3%范围内, 其置信水平应不小于95%。
- d) 重复性标准差: 在相同工作条件下及规定测量范围内, 重复性误差应不大于0.2 mm。

7.2.5.3 输出

输出特征应符合以下要求:

- a) 输出宜用全量串行输出, 推荐采用 RS-485 接口, 应有抑制过压消涌装置;
- b) 数据传输协议应符合 SL 651 规定。

7.2.5.4 其他

水面蒸发传感器还应符合下列要求:

- a) 电源适应性: 宜采用直流供电, 电源电压在标称电压的 90%~120%间波动时, 仪器应正常工作;
- b) 防雷电抗干扰: 传感器及其输出信号线应有防雷电和抗干扰措施;
- c) 风浪及补排水抑制: 传感器的输出应稳定, 必要时应采取波浪及补排水抑制措施;
- d) 野外防护: 在高寒地区, 在规定工作环境条件下, 器内水体冻结后, 水面蒸发器不应出现变形和冻裂; 蒸发皿、蒸发桶的平均寿命应不小于 10 年。
- e) 可靠性指标: 自记/遥测蒸发器的传感器和数据采集控制器平均无故障工作时间计 MTBF 应不小于 25 000 h。

7.2.6 土壤墒情传感器

7.2.6.1 工作环境条件

工作环境条件应符合下列要求:

- a) 量测装置工作温度: -10 °C~55 °C (非冰期)。
- b) 相对湿度: 不大于 95% (40 °C时, 无凝露)。

7.2.6.2 技术参数

技术参数主要包括:

- a) 分辨力: 0.1% (m³/m³);
- b) 测量范围: 0~60%, 应按系统要求选择;
- c) 准确度: 应符合 SL364 的技术要求。

7.2.6.3 输出

输出宜用全量输出。输出特征应符合以下要求:

- a) 串行输出采用 RS-485、SDI-12、SSI 等接口, 数据传输协议应符合 SL 651 规定。
- b) 模拟量输出: 采用与土壤含水率呈函数关系的电压、电流等模拟量信号输出, 推荐采用 4 mA~20 mA 或 0 V~5 V。

7.2.6.4 其他

土壤墒情传感器还应符合下列要求:

- a) 电源适应性: 宜采用直流供电, 电源电压在标称电压的 80%~120%间波动时, 仪器应正常工作;

- b) 防雷电抗干扰：传感器及其输出信号线应有防雷电和抗干扰措施；
- c) 土样率定：传感器的输出应稳定，必要时应采取土壤取样率定措施；
- d) 野外防护：仪器外壳应具有良好的抗压、防水以及耐腐蚀性能；
- e) 可靠性指标：土壤墒情监测站的传感器和数据采集控制器平均无故障工作时间计 MTBF 应不小于 25 000 h。

7.2.7 其它要素传感器

用于对盐度、温度、湿度、风速、风向、气压等水文气象参数和水质参数，以及与流量监测相关的电压、电流等参数进行测量的其他传感器应符合相应的国家标准或水利、气象、环境监测的行业标准，还应满足如下要求：

- a) 应优先采用直流供电，宜由遥测终端机统一供电，也可独立供电。使用直流供电时，电压值允许为标称电压的 90%~120%；使用交流供电时，电压值允许为 220 V±20%；
- b) 在正常维护条件下，MTBF 应不小于 16 000 h。

7.3 遥测终端机

7.3.1 遥测终端机应具有完成被测参数的数据采集、存储和传输控制，并通过通信设备与信道完成数据传输的功能。

7.3.2 遥测终端机应具有低功耗的性能和高可靠性，并具有扩展传感器接口和通信接口。

7.3.3 遥测终端机应具有数据固态存贮功能。

7.3.4 遥测终端机应具有以下基本功能：

- a) 工作模式可设定，根据需要设定为自报式、查询—应答式或兼容式；
- b) 可以发送人工置数；
- c) 具有发送定时报功能，报送设备当时运行工况及数据；
- d) 具有超限加报机制；
- e) 具有主备信道的接入和自动切换能力；
- f) 具有本地和远程修改配置参数的功能；
- g) 具有本地和远程提取固态存储数据功能；
- h) 测试数据不存入固态存储器；
- i) 具有自动校时功能；
- j) 数据传输协议应符合 SL 651 的规定。

7.3.5 遥测终端机应具有下列接口，并满足以下要求：

- a) 与基本类传感器的接口。基本型应有与雨量、水位传感器的接口，其接口的类型见 7.2.1 和 7.2.2。其他类型，应根据所测参数传感器的数量和输出特征，配置相应的接口。各类接口应分别符合下列要求：
 - 1) 增量计数型输入接口，接插件可使用 5 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 8 规定执行；

表8 增量型接口插头座引脚定义

| 引脚号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|----|----|-----|-----|-----|
| 符号 | IN | IN | U/D | U/D | GND |
| 定义 | 信号 | 信号 | 状态 | 状态 | 信号地 |

2) 并行输入接口，接插件可使用 19 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 9 规定执行；

表9 并行输入接口插头座引脚定义

| 引脚号 | 1-13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|-------|-------|----|-------|----|----|----|-------|
| 格雷码 | 低位—高位 | 预留 | 正码公共端 | 预留 | 预留 | 电源 | 反码公共端 |
| 余三反射码 | 低位—高位 | 预留 | 正码公共端 | 预留 | 预留 | 电源 | 反码公共端 |

3) 模拟信号输入接口，输入一般（宜）为 4 mA~20 mA 或 0 V~5 V 的电信号，接插件可使用 5 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 10 规定执行；

表10 模拟信号输入接口插头座引脚定义

| 引脚号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|------------|---------|----|-----|-----|
| 符号 | 4 mA~20 mA | 0 V~5 V | E+ | GND | GND |
| 定义 | 电流信号 | 电压信号 | 电源 | 电源地 | 信号地 |

4) 输入信号，可以是通和断的触点，也可以是 TTL 或 CMOS 电平的数字信号。接口应有消除抖动与抑制过压保护。

b) 与串行类传感器接口。宜采用 RS-485、RS-232C 或 SDI-12 标准：

1) 传感器与遥测终端机之间的数据传输协议应符合 SL 651 规定；

2) 传输线路应满足阻抗匹配要求；

3) 接插件可使用 9 芯圆形防水插头座，其引脚定义应和 D 形插座的引脚定义一一对应；对于 RS-232C 也可采用 9 芯 D 形防水插头座。

c) 与监控计算机串行接口。宜采用 RS-232C 或 RS-422 标准：

1) 传输线路应满足阻抗匹配要求；

2) 接插件可使用 9 芯圆形防水插头座，其引脚定义应和 D 形插座的引脚定义一一对应，对于 RS-232C 也可采用 9 芯 D 形防水插头座。

d) 太阳能电池或蓄电池接口的接插件可使用 4 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 11 规定执行。

表11 太阳能电池接口插头座引脚定义

| 引脚号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|---------|------|-----|-----|
| 符号 | V+ | E+ | GND | GND |
| 定义 | 太阳能电池正极 | 电池正极 | 地 | 地 |

e) 接口应具有过压和过流保护。

f) 外壳防护要求：应符合 SL/T 180 中有关规定。

7.3.6 遥测终端机主要技术指标：

a) 工作电源：

1) 直流供电时，宜使用 12 V，电压允许范围为标称电压的 90%~120%；

2) 交流供电时，电压、频率允许值分别为 220V±20%、50 Hz±5 Hz，并具有对蓄电池浮充控制功能。

b) 工作环境：

- 1) 普通型：温度：-10℃~55℃，相对湿度：不大于95%（40℃时），大气压：86 kPa~106 kPa；
- 2) 特殊型：温度：-30℃~60℃；相对湿度：不大于95%（40℃时）；
 - (1) 高原区使用大气压：60 kPa~106 kPa；
 - (2) 高寒区使用大气压：86 kPa~106 kPa。
- c) 设备功耗（不含通信装置，12VDC）：
 - 1) 自报式工作模式的静态值守电流应不大于3 mA；
 - 2) 查询一应答和兼容工作模式的静态值守电流应不大于15 mA；
 - 3) 工作电流应不大于100 mA。
- d) 在正常维护条件下，平均无故障工作时间MTBF应不小于25 000 h。

7.4 中继机及集合转发终端

7.4.1 中继机与集合转发终端应具有以下基本功能：

- a) 中继机接收到数据帧，甄别后立即转发，不存储；
- b) 集合转发终端需具有一定的存贮容量，对接收到的遥测站数据进行存储；并根据转发要求，重新打包，通过相同信道或其他信道与中心站进行通信，实现批量转发；
- c) 中继机兼做遥测站时，与其他设备的接口规定应按7.3.5规定执行。

7.4.2 中继机与集合转发终端主要技术指标：

- a) 工作电源：要求同7.3.6a)；
- b) 值守电流：小于50 mA（12 V）；
- c) 工作环境：要求同7.3.6 b)；
- d) 在正常维护条件下，MTBF应不小于25000h。

7.5 通信设备

7.5.1 通信设备包括收发信设备和天馈线等。

7.5.2 不同通信信道的通信设备应遵守下列规定：

- a) 移动通信传输时，通信设备应符合下列要求：
 - 1) 外接数字设备接口类型：RS-232C，RS-485，以太网接口；
 - 2) 接口速率：9600 bps~115 200 bps；
 - 3) 支持移动通信全网通网络，可支持PPP、TCP/IP、WMMP、UDP等协议的选用；
 - 4) 支持透明传输及通讯设备管理协议，支持固定IP和动态域名数据中心，支持运营商的APN或VPDN专网；
 - 5) 待机时电流宜低于30 mA；
 - 6) 工作环境：要求同7.3.6 b)。
- b) 卫星通信传输时，通信设备的技术指标应符合与之对应的卫星通信系统的国家标准或国际标准。用于遥测站卫星通信设备应符合下列要求：
 - 1) 每次开机与卫星信号同步锁定时间应小于5 min；
 - 2) 接口类型：RS-232C；或RS-485，RS-422；以太网接口；
 - 3) 应能低功耗运行；
 - 4) 工作环境：要求同7.3.6 b)。
- c) 超短波传输时，收发信机应不低于国家超短波收发信机技术指标。宜配有调制解调器。模拟接口的输入和输出阻抗、电平应满足要求；内置调制解调器的数字接口应满足RS-232C或TTL电平接口标准要求。天馈线应符合以下要求：

- 1) 增益：全向天线为 2 dB~8 dB，定向天线为 6 dB~12 dB；
 - 2) 输入阻抗：50 Ω ；
 - 3) 电压驻波比：小于 1.5；
 - 4) 带宽：天线带宽应覆盖收发信机工作频率范围；
 - 5) 极化：组网简单的，可使用单一极化方式。组网复杂，可使用极化隔离，减少相互影响；
 - 6) 通常使用 SYV-50 系列电缆，也可选用 SDV-50 或其他型号的低损耗电缆。
- d) 无线传感器网络可用于遥测站信息的无障碍短传。传感器网络设备宜符合以下要求：
- 1) 低功耗：采用电池供电可长期工作；
 - 2) 具有传感器网络协议与 SL651 协议转换功能；
 - 3) 传输距离：100 m~1 000 m；
 - 4) 端口类型：RS-232C，RS-485，波特率：2 400 bps~115 200 bps；
 - 5) 频段：2.4 GHz，信道数：16 信道。
- e) 无线网桥宜符合以下要求：
- 1) 频段：2.4 GHz 或 5.8GHz；
 - 2) 标准数据速率：11Mbps~54 Mbps，实际数据速率：6 Mbps 到 30 Mbps；
 - 3) 工作方式：无线覆盖、点对点，点对多点，中继连接；
 - 4) 传输距离：无高大障碍条件下几百米到 50 公里；
 - 5) 端口类型：RJ-45；传输协议：TCP/IP。

7.6 供电设备

7.6.1 水文自动测报系统的供电设备通常应包括蓄电池、太阳能电池板、充电控制器、不间断电源、交流稳压净化电源、电源避雷器等，情况特殊的站点可考虑使用风能发电机。

7.6.2 应从输出功率、转换效率、开路电压、短路电流等指标综合选用太阳能电池板或风能发电机，使其满足现场使用设备的电源需求。

7.6.3 应根据以下性能指标要求选用太阳能电池板：

- a) 宜选用单晶硅太阳能电池板；
- b) 输出电压应与蓄电池组额定电压匹配；
- c) 最大输出电流因更达到 0.02C~0.05C（C 为蓄电池容量）。

7.6.4 充电控制器应满足充放电对额定电压、最大充电电流、值守功耗、防过充电电压以及过放电报警电压等指标要求。

7.6.5 不间断电源选用应符合：

- a) 选用在线式不间断电源。
- b) 输入电压范围：应优于标称值 80%~120%范围；
- c) 充电电流满足其后备电池容量要求。

7.6.6 交流稳压净化电源指标应符合以下要求：

- a) 输入电压：应优于标称值 70%~130%范围；
- b) 输出电压：应在标称值 97%~103%范围之内；
- c) 具有浪涌及尖峰脉冲吸收功能。

7.6.7 电源避雷器：根据现场情况配置 1 级~2 级电源避雷器，电源避雷器选用应满足如下要求：

- a) 第一级避雷器泄放电流应大于等于 40kA（8/20 μ s），残压（3 kA 8/20 μ s）应小于等于 600 V；
- b) 第二级避雷器泄放电流应大于等于 20kA（8/20 μ s），残压（3 kA 8/20 μ s）应小于等于 600 V；
- c) 最高工作电压应大于等于标称值的 130%。

8 系统安装、测试考核、运行维护

8.1 设备安装调试

8.1.1 设备安装调试主要包括系统遥测站和中心站设备安装与调试、系统联调两个部分：

- a) 设备安装包括设备的固定、设备间的连接、设备与土建设施的衔接以及中心站软件安装等；
- b) 设备调试包括遥测站设备基本参数测试与配置、设备之间连接测试、整体模拟运行；中心站设备与应用软件的基本参数配置和主要功能检测等；
- c) 系统联调包括遥测站、中继站与中心站之间相关功能的联合测试。

8.1.2 设备安装调试前应具备以下条件：

- a) 设备按设计及采购清单进行数量和品质的初验，
- b) 关键设备应检查是否具备必要的质量检验标志；遥测终端机、雨量计、水位计等水文仪器应符合本规范 7.1.2 规定；
- c) 安装设备的土建设施，须按设计通过初验；水位测井等与测验质量密切相关的土建设施，应通过单项验收；
- d) 系统设备应完成集成与室内模拟拷机工作，模拟拷机时间不少于 2 周；部分传感器应进行参数的率定；
- e) 安装调试应具备必要的安装、测试工具、记录表格和交通条件；
- f) 采用公共通信资源组网以及卫星组网的系统，应提前开通相关的遥测站、中心站通信业务；
- g) 蓄电池应按规定程序完成充电和放电过程，并按规定充足电池；
- h) 安装调试应由经过培训的技术人员完成。

8.1.3 设备安装应满足下列要求：

- a) 应预先制定设备安装调试计划，包括人员分组、安装顺序以及站码等信息分配、安装与调试技术细则等；
- b) 系统宜按照中心站、遥测站的安装顺序，中继站宜与遥测站同时安装；
- c) 设备安装须严格按产品说明书和设计技术文档的要求进行；遥测终端机、传感器等设备还应按设计要求进行参数配置与模拟记录测试；
- d) 对于需现场处理的安装工艺，如焊接、机械固定等，须严格执行工艺要求，并进行必要的检验或测试；
- e) 连接线的走线线路和安装方式应充分考虑避免机械损伤、防水防潮、防电磁干扰、动物啃咬、防偷盗等因素。应具有必要的护套等保护措施。设备连接涉及室内外互联时，应有防水措施；
- f) 应做好安装调试记录，包括影像资料等。

8.1.4 遥测站设备安装完成后，应进行以下重点调试：

- a) 蓄电池电压及充电电流是否符合要求；
- b) 太阳能板开路电压和短路电流是否符合要求；
- c) 分别模拟降雨、水位涨落，测试遥测终端与传感器之间的连接与工作状态；
- d) 调试各类设备是否按预期要求工作，包括通信、显示、按键、存储等功能是否正常；
- e) 调试完成后，应重新核查遥测终端的配置、设置信息。

8.1.5 中心站设备安装调试主要包括服务器、工作站以及网络设备与各类系统软件、数据库软件、应用软件等的安装与调试、主要功能测试，并完成对系统遥测站管理等参数的配置。

8.1.6 系统联调。中心站、遥测站等设备安装调试完成后，需通过系统联调，完成系统整体衔接和配合。按系统设计和软件要求，配置和设定各项参数进行系统功能联合测试，检测系统主要功能和指标，以达到预期结果。系统联调完成后，进入系统试运行考核。系统联调应包括以下方面：

- a) 遥测站采集与传输功能测试，主要包括定时报、加报功能测试；
- b) 中心站远程控制功能测试，主要包括数据召测、时间校准、参数设置等功能测试；
- c) 采集与存储的数据一致性检测；
- d) 通信信道自动切换功能检测；

8.2 系统测试考核

8.2.1 系统建设完成后，应经过不少于三个月的试运行期。试运行期的主要任务包括开展遥测站水位等参数的比测，解决仪器设备运行中出现的问题，中心站软件功能的优化与完善以及技术培训等。

8.2.2 在系统试运行阶段，应对系统主要设备（硬件和软件）性能、功能等进行全面测试，对系统主要指标进行考核。测试与考核结果形成报告，作为系统验收文件之一。

8.2.3 系统测试主要包括传感器准确度测试、系统功能测试等，系统考核主要是数据畅通率指标。

8.2.4 传感器准确度测试要求：

- a) 雨(雪)量传感器应进行准确度试验。雨量计按中雨强(1.5mm/min~2.5mm/min)注入清水，计数值不小于10mm，测试结果应符合7.2.1。
- b) 水位计按20cm/min~40cm/min的变率使水位升降不小于50cm，不少于10个测点，测试结果应符合7.2.2。
- c) 闸门开度传感器在测量范围内，以规定闸位变率条件，由低向高往返一个行程，并选择不少于10个测点，测试结果应符合7.2.3。
- d) 流速流量监测传感器。应在不同水位条件下，对传感器的测量结果进行比测、率定。
- e) 遥测蒸发传感器。对传感器的测量结果进行至少10个日历日的比测。
- f) 土壤墒情监测传感器。应在不同气象条件下，对传感器的测量结果进行比测、率定。
- g) 其他传感器应参照产品试验要求及相关标准与规范的要求进行准确度检验。不具备模拟试验条件的传感器应提供仿真输出。对传感器进行数据精度测试，测量结果应满足规定的误差。

8.2.5 系统功能测试。按照系统设计要求拟定测试方案，分别对遥测站和中心站的各项功能逐项进行测试。遥测站宜采用抽查方式，但应包含不少于1个雨量站和1个水文(位)站。测试过程与结果形成报告。

8.2.6 数据畅通率考核。按照如下方法进行系统数据畅通率考核，畅通率应满足6.1.2.3的要求。系统畅通率考核统计是指系统在运行考核期内，中心站实际收到遥测站定时自报或定时召测正确数据的次数与中心站应收到遥测站定时自报或定时召测数据的次数之比。随机自报的数据只作参考，不作统计考核。每天统计数据的时段为上午08:00至次日上午08:00。平均畅通率按公式(2)计算：

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \times 100\% = \frac{M}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- P ——为平均畅通率；
- i ——为遥测站序号；
- n ——为参加考核的遥测站总个数；
- M ——为中心站实际收到遥测站定时自报数据次数之和；
- N ——为中心站应收到遥测站定时自报数据次数之和。

8.3 系统运行维护

- 8.3.1 试运行结束并通过验收后系统正式投入运行。
- 8.3.2 作为一个可维护系统，其运行维护应满足如下要求：
- a) 系统主要设备应配备一定量的备品备件，遥测站各设备宜按不少于遥测站相应设备总数量 15% 配置；
 - b) 经培训合格的相关技术人员不少于 2 人。
- 8.3.3 系统运行维护工作应符合以下要求：
- a) 日常维护。包括但不限于：值班跟踪系统运行状况；检查并清理淤积在雨量计承雨器中的杂物、水位测井进水口的水草、淤沙；清洁太阳能电池板；定期校核水位、雨量等数据准确度；应保持中心站机房环境的整洁，维护系统正常的运行环境；
 - b) 定期检查。通常在汛前、汛后对系统进行两次全面的检查维护。在系统投入运行后，可根据系统运行状况确定是否要适当增加定期检查次数。定期检查应对遥测站、中继站设备的运行状态进行全面检查和测试，发现和排除故障，更换存在问题的零部件；
 - c) 不定期检查。应根据具体情况而定，包括专项检查和检修，应急检查等；
 - d) 维护检修。对出现的故障，应分析原因，及时安排人员到现场检修或更换故障设备，核查参数信息，记录维护档案。

附录 A (规范性附录)

水文自动测报系统前期报告编写规定

A.1 系统前期工作

A.1.1 总体要求

A.1.1.1 水文自动测报系统建设前期应根据所在流域或测区的防汛抗旱、水文水资源管理、水利工程建设、灌区信息化等需求，适时开展系统的规划和设计等相关工作。

A.1.1.2 水文自动测报系统设计应根据实际需求，论证系统建设的必要性，合理确定系统建设范围、系统的功能和建设内容，规划和论证遥测站网，拟定数据采集、传输和接收处理方案，配置系统设备和软件，提出供电与防雷方案，进行土建设计，编制系统建设投资概（估）算。

A.1.1.3 水文自动测报系统应优先选用经济实用可靠的定型设备，鼓励新技术应用。重视基本资料的收集、分析整理和现场查勘。

A.1.2 基本资料

水文自动测报系统建设前期工作应收集所在流域或测区的基本资料，主要包括：

- a) 地形图（比例尺不小于 1:50000），水系及水文站网分布图；
- b) 已建、在建和拟建的水文自动测报系统和其它信息化系统等资料；
- c) 水文、气象、防洪及干旱特征等资料；
- d) 洪水、台风、雷电、泥石流、滑坡和地震等自然灾害的情况；
- e) 已建、在建和拟建的水利工程布局，以及重要水利工程的技术特征等资料；
- f) 公共通信网覆盖情况和收费标准等；
- g) 采用无线通信网时，需相应了解现场通信条件、无线电使用管理规定、无线电频率干扰及工业干扰情况；
- h) 交通与供电等情况；
- i) 其他需要的资料。

A.1.3 现场查勘

A.1.3.1 在系统设计阶段（可行性研究和初步设计）的前期应按照设计的范围和内容开展现场查勘工作。

A.1.3.2 查勘目的：确定站点位置，确定水位、流量等数据采集方案，通过测试通信信号强度确定数据传输方案，确定土建施工方案等。

A.1.3.3 在系统可行性研究阶段可选择性查勘，开展典型设计；在系统初步设计阶段应逐站查勘，开展详细设计。

A.1.4 具体要求

A.1.4.1 系统规划主要明确系统建设目标、范围和內容，包括站网数量、系统组成与总体结构、信息流程等，进行系统建设经费匡算。

A. 1. 4. 2 项目建议书应根据系统规划的范围，通过现状调查与分析，阐述项目建设的必要性；根据需求，确定系统建设目标（包括分期目标）、建设原则、建设范围、建设规模、建设方案以及建设工期和投资估算等。主要技术内容应包括系统组成与总体结构、信息流程、系统主要功能和技术指标、初步拟定系统数据采集方案、数据传输方案、数据接收处理方案以及设备与软件配置要求等。项目建议书编制可以参照SL/Z346的规定。

A. 1. 4. 3 系统可行性研究报告应按照系统规划和项目建议书确定的建设范围，开展对现状和需求的调查分析，论证系统建设的必要性和可行性；对重要站点和建设条件进行现场查勘，在可信资料的基础上进行建设方案比较，从技术、经济、管理和社会条件等方面论证系统建设方案的可行性。其主要技术内容应包括：

- a) 站网布设与洪水预报方案配置；
- b) 确定系统总体结构、信息流程、系统功能和主要技术指标、与其他系统联网以及信息共享的任务和接口；
- c) 通过多方案比选，基本确定系统各类遥测站的数据采集方案和系统通信组网方案，初步确定系统的工作模式，提出遥测站主要设备配置要求；
- d) 分析数据处理流程及应用需求，初步确定中心站数据接收处理方案，基本确定中心站硬软件配置；
- e) 提出系统的供电、防雷方案；
- f) 按遥测站分类分别进行典型集成设计；
- g) 拟定系统配套土建工程项目和规模，提出土建工程基本要求，包括遥测站房及设备安装设施、水位观测设施、中心站网络布线及装修、防雷接地等。

A. 1. 4. 4 系统初步设计是在可行性研究成果的基础上，开展遥测站网的进一步分析论证，逐站进行现场查勘与通信信道测试；确定系统总体设计方案和通信组网方案、各类遥测站和中心站的设计方案，开展数据库与主要设备选型，提出应用软件开发方案，进行系统集成方案设计，确定系统设备配置方案；确定系统配套土建施工设计与土建工程量；确定施工计划与系统概算。

A. 1. 4. 5 各类遥测站点的布设应符合下列规定：

- a) 遥测站点的位置，应具有测区代表性，符合水文要素的空间变化规律，并应满足观测精度所需的环境条件；
- b) 已设水文、水位站不得变更其位置。因特殊原因需要变更位置时，应按有关规定报请有关部门审批；
- c) 通信条件差的雨量站点，可适当调整站点位置；通信条件差的水文水位站点，可采取近距离传输方式，提高通信能力；
- d) 无人值守遥测站，宜设在靠近居民点，交通方便，便于管理维护的地点。

A. 2 规划报告编制规定

A. 2. 1 适用于流域或测区的水文自动测报系统专项规划报告的编制。

A. 2. 2 概述：简述流域水文、气象基本情况，测区内已建或拟建水利工程情况，流域或测区水文监测现状与项目建设必要性。

A. 2. 3 站网规划：根据现有站网现状，分别拟定水文站、水位站和雨量站的规划方案和系统遥测站网。

A. 2. 4 系统建设规划应按以下顺序和内容编写：

- a) 系统总体方案：初步确定系统总体结构、信息流程、系统功能和主要技术指标。

- b) 信息采集与传输方案：初步拟定水位、雨量、流量等要素的数据采集方式，拟定遥测站到中心站的通信组网方案。
- c) 遥测站方案：基本确定遥测站的结构、主要功能以及设备设施配置方案。
- d) 中心站方案：基本确定中心站的结构、主要功能以及设备设施配置方案。

A. 2.5 洪水预报系统建设规划：在分析流域或测区洪水特性、洪水预报现状的基础上，简述开展洪水预报的必要性；初步提出洪水预报系统建设规划方案：拟定预报对象、采用的预报模型及方法、预报分区与预报方案配置以及洪水预报系统主要功能等。

A. 2.6 水文自动测报系统规划报告编制框架见表A.1。

表A.1 水文自动测报系统规划报告编制框架

| |
|-----------------------------------|
| 1 概述 |
| 1.1 流域概况 |
| 1.2 水利工程概况 |
| 1.3 现状（包括站网布设、洪水预报要求、水文信息应用要求等现状） |
| 1.4 项目建设必要性 |
| 2 规划原则与依据 |
| 2.1 规划原则 |
| 2.2 规划依据 |
| 3 规划范围、内容及目标 |
| 3.1 规划范围及内容 |
| 3.2 规划目标 |
| 4 站网布设规划 |
| 5 系统建设规划方案 |
| 5.1 系统总体方案 |
| 5.2 通信组网 |
| 5.3 信息采集和遥测站方案 |
| 5.4 中心站方案 |
| 6 洪水预报系统建设规划方案 |
| 6.1 洪水预报模型编制方案 |
| 6.2 洪水预报软件建设方案 |
| 7 项目实施进度计划 |
| 7.1 总体实施计划 |
| 7.2 近期实施内容 |
| 7.3 远期实施内容 |
| 7.4 近期实施进度安排 |
| 8 系统投资匡算 |
| 8.1 编制原则 |
| 8.2 编制依据 |
| 8.3 取费标准 |
| 8.4 投资匡算 |
| 9 效益分析 |
| 9.1 防洪效益 |

- 9.2 经济效益
- 9.3 社会效益
- 9.4 环境效益

A.3 可行性研究报告编制规定

A.3.1 概述主要简述系统建设所在流域或地区的社会经济、自然地理及相关工程的概况，水文、气象特征及条件、历次洪水灾害等状况，水利工程以及项目的背景和来由等。

A.3.2 项目建设的必要性和可行性应按下列顺序和内容编写：

- a) 现状分析：分析已建系统和相关环境的现状以及流域或测区内同类系统的发展趋势，分析总结存在的主要问题和差距以及产生的影响。
- b) 需求描述：在初步调查分析需求的基础上，提出系统拟解决的主要问题，并从功能、性能、相关环境等方面描述系统需求。
- c) 必要性和可行性分析：从宏观形势、行业发展、能力提升、技术进步、需解决的主要问题以及可能取得的效益等方面，论证系统建设的必要性；从业务应用、基础设施、组织机构、人力资源以及技术实现与发展等方面，论述系统建设的可行性。

A.3.3 建设目标、任务、原则应按下列顺序和内容编写：

- a) 建设目标：根据系统建设中需解决的主要问题和工期要求，提出系统建设所要达到的目标。
- b) 建设任务：按提出的系统建设目标要求，描述系统的建设范围、建设规模以及主要建设任务。
- c) 建设原则：根据建设目标和建设任务，结合基础条件和进度要求等，确定系统建设原则。

A.3.4 编制依据：主要包括国家的相关政策与法规计，上级主管部门审批的文件，国家及行业的技术规范及规程。

A.3.5 系统建设方案应按下列顺序和内容编写：

- a) 总体结构与信息流程：按照采集、传输与接收处理之间的逻辑关系以及系统的组成，概要叙述系统总体结构；按照系统各部分的分类以及信息流向，描述系统各信息间的流程（包括与外部的信息交换或共享流程）并配备流程图。
- b) 系统功能与主要技术指标：概要叙述系统需实现的主要功能，应包括实现数据采集、传输、处理的自动化程度和可操作能力以及实现系统可靠性的能力；提出系统应达到的主要技术指标，包括系统规模、工作制式、遥测要素、平均无故障工作时间、系统畅通率和误码率等参数。

A.3.6 遥测站网布设：分析系统建设测区内现有水文站网的现状，提出遥测站网布设原则；分别阐述各类遥测站的布设原因、方法，确定系统遥测站的布设规模和数量，确定各类站点的监测要素、监测方式和建设方式，并提出遥测站网汇总表。

A.3.7 数据采集方案应按下列顺序和内容编写：

- a) 采集方法比较：按照系统采集要素的种类，依据实用、可靠、技术成熟、先进等原则对采集方法及采集技术进行系统适用性分析比较，尤其是数据采集新技术的分析论证。
- b) 采集方案确定：根据系统内监测站的现状与存在的问题分析，结合站点现场查勘情况，按照系统建设的实际需求和采集方法的比较结果，确定系统各要素的采集方案，并提出相应要素采集的主要技术指标。

A.3.8 数据传输方案应按下列顺序和内容编写：

- a) 工作体制：分析比较系统多种工作制式，按照实时、可靠、运行管理方便等项原则确定系统采用的工作体制。
 - b) 通信方式：结合现代通信技术的发展动态以及目前数据传输常采用的主要通信方式，在数据传输速率、带宽、频率等技术指标要求和信道在可靠性、实用性、经济性等要求进行分析和论证。
 - c) 通信组网方案：根据系统的规模，系统所在的地域的地形地理条件，通信资源条件，现场站点信道测试结果等，结合上述的分析论证的成果，拟定通信组网方案，并对重要遥测站提出备用信道选择方案。
- A. 3.9 中心站数据接收处理方案：**
- a) 根据系统的需求，提出中心站的组成内容与结构框架。
 - b) 根据系统的需求，提出中心站的主要功能。
 - c) 根据系统的建设规模和功能需求，进行中心站计算机网络设计、数据库系统设计以及主要设备配置要求。
 - d) 根据系统的功能需求，提出主要应用软件的开发要求，包括数据接收处理软件、信息查询软件、洪水预报软件等。
- A. 3.10 供电与避雷：**提出系统各类站点的供电与避雷设计方案。
- A. 3.11 系统设备配置方案：**根据系统数据采集、传输及接收处理的功能、技术要求、精度等项技术指标，按照可靠、实用、技术先进的原则选择技术成熟、便于维护、适用的设备和技术。对主要设备的关键技术指标提出要求。按系统建设规模及技术方案，对遥测站和中心站的设备进行分类汇总。
- A. 3.12 配套土建工程：**按系统遥测站的类别提出设备安装设施、水位观测设施、避雷设施等配套土建工程的技术要求和工程量。按照中心站设备运行环境要求，提出机房装修方案和必要的工程量。
- A. 3.13 进度计划：**提出包括系统建设规模、建设工期和关键节点的进度计划。
- A. 3.14 费用估算：**对系统建设投资费用进行估算。提出费用估算的编制原则和依据以及取费标准，按系统建设的各分项以及总投资进行估算。
- A. 3.15 效益分析：**系统建成后对所在流域或地区所产生的社会、经济、生态环境效益进行综合的定性分析。
- A. 3.16 依据SL/Z 331规定，水文自动测报系统可行性研究报告编制宜按照表A.2的框架格式进行。**

表A.2 水文自动测报系统可行性研究报告编制框架

| |
|----------------|
| 1 综述 |
| 8.3.4 1.1 项目概况 |
| 1.2 流域自然地理概况 |
| 1.3 水文气象及水资源概况 |
| 1.4 水利工程概况 |
| 1.5 编制依据 |
| 1.6 可行性研究结论 |
| 2 项目的必要性和可行性 |
| 2.1 现状及存在的问题 |
| 2.2 需求分析 |
| 2.3 项目的必要性和可行性 |
| 3 建设目标、任务和原则 |
| 3.1 建设目标 |

- 3.2 建设任务
- 3.3 建设原则
- 4 系统建设方案
 - 4.1 系统总体结构与信息流程
 - 4.2 系统功能和主要技术指标
- 5 遥测站网布设
 - 5.1 站网现状
 - 5.2 站网布设原则
 - 5.3 站网布设
- 6 数据采集和遥测站建设方案
 - 6.1 现状及存在问题
 - 6.2 采集方法比较
 - 6.3 采集方案选择
 - 6.4 遥测站配置方案
- 7 数据传输方案
 - 7.1 工作体制
 - 7.2 通信方案比选
 - 7.3 通信组网方案
- 8 中心站数据接收处理方案
 - 8.1 中心站组成与结构
 - 8.2 中心站主要功能
 - 8.3 计算机网络设计
 - 8.4 数据库设计
 - 8.5 应用软件
- 9 供电与避雷
- 10 配套土建工程
 - 10.1 设备安装设施
 - 10.2 水位观测设施
 - 10.3 避雷设施
 - 10.4 机房装修
- 11 系统设备配置方案及工程量
- 12 进度计划
 - 12.1 工程规模
 - 12.2 建设工期
 - 12.3 进度计划
- 13 投资估算
 - 13.1 编制原则及依据
 - 13.2 取费标准
 - 13.3 工程各分项及总投资估算
- 14 效益分析
 - 14.1 社会效益
 - 14.2 经济效益
 - 14.3 水环境保护效益

A.4 初步设计报告编制规定

A.4.1 系统概述应按以下顺序和内容编写：

- a) 流域概况：描述流域或测区的自然地理特性、水文气象特征、地质概况与交通条件等。
- b) 工程概况：流域或测区内已建、在建和拟建的水利工程概况，包括工程位置、规模以及体现的主要效益与作用等。
- c) 设计原则：从整体设计分步实施、因地制宜、避免重复建设、遵循相关标准等方面确定系统设计的原则。
- d) 设计依据：主要包括本系统前期规划、项目建议书、可行性研究报告等审批文件以及相关的国家标准、行业规范、主要参考文献等。
- e) 设计技术路线：描述本系统采用的设计理念、技术思路和技术方法。

A.4.2 明确系统建设范围、建设目标以及建设的具体任务。

A.4.3 系统总体方案应按以下顺序和内容编写：

- a) 系统总体结构：按照系统需求，划分各组成部分，明确其逻辑关系及物理分布，确定系统构成。
- b) 系统信息流程：按照系统信息传输需求，标识各类节点及其相关关系。
- c) 系统功能及主要技术指标：详细描述系统所要求的主要功能，明确关键的技术指标。
- d) 系统与其它相关系统和部门的接口：描述本系统与其它相关系统之间、部门或单位之间的信息交换、信息共享的接口要求。

A.4.4 站网布设应包含站网布设原则和系统各类遥测站网两部分，并附以图表形式呈现；各类遥测站应包括站类、位置、河流水系、建设状态等信息。

A.4.5 数据采集子系统设计应按以下顺序和内容编写：

- a) 雨量观测：应明确雨量观测方式和采用的雨量传感器型式，明确雨量现场存储要求与上报频次；提出遥测雨量站的建设方案。
- b) 水位观测：应分类明确水位观测方式和采用的水位传感器型式，对选用的水位传感器进行详细设计（工作原理、使用条件与误差分析等）；明确水位现场存储要求与上报频次；提出遥测水位站的建设方案（包括配套观测设施要求）。
- c) 流量测验：对由流量观测需求的水文站，应开展流量测验方案设计，包括观测频次和设备设施配置等。
- d) 功能与主要技术指标：详细描述采集子系统的主要功能，明确采集子系统关键的技术指标。
- e) 数据采集设备配置及选型：按照设计的方案对各类采用的传感器提出详细的技术指标要求，可推荐合适的具体厂家产品。

A.4.6 数据传输子系统设计应按以下顺序和内容编写：

- a) 通信方式的分析和比较：对常用于水文自动测报系统的通信方式在传输方式、传输速率、功耗、通信费用、防雷以及通信保障等方面进行分析、比较，优选适合本系统的通信方式。
- b) 数据传输组网方案：根据资源调查与现场信道测试的数据分析情况，确定本系统数据传输组网方案与组网结构。
- c) 系统工作体制：结合系统通信组网方案和系统功能要求，明确系统采用的工作体制。
- d) 功能及主要技术指标：详细描述数据传输子系统的主要功能，明确数据传输子系统关键的技术指标。
- e) 数据传输通信网络设计：对选用的通信方式进行详细的通信组网设计，包括网络结构、通信特点等。
- f) 通信设备配置及选型：按照数据传输组网方案设计要求，对通信设备提出详细的技术指标要求，可推荐合适的具体厂家产品。

- A. 4.7 遥测站集成设计应按以下顺序和内容编写：**
- a) 遥测站功能要求：详细描述针对本系统遥测站的主要功能。
 - b) 遥测站测报控一体化设计：根据遥测站功能要求，对遥测站的组成结构、测报控工作流程进行设计；对遥测站核心设备遥测终端机的主要功能、特点、主要技术指标进行详细设计。
 - c) 遥测站供电系统设计：开展遥测站供电方式设计，依据各类遥测站工作模式和功耗情况，结合测区日照指数等环境条件，分别对遥测站供电与充电设备的容量进行计算，提出各类遥测站的具体供电与充电设备配置主要技术指标与选型，并提出充电控制技术要求。
 - d) 遥测站避雷设计：提出遥测站避雷的主要措施，并进行避雷设备与设施的详细设计。
 - e) 遥测站集成方案：依据现场查勘情况，对各类遥测按不同的建设形式分类进行集成方案设计，包括设备配置、安装设施、观测设施等。可提出遥测站备品备件配置方案。
- A. 4.8 中心站站设计应按以下顺序和内容编写，对同时需设立分中心站的系统，分中心站可根据其功能要求按中心站进行简化设计：**
- a) 中心站组成结构和功能：详细描述针中心站站组成结构与主要功能。
 - b) 数据接收处理系统设计：提出数据接收处理系统的组成结构、信息流程、功能以及与其它部分的衔接。
 - c) 数据库系统设计：包括数据库操作系统选型设计、数据库建设与表结构设计。
 - d) 计算机网络系统设计：按照中心站建设规模提出计算机局域网结构设计、与其它部门链接路由与接口设计、数据安全设计、供电设计等。
 - e) 应用系统软件开发：应包括数据接收处理软件、数据查询软件、数据转储软件以及现场维护软件等。提出各软件功能与开发要求。
 - f) 设备配置与选型：按照各部分设计要求提出中心站设备设施配置方案与主要设备选型设计。
- A. 4.9 水文预报服务系统设计应按以下顺序和内容编写，对需要开展气象预报与服务要求的系统可将气象预报系统与服务纳入本系统进行设计：**
- a) 水文预报系统设计：提出水文预报建设目标，提出水文预报方案编制要求，提出水文预报系统软件功能与开发要求。
 - b) 施工期水文气象预报服务设计：对新建水利枢纽工程应开展施工期水文气象预报服务设计。设计内容应包括服务体系方案、基本工作条件方案、专业人员配置方案、水文气象预报服务方式与服务内容等。
- A. 4.10 土建工程设计：按照相关标准和规范要求提出土建设计原则，并针对本系统实际情况提出具体要求；分类对雨量站、水文水位站中配套土建进行详细设计；包括仪器房、水位观测设施、水文测验设施、设备安装设施、简易观测道路以及水准点引测与建设等；对施工难度大的遥测站可进行简化设计；提出系统土建施工工程量。**
- A. 4.11 施工组织设计：应包括系统工程规模、工程施工与安装条件、施工方案、施工进度计划于技术培训等。**
- A. 4.12 工程管理设计：包括建设管理、运行管理以及运行管理费测算。**
- A. 4.13 依据SL/Z 332规定，水文自动测报系统初步设计报告编制宜按照表A.3框架格式进行。**

表A.3 水文自动测报系统初步设计报告编制框架

| |
|----------|
| 1 系统概述 |
| 1.1 流域概况 |
| 1.2 工程概况 |
| 1.3 设计原则 |

- 1.4 设计依据
- 1.5 设计技术路线
- 2 系统建设范围、目标和任务
 - 2.1 建设范围
 - 2.2 建设目标
 - 2.3 建设任务
- 3 需求分析
 - 8.3.5 3.1 现状描述
 - 8.3.6 3.2 需求分析
 - 8.3.7 3.3 设计边界
- 4 系统总体方案
 - 4.1 系统总体结构
 - 4.2 系统信息流程
 - 4.3 系统功能及主要技术指标
 - 4.4 系统与相关系统及部门的接口
- 4 站网布设
 - 4.1 站网布设原则
 - 4.2 站网布设
- 6 数据传输子系统设计
 - 6.1 通信方式的分析和比较
 - 6.2 系统工作体制
 - 6.3 数据通信组网方案设计
 - 6.4 系统联网及信息共享设计
- 7 遥测站集成设计
 - 7.1 数据采集子系统设计
 - 7.1.1 雨量观测
 - 7.1.2 水位观测
 - 7.1.3 流量测验
 - 7.1 遥测站功能及技术指标
 - 7.2 遥测站测报方案设计
 - 7.3 遥测站供电系统设计
 - 7.4 遥测站避雷设计
 - 7.5 遥测站集成方案
 - 7.6 设备选型以及配置
- 8 中心站设计
 - 8.1 中心站的组成结构和功能
 - 8.2 数据接收处理系统设计
 - 8.3 数据库系统设计
 - 8.4 中心站计算机网络设计
 - 8.5 应用系统软件开发
 - 8.6 中心站设备配置与选型
- 9 水文预报与服务系统设计

- 9.1 水文预报模型方案设计
- 9.2 水文预报软件设计
- 10 土建工程
 - 10.1 土建工程设计原则和要求
 - 10.2 雨量站土建设计
 - 10.3 水文站土建设计
 - 10.4 土建施工工程量
- 11 投资概算
 - 8.3.8 11.1 编制说明
 - 8.3.9 11.2 投资概算表
 - 8.3.10 11.3 资金筹措方案
 - 8.3.11 11.4 投资计划安排
- 12 施工组织设计
 - 12.1 工程规模
 - 12.2 工程施工与安装条件
 - 12.3 系统施工方案
 - 12.4 施工总进度计划
 - 12.5 技术培训
- 13 建设与管理
 - 13.1 建设管理
 - 13.2 招标方案
 - 13.3 运行管理
 - 13.4 运行管理经费

附 录 B
(规范性附录)
水文自动测报系统通信电路设计规定

B.1 适用范围

适用于超短波视距或绕射传播的点——点或点——面固定无线通信电路设计（以下简称电路设计）

B.2 共性要求

B.2.1 电路设计必须在保证通信质量的前提下，充分考虑维护、使用方便和组网合理，以尽可能减少遥测系统工程的总投资。

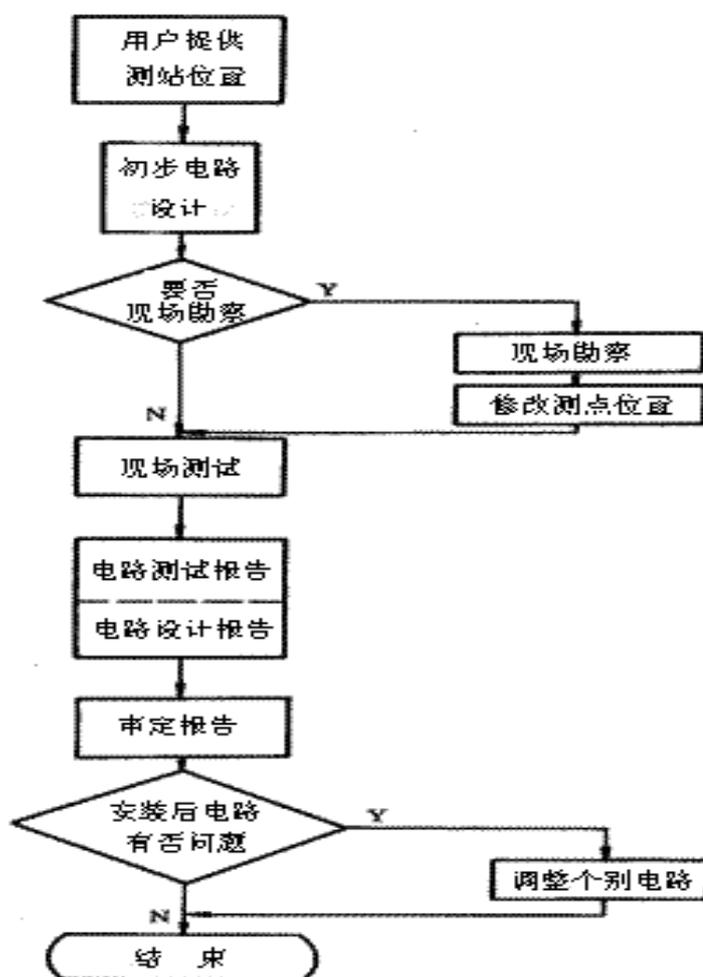
B.2.2 电路设计应与站网论证工作密切配合，根据初步确定的站网布局，进行电路测试，测试结果可作为调整站网布局的参考依据。

B.2.3 电路设计必须由具有多年成熟电路设计经验的工程技术人员负责承担。

B.3 无线通信电路设计步骤

B.3.1 电路设计工作流程图

水文自动测报系统通信电路设计应按图B.1所示工作流程进行。



图B.1 电路设计工作流程图

B.3.2 测站位置

应根据经站网论证过的测站布设情况，收集测站位置资料，包括：在1:50000地形图上(要求提供原图)精确标出雨量站、水位站、水文站等位置，经、纬度(其度数要精确到秒)；提供当地的交通情况、流域面积、气象站、雷达站、电视差转台等位置。

B.3.3 初步电路设计

初步电路设计包括：

- a) 按照选定的站址进行图上作业；
- b) 绘制电路的路径剖面图；
- c) 选择组网方案；
- d) 进行频率分配；
- e) 进行天线高度和路径损耗计算；
- f) 提出初步设计和电路测试计划以及调整个别站点位置的建议。

B.3.4 现场勘察

对于面积大、测点分布广的大流域，现场勘察必须在现场测试前进行。为了选择合适的中继站和了解水文站地形，应进行现场勘察，并了解交通、生活条件以及通信设备使用情况。

对于测点少、地形不太复杂的小流域，可以先不做勘察，一并到现场测试时进行。但应能事先收集有关测站和交通等方面的详细资料。

B.3.5 天线位置

在现场确定天线设置位置时，应首先考虑将天线设备设置在便于管理的地方。一般情况下，水文站和具有长期记录历史的雨量站位置不能更动。现场测试还应在水位井和雨量观测场等设备安装位置进行记录，并注意现场地形变化，以便估计地形因素的影响。

B.3.6 设计依据

电路设计应以现场测试结果作为设计依据，对不能沟通的测站点或通信质量不能保证的测站，提出测站数目增减及位置修改意见。

B.3.7 设计方案审查实施

电路设计一般除应通过审定会审查以确定方案是否合理外，还应听取当地无线电管理委员会(以下简称“无委会”)及水文预报人员的意见。

在审查以前，须向无委会提出频率申请，并提供组网、天线高度、站址精确位置以及收发信机型号等数据。

电路总体设计应通过审定，向无委会申请的频率被获准后，方案才可付之实施。

B.4 路径损耗测试方法及要求

B.4.1 测试项目

水文自动测报系统电路测试项目，主要是路径损耗和干扰信号强度测试。一般情况下，还应进行不同天线挂高条件下的测试，以了解地面反射波干涉影响程度。

在水文遥测频段上，一般测站外噪声及干扰较小，可以不考虑背景干扰测试，但在中心站和中继站必须进行背景干扰测试，为留取干扰保护度提供依据。

B.4.2 测试设备及要求

B.4.2.1 一般应采用专用的场强仪进行电路测试，可选择场强测量范围为 $-10\sim+137\text{dB}\mu\text{V}$ 、频率范围为 $20\sim 1000\text{MHz}$ 的场强仪。对于路径损耗在 150dB 以下的电路，也可用灵敏度稍低的场强仪，其场强测量范围为 $0\sim 100\text{dB}\mu\text{V}$ ；频率范围为 $25\sim 300\text{MHz}$ ；系统测量允许偏差应在 $\pm 3\text{dB}$ 以内。

B.4.2.2 测试用收发信机，其灵敏度要求优于 $0.5\mu\text{V}$ ；发射功率为 25W ，能置入4组以上遥测频率。

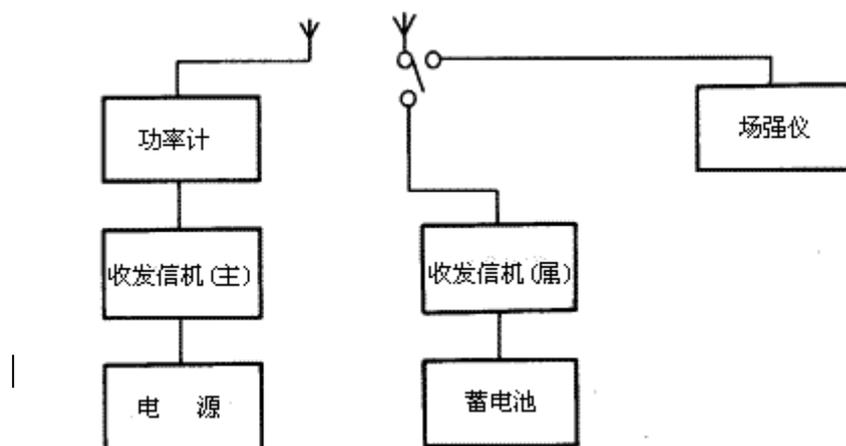
B.4.2.3 测试用定向天线或全向天线，应有确定的天线波瓣图；天线增益允许偏差在 $\pm 1\text{dB}$ 以内；天线带宽应覆盖所用的收发信机工作频率范围。

B.4.2.4 使用通过式(在线式)高频功率计，其插入损耗等于或小于 0.1dB ；频率范围应包括遥测频率；可测量功率大于 50W ；可直接指示前向功率、反射功率以及电压驻波比(VSWR)值。

B.4.3 测试方法

B.4.3.1 路径损耗测量方法

用场强仪进行测量时，可采用如图B.2所示的典型测试方法，可直接从场强仪上读出输入电压或场强，从而得到路径损耗。



图B.2 路径损耗测试方框图

B.4.3.2 干扰测试

中继站和中心站的外噪声和干扰强度测试，应在一天中不同时间段进行，对于外噪声和干扰较大的中心站或中继站，应进行双向传输测试。

B.4.4 测试要点

B.4.4.1 每个测点至少要连续作三次测试，如三次测量值偏差小于或等于 ± 1 dB，则取其平均值作为实测值。当三次测试值相差较大时，应在现场进行分析，找出原因，再进行多次重复测试。

B.4.4.2 一般情况下，应作天线高度变化测量，以便研究地面反射波引起的干涉影响，测站天线高度至少要测到离地面10m，当路径损耗小于135dB时，可以不作天线高度变化测量。

B.4.4.3 根据测得的沿高度变化的场强(或路径损耗)最大值和最小值，求出无反射波影响时的实际值，并与理论值进行比较。

B.4.4.4 测量用的天线极化型式要同实际应用的天线极化型式一致。

B.4.4.5 一般情况下，用天线垂直极化进行测量。

B.4.4.6 测量用的频率要同实际应用的频率一致或接近，即选用规定的遥测频率测量。

B.4.4.7 必须注意因天线频带不够宽，在测量中引入的误差。

B.4.4.8 应特别注意测站天线架设位置的周围环境影响。对于设置在湖边或背靠山坡的测站，应作天线旋转测量，研究天线波瓣畸变程度。必要时，要作天线移动测试，即，天线位于不同位置，作重复测试，选出信号场强最大的位置。

B.4.4.9 一般情况下，所有电路必须进行测试。只有一些短距离(20km以内)视距电路，可以不测；但对于距离小于20km、仍有绕射阻挡的地形的电路，则必须实测。

B.5 无线通信电路设计要求

B.5.1 电路设计报告

电路的设计报告应包括下列内容：

- a) 电路的路径剖面图;
- b) 电路路径损耗的实测值(包括原始数据)和对比分析的说明;
- c) 电路的衰落余量及可靠性;
- d) 电路的外噪声恶化量;
- e) 遥测电路组网图;
- f) 网内各站点的工作频率分配;
- g) 各站点的通信设备装置;
- h) 各站点地理位置、经纬度、海拔高程以及天线架设高度、方位角及站距;
- i) 电路误码率估算。

B.5.2 遥测电路组网

B.5.2.1 为保证电路通信质量,节省建站投资,合理组网,特别是中继站的选择,通常需要对多种电路组网方案进行分析、比较。应根据图上作业进行大量路径损耗计算后,选出最佳组网方案,最后根据电测数据验证方案的可行性。

B.5.2.2 中继站选择准则应符合下列要求:

- a) 只有在电路路径损耗大、通信质量得不到保证情况下,才增设中继站;
- b) 中继站位置尽可能设在交通方便、便于维修管理的地方;
- c) 在满足通信要求和考虑交通、维修方便的条件下,尽量减少中继站个数和中继站转接次数。

B.5.2.3 组网形式如下:

- a) 根据业务应用的要求、地形特点及流域面积大小,应采用不同组网的方式。组网方式可选用无中继、一级中继、二级中继、三级中继等形式,一般不宜超过三级中继。
- b) 当流域面积大,测站分布广,距离远时,也可设几个分中心,通过网络通信把各分中心数据传递到中心站。

B.5.3 频率选择及分配

B.5.3.1 遥测频率选择

应选用专用的水文自动测报频率来组网,也可按当地给定的频率选用遥测频率。

B.5.3.2 频率分配

频率分配应充分考虑有效利用效率、减少干扰、充分利用设备等因素,应避免因频率分配不当,造成当地的同频干扰可能使整个通信电路失常的现象出现。特别应考虑到汛期时各种收发信机频繁工作所带来的严重干扰。

B.5.4 收发信机要求

B.5.4.1 收发信机接收机灵敏度应满足设计要求。

B.5.4.2 收发信机发射功率必须小于或等于25W,但不能低于设计要求。允许最大频偏为15kHz。

B.5.4.3 要求设备可靠性高、耗电小、适用于无人值守。

B.5.4.4 允许选用专用遥测收发信机,也可选用有设置频率功能的移动通信收发信机。

B.5.5 天线型式、方位角和高度

B.5.5.1 天线有全向天线和定向天线,应按下列指标进行选择:

- a) 增益:

- 1) 全向天线：2dB~8dB；
- 2) 定向天线：6dB~12dB(单付)；

注：天线增益以理想点源为参考标准。

- b) 输入阻抗：50Ω。
- c) 电压驻波比：天线和 50 阻抗电缆连接时，其电压驻波比 (VSWR) 应小于或等于 1.5。
- d) 带宽：所用天线带宽 Δf 应覆盖所用收发信机工作频率范围。应满足以下要求：
 - 1) 单频收发信机： $\Delta f/f_0 > 2.0\%$ ；
 - 2) 异频收发信机： $\Delta f/f_0 > 4.2\%$ 。

注：其中， f_0 为收发信机中心频率。

- e) 极化有垂直极化和水平极化两种，一般宜采用垂直极化。组网简单时，可采用单一极化方式；组网复杂时，应考虑极化隔离，即相邻天线用不同极化方式，以减少相互影响。
- f) 由于中心站和中继站周围各遥测站所构成的扇形角不同，需要考虑中心站和中继站天线的方向图。当扇形角较大时，应选用全向天线，反之可使用能覆盖周围测站的定向天线。
- g) 天线应能防水、防腐蚀，能在当地高低温、强风、雨雪等环境条件下正常工作。

B.5.5.2 天线高度的架设应考虑下列几点：

- a) 天线实际位置应与实测时位置一致，只有得到设计人员许可，方可改变位置；
- b) 天线安装高度应符合电路设计报告中提出的要求；
- c) 对于无高楼和铁塔可利用的测站，在保证通信质量的前提下天线离地高度应尽量低。

B.5.5.3 从地形图上直接读出各站点的经度和纬度，度数要精确到秒，再由方位角计算公式得到天线北偏东的方位角。当采用地质罗盘仪直接确定天线安装方向时，实际安装方位角应为计算得到的方位角加上当地磁偏角。

B.5.6 路径损耗的理论估算和实测值

B.5.6.1 在实施电路测试前，必须完成各条电路的路径损耗值计算。为便于各种可能的组网形式分析，计算的电路条数应多于设计要求的电路条数。

B.5.6.2 实测的路径损耗应与理论的路径损耗值进行比较，验证实测数据的可信度，允许偏差为±10 dB，若误差过大，必须找出原因并在设计报告中给予说明。

B.5.6.3 电路设计应以正确可靠的实测数据作为依据，对于一些特殊地形电路，应给予充分重视。

B.5.6.4 理论计算应根据地形选择合适的传播模式。遥测电路设计中所遇到的地形绕射，一般属于地面球形绕射和山峰绕射两种模式。前者可根据球面绕射理论，引入地形参数子方法计算；后者可根据惠更斯-菲涅耳原理，把山峰等效为刃形障碍物。

B.5.6.5 为了考虑大气折射对电波传播的影响，在进行路径损耗计算时，通常应选用等效地球半径系数 $K=4/3$ 的标准折射。

B.5.6.6 地形剖面图的绘制应采用等效地球剖面图方法，即以抛物线弧表示地球剖面，曲率半径用等效半径 $K \cdot a$ 代替，其中 K 为等效地球半径系数， a 为地球实际半径，取 6370km。地形图上读出点的间隔密度取决于路径长度和地形复杂程度。山峰和湖面等有地形特征的点应取到。特别是中心站、测站近区地形特征应绘出。

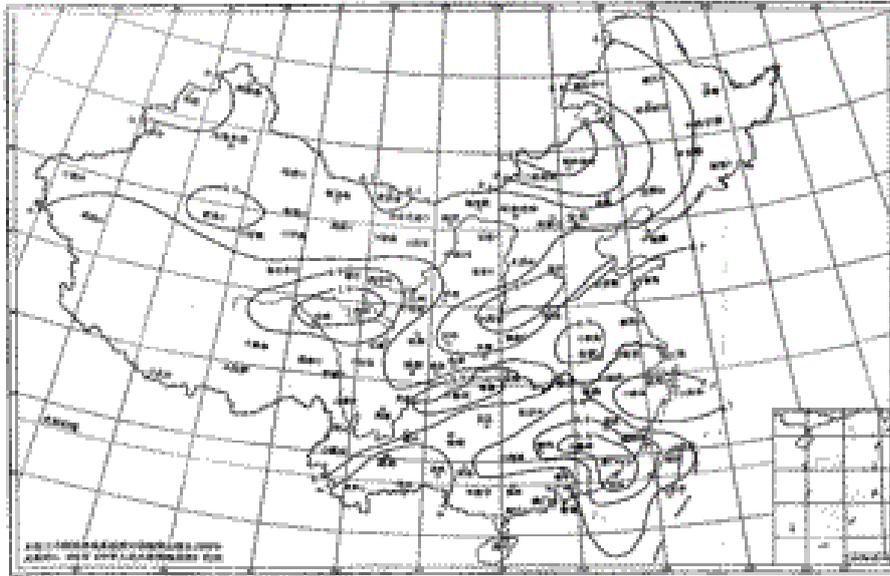
B.5.7 衰落余量

B.5.7.1 应留出足够的衰落余量，防止因气候条件变化造成的信号衰落，影响电路的可靠性衰落深度具有季节、昼夜随机变化的特性，目前还缺少在水文遥测频段上的衰落深度统计数据，但根据实践经验，衰落余量一般可取每公里 $0.1 \sim 0.2$ dB 来估算，具体数值可依据电路的路径长度、地形特征、气候条件等选取。

B. 5. 7. 2 衰落主要是由气象条件缓慢变化引起的，即需要考虑等效地球半径系数K的全年变化，故也可由可能出现的最小K值，来确定衰落余量。

B. 5. 7. 3 图B. 3给出了累积概率为0. 1%时的等效地球半径系数K的等值线图。由图上K值计算得到的路径损耗，与K=4/3时得到的路径损耗之差取为衰落余量。

B. 5. 7. 4 总的衰落余量选择应保证电路全年畅通率(或可靠性)达到99%以上。



图B. 3 等效地球半径系数（累积概率为 0. 1%）的等值线图

B. 5. 8 外噪声及干扰

B. 5. 8. 1 由场强仪测得外噪声及干扰强度的数据，等效到接收机输入端的噪声功率，求出外噪声系数N_{Fe}，从而求得为达到与仅有接收机内部噪声存在时相同的通信质量所需的接收机输入电平的增加量，即恶化量D。

B. 5. 8. 2 应避免来自其他系统的同频干扰，一旦发现同频干扰存在，应改换系统工作频率特别应防止邻近频率的高功率收发信机对本系统接收机的阻塞。在同频干扰信号存在的情况下，有用信号与干扰信号强度之比应满足8dB射频保护比的要求。

B. 5. 8. 3 外部噪声恶化量D数值的选择，应根据使用环境条件确定，表A. 1提供的D值可作为设计参考值。

表B. 1 环境条件与外部噪声恶化量参考值

单位为分贝

| 环境条件 | 商业区 | 住宅区 | 农村地区 | 寂静的农村地区 |
|------|-----|-----|------|---------|
| D | 13 | 8 | 2 | 0 |

B. 5. 9 中继电路的信噪比

在模拟中继情况下，必须考虑信噪比恶化量。由于信息的传递呈串联状态进行，致使中心站的输出信噪比恶化，在假定每次转发信号产生的噪声相同前提条件下，恶化量约减小10lg(R+1) (dB)，其中：R为中继转发次数。

B. 5. 10 电路余量

B. 5. 10. 1 在设计中除应留出足够的衰落余量和外噪声恶化量之外，还必须要求一定的电路余量，以保证电路的可靠性。

B. 5. 10. 2 一般情况下中继电路的电路余量取 $M \geq 10\text{dB}$ ，测站电路的电路余量取 $M \geq 5\text{dB}$ 。

B. 5. 11 信道误码率

在满足上述各项要求的条件下，信道误码率应能达到 $P_e < 10^{-4}$ 。

B. 6 设计报告的审定

电路设计成果必须经过审定，审定的基本原则为：

- a) 报告编写内容符合本规定要求；
- b) 具有合理的组网形式；
- c) 使用尽可能少的频率点；
- d) 具有良好的性能价格比。

B. 7 电路设计

B. 7. 1 电路余量

电路总增益与总损耗的差值为该条通信电路的电路余量，可按式 (B. 1) 计算：

$$M = G - L \quad \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中：

- M — 电路余量，dB；
 G — 总增益，dB；
 L — 总损耗，dB。

B. 7. 2 总增益

总增益为发射机输出功率电平、发射天线增益、接收天线增益与发射馈线损耗、接收天线损耗、接收机门限电平的差值，可按式 (B. 2~B. 4) 计算：

$$G = P_t + G_t + G_r - L_t - L_r - P_r \quad \dots\dots\dots (B. 2)$$

$$P_t = 10 \lg P_m \quad \dots\dots\dots (B. 3)$$

$$P_r = 10 \lg (r^2 / R) \quad \dots\dots\dots (B. 4)$$

式中：

- P_t — 发射机输出功率电平，dB；
 P_m — 发射机输出功率，W；
 P_r — 接收天线馈线终端得到的接收信号功率电平，亦称接收机门限电平，dB；
 r — 接收机灵敏度， μV ；
 R — 阻抗， Ω ；
 G_t 、 G_r — 发射、接收天线增益，dB；
 L_t 、 L_r — 发射、接收天线损耗，dB。

B. 7. 3 总损耗

总损耗应包括自由空间损耗、绕射损耗、附加损耗、衰落余量、干扰保护度，可按式 (B.5~B.6) 计算：

$$L=L_{bf}+V(v)+\Delta V_p+P+I \dots\dots\dots (B.5)$$

$$L_{bf}=32.45+201gf+201gd \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

L_{bf} — 自由空间损耗，dB；

$V(v)$ — 绕射损耗，dB，当在传播路径上出现障碍物影响时，应考虑由此所引起的阻隔损耗，这部分损耗称为绕射损耗；

ΔV_p — 衰落余量，dB，衰落余量为超短波在传输过程中受天气、季节、地理等因素影响而产生的衰落值，取值范围为0.1—0.3dB/km，平原地区取0.1dB/km，阻隔为两峰以上地区取0.3dB/km；

P — 附加损耗，dB，障碍物近距离阻挡带来的信号衰减而附加的理论损耗值，取值范围为0—40dB，应结合现场查勘及图上作业综合分析后确定；

I — 干扰保护度，dB，干扰保护度为由于外部环境噪声引起的接收机灵敏度降低值；

d — 通信距离，km；

f — 工作频率，MHz。

B.7.4 天线方位角和通信距离

天线方位角和通信距离计算如下：

设二站分别为A站和B站，二站之间距离为d，A站的经度、纬度分别为 λ_A 和 Φ_A ，B站的经度、纬度分别为 λ_B 和 Φ_B ，假设 $\lambda_B > \lambda_A$ ，d单位为公里，角度单位为度。

则由球面的三角关系式见公式 (B.7)，A站由地理北偏东方位角符合公式 (B.8)，B站由地理北偏东方位角符合公式 (B.9)。

$$d=111.12\cos^{-1}[\sin\Phi_A\sin\Phi_B+\cos\Phi_A\cos\Phi_B\cos(\lambda_B-\lambda_A)] \dots\dots\dots (B.7)$$

$$IA=\cos^{-1}\{[\sin\Phi_B-\sin\Phi_A\cos(d/111.12)]/\sin(d/111.12)\cos\Phi_A\} \dots\dots\dots (B.8)$$

$$IB=360^\circ-\cos^{-1}\{[\sin\Phi_A-\sin\Phi_B\cos(d/111.12)]/\sin(d/111.12)\cos\Phi_B\} \dots\dots\dots (B.9)$$

附录 C

(规范性附录)

传感器选型

C.1 雨(雪)量传感器选型

按照用途及原理, 遥测雨量传感器可选择翻斗式雨量计、称重式雨雪量计、加热融雪雨量计、声波雨量计、容栅式光学雨量计、光学雨雪量计、简易报警雨量计等, 同时可采用测雨雷达技术以实现更精确监测测区面雨量。雨雪量监测传感设备选择应符合GB/T 21978, SL21, JJG (气象) 005等技术要求。

宜选择分辨力为0.5 mm或1.0mm 的雨量计。多年平均降水量小于 400mm 地区, 对于需要控制雨日分布变化的情况时, 雨量传感器分辨力宜选0.1 mm; 不需要雨日资料的雨量站, 其传感器分辨力可选为0.2mm。多年平均降水量大于 400mm又小于 800mm 地区, 如果汛期雨强特别大, 且汛期降水量占全年60%以上的雨量站, 其传感器分辨力可选为 0.5mm; 多年平均降水量大于 800mm 的地区雨量站传感器分辨力可选0.5mm或 1mm。选用的雨量计测量准确度应符合表C-1的规定, 并至少达到III级准确度等级要求 (降雨强度0.1 mm/min~4 mm/min)。

表C.1 雨量传感器准确度等级

| 准确度等级 | 测量误差 <i>E</i> |
|---------------------|---------------|
| I | ≤±2% (建议±2%) |
| II | ≤±3% |
| III | ≤±4% |
| 注: 测试条件: (由)室内人工滴定。 | |

C.2 水位传感器选型

C.2.1 测量准确度选择

地表水、地下水水位监测应选择分辨力为0.1 cm或1.0cm 的水位计。选用的水位计准确度、灵敏度、回差、重复性误差应满足GB/T 15966的要求。水位计测量准确度应符合表C-2的规定 (95%置信度)。

表C.2 水位计测量准确度

| 准确度等级 | 允许误差 | |
|------------------------------------|----------|-----------|
| | 水位变幅≤10m | 水位变幅>10m |
| 0.3 | ±0.3cm | — |
| 1 | ±1cm | ≤量程的±0.1% |
| 2 | ±2cm | ≤量程的±0.2% |
| 3 | ±3cm | ≤量程的±0.3% |
| 注: 测试条件: (为)10米 (m) 水位试验台或标准压力试验台。 | | |

C.2.2 选型要求

水位传感器选型应符合下列要求:

- a) 常用遥测水位计分为浮子式水位计、压力式水位计、雷达式水位计、超声波水位计、电子水尺、水位测针等，分别有产品标准规定了其仪器的相应技术要求，并在《水位测量仪器通用技术条件》和 GB/T15966-2007《水文仪器基本参数及通用技术条件》提出了水位测量准确性要求。应根据现场实际情况进行选型，测量准确度应满足实际应用需求。
- b) 对于有条件建设水位测井的测站，推荐使用浮子式水位计。对不适合自动遥测的自记水位观测井可进行更新改造后配置浮子式水位计；对不宜建水位井的测站，可视水情特点选配雷达式、压力式（压阻式、振弦式、陶瓷电容式、气泡式）、超声波式计、激光式遥测水位计或电子水尺（含磁滞伸缩型）。
- c) 对灌区水量计量在不同场合测量水位，应考虑按需要选择不同水位测量设施：
- 1) 堰槽法测流时，水位变幅小，但需要测得较高分辨力、准确度的水位值，主要选择水位测针、超声波水位计、高精度浮子式水位计测量水位；
 - 2) 应用闸、涵洞、电站、泵站等水工建筑物测流时，需要在河道、蓄水池中测量水位，一般具有建造水位井的可能，常主要采用浮子式水位计。水位变幅不大时可以采用电子水尺和无需测井的各类水位计。
 - 3) 渠道中水位测量条件较好，各种水位测量设施都可以应用，主要使用的还是浮子式水位计，也可应用超声波水位计和雷达水位计。
 - 4) 地下水水位测量主要应选用投入式压力水位计、悬锤式水位计、浮子式水位计。

C.3 闸门（泵阀）开度传感器选型

C.3.1 准确度等级选择

闸门（泵阀）开度监测应选择分辨力为0.1cm、0.5cm、1.0cm等传感器。10m量程的闸位传感器准确度等级按误差可分为三级，各个准确度等级最大允许误差应符合表C-3的规定，测量结果的合格概率应在95%以上；当测量范围扩大时，其最大允许误差均不应超出闸位计全量程的0.1%。但开度传感器与闸门的联结方式、闸门的启闭装置等都会影响闸门开度的准确度，因此在设计和建设是要充分加以考虑，尽量消除这些外在因素带来的误差。

表C.3 闸位计准确度等级（0 m~10 m）

| 准确度等级 | 适用分辨力 | 最大允许误差 |
|-------|-------------|---------|
| 1 | 0.1 | ±0.3cm |
| 2 | 0.1、0.5 | ±1.0 cm |
| 3 | 0.1、0.5、1.0 | ±2.0cm |

C.3.2 选型要求

闸门开度对于平板门和弧形门，其开度为以闸底为基准闸门上提后其门底离闸底的垂直距离，对于人字形闸门其开度为闸门开启后两门之间的最小水平距离。闸门（泵）开度传感器按闸门传动联结方式的不同，可分为链（齿）轮耦合式、弹性联轴器式、偏心联轴器式及恒力自收揽式，有必要根据现场实际进行专门结构设计和计算传动比。对于特殊场合，还需换算弧度及非线性补偿拟合。对于泵阀的开度仪则可直接选择应用。

闸门（泵阀）开度传感器可选用光电式、磁电式或机械式系列编码器。较为常用的是光电式编码器，光电式编码器又分为单圈和多圈两类。多圈编码器测量精度相对较高，零点容易确定，一般都具有位置

记忆功能，通用性较强，宜予以选用。对于有些平板式闸门，有便于机械式编码器安装的位置，则可以选用机械式闸门开度传感器。磁电式编码器通常用在液压式启闭机启闭的的闸门。

C.4 流速流量传感器选型

C.4.1 允许误差选择

单次流量测验的精度指标应根据资料用途或服务对象的要求确定。流速仪法应符合表C-4的规定，采用其他测流法可参照执行；对于综合性功能的水文测站，应取最高精度指标。水文遥测站应根据表C-4确定的精度指标，选择合适的测验仪器和方法；宜根据被测断面的实际情况选择适用的遥测流量计，如声学多普勒流速仪、雷达流速仪、超声波流速仪、电磁流量计等。

表C.4 流速仪法单次流量测验允许误差

| 站类 | 水位级 | 允许误差(%) | | | | 系统误差 |
|---------|-----|-----------------|--------|----|-------|--------|
| | | 置信水平为95%总随机不确定度 | | | | |
| | | 基本资料收集 | 水文分析计算 | 防汛 | 水资源管理 | |
| 一类精度水文站 | 高 | 5 | 6 | 5 | 5 | -1.5~1 |
| | 中 | 6 | 7 | 6 | 6 | -2.0~1 |
| | 低 | 9 | 9 | 8 | 7 | -2.5~1 |
| 二类精度水文站 | 高 | 6 | 7 | 6 | 6 | -2.0~1 |
| | 中 | 7 | 8 | 7 | 7 | -2.5~1 |
| | 低 | 10 | 10 | 9 | 8 | -3.0~1 |
| 三类精度水文站 | 高 | 8 | 9 | 8 | 7 | -2.5~1 |
| | 中 | 9 | 10 | 9 | 8 | -3.0~1 |
| | 低 | 12 | 12 | 11 | 10 | -3.5~1 |

注：系统误差，为不同资料用途控制指标，测验资料用于其他用途的单次流量测验允许误差，可根据需要分析确定。

C.4.2 选型要求

流速流量传感器选型应符合下列要求：

- a) 水工建筑物测流。水工建筑物测流都利用河流、渠道中的已有水工建筑物，如末端深度法、比降面积法、堰槽法等。在具有跌水的水流中，可以使用末端深度法测量流量，测量跌水处的水头和断面，可以用水力学公式推算流量。比降面积法测流也应用水位流量关系测流，需要测得符合此方法要求的较长河段的上、下游水位，计算比降，再根据水位推算断面面积，用水力学公式推算流量。堰槽法测流时必须构建测流堰槽，常用于可以安装堰槽，流量不大，需要较准确的流量测量场合，尤其适用于需要自动监测的场合。水工建筑物测流只能用于已有水工建筑物的场合，设计建造水工建筑物时，一般都会考虑到用水位（水头）流量关系测量流量的要求。建造后安装相应水位仪器就可以进行流量测量。
- b) 流速面积法是一种应用最为广泛量测流量的方法。由测定流速和过水断面面积两部分工作组成，据断面流速分布来求算流量。根据测定流速的方法不同，流速面积法又分为测量断面上各点流速的流速面积法、测量表面流速的流速面积法、测量剖面流速的流速面积法、测量整个断面平均流速的流速面积法。流速面积法可以应用于大多数测流断面，也是应用最广泛的方法。流速仪面积法需要将点流速仪放入水中一定深度，这是测量的必要条件，同时要求断面比较稳定，在这二个条件基本满足时，应用点流速的流量测量可以达到规范要求。如果因流速太大等

原因，点流速仪不能放入水中，只能应用浮标、电波流速仪方法测量水面流速，流量测量准确性会有较大的降低。

- c) 应用声学时差法测流和声学多普勒剖面流速仪测流都具有自动化的功能，测量迅速，具有较好的准确性。但对使用环境有一定要求，在大流速、高含沙量，河床不稳定时有应用上的困难，其流量测量准确性、稳定性比不上流速仪面积法。
- d) 大部分天然河流和渠道使用测量点流速的流速仪面积法测量流量。少数主要测站使用走航式 ADCP，也有一些测站使用 HADCP 自动测量流量，很少使用 ADFM 测量流量。浮标法测流主要用于山区洪水流量测量，浅水小浮标开始用于枯水期水资源水量测量。电波流速仪（又称雷达枪）用于巡测、桥测和洪水期。
- e) 管道流分为满管流和非满管流二种状态。满管流量测量仪器应用流速—面积法、体积法以及其它方法测量管道中的流量，适用于流速面积法的灌区水量计量的产品类型有电磁管道流量计、声学时差法管道流量计、声学多普勒管道流量计、流速流量计、冷水水量和电子远传水表、涡街流量计等，适用于体积法测量的管道流量常选用容积式冷水水表。

C.5 水面蒸发传感器选型

按观测方式可分为人工和自记/遥测，按测量蒸发桶内水面蒸发量方法的不同，自记/遥测又可细分为浮子式、声学式、磁致伸缩式和补水计量式，其设备选择应符合GB/T 21327，SL630的技术要求。

标准水面蒸发器分辨力为0.1 mm。宜选用的自记/遥测蒸发器的分辨力为0.1 mm，0.2 mm，0.5 mm，1.0 mm，测量范围为0 mm~100 mm，蒸发量观测的相对误差应在-3%~3%范围内，重复性误差应不大于0.2 mm，其他性能指标应符合GB/T 21327的规定。

C.6 土壤墒情传感器选型

固定埋设的介电法类与中子法类监测仪器的量程不小于 0~60% (m^3/m^3)，张力计法类监测仪器的量程为1~80kPa。介电法类与中子法类监测仪器分辨力为 0.1% (m^3/m^3)，张力计法类监测仪器为1.0kPa。对野外安装固定埋设的自动墒情监测方式，其监测数据与人工取土烘干相比，在仪器测量范围内，其土壤重量含水量绝对误差的平均绝对值应不大于4%；对野外采用人工便携式自动墒情监测方式，其监测数据与人工取土烘干相比，在仪器测量范围内，其土壤重量含水量绝对误差的平均绝对值应不大于3%。自动监测方式的墒情传感器一般宜选用频域反射法（FDR）、时域反射法（TDR）传感器。选用的传感器其他性能应符合SL 364的规定；

采用不同仪器设备监测土壤含水量的工作方式有人工取土烘干法、固定埋设自动监测及人工便携式自动监测三种，宜采用人工取土烘干法、介电类法（频域法FDR和时域法TDR）、张力计法、中子法监测土壤重量含水量，其设备选择应符合SL364的技术要求。

C.7 其他监测传感器选型

其他水文监测传感器选择应符合水文测验规范及应用需求，水质传感器其精度选用应符合国家及水环境监测行业相关标准要求，气象参数传感器其精度选用应符合国家及气象行业相关标准要求；图像采集传输则应根据应用需要选择图片或不同分辨率的图像采集传输。

附录 D

(资料性附录)

条文说明

D.1 第4章条文

D.1.1 4.1

水文自动测报系统历经三十多年的发展,各涉水行业都建设了相当数量的系统,根据行业应用需求采集相应的要素信息,其建设成果以及信息资源是可以重复利用的。因此在新建系统时应充分考虑利用现有资源,避免重复建设。

D.1.2 4.2

近二十多年来,水文自动测报系统建设积累了丰富经验,建设程序也日臻完善。但是有些单位在建设过程中还是不重视系统的规划、设计等前期工作,前期工作不够细致、深入,造成在建设阶段出现站点布设不合理、设备选型不适合现场或是土建设施不配套等问题,严重影响了系统的建设质量,因此在总则中强调要做好系统建设前期工作,并高度重视基本资料收集分析、现场查勘以及站网布设论证等工作。附录A中规定了规划、可行性研究报告、初步设计报告的编写要求,各行业的前期工作阶段不尽相同,可根据其行政规定参照本标准的要求选取相应阶段报告编写格式。

D.1.3 4.3

水文自动测报系统涉及水文以及遥测、通信、计算机、软件工程等信息技术,因此是一个系统工程。其建设质量是否符合要求,达到预期目标,系统所采用的制式、通信方式、设备选型、各类设备性能指标的合理配置十分重要;水文自动测报系统的遥测站、集合转发站(或中继站)一般都布设在野外,其工作环境条件较为恶劣,都运行在“无人值守、有人看管”的环境下,因此对设备的性能指标、可靠性以及供电等就有较高的要求,系统的指标分配直接影响到系统的运行稳定性、可靠性,因此在总则中强调,要求在设计及建设阶段要合理配置各项技术、性能、可靠性等指标。

“无人值守、有人看管”是指遥测站等的运行方式,通常是指委托当地老百姓进行遥测站设备看管,设备自动运行,由技术人员进行巡检。

D.1.4 4.4

水文自动测报系统设备的生产单位很多,其设备质量参差不齐,有些厂商的设备可能就不适合于现场应用,因此在系统设计建设过程中,要进行充分调研,选择现场运行效果好的产品,在系统建设中使用。在保证系统可靠性的前提下,对于有些设计合理、技术先进的新产品,鼓励进行现场考核应用,使用成功后进一步推广。

D.1.5 4.5

2017年国务院对政务信息资源共享提出了明确要求,水文自动测报系统信息也是政务信息的组成部分,其共享应在系统的设计建设阶段就得到落实,因此在总则中强调系统的互联互通、信息资源共享。

D.2 第5章条文

系统组成：系统中的通信设备，在以超短波为通信信道系统中是超短波电台、通信控制机或通用计算机；在以移动通信系统为信道的系统中是移动通信单元（DTU）；在以卫星通信系统为信道的系统中是卫星小站（卫星通信终端）。

D.3 第六章条文

D.3.1 6.1

根据本条标题的定义，只强调系统性指标，其他的局部性性能指标分散到其他相关章节中进行规定。

D.3.2 6.1.2.1

从水文自动测报系统的传输技术发展出发，为充分满足山洪灾害防御、防汛要求，中心站一次完成其所辖管遥测站全部数据收集、处理（一般是指数据接收、纠检错、分析并写入数据库为止的过程）任务的时间应在10min之内。在实际工作中，应充分考虑现场实际情况，要从系统规模（指一个中心直接接收处理的遥测站数量）控制、数据传输网组网、数据处理技术，通信方式和工作制式选择等方面进行精心设计，以尽量缩短中心站收集其辖区的数据汇集时间。中心站应在10min内完成全系统的数据收集、处理任务是满足国家防汛指挥要求：在20min内将实时数据送到国家防汛抗旱总指挥部办公室的要求而提出的。

D.3.3 6.1.2.2

在系统设计阶段，要根据站点的位置和其他基本条件选择适合的通信方式，以保证所采用的通信信道数据传输误码率达到表2要求，实施过程中加以验证，不符合要求时应采取技术措施以达到要求。数据的采集以及传输过程中存在引入数据差错的因素，比如系统某站的信道误码率较高时，数据传输就可能发生差错，造成数据误差或是数据不可识别。超短波信道的数据传输误码率相对其他常用信道要高。因此在系统设计时要合理选择数据传输信道，在数据传输过程中要采用适合的纠检错技术。

在选择移动通信、卫星通信等无线通信方式组网时，遥测站位置的选择就显得尤为重要。移动通信组网时，站点位置的选择要保证移动通信信号的强度较好；选择卫星通信组网时，若是定向天线系统，要考虑其天线指向的前方是否遮挡物，比如是否有树木、高压线、房屋、高山等阻挡；若是全向天线系统，要考虑天线周边是否有树木、高压线、房屋影响其信号传输。

D.3.4 6.1.2.3

数据收集的月平均畅通率和数据处理作业的完成率考核应按照本规范8.2.6条规定进行。

遥测站、中继站和中心站设备的MTBF是指保证该站点正常工作的所有设备的平均无故障工作时间，因此单个设备的MTBF应选择单站MTBF的3倍以上。MTBF是在系统运行管理维护得到落实的条件下定义的，即系统设备故障后，修复需要的时间应最短。从技术角度出发，要保证修复时间最短，则要求设备要易于维修。

D.3.5 6.1.2.4

在系统设计时，应合理选择系统采集要素值或量的分辨力、测量误差等指标。系统中各类要素数据的采集精度主要取决于其传感器的测量误差，其前提是传感器的安装场地必须符合传感器的工作要求，数据传输稳定可靠。各类常用传感器的分辨力、测量误差等指标应按照7.2节相关规定和条文说明进行选择。

D.3.6 6.3

中继机只完成数据的转发任务，集合转发终端除可以实现中继机的功能外，还可以将若干遥测站数据重新打包、传输或落地。特别是在移动通信信号不好或未覆盖的测区，可以采取集合转发的工作方式。

D.3.7 6.5.1

水文自动测报系统通信组网是系统建设的信息传输基础，直接影响到水文自动测报系统的信息是否能够及时、准确地传递到中心站及集合转发站，是信息采集传输的关键环节。合理、高效、可靠的数据通信组网是建立在满足水文自动测报系统技术要求的基础之上。

D.3.8 6.5.2

自水文自动测报系统开始建设以来，超短波通信作为技术成熟、传输可靠、性价比高的通信方式已被众多的水文自动测报系统通信组网所采用，有相当数量的水文自动测报系统一直沿用这种通信方式至今，且运行良好，为此我们依旧保留超短波通信作为水文自动测报系统通信组网方式之一。

水文自动测报系统中可能存在某些站点地处偏远地区，站点位置没有移动公网信号或者无线信号强度无法满足覆盖要求，此时可以自己建立短距离信道进行数据传输，将测站数据传输到移动公网信号符合要求的地点，再通过移动公网信道传输数据。建立短距信道传输模式应根据测站的地理位置，距离远近等现场实际情况选用超短波、传感器网络、无线网桥或光纤等传输方式。

水文自动测报系统中有图像传输要求的测站数量日益增加，考虑到图像传输的信息量和时效性，一般选用通信速率高的移动通信和光纤通信进行通信组网。

D.3.9 6.6

在目前已建水文遥测系统中，逐级上传模式占绝大部分，是主流。随着技术发展，集中分发模式也在部分省份建成。两种方式各有优点，各建设单位可根据需要选择。

D.3.10 6.7.1.1

由于移动通信、卫星通信等公用通信网通信以及物联网通信发展迅速，在水文自动测报系统中广为采用。这些通信方式中，都具有各自的较为可靠的网络层通信协议，可以直接应用。因此在水文自动测报系统的遥测站与中心站之间的数据传输过程中，只需要规定应用层数据通信规约（通信协议）。由于这些通信方式，其网络层通信协议较为完善，具有较高的通信保障率，因此在应用层通信协议中只设计了纵向CRC校验。

超短波通信方式在水文自动测报系统中的运用逐渐减少，但还在一些测区中继续运用。由于超短波通信的特殊性，数据传输除了数据包长度有一定限制外，还存在数据纠检错、通信中继路由等问题，是否直接采用本规约还取决于采用何种超短波通信机，因此在本规约中没有单独另行规定，厂商可以在本规约基础上根据实际应用情况拓展使用。在此通信方式中，可参考本通信规约制定超短波通信规约，简化规约层级，可在一个数据帧中既包含网络层也包含应用层，增加数据纠检错等差错控制技术。常用的差错控制方法有奇偶校验、水平垂直奇偶校验、循环冗余校验、前向纠错和反馈重发等。

D.3.11 6.7.2.1

在水文自动测报系统中通常采用异步数据通信方式。异步数据通信通常采用面向字符传输方式。面向字符所定义的字符是广义的，可以采用不同类型的编码，可以是ASCII字符、HEX码和BCD码等。本规约为了满足不同场合应用需要，保证通信规约具有更好的适用性、可操作性、可扩展性，在一种报文帧结构框架内，制定了ASCII字符编码和HEX/BCD编码报文传输编码结构。

在本规约报文帧结构中，可以采用ASCII字符传输，各类数据、参数之间用空格作为分隔符，要素采用字符作为标识符，使得要素标识符可以任意扩展，数据可以采用任何类型不定长传输。虽然传输效

率上有所损失，但协议可扩展性以及开放性有了显著提高。同时由于通信技术发展迅速，适合于长数据包类型传输信道应用在不断深化，对于数据传输的字节数限制问题也在逐步地消失，因此为采用ASCII字符编码传输提供了技术条件。

由于现阶段还存在短消息型传输信道，在这类信道上传输数据的包长度受到信道本身的制约，因此报文长度就不宜太长，只能在140字节以下。为了提高通信协议的可操作性以及适用性，使每个报文帧能够尽可能多地承载信息，本规约在统一的报文帧结构框架下，制定了HEX/BCD编码，以期能够提高传输效率。其报文正文数据组编码由标识符与数据构成，标识符定为2字节HEX码，数据长度可变。

遥测站与中心站之间的数据传输信道包括短消息型和长数据包型信道。其中短消息型信道包括：GSM-SMS、CDMA-SMS、北斗卫星、海事卫星等；长数据包型信道包括：GSM-GPRS、CDMA-1X、3G、4G、DDN、SDH、PSTN（或ADSL）、VSAT等。由于信道特性不同，对传输的要求也不尽相同，特别是对数据帧长度的限制与要求不同。移动通信短消息数据包长度限制在140字节内，北斗卫星数据包长度限制在98字节内，海事卫星数据包长度限制在32字节内；对于长数据包型信道数据包长度理论上可以没有限制，但为了保证传输可靠性，我们建议每包总长度不超过256字节，在某些特定场合，因正文长度需要，可以适当放宽数据包长度。因此在实际应用中数据包长度需要根据信道类型进行确定。

长数据包型信道适宜选用ASCII字符编码编制报文；短消息型信道适宜选用HEX/BCD编码编制报文。

D. 3. 12 6. 7. 2. 2

本规约报文帧结构的制定，参考了IBM面向字符同步通信协议BSC模型，并广泛总结了实际应用经验，使帧结构尽量简单、易用、直观。

本规约帧结构中设计了发送端地址、目的地地址，其目的是解决一个中心站总接收，向多个分中心分发数据组网的便利性。同时也为一些广播型通信方式使用时不会出现误接收，比如在超短波通信方式中的使用时，包含路由有利于通信组网和数据判别。

上行帧指遥测站至中心站，下行帧指中心站至遥测站。报文正文长度通常宜小于220字节。

D. 3. 13 6. 8. 1

根据国务院印发的《政务信息资源共享管理办法》（国发[2016]51号文）规定，各地均应建设政务信息资源共享平台，并实现全国联网和信息交换共享。因此水文自动测报系统收集到的信息应就近接入政务信息资源共享平台，将共享平台作为系统联网的主要手段，实现数据交换传输。数据是全方位共享、部分共享或行业内共享，依据《政务信息资源共享管理办法》以及国家其他有关政策规定执行。

D. 3. 14 6. 10. 1

如野外站接地电阻实施时实在难以达到要求，在非雷电易发区可视情况稍加放宽，或者选择多种不同的防雷措施组合以达到要求。对中心站和重点野外站则可采用加大接地体数量及接地面积，采用降阻剂，在屋顶安装闭合均压带，屋内安装闭合环形接地母线等措施改进防雷性能，达到标准要求。

另外，有些野外站接地措施难以达到要求，这种情况下若对设备进行接地，反而会使设备易受雷击；或者是实施防雷接地代价太大；或者有些测区雷击现象较少。这些情况下可采用法拉第筒方式（即悬浮式防雷技术）对设备进行保护，但其设备必须是太阳能供电，且需要避免因为法拉第筒外壳沉积的雷电电荷造成人员伤亡，现场须有警示标志。

D. 3. 15 6. 11. 1

对于野外站而言，这条强调的是设计的蓄电池容量与充电设备功率的匹配度，应根据蓄电池设计容量配置相当功率的充电设备。当蓄电池损坏或达到使用寿命时，则应按照设计要求更换蓄电池，以保证设备可靠工作。

对于中心站而言，这条强调的是设计的电源容量与设备功耗的匹配度，尤其是UPS电源的容量要保证中心站设备稳定正常运行。

D. 3. 16 6. 11. 3

遥测站采用浮充蓄电池供电方式，应配有充电控制器。太阳能浮充时可以采用RTU内置或外置方式；而采用交流电浮充时，应配置低功耗交流充电控制器；充电控制器应满足充放电对额定电压、最大充电电流、低值守功耗、防过充电控制以及过放电报警等功能指标要求。

D. 3. 17 6. 12

水文自动测报系统中的设备尤其是传感器对安装场地（包括防雷接地等）有较高的要求，必须要建设相应的土建配套设施，安装场地不符合要求，直接影响设备的可靠运行、数据采集精度及可用性，因此在本节中提出系统建设土建要求。配套土建是水文自动测报系统建设中密不可分的组成部分，系统建设前期工作中就需要高度重视，开展细致的现场查勘，充分论证设计方案，将土建列入建设内容并安排经费预算。

D. 3. 18 6. 12. 1. 4

水文自动测报系统中新建水位测井、遥测站房、中心站机房、设备配套设施等建筑物时，应当了解当地的地震烈度以及当地建筑物抗震设计标准，使得系统建筑物具有较强的抗震性能，符合当地抗震技术要求。

D. 3. 19 6. 12. 2. 1

GB/T 50138规定了适用于河流、湖泊、水库、人工河渠、海滨、感潮河段等水域的常用水位观测方法、水位计的安装场地设置要求和技术标准，对于压力水位计、超声波水位计及雷达水位计的土建和安装要求还应符合对应水位传感器的国家及行业标准要求。

D. 3. 20 6. 12. 2. 5

遥测蒸发传感器的安装场地设置应符合SL630的有关规定外，对于其高精度雨量观测的传感器的安装场地选择设置应符合SL21的有关规定。

D. 4 第7章条文

D. 4. 1 7. 2. 1. 1

雨雪量传感器应考虑高寒高温条件，温度可达 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，而对于雨量传感器其工作环境条件应满足雨量观测对环境的要求。

D. 4. 2 7. 2. 3. 2

主要针对垂直位移或换算成为位移的闸门开度对分辨力、测量范围、准确度、适应最大变率等指标，而面对采用轴角传感器的闸门开度或泵阀开度对其分辨力、测量范围、准确度、适应最大变率等指标应根据业务需要确定。

D. 4. 3 7. 2. 3. 2

主要针对垂直位移或换算成为位移的闸门开度对分辨力、测量范围、准确度、适应最大变率等指标，而面对采用轴角传感器的闸门开度或泵阀开度对其分辨力、测量范围、准确度、适应最大变率等指标应根据业务需要确定。

D. 4.4 7.2.5.1

对于自动水面蒸发监测应考虑非冰期监测对量测装置工作温度要求，而对于冰期而言，应满足蒸发皿和蒸发桶的工作温度要求，可采用称重模式工作。

D. 4.5 7.2.6.2

对于不同原理土壤墒情监测传感器其测量范围是不一样的，应按系统要求选择。

D. 4.6 7.3.4 h)

遥测终端应有测试功能，在测试状态下，其发送到中心的数据为测试数据，中心软件应只显示，不入库。此功能为安装调试用，退出测试状态就回到正常工作状态。