



水业导航
www.h2o123.com

SL

中华人民共和国水利行业标准

P

SL 61-2003

替代 SL61-94

水文自动测报系统技术规范

Technical specification for hydrologic data
acquisition system

2003 年—05—26 发布

2003 年—08—01 实施

中华人民共和国水利部 发布



前 言

修订 SL61—94《水文自动测报系统技术规范》的主要依据为 2000 年水利水电技术标准制订、修订计划和 SL 01—97《水利水电技术标准编写规定》。

《水文自动测报系统规范》主要包括以下内容：

- 水文自动测报系统建设前期工作的基本内容和要求；
- 进行系统设计时工作制式和通信方式的选择原则、系统应能达到的技术指标要求、数据传输格式和编码格式的要求、数据处理系统的基本功能要求等；
- 系统设备的技术指标和安装调试的要求；
- 系统考核、验收和运行管理的内容和要求。

对 SL61—94 进行修改的部分，包括以下几个方面：

- 增加了引用标准和术语、符号及代号一章；
- 调整明确了系统建设前期工作的具体内容；
- 增加了多种通信方式并重新规定了数据格式；
- 修改补充了中心站数据处理技术内容；
- 修改补充了系统设备与安装调试等技术条款；
- 充实了系统考核验收和运行管理等具体操作方面的要求。

本规范批准部门：中华人民共和国水利部

本规范主持机构：水利部水文局

本规范解释单位：水利部水文局

本规范主编单位：水利部水利信息中心

本规范参编单位：水利部黄河水利委员会

水利部长江水利委员会

水利部淮河水利委员会

浙江省水文勘测局

四川省水文水资源勘测局

水利部南京水利水文自动化研究所

北京大学

本规范主要起草人：张建云 朱长年 崔家骏 唐镇松 徐兆成 吴恒清 周五一

叶秋萍 王恒斌 张海敏 姚永熙 陆 旭 冯讷敏 丁 强

王志毅 程益联 程 琳 林灿尧



目 次

| | | |
|------|---------------|----|
| 1 | 总 则 | 1 |
| 2 | 引用标准和术语、符号及代号 | 1 |
| 2.1 | 引用标准 | 1 |
| 2.2 | 术语 | 2 |
| 2.3 | 符号及代号 | 2 |
| 3 | 系统建设前期工作 | 3 |
| 3.1 | 基本资料收集 | 3 |
| 3.2 | 系统规划 | 4 |
| 3.3 | 项目建议书及可行性研究报告 | 4 |
| 4 | 系统设计 | 6 |
| 4.1 | 系统组成 | 6 |
| 4.2 | 设计任务、内容和工作制式 | 7 |
| 4.3 | 系统技术指标 | 8 |
| 4.4 | 数据传输方式和编码格式 | 10 |
| 4.5 | 通信电路设计 | 11 |
| 4.6 | 系统联网 | 13 |
| 4.7 | 数据处理系统设计 | 13 |
| 4.8 | 土建设计 | 14 |
| 5 | 系统设备及安装调试 | 15 |
| 5.1 | 一般规定 | 15 |
| 5.2 | 传感器 | 15 |
| 5.3 | 固态存储器 | 17 |
| 5.4 | 通信设备 | 18 |
| 5.5 | 遥测终端机 | 20 |
| 5.6 | 中继机 | 22 |
| 5.7 | 集合转发站设备 | 22 |
| 5.8 | 中心站设备 | 22 |
| 5.9 | 其他配套设备 | 23 |
| 5.10 | 设备安装调试 | 23 |
| 6 | 系统考核、验收和运行管理 | 24 |
| 6.1 | 系统考核验收 | 24 |
| 6.2 | 系统运行管理 | 26 |
| | 本标准的用词和用语说明 | 27 |
| | 条文说明 | |



1 总 则

- 1.0.1 为促进我国水文自动测报系统的发展，统一技术要求，加强系统的规划、设计、施工和运行管理，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于江河、湖泊、水库、水电站、灌区及输水工程等水文自动测报系统的规划、设计、施工和运行管理。
- 1.0.3 水文自动测报系统应利用遥测、通信、计算机和网络等技术，完成流域或测区内固定及移动站点的降水量、蒸发量、水位、流量、含沙量、潮位、风向、风速和水质等水文气象要素以及闸门开度等数据的采集、传输和处理。
- 1.0.4 建设水文自动测报系统应充分利用流域或测区内现有水文测站。承担水文资料收集任务的测站，应实现采集数据在站存贮。
- 1.0.5 为了实现防洪抗旱工程体系的科学调度和满足施工与运行管理需要，大中型水利水电工程宜建设与其配套的水文自动测报系统，并作为工程建设的组成部分纳入工程的建设之中。
- 1.0.6 水文自动测报系统的规划、设计、施工和运行管理，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 引用标准和术语、符号及代号

2.1 引用标准

下列标准中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用标准，其随后所有修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范。凡是不注日期的引用标准，其最新版本均适用于本规范。

- GBJ138—90 水位观测标准
- GB2887—89 计算机场地技术条件
- GB3102 量和单位
- GB/T9359—2000 水文仪器基本环境试验条件及方法
- GB9813—89 微型数字计算机场地通用技术条件
- GB11830—89 水文测报装置 遥测水位计
- GB11831—89 水文测报装置 遥测雨量计
- GB/T50095—98 水文基本术语和符号标准
- SL2.1~3 水利水电量和单位
- SL10—89 水文仪器术语
- SL21—90 降水量观测规范
- SL26—92 水利水电工程技术术语标准
- SL199—97 水文自动测报系统通信电路设计技术规定
- SL250—2000 水文情报预报规范
- SL276—2002 水文基础设施建设及技术装备标准



2.2 术语

2.2.1 水文信息网 Hydrologic information network

由国家、流域、省（自治区、直辖市）和地区等水文水利水电管理部门，利用公用和专用的通信资源组建的计算机网络。通过该网络可以快速完成实时数据收集，进行节点间的信息交换。

2.2.2 测区 Measurement area

为完成防汛抗旱、水资源管理、水环境保护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。

2.2.3 集合转发站 Collecting and repeating station

系统中接收处理若干个遥测站数据，合并转发至中心站的一种数据中转站。

2.2.4 自报式 Automatic reporting mode

被测要素值发生变化或定时等事件触发，遥测站主动发送数据的工作制式。

2.2.5 查询—应答式 Inquire—answer mode

遥测站响应查询指令发送数据的工作制式。

2.2.6 混合式 Mix mode

包含自报式和查询—应答式两种遥测方式的工作制式。

2.2.7 遥测站网 Telemetric network

系统中遥测站、中继站、集合转发站、中心站及其通信网络的组合。

2.2.8 由 GB/T50095、SL10、SL26 及 SL199 等标准确定的术语也适用于本规范。

2.3 符号及代号

2.3.1 符号

- 1 由 GB/T50095、SL10、SL26 及 SL199 等标准确定的符号适用于本规范。
- 2 由 GB3102 及 SL2.1~3 标准确定的有关量、单位和符号等，也适用于本规范。

2.3.2 代号

由 GB/T50095、SL10、SL26 及 SL199 等标准确定的和以下代号（含缩略字母）均适用于本规范：

- 1 ASK ——振幅键控。
- 2 FSK ——移频键控，也称频移键控。
- 3 DPSK ——差分移相键控，也称差分相移键控。
- 4 QAM——振幅相位调制，也称正交调幅。
- 5 GMSK——高斯最小频移键控。
- 6 MSK——最小频移键控。
- 7 FSK-FM——频移键控-调频。
- 8 CRC——循环冗余校验。
- 9 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。
- 10 RS-422——美国电子工业协会推荐标准 422 号，异步数据传输平衡方式串行接口。



- 11 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。
- 12 GSM ——全球移动通信系统，原称为泛欧数字移动通信系统。
- 13 GPRS——GSM 系统的通用无线分组业务。
- 14 GSM 07.07、GSM 07.05 (SMS) ——欧洲电信标准协会制订的移动通信短消息通信协议。
- 15 PCMCIA——国际 PC 机存储卡协会。
- 16 PSTN ——公用电话交换网。
- 17 ISDN ——综合业务数字网。
- 18 ADSL——非对称数字用户环路。
- 19 FR——帧中继。
- 20 DDN ——数字数据网。
- 21 X.25 ——公用数据线路协议标准，规定了分组交换网接口。
- 22 INMARSAT——国际海事卫星组织。
- 23 VSAT ——卫星系统甚小口径终端。
- 24 INTERNET——国际互联网，也称因特网。
- 25 INTRANET——企业内部互联网。
- 26 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。
- 27 MTBF——平均无故障工作时间。
- 28 GPS——全球定位系统。
- 29 CMOS——互补金属氧化物半导体。
- 30 CCITT——国际电报电话咨询委员会。
- 31 TTL——晶体管-晶体管逻辑。

3 系统建设前期工作

3.1 基本资料收集

- 3.1.1 水文自动测报系统规划、设计应收集其所在流域或区域下列基本资料：
 - 1 地形图（比例尺不小于 1：50000）。
 - 2 已建、在建和计划建设的水文站网、报讯站网和水文自动测报系统等方面的资料。
 - 3 气象、水文及防洪标准等资料。
 - 4 雷电情况和地震烈度。
 - 5 已建、在建和计划建设的水利工程布局，以及重要水利工程的技术特征资料。
 - 6 防汛抗旱、水资源管理、水环境保护和水工程运行管理方案及需求。
 - 7 通信网的布局、功能和收费标准。
 - 8 无线电频率干扰及工业干扰情况和通信发展规划。
 - 9 交通与供电等情况。



3.2 系统规划

3.2.1 系统规划应根据系统所在流域或测区水利信息化建设、水文发展等规划的要求，通过对当前和远景的建设目标、任务和效益的分析论证，确定系统的功能和建设规模。

3.2.2 系统规划应包括以下主要内容：

- 1 系统需求分析；
- 2 系统内各类遥测站向中心站报送的数据类别、频度以及与外部进行数据交换的任务；
- 3 系统功能和主要技术指标；
- 4 数据传输通信方式的初步选定；
- 5 遥测站网布设的初步论证；
- 6 土建工程基本要求；
- 7 本系统接入水文信息网以及与有关系统联网的要求；
- 8 建设规模和分期实施计划；
- 9 投资估算；
- 10 系统建设和管理的保障措施；
- 11 系统的效益分析和经济评价。

3.3 项目建议书及可行性研究报告

3.3.1 项目建议书应根据系统规划的内容，全面阐述项目的必要性、目的和任务、功能和解决方案等。

3.3.2 项目建议书的主要内容应包括：

- 1 建设的必要性；
 - 2 建设目标和任务；
 - 3 需求分析；
 - 4 建设条件和规模；
 - 5 遥测站网布设论证；
 - 6 功能要求和主要技术指标；
 - 7 组网方案和设备选型的初步论证，系统和设备的可靠性要求；
 - 8 选用的工作制式，数据传输方式，通信设备的技术性能；
 - 9 中心站数据接收、处理、交换及应用的要求；
 - 10 与水文信息网以及其他系统联接的任务；
 - 11 遥测站房、水位观测设施、天线塔、中心站站房、防雷接地等土建工程的基本要求；
 - 12 建设进度安排；
 - 13 系统建设和运行管理的保障措施；
 - 14 投资估算和编制依据；
 - 15 效益分析及经济评价。
- 3.3.3 各类遥测站点的布设应符合下列规定：
- 1 已设水文、水位和蒸发站不得变更其位置。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。

2 通信条件差的雨量站，可根据通信条件适当调整站点位置，对于基本雨量站，可根据有关规定另外建设一个遥测雨量站。

3 委托管理的无人值守遥测站，应尽可能设在靠近居民点，交通方便，便于管理维护的地点。

3.3.4 遥测站的观测项目和报送次数，应根据测站类别、应用需要和有关规定确定。

3.3.5 对已有成熟适用传感器的观测项目，应由遥测终端机自动完成数据的采集和报送；对尚无成熟适用传感器的观测项目，可由人工置数方式完成观测数据的报送。

3.3.6 系统功能和主要技术指标应根据以下内容确定：

1 遥测站、集合转发站的功能要求，包括遥测数据显示、超限报警、设备自检、电源报警以及本地打印等功能。

2 中心站将遥测数据和以其他方式报来的数据转换成统一的数据格式以及与外部进行数据交换的要求。

3 中心站对系统工作状态的监测功能。

4 中心站的数据处理功能要求：数据合理性检查与缺漏插补，需要整理打印和显示的水文图表的类别，遥测站数据存贮模块的读取和处理，需存贮的数据类别、数量和存贮时间，预报和调度作业任务的需求。

5 对自报式制式，规定发送数据的时间间隔或增量间隔。

6 对查询—应答制式，提出中心站完成一次巡测及召测的时间要求、巡测的时间间隔。

7 应在站存贮和人工置数的站点。

8 应配置两种以上数据传输手段的站点。

9 设备平均无故障工作时间，数据传输可靠性与误码率，电源可靠性，备用设备，备用信道等可靠性要求。

10 系统留有扩展余量。

3.3.7 系统数据通信方式的选择应按照工作可靠、易于建设、维护和运行费用较低以及充分利用当地现有通信资源等原则确定。

3.3.8 可行性研究报告应达到的深度接近系统设计，编制时可参考第四章的有关规定进行。



4 系统设计

4.1 系统组成

4.1.1 水文自动测报系统的基本功能框图如图 4.1.1 所示。系统组成应由各实际系统的功能要求确定。

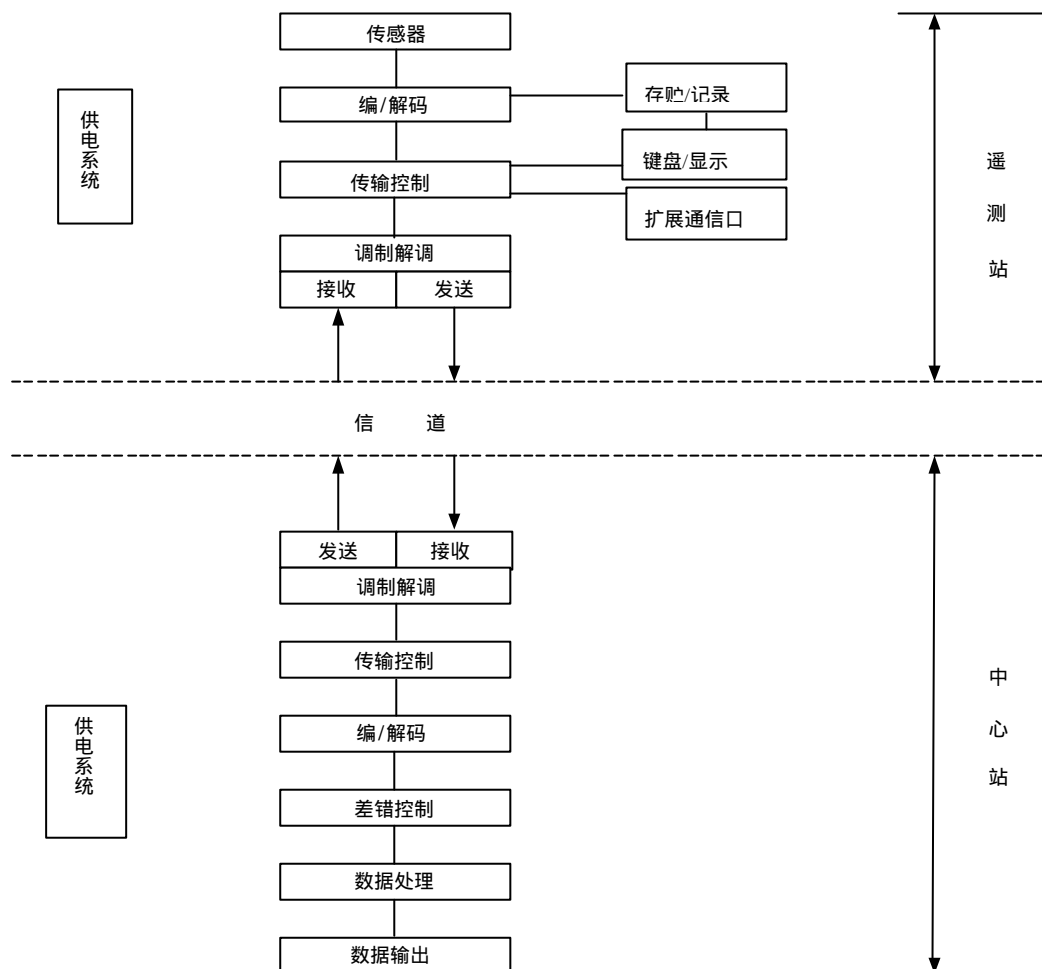


图 4.1.1 水文自动测报系统的基本功能框图

- 1 传感器：完成系统需采集的各种参数的原始测量，并将测量值变换成机械或电信号输出。
- 2 编码：包括信源编码和信道编码。其中，信源编码的功能是在一定的保真度条件下，将测得的参数值变换成数字信号；信道编码的功能是将信源编码器输出的数字信号转换成符合一定规则的数码，以达到适合于信道传输，便于纠、检错等要求。
- 3 解码：解码过程是编码过程的逆变换。信道解码是根据信道编码规则，将收到的信道码变换为信源码，并检查和纠正数据传输中的差错；信源解码是将信源码复原成测量的参数值。
- 4 存贮/记录：用于按时间顺序存贮记录所采集的参数值。存贮记录装置可接在信源



编码器的输出端口。

5 键盘/显示：用于显示所采集的参数值，以及用于工作模式的设定和人工观测参数置入等。

6 调制解调：调制的作用是把数字信号变成适合信道传输的已调载波信号，解调则是把接收到的已调载波信号恢复成数字信号。在使用数字信道时，应按数字信道的接口要求进行数据传输，无需进行调制解调。

7 扩展通信口：作为终端和其他数字设备的接口，用于编程或数据下载、发送水情报文等。

8 信道：包括传输电信号的媒质和通信设备。

9 传输控制：对数据的发送和接收全过程进行时序和路径控制。

10 差错控制：检查和纠正数据在传输过程中可能产生的差错。

11 数据处理：包括对接收到的数据进行合理性检查、整理，并存入数据库，生成各种数据文件等。

12 数据输出：数据显示、打印、报警和数据转发等。

4.1.2 水文自动测报系统包含以下 4 类站点，各类站点的功能是：

1 遥测站：在遥测终端控制下，自动完成被测参数的采集，将取得的数据经预处理后存入存储器，并完成数据传输。遥测站的设备按照需要增加人工置数和超限主动加报等功能。

2 集合转发站：在某些水文自动测报系统中，为组网需要，由集合转发站接收处理若干个遥测站的数据，再合并转发到中心站。

3 中继站：用于沟通无线通信电路，以满足数据传输的要求。

4 中心站：主要完成各站遥测数据的实时收集、存储以及数据处理任务，并负责将所收集的实时数据报送给上级和有关部门。在系统规模较大时，根据需要可以设置若干分中心站。

4.1.3 水文自动测报系统应能通过中心站与水文信息网相联，在网络支持下，实现信息共享。

4.2 设计任务、内容和工作制式

4.2.1 水文自动测报系统的设计任务应按照项目建议书或可行性研究报告的要求，选择系统工作制式和通信组网方案；分配系统各组成部分的技术指标；确定各类接口的技术标准；规定数据流程，完成数据采集、传输和处理各部分的设计；进行主要设备选型；设计软件功能，制定配套部件的研制计划；编制投资预算等。

4.2.2 系统设计应包括以下主要工作内容：

1 现场查勘和资料收集；

2 选择系统工作制式；

3 制订实现系统功能要求及达到技术指标的措施；

4 通信方式选择和通信网的设计；

5 联网设计；

6 论证和选择传输控制方式，选择和制订数据传输规程；



- 7 规定各组成部分间的接口标准与数据编码格式；
- 8 主要设备选型和配套部件及其专用软件研制计划；
- 9 数据接收、处理、检索软件的设计，进行数据库管理系统选型和数据库设计；
- 10 系统可靠性设计，包括系统可靠性和数据安全设计；
- 11 供电、防雷与接地的设计；
- 12 土建工程设计；
- 13 提出项目建设组织实施计划和系统运行管理保障措施，拟定建设进度计划与人员培训计划；
- 14 编制投资预算。

4.2.3 应根据功能要求、管理维护力量、电源、交通和可资利用的通信信道以及信道质量等条件，按照经济合理、便于维护的要求，选用自报式、查询—应答式或混合式工作制式。

4.3 系统技术指标

4.3.1 系统应满足 20min 内完成一次全系统实时数据收集、处理和转发的要求。系统规模过大时，可增设分中心或集合转发站进行分级管理。

4.3.2 应根据所选通信方式规定数据传输信道误码率 P_e 。主要通信方式的数据传输信道误码率可按表 4.3.2 确定。所选通信方式所允许的误码率最大值不能满足设计要求时，应重选通信方式，调整组网方案。

表 4.3.2 主要通信方式的数据传输信道误码率

| 信道 | 超短波 | 短波 | 微波、卫星 | PSTN | GSM | DDN、ADSL、FR |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| P_e | 1×10^{-4} | 1×10^{-3} | 1×10^{-6} | 1×10^{-5} | 1×10^{-5} | 1×10^{-6} |

注：PSTN 信道的误码率要求和数据传输速率有关。

4.3.3 数据传输速率应依据通信方式在下列范围内选择。所选通信方式的允许最高数据传输速率不能满足系统数据传输时间要求的，应重选通信方式，调整组网方案。

- 1 超短波信道的数据传输速率可根据系统要求的响应时间在 300、600、1200、2400、4800、9600bps 等档次中选择。
- 2 短波信道的数据传输速率可在 75、110、300、600、1200、2400bps 等档次中选择。
- 3 微波信道的数据传输速率可在 1.2、2.4、4.8、9.6、32、64kbps 等档次中选择。
- 4 采用邮电公用通信信道的数据传输速率应根据系统使用要求选定。
- 5 不同卫星通信终端设备的数据传输速率有较大差异，可根据使用要求进行选择。
- 6 采用数字移动通信信道（GSM、GPRS 等）的数据传输速率可选用 9600bps。

4.3.4 系统采集参数的精度，取决于传感器的分辨力和测量准确度，由数据传输、处理带来的误差应不影响数据精度：

1 雨量计：应选择分辨力为 0.1、0.2、0.5 或 1.0mm 的雨量计。较大降雨量时的误差应用自身实测降雨量与排水量相比较的相对误差检测；较小降雨量时用绝对误差检测。不同分辨力的雨量计测量精度应符合表 4.3.4 的规定，并达到三级精度要求。

2 水位计：应选择分辨力为 0.1 或 1.0cm 的水位计。在水位变幅小于等于 10m 的情况下：

- 1) 当分辨力为 0.1cm 时，室内测试的最大允许误差应为 $\pm 0.3\text{cm}$ ；
- 2) 当分辨力为 1.0cm 时，95%测点的允许误差不应超过 $\pm 2\text{cm}$ ，99%测点的允许误差



不应超过 $\pm 3\text{cm}$ 。

3 闸位计：分辨力为 1.0cm 时，其测量准确度和分辨力与分辨力为 1.0cm 的水位计相同。

表 4.3.4 雨量传感器的允许误差

| 分辨力(mm) | 自身排水量(mm) | | | | | |
|----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| | 10 | >10 | 12.5 | >12.5 | 25 | >25 |
| 0.1, 0.2 | $\pm 0.4\text{mm}$ | $\pm 4\%$ | — | — | — | — |
| 0.5 | — | — | $\pm 0.5\text{mm}$ | $\pm 4\%$ | — | — |
| 1.0 | — | — | — | — | $\pm 1.0\text{mm}$ | $\pm 4\%$ |

4.3.5 信道和信道带宽的选择应遵守下列规定：

- 1 超短波信道应优先选用国家无线电管理部门分配给水文遥测系统建设的专用频率。
- 2 利用公用信道或其他信道时，应根据数据传输要求和信道特点确定传输速率和所需带宽。
- 3 在确定使用通信方式及其所需带宽时，应尽量提高通信资源的利用率，不宜过多采取专线专用方式。

4.3.6 水文自动测报系统的可靠性包含系统可靠性和设备可靠性两个指标。指标的确定应符合下列要求：

- 1 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 and 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达到平均有 95% 以上的遥测站（重要控制站必须包括在内）能把数据准确送到中心站。数据处理作业的完成率 P 应大于 95%。

P 按下式计算：

$$P = (m/N) \times 100\% \quad (4.4.6)$$

式中 N ——按照设计要求完成的数据处理作业的次数；

m ——在 N 次数据处理作业中，系统能按时按要求完成的作业次数。

- 2 系统通过网络向上传输数据的畅通率宜达到 99% 以上。
 - 3 遥测站、中继站和中心站设备的 MTBF 应不小于 6300h。
- 4.3.7 系统的工作环境、电源、防雷接地的设计应符合下列要求：

- 1 系统的设备应能在下列温度和湿度条件下正常运行：
 - 1) 中心站。温度： $5 \sim 40$ ，相对湿度：小于 90% (40)；
 - 2) 遥测站、中继站。温度： $-10 \sim 45$ ，相对湿度：小于 95% (40)。
- 2 系统的电源设计应按下列要求进行：

1) 中心站交流电源。单相 220V 允许变幅为 $\pm 10\%$ $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ ，三相 380V 允许变幅为 $\pm 10\%$ $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ ；中心站交流电源必须采取稳压、滤波等措施，保证电源电压值符合设备要求并抑制经交流电源引入的干扰，也可以配备不间断电源等，提高供电系统的可靠性；

2) 中心站、中继站、遥测站直流电源。电压： 12V 允许变幅为 $-10\% \sim +20\%$ ， 24V 允许变幅为 $-10\% \sim +20\%$ ，推荐使用 12V ；电流：电池提供电流的能力应根据遥测站所配设备的工作电流要求确定。对于使用收发信机的站点，发射功率大于 5W 时，电池提供瞬时电流的



能力应不小于 2A，发射功率达到 25W 等级时，电池提供瞬时电流的能力应不小于 10A；容量：全靠电池供电，应能保证设备连续工作 30d，用太阳能电池浮充供电，应保证设备能长期可靠工作。

3 应保证系统可靠运行，防止从天馈线、电源线、遥测设备与传感器间的信号线引入雷电损坏设备。在系统设计中应采取下列避雷措施：

- 1) 安装避雷针，避雷针的接地电阻应小于 10 Ω ；
- 2) 天线系统应根据具体情况安装合适的避雷装置；
- 3) 交流电源输入端可增加浪涌吸收器、隔离变压器或其他防雷装置。对于遥测站、中继站和中心站的通信控制机，应尽可能采用太阳能电池浮充供电，避免交流电源引雷。在雷电多发地区，交流电源输入端应采用可靠的电源避雷措施；
- 4) 室外电缆应采取良好的防雷措施，防止信号线引雷；
- 5) 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；
- 6) 应用 PSTN 信道时，必须加装电话线避雷器。

4.4 数据传输方式和编码格式

4.4.1 系统数据传输方式（包括数字调制方式、差错控制、同步方式）的选择应符合下列规定：

- 1 同一站内相距较近的设备之间可采用基带传输，相距较远的站点之间应采用数字调制信号传输。
- 2 数字调制可选择 ASK、FSK、MSK、GMSK、DPSK、QAM 等方式。
- 3 超短波通信在采用 FSK 调制方式时，数据传输速率和副载波频率可按以下要求选择：
 - 1) 300bps 传号 980Hz 空号 1180Hz（推荐）或传号 1650Hz 空号 1850Hz；
 - 2) 600bps 传号 1300Hz 空号 1700Hz；
 - 3) 1200bps 传号 1300Hz 空号 2100Hz。
- 4 采用超短波通信，当数据传输速率为 300bps 时，副载波频率的允许偏差为 $\pm 6\text{Hz}$ ；速率为 600、1200bps 时，允许偏差为 $\pm 12\text{Hz}$ 。当数据传输速率为 2400bps 以上时，可采用 MSK 或 GMSK 等调制方式。采用 FSK-FM 调制方式时，射频调制允许频偏不应超过 3.5KHz。
- 5 采用 PSTN 信道传输时，所选用调制解调器必须符合公用信道有关规定。
- 6 采用数字信道时，遥测设备可不进行调制解调。
- 7 在采用超短波通信方式的系统中，线路余量较大、干扰小的线路，可采用模拟中继方式（包括音频、中频和射频），否则应采用数字再生中继方式（码元再生和存贮再生）。
- 8 应减小数据传输产生差错的概率，并根据系统的性能要求和信道特性选择检错和纠错等差错控制方法。差错控制分别由数字终端设备、通信设备等完成，设计时应分配好各自承担的任务。

4.4.2 系统内部的数据传输和信息交换，系统联网与外部进行的信息交换，应按软硬件设备模块化、接口标准化的原则进行设计和配置，满足通用化要求。

4.4.3 系统的信源编码和超短波通信方式的数据传输编码格式应按下列要求进行设计：

- 1 编码：
 - 1) 系统内部数据传输的数据格式可自行定义，但应充分考虑系统入网互联的要求；



- 2) 系统中心站向系统外传输数据的帧结构和格式可参照《水文情报预报拍报办法》和有关规定制订；
 - 3) 传感器进行信源编码时，可采用格雷码、带奇偶校验的二—十进制码和余三反射码等；
 - 4) 系统数据传输帧结构中必须含站号、数据以及表征参数属性的特征符；还可附加用于表示测量时间、通信路由和校验码等的扩展部分。系统内部站号可以自行规定，传至中心后必须转换为国家统一站号；
 - 5) 数据传输的帧结构格式必须列入系统设计文件并说明生成方式；
 - 6) 人工观测参数应用人工置数方法通过遥测终端发送。
- 2 数据传输采用超短波自报式制式时，水位雨量参数的传输可以采用固定帧结构，以异步方式传输。
 - 3 由查询—应答式系统的中心站发出的查询帧和遥测站的应答帧应采用通用帧结构，并在设计文件中说明。
 - 4 采用超短波之外的其他信道时，应根据信道的特点进行设计。
 - 5 中心站与遥测站之间为双向信道时，应进行由中心站读取遥测站固态存储器数据的传输帧结构设计。

4.5 通信电路设计

4.5.1 水文自动测报系统进行数据传输的通信可采用有线通信、移动通信、短波、超短波、微波、卫星通信等方式。采用公用信道时必须符合该信道的通信规程。

4.5.2 超短波通信电路的设计应符合下列规定：

1 设计步骤：

1) 设计前应首先审查和确认项目建议书或可行性研究报告中有关使用要求、组网方式、电路容量、工作频段与频率、可靠性以及中心站、遥测站与初选的中继站位置的地理坐标和站点位置调整等规定；

2) 按照选定的站址进行图上作业，绘制电路的路径剖面图，选择组网方案，进行频率分配和路径损耗计算；

3) 进行现场查勘；

4) 提出通信电路初步设计和测试计划，以及优化建议；

5) 测试和测试结果的整理分析；

6) 编制设计报告。

2 图上作业应包括以下工作内容：

1) 在不小于 1:50000 比例尺的地形图上标出中心站、分中心站、集合转发站、中继站和遥测站的位置，按照地形条件和数据流向要求，拟定组网方案，选定每条电路的通信频率；

2) 作出每条电路从发射点到接收点的路径剖面图。路径剖面图应绘制在按不同的等效地球半径系数 K 值制定的专用坐标纸上。 K 通常可选用 $4/3$ 的标准折射；

3) 根据各条电路的路径剖面图，分析确定其电波传播机理（如视距传输、绕射、散射、反射等），选用相应路径损耗模式和计算公式，进行路径损耗计算。

3 完成图上作业后，



应组织建设单位、通信电路设计单位的人员进行现场查勘，确定中继站位置，为现场测试作好准备，并收集与建站有关的下列资料：

- 1) 站点的位置和地理坐标；
- 2) 各站点交通、供电、供水、水文气象和生活条件，以及与最近居民点的距离；
- 3) 通信干扰情况，如测区内有无雷达站、电视差转台和已设电台等情况，以及各站点近场阻挡和干扰的可能影响；
- 4) 洪水、台风、雷电、泥石流和塌方等自然灾害对站点安全可能形成的威胁，提出应采取的防护措施。

4 应进行现场测试，校对和修正路径损耗的计算成果。通常情况下，应进行路径损耗、干扰信号强度测试。对地形复杂的电路还应进行不同天线挂高条件下的测试。此外，还要进行中心站和中继站的背景干扰测试，为留取干扰保护度提供依据。有可能时还应对一些有代表性的电路进行误码率测试。

5 电路设计应收集以下资料，并符合以下要求：

1) 电路设计所依据的资料应包括电路剖面图及有关的气象资料；路径损耗计算结果；现场测试结果；有关衰落和干扰方面的经验数据；计划采用的通信设备的技术指标，如发射机功率、接收机灵敏度、天线增益和馈线损耗等；

2) 电路设计的结果应满足项目建议书或可行性研究报告所规定的各项要求，信道误码率 P_e 不大于 1×10^{-4} 。在设计中除应留有足够的衰落储备量和外噪声恶化量之外，还必须有一定的电路余量。通常情况下中继电路的电路余量 M 应不小于 10dB，测站电路余量 M 应不小于 5dB；

3) 应根据设计结果拟定几种通信设备配置方案，经过比较，选出能满足预定要求，投资少、建设周期短的最佳方案。

6 应编制无线电通信电路的设计报告，报告应包括下列主要内容：

- 1) 电路的路径剖面图；
- 2) 电路的路径损耗计算值、实测值和对比分析说明；
- 3) 电路的衰落储备量和外噪声恶化量；
- 4) 电路的衰落余量及可靠性；
- 5) 通信电路组网图；
- 6) 网内各站点的工作频率分配；
- 7) 各站点的通信设备配置；
- 8) 各站点天线架设高度、方位角及站距；
- 9) 各条电路误码率估算。

7 电路设计成果必须满足：

- 1) 项目建议书或可行性研究报告的技术指标要求；
- 2) 具有良好的性能价格比；
- 3) 使用尽可能少的频率点。

8 超短波通信电路设计中的具体计算方法等可参照 SL199 规定执行。

4.5.3 对于其他通信线路的设计，应根据实际情况进行电路测试和方案比较，并遵循以下规定：

- 1 采用 PSTN 线路时，传输速率应根据实际需要和线路的质量确定。当线路质量好，



信杂比高时，可采用较高的传输速率。PSTN 所用调制解调器的阻抗应与线路匹配，取 600 Ω ，发送电平取 -9dBm。必须采取有效的防雷、抑制浪涌等措施。

2 采用 DDN、ADSL、FR 等数字通信信道时，传输速率应由实际使用需求确定，并得到较高的性能价格比。

3 采用 GSM 信道时，应保证有足够的信号强度， P_e 应不大于 1×10^{-5} 。

4 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) 天线方向性、口径及其抗风能力。

4.6 系统联网

4.6.1 水文自动测报系统联网设计应根据网络规模、信息流程、信息量、节点间信息交换的频度和节点的地理位置等要求，选择联网信道和数据传输规程，实现与水文信息网的互联。

4.6.2 联网设计应符合下列要求：

1 网络结构选择。各水文自动测报系统中心站与水文信息网联接的网络通常为星形结构。

2 联网通信设计可按以下要求进行：

- 1) 应优选已建的专用通信网和公用通信网等现有信道组网。新建联网信道，应在满足数据传输速率和可靠性的前提下，按所选网络结构选择通信方式，进行信道设计；
- 2) 联网信道应根据信息量的大小和速率要求选择带宽，并配置备用信道；
- 3) 联网信道的通信可以选择一种方式，也可以采用多种方式混合组网。

4.7 数据处理系统设计

4.7.1 数据处理系统应包括用来完成数据处理任务的应用软件和支持它运行的软硬件、网络环境。

4.7.2 水文自动测报系统的数据处理应包括以下内容：

- 1 对本系统遥测数据和其他水文信息的接收；
- 2 对实时信息进行处理和数据入库；
- 3 建立相应的数据库系统，管理实时数据和支持系统运行的有关数据；
- 4 实时信息的转发；
- 5 根据系统的应用需求完成信息查询、数据的统计分析等。

4.7.3 数据处理系统设计，应按照下列要求完成：

- 1 根据系统的功能要求，进行应用软件功能模块的划分，完成逻辑结构和数据流程设计。
- 2 根据系统的规模选择适用的数据库管理系统并完成数据库系统的设计。
- 3 根据遥测系统接收、发送数据和通信方式的要求，选择通信规程和接口标准，完成



数据接收软件的设计。

- 4 根据系统需要处理的信息种类，完成信息处理和入库软件的设计。
- 5 根据有关标准和通信协议，完成信息交换软件的设计。
- 6 完成信息查询和分析软件的设计。
- 7 确定计算机系统的性能要求，拟定中心站计算机设备选型和外围设备的配置方案。
- 8 系统安全设计。

4.7.4 数据处理系统应具有下列功能：

1 数据接收。实时接收进入中心的原始数据，经过检错、纠错后形成顺序存取的原始数据文件，或将接收到的数据写入原始数据库。

2 数据处理。由系统从原始数据文件或原始数据库以及测站的存贮记录模块中读取原始数据并对其分解、换码、分类和合理性检查等一系列处理后再写入数据库。

3 信息查询。主要完成以交互方式查看所存水情、雨情、系统运行状态和测站以及系统的特征参数等功能；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。

4 数据转发。根据有关的标准和通信协议，将系统的实时数据通过水文信息网报送给上级和有关单位，完成数据的报送与分发。

5 数据管理。系统利用数据库管理系统对水情、雨情及其特征数据和系统与测站的特征数据进行统一的存贮和管理，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。

4.7.5 在数据处理系统中还可以设置下列扩展功能：

- 1 建立和管理历史水文数据、基本资料数据库等。
- 2 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。
- 3 通过接入 INTERNET/INTRANET 等方式，提供信息服务。

4.7.6 应依据系统规模和功能要求，以安全、可靠地实现各项功能为目标配置数据处理系统的硬件和网络设备。无论系统规模大小，都应有实现遥测数据接收、处理、入库，水情信息交换，信息查询和统计计算，以及硬拷贝输出等功能要求的相应设备。仅承担数据接收和转发任务的系统中心站，可不建局域网。

4.7.7 计算机操作系统和应用软件开发工具的选择，应符合下列要求：

1 服务器的操作系统应选择稳定可靠、多用户、多任务的操作系统，提高系统的可靠性和可维护性。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、被广为采用的操作系统。

2 应用软件的开发可以根据需要，选择适宜的程序开发工具，提高系统的开放性、可靠性和可维护性。

- 3 计算机局域网可以采用以太网、快速以太网、高速以太网协议和 TCP/IP 协议。

4.8 土建设计

4.8.1 传感器的位置设定应符合下列要求：

- 1 遥测水位计的安装应符合 GBJ138 的规定。
- 2 基本站的遥测雨量传感器的安装应符合 SL21 的规定；其他站遥测雨量传感器的安



装可参照 SL21 的规定执行。

3 其他传感器的安装应按其相应规定执行。

4.8.2 应提出遥测站站房结构、面积、防雷接地、水位测井和通信设施等土建工程应满足的基本要求。

4.8.3 应根据中心站的设备配置和工作需要，提出中心站机房的面积、供电条件和防雷接地等环境要求。

5 系统设备及安装调试

5.1 一般规定

5.1.1 组建水文自动测报系统需使用的设备包括：传感器、固态存贮器、通信设备、遥测终端机、中继机、通信控制机、计算机及其外设和电源等主要设备，以及避雷装置、人工置数装置和用于系统安装、调试、维修的多功能测试仪等。

5.1.2 选用的主要设备均应经过行业（地方）主管部门组织的产品（技术）鉴定或经过国家授权质检机构的产品型式实验检测，并符合有关国家标准或行业标准的要求。对于为系统配套而选用的新型产品，其性能指标应经过检测合格后，方能正式采用。

5.2 传感器

5.2.1 雨量传感器应满足如下要求：

1 雨量传感器应适用于下列环境条件：

- 1) 工作环境温度：0 ~ +50 ；
- 2) 工作环境湿度：95%RH，40（凝露）。

2 雨量传感器的技术参数应符合下列要求：

- 1) 承雨口内径：200^{+0.8}_{0.0}mm；
- 2) 分辨力：当测站为基本雨量站时，应按 SL21 的规定选用设备；对于非基本雨量站，可选用 0.5、1.0mm 两种规格；

3) 准确度：当降雨强度在 0.01mm/min ~ 4mm/min 范围内变化时，雨量传感器准确度测量误差可按公式（5.2.1）计算，准确度等级见表 5.2.1。

$$E(\%) = \frac{P_i - P_s}{P_s} \times 100 \quad (5.2.1)$$

式中 E——测量误差，%；

P_i ——仪器测定值，mm；

P_s ——仪器自身排水量，mm。

测试条件：室内人工滴定。

表 5.2.1 雨量传感器准确度等级测量误差

| 准确度等级 | 测量误差 E |
|-------|--------|
| | ± 2% |
| | ± 3% |
| | ± 4% |



3 雨量传感器通常为—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 15V；允许通过电流应不小于 50mA；输出端绝缘电阻应不小于 1M Ω ；导通电阻应不大于 10 Ω ；接点工作寿命应在 50000 次以上。

4 其他要求：

1) 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 30d 不被堵塞；

2) 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；

3) 可靠性指标：在满足仪器正常维护条件下，MTBF 应不小于 40000h。

5.2.2 水位传感器应满足如下要求：

1 水位传感器应适用于下列环境条件：

1) 工作环境温度：-10 $^{\circ}\text{C}$ ~ +50 $^{\circ}\text{C}$ ；

2) 工作环境湿度：95%RH，40 $^{\circ}\text{C}$ ；

3) 被测水体没有结冰。

2 水位传感器的技术参数应符合下列要求：

1) 分辨力：0.1、1.0cm，应按系统要求选择；

2) 测量范围：一般为 0~10m、0~20m、0~40m；

3) 水位变率：能适应的水位变率一般情况下应不低于 40cm/min，对有特殊要求的应不低于 100cm/min；

4) 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 5.2.2），其置信水平应不小于 95%，组建系统应选用 3 级以上的设备。

表 5.2.2 水位传感器准确度等级允许误差

| 准确度等级 | 允许误差 | |
|-------|------------------------|---------------------|
| | 水位变幅 $\leq 10\text{m}$ | 水位变幅 $> 10\text{m}$ |
| 0.3 | $\pm 0.3\text{cm}$ | — |
| 1 | $\pm 1\text{cm}$ | 全量程的 0.1% |
| 2 | $\pm 2\text{cm}$ | 全量程的 0.2% |
| 3 | $\pm 3\text{cm}$ | 全量程的 0.3% |

测试条件：水位试验台。

3 输出特征应符合以下要求：

1) 增量输出：由—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 30V，电流应不小于 10mA，输出端绝缘电阻应不小于 10M Ω ，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；

2) 全量输出：分并行输出或串行输出两种，其误码率 P_e 应小于 1×10^{-5} （以室内测试为准）。并行输出对浮子式水位计推荐使用格雷码，电平输出的高电平为“1”码，低电平为“0”码。接点通断输出特性同增量输出。输出插头座一般采用 19 芯圆形防水插座（或经处理达到防水效果）。水位计的输出码型也可使用二—十进制码，输出插头座采用 26 芯圆形防水插座；串行输出推荐采用 RS-485 接口，应装有抑制过压消涌装置，输出插头座采用 7 芯圆形防水插座（或经处理达到防水效果）；

3) 也可以采用全量输出与增量输出相结合的输出方法；

4) 模拟量输出可为 4~20mA 或 0~5V。

4 其他要求：

1) 电源适应性：宜采用直流供电，电源电压在额定电压的-15%~+20%间波动时，仪



器应正常工作；

- 2) 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；
- 3) 波浪抑制：传感器的输出应稳定，必要时应采取波浪抑制措施；
- 4) 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 8000h。

5.2.3 闸位传感器参照 SL/T209-1998 标准执行。

5.2.4 用于对蒸发、墒情、温度、湿度等水文气象参数以及水质参数进行测量的其他传感器应满足如下要求：

- 1 各传感器主要技术指标应符合相应的国家标准或行业标准。
- 2 工作环境条件应根据其实际使用环境按 GB/T9359 进行分类考核。
- 3 各传感器应按照自身特性选用以下输出特征：
 - 1) 增量输出：同本规范 5.2.2 第 3 款第 1) 项；
 - 2) 全量输出：并行输出码型推荐采用二—十进制码。串行输出速率在 300、1200、2400、4800、9600pbs 中选择，其余同本规范 5.2.2 第 3 款第 2) 项；
 - 3) 模拟量输出：同本规范 5.2.2 第 3 款第 4) 项；
 - 4) 频率量输出：其输出电平应符合 CMOS 电平或 TTL 电平，输出频率应不大于 32KHz。
- 4 应优先采用直流供电，可对传感器单独供电，或由遥测终端机统一供电。使用直流供电时，电压值允许为额定电压的-15%~+20%；使用交流供电时，电压值允许为额定电压的 $\pm 20\%$ 。
- 5 机箱应具有防潮、防沙尘、防盐雾、防雨水的结构或措施。
- 6 传感器及其信号传输部件应具有防雷电和抗干扰措施。
- 7 在正常维护条件下，MTBF 应不小于 8000h。

5.3 固态存贮器

5.3.1 固态存贮器主要用于按时序记录所连接传感器采集的参数值，再通过不同途径读出所存贮的数据，供资料整编使用。

固态存贮器可采用图 5.3.1 所示的三种方式之一与传感器连接，并应满足下列要求：

- 1 固态存贮器和遥测终端机应使用同一个传感器，保证所采集数据的一致性。
- 2 固态存贮器必须定期调整时钟，保证时间误差在允许范围内。
- 3 固态存贮器必须具有串行或并行等接口，满足现场显示和读取数据，以及调整时标等参数的需求。



4 固态存储器的存储介质,可采用非易失性的半导体内存。采用静态 RAM 作为存储部件时,必须配有后备电池,防止资料丢失。

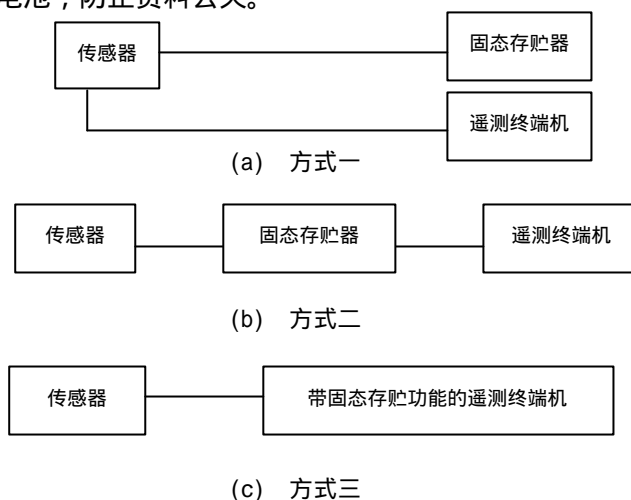


图 5.3.1 固态存储器与传感器连接方式示意图

5.3.2 固态存储器的存储格式、存储周期和容量,应符合下列要求:

- 1 按照编码可靠、直观、能有效利用存储空间等要求,自定存储格式,并将关于格式的规定与说明写入设计文件备查。
- 2 根据读取存储装置所存数据的办法与时间间隔,从 90、180、360d 中选择存储周期。
- 3 根据所连接传感器的编码格式和每次采集参数的数据量及频度,估算存储周期内需存储的数据量,据此选择存储器的容量,并至少留有 15~30d 的富余量。

5.3.3 根据系统的实际条件和需要,从固态存储器取回数据可以采用以下方法:

- 1 现场读取存储数据,送回中心站;
- 2 从固态存储器取出数据存储卡,送回中心站读取;
- 3 通过遥测终端机定时或随机地按照中心站的指令或自动地将所存数据传输给中心站。

5.3.4 固态存储器还应满足以下要求:

- 1 固态存储器可由遥测终端机供电,直流电压在额定电压的-15%~+20%间波动时,设备应能正常工作;
- 2 设备的静态值守电流应小于 1mA;
- 3 固态存储器机箱应具有防潮、防沙尘、防盐雾的结构或措施,并具有防雷电和抗干扰能力;
- 4 固态存储器和传感器间应设选通功能,避免传感器和终端机调试时试验数据进入存储器;
- 5 正常维护条件下,MTBF 不小于 25000h。

5.4 通信设备

5.4.1 通信设备包括:调制解调器、收发信机、专用数字通信机和天馈线等。

5.4.2 不同通信信道应选用与其相匹配的调制解调器,并应遵守下列规定:

- 1 超短波传输数据通常采用 FSK 制式的调制解调器,其主要技术指标应符合下列要求:
 - 1) 误码率 P_e 应不大于 1×10^{-4} ,数据传输速率为 300、600、1200、2400bps 时,解



调制器输入信杂比应优于 20dB；

2) 按本规范 4.4.1 第 3 款的规定，选择副载波频率；

3) 调制解调器和收发信机连接时，模拟接口输入和输出阻抗、电平应满足设备的接口要求。外置式调制解调器的数字接口应符合 RS-232C 接口标准。

2 PSTN 传输数据使用调制解调器的主要技术性能应满足入网需要，并符合下列要求：

1) 数据传输标准速率、调制解调、接口标准及数据流控制应符合 CCITT 的 V 系列建议；

2) 电话线路接口的避雷保护，额定放电电流应不小于 10KA (8/20 μ s)，响应时间应小于 10 μ s，最大工作电压为 145V (建议值)，最大负载电压为 200V (建议值)，接地电阻应不大于 10 Ω ；

3) 联接时间要求很短时，应选用专用调制解调器，并根据线路信杂比情况选定传输速率以及差错控制方式。

3 调制解调器应采用低功耗设计，供电应符合本规范 4.3.7 第 2 款的有关要求。

5.4.3 无线电收发信机可选用短波、超短波、GSM、卫星等收发信机，并应分别遵守以下规定：

1 短波、超短波收发信机的技术指标应不低于国家 80 系列短波、超短波收发信机的技术指标，并在以下几方面满足使用要求：

1) 综合技术性能，包括工作方式、使用频率、频率稳定度、调制方式、天线连接端特性阻抗、适用的温度范围和平均无故障工作时间等；

2) 发信机技术性能，包括输出功率、调制灵敏度、调制频偏和调制失真、杂波辐射功率及发射/接收建立时间；

3) 接收机技术性能，包括灵敏度、接收带宽、相邻信道选择性、音频输出谐波失真、互调干扰性与寄生响应抗扰性、守候功耗和接收建立时间；

4) 内置调制解调器的收发信机在指定输入信杂比下的误码率、信道数据传输速率、设备接口数据传输速率。

2 GSM 收发模块的技术指标应符合我国 GSM 移动通信网技术规范的规定。用于遥测站的 GSM 模块应符合下列要求：

1) 灵敏度及发射功率：GSMRX 应不大于 -100dBm，GSMTX 应不小于 30dBm；

2) 协议：AT 指令集，支持 GSM07.07、GSM07.05 (SMS)；

3) 外接数字设备接口：RS-232C、PCMCIA；

4) 功耗：待机时电流宜低于 30mA；

5) 工作温度：-10 $^{\circ}$ C ~ +45 $^{\circ}$ C。

3 用于遥测站的卫星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，并应符合下列使用要求：

1) 每次开机与卫星信号同步锁定时间应小于 5min；

2) 设备接口：RS-232C；

3) 工作温度：-10 $^{\circ}$ C ~ +45 $^{\circ}$ C。

4 天馈线的选择应根据其所使用的收发信机类型、地理位置、自然条件、系统规模等因素综合考虑。超短波天馈线可按下列要求选择：

1) 增益：全向天线为 2 ~ 8dB，定向天线为单付 6 ~ 12dB；

2) 输入阻抗：50 Ω ；



- 3) 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 1.5；
- 4) 带宽：所用天线带宽（ f ）应覆盖所用收发信机工作频率范围。应满足的要求是：对单频收发信机， f/f_0 不小于 2.0%，对异频收发信机， f/f_0 不小于 4.2%（ f_0 为收发信机的中心频率）；
- 5) 极化：水文自动测报系统使用的天线，有垂直极化和水平极化两种。组网简单可使用单一极化方式。组网复杂，可使用极化隔离，即相邻天线用不同极化形式的天线，减少相互影响；
- 6) 方向性：应根据中心站和中继站周围各遥测站所构成的扇形角大小，选择方向性不同的天线，通常采用全向天线，当扇形角较小时选用定向天线；
- 7) 天线应能防水、防腐蚀，能在当地恶劣气象条件下正常工作；
- 8) 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，减少馈线损耗；
- 9) 为抑制其他无线电频率干扰，可以选用附加的射频滤波器。

5.5 遥测终端机

5.5.1 遥测终端机用于完成被测参数的数据采集、存贮（显示）和传输控制，并通过通信设备与信道完成数据传输。

5.5.2 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。

5.5.3 不带固态存贮功能的遥测终端机用于承担基本水文资料收集任务的测站时，应具备有与固态存贮器进行通信的接口。

5.5.4 各类遥测终端机应具有以下基本功能：

1 自报式终端机：

1) 当被测参数值发生增减变化（如雨量增加 1mm，水位变化 1cm）或达到设定时间间隔时，自动采集、存贮和发送参数数据。雨量发送累计值或时段值，水位发送实时值；

2) 具有站址及前导时间任意设定和现场显示实时数据功能；

3) 具有发送超时的强迫掉电功能；

4) 在正常维护条件下，MTBF 应不小于 25000h。

2 查询—应答式终端机：

1) 当被测参数值发生增减变化（如雨量增加 1mm，水位变化 1cm）或达到设定时间间隔时，自动采集和存贮参数数据；

2) 当中心站巡测或召测本站时，按照指令要求，向中心站发送数据；

3) 具有站址和前导时间任意设定和现场显示实时数据功能；

4) 在正常维护条件下，MTBF 应不小于 25000h。

3 兼容式终端机应兼有自报式和查询—应答式终端机的各项功能。

4 遥测终端机应能在被测参数超限时，主动增加报送频率，并取得确认。

5 需要配置人工置数装置的终端机，应具有发送人工置入数据并取得中心站确认的功能。

5.5.5 遥测终端机应具有下列三类接口，并满足以下要求：

1 与传感器的接口：对雨量站，只需设置一个增量输入接口。对其他类型站，应根据



所测参数的多少和传感器输出特征，分别配置增量输入接口、并行输入接口、模拟信号输入接口、串行输入接口、频率输入接口等。各类接口机械电气性能应分别符合下列要求：

1) 增量计数型输入接口，可接翻斗雨量计、增量式水位计和闸位计、转子式流速仪等。接插件可使用 5 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 5.5.5-1 规定执行；

表 5.5.5-1 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，可接水位计、闸位计的并行编码输出，接插件可使用 19 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 5.5.5-2 规定执行；

表 5.5.5-2 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 | 保留 | 保留 | 保留 | 保留 | 电源 | 公共端 |
| 余三反射码 | 低位—高位 | 保留 | 保留 | 保留 | 保留 | 电源 | 公共端 |

3) 模拟信号输入接口，输入为 4~20mA 或 0~5V 的电信号，可以接压力式、超声波式水位传感器和其他模拟量输出接口的传感器。接插件可使用 5 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 5.5.5-3 规定执行；

表 5.5.5-3 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 | 4~20mA | 0~5V | E+ | GND | GND |
| 定义 | 电流信号 | 电压信号 | 电源 | 电源地 | 信号地 |

4) 串行输入接口通常采用标准的 RS-232C、RS-422、RS-485、电流环或 SDI-12 总线串行接口，可以同时接多个串口水位计、闸位计、流量计等传感器。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 RS-232C 也可采用 9 芯 D 形防水插头座；

5) 接口信号，可以是触点的通和断，也可以是 TTL 或 CMOS 电平的数字信号；

6) 接口保护应有消除抖动与抑制过压保护电路。

2 与短波、超短波通信设备的音频输入和输出接口应符合下列要求：

1) 接插件型号建议使用 5 芯圆形防水插头座，其引脚定义可按表 5.5.5-4 规定执行；

表 5.5.5-4 音频信号接口插头座引脚定义

| 引脚号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|----------------|----------------|------|------|-----|
| 符号 | U _i | U _o | Cot1 | Cot2 | GND |
| 定义 | 音频输入 | 音频输出 | 收发控制 | 电源控制 | 地 |

2) 接口信号为副载波已调信号：幅度大于 0.5V(有效值)，输入阻抗大于 10k (高阻)，600 (低阻)，输出阻抗为 600 。

3 太阳能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 5.5.5-5 规定执行；

表 5.5.5-5 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 |

4 接口应具有过压和过流保护电路。



5.6 中继机

5.6.1 中继机是中继站的核心设备，有模拟中继机和数字再生中继机两种，用直接或再生方式转发中心站的指令和遥测站的数据信号。中继机应具有发送超时强迫掉电功能和值守功耗低、可靠性高的特点。

5.6.2 中继机应具有以下基本功能：

1 模拟（音频）中继机：

- 1) 有较强的抗干扰能力，避免受干扰而误开发信机；
- 2) 在满足仪器正常维护条件下，MTBF 应不小于 25000h。

2 数字再生（存贮）中继机：

- 1) 除具有模拟中继机的基本功能外，还应具有发送本站站号和识别应由该站转发信息的遥测站站号的功能；
- 2) 接收到下属遥测站数据，经译码、纠错后加上中继站信息再编码发送；
- 3) 在正常维护条件下，MTBF 应不小于 25000h。

5.6.3 中继机除上述基本功能外，还可增加下列功能：

- 1 可以在中心站控制下实现执行转发或禁止转发、主备中继机切换的功能。
- 2 增加内存、时钟和速率变换功能，实现批量数据的存贮转发和变换数传速率。
- 3 允许对下以自报式制式接收遥测站数据，对上以查询—应答式传输数据。

5.6.4 中继机与其他设备的接口规定应按本规范 5.5.5 规定执行。

5.7 集合转发站设备

5.7.1 集合转发站设备主要包括通信设备、数据处理设备和电源设备等。

5.7.2 必须配备具有一定存贮容量的数据接收处理机，完成数据的接收、合并和转发。

5.7.3 正常维护条件下，集合转发站的 MTBF 应不小于 16000h。

5.8 中心站设备

5.8.1 中心站设备主要包括通信设备、通信控制机、中心计算机、电源和网络设备五个部分。中心站的数据处理任务各有不同，应按照系统设计进行设备选型和制定配置方案。

5.8.2 通信控制机的组成和功能应符合下列要求：

1 通信控制机包括调制解调器和通信控制接口，应能接收通过有线信道、无线信道传来的数据，经预处理后再通过串行口送给中心计算机。中心站应能通过通信控制机收集下属站的数据，并进行相应的控制。

2 通信控制机应具有对通信设备进行收发控制并对通信中的信息流程、流向和遥测站工作方式进行控制的基本功能。

3 可以使用低功耗多串口的通信控制机，也可以使用工控机或工作站承担通信管理任务。当系统使用信道较多时，可由几台通信控制机分别管理不同信道的通信，并在网络环境下予以综合。

5.8.3 中心站计算机设备应按照项目建议书或可行性研究报告的要求进行选配，并应满足



下列要求：

- 1 中心站应能实现以下功能：
 - 1) 数据接收、处理和管理以及网络连接；
 - 2) 自动定时或随机召测系统中查询—应答式遥测站；
 - 3) 管理系统下属遥测站、中继站的工作方式，并对系统遥测站及其他设备进行校时；
 - 4) 读出固态存储器的数据，供水文资料整编使用。
 - 2 中心计算机应配有串行接口，用于和通信控制机连接，完成遥测数据的接收、召测和控制命令的发送以及与固态存储器的双向通信。
 - 3 中心计算机软件可按本规范 4.7.7 的要求进行选配。
 - 4 中心站应配置用于联网的网卡、交换机和路由器等网络设备。
- 5.8.4 应采取下列措施保证中心站设备可靠运行：
- 1 数据处理系统的各类硬设备应有一定数量的备品、备件。
 - 2 系统软件、应用软件、各类数据文件等软件资源应有足够的备份。
 - 3 中心站机房应有稳定可靠的电源（参见本规范 4.3.7 第 2 款），并应采取配备不间断电源、多路供电、配置发电设备等措施。
 - 4 应配备良好的防雷接地设施和空调系统，形成能保证计算机正常运行的环境。

5.9 其他配套设施

5.9.1 每个遥测系统可配备一些低功耗、便携式的辅助设备，如多功能测试仪、人工置数装置、笔记本电脑等，用于进行系统的安装、调试、维修和遥测站人员了解本站与邻站的水雨情。

5.9.2 多功能测试仪应具有下列主要功能：

- 1 能发送全“1”和全“0”码，常用速率（300～9600bps）的规则码和 990ms 以内的任意长度的引导码。
- 2 能按传输方式模拟发送自报格式和人工置数格式的数据，查询—应答格式的命令和数据，以及置入的任意数据。
- 3 接收自报式、查询—应答式的命令和数据，以及接收数百个字节的数据，并能显示。
- 4 能对遥测终端机以及中继机进行站号、通信方式、传输速率、终端机工作方式、引导码长度、自报间隔时间、并行口数量和地址等参数和时间的设置。

5.9.3 人工置数装置应能够通过预留接口与遥测终端机或中继机连接，置入或修改有关参数。

5.10 设备安装调试

5.10.1 建设系统所需设备已配齐，土建工程竣工，方可组织力量进行系统设备的安装和调试。

5.10.2 设备进场安装前，应按下列要求进行检查：

- 1 各项土建工程应符合设计要求，原订的设备安装计划应可行，并应根据检查结果提出应进行的补充工作，拟定详细的设备安装计划。



2 对各项设备及附件的机械和电气性能进行全面检查、测试和联试。应检查的内容和要求包括：

- 1) 蓄电池应按规定程序完成充电和放电过程，并按规定用足够时间充电；
- 2) 各类传感器，除对其外观进行检查外，在有条件时，应通过室内模拟参数变化，检查传感器输出性能；
- 3) 遥测终端机、中继机、通信控制机和固态存贮器在安装调试前，应检查其出厂主要指标测试和联机试验的合格证明，查看其包装和外观状况。通常应由承建单位在室内进行模拟试运行实验，按照系统设计的技术指标考核系统各部分协调工作情况。如用户认为必要，也可派人参加；
- 4) 检查天线、避雷器、电缆等设备外观，保证其外观良好，紧固件齐全，电缆与接头间的焊接和接地良好等；
- 5) 交流稳压电源、不间断电源、通信设备等从市场购进的设备应进行检查和测试。

5.10.3 设备安装和安装检查应按照下列要求进行：

1 传感器的安装应按产品使用手册（或产品说明书）规定的步骤进行。传感器的输出线应按规定连接固定，严防插头座进水。安装的传感器其功能应正常，并应进行现场准确度考核（模拟参数变化），若准确度达不到要求，应检查原因，加以排除，方可投入系统运行。

2 遥测终端机、固态存贮器、中继机、通信控制机的安装应注意如下事项：

- 1) 检查遥测设备与各种电缆的连接，防止因漏水或沿电缆、电源线入口进水造成故障；
- 2) 检查蓄电池的密封性；
- 3) 测量太阳能电池的开路电压、短路电流，并保证接线正确；
- 4) 检查天馈线设施，保证接头紧固，天线和馈线安装牢固，防水措施可靠，输出功率及系统驻波系数符合设计要求，避雷针、同轴避雷器等防雷装置的安装正确；
- 5) 完成一个站点的设备安装后，应使用多功能测试仪等辅助设备，对测站设备作一次全面的检查。主要包括设备各项参数的设置，模拟传感器参数变化等。遥测终端机发送数据、固态存贮数据、中心站接收数据、中心站读出固态存贮数据均应一致。

3 整个系统安装结束后，应根据设计要求，进行系统联调和性能测试，考核采集数据的正确性和系统畅通率等。

5.10.4 安装过程中出现的问题和处理结果应详细记录备查。

6 系统考核、验收和运行管理

6.1 系统考核验收

6.1.1 系统建设完成后，应经过六个月（其中水情自动测报系统应经过一个汛期）的试运行考核，通过建设单位验收，方可移交并投入正常运行。系统的验收和移交可合并进行。

6.1.2 应通过较长时间的试运行，考核、检查各类站点的功能，系统的畅通率，完成数据收集、发送和数据处理所需时间，防雷、防灾能力，设备的技术性能、可靠性、测量准确度，发现和解决存在问题，培训和提高管理人员的管理、维修能力，完成运行管理工作条



例的制订。

6.1.3 系统进入试运行应符合以下条件：

- 1 各站点的设备安装调试结束，经过全系统联调，系统运行正常；
- 2 承建单位向建设单位提供系统设计、安装、调试、运行、维修和管理等方面必备的文件资料；
- 3 承建单位对建设单位的操作、维修人员进行培训；
- 4 承建单位向建设单位提供合同规定的设备，建设单位按照承建单位的建议，配齐必要的检修工具和仪表；
- 5 完成系统运行管理工作的各种规章制度的制订。

6.1.4 系统进入试运行之前，应由承建单位根据系统设计报告的要求，经与建设单位协商后，提出试运行考核大纲，其内容应包括：

- 1 考核目的；
- 2 考核项目；
- 3 考核方法；
- 4 使用的主要仪表及其精度；
- 5 实施计划（包括人员及进度安排等）；
- 6 考核项目资料的分析和整理；
- 7 试运行的保障条件（如车辆、后勤、经费）。

6.1.5 试运行期间建设单位和承建单位各自的职责应包括以下几方面：

- 1 建设单位应在承建单位的协助下，负责系统运行及数据的记录管理，处理一般性故障，并按规定进行登记和编写运行报告，还应对承建单位的工作提供必要的支持。
- 2 承建单位应负责解决运行中出现的重大技术问题和其他遗留问题。在建设单位的配合下检验系统功能，考核各项技术指标，整理系统运行的记录资料。
- 3 经过试运行后由承建单位和建设单位共同提交试运行总结报告，对系统验收、移交作出评价，报建设单位的上级主管部门。

6.1.6 进行系统考核验收和验收移交应具备的条件和完成的工作包括以下方面：

- 1 系统经过试运行，承建和建设单位确认已达到系统设计的要求，应提交的考核验收资料齐全，方可进行验收移交。
- 2 由承建单位、建设单位及上级主管单位的代表组成工作组制定考核验收大纲（草案），筹划考核、验收工作。
- 3 考核验收应完成下列工作：
 - 1) 确认验收大纲；
 - 2) 确认验收考核项目及方法；
 - 3) 抽查运行考核项目；
 - 4) 审查资料的完整性；
 - 5) 检验系统的可靠性和稳定性；
 - 6) 分析比测结果，考核系统所收集数据的准确度；
 - 7) 评价系统技术性能和水平；
 - 8) 对系统运行管理和需进行的补充工作提出建议。

6.1.7 系统考核验收应提交下列文件资料：

- 1 系统规划和项目建议书或可行性研究报告；



- 2 系统设计报告；
 - 3 新设备研制报告、设备的技术说明、用户手册和有关图纸资料；
 - 4 施工管理工作报告（包括现场安装调试报告）；
 - 5 建设管理工作报告（包括土建工程的有关资料）；
 - 6 合同书以及协调会共同达成的协议（包括指标修改等）；
 - 7 系统试运行总结报告；
 - 8 监理报告；
 - 9 质检报告；
 - 10 财务决算报告。
- 6.1.8 系统移交阶段应进行以下工作：
- 1 系统通过考核验收后，由建设单位和承建单位办理移交手续。
 - 2 移交时承建单位应提供下列文件：
 - 1) 系统运行和维修所必需的图纸资料，使用说明书或用户手册；
 - 2) 系统的各项设计报告；
 - 3) 现场安装和调试报告。

6.2 系统运行管理

- 6.2.1 应配备包括通信、计算机及水文等方面专业人员在内的专职管理人员，负责完成系统的运行管理和维护，保证系统可靠运行。
- 6.2.2 加强技术培训。系统运行维护人员应能熟练掌握运行维护技术。
- 6.2.3 系统运行管理工作内容主要包括：
- 1 制定运行管理规章制度和操作规程。
 - 2 委托管理。遥测站、中继站应委托专人看管，防止遭受人为破坏。
 - 3 值班操作。系统运行应定人定岗按照操作守则进行值班操作。值班人员应监视系统的工作状况。发现问题应尽快采取措施予以解决。
 - 4 日常维护。应保持机房和环境的整洁；清理积在雨量器承雨器中的杂物以及水位测井进水口的水草、淤沙；维护系统的工作环境；定期校核水位、雨量等数据准确度。
 - 5 定期检查。通常应在汛前、汛后对系统进行两次全面的检查维护。在系统投入运行的前2~3年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。
 - 6 不定期检查。应根据具体情况而定，包括专项检查和检修，或全面检查。
 - 7 维修。野外站一旦出现故障，通常应由中心站派人排除。中心站应储备必要的备件和配备专用车船，尽快更换部件、排除故障。完成修理任务后，应把故障部位和性质，更换部件和排除故障所用时间等记入技术档案。
- 6.2.4 系统每年的运行维护费用，可按系统总投资的5%左右估算。



本标准的用词和用语说明

为了便于执行本标准，对要求严格程度不同的用词说明如下：

——表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

——表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本标准用语说明如下：

标准条文中，“条”、“款”之间承上启下的连接用语写法，采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等。

在标准条文中引用本标准中的其他条文时，采用“符合本规范×.×.×的规定”等典型用语。



水业导航
www.h2o123.com

中华人民共和国水利行业标准

水文自动测报系统规范

SL61—2003

条 文 说 明



目 次

| | | |
|-----|---------------------|----|
| 1 | 总 则 | 34 |
| 3 | 系统建设前期工作 | 35 |
| 3.1 | 基本资料收集 | 35 |
| 3.3 | 项目建议书及可行性研究报告 | 35 |
| 4 | 系统设计 | 36 |
| 4.1 | 系统组成 | 36 |
| 4.2 | 设计任务、内容和工作制式 | 36 |
| 4.3 | 系统技术指标 | 36 |
| 4.4 | 数据传输方式和编码格式 | 37 |
| 4.5 | 通信电路设计 | 38 |
| 4.6 | 系统联网 | 39 |
| 5 | 系统设备及安装调试 | 40 |
| 5.1 | 一般规定 | 40 |
| 5.2 | 传感器 | 40 |
| 5.3 | 固态存贮器 | 40 |
| 5.4 | 通信设备 | 40 |
| 5.5 | 遥测终端机 | 40 |
| 5.6 | 中继机 | 41 |
| 5.7 | 集合转发站设备 | 41 |
| 5.8 | 中心站设备 | 41 |
| 6 | 系统考核、验收和运行管理 | 41 |



1 总 则

1.0.2 随着遥测设备、传感器品类的增多和质量提高以及通信技术的发展,我国水文自动测报技术的应用范围得以扩展。不仅广泛地用于江河防洪和水库调度,而且不少灌区、输水工程、引水涵闸也都组建了水文自动测报系统,用于水资源的管理与调度。另外,水文自动测报系统的技术也适用于水质自动监测系统。为适应发展的需要,本条对规范的适用范围进行了修订。

1.0.3 目前我国已基本形成了覆盖全国,连接各个水情、雨情报汛站点和各级水文管理部门的水情测报网,通过该网络完成实时水雨情数据的收集与传递。但大部分站点的信息采集还主要依靠人工观测和模拟记录,传递方式也较单一。为改变这一落后状况,适应我国信息化建设迅速发展的要求,满足防汛及水资源调度管理的需要,水利部计划组建以水利部为中心、流域和省(自治区、直辖市)水文管理部门为二级节点、地区水情分中心为三级节点,覆盖全国的计算机网络;建设覆盖全国重点水情测报站的水情信息自动采集传输网络,形成快速收集和传递实时水文数据,进行节点间信息交换的水文信息网。水文自动测报系统应是水文信息网的重要组成部分。

1.0.4 由于近年来固态存贮技术不断发展,存贮记录设备的可靠性明显提高,使得在遥测站配备固态存贮器成为现实。在遥测站安装固态存贮器,解决了遥测水文数据难于满足基本水文站对水文资料收集的要求,以及遥测站不能完全替代水文站观测的难题。因此,本次修订在本条和后续条文多处强调有收集水文资料任务的遥测站应安装固态存贮器的要求。

1.0.6 考虑到水文自动测报系统的规划、设计、施工和运行管理,不仅要涉及水文测验、水文情报预报,还要运用遥测、通信、计算机和网络等多种技术,因此本次修订从原则上提出:运用各项技术时都应符合与之相关的国家现行标准(规范或规程)的规定。



3 系统建设前期工作

水利工程建设程序一般分为：项目建议书、可行性研究报告、初步设计、施工准备（包括招标设计）、建设实施、生产准备、竣工验收、后评价等阶段。前期工作应根据相关规划进行，包括提出项目建议书、可行性研究报告和初步设计。本章是参照水利工程建设项目的有关规定，结合水文自动测报系统的实际编写的，编写目的是指导业主单位做好建设前的准备工作。考虑到初步设计内容较多，且是本规范的重点，因此单列一章。

3.1 基本资料收集

3.1.1

3 气象、水文资料包括水文（水位）站的最高与最低水位、暴雨强度、降水产流与流域汇流时间及其相关要素、防洪标准与历史洪水灾害、冬季冰情、降雪量占降水量的百分比、最高与最低气温、相对湿度（平均值、最大与最小值）和日照时数最少的持续时间等特征资料。

3.3 项目建议书及可行性研究报告

3.3.2

4 建设条件是要求阐明系统所在地区的水文、气象、地理、交通、供电和通信等设计所依据的背景条件。



4 系统设计

4.1 系统组成

4.1.1 本次修订根据遥测终端机功能发展现状，在系统功能框图中增加了键盘/显示和扩展通信口两个部件，前者主要用于现场显示遥测终端机或存贮记录装置所存数据和设定端机的工作模式（如采集报送数据的时间间隔等），以及置入和发送人工观测数据。后者则用于和其他数字设备相连，进行编程下载读取固态存贮器中的数据和发送水情报文等。

4.1.2 本条是在此次修订增加的，详细地阐述了各类站点应实现的和可以具有的功能，这是为了使建设单位对现状条件下的系统功能和功能分工有全面了解。

1 本条目增添了遥测站设备应具有一定智能性的要求，是指在遥测终端机中设置自动诊断程序，每当出现雨强或水位超过规定值时，端机就能根据事先设置的雨强、水位涨率、警戒水位等，判明情况，自动增加参数的采集和报送频次。遥测站的数据预处理功能是指对所采集数据必要的合理性判决和统计等。

2 此次修订增加集合转发站条目，规定在水文自动测报系统中，由于数据传输通信组网需要，可设立集合转发站，负责将部分遥测站的数据收集起来，再合并传送给中心站，允许其向下对所属的遥测站、向上对中心站采用不同的通信信道和工作方式，以增加组网的灵活性。如向下用超短波自报方式收集数据，向上用公用信道按查询—应答方式传送数据。

集合转发站必须具有一定容量的数据暂存部件和一定的数据处理能力及较多的通信端口。

4.2 设计任务、内容和工作制式

4.2.2

8 配套部件的研制是指为达到系统功能指标所必须的某种部件，市场上尚没有成熟产品，需要专门设计开发的产品。

4.2.3 三种制式的特点是：

1 自报式：在遥测站设备控制下每当被测参数发生一个规定的增减量变化或按设定的时间间隔，即向中心站发送所采集的数据，接收端的数据接收设备始终处于值守状态。

2 查询—应答式：由中心站自动定时巡测或随机呼叫遥测站，遥测站响应中心站的查询指令，将所采集的数据发送给中心站。定时自动巡测的时间间隔可根据数据处理和预报作业的需要确定。

3 混合式：系统兼有自报式和查询—应答式两种工作制式的功能。

以上各种制式都应具有被测参数超限发送的功能。

4.3 系统技术指标

4.3.1 中心站应在 20min 内完成全系统的数据收集、处理任务，这是为满足 30min 内将实时数据送到国家防汛抗旱总指挥部办公室和水利部的要求提出的。在当前的技术条件下，



只要精心进行数据传输网组网设计和通信方式、工作方式选择是可以做到的。

4.3.6

3 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。

4.3.7

3

1) 如接地电阻难以达到要求,对野外站可视情况稍加放宽,对中心站和重点测站则可采用在屋顶安装闭合均压带,屋内安装闭合环行接地母线等措施改进防雷性能。

6) 采用 PSTN 信道应特别注意电话线的防雷,以保障信道畅通与设备的安全。雷电活动频繁地区的遥测站可采用下列措施提高防雷性能:

- 减小接地电阻;
- 采用洩放电流大、响应速度快的避雷器;
- 采用大于 3mm^2 截面积的多股接地线,尽量减小接地线的电阻,并合理布局;
- 条件允许时,申请话缆线进站房。

4.4 数据传输方式和编码格式

4.4.1

1 关于基带传输适用的距离,采用 RS-232C 接口可达 50m,采用 RS-485 接口可达 1.2km,当引线过长容易引入雷电损坏设备,应予注意。

3 由于超短波通信方式在目前的水文自动测报系统中广为采用,且超短波数据传输的标准又不是很详尽,故本款和下一款对其调制方式,副载波频率的选取和射频频偏等作较具体的规定。

8 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。

4.4.3

1 由于国内大量已建水文自动测报系统执行 1985 年版和 1994 年版规范,这次修改时对于超短波通信部分的规定,考虑历史延续性,基本仍沿用原有规范。新系统设计中允许对数据格式等做出修改,但必须考虑与已建系统的兼容性,所作修改亦必须在设计书中详细列出。考虑到目前水文自动测报系统数量越来越多,超短波传输的越区干扰问题日益突出,在自报式制式中不再建议使用 SL 61-94 中 3.3.6.3 规定的 4 字节格式,建议参照使用如下表所示的 8 字节格式。1 至 7 字节均为 1 个十六进制 H 码(循环汉明码+偶校验),第 8 字节为前 7 个字节的纵向校验和。

| | |
|---|-----------|
| 1 | 区号 |
| 2 | 地址高位 |
| 3 | 地址低位 |
| 4 | 特征 |
| 5 | 数据 D8—D11 |
| 6 | 数据 D4—D7 |
| 7 | 数据 D0—D3 |
| 8 | 纵向校验和 |

3 由查询—应答式系统的中心站发出的查询帧和遥测站的应答帧推荐采用如下结构:



| 帧同步 | 帧起始 | 计数 | 路由 | 特征 | 数据 | 帧校验 |
|-----|-----|----|----|----|----|-----|
|-----|-----|----|----|----|----|-----|

其中 帧同步——1 个或 2 个字节的 16 进制数，每个字节为 7EH；

帧起始——16 进制数 01H (ASCII 字符 SOH)；

计 数——一般为 1 个字节的 16 进制数，是从其本身开始直到帧校验结束的字节数；

路 由——第一个字节是源发站站号，末一个是目的站站号。在超短波数据传输中的中间字节是传输中经过的中继站站号，如不经过中继站，可以无中间字节，也可以填入 00H。路由格式必须在设计文件中说明；

特 征——用来表示本帧是查询帧还是应答帧。查询帧的特征码为 03H (ASCII 字符 ENQ)，遥测站应答帧中的特征码为标识后面数据参数属性的特征码，允许自行定义；

数 据——在传输帧结构设计中确定；

帧校验——通常用校验和。校验和可以是单字节也可以扩展为两个字节，如为两个字节，第一个校验字节是所有奇数字节的模二加，第二个校验字节是所有偶数字字的模二加。也可以参照循环冗余校验办法，生成除去起始位和终止位的各字节的 CRC 校验码。

5 遥测站增添固态存储器是本次规范修改的重要内容之一。为了保证固态存储器充分发挥作用及保证存储数据可靠性，在系统设计中应该安排就近读取和由中心站远程访问读取固态存储器数据的功能和通信软件。读取范围可以日为单位，指定读取某一起始日期到某一终止日期范围内存储的数据。在固态存储器某个数据区已被确认读取完后，还可安排对该数据区的清除功能，但该功能不应轻易使用，应经一定批准手续后才可实施。设计文件中要求说明固态存储器数据存储格式和资源分配表，还应说明产品供应商提供的数据读取软件。

4.5 通信电路设计

4.5.2

5 留出足够的衰落储备，防止因气候条件变化等原因造成信号衰落，影响电路的可靠性。对于应留出的衰落储备值，由于各地的情况不同，目前还难以精确计算，只能依据经验，并考虑当地等效地球半径系数 K 的全年变化情况粗略选定；外部噪声与有用信号一起进入接收机使通信质量下降，为此要留出一定的噪声恶化量，以保证通信可靠。外部噪声干扰的影响可以用接收机输出端信噪比降低来衡量，当外部噪声干扰较大时，等效噪声输入功率应经现场测试取得，测量有困难时，可根据经验选取。

4.5.3

1 采用 PSTN 线路传输数据，当线路衰减较大时，可适当提高发送电平，以保证通信畅通。

4 卫星通信体制有频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA) 和码分多址 (CDMA) 等，不同的工作体制技术性能各有其优缺点。在选用卫星信道及设备时，应考虑暴雨对不同卫星工作频段的影响。一般情况下使用的频率越高，雨衰现象越严重。传输时延、数据传输速率和天线口径等应作为选择的重要指标，还应考虑电源消耗及开机启动时间等因素，应根据不同的需求来决定。



4.6 系统联网

4.6.2

2 利用电话线路 PSTN 传输时，可以使用速率较低的低功耗调制解调器，也可使用带有智能特点的调制解调器产品，后者功耗高，但其本身有差错控制措施，传输速率依据线路质量自动选定。GSM 移动通信是近代发展的热点，近年开放的短消息服务，属数据报性质，在建链时可附带传输多达 160 个 ASCII 字符。发送成功时 GSM 短信中心将给发送者以确认回答，并将短消息传送到目的用户，整个过程一般在 1min 左右，有时会出现很长的时延。GSM 使用基站进行通信覆盖，当采用 GSM 短消息传送数据时，应进行遥测站 GSM 信道质量的测试，以保证系统畅通率指标。在中心站下包含大量遥测站采用 GSM 信道传输数据时，应采取措施解决可能发生的接收瓶颈问题。



5 系统设备及安装调试

5.1 一般规定

5.1.2 对国外进口设备，在可能条件下，应经专门机构检测。

5.2 传感器

5.2.1

4

1) 雨量传感器防堵措施十分重要，在无人维护情况下，至少能正常工作 30d 不被堵塞，系对一般地区而言，对风沙特别大的地区，应加强人工维护。

5.2.2 水位传感器按其传感原理可划分为浮子式、压力式、气泡式、振弦式、超声波式、电子水尺式等形式，在可能建井的条件下，尽量选用浮子式水位传感器。

5.3 固态存贮器

5.3.1 固态存贮器也可用来进行遥测数据分析。

2 大容量非易失性存贮器、IC 卡等均可作为固态存贮部件。装有固态存贮器的遥测终端设备，或固态存贮器本身要有时钟部件，时钟漂移不应大于每月 2min。引入 GPS 技术很易实现全系统时钟同步，从而使遥测系统技术性能得到提高。

5.4 通信设备

5.4.3

3 目前应用于水文自动测报系统的卫星通信设备，由于其大多数都安装在野外站而且偏远地区居多，这些站点供电条件一般都很差，因此选用卫星通信设备时应考虑野外使用环境、卫星终端的功率消耗及其工作响应速度等因素。

5.5 遥测终端机

5.5.5

1 并行口数据采用二—十进制码，则接口采用 26 芯的圆形防水插头座。引脚定义如下表所示：

| | | | | | | | |
|-----|-------|----|-----|----|----|-------|----|
| 引脚号 | 1—4 | 5 | 6—9 | | 10 | 11—14 | 15 |
| 定义 | 个位 | 保留 | 十位 | | 保留 | 百位 | 保留 |
| 引脚号 | 16—19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24—25 | 26 |
| 定义 | 千位 | 保留 | 电源 | 状态 | 状态 | 保留 | 地 |



5.6 中继机

5.6.1 中继站推荐使用数字再生中继。模拟中继因有噪声累加问题，使用时一般不宜超过两级。

5.7 集合转发站设备

5.7.2 用于数据收发的计算机推荐使用高可靠性的工控机。

5.8 中心站设备

5.8.3 为保证中心站计算机的可靠性，也可采用双机热备或冷备份。

6 系统考核、验收和运行管理

6.1.1 系统的验收、移交可参照水利工程竣工验收有关管理办法执行。

6.1.2 1994 年颁布的“水文自动测报系统规范”所规定的系统考核、验收的步骤和工作内容与现状的作法基本相同，故对该章未做大的修改、补充。只是增加了本条进一步阐明试运行应达到的目标，以增强规范的可操作性。