

中华人民共和国行业标准

P

SL 199-97

水文自动测报系统通信电路
设计 规 定

Regulation of communication channel

design for hydrological data acquisition system

1997—11—12 发布

1998—01—01 实施

中华人民共和国水利部 发布

www.docin.com

中华人民共和国行业标准

水文自动测报系统通信电路
设 计 规 定

**Regulation of communication channel
design for hydrological data acquisition system**

SL 199-97

主编单位：南京水利水电自动化研究所

批准部门：中华人民共和国水利部

施行日期：1998 年 1 月 1 日



中华人民共和国水利部

关于批准发布《超声波水位计》
SL/T184—1997 等五项行业标准的通知

水机械 [1997] 435 号

根据部 1993 年水利水电技术标准制定、修订计划，由部机械局主持、以南京水利水文自动化研究所为主编单位制定的《超声波水位计》等五项标准，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《超声波水位计》SL/T184—1997

《超声波测深仪》SL/T185—1997

《超声波流速仪》SL/T186—1997

《地下水位计》SL/T198—1997

《水文自动测报系统通信电路设计规定》SL199—97

上述五项标准自 1998 年 1 月 1 日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告部机械局，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九七年十一月十二日

www.docin.com

前 言

本标准根据水利部水利水电标准体系及我国水文自动测报系统设备研制、生产、发展的需要编制。

当前，超短波水文自动测报系统已经得到广泛应用，而通信电路测试和设计是水文自动测报系统建立中必不可少的重要基础环节。虽然我国技术人员在超短波水文自动测报系统的通信电路设计中，特别是山区遥测系统的通信电路设计方面已积累了不少经验，但国内目前尚无统一设计标准。为保证遥测通信电路的可靠性和设计合理性，特制定本标准。

本标准给出了无线通信电路设计步骤、路径损耗测试方法以及电路设计报告编写具体要求等，规定了路径损耗和干扰信号强度作为必测项目，并对测试作了详细说明和规定，提出了根据实践得出的一些必要注意事项。

在“条文说明”部分，对一些电路设计中有关的重要概念，如：路径损耗、衰落余量、电路余量、外噪声恶化量、系统增益等都作了补充说明，给出了必要的设计用的数学公式，特别是选用了水文遥测通信电路设计中最常遇到的地面球形绕射和山峰绕射两种模式，作为计算路径损耗的主要模式。

本标准与 SL61—94《水文自动测报系统规范》以及 SL/T102—1995《水文自动测报系统设备基本技术条件》等两项标准，在技术内容上衔接、配套。

本标准解释单位：南京水利水电自动化研究所

本标准主编单位：南京水利水电自动化研究所

本标准主要起草人：乐子华 康文淑 李玉萍 张玉成

目 次

1	总则	6
2	无线通信电路设计步骤	7
3	路径损耗测试方法及要求	10
4	无线通信电路设计要求	13
5	设计报告的审定	19



www.docin.com

1 总 则

1.0.1 制定目的。

为对水文自动测报系统总体设计提供通信组网方案及通信设备技术指标选定的依据,保证通信电路的可靠性满足系统总体的要求,特制定本规定。

1.0.2 适用范围。

本规定适用于超短波视距或绕射传播的点一点或点一面固定无线通信电路设计。(以下简称电路设计)。

水文自动测报系统的数据传输通信方式可以是多种多样的,根据系统功能要求和建网地区的地形及通信条件,可以选用有线、短波、超短波、微波和卫星等通信方式。可以采用其中一种波段进行传数,也可以采用其中几种波段混合传数。本规定只对超短波通信设备组网提出了具体要求和规定。

1.0.3 共性要求。

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投资。

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。

3 电路设计必须由取得国家或行业相应专业资格的单位及具有多年成熟电路设计经验的工程技术人员负责承担。

1.0.4 相关标准。

1 电路设计除应符合本标准规定外,还应符合 SL61—94《水文自动测报系统规范》、SL/T102—1995《水文自动测报系统设备基本技术条件》的有关规定,并与其配套使用。

2 电路设计规定中采用的术语,应符合 GB/T14733《电信术语》中的规定。

2 无线通信电路设计步骤

2.0.1 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 2.0.1 所示工作流程进行。

2.0.2 用户应提供经站网论证过的测站位置,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。

2.0.3 初步电路设计包括: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;进行天线高度和路径损耗计算;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。

2.0.4 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,事先应会同用户、水文站人员联合勘察地形,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。但用户应能事先提供充分的有关测站和交通等方面的详细资料。

2.0.5 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,水文站和具有长期纪录历史的雨量站位置不能更动。现场测试还应对水位井和雨量筒位置进行记录,并注意现场地形变化,以便估计地形因素的影响。

2.0.6 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。

2.0.7 电路设计一般除应通过审定会审查以确定方案是否合理

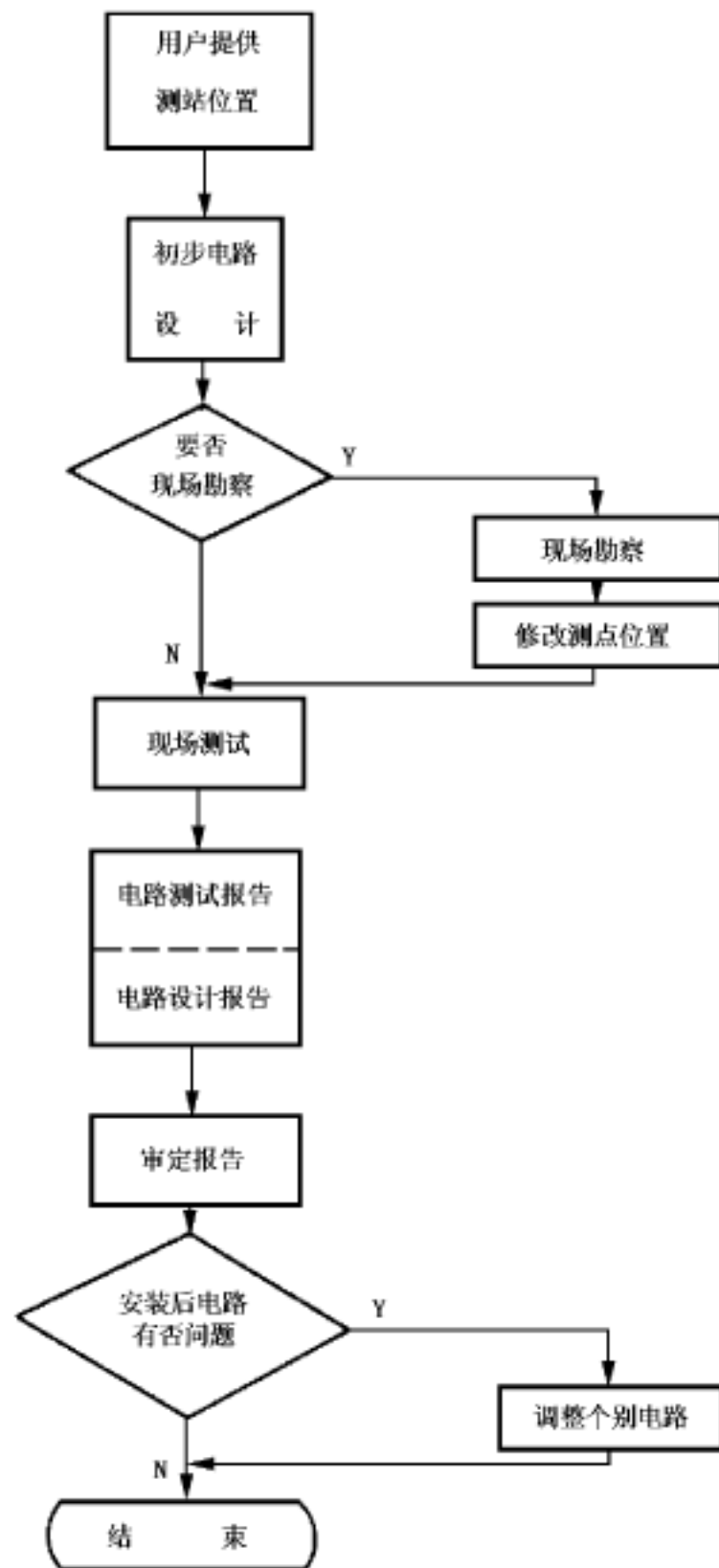


图2.0.1 电路设计工作流程图

(标有虚线的方框含意见条文说明2.0.1)

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型号等数据。

2.0.8 电站总体设计通过审定,用户向无委会申请的频率被获准后,方案才可付之实施。



3 路径损耗测试方法及要求

3.1 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。

3.2 测试设备及要求

3.2.1 一般应采用专用的场强仪进行电路测试,场强仪的接收机测量范围可选用 $-10\sim+137\text{dB } \mu\text{V}$;频率范围为 $20\sim1000\text{MHz}$ 。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,其测量范围为 $0\sim100\text{dB } \mu\text{V}$;频率范围为 $25\sim300\text{MHz}$;系统测量允许偏差应在 $\pm 3\text{dB}$ 以内。

3.2.2 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。

3.2.3 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。

3.2.4 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。

3.3 测试方法

3.3.1 路径损耗测量方法。

用场强仪进行测量时,可采用如图3.3.1所示的典型测试方

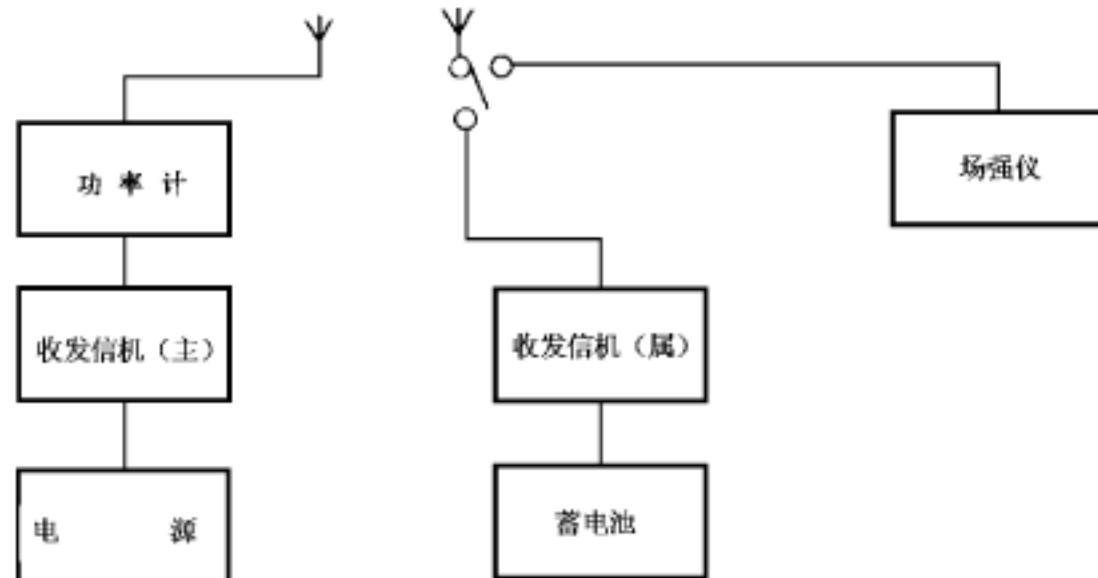


图3.3.1 路径损耗测试方框图

3.3.2 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。

3.4 测试要点

3.4.1 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 $\pm 1\text{dB}$,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。

3.4.2 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。

3.4.3 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。

3.4.4 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。

3.4.5 一般情况下,用天线垂直极化进行测量。

3.4.6 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。

3.4.7 必须注意因天线频带不够宽,在测量中引入的误差。

3.4.8 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。

3.4.9 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;但对于小于 20km 的电路,仍有绕射阻挡的地形,则必须实测。



www.docin.com

4 无线通信电路设计要求

4.1 电路设计报告

4.1.1 电路的设计报告应包括下列内容：

- 1 电路的路径剖面图；
- 2 电路路径损耗的实测值(包括原始数据)和对比分析说明；
- 3 电路的衰落余量及可靠性；
- 4 电路的外噪声恶化量；
- 5 遥测电路组网图；
- 6 网内各站点的工作频率分配；
- 7 各站点的通信设备装置；
- 8 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；
- 9 电路误码率估算。

4.2 遥测电路组网

4.2.1 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。

4.2.2 中继站选择准则是：

- 1 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；
- 2 中继站位置尽可能设在交通方便、便于维修管理的地方；
- 3 在满足通信要求和考虑交通、维修方便的条件下，尽量减小中继站个数和中继站转接次数。

4.2.3 组网形式

1 根据用户的要求、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。

2 当流域面积大,测站分布广,距离相当远时,也可设几个分中心,然后进入现有通信干线,或高可靠的邮电线路,把各分中心数据传递到中心站。

4.3 频率选择及分配

4.3.1 选用规定遥测频率。

应根据国家无委会[(1989)无办字75号]文件规定的专用水文自动测报频率来组网,也可按当地无委会给定的频率选用遥测频率。

4.3.2 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。

4.4 收发信机要求

4.4.1 收发信机接收机灵敏度应满足设计要求。

4.4.2 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 $\pm 5\text{kHz}$ 。

4.4.3 要求设备可靠性高、耗电小、适用于无人值守。

4.4.4 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。

4.5 天线型式、方位角和高度

4.5.1 天线有全向天线和定向天线,应按下列指标进行选择。

1 增益:

全向天线:2~8dB;

定向天线:6~12dB(单付);

注：天线增益以理想点源为参考标准。

2 输入阻抗： 50Ω 。

3 电压驻波比：天线和 50Ω 阻抗电缆连接时，其电压驻波比 (VSWR) 应小于或等于 1.5。

4 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：

单频收发信机： $\Delta f/f_0 > 2.0\%$ ；

异频收发信机： $\Delta f/f_0 > 4.2\%$ 。

其中， f_0 为收发信机中心频率。

5 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。

6 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。

7 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。

4.5.2 天线高度的架设应考虑下列几点：

1 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；

2 天线安装高度应符合电路设计报告中提出的要求，可以安装在屋顶平台上或铁塔上；

3 对于无高楼和铁塔可利用的测站，天线离地高度应尽量低。

4.5.3 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。

4.6 路径损耗的理论估算和实测值

4.6.1 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。

4.6.2 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 $\pm 10\text{dB}$,若误差过大,必须找出原因并在设计报告中给予说明。

4.6.3 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。

4.6.4 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 μ 因子方法计算;后者可根据惠更斯-菲涅耳原理,把山峰等效为刃形障碍物。

4.6.5 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。

4.6.6 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。

4.7 衰落余量

4.7.1 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 $0.1\sim 0.2\text{dB}$ 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。

4.7.2 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。

图 4.7.2(见书末插页)绘出了累积概率为 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。

4.7.3 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。

4.8 外噪声及干扰

4.8.1 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 NFe ,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 。

4.8.2 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。

4.8.3 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 4.8.3 提供的 D 值可作为设计参考值。

表 4.8.3 环境条件与外部噪声恶化量参考值 (dB)

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

4.9 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

$10\lg(R+1)$ (dB), 其中: R 为中继转发次数。

4.10 电路余量

4.10.1 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。

4.10.2 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 $M \geq 5\text{dB}$ 。

4.11 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 $P_e < 10^{-4}$ 。

5 设计报告的审定

5.0.1 电路设计成果必须经过审定,审定的基本原则为:

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



www.docin.com