

ICS 27.140  
F 20  
备案号: 53903-2016

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

**DL/T 1014 — 2016**  
代替 DL/T 1014 — 2006

---

## 水情自动测报系统运行维护规程

**Code of operation and maintenance for hydrological remote  
measurement system**

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

---

**国家能源局 发布**

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 基本规定 .....	1
4 安装 .....	2
5 系统运行维护 .....	4
6 故障处理 .....	6
7 系统管理 .....	7
附录 A (规范性附录) 故障现象和判断 .....	9
附录 B (资料性附录) 维护报表 .....	12
附录 C (资料性附录) 管理报表 .....	15

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准是对 DL/T 1014—2006《水情自动测报系统运行维护规程》的修订。

本标准与 DL/T 1014—2006 相比，主要变化如下：

- 增加了气泡式、雷达式、超声波式、激光式、电子水尺等水位传感器的安装要求；
- 增加了安全制度和人员素质要求；
- 增加了故障处理内容；
- 将故障现象及判断的内容调整到附录 A；
- 删除了原规程“5.2.3 新购买设备的检查”；
- 对部分章节的内容进行了合并和调整。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电站自动化标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国网新源控股有限公司、丰满发电厂、白山发电厂、新安江水电厂、国家电力调度控制中心、南瑞集团有限公司。

本标准主要起草人：路振刚、李华、吴毅、陈本事、王永峰、徐伟、朱德康、杨利、何纪元、潘雪松、黄酉明、朱玉涛、王永潭。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- DL/T 1014—2006。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 水情自动测报系统运行维护规程

## 1 范围

本规程规定了水情自动测报系统运行维护的技术要求。  
本规程适用于各类水电站水情自动测报系统的运行维护和管理。

## 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 9359 水文仪器基本环境试验条件及方法  
GB/T 11828 水位测量仪器  
GB/T 15966 水文仪器基本参数及通用技术条件  
GB/T 27994 水文自动测报系统设备通用技术条件  
GB/T 50138 水位观测标准  
GB/T 50172 电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范  
DL/T 724 电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程  
DL/T 1085 水情自动测报系统技术条件  
NB/T 35003 水电工程水情自动测报系统技术规范  
SL 58 水位测量规范  
QX/T 45 地面气象观测规范 第1部分：总则  
QX/T 52 地面气象观测规范 第8部分：降水观测

## 3 基本规定

### 3.1 技术参数

水情自动测报系统的技术参数应符合 GB/T 9359、GB/T 11828、GB/T 15966、GB/T 27994 和 DL/T 1085、NB/T 35003 的要求。

### 3.2 人员要求

#### 3.2.1 人员配备

系统运行维护人员应具有通信、水文、计算机等方面的专业知识。

#### 3.2.2 人员素质

系统运行维护人员应熟悉系统原理、结构和有关设备的功能与技术指标，掌握系统运行管理规程，熟悉水电站运行规律及对水情自动测报系统的基本要求，了解电网运行特性和水库上下游河道及防洪、用水需求情况。

#### 3.2.3 人员培训

系统运行维护人员应定期进行专业技术培训。

### 3.3 运行管理制度要求

#### 3.3.1 安全制度

应建立设备安全保护制度，测站可委托看管；无人看管测站应架设围栏，设立警示牌。

#### 3.3.2 值班制度

应建立值班制度，包括日志、巡检、上报等。

#### 3.3.3 维护制度

应建立系统维护制度，填写维护记录。

#### 3.3.4 总结制度

建立总结制度，内容应包括设备运行、故障和维护处理、更新改造等情况，以及存在问题及改进意见等。

## 4 安装

### 4.1 一般要求

安装的一般要求如下：

- a) 安装位置应满足 SL 58 和 QX/T 45 的要求；
- b) 信号线应选择标准的防水性能好的屏蔽通信电缆。信号线应做好防雷和防人为破坏等措施；
- c) 水位传感器安装应符合 GB/T 50138 的要求。

### 4.2 遥测站

遥测站安装宜按下列步骤进行：

- a) 安装法拉第筒或固定设备箱；
- b) 设置遥测终端设备，连接传感器；
- c) 用接收/发送装置来确认信号的发送/接收是否正常；
- d) 超短波遥测站：采用通过式功率计测量其发射功率和驻波比；
- e) 卫星遥测站：调整其天线角度和方向，测量信号强度；
- f) 移动通信遥测站：测量信号强度；
- g) 装设光伏组件，调准方向和角度；
- h) 接通电源、复位，遥测终端机投入工作；
- i) 安装结束，填写记录，清理现场。

### 4.3 超短波中继站

超短波中继站安装宜按下列步骤进行：

- a) 安装法拉第筒或固定设备箱，架设天线，调整天线并固定；
- b) 设置好中继机，把天线馈线连接到中继机，再与蓄电池连接；
- c) 用接收/发送装置确认信号转发情况。用通过式功率计测量其发射功率和驻波比；
- d) 装设光伏组件，调准方向和角度；
- e) 安装结束，填写记录，清理现场。



#### 4.4 中心站

中心站安装宜按下列步骤进行：

- a) 安装、调试通信设备、中心站计算机；
- b) 安装 UPS 电源；
- c) 中心站计算机安装接收软件，并能正确接收数据；
- d) 安装结束，填写记录，清理现场。

#### 4.5 传感器

##### 4.5.1 雨量传感器（翻斗式）

雨量传感器（翻斗式）安装应按下列步骤进行：

- a) 安装应符合 QX/T 52 的要求；
- b) 安装固定雨量计；
- c) 调节水平螺母使雨量计保持水平；
- d) 调节雨量计翻斗；
- e) 根据 GB/T 27994 进行雨量计校验；
- f) 连接信号线，检验雨量信号采集情况。

##### 4.5.2 水位传感器

###### 4.5.2.1 浮子式水位传感器

浮子式水位传感器安装应按下列步骤进行：

- a) 安装浮子式水位计，水位计应水平固定；
- b) 正确安装浮子及重锤；
- c) 安装结束后，转动编码盘，校正水位数据应与实际水位一致。

###### 4.5.2.2 振弦式水位传感器

振弦式水位传感器安装应按下列步骤进行：

- a) 安装传感器及电缆的防护管，应做好屏蔽措施、防雷措施；
- b) 将传感器装入防护管内，应使探头到达设计位置并固定；
- c) 应保持通气管与大气连通；
- d) 安装结束后，校正水位数据应与实际水位一致。

###### 4.5.2.3 气泡式水位传感器

气泡式水位传感器安装应按下列步骤进行：

- a) 正确安装导气管，倾斜角度应符合设计规定；
- b) 检查气瓶或气泵，连接测量仪和导气管，检查各连接件应无漏气现象；压力表读数应在设计规定的范围内；
- c) 在第一次测量前应将进入气管的水排空；
- d) 安装结束后，校正水位数据应与实际水位一致。

###### 4.5.2.4 雷达式水位传感器

雷达式水位传感器安装应按下列步骤进行：

- a) 将水位计水平固定在支架上;
- b) 安装时, 应对反射面进行调整, 校正水位数据与实际水位一致。

#### 4.5.2.5 超声波式水位传感器

超声波式水位传感器安装应按下列步骤进行:

- a) 将水位计水平固定在支架上;
- b) 换能器应安装在能测量到最低水位位置, 并应牢固固定;
- c) 将换能器平面水平向上, 应使超声波能垂直发射和接收;
- d) 安装结束后, 校正水位数据应与实际水位一致。

#### 4.5.2.6 电子水尺

电子水尺安装应按下列步骤进行:

- a) 应将尺体安装在牢固的附着物上, 其触点对应相应的高程;
- b) 信号电缆与水尺尺体间应密封连接;
- c) 安装结束后, 校正水位数据应与实际水位一致。

#### 4.5.2.7 激光式水位传感器

激光式水位传感器安装应按下列步骤进行:

- a) 激光测距仪支架应稳固安装;
- b) 固定激光测距仪, 连接测量仪, 设定测量参数;
- c) 放置激光反射靶, 反射靶随水面浮动, 测距仪与反射靶之间应无阻碍;
- d) 安装结束后, 校正水位数据应与实际水位一致。

### 5 系统运行维护

#### 5.1 一般要求

5.1.1 所有维护应做好记录, 记录格式参见附录 B。

5.1.2 维护项目应包括日常维护、定期维护、设备维护。

#### 5.2 维护内容

##### 5.2.1 日常维护

5.2.1.1 值班人员应每日巡视中心站设备, 对遥测站的遥测数据、设备电池电压、数据传送通道及设备状态进行监视和分析; 发生故障时, 应及时进行现场维护。

5.2.1.2 中心站应设专人值班, 汛期应每天进行系统设备运行情况检查。非汛期应每周进行系统设备运行情况检查。

5.2.1.3 在恶劣天气和大洪水期间应增加检查次数。

5.2.1.4 电站上、下游水位站应每周巡视。

##### 5.2.2 定期维护

###### 5.2.2.1 维护周期

每年汛前、汛后应对系统进行专业维护。

### 5.2.2.2 维护内容

定期维护内容如下：

- a) 检查和测试系统设备的运行状态，保养、校核传感器，发现和排除故障，更换故障设备或部件；
- b) 清理雨量计承雨器，清洗光伏组件，清理水位井进水口；
- c) 检查设备防水、防潮情况；
- d) 检查电源及设备通信情况；
- e) 检查设备接地情况；
- f) 校核雨量计、水位计；
- g) 检查接头接触和腐蚀情况；
- h) 检查雨量计、水位计工作环境。

## 5.3 设备维护

### 5.3.1 信道维护

#### 5.3.1.1 超短波维护

超短波维护内容如下：

- a) 检查遥测站、中继站、中心站之间信号传输情况；
- b) 检查中继站、中心站附近的干扰源；
- c) 复测信道。重要电路的信道余量应大于 10dB，其他电路应大于 5dB。

#### 5.3.1.2 卫星通信维护

卫星通信维护内容如下：

- a) 检查遥测站卫星通信信号传输情况；
- b) 检查遥测站、中心站附近的干扰源；
- c) 检测卫星通信情况；
- d) 信道受阻时，应及时与卫星运营服务商联系处理。

#### 5.3.1.3 移动通信维护

移动通信维护内容如下：

- a) 用测试软件或手机对信号强度进行测试，无信号或信号弱影响报汛时应调整测站位置；
- b) 对测报网的移动号码统一管理，应及时缴费；
- c) 与移动通信服务商签订合同，应对防汛使用的水情号码进行保护。

#### 5.3.1.4 有线通信维护

有线通信维护内容如下：

- a) 通信线缆保护层应完好、无破损，线缆接头（接线端子）应接触良好、无锈蚀现象；
- b) 传输阻抗、信道衰耗等应符合设计指标，信号转换器、光端机等通信设备运行正常；
- c) 当通信线缆或设备有破损时，应采取措施或更换线缆、设备。

### 5.3.2 蓄电池维护

蓄电池维护内容如下：



- a) 充电、更换时应核对电源极性；
- b) 应根据 GB/T 50172 的要求进行更换；
- c) 应根据 DL/T 724 的要求进行充放电和定期容量校验；
- d) 保存半年及以上的蓄电池或新蓄电池应按产品说明书维护及检验。

### 5.3.3 浮充电源装置维护

#### 5.3.3.1 光伏组件检查内容：

- a) 光板防护罩应无破损、遮挡；
- b) 开路电压、充电电流应在正常范围内；
- c) 太阳能稳压器输出电压应在正常范围内；
- d) 线缆应无破损。

#### 5.3.3.2 直流电源箱检查内容：

- a) 检查交流供电情况；
- b) 检查避雷模块。

### 5.3.4 交流供电及 UPS 电源维护

交流供电及 UPS 电源维护内容如下：

- a) 检查交流供电情况；
- b) 检查蓄电池供电情况；
- c) 断开交流电源，检查 UPS 容量和供电时间。

## 6 故障处理

### 6.1 故障判断

遥测站、中继站、中心站、水位传感器、雨量传感器的故障判断参见附录 A。

### 6.2 处理要求

#### 6.2.1 时间要求

- a) 中心站故障应在 2h 内处理完毕；
- b) 电站上、下游水位计故障应在 2h 内处理完毕；
- c) 中继站故障，汛期应在 24h 内处理；重要的遥测站故障，汛期应在 48h 内处理。

#### 6.2.2 技术要求

- a) 各种仪器的电源插座应是三芯单相制，接地端应良好接地；
- b) 检修工作台应良好接地；
- c) 检修设备时，设备外壳应接地；
- d) 不应带电插拔电路板或拆装元件；
- e) 电台设备在工作状态时，应接天线或假负载；
- f) 检修应做好记录，检修结束后应填写检修报告，格式参见附录 B。

## 6.3 故障处理内容

### 6.3.1 中心站

- a) 检查电源；
- b) 检查设备连接线；
- c) 检查服务器各软件模块，检查服务器数据接收情况；
- d) 检查电台、天线与馈线；
- e) 检查通信设备。

### 6.3.2 遥测站和中继站

- a) 检查电源熔丝；
- b) 检查设备连接线；
- c) 检查光伏组件；
- d) 检查蓄电池电压；
- e) 检查天线与馈线；
- f) 检查测站工作参数；
- g) 对于超短波设备，应测量设备静态电流、工作电流、发射电流、发送/接收数据情况。

### 6.3.3 传感器

- a) 雨量精度不符合要求时，应检查翻斗倾斜角度，校正翻斗倾斜位置；
- b) 雨量计无信号输出时，应检查线路及干簧管，更换故障器件；
- c) 翻斗翻转不灵活时，应调节翻斗轴向间隙；
- d) 水位误差超过正常范围时，应检查传感器；
- e) 水位数据差错，应检查数据线和编码器。

## 7 系统管理

### 7.1 系统评价

水情自动测报系统建成投运后，应定期进行系统评价。评价的指标包括系统畅通率、系统可用度等。计算方法按照附录 C 表 C.1、表 C.2 执行。

### 7.2 设备管理

#### 7.2.1 设备更新

设备达到运行年限后，可根据设备使用状况经过评估后更新。

#### 7.2.2 备品备件

应按系统在装量的 15% 配备，不足 1 个时，应按 1 个配备。  
每年汛前应检查备品备件。

#### 7.2.3 设备台账

应建立系统设备台账。

#### 7.2.4 站点管理

野外测报站点宜采用就近委托方式管理。

### 7.3 系统运行保障

#### 7.3.1 技术改造

系统建成后应适时进行技术改造。

#### 7.3.2 交通

应配备必要的交通工具。

#### 7.3.3 检修仪器及工具

应为系统配备必要的检修仪器和工具。

附 录 A  
(规范性附录)  
故障现象和判断

故障现象和判断见表 A.1。

表 A.1 故障现象和判断

序号	故障现象	故障判断	备注
1	遥 测 站		
1.1	遥测站在规定的发信时段(不应超过 24h)内没有向中心站发送数据	(1) 遥测设备电源故障。 (2) 电池电压低。 (3) 天馈线故障。 (4) 遥测设备电台故障。 (5) 遥测设备 RTU 故障	
1.2	雨量遥测站通信正常, 区域有降雨、数据无变化	(1) 雨量传感器故障。 (2) 遥测设备雨量接口故障。 (3) 遥测设备 RTU 计数模块故障	
1.3	水位遥测站通信正常, 数据无变化	(1) 水位传感器故障。 (2) 遥测设备水位接口故障。 (3) 遥测设备 RTU 采集模块故障	
1.4	遥测站通信正常, 数据跳变或有误	遥测站数据采集板故障	
1.5	遥测站发送数据有间断	供电部分故障	
2	中 继 站		
2.1	发信机不发送数据	(1) 转发故障。 (2) 电台损坏。 (3) 天馈线损坏。 (4) 天馈线接触不良	
2.2	收信机接收不到遥测数据	(1) 电台损坏。 (2) 接收现场有干扰。 (3) 天馈线损坏。 (4) 天馈线接触不良	
2.3	设备失电	(1) 蓄电池损坏。 (2) 蓄电池电压过低。 (3) 蓄电池充电系统损坏	
2.4	收发信机系统正常, 电源正常, 信号不发送	转发器损坏	
2.5	发信机正常, 电源正常, 信号发送时有时无	天线线缆接触不良	
2.6	收信机正常, 电源正常, 无转发信号输出	发信机故障	
2.7	收发信机正常, 电源正常, 转发正常, 但中心站接收不到转发信号	发射功率不足或反射功率大	
2.8	收发信机正常, 电源正常, 转发正常, 但中心站接收不到转发信号	天线故障或接触不良	
3	中 心 站		
3.1	接收不到遥测站信号	(1) 通信系统设备故障。	

表 A.1 (续)

序号	故障现象	故障判断	备注
3.1	接收不到遥测站信号	(2) 解码器故障。 (3) 计算机串口损坏。 (4) 串口服务器损坏。 (5) 信号线及连接线损坏。 (6) 天馈线损坏。 (7) 多路数据中心控制仪故障。 (8) 通信设备卡(手机卡)欠费	
3.2	短信设备接收不到遥测站信号	(1) 通信卡欠费。 (2) 短信基站有故障。 (3) 现场信号弱。 (4) 天馈线故障。 (5) 通信卡接触不良	
3.3	卫星系统接收不到遥测站信号	(1) 地面站故障。 (2) 天馈线故障。 (3) 卫星管理洋区漂移	
3.4	超短波设备接收不到遥测站信号	(1) 天馈线故障。 (2) 现场有干扰。 (3) 接收设备频率漂移	
3.5	数据接收计算机不能启动	(1) 交流电失电。 (2) UPS 损坏。 (3) 计算机电源损坏。 (4) 计算机主板损坏。 (5) 计算机内存损坏。 (6) 计算机电源线损坏	
3.6	信号正常, 计算机正常, 数据接收不到	(1) 接收软件停运。 (2) 数据接收模块停运。 (3) 数据接收设置改变。 (4) 数据接收参数改变。 (5) 移动通信设备(卡)欠费	
3.7	信号正常, 计算机启动正常, 但计算机运行不稳定	查杀病毒	
3.8	信号正常, 计算机正常, 显示画面不稳定	显卡故障或显示器故障	
4	水 位 传 感 器		
4.1	水位误差超过正常范围	(1) 测井淤塞。 (2) 悬索受阻或变形。 (3) 水面有漂浮物	
4.2	水位数据差错	(1) 传输线断线或虚焊。 (2) 齿轮或编码开关故障。 (3) 传感器损坏。 (4) 编码器有断线或接触不良。 (5) 雷电或发信机干扰	
4.3	数据不动或慢变化时不动	(1) 传动轮松脱。 (2) 编码器电路故障	
4.4	传感器正常, 但无水位信息	水位传感器参数设置不正确	
4.5	激光、雷达水位计有数据传输, 但数据有误	测量探头与水面间有障碍物	



表 A.1 (续)

序号	故障现象	故障判断	备注
4.6	浮子式水位传感器数值不变	(1) 浮子或重锤被卡。 (2) 传感器码盘损坏。 (3) 浮子或重锤脱落	
4.7	压力式水位传感器数值不变或没数值	(1) 传感器探头损坏。 (2) 传感器探头被淤泥覆盖	
4.8	气泡式水位传感器数值不变或没数值	(1) 传感器气泵损坏。 (2) 传感器水里导气管被淤泥覆盖。 (3) 传感器气瓶没有气。 (4) 传感器气瓶压力表损坏	
5	雨量传感器		
5.1	翻斗式雨量传感器没有信号输出	(1) 干簧管损坏。 (2) 永磁铁退磁。 (3) 翻斗不翻转。 (4) 信号传输线有故障	
5.2	雨量精度不符合要求	(1) 翻斗倾斜角度不对。 (2) 自身排水量测量不准确。 (3) 翻斗翻转不灵活	
5.3	雨量计无信号输出	(1) 干簧管损坏。 (2) 干簧管、磁钢位置太远。 (3) 雨量线断或焊线脱落。 (4) 磁钢退磁	
5.4	翻斗次数与信号数不合	(1) 导通次数多于翻转次数。干簧管、磁钢位置太近, 引起干簧管常吸。 (2) 导通次数少于翻转次数。干簧管、磁钢位置太远	
5.5	翻斗翻转不灵活	(1) 翻斗轴向顶死。 (2) 翻斗间隙太大。 (3) 翻斗滑出轴承	
5.6	有数据传输, 但数据无变化	(1) 干簧管故障或损坏。 (2) 翻斗翻转部位卡死或脱落。 (3) 雨量计漏斗堵塞	
5.7	传感器机械部分正常, 但无数据传输	传感器线缆故障	

**附录 B**  
(资料性附录)  
**维护报表**

遥测站维护记录见表 B.1, 卫星设备维护记录见表 B.2, 缺陷及异常记录见表 B.3。

**表 B.1 遥测站维护记录 (超短波)**

年 月 日

安装地点		接收地点		站址号	
天线角度		静态电压		静态电流	
发射频率		发射电压		发射电流	
输出功率		反射功率		信道距离	
发射频偏		频率误差		太阳能电压	
说明： <div style="text-align: right; margin-top: 200px;">维护人员：</div>					

表 B.2 卫星设备维护记录

年 月 日

安装地点		卫星洋区		站址号	
接收地点		地面站		成员号	
静态电压		工作电压		发射电压	
静态电流		工作电流		发射电流	
输出功率		时段报时间		太阳能电压	
信号强度					

说明：

维护人员：

表 B.3 缺陷及异常记录

年 月 日

缺陷及异常名称			
发现时间	年 月 日		
发现人			
缺陷及异常内容:			
处理情况:			
填表人		填表时间	年 月 日

附 录 C  
(资料性附录)  
管 理 报 表

水情自动测报系统数据畅通率计算见表 C.1，水情自动测报系统可用度统计见表 C.2。

表 C.1 水情自动测报系统数据畅通率计算表

测站号	测站名	次数×考核期时间	不来报时段数
×××	×××	$S_i \times t$	$E_i$
×××	×××	$S_{i+1} \times t$	$E_{i+1}$
畅通率	$M = (S_i \times t - E_i + S_{i+1} \times t - E_{i+1} + \dots) / (S_i \times t + S_{i+1} \times t + \dots) \times 100\%$		
<p>注：水情自动测报系统数据畅通率指在考核期内每日各测站的实际来报次数与该日定时应来报次数，当日实际来报次数多于或等于定时应来报次数时视为该测站当日各时段均畅通；当日来报次数每少于定时来报次数一次时则视为该测站一个时段不畅通（采用卫星通信进行数据传输的测站取每日定时实际来报次数与该日定时应来报次数进行比测）。系统数据采集畅通率按月畅通率 <math>M</math> 计算。考核期内系统各月畅通率均需满足 <math>M &gt; 92\%</math>。  <math>S_i</math>——<math>i</math>号站定时应来报次数；<math>t</math>——考核期时间；<math>E_i</math>——<math>i</math>号站不来报时段数。</p>			



表 C.2 水情自动测报系统可用度统计表

测站种类	站点数	平均无故障工作时间	平均维修时间
水位站	$n_{SW}$	$n_{SW} \times t - t_{SW}$	$t_{SW}$
雨量站	$n_{YL}$	$n_{YL} \times t - t_{YL}$	$t_{YL}$
中继站	$n_{ZJ}$	$n_{ZJ} \times t - t_{ZJ}$	$t_{ZJ}$
中心站	$n_{ZX}$	$n_{ZX} \times t - t_{ZX}$	$t_{ZX}$
系统可用度	$A = (n_{SW} \times t - t_{SW} + n_{YL} \times t - t_{YL} + n_{ZJ} \times t - t_{ZJ} + n_{ZX} \times t - t_{ZX}) / (n_{SW} \times t + n_{YL} \times t + n_{ZJ} \times t + n_{ZX} \times t) \times 100\%$		
注：水情自动测报系统可用度（或称有效度）指在考核期内，系统无故障工作时间与系统应正常运行时间的比率。 $n_{SW}$ ——水位站个数； $n_{YL}$ ——雨量站个数； $n_{ZJ}$ ——中继站个数； $n_{ZX}$ ——中心站个数； $t$ ——考核期时间； $t_{SW}$ ——水位站维修时间； $t_{YL}$ ——雨量站维修时间； $t_{ZJ}$ ——中继站维修时间； $t_{ZX}$ ——中心站维修时间。			