

**T/CECS XXX—202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

阴极保护参数智能采集与数据处理设备

Intelligent collection and data processing equipment for cathodic protection parameters

（征求意见稿）

**中国计划出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**阴极保护参数智能采集与数据处理设备**

Intelligent collection and data processing equipment for cathodic protection parameters

**T/CECS XXX—202X**

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

北京科技大学

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月1日

**中国计划出版社**

202X 北 京

**目 次**

[**前言** I](#_Toc79410306)

[**1 范围** 1](#_Toc79410307)

[**2 规范性引用文件** 1](#_Toc79410308)

[**3 术语和定义** 1](#_Toc79410309)

[**4 参数采集基本要求** 3](#_Toc79410310)

[**4.1 一般规定** 3](#_Toc79410311)

[**4.2 参数类型与选取原则** 3](#_Toc79410312)

[**4.3 采集要求** 3](#_Toc79410313)

[**5** **采集设备的技术指标** 4](#_Toc79410314)

[**5.1一般规定** 4](#_Toc79410315)

[**5.2阴极保护测试探头** 4](#_Toc79410316)

[**5.3 采集仪性能指标** 5](#_Toc79410317)

[5.3.1参数采集基本要求 6](#_Toc79410318)

[5.3.2通讯性能指标 9](#_Toc79410319)

[5.3.3服役性能指标 11](#_Toc79410320)

[5.3.4安全性能指标 12](#_Toc79410321)

[5.3.5配件性能指标 13](#_Toc79410322)

[**5.4恒电位仪参数采集基本要求** 13](#_Toc79410323)

[5.4.1 参数采集基本要求 14](#_Toc79410324)

[5.4.2恒电位仪参数远程控制性能指标 17](#_Toc79410325)

[**6** **通信协议** 19](#_Toc79410326)

[**6.1一般规定** 19](#_Toc79410327)

[**6.2** **阴极保护终端通信架构** 19](#_Toc79410328)

[**6.3通信制式** 19](#_Toc79410329)

[**6.4 阴极保护电源类终端TCP通信协议** 19](#_Toc79410330)

[**6.5 阴极保护电源类终端MODUBS RTU通信协议** 20](#_Toc79410331)

[**6.6 阴极保护参数采集类终端TCP通信协议** 20](#_Toc79410332)

[**7** **数据存储与管理要求** 20](#_Toc79410333)

[**7.1一般规定** 20](#_Toc79410334)

[**7.2数据格式要求** 21](#_Toc79410335)

[**8** **安装与调试** 27](#_Toc79410336)

[**8.1一般规定** 27](#_Toc79410337)

[**8.2安装要求** 27](#_Toc79410338)

[**8.2.1安装前准备** 28](#_Toc79410339)

[**8.2.2** **安装程序** 28](#_Toc79410340)

[**8.2.3** **安装质量检验** 29](#_Toc79410341)

[**8.3设备调试** 30](#_Toc79410342)

[**9** **采集设备运行维护管理** 30](#_Toc79410343)

[**9.1 一般规定** 30](#_Toc79410344)

[**9.2探头维护要求** 30](#_Toc79410345)

[**9.3 采集仪维护要求** 31](#_Toc79410346)

[**9.4 采集仪故障排查与处理** 31](#_Toc79410347)

[**附 录 A** 33](#_Toc79410348)

[**附 录 B** 41](#_Toc79410349)

[**附 录 C** 50](#_Toc79410350)

[**附 录 D** 68](#_Toc79410351)

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发﹤2019年第二批协会标准制订、修订计划﹥的通知》（建标协字[2019] 022号文）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程分为9章，主要技术内容包括：前言；1.总则；2.规范性引用文件；3. 术语和定义；4.参数采集基本要求；5. 采集设备的技术指标；6. 通信协议；7. 数据存储与管理要求；8. 安装与调试；9.采集设备运行维护管理。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会冶金专业委员会归口管理，由中冶建筑研究总院有限公司和北京科技大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市海淀区西土城路33号，中冶建筑研究总院有限公司，邮政编码：100088）。

本规程主编单位：中冶建筑研究总院有限公司、北京科技大学

参编单位：

本规程主编人员：

本规程参编人员：

本规程主要审查人：

**1 范围**

为规范阴极保护参数智能采集与数据处理设备技术要求，制定本标准。

本标准规定了阴极保护参数智能采集，采集设备技术指标，通信协议，数据存储与管理，安装与调试及采集设备运行维护管理的基本要求。

阴极保护参数智能采集与数据处理设备除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准规定。

**2 规范性引用文件**

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注明时间的引用文件，仅注时间的版本适用于本标准。凡是不注时间的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3482电子设备雷击试验方法

GB 3836爆炸性气体环境中的电力设备

GB/T 4208外壳防护等级（IP代码）

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 21448埋地钢质管道阴极保护技术规范

SY/T 0029埋地钢质检查片应用技术规范

GB/T 21246 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法

GB/T 50698 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

SY/T 0087.6 钢质管道及储罐腐蚀评价标准 第6部分：埋地钢质管道交流干扰腐蚀评价

GB 50991 埋地钢质管道直流干扰防护技术标准

**3 术语和定义**

**3.1**

**阴极保护测试探头cathodic protection** **testing probe**

用于对阴极保护及交直流干扰参数进行测量并能将其转换为电信号的器件或装置，一般由测试试片与参比电极组成。

**3.2**

**试片coupon**

采用与被调查金属构件理化性质相似，用于阴极保护效果、交直流干扰程度、自然腐蚀电位及腐蚀速率等测定的金属试片，模拟了所安装位置管道上的防腐层破损点。

**3.3**

**试片通电电位 coupon on-potential**

试片与被调查金属构件电连接后测得的试片/电解质电位。

**3.4**

**试片断电电位 coupon instant-off potential**

试片与被调查金属构件连接并充分极化后，瞬时断开试片与构件的连接后测得的试片/电解质电位。

**3.5**

**参比管 reference tube**

底部与环境相通，并填充了电解质的塑料管，通过参比管可将参比电极安放到与测试试片较近的位置，也可实现对参比电极进行定期检查和更换。

**3.6**

**直流电流密度 DC current density**

试片表面单位面积上流过的直流电流，A/m2。

**3.7**

**交流电流密度 AC current density**

试片表面单位面积上流过的交流电流，A/m2。

**3.8**

**交流干扰电压 AC interference voltage**

由交流干扰产生的金属构件或试片对电解质交流电压。

**3.9**

**阴极保护参数智能采集系统 cathodic protection parameter intelligent collection(gathering) system**

基于无线传感器网络技术，具备阴极保护及杂散电流干扰参数终端数据自动采集、无线数据传输和数据应用分析等多功能的智能化数据采集和监控系统。

**3.10**

**通信协议 communication protocol**

双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定。

**3.11**

**终端 terminal**

进行数据采集的设备，在阴极保护参数采集系统中涉及的终端主要包括采集仪和恒电位仪两类。

**3.12**

**上位机 master computer**

是指可以显示监测阴极保护参数并可直接发出操控命令的计算机。

**4 参数采集基本要求**

**4.1 一般规定**

阴极保护参数自动采集仪和恒电位仪参数自动采集仪应具备按设定要求进行自动采集、储存、上传的功能，并与系统平台软件开发数据接口，实现交互兼容。

**4.2 参数类型与选取原则**

**4.2.1** 阴极保护参数自动采集仪应采集参数包括通电电位、试片断电电位、交流干扰电压、交流电流密度；宜采集参数包括直流电流密度、自然腐蚀电位等参数。

**4.2.2** 腐蚀速率型阴极保护电位自动采集仪还应具备试片厚度或其它表征腐蚀速率的参数监测、远传功能。

**4.2.3** 恒电位仪参数自动采集仪的应采集参数包括：运行模式、运行状态、控制参数、保护电位、输出电压和输出电流；宜采集参数包括：恒电位仪故障状态。

**4.3 采集要求**

**4.3.1日常工作模式**

**4.3.1.1** 可根据实际需求远程设置采集时间间隔，每次采集一组数据，应包括：通电电位、断电电位、交流干扰电压；宜包括：交流电流密度、直流电流密度和自然腐蚀电位。腐蚀速率型阴极保护电位自动采集仪应包括试片厚度或其它表征腐蚀速率的参数。采集仪的采集周期应可远程设置调整。

**4.3.1.2** 在测试前宜通过测试确定试片断电电位测试的延迟时间，一般宜大于200ms。

**4.3.2杂散电流参数监测模式**

**4.3.2.1** 宜具备由用户自定义设置或者采集参数超过设定阈值自动触发该模式功能。

**4.3.2.2** 该模式主要针对电气化铁路交流干扰、城市轨道交通直流干扰或高压直流接地极干扰等特殊情况，调整相关参数采集频次。

**4.3.2.3** 干扰结束、电位偏移量回到正常范围内时，自动恢复常规模式采集传输数据。

1. **采集设备的技术指标**

**5.1一般规定**

**5.1.1**采集设备包括阴极保护采集仪和恒电位仪，可实现阴极保护电位、交直流干扰参数、阴极保护设备运行参数等阴极保护相关参数的长期稳定监测，并自动上传到服务器，宜具备远程控制功能。

**5.1.2**采集设备宜进行模块化设计，阴极保护测试探头、电池、通讯天线、SIM卡等模块可检测与更换。

**5.1.3**采集设备的常用配件，如智能桩、阴极保护测试探头及其它埋地装置宜进行通用性考虑。

**5.1.4** 采集设备应有抗浪涌组件，具有防雷击能力。

**5.2阴极保护测试探头**

**5.2.1**阴极保护测试探头应包括测试试片与参比电极等基本组件，可采用分体式结构，也可采用一体式极化探头结构。

**5.2.2**阴极保护测试探头的分布原则应反映所监测对象整体的阴极保护效果、阴极保护薄弱位置或交直流干扰情况，一般宜优先选择以下位置埋设：强土壤腐蚀性地段、杂散电流干扰区、环境变化频繁、高后果区、阴极保护薄弱位置或其它业主发现的需要特别关注的地段。

**5.2.3**测试试片材质及表面状态宜与被测结构物相似，阴极保护水平宜通过测试试片的通电与断电电位或去极化曲线来进行评估。

**5.2.4** 测试试片的裸露面积宜为1cm2～50cm2；当交直流杂散电流干扰程度为低时，用于评估阴极保护有效性的测试试片面积可根据防腐层类型进行选取，应符合表1的规定；当对交直流干扰程度进行评估或评价存在交直流杂散电流干扰时的阴极保护有效性的试片面积宜选用1cm2；自腐蚀试片的面积可选取6.5 cm2～50 cm2；试片除裸露表面外，其余部位应作好防腐绝缘；所选试片面积及数量不宜影响阴极保护系统的输出电流。

**表1**

|  |  |
| --- | --- |
| **防腐层类型** | **试片尺寸** |
| 3PE | 1 cm2～6.5 cm2 |
| FBE | 6.5 cm2～10 cm2 |
| 煤焦油沥青、胶带类防腐层 | 10 cm2～50 cm2 |

**5.2.5** 测试试片裸露面形状宜为圆形、长条形或圆柱形，数据分析时宜评估试片形状、面积、土壤电阻率、安装方式、埋设时间等因素对测试结果的影响。

**5.2.6** 同一管道具有相同防腐层管段的检查片材质、裸露面形状、裸露面积、处理方式宜保持一致。

**5.2.7**对于极化稳定的试片，断电电位读取延迟时间不宜小于100ms,宜取150ms~400 ms；断电周期不宜大于3s。

**5.2.8** 参比电极的选择及安装宜符合下列规定：

在土壤或淡水环境中，宜采用铜-饱和硫酸铜参比电极（以下简称饱和硫酸铜参比电极，缩写为CSE）；在土壤环境中也可采用高纯锌参比电极（纯度不小于99.995%），该参比电极使用时需要采用75%石膏、20%膨润土及5%硫酸钠回填料包覆，相对于硫酸铜电极-850mV的电位为：+250mV（25℃），使用温度不宜大于60℃；在海水环境中，宜采用银-氯化银参比电极（缩写为SSC）。

**5.2.9** 其余相关要求应符合现行标准《埋地钢质检查片腐蚀速率测试方法》SY/T0029及《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246的有关规定。

**5.3 采集仪性能指标**

### 5.3.1参数采集基本要求

#### 5.3.1.1采样功能

**a）通电电位采集**

通电电位采集性能指标见表2。

**表2**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 采样范围 | -5.0V～＋5.0V，-20.0V～＋20.0V和-100.0V～＋100.0V量程自动切换，或按设计要求 |
| 输入阻抗 | ≥10MΩ |
| 分辨率 | ≤量程的0.1% |
| 准确度 | 各量程不低于0.1级（误差≤1‰） |

**b）断电电位采集**

断电电位采集性能指标见表3。

**表3**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 采样范围 | -5.0V～＋5.0V |
| 输入阻抗 | ≥10MΩ |
| 分辨率 | ≤ 量程的0.1% |
| 准确度 | 不低于0.1级（误差≤1‰） |
| 断电延迟时间 | 150~400ms，延迟时间误差 ≤ ±10ms |
| 断电时长 | 0~3s可调 |
| 最小采样周期 | ≤1 s |

**c）交流电压采集**

交流电压采集性能指标见表4。

**表4**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 采样范围 | 0V～10V，0V～100V量程自动切换，或按设计要求 |
| 分辨率 | ≤量程的0.25% |
| 准确度 | 各量程不低于0.5级（误差≤5 ‰） |

**d）直流电流采集**

采集设备应预留直流电流采集的接口，采集性能指标见表5。

**表5**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 采样范围 | -1mA～+1mA，-20mA～+20mA，-100mA～+100mA量程自动切换 |
| 分辨率 | ≤ 量程的0.1% |
| 准确度 | 各量程不低于0.1级（误差≤1‰） |
| 采样电阻 | 宜为10～20Ω, 采样电阻需根据试片的对地电阻来选择，不宜超过试片对地电阻的1/10。 |
| 试片裸露面积 | 1～50cm2，选择原则参见5.2.4 |

**e）交流电流采集**

采集设备应预留交流电流采集的接口，采集性能指标见表6。

**表6**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 采样范围 | 0mA～10mA，0mA～30mA，0mA～100mA的量程自动切换 |
| 分辨率 | ≤量程的0.5% |
| 准确度 | 各量程不高于0.5级（误差≤5 ‰） |
| 采样电阻 | 宜为10Ω～20Ω，采样电阻需根据试片的对地电阻来选择，不宜超过试片对地电阻的1/10。 |
| 试片裸露面积 | 1cm2 |

**f）ER腐蚀速率采集**

采集设备应预留腐蚀速率监测的接口，具体性能指标见表7。

**表7**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 试片厚度 | 100-1000 μm |
| 分辨率 | ≤量程的0.5% |
| 准确度 | 各量程不高于0.5级（误差≤5 ‰） |
| TCR, -20℃– +60℃ | < 1 ppm/℃ |
| 漂移 | < 1 ppm/y |

#### 5.3.1.2数据采集

**a）定期采集**

采集周期应根据具体需要在1s～72h（与厂家确认）范围内进行设定，应支持远程设置，实时数据上传完整率达到100%。

**b）连续采集**

支持连续采集，最小采集间隔1s。应具备远程设置采集及上传数据频率的功能。

**c）触发采集**

当采集设备采集到管地电位相对于常规保护电位的偏移量超过设定阈值，应能及时自动触发连续采集，将采集、存储及传输频率调整为设定值。干扰结束、电位偏移量回到正常范围内时，自动恢复常规模式采集传输数据。设定阈值宜根据不同的干扰条件来进行设定。

**d）时钟同步**

卫星校时后，设备时间与卫星时钟误差小于±10ms。

#### 5.3.1.3远控功能

采集设备应能正常接收相应系统下发的控制指令，并按控制指令调整运行状态。

#### 5.3.1.4存储功能

采集设备应包含存储功能，容量不小于16MB。

### 5.3.2通讯性能指标

#### 5.3.2.1移动通信网络

在移动通信信号覆盖良好的区域，宜采用GPRS、4G等移动网络作为核心通讯链路。移动通信网络的主要技术指标见表8。

**表8**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 通讯方式 | 移动网络通讯，通讯协议TCP/IP |
| 通讯范围 | 移动网络覆盖区域，且信号强度满足通讯要求 |
| 通讯天线 | 自带通讯天线，天线增益≥3db |

#### 5.3.2.2自组网通讯

在附近节点区域（＜1km）存在稳定的宽带信号或局部有移动通讯信号覆盖条件下，可以考虑自组网通讯，将监测数据传输到邻近路由器，再由宽带或其他通讯方式进行传输。自组网通讯性能指标见表9，相关技术要求遵照附录A的规定。

**表9**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 通讯方式 | ZigBee、lora等短距离无线通讯，通讯协议TCP/IP |
| 通讯范围 | 视距范围内＜1 km，可以通过动态路由方式延长通讯距离 |
| 通讯天线 | 自带通讯天线，天线增益≥3db |
| 配套设备 | 无线路由器 |

#### 5.3.2.3卫星通讯

对于无法使用移动通讯且难以实现有人值守的地区，如戈壁滩、荒漠等，可采用北斗卫星通讯。北斗卫星的具体指标可参考表10。

**表10**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 接收灵敏度 | ≤-127.6dBm |
| 噪声系数NF | ≤1.8 |
| 发射频率 | 37dBm±1dBm |
| 通讯定位成功率 | ≥99% |
| 首次获取时间 | ≥2s |
| 重新获取时间 | ≤1s |
| 传输频度 | 60s，单包字节数76 B |
| 信号强度 | ≥6颗星 |
| 数据的传输 | 北斗短报文 |

#### 5.3.2.4光纤通讯

采用光纤通讯应满足以下指标要求：

——通讯方式：1550nm、1490nm、1310nm波长单膜光纤单纤双向通讯。

——通讯范围：通过两根光纤，在每2km接入一个采集设备、光纤主干综合衰减小于0.25db/km条件下，实现两站间距100km以内稳定的数据传输。

——光纤收发模块：发射功率≥0db，接收灵敏度≤-38db。

——通讯链路冗余：在使用4根光纤通讯时，具有通讯链路冗余能力。

——通讯信号衰减余量：通讯链路具有一定的光通讯信号衰减余度，在最大通讯距离条件下，通讯链路允许的通讯信号衰减余量不小于10%，即3.8dB。

——光纤尾缆：自带光纤尾缆，内部为G.652D单膜光纤。

#### 5.3.2.5近距离无线通讯

通过装载有专用APP设备管理软件的自动终端（手机或者平板电脑）近距离、无接触实现自动电位采集设备的参数设置、设备故障参数查看以及读取数据（实时和存储的）。

a）通讯方式：低功耗蓝牙4.0等。

b）通讯范围：通讯距离30米。

c）通讯天线：自带通讯天线。

### 5.3.3服役性能指标

#### 5.3.3.1功耗指标

待机功率平均值≤100μW，通讯功率平均值≤2W。

#### 5.3.3.2电源性能

**a）高能电池**

高能电池性能指标应满足下表要求。采集设备上传数据应包括电池电压，具备欠压预警功能，宜便于更换，高能电池性能指标见表11。

**表11**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 电池容量 | ≥100Wh |
| 环境温度 | -40℃～60℃ |
| 电池寿命 | 每天采集一次，连续运行时间≥3年 |
| 其他 | 具备高功率承受力，自放电率低，无记忆效应 |

**b）外部电源供电**

外部电源供电输入电压为DC：12 V或24 V，AC：220V。

外部电源供电系统应有抗浪涌组件，具有防雷击能力。

**c）风能供电**

风力发电设备的相应技术参数见表12。

**表12**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 额定功率 | ＞100W |
| 启动风速 | 1.5m/s |
| 额定风速 | 11m/s |
| 安全风速 | 45m/s |
| 输出电压 | 12V/24V |
| 工作温度 | -40℃～80℃ |

**d）太阳能供电**

采集设备采用的太阳能供电系统，包括太阳能板、控制器、电池保护板、蓄电池，具体指标如下：

——太阳能板功率宜≥10W；

——太阳能蓄电池容量宜≥20Wh。

### 5.3.4安全性能指标

#### 5.3.4.1绝缘性能

采集设备满足参比线与外壳、零位线与外壳的绝缘电阻＞10MΩ，且仪器外壳应能承受对机壳AC 1500V（有效值）的介电强度试验电压，历时1 min无击穿和闪络现象。

#### 5.3.4.2防爆性能

采集设备在站场和阀室的防爆区域内安装时，应采用防爆结构，防爆安装套件的防爆等级应满足GB 3836的技术要求。

#### 5.3.4.3防雷性能

采集设备应满足GB/T3482中第4级或GB/T17626.5中第4类安装类别的防雷要求。

#### 5.3.4.4抗干扰性能

采集仪在交流干扰电压＜30V时，采集仪测量的通/断电电位准确度满足5.3.1.1的要求。

#### 5.3.4.5其它性能指标

按照GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码），外壳应进行防尘防水设计，防护等级应达到IP68。

### 5.3.5配件性能指标

#### 5.3.5.1智能桩基本要求

a）测试桩的布设原则：

——对于安装地点没有测试桩的需新增测试桩；对于已有测试桩的安装地点，判断测试桩规格与采集设备是否匹配，匹配的可以使用原有测试桩，不匹配的需新增测试桩。

b）测试桩的参数指标：

——测试桩桩体材料的选择应考虑防腐的要求，应为热镀锌钢质测试桩或其他特殊要求的材质，如玻璃钢材质；

——测试桩桩体根据业主要求及测试需求进行制作，测试桩应在合适高度的位置制作可以锁上的门或测试箱，便于在接线面板进行操作，线缆用途应进行明确标识。

#### 5.3.5.2安装电缆指标

依据用途和电流量选择合适的铜芯电缆。

试片线、参比线、管道电缆、测试电缆及太阳能供电电缆的截面积应≥2.5mm2。

电缆宜采用双护套电缆，绝缘性能良好。

**5.4恒电位仪参数采集基本要求**

### 5.4.1 参数采集基本要求

#### 5.4.1.1 采样功能

a）恒电位仪运行机号采集

对于采用一用一备或多机（多路）输出的恒电位仪，应能采集当前运行的恒电位仪机号。恒电位仪运行机号采集性能指标宜符合表13的要求。

**表13**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪运行机号采集 |
| 恒电位仪  运行机号 | 一用一备：1号或者2号  多机（多路）输出：按设计要求 |
| 要求 | 与当前恒电位仪运行机号一致 |

b）恒电位仪运行状态采集

应能采集恒电位仪当前运行状态，包括运行、停止。恒电位仪运行状态采集性能指标宜符合表14的要求。

**表14**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪运行状态采集 |
| 恒电位仪  运行状态 | 运行或停止 |
| 要求 | 与当前恒电位仪运行状态一致 |

c）电位采集满足抗交流干扰30V。

d）恒电位仪通电电位采集。

恒电位仪通电电位采集性能宜符合表15的要求。

**表15**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪通电电位采集 |
| 采样范围 | -10.0V～＋10.0V或按设计要求 |
| 输入阻抗 | ≥10MΩ |
| 分辨率 | ≤量程的0.1% |
| 准确度 | 不低于1.5级 |

e）恒电位仪断电电位采集

对于可采集断电电位恒电位仪，断电电位采集性能指标宜符合表16的要求。

**表16**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪断电电位采集 |
| 采样范围 | -2.5V～＋2.5V 或按设计要求 |
| 输入阻抗 | ≥10MΩ |
| 分辨率 | ≤量程的0.1% |
| 准确度 | 不低于1.5级 |
| 通断周期 | 12s/3s、4s/1s、0.8s/0.2s 或按设计要求 |
| 断电延迟时间 | 300~999ms或按设计要求 |

f）恒电位仪输出电压采集

恒电位仪输出电压采集性能指标宜符合表17的要求。

**表17**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪输出电压采集 |
| 采样范围 | 按设计要求 |
| 分辨率 | 0.01V |
| 准确度 | 不低于1.5级 |

g）恒电位仪输出电流采集

恒电位仪输出电流采集性能指标宜符合表18的要求。

**表18**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪输出电流采集 |
| 采样范围 | 按设计要求 |
| 分辨率 | 1mA |
| 准确度 | 不低于1.5级 |

h）恒电位仪运行模式采集

恒电位仪运行模式采集性能指标宜符合表19的要求。。

**表19**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪运行模式采集 |
| 恒电位仪  运行模式 | 恒电位（恒通电电位） |
| 恒断电电位 |
| 恒电流 |
| 恒电压 |
| 要求 | 与当前恒电位仪运行模式一致 |

i）恒电位仪预置参数采集

恒电位仪预置参数采集性能指标宜符合表20的要求。

**表20**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪运行模式采集 |
| 恒电位仪  预置参数 | 预置通电电位 |
| 预置断电电位 |
| 预置输出电压 |
| 预置输出电流 |
| 要求 | 与当前恒电位仪预置参数一致 |

j）恒电位仪报警信息采集

应能采集恒电位仪当前异常报警信息，根据厂家技术参数或按设计要求。恒电位仪运行状态采集性能指标宜符合表21的要求。

**表****21**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪报警信息采集 |
| 恒电位仪  报警信息 | 电位超限报警 |
| 输出电压超限报警 |
| 输出电流超限报警 |
| 温度报警 |
| 报警开关 |
| 要求 | 与当前恒电位仪报警信息一致 |

#### 5.4.1.2数据采集频率

采集频率应根据具体需要在1s～72h（按设计要求）范围内进行设定，应支持远程设置。

#### 5.4.1.3存储功能

采集设备应包含存储功能，容量不小于64MB。在通讯异常时，能够存储半年以上运行数据，保证测试数据不丢失，在通讯恢复时，可以自动上传数据。数据上传完整率达到100%。

### 5.4.2恒电位仪参数远程控制性能指标

#### 5.4.2.1 恒电位仪通讯方式

恒电位仪自带数字通讯接口，包括RS-485接口或以太网接口，支持MODBUS RTU工业标准通信协议。

设备通讯方式应根据安装点通讯信号覆盖情况进行选择。支持GPRS、4G等移动无线通讯、北斗卫星无线通讯、以太网/光纤通讯方式等通讯方式。

#### 5.4.2.2恒电位仪参数远程控制性能

恒电位仪宜能正常接收相应系统下发的控制指令，并按控制指令调整运行状态。恒电位仪参数远程控制性能指标见表22。

**表22**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 恒电位仪采集参数 | 状态控制 |
| 恒电位仪运行机号 | 一用一备：1号或者2号  多机（多路）输出：按设计要求 | 按照控制指令  设置、读取恒电位仪运行机号 |
| 恒电位仪运行状态 | 运行或停止 | 按照控制指令  设置、读取恒电位仪运行状态 |
| 恒电位仪运行数据 | 通电电位 | 按照控制指令  读取恒电位仪运行参数 |
| 断电电位 |
| 输出电压 |
| 输出电流 |
| 恒电位仪控制参数 | 预置通电电位 | 按照控制指令  设置、读取恒电位仪控制参数 |
| 预置断电电位 |
| 预置输出电压 |
| 预置输出电流 |
| 恒电位仪工作模式 | 恒电位（恒通电电位） | 按照控制指令  设置、读取恒电位仪工作模式 |
| 恒断电电位 |
| 恒电流 |
| 恒电压 |
| 输出通断测试 |

1. **通信协议**

**6.1一般规定**

**6.1.1**与上位机直接进行通信的终端或与终端配套的网关，其通信协议应符合本章规定；不与上位机直接进行通信的终端，不在本章规定的范围。

**6.1.2**仅完成部分功能的终端，应具备与其功能相适应的本章规定的指令，上传数据通信报文中，未具备的功能项对应的数据字段应填0。

**6.2 阴极保护终端通信架构**

阴极保护终端通信架构如图1所示，当上位机为服务器时，阴极保护终端或其配套网关的通信协议宜采用TCP；当上位机为PLC时，阴极保护终端或其配套网关的通信协议宜采用MODBUS RTU。

上位机

（PCL）

阴极保护终端

（或配套网关）

MODBUS RTU

上位机

（服务器）

阴极保护终端

（或配套网关）

TCP

**图1 阴极保护终端通信架构示意图**

**6.3通信制式**

当上位机为服务器时，阴极保护终端通信制式宜采用4G全网通、以太网；当上位机为PLC时，阴极保护终端通信制式宜采用RS-485。

**6.4 阴极保护电源类终端TCP通信协议**

本节主要说明阴极保护电源类终端或配套网关TCP通信的报文格式、通讯流程等内容，具体内容参见《附录A（规范性附录）阴极保护电源类终端TCP通信协议》、《附录B（规范性附录）恒电位仪TCP报文其他数据结构》。

**6.5 阴极保护电源类终端MODUBS RTU通信协议**

本节主要说明阴极保护电源类终端MODUBS RTU通信协议，包括功能地址表、校验方式、通信波特率、通信间隔与延时等。

**6.5.1** MODBUS RTU通讯数据传输模式

**6.5.1.1**通讯传输为异步方式，并以字节(数据帧)为单位。在主机和从机之间传递的每一个数据帧都是10位的串行数据流。

**6.5.1.2**编码系统：8位(bit)二进制，报文中每个8位字节含有两个4位十六进制字符(0 ~ 9,A ~ F)。

**6.5.1.3** 数据位:1 个起始位；

8 个数据位，首先发送最低有效位；

1个停止位。

**6.5.1.4** 帧校验域：循环冗余校验(CRC)

**6.5.1.5**通信波特率：2400、4800、9600、14400、19200、38400、57600、115200。

**6.5.1.6**通讯间隔：主机发送数据帧间隔大于200ms。

**6.5.2**恒电位仪功能地址表，参见《附录D恒电位仪MODBUS功能地址表》。

**6.6 阴极保护参数采集类终端TCP通信协议**

本节主要说明阴极保护参数采集类终端或配套网关TCP通信的报文格式、通讯流程等内容，具体内容参见《附录C（规范性附录）阴极保护参数采集类终端TCP通信协议》。

1. **数据存储与管理要求**

**7.1一般规定**

**7.1.1**终端数据应采用非易失性存储介质存储；

**7.1.2**上位机数据宜采用商用数据库存储；

**7.1.3**上位机宜对阴极保护参数采集类终端和阴极保护电源类终端数据分类存储；

**7.1.4**宜按照用户的数据对齐要求进行管理；

**7.1.5**用户无要求时，长输管道的设备设施宜按照管道里程进行对齐，站场的设备设施宜按照站场功能区进行管理。

**7.2数据格式要求**

本节规定了上位机对阴极保护参数采集类终端和阴极保护电源类终端在上位机数据存储的格式要求，包括阴极保护参数采集类终端日常采集数据的格式和连续采集数据的格式、阴极保护电源类终端日常采集数据的格式，以及每种数据格式各数据项的定义，包括字段名称、单位、数据类型、精度、值域/约束。

**7.2.1** 阴极保护参数采集类终端日常采集数据的存储格式宜符合表23的要求。

**表23**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段中文名称 | 字段英文名称 | 数据库字段名 | 单位 | 数据类型 | 精度 | 值域 | 备注(约束) |
| 1 | 设备通道编号 | Equipment path number | EquPathNum |  | 文本 | 38 |  |  |
| 2 | 采样时间 | Sampling Time | SamplingTime |  | 日期/时间 |  |  |  |
| 3 | 通电电位 | ON potential | OnPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 4 | 断电电位 | OFF potential | OffPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 5 | 自然电位 | Native potential | NaPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 6 | 交流干扰电压 | AC interference voltage | ACVoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 7 | 交流腐蚀试片交流电流 | AC current of AC coupon | ACCurOfACCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 8 | 交流腐蚀试片交流电流密度 | AC current density of AC coupon | ACDensityOfACCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 9 | 交流腐蚀试片直流电流 | DC current of AC coupon | DCOfACCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 10 | 交流腐蚀试片直流电流密度 | DC current density of AC coupon | DCDensityOfACCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 11 | 极化试片交流电流 | AC current of cathodic protection coupon | ACCurOfCPCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 12 | 极化试片交流电流密度 | AC current density of cathodic protection coupon | ACDensityOfCPCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 13 | 极化试片直流电流 | DC current of cathodic protection coupon | DCCurOfCPCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 14 | 极化试片直流电流密度 | DC current density of cathodic protection coupon | DCDensityOfCPCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 15 | 极化试片裸露面积 | Bare area of cathodic protection coupon | BareAreaOfCPCoupon | cm² | 数值 | (8,3) |  | a |
| 16 | 交流腐蚀试片裸露面积 | Bare surface area of AC coupon | BareCurAreaOfACCoupon | cm² | 数值 | (8,3) |  | a |
| 17 | 试片元件腐蚀速率 | Corrosion rate of coupon element | CorrRateOfCouponElement | mm/a | 数值 | (8,3) |  | b |
| 18 | 试片  元件剩余厚度 | Residual thickness of coupon element | ResThickOfCouponElement | mm | 数值 | (8,3) |  | b |
| 19 | 试片元件电阻 | resistance of coupon element | ResOfCouponElement | mΩ | 数值 | (8,3) |  |  |
| 20 | 试片元件初始厚度 | Initial thickness of coupon element | IniThickOfCouponElement | mm | 数值 | (8,3) |  | a |
| 21 | 试片元件初始电阻 | Initial resistance of coupon element | IniResOfCouponElement | mΩ | 数值 | (8,3) |  | a |
| 22 | 参考元件电阻 | resistance of reference element | ResOfReferenceElement | mΩ | 数值 | (8,3) |  |  |
| 23 | 参考元件初始厚度 | Initial thickness of reference element | IniThinkOfReferenceElement | mm | 数值 | (8,3) |  | a |
| 24 | 参考元件初始电阻 | Initial resistance of reference element | IniResOfReferenceElement | mΩ | 数值 | (8,3) |  | a |
| 25 | 设备温度 | Device temperature | DeviceTemp | ℃ | 数值 | (8,3) |  |  |
| 26 | 电池电压 | Battery voltage | Batteryvoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| a 数据来自终端的属性数据；  b 通过测量值与终端的相关属性数据或相关规定值计算得到。 | | | | | | | | |

**7.2.2** 阴极保护参数采集类终端连续采集数据的存储格式宜符合表24的要求。

**表24**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段中文名称 | 字段英文名称 | 数据库字段名 | 单位 | 数据类型 | 精度 | 值域 | 备注(约束) |
| 1 | 设备通道编号 | Equipment path number | EquPathNum |  | 文本 | 38 |  |  |
| 2 | 采样时间 | Sampling Time | SamplingTime |  | 日期/时间 |  |  |  |
| 3 | 通电电位 | ON potential | OnPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 4 | 断电电位 | OFF potential | OffPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 5 | 自然电位 | Native potential | NaPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 6 | 交流干扰电压 | AC interference voltage | ACVoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 7 | 交流腐蚀试片交流电流 | AC current of AC coupon | ACCurOfACCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 8 | 交流腐蚀试片交流电流密度 | AC current density of AC coupon | ACDensityOfACCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 9 | 交流腐蚀试片直流电流 | DC current of AC coupon | DCOfACCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 10 | 交流腐蚀试片直流电流密度 | DC current density of AC coupon | DCDensityOfACCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 11 | 极化试片交流电流 | AC current of cathodic protection coupon | ACCurOfCPCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 12 | 极化试片交流电流密度 | AC current density of cathodic protection coupon | ACDensityOfCPCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 13 | 极化试片直流电流 | DC current of cathodic protection coupon | DCCurOfCPCoupon | mA | 数值 | (8,3) |  |  |
| 14 | 极化试片直流电流密度 | DC current density of cathodic protection coupon | DCDensityOfCPCoupon | A/m² | 数值 | (8,3) |  | b |
| 15 | 极化试片裸露面积 | Bare area of cathodic protection coupon | BareAreaOfCPCoupon | cm² | 数值 | (8,3) |  | a |
| 16 | 设备温度 | Device temperature | DeviceTemp | ℃ | 数值 | (8,3) |  |  |
| 17 | 电池电压 | Battery voltage | Batteryvoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| a 数据来自终端的属性数据；  b 通过测量值与终端的相关属性数据或相关规定值计算得到。 | | | | | | | | |

**7.2.3** 阴极保护电源类终端日常采集数据的存储格式宜符合表25的要求。

**表25**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段中文名称 | 字段英文名称 | 数据库字段名 | 单位 | 数据类型 | 精度 | 值域 | 备注 |
| 1 | 设备通道编号 | Equipment path number | EquPathNum |  | 文本 | 38 |  |  |
| 2 | 采样时间 | Sampling Time | SamplingTime |  | 日期/时间 |  |  |  |
| 3 | 通电电位 | ON potential | OnPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 4 | 断电电位 | OFF potential | OffPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 5 | 输出电压 | Output voltage | OutputVoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 6 | 输出电流 | Output current | OutputCurrent | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 7 | 运行状态 | Operation state | OperStatus |  | 值域 | 4 | 运行、停止 |  |
| 8 | 运行模式 | Operation mode | OperMode |  | 值域 | 4 | 恒通电电位、恒断电电位、恒电流、恒电压 |  |
| 9 | 预置通电电位 | Present ON potential | PresetOnPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 10 | 预置断电电位 | Present OFF potential | PresetOffPotential | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 11 | 预置电压 | Present output voltage | PresetVoltage | V | 数值 | (8,3) |  |  |
| 12 | 预置电流 | Present output current | PresetCurrent | A | 数值 | (8,3) |  |  |
| 13 | 额定输出电压 | Rated output voltage | RatedOutputVoltage | V | 数值 | (8,3) |  | a |
| 14 | 额定输出电流 | Rated output current | RatedOutputCurrent | A | 数值 | (8,3) |  | a |
| 15 | 运行机号 | Running device number | RunNum |  | 文本 | 20 |  |  |
| 16 | 通电电位超限报警 | ON potential over-limit alarm | OnPotentialOverAlarm |  | 值域 | 4 | (0,1) |  |
| 17 | 断电电位超限报警 | OFF potential over-limit alarm | OffPotentialOverAlarm |  | 值域 | 4 | (0,1) |  |
| 18 | 输出电压超限报警 | Output voltage over-limit alarm | OutPutVoltageOverAlarm |  | 值域 | 4 | (0,1) |  |
| 19 | 输出电流超限报警 | Output current over-limit alarm | OutPutCurrentOverAlarm |  | 值域 | 4 | (0,1) |  |
| 20 | 温度报警 | Teperature over-limit alarm | TempOverAlarm |  | 值域 | 4 | (0,1) |  |
| a数据来自终端的属性数据。 | | | | | | | | |

1. **安装与调试**

**8.1一般规定**

**8.1.1** 在开展阴极保护参数智能采集设备安装前，宜开展现场勘察工作；结合现场条件，选择数据通讯方式，并制定施工方案。

**8.1.2** 阴极保护参数智能采集设备安装宜包括前期准备、安装过程及安装质量检验。

**8.1.3** 阴极保护参数智能采集设备的调试宜包括一致性调试、功能调试和性能调试。

**8.2安装要求**

**8.2.1安装前准备**

**8.2.1.1文件要求**

阴极保护参数智能采集设备安装前应准备好下列图样和工艺文件：

——阴极保护参数智能采集设备资料；

——阴极保护参数智能采集设备安装图；

——安装工艺文件；

——施工方案。

**8.2.1.2人员要求**

针对施工特点，安排有资质的项目管理人员进行现场管理，主要施工工序做到持证上岗，并对主要施工部位及主要施工工种进行技术培训。

**8.2.1.3工具要求**

安装人员宜根据安装工艺和现场情况将工具、材料准备齐全。

* + 1. **安装程序**

**8.2.2.1安装的一般要求**

阴极保护参数智能采集设备安装包括管道测试线安装和极化探头（参比电极+测试试片）安装。管道测试线应与管道有效连接，极化探头宜埋设在与管道同深位置，离管道0.1-0.3m。

**8.2.2.2**安装过程中涉及管道开挖时，宜先对管道定位，然后开挖。开挖过程中注意对周边光缆保护。

**8.2.2.3** 测试电缆与管道的连接宜采用铝热焊，焊后进行防腐。

**8.2.2.4 参比电极安装**

对于黏土或地下水位较高，保水性能较好的土壤环境，参比电极可直接埋设；对于沙漠、戈壁等地表高电阻率环境，宜在地表预留参比管，饱和硫酸铜参比电极通过参比管埋设于深层较低电阻率土壤中；参比管的材质应为绝缘材料，可选择PVC或PPR，直径不宜小于Φ110mm，利用参比管可以实现对参比电极定期取出检查或更换。

**8.2.2.5测试试片安装**

测试试片的安装宜符合下列规定：

——试片埋设前宜采用酒精或丙酮去除表面油污，并用砂纸打磨光洁；

——试片的裸露表面宜尽量靠近参比电极，与参比电极距离不宜超过10cm；

——试片宜埋设于与管道相同的土壤环境中，裸露面背对管道埋设，试片中心宜与管道中心处于同一标高，试片中心与管道外壁净距离宜为0.1 m~0.3m；

——进行多组试片埋设时，应避免不同试片间相互干扰，1cm2、6.5cm2、10cm2之间的间距不宜小于12cm、30cm及36cm；

——试片放置位置宜尽量避免阳极地电场的影响；

——试片周围填埋原生细土，并压实；在土壤干燥的环境下，可以考虑适当喷洒蒸馏水或去离子水，一般湿润到手握成团即可；

——试片电缆应引入测试桩，并在测试桩内设置标识，对测试试片编号进行明确标记，在测试面板上与采集设备试片电缆连接；

——对于极化稳定的试片，断电电位读取延迟时间不宜小于100ms,宜取200ms~400 ms；断电时长不宜大于3s。

**8.2.2.6** 在采用阴极保护测试探头时，应满足参比电极安装和试片安装的技术要求。

**8.2.2.7**采集设备安装时，应按照设备的安装作业指导书的要求进行安装。各电缆接头采用端子连接，每根电缆做好标识。

**8.2.2.8** 安装完成后，应将作业区域及附近环境清理干净，并恢复到原先地貌。

* + 1. **安装质量检验**

**8.2.3.1**阴极保护参数智能采集设备安装的完整性应符合图样及工艺文件的要求。

**8.2.3.2**为便于安装质量追溯及后期维护管理，在安装过程中宜保留必要影像资料。

**8.2.3.3** 安装过程中，宜保留设备及附属配件的出厂资料和安装过程的记录文件。

**8.3设备调试**

**8.3.1** 在安装完成后，检查阴极保护参数智能采集设备的安装正确性、完整性以及主要功能、性能指标等是否符合规定的使用要求。

**8.3.2** 对安装的阴极保护参数智能采集设备及附属配件的一致性进行校验。记录设备、监测对象、环境等关键信息。

**8.3.3**对阴极保护参数智能采集设备的网络连接情况开展调试，在采用无线网络通讯时，应满足信号强度要求。

**8.3.4**阴极保护参数智能采集设备实时采集的数据应能通过服务端或移动应用端查询。

**8.3.5**阴极保护参数智能采集设备应能够接收并执行服务端或移动应用端发送的各项控制指令。

**8.3.6** 阴极保护参数智能采集设备的各项采集数据应满足备资料和方案要求，开展全部或部分参数的测量并记录相应数据。

1. **采集设备运行维护管理**

**9.1 一般规定**

**9.1.1** 采集设备及配套探头应定期进行检查维护，可对采集设备制定年度检修维护计划。

**9.1.2** 日常运营中发现的故障、损坏及系统上报的设备和电位报警信息应及时处理。

**9.2探头维护要求**

**9.2.1** 宜定期对参比电极、试片电位进行测试校验。

9.2.1.1对参比电极，测试检验周期不应超过一年1次；通过参比管对参比电极进行校核及浇水，与校核过的参比电极的电位差不应超过50mV。

9.2.1.2对极化探头电位，测试检验周期不超过一年1次。可采用相同材质、相同埋设位置、相同形状和大小的便携极化探头或多个探头之间相互校验，电位差别较大时，应对产生电位差的原因进一步分析。

**9.2.2** 当智能采集设备采集数据与现场实测数据存在较大偏差，且无法分析原因。宜将探头挖出，进行检查分析。

**9.3 采集仪维护要求**

宜由专业人员或委托设备厂商定期进行检测数据和设备状态汇总和分析，频率不宜低于每年一次，形成设备运维报告并统一存档。对于发现的问题应及时进行处理。

**9.4 采集仪故障排查与处理**

采集仪故障包括：采集仪故障排查与处理可参照表26进行。

表26

| 问题分类 | 问题原因 | 故障现象 | 处理方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 电源问题 | 1、电池欠压 | ①最新一条数据电池电压明显低于正常电压 | 更换电池 |
| ②查询上一个周期的历史数据，存在电池电压低于正常工作电压 |
| 2、光伏控制器损坏 | 电池耗电过快 | 更换控制器 |
| 通讯问题 | 1、SIM卡欠费 | 停机，多见于终端在同一时间点批量联网异常 | 充值 |
| 2、SIM卡兼容问题 | 个别区域无法联网，而其他卡正常 | 更换其他类型或运营商SIM卡 |
| 1、信号弱 | 查询历史数据，信号强度低于15 | 结合现场环境进行判断，改善信号措施：挪动天线位置、更换高增益天线、向通信运营商反馈信号问题。 |
| 2、信号不稳定 | 数据传输不连续，信号强度跳变波动，丢失数据（数据断续且重复较多） |
| 3、无信号 | 信号强度为0 | 结合现场环境进行判断，影响信号的因素有：1、天线损坏；2、天线转接线损坏或变形；3、天线插接件损坏或不匹配。 |
| 4、现场网络环境问题 | ①连续几个小时或几天，无数据回传，一段时间后恢复且数据完整 | 现场网络环境变化，与当地运营商联系确认 |
| ②同一区域内某些时间段，批量联网异常，一段时间后恢复正常且数据完整 | 运营商网络问题，与当地运营商联系确认 |
| 5、无法联网 | 对于lora通讯模式，无法上传到上一节点 | 仪器不匹配，确认设备编号和联网关系 |
| 测量不准 | 电位不准 | 1.电位测量偏差小（小于300 mV），判断零点或增益漂移 | 需专业工程师进行标定 |
| 2.电位偏差较大（大于300mV），交流测量不准 | 返厂维修，更换新终端 |
| 交流电压不准 | 1.交流电压偏差较小（小于2 V），判断零点或增益漂移 | 需专业工程师进行标定 |
| 2.交流电压偏差较大（大于2 V），判断测量电路损坏 | 返厂维修，更换新终端 |

# **附 录 A**

（规范性）

阴极保护电源类终端TCP通信协议

**A.1 报文格式**

本节主要说明阴极保护电源类终端（或网关）TCP通信协议的命令帧格式及定义。例如登录命令、上传数据命令、远控命令等，以及命令中各字段的定义。

* + 1. 公共首部

所有报文都有一个长度固定为40字节的固定首部，称为报文公共首部，格式如图A.1所示。不同类型的报文数据紧跟公共首部之后。在报文公共首部之前增加同步头，其中同步头为4个字节（0xAA 0xAA 0xAA 0xAB），报文组织方式：同步头 + 报文公共首部 + 命令内容。报文采用大端字节序，单字节对齐。报文中的数据长度，不包含同步头，校验不包含同步头。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 报文长度 | | 校验和 | |
| 终端类型 | | 命令 | |
| 版本 | | 厂商识别码 | |
| 操作 | 数据流向 | 状态 | 保留未用 |
| 上传次数 | | | |
| 应答回执 | | | |
|  | | | |
| 终端铭牌 | | | |
|  | | | |
|  | | | |

图A.1 报文公共首部

首部中各字段的含义如下：

——报文长度(packet length)：包括报文公共首部和指令内容在内的以字节为单位的报文长度，占2字节。

——校验和(CRC)：指对除同步头字段外的整个报文进行计算得到的校验和，占2字节。

——终端类型(terminal type)：终端类型识别码，占2字节。“0x200”高频数控开关恒电位仪，“0x201” 智能恒断电电位恒电位仪，其他未定义。

——命令(command)：表示报文的类型，占2字节,见表A.1报文类型表所示。

——本(version)：表示报文的版本号，占2字节。

——厂商识别码(manufacturer identification code)：

公司1-0x30 0x31；公司2-0x30 0x32；公司3-0x30 0x33；公司4-0x30 0x34；公司5-0x30 0x35；公司6-0x30 0x36；公司7-0x30 0x37；公司8-0x30 0x38，其他未定义。占2字节。

——操作(operation)：指明报文是请求或应答，占1字节。“0”请求，“1”应答。

——数据流向(data direction)：指明报文的流向，占1字节。“0x30”终端流向服务器；“0x31”服务器流向终端。

——状态(status)：表示报文的执行结果，占1字节。“0”正常，“1”错误。

——保留未用(reserved)：占1字节。固定为0。

——上传次数(upload count)：指终端上传数据次数，每通讯一次加1。默认从1开始。占4字节。

——应答回执(acknowledgement)：指服务器已发出指令的应答状态，终端收到后原样发回服务器，占4字节。

——终端铭牌(terminal nameplate)：占16字节，ASCII码格式。

* + 1. 报文类型

报文类型应符合表A.1的规定。

表A.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **报文类型** | **命令类型值** | **备注** |
| 1 | 终端登录服务器 | 0x921 |  |
| 2 | 终端登出服务器 | 0x922 |  |
| 3 | 心跳 | 0x923 |  |
| 4 | 终端对时设置 | 0x925 |  |
| 5 | 终端对时读取 | 0x926 |  |
| 6 | 本机管理信息设置 | 0x927 |  |
| 7 | 本机管理信息读取 | 0x928 |  |
| 8 | 无线通讯APN设置 | 0x92F |  |
| 9 | 无线通讯APN读取 | 0x930 |  |
| 10 | GPS授时间隔设置 | 0x931 |  |
| 11 | GPS授时间隔读取 | 0x932 |  |
| 12 | GPS信息设置 | 0x933 |  |
| 13 | GPS信息读取 | 0x934 |  |
| 14 | AB机切换设置 | 0x961 |  |
| 15 | AB机切换读取 | 0x962 |  |
| 16 | 服务器IP1和端口1设置 | 0x935 |  |
| 17 | 服务器IP1和端口1读取 | 0x936 |  |
| 18 | 服务器IP2和端口2设置 | 0x937 |  |
| 19 | 服务器IP2和端口2读取 | 0x938 |  |
| 20 | 本机IP、默认网关等设置 | 0x939 |  |
| 21 | 本机IP、默认网关等读取 | 0x93A |  |
| 22 | 每日采样时间设置 | 0x941 |  |
| 23 | 每日采样时间读取 | 0x942 |  |
| 24 | 通断测试设置 | 0x943 |  |
| 25 | 通断测试读取 | 0x944 |  |
| 26 | 通断测试结束 | 0x945 |  |
| 27 | 输出模块数量、输入采样板数量设置 | 0x951 |  |
| 28 | 输出模块数量、输入采样板数量读取 | 0x952 |  |
| 29 | 试片工作参数设置 | 0x953 |  |
| 30 | 试片工作参数读取 | 0x954 |  |
| 31 | 恒电位仪预置参数设置 | 0x955 |  |
| 32 | 恒电位仪预置参数读取 | 0x956 |  |
| 33 | 即时采样命令 | 0x970 |  |
| 34 | 每日采样上传 | 0x971 |  |

* + 1. 报文内容
       1. 终端登录服务器报文

终端登录服务器请求报文采样用“公共首部+登录密码+终端信息结构+终端时间”格式。服务器应答终端登录报文采用“公共首部+终端时间”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——登录密码([login](javascript:;) [password](javascript:;))：ASCII码格式，占16字节。

——终端信息结构见附录B.4。

——终端时间结构见附录B.1。

* + - 1. 终端登出服务器报文

终端登出服务器请求报文采用“公共首部+终端时间”格式，服务器应答终端登出报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——终端时间结构见附录B.1。

* + - 1. 心跳报文

终端心跳请求报文和服务器心跳应答报文使用相同格式。报文采用“公共首部+终端时间”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——终端时间结构见附录B.1。

* + - 1. 终端对时报文

服务器请求对时报文采用“公共首部+终端时间”格式。终端应答对时报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——终端时间结构见附录B.1。

* + - 1. 本机管理信息报文

服务器请求设置本机管理信息报文采用“公共首部+本机管理信息”格式。终端应答本机管理信息报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——本机管理信息结构见附录B.3。

* + - 1. 无线通讯APN报文

服务器请求设置无线通讯APN报文采用“公共首部+无线APN参数”格式。终端应答无线通讯APN报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——无线APN参数结构见附录B.8。

* + - 1. GPS授时间隔报文

服务器请求设置GPS授时间隔报文采用“公共首部+授时间隔”格式。终端应答GPS授时间隔报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——授时间隔(time service interval)，单位秒，范围：1 ~ 86400，占4字节。

* + - 1. GPS信息报文

服务器请求读取GPS信息报文采用“公共首部”格式。终端应答GPS信息报文采用“公共首部+卫星信息结构”格式。此命令，无服务器设置功能。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——卫星信息结构见附录B.2。

* + - 1. AB机切换报文

服务器请求AB机切换报文采用“公共首部+运行机号”格式。终端应答AB机切换文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——运行机号：“0x3A”A机运行，“0x3B”B机运行，占1字节，其他未定义。

* + - 1. 服务器IP和端口号报文

服务器请求设置终端上传服务器IP和端口号报文采用“公共首部+服务器IP和端口号参数”格式。终端应答服务器IP和端口号报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——服务器IP和端口号参数结构见附录B.9。

* + - 1. 本机IP、默认网关参数报文

服务器请求设置终端本机IP、默认网关报文采用“公共首部+本机IP和默认网关参数”格式。终端应答本机IP和默认网关参数报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——本机IP和默认网关参数结构见附录B.10。

* + - 1. 每日采样时间报文

服务器请求设置每日采样时间报文采用“公共首部+每日采样时间参数”格式。终端应答每日采样时间报文采用“公共首部”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——每日采样时间参数结构附录B.11。

* + - 1. 通断测试报文

服务器请求设置通断测试报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息+通断测试参数”格式。终端应答通断测试报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——恒电位仪单机信息结构见附录B.12。

——通断测试参数结构见附录B.7。

* + - 1. 通断测试结束报文

服务器请求设置通断测试结束报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息”格式。终端应答报文与服务器请求设置报文格式相同。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——恒电位仪单机信息结构见附录B.12。

* + - 1. 输出模块数量、输入采样板数量报文

服务器请求设置输出模块数量、输入采样板数量报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息+恒电位仪配置信息”格式。终端应答输出模块数量、输入采样板数量报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——恒电位仪单机信息结构见附录B.12。

——恒电位仪配置信息结构见附录B.6。

* + - 1. 试片工作参数报文

服务器请求设置试片工作参数报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息+恒电位仪试片参数”格式。终端应答试片工作参数报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息”格式。

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同A.1.1。

——位仪单机信息结构见附录B.12。

——仪试片参数结构见附录B.14。

* + - 1. 恒电位仪预置参数报文

服务器请求设置恒电位仪预置参数报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息+恒电位仪预置参数”格式。终端应答恒电位仪预置参数报文采用“公共首部+恒电位仪单机信息”格式。

报文中各字段的含义如下：

——首部(header)：同A.1.1。

——位仪单机信息结构见附录B.12。

——位仪预置参数结构见附录B.5。

* + - 1. 每日采样上传报文

终端请求上传每日采样数据报文采用“公共首部+恒电位仪单机上传数据”格式。服务器应答每日采样数据上传报文“公共首部+记录索引号”格式。

报文中各字段的含义如下：

——首部(header)：同A.1.1。

——位仪单机上传数据结构见附录B.13。

——索引号(index)：上传数据的索引号，占4字节。

* + 1. 校验方式

为防止报文数据在传输过程中出现差错，报文公共首部和命令内容使用了校验和算法。假设整个报文由L个16比特构成，即校验和字段对应，则计算校验和算法的步骤如下：

——个16比特字当作一个整数处理，进行二进制运算：

其中。

——得的和模（216-1）：

模（216-1）就是把x中高于第15比特（从0比特开始计数）的各位取出，往后移16位，并把它们加回和中。

——和是x的负值，即

也就是通过取1的补码（即把每个0变成1，把每个1变成0），生成和的负值。

——验和置入数据报首部的校验和字段。

当进行首部校验和验证时，判断下列等式是否成立：

如果成立，则表明数据报文是正确的；否则，数据报文有差错。

* 1. 通信流程

本节主要说明阴极保护电源类终端（或网关）与上位机各种类型交互的流程。例如，登入流程，上传数据流程、远控指令下发流程、异常处理流程等。

终端与服务器建立TCP连接后，首先发送登录请求报文，允许登录后，终端进入在线模式，终端可以随时发起数据上传等命令，服务器有操作命令也可以直接下发。终端要保持在线连接，需要定时发送心跳报文。终端数据传输流程如图A.2所示：



图 A.2 完整数据传输流程

报文异常处理，一般有如下几种情况：终端铭牌号未添加服务器、请求命令状态码错误、命令报文内容参数异常、报文不完整CRC校验错误等。报文异常说明如表A.2:

表A.2 报文异常说明

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **异常说明** | **发起方** | **命令名称** | **命令号** | **异常代码**  **status** | **异常原因** |
| 服务器禁止终端登录 | 服务器 | 登录 | 0x921 | 1 | 服务器没有添加终端信息 |
| 服务器命令终端不执行 | 终端 | 任何 | ---- | 1 | 服务器发出的命令内容异常。 |
| 不应答 | 服务器或终端 | 任何 | ---- | ---- | 命令帧CRC校验错误 |
| 服务器或终端 | 任何 | ---- | 1 | 命令发起方发送的状态码错误 |

# **附 录 B**

（规范性）

恒电位仪TCP报文其他数据结构

* 1. 系统时间结构如图B.1所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 年 | | 月 | |
| 日 | | 时 | |
| 分 | | 秒 | |
| 毫秒 | |  | |

图B.1 系统时间结构

系统时间结构各字段的含义，年月日时分秒毫秒，各占2字节，总计占用14字节。

* 1. 卫星信息结构如图B.2所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 移动标识 | 卫星数量 | 可视范围卫星信息 | |
| 可视范围卫星信息 | | 纬度标识 | 经度标识 |
| 海拔 | | | |
| 平均海拔 | | | |
| 纬度坐标 | | | |
|  | | | |
| 经度坐标 | | | |
|  | | | |

图B.2 卫星信息结构

卫星信息结构各字段的含义如下：

——移动标识(mobility flag)：位置移动标识，“0”位置固定，“1”位置移动，占1字节。

——卫星数量(satellite number)：使用卫星数量，范围0～12，占1字节。

——可视范围卫星信息(visible range satellite information)：全球四大定位系统在某一区域的可视卫星数量，第一个字节表示北斗，第二各字节表示GPS，第三个字节表示GLONASS，第四个自己表示伽利略。占4个字节。

——纬度标识(latitude indicator)：“N”表示北纬.“S”表示南纬，占1个字节。

——经度标识(longitude indicator)：“E”表示东经.“W”表示西经，占1个字节。

——海拔(altitude)：平均海平面以上的高度，浮点型，占用4字节。

——平均海拔(mean altitude)：大地水准面分离, 椭球面与平均海平面之差，浮点型，占用4字节。

——纬度坐标(latitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8个字节。

——经度坐标(Longitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8个字节。

* 1. 本机管理信息结构如图B.3所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | 远传远控  类型 | 运行模式 | 恒电位仪  类型 |
| 恒电位仪  数量 | 485地址 | 输出模块通道号范围0-1 | |
| 输出模块通道号范围2-3 | | 通信类型 | 运营商信息 |

图B.3 本机管理信息结构

本机管理信息结构各字段的含义如下：

——使能标志(enbale)：每日采样使能标志，“1”启用，“0”未启用，占1字节；

——远传远控类型(remote transmission remote control type)：“1”只有远传、“2”只有远控、“3”远传远控，其他未定义。占1字节；

——运行模式(run mode)：指机柜控制模式，“1”一机独立，“2”两机独立，“3”三机独立，“4”四机独立，“0x81”一用一备，其他未定义。占1字节；

——恒电位仪类型(IHF type)：指恒电位仪类型，“1”一代恒电位仪，“2”二代恒电位仪，其他未定义。占1字节；

——恒电位仪数量(IHF number)：指管辖恒电位仪数量，数值范围： 1 ~ 4。占2字节；

——485地址(RS-485 address)：指恒电位仪的485起始地址,如果 RS-485地址为12，电源数量为4，则恒电位仪的地址依次为:12、13、14、15。占1字节；

——输出通道号(output channel number)：指恒电位仪的输出模块通道号，数值范围：1～12。一个字节表示一台恒电位仪的输出通道数量，共占4字节；

——通讯类型(communication type)：指数据上传通信类型，“1”以太网，“2”2G网络，“3”3G网络，“4”4G网络，“5”北斗短报文，其他未定义。占1字节；

——通信运营商信息(communication operator information)：指通信运行商信息，“1”局域网，“2”互联网，“3”中国移动，“4”中国联通，“5”中国电信，其他未定义。占1字节。

* 1. 终端信息结构如图B.4 所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 本机管理信息结构 | | | |
| 上行速率 | | | |
| 下行速率 | | | |
| 信号质量 | 保留未用 | | |
| 环境温度 | | | |
| CPU温度 | | | |
| 供电电压 | | | |
| 卫星信息结构 | | | |

图B.4 终端信息结构

终端信息结构各字段的含义如下：

——本机管理信息结构见B.3；

——通信速率(communication rate)：包含上行速率和下行速率，单位Mbit/s。浮点型，各4字节，共占用8字节；

——信号质量(signal quality)：数值范围:0～31，占1字节；

——保留未用(reserved)：占3字节，固定为0；

——环境温度(environmental temperature)：指安装终端附近的环境温度，单位摄氏度，浮点型，占用4字节；

——CPU温度(CPU temperature)：指CPU内部温度，单位摄氏度，浮点型，占4字节；

——供电电压(supply voltage)：指终端的电源输入电压，单位V，浮点型，占4字节；

——卫星信息结构见B.2。

* 1. 恒电位仪预置参数结构如图B.5所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 预置通电电位 | | | |
| 预置断电电位 | | | |
| 预置输出电流 | | | |
| 预置输出电压 | | | |
| 运行模式 | 运行状态 | 保留未用 | |

图B.5 恒电位仪预置参数结构

恒电位仪预置参数结构各字段的含义如下：

——预置通电电位：占4字节，浮点型，单位为V；

——预置断电电位：占4字节，浮点型，单位为V；

——预置输出电流：占4字节，浮点型，单位为A；

——预置输出电压：占4字节，浮点型，单位为V；

——运行状态：恒电位仪运行状态，“0”表示停止，“1”运行。占1字节。

——运行模式：恒电位仪运行模式，“0”表示恒通电，“1”表示恒断电，“2”表示恒电流，“3”表示恒电压，“4”表示恒内部电流，“5”表示恒内部电压，“6”表示智能恒断电，其他未定义。占1字节；

——保留未用 (reserved)：占2字节，固定为0。

* 1. 恒电位仪配置信息结构如图B.6所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 输出模块数量 | | 输入采样采样数量 | |

图B.6 恒电位仪配置信息结构

恒电位仪配置信息结构各字段的含义如下：

——输出模块数量：恒电位仪输出通道数量，范围：1～12，占2字节；

——输入采样通道数量：恒电位仪输入采样通道数量，范围：1～12，占2字节。

* 1. 通断测试参数结构如图B.7所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | 运行模式 | 保留未用1 | |
| 通电时间 | | | |
| 断电时间 | | | |
| 通断周期 | | | |
| 保留未用2 | | | |
|  | | | |
| 开始时间 | | | |
|  | | | |
|  | |  | |
| 结束时间 | | | |
|  | | | |
|  | | | |

图B.7 连续采样参数结构

通断测试参数设置报文中各字段的含义如下：

——使能标志(enable)：每日采样使能标志，“1”启用，“0”未启用，占1字节；

——运行模式(run mode)：恒电位仪通断运行模式，“1”，自动，“0”手动。占1字节；

——保留未用1(reserved)：占2字节，固定为0；

——通电时间(power-on time)：极化试片接通管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占4字节；

——断电时间(power-off time)：极化试片断开管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占4字节；

——通断周期(power On and off cycle)：通电时间和断电时间的和，单位ms，范围:1000～1000000，占4字节；

——保留未用2(reserved)：占12字节，固定为0；

——开始时间(begin time)：占14字节，年月日时分秒毫秒各2字节；

——结束开始时间(begin time)：占14字节，年月日时分秒毫秒各2字节；

* 1. 无线APN参数结构如图B.8所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 7 |  | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 模式标志 |  | 网络制式 |  | |
|  |  | | | |
|  |  | | | |
|  | APN名称 | | | |
|  |  | | | |
|  |  | | | |
|  |  | | | |
|  |  | | | |
|  |  | |  | |

图B.8 无线APN参数结构

无线APN参数结构中各字段的含义如下：

——模式标志(auto)：自动模式标志，“1”自动，“0”手动，占1个字节；

——网络制式()：占1字节，“2”Automatic，“13”GSM Only，“14”WCDMA Only，“38”LTE Only，“59”TDS-CDMA Only，“9”CDMA Only，“10”EVDO Only，“19”GSM+WCDMA Only，“22”CDMA+EVDO Only，“48”Any modes but LTE，“60”GSM+TDSCDMA Only，“63”GSM+WCDMA+TDSCDMA Only，“67”CDMA+EVDO+GSM+WCDMA+TDSCDMA Only，“39”GSM+WDMA+LTE Only，“54 – WDMA+LTE Only，其他未定义；

——APN名称()：APN名称，ASCII码格式，占32字节。

* 1. 服务器IP和端口号参数结构如图B.9所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | 上传标志 | 保留未用 | 传输模式 |
| 端口号 | |  | |
|  | | | |
|  | | | |
|  | | | |
| 服务器IP或域名 | | | |
|  | | | |
|  | | | |
|  | | | |
|  | |  | |

图B.9 服务器IP和端口号参数结构

服务器IP和端口号参数结构中各字段的含义如下：

——使能标志(enbale)：使能标志，“1”使能，“0”不使能，占1字节；

——上传标志()：允许数据上传标志，“1”使能，“0”不使能，占1字节；

——保留未用(reserved)：占1字节，固定为0；

——传输模式()：数据的传输模式，“0”以太网，“1”4G网络，“2”北斗短报文，其他未定义，占1字节；

——端口号(port)：上传服务器的端口号，占2字节；

——服务器IP或域名： ASCII格式，占32字节。

* 1. 本机IP和默认网关参数结构如图B.10所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | DHCP标志 | 保留未用 | |
| 本机IP | | | |
| 子网掩码 | | | |
| 默认网关 | | | |
| DNSIP1 | | | |
| DNSIP2 | | | |

图B.10 本机IP和默认网关参数结构

本机IP和默认网关参数结构中各字段的含义如下：

——使能标志(enbale)：使能标志，“1”使能，“0”不使能，占1字节；

——DHCP标志()：DHCP使能标志，“1”使能，“0”不使能，占1字节；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——本机IP(local ip)：占4字节；

——子网掩码(mask)：占4字节；

——默认网关(gate way) ：占4字节；

——DNSIP1：占4字节；

——DNSIP2：占4字节。

* 1. 每日采样时间参数结构如图B.11所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | 数据类型 | 发送模式 | 保留未用 |
| 采样间隔 | | | |
| 发送间隔 | | | |
| 采样开始时间 | | | |

图B.11 每日采样时间参数结构

每日采样时间参数结构中各字段的含义如下：

——使能标志(enbale)：使能标志，“1”使能，“0”不使能，占1字节；

——数据类型(data type)：采集数据类型：“1”阴保数据，“2” 气体数据，“3”土壤数据，其他未定义，占1字节；

——发送模式(send mode)：数据的发送模式，“1”立即发送，“0”每日发送，占1字节；

——保留未用(reserved)：占1字节，固定为0；

——采样间隔：单位秒，范围：1～86400，占4字节；

——发送间隔：单位秒，范围：1～86400，占4字节；

——采样开始时间结构见B.1。

* 1. 恒电位仪单机信息结构如图B.12所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 保留未用 | 恒电位仪类型 | RS-485地址 | 输出模块通道号 |

图B.12 恒电位仪单机信息结构

恒电位仪单机信息结构中各字段的含义如下：

——保留未用(reserved)：占1字节，固定为0；

——恒电位仪类型(IHF type)：指恒电位仪类型，“1”一代恒电位仪，“2”二代恒电位仪，其他保留未用。占1字节；

——RS-485地址(RS-485 address)：指本机恒电位仪RS-485地址。占1字节；

——输出通道号(output channel number)：指恒电位仪的输出模块通道号，数值范围：1～12。占1字节。

* 1. 恒电位仪单机上传数据结构如图B.13所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 记录索引 | | | |
| 数据发送  标志 | 远传远控  类型 | 保留未用1 | 卫星数量 |
| 恒电位仪单机信息结构 | | | |
| 执行模式 | 运行状态 | 保留未用2 | |
| 通电电位 | | | |
| 断电电位 | | | |
| 输出电流 | | | |
| 输出电压 | | | |
| 恒电位仪试片参数结构 | | | |
| 恒电位仪预置参数结构 | | | |
| 环境温度 | | | |
| CPU温度 | | | |
| 供电电压 | | | |
| 采样时间 | | | |
| 报警信息 | | | |

图B.13 恒电位仪单机上传数据结构

恒电位仪单机上传数据结构中各字段的含义如下：

——记录索引(index)：恒电位仪每日采样数据的索引号，占4字节；

——数据发送标志(data send flag)：数据是否发送成功标志，用户自定义，占1字节；

——远传远控类型(remote transmission remote control type)：“1”只有远传、“2”只有远控、“3”远传远控，其他未定义，占1字节；

——保留未用1(reserved)：占1字节，固定为0；

——卫星数量(satellite number)：使用卫星数量，范围0～12，占1字节；

——恒电位仪单机信息结构见B.12；

——执行模式(execute mode)：“1”通断测试，“0”正常运行，占1字节；

——运行状态(run status)：AB机运行状态，“0x30”A机运行，“0x31”B机运行，占1字节；

——保留未用2(reserved)：占2字节，固定为0；

——预置通电电位：占4字节，浮点型，单位为V；

——预置断电电位：占4字节，浮点型，单位为V；

——预置输出电流：占4字节，浮点型，单位为A；

——预置输出电压：占4字节，浮点型，单位为V；

——恒电位仪试片参数结构见B.14；

——恒电位仪预置参数结构见B.5；

——环境温度(environmental temperature)：指安装终端附近的环境温度，单位摄氏度，浮点型，占用4字节；

——CPU温度(CPU temperature)：指CPU内部温度，单位摄氏度，浮点型，占4字节；

——供电电压(supply voltage)：指终端的电源输入电压，单位为V，浮点型，占4字节；

——采样时间结构见B.1；

——报警信息([alarm](javascript:;) [information](javascript:;))：bit位表示，“1”报警，“0”正常，占4字节。bit0表示温度报警,bit1表示电流报警,bit2表示电压报警,bit3表示通电电位报警,bit4表示断电电位报警，其他未定义。

* 1. 恒电位仪试片参数结构如图B14所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 通电时间 | | | |
| 断电时间 | | | |
| 断电电位采样点 | | | |
| 工作模式 | 保留未用 | | |

图B14 恒电位仪试片参数结构

恒电位仪试片参数结构各字段的含义如下：

——通电时间(power-on time)：极化试片接通管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占个字节；

——断电时间(power-off time)：极化试片断开管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占4字节；

——断电电位采样点(power Off delay)：极化试片断开管道线后，断电电位的采样时刻，单位ms，占4字节；

——工作模式([operating](javascript:;) [mode](javascript:;))：试片工作模式，“0”表示常开，“1”表示常闭，“2”表示通断模式，其他未定义，占1字节；

——保留未用(reserved)：占3字节，固定为0。

# **附 录 C**

（规范性附录）

阴极保护参数采集类终端TCP通信协议

* 1. 报文格式

本节主要说明阴极保护参数采集类终端（或网关）TCP通信协议的命令帧格式及定义。例如登入登出命令、上传数据命令、远控命令、数据文件上传命令、远控固件升级命令等，以及命令中各字段的定义。

* + 1. 公共首部

所有报文都有一个长度固定为10字节的固定首部，称为报文公共首部，格式如图C.1所示。不同命令类型的报文数据紧跟公共首部之后。在报文公共首部之前增加同步头，其中同步头为4个字节（0xAA 0xAA 0xAA 0xAB），报文组织方式：同步头 + 报文公共首部 + 命令内容。报文采用大端字节序，单字节对齐。报文中的数据长度，不包含同步头，校验不包含同步头。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 报文长度 | | 校验和 | |
| 终端类型 | 命令 | 版本 | |
| 操作 | 状态 |  |  |

图C.1 报文公共首部

首部中各字段的含义如下：

——报文长度(packet length)：包括报文公共首部和命令内容在内，以字节为单位的报文长度，占2字节；

——校验和(CRC)：指对除同步头字段外的整个报文进行计算得到的校验和，占2字节；

——终端类型(terminal type)：终端类型识别码； “1”智能电位采集仪，“2” ER腐蚀速率监测仪，其他未定义，占1字节

——命令(command)：表示报文的命令类型，C.1表中所示，占1字节；

——版本(version)：表示报文的版本号，占2字节；

——操作(operation)：指明报文是请求还是应答，“0”请求，“1”应答，占1字节；

——状态(status)：表示报文的执行结果，“0”正常，“1”错误，占1字节。

* + 1. 报文类型

表C.1报文类型表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **报文类型** | **命令类型值** | **备注** |
| 1 | 终端登录服务器 | 0x11 |  |
| 2 | 终端登出服务器 | 0x12 |  |
| 3 | 心跳 | 0x13 |  |
| 4 | 离线 | 0x23 |  |
| 5 | 服务器IP、端口等设置 | 0x24 |  |
| 6 | 服务器IP、端口等读取 | 0x25 |  |
| 7 | 终端对时设置 | 0x26 |  |
| 8 | 终端对时读取 | 0x27 |  |
| 9 | 每日采样时间设置 | 0x28 |  |
| 10 | 每日采样时间读取 | 0x29 |  |
| 11 | 连续采样参数设置 | 0x2A |  |
| 12 | 连续采样参数读取 | 0x2B |  |
| 13 | 报警触发参数设置 | 0x2C |  |
| 14 | 报警触发参数读取 | 0x2D |  |
| 15 | 获取GPS经纬度 | 0x40 |  |
| 16 | 每日采样和报警数据上传 | 0x50 |  |
| 17 | 连续采样上传通知 | 0x60 |  |
| 18 | 连续采样数据帧读取 | 0x61 |  |
| 19 | 连续采样数据帧上传 | 0x62 |  |
| 20 | 连续采样数据帧校验 | 0x63 |  |
| 21 | 连续采样数据帧续传 | 0x64 |  |
| 22 | 连续采样数据上传结束 | 0x65 |  |
| 23 | 程序固件升级开始 | 0x70 |  |
| 24 | 升级数据帧下载 | 0x71 |  |
| 25 | 升级数据帧下载应答 | 0x72 |  |
| 26 | 程序固件升级结束 | 0x73 |  |

* + 1. 报文内容
       1. 终端登录服务器报文

终端登录服务器请求和服务器对终端登录的应答报文格式相同，报文格式见图C.2所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | |  | |
| 终端铭牌 | | | |
|  | | | |
| 终端时间 | | | |
|  | | |  |

图C.2 登录服务器报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——终端铭牌(terminal nameplate)：占10字节，ASCII码格式；

——终端时间(terminal time)：占7字节，年为2字节，月日时分秒为1字节。

* + - 1. 终端登出服务器报文

终端登出服务器请求和服务器对终端登出的应答报文格式相同，报文格式与终端登录服务器相同。见C.1.1项。

* + - 1. 心跳报文

心跳报文请求与应答相同，报文格式与终端登录服务器请求相同。见C.1.1项。

* + - 1. 离线报文

离线报文格式与公共首部相同，其作用是咨询服务器是否有缓存指令需要下发。

* + - 1. 服务器IP、端口号报文

服务器请求获取服务器IP、端口号报文采用公共首部。终端应答获取服务器IP、端口号报文格式见图C.3所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | |  | |
| 端口号… | | | |
| 服务器IP … | | | |
|  | |  | |
| 本机IP … | | | |
| 子网掩码 … | | | |
|  | |  | |
| 默认网关 … | | | |

图C.3 服务器IP和端口号应答报文

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——端口号(port)：占10字节，ASCII码格式；

——服务器IP(server IP)：占30字节，ASCII码格式；

——本机IP(local IP)：占30字节，ASCII码格式；

——子网掩码([subnet mask](javascript:;))：占30字节，ASCII码格式；

——默认网关(gateway)：占30字节，ASCII码格式。

* + - 1. 终端对时报文

服务器设置对时请求报文格式与终端登录服务器报文相同，终端应答对时报文与公共首部相同。

* + - 1. 每日采样时间参数报文

服务器请求获取每日采样时间参数报文采用公共首部。终端应答获取每日采样时间参数报文见图C.4所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 使能标志 | 发送模式 |
| 采样次数 | | | |
| 断电电位采样点 | | | |
| 采样时间 | | | 采集模式 |

图C.4 每日采样时间报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)，同C.1.1项；

——使能标志(enbale)：每日采样使能标志，“1”启用，“0”未启用，占1字节；

——发送模式(sending mode)：每日采样数据发送模式，“1”每次发送，“0”每天发送，占1字节；

——采样次数(sample times)：范围：1-86400，占4字节；

——断电电位采样点(power Off delay)：极化试片断开管道线后，断电电位的采样时刻；占4字节，单位ms，范围：0～10000；

——时间(sample time)：占3字节，时分秒各1字节；

——采集模式(sample mode)：“1”试片RTC通断，“2”试片GPS通断，“3”配合恒电位仪GPS通断。其他未定义，占1字节。

* + - 1. 连续采样参数报文

服务器请求获取连续采样参数报文采用公共首部。终端应答获取连续采样参数报文格式见图C.5所示

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 使能标志 | 采样通道 |
| 通电时间 | | | |
| 断电时间 | | | |
| 通断周期 | | | |
| 采样次数 | | | |
| 采样参数类型 | | | |
| 开始时间 | | | |
|  | | |  |
| 结束时间 | | | |
|  | | 采集模式 | 保留未用 |
| 断电电位采样点 | | | |

图C.5 连续采样参数设置报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——使能标志(enable)：每日采样使能标志，“1”启用，“0”未启用，占1字节；

——采样通道(sample channe1)：在多路采样终端中，指定采样通道号，范围：1～24，单路采集终端默认填1，占1字节；

——通电时间(power-on time)：极化试片接通管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占4字节；

——断电时间(power-off time)：极化试片断开管道的时间，单位ms，范围:1～1000000，占4字节；

——通断周期(power On and off cycle)：通电时间和断电时间的和，单位ms，范围:1000～1000000，占4字节；

——采样次数(sample times)：(结束之间-开始时间)除以通断周期，占4字节；

——采样参数类型(Sampling parameter type)：通断测试期间采集数据的类型，bit位表示，“1”采集，“0”不采集，占4字节；bit0表示通电电位；bit1表示断电电位；bit2表示自然电位；bit3表示交流干扰电压；bit4表示极化试片直流电流；bit5表示极化试片交流电流；bit6表示交流试片直流电流；bit7表示交流试片交流电流；bit8终端温度等；

——开始时间(begin time)：占7字节，年为2字节，月日时分秒为1字节；

——结束时间(begin time)：占7字节，年为2字节，月日时分秒为1字节；

——采集模式(sample mode)：“1”试片RTC通断，“2”试片GPS通断，“3”配合恒电位仪GPS通断；其他未定义，占1字节；

——保留未用(reserved)：占1字节，固定为0；

——断电电位采样点(power Off delay)：极化试片断开管道线后，断电电位的采样时刻。占4个字节，单位ms。

* + - 1. 报警触发参数报文

服务器请求获取报警触发参数报文采用公共首部。终端应答获取报警触发参数报文格式见图C.6所示

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 使能标志 | 采样模式 |
| 最小报警周期 | | 最大报警周期 | |
| 采样周期 | | | |
| 通电电位报警上限 | | | |
| 通电电位报警下限 | | | |
| 交流感应电压报警上限 | | | |
| 交流感应电压报警下限 | | | |
| 断电电位报警上限 | | | |
| 断电电位报警下限 | | | |
| 保留未用 | | | |

图C.6报警触发参数报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——使能标志(enable)：报警触发采样使能标志，“1”启用，“0”未启用，占1字节；

——采集模式(sample mode)：“1”报警采样时采集断电电位，“0”报警采样时不采集断电电位，其他未定义，占1字节；

——最小报警周期(minimum alarm cycle)：在最小报警周期内，报警触发条件不满足，数据立即上传服务器，单位分钟，占2个字节；

——最大报警周期(maximum alarm cycle)：在最大报警周期内，报警触发条件一直满足，数据上传服务器，单位分钟，占2个字节；

——采样周期(sample cycle)：报警触发采样周期，单位秒，占4个字节；

——通电电位报警上限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——通电电位报警下限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——交流感应电压报警上限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——交流感应电压报警下限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——断电电位报警上限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——断电电位报警下限()：占4字节，浮点型，单位为V；

——保留未用(reserved)：占5\*4字节，固定为0。

* + - 1. 获取GPS经纬度报文

服务器请求获取GPS经纬度读取报文，采用公共首部。终端应答读取GPS经纬度报文，报文格式见图C.7所示

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | GPS标志 |  |
| GPS时间 | | | |
|  | | 纬度标识 | 经度标识 |
| 纬度坐标 | | | |
| 经度坐标 | | | |

图C.7 获取GPS经纬度报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——GPS标志(GPS mark)：GPS信息有效标志，“0”无效,“1”有效，“2”已过期，其他未用，占1字节；

——GPS时间(GPS time)：GPS的授时时间，年2字节，月日时分秒各1字节，总共占7字节；

——纬度标识(latitude indicator)：“N”表示北纬.“S”表示南纬，占1字节；

——经度标识(longitude indicator)：“E”表示东经.“W”表示西经，占1字节；

——纬度坐标(latitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8字节；

——经度坐标(Longitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8字节。

* + - 1. 每日采样数据上传

终端请求每日采样数据上传报文与报警触发数据上传报文采用相同的报文格式，报文格式见图C.8所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 采集模式 | 数据类型 |
| 记录索引 | | | |
| 采样时间 | | | |
|  | | | 信号质量 |
| 通电电位 | | | |
| 断电电位 | | | |
| 自然电位 | | | |
| 交流干扰电压 | | | |
| 极化试片直流电流 | | | |
| 极化试片交流电流 | | | |
| 交流试片直流电流 | | | |
| 交流试片交流电流 | | | |
| 终端温度 | | | |
| 管道温度 | | | |
| 土壤温度 | | | |
| 土壤电导率 | | | |
| 土壤水分百分比 | | | |
| ER腐蚀电阻 | | | |
| ER参考电阻 | | | |
| 终端电池电压 | | | |
| 终端剩余电池电量百分比 | | | |
| 备用20个字段，空间20\*4+2字节 | | | |
|  | | 纬度标识 | 经度标识 |
| 纬度坐标 | | | |
| 经度坐标 | | | |

图 C.8 每日采样数据上传报文格式

每日采样数据上传报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——采集模式(sample mode)：“1”试片RTC通断，“2”试片GPS通断，“3”配合恒电位仪GPS通断，其他未定义，占1字节；

——数据类型(data type)：“1”每日采样数据，“2”报警触发数据，其他未定义，占1字节；

——记录索引(index)：占4字节，每日采样数据或报警触发数据的索引号；

——采样时间(sample time)：占7字节，年为2字节，月日时分秒为1字节；

——信号质量(signal quality)：占1字节，数值范围:0～31；

——通电电位：占4字节，浮点型，单位为V；

——交流干扰电压：占4字节，浮点型，单位为V；

——极化试片直流电流：占4字节，浮点型，单位为mA；

——极化试片交流电流：占4字节，浮点型，单位为mA；

——交流试片直流电流：占4字节，浮点型，单位为mA；

——交流试片交流电流：占4字节，浮点型，单位为mA；

——终端温度：占4字节，浮点型，单位为℃；

——管道温度：占4字节，浮点型，单位为℃；

——土壤温度：占4字节，浮点型，单位为℃；

——土壤电导率：占4字节，浮点型，单位为S/m；

——土壤水分百分比：占4字节，浮点型；

——ER腐蚀电阻：占4字节，浮点型，单位为mΩ；

——ER参考电阻：占4字节，浮点型，单位为mΩ；

——终端电池电压：占4字节，浮点型，单位为V；

——终端剩余电池电量百分比：占4字节，浮点型；

——保留未用(reserved)：占20\*4+2字节，固定为0；

——纬度标识(latitude indicator)：“N”表示北纬.“S”表示南纬，占1个字节；

——经度标识(longitude indicator)：“E”表示东经.“W”表示西经，占1个字节；

——纬度坐标(latitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8个字节；

——经度坐标(Longitude coordinate)：双精度浮点型，格式dddmm.mmmm，占8个字节；

服务器应答每日采样数据上传报文格式见图 C.9。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 保留未用 | |
| 记录索引 | | | |

图 C.9 服务器应答每日采样数据上传报文

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——记录索引(index)：占4字节，每日采样数据或报警触发数据的索引号。

* + - 1. 连续采样上传通知

终端请求连续采样上传通知报文见图C.10所示，服务器应答报文采用公共首部。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 文件属性 |  |
|  | | | |
| 文件名 | | | |
|  | | | |

图C.10 连续采样上传通知报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——文件属性(file attribute)：文件属性。占1字节；

——文件名(file name)：文件名(8.3格式)，ASCII码格式,占13字节。

* + - 1. 连续采样数据帧读取

服务器请求连续采样数据帧读取报文，报文格式见图C.11所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 保留未用 | |
| 文件偏移位置 | | | |
| 数据包大小 | | | |

图C.11 连续采样数据帧读取报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——文件偏移位置(file offset)：从文件起始位置开始，按字节指定的位置，占4字节；

——数据包大小(packet size)：占4字节。

* + - 1. 连续采样数据帧上传

终端应答连续采样数据帧上传报文，报文格式见图C.12所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 保留未用 | |
| 文件偏移位置 | | | |
| 数据包大小 | | | |
| 文件内容 | | | |

图C.12 连续采样数据帧上传报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——文件偏移位置(file offset)：从文件起始位置开始，按字节指定的位置，占4字节；

——数据包大小(packet size)：占4字节；

——文件内容(file content)：文件内容占用256个字节。

连续采样文件组织形式采用连续采样参数设置报文（无公共首部）+采样数据[1]+ … 采样数据[n],如图C.13所示。采样数据根据连续采样参数定义选中类型排布，bit0在前，未选中的数据不参与，最后是时间。采样参数类型：通断测试期间采集数据的类型，bit位表示，“1”采集，“0”不采集，占4个字节。bit0表示通电电位；bit1表示断电电位；bit2表示自然电位；bit3表示交流干扰电压；bit4表示极化试片直流电流；bit5表示极化试片交流电流；bit6表示交流试片直流电流；bit7表示交流试片交流电流；bit8终端温度等。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
| 使能标志 | 采样通道 | 通电时间-L | |
| 通电时间-H | | 断电时间-L | |
| 断电时间-H | | 通断周期-L | |
| 通断周期-H | | 采样次数-L | |
| 采样次数-H | | 采样参数类型-L | |
| 采样参数类型-H | |  | |
| 开始时间 | | | |
|  |  | | |
| 结束时间 | | | |
| 采集模式 | 保留未用 | 断电电位采样点-L | |
| 断电电位采样点-H | | 第1条数据通电电位-L | |
| 第1条数据通电电位-H | | … | |
| 第1条数据采样时间 | | | |
| 第n条数据… | | | |

图C.13 连续采样数据组织形式

* + - 1. 连续采样数据帧校验报文

终端请求连续采样数据帧校验报文和服务器应答连续采样数据帧校验报文相同，采用公共首部。

* + - 1. 连续采样数据帧续传报文

服务器请求连续采样数据帧续传报文，报文格式见图C.14所示。终端应答连续采样数据帧续传报文与连续采样数据帧上传报文一致。终端发送完成连续采样最后一帧数据后，终端发送连续采样数据帧校验报文请求，服务器查询已接收的文件数据，如果有丢失的文件数据，服务器下发连续采样数据帧续传报文。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 保留未用 | |
| 重发帧数量 | | | |
| 最后一帧数据大小 | | | |
| 丢失帧地址 | | | |

图C.14 连续采样数据帧续传报文

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——重发帧数量：占4字节；

——最后一帧数据大小(last packet size)：最后一帧数据字节数，占4字节。

——丢失帧地址：占4\*50字节。

* + - 1. 连续采样数据上传结束

服务器请求连续采样数据上传结束报文与终端应答连续采样数据上传结束报文相同，采用公共首部。

* + - 1. 程序固件升级开始

服务器请求程序固件升级报文，报文格式见图C.15所示。终端应答程序固件升级报文采用公共首部。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 7 | 8 15 | 16 23 | 24 31 |
|  | | | |
| 报文公共首部 | | | |
|  | | 保留未用 | |
| 硬件版本 | | | |
| 软件版本 | | | |
| 数据帧数 | | | |
| 文件大小 | | | |
| 最后一帧数据大小 | | | |
| 程序校验码 | | | |

图C.15程序固件升级报文格式

报文中各字段的含义如下：

——公共首部(header)：同C.1.1项；

——保留未用(reserved)：占2字节，固定为0；

——硬件版本(hardware version)：硬件版本号，ASCII码格式，占16字节；

——软件版本([software](javascript:;) [version](javascript:;))：软件版本号，ASCII码格式，占16字节；

——文件数据帧数(packet size)：指文件长度除以256再加1,占用4字节；

——文件大小(file size)：文件大小，占用4字节；

——最后一帧数据大小(last packet size)：最后一帧数据字节数，占用4字节。

程序校验码(program check code)：整个程序固件根据算法生成的校验码。占32字节。

* + - 1. 升级数据帧下载

服务器请求升级数据下载报文与连续采样数据帧上传报文相同。

* + - 1. 升级数据帧应答

终端升级数据帧应答报文与连续采样数据帧读取报文相同。

* + - 1. 程序固件升级结束

程序固件升级结束请求和应答报文与公共首部相同。

* 1. 通信流程

本节主要说明阴极保护参数采集类终端（或网关）与上位机各种类型交互的流程。例如，登录登出流程，上传数据流程、远控命令下发流程、连续采样数据上传流程、程序固件升级流程、异常处理流程等。

* + 1. 登录登出流程

终端与服务器建立TCP连接后，首先发送登录请求报文，允许登录后，终端连续向服务器发送每日采样数据或其他待传输的数据，服务器根据收到的命令内容进行应答。如果服务器有需要下发的命令，可以直接下发给终端，终端逐条应答收到的命令。数据上传完成后，终端发送登出请求，服务应答终端的登出请求后，终端释放TCP连接。登录登出流程如图C.16所示：



图C.16 登录登出流程

* + 1. 数据上传流程

终端登录服务器后，发送采样记录上传请求，服务器应答采样记录上传。终端可以通过请求应答逐条发送，也可以先发送多条请求，然后等待接收服务器发回的应答。数据上传流程如图C.17所示：



图C.17 数据上传流程

* + 1. 远控命令下发流程

终端登录服务器后，服务器如果有需要待下发的命令，可以直接发送给终端。服务器可以通过请求应答逐条发送，也可以先发送多条命令请求，然后等待接收终端发回的应答。远控命令下发流程如图C.18所示：



图C.18 远控命令下发流程

* + 1. 连续采样数据上传流程

连续采样数据上传流程，首先终端发送连续采样上传通知，服务器收到命令后应答此命令；然后服务器发送连续采样数据帧读取命令，终端应答连续采样数据帧上传命令；终端数据传输完成后，发送连续采样数据帧校验命令，服务器查询已接收的连续采样数据帧，如果有丢失的数据帧，则发送连续采样数据帧续传命令，如果数据帧全部正确，则发送连续采样数据上传结束命令。连续采样数据帧上传流程如图C.19所示：



图C.19连续采样数据帧上传流程

* + 1. 连续采样数据帧续传流程

如果终端在连续采样传输过程发生断网或上次传输数据不完整，则在终端再次登录时，服务器会主动发起连续采样续传请求，终端根据续传数据帧号上传丢失的数据帧，服务器接收数据完整后，向终端发送连续采样上传结束命令，这时终端登出服务器。连续采样数据帧续传流程如图C.20所示：



图C.20 连续采样数据帧续传流程

* + 1. 程序固件升级流程

终端登录服务器后，服务器发送程序固件升级开始请求，如果终端需要升级，则终端应答程序固件升级开始；服务器请求升级数据帧下载，终端应答升级数据帧下载；终端接收完全部升级数据后，进行校验，校验通过后，终端向服务器发送程序固件升级结束的请求，服务器应答此请求。程序固件升级流程如图C.21所示。



图C.21 程序固件升级流程

* + 1. 报文异常处理流程

报文异常处理，一般有如下几种情况：终端铭牌号未添加服务器、请求命令状态码错误、命令报文内容参数异常、报文不完整CRC校验错误、终端禁止升级等。报文异常说明如表C.2，报文异常处理流程如图C.22所示:

表C.2 报文异常说明

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **异常说明** | **发起方** | **命令名称** | **命令号** | **异常代码**  **status** | **异常原因** |
| 服务器禁止终端登录 | 服务器 | 登录 | 0x11 | 1 | 服务器没有添加终端信息 |
| 服务器命令终端不执行 | 终端 | 任何 | ---- | 1 | 服务器发出的命令内容异常。 |
| 终端禁止程序固件升级 | 终端 | 程序固件升级开始 | 0x70 | 1 | 程序固件与终端型号不匹配。 |
| 终端 | 程序固件升级结束 | 0x73 | 1 | 程序固件与程序校验码不匹配。 |
| 不应答 | 服务器或终端 | 任何 | ---- | ---- | 命令帧CRC校验错误 |
| 服务器或终端 | 任何 | ---- | 1 | 命令发起方发送的状态码错误 |



图C.22 报文异常处理流程

# **附 录 D**

（规范性附录）

恒电位仪MODBUS功能地址表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | Modbus 地址 | 说明 | 单位 | 读/写 | 类型 | 使用功能号 | 位数 | 范围 |
| 1 | 40000 | 设备时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 2 | 40001 | 设备时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 3 | 40002 | 设备时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 4 | 40003 | 设备时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 5 | 40004 | 设备时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 6 | 40005 | 设备时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 7 | 40006 | 设备时间-毫秒 | 毫秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-999 |
| 8 | 40007 | 断电测试启动时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 9 | 40008 | 断电测试启动时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 10 | 40009 | 断电测试启动时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 11 | 40010 | 断电测试启动时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 12 | 40011 | 断电测试启动时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 13 | 40012 | 断电测试启动时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 14 | 40013 | 断电测试停止时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 15 | 40014 | 断电测试停止时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 16 | 40015 | 断电测试停止时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 17 | 40016 | 断电测试停止时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 18 | 40017 | 断电测试停止时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 19 | 40018 | 断电测试停止时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 20 | 40019 | 断电测试第一周期-参比电位 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 21 | 40021 | 断电测试第一周期-输出电流 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 22 | 40023 | 断电测试第一周期-输出电压 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 23 | 40025 | 断电测试第二周期-参比电位 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 24 | 40027 | 断电测试第二周期-输出电流 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 25 | 40029 | 断电测试第二周期-输出电压 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 26 | 40031 | 断电测试第三周期-参比电位 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 27 | 40033 | 断电测试第三周期-输出电流 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 28 | 40035 | 断电测试第三周期-输出电压 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 29 | 40037 | 运行参数-参比电位 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 30 | 40039 | 运行参数-输出电流 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 31 | 40041 | 运行参数-输出电压 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 32 | 40043 | 运行参数-预置参比电位 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 33 | 40045 | 运行参数-预置输出电流 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 34 | 40047 | 运行参数-预置输出电压 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 35 | 40049 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 36 | 40050 | 运行参数-运行模式 0恒电压，1-恒电流，2-恒通电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-2 |
| 37 | 40051 | FLASH扇区号 | 页 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2047 |
| 38 | 40052 | 断电测试运行时间间隔 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-999 |
| 39 | 40053 | 断电测试停止时间间隔 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-999 |
| 40 | 40054 | 断电测试运行模式 0-手动，1-自动 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 41 | 40055 | 断电测试第一周期-辅助参比1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 42 | 40057 | 断电测试第一周期-辅助参比2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 43 | 40059 | 断电测试第一周期-辅助参比3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 44 | 40061 | 断电测试第一周期-辅助参比4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 45 | 40063 | 断电测试第二周期-辅助参比1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 46 | 40065 | 断电测试第二周期-辅助参比2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 47 | 40067 | 断电测试第二周期-辅助参比3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 48 | 40069 | 断电测试第二周期-辅助参比4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 49 | 40071 | 断电测试第三周期-辅助参比1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 50 | 40073 | 断电测试第三周期-辅助参比2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 51 | 40075 | 断电测试第三周期-辅助参比3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 52 | 40077 | 断电测试第三周期-辅助参比4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 53 | 40079 | 运行参数-辅助参比1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 54 | 40081 | 运行参数-辅助参比2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 55 | 40083 | 运行参数-辅助参比3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 56 | 40085 | 运行参数-辅助参比4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | -2.500 - +1.000 |
| 57 | 40087 | 断电测试存储启动时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 58 | 40088 | 断电测试存储启动时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 59 | 40089 | 断电测试存储启动时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 60 | 40090 | 断电测试存储启动时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 61 | 40091 | 断电测试存储启动时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 62 | 40092 | 断电测试存储启动时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 63 | 40093 | 断电测试存储时间间隔 | 毫秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 30-990（10的倍数） |
| 64 | 40094 | 断电测试存储次数 | 次 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-9999 |
| 65 | 40095 | 断电测试存储启动标志0-停止，1-启动 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 66 | 40096 | 保留 |  |  |  |  | 32 |  |
| 67 | 40098 | 断电测试采样模式 0-手动，1-自动 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 68 | 40099 | 断电测试采样电流 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~200.00 |
| 69 | 40101 | GPS校时通讯时间差 | 秒 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | -1000.000-1000.000 |
| 70 | 40200 | 设备时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 71 | 40201 | 设备时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 72 | 40202 | 设备时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 73 | 40203 | 设备时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 74 | 40204 | 设备时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 75 | 40205 | 设备时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 76 | 40206 | 设备时间-毫秒 | 毫秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-999 |
| 77 | 40207 | 断电测试启动时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 78 | 40208 | 断电测试启动时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 79 | 40209 | 断电测试启动时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 80 | 40210 | 断电测试启动时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 81 | 40211 | 断电测试启动时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 82 | 40212 | 断电测试启动时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 83 | 40213 | 断电测试停止时间-年 | 年 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 2000-3000 |
| 84 | 40214 | 断电测试停止时间-月 | 月 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-12 |
| 85 | 40215 | 断电测试停止时间-日 | 日 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 1-31 |
| 86 | 40216 | 断电测试停止时间-时 | 时 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-23 |
| 87 | 40217 | 断电测试停止时间-分 | 分 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 88 | 40218 | 断电测试停止时间-秒 | 秒 | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-59 |
| 89 | 40219 | 断电测试运行时间间隔 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 90 | 40220 | 断电测试停止时间间隔 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 91 | 40221 | 断电测试运行模式 0-手动，1-自动 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 92 | 40222 | 输出模块数量 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-12 |
| 93 | 40223 | 输入采样板数量 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-12 |
| 94 | 40224 | 运行参数-采样通电时间-1 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 95 | 40225 | 运行参数-采样断电时间-1 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 96 | 40226 | 运行参数-采样点-1 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 97 | 40227 | 运行参数-试片工作模式-1,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 98 | 40228 | 运行参数-预置通电电位-1 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 99 | 40230 | 运行参数-预置断电电位-1 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 100 | 40232 | 运行参数-预置输出电流-1 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 101 | 40234 | 运行参数-预置输出电压-1 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 102 | 40236 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 103 | 40237 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 104 | 40238 | 运行参数-采样通电时间-2 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 105 | 40239 | 运行参数-采样断电时间-2 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 106 | 40240 | 运行参数-采样点-2 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 107 | 40241 | 运行参数-试片工作模式-2,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 108 | 40242 | 运行参数-预置通电电位-2 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 109 | 40244 | 运行参数-预置断电电位-2 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 110 | 40246 | 运行参数-预置输出电流-2 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 111 | 40248 | 运行参数-预置输出电压-2 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 112 | 40250 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 113 | 40251 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 114 | 40252 | 运行参数-采样通电时间-3 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 115 | 40253 | 运行参数-采样断电时间-3 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 116 | 40254 | 运行参数-采样点-3 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 117 | 40255 | 运行参数-试片工作模式-3,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 118 | 40256 | 运行参数-预置通电电位-3 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 119 | 40258 | 运行参数-预置断电电位-3 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 120 | 40260 | 运行参数-预置输出电流-3 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 121 | 40262 | 运行参数-预置输出电压-3 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 122 | 40264 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 123 | 40265 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 124 | 40266 | 运行参数-采样通电时间-4 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 125 | 40267 | 运行参数-采样断电时间-4 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 126 | 40268 | 运行参数-采样点-4 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 127 | 40269 | 运行参数-试片工作模式-4,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 128 | 40270 | 运行参数-预置通电电位-4 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 129 | 40272 | 运行参数-预置断电电位-4 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 130 | 40274 | 运行参数-预置输出电流-4 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 131 | 40276 | 运行参数-预置输出电压-4 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 132 | 40278 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 133 | 40279 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 134 | 40280 | 运行参数-采样通电时间-5 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 135 | 40281 | 运行参数-采样断电时间-5 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 136 | 40282 | 运行参数-采样点-5 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 137 | 40283 | 运行参数-试片工作模式-5,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 138 | 40284 | 运行参数-预置通电电位-5 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 139 | 40286 | 运行参数-预置断电电位-5 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 140 | 40288 | 运行参数-预置输出电流-5 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 141 | 40290 | 运行参数-预置输出电压-5 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 142 | 40292 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 143 | 40293 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 144 | 40294 | 运行参数-采样通电时间-6 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 145 | 40295 | 运行参数-采样断电时间-6 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 146 | 40296 | 运行参数-采样点-6 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 147 | 40297 | 运行参数-试片工作模式-6,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 148 | 40298 | 运行参数-预置通电电位-6 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 149 | 40300 | 运行参数-预置断电电位-6 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 150 | 40302 | 运行参数-预置输出电流-6 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 151 | 40304 | 运行参数-预置输出电压-6 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 152 | 40306 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 153 | 40307 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 154 | 40308 | 运行参数-采样通电时间-7 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 155 | 40309 | 运行参数-采样断电时间-7 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 156 | 40310 | 运行参数-采样点-7 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 157 | 40311 | 运行参数-试片工作模式-7,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 158 | 40312 | 运行参数-预置通电电位-7 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 159 | 40314 | 运行参数-预置断电电位-7 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 160 | 40316 | 运行参数-预置输出电流-7 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 161 | 40318 | 运行参数-预置输出电压-7 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 162 | 40320 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 163 | 40321 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 164 | 40322 | 运行参数-采样通电时间-8 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 165 | 40323 | 运行参数-采样断电时间-8 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 166 | 40324 | 运行参数-采样点-8 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 167 | 40325 | 运行参数-试片工作模式-8,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 168 | 40326 | 运行参数-预置通电电位-8 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 169 | 40328 | 运行参数-预置断电电位-8 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 170 | 40330 | 运行参数-预置输出电流-8 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 171 | 40332 | 运行参数-预置输出电压-8 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 172 | 40334 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 173 | 40335 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 174 | 40336 | 运行参数-采样通电时间-9 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 175 | 40337 | 运行参数-采样断电时间-9 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 176 | 40338 | 运行参数-采样点-9 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 177 | 40339 | 运行参数-试片工作模式-9,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 178 | 40340 | 运行参数-预置通电电位-9 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 179 | 40342 | 运行参数-预置断电电位-9 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 180 | 40344 | 运行参数-预置输出电流-9 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 181 | 40346 | 运行参数-预置输出电压-9 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 182 | 40348 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 183 | 40349 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 184 | 40350 | 运行参数-采样通电时间-10 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 185 | 40351 | 运行参数-采样断电时间-10 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 186 | 40352 | 运行参数-采样点-10 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 187 | 40353 | 运行参数-试片工作模式-10,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 188 | 40354 | 运行参数-预置通电电位-10 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 189 | 40356 | 运行参数-预置断电电位-10 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 190 | 40358 | 运行参数-预置输出电流-10 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 191 | 40360 | 运行参数-预置输出电压-10 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 192 | 40362 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 193 | 40363 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 194 | 40364 | 运行参数-采样通电时间-11 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 195 | 40365 | 运行参数-采样断电时间-11 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 196 | 40366 | 运行参数-采样点-11 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 197 | 40367 | 运行参数-试片工作模式-11,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 198 | 40368 | 运行参数-预置通电电位-11 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 199 | 40370 | 运行参数-预置断电电位-11 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 200 | 40372 | 运行参数-预置输出电流-11 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 201 | 40374 | 运行参数-预置输出电压-11 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 202 | 40376 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 203 | 40377 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 204 | 40378 | 运行参数-采样通电时间-12 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 205 | 40379 | 运行参数-采样断电时间-12 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 206 | 40380 | 运行参数-采样点-12 | 毫秒 | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-60000 |
| 207 | 40381 | 运行参数-试片工作模式-12,0-常开，1-常闭，2-通断 |  | R/W | uint (无符号整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-2 |
| 208 | 40382 | 运行参数-预置通电电位-12 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 209 | 40384 | 运行参数-预置断电电位-12 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 |  |
| 210 | 40386 | 运行参数-预置输出电流-12 | 安培 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 211 | 40388 | 运行参数-预置输出电压-12 | 伏特 | R/W | float (浮点) | 功能 3-R, 功能 16-W | 32 | 0~1000 |
| 212 | 40390 | 运行参数-运行状态 0-停止，1-运行 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-1 |
| 213 | 40391 | 运行参数-运行模式 0-恒通电，1-恒断电，2-恒电流，3-恒电压，4-恒内部电流，5-恒内部电压，6-智能恒断电 |  | R/W | int (整型) | 功能 3-R, 功能 16-W | 16 | 0-6 |
| 214 | 40392 | 运行参数-通电电位-1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 215 | 40394 | 运行参数-断电电位-1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 216 | 40396 | 运行参数-输出电流-1 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 217 | 40398 | 运行参数-输出电压-1 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 218 | 40400 | 运行参数-通电电位-2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 219 | 40402 | 运行参数-断电电位-2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 220 | 40404 | 运行参数-输出电流-2 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 221 | 40406 | 运行参数-输出电压-2 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 222 | 40408 | 运行参数-通电电位-3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 223 | 40410 | 运行参数-断电电位-3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 224 | 40412 | 运行参数-输出电流-3 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 225 | 40414 | 运行参数-输出电压-3 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 226 | 40416 | 运行参数-通电电位-4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 227 | 40418 | 运行参数-断电电位-4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 228 | 40420 | 运行参数-输出电流-4 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 229 | 40422 | 运行参数-输出电压-4 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 230 | 40424 | 运行参数-通电电位-5 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 231 | 40426 | 运行参数-断电电位-5 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 232 | 40428 | 运行参数-输出电流-5 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 233 | 40430 | 运行参数-输出电压-5 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 234 | 40432 | 运行参数-通电电位-6 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 235 | 40434 | 运行参数-断电电位-6 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 236 | 40436 | 运行参数-输出电流-6 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 237 | 40438 | 运行参数-输出电压-6 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 238 | 40440 | 运行参数-通电电位-7 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 239 | 40442 | 运行参数-断电电位-7 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 240 | 40444 | 运行参数-输出电流-7 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 241 | 40446 | 运行参数-输出电压-7 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 242 | 40448 | 运行参数-通电电位-8 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 243 | 40450 | 运行参数-断电电位-8 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 244 | 40452 | 运行参数-输出电流-8 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 245 | 40454 | 运行参数-输出电压-8 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 246 | 40456 | 运行参数-通电电位-9 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 247 | 40458 | 运行参数-断电电位-9 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 248 | 40460 | 运行参数-输出电流-9 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 249 | 40462 | 运行参数-输出电压-9 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 250 | 40464 | 运行参数-通电电位-10 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 251 | 40466 | 运行参数-断电电位-10 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 252 | 40468 | 运行参数-输出电流-10 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 253 | 40470 | 运行参数-输出电压-10 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 254 | 40472 | 运行参数-通电电位-11 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 255 | 40474 | 运行参数-断电电位-11 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 256 | 40476 | 运行参数-输出电流-11 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 257 | 40478 | 运行参数-输出电压-11 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 258 | 40480 | 运行参数-通电电位-12 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 259 | 40482 | 运行参数-断电电位-12 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 |  |
| 260 | 40484 | 运行参数-输出电流-12 | 安培 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 261 | 40486 | 运行参数-输出电压-12 | 伏特 | R | float (浮点) | 功能 3 | 32 | 0~1000 |
| 262 | 41000 | FLASH扇区数据 |  | R | uint (无符号整型) | 功能 3 | 16 | 0-0xFFFF |
| 263 | 。。。 | FLASH扇区数据 |  | R | uint (无符号整型) | 功能 3 | 16 | 0-0xFFFF |
| 264 | 41131 | FLASH扇区数据 |  | R | uint (无符号整型) | 功能 3 | 16 | 0-0xFFFF |
| 265 | 10000 | 报警信息-温度 |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 266 | 10001 | 报警信息-电流 |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 267 | 10002 | 报警信息-电压 |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 268 | 10003 | 报警信息-通电电位 |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 269 | 10004 | 运行参数-AB机状态 0-A机，1-B机 |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 270 | 10100 | 报警信息-温度1# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 271 | 10101 | 报警信息-电流1# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 272 | 10102 | 报警信息-电压1# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 273 | 10103 | 报警信息-通电电位1# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 274 | 10104 | 报警信息-断电电位1# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 275 | 10105 | 报警信息-温度2# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 276 | 10106 | 报警信息-电流2# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 277 | 10107 | 报警信息-电压2# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 278 | 10108 | 报警信息-通电电位2# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 279 | 10109 | 报警信息-断电电位2# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 280 | 10110 | 报警信息-温度3# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 281 | 10111 | 报警信息-电流3# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 282 | 10112 | 报警信息-电压3# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 283 | 10113 | 报警信息-通电电位3# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 284 | 10114 | 报警信息-断电电位3# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 285 | 10115 | 报警信息-温度4# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 286 | 10116 | 报警信息-电流4# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 287 | 10117 | 报警信息-电压4# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 288 | 10118 | 报警信息-通电电位4# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 289 | 10119 | 报警信息-断电电位4# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 290 | 10120 | 报警信息-温度5# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 291 | 10121 | 报警信息-电流5# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 292 | 10122 | 报警信息-电压5# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 293 | 10123 | 报警信息-通电电位5# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 294 | 10124 | 报警信息-断电电位5# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 295 | 10125 | 报警信息-温度6# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 296 | 10126 | 报警信息-电流6# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 297 | 10127 | 报警信息-电压6# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 298 | 10128 | 报警信息-通电电位6# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 299 | 10129 | 报警信息-断电电位6# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 300 | 10130 | 报警信息-温度7# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 301 | 10131 | 报警信息-电流7# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 302 | 10132 | 报警信息-电压7# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 303 | 10133 | 报警信息-通电电位7# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 304 | 10134 | 报警信息-断电电位7# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 305 | 10135 | 报警信息-温度8# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 306 | 10136 | 报警信息-电流8# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 307 | 10137 | 报警信息-电压8# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 308 | 10138 | 报警信息-通电电位8# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 309 | 10139 | 报警信息-断电电位8# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 310 | 10140 | 报警信息-温度9# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 311 | 10141 | 报警信息-电流9# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 312 | 10142 | 报警信息-电压9# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 313 | 10143 | 报警信息-通电电位9# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 314 | 10144 | 报警信息-断电电位9# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 315 | 10145 | 报警信息-温度10# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 316 | 10146 | 报警信息-电流10# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 317 | 10147 | 报警信息-电压10# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 318 | 10148 | 报警信息-通电电位10# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 319 | 10149 | 报警信息-断电电位10# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 320 | 10150 | 报警信息-温度11# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 321 | 10151 | 报警信息-电流11# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 322 | 10152 | 报警信息-电压11# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 323 | 10153 | 报警信息-通电电位11# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 324 | 10154 | 报警信息-断电电位11# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 325 | 10155 | 报警信息-温度12# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 326 | 10156 | 报警信息-电流12# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 327 | 10157 | 报警信息-电压12# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 328 | 10158 | 报警信息-通电电位12# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |
| 329 | 10159 | 报警信息-断电电位12# |  | R | status (数字量输入) | 功能 2 | 1 | 0-1 |