# 命令下载

## 参数表下载指令

主控板与事件板之间使用RS485进行通信。主控板将参数表原封不动转发给事件板，事件板进行读取后，对此指令进行相应回复，内容为事件板计算出的此帧的CheckSum，主控板需要比较校验是否正确。

查询指令的数据帧和回复帧格式如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **主控板下发** | |
| 帧的编号 | 帧的形式 |
| 1 | C: 0x1328 |
| 2 | D: n+3（n代表参数表的长度） |
| 3 | D：从机标识，0x55AA |
| 4~n+3 | D: 参数表的内容，参数表长度为n |
| n+4 | D: Checksum |
| **事件板响应** | |
| 帧的编号 | 帧的形式 |
| 1 | 0x9982 |
| 2 | D: 0x0004（数据长度） |
| 3 | D：从机标识，0x55AA |
| 4 | D: 事件板计算出的Checksum |
| 5 | D: Checksum |
| 注：  1、仪器包含多个参数表，每个参数表的表头为“TableID”，用以划分参数表的类型。TableID的含义列举如下：  TableID=0x0002：刻度模式参数表，可通过TBUS下发  TableID=0x0003：测井模式参数表，可通过TBUS下发 | |

## 参数表上传指令

主控板向事件板发送读参数表指令，事件板收到指令后进行回复，再将所要求的参数表发送给主控板。

参数表上传指令的数据帧和回复帧格式如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 指令名称 | SDI\_DOWNLOAD\_TABLE |
| 指令形式 | CI |
| **指令定义** | |
| 帧的编号 | 帧的形式 |
| 1 | C: 0x1428 |
| 2 | D: 0x0004 |
| 3 | D：从机标识，0x55AA |
| 4 | D: TableID |
| 5 | D: Checksum |
| **仪器响应** | |
| 帧的编号 | 帧的形式 |
| 帧头 | 0x9983 |
| 1 | D: n+2（n代表参数表的长度） |
| 2 | D：从机标识，0x55AA |
| 3~n+2 | D: n（n代表参数表的长度） |
| n+3 | D: Checksum |
| 注：  1、仪器包含多个参数表，每个参数表的表头为“TableID”，用以划分参数表的类型。TableID的含义枚举如下：  TableID=0x0002：刻度模式参数表，可通过TBUS下发  TableID=0x0003：测井模式参数表，可通过TBUS下发 | |

## 查询状态指令

主控板通过向事件板发送查询状态命令来检测事件板的状态，从而进行不同的操作。事件板只会根据主控板发来的命令进行相应的反应，而不会主动向主控板发送相关模式的数据。

事件板的状态（State）分为以下四类：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 状态 | 值 | 说明 |
| IDLE\_STAT | 1 | 事件板处于空闲状态，此时可以下表、上表 |
| OPERATION\_STAT | 2 | 事件板处于采集状态 |
| CASING\_DETECT\_STAT | 3 | 事件板处于套管检测状态 |
| TEST\_STAT | 4 | 事件板处于测试状态 |
| SCALE\_STAT | 5 | 事件板处于刻度状态 |
| ACQ\_FIN\_STAT | 6 | 事件板处于采集完成状态 |

TEST\_STAT和SCALE\_STAT均为新增状态。同套管检测和采集状态为平行的，只不过这两个状态直接使用上位机传下的频率进行工作，而不是由温度确定工作频率。

事件板上电时，事件板DSP程序自动置位于IDLE\_STAT状态，此时主控板查询到事件板处于此状态时，可以对事件板进行下载参数表、上传参数表的操作。当事件板收到来自主控板的启动工作指令后，事件板由IDLE\_STAT转换为OPERATION\_STAT。此后根据内存中存储的参数表（即上一次下载的参数表）运行相应的工作模式。当测井或刻度模式运转完毕后，事件板由OPERATION\_STAT转换为ACQ\_FIN\_STAT，此时主控板需要将采集数据帧从事件板拉取上来，校验通过后发送采集完毕指令至事件板。事件板收到采集完毕指令后，将从ACQ\_FIN\_STAT转换为IDLE\_STAT，完成一次采集操作。

CASING\_DETECT\_STAT与OPERATION\_STAT属于两种平行的状态。在整个仪器上电后，延时一段时间，需要进行套管检测，此时主控板对事件板发送套管检测指令，事件板进入CASING\_DETECT\_STAT状态，采集相应数据。完成套管检测后，事件板将从CASING\_DETECT\_STAT转换为ACQ\_FIN\_STAT。主控板再拉取套管检测数据帧，校验通过后发送采集完毕指令至事件板，事件板收到采集完毕指令后，将从ACQ\_FIN\_STAT转换为IDLE\_STAT，完成套管检测操作。

主控板在每次发送指令之前都要向事件板发送查询状态命令，确认事件板在合适的状态后才能进行后续指令的下发。

事件板的状态转换图如下所示：



Figure 1 事件板状态转换框图

查询指令的数据帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9991 | 1 | 0 | 9991（十六进制码） |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 | 0003 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 | 55AA |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 | EF3E |

查询指令的回复帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | EVENT\_STATE | 1 | 3 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 启动工作指令

主控板在发送完参数下载指令并收到事件板的正常回复后，可以通过启动工作指令来使事件板进入工作状态。主控板需要对事件板的回复帧进行确认。

启动工作指令的数据帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9992 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

启动工作指令的回复帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | 2 | 1 | 3 | OPERATION\_STATE |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 套管检测指令

主控板通过套管检测指令来控制事件板进入套管检测模式。下发此指令时，事件板需要处于空闲状态下，因此主控板需要先检测事件板的状态。

套管检测指令的数据帧格式如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9993 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

套管检测指令的回复帧格式如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | 3 | 1 | 3 | CASING\_DETECT\_STAT |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 模式数据上传指令

主控板通过模式数据上传指令来控制事件板返回采集好的模式数据，一共有三种模式数据，分别为测井模式、刻度模式和套管检测模式。下发此指令时，事件板需要处于采集完成状态下，因此主控板需要先检测事件板的状态。

模式数据上传指令的数据帧格式如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9994 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

模式数据上传指令的回复帧格式见第二节模式数据上传部分。

## 模式数据确认指令

主控板收到来自事件板的模式数据后，需要进行校验，校验通过则向事件板发送模式数据确认指令，此时事件板才能由ACQ\_FIN\_STAT转换为IDLE\_STAT，完成一次模式或者套管检测的采集过程。否则，主控板需要再次向事件板请求数据。

模式数据确认指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9995 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

模式数据确认指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | 1 | 1 | 3 | IDLE\_STAT |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 储能短节连接指令

储能短节连接指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9996 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

储能短节连接指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9996 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

## 储能短节断开指令

储能短节断开指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9997 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

储能短节断开指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9997 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

## 储能短节状态判断指令

储能短节判断指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9998 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

储能短节判断指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9998 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| HVState | 1 | 1 | 3 | ON 1; OFF 2 |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 系统自检测指令

用来检测事件板的FPGA是否工作正常，原理是DSP设置一个1ms计时，看FPGA是否有反应，有反应则GPIOA9收到上升沿中断，返回0x0；无反应则返回0x20。

系统自检测指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9999 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

系统自检测指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9999 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 数字码 | 1 | 1 | 3 | True 0; False 0x20 |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 启动测试指令

用于测试。直接使用上位机下发的中心频率进行工作。包含所有模式。

启动测试指令的数据帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x999A | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

启动测试指令的回复帧格式如下所示

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | 4 | 1 | 3 | TEST\_STATE |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 启动刻度指令

用于测试。直接使用上位机下发的中心频率进行工作。包含刻度模式。

启动刻度指令的数据帧格式如下所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x999B | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

启动刻度指令的回复帧格式如下所示

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9981 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 事件板状态 | 5 | 1 | 3 | SCALE\_STATE |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

## 重要参数下发指令

主控板用此命令下发重要参数，目前需要下发的参数有温度、扫频幅值阈值等，参数数量可以进行扩展。在每次工作（正常模式或者套管检测）之前，都需要下发此参数。温度被用于计算在测井/刻度模式下的发射频率，扫频阈值幅值被用于判断套管检测是否存在问题。事件板在收到此帧数据后会将此帧数据计算出的CheckSum通过回复帧返回给主控板，主控板通过回复帧来确认是否发送成功。

重要参数下发指令的数据帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x99A0 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 5 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 温度 | ？ | 1 | 3 |  |
| 扫频幅值阈值 | ？ |  |  |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

重要参数下发指令的回复帧格式：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9987 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 4 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| LastCheckSum | 事件板计算出的CheckSum | 1 | 3 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 4 |  |

# 数据上传

测井模式与刻度模式上传数据的通用格式为：数据头+长度（数据长度+2）+数据内容+ CheckSum。主控板在收到模式数据帧，并校验通过后，可直接将工作模式到CheckSum字段之间的数据截取到存储表中的相应位置。

## 套管检测模式

当接收到模式数据上传指令，且上一次事件板状态为套管检测时，回复此数据帧。此部分对应通信协议中4.1节，存储两次噪声值与两次扫频数据。主控板通过判断中心频率幅值来确认探头是否在套管中。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9984 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 33 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0008 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 6 | 5 | 按顺序存储两次采集 |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 18 | 11 | 按顺序存储两次采集 |
| QValue | ？？？默认发送0 | 1 | 29 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 30 | 参考幅值 |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 31 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 32 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 33 | 校验 |

总共有34个数据。

## 测井模式（要加拟合中心频率、中心频率的幅值）

### STWTE模式

表格 1 STWTE模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 10000+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期决定，该模式默认采集周期为10s，最小采集周期为10s。  2、该模式共1组序列，共1个序列,共1000个回波点；即附录一中的参数Nindex=1，Ns=1,**Necho=1000** | | | | | |

假设回波点数为n。STWTE模式上传给主控板的数据格式如下表格所示：

表格 2 STWTE模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 2n+26 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0001 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？默认发送0 | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | 1 | 2\*n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | 1 | 2\*n+22 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | 1 | 2\*n+23 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 2\*n+24 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 2\*n+25 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 2\*n+26 | 校验 |

当n = 1000时，一帧STWTE模式共上传2027个字（16 bit）。

### PPMODE模式

表格 3 PPMODE模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 10000+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 1C | 30 | 0.6 | 50 | 128 | 2 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期决定，该模式默认采集周期为18.3s，最小采集周期为9s。  2、该模式共2组序列，共129个序列,共7400个回波点；即附录一中的参数Nindex=2，Ns=129,Necho=7400 | | | | | |

脉冲序列数量一共有129个，回波点数为7400个。假设回波数量为m，回波点个数为n。PPMODE模式上传给主控板的数据格式如下表格所示。

表格 4 PPMODE模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 3m+2n+23 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0002 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | m | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | m | m+2n+21 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | m | 2m+2n+21 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+21 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+22 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 3m+2n+23 | 校验 |

当m = 129, n = 7400时，一帧PPMODE共上传15211个字（16 bit）。

### PPDIF模式

表格 5 PPDIF模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 10000+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 1B | 1800 | 0.6 | 1000 | 1 | 3 |
| 1C | 30 | 0.6 | 50 | 64 | 2、4 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期决定，该模式默认采集周期为20.7s，最小采集周期为14.5s。  2、该模式共4组序列，共130个序列,共8400个回波点；即附录一中的参数Nindex=4，Ns=130，Necho=8400 | | | | | |

脉冲序列一共有130个，回波点数为8400个。假设回波数量为m，回波点个数为n。PPDIF模式上传给主控板的数据格式如下表所示。

表格 6 PPDIF模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 3m+2n+23 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0003 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | m | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | m | m+2n+21 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | m | 2m+2n+21 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+21 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+22 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 3m+2n+23 | 校验 |

当m = 130，n = 8400时，一帧PPMODE共上传17214个字（16 bit）。

### PPT1模式

表格 7 PPT1模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 10000+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 1C | 40 | 0.6 | 50 | 100 | 2 |
| 1D | 3000/6000 | 0.6 | 16 | 1 | 3 |
| 1E | 1000/3000 | 0.6 | 16 | 1 | 4 |
| 1F | 500/1000 | 0.6 | 16 | 4 | 5 |
| 1G | 300/300 | 0.6 | 16 | 8 | 6 |
| 1H | 100/100 | 0.6 | 16 | 16 | 7 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期和TW CODE码决定，该模式默认采集周期为28/33s，最小采集周期为23/28s。  2、该模式共7组序列，共131个序列,共6480个回波点；即附录一中的参数Nindex=7，Ns=131，Necho=6480 | | | | | |

脉冲序列一共有131个，回波点数为6480个。假设回波数量为m，回波点个数为n。PPT1模式上传给主控板的数据格式如下表所示。

表格 8 PPT1模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 3m+2n+23 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0004 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | m | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | m | m+2n+21 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | m | 2m+2n+21 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+21 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+22 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 3m+2n+23 | 校验 |

当m = 131, n = 6480时，一帧PPT1共上传13377个字（16 bit）。

### PPOFTW模式

表格 9 PPOFTW模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 15000+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 1C | 40 | 0.6 | 50 | 100 | 2 |
| 1D | 13000 | 0.6 | 1000 | 1 | 3 |
| 1E | 11000 | 0.6 | 1000 | 1 | 4 |
| 1F | 10000 | 0.6 | 1000 | 1 | 5 |
| 1G | 8000 | 0.6 | 1000 | 1 | 6 |
| 1H | 6000 | 0.6 | 1000 | 1 | 7 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期决定，该模式默认采集周期为74s，最小采集周期为64s。  2、该模式共7组序列，共106个序列,共11000个回波点；即附录一中的参数Nindex=7，Ns=106，Necho=11000 | | | | | |

脉冲序列一共有106个，回波点数为11000个。PPOFTW模式上传给主控板的数据格式如下表所示。

表格 10 PPOFTW模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 3m+2n+23 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0005 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | m | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | m | m+2n+21 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | m | 2m+2n+21 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+21 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+22 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 3m+2n+23 | 校验 |

当m = 106，n = 11000时，一帧PPOFTW共上传22342个字（16 bit）。

### PPShort模式

表格 11 PPShort模式序列参数配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序列组  编号 | TW  （ms） | TE  （ms） | NE | 重复次数  NREPT | index |
| 1A | 1800+ | 0.6 | 1000 | 1 | 1 |
| 1C | 40 | 0.6 | 50 | 100 | 2 |
| 注：  1、1A的TW时间由采集周期决定，该模式默认采集周期为10s，最小采集周期为10s。  2、该模式共2组序列，共101个序列,共6000个回波点；即附录一中的参数Nindex=2，Ns=101,Necho=6000 | | | | | |

脉冲序列一共有101个，回波点数为6000个。PPShort模式上传给主控板的数据格式如下表所示。

表格 12 PPShort模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 3m+2n+23 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0006 | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | 101 | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | 101 | m+2n+21 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | 101 | 2m+2n+21 |  |
| 中心频率 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+21 |  |
| 中心频率幅值 | 插值得到 | 1 | 3m+2n+22 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 3m+2n+23 | 校验 |

当m = 101，n = 6000时，一帧PPShort共上传12327个字（16 bit）。

## 刻度模式

### 磁场扫频模式

暂不做。

### 仪器扫频模式

一个中心点频率CenterFreq，每次步进频率为ScanDeltaFreq。以时间为轴，按照频率点从小到大的顺序进行扫频。每个频率点采集一次噪声和信号，一次噪声采集可以得到噪声的3个数据：平均值、标准差和最大值，一次信号采集可以得到当前频率点信号的幅值。执行一次扫频模式可以得到27个噪声数据和9个频点扫频值。

表格 13 扫频模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 43 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0008 | 1 | 3 | 扫频模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 27 | 5 |  |
| 9个扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 32 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 41 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 42 | 参考幅值 |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 43 | 校验 |

扫频模式帧共有44个字。

### 主刻度/孔隙度刻度模式

主刻度模式或孔隙度刻度模式，模式字为0x0009或0x000A。

表格 14 孔隙度刻度模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | 2n+24 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x0009/0x000A | 1 | 3 | 扫频模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 9个扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 660/0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| Width90Pulse | 90°脉冲宽度 | 1 | 19 |  |
| Phase | 正：0x0000/负：0x1111 | 1 | 20 | 相位标识 |
| Echo Data | 回波数据 | 2\*n | 21 | n为回波点数 |
| Amp 90 | 90度脉冲幅值 | 1 | 2n+21 |  |
| First Amp 180 | 第1个180°脉冲幅值 | 1 | 2n+22 |  |
| Last Amp 180 | 最后一个180°脉冲幅值 | 1 | 2n+23 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | 2n+24 | 校验 |

孔隙度刻度模式共有2\*n+25个字。主刻度时，n默认为60；孔隙度刻度时，n默认为150。

### 脉冲检测模式

脉冲检测模式首先进行mini扫频，采集噪声和扫频数据，然后发射脉冲并同时进行采集。其中脉冲的发射时间为PulseTestPulseTime。为了观测完整波形，需要多采集30us数据。按照默认参数，采集脉冲所需要的时间为PulseTestPulseTime+30us=130us。采样率由参数PulseTestAcqFreq决定。受电路硬件限制，实际采样率与设定值略有差异，因此实际采样点数以真实采样率为准。

仪器在脉冲检测模式下，刻度模式参数表中的PulseTestPulseTime=100，代表脉冲发射100us；参数PulseTestAcqFreq=80，代表采样率为8MHz。这两个参数可更改。完成该模式实际需要200us。

表格 15 脉冲检测模式数据上传格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9985 | 1 | 0 |  |
| 长度 | Np+20 | 1 | 1 | 数据长度+2 |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 工作模式 | 0x000B | 1 | 3 | 测井模式字 |
| 工作频率 | 参数表下发 | 1 | 4 | 工作频率 |
| 噪声值 | 每个频率的噪声值排列顺序：平均值、标准偏差、最大值 | 3 | 5 |  |
| 扫频值 | 迷你扫频数据 | 9 | 8 |  |
| QValue | ？？？ | 1 | 17 | Q值 |
| RefAmp | 0x294 | 1 | 18 | 参考幅值 |
| 脉冲采集数据量大小 | 实际采集点数Np | 1 | 19 |  |
| 脉冲采集的数据 | 该部分的数据量由上一个数据内容决定。该数据量与脉冲宽度和采样率有关。 | Np | 20 |  |
| CheckSum | CheckSum | 1 | Np+20 | 校验 |

脉冲检测模式一帧共有Np+21个数据。

## 套管检测异常

当处于工作模式下，套管检测（扫频）异常时终止模式工作，然后事件板进入ACQ\_FIN\_STAT，会回复此帧数据，而不是模式数据。参见核磁测井协议4.2节，含有如何判断异常的方法。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 值 | 长度（字） | 地址偏移 | 备注 |
| 数据头 | 0x9986 | 1 | 0 |  |
| 数据长度 | 3 | 1 | 1 |  |
| 从机标识 | 0x55AA | 1 | 2 |  |
| 校验和 | Checksum | 1 | 3 |  |

# 校验和算法

取所有数据之和填充至CheckSum位，代码如下所示：

Uint16 CheckSum = 0;

SaveNTempPt = (int \*)(SCANTABLE\_START);

for (int i=0;i<42;++i)

{

    CheckSum += \*SaveNTempPt;

    SaveNTempPt++;

}

\*SaveNTempPt = CheckSum;