

DFP 数据转发协议规则说明

DFP 是什么？

稳控科技编写的一套数据转发规则，取自“自由转发协议 FFP(Free Forward Protocol)”，或者 DFP(Double F Protocol)，DF 也可以理解为 Datas Forward（数据转发）的缩写。

DF 协议是与硬件接口无关的数据链路层协议，规定了数据流如何在不同设备之间、不同接口之间的传输方向。

DF 协议一般用于延长数字接口的传输距离（数据中继），它与硬件接口类型无关，可以基于 UART、LoRA、TCP 等异步数据传输介质。

DFP 设备基本特性

支持 DFP 协议的设备称为 DFP 设备，DFP 设备都有至少两个异步数字接口，数字接口操作的最小数据单位为“数据包”。

DFP 设备具有设置数据包的转发方向的参数，例如：A 端口接收到的数据包转发到哪个端口。

DFP 设备具有设置数据包转发时是否带有协议头，例如：向 B 端口转发时是否为数据附加协议头。

DFP 设备可以识别接收到的数据包是否带有 DFP 协议头，并为没有 DFP 协议头的数据包自动添加协议头。

DFP 协议规则

数据包结构

不同的 DFP 设备之间使用特定结构的数据包来完成数据的定向转发传输，一个完整的 DFP 数据包由数据转发前缀和要转发的数据两部分构成。数据内容称为“干数据”，带有转发前缀的数据称为“湿数据”。

| DFP 数据包（湿数据） | | | | | | | | |
|--------------|-------|------|------|--------|------|------|----------|-------------|
| 数据转发前缀（FP） | | | | | | | | 要转发的数据（干数据） |
| FP 识别码 | 群组 ID | 起始地址 | 目标地址 | 转发次数 | 转发路径 | 校验和 | 数据包长度 | XXXXXXXX |
| @## | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 n | n 字节 | 1 字节 | 1 字节 (m) | m 字节 |

数据转发前缀 FP (ForwardPrefix) 包含了数据转发路由信息，这此信息包括：发送方、接收方、群组码、数据包长度、校验等信息。FP 一般由 DFP 设备自行生成和维护，用户无需关心。



数据前缀属性说明

FP 识别码：4 字节 FP 识别信息，默认为 @##。只要以识别信息为开始的数据包均被认为是 FP。

群组 ID：数据包所属于群组编码，只有与 DFP 设备所属群组相同的数据包才会被转发。

起始地址：数据包由哪台设备发出。

目标地址：数据包最终的目的设备地址。

转发次数：数据包已经经过了几次转发（已经 n 次）。

地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

转发路径：长度 n 字节，每个字节依次保存了本条数据每次被转发时的设备地址值。

校验和：前面所有数据的和校验值。

数据包长度：协议前缀之后的数据包字节数（即：干数据的长度）。

例：16 进制数据包（湿数据）40 23 40 23 02 81 85 02 81 82 D3 03 31 32 33

40 23 40 23：协议前缀识别码@##

02：本包数据最后一次被发送时使用的群组 ID 为 02。

81：本包数据的发起设备地址为 0x81。

85：本包数据是发送的终点是设备 0x85。

02：本包数据已经被转发了 02 次。

81 82：本包数据第一次由设备 0x81 转发，第二次（最近一次）是被设备 0x82 转发出来的。

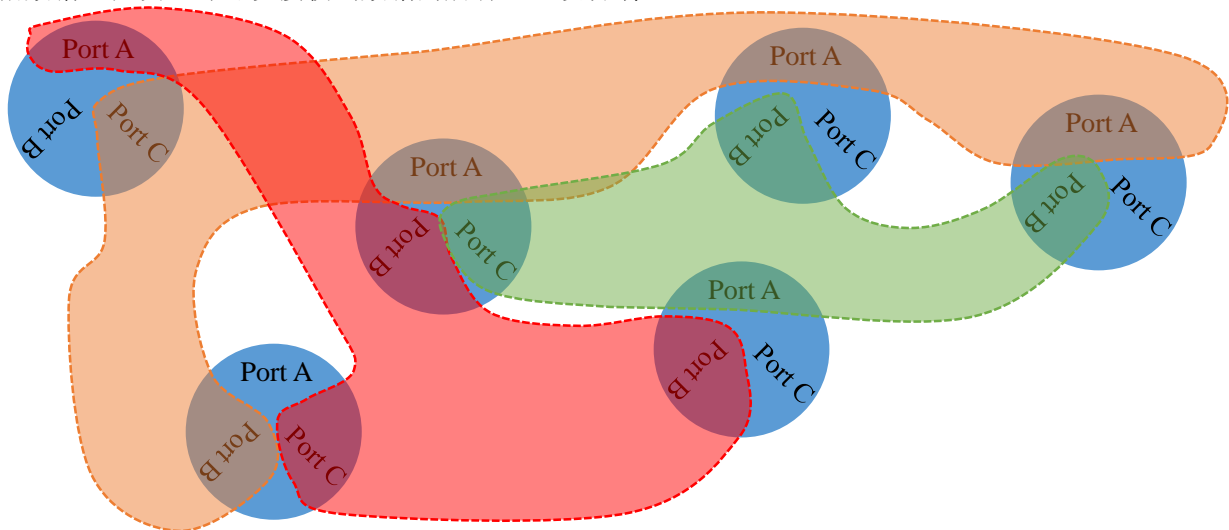
D3：之前所有字节的和校验。

03：本包数据实际内容为 03 个字节。

31 32 33：本包数据实际内容为 0x31 0x32 0x33。

数据有效域

是指数据包在发送时可以接收到数据的所有 DFP 设备端口。



例如：某种设备具有 3 个 LoRA 端口，每个 LoRA 端口可以配置为不同的频率（如：433MHz、435MHz 等），当通过某个 LoRA 端口发出数据时，所有与它同频的其它设备的 LoRA 端口均可接收到数据，而不同频的 LoRA 端口不会接收到数据。能够接收到数据的所有区域称之为“同数据域”，也称为“同一区域”。（注意，这里所说的“区域”与地理中的“区域”的含意不同）。

数据转发规则

（1）处于同一区域内的每台设备均有唯一的地址（同一区域不得有相同地址的设备）。合法的地址为 0x01~0xFE。0xFF 等效于任意地址值，0x00 等效于不存在的地址值。

（2）每台设备均有多个数字接口（如：UART、LoRA 等），各端口均有独立的通讯参数（不同参数可形成不同的数据区域）。每台设备均有与数字接口对应数量的群组 ID 码（GroupA_ID/GroupB_ID 等）。

（3）被传输的数据包均带有协议前缀 FP (ForwardPrefix)，FP 包含有数据包的发送起始设备地址、数据包目的设备地址、数据包群组 ID、数据包转发路径记录等信息。

（4）当 DFP 设备通过某个数字接口接收到无 FP 的数据包（干数据）时会自动为其添加。添加规则为：

群组号=接收到数据的端口对应的群组 ID 号（接收数据的端口为 xxxxA 时为 GAID，接收数据的端口为 xxxxB-

地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

B 时为 GBID)。

起始设备地址=0xFF。目标设备地址=0xFF。

注：其它设备使用 LoRA 发来的数据包仅可被 NLM5 的 LORA-A 接收到。

(5) 无论哪个数字接口，当接收到数据包后会判断 FP 中的群组 ID 是否与自身的两个群组 ID 之一相同（匹配），若不同则丢弃处理，若相同则会首先判断数据包是否是用于自身的指令，若是则执行指令然后丢弃数据包，若不是则按照转发规则对数据包进行转发。

数据包转发规则为：

每个数字接口均可指定在收到数据后将数据转发到哪个（或者哪几个）数字端口以及是否输出数据时带有 FP。转发数据前会根据数据输出的端口自动更新 FP 中的群组 ID 值。

(6) 当接收到的数据包 FP 中的目的地址与本设备地址相同时，在转发前会修改 FP 中的目标设备地址为 0x00。其它设备在接收到数据包后会判断 FP 中的目的地址是否为 0x00，是则立即丢弃数据包（即：数据包转发终止）。

(7) 数据映射

DFP 设备用一个参数来启用或者禁止数据映射，参数作用说明如下：

当某台 DFP 设备的多个数字接口处于同一数据区域时，会同时接收到数据包，按照上述规则，若数据映射参数为未启用状态时，每个端口均为按照预设转发规则和转发方向进行数据处理和转发。若数据映射参数为启动状态时，DFP 设备会进行如下处理：

■ 检查数据包是否带有正确的 FP 前导符号（默认为“@##”）

➢ 有：继续检查 FP 中的群组码是否适用于本设备

◆ 是：则将数据包映射到与群组号对应的 LoRA-x。

◆ 否：维持现状（不进行映射处理）。

➢ 无：将接收到的 LoRA 数据包映射到 LoRA-A。

LoRA 接收到的数据映射的意思是：无论 LoRA 数据包是由 LoRA-A 或者 LoRA-B 接收到的，强制的将接收到的数据包按照上述规则更新到 LoRA-A 或者 LoRA-B 的接收缓存，然后进一步按照数据转发规则处理。

DFP 协议的数据映射功能以上述数据转发规则，可以实现单线型、树杈型、十字交叉型数据传输网络。

应用实例

DLS10 是符合 DFP 协议的数据中继设备，自带两个 UART 接口和两个 LoRA 无线接口，实现了 DFP 所有需求。即：DLS10 是符合 DFP 协议的具有两个 UART 和两个 LoRA 数字接口的数据转发设备。

DLS10 的转发前缀识别码为：@##（0x40 0x23 0x40 0x23）

DLS10 内部预置有若干参数项（寄存器），用户可修改这些参数以对 DLS10 进行数据转发设置，寄存器定义如下。

寄存器汇总表（读/写）

| 寄存器地址 | 符号 | 名称 | 取值范围 | 默认值 | 单位 | 备注 |
|-------|---------|--------------------------|---------|------------|-------|----|
| 0 | DEV_ID | 设备地址 | 1~255 | 0x81 (129) | | |
| 1 | GAID | 群组码 A | 1~255 | 1 | | |
| 2 | GBID | 群组码 B | 1~255 | 2 | | |
| 9 | FW_RULE | 转发规则（总） ^① | 0~7 | 7 | | |
| 10 | UA_BAUD | UART-A 通讯速率 ^② | 12~4608 | 1152 | 百 bps | |

地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

| | | | | | | |
|----|----------|--------------------------|---------|------|--|--------------------------|
| 12 | UA_FWR | UART-A 转发规则 ^③ | | 0x10 | | 转发到 LoRA-A |
| 15 | UB_BAUD | UART-B 通讯速率 ^② | 12~4608 | | | |
| 17 | UB_FWR | UART-B 转发规则 ^③ | | 0x40 | | 转发到 LoRA-B |
| 21 | LORA_SF | LoRA-A 扩频因子 | 6~12 | 8 | | LoRA-A LoRA-B 共用参数 |
| 22 | LORA_CR | LoRA-A 编码率 | 1~4 | 2 | | |
| 23 | LORA_BW | LoRA-A 信道带宽 | 0~9 | 7 | | |
| 25 | LORA_POW | LoRA-A 发射功率 | 0~15 | 10 | | |
| 24 | LA_CH | LoRA-A 频道 | 0~15 | 7 | | |
| 26 | LA_FWR | LoRA-A 转发规则 ^③ | | 0x01 | | 转发到 UART-A |
| 34 | LB_CH | LoRA-B 频道 | 0~15 | 7 | | |
| 36 | LB_FWR | LoRA-B 转发规则 ^③ | | 0x04 | | 转发到 UART-B |

(1) 转发规则（总）寄存器

| 位 | 名称 | 说明 |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| bit15:3 | 保留 | |
| bit2 | 转发前是否检查数据包的目标地址合法性 | 不合法的数据包不会被转发，详见“数据转发协议” |
| bit1 | 转发前是否检查数据包的 FP 校验码合法性 | |
| bit0 | 转发前是否检查数据包的群组码合法性 | |

(2) UART-x 通讯速率寄存器

| 位 | 名称 | 参数 | 单位 |
|----------|------|---------|-------|
| bit15:14 | 校验位 | 0: 无校验 | |
| | | 1: 奇校验 | |
| | | 2: 偶校验 | |
| bit13:0 | 通讯速率 | 12~4608 | 百 bps |

(3) 端口数据转发规则寄存器（目标端口设置）

每个数字接口均有一个 xxxx_FWR (Forward Rule) 寄存器用于设置此接口接收到数据后将数据转发到哪个(或者哪几个)数字接口。这个寄存器从低位向高位每两位代表一个目标端口, bit0/1 代表 UART-A, bit2/3 代表 UART-B, bit4/5 代表 LoRA-A, bit6/7 代表 LoRA-B。每两位中, 低位表示是否从此接口输出数据包, 高位表示输出数据时是否带有转发协议头 FP (ForwardPrefix)。

数据转发寄存器 xxxx_FWR

| bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 |
|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| 从 LoRA-B 输出 | | 从 LoRA-A 输出 | | 从 UART-B 输出 | | 从 UART-A 输出 | |
| 是否带 FP | 是否输出 | 是否带 FP | 是否输出 | 是否带 FP | 是否输出 | 是否带 FP | 是否输出 |

例如:

设置 UA_FWR=00010000B(0x10) 表示 UART-A 收到数据后从 LoRA-A 转发出去, 转发时不带 FP。

设置 LA_FWR=00000001B(0x01) 表示 LoRA-A 收到数据后从 UART-A 转发出去, 转发时不带 FP。

以下实例均以 DLS 默认参数为基础。

实例 1. UART (RS232/RS485)、LoRA 互转

本实例实现两个 UART 设备之间的无线透明传输（代替 UART 之间的物理线路）。设备 I、设备 II 均为 UART 接口。



DLS (1#) 参数设置：设置 UART-A 通讯参数与设备 I 一致。

DLS (2#) 参数设置：设置 UART-B 通讯参数与设备 II 一致。

其它参数保持默认值，主要的几个默认参数说明如下：（后续实例不再一一说明默认参数）

本实例仅使用了 DLS 设备的 UART-A 和 LoRA-A，默认参数时，这两个端口在接收到数据相互转发，即：UART-A 接收到数据后从 LoRA-A 端口发送出去（期间会对转发前缀做相应的添加、修改、去除输出等）。

数据转发过程描述如下：

★设备 I 由 UART 发送：“123” (0x31 0x32 0x33)

DLS (1#) 接收到 UART-A 数据“123”，为其增加 FP，因参数 UA_FWR=0x0010，故此 UART-A 接收到的数据转发到 LoRA-A，转发时不带 FP，则经由 DLS (1#) 的 LoRA-A 发出的数据内容为：

31 32 33

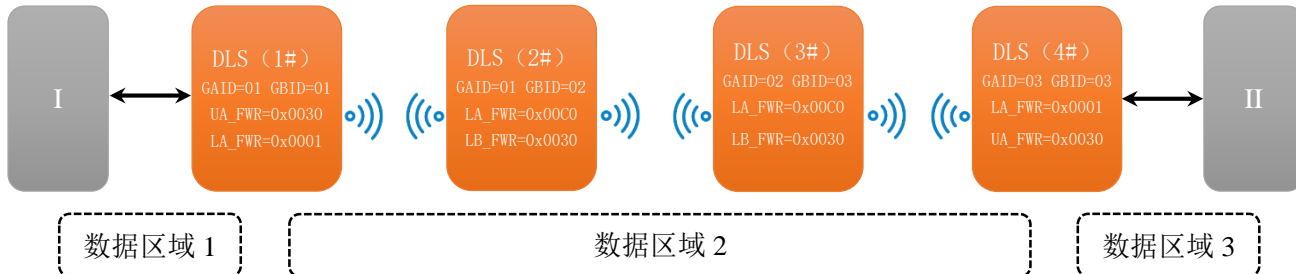
★DLS (2#) 的 LoRA-A 接收到数据包 31 32 33，因为 LA_FWR=0x0001，故此数据转发到 UART-A，转发时不带 FP，DLS (4#) 的 UART-A 发送的内容为：

31 32 33，即设备 II 的 UART 接收到“123”。

由设备 II 发送的数据传输至设备 I 的过程与以上过程完全相同，在此不再重复说明。

实例 2. LoRA 中继-使用群组码实现

本实例使用 DLS 中继接力的方式实现两个 UART 设备的远距离传输。



参数设置见上图。

数据传输举例：

★设备 I 由 UART 发送：“123” (0x31 0x32 0x33)

DLS (1#) 接收到 UART-A 数据“123”，为其增加 FP，因参数 UA_FWR=0x0030，故此 UART-A 接收到的数据转发到 LoRA-A，转发时带有 FP，则经由 DLS (1#) 的 LoRA-A 发出的数据内容为：

地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

40 23 40 23 01 FF FF 01 81 47 03 31 32 33

DLS（2#）的 LoRA-A 接收到数据包，并从 LoRA-B 发出，发送内容为：

40 23 40 23 02 FF FF 02 81 81 CA 03 31 32 33

.....

★DLS（4#）的 LoRA-A 接收到数据包 40 23 40 23 03 FF FF 04 81 81 81 81 CF 03 31 32 33，因为 LA_FWR=0x0001，故此数据转发到 UART-A，转发时不带 FP，DLS（4#）的 UART-A 发送的内容为：

31 32 33，即设备 II 的 UART 接收到“123”。

有关数据转发前缀 FP 的解释说明，详见“数据转发协议”章节。

由设备 II 的 UART 发出的数据同样可以由 DLS 中转最终到达设备 I，数据传输过程与上述描述基本相同。

本实例利用了 DLS 设备的群组码匹配转发规则，当任意一台 DLS 设备通过 LoRA-x 发送数据时，其它设备均会接收到数据，但仅群组码匹配的 DLS 设备才会进行进一步的数据转发，从而实现了数据包的定向串行传输，延长了 LoRA 通讯距离。

利用群组码实现数据中转的方法可以实现延长 LoRA 通讯距离的目的，但任意一台设备进行 LoRA 发送时会同时，其它同区域设备均会接收并进行一些处理，会造成一定的电量损失。

实例 3. LoRA 中继-使用频道实现

本实例使用 DLS 中继接力的方式实现两个 UART 设备的远距离传输。



本方案的数据转发流程与“LoRA 中继-使用群组码实现”完全相同。

由于每台 DLS 设备的 LoRA 端口的频道均不同，所以形成了多个数据区域。

本方案的优点是：在某一台 DLS 设备发送 LoRA 数据包时，仅与它频道相同的 DLS 设备（同区域的设备）会接收到数据，实现了数据中转并降低了整个中转网络的能量消耗。

实例 4. 修改网络中指定设备的参数

DLS 设备在 DFP 协议基础上，增加了用于参数访问的指令协议，并增加了“设备自身指令不转发”的规则。

修改参数指令：@@@设备地址 SETP=参数地址, 参数值

读取参数指令：@@@设备地址 GETP=参数地址

下面的过程描述了如何基于 DFP 协议，修改任意一台 DFP 设备的参数的过程。

本实例修改地址为 131 设备的寄存器 10 的值为 1152。

实例“LoRA 中继-使用群组码实现”或者“LoRA 中继-使用频道实现”中，设置 1#~4#设备的地址分别为 129、130、131、132。

（1）设备 I 为计算机，计算机通过 UART 接口向 DLS（1#）发送字符串指令“@@@131\$SETP=10, 1152”。

（2）DLS（1#）经由 LoRA-B→DLS（2#）LoRA-A→DLS（2#）LoRA-B→DLS（3#）LoRA-A。

（3）DLS（3#）接收到数据后执行指令并原路返回“OK”。

地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

因为数据内容是针对 DLS（3#）的指令，故此不再继续转发（详见“数据转发协议”）。

实例 5. 与其它厂商 LoRA 设备匹配

不同 LoRA 设备之间数据传输的必要条件是通讯参数完全一致，这些参数包括扩频因子 SF、编码率 CR、信道带宽 BW 以及中心频率 FRE（通道 CH）。

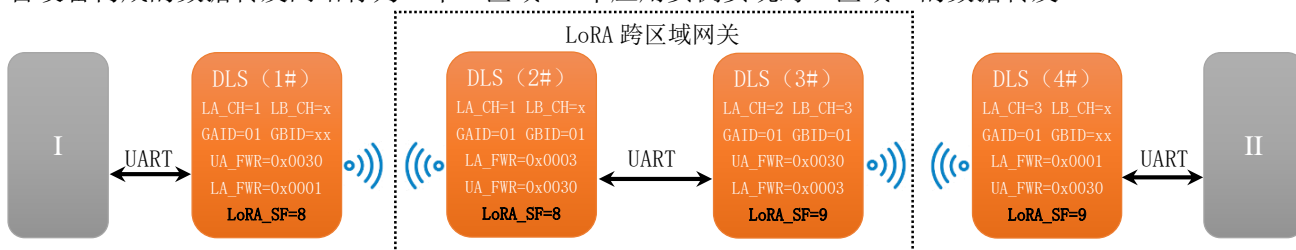
当要使用其它厂商的 LoRA 设备与 DLSx0 通讯时，必须先获取上述 4 个参数值，然后在 DLSx0 中修改对应寄存器即可。

DLS 的中心频率设置，请详见“LoRA 频道与中心频率”。

如果其它 LoRA 设备发送数据时前导码时长小于 50ms，则 DLS 必须工作于实时接收工作模式。

实例 6. LoRA 网关跨区域转发

DLS10 进行数据转发时，必须使用完全相同的扩频因子 SF、编码率 CR、信道带宽 BW。使用相同 3 参数的多台设备构成的数据转发网络称为一个“区域”。本应用实例实现跨“区域”的数据转发。

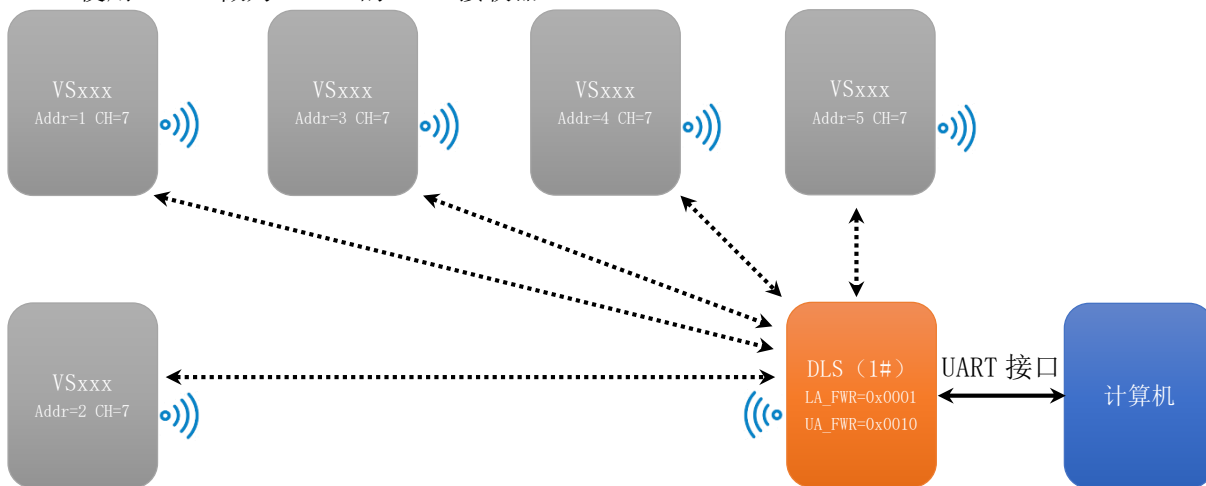


实例 7. 使用 DLS1x 与 VSxxx 设备的 LoRA 匹配

VSxxx 是具有 LoRA 数据发送功能的仪器，其 LoRA 默认参数与 DLS 完全相同。

VSxxx 的射频参数寄存器分别为扩频因子（283）、编码率（284）、信道带宽（285）以及频道（286），必须保证这 4 个参数与 DLS 相应参数值完全相同。

（1）使用 DLS10 做为 VSxxx 的 LoRA 接收器



（2）延长 VSxxx 的 LoRA 通讯距离

本应用实例使用数台 DLS10 延长 VSxxx 设备的 LoRA 通讯距离。

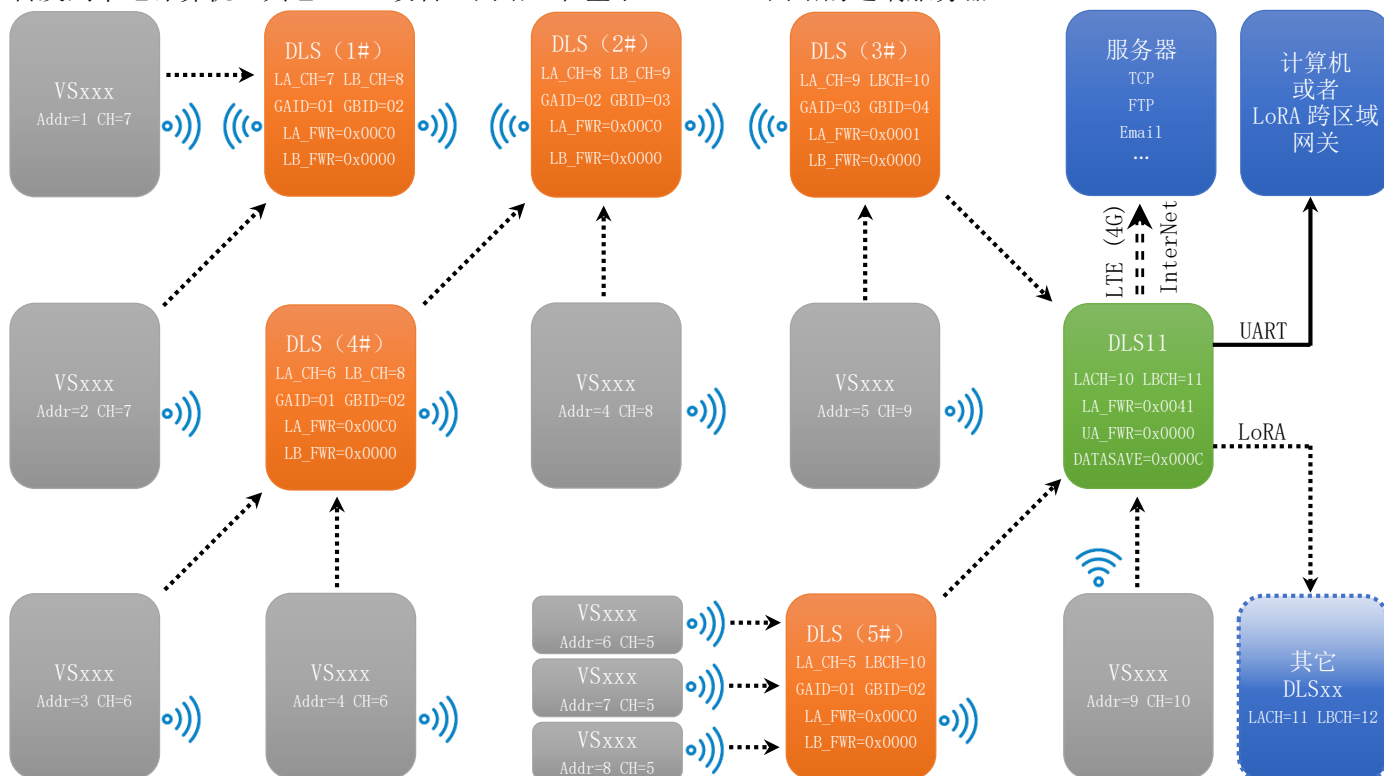


地址：河北省三河市燕郊开发区迎宾北路创业大厦 12 层

电话：0316-3093523 邮箱：INFO@GEO-INS.COM

(3) 多台 VSxxx 设备数据汇集远传

此应用实例构建了一个单向传输数据的现场 LoRA 网络，汇集所有 VSxxx 设备的数据到 DLS11，最终将数据转发到本地计算机、其它 LoRA 设备（网络）和基于 InterNet 网络的远端服务器。



上图中，DLS11 为符合 DFP 协议的带有手机网络 TCP 数字接口的数据转发设备，可以按照 DFP 协议规定将数据转至远程 TCP 服务器。

同时，上图也演示了如何利用 DFP 协议进行复杂网络的构建，以此说明 DFP 协议所具有的灵活性和网络可扩展能力。

以上全部所述，仅述及有限的几种数字接口 UART、LoRA、TCP，数字接口的种类还有很多，总之，一切基于异步通讯的数字接口，均可纳入到 DFP 协议中来，从这个角度来说，DFP 是一种可以跨接任意异步数字接口的数据中转传输协议。

DLS10 是我公司已经研发完成的数传设备，除上述基本功能外，还增加了自动休眠和无线数据唤醒的功能，即：实现了极低电量消耗状态下的数据定向传输。还增加了接收到数据后是否存储的功能（以便在需要时通过专用指令读取到已经接收到的历史数据）。

DLS11 则是在 DLS10 的基础上，进一步增加了定时启动功能，平时处于极低功耗的接收 LoRA 数据的状态，接收到的数据存储于内部，DLS11 会定时启动通过 TCP 方式连接预设的远程服务器，读取已经存储的数据集中发送至服务器。即：实现了基于现场自建网络的、低功耗的无线监测系统。

基于 DFP 协议和上述 DLS10 的休眠、无线数据唤醒、数据存储等特性，我公司进一步开发了 NLM500 产品，在 DLS10 上述功能基础上增加了定时启动采集与之连接的数个传感器数据并经由 LoRA 发送出去的功能，实现了与实例 7.3 实例的对接，构成了成本更低（即是数据中继，又是数据采集终端）、低功耗的无线传感监测系统。