

# 泗博自动化 CANopen 转 PROFIBUS DP 网关在风力发电行业的应用

——实现塔基主控系统和机舱可再生能源控制系统的通信

**关键词：**风力发电，CANopen，PROFIBUS DP，CAN 总线

## 一、引言

风力发电作为目前技术很成熟、效率很高的可再生能源，受到世界各国的普遍重视。经过多年的探索与努力，我国在风力发电机组、可再生能源控制系统（变桨系统等）、变流器、系统控制等关键技术上都取得了突破。“十五”期间，中国的并网风电得到迅速发展。本文就内蒙古某大型风力发电项目中，SiboTech 网关如何实现塔基主速度控制系统与机舱可再生能源控制系统的对接。在实现主控 PLC 和可再生能源控制系统的通信中，泗博自动化的 CANopen 转 PROFIBUS DP 网关 PCO-150S 表现出了其稳定、可靠的优点。

## 二、系统组成

### 1、系统概述

风力发电机组有风轮、传动系统、偏航系统、液压系统、制动系统、发电机、控制与安全系统（主控系统）、机舱、塔架和塔基等组成。SiboTech 的 CANopen 转 PROFIBUS DP 网关的作用主要是实现塔基主控系统与机舱可再生能源控制系统的通讯。其中，塔基主控系统包含主速度控制器和变流、逆变器，主速度控制器采用的是西门子 S7-300 系列可编程逻辑控制器（PLC）；可再生能源控制系统采用丹麦 DEIF 的 DM-4 REC-1，是机舱控制柜的主要部分，还包含交、直流伺服驱动控制器等。

### 2、系统结构

系统构成如图 1，其中略去了主速度控制器（西门子 S7-300PLC）之外的其它控制设备。西门子 S7-300PLC 的主要任务之一是实现 DM-4 REC-1（可再生能源控制系统）的监控来控制现场变桨、主动失速以及偏航控制等。西门子 S7-300PLC（CPU 型号：CPU313C-2DP）采用 PROFIBUS DP 主站协议；DM-4 REC-1（可再生能源控制系统）支持标准的工业现场总线 CAN 通信，它作为 CANopen 主站，与变频器（桨叶调节采用变频器驱动丝杆结构）和特殊发电机（采用 VACON 变流器和逆变器，实现发电机转速跟随风速变化，实现额定风速一下的叶尖速比控制，实现吸收峰能，变流器和逆变器具有完善的保护功能）通讯，从而保障风机在额定风速以上时整机载荷安全和发电功率稳定。在该项目中，为了实现西门子 S7-300PLC 和 DM-4 REC-1 之间的数据双向传输，采用了泗博自动化的高性能的 CANopen 从站转 PROFIBUS DP 从站网关 PCO-150S：



图 1 系统结构

网关 PCO-150S 在 CANopen 侧做 CANopen 从站，在 PROFIBUS DP 侧做 PROFIBUS DP 从站。用户通过在配置软件 PC-123 中设置相关的命令下载到网关中，并且在西门子 PLC 的组态软件 STEP7 中设置实际需要的输入、输出字节数，即可实现不同总线数据的双向传输。

### 3、通信网络组成

#### 3.1 PROFIBUS 协议简介

PROFIBUS 是目前国际上通用的现场总线标准之一，以其独特的技术特点、严格的认证规范、开放的标准、众多厂商的支持和不断发展的应用行规，已成为很重要的和应用很广泛的现场总线标准。PROFIBUS 现场总线通讯协议包括三个主要部分：

1. PROFIBUS DP：主站和从站之间采用轮循的通讯方式，主要应用于自动化系统中单元级和现场级通信。
2. PROFIBUS PA：电源和通信数据通过总线并行传输，主要用于面向过程自动化系统中单元级和现场级通讯。

3. 支持 CANopen 协议的最多 8 个字节的 TPDO、最多 8 个字节的 RPDO、最多 4 个字节快速 Download SD0 和最多 4 个字节快速 Upload SD0。
4. PROFIBUS FMS：定义了主站和主站之间的通讯模型，主要用于自动化系统中系统级和车间级的过程数据交换。

其中，PROFIBUS DP 是高速网络，通讯速率达到 12M。PROFIBUS DP 可以连接远程 I/O、执行机构、智能马达控制器、人机界面 HMI、阀门定位器、变频器等智能设备，一条 PROFIBUS DP 总线可以最多连接 123 个从站设备。PROFIBUS DP 的拓扑结构可以是总线型、星型和树型，通讯介质可以是屏蔽双绞线、光纤，也支持红外传输，采用双绞线时，不加中继器最远通讯距离可达 1.2 公里，最多可以采用 9 个中继器，最远通讯距离可达 9 公里。采用光纤时，最远通讯距离可达 100 公里以上，其中采用多膜光纤，两点间最远距离可达 3 公里，采用单膜光纤时，两点间最远距离可达 3 公里。

PROFIBUS DP 支持的总线型拓扑如下：

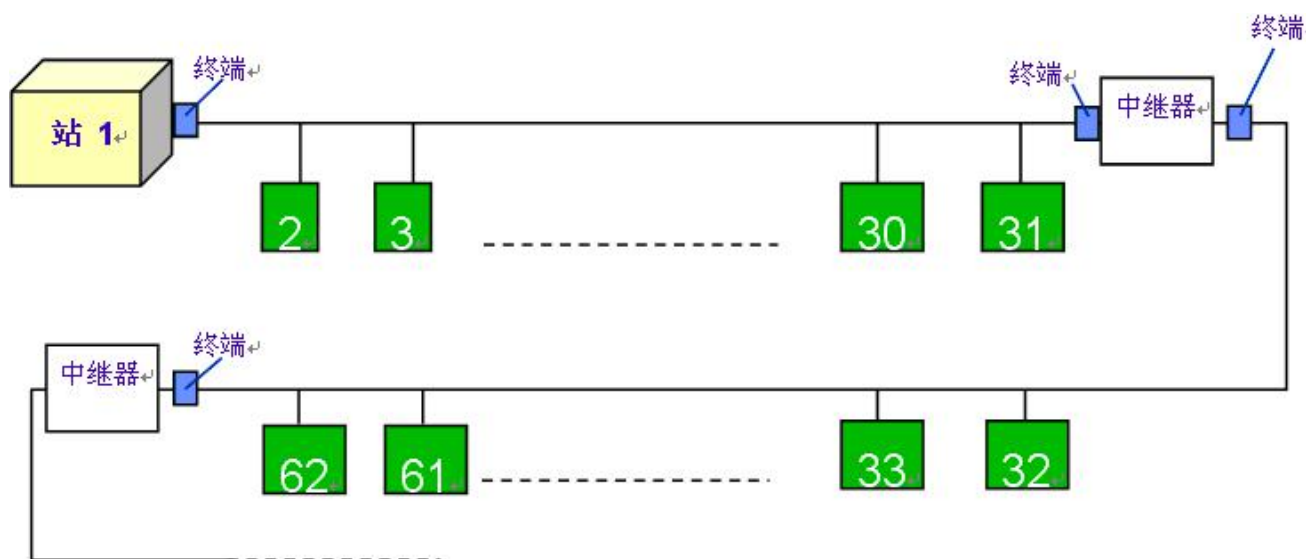


图 2 总线型拓扑

### 3.2 CANopen 协议简介

CANopen 协议是 CAN-in-Automation (CiA) 定义的标准之一，并且在发布后不久就获得了广泛的承认。尤其是在欧洲，CANopen 协议被认为是在基于 CAN 的工业系统中占领导地位的标准。大多数重要的设备类型，例如数字和模拟的输入输出模块、驱动设备、操作设备、控制器、可编程控制器或编码器，都在称为“设备描述”的协议中进行描述；“设备描述”定义了不同类型的标准设备及其相应的功能。依靠 CANopen 协议的支持，可以对不同厂商的设备通过总线进行配置。

在 CANopen 网络中的通信信息以对象来进行描述的。CANopen 通信模型定义了 4 种报文（通信对象）：网络管理报文（NMT）、服务数据对象（SDO）、过程数据对象（PDO）和特殊功能对象。

SDO 通过使用索引和子索引（在 CAN 报文的前几个字节），SDO 采用客户机服务器模式。SDO 客户机能够访问设备（服务器）对象字典中的条目或项（对象）。SDO 通过 CAN 中多元域的 CMS（CAN-based Message Specification）对象来实现，允许传送任何长度的数据（当数据超过 4 个字节时分拆成几个报文）。SDO 协议是确认服务类型。服务器为每个消息生成一个应答（一个 SDO 需要两个 ID）。SDO 请求和应答报文总是包含 8 个字节（没有意义的字节长度在第一个字节中表示，第一个字节携带协议信息）。

PDO 对象用来传输实时数据，PDO 对象采用生产者消费者模式。数据从一个生产者传到一个或多个消费者。数据传送限制在 1 到 8 个字节（例如，一个 PDO 可以传输最多 64 个数字 I/O 值，或者 4 个 16 位的 AD 值）。PDO 通讯没有额外的协议规定。PDO 由两种类型的使用：数据发送和数据接收。它们以 TPDO 和 RPDO 区分。

PDO 可以有多种传输方式，其中，同步传输是指为了使设备同步，又一个同步应用程序周期性地发送一个同步对象（SYNC 对象）。异步传输是由远程帧触发传送或由设备子协议中规定的对象特定事件触发传送。

### 三、CANopen 转 PROFIBUS DP 网关 PC0-150S 的配置

PC0-150S 是实现 CANopen 主站和 PROFIBUS DP 主站通信的协议转换网关，PC0-150S 采用映射式数据交换方式，来实现 2 种网络的数据交换，即仅仅把有效的数据传递给对方。（在网关 RAM 中实现了 CANopen 到 PROFIBUS DP 的数据映射区）。凡具有 CAN 接口的设备（实现 CANopen 主站功能）都可以通过 PC0-150S 与现场总线 PROFIBUS DP 互联。其中 PC0-150S 在与 PROFIBUS DP 主站设备通讯是作为 PROFIBUS DP 从站，PC0-150S 在与 CANopen 主站设备通信时，作为 CANopen 从站。泗博自动化也提供 CANopen 从站设备（如变频器等）与 PROFIBUS DP 主站设备通讯的网关 PC0-150。通过在西门子 STEP7 中注册网关 PC0-150S 的 GSD 文件，即可在该编程软件中对该网关进行相关硬件和软件配置，完成相应的通讯功能。请见如下详细的硬件和软件配置方法：

#### 1、CANopen 转 PROFIBUS DP 网关 PC0-150S 的硬件配置

PC0-150S 的 PROFIBUS DP 从站地址可以通过网关的配置按钮来设置。可通过设置 PC0-150S 的拨码开关状态使 PC0-150S 处于正常运行状态、配置状态或者调试状态。当 PC0-150S 处于配置状态时，用户可以通过配套配置软件设置相关读写命令和参数。当 PC0-150S 处于调试状态时，用户可在配套配置软件中查看网关输入、输出缓冲区的数据传送情况。

PC0-150S 自带标准 PROFIBUS DP 接口，用户可使用标准 PROFIBUS DP 连接头和标准的 PROFIBUS DP 电缆将其连接至 PROFIBUS DP 现场总线中。

PC0-150S 提供 1 路 CAN 接口，支持 CAN2.0A 协议，作为 CANopen 从站，1KV 光电隔离。

## 2、CANopen 转 PROFIBUS DP 网关 PC0-150S 的软件配置

### 1) 使用配套软件 PC-123 设置 PC0-150S 的现场总线相关参数和命令

通过拨码开关将 PC0-150S 设置为配置状态，打开安装的配置软件（产品光盘或者访问 <http://www.sibotech.net/Download01.asp>）。

配置软件界面如下图所示：

点击“PROFIBUS 网络”，根据连接的固件版本号设置通讯的输入输出字节数。PC0-150S 支持最大的输入输出字节数分别是 244 字节。

点击“CANopen 从站”，设置 PC0-150S 作为 CANopen 从站的通讯波特率、节点地址等参数。用户设置的 CANopen 通讯波特率需和 CANopen 总线波特率参数一致（PLVC 的 CANopen 通讯波特率）。

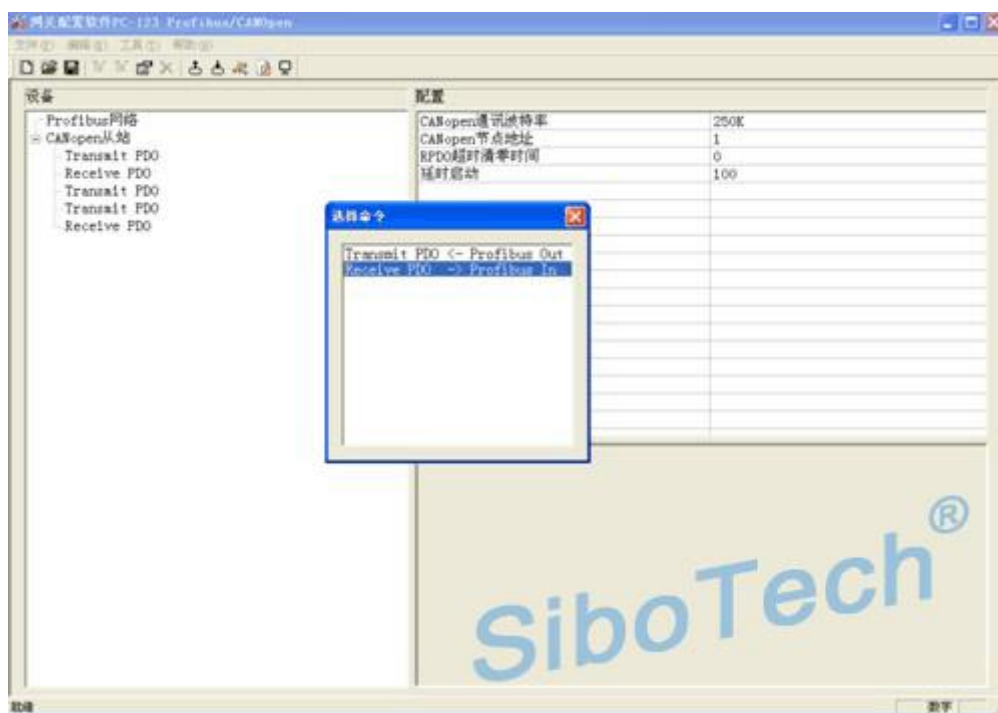


图 3 PC0-150S 的软件配置界面

在 CANopen 从站下增加需要的 TPD0 以及 RPD0 的命令，并设置的命令的 COBID、字节数，使用软件自动计算内存映射地址等：

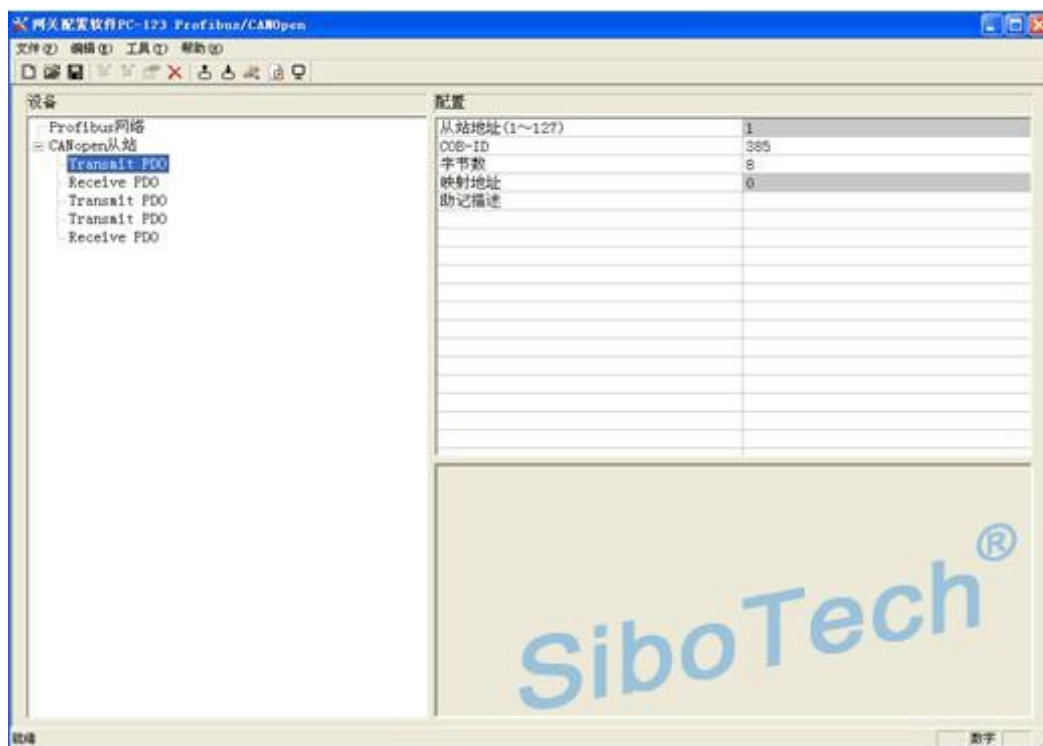


图 4 TPD0 命令的配置界面

用户根据需要添加命令后，将配置下载到网关即可。此时，PC0-150S 的软件配置基本完成。

## 2) 在 STEP7 中对网关 PC0-150S 进行组态设置

在 STEP7 的硬件组态界面，导入 PC0-150S 对应的 GSD 文件，把 PC0-150S 的配置文件添加到 STEP7 的设备配置库中。用户可以在硬件组态界面找到注册的设备：Catalog>PROFIBUS DP->Additional Field Devices->General->CONVERTER->PC0-150S。

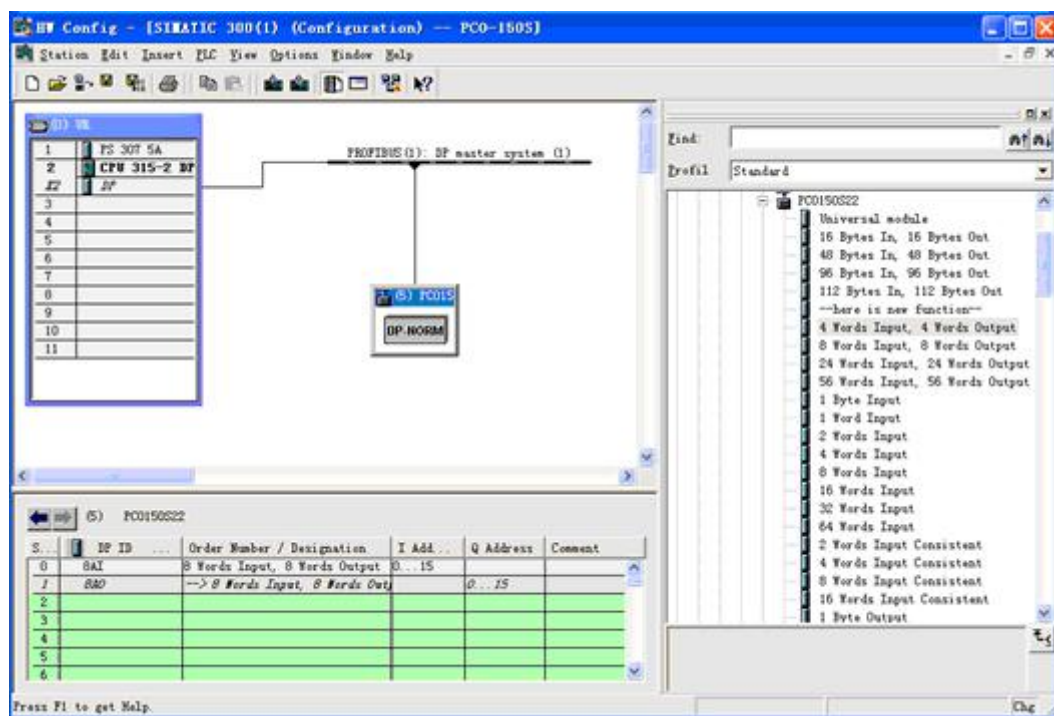


图 5 STEP7 组态界面

将 PC0-150S 添加到 STEP7 的组态界面后，可以插入相应的数据块进行映像区地址映射。PC0-150S 提供如下数据块：

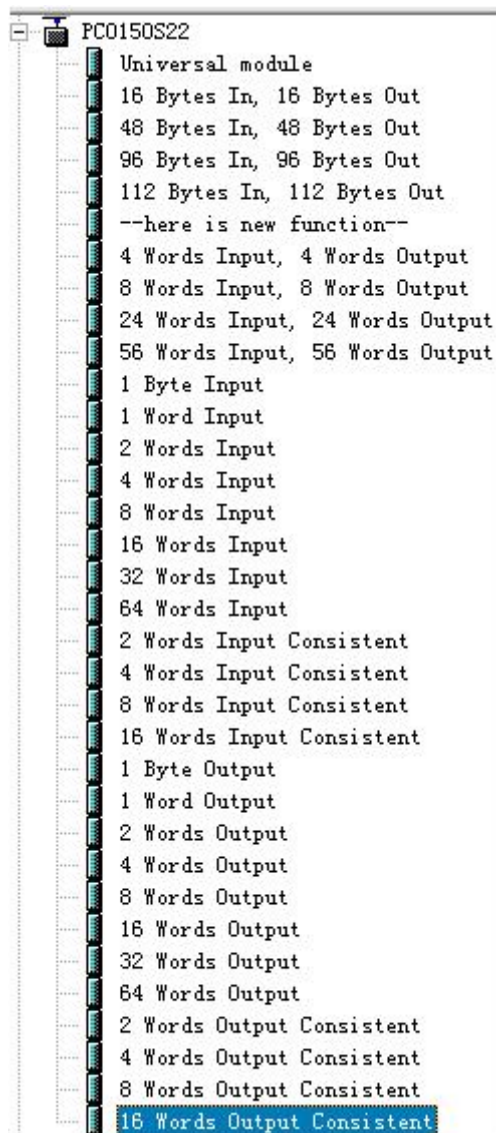


图 6 PC0-150S 支持的输入输出数据块

当在配置软件中，“PROFIBUS 输入输出字节数”选择固定输入输出字节数(112/48/16/8)时，则必须选择数据块：

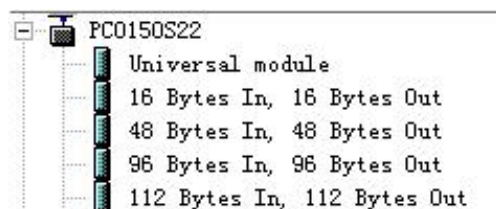


图 7 PC0-150S 支持的固定输入和输出数据块

当在配置软件中，“PROFIBUS 输入输出字节数”选择“由 PROFIBUS DP 主站组态软件设置时”，需选用图 7 所列之外的输入输出数据块。

拖动需要的输入和输出数据块到网关对应的槽位。如下图所示，将数据块“8Words Input, 8Words Output”拖动到 PROFIBUS DP 从站地址为 5 的 PC0-150S 的槽位中，此时，对应的映射区地址分别为 0，PLC 程序需通过 PIW0（PIB0）或者 PQW0（PQB0）对相应的数据进行寻址访问。

| (5) PC0150S22 |       |                                   |          |           |         |
|---------------|-------|-----------------------------------|----------|-----------|---------|
| S...          | DP ID | Order Number / Designation        | I Add... | Q Address | Comment |
| 0             | 8AI   | 8 Words Input, 8 Words Output     | 0...15   |           |         |
| 1             | 8AQ   | --> 8 Words Input, 8 Words Output |          | 0...15    |         |

图 8 PLC 分配的映射区地址

#### 四、西门子 PLC 数据读写

##### 1、PLC->DM-4 REC-1

PLC 将控制数据通过网关 PC0-150S 发送给可再生能源控制器，进而实现桨叶调节及电机转速跟随风速变化控制。即达到控制现场的目的。假如在 PC-123 中做了如下设置：

表 1 PC-123 的下设置

| PC0-150S 站地址 | 命令                  | COB-ID      | 映射地址（软件自动计算） |
|--------------|---------------------|-------------|--------------|
| 1            | Transmit PDO (TPDO) | 385 (0181H) | 0            |
| 1            | Transmit PDO (TPDO) | 641 (0281H) | 8            |

则 PLC 映射区起始地址和网关内存映射起始地址对应关系如下：

| PC0-150S 站地址 | 命令                  | COB-ID      | 映射地址（软件自动计算） |
|--------------|---------------------|-------------|--------------|
| 1            | Transmit PDO (TPDO) | 385 (0181H) | 0            |
|              | Transmit PDO (TPDO) | 641 (0281H) | 8            |

图 9 PLC 输出数据地址对应关系

##### 2、DM-4 REC-1->PLC

DM-4 REC-1 根据采集到的风机桨叶角度、电机转速等信息，发送 RPDO 给 PC0-150S，经过 PC0-150S 转发给 S7-300PLC，实现控制室对现场数据的采集。假如在 PC-123 中做了如下设置：

表 2 PC-123 的下设置

| PC0-150S 站地址 | 命令                 | COB-ID      | 映射地址（软件自动计算） |
|--------------|--------------------|-------------|--------------|
| 1            | Receive PDO (RPDO) | 513 (0201H) | 0            |

|   |                    |             |   |
|---|--------------------|-------------|---|
| 1 | Receive PDO (RPDO) | 769 (0301H) | 8 |
|---|--------------------|-------------|---|

则 PLC 映射区起始地址和网关内存映射起始地址对应关系如下：

| PCO-150S 站地址 | 命令                  | COB-ID      | 映射地址 (软件自动计算) |
|--------------|---------------------|-------------|---------------|
| 1            | Transmit PDO (TPDO) | 385 (0181H) | 0             |
|              | Transmit PDO (TPDO) | 641 (0281H) | 8             |

图 9 PLC 输入数据地址对应关系

## 五、结束语

在该 PLC 控制系统中，PCO-150S 作为西门子 S7-300PLC 和可再生能源控制器 DM-4 REC-1 之间的桥梁，能够使这两种完全不同的现场总线设备实现正常数据通信，使西门子 PLC 监控现场风机桨叶角度、电机转速等状态成为可能。在整个系统中，泗博自动化的 PCO-150S 表现了其稳定、可靠的性能，大大方便了风力发电行业各种现场总线的应用。

## 六、相关产品

[PCO-150S](#)