

智能驱动系统，全球服务网络

EtherCAT®

EtherNet/IP®

ETHERNET
POWERLINK

PROFINET®



BU 0620 – CN

工业以太网

SK 500P 系列补充手册



DRIVESYSTEMS

目录

1	前言	8
1.1	综述	8
1.1.1	文件	8
1.1.2	版本列表	8
1.1.3	版权声明	8
1.1.4	出版人	8
1.1.5	手册简介	9
1.2	其它相关的文档	9
1.3	符号与标记	9
1.3.1	标识阐述	9
1.3.2	其它信息	9
1.3.3	文本标记	10
1.3.4	缩略语	11
2	基础知识	13
2.1	诺德系统总线	14
2.1.1	说明	14
2.1.2	诺德系统总线参与方	15
2.1.3	远程维护	16
2.2	EtherCat 基础知识	17
2.2.1	特性	17
2.2.2	拓扑结构	17
2.2.3	总线协议	18
2.2.4	热插拔功能	18
2.2.5	NMT 状态机	18
2.2.6	过程数据传输	19
2.2.6.1	过程数据报文	19
2.2.7	参数数据传输	20
2.2.7.1	EtherCAT 参数 (CoE 目录)	20
2.2.7.2	SDO 错误代码	21
2.3	Ethernet/IP 基础知识	22
2.3.1	特点	22
2.3.2	拓扑结构	23
2.3.3	总线协议	24
2.3.4	过程数据传输	25
2.3.4.1	组合对象	25
2.3.5	参数数据传输	26
2.4	POWERLINK 基础知识	28
2.4.1	特性	28
2.4.2	拓扑结构	29
2.4.3	总线协议	30
2.4.3.1	指定的 POWERLINK 地址范围	32
2.4.4	NMT 状态机	33

2.4.5	过程数据传输.....	34
2.4.6	参数数据传输.....	36
2.4.7	SDO 错误代码	38
2.5	PROFINET IO 基础	39
2.5.1	特性	39
2.5.2	拓扑结构	40
2.5.3	总线协议	41
2.5.4	参考数据结构.....	46
2.5.5	过程数据传输.....	48
2.5.5.1	过程数据报文.....	49
2.5.6	参数数据传输.....	51
2.5.6.1	非循环参数数据交换的结构（记录）	52
2.5.6.2	非循环参数指令的数据记录	53
2.5.6.3	数据记录格式.....	54
2.5.6.4	数据记录传输示例.....	58
3	初始设置	61
3.1	调试诺德系统总线.....	61
3.2	连接现场总线.....	63
3.3	设置现场总线协议.....	64
3.4	安装设备说明文件.....	64
3.5	设置 Ethernet/IP	65
3.5.1	自动设备检测.....	65
3.5.2	Ethernet/IP 现场总线地址.....	65
3.6	设置 EtherCAT.....	67
3.6.1	自动设备检测.....	67
3.6.2	EtherCAT 现场总线地址	68
3.7	设置 POWERLINK.....	69
3.7.1	自动设备检测.....	69
3.7.2	初始化参数.....	69
3.7.3	POWERLINK 现场总线地址	70
3.8	设置 PROFINET IO	71
3.8.1	变频器寻址.....	71
3.8.2	指定过程数据的数据格式.....	73
3.9	示例：调试现场总线通信.....	73
4	参数.....	75
4.1	诺德标准参数.....	76
4.2	现场总线特定标准参数	77
4.2.1	EtherCAT 标准参数.....	77
4.2.2	EtherNet/IP 标准参数.....	78
4.2.3	POWERLINK 标准参数	80
4.2.4	PROFINET IO 标准参数	82
4.3	诺德信息参数.....	84
4.4	现场总线特定信息参数	86
4.4.1	Ethernet/IP 信息参数	86

4.4.2	POWERLINK 信息参数	87
4.4.3	PROFINET IO 信息参数	88
4.5	变频器参数设置	90
5	错误监视和错误消息	92
5.1	总线运行监控功能	92
5.2	重置错误消息	93
5.3	错误消息——一般通信错误	94
5.4	检修-工业以太网	95
5.4.1	POWERLINK	95
5.4.1.1	通过变频器进行错误监控	95
5.4.1.2	通过 POWERLINK 进行错误监控	95
5.4.2	PROFINET IO	98
5.5	LED 指示灯（发光二极管）	99
5.5.1	设备专用 LED 指示灯	100
5.5.1.1	“DEV”LED 指示灯	100
5.5.2	工业以太网状态 LED 指示灯	101
5.5.2.1	EtherCAT	101
5.5.2.2	Ethernet/IP	102
5.5.2.3	POWERLINK	103
5.5.2.4	PROFINET IO	104
6	其他信息	105
6.1	数据传输	105
6.1.1	前言	105
6.1.1.1	过程数据	105
6.1.1.2	参数数据	105
6.1.2	过程数据传输	106
6.1.2.1	控制字	106
6.1.2.2	状态字	107
6.1.2.3	变频器状态机	108
6.1.2.4	设定值和实际值	112
6.1.3	设定值规格示例	114
6.2	拓扑结构概述	115
6.2.1	线性拓扑	115
6.2.2	星型拓扑	116
6.2.3	环形拓扑	117
6.2.4	树状拓扑	118
7	附录	119
7.1	服务说明	119
7.2	文件和软件	120

图表目录

图 1: 诺德系统总线结构示例.....	14
图 2: 经互联网进行的远程维护 (示意图)	16
图 3: EtherCAT 报文	18
图 4: NMT 状态机.....	19
图 5: Ethernet/IP 与 OSI 层模型的对应.....	22
图 6: 以太网报文 (最小帧长 64 字节)	24
图 7: POWERLINK 与 OSI 层模型的对应.....	28
图 8: 以太网报文 (最小帧长 64 字节)	30
图 9: POWERLINK 传输周期.....	31
图 10: NMT 状态机.....	33
图 11: 通过应用关系 (AR) 实现 PROFINET IO 通信.....	40
图 12: PROFINET IO 电报 (子网内通信)	41
图 13: PROFINET IO 数据周期时间	43
图 14: 应用程序数据区的结构——消息传输.....	46
图 15: 示例-PROFINET IO 设备模型.....	48
图 16: 非循环 PROFINET IO 参数数据交换的顺序.....	52
图 17: 监控参数设置示例	93
图 18: LED 指示灯——设备状态显示	99
图 19: 变频器状态机	108
图 20: 线性拓扑 (示例)	115
图 21: 星型拓扑 (示例)	116
图 22: 环形拓扑 (示例)	117
图 23: 树状拓扑 (实例)	118

1 前言

1.1 综述

1.1.1 文件

名称:	BU 0620
样本料号:	6076218
系列:	与 NORDAC PRO, SK 550P 的总线通信
	<ul style="list-style-type: none"> • EtherCAT® • Ethernet/IP® • POWERLINK • PROFINET® IO

1.1.2 版本列表

版本	样本料号	软件版本	备注
BU 0620 , 2019 年 5 月	6076218/1819	V 1.0 R0	• 第一个版本
BU 0620 , 2020 年 3 月	6076218/1020	V 1.0 R0	• 错误更正

1.1.3 版权声明

本资料所述的驱动产品，会以合适的形式提供给每个客户。
禁止对本资料进行任何形式的改动或抄袭。

1.1.4 出版人

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG.

Getriebebau-Nord-Straße 1 • 22941 Bargteheide, 德国 • <http://www.nord.com/>

电话: +49 (0) 45 32 / 289-0 • 传真: +49 (0) 45 32 / 289-2253

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

1.1.5 手册简介

本手册用于帮助用户将 Getriebebau NORD GmbH & Co. KG 的 NORDAC PRO 系列 SK 550P 变频器整合进现场总线系统中。本文档应由具备资质的电气技术人员使用，以便规划、安装和设置现场总线系统。接受委托从事该工作的资质人员，应熟悉现场总线系统和可编程控制器（PLC）技术。

本手册仅包含与 NORD GmbH & Co. KG.的变频器相关的信息和说明。本手册不含任何与其它制造商的控制器和必需软件相关的说明。

1.2 其它相关的文档

本手册必须与相关变频器（[BU 0600](#)）操作说明书一起阅读。只有上述说明书才含有现场总线系统的安全整合和调试所需信息。

相关文档的最新版本见 www.nord.com。

1.3 符号与标记

1.3.1 标识阐述



直接威胁性风险，可导致人员重伤或死亡。



表示有可能发生的危险情况，可导致人员重伤或死亡。



表示有可能发生的危险情况，可导致人员轻微损伤。

注意!

表示有可能发生的危险情况，可导致产品损坏和环境破坏。

1.3.2 其它信息



表示提示和辅助说明。

1.3.3 文本标记

以下标记用于区分不同类型的信息：

文字

信息类型	示例	标记
说明	1. 2.	必须按数字顺序进行操作的说明。
项目符号	•	项目符号用点号标记。
参数	P850	参数由大写的前置代码“P”和三位数字组成。
数组	[-01]	数组由方括号表示。
出厂设置	{0.0}	出厂设置由花括号表示。
软件说明	“删除”	菜单、控件栏、按键和标签等用双引号和黑体字作标记。

件号

信息类型	示例	标记
二进制数	100001b	二进制数后带有后缀“b”作为标记
十六进制数	0000h	十六进制数后带有后缀“h”作为标记

符号

信息类型	示例	标记
交叉引用	 第 2 节 “基础知识”	本文档内的交叉引用，点击文字即可调出该部分在本文档内的开始点。
	 补充手册	外部交叉引用
超链接	http://www.nord.com/	外部网站引用使用蓝色文字和下划线作为标记。用鼠标点击可调出网站。

1.3.4 缩略语

本手册中使用的缩略语

缩略语	含义
AG	绝对编码器
AK	指令标签/响应标签
AR	应用关系
ASnd	异步发送, 含有 SDO 或 NMT 信息的 POWERLINK 报文类型
CAN	控制器局域网
CIP	通用工业协议, Ethernet/IP 的应用协议
CN	受控节点, POWERLINK 现场总线的从设备
CoE	基于 EtherCAT 的 CAN
CR	通信关系
DAP	设备访问点
DHCP	动态主机配置协议, 网络中管理主机 IP 地址的通信协议
DIP	双列直插式封装 (=双排壳体), 小型开关组
DLR	设备级环网, 环状拓扑的 Ethernet/IP 选项
EMC	电磁兼容性
FI	变频器
HMI	人机界面——人与机器之间的界面
ID	标识符
IGBT	绝缘栅双极晶体管 (半导体元件)
IND	索引
IP	互联网协议
I/O	输入, 输出
IW	实际值
MN	管理节点, 用于控制数据传输的 POWERLINK 总线主控器 (PLC, 工业计算机)
NMT	网络管理
PDO	过程数据对象
PKE	参数标签
PKW	参数标签值
PNU	参数编号
PPO	参数/过程数据对象
PRReq	轮询请求, 从 CN 调用循环数据
PRes	轮询请求, 从 CN 传输循环数据
PWE	参数值
PZD	过程数据
Rx	接收

缩略语	含义
SDO	服务数据对象
SoA	开始异步, 指异步相的开始
SoC	循环开始, 指新传输循环的开始
PLC	可编程逻辑控制器
CTW	控制字
SW	设定值
TCP	传输控制协议
Tx	传输
UCMM	非连接信息管理器, Ethernet/IP-总线参与方的一种功能, 用于传输和接收显式报文
UDP	用户数据报协议
USS	通用串行接口
STW	状态字

2 基础知识

将变频器整合进现场总线系统的前提是有一个能使两者相互通信的接口。此接口由连接到现场总线系统的硬件组件（包括电气连接到现场总线系统和通信处理器所需的元件）和固件组成，该固件用于变频器与现场总线协议之间的通信。

NORDAC *PRO*, SK 550P 变频器带有一个连接以下基于以太网的现场总线系统所需的总线接口：

- EtherCAT
- Ethernet/IP
- POWERLINK
- PROFINET IO

支持的现场总线协议使用一个参数进行设置。

此外，可选择将几个诺德变频器通过 NORD 系统总线连接起来，间接地将它们整合进高级现场总线系统中。

2.1 诺德系统总线

2.1.1 说明

NORD GmbH & Co. KG.的各种设备（变频器和可选模块）与其它配件（绝对编码器）之间的通信，通过一个单独的诺德系统总线进行。诺德系统总线是一个 CAN 现场总线；使用 CANopen 协议进行通信。如果一个带有现场总线接口的变频器（SK 550P）通过系统总线连接到其它设备，它们也可被间接地整合进现场总线通信中，无需单独的现场总线接口。可通过一个 SK 550P 来访问几个变频器。

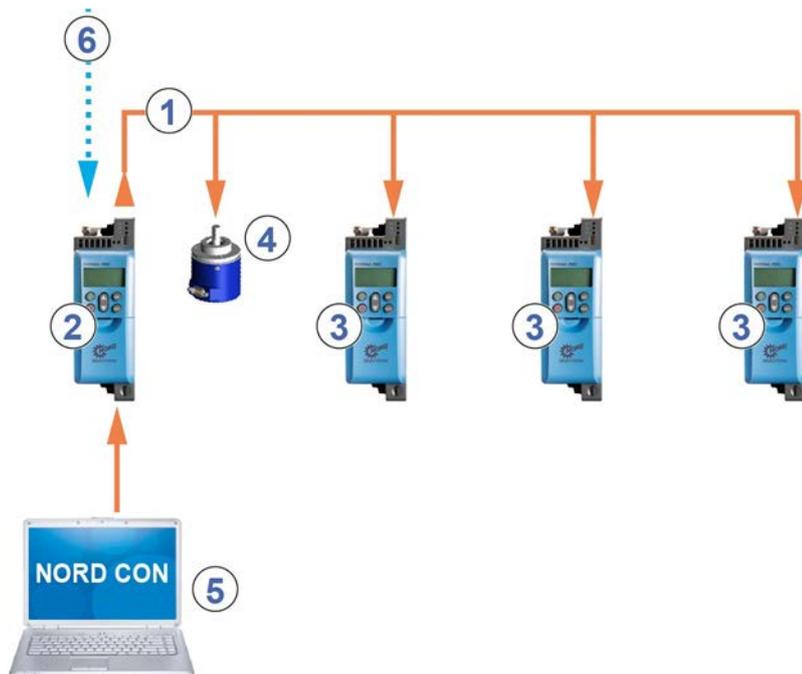


图 1：诺德系统总线结构示例

条目	说明
1	诺德系统总线（CAN 现场总线）
2	带有现场总线接口的 SK 550P 变频器
3	变频器 SK 5x0P
4	绝对编码器
5	NORDCON 计算机（基于 PC 的 Windows®系统，NORDCON 的参数调整在该系统上完成，控制软件安装在该系统上）
6	现场总线

2.1.2 诺德系统总线参与方

最多可将 8 个带有相关绝对编码器的变频器整合进诺德系统总线中。所有诺德系统总线上的设备必须分配一个唯一地址（CAN ID）。变频器的地址使用参数 **P515 CAN 地址** 进行设置。

连接的绝对编码器的地址通过 DIP 开关进行设置。绝对编码器必须直接分配给一个变频器。可按以下公式进行分配：

绝对编码器地址=变频器的 CAN ID+1

这将产生以下矩阵：

设备	FI 1 (SP 550P)	AG 1	FI 2	AG 2	...
CAN ID	32	33	34	35	...

系统总线中的第一个和最后一个设备上的终端电阻必须被启用（变频器手册），变频器的总线速度必须设定为“250 kBaud”（**PC514 CAN 的波特率**），这一点同样适用于已连接的任何绝对编码器。

2.1.3 远程维护

NORD GmbH & Co. KG.的变频器和所有设备，均可通过局域网或互联网进行维护。

说明

如果使用的是EtherCAT，则不可进行远程维护。

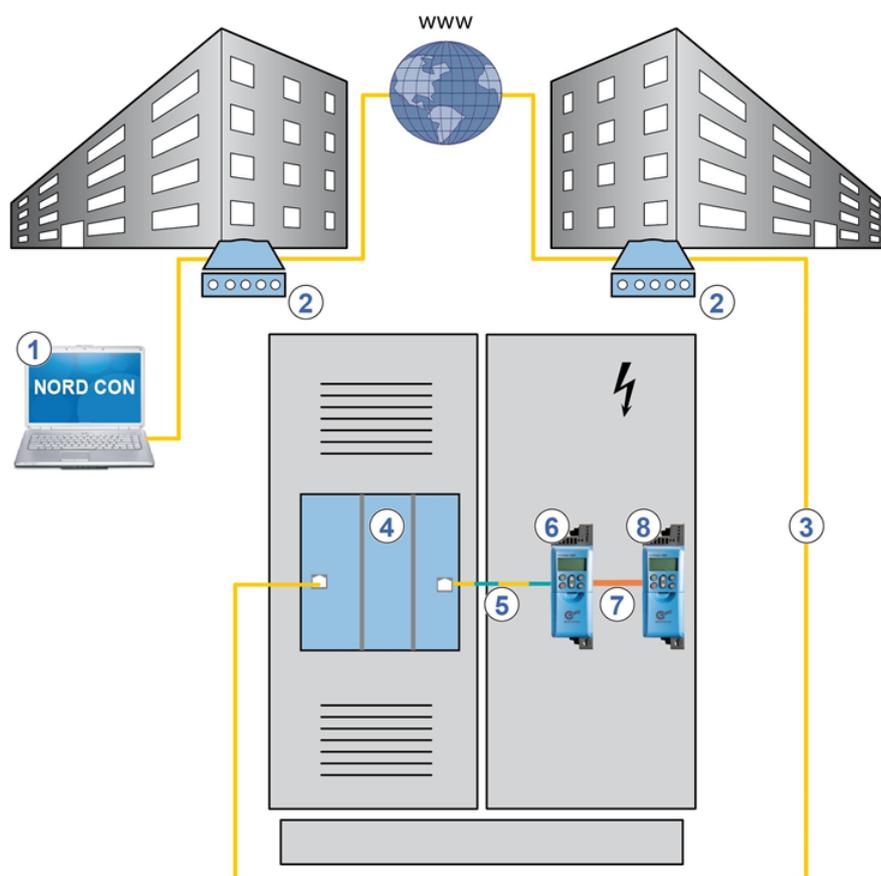


图 2：经互联网进行的远程维护（示意图）

条目	说明
1	NORDCON 软件
2	调制解调器
3	局域网
4	现场总线网关或总线主控器（PLC）
5	现场总线
6	变频器 SK 550P
7	诺德系统总线
8	诺德变频器 SK 5x0P

2.2 EtherCat 基础知识

2.2.1 特性

EtherCAT（以太网控制自动化技术）是一种实时以太网。它使用的是以太网标准 IEEE（美国电气与电子工程师协会）802.3 EtherCAT（公布在标准 IEC（国际电工委员会）61158 中）中的标准帧和物理层。

当有总线主控器发送的报文经过时，所有总线参与方仅可接收既定由它接收的数据。输出数据以同样方式嵌入到报文中。同时，报文在发送时会有轻微的延迟（几纳秒）。总线参与方可识别由它接收的命令，并执行这些命令。最后一个总线参与方返回完全处理后的报文，以便第一个总线参与方可将此报文作为响应报文发送给控制器。

EtherCAT 总线参与方的定址不是必要的，可由总线主控器（PLC）根据总线上的物理连接顺序自动完成。

性能说明

标准	IEC（国际电工委员会）61158 IEC（国际电工委员会）61784，ISO（国际标准化组织）15745，SEMI（半导体设备材料产业协会）E54.20
可能的总线参与方数目	65,535
传送率	100MBit（高速以太网，全双工）
更新时间	1 毫秒内 1000 个 FI axes（每个有 8 字节的输入和输出数据）
连线	标准以太网线 CAT5（五类线）或更佳
电缆长度	两个节点中的最大值为 100m

2.2.2 拓扑结构

支持以下拓扑结构：

- 线性拓扑
- 星型拓扑
- 树状拓扑

2.2.3 总线协议

EtherCAT 应用程序数据嵌入在标准以太网帧中。在传输过程数据时，EtherCAT 的帧通过类型域“Ethertype（以太网类型）”中的标记“0x88A4”识别。



图 3: EtherCAT 报文

	名称	说明
以太网报头	目标地址	目标地址=EtherCAT 帧的目标地址
	源地址	源地址=EtherCAT 帧的源地址
	类型	EtherCAT 帧的类型 (Ethertype 0x88AB)
帧头	—	关于 EtherCAT 帧中数据报长度的信息和数据报的类型
以太网	现场总线控制系统	EtherCAT 帧的校验和

EtherCAT 报文可由几个数据报组成（EtherCAT 命令）。数据报规定了总线主控器可在总线系统中进行怎样的操作（读、写、读和写、访问一个或多个总线参与方）。每个数据报负责一定范围的逻辑过程镜像（最高达四十亿字节）。当总线系统启动时，每个总线参与方都会被分配一个或多个唯一地址。因此，一个数据报可访问同一范围内同一地址下的几个总线参与方。

参见 第 2.2.7 节“参数数据传输”，了解更多信息。

2.2.4 热插拔功能

在 EtherCAT 中，“热插拔”指在总线运行中添加或断开总线参与方。具体作法就是开、关总线参与方，将其与网络连接，或从网络断开。

通常情况下，EtherCAT 的主控器可根据各总线参与方在现场总线上的物理顺序来给它们分配地址。如果没有热插拔功能，每次开启或关闭总线参与方时，主控器将不得不改写总线配置。

配置有热插拔功能的总线参与方，必须有唯一的标识。由于这个缘故，总线参与方可作为一个热插拔组添加或断开，无需修改 PLC 方案。因此，几种配置级别的 EtherCAT 现场总线系统可使用一个 PLC 方案运行。通过使用 DIP 开关（第 4.2.1 节“EtherCAT 标准参数”）设置一个地址（“第二地址”）来完成配置，该地址在总线接口开启时读入。

2.2.5 NMT 状态机

当总线系统启动时，总线接口通过 EtherCAT 的 NMT 状态机运行。通过总线主控器（PLC）在不同的状态间切换。

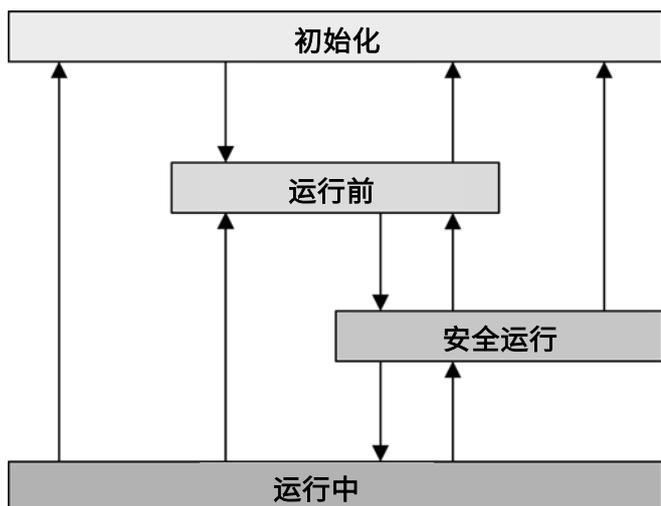


图 4: NMT 状态机

2.2.6 过程数据传输

控制字 (STW) 和最多 3 个设定值 (SW) 可从总线主控器传送到变频器, 状态字 (ZSW) 和最多 3 个实际值 (IW) (作为过程数据 (PZD)) 可从变频器传送到总线主控器。

EtherCAT 过程数据为固定结构, 由设备描述文件指定 (第 3.4 节 “安装设备说明文件”)。

2.2.6.1 过程数据报文

变频器的过程数据报文包括 12 字节的变频器数据:

传输方向	传输数据					
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
	12 字节					
至变频器	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
自变频器	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5

2.2.7 参数数据传输

在“CAN over EtherCAT”协议中，传输数据或参数数据仅通过一个 SDO 通道来执行。以下数据将被传送：

- 变频器的参数数据，通过系统总线最多可连接 7 个变频器，
- 总线主控要求变频器（FI）提供的参数数据。

由于诺德变频器的参数编号（0 到 999）是在已经被占用的 EtherCAT 现场总线系统的编号范围内，故 NORD GmbH & Co. KG. 设定了以下参数编号范围：

	FI 1	FI 2	FI 3	FI 4	FI 5	FI 6	FI 7	FI 8
起始偏移	2000h							
设备偏移	0	800h	1000h	1800h	2000h	2800h	3000h	3800h
数值范围	2000h-27FFh	2800h-2FFFh	3000h-37FFh	3800h-3FFFh	4000h-47FFh	4800h-4FFFh	5000h-57FFh	5800h-5FFFh

诺德参数编号必须按照以下公式转换：

起始偏移+设备偏移+诺德参数编号=EtherCAT 参数编号

- 102 号参数编号示例 102 (P102 → □ 102_{dec}=66h)
- 变频器 FI 3 2000h+1000h+66h=3066h

说明

对于有子索引的参数来说，第一个值总是在子索引“1”上。子索引“0”含有数组的最大尺寸。

2.2.7.1 EtherCAT 参数 (CoE 目录)

索引	子索引	对象名称	说明	读/写	类型 (值)
1000h	0	设备类型	设备类型和功能	RO	U32
1008h	0	设备名称	设备名称	RO	STR
1009h	0	软件版本	硬件配置级别	RO	STR
100Ah	0	软件版本	软件版本	RO	STR
1018h	REC	标识对象	基本设备信息	—	U32
	0	最大子索引	元素数目 (=4)	RO	U8
	1	供应商 ID	制造商代码 (Getriebbau Nord: 00000538h)	RO	U32
	2	产品代码:	设备版本 (产品编号)	RO	U32
	3	修订编号	软件版本和版本编号 (2×16 位)	RO	U32
	4	序列号	不支持	RO	U32
1600h...1607h*	0	最大子索引	元素数目	RO	U8
1600h...1607h*	0-4	R×PDO 映射	从 FI 1 到 FI 8 的设定值	RO	U32
1A00h...1A07h*	0	最大子索引	元素数目	RO	U8
1A00h...1A07h*	0-4	T×PDO 映射	从 FI 1 到 FI 8 的实际值	RO	U32

索引	子索引	对象名称	说明	读/写	类型 (值)
1C00h	0-4	同步管理器通信类型	显示分配和使用的同步信道	RO	U8
1C10h	0	同步管理器信道 0	接收信箱	RO	UCHAR
1C11h	0	同步管理器信道 1	发送信箱	RO	UCHAR
1C12h	5	同步管理器过程数据 输出	过程数据输出	RO	U16
1C13h	5	同步管理器过程数据 输入	过程数据输入	RO	U16

* xx00=Fl 1, xx01=Fl 2, ..., xx07=Fl 8

2.2.7.2 SDO 错误代码

当 SDO 传输失败时，将产生对应的错误码：

错误码	说明
05030000h	触发位不变
05040000h	SDO 报文超时 (SDO 对总线接口的回应超时)
05040001h	SDO 命令无效/未知
05040005h	无存储器 (存储容量不足)
06010000h	非法访问对象
06010001h	读取只写参数
06020002h	写入只读对象
06020000h	对象不存在于对象目录中 (访问不存在的参数)
06040043h	参数不相容
06060047h	总线接口内部不兼容
06060000h	因硬件错误导致访问失败
06070012h	不正确的数据类型, 参数过长
06070013h	不正确的数据类型, 参数过短
06090011h	参数的子索引不存在
06090030h	参数值范围溢出
06090031h	参数值过大
06090032h	参数值过小
06090036h	最大值小于最小值
08000000h	一般错误
08000020h	数据传输或数据保存不可行, 原因是总线接口与变频器之间无通信

2.3 Ethernet/IP 基础知识

2.3.1 特点

EtherNet/IP（以太网工业协议）是一个用于工业自动化系统的开放通信协议，该协议使用以太网 TCP/IP 和 CIP（通用工业协议）应用程序协议的基本技术。Ethernet/IP 基于 OSI 模型（开放系统互连模型=作为层结构的网络协议的参照模型），因此，Ethernet/IP 对应 CIP 技术是在三个上层（5...7），而 CIP 对应 Ethernet/IP 技术是在四个下层（1...4）。



图 5: Ethernet/IP 与 OSI 层模型的对应

层	OSI 说明	Ethernet/IP 对应部分
1	物理层，定义数据传输的硬件、编码、速度等	符合 IEEE 802.3 标准的技术：定义数据通信、CSMA/CD（载波侦听多路访问/冲突检测数据通信规则=多路载波检测和冲突检测）的物理介质和框架格式。
2	链路层，定义通信的物理过程（现场总线和数据备份中的访问方法）。	符合 IEEE 802.3 标准的技术：按照 CSMA/CD 的访问过程，该过程控制现场总线系统中设备的行为。
3...4	应用层（网络）接管数据包到下一个总线参与方的发送路线，传输层（传输）分配数据包给应用程序。	TCP/IP（传输控制协议/互联网协议）和 TCP/UDP（传输控制协议/用户数据报协议）
5...7	CIP 应用层（面向对象），使用面向应用程序的命令来定义应用程序的接口。	

Ethernet/IP 由用户和制造商协会 ODVA（开放式设备网络供应商协会）管理。

Ethernet/IP®和 CIP®均为 ODVA 的注册商标。

按照 CIP 协议，Ethernet/IP 是一个面向对象的现场总线系统，使用生产间/用户方法运行。与常规的传输/接收方法（在这种方法中，报文被发送给特定接收者）不同，在用户/生产商方法中，由现场总线参与方决定是否基于连接 ID（包含在数据报文中）来处理信息。

Ethernet/IP 设备可不经配置即被整合到 Ethernet/IP 现场总线系统中，但必须分配给唯一的 IP 地址。

性能说明

可能的总线参与方数目	255
传送率	100MBit（交换式以太网，全双工）
支持的功能	UCMM, DLR
支持的连接类型	<ul style="list-style-type: none"> • 显式报文连接（参数数据） • I/O 连接（过程数据）：1 唯一拥有者，2 仅接听
连线	标准以太网线 CAT5（五类线）或更佳
电缆长度	两台设备之间最多 100m

2.3.2 拓扑结构

支持以下拓扑结构：

- 线性拓扑
- 星型拓扑
- 环形拓扑（带有 DLR（设备级环网）选配件的总线参与方无需外部开关）。

2.3.3 总线协议

将通过 Ethernet/IP 现场总线传送的数据嵌入在标准以太网帧中。



图 6: 以太网报文 (最小帧长 64 字节)

名称	说明
目标地址	目标地址=以太网帧的目标地址
源地址	源地址=以太网帧的源地址
长度	关于应用程序数据长度的信息
目标服务访问点	目标服务接入点
源服务访问点	源服务接入点
控制	LLC 帧类型 (逻辑链路控制帧)
应用程序数据	有效负载 (最少 46 字节, 最大 1497 字节)
现场总线控制系统	以太网帧的校验和

数据通信 (网络层和传输层)

出于交换应用程序数据的需要, 在发送数据的总线参与方和接收数据的总线参与方之间, 必须 (通过非连接信息管理器 UCMM) 建立连接。已建立的连接用于发送“显式报文” (配置、诊断和管理所必需的数据) 或“I/O 信息” (实时 I/O 数据, 亦称为“隐式报文”)。

CIP 协议 (应用层)

CIP 应用层决定 I/O (输入输出) 消息和隐式报文的交换。两个现场总线参与方之间的通信, 根据面向连接的通信模型, 通过点对点连接进行。数据交换通过对象进行, 对象加入到现场总线参与方的对象索引中。在 CIP 协议中, 每个现场总线参与方接收一个对象库。CIP 对象再分为类、实例和属性。类由对象组成, 决定一个现场总线参与方的系统组件。实例是一个类中的特定对象。一个类的所有实例有着同样的属性, 但有着不同的属性值。

参见  第 2.3.5 节“参数数据传输”, 了解更多信息。

2.3.4 过程数据传输

在过程数据区（PZD）中，控制字和设定值从主控制器发送到变频器，作为交换，状态字和实际值从变频器发送到主控制器。PZD 区的结构，从其元素（字）的顺序方面看，始终是一样的，不过，取决于数据从主→从/从→主的方向，它的标记不同。所有字的长度均为 16 位。传送 32 位的值时（例如位置值），需要 2 个字（例如设定值 1 和设定值 2）。

变频器与 Ethernet/IP 总线主控制器之间过程数据的交换，通过 I/O 连接进行。在建立“唯一所有者”连接后，即可交换设定值和实际值。此外，还有两个“仅接听”连接可用，通过它们，可“窃听”变频器目前的实际值。

2.3.4.1 组合对象

过程数据（无协议信息）在 I/O 消息对象的帮助下进行通信。相关设定值和实际值的分配，通过组合对象来进行。下表含有定义的配置（实例）。

实例	数据长度	说明	长度
100	96 字节	8 个变频器（每个变频器：CTW+SW1+SW2+SW3+ SW4+SW5）	变量
101	96 字节	8 个变频器（每个变频器：STW+IW1+IW2+IW3+IW4+IW5）	变量

2.3.5 参数数据传输

访问变频器的所有参数，需使用显式报文。按照客户机/服务器原理，建立点对点连接，以便传送数据。通过各种不同的类来访问已连接的变频器。

Ethernet/IP 等级	被访问的设备
101	变频器 FI 1
102	变频器 FI 2
103	变频器 FI 3
104	变频器 FI 4
105	变频器 FI 5
106	变频器 FI 6
107	变频器 FI 7
108	变频器 FI 8

Ethernet/IP 格式的变频器参数编码

Ethernet/IP 格式的参数字号	
等级	☞见上表
属性	参数字号
实例	子索引

参数字号中的 Ethernet/IP 格式	
参数字号	属性
子索引	实例

根据参数的结构创建一个实例。

以下适用于依赖参数集的无数组参数（例如参数 **P103**）：

参数集	位 1	位 0	实例
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	2
4	1	1	3

以下适用于不依赖参数集的数组参数（例如参数 **P465**）：

数组	...	位 3	位 2	位 1	位 0	实例
[-01]		0	0	0	0	0
[-02]		0	0	0	1	1
[-03]		0	0	1	0	2
[-04]		0	0	1	1	3
[-05]		0	1	0	0	4
		...				

以下适用于依赖参数集的数组参数（例如参数 **P400**）：

数组	参数集	数组			参数集		实例
		...	位 3	位 2	位 1	位 0	
[-01]	1		0	0	0	0	0
[-01]	2		0	0	0	1	1
[-01]	3		0	0	1	0	2
[-01]	4		0	0	1	1	3
[-02]	1		0	1	0	0	4
[-02]	2		0	1	0	1	5
...							

示例：

设备	参数	数组	参数集
FI1	P103	—	1
FI4	P103	—	3
FI3	P465	[-01]	—
FI3	P465	[-02]	—
FI2	P400	[-01]	3
FI2	P400	[-03]	1
FI2	P400	[-03]	3

→
→
→
→
→
→
→

等级	属性	实例
101	103	0
104	103	2
103	465	0
103	465	1
103	400	2
103	400	12
103	400	14

2.4 POWERLINK 基础知识

2.4.1 特性

POWERLINK 是一种实时以太网，用于实时传送数据，着重于自动化系统中过程数据的传送。POWERLINK 使用 OSI 模型（开放系统互连=分层架构网络协议的参考模型，ISO 11898）的第 2 层（数据传输）和第 7 层（应用层）。POWERLINK 将 CANopen 配置文件整合进了 OSI 模型的第 7 层。

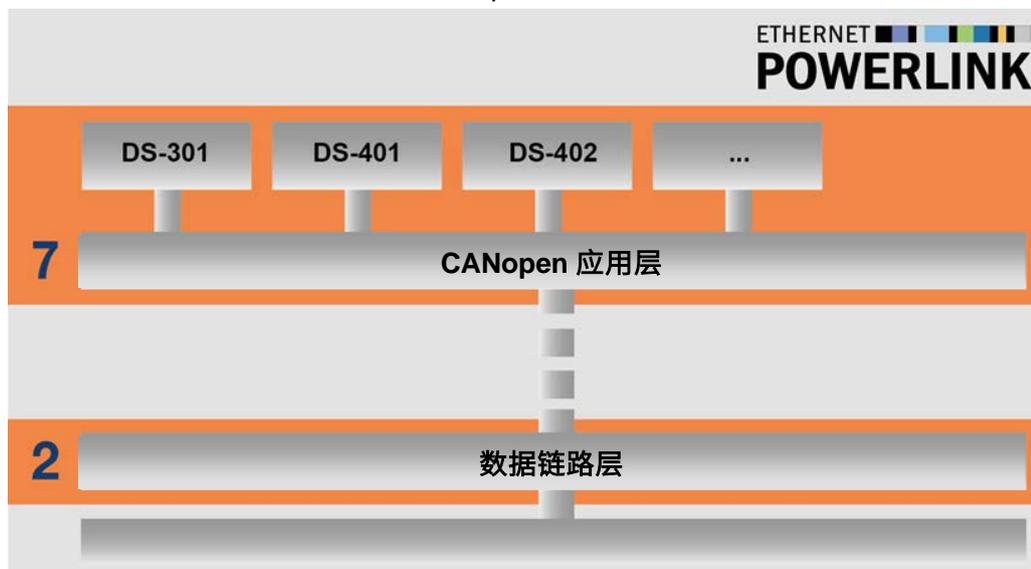


图 7: POWERLINK 与 OSI 层模型的对应

条目	说明
2 数据链路层	物理层，定义数据传输的硬件、编码、速度等
7 CANopen 应用层	CANopen 应用层（面向对象），使用面向应用程序的命令来定义应用程序的接口。
DS-301	CANopen 通信配置文件 DS-301
DS-401	CANopen 设备配置文件 DS-401，I/O 模块
DS-402	CANopen 设备配置文件 DS-402，驱动单元

POWERLINK 由用户组织“以太网 POWERLINK 标准化组织”（EPSG）负责维护，并公布在 IEC 61784-2、IEC 61158-3、IEC 61158-4、IEC 61158-5 和 IEC 61158-6 标准中。POWERLINK 符合以太网标准 IEEE 802.3，是一种无需许可证的免费开源版本。

对于通过 POWERLINK 现场总线系统的数据循环交换来说，控制系统（PLC 或工业 PC）变成了所谓的“管理节点”（MN，主导节点=总线主控器），由它决定同步的循环时间，并控制数据的循环交换。其它总线参与方为“受控节点”（CN=从设备）。MN 按指定的序列发送查询给所有 CN。所有 CN 立即发送回应信息。

取决于总线主控器的配置，POWERLINK 现场设备可在网络运行时连接到现场总线上，或从总线断开，同时不会影响到网络的功能。因此无需重启现场总线系统。

POWERLINK 总线参与方的寻址方法如下：

- 设备的唯一 MAC 地址，
- 分配的唯一 IP 地址。

性能说明

标准	IEC 61784-2、IEC 61158-3、IEC 61158-4、IEC 61158-5 和 IEC 61158-6
可能的总线参与方数目	240
传送率	100MBit (交换式以太网, 全双工)
支持的功能	<ul style="list-style-type: none"> • 热插拔 (总线运行中的 CN 连接) • 同步 PDO 传输 (静态映射) • 异步数据传输 (SDO 通过 ASND 或 UDP/IP 发送)
连线	标准以太网线 CAT5 (五类线) 或更佳
电缆长度	两个总线接口之间的最大距离为 100m

2.4.2 拓扑结构

支持以下拓扑结构：

- 线性拓扑
- 星型拓扑
- 树状拓扑
- 环形拓扑 (只有在总线主控器提供支持时才可行)

如果采用星形结构或树状结构，则需要使用特殊的 POWERLINK 集线或开关。

2.4.3 总线协议

将通过 POWERLINK 现场总线传送的数据嵌入在标准以太网帧中。



图 8: 以太网报文 (最小帧长 64 字节)

名称	说明
目标地址	目标地址=以太网的目标地址
源地址	源地址=以太网帧的源地址
类型	以太网帧的类型 (0x88AB)
MT	报文类型=POWERLINK 报文类型
DN	目标节点
SN	源节点
应用程序数据	有效负载 (最少 3 字节, 最大 1475 字节)
Pad	填充字节=填充以太网帧, 以便达到最小 64 字节帧长的字节要求。
CRC	以太网帧的校验和

POWERLINK使用预定义的报文类型

报文类型	ID	名称	用途	以太网传输类型
SoC	01h	周期开始	确定新传输周期的开始	组播
PReq	03h	轮询请求	从 CN 调用周期数据	单播
PRes2	04h	轮询响应	目前来自 CN 的周期数据的传送	组播
SoA	05h	异步开始	表明异步相开始	组播
ASend	06h	异步发送	发送异步数据	组播

为确保现场总线上的确定性数据传输，POWERLINK 的数据传输由管理节点（MN，总线主控器）控制。受控节点（CN，从设备）只有在接到指令后才可发送信息。

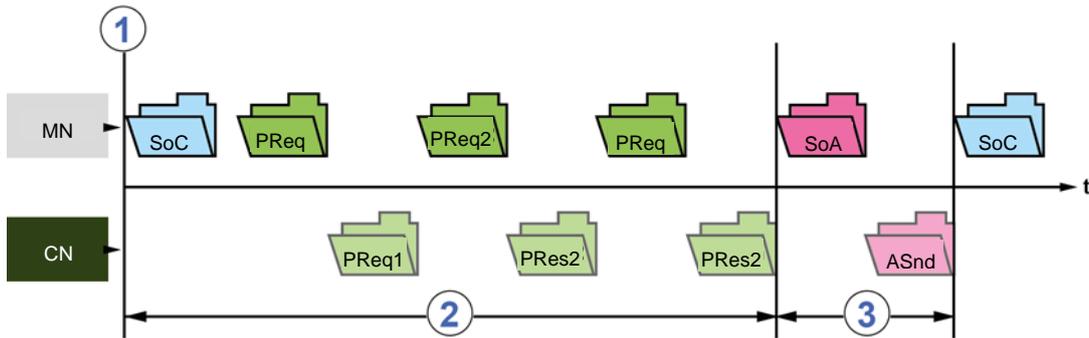


图 9: POWERLINK 传输周期

条目	说明
1	传输周期的开始
2	同步相
3	异步相

传输周期以报文类型“SoC”开始。在此之后，MN 使用“PReq”查询每个 CN，CN 使用“PRes”做出回应。在传输周期结束后，异步相开始，传输“SoA”包。在此相中，CN 收到 MN 的指令，发送非循环数据。

在 POWERLINK 中，所有的通信和用户均在对象目录（OV）中指定，对象目录基于 CANopen 现场总线标准，它将应用程序与通信设备连接在一起。对象目录中的所有通信对象，均使用一个 16 位的索引来命名。一个索引最多可容纳 256 个子索引（8 位）。特定索引的分配见 CANopen 配置文件 DS-301（通信配置文件）和 DS-402（应用规范）。

索引范围	用途
0000h	未用
0001h...009Fh	数据类型（特殊情况）
00A0h...0FFFh	保留
1000h...1FFFh	通信配置文件
2000h...5FFFh	制造商——特定对象
6000h...9FFFh	多达 8 种标准化设备配置文件
A000h...AFFFh	标准化接口配置文件
C000h...FFFFh	保留

参见 [第 2.4.6 节“参数数据传输”](#)，了解更多信息。

2.4.3.1 指定的 POWERLINK 地址范围

为总线接口分配唯一节点 ID (IP 地址的第四字节) 时, 必须严格遵守指定的 POWERLINK 地址范围。

POWERLINK 节点 ID	POWERLINK 名称	含义	访问选项	
0	C_ADR_INVALID	无效	无效 POWERLINK 地址	否 (无)
1...239	—	POWERLINK 受控节点	现场总线从动装置的 POWERLINK 地址 (CN)	<ul style="list-style-type: none"> • 否 (无) • 强制型 • 可选配 • 同步型 • 仅异步
240	C_ADR_MN_DEF_NODE_ID	POWERLINK 管理节点	现场总线主控装置的 POWERLINK 地址 (MN)	强制同步
241...250	保留 (EPSG 配置文件 DS-302-A [1])			
251	C_ADR_SELF_ADR_NODE_ID	POWERLINK 伪节点	用于总线参与方自动寻址的 POWERLINK 地址	否 (无)
252	C_ADR_DUMMY_NODE_ID	POWERLINK 虚拟节点	POWERLINK 地址作为位置标志符	否 (无)
253	C_ADR_DIAG_DEF_NODE_ID	诊断设备	诊断设备的 POWERLINK 标准地址	<ul style="list-style-type: none"> • 可选配 • 同步型 • 仅异步
254	C_ADR_RT1_DEF_NODE_ID	POWERLINK 到传统以太网路由器	1 型路由器的 POWERLINK 标准地址 (过时的以太网路由器)	<ul style="list-style-type: none"> • 否 (无) • 强制型 • 可选配 • 同步型
255	C_ADR_BROADCAST	POWERLINK 广播	POWERLINK 广播地址	否 (无)

2.4.4 NMT 状态机

当总线系统启动时，总线接口通过 POWERLINK 的 NMT 状态机运行。

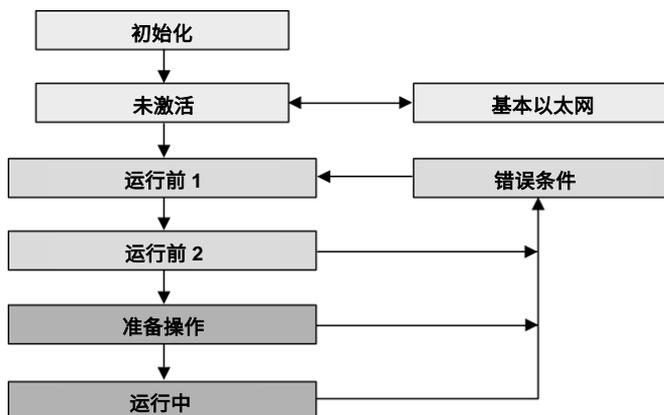


图 10: NMT 状态机

状态	说明
初始化	初始化阶段： <ul style="list-style-type: none"> 过程数据和参数之间无通信 通过现场总线系统监控 POWERLINK 帧。如果在设置的时间（超时）内没有接收到帧，总线接口变为状态“基本以太网”。如果在设定时间过去之前检测到 POWERLINK 帧，则总线接口改变到状态“预运行”。
运行前 1	现场总线运行： <ul style="list-style-type: none"> 可能的参数通信 无过程数据通信 受控节点等待 SOC 帧的接收，然后切换到状态“预运行 2”。如果在此状态下红色 LED“BE”亮起，则表示管理节点失败。
运行前 2	<ul style="list-style-type: none"> 可能的参数通信 无过程数据通信 在此状态下，由管理节点配置接口。在此之后，给出切换到“准备操作”状态的命令。如果在此状态下红色 LED“BE”亮起，则表示管理节点失败。
准备操作	准备操作 <ul style="list-style-type: none"> 有效的参数通信 过程数据可能存在的有限通信。 管理节点完成总线接口的配置。可能存在正常的循环和异步通信。发送的 PDO 数据符合 PDO 映射。不计算循环数据。如果在此状态下红色 LED“BE”亮起，则表示管理节点失败。
运行中	正常运行： <ul style="list-style-type: none"> 有效的参数通信 过程数据通信活动
基本以太网	参数通信仅可通过 UDP/IP 进行。如果在此状态期间检测到 POWERLINK 现场总线上存在通信，则总线接口变为状态“预操作 1”。如果红色 LED“BE”亮起，则表示管理节点失败。
已停止	无输出数据，且不提供输入数据。该状态仅可通过来自管理节点的相应命令来实现和终止。

2.4.5 过程数据传输

在过程数据区（PZD）中，控制字和设定值从主控制器发送到变频器，作为交换，状态字和实际值从变频器发送到主控制器。PZD 区的结构，从其元素（字）的顺序这一方面看，始终是一样的，不过，取决于数据从主→从/从→主的方向，它的标记不同。所有字的长度均为 16 位。传送 32 位的值时（例如位置值），需要 2 个字（例如设定值 1 和设定值 2）。

POWERLINK 过程数据的长度和结构是固定的，由设备描述文件（XDD 文件）确定。各方向的传输和连接的变频器均有 6 个过程值：1 个控制字或 1 个状态字和 5 个设定值或 5 个实际值。

PDO 映射

变频器支持动态映射。在默认映射中，最多映射 8 个变频器。过程数据电报包含 96 字节的变频器数据：

传输方向	传输数据 (96 字节)					
	变频器 FI 1					
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
地址	5,000.1h	5,000.2h	5,000.3h	5,000.4h	5,000.5h	5,000.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,010.1h	5,010.2h	5,010.3h	5,010.4h	5,010.5h	5,010.6h
传输方向	变频器 FI 2					
	第 7 个字	第 8 个字	第 9 个字	第 10 个字	第 11 个字	第 12 个字
	至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4
地址	5,001.1h	5,001.2h	5,001.3h	5,001.4h	5,001.5h	5,001.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,011.1h	5,011.2h	5,011.3h	5,011.4h	5,011.5h	5,011.6h
传输方向	变频器 FI 3					
	第 13 个字	第 14 个字	第 15 个字	第 16 个字	第 17 个字	第 18 个字
	至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4
地址	5,002.1h	5,002.2h	5,002.3h	5,002.4h	5,002.5h	5,002.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,012.1h	5,012.2h	5,012.3h	5,012.4h	5,012.5h	5,012.6h
传输方向	变频器 FI 4					
	第 19 个字	第 20 个字	第 21 个字	第 22 个字	第 23 个字	第 24 个字
	至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4
地址	5,003.1h	5,003.2h	5,003.3h	5,003.4h	5,003.5h	5,003.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,013.1h	5,013.2h	5,013.3h	5,013.4h	5,013.5h	5,013.6h

传输方向	变频器 FI 5					
	第 25 个字	第 26 个字	第 27 个字	第 28 个字	第 29 个字	第 30 个字
至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
地址	5,004.1h	5,004.2h	5,004.3h	5,004.4h	5,004.5h	5,004.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,014.1h	5,014.2h	5,014.3h	5,014.4h	5,014.5h	5,014.6h
传输方向	变频器 FI 6					
	第 31 个字	第 32 个字	第 33 个字	第 34 个字	第 35 个字	第 36 个字
至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
地址	5,005.1h	5,005.2h	5,005.3h	5,005.4h	5,005.5h	5,005.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,015.1h	5,015.2h	5,015.3h	5,015.4h	5,015.5h	5,015.6h
传输方向	变频器 FI 7					
	第 37 个字	第 38 个字	第 39 个字	第 40 个字	第 41 个字	第 42 个字
至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
地址	5,006.1h	5,006.2h	5,006.3h	5,006.4h	5,006.5h	5,006.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,016.1h	5,016.2h	5,016.3h	5,016.4h	5,016.5h	5,016.6h
传输方向	变频器 FI 8					
	第 43 个字	第 44 个字	第 45 个字	第 46 个字	第 47 个字	第 48 个字
至 FI (RX)	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
地址	5,007.1h	5,007.2h	5,007.3h	5,007.4h	5,007.5h	5,007.6h
自 FI (TX)	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5
地址	5,017.1h	5,017.2h	5,017.3h	5,017.4h	5,017.5h	5,017.6h

2.4.6 参数数据传输

访问变频器的所有参数，需使用对象（SDO）。

对象地址 (SDO-ID)		被访问的设备
设备 ID	地址范围	
2,000h	2,000h.....25FFh	变频器 FI 1
2,600h	2,600h.....2BFFh	变频器 FI 2
2C00h	2C00h.....31FFh	变频器 FI 3
3,200h	3,200h.....37FFh	变频器 FI 4
3,800h	3,800h.....3DFFh	变频器 FI 5
3E00h	3E00h.....43FFh	变频器 FI 6
4,400h	4,400h.....49FFh	变频器 FI 7
4A00h	4A00h.....4FFFh	变频器 FI 8

说明

SDO传输/查询期间的处理取决于所使用的PLC ( 制造商信息)

通过创建索引和子索引来执行对变频器参数的访问。

索引

必须按照以下公式将相关参数编号转换为 SDO ID，以生成索引：

公式	$SDO\ ID = \text{设备 ID} + \text{参数编号}$
计算实例	变频器 FI 5 参数 P102
	$SDO-ID = 3,800H + 102 = 3,800H + 66H = 3,866H$

子索引

子索引的生成取决于相关参数的结构：

诺德-特定					POWERLINK
参数类型	示例	子索引	数组元素	参数集	子索引
单一	P218	0	—	—	00h
取决于参数集	P102	数组大小			00h
		0	—	P1	01h
		0	—	P2	02h
		0	—	P3	03h
		0	—	P4	04h
数组参数	P480	数组大小			00h
		1	[-01]	—	01h
		2	[-02]	—	02h
		3	[-03]	—	03h
参数集相关数组参数	P525	数组大小			00h
		1	[-01]	P1	01h
				P2	02h
				P3	03h
				P4	04h
		2	[-02]	P1	05h
				P2	06h
				P3	07h
P4	08h				

2.4.7 SDO 错误代码

如果参数数据通信过程中出现问题（例如，超出值范围），则发送中止电报。错误代码符合 POWERLINK 标准 EPSG DS-301。

错误码	说明
05040000h	SDO 报文超时（SDO 对总线接口的回应超时）
05040001h	SDO 命令无效/未知
05040002h	不允许的传输数据大小
05040003h	序列层错误
05040005h	无存储器（存储容量不足）
06010000h	非法访问对象
06010001h	读取只写参数
06020002h	写取只读参数
06020000h	访问不存在的参数
06040043h	参数不相容
06060047h	总线接口内部不兼容
06060000h	因硬件错误导致访问失败
06070010h	数据类型与访问长度不匹配
06070012h	不正确的数据类型，参数过长
06070013h	不正确的数据类型，参数过短
06090011h	参数的子索引不存在
06090030h	参数值范围溢出
06090031h	参数值过大
06090032h	参数值过小
06090036h	最大值小于最小值
08000000h	一般错误
08000020h	数据传输或数据保存不可行，原因是总线接口与变频器之间无通信
08000021h	总线接口无响应

2.5 PROFINET IO 基础

2.5.1 特性

PROFINET IO 是一种用于外设通信的协议，符合以太网标准 IEEE 802.3 的要求，其以 PROFIBUS DP 为基础，采用交换式以太网技术作为物理通信介质，实现输入/输出数据和参数的快速通信。PROFINET IO 详细规定参见标准 IEC（国际电工委员会）61158 和 61784。

与现场总线主控-从动方法不同，PROFINET IO 是一种供应商-消费者模型，支持现场总线参与方之间的平等通信关系（CR）。除了过程数据的循环交换外，诊断数据、参数和报警信息也可以通过 PROFINET IO 现场总线系统进行通信。

PROFIBUS®和 PROFINET®为 PROFIBUS 和 PROFINET International (PI) 的注册商标。

PROFINET IO 总线参与方按照任务进行分类：

名称	PROFINET IO 总线参与方	任务
IO 控制器	控制器（PLC）	执行与总线参与方进行 I/O 数据通信的主功能，并控制过程。 在供应端，IO 控制器将输出数据发送到 IO 设备，在消费者端，IO 控制器处理从 IO 设备发出的输入数据。
IO 设备	分散现场总线设备	在供应端，IO 控制器将输入数据发送到 IO 设备，在消费者端，IO 控制器处理从 IO 设备发出的输出数据。
IO 管理员	编程设备、人机界面 或个人电脑	PROFINET IO 工具，用于 IO 设备的参数化和诊断，仅临时用于调试和诊断。

PROFINET IO 总线参与方的寻址方法如下：

- 设备的唯一 MAC 地址，
- 唯一指定的设备名称和
- 唯一分配的 IP 地址。

在 IO 控制器和 IO 设备之间建立所谓的“应用关系”（AR），并利用该“应用关系”（AR）指定“通信关系”（CR）。

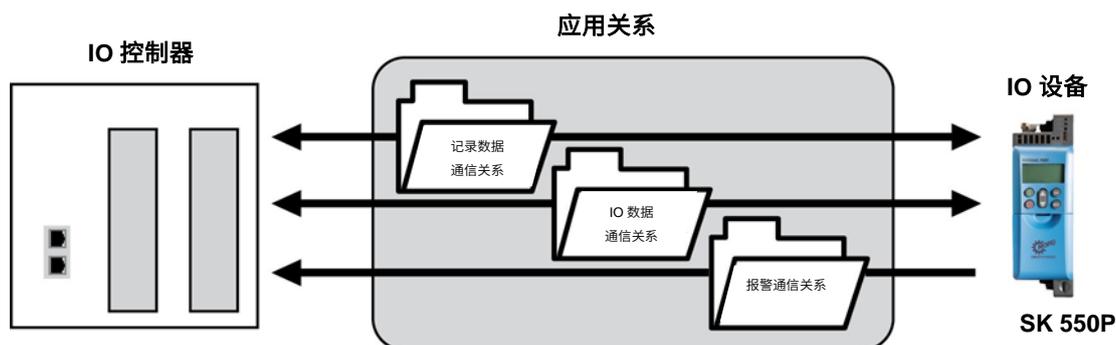


图 11: 通过应用关系 (AR) 实现 PROFINET IO 通信

通信关系 (CR)	说明
IO 数据通信关系	用于过程数据的循环通信
记录数据通信关系	用于过程数据的非循环通信
报警通信关系	用于实时报警消息

性能说明

标准	IEC (国际电工委员会) 61158、61784
可能的总线参与方数目	实际上不受限制, 取决于 IO 控制器可以与之通信的参与方数量。
传送率	100MBit (交换式以太网, 全双工)
更新间隔	≥5ms (与变频器交换过程数据)
一致性类别	B、C
收发电缆	自动转换、自动协商、自动极性变换
连线	标准以太网线 CAT5 (五类线) 或更佳
电缆长度	两个节点间的最大值为 100m

2.5.2 拓扑结构

支持以下拓扑结构:

- 线性拓扑
- 星型拓扑
- 树状拓扑
- 环形拓扑 (需要介质冗余协议 (MRP))

2.5.3 总线协议

PROFINET IO 过程数据嵌入到标准以太网帧中。对于过程数据的通信，用标签“8892h”和类型字段“以太网类型”中的帧 ID 来标识 PROFINET IO 帧。



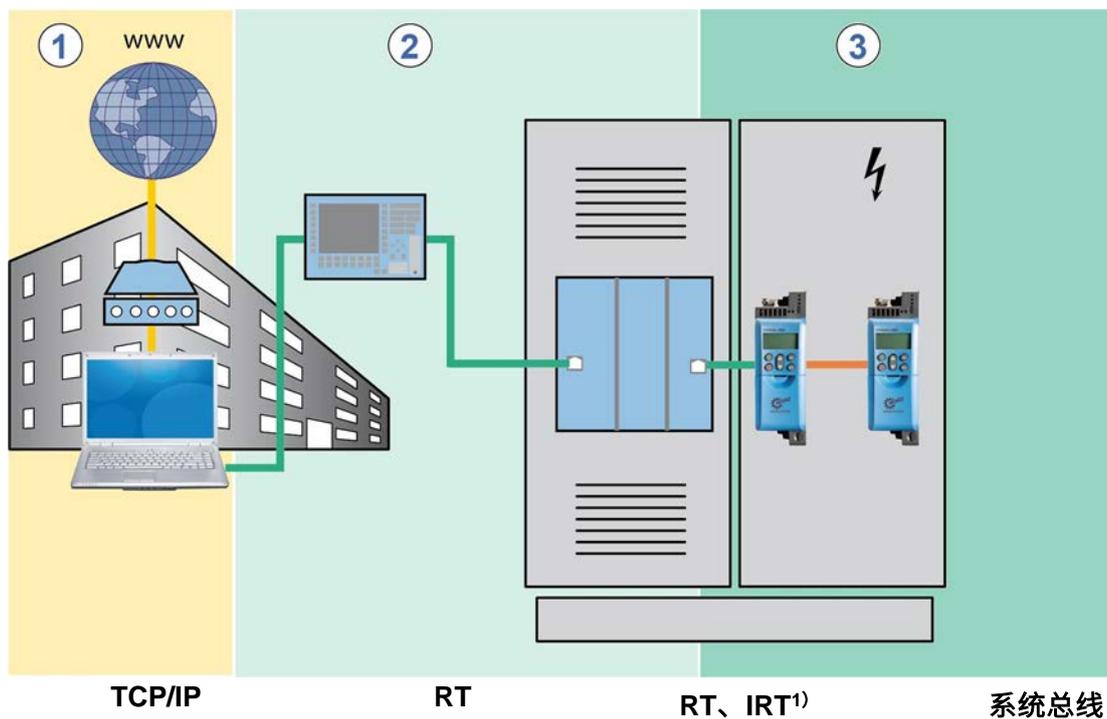
图 12: PROFINET IO 电报 (子网内通信)

	名称	说明
以太网报头	目标地址	目标地址=PROFINET IO 帧的目标地址
	源地址	源地址=PROFINET IO 帧的源地址
	VLAN 标记	传递所述优先级的标识符
	8,892h	以太网类型标识符
PROFINET IO	帧 ID	用于循环或非循环通信的数据标识符
	状态	状态信息
以太网	现场总线控制系统	PROFINET IO 帧的校验和

PROFINET IO 被细分为各种性能类，即“一致性类别” CC-A、CC-B 和 CC-C。

一致性类别	说明
CC-A	<ul style="list-style-type: none"> • 实时输入/输出数据循环交换 • 用于读写参数和诊断数据的非循环数据交换，包括用于读出设备信息的功能识别和维护 (I&M) • 信号设备和网络故障三级报警功能 (维修需求、紧急维修需求、诊断)
CC-B	<ul style="list-style-type: none"> • 实时输入/输出数据循环交换 • 用于读写参数和诊断数据的非循环数据交换，包括用于读出设备信息的功能识别和维护 (I&M) • 信号设备和网络故障三级报警功能 (维修需求、紧急维修需求、诊断) • 根据单一网络管理协议 (SNMP) 进行网络诊断 • 根据链路层发现协议 (LLDP) 检测拓扑结构
CC-C	<ul style="list-style-type: none"> • 根据等时实时协议实现 I/O 数据的循环交换 • 用于读写参数和诊断数据的非循环数据交换，包括用于读出设备信息的功能识别和维护 (I&M) • 信号设备和网络故障三级报警功能 (维修需求、紧急维修需求、诊断) • 根据单一网络管理协议 (SNMP) 进行网络诊断 • 根据链路层发现协议 (LLDP) 检测拓扑结构 • 带宽预留：专门保留 100MBit 可用通信带宽的一部分，用于实时任务 • 应用程序时钟与总线周期的同步

过程数据从 IO 控制器实时循环传送到 IO 设备，并从 IO 设备反向传送到 IO 控制器的过程映像中。由于 IO 控制器在没有请求的情况下传送数据，系统启动时，将通知 IO 设备在特定总线周期中接收当前数据。



1) 参见信息 RT、IRT

图 13: PROFINET IO 数据周期时间

条目	说明
1	标准通信 (IT 服务、TCP/IP)
2	过程自动化
3	运动控制 (驱动控制)
TCP/IP	互联网协议, 周期时间小于 100ms
RT	实时传输协议, 周期时间小于 10ms
IRT	等时实时协议, 周期时间 0.25ms.....1.0ms
系统总线	总线接口与变频器之间的诺德专用总线系统, 周期时间≥5ms

PROFINET IO 实时通信分为以下几个类别：

RT 类别	说明
RT_CLASS_1	子网络内的非同步实时通信（与网络 ID 相同），非同步 RT 通信为 PROFINET IO 数据通信的正常形式，在所有 IO 现场设备中实现。工业标准开关可用于此 RT 类。适合 10ms 的典型周期时间。
RT_class2 (IRT 柔性)	RT_CLASS_2 帧可以同步或非同步地传送。通过同步通信，为所有参与方定义总线周期开始。其精确定义了现场设备何时可以进行传输。始终为 RT_CLASS_2 通信涉及的所有现场设备的总线周期（时钟同步）开始。可与 RT_Class_1 组合。
RT_CLASS_3 (IRT 或 IRT Top)	子网内同步通信。按系统工程规定顺序传输过程数据。这种优化后的数据通信需要大量的规划工作，使用特殊的硬件和实时交换机。适用于周期时间为 0.25ms.....1ms。
RT_CLASS_UDP	UDP 数据包在不同子网之间的非同步数据交换。适用于对时间要求不高的 PROFINET IO 数据的通信。此类 RT 通信（传输协议 TCP/UDP-ID）可以在任意标准网络组件（例如互联网、公司内部网等）中实现，在全双工模式下可以实现达 100Mbit/s 的 5ms 数据周期。

通信顺序详细信息

PROFINET IO 在实时通信（RT）的基础上工作。因此，可以配置总线系统，使得除了 RT 通信之外，还可以进行等时实时通信（IRT），这对于诸如运动控制应用的时间敏感过程特别重要。利用 IO 控制器的相应配置，PROFINET IO 中的通信有两个操作阶段，即 IRT 阶段和开放阶段。

IRT 阶段专为 IRT 帧而保留。在规划过程中，用户精确指定参与方传输的顺序。参与方之间同步进行通信。任何累积的 RT 帧或 UDP/IP 帧都被临时保存在交换机中而不进行处理。通过这种方式，可以将 IRT 帧传送到 IO 控制器，无需等待时间。IRT 帧的最终电报运行时间取决于集成到通信线路中的交换机数量及其吞吐量时间。

在开放阶段（由 IO 控制器定义），传输临时存储的 RT 或 UDP/IP 帧。但是，目标端每次仅可从交换机接收一帧。用于该目标端的其他帧暂时保存在交换机中。根据通信线路的结构或设置，在开放阶段，信息交换可能存在延迟。

这意味着使用等时实时通信（IRT）时，设备和 IO 控制器之间消息的运行时间总是相同的；相反，对于实时通信（RT），由于每个周期中的总线负载不同，因此，RT 和 IRT 通信的区别不在于单个组件的性能，而在于由于通信线路延伸造成的限制。

SK 550P 总线接口有一个综合交换机，带有两个端口，用于设置线性拓扑。诺德驱动组件之间的通信通过诺德系统总线进行。所需通信时间计入到 PROFINET IO 通信的运行时间中。

过程数据更新间隔、参数读写访问的具体值可从变频器手册（BU 0600）中获得。

2.5.4 参考数据结构

IO 控制器和变频器之间通过两个区域进行应用程序数据的循环交换：

- PKW 区域=参数标签值（参数级别）
- PZD 区域=过程数据（过程数据级别）

参数值可以通过 PKW 区域进行读写，其本质上属于配置、监视和诊断任务。

变频器通过 PZD 区域进行控制。可以采用传输或控制字码、状态字码以及设定值和实际值。

一条访问信息一般包含一个指令和一个响应消息。在指令报文中，应用程序数据从 IO 控制器传输到 IO 设备。在响应消息中，应用程序数据从 IO 设备传输到 IO 控制器。

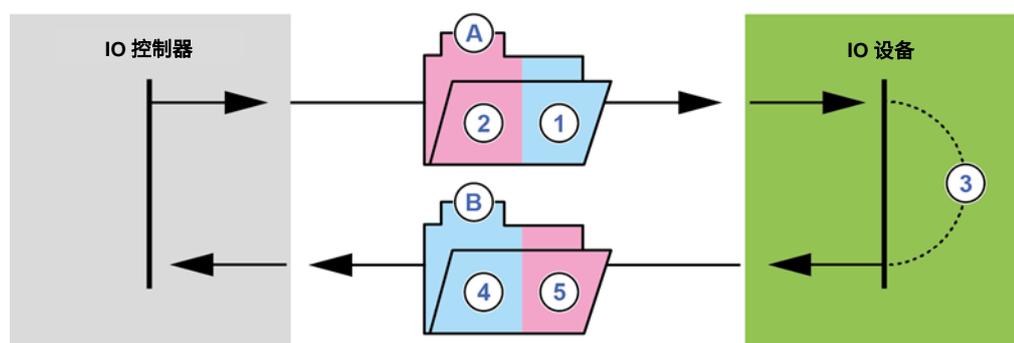


图 14：应用程序数据区的结构——消息传输

条目	含义
A	指令报文
1	参数指令
2	控制字码和设定值
3	处理
W	响应报文
4	参数响应
5	状态字码和实际值

过程数据处理主要在 FI 中进行，具有较高优先级别，确保向 IO 控制器快速传输针对一个控制指令或一次状态变更的响应，避免延误。

PKW 数据处理的优先级别较低，花费时间也较长。

周期数据传输主要通过参数过程数据对象（PPO）进行，这些数据对象被定义为 PROFIBUS，用于将程数据（PZD）和参数（PKW）从 IO 控制器传输到 IO 设备。诺德变频器可用于处理 1、2、3、4 和 6 类型 PPO 数据。

PPO 数据结构：

	PKW				PZD					
	PKE	IND	PWE	PWE	PZD1	PZD2	PZD3	PZD4	PZD5	PZD6
					STW	SW1	SW2	SW3	WAF4	WAF5
					ZSW	IW1	IW2	IW3	IW4	IW5
第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字	第 7 个字	第 8 个字			
PPO1	x	x	x	x	x	x				
PPO2	x	x	x	x	x	x	x	x		
					第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
PPO3					x	x				
PPO4					x	x	x	x		
PPO6					x	x	x	x	x	x

关于详细信息，请参见第 2.5.5.1 节“过程数据消息”。

2.5.5 过程数据传输

控制字 (CTW) 和最多 5 个设定值 (SW) 可从总线主控器传送到变频器, 状态字 (CTW) 和最多 5 个实际值 (IW) (作为过程数据) 可从变频器传送到 IO 控制器。

过程数据寻址通过槽/索引组合方式进行。IO 控制器将从设备描述文件中读取诺德变频器的槽和分槽的数据 (见第 3.4 节“安装设备说明文件”)。

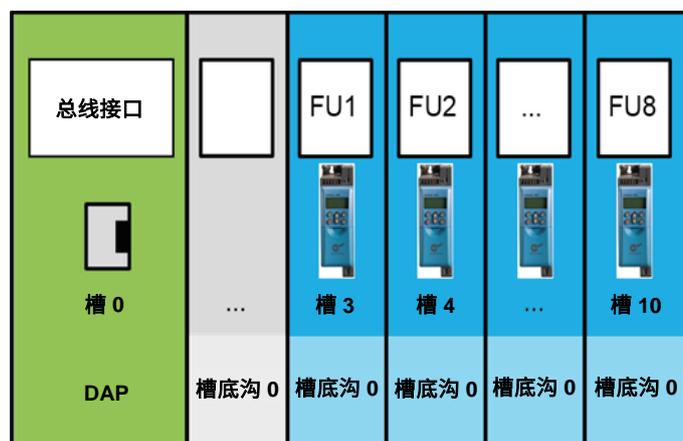


图 15: 示例-PROFINET IO 设备模型

名称	说明
DAP	设备访问点、与以太网接口通信的访问点
FI 1	变频器 1 (SK 550P)
FI 2...FI 8	变频器 2...8 (SK 5x0P)

过程数据的长度和结构是由 PPO 类型决定的, IO 控制器将从设备描述文件中读取此类信息。在 IO 控制器配置期间, 需要向总线参与方的槽分配 PPO 类型 (PLC 项目)。关于 PPO 类型的定义, 参见 PROFIBUS 配置文件。

2.5.5.1 过程数据报文

NORD GmbH & Co. KG.KG 使用的 PPO 类型包括 PPO3、PPO4 和 PPO6，是用于过程数据周期性通信的过程数据消息。

PPO3

传输方向	传输数据 (4 字节)	
	第 1 个字	第 2 个字
至变频器	控制字	设定值 1
自变频器	状态字	实际值 1

PPO4

传输方向	传输数据 (8 字节)			
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字
至变频器	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3
自变频器	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3

PPO6

传输方向	传输数据 (12 字节)					
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
至变频器	控制字	设定值 1	设定值 2	设定值 3	设定值 4	设定值 5
自变频器	状态字	实际值 1	实际值 2	实际值 3	实际值 4	实际值 5

Getriebbau NORD GmbH & Co.KG 使用的 PPO 类型包括 PPO1 和 PPO2，用于周期性交换程数据和参数数据。

PPO1

传输方向	传输数据 (12 字节)					
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
至变频器	AK 和 PNU	IND	PWE HI	PWE LO	控制字	设定值 1
自变频器	AK 和 PNU	IND	PWE HI	PWE LO	状态字	实际值 1

AK 指令标签

IND 参数索引

PNU 参数编号

PWE 参数值

(□第 2.5.6 节“参数数据传输”)

PPO2

传输方向	传输数据 (16 字节)							
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字	第 7 个字	第 8 个字
至变频器	AK 和 PNU	IND	PWE HI	PWE LO	CTW	设定值 1	设定值 2	设定值 3
自变频器	AK 和 PNU	IND	PWE HI	PWE LO	STW	实际值 1	实际值 2	实际值 3

AK 指令标签

IND 参数索引

PNU 参数编号

PWE 参数值

(☞第 2.5.6 节“参数数据传输”)

2.5.6 参数数据传输

参数数据传输呈非循环性。与过程数据一样，参数数据也将通过槽分配（第 2.5.5 节“过程数据传输”）。变频器 FI 1 的参数数据传输...（槽分配...）

通过 PKW 区（第 2.5.5 节“过程数据传输”），也可以利用周期性数据通信执行参数处理。对此，IO 控制器将生成一个指令，由逆变器进行响应。PKW 区仅用于传输 1 类和 2 类 PPO。

原则上讲，PKW 区包括

- 一个**参数标识**，说明指令类型（写、读等）和相关参数；
- 一个**索引**，用于寻址各参数集或数组；
- **参数值（PWE）**，包含被读或被写的值。

域 ¹		数据量	说明
PKE	参数标签 (指令标签 AK 和参数编号 PNU)	2 字节	总线接口或变频器的参数。参数编号加上“1000” 指令标签附在参数编号上（上半字节）。
IND	参数指标	2 字节	参数子索引
PWE	参数值	4 字节	新设定值

¹ 有关域的说明，参见以下章节。

重复参数指令，直到逆变器发送相应的响应消息。



说明

最大值最多循环100,000次

若参数发生变更（IO控制器通过PKW频道发送指令），不可超过允许的向变频器EEPROM写入的最大循环次数（100,000次），即必须避免连续循环写入。

对于特定应用，将值保存于变频器的RAM中即可。关于相应设定，可以选择适当的AK或使用EEPROM中的参数**P560 Save**来完成。

2.5.6.1 非循环参数数据交换的结构（记录）

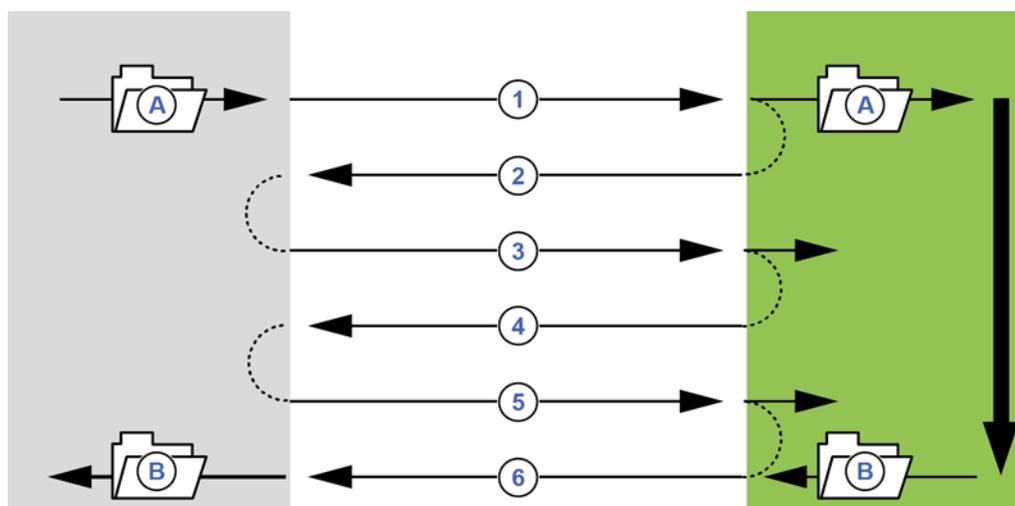


图 16: 非循环 PROFINET IO 参数数据交换的顺序

条目	含义	备注
A	参数指令	
W	参数响应	
1	写入请求（有数据，槽 3...10）	通过“写入请求”，数据记录将作为一个参数指令传输给 IO 设备。
2	写入响应（无数据，槽 3...10）	通过“写入响应”，IO 控制器将收到对于收到信息的确认数据。
3	读取请求（无数据，槽 3...10）	通过“读取请求”，IO 控制器将命令 IO 设备进行响应。
4	读取响应（-）（无数据，槽 3...10）	若数据处理尚未完成，IO 设备将发送“读取响应（-）”的消息。
5	读取请求（无数据，槽 3...10）	通过“读取请求”，IO 控制器将命令 IO 设备进行响应。
6	读取响应（+）（有数据，槽 3...10）	在参数指令处理完毕后，IO 设备将发送“读取响应（+）”的消息。参数指令处理完成。

在参数指令通信期间，IO 设备向 IO 控制器发送的积极响应可以延迟一个或多个通信周期。IO 控制器必须重复指令，直到 IO 设备发送相应的响应消息。

2.5.6.2 非循环参数指令的数据记录

参数指令将作为数据记录传输。数据记录一般传输到 FI 1（槽 3）。数据记录的编号决定了参数指令的接收方：

数据记录 100	指令发往总线接口（参数 P850...P899）
数据记录 101	指令发往变频器 1（参数 P000...P849 和 P900...P999）
数据记录 102	指令发往变频器 2（参数 P000...P849 和 P900...P999）
...	
数据记录 108	指令发往变频器 8（参数 P000...P849 和 P900...P999）

关于这些数据记录结构的说明，参见  第 2.5.6.3 节“数据记录格式”。

说明

参数编号

Getriebebau NORD GmbH & Co.KG 参数编号 P000...P999 必须转换为数值范围 1000...1999，即将“1000”添加到参数编号中，进行参数化。

2.5.6.3 数据记录格式

参数标签 PKE

指令或响应以及相关参数将采用参数标签 PKE 加密。

PKE															IND	PWE1	PWE2	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
AK				SPM	PNU													

参数标签（PKE）始终为一个 16 位值。

PNU 数位 0...10 中包含变频器响应消息中所需参数的编号或当前参数的编号。

参数编号  相关变频器手册。

SPM 数位 11 表示的是自发消息的切换位。不支持此功能。

AK 数位 12...15 中包含指令或响应标签。

说明

参数编号

Getriebbau NORD GmbH & Co.KG 参数编号 P000...P999 必须转换为数值范围 1000...1999，即将“1000”添加到参数编号中，进行参数化。

指令标签和响应标签 AK

IO 控制器可以转换总计 15 个参数指令。

下表中右侧一栏列出了积极响应的响应标签。积极响应的标签取决于指令标签。

指令标签的含义

指令标签	功能	响应标签 (积极)
0	无指令	0
1	指令参数值	1 或 2
2	变更参数值 (字码)	1
3	变更参数值 (双字码)	2
4 ¹	保留	—
5 ¹	保留	—
6	指令参数值 (数组)	4 或 5
7	变更参数值 (数组, 字码)	4
8	变更参数值 (数组, 双字码)	5
9 ¹	命令数组元素的数量	6
10 ¹	保留	—
11 ¹	变更参数值 (数组, 双字码), 不写入 EEPROM 中	5
12 ¹	变更参数值 (数组, 字码), 不写入 EEPROM 中	4
13 ¹	变更参数值 (双字码), 不写入 EEPROM 中	2
14 ¹	变更参数值 (字码), 不写入 EEPROM 中	1

¹ 仅适用于装有总线接口的变频器

SK 550P 支持所有上述指令代码

与诺德系统总线连接的所有其他变频器仅支持指令代码 1、2、3、6、7 和 8。

响应标签的含义

响应标签	含义
0	无响应
1	传输参数值 (字码)
2	传输参数值 (双字码)
4	传输参数值 (数组, 字码)
5	传输参数值 (数组, 双字码)
6	传输数组元素的数量
7	无法执行指令 (PWE2 中存有错误编号)

消极响应标签值始终为“7” (无法执行指令), 适用于所有指令标签。若为消极响应, 变频器的响应中将显示一个错误信息, 位于 PWE2 中。

参数值 PWE2 中错误信息的含义

错误信息	含义
0	无效参数编号
1	参数值无法变更
2	超出数值上限或下限
3	子索引不正确
4	无数组
5	数据类型无效
6	仅可复零（只能写入 0）
7	描述元素无法变更
9	描述元素不显示
201	收到的最新指令中的指令元素无效
202	内部响应标签无法描述



说明

指令标签和响应标签

指令标签和响应标签在数据报文中均缩写为“AK”。因此，在解释时要特别注意响应或指令标签“AK1”、“AK2”、“AK4-AK7”。

参数索引 IND

参数索引的结构和功能取决于待传输参数的类型。

PKE	IND															PWE1	PWE2
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
							P1...P4		无信息 (均为“0”)								
	数组 1...64						P1...P4										
	子索引																

对于**依赖参数集**的值，可以通过索引数位 8 和数位 9 选择（0=参数集 1，1=参数集 2，等等）。

对于**数组参数**，子索引可以通过数位 10-15 选择（0=数组元素 1，1=数组元素 2，等等）。

对于**不依赖参数集**的参数，子索引可以使用数位 8 至数位 15。为确保子索引有效，必须使用相应的指令标签（数字 6、7、8、11、12）。

依赖参数集的数组参数的地址形成示例

数组元素						参数集		无信息 (均为“0”)							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	1	0	1								
5 (0001 01b)						2 (01b)									

数组元素						参数集		无信息							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1								
21 (0101 01b)						4 (11b)									

子索引值参数的结构 □ 相关变频器手册

参数值 PWE

根据不同参数值，可以将其以字码（16 位）或双字码（32 位）传输。对于负值，高位字节必须填充“FFh”。

参数值以整数值传输。

对于分辨率为“0.1”或“0.01”的参数，参数值必须乘以分辨率的倒数。

示例

启动时间需设定为 99.99 秒。

$$99.99s = \frac{99.99 \times 1}{0.01} = 99.99 \times 100 = 9999$$

值“9999”（270Fh）必须转移。

2.5.6.4 数据记录传输示例

读取参数 P717 当前速度

使用数据记录 100。

报文示例

域	数据量	字节	日期	说明
指令标签 AK	1 个字节 (上半字节)	2	1h	指令参数值 (读取)
和参数值 PWE	1 个字节 (下半字节)		6B5h	参数编号 P717 (717+1000) =6B5h
			16B5h	
参数索引	2 字节	3	00h	参数子索引
		4	00h	
参数值	4 字节	5	00h	设定值不与读取指令一起设置
		6	00h	
		7	00h	
		8	00h	

代码示例 (SIMATIC STEP 7 V5.5)	说明
调用 "WRREC", DB53 请求 : =#bStart ID : =DW#16#7FC 索引 : =100 长度 : =8 完成 : =#bEnd 繁忙 : =#bBusy 错误 : =#bError 状态 : =wStatus 记录 : =P#DB10.DBx0.0 BYTE 8	→写入请求 →诊断地址 →数据记录 100 →长度: 8 字节
调用 "RDREC", DB52 请求 : =#bStart ID : =DW#16#7FC 索引 : =100 MLEN : =8 有效 : =... 繁忙 : =... 错误 : =... 状态 : =... 长度 : =... 记录 : =P#DB10.DBx12.0 BYTE 8	→读取响应 →诊断地址 →数据记录 100
读值: P717=1020 (03FCh)	

写入参数 P102 加速时间，索引 1

使用数据记录 101。

报文示例

域	数据量	字节	日期	说明
指令标签 AK	1 个字节 (上半字节)	2	2h	指令参数值 (读取)
参数值 PWE	1 个字节 (下半字节)		44Eh	参数编号 P102 (102+1000) =44Eh
			244Eh	
参数索引	2 字节	3	01h	参数子索引
		4	00h	
参数值	4 字节	5	00h	时间设定为 “2.5s” (250=FAh)。
		6	00h	
		7	00h	
		8	FAh	

代码示例 (SIMATIC STEP 7 V5.5)	说明
调用 “WRREC” , DB53 请求 : =#bStart ID : =DW#16#7FC 索引 : =101 长度 : =8 完成 : =#bEnd 繁忙 : =#bBusy 错误 : =#bError 状态 : =wStatus 记录 : =P#DB10.DBx0.0 BYTE 8	→写入请求 →诊断地址 →数据记录 101 →长度: 8 字节 →数据: 24h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, FAh
调用 “RDREC” , DB52 请求 : =#bStart ID : =DW#16#7FC 索引 : =101 MLEN : =8 有效 : =... 繁忙 : =... 错误 : =... 状态 : =... 长度 : =... 记录 : =P#DB10.DBx12.0 BYTE 8	→读取响应 →参考 →数据记录 101 →响应: 14h, 4Eh, 01h, 00h, 00h, 00h, 00h, 00h

通过 PPO1 或 PPO2 进行参数化的报文结构

参数 **P102** 加速时间设定值为“10s”，位于参数集 3 中（仅考虑 PKW 频道）。由于加速时间在 FI 中有一个内部分辨率“0.01s”，所以参数值“1000”（“3E8h”）必须转移。

程序

1. 指定指令标签（CAK7=“变更参数值（数组，字码）”）。
2. 选择参数（P102=P66h）。
3. 选择参数集 3（IND=02）
4. 设置参数值（1000=3E8h）。
5. 检查响应消息（字数组 4 为积极响应）

IO 控制器的指令报文

字码	1		2		3		4	
字节	0	1	2	3	4	5	6	7
名称	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
数值	70h	66h	02h	00h	00h	00h	03h	E8h

变频器的响应消息（在指令处理完成之后）

字码	1		2		3		4	
字节	3	4	5	6	7	8	9	10
名称	PKE	PKE	IND	IND	PWE	PWE	PWE	PWE
数值	40h	66h	02h	00h	00h	00h	03h	E8h

3 初始设置

3.1 调试诺德系统总线

一个诺德系统总线可以连接最多 8 个变频器及相应的外围设备（如绝对编码器）。

电气连接

系统总线的电气连接可以通过终端x15完成。



寻址

所有诺德系统总线（总线节点）上的设备必须分配一个唯一地址（CAN ID）。

P515[1]=32

对于其他变频器，需分配 CAN ID 34、36、37、38、40、42、44 和 46。同时通过 CAN ID 向某个变频器分配专有的外围总线参与方（如绝对编码器）。可按以下公式进行分配：

$$\text{绝对编码器地址} = \text{变频器的 CAN ID} + 1$$

这将产生以下矩阵：

设备	FI 1	AG1	FI 2	AG2	...
CAN ID	32	33	34	35	...

变频器 CAN ID 的分配可以通过参数 P515 “CAN 地址” 进行，位于数组元素[-01] “从地址” 中。绝对编码器通常通过其 DIP 开关进行分配（参见专用编码器说明）。

终端电阻

系统总线中的第一个和最后一个参与方必须激活终端电阻器。可以将接线板 X15 上的“CAN” DIP 开关设置为“开启”。



DIP 开关
开启-关闭



总线速度

变频器的总线速度设置为“250kBaud”（P514“CAN 波特率”）。这一设置适用于所有总线节点，即与绝对编码器连接。

3.2 连接现场总线

现场总线系统的电气连接可以通过两个 RJ45 插座 (X17) 实现。



连接插座分配

	RJ45 (1)	RJ45 (2)
PROFINET IO	端口 1	端口 2
Ethernet/IP	端口 1	端口 2
EtherCAT	输入	输出
POWERLINK	端口 1	端口 2

3.3 设置现场总线协议

变频器可以通过现场总线接口与多个现场总线系统通信。协议参数设定值为 **P899**。以下值是可行的：

- 0: 无变更
- 1: PROFINET IO
- 2: EtherCAT
- 3: Ethernet/IP
- 4: POWERLINK

在成功完成变更后，参数重置为 0。在现场总线系统成功变更后，无法通过以太网通信或控制 (**P509/P510**)。

可以通过参数 **P870** 读取当前现场总线协议。

3.4 安装设备说明文件

为了便于总线主控在总线扫描期间识别变频器，必须提供一个设备说明文件。

当前使用的用于检测变频器的设备说明文件可以直接从 www.nord.com 上下载，链接为 [NORDAC_Options](#)。

设备说明文件中包含有关变频器的设备特征描述。

3.5 设置 Ethernet/IP

必须设置总线接口，以便调试现场总线系统。具体包括以下工作：

工作类型	说明
配置控制项目	第 3.4 节 “安装设备说明文件”
分配总线地址	第 3.5.2 节 Ethernet/IP 现场总线地址
进行必要的参数设置	第 4 节 “参数”

总线主控必须首先配置，以便与变频器通信（总线主控 PLC 项目）。配置时必须采用一个 Ethernet/IP 现场总线系统用软件系统。

关于现场总线系统的设置程序示例，参见本节末（第 3.9 节 “示例：调试现场总线通信”）。

关于 EMC 兼容性安装的详细信息，参见技术信息 [TI 80_0011](#)，网址为 www.nord.com。

3.5.1 自动设备检测

为了便于总线主控在主线扫描期间自动检测到变频器，在安装设备说明文件后，必须在配置软件中进行以下设置：

- 在 Ethernet/IP 现场总线系统中输入变频器
- 指定变频器特征（总成、IP 地址）

3.5.2 Ethernet/IP 现场总线地址

为了便于总线主控检测到变频器，变频器必须具有 IP 地址。可以通过两种方式进行设置：

1. 通过 DHCP 或 BOOTP 设置 IP 地址

将参数 **P856 寻址模式** 设定为 “DHCP” 或 “BOOTP”（第 4.2.2 节 “Ethernet/IP 标准参数”），然后设置 Ethernet/IP 配置软件中的变频器。

2. 通过 NORDCON 软件中的参数设置 IP 地址，如下所述。

说明

在将参数 **P865** 设置为值 “0” 时，采用参数 **P850 IP 地址**、**P851 IP 子网掩码** 和 **P852 IP 网关** 设置中的 IP 地址。

通过 NORDCON 软件（第 2 项）中的参数设置 IP 地址

NORDCON 软件中必须设置以下参数：

- **P856 寻址模式**
- **P850 IP 地址**
- **P161 IP 子网掩码**
- **P852 IP 网关**（若已配置网关功能）

要求

- Ethernet/IP 现场总线系统已根据制造商说明安装并调试。
- 具备一个 NORDCON 计算机 ([BU 0000](#))。

程序

1. 打开 NORDCON 软件树形目录中的变频器条目，检索标准参数 **P856 寻址模式**，选择设定值“0”，“确认”保存。
2. 检索标准参数 **P850 IP 地址**，输入 IP 地址并“确认”保存。
3. 检索标准参数 **P851 IP 子网掩码**，输入 IP 子网掩码并“确认”保存。
4. 检索标准参数 **P852 IP 网关**，输入网关功能 IP 地址，“确认”保存。
5. 重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。

3.6 设置 EtherCAT

必须设置变频器，以便调试现场总线系统。具体包括以下工作：

工作类型	说明
配置控制项目	第 3.4 节 “安装设备说明文件”
分配总线地址	第 3.6.2 节 “EtherCAT 现场总线地址”
进行必要的参数设置	第 4 节 “参数”

首先，必须配置总线主控（PLC 项目）。配置必须通过一个用于 EtherCAT 现场总线系统、实时执行和诊断的软件系统进行（如 Beckhoff Automation GmbH & Co.KG 研发的 “TwinCAT”）。

关于现场总线系统的设置程序示例，参见本节末（第 3.9 节 “示例：调试现场总线通信”）。

关于 EMC 兼容性安装的详细信息，参见技术信息 [TI 80_0011](#)，网址为 www.nord.com。

3.6.1 自动设备检测

在设备说明文件安装完成后，在总线扫描期间，配置软件将自动检测变频器并添加特殊标识。这一过程是通过以下参数进行的：

- “软件版本”
- “供应商 ID”（诺德制造商代码 “00000538h” 和
- “产品代码” ，

这些参数储存于 “CoE 目录”（第 2.2.7 节 “参数数据传输”）。

参数 “产品代码” 将在现场总线系统启动期间传输给总线主控。总线主控将采用基于这一代码的设备说明文件中的设置。

3.6.2 EtherCAT 现场总线地址

EtherCat 设备不需要被寻址。总线主控（PLC）将根据总线上的物理顺序自动寻址。

若采用热连接功能，必须向变频器分配一个独特地址（“第二地址”）。可以通过参数 **P850 第二地址** 进行分配。

在连接电源后，变频器将读取该地址（“电源开启”）。

说明

不具有热连接功能的总线参与方将在现场总线系统开端进行物理布置。不具备此功能的非总线参与方在EtherCAT 中的位置位于具有热连接功能的总线参与方之后。

要求

- EtherCAT 现场总线系统已根据制造商说明安装并调试。

程序

1. 采用参数 **P850 第二地址** 设置总线地址（“第二地址”）。
2. 根据操作员 EtherCAT 配置项目中的热连接功能（ADO 0×134）配置变频器。

3.7 设置 POWERLINK

变频器的设置必须允许现场总线通信，以便调试现场总线系统。具体包括以下工作：

工作类型	说明
配置控制项目	第 3.4 节 “安装设备说明文件”
分配总线地址	第 3.7.3 节 “POWERLINK 现场总线地址”
进行必要的参数设置	第 4 节 “参数”

首先，必须配置总线主控（PLC 项目）。配置时必须采用一个 POWERLINK 现场总线系统用软件系统。

关于现场总线系统的设置程序示例，参见本节末（第 3.9 节 “示例：调试现场总线通信”）。

关于 EMC 兼容性安装的详细信息，参见技术信息 [TI 80_0011](#)，网址为 www.nord.com。

3.7.1 自动设备检测

为了便于总线主控在主线扫描期间自动检测到变频器，在安装设备说明文件后，必须在配置软件中进行以下设置：

- 在 POWERLINK 现场总线系统中输入变频器
- 将 PLC 数据库中的变频器输入到项目中（添加受控节点）
- 寻址变频器（分配 POWERLINK 节点 ID）
- 将过程数据关联至各变量

3.7.2 初始化参数

为了在 PLC 启动时自动写入参数，在 PLC 设备配置时必须给相关设备参数分配一个初始值。一旦 PLC 与受控节点建立通信，所有参数将被写入。

说明

变频器在 PLC 启动时必须做好运行准备。否则无法存储任何数据，并将发出错误信息。若 PLC 模块监控（第 5.4 节 “故障排除——工业以太网”）启动，PLC 将切换为服务模式。

3.7.3 POWERLINK 现场总线地址

为了便于总线主控检测到变频器，变频器必须具有 IP 地址。

只需要设置 IP 地址的第四个数位（节点 ID）。IP 地址的前三字节和子网掩码的四个字节由 POWERLINK 指定。

IP 地址	192.168.100.xxx (xxx=节点 ID)
子网掩码	255.255.255.0

必须设置以下变频器参数：

- **P850 节点 ID**
- **P852 IP 网关**（若已配置网关功能）



说明

POWERLINK 规定了地址配置范围，须遵从 [图 4.2.3](#) 节“POWERLINK 标准参数”。

要求

- POWERLINK 现场总线系统已按制造商说明安装调试。
- 可使用参数化工具（例如 NORDCON 或参数盒）。

程序

1. 调用参数 **P850 节点 ID** 并设置节点 ID。
2. 调用参数 **P852 IP 网关** 并设置网关 IP 地址。



说明

网关 IP 地址必须位于“192.168.100.1”...“192.168.100.240”的范围内。否则将触发错误“5605 set config.”。

3. 重启变频器（重新开关电源）读取参数设置。

3.8 设置 PROFINET IO

必须设置总线接口，以便调试现场总线系统。具体包括以下工作：

工作类型	说明
配置控制项目	第 3.4 节 “安装设备说明文件”
分配总线地址	第 3.8.1 节 “变频器寻址”
进行必要的参数设置	第 4 节 “参数”

总线主控必须首先配置，以便与变频器通信（IO 控制器 PLC 项目）。配置时必须与 PROFINET IO 现场总线系统的软件系统（例如西门子公司的“西门子自动化步骤 7”）一起生成。

为了将诺德变频器集成到 Siemens AG SIMATIC Manager 中，Getriebebau NORD GmbH&Co.KG 提供标准的 S7 模块，可用于 PROFINET IO 和 PROFIBUS 现场总线系统（手册 [BU 0940](#)）。

关于现场总线系统的设置程序示例，参见本节末（第 3.9 节“示例：调试现场总线通信”）。

关于 EMC 兼容性安装的详细信息，参见技术信息 [TI 80_0011](#)，网址为 www.nord.com。

3.8.1 变频器寻址

要使 IO 控制器检测到变频器，必须为变频器分配 IP 地址和设备名称。必须在操作员的 PROFINET IO 配置软件和 NORDCON 软件中进行设置。

以下参数与通过 PROFINET IO 建立通信有关：

- **P850 IP 地址**
- **P161 IP 子网掩码**
- **P854 设备名称**
- **P852 IP 网关**（若已配置网关功能）

只有解调器分配的设备名称（**P854**）才是必需的。IP 地址数据（**P850**、**P851**、**P852**）的分配通常由 IO 控制器自动执行。

要求

- Profinet IO 现场总线系统已根据制造商说明安装并调试。
- 可以访问参数（TU5-CTR 模块或 NORDCON 计算机（[BU 0000](#)）可用）。

程序

1. 分配一个设备名称、一个 IP 地址和一个子网掩码，必要时激活总线主控的 PROFINET IO 配置软件中的网关功能。
2. 调用变频器参数 **P854 设备名称**，输入设备名称并保存。

i 说明

为了在 IO 控制器启动时检测变频器，此处输入的设备名称必须与 PLC 项目中分配的设备名称一致。输入设备名称时，请遵守以下协定：

- 设备名称最多可包含 127 个字符。允许出现小写字母 a...z，数字 0...9，连字符“-”和句号“.”。
- 两个连字符或两个句号之间的字符串最多只能包含 63 个字符。
- 设备名称不能包含任何特殊字符（元音变音符、方括号、斜杠和下划线等）或空格。
- 设备名称不能以连字符开头或结尾。
- 设备名称不能以数字开头或结尾。
- 设备名称的格式不能为“n.n.n.n”，也不能以字符序列“port-*nnn*”（*n*=0...9）开头。

此外，IP地址数据参数化方式如下：

3. 输入参数 **P850 IP Address**，输入 IP 地址并保存。

i 说明

如果变频器的IP地址已在PLC项目中配置，则在IO控制器启动时，该地址将自动分配给总线接口。在这种情况下，可以通过参数**P875**获得当前设置的IP地址。

如果输入的IP地址与参数**P851**中输入的IP子网掩码不一致，则自动更正IP子网掩码。

4. 输入参数 **P851 IP 子网掩码**，输入 IP 子网掩码并保存。

i 说明

如果在可编程逻辑控制器项目中配置了IP子网掩码，则在IO控制器启动时，该掩码会自动分配给变频器。在这种情况下，可以通过参数**P876**确定当前设置的IP子网掩码。

只有在数组元素[-04]中输入数值后，才会保存IP子网掩码。

如果IP子网掩码与**P850**中输入的IP地址不一致，则不保存该条目。

5. 调用参数 **P852 IP 网关**，输入网关的 IP 地址并保存。

i 说明

如果网关功能的IP地址已在PLC项目中配置，则在IO控制器启动时，该地址将自动分配给变频器。在这种情况下，可以通过参数**P877**确定当前设置的IP地址。

3.8.2 指定过程数据的数据格式

对于变频器过程数据的循环传输，必须在配置项目中指定数据格式。有关过程数据的详细信息，请参阅以下章节：

- EtherCAT 📖 第 2.2.6 节 “过程数据传输”
- EtherNet/IP 📖 第 2.3.4 节 “过程数据传输”
- POWERLINK 📖 第 2.4.5 节 “过程数据传输”
- PROFINET IO 📖 第 2.5.5 节 “过程数据传输”

3.9 示例：调试现场总线通信

以下示例概述了在现场总线系统中调制变频器的必要步骤。该示例不包含应用程序特定设置（电机数据、控制参数等）的详细信息。

示例：

3 个变频器应通过现场总线接口独立控制，以单速度和单位置规范进行定位操作。

变频器型号	名称	连接电机	特性
变频器 SK 550P	FI 1	4-pole/n=1390 rpm/50 Hz	带 CANopen 绝对编码器 AG 1 的电机
变频器 SK 5x0P	FI 2	4-pole/n=1390 rpm/50 Hz	带 CANopen 绝对编码器 AG 2 的电机
变频器 SK 5x0P	FI 3	4-pole/n=1390 rpm/50 Hz	带 CANopen 绝对编码器 AG 3 的电机

通信	步骤	说明
诺德系统总线	1 设置终端电阻。	将变频器 FI 1 上的 CAN DIP 开关设置到“合闸”位置。
		将变频器 FI 2 上的 CAN DIP 开关设置到“合闸”位置。
		将变频器 FI 3 上的 CAN DIP 开关设置到“合闸”位置。
	2 设置系统总线。	
	3 设置系统总线地址。	通过 P515 设置 F1，通过 DIP 开关设置绝对编码器
		FI 1 地址 “32”
		FI 2 地址 “34”
		FI 3 地址 “36”
		AG 1 地址 “33”
		AG 2 地址 “35”
AG 3 地址 “37”		
4 设置系统总线波特率。	在 FI 1 至 FI3 和 AG 1 至 AG 3 上设置 “250 kBaud”。	

通信	步骤	说明	
	5	设置系统总线通信的参数。	在每个变频器上设置以下参数：
		P509	6 (CANopen)
		P510, [-01]	0 (自动)
		P510, [-02]	0 (自动)
		P543, [-01]	1 (实际频率)
		P543, [-02]	10 (实际位置包括低位字)
		P543, [-03]	15 (实际位置包括高位字)
		P546, [-01]	1 (设定值频率)
		P546, [-02]	23 (设定值频率包括低位字)
P546, [-03]	24 (设定值频率包括高位字)		
现场总线	6	设置现场总线通信。	☐ 第 3.5 节 “设置 EtherNet/IP” 至第 3.8 节 “设置 PROFINET IO”
诺德系统总线	7	设置系统总线监视的参数。	在每个变频器 (☐BU 0600) 上设置以下参数：
		P120, [-01]	1 (自动) 或 2 (即时激活监控)
	8	检查系统总线通信。	检查所有变频器 (☐BU 0600) 上以下信息参数的显示：
		P748	“CANopen 状态”
		P740, [-01]	“控制字” (047Eh= “准备接通” ¹⁾)
		P740, [-02]	“设定值 1”
		P740, [-01]	“状态字” (0B31h= “准备接通” ¹⁾)
P741, [-02]	“实际值 1”		
现场总线	9	检查现场总线通信。	检查以下信息参数的显示 (☐第 4.4 节 “现场总线专用信息参数”)：
		P872	“总线状态”
		P873	“ETH 中的过程数据”
		P874	“ETH 外的过程数据”

¹ 前提是 PLC 已经发送控制字。否则参数中显示 “0h”。

4 参数

变频器参数以字（16 位/字）的形式传送。例外情况是位置值（POSICON），它以双字（32 位）形式进行通信。

对于现场总线操作，变频器上必须设置几个参数。参数可以设置为

- 一个 SK TU5-CTR 控制模块，
- NORDCON 软件（手动 [BU 0000](#)）或
- 操作员的可编程逻辑控制器项目。

参数分类为

- 诺德特定和现场总线特定标准参数和
- 诺德特定和现场总线特定信息参数：

变频器的基本设置可以通过诺德标准参数进行。

总线接口的现场总线特定设置可以通过现场总线特定标准参数进行。

诺德信息参数用于显示当前和存档的错误消息以及实际操作状态。

现场总线特定信息参数用于显示现场总线特定的状态和设置。

参数编号	说明
P850...858	现场总线特定标准参数（可设置并保存）
P870...874	诺德信息参数（显示）
P875...879	现场总线特定信息参数（显示）

以下各章节包含详细说明了与现场总线通信相关的参数。

4.1 诺德标准参数

P899		更改总线协议	
设定范围	0...4		
出厂设置	{0}		
说明	输入相关值以更改现场总线协议。在成功完成变更后，参数重置为 0。为了变更现场总线协议，无法通过以太网通信或控制（P509/P5109）。		
设定值	数值	含义	
	0	无动作	
	1	PROFINET IO	
	2	EtherCAT	
	3	EtherNet/IP	
	4	Powerlink	

4.2 现场总线特定标准参数

4.2.1 EtherCAT 标准参数

P850	第二地址			
设定范围	0...4096			
出厂设置	{0}			
说明	热连接功能“第二地址”的设置。			
注释	设置的地址只有在“合闸”后才被变频器采用。			

4.2.2 EtherNet/IP 标准参数

P850	IP 地址			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP-高位 (NET-ID)		[-03]=IP (NET-ID)	
	[-02]=IP (NET-ID)		[-04]=IP Lo (主机)	
出厂设置	{[-01]=192}	{[-02]=168}	{[-03]=1}	{[-04]=100}
说明	设置变频器的 4 字节 IP 地址。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。			
注释	<ul style="list-style-type: none"> 鉴于要采用设置的 IP 地址，参数 P856 寻址模式 设定值必须为“0”。 目前设置的 IP 地址可以通过参数 P875 来确定。 			

P851	IP 子网掩码			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP Sub 1	[-02]=IP Sub 2	[-03]=IP Sub 3	[-04]=IP Sub 4
出厂设置	{[-01]=255}	{[-02]=255}	{[-03]=255}	{[-04]=0}
说明	设置 4 字节 IP 子网掩码。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。			
注释	鉴于要采用设置的 IP 地址，参数 P856 寻址模式 设定值必须为“0”。 设置的 IP 子网掩码的地址可以通过参数 P876 确定			

P852	IP 网关			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP 高位 (NET-ID)		[-03]=IP (NET-ID)	
	[-02]=IP (NET-ID)		[-04]=IP Lo (主机)	
出厂设置	{[-01]=0}	{[-02]=0}	{[-03]=0}	{[-04]=0}
说明	设置网关的 4 字节 IP 地址。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。			

P853	右 TCP 以太网	
设定范围	0...3	
出厂设置	{0}	
说明	指定 TCP 访问的参数和设定值的访问权限。	
注释	只能通过 USS 或 USB 写入。	
设定值	数值	含义
	0	读取参数/控制关
	1	读写参数/控制关
	2	读取参数/控制开
	3	读写参数/控制开

P856	寻址方式	
设定范围	0...2	
出厂设置	{1}	
说明	此参数的设置决定设置 IP 地址的方法。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。	
注释	<ul style="list-style-type: none"> 如果该参数被设定值为“0”，则从参数 P850、P851 和 P852 设定值中选用 IP 地址。 	
设定值	数值	含义
	0	固定的 设置参数 P850、P851、P852
	1	BOOTP 在 BOOTUP（启动模式）下设置 Ethernet/IP 配置软件中的 IP 配置
	2	DHCP 通过 DHCP 设置 Ethernet/IP 配置软件中的 IP 配置

4.2.3 POWERLINK 标准参数

P850	节点 ID
设定范围	0...255
说明	设置节点 ID。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。
注释	<ul style="list-style-type: none"> 设置的 IP 子掩码的当前地址可以通过参数 P875[-04] 确定。

P852	IP 网关	
设定范围	0...255	
数组	[-01]=IP 高位 (NET-ID)	[-03]=IP (NET-ID)
	[-02]=IP (NET-ID)	[-04]=IP Lo (主机)
出厂设置	{[-01]=0}	{[-03]=0}
	{[-02]=0}	{[-04]=0}
说明	设置网关的 4 字节 IP 地址。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。	
注释	网关 IP 地址必须位于“192.168.100.1” ... “192.168.100.240”的范围内。否则将触发错误“5605 set config.”。	

P853	右 TCP 以太网	
设定范围	0...3	
出厂设置	{0}	
说明	指定 TCP 访问的参数和设定值的访问权限。	
注释	只能通过 USS 或 USB 写入。	
设定值	数值	含义
	0	读取参数/控制关
	1	读写参数/控制关
	2	读取参数/控制开
	3	读写参数/控制开

P854	设备名称
设定范围	0...122 (ASCII)
出厂设置	{0}
说明	在 POWERLINK 总线系统中输入变频器的设备名称。设置后重启变频器（将电源关闭，然后再打开），读入参数设置。
注释	如果此处未输入设备名称，则变频器将以标准名称“POWERLINK<nnn>-0xED”（nnn=节点 ID）在 POWERLINK 现场总线系统中注册。

P858	POWERLINK 周期			
设定范围	400...2000 μ s			
出厂设置	{1000}			
说明	用于变频器（受控节点 CN）与总线主控（管理节点 MN）同步的总线周期时间的设置。			

4.2.4 PROFINET IO 标准参数

P850	IP 地址			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP-高位 (NET-ID)		[-03]=IP (NET-ID)	
	[-02]=IP (NET-ID)		[-04]=IP Lo (主机)	
出厂设置	{{[-01]=192}}	{{[-02]=168}}	{{[-03]=20}}	{{[-04]=200}}
说明	设置变频器的 4 字节 IP 地址。			
注释	<p>如果变频器的 IP 地址已在 PLC 项目中配置，则在 IO 控制器启动时，该地址将自动分配给变频器。</p> <p>然后将此参数设置为“0”。在这种情况下，可以通过参数 P875 获得当前设置的 IP 地址。</p> <p>鉴于要采用设置的 IP 地址，参数 P856 寻址模式 设定值必须为“0”。</p> <p>如果输入的 IP 地址与参数 P851 中输入的 IP 子网掩码不一致，则自动更正 IP 子网掩码。</p> <p>如果更改了 IP 地址（例如，使用 NORDCON 软件），则只有在元素[-04]中输入数值后才会保存此地址。</p>			

P851	IP 子网掩码			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP Sub 1	[-02]=IP Sub 2	[-03]=IP Sub 3	[-04]=IP Sub 4
出厂设置	{{[-01]=255}}	{{[-02]=255}}	{{[-03]=255}}	{{[-04]=0}}
说明	设置 4 字节 IP 子网掩码。			
注释	<p>如果在可编程逻辑控制器项目中配置了 IP 子网掩码，则在 IO 控制器启动时，该掩码会自动分配。</p> <p>然后将此参数设置为“0”。在这种情况下，可以通过参数 P876 确定当前设置的子网掩码。</p> <p>鉴于要采用设置的 IP 地址，参数 P856 寻址模式 设定值必须为“0”。</p> <p>如果更改了 IP 子网掩码（例如，使用 NORDCON 软件），则只有在数组元素[-04]中输入数值后才会保存此地址。</p> <p>如果 IP 子网掩码与 P850 中输入的 IP 地址不一致，则不保存该条目。</p>			

P852	IP 网关			
设定范围	0...255			
数组	[-01]=IP 高位 (NET-ID)		[-03]=IP (NET-ID)	
	[-02]=IP (NET-ID)		[-04]=IP Lo (主机)	
出厂设置	{[-01]=0}	{[-02]=0}	{[-03]=0}	{[-04]=0}
说明	设置网关的 4 字节 IP 地址。			
注释	如果网关的 IP 地址已在 PLC 项目中配置，则在 IO 控制器启动时，该地址将自动分配给变频器。然后将此参数设置为“0”。在这种情况下，可以通过参数 P877 获得当前设置的 IP 地址。鉴于要采用设置的 IP 地址，参数 P856 寻址模式 设定值必须为“0”。如果更改了 IP 地址（例如，使用 NORDCON 软件），则只有在索引[-04]中输入数值后才会保存此地址。			

P854	设备名称			
设定范围	0...122 (ASCII)			
出厂设置	{0}			
说明	在现场总线系统中输入变频器的设备名称。			
注释	为了在 IO 控制器启动时检测变频器，此处输入的设备名称必须与 PLC 项目中分配的设备名称一致。 输入设备名称时，请遵守以下协定： <ul style="list-style-type: none"> • 设备名称最多可包含 240 个字符。允许出现小写字母 a...z，数字 0...9，连字符“-”和句号“.” • 两个连字符或两个句号之间的字符串最多只能包含 63 个字符。 • 设备名称不能包含任何特殊字符（元音变音符、方括号、斜杠和下划线等）或空格。 • 设备名称不能以连字符开头或结尾。 • 设备名称不能以数字开头或结尾。 • 设备名称的格式不能为“n.n.n.n”，也不能以字符序列“port-<i>nnn</i>”（<i>n</i>=0...9）开头。 			

4.3 诺德信息参数

P870		当前总线协议	
显示范围	0...4		
说明	显示当前设置的总线协议		
显示数值	数值	含义	
	0	没有激活的总线系统	
	1	PROFINET IO	
	2	EtherCAT	
	3	Ethernet/IP	
	4	Powerlink	

P872		总线状态	
显示范围	0...FFFFh		
说明	显示总线接口的工作状态。		
显示数值	位	含义	
	0	模块准备运行	
	1	循环 PZD 通信	
	2	现场总线超时	
	3	超时 P513	
	4	netX 无法访问	
	5	netX 错误状态	
	6	(保留)	
	7	(保留)	
	8	线上 FI 1	
	9	线上 FI 2	
	10	线上 FI 3	
	11	线上 FI 4	
	12	线上 FI 5	
	13	线上 FI 6	
	14	线上 FI 7	
15	线上 FI 8		

P873		过程数据总线输入			
显示范围	0...FFFFh				
数组	[01]	控制字	[-02]...[-06]	设定值 1...5	至 FI 1
	[-07]	控制字	[-08]...[-13]	设定值 1...5	至 FI 2
	[-13]	控制字	[-14]...[-19]	设定值 1...5	至 FI 3
	[-19]	控制字	[-20]...[-24]	设定值 1...5	至 FI 4
	[-25]	控制字	[-26]...[-30]	设定值 1...5	至 FI 5
	[-31]	控制字	[-32]...[-36]	设定值 1...5	至 FI 6
	[-37]	控制字	[-38]...[-42]	设定值 1...5	至 FI 7
	[-43]	控制字	[-44]...[-48]	设定值 1...5	至 FI 8
说明	显示从总线主控接收的数据。				

P874		过程数据总线输出			
显示范围	0...FFFFh				
数组	[01]	状态字	[-02]...[-06]	实际值 1...5	从 FI 1
	[-07]	状态字	[-08]...[-12]	实际值 1...5	从 FI 2
	[-13]	状态字	[-14]...[-18]	实际值 1...5	从 FI 3
	[-19]	状态字	[-20]...[-24]	实际值 1...5	从 FI 4
	[-25]	状态字	[-26]...[-30]	实际值 1...5	从 FI 5
	[-31]	状态字	[-32]...[-36]	实际值 1...5	从 FI 6
	[-37]	状态字	[-38]...[-42]	实际值 1...5	从 FI 7
	[-43]	状态字	[-44]...[-48]	实际值 1...5	从 FI 8
说明	显示从变频器发送到总线主控的数据。				

4.4 现场总线特定信息参数

4.4.1 Ethernet/IP 信息参数

P875	当前 IP 地址
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示变频器的当前 IP 地址。

P876	当前 IP 子网掩码
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示当前的子网 IP 地址。

P878	MAC 地址
显示范围	0...FFh
数组	[-01]...[-03]=制造商编号 (Getriebbau NORD GmbH&Co.KG“F0.5F.5A”) [-04]...[-06]=免费地址区 (用于 Getriebbau NORD GmbH&&Co.KG)
说明	显示变频器的唯一 MAC 地址。

P879	活动组件
显示范围	0...255
数组	[-01]=设定值的组件编号 [-02]=实际值的组件编号
说明	显示当前分配的组件对象。

4.4.2 POWERLINK 信息参数

P875	当前 IP 地址
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示变频器的当前 IP 地址。

P876	当前 IP 子网掩码
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示当前的子网 IP 地址。

P877	当前 IP 网关
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	显示网关当前设置的 IP 地址（参数 P852）。

P878	MAC 地址
显示范围	0...FFh
数组	[-01]...[-03]=制造商编号 (Getriebbau NORD GmbH&Co.KG“F0.5F.5A”) [-04]...[-06]=免费地址区 (用于 Getriebbau NORD GmbH&&Co.KG)
说明	显示变频器的唯一 MAC 地址。

4.4.3 PROFINET IO 信息参数

P875	当前 IP 地址
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示变频器的当前 IP 地址。
注释	此处显示的 IP 地址可能与参数 P850 中设置的 IP 地址不同（在 IO 控制器寻址的情况下）。

P876	当前 IP 子网掩码
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	如果只有一个连接处于活动状态，则显示当前的子网 IP 地址。
注释	此处显示子网掩码可能与参数 P851 中设置的子网掩码不同（在 IO 控制器寻址的情况下）。

P877	当前 IP 网关
显示范围	0...255
数组	[-01]...[-04]
说明	显示网关当前设置的 IP 地址（参数 P852）。

P878	MAC 地址
显示范围	0...FFh
数组	[-01]...[-03]=制造商编号（Getriebbau NORD GmbH&Co.KG“F0.5F.5A”） [-04]...[-06]=免费地址区（用于 Getriebbau NORD GmbH&&Co.KG）
说明	显示变频器的唯一 MAC 地址。

P879	PPO 类型	
显示范围	0...255	
数组	[-01]...[-08] FI 1...FI 8	
说明	显示当前分配的 PPO 类型	
注释	PPO 类型通过 PROFINET IO 配置软件分配。	
显示数值	数值	含义
	3	空槽
	6	PPO3
	7	PPO4
	8	PPO6
	9	PPO1
	10	PPO2

4.5 变频器参数设置

总线接口寻址后，变频器的附加参数必须设置如下。

有关参数的详细说明，请参阅变频器手册。

附加参数

下表包含与总线接口相关的附加参数列表。

编号	参数名	推荐设置	备注
P509	控制字源	"8" = Ethernet	其他变频器 "6" = CANopen
P510	设定值源	"8" = Ethernet	其他变频器 "6" = CANopen
P513	报文停机时间 (数组 [-3] = CANopen, [-4] = Ethernet)	关	
P514	CAN 波特率	"5" = 250 千波特	
P515	CAN 地址 (数组[-01])	32	系统总线地址, 其他变频器 34, 36, 38...46
P543	实际总线值 数组[-01]...[-05]	根据功能: 必须根据所需功能进行设置。	参见变频器操作 手册
P546	功能总线设定值 数组[-01]...[-05]	根据功能: 必须根据所需功能进行设置。	参见变频器手册

信息参数

信息参数用于显示当前和存档的错误消息以及当前操作状态及设置。

下表包含与总线接口相关的信息参数列表。

编号	参数名	备注									
P700	当前运行状态	数组[-01]:	当前错误								
		数组[-02]:	当前警告								
		数组[-03]:	接通受阻的原因								
		数组[-04]:	延伸当前故障								
P701	上一个错误										
P740	PZD 总线输入										
P741	PZD 总线输出										
P744	配置	数组[-02]:	XU5 型								
		可能值:									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>数值</th> <th>含义</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>不存在延伸</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>保留</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>存在工业以太网</td> </tr> </tbody> </table>	数值	含义	0	不存在延伸	1	保留	2	存在工业以太网	
		数值	含义								
0	不存在延伸										
1	保留										
2	存在工业以太网										
P745	模块版本	数组[-07]:	XU5 版本								
		数组[-08]:	XU5 修订版								
		数组[-09]:	XU5 特别版								
		数组[-10]:	XU5 堆 1								
		数组[-11]:	XU5 堆 2								
P746	模块状态	数组[-03]:	XU5 状态								
		可能值:									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>数值</th> <th>含义</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>未准备</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>准备</td> </tr> </tbody> </table>	数值	含义	0	未准备	1	准备			
数值	含义										
0	未准备										
1	准备										
P748	CANopen 状态	数组[-01]:	显示系统总线状态								

5 错误监视和错误消息

变频器具有监控功能，在偏离正常工作状态时产生错误消息。

5.1 总线运行监控功能

无论总线是否被特别监控，变频器都集成了广泛的监控功能。借助于这种“超时”监控，可以检测到与一般功能（“无总线通信”）相关或与特殊组件（“参与方故障”）相关的通信问题。

诺德系统总线中的通信故障记录在变频器中，并导致特定的错误消息。

功能	参数
设置选项监控	P120
设置报文停机时间（超时）	P513
显示现场总线状态	P872
变频器错误显示	P700

说明

参数**P513**报文超时时间[-03]和[-04]的设置（“关”=无错误）确保变频器忽略现场总线和系统总线级的所有通信错误。变频器保持其工作状态。

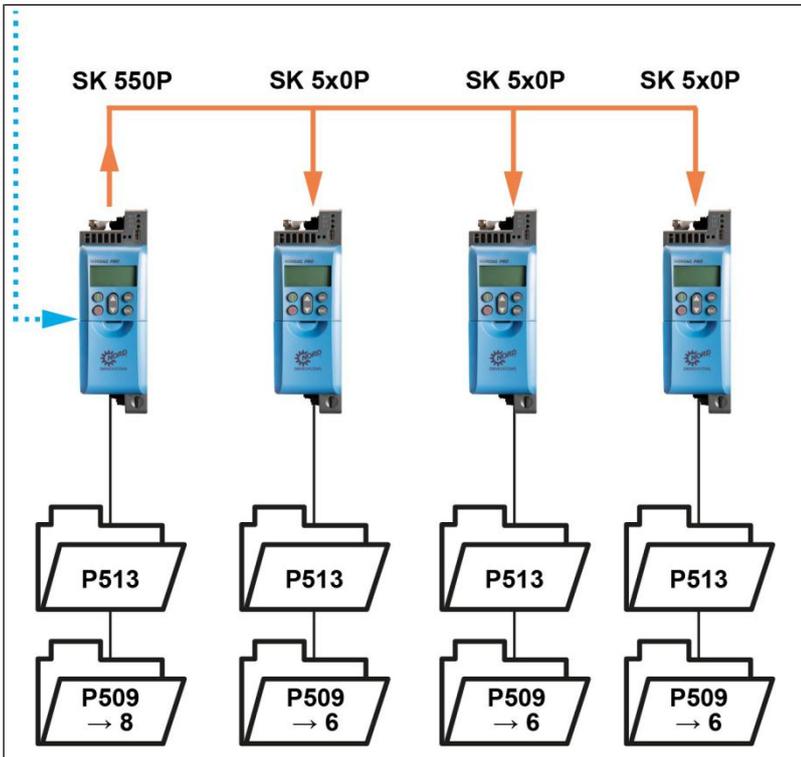


图 17: 监控参数设置示例

参数 **P509** 设定值来源:

- 6 = CANopen
- 8 = Ethernet

5.2 重置错误消息

有几种方法可以重置（确认）错误消息。

- 分闸电源电压并再次合闸，或
- 激活通过参数 **P420** 编程的**数字输入**，设置为 12=“确认故障”，或
- 分闸变频器上的“启用”（如果未将数字输入参数化为“确认错误”功能），或
- 执行总线确认，或
- 通过激活参数 **P506 Auto 自动确认错误** 确认错误

5.3 错误消息——一般通信错误

与现场总线接口有关的错误信息用参数 **P700** 和 **P701** 表示。

错误号 (P700[-01])	DS402: 延伸错误号 (P700 [-04])	错误说明
10.0	0x7580	CAN/CANopen 连接错误
10.0	0x7581	CAN 广播报文超时
10.0	0x7582	CANopen NodeGuard 报文超时
10.0	0x7583	CANopen HeartBeat 监控报文超时
10.0	0x7584	USS 报文超时
10.0	0x7585	总线分闸状态下的 CAN
10.0	0x7586	USB 报文超时
10.0	0x7587	Ini CAN 硬件问题
10.1	0x7590	保留
10.2	0x7591	现场总线接口报文超时 (通过 PLC 超时)
10.3	0x7592	现场总线接口报文超时 (通过 P513 超时)
10.4	0x7593	外接总线模块初始化故障
10.5	0x7594	外接总线模块系统故障
10.5	0x7595	系统错误; netX 和控制器不兼容
10.5	0x7596	更改现场总线协议时出错
10.5	0x7597	系统错误: 至现场总线接口的标段太长
10.5	0x7598	现场总线协议变更条件不存在
10.6	0x7599	以太网电缆未连接
10.7	0x759A	保留
10.8	0x759B	现场总线接口通信错误

5.4 检修-工业以太网

5.4.1 POWERLINK

如果合闸模块监控，可编程逻辑控制器将持续监控与现场总线系统（CN）参与方的连接。如果连接被 CN 中的错误中断，则可编程逻辑控制器停止并切换到服务模式。

连接中断的可能原因：

- 变频器触发错误，参数<v>T-P163/P857</v>FI 设置总线错误设为“1”（出厂设置）
- 总线负荷过大

即使发生 CN 错误且可编程逻辑控制器记录器中未产生错误，如果在可编程逻辑控制器中分闸模块监控，则可编程逻辑控制器仍处于运行模式。但是，可编程逻辑控制器试图恢复与 CN 的通信。

为了让 PLC 监控 POWERLINK 连接，并且在变频器出错时不更改为服务模式，可以在 PLC 项目中将参数<v>T-P163/P857</v>设置为“错误”。为了检测变频器故障，必须监控状态字中的位 3 “故障”和位 1 “准备运行”。

5.4.1.1 通过变频器进行错误监控

可通过监控过程数据状态字中的位 3 “故障”来检测故障。如果变频器发生故障，则设置此标志，并可使用参数 P700 或变频器对象（例如“3000h”+“700”=“32BC”）确定故障原因。

5.4.1.2 通过 POWERLINK 进行错误监控

如果变频器发生故障，则 CN 在对象“1003h”=“ERR_History_ADOM”中生成错误条目。此外，如果管理节点支持此功能，则错误将通过“紧急队列”传输到管理节点。

错误消息结构如下：

字节 0	字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 6...13
条目类型	错误码		时间戳		FI-ID ¹ (ASCII)	FI 错误代码 (ASCII)

¹ FI ID 区分发生错误的变频器（FI1=1、FI2=2 等）

有关该对象的详细信息，请参阅  POWERLINK 规范 DS-301。

错误组

由 POWERLINK (“CANopen over POWERLINK” 协议) 使用的 CANopen 通信配置文件 DS-301 明确了以下错误组:

错误码	含义
00xxh	无错误
10xxh	未明确的错误类型
20xxh	当前错误
30xxh	电压错误
40xxh	温度误差
50xxh	硬件错误
60xxh	软件错误
70xxh	附加模块
80xxh	通信
90xxh	外部错误
FF00h	设备专用

变频器错误码的分配

错误码	错误索引	变频器 (P700) *	
		错误码	含义
1000h	0	0	无错误
1000h	1	—	必须通过参数 P700 或实际值读取错误号。
2200h	3	4.0/4.1	过流变频器/电流测量
2310h	3	3.0	过电流 I _{rt} 极限
2311h	3	3.2	IGBT 过电流 125%
2312h	3	3.3	IGBT 过电流 150%
3110h	5	5.1	电源电压过高
3120h	5	6.1	电源电压过低
3130h	5	7.0	电源连接故障
3210h	5	5.0	链式电路电压过高
3230h	5	6.0	链式电路电压过低
4210h	9	1.1	变频器温度过高
4310h	9	2.0/2.1/2.2	电机过热
5000h	1	10.8	总线接口通信错误
5110h	1	11.0	外部总线错误
5300h	1	17.0	EMC 故障
5510h	1	20.0	保留
5520h	1	20.8	EEPROM 故障
5530h	1	8.2	外部复制错误
6000h	1	15.0...15.8/ 20.1...20.7/21.3	系统错误
6310h	1	8.0	参数丢失 (超过最大 EEPROM 值)
7112h	3	3.1	制动斩波器过电流
7120h	1	16.0/16.1	电机错误

错误码	错误索引	变频器 (P700) *	
		错误码	含义
7300h	1	14.3	绝对编码器错误
7305h	1	13.0	编码器错误
7306h	1	14.4	绝对编码器错误
7310h	1	14.5	位置差
7320h	1	14.6...14.8	位置错误
7330h	1	25.0	位置偏差
7331h	1	25.1	通用编码器通信错误
7332h	1	25.2	
7333h	1	25.3	通用编码器错误
7334h	1	25.4	
8100h	17	10.0...10.2	总线超时
8111h	17	10.3...10.7/10.9	总线接口通信错误
8300h	1	13.2	滑差故障分闸监控
8400h	1	13.1	速度滑差故障
8600h	1	14.0...14.1	参照点错误
8612h	1	14.2	
8710h	1	13.5	加速度路径错误
8711h	1	13.6	
9000h	1	12.0...12.2	外部监控器
FF10h	129	18.0	保留
FF11h	129	19.0	连接电机未识别

* 有关错误代码  变频器手册中的详细说明。

5.4.2 PROFINET IO

如果连接到诺德系统总线的变频器发生错误，连接到 PROFINET IO 的变频器会向 IO 控制器发送一个诊断报警作为“输入事件”。错误值编码如下：

错误号 (P700 的值) +100h=诊断报警报警号：

示例：

运行期间发生错误 E10.3 “由 P872/P513 导致的超时” (P700, 索引 1=103)。变频器向 IO 控制器发送值为“359” (100h+103=256+103=359) 的诊断报警。

格式	错误代码	报警码	报警号
十进制	10.3=103	256	103+256=359
十六进制	67h	100h	167h

如果错误已被纠正或确认，则诊断警报将作为“传出事件”发送，从而重置 IO 控制器中的错误。

说明

如果与连接到诺德系统总线的变频器连接断开，则向 IO 控制器的诊断缓冲区 (256+1000=1256) 发送错误号为“1000”的警报。

5.5 LED 指示灯（发光二极管）

变频器配有多个双色 LED 指示灯（红色和绿色）用于诊断。

- 设备专用 LED 指示灯 **(1)** 被标记为“DEV”和“总线”。
- LED 指示灯 **A** 和 **B** **(2)**，这两个状态对于工业以太网中的通信非常重要，它们没有被直接标记。

下面将介绍各个 LED 指示灯的说明。

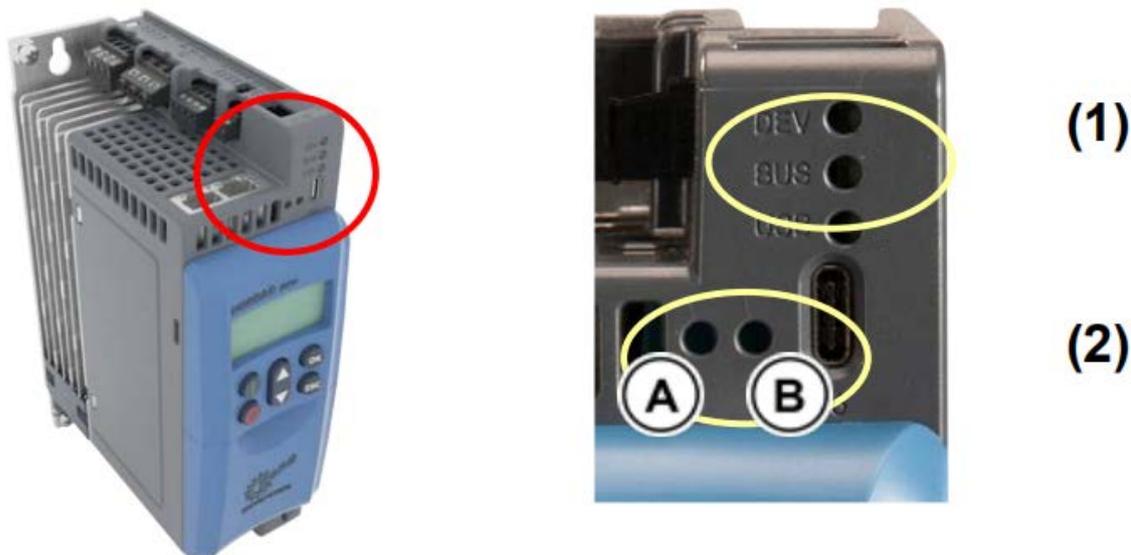


图 18: LED 指示灯——设备状态显示

5.5.1 设备专用 LED 指示灯

5.5.1.1 “DEV” LED 指示灯

标有“DEV”的 LED 指示灯指示一般设备状态。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> FI 未准备运行，缺少电源或控制电压
亮起绿光	<ul style="list-style-type: none"> 启用 FI
闪烁绿光 (4Hz)	<ul style="list-style-type: none"> FI 接通受阻
闪烁绿光 (0.5Hz)	<ul style="list-style-type: none"> FI 处于待机状态但未启用
绿光和红光交替闪烁 (4Hz)	<ul style="list-style-type: none"> 警告
闪烁红光 (2Hz/1Hz)	<ul style="list-style-type: none"> 错误号输出 (例如: 错误 3: 闪烁三次, 然后暂停)
闪烁绿光和红光	<ul style="list-style-type: none"> FI 处于更新模式
同时闪烁绿光和红光	<ul style="list-style-type: none"> 传送更新数据

5.5.1.2 “总线” LED 指示灯

标有“总线”的 LED 指示灯指示系统总线级的通信状态。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> 无过程数据通信
亮起绿光	<ul style="list-style-type: none"> 过程数据通信进行中
闪烁绿光 (4Hz)	<ul style="list-style-type: none"> 总线预警
闪烁绿光 (0.5Hz)	<ul style="list-style-type: none"> FI 处于待机状态但未启用
闪烁红光 (4Hz)	<ul style="list-style-type: none"> 监控错误 P120 或 P513 (E10.0/E10.9)
闪烁红光 (1Hz)	<ul style="list-style-type: none"> 现场总线接口报文超时 (E10.2/E10.3)
亮起红光	<ul style="list-style-type: none"> 系统总线处于“总线分闸”状态

5.5.2 工业以太网状态 LED 指示灯

这些 LED 指示灯指示工业以太网中的通信状态。根据选定总线协议（P899），两个 LED 指示灯具有不同的特定含义。

5.5.2.1 EtherCAT

LED 指示灯 A

LED 指示灯 A 被标记为“运行”，指示“以太网状态”。

状态	含义
关	状态: 初始化 <ul style="list-style-type: none"> 无过程数据和参数通信
闪烁绿光	状态: 运行前 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 无过程数据通信
单绿光闪烁	状态: 保存运行 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 过程数据通信受限 实际值未受限 未评估设定值
亮起绿光	状态: 运行中 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 过程数据通信进行中

LED 指示灯 B

LED 指示灯 B 被标记为“错误”，指示“以太网错误”。

状态	含义
关	状态: 无错误 <ul style="list-style-type: none"> 变频器上的 EtherCAT 正常工作
闪烁红光	状态: 无效配置 <ul style="list-style-type: none"> 一般的 EtherCAT 配置错误，可能是由于不正确的 XML 文件而产生的
单红光闪烁	状态: 未经请求的状态更改 <ul style="list-style-type: none"> 变频器在未经授权的情况下更改了 EtherCAT 状态
双红光闪烁	状态: 应用监控器超时 <ul style="list-style-type: none"> EtherCAT 或 FI 超时 (P513 或 P151)

5.5.2.2 Ethernet/IP

LED 指示灯 A

LED 指示灯 A 被标记为“MS”，指示“模块状态”。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> 无工作电压
闪烁绿光	<ul style="list-style-type: none"> FI 中未配置总线接口
亮起绿光	<ul style="list-style-type: none"> FI 总线接口工作正常
闪烁红光	<ul style="list-style-type: none"> 不显著的错误 不正确的配置
亮起红光	<ul style="list-style-type: none"> 无法更正错误
闪烁绿光和红光	<ul style="list-style-type: none"> 合闸，自检

LED 指示灯 B

LED 指示灯 B 被标记为“NS”，指示“网络状态”。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> 无工作电压
闪烁绿光	<ul style="list-style-type: none"> 已配置 IP 地址，但缺少可用的 CIP 连接
亮起绿光	<ul style="list-style-type: none"> CIP 连接可用
闪烁红光	<ul style="list-style-type: none"> 超时，“专用所有者连接”超时错误
亮起红光	<ul style="list-style-type: none"> 双重 IP。总线接口已在使用 IP 地址
闪烁绿光和红光	<ul style="list-style-type: none"> 合闸，自检

5.5.2.3 POWERLINK

LED 指示灯 A

LED 指示灯 **A** 被标记为“BS”，指示“模块状态”。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> 无通信
闪烁绿光 (1x)	状态: 运行前 1 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 无过程数据通信
闪烁绿光 (2x)	状态: 运行前 2 <ul style="list-style-type: none"> 至于运行前 1
闪烁绿光 (3x)	状态: 准备运行 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 过程数据通信受限
亮起绿光	状态: 运行中 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信进行中 过程数据通信进行中
闪烁绿光 (10Hz)	状态: 基本以太网 <ul style="list-style-type: none"> 参数通信通过 UDP 无过程数据通信
闪烁绿光 (2.5Hz)	状态: 已停止 <ul style="list-style-type: none"> 无通信

LED 指示灯 B

LED 指示灯 **B** 被标记为“BE”，指示“网络错误”。

状态	含义
关	<ul style="list-style-type: none"> 无 POWERLINK 错误
亮起红光	<ul style="list-style-type: none"> 一般 POWERLINK 错误

5.5.2.4 PROFINET IO

LED 指示灯 **A** 被标记为“BF”，指示“以太网错误”。

LED 指示灯 **B** 被标记为“运行”，指示“以太网状态”。

状态		含义
LED 指示灯 A	LED 指示灯 B	
关	关	<ul style="list-style-type: none"> • 关闭 FI • 存在与控制系统的以太网连接（已建立 AR） • 警报已确认
关	亮起绿光	<ul style="list-style-type: none"> • 无以太网连接 <ul style="list-style-type: none"> - 接通变频器 - 拔出以太网插头并重新插入
关	闪烁绿光	<ul style="list-style-type: none"> • AR 不存在或丢失 <ul style="list-style-type: none"> - 插入以太网插头（端口 1 或端口 2）并与交换机建立连接
亮起红光	关	<ul style="list-style-type: none"> • 警报

6 其他信息

6.1 数据传输

6.1.1 前言

通过数据通信，变频器和总线主控（可编程逻辑控制器）之间交换过程数据和参数数据。

6.1.1.1 过程数据

- 过程数据是控制字和最多为 5 个的设定值，以及状态字和最多为 5 个的实际值。控制字和设定值从总线主控传送到变频器。状态字和实际值从变频器传送到总线主控。
- 控制变频器需要过程数据。
- 过程数据的传输在总线主控和变频器之间以优先顺序循环进行。
- 在可编程逻辑控制器中，过程数据直接存储在 I/O 区。
- 过程数据不保存在变频器中。

 第 2.5.5.1 节“过程数据报文”。

6.1.1.2 参数数据

- 参数数据是变频器的设定值和设备数据。
- 参数数据的传输不可循环执行且无顺序。
- 如果使用 1 型和 2 型 PPO ( 第 2.5.5.1 节“过程数据报文”)，参数可以循环传输。

 (第 2.5.6 节“参数数据传输”)

6.1.2 过程数据传输

6.1.2.1 控制字

控制字（STW）是过程数据报文的第一个字，该报文从总线主控发送到变频器（指令报文）。为将驱动装置切换到待机状态，变频器必须通过传输第一个控制命令“047Eh”（“1000011110b”）的方式设置为“准备接通”状态。

位	名称	数值	控制命令	顺序 ¹															
0	准备操作	0	带制动坡道的倒档，在 f=0Hz 时启用电压（准备运行）	3															
		1	将变频器设置为待机。	5															
1	退出电压	0	分闸变频器输出电压（变频器进入“接通过阻”状态）。	1															
		1	取消“退出电压”	—															
2	紧急停止	0	紧急停止，设定紧急停止时间。在 f=0Hz 电压启用时（FI 进入“接通过阻”状态）	2															
		1	取消运行条件“紧急停止”	—															
3	启用运行	0	闭锁电压分闸变频器输出电压（变频器进入“准备接通”状态）。	6															
		1	启用输出电压变频器加速到当前设定值。	4															
4	启用脉冲	0	加速度编码器设置为零；f=0Hz 时无电压启用（FI 保持在“运行启用”状态）。	—															
		1	启用加速度编码器	—															
5	启用坡道	0	冻结加速度编码器当前提供的设定值（保持频率）。	—															
		1	启用加速度编码器上的设定值	—															
6	启用设定值	0	将加速度编码器上的选定设定值设置为 0	—															
		1	激活加速度编码器上的选定设定值。	—															
7	确认错误 (0→1)	0	从 0 切换到 1 时，确认非活动错误。	7															
		1	注：如果数字输入已编写为“确认故障”功能，此位不能通过总线永久设置为 1，否则，侧面评估无法进行。																
8	启动功能 480.11	0		—															
		1	控制字的总线位 8 已设定  变频器手册中的参数 P480。																
9	启动功能 480.12	0		—															
		1	控制字的总线位 9 已设定  变频器手册中的参数 P480。																
10 ²	控制数据有效	0	传输的过程数据无效。	—															
		1	总线主控传输有效的过程数据																
11 ³	右旋转为合闸	0		—															
		1	合闸向右旋转。																
12 ³	左旋转为合闸	0		—															
		1	合闸向左旋转（优先）。																
13	保留																		
14	参数设置位 0 接通	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>位 15</th> <th>位 14</th> <th>激活参数集</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>参数集 1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>参数集 2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>参数集 3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>参数集 4</td> </tr> </tbody> </table>	位 15	位 14	激活参数集	0	0	参数集 1	0	1	参数集 2	1	0	参数集 3	1	1	参数集 4	—
		位 15		位 14	激活参数集														
0	0	参数集 1																	
0	1	参数集 2																	
1	0	参数集 3																	
1	1	参数集 4																	
1																			
15	参数设置位 1 接通	0		—															
		1																	

¹ 如果同时设置多个控制位，应用本列中规定的优先级。

² 只有当控制位 10 设为 1 时，才可由变频器及通过现场总线通信的设定值解释为有效。

³ 如果位 12=0，则“右向旋转”。

如果位 12=1，无论位 11 如何，“左向旋转”。

6.1.2.2 状态字

状态字 (ZSW) 是从变频器发送到总线主控 (响应报文) 的过程数据报文的第一个字。使用状态字, 将变频器的状态报告给总线主控。作为对控制字命令 “047Eh” 的响应, 变频器通常以 “0B31h” (“101100110001b”) 响应, 因此指示 “准备接通” 状态。

位	含义	数值	状态消息															
0	准备启动	0																
		1	初始化完成, 充电继电器合闸, 输出电压退出															
1	准备操作	0	不存在合闸命令, 或 “退出电压” 或 “紧急停止” 命令出现故障, 或状态为 “接通受阻”。															
		1	存在接通命令, 无故障。变频器可通过 “启用运行” 命令启动															
2	运行已启用	0																
		1	输出电压启用; 变频器坡道升至现有设定值															
3	故障	0																
		1	驱动装置故障, 因此 “未准备运行”。确认后, 频率进入 “接通受阻” 状态。															
4	电压已启用	0	出现 “退出电压” 命令。															
		1																
5	紧急停止	0	出现 “紧急停止” 命令。															
		1																
6	启动已投用	0																
		1	使用 “待机” 命令, 频率进入 “准备接通” 状态。															
7	预警激活	0																
		1	驱动操作继续, 无需确认															
8	达到设定值	0	实际值与设定值不符。借助 POSICON: 未达到设定值位置															
		1	实际值与设定值 (达到的设定值) 匹配。借助 POSICON: 已达到设定值位置															
9	总线控制激活	0	本地设备上的控制激活															
		1	已请求主机接管控制。															
10	启动功能 481.9	0																
		1	状态字的总线位 10 已设定  变频器手册中的参数 P481。															
11	右旋转为合闸	0																
		1	变频器输出电压有一个右旋磁场。															
12	左旋转为合闸	0																
		1	变频器输出电压有一个左旋磁场。															
13	启动功能 481.10	0																
		1	状态字的总线位 13 已设定  变频器手册中的参数 P481。															
14	参数设置位 0 接通	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>位 15</th> <th>位 14</th> <th>参数集, 处于活动状态</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>参数集 1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>参数集 2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>参数集 3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>参数集 4</td> </tr> </tbody> </table>	位 15	位 14	参数集, 处于活动状态	0	0	参数集 1	0	1	参数集 2	1	0	参数集 3	1	1	参数集 4
		位 15		位 14	参数集, 处于活动状态													
0	0	参数集 1																
0	1	参数集 2																
1	0	参数集 3																
1	1	参数集 4																
1																		
15	参数设置位 1 接通	0																
		1																

6.1.2.3 变频器状态机

变频器通过状态机。各种状态之间的变化是自动触发的，或由过程数据控制字中的控制命令触发。当前状态在过程数据状态字中返回。

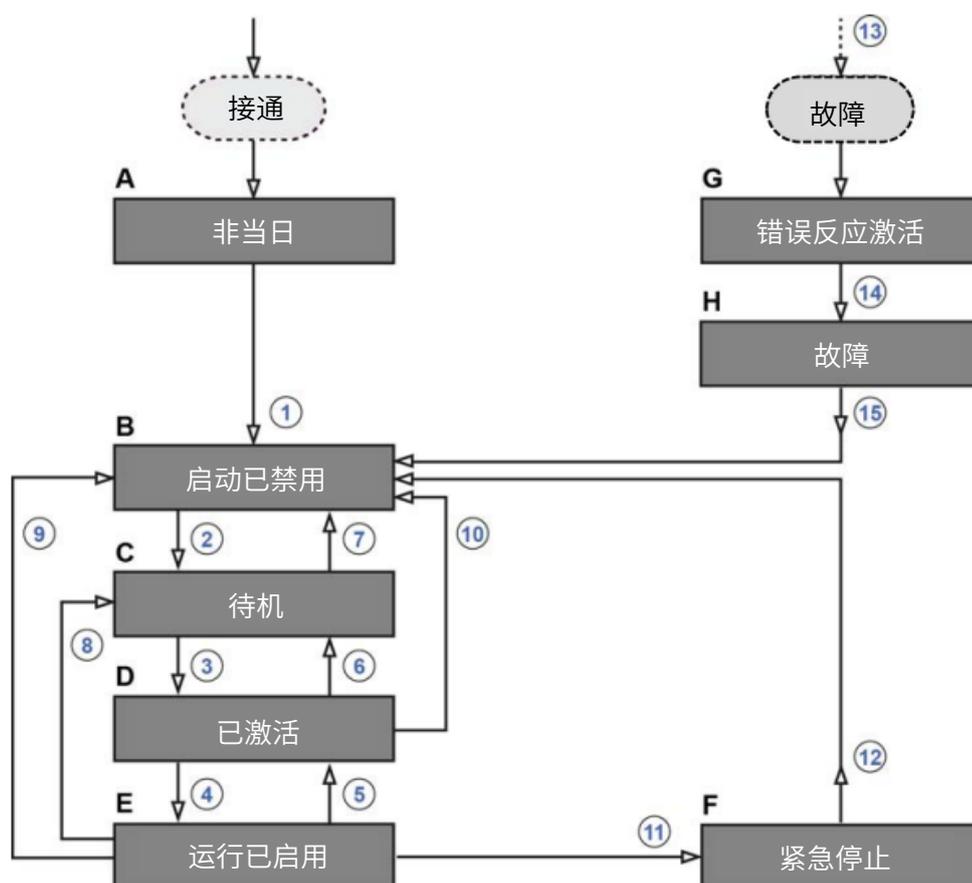


图 19: 变频器状态机

条目	含义
A...H	变频器状态 (📖表“变频器状态”)
1...15	状态转换 (📖表“状态转换”)

变频器状态

状态		说明
A	不待机	合闸变频器后的初始状态。一旦负荷继电器接通，变频器自动切换到“接通过阻”状态。
B	接通过阻	合闸变频器后的第二种状态，只能通过控制命令“关机”退出。充电继电器合闸。
C	待机	在此状态下，变频器的初始化完成。输出电压受阻。
		i 说明 在初始化过程中，对总线主控报文的响应不包含对已发出的控制命令的响应。根据总线参与方的响应，控制系统必须确定控制命令是否已执行。
D	已激活	变频器已做好运行准备。
E	运行已启用	变频器接收并处理设定值。
F	紧急停止激活	正在执行紧急停止功能（驱动器已停止），变频器变为“接通过阻”状态。
G	错误反应激活	如果发生错误，变频器将变为该状态，所有功能将被闭锁。
H	故障	对故障响应进行处理后，变频器变为该状态，只能通过控制命令“确认故障”退出。

状态转换

触发状态转换		控制命令	控制字 ¹ 的位 7...0							
			7	6	5	4	3	2	1	0
1	从“未准备接通”到“接通过阻”	—	—							
	充电继电器的自动启动									
2	从“接通过阻”到“准备接通”	停机	X	X	X	X	X	1	1	0
3	从“准备接通”到“接通”	接通	X	X	X	X	X	1	1	1
4	从“接通”至“运行已启用”	启用运行	X	1	1	1	1	1	1	1
	输出电压启用									
5	从“运行已启用”到“接通”	投用运行	X	X	X	X	0	1	1	1
	退出输出电压									
6	从“接通”到“准备接通”	停机	X	X	X	X	X	1	1	0
	在“f=0Hz”时启用的电压									
7	从“准备接通”到“接通过阻”	退出电压	X	X	X	X	X	X	0	X
		急停	X	X	X	X	X	0	1	X
8	从“运行已启用”至“准备接通”	停机	X	X	X	X	X	1	1	0
9	从“运行已启用”到“接通过阻”	退出电压	X	X	X	X	X	X	0	X
10	从“接通”至“接通过阻”	退出电压	X	X	X	X	X	X	0	X
		急停	X	X	X	X	X	0	1	X
11	从“运行已启用”至“紧急停止功能激活”	急停	X	X	X	X	X	0	1	X
12	从“紧急停止功能激活”到“接通过阻”	退出电压	X	X	X	X	X	X	0	X
13	状态发生故障后自动执行	—	—							
14	故障响应完成后自动执行	—	—							
15	末端故障	确认错误	0	X	X	X	X	X	X	X
			→							
			1	X	X	X	X	X	X	X

X= 位状态 (0 或 1) 对于实现该状态并不重要。请注意控制位列表，见第 6.1.2.1 节“控制字”。

¹ 控制位的完整列表 (位 0...15) 见第 6.1.2.1 节“控制字”。

 说明

控制位10

控制位 10 “控制数据有效” 必须始终设置为 1。否则，变频器不会对过程数据进行评估。

解码变频器状态

状态	状态位 ¹						
	6	5	4	3	2	1	0
未准备好接通	0	X	X	0	0	0	0
启动已禁用	1	X	X	0	0	0	0
准备启动	0	1	1	0	0	0	1
已激活	0	1	1	0	0	1	1
运行已启用	0	1	1	0	1	1	1
故障	0	X	X	1	0	0	0
错误激活	0	X	X	1	1	1	1
紧急停止功能激活	0	0	1	0	1	1	1

¹ 控制位的完整列表（位 0...15）见第 6.1.2.2 节“控状态字”。

6.1.2.4 设定值和实际值

设定值（从总线主控到变频器）和实际值（从变频器到总线主机）通过变频器的以下参数指定：

传输方向	过程值	参数
至变频器	设定值 1	P546, 数组[-01]
	设定值 2	P546, 数组[-02]
	设定值 3	P546, 数组[-03]
	设定值 4	P546, 数组[-04]
	设定值 5	P546, 数组[-05]
自变频器	实际值 1	P543, 数组[-01]
	实际值 2	P543, 数组[-02]
	实际值 3	P543, 数组[-03]
	实际值 4	P543, 数组[-04]
	实际值 5	P543, 数组[-05]

设定值和实际值通过三种不同的方法传输：

比例传输

过程值以整数形式传输，其值范围为-32768 到 32767（8000 hex 到 7FFF hex）。值“16384”（4000 hex）对应于 100%。值“16384”（C000 hex）对应于 100%。

关于频率，100%值对应于变频器的参数 **P105 最大频率**。关于电流，100%值对应于变频器的参数 **P112 转矩电流限制**。

频率和电流由以下公式得出：

$$\text{频率} = \frac{\text{数值} \times P105}{16384} \quad \text{电流} = \frac{\text{数值} \times P112}{16384}$$

* 通过总线传输的 16 位设定值或实际值。

二进制传输

输入和输出以及数字输入位和总线输出位以位为单位进行评估。

位置传输

在变频器中，位置的值范围为-50000.00...50000.00 转。电机的旋转可细分为最多 1000 个增量。细分取决于所使用的编码器。

32 位值范围分为“低位”字和“高位”字，因此传输需要两个设定值或实际值。

传输方向	传输数据					
	第 1 个字	第 2 个字	第 3 个字	第 4 个字	第 5 个字	第 6 个字
至变频器	控制字	32 位设定值		设定值 3	设定值 4	设定值 5
自变频器	状态字	实际值 1	32 位实际值		实际值 4	实际值 5

也只能传送该位置的“低位”字。产生了从 32767 到-32768 转的有限值范围。这个值范围可以通过比率因子（参数 **P607 比率**和 **P608 减少比率**）来延伸，但是这会相应地降低分辨率。

6.1.3 设定值规格示例

以下示例显示了用于合闸和分闸变频器的设定值的规格。变频器以设定值（设定值频率）运行，并以实际值（实际频率）响应。最大频率设置为 50Hz。

变频器参数设置：

参数编号	参数名	设定值
P105	最大频率	50Hz
P543	实际总线值 1	1 (=实际频率)
P546	功能总线设定值 1	1 (=设定值频率)

示例

指令至 F1		F1 响应		备注
控制字	设定值 1	状态字	实际值 1	
—	—	0000h	0000h	
—	—	xx40h	0000h	变频器上的电源电压接通
047Eh	0000h	xx31h	0000h	变频器切换到“准备接通”状态
047Eh	2000h	xx37h	2000h	变频器被设置为“运行已启用”状态，并以 50%的设定值进行控制。
变频器启用，电机通电并以 25Hz 的频率旋转。				
0047Eh	2000h	xx31h	0000h	变频器切换到“准备接通”状态，电机根据参数化坡道制动至静止状态，并与电源断开。
变频器再次闭锁，电机无电流。				
047Eh	1000h	xx37h	1000h	变频器被设置为“运行已启用”状态，并以 25%的设定值进行控制。
变频器启用，电机通电并以 12.5Hz 的频率旋转。				

6.2 拓扑结构概述

根据所使用的现场总线协议，可以以各种方式建立工业以太网。总线专用特殊功能或先决条件见 第 2 节“基础知识”。

6.2.1 线性拓扑

线性拓扑连接到现场总线参与方，现场总线参与方配备了一体式交换机。可以选择性集成 HMI。

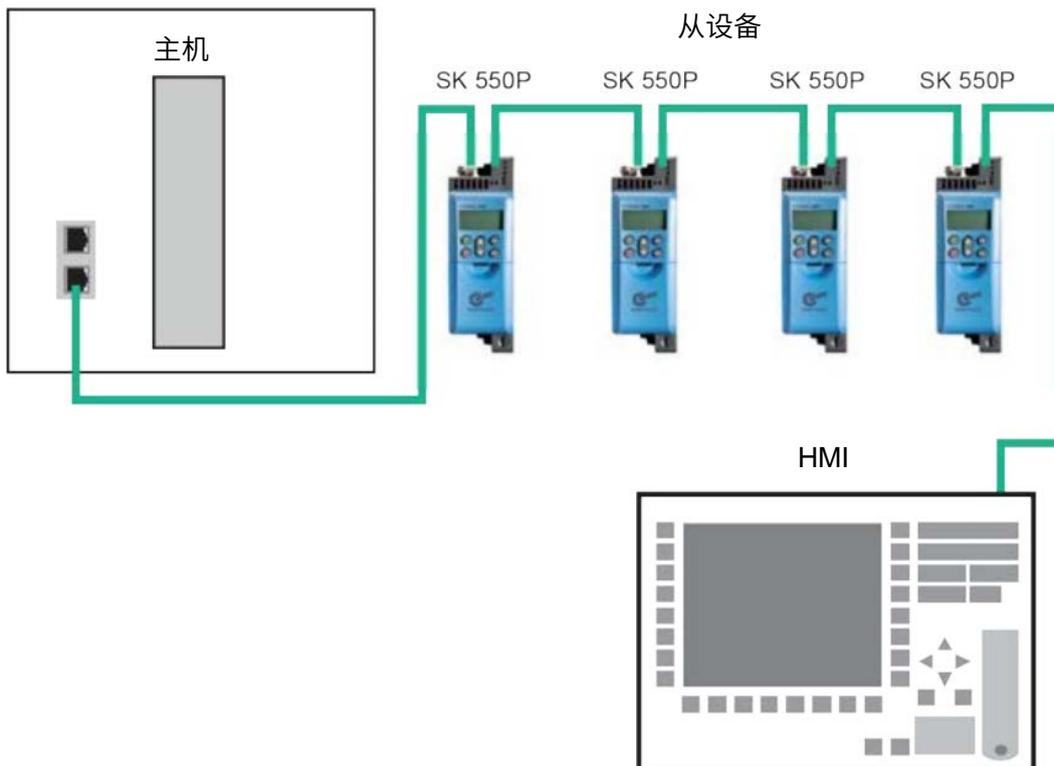


图 20: 线性拓扑 (示例)

- 优点:** 只需少量电缆材料，就可轻易实现线路末端延伸。
- 缺点:** 如果线路中断（设备故障或电缆损坏），则无法再访问下游现场总线参与方。

6.2.2 星型拓扑

星型拓扑需要一个中央开关（在控制柜中）。可以选择性集成 HMI。

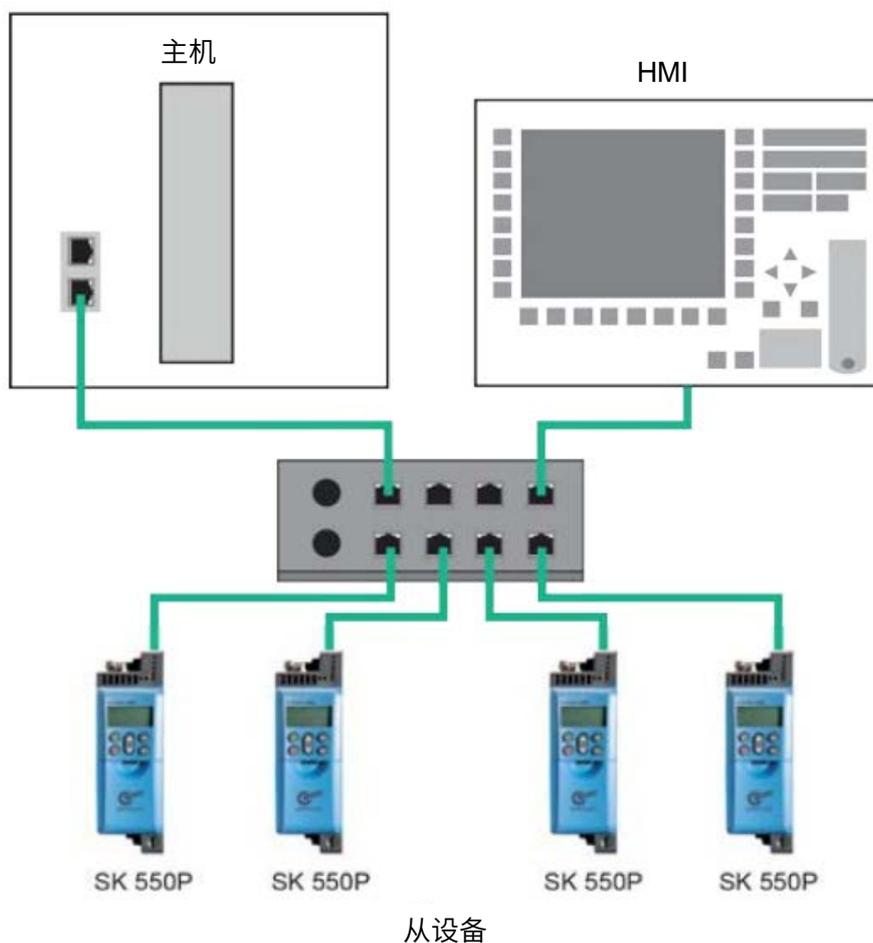


图 21：星型拓扑（示例）

优点： 设备故障对其他总线参与方没有影响；可以轻松扩展，简单检修。

缺点： 如果交换机出现问题，则无法运行网络。

6.2.3 环形拓扑

在环形拓扑中，一条线闭合形成一个环形，以实现媒介冗余。可以选择性集成 HMI。

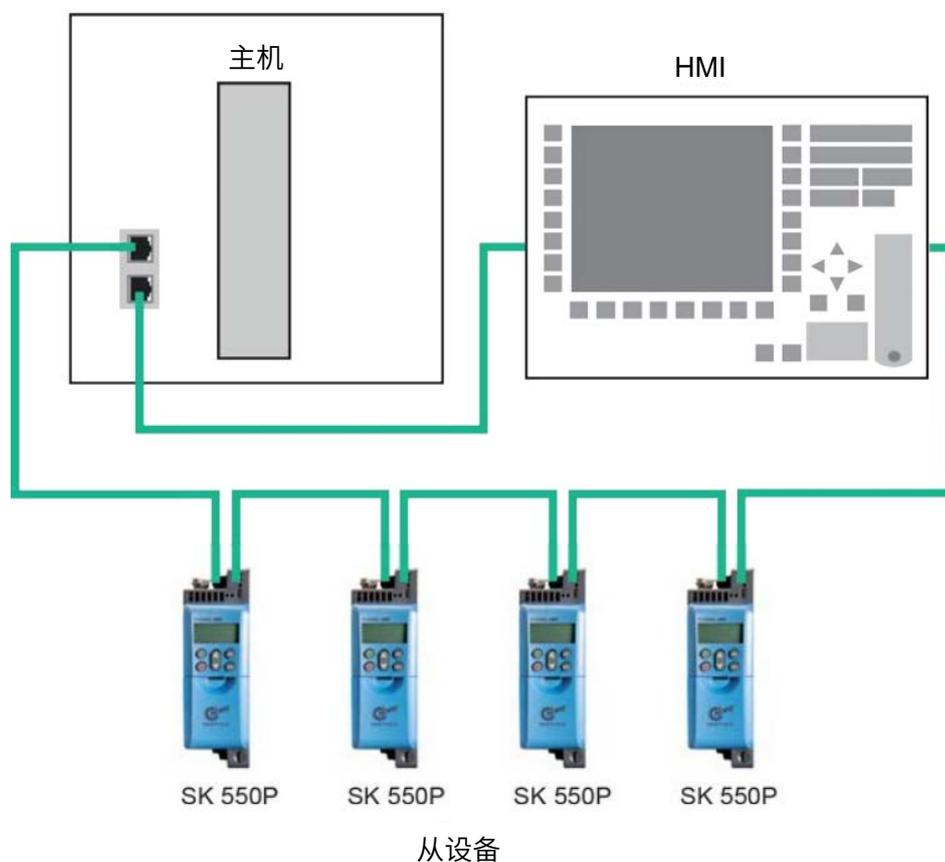


图 22: 环形拓扑 (示例)

优点: 即使一根电缆出现缺陷，通信仍可继续。

缺点: 高负荷状态会产生瓶颈。

6.2.4 树状拓扑

在树状拓扑中，可以融合线性拓扑和星形拓扑。可以选择性集成 HMI。

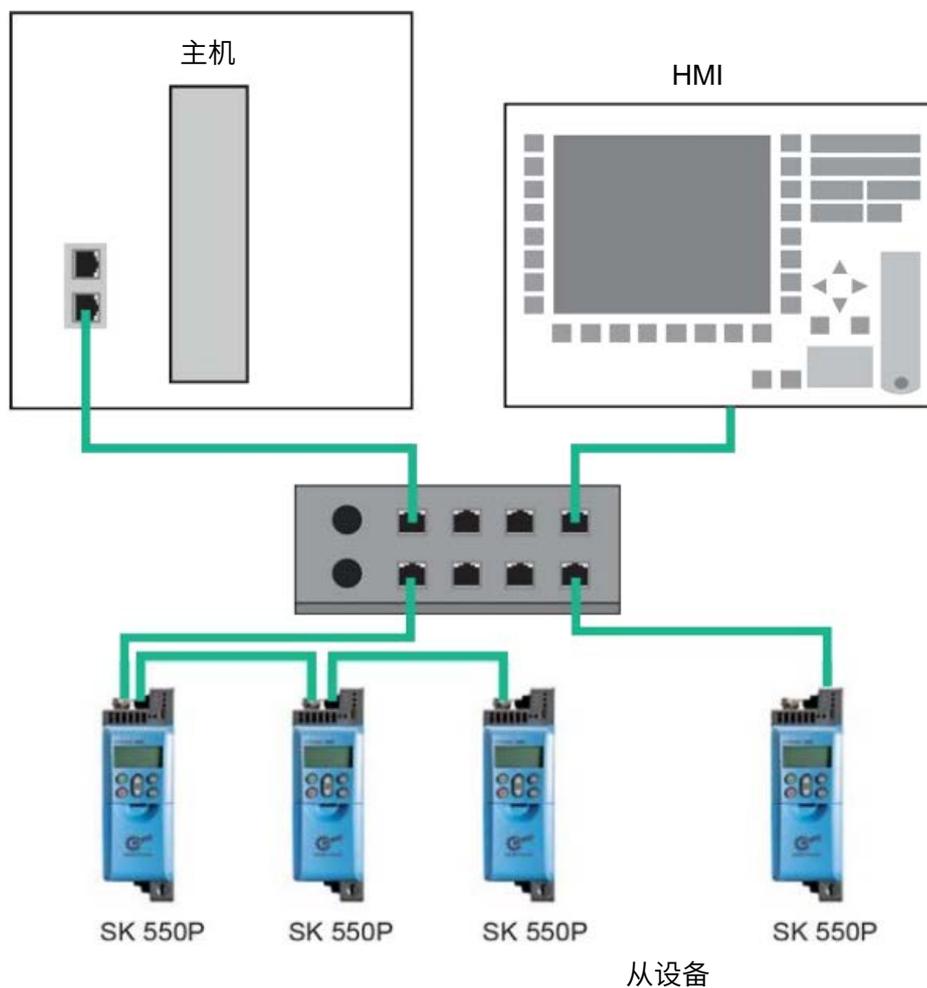


图 23: 树状拓扑 (实例)

优点: 结合线性拓扑和星形拓扑的优点，可以轻松扩展，简单检修。

缺点: 如果交换机出现问题，则无法运行网络。

7 附录

7.1 服务说明

如果有技术问题，我司可提供技术支持。

如果您联系我们寻求技术支持，请提供精确的设备类型（铭牌/显示器）、附件和/或选件、使用的软件版本（P707）和序列号（铭牌）。

如果需要维修，须将设备寄至以下地址：

NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH
Tjüchkampstraße 37
D-26605 Aurich, Germany

请拆下设备上的所有非原装部件。

电源线、开关或外部显示器等任何连接部件都无担保。请在寄送设备之前备份参数设置。

说明

请说明寄送组件/设备的原因，并指定联系人以回答我公司询问。

可从我公司的网站（[链接](#)）或技术支持处获得回执。

除非另有协议，否则在检查或维修后，设备将重置为出厂设置。

说明

可选模块可能导致设备故障，为排除这一可能性，在发生故障时，还应返回已连接的可选模块。

联系人（电话）

技术支持处	正常营业时间	+49(0)4532-289-2125
	正常营业时间外	+49(0)180-500-6184
维修查询	正常营业时间	+49(0)4532-289-2115

手册和其它信息见网站 www.nord.com。

7.2 文件和软件

文件和软件可从我公司网站 www.nord.com 上下载。

其他适用文件和更多信息

文档	目录
BU 0600	NORDAC PRO SK 500P 变频器手册
BU 0000	NORDCON 软件使用手册

软件

软件	说明
设备说明文件	工业以太网配置软件设备说明文件
NORDCON	参数化和诊断软件

关键词索引

A

活动组件 (P879)	86
实际值	
IW	19, 48
实际值	112
附加参数	90
地址	119
寻址方式 (P856)	79
变频器寻址	71

B

二进制传输	112
总线节点	15
总线节点	61
总线协议	18
总线状态 (P872)	84

C

CAN 地址 (P515)	15, 61
CAN 波特率 (P514)	15
CAN 总线波特率 (P514)	62
以太 CAT 专用 CAN (CoE)	20
CAN-ID	15, 61
CAN 打开	14
更改总线协议 (P899)	76
客户机/服务器原理	26
调试	65, 67, 69, 71, 73
连接	
现场总线	63
系统总线	61
接口	119
控制位	106
控制字	106, 110
CTW	48
STW	19

D

数据记录传输	
示例	58

数据记录

格式	53, 54
参数指令	53
数据传输	105
设备特性	64
设备说明文件	19, 48, 64, 65, 67, 69, 71
设备检测	65, 67, 69
设备名称 (P854)	80, 83
文件	
其他适用	120

E

错误信息	92
变频器	94
一般通信错误	94
重置	93
错误监控	92

EtherCAT

特性	17
参数 (CoE 目录)	20
报文	18

F

现场总线地址	65, 67, 68, 69, 70
--------------	--------------------

H

热插拔功能	18, 68
-------------	--------

I

I/O 连接	25
信息参数	91
互联网	119

IO

控制器	39
设备	39
管理员	39

IP 地址 (P850)	78, 82
--------------------	--------

IP 地址 (P878)	86, 87, 88
--------------------	------------

IP 网关 (P852)	78, 80, 83
--------------------	------------

IP 子网掩码 (P851)	78, 82
----------------------	--------

L		PPO4.....	49
LED 指示灯.....	99	PPO6.....	49
M		PPO 类型 (P879)	89
监控功能.....	92	当前总线协议 (P870)	84
N		当前 IP 地址 (P875)	86, 87, 88
NMT 状态机.....	18, 33	当前 IP 网关 (P877)	87, 88
节点 ID (P850)	80	当前 IP 子网掩码 (P867)	86, 87, 88
诺德		过程数据	73, 105
参数编号	20	过程数据总线输入 (P873)	84
系统总线	14	过程数据总线输入 (P874)	85
NORDCON 计算机.....	14	过程数据报文	19
O		过程数据报文	47, 49, 105
指令标识.....	55	现场总线配置文件	48
OSI 层模型	22, 28	R	
P		记录.....	52
参数		远程维护	16
索引	57	维修.....	119
件号	53, 54	响应标签	55
指令	52	右 TCP 以太网 (P853)	79, 80
响应	52	S	
参数数据.....	105	SDO 错误代码.....	21
参数数据传输.....	49, 50, 51, 105	第二地址	68
参数值 PWE2		第二地址 (P850)	77
错误信息	56	服务.....	119
参数化		设定值	
PPO1 或 PPO2	60	SW	19, 48
参数	75, 90	设定值规格	
数据传输	20, 26, 36	示例	114
设置	90	设定值	112
比例传输.....	112	设置现场总线协议	64
允许的写入周期	51	软件.....	20
PKW 区.....	53, 54	状态位	107
POWER LINK 周期 (P858)	81	状态机	
PPO 类型.....	48	变频器	108
PPO1	49	状态字	107, 111
PPO2	50	STW	48
PPO3	49	ZSW	19

支持	119	环形	117
T		星型	116
报文超时 (P513)	92	树状	118
终端电阻	62	过程数据传输	19, 48, 51, 73, 106
超时	92	位置传输	113
拓扑结构	17, 23, 29, 40	检修	
线性	115	工业以太网	69, 95

诺德传动集团

集团总部和研发中心

位于德国汉堡附近的巴格特海德市

创新的驱动解决方案

服务于众多行业分支领域

机械产品

平行轴、斜齿轮、伞齿轮和蜗轮蜗杆减速机

电气产品

IE2/IE3/IE4 电机

电子产品

集中式和分布式变频器、电机启动器和现场分布式系统

7 座技术先进的生产基地

供应驱动零部件

遍及 5 大洲 36 个国家的子公司和经销商

提供本地库存、组装装配、生产、技术支持和客户服务

全球雇员总数超过 4,000 名

为您提供定制化驱动解决方案

www.nord.com/locator

诺德（中国）传动设备有限公司

地址：苏州工业园区长阳街 510 号

邮编：215026

电话：+86-512-8518 0277

传真：+86-512-8518 0278

info@nord.com.cn, www.nord.com

诺德传动系统集团成员

