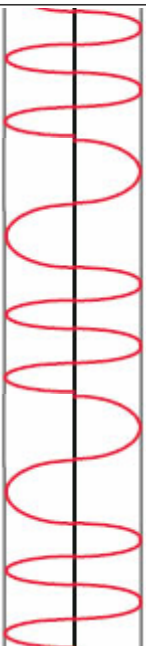




# HART通信基础知识

\*\*\*技术中心\*\*软件部 \*\*\*

# 主要内容



1

HART协议简介

2

HART工作方式

3

HART命令

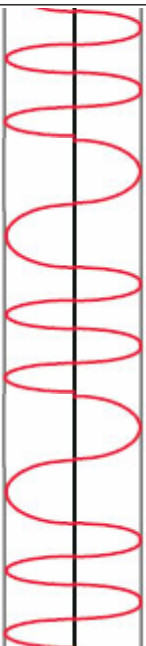
4

HART协议模型

5

HART设备管理软件简介

# HART通信基础之



## HART协议简介



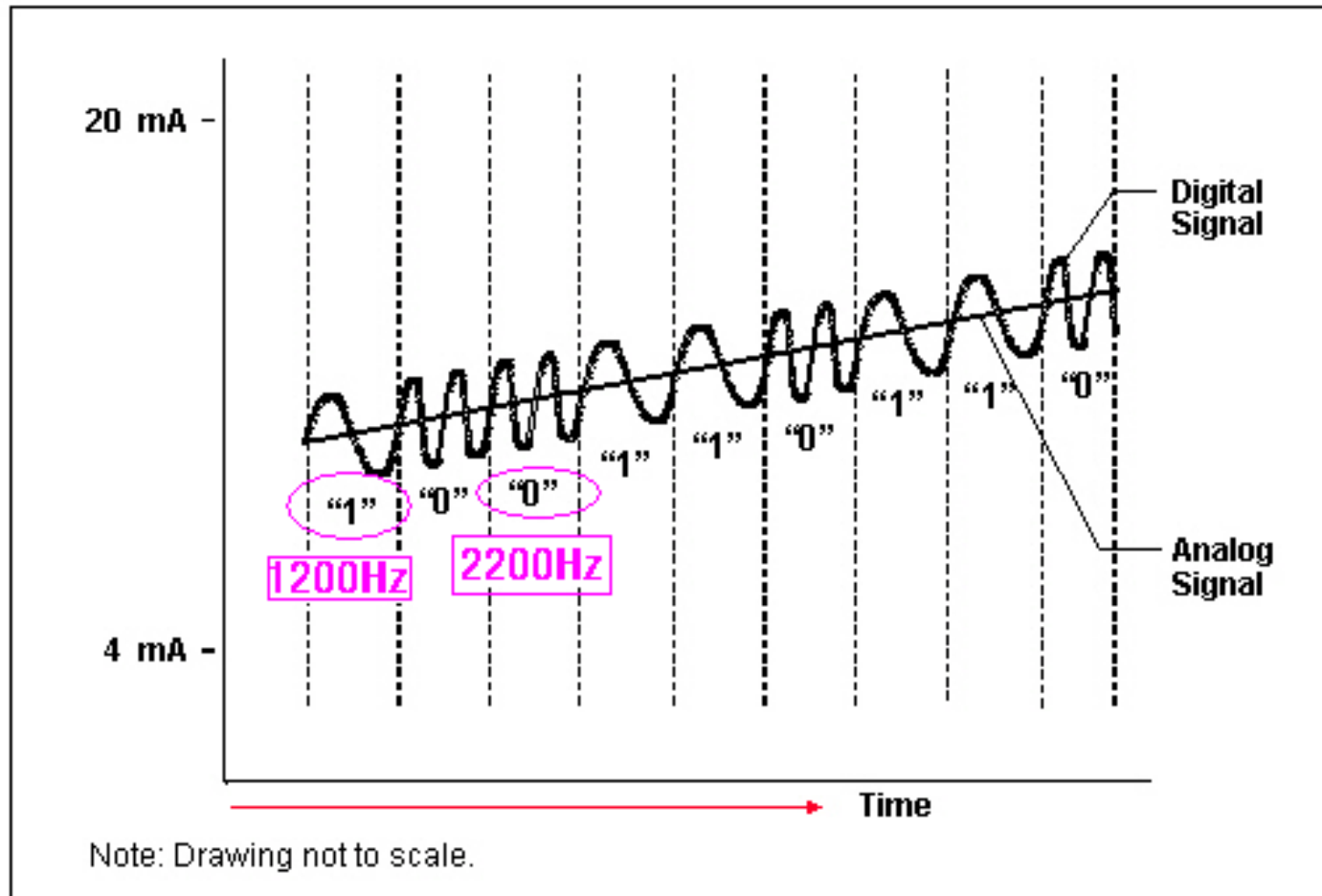


# HART协议简介

- ❖ HART: 可寻址远程传感器高速通道的开放通信协议 (Highway Addressable Remote Transducer), 是美国Rosemount公司于1985年推出的一种用于现场智能仪表和控制室设备之间的通信协议。
- ❖ HART协议采用基于Bell202标准的FSK频移键控信号, 在低频的  $4\sim 20\text{mA}$  模拟信号上叠加幅度为 $0.5\text{mA}$ 的音频数字信号进行双向数字通信, 数据传输率为 $1200\text{bps}$ 。

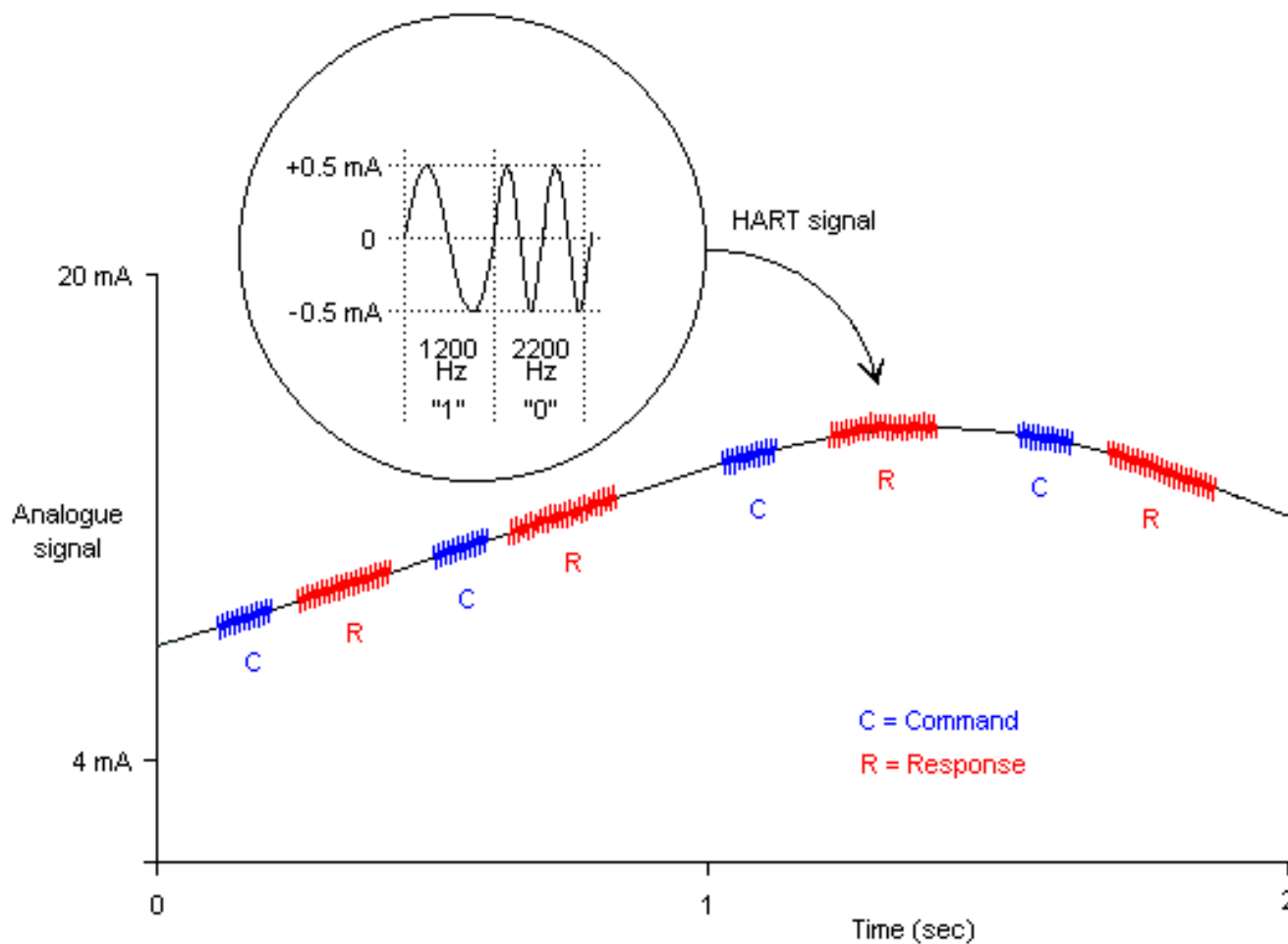


# HART协议简介





# HART协议简介



❖ 兼容数字通信和

4~20mA电流模拟通信

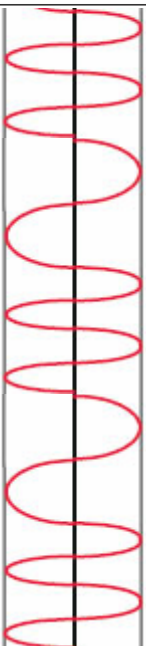
❖ 频移键控信号，以1200 Hz代表逻辑“1”，2200 Hz代表逻辑“0”，在4~20 mA电流上叠加幅度为0.5mA的正弦调制波。



# HART协议简介

- ❖ HART通信采用的是半双工的通信方式
- ❖ HART通信的特点是在现有模拟信号传输线上实现数字信号通信，属于模拟系统向数字系统转变过程中过渡性产品。
- ❖ 在HART协议通信中主要的变量和控制信息由4-20mA传送，在需要的情况下，另外的测量、过程参数、设备组态、校准、诊断信息通过HART协议访问。

# HART通信基础之



2

## HART工作方式







# HART工作方式

## HART数据:

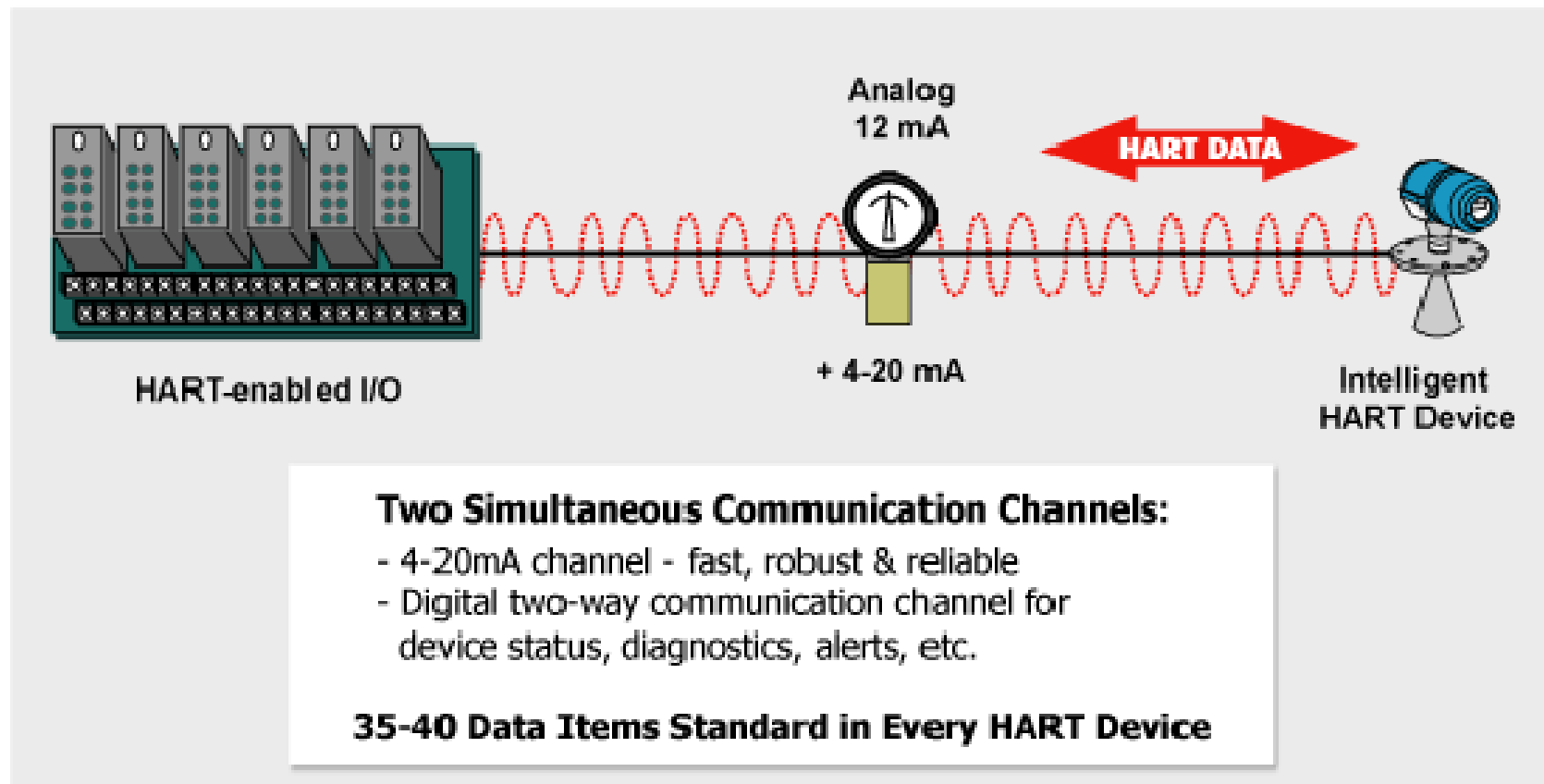
- ❖ 设备数据
- ❖ 厂商数据
- ❖ 测量计算数据
- ❖ 校准数据

## HART设备与主机间的通信

- ❖ 主变量信息
- ❖ 标定范围: 主变量的量程
- ❖ 副变量信息
  - 第二变量
  - 第三变量
  - 第四变量

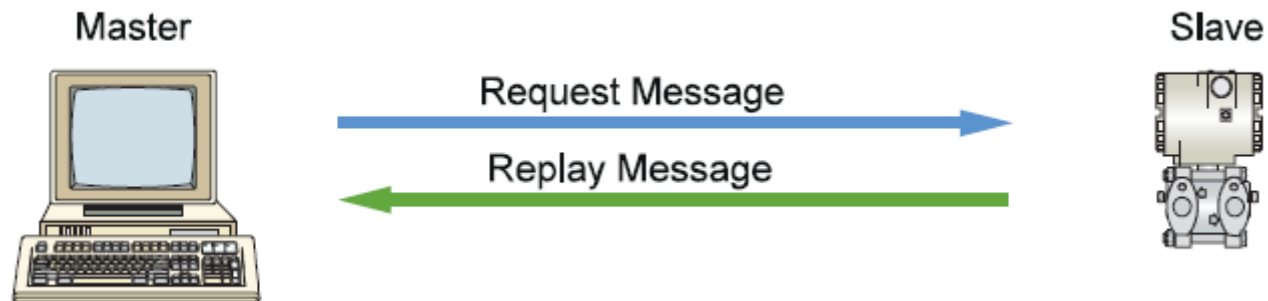
# HART工作方式

## ❖ 支持HART协议的I/O模块与设备间通信



# HART工作方式

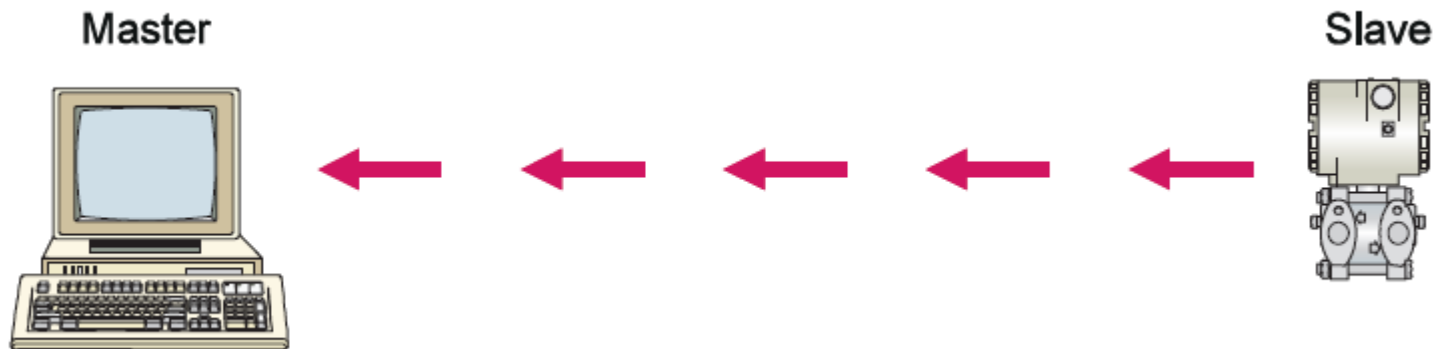
❖ 通信模式：主/从（Master/Slave）通讯(正常 HART 模式)



模拟 + 数字或单独数字通讯不会中断模拟信号  
“从站对来自主站的命令/请求的典型响应时间**500** 毫秒(每秒两个值)

# HART工作方式

## ❖ 通讯模式：Burst 广播模式（可选）



全数字通讯模式

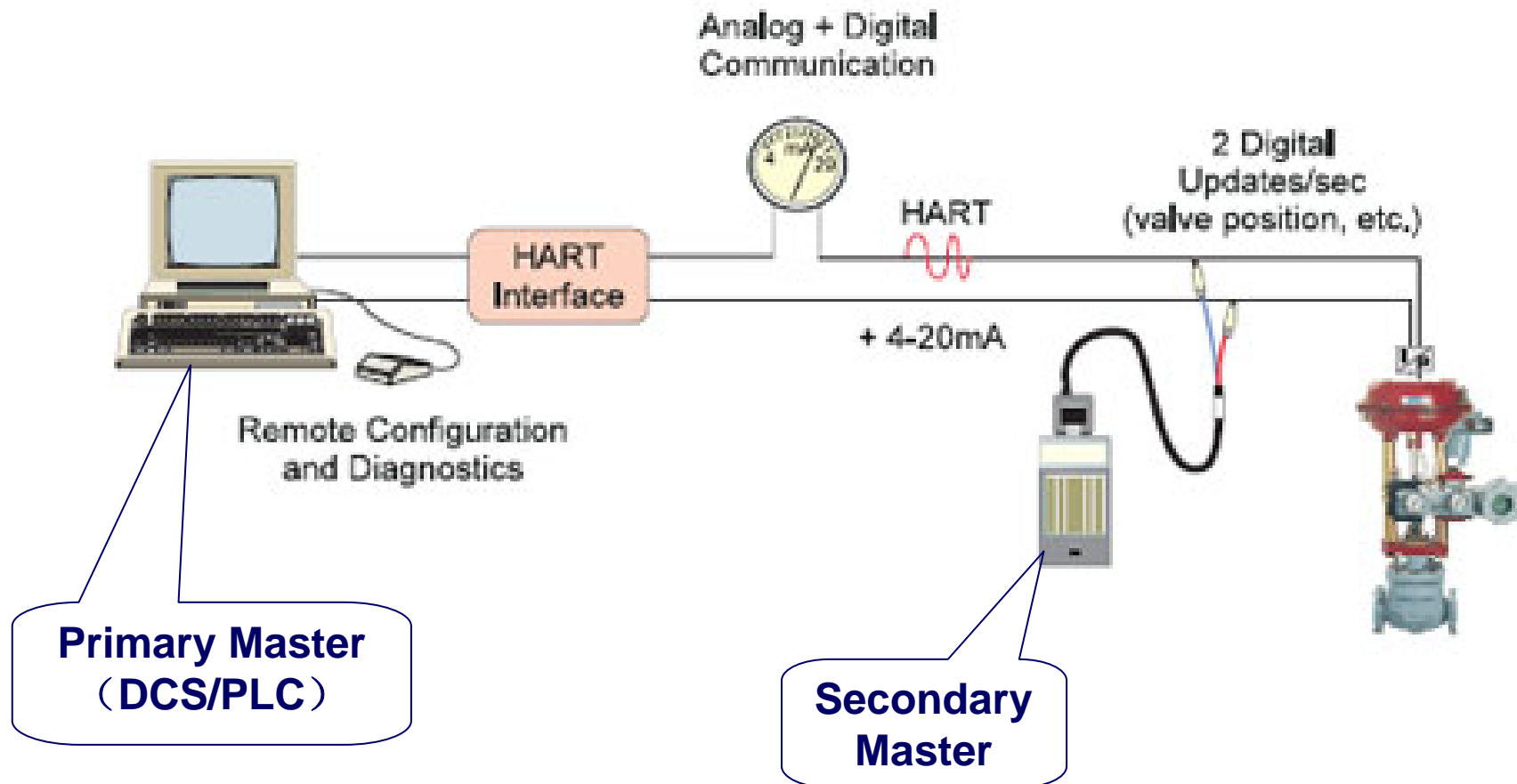
连续传输 挑选的标准回答信息，如PV

信息之间的缝隙里，允许“Master”改变命令或模式

典型的每秒更新3 到4 次

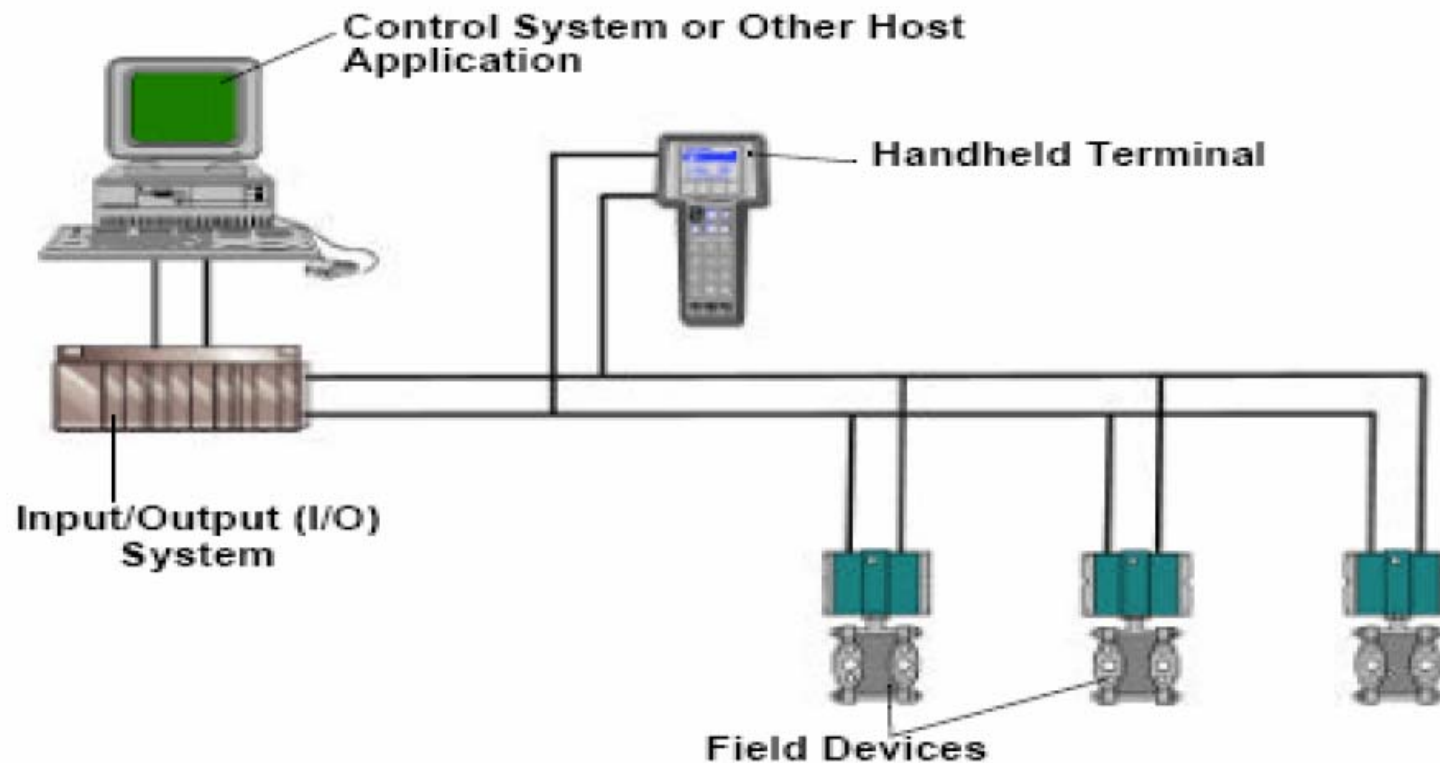
# HART工作方式

❖ 点对点通信: 4-20毫安信号只是用来传递一个过程变量



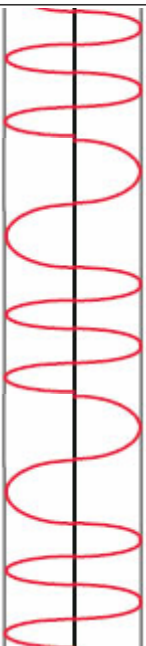
# HART工作方式

❖ **多点通信:**所有的过程变量都是以数字方式传输,回路电流固定在4 mA



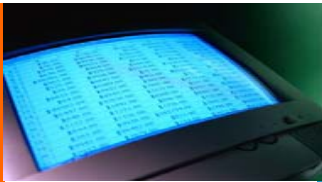
Note: Instrument power is provided by an interface or external power source that is not shown.

# HART通信基础之



## HART命令





# HART命令

## ❖ 通用命令——Universal Commands

命令0 ~ 命令30 （版本号3、4、5、6）

## ❖ 常用命令——Common-Practice Commands

命令32 ~ 命令121 （版本号3--8）

## ❖ 特殊命令——Transmitter-Specific Commands

命令128 ~ 命令253





# HART命令

- ❖ 通用命令（20个）
- ❖ • 读取制造商及设备类型（0#命令）
- ❖ • 读取第一过程变量参数(PV)及工程量单位（1#命令）
- ❖ • 读取电流输出值及百分比量程（2#命令）
- ❖ • 读取最多4个预先设置的动态变量（3#命令）
- ❖ • 读取或者写入8位字符长度的位号，16位字符长度的描述符、日期（13#命令读，18#命令写）
- ❖ • 读取或者写入32位字符长度的信息
- ❖ • 读取仪表的量程范围值、工程单位及仪表阻尼时间常数（15#命令）
- ❖ • 读取或者写入仪表总装配号码（16#命令读，19#命令写）
- ❖ • 写入（HART网络）轮循地址（6#命令）



# HART命令

- ❖ 常用命令（59个）
- ❖ •读取选择最多至4个动态变量的值（33#命令）
- ❖ •写入仪表阻尼时间常数（34#命令）
- ❖ •写入仪表量程范围值（36#命令上限，37#命令下限）
- ❖ •校验(标定零点、标定满量程)
- ❖ •设置固定的输出电流值（40#命令）
- ❖ •执行自测试功能（41#命令）
- ❖ •执行主机设备复位（42#命令）
- ❖ •修整过程变量PV的零点（43#命令）
- ❖ •写入过程变量PV的工程单位（44#命令）
- ❖ •修整数/模转化器的零点及增益（45#命令，46#命令）
- ❖ •写入信号变换函数(平方根/线性)
- ❖ •写入传感器序列号（49#命令）
- ❖ •读取或写入动态值分配（50#命令）



# HART命令

- ❖ 设备特殊命令（**DD**文件定义）
  - ❖ • 读取或写入小流量切除值
  - ❖ • 启动、停止或者清除积算器
  - ❖ • 读取或者写入密度校准因子
  - ❖ • 选择第一过程变量**PV** (质量、流量或者密度)
  - ❖ • 读取或者写入材料或制造的信息
  - ❖ • 修整传感器校验信息
  - ❖ • **PID**函数功能使能
  - ❖ • 写入**PID**函数的设定值
  - ❖ • 阀门特性
  - ❖ • 阀门设定值
  - ❖ • （阀门）行程限值
  - ❖ • 用户自定义工程单位
  - ❖ • 就地显示器信息

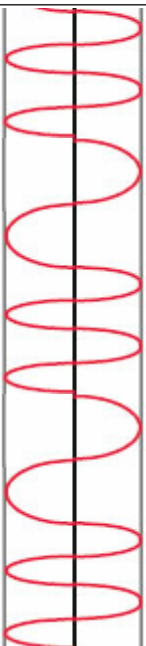


# HART命令

## ❖ HARTConfig解析的命令有:

HART 命令号	说明
0 #	读设备 ID 号
1 #	读主变量
2 #	读回路电流和电流百分比
3 #	读动态变量和回路电流
12 #	读其它信息
13 #	读工位号、描述符、日期
14 #	读主变量传感器信息
15 #	读主变量输出信息
18 #	设置工位号、描述符、日期
34 #	设置主变量衰减时间
35 #	设置主变量量程
38 #	复位配置标志
40 #	进入/退出主变量固定电流模式
41 #	执行变送器自检
42 #	复位现场设备
43 #	设定主变量零点
44 #	设置主变量单位
45 #	设置主变量电流输出零点
46 #	设置主变量电流输出满度
59 #	设置响应帧前导码个数

# HART通信基础之

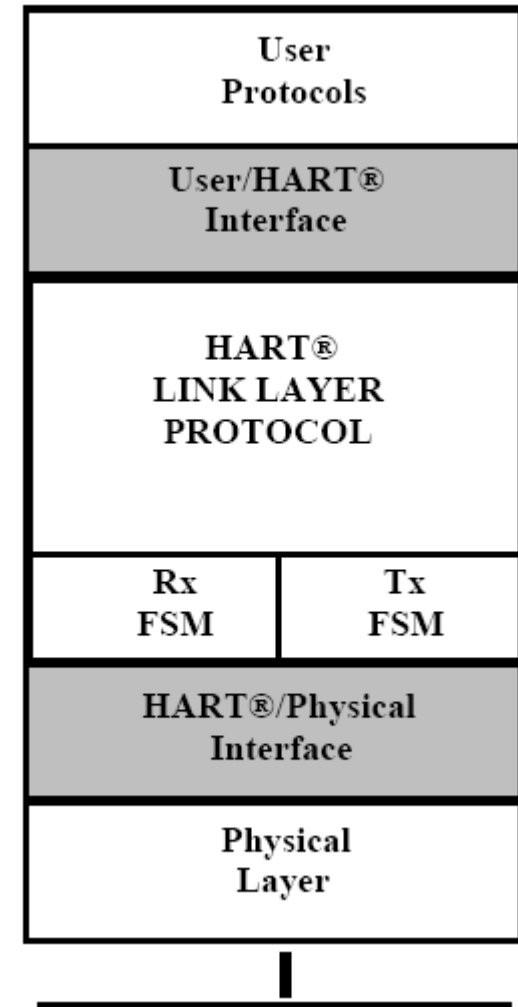


## HART协议模型



# HART协议模型

- ❖ HART协议参考 ISO/OSI(开放系统互连模型), 采用了它的简化三层模型结构, 即第一层物理层, 第二层数据链路层和第七层应用层。
- ❖ 第一层: 物理层。规定了信号的传输方法、传输介质。通信介质的选择视传输距离长短而定。通常采用双绞同轴电缆作为传输介质时, 最大传输距离可达到1500m。线路总阻抗应在230~1100  $\Omega$  之间。





# HART协议模型

- ❖ 第二层：数据链路层。规定了HART帧的格式，实现建立、维护、终结链路通讯功能。HART协议根据冗余检错码信息，采用自动重复请求发送机制，消除由于线路噪音或其他干扰引起的数据通讯出错，实现通讯数据无差错传送

- 帧格式：主设备->从设备（下面是字节数）

前导符	定界符	地址	命令	数据长度	数据	校验
(5-20)	(1)	(1)	(1)	(1)	(0-255)	(1)

- 帧格式：从设备->主设备

前导符	定界符	地址	命令	数据长度	响应码	数据	校验
(5-20)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(0-253)	(1)



# HART协议模型

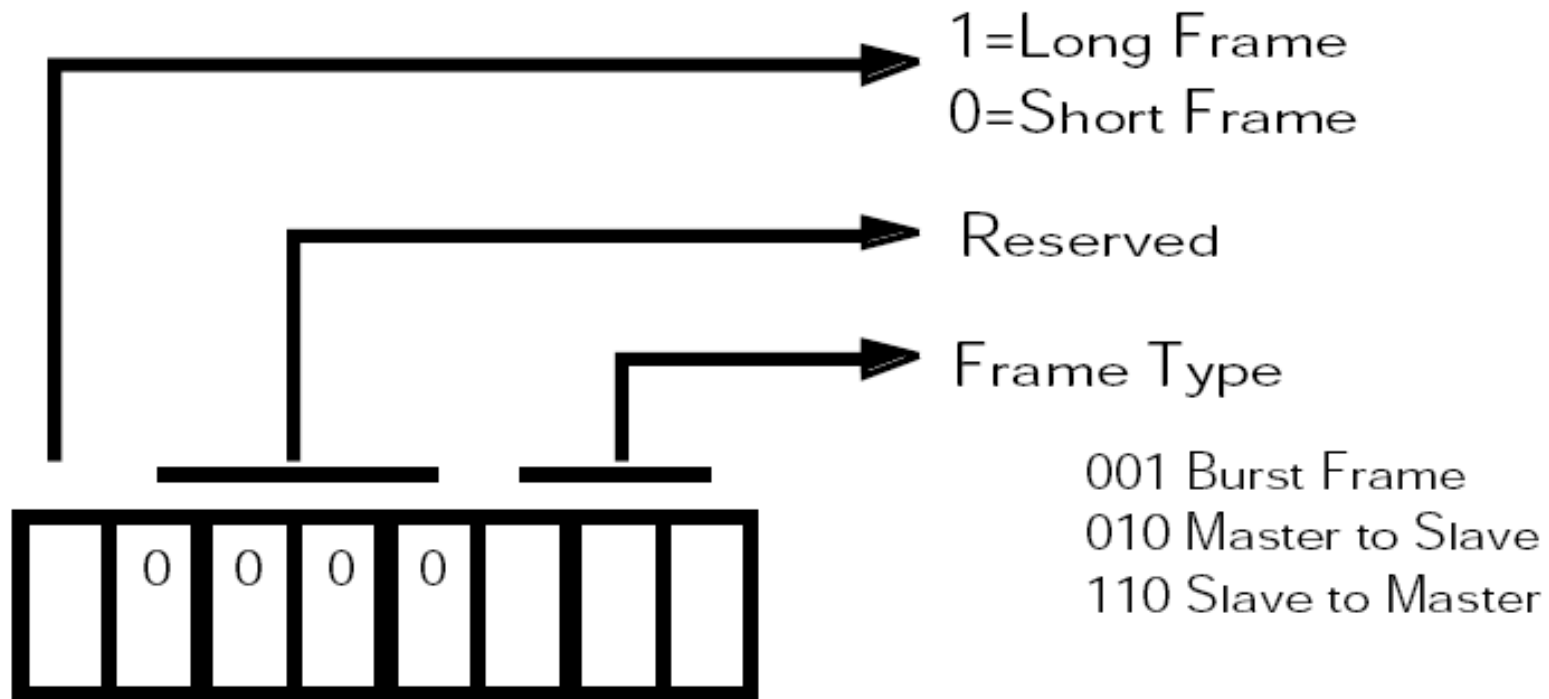
- ❖ 前导符 (**Preamble**)
- ❖ 数值: 0xFF
- ❖ 数量: 5 ~ 20个: 从设备默认为5个, 可以通过命令59设置
- ❖ 作用: 两个相邻的前导符后跟随一个定界符定义帧的开始。





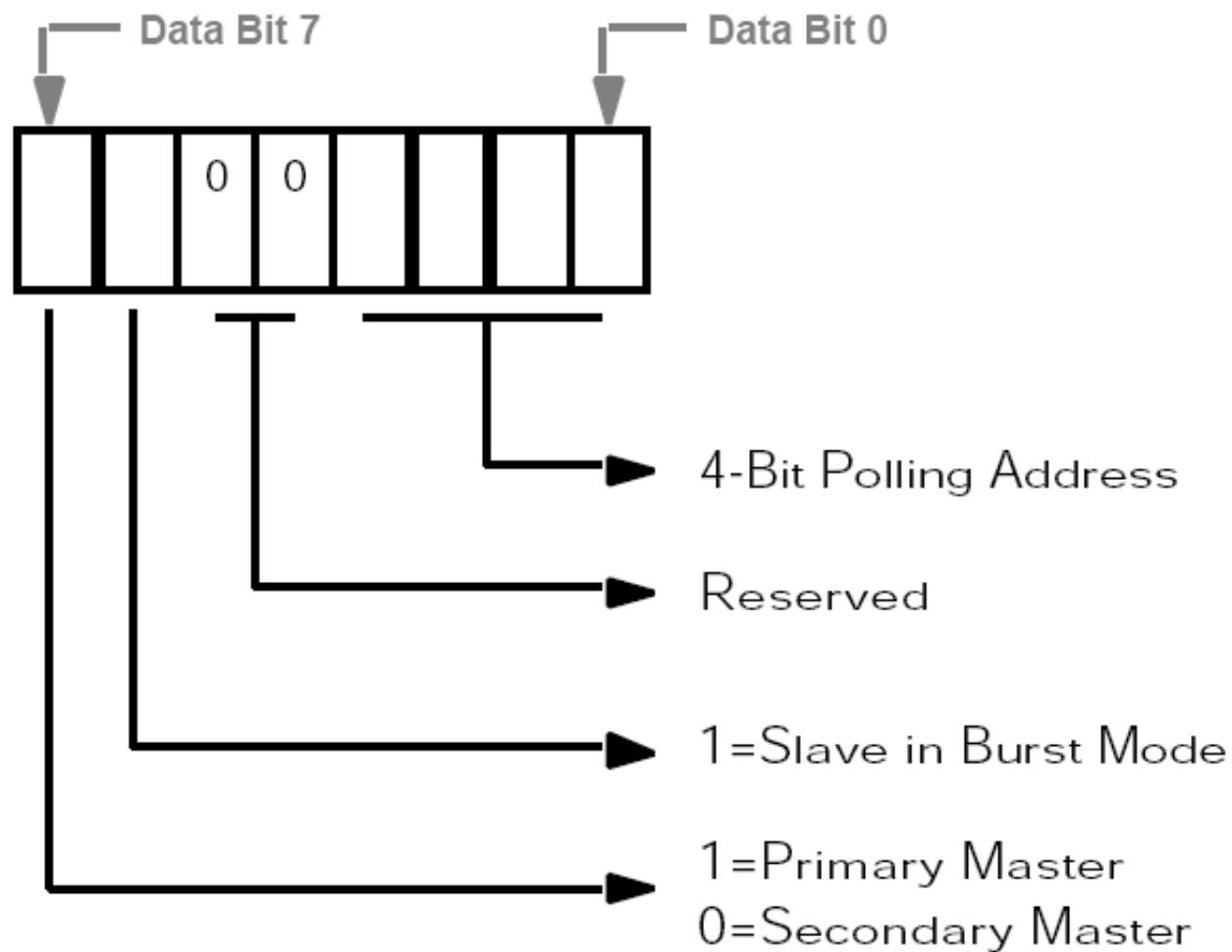
# HART协议模型

## ❖ 定界符 (Delimiter)



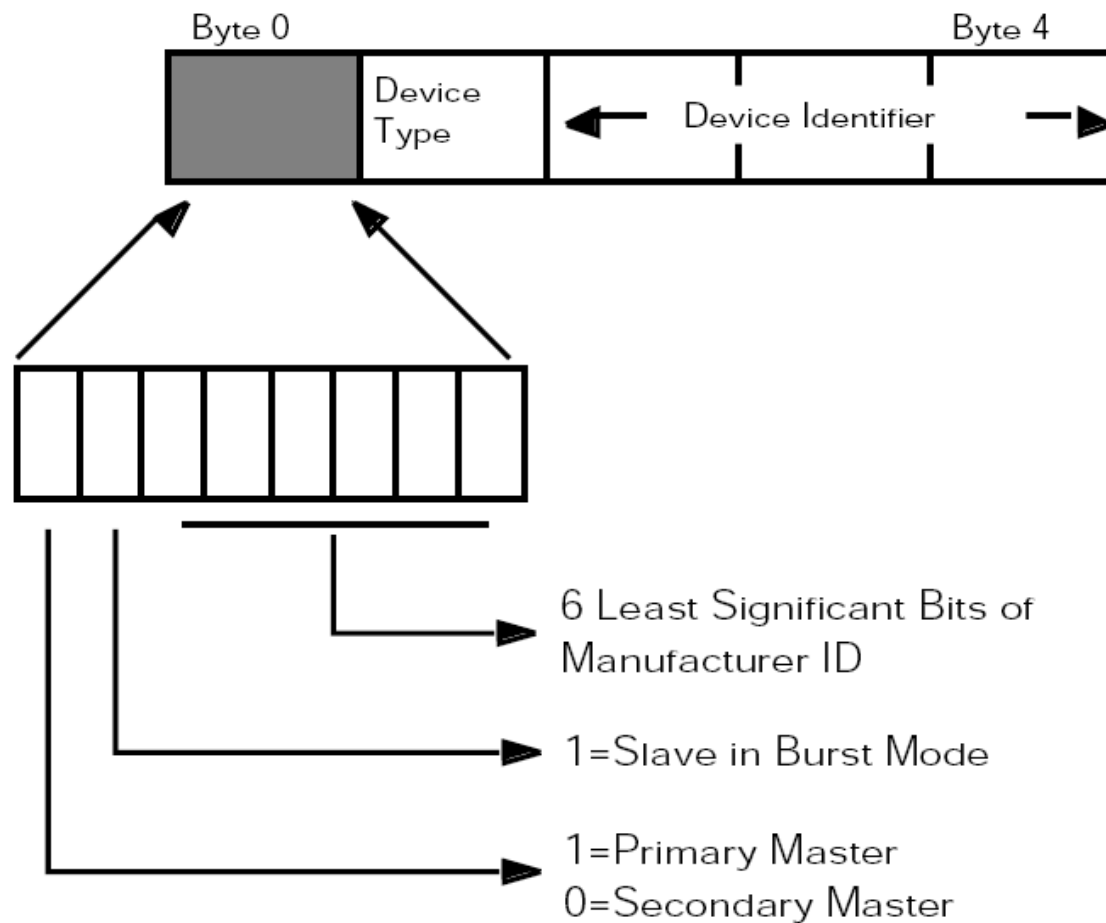
# HART协议模型

## ❖ 地址（1）——短地址



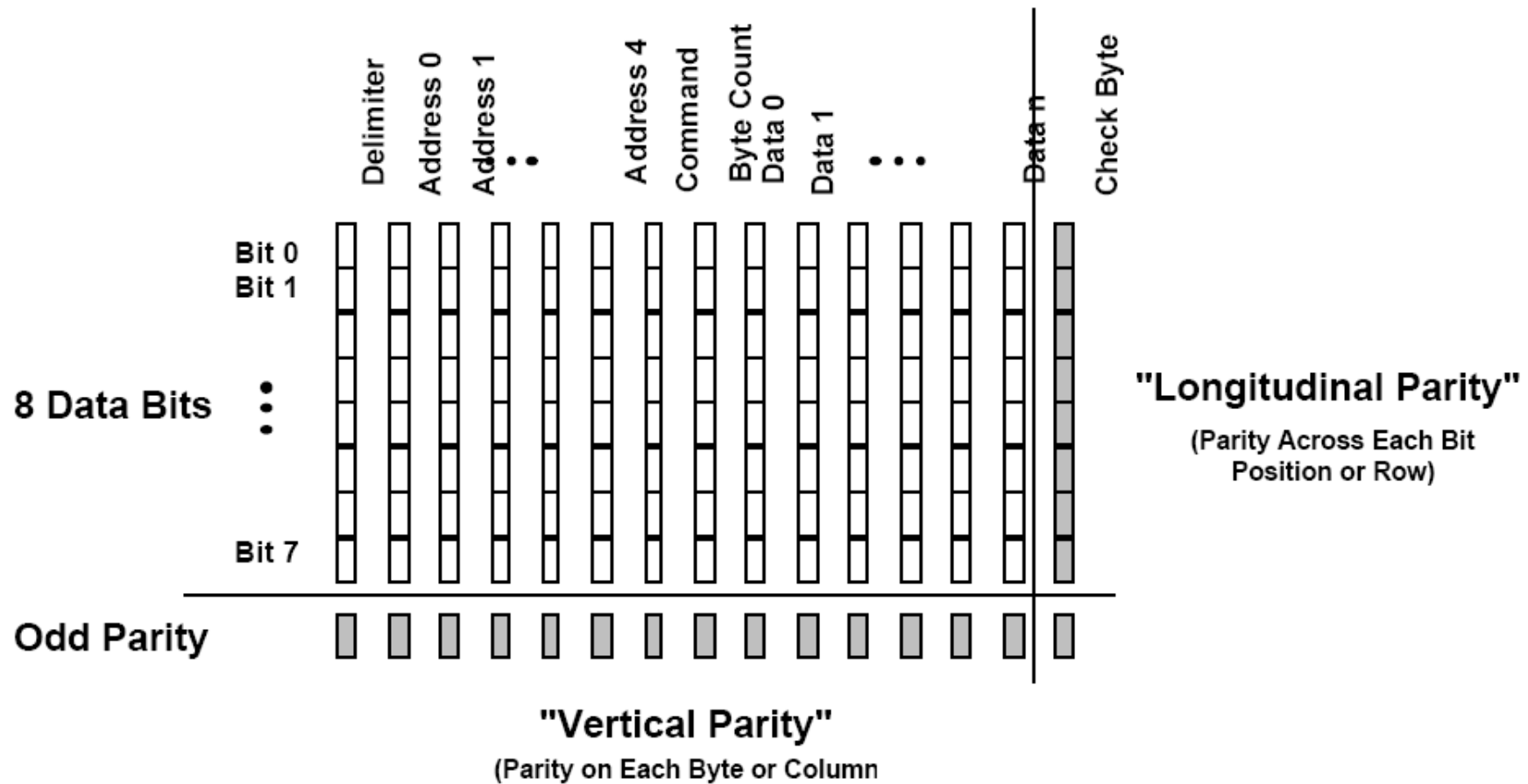
# HART协议模型

## ❖地址（2）——长地址/广播地址



# HART协议模型

## ❖ 错误检测





# HART协议模型

- ❖ 响应码（1）——第一个字节
- ❖ #7是1，该字节包含通讯错误信息
- ❖ #6 – Vertical Parity Error
- ❖ #5 – Overrun Error
- ❖ #4 – Framing Error
- ❖ #3 – Longitudinal Parity Error
- ❖ #2 – Reserved
- ❖ #1 – Buffer Overflow
- ❖ #0 - Undefined



# HART协议模型

- ❖ 响应码（1）——第一个字节
- ❖ #7是0，该字节包含命令响应信息
- ❖ Success---命令正确执行，返回响应数据
- ❖ Warning---命令执行有偏差，返回响应数据
- ❖ Error---命令不能正确执行，响应码指示其原因，没有数据返回



# HART协议模型

- ❖ 响应码（2）——第二个字节
- ❖ 指示设备状态，如果发生通讯错误，该字节无意义
- ❖ #7 – 现场设备故障，设备检测到硬件错误
- ❖ #6 – 组态改变
- ❖ #5 – 冷启动
- ❖ #4 – 更多的状态信息可用，可以使用命令48（Read Additional Status Information）获取
- ❖ #3 – 主变量模拟输出固定
- ❖ #2 – 主变量模拟输出饱和
- ❖ #1 – 非主变量超过传感器量程
- ❖ #0 – 主变量超过传感器量程

# HART协议模型

## ❖ HART报文在DP报文中的传输形式

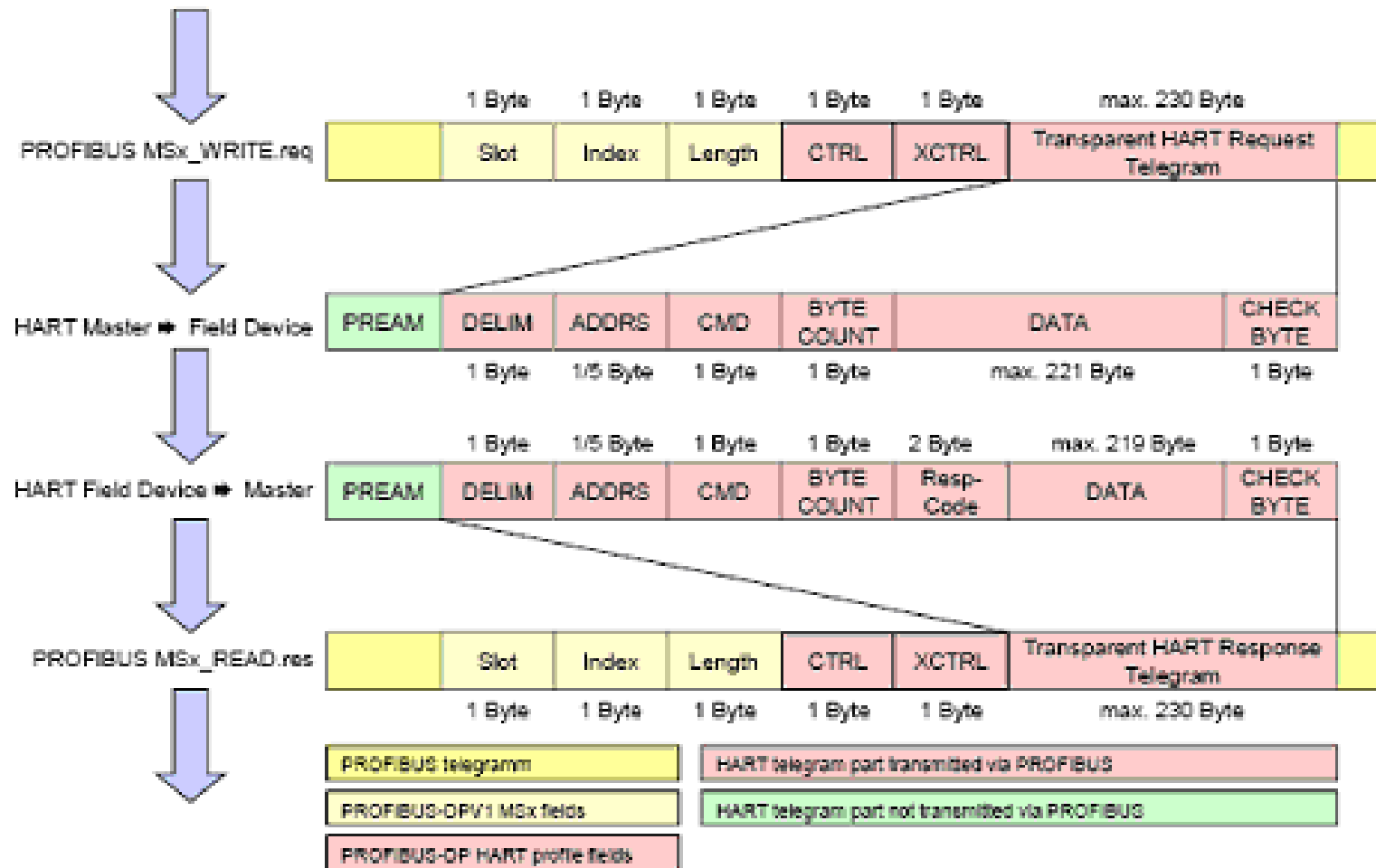


Figure 1 — Example for a transparent HART Message Data





# HART协议模型

## ❖ 发送接收的数据格式：请求HART数据（WTITE）

字节	内容说明	值
1	服务号	224
2	控制器状态（接收时才有效）	0
3	DP 卡状态（接收时才有效）	0
4	保留未使用	0
5	从站地址	*
6	Slot	0
7	Index	*
8	Length（此字节之后的数据长度）	
9	CTRL（发送请求时为 0）	0
10	XCTRL（前导码的个数）	
11	定界符（短地址时定界符为 0x02，长地址时为 0x82）	
12	地址（短地址为 1 字节，长地址为 5 字节）	
13	命令号	
14	长度（Hart 数据的长度）	
15-...	Hart 数据域	
	校验和（从定界符开始，所有数据相加）	



# HART协议模型

## ❖ 发送接收的数据格式：查询HART数据（POLL）

字节	内容说明	值
1	服务号	225
2	控制器状态（接收时才有效）	0
3	DP 卡状态（接收时才有效）	0
4	保留未使用	0
5	从站地址	*
6	Slot	0
7	Index	*
8	Length=0	0



# HART协议模型

## ❖ 发送接收的数据格式：获得HART数据（POLL）

字节	内容说明	值
1	服务号	225
2	控制器状态	
3	DP 卡状态	
4	保留未使用	0
5	从站地址	*
6	Slot	0
7	Index	*
8	Length（此字节之后的数据长度）	7
9	CTRL	0
10	XCTRL	20
11	定界符（短地址时定界符为 0x06，长地址时为 0x86）	2
12	地址	80
13	命令号	0
14	长度（Hart 数据的长度）	0
15-16	Hart 响应吗	
17-...	Hart 数据的数据域	
	校验和（从定界符开始，所有数据相加）	*



# HART协议模型

## ❖ 与HART仪表通信过程举例

- 主设备可发送下面两个命令中的任意一个，从设备的响应中获取其地址信息：
  - **0#命令**，读取唯一标志符——0号命令是通信初始化的首选方法，这是因为此命令使主设备能在没有用户介入的情况下获取每个从设备的地址。每个轮询地址（0~15）是用来获取每个设备的唯一地址。
  - **11#命令**，读取位号来获取唯一标志符——如果在HART网络有超过15个仪表、或者HART网络的设备没有配置为唯一轮循地址的情况下，命令11是非常有帮助的。（当设备是独立供电而且是隔离的情况下，超过15个设备的多点HART网络是可能的。）11号命令要求用户提供设备位号来获取哪个设备需要被查询。



# HART协议模型

## ❖ 0#命令返回的HART数据

- 字节      数据
- 0          " 254" (expansion)
- 1          制造商ID (Manufacturer identification code)
- 2          设备类型号 (Manufacturer device type code)
- 3          前导码个数
- 4          通用命令版本号
- 5          设备版本
- 6          软件版本 (设备)
- 7          硬件版本 (设备)
- 8          设备标志 (多传感器/EEPROM控制/协议桥接设备)
- 9-11      设备唯一标识符 (Device ID number) (B)

# HART协议模型

## ❖ 0#命令举例

- 发送读取设备序号命令

前导符	定界符	地址	命令	数据长度	校验位
FF FF FF FF FF	02	80	00	00	82

- 返回的数据

前导符	定界符	地址	命令	数据长度	数据	校验位
FF FF FF FF FF	06	80	00	0D	FE 50 7F 06 05 01 01 08 00 6B 73 3A	30

- 设备的制造商ID为50，设备ID为7F,序列号为6B 73 3A

# HART设备管理软件

**HNSDZQ - HART设备管理软件**

文件(F) 查看(V) 日志 帮助(H)

当前仪表: TI1501[AI--12#--3--1] 退出Hart通信

通讯状态: 没有与设备建立起通信! 刷新

参数名称	参数值	单位	修改状态
制造商			原始值
设备类型			原始值
设备ID号			原始值
通用命令版本			原始值
设备版本			原始值
软件版本			原始值
硬件版本			原始值

就绪 数字

结合HART协议  
介绍HARTConfig的使用方法



# HART设备管理软件

**HNSDCS - HART设备管理软件**

文件(F) 查看(V) 日志 帮助(H)

现场控制站

当前仪表

退出Hart通信

刷新

通讯状态

工程

TI2407 [AI--15#--3--1]

没有与设备建立起通信!

参数名称	参数值	单位	修改状态
制造商			原始值
设备类型			原始值
设备ID号			原始值
通用命令版本			原始值
设备版本			原始值
软件版本			原始值
硬件版本			原始值

HART 仪表

仪表信息

HART 模块

工程视图

仪表视图

就绪

数字



# HART设备管理软件

参数名称	参数值	单位	修改状态
工位号	PT203212		原始值
时间	2007/10/10	年/月/日	原始值
设备描述	PIPE_PRESSURE		已修改
仪表信息	PRESSURE		已修改

修改通用信息

工位号

原值

PT203212

修改值

PT203212

时间

原值

2007

年

10

月

10

日

修改值

2007

年

10

月

10

日

设备描述

原值

PIPE\_PRESSURE

修改值

PIPE\_PRESSURE

确定

取消

# HART设备管理软件

参数名称	参数值	单位	修改状态
报警模式	High		原始值
传递函数	Linear (y=ax+b) ▼		原始值
量程上限	6E+006	Pa	原始值
量程下限	-1E+003	Pa	原始值
阻尼时间	1	S (秒)	原始值
写保护模式	Not_Write_Protected		原始值

修改量程信息

量程单位

单位

Pa

量程上限

原值

6e+006

修改值

6e+006

量程下限

原值

-1000

修改值

-1000

确定

取消



# *Thank You !*



[www.\\*\\*\\*\\*\\*.com](http://www.*****.com)