

数据采集-数字量基础知识

基本概念、术语定义

TN01010101 V1.00 Date:2010/03/03

工程技术笔记

类别	内容
关键词	数据采集 基本概念 术语
摘 要	对于数据采集中与数字量相关的基本概念和术语进行了说明，有助于理解数字信号参数定义

修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2010/03/03	创建文档

销售与服务网络（一）

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

邮编：510630

电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977

传真：(020)38730925

网址：www.zlgmcu.com



广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室

电话：(020)87578634 87569917

传真：(020)87578842

南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室

电话：(025)83613221 83613271 83603500

传真：(025)83613271

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）

电话：(010)62536178 62536179 82628073

传真：(010)82614433

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦
（赛格电子市场）1611 室

电话：(023)68796438 68796439

传真：(023)68796439

杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室

电话：(0571) 28139611 28139612 28139613

28139615 28139616 28139618

传真：(0571) 28139621

成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码同人港 401 室
（磨子桥立交西北角）

电话：(028)85439836 85437446

传真：(028)85437896

深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4
楼 D 室

电话：(0755)83781788（5 线）

传真：(0755)83793285

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室
（华中电脑数码市场）

电话：(027)87168497 87168297 87168397

传真：(027)87163755

上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室

电话：(021)53083452 53083453 53083496

传真：(021)53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室

电话：(029)87881296 83063000 87881295

传真：(029)87880865

销售与服务网络（二）

广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 3 栋 2 楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：www.embedtools.com （嵌入式系统事业部）

www.embedcontrol.com （工控网络事业部）

www.ecardsys.com （楼宇自动化事业部）



技术支持：

CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：can.support@embedcontrol.com

MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：miniarm.support@embedtools.com

无线通讯：

电话：(020) 22644386

邮箱：wireless@embedcontrol.com

编程器：

电话：(020)22644371

邮箱：programmer@embedtools.com

ARM 嵌入式系统：

电话：(020)28872347 28872377 22644383 22644384

邮箱：arm.support@zlgmcu.com

销售：

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

维修：

电话：(020)22644245

iCAN 及数据采集：

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：ican@embedcontrol.com

以太网：

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：ethernet.support@embedcontrol.com

串行通讯：

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：serial@embedcontrol.com

分析仪器：

电话：(020)22644375 28872624 28872345

邮箱：tools@embedtools.com

楼宇自动化：

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：mjs.support@ecardsys.com

mifare.support@zlgmcu.com

目 录

1. 概述.....	错误！未定义书签。
2. 数字量相关概念.....	2
2.1 输入类型.....	2
2.1.1 干节点（通断信号）	2
2.1.2 湿节点（电压信号）	2
2.1.3 源极输入.....	2
2.1.4 漏极输入.....	3
2.1.5 差分输入.....	3
2.2 上升时间与下降时间(Rise time and fall time)	4
2.3 稳定时间(Settling time).....	5
2.4 占空比(Duty cycle).....	5
2.5 电压等级.....	5
2.5.1 单端数字 IO 电压等级.....	5
2.5.2 噪声容限.....	6
2.6 灌/拉输出.....	7
2.6.1 灌电流设备	7
2.6.2 拉电流设备	7
3. 免责声明.....	8

1. 概述

数据采集，是指从传感器和其它待测设备等模拟和数字被测单元中自动采集信息的过程。数据采集系统是结合基于计算机的测量软硬件产品来实现灵活的、用户自定义的测量系统。

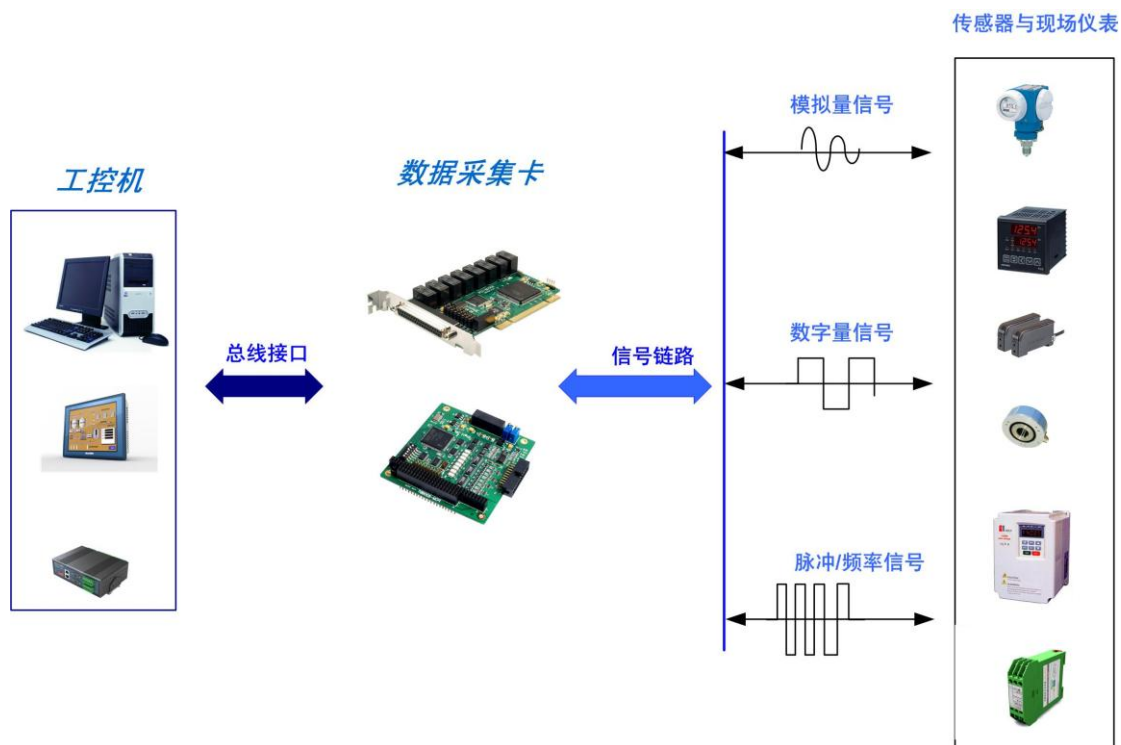


图 1.1 PC-based 数据采集系统

基于 PC 的数据采集系统常用的接口以及其主要数据传输性能参数如下表 1.1 所示，可以根据应用的需要选择合适的接口。

表 1.1 数据采集系统常用接口

总线	处理能力	时钟速度	带宽
PCI/PXI Express	0.2 - 3.2 GB/s	2.5 GHz	x1-x16 通道
PCI/PXI	132 MB/s	33 MHz	4 字节
ISA*/ PC/1/04	8 MB/s	8 MHz	2 字节
USB	60 MB/s	N/A	N/A
IEEE 1394 (FireWire)	50 MB/s	N/A	N/A
PCMCIA	20 MB/s	10 MHz	2 字节

*ISA 总线在数据传输时，需 2 个时钟周期。

2. 数字量相关概念

数字输出传感器与数字信号驱动的其他激励器一样，常用于各类工业应用中。我们很容易找到数字输出的各类传感器，包括温度、流量、压力、速度等，它们具有各种格式的数字信号输出。

数字传感器是一种仅产生二值输出的传感器，相比于模拟输出传感器输出一定范围内连续变化的值，数字输出仅为“0”或“1”。数字传感器最简单的例子是触点开关。典型的触点开关是一个无限电阻的开路电路，当按下开关后则变为阻抗为零的电路。

2.1 输入类型

2.1.1 干节点（通断信号）

干节点指无源开关，具有闭合和断开的 2 种状态，2 个节点之间没有极性，可以互换。常见的干节点信号有：

- 各种开关如：限位开关、行程开关、脚踏开关、旋转开关、温度开关、液位开关等；
- 各种按键；
- 各种传感器的输出，如：环境动力监控中的传感器：水浸传感器、火灾报警传感器、玻璃破碎、振动、烟雾和凝结传感器；
- 继电器、干簧管的输出。

2.1.2 湿节点（电压信号）

湿节点指有源开关，具有有电和无电的 2 种状态，2 个接点之间有极性，不能反接。常见的湿节点信号有：

- 如果把以上的干节点信号，接上电源，再跟电源的另外一极，作为输出，就是湿节点信号；工业控制上，常用的湿节点的电压范围是 DC0~30V，比较标准的是 DC24V；AC110~220V 的输出也可以是湿节点，尽管这样做比较少；

2.1.3 源极输入

源极输入用于连接漏极输出设备，如图 2.1 所示。

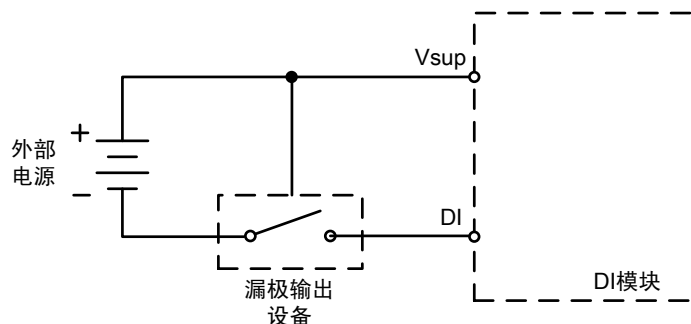


图 2.1 源极输入示意图

漏极输出设备提供电源到地的电流通道，图 2.2 所示的 NPN 集电极开路为典型的漏极输出设备。当需要输出低电平时，三极管处于饱和状态，等效于输出端与地接通；输出高电平时，三极管处于截至状态，等效于输出端与地断开（输出端悬空）。

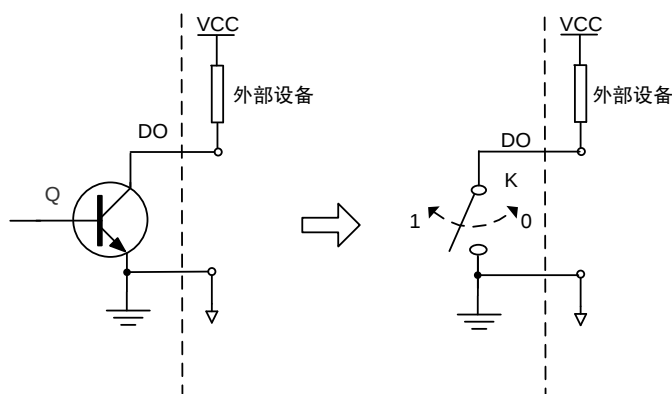


图 2.2 漏极输出示意图

源极输入设备的信号源（漏极输出）只能提供到地的驱动能力，

2.1.4 漏极输入

漏极输入用于连接源级输出设备，如图 2.3 所示。

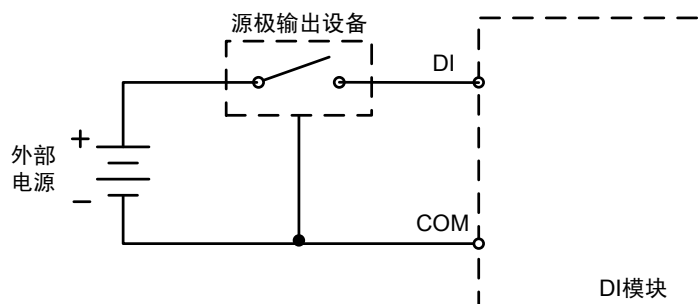


图 2.3 漏极输入示意图

源极输出设备提供电源或正电压，等效于连接到电源的开关，如图 2.4 所示。当输出“逻辑 1”时，

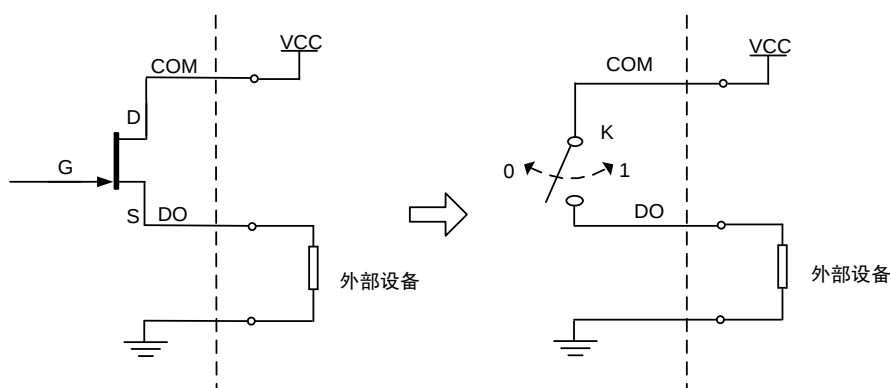


图 2.4 源极输出示意图

2.1.5 差分输入

单端输入时，输入信号均以共同的地线为基准。这种输入方法主要应用于输入信号电压较高(高于 1 V)，信号源到模拟输入硬件的导线较短(低于 4.5 米)，且所有的输入信号共用一个参考地。如果信号达不到这些标准，此时应该用差分输入。对于差分输入，每一个输入信

号都有自己的参考地，通过两个信号线之间的电压差确定逻辑电平。

差分信号和普通的单端信号走线相比，最明显的优势体现在以下三个方面：

- 抗干扰能力强，因为两根差分走线之间的耦合很好，当外界存在噪声干扰时，几乎是同时被耦合到两条线上，而接收端关心的只是两信号的差值，所以外界的共模噪声可以被完全抵消。
- 能有效抑制 EMI，同样的道理，由于两根信号的极性相反，他们对外辐射的电磁场可以相互抵消，耦合的越紧密，泄放到外界的电磁能量越少。
- 时序定位精确，由于差分信号的开关变化是位于两个信号的交点，而不像普通单端信号依靠高低两个阈值电压判断，因而受工艺，温度的影响小，能降低时序上的误差，同时也更适合于低幅度信号的电路。目前流行的 LVDS (low voltage differential signaling) 就是指这种小振幅差分信号技术。

典型的差分输入模块用于连接编码器，如图 2.5 所示。

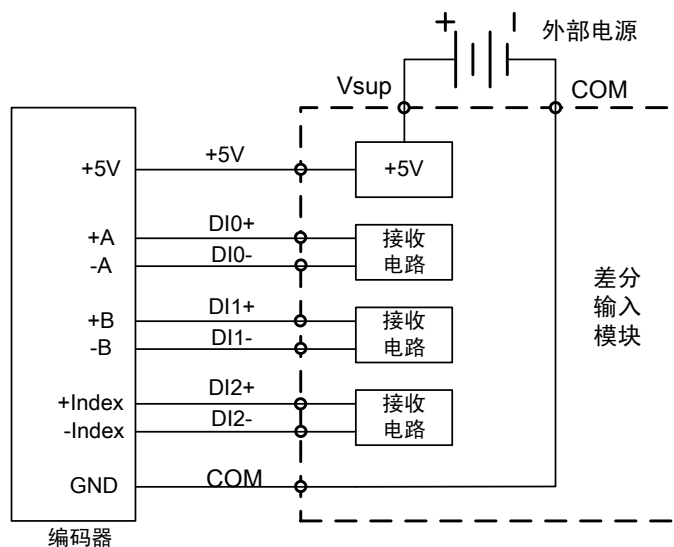


图 2.5 差分输入示例

2.2 上升时间与下降时间(Rise time and fall time)

上升时间(Rise time) (trise) 是指信号从低电压向高电压变化时，从 20%上升到 80%所需的时间，下降时间 Fall time) (tfall) 是指信号从高电压向低电压变化时，从 80%下降到 20%所需的时间，如 2.2 所示。

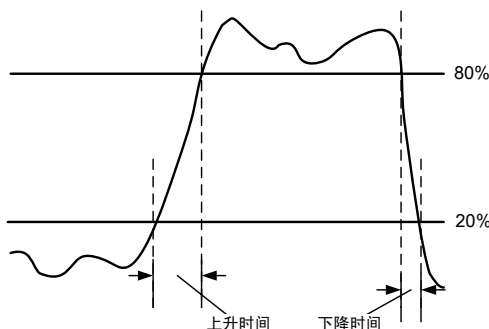


图 2.6 数字 IO 上升时间及下降时间示意图

2.3 稳定时间(Settling time)

稳定时间(Settling time) (tS)是指放大器、继电器、或其它电路达到稳定操作模式的时间，如图 2.7 所示。

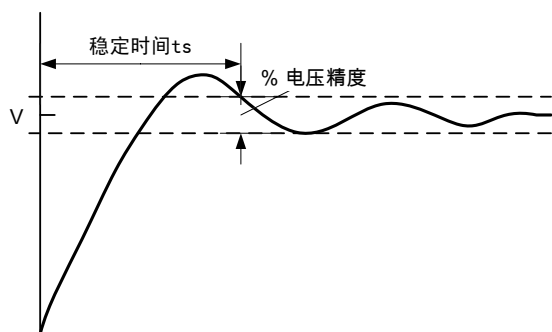


图 2.7 数字 IO 稳定时间示意图

2.4 占空比(Duty cycle)

对于脉冲信号而言，占空比指波形高电平时间与波形周期的比例，占空比越低，其高电平时间越短，如图 2.8 所示。

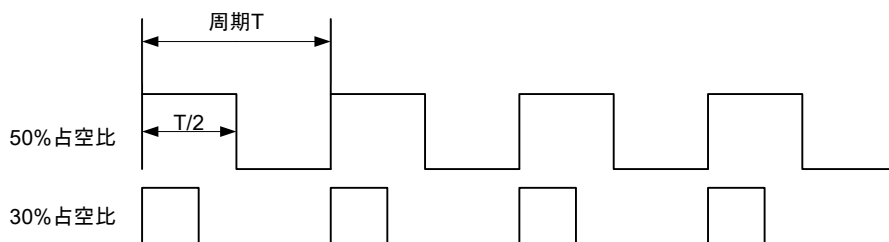


图 2.8 脉冲信号占空比实例

对计数、测频模块，需要标明被测信号最小占空比要求。对于 PWM 输出模块，需要标明能产生的占空比范围。

2.5 电压等级

2.5.1 单端数字 IO 电压等级

对于单端数字信号而言，电压等级通常是指驱动高电平信号或驱动低电平信号时输出端子上的电压；以及为了识别高电平或低电平时输入端子上所需的电压。一般而言，单端数字 IO 电压等级定义如下：

- **输出高电平(Generation Voltage High Level) (V_{OH})**：数字量输出 IO 在输出逻辑 1 时在输出端口上产生的电压值。
- **输出低电平(Generation Voltage Low Level) (V_{OL})**：数字量输出 IO 在输出逻辑 0 时在输出端口上产生的电压值。
- **输入高电平(Acquisition Voltage High Level) (V_{IH})**：数字量输入 IO 判定输入为逻辑 1 时，输入端口上需要出现的最小电压值。
- **输入低电平(Acquisition Voltage Low Level) (V_{IL})**：数字量输入 IO 判定输入为逻辑 0 时，输入端口上需要出现的最大电压值。

- **I_{OH}**: 数字量输出 IO 输出为高电平时的最大负载电流（为拉电流）。
- **I_{OL}**: 数字量输出 IO 输出为低电平时的最大负载电流（为灌电流）。
- **I_{IH}**: 数字量输入 IO 输入为高电平时从外部吸取的最大电流（为灌电流）。
- **I_{IL}**: 数字量输入 IO 输入为低电平时从外部吸取的最大电流（为拉电流）。

常见的逻辑电平电压等级如图 2.9 所示。

5V CMOS	5V TTL	3.3V LVTTTL	2.5V CMOS	1.8V CMOS	1.5V CMOS	1.2V CMOS
5V — V _{CC} 4.44V — V _{OH} 0.77×V _{CC} — V _{IH} 0.5×V _{CC} — V _T 0.3×V _{CC} — V _{IL} 0.5V — V _{OL} 0V — GND	5V — V _{CC} 2.4V — V _{OH} 2V — V _{IH} 1.5V — V _T 0.8V — V _{IL} 0.4V — V _{OL} 0V — GND	3.3V — V _{CC} 2.4V — V _{OH} 2V — V _{IH} 1.5V — V _T 0.8V — V _{IL} 0.4V — V _{OL} 0V — GND	2.5V — V _{CC} 2V — V _{OH} 1.7V — V _{IH} 0.7V — V _{IL} 0.4V — V _{OL} 0V — GND	1.8V — V _{CC} V _{CC} -0.45V — V _{OH} 0.65×V _{CC} — V _{IH} 0.35×V _{CC} — V _{IL} 0.45V — V _{OL} 0V — GND	1.5V — V _{CC} 0.65×V _{CC} — V _{IH} 0.35×V _{CC} — V _{IL} 0V — GND	1.2V — V _{CC} 0.65×V _{CC} — V _{IH} 0.35×V _{CC} — V _{IL} 0V — GND

图 2.9 常见逻辑电平电压标准

在将数字量 IO 设备相连时，必须考虑两个设备的电压等级是否兼容，数字量输入设备与输出设备的电压等级关系如所示。

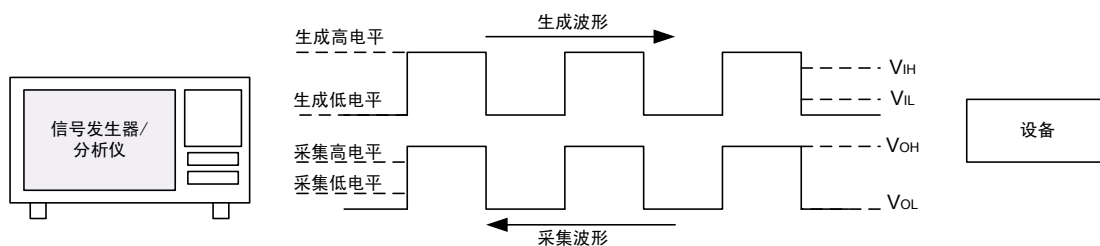


图 2.10 数字量输入输出设备电压等级关系

输入输出设备要能正常工作，必须满足如下条件：

- 输出设备 V_{OH} ≥ 输入设备 V_{IH}
- 输出设备 V_{OL} ≤ 输入设备 V_{IL}
- 输出设备 I_{OH} ≥ 输入设备 I_{IH}
- 输出设备 I_{OL} ≥ 输入设备 I_{IL}

2.5.2 噪声容限

能保证正常识别数字信号所允许出现的噪声极限称为噪声容限(noise immunity margin, NIM)，噪声容限越大说明容许的噪声越大，抗干性越好

NIM 代表能正常识别数字信号所能允许的最大噪声幅度，计算公式如下：

$$NIM = [\min (| \text{输出设备 } V_{OH} - \text{输入设备 } V_{IH} |, | \text{输入设备 } V_{IL} - \text{输出设备 } V_{OL} |)]$$

当数字量输入、输出使用长距离信号线或工作现场有强干扰时，我们需要考虑噪声容限，必要时可以考虑使用屏蔽信号线。对于应用于工业场合的数字量 IO 设备，应该尽量提高其噪声容限，对输出设备而言，可以提高 V_{OH}，降低 V_{OL}；对于输入设备则可降低 V_{IH}，提高 V_{IL}。

2.6 灌/拉输出

灌、拉是定义控制直流电流在负载中流向的术语，是衡量电路输出驱动能力（注意：拉、灌都是对输出端而言的，所以是驱动能力）的参数。

灌和拉是与实现操作的元器件（如晶体管、机械继电器等）独立的概念。它适用于任何 DC 电路，而实现电路的元器件可能各异。

2.6.1 灌电流设备

提供电流至接地端的通路，和设备供电无关。描述灌电流设备的术语有：NPN、集电极输出、常高及 IEC 负逻辑。

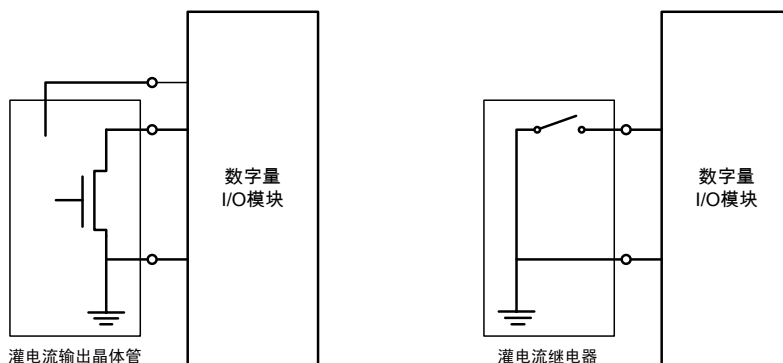


图 2.11 灌电流输出传感器

2.6.2 拉电流设备

拉电流设备提供电源或正电压。该类设备从负载上拉电流。描述拉电流设备的术语有：PNP、发射极输出、常低及 IEC 正逻辑。

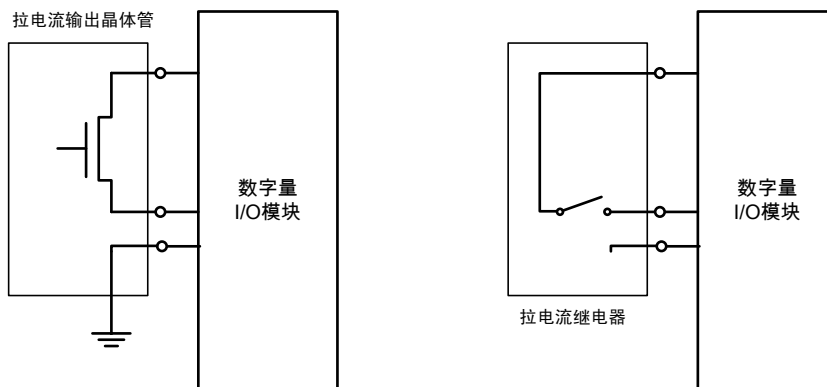


图 2.12 拉电流输出传感器

3. 免责声明

版权

本手册所陈述的产品文本及相关软件版权均属广州致远电子有限公司所有，其产权受国家法律绝对保护，未经本公司授权，其它公司、单位、代理商及个人不得非法使用和拷贝，否则将受到国家法律的严厉制裁。

修改文档的权利

广州致远电子有限公司保留任何时候在不事先声明的情况下对本数据手册的修改的权利。