

耗尽型 MOSFET 在工业传感器、智能变送器中的应用

近年来，耗尽型 MOSFET 日益受到重视，广泛应用于固态继电器、“常开”开关、线形运放、恒流源、恒压源和开关电源等，涵盖了家用电器、消费电子、工业控制、汽车电子、电信设施和航空航天等领域。

耗尽型 MOSFET 分为两种类型：

N 沟道耗尽型 MOSFET，即：导电沟道为 N 型，参与导电的主要是电子，以及 P 沟道耗尽型 MOSFET，即：导电沟道为 P 型，参与导电的主要是空穴。由于电子的迁移率远高于空穴，N 沟道耗尽型 MOSFET 具有更强的电流处理能力，得到了更广泛地运用。

当栅极-源极电压 $V_{GS}=0V$ 时，其导电沟道即已存在，器件处于开通状态。当栅极-源极电压 $V_{GS}<V_{GS(OFF)}$ 时（N 沟道）或 $V_{GS}>V_{GS(OFF)}$ （P 沟道），其导电沟道因沟道中的载流子耗尽而消失，器件处于关断状态。由于在零栅偏时，器件处于导通状态，因此耗尽型器件又称为“常开”（Normally On）器件。图 1 为 N 沟道耗尽型 MOSFET 的示意图。

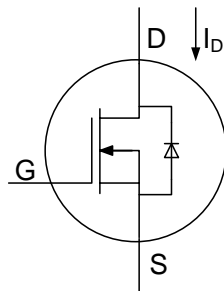


图 1. N 沟道耗尽型 MOSFET 示意图

利用耗尽型 MOSFET 的亚阈值特性，我们可以很方便地建立一个简单的电压调节器，具有高电压调节范围和稳定的电压输出。也可以组成一个稳定的恒流源。同时，这种电压源或电流源具有极佳的抗干扰能力，能有效地抑制瞬态电压或浪涌电流。

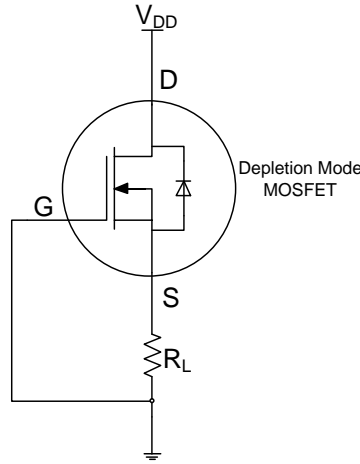


图 2. N 沟道耗尽型 MOSFET 组成的高电压调节器示意图

如图 2 所示，当 V_{DD} 增加时，流过电路的电流 I_{DS} 增加，导致耗尽型 MOSFET 源极电位 V_S 升高，即 V_{GS} 绝对值 $|V_{GS}|$ 增加，并引起器件导电沟道变窄，电流增加减缓。在此过程中负载 R_L 两端的电压 V_S 无限接近器件的关断电压 $|V_{GS(OFF)}|$ ， $V_S \approx |V_{GS(OFF)}|$ ，即 V_S 钳位在 $|V_{GS(OFF)}|$ 处，不再随输入电压 V_{DD} 的增加而变化。负载 R_L 流过的电流 I_L ($I_L = V_S/R_L$) 也不随输入电压 V_{DD} 的增加而变化。

$$V_{DD} \text{ 的最大值 } V_{DD,MAX} = BV_{DSX} + |V_{GS(OFF)}|$$

其中， BV_{DSX} 为耗尽型 MOSFET 漏源极之间的击穿电压。

由此可以看出利用耗尽型 MOSFET 可以组成一个简单稳定的高电压输入的电压调节器或电流源，同时具有极佳的瞬态抑制能力。

利用运算放大器或电压基准源，可以很容易实现指定的输出电压。

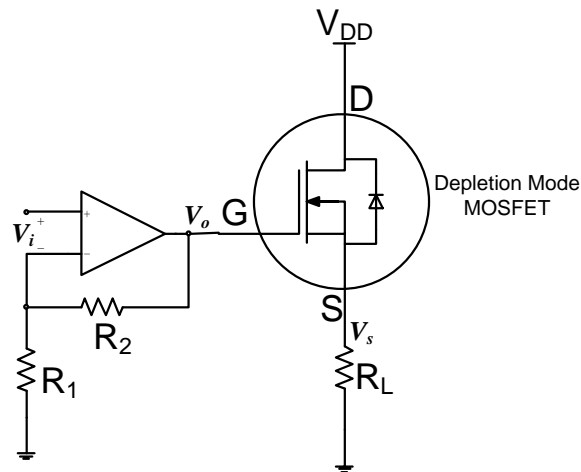


图 3. 耗尽型 MOSFET 与运算放大器组成的电压源示意图

如图 3 所示， V_o 与 V_i 具有如下关系：

$$V_o = V_i \times (1 + R_2/R_1)$$

因此，通过配置 R_2 和 R_1 的组合，可以轻松确定负载的工作电压 V_s ：

$$V_s = V_o + |V_{GS(OFF)}|$$

其中， $V_{GS(OFF)}$ 为耗尽型 MOSFET 的关断电压。

传感器、变送器一般工作在恶劣环境中，使用耗尽型 MOSFET，不仅实现高电压供电，而且还能有效抑制浪涌或瞬态干扰，保证系统安全、正常工作。

下面，以一款常用的智能变送器为例简要说明耗尽型 MOSFET 在工业传感器、智能变送器中的典型应用。

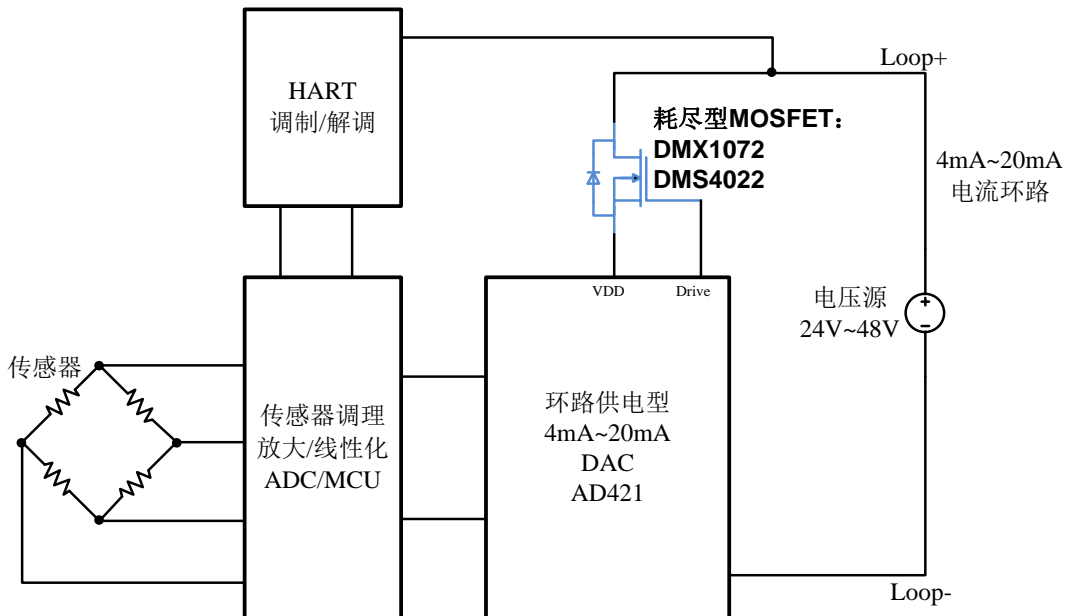


图 4. 带 HART 功能的典型智能变送器示意图

在图 4 中，可以选用 DMX1072 或 DMS4022 耗尽型 MOSFET，给环路供电型 4mA~20mA 数模转换电路 AD421 供电。

DMX1072 采用 SOT-89 封装，主要参数为：耗散功率 1W，耐压 100V，饱和电流大于 0.7A，导通电阻最大值 3Ω，如果直接用在 4mA~20mA 供电环路中，可支持高达 24V 的电压输入。



DMS4022 采用 SOT-223 封装，主要参数为：耗散功率 1.5W，耐压 400V，饱和电流大于 200mA，导通电阻最大值 25 Ω 左右。采用 DMS4022，支持高达 48V 的高电压输入，并同时抑制高达 400V 的瞬态浪涌，对系统实行有效的过压、过流保护，这对于诸如工业现场、电机控制、变频调速等复杂电磁环境的应用尤为重要。汽车中有许多电机，这些感性负载可能产生高达 300V 的电压瞬态，因此选择 DMS4022 能有效地防止瞬态干扰和破坏。

成都方舟微电子有限公司是国内唯一一家专注耗尽型 MOSFET 研发生产的具有领先技术的半导体企业，十几年来，公司以先进的专利技术和丰富的研发经验，开发了耗尽型 MOSFET 系列产品，以其丰富的产品线和可靠的品质，大量应用于消费电子、家用电器、照明、工业自动化领域。同时公司还以灵活和贴近用户的方式，为客户开发定制化解决方案，以满足客户的各类需求。

要了解 DMX1072 和 DMS4022 的详细数据，请访问网址：<http://www.ark-micro.com>