

## 低噪声、双通道、256细分、微步进电机驱动

### 主要特点

- 两相步进电机，可达到 2x1.1A 线圈电流
- 内部运动控制器具有加减速功能，运行平稳
- 静音模式
- 快速模式
- 宽电压范围：4.7V-32V
- 微步插值功能
- 逻辑电平范围：3V-5V
- 内部 256 细分
- SPI 通信接口
- 无需传感器的负载检测技术
- 自适应电流调节功能
- 自适应速度调节功能
- 完整保护功能以及诊断输出
- QFN48 封装（背部散热片）

### 应用

- 视频监控、云台
- 精密工业设备
- 医疗设备
- 3D 打印，扫描仪
- 办公自动化
- 实验室自动化

### 产品简述

MS35541 是一款带串行接口通信的高精度、低噪声的双通道两相步进电机驱动芯片，宽工作电压范围 4.7V-32V。

MS35541 集成自动加减速、无需传感器的负载检测技术以及自适应电流调节等功能。

MS35541 集成欠压保护、过流保护、过温保护功能。

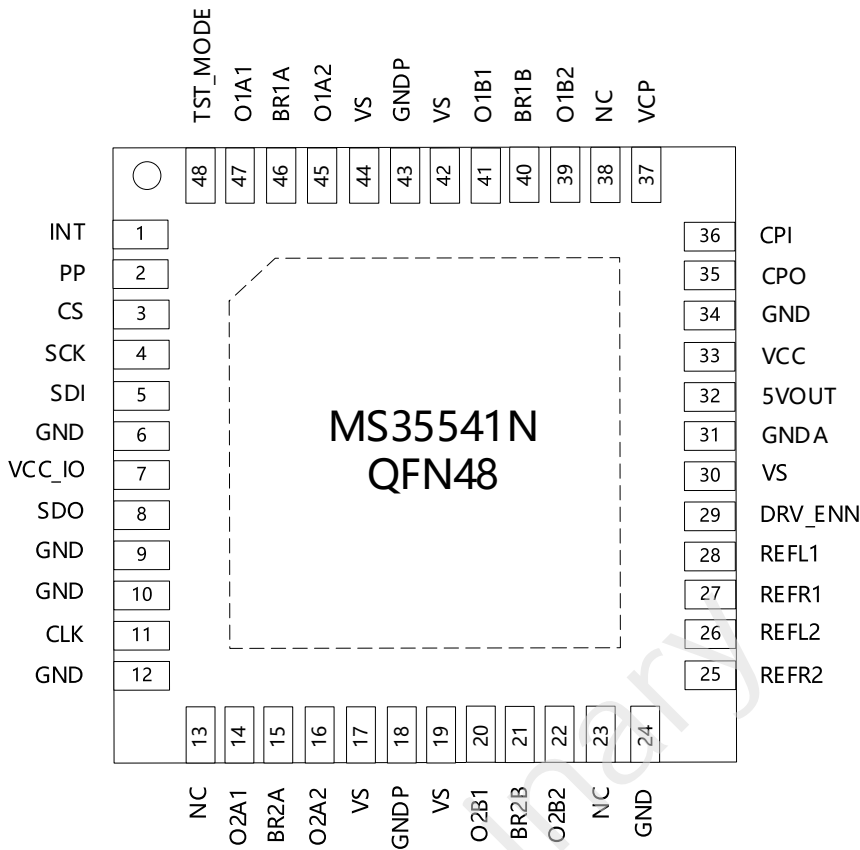
### 订购信息

| 产品型号     | 封装形式  | 丝印名称     |
|----------|-------|----------|
| MS35541N | QFN48 | MS35541N |

目录

|               |   |                 |    |
|---------------|---|-----------------|----|
| 主要特点 .....    | 1 | 电荷泵 .....       | 9  |
| 产品简述 .....    | 1 | LDO .....       | 9  |
| 应用 .....      | 1 | 时钟振荡器 .....     | 9  |
| 订购信息 .....    | 1 | 检测信号 .....      | 9  |
| 目录 .....      | 2 | Sense电阻电压 ..... | 10 |
| 管脚说明 .....    | 3 | 功能描述 .....      | 11 |
| 内部框图 .....    | 6 | 1. 5V稳压电源 ..... | 11 |
| 极限参数 .....    | 7 | 2. 电流设置 .....   | 11 |
| ESD注意事项 ..... | 7 | 3. 电荷泵 .....    | 11 |
| 推荐工作条件 .....  | 7 | 4. 保护电路 .....   | 11 |
| 电气参数 .....    | 8 | 典型应用图 .....     | 12 |
| 电流功耗 .....    | 8 | 封装外形图 .....     | 14 |
| 数字输入输出 .....  | 8 | 印章与包装规范 .....   | 15 |
| 电机驱动 .....    | 8 |                 |    |

管脚说明

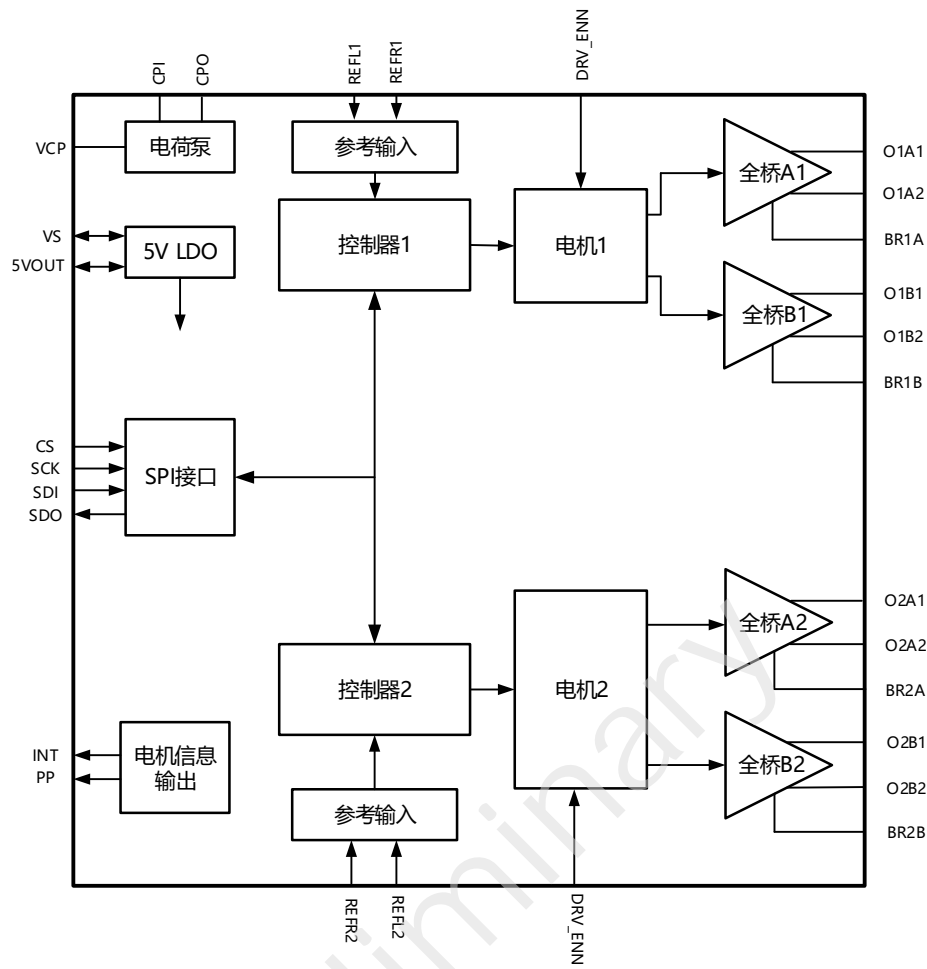


| 管脚编号 | 管脚名称   | 管脚属性 | 管脚描述   |
|------|--------|------|--|
| 1    | INT    | O    | 默认输出寄存器地址 0x57 的 7~4 位或逻辑输出。<br>可配置输出电机 2 其他信息 |
| 2    | PP     | O    | 默认输出电机 1 位置比较输出。可配置输出电机 1 其他信息                 |
| 3    | CS     | I    | SPI 片选输入接口，高电平有效                               |
| 4    | SCK    | I    | SPI 串行时钟输入                                     |
| 5    | SDI    | I    | SPI 数据输入                                       |
| 6    | GND    | -    | 地  |
| 7    | VCC_IO | -    | 数字输入输出脚电源,3V 到 5V                              |
| 8    | SDO    | O    | SPI 接口的数据输出(CS 高有效)                            |
| 9    | GND    | -    | 地  |
| 10   | GND    | -    | 地  |
| 11   | CLK    | I    | 时钟输入   |
| 12   | GND    | -    | 地  |

| 管脚编号 | 管脚名称    | 管脚属性 | 管脚描述                             |
|------|---------|------|----------------------------------|
| 13   | NC      | -    | 无连接                              |
| 14   | O2A1    | O    | 电机 2 线圈 A 输出 1                   |
| 15   | BR2A    | IO   | 电机 2 线圈 A 低侧 MOS 源端，接 sense 电阻到地 |
| 16   | O2A2    | O    | 电机 2 线圈 A 输出 2                   |
| 17   | VS      | -    | 电源电压                             |
| 18   | GNDP    | -    | 功率地                              |
| 19   | VS      | -    | 电源电压                             |
| 20   | O2B1    | O    | 电机 2 线圈 B 输出 1                   |
| 21   | BR2B    | IO   | 电机 2 线圈 B 低侧 MOS 源端，接 sense 电阻到地 |
| 22   | O2B2    | O    | 电机 2 线圈 B 输出 2                   |
| 23   | NC      | -    | 无连接                              |
| 24   | GND     | -    | 地                                |
| 25   | REFR2   | I    | 电机 2 的右参考开关输入                    |
| 26   | REFL2   | I    | 电机 2 的左参考开关输入                    |
| 27   | REFR1   | I    | 电机 1 的右参考开关输入                    |
| 28   | REFL1   | I    | 电机 1 的左参考开关输入                    |
| 29   | DRV_ENN | I    | 使能输入，低电平正常运行                     |
| 30   | VS      | -    | 电源电压                             |
| 31   | GNDA    | -    | 模拟地                              |
| 32   | 5VOUT   | O    | 内部 5V LDO 输出，接 4.7 $\mu$ F 电容到地  |
| 33   | VCC     | -    | 5V 电源，用于数字电路和电荷泵，接 470nF 电容到地    |
| 34   | GND     | -    | 地                                |
| 35   | CPO     | IO   | 电荷泵电容输出                          |
| 36   | CPI     | IO   | 电荷泵电容输入。接 22nF(50V)电容到 CPO       |
| 37   | VCP     | IO   | 电荷泵电压。接 100nF 的电容到 VS            |
| 38   | NC      | -    | 无连接                              |
| 39   | O1B2    | O    | 电机 1 线圈 B 输出端 2                  |
| 40   | BR1B    | IO   | 电机 1 线圈 B 低侧 MOS 源端，接 sense 电阻到地 |

| 管脚编号 | 管脚名称     | 管脚属性 | 管脚描述                             |
|------|----------|------|----------------------------------|
| 41   | O1B1     | O    | 电机 1 线圈 B 输出端 1                  |
| 42   | VS       | -    | 电源电压                             |
| 43   | GNDP     | -    | 功率地                              |
| 44   | VS       | -    | 电源电压                             |
| 45   | O1A2     | O    | 电机 1 线圈 A 输出端 2                  |
| 46   | BR1A     | IO   | 电机 1 线圈 A 低侧 MOS 源端，接 sense 电阻到地 |
| 47   | O1A1     | O    | 电机 1 线圈 A 输出端 1                  |
| 48   | TST_MODE | I    | 测试模式输入。连接到地                      |

内部框图




### 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

| 参数             | 符号            | 额定值                        | 单位 |
|----------------|---------------|----------------------------|----|
| 电源电压（带感性负载）    | $V_{VS}$      | -0.5 ~ 36                  | V  |
| IO 供电电压        | $V_{VCC\_IO}$ | -0.5 ~ 5.5                 | V  |
| 数字电源电压（使用外部电源） | $V_{VCC}$     | -0.5 ~ 5.5                 | V  |
| 逻辑输入电压范围       | $V_I$         | -0.5 ~ $V_{VCC\_IO} + 0.5$ | V  |
| 模拟数字端口的最大电流    | $I_{IO}$      | ±10                        | mA |
| 5V LDO 输出驱动能力  | $I_{5VOUT}$   | 50                         | mA |
| 功率驱动输出电流       | $I_{Ox}$      | 2                          | A  |
| 最大结温           | $T_{JMAX}$    | 150                        | °C |
| 存储温度           | $T_{STG}$     | -65 ~ 150                  | °C |
| ESD (HBM)      | $V_{HBM}$     | ±2000                      | V  |

### ESD 注意事项

|   |  |
|---|--|
|  | <p>静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止由于受静电放电的影响而引起的损坏：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 操作人员要通过防静电腕带接地。</li> <li>2. 设备外壳必须接地。</li> <li>3. 装配过程中使用的工具必须接地。</li> <li>4. 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。</li> </ol> |
|---|--|

### 推荐工作条件

| 参数                                     | 符号            | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|--|---------------|-----|-----|------|----|
| 电源电压范围                                 | $V_{VS}$      | 5.5 |     | 32   | V  |
| 电源电压范围（内部 5V 稳压器短接： $V_{VCC}=V_{VS}$ ） | $V_{VS}$      | 4.7 |     | 5.4  | V  |
| IO 供电电压范围                              | $V_{VCC\_IO}$ | 3   |     | 5.25 | V  |
| 数字电源 VCC 电压范围                          | $V_{VCC}$     | 4.6 |     | 5.25 | V  |
| 电机线圈 RMS 输出电流                          | $I_{RMS}$     |     |     | 1.1  | A  |
| 工作温度                                   | $T_A$         | -40 |     | 125  | °C |

## 电气参数

$V_{VS}=24V$ ,  $V_{VCC}=5V$ ,  $V_{VCC\_IO}=3.3V$ 。除非另外说明,  $T_A = 25^{\circ}C$ 。

### 电流功耗

| 参数                         | 符号            | 测试条件                         | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位      |
|----------------------------|---------------|------------------------------|-----|-----|-----|---------|
| 输出关断电流( $I_{VS}+I_{VCC}$ ) | $I_S$         | $f_{CLK}=12MHz$ , 无斩波        |     | 17  |     | mA      |
| 工作电流( $I_{VS}+I_{VCC}$ )   | $I_S$         | $f_{CLK}=12MHz$ , 23.4kHz 斩波 |     | 20  |     | mA      |
| VCC 供电电流                   | $I_{VCC}$     | $f_{CLK}=12MHz$ , 23.4kHz 斩波 |     | 16  |     | mA      |
| VCC 供电电流和 CLK 的关系          | $I_{VCCX}$    |                              |     | 0.9 |     | mA/MHz  |
| IO 供电电流                    | $I_{VCC\_IO}$ |                              |     | 15  |     | $\mu A$ |

### 数字输入输出

| 参数      | 符号          | 测试条件            | 最小值                      | 典型值                       | 最大值                      | 单位      |
|---------|-------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|
| 输入低电平电压 | $V_{INLO}$  |                 | -0.3                     |                           | $0.3 \times V_{VCC\_IO}$ | V       |
| 输入高电平电压 | $V_{INHI}$  |                 | $0.7 \times V_{VCC\_IO}$ |                           | $V_{VCC\_IO} + 0.3$      | V       |
| 输入迟滞电压  | $V_{INHYS}$ |                 |                          | $0.12 \times V_{VCC\_IO}$ |                          | V       |
| 输出低电平电压 | $V_{OUTLO}$ | $I_{OUTLO}=2mA$ |                          |                           | 0.2                      | V       |
| 输出高电平电压 | $V_{OUTH}$  | $I_{OUTH}=-2mA$ | $V_{VCC\_IO}-0.2$        |                           |                          | V       |
| 输入漏电流   | $I_{ILEAK}$ | REFxx/CLK       | -10                      |                           | 10                       | $\mu A$ |

### 电机驱动

| 参数       | 符号           | 测试条件            | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位       |
|----------|--------------|-----------------|-----|-----|-----|----------|
| 下管导通电阻   | $R_{ONL}$    | $I_{OUT}=100mA$ |     | 0.3 |     | $\Omega$ |
| 上管导通电阻   | $R_{ONH}$    | $I_{OUT}=100mA$ |     | 0.3 |     | $\Omega$ |
| 上升时间     | $t_{SLPON}$  | $I_{OUT}=700mA$ |     | 70  |     | ns       |
| 下降时间     | $t_{SLPOFF}$ | $I_{OUT}=700mA$ |     | 70  |     | ns       |
| 驱动关闭时漏电流 | $I_{IDLE}$   | OUTX 接 GND      |     | 280 |     | $\mu A$  |



## 电荷泵

| 参数        | 符号               | 测试条件                          | 最小值 | 典型值              | 最大值 | 单位 |
|-----------|------------------|-------------------------------|-----|------------------|-----|----|
| 电荷泵输出电压   | $V_{VCP-V_{VS}}$ | 工作在 $f_{chop} < 40\text{kHz}$ |     | $V_{VCC}-0.3$    |     | V  |
| 电荷泵输出欠压阈值 | $V_{VCP-V_{VS}}$ | 使用内部 5V LDO                   |     | 3.8              |     | V  |
| 电荷泵频率     | $f_{CP}$         |                               |     | $1/16f_{CLKOSC}$ |     |    |

## LDO

| 参数         | 符号               | 测试条件  | 最小值 | 典型值      | 最大值 | 单位       |
|------------|------------------|---|-----|----------|-----|----------|
| 5VOUT 输出电压 | $V_{5VOUT}$      | $I_{5VOUT}=0\text{mA}$  |     | 5        |     | V        |
| 5VOUT 输出电阻 | $R_{5VOUT}$      | 静态负载  |     | 4        |     | $\Omega$ |
| 整个温区内偏差    | $V_{5VOUT(DEV)}$ | $I_{5VOUT}=30\text{mA}$ ,<br>$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ |     | $\pm 50$ |     | mV       |
| 整个电压范围内偏差  | $V_{5VOUT(DEV)}$ | $I_{5VOUT}=5\text{mA}$ ,<br>$V_{VS}=5.5\text{V} \sim 32\text{V}$                |     | $\pm 15$ |     | mV/10V   |

## 时钟振荡器

| 参数            | 符号           | 测试条件   | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位  |
|---------------|--------------|--|-----|------|-----|-----|
| 时钟频率（出厂设置）    | $f_{CLKOSC}$ | $T_A=-40^{\circ}\text{C}$                    |     | 12.1 |     | MHz |
|               |              | $T_A=25^{\circ}\text{C}$                     |     | 12   |     | MHz |
|               |              | $T_A=125^{\circ}\text{C}$                    |     | 11.7 |     | MHz |
| 外加时钟频率        | $f_{CLK}$    |  | 4   | 12   | 18  | MHz |
| 外加时钟频率上升/下降时间 | $t_{CLK}$    | CLK 从 $0.1V_{VCC\_IO}$<br>到 $0.9V_{VCC\_IO}$ | 10  |      |     | ns  |

## 检测信号

| 参数              | 符号                    | 测试条件        | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----|-----|-----|----|
| 欠压保护阈值电压        | $V_{UV\_VS}$          | VS 电压上升     |     | 4.3 |     | V  |
| 5V LDO 欠压保护阈值电压 | $V_{UV\_5VOUT}$       | 5V LDO 电压上升 |     | 4.3 |     | V  |
| VCC_IO 欠压保护阈值电压 | $V_{UV\_VCC\_IO}$     | VCC_IO 电压上升 |     | 1.6 |     | V  |
| VCC_IO 欠压保护迟滞   | $V_{UV\_VCC\_IOHYST}$ |             |     | 0.1 |     | V  |

| 参数           | 符号               | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位          |
|--------------|------------------|------|-----|-----|-----|-------------|
| 下管过流保护检测阈值电压 | $V_{OX}-V_{SEN}$ |      |     | 1.8 |     | V           |
| 上管过流保护检测阈值电压 | $V_{VS}-V_{OX}$  |      |     | 2.1 |     | V           |
| 短路保护检测时间     | $t_{S2G}$        |      |     | 1.1 |     | $\mu s$     |
| 过温预警告        | $t_{OTPW}$       | 温度上升 |     | 120 |     | $^{\circ}C$ |
| 过温关断         | $t_{OT}$         | 温度上升 |     | 150 |     | $^{\circ}C$ |

**Sense 电阻电压**

| 参数                         | 符号         | 测试条件     | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位        |
|----------------------------|------------|----------|-----|-----|-----|-----------|
| Sense 电压峰值电压 (低灵敏度)        | $V_{SRTL}$ | vsense=0 |     | 325 |     | mV        |
| Sense 电压峰值电压 (高灵敏度)        | $V_{SRTH}$ | vsense=1 |     | 180 |     | mV        |
| 内部从 BRxy 到外部 sense 电阻之间的内阻 | $R_{BRxy}$ |          |     | 20  |     | $m\Omega$ |

## 功能描述

MS35541 是一个步进电机驱动器，它结合了强大的运动控制功能和驱动能力，所有功能逻辑全部在芯片内部实现。只需要提供目标位置，不需要软件算法控制。

一个完整的电周期步进可以细分为 2、4、8、16、32、64、128 或 256 微步，内插值模式使能后，将所有细分内插为 256 微步状态。

### 1. 5V 稳压电源

MS35541 提供一个 5V 的稳压输出，应用时需要接一个 4.7μF 电容。内部具有 5V 欠压保护电路，若出现欠压，所有输出管关断。

### 2. 电流设置

可以通过选择一个合适的检测电阻来设置所需要的最大电机电流。

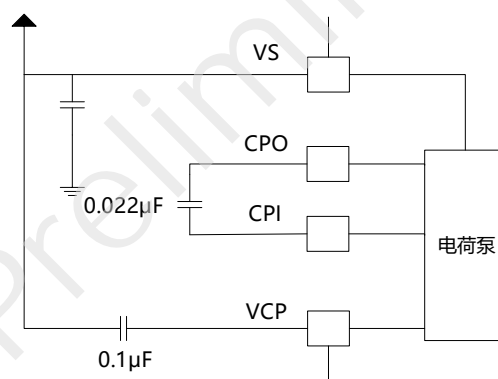
均方根电流计算公式如下：

$$I_{RMS} = (CS+1)/32 \times V_{FS}/(R_{SENSE}+20m\Omega) \times 1/\sqrt{2}$$

注：20mΩ 的内阻会因外部的附加电阻而增大，5mΩ 的附加电阻是符合实际的。

### 3. 电荷泵

正常工作时，电荷泵电路需要外接两个电容，如下图所示：



### 4. 保护电路

MS35541 具有欠压保护、过流保护以及过温保护功能。

当芯片的电源电压降低到欠压保护的阈值以下，芯片将关闭所有通道，复位内部逻辑电路。当电压恢复到阈值以上时，芯片回到正常工作状态。

当电机负载短接在一起、直接短地和短电源时，通过过流保护功能，关断短路的驱动管，避免对内部器件造成损坏，通过将 DRV\_ENN 脚输入高电平进行复位。

当芯片的温度超过过温关断阈值，将关断所有通道的输出。当温度降至安全温度，芯片回到正常工作状态。



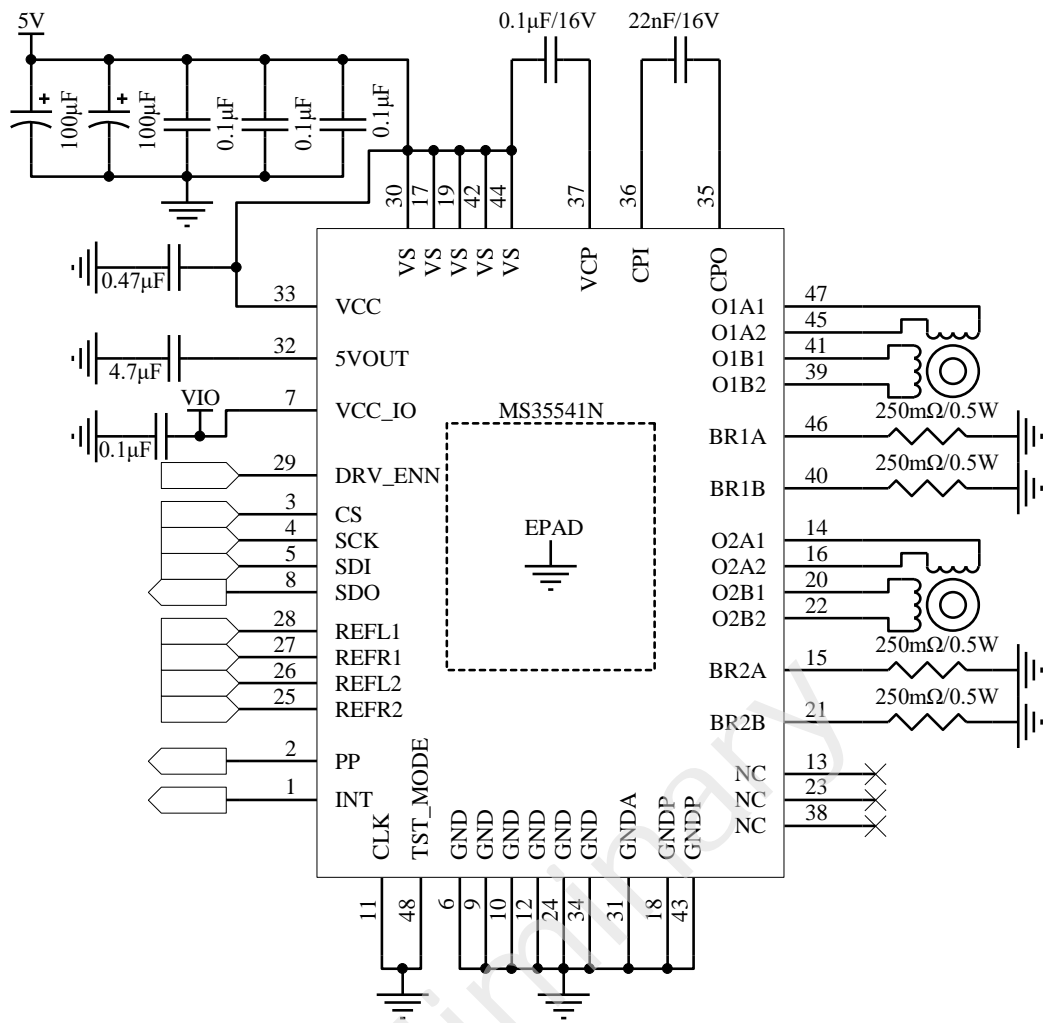
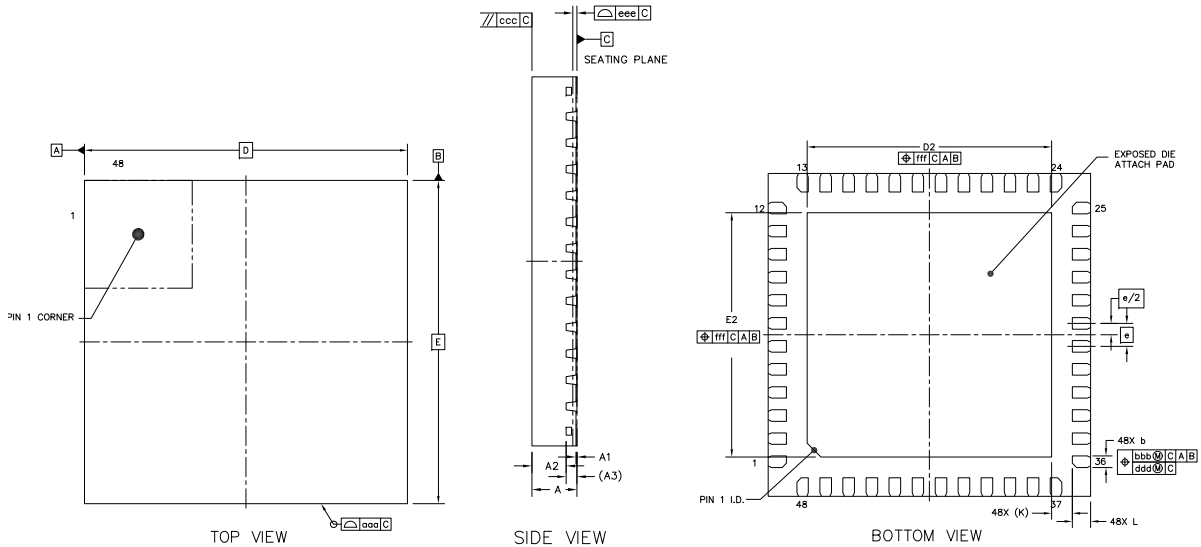


图 2. 5V 典型应用图

封装外形图

QFN48



| 符号  | 尺寸 (毫米)   |      |      |
|-----|-----------|------|------|
|     | 最小值       | 典型值  | 最大值  |
| A   | 0.8       | 0.85 | 0.9  |
| A1  | 0         | 0.02 | 0.05 |
| A2  | -         | 0.65 | -    |
| A3  | 0.203 REF |      |      |
| b   | 0.2       | 0.25 | 0.3  |
| D   | 7 BSC     |      |      |
| E   | 7 BSC     |      |      |
| e   | 0.5 BSC   |      |      |
| D2  | 5.2       | 5.3  | 5.4  |
| E2  | 5.2       | 5.3  | 5.4  |
| L   | 0.3       | 0.4  | 0.5  |
| K   | 0.45 REF  |      |      |
| aaa | 0.1       |      |      |
| ccc | 0.1       |      |      |
| eee | 0.08      |      |      |
| bbb | 0.1       |      |      |
| ddd | 0.05      |      |      |
| fff | 0.1       |      |      |

印章与包装规范

1. 印章内容介绍



产品型号：MS35541N  
生产批号：XXXXXXX

2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

3. 包装规范说明

| 型号       | 封装形式  | 颗/卷  | 卷/盒 | 颗/盒  | 盒/箱 | 颗/箱   |
|----------|-------|------|-----|------|-----|-------|
| MS35541N | QFN48 | 2000 | 1   | 2000 | 8   | 16000 |

## 免责声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知。

客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。

- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)