

## Application Note

**DP838xx 局域网唤醒**

Ross Pimentel and Gerome Cacho

## 摘要

德州仪器 (TI) 的 10/100Mbps 系列 DP8382x ( DP83822、DP83825、DP83826 ) 和 10/100/1000Mbps 系列 DP8386x ( DP83867 和 DP83869 ) 设计用于满足高性能严苛应用的需求，同时仍提供用于更大限度地降低功耗的各种选项。本应用手册介绍了这些 PHY ( 统称为 DP838xx ) 局域网唤醒功能的工作原理以及每种局域网唤醒模式的实现方法。

## 内容

1 引言.....	2
2 局域网唤醒.....	3
2.1 WoL - 工作原理.....	3
2.2 WoL - 实现.....	7
3 总结.....	14
4 修订历史记录.....	15

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

DP838xx 10/100/1000Mbps 工业以太网 PHY 提供多种节能模式，这些节能模式可以单独应用，也可以组合使用，具体取决于所需的运行模式。本应用手册介绍了局域网唤醒功能。

**表 1-1. 术语**

首字母缩写词	定义
DUT	待测试的器件
LP	链路伙伴
WoL	局域网唤醒
PHY	物理层收发器
SMI	串行管理接口
LPI	低功耗空闲
NLP	正常链路脉冲
TX	发送 - 数字引脚
RX	接收 - 数字引脚
MDI	媒体相关接口

## 2 局域网唤醒

本节讨论 WoL 的原理及其实现方法。

### 2.1 WoL - 工作原理

局域网唤醒 (WoL) 是一种在维持 PHY 全部功能的情况下允许基于特定帧检测触发中断的机制。通过使用 WoL，后端设备 (例如 FPGA、SoC、处理器、ASIC、MCU) 可以在 PHY 接收到符合特定帧检测标准的信息之前保持断电。一旦满足帧检测标准，则需要使用 PHY 的触发器创建应用解决方案。

在 PHY 级别，需要与 LP 建立活动链路并保持 WoL 模式，因为后端设备会在 PHY 完全正常运行时断电。当接收到符合条件的帧时，DP838xx 可配置为向 GPIO 引脚发送电平变化或脉冲指示。此外，DP838xx 允许在 INT/PWDN\_N 引脚上进行中断配置，极性规格为高电平有效或低电平有效。

以下三个主要的 WoL 功能可为用户提供灵活性和安全性：魔术包检测、具有安全唤醒功能的魔术包检测和自定义模式检测 (也称为“模式匹配”)。

表 2-1 展示了各 PHY 支持的 WoL 功能。

**表 2-1. PHY 上 WoL 功能的支持情况**

	魔术包检测	具有安全唤醒功能的魔术包检测	模式匹配
DP83822	是	是	是
DP83825	是	是	否
DP83826	是	是	否
DP83867 <sup>1</sup>	仅单播	仅单播	是
DP83869	是	是	是

1. 单播数据包具有唯一的目标地址字段，相反，广播数据包的目标地址均为 FF:FF:FF。

### 2.1.1 魔术包检测

当配置为进行魔术包检测时，DP838xx 会扫描寻址到节点的所有传入帧，检查这些帧是否具有特定的数据序列。符合相应序列的帧即为魔术包帧。

魔术包帧还必须满足所选 LAN 技术的基本要求，例如源地址、目标地址（可以是接收站的 IEEE 地址或广播地址）、MISC（例如 Ethertype）和 CRC。

特定的魔术包序列包含 16 次不间断重复的节点 MAC 地址。该序列位于数据包的有效负载部分内，但之前必须有 6 字节 0xFF 的同步流。

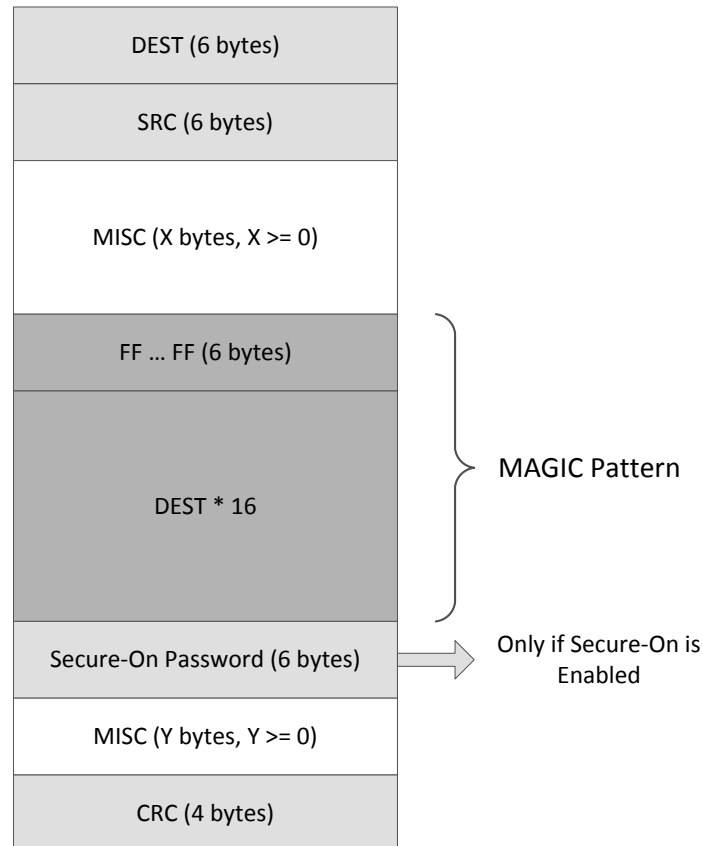


图 2-1. WoL 魔术包结构

### 2.1.2 具有安全唤醒功能的魔术包检测

DP838xx 还提供具有安全唤醒功能的魔术包检测，以提高安全性。传统的魔术包只需用户知道所连接节点的 MAC 地址，易受黑客攻击。具有安全唤醒功能的魔术包检测添加了一个用户定义的额外 6 字节密码，以便针对此类攻击提供额外保护，同时还能带无效安全唤醒密码的魔术包提供非法标志。可通过寄存器访问此功能的标志和可配置密码。

具有安全唤醒密码的魔术包帧也必须满足图 2-1 中所述的基本要求。安全唤醒密码会紧接在上节中所述的魔术包模式后。

### 2.1.3 自定义模式检测

当配置为进行自定义模式检测时，DP838xx 会扫描所有寻址到节点的传入帧，检测这些帧是否具有特定的可配置数据序列。具有相应序列的帧即为自定义模式帧。

自定义模式帧无需符合 LAN 技术的基本要求。

自定义模式帧最多可以包含 64 字节序列，该序列由用户在寄存器中定义。DP838xx 中的可选字节掩码寄存器允许用户选择性地对传入序列应用掩码，以指定 1 字节至 64 字节范围内的更小序列，从而提供更多自定义设置。

### 2.1.4 WoL - 实现机制

当 PHY 正确接收到相应的 WoL 模式帧后，PHY 生成的触发器具有可配置性。系统设计可以选择将触发器设置为脉冲波形（长达 125MHz 时钟的 8、16、32 或 64 个周期）或者设置为可锁存电平变化，从而使 PHY 产生高电平信号。此信号的锁存只能通过写入一个字段来清除。

在图 2-2 中，PHY 设置为输出时长为 256.3ns 的脉冲。这相当于 125MHz 波形的 32 个周期。

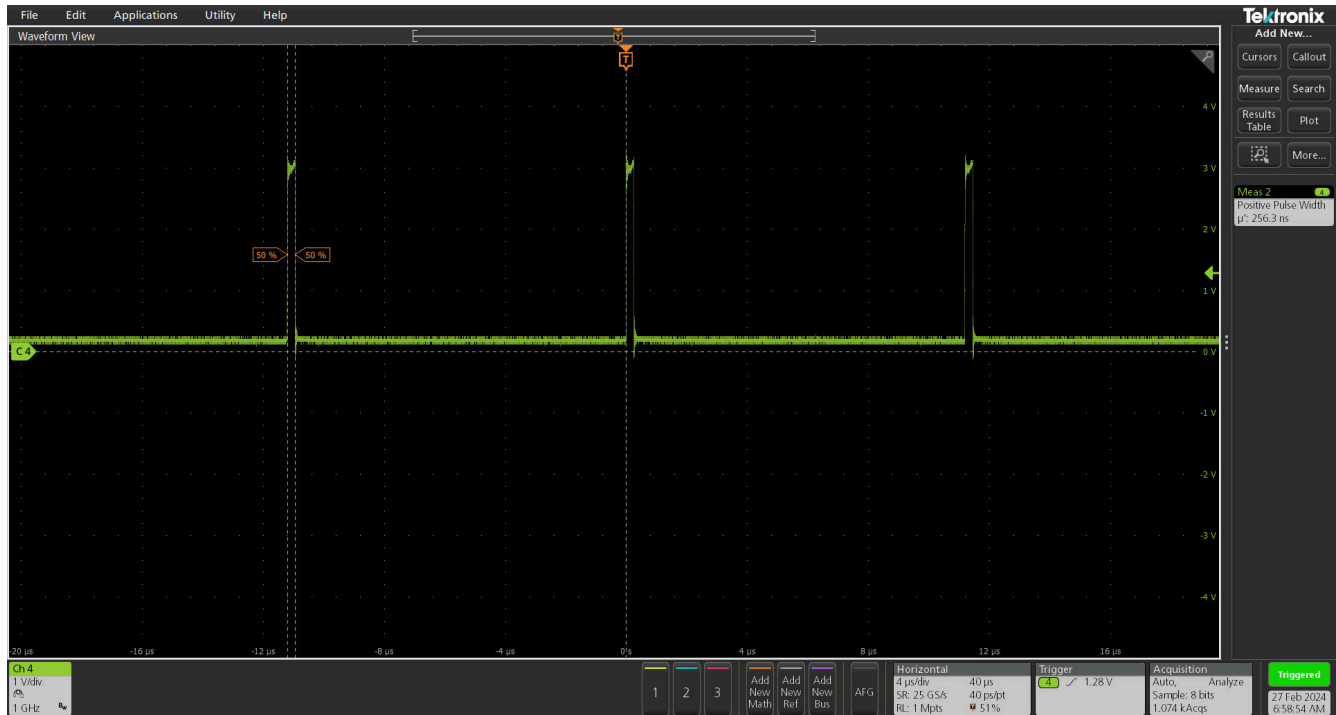


图 2-2. WoL 实现机制 - 32 个时钟周期

在图 2-3 中，PHY 设置为输出时长为 512.4ns 的脉冲。这相当于 125MHz 波形的 64 个周期。

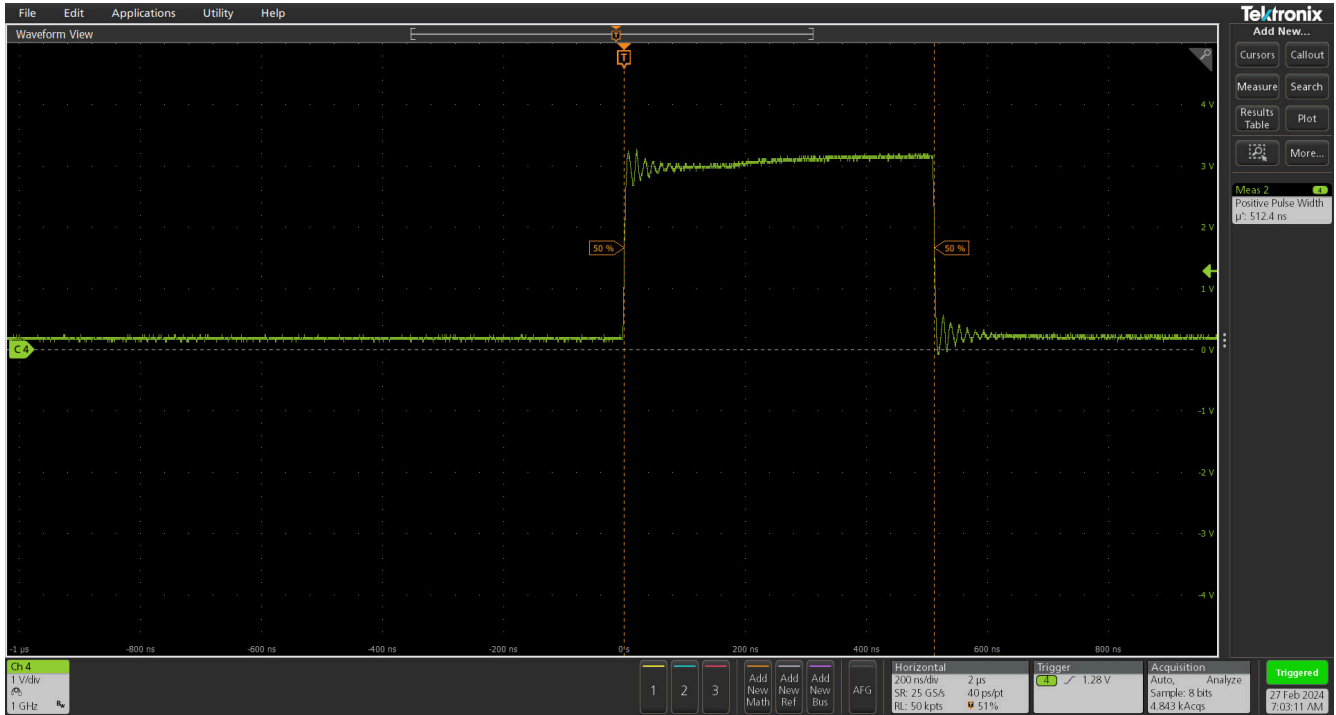


图 2-3. WoL 实现机制 - 64 个时钟周期

在图 2-4 中，PHY 设置为在收到相应帧时出现电平变化。该电平变化为高电平有效，只能通过对 WoL 配置寄存器进行寄存器写入来清除。

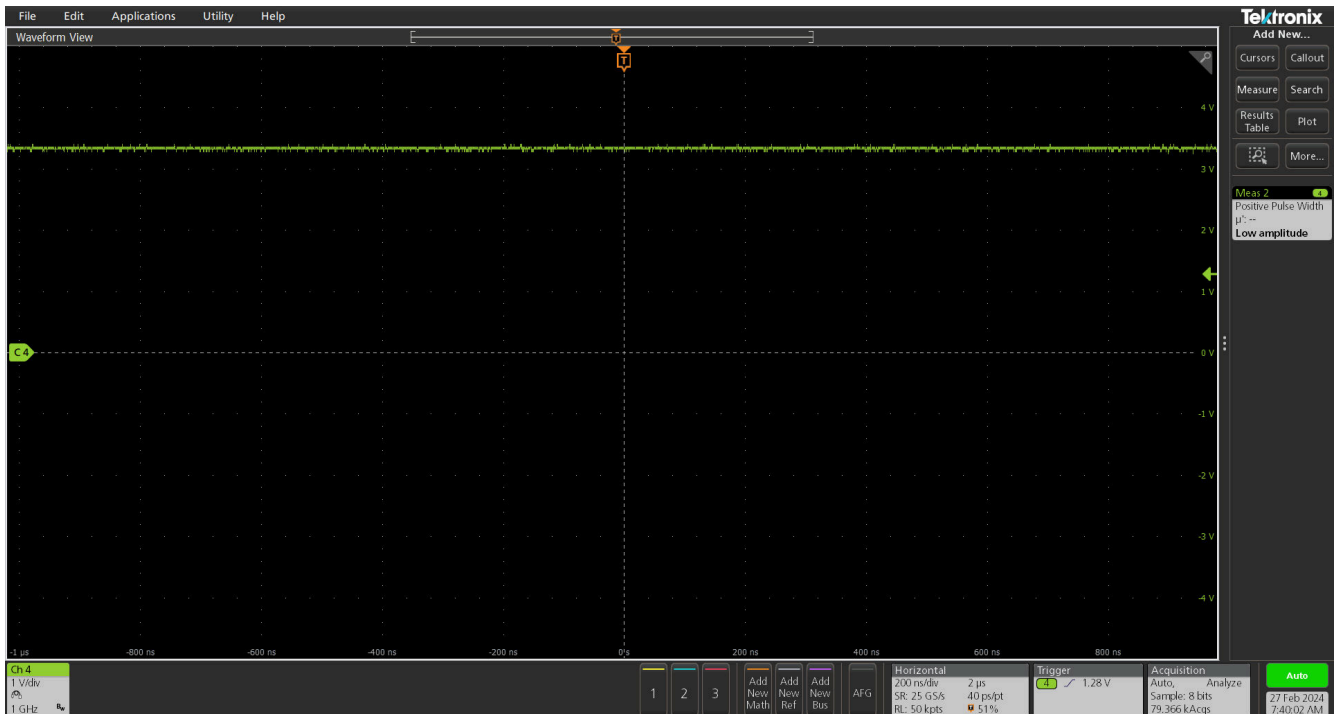


图 2-4. WoL 实现机制 - 电平

## 2.2 WoL - 实现

必须使用 SMI 通过寄存器配置启用 WoL。所有 WoL 寄存器都位于特定于供应商的寄存器映射中，这需要特定于供应商的 DEVAD [4:0] = ‘11111’。

### 2.2.1 魔术包检测 - 实现

WoL 魔术包检测需要使用以下寄存器：

表 2-2. 魔术包检测寄存器

寄存器名称	DP8382x 地址	DP8386x 地址
接收配置寄存器	Reg 0x4A0	Reg 0x134
接收状态寄存器	Reg 0x4A1	Reg 0x135
MAC 目标地址寄存器	Reg 0x4A2-0x4A4	Reg 0x136-0x138

#### 备注

尽管这些寄存器对于 DP8382x 和 DP8386x 系列是通用的，但如需了解如何使用寄存器为 WoL 配置特定的 GPIO 引脚，请参阅 PHY 的单独数据表。

示例表 2-3 和表 2-4 旨在展示 DP8382x WoL 魔术包检测功能的各种配置选项。

#### 备注

对于以下所有示例，数据表中列出的第一个字节 (0) 是最左侧字节。例如，如果模式为“A1-C3-D7-AB-CD-FC-87”，则第一个字节为 A1，而不是 87。

#### 2.2.1.1 示例 1 - LED\_1 上的脉冲模式指示 (DP83822)

MAC 地址 = 00:17:83:E2:FC:73

要启用魔术包检测并配置 LED\_1 进行脉冲 (32 个时钟周期) 指示，请使用以下寄存器写入：

表 2-3. WoL 魔术包检测配置步骤；脉冲模式

步骤	寄存器	值	说明
1	04A2	1700	MAC 地址字节 1 和 0
2	04A3	E283	MAC 地址字节 3 和 2
3	04A4	73FC	MAC 地址字节 5 和 4
4	0462	0002	配置 LED_1 引脚进行 WoL 指示
5	04A0	0481	WoL 启用，脉冲指示，32 个时钟周期

#### 2.2.1.2 示例 2 - COL 上的电平变化模式指示 (DP83822)

MAC 地址 = 00:17:83:B2:F7:45

要启用魔术包检测并配置 COL 进行电平变化指示，请使用以下寄存器写入：

表 2-4. WoL 魔术包检测配置步骤；电平变化模式

步骤	寄存器	值	说明
1	04A2	1700	MAC 地址字节 1 和 0
2	04A3	B283	MAC 地址字节 3 和 2
3	04A4	45F7	MAC 地址字节 5 和 4
4	0463	0002	配置 COL 引脚进行 WoL 指示
5	04A0	0181	WoL 启用，电平变化
6	04A0	0981	清除电平变化，同时保留之前的配置

### 2.2.1.3 示例 3 - GPIO\_1 上的脉冲模式指示 (DP83867)

MAC 地址 = 30:11:23:30:11:23

要启用魔术包检测并配置 DP83867 的 GPIO\_0 进行脉冲 ( 8 个时钟周期 ) 指示，请使用以下寄存器写入：

**表 2-5. WoL 魔术包检测配置步骤；脉冲模式 (DP83867)**

步骤	寄存器	值	说明
1	0134	1081	WoL 启用，脉冲指示，8 个时钟周期
2	0172	0030	配置引脚 31 (GPIO_1) 进行 WoL 指示
3	0136	1130	MAC 地址字节 1 和 0
4	0137	3023	MAC 地址字节 3 和 2
5	0138	2311	MAC 地址字节 5 和 4

#### 备注

DP83867 的魔术包检测功能仅适用于单播数据包，不适用于广播数据包。DP83869 的魔术包检测功能适用于单播和广播数据包。



## 2.2.2 具有安全唤醒功能的魔术包检测 - 实现

具有安全唤醒功能的 WoL 魔术包检测需要使用以下寄存器：

寄存器名称	DP8382x 地址	DP8386x 地址
接收配置寄存器	Reg 0x4A0	Reg 0x134
接收状态寄存器	Reg 0x4A1	Reg 0x135
MAC 目标地址寄存器	Reg 0x4A2-0x4A4	Reg 0x136-0x138
接收安全唤醒密码寄存器	Reg 0x4A5 - 0x4A7	Reg 0x139 - 0x13B

### 备注

尽管这些寄存器对于 DP8382x 和 DP8386x 系列是通用的，但如需了解如何使用寄存器为 WoL 配置特定的 GPIO 引脚，请参阅 PHY 的单独数据表。

表 2-6 和表 2-7 旨在展示 DP838xx 具有安全唤醒功能的 WoL 魔术包检测的各种配置选项。

### 2.2.2.1 示例 1 - COL 上的脉冲模式指示 (带安全唤醒功能) (DP83822)

MAC 地址 = 00:17:83:F3:A1:38

安全唤醒密码 = 3C-41-9D-44-BB-5E

要启用具有安全唤醒功能的魔术包检测并在 COL 上使用脉冲 (64 个时钟周期) 指示，请使用以下寄存器写入：

表 2-6. 具有安全唤醒功能的 WoL 魔术包检测配置步骤；脉冲模式

步骤	寄存器	值	说明
1	04A2	1700	MAC 地址字节 1 和 0
2	04A3	F383	MAC 地址字节 3 和 2
3	04A4	38A1	MAC 地址字节 5 和 4
4	04A5	413C	安全唤醒字节 1 和 0
5	04A6	449D	安全唤醒字节 3 和 2
6	04A7	5EBB	安全唤醒字节 5 和 4
7	0463	0002	配置 COL 引脚进行 WoL 指示
8	04A0	06A1	WoL 启用，脉冲指示，64 个时钟周期

### 2.2.2.2 示例 2 - RX\_D3 上的电平变化模式指示 (具有安全唤醒功能) (DP83822)

MAC 地址 = 00:17:83:DD:23:79

安全唤醒密码 = DF-CB-85-68-17-05

要启用具有安全唤醒功能的魔术包检测并在 RX\_D3 上使用电平变化指示，请使用以下寄存器写入：

注意：鉴于 RX\_D3 用于 MII 和 RGMII 工作模式，MAC IF 必须处于 RMII 工作模式。

**表 2-7. 具有安全唤醒功能的 WoL 魔术包检测配置步骤；电平变化模式**

步骤	寄存器	值	说明
1	04A2	1700	MAC 地址字节 5 和 4
2	04A3	DD83	MAC 地址字节 3 和 2
3	04A4	7923	MAC 地址字节 1 和 0
4	04A5	CBDF	安全唤醒字节 1 和 0
5	04A6	6885	安全唤醒字节 3 和 2
6	04A7	0517	安全唤醒字节 5 和 4
7	0462	0200	配置 RX_D3 引脚进行 WoL 指示
8	04A0	01A1	WoL 启用，电平变化
9	04A0	09A1	WoL 启用，电平变化，清除电平变化

### 2.2.2.3 示例 3 - GPIO\_1 上的脉冲模式指示 (DP83869)

MAC 地址 = 30:11:23:30:11:23

安全唤醒密码 = 05-08-15-01-07-23

要启用魔术包检测并配置 DP83869 的 GPIO\_0 进行脉冲 (8 个时钟周期) 指示，请使用以下寄存器写入：

**表 2-8. WoL 魔术包检测配置步骤；脉冲模式 (DP83869)**

步骤	寄存器	值	说明
1	0134	1081	WoL 启用，脉冲指示，8 个时钟周期
2	01E0	417A	配置引脚 31 (GPIO_1) 进行 WoL 指示
3	0136	1130	MAC 地址字节 1 和 0
4	0137	3023	MAC 地址字节 3 和 2
5	0138	2311	MAC 地址字节 5 和 4
6	0139	0805	安全唤醒字节 1 和 0
7	013A	0115	安全唤醒字节 3 和 2
8	013B	0723	安全唤醒字节 5 和 4

#### 备注

DP83867 的魔术包检测功能仅适用于单播数据包，不适用于广播数据包。DP83869 的魔术包检测功能适用于单播和广播数据包。

### 2.2.3 自定义模式检测 - 实现

WoL 自定义模式检测需要使用以下寄存器：

表 2-9. 自定义模式检测寄存器

寄存器名称	DP83822 地址	DP8386x 地址
接收配置寄存器	Reg 0x4A0	Reg 0x134
接收状态寄存器	Reg 0x4A1	Reg 0x135
模式匹配寄存器	Reg 0x4A8-0x4C7	Reg 0x13C - 0x15B
字节掩码	Reg 0x4C8 - 0x4CB	Reg 0x15C - 0x15F

#### 备注

尽管这些寄存器对于 DP8382x 和 DP8386x 系列是通用的，但如需了解如何使用寄存器为 WoL 配置特定的 GPIO 引脚，请参阅 PHY 的单独数据表。

表 2-10 和表 2-11 旨在显示 DP838xx WoL 自定义模式检测（采用字节掩码）的配置选项。

#### 2.2.3.1 示例 1 - COL 上的脉冲模式指示（使用字节掩码）(DP83822)

字节掩码 = 00-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF（对 64 字节模式的字节 8 至字节 63 应用掩码）

模式 = 01-23-45-67-89-AB-CD-EF（前八个字节已编程，字节 8 至字节 63 由于会因字节掩码而被忽略，因此默认为“0”）

要启用自定义模式检测并配置 COL 进行脉冲（8 个时钟周期）指示，请使用以下寄存器写入：

表 2-10. WoL 模式匹配配置步骤；脉冲模式

步骤	寄存器	值	说明
1	04A8	2301	模式字节 0 和 1
2	04A9	6745	模式字节 2 和 3
3	04AA	AB89	模式字节 4 和 5
4	04AB	EFCD	模式字节 6 和 7
5	04C8	FF00	字节掩码 0 至 15
6	04C9	FFFF	字节掩码 16 至 31
7	04CA	FFFF	字节掩码 32 至 47
8	04CB	FFFF	字节掩码 48 至 63
9	0463	0002	配置 COL 引脚进行 WoL 指示
10	04A0	0082	WoL 启用，脉冲指示，8 个时钟周期



**表 2-11. WoL 魔术包检测配置步骤；脉冲模式（续）**

步骤	寄存器	值	说明
38	0134	0082	WoL 启用，脉冲指示，8 个时钟周期

### 3 总结

本应用手册详细介绍了每种 WoL 模式的原理以及在 DP838xx 中启用每种模式的实现机制。

## 4 修订历史记录

<b>Changes from Revision * (August 2016) to Revision A (March 2024)</b>	<b>Page</b>
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 添加了支持 WoL 的所有 TI 标准以太网 PHY ( DP83825、DP83826、DP83867、DP83869 ) 的参考和示例..	1

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司