

DP83865,LM2734,LM5070,LMV431

*Application Note 1408 Designing Power Over Ethernet Using LM5070 and
DP83865*



Literature Number: ZHCA194

应用LM5070和DP83865 来设计以太网馈电系统

美国国家半导体公司
应用注释1408
Leo Chang
2005年12月



1.0 引言

以太网馈电 (PoE) 技术广泛使用于网络电话和无线接入点的应用中。使用千兆以太网替代快速以太网的优势在于增加了网络带宽并减少了网络的流通堵塞。本应用注释提供了在用电设备 (PD) 端应用美国国家半导体公司的 LM5070 和物理层器件 DP83865 Gig PHYTER[®] V 来对以太网馈电进行的参考性设计。

欲知 DP83865 和 LM5070 的数据手册及其附加信息，请访问美国国家半导体公司的网站：

<http://ethernet.national.com>

<http://power.national.com>

图1所示为用电设备的基本电路框图。

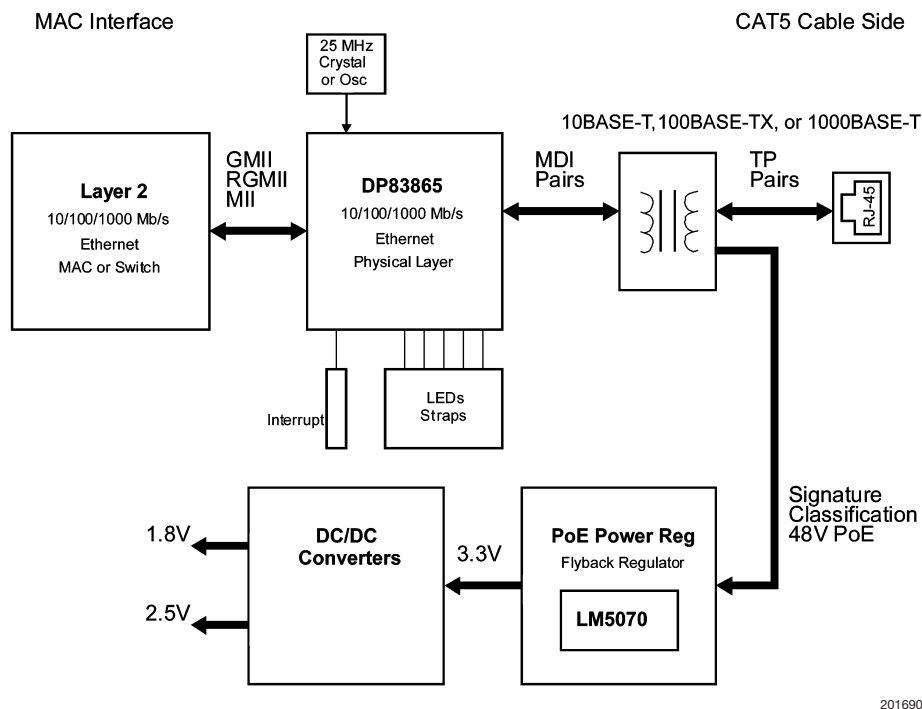


图1.应用LM5070和DP83865的用电设备的电路框图

2.0 以太网馈电是如何工作的

2.1 技术发展简述

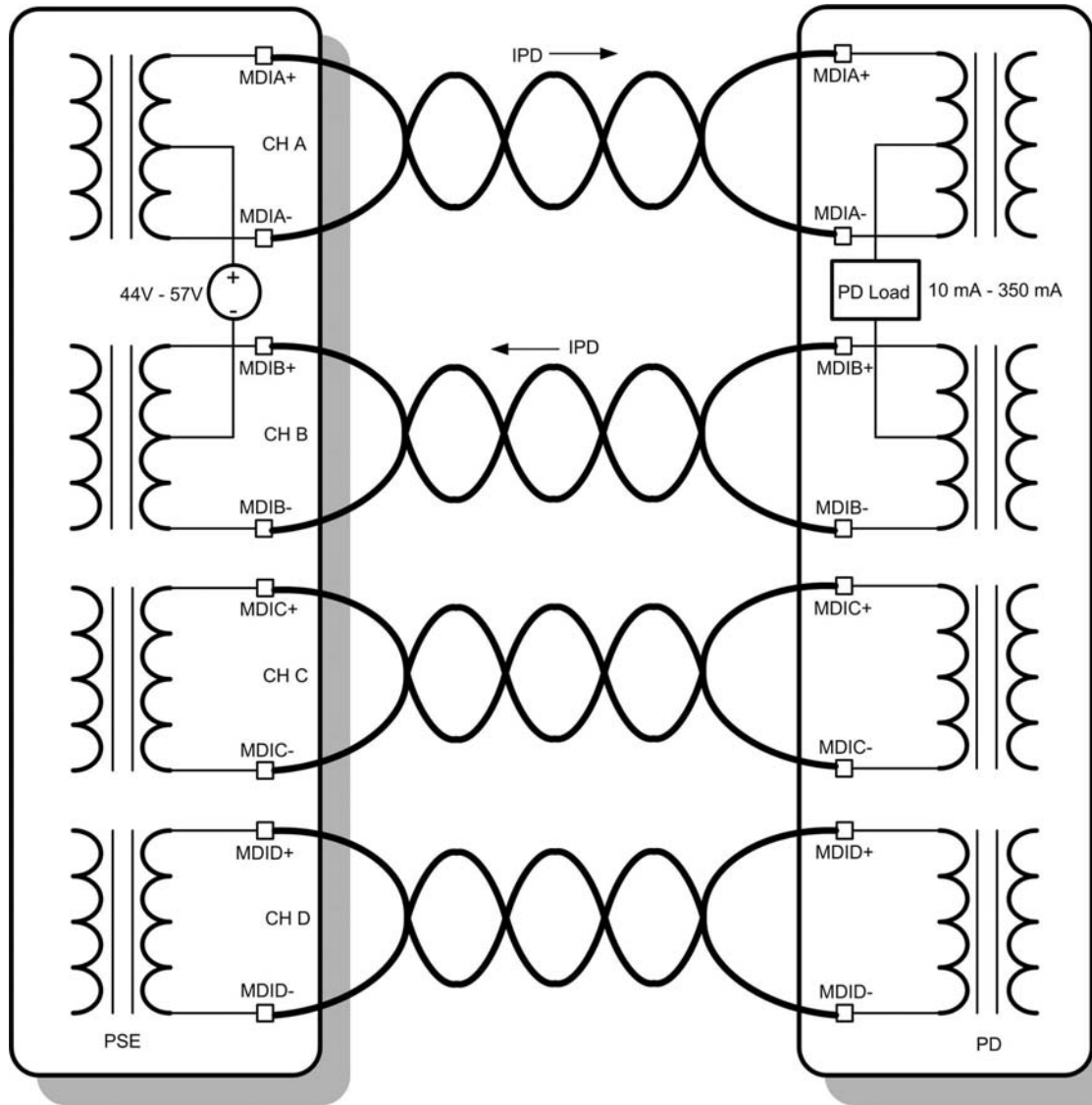
早在上世纪90年代的初期提出了以太网馈电的概念，那时以太网布局正在如火如荼地展开，并正在成为除网络电脑以外的外围设备通信接口的标准。通过以太网不仅可以在电脑和设备之间传输数据，并且在PoE的环境中还可以提供电源，从而不需要为连接PoE的设备提供独立的电源。

5类电缆已经成为快速以太网的业界标准 (100BASE-TX)。在电缆中共存在着四对双绞铜线，快速以太网只使用其中的两对进行数据传输。早期的接收器使用备用的两对电缆为目标设备传输电源。然而，大多数应用实践采用两对数据传输线来传送电源，这是因为

在较早的以太网网络中，仅有潜在的两对电缆连接。在90年代早期，以太网馈电产品技术逐渐地成为业界标准，被定义为IEEE 802.3af技术标准。推出的标准允许电源供电既可以在数据传输电缆上进行也可以在备用电缆上进行。

大约在同时，铜缆传输的千兆以太网 (1000BASE-T) 也被接收为IEEE的技术标准。千兆以太网技术则将5类双绞线的所有四对铜线进行数据传输。(图2) 在通道A和通道B的电缆对上传输PoE电源。因为在最新安装的以太网中内含所有四对双绞电缆，使用所有的四对电缆进行更高的电源传输技术正在讨论之中，此举可以增加电流传输能力，例如PoEPlus技术。注意关于PoEPlus技术的讨论已经超出本文的范围。

2.0 以太网馈电是如何工作的（续）



20169002

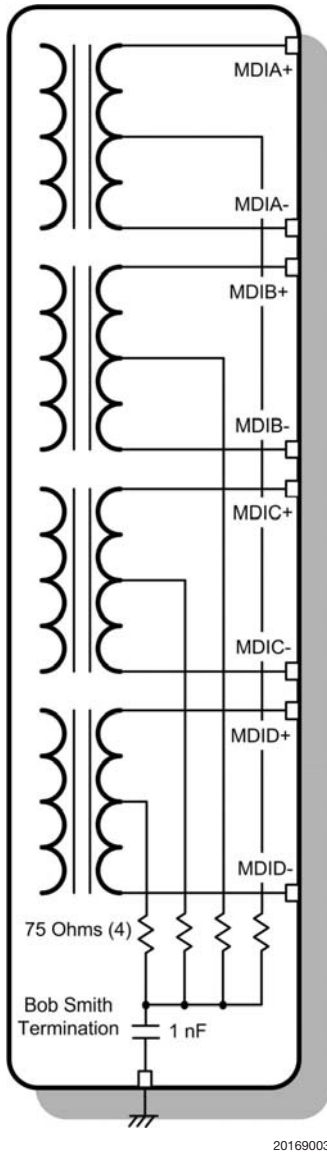
图2.在千兆以太网中简化的PoE图

2.2 PoE是如何发送的

为了实现以太网馈电，需要对传统的分离变压器进行修改。连接到变压器的电源是通过电缆一侧的变压器的中间抽头实现的。最初的变压器中的中间抽头通过75

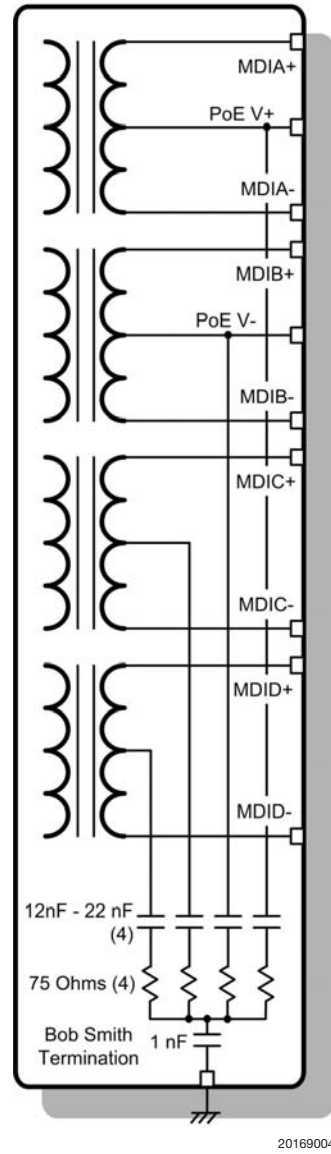
欧姆的电阻连接在一起。由此可以避免在PoE应用中将正端和负端隔离开来。(参见图3) 为了对变压器进行PoE馈电，在Bob Smith终结器上添加交流耦合以对每个单独的线圈进行直流隔离(参见图4)。

2.0 以太网馈电是如何工作的 (续)



20169003

图3.原来的以太网Mag/Jack插座



20169004

图4.能用于PoE的Mag/Jack插座

2.0 以太网馈电是如何工作的（续）

以太网馈电系统共有两侧。提供电源的一端被称之为供电设备端（PSE），消耗电源的一端被称之为用电设备端（PD）。设计检测方案的目的在于检测用电设备在目的端是否连接。如图3所示，这可以防止给处于空闲状态下的变压器施加电源。为了检测用电设备，供电设备在电源传输线上施加的直流电压范围从2.8V至10V。供电设备是基于环路电流来确定用电设备是否处于连接状态。用电设备应该呈现出19K至27K的电阻负载和一个120nF或者更低的并联电容来作为一个标记。

为了使供电设备的供电能力和用电设备的电源消耗相匹配，第二步是进行电力分级的确定。用电设备告知的用电水平共分为五个等级。供电设备可以依据供电能力和耗电水平的匹配性来选择是否为用电设备供电。为了确定等级，供电设备施加的 V_{class} 电压介于15.5V至20.5V之间，传输线上的电流限制为100mA。用电设备可看作为一个固定的电流源，根据其提供的不同的电流水平（测量电流为 I_{class} ）来说明电力分级情况。分级的具体细节超出了本文的讨论范围。欲知更多信息，请参考IEEE 802.3af技术标准。

表1.电力分级

等级	使用	供电设备的最小功率
0	默认	15.4 W
1	可选	4.0 W
2	可选	7.0 W
3	可选	15.4 W
4	将来使用	作为0等级对待

当确定了正确的分级、并发现供电设备和用电设备之间的匹配之后，供电设备在电源传输线上施加了标称的48V直流电压。用电设备将电源调节至它所需要的值。LM5070符合电源检测、水平分级，并对终端系统的电源进行稳压。

供电设备对来自用电设备的电流进行持续监测。一个正确的功率维持标记为连续大于10mA的直流电流和在频率500Hz或者更低时存在33K欧姆的交流阻抗。如果该标记是无效的，在将电源从用电设备移除之前供电设备等待时间为0.3至0.4秒。这个延迟时间将可防止意外断线或者供电设备的电压下降。此外，供电设备电源断开也可以防止用电设备端改了一个原来的以太网设备，因为这样会使得供电设备的电源短路。将LM5070和DP83865结合在一起，就可以实现一个千兆位的用电设备。该设备可以是一个单独的存储设备、一个网络摄像头、一个无线接入点等等。作为实例，参考的电路设计如下图所示。总结设计的要点如下，它们可以作为检查的清单。

3.0 用电设备的参考设计

LM5070和DP83865参考设计由三部分组成，PoE

检测/稳压，千兆位物理层，以及MAC层接口。欲知LM5070和DP83865器件的详细信息和功能性说明，请参考相应的数据手册。

DP 83865需要两个电源供电，1.8V和2.5V，以及可选的3.3V的I/O接口电压。MAC层和其他的数字外围设备一般需要3.3V电压。LM5070提供的电压调节可降至3.3V。由一个额外的DC/DC转换器来提供1.8V和2.5V电压。电路图放在本应用注释的结尾。

为了减少器件的选型时间，文本附有一个样品清单。为了减轻印刷电路板的布局工作，同时附有一个样板布局指南。

4.0 用电设备的设计要点

为了确保设计能够尽早成功，应严格遵循布局要点，以避免性能的下降和开发的延迟。

4.1 概述

电源退耦（或者旁路）电容应该尽可能靠近芯片放置。贴近器件焊盘放置过孔并使用过孔来将每个电容连接至电源端和接地端。（多个电容之间不能共用一个过孔。）

4.2 千兆位物理层

1. 在应用注释AN1263中详细介绍了千兆位物理层DP 83865的布局指南。欲获知详细信息请参考应用注释。下面是物理层设计要点的总结（或者说是检验列表）。参考时钟输入：当使用时钟振荡器时，添加串行终接电阻以降低反射。使用0.1uF多层电容来对振荡器VDD端进行退耦。使时钟布线长度最短，并将振荡器放置在印刷电路板的中间以使EMI降至最低。在振荡器器件的下方提供一个接地焊盘并将器件置于印刷板的表面。
2. 如果使用时钟晶振，应尽可能将晶振贴近物理层器件放置。遵循制造商关于晶振负载电容的推荐值。
3. 强烈建议采用实接地层，一个1.8V层和一个2.5V层。将电源层和接地层邻近放置以产生层电容。层电容具有低ESR和ESL值，它是用来对100MHz及以上频率进行退耦的最佳电容。此外，为了使层电容最大，将未使用的区域用铜填满并将铜箔层连接至合适的接地层或者电源层。
4. 在对物理层的电源引脚进行退耦操作时，建议对每两个电源引脚使用一个SMT电容进行退耦。在0.01uF和0.1uF之间选择电容值可用于分散共振频率。靠近每个PHY器件的每个电源处放置一个10uF的钽电容，可以将低频噪声退耦。
5. 1.8V的电源电压同时提供给数字核心单元和敏感的模拟接收器。1.8V的稳压器应尽可能靠近物理层器件的MDI端放置，以避免数字核心单元的返回噪声（图5）。
6. PGM_AVDD需要一个RC低通滤波器，例如，一个18欧姆电阻、一个22uF的电容和一个0.01uF的电容。

4.0 用电设备的设计要点 (续)

7. BG_REF引脚需要一个1%精度的9.76K电阻, 该电阻应尽可能靠近BG_REF引脚放置。
8. 在MDI端将49.9欧姆电阻放置靠近MDI引脚, 并连接至2.5V电源电压。在2.5V和接地端之间靠近49.9欧姆电阻处放置0.01uF的退耦电容。在变压器中间抽头(2.5V)和接地端之间放置0.01 uF的退耦电容。应控制每根MDI的"+"和"-"迹线具有50欧姆的对地特征阻抗, 或者互相之间阻抗为100欧姆。在双绞线对内的
9. 每个MDI组成都应该将迹线长度与50密尔(mil)进行匹配。避免在MDI对上放置过孔, 如果无法避免过孔, 应尽量使得MDI对内每个组成上的过孔数目匹配。差分对应互相靠近放置, 可以减少共模迹线耦合。相邻通道对的组成应该保持隔离, 至少为迹线至接地层距离的10倍, 或者尽可能设为0.25英寸。
10. 如果数字接口总线的迹线长度超过1英寸, 则在MAC一侧放置一个源串联终端电阻来匹配迹线阻抗。
11. 因为以太网隔离变压器是PoE的特定应用需求, 所以应由变压器厂商专门推荐。

4.3 回扫稳压器

在AN 1149中描述了开关稳压器的设计指南。下列清单是LM5070设计要点的总结, 也可以作为一个核对表。电感:

1. 使用低EMI发射的环状磁芯或者封闭式E芯电感。
2. 滤波器电容: 应该将0.1uF陶瓷输入滤波器电容尽可能靠近芯片的输入引脚放置。使用SMT类型来降低由电容引线造成的EMI耦合。
3. 反馈: 引脚11为误差放大器反馈(FB)输入端, 对噪声比较敏感。连接FB引脚的迹线应该尽可能短和粗。在本应用注释中出于隔离应用的目的, FP引脚被连接到ARTN端(GND)。
4. 引脚13是电流感应(CS)反馈端。在CS端提供一个RC滤波器用以滤除噪声。应该放置滤波器电容于CS端和ATRN引脚之间。电感应该尽可能远离CS输入端放置。最好将电感和变压器在反馈迹线处相对放置。所有的低功率接地端都应该在本地, 靠近LM5070连接。应该介于较低功率接地端和较高的功率接地端之间作一个单独的连接。(例如, 电流感应电阻接地端)。
5. 连接在功率MOSFET(Q1)源极上的电流感应电阻(R57)应该满足低电感SMT类型。
6. 外部补偿: 光学耦合器(U2)提供一个稳压反馈。光学耦合器应该尽可能贴近LM5070放置, 并要远离电感。
7. 回扫初级和次级开关环路: 回扫变压器(T2)的初级线圈由功率MOSFET(Q1)来控制开关, 来回切换

会产生瞬变电流。退耦电容(C27-C29)应该尽可能靠近变压器放置。应该将退耦电容、变压器绕组、MOSFET, 以及电流感应电阻(R57)尽可能一起靠近放置, 以使电流环路面积最小。在电流环路中的器件下方和周围进行覆铜。在靠近最近端退耦电容(C27)的一点将覆铜连接至接地层。

回扫变压器(T2)的次级端在初级端的关断时间内开启。电流环路由次级端绕组、整流二极管(D8), 以及滤波电容(C30-C33)组成。将电流环路中的器件尽可能贴近放置以减少环路面积。器件周围和下方进行覆铜, 以及将此铜箔区在邻近最近端滤波电容(C35)处连接至接地端。初级和次级环路器件的放置应使电流传导期间电流方向一致。这防止了两个切换周期之间由于迹线造成的磁场反向, 并降低了辐射的EMI。

8. 印刷电路板布局注意: 与大电流环路连接的迹线应该尽可能宽而且厚, 并尽可能短。使这些迹线上平均每安培电流的最小绝对宽度为15密尔。每200mA电流使用一个过孔也是一个良好的实践。当需要传送更高的电流时要使用多层过孔。

4.4 降压稳压器

LM2734数据手册的设计指南部分和应用注释AN1229中都描述了降压稳压器的设计指南。设计要点总结如下。

1. 建议使用快速肖特基开关二极管作为箝位二极管(D13、D15)。将箝位二极管和输入电容(C55和C58)贴近放置。箝位二极管需要一个大而隔离的散热器区域。
2. 建议使用低ESL表面贴装多层陶瓷(X7R或者X5R)电容或者钽电容作为输入和输出电容(C55、C57、C58和C60)。将输入退耦电容靠近VIN输入引脚放置, 可以避免电容连接上出现过孔。
3. FB引脚是个高阻抗输入, 容易受到噪声拾取的影响, 从而造成不精确的电压调节。将反馈电阻(R60和R63)靠近FB引脚放置。反馈迹线要远离例如电感和二极管这样的噪声源放置。
4. 输出电容(C57和C60)接地端(GND)连接应靠近输入电容(C55和C58)的GND连接和箝位二极管(D13和D15)。在允许的地方将用过孔连接至接地层。
5. 除开关岛状区域之外, 建议使用连续的接地层。
6. 大瞬态电流会流经VIN和SW迹线, 所以走线应该短且宽。然而, 加宽走线同时也会增加EMI辐射, 设计者必须注意到这些折衷因素。通过使用屏蔽电感可以降低辐射噪声。
7. 2盎司的铜板用于更高功率的SMT应用, 用更少的铜箔面积来获得更佳的热能管理性能。

4.0 用电设备的设计要点 (续)

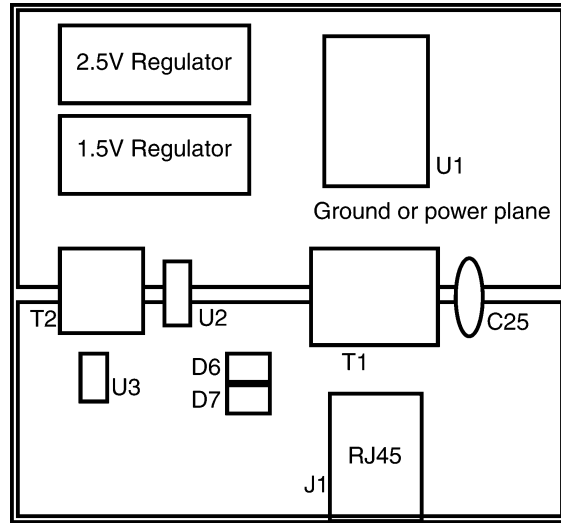


图5.PoE布局方案

5.0 PoE磁性元件

下面是可与美国国家半导体千兆位物理层芯片一起应用的器件供应商, 以及磁性器件的产品型号列表。欲知最新的产品信息, 请联系具体的供应商。

表2.PoE千兆位以太网磁性元件

Pulse Engineering, Inc. www.pulseeng.com	2x4 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	JOB-0045
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	JOB-0263
	2x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	JOB-0029
	10/100/1000 magnetics, single port	H6062
	10/100/1000 magnetics, dual port	H6080
Bel Fuse, Inc. www.belfuse.com	1x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	0874-1X8T-66
	2x4 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	0854-2X4R-66
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	0854-2X6R-66
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics with LED	0873-2X6R-66
	2x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	0854-2X8R-66
	2x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	0854-2X8R-69
	2x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics with LED	0873-2X8R-66
Midcom www.midcom-inc.com	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	MIC68D10-5160W-LF3
	2x8 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	MIC61E10-5159W-LF3
Tyco, Inc. www.tycoelectronics.com	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics with LED	1658821-1
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	1658821-2
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics with LED	1658825-1
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	1658825-2
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics with LED	1658827-1
	2x6 Integrated 10/100/1000 RJ45-magnetics	1658827-2
注意: 联系磁性元件制造商以获得最新的器件型号和产品特性。所有的磁性元件都经过严格检测并在生产使用前确认。		

6.0 参考设计的元件清单

编号	数量	参考	器件描述	尺寸	制造商/型号
1	12	C1,C7,C9,C11,C14,C16,C18, C19,C52,C54,C56,C59	Cap, 0.01uF, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C103K5RACTU
2	3	C2,C57,C60	Cap, 22uF, Electrolytic, Low ESR	4.3x4.6mm	Panasonic/EEV-FK1A220R
3	11	C3,C4,C8,C10,C13,C15,C17, C20,C35,C51,C53	Cap, 0.1uF, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C104K5RACTU
4	2	C5,C6	Cap, 33pF, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C330J5GACTU
5	7	C12,C30,C31,C32,C33,C55, C58	Cap, 10uF 6.3V, Ceramic X7R	1206	TDK/C3216X5R0J106K
6	5	C21,C22,C23,C24,C36	Cap, 0.22uF, Ceramic X7r	805	Vitramon/VJ0805
7	1	C25	Cap, 1nF 2000V	7.5mm	
8	1	C26	Cap, 470pF, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C471K5RACTU
9	3	C27,C28,C29	Cap, 2uF2 100V, Ceramic X7R	1812	TDK/C4532X7R2A225
10	1	C34	Cap, 330uF, Electrolytic, Low ESR	8.3x9.0mm	Panasonic/EEV-FK0J331P
11	4	C37,C38,C41,C42	Cap, 1nF 200V, Ceramic X7R	603	AVX/06032C102KAT2A
12	1	C39	Cap, 0.1uF 100V, Ceramic X7R	1206	Kemet/C1206C104K1RACTU
13	2	C40,C46	Cap, 1uF, Ceramic X5R	603	Kemet/C0603C105K8PACTU
14	1	C43	Cap, 4nF7, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C472K5RACTU
15	3	C44,R51,R53	NC (No component)		
16	3	C45,C48,C50	Cap, 1nF, Ceramic X7R	603	Kemet/C0603C102K5RACTU
17	1	C47	Cap, 47nF, Ceramic X7R	805	Kemet/C0805C473K5RACTU
18	1	C49	Cap, 27nF, Ceramic X7R	603	AVX/06035C273KAT2A

6.0 参考设计的元件清单 (续)

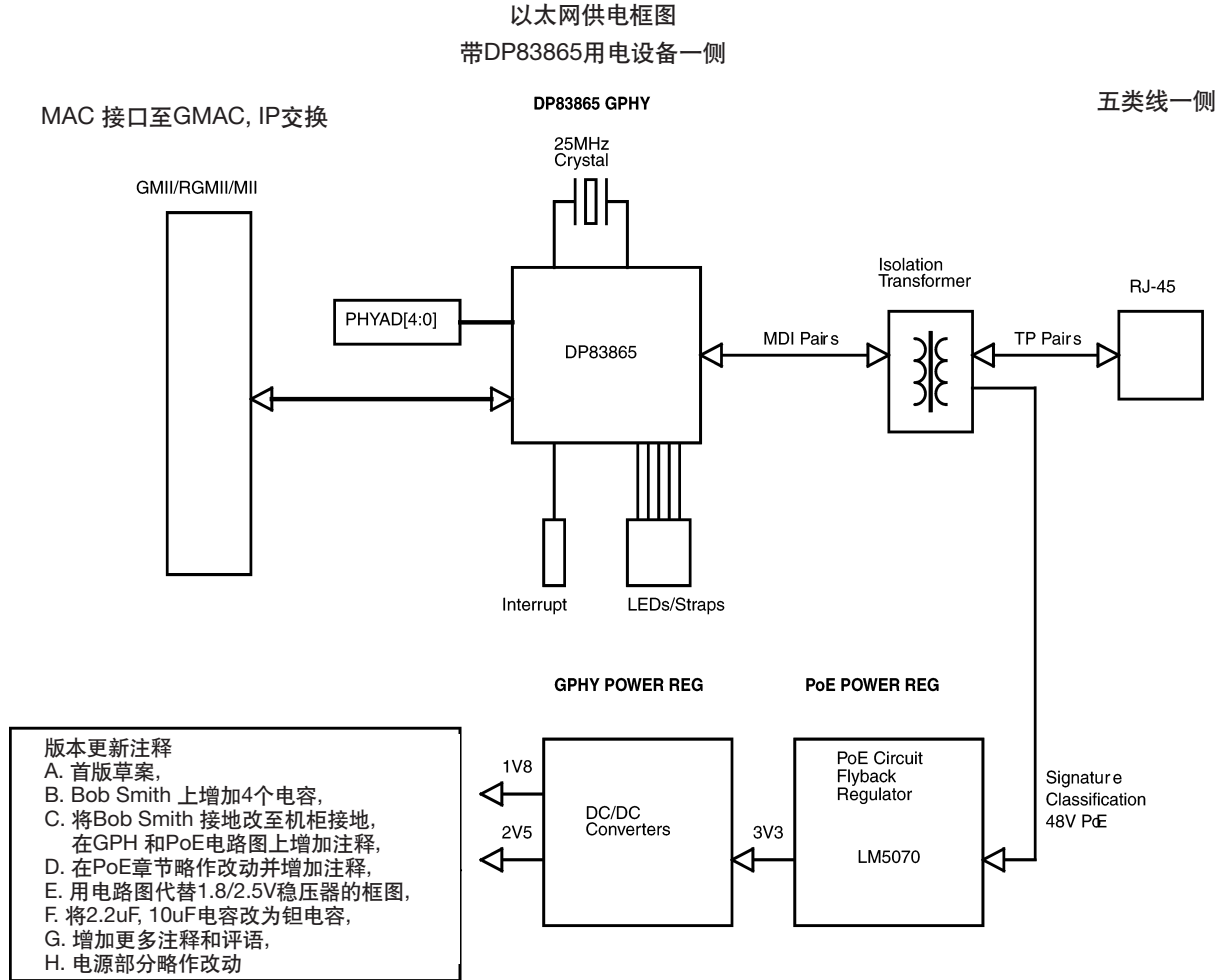
编号	数量	参考	器件描述	尺寸	制造商/型号
19	1	DZ1	SMAJ90A, Transient Suppressor Diode	SMA	Diodes Inc/SMAJ90A
20	1	DZ2	SMAJ60A, Transient Suppressor Diode	SMA	Diodes Inc/SMAJ60A
21	6	D1,D2,D3,D4,D5,D11	LED, Green, SMT. Vf=2.1	1206	LiteOn/LTST-C150GKT
22	2	D6,D7	Bridge Rectifier, HD01	MiniDip	Diodes Inc/HD01
23	1	D8	Diode, Schottky rectifier, 12CWQ03	DPAK	IR/12CWQ03
24	2	D9,D10	Diode, Small signal, MMSD4148	SOT-23	Vishay/MMSD4148
25	2	D12,D14	Diode, Fast switching, 1N4148W	SOD123	Vishay/1N4148W-V
26	2	D13,D15	Diode, Schottky, Power, MBRM110L	457-04	On Semi/MBRM110L
27	1	JP1	Header, 3-pin		
28	1	J1	Connector, Ethernet jack, RJ-45		Samtec/MODS-A-8P8C-X-C
29	2	J2,J4	Header, 2X8 pins		
30	1	J3	Header, 2X4 pins		
31	1	J5	Header, 2X6 pins		
32	1	L1	Inductor, 17uH, 1A	SMT	Pulse Eng/PE-53816S
33	1	L2	Inductor, 0.18uH, 5A		Coilcraft/DO1813P-181HC
34	1	L3	Common mode filter, 1A, PE-53913	SMT	Pulse Eng/PE-53913
35	1	L4	Inductor, 4.7uH, 0.75A	3.2x3mm	muRata/LQH43CN4R7M03L
36	1	L5	Inductor, 10uH, 0.65A	3.2x3mm	muRata/LQH43CN100K03L
37	1	Q1	MOS FET, N-Channel power, SI4848DY	SO-8	Vishay/SI4848DY
38	1	REF1	Regulator, Shunt, LMV431	SOT-23	National/LMV431
39	1	R1	Res, 18R2, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
40	9	R2,R18,R24,R25,R27,R28, R30,R32,R34	Res, 2K0, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
41	8	R3,R4,R5,R6,R19,R20,R21, R23	Res, 49R9, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
42	11	R7,R8,R9,R10,R11,R12,R13, R14,R15,R16,R17	Res, 33R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
43	1	R22	Res, 9K76, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
44	6	R26,R29,R31,R33,R35,R42	Res, 200R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
45	4	R36,R37,R38,R39	Res, 75R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
46	1	R40	Res, 590K, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
47	1	R41	Res, 10R, 1/4W, Thick film, 1%	1210	Panasonic/ERJ-14NF
48	1	R43	Res, 20R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
49	1	R44	Res, 33K2, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
50	2	R45,R52	Res, 1K00, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
51	1	R46	Res, 24K9, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
52	1	R47	Res, 10R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
53	1	R48	Res, 590R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
54	1	R49	Res, 24K3, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
55	3	R50,R60,R63	Res, 10K0, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
56	1	R54	Res, 100R, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
57	1	R55	Res, 12K1, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
58	1	R56	Res, 107K, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
59	1	R57	Res, 0.33-Ohm, Thick film, 1%	1210	Panasonic/ERJ-14RQJ

6.0 参考设计的元件清单（续）

编号	数量	参考	器件描述	尺寸	制造商/型号
60	1	R58	Res, 14K7, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
61	2	R59,R62	Res, 100K, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
62	1	R61	Res, 12K4, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
63	1	R64	Res, 21K5, Thick film, 1%	603	Panasonic/ERJ-3EKF
64	1	T1	Transformer, Isolation, H6062	SOIC24	Pulse Eng/H6062
65	1	T2	Transformer, PoE, PA1269	EP13	Pulse Eng/PA1269
66	1	U1	IC, GPHY, DP83865	PQFP128	National/DP83865DVH
67	1	U2	IC, Opto-coupler, PS2501-1-H	DIP4-SMT	NEC/PS2501L-1-H
68	1	U3	IC, PWM controller, LM5070	TSSOP16	National/LM5070-50
69	2	U4,U5	IC, Voltage regulator, LM2734X	TSOT6	National/2734X
70	1	Y1	Crystal, 25MHz 50PPM	HC49/U	CTS/MP250

7.0 以太网馈电参考电路

7.1 框图



20169006

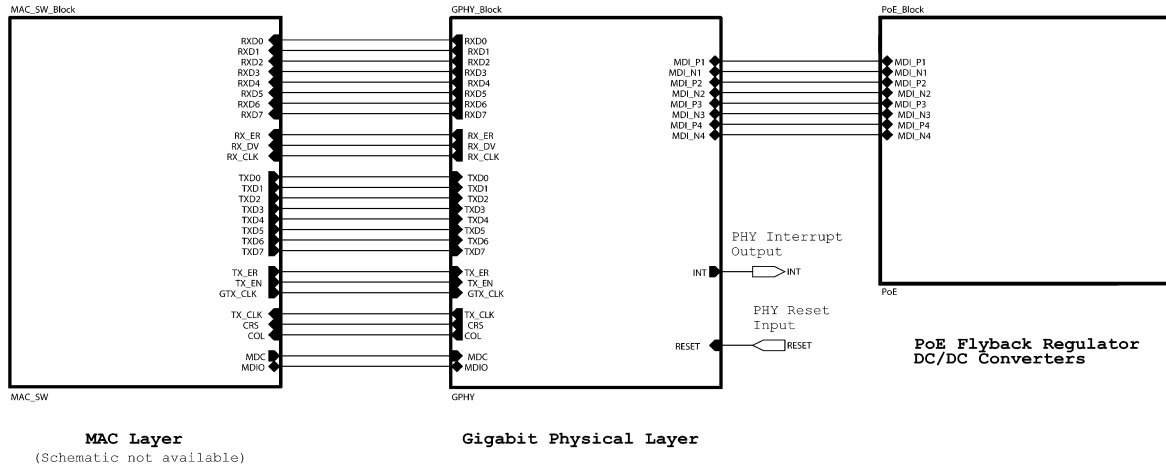
7.0 以太网馈电参考电路 (续)

7.2 顶层结构图

带DP83865的PoE用电设备参考设计顶层结构图

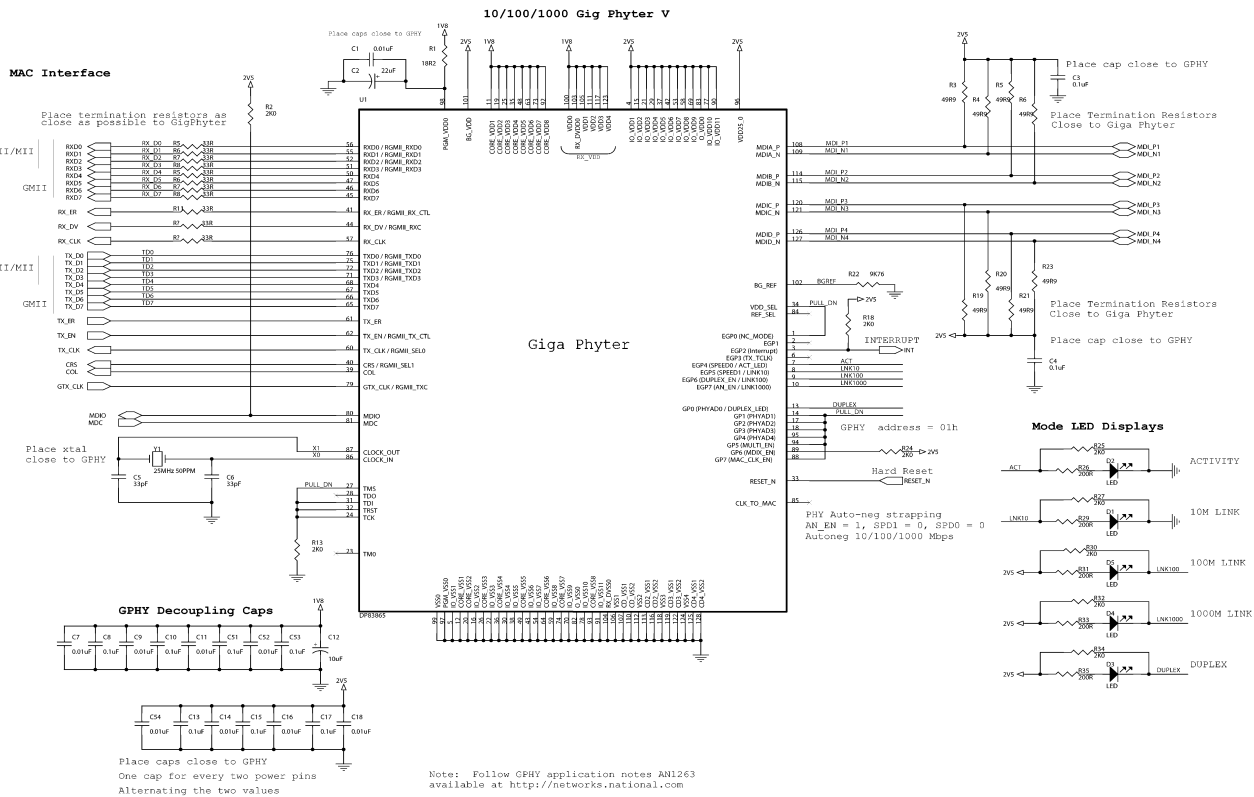
MAC SIDE

CAT5 SIDE



20169007

7.3 物理层

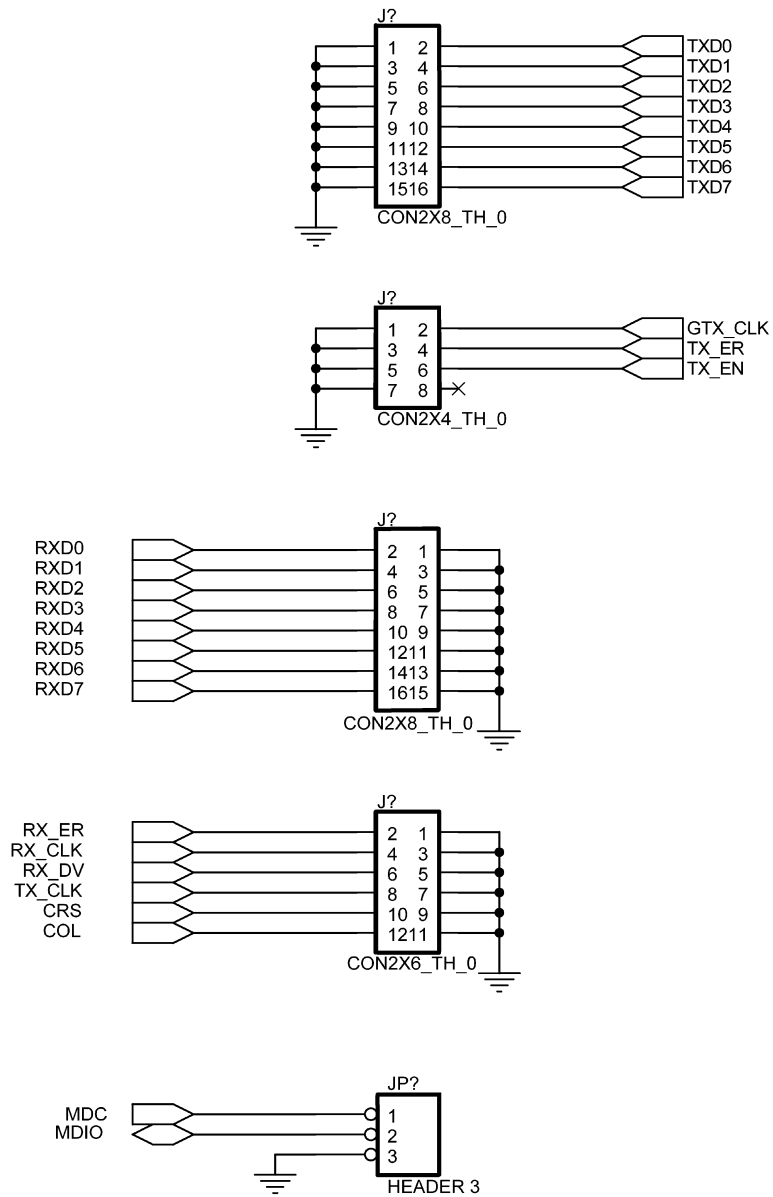


20169008

7.0 以太网馈电参考电路 (续)

7.4 Mac层或交换接口

Interface to MAC or IP Switch



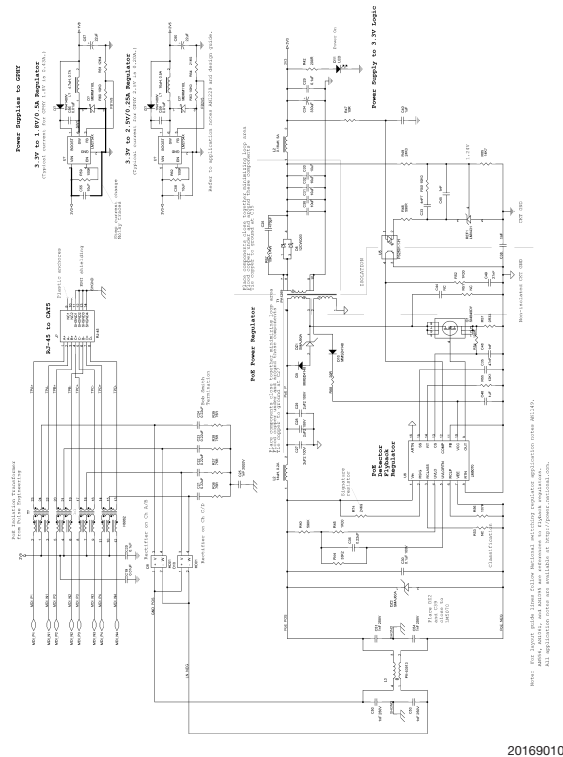
20169009

7.0 以太网馈电参考电路（续）

7.5 PoE电源

欲知更大尺寸的电路，请访问如下链接：

http://www.national.com/appinfo/networks/files/an1408_schematic.pdf



对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。

想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

www.national.com

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司