电路设计

千兆以太网防雷 & 防静电方案（电流型 PHY）

方案简介

1. 适用范围

非 PoE、四对双向 1000BASE-T；分立 RJ45 + 外置 TD 网变，有可靠机壳地/PE。适用于**外置分裂端接、中点交流接地、CT需偏置**的电流型 PHY。

2. 端接与偏置

R1-R8 各49.9Ω，**每对中点各经10nF接GND**，中点不直接接电源或GND。PHY侧CT接VCT，电压按PHY确定；C5-C8各100nF为本版就近旁路建议。

3. 磁件与触点

T1内为四路1:1隔离变压器 + 线缆侧CMC；A/B/C/D分别接RJ45的**1/2、3/6、4/5、7/8**，所有线对均传输数据，4/5及7/8不短接。

4. 分级防护

D1-D4为PHY侧低容双向差模TVS，各跨一对数据线。**G1-G4各从线缆侧CT接SHIELD**，引流点在75Ω前；SHIELD与可靠机壳/PE相连。

5. 共模端接与实现

四路CT各经RB1-RB4（75Ω）汇入BS，再经C9（1nF、≥2kV）接SHIELD；网口金属壳接同网。**GND与SHIELD分网。**防护器件须按PHY与试验条件选型，参数和依据见第3页。

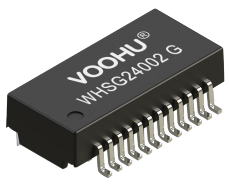
产品图示



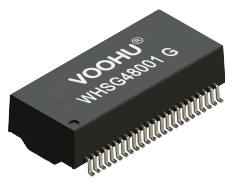
- SYT561188-AB1A3DY1027



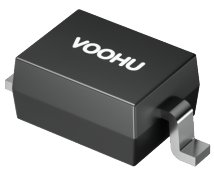
- SYT60S1188-AB1A6DY1008



- WHSG24002G



- WHSG48001G

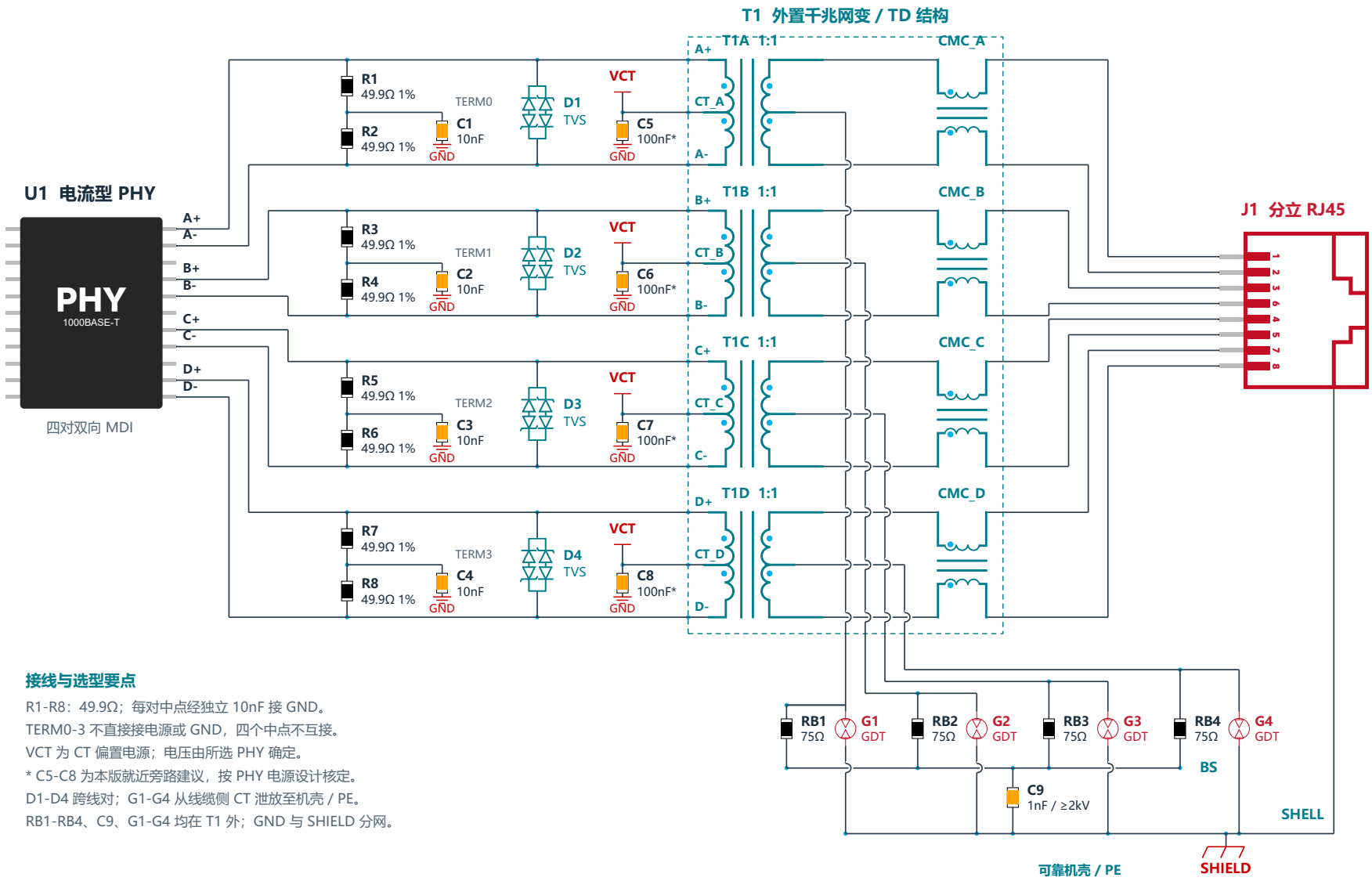


- WHTA3V30P8B



- WHGD090V1P0B

标准设计参考



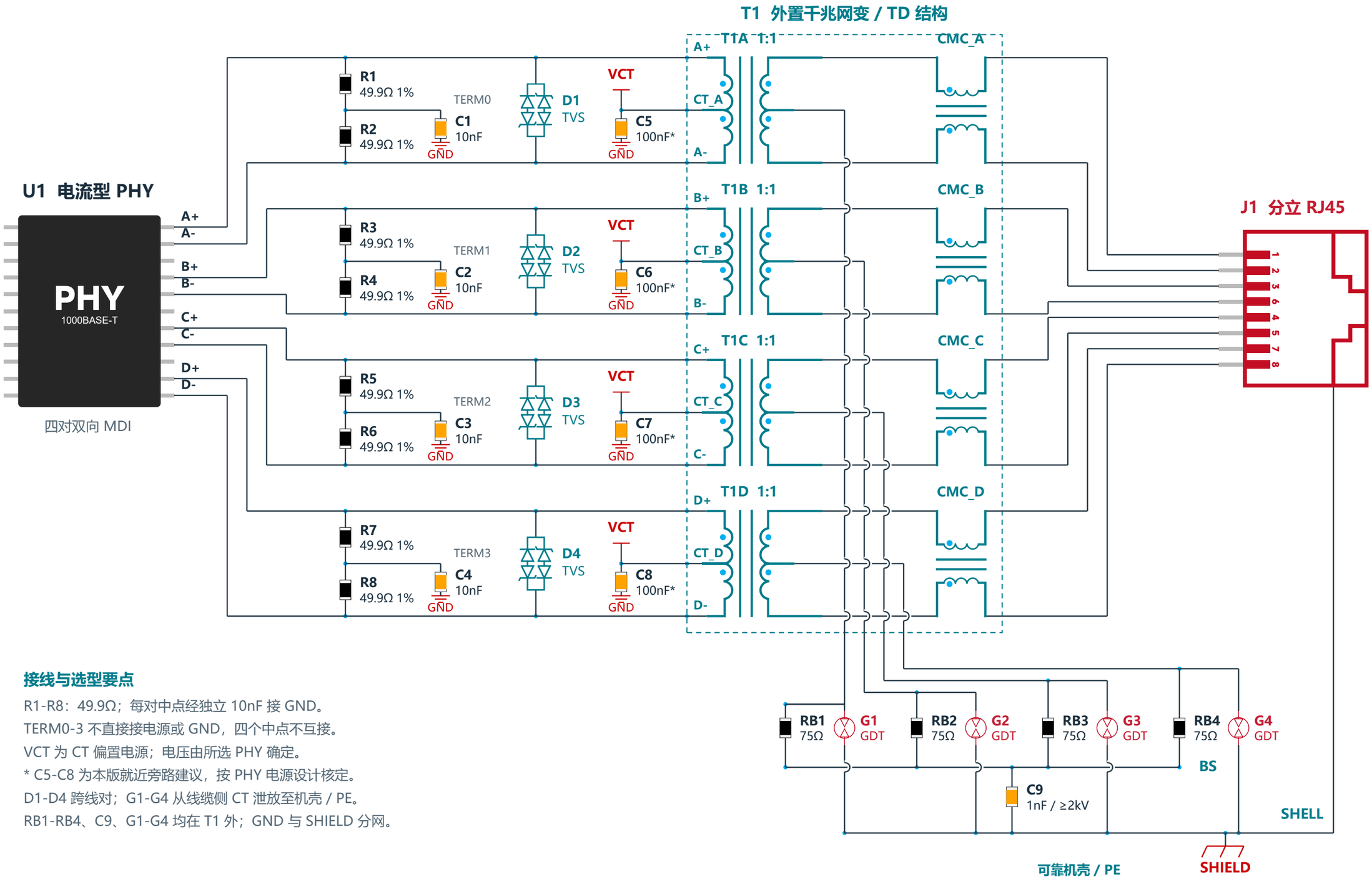
接线与选型要点

R1-R8：49.9Ω；每对中点经独立 10nF 接 GND。
TERM0-3 不直接接电源或 GND，四个中点不互接。
VCT 为 CT 偏置电源；电压由所选 PHY 确定。
* C5-C8 为本版就近旁路建议，按 PHY 电源设计核定。
D1-D4 跨线对；G1-G4 从线缆侧 CT 泄放至机壳 / PE。
RB1-RB4、C9、G1-G4 均在 T1 外；GND 与 SHIELD 分网。

参考电路用于设计选型；最终连接、器件参数与防护性能按实际选型及整机验证结果确定。

千兆以太网防雷 & 防静电方案（电流型 PHY）

1000BASE-T | 非 PoE | 外置分裂端接 / CT 偏置 | 可靠机壳地 / PE



接线与选型要点

R1-R8：49.9Ω；每对中点经独立 10nF 接 GND。
TERM0-3 不直接接电源或 GND，四个中点不互接。
VCT 为 CT 偏置电源；电压由所选 PHY 确定。
* C5-C8 为本版就近旁路建议，按 PHY 电源设计核定。
D1-D4 跨线对；G1-G4 从线缆侧 CT 泄放至机壳 / PE。
RB1-RB4、C9、G1-G4 均在 T1 外；GND 与 SHIELD 分网。

功能端名不代表封装脚号；RJ45数字为线缆触点。实心点为连接，绕组旁点为同名端，跨线弧为不连接。保护参数选型见第3页。

器件作用、采用依据与验证条件

本图采用千兆电流型实例的端接，并组合GDT与差模TVS防护。各级有公开原厂依据；组合方案尚未经过整机测试，不能直接宣称任何kV防护等级。

器件 / 参数	数量与位置	设计理由与约束	采用依据
U1 / R1-R8 / C1-C4	1 PHY；8R、4C	仅适用本图端接架构。每对2×49.9Ω（±1%），中点经10nF接GND；四中点不直接互连、不直连VCT或GND。用独立中点降低共模耦合，差分端接约100Ω。	E1 第7张；电阻精度为工程建议
VCT / C5-C8	4颗100nF*，T1外	PHY侧四CT接偏置电源。88E1111实例为2.5V；其他PHY不能直接套用。*每CT附近100nF为本版工程旁路建议，容量、数量与供电滤波按选定PHY和PCB电源设计核定。	VCT：E1、E2；旁路配置：工程建议
T1A-T1D / CMC	4通道，均在T1内	1:1隔离变压器 + 线缆侧CMC构成TD结构，保持同名端与极性对应。磁件须满足目标PHY的插损、回损、电感、平衡和绝缘要求；另校核CT浪涌回路中绕组及CMC的承受能力。	结构：E3 图7；参数按PHY/磁件原厂
D1-D4 / 双向TVS	4个差模保护通道	PHY侧跨接各对P/N，靠近网变。选低电容、适配千兆信号的器件；VRWM覆盖正常差分摆幅，实际浪涌电流下的箝位与能量需匹配PHY瞬态耐受。无统一可直接套用的电压值。	E4 图4；具体型号、参数待选
G1-G4 / GDT	4路，T1外	每路线缆CT在75Ω之前经GDT接SHIELD/PE。其火花放电电压、冲击电流、残压和动作差异须与磁件、TVS及端口绝缘试验配合；不得仅按旧稿的90V直接选用。	局部接法：E5 p8；非PoE组合：工程设计
RB1-RB4 / 75Ω	4颗，T1外	线缆侧四CT分别串75Ω后汇入BS，用于共模端接。不能代替GDT/TVS；须核算GDT动作前及剩余浪涌的脉冲功率。±1%为工程选型建议。	连接与阻值：E3 p11；脉冲校核：工程要求
C9 / 1nF、≥2kV	1颗，T1外	BS经高压电容接SHIELD，为高频共模提供回路。≥2kV是参考器件耐压建议，需按具体AC/DC额定值、绝缘与剩余浪涌核定；不代表系统可承受2kV或更高浪涌。	E3 p11；最终绝缘配合另核
J1 / GND / SHIELD	分立RJ45；分网	A/B/C/D对应1/2、3/6、4/5、7/8。SHELL、GDT及C9回到可靠机壳/PE；GND只在PHY侧，本图无固定GND-SHIELD耦合支路。实际焊脚、LED及完整PHY外围按选型补齐。	E3；用户确认可靠机壳/PE；本图映射

原厂资料与采用边界（点击厂商名称打开）

E1 • Altera
Cyclone IV GX 开发板，150-0311002-B1 Rev.B，2010-03-03。第7/15张原理图：88E1111 每对两颗49.9Ω，中点各经0.01μF接地；只采用千兆端接实例，不沿用该板整机接地。

E2 • Marvell
88E1111 数据手册，MV-S100649-00 Rev.M，2020-08-31。p190 §4.4.3、表125：外部磁件CT供电为2.5V。此值只对应88E1111，本通用图保留VCT，由选定PHY确定。

E3 • Texas Instruments
TIDA-00204 设计指南，TIDU832B，2017-07。p11 §2.3.1.1.3、图7：四路线缆CT各经75Ω，再经共用1000pF电容接机壳，建议耐压≥2kV。只采用线缆侧网络，不复制其电压型PHY端接或测试等级。

E4 • Semtech
Ethernet Protection Methodology，2020-02-19。图4及结论：TVS跨接线对、位于PHY侧；按PHY损伤阈值及浪涌电流核定。本文不据此承诺本版的保护等级。

E5 • Littelfuse
General Port Protection，2024，p8。p8原图为PoE++：这里只借用四路线缆CT经GDT泄放至地的局部拓扑；移植为非PoE并与E1/E4组合属于工程设计，尚未验证整机性能。

落板与防护验证

MDI按100Ω差分阻抗设计；端接紧靠PHY、TVS靠近磁件，支路短且成对对称。GDT至PE回路短宽，与PHY侧布线及参考平面分隔。确定ESD/浪涌等级、波形、耦合方式、源阻抗及判据后，验证链路、信号完整性、残压、器件脉冲应力和绝缘。此版不含PoE、直击雷或持续工频故障防护；展示产品未作匹配确认。