电路设计

10G BASE-T 防雷防静电 & 电流型PHY

方案简介

1. 结构与适用条件

非 PoE；分立屏蔽 RJ45、四通道外置网变及可靠机壳地/PE。主图限定于**片内 MDI 端接、CT 需外部偏置、无需 CMS**的 PHY 架构；具体型号与配套参数尚未完成适配，当前为架构整改稿。

2. 数据接口与 CT 偏置

A-D 为四对双向 MDI，依次接 RJ45 的 1/2、3/6、4/5、7/8。VCT_A-D 分别表示各 CT 的待核定偏置；C1-C4 各自就近旁路到 GND。电压、容值及 CT 能否共用电源均按所选 PHY 原厂图确定。

3. 隔离与共模端接

M1 为四路 1CT:1CT 隔离网变及线缆侧两线 CMC。四个线缆侧 CT 各经 75Ω 汇入 BS，再经 CBS（1nF/HV*）接机壳地；四路对称布置。所有八个触点均用于数据传输。

4. 防护与回流

D1-D4 分别跨接 PHY 侧差分对。G1-G4 从线缆侧 CT 接 PE，须满足高耐压与动态放电配合；不将其默认成低压放电管。金属壳直接接同一 PE，电路 GND 分网。Bob Smith 不替代浪涌保护。

5. 设计目标与实现边界

W1：共模 ±4kV、差模 ±2kV；E4：接触 ±8kV、空气 ±15kV。P1/P2 均为 1500Vrms/60s；浪涌与静电均按 R2 自动恢复。上述为试验目标；PHY 适配、保护选型及整机结果仍须验证。

产品图示



- SYT561188-AB1A3DY1027



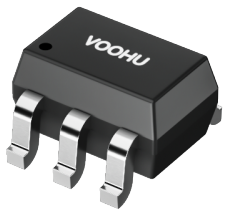
- SYT60S1188-AB1A6DY1008



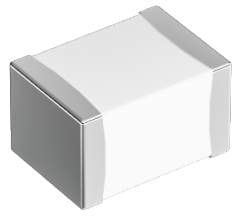
- WHSM24002G



- WHSM24P04P G

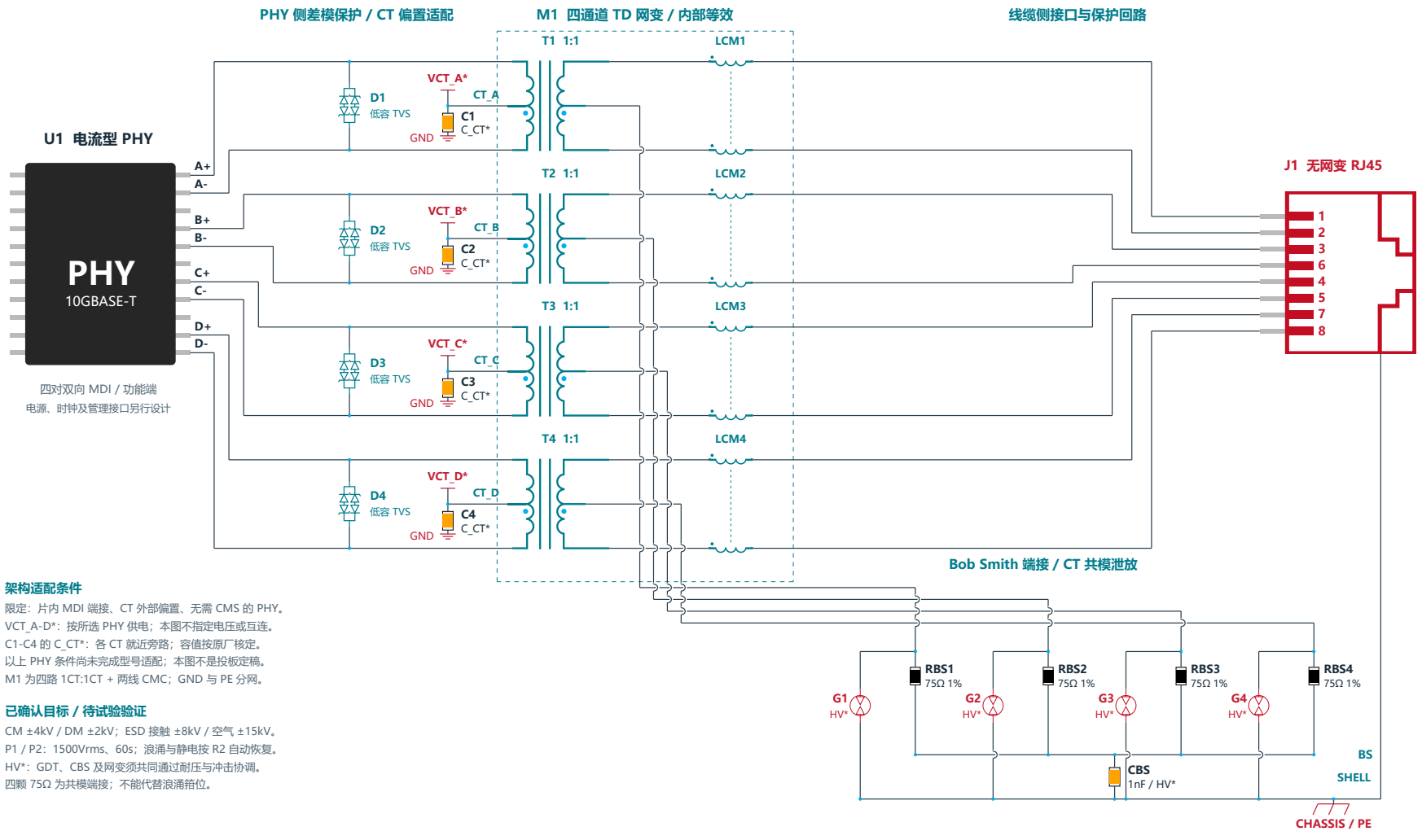


- WHTA5V01P2C



- WHGD200V1P0B

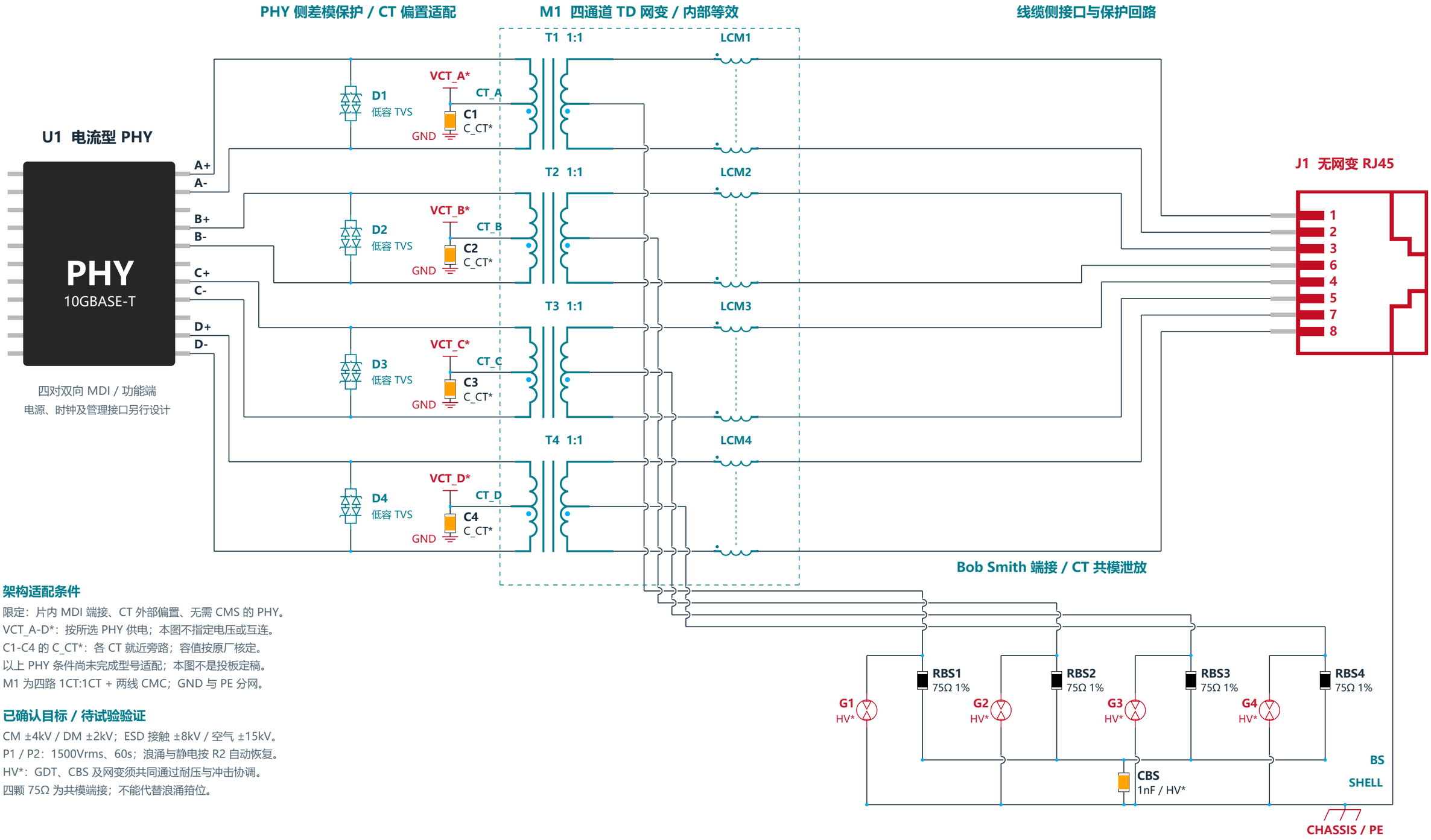
标准设计参考



注：四通道架构整改稿；PHY偏置/端接适配尚未闭合，保护与10G性能须验证，不能直接投板。

10G BASE-T 防雷防静电 & 电流型PHY

目标：CM ±4kV / DM ±2kV · ESD 接触 ±8kV / 空气 ±15kV · P1/P2 1500Vrms / 60s · R2 自动恢复



架构适配条件

限定：片内 MDI 端接、CT 外部偏置、无需 CMS 的 PHY。
VCT_A-D*：按所选 PHY 供电；本图不指定电压或互连。
C1-C4 的 C_CT*：各 CT 就近旁路；容值按原厂核定。
以上 PHY 条件尚未完成型号适配；本图不是投板定稿。
M1 为四路 1CT:1CT + 两线 CMC；GND 与 PE 分网。

已确认目标 / 待试验验证

CM ±4kV / DM ±2kV；ESD 接触 ±8kV / 空气 ±15kV。
P1 / P2：1500Vrms、60s；浪涌与静电按 R2 自动恢复。
HV*：GDT、CBS 及网变须共同通过耐压与冲击协调。
四颗 75Ω 为共模端接；不能代替浪涌箝位。

功能端名不代表焊脚号；虚线框为 M1 内部功能。同名端相连；实心节点连接，跨线弧不连接；CMC 虚线表示磁耦合。

10G 接口依据与新增防护的适用边界

四通道磁性结构按 Bel 原图核对；共模端接及保护方法采用 Semtech 等原厂资料。具体电流型 PHY、偏置及端接依据尚未闭合，当前为限定适配条件的架构图，不是已验证参考板的复刻。

器件 / 参数	数量与位置	连接、作用与选型条件	采用依据
U1 / VCT_A-D*	4 对双向 MDI 偏压待核定	本图以片内端接、CT外供电、无需CMS为适配前提，尚未找到可闭合全部条件的具体PHY原厂图。VCT电压/互连及外置端接需求不得由类型名称推定；不作为投板图。	PHY依据待补齐 [7][8]仅对照
M1 / T1-T4 LCM1-LCM4	4 × 1CT:1CT 4 × 两线 CMC	只保留四路数据磁性通道；CMC位于线缆侧，CT直接独立引出。内部功能位号不是八颗外置BOM器件；需与实际PHY及10G链路重新匹配。	[1] 匹配待验证
C1-C4 / C_CT*	4 × CT 旁路 容值待核定	各接本对VCT与电路GND，就近设置；不默认共接电源，不默认2.5V或4.7μF。选定PHY后核定容值、耐压、有效容量及供电去耦。	PHY原厂图待定
RBS1-RBS4 CBS	4 × 75Ω 1% 1nF / HV*	四个线缆CT经75Ω汇入BS，CBS隔直回机壳，用于共模端接；1%为工程选配。脉冲能量、CBS的AC/冲击能力与寄生待验证，1nF不代表防护等级。	[2] 精度/HV*工程准入
D1-D4	4 × 低容双向 PHY侧跨对	抑制传至PHY侧的差模应力；工作电压覆盖信号，残压低于PHY瞬态边界，校核寄生/能量。原厂示例500V不能外推为本版2kV差模通过。	[2] 器件待选型
G1-G4 / HV*	4 × 高耐压GDT 线缆CT至PE	须满足装配状态P2且不动作，并核对最大动态放电电压。高耐压GDT未必在4kV内触发；网变、CBS及间距不能依赖其必然导通，须验证5kV工程裕量。	[3][4] 工程扩展
J1 / GND / PE	屏蔽无网变RJ45 非 PoE	1/2、3/6、4/5、7/8保持四个完整差分对；壳直接接可靠机壳PE。电路GND分网；线缆CT回路及保护件不跨接到PHY侧GND。	[1][2] 整机接地设计

本版测试条件与验收目标

浪涌 W1 / R2	CM ±4kV：8线共模，40Ω耦合 + 2Ω源；DM ±2kV：逐对两线的项目附加42Ω浮置回路。
耦合与波形	CM按IEC表10校准，4kV时总Isc标称96A；10G透明性另验。发生器8/20μs不等于CDN输出波形。
静电 E4 / R2	接触±8kV、空气±15kV；包括适用可触及位置及间接放电。测试点与次数见完整规约。
P1 / P2 / R2	P1、P2均1500Vrms、50/60Hz、60s；保护装齐。工程限60s内自动恢复10G，禁止人工复位。

官方出处（点击编号与厂商名称打开原文）

[1] • Bel　S558-10GB-05，电气图 Rev.E / 2020-06-29，下载 PDF p1

[2] • Semtech　Ethernet Protection Methodology，2020-02-19，Fig.1 / Fig.4

[3] • Littelfuse　General Port Protection Spotlight，2024，p8 / p10

[4] • Bourns　GDT28H，p1：AC耐压、冲击放电电压及浪涌额定值

[5] • IEC　61000-4-5:2014+A1:2017；已核对2014正文§6.3.3.3、表9/10

[6] • IEC　61000-4-2:2025；系统级接触/空气及间接放电方法

[7] • Intel　X540 Datasheet v3.1，§13.2.2-13.2.4、§13.2.8（排除性对照）

[8] • Intel　X550 Datasheet Rev2.7，§13.2.7 / p1148（排除性对照）

验证范围

状态：四通道架构整改稿，PHY依据尚未闭合。已完成图文、连接和素材核查；未执行原生EDA ERC或实物试验。主图的VCT*、C_CT*与端接适配须先取得具体PHY原厂图，再形成可投板版本。已确认的防护目标保持不变；Cat6A U/UTP为测试基线，5kV裕量及60s恢复限为工程约定。完整程序、准入及待办见资料包09/11。