

采用冗余协议的 48/66/102G 时间敏感型网络以太网交换芯片系列

亮点

- 48 Gbps 至 102 Gbps 可扩展 TSN 交换芯片系列
- 最多 30 个千兆端口
- 通过 10 x 10G SerDes 实现灵活端口配置
 - 10GBASE-KR
 - 10GBASE-R
 - 10G-USXGMII
 - 5GBASE-KR
 - 5GBASE-R
 - 5G-USXGMII
 - QSGMII
 - 2.5GBASE-KX
 - 2.5GBASE-X
 - 2.5G SGMII
 - 1000BASE-KX
 - 1000BASE-X
 - SGMII
 - 100BASE-FX
- 支持 2x RGMII/RMII (10/100/1000 Mbps)
- 通过 SGMII+ 支持 802.3bz 2.5G 以太网
- 1000 MHz Arm® Cortex® A53 CPU 子系统
 - PCIe®, DDR3/DDR4 和 USB
- 硬件安全加速器
- 包括 FRER 的全套 TSN 标准 (仅限 LAN969xTSN/LAN969xRED)
- 完整的 AVB 音视频桥接
- 硬件上支持工业 MRP 和 DLR 冗余
- 硬件上支持工业 HSR 和 PRP 冗余 (LAN969x 仅限 RED)
- 356 引脚 FCBGA (17 x 17 mm) 封装
- 工业级 (-40°C 环境温度至 +110°C 结温) / 商业级 (0°C 环境温度至 +105°C 结温)

目标应用

- 工业与过程自动化基础设施连接
- 交通运输
- 电网自动化
- 变电站自动化
- 环状拓扑与环内拓扑
- TSN 基础设施

主要优势

- **交换芯片功能**
 - 全线速、无阻塞交换芯片内核，端口速度覆盖 10 Mbps 至 10 Gbps
 - 最多 30 个 10/100/1000 Mbps 全 / 半双工端口
 - 支持 IEEE 802.1Q™ C 标记和 S 标记 VLAN
 - 16K MAC 表
 - 4K VLAN
 - 16K 非哈希 MAC 流表
 - 用于 TSN 流量隧道传输的高级 TCAM 分类及 VLAN 压入 / 弹出
 - 广播 / 未知单播 / 多播监管器
 - 多生成树协议
 - 快速生成树协议
 - IPv4/IPv6 单播与多播第 2 层交换，支持最多 16K 组和 1K 端口屏蔽
 - Pv4/IPv6 单播与多播第 3 层转发 (路由)，支持反向路径转发 (Reverse Path Forwarding, RPF)
 - 支持 IGMPv2、IGMPv3、MLDv1 和 MLDv2
 - 节能以太网 (EEE) (IEEE 802.3az™)
- **时间敏感型网络 (Time Sensitive Networking, TSN) (仅限 LAN969xTSN/LAN969xRED)**
 - 1K 单向 TSN 流
 - IEEE 802.1Qbv™-2015——时间感知整形
 - IEEE 802.1Qbu/802.3br™——帧抢占
 - IEEE 802.1Qav™ AVB——流量整形
 - IEEE 802.1Qci™-2017——逐流过滤与监管
 - 借助用于提高可靠性的 IEEE 802.1CB™ 帧复制与消除技术 (FRER) 实现冗余
 - 保护交换 (线形或环形)
 - 支持 802.1CM/D2.2 TSN 前传功能
 - 可基于每个 TSN 流选择直通转发
- **定时与同步 (仅限 LAN969xTSN/LAN969xRED)**
 - 通过外部 Microchip PHY 中的 MACSec 实现精准时间标记
 - IEEE 1588v2™ 1 步和 2 步同步机制，适用于普通时钟、边界时钟与透明时钟
 - IEEE 802.1AS™-2020——1 步和 2 步同步
 - 硬件处理与 PTP 帧生成，以减轻 CPU 帧生成负载
 - 多域硬件时间标记
 - 高精度、亚纳秒级精度
 - 来自最多两个端口的同步时钟与 1PPS 输入
 - 同步以太网 /1PPS，支持从任意端口恢复 8 路时钟输出
 - 在启用抢占的端口上，对快速流量和抢占流量进行精准的时间标记

LAN969X

• 服务质量

- 12 Mb 集成共享数据包存储器
- 每个端口支持八个 QoS 等级，确保不同速率的入口端口在竞争同一出口端口和优先级时的公平性
- 基于 TCAM 的 QoS 分类，可根据第 2 层至第 4 层的信息进行模式匹配
- 由 VCAP™ IS2 选择的双速率监管器，每个端口配备 8 个双速率优先级监管器和 4 个单速率端口监管器
- 针对 VLAN 标签和 DSCP 值的灵活 1K 入口 QoS 映射和 2K 出口 QoS 映射
- 低延迟直通转发模式
- 基于优先级的流量控制 (PFC) (IEEE 802.1Qbb™)

• CPU 子系统

- 1000 MHz Arm Cortex A53，支持 TrustZone®
- L1 32 KB 指令缓存 / 32 KB 数据缓存，L2 256 KB 高速缓存
- 芯片上集成 2 MB ECC SRAM
- 最高 2 GB DDR3/DDR3L/DDR4 (可选)
- eMMC/SD、QSPI 和 8 线 SPI，可用于引导等功能
- ROM 中的安全自举程序
- 基于 Arm 可信固件的安全引导方法
 - 加密库
 - 用于引导与 DDR 加密的硬件安全加速器
 - 一次性可编程不可变密钥存储
 - 一旦引导至安全环境，客户即可在非安全环境中实现协议
- 安全 JTAG
- 外设
 - PCIe 3.0 端点
 - USB 2.0 设备 / 主机 ULPI. 外部 USB PHY
 - 双线接口 / UART/SPI
 - QSPI
 - 8 线 SPI
 - 双 CAN FD
 - 支持 eMMC

• 功能安全元件

- 具备待机时钟切换的系统时钟监视器
- 支持故障注入的存储器检查
- 交换芯片与 CPU RAM 上的 ECC
- SHA-256 安全引导
- 引导时硬件自动自检功能
- 性能监视计数器
- 过温故障检测

• 借助硬件辅助的逐端口冗余协议选择

- IEEE 802.1CB™-2017——提高可靠性的帧复制与消除 (FRER) 技术 (仅限 LAN969xTSN 和 LAN969xRED)
- IEC 62439-3:2022——并行冗余协议 (Parallel Redundancy Protocol, PRP) (仅限 LAN969xRED)
- IEC 62439-3:2022——高可靠性无缝冗余 (HSR) (仅限 LAN969xRED)

- IEC 62439-2:2016——媒体冗余协议 (Media Redundancy Protocol, MRP) (仅限 LAN969xTSN 和 LAN969xRED)
- ODVA 设备级环网 (Device Level Ring, DLR) (仅限 LAN969xTSN 和 LAN969xRED)
- IEC 61158-6-10——带计划复制的介质冗余 (Media Redundancy with Planned Duplication, MRPD) (仅限 LAN969xTSN 和 LAN969xRED)
- G.8031 ELPS 与 G.8032 ERPS

• 安全性

- SHA256/512 Digest 引擎 (用于快速安全引导)
- ECDSA 加密加速器
- 可选择加密 / 解密闪存中的固件代码 (AES-128/256)
- OTP 不可变密钥存储
- 在物理硬件 ROM 中实现真正的不可变引导 ROM
- 支持 OTA (无线) 更新，通过以太网端口重新刷写
- IEEE 802.1X™ 端口与 MAC 身份验证
- 多功能内容感知处理器 (Versatile Content Aware Processor, VCAP) 数据包过滤引擎，通过 ACL 实现入口和出口数据包检查，每帧支持四次入口查找，每个出口帧副本支持两次出口查找
- 分层 VLAN ACL 与路由器 ACL
- 针对泛洪广播、泛洪多播和泛洪单播流量的风暴控制器
- 逐端口、逐地址注册，用于复制 / 重定向 / 丢弃
- 64 个用于入口和出口 ACL 的单速率监管器

• 管理

- VCore-IV™ CPU 系统，集成了具有 MMU 和 DDR3/DDR4 SDRAM 控制器的 1 GHz Arm Cortex A53 CPU
- PCIe 1.x/2.0/3.0 CPU 接口
- 通过 DMA 实现 CPU 帧提取 (8 个队列) 和注入 (2 个队列)，支持以太网端口与 CPU/PCIe 之间的高效数据传输
- 安全 JTAG CPU 调试接口
- 可配置的 16 位 ECC DDR3/DDR4 SDRAM 接口，支持最多 2 GB 存储器
- eMMC、QSPI 闪存接口 (用于快速安全引导操作) 和集成的 2 MB ECC SRAM
- 67 个引脚共用的通用 I/O:
 - 串行 GPIO 和两个 LED 控制器，最多可控制 30 个接口，每个接口有 4 个 LED
 - 三个 PHY 管理控制器 (MIIM)
 - 双 UART
 - 两个内置的双线串行接口多路复用器
 - 外部中断
 - 1588 同步 I/O
 - SFP 信号丢失输入
- 通过 PCIe 或 SPI 对寄存器进行外部访问
- 逐端口计数器集，支持 RMON 统计组 (RFC 2819) 和 SNMP 接口组 (RFC 2863)
- 支持多种 CPU 模式：仅内部 CPU、仅外部 CPU 或双 CPU

致 客 户

我们旨在提供最佳文档供客户正确使用 Microchip 产品。为此，我们将不断改进出版物的内容和质量，使之更好地满足您的需求。出版物的质量将随新文档及更新版本的推出而得到提升。

如果您对本出版物有任何问题和建议，请通过电子邮件联系我公司 TRC 经理，电子邮件地址为 CTRC@microchip.com。我们期待您的反馈。

最新数据手册

欲获得本数据手册的最新版本，请访问我公司网站：

<http://www.microchip.com>

查看数据手册中任意一页下边角处的文献编号即可确定其版本。文献编号中紧跟数字串后的字母是版本号，例如：DS30000000A_CN 是文档的 A 版本。

勘误表

现有器件可能带有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。一旦我们了解到器件 / 文档存在某些差异时，就会发布勘误表。勘误表上将注明其所适用的硅片版本和文件版本。

欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

- Microchip 网站 <http://www.microchip.com>
- 当地 Microchip 销售办事处（见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本（包括文献编号）。

客户通知系统

欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 www.microchip.com 上注册。

LAN969X

1.0 简介

1.1 产品概述

LAN969x以太网交换芯片系列提供了丰富的交换功能和端口配置（最多30个端口），端口速率覆盖10 Mbps至10 Gbps，非常适合工业与过程自动化基础设施应用、交通运输、电网自动化、变电站自动化以及环状拓扑与环内拓扑。LAN969x系列具备硬件与软件兼容性，并支持扩展，可支持48 Gbps至102 Gbps的交换带宽。

该系列具备时间敏感型网络（TSN）所需的完整功能特性（仅限LAN969xTSN/LAN969xRED），包括帧抢占、直通转发、提高可靠性的帧复制与消除技术、增强型调度（时间感知整形、循环排队和转发）以及逐流监管与过滤。结合对IEEE 1588和IEEE 802.1AS的定时支持以及同步以太网功能，可确保实现低延迟的确定性网络。

所有LAN969x器件通过G.8031以太网线性保护切换（Ethernet Linear Protection Switching, ELPS）和G.8032以太网环形保护切换（Ethernet Ring Protection Switching, ERPS）提供硬件辅助的逐端口网络冗余。此外，LAN969xTSN和LAN969xRED支持完整的冗余功能，包括提高可靠性的IEEE 802.1CB-2017帧复制与消除（FRER）技术、IEC 62439-2 2016媒体冗余协议、ODVA设备级环网（DLR）以及IEC 61158-6-10带计划复制的介质冗余（MRPD）。LAN969xRED还支持IEC62439-3 2022并行冗余协议（PRP）和IEC62439-3 2022高可靠无缝冗余（HSR）。

LAN969x系列具备高度灵活的以太网端口配置，支持RGMII、SGMII、QSGMII、USGMII和USXGMII。它集成功能强大的1 GHz单核Arm Cortex-A53 CPU，可全面管理交换芯片和高级工业应用。LAN969x系列适合需要具备大量端口的10M/100M/1G/2.5G/5G/10G交换链路的信息安全与功能安全关键型应用。该系列通过以下功能来确保安全性：基于多功能内容感知处理器（VCAP）的TCAM帧处理、用于快速安全引导的Arm可信固件方法、用于引导和代码加密的加密库与硬件安全加速器，以及一次性可编程不可变密钥存储。

LAN969x系列可根据Microchip客户的信任根制造流程，选择性地提供固件的安全引导与安全执行方式。LAN969x首先从片上ROM引导，后续引导阶段根据客户应用需求，以非安全、已认证或加密形式从外部闪存加载。安全引导操作使用客户制造期间编程到读保护片上OTP中的密钥。在开发阶段和非安全操作期间，可以使用存储在片上OTP中的Microchip默认密钥。

本文中单独标注了不适用于整个LAN969x系列的器件特定功能。表1-1汇总了系列成员之间的功能差异。表1-2详细列出了每个器件的主要参数。图1-1详细介绍了该系列器件之间的SerDes带宽差异。

表 1-1: LAN969X 系列特性汇总

特性	LAN9694 系列			LAN9696 系列			LAN9698 系列		
	LAN9694	LAN9694TSN	LAN9694RED	LAN9696	LAN9696TSN	LAN9696RED	LAN9698	LAN9698TSN	LAN9698RED
最大 I/O 带宽	48G	48G	48G	66G	66G	66G	102G	102G	102G
TSN 功能集		X	X		X	X		X	X
RedBox/HSR/PRP			X			X			X
QuadBox（2 个 HSR-HSR RedBox 互连）			X			X			X
2 个 RGMII 端口（10M/100M/1000M）	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1 个 PCIe® 3.0 接口	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1 GHz Arm® A53，支持 TrustZone®	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DDR 接口和外部主器件存储器选项	X	X	X	X	X	X	X	X	X
配备 2 MB 内部 ECC SRAM 的 QSPI 闪存	X	X	X	X	X	X	X	X	X

表 1-1: LAN969X 系列特性汇总 (续)

特性	LAN9694 系列			LAN9696 系列			LAN9698 系列		
	LAN9694	LAN9694TSN	LAN9694RED	LAN9696	LAN9696TSN	LAN9696RED	LAN9698	LAN9698TSN	LAN9698RED
IEEE 1588		X	X		X	X		X	X
IEEE 802.1AS™		X	X		X	X		X	X
L3 路由	X	X	X	X	X	X	X	X	X
USB ULPI	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAN		X	X		X	X		X	X
EtherCAT®		X	X		X	X		X	X
DLR/MRP		X	X		X	X		X	X
OAM IEEE 802.1ag		X	X		X	X		X	X
OT/IT 流量感知		X	X		X	X		X	X
商业级 (0°C 环境温度至 +105°C 结温)	X			X			X		
工业级 (-40°C 环境温度至 +110°C 结温)		X	X		X	X		X	X
SMBStaX 软件包	X			X			X		
IStaX 软件包		X	X		X	X		X	X
LMStaX 软件包		X			X			X	

表 1-2: LAN969X 系列产品参数

特性和端口配置	LAN9694 (所有)	LAN9696 (所有)	LAN9698 (所有)
最大带宽	48G	66G	102G
最大端口数量	30	30	30
最大 QSGMII 端口数量	6	6	6
最大 10GUSXGMII 端口数量	4	6	10
最大 5GUSXGMII 端口数量	8	10	10
最大 1G 端口数量	30	30	30
最大 1G SGMII 端口数量	10	10	10
最大 RGMII/RMII 端口数量	2	2	2
最大 100FX 端口数量	10	10	10
最大 2.5G 端口数量	18	22	22
最大 5G 端口数量	9	13	14
最大 10G 端口数量	4	6	10
SerDes 10G 通道	10	10	10
第 2 层交换			
数据包缓冲区	12 Mb	12 Mb	12 Mb
MAC 表大小	16K	16K	16K
第 2 层多播端口屏蔽	1K	1K	1K
超级 VCAP 块 (每块 3K x 52 位)	6	6	6
每个超级 VCAP 块的 VCAP CLM 条目 (52 位)	3K	3K	3K
每个超级 VCAP 块的 VCAP LPM 条目 (52 位)	3K	3K	3K
每个超级 VCAP 块的 VCAP IS2 条目 (312 位)	512	512	512

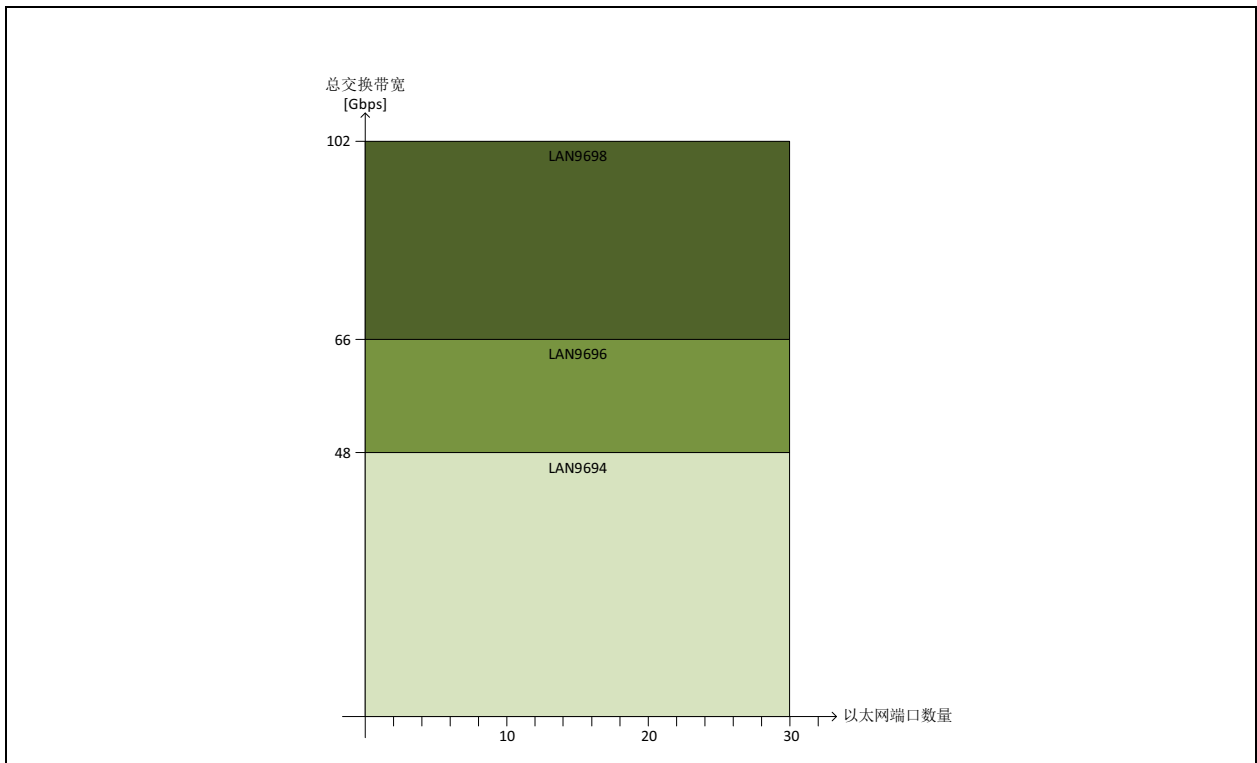
LAN969X

表 1-2: LAN969X 系列产品参数 (续)

特性和端口配置	LAN9694 (所有)	LAN9696 (所有)	LAN9698 (所有)
VCAP ES0 条目 (52 位)	1.5K	1.5K	1.5K
VCAP ES2 条目 (312 位)	512	512	512
第 3 层路由			
路由器分支链路	127	127	127
IPv6 前缀条目	256	256	256
每个分配给 VCAP LPM 进行单播路由的超级 VCAP 块的 IP 单播路由 / 主机 (64 位 DIP doe UPv6)	每个分配的 VCAP 块: IPv4: 3072 使用 IP6PFX 的 IPv6: 1536 不使用 IP6PFX 的 IPv6: 1024		
下一跳 /ARP 表条目	L3: ARP 具有 1024 个下一跳路由器条目。 下一跳主机数量同上。		
每个分配给 VCAP LPM 进行多播路由的超级 VCAP 块的 IP (S,G) 或 (*,G) 多播组	每个分配的 VCAP 块: IPv4: 1536 IPv6: 512		
多播路由器分支链路屏蔽	1023	1023	1023
ECMP	最大 16	最大 16	最大 16
服务质量和安全性			
出口队列	1 个队列优先级, 每个端口 8 个队列		
虚拟入口队列	每个优先级、每个入口端口 1 个队列		
入口 QoS 映射表条目	1K	1K	1K
出口 QoS 映射表条目	2K	2K	2K
每个分配给 VCAP IS2 的超级 VCAP 块具备的入口安全执行 (ACL) 规则 (312 位)	最大 3K	最大 3K	最大 3K
出口安全执行 (ACL) 规则 (312 位)	512 x (312 位规则)	512 x (312 位规则)	512 x (312 位规则)
TSN (注 1)			
FRER 复合流	128	128	128
FRER 成员流	256	256	256
FRER 序列发生器	1024	1024	1024
PSFP 最大 SDU 过滤器	256	256	256
具有 4 个门控条目的 PSFP 流门控	256	256	256
PSFP 监管器	256	256	256
TAS 门控列表 (1 个操作 +1 个管理)	60 (每个端口的操作 + 管理)	60 (每个端口的操作 + 管理)	60 (每个端口的操作 + 管理)
所有门控列表中的 TAS 门控条目总数	3K	3K	3K

注 1: 仅限 LAN969xTSN/LAN969xRED

图 1-1: 每个器件的 SERDES 带宽 / 端口限制



LAN969X

表1-3至表1-5中提供了每个器件的端口配置示例。这些示例详细说明了如何在多个可用接口之间最大限度地分配SerDes总带宽。相应数据手册的“端口编号和映射”部分提供了有关端口配置的更多详细信息。

表 1-3: LAN9694 端口配置示例

配置	SerDes 数量											以太网端口总数 (最大 30)	总 I/O 带宽 (最大 48 Gbps) [Gbps]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RGMII		
4x 10G + 6x 1G + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	10	48
4x 1G + 24x 1G (多路复用) + 2x RGMII	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	2x 1G	30	30
2x 10G + 26x 1G (多路复用) + 2x RGMII	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	26	48
2x 10G + 8x 1G + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	30
10x 2.5G + 2x RGMII	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	2x 1G	12	27
2x 10G + 2x 5G (多路复用) + 4x 2.5G (多路复用) + 6x 1G + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	4x 2.5G	2x 5G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	14	48
2x 10G + 2x 5G + 4x 2.5G + 2x 1G + 2x RGMII	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 5G	1x 5G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	44
6x 5G + 2x 5G (多路复用) + 3x 1G + 2x RGMII	1x 5G	1x 5G	1x 5G	2x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	2x 1G	13	45
8x 2.5G + 8x 2.5G (多路复用) + 2x RGMII	1x 2.5G	1x 2.5G	4x 2.5G	1x 2.5G	4x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	2x 1G	18	42

表 1-4: LAN9696 端口配置示例

配置	SerDes 数量											以太网端口总数 (最大 30)	总 I/O 带宽 (最大 66 Gbps) [Gbps]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RGMII		
6x 10G + 4x 1G + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	66
4x 10G + 24x 1G (多路复用) + 2x RGMII	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	30	66
4x 10G + 20x 1G (多路复用) + 1x 1G + 2x RGMII	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	4x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	27	63
2x 10G + 4x 1G + 4x 5G (多路复用) + 8x 2.5G (多路复用) + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	4x 2.5G	2x 5G	4x 2.5G	2x 5G	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	20	66
2x 10G + 2x 1G + 4x 5G + 8x 2.5G (多路复用) + 2x RGMII	1x 5G	1x 5G	4x 2.5G	1x 1G	4x 2.5G	1x 1G	1x 5G	1x 5G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	18	64
2x 10G + 4x 5G + 4x 2.5G + 2x RGMII	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	52
8x 5G + 4x 5G (多路复用) + 2x RGMII	1x 5G	1x 5G	1x 5G	2x 5G	1x 5G	2x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	1x 5G	2x 1G	14	62

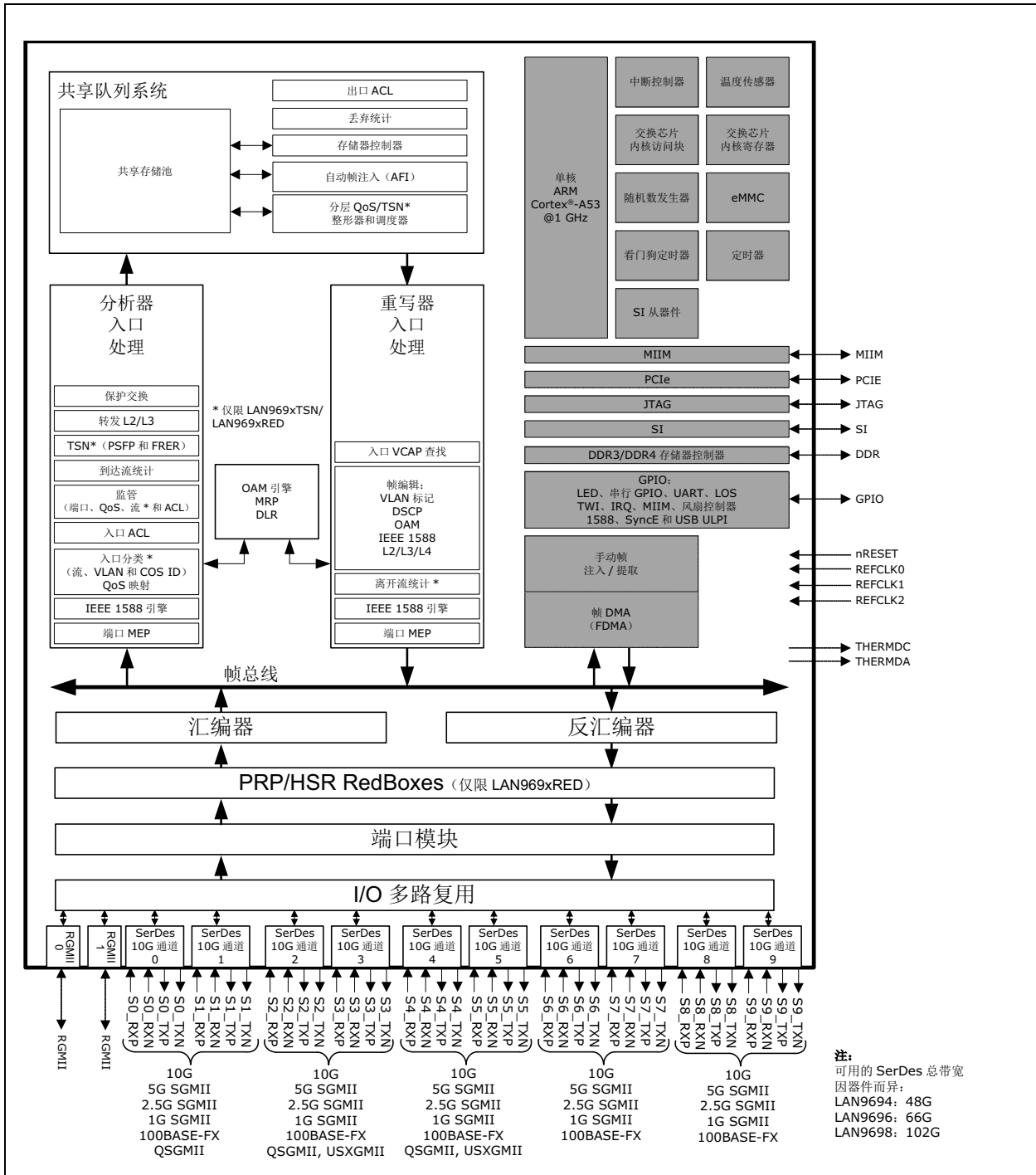
表 1-5: LAN9698 端口配置示例

配置	SerDes 数量											以太网端口总数 (最大 30)	总 I/O 带宽 (最大 102 Gbps) [Gbps]	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RGMII			
10x 10G + 2x RGMII	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	102
6x 10G + 4x 5G (多路复用) + 8x 2.5G (多路复用) + 2x RGMII	1x 10G	1x 10G	4x 2.5G	2x 5G	4x 2.5G	2x 5G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	20	102
8x 10G + 2x 1G + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	12	84
4x 10G + 4x 5G (多路复用) + 8x 2.5G (多路复用) + 2x SGMII + 2x RGMII	1x 1G	1x 1G	4x 2.5G	2x 5G	4x 2.5G	2x 5G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	20	84
4x 10G + 4x 5G + 8x 2.5G (多路 复用) + 2x RGMII	1x 5G	1x 5G	4x 3.5G	1x 5G	4x 2.5G	1x 5G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	18	82
4x 10G + 4x 5G (多路复用) + 4x 2.5G + 2x RGMII	1x 2.5G	1x 2.5G	1x 2.5G	2x 5G	1x 2.5G	2x 5G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	1x 10G	2x 1G	14	72

LAN969X

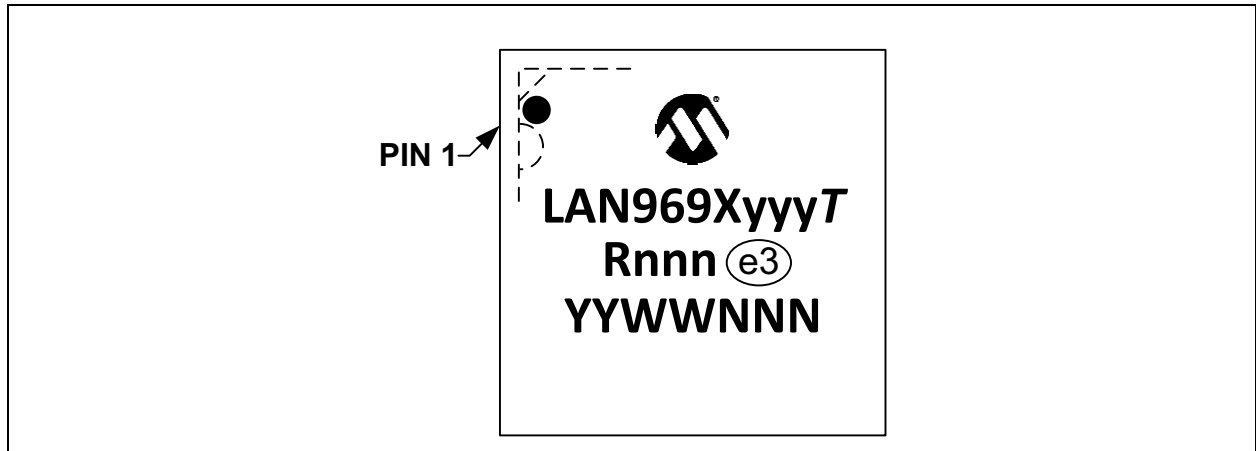
LAN969x 的内部框图如图 1-2 中所示。

图 1-2: LAN969X 内部框图



2.0 封装信息

2.1 顶部标记



图注:

- X 产品 SKU 的最后一位数字 (4 = LAN9694, 6 = LAN9696, 8 = LAN9698)
- yyy 功能选项 (空白 = 标准版、TSN = TSN 支持, 以及 RED = TSN/RedBox/HSR/PRP 支持)
- T 温度范围标识符 (标准版 v = 0°C 环境温度至 105°C 结温, TSN 和 RED 版 v = -40°C 环境温度至 110°C 结温)
- R 产品版本
- nnn 内部代码
- e3 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC® 无铅标志
- YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
- WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
- NNN 由字母数字组成的追踪代码

注: 如果 Microchip 部件编号无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制表示客户指定信息的字符数。

LAN969X

2.2 封装图和尺寸

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。

图 2-1: 356-FCBGA 封装 (图)

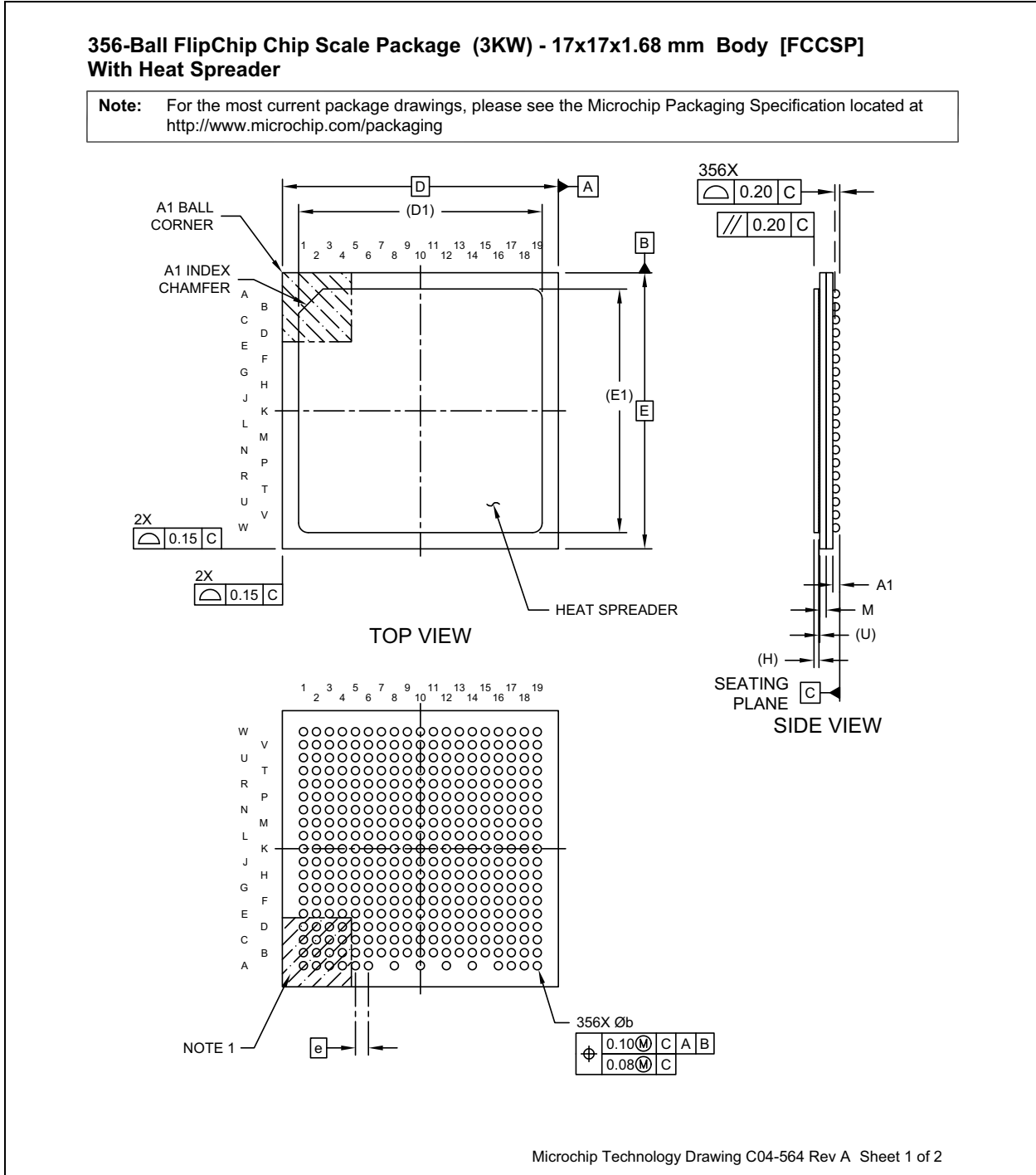
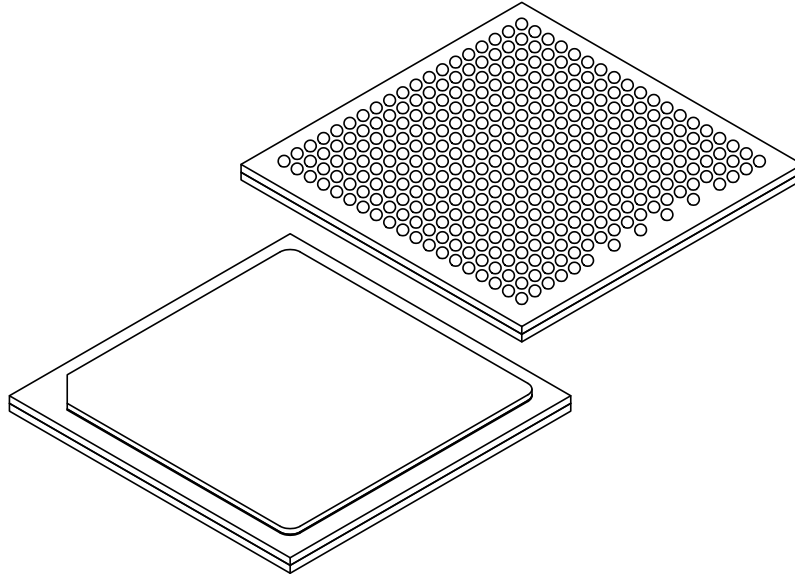


图 2-2: 356-FCBGA 封装 (尺寸)

**356-Ball FlipChip Chip Scale Package (3KW) - 17x17x1.68 mm Body [FCCSP]
With Heat Spreader**

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



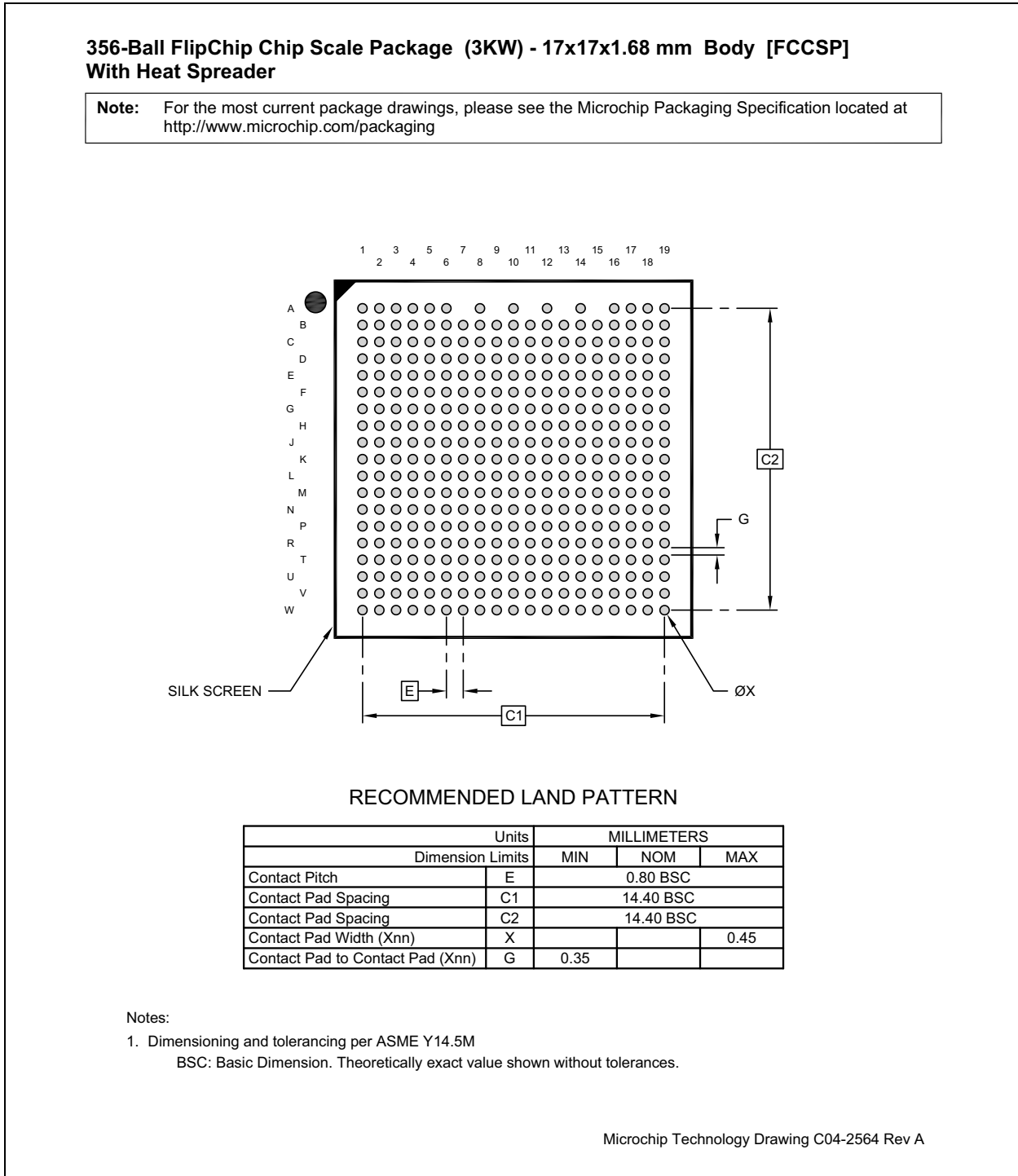
Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Terminals	N	356		
Pitch	e	0.80 BSC		
Overall Height	A	–	–	1.68
Ball Height	A1	0.37	0.42	0.47
Mold Cap Thickness	M	0.35	0.40	0.45
Head Spreader Attach Thickness	U	0.05 REF		
Heat Spreader Thickness	H	0.30 REF		
Overall Length	D	17.00 BSC		
Heat Spreader Length	D1	15.00 REF		
Overall Width	E	17.00 BSC		
Heat Spreader Width	E1	15.00 REF		
Ball Diameter	b	0.46	0.51	0.56

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
 BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
 REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-564 Rev A Sheet 2 of 2

图 2-3: 356-FCBGA 封装 (焊盘图案)



附录 A： 产品简介版本历史

表 A-1： 版本历史

版本号和日期	节 / 图 / 条目	修正
DS00004862D_CN (2025 年 5 月 5 日)	所有	更新了文档模板
DS00004862C_CN (2024 年 11 月 1 日)	—	• 删除了“引脚说明”部分。有关此器件的最新引脚信息，请参见相应的数据手册。
	主要优势	• 在“管理”要点下，将 SDRAM 从 8 GB 更新为 2 GB。
	封面：亮点和主要优势	• 删除了仅限汽车级的特性项目： - 符合功能安全标准 - 配套支持包括安全手册和FMEDA计算器（按需提供）
	所有	• 将最大带宽规格从 46G 更新为 48G。此更改仅适用于 LAN9694 型号。
DS00004862B_CN (2024 年 4 月 17 日)	—	• 更新了引脚说明、订购信息，并添加了顶部标记
DS00004862A_CN (2023 年 1 月 3 日)	所有	初始版本

LAN969X

产品标识体系

欲订货或获取价格或交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	[X]	-	[X]	/	XXX
器件	选项		温度范围		封装
器件:	LAN9694	=	46G 以太网交换芯片		
	LAN9696	=	66G 以太网交换芯片		
	LAN9698	=	102G 以太网交换芯片		
选项:	空白	=	标准 (无 TSN/RED 功能)		
	TSN	=	TSN 功能集		
	RED	=	TSN 和冗余 (HSR/PRP) 功能集		
温度范围:	V	=	0°C 环境温度至 +105°C 结温 (标准版)		
	V	=	-40°C 环境温度至 +110°C 结温 (TSN/RED 版)		
封装:	3KW	=	356 引脚 FCBGA (17 x 17 mm)		

示例:

- a) LAN9694-V/3KW
46G, 356 引脚 FCBGA
- b) LAN9694TSN-V/3KW
46G, TSN, 356 引脚 FCBGA
- c) LAN9694RED-V/3KW
46G, TSN/RED, 356 引脚 FCBGA
- d) LAN9696-V/3KW
66G, 356 引脚 FCBGA
- e) LAN9696TSN-V/3KW
66G, TSN, 356 引脚 FCBGA
- f) LAN9696RED-V/3KW
66G, TSN/RED, 356 引脚 FCBGA
- g) LAN9698-V/3KW
102G, 356 引脚 FCBGA
- h) LAN9698TSN-V/3KW
102G, TSN, 356 引脚 FCBGA
- i) LAN9698RED-V/3KW
102G, TSN/RED, 356 引脚 FCBGA

Microchip 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的客户通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com。在“支持” (Support) 下，单击“变更通知客户” (Customer Change Notification) 服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (FAE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 (FAE) 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档最后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://microchip.com/support> 获得网上技术支持。

Microchip 信息

商标

“Microchip”的名称和徽标组合、“M”徽标及其他名称、徽标和品牌均为 Microchip Technology Incorporated 或其关联公司和 / 或子公司在美国和 / 或其他国家或地区的注册商标或商标 (“Microchip 商标”)。有关 Microchip 商标的信息, 或访问 <https://www.microchip.com/en-us/about/legal-information/microchip-trademarks>。

ISBN: 979-8-3371-2916-7

法律声明

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品, 包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他任何方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为您提供便利, 将来可能会发生更新。您须自行确保应用符合您的规范。如需额外的支持, 请联系当地的 Microchip 销售办事处, 或访问 <https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services>。

Microchip “按原样”提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保, 或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或附带的损失、损害或任何类型的开销, Microchip 概不承担任何责任, 即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔, Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额 (如有)。

如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明, 在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 产品代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信: 在正常使用且符合工作规范的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为, 这种行为可能会违反《数字千年版权法案》(Digital Millennium Copyright Act)
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。