

华为 ES3000 V6 SATA SSD

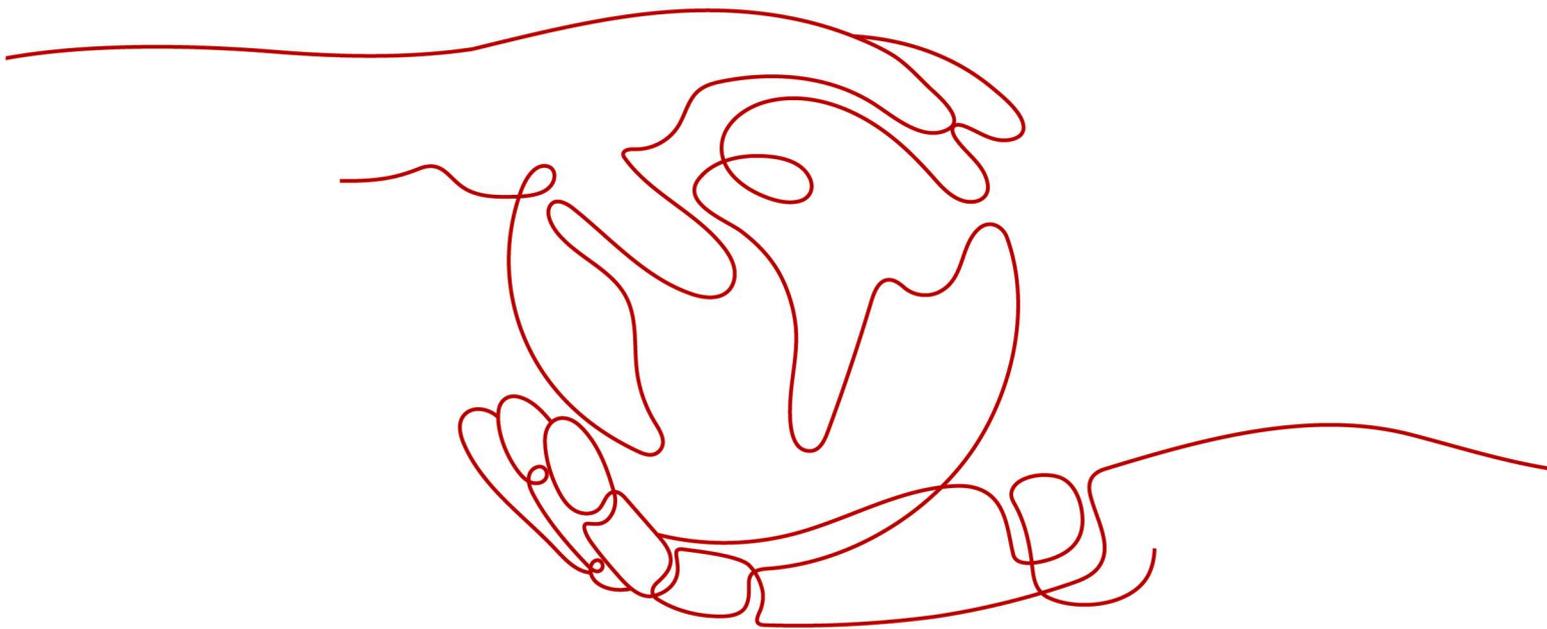
技术白皮书

文档版本

03

发布日期

2024-01-04



版权所有 © 华为技术有限公司 2024。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址： <https://e.huawei.com>

安全声明

产品生命周期政策

华为公司对产品生命周期的规定以“产品生命周期终止政策”为准，该政策的详细内容请参见如下网址：
<https://support.huawei.com/ecolumnsweb/zh/warranty-policy>

漏洞处理流程

华为公司对产品漏洞管理的规定以“漏洞处理流程”为准，该流程的详细内容请参见如下网址：
<https://www.huawei.com/cn/psirt/vul-response-process>

如企业客户须获取漏洞信息，请参见如下网址：

<https://securitybulletin.huawei.com/enterprise/cn/security-advisory>

华为预置证书权责说明

华为公司对随设备出厂的预置数字证书，发布了“华为设备预置数字证书权责说明”，该说明的详细内容请参见如下网址：

<https://support.huawei.com/enterprise/zh/bulletins-service/ENEWS2000015766>

华为企业业务最终用户许可协议(EULA)

本最终用户许可协议是最终用户（个人、公司或其他任何实体）与华为公司就华为软件的使用所缔结的协议。最终用户对华为软件的使用受本协议约束，该协议的详细内容请参见如下网址：

<https://e.huawei.com/cn/about/eula>

产品资料生命周期策略

华为公司针对随产品版本发布的售后客户资料（产品资料），发布了“产品资料生命周期策略”，该策略的详细内容请参见如下网址：

<https://support.huawei.com/enterprise/zh/bulletins-website/ENEWS2000017760>

前言

概述

本文档详细介绍华为新一代 SATA 固态硬盘 ES3000 V6 的系统设计、产品特点和产品规格等，让用户对 ES3000 V6 SATA SSD 有一个深入细致的了解。

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

- 技术支持工程师
- 维护工程师
- 用户

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
	表示如不避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
	表示如不避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
	表示如不避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
	用于传递设备或环境安全警示信息。如不避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。 “须知”不涉及人身伤害。
	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

修改记录

文档版本	发布日期	修改说明
03	2024-01-04	第三次正式发布。 <ul style="list-style-type: none">修改 5.1 2.5 寸盘信号管脚定义中管脚型号。删除 7.2 安全攻击及威胁中 SATA Driver 元素。
02	2023-05-09	第二次正式发布。 修改 4.1 基本规格中的“平均功耗”数据。
01	2021-08-26	第一次正式发布。

目 录

前言.....	iii
1 产品简介.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 系统设计.....	2
2 产品特点.....	4
2.1 接口特点.....	4
2.2 可靠性特点.....	4
2.3 可维护性特点.....	4
3 外观结构.....	6
3.1 外观.....	6
3.2 结构.....	7
4 产品规格.....	8
4.1 基本规格.....	8
4.2 容量.....	11
4.3 IOPS 一致性.....	11
4.4 热插拔.....	11
4.5 SATA 特性.....	12
4.6 环境条件.....	12
4.7 散热规格.....	13
4.7.1 限制条件.....	13
4.7.2 散热规格（Y 轴方向）.....	14
4.7.3 温监及过温保护.....	14
5 信号管脚.....	16
5.1 2.5 寸盘信号管脚定义.....	16
6 管理.....	19
7 安全.....	20
7.1 安全架构.....	20
7.2 安全攻击及威胁.....	20

7.3 安全策略及措施	21
8 维护.....	22
9 认证.....	23

1 产品简介

- 1.1 概述
- 1.2 系统设计

1.1 概述

华为 ES3000 V6 SATA SSD 是企业级高性能的存储及加速部件，具有性能高、响应快、可靠性高等特点，极大的提升存储 IO 性能。ES3000 V6 SATA SSD 兼容业界主流操作系统和虚拟化系统，可以提升数据库、VDI（Virtual Desktop Infrastructure）、HPC（High-Performance Computing）等多种应用的业务性能，帮助客户降低系统 TCO（Total Cost of Ownership）。

ES3000 V6 SATA SSD 的数据接口是 SATA 3.0，目前有一个产品系列 ES3521A V6。ES3521A V6 是标准的 2.5 寸盘，接口形态是 SFF-8680，适合于读密集型的业务场景。

ES3521A V6 提供丰富的单品容量（480GB、960GB、1920GB），满足不同应用场景需求。

ES3521A V6 外观如下所示。

图1-1 ES3521A V6



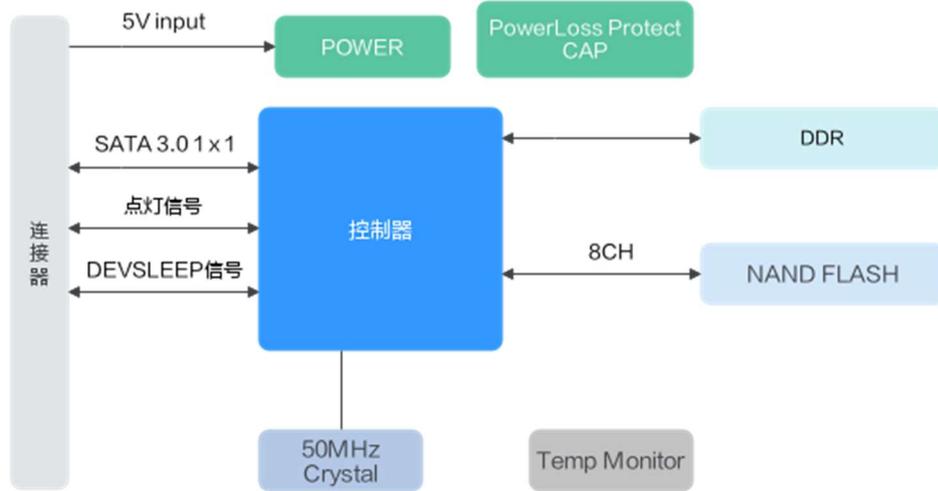
1.2 系统设计

ES3521A V6 的系统设计特点如下：

- 采用先进的 SSD 控制器，能充分发挥 NAND FLASH 的性能潜力。
- 标准的带内管理接口，可以满足操作系统免驱，可做 OS 盘，满足用户简单维护的需求。

ES3521A V6 的系统架构如下图 1-2 所示。

图1-2 ES3521A V6 系统架构



2 产品特点

- 2.1 接口特点
- 2.2 可靠性特点
- 2.3 可维护性特点

2.1 接口特点

支持 SATA 3.0 标准。

2.2 可靠性特点

- 高可靠性： MTBF 2500000 小时，UBER 10^{-17} 。
- 增强的 LDPC 纠错算法：提供比 Flash 颗粒要求更高的纠错能力，为设备的可靠性带来有效的保证。
- 内置类 RAID 算法：基于智能的类 RAID 算法，当数据发生错误后，可以恢复数据。
- 智能磨损平衡技术：智能均衡 Flash 颗粒磨损压力，有效延长设备的使用寿命。
- 高级 Flash 访问技术：组合应用 Flash 颗粒的 Read retry 和 Adaptive read 技术，有效保证数据的有效性。
- 数据巡检技术：周期性的巡检数据，提前预防错误的发生。
- 支持掉电保护：当服务器异常下电时，确保硬盘内的数据不丢失。
- 端到端数据保护：数据在盘片内部各模块间传输时均有校验保护。
- 支持单 Die 故障隔离，单 Die 失效后数据不丢失。

2.3 可维护性特点

- 支持带内的在线升级，方便客户进行日常维护。

- 支持标准的带内管理，能获取型号、容量、温度、寿命、健康状态等设备信息，图形界面让管理更简单。
- 完备的命令行管理功能，用户可以通过各种命令进行日常的设备管理。
- 资产管理功能，提供生产日期、序列号等信息，方便资产管理。
- 丰富的 SMART，支持通过 SMART 上报 NAND 健康状态、DRAM 软失效次数和硬盘整体健康状态等高级特性。

3 外观结构

3.1 外观

3.2 结构

3.1 外观

ES3521A V6 为标准的 2.5 寸硬盘的产品，适合安装在机架服务器等通用服务器内。

图3-1 ES3521A V6 硬盘框拉手条前视图



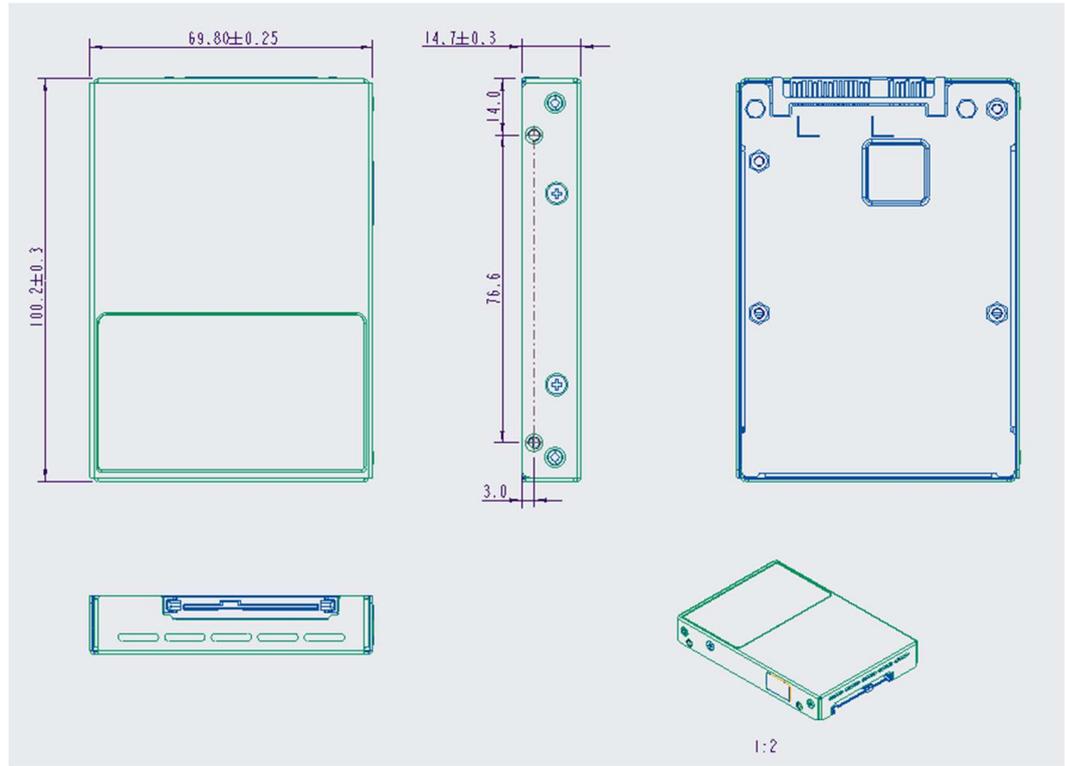
ES3521A V6 通过硬盘框提供工作状态指示灯功能。图 3-1 中的绿色指示灯是工作指示灯，琥珀色/蓝色指示灯暂未定义。灯的颜色跟硬盘框指示灯设计强相关。当盘工作在华为服务器中的时候，指示灯定义如下：

表3-1 SSD 盘状态指示灯定义

Activity 指示灯（绿色灯）	状态
off	SATA SSD 盘不在位或者未上电
on	SATA SSD 盘在位且上电
4Hz 闪烁	SATA SSD 盘正在进行读写操作

3.2 结构

图3-2 ES3521A V6 结构



长	宽	高
100.2+/-0.3	69.80+/-0.25	14.7+/-0.3

说明

所有的尺寸量度都是毫米。

4 产品规格

- 4.1 基本规格
- 4.2 容量
- 4.3 IOPS 一致性
- 4.4 热插拔
- 4.5 SATA 特性
- 4.6 环境条件
- 4.7 散热规格

4.1 基本规格

表4-1 ES3521A V6 规格¹ (LBA² format: 512B)

特征	规格				
名称	ES3521A V6-480	ES3521A V6-960	ES3521A V6-1920	ES3521A V6-960	ES3521A V6-1920
产品型号	HWE62ST3 480L003N	HWE62ST3 960L003N	HWE62ST3 1T9L003N	HWE62ST3 960L005N	HWE62ST3 1T9L005N
形态	2.5 寸盘, SATA 3.0	2.5 寸盘, SATA 3.0	2.5 寸盘, SATA 3.0	2.5 寸盘, SATA 3.0	2.5 寸盘, SATA 3.0
容量	480GB ³	960GB	1920GB	960GB	1920GB
Flash 颗粒类型	3D TLC	3D TLC	3D TLC	3D TLC	3D TLC
顺序读带宽 (MB/s) ⁴	Up to 560	Up to 560	Up to 560	Up to 560	Up to 560

特征	规格				
随机 4KB 读 IOPS (稳态) ⁵	98,000	98,000	98,000	98,000	98,000
平均读延时 @1QD (μ s) ⁶	140	140	140	140	140
顺序写带宽 (MB/s)	Up to 530				
随机 4KB 写 IOPS (稳态)	45,000	40,000	40,000	40,000	40,000
平均写延时 @1QD (μ s)	45	45	45	45	45
混合 (R/W=7/3) 随机 4KB IOPS (稳态) ¹²	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
写操作寿命 ⁷ (PBW)	876TB	1.752PB	3.504PB	1.752PB	3.504PB
DWPD (JESD219) ⁸	1	1	1	1	1
平均功耗 (Idle, Active) ⁹	1.3W, 3.5W	1.3W, 3.5W	1.3W, 3.7W	1.3W, 3.5W	1.3W, 3.7W
重量 (g)	182				
掉电保护	是				
颗粒失效保护	是				
Trim	是				

特征	规格
平均无故障时间 (MTBF)	250 万小时
年失效率 (AFR)	≤ 0.35%
误码率 (UBER)	10 ⁻¹⁷
数据保存时间 (掉电) ¹⁰	40℃ 3 个月
新盘做备件时数据保存时间 (掉电) ¹¹	40℃ 12 个月
<p>备注:</p> <ol style="list-style-type: none"> 性能规格是在最大功耗条件下测试的值。 LBA (Logical Block Addressing, 逻辑块寻址) 是描述存储设备上数据所在区块的一种通用机制, 一般用在硬盘上。LBA 是一种特殊简洁的线性寻址机制, 地址块被用一个整数来索引, 比如第一个块表示为 LBA 0, 第二个为 LBA 1, 等等。 GB = 1,000,000,000 Bytes。 MB/s = 1,000,000 Bytes/second。性能是使用 fio 工具在 CentOS 7.7 系统上用 1 线程 64QD 128KB (131,072 bytes) 顺序读的结果。顺序写带宽类似。 使用 fio 工具用 1 线程 64QD 4KB 随机读在稳定态的结果。 μs = Microsecond。1 线程 1QD 随机 4KB 读的平均延迟。平均写延迟类似。 1PB = 10¹⁵ Bytes。写操作寿命是在 4KB IO size 和 4KB 对齐的测试条件下的结果。 DWPD: JESD219 标准下驱动器每天全盘写入次数, 当用户每天全盘写入次数不超过规格值时, 可持续使用 5 年, 否则将影响 SSD 使用寿命。 Activity 功耗是在最大顺序写带宽测试条件下的结果。 生命周期范围内, SSD 掉电后数据保存时间。 前 3% 生命周期范围内, SSD 掉电后数据保存时间。 <p>使用 fio 工具用 4 线程 32QD 4KB 随机读写在稳定态的结果。</p>	

4.2 容量

表4-2 容量

ES3521A V6	User Addressable Sectors in LBA Mode
480GB	937,703,088
960GB	1,875,385,008
1920GB	3,750,748,848

说明

1 GB = 1,000,000,000 bytes, 1 sector = 512 bytes。

4.3 IOPS 一致性

表4-3 ES3521A V6 IOPS 一致性 (LBA format: 512B)

ES3521A V6	Random 4KB Read (up to)	Random 4KB Write (up to)
480GB	95%	90%
960GB	95%	90%
1920GB	95%	90%

说明

- 性能测试过程中每秒采样一次 IOPS，将采样数据从大到小依次排序，取前 99.9% 数据中的最小 IOPS 与整个测试过程中的平均 IOPS 进行比较；性能数据是在整盘 LBA 范围内进行测试待 IO 到达稳定态后统计的。
- IOPS 一致性是使用 fio 工具在 8 线程 64QD 下测试 4KB 随机 IO 的结果。
- 4KB = 4,096 bytes。

4.4 热插拔

ES3521A V6 是 2.5 寸标盘形态的 SSD，可以支持暴力热插拔。

4.5 SATA 特性

ES3521A V6 SSD 支持：SATA 3.0 ，单端口，端口速率 6G/s，同时支持向下兼容 3G/s 和 1.5G/s。

4.6 环境条件

表4-4 2.5 寸盘应用环境条件

环境指标项	说明
产品	ES3521A V6
工作温度	存储温度：-40℃ ~ +85℃ 工作温度：Smart 温度 0℃ ~ 78℃ ¹
海拔高度	<ul style="list-style-type: none">• 工作状态：-305m ~ 5486m• 非工作状态：-305m ~ 12192m 海拔从 1800m 起每升高 220m，工作温度降低 1 度。
相对湿度（RH，无冷凝）	<ul style="list-style-type: none">• 工作状态：5% ~ 95%• 非工作状态：5% ~ 95%
冲击	<ul style="list-style-type: none">• 工作状态：1000G 加速（最大），时长 0.5ms• 非工作状态：1000G 加速（最大），时长 0.5ms
振动	<ul style="list-style-type: none">• 工作状态：最大 2.17GRMS（5-700Hz）• 非工作状态：最大 3.13GRMS（5-800Hz）
工作电压	5V +/- 5%

说明

在此工作温度下要求环境温度和风速满足[表 1 2.5 寸盘散热要求](#)的情况。

4.7 散热规格

4.7.1 限制条件

ES3521A V6 2.5 寸 SSD 盘在制定风速下能工作在典型温度的环境中。详细的温度和风速要求参考表 1 2.5 寸盘散热要求。

ES3521A V6 2.5 寸 SSD 盘在支持典型的机架服务器设计的 Y 轴方向抽风式散热（如图 1 空气流向）的同时还支持 X 轴气流方向条件下工作。

图4-1 空气流向



4.7.2 散热规格（Y 轴方向）

表4-5 2.5 寸盘散热要求

名称	热设计功耗	气流速度	工作条件
ES3521A V6-480	4W	230LFM 650LFM	环温：0~40℃ 环温：0~60℃
ES3521A V6-960	4W	230LFM 650LFM	环温：0~40℃ 环温：0~60℃
ES3521A V6-1920	4W	230LFM 650LFM	环温：0~40℃ 环温：0~60℃

4.7.3 温监及过温保护

ES3521A V6 检测 SSD 控制器的结点温度和 flash 颗粒的环境温度。SMART 信息中会记录最高温度和过温的次数及总时间。

ES3521A V6 采用的 NAND flash 可支持的最高结温是 85℃。根据测试：NAND flash 温度在 78℃以下，SSD 产品能在整个生命周期内可靠工作；超过 78℃后，NAND flash 还能正确存取数据，但长时间运行在该温度¹下会影响 SSD 产品的生命周期；高于 85℃，则对数据的正常存取有影响。因此，华为设计了如下温控策略：

带内，固件通过检测盘内温度来做预警（78℃）和限速（85℃）；

在带内，ES3521A V6 的固件使用了 2 级预警机制：

第一级告警阈值是 78℃。当温度达到该值，设备就发告警信息来提醒用户设备过热。

第二级告警阈值是 85℃。当温度达到该值，固件就会限制设备的性能。

当温度达到第二级阈值且过温时间超过 6 分钟，ES3521A V6 就会进一步限制设备的读写性能，降低功耗，避免温度超过设计规格。当温度降低到安全的温度回升水线后，ES3521A V6 会取消性能限制设置。

表4-6 过温保护方案

Grade	Threshold	Action
OT Level 1 ²	综合温度：78℃	告警
RT Level 1 ³	综合温度：73℃	解除告警
OT Level 2 ²	综合温度：85℃	告警并限制性能
RT Level 2 ³	综合温度：78℃	解除性能限制，但仍然告警
备注： 1. SSD 超 85℃度运行时间不超过 6 分钟		

Grade	Threshold	Action
2. OT : Over Temperature 3. RT : Recovery temperature		

5 信号管脚

5.1 2.5 寸盘信号管脚定义

5.1 2.5 寸盘信号管脚定义

SATA/SAS 连接器包括数据接口（S1~S14）部分和电源接口（P1~P15）部分。

图5-1 SATA/SAS 连接器外观

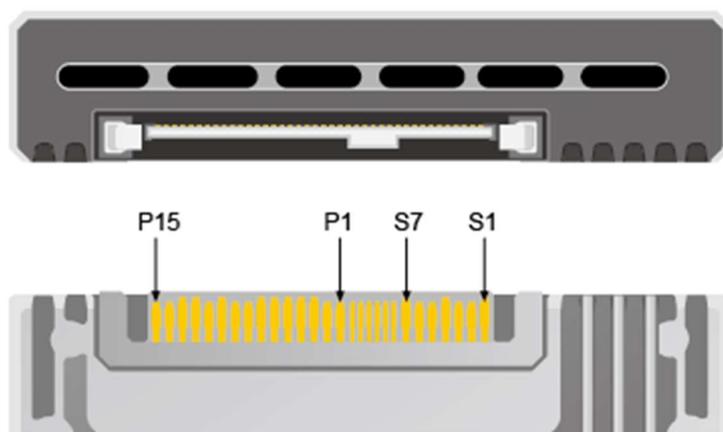
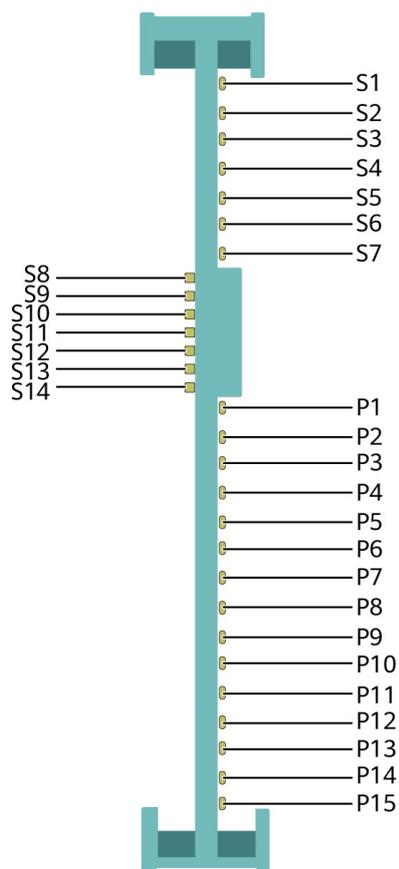


图5-2 SATA/SAS 连接器接口说明



接口的管脚定义如下：

表5-1 管脚定义 (兼容 SFF-8680 标准)

引脚	信号	描述
S1	GND	Ground
S2	RX0+	Positive (RX0 from target); Short pin to support hot plugging
S3	RX0 -	Negative (RX0 from target); Short pin to support hot plugging
S4	GND	Ground
S5	TX0 -	Negative (TX0 to target); Short pin to support hot plugging
S6	TX0+	Positive (TX0 to target); Short pin to support hot plugging

引脚	信号	描述
S7	GND	Ground
S8	-	Not Used
S9	-	Not Used
S10	-	Not Used
S11	-	Not Used
S12	-	Not Used
S13	-	Not Used
S14	-	Not Used
P1	Not Connected	-
P2	Not Connected	-
P3	PWDIS	Not Used
P4	GND	Ground
P5	GND	Ground
P6	GND	Ground
P7	5V	5 V Power
P8	5V	5 V Power
P9	5V	5 V Power
P10	GND	Ground
P11	DAS/DSS/DHU	Device Activity Signal / Disable Staggered Spinup/ Direct Head Unload / Vendor Specific
P12	GND	Ground
P13	12V	Not Used
P14	12V	Not Used
P15	12V	Not Used

6 管理

ES3521A V6 提供了功能丰富的维护管理功能，包括运行在 OS 中的带内管理命令集。

带内管理的功能有：

- 全盘数据清除功能，方便用户报修设备时保障数据的保密性。
- 在线升级功能，方便用户的设备维护。
- 资产管理功能，提供生产日期、序列号等信息，方便用户进行资产管理。
- 标准 SMART 统计功能，用户可以查询设备的健康状态、寿命、读写数据量等。
- 日志查询功能，运维人员用来进行问题分析。

7 安全

- 7.1 安全架构
- 7.2 安全攻击及威胁
- 7.3 安全策略及措施

7.1 安全架构

根据 ES3521A V6 在系统中的逻辑位置可以看出，ES3521A V6 SATA 接口符合 SATA 3.0 协议规范要求，各个操作系统平台通过标准磁盘 IO 接口进行数据读写，标准磁盘 IO 接口依托于操作系统平台自身的安全管理机制，因此产品本身涉及的安全风险相对很低。

7.2 安全攻击及威胁

通过如下风险评估流程识别 ES3521A V6 产品的安全威胁：

图7-1 风险评估流程



确定了涉及安全风险的产品元素及各自的风险评估如表 7-1 所示：

表7-1 产品元素及安全风险评估

主要元素	作用	有无风险	程度
CLI	用户态命令行接口，用以用户执行命令获取 SSD 的健康状态、温度等信息。	有	低

主要元素	作用	有无风险	程度
Firmware	SATA 设备的前端协议处理模块，通过处理设备与主机之间的 I/O，实现对数据的传递和解析。	无	-

风险解决措施参考 [7.3 安全策略及措施](#)。

7.3 安全策略及措施

华为一直理解，保障客户网络和业务的稳定安全运营是我们的首要责任。

作为服务器、存储等主机内部的一个存储设备，ES3521A V6 按着最小权限的安全准则做了安全增强措施，主要提供了如下功能：

- 权限控制：ES3521A V6 所有的设备维护管理工具，都是要求系统管理员权限才可运行。
- 操作日志：所有对 ES3521A V6 设备进行设置操作的工具都会保存操作记录。
- 安全维护：ES3521A V6 提供数据彻底清除工具，在 NAND FLASH 物理颗粒级别进行数据销毁，避免客户数据泄密。
- 固件升级：支持通过带内管理通道进行 ES3521A V6 的固件升级，保证升级的可靠性并满足网络安全要求。升级工具会对 ES3521A V6 的固件文件进行完整性校验，确保升级文件的合法性后才进行升级。控制器会对固件进行签名认证，认证通过方能进行固件加载，确保固件合法和数据安全性。
- 设备管理：ES3521A V6 的带内管理功能，只提供查询功能，避免恶意非法写入风险。

8 维护

产品维保信息请参考如下链接所述内容：
需更新

9 认证

ES3521A V6 通过的各种准入认证和符合的标准如表 9-1 所示。

表9-1 ES3521A V6 通过的认证

序号	国家/地区	认证
1	China	RoHS
2	Europe	WEEE
3	Europe	RoHS
4	Europe	REACH