



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

信息技术 固态硬盘自监测参数要求

Information technology —Requirements for self-monitoring parameters of
solid state disk

固态硬盘自监测分析及报告技术要求

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

202X – XX – XX 发布

202X – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发 布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 3

5 参数描述 4

附 录 A （资料性） NVMe SSD 参数描述的日志页源数据..... 1

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由全国信息技术标准化技术委员会（SAC/TC 28）提出并归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、中国电子科技集团公司第五十二研究所、浙江科正电子信息产品检验有限公司、华中科技大学、北京忆恒创源科技股份有限公司、杭州宏杉科技股份有限公司、浪潮电子信息产业股份有限公司、新华三技术有限公司、杭州海康存储科技有限公司、杭州电子科技大学、深圳大普微电子股份有限公司、深圳市江波龙电子股份有限公司、国家电子计算机质量检验检测中心（北京尊冠科技有限公司）、厦门大学、中移（杭州）信息技术有限公司、济南迈威智能科技有限公司、深圳市领德创科技有限公司、华为技术有限公司、深圳三地一芯电子股份有限公司、曙光信息产业（北京）有限公司、无锡众星微系统技术有限公司、上饶师范学院、北京中科芯创信息技术有限公司、联想（北京）有限公司、中移动信息技术有限公司、深圳宏芯宇电子股份有限公司、英韧科技股份有限公司。

本文件主要起草人：刘晓蕾、高利娟、陈海、欧阳小珊、黄吉琼、吴非、薛轶、胡志成、方芳、樊凌雁、张展新、冯杲、李博乐、高敏、崔晨、高聪明、刘根、刘奇浩、秦月、黄江斌、陈祥、朱细平、陈向兵、刘怡、张新风、黄起豹、周建伟、路梦龙、王刚、叶敏、杜松、宁万里、葛剑峰、孙涛、靳方春、汪洁雯。

信息技术 固态硬盘自监测参数要求

1 范围

本文件规定了固态硬盘的自监测参数，描述了参数组成及相关内容。

本文件适用于SATA、NVMe协议类固态硬盘自监测参数的设计、检测和应用，其他类型固态硬盘参照使用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自监测参数 self monitoring parameters

固态硬盘用于监测自身运行状态的参数，通常通过S. M. A. R. T. 信息实现。

3.2

ID值 identifier value

SATA SSD自监测参数唯一标识，用于准确识别对应信息。

3.3

原始值 raw value

记录SSD内部物理事件的绝对计数或当前物理状态的直接测量值，未经标准化处理、直接由硬件上报的数据。

3.4

当前值 current value

通过预设算法计算得出的标准化健康指数值。

注：公式中当前值用 I_c 表示。

3.5

最差值 worst value

当前值历史中的最差标准化评分。

3.6

阈值 threshold

为固态硬盘自检测参数（每个S. M. A. R. T. 属性）设定的标准化故障限值。

3.7

日志页标识符 log page identifier

唯一标识信息日志页的编码。

注：该标识符便于准确识别、请求和定位SSD中的特定日志页信息。

3.8

偏移值 offset value

唯一标识NVMe SSD自监测参数与日志页位置相对偏移的字节数量，和日志页标识符共同组成NVMe SSD自监测参数的唯一联合标识符。

注：某个特定参数如通电时间、重映射扇区数、读取错误率等。

3.9

读取错误率 read error rate

指从存储介质中读取数据过程中产生的所有数据错误的原始累计次数。

注1：该错误率统计的对象包括所有原始读取操作中发生的错误，涵盖可通过纠错码（ECC）等机制纠正的错误，以及无法纠正的错误。

注2：该指标通常以一个计数器的原始值（Raw Value）形式呈现，用于反映存储介质或读通道的物理健康程度。

3.10

预留空间 reserved space

由主控芯片、固件完全控制的物理块（Physical Block）集合。

3.11

编程失败计数 program fail count

对NAND闪存进行编程（写入）操作时发生的失败总次数。

3.12

擦除失败计数 erase fail count

对NAND闪存进行擦除操作时发生的失败总次数。

3.13

通信超时次数 command timeout

由于超时无法连接至SSD而终止操作的统计数。

3.14

写入错误率 write error rate

NAND编程（写入）失败数量与总写入数据量之比的度量指标。

3.15

坏块计数 bad block count

检测并标记为不可用的NAND闪存块的总数量。

注：坏块分为两类出厂坏块(Initial Bad Block)和使用中产生的新增坏块(Grown Failing Block)。

3.16

热管理温度 thermal management temperature

由SSD固件设定进入热管理状态的温度门限值。

注：一般分为一级热管理温度和二级热管理温度。

3.17

热管理状态 thermal management states

在非热管理状态下，SSD复合温度达到或超过热管理温度，为防止因过热导致硬件损坏而进入的一种，由固件设定的触发自动保护机制（如降频/限速）的温度临界点，通常包括一级热管理温度和二级热管理温度两个关键节点。

注：SSD达到热管理温度即进入热管理状态，退出热管理状态的阈值温度由制造商规定。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CCTEMP：设备运行超过临界温度阈值（Critical Composite Temperature）

CRC：循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check）

ECC：错误检查和更正（Error Checking and Correction）

FIS：帧信息结构（Frame Information Structure）

FTL：闪存转换层（Flash Translation Layer）

ID：标识符（Identifier）

I/O：输入输出（Input/Output）

NAND：与非门（Not And）

NVMe：非易失性内存主机控制器接口规范（Non Volatile Memory express）

WCTEMP：警告温度（Warning Composite Temperature）

CCTEMP：临界温度（Critical Composite Temperature）

SATA：串行高级技术附件（Serial Advanced Technology Attachment）

S.M.A.R.T.：自监测分析及报告技术（Self Monitoring Analysis and Reporting Technology）

SSD：固态硬盘（Solid State Disk）

5 参数描述

5.1 概述

本文件列出基于SATA SSD和NVMe SSD的自监测参数。SATA SSD的自监测参数通过ID值进行唯一标识，采用十六进制编码，由原始值、当前值、最差值、阈值组成，具体内容见5.2。NVMe SSD的自监测参数通过日志页ID及偏移值进行唯一标识，日志页ID采用十六进制编码，偏移值采用十进制编码，具体内容见5.3。

5.2 SATA SSD 参数描述

5.2.1 读取错误率

该参数表示SSD的健康状态，应遵守以下规定：

- a) ID值为0x01；
- b) 原始值为SSD可纠正和不可纠正错误事件次数；
- c) 当前值为SSD可纠正和不可纠正错误事件次数除以SSD读取事件次数；
- d) 最差值为当前值的最低值；
- e) 阈值不超过50%。

5.2.2 坏块计数

坏块计数应遵守以下规定：

- a) ID值为0x05；
- b) 原始值为累计产生的坏块数；
- c) 当前值 V_c 值计算方式见公式1；

$$V_c = 100 - \frac{(100 \times B_G)}{B_R} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B_G ——新增坏块数量；

B_R ——总共预留块数。

- d) 最差值同当前值；
- e) 阈值大于0。

5.2.3 通电时间

该参数为加电启动的累计时间，单位为小时，应遵守以下规定：

- a) ID值为0x09；
- b) 原始值为SSD处于通电状态（在线）的累计时长；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.4 电源上电次数

电源上电次数应遵守以下规定：

- a) ID值为0x0C；

- b) 原始值为SSD电源上电事件发生的累计次数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.5 意外断电次数

意外断电次数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xAE；
- b) 原始值为SSD发生意外断电累计次数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.6 可用预留空间

可用预留空间应遵守以下规定：

- a) ID值为0xE8；
- b) 原始值为已用的预留空间块总数；
- c) 当前值 V_C 值计算方式见公式2：

$$V_C = \left(1 - \frac{R_{used}}{R_T}\right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{used} ——可用预留空间原始值；

R_T ——设备预留空间的块总数。

- d) 最差值为当前值的最低值；
- e) 阈值不低于10%。

5.2.7 未损坏的预留空间块计数

未损坏的预留空间块计数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xB4；
- b) 原始值为未损坏的预留空间块总数；
- c) 当前值为未损坏的预留空间块总数， U_{RBC} 计算方式见公式3：

$$U_{RBC} = B_T - B_G \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

U_{RBC} ——未损坏的预留空间块总数；

B_T ——出厂时的预留空间块总数；

B_G ——增长的坏块的总数。

- d) 最差值为0，表示预留空间块已耗尽；
- e) 阈值不作要求。

5.2.8 NAND 编程失败计数

NAND编程失败计数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xAB；
- b) 原始值为NAND编程失败事件的计数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.9 NAND 擦除失败计数

NAND擦除失败计数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xAC；
- b) 原始值为NAND擦除失败事件的计数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.10 块平均擦除次数

块平均擦除次数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xAD；
- b) 原始值为块已擦除次数平均值；
- c) 当前值 V_c 计算方式见公式4；

$$V_c = \left(1 - \frac{E_{AVG}}{B_L}\right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

E_{AVG} ——块平均擦除次数原始值；
 B_L ——块的额定寿命（NAND颗粒标称的擦除次数）；
d) 最差值为当前值的最低值；
e) 阈值不作要求。

5.2.11 已用寿命百分比

已用寿命百分比应遵守以下规定：

- a) ID值为0xCA；
- b) 原始值为5.2.21中规定的接口写入数据量原始值除以产品规格说明中标称的接口写入数据量；
- c) 当前值同原始值；
- d) 最差值不作要求；
- e) 阈值为不超过100%。

5.2.12 接口降速次数

接口降速次数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xB7；
- b) 原始值为速度降速事件发生的累计次数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.13 端到端错误数

该参数为记录从SSD读取数据到高速缓存后再传输到主机时数据校验出错次数，应遵守以下规定：

- a) ID值为0xB8；
- b) 原始值为发生端到端路径数据错误总数；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.14 不可纠正错误次数

不可纠正错误次数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xBB;
- b) 原始值为发生不可纠正ECC校验错误的累计次数;
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.15 可纠正错误次数

可纠正错误次数应遵守以下规定:

- a) ID值为0xC3;
- b) 原始值为发生可纠正ECC校验错误的累计次数;
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.16 离线扫描不可纠正错误次数

离线扫描不可纠正错误次数应遵守以下规定:

- a) ID值为0xC6;
- b) 原始值为在离线扫描中新发现的未计入5.2.14的不可纠正读取错误的累计次数;
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

注: 离线扫描的不可纠正错误次数累计到不可纠正错误次数。

5.2.17 通信超时次数

该参数为通信超时无法连接至SSD而终止操作的累计次数, 应遵守以下规定:

- a) ID值为0xBC;
- b) 原始值为通信超时发生的累计次数;
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.18 复合温度

复合温度应遵守以下规定:

- a) ID值为0xC2;
- b) 原始值为当前的复合温度值;
- c) 最差值为测量值中最高、最低的温度值;
- d) 当前值、阈值均不作要求。

5.2.19 接口传输 CRC 错误次数

接口传输CRC错误次数应遵守以下规定:

- a) ID值为0xC7;
- b) 原始值为读取和写入过程中接口发生的CRC错误的累计次数;
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.20 接口读取数据量

接口读取数据量应遵守以下规定:

- a) ID值为0xF2;
- b) 原始值为从接口读取数据量的累计值, 按照产品规格说明规定的记数单位(1个记数单位代表多少字节)进行计算, 向上取整。

5.2.21 接口写入数据量

接口写入数据量应遵守以下规定：

- a) ID值为0xF1；
- b) 原始值为从接口写入数据量的累计值，按照产品规格规定的记数单位（1个记数单位代表多少字节）进行计算，向上取整；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.22 当前待处理块数

当前待处理块数宜遵守以下规定：

- a) ID值为0xC5；
- b) 原始值为异常失效，未被标记为坏块的数量；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.2.23 掉电保护失败状态

掉电保护失败状态宜遵守以下规定：

- a) ID值为0xAF；
- b) 原始值为0或1，固态盘电容当前容值低于额定容值置1，其他情况置0；
- c) 当前值同原始值；
- d) 最差值为1；
- e) 阈值为1。

5.2.24 NAND 写入量计数

NAND写入数据量计数应遵守以下规定：

- a) ID值为0xF8；
- b) 原始值为NAND写入数据量的累计值，按照产品规格说明规定的记数单位（1个记数单位代表多少字节）进行计算；
- c) 当前值、最差值、阈值均不作要求。

5.3 NVMe SSD 参数描述

5.3.1 紧急告警

该参数为 SSD 发生需要主机紧急处理的严重健康或性能事件，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 0 Byte；
- c) 原始值为 SSD 的紧急警告状态，状态如下表 1。

表 1 紧急告警源数据字段状态

紧急告警源数据字段状态								
位 字节	0	1	2	3	4	5	6	7
0	可用备用空间低于阈值	温度超过过温阈值或低于欠温阈值	NVMe 子系统可靠性降级	介质进入只读模式	易失性内存备份设备失效	持久内存区域已变为只读或不可靠	保留未使用	保留未使用

5.3.2 可用预留空间百分比

可用预留空间百分比应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 3 Byte；
- c) 原始值为剩余备用块占总备用块的百分比，初始 100%。

5.3.3 可用预留空间百分比阈值

可用预留空间百分比阈值应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 4 Byte；
- c) 原始值为预设的可用预留空间百分比阈值，百分比低于此值时触发警告。

5.3.4 已用寿命百分比

该参数为基于 NAND 磨损程度的寿命已用百分比，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 5 Byte；
- c) 原始值为当前 5.3.26 中规定的块平均擦除次数除以 NAND 颗粒标称的额定擦除次数。

5.3.5 接口读数据量

接口读取数据量应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 47:32 Byte；
- c) 原始值为从接口读取的数据总量，以 1000 个 512 字节作 1 单位计算，向上取整。

5.3.6 接口读数据次数

接口读数据次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 79:64 Byte；
- c) 原始值为所有读数据的累计次数。

5.3.7 接口写数据量

接口写数据量应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 63:48 Byte；
- c) 原始值为从接口写入的数据总量，以 1000 个 512 字节作 1 单位计算，向上取整。

5.3.8 接口写数据次数

接口写数据次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 95:80 Byte；
- c) 原始值为所有写数据的累计次数。

5.3.9 控制器繁忙时间

控制器繁忙时间应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 111:96 Byte；
- c) 原始值为 I/O 队列中存在未完成命令累计的总时间，单位为分钟。

5.3.10 电源上电次数

该参数为 SSD 电源打开的次数，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 127:112 Byte；
- c) 原始值为电源上电事件的次数。

5.3.11 通电时间

该参数为加电启动的累计时间，单位为小时，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 143:128 Byte；
- c) 原始值为 SSD 处于通电状态（在线）的累计时长。

5.3.12 数据完整性错误数

介质错误数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 175:160 Byte；
- c) 原始值为控制器检测到不可恢复数据完整性错误的累计次数，包括不可纠正错误、CRC 错误、逻辑地块地址标签不一致（LBAtag）错误。

5.3.13 错误信息日志条目数

错误信息日志条目数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 191:176 Byte；
- c) 原始值为错误信息日志的累计条目总数。

5.3.14 意外断电次数

意外断电次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 159:144 Byte；
- c) 原始值为 SSD 发生意外断电总次数。

注：意外断电场景为电源中断前未收到关机通知。

5.3.15 复合温度

复合温度应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 02:01 Byte；

- c) 原始值为 SSD 当前复合温度，单位为开尔文（Kelvin，以下简称“K”）。

5.3.16 超过告警阈值时间

复合温度超过告警阈值时间应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 195:192 Byte；
- c) 原始值为复合温度超过 WCTEMP 但未达到 CCTEMP 的累计时间，单位分钟，若 WCTEMP 或 CCTEMP 字段值为 0，则无论复合温度数值如何，原始值始终为 0。

5.3.17 超过临界阈值时间

复合温度超过临界阈值的时间应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 199:196 Byte；
- c) 原始值为复合温度超过 CCTEMP 的累计时间，单位分钟，若 CCTEMP 字段值为 0，则无论复合温度数值如何，原始值始终为 0。

5.3.18 传感器温度

该参数为温度传感器 n （ n 为 1-8）报告的当前温度，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 215:200 Byte；
- c) 原始值为温度传感器 n 报告的当前温度。

5.3.19 一级热管理触发次数

一级热管理触发次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x2；
- b) 偏移值为 219:216 Byte；
- c) 原始值为 SSD 复合温度达到一级热管理温度触发一级热管理的累计次数。

5.3.20 二级热管理触发次数

二级热管理触发次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x2；
- b) 偏移值为 223:220 Byte；
- c) 原始值为 SSD 复合温度达到二级热管理温度触发二级热管理的累计次数。

5.3.21 触发一级热管理时间

触发一级热管理时间应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 227:224 Byte；
- c) 原始值为 SSD 复合温度超过一级热管理温度门限值后并维持一级热管理状态的累计时间，单位为秒。

5.3.22 触发二级热管理时间

触发二级热管理温度时间应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0x02；
- b) 偏移值为 231:228 Byte；
- c) 原始值为 SSD 复合温度超过二级热管理温度门限值后并维持二级热管理状态的累计时间，单位为秒。

5.3.23 NAND 编程失败次数

NAND 编程失败次数应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0xCA；
- b) 偏移值为 11:00 Byte；
- c) 原始值包括 NAND 编程失败的累计次数。

5.3.24 温控状态

该参数为 SSD 处于温控的热节流状态，宜遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 应为 0xCA；
- b) 偏移值应为 107:96 Byte；
- c) 原始值宜包括温控次数、是否开启温控算法等。

5.3.25 擦除失败次数

擦除失败计数宜遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 应为 0xCA；
- b) 偏移值应为 23:12 Byte；
- c) 原始值宜包括擦除失败的累计次数、可用预留空间的百分比。

5.3.26 块平均擦除次数

块平均擦除次数宜遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 应为 0xCA；
- b) 偏移值应为 35:24 Byte；
- c) 原始值宜包括块平均擦除累计次数的平均值、最大值、最小值。

5.3.27 端到端错误数

端到端错误数宜遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 应为 0xCA；
- b) 偏移值应为 47:36 Byte。
- c) 原始值宜包括端到端错误累计数。

5.3.28 CRC 错误次数

CRC 错误次数遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0xCA；
- b) 偏移值为 59:48 Byte；
- c) 原始值为统计 CRC 错误的累计数。

5.3.29 NAND 写入数据量

该参数为写入 NAND 颗粒的数据总量，应遵守以下规定：

- a) 日志页 ID 为 0xCA；
- b) 偏移值为 143:132 Byte；
- c) 原始值为当前写入 NAND 颗粒的数据总量，按照产品规格说明规定的记数单位（1 个记数单位代表多少字节）进行计算，向下取整。

附 录 A
(资料性)
NVMe SSD 参数描述的日志页源数据

A.1 日志页 02h 源数据

表 2 日志页 02h 源数据

源数据（每行 16 字节）															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
紧急告警	复合温度		可用预留空间百分比	可用预留空间百分比阈值	使用寿命百分比	耐久度警告									
接口读数据量															
接口写数据量															
接口读数据次数															
接口写数据次数															
控制器繁忙时间															
电源上电次数															
通电时间															
意外断电次数															
数据完整性错误数															
错误信息日志条目数															

表 2 日志页 02h 源数据（续）

源数据（每行 16 字节）															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
复合温度超过告警阈值的时间				复合温度超过临界阈值的时间				温度传感器							
温度传感器								热管理温度 1 转换次数				热管理温度 2 转换次数			
管理温度 1 总时间				热管理温度 2 总时间											

A.2 日志页 CAh 源数据

表 3 日志页 CAh 源数据

	源数据（每行16字节）															
字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	编程失败计数												擦除失败计数			
16	擦除失败计数								磨损均衡计数							
32	磨损均衡计数				端到端错误计数											
48	CRC错误计数															
64																
80																
96	温控状态															
112																
128					NAND写入数据量											