



白皮书

Victaulic Vortex™灭火系统研究—— 喷放对硬盘驱动器的影响

Robert Ballard
2012年5月

目录

简介	3
问题陈述	3
测试布置	5
设备	7
测试结果——随机访问基准测试	8
测试结果——文件基准测试	13
总结	19



简介

自2008年起，已有喷水灭火及其对硬盘驱动器影响的相关记录、书面研究和调查。已发布的报告和在线文章表明，喷水灭火期间造成了诸如数据暂不可用，扇区损坏等损害。参考文献：安素公报第5688号¹，西门子灭火白皮书²及可用性摘要文章³。

随着Victaulic Vortex™混合灭火系统应用范围的扩大，及其在数据中心和计算机房的使用，Victaulic Vortex™混合灭火系统开始与计算机联系到一起，无论是台式机、手提电脑，还是服务器。这项利用混合（氮气和水）低压灭火技术对当今设备中硬盘驱动器的应用有何影响？

在本调查中，硬盘驱动器可分为三类：企业级、桌面级和移动级。企业级硬盘驱动器常用于需要大容量驱动器的服务器系统中，并且必须始终可用和可靠。为保证企业级硬盘驱动器的高速稳定的运转，驱动器需并行安装，并具有冗余。由于服务器的要求，硬盘设计需要更加坚固，通过更快地访问数据和检索来为系统提供最佳性能。这些驱动器的制动磁铁更重，主轴速度更快，磁性介质更密集，驱动元件运行更快。在下文所述唯特利测试中，所使用的企业级驱动器转速为15,000转/分钟。

桌面级硬盘驱动器专为各类应用设计满足不同的要求。不论是游戏、数据存储或是日常使用，根据其用途，驱动器的功能都不尽相同。桌面硬盘驱动器通常每周运行5天，每天运行8小时。消费者对驱动器的价格敏感度较高。数据完整性对桌面级消费者而言虽然需要考量，但无需达到企业级的标准。桌面硬盘驱动器通常是一个单一的驱动系统，一旦扇区损坏，后果可能是灾难性的。如需恢复数据，桌面硬盘驱动器需要时间来尝试重新读取扇区，同时显示计算机系统修复进度和所花费的时间。对桌面级用户来说，能够恢复数据的驱动器有可取之处，但这并不适用于企业级用户，因为超时可能会导致系统或网络崩溃。根据消费者的不同需求，有各种各样的桌面级硬盘驱动器可供选择。要求严格的消费者可选转速高达10,000转/分钟的驱动器，普通的驱动器转速范围为7,200-5,400转/分钟。此次用于测试的桌面级驱动器转速在7,200转/分钟。

移动硬盘驱动器便携性强，常用于上网本、笔记本电脑和音频视频设备。移动硬盘驱动器更小，仅有2.5英寸，而企业级和桌面级硬盘驱动器为3.5英寸。移动驱动器由电池供电，因此，更讲究效率而非性能。移动硬盘驱动器转速通常为5,400转/分钟。不过高端移动设备的转速可达7,200转/分钟。考虑到移动驱动器的使用环境，驱动器的构造更加坚固。目前驱动器都具有防颠簸和防摔功能。检测到事件时，驱动器可以暂停读写操作，同时暂停磁头。用于测试的移动驱动器转速在5,400转/分钟。

¹ 系统喷放/报警对敏感硬盘驱动器的研究，2010年9月30日，安素公报第5688号更新

² 灭火系统喷放时计算机硬盘的潜在问题，2010西门子建筑技术部门白皮书。

³ 灭火系统对硬盘的影响，2011年2月，可用性摘要。



问题描述

基于对以往研究的进一步研究，同时，为回应客户有关灭火喷放对硬盘驱动器的影响，唯特利公司对Victaulic Vortex™混合灭火系统进行了测试。本文描述了唯特利公司目前就企业级、桌面级和移动硬盘驱动器在Victaulic Vortex™混合灭火系统中的相关应用。



测试布置:

描述的测试场景在美国新泽西州斯图尔茨维尔的唯特利研发实验室进行的。

测试空间为2048立方英尺，长宽高分别为16英尺、16英尺、8英尺。两个大小为5/8 英寸的Victaulic Vortex™下垂式混合喷头安装在天花板吊顶位置，每个混合喷头工作压力为 25psi，氮气流量约250立方英尺。每个混合喷头上配有一个0.26加仑/分钟的水流控制器。房间地板是混凝土材质，墙体为木质框架和混凝土块，天花板为石膏板。



将要进行灭火系统喷放实验的计算机设备放置在房间内的服务器机柜和移动推车里。

测试设备使用混合桌面/企业计算机和笔记本电脑，选择HD Tune Pro 4.60软件进行基准测试。更多详细信息见下文。

测试前，硬盘驱动器经检查，所有驱动器均完好无损。随机访问、读取和写入基准测试均用以检测驱动器的性能。基准测试分别在有/无Victaulic Vortex™混合灭火系统喷放的情况下进行。在Victaulic Vortex™混合灭火系统喷放时，对有/无水成分的情况下分别进行了基准测试，以确定是否会产生影响。

图1（房间配置）



图2（混合计算机）





设备详细信息:

混合计算机

硬盘驱动器:

日立 型号 HUS154530VLFS0 (B)
300 GB
SAS接口
15,000转/分钟

西部数据Caviar Black
型号: WD1002FAEX-00Z3A0
1.0 TB
SATA接口
7,200转/分钟

西部数据Caviar SE
型号: WD3200JS
320 GB
SATA接口
7,200转/分钟

IBM联想R60

硬盘驱动器:

型号:
HTS54106069SA00
60 GB
EIDE接口
5,400转/分钟

EFD软件

软件: HD Tune Pro
版本4.60
www.hdtune.com

随机访问基准测试

在每个硬盘上执行随机访问基准测试。随机访问基准传输预设大小的文件、读取和写入文件。通过吞吐量（兆/秒）、每秒输入/输出量（IOPS）以及平均访问时间和最大访问时间来计算平均速度，以此来衡量每个驱动器的性能。每项测试进行3次，取平均值。

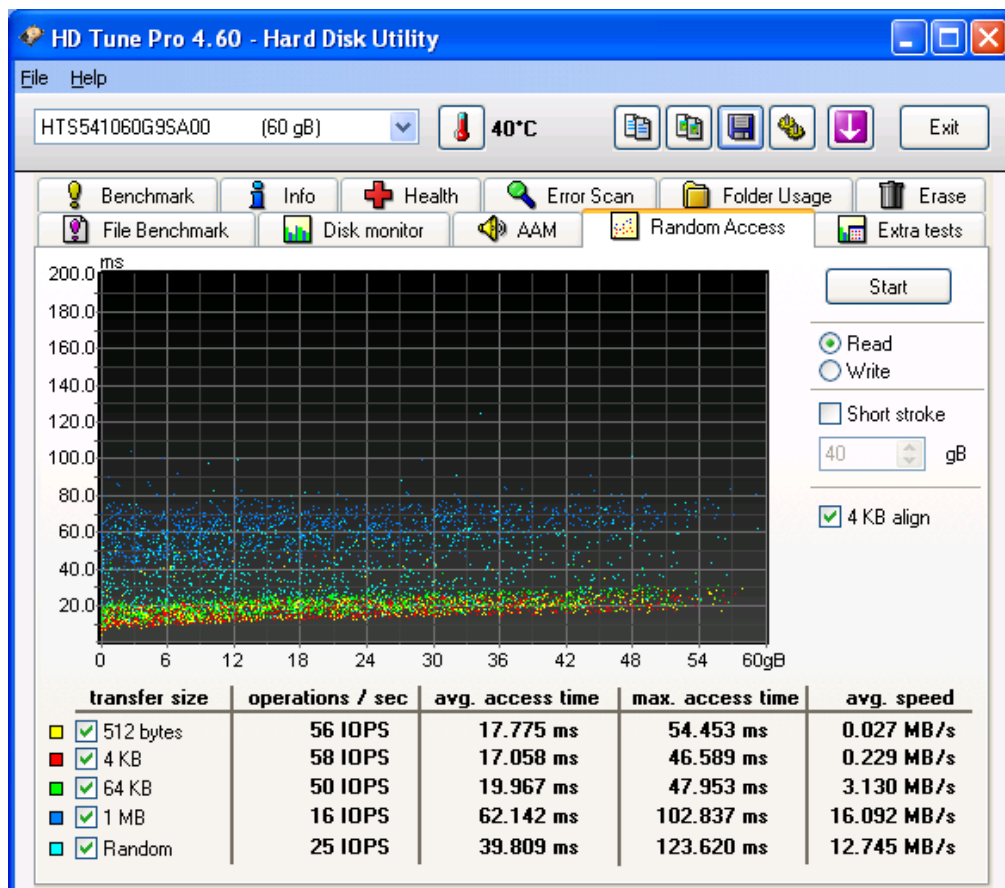


图3（样本随机接入移动驱动器60GB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)
512 B	56	17.775	54.453	0.027
4 KB	58	17.058	46.589	0.229
64 KB	50	19.967	47.953	3.130
1 MB	16	62.142	102.837	16.092
随机	25	39.809	123.620	12.745

表1（平均随机接入移动驱动器60GB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

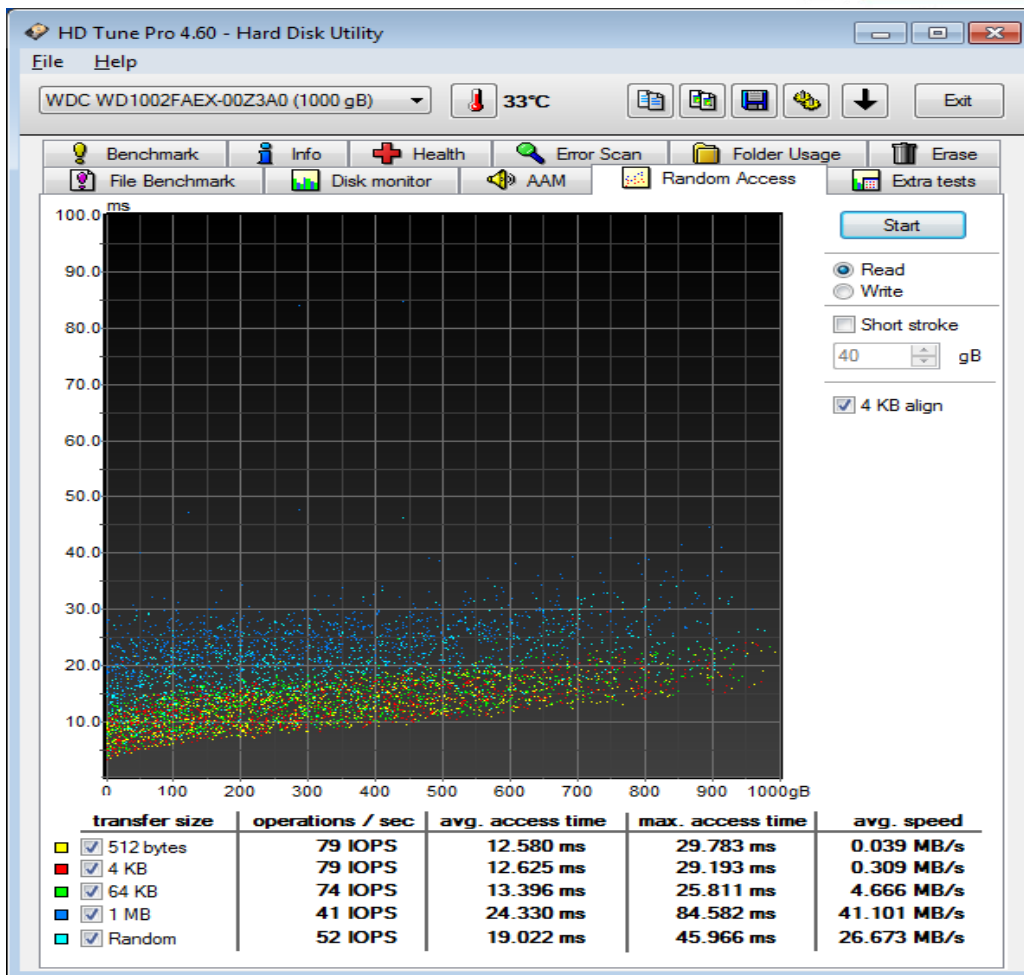


图4（样本随机接入桌面级驱动器1TB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)
512 B	77	12.814	32.005	0.038
4 KB	78	12.708	29.364	0.307
64 KB	73	13.659	28.175	4.578
1 MB	41	24.226	84.565	41.277
随机	52	19.060	39.430	26.620

表2（平均随机访问桌面级驱动器1TB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

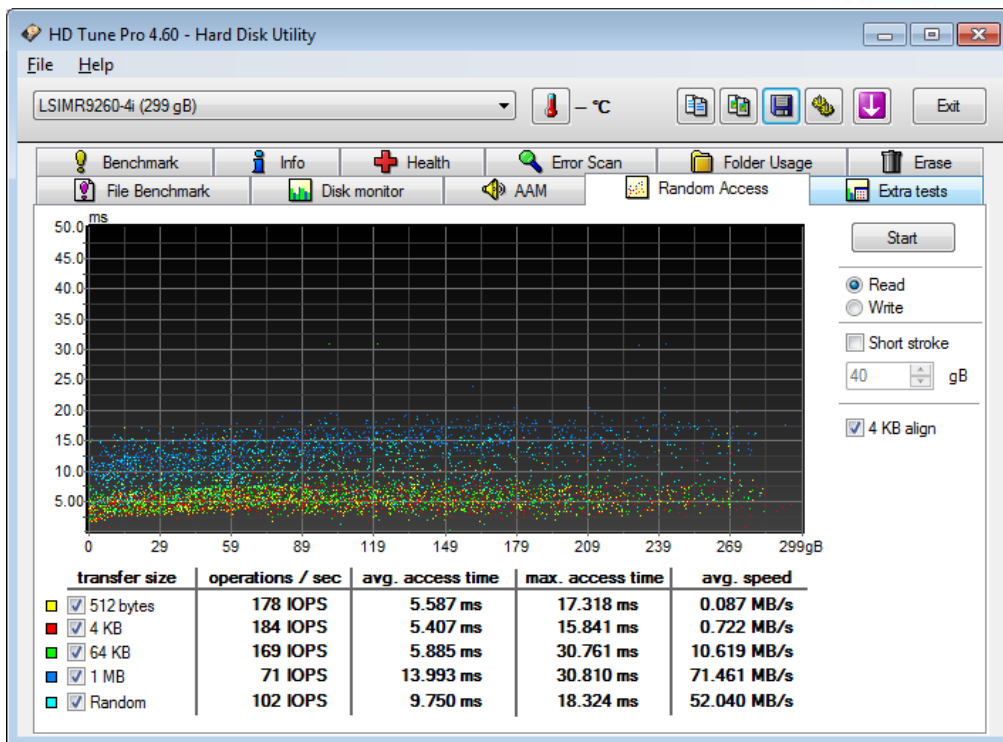


图5（样本随机接入企业级驱动器300GB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)	
512 B		193	5.179	23.952	0.094
4 KB		193	5.162	17.600	0.757
64 KB		180	5.554	23.199	11.276
1 MB		73	13.589	29.541	73.621
随机		107	9.315	20.907	54.526

表3（平均随机访问企业级驱动器300GB，尚未启动Victaulic Vortex™混合灭火系统）

测试结果确定了每个系列驱动器的基准性能值。结果显示，移动硬盘的性能最差，而企业级的性能最好。



启动Victaulic Vortex™混合灭火系统进行喷放，再次进行测试。每项测试重复3次，取平均值。

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)
512 bytes		54	18.395	642.023
4 KB		57	17.358	70.826
64 KB		50	19.813	46.036
1 MB		15	64.075	151.657
随机		24	40.862	125.810

表4（随机访问笔记本电脑60GB，Victaulic Vortex™系统喷放中）

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)
512 bytes		74	13.496	38.848
4 KB		75	13.287	34.687
64 KB		66	15.169	44.965
1 MB		33	30.734	101.699
随机		45	22.570	76.882

表5（随机访问桌面级驱动器1TB，Victaulic Vortex™系统喷放中）

文件大小	输入输出/秒 (IOPS)	平均访问时间 (毫秒)	最大访问时间 (毫秒)	平均速度 (兆/秒)
512 bytes		194	5.158	24.697
4 KB		192	5.195	20.865
64 KB		185	5.416	41.088
1 MB		74	13.493	32.042
随机		107	9.275	42.967

表6（随机访问企业级驱动器300GB，Victaulic Vortex™系统喷放中）

随机访问基准测试结果显示，Victaulic Vortex™灭火系统喷放对驱动器的性能影响很小（如图6和图7所示）。

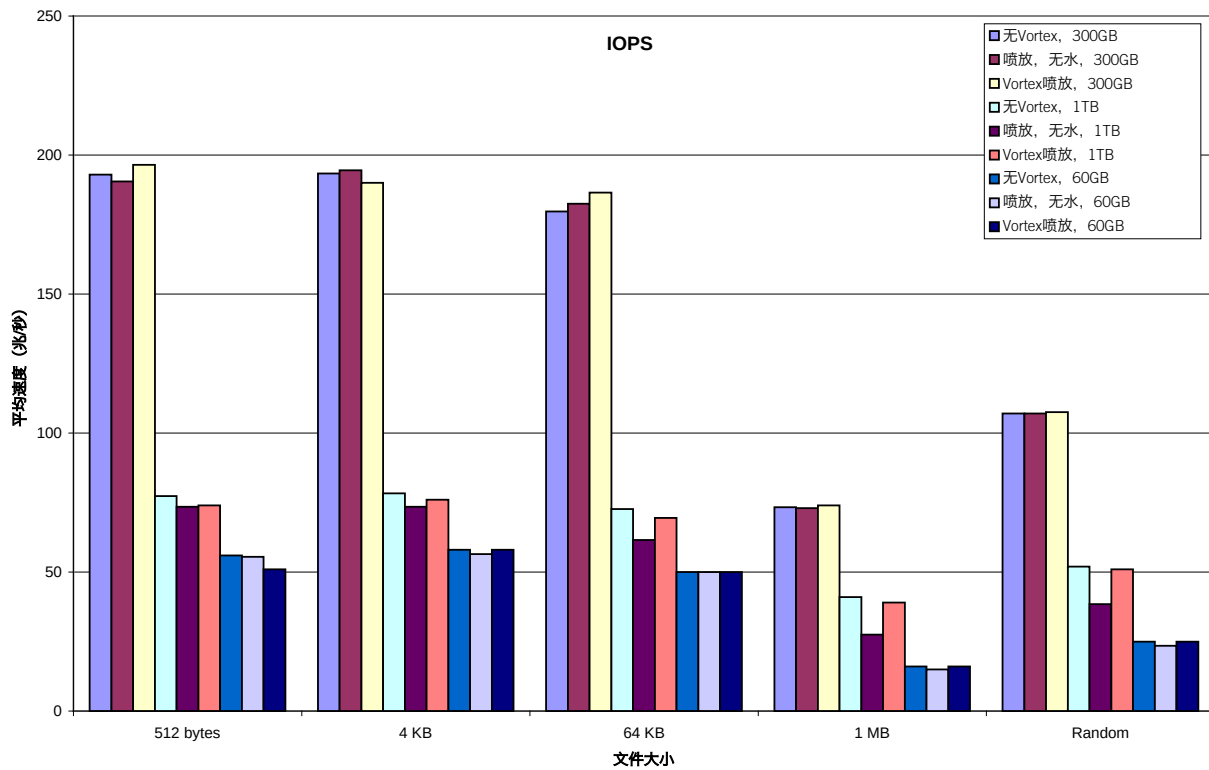


图6 (随机访问IOPS)

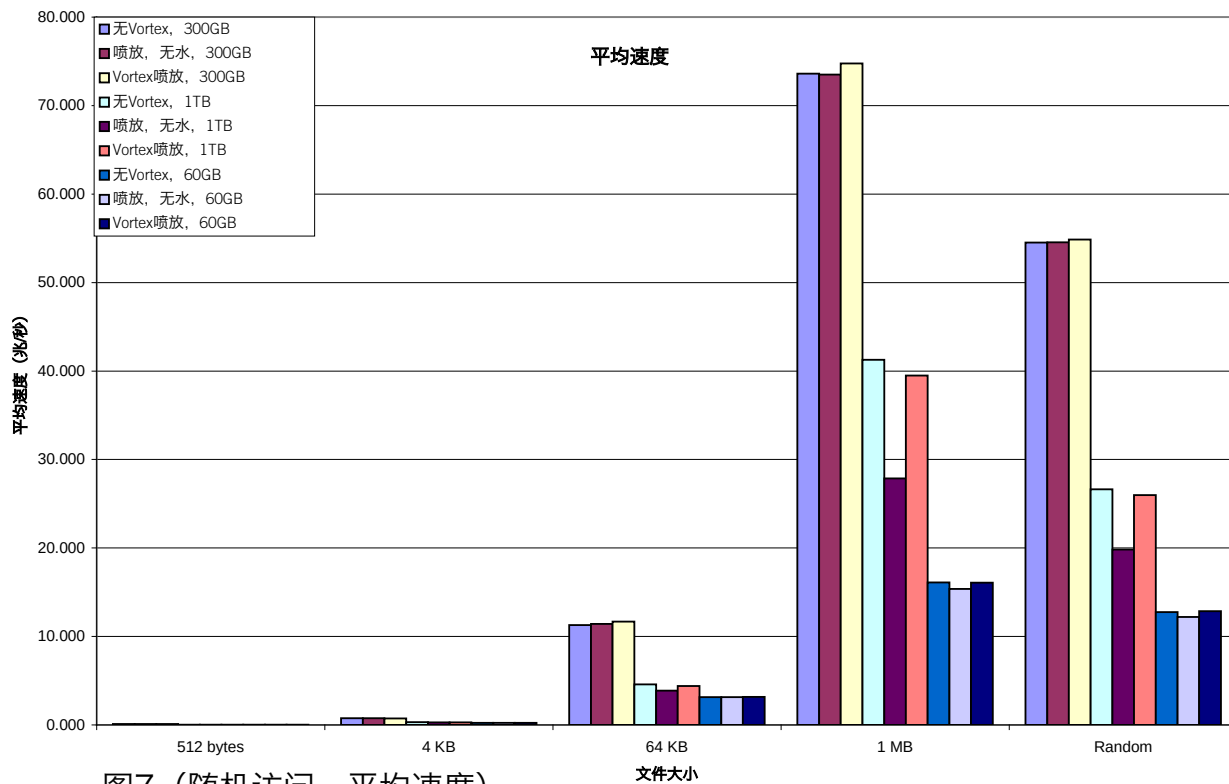


图7 (随机访问, 平均速度)



文件基准测试

文件基准测试选择读取和写入大小为512MB的文件，数据块从5kb到8192kb不等。吞吐量单位为兆/秒。分别在喷放和未喷放Victaulic Vortex™混合灭火系统的情况下进行了测试。图8和图9为300GB企业级硬盘驱动器的结果。图10和图11为1TB桌面级硬盘驱动器的结果；图12和图13为移动硬盘驱动器的结果。

企业级硬盘驱动器的数据表明，在读取文档时，硬盘驱动器的吞吐量几乎不受影响。总的来说，喷放期间的性能较不喷放略有提升。然而，可以观察到，写入文档时情况则相反。较小的数据块不受影响，而较大的数据块数据传输速度降低。经检测，读取期间平均性能提升10%，误差为2%；在喷放过程中，平均性能下降7%，误差为1%。

企业级硬盘驱动器的整体性能高于桌面级硬盘驱动器，由于转速和元件材料的差异，这是可以预料的。文档读取过程中，桌面级硬盘驱动器的性能提升了5%，误差为1%。与企业级硬盘驱动器相类似，在喷放过程中，桌面级硬盘驱动器性能也发生了下降，下降了13%，误差为1%。

移动硬盘驱动器的性能则发生了巨大的变化。文档读取过程中，桌面级硬盘驱动器的性能下降了13%。与企业级硬盘驱动器相类似，在喷放过程中，桌面级硬盘驱动器性能也发生了下降，下降了21%。

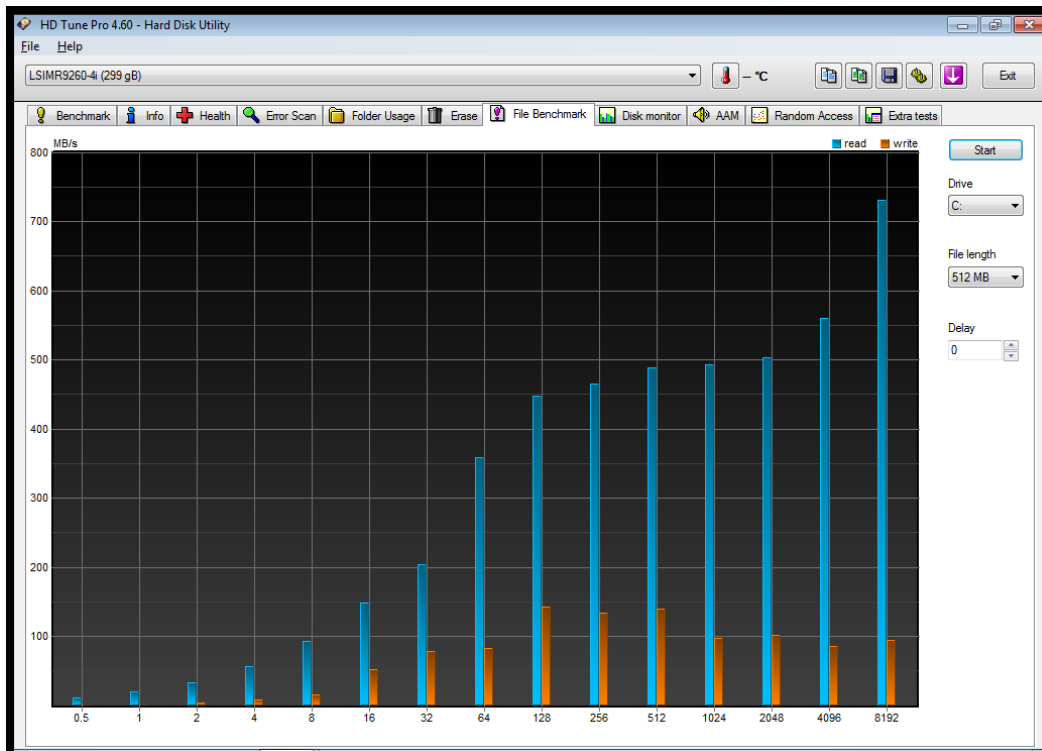


图8 (300GB, 企业级驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统未喷放)

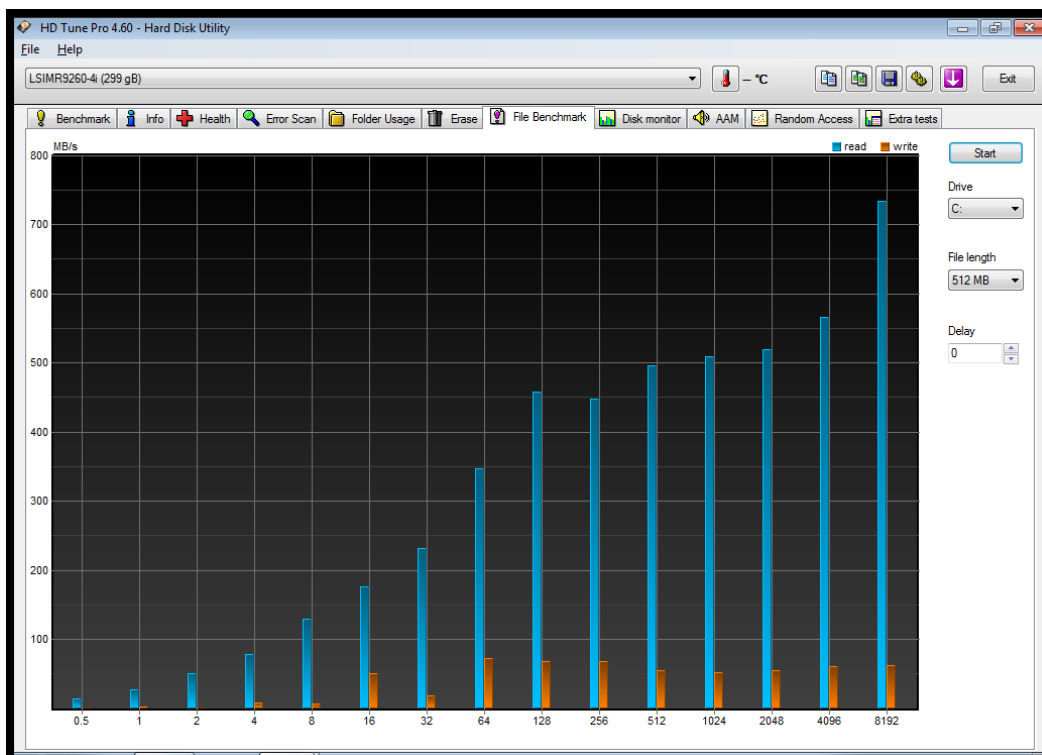


图9 (300GB, 企业级驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统喷放)

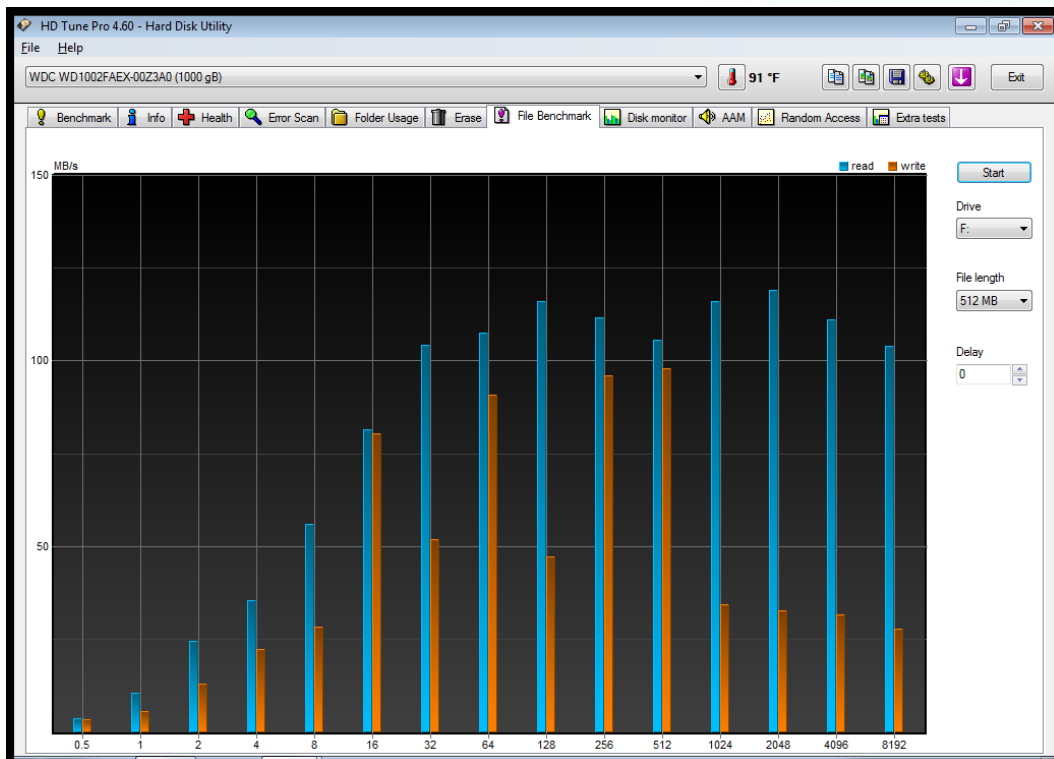


图10 (1TB, 桌面级驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统未喷放)



图11 (1TB, 桌面级驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统喷放)

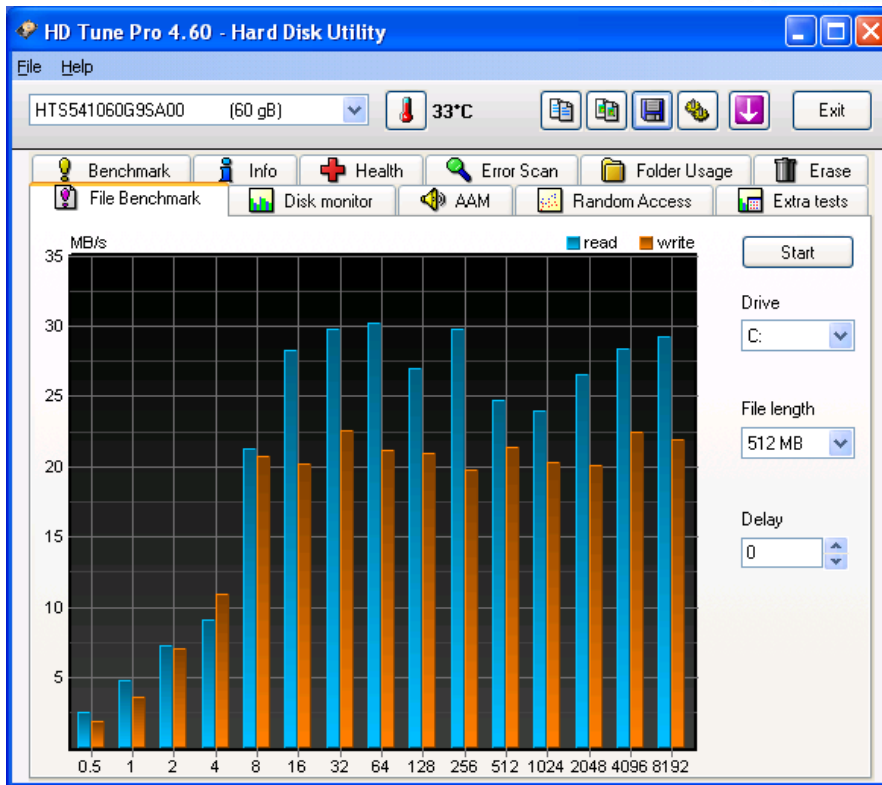


图12 (60GB, 笔记本电脑驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统未喷放)

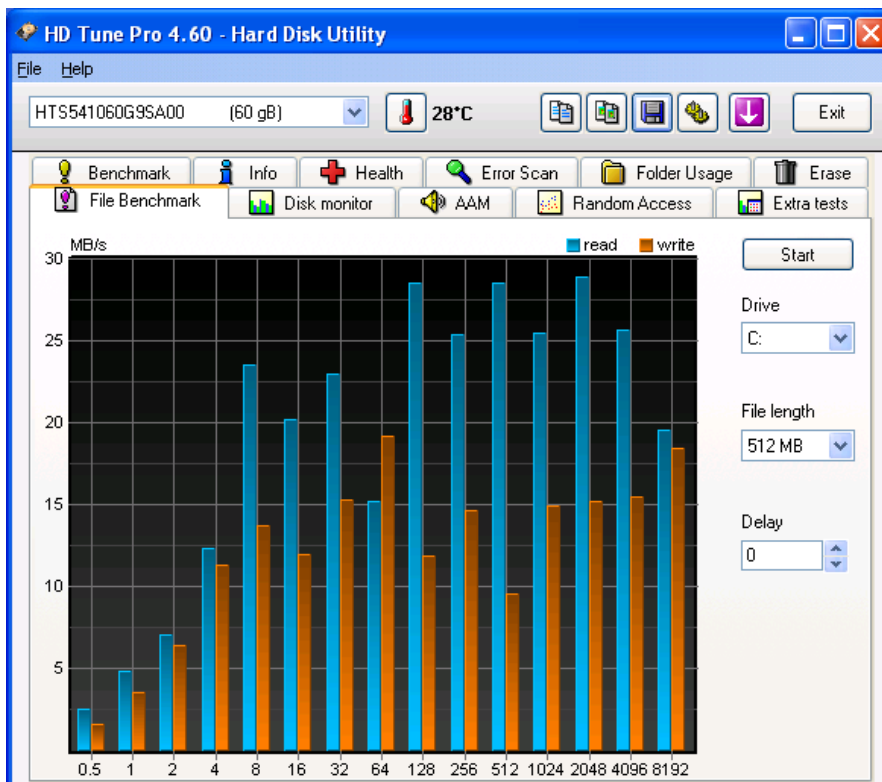
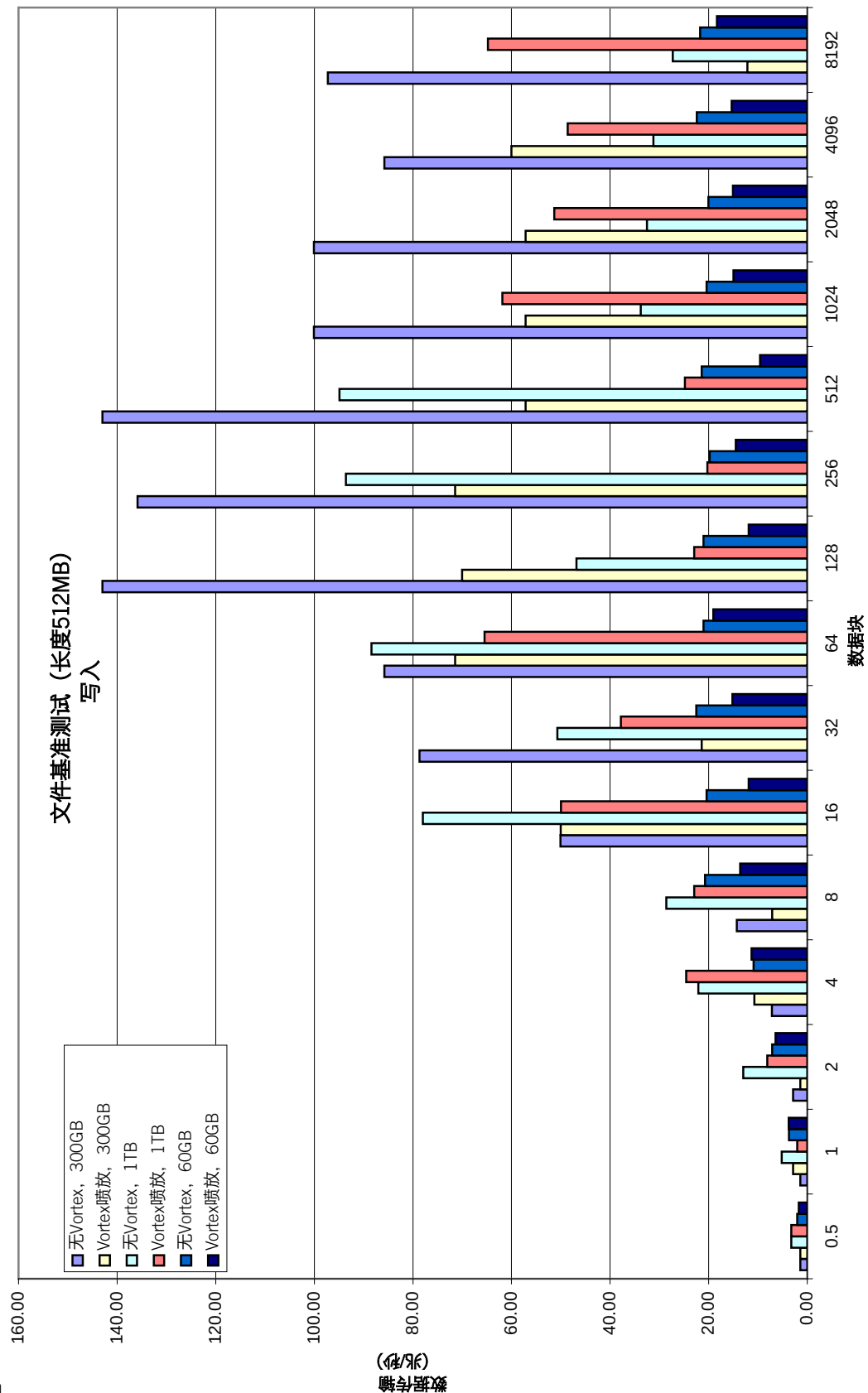
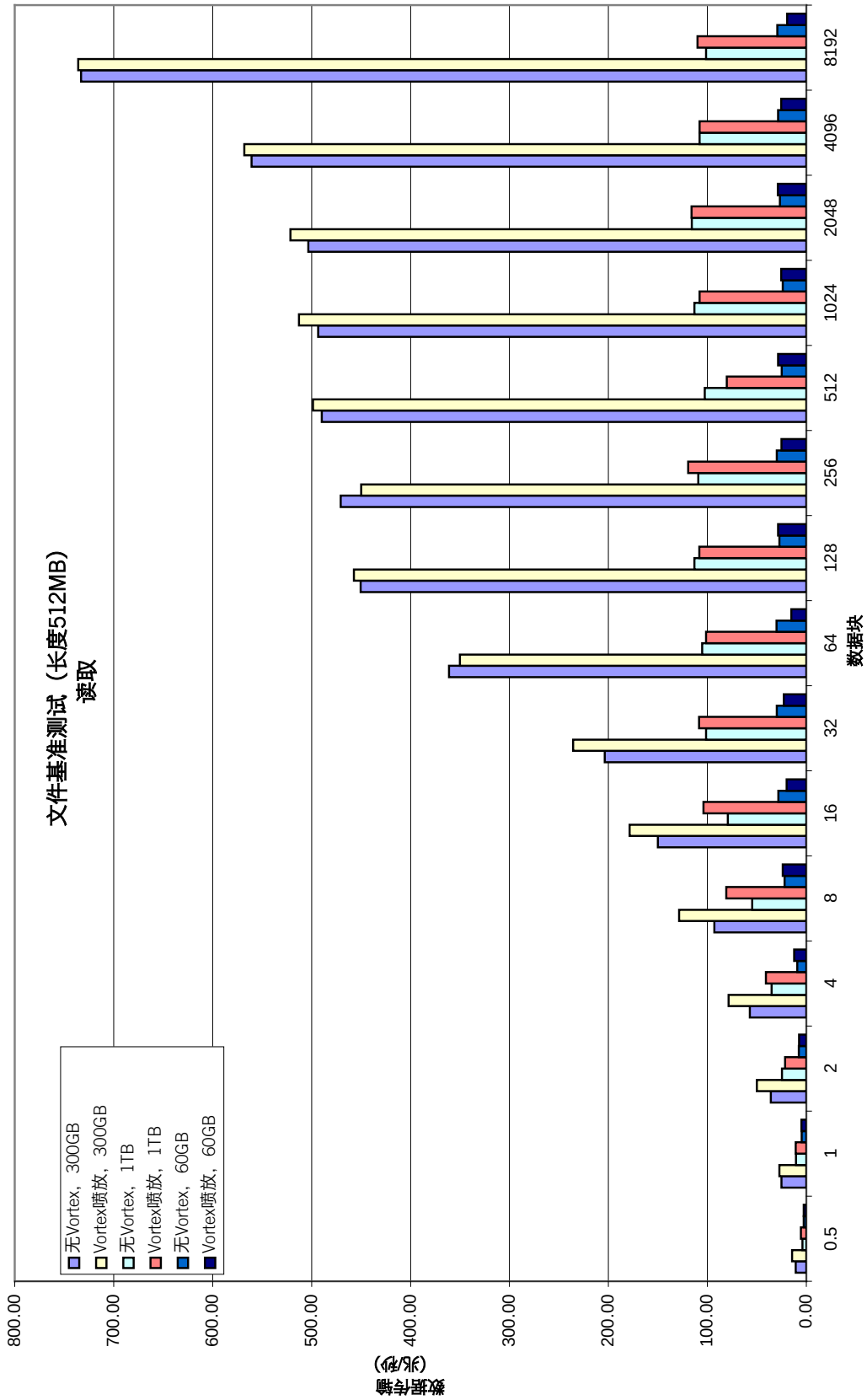


图12 (60GB, 笔记本电脑驱动器, 文件基准, Victaulic Vortex™系统喷放)







总结

尽管在信息技术设备领域一直存在不能用“水”的成见，但测试表明，通过科技创新，这种混合灭火系统仅利用非常少的水量，甚至只是非常微小的颗粒，就有效扑灭火灾。在整个 Victaulic Vortex™ 混合灭火系统测试中，数据没有丢失，也没有因灭火系统喷放，造成硬盘驱动器损伤。测试发现，驱动器的性能在读取过程中有所提升，而在写入过程中有所下降，从而减慢了数据传输速度。企业级驱动器在喷放过程中受到的影响最小。Victaulic Vortex™ 混合灭火系统为使用企业级驱动器（如数据中心）的设备提供了创新、安全、有效的消防方案，该系统对计算机硬盘驱动器的影响最小。

唯特利持续客户验证演示，将以上驱动器长期放置在 Victaulic Vortex™ 灭火系统喷放环境中。未来，唯特利还将测试独立运行的移动硬盘驱动器。额外的移动硬盘驱动器正装备到混合计算机中。移动硬盘驱动器将配备震动、突发移动感应器，也被称为硬盘主动防护。这类硬盘驱动器可以在当前版本的笔记本电脑和使用小型硬盘驱动的音视频设备中找到。初步测试表明，Victaulic Vortex™ 混合灭火系统喷放不会造成驱动器损坏，但可能会导致驱动器进入搁置状态，表现出类似系统奔溃的状态。