白皮书

Victaulic Vortex™ 混合灭火系统

应用于电气及电子设备的灭火系统

Matthew Puzio
唯特利流体控制技术部高级项目工程师

2011年4月更新

www.victaulic.com
VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

目录

1. 简介…….. 3
2. 问题描述..... 3
   a. 设备机柜问题和细水雾解决方案
   b. 气体灭火系统和降低氧含量
   c. 保持空间完整性
   d. 保护环境
   e. 系统停机和重置
3. 唯特利解决方案..... 4
4. Victaulic Vortex混合灭火系统测试和优势
   a. 有效灭火
   b. 敏感电子设备安全性
      i. 灭火测试：通电计算机设备
      ii. 系统测试：ANSI/FM 5560附录G
   c. 安全应用于高压设备
      i. 系统测试：局部保护，带电板
      ii. 系统测试：全淹没保护，母线处封闭空间
      iii. 系统测试：全淹没保护，母线处开放空间
5. 灭火系统应用……...……14
6. 总结…….....15
7. 尾注……...16
8. 参考文献……..…16

www.victaulic.com
VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

简介

电路板闷燃，开关设备爆炸，以及在数据、发电和通信中心的电气火灾风险日渐引起业主和运营商关注。

目前，数据中心和电子行业正在寻求一种安全、有效同时还能保护环境的灭火方案。（请参见SNAP列表[1]）。Victaulic Vortex™ 混合灭火系统采用独特混合技术，通过将氮气和水分子的均质悬浮液高速喷出，有效吸收热量、减少氧气，从而迅速熄灭各种规模的火灾。这种涡流状分布可以弥漫至整个火灾空间，并在几乎没有水残留的情况下迅速灭火。并且保持电子产品干燥，绝对不含有毒物质或化学品。

问题描述

设备机柜问题和细水雾解决方案

数据中心和电子设施的设备机柜通常给灭火系统带来巨大的挑战，被视为局部应用的风险。在此应用下，传统的单灭火剂细水雾系统通常需要直接安装在设备外壳内来抑制火灾。这要求在细水雾系统喷放前需要切断设备电源，防止其受到破坏，以及避免触发分流跳闸。

如果需要在较大范围设置灭火系统，用于保护多个机柜或机柜外壳，则需要采用全淹没应用。在此应用下，安装在外部的细水雾系统进入机柜的细水雾浓度不足以冷却和抑制火灾，除非打开机柜顶部。

在任何一种情况下，机柜内的设备都会受到极端潮湿条件的影响，并可能受到破坏。

气体灭火系统和降低氧含量

大多数情况下，气体灭火系统需要在一定时间内保持浓度，因此必须通过“风扇测试”才能投入到实际应用中。一些系统需要通过改变空间布局来确保完全密闭性，以便在发生火灾时气态灭火剂可以滞留在危险区域。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

虽然细水雾系统可降低失火点温度，惰性气体系统可以减少助燃所需的氧气量。但这些系统都不能完全冷却火灾区域，如果在规定时间内没有保持空间的完全密闭，则有可能引发二次火灾。

保持空间完全密闭

确保灭火剂浓度对空间密闭性要求极大。在有惰性气体系统的空间内如果要保持其完全密闭则需大量的定制结构来引导气流。对业主和承包商来说，完全密封房间以达到较低的泄漏率是一项巨大且昂贵的挑战。

保护环境

目前，惰性气体灭火系统在可持续发展市场环境中也面临一些挑战。这些系统利用化学剂和卤代烃灭火，往往会破坏环境。因此，我们致力于对环境和对使用者友好的替代解决方案（无氟化氢或臭氧产生）。

系统停机和重置

除空间密闭性和环境问题外，还必须考虑系统的生命周期，包括喷放后系统重置成本和难度。大多数情况下，需要将灭火剂储存罐返还给制造商，重新加注专用灭火剂，或者从系统中取出进行称重，这大大增加了时间和金钱成本。业主和运营商一直努力将设施停机时间降至最低，他们需要低成本高收益的解决方案。

唯特利解决方案

Victaulic Vortex™混合灭火系统使用独特的混合技术来输送水和氮气混合物，以提供局部保护和全淹没保护。测试证明Victaulic Vortex混合灭火系统对小型闷燃封闭火灾和开放空间的大型热释放型火灾均有效。

www.victaulic.com
VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

Victaulic Vortex混合灭火系统通过混合氮气和小于10微米的水滴形成均匀悬浮液，这些均匀悬浮液经过高速喷放流经通风机柜来进行有效灭火。当混合物进入机柜时，氮气和水同时扑灭火焰，水能够起到冷却作用，氮气可以降低氧气含量并产生蒸汽，从而达到彻底灭火，而不会出现打湿设备或引起二次火灾的情况。

Victaulic Vortex混合灭火系统对环境完全友好，不含有毒物质，经美国环境保护署认定，不会对全球变暖产生潜在影响。

由于系统在低压下高速喷放，使得混合悬浮液在空间中旋转，抑制火羽流。这种方法不需要保持房间完全密闭就能抑制火灾，因此可以避免额外的建造或翻新成本。

此外，Victaulic Vortex混合灭火系统只需要水和纯氮气，储存瓶可以在现场重新填充，效率高，成本低，气瓶也可以由当地气体供应商更换。最大限度地减少系统和设备停机时间，提高生产率和利润。该系统可直接采用输水管道或对便携式水箱进行罐装。当需要保护电气设备时，建议使用去离子水，以尽量减少导电可能性。

Victaulic Vortex混合灭火系统测试和优势

优势1-有效灭火

美国工厂互保研究中心、美国保险商实验室和许多客户共同见证了多场火灾测试，证明了Victaulic Vortex混合灭火系统的有效性。（参见*Vortex FM*认证[2]、*UL 2127*等效报告[3]和适用的灭火测试结果）。

例如，根据ANSI/FM 5560附录G中列出的要求对Victaulic Vortex混合灭火系统进行了测试，证实该系统成功扑灭了电缆束火灾（*见图1*）。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

图1-电缆束火灾后

优势2-敏感电子设备安全性

与其他技术不同，Victaulic Vortex混合灭火系统可安装在全淹没保护应用配置中，并有效熄灭在设备机柜内的火灾。

当系统混合喷头安装在设备机柜的外部时，带电电路不会直接接触系统喷放的水和氮气悬浮液。这大大降低了设备内部的湿度。

由于高速涡流分布效应，氮气和水的混合物也可通过设备通风孔进入内部，灭火同时保证内部电路板和元件不会因过高湿度或过度潮湿而损坏。

灭火测试2.1-通电计算机设备

所述火灾场景在美国新泽西州斯图尔茨维尔的唯特利爱迪生液压实验室进行。

将装有微处理器电子设备的通风机箱与笔记本电脑和台式电脑一起放置在4624立方英尺（130立方米）的房间内。在机箱内点燃一杯庚烷和一支蜡基蜡烛（图2和图3），燃烧15秒。将一盘无水硫酸钙（Drierite）放置在小推车上（机箱外），另一盘放置在通风机箱内，以比较设备内外的湿度水平。将相对湿度传感器和热电偶放置在通风机箱内，以监测火灾前、火灾时和火灾后的状况。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

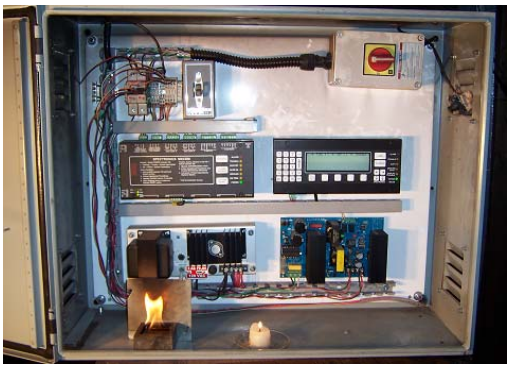


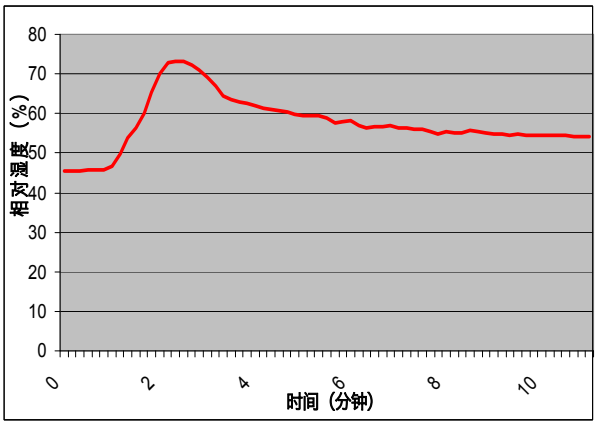
图2-PLC配置

图*3*-笔记本电脑和台式电脑

Victaulic Vortex混合灭火系喷放时间1分36秒（见数据报告），此时机箱内的两处火灾均被扑灭（注意：如需要，Victaulic Vortex 混合灭火系统可通过改变混合喷头尺寸或数量来增加或缩短扑灭时间）。设备在整个火灾测试期间保持通电，并在测试完成后仍保持通电60天。

喷放后，内部电路板完全干燥，设备正常运行。相对湿度的峰值达到73.29%（见图1），净增加30%。无水硫酸钙呈天然蓝色（见图4），水分没有增加。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版



图表1-相对湿度

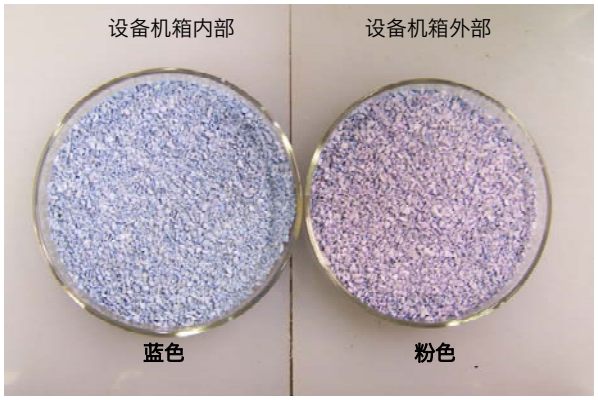


图4-无水硫酸钙

运行60天后，对电路板和各种元件进行检查并拍照（见图5）。样品没有腐蚀或损坏迹象。

一般来说，电气元件暴露于水中几天后会出现点蚀，变成绿色。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

图5-管脚处无腐蚀

测试2.2（无火）-ANSI/FM 5560附录G。

将一个类似于IBM AS 400系统的计算机机柜放置在底层地板通风处。将两盘无水硫酸钙放置在机柜中，用两个观察镜监测机柜内的湿度水平（见图6）。将另外两个无水硫酸钙样品放置在机柜外进行比较。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

图6-计算机机柜

图7-无水硫酸钙样品

Victaulic　Vortex混合灭火系统喷放后，四盘无水硫酸钙和观察镜上的水分含量很少或没有*（全部为蓝色）*。*（见图7）*。

优势3-安全应用于高压设备

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

在以下测试中，Victaulic Vortex混合灭火系统分别安装在局部和全淹没保护应用配置中。成功地进行了三种高达10千伏的高压测试（*受设备限制*）。

测试3.1-局部应用，带电板

将与系统其余部分绝缘的Victaulic Vortex混合喷头对着具有10千伏电位的铜板喷放（见图8）。在混合喷头和地面之间放置一个毫安计，以测量电流。带电板和混合喷头之间的距离从2英寸到10英寸不等。在1.5英寸处，空气破裂并产生电弧。

图8-混合喷头对铜板进行喷放

喷放过程中或喷放后未观察到或测量到电弧。混合喷头和接地均未出现23毫安电流。最大电流为168.58微安。

美国国家职业安全卫生研究所（NIOSH）将最大“释放”电流定为16毫安，1毫安是“几乎不明显”。这些测试中的所有电流都远低于这些水平。

上述测试类似于ANSI/UL711中的C级灭火器。测试结果请参考表1：

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

	测试 1 μA	测试 2 μA	测试 3 μA	测试 4 μA
基准电流	13.71	20.87	31.69	44.22
喷放电流	170.6	173.5	184.41	212.8
总电流	156.89	152.63	152.72	168.58

表*1*-高压喷放试验期间的电流值

测试3.2-全淹没保护，母线处封闭空间

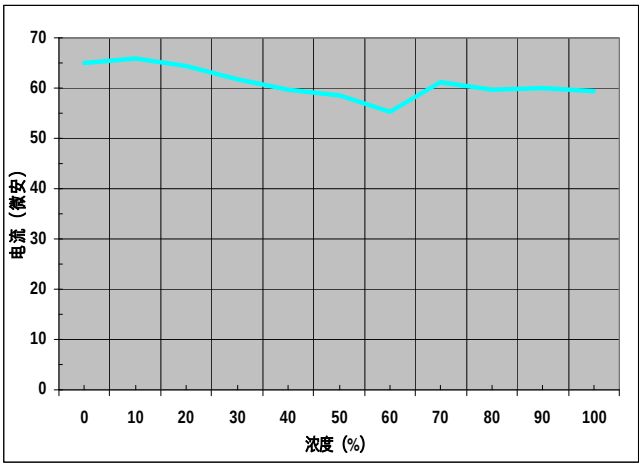
将两根铜母线充电至10千伏，并放置在通风机箱中彼此相距1.5英寸（见图9）。测试期间，对两个电源供应器、PLC和一个LCD显示器也进行通电。

在机箱内点燃蜡烛和庚烷，燃烧15秒。Victaulic Vortex™混合灭火系统喷放约5分钟，同时测量一条母线到地面的电流。

图9-带铜母线的通风机箱

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

测试期间，电弧从未产生，电流也未超过68.87微安（见图2）。所有读数均远低于NIOSH标准16毫安。喷放期间和喷放后，所有设备均保持通电且未受损。



图表2-封闭母线的电流测量

测试3.3-全淹没保护，母线处开放空间

与测试2类似，两个铜母线直接放置在Victaulic Vortex混合喷头下方七英尺处。系统在10千伏母线上喷放时长为5分钟（*100%*浓度）。喷放期间，读取并记录电流（见表2）。

浓度（%）	电流（微安）
0	51.56
10	52.94
20	73.28
30	97.1
40	515
50	471
60	437
70	444
80	446
90	449
100	450

表2-铜母线第二次测试期间的电流值

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

上述结果显示最大电流为515微安（0.515毫安）。该值远低于1毫安的“几乎不明显”电流，证明这种应用在带电设备上是有效的。任何时候都不会出现电弧情况。

灭火系统应用

当Victaulic Vortex™混合灭火系统安装在数据中心、计算机室或任何其他灵敏电子设备中；系统混合喷头应安置在喷放时不会直接冲击设备的位置。安装时推荐将混合喷头安装在边墙结构中，使水和氮气的混合悬浮液沿热通道和冷通道向下流动。水源应为去离子水外加氮气，以确保水的纯度。

这些设计应选用0.26加仑/分钟和5/8英寸或等效的气/水比的混合喷头。可以沿下垂方向安装，但优选边墙式安装。

对于地板下层或狭小空间应用，应配合使用专用扇型箔片，以免地板和天花板过度湿润。

同样的系统设计也适用于高压装置。Victaulic Vortex混合喷头的安装位置应确保水和氮气悬浮液不会对带电装置产生任何直接影响。
如有可能，最好在喷放前关闭设备，但不做强制要求。

总结

Victaulic Vortex™混合灭火系统的混合喷放技术为电子设备等装置提供了全新、安全和高效的消防灭火解决方案。专利设计的系统混合喷头能够产生涡流效应促使亚微米级水滴和氮气的混合物有效进入设备机柜，并抑制机柜内的火灾。

使用单流体技术的细水雾系统无法提供与Victaulic Vortex混合灭火系统相同的保护水平。由于单流体系统需要在设备内外同时放置喷嘴来灭火，因此通电设备会因极端潮湿条件而遭到破坏。

VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

由于Victaulic Vortex混合灭火系统灭火湿度小，且维护简单，设计环保，系统喷放后可快速恢复正常运行，给业主和运营商带来诸多益处。

www.victaulic.com
VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版

尾注

1) 美国环保署
http://www.epa.gov/Ozone/snap/fire/lists/flood.html

2) 美国法特瑞互助保险公司 (FM Global)
http://www.approvalguide.com/CC_host/pages/custom/templates/fm/index.cfm?product=111216

3) 联系Victaulic（唯特利）获取美国保险商实验室（UL）报告
http://ulstandardsinfonet.ul.com/scopes/scopes.asp?fn=2127.html

参考文献

1) William Reilly, Victaulic（唯特利）公司
Victaulic Vortex与灭火剂和水基灭火系统的对比
(WP-04，2008年4月)

2) Andrew Hills, Terence Simpson和David Smith，消防安全内部
应用于电信开关设备和其他电子设施的细水雾系统

www.victaulic.com
VICTAULIC（唯特利）是唯特利公司的注册商标。Victaulic Vortex是Victaulic（唯特利）的商标。
©2011 VICTAULIC（唯特利）公司。版权所有。WP-08 B版