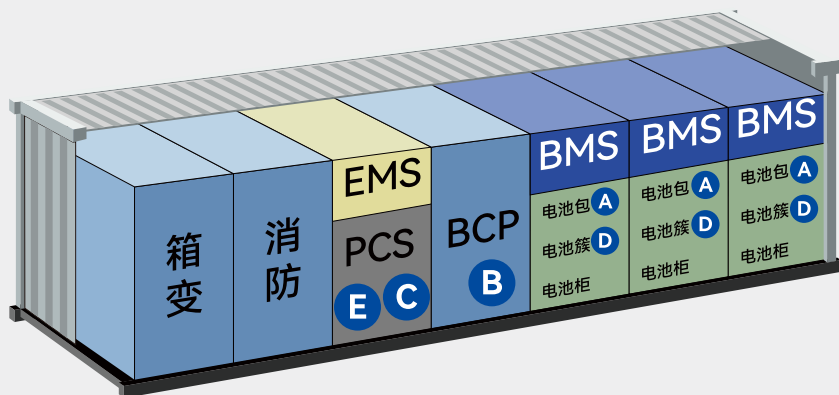


赛尔特之储能系统 熔断器(Fuses)保护方案



电池簇(Rack)



汇流柜(BCP)



双向储能变流器(PCS)



电池模块/包(Module/Pack)

2024

厦门赛尔特电子股份有限公司版权所有 V5.3, 2024年11月



赛尔特官网
www.SETsafe.com
www.SETfuse.com

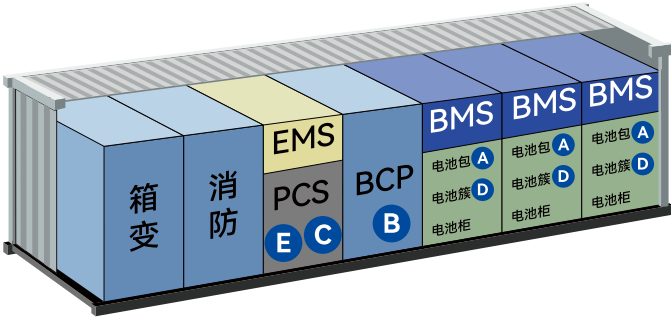


赛尔特公众号

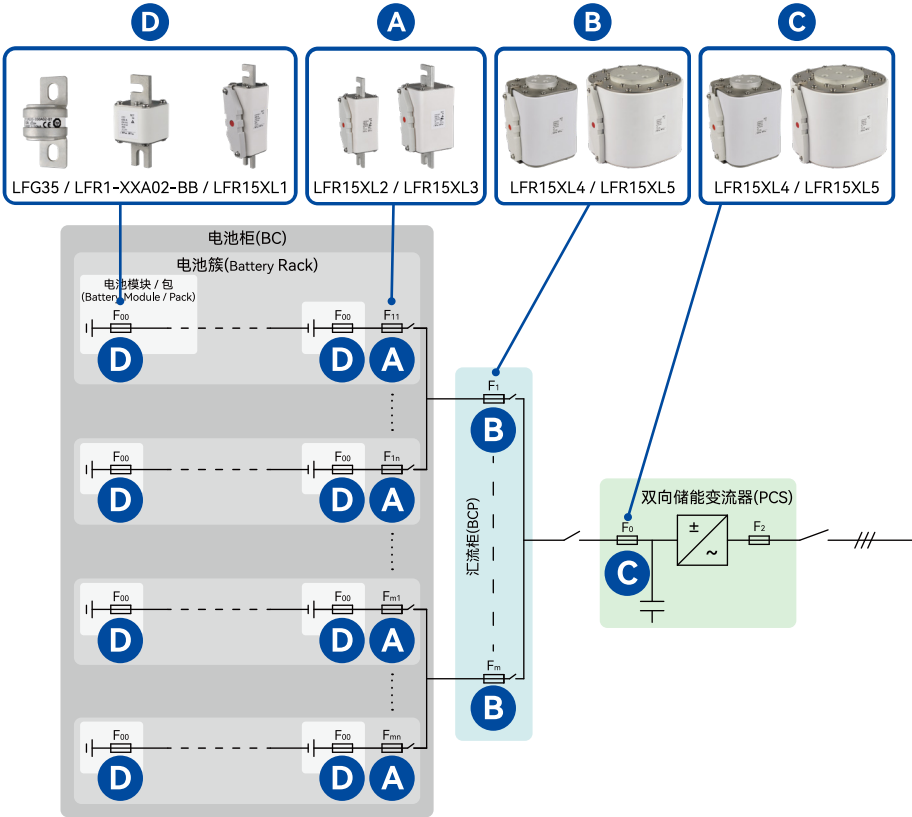
SET safe | SET fuse 赛尔特

赛尔特之储能系统熔断器(Fuses)保护方案

电池储能系统广泛应用于发电、输电、配电、用电等各个环节。电池储能系统由电池模块/电池包、电池簇、变流器等组成，为避免电池模块/电池包外部短路、电池簇内部短路、电池簇间短路、电池簇群间短路、变流器内部短路等过电流引发的安全事故，系统性设置熔断器保护具有十分重要的作用，该方案兼具安全性、可靠性、经济性。



储能系统能用到赛尔特哪些熔断器产品？



熔断器(Fuses)在储能系统中的安全应用

储能系统的安全防控贯穿于电池制造、电站设计建设、运行维护和事故应急处理等的全生命周期的多个关键环节。赛尔特在主动安全与被动安全方面提供多类产品解决方案，一站式服务。



赛尔特解决方案

在主动安全部分，赛尔特提供多类产品解决方案，一站式服务。更多信息请联系我们。

赛尔特解决方案

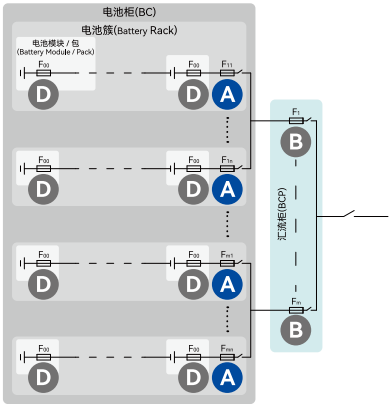
在被动安全部分，赛尔特提供系统电压100、150、250 ~ 500、1000、1200、1500 VDC的熔断器。更多信息请联系我们。



电池簇(Battery Rack)过电流保护解决方案

储能系统安装调试及长期运行中，由于操作失误或器件老化，可能引起电池簇极间短路故障，引起各电池簇输出较大短路电流，为了避免短路电流在系统中的电池模块、导体或绝缘系统中产生机械或热损害，在电池簇内置开关盒中设置合适的直流熔断器保护，限制事故范围和保护系统安全。

赛尔特解决方案



产品：低压熔断器 (LV Fuses)

系列：**LFR15XL2**
LFR15XL3

原理：为了避免短路电流在系统中的电池模块、导体或绝缘系统中产生机械或热损害，在电池簇内置开关盒中设置合适的直流熔断器保护，限制事故范围和保护系统安全。



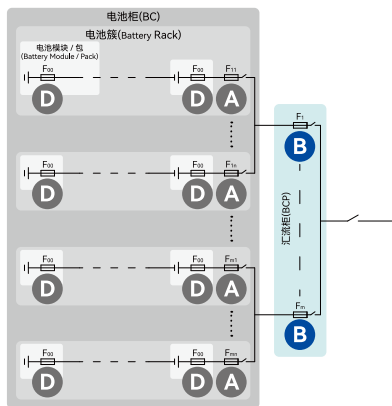
了解更多信息，请扫描二维码或点击官网链接: <https://www.setsafe.cn/Products/Over-Current-Protection/Low-Voltage-Fuses/LV-Fuses-for-Energy-Storage-System.html>

系统电压 (VDC)	推荐产品系列	电流 (A)
1000	更多信息请与我们联系	
1200		
1500	LFR15XL2	100 ~ 450
	LFR15XL3	400 ~ 630

汇流柜(BCP)过电流保护解决方案

储能系统安装调试及长期运行中，由于操作失误或绝缘老化，可能引起BCP至PCS接线端短路故障，引发各电池簇输出较大短路电流，为了避免短路电流在系统中的导体或绝缘系统中产生机械或热损害，保护电池簇内置开关盒熔断器并使事故不扩大影响面，在BCP侧设置适当的直流熔断器进行保护，保护系统安全。

赛尔特解决方案



产品：低压熔断器 (LV Fuses)

系列：**LFR15XL4**
LFR15XL5

原理：为了避免短路电流在系统中的导体或绝缘系统中产生机械或热损害，保护电池簇内置开关盒熔断器并使事故不扩大影响面，在BCP侧设置适当的直流熔断器进行保护，保护系统安全。



了解更多信息，请扫描二维码或点击官网链接：<https://www.setsafe.cn/Products/Over-Current-Protection/Low-Voltage-Fuses-LV-Fuses/LV-Fuses-for-Energy-Storage-System.html>

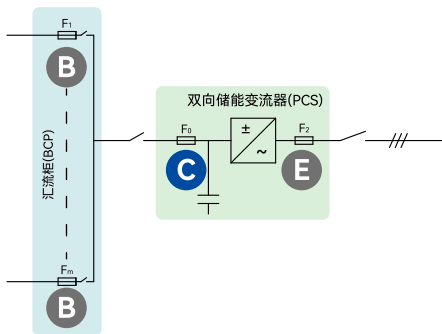
系统电压 (VDC)	推荐产品系列	电流 (A)
1000	更多信息请与我们联系	
1500	LFR15XL4	800 ~ 2000
	LFR15XL5	1800 ~ 3000



双向储能逆变器(PCS)直流侧过电流保护解决方案

储能系统安装调试及长期运行中，由于操作失误或器件老化等，可能引起PCS内部短路故障，由于BCP至PCS间的连线截面积较大，限流作用有限，各电池簇输出较大短路电流，为了避免短路电流在系统中的导体或绝缘系统中产生机械或热损害，保护电池簇内置开关盒及BCP中的熔断器，在PCS直流侧设置合适的直流熔断器可减小事故范围和保护系统安全。

赛尔特解决方案



产品：低压熔断器 (LV Fuses)

系列：**LFR15XL4**

LFR15XL5

原理：为了避免短路电流在系统中的导体或绝缘系统中产生机械或热损害，保护电池簇内置开关盒及BCP中的熔断器，在PCS直流侧设置合适的直流熔断器可减小事故范围和保护系统安全。



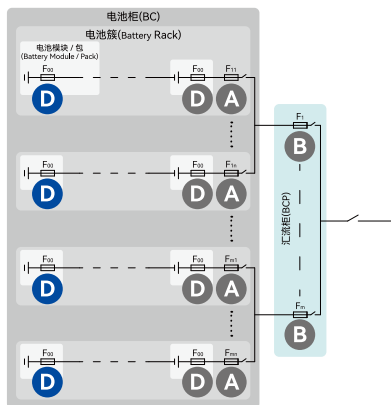
了解更多信息，请扫描二维码或点击官网链接：<https://www.setsafe.cn/Products/Over-Current-Protection/Low-Voltage-Fuses-LV-Fuses/LV-Fuses-for-Energy-Storage-System.html>

系统电压 (VDC)	推荐产品系列	电流 (A)
1000	更多信息请与我们联系	
1500	LFR15XL4	800 ~ 2000
	LFR15XL5	1800 ~ 3000

电池模块/包(Battery Module / Pack)过电流保护解决方案

储能系统安装调试及长期运行中，由于操作失误或绝缘老化，可能引起电池包（PACK）外部短路故障，引起各电池包输出较大短路电流，为了避免短路电流在系统中的电池模块、导体或绝缘系统中产生机械或热损害，电池包输出端内置合适的直流熔断器进行保护，限制事故范围和保护系统安全。

赛尔特解决方案



产品：低压熔断器 (LV Fuses)

系列：LFG35

LFR1-XXA02-BB

LFR15XL1

原理：为了避免短路电流在系统中的电池模块、导体或绝缘系统中产生机械或热损害，电池包输出端内置合适的直流熔断器进行保护，限制事故范围和保护系统安全。

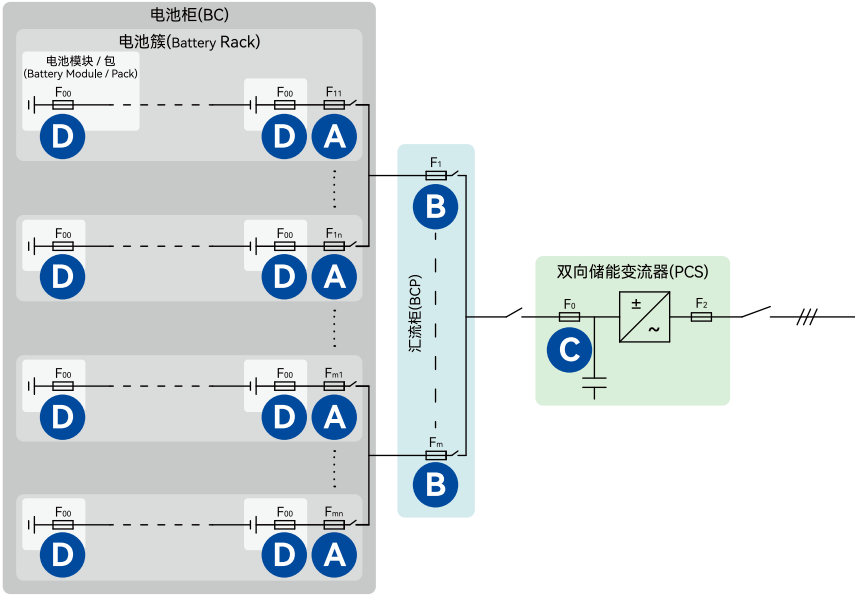


了解更多信息，请扫描二维码或点击官网链接：<https://www.setsafe.cn/Products/Over-Current-Protection/Low-Voltage-Fuses-LV-Fuses/LV-Fuses-for-Energy-Storage-System.html>

系统电压 (VDC)	系列	电流 (A)
250	LFG35	100 ~ 600
250	LFR1-XXA02-BB	200 ~ 800
1500	LFR15XL1	100 ~ 450

熔断器选型分析

A. 选定电池簇输出端内置开关盒中的熔断器，如图1所示熔断器F₁₁



（图1 典型的电池储能系统简图）

A-1：确定熔断器的额定电流

$$I_n \geq K_0 \times I_{\text{电池簇额定电流}} / (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5)$$

K₁——温度降容系数。

K₂——海拔降容系数。

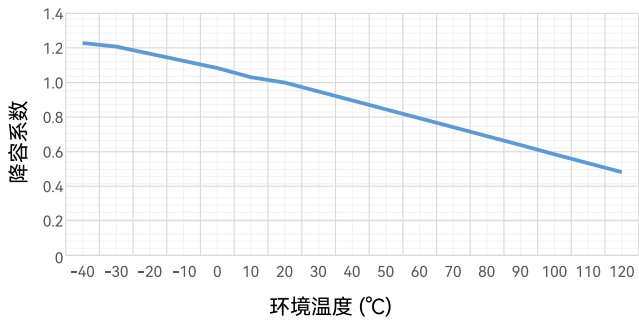
K₃——连接导体降低容系数。

K₄——风冷修正系数，风速为0时取1。

K₅——封闭环境修正系数，对于散热条件较好的箱体取0.9~0.95，而对于较差的取0.8。如果取得熔断器周边微环境长期工作期间的最高温度，并引用该温度按温度降容系数修正的，则该系数可以取1。

K₀——可靠系数，取1.2或1.25（参考电力行业标准《电力工程设计直流电源系统设计技术规程》（DLT 5044 - 2014）；对于快速型熔断器，为保证可长期工作，该系数是考虑到储能工况存在脉动循环等电流波动负载的修正系数）。

温度降容曲线

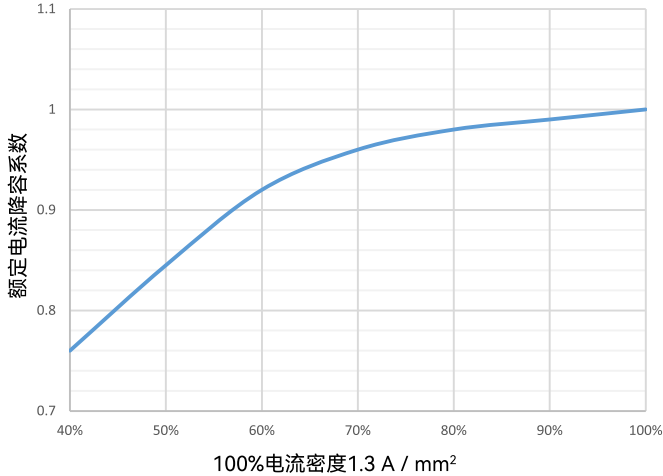


海拔修正系数Y2（国际工程师协会IEEE C37.40-2003）

海拔高度		额定电流 修正系数	海拔高度		额定电流 修正系数
米 (Meter)	英尺 (Feet)		米 (Meter)	英尺 (Feet)	
1000	3300	1.00	3000	10000	0.96
1500	5000	0.99	3600	12000	0.95
2100	7000	0.98	4300	14000	0.93
2400	8000	0.97	4900	16000	0.92
2700	9000	0.96			

当按安装位置工作电流和配置的铜排等导体得出的电流密度大于1.3 A / mm²，按1.3 A / mm²和实际电流密度的百分比值按以下图标取降容系数

热连接降容系数



A-2: 额定电压

要求熔断器的额定电压大于电池簇的最高电压，即不低于系统额定电压。

A-3: 分断能力要求

要求所选的熔断器的额定分断能力大于最大短路电流。

在储能系统中，直流回路在短路期间短路电流 $I_p = U_{\max} / \Sigma R$ ， $U_{\max}$ 代表电池簇最高电压， ΣR 代表直流短路路径中的总电阻， I_p 的大小将主要取决于电池簇的内部阻抗和直流电缆阻抗。通常，对于铅酸电池簇，短路电流一般不大于其额定电流的15倍，而对于锂电池簇，则可能达到近100倍以上。

对于系统中 F_{11} 相同位置的熔断器 $F_{12} \sim F_{mn}$ ，都选用相同的规格。

A-4: 校验

通常电连接接触面耐受温度为 $(100 \sim 130)^\circ\text{C}$ ，对所选熔断器实际运行要求连接电极表面温度不超出该温度，以符合相关标准要求，如GB7251.1-2013要求，铜排表面处理（如镀锡等）触点连接处温度应不大于 105°C 。

可以在实际系统中运行测试熔断体电极表面温度，或在试验室模拟其工作环境温度和正常工作电流条件下测试熔断体端电极表面温度，以验证是否符合温度要求。

B. 选定汇流柜中的熔断体，如图1所示 F_1

B-1: 确定 F_1 的额定电流，并考虑选择性

$$I_n \geq K_0 \times n \times I_{\text{电池簇额定电流}} / (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5)$$

且尽量保证所选出的熔断体的熔断 I^2t 和弧前 I^2t 同时符合以下条件：

$$I_{t \text{ 熔断}}^{2, F_1} < (m-1)^2 \times I_{t \text{ 弧前}}^{2, F_1}$$

$$I_{t \text{ 熔断}}^{2, F_1} < (n(m-1))^2 \times I_{t \text{ 弧前}}^{2, F_{11}}$$

参考GB/T13539.5第9章中熔断器上下级之间选择性配合要求

B-2: 其额定电压、分断能力及校验的选型方法同A

C. 选定PCS直流侧的熔断体，如图1所示 F_0

C-1: 确定 F_0 的额定电流，并考虑选择性

$$I_n \geq K_0 \times n \times m \times I_{\text{电池簇额定电流}} / (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5)$$

且尽量保证所选出的熔断体的熔断 I^2t 和弧前 I^2t 同时符合以下条件：

$$I_{t \text{ 熔断}}^{2, F_0} < m^2 \times I_{t \text{ 弧前}}^{2, F_1}$$

$$I_{t \text{ 熔断}}^{2, F_0} < (nm)^2 \times I_{t \text{ 弧前}}^{2, F_{11}}$$

当针对PCS配置，暂无电池簇等参数信息，此时， F_0 按 $I_n \geq K_0 \times I_{\text{PCS}}^{\text{额定电流}} / (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5)$ 选配， $I_{\text{PCS}}^{\text{额定电流}}$ 为PCS额定工作电流（直流输入侧）。事实上，整个系统功率合理配置，两者选配结果是一致的。

C-2：其额定电压、分断能力及校验的选型方法同A

D. 选定电池簇内的熔断体，如图1所示 F_{00}

D-1：确定 F_{00} 的额定电流，并考虑选择性

$$I_n^{F00} \geq I_n^{F11}, \text{且 } I_t^{2,F11} \text{ 熔断} < I_t^{2,F00} \text{ 弧前}$$

D-2，所选熔断体的额定电压不小于电池模块/包的额定电压或系统电压

D-3：其分断能力及校验的选型方法同A

E. 对于其他较简单的储能系统的直流侧选型

对于配置不同于上述图的电池储能系统，比如，仅仅是若干电池簇并联后和一台PCS组成的系统，此时，上述选型方法仍可参考使用，整个系统可以只设置熔断器 F_{00} ， F_{11} ，和 F_0 ，只是 F_1 和 F_0 合二为一，不需要 F_1 。按 m 取值为1计算确定 F_0 ，并且，如同时符合 $I_t^{2,F0} \text{ 熔断} < n^2 \times I_t^{2,F11} \text{ 弧前}$ ，则同时也满足了选择性要求。

对于组串式储能系统，其每一个电池簇对应一台PCS,此时，上述选型方法仍可使用，整个系统可以只设置熔断器 F_{00} ， F_{11} ，只是 F_{11} ， F_1 和 F_0 合三为一。对于智能组串式，可以把 F_{11} 从电池簇移到智能直流配电柜，以便于日后更换。

储能系统具有多样性和复杂性的特点，其工作场景不同、工况也不同，对于各具体项目可以结合其实际工作条件进一步分析选型。

赛尔特 (SETsafe | SETfuse) 能提供什么

www.SETsafe.com

www.SETfuse.com

赛尔特设计、制造、销售电路控制及安全保护元器件，并提供电路安全解决方案。

2024年提供4大保护类别产品

<https://www.setsafe.cn/Products.html>

过温度保护



过电压保护



过电流保护



主动保护



产品的主要应用市场：新能源、储能、通信、防雷器、电源、照明、家电、移动设备、医疗等用电设备市场。客户中包含多家世界500强企业。

赛尔特2000年成立于中国厦门市，产品已畅销40多个国家和地区。产品取得CCC、CQC、UL、cUL、cULus、VDE、TUV、PSE、KC、CE等认证（每个产品有不同，以实际获得的证书为准），满足RoHS、REACH要求。公司通过了质量（IATF 16949、ISO 9001，德国TUV认证、发证）、环境（ISO 14001）、职业健康安全（ISO 45001）、能源管理（ISO 50001）、知识产权（GB/T 29490）管理体系认证。参与多项电路保护元器件的标准制定、修订。

进一步了解：<https://www.setsafe.cn/About-SETsafe-and-SETfuse/About-Us-History.html>



选择赛尔特电路保护元器件 安心

20+

超过20年的设计、制造、销售电路保护元器件

40+

40多个国家和地区的客户选择赛尔特品牌

自动化

全自动、工序自动化制造产品

500

世界500强企业选择品牌

更多荣誉

<https://www.setsafe.cn/About-SETsafe-SETfuse/Honor.html>

测试中心

<https://www.setsafe.cn/Testing-Center-Laboratory.html>

1000+

超过1000项检测项目

300+

超过300套专业的检测设备

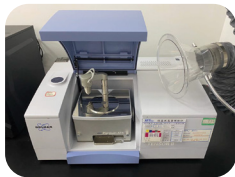
标准

具备UL、EN、IEC、ITU、GB、YD标准
的检测能力

WTDP

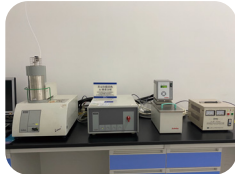
获得美国UL认可目击测试实验室
德国TUV莱茵授权实验室资质

部分实验设备



实验室检测范围包括材料分析类、温度类、环境类、电学类、雷击类等试验，检测项目超过1000项。

具备IEC国际标准、EN欧洲标准、UL标准以及国家和行业标准的检测能力。



检测项目包括：标志试验、拉力试验、推力试验、爬电距离、电气间隙、电气强度、绝缘电阻、保持温度、动作温度、最高极限温度、老化试验、压敏电压、漏电流、耐电压、箝位电压等。

目击测试实验室 (WTDp)

<https://www.setsafe.cn/Testing-Center-Laboratory/Witnessed-Test-Data-Program-WTDP.html>



UL 认可授权赛尔特实验室的检测能力范围包括以下标准：

- UL 60691, CSA C22.2 NO.60691:19
- UL 1449, 第 5 版本, 发布日期 01/08/2021 (浪涌保护器)
- UL 1434, 第 1 版本, 修订日期 05/18/2020 (热敏电阻型器件)
- CSA 元件验收服务, T.I.L 类型 No.9073-31, 发布日期 07/09/1991
- CSA C22.2 No.269.5, 第 2 版本, 发布日期 09/2017 (浪涌保护器 – 类型 5 – 元件)
- CSA C22.2 No.269.4, 第 2 版本, 发布日期 03/2017 (浪涌保护器 – 类型 4 – 器件)

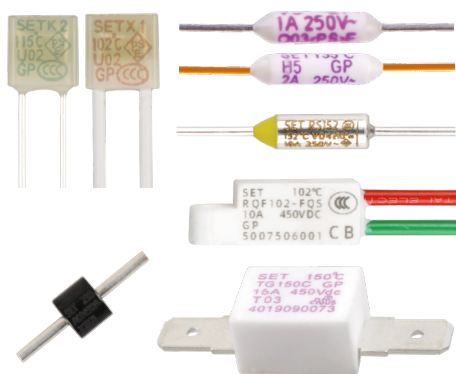


TUV 认可授权赛尔特实验室的检测能力范围包括以下标准：

- IEC 60127
- IEC 60539-1:2016
- IEC 60691:2015+A1
- EN 60691:2016+A1
- IEC 61051-1:2018
- EN IEC 61051-1:2018
- IEC 61051-2:1991+A1
- IEC 61051-2-2:1991
- IEC 62368-1:2020 Annex G.8
- EN IEC 62368-1:2020 Annex G.8
- EN 50539-11:2013+A1
- IEC 61643-11:2011
- EN 61643-11:2012+A11
- IEC 61643-21:2012
- EN 61643-21:2001+A1+A2
- IEC 61643-31:2018
- EN 61643-31:2018
- IEC 61643-311

赛尔特电路保护元器件主要产品

过温度保护



- 温度保险丝 - 合金型
- 直流温度保险丝 - 合金型
- 温度保险丝 - 有机物型
- 常开转常闭温度转换器 - 有机物型

进一步了解



过电压保护



- 瞬态电压抑制二极管
- 热保护型瞬态抑制二极管
- 静电阻抗器
- 电涌抑制晶闸管
- 气体放电管
- 热保护型气体放电管
- 压敏电阻
- 热保护型压敏电阻
- 电涌保护器模组
- 电涌保护器

进一步了解

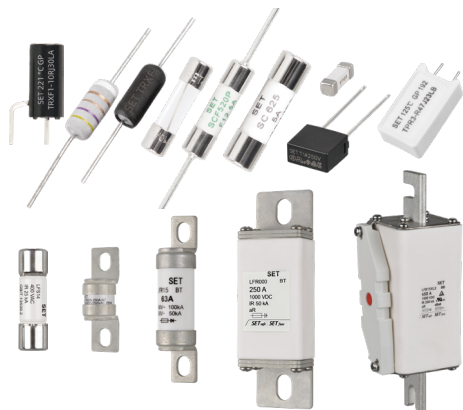


<https://www.SETsafe.cn/Products/Over-Temperature-Protection.html>

<https://www.SETsafe.cn/Products/Over-Voltage-Protection.html>

赛尔特电路保护元器件主要产品

过电流保护

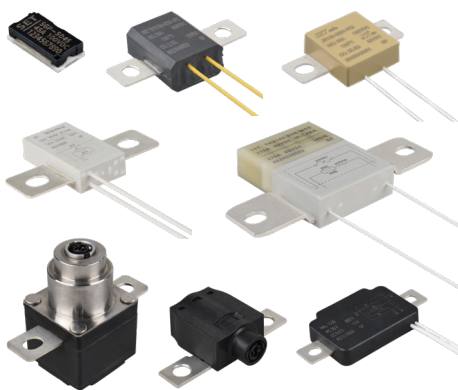


- 管状熔断体
- 超小型熔断体
- 贴片熔断体
- 线绕熔断电阻器
- 热保护型熔断电阻器
- 热保护型水泥电阻器
- 低压熔断器

进一步了解

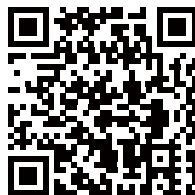


主动保护



- 热熔切断器
- 受控熔断器
- 烟火切断器
- 机械切断器

进一步了解



<https://www.setsafe.cn/Products/Over-Current-Protection.html>

<https://www.SETSafe.cn/Products/Active-Protections.html>

制造电路控制及安全保护元器件 提供电路安全解决方案

赛尔特产品类别与产品



过温度保护

<https://www.SETsafe.cn/Products/Over-Temperature-Protection.html>



过电压保护

<https://www.SETsafe.cn/Products/Over-Voltage-Protection.html>



过电流保护

<https://www.SETsafe.cn/Products/Over-Current-Protection.html>



主动保护

<https://www.SETsafe.cn/Products/Active-Protections.html>

赛尔特产品目录下载



<https://www.SETsafe.cn/Support/Datasheet-Download.html>

厦门赛尔特电子股份有限公司

福建省 厦门市 翔安区 翔安西路8067, 8001号

电话: 0592 5715838

邮箱: sales@SETfuse.com



赛尔特官网

www.SETsafe.com
www.SETfuse.com



赛尔特公众号