[电涌保护器]

石化行业新型电涌保护器解决方案

文/贺辰[1]　刘建忠[2]
1. 施耐德万高（天津）电气设备有限公司；2. 中国天辰工程有限公司

介绍石化行业防雷的重要性，电涌保护器的作用及工作原理，一体式SPD的优势，石化行业对信号类SPD应用中的痛点，创新型信号类电涌保护器的技术创新，实现更安全，更可靠，更高效的电涌保护功能。

石化行业防雷的重要性

石化工厂中的设备和设施，如储罐、管道、控制系统和电力设备，对雷电的敏感性较高。大气过电压和操作过电压都可能造成设备的损坏、系统故障，严重时甚至可能导致生产停滞。有效的防雷措施可以保护这些关键设备，确保生产的安全和稳定。石化行业有严格的安全标准和规范要求，必须采取合理的防雷措施保护设备免受电涌影响。电涌保护器作为重要的防护措施之一，有助于企业符合相关的安全标准和规范要求，避免因瞬态过电压的产生对设备造成损坏，从而影响安全生产。然而传统的电涌保护器在当今的使用环境下存在一定的缺陷，如今市场上涌现的创新型电涌保护器（Surge Potective Device，SPD）技术为石化行业防雷提供了新的思路，例如一体式SPD和创新型信号类SPD。

电涌保护器的作用及工作原理

SPD是用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器，用以保护电气或电子系统免遭雷电或操作过电压的损害。电涌保护器的工作原理是利用非线性元件（例如压敏电阻、气体放电管等）在不同电压下的阻抗变化特性，实现对过电压的限制。在正常的额定工作电压下，电涌保护器呈现高阻抗状态，对系统不产生影响；当出现瞬态过电压时，电涌保护器迅速转变为低阻状态，将电涌电流泄放到大地，并将过电压限制到合理水平，从而保护下游设备；当瞬态过电压消失后，电涌保护器自动恢复为高阻抗状态，继续正常工作。

电源SPD的应用现状

传统的电源类SPD解决方案，通常为分体式SPD+后备保护的形式，如图1所示。这种方式存在两个难题：

1）接线较多。由于SPD与后备保护之间需要接线，在某些安装场景下，难以满足标准要求的≤50 cm的接线原则。

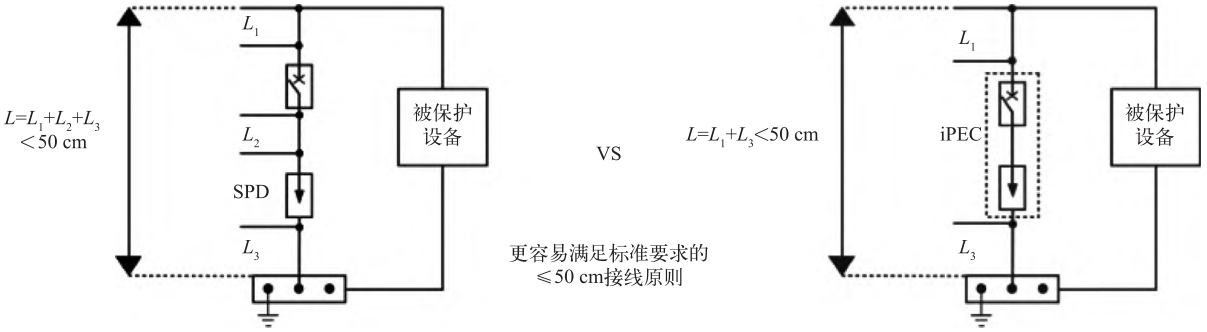
2）保护效果难以优化。受限于接线形式，无法节省SPD与后备保护之间的接线，故难以优化有效电压保护水平U_p/f。

图1　传统电源类SPD解决方案

电源SPD的一体式创新

一体式SPD将传统的电涌保护器与专用保护装置技术进行融合。专用保护装置(SSD)部分依据NB/T 42150—2021《低压电涌保护器专用保护装置》设计，可以做到专用保护装置部分的放电能力能够与SPD部分相匹配，同时工频过电流分断能力做到3～100 kA,无故障盲区。相比较传统的分体式SPD配合后备保护装置的方案，一体式电涌保护器存在以下方面的优势：

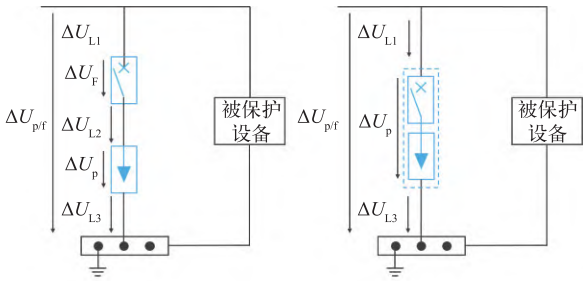
1）依据GB 50343—2012《建筑物电子信息系统防雷技术规范》第5.4.3 8条：电源线路浪涌保护器在各个位置安装时，SPD的连接导线应短直，其总长度不宜大于0.5 m。一体式SPD因节省了两个产品之间的连接线缆，更容易满足标准要求的≤50 cm的接线要求，如图2所示。



（a）分体式SPD　　（b）一体式SPD

图2　一体式SPD与分体式SPD对比

2）一体式SPD具有更优的保护效果。由于一体式SPD避免了SPD与专用保护装置（SSD）之间的接线的残压,因此可以进一步降低有效电压保护水平U_p/f，如图3所示。



（a）分体式SPD　　（b）一体式SPD

图3　分体式SPD和一体式SPD的$U_{p/f}$对比

图3中，U_p/f为有效电压保护水平；U_p为SPD的电压保护水平；U_F为后备保护的残压；ΔU_L为引线电压降。

分体式SPD：$U_p/f=\Delta U_{L1}+U_F+\Delta U_{L2}+U_p+\Delta U_{L3}$。

一体式SPD：$U_p/f=\Delta U_{L1}+U_p+\Delta U_{L3}$。

一体式SPD的有效电压保护水平U_p/f比分体式SPD减小了$U_F+\Delta U_{L2}$。

经过实验室测试，在I_n=20 kA（8/20μs）冲击电流下，一体式SPD 残压U_{res}下降了约34%。测试波形如图4所示。

3）一体式SPD在安装方面更加经济。相比较分体式SPD，一体式SPD更加节省安装材料和安装工时。对比安装接线如图5所示。分体式SPD需要安

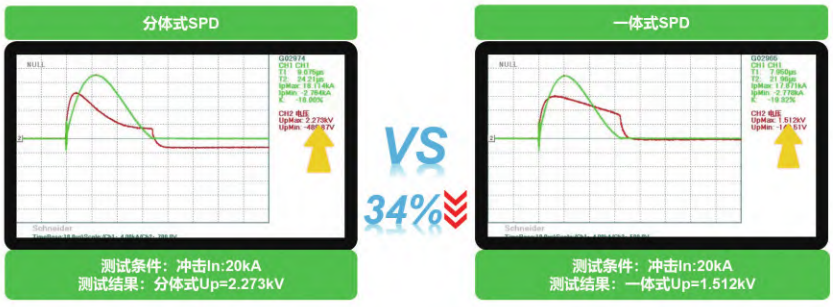


图4　分体式SPD和一体式SPD的残压测试对比

装9条电缆，一体式SPD仅需安装5条线缆，可节省60%的安装材料。对比安装工时，分体式SPD需要安装13颗螺栓，一体式SPD仅需安装5颗螺栓，可节省45%的安装时间。

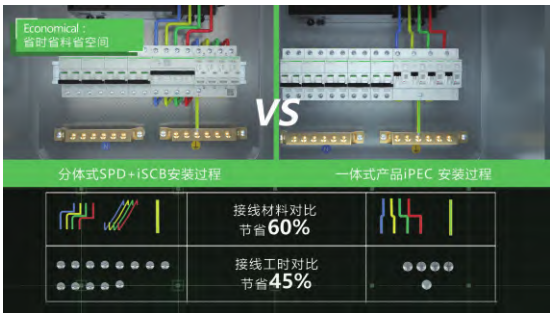


图5　分体式SPD和一体式SPD在安装材料、工时方面的对比

4）一体式SPD选型更简单，分体式SPD在选型上需要先依据国家标准的要求选择合适的SPD，再依据国标要求选择与之配合的专用保护装置，整个过程相对复杂。一体式SPD，化繁为简，仅需一步选型即可得到匹配兼容的组合方案。

综合来讲，一体式SPD有更好的保护效果，更低的安装成本，更简单的选型。

信号类SPD的应用现状

石化行业的DCS、SIS的DI，DO，AI，AO以及总线信号等有大量加装信号类电涌保护器的需求。然而传统的用于测控线路的信号类SPD，普遍存在以下问题。

1）产品尺寸通常为每片12 mm宽度，导致柜体尺寸很难缩小，面对越来越严苛的安装环境，很难适应现场要求。

2）传统的信号类SPD不具备本地寿命状态指示功能，很多现场出现运行多年，无法确认SPD是否损坏的难题，一但发生错检、漏检，就会对安全生产埋下隐患。

3）传统的SPD不具备故障上传功能，无法满足石化行业的智能化监控需求。

信号类SPD的功能创新

创新型信号类电涌保护器在尺寸及监测功能上的技术创新完美解决了这些难题。

1）创新型信号类电涌保护器的尺寸目前可以做到每片宽度6 mm，相比较传统的每片宽度12 mm的SPD，宽度上可以缩减50%，在面对严苛的安装环境时可以节省50%的安装空间，如图6所示。

图6　现场安装场景

2）创新型信号类电涌保护器采用内置热脱扣技术，通过脱口机构与本地视窗的机械联动可实现本地工作状态指示，让SPD的运维更加准确，安全，如图7所示。

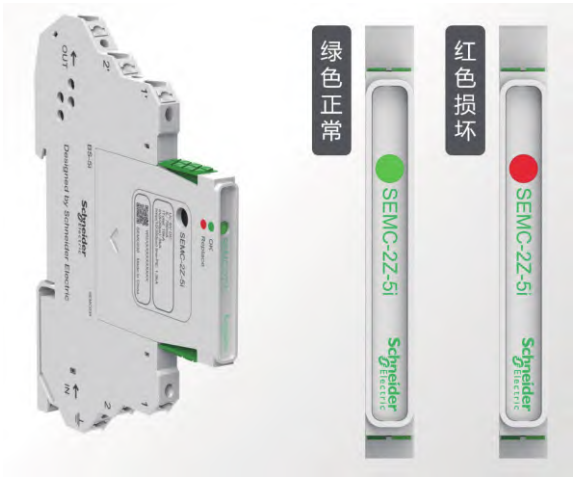


图7　本地工作状态指示

3）创新型信号类电涌保护器可搭载遥信附件实现多台产品的集中状态监控，将故障信号进行本地报警的同时把故障信号上传集中监控系统，如图8所示。

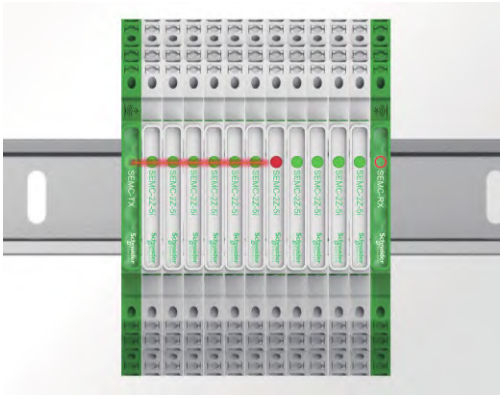


图8　智能遥信监测

本，更简单的选型，可以为石化工厂提供更加可靠，安全的电涌防护措施。创新型信号类电涌保护器解决了传统SPD的运维难题，更小的尺寸可以胜任更加苛刻的安装环境，同时智能监控功能将故障信号上传至后台监控系统，为石化行业提高自动化程度提供支持，为仪表控制系统的稳定性和可靠性提供了保障。

综上所述，新型电涌保护器解决方案的出现满足了石化行业发展的需求，促进了石化企业向更可靠，更安全，更高效的方向迈进。EA

（收稿日期：2024-10-12）

结束语

石化行业的生产环境相对复杂。因存在大量易燃、易爆物质，所以对电气设备的安全性要求极高。同时，石化工厂通常处于空旷地区或靠近海岸，容易遭受雷击等自然因素引起的电涌冲击。因此，石化行业迫切需要可靠、高效的电涌保护器来保障电气系统的稳定运行和生产安全。

一体式SPD因其更优秀的性能，更低的安装成

参考文献

[1] 低压电涌保护器（SPD）第11部分：低压电源系统的电涌保护器——性能要求和试验方法：GB/T 18802.11—2020[S].

[2] 低压电涌保护器专用保护装置：NB/T 42150—2021[S].

[3] 建筑物电子信息系统防雷技术规范：GB 50343—2012[S].

（上接第 127 页）

识库给出诊断原因与维修建议，如更换绝缘子、调整接触压力等，保障供电设备的可靠运行。综上，该系统利用计算机视觉与机器学习技术，实现了对电气化铁路接触网设备的电气状态实时监测，为精准维修、状态预警提供了新思路。

表2　接触网供电设备故障状态识别性能

故障类型	样本数量	检出数量	检出率（%）	误报数量	误报率（%）
闪络放电	120	118	98.3	1	0.8
接触不良	200	190	95.0	2	1.0
断股股	50	47	94.0	0	0.0
弓网脱离	80	75	93.8	1	1.3

结束语

本文成功研发了一套基于计算机识别技术的电气化铁路接触网设备状态检测系统，实现对设备状态的实时监测与故障诊断。实验验证系统的有效性和可靠性。未来，将继续优化算法模型，探索复杂环境下的数据增强方法，进一步提升系统的鲁棒性与实用性，为电气化铁路的安全运营贡献更多力量。EA

（收稿日期：2024-09-02）

参考文献

[1] 李振兴．基于远程数据采集的电气化铁路接触网设备状态检测[J]．自动化技术与应用，2024，43(4)：124-127+163．

[2] 李明军．3C装置在电气化铁路接触网设备运行中的应用研究[J]．机电产品开发与创新，2023，36(6)：156-158．

[3] 王志华．电气化铁路接触网设备维修的对策研究[J]．石河子科技，2022(4)：47-48．

[4] 孟大维．电气化铁路接触网设备维修策略[J]．光源与照明，2022(5)：183-185．

[5] 贺金圣．电气化铁路接触网设备维修策略探究[J]．中国设备工程，2022(5)：71-72．