

第一章 VAMP220 电弧光保护装置

1.1 概述

VAMP220 电弧光保护装置是 NAEG 通过技术引进并组装生产的新的保护产品，在电弧光保护系统领域居于世界领先地位。

VAMP220 电弧光保护装置的保护原理是一种极为独特的创新技术。利用该专利技术并结合非常现代化的、模块化的全数字继电器设计技术，VAMP220 电弧光保护装置为用户带来了许多创新和独特的功能。在电力、交通、冶金、化工等工业用电配电系统中，VAMP220 电弧光保护系统是一种非常理想、可靠的解决方案。

1.2 弧光现象

人们在夏季所常见的雷闪，其实就是一种弧光现象。

当两物体对象之间的电势场强达到一定强度时，将加速空气的电离运动。电离过程进一步加剧，就会引起气体（空气）的燃烧，引发弧光现象。

在日常的工作和生活中，人们会经常遇到一些不可控和可控的弧光现象。

可控的弧光现象

- 氩弧焊接；
- 弧光炉；
- 发生在电力断路器内因正常操作所产生的弧光（开关弧光）。

不可控的弧光现象

除上述雷闪现象以外，与电气工程相关的不可控弧光现象有：

- 由于运行不良的联接导体之间接触放电所产生的弧光；
- 因动物、污尘、水腐蚀或有害气体腐蚀引发电气短路所产生的弧光；
- 因绝缘气体的泄漏，导致电力运行设备绝缘水平降低而引发电气短路所产生的弧光；
- 电力架空线的相对地或两相、三相之间的穿越电离气体的短路产生的弧光；
- 因电力运行设备（变压器、动力电缆等）的长期过热或疲劳运行，导致绝缘介质的损伤引发电气短路所产生的弧光。

上述弧光现象多为因不可抗力所引发的故障而造成。现实工作中，有很多弧光故障是人为错误所引起的：

- 走错间隔；
- 工作失误（如带接地合闸等）；
- 错误的施工安全防护（如工具坠落等）；
- 工程施工或设备维护质量差；
- 遗忘的工具，测量探测器具。

1.3 电弧光的危害

当弧光不受控制或意外发生时，非常危险并具有很大破坏力。

1.3.1 弧光的几个主要表象

1) 高温

弧光通过主要气体（如：空气）燃烧。燃烧时，空气温度将达到 3000℃。而弧光发生点的温度是 19427℃，是太阳表面温度的两倍。

2) 强光

弧光光强约为 9000lux ~ 12000lux。而人眼所能感受的最大光强在 3000lux 以下。光谱范围为 300~1500nm。

3) 爆破压

弧光剧烈燃烧引起的热交换将形成很大的爆破压力，压力将会达到 120kPa（人体所能承受的最大压力为 7.5kPa）。

4) 爆破音

就像雷闪现象一样，弧光燃烧引发的爆炸的同时，会有很强烈的爆破声响和震动。

1.3.2 弧光的产生与危害

弧光能在 1ms 内很快产生。

不光在低阻抗短路的情况下会产生燃弧现象，在相应的高阻抗和低电流情况下，一旦满足起弧机理条件，同样会燃弧。

在燃弧的同时，由于空气电离的作用，会促使附近的电阻迅速发生变化。弧光电阻将会逐步接近于 0 欧姆。故障电流也将相继发生变化。

燃弧的时间与燃弧积聚的能量关系：

$$I^2 \times t$$

从上述能量积聚效应中可看出，弧光的危害直接与故障电流和燃弧时间有关。

电弧光不但会带来设备损害、停电和生产等所形成的直接损失，而且会由于其对操作人员的伤害和变电站设备的恢复期的延长带来更大的间接损失。

1.3.2.1 电弧光对人员的伤害

感应电击	侵害肌肉、神经。
强光	刺伤眼睛。
高温	烧灼皮肤。
爆破压	被坠落物体或飞射碎片伤害。
爆破音	造成耳膜、肺脏震损。
有毒气体	伤害呼吸系统。

1.3.2.2 电弧光对配电系统设备的伤害

高温	造成铜排、铝排熔毁，气化。
	造成电缆熔毁，电缆包裹层着火，并产生有毒气体。
	造成盘体内污损，保护漆焚毁，清理困难。
	高温、高压的气体极快速就扩散到相邻盘体。
爆破压	造成盘体变形、破碎。
	铜排气化时，体积膨胀 67000 倍。
	空气因高温而膨胀。
爆破音	造成盘内强烈震动，使固定元件松脱。

从上述电弧光的危害可以看出，产生电弧光故障是配电系统最严重的事故。

由于电气短路而引起电弧燃烧在配电系统开关柜中并不是经常发生。但一旦发生就会引起诸如——爆炸、燃烧等造成较大的设备材料损毁，危害电力系统运行的安全和稳定。

虽然目前对配电系统的安全运行规程作了很详尽和周到的安排，但因工作失误，走错间隔等造成带负荷拉隔离刀闸、合接地刀闸，在接地线未解除的情况下合电源开关，带电检修时人为错误等引起的短路、燃弧故障，造成了很多不必要的人身伤害乃至伤及生命。

1.4 弧光保护与一般过流保护比较

最有效降低电弧光伤害的方法是以最快的速度切断故障电源。电弧光保护正是为这个需求而设计的。

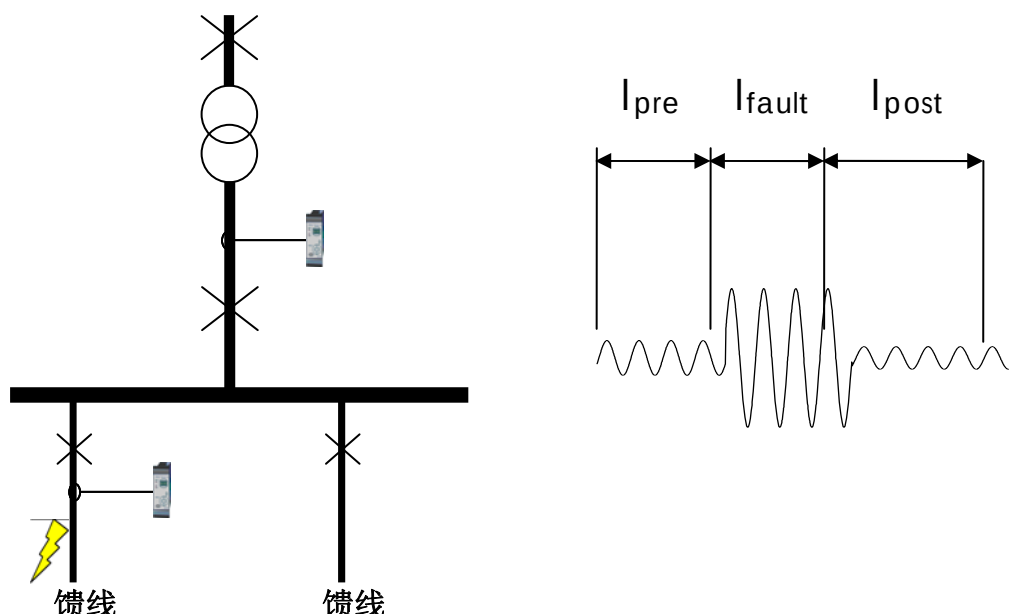
应用弧光保护的目的是为了能快速检测弧光的出现，而且将它的燃弧时间减到最少，

减少设备财产的损失，保护工作人员的人生安全。

一般过流保护继电器与 VAMP220 电弧光保护继电器的跳闸指令延时比较：

	VAMP220	一般 O/C
测量	1ms	20ms
计算	不需要	2ms
自我侦测	随时	2ms
输出继电器	4 – 6ms	6 – 10ms
其它	不需要	10ms
总计	5 – 7ms	40 – 44ms

1.4.1 一般过流继电器

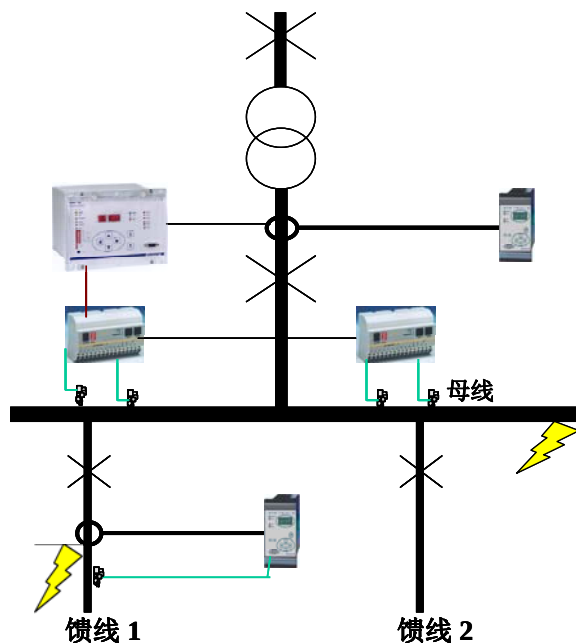


- 采样：20 – 30ms，
- 跳闸启动：10ms，
- 延时设定：30 – 150ms，
- 断路器动作时间：50 – 80ms。

总的跳闸时间：

- 馈线：30+10+30+50=120ms；
- 进线：30+10+150+50=240ms。

1.4.2 VAMP220 弧光保护



- 弧光探测：1ms
- 过流比较：1ms
- 跳闸启动：5ms（电流启动 13ms）
- 断路器动作时间：50 – 80ms。

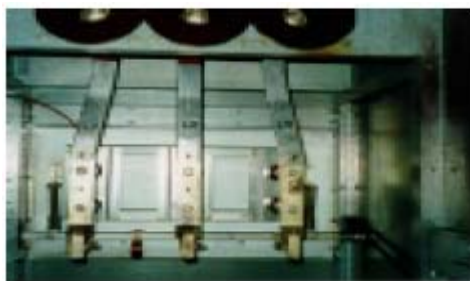
总的跳闸时间：

— 馈线：1+1+13+50=65ms；

— 进线：1+1+5+50=57ms。



开关柜故障后被烧毁的状态



弧光保护对开关柜的故障提供快速保护

1.5 VAMP220 弧光保护功能模块

VAMP220 弧光保护采用模块化设计结构。共由如下系列模块组成一个完整的弧光系统。

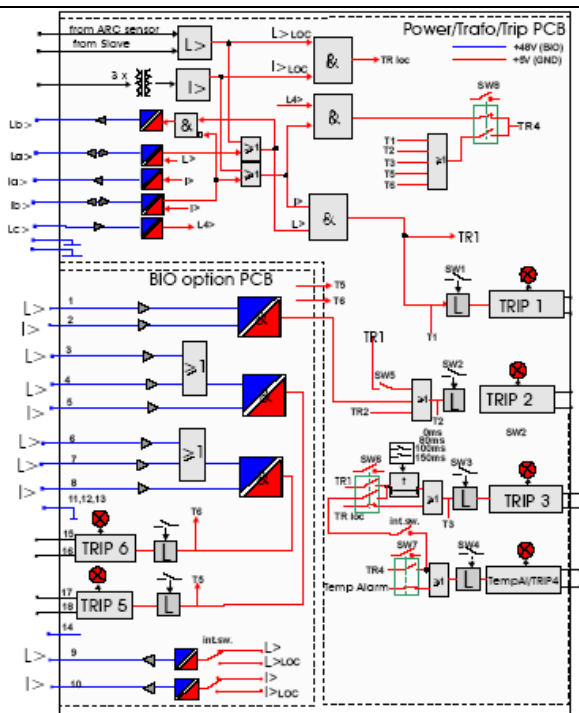
1.5.1 VAMP220 弧光保护装置



这是弧光保护系统的中心管理单元（主单元）。其功能包括：

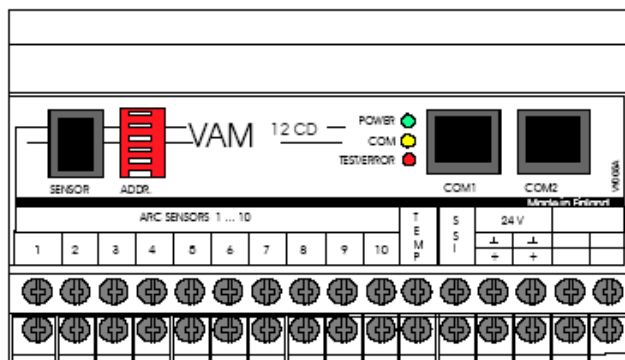
- 电流的测量。
- 开关失灵保护。
- 电流定值的管理。
- 跳闸出口的启动。
- 弧光探测信号的自动采集、逻辑设置管理。
- 对所有关联弧光传感器的持续监视。
- 保护跳闸启动方案的选择。
- 故障方位的精确定位。
- 故障信息的管理。

该保护装置的功能结构和保护特点，更适合用作中、低压开关柜配电系统的母线保护。



VAMP220 弧光保护功能逻辑图

1.5.2 VAM 12CD弧光信号联接管理单元



该伺服器式辅助单元用于连接弧光保护主单元和弧光传感器。该辅助单元可连接十个弧光传感器、一个移动式弧光传感器、一个温度传感器。每一个连接的传感器，都可给出一个独立的地址信息，用于弧光保护系统的逻辑设置、监视所连接的弧光传感器的状态、装置故障定位等。

该辅助单元的安装方式为导轨式壁面安装方式。

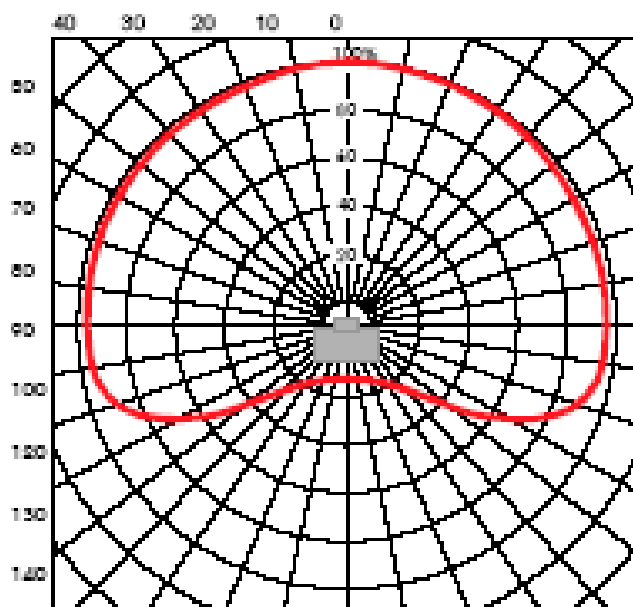
VAM 12CD 辅助单元与 VAMP220 弧光保护主机单元之间，经专用连接电缆 VX010 实现通讯联系。

1.5.3 VA 1 DA弧光传感器



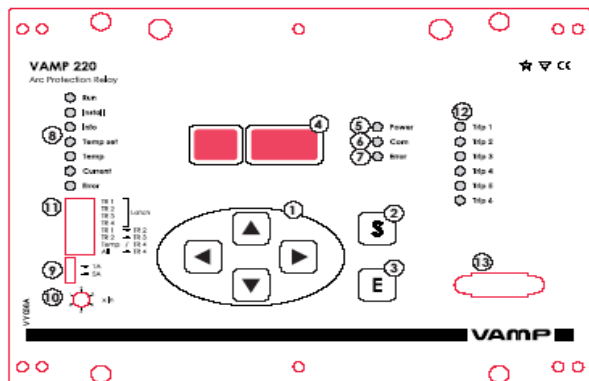
VA 1 DA 弧光传感器是一种光感应元件。当发生接地或相间短路故障时，因有弧光的产生并燃烧，光的强度将突然增加。弧光传感器内电子元件就会将光信号转换为电信号，并传递给弧光保护的辅助单元。弧光保护装置在接受到弧光信号后，经逻辑判别作用于保护装置跳闸。

VA 1 DA 弧光传感器安装在开关柜内相关部位，监视那些脆弱而又重要部件。如开关柜商埠母线间隔，开关柜下部 CT 和 PT 部件，电缆连接头等。在传感器的前方，其灵敏度几乎不变。而在传感器背面，灵敏度会有所下降。传感器的光感应强度为 8000lux。传感器的光灵敏度见下图：



1.6 用户界面

1.6.1 VAMP220 用户界面

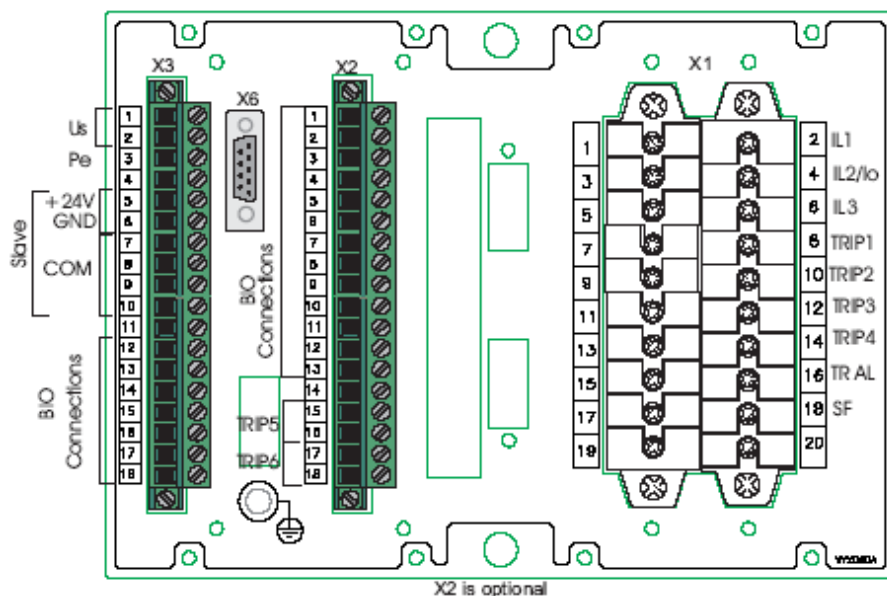


VAMP220 装置前面板界面:

- 1) 操作控制键盘;
- 2) 功能应用设置键;
- 3) 功能确认键;
- 4) 信息、状态显示;
- 5) “POWER” 信号灯指示所有的工作电源电压正常状态;
- 6) “COM” 信号灯指示装置的串口处于通讯连接状态;
- 7) “ERROR” 信号灯指示装置检测到系统有错误;
- 8) 指示装置的运行模式;
- 9) 弧光保护系统测量电流的额定值;
- 10) 弧光保护的电流定值整定;
- 11) 弧光保护出口继电器的启动连接;
- 12) 出口继电器动作信号;
- 13) RS 232 通讯口。

8) VAMP220 装置的运行模式:

- | | |
|----------|--------------|
| RUN | 弧光保护在运行状态; |
| INSTALL | 弧光保护系统设置; |
| INFO | 检查弧光保护系统设置; |
| TEMP SET | 检查和设定温度限制; |
| TEMP | 读取测量温度; |
| CURRENT | 读取和整定电流定值; |
| ERROR | 读取和复归内部故障信息。 |



VAMP220 装置后背板:

X1: 1-6 电流量接入端子;

X1: 7-14 为跳闸接点输出端子;

X3: 1-2 为装置工作电源输入端子;

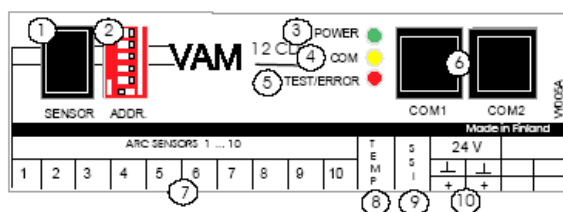
X3: 5-6 提供辅助单元 24V 工作电源;

X3: 7-10 为通讯连接;

X3: 12-18 弧光、电流信号的输入和输出。

X6: VX010 和 VX001 专用电缆连接端口。

1.6.2 VAM12CD用户界面



1、直插式便携式移动传感器插接口;

2、拨动开关——传感器地址设定;

3、工作电源状态显示;

4、通讯状态显示;

5、显示出现弧光故障或传感器异常/测试状态;

6、辅助单元与主单元或辅助单元之间的专用电缆连接端口;

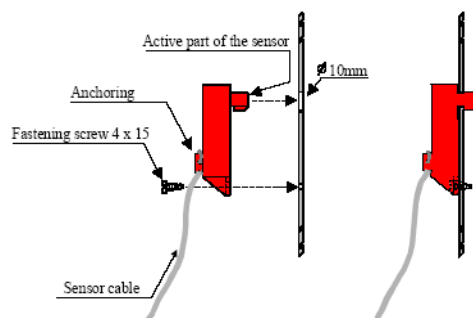
7、10 个弧光传感器的连接端子;

8、温度传感器的连接端子;

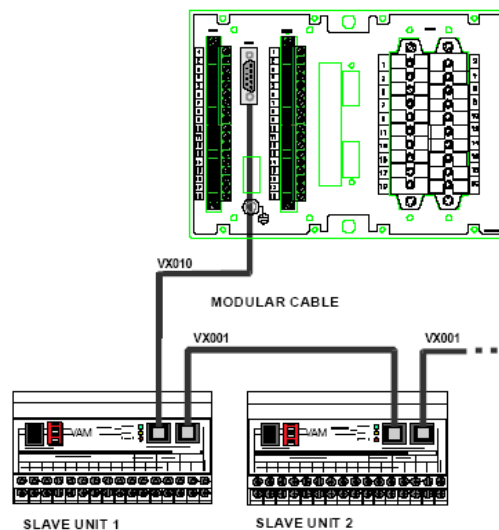
9、预留端子；

10、24V 电源接入端子。

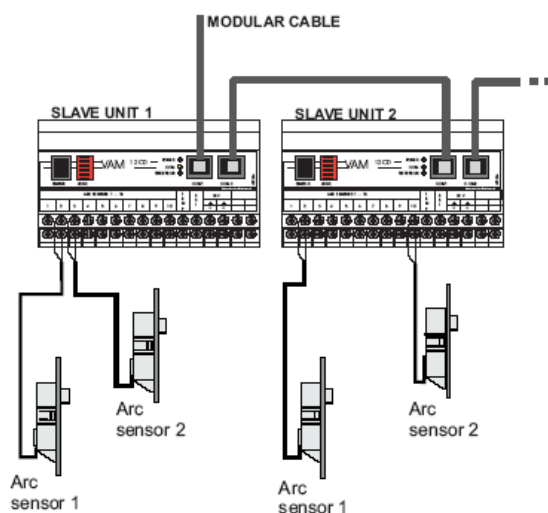
1.6.3 VA 1 DA 弧光传感器的安装示意



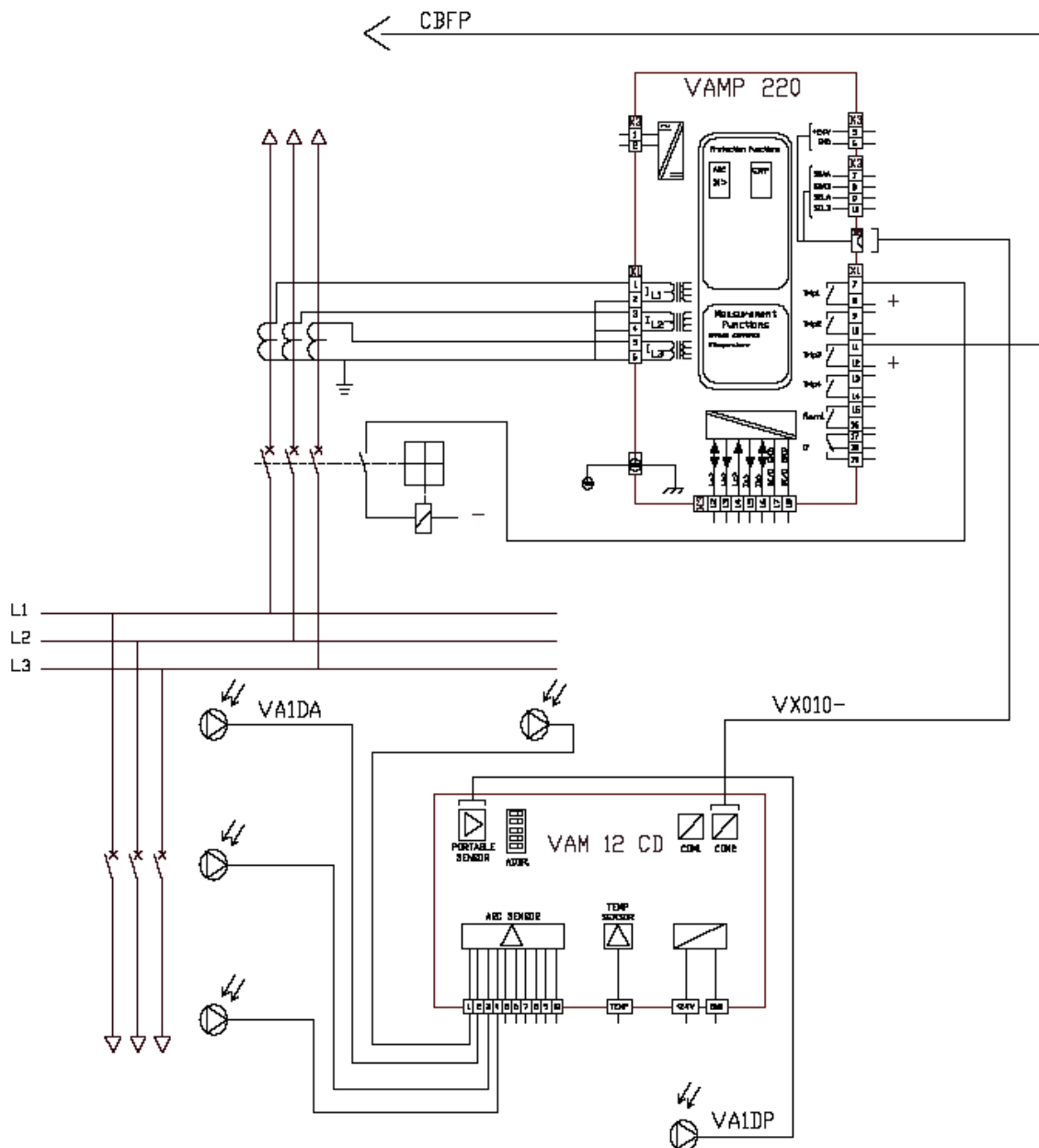
1.6.4 VAMP220 主单元与VAM 12 CD辅助单元之间的连接示意



1.6.5 VAM 12 CD辅助单元与VA 1 DA弧光传感器之间连接示意



1.6.6 典型的 VAMP220 弧光保护系统接线示意



1.7 技术数据

1.7.1 VAMP220 弧光保护主单元

工作电源	Us	40…265V AC/DC 18…36V DC (选项)
三相电流测量	额定电流	1A / 5A
	额定频率	45…65Hz
	回路损耗	<0.3VA
	过载能力	4×In 连续运行 100×In 运行 1S
过流比较定值	IL>	0.9…6.0×In
	定值误差	±10%
	返回系数	0.95
	t> t>CBFP	7ms 7, 80, 100, 150ms
跳闸接点	跳闸接点	常开接点 4 个 (标准配置) +2 个 (增加)
	额定工作电压	≤250V AC/DC
	承载电流	5A
	接通电流 (连续承载 0.5s)	30A
	接通电流 (连续承载 3.0s)	15A
	开断容量	50W DC (L/R=40ms)
	动作时间 -T1, 2, 3, 4, 5, 6	7ms
	-CBFP (T3)	7, 80, 100, 150ms
信号接点	系统故障告警 (SF)	转换接点
	跳闸信号	常开接点
	额定工作电压	≤250V AC/DC
	接通电流 (连续承载 0.5s)	10A
	接通电流 (连续承载 3.0s)	8A
	开断容量 DC (L/R=40ms) - 48VDC - 110VDC - 220VDC	1A 0.25A 0.05A
	接点材质	AgCdO ₂
BIO 输入/输出	额定电压	+48VDC
	额定电流	20mA
	L>BIO (输入/输出)	1 路 (La>)
	L>BIO (输出)	1 路 (Lb>)
	L>BIO (输入)	1 路 (Lc>)
	I>BIO (输出)	1 路 (Ia>)
	I>BIO (输入/输出)	1 路 (Ib>)

ARC 弧光信号	辅助单元	10 个/100 个传感器
	BIO 输入/输出通道	ARC 信息 3 个通道
信息通讯	辅助单元通讯口 传输规约 电气连接 传输速率	MD I ² C RS485 20kbit/s
	编程通讯口额定速率	9600bit/s
EMC 测试	EMC 兼容性	采用标准: EN 20081-2 EN 50082-2
电压测试	绝缘测试 (IEC 60255-5)	2kV, 50Hz, 1min
	脉冲电压 (IEC 60255-5)	5kV, 1.2/50μs, 0.5J
辐射干扰测试	辐射和传导干扰测试	标准 EN 550011 等级 A
电磁兼容	高频干扰 (1MHz)	标准 IEC60255-22-1 -共模: 2.5kV -差模: 1.0kV
	快速瞬变 -电源输入回路 -其他输入回路	标准: IEC60255-22-4 等级 3 IEC60801-4 等级 4 4kV, 5/50ns 2kV, 5/50ns
	静电放电	标准: IEC60255-22-2 等级 3 IEC60801-2 等级 3 6kV 接触放电 8kV 空气介质放电
	高频磁场传导干扰	标准: ENV 50141 IEC61000-4-6 0.15 – 80MHz, 10V/m
	高频磁场辐射干扰	标准: ENV 50141 IEC61000-4-3 90 – 1000MHz, 10V/m
机械测试	振动	标准: IEC 60255-21-1 2…13.2Hz, 振幅 ±1.0mm 13.2…100Hz, 加速度 ±0.7g
	冲击和碰撞	标准: IEC 60255-21-2 20g, 1000bumps/dir
环境条件	工作温度	-10 ~ +55℃
	运输和储存温度	-40 ~ +70℃
	相对湿度	<75% 年平均

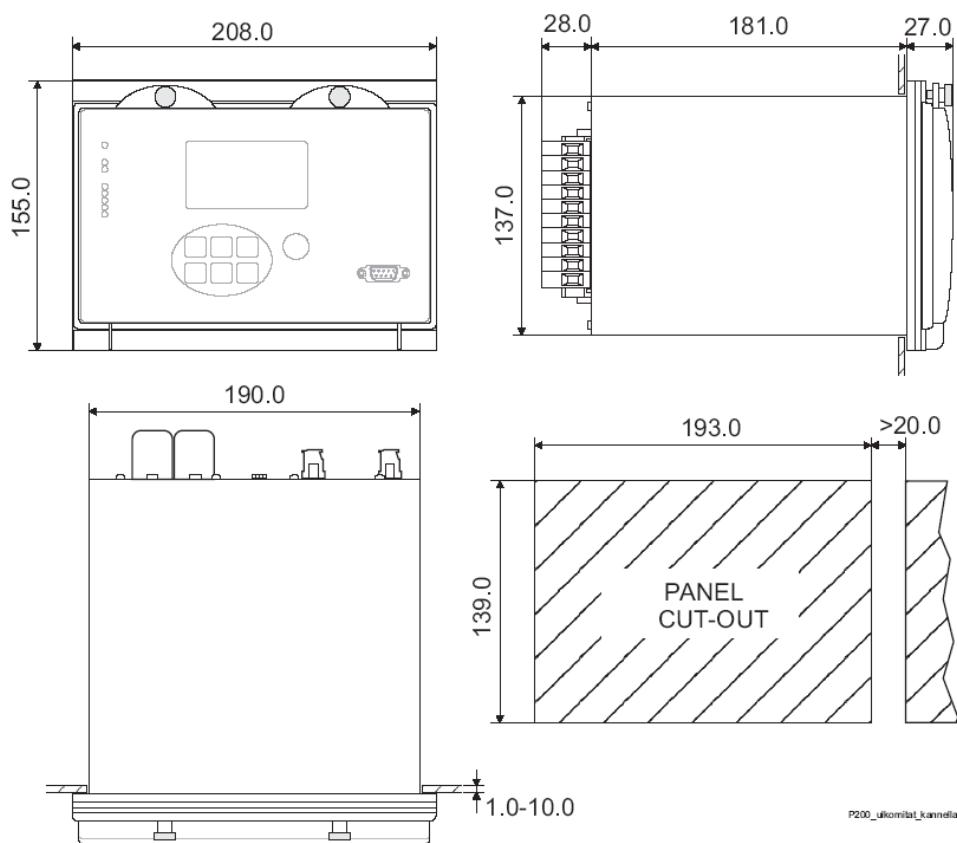
1.7.2 VAM 12 CD辅助单元

工作电源	电源由主单元提供（经 VX010 电缆或直接连接）	24VDC
接入传感器数	总数 -弧光传感器 -便捷式传感器	11 10 1
状态指示	LEDs - 绿色 - 黄色 - 红色	电源 通信 测试/错误
总线	通信规约	I ² C
	电气连接	RS485
	传输速率	20kbit/s
环境条件	工作温度	-10 ~ +55℃
	运输和储存温度	-40 ~ +70℃
	相对湿度	<90%, 40℃, 56 天
	振动	标准: IEC60721-3-3
	碰撞	标准: IEC60068-2-27

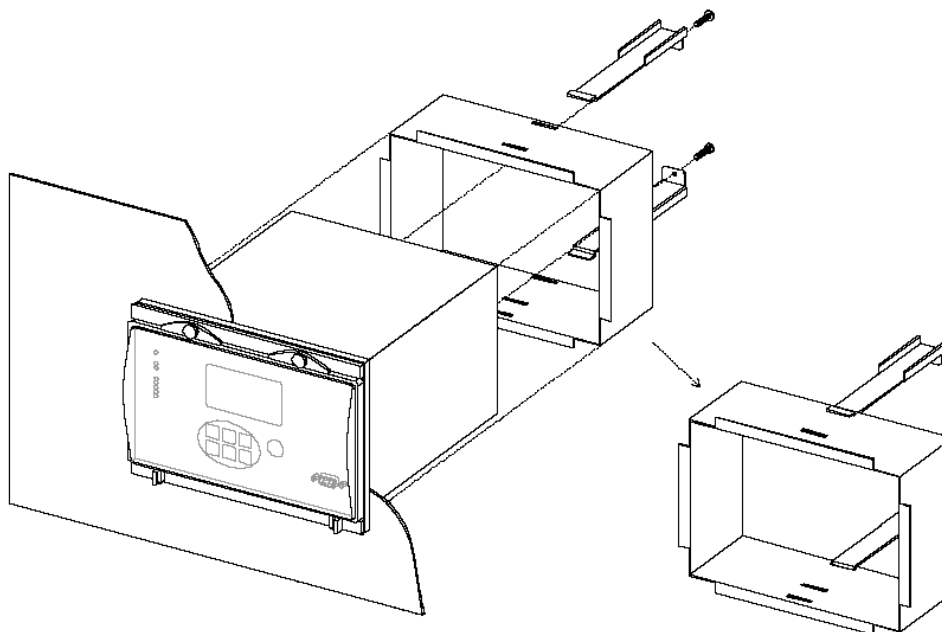
1.7.3 VA 1 DA弧光传感器

工作电源	电源由辅助单元提供	12VDC
	功耗	≤2.5mA
环境条件	工作温度	-10 ~ +55℃
	运输和储存温度	-40 ~ +70℃
	相对湿度	<90%, 40℃, 56 天
	振动	标准: IEC60721-3-3
	碰撞	标准: IEC60068-2-27
连接电缆	主单元与辅助单元之间	VX010 6m（标准电缆） 20m（屏蔽电缆）
	辅助单元之间	VX001 6m（标准电缆） 20m（屏蔽）
	弧光传感器与辅助单元之间	双绞线 6m（屏蔽双绞线） 20m（屏蔽双绞线）

1.8 VAMP220 装置安装示意图



VAMP220 装置结构尺寸图



VAMP220 装置屏面安装示意图

主 要 业 绩

一、 电解铝厂业绩

1. 宁夏加宁铝业有限公司
2. 包头希望铝业有限公司

二、 电厂及其它业绩

1. 四川江油电厂母线保护
2. 四川广安电厂母线保护
3. 福州创华显象管厂 110KV 变电站
4. 吴江创华显象管厂 110KV 变电站
5. 厦门腾龙特种树脂厂
6. 厦门腾龙聚合固聚厂
7. 广西金光糖厂母线保护
8. 厦门盘南电厂
9. 苏州中华映管吴江发电机
10. 福建沙县城关电厂母线保护
11. 内蒙古正蓝电厂
12. 河北旺滩电厂
13. 浙江兰溪电厂
14. 浙江乌沙山电厂
15. 广东汕尾电厂
16. 福建嵩屿电厂
17. 广东三北门电厂
18. 广东韶关发电厂
19. 广东东莞海沐克（Highmark）服务有限公司
20. 浙江宁波集装箱港
21. 河南郑州氮肥厂
22. 邯郸供电段变电所

应用说明

摘要：就 VAMP 电弧光保护继电器在宁夏加宁铝业有限公司电解整流柜中的应用

一、概述

在电力系统中，35KV 及以下电压等级的母线及各个间隔（如整流柜的整流臂间隔）由于没有稳定性，一般未装设母线保护。然而三相导体相-相、相-对地间距离、设备绝缘老化、机械磨损及系统运行条件改变，人为和操作错误等原因，用电设备故障率大大增加。

近年来，由于各种原因开关设备被严重烧毁，有的甚至发展成“火烧连营”的事故时有发生。而主变压器由于遭受外部短路电流冲击损坏的事故也逐年增加，这些配网事故处理不当甚至被扩大发展为输电网事故，造成重大的经济损失，已引起电力部门的广泛关注。究其原因大多未装设弧光保护继电器，而快速切除故障造成的。所以，为了保证变压器及母线开关设备的安全运行，根据继电器保护快速性的要求，迫切需要配置专用的中、低压母线电弧光保护继电器。

二、VAMP 电弧光保护继电器在电解铝行业中的应用

随着目前冶炼行业的高速发展，电解整流柜在冶炼生产工业中占有非常重要的地位，然而，新老电解整流柜在绝缘老化、保护特性还不够寡头完善的情况下，我公司综合国内外电解整流柜系统的经验教训，本着技术方案安全可靠，系统运行稳定，投资经济等方面的考虑，结合铝电解生产的特点，先后在 200KA 铝电解示范工程和 300KA 铝电解完善工程两个工程中，利用先进的保护和监控单元，组成了较完善的弧光保护系统。

电解整流柜在电流大、整流硅多且布置又比较近，一旦某个整流部件因某种原因发生击穿，有可能造成连锁整流硅被击穿，因此，对整流柜必然造成恶性后果。

在宁夏加宁铝业有限公司安装的电弧光保护继电器（共四套），其在每套整流柜中安装保护如下设备：

序号	名称	型号规格	数量	备注
1	电弧光主单元	VAMP220	1	
2	电弧光辅助单元	VAM12CD	3	
3	电弧光探头	VA1DA-20S	28	

在东方希望包头稀土铝业有限公司安装的电弧光保护继电器（共六套），其在每套整流柜中安装保护如下设备：

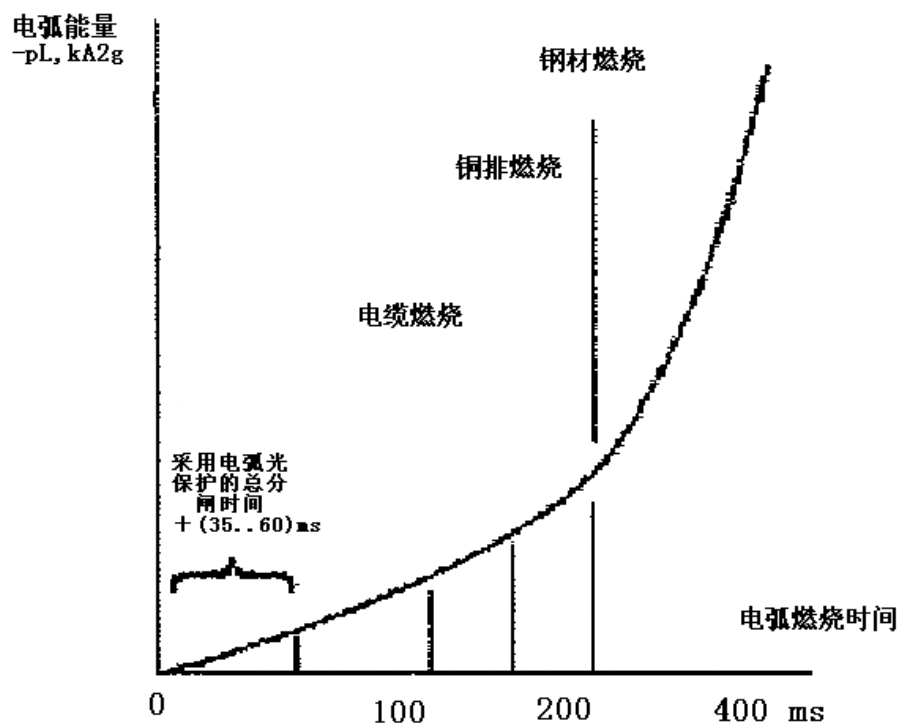
序号	名称	型号规格	数量	备注
1	电弧光主单元	VAMP221	1	
2	电弧光辅助单元	VAM10L	2	
3	电弧光探头	VA1DA-20S	20	

三、 保护继电器运行特点

在电弧光保护继电器安装后，弧光探头布置在整流柜的易发生故障点布控，当监测到整流柜中有弧光的现象，并以电信号传输给电弧光辅助单元和电弧光主单元，在主单元（也可以屏蔽电流监测功能，而以发生弧光探头发出的信号跳闸为判据，至使主断路器跳闸）此时也监测到有过流现象，保护装置在 7ms 内发出跳闸信号，总的故障清除时间可控制在 100ms 以内，切断故障供电电源，减少事故损失。

电弧燃烧时间	设备损坏程度
35ms	没有显著的损坏，一般可以在检验绝缘电阻后投入使用。
100ms	设备损坏较小，在开关柜再次投入运行以前仅需要进行清洁或可能的某些小的修理。
500ms	设备损坏很严重，现场工作人员可能受到严重伤害，必须更换部分设备才可以再投入运行。

上表为国外对各种燃弧持续时间下进行试验得出的对设备造成的损坏程度



电弧能量与燃烧时间及破坏作用

四、 市场应用

本产品设备在与贵州铝镁设计院、沈阳铝镁设计院、洛阳有色金属设计研究院等有关接触中得到广泛认可，并将逐步对新、旧整流柜进行设计与改造。