

Tysenkld<sup>®</sup>  
帝森克罗德光电技术



[www.tysen-kld.com](http://www.tysen-kld.com)

**弧光保护系统**  
**光纤测温系统**

## 卷首语

帝森克罗德致力于为工业和电力行业客户提供一流的电能质量、电力技术、光纤技术的解决方案。其中，帝森克罗德光电技术已将自己定位为“光电技术工程的工厂”，并以其创新尖端的产品及系统解决方案闻名于世。帝森克罗德通过与欧洲、亚洲、美洲等地的多个合作伙伴的长期不懈努力，已成功帮助众多要求近乎完美的用户达成高效、安全、节能、环保的愿望。

帝森克罗德进行了多项产品研发和技术创新，拥有广泛的产品线，包括全系列电力补偿和滤波装置、电弧光保护系统、光纤温度实时监测系统、测量设备和传感器、电力自动化系统等。为工业、商业、电力和公共事业用户提供系统的电力解决方案，向客户提供创新的满足其需求的产品、技术等，为客户创造长期的服务和潜在的价值增长。

中国将是帝森克罗德全球增长的重点，同时公司将凭借丰富的研发技术经验与长时间的运行业绩，把先进的技术和服 务带给客户。帝森克罗德在中国参与了众多国家重点项目的建设，如中石化扬子石化、中船重工大连船舶重工有限公司、中石油宁夏石化、国家开发银行、国家运载火箭研究院、中国卫通集团北京地球站、中国海运江苏造船基地、马钢集团、国家应急指挥中心、海军地面工程指挥中心、国家超算中心、华电重工装备有限公司、京沪高铁南京南站、中国联通中原数据中心、成都地铁三号线、多哥洛美机场、国家航天二院、西门子（中国）有限公司等，为众多客户提供了可靠的弧光保护产品、光纤测温系统产品、电能质量产品及技术服务。帝森克罗德电气将把先进的技术和服 务带给客户，通过一流的产品质量，全方位的服务和同步于世界水平的先进技术实现自己的承诺。

立足客户，服务客户是帝森克罗德对用户永远的承诺！





# 目录

## 第一部分 电弧光保护系统

弧光保护概述	2
弧光的产生	3
开关柜内部电弧光产生的原因	4
电弧光故障产生的危害	5
电弧光保护的意义	7
电弧光保护系统产品	8
TYSEN-KLD主控系统	9
系统电源	9
TYSEN-KLD弧光单元	10
TYSEN-KLD电流单元	10
TYSEN-KLD弧光探测单元	10
执行标准	11
技术参数	12
选型表 (230V-690V)	13
选型表 (3kV-35kV)	14
典型应用案例	15
配置方案	22

## 第二部分 光纤测温系统

光纤测温概述	24
光纤技术发展	25
分布式光纤技术	29
帝森克罗德光纤光栅系统	30
KLD-FGT-T光纤光栅温度实时监测系统	33
KLD-FGT-P光纤光栅应力实时监测系统	34
KLD-SR系列光纤光栅传感器	35
光纤光栅系统产品选型	38
帝森克罗德分布式光纤系统	39
KLD-DTF-T分布式光纤测温预警系统	41
KLD-DTF-P分布式光纤应力实时监测系统	44
KLD-DTF-S分布式光纤周界安防感知系统	45
分布式光纤系统产品选型	47
上图方法	48



**第一部分**  
电弧光保护系统



## 弧光保护概述

近年来，随着中国电力系统的高速发展，6~35kV开关柜的应用数量越来越多，由于开关柜弧光短路故障引发的严重烧毁开关设备的事故日益增多，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，这些事故若处理不当甚至会扩大发展为输电网事故，造成重大经济损失。据统计资料表明，每年每1000台开关柜就有7台遭遇损坏，故障率为0.7%。农村配电网的概率更高，达1.2%。据《高压开关技术通讯》报道，单是手车柜，中国电力系统每年就有200多面柜烧毁，这些时有发生的事事故严重威胁着配电系统的安全运行。

为了保证变压器及母线开关设备的安全运行，根据继电保护快速性的要求，迫切需要配置专用中低压母线保护。各国政府的重视和有关指令性文件、规程规定，北美、欧洲等地的中低压母线加装弧光保护比率已经超过95%，国外的著名开关柜厂家也均配套使用弧光保护系统。现今，电弧光故障导致的严重事故，已引起中国电力部门的高度重视。南方电网云南、贵州等省已经发文，并开始了电弧光保护产品的招标投标工作。用户也希望能提供一种造价较低、原理简单、适用于6~35kV的母线保护，以最大限度减少母线故障对设备的损害，提高供电可靠性。

TYSEN-KLD光电技术公司在中、高压开关柜电弧光保护方面的技术居于领先水平，KLD-AP电弧光快速母线保护系统是TYSEN-KLD光电技术公司推出的具有独特、创新技术的新型保护系统，突破了常规保护的判据原理，采用检测弧光和电流两个非关联参数作为判据，在跳闸回路中采用快速继电器Triac技术，确保保护系统跳闸出口动作时间小于1ms。与传统母线保护相比，它保护动作更快、可靠性更高，从而确保操作人员安全，将故障损失降到最低，为快速处理故障、恢复供电创造条件。



## 弧光的产生

当两电极间电压升高时，在电极最近处空气中的正负离子被电场加速，在移动的过程中与其他空气分子碰撞产生新的离子，这种离子大量增加的现象称为“电离”。空气被电离的同时，温度随之急剧上升产生电弧，这种放电称为电弧光放电。电弧光放电一般不需要很高的电压，属于低电压大电流放电。它产生的条件是小间隙和大电流，如果增加间隙或减小电流，电弧将会消失。开关柜因绝缘损坏、元件老化、过电压、污染、腐蚀、柜体结构不合理、维护不到位、人为失误等因素均可导致电弧光故障的产生。电弧光故障发展迅速、破坏力大、极易传播，电弧中心温度超过10000℃，弧光的光强度可超过正常的照明光强2000倍。当发生电弧光短路故障时有两个显著特征：电流增大，光强增大。

**带电导体间的电弧性短路起火：**短路起火时有两种可能：其一是两导体（如相线与中性线）接触时因短路电流产生的高温，使接触点金属熔化，之后金属熔化成团收缩而脱离接触的过程，在这种情况下可能建立电弧。又如线路绝缘水平严重下降，雷电产生的瞬态过电压或电网故障产生的暂态过电压都可能击穿劣化的线路绝缘而建立电弧。电弧性短路的起火危险远大于上述金属性短路的起火危险。

**接地故障电弧起火：**由于接地故障发生的几率远大于带电导体间的短路，所以接地故障电弧引起的火灾远多于带电导体间的电弧火灾。这是因为在电气线路施工中，穿钢管拉电线时，导体绝缘外皮之间并无摩擦，但带电导体绝缘外皮与钢管间的摩擦却使绝缘膜薄或受损。另外，发生雷击时地面上出现瞬变电磁场，它对电气短路将感应瞬态过电压，此时芯线上感应的瞬态过电压是基本相同的，而电缆梯架则因接地而为地电压，所以，芯线对地的电位差较大。从磨损和电位差大两方面分析，接地故障电弧起火率自然偏高。

**爬电起火：**爬电是指电弧不是建立在空气间隙中的电弧，而是出现在设备绝缘表面上的电弧。例如电源插头的绝缘表面上的一个或多个相线插脚和PE线插脚，它们之间的绝缘表面可能发生爬电。



## 开关柜内部电弧光产生的原因

在电力系统中，35kV及以下电压等级的母线由于中低压母线上的出线多，操作频繁，三相导体线间距离与大地的距离比较近，容易受小动物危害，设备制造质量比高压设备差，设备绝缘老化和机械磨损，运行条件恶劣，系统运行条件改变，人为和操作错误等原因，中低压母线的故障几率比高压、超高压母线高得多。引起开关柜弧光短路故障的原因很多，一般分为以下五类：

**绝缘故障：**主要是柜中绝缘材料爬距不足，未满足加强绝缘要求，在脏污环境，天气潮湿下发生绝缘故障。另外，由于绝缘材料材质缺陷，运行年限较长的开关柜，在强电磁场作用下绝缘老化，也可能造成绝缘损坏而导致故障。

**载流回路不良：**由于一些接头截面不够，紧固螺栓松动，手车柜触头接触不良，在大电流流过时引起发热，冒火进而引起相间，相对地击穿等。

**外来物体的进入：**如小动物（老鼠等）进入开关柜内部，或维修人员在工作完成后将工具遗留在开关柜内。

**人为操作错误。**如走错间隔，误操作，未对工作区域进行接地，未对工作区域进行验电等。

**系统或自然灾害方面的原因：**如系统容量增大，接地方式改变，保护及自控装置配置不当，雷电入侵，引起系统谐振过电压等。







## 电弧光故障产生的危害

开关柜发生内部弧光故障产生的短路功率可高达8-60MW，所产生的能量则主要与电弧的燃烧时间以及短路电流的平方值成正比。开关柜内部故障电弧燃烧所造成的故障效应包括压力效应、燃烧效应、辐射效应和声响效应。中压开关柜在发生内部电弧故障时，电弧温度可达到20000度，燃烧的电弧将周围的空气加热，并在开关柜内部产生巨大的压力。电弧光不仅能引起绝缘物质燃烧，而且可以引起金属（铜排、铝牌）熔化、飞溅，构成火灾、爆炸的火源。同时高温高压气体，伴随电弧效应产生炽热的金属和非金属材料颗粒由柜体逸出，造成人身伤害，甚至引起火灾。

### 中、低压柜中弧光对人的危害

1. 弧光的光强约100000Lux，而人眼感受到的最大光强约300Lux，很容易使人的眼睛刺伤，使角膜上皮脱落，出现怕光、流泪、异物感、结膜充血等症状；
2. 电弧爆炸造成的烧伤是最严重的伤害，主要来自于电爆炸时散发出大量的热能辐射和飞溅的熔化金属，再者就是衣物被点燃后燃烧的熔滴而造成的严重烧伤；
3. 电弧爆炸时产生的巨响对听觉具有很大的伤害，爆炸弹力产生的热能和火焰对人体具有致命的伤害；
4. 电弧周围的空气在弧光强烈辐射作用下，还会产生臭氧、氮氧化物等有毒气体伤害呼吸系统。

### 中、低压柜中弧光对设备的危害

众所周知，弧光短路是配电网中最严重的故障，尤其是发生在中、低压开关柜内部的情形，由于电弧电阻的原因，短路电流往往达不到过流速断整定值而不能动作快速切断故障，电弧持续燃烧释放出巨大的能量，从而造成灾难性的后果：开关柜被严重烧毁。开关柜的弧光短路故障，往往由于没有得到及时清除，发展为中压母线故障，其危害是非常严重的，如造成发电厂厂用电瓦解、重要用户停电，更严重的导致多组开关柜同时烧毁的“火烧连营”事故等等，而近年来由于母线故障巨大的短路电流冲击造成主变损坏也不少见，这些事故均造成重大的经济损失。

开关柜内部故障电弧燃烧所产生的能量，主要与短路故障电流及电弧燃烧的时间有关，如图1所示。从图中可以看出，电弧燃烧持续时间超过100ms，所释放的能量开始急剧增加，接着各种故障效应对开关设备的电缆，铜排以及钢材造成严重损坏。

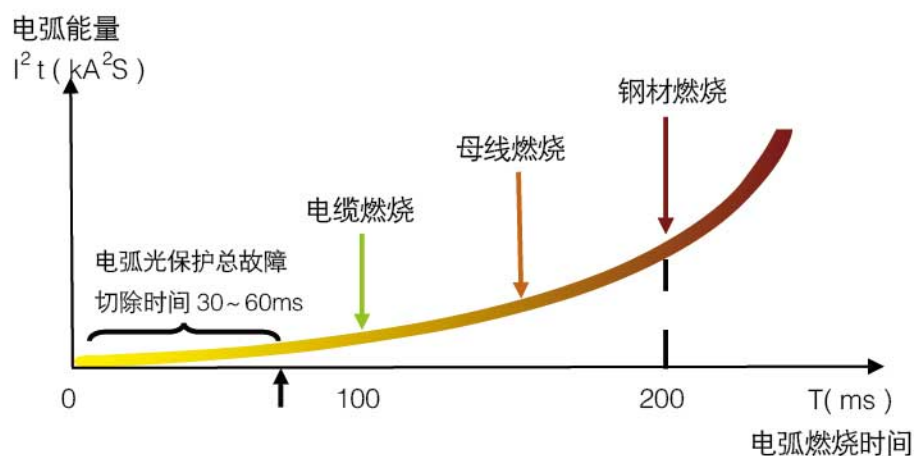


图1 电弧光的危害示意图

所以，从保护设备的角度来说，目前所普遍采用的变压器后备过流保护长达1.2~2.0s的动作时间，到保护动作，跳开断路器时，事故现场的开关柜已烧得面目全非，而事故故障电弧起始点已很难确定；如果在故障发生时附近有工作人员，特别是在开关柜门打开维修时，则电弧燃烧释放的巨大能量对人员的伤害也就不可避免了。

它的发生往往会造成灾难性的后果，其内部电弧燃烧释放的巨大能量所产生的各种故障电弧效应，严重烧毁昂贵的开关设备，短路电流冲击可损坏主变压器，造成长时间停电。最为严重的是，它会造成附近工作人员的人身伤亡事故。

以下为国外资料介绍的各种燃弧时间下对设备造成的损坏程度：

35 ms，没有显著的损坏，一般可以再检验绝缘电阻后投入使用；

100ms，损坏较小，在开关柜再次投入运行以前需要进行清洁或某些小的修理；

500ms，设备损坏很严重，现场人员也受到严重的伤害，必须更换部分设备后才可以再投入运行。

因此，切断电弧故障的关键是时间，只有速度最快的电弧光保护系统才能提供最有效的保护办法，保护的目的是在电弧光故障时保护人们的生命财产安全。



## 电弧光保护的意義

电弧光保护系统可以在开关柜发生弧光故障的时候，保护操作人员不受伤害，并且降低财产损失的程度。当出现弧光时候，弧光以300m/s的速度爆发，摧毁途中的任何物质。只要系统中不断电，弧光就会一直存在。要想最大限度的减少弧光的危害，我们需要一种安全、迅速而有效的半导体电弧光保护系统。

在开关柜抽屉内，弧光可以迅速的在10ms内达到3m远，因此要想最大程度降低损失，时间是个最主要的因素。TYSEN-KLD电弧光保护系统输出跳闸信号时间小于1ms，即使在安装或者维护的时候也能保护操作人员的安全。

采用了TYSEN-KLD的弧光保护系统，可快速检测弧光故障，并将进线断路器脱扣。由于弧光检测器使用光作为判断条件，故可瞬间脱扣，并跨越所有其他的保护和延迟，这一点是至关重要的，因为反应时间需要以毫秒为单位。弧光检测系统由弧光检测器和用于探测电弧的光传感器组成，对一些特别应用，可增加电流感应单元，这是防止强光造成误动作的措施（例如：直射的太阳光）。

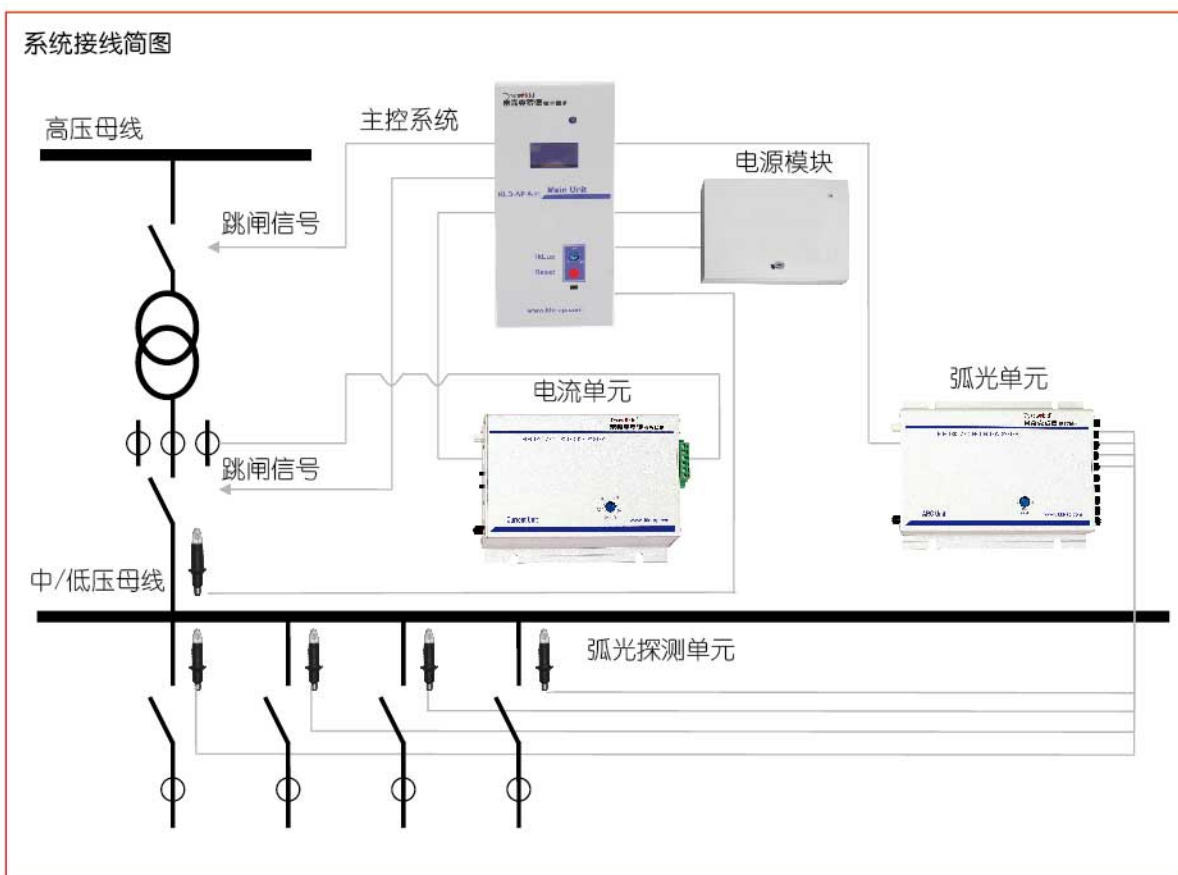
在欧美一些国家，越来越多的用户采用电弧光保护作为中、低压开关柜内部故障保护，并且在一些国家该保护装置已成为中、低压开关柜的标准配置。我国在2005年后，各地用电部门也强调了电弧光的危害，同时在输配电系统中大量推广了弧光保护。

国内外的应用实验表明，电弧光保护系统除了最大限度地减轻开关设备的损坏程度及为附近工作人员提供人身保护外，还可大大减少开关柜内部故障造成的停电时间，因而对用户来说它的应用也具有很大的经济效益。



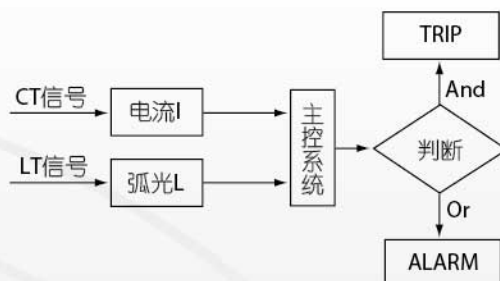
## 电弧光保护系统产品

TYSEN-KLD电弧光保护特点：完全满足所有电磁兼容（EMC）标准，符合继电保护设计标准，采用过流和弧光双重判断，输出跳闸信号速度快（ $< 1\text{ms}$ ），无源弧光探测单元可靠性高，可容纳256个监测点，抗干扰能力强，持续全面的自检功能，安装使用方便。



### 弧光保护系统概述

电弧光保护动作判据为故障时需产生两个条件：弧光和过电流。当同时检测到弧光和电流增量时发出跳闸指令信号；当只检测到弧光或者电流增量时发出报警信号，并不会发出跳闸指令，如图：





## TYSEN-KLD主控系统



主控系统是TYSEN-KLD电弧光保护系统的核心部件，用于管理、控制整套电弧光保护系统。它也能单独在发生弧光时，来保护开关柜。然而，须记住，此时没有电流条件来确保保护。在使用电弧光保护系统时，我们推荐使用电流单元。

主控系统面板上的电位计用来设定弧光单元线路板上16个光感输入检测到的感光的强度。然而，若保护系统采用了电流单元，且整定的电流值没有超过，保护系统不会发出跳闸信号。主控系统通常安装在母线系统电源进线柜或电源进线柜旁边开关柜的二次控制室门板上。

四个专用于弧光和电流单元的光信号入口，共可接24个弧光单元或电流单元，当它们仅用来传输光信号到主控系统时，用相同的方式来调节。当弧光信号输入超过16个时，推荐采用弧光单元。此外，主控系统根据弧光单元或者弧光探测单元输送的信号，能准确判断故障点位置。

主控系统的逻辑编程操作方便，可根据用户不同接线和运行方式选择跳闸逻辑。该主控系统带有RS485通讯接口，可以与上位机进线通讯，把报警信息传递给上位机。

## 系统电源



弧光保护系统有一个独立的电源，可以装在柜子底部的DIN导轨上。该电源给主控系统供电，再由主控系统提供给弧光单元和电流单元工作电压。

## TYSEN-KLD弧光单元



如果主控系统的弧光测量口不够用，或者想设定更多的跳闸逻辑时，则须使用弧光单元。使用弧光单元还可以节省光纤的费用：因为弧光单元可以放在需要保护的位置附近，从一个弧光单元到另一个电流或弧光单元或主控系统只需一根光纤即可。

弧光单元面板上的电位计用来调整感光的强度，校准好后，则把信息传递到下一个电流或弧光单元或者传到主控系统。电位计同时校准弧光单元中的所有弧光输入信号，当弧光单元连接所需的光纤安装完毕后，必须调节。

弧光单元可以替代一些光缆的使用。在此情况下，保护系统始终能准确地识别整定的光感定值被超过地方的弧光探测单元。

## TYSEN-KLD电流单元



TYSEN-KLD电流单元用来确保保护系统在不同运行情况下的跳闸逻辑可操作性。通过使用电流单元，弧光保护系统中的跳闸逻辑可以多样化，且有更多的选择。电流单元通常安装在电源进线柜内，每个电源进线柜应装设一台电流单元，电流的整定可以通过面板上的电位计来调节。

电流单元用于检测过电流信号，A、B、C三相电流均可检测。同时可匹配5A，2A和1A的电流互感器，为了确保这些连接，电流单元中不需要其他的设定，但是这些二次电流端子是直接连接到TYSEN-KLD电流单元的端子上的。电流单元检测到的信号通过光纤和数据线传输到主控系统，主控系统依据已设定的逻辑判断是否发出跳闸指令。

过流整定范围是50%~500%I<sub>n</sub>。

## TYSEN-KLD弧光探测单元



专用于母线保护的无源弧光探测单元，是探测弧光的光感应元件，安装在开关柜的母线室内。当发生电弧光故障时，光强度大幅度增加，弧光探测单元直接将光信号传给主控系统或者弧光单元。





## 执行标准

检验项目	检验标准
绝缘电阻检验	IEC60255-5; 1977(GB/T14598.3-1993)
介质强度检验	IEC60255-5; 1977(GB/T14598.3-1993)
冲击电压检验	IEC60255-5; 1977(GB/T14598.3-1993)
环境温度极端范围极限值检验	IEC60068-2-1; 1974(GB/T2423.2-1989)
承受震动响应能力检测	IEC60255-21-2; 1977(GB/T14537-1993)
承受震动耐久能力检测	IEC60255-21-2; 1977(GB/T14537-1993)
震荡波抗扰度检验	IEC60255-22-1; 1998(GB/T14598.13-1998)
静电放电抗扰度检验	IEC60255-22-2; 1996(GB/T14598.14-1998)
射频电磁场辐射抗扰度检验	IEC60255-22-3; 1989(GB/T14598.9-1995)
电快速瞬变脉冲群抗扰度检验	IEC60255-22-4; 1992(GB/T14598.10-1996)
浪涌抗扰度检验	IEC60255-22-5; 2002
射频传导抗扰度检验	IEC60255-22-6; 2001
工频抗扰度检验	IEC60255-22-7; 2003
工频磁场抗扰度检验	IEC61000-4-8; 1993(GB/T17626.8-1998)
脉冲磁场抗扰度检验	IEC61000-4-9; 1993(GB/T17626.9-1998)
阻尼振荡磁场抗扰度检验	IEC61000-4-10; 1993(GB/T17626.10-1998)
电压变化抗扰度检验	IEC61000-4-11; 1994(GB/T17626.11-1999)
谐波电流发射限制检验	IEC61000-3-2; 2001(GB/T17625.1-2003)
电压波动和闪烁限制检验	IEC61000-3-3; 1994(GB/T17625.2-1999)
传导发射限制检验	IEC60255-25; 2000(GB/T14598.16-2002)
辐射发射限制检验	IEC60255-25; 2000(GB/T14598.16-2002)

## 技术参数

### 主控系统

工作电压: 12VDC  
 动作时间: < 1ms  
 输入: 16个光信号输入口 (弧光探测单元)  
 4个光综合信号输入口  
 4个数据传输口  
 输出: 4个快速跳闸出口5A, 600VP  
 6个跳闸出口, 继电器输出5A, 250VAC  
 1个光信号输出口  
 RS485通讯接口  
 工作温度: 0°C~+75°C  
 功率消耗: < 6W  
 尺寸: 高200mm × 宽90mm × 深172mm  
 重量: 1.65kg

### 电流单元

工作电压: 12VDC  
 输入: 5A、2A、1A (可设定)  
 1个光综合信号输入口  
 1个数据传输口  
 输出: 1个光信号输出口 1个数据传输口  
 过流设定: 50%I<sub>n</sub>-500%I<sub>n</sub>  
 功率消耗: < 1W  
 尺寸: 长190mm × 宽130mm × 高45mm  
 重量: 0.68kg

### 弧光单元

工作电压: 12VDC  
 输入: 10个光信号输入口 (弧光探测单元)  
 1个光综合信号输入口  
 1个数据传输口  
 输出: 1个光信号输出口 1个数据传输口  
 光照度设定: 10kLux-50kLux  
 功率消耗: < 1W  
 尺寸: 长190mm × 宽130mm × 高45mm  
 重量: 0.65kg

### 弧光探测单元

最长连接距离: ≤ 100m



## 选型表 (230V-690V)

主控系统 型号: KLD-AP-MCU-L

技术参数

主控系统 KLD-AP-MCU-L		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 6W
3	动作时间	< 1ms

弧光单元 型号: KLD-AP-ACU-L

技术参数

弧光单元 KLD-AP-ACU-L		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 1W
3	整定范围	10kLux-50kLux

电流单元 型号: KLD-AP-CTE-L

技术参数

电流单元 KLD-AP-CTE-L		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 1W
3	整定范围	50%In-500%In

弧光探测单元 型号: KLD-AP-AS-L

技术参数

弧光探测单元 KLD-AP-AS-L		
弧光探测单元安装在开关柜与母线室的隔板上, 在隔板上开 $\phi 8\text{mm}$ 的孔, 将弧光探测单元插入孔内, 再用卡簧卡住。		

备注: 如果需要更多详细资料, 直接咨询我司。



## 选型表 (3kV-35kV)

主控系统 型号: KLD-AP-MCU-H

技术参数

主控系统 KLD-AP-MCU-H		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 6W
3	动作时间	< 1ms

弧光单元 型号: KLD-AP-ACU-H

技术参数

弧光单元 KLD-AP-ACU-H		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 1W
3	整定范围	10kLux-50kLux

电流单元 型号: KLD-AP-CTE-H

技术参数

电流单元 KLD-AP-CTE-H		
1	电压	12VDC
2	功耗	< 1W
3	整定范围	50%I <sub>n</sub> -500%I <sub>n</sub>

弧光探测单元 型号: KLD-AP-AS-H

技术参数

弧光探测单元 KLD-AP-AS-H		
弧光探测单元安装在开关柜与母线室的隔板上, 在隔板上开 $\phi$ 8mm 的孔, 将弧光探测单元插入孔内, 再用卡簧卡住。		

备注: 如果需要跟多详细资料, 直接咨询我司。



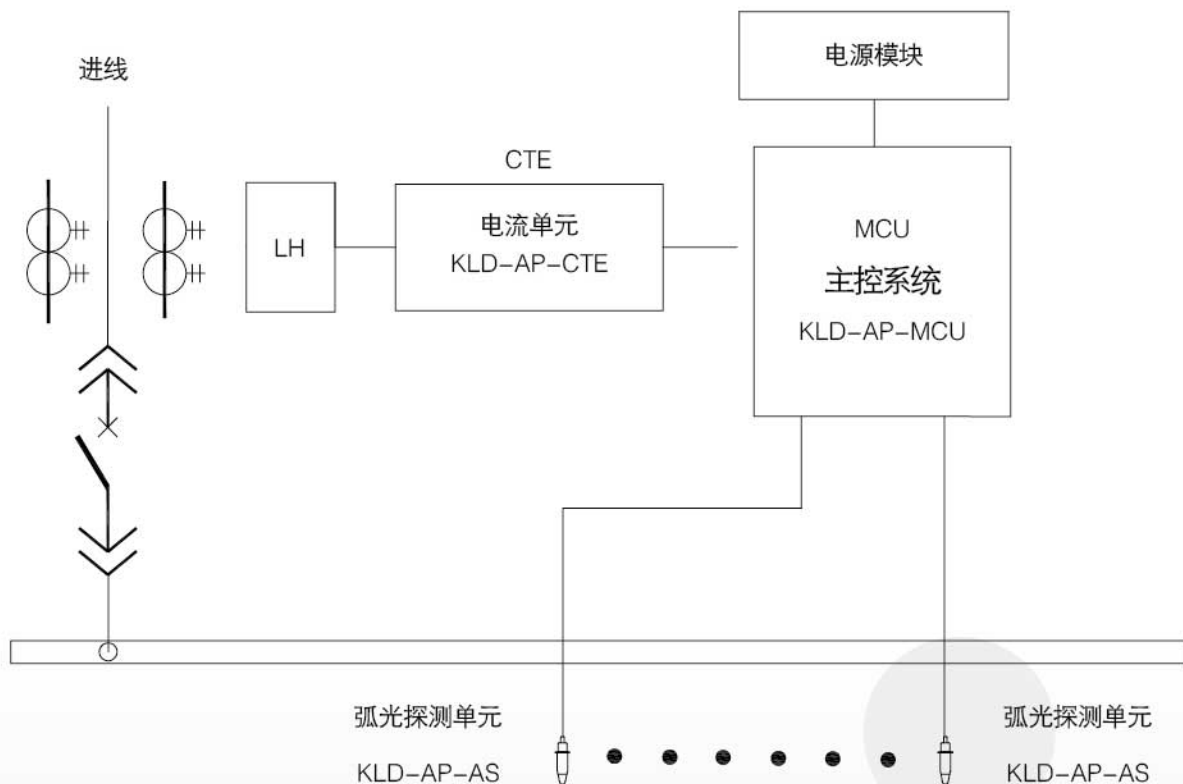
## 典型应用案例

下面给出几种常见的运行系统（单母线单进线、单母线双进线及母线分段情况）的电弧光保护应用案例，详细分析了对母线进行弧光保护的具体原理及配置。

### 案例一：

#### ——单母线单进线接线（负载较少）

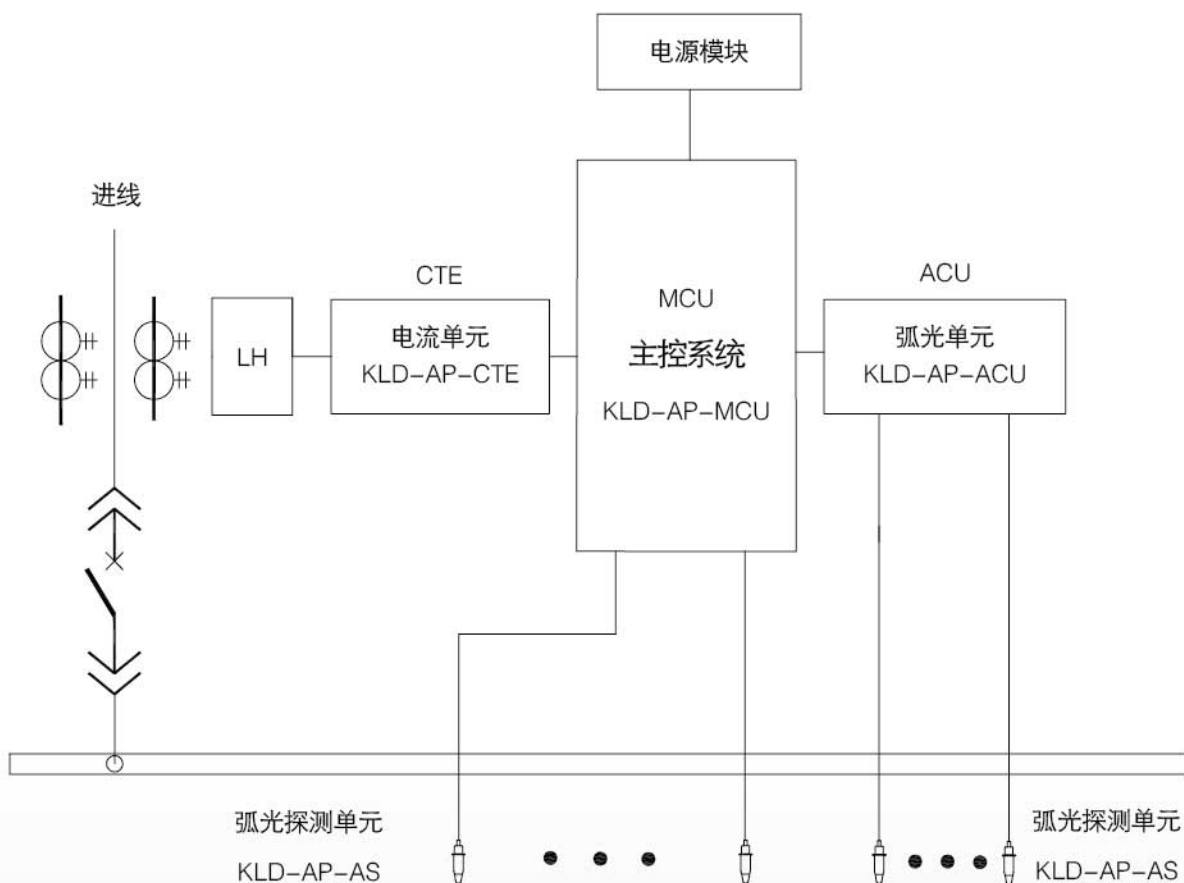
对于这种情况，主控系统结合电流单元对母线进行电弧光保护。主控系统通过弧光探测单元检测母线的弧光信号，通过电流单元检测工作电源进线的电流信号，根据弧光和电流增量两个判据发出相应的跳闸信号。当弧光故障出现时，主控系统接收到故障判据，将使进线断路器分闸，从而对母线进行保护。



## 案例二：

### ——单母线单进线接线（负载较多）

本案例中，负载较多时（所检测的开关柜超过16面），主控系统需结合电流单元和弧光单元对母线进行电弧光保护。主控系统与弧光单元分别对不同区域的弧光情况进行检测。同时，电流单元采集电流信号、弧光单元检测弧光信号，通过光纤将信号传递给主控系统，从而对母线进行电弧光保护。



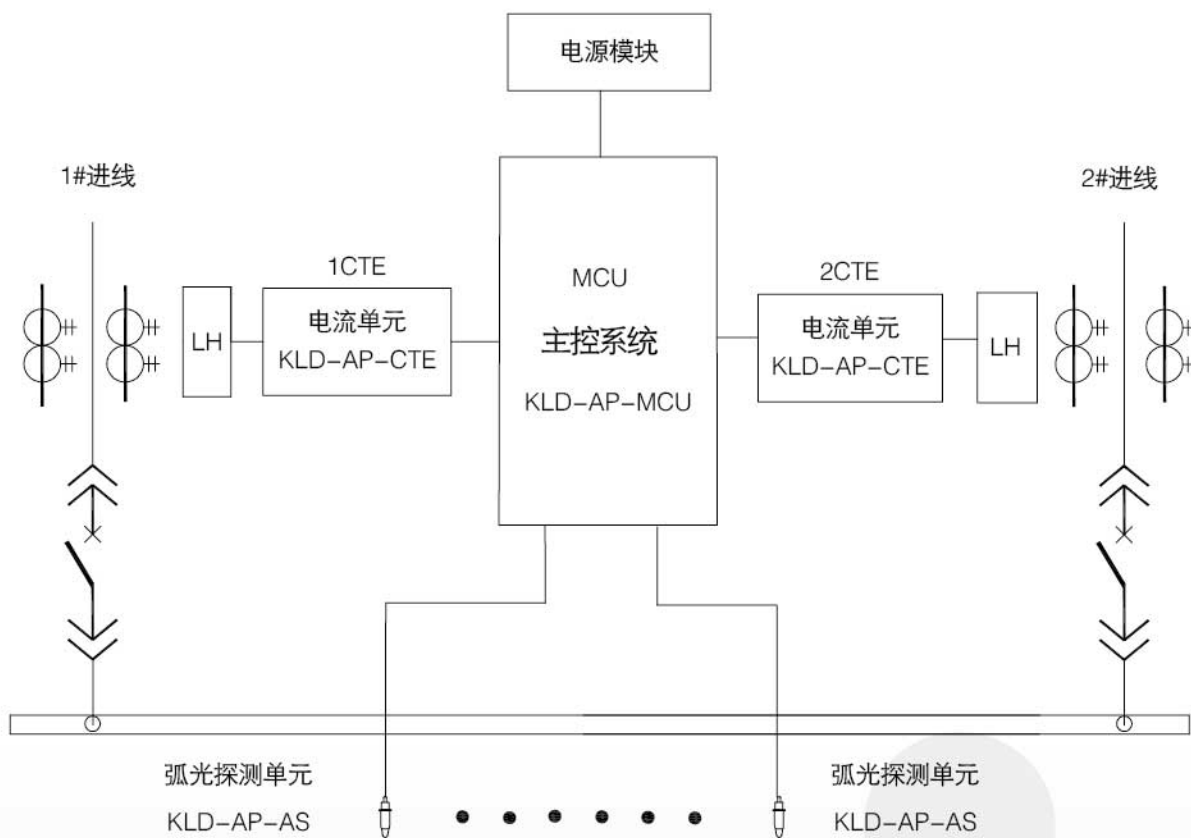




### 案例三：

#### ——单母线双进线接线（负载较少）

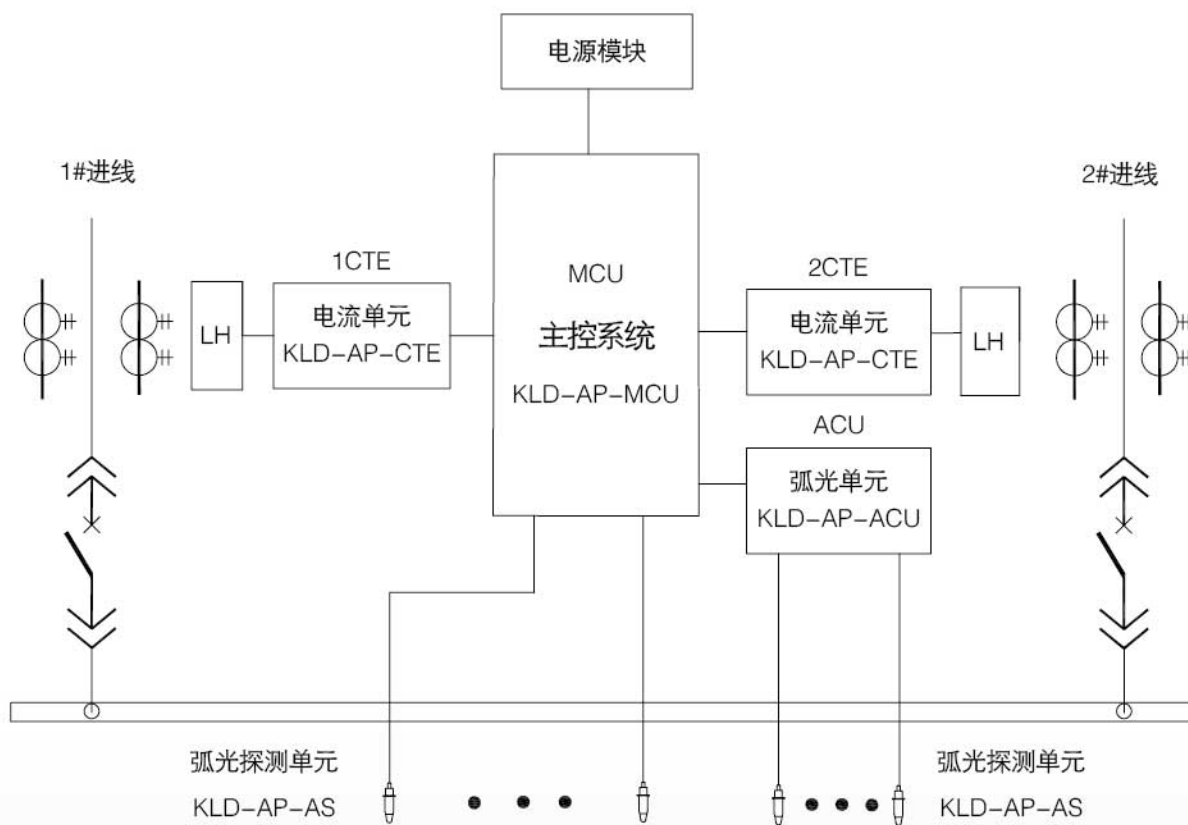
对于两条进线互为备用且馈线较少情况，我们可采用主控系统和两台电流单元组成一个完整的系统保护母线。主控系统通过弧光探测单元检测到弧光信号后，若电流单元1CTE检测到1#进线的过流信号，主控系统将跳开1#进线断路器；若是电流单元2CTE检测到2#进线的过流信号，主控系统将跳开2#进线断路器，从而对母线进行保护。



### 案例四：

#### ——对于单母线双进线接线（负载较多）

针对单母线双进线接线且负载较多情况（两条母线互为备用，但馈线较多），我们可以在案例三的基础上加弧光单元扩展保护范围。主控系统与弧光单元检测到弧光信号通过主控系统内部逻辑结合在一起，再与两条进线上的电流单元进行配合，实现两进线的跳闸。

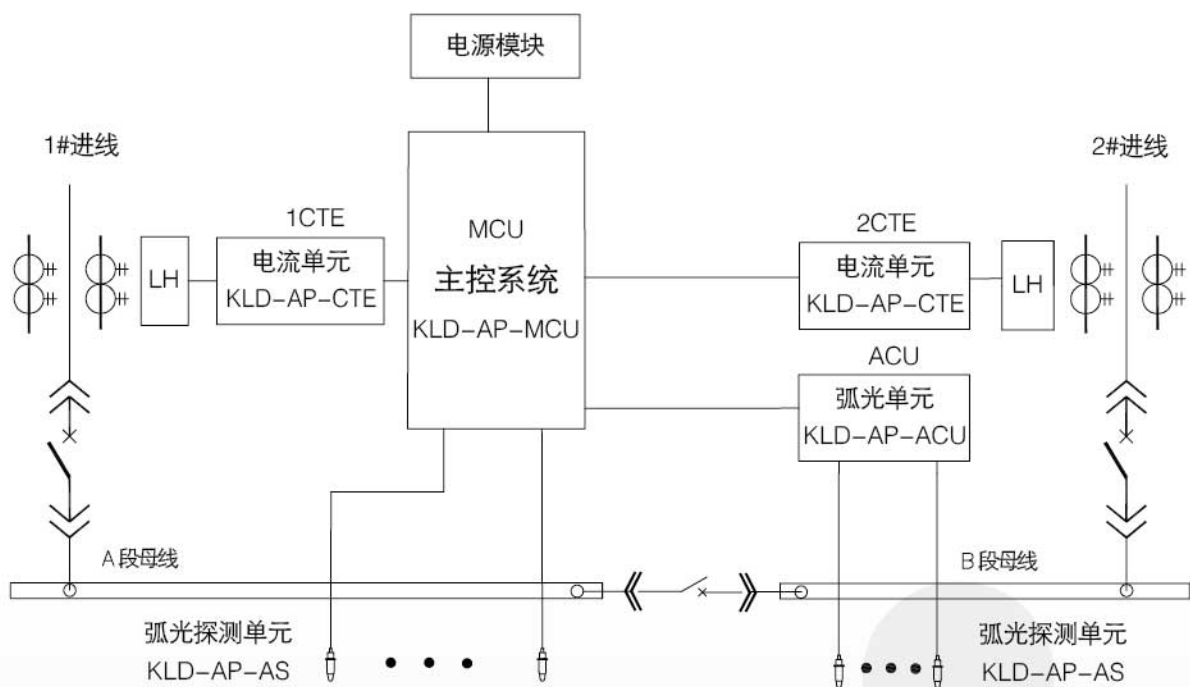




### 方案五:

#### ——单母线分段接线（负载较少）

对于单母线分段的系统，母联断路器也是我们需要保护的区域。主控系统与电流单元1CTE分别采集A段母线的弧光信号及电流信号，电流单元2CTE与弧光单元分别采集B段母线的电流信号和弧光信号。当母联断路器分闸时，两段母线分列运行，A段发生弧光故障时，跳A段进线断路器，若B段发生弧光时，跳母联断路器；当母联断路器合闸时，B段进线带A段母线运行时，原理同上。

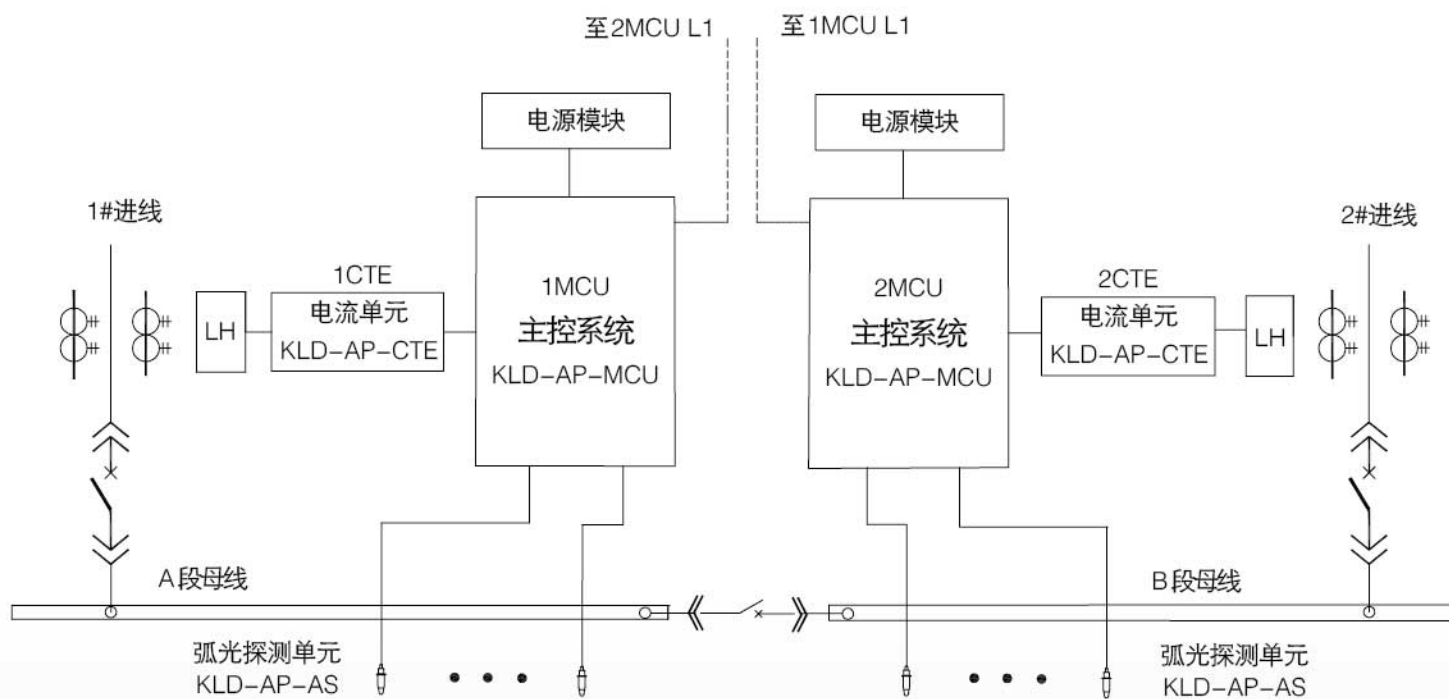




## 方案六：

### ——单母线分段接线（负载较多）

对于单母线分段系统，馈线比较多时，也可以采用两台主控系统对母线进行弧光保护，即每段配置一套弧光系统。此时，两台主控系统间用光纤连接，实现母联断路器的跳闸动作。

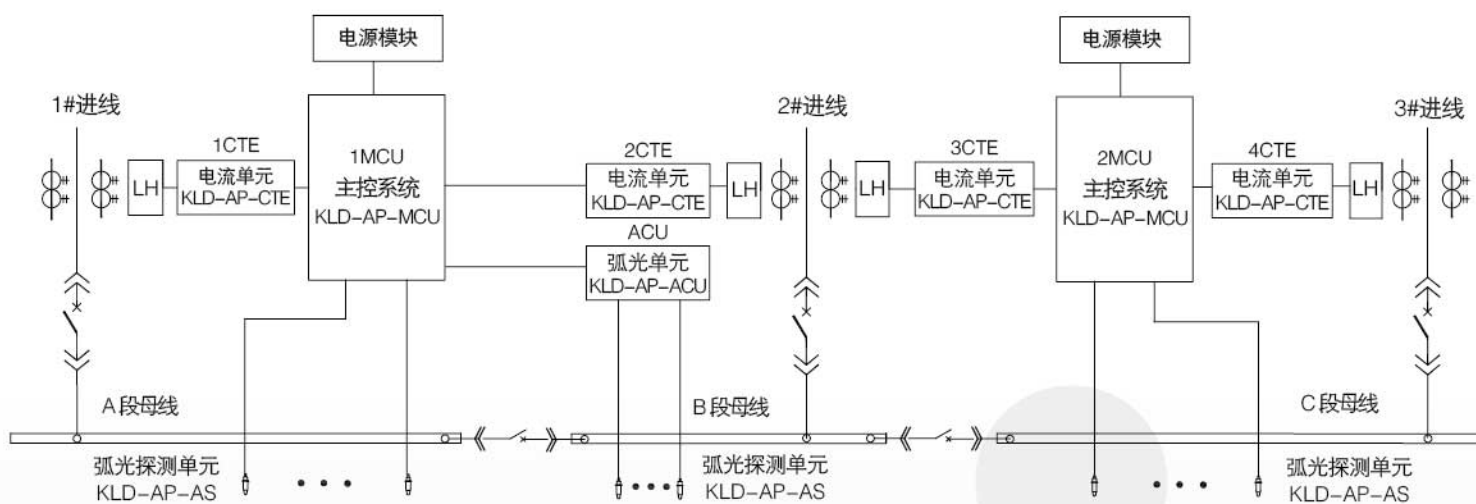




## 方案七：

### ——三段母线接线

对于三段母线系统，采用两台主控系统对母线进行弧光保护。主控系统1MCU采集A段母线的弧光信号，电流单元1CTE、电流单元2CTE分别采集A段母线和B段母线的电流信号，弧光单元采集B段母线的弧光信号；主控系统2MCU采集C段母线的弧光信号，电流单元3CTE、电流单元4CTE分别采集B段母线和C段母线的电流信号，两台主控系统间用光纤连接，实现母联断路器的跳闸动作。



## 配置方案

单母线系统弧光保护配置表

序号	需要安装探测单元个数	主控系统个数	电流单元个数	弧光单元个数
1	1~16	1	1	0
2	17~26	1	1	1
3	27~36	1	1	2

两段母线带母联系统电弧光保护配置表

序号	每段需要安装探测单元个数	方案选择	主控系统个数	电流单元个数	弧光单元个数
1	1~10	方案一	1	2	1
		方案二	2	2	0
2	11~16	方案一	1	2	2
		方案二	2	2	0
3	17~20	方案一	1	2	3
		方案二	2	2	2
4	21~26	方案一	1	2	4
		方案二	2	2	2







**第二部分**  
光纤测温系统

## 光纤测温概述

现代工业中，工作温度的升降反映了设备运行状态和许多物理特征的变化，工业设备运行异常或故障通常表现出温度的异常变化。因此工业设备运行温度监测是设备安全监控最为有效、最为经济的手段，对设备的安全运行具有重大意义。

电力系统的一次电气设备一般由断路器、变压器、电缆、母线、开关柜等电气设备组成。其相互之间由母线、引线、电缆等连接，由于电流流过产生热量，所以几乎所有的电气故障都会导致故障点温度的变化。例如在发电厂中电缆接头、电缆中间连接处、高压电缆的局部放电、高压开关柜的动静触头及其他连接处、低压电气连接处等位置过热是大型事故的征兆，也是电厂事故多发的重灾区。

多年来由于技术水平的限制使电力系统安全运行水平受到一定限制，虽然曾利用红外测温仪、红外成像仪、感温电缆、传统的点式测温系统希望解决上述问题，但都无法实现开关柜内如断路器、刀闸联接点和触头测温。对全封闭金属铠装柜更是无能为力。随着光纤传感器技术的发展和运用，光纤在电力测温系统也逐渐为人们所认可。基于光纤布拉格（FBG）原理的光纤光栅测温系统和分布式光纤测温系统彻底地解决了以上技术难点，实现了电力系统一次运行设备的实时在线检测，是目前世界上最先进、最有效的温度在线监测系统，特别是在电力系统、石油化工、交通运输、工业消防等领域。

帝森克罗德光电技术开发的光纤光栅测温系统和光纤分布式测温系统，不仅系统稳定性强、测量精度高、绝缘耐压性能好、响应速度快，而且测温定位准确，缩小了测温周期。光纤光栅测温系统采用星型拓扑结构布置测温点，从而避免了光纤在开关柜内部的迂回布线。分布式光纤测温系统适用于高压电缆、油罐等的温度探测光缆的线性监测。光纤光栅温度传感器和探测光缆采用全光纤感温和信号传输，不存在电磁干扰和定期维护问题，可以长期免维护可靠运行。防止事故的发生，真正地作到防患于未然。其次也为今后实现状态检修，提高检修效率，大大降低检修成本和管理成本起到关键的作用，完全符合变电站无人值守的需求。



## 光纤技术发展

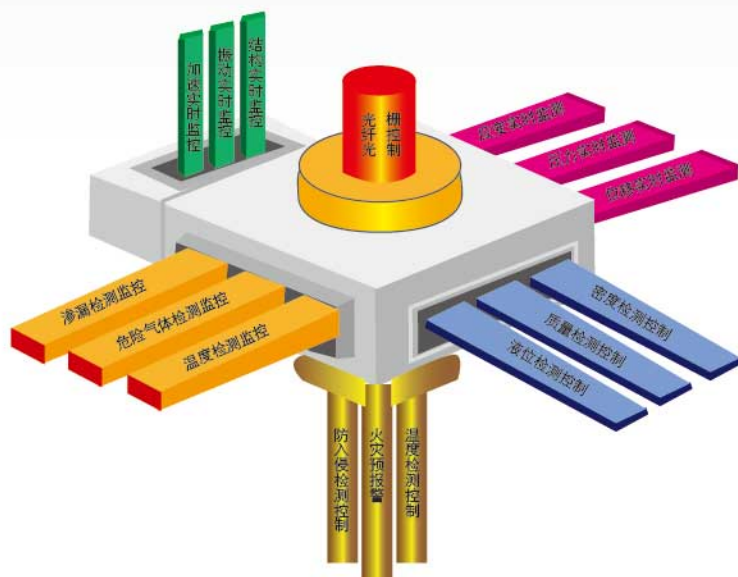


光纤光栅

光纤光栅是利用光纤材料的光敏性，通过紫外光曝光的方法将入射光相干场图样写入纤芯，在纤芯内产生沿纤芯轴向的折射率周期性变化，从而形成永久性空间的相位光栅，其作用实质上是在纤芯内形成一个窄带的（透射或放射）滤波器或反射镜。当一束宽光谱光经过光纤光栅时，满足光纤光栅布拉格条件的波长将产生反射，其余的波长透过光纤光栅继续传输。

1978年，加拿大通信研究中心的K.O.Hill及其合作者首次从掺锗光纤中观察到了光子诱导光栅。Hill的早期光纤是采用488nm可见光波长的氦离子激光器，通过增加或延长注入光纤芯中的光辐照时间而在纤芯中形成了光栅。后来Meltz等人利用高强度紫外光源所形成的干涉条纹对光纤进行侧面横向曝光在该光纤芯中产生折射率调制或相位光栅。1989年，第一支布拉格诺振波长位于通讯波段的光纤光栅研制成功。1993年Hill等人又提出了相位掩模技术，其主要是利用紫外光透过相位掩模板后的 $\pm 1$ 级衍射光形成的干涉光对光纤曝光，使纤芯折射率产生周期性变化写入光栅，此技术使光纤光栅的制作更加简单、灵活，便于批量生产。1993年Alkins等人采用了低温高压氢扩散工艺提高光纤的光敏特性。这一技术使大批量、高质量光纤光栅的应用成为现实。这种光纤增敏工艺打破了光纤光栅制作对光纤中锗含量的依赖，使得可选择的光纤种类扩展到了普通光纤，它还大大提高了光致折变量（由 $10^{-5}$ 最大提高到了 $10^{-2}$ ），这样可以在普通光纤上制作出高质量的光纤光栅。





## 主要特点

光纤光栅具有体积小、波长选择性好、不受非线性效应影响、极化不敏感、易于与光纤系统连接、便于使用和维护、带宽范围大、附加损耗小、器件微型化、耦合性好、可与其他光纤器件融成一体等特性，而且光纤光栅制作工艺比较成熟，易于形成规模生产，成本低，因此它具有良好的实用性，其优越性比其他许多器件无法替代的。这使得光纤光栅以及基于光纤光栅的器件成为全光网中理想的关键器件。

1978年K.O.Hill等人首先在掺锗光纤中采用驻波写入法制成第一只光纤光栅，经过二十多年来的发展，在光纤通讯、光纤传感等领域均有广阔的应用前景。随着光纤光栅制造技术的不断完善，光纤光敏性逐渐提高；各种特种光栅相继问世，光纤光栅某些应用已达到商用化程度。应用成果日益增多，使得光纤光栅成为最有发展前途、最具代表性和发展最为迅速的光纤无源器件之一。

## 分类

随着光纤光栅应用范围的日益扩大，光纤光栅的种类也日趋增多。根据折射率沿光栅轴向分布的形式，可将紫外光写入的光纤光栅分为均匀光纤光栅和非均匀光纤光栅。其中均匀光纤光栅是指纤芯折射率变化幅度和折射率变化的周期（也称光纤光栅的周期）均沿光纤轴向保持不变的光纤光栅，如均匀光纤Bragg光栅（折射率变化的周期一般为 $0.1\ \mu\text{m}$ 量级）和均匀长周期光纤光栅（折射率变化的周期一般为 $100\ \mu\text{m}$ 量级）；非均匀光纤光栅是指纤芯折射率变化幅度或折射率变化的周期沿光纤轴向变化的光纤光栅，如Chirped光纤光栅（其周期一般与光纤Bragg光栅周期处同一量级）、切趾光纤光栅、相移光纤光栅和取样光纤光栅等。



## 均匀光纤光栅

均匀光纤Bragg光栅折射率变化的周期一般为 $0.1\mu\text{m}$ 量级。它可将入射光中某一确定波长的光反射，反射带宽窄。在传感器领域，均匀光纤Bragg光栅可用于制作带通滤波器、分插复用器和波分复用器的解复用器等器件。

## 均匀长周期光纤光栅

均匀长周期光纤光栅折射率变化的周期一般为 $100\mu\text{m}$ 量级，它可将一定波长范围内入射光前向传播芯内导模耦合到包层模并损耗掉。在传感器领域，长周期光纤光栅可用于制作微弯传感器、折射率传感器等传感器；在光通信领域，长周期光纤光栅可用于制作掺饵光纤放大器增益平坦器、模式转换器、带阻滤波器等器件。

## 切趾光纤光栅

对于一定长度的均匀光纤Bragg光栅，其反射谱中主峰的两侧伴随有一系列的侧峰，一般称这些侧峰为光栅的边模。如将光栅应用于一些对边模的抑制比要求较高的器件如密集波分复用器，这些侧峰的存在是一个不良的因素，它严重影响器件的信道隔离度。为减小光栅边模，人们提出了一种行之有效的办法一切趾，所谓切趾，就是用一些特定的函数对光纤光栅的折射率调制幅度进行调制。经切趾后的光纤光栅称为切趾光纤光栅，它反射谱中的边模明显降低。

## 相移光纤光栅

相移光纤光栅是由多段 $M$  ( $M > 2$ ) 具有不同长度的均匀光纤Bragg光栅以及连接这些光栅的 $M-1$ 个链接区域组成。相移光纤光栅因在其反射谱中存在一透射窗口可直接用作带通滤波器。

## 取样光纤光栅

取样光纤光栅也称超结构光纤光栅，它是由多段具有相同参数的光纤光栅以相同的间距级联成。除了用作梳状滤波器之外，取样光纤光栅还可用wdm系统中的分插复用器件。与其他分插复用器件不同的是，取样光纤光栅构成的分插器件可同时分或插多路信道间隔相同的信号。

## Chirped光纤光栅

所谓Chirped光纤光栅，是指光纤的纤芯折射率变化幅度或折射率变化的周期沿光纤轴向逐渐变大（小）形成的一种光纤光栅。在Chirped光纤光栅轴向不同位置可反射不同波长的入射光。所以，Chirped光纤光栅的特点是反射谱宽，在反射带宽内具有渐变的群时延，群时延曲线的斜率即为光纤光栅的色散值。所以，可以利用Chirped光纤光栅作为色散补偿器。

## 采用光纤光栅产品的优越性

- 可进行多点应变、温度等多参量的实时检测，检测范围大
- 光纤光栅传感器防燃、防爆、防腐蚀、耐高压和强电磁场，本质安全
- 现场只铺设光纤光栅传感器，无电子设备，系统可靠
- 根据需要设置报警阈值，报警点可精确定位
- 同时测量应变与温度
- 在易燃易爆场合使用
- 测量点较多、分布范围大、待测点高压带电等情况下的实时在线测量
- 结构埋入式实时监测
- 电子或红外传感器不宜使用的测量现场

## 应用领域

### 交通运输行业的应用

各种运输工具（飞机、船舶等）及道路、桥梁敏感部位的应变监测。

### 建筑行业中的应用

工业及民用建筑的结构应变监测。

### 电力、冶金行业中设备的监测应用

高压容器、管道和结构件的应变监测；高压输配电电缆和动力电缆接头的温度在线监测；高压开关柜触头温度在线监测；大型变压器、发电机、电动机及其他动力设备的温度敏感点在线监测。

### 石油、化工行业中的应用

大型油、气密封贮罐及管道敏感点的应变和温度监测；大型反应釜、热交换器的应变和温度监控。

### 医学领域的应用

光纤光栅压力传感器用于外科矫正。





## 分布式光纤技术

### 原理

分布式光纤传感系统原理是同时利用光纤作为传感敏感元件和传输信号介质，采用先进的OTDR技术，探测出沿着光纤不同位置的温度和应变的变化，实现真正分布式的测量。

### 理论发展

20世纪70年代末提出的基于OTDR的瑞利散射系统的分布式光纤传感器经历了基于OTDR的喇曼散射系统和基于OTDR的布里渊散射系统，测温精度和范围大幅提高。OFDR是在20世纪90年代提出的，随着喇曼散射、布里渊散射以及强散射研究的深入，OFDR与其集成日益显示出其在测量精度、测量范围和测量速度方面的优越性。除了基于OTDR的喇曼散射型温度传感器外，其他几种分布式温度关系传感器离工业实用化还有很长的一段距离，所以基于OTDR和OFDR的分布式温度关系传感器仍将是研究的热点，尤其是基于OFDR的新型分布式光纤传感器将是一个重要的发展方向，其中德国LIOS对该技术拥有相关研发专利。对该技术的发展重点关注以下几个方面：（1）实现单根光纤上多个物理参数（温度和应变）或化学参数的同时测量；（2）提高信号接收和处理系统的检测能力，提高系统的空间分辨率和测量不确定度；（3）提高测量系统的测量范围，减少测量时间；（4）基于二维或多维的分布式光纤传感器网络将成为光纤传感器的研究方向。

### 应用领域

#### 电力行业

电力电缆的表面温度实时监测、事故点定位；  
电缆隧道、夹层的火情监测；  
发电厂和变电站的温度监测、故障点的检测和火灾报警。

#### 水利土木建筑行业

大坝、河堤的渗漏，桥梁及其他混凝土结构裂变的监测；  
大坝、河堤、桥梁的混凝土凝固与养护温度与应变监测、大型民用工程的结构健康监测。

#### 公路、地铁隧道行业

隧道、地铁、公路的火灾监测和报警。

#### 石油天然气行业

石油、天然气输送管线或储罐泄露监测；  
油库、油管、油罐的温度监测及故障点的监测。

光纤温度传感系统通过光纤对远处的一个空间各个点的温度进行实时测量，主要应用于油库、煤矿、军火库、地下商场、隧道、大中型变压器和电缆沟等的测温，并可通过监测温度变化达到温度报警。与传统测温方法比较，分布光纤温度传感系统可以在易燃、易爆的环境下同时测量几万个点，并可对每个温度测量点进行准确定位。

## 帝森克罗德光纤光栅系统

### 概述

光纤光栅传感系统使用光纤作为测量元件和信号传输介质，为提高光纤对温度、应力的敏感程度及准确定位能力，采用国际最先进的光纤局部加工技术，在普通单模光纤上制作一系列的温度敏感区—光纤光栅，这些敏感区可以灵敏地探测到周围温度的细微变化，而光纤的其他部分只是用于信号传输，对机械应力和环境干扰不敏感，从而保证整个光纤光栅传感的高灵敏性和可靠性。

光纤光栅传感系统主要由光纤光栅温度传感器、应变传感器、位移传感器、压力传感器（渗压计、土压计）、光纤传感分析仪以及信号传输光缆等几部分组成。

其基本原理是利用光纤光栅传感器内部敏感元件—光纤光栅反射的光学频谱对温度和应力变形的敏感特性，通过光纤光栅传感网络分析仪内部各功能模块完成对光纤光栅传感器的输入光源激励/输出光学频谱分析和物理量换算，以数字方式给出各监测点的物理量测量值，并根据预先设定的数据采集、存储、处理机制和通讯程式把信息汇集到桥梁、隧道、水利、石化、电力管理系统。

### 光纤光栅的制作原理

光纤光栅是利用光纤材料的光敏性：即外界入射光子和纤芯相互作用而引起后者折射率的永久性变化，用紫外激光直接写入法在光纤的纤芯内形成的空间相位光栅，其实质是在纤芯内形成一个窄带的滤光器或反射镜。其制作方法如下图所示：

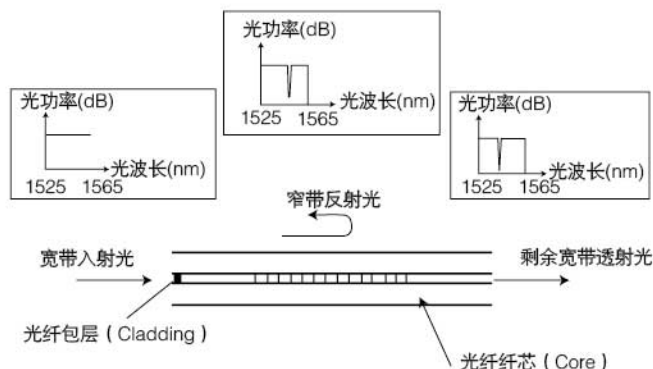


制作完成后的光纤光栅相当于在普通光纤中形成了一段长度为10mm左右的敏感区，可以准确感测温度、应力的变化。



## 光纤光栅的测量原理

光纤光栅属于反射型工作器件，当光源发出的连续宽带光通过传输光纤摄入时，它与光场发生耦合作用，对该宽带光有选择地反射回相应的一个窄带光，并沿原传输光纤返回；其余宽带光则直接透射过去。



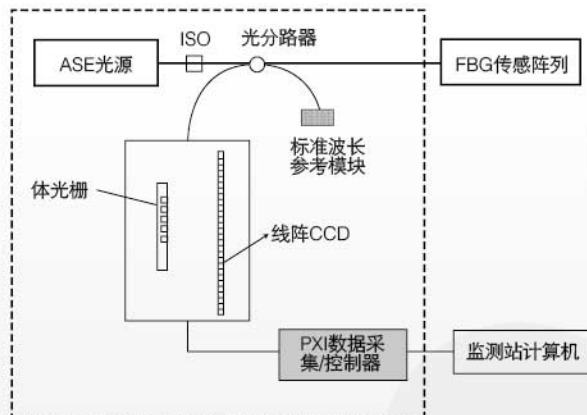
反射回的窄带光的中心波长值随着作用于光纤光栅的温度、应变而线性变化，从而使光纤光栅成为性能优异的温度、应变测量敏感元件。

透射过去的剩余宽带光可以继续传输给其他具有不同中心波长的光纤光栅阵列，其中相应中心波长的窄带光系列将被逐一反射，全部沿原传输光纤返回。由此可实现多个光纤光栅传感器的串接复用。

光纤光栅的上述特性使之成为温度、应变、压力、位移、流量等物理测量的优异手段，已广泛应用于国内外土木工程结构及电力设备、化工容器、航天航空设施的安全监测。

## 光纤光栅的信号解调原理

由光源发出的宽带光经耦合器分光后，一路进入光纤传感阵列，一路进入标准波长参考模块，经光纤传感阵列和标准波长参考模块反射回的窄带光经耦合器进入体光栅和线阵CCD组成的波长监测模块，由体光栅分光后入射到线阵CCD上，从而得到了光功率谱，采用高精度算法经过数据处理后，由通讯模块将数据发给终端PC，通过终端PC上的客户端程序，用户可以直观的读取和存储光纤传感阵列中任一传感的波长值或测量值。





## 光纤光栅相关的术语含义

### 光纤光栅 (Fiber Bragg Grating) :

是采用激光掩膜板写入法, 在普通光纤中形成了一段长度为10mm左右的敏感区, 可以准确感测温度、应力的变化。通常简称为FBG。

### 3dB带宽 (Bandwidth) :

FBG反射光谱中峰值射率下降3dB对应的波长范围。

### 光纤光栅的中心波长 (Bragg Wavelength) :

光纤光栅属于反射型工作器件, 它通过对入射光进行选择性的反射, 返回一个窄带光到传感网络分析仪。该窄带光的光谱可近似看作正态分布, 其3dB带宽的中心位置对应的波长值一般称之为中心波长。

### FBG反射率 (Reflectivity) :

指FBG反射光谱中峰值的功率与入射光功率的比值。一般用百分比表示。





## KLD-FGT-T光纤光栅温度实时监测系统

KLD-FGT-T系列光纤光栅传感在线监测系统通过对高压输变电设备及电缆实时连续温度监测，实现对电力设备温度过热的早期预警。当发生故障能及时报警，准确指示故障点的位置，并对故障分析提供有力的技术手段。

该系统测温范围为 $-60^{\circ}\text{C}\sim+300^{\circ}\text{C}$ ，测温准确度可达 $0.1^{\circ}\text{C}$ ，具有标准通信和控制接口，可与企业局域网或宽带公共网络互联互通，实现远程监测和无人值守运行。光纤光栅传感在线监测系统在电力行业获得了广泛认可，已逐步成为电力设备在线温度监测的标准方法。

温度数据采集设定为1Hz/5Hz/25Hz/50Hz/100Hz/1KHz，设计每个通道上连接12~18个光纤温度传感器，可进行星状组网或线性组网。

### 技术参数

电源	AC: 220V/50Hz
工作温度	$-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$
通道数	1\4\8\12\16\20\24\32\60\72\128 (其它通道可定制)
监测方式	星形组网 (如: 高压开关柜) 或线性组网 (如: 电力电缆)
测温精度	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
测温分辨率	0.01 $^{\circ}\text{C}$
光纤监测距离	50km
响应时间	$\leq 20\text{ms}$
报警接口	光电隔离继电器输出、手机短信报警模块、语音报警音频接口

### 应用范围

- 高压电力开关柜等温度测量
- 高压电力电缆等温度测量
- 发电厂、冶金企业电缆隧道温度监测与火灾报警
- 交通领域的温度监测
- 压力容器表面温度的测量和监测
- 大面积大范围的温度监控
- 危险区域、重要区域的温度监测

## KLD-FGT-P光纤光栅应力实时监测系统

光纤光栅应力实时监测系统的基本原理是利用光纤传感器内部敏感元件反射（或透射）的光学频谱对温度和应力变形的敏感特性，通过光纤传感分析仪内部各功能模块完成对光纤传感器的输入光源激励输出光信号监测。其中光纤传感器安装桥梁、大坝、建筑、隧道及其它土木工程结构检测现场，光纤传感分析仪放置在远程监控中心，二者之间直接通过光缆进行信号传输（最大距离可超过100km），因此，传感器安装现场和传输线路无需供电。

帝森克罗德KLD-FGT-P光纤光栅传感在线应力监测系统主要包括数据测量和数据管理与分析两大系统。其中，数据测量系统由传感器子系统和数据采集与传输子系统有机的组成；数据管理与分析系统包括检测数据管理子系统和数据分析处理子系统。主要组成：光纤光栅应变计、光纤光栅渗压/压力计、光纤位移计、光纤加速计及配套的全系列数据采集设备——帝森克罗德光纤传感分析仪等。

### 技术参数

电源	AC: 220V/50Hz
工作温度	-40℃~+80℃
通道数	1\4\8\12\16\20\24\32\60\72\128（其它通道可定制）
单通道监测点数	18个
通道采样频率	25Hz
波长测量范围	1525nm~1565nm
波长分辨率	0.1pm
波长重复性	1pm
波长精度	±3pm（常温典型值）
动态探测范围	输出光信号功率：0~-20dBm，可探测的输入光信号功率：-70dBm （允许光纤线路损耗接近50dBm，也即100000倍）
应变分辨率	1 μ ε
光纤监测距离	100km，不考虑额外损耗，更高要求可定制
响应时间	≤20ms
报警接口	光电隔离继电器输出、手机短信报警模块、语音报警音频接口

### 应用范围

- 桥梁结构健康监测
- 大坝应力变形监测
- 大型油、气密封贮罐及管道敏感点的应变和温度监测；大型反应釜、热交换器的应变和温度监控
- 高压容器、管道和结构件的应变监测
- 各种运输工具（飞机、船舶等）及道路、桥梁敏感部位的应变监测





## KLD-SR系列光纤光栅传感器

### KLD-SR-T100型光纤光栅温度传感器



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：20只)
- 布置简单，可与其他类型光纤光栅传感器混合使用

### KLD-SR-TE型光纤光栅温度传感器



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以并联多个传感器(典型：12只)
- 陶瓷封装，耐高压、防爬电、阻燃、憎水能力强

### KLD-SR-P100型光纤光栅表面应变传感器



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装



### KLD-SR-PC型光纤光栅混凝土应变传感器



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装

### KLD-SR-PR型光纤光栅钢筋计



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装

### KLD-SR-PY型光纤光栅渗压计（压力计）



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装



### KLD-SR-PD型光纤光栅位移计（测缝计）



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装

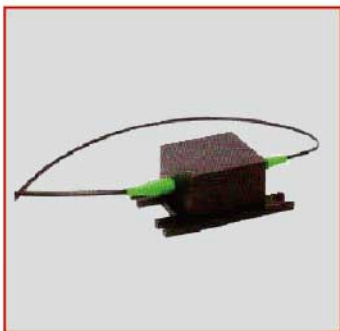
### KLD-SR-PA型光纤光栅加速度计



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装

### KLD-SR-PG型光纤井盖磁感应器



#### 特点

- 高精度、高稳定性、高可靠性
- 本质安全，不受电磁干扰、抗腐蚀、抗污染、抗雷击能力强，可在强电磁干扰、高雷击、易燃、易爆等恶劣条件下应用
- 传感信号传输距离远，可达40km
- 准分布式测量，在一根光纤上可以串联多个传感器(典型：18只)
- 金属化封装

## 光纤光栅系统产品选型

产品型号：KLD-FGT-T100光纤光栅测温系统

产品型号：KLD-FGT-TE光纤光栅电力系统温度实时监测系统

产品型号：KLD-FGT-PESA光纤光栅油罐火灾探测系统

产品型号：KLD-FGT-P100光纤光栅应力实时监测系统

产品型号：KLD-FGT-PBC光纤光栅土木建筑实时监测系统

产品型号：KLD-FGT-PMC光纤光栅电缆井盖实时监测系统

## 光纤光栅系统组成

帝森克罗德光纤光栅综合报警系统软件、光纤传感分析软件6.0、帝森克罗德工业精密工控设备、TYSEN-KLD光纤传感分析仪、光纤光栅传感器（温度/应力）、KLD光分路盒、KLD光接续盒、高灵敏语音及声光报警器、传输光缆、短信报警器及标准机柜。

注：每套系统根据用户不同，后台控制软件及安装硬件也会做相应调整，具体情况公司会在收到图纸后出具详细方案。





## 帝森克罗德分布式光纤系统

### 概述

分布式光纤在线温度监测系统（DTS）主要是一种时域分布式光纤监测系统，它的技术基础是光时域反射OTDR技术，是近几年发展起来的一种用于实时测量空间温度场分布的高新技术，它能够连续测量光纤沿线所在处的温度，测量距离在几公里到几十公里范围，空间定位精度达到米的量级，能够进行不间断的自动测量，特别适用于需要大范围多点测量的场合，它具有精度高、数据传输及读取速度快、自适应性能好等优点。系统具有阻燃、防爆、抗腐蚀、抗电磁干扰、在有害环境中使用安全，实现实时快速线性测温并定位，是光机电、计算机一体化技术的集成。

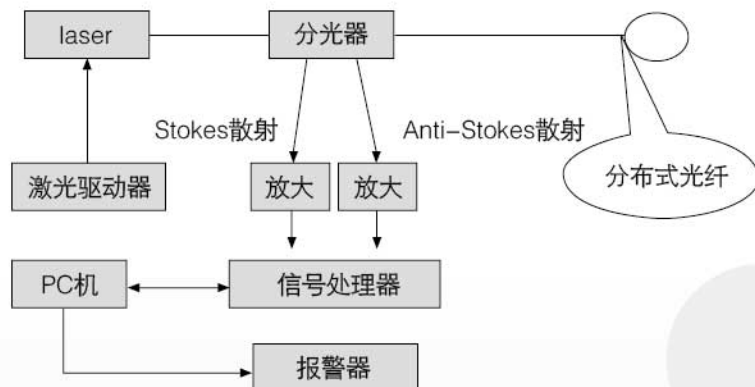
分布式光纤在线温度监测系统（DTS）附加功能如下：

- 自动短信息报警功能，并能够提供报警分级；
- 自动扫描功能并有自动识别系统，自动电话提示记录；
- 增加可控拍照功能，同时能传输到计算机；

分布式光纤在线温度监测系统是一种用于实时测量空间温度场的传感系统，在系统中光纤既是传输媒体也是传感媒体。利用光纤的喇曼光谱效应，光纤所处空间各点温度场调制了光纤中传输的光载波，经解调后实时地显示光纤所在空间的温度值（类似于光通信系统），利用光时域反射（OTDR）技术，由光纤中的光传播速度和背向光回波时间，能对所测各温度点定位（类似于光雷达系统）。

近年来已开始应用于各种大、中型变压器，发电机组的温度分布测量、热保护和故障诊断；大型仓库、油库、危险品库、大型轮船的货轮、高层建筑、煤矿、隧道和输油管道的火灾防护及报警系统；化工原料及油料生产过程中的在线、动态检测；把它作为一种典型的机敏结构（smart structure）用于航空、航天飞行器的在线、动态检测系统和机器人的神经网络系统。

### 分布式光纤在线温度监测系统基本原理框图



分布式光纤在线温度监测系统基本原理图



Anti-Stokes Raman 光子数:

$$N_a = K_a \times S \times V_a^4 \times N_e \times R_a(T) \quad (1)$$

Rayleigh 散射光子学:

$$N_R = K_R \times S \times V_o^4 \times N_e \quad (2)$$

式中:

- $N_e$  — 入射进光纤每个激光脉冲所包含的光子数;
- $K_a$ 、 $K_R$  — 分别为光纤反斯托克斯和瑞利散射截面有关的系数;
- $S$  — 光纤的背向散射因子;
- $V_a$ 、 $V_o$  — 分别为反斯托克斯Raman和瑞利光子频率;
- $R_a(T)$  — 与光纤分子 (以SiO<sub>2</sub>) Raman散射相关的分子上、下能级的布居数有关, 分子能级上的布居数与温度有关。

$$R_a(T) = \left[ \exp\left(\frac{h \times \Delta V}{K_T}\right) - 1 \right]^{-1} \quad (3)$$

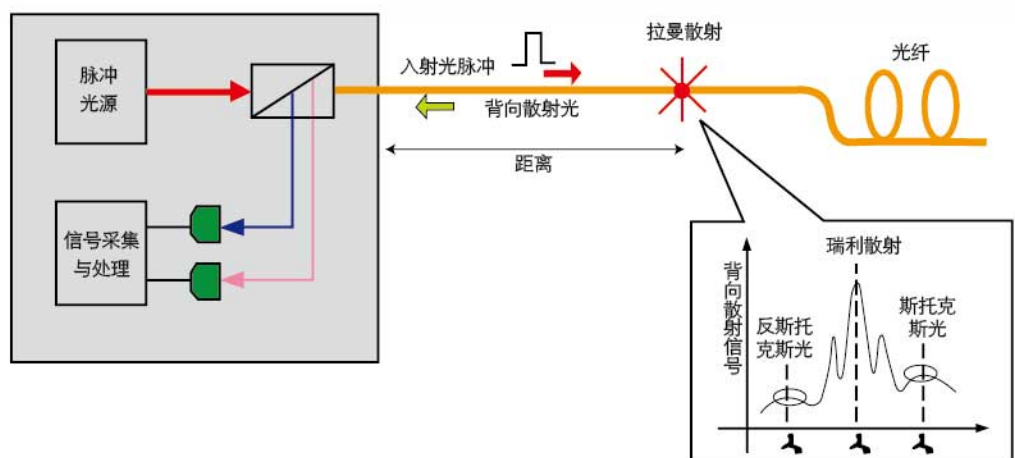
式中:

- $\Delta V$  — Raman声子频率;
- $h$  — Planck常数;
- $K_T$  — Boltzmann常数。



## KLD-DTF-T分布式光纤测温预警系统

### 系统原理



OTDR (光时域反射) 击队+Raman散射

### 系统概述

分布式光纤测温预警系统（即：线型光纤感温火灾探测器）是用于实时监控环境温度场的线性传感系统，可广泛应用于火灾报警、过程监控、气体液体泄漏监测以及故障诊断等方面。有连续分布式监测、多种设备实时同步监测、抗电磁干扰、抗腐蚀、测量距离远、适用于远程监控、灵敏度及测量精度高等无可比拟的优势。目前已广泛应用于电力、港口、煤炭、石化、地铁、隧道及水利土建等多个行业。

### 技术参数

监测距离	2km、4km、10km、30km
通道数	2、4、6、8、16通道，可定制
定位精度	0.1m
测温精度	±0.5℃
温度分辨率	0.1℃
测量时间	1s~30s（取决于测量距离）
测温范围	-50℃~+750℃（取决于探测光缆）
光纤类型	多模50/125 μm（兼容62.5/125 μm） 单模9/125 μm

## 系统功能

**分布式构图：**可根据用户现场实际组件式构图，直观显示监测对象，支持多屏多站分布式构图。

**实时温度曲线：**实时连续采集监测范围内温度信息，生成温度曲线。

**历史数据分析：**可查询历史温度数据进行二维或三维温度数据分析。

**分区报警设置：**可设置多个分区、多种类型的报警规则。

**报警方式多样：**声光报警、继电器报警、短信报警、邮件报警等。

**报警处理查询：**支持对报警数据进行处理，并可对报警历史进行查询。

**统计分析报表：**对温度数据和报警数据进行统计，并以EXCEL格式输出。

**多级联网监控：**支持多台测温主机组网监控，便于集中管理，支持C/S、B/S等多种访问方式。

**系统嵌入与扩展：**系统可方便接入SCADA等主干监控网络，支持向OPC等通用接口扩展。

## 应用领域

### 智能电网综合监控

电力行业的动力电缆、电缆夹层、电缆桥架、电缆隧道、电缆接头等重要位置及高压开关柜、变压器、电容器等重要设备进行温度实时在线监测，以及电缆载流能力评估功能与在紧急状态下载流能力评估。

### 数字化港口实时在线监测

港口翻车机区域、皮带机、粮仓、筒仓等重要区域及设备进行实时在线温度监测。

### 石化行业火灾探测

线型光纤感温火灾探测器用于储油罐顶温度监测，油罐罐体温度监测，油罐管线温度监测，油田开发中温度剖面和压力监测、实时井下监测。

### 地铁挤隧道监测

地铁、隧道及煤矿领域温度监测与火灾预警。

### 水利土建

大坝、河堤的渗漏监测；

大坝、河堤、桥梁混凝土凝固与养护的温度监测。





### KLD-MTC-50/62.5多模感温光缆

温度传输要求光缆的导热性能比较好，便于温度传导；抗压、拉性能强，噪声低，也便于施工。  
下图是我公司采用的测温光缆的截面图：



光缆截面图

项目	规格/型号
多模光纤	KLD-MTC-50
参数	多模光纤G50/125，外涂丙烯酸酯 衰减 $<2.4\text{dB/km}@850\text{nm}$ ； $<0.6\text{dB/km}@850\text{nm}$ 带宽 $>600\text{MHz}\cdot\text{km}$
拉伸强度	150kg
线性碾压力	30kg/cm 引起0.3mm的变形
热膨胀系数@20°C	$17.2\text{e}-06 (1/^{\circ}\text{C})$
热传导系数@20°C	$0.0036 (1/^{\circ}\text{C})$
温度范围	$-80^{\circ}\text{C}\sim+200^{\circ}\text{C}$ (若为特殊环境，可选取特制探测光缆)

## KLD-DTF-P分布式光纤应力实时监测系统

### 系统原理

激光在光纤内部的传输过程中有一种反向布里渊散射光，布里渊散射同时受应变和温度的影响，当光纤沿线的温度发生变化或者存在轴向应变时，光纤中的反向布里渊散射光的频率将发生漂移。频率的漂移量与光纤应变和温度的变化呈良好的线性关系，因此通过测量光纤中的方向自然布里渊散射光的频率漂移量就可以得到光纤沿线温度和应变的分布信息。

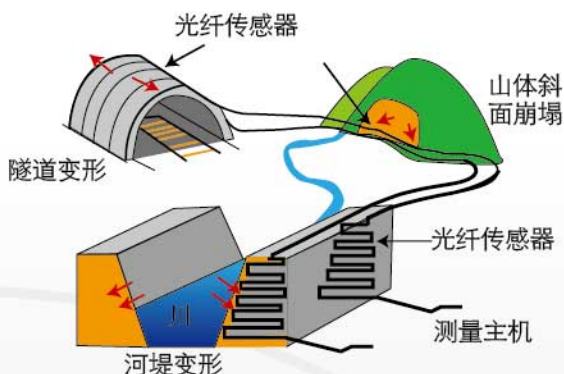
### 系统概述

传统的检测方法是通过电气或者机械的手段来进行温度、歪斜、应力、震动或是电流的测量。与传统方式不同，使用光纤来完成上述各种测量的方法就被称之为光纤传感。作为灾害预防、保障安全舒适生活的监测系统的同时，具有传感范围大、精度高、零电气噪声、高可靠性等特点，可实现对被测对象的多方位同时测量。

### 系统特点

- 可实现超远距离监测，最大距离可达到80km
- 多达16路光通道，测量范围广
- 空间分辨率达到1.0m
- 距离分辨率达到0.1m
- 动态范围大：16.5dB
- 无机械可动部，提供长期精确测量所必须的高可靠性
- 内置大容量存储器实现高速数据处理
- 可同时测量多达10万个数据点

### 应用领域



#### 自然和土木构造物

进行高速公路、国道、铁路两侧斜面、隧道的崩塌检测，预防灾难。

#### 人工河建筑构造物

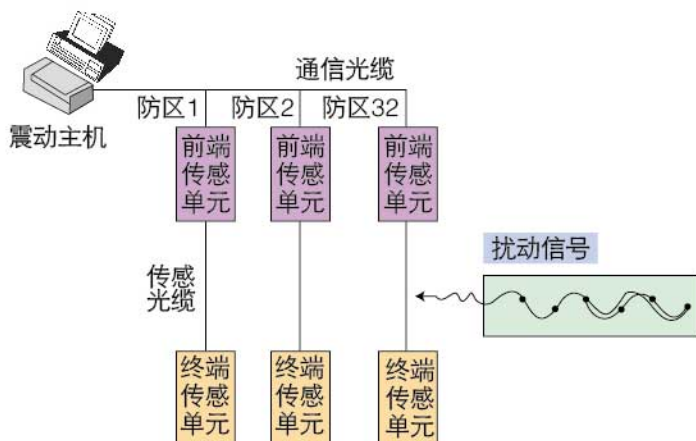
对桥梁、建筑物、船舶、飞机、航天器以及重要的文化遗产的经年变化进行监测、在倒塌、损毁以前进行及时的修理。



## KLD-DTF-S分布式光纤周界安防感知系统

### 系统原理

防区型光纤周界安防感知系统是采用干涉的原理：将光缆作为光信号相位调制的元件，通过检测光缆中光相位的变化，判断防区是否有扰动信号产生。当防区有外界扰动产生时，扰动信号会通过传感光缆被震动主机探测到。通过监测光信号相位的变化，判断是否有入侵行为产生，并确定报警防区，从而发出报警信息。



### 系统概述

分布式光纤周界安防感知系统是新一代信息化安全预警系统。该系统采用光纤传感技术，在不需要任何户外有源器件、（不需供电）的情况下能够提供周界入侵报警。防区型光纤周界安防感知系统是通过防区内传感光缆作为传感单元，通过人为触碰引起光缆的振动，进行实时监测的系统。在系统监测过程中，可以获得整条光缆上的信号数据，并且实时对数据进行分析处理，当有入侵行为发生时，能够实现准确的预警或实时报警。

### 系统功能

#### 入侵监测

可实现攀爬围栏、剪切围栏、围栏下挖槽、梯子辅助攀爬围栏、埋地设防区域慢走、快跑或匍匐等行为，埋地设防区域地下挖槽等行为入侵报警监测。

#### 分区定位

系统根据现场各处环境状况、保卫人员采用行动路径和侵入威胁发生可能性等级，设置防区；单台主机可做到32个防区同时定位。在判断有威胁侵入行为发生时，可实时对侵入行为的发生区域进行定位，从而便于保安人员目标明确的及时采取有效措施，制止侵入行为后续事件发生。

#### 远程分级、分权限监控、操作

支持TCP/IP网络，实现远程分级、分权限操作、管理。



### 语音监听功能

特殊行业或特定区域可选择无源光纤线圈，实现语音监听。光纤本身无源，且不产生也不受电磁干扰，可装设于地下、水下、墙体等区域，实现高级别特殊安防监控要求。

### 联动功能

根据现场具体需要，系统可与各种音响、声光报警装置、视频设备等实现联动。在监测、识别、定位侵入行为后，启动报警装置，威慑、制止侵入行为。同时，联动相应位置视频摄像头，追踪侵入对象。

### 系统特点

- 技术先进，性能稳定可靠，具有强大的数据库功能；
- 布线方式便捷，可架设与围栏、围墙等既有围界上，也可进行地埋、隐蔽布防、在水域、围墙、草坪灯任何复杂的地域环境均能稳定、良好运行；
- 防区无源，可防雷电，防高压、电磁干扰，本身不会产生电磁辐射；
- 能源依赖性低。系统功耗低。安装维护简单，维护及使用成本低；
- 智能化行为模式判别，可根据客户需求定制不同级别的报警需求响应，系统预警或实时告警，不同区域可实现侵入方向判别，误报率、漏报率低于5%。
- 可对挖掘、钻探等行为实时预警，并可对地震、泥石流等自然灾害进行监测；
- 栅栏、围栏均可自由隐蔽布设，防区不供电，能源依赖低，绿色、环保。

### 应用领域

- 国家电力、军用机场等需高端安防的场所
- 国防边境线、油气井、油气管道等场所周界安全监测
- 核电站、营房驻地、导弹发射井等场所周界安全监测
- 海洋周界安全监测



## 分布式光纤系统产品选型

产品型号：KLD-DTF-T分布式光纤测温预警系统

产品型号：KLD-DTF-P分布式光纤应力实时监测系统

产品型号：KLD-DTF-S分布式光纤周界安防感知系统

注：每套系统根据用户不同，后台控制软件及安装硬件也会做相应调整，具体情况概述会在收到图纸后出具详细方案。

## 分布式光纤系统组成

帝森克罗德分布式光纤报警系统软件、光纤传感分析软件6.0、帝森克罗德工业精密工控设备、TYSEN-KLD分布式光纤传感分析仪、高精度探测光缆、KLD光分路盒、KLD光接续盒、高灵敏语音及声光报警器、短信报警器及标准机柜。

注：每套系统根据用户不同，后台控制软件及安装硬件也会做相应调整，具体情况公司会在收到图纸后出具详细方案。

## 探测光缆

### 螺旋钢管铠装型探测光缆

螺旋钢管铠装型探测光缆是把传感光纤放在一根不锈钢螺纹管内，螺纹管外面采用凯夫拉精密缠绕和不锈钢丝精密编制加强；外层采用阻燃PVC或LSZH护套防护。这种探测光缆结构简单，机械强度高，适合于绝大多数测温场合，是DTS消防测温系统的专用的探测光缆。

### 非金属束管加强型探测光缆

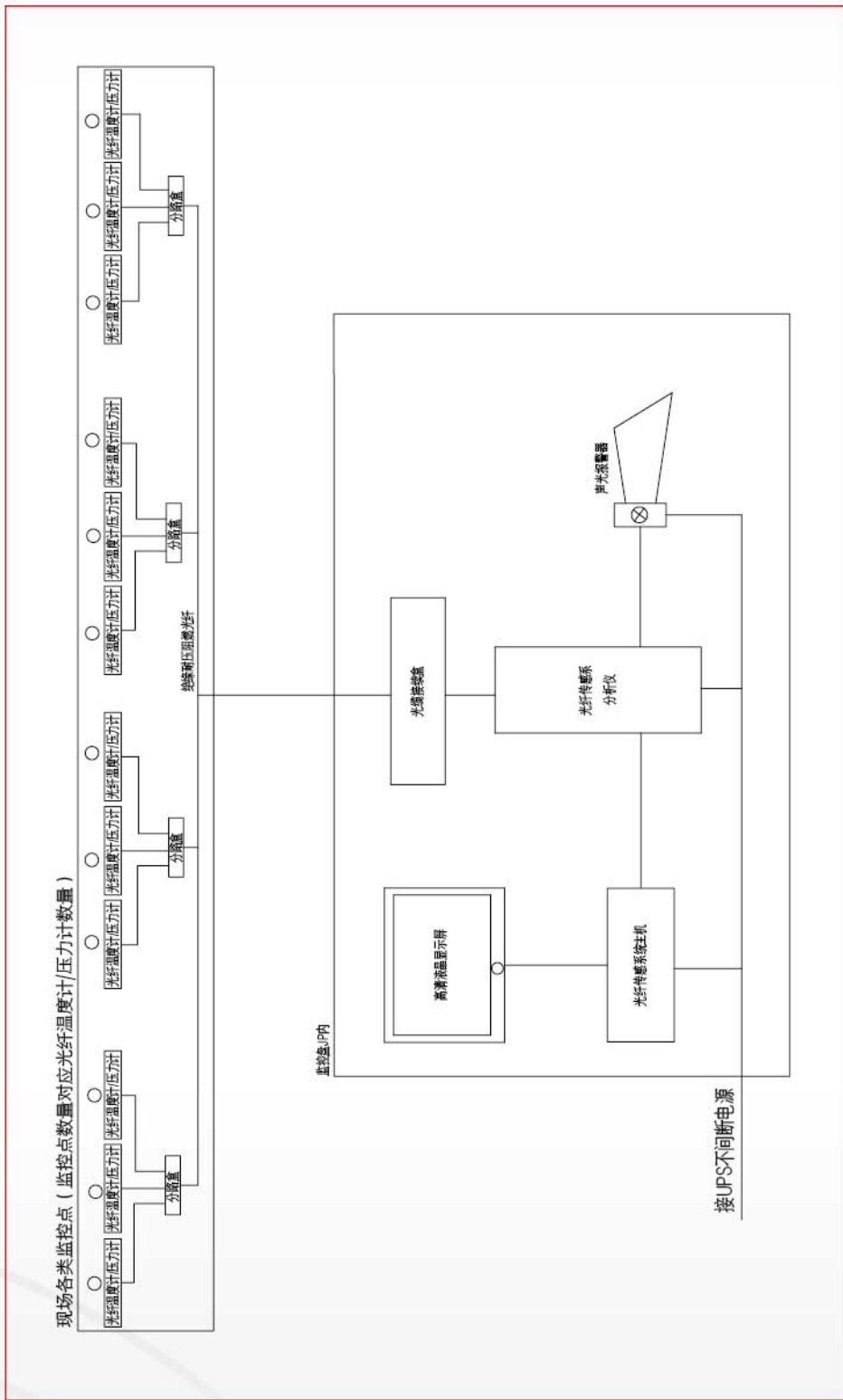
非金属束管加强型探测光缆是把传感光纤放在一根充油的PBT塑料套管内，使光纤游离在套管内，套管外面采用高抗拉的凯夫拉紧密缠绕；凯夫拉外采用阻燃PVC、PE或LSZH护套防护。光缆为全非金属结构，机械强度比普通光缆高。这种光缆非常适合用于具有强电场、强磁场干扰的DTS测温场合，是电力系统测温专用的探测光缆。

### 无缝钢管铠装型探测光缆

无缝钢管型探测光缆是把传感光纤放在一根不锈钢无缝管内，管内填充油膏，钢管外涂覆LSZH外护套。这种光缆有很好的防水、防震性能，导热性能极佳。

# 上网方法

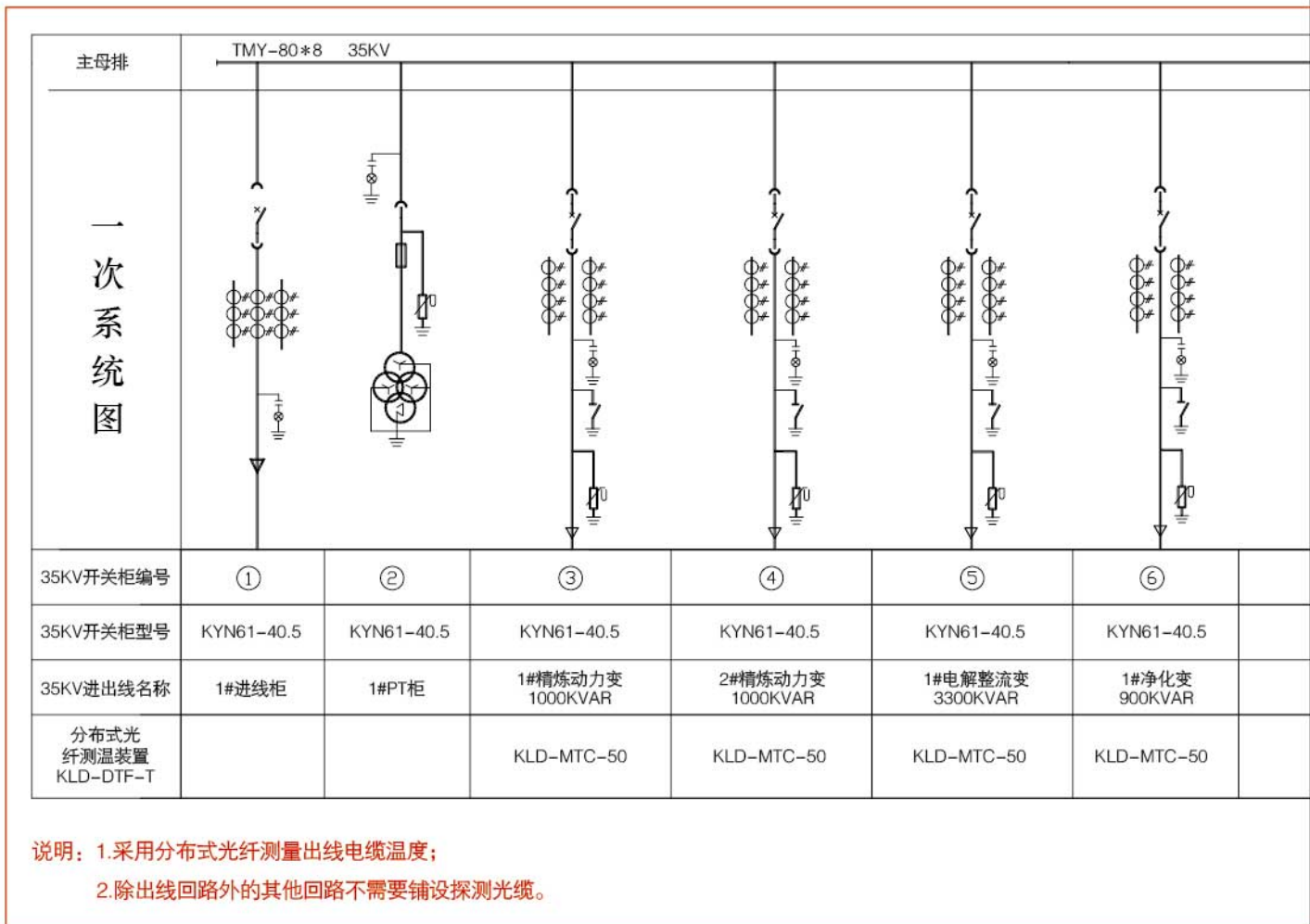
## 光纤测温(压力)网络图







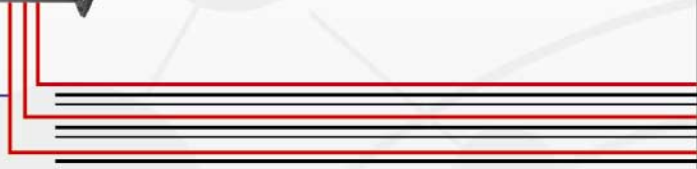
### 分布式光纤测温系统上图方法

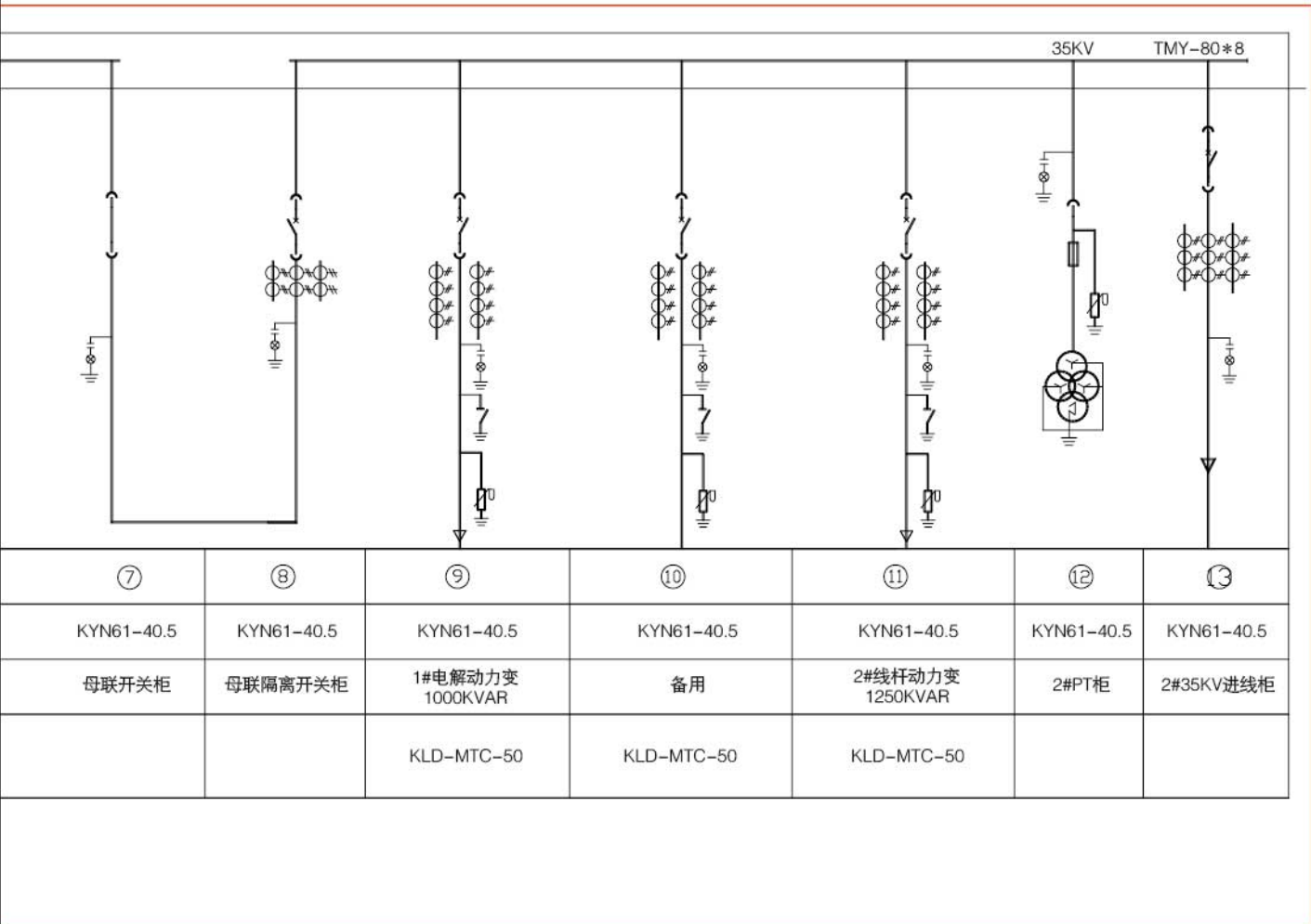


分布式光纤传感分析仪



连接主机通道





探测光缆

电缆



## 光纤光栅测温系统上图方法

主母排	一次接线方案									
开关柜编号	AH1	AH2	AH3	AH4	AH5	AH6	AH7	AH8	AH9	
开关柜外型尺寸W × D × H(mm)	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400	1000 × 1500 × 2400
开关柜回路名称	1#进线	消弧柜	电容柜	动力变	整流变	整流变	备用柜	备用柜	备用柜	
一次元件	光纤光栅电力开关柜测温系统 KLD-FGT-TE									
				型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3	型号: KLD-SR-TE 3

光分路盒

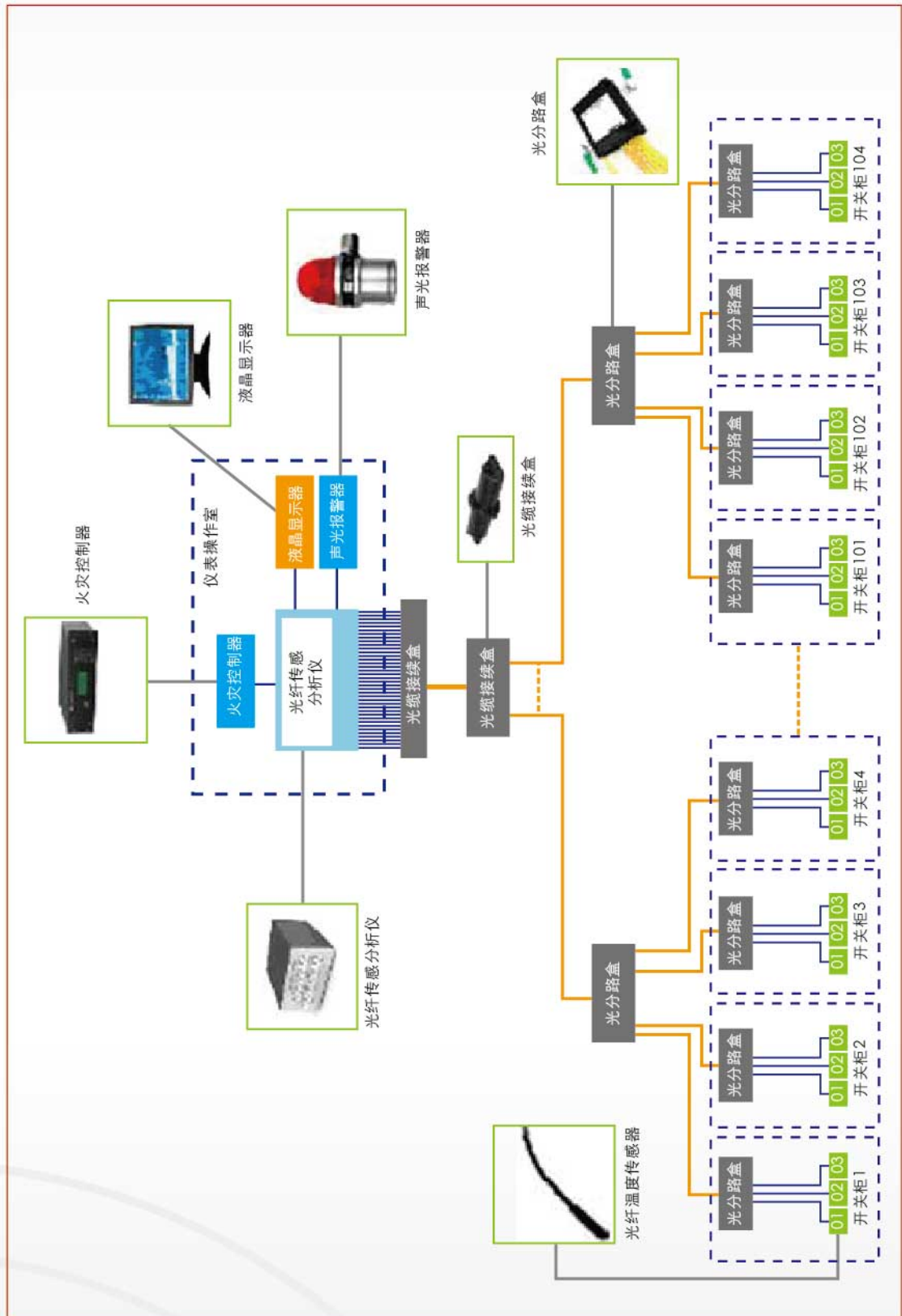
开关柜内光纤温度传感器分布示意图

**说明:**

1. 开关柜光纤测温系统详细资料由厂家提供。
2. 建议在出线柜中布置测温点。每面出线柜布置3个测温点，安装于出电线缆连接点（也可测温柜内易发热的点，如：动静触头等）。
3. 光纤沿电缆沟内支架敷设。



光纤光栅测温系统组成连接示意图





# 电弧光保护系统上图方法

## 单母线单进线情况

母联型号TMY-80X8		10kV	
<b>一次系统图</b>			
开关柜编号	AH1	AH2	AH3
开关柜型号	KYN61-40.5	SKK-YZ10A-35	KYN61-40.5
出线名称	1#进线柜	1#PT及电测柜	馈线柜
柜内设备	设备名称	型号及数量	数量
	母线电弧光保护系统	KLD-AP-MCU	1
	KLD-AP-CTE	1	
	电源模块	1	
	KLD-AP-AS	1	
	AH4	AH5	AH6
	KYN61-40.5	KYN61-40.5	KYN61-40.5
	馈线柜	馈线柜	馈线柜
	型号及数量	型号及数量	型号及数量
	KLD-AP-AS	KLD-AP-AS	KLD-AP-AS
	1	1	1
	AH7	AH8	
	KYN61-40.5	KYN61-40.5	
	备用柜	备用柜	
	型号及数量	型号及数量	
	KLD-AP-AS	KLD-AP-AS	
	1	1	

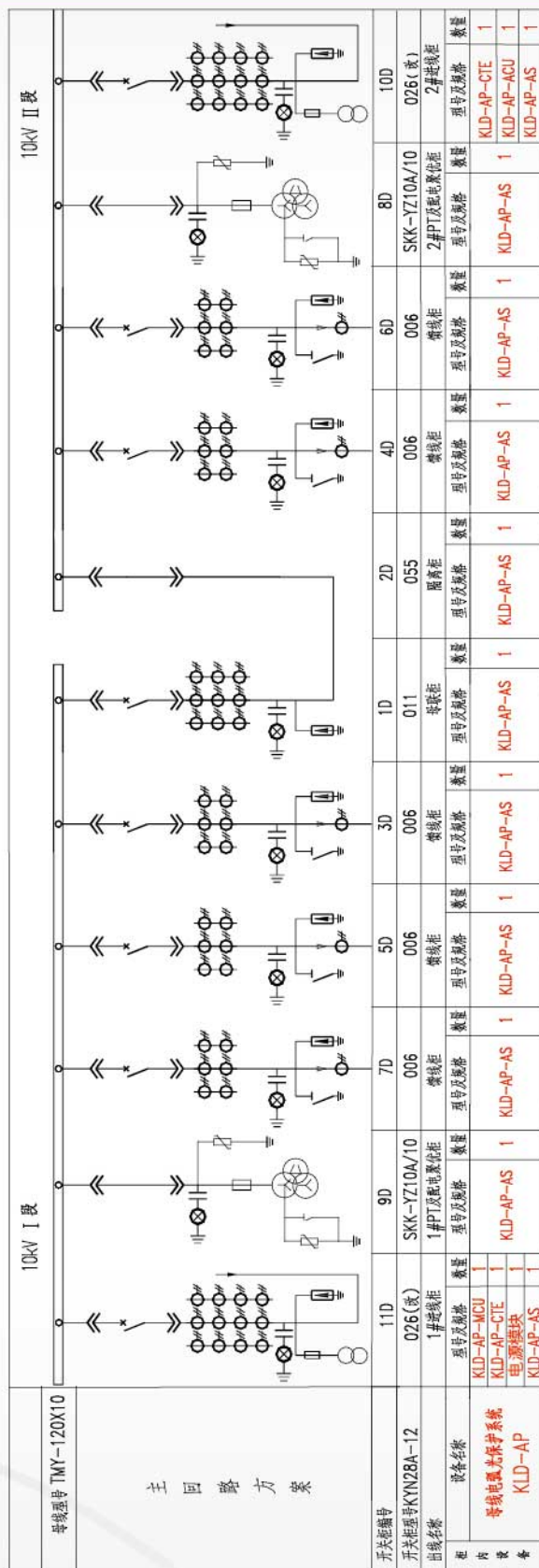
注：1.该上图案例适合单段母线情况；

2.主控系统MCU、电源模块PSM、电流单元CTE安装在进线柜面板及柜内；

3.弧光探测单元AS安装在开关柜母线室内；

4.开关柜数量超过16面时，每增加10面柜子，需增加一个弧光单元ACU；单个弧光单元可接10个弧光探测单元。

单母线分段双进线情况



注：1.该上图案例适合母线分段情况；

2.主控系统MCU、电源模块PSM、电流单元CTE安装在进线柜面板及柜内；

3.弧光单元ACU安装在2#进线柜内或其他合适柜内；

4.弧光探测单元AS安装在开关柜母线室内；

5.开关柜数量超过16面时，每增加10面柜子，需增加一个弧光单元ACU；单个弧光单元可接10个弧光探测单元。



Tysenkld®

**帝森克罗德上海技术公司**

地址：上海市普陀区云岭东路651号6层606~607室

邮编：200062

电话：021-62886915

传真：021-62886916

**帝森克罗德北京技术公司**

地址：北京市朝阳区西大望路1号温特莱中心B座908室

网址：[www.tysen-kld.com](http://www.tysen-kld.com)

