

## 弧光保护在船舶中压配电板的应用

安科瑞孟新元18721502664

### 摘要：

船舶中压配电板弧光故障导致的设备损坏和停电事故，不仅会造成较大的经济损失，而且严重影响船舶电站的安全稳定运行，威胁船舶电站操作人员的安全。弧光保护是基于电力系统开关柜发生弧光故障时而设计的一套母线保护系统，能够快速切除开关柜体内的故障及缩小故障范围。在船舶中压配电板应用弧光保护，可解决母排故障短路问题，对于提高船舶电站的安全性、稳定性，降低经济损失具有重要意义。

关键词：船舶；中压配电板；弧光保护；母排故障

### 0引言

舰船的电气化水平在逐步提高，舰船电站容量在不断增加，舰船电网有向中压发展的趋势。中压成套设备由于其本身的缺陷、异常的工作条件、谐振过电压、绝缘故障、载流回路不良、外来物体的进入以及人为操作错误等原因，都可能引起弧光短路故障，造成气体间隙击穿而引燃电弧。舰船供电系统由于空间有限，设备较多，发生弧光故障的可能性大。

### 1弧光故障事故的危害性

弧光产生时温度可达到4500℃，内部温度可达到10000~20000℃。弧光产生时瞬时功率可达到40MW，弧光光强可超过正常照明光强2000多倍。因此中低压开关柜内因故障而产生电弧时若不能及时采取有效措施，则会产生诸多危害。

(1) 对设备的危害：电弧发生时产生大量高温高压气体，气体瞬时冲击波可造成开关柜体变形、破碎；冲击波爆破震动可造成开关柜剧烈震动，使各连接处紧固件松脱；产生的高温可引起电缆燃烧、铜排融化、铝排气化，甚至将开关柜外壳金属融化、元器件严重损坏并引起火灾。

(2) 对人的危害：高温灼伤皮肤；熔化的金属蒸发并渗入人的皮肤表层造成皮肤金属化；高强度弧光伤害眼睛，甚至造成角膜脱落；高温燃烧产生的粉尘和有毒有害气体损伤呼吸系统；弧光电流作用于人体可使肌肉产生非自主剧烈收缩，也可损伤肌腱、皮肤、血管、神经组织等。

电弧产生的能量与 $I^2t$ 成指数规律快速上升，其不仅与故障电流的大小有关，还与燃弧时间有关。根据故障点的不同，通常情况下故障短路电流会在几千安至几十安，故障若不能及时切除以熄灭电弧，则会产生巨大能量。总之，开关柜发生内部电弧故障，不论是对开发设备还是对附近的工作人员，其危险性都很大。

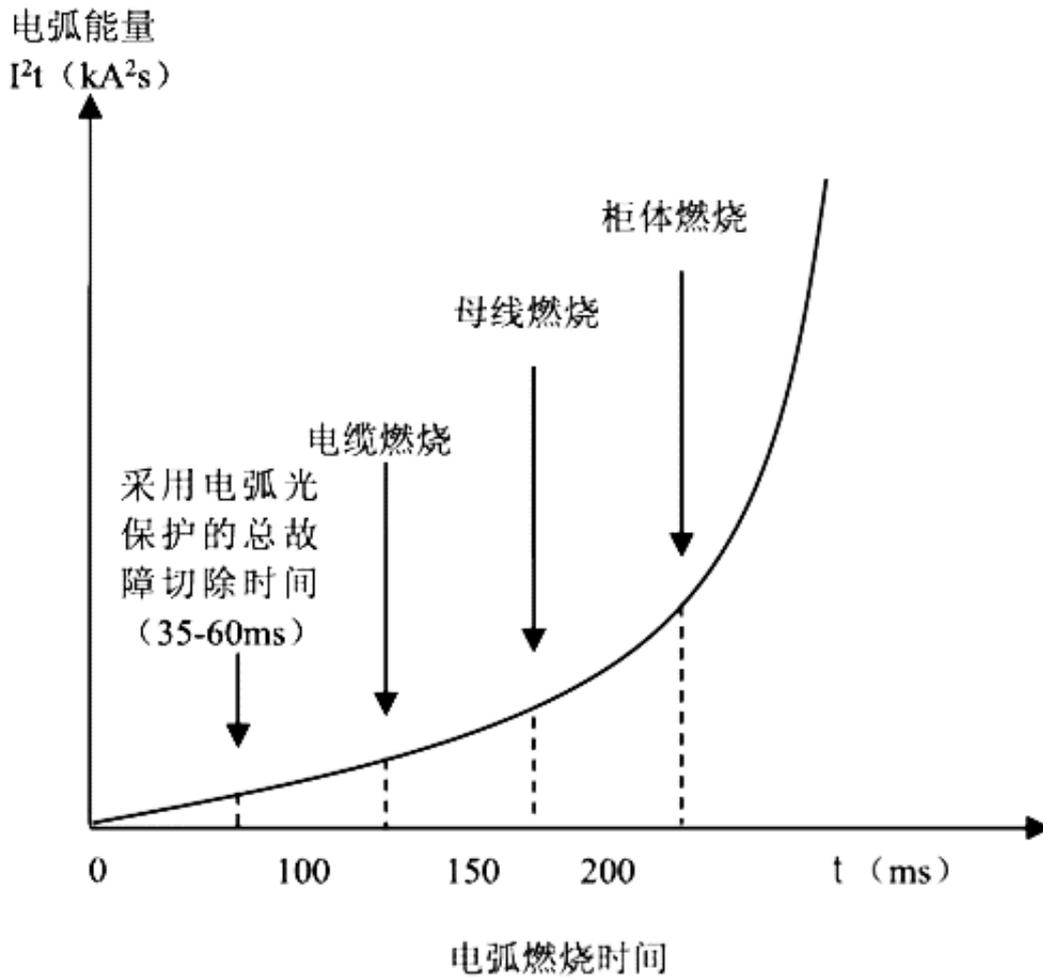


图1 电弧能量-时间曲线

将弧光保护应用至舰船电力系统，对舰船电网中的中压电气开关设备进行快速保护，在短路故障电弧发生初始就切除故障，降低故障电弧所造成的危害，避免人员伤亡，减少设备维护费用，提高舰船电力系统的安全性及经济效益。

## 2 弧光保护技术的现状和原理

从20世纪60年代起，国际上的一些发达国家已经开始了弧光短路故障保护的研究，到80~90年代已经对这种故障特性有了深入的了解，并且提出各种弧光短路的防护措施。20世纪90年代，我国引进了弧光保护装置。随着微电子技术和光传感器技术的不断发展，弧光保护技术不断成熟，国内对弧光保护的认识不断提高，弧光保护的市场需求不断扩大。国内很多单位都进行了弧光保护技术的研发，如安科瑞的ARB5系列弧光保护。

弧光保护的判据为电弧故障时产生的两个条件：弧光和电流增量。当同时检测到弧光和电流增量时发出跳闸指令，当仅检测到弧光时亦可只发出报警信号。

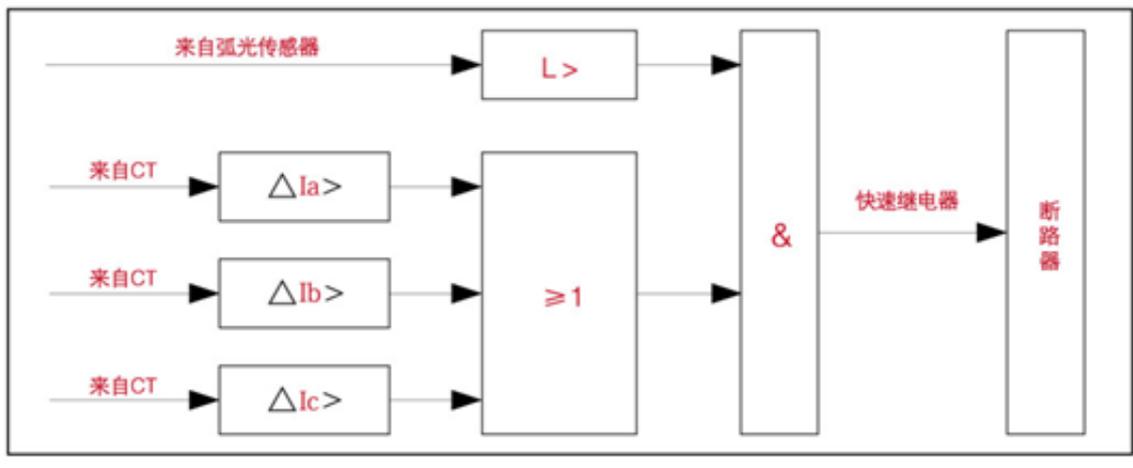


图2 弧光保护逻辑原理图

### 3安科瑞ARB5系列弧光保护

安科瑞ARB5系列弧光保护装置主要由ARB5-M主控单元、ARB5-S弧光探头及弧光光纤（双股）组成。

#### （1）ARB5-M主控单元

1) 启动条件可选弧光+电流双判据或弧光单判据。其中电流突变量启动系数可整定范围为0.05~10In，电流常量启动系数可整定范围为0.05~10In。

- 2) 11路可编程跳闸出口。
- 3) 4组3相电流采集及CT监测功能。
- 4) 支持20路弧光探头信号采集。
- 5) 弧光故障点定位。
- 6) 弧光光纤链路自检及装置异常自检。
- 7) 4组失灵保护。
- 8) 支持IEC61850，便于组建数字化智能变电站。

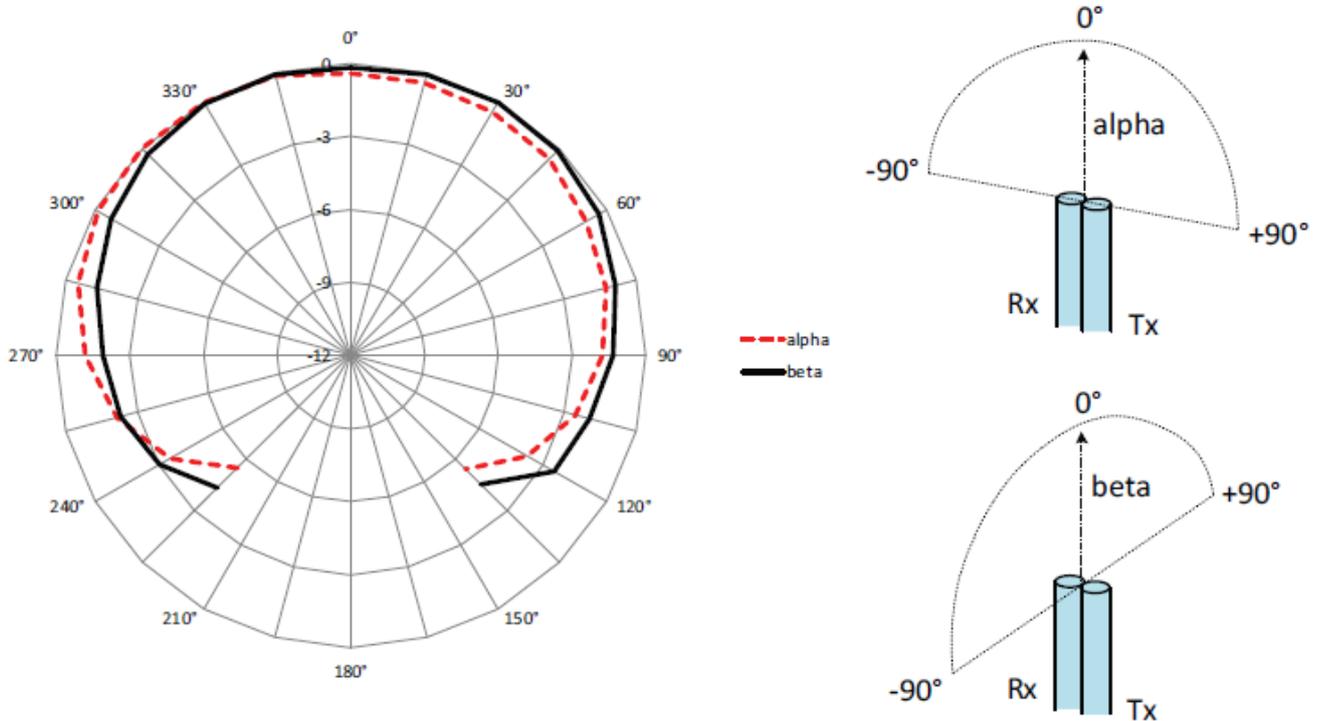
#### （2）ARB5-S弧光探头

- 1) 自带滤光功能。
- 2) 无源型弧光传感器。
- 3) 探测角度 180°。

## Acceptance Cone

Minimum 180° spherical.

Figure 1 Typical Acceptance Cone



**NOTE** The values in the vertical axis are in dB.

图3 ARB5-S弧光探头探测角度

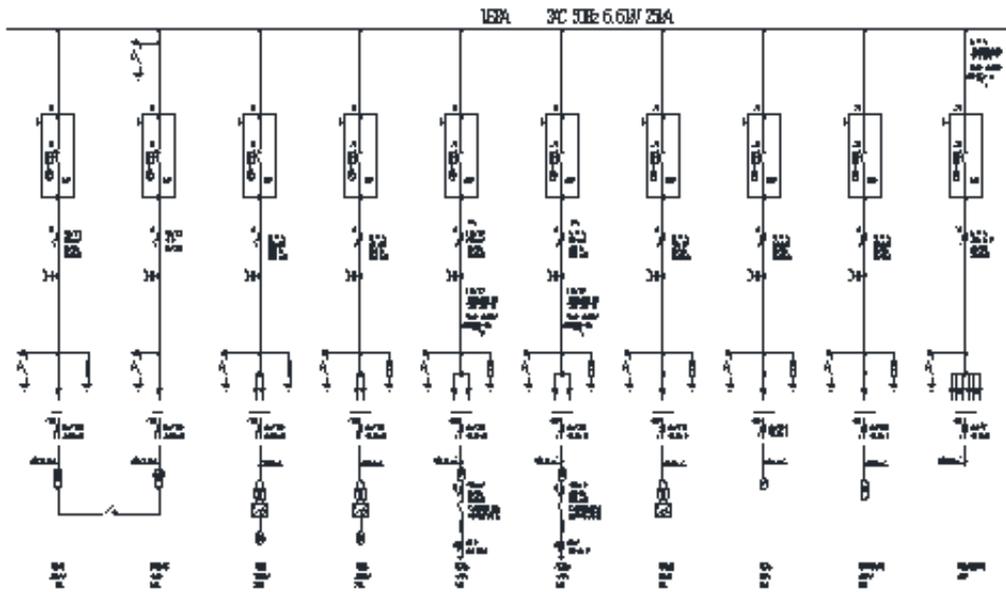
### 4 ARB5弧光保护在某船舶中压配电板的应用

某船务1600T海上风电安装平台，共有3组中压配电板。其中A段母线有两台发电机进线和一个联络柜，B段母线有两台发电机进线和两个联络柜，C段母线有两台发电机进线和一个联络柜。

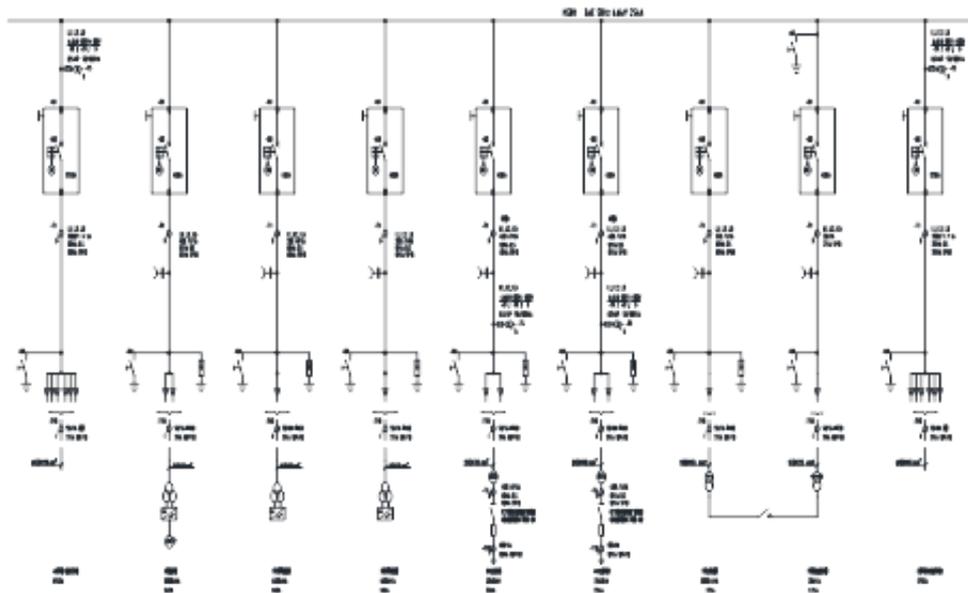
不难看出，与陆上配电系统不同，船舶电力推进系统有以下特点：能量来源众多（多组发电机进线）、电缆联结多采用环状结构（母联开关、跨接开关等横向结构较多）、能量流向不定（根据需要通过母联开关、跨接开关变更船舶电力系统的能量流向，以保证供电系统的连续性）。

为保障船舶电站安全稳定可靠运行，该项目要求装设弧光保护，监控母线弧光故障。

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
1号主机	1号辅机	1号辅机	1号辅机	1号电机	2号辅机	1号辅机	1号主机	1号辅机	1号辅机



B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09
1号辅机	2号辅机	2号辅机	3号辅机	3号电机	4号电机	2号主机	2号辅机	1号辅机



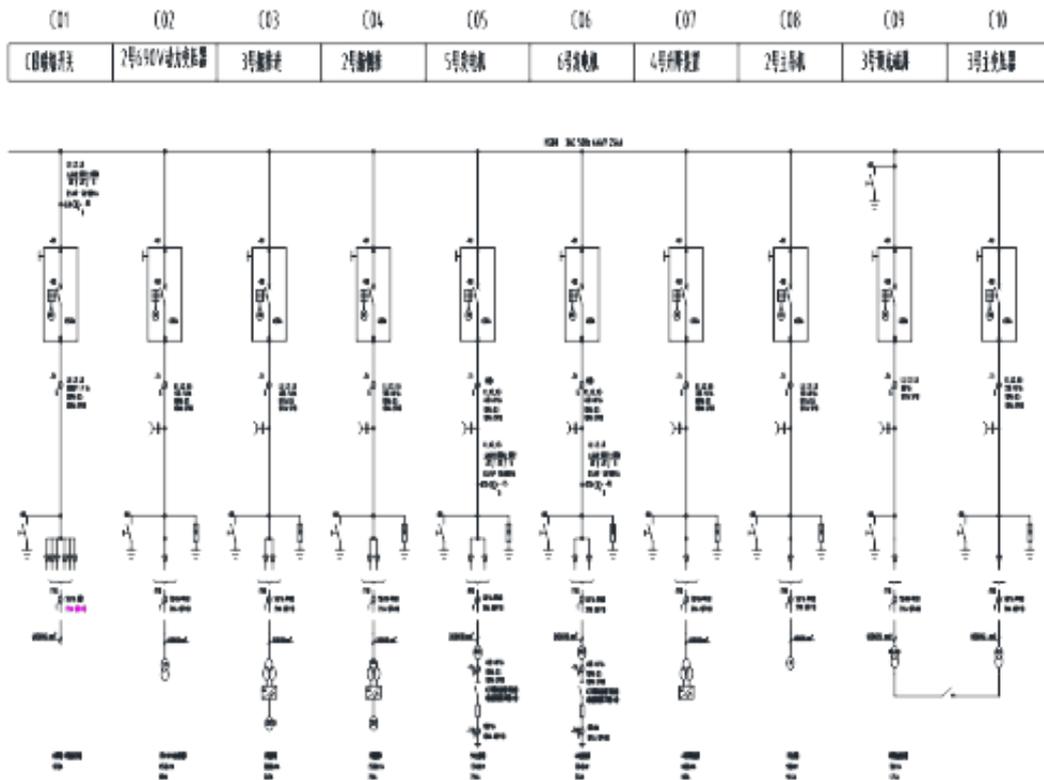
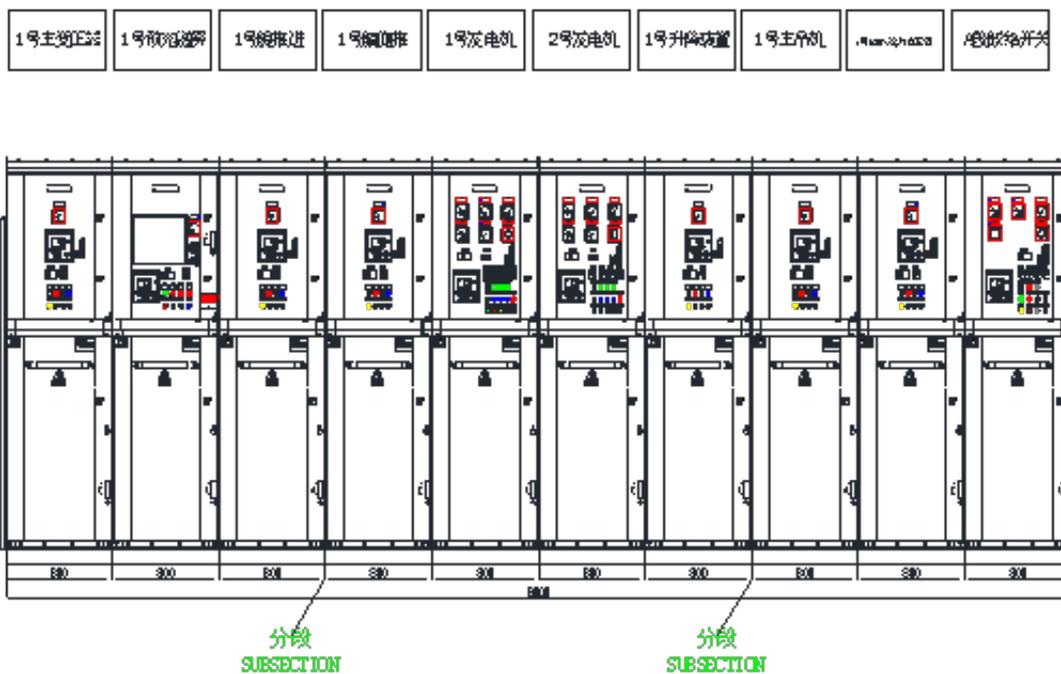


图4 某1600T海上风电安装平台电力推进系统中压配电板系统图



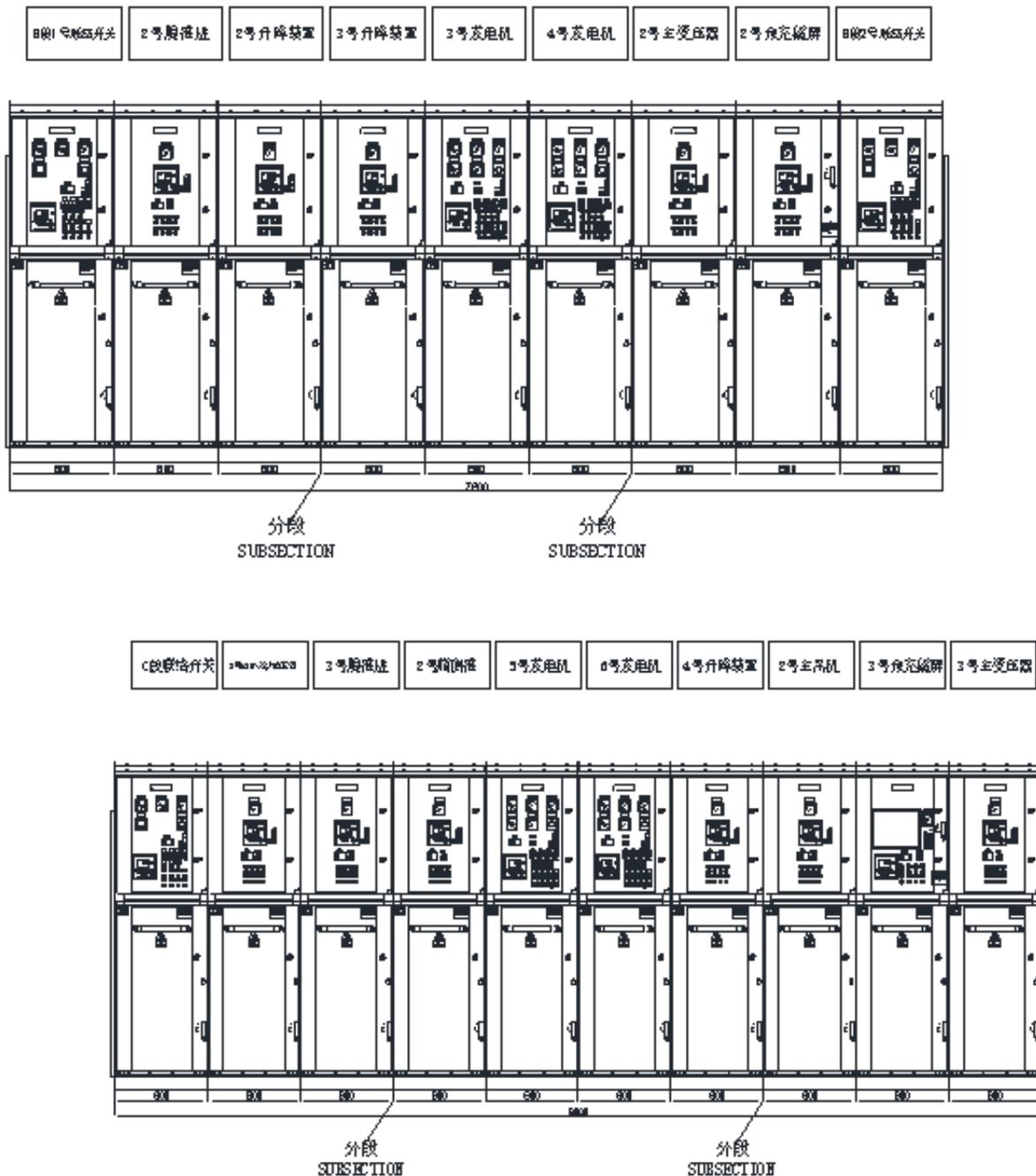


图5 某1600T海上风电安装平台电力推进系统中压配电板平面布局和外形图

依据弧光保护原理可知，需要监测每柜的母线室弧光信号，还需采集A段母线的两台发电机进线电流和一组联络电流、B段母线的两台发电机进线电流和两组联络电流、C段母线的两台发电机进线电流和一组联络电流，又由于ARB5-M弧光主控单元支持采集4组3相电流、支持20路弧光信号监测，即每段母线的发电机进线电流、联络电流和弧光信号可由一台ARB5-M采集，故该项目弧光保护配置方案为：每段母线配置一台ARB5-M弧光主控单元，在每柜的母线室放置一个ARB5-S弧光探头。

弧光保护逻辑为：ARB5-M弧光主控单元接收到弧光光纤传输的弧光信号（由ARB5-S弧光探头采集）后，再结合进线或联络电流增量，动作于跳闸该段母线的进线柜和联络柜开关。

## 5结语

本文简析了船舶电力推进系统相较于陆上配电系统的特点，介绍了安科瑞ARB5系列弧光保护在船舶中压配电板的应用，并对弧光保护逻辑进行了说明，对弧光保护系统在船舶电力系统上的应用提供了一定的参考作用

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/207900.html>