

# 换流阀用触发光纤

李小兵 付新华 禹雷 熊平 余小军

**摘要：**由于光纤具有抗电磁干扰，高带宽，高绝缘等特性，在换流阀通讯和晶闸管触发中，占据重要的地位。本文介绍换流阀的工作原理，阐明了国产换流阀用光纤在换流阀中的应用，并对换流阀用触发光纤及普通通信光纤进行了比较。

**关键词：**换流阀 晶闸管 光纤 高绝缘

## 1 引言

我国多项电力电网核心技术多年来一直被国外企业所掌握和垄断，但在特高压直流输电、柔直直流输电、新能源并网、电网保护、电力调度自动化、电力系统安全和监测等方面，国内多家上下游企业都取得了空前的突破，逐渐实现自主创新和设备原材料国产化，并在一些领域已经走在行业前沿。

电力电网设备和技术的国产化与自主创新的突破，核心取决于核心原材料、工业控制技术、光纤传感技术等技术的突破，这些技术的一个重要方向便是特种光纤、特种光纤工控和组网技术以及以特种光纤为基础的关键光纤传感技术。

随着中国各项技术的不断发展与进步，国内先后报道了多家单位自主研发的特高压直流、柔性直流输电工程，技术水平和行业地位处于世界领先水平。但其中，用换流阀及控制组网技术的特种光纤，此前一直被国外厂商所垄断。

## 2 换流阀用光纤国产化现状

在全球特种光纤行业内，我国唯有长飞光纤光缆股份有限公司，多年来通过不断的研发与积淀，推出了基于特高压直流输电和柔性直流输电等工程的换流阀用特种光纤解决方案，率先实现了关键原材料的国产化，真正让中国电力电子装备制造实现了从跟随到超越的转变。特别是近几年来所报道的，我国已建设完成的众多特高压直流输电、柔性直流输电、统一潮流控制器、背靠背直流输电系统等项

目，基本上都是依靠长飞公司提供的特种光纤解决方案，为国家电力电网提供了“零事故、零投诉”的坚强保障。

## 3 换流阀原理

换流阀在特高压直流输电和柔性直流输电中起着关键作用，交流电或直流电只有通过换流阀换流后才能进行传输（如图 1 所示）。

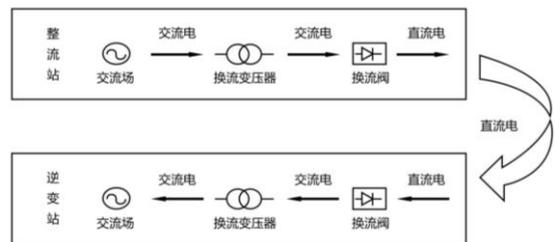


图 1 直流输电系统原理示意图



图 2 换流阀设备（来源：国家电网许继集团）

换流阀的核心设备是晶闸管，晶闸管是一种开关元件，能在高电压、大电流条件下工作，并且其工作过程可以控制。在高电压的情况下，当几千个晶闸管同时运行，电磁干扰强度会非常高，晶闸管触发系统中的触发脉冲就会因强干扰的影响，出现晶闸管误触发、不触发或脉冲品质变差的现象。同时，晶闸管整流器常常处于高压状态下，电压高达数千伏。作为一种低压弱电系统，触发控制系统要想使自身能够正常安全的运行，必须要对其他相关元件采取相应的隔离措施。

#### 4 光纤在换流阀中的应用

换流阀用特种光纤在特高压直流输电和柔性直流输电中通过传输一定功率的激光信号，实现换流阀的触发控制。目前，光纤触发技术主要应用在光电混合触发晶闸管（ETT）阀、光触发晶闸管（LTT）阀、柔直阀（IGBT 等）中。

光纤具有抗电磁干扰、高绝缘、光信号稳定等特性，能够解决脉冲传输受干扰问题以及低压电路高压隔离问题；电力用光缆要求传输控制光缆具备良好的抗电磁辐射、抗高压击穿、防潮和阻燃性能；触发信号、电力标准连接器和适配器等对光纤的几何性能、光学性能等也提出了各种要求。

#### 5 换流阀用触发光纤与普通通信光纤的比较

与普通光纤相比，具有以下优势：

（1）大芯径、大数值孔径。可以从光源耦合更大的光功率，传输更多的光信号和能量，在高温、高压下保持正常工作，满足了 ETT 阀、LTT 阀、柔直阀中晶闸管触发及回检时的信号及能量传输需求。

（2）大芯径石英光纤传输波长范围宽、机械强度高、弯曲性能好，具备较好的电气稳定性和抗电磁辐射性能，在安装和终端的使用过程中，处于较强的弯曲情况下或开放式的施工环境中不会轻易断裂。低羟基大芯径塑料包层光纤与常规玻璃包层相比，具有更高的抗拉强度，能更好地阻挡潮湿的影响，可广泛应用在电力环境中。

#### 6 长飞换流阀用触发光纤规格及应用实例

长飞公司基于 ETT、LTT、柔直阀及风电控制等应用场景的具体需求，推出了不同规格的阀用特种光纤产品。这些产品也已服务于我国多项电力电网工程，如锦苏-苏南±800KV 特高压直流输电工程、哈密南-郑州±800KV 特高压直流输电工程、舟山多端柔性直流输电示范工程、溪洛渡-浙西±800KV 特高压直流输电工程、云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程、灵州-绍兴±800KV 特高压直流输电工程、酒泉-湖南±800KV 特高压直流输电工程等。

换流阀用触发光纤，可根据客户定制需要，提供不同纤芯和包层直径、不同涂覆材料、不同耦合功率、适用于不同连接器的特种光纤。

表 1 阀用特种光纤

应用场景	芯径Φ (μm)	包层直径Φ (μm)	涂覆层直径Φ (μm)	数值孔径NA	类型名称	订购号
柔直阀	62.5	125±1.0	245±7	0.27±0.02	GI62.5/125-27/250	GI2012-F
ETT	105	125±2	250±20	0.22±0.02	SI105/125-22/250	SI2014-D
	200	230+0/-8	500±25	0.37±0.02	HPCF200/230-37/500E	HP2140-A
	200	250+0/-8	500±25	0.20±0.02	GI200/250-20/375	GI2013-Q
LTT	200	230+0/-8	500±25	0.37±0.02	HPCF200/230-37/500E	HP2140-A
	200	230+0/-8	500±25	0.37±0.02	HPCF200/230-37/500E	HP2140-A

电力电网环境，要求传输控制光纤经过成缆后具备良好的抗电磁辐射、抗高压击穿、抗腐蚀、防潮和阻燃性能。长飞公司具有完备的基于特种环境、特殊材料的光缆制备技术和平台，在电力电网环境下，一方面通过内外护层采用特殊内外护套材料，应用于各类光纤中，质量轻、弯曲半径好，另一方面通过加入必要的加强元件提高光缆的抗拉伸和抗压扁能力，同时，可设计紧套光缆、松套光缆、绞合光缆和集束光缆等几种主要结构类型，根据应用情况，给光纤提供可靠的保护，可直接匹配电网中各类系统组件，充分服务于电网控制等应用环境。





图3 触发光缆组件实物

## 7 总结

长飞公司多年来一直服务于我国电力电网建设，是目前国内唯一的一家能提供电力换流阀用特种光纤及相应技术方案的厂商。在多年的工程案例中，在行业内保持“零事故、零投诉”的良好口碑。随着电网新技术应用的层出不穷，对于电力用特种光纤也将提出更高的要求。

作为国内特种光纤的行业专家，长飞公司将不断推进光纤光缆的技术创新，与下游客户一起推动电力电网关键设备国产化步伐。相信在未来，我们通过特种光纤，可以让通信更可靠，传感更精确，控制更智能，生活更美好。

## 长飞光纤光缆股份有限公司

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：武汉市光谷大道9号（430073）

ADD: No.9 Optics Valley Avenue, Wuhan, Hubei, China(P.C.: 430073)

电话(Tel): +86 400-991-6698

邮箱(Email): marketing@yofc.com

www.yofc.com