

# 防护与通讯光缆在电力系统中的优化应用

王国新<sup>1</sup> 任宝海<sup>2</sup> 张甲远<sup>1</sup> 王振潮<sup>1</sup>

1 青岛特锐德设计院有限公司, 山东青岛 266000

2 青岛纳格西斯商标有限公司, 山东青岛 266000

[摘要] 针对目前防护与通讯光缆在电力系统中的应用问题, 进行分析、研究, 提出了优化的方法及新型光缆连接组件的应用, 实现光缆的“模块化、标准化”应用设计。

[关键词] 防护与通讯; 熔接; 光缆组件

## 前言

电力系统中常用光缆芯数多选用 4 芯、8 芯、12 芯、24 芯等, 光纤类型主要为多模 62.5  $\mu\text{m}$ 。在同一房间内通常采用两端预制的尾缆, 场地上或出小室则采用室外光缆, 敷设完毕后由施工方或厂家组织现场熔接。由于经验、工期等条件限制, 部分监控用电缆采用在桥架或地面上直接敷设、捆扎光缆方式施工。而借鉴其它行业如通信行业的成熟经验, 采用光缆槽盒对光缆进行保护的设计。

### 1 目前应用中的主要问题

#### 1.1 缺乏规范, 选型较为随意

目前, 在电力系统中防护与通信光缆系统的构建中并没有统一的技术及相关规范。光缆一般委托施工单位或设备厂家自行提供, 设计只给出芯数和长度。即便在同一工程中, 不同厂家提供的光缆性能指标也常常各异, 如果在光缆敷设过程中, 忽视不同厂家光缆的最大拉伸力、最小弯曲半径等指标差异, 采用相同的敷设及线缆整理工艺, 就有可能对光缆形成损伤, 影响系统长期工作可靠性。

#### 1.2 目前常用光缆工艺落后

传统的光缆熔接工艺工序繁琐, 费时费力, 工作量大。并且熔接对环境要求较高, 温度、湿度、粉尘及人员水平等都会对熔接质量及进度产生影响, 并易形成安全隐患。

#### 1.3 施工和检验标准不完备

而目前由于光缆技术规范的缺乏, 相应的施工工艺也缺乏明确标准, 各参建方往往自行其是, 由于机械折弯、踩踏、生拉硬拽等不当施工造成的光缆损坏屡见不鲜。

#### 1.4 缺乏光缆系统管理体系

由于当前电力计算机通讯光缆系统建设的从属地位, 光缆系统本身没有象智能变电站的主要装置那样被纳入智能变电站的全生命周期管理体系, 设计、制造、施工、维护等部门各自为政, 只满足自身需要即可, 对后续环节考虑不周。例如设计经常调整, 光缆的生产及施工方无以适从; 而施工方又不规范敷设, 标识不清、光缆相互纠缠、甚至有很多安全隐患, 对后期运维造成很大困难<sup>[1]</sup>。

## 2 防护与通信光缆优化整合

智能变电站中防护与通信光缆的用途: 主要用于合并单元智能终端与保护装置之间 GOOSE、SV 组网及故障录波、网络分析、对时等信号的传输以及通信装置与保护装置之间信号的传输。

以 220kV 智能变电站 220kV 线路间隔为例解释光缆的优化整合。

220kV 线路过程层设备配置: 2 台合并单元、2 台智能终端; 对应的间隔层设备有: 双套线路保护、双套母线保护、测控装置、电能表、故障录波、网络分析仪、时间同步对时装置等。

测控装置、故障录波、网络分析仪连接于 SV 网 +GOOSE 网络; 电能表连接于 SV 网; 保护装置采用点对点方式连接于过程层的合并单元和智能终端。时间对时通过网络同步。根据上述设备配置和设备连接关系对连接光缆进行选择<sup>[2]</sup>。

每台合并单元应连接至 SV 网、母线保护、线路保护, 每个连接占用 1 根光纤芯, 共需 6 芯; 每台智能终端应连接至 GOOSE 网、母线保护、线路保护, 每个连接占用 2 根光纤芯, 共需 6 芯; 由于起点都为 220kV GIS 智能控制柜, 终点都为二次主控室, 故可共用一根光缆。

双套系统采用不同的光缆传输。第一根光缆需使用 12 芯, 第二根光缆需使用 12 芯。根据以上的统计并考虑一定量的备用芯, 第一根光缆采用 16 芯光缆, 第二根光缆也采用 16 芯光缆。

每个 220kV 线路部分由 12 根 4 芯光缆减少为 2 根 16 芯光缆, 按终期规模 (8 个 220kV 线路间隔计算) 敷设的光缆由原来的 96 根减少为 16 根, 节省室外铠装光缆护套材料及光缆敷设施工量 5.6km, 节省电缆护套材料及电缆敷设

工量 5.6km。

### 3 光缆连接及光缆组件

#### 3.1 光缆连接种类

光缆的连接方法主要有永久性连接、光缆组件活动连接。

##### 1) 永久性光缆连接（热熔）

这种连接是用放电的方法将两根光纤的连接点熔化并连接在一起。一般用在长途接续、永久或半永久固定连接。其主要特点是连接衰减在所有的连接方法中最低，典型值为  $0.01 \sim 0.03\text{dB/点}$ 。但连接时，需要专用设备（熔接机）和专业人员进行操作，而且连接点也需要专用容器保护起来。

##### 2) 光缆组件活动连接

活动连接是利用各种光纤连接器件（插头和插座），将光缆连接起来的一种方法。这种方法灵活、简单、方便、可靠，多用在建筑物内的计算机网络布线中。其典型衰减为  $0.3\text{dB/接头}$ 。

常见的连接器类型有 ST、LC、SC、FC 等。不同装置厂家配备的连接器各不相同，上述连接器在智能变电站中都经常使用。

#### 3.2 光缆连接优化方案

智能变电站中数据的采集、通讯、跳闸等都通过光缆实现，与常规变电站相比，其控制电缆的用量大大减少，但随之而来的是对光缆的需求量巨增。也由此产生了一些新的问题，例如：

1) 常规方案具体连接顺序：“智能装置 + 光纤跳线 + 光配架 + 光缆 + 光配架 + 光纤跳线 + 智能保护测控装置”，需要经过六级转接，相对光损较大；光配架上光缆密度高，尾纤混乱，维护检修很不方便。

2) 现场熔接工作量大，熔接质量难以保证；据统计一个典型 220kV 智能变电站中熔接点约为 6000 个，工作量非常大。

3) 就地放置的智能单元、电子互感器等使用的尾纤在环境温度较高时变软，而且由于衰减变化，造成通讯不稳定。针对智能变电站中光缆连接方案存在的上述问题，优化方案：

1) 采用工厂预制光缆组件，具体连接顺序“智能装置 + 带预制组件的尾缆 + 智能保护测控装置”，两级转接就完成了，现场即插即用，取消现场熔接，避免了人为的不可控性，可靠性大大提高。

2) 二次设备屏柜间光缆连接，采用尾缆，二次设备至配电装置区智能控制柜的光缆连接全部为点对点的光缆组件，中间不需熔接。

3) 采用诸如弯管保护等多种手段合理管理尾缆、尾纤，保证柜内整洁、美观，维护方便。

4) 采用智能连接器，使用的尾纤采用特殊材质，保证在高温条件下稳定可靠，提高通讯可靠性。

#### 3.3 光缆组件

3.3.1 光缆组件连接的主要特点如下：

1) 工作环境温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 。

2) 可靠的分支设计，方便安装。

3) 分支器 IP67 防护，防尘防水满足室外恶劣环境的应用。

4) 所有的连接器均可以安装，可以与不同形式光缆连接。

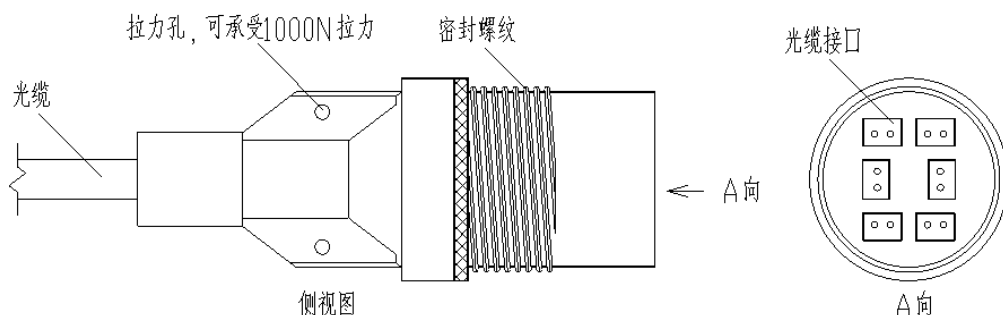
5) 免熔接，减少施工成本，提高安装可靠性，节省安装时间。

6) 标准化产品类别，灵活多样的组合安装方式。

7) 采用光纤余长管理托盘及其附件，可以有效的整理多余的光缆和满足不同进向的光缆连接。

##### 3.3.2 光缆组件连接系统组成

以下为预制光缆组件资料图：



#### 4 结语

采用工厂预制光缆组件方案，取消现场熔接，现场即插即用，实现施工的无熔接过程，施工效率提高 80%，缩短施工周期，减少施工过程中人为因素影响，保证施工质量。采用先进成熟工艺，充分体现工厂化加工、集约化施工、模块化，符合“两型一化”精神。

#### [参考文献]

[1] 孙学康 著《光纤通信技术》人民邮电出版社 2008-05

[2] 宋庭会 著《智能变电站运行与维护》中国电力出版社 2013-03