

OPGW 光缆展放施工的研究与应用

朱维伟

(自贡电业局, 四川 自贡 643000)

摘要:采用轻张力放线架展放 OPGW 光缆成功, 不仅意味着自贡电业局填补了施工工艺的空白, 书写下新的篇章, 更重要的是, 为适应现代市场经济的竞争环境和电力建设的发展需要, 开拓广阔的市场空间, 迈出了坚实的一步。

关键词: OPGW; 输电线路; 施工; 应用

Abstract: The application of OPGW optical cable sets a successful example which not only means Zigong Electric Power Bureau fills the blanks of construction technology but also writes a new chapter. What is more important is that it has taken a solid step to conform the meets of modern market competition and the development of power construction and develops a broad market.

Key words: optical fiber composite overhead ground wire (OPGW); transmission line construction; application

中图分类号: TM752 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2011)02-0069-05

0 引言

利用电力特有的路径资源发展通信网络, 成为各国通信线路专家研究的新课题; 由于光纤抗电磁干扰、自重轻等性能使它适合于在输电线路建设光纤通信网; 光纤复合架空地线 (optical fiber composite overhead ground wire OPGW) 兼具地线与通信光缆的双重功能, 被安装在电力架空线杆塔顶部, 无需考虑最佳挂点与电磁腐蚀等因素, 从 20 世纪 80 年代初, OPGW 以其高可靠性、优越的机械与电气性能以及良好的经济性和实用性在全球得到广泛的运用, 其优点为: ①复合光缆 OPGW 保持避雷线原有的特性, 对输电线路的防雷提供保护, 在输电线路发生短路时起屏蔽作用, 从而使短路电流对电网的干扰减至最小; ②复合光缆 OPGW 用于数据信号传输, 通过复合在地线中的光纤作为传送光信号的介质, 可传送音频、视频、数据和多种控制信号, 并可进行多路宽带通讯; ③复合光缆不需要单独立杆塔, 不占通道, 节约投资, 提高了线路的利用效率。

1 前期准备

工程概况:由自贡电业局承建的资中凉水井 220 kV 变电站至威远连界场 220 kV 变电站的 220 kV 单

回送线路, 除传统的杆塔组立、导线展放施工以外, 还包括有 N74 塔至 220 kV 连界场新变电站构架的 OPGW 复合光缆展放, 长度为 7 km, 共使用铁塔 22 基, 其中: 单回直线塔 13 基、单回转角塔 8 基、双回终端塔 1 基。下面以自贡电业局首次在 220 kV 凉连线运用机械张力展放 OPGW 复合光缆的成功经验, 浅述其方法及要领。

1.1 OPGW 安装技术依据

OPGW 安装技术的依据是 IEEE 1138-1994、IEEE 524-1992 等电力部门架空线安装安全管理规程和操作技术, 防止 OPGW 在架设中被拉伤、擦伤、扭伤、压伤、折伤, 因此施工单位首先要熟悉该工程 OPGW 结构和光缆路径具体情况, 由设计单位向施工单位进行施工设计图纸交底, 施工单位根据整个系统通信网光缆布放的路由、交叉跨越、光缆预留等编制“OPGW 施工方案”, 并听取供应厂商的相关技术要求, 一切做到心中有数。

1.2 OPGW 架设主要施工机械

OPGW 架设原则采用张力放线法, 使 OPGW 均衡受力, 始终保持一定的张力而处于悬空状态, 避免光缆着地使外铠装层表面受损, 同时可减少青苗赔偿, 减轻体力劳动强度, 提高施工进度。自贡电业局借鉴其他单位施工特点, 结合自身实际情况, 将施工机械加以改进和创新, 准备的主要工器具如表 1。

表 1 主要工器具

序号	名称	数量	规格	备注
1	张力放线架 台	1	5 t	
2	绞磨 台	2	5 t	
3	滑轮 只	30	轮径 400 mm	轮槽镀橡胶
4	无扭钢丝绳 /m	4 500	□ 11×11	
5	蛇皮套 根	2	70 mm—120 mm	
6	紧线耐张预绞丝 副	2	与缆径适应	
7	提线架 副	9	2.1 m	自行加工
8	经纬仪 台	2		
9	对讲机 只	15		
10	弧垂板 块	4		
11	旋转连接器 只	20	3 t	
12	白棕绳 /m	1 000		
13	地锚(木桩) 根	9		
14	角铁桩 块	10	∠75×8×1 500	

主要施工机具操作要领如下。

1) 张力放线架的操作: 目前普通的张力设备成本较高, 从工程实际情况出发, 引进了一台张力放线架, 成本为普通张力机的 1/10 甚至 1/50, 其工作原理与普通张力机基本相同, 不同点在于普通张力机和牵引机上有张力指示和限制装置, 使 OPGW 在任何时候都能维持特定的张力值平稳地运行, 而张力放线架是通过手动刹车片对放线轴进行制动, 光缆在展放过程中始终使刹车片紧固在一定位置上, 从而保持一定的微张力, 从效果上来讲, 把这样的方式叫做被动式张力放线。

2) 滑轮: 放线滑车的轮径不小于 400 mm, 其轮槽必须进行橡胶衬垫, 并具有防扭作用, 悬挂前, 应对滑车逐个进行检查, 看其是否转动灵活、包胶完好。不符合要求的必须立即更换, 不得以小代大。

3) 防扭装置: 牵引绳通过蛇皮套、旋转器与 OPGW 连接, 防止光缆在牵引过程中扭绞, 这是惯用的方法; 模拟放线操作中, 发现 OPGW 易退扭、松股引起铠装线拱起, 破坏缆内光纤的余长, 为此增加 1~2 个转矩 5 Nm 防扭偏, 对避免“鸟笼”现象效果明显, 但欧洲传统的做法是不建议使用防扭鞭, 而且, 防扭鞭在通过跨越滑车时非常麻烦, 考虑到本次工程是采用微张力放线, 光缆扭距不大, 因此, 没有采用防扭鞭。

4) 主要工具设备布置图见图 1。

1.3 故障清除与场地准备

OPGW 架空敷设前, 对整条线路进行勘察, 清除障碍物, 与相关部门签署交叉跨越协议, 搭建防护架, 准备张力放线架、绞磨的操作场地及必要的安全措施。

1.4 OPGW 光缆储运

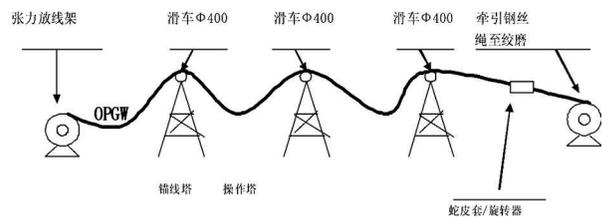


图 1 主要工具布置图

OPGW 光缆盘不得处于平放状态, 不得堆放; 盘装光缆应按 OPGW 盘标明的旋转箭头方向短距滚动; 盘盘装卸不得遭受冲撞、挤压和任何机械损伤, 应采用机械装卸。

1.5 OPGW 光缆及金具附件现场验收

OPGW 光缆及金具附件运抵现场后, 应立即现场进行外观检查及开盘测试, 对比产品出厂报告, 验证运输过程中的变化。除合同规定外, 一般 OPGW 工程材料包括光纤复合架空地线 (OPGW)、导引光缆、耐张线夹、悬垂线夹、防震锤、防震锤护线条、引下线夹、中间接续盒、终端盒等。

1.6 人员培训

严格贯彻电力工业技术管理、电力安全与现场检修规程等, 对施工操作人员进行有效的培训。交待对光纤的特殊保护, 对有关设备应进行试组装 (如耐张线夹) 和试操作 (如张力放线架), 并将《安装说明》印发到每个上塔人员手中, 既保证人身和设备安全, 又确保工程质量和施工进度。

2 展放牵引绳

1) 本工程 OPGW 光缆布放采用张力牵引, 即先

以人力展放牵引钢丝绳,穿在滑车内,通过蛇皮套、旋转器牵引 OPGW 光缆。

2)牵引绳采用无扭钢丝绳,每段长约 250 m,中间接头处用旋转器连接。牵引绳线展放时要认真选择放线通道,放线通道选择好后应清除通道内的障碍物。

3)直线塔滑车采用提线架连接两个放线滑车,耐张塔滑车采用丝套连接两个放线滑车。

4)展放 N74 塔至 N85 塔牵引绳时,以 N74 塔为死尽头, N85 塔为活尽头,因每段牵引绳长度约 250 m,则牵引绳在 N74 至 N85 之间采用人力展放并用旋转器接头,牵引绳一端采用人力展放穿过放线滑车至 N85 与绞磨连接,另一端穿过 N74 塔放线滑车与 OPGW 光缆连接;展放 N85 塔至构架牵引绳时,以 N85 为活尽头,构架为死尽头,牵引绳在 N85 至构架之间采用人力展放并用旋转器接头,牵引绳一端采用人力展放穿过放线滑车至 N85 塔与绞磨连接,另一端穿过构架放线滑车与 OPGW 光缆连接。

5)牵引绳展放完毕以后,将牵引绳死尽头锚在地锚上,并检查各连接部分是否牢靠,确认无异常情况,通知活尽头绞磨收紧牵引绳,直至牵引绳距离地面高度 2~3 m,并迈出所有障碍物升空以后停止牵引,检查各连接部分、放线滑车、跨越点等情况,全线确认完毕后,将牵引绳松至地面,使牵引绳无张力,之后在死尽头处连接 OPGW 光缆,准备渡线。

6)在放线段内有重要跨越的地方,采用吊环法进行提升高度,即在塔上安装导线吊环,采用白棕绳穿过导线吊环,由白棕绳牵引吊环至跨越区域内,再将放线滑车与白棕绳连接,之后将牵引绳穿过滑车收紧至一定高度,达到提升牵引绳的目的。白棕绳的另一端选取附近牢固的树木等进行固定,跨越处必须安排专人看守,并配备对讲机。待两端耐张挂线以后,白棕绳牵引放线滑车至就近塔上,将其取下。

吊环法示意图见图 2。

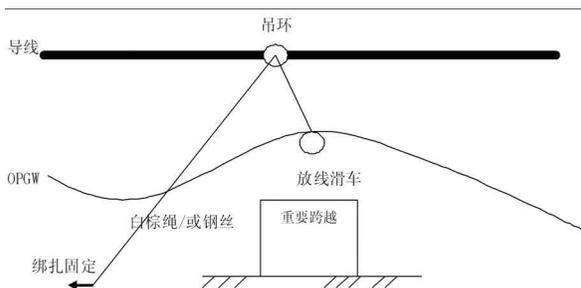


图 2 吊环法示意图

3 展放 OPGW 光缆

1)在展放 N74 塔至 N85 塔时,张力放线架应放在 N74 塔小号侧,在展放 N85 塔至构架时,张力放线架应放在构架与终端塔之间,为了保证 OPGW 光缆不会在首尾塔处受到过度的侧压力,绞磨和张力放线架分别到末端和始端塔的距离为 3~4 倍的塔高度,摆放时注意光缆的出线方向与线盘上的箭头指示方向一致,并保证提升角小于 30°。

2)牵引光缆作业前,张力放线架应用丝套与地锚连接,地锚必须牢固可靠,在牵引过程中安排专人进行监护。

3)牵引力一般不超过光缆允许张力的 20%,瞬时最大牵引力一般不超过光缆允许张力的 40%,牵引机应慢速启动至 5 m/min,如果情况正常,可逐步平稳地增加到 25 m/min。

4)OPGW 展放时,光缆从缆盘放出保持松弛弧形状,防止在牵引过程中打圈、浪涌、劲钩、表面磨损等现象发生。在中间档内始终保持弧垂点距离地面或跨越物 2~3 m,各监护点由专人指挥,保持畅通联络,发现有不合质量标准之处,应立即汇报并处理。

4 紧线施工

1)光缆展放至操作塔后,必须保证光缆的最小尾线长度(约为塔高的 1.1 倍),当接近尾线长度时,应停止牵引,尾线利用 OPGW 专用预绞式耐张线夹临时锚住。

2)两端尾线临时固定好以后,采用“中间挂线,两端紧线”的方式,即在光缆段的中间位置选取耐张塔作为挂线点,量好直通引流的长度以后,将该基耐张塔两端的光缆分别挂好。

3)耐张直通引流紧线方法:当中间耐张塔一侧挂线完毕后,需在临近直通引流耐张塔上进行紧线。紧线前,工作人员在塔上安装预绞式耐张线夹连接磨绳往活尽头方向进行紧线,或者将 OPGW 适当降低至地面 1.5 m 左右,工作人员在地面安装耐张线夹连接磨绳进行紧线。耐张段内观测档弧垂满足设计值以后,工作人员在耐张塔上画印,并安装预绞式耐张线夹,也可将 OPGW 松至距离地面 1.5 m 左右,工作人员在地面安装预绞式耐张线夹和防振锤,并拆除紧

线时所用的耐张线夹,之后进行挂线。直通耐张塔的一侧挂线以后,在地线横担的平材处安装一个固定线夹,用绳索按设计直通跳线的弧度进行比量,在待紧侧光缆上划印,适当放松张力后,在待紧侧 OPGW 安装耐张线夹,并挂线。

4)活尽头塔紧线及收尾方法:当中间所有的直通耐张塔两侧都挂线完毕以后,在活尽头塔至绞磨侧安装紧线耐张线夹进行紧线,观测档内弧垂值满足设计要求后,工作人员在塔上安装耐张线夹,之后进行挂线。最后拆除紧线时的耐张线夹,并将尾线用引下线夹沿塔身每 2 m 左右安装一个引至距离地面 8 m 处,圈绕 2 圈并固定。穿过地面滑车,再连接楔型线夹将光缆夹紧进行紧线。

5)紧线过程中,当中间档内光缆已提升接近跨越滑车高度时,应立即松开连接滑车的白棕绳,使光缆自由升高。

6)锚线塔(死尽头)

①张力放线架距离锚线塔应满足 3~4 倍塔高,提升角小于 30° ,出线方向应与缆盘上标示方向相同。在未得到通知以前,张力放线架的制动装置始终保持紧固状态。

锚线塔布置图见图 3。

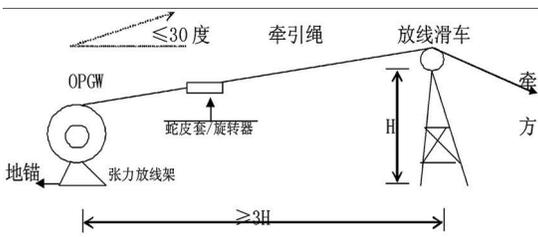


图 3 锚线塔布置图

②在地面制作牵引绳与光缆的接头,在光缆上 200 mm 处缠绕胶带 5~8 层以增加光缆与蛇皮网套的摩擦,套上蛇皮套并在相应位置上用扎丝扎牢,再用旋转连接器连接牵引绳。注意连接是否牢固,严防在牵引中脱线,造成光缆损伤。

③当开始展放光缆时,将张力放线架的制动装置微松,使光缆带张力匀速送出,指挥人员应根据中间档内人员汇报的情况,指挥调节制动装置的松紧程度,并配合操作塔的绞磨控制张力放线架的制动装置,使光缆始终匀速保持离空 2~3 m 的状态。

7)操作塔(活尽头)

①绞磨距离操作塔应满足 3~4 倍塔高,进线角小于 30° 。

操作塔布置图见图 4。

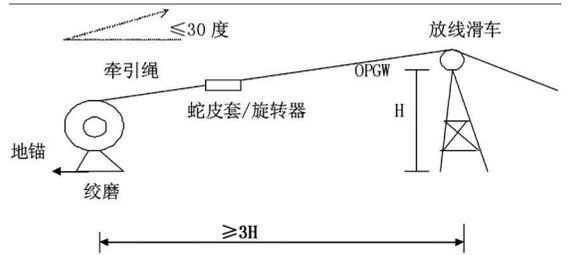


图 4 操作塔布置图

②机械绞磨在牵引过程中必须保持匀速,当中间接头处经过放线滑车时,应慢挡牵引,以防光缆在牵引过程中出槽。

③当牵引光缆通过操作塔,并留有足够的尾线后,应停止牵引,并通知锚线塔进行挂线。

④光缆严禁进入绞磨;光缆的尾线长度应满足:尾线长度=挂线点至地面高度+10 m;尾线若需圈绕时,圈绕的直径不得小于 1 m。

⑤操作塔紧线时,采用专用的预绞式耐张线夹将光缆尾线进行临锚;塔下磨绳穿过地面滑车,再连接楔型线夹将光缆夹紧进行紧线。

⑥紧线过程中,当中间档内光缆已提升接近跨越滑车高度时,应立即松开连接滑车的白棕绳,使光缆自由升高;当达到弧垂要求后,适当松出光缆,安装耐张线夹后,适当收紧光缆并挂线。

⑦操作塔由一名指挥人员进行指挥,严格控制绞磨的牵引速度,并根据中间档内汇报的弧垂情况,配合锚线塔的张力放线架和中间耐张塔的操作,提升或放松光缆,保证光缆在放紧线过程中,始终保持离空 2~3 m 的状态。

5 附件安装

(1)安装直线塔悬垂线夹

1)直线塔提升光缆的布置示意图见图 5。

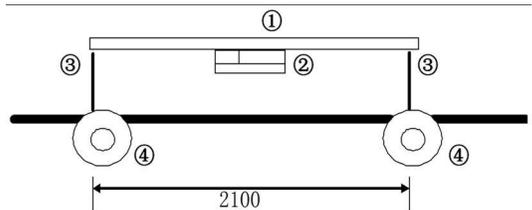


图 5 直线塔提升光缆布置图

2)当耐张段两端挂线以后,直线塔上由操作人

员将内层护线条的中心对准悬垂线夹的中心画印点,护线条由中心画印点向两端分别缠绕,其绕向应与外层绞向相同。

3) 安装胶套,将胶套中心对准线夹中心安装,用胶布在胶套外包一圈作为临时固定。

4) 外层护线条的安装。安装前在胶套上画出护线条的位置印记,按此印记排列护线条;在安装过程中,应注意保护各根护线条的间距相等,护线条的安装从胶套两端分别向光缆两侧进行一根一根的缠绕。

5) 将悬垂线夹的夹板与悬垂金具连接并拧紧螺栓。人力松下光缆并放置于悬垂线夹中,使悬垂金具串处于受力状态,最后拆除提线架及滑车。

(2) 安装防振锤的低频端大锤头朝杆塔一侧,安装前注意放振锤护线条末端与金具护线条预绞丝末端的距离大于 70 mm。

(3) 对于耐张金具串的专用接地线,一端用专用接地并沟线夹与耐张线夹下侧附近的光缆相连,另一端与就近塔材用螺栓相连。

(4) 引下夹具的距离为 2 m 安装一个,应保证光缆顺直、圆滑、不得有硬弯折角,余缆在塔身上的盘绕直径不得小于 1 m,并用专用夹具固定在塔材上,确

保余缆在风吹时不会晃动。

6 结束语

2005 年 6 月 28 日,江苏亨通集团专业人员对自贡电业局展放的 6.5 km OPGW 光缆线路进行了测试,各项指标均符合要求,得到了业主的高度评价和信任。

OPGW 光缆的展放成功,不仅意味着送电工程处填补了施工工艺的空白,书写下新的篇章,更重要的是,为适应现代市场经济的竞争环境和电力建设的发展需要,开拓广阔的市场空间,迈出了坚实的一步!

参考文献

- [1] 韦乐平,等.光同步传送网技术体制[M].北京:人民邮电出版社,1999.
- [2] DL/T 5168-2002, 110 kV~500 kV 架空电力线路工程施工质量及评定规程[S].
- [3] IEEE Std 1138-94, Standard Construction of Composite Fiber Optical Groundwire of Use on Electric Utility Power line[S]. (收稿日期:2010-12-14)

(上接第 31 页)

号主变压器间隙接地是不应该动作的。通过对此次事件的分析,提出以下改进建议。

(1) 将避雷器的冲击电压设置的比间隙放电电压低,保证在发生雷电暂态过电压时避雷器能够可靠动作,防止间隙保护误动作切除主变压器。

(2) 建议将 220 kV 下坪站主变压器间隙过流保护动作时限延长至 3 s 以上。由于雅安电网 110 kV 系统串供级数较多,距离及零序二段的时限最长达到 2.1 s 考虑到间隙过流保护和出线距离及零序二段时限的配合,建议将下坪站主变压器间隙过流保护动作时限延长至 3 s 以上。

(3) 加强和完善线路的防雷工程建设,避免或减小雷电灾害。

(4) 加强中性点间隙距离管理,按照规程合理设置间隙距离,以免间隙保护过于频繁动作。

4 结论

(1) 雅安 220 kV 下坪站 2 号不接地运行主变

器间隙保护动作导致主变压器跳闸,是由 110 kV 出线雷击相间故障引起。在雷击瞬间产生的较高暂态过电压,导致主变压器中性点间隙击穿,造成下坪站 1 台主变压器的不必要跳闸。

(2) 建议将 220 kV 下坪站主变压器高、中压测中性点间隙过流保护动作时限延长至 3 s 以上。延长间隙过流保护动作时限不影响其他继电保护的正常运行,并对主变压器安全运行没有太大影响。

参考文献

- [1] DL/T 584-95, 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
- [2] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,1999.

作者简介:

杨 茹(1982),女,讲师,硕士,四川雅安电力(集团)股份有限公司调度中心副主任(挂职锻炼),研究方向为电力系统及其自动化。

李红军(1978),男,讲师,硕士,研究方向为电力系统及其自动化。(收稿日期:2010-12-15)