

光伏专用电缆在海外项目的应用与分析

柳宝坤 沈智飞 王冰迪 庞超群 张恒玮 周禄成
尚纬股份有限公司 四川乐山 614001

摘要:为实现“碳达峰、碳中和”的战略目标,风电、光伏等新能源装机和发电的比例正在逐年上升,同时,在国家“一带一路”计划的引领下,海外项目建设也在如火如荼的进行。根据笔者了解,部分海外光伏项目在运行几年后,出现了光伏专用电缆绝缘电阻急剧下降甚至直接为零的情况,查找原因是电缆长期泡水使用所致。本文笔者以H1Z2Z2-K光伏电缆为例,结合相关标准,通过试验进行佐证,对于光伏专用电缆是否适合长期泡水使用进行探讨,同时对于泡水条件下的光伏专用电缆的使用提供合理化设计和建议。

关键词: 一带一路; 海外光伏项目; 合理化设计和建议

引言:

目前光伏专用电缆标准众多,如2 PFG 1169、CEELA B218、EN 50618以及IEC 62930,整体来说这些标准下的产品表示型号虽有不同,但结构却基本一致。对于应用较为广泛的型号H1Z2Z2-K(EN 50618标准),国内多数厂家采用5类镀锡铜导体外挤包辐照交联聚烯烃绝缘与护套的结构,长期以来在国内运行良好。但相同的产品应用于海外光伏项目,在运行几年后,部分项目就出现了电缆绝缘电阻急剧下降甚至直接为零的情况。通过调查越南2处出问题的光伏项目发现,电缆敷设条件为穿管直埋敷设,管道未做有效密封,受当地环境影响长期泡水运行从而出现故障,其中2处不同光伏项目运行环境如下图1和图2。后续笔者将针对此情况结合产品进行详细分析与探讨。



图1 越南某处光伏项目运行环境

作者简介: 柳宝坤、1989.2.8; 性别: 男; 民族: 汉; 籍贯: 黑龙江; 单位: 尚纬股份有限公司; 职务: 经理; 职称: 中级工程师; 学历: 大学本科; 研究方向: 主要从事电线电缆的新产品研发、工艺设计及售后问题处理; 邮箱: 262911230@qq.com。



图2 越南另一处光伏项目运行环境

1 从标准角度对光伏电缆防水性能的分析

按照EN 50618附录A的要求,光伏电缆需具备防水性能,其性能满足AD7的代号,参照标准为HD 60364-5-52。

HD 60364-5-52中522.3.1中提及AD要符合IP保护等级,具体对照等级参照IEC 60364-5-51,AD7需满足的防水等级就是IPX7,对应试验标准IEC 60529。

IPX7的等级,7表示防水等级为短时间浸水;针对于电缆,试验通过条件为低于水面1000mm,持续30min浸泡,水不积聚在电缆头附近或进入电缆。

通过上述解释可以看出,针对于H1Z2Z2-K的光伏电缆,防水性能这块,标准要求具备IPX7短时浸水的能力,条件并不苛刻,国内多数厂家采用的聚烯烃类的产品结构完全可以满足此项试验,但是针对于如图1和图2的情况,此类结构显然无法满足。

2 通过试验对光伏电缆防水性能的测试

2.1 验证方案

由于海外光伏项目地处沿海,故验证光伏电缆在海水中绝缘电阻的衰减情况,考虑海水较难获得,参照海水中的盐浓度(3.5%),将一定量的氯化钠(NaCl)溶于

水中，形成了一个类似海水的水浴。接着，取两根长度相等的光伏电缆（5类镀锡铜导体，挤包辐照交联聚烯烃绝缘与护套的结构），红黑两种不同护套颜色的试样浸泡在盐水中。最后，通过记录每天试样绝缘电阻的变化值，验证衰减情况。

2.2 试验前数据

试验前将试样分别浸在20℃水1h、20h以及60℃水1h，测试了两根试样的绝缘电阻（测试结果见表1）。

表1 不同条件下光伏电缆的绝缘电阻

护套颜色	红	黑
20℃, 1h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	1313	825
20℃, 20h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	1144	766
60℃, 1h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	109.9	28.4

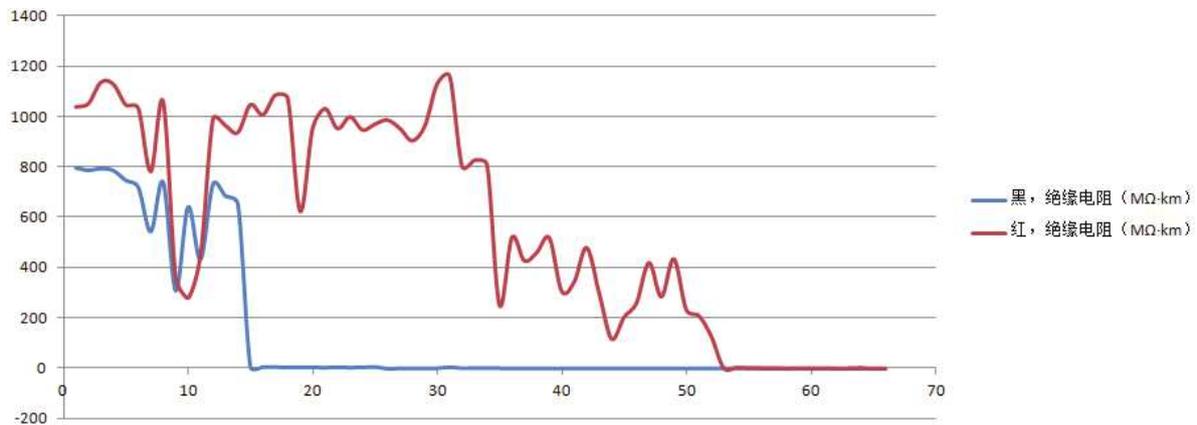


图3 两根不同试验在盐水水浴下不同时间绝缘电阻的变化曲线

表2 盐水水浴取出后试样的绝缘电阻情况

护套颜色	红	黑
20℃, 盐水水浴绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	0.26	0.25
20℃, 1h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	33.1	24.2
20℃, 2h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	63.9	22.4
20℃, 4h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	6.2	10.7
20℃, 6h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	29.6	9.07
20℃, 8h 绝缘电阻, $M\Omega \cdot km$	10.4	9.6

2.4 试验结果分析

从图3变化曲线可以看出：

2.4.1 试样在试验初期，绝缘电阻仍可以保持在一个较高的数值，且与试验前20℃绝缘电阻相当，可以说明盐水水浴对测试绝缘电阻本身无不利影响。

2.4.2 两个试样在盐水水浴中表现出的现象一致，即随着时间的推移电缆的绝缘电阻随之降低，且两个试样绝缘电阻在盐水水浴中增大和减小几乎同步。

2.4.3 试验周期内，黑色护套试样绝缘电阻衰减周

期较红色试样更短，这可能与材料本身或亲水疏水条件有关，但也客观反映出一种现象。如果把试样电阻出现大幅衰减的时间称为绝缘电阻骤降期，从数据上看本次试验红色试样的绝缘电阻骤降期是黑色护套的3.7倍。

2.3 盐水水浴试验

我们将以上试样至于盐水水浴每隔24h测量一次绝缘电阻，测试数据见图3。

把试验后的样品从盐水水浴中取出，水洗去除表面的附着物。随后在20℃水中放置1h、2h、4h、6h和8h后，分别测量试样的绝缘电阻，测试数据见表2。

从表2绝缘电阻情况可以看出：较盐水水浴中的试验数据，两根试样的绝缘电阻均有“恢复”，且最高可致100倍左右。经分析，导致这种现象原因可能是：经过长时间浸泡，盐水水浴中的 Na^+ 和 Cl^- 对绝缘及护套造成影响，降低了绝缘电阻。经水洗和静置后，降低了 Na^+ 和 Cl^- 浓度，绝缘电阻得以提高，但不能达到原有的绝缘水平。

从表2绝缘电阻情况可以看出：

较盐水水浴中的试验数据，两根试样的绝缘电阻均有“恢复”，且最高可致100倍左右。经分析，导致这种现象原因可能是：经过长时间浸泡，盐水水浴中的 Na^+ 和 Cl^- 对绝缘及护套造成影响，降低了绝缘电阻。经水洗和静置后，降低了 Na^+ 和 Cl^- 浓度，绝缘电阻得以提高，但不能达到原有的绝缘水平。

3 对于海外光伏项目光伏电缆的合理化设计和建议

通过上文可以看出，采用聚烯烃绝缘与护套结构的光伏电缆H1Z2Z2-K可以满足EN 50618的防水性能要求，但却无法满足海外光伏项目严苛的泡水使用环境，针对于此问题，笔者提出几种不同方式的解决方案。

3.1 从敷设方面入手

上述两个越南光伏项目，实际上都进行了穿管敷设，但是由于管道未做密封导致光伏电缆长期泡水运行出现问题。

第一种办法采用防水性能好的管道进行密封，即可满足长期泡水的使用需求。

第二种办法采用架空敷设，以防止管道防水性能不佳或密封不良留有隐患。

3.2 从产品方面入手

笔者听闻海外光伏项目上有防水代号 AD8 的光伏电缆需求，即电缆需满足长期泡水使用，满足此种情况可以从多种方案入手，如采用专用的防水橡胶套电缆，在现有电缆结构的基础上增加纵包铝塑带之类都不失为一种办法。还有一种方式是采用引入聚乙烯作为电缆的一部分，在不改变结构和基础材料的前提下，既能满足标准要求，又能满足电缆长期泡水使用的能力。聚乙烯的吸水率只有聚氯乙烯和聚烯烃类材料的 1%，绝缘体积电阻

率是上述材料的 1000 倍，因此引入聚乙烯的光伏电缆泡水下的使用寿命成几何倍数上升。

4 结束语

海外光伏项目因为各种各样的原因，与国内项目有较大不同，即使是相同型号的产品在国内正常使用，在国外也可能会出现各种各样的情况。所以，在有条件的情况下，对于海外光伏项目应做好充分的地勘，针对现场环境和敷设情况，特别关注光伏电缆的特殊结构设计和敷设安装事宜，在设计 and 制造时应特别注意，避免使用过程中问题的产生。

参考文献：

- [1]EN 50618：2014 光伏系统用电缆
- [2]HD 60364-5-52：2011 低压电气安装-5-52：电气设备的选择与安装-布线系统
- [3]IEC 60364-5-51：2005 建筑物的电力装置-5-51：电气设备的选择与安装-通用规则
- [4]IEC 60529：2013 外壳防护等级（IP 代码）