

[电缆]

330 kV交联电缆绝缘厚度的设计

文/陕西省电力公司经济技术研究院 姚新宇
青岛汉缆股份有限公司 陈沛云

330 kV交联电缆相关标准暂未制定，参考220 kV和500 kV交联电力电缆相关标准及绝缘厚度计算方法，对330 kV交联电缆绝缘厚度进行分析计算和设计。

现有的参考标准概述

目前国内外没有330kV交联电缆的标准，因此

只能根据相关标准进行电缆设计，主要的参考标准如表1所示：

表1 参考标准

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 2952.1	电缆外护层 总则
2	GB/T 2952.2	电缆外护层 金属套电缆通用外护套
3	GB/T 3956	电缆的导体
4	GB/T 3048.12	电线电缆电性能试验方法 第12部分：局部放电试验（IEC 60885-3:1988）
5	GB/T 3048.13	电线电缆电性能试验方法 第13部分：冲击电压试验（IEC 60230-3:1966，IEC 60060-1:1989）
6	GB/Z 18890	额定电压220 kV（ $U_m=252$ kV）交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
7	GB/T 22078	额定电压500 kV（ $U_m=550$ kV）交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
8	IEC 62067	《额定电压150 kV（ $U_m=170$ kV）至500 kV（ $U_m=550$ kV）挤塑绝缘电缆及附件的试验方法及要求》
9	IEC 60287	有关电缆载流量计算的标准

绝缘厚度的设计

1. 绝缘厚度的计算原理

工频下电缆绝缘厚度设计主要依据绝缘最小击穿强度及寿命指数进行确定，有

$$t_{ac} = \frac{U_m}{\sqrt{3}} \times k_1 \times k_2 \times k_3 / E_{Lac} \quad (1)$$

式中， E_{Lac} 为绝缘最小击穿强度，kV/mm； k_1 为老化系数； k_2 为温度系数； k_3 为裕度系数； U_m 为系统额定电压，kV。

k_1 为电缆设计的主要参数，可根据下式进行计算。

$$k_1 = \sqrt[n]{t_1/t_0} \quad (2)$$

式中， n 为寿命指数，取12（根据国网“高输送容量高压电缆和附件关键技术研究及工程示范应用”项目中对模型电缆大量试验确定）； t_1 为使用寿命，一般为40年； t_0 为1 h。

330 kV交联电缆绝缘厚度按工频电压计算，即

$$T_a = U_o \times K_1 \times K_2 \times K_3 / E_a \quad (3)$$

式中， E_a 为工频电压下的最小击穿场强，30 kV/mm；

K_2 为温度系数，取1.3； K_3 为裕度系数，取1.3。则可计算得

$$T_a = 28.0 \text{ mm} \quad (4)$$

330 kV交联电缆绝缘厚度按冲击电压计算，有

$$T_i = BIL \times I_1 \times I_2 \times I_3 / E_i$$

式中，BIL为基准冲击过电压水平，取1 175 kV； I_1 为温度系数，取1.3； I_2 为老化系数，取1.1； I_3 为裕度系数，取1.1； E_i 为雷电冲击过电压下的最小击穿场强，取70 kV/mm得

$$T_i = 26.4 \text{ mm}$$

综上所述：从计算结果可以得出，在工频及冲击电压下计算的绝缘厚度最小应不小于28.0 mm。

2. 330 kV交联电缆场强的确定

330 kV交联电缆电压等级介于220 kV与500 kV之间，因此其不同截面的绝缘场强应介于220 kV电力电缆与500 kV电力电缆之间，以下为根据标准要求的绝缘厚度计算的220 kV电力电缆的绝缘场强与500 kV电力电缆的绝缘场强。

(1) 220 kV、500 kV 电力电缆的绝缘场强计算 小场强越大，因此计算绝缘场强的范围只需计算最小截
交流电缆的最大场强发生在导体屏蔽处，截面越 面积与最大截面积的场强即可。分别如表2、表3所示。

表2 220 kV 交联电缆场强

截面积/mm ²	导体外径/mm	导体屏蔽外径/mm	绝缘厚度/mm	绝缘外径/mm	导体屏蔽处场强/(kV/mm)	绝缘处场强/(kV/mm)
400	23.8	27.8	27.0	81.3	8.5	2.9
2 500	61.5	66.5	24.0	114.5	7.0	4.1

注：220 kV 电力电缆最小截面积为400 mm²，最大截面为2 500 mm²。

表3 500 kV 交联电缆场强

截面积/mm ²	导体外径/mm	导体屏蔽外径/mm	绝缘厚度/mm	绝缘外径/mm	导体屏蔽处场强/(kV/mm)	绝缘处场强/(kV/mm)
800	34.0	38.5	34.0	106.5	14.8	5.4
2 500	61.5	66.5	31.0	128.5	13.2	6.9

注：500 kV 电力电缆最小截面积为800 mm²，最大截面为2 500 mm²。

(2) 330 kV 电力电缆的绝缘场强计算 联电缆的电场强度应在8.5~14.8 kV/mm之间的要
通过绝缘厚度的计算，330 kV 交联电缆的绝 求，确定的330 kV 交联电缆的绝缘结构设计如表4
缘厚度应不小于28 mm；根据220 kV、500 k。交 所示。

表4 330 kV 交联电缆绝缘结构

截面积/mm ²	导体外径/mm	导体屏蔽				绝缘		绝缘屏蔽	
		半导体包带		半导体屏蔽		超净XLPE		超光滑半导体屏蔽	
		层/厚/mm	外径/mm	厚度/mm	外径/mm	厚度/mm	外径/mm	厚度/mm	外径/mm
630	30.0	1/0.14	30.5	2.0	34.5	31.0	96.5	1.5	99.5
800 (圆紧)	34.0	1/0.14	34.5	2.0	38.5	31.0	100.5	1.5	103.5
800 (分割)	36.0	2/0.14	36.7	2.0	40.7	31.0	102.7	1.5	105.7
1000	39.5	2/0.14	40.2	2.0	44.2	30.0	104.2	1.5	107.2
1200	43.0	2/0.14	43.7	2.0	47.7	30.0	107.7	1.5	110.7
1400	46.5	2/0.14	47.2	2.0	51.2	29.0	109.2	1.5	112.2
1600	49.0	2/0.14	49.7	2.0	53.7	29.0	111.7	1.5	114.7
1800	52.0	2/0.14	52.7	2.0	56.7	28.0	112.7	1.5	115.7
2000	55.5	2/0.14	56.2	2.0	60.2	28.0	116.2	1.5	119.2
2200	57.5	2/0.14	58.2	2.0	62.2	28.0	118.2	1.5	121.2
2500	61.5	2/0.14	62.2	2.0	66.2	28.0	122.2	1.5	125.2

(3) 330 kV 交联电缆的电场强度的计算 电力电缆的工作场强，因此使用500 kV 电缆的绝
根据表1设计的绝缘结构，依据场强计算得出 缘材料及生产工艺生产330 kV 电缆的性能是安
330 kV 交联电缆不同截面积下的绝缘场强，如表 全可靠的，绝缘厚度相对保守，今后还有减薄
5所示。 的空间。

表5 330 kV 交联电缆绝缘场强

截面积	相电压 U0	导体屏蔽 处场强 /(kV/mm)	绝缘处场强 /(kV/mm)
630	190	10.7	3.8
800 (圆紧)		10.3	3.9
800 (分割)		10.1	4.0
1 000		10.0	4.3
1 200		9.8	4.3
1 400		9.8	4.6
1 600		9.7	4.6
1 800		9.8	4.9
2 000		9.6	5.0
2 200		9.5	5.0
2 500		9.4	5.1

综上所述可知，计算的330 kV 交联聚乙烯绝
缘的电缆的工作场强低于500 kV 交联聚乙烯绝缘

表6

截面积 /mm ²	标称厚度 /mm	最薄点/mm
630~800	31.0	27.8
1 000~1 200	30.0	26.9
1 400~1 600	29.0	26.0
1 800~2 500	28.0	25.1

(4) 330 kV 交联电缆绝缘厚度的确定
综上所述，通过对330 kV 绝缘厚度的理论设
计计算、电场强度的校核，最终确定的绝缘厚度
是安全、可靠的。EA

(收稿日期：2015.07.31)

(编辑：白文亭)