

文章编号:1004-289X(2010)01-0080-02

电缆电容的计算

杨贵河

(双鸭山矿业集团,黑龙江 双鸭山 155100)

摘要:电容量是交流系统供电中整定计算的重要参数之一,介绍了一般情况下电缆电容的计算方法。

关键词:电容量;绝缘层外径;真空介电常数;相对介质常数

中图分类号:TM13

文献标识码:B

Calculation of Cable Capacitance

YANG Gui-he

(Shuangyashan Mine Group, Shuangyashan 155100, China)

Abstract: Capacitance is one of important parameters of setting calculation in AC power supply system. This paper introduces the calculation of cable capacitance.

Key words: capacitance; insulation outside radius; vacuum dielectric constant; relative dielectric constant

1 引言

在供电系统中,保护措施是至关重要的。特别是在煤矿生产中,随着大功率设备投入,入井电压不断升高,要求供电设备必须有过流、过载断相保护及漏电保护等功能。

而采用6kV供电的井下电缆系统中,各种保护功能必须灵敏可靠,否则容易造成供电事故,危及人身安全,这里的漏电保护非常重要。以矿用隔爆、BGP型高压开关为例,需要对供电设备进行漏电整定。但整定大,漏电不动作;整定小,太灵敏影响正常生产。所以一般情况根据电缆长度、截面和电压等级及电缆电容量来计算和整定漏电电流,而电缆电容量是非常难确定的数值,现介绍一个简单实用的计算方法。

2 电缆电容计算

电缆本身便是一个标准的圆柱形电容器。导电线芯和接地的金属屏蔽层(或金属护套)构成了电容器的两个极。电容电流将会限制电缆的传输容量和长度。通过电容的测量,也可检查电缆的质量和工艺。所以电容亦是电缆较重要的电气参数。

2.1 电磁通量计算

单芯电缆电容的计算可忽略边缘效应。介质中任

一点的电场均沿半径方向分布。在绝缘中距电缆中心 x 处取一单位长度的圆柱体。据高斯定理,穿出均匀介质中任意闭合面的电场强度矢量的通量,恒等于闭合面内所包围的电荷的代数和与介质的介电常数 ϵ_i 之比,而与闭合面的形状、大小、电荷分布无关。

因对称关系,各处的电场都是沿着与导线相垂直的方向(忽略电场的切向分量),这样圆柱体侧面上的电场方向处处都与侧面积的外法线方向一致,在数值上相等。而圆柱的上下底面上的电场方向则与外法线方向垂直。因此,在积分过程中,只计算圆柱侧面积上的电场通量即可。所以:

$$\oint E dS = \frac{q}{\epsilon_i} \quad \text{即} \quad E \int dS = \frac{q}{\epsilon_i}$$

$$E \times 2\pi x \times 1 = \frac{q}{\epsilon_i}, \quad \text{故} \quad E = \frac{q}{2\pi x \epsilon_i} \quad (1)$$

式中: q ——线芯所带电荷;

ϵ_i ——介质的介电常数;

E ——场强。

2.2 电压计算

相电压:

$$u = \int E dl = \int_{D_o}^{D_i} \frac{q}{2\pi x \epsilon_i} = \frac{q}{2\pi \epsilon_i} \ln \frac{D_i}{D_o} \quad (2)$$

式中: D_i ——绝缘层外径;

D_o ——导电线芯外径(含内半导体层)。

所以单位长度电缆的电容:

$$C = \frac{q}{u} = \frac{2\pi\epsilon_i}{\ln \frac{D_i}{D_c}} = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon}{\ln \frac{D_i}{D_c}} \quad (3)$$

式中: ϵ_0 ——真空介电常数, $\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12} \text{F/m}$

ϵ ——绝缘材料的相对介质常数

为方便计算,可写成

$$C = \frac{55.7\epsilon}{G} \times 10^{-12} \text{F/m} \quad (4)$$

式中: G ——几何因数。

2.3 电容计算

对于多芯圆形芯电缆,三芯联在一起对金属屏蔽层(或金属护套)的电容:

$$C = \frac{55.7n\epsilon}{G_1} \times 10^{-12} \text{F/m} \quad (5)$$

对于扇形芯电缆,三芯联在一起对金属屏蔽的电容:

$$C = \frac{55.7n\epsilon}{G_1 F} \times 10^{-12} \text{F/m} \quad (6)$$

G 及 F 值均可从图 1 的相应曲线查得。

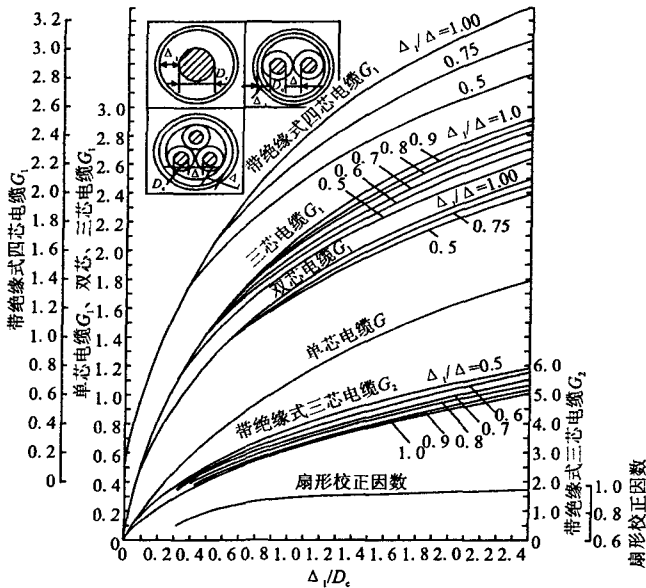


图 1 G、F 数值图

常用绝缘材料(相对)介电常数 ϵ 和 $\text{tg}\delta$ 如表 1 所示。

3 结论

以上是电缆电容计算的一个实际有效的方法,对于煤矿供电技术人员漏电整定有实际意义。

表 1 常用绝缘材料介电常数

材料名称	ϵ	$\text{tg}\delta$
粘性浸渍纸绝缘	4.0	0.01
充油电缆绝缘	3.3~3.7	0.004~0.0045
橡皮绝缘(乙丙、丁基)	3.0~4.5	0.04~0.05
聚氯乙烯绝缘	8.0	0.1
聚乙烯绝缘	2.3	0.001
交联聚乙烯绝缘	2.5	0.008

收稿日期:2009-12-05

作者简介:杨贵河(1965-),男,长期从事机电工作,中级职称,现从事双矿集团电缆维修工作。

(上接第 79 页)

线是否带电;温湿度控制回路通过温湿度传感器输入来实现温湿度控制。并带有 Modbus 通讯输出,供用户远程监测和控制。一改以往每个开关柜需配备不同厂家的多种产品,既减少了工程量节约了成本,又提高了系统的可靠性。投入使用的开关柜智能测控装置以其良好的稳定性和可靠性能保证了对开关柜内一次设备的保护,并且保证了对于电压、电流、功率等参数的准确测量和对电能的准确计量,同时方便了用户对开关柜的实时监控。

6 结语

开关柜智能测控装置针对电力开关柜的控制要求设计,适用于中置柜、手车柜、固定柜、环网柜等多种开关柜。该产品已经系列化,集操作、显示于一体,满足多种客户的需求,具有功能齐全、运行可靠、抗干扰性能优越等特点,应用前景十分广阔。

参考文献

- [1] 任致程,周中. 电力电测数字仪表原理与应用指南[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [2] 王威. 嵌入式微控制器 S08AW 原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [3] ADE7758 数据手册[EB/OL]. Analog Devices,2006.
- [4] 孙兴丽,刘曙光. 一种开关柜智能测控装置的设计与实现[J]. 高压电器,2009.

收稿日期:2009-12-21

作者简介:方严(1982-),男,助理工程师,研究方向为电力电子与应用。

张晓忠(1983-),男,助理工程师,现从事仪表类产品的研发工作。