

变电站软母线的测量计算与压接探讨

Discussion on the Measurement Calculation and Crimping of Soft Generatrices in Substation

李辉¹ 李弘扬²

Hui Li¹ Hongyang Li²

1. 国网潍坊供电公司
中国·山东 潍坊 261041

2. 370704199710010018

中国·山东 潍坊 261041

1. State Grid Shandong Electric Power Company,
Weifang, Shandong, 261041

2. 370704199710010018

Weifang, Shandong, 261041

【摘要】变电站室外母线,除 220kV 及以上电压等级部分采用铝合金空心管形硬母线外,大多采用钢芯铝绞线,软母线在安装施工过程中,经常出现测量、计算等方面的误差,往往使母线挂装好后弧垂过大或过小,使弧垂不能符合设计要求,论文从母线的测量计算压接方面进行了探讨,改进了母线计算方法。

【Abstract】For the outside generatrix, in addition to the 220V and above voltage level use aluminum alloy hollow tubular rigid generatrix, most of the others use steel-cored aluminum strand. In the installation and construction process of soft generatrix, there are some errors often occur in measurement and calculation, which make the sag of the generatrix hung up too big or too small after installation, and make the sag can not meet the design requirements. This paper discusses the measurement, calculation and crimping of the generatrix, and the generatrix calculation method is improved.

【关键词】变电站;母线;档距;压接

【Keywords】transformer substation; generatrix; span; crimp

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/cjygl.v1i5.512>

1 主母线的测量

在测量过程中,往往由于测量方法、方式不当而导致误差过大,因此,在测量中应尽量减小测量误差,以求得到最准确的数据。

1.1 产生测量误差的主要原因

①测量档距过程中,由于测量工具(如皮尺、测量绳等)的弹性伸长,使测量尺寸与实际尺寸不相符。

②测量过程中测量点选择不当同样也会产生测量误差,如测量档距通常测量两导线悬挂点中心点间距离,由于各个挂点中心孔直径较大,在测量时测量绳尺又拉得很紧,在实际测量过程中,往往根据个人感觉测量孔中心的位置;其次,母线挂装好以后,连接螺栓的中心和挂点中心是不重合的,又会导致一

定的误差。因此,这种测量方法在实践应用中是不恰当的。

③绝缘子串长度测量误差:将绝缘子串按照施工图纸要求连接各金具(如球头挂环、碗头挂板、直角挂板、U型环、耐张线夹的钢锚)后,测量其长度。由于绝缘子串瓷裙直径较大,使测量尺不能拉直;且各连接金具在自然状态下不受力的作用,使各金具间的间隙不能消除,以上原因都会产生测量误差。

④在测量档距的过程中,由于测量绳尺拉不紧、拉不直,形成一定的弧垂,也会造成一定的误差。但一般情况下误差较小。

⑤在测量导线长度的过程中,由于导线的自然弯曲等原因,使测量数值与导线的实际长度有一定的余量。

⑥压接后钢芯伸长量的影响:钢锚与钢芯压接后,钢锚和钢芯都会产生一定的伸长,一般情况下钢锚的伸长量比钢芯大。

重要的作用。为了使工程造价技术真正能够在建筑工程中发挥相应的作用,就必须重视对工程造价的管理工作,促进中国工程造价管理工作又快又好发展。

参考文献

[1]方国华.建筑工程造价管理现状及完善对策[J].价值工程,2015

(6):89-90.

[2]张海滔.有关建筑工程造价管理现状及完善对策的分析[J].江西建材,2015(6):234,240.

[3]洪倪,徐再贤.建筑工程造价管理现状及完善对策[J].中国房地产业,2015(9):182.

项目管理 Project Management

1.2 消除误差的措施

①测量过程中应尽量使用弹性极小或没有弹性的测量绳尺,以避免由于绳尺的伸长而产生的误差。同时,在测量档距的过程中,绳尺尽可能拉紧、拉直,以减小绳尺弧垂所产生的误差。

②测量档距应选择适当的测量点,选择哪两个点作为档距的测量点较合适呢?在实践中选用导线的悬挂孔与连接金具(U型挂环或直角挂板)连接螺栓的接触点作为档距测量的基准点。如图1所示:

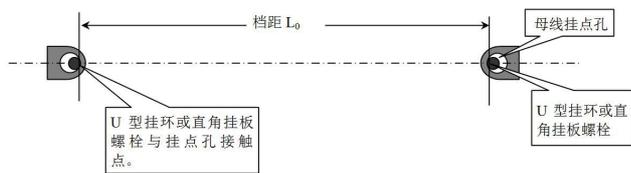


图 1

③绝缘子串长度的测量:绝缘子串长度也应以上述的两个点为基准进行测量。测量过程中,应将绝缘子串及各连接金具拉紧拉直,消除各连接部位的误差。或者将绝缘子串垂直挂起后再测量。

④测量档距时,应尽可能使用伸缩性小、重量轻、宽度较窄的尺子进行测量,减小测量尺自身伸缩、重量和风力等因素造成的误差。在新建变电站没有感应电压的情况下,最好使用刚性较强的钢卷尺进行测量。测量时应对每相档距逐一测量,测量数据应精确到毫米。若其他外界因素对测量结果影响较大时,可对每个数据进行多次测量后取其平均值。

⑤将导线平放于水平地面上,将导线校直后再拉开测量尺进行测量,尽可能减小弯曲部分产生的误差。实践中采用按导线的弯曲方向顺导线外表面比尺子的方法是不可取的,经验证,这种方法的测量误差较大。

⑥压接后钢芯伸长量,应根据不同厂家、不同规格的钢锚经试压后测出其伸长量,并在导线的长度上减去两头钢芯的伸长数值。

2 主母线的计算

母线长度的计算,不同的参考书籍中有各自不同的计算公式,但目前常用的公式主要有两个,即:① $L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0}$ 和②

$$L=L_0+2.7K\frac{f^2}{L_0}$$

式中: L —母线长度(含绝缘子串和连接金具)。

L_0 —档距

f —母线的弧垂。

K —经验系数, $K=1.0\sim 1.2$ 。

就以上两个公式而言,其实质是基本相同的,但经过实践验证,第①个公式的准确度比第②个公式的准确度要高一些。在以下论述中,以第一个公式作为计算的依据。

第一,导线的长度和弧垂之间的关系

$$\text{将公式 } L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0} \text{ 两边微分得, } dL=\frac{16f}{3L_0} df,$$

$$\text{即 } \frac{dL}{dL} = \frac{3L_0}{16f} \text{ -----③}$$

式③ $\frac{dL}{dL}$ 中即为导线的弧垂与导线长度的变化率之比,上式反映了导线长度的微小变化量和弧垂变化量之间的关系。由上式可以看出,当档距 L_0 越大或弧垂 f 越小, $\frac{dL}{dL}$ 的比值就越大,也就是说,在这种情况下,较小的导线长度变化量 dL 将会引起导线弧垂 df 较大的变化量。表1为110kV软母线在不同弧垂和档距下的 $\frac{dL}{dL}$ 值。

表 1 不同档距、弧垂下 $\frac{dL}{dL}$ 值

档距 m	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00	16.00
$\frac{dL}{dL}$ 弧垂(m)							
0.40	10.31	9.84	9.38	8.91	8.44	7.97	7.50
0.45	9.17	8.75	8.33	7.92	7.50	7.08	6.67
0.50	8.25	7.88	7.50	7.13	6.75	6.38	6.00
0.55	7.50	7.16	6.82	6.48	6.14	5.80	5.45
0.60	6.88	6.56	6.25	5.94	5.63	5.31	5.00
0.65	6.35	6.06	5.77	5.48	5.19	4.90	4.62
0.70	5.89	5.63	5.36	5.09	4.82	4.55	4.29
0.75	5.50	5.25	5.00	4.75	4.50	4.25	4.00
0.80	5.16	4.92	4.69	4.45	4.22	3.98	3.75
0.85	4.85	4.63	4.41	4.19	3.97	3.75	3.53
0.90	4.58	4.38	4.17	3.96	3.75	3.54	3.33
0.95	4.34	4.14	3.95	3.75	3.55	3.36	3.16
1.00	4.13	3.94	3.75	3.56	3.38	3.19	3.00
1.05	3.93	3.75	3.57	3.39	3.21	3.04	2.86
1.10	3.75	3.58	3.41	3.24	3.07	2.90	2.73

由上表可以看出,当档距 $L_0=22m$ 、弧垂 $f=0.40m$ 时, $\frac{dL}{dL}=10.31$,即导线弧垂的变化是导线长度变化量的10.31倍。也可以近似地说,当导线每伸长(或缩短)1mm时,导线的弧垂将

会增大(或减小)10.31mm。微小的导线长度变化量将会引起较大的弧垂变化。因此,在实际施工中,当设计弧垂很小或档距很大时,要严格控制导线长度的精确度,最好准确到毫米。否则很容易造成导线垂弧过大,不能达到设计要求。

第二,导线垂弧所产生的导线延伸量 $\frac{8f^2}{3L_0}$

根据公式 $L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0}$,在理想情况下,当导线长度 $L=L_0$

时,导线的垂弧 $f=0$ 。当 $f>0$ 时,导线的长度 $L>L_0$,即 $\Delta=\frac{8f^2}{3L_0}$

由导线的垂弧所产生的导线长度延伸量。在实际施工过程中,由于三相母线垂弧 f 相同,且档距 L_{A0} 、 L_{B0} 、 L_{C0} 的数值相差很小(一般在 2cm 以内),对于每相的导线长度延伸量 Δ_A 、 Δ_B 、 Δ_C 基本是相同的,可以计算出其中一个值 Δ_A (或 Δ_B 或 Δ_C),其他两个数值(或 Δ_B 或 Δ_C)可以不必计算,只需加上各自的档距,即为各相导线长度值。也可以先求出三相档距的平均值 $L' = \frac{L_{A0}+L_{B0}+L_{C0}}{3}$,再求出 $\Delta' = \frac{8f^2}{3L'_0}$ 。在计算中,以上两种方法均可。通过以上分析,计算后任意两相导线长度之差即为这两相的档距之差,即 $L_A-L_B=L_{A0}-L_{B0}$ 。

第三,公式中 $L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0}$,导线的长度应包含绝缘子串和连接金具的长度,此外,在压接钢锚时钢芯也会产生一定的伸长。设单支绝缘子串与其连接金具的总长度为 λ ,单根钢锚在压接时钢芯的伸长量为 δ (δ 的大小需经压接后测得,一般为 5~15mm)。则导线的实际裁截长度应为: $L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0}-2\lambda-2\delta$

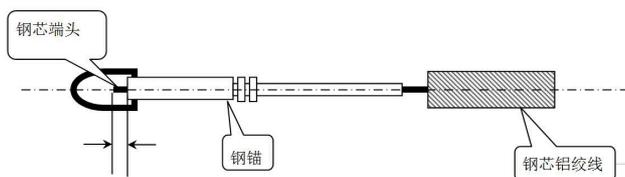


图 2

如图 2,对于钢管部分有贯穿孔的钢锚,钢芯的端头露出钢锚部分的长度,则其导线裁截长度应为:

$$L=L_0+\frac{8f^2}{3L_0}+2\sigma-2\lambda-2\delta$$

3 母线的压接

根据《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的规定,压接用的钢模必须与被压管匹配^[1]。先按压接导线截面选择相应铝模,参照表 2 初选钢模,量出钢套管外径确定钢模,原则上金具外径和压模“ A ”尺寸相等。(详见表 2)

表 2

金具种类	压模的 $A\phi$	适用导线	压模编号	
			铝	钢
耐张线夹	30	LGJ-150/20	L-----30	G-----12
		LGJ-150/25	L-----30	G-----14
		LGJ-150/35	L-----30	G-----16
	32	LGJ-185/25	L-----32	G-----14
		LGJ-185/30	L-----32	G-----14
		LGJ-185/45	L-----32	G-----18
	36	LGJ-240/30	L-----36	G-----16
		LGJ-240/40	L-----36	G-----16
		LGJ-240/55	L-----36	G-----20
	40	LGJ-300/15	L-----40	G-----14
		LGJ-300/20	L-----40	G-----14
		LGJ-300/25	L-----40	G-----14
		LGJ-300/40	L-----40	G-----16
		LGJ-300/50	L-----40	G-----18
	45	LGJ-400/20	L-----45	G-----14
		LGJ-400/25	L-----45	G-----14
		LGJ-400/35	L-----45	G-----16
		LGJ-400/50	L-----45	G-----20
	52	LGJ-500/35	L-----52	G-----16
		LGJ-500/45	L-----52	G-----18
		LGJ-500/65	L-----52	G-----22
	60	LGJ-630/45	L-----60	G-----18
		LGJ-630/55	L-----60	G-----20
		LGJ-630/80	L-----60	G-----24
65	LGJ-800/55	L-----65	G-----20	
	LGJ-800/70	L-----65	G-----24	

压接时,相邻两模间重叠度不应小于 5mm。压接后应保持线夹表面的平直度,其弯曲度不应超过全长的 2%,不满足要求时应用木锤或橡皮锤在垫木上校正^[2]。压接时,应保持线夹的正确位置,此外为保证被压接管不发生弯曲,第二模和第一模之间的重叠度可适当加大,一般情况下第二模和第一模的重叠度为第一模的一半左右,第三模以后各模的重叠度为其前一模的 $\frac{1}{3}$ 左右^[3]。

4 用水准仪辅助测量垂弧

具体测量方法如图 3 所示:

将水准仪调平找正后,分别测出架构挂点到基准面的高度和导线弧垂最低点到基准面的高度,两者之差即为导线的弧垂, $f=h_1-h_2$ 。按《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》的规定,软母线的弧垂误差应为+5%~-2.5%。若实测弧垂不能满足要求,则需要进行调整。则调整量可由下式计算:

项目管理 Project Management

$$\Delta L = \frac{8(f^2 - f_0^2)}{3L_0}$$

若 $\Delta L > 0$, 则导线需缩短。若 $\Delta L < 0$, 则导线需加长。表 3 中是不同档距和弧垂下的导线延伸量 $\Delta = \frac{8f^2}{3L_0}$ 。也可在工程中作为参考。(详见表 3)

参考文献

- [1]GB50149—2010 电气装置安装工程母线装置施工及验收规范[S].
- [2]DL/T5161.1-2002 电气装置安装工程的质量检验及评定规程[S].
- [3]Q/GDW571—2010 大截面导线压接工艺导则[S].

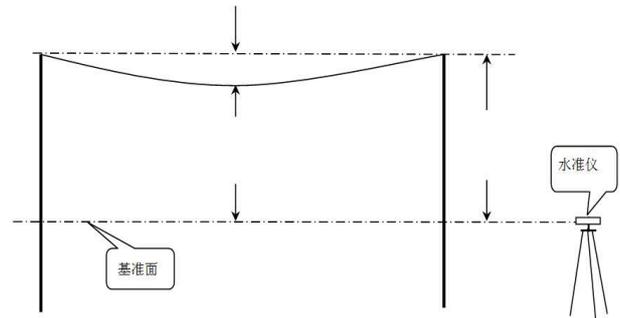


图 3

表 3 不同档距、弧垂下导线延伸量 $\Delta = \frac{8f^2}{3L_0}$ 值

档距 $\Delta = \frac{8f^2}{3L_0}$ 弧垂 f	22.00	21.50	21.00	20.50	20.00	19.50	19.00	18.50	18.00	17.50	17.00
0.40	0.019	0.020	0.020	0.021	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.024	0.025
0.45	0.025	0.025	0.026	0.026	0.027	0.028	0.028	0.029	0.030	0.031	0.032
0.50	0.030	0.031	0.032	0.033	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039
0.55	0.037	0.038	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.044	0.045	0.046	0.047
0.60	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.051	0.052	0.053	0.055	0.056
0.65	0.051	0.052	0.054	0.055	0.056	0.058	0.059	0.061	0.063	0.064	0.066
0.70	0.059	0.061	0.062	0.064	0.065	0.067	0.069	0.071	0.073	0.075	0.077
0.75	0.068	0.070	0.071	0.073	0.075	0.077	0.079	0.081	0.083	0.086	0.088
0.80	0.078	0.079	0.081	0.083	0.085	0.088	0.090	0.092	0.095	0.098	0.100
0.85	0.088	0.090	0.092	0.094	0.096	0.099	0.101	0.104	0.107	0.107	0.113
0.90	0.98	0.100	0.103	0.105	0.108	0.111	0.114	0.117	0.120	0.123	0.127
0.95	0.109	0.112	0.115	0.117	0.120	0.123	0.127	0.130	0.134	0.138	0.142
1.00	0.121	0.124	0.127	0.130	0.133	0.137	0.140	0.144	0.148	0.152	0.157
1.05	0.134	0.137	0.140	0.143	0.147	0.151	0.155	0.159	0.163	0.168	0.173
1.10	0.147	0.150	0.154	0.157	0.161	0.165	0.170	0.174	0.179	0.184	0.190
1.15	0.160	0.164	0.168	0.172	0.176	0.181	0.186	0.191	0.196	0.202	0.207
1.20	0.157	0.179	0.183	0.187	0.192	0.197	0.202	0.208	0.213	0.219	0.226

档距 $\Delta = \frac{8f^2}{3L_0}$ 弧垂 f	16.50	16.00	15.50	15.00	14.50	14.00	13.50	13.00	12.50	12.00	11.50
0.40	0.026	0.027	0.028	0.028	0.029	0.030	0.032	0.033	0.034	0.036	0.037
0.45	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.047
0.50	0.040	0.042	0.043	0.044	0.046	0.048	0.049	0.051	0.053	0.056	0.058
0.55	0.049	0.050	0.052	0.054	0.056	0.058	0.060	0.062	0.065	0.067	0.070
0.60	0.058	0.060	0.062	0.064	0.066	0.069	0.071	0.074	0.077	0.080	0.083
0.65	0.068	0.070	0.073	0.075	0.078	0.080	0.083	0.087	0.090	0.094	0.098
0.70	0.079	0.082	0.084	0.087	0.090	0.093	0.097	0.101	0.105	0.109	0.114
0.75	0.091	0.094	0.097	0.100	0.103	0.107	0.111	0.115	0.120	0.125	0.130
0.80	0.103	0.107	0.110	0.114	0.118	0.122	0.126	0.131	0.137	0.142	0.148
0.85	0.117	0.120	0.124	0.128	0.133	0.138	0.143	0.148	0.154	0.161	0.168
0.90	0.131	0.135	0.139	0.144	0.149	0.154	0.160	0.166	0.173	0.180	0.188
0.95	0.146	0.150	0.155	0.160	0.166	0.172	0.178	0.185	0.193	0.201	0.209
1.00	0.162	0.167	0.172	0.178	0.184	0.190	0.198	0.205	0.213	0.222	0.232
1.05	0.178	0.184	0.190	0.196	0.203	0.210	0.218	0.226	0.235	0.245	0.256
1.10	0.196	0.202	0.208	0.215	0.223	0.230	0.239	0.248	0.258	0.269	0.281
1.15	0.214	0.220	0.228	0.235	0.243	0.252	0.261	0.271	0.282	0.294	0.307
1.20	0.233	0.240	0.248	0.256	0.265	0.274	0.284	0.295	0.307	0.320	0.334