

文章编号:1671-6833(2020)01-0001-07

架空导线径向温差及允许载流量研究

张 猛,梁 任,赵桂峰

(郑州大学 土木工程学院,河南 郑州 450001)

摘 要:以常用的 LGJ300/50 钢芯铝绞线为例,基于稳态热平衡方程和 IEEE Std 738—2012 标准,考虑线股空气间隙和实际接触情况,利用 ANSYS 建立了精细化导线模型,对其径向温差及考虑径向温差时的允许载流量进行了分析。结果表明:导线运行时存在内部高、表面低的径向温度场,温差可达 4~10 ℃;导线温度对风速 0~3 m/s、风向角 0~45°以及导线直径(型号)较为敏感;径向温差对导线允许载流量的影响可达 10%以上。考虑径向温差时,导线允许温度限值的定义对其允许载流量影响较大,建议将规范规定的导线允许工作温度理解为导线的平均温度。

关键词:架空导线;径向温差;敏感性分析;允许温度;允许载流量

中图分类号:TM743 文献标志码:A doi:10.13705/j.issn.1671-6833.2020.01.021

0 引言

近年来,随着我国经济的快速发展,高峰期供电紧张的问题日益突显。解决该问题的方法,除了架设新的输电线路外,实施既有线路动态增容又有技术改造的方案是另一有效途径,这势必会使架空导线长期处于高温负荷状态,当导线温度超过其长期运行允许温度时,可能会引起导线强度损失、连接点氧化和对地安全距离降低,这给线路的安全带来严重隐患。现有的动态增容方法常采用非接触式红外测温技术,以测得的导线表面温度作为其允许温度^[1-2],据此对线路载流量进行实时调控。该法对导线运行时的温度场考虑不足,忽略了导线径向温差对其载流量的影响,有可能得到偏于不安全的调控结果。

实际架空导线多采用钢芯铝绞线,由于内外层线股接触和散热条件不同,使得导线运行时存在径向温差。我国 110~750 kV 架空输电线路设计规范^[3]规定:验算导线允许载流量时,钢芯铝绞线和钢芯铝合金绞线的允许温度宜取 70 ℃。该规定虽然给出了允许温度限值,但并未明确其含义。事实上,当考虑导线径向温差时,其允许工作温度的不同定义对于其允许载流量亦有较大影响。因此,准确分析架空导线的径向温度场,进而

对其允许温度限值的定义进行讨论,对于确定导线最大载流量,合理指导线路动态增容,保证电网系统的安全稳定运行具有重要意义。

针对架空导线温度场及载流量,国内外已开展了相关研究^[4-13],这些研究分析了风速、风向、环境温度和日照强度等因素对导线工作温度的影响。但是,上述研究主要集中在导线温度场的分析方法方面,对于导线径向温差的分布规律及其对导线允许载流量影响的研究较少。因此,笔者以常用的 LGJ300/50 钢芯铝绞线为例,采用 ANSYS 软件建立其精细化有限元模型,综合考虑导线内部空气间隙及线股接触情况,采用数值方法分析架空导线的径向温度场,并与规范 IEEE Std 738—2012^[14]结果对比,规范最后结合工程实例分析导线允许温度限值的不同定义对其允许载流量的影响,以期能为线路动态增容提供参考。

1 架空导线载流量计算的基本原理

目前,架空导线载流量的计算多采用热平衡理论解析方法^[3,12-14],其基本原理是:当导线热量等于散热量时,达到热稳定,此时导线温度相对恒定。架空导线生热主要包括载流产生的焦耳热和太阳照射热;散热则是导线与外界的对流散热及导线辐射散热。该过程可用稳态热平衡方程(1)

收稿日期:2019-04-22;修订日期:2019-10-11
基金项目:国家自然科学基金资助项目(51578512)
作者简介:张猛(1978—),男,河南南阳人,郑州大学副教授,博士,主要从事电力系统结构防灾减灾研究, E-mail: zhangmeng@zzu.edu.cn。

表示,从而可得导线载流量,如式(2)所示。

$$q_c + q_r = q_s + I^2 R_{T_{\text{avg}}}; \quad (1)$$

$$I = \sqrt{(q_c + q_r - q_s)/R_{T_{\text{avg}}}}, \quad (2)$$

式中: q_c 为对流散热量; q_r 为辐射散热量; q_s 为日照生热量; I 为导线允许载流量; T_{avg} 为导线平均温度; $R_{T_{\text{avg}}}$ 为平均温度时对应的导线电阻值。

1.1 对流散热量

对流散热量计算如式(3)~(5),其中式(3)、(4)适于强制对流,式(5)适于自然对流。在低风速时,文献[14]推荐用强制对流和自然对流散热的最大值来表示导线的对流散热量。

$$q_{c1} = K_{\text{angle}} \cdot [1.01 + 1.35 \cdot Re^{0.52}] \cdot k_f \cdot (T_s - T_a); \quad (3)$$

$$q_{c2} = K_{\text{angle}} \cdot 0.754 \cdot Re^{0.6} \cdot k_f \cdot (T_s - T_a); \quad (4)$$

$$q_{cn} = 3.645 \cdot \rho_f^{0.5} \cdot D_0^{0.75} \cdot (T_s - T_a)^{1.25}, \quad (5)$$

式中: K_{angle} 为风向因子,表征风向角对强制对流散热的影响,可由式(6)计算; Re 为雷诺数,由式(7)计算; k_f 为空气导热系数,与环境温度和导线温度等有关系,由式(8)计算; T_s 为导线温度; T_a 为环境温度; ρ_f 为空气密度; D_0 为导线直径。

$$K_{\text{angle}} = 1.194 - \cos \varphi + 0.194 \cdot \cos 2\varphi + 0.368 \cdot \sin 2\varphi, \quad (6)$$

式中: φ 为风向与导线轴向的夹角。

$$Re = (D_0 \cdot \rho_f \cdot V_w) / \mu_f, \quad (7)$$

式中: V_w 为风速; μ_f 为空气运动黏度。

$$k_f = 2.424 \times 10^{-2} + 7.477 \cdot 10^{-5} \cdot T_{\text{film}} - 4.407 \cdot 10^{-9} \cdot T_{\text{film}}^2, \quad (8)$$

式中: T_{film} 为导线与空气接触面的流体定性温度, $T_{\text{film}} = (T_s + T_a) / 2$ 。

1.2 辐射散热量

当架空导线的温度高于环境温度时,导线会对外辐射散热。辐射能力取决于导线与环境的温差。辐射散热量可由式(9)计算,式中包含 Stefan-Boltzmann 常量 σ ,其值为 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ 。

$$q_r = 17.8 \cdot D_0 \cdot \varepsilon \cdot [(0.01T_s + 2.73)^4 - (0.01T_a + 2.73)^4], \quad (9)$$

式中: ε 为导线表面的辐射散热系数^[3],对于光亮新线取 0.23~0.43,对发黑旧线或涂黑色防腐剂的导线取 0.90~0.95。

1.3 日照生热量

日照生热量与太阳所处位置、太阳常数、线路方位、导线表面的吸热系数等有关,可按式计算:

$$q_s = \alpha \cdot Q_{\text{se}} \cdot \sin \theta \cdot A', \quad (10)$$

式中: α 为导线表面的吸热系数^[3],对于光亮新线取 0.35~0.46,对发黑旧线或涂黑色防腐剂的导线取 0.90~0.95; Q_{se} 为太阳辐射海拔修正值; θ 为太阳入射有效角; A' 为单位长度导线的投影面积。

1.4 电阻计算

架空导线的电阻因导线的横截面积、频率、电流和温度而异,而且在交流情况下,导线会受到集肤效应、磁滞和涡流损耗的影响,使得导线的电阻增加。笔者按照规范[14]建议值查表选用,表中未列的数值,可用线性插值计算:

$$R_{T_{\text{avg}}} = \left[\frac{R_{T_h} - R_{T_l}}{T_h - T_l} \right] \cdot (T_{\text{avg}} - T_{\text{low}}) + R_{T_l}, \quad (11)$$

式中: R_{T_l} 和 R_{T_h} 是当温度分别为 T_l 和 T_h 时查表所得的导线电阻值。该式可广泛用于计算导线在高温和低温时的电阻,其中包含磁滞效应、集肤效应和绞距系数的影响,但是 T_h 的取值应不小于所要计算的导线温度。

2 导线径向温度场及载流量的模拟

考虑到规范[14]计算导线载流量时无法考虑导线内部温度分布的影响,这与导线实际情况不符。因此,为更准确地指导线路实时增容,保证线路运行安全,有必要准确了解导线内部的温度分布规律。近年来,随着计算技术的发展,采用有限元方法分析导线温度场也趋于成熟^[8-10,15],因此,笔者以下利用 ANSYS 软件建立导线精细化有限元模型,考虑导线内部空气间隙和线股接触情况,采用数值方法分析其径向温度场。

2.1 计算参数选取

以常用的钢芯铝绞线 LGJ120/20、LGJ150/25、LGJ240/40、LGJ300/50、LGJ400/35、LGJ400/65 为例进行分析,导线截面特性如表 1 所示。上述 6 种导线除截面特性不同外,其他参数均相同:导线的电阻率为 $2.8264 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$,电阻温度系数为 $4.03 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$,导热系数为 $237 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$,均为 20°C 时的值^[16]。以夏至日、北纬 30° 、东西走向、平均海拔 100 m、环境清洁的导线为例,分析其径向温度分布规律。

2.2 有限元模型的建立

采用 ANSYS 电热耦合单元 Solid69 模拟钢芯和铝线,分别赋予其不同的材料属性,其中铝线外表面施加对流换热、太阳辐射热,钢芯和铝线整体施加焦耳热。最终所建的导线横截面有限元模型及网格划分情况如图 1 所示。

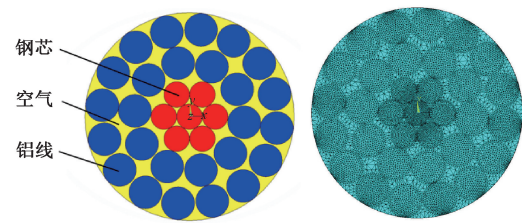


图 1 架空导线截面有限元模型及网格划分

Figure 1 Finite element model and mesh generation of overhead conductor

表 1 钢芯铝绞线截面特性

Table 1 Parameters of ACSR

型号	LGJ120/20		LGJ150/25		LGJ240/40		LGJ300/50		LGJ400/35		LGJ400/65	
材料	钢	铝	钢	铝	钢	铝	钢	铝	钢	铝	钢	铝
数量/直径/mm	7/1.85	26/2.38	7/2.1	26/2.7	7/2.66	26/3.42	7/2.98	26/3.83	7/2.5	48/3.22	7/3.44	26/4.42
面积/mm ²	18.82	115.67	24.25	148.86	38.9	238.85	48.82	348.86	34.36	390.88	65.06	398.94

表 2 风速 0.5 m/s 时 ANSYS 仿真与 IEEE 理论对比

Table 2 Comparison of ANSYS simulation value and IEEE theoretical value(wind speed 0.5 m/s)

温度均值/℃	径向温差/℃	温度均方差	IEEE 值/A	ANSYS 值/A	偏差/%
53.11	5.11	2.03	525.53	510	2.96
56.47	5.66	2.25	569.32	560	1.64
60.21	6.26	2.49	613.69	610	0.60
64.27	6.91	2.76	657.93	660	0.31
68.64	7.60	3.04	701.76	710	1.17
73.46	8.35	3.35	746.45	760	1.82
78.28	9.15	3.67	788.09	810	2.78
83.55	10.01	4.02	830.57	860	3.54

注:偏差 = |ANSYS 值-IEEE 值|/IEEE 值×100%,下同。

考虑环境温度为 20 ℃、风速为 0 m/s、风向角为 90°时,当 ANSYS 仿真的载流量从 410 A 增加到 760 A 时,计算结果如表 3 所示。

由表 2 和表 3 可知:①无论强制对流(风速 0.5 m/s)还是自然对流(风速 0 m/s),按照 IEEE 公式得到的导线载流量与 ANSYS 仿真值的最大偏差仅为 6.21%,说明本文模型是较为可靠的;②随着载流量增加,导线径向温差逐渐增大,可达到 4~10 ℃,说明径向温差与载流量存在正相关性。

图 2 和图 3 分别给出了风速为 0.5 m/s 和 0 m/s 时,载流量为 510 A 时导线的径向温度。从图 2 和图 3 可以看出:导线内部温度呈中心高、表面低的特点,这主要是由导线内部空气间隙及线股间接触情况不同引起的。

为更清楚了解导线径向温度随风速、载流量

2.3 计算结果分析及对比验证

限于篇幅,以下仅以 LGJ300/50 导线为例进行分析。取环境温度为 20 ℃、风速为 0.5 m/s、风向角为 90°,当 ANSYS 模拟的载流量从 510 A 按步长 50 A 增加到 860 A 时,仿真得到的导线径向温度分布如表 2 所示。为便于比较,表中还给出了对应 ANSYS 仿真得到的导线不同温度均值时,按照规范[14]中的公式计算的导线载流量。

表 3 风速 0 m/s 时 ANSYS 仿真与 IEEE 理论对比

Table 3 Comparison of ANSYS simulation value and IEEE theoretical value(wind speed 0 m/s)

温度均值/℃	径向温差/℃	温度均方差	IEEE 值/A	ANSYS 值/A	偏差/%
61.10	4.21	1.66	437.13	410	6.21
64.84	4.66	1.84	481.72	460	4.51
68.99	5.15	2.04	526.68	510	3.17
73.49	5.70	2.26	571.53	560	2.02
78.34	6.30	2.50	616.11	610	0.99
83.53	6.95	2.77	660.43	660	0.06
89.06	7.65	3.05	704.53	710	0.78
94.91	8.40	3.36	748.26	760	1.57

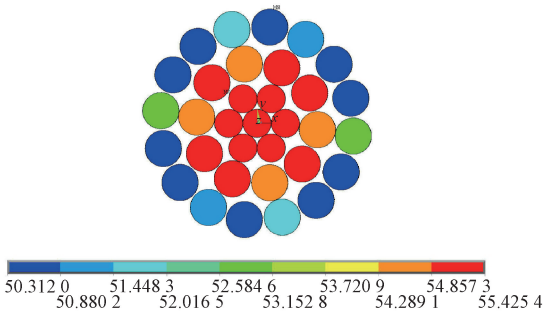


图 2 导线截面径向温度分布

Figure 2 Radial temperature distribution of the conductor 的变化规律,沿导线径向选取若干测点,提取各测点的温度。当载流量为 560 A,风速分别为 0、0.5、1 m/s 时,导线温度沿径向变化如图 4 所示;当风速为 0.5 m/s,载流量分别为 560、610、660 A 时,导线温度沿径向变化如图 5 所示。考虑到导线温度沿径向并非对称分布,笔者分别计算每层导线的平均温度作为该层中心点的温度。当载流量为 560 A,风速分别为 0、0.5、1 m/s 时,导线温

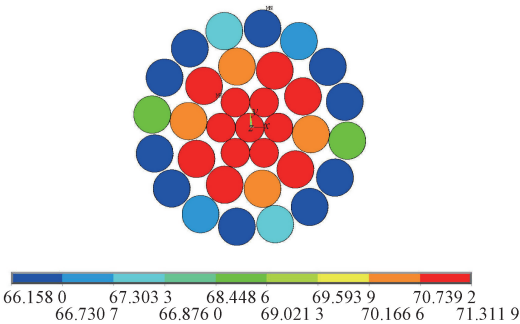


图3 导线截面径向温度分布

Figure 3 Radial temperature distribution of the conductor

度沿径向变化情况如图 6 所示;当风速为 0.5 m/s,载流量分别为 560、610、660 A 时,导线温度沿径向变化情况如图 7 所示。

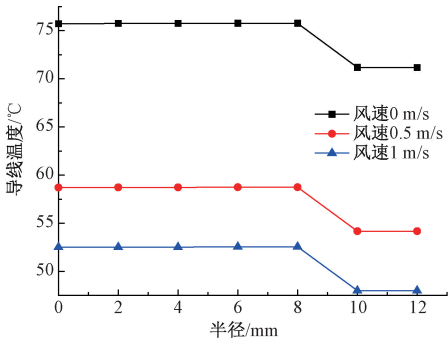


图4 导线温度沿径向变化(载流量 560 A)
Figure 4 Radial temperature distribution (ampacity 560 A)

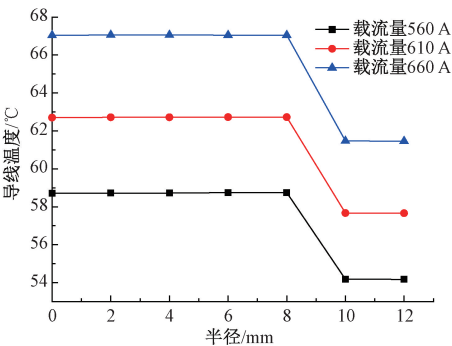


图5 导线温度沿径向变化(风速 0.5 m/s)
Figure 5 Radial temperature distribution (wind speed 0.5 m/s)

由图 4~图 7 可知,钢芯和内层铝线温度变化平缓,而外层铝线温度明显降低,这是因为外层铝线与空气直接接触,散热条件有利,而钢芯电阻率较高,载流产生的焦耳热较高,且内层钢芯接触紧密,散热条件差,因此温度较高且变化较小。

2.4 架空导线温度对其影响因素的敏感性分析

选用导线模型内所有节点的平均温度作为导线温度,分析导线温度随风速、风向角、环境温度、

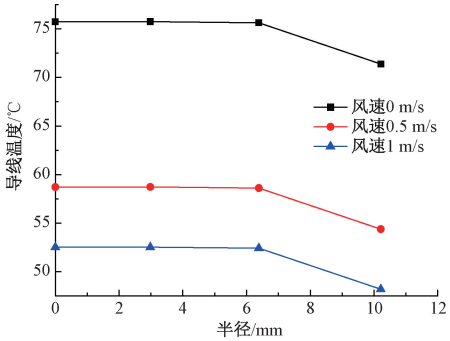


图6 导线各层温度均值沿径向变化(载流量 560 A)

Figure 6 The average temperature of each layer of the conductor along the radial direction (ampacity 560 A)

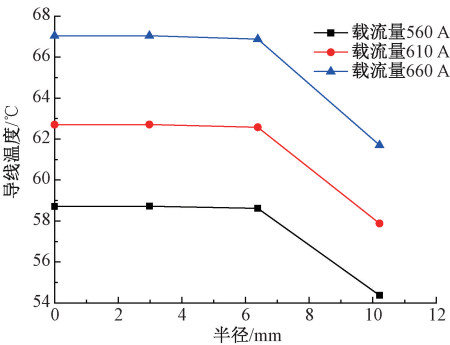


图7 导线各层温度均值沿径向变化(风速 0.5 m/s)

Figure 7 The average temperature of each layer of the conductor along the radial direction (wind speed 0.5 m/s)

日照强度和导线直径等因素变化时的敏感性。为简化,取以下参数进行分析。环境温度 20 ℃,风速 0.5 m/s,风向角 90°,中午 12 时对应的日照强度,导线型号 LGJ300/50,直径为 24.26 mm。

导线温度随风速变化特点如图 8 所示。由图 8 可以看出,随着风速增加,导线温度逐渐降低。当风速在 0~3 m/s 时,导线温度对风速变化较为敏感,温度下降较快;当风速大于 3 m/s 时,温度下降速度趋于平缓。

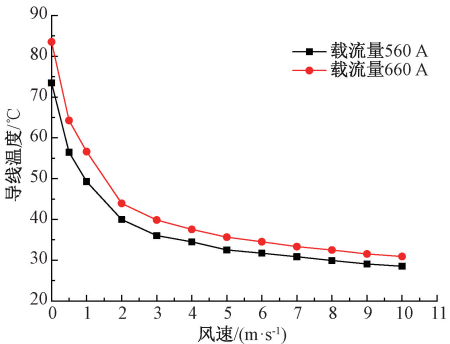


图8 风速对导线温度的影响

Figure 8 The effect of wind speed on conductor temperature

风向角变化时,导线温度变化如图 9 所示。由图 9 可知,随风向角增大,导线温度降低。当风向角小于 45° 时,导线温度对风向角变化较为敏感;当风向角大于 45° 时,导线温度对风向的敏感性降低,温度变化也趋于平缓。

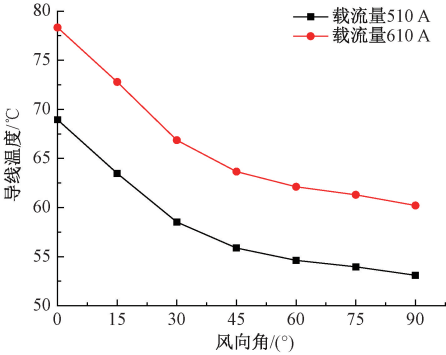


图 9 风向角对导线温度的影响

Figure 9 The effect of wind direction on conductor temperature

环境温度变化时导线温度变化如图 10 所示。由图 10 可知,导线温度与环境温度近似呈线性关系,即环境每升温 1°C ,导线升温约 0.9°C 。这是由于环境温度的升高使空气导热率增加,空气与导线间的热交换加强,因而导线的温升略小于 1°C 。

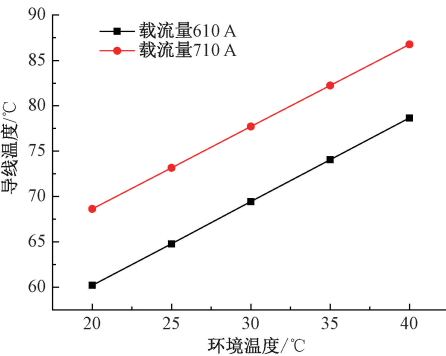


图 10 环境温度对导线温度的影响

Figure 10 The effect of ambient temperature on conductor temperature

日照强度变化时导线温度变化如图 11 所示。由图 11 可以看出,导线温度与日照强度近似呈线性关系,日照强度每上升 $100\text{ W}/\text{m}^2$,导线温度约上升 1.5°C 。

当固定载流量,变化导线直径时,导线温度变化如图 12 所示。图中导线直径分别为 15.07、17.10、21.66、24.26、28.00 mm;对应型号分别为 LGJ120/20、LGJ150/25、LGJ240/40、LGJ300/50、LGJ400/65。由图 12 可以看出,固定载流量时,随导线直径增加,导线温度降低,这是因为大直径导线与空气接触面增大,对流散热量增加,因此导线

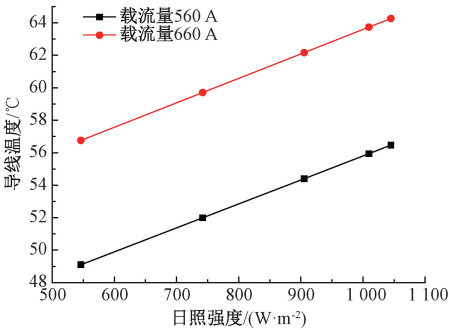


图 11 日照强度对导线温度的影响

Figure 11 The effect of sunlight intensity on conductor temperature

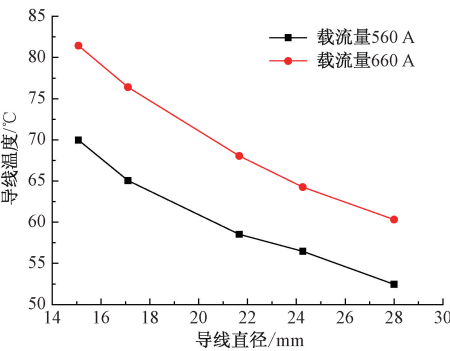


图 12 导线直径对导线温度的影响

Figure 12 The effect of conductor diameter on conductor temperature

温度降低。综上所述,导线温度对风速、风向角和导线直径(型号)的变化较为敏感。

3 基于径向温差的导线允许载流量

3.1 径向温差对导线允许载流量的影响

前文分析可知,随载流量变化,导线内部径向温差可达 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。为进一步了解径向温差对导线允许载流量的影响,本节仍以钢芯铝绞线 LGJ300/50 为例,分析径向温差对导线允许载流量的影响,结果如表 4 所示。

由表 4 可知,根据导线径向最高和最低温度计算的导线允许载流量差异较大,可达 $70\sim 80\text{ A}$,约为导线容许载流量的 $9\%\sim 13.7\%$ 。这说明,导线径向温差对其允许载流量的影响不可忽视。当考虑径向温差时,由于导线内部温度较高,其实际容许载流量低于以表面温度测算的线路允许载流量。因此,在实际中,如果取导线表面温度的监测结果为导线允许温度限值来调整线路的输送容量是不安全的。

3.2 对规范导线允许温度限值含义及其对导线允许载流量影响的探讨

我国 110~750 kV 架空输电线路设计规范^[3]

表 4 不同径向温差时对应的导线允许载流量

Table 4 Allowable ampacity of the conductor corresponding to the different radial temperature

I/A	径向温差/ $^{\circ}C$	I_{max}/A	I_{min}/A	$(I_{max}-I_{min})/A$
510	5.11	556.18	485.70	70.48
560	5.66	600.21	529.26	70.95
610	6.26	644.88	573.11	71.77
660	6.91	689.54	616.74	72.8
710	7.60	733.92	659.86	74.06
760	8.35	779.08	703.86	75.22
810	9.15	821.46	744.50	76.96
860	10.01	864.70	785.98	78.72

注: I 为利用 ANSYS 仿真导线径向温度场时的载流量; I_{max} (I_{min}) 为对应 ANSYS 仿真得到的导线温度最高(低)值时按照 IEEE 规范公式得到的导线允许载流量。

规定:验算导线允许载流量时,钢芯铝绞线和钢芯铝合金绞线的允许温度宜取 70 $^{\circ}C$ 。该规定虽然给出了导线的允许温度限值,但是并未明确其含义是指导线的表面温度、平均温度还是内部最高温度。当分别按照上述三者理解时,由于径向温差的存在,对应的导线允许载流量也随之不同。为此,本节以江苏电网 220 kV 旗淮 4090 线采用的 LGJ400/35 钢芯铝绞线^[16]工程实例进行分析。

该导线运行环境温度为 40 $^{\circ}C$,风速为 0.5 m/s,风向角为 90 $^{\circ}$ 。按前文方法建立 ANSYS 仿真模型,如图 13 所示。

由此可知,当限定导线允许工作温度为 70 $^{\circ}C$ 时,上述 3 种情况导线允许载流量的差值可达 45~124.1 A,约为容许载流量的 9.7%~26.9%。这再次说明,线路动态增容时,仅以在线监测的导线表面温度不超过允许温度限值为依据调整线路的输送容量是偏于不安全的。考虑到规范^[14]通常按照导线平均温度计算允许载流量,因此,笔者建议可将规范^[14]规定的导线允许工作温度限值理解为导线的平均温度。按照笔者分析结果,3 种情况导线径向温差在 5.55~6.87 $^{\circ}C$,由于实际中更易测得导线表面温度,当控制导线平均温度不超过允许温度 70 $^{\circ}C$ 时,可将测得的导线表面温度控制在 60~67 $^{\circ}C$ 。

4 结论

(1)ANSYS 仿真法能较充分地考虑导线内部空气间隙及线股接触情况,较准确地计算导线内部的温度分布情况,可弥补现有输电线路温度监测技术仅监测导线表面温度的不足。

(2)导线运行时,内部径向温差随载流量增

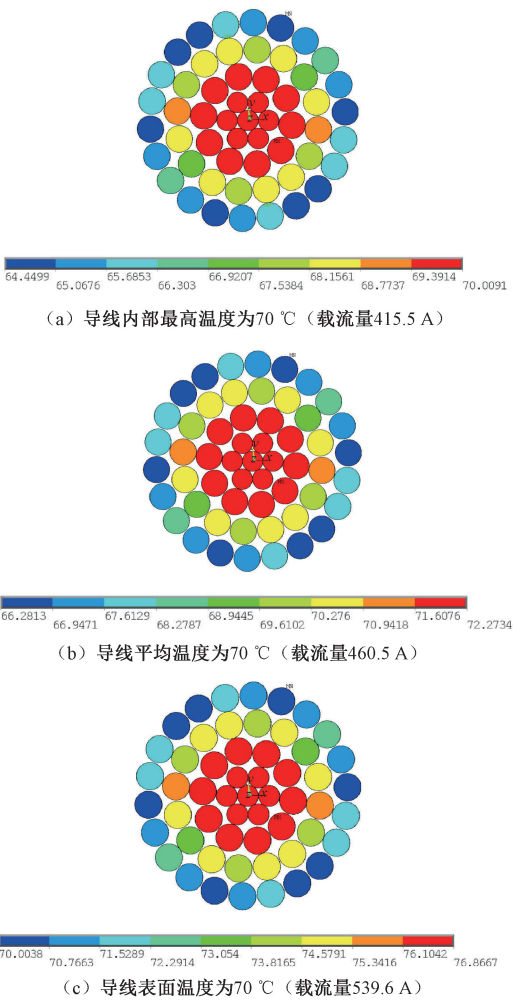


图 13 不同允许温度含义对应的导线截面径向温度分布情况及允许载流量

Figure 13 Radial temperature distribution and allowable ampacity of the conductor under the different definition of allowable temperatures

加而变化,以 LGJ300/50 导线为例,径向温差可达 4~10 $^{\circ}C$,且呈内部温度高、表面温度低的特点。

(3)导线温度的变化在风速 0~3 m/s、风向角 0~45 $^{\circ}$ 时较为敏感;固定载流量时,导线温度随其直径(型号)增加而降低;环境温度、日照强度对导线温度的影响近似呈线性关系。

(4)导线径向温差对其允许载流量的影响不可忽视,温差引起的导线容许载流量变化可超过 10%。

(5)考虑导线径向温差时,其允许温度限值的定义对导线允许载流量的影响较大,建议将规范^[14]规定的导线允许工作温度限值理解为导线平均温度。

参考文献:

[1] 高强,全杰,雷煜卿,等. ANSYS 下导线发热及相互间热接触的数值模拟[C]//电力通信管理暨智能

电网通信技术论坛论文集.北京:中国通信学会普及与教育工作委员会,2013:395-400.

[2] 刘刚,林杰,陈荣锋,等.架空线路载流量的导线温度测量方法研究[J].电测与仪表,2013,50(4):41-44.

[3] 中国电力企业联合会.110 kV~750 kV 架空输电线路设计规范:GB 50545—2010[S].北京:中国计划出版社,2010.

[4] 叶自强,朱和平.提高输电线路输送容量的研究[J].电网技术,2006,30(S1):258-263.

[5] DOUGLASS D A. Radial and axial temperate gradients in bare stranded conductor [J].IEEE transactions on power delivery, 1986, 1(2):7-15.

[6] BLACK W Z, COLLINS S S, HALL J F. Theoretical model for temperature gradients within bare overhead conductors [J]. IEEE transactions on power delivery, 1988, 3(2): 707-715.

[7] HALL J F, DEB A K, SAVOULLIS J. Wind tunnel studies of transmission line conductor temperatures [J]. IEEE transactions on power delivery, 1988, 3(2): 801-812.

[8] 赵成运,郑良华,田春光,等.66 kV 架空输电线路温度场的数值研究[J].电网技术,2007,31(S2):34-36.

[9] 何整杰,李震彪,梁盼望.输电线温度及载流量的 ANSYS 计算方法[J].浙江电力,2010,29(8):1-5.

[10] 肖凯,刘永斗,李鹏云,等.架空导线径向温度场的数值模拟[J].武汉理工大学学报,2015,37(4):65-70.

[11] LINDBERG E. The overhead line sag dependence on weather parameters and line current [D]. Uppsala University: Uppsala, 2011.

[12] 袁永毅,孙廷玺.影响钢芯铝绞线允许载流量的因素[J].电力安全技术,2001,3(5):19-21.

[13] 张猛,张玉莹,赵桂峰,等.考虑温度场的架空钢芯铝绞线线股应力研究[J].郑州大学学报(工学版),2018,39(4):7-11.

[14] IEEE Power Engineering Society. IEEE standard for calculating the current-temperature relationship of bare overhead conductors [S].New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2013.

[15] 唐科,文武,丁俊杰,等.基于有限元法的电缆接头温度场仿真[J].电力建设,2016,37(2):145-150.

[16] 梁任. 架空导线运行温度及载流量的数值模拟分析 [D].郑州:郑州大学,2017.

Study on Radial Temperature Distribution and Maximum Ampacity
of Overhead Conductors

ZHANG Meng, LIANG Ren, ZHAO Guifeng

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The commonly used conductor LGJ300/50 and LGJ400/35 were taken as examples. The radial temperature distribution of overhead conductors, sensitivity of influence factors of overhead conductor temperature and the influence of radial temperature difference on the allowable current carrying capacity of conductors were analyzed based on the conductor steady-state heat balance equation, the IEEE 738-2012 standard and the ANSYS software. The air gap within the conductor and the actual contact between the strands were considered during analysis. The results showed that there was a radial temperature field when the conductor was running. The temperature difference could reach 4~10 ℃. The conductor temperature has a high sensitivity when the wind speed was 0~3 m/s and the wind direction angle was 0~45°. The radial temperature difference had a great influence on the allowable current carrying capacity of the wire, and the degree of influence could reach over 10%. The definition of allowable temperature limit of conductor had a great influence on the allowable ampacity of the conductor. It was suggested that the allowable temperature limit should be understood as the average temperature of the conductor.

Key words: overhead conductors; radial temperature difference; sensitivity analysis; allowable temperature; allowable ampacity