

高寒地区 110 kV 城网中提高导线允许温度的可行性研究

张海峰¹, 李钊年¹, 沈权海²

(1. 青海大学水电系, 青海 西宁 810016; 2. 青海电力公司, 青海 西宁 810000)

摘要: 随着电网密度逐渐增大, 新建线路走廊日益紧张, 提高导线允许温度, 可充分发掘大量现有线路的输送能力, 节约新建线路数量或降低新建线路的投资造价。文中针对高寒地区特殊的气象条件, 研究了 110 kV 城网中提高导线温度的可行性。线路试运行结果表明, 将导线允许温度从 70 提高到 80 时, 除部分配套金具不能满足要求外, 其余均能安全运行。

关键词: 高寒地区; 导线允许温度; 输送容量

中图分类号: TM85 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)20-0067-03

0 引言

由于用户用电需求的不断增长, 需要输配电网网络输送更多的电力以满足用电的需求, 按传统的技术, 只有依靠增加输配电线路来增加电网的输电能力。但是, 由于线路走廊资源的日益紧张、走廊占地压力的不断加大, 新建输电线路显得越来越困难, 由于输电线路的输电容量已接近上限, 发电机的发电容量大于输电线所能输送的容量, 这成为制约送配电能力的一个瓶颈。为了解决对输电容量的需求持续增长与建设新线路困难的矛盾, 应将更多的注意力从电网的扩张转移到挖掘现有网络的潜力上, 从而提高输电网络的输送能力。

适当提高现行规范规定的导线允许温度, 则可以增大载流量, 从而在不改变线路结构的情况下提高线路正常输送能力。另外, 对于新设计的线路, 采用较高的发热允许温度有利于降低成本, 节省投资。

西宁地区在冬季时的负荷明显高于其他季节的负荷, 负荷处在峰值状态, 而现有输电线路的输送能力已经不能满足电力需求增长的需要。所以, 将导线的允许温度从 70 提高到 80, 可以充分挖掘现有线路的输电潜力, 提高线路的稳定载流量, 对充分利用已建线路输送容量和降低新建线路投资, 顺利实现 110 kV 城网“迎峰过冬”具有现实的经济意义。

本文选取西宁 110 kV 城网中应用较多的两种导线 LGJ185/30 和 LGJ240/40, 对影响线路导线载流量的一些因素进行了分析, 对线路在高寒地区气象条件下的导线载流量进行了修正, 从而达到了提高线路输送容量的目的。

基金项目: 青海电力公司资助项目

1 导线载流量的计算模型

输电线的热容模型以线路的热平衡方程为基础建立。由于 IEEE738-1993 标准中考虑的因素全面, 因而文中的分析均基于此标准。IEEE738-1993 标准^[1]所提出的导线载流量由下面的稳态热容方程 (1) 得出, 其中 q_c 、 q_r 、 q_s 的具体计算公式可详见标准, 在此仅将在分析时要用到的算式列出, 其它不做赘述。

$$q_c + q_r = q_s + I^2 R(T_c) \quad (1)$$

式中: q_c 为导线对流散热, q_r 为导线辐射散热, q_s 为导线日照吸热, I 为导线电流值, $R(T_c)$ 为导线在温度 T_c 时的交流电阻值。

导线和外界环境时时刻刻都在发生着热量的交换, 如果输电线路的电流和外界环境均不发生变化, 则系统达到稳态平衡, 此时可由方程 (1) 得出导体稳定导线载流量计算式为

$$I = \sqrt{\frac{q_c + q_r - q_s}{R(T_c)}} \quad (2)$$

其中包含辐射系数和吸热系数 (由导线的陈旧程度决定)、风速、日照、环境温度、导线允许温度、海拔等因素都对导线载流量产生影响, 且影响程度各不相同。下面分别研究不同风速、环境温度、导线允许温度时两种导线载流量的变化情况。

2 影响导线载流量因素分析

2.1 各国导线载流量计算的边界条件

目前, 大部分国家均按照自己国家的自然环境, 取用不同的风速、日照、气温和导线允许温度等边界条件, 对导线载流量计算结果影响比较大, 世界主要国家所取边界条件如表 1 所示^[2]。

在本项目中,根据由青海地理^[3]和西宁气象局获得的西宁地区的气象条件为:海拔 2 275 m;纬度北纬 36°34'13";年平均风速 1.1~5 m/s;冬季最高气温 31℃;冬季平均气温 7℃。

表 1 世界主要国家所取边界条件

Tab 1 Terminal condition of main countries in the world

边界条件	中国	日本	法国	印尼	美国	IEC
环境温度 / °C	35			35		
风速 /m · s ⁻¹	0.5	0.5	1.0	0.5	0.61	1.0
日照强度 /W · m ⁻²	1 000	1 000	900	1 250		900
吸热系数	0.9	0.9	0.5		0.5	0.5
辐射系数	0.9	0.9	0.6		0.5	0.6
导线温度 / °C	70	90	85	75	90	

据此,按如下条件选取边界条件:环境温度 35℃;风速 1 m/s;日照强度 1 000 W/m²;吸热系数 0.9(旧线)和 0.5(新线);辐射系数 0.9(旧线)和 0.5(新线)。

2.2 风速对导线载流量的影响

当导线温度为 70℃时,风速从 0.1 m/s变化到 5 m/s时,导线载流量的变化如图 1 所示。

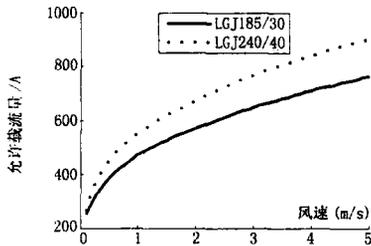


图 1 风速对导线载流量的影响曲线

Fig 1 The impact of conductor's current capacity on wind velocity

表 2 风速与导线载流量的关系

Tab 2 The impact of conductor's current capacity on wind velocity

风速 / m · s ⁻¹	最高允许 温度 / °C	导线载流量 /A		载流增量 / (%)	
		185 mm ²	240 mm ²	185 mm ²	240 mm ²
=0.5 =0.5时					
0.5	70.0	407.0	478.2		
1.0	70.0	483.2	567.8	18.7	18.7
0.5	80.0	469.7	553.1		
1.0	80.0	553.5	651.6	17.8	17.8
=0.9 =0.9时					
0.5	70.0	398.3	467.2		
1.0	70.0	471.2	552.6	18.3	18.3
0.5	80.0	472.8	557.0		
1.0	80.0	552.3	650.1	16.8	16.8

从图 1 可见,随着风速的增加,导线载流量也随之增加。对于辐射系数与吸热系数不同的两种导线而言(旧线与新线),在允许温度为 70℃和 80℃时,

当风速从 0.5 m/s变为 1 m/s时,旧线的导线载流量分别提高 18.3%和 16.8%,新线的导线载流量分别提高 18.7%和 17.8%。而对于不同截面的导线,其导线载流量的提高比例是相同的,如表 2 所示。

2.3 环境温度对导线载流量的影响

当导线温度为 70℃时,环境温度从 -30℃变化到 40℃时,导线载流量的变化如图 2 所示。

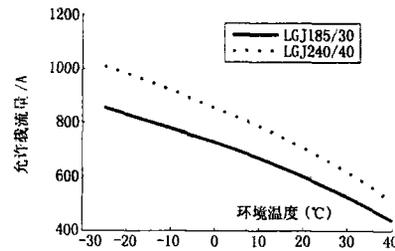


图 2 环境温度对导线载流量的影响曲线

Fig 2 Impact of conductor's current capacity on ambient temperature

从图 2 可见,随着环境温度的增加,导线载流量逐渐减小。对于旧线与新线而言,在允许温度为 70℃和 80℃时,当环境温度从 40℃降低为 35℃时,旧线导线载流量分别提高 11%和 7.5%,新线导线载流量分别提高 9.7%和 6.9%。而对于不同截面的导线,其导线载流量的提高比例大致相同,如表 3 所示。

表 3 环境温度与导线载流量的关系

Tab 3 Impact of conductor's current capacity on ambient temperature

环境温度 / °C	最高允许 温度 / °C	导线载流量 /A		载流增量 / (%)	
		185 mm ²	240 mm ²	185 mm ²	240 mm ²
=0.5 =0.5时					
35.0	70.0	488.9	574.9	9.6	9.7
40.0	70.0	446.2	524.2		
35.0	80.0	558.4	657.6	6.9	6.9
40.0	80.0	522.6	615.2		
=0.9 =0.9时					
35.0	70.0	481.6	565.8	10.9	11.2
40.0	70.0	434.1	508.9		
35.0	80.0	561.0	660.9	7.5	7.5
40.0	80.0	522.1	614.6		

2.4 导线允许温度对导线载流量的影响

当导线允许温度从 70℃变化到 80℃时,导线载流量的变化如图 3 所示。

从图 3 可见,随着导线允许温度的增加,导线载流量增加显著。

对于旧线与新线而言,当导线允许温度从 70℃提高到 80℃时,旧线导线载流量分别提高 16.5%和 16.8%,新线导线载流量分别提高 14.2%和

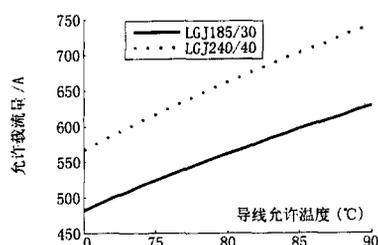


图 3 导线允许温度对导线载流量的影响曲线

Fig 3 Impact of conductor's current capacity on allowable conductor temperature

14.4%。而导线截面越大,其导线载流量的提高也越多,如表 4 所示。

表 4 导线允许温度与导线载流量的关系

Tab 4 Impact of conductor's current capacity on allowable conductor temperature

最高允许温度 / °C	导线载流量 / A		载流增量 / (%)	
	185 mm ²	240 mm ²	185 mm ²	240 mm ²
=0.5 时				
70.0	488.9	574.9		
80.0	558.4	657.6	14.2	14.4
=0.9 时				
70.0	481.6	565.8		
80.0	561.0	660.9	16.5	16.8

3 经济效益分析

研究表明,将允许温度从 70 提高到 80 时,线损略有增加,输送的有功功率可增加 15%左右。随着电网密度逐渐增大,新建线路走廊日益紧张,提高导线允许温度,可充分发掘大量现有线路的输送能力,节约新建线路数量或降低新建线路的投资造价,其生产的经济和社会效益是明显的。西宁市日供电 130 万 kW,每年的用电量为 114 亿 kWh,如城网按供电量增加 5% 计,则 1 年可增加供电量 5.7 亿 kWh,1 kWh 按 0.25 元计,则可增加经济效益 14250 万元。

4 提高导线允许温度的有关问题

允许温度的制定是根据线路强度损失和永久性弧垂的要求来制定的。因而,提高导线发热允许温度要解决 3 个问题: 线路机械强度是否允许; 线路弧垂如何变化; 经济效益如何。前 2 个问题直接决定能否提高导线发热运行温度,第 3 个问题涉及到如何合理利用电力资源。

国内外的研究^[2,4~6]表明,将导线温度从 70 提高到 80 后:线路机械强度略有下降,但仍可满足规程要求;导线综合拉断能力不低于计算拉断力,可满足实用要求;500 m 档距线路弧垂增加不超过

0.55 m;导线配套金具的机电性能符合标准要求。导线允许温度提高到 80 后会造成弧垂增加,只有极少数杆塔需要加高,对大量线路的投资总额影响不大,增加的投资与多输送的功率获得的收益相比是很少的。

5 结论

2005 年冬季,西宁 110 kV 城网中的 6 条线路在此研究的基础上进行了试运行。运行结果表明,在高寒地区气象条件下,将导线允许温度从 70 提高到 80 时,对不能满足要求的小部分配套金具进行更换后,所有 6 条线路均能安全运行。这将有助于缓解高寒地区 110 kV 城网“迎峰过冬”的燃眉之急,为更好地解决高寒地区电力输送能力不足的“瓶颈”问题提供理论依据和运行经验。所得结论也可用于相似气象条件下的高寒地区。

参考文献:

- [1] IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors[S].
- [2] 叶鸿声,龚大卫,黄伟中,等.提高导线允许温度的可行性研究和工程实施[J].电力建设,2004,25(9):1-7.
YE Hong-sheng, GONG Da-wei, HUANG Wei-zhong, et al. Feasibility Study on Increasing Conductor Allowable Temperature and Engineering Practice[J]. Electric Power Construction, 2004, 25(9): 1-7.
- [3] 张忠孝.青海地理[M].西宁:青海人民出版社,2004.
ZHANG Zhong-xiao. Qinghai Geography[M]. Xining: Qinghai People Press, 2004.
- [4] 杨鹏,房鑫炎.采用 DTCR 模型提高输电线输送容量[J].华东电力,2005,33(3):11-14.
YANG Peng, FANG Xin-yan. Increasing Transmission Line Capacity by DTCR Model[J]. East China Electric Power, 2005, 33(3): 11-14.
- [5] 刘长青,刘胜春,陈永虎,等.提高导线发热允许温度的试验研究[J].电力建设,2003,24(8):24-26.
LU Chang-qing, LU Sheng-chun, CHEN Yong-hu, et al. Test and Study on Increasing Allowable Temperature for Conductor Heating[J]. Electric Power Construction, 2003, 24(8): 24-26.
- [6] 叶鸿声.高压输电线路导线载流量计算的探讨[J].电力建设,2000,(12):23-26.
YE Hong-sheng. Inquire into Calculation of Conductor Current Carrying Ampacity on HV Transmission Line[J]. Electric Power Construction, 2000, (12): 23-26.

(下转第 86 页 continued on page 86)

with Neural Network Controller [J]. *Electrician Technology*, 2000, 15(1): 57-60.

力滤波器; E-mail: wangwei6219382@sohu.com

周林(1961-),男,博士,教授,硕士生导师,从事FACTS装置及电网谐波治理研究;

徐明(1983-),男,硕士研究生,研究方向为有源电力滤波器。

收稿日期: 2006-03-13; 修回日期: 2006-04-25

作者简介:

王伟(1981-),男,硕士研究生,研究方向为有源电

Control methods of active power filter

WANG Wei, ZHOU Lin, XU Ming

(The Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology Education Ministry,
Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Harmonic pollution becomes more and more serious. Active power filter (APF) is an important equipment to compensate harmonic and reactive currents in power systems and its control method has a great influence on its performance. So many control methods of APF were presented. This paper introduces briefly about several control methods used by APF, covering the one-cycle control, hysteresis current control, space vector control, dead-beat control, sliding mode control, repetitive control, predicted control, fuzzy control, adaptive control, iterative learning control, passivity based control, artificial neural network control and so on. The comparison and analysis indicate their individual advantages and disadvantages. The improved ways and control methods are proposed.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China (No. 60172009), Scientific Research Project of Chongqing (No. 7952), and the "Chunhui Project" of State Education Ministry of China (No. 20033589-13).

Key words: one-cycle control; passivity based control; active power filter

(上接第 69 页 continued from page 69)

张海峰(1977-),男,硕士,讲师,研究方向为电能质量分析及电力电子在电力系统中的应用。E-mail: zhfzhang@163.com

收稿日期: 2006-04-12; 修回日期: 2006-05-22

作者简介:

Feasibility study of 110 kV urban network on increasing conductor allowable temperature in alpine-cold region

ZHANG Hai-feng¹, LI Zhao-nian¹, SHEN Quan-hai²

(1. Hydroelectric Department, Qinghai University, Xining 810016, China;

2. Qinghai Elect Power Company, Xining 810000, China)

Abstract: With the density increasing of urban networks, transmission line corridor is decreasing rapidly, increasing conductor allowable temperature could tap the transmission capacity potential of many existing lines sufficiently and reduce the number of new lines or reduce the cost of new lines. In particular alpine-cold meteorologic condition, feasibility of increasing conductor allowable temperature in 110kV urban networks is studied. The test running results show that networks could operate safely except that a few hardware fittings could not meet the demand when conductor allowable temperature is increased from 70 degree Celsius to 80 degree Celsius.

Key words: alpine-cold region; conductor allowable temperature; transmission capacity

(上接第 75 页 continued from page 75)

Preliminary study on the mode of electricity e-commerce

LU Zhen-wei

(Xi'an Electricity Power Supply Bureau, Xi'an 710041, China)

Abstract: The paper puts forward a kind of electricity electronic commerce mode frame in order to realize the electronic service providing, the automatic measurement of electric meter, the automatic transmission of electricity information, the automatic calculation of electric charge and the automatic collection of electric charge, the automatic calculation of electric power fee and the automatic collection of electric power fee and to realize the whole electrification of electric service trade, using the present electricity network and communication network. It is a complete, feasible electricity e-commerce mode.

Key words: electric charge; electric power fee; e-commerce