（介绍问题背景）

输电线路是高效、快捷的能源输送通道，是电网安全运行的关键环节，截至 2017 年底，中国 110 kV 及以上的输电线路长度已达 9.87×105km。随着用 电需求的急剧增加和可再生能源的大量接入，负荷 集中地区如长江三角洲、珠江三角洲以及新能源发 电集中送出地区电网“ 卡脖子”问题突出，提升输电 系统的传输能力已成为亟待解决的重要课题［1-3］。考虑到负荷曲线的波动性和可再生能源的间歇性，输电线路增容往往不需要全天候运行［4］，通过新建 输电线路来提升电网传输能力不仅周期长、投资大，而且会带来环境污染问题。（侯）

目前解决电力供不应求问题的主要方法为动态增容技术(dynamic line rating， DLR），即根据环境变化随时间动态调整输电线路容量的方法，该方法的动态性体现在它是一个时变值，并基于早期发展的热方程理论来确定。

DLR方法中最重要的两类包括：环境调节式DLR(简记为AA-DLR)和实时监测式DLR（简记为RTM-DLR)。（侯）输电线路动态增容技术可以在保证安全的前提下显著提高输电线路的输送能力，整合可再生能源，有效解决局部电网 “卡脖子”问题，具有很好的应用前景。

物理模型的构建主要基于输电线路稳态和暂态热平衡方程，典型的有 IEEE 模型、CIGRE模型、IEC 模型以及有限元模型等。物理模型原理简单，可以根据输入参数对线路限额进行实时的计算或预测，但是难以涵盖线路所有影响因素，如降雨对线路冷却效果的影响。物理模型中的某些参数难以准确获取，如导线表面辐射系数和吸热系数与导线新旧程度和表面污秽程度有关，其数值往往基于经验判断。改进物理模型的一种方法是通过在模型中考虑被忽略的影响因素进行补充，如考虑了降水冷却效果的扩展CIGRE 模型。（侯）

输电线路动态增容技术的实现依托于输电线路关键状态信息的采集，包括环境信息和导线状态信息，如环境温度、光照强度、风速风向、导线温度、导线弧垂等。通过在输电线路上安装各类状态监测装置来实时采集输电线路环境和导线状态信息，然后通过无线通信技术将采集的数据发送到数据中心进行处理和展示。（侯）

模型建立与求解

利用灰色预测模型对最大载流量进行预估

灰色预测是对既含有已知信息又含有不确定信息的系统进行预测，就是对在一定范围内变化的、与时间有关的灰色过程进行预测。 对原始数据通常进行累加处理来寻找系统变动的规律，并生成有较强规律性的数据序列，然后建立相应的微分方程模型，从而预测事物未来发展趋势的状况。

在本题中，因为没有给出具体的用电量变化情况，最大载流量中含有较多的未知因素。为了对最大载流量进行估计，我们采用灰色预测模型。由于电流的变化具有周期性，选择前13个月的幅值电流作为灰色预测的序列，它们中包含了同样因为用电量增加而引起的载流量增大的部分信息。使用灰色预测模型对最大载流量进行预测，可以预知8月15日因用电量增加而需要增加的载流量，进而预知合理的动态增容量。

首先进行准指数规律的检验，以验证数据可以进行灰色预测。根据前13个月的幅值载流量数据，光滑比小于0.5的数据占比是 83.33333333333334%（>50%）。除去前两个时期外，光滑比小于0.5的数据占比是 100.0 %（>90%），满足灰色预测的条件，因此所选数据可以进行灰色预测。

进行灰色预测的结果如下图所示：

（灰色预测图）

灰色预测的结果如下表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 灰色预测模型 | 传统GM11灰色预测模型 | 新GM11灰色预测模型 | 新陈代谢GM11灰色预测模型 |
| 预测的最大载流量[A] | 391.42 | 397.62 | 403.91 |

：

根据最大载流量可以计算出需要的动态增容量。对于实际的动态增容过程，主站根据现场检测到的环境温度、湿度、风速、日照和导线温度等参数计算出导线的最大载流量以及线路的隐性容量，并结合线路的实际载流量、额定载流量实时绘制出线路的载流量曲线的实时对比图。同时为了保证线路的安全，现场采集导线弧垂参数保证线路安全。（周赞东）