

新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景探讨

周 剑

水发清洁能源股份有限公司 山东济南 250109

摘要: 我国电力供需矛盾日趋严重, 而传统的能源发电所带来的环保问题也越来越多, 采用新能源风力发电技术已成为必然趋势。本文首先介绍了风力发电技术现存问题以及新能源风力发电技术, 重点阐述新能源风力发电系统中自适应控制技术及应用及未来前景。

关键词: 新能源发电; 风力发电; 自适应控制技术

Application and future prospect of adaptive control technology in new energy wind power generation system

Jian Zhou

Shuifa Clean Energy Co., Ltd. Jinan, Shandong 250109

Abstract: The contradiction between the supply and demand of electric power is becoming more and more serious in our country, while traditional energy generation brings more and more environmental problems, and new energy wind power technology has become an inevitable tendency. This paper first introduces the existing problems of wind power generation technology and new energy wind power generation technology, focusing on the application of adaptive control technology in new energy wind power generation systems and its future prospects.

Key words: new energy power generation; wind power generation; adaptive control technology

引言

我国是一个工业制造的大国, 是能源消耗较多的国家之一。在全球变暖的背景下, 自适应控制技术将被广泛地应用于风力发电的各个领域, 为“智能电网”的建设提供了有力的支撑。随着大规模城市群的迅速发展, 同时, 我国的供电差距也在逐年增加。在能源短缺的形势下, 新能源风力发电得到了空前的关注, 在过去 20 多年的高速发展中, 风力发电已经具备了一定的规模, 同时, 其发电成本以及对环境的极低污染, 都优于传统能源发电。新能源风力发电在今后的发展中将占据主导地位, 并对我国的经济起到很大的促进作用。我国虽然对风电进行了大量的投资, 但是由于风力发电场的面积大、风速随机性等因素, 使得风力发电机组的控制系统中仍有许多问题。本文所提出的风力发电系统引入自适应控制技术, 将会获得显著的控制效果。

一、风力发电技术现存问题

1. 风力资源分布不平衡

根据我国风力资源的实际情况, 西北、东南沿海地区的风力资源相对丰富, 而其他地区的风能资源相对匮乏。如果某个地区的风能资源比较充裕, 那么就可以利

用风力发电, 从而加速新能源的发展, 给企业、社会和环境带来更多的利益。然而其他地区在风电技术上没有取得突破性进展, 因此他们把注意力放在其他的能源上, 从而制约技术的发展。为了解决长距离输电的问题, 必须加大投资, 大量引进专业技术人员, 建立先进的风力发电设备, 使能源紧缺的地区能够发展风力发电, 从而带动区域的经济发展。

2. 风力产业结构有待优化

随着风力技术的不断发展, 风力机组的机组容量得到了较大的提高, 但风力产业结构还没有得到最大限度的优化。目前, 虽然在零件元件生产及产品创新等各个方面都取得了重大的突破, 但关键零部件的生产技术还不够成熟。我国风力装备的自主研发水平还不高, 还没有形成一个完整的行业体系, 这就造成了我国风力行业现有的大部分技术都是从国外引进的, 从而制约了风力技术的发展。因此必须加强对企业的管理, 科学地进行管理, 建立健全的行业运行规范, 以保证风力发电市场的正常运行, 促进风力发电产业的可持续发展。

3. 发电机组安全性能有待提升

目前, 我国政府、企业都对风力发电技术进行了较多的研究, 但对其安全性的重视不够, 这使得它在使用

中无法充分保障其安全、稳定,并且存在着很大的安全风险。在风力发电系统中发电机组是一个非常关键的组成部分,它的工作效率和稳定程度直接影响到整个系统的工作效率。但是,由于我国在电力企业和发电技术推广方面的努力还不够完善,没有进行科学、合理的技术改造,从而影响到发电机组的安全,造成机组事故频繁发生,使得其安全和稳定性相对低下,对新能源行业的可持续发展受到一定的制约影响。为了使风电机组的安全运行得到最大程度的保证,使运行更加稳定,必须加强对发电机组的技术管理,加强对机组的安全检查,使机组的运行完全符合相应的安全标准。

二、新能源风力发电技术探究

近几年来人们对风能愈加重视,风力发电技术发展迅猛。风力发电投资成本继续下降,与其他发电项目相比,它的建设周期较短,通常一到两年就能建成使用。大力开发和应用风力发电技术,可以有效地降低矿物能源的消耗,并有效地解决传统能源对环境的影响。新能源时代风力发电技术正在逐步发生变革,风力发电控制技术是将风能转换成机械能再转换成电能的关键技术。风功率密度直接关系到风力发电机组的功率,所以在风力发电系统中采用能量控制技术是非常有必要的。在靠近风力机组的地方风能较少的情况下,为了提高风电机组的发电能力,应尽可能增大风电机组的吸收能力。当风力机组周围的风量过大时,为了避免系统超载,保证设备的安全、稳定,必须减小风电机组的整体强度和功率,减小机组捕获风力的能力。风力发电机组的齿轮箱设计、在线振动检测、润滑技术、功率调整等技术是风力发电技术发展的新方向。

1. 齿轮箱设计

随着风电装机容量的不断增大和运行周期的不断延长,风电机组的失效现象逐渐增多,特别是在机械轴承部位,极易发生异常,这对风电机组的整体安全运行有很大的影响。轴承是齿轮箱中的关键部件,当它发生故障时,就必然导致传动系统故障,齿轮箱工作时,轴承可以支撑零部件的旋转,降低运行时的摩擦力。国外许多公司的齿轮箱轴承技术都很先进,其使用寿命也相对较长,而我国的厂商也在研发有关的技术,对整个产业的发展都是有益的。目前国内正在进行相关的技术和理论,以提升生产的质量与水准。另外,要想知道变速箱的状况,首先要知道轴承的寿命,如果轴承坏了,需要马上进行更换,避免在轴承失效后影响变速箱出现问题。此外,润滑油的温度、黏度等因素也会影响轴承的正常工作。如果使用环境不清洁,也会污染轴承,从而影响到轴承的工作。

2. 在线振动检测

由于风电机组的工作特点,通常需要采取一些特别的方法来进行检测,风力发电机组的在线振动检测与分

析是十分必要的。风力发电机组的在线振动检测技术是对其进行实时监测的一种重要技术,它需要对其关键部件的振动频率和峰值进行实时检测。研制和设计能够实时检测风力发电的运行状态的风力发电机组振动系统,能对数据进行有效的分析和故障排除,该一数据采集包括在多个地点设置的测控设备,在某些重要部位设置数据采集设备,并与计算机相连,实现云计算的应用。通过对大量的数据进行分析,进行分析能力的改进,在采用计算机进行数据服务器的管理和检查,安装几个监测软件对故障进行安全检查。其工作原理是在风力发电机的关键部位安装测试仪,其关键部分包括主轴轴承、齿轮箱、发电机等。实时监控关键部件的振动,并根据其振幅来判断其工作状况,维修人员可以根据不同的技术方法,对数据进行对比和分析,发现有问题的部分,立即进行检修,从而实现准确的故障诊断,延长设备的持续运行,使测试手段更加便利,效率更高,通过这种技术可以有效地防止和降低风电机组的重大事故,从而使风电机组的运行更加安全。

3. 润滑技术

风力发电设备润滑技术是风力发电机组的关键,润滑系统能有效地提高风力发电设备的工作效率。一般而言,在风力发电设备中,不同轴承使用的润滑油类型也不一样,必须严格区分加脂设备,严禁混合,加脂数量要严格按照有关维修规范,“少量多次”,不得任意改变加注量。在注油之前,必须对注油孔和排油孔进行认真的检查,若有油孔阻塞,应将有关的轴承零件拆除,处理完毕后再开始油脂加注工作,并控制润滑油的品质,以确保其工作正常,最大限度地延长其使用寿命。

4. 功率调整技术

目前国内风力发电系统多采用变桨距控制技术,而变桨距控制主要是通过设定俯仰角来调节风力的输出。采用空气动力学原理,在高速条件下,通过调节桨叶节距,调节叶片与气流的攻角,确保风力发电系统的功率稳定输出。另外,采用变桨距调整模式后,机组的动力输出功率比较平稳,机组设备受阵风影响也比较小,因此可以减轻整个系统的重量。但是变桨距机构需要能够迅速地响应阵风,减小其对功率的影响,这就使得变桨距机构的控制系统更为复杂。另外,采用定桨距失速控制技术,使叶片与轮毂相结合具有一定的刚性,然后通过焊接来实现,采用恒定变桨支架,保证风力发电的稳定,同时利用这种技术根据周围的风速,调整风力机的输出功率。

三、自适应控制技术的应用

风力发电机组设备是一个综合的、复杂的系统,任何一个子系统的故障都会对整个系统的运行造成严重的影响。综合控制系统能够根据不同的风速,实现对电网的自动进出和切断;在电网突发故障时,能保证设备的

正常运行; 保证对各节点的负荷、风况、工况运行情况进行全面的监测和记录, 对异常情况进行自动识别和启动防护; 由于风力发电机组的分布比较分散, 因此必须具备远程 DCS 通信功能, 以达到远距离的实时操作。风力发电机组的风能特性具有时变性和随机性, 因此很难建立一个合理的、行之有效的动态数据模型。为了保证系统的最佳运行, 能够有效地捕获风能, 减小不确定性的影响, 下面分析了将自适应控制方案应用于综合控制系统的两个环节, 根据外部环境的变化进行相应的调节, 从而提高发电的利用率。

1. 在风力涡轮输出功率 P 和发电机转速 ω 、风速 V 之间建立自适应机制

随着风速的变化, 还改变了风力涡轮机的输出功率 P 与发电机转速 ω 的关系。当风速 V 是某个恒定值时, 发电机的速度 ω 一定会有一个特定的 ω_1 , 从而使涡轮机的输出功率 P 达到最大值 P_{\max} 。在实际生产中, 风速保持在稳定的水平是理想化的, 风速往往动态变化, 因此在风力作用下, 最大值 P_{\max} 就会发生动态漂移。当风速改变后, 若 P_{\max} 不变, 则需要对发电机的转速 ω 进行调节。由于三种控制之间存在着非线性关系, 使得 PID 控制器和模糊控制的调节过程十分复杂, 难以获得最佳的控制效果。

在风场干扰因素发生改变时, 加入自适应控制器, 可动态、持续地预测被控设备的参数。同时, 线性化模块采用事先的反馈估计方法, 可以有效地克服被控制装置的非线性, 并对其进行自适应调整, 以获得最大功率 P_{\max} , 使整个系统获得最优的发电效率。

2. 在发电机的输出功率 P 和变桨距系统的攻角 θ 之间建立自适应机制

变桨距系统可以有效地调节叶片和气流的攻角, 改善风能转化效率, 对发电机组的输出功率进行有效的控制, 在急需机组停止运行时, 可实现空气动力制动。风电机组相对于传统的火力、水力发电而言, 风能对其产生的影响很大, 其操作环节的不确定性也很大。在此过程中, 只增加 PID 控制器, 其工作稳定性好, 结构简单, 但是由于风力发电系统的设置和干扰值比较高, 且具有实时、动态、静态的特点, 使得系统的鲁棒性和控制稳定性难以得到较好的解决。此外, 单独的模糊控制具有很好的自适应性和平稳过渡的优势, 但是在克服静态误差方面比较薄弱。

结合上述两种方法的优点和不足, 提出一种基于模糊自适应 PID 控制方案。该方法的基本思路是将系统性能指标、初始值、耦合度等先验知识与已有的模糊推理规则相结合, 从而自动调整和优化 PID 参数。采用此控制器后, 风电机组的功率 P 较以往相同工况下有明显的提高。

四、未来前景

我国是全球每年耗能最多的国家, 因此节约能源、减少排放、使用低碳绿色清洁的能源是非常重要的。然而, 风力发电厂所处的地域辽阔, 人口稀少, 风况监测、机组参数优化控制等问题十分突出。风力发电机组是一种具有较大规模、较强风速干扰的非线性系统, 必须精确掌握其平衡点的位置, 并根据来流风速的不同, 对其进行适当的调节。

针对传统的风力发电机组控制方式, 在转速、电流控制等方面都有一定的缺陷, 在风力发电系统控制中采用了自适应控制技术, 并获得了良好的控制效果。采用自适应技术时, 应密切关注工艺参数的变动。根据感知系统参数的变化, 对控制参数进行实时调节, 从而建立了一个科学、实用的系统模型, 以达到控制系统的目的。这种系统的模型构造比较复杂, 为了保证跟踪的有效性, 必须建立具有较高性能的电动变桨自适应控制系统。通过将自适应引入到控制系统中, 能够更好地控制系统的动态、静态速度, 减少输出电流的脉动, 延长风力机组的使用寿命。在控制系统中, 增加智能控制是推动能源清洁、多元化的重要保障, 同时还是加强系统自我修复和有效应对突发事件的关键因素, 该技术将在风力发电行业中得到广泛的应用, 为我国“智能电网”的发展奠定了坚实的基础。

五、结束语

总之, 随着我国经济的可持续发展, 风电技术在我国的发展中有着巨大的发展空间, 所以必须加强技术的创新与应用, 进一步提高风力发电的综合利用效率, 保证风力发电的整体效益, 促进新能源风电产业的持续稳定发展。在风力机组运行过程中, 由于风速的变化, 需要对风电机组的自动控制进行持续的优化, 传统的自动控制技术已无法适应目前的要求, 采用自适应控制技术, 通过对风电机组进行最优控制, 可以有效地提高其发电效率。

参考文献:

- [1] 覃盛琼, 程朗, 何占启, 陈少罕. 风力发电系统研究与应用前景综述 [J]. 机械设计, 2021, 38(08): 1-8.
- [2] 王超. 风力发电机及风力发电控制技术 [J]. 湖北农机化, 2020(18): 33-34.
- [3] 鲁民, 李冰皓. 新能源风力发电系统中自适应控制技术的应用及未来前景探讨 [J]. 时代农机, 2020, 47(06): 81-82+84.
- [4] 冯士睿. 风力发电场自启动及运行控制技术研究 [D]. 东南大学, 2017.
- [5] 陈家伟, 陈杰, 陈冉, 陈志辉, 龚春英, 严仰光. 变速风力发电机组自适应模糊控制技术 [J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(21): 93-101.