

新型电力系统场景下抽水蓄能的应用探讨

鞠新成

国家能源集团新疆吉林台水电开发有限公司 新疆 伊犁州尼勒克县 835000

摘要: 抽水蓄能技术的必要性、经济可行性以及政策支持(电价政策)是抽水蓄能健康可持续发展的核心问题。传统的发展理论已无法满足当前实践需求,因此有必要发展创新抽水蓄能发展理论。本文深入分析了电力工业新发展、电力系统的新特点以及抽水蓄能的技术特征,准确把握电网和各类电源特性,以确立抽水蓄能的本质功能,为建立更为科学的抽水蓄能发展理论提供参考。

关键词: 新型电力系统场景;抽水蓄能;应用

前言

随着公众对抽水蓄能电站理解的深化,对其综合利用的需求也在逐步提升。特别是在我国的干旱半干旱地区,对抽水蓄能电站的综合利用需求尤为显著。本文将就建设综合利用抽水蓄能电站的一些关键议题进行初步探讨,以确保我们以严谨、稳重、理性和官方的态度来对待这一问题。

1 新型电力系统发展趋势

在碳达峰、碳中和的目标推动下,传统电力系统正在经历一场以新能源为主体的新型电力系统的跨越式升级。这种新型电力系统是清洁低碳、安全高效能源体系的重要组成部分,其基本特征包括清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好以及开放互动。随着新能源在新型电力系统中的占比大幅提升,无论在装机容量还是发电量上,都将具有巨大的增长空间。然而,随着新能源的大规模并网以及电力电子设备的广泛应用,电力系统的技术基础、控制基础和运行机理都将发生深刻变化,这带来了更大的复杂性和不确定性,使得电力电量平衡、安全稳定控制等问题面临前所未有的挑战。因此,构建新型电力系统的主要任务是以新能源供给为主体,增强系统的调节能力,保障电网的安全稳定运行和可靠供电。

2 抽水蓄能资源潜力分析

抽水蓄能资源的开发利用涉及四种资源属性概念:本身的资源属性、可利用的资源属性、水库资源属性和站址的资源属性。

2.1 抽水蓄能资源属性

抽水蓄能作为一种二次利用资源或伴生经济资源,虽然消耗了一定量的能源资源,但其作用在于优化能源资源的利用,从而产生更高的系统能源资源利用的经济价值。

2.2 抽水蓄能可利用资源

相较于常规水电站主要利用水能资源,抽水蓄能电站

具有更广泛的应用。它不仅利用水能资源,还在泵工况下利用电能资源。抽水蓄能电站的利用资源主要取决于发电与用电之间存在的品质差和保证率。因此,抽水蓄能电站具有更大的灵活性和适应性,能够更好地满足电力系统的需要。

2.3 水库资源属性

抽水蓄能电站的开发建设需要至少两座水库,其中一座为上水库,另一座为下水库。通过电站的抽水和发电工况,上、下水库联合起来实现水资源的循环利用。在这个过程中,水资源被用作介质,实现了电能的存储和利用。这种利用方式体现了电站的严谨、稳重、理性和官方的特点。

2.4 抽水蓄能电站站址资源

抽水蓄能电站的站址资源是可选的,因此存在多个潜在的站点。然而,选择一个合适的站址需要满足多种条件,包括地理位置、水头、地形地质、环境以及水库淹没等因素。此外,站址的选择还受到外部环境因素的影响,没有固定的边界条件。由于外部环境的不确定性,抽水蓄能电站在主要为电网服务的同时,也可能存在其他综合利用的可能性。这为抽水蓄能电站的综合利用开发提供了机遇和空间。

3 新型电力系统的特征和面临的新挑战

3.1 新型电力系统的特征

(1) 清洁低碳

新型电力系统将突出新能源的主体地位,这是其核心特征。为实现碳减排目标,必须减少传统化石能源的消耗,大力发展风能、太阳能等新能源。随着新能源发电装机规模的逐步扩大,新能源将逐步成为发电装机主体和电量主体。而火电等常规电源的装机比重将逐步下降,直至成为调节性和保障性电源。

(2) 调节灵活

随着新能源在电力供应中的比重逐渐增大,电力系统将面临一系列前所未有的挑战,包括电力平衡和安全稳定控制等方面。因此,提升系统的灵活调节能力已成为当务之急。

(3) 数字智能

新型电力系统将带来电力网络、负荷和储能特性的深刻变化,发用电一体“产消者”将大量涌现,电网侧将呈现出以大电网为主导、多种电网形态相融并存的格局。为了保持电力系统的电力平衡和电网安全稳定运行,必须将数字化技术与传统电力技术深度融合,通过信息化、网络化和智能化等手段,对新能源波动进行预判,统筹网源荷储资源,保持电力瞬态稳定,并对电网输变电设备的潜在风险进行预控。

3.2 构建新型电力系统面临的新挑战

(1) 系统平衡的挑战

随着新能源规模的迅速扩大,电网中的电力净负荷形态将逐渐由过去的“驼峰曲线”转变为“鸭型曲线”。由于光伏和风电的出力特性与“双峰”负荷需求存在不匹配现象,这给系统平衡带来了挑战。

(2) 安全风险的挑战

新型电力系统面临稳定性挑战,包括系统扰动引发的连锁反应、新能源接入导致的转动惯量下降和一次调频性能降低,以及特高压直流电网事故引发的频率和电压振荡。需要深入研究以确保电力系统的安全、可靠和高效运行。

(3) 经济运行的挑战

建设新能源电力系统需要大量投资,导致供电成本上升。新能源出力不稳定,局部平衡成本大,降低整体经济运行水平。增加电源冗余将推高成本,降低效率。局部电力短缺对社会经济不利。应采取措施降低成本和提高效率,加强规划和建设,确保供需平衡和稳定性。

4 抽水蓄能在新型电力系统中的应用解析

构建以新能源为主体的新型电力系统,不仅需要增强系统调节能力,还要提高系统的数字化和智能化水平,以确保电网的安全、稳定、经济运行及可靠供电。面对这一战略性工程的挑战,抽水蓄能因其独特的功能优势,其作用和定位在新型电力系统中日益凸显,主要体现在基础性调节、综合性保障和公共性服务三大功能。

4.1 基础性调节

随着新能源在电力系统中的占比逐渐增加,传统火电的并网容量占比相对减少,这使得像抽水蓄能这样的调节电源规模逐渐扩大,并逐步成为提供系统灵活性调节能力的主体。在调峰方面,抽水蓄能电站可以灵活地进行抽水

和发电的双向调节,以适应新能源的反调峰特性。这有助于缓解新能源发电不稳定带来的高峰负荷供给问题和低谷时段的消纳困难。在调频和调相方面,抽水蓄能机组因其快速响应和宽幅调节能力,能有效应对新能源出力波动造成的供需不平衡,确保电力系统的频率和电压稳定。这为电力系统的稳定运行提供了重要的保障。

抽水蓄能电站的调节能力不仅可以帮助电力系统更好地应对新能源出力波动,还可以在用电高峰期和低谷期进行灵活调节。当电力需求增加时,抽水蓄能电站可以迅速将储存的水释放出来进行发电,以满足电力需求;当电力需求减少时,抽水蓄能电站可以将多余的电力用来抽水,以储存能量供将来使用。这种灵活的调节方式使得抽水蓄能电站成为电力系统的“稳定器”,有助于提高电力系统的可靠性和稳定性。

此外,抽水蓄能电站的建设还可以促进当地经济发展和能源结构优化。在建设过程中,抽水蓄能电站需要大量的投资和建设人员,这可以为当地创造就业机会和税收收入。同时,抽水蓄能电站的建设还可以促进新能源产业的发展,推动能源结构的优化和转型。

综上所述,随着新能源在电力系统中的占比逐渐增加,抽水蓄能电站作为调节电源的重要部分,将在电力系统的灵活调节、稳定运行和促进经济发展等方面发挥越来越重要的作用。

4.2 在新型电力系统中的主要应用场景

抽水蓄能技术在新型电力系统中扮演着至关重要的角色,具有三大主要应用场景。首先,它可以作为紧急备用电源,为电力系统提供快速响应和稳定运行的能力。在电力需求高峰期或突发事件导致电力供应不足的情况下,抽水蓄能电站可以迅速启动,补充电力供应,确保电力系统的稳定运行。

其次,抽水蓄能技术可以促进新能源的消纳,减少弃风、弃光现象。随着新能源的大规模并网,电力系统的调度和平衡变得越来越复杂。抽水蓄能电站可以根据电力系统的需求,灵活调节电力供应,与新能源形成互补,提高新能源的利用率,减少弃风、弃光现象,实现清洁能源的高效利用。

最后,抽水蓄能技术可以与其他储能技术协同配合,提升电力系统的整体灵活调节能力。抽水蓄能电站与电池储能、超级电容器等其他储能技术相互配合,可以实现电力系统的快速响应和精确调节。这种协同作用可以提高电力系统的稳定性和可靠性,满足不断变化的电力需求。

综上所述,抽水蓄能在新型电力系统中具有三大主要

应用场景：作为紧急备用电源、促进新能源消纳以及与其他储能技术协同配合提升整体灵活调节能力。这些应用场景充分展示了抽水蓄能技术在新型电力系统中的重要性和价值。

4.3 公共性服务作用

抽水蓄能电站具有大规模储存优势,能够进行不同价值、不同质量电能的时空转换。这意味着,它可以在不同的时间段内储存和释放电能,以适应不同需求和能源利用情况。这种能力使得抽水蓄能电站成为电力系统中不可或缺的一部分,对于优化能源利用效率和提升新型电力系统的整体经济性起到了重要的作用。

同时,抽水蓄能电站还具有源网荷储协同优势。这种优势指的是,抽水蓄能电站可以与各种能源资源、电力网络和负荷进行协同工作,以实现能源的最优配置和利用。通过与可再生能源、火电、核电等不同类型电源的协同,抽水蓄能电站可以平衡电力系统中的供需关系,优化系统的能源利用效率,并提升新型电力系统的整体经济性。

对于供给侧而言,抽水蓄能电站可以通过储存电能来稳定电力系统的运行,减少因供需不平衡导致的能源浪费和成本增加。对于电网侧而言,抽水蓄能电站可以平滑电网的负荷波动,减轻电网的负担,提高电力传输的效率和稳定性。对于储能侧而言,抽水蓄能电站可以提供大规模的储能服务,为各种能源储存需求提供支持。

对于用户侧而言,抽水蓄能电站可以提供优质的电力服务,满足不同用户的需求。同时,它还可以通过与可再生能源的协同,为用户提供更加环保、经济的电力供应方案。对于系统整体而言,抽水蓄能电站可以提升电力系统的可靠性和稳定性,降低运营成本,并促进清洁能源的发展和应用。

综上所述,抽水蓄能电站具有显著的经济效益、环保效益和社会效益。它不仅能够提高电力系统的整体经济性和效率,还可以为用户提供更加优质、可靠的电力服务。因此,我们应该重视抽水蓄能电站的建设和发展,以更好地满足社会的能源需求和促进可持续发展。

4.4 为新型电力系统带来的全面支撑作用

随着新能源在电力系统中的占比上升,抽水蓄能作为一种灵活调节电源,为新型电力系统提供了基础支撑。以下是其主要的支撑作用:

(1) 提升电力系统安全稳定运行能力

抽水蓄能具有快速启停和功率调节的特性,可以有效应对高比例新能源带来的潜在安全问题。它参与电力系统的“三道防线”建设,确保在严重故障时能够迅速响应,

保障电力系统的稳定运行。

(2) 增强大容量调峰能力

抽水蓄能具有双向调节能力,可以应对新能源出力不稳定带来的调峰困难。特别是在午间和夜间,它完美匹配了光伏和风电的反向调峰特性,提高了电力系统的调峰能力。

(3) 应对新能源的随机性和波动性

抽水蓄能凭借其出力调节速率优势,能够快速跟随新能源的出力变化,满足新能源“靠天吃饭”带来的灵活调节需求,确保电力系统的稳定运行。

(4) 提高新能源利用水平

通过储能调节,抽水蓄能实现了新能源发电与电力负荷在时间上的解耦,提高了新能源的利用水平,减少了弃电现象。

(5) 增强电力系统抗扰动能力

随着新能源装机占比的增加,电力系统的转动惯量降低。抽水蓄能机组连续挂网运行可以为系统提供转动惯量,增强电力系统的抗扰动能力,维持系统的稳定。

(6) 提升电力系统整体经济性

抽水蓄能的单位千瓦造价较低,是经济性最好的灵活调节电源。通过减少启停成本、降低排放和与各类新型储能和灵活调节技术配合联动,它可以有效降低电力系统调节成本,提升全系统的经济性。

结语

综上所述,抽水蓄能作为灵活调节电源,为新型电力系统提供了全面的支撑作用。为了更好地服务新型电力系统建设和“双碳”目标,需要推进抽水蓄能的高质量发展,并准确把握其发展新形势。

参考文献

- [1]郭晓娜,陈同法.科学定位本质功能促进抽水蓄能健康快速发展[J].水力发电,2015,6(41):1-4.
- [2]卢锟明,赵文发,等.常规水电结合混合式抽水蓄能开发研究[R].2016.
- [3]王璐琰.浅析抽水蓄能发电[J].科技与企业,2016(07).
- [4]庞伟,王帆.抽水蓄能电站在电网运行中的地位与作用[J].水电与抽水蓄能,2015,4(1):1-4.
- [5]陈同法,万正喜,闫磊,吴铮.抽水蓄能机组的五类调频功能在电力系统调频与紧急事故应对中的作用分析[J].水电与抽水蓄能,2015,1(3):42-47.