

基于新型电力系统的储能技术研究

王振丹 丁奎平

国网甘肃省电力公司平凉供电公司 甘肃 平凉 744000

摘要:新型电力系统是以高比例可再生能源为主体,通过源、网、荷、储多要素协同互动,结合数字化与智能化技术构建的现代电力体系。其核心目标在于支撑能源结构转型,推动电力系统从“化石能源主导”向“清洁能源主导”转变,最终服务于碳中和目标的实现。在此背景下,储能技术发挥着至关重要的作用。基于此,论文针对新型电力系统的储能技术进行深入研究,希望为行业提供一些参考与意见。

关键词:新型电力系统;储能技术;研究

引言:新型电力系统是以确保能源电力安全为基本前提,以满足经济社会高质量发展的电力需求为首要目标,以高比例新能源供给消纳体系建设为主线任务,以源网荷储多项协同、灵活互动为坚强支撑的新时代电力系统。在构建新型电力系统的进程中,储能技术扮演着举足轻重的角色,二者紧密相连,相辅相成。

1 新型电力系统的储能技术的价值

1.1 提升电力系统稳定性与灵活性

储能技术能够提供调峰、调频等关键服务,有效提升电力系统的运行稳定性和灵活性。随着可再生能源比例的增加,电力系统的波动性也随之增大,储能技术就像一个“能量缓冲池”,可以平滑电力输出,减少波动对电网的冲击。特别是在风光资源丰富的地区,储能技术的应用可以显著延长新能源的出力时间,成功提高新能源的消纳水平。

1.2 保障电力供应安全

储能技术可以作为备用电源,在电力供应紧张或突发故障时提供紧急电力支持,确保关键设施和居民生活的正常用电。更重要的是,储能技术还可以实现黑启动功能,即在电力系统大面积停电后,利用储能装置快速启动并恢复部分电力供应,为电力系统的全面恢复赢得宝贵时间。

1.3 促进能源结构优化与可持续发展

新型储能技术可以有效提高风、光等可再生能源的利用率,减少对传统化石能源的依赖,推动能源结构的优化与可持续发展。储能技术的应用,可以将多余的可再生能源电能存储起来,在需要时释放,最终实现能源的时空转移和高效利用。此举不只是有助于减少温室气体排放,还可以促进经济的绿色转型和可持续发展。

1.4 支撑智能电网建设

现代物联网、人工智能等数字化技术的不断发展,

促使智能电网的建设成为新型电力系统的重要方向。储能技术作为智能电网的重要组成部分,可以实现与电网的智能互动和协同优化。利用储能装置的智能调度和控制,可以轻松实现电力的精准分配和高效利用,进而提高电网的运行效率和可靠性^[1]。与此同时,储能技术还可为智能电网提供数据支持和决策依据,推动电力系统的智能化和数字化进程。

1.5 推动储能技术创新与产业发展

新型储能技术的不断突破和创新,为储能产业的发展注入了新的活力。随着锂离子电池、钠离子电池、压缩空气储能、飞轮储能等新型储能技术的不断涌现和应用,储能产业的规模和效益不断提升。新型储能技术具有能量密度高、功率密度大、循环寿命长、建设周期短等优点,可以满足不同应用场景的需求,进一步推动储能产业的多元化和高质量发展。

1.6 经济效益与社会效益显著

储能技术的应用还可带来显著的经济效益和社会效益。储能技术的调峰调频服务,能够降低电力系统的运行成本和维护成本;而储能技术的备用电源和黑启动功能,则可减少电力中断带来的经济损失和社会影响。

2 主要储能技术剖析

2.1 抽水蓄能

抽水蓄能是一种技术成熟度较高的储能方式。其工作原理简单而有效:在电力需求低谷时,利用多余的电能将水从低处抽到高处的水库储存起来,将电能转化为水的重力势能;在电力需求高峰时,释放这些水以驱动水轮机发电,再将重力势能转化为电能。抽水蓄能的优势在于储能容量大,单个电站的装机容量可达数百兆瓦甚至上千兆瓦,且使用寿命长,一般可达50至100年。但问题是,它也存在一些局限性。首先,抽水蓄能电站的建设受到地域限制,需要特定的地形条件,如两个落差

较大且距离较近的水库。其次,建设周期长,通常需要5至10年甚至更长时间,且投资成本高昂。

2.2 电化学储能

首先,电化学储能技术中,锂离子电池以其高能量密度、长循环寿命和快速响应能力而备受瞩目。锂离子电池在电动汽车和电网储能领域都有广泛应用。在电动汽车领域,高能量密度的锂离子电池使得电动汽车的续航里程不断增加;在电网储能方面,锂离子电池能够快速响应电网的功率调节需求,提供调频、调峰等辅助服务。然而,锂离子电池的成本仍然较高,且存在安全隐患,需要完善的电池管理系统来确保安全。

其次,液流电池是另一种电化学储能技术,其特点在于功率和容量可以独立设计,利用增加电解液的量可以方便地扩展储能容量。液流电池还具有循环寿命长和安全性高的优点。但其能量密度相对较低,导致占地面积较大,且目前成本较高,一定程度上限制了其大规模推广应用。

此外,铅酸(炭)电池作为一种传统的电化学储能技术,具有成本低、技术成熟和安全性高等优点^[2]。在一些对成本敏感、对能量密度要求不高的场景,如备用电源和低速电动车等领域,铅酸(炭)电池仍有广泛应用。然而,其能量密度较低,循环寿命相对较短,且可能产生环境污染问题,如铅污染等。

2.3 其他储能技术

压缩空气储能是一种将电能转化为空气的内能进行储存的技术。它具有储能容量大、寿命长和成本相对较低等优点,适用于大规模储能场景。需要注意的是,压缩空气储能技术复杂,需要配备空气压缩设备、储气设施和发电设备等,建设和运行管理难度较大。此外,储气设施的选址也受到地理条件的限制。

飞轮储能利用高速旋转的飞轮储存能量,具有响应速度快、循环寿命长、效率高和无污染等优点。它主要用于不间断电源(UPS)和电网调频等对响应速度要求高的场景。然而,飞轮储能的能量密度相对较低,储能时间较短,目前主要应用于短时间、高功率的储能需求。

超级电容器储能利用电极与电解质之间的界面双电层电容来储存电能,具有功率密度高、充放电速度快和循环寿命长等优点。它可用于快速充放电、短时大功率输出的场景,如轨道交通的制动能量回收和电动汽车的启停辅助等。然而,超级电容器的能量密度较低,储能容量有限,不适用于长时间、大容量的储能需求。

3 储能技术在新型电力系统中的多元应用

3.1 电源侧应用

3.1.1 新能源发电配套

储能与风电、光伏等新能源发电的配合,是解决新能源发电随机性和波动性问题的关键。在风电领域,由于风速的不可预测性,风电输出功率波动较大。储能系统可以在风电功率过大时储存多余电能,功率不足时释放电能,从而平滑风电的功率输出。研究表明,配置一定容量的储能系统后,风电功率的波动率可降低30%到50%,大大提高风电的可调度性和电网的接纳能力。对于光伏领域而言,光伏发电受光照强度、天气等因素影响明显。储能系统可以在光照充足时储存电能,在光照不足或夜间释放电能,实现光伏发电的持续稳定输出。储能还能帮助新能源发电参与电力市场交易,通过低谷储能、高峰放电,增加新能源发电的收益。

3.1.2 传统电源调节辅助

储能在火电、水电等传统电源中也发挥着重要作用。在火电方面,火电机组的启停复杂且耗时,调节灵活性差。储能系统可以与火电机组配合,快速响应负荷变化,弥补火电机组调节的滞后性。通过储能与火电的协同运行,能大幅度提高火电的调节速度和精度,增强电力系统的稳定性和可靠性。在水电方面,虽然水电机组调节性能较好,但在水电大发期或负荷快速变化时,仍可能出现供需不平衡。尤其值得肯定的是,储能系统可在水电大发时储存多余电能,出力不足或负荷高峰时释放电能,以实现水电的优化调度。储能还能提高水电机组的调节性能,使其更好地适应电力系统的变化。

3.2 电网侧应用

3.2.1 调峰与调频

储能在电网调峰和调频中发挥着至关重要的作用。在调峰方面,随着电力需求的增长和负荷特性的变化,电网峰谷差逐渐增大。储能系统可以在用电低谷时储存电能,高峰时释放电能,实现削峰填谷,缓解电网供电压力。利用储能的调峰作用,能优化电力资源配置,提高电网运行效率,降低建设和运营成本。在调频方面,电力系统的频率稳定性对电力设备正常运行和电力质量至关重要。储能系统具有快速响应特性,能在毫秒级时间内对频率变化做出反应。当系统频率下降时,储能系统迅速放电,增加有功功率,提升频率;频率上升时,吸收多余功率,使频率恢复稳定。储能系统还能与其他调频资源协同工作,提高调频效果和可靠性。

3.2.2 增强电网稳定性

储能能够显著提升电网的电压稳定性和抗干扰能力。在电压稳定性方面,当电网负荷变化或新能源发电出力波动时,会导致电网电压波动。储能系统可调节充

放电状态,来改变电网功率分布,继而维持电压稳定。在抗干扰能力方面,储能系统可以有效抑制电网中的谐波和电压闪变等问题。新能源发电设备和电力电子设备的大量接入,会向电网注入谐波电流,导致电压畸变。储能系统可以通过控制技术,对谐波电流进行补偿,减少谐波对电网的影响。储能系统还能对电压闪变进行快速响应,通过调节功率输出,稳定电压,提高电能质量。在电网发生故障时,储能系统可以作为备用电源,快速向重要负荷供电,保障电力供应的连续性。

3.3 用户侧应用

3.3.1 工商业用户

工商业用户利用储能进行削峰填谷和需量管理,能有效降低用电成本,提高能源利用效率。许多工商业用户的用电负荷具有峰谷特性。利用配置储能系统,工商业用户可以在用电低谷时以较低电价从电网充电,储存电能;而高峰时利用储能系统放电,满足用电需求,减少购电量。这样可以充分利用峰谷电价差,降低用电成本。对于实行两部制电价的大工业企业用户,需量管理也是储能的重要应用之一。在负荷尖峰时段,企业利用储能系统放电,减少用电负荷,降低需量电费支出。

3.3.2 居民用户

第一,随着分布式能源的普及,越来越多的居民用户开始安装太阳能光伏板等分布式能源设备。储能系统可帮助居民用户存储分布式能源产生的多余电能,实现能源自给自足。在白天阳光充足时,光伏板产生的电能除了满足家庭用电需求外,还可将多余电能储存到储能系统中;在夜间或阴天等发电量不足时,储能系统释放储存的电能供电。如此,可以极大地减少居民对电网的依赖,降低用电成本,同时减少碳排放。居民用户还可积极参与电网需求响应,利用储能系统获取收益。电网在面临用电高峰或电力供应紧张时,会向用户发出需求响应信号^[1]。居民用户根据信号调整储能系统的充放电策略,在高峰时段减少用电或向电网供电,低谷时段增加用电或从电网充电。通过参与需求响应,居民用户可以获得经济补偿,为电网稳定运行做出贡献。

第二,储能技术的应用既提高了电力系统的稳定性

和可靠性,还促进了新能源的消纳和利用,降低了用户的用电成本。随着技术的不断进步和成本的进一步降低,储能技术在新型电力系统中的应用前景将更加广阔。未来,储能技术将在更多领域发挥重要作用,为构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系提供有力支撑。

第三,在新能源发电领域,储能技术将继续作为关键配套技术,与风电、光伏等新能源发电深度融合,提高新能源发电的稳定性和可靠性,推动新能源的大规模开发和利用。在传统电源调节方面,储能技术将进一步提升传统电源的调节性能,使其更好地适应电力系统的变化,提高电力系统的整体效率和灵活性。

第四,在电网侧,储能技术将在调峰、调频、增强电网稳定性等方面发挥更加重要的作用。随着电力需求的不断增长和负荷特性的变化,电网的运行压力将不断加大。储能技术将作为电网的重要调节手段,帮助电网应对各种挑战,尽可能保障电力系统的安全稳定运行。

第五,在用户侧,储能技术将为工商业用户和居民用户提供更加灵活、高效的能源管理方案。采取削峰填谷、需量管理、参与需求响应等方式,储能技术将帮助用户降低用电成本,提高能源利用效率。而且,储能技术还将促进分布式能源的普及和利用,推动能源生产和消费方式的变革。

结语:综上所述,新型电力系统的储能技术具有提升电力系统稳定性与灵活性、保障电力供应安全、促进能源结构优化与可持续发展、支撑智能电网建设、推动储能技术创新与产业发展以及带来显著经济效益与社会效益等多重价值。随着技术的不断进步和政策的持续支持,储能技术将在新型电力系统中发挥越来越重要的作用,为推动全球能源转型和可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]王光培,黄晓凡,王荣保,等.基于新型电力系统的储能技术研究[J].电气自动化,2023,45(3):85-88.
- [2]于硕.基于多类型储能协同的新型电力系统调节能力建设[J].电工技术,2023(7):7-9.
- [3]邓秋根,曹建华.基于“双碳”战略的新型电力系统储能方案研究[J].电工技术,2023(10):49-51.