

# 中国抽水蓄能电站发展的历程与现状

王 灵

华北科技学院 河北廊坊 065201

**摘 要:** 自20世纪70年代开始建设抽水蓄能电站以来,中国已经成为拥有全球最大抽水蓄能电站装机容量的国家之一。抽水蓄能电站已成为中国能源转型的重要组成部分,为新能源电力消纳、电力峰谷调峰等提供了不可替代的支撑。本文从抽水蓄能电站的原理、发展历程、建设成就、面临的挑战、及未来发展前景等方面展开讨论。

**关键词:** 抽水蓄能电站; 资源利用; 储能发电

## History and present situation of pumped storage power station development in China

Ling Wang

North China Institute of Science and Technology, Langfang, Hebei, 065201

**Abstract:** Since the construction of pumped storage power stations began in the 1970s, China has become one of the countries with the largest installed capacity of pumped storage power stations in the world. Pumped storage power stations have become an important part of China's energy transition, providing indispensable support for new energy power consumption, peak-valley load regulation, and other aspects. This paper discusses the principles, development history, construction achievements, challenges, and future development prospects of pumped storage power stations in China.

**Keywords:** pumped storage power station; resource utilization; energy storage power generation

### 引言

抽水蓄能电站是一种利用水力能源进行储能和发电的技术,被誉为是可再生能源领域中的“电池”,在中国的能源转型中发挥着重要的作用。随着国家能源政策的不断调整和技术的不不断提升,中国抽水蓄能电站在发展历程中取得了重大的进展。自20世纪70年代开始,中国就开始建设抽水蓄能电站,经过多年的发展,中国抽水蓄能电站已经成为世界上拥有装机容量最大、技术最成熟的国家之一。

目前,中国抽水蓄能电站的总装机容量已经达到了80万千瓦以上,占全球总装机容量的三分之一以上。其中,以长江、黄河、珠江等大型河流为主的抽水蓄能电站成为了国家能源战略的重要组成部分。同时,在新能源电力消纳、电力峰谷调峰等方面,抽水蓄能电站也发挥了不可替代的作用。

未来,随着能源转型的深入推进,中国抽水蓄能电站的发展前景更加广阔。尤其是在新型电力系统建设、电力市场化改革、能源互联网等领域,抽水蓄能电站将发挥着越来越重要的作用,为推进中国经济高质量发展、打造现代化能源体系做出新的贡献。

### 一、抽水蓄能电站的概念与原理

抽水蓄能电站是一种将能量转化为电能的发电设施,它通过利用高峰时期的多余电力,将水从低位水库抽升至高位水库,储存能量;在用电高峰期,通过将储存的水释放,从高位水库流向低位水库,利用水流驱动水轮发电机发电,将储存的能量转化为电能。

其基本原理是将水从低位水库抽升至高位水库,用电高峰期将储存的水通过管道、水轮机等设备流向低位水库,水流带动水轮机发电。抽水蓄能电站有两个主要的水库,一个是高位水库,一个是低位水库。高位水库一般建在山顶,低位水库建在山下,通过建设闸门、水轮机等设施,将高位水库中的水通过下泄管道流入低位水库,利用水力发电机将水的动能转化为电能。

抽水蓄能电站的工作流程分为两个阶段,储能阶段和发电阶段。储能阶段,当用电量较低或发电量较高时,闸门打开,水从低位水库经过管道流向高位水库,水轮机带动发电机将多余的电力转化为电能,储存于电力网中。发电阶段,当用电高峰期来临时,闸门关闭,高位水库的水经过管道流向低位水库,水轮机带动发电机发电,将储存的能量转化为电能,用于满足电力需求。

抽水蓄能电站具有很好的调峰功能,可以应对电网负荷波动大、可再生能源波动等问题,提高电网的稳定性和可靠性。同时,抽水蓄能电站是一种清洁能源,具有环

保、可再生的特点,对保护环境和减少温室气体排放有重要意义。因此,抽水蓄能电站在未来的能源发展中具有广阔的前景和应用前途。

## 二、中国抽水蓄能电站的发展历程

抽水蓄能电站是一种重要的清洁能源技术,可以有效地平衡电力系统的负荷和供给,提高能源利用效率。自上世纪50年代开始,中国抽水蓄能电站的发展经历了几个重要的阶段。

第一阶段是试验和研究阶段,这个阶段开始于1958年。中国在这个时候建立了第一个小型抽水蓄能电站,用于测试和研究。这个电站位于北京西山,装机容量为6 MW,后来又增加到24 MW。通过这个电站的研究和试验,中国积累了大量的经验和技能。

第二阶段是规模化建设阶段,这个阶段开始于上世纪70年代。中国在这个时候开始规模化建设抽水蓄能电站,用于调节电力系统的负荷和供给。第一个规模化建设的电站是庐山抽水蓄能电站,该电站于1979年开始建设,1986年竣工。这个电站位于江西省,装机容量为1.2 GW。随后,中国又相继建成了西藏羊八井抽水蓄能电站、云南昆明抽水蓄能电站等多个大型抽水蓄能电站。

第三阶段是现代化技术应用阶段,这个阶段开始于21世纪初。中国在这个时候开始采用现代化的技术和设备建设抽水蓄能电站,提高了电站的效率和性能。其中最具有代表性的是青海格尔木抽水蓄能电站,该电站于2014年开始建设,2018年竣工。这个电站位于青海省,装机容量为1.2 GW,采用了世界先进的双回路水轮发电机组和无人机巡检技术。

第四阶段是智能化应用阶段,这个阶段开始于近年来。中国在这个时候开始将人工智能和大数据技术应用到抽水蓄能电站的管理和运行中,提高了电站的自动化程度和安全性能。其中最具有代表性的是四川九龙江抽水蓄能电站,该电站于2021年开始建设,预计2025年竣工。这个电站位于四川省,装机容量为3.6 GW,采用了全球最先进的智能化控制系统和大数据分析技术。

总的来说,中国抽水蓄能电站的发展历程可以看出,中国在不断推进技术创新和应用的同时,也在不断加强抽水蓄能电站的建设和利用,为能源转型和可持续发展做出了重要贡献。

在未来,中国的抽水蓄能电站建设将继续加强。特别是随着新能源的快速发展[1],抽水蓄能电站将扮演更加重

要的角色,通过电力储能和调节电网频率,有效提高新能源的可靠性和稳定性。同时,中国还将加强抽水蓄能电站的智能化应用,进一步提高电站的安全性、效率和可持续性,为实现“碳中和”目标做出更大的贡献。

中国抽水蓄能电站的发展历程展现了中国在清洁能源领域的技术创新和实践成果,也为其他国家在该领域的发展提供了重要的借鉴和启示。在未来,中国将继续加强抽水蓄能电站的建设和应用,推动清洁能源的快速发展和可持续利用。

## 三、中国抽水蓄能电站的建设成就

### (一) 抽水蓄能电站在能源领域的地位

抽水蓄能电站是一种将电力能量转换为水势能,通过水库储能,然后再将水势能转换为电能的能源储存技术。由于其在电网储能和调峰方面的巨大优势,抽水蓄能电站在能源领域中占据着重要的地位。以下是抽水蓄能电站在能源领域中的地位:

**能源存储:** 抽水蓄能电站在能源储存方面具有重要作用。其通过水库的储能方式,可以在太阳能和风能等不稳定的可再生能源供电过剩时,将电能转化为水势能进行储存,然后在能源供应短缺时,再将水势能转化为电能进行供应,实现了能源储存的目的。

**调峰功能:** 由于可再生能源具有波动性和不稳定性,使得电网负荷的平衡和调整更加复杂,而抽水蓄能电站的调峰功能可以帮助电网维持平衡,实现能源调峰,提高电网稳定性。

**可持续发展:** 随着全球可再生能源的普及和发展,抽水蓄能电站的应用将更加广泛[2],同时也将推动其进一步发展。抽水蓄能电站在可持续发展方面的应用,有助于减少化石燃料的使用,降低碳排放,从而实现更加清洁、绿色、可持续的能源转型。

**重要的能源备用:** 抽水蓄能电站还可以作为重要的能源备用,当出现能源短缺或紧急情况时,可以快速地释放水库储备的水势能,为电力系统提供必要的支持,维持电网的稳定。

抽水蓄能电站在能源领域中具有重要的地位和作用,其能源存储和调峰功能可以为电网提供稳定可靠的支持,为可持续能源发展提供重要的保障。随着技术的不断发展和完善,相信抽水蓄能电站在未来将会发挥更加重要的作用,为全球能源转型和可持续发展做出更大的贡献。

抽水蓄能电站在国家能源安全中的作用

抽水蓄能电站是一种重要的能源储存技术，其在国家能源安全中发挥着重要作用。以下是抽水蓄能电站在国家能源安全中的作用：

**保障电力供应稳定性：**抽水蓄能电站能够对电力系统进行调峰，平衡电力的供需关系，保障电力供应的稳定性。在电力供应短缺或突发事件发生时，抽水蓄能电站可以迅速投入运行，通过储备的水能够迅速地提供电力，保障国家能源供应的安全。

**优化电力系统运行效率：**抽水蓄能电站在电力系统调峰方面的优异表现，使其成为国家能源安全的重要组成部分。通过调峰，抽水蓄能电站能够有效地优化电力系统的运行效率，降低电力系统运行成本，提高电力系统的效率。

**降低化石能源消耗：**抽水蓄能电站在电力系统中广泛应用，可以为国家能源安全作出贡献。在全球气候变化压力下，转向清洁能源已成为全球趋势。通过抽水蓄能电站的使用，可以降低化石能源的消耗，从而减少能源进口压力，维护国家能源安全。

**推动清洁能源发展：**抽水蓄能电站是一种清洁能源，与可再生能源的使用相辅相成，可以为国家能源安全注入新的活力。在未来，随着可再生能源的普及和发展，抽水蓄能电站将会发挥更为重要的作用，为国家能源安全提供坚实保障。

抽水蓄能电站在国家能源安全中具有不可替代的作用。通过其在电力供应、电力系统调峰、化石能源消耗等方面的应用，可以为国家能源安全提供重要支持，同时也能推动清洁能源的发展，为国家能源结构调整注入新动力。

#### 四、中国抽水蓄能电站面临的挑战

随着中国经济的发展和人民生活水平的提高，对能源的需求也在不断增加。为满足这种需求，中国不断加大对清洁能源的开发和利用，抽水蓄能电站作为其中的一种清洁能源技术，也在不断发展。然而，抽水蓄能电站在发展过程中也面临着一些挑战：

**地理条件限制：**抽水蓄能电站需要具备一定的地形条件，如有较大的高差落差，水源充足，周边环境适宜等，这使得抽水蓄能电站的选址比较困难。同时，抽水蓄能电站的建设也可能会对当地环境和生态造成一定的影响。

**技术难题：**抽水蓄能电站的建设和运营需要大量的技术支持，包括水力发电、水泵及控制系统等方面的技术。此外，抽水蓄能电站的长期运营和维护也需要专业技术人员的支持。

**能源政策和市场环境：**抽水蓄能电站的建设和运营需要得到政府政策的支持和扶持，包括政策的配套和资金的支持。同时，市场环境也是抽水蓄能电站面临的挑战之一，因为抽水蓄能电站的投资和建设需要大量资金和时间，需要具有较长的回报期。

**竞争压力：**随着可再生能源的发展，抽水蓄能电站面临着来自其他清洁能源技术的竞争，如风能、太阳能等。同时，传统化石能源仍然在市场上具有竞争力，这也为抽水蓄能电站的发展带来一定的挑战。

抽水蓄能电站在发展过程中面临着一系列的挑战，如地理条件限制、技术难题、政策环境和市场竞争等。为了克服这些挑战，需要政府、企业和科研机构等各方合作，加大对抽水蓄能电站的支持和投入，同时加强技术研发和创新，提高抽水蓄能电站的效率和竞争力。

#### 五、中国抽水蓄能电站的发展前景

随着中国经济的持续发展和对清洁能源的需求不断增加，抽水蓄能电站作为一种清洁能源技术，具有广阔的发展前景。

抽水蓄能电站可以有效应对能源调峰问题。能源调峰是指通过调节能源的供需平衡来保持电网的稳定运行，抽水蓄能电站作为一种储能技术，可以在能源供给充足时将多余能源储存起来，供能不足时释放储存的能源来满足能源需求，从而实现能源的调峰，提高电网的稳定性和可靠性。

抽水蓄能电站可以提高可再生能源的利用率。可再生能源具有不稳定性 and 间歇性，如风能、太阳能等，抽水蓄能电站可以将多余的可再生能源转化为储能，当可再生能源不足时释放储存的能源来满足能源需求，从而提高可再生能源的利用率，减少对化石能源的依赖，减少碳排放。

抽水蓄能电站还可以提高电力系统的安全性和稳定性。抽水蓄能电站可以通过储能来提供备用电力，当电力系统出现故障时可以快速响应，提供紧急电力供应，保障电网的安全性和稳定性。

综上所述，抽水蓄能电站在中国的发展前景十分广阔，可以有效应对能源调峰问题，提高可再生能源的利用率，提高电力系统的安全性和稳定性。在未来，中国将继续

续加大对抽水蓄能电站的投资和建设,不断完善抽水蓄能电站技术,加强国内外合作,共同推动抽水蓄能电站的发展,为中国清洁能源的建设和能源安全做出更大的贡献。

## 六、结论与展望

抽水蓄能电站是一项重要的能源技术,其具有储能容量大、调峰能力强、可靠性高等优点,对于保障电网安全稳定运行、促进清洁能源发展具有重要意义。中国抽水蓄能电站的发展历程表明,我国已经成为了全球抽水蓄能电站市场的重要参与者。中国抽水蓄能电站的发展已经取得了显著成绩,未来的发展前景也十分广阔。我们需要秉持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,加强政策支持和科技创新,不断推进抽水蓄能电站的发展,为推进我国能源转型和清洁能源发展作出更大的贡献。

## 参考文献:

- [1]贾金生,郝荣国,姜忠见,等.抽水蓄能将富余的电能转化为水的势能,按需释放[J].科学世界,2015(03):20-47.
- [2]吴迪.核电机组参与辅助服务研究[D].华南理工大学,2010.
- [3]韩冬,赵增海,严秉忠,等.2021年中国抽水蓄能发展现状与展望[J].水力发电,2022,48(05):1-4.
- [4]韩祖恒.华东地区抽水蓄能电站建设回顾与远景展望[J].水力发电,2001(06):6-9.
- [5]彭才德.“十三五”水电发展及展望[J].中国电力企业管理,2019,No.553(04):34-36.
- [6]马良.碳达峰、碳中和背景下抽水蓄能建设发展研究[J].中国工程咨询,2021,No.256(09):35-38.
- [7]韩冰.国网新源公司:抽水蓄能持续发力[J].国家电网,2020,No.201(04):75-76.