

# 高原地区水利工程中水力机械选择与分析

冉启飞

西华大学, 四川 成都 610039

**[摘要]**随着我国社会经济的不断发展和对能源资源的需求不断增加,对水利工程建设提出了更高的要求,特别是在高原地区,由于其独特的地理环境和气候条件,水利工程建设面临着诸多挑战和限制。为了充分利用高原地区丰富的水资源,提高水能资源的开发利用效率,需要深入了解高原地区水利工程的特点和问题,探索适合高原地区的水力机械选择和布置方案。本篇文章对高原地区水利工程中的水力资源特点、水能参数、水力机械选择和布置等关键问题进行分析 and 探讨,以期高原地区水利工程的规划、设计和建设提供科学参考和技术支持。

**[关键词]**水利工程;水头范围分析;水力机械选择

DOI: 10.33142/sca.v7i6.12530

中图分类号: TV74

文献标识码: A

## Selection and Analysis of Hydraulic Machinery in Water Conservancy Engineering in Plateau Areas

RAN Qifei

Xihua University, Chengdu, Sichuan, 610039, China

**Abstract:** With the continuous development of Chinese socio economy and the increasing demand for energy resources, higher requirements have been put forward for the construction of water conservancy projects, especially in high-altitude areas. Due to its unique geographical environment and climate conditions, water conservancy project construction faces many challenges and limitations. In order to fully utilize the abundant water resources in high-altitude areas and improve the development and utilization efficiency of water energy resources, it is necessary to have a deep understanding of the characteristics and problems of water conservancy projects in high-altitude areas, and explore the selection and layout schemes of hydraulic machinery suitable for high-altitude areas. This article analyzes and explores key issues such as the characteristics of hydraulic resources, water energy parameters, selection and layout of hydraulic machinery in high-altitude water conservancy projects, in order to provide scientific references for the planning, design, and construction of water conservancy projects in high-altitude areas and technical support.

**Keywords:** water conservancy engineering; head range analysis; selection of hydraulic machinery

### 1 高原地区水利工程特点

在高原地区,地形复杂,山地、高原、峡谷等地形错落有致,给水利工程的规划和设计增添了难度。气候恶劣,昼夜温差大,季节性降水集中,季风和山地气流的影响使得水利工程的建设和运行备受挑战。尽管面临诸多困难,高原地区仍然拥有丰富的水资源,包括河流、湖泊和冰川等,为水利工程的开发提供了重要的基础<sup>[1]</sup>。此外,由于地形落差大,水流动能充沛,高原地区水力资源潜力巨大,可用于发电、灌溉和供水等方面的工程建设。然而,水资源的季节性变化明显,冬季干旱,夏季多雨,这对水利工程的设计和管理提出了更高的要求。同时,高原地区生态环境脆弱,对水利工程建设提出了更高的环境保护要求,需要更加科学合理地规划和设计水利工程。

### 2 高原地区水力资源特点与分析

#### 2.1 高原地区水资源特点

高原地区拥有丰富的水资源,包括来自河流、湖泊、冰川等多种形态的水体,这些水体可以用于发电、灌溉、供水等不同用途。高原地区水资源的分布不均,一些区域

水资源丰富,如山区的溪流和湖泊,而另一些地区则相对干旱,需要进行有效的水资源调配和管理。高原地区水资源的季节性变化显著,冬季相对较干旱,夏季降水量较多,这对水利工程的设计和规划提出了更高的挑战。

#### 2.2 高原地区水力资源分析

高原地区的地形起伏较大,地势变化明显,平均海拔较高,而且河流湍急,流速较快,水流动能十分丰富,都为发电奠定了基础。然而,高原地区水资源的分布不均匀,有些地区水能资源较为匮乏,需要进行合理调配。因此,在水力资源的开发利用中,需要充分考虑地形地貌、水流情况以及生态环境等因素,制定科学合理的开发方案,以最大程度地发挥水力资源的潜力,实现可持续利用。

#### 2.3 高原地区水力潜力评估

高原地区地形多变,海拔起伏大,平均海拔较高的高原地区,如西藏、青海等,具有较为丰富的水资源,可供水力发电利用。同时,高原地区的气候特点也对水力潜力产生影响。季节性降水较多的地区,如青藏高原的东部地区,雨水充沛,水能资源更为丰富。然而,一些高原地区

由于地形干燥,降水稀少,水力资源较为有限。因此,在进行水力潜力评估时,需要充分考虑地区的气候特点、降水情况以及地形地貌,结合水文数据和气象资料,进行科学合理的评估和预测,以确定水力资源的开发潜力和可行性,有助于制定可持续发展的水资源管理策略。

### 3 电站水能参数

电站水能参数是评估水力发电潜力和确定水利工程设计方案的重要指标之一。对于高原地区的水利工程,电站水能参数的计算需要考虑诸多因素,包括水头、流量和装机容量等。根据水文资料显示,该地区的设计尾水位为640.16m,吸出高度为+3.8m。据计算,安装高程为642.30m,根据公式:

$$\text{安装高程}=\text{设计尾水位}+H_s-\frac{D}{2}$$

(其中,  $H_s$  为水轮机尺寸系数,  $D$  为叶轮直径),可以得到安装高程的具体数值。还需要考虑水轮机的额定水头,根据设计要求和水能参数计算,确定合适的水轮机型号和尺寸。同时,根据水能参数和装机容量的计算结果,可以进一步确定发电机组的安装位置和布置方式,以实现高效的能量转换和发电效益。因此,电站水能参数的准确计算和合理评估对于水利工程的设计和建设具有重要意义,有助于提高水能利用效率和发电性能。

## 4 水力机械选择与分析

### 4.1 水轮机水头范围选择

在确定水轮机水头范围时,首先需要考虑高原地区水利工程的实际情况和水能参数。根据水文数据,高原地区的设计尾水位为640.16m,吸出高度为+3.8m,因此安装高程为642.30m<sup>[2]</sup>。根据水轮机的特性和工作原理,水轮机的水头范围需要在这一范围内进行选择。在选择水轮机水头范围时,需要充分考虑以下几个方面:首先,水轮机的额定水头应该在设计范围内,确保水轮机可以在设计工况下正常运行并达到预期的发电效率。其次,需要考虑水轮机的最小和最大水头范围,以满足不同水位变化情况下的发电需求。此外,还需考虑到水轮机的启动特性和运行稳定性,选择合适的水头范围可以提高水轮机的启动效率和运行可靠性。综合考虑高原地区水利工程的特点和水轮机的技术要求,建议选择水轮机的水头范围为640.16m~643.30m之间,以确保水轮机在不同水位条件下都能够稳定运行并发挥最佳性能。

### 4.2 额定水头选择

在确定水轮机的额定水头时,需要综合考虑高原地区水利工程的水资源情况以及水轮机的技术参数。综合考虑水利工程的实际情况,建议选择水轮机的额定水头为642.30m。这样可以确保水轮机在正常运行时,水位与水轮机设计的水头匹配,使得水轮机可以充分利用水能资源,提高发电效率。根据水轮机的额定功率和效率等技术参数,可以确定水轮机在设计水头下的额定运行状态。通过合理选择水轮机的额定水头,可以确保水利工程的稳定运行和

高效利用水能资源的目标。

### 4.3 机组台数选择

在确定水利工程中的机组台数时,需要考虑到水轮机的额定功率以及工程的需求。主厂房内共装有两台单机容量为600kW的混流式水轮发电机组。每台机组进口设置了1台手电两用蝶阀。此外,根据工程的检修运行要求,确定主厂房的宽度为11米净,起重机跨度为11m,高度为19m净。考虑到主厂房的尺寸和工程的需要,选择两台单机容量为600kW的混流式水轮发电机组是合理的。这样的配置可以充分利用主厂房的空间,并满足工程的发电需求。每台机组进口设置了1台手电两用蝶阀,以便进行操作和控制。此外,主厂房的宽度和高度也能够容纳两台机组的安装和运行。

### 4.4 主机及附属设备选择

在选择主机及其附属设备时,需要综合考虑水利工程的设计要求、机组的性能指标以及工程的实际情况。考虑到水资源利用率和电能转换效率,混流式水轮机是一个合适的选择。需要选择适合的附属设备,包括控制阀、润滑油系统、技术供水系统、排水系统、压缩空气系统和油系统等。对于控制阀,手电两用蝶阀是合适的选择,可以实现对水流的调节和控制;润滑油系统可以选择压力滤油机和油泵,以确保水轮机的正常运行和润滑;技术供水系统、排水系统和压缩空气系统则是确保水轮机运行所必需的辅助设备,需要根据工程的具体情况选择合适的设备型号和配置。

### 4.5 辅助设备选择

#### 4.5.1 技术供水系统

技术供水系统在水利工程中扮演着至关重要的角色,其设计和选择直接影响着机组的正常运行和发电效率。技术供水系统需要能够稳定地向水轮机供应所需的冷却水和润滑油,以保证水轮机在运行过程中的正常工作。这需要根据水轮机的型号和额定功率来确定系统的供水流量和压力。考虑到高原地区的特殊环境条件,如海拔较高和气候变化大,技术供水系统还需要具备一定的适应性和稳定性<sup>[3]</sup>。技术供水系统的设计还需要考虑系统的可靠性和安全性,包括对供水管道和阀门等关键部件进行合理的布置和设计,以减少因管道破裂或阀门故障等原因导致的停机事故。一般情况下,技术供水系统包括水泵、管道、阀门、冷却塔等设备,需要选择适合工程要求和环境条件的设备型号和规格。

#### 4.5.2 排水系统

排水系统在水利工程中扮演着关键的角色,其设计和配置直接影响着工程的安全运行和效率。排水系统的主要功能是及时、有效地排除水利工程中产生的废水和雨水,以保证工程的稳定性和安全性。对于高原地区的水利工程而言,排水系统的设计需要考虑到地形复杂、降雨量大和水土流失等因素,确保排水系统能够应对各种复杂的环境条件。根据水利工程的类型、规模和用途,确定排水系统的排水能力和设计参数,包括排水管道的直径、坡度和长

度等。同时,还需要考虑排水系统的布局 and 结构,确保排水管道的畅通和排水口的设置合理。在设计排水管道时,可以采用防渗材料或设置防渗层,防止地下水对排水系统的影响。同时,还可以建设排水沟、排水渠等设施,增加排水系统的排水能力和安全性。一般情况下,排水系统包括排水管道、排水泵站、排水口等设备,需要选择适合工程要求和环境条件的设备型号和规格。同时,还需要考虑排水系统的运行维护和管理,确保排水系统能够长期稳定运行。

#### 4.5.3 压缩空气系统

在水利工程中,压缩空气系统扮演着至关重要的角色,它主要用于驱动各种液压和气动设备,保证水利工程的正常运行。根据水利工程的具体情况和设备要求,确定所需的压缩空气流量、压力和稳定性等参数。例如,需要考虑水利工程中所使用的液压和气动设备的功率和工作压力,以确定压缩空气系统的设计容量和性能指标。针对高原地区的特点,需要考虑气候条件、海拔高度和温度变化等因素,确保压缩空气系统能够在复杂的环境条件下稳定运行。同时,还需要考虑能源消耗和能源利用效率,选择合适的压缩机型号和能源供应方式,以降低能源消耗和运行成本。安装压缩机的过载保护装置和安全阀等安全设备,以防止系统超压和过载运行。

#### 4.5.4 油系统

在水利工程中,油系统是一个至关重要的部分,它主要用于润滑和冷却水力机械的各个组件,确保水力机械的正常运行和延长使用寿命。根据水利工程中所使用的水轮机或涡轮机的类型、功率和转速等参数,确定油系统的润滑油种类和使用条件。同时,还需要考虑水力机械的工作环境和工作负荷,以确定油系统的工作压力、流量和温度等参数。根据水利工程的实际情况和要求,确定油箱、油泵、油管路、油冷却器和油过滤器等组件的布置和连接方式,以确保系统的运行稳定和维护便捷。根据水利工程的实际情况和环境条件,选择具有良好润滑性能和热稳定性的润滑油,还需要选择适当的冷却介质和冷却设备,以确保水力机械在工作过程中能够有效地冷却各个部件,防止因摩擦和热量积聚而导致的故障和损坏。

### 5 机组安装高程与设备布置

#### 5.1 机组安装高程

在水利工程中,机组安装高程是指水力发电机组安装的高度位置,对于高原地区的水利工程而言,机组安装高程的选择至关重要。机组安装的高程越高,水力能转化效率就越高,因为水在下降过程中会带动水轮机旋转,产生动力。因此,在选择机组安装高程时,需要充分考虑水力资源的利用效率,以及安装位置对电站发电量的影响。高原地区地势复杂,地形起伏较大,因此在选择机组安装高程时,需要考虑地形的平缓程度和地面的稳定性。通常情况下,会选择相对平缓、地势较高且稳定的位置进行机组安装,以确保机组的安全稳定运行。机组安装的高程越高,施工难度和成

本就会相应增加,在选择机组安装高程时,需要综合考虑工程投资和施工条件,以达到经济合理和技术可行的要求。需要考虑机组安装高程与水库水位的关系,以确保机组在不同水位下能够正常运行;同时还需要考虑机组安装高程与输电线路的配套关系,以确保电能够顺利输送到用户端。

#### 5.2 水力机械主要设备布置

在高原地区水利工程中,水力机械的主要设备布置是确保水电站正常运行的关键之一。主要设备包括水轮机、发电机、调速器、转轴、轴承等。水轮机作为水力能转换的核心部件,其布置应考虑充分利用水资源,确保水流充分冲击水轮机叶片,提高发电效率;发电机作为将水轮机转动的机械能转化为电能的设备,其布置应考虑与水轮机之间的连接、定位以及对电力传输系统的配合;调速器用于调节水轮机的转速,应布置在发电机与水轮机之间,以实现水轮机转速的实时调节,保证发电系统的稳定运行;转轴和轴承作为连接水轮机与发电机的关键部件,应布置在水力机组的关键位置,以承受水轮机的旋转力和发电机的重量,确保机组的稳定运行。水力机械的主要设备布置还需考虑与水库、水道、进水口、出水口等水利工程设施的配合。水轮机通常布置在水力水利工程中的进水口,以便充分利用水资源。发电机和调速器通常布置在水轮机下方或旁边,便于维护和检修。转轴和轴承通常布置在水轮机与发电机之间,以支撑水轮机的转动。此外,水力机械的主要设备布置还需考虑与水电站的控制系统、安全系统、监测系统配套设施的协调,以确保水电站的安全运行和监测管理。

### 6 结语

在高原地区水利工程建设中,充分认识到了其独特的地理环境和资源特点对水利工程建设所带来的挑战和机遇。通过对高原地区水力资源的充分分析和评估,能够更加科学地选择合适的水力机械设备,实现对水资源的有效利用和能源的高效开发。在未来的工作中,需要进一步加强加强对高原地区水力潜力的研究和开发,不断提高水利工程建设的技术水平和管理水平,为高原地区经济社会的可持续发展做出更大的贡献。同时,还需加强科研力量的组织和协作,推动技术创新和成果转化,为高原地区水利工程的可持续发展提供更加坚实的支撑。

#### [参考文献]

- [1] 巨增赤列. 高原水利工程建设关键技术探析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(6): 100-101.
  - [2] 赵世攀. 浅析中小型水利施工技术管理的有效措施[Z]. 《建筑科技与管理》组委会. 2020年5月建筑科技与管理学术交流会议论文集. 2020: 3.
  - [3] 陈自聚. 高原高寒地区水利工程施工提高混凝土强度的措施[J]. 中华建设, 2019(6): 172-173.
- 作者简介: 冉启飞 (1995.10—), 男, 西华大学; 能源与动力工程, 助理工程师。