

Research on the Rapid Installation and Evacuation Technology of Power Generation Equipment on the Hydroelectric Power Generation Dam

Zhongkai Pan

Tianneng Battery (Panshan) Co., Ltd., Panshan, Liaoning, 124000, China

Abstract

This paper mainly studies the design of the special structure of the hydroelectric dam, and the rapid installation and evacuation technology of power generation equipment. Firstly, the technical link introduces the rapid installation of power generation equipment on the hydroelectric power dam. Secondly, the rapid installation technology of the power generation equipment on the hydroelectric power dam is analyzed in detail. Then, the difficulties and problems in the application of rapid installation and evacuation technology of power generation equipment on the hydropower dam are discussed. Subsequently, effective strategies are proposed to enhance the application of this technique. Finally, through the patent case analysis, the current development status and trend of related technologies are shown.

Keywords

hydroelectric power dam; power generation equipment; quick installation; evacuation technology

水力发电坝上的发电设备快速安装与撤离技术研究

潘忠凯

天能电池(盘山)有限公司, 中国·辽宁 盘山 124000

摘要

论文主要研究水力发电坝体特殊结构的设计, 发电设备快速安装与撤离技术。首先, 介绍了水力发电坝上发电设备快速安装的技术环节。其次, 对水力发电坝上发电设备快速安装技术进行了分类。然后, 对水力发电坝上发电设备撤离技术进行了详细分析。接着, 探讨了水力发电坝上发电设备快速安装与撤离技术应用中的难点和问题。随后, 提出了加强该技术应用的有效策略。最后, 通过专利案例分析, 展示了目前相关技术的发展状况和趋势。

关键词

水力发电坝; 发电设备; 快速安装; 撤离技术

1 引言

水力发电作为一种清洁能源, 具有广阔的发展前景。在水力发电系统中, 发电坝的特殊设计与发电设备的快速安装、撤离, 对于项目建设和运维至关重要。然而, 传统的水力发电坝的设计, 使安装与撤离机组方法存在时间长, 效率低等问题, 亟需技术革新和改进。因此, 论文中指特殊的发电坝建造结构简单, 不建高坝拦河, 不蓄洪, 不破坏坝前两岸生态环境, 不影响常年河水下泄, 不影响汛期排洪, 枯水期也能保障正常发电。坝上的发电设备可达到快速安装与撤离, 探索更高效、更安全的解决方案, 以推动水力发电的可持续发展。

【作者简介】潘忠凯(1959-), 男, 从事水力发电和风力发电设备研究。

2 水力发电坝上的发电设备快速安装的技术环节

2.1 预制和标准化

水力发电坝体特殊结构的设计, 改变以往许多零部件可以在工厂或制造场所进行预制。这就意味着将不同厂家制造的组件组合在一起, 通过采用标准化设计, 可以降低设计和制造的复杂性, 整机进入现场安装, 免除现场更换零件, 确保整机更换整机撤离, 提高生产效率。

2.2 模块化设计和组装

水轮发电机组的外架体整体形状为: 叶轮以上至发电机为圆柱形, 叶轮以下为外菱形三角形、镂空型三角锥, 三个锥角边为实心, 河水进入发电井流经水轮发电机组向下流出推动叶轮旋转, 带动上方发电机发电。

坝体上方为圆形开口, 适合水轮发电机组进入发电井, 两侧有导槽, 下部分为倒三角形, 也就是镂空的三角锥, 锥

尖朝下。当发电机组锥尖朝下插入发电机井时，正好与下方的三角锥吻合，因为三角锥的三根边柱都有凹凸槽结构，再加之三角形的稳定性，三个外三角边插入三个内三角边，水轮发电机组在发电井内的安装就完成了，使发电机组的架体牢牢固定在发电机井内，发电机井及外架体的特殊设计免除安装底脚螺丝和调试的工序，因为水轮发电机组都是安装在外架体的内部。所以说，只要外架体插入发电机井内，打开进水阀门，机组进入发电状态。模块化组装为未来的维护和更换工作提供了便利。在比较宽的河道建造水力发电坝，该河段需要有船只经过时，就在撤出龙门吊的对岸边一侧建一个船闸通行水道，这种船闸水道在国内几个大型水力发电站都有一比较成熟的技术（龙门吊是河道的一侧，对岸指的是河道的另一侧），比如山峡河闸通行船只通道，就可以解决该河段过船的需求。

2.3 先进的施工和安装技术

对于重型的水力发电设备，高效的吊装设备是不可或缺的。使用现代化的吊装设备，如起重机、吊车和升降平台，可以实现精准的定位和安装。这些设备通常配备有高精度的定位系统，确保设备能够准确地放置到位，减少调整和修正的工作。高强度螺栓连接：在水力发电设备的组装过程中，使用高强度螺栓连接可以代替传统的焊接，从而减少现场的加工和热变形影响。高强度螺栓连接提供了更加可靠和灵活的连接方式，同时也更容易进行拆卸和维护。在安装过程中，采用现代化的传感器和监控系统，能够实时监测设备的状态和性能。这些监控系统可以提前发现潜在的问题，帮助工程师及时调整和解决，确保设备的安全性和稳定性。此外，监控系统还有助于优化设备的运行和性能，提高水力发电厂的效率和可靠性。

3 水力发电坝上发电设备快速安装技术的分类

3.1 设备预制与模块化

针对水力发电坝上的发电设备，可以采取预制和模块化技术，即将发电设备的各个组成部分在工厂或其他地方预先制造好，并进行模块化设计。这样做的好处是可以大幅减少现场施工时间。预制设备具有标准化的组件，可以快速装配，并且更容易进行质量控制。而模块化设计则意味着可以在不同地点同时进行组装，加快了施工进度。通过设备预制与模块化，可以缩短整个项目的建设周期，降低成本，并减少对施工人员的依赖。

3.2 使用现代化的安装工具与技术

为了快速安装水力发电设备，可以采用现代化的安装工具和技术。例如，激光测量技术可以确保设备的精确定位，减少了误差。此外，使用先进的螺栓和连接技术可以快速而可靠地将各个部件连接在一起。通过引入这些现代化的工具和技术，可以大大提高水力发电设备的安装速度，同时确保安装质量。

3.3 优化项目管理与施工流程

在快速安装水力发电设备时，优化项目管理和施工流

程至关重要。这包括合理的进度计划，明确的任务分配以及合理的资源配置。项目管理团队应当在施工前进行充分的规划，确定施工顺序和时间表，并将施工过程中可能遇到的问题预先纳入考虑。同时，对施工人员进行培训，确保他们了解并熟练掌握使用现代化安装工具与技术的方法。有效的项目管理和施工流程能够使各个环节高效衔接，避免不必要的延误，从而确保快速而顺利地地完成发电设备的安装。

4 水力发电坝上发电设备撤离技术的分析

4.1 安全评估与预案制定

安全评估是撤离过程中的首要步骤。这需要对发电设备和坝体进行全面检查，以评估其状态、稳定性和老化程度。根据评估结果，制定详细的撤离预案，包括工作流程、时间表、责任分工、安全措施、应急预案等。预案还需要考虑适当的人员培训，确保所有参与撤离工作的人员了解相关的安全操作和风险防范措施。水力发电坝上的多台发电机组都是智能化管理，撤离时所有发电机组是在同一时间进行。

4.2 发电机组撤离与运输

每一个发电机井上面都有一台龙门吊，它们是同时在坝外场地沿轨道进入发电坝，因为有激光导航各自对准水力发电坝的发电机井，快速安装，撤离时，同时吊出发电井，龙门吊带着发电机组沿轨道进入停机场的安全处，因为下井口设计榫卯技术，代替传统安装的底脚螺丝，只要发电机组落入发电坝上的发电机井，打开进水闸门就发电。所以安装方便，撤离也方便。

4.3 坝体的清理与环境保护

设备撤离后，坝体上不会留下任何物品，只剩下一个没有发电设备的坝，这时的坝好像一座桥，上面走人、下面流水，因为只有上游来大洪水，发电机组才能撤离发电大坝，这时的洪水可以漫坝，洪水过后坝上可能遗留一些漂浮物，对其进行清理，对杂物进行环保处理，以减少对动物栖息地干扰和破坏。

4.4 成本评估与可持续利用

水力发电坝上发电设备撤离是一项非常简单的工程，不需要其他资金投入，不需要人力，也不需要设备拆解，因为发电机组是一个整体设备，安装时也不需要调试，因为水力发电坝上的设备安装在坝上，是不需要底脚螺丝固定在坝上的，这就是与所有水力发电站的不同之处。所有发电站发电机组都需要螺丝连接固定在坝的底座上进行调试，而水力发电坝的安装就非常简单的，如果有一台发电机组有问题不能正常工作，就可以整机撤离，整机更换，到场外维修，根本不影响正常发电。

5 水力发电坝上发电设备快速安装与撤离技术应用的难点和问题

5.1 技术可行性与安全性问题

快速安装与撤离发电设备的首要问题是确保技术可行性和安全性。在水力发电坝上安装水轮发电机组注意安全

性。当发电机组落入发电机井时,发电井进水口是关闭的,泄洪闸门是开启的,发电井内是处于无水、无水流状态,撤离时也是开启泄洪闸门,关闭发电进水闸门,所以安装和撤离发电机组都是处于安全状态。

5.2 设备适应性与稳定性

坝上发电设备在快速安装和撤离时需要具备良好的适应性和稳定性。该设备可适应不同的水位、水流,因为水力发电坝分为两部分,靠龙门吊出入一侧坝体的三分之二为安装水力发电机组段,剩下三分之一为泄洪闸门段,泄洪闸门就是调节上游突发下来的小洪峰,开泄洪阀门降低坝前的水位高度。枯水期关闭一个或几个发电机组,保障剩余发电机组的水位高度。

5.3 时间和成本管理

快速安装和撤离技术的应用必须在时间和成本管理方面进行仔细规划,在水力发电坝上安装和撤离所需时间非常短,因为所有发电机组是整机串联进入,有激光导航,达到同时安装,同时撤出,减少对发电运营的影响,快速安装和撤离技术的引入,不需要额外资金的投入,成本低,效益高,便于管理,是非常理想的新型多功能水力发电坝。

6 专利案例分析

6.1 专利背景

本实用新型涉及水力发电领域,具体说是一种水力发电坝。包括坝体,坝体内设有至少一发电机井;发电机井内安装有水轮发电机;发电机井包括上井位和下井位;下井位为倒棱台形状;坝体上表面设有与上井位配合的井口;井口内壁设有至少一凹槽;水轮发电机固定在架体上;架体包括上架体和下架体;上架体侧壁设有与凹槽配合的凸起,下架体插入下井位内,水轮发电机组的安装就结束,没有一个底脚螺丝,解决以往水轮发电机组与坝连接的工序和调试,此坝下井位采用的是榫卯技术。所以当发电机组落入坝上的发电井后,发电机组在坝上就安装结束。

6.2 案例分析

这项实用新型涉及一种水力发电坝,其主要特点是具有快速安装和快速撤离的功能,从而确保在全年除洪水超高水位漫坝外,能够保证24h不间断发电,并同时保证河道水流的正常下泄。

以下是对该专利的快速安装与撤离技术进行的分析。

6.2.1 水轮发电机井设计

该水力发电坝的发电机井采用了倒棱台形状的下井位设计,这种形状可能有助于在安装时降低水轮发电机组的高度,以便更容易进行快速安装。同时,在撤离时,这种设计可能有助于减少水轮发电机组从下井位取出的难度。

6.2.2 架体设计

水轮发电机固定在架体上,架体包括上架体和下架体。上架体的侧壁设有与发电机井内凹槽配合的凸起,这样的设计可能有助于确保发电机组在安装时的稳定性。在快速撤离时,上架体的凸起与凹槽的配合设计可能使得发电机组的取

出更为便捷。

6.2.3 起重、运输设计

利用龙门吊可以实现快速而精准的安装,在设备撤离阶段同样可以利用先进的龙门吊技术,确保设备的安装与移出,因水力发电坝上铺设轨道,龙门吊直接由场地进入水力发电坝上。每台龙门吊各吊一台水轮发电机组,才能达到同时进入,快速安装,同时撤出,达到双快策略。

6.2.4 井口设计

坝体上表面设有与发电机井上井位配合的井口,井口内壁设有至少一凹槽。这些设计可能有助于在安装时引导水轮发电机组的准确位置,同时在撤离时提供相应的引导,使得发电机组能够顺利通过井口进行快速撤离。

6.2.5 坝体多功能性设计

坝体是拦河建筑,不建更高的大坝,只满足发电机组发电的水位高度。装机的大小和几台机组都是根据该河段常年下泄河水的流量设计发电机组的大小,安装几台机组,才能满足常年24h发电,所以坝不用建高,也不会破坏坝前两岸的生态环境,该河道有最好明显的水位落差,坝前水淹两岸的面积就较小。水位落差大,水淹河道就短一些,也不蓄洪,不截流,不影响河水正常下泄,只要上游河水流经此坝就发一次电。夏季来大洪水,坝上的发电设备可在极短的时间内撤离,不影响泄洪,水大可以漫坝。

当进入枯水期时河道会出现水位下降,水力发电坝是多台发电机组发电,只要坝前水位下降,就关闭一台或几台发电机组以保障剩余发电机组的水位高度。有些河段落差比较大,适合利用水力发电坝建一个台阶式发电场。每隔距离千米就可以建一个发电坝,发电坝形成规模便于管理,在同一个河段重复发几次电,又不影响河水的正常下泄,会节省大量的资金,因为机组是一个型号,便于生产、组装,配件共享、机组共享、设备共享。这种在同一河段能重复发几次电是其他水力发电站所不具备的,唯独这种不建大坝,不蓄洪才能做到。

7 结语

水力发电坝上发电设备快速安装与撤离技术的研究是水力发电产业发展的关键环节。本文系统地介绍了快速安装与撤离技术的各个环节和分类,并分析了其应用中存在的难点和问题。针对这些问题,提出了加强技术应用的有效策略,希望能够推动该技术的进一步发展和应用。随着技术的不断创新与完善,相信水力发电坝特殊结构的设计和发电设备的快速安装与撤离将在未来取得更加显著的成就。

参考文献

- [1] 王振双,高春辉.探讨水力发电设备的诊断技术[J].引文版:工程技术,2016(6):251.
- [2] 陈志恒,苑婷,王珏,等.一种快速安装的水力发电设备[P].[2023-07-30].
- [3] 中华人民共和国水利电力部水工建设总局.水力发电设备安装及验收技术规程试行[M].北京:水利电力出版社,1958.
- [4] 陈新发.一种岸基水力发电系统[P].[2023-07-30].