

# 抽水蓄能电站地下厂房建设精益管理探究

沈广余

中国水利水电第八工程局有限公司

**摘要:**与常规水电站相比,抽水蓄能电站存在明显差异,对施工项目管理也有着不同要求。在抽水蓄能电站的整体建设过程中,地下厂房建设是十分重要的一项内容,需要相关施工企业对此加大重视,并有效实现地下厂房建设的精益管理,以此来有效保证地下厂房的建设质量,提高企业自身的经济效益。在实际管理过程当中,需要根据地下厂房的不同施工阶段,对组织机构加以调整,明确工程关键部位的施工技术与方法,并要合理配置相关施工设备,从而确保地下厂房建设工作的有效落实,加快工程建设进度,提高厂房工程的施工质量。本文针对抽水蓄能电站地下厂房建设的精益管理进行分析,介绍了地下厂房建设过程中的安全管理内容,探讨了地下厂房工程的投标管理,并提出具体的精益管理对策,希望能够为相关管理人员起到一些参考和借鉴。

**关键词:**抽水蓄能电站;地下厂房建设;精益管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.060

抽水蓄能电站不同于一般的水利枢纽建设工程,所以在管理时与一般水电建设也存在差异。在抽水蓄能电站的地下厂房建设过程中,需要有效落实精益管理,采取科学合理的管理对策,以此来全面提高地下厂房建设管理水平。具体来说,相关管理人员需要做好地下厂房的安全管理工作,明确具体的管理内容,同时还需要全面加强地下厂房建设项目的投标管理工作,合理优化管理工作,从而全面提高抽水蓄能电站地下厂房的建设质量,促进我国水电工程行业的健康发展。

## 一、抽水蓄能电站地下厂房的安全管理

### (一) 现场安全管理

在抽水蓄能电站的地下厂房施工过程中,相关施工企业需要对现场安全管理工作加大重视,安排监理人员在现场开展安全监督管理工作,严格监管现场施工人员的操作行为,对各项施工环节进行严格监督,以此来及时发现和消除安全隐患。在现场施工过程中,需要高度重视材料管理工作,建立起完善的施工材料管理制度,保证材料质量符合施工要求,避免在施工中产生安全隐患<sup>[1]</sup>。

### (二) 人员安全管理

在地下厂房施工期间,相关安全管理人员需要对施工人员加大管理力度,确保施工人员能够严格按照相关标准和规范开展施工作业。对此,施工企业需要对施工人员做好安全培训和教育,提升施工人员的安全意识。由于地下厂房工程为地下作业,因此存在相关的安全隐患,一方面需要保证施工人员操作的规范性和标准性,另一方面还应佩戴相关安全防护用具,从而使施工人员生命安全得到保证。

### (三) 设备安全管理

在实际施工中,需要使用到相关机械设备,因此现场管理人员需要做好设备管理工作,定期对设备进行检修,有效保证设备的安全性能,避免在施工中由于设备故障而引发安全事故<sup>[2]</sup>。

## 二、抽水蓄能站地下厂房工程的投标管理

### (一) 投标时考虑的因素

在地下厂房施工期间存在许多潜在风险,一旦缺乏施工经验,仍按常规枢纽工程和水电站进行投标报价,则可能会导致企业出现亏损,不利于企业的健康发展。而且在亏损出现后缺乏合适的理由进行索赔,导致企业无法获得相应赔偿,阻碍了工程的正常开展,使企业受到损失,工程工期也会受到影响。结合地下厂房工程的隐含项目费用展开分析,其具体包括以下几个方面。

首先,长距离通风管路费用。由于地下厂房的距离相对较远,一些厂房甚至达到2km以上。与常规水电站风水电管理相比,其通水管路、通风管路以及供电线路相对较长,如果仍采用常规方法和比例进行投标,则会导致企业出现亏损问题。所以,相关企业需要单独计算与考虑此部分的供电线路和风水电管理费用。

其次,厂房内照明和通风用电费用。在实际投标过程中,相关施工单位通常会对此费用进行考虑,但一般不会特别重视。在正常情况下,电费在总投资中所占的比例相对较小,因此容易对其产生忽视。从实际角度分析,此费用也相对较大,由于在厂房开挖时需要24小时持续照明,为了保证施工工作的正常开展,需要24小时持续通风。每台通风机功率约为55KW,通常地下厂房工期为40个月,因此通风机的总用电费用便可以达到100万元。对此,需要相关施工单位单独计算与摊销电费<sup>[3]</sup>。

最后,支护费用。在地下厂房施工期间,往往具有较大的支护工程量,而且还存在较多的高边坡锚固。例如,挂网支护、喷混凝土、锚杆、锚筋桩以及锚索等环节的工程量相对较大。所以,在各项支护环节中,需要对其单价组成进行考虑,例如对于锚筋桩、锚杆以及锚索单价,需要对架子搭设费用进行考虑。在制作和安装网片时,需要对实际搭接长度进行考虑,一旦开挖面不够光滑与平整,需要对挂网重量损耗进行充分考虑<sup>[4]</sup>。

### (二) 平衡报价及合理低价中标

对于地下厂房的混凝土衬砌、开挖和支护等,在编制单价时与普通水电站项目单价编制有所不同。地下厂房深度通常相对较大,具体为20-50米不等,而开挖分层则通常为5-10层。在开挖不同层时,出渣道路并不一致,当采用单纯的套定额方式对开挖单价进行计算,则可能会有漏项问题出现,进而给企业造成亏损问题。相关研究人员认为,采用分层方式对开挖单价进行计算,并结合总工程量和费用折算所得到的综合单价相对合理。在实际编制混凝土衬砌单价时,需要接近实际的

施工方法，例如在投标过程中需要考虑混凝土浇筑对台车的准备，并按照台车对费用进行计算。但在实际浇筑混凝土时，一般利用架子搭设提供支撑，但这样不仅无法保证工期，而且费用也存在差异，进而造成企业的亏损问题。在平衡报价时，由于工程量的增加，进而导致项目报出较高的价格，而在工程量减少后，项目所报单价也相对较低，但总价格维持不变。对于此种情况，其并非一成不变，需要结合业主的招标文件规定和特殊情况加以确定。为了保证中标的合理性，在投标过程中，企业需要认真分析单位工程的成本以及利润水平，并要统筹考虑，对工程施工方案进行精心选择，结合工料机的消耗量水平，从而对人工、施工机械以及材料等要素的配置、投入加以确定，对其组合加以优化，从而使现场费用和技术措施费用得到合理控制，充分保证报价的精确性，以投标竞价来提高行业综合实力和竞争优势<sup>[5]</sup>。

### 三、抽水蓄能电站地下厂房建设的精益管理对策

#### (一) 根据不同的阶段适时调整组织机构

在地下厂房工程的施工管理过程中，需要结合工程

的不同施工阶段，对组织机构进行合理调整。具体来说，在工程开挖阶段，相关施工人员需要有效落实钻爆作业，并正确运用挖、运、装等相关设备。施工企业需要安排机械队以及开挖队来开展相关施工作业，同时还需要配备风水电维护的综合队。在此过程中，其施工任务主要为出渣以及开挖，需要采取有效的施工措施，使每天的爆破量、钻孔量得到保证。在爆破结束后还需要做好排烟工作，并在完成排烟之后及时出渣，做好各项工序的衔接工作。一些情况下，在爆破结束后还应及时反铲扒渣。在实际开挖过程中，各项环节的衔接与处理流畅性，对开挖进度具有直接影响。在浇筑混凝土时，施工单位需要撤销机械和开挖队伍，并对混凝土浇筑团队进行成立，结合混凝土量来设置浇筑队数量，具体可成立2-3个，而每队的人数则为80-150。当砂石骨料需要由承包商自行运输与管理时，需要对砂石骨料厂进行成立。在此情况下，应由拌合厂来管理混凝土的运输设备，而浇筑队伍则负责管理混凝土的垂直和水平运输设备。除此之外，在项目开展过程中，可以结合具体的施工阶段对项目班子成员加以调整，具体需要调整人员专业组成。例如，在工程最初时，应具有机械和爆破等专业，而到了工程后期则应引入水工专业<sup>[6]</sup>。

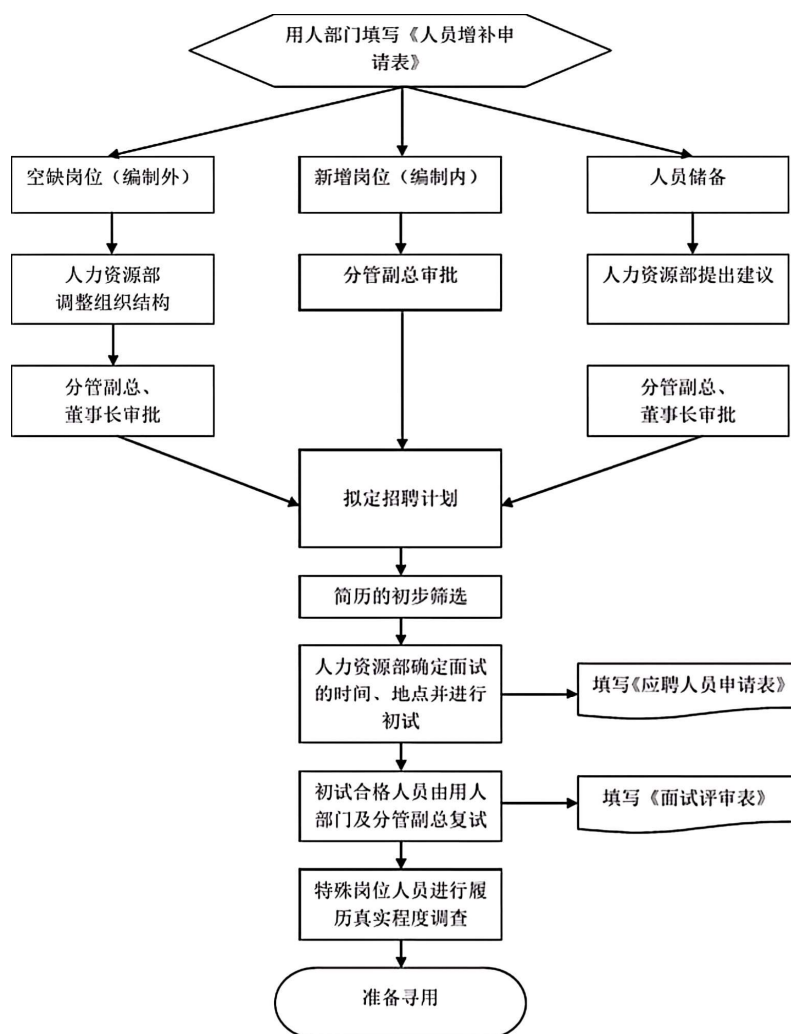


图1 组织机构调整示意图

## （二）确立关键部位的施工方法和措施

在地下厂房工程的施工过程中存在着很多关键部位，在对这些部位开展施工工作前，需要对其施工方法和措施加以确定，从而确保有备无患。通常来说，在针对地下厂房开展施工作业时，其关键部位具体如下。首先，岩壁吊车梁，在对此部位进行施工时，需要高度重视从开挖一直到混凝土浇筑的整个过程，认真对待各个环节。对于岩壁吊车梁和结构柱钢筋，应有效开展混凝土工程，其所涉及的工序具体包括预埋件安装、钢筋安装、混凝土浇筑和养护等。此部位具有较大的钢筋安装密度，而且体积相对较小，这也使其空间比较狭窄，不利于施工工作的开展，需要相关施工企业合理采取施工方法。在开挖过程中，相关施工人员应对小药量爆破以及钻密孔的方式进行采用。在实际浇筑过程中，需要详细计算模板和支撑，并采用科学合理的入仓手段，利用混凝土泵加以输送。而在卸料时不应过猛，避免对钢筋结构造成破坏。在浇筑混凝土时，需要对混凝土的振捣作业进行强化，防止有漏振、过振等情况出现。对于地下厂房一直到下水库的进出水口段，其是一个关键部位，多数为斜井，因此在开挖时需要采取有效的施工措施，并结合现场实际情况进行浇筑。由于这些部位的空间相对比较狭小，因此在出渣时需要对设备掉头和运转空间进行充分考虑<sup>[7]</sup>。

## （三）不同施工阶段合理配置设备

在地下厂房施工期间，需要结合具体的施工阶段，对机械设备进行合理配置与调整。在实际开挖过程中，需要结合总体工程量、爆破出渣量，对设备合理加以安排。在钻孔设备的高峰期，其使用的手风钻数量可以达到10-20部，同时还需要使用其他钻机。在实际施工过程中，由于钻孔设备相对较多，因此需要对足够的空压机加以配备。在完成主厂房的爆破后，往往有着较大的工程量，因此需要配备充足的出渣设备，从而使工期得到缩短。通常来说，需要对两台反铲加以配备，并配合装载机，其运输设备可以达到6-8台，具体需要采用20t的自卸车，在高峰期则需要达到10台左右。在浇筑混凝土的过程中，应退出相关开挖和运输设备，并要及时对浇筑设备进场，准备好混凝土泵、塔吊以及搅拌罐，从而有效浇筑各个部位的混凝土。在厂房浇筑期间，设备的布置需要对厂房空间加以考虑。除此之外，还需要做好混凝土拌制设备以及砂石骨料设备的维护工作，保证设备的正常运行。通过对机械设备合理配置，可以使设备开挖以及浇筑质量得到提高，并使工程施工进度得到加快。而且还需要保证设备租赁以及退租的及时性，从而使企业经济效益得到有效提升。

## （四）努力做好后续索赔与补偿

在地下厂房工程建设过程中存在许多不确定因素，所以在实际开挖以及浇筑期间，需要合理处理相关的索赔与补偿事件。对于相关承包商而言，其需要准确把握机遇，在满足工期要求的基础上合理提出补偿，以此来使企业经济效益得到提升。对于抽水蓄能电站的地下厂

房索赔补偿事件，其一般包括以下几种类型。

首先，岩石条件变化。通常来说，招标文件当中所提出的岩石条件相对较粗糙，和实际的岩石条件存在较大出入，可以以此为突破口提出索赔。在岩石条件发生变化后，相关施工企业可以通过爆破孔、钻头费用以及爆破火工材料的造价，并结合挖、运、装设备效率，对索赔费用加以计算。

其次，在改变混凝土浇筑的施工措施后，可以提出具体的索赔补偿，此时需要准确计算其补偿费用。

最后，支护改变。通常情况下，在厂房设计过程中，为了使厂房稳固性得到保证，需要对支护工程量进行增加，具体包括锚筋桩、挂网、锚杆以及锚索的增加。相关承包商可以通过新增项目重新进行报价，对单价加以提高，从而获取利润<sup>[8]</sup>。

## 结束语

综上所述，抽水蓄能电站地下厂房的建设工作，在施工管理方面有着显著特征，对于特殊项目，需要采取相应的管理手段，从而有效实现精益管理目标。具体来说，通过有效落实地下厂房的施工管理工作，可以帮助企业不断积累经验，并为工程建设与管理奠定坚实基础。

## 参考文献

- [1] 孙立群, 张丹. 海南琼中抽水蓄能电站地下厂房建设的精益管理[J]. 水力发电, 2019, 45(1): 36-40, 44.
  - [2] 于鑫, 陈婧, 闫滨. 大型抽水蓄能电站地下厂房结构振动反应分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2019, 50(4): 507-512.
  - [3] 高乔, 马克, 唐春安, 等. 荒沟抽水蓄能电站地下厂房开挖过程微震活动特征与围岩稳定性研究[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(5): 775-782.
  - [4] 刘海滨, 陈磊, 张原铭, 等. 主动感烟探测系统在抽水蓄能电站地下厂房的应用[J]. 电工技术, 2019(16): 118-120, 131.
  - [5] 谷树林. 浅谈桥式起重机安装技术在大型抽水蓄能电站地下厂房中的应用[J]. 建材发展导向(下), 2017, 15(9): 113.
  - [6] 郭德昌, 张宏战, 薛石平, 等. 抽水蓄能电站地下厂房相邻机组段间振动的相互影响[J]. 水利与建筑工程学报, 2021, 19(3): 50-56.
  - [7] 王瑞华, 温家华, 李云龙, 等. 河北丰宁抽水蓄能电站地下厂房围岩稳定计算分析[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2016, 14(3): 182-186.
  - [8] 宋思露, 李同春, 赵兰浩, 等. 某抽水蓄能电站地下厂房结构体系抗振研究[J]. 水电能源科学, 2019, 37(4): 88-91, 151.
- 作者简介: 沈广余, 1985年04月25日, 男, 内蒙古牙克石, 满族, 大专, 中级工程师, 工作方向: 从事抽水蓄能项目施工管理方面。