

水工混凝土结构设计及优化研究

李延涵

广州珠科院工程勘察设计有限公司

摘要：通过水利工程的建设，能够有效地预防洪涝灾害，实现对于水源的供应以及灌溉等诸多优势。水利工程往往具有较大的建设范围和较长的周期，整体的施工进度比较缓慢。在水利工程建设的进程中，混凝土结构得到了广泛的应用，这一结构不仅能够有效地控制成本，同时从整体上来看，具有诸多优势。但是在实际的建设过程中，混凝土结构的设计难度较高，所以常常会发生诸多问题。因此，就要提高对于混凝土结构运用的科学性和合理性，保障水利工程的质量安全。本文首先分析了水工混凝土结构的特点和重要意义，之后又论述了当前混凝土结构设计中的问题，并分析了混凝土结构的施工工艺，最后提出了水工混凝土结构的优化设计，以供参考。

关键词：水利工程；混凝土；结构；设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.087

前言：当前，为了提高水资源的利用率，不断地加快了水利工程的建设，推动了水利工程的良性发展，大大的提高了人们生活的便利性。为了实现水利工程的建设目标，其中一项关键的内容就是科学的设计混凝土结构，这样才能够维护整体建筑的安全性，保障水利工程的运行效率。

一、水工混凝土结构的特点和重要意义

相较于其他的结构物，受到环境因素的影响，水工混凝土也有着显著的特点，整体的工作环境较为复杂，而且在水的流动之下，会对于混凝土结构所具有的耐久性提出更高的要求。首先，水工混凝土结构具有较大的骨料颗粒径，同时还占据着较高的比例。通常情况下，对于水工混凝土的骨料颗粒径最大能够达到150毫米。其次，在水工混凝土结构中较少使用的胶凝材料。从整体上来看，只有在一些特殊的位置，要进行胶凝材料的运用，其他的部位该种材料的用量少，而且通过对于具体的减水剂掺和料的掺加使用，能够对于混凝土的特性，进行有效的改善，进一步地减少水灰比，从而有效降低水泥的用量，实现水热化下降的目标。再次，对于水工混凝土结构而言，建设环境较为潮湿，雨水具有长

期大面积的接触，所以较少失去混凝土中的拌合水。即便在水泥的水化作用之下，会产生部分拌合水的消耗，那么依然可以利用水泥的空隙，由外部的水实现补充，所以长期来看，水工混凝土结构一直是在饱水状态。最后，水工混凝土结构在强度等级和寿命上都有着较高的要求。相较于其他建筑，水工建筑结构整体的施工周期长，具有大额的投资，需要长期运行。针对一些位置上所进行的混凝土施工，由于施工环境和其他各种因素的影响，也要求混凝土具有较高的强度等级。

水利工程混凝土结构设计具有重要的意义，在各种水工建筑的应用之下，能够对于水资源进行有效的调节，实现对于洪涝以及干旱灾害的预防和控制，满足人们当前的生产生活需要。水利工程通过混凝土结构的运用，能够依照科学的比例，进行混凝土的配比和调和之后，再借助水泥，以此充当胶凝材料，从而完成混凝土的制作。通过混凝土配合钢筋等其他材料，能够实现良好的承重效果，是各类建筑工程中一个较为重要的建筑材料。混凝土结构具有良好的耐久性和耐火性，因此应用范围广泛。现阶段，混凝土结构在我国水利工程建设中的运用刚刚起步，并未积累丰富的使用经验，所以在具体的应用过程中，往往存在着一定的不足，因此就要加强对于混凝土结构的优化设计，不断提高水利工程建设水平。

二、水工混凝土结构设计中的问题

（一）材料配比

在混凝土中，具有多种原料混合，其中包括水泥、砂石、骨料等。在不同的工程施工中，混凝土的各种材料配比也具有一定的差异。比如说，可能会出现水泥和水分的增加或者是减少，这都会影响到最终所形成的混凝土的性质，会在施工的过程中出现诸多问题，比如说麻面、气孔等，对于混凝土结构的稳定性造成不利的影 响。如果在混凝土配比的过程中，使用较多的粗骨料，也会造成混凝土离析问题的出现，进一步影响到该结构的安全性。

（二）岔管设计

当前，在我国的水利工程建设中，对于地下管网的

排布所运用的方法为一洞多机。因此，为了实现工程建设的目标，在混凝土结构设计阶段，就有着较高的要求。针对岔管设计这一部分内容而言，我国缺少完善的标准，因此在施工的过程中，施工人员难以对于岔管所承受的压力，进行有效的控制。特别是面对复杂的地形，这都会使得在实际的设计过程中，难以确保其科学性，对于具体工程的稳定性，造成不利的影响^[1]。

（三）衬砌渗漏

对于水利工程施工而言，一个常见的问题就是混凝土的衬砌渗漏。一旦在混凝土设计中出现这个问题，要想有效解决也有着一定的难度。如果无法对这一问题，实现顺利解决，那么会影响到工程的整体效果。出现问题的原因是在混凝土的结构中由于裂缝的产生而导致的，混凝土结构会出现裂缝具有多种因素，比如说对于具体的模板设计缺乏科学性，或者是在实际施工中没有合理的设计通道位置，因此在通道上方出现沉降以后，也就会将很大的重量施加给衬砌，从而造成裂缝问题的出现。还有一个原因就是由于混凝土结构的材料质量不合格，难以满足施工标准，或者是出现了混凝土搅拌、运输方面的问题，这都会对于混凝土的性质，造成不良的影响，不利于混凝土使用效果的实现。

（四）前期准备不充足

在水利工程建设的过程中，针对技术方面提出了较高的要求。水利工程的实际建设难度系数较高，因此就要在设计阶段，针对施工现场的水文、地质以及气候等多方面条件，做到充分的调查。在具体的施工过程中，如果没有重视起前期准备，并未落实好调查工作，也会导致在施工的过程中产生各种质量问题。比如说在一部分水利工程中，具有较大的围岩应力，因此这也会降低围岩的安全性，在多种岔管的作用之下，由于应力的集中，就会出现衬砌的缝隙问题，降低混凝土结构的稳定性。

三、水工混凝土结构的施工工艺

（一）混凝土浇筑

在这一阶段中，要根据具体的顺序，做好混凝土分层次的浇筑。一般来说，在水利工程建设过程中，混凝土浇筑采用的方法为大体积浇筑，要提前按照模板的承重质量，进行具体的施工步骤的组织和安排，避免在浇筑的阶段，产生模具的开裂，从而造成缝隙问题。针对一些大体积的浇筑构件要做到分层浇筑，并对于每一层的厚度，进行合理的控制和安排，确保其满足之后振

捣的深度范围。在进行长段浇筑中，要分阶段开展，每一部分的长度控制在10到15米，无论所采用的是哪一种浇筑形式，都要确保一次性完成浇筑，避免在施工的过程中由于停顿问题的出现，从而造成凝结缝隙，不利于浇筑质量的实现^[2]。

（二）混凝土振捣

由于水工工程具有较大的浇筑体量，因此在振捣工作中，面临着较大的工作量，针对各种浇筑部件要进行相应类型的振捣工具的应用，具体涉及多种振捣器。在实际的施工中，要确保模板和振捣器之间具有一定的距离，这样才能够避免出现模具的共振，防止其对于混凝土的质量造成一定的影响。对于分层混凝土的处理，在实际的振捣工作中，要确保所进行的振捣器的插入，其具体的深度能够实现各个层次的连接。在充分振捣的基础之上，确保能够从整体上，促进混凝土的混合。对于分片振捣而言，要开展重叠施工，这样才能够充分的覆盖混凝土的振捣面。在具体的施工中，如果混凝土结构表面下降运动处于停止状态，同时没有气泡的存在，表面光滑、平整、泛浆，具有稳定的声音频率，因此就可以按照施工经验，完成振捣工作。

（三）混凝土变形控制

在具体的工程建设中，混凝土变形是常见的问题，出现这一问题的影响因素有很多，其中包括混凝土的结构设计、材料质量、混凝土配比等。因此，就要在混凝土施工的各个阶段，加强对于质量安全的控制问题，避免出现变形、裂缝等问题。在结构设计中，要针对断面的超载、抗裂以及具体的施工，加强验算工作。从而能够对于混凝土的强度，做到有效的控制。其次，还要加强对于混凝土材料的质量检测，确保质量合格以后，才能够在工程中使用。并对于各项材料的参数进行有效的控制，确保其作用的充分发挥。而且还要在现场施工的基础之上，合理的调整原材料的配比，符合施工要求。针对混凝土的浇筑，要根据不同的部件进行具体的浇筑形式的选择，并确保一次性完成。如果在施工的阶段，由于特殊天气的出现，从而产生温湿度的改变，就要强调混凝土模板的质量安全。防止在施工阶段，产生开裂问题，不利于整体稳定性的实现^[3]。

四、水工混凝土结构的优化设计

（一）裂缝控制

在水利工程中，要重点关注混凝土的裂缝控制问题。为了促进混凝土结构的优化设计，相关的人员在设

计阶段,要结合工程实际的施工环境、水文特征以及地质特点。并对于混凝土结构的承重能力,做到充分的考量。在此基础上,进行相应的钢筋以及混凝土的选择,确保其具有合适的标号。另外,为了强化对于裂缝的控制,也要通过合理的杆件的选择,并对于混凝土的裂缝宽度,做到有效的把握。

第一,要保证施工设备和材料的质量。为了确保水利工程的整体施工质量,就要加强对于原材料和设备的质量控制。同时,还要对于混凝土的配合比,做到合理的设计。这样在确保质量的基础之上,还能够保障混凝土性能的发挥。在施工阶段,施工人员要提前做好材料的检查,并通过混凝土防治方法的使用,确保施工的质量。

第二,温差裂缝的防治。在很多情况之下,混凝土内部发热出现温差,主要就是由于水泥发热所导致的。因此,在进行水泥材料的选择时,要确保其具有较小的发热量,这样能够实现对于混凝土温差的有效降低。如果工程施工是在夏天开展,那么要做好降温处理,在最大程度上,减少混凝土内部所出现的水分的蒸腾,从而降低混凝土温差。在浇筑的过程中,也要有效地控制浇筑时间。如果周围的温度条件比较高,那么可以在其中适当的添加一些冰块或者是冰水,从而对温差进行有效的控制^[4]。

第三,外力失衡的防治。施工人员要加大对于工程的监督和管理力度,做好施工现场的检查工作,同时还要依靠科学的技术,落实工程的加固和修复。如果所出现的裂缝问题较小,只需要对其表面进行简单的修复。如果面临较大的裂缝问题,那么要进行混凝土或者是水泥的增加。在施工准备的过程中,要针对工程的施工条件和技术加强评测,加大技术的监督和管理力度,确保施工能够达到合格的标准。

第四,加强养护。要根据实际的施工特点,进行合理的养护方法的选用。不同的养护方法也会对于混凝土的性能,具有差异性的影响。一般情况下,所应用的养护方法有很多,比如说红外线、太阳能、蒸汽养护等。如果要运用自然养护,或者是蒸汽养护,那么要对混凝土的温湿度进行有效的把控,减少混凝土外表暴露的时间,防止出现水分的蒸发^[5]。

(二) 围岩结构稳定性的优化设计

衬砌的排布会对于混凝土的结构质量,造成直接的影响,因此在具体的设计过程中,要加强对于围岩承受

能力的关注,并针对围岩结构的稳定性,加强优化设计,对相关问题做到进一步的完善。在实际的设计阶段,可以通过对于陡坡或者是平缓地面的运用,能够进行最低覆盖厚度的设计,避免由于厚度过小,从而导致工程渗水。

(三) 衬砌提升设计

对于衬砌而言,其中包括两种类型,分别为开裂和抗裂。因此,就要结合工程的设计标准,根据围岩的承载重力,从而确定衬砌类型的应用。并通过衬砌和围岩之间的有效结合,构成二次应力之后,再针对钢筋混凝土,加强支撑保护,将衬砌的配筋量控制在合适的范围内,从而确保支撑作用的充分发挥。另外,还要针对变形以及裂缝的发生原因,做到这一步的探究和分析,在此基础上,科学地进行岔管衬砌的排布。

(四) 计算混凝土温湿度

针对水利工程中的混凝土结构施工而言,在设计阶段,要做好对于温湿度的计算。针对大面积的混凝土,在进行温度计算的过程中,主要是以温度场、抗裂性、应力几方面作为切入点。一般来说,对于应力和温度场计算,主要采用差分法和限元法,在具体的计算过程中,还要充分的考虑到如果混凝土的性质出现变化,也会造成应力的松垮。针对不同的配比,要进行试验值和计算值的充分对比。

结语

综上所述,要在把握水工混凝土结构特点的基础之上,明确现有的问题,有针对性地做出具体的优化设计,提高水工混凝土结构设计和施工建设的水平,推动水利工程的建设和发展,提高水利工程整体的稳定性和耐久性。

参考文献

- [1] 卢平. 水工混凝土结构表面自防水技术试验研究[J]. 水与水技术, 2022(00): 125-128.
- [2] 代玉华. 水工混凝土结构设计存在的问题与对策分析[J]. 地下水, 2022, 44(03): 284-285.
- [3] 付艳艳. 水闸水工混凝土结构裂缝处理技术应用分析[J]. 水利技术监督, 2022(04): 201-203.
- [4] 喻俊豪. 钢筋锈蚀诱发水工混凝土结构开裂细观分析[D]. 南昌大学, 2021.
- [5] 栗宝鹃, 张美多, 王志豪, 刘康和, 李琦, 李嘉欣. 水工混凝土结构钢筋分布及锈蚀检测[J]. 工程地球物理学报, 2021, 18(02): 257-264.