

水工建筑物冻害应对技术分析

——以塔里木河流域巴音郭楞地区为例

任兵

(塔里木河流域巴音郭楞管理局建设与管理科, 新疆 库尔勒 841000)

摘要: 塔里木河流域的巴音郭楞地区位于新疆东南部, 地形复杂, 冬季寒冷, 为多年冻土地区。在水利工程实施之前需要分析冻土质地, 保护冻土, 同时还要预防冻害可能会对建筑物造成的不利影响。本文以巴音郭楞地区为例, 简述高寒地区水工建筑物在防治冻害的过程中所采取的措施。本文首先对导致冻害的原因作出简述, 其次分析建筑物的设计环节与施工环节中可以采取的防冻措施, 提升水工建筑物的工程质量。

关键词: 水工建筑; 冻害预防; 措施

中图分类号: TV698.2+6

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 02—0145—03

水工建筑物的冻害现象又被称为冻胀破坏, 这种现象出现的时候, 将在不同程度上对建筑物产生损害, 造成建筑物质量水平下降, 甚至埋下安全隐患。冻害的产生大多与气候条件、水分、土质以及外载负荷等外部环境因素有关。在建筑物结构中的混凝土和细粒土空隙中留有水分, 当温度下降到 0℃ 以下之后, 就会导致建筑物结构内部出现静冰压力和冻胀现象。就塔里木河流域巴音郭楞地区而言, 该地区冬季寒冷, 容易形成冻土, 所以深入研究该地区的水工建筑物冻害情况尤为重要。

1 形成水工建筑物冻害的原因

1.1 土体冻胀

随着气温的降低, 土体之中的水遇冷以后会冻结成冰, 从而产生胶结力, 进而使得建筑物与冻土两者之间相互粘合。当土体之中的水被冻结成冰以后, 其体积将会膨胀, 当这些膨胀导致土体发生颗粒位移的时候, 又会造成土体体积膨胀。水工建筑物基础不仅是承载体, 而且一定程度上会约束土体冻胀, 使得冻封不会对土体基础形成冻胀力^[1]。水工建筑物在受到过大的冻胀力作

重船开发专用抛石系统。起重船抛石系统主要功能有数据导入、辅助定位、石料称量、抛投点定位及抛石、数据分析, 见图 5。

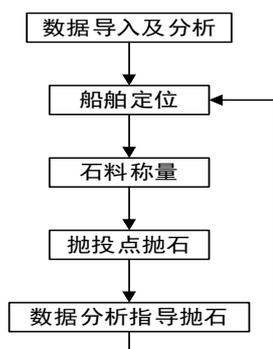


图 5 起重船抛石系统主要功能

需要导入系统的主要数据包括抛石区域地形图、抛石网格划分、网格抛石量、水位、流速等施工基础数据。由上述基础数据计算将要抛投的网格抛石所需石料重量及抛投点位置。通过船舶定位系统及实时 GPS 定位辅助起重船进点, 并实时显示船舶在施工区的位置。抛石料斗由挖机装料后, 起重机吊起吊斗并称量石料重量。

起重机在操作人员操纵下根据实时显示的吊点位置, 将吊机吊点移至抛投点进行抛石。完成每斗抛石后, 抛石系统自动记录每斗抛石的重量 (换算后的方量)、抛投点位置、水流、水位、河床标高等基础数据。并统计分析各网格已完成的抛石量及待抛石料量, 以指导下一斗的抛石。系统数据自动统计分析、同步上传, 并生成需要的报告。

4 结语

通过起重定位船抛石施工工艺与平板定位船施工工艺对比发现, 装有 3GPS 的起重定位船抛石采用吊斗进行抛石, 相较于平板定位船的挖机抛石, 每斗的抛石量及抛石位置可得到较好控制, 抛石量准确、抛石位置精准。根据原始地面及设计抛石要求, 计算各网格抛石量及成形后石料重心位置, 结合水位、水流计算水面抛石点位置。起重船抛石系统可实现船舶定位、抛石点计算、抛石情况记录与分析、报表生成等功能, 方便施工操作、抛石统计分析及管理, 提高了抛石的管理水平。

用的时候,将会因为超出位移量和变形量而出现稳定性丧失的情况。

1.2 冰荷载作用

在冬季气温较低的时候,地表水将会出现不同程度的结冰现象,冰层的厚度因为温度的不同而存在差异。当封冻和解冻的时候,水工建筑物将会受到动冰压力和静冰压力的影响,产生一定的损坏,特别是对河流护岸工程以及水库护坡产生严重影响^[2]。

1.3 地基土融沉

在冻胀地基的冻结过程中,会形成冰增值层和冰晶体,使原有的地基土结构发生改变。随着气温逐渐回升,地基受到荷载的影响而出现沉降。在地基冻胀的时候,其内部的含水量将会大幅度提升,在融化的过程中这些多余的水分将会降低地基承载能力,使得地基的应变关系和应力等,都悄然发生变化^[3]。所以,地基土融沉将会使得水工建筑物的某些地方出现不均匀的沉降现象。倘若沉降量超出水工建筑物所能够承受的变形量时,就会破坏建筑物。

2 确定抗冻胀设计基本参数

2.1 确定冻深的方法

在计算水工建筑物施工地点位置的标准冻深时,所依据的公式如下:

$$H_0 = \alpha \sqrt{I_0} \quad (1)$$

式中: α 所表示的含义为系数,文中 α 的取值为 $2.74 + 0.00074I_0$ 。 I_0 所表示的含义为冻结指数的多年平均值,其单位为 $(^\circ \text{Cd})$ 。 I_0 没有系列资料的时候,可以参照以下公式完成对该值的确定:

$$I_0 = 161.7D - 5554 \quad (2)$$

在公式(2)中, D 为计算地点北纬度值。

在对水工建筑物施工地点位置的设计冻深 H_d 进行计算的时候,可以按照以下公式进行:

$$H_d = k_p k_z k_a H_0 \quad (3)$$

在公式(3)中, k_p 所表示的含义为频率模比系数,所面对的对象是三级及以下等级的建筑物。当 H_0 不低于 100cm 的时候,此时频率模比系数为 1.15 。 k_z 所表示的含义为地下水修正系数, k_a 所表示的含义为日照和遮阴修正系数,其取值范围为 0.65 到 1.5 。

砂土地基的地下水修正系数取值为 1.0 ,在明确粘土地基值时,按照以下公式进行:

$$\begin{cases} k_z = 0.6 + 0.0051z^{0.758}, z \leq 270 \\ k_z = 1.0, z > 270 \end{cases} \quad (4)$$

在公式(4)中, z 所表示的含义为动前地下水位,

在进行计算的时候,需要按照稳定冻结期开始之前的 10 天平均值或者是多年时间内的平均值实施计算。倘若 $z > 0$ 的时候,此时 z 的取值 0 。

在计算建筑物基础之下的冻深 H'_d , 需要按照以下公式展开:

$$H'_d = H_d - \frac{\lambda}{\lambda'} - d \quad (5)$$

在公式(5)中, $\frac{\lambda}{\lambda'}$ 所表示的含义为地基与基础的导热系数,就混凝土基础的取值而言, $\frac{\lambda}{\lambda'} \text{max}=0.7$ 。 d 所表示的含义为建筑工程的基础厚度,单位表示为 cm 。

2.2 地基土的冻胀性工程分类与冻胀力取值

表1 地基土冻胀性工程分类

冻胀量	冻胀类别	对水工建筑物的危害程度	措施
$h \leq 2$	I	无危害作用	无需采取措施,按照常规设计。
$2 < h \leq 5$	II	危害较小,对梁系护砌有危害	重点防护梁系护砌。
$5 < h \leq 12$	III	对水工建筑物有一定危害	设计抗冻胀强度与稳定性,采取措施防治。
$12 < h \leq 22$	IV	有水工建筑物有较强危害	设计各部位抗冻胀设计,提出可靠防治措施。
$h > 22$	V	对水工建筑物有强烈危害	对各部位采取抗冻胀设计,采取有效可靠防治措施。

3 预防水工建筑物冻害策略

在设计防冻害工程的时候,首先要确保设计的结果可以达到设计的要求,其次是要对施工建筑物在冻土环境之下的稳定性情况进行计算和检验,并且要充分明确建筑物的结构强度和基础位移量,从而选择合理的防冻技术。在设计防冻害工程之前,还需要对工程地域的地下水情况和土质情况展开深层次的分析与研究,对塔里木河流域巴音郭楞地区的气温变化幅度、降雪情况、冻胀情况等作出勘测与分析,确保基础埋置深度的合理性,尽可能地将结构的平面尺寸降低,从而保证结构与结构之间能够形成紧密的联系。选择大刚度的材料,可以与不均匀的冻胀能力强大的结构进行抵抗^[4]。除了在设计的时候选择使用一般的方法之外,还需要保证建筑物的强度、刚度、防渗以及稳定性等能够达到标准参数要求。除此之外,还应当检验作为外荷载的各种冻胀力,完成校对核证,提升建筑物的稳定性、强度以及变形能力。倘若无法满足上述要求,那么应对其抗冻能力展开综合考量。

3.1 挡土墙的抗冻害设计

对不能满足抵抗冻胀要求的挡土墙而言,无论是在单独使用或者是综合使用的过程当中,都要对其进行全面提升。在应用当中提升挡土墙的抗冻胀能力,首先要选择合适的结构形式,以保证挡土墙能够适应冻胀环境,提升变形能力。可以优先选择悬臂式挡土墙,尽可能地使用扩大式条形基础作为挡土墙的基础设施。在埋深墙体底板的时候,必须要与设计的冻深相符合^[5]。其次,要将挡土墙后的土体冻胀进行削减和消除,将排水孔安装在挡土墙的位置,保证挡土墙迎土面的光滑平整,在达到渗径要求的前提之下,在挡土墙的后部位置完成回填土施工。施工时所使用的方法可以为非冻胀性土置换,也可以选择使用聚苯乙烯泡沫板或者是取水措施进行保温。

3.2 板型基础抗冻害设计

当板型基础已经不能够与抗冻胀要求相符合时,可以选择使用抗冻胀结构措施或者是相关的工程措施。在设计抗冻胀工程的时候,应该首先对其结构措施展开考虑,例如锚固底板、枕梁桥、一次闸、反拱底板、筛网消能工等。只有在条件不能够达到要求或者是选择的结构措施缺乏经济性和合理性的时候,才可以选择使用抗冻胀工程措施。其工程措施主要有以下几种,第一种是置换法。通过使用非冻胀性土完成地基土的置换。第二种是隔层封闭法。通过使用土工模将地基土进行分层包裹并将其封闭。第三种是强夯法或者压实法,对地基进行压密处理。第四种可以选择使用保温措施。第五种是排水法。需要对工程设置排水措施,例如反滤、暗管和盲井等等^[6]。

3.3 设计桩墩等基础设施

倘若桩墩类的基础设施不能够与冻胀力作用之下的抗冻拔要求相符合,那么此时则可以选择使用抗冻结构措施以及抗冻工程措施。防止桩基冻拔的结构措施主要有提升装机埋入土层的深度以及增加锚固基础两种。提升装机埋入土层深度的措施通过利用融土的摩阻力得以实现。增加锚固基础是指通过使用冻胀返力,克服切向冻胀力,从而切实保证桩墩的稳定性^[7]。扩大式桩基形式拥有很多种,常见的有锚固环式基础、爆扩桩基础以及锚固底梁基础。在施工的过程当中,因为受到施工条件和地基条件的限制,当承载力条件达到要求的时候,扩大锚板直径和增加基础深埋时存在困难,这时可以选择使用削减切向冻胀力工程措施解决。例如在深层范围之内的基础表面位置进行涂层处理、双层油套管处理以及外包薄膜处理等等。

4 结语

本文以塔里木河流域巴音郭楞地区为例,展开对于水工建筑物冻害应对技术的分析。首先总结了导致水工建筑物发生冻害的原因,从土体冻胀、受冰害作用影响以及地基土融沉三个角度进行了分析。其次,阐释了在设计水工建筑物时要确定的基本参数,保证建筑物本身有一定抗冻害能力。最后探究了预防水工建筑物冻害的工程措施,从挡土墙设计、板型基础设计以及桩端基础设施设计三个角度展开。通过运用已有的条件和措施,灵活性地强化水工建筑物对抗冻害的能力,最终达到理想的防冻害效果。

参考文献:

- [1] 吕长霖. 一维冻结条件下土体冻胀与基础水平冻胀力试验研究 [D]. 2018.
- [2] 林赐权. 护岸形式选择在中小河流整治工程中的探讨 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018(22):4624.
- [3] 尹利强, 王元战. 考虑固结过程的软土地基承载力数值分析 [J]. 水道港口, 2018(04):477-482.
- [4] 张家滨, 唐催, 王磊, 等. 基于频率变化率的结构刚度非均匀退化识别 [J]. 振动, 测试与诊断, 2018(03):92-93.
- [5] 曹明, 马晓明. 悬臂式排桩挡土墙在某市政道路中的应用 [J]. 黑龙江交通科技, 2020(04):6-7.
- [6] 石锋. 研究水工建筑工程的施工排水方法 [J]. 中国战略新兴产业, 2020(10):79-80.
- [7] 肖旻, 王正中, 刘铨鸿, 等. 考虑冻土双向冻胀与衬砌板冻缩的大型渠道冻胀力学模型 [J]. 农业工程学报, 2018(08):108-116.

