**UDC**

中华人民共和国国家标准 GB

**P GB/T50662-2011**

**水工建筑物抗冰冻设计规范**

#### **Code for design of hydraulic structures against ice and freezing action**

**（局部修订征求意见稿）**

20XX-XX-XX发布20XX-XX-XX实施

|  |  |
| --- | --- |
| 中华人民共和国住房和城乡建设部 | 联合发布 |
| 中华人民共和国国家市场监督总局 |

中华人民共和国国家标准

**水工建筑物抗冰冻设计规范**

#### **Code for design of hydraulic structures against ice and freezing action**

GB/T50662-2011

（2020年版）

主编部门：中 华 人 民 共 和 国 水 利 部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期：20××年××月××日

中 国 计 划 出 版 社

20 x x 北 京

前 言

本规范是根据《住房与城乡建设部关于印发2020年工程建设规范标准编制及相关工作计划的通知》（建标函（2020）9号）的要求，标准编制组经调查研究，认真总结国内外水工建筑物抗冰冻设计经验，广泛征求意见的基础上，由中水东北勘测设计研究有限责任公司会同有关单位对原《水工建筑物抗冰冻设计规范》GB/T 50662-2011进行了局部修订。

本规范共分本规范共15章和6个附录。主要内容包括：总则，术语和符号，基本资料，冰冻荷载，材料与结构的一般规定，挡水与泄水建筑物，取水与输水建筑物，渠道与渠道衬砌，泵站与电站建筑物，闸涵建筑物，挡土结构（墙），桥梁和渡槽，水工金属结构，多年冻土区水工建筑物，监测等。

本规范修订的主要内容是：

1. 增加了部分符号及术语；
2. 在原3.0.7条中增加了第3款“多年冻土类型应通过现场工程勘察确定，冻土描述与定名应符合GB 50324的规定”；
3. 新增3.0.10条融沉类型划分的内容；
4. 5.1.1条增加了单面冻融试验(或盐冻法)相关要求；
5. 5.1.2条删除“对于严寒地区的特殊工程水位变化区的混凝土，抗冻等级可根据实际情况采用比 F400 更高抗冻等级的混凝土”；
6. 在表5.1.5-1“抗冻混凝土的适宜水灰比”中增加了抗冻F250混凝土水灰比要求；
7. 在表5.1.5-2“抗冻混凝土的适宜含气量”中增加了最大骨料粒径10mm时的抗冻级别要求；
8. 新增5.2.4条“严寒地区外露的调压室、水槽、闸门井、水管和渡槽等冬季内部充水的结构宜采取保温措施”；
9. 删除6.1.6条；
10. 在6.5节“泄洪洞与坝体泄水孔”中，增加了6.5.5、6.5.6条内容；
11. 在6.6.4条中增加了“混凝土抗冻等级不应低于本规范表 5.1.2的要求”内容；
12. 新增6.7节“边坡”；
13. 在9.2.2条中增加了“排冰流速应满足7.2.1条要求”内容；
14. 将“暖土”修改为“非冻土”；
15. 新增14章“多年冻土区水工建筑物”；
16. 新增15章“监测”。

本规范自实施之日起替代《水工建筑物抗冰冻设计规范》GB/T 50662-2011。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和解释，由中水东北勘测设计研究有限责任公司负责具体技术内容的解释。

本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄送中水东北勘测设计研究有限责任公司（地址：吉林省长春市朝阳区工农大路888号，邮政编码：130021），以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：中水东北勘测设计研究有限责任公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**《水工建筑物抗冰冻 设计规范》GB/T50662-2012修订对照表**

**（方框部分为删除内容，下划线部分为增加内容）**

| **现行《规范》条文** | **修订征求意见稿** |
| --- | --- |
| 2 主要术语和符号 | 2 主要术语和符号 |
|  | 2.1.2~2.1.7为新增条文，原2.1.2~2.1.19内容不变，序号调整为2.1.8~2.1.24  **2.1.2** 多年冻土 permafrost，perennially frozen ground  冻结状态持续两年或两年以上的土或岩石。  **2.1.3** 多年冻土上限 permafrost table  多年冻土的顶面。  **2.1.4** 年平均地温  mean annual ground temperature  地温年振幅为零处的地温。  **2.1.5** 地温年振幅 annual amplitude of temperature in ground  地表或地中某点，一年中地温最高与最低值之差的 1/2。  **2.1.6**  融沉系数 thaw-settlement coefficient  冻土融化过程中，在自重作用下产生的相对融化下沉量。  **2.1.7** 标准冻深  standard freezing depth  邻近工程地点、气温条件相近的气象台（站）实测历年最大冻深平均值。 |
| **2.2.2** 冻深、冻胀参数  …… | **2.2.2** 冻深、冻胀、融沉参数  ……  *δ*0——冻土融沉系数 |
| 3 基本资料 | 3 基本资料 |
|  | 3.0.7第3款为新增内容  多年冻土类型应通过现场工程勘察确定，冻土描述与定名应符合GB 50324的规定。 |
|  | 3.0.10为新增条文  多年冻土可分为不融沉、弱融沉、融沉、强融沉和融陷土五类，分类时尚应符合表3.0.10的规定。冻土层的平均融沉系数*δ*0可按式（3.0.10）计算：  (3.0.10)  式中：*h*1、*e*1——分别为冻土试样融化前的高度（mm）和孔隙比；  *h*1、*e*1——分别为冻土试样融化后的高度（mm）和孔隙比；  表3.0.10 多年冻土的融沉性分类   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 土的名称 | 总含水率  *w*（%） | 平均融沉系数  δ0 | 融沉等级 | 融沉类别 | | 碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径小于0.075mm的颗粒含量不大于15%) | *w*＜10 | δ0≤1 | Ⅰ | 不融沉 | | *w*≥10 | 1＜δ0≤3 | Ⅱ | 弱融沉 | | 碎(卵)石，砾、粗、中砂(粒径小于0.075mm的颗粒含量大于15%) | *w*＜12 | δ0≤1 | Ⅰ | 不融沉 | | 12≤*w*＜15 | 1＜δ0≤3 | Ⅱ | 弱融沉 | | 15≤w＜25 | 3＜δ0≤10 | Ⅲ | 融沉 | | *w*≥25 | 10＜δ0≤25 | Ⅳ | 强融沉 | | 粉、细沙 | *w*＜14 | δ0≤1 | Ⅰ | 不融沉 | | 14≤*w*＜18 | 1＜δ0≤3 | Ⅱ | 弱融沉 | | 18≤w＜28 | 3＜δ0≤10 | Ⅲ | 融沉 | | *w*≥28 | 10＜δ0≤25 | Ⅳ | 强融沉 | | 粉土 | *w*＜17 | δ0≤1 | Ⅰ | 不融沉 | | 17≤*w*＜21 | 1＜δ0≤3 | Ⅱ | 弱融沉 | | 21≤w＜32 | 3＜δ0≤10 | Ⅲ | 融沉 | | *w*≥32 | 10＜δ0≤25 | Ⅳ | 强融沉 | | 黏性土 | *w*＜*w*p | δ0≤1 | Ⅰ | 不融沉 | | *w*p≤*w*＜*w*p+4 | 1＜δ0≤3 | Ⅱ | 弱融沉 | | *w*p+4≤*w*＜*w*p+15 | 3＜δ0≤10 | Ⅲ | 融沉 | | *w*p+15≤*w*＜*w*p+35 | 10＜δ0≤25 | Ⅳ | 强融沉 | | 含土冰层 | *w*≥*w*p+35 | δ0＞25 | Ⅴ | 融陷 |   注：1 总含水率*w*，包括冰和未冻水；  2 盐渍化冻土、冻结泥炭化土、腐殖土与高塑性黏土不在表列；  3 粗颗粒土用起始融化下沉含水率代替*w*p。 |
| 5 材料与结构的一般规定 | 5 材料与结构的一般规定 |
| 5.1.1 混凝土的抗冻级别应分为F400、F300、F250、F200、F150、F100、F50，应按现行《水工混凝土试验规程》（SL352）规定的快冻试验方法确定。 | 5.1.1 混凝土的抗冻级别应分为F400、F300、F250、F200、F150、F100、F50，应按现行《水工混凝土试验规程》（SL352）规定的快冻试验方法确定。混凝土在大气环境中且与盐接触的条件下，可采用GB/T 50082中单面冻融试验(或盐冻法)。 |
| 5.1.2 各类水工结构和构件的混凝土抗冻级别应根据气候分区、冻融循环次数、表面局部小气候条件、水分饱和程度、结构构件重要性和检修条件等按表5．1．2选定。在不利因素较多时，可选用提高一级的抗冻级别。  对于严寒地区特殊工程的水位变化区混凝土，抗冻级别可根据实际情况采用比F400更高抗冻等级的混凝土 | 5.1.2各类水工结构和构件的混凝土抗冻级别应根据气候分区、冻融循环次数、表面局部小气候条件、水分饱和程度、结构构件重要性和检修条件等按表5．1．2选定。在不利因素较多时，可选用提高一级的抗冻级别。 |
| 5.1.4 有抗冻要求的混凝土应掺用引气剂。 | 5.1.4有抗冻要求的混凝土宜掺用引气剂。 |
| **表5.1.5-1 抗冻混凝土的适宜水灰比**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 抗冻级别 | F300 | F200 | F150 | F100 | F50 | | 水灰比 | ＜0.45 | ＜0.50 | ＜0.52 | ＜0.55 | ＜0.58 | | **表5.1.5-1 抗冻混凝土的适宜水灰比**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 抗冻级别 | F300 | F200 | F250 | F150 | F100 | F50 | | 水灰比 | ＜0.45 | ＜0.50 | ＜0.48 | ＜0.52 | ＜0.55 | ＜0.58 | |
| **表5.1.5-2 抗冻混凝土的适宜含气量**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 抗冻级别 | ≥F200 | ≤F150 | | 最大骨料粒径20mm | (6±1)％ | (5±1)％ | | 最大骨料粒径40mm | (5.5±1)％ | (4.5±1)％ | | 最大骨料粒径80mm | (4.5±1)％ | (3.5±1)％ | | 最大骨料粒径150mm | (4±1)％ | (3±1)％ | | **表5.1.5-2 抗冻混凝土的适宜含气量**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 抗冻级别 | ≥F200 | ≤F150 | | 最大骨料粒径10mm | （7±1）% | (6±1）% | | 最大骨料粒径20mm | (6±1)％ | (5±1)％ | | 最大骨料粒径40mm | (5.5±1)％ | (4.5±1)％ | | 最大骨料粒径80mm | (4.5±1)％ | (3.5±1)％ | | 最大骨料粒径150mm | (4±1)％ | (3±1)％ | |
| 5.1.8 受冻期无外来水分时，大体积混凝土应大于5.0MPa(≤F150的混凝土)或7.0MPa(≥F200的混凝土)。 | 5.1.8 受冻期无外来水分时，大体积混凝土的强度不应低于7.0MPa。 |
|  | 5.2.4为新增条文  严寒地区外露的调压室、水槽、闸门井、水管和渡槽等冬季内部充水的结构宜采取保温措施” |
| 6 挡水与泄水建筑物 | 6 挡水与泄水建筑物 |
| 6.1.6 安全监测设施应避免受结霜、冰冻或冻胀的影响。设计中在分析和使用已有观测成果时应检查有无这种影响。 | 删除整条内容 |
| 6.3.7 2 止水片在冬季最低气温下应具有符合设计要求的延伸率和三向变形能力 | 6.3.7 2 止水结构在冬季最低气温下应具有符合设计要求的延伸率和三向变形能力 |
|  | 6.5.5为新增条文  斜坡式进水口的闸门轨道基础混凝土应采用锚筋固定于岸坡岩基上。锚筋深度应超过基础设计冻深 1.0m。 |
|  | 6.5.6为新增条文  在严寒和寒冷地区，冬季不泄洪的断面较大、洞身长度较短的无压隧洞，进出口无法设置封闭式保温措施时，应做好防渗和排水措施。 |
| 6.6.4 岸坡护面层宜采用砌石、混凝土、模袋混凝土等，其结构、护面层厚度及超出设计水面的高度应满足抗冻胀要求。在水位变化区砌体的砌筑及灌缝宜采用二级配混凝土。 | 6.6.4 岸坡护面层宜采用砌石、混凝土、模袋混凝土等，其结构、护面层厚度及超出设计水面的高度应满足抗冻胀要求。在水位变化区砌体的砌筑及灌缝宜采用二级配混凝土，混凝土抗冻等级不应低于本规范表 5.1.2的要求。 |
|  | 6.7为新增一节  6.7 边 坡  6.7.1 冬季水位变化区的岸坡，应采取防止冻融作用引起的崩塌或滑坡的工程措施。  6.7.2 高山峡谷泄洪消能区的边坡，应采取预防冬季泄水水雾冻融引起边坡失稳的措施。  6.7.3 严寒和寒冷地区边坡支护混凝土的抗冻等级应满足本规范表 5.1.2的要求” |
| 8 渠道与渠道衬砌 | 8 渠道与渠道衬砌 |
| 8.1.2 渠道衬砌的抗冻胀设计应符合下列要求：  1 应调查、收集衬砌渠道沿线的土质、地下水位、冻深和已有工程运行等资料，并应按土质、地下水深度和渠道走向基本相同的原则划分不同的渠段。  2 应在各分段选择1个～2个具有代表性的横断面。并应通过观测或按本规范附录B和附录c确定断面上各代表性计算点的设计冻深和地表冻胀量，划分土的冻胀级别。  3 应根据渠道各部位的冻深和冻胀量，选择适宜的渠道断面型式、衬砌材料与结构。  4 应验算渠道各部位的冻胀位移量，并应采取必要的抗冻胀措施。 | 8.1.2 渠道衬砌的抗冻胀设计应符合下列规定：  1 调查、收集衬砌渠道沿线的土质、地下水位、冻深和已有工程运行等资料，按土质、地下水位和渠道走向基本相同的原则划分不同的渠段。  2 在各分段选择1个～2个具有代表性的横断面，通过观测或按本规范附录B和附录C确定断面上各代表性计算点的设计冻深和地表冻胀量，划分地基土的冻胀级别。  3 根据渠道各部位的设计冻深和冻胀量，选择适宜的渠道断面型式、衬砌材料与结构。  4 验算渠道各部位的冻胀位移量，采取必要的抗冻胀措施。 |
| 8.2.3 对于冻结期输水、地下水位高出渠底、渠底有积水(冰)或有傍渗水补给的渠道，按本规范附录B的规定计算其边坡的设计冻深时，在水(冰)面或傍渗水逸出点以上1.0m范围内，地下水位应取水(冰)面或傍渗水逸出点，并应据此选取地下水影响系数；按本规范附录C的规定计算冻胀量时，在水(冰)面或傍渗水逸出点以上0.5m范围内，宜按地下水位深度为零计算 | 8.2.3 冻结期输水、地下水位高出渠底、渠底有积水(冰)或有傍渗水补给的渠道，按本规范附录B确定其边坡的设计冻深时，在水(冰)面或傍渗水逸出点以上1.0m范围内，地下水位应取水(冰)面或傍渗水逸出点，选取地下水影响系数；按本规范附录C确定其边坡的冻胀量时，在水(冰)面或傍渗水逸出点以上0.5m范围内，宜按地下水位深度为零计算。 |
| 8.3.1 当渠道地基土的冻胀级别属I、Ⅱ级时，宜按渠道大小等情况分别采用下列渠道断面形式和衬砌结构：  1 小型渠道宜采用整体式混凝土U形槽衬砌。  2 中型渠道宜采用弧形断面或弧形底梯形断面、板模复合衬砌结构  3 大型(或宽浅)渠道宜采用弧形坡脚梯形断面、板模复合衬砌结构，并应适当增设纵向伸缩缝。  4 梯形混凝土衬砌渠道，可采用架空粱板式或预制空心板式结构。  5 砌石衬砌。  6 其他适宜的结构型式 | 8.3.1 渠道地基土的冻胀级别属I、Ⅱ级时，可结合渠道级别、防渗要求及渠道断面形式采用下衬砌结构：  1 U型断面宜采用整体式混凝土U形槽衬砌结构。  2 弧形断面或弧形底梯形断面宜采用板模复合衬砌结构。  3 弧形坡脚梯形断面宜采用板模复合衬砌结构，并适当增设纵向伸缩缝，以适应冻胀变形。  4 梯形混凝土衬砌渠道，可采用架空梁板式或预制空心板式结构。  5 砌石衬砌。  6 其他适宜的结构形式。 |
| 8.3.2 当渠道地基土冻胀级别属Ⅲ、Ⅳ、V级时，宜按渠道流量和形式等情况分别采用下列渠道断面和衬砌结构：  1 小型渠道宜采用地表式整体混凝土U形槽或矩形槽。槽底应按本规范第8．4．1条或第8．4．2条的规定设置保温层或非冻胀性土置换层，槽侧回填土高度宜小于槽深的1／3。  2 渠深不超过1．5m的宽浅渠道，宜采用矩形断面，渠岸宜用挡土墙式结构，渠底宜用平板结构，墙与板连接处宜设冻胀变形缝。  3 1、2、3级渠道，应结合本规范第8．4节的规定，采用适宜的渠道断面和衬砌结构，并宜通过专门研究确定。  4 宜采用桩、墩等基础支撑输水槽体。桩的允许冻拔量应为零。  5 深挖方渠段，可采用暗渠或暗管输水。 | 8.3.2 渠道地基土冻胀级别属Ⅲ、Ⅳ、V级时，可采用下列渠道断面和衬砌结构：  1 采用地表式整体混凝土U形槽或矩形槽衬砌结构。槽底应按本规范8.4.1或8.4.2要求设置保温层或非冻胀性土置换层，槽侧回填土高度宜小于槽深的1/3。  2 渠深不超过1.5m的宽浅渠道，宜采用矩形断面，渠岸用挡土墙式结构，渠底用平板结构，墙与板连接处设冻胀变形缝。  3 1、2、3级渠道，应结合本规范8.4.节的规定，采用适宜的渠道断面和衬砌结构，并宜通过专门研究确定。  4 采用桩、墩等基础支撑输水槽体，使槽体与地基土脱离，桩的允许冻拔量应为零。  5 深挖方渠段，可采用暗渠或暗管输水。 |
| 9 泵站与电站建筑物 | 9 泵站与电站建筑物 |
| 9.2.2 采用输水(冰)方式时，应根据地形、地质、气象、水文、冰情等因素选择排冰布置方式。宜首选正向排冰布置方式，并宜采用双层式结构布置型式。 | 9.2.2 采用输水(冰)方式时，应根据地形、地质、气象、水文、冰情等因素选择排冰布置方式。宜首选正向排冰布置方式，并宜采用双层式结构布置型式。排冰流速应满足7.2.1条要求。 |
| 条文说明9.2.6、9.2.7  (a) 正向排冰侧向引水 | (a) 侧向排冰正向引水 |
| 9.2.7 采取弯道排冰方式时，应在排冰闸前凸岸设置活动导冰筏，其平面位置与水流方向的夹角宜为20°～30°。 | 9.2.7 采取弯道排冰方式时，应在排冰闸前设置活动导冰筏，其平面位置与水流方向的夹角宜为20°～30°。 |
| 9.3.2 地面厂(泵)房及其邻近地区应作好地表排水和地下排水系统。 | 9.3.2 地面厂(泵)房及其邻近地区应做好地表排水和地下排水系统。 |
| 12 桥梁和渡槽 | 12 桥梁和渡槽 |
| 12.3.4 基础侧壁与暖土之间的总摩阻力可按公式（12.3.4）计算 | 12.3.4 基础侧壁与非冻土之间的总摩阻力可按公式（12.3.4）计算 |
| 13 水工金属结构 | 13 水工金属结构 |
| 13.2.14 在负气温下清除门叶上和门叶与门槽之间的结冰时，应采用加热化冰的方法除冰，不应应采用人工打冰方法除冰和压力蒸汽化冰。 | 13.2.14 在负气温下清除门叶上和门叶与门槽之间的结冰时，宜采用加热化冰的方法除冰，不宜采用人工打冰方法除冰和压力蒸汽化冰。 |
|  | 第14章为新增一章  **14 多年冻土区水工建筑物** 14.1 一 般 规 定 **14.1.1** 多年冻土区水工建筑物应根据气候条件、冻土工程地质条件和建筑物级别、类型、施工方法、运行条件以及技术经济比较等，选择下列的一种原则进行设计：  **1** 保持冻结状态设计原则，即保持地基土在建筑物的施工及使用年限期处于冻结状态的设计原则。适用条件：  **1)** 过水建筑物地基土的年平均地温低于 −2.0 ℃，非过水建筑物地基土的年平均地温低于 −1.5 ℃。  **2)** 持力层范围内的地基土处于坚硬冻结状态。  **3)** 在最大融化深度范围内，存在融沉、强融沉、融陷性冻土及其夹层的地基。  **4)** 采用主动冷却措施可使地基土保持冻结状态。  **2** 预先融化设计原则，即在施工前预先融化多年冻土地基土的设计原则。适用条件：  **1)** 过水建筑物地基土的年平均地温不低于 −2.0 ℃，非过水建筑物地基土的年平均地温不低于 −1.5 ℃。  **2)** 持力层范围内的地基土处于塑性冻结状态。  **3)** 在最大融化深度范围内，存在融沉变形量为不允许的各类冻土及其夹层的地基。  **4)** 采用主动冷却措施不能使地基土保持冻结状态。  **14.1.2**  同一建筑物应采用相同的设计原则；当相邻建筑物采用不同的设计原则时，应注意建筑物之间接触带的结构及其相互影响，加强过渡段的设计，避免不利因素的互相影响。 14.2 地基与基础设计 **14.2.1** 多年冻土区地基基础按保持冻结状态的原则进行设计时，宜采用宁填勿挖与集中取土的原则，按预先融化的原则进行设计时，宜采取土石方挖填平衡与集中取土的原则。  **14.2.2** 取、弃土场应选择在离建筑物边界线500m以外，植被稀少的Ⅰ、Ⅱ级融沉性冻土地段，并及时保护。不得在高含冰量冻土地段及大面积湿地分布区设置取、弃土和施工场地、营地。  **14.2.3** 多年冻土区水工建筑物设计，应根据多年冻土的工程地质特点，选择合理的基础结构类型；除进行地基承载力、变形及稳定性计算外，还应依据冻土工程地质特性进行抗冻胀与抗融沉验算。  **14.2.4** 多年冻土区的挡水建筑物应优先布置在岩质基础上。多年冻土区含土冰层不应作为建筑物的地基持力层。  **14.2.5**  多年冻土区的电（泵）站、闸室等建筑物地基宜选择岩质，以及属于Ⅰ、Ⅱ级融沉性的冻土或河底融区（土）作为地基。当地基处于冻结状态时，基础宜采用桩基，并根据地温和含冰情况辅助以主动冷却措施。  **14.2.6** 多年冻土区桥梁和渡槽的基础宜采用桩基，岩质或Ⅰ、Ⅱ级融沉性冻土上可选择条形基础。  **14.2.7** 多年冻土区闸涵建筑物基础宜采用桩基，Ⅰ、Ⅱ级融沉性冻土基础埋深应大于最大融化深度。  **14.2.8** 多年冻土区涵洞地基应符合下列要求：  1 按保持冻结状态的原则设计，地基持力层为高含冰量冻土时，一般不宜采用砂石换填，施工需要时可在基坑底面铺设厚度不小于 0.3m 的碎石垫层。  2 按预先融化的原则设计，地基存在高含冰量冻土，且水流径流期长、流量大，可采用钢筋混凝土基础和相应的防冻胀措施，必要时，可采用桩、墩等基础。  3 在冻土上限较深、地基承载力较低的高含冰量冻土地段，刚性涵洞宜采用桩基础。  4 涵洞基础应与冻土地基类型相适应。  5 应尽量少挖，缩短基坑开挖时间和暴露时间。  **14.2.9** 多年冻土区电（泵）站建筑物、前池排水闸室的地基宜选择岩质地段、河底融区或Ⅰ、Ⅱ级融沉性冻土地段。  **14.2.10** 地面厂（泵）房基础埋深应大于最大融化深度，设置地面和地下排水系统，并采取防冻胀措施。当建筑物地基存在高含冰量冻土时，宜采用桩基，桩长应穿过融化盘，或至岩石弱风化带。季节活动层内应采取防冻胀措施。 14.3 水工建筑物设计 **14.3.1** 多年冻土区挡水建筑物宜采用土石坝或重力坝。泄水、引水建筑物布置在岸边时，可采用隧道、暗管和渠道等型式。  **14.3.2**  多年冻土地基上的挡水、泄水、引水建筑物与上下游连接条件的确定，应考虑地基土的温度及其物理力学性质在冻融过程中的变化。  **14.3.3** 多年冻土区的暗管宜采用钢筋混凝土管或金属波纹管。当可能产生较大变形时，宜优先采用钢筋混凝土拼装管、金属波纹管，且应加强管节之间的连接，并应加强防水、防渗、防腐措施。  **14.3.4** 多年冻土区的挡土墙宜采用预制拼装式的轻型、柔性结构，或混凝土悬臂式挡土墙。  **14.3.5** 多年冻土区的水库应作库岸再造的预测，并对库岸采取工程防护措施。  **14.3.6** 多年冻土区土石坝的设计，应根据多年冻土的性质，通过技术经济比较，确定设计原则，保证坝体和坝基在施工及运行期间达到设计要求的温度状态。坝体和坝基在施工期间应注意保温，避免昼夜温差（冻融循环）引起压实层的冻融疏松影响。断面及防渗形式设计应考虑多年冻土影响。土石坝坝坡和坝基稳定性计算应核算冻融交界面的抗滑稳定性。冻融交界面土的抗剪强度应通过试验或类似工程设计资料确定。  **14.3.7** 按保持冻结状态的原则设计的土石坝防渗体可不伸入冻结的两岸，但应采用季节性人工冷却措施，或采用冬季分层填筑的方法使其自然冷却，以及两者相结合的方法使坝体与坝基冻结。坝基和岸边的冻结深度应由热工计算确定。土石坝的防渗体应在水库蓄水前达到设计要求的冻结厚度。  **14.3.8** 当河床分布有深层或贯通融区，而两岸分布的强融沉性冻土厚度不大，且其下土层融化时压缩性较小时，宜按预先融化的原则设计土石坝。强融沉性冻土层应预先清除并换填低压缩性土，或采取人工融化并压实的方法进行处理。  **14.3.9** 按预先融化的原则设计土石坝时，坝基与两岸冻结覆盖层之间应采用齿墙连接，并将齿墙伸入到岸坡体内，并辅助以适当的主动冷却措施以防止岸坡体冻土融化。排水体应布置在坝体断面的不冻结部位。确定排水体的位置时，应考虑坝体运行过程中通过排水体水流的热力作用，并辅助以隔热保温措施。  **14.3.10** 采用预先融化的原则进行设计时，应在水库蓄水之前对坝基的裂隙岩体及粗颗粒冻土预先融化并进行灌浆处理，保证地基承载力符合设计要求。  **14.3.11** 多年冻土区的泄水和取水建筑物应考虑过水对地基土和建筑物温度场及其物理力学性质的影响。  **14.3.12** 位于坝体内的泄水和取水建筑物应与坝体采用相同的设计原则，岸边泄水与取水建筑物应根据技术经济比较确定设计原则。按保持冻结状态的原则设计时，应采取隔热和防渗措施。  **14.3.13** 按保持冻结状态的原则设计挡水建筑物时，宜将泄水和取水建筑物布置在岸边。当泄水和取水建筑物布置在强融沉性冻土层上时，应采取防渗和隔热措施，防止冻土地基发生融化。  **14.3.14** 多年冻土区Ⅰ、Ⅱ级融沉性地基土的渠道，防渗结构和抗冻胀稳定性可按季节冻土区的要求设计。在Ⅰ、Ⅱ级融沉性的高温冻土地段，宜按预先融化的原则进行设计。衬砌体下可采用防渗和保温材料。保温板的厚度宜通过现场试验或参考类似工程经验确定。无此条件时，可按本规范式(8.4.1)确定。渠坡应以冻融交界面或防渗材料交界面为滑动面，验算稳定性。  **14.3.15** 当地基土属强融沉性冻土时，宜采用填方渠道、暗渠或暗管。  **14.3.16** 在低温高含冰量冻土地段，宜采用保持冻结状态的原则进行设计。渠道防渗体下应采用保温或换填措施，保持多年冻土人为上限在设计深度范围之内。  **14.3.17** 多年冻土区隧洞和暗管的设计除常规计算外，还应进行建筑物围岩（土）在施工及运行条件下的温度场计算，确定温度场变化引起的作用于建筑物衬砌上的荷载。  **14.3.18** 多年冻结岩体中的隧洞，宜采用有压隧洞；当采用无压隧洞时，应考虑施工和运行期间温度变化对围岩应力状态的影响。对于含水率较大，且冻结时膨胀的岩体，应考虑岩体融化对建筑物的影响。当隧洞和暗管的埋深较小，其融化圈接近地表冻融交替区时，应根据工程地质条件和温度场计算结果，确定隧洞和暗管的荷载变化。  **14.3.19** 隧洞基底位于高含冰量冻土时，应清除高含冰量冻土后再填筑混凝土。  **14.3.20** 多年冻土区隧洞进、出口位置宜减少对原天然地表的破坏，并及时做好洞口及冻土层的保护措施。洞口遇有高含冰量冻土时，应采用碎石土换填并分层夯实，其厚度应根据热工计算确定，且不应小于当地多年冻土上限深度。  **14.3.21** 隧洞衬砌外侧应设防水和保温层。保温层应采用全封闭式，保温材料应具有低吸水率和一定的强度，厚度可由热工计算或参考工程实例确定。 |
|  | 第15章为新增一章 15 监 测15.1 一 般 规 定 **15.1.1** 对于冻土区水工建筑物，除按常规进行监测设计外，还应根据建筑物等级及场地的气象、冰情、地质及冻土等基本资料进行冰冻害巡视检查和冰冻观测。  **15.1.2** 巡视检查应包括以下内容：  **1**  裂缝及变形检查。  检查建筑物在冰冻作用下有无裂缝、滑动、倾斜、沉陷、鼓起、塌滑等现象，记录裂缝及变形的形式、大小、位置和时间等情况。  **2**  冻融剥蚀检查。  检查建筑物表面有无冻融剥蚀现象，记录冻融剥蚀的部位、冻融剥蚀程度，绘制草图或拍照。  **3**  巡视检查记录宜采用数据库形式进行保存。  **15.1.3** 冰冻观测的主要内容为冰情与冰压力、冻土的地温、冻结与融化深度、土的冻胀量或融沉量、地下水位等。  **15.1.4** 根据不同建筑物的级别、运行及冰冻危害特点，应设置不同的观测断面及观测项目。  **15.1.5** 应及时整理冰冻观测资料，分析各测点气象、冻土、冰压力、建筑物冻胀与融沉变形等之间的关系。  **15.1.6**  严寒和寒冷地区的安全监测设施应满足低温环境运行要求，避免结霜、冰冻或冻胀的影响。 15.2 冰情与冰压力观测 **15.2.1** 冰情观测应包括封冰（冻）日期、解冰（冻）日期、流冰历时、冰厚、冰块尺寸、冰流量、流冰总量、流冰种类及性质等。  **15.2.2**  宜进行静冰压力和冰温监测，同时还应监测气温。  **15.2.3** 在建筑物前缘适当位置布置压力传感器，在流冰时，进行动冰压力监测，同时还应监测风速和风向。 15.3 冻土观测 **15.3.1** 建筑物冻土地基应进行气温、地温、冻融深度、冻胀与融沉量及地下水位等的观测。  **15.3.2** 季节冻土区地温监测最大深度应至最大冻深以下1.0m，多年冻土区监测深度应达到地温年变化深度以下1.0m。温度探头精度应不低于0.1℃。  **15.3.3** 冻结深度可采用直接测量法或间接测量法观测，融化深度可采用间接测量法观测。  **15.3.4** 冻胀量可采用水准仪和冻胀尺等方法观测。  **15.3.5** 地下水位可采用钻孔埋管法观测。 |