

ICS 编号

CCS 编号

# 团 体 标 准

T/CHES XXX—/CHE

代替 T/CHES XXX—XXXX

## 寒冷地区渠道冻害评价导则

Guidelines for frost damage evaluation of canal in cold regions

( 征求意见稿 )

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

## 前 言

本规程按照《关于批准<寒冷地区渠道安全监测技术规程>等 2 项标准立项的通知》（水学（2019）77 号）的要求，依据 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的规则起草。

本标准共分 6 章，主要内容包括：总则、术语和定义、现状调查、评价方法、指标评价、渠道冻害综合评价等。

本标准主要起草单位：南京水利科学研究院 新疆水利水电科学研究院 西北农林科技大学 新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局 黑龙江省水利科学研究院 中水东北勘测设计有限责任公司。

本规程主要起草人：蔡正银 高长胜 贺传卿 王正中 张健 何宁 王怀义 黄英豪 张晨 张桂荣 苏珊 李登华 李卓 周彦章 郭万里 钱亚俊 何斌 汪璋淳 苏安双 马栋和 谭春 王骥玮 朱洵

本规程由中国水利学会负责管理，南京水利科学研究院负责具体技术内容的解释。如有意见建议，请寄送中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条 16 号，邮编：100053），以便今后修订时参考。

## 目 次

1 总 则.....	1
2 术语和定义.....	2
3 现状调查.....	3
3.1 一般规定 .....	3
3.2 技术资料收集 .....	3
3.3 现状调查分析 .....	4
4 评价方法.....	5
4.1 一般规定 .....	5
4.2 评价方法 .....	5
4.3 评价指标 .....	5
5 冻害指标评价.....	6
5.1 指标标准值 .....	6
5.2 指标特征值 .....	7
5.3 指标评价 .....	7
6 渠道冻害综合评价.....	8
6.1 一般规定 .....	8
6.2 渠道冻害综合评价 .....	8
6.3 评价结论 .....	9
附录 A 工程现状调查报告 .....	10
附录 B 衬砌结构标准组合等级 .....	11
附录 C 渠道冻害综合评价报告 .....	12
标准用词说明.....	13
条文说明 .....	14

# 1 总 则

1.0.1 为保障寒冷地区渠道运行安全，规范寒冷地区渠道冻害安全评价工作，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于 2 级以上承担供水、调水、灌溉、发电等任务的输水明渠的冻害评价工作。其他寒冷地区渠道的冻害安全评价可参照执行。

1.0.3 寒冷地区渠道冻害评价工作应包括现状调查、指标评价、渠道冻害综合评价等。

1.0.4 下列标准对于本标准的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 50007	建筑地基基础设计规范
GB 50021	岩土工程勘察规范
GB 50324	冻土工程地质勘察规范
GB/T 50145	土的工程分类标准
GB/T 50328	建设工程文件归档整理规范
GB/T 50600	渠道防渗工程技术规范
GB/T 50662	水工建筑物抗冰冻设计规范
SL 23	渠系工程抗冻胀设计规范
SL197	水利水电工程测量规范
SL 237	土工试验规程
SL 599	衬砌与防渗渠道工程技术管理规程
JGJ 118	冻土地区建筑地基基础设计规范

## 2 术语和定义

### 2.0.1 寒冷地区 cold regions

多年冻土地区和标准冻深大于 0.5m 的季节性冻土地区。

### 2.0.2 冻害 freezing damage

冻结、融化或反复冻融等致使渠道结构产生破坏的作用。

### 2.0.3 破坏模式 potential failure modes

寒冷地区渠道发生的冻胀、融沉、渗透、失稳、冰冻等破坏过程和形式。

### 2.0.4 冻土盐渍度 salinity of frozen soil

冻土中含易溶盐的质量与土骨架质量之比。

### 2.0.5 冻害指标 frost damage index

引起渠道发生冻害破坏的主要影响因素，是渠道冻害安全评价的基本单元。

### 2.0.6 指标标准值 standard value of frost damage index

经反复论证确定的单个指标的一组数值。

### 2.0.7 指标特征值 characteristic value of frost damage index

待评价对象的某一指标的取值。

### 2.0.8 权重 weight of index

某一指标或因素相对冻害综合评价的重要程度，以小数或百分比表征。

### 2.0.9 冻害综合评价 comprehensive evaluation of frost damage

反映寒冷地区渠道冻害程度的定量化判断。

## 3 现状调查

### 3.1 一般规定

- 3.1.1 现状调查应包括工程技术资料收集和现状调查分析。
- 3.1.2 收集的技术资料应全面、真实、完整，满足冻害评价要求。
- 3.1.3 技术资料应通过查阅技术档案、现场调查、现场勘察及遥感监测等方法，并分析不同资料来源的一致性。
- 3.1.4 现场勘测应在已有检查观测成果分析基础上进行，重点检查渠道工程的薄弱部位，对调查中发现的问题和缺陷，应分析其成因及对渠道冻害的影响。
- 3.1.5 现状调查完成后应编制工程现状调查报告，报告编制应满足附录 A 的要求。

### 3.2 技术资料收集

- 3.2.1 调查内容应包括渠道断面的设计、施工、运行管理、安全监测，以及渠道工程所在地水文、气象、地质等相关技术资料。
- 3.2.2 设计资料应包括下列内容：
  - 1 工程地质勘察报告；
  - 2 工程设计文件与图纸；
  - 3 改建、续建或除险加固工程的设计文件；
  - 4 其他相关资料。
- 3.2.3 施工资料应包括下列内容：
  - 1 工程质量监督、监测和设计监理资料；
  - 2 施工过程中发生的主要质量问题及处理措施；
  - 3 观测设施的考证资料及施工期观测资料；
  - 4 施工技术总结报告；
  - 5 工程验收鉴定报告和竣工图。
- 3.2.4 运行管理资料应包括下列内容：
  - 1 历年的经常检查、定期检查、特别检查和不定期检查记录及大事记；
  - 2 观测资料分析成果；
  - 3 以往的渠道冻害处治资料；
  - 4 应急预案及养护修理资料等。
- 3.2.5 安全监测资料应包括下列内容：
  - 1 监测工作基本情况，包括监测内容、监测设备安装与埋设等；
  - 2 监测数据。
- 3.2.6 地质、水文、气象资料应包括下列内容：

1 渠基土层的物理力学性能指标，对于薄弱部位或质量存疑部位及资料不齐全的，应提出需要补充测量、勘察、质量检测的部位；

2 渠道渗漏情况及地下水补给情况；

3 冻害评价地区的气温、降水等气象资料。

3.2.7 对技术资料不齐全的渠道断面，可通过补充勘探、试验等工作完善资料。

3.2.8 补充勘探、试验应符合下列规定：

1 开展的补充勘探、试验等工作应与渠道冻害评价内容相关；

2 补充勘探工作应选择渠道沿线典型断面，根据初始地勘资料中工程地质、水位地质和气象条件，若渠道沿线地质、气象等特征变化较为显著，应选取多个典型断面；

3 补充试验应以能真实反映渠道冻害状态的断面及部位为原型；

4 补充勘探、试验等工作应符合 GB 50021、GB 50324、SL 23、SL 197、SL 237 等标准中的有关要求。

### 3.3 现状调查分析

3.3.1 现状调查分析应在资料收集的基础上，结合工程存在的安全隐患和疑点，对拟开展渠道冻害评价的断面进行资料梳理、分析。

3.3.2 应重点梳理、分析下列内容：

1 待评断面的工程水文、气象、地质条件，断面结构及防渗形式；

2 待评断面在历史上是否发生过损毁，损毁时的破坏形式以及修复过程情况；

3 巡视检查及观测、监测情况；

4 渠道冻害破坏应急管理措施。

## 4 评价方法

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 应根据现状调查报告等基础资料对渠道待评断面进行冻害评价。
- 4.1.2 除指定的待评价断面外，应在渠道沿线工程地质条件、水文气象、结构及防渗形式变化不大的区域内，至少选取一个典型断面进行评价。
- 4.1.3 典型断面的选取应结合历史损毁情况，观测、检测、监测情况，管理情况等综合确定。
- 4.1.4 寒冷地区渠道冻害评价包括指标评价和冻害综合评价。

### 4.2 评价方法

- 4.2.1 寒冷地区渠道冻害评价方法如下：
  - 1 依据基础资料确定待评断面各冻害评价指标的指标特征值；
  - 2 参照评价指标的指标标准值对各指标进行指标评价；
  - 3 根据指标评价等级确定单个指标的隶属分值；
  - 4 按照指标的权重分值，计算得到渠道冻害综合评价得分；
  - 5 根据综合评价得分确定渠道综合冻害等级；
  - 6 结合综合冻害等级形成冻害评价结论，并给出评价断面的防治措施及管理建议。

### 4.3 评价指标

- 4.3.1 寒冷地区渠道冻害评价共有 6 项评价指标，包括：细粒含量、压实系数、水分、盐渍度、衬砌结构、环境温度。
- 4.3.2 细粒含量、压实系数、水分、盐渍度、衬砌结构等 5 个指标组成引起渠道冻害的内部因素。
- 4.3.3 环境温度指标为引起渠道冻害的外部因素。



## 5 指标评价

5.0.1 应根据指标标准值对各项冻害指标的指标特征值进行评价。

5.0.2 评价等级由各指标的指标特征值对冻害的影响程度,按照指标标准值区间对应的 I 级~V 级五个级别确定。

### 5.1 指标标准值

5.1.2 细粒含量。以渠基土中的细粒粒径小于 0.075mm 的颗粒(小于 0.075mm 粒径的颗粒属于粉粒和粘粒)含量的质量占比,划分指标标准值区间,指标标准值取值及相应评价等级符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 细粒含量的指标标准值

单位: %

评价等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指标标准值	<5	5~10	10~15	15~50	>50%

5.1.3 压实系数。压实系数的指标标准值按以下要求确定:

1 参照 GB/T 50145 中附录 A 对渠基土进行土性分类;

2 对于粗粒类土,压实系数的指标标准值用相对密度表征,指标标准值取值及相应评价等级符合表 5.1.3 的规定;

3 对于细粒类土,压实系数的指标标准值用压实度表征,指标标准值设定同粗粒类土。

表 5.1.3 压实系数的指标标准值

评价等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指标标准值	>0.99	0.96~0.99	0.94~0.96	0.92~0.94	<0.92

5.1.4 水分。水分的指标标准值按以下要求确定:

1 以渠基冻前天然含水率,和冻结期间地下水位距冻结面的距离,平均冻胀率表征水分对渠道冻害作用的影响;

2 冻前天然含水率、冻结期间地下水位距冻结面的最小距离、平均冻胀率的指标标准值取值按照 GB50007 附录 G 表 G.0.1 中确定;

3 指标标准值对应的评价等级参照 GB50007 附录 G 表 G.0.1 中的“冻胀等级”确定。

5.1.5 盐渍度。盐渍度的指标标准值按以下要求确定:

1 渠基土中的易溶盐以  $\text{SO}_4^{2-}$  离子为代表,必要时开展渠基土易溶盐试验。

2 按照以下公式确定土中易溶盐含量。

$$\zeta = \frac{m_g}{g_d} \times 100(\%)$$

式中：

$\zeta$ ——盐渍度；

$m_g$ ——土中含易溶盐的质量；

$g_d$ ——土骨架质量。

3 指标标准值取值及相应评价等级符合表 5.1.4 的规定。

表 5.1.4 盐渍度的指标标准值

单位：%

评价等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指标标准值	<0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	>1.5

5.1.6 衬砌结构。衬砌结构的指标标准值按以下要求确定：

1 以梯形、弧形、弧形底梯形、弧形坡脚梯形、整体式 U 型槽或矩形槽、分离挡墙式矩形断面（底板）等 6 种结构形式，与混凝土、浆砌石、沥青混凝土等 3 种衬砌材料形式，组成衬砌结构指标标准值的标准组合；

2 应结合待评断面结构形式，按照附录 B 确定衬砌结构标准组合对应的评价等级。

5.1.7 环境温度。以“标准冻深”表征环境温度对渠道冻害的影响程度，指标标准值取值及相应评价等级符合表 5.1.6 的规定。

表 5.1.6 环境温度（标准冻深）的指标标准值

单位：cm

评价等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指标标准值	<50	50~100	100~150	150~200	>200

## 5.2 指标特征值

5.2.1 待建渠道各向指标的指标特征值应以可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段的参数为准。

5.2.2 已建渠道各向指标的指标特征值参数应在设计、施工阶段形成的技术资料基础上，结合现状调查报告中的相关内容综合确定，有条件的可增加试验、监测等。

5.2.3 环境温度指标的指标特征值若无实测资料，可参照 GB50007 附录 F 查取。

## 5.3 指标评价

5.3.1 应按照指标标准值，确定待评断面各指标的指标特征值所对应的评价等级。

5.3.2 指标特征值隶属于 I 级，该指标评价为“安全”；指标特征值为 V 级，该指标评价为“强风险”；II~IV 级的指标评价分别为“较安全”“存在风险”“较强风险”。

## 6 渠道冻害综合评价

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 渠道冻害综合评价应在指标评价的基础上,根据指标权重和因素权重对待评断面进行冻害综合评价。
- 6.1.2 应根据综合冻害评价结果形成冻害综合评价报告。
- 6.1.3 评价结果可作为寒冷地区渠道安全评价的依据。

### 6.2 渠道冻害综合评价

- 6.2.1 根据指标权重、指标隶属分值,以及因素权重计算冻害综合评价得分。
- 6.2.2 待评断面的冻害综合评价得分采用下式计算:

$$s = \sum_{i=1}^m W_i \sum_{j=1}^n (R_{ij} \times W_{ij})$$

式中:

$s$ ——渠道冻害评价综合评分;

$W_i$ ——第  $i$  个因素的因素权重;

$W_{ij}$ ——第  $j$  个指标的指标权重;

$R_{ij}$ ——第  $i$  个因素中选取的第  $j$  个指标的隶属分值;

$m=2$ , 内部因素中  $n=5$ 、外部因素中  $n=1$ 。

- 6.2.3 指标权重和因素权重按照表 6.2.3 确定。

表 6.2.3 权重分值

因素权重	指标权重				
内部因素	细粒含量	压实系数	水分	盐渍度	衬砌结构
0.5	0.26	0.14	0.33	0.12	0.15
外部因素	地表温度				
0.5	1				

- 6.2.4 各指标的隶属分值按照表 6.2.4 确定。

表 6.2.4 指标隶属度分值

评价等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指标隶属分值	9	7	5	3	1

## 6.3 评价结论

6.3.1 按照表 6.3.1 确定渠道冻害综合评价得分所对应的综合评价等级。

表 6.3.1 渠道冻害目标层分级

级别	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
评价状况	安全	较安全	存在风险	较强风险	强风险
渠道冻害综合评价分值	$\geq 8$	6~8	4~6	2~4	$< 2$

6.3.2 寒冷地区渠道冻害评价符合下列要求：

- 1 各项指标评价均为 I 级（安全）或 II 级（较安全）的，且综合评价为 I 级（安全）或 II 级（较安全）的，可按日常管理要求正常运行；
- 2 综合评价为 III 级（存在风险）的，应结合指标评价有针对性地提出局部处治意见；
- 3 指标层评价为 IV 级（危险）或 V 级（高度危险）的，应提出修复方案。

## 附录 A 工程现状调查报告

### 1 基本情况

#### 1.1 工程概况

包括渠道所处位置，工程规模，建成时间，衬砌结构和防渗形式，工程地质条件、气象、水文条件等；工程设计效益，建设过程等。

#### 1.2 运行管理情况

包括工程安全情况，工程实际效益等；运行管理制度与执行情况，主要管理措施，应急处置措施等。

### 2 工程安全初步分析

应对渠道工程沿线的安全程度进行描述，并对存在的问题、隐患等，结合观测、检测、监测资料进行初步分析。

## 附录 B 衬砌结构标准组合等级

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="margin-right: 10px;">衬砌材料</span> <span>评价等级</span> </div> 结构形式	混凝土	浆砌石	沥青混凝土
梯形断面	V	IV	III
弧形断面	IV	III	II
弧形底梯形或弧形坡脚梯形	IV	III	II
整体式 U 型槽或矩形槽	IV	III	--
分离挡墙式矩形断面（底板）	III	II	I

## 附录 C 渠道冻害综合评价报告

### 1 前言

包括冻害评价的缘由、过程以及委托单位情况等。

### 2 工程概况

#### 2.1 管理单位基本情况

#### 2.2 工程基本情况

包括设计情况、施工情况、改扩建情况等基础资料，运行管理情况

#### 2.3 存在的主要问题

#### 2.4 渠道冻害初步分析

### 3 指标评价

#### 3.1 指标层特征值取值

#### 3.2 指标评价

### 4 渠道冻害综合评价

#### 4.1 渠道冻害综合评价计算

#### 4.2 渠道冻害等级确定

#### 4.3 渠道冻害综合评价

### 5 结论与建议

包括安全隐患，防治、修复措施及建议等。

## 标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做



中华人民共和国团体标准

寒冷地区渠道冻害评价导则

DL/T xxx-201x

条文说明

## 目 次

1 总则.....	16
2 术语和定义.....	17
3 现状调查.....	18
4 评价方法.....	19
5 指标评价.....	20
6 渠道冻害综合评价.....	21

# 1 总 则

1.0.1 我国多年冻土与季节性冻土区域面积约占国土面积 75%。根据我国水利行业大量统计数据及研究资料，地基土冻融作用产生的破坏是寒冷地区渠系工程主要破坏形式。我国北方寒冷地区的大型渠道多为水资源配置工程，这些工程线路长，沿线气候地质条件各异，因此不同断面发生冻害的程度不同，针对冻害所采取的冻害处治措施也不同。开展渠道冻害评价，根据某一渠道断面工程特征进行冻害安全分级，进而分段施策，有利于管理部门优化资源、提升冻害处治效率。

1.0.2 考虑到工程重要性，以及破坏造成的影响，本标准对 2 级以下渠道的冻害评价不做要求。

## 2 术语和定义

2.0.1 寒冷地区是我国气候的一个分区，GB50176-2016表4.1.1给出了其明确定义。本规程所指的寒冷地区，强调低温对渠道工程地基的影响，这与JGJ118、SL23等国家和行业标准中的相关要求和内容是协调的。

2.0.3 冻胀是冻害破坏的最主要表现形式。除冻胀、冻融作用外，一些位于季节性冻土地区的渠道，渠基土除经历冻结、融化过程外，还在春秋两季因通水、停水经历一个显著湿润、干燥过程，这些过程使相应工程的边界条件呈现出“湿-干-冻-融”耦合循环的特点，在往复水-热过程作用下，极易发生水胀、滑塌、渗透等形式的破坏。此外，低温对渠道衬砌材料产生冻害，一些冬季供水渠道还因渠水结冰而产生冰冻破坏。

2.0.5~2.0.8 相关名词借鉴了层次分析法、模糊评价法等评价方法中的有关术语，在此基础上，结合渠道冻害安全评价工作对相关名词进行了定义。

## 3 现状调查

### 3.1 一般规定

3.1.1 现状调查是渠道冻害评价的基础工作，由渠道冻害评价组织单位组织经验丰富、专业齐备的专家组开展现状调研，并对冻害评价工作提出指导性建议。渠道冻害现状调查内容包括基础资料的收集、补充勘探、试验等。

3.1.2 技术资料的真实性与完整性是做好渠道冻害评价工作的重要保障，因此要尽可能数据翔实、准确，满足冻害评价的要求。

3.1.3 对现场调查中发现的工程问题、缺陷或不足，需初步分析其成因和对渠道冻害的影响，对结论明确的内容，可不再进行评价。

3.1.4 现状调查报告要阐明发现的工程问题和疑点。报告需得到现状调查专家组的认可，并附现场专家组签名表。

## 4 评价方法

### 4.1 一般规定

4.1.1~4.1.4 典型断面根据工程地质、水位地质和气象条件确定，若渠道沿线地质、气象特征变化较为显著，应对渠道进行分段，确定多个典型断面，且对各个典型断面都应进行冻害评价。

渠道运行多年后，各指标参数可能会发生变化而与设计资料不一致，因此，在查阅技术资料的基础上，应开展补充勘探、检测、监测，获取补充参数，用于冻害评价的指标参数应以补充参数结果为准。

### 4.2 评价方法

4.2.1 本标准涉及的评价方法，采用了风险管理和模糊评价方法的概念、思想，以寒冷地区渠道所受的冻害作用下的工程安全度作为评价目标，围绕科学性和实用性要求，充分考虑各主要影响因素和影响程度建立的渠道冻害评价体系。

### 4.3 评价指标

4.3.1 渠道冻害评价的评价指标是在长期实践、理论研究、试验研究的基础上提出的。细粒含量、压实系数、水分、盐渍度、衬砌结构、温度等 6 个指标构成了导致寒冷地区渠道发生冻害破坏最主要、最基本的单元。在评价体系中，这些指标位于最底层。

4.3.2~4.3.3 细粒含量、压实系数、盐渍度、衬砌结构等 4 个指标被认为是渠道工程的固有属性，这些属性组成了影响内部因素；温度作为引起渠基内水分相变的边界条件，是外部因素。在评价体系中，内部因素和外部因素位于中间层。土中的水分相变作用是引起冻害的根本原因，而冻结或融化过程中存在水分迁移作用，具有动态性。本标准从根本原因出发，将水分这一指标纳入内部因素的范畴。

## 5 指标评价

### 5.1 指标标准值

5.1.2 SL 23 给出了土的冻胀性分类，细粒（颗粒粒径 $<0.075\text{mm}$ ）含量大于 50%的土普遍被认为具有较强的冻胀性。综合考虑，本标准中以土中的颗粒粒径小于  $0.075\text{mm}$  的颗粒（小于  $0.075\text{mm}$  粒径的颗粒属于粉粒和粘粒）含量为区分土体冻胀特性的因素。当土中的细颗粒含量小于 5%时，细粒含量对土体冻胀特性的影响较弱，在本次等级分值划分时将细粒含量小于 5%的土体划定为最高级 V 级，以细粒含量 15%作为界定基本安全与危险的临界细粒含量。

5.1.3 通常情况下，土体冻胀率随着干密度的升高先增大后减小。本条中的指标标准值取值是基于大量试验和实践经验确定的。

5.1.4 含水率是表征土体中水分含量的常用指标，但不同土体在相同含水率下的冻胀特性是不同的，因此含水率不宜直接作为评价指标。本标准参照 JGJ 118 中的有关规定，根据土体类别、冻结期间地下水位距冻结面的最小距离以及平均冻胀系数所确定的 5 个冻胀等级划分表征水分作用，该等级划分与本标准的评价体系相协调，满足冻害评价的需要。

5.1.5 硫酸盐是土体中常见的易溶盐，且对于土体的冻胀性质影响显著。研究表明，随着硫酸盐含量的升高，土体的冻胀率将急剧增大。以硫酸钠为例，根据大量平行试验结果，按照  $1.5\text{m}$  的冻结深度换算， $\text{Na}_2\text{SO}_4$  含量为 0.2%时土体的冻胀量大约为  $1.5\text{cm}$ ，参照 GB50007 中附录 G，该冻胀量对应的地基土冻胀级别为“冻胀”。因此，本标准设定  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  含量 0.2%为 V 级和 IV 级的临界值。在大量试验研究基础上，以 0.5%的硫酸盐含量为 IV 级和 III 级的临界值，其后每 0.5%降低一级。

5.1.6 以 SL23 中表 4.2.2 规定的渠道衬砌允许最大法向位移值为依据，按照衬砌结构标准组合的最大允许法向位移值越大，分级越高的原则确定衬砌结构标准组合的评价等级。例如，梯形断面、混凝土衬砌的衬砌结构，SL23 中规定的最大允许法向位移值为  $0.5\sim 1.0\text{cm}$ ，该允许值在所有衬砌结构中最低，说明该种衬砌结构抵抗冻胀的能力最弱，因此评定为 V 级；分离挡墙式矩形断面（底板）、沥青混凝土衬砌的衬砌结构，最大允许法向位移值为  $7\sim 8\text{cm}$ ，该允许值在所有衬砌结构中最高，衬砌结构抵抗冻胀能力较强，因此评定为 I 级。其他级别以此类推。

5.1.7 只有渠基土的温度降低至土体的冻结温度以下才可能会发生冻胀现象。温度的作用是个动态的过程，既需要温度达起冻点以下，也需要温度作用持续一定的时间，若直接以温度作为评价指标，将难以描述温度作用的动态过程。为客观反应温度作用，参照 GB50007、JGJ 118 中“标准冻深”的定义确定本标准中温度的指标标准值。“标准冻深”的概念是温度大小和作用时间的综合表征。全国范围内标准冻深绝大多数都在  $250\text{cm}$  以内，根据大量实测资料，本规范以  $50\text{cm}$  为一个等级进行级别划分。

## 6 渠道冻害综合评价

### 6.1 一般规定

6.1.1 渠道冻害综合评价位于评价体系的最顶层。

### 6.2 渠道冻害综合评价

6.2.1 指标和因素权重的取值，由国内 20 余名从事寒冷地区渠道冻害防治工作的专家，采用“层次分析法”分析生成。生成过程中加入了考虑专家职称、职务、以及专家打分“一致性”等条件的各专家权重因子。

6.2.2 沿用模糊评价的概念，采用“1、3、5、7、9”的经典标度法表示各指标与评价目标的隶属关系。

### 6.3 评价结论

6.3.2 对于渠道冻害评价，不仅要得到目标层的具体评分，还应该通过冻害评价发现渠道冻害的漏洞，并得到明确的防治措施与处理意见。