

DB21

辽宁省地方标准

DB 21/T 2441—2015

严寒地区预制混凝土 U 型槽 及应用技术规程

Technical specification for U- type concrete groove prefabricating and application in
severe cold area

2015 - 03 - 01 发布

2015 - 05 - 01 实施

辽宁省质量技术监督局

发布

目 次

前言.....	III
1 总则.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 代号、标记、规格尺寸.....	2
5 原材料.....	3
5.1 水泥.....	3
5.2 细骨料.....	3
5.3 粗骨料.....	3
5.4 掺合料.....	3
5.5 外加剂.....	3
5.6 水.....	3
6 基本规定.....	4
6.1 预制混凝土 U 型槽生产的一般要求.....	4
6.2 外形尺寸.....	4
6.3 外观质量.....	4
6.4 预制混凝土 U 型槽的混凝土抗压强度等级不应低于 C20。.....	4
6.5 预制混凝土 U 型槽抗渗性.....	4
6.6 预制混凝土 U 型槽抗冻性.....	4
6.7 外压力破坏荷载、内压力破坏荷载.....	5
7 试验方法.....	5
7.1 尺寸偏差.....	5
7.2 外观质量检验.....	5
7.3 抗压强度.....	5
7.4 预制混凝土 U 型槽抗渗性.....	5
7.5 预制混凝土 U 型槽抗冻性.....	5
7.6 外压力破坏荷载、内压力破坏荷载.....	6
8 检验规则.....	6
8.1 出厂检验.....	6
8.2 型式检验.....	6
9 出厂、运输和保管.....	7
9.1 出厂证明.....	7
9.2 运输.....	7
9.3 保管.....	8

10 应用技术要求	8
10.1 填土碾压	8
10.2 渠槽开挖	8
10.3 铺设安装	9
10.4 回填固定	9
10.5 修整渠堤顶和边坡	9
10.6 预留出水口	9
10.7 注意事项	9
附录 A（规范性附录）预制混凝土 U 型槽生产一般要求	11
附录 B（规范性附录）预制混凝土 U 型槽外压力破坏荷载检验方法	14
附录 C（规范性附录）预制混凝土 U 型槽内压力破坏荷载检验方法	16
附录 D（规范性附录）预制混凝土 U 型槽构件抗渗试验方法	17
附录 E（规范性附录）预制混凝土 U 型槽构件慢冻试验方法	18
附录 F（资料性附录）预制混凝土 U 型槽内、外压力破坏荷载计算方法	20

前 言

本规程根据《辽宁省质量技术监督局关于下达 2013 年辽宁省地方标准制修订项目计划的通知》辽质监标〔2013〕107 号的具体要求制订。

本规程按照 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》编写。

本规程共分 10 章和 6 个附录，主要内容包括：严寒地区预制混凝土 U 型槽的术语、代号、标记、规格尺寸、原材料、基本规定、试验方法、检验规则、出厂、运输和保管及应用技术要求等。

本规程附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 为规范性附录，附录 F 为资料性附录。

本规程在执行过程中的意见或建议反馈至辽宁省水利水电科学研究院（地址：沈阳市和平区十四纬路 1 号，邮编：110003，联系电话：024-23863895，电子邮箱：SKY_JC@163.com）

本规程归口单位：辽宁省水利厅

本规程起草单位：辽宁省水利水电科学研究院

本规程解释单位：辽宁省水利水电科学研究院

本规程主要起草人：宗兆博 夏海江 李 远 宋立元 张永先
张 欣 刘 波 苏炜焕 刘大为 李 括
王兴华 马洪山 张 瑞 宫 旭 唐树新
富天生 杨春旗 张玉东 周 旭 曹云龙
董秋艳 宫治军 胡 迪

本规程主要审查人员：王 元 朱明昕 郭铁成 任铮钺 于永彬 宓永宁 贺清录 杨冬鹏

严寒地区预制混凝土 U 型槽及应用技术规程

1 总则

本规程规定了农田水利工程灌排渠道用预制混凝土 U 型槽的术语、代号、标记、规格尺寸、原材料、基本规定、试验方法、检验规则、出厂、运输和保管及应用技术要求。

本标准适用于农田水利工程灌排渠道用预制混凝土 U 型槽产品及施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于本规程；凡是不注明日期的引用文件，其最新的版本适用于本规范。

GB175 《通用硅酸盐水泥》
GB1596 《用于水泥和混凝土中粉煤灰》
GB50082 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》
GB50083 《建筑结构设计术语和符号标准》
GB 50204 《混凝土结构工程施工质量验收规范》
GB50286 《堤防工程设计规范》
GB/T11836 《混凝土和钢筋混凝土排水管》
SL18 《渠道防渗工程技术规范》
SL176 《水利水电工程施工质量检验与评定规程》
SL191 《水工混凝土结构设计规范》
SL237 《土工试验规程》
SL352 《水工混凝土试验规程》
SL677 《水工混凝土施工规范》
DL/T5055 《水工混凝土掺用粉煤灰技术规范》
DL/T5082 《水工建筑物抗冰冻设计规范》
DL/T5100 《水工混凝土外加剂技术规程》
DL/T5330 《水工混凝土配合比设计规程》

3 术语

3.1 预制混凝土 U 型槽 precast concrete U-type groove

采用混凝土预制的断面形状为 U 型的构件。

3.2 外压力破坏荷载 failure load of external pressure

本规程规定外压力破坏荷载为每延长米U型槽在外侧压力作用下破坏时的极限荷载。单位以kN/m计。

3.3 内压力破坏荷载 failure load of internal pressure

本规程规定内压力破坏荷载为每延长米U型槽构件在内侧压力作用下破坏时的极限荷载。单位以kN/m计。

3.4 混凝土强度等级 concrete strength grade

根据混凝土立方体抗压强度标准值划分的强度级别。混凝土立方体抗压强度标准值，系指按照标准方法制作养护的边长为 150mm 的立方体试件，在 28d 龄期用标准试验的方法测得的具有 95%保证率的抗压强度。

3.5 预制混凝土 U 型槽抗渗性 precast concrete impermeability of U-type groove

预制混凝土 U 型槽构件注满水抵抗内水压力渗透的能力。

3.6 预制混凝土 U 型槽抗冻性 precast concrete frost resistance of U-type groove

预制混凝土 U 型槽构件能经受多次冻融循环作用而不破坏，同时质量损失率小于 5%的性能。

4 代号、标记、规格尺寸

4.1 代号

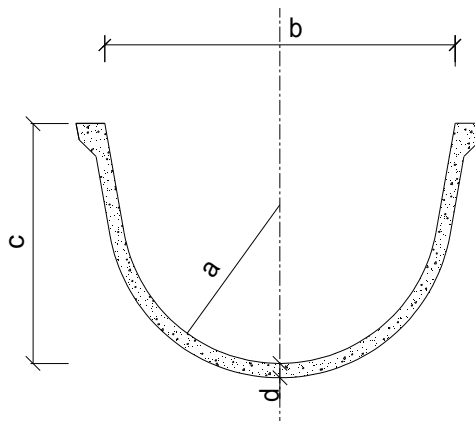
U: 预制混凝土 U 型槽。

D: 预制混凝土 U 型槽下圆弧直径。

4.2 标记

预制混凝土 U 型槽产品代号，按形状、槽下圆弧直径、槽口净宽、槽净深、槽壁最小厚度的顺序标记。单位用 cm 表示。

示例: UD(a)×(b)×(c)×(d)



4.3 规格尺寸

预制混凝土 U 型槽的基本尺寸应符合表 1 的规定。

表1 预制混凝土 U 型槽基本规格尺寸 单位 cm

规格	槽下圆弧直径	槽口净宽	槽净深	槽壁最小厚度
UD30×30×42×3.5	30	30	42	3.5
UD30×35×43×3.5	30	35	43	3.5
UD40×35×52×4.0	40	35	52	4.0
UD40×42×52×3.5	40	42	52	4.0
UD40×40×43×3.5	40	40	43	4.0
UD40×45×53×3.5	40	45	53	4.0
UD50×42×62×4.5	50	42	62	4.5
UD50×50×63×3.5	50	50	63	4.0
UD50×45×64×3.5	50	45	64	4.0
UD60×50×73×4.5	60	50	73	4.5

经供需双方协商，也可生产其他规格和尺寸的预制混凝土 U 型槽。

5 原材料

5.1 水泥

水泥质量应符合 GB175 的规定。宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并采用同一厂家产品。

5.2 细骨料

细骨料的质量应符合 SL677 的规定。

5.3 粗骨料

粗骨料应质地坚硬、清洁，最大粒径应 $\leq 15\text{mm}$ ，且不应大于槽壁最小厚度的 1/3，其质量应符合 SL677 的规定。

5.4 掺合料

5.4.1 生产预制混凝土 U 型槽的混凝土中可掺入粉煤灰掺合料。

5.4.2 粉煤灰的质量应符合 GB1596 的规定，宜选用 I 级或 II 级粉煤灰。

5.4.3 掺合料每批产品出厂时应有产品合格证，主要内容包括：厂名、等级、出厂日期、批号、数量及品质检验结果等。

5.5 外加剂

外加剂的质量应符合 DL/T5100 的规定。

5.6 水

混凝土拌和用水的质量应符合 SL677 的规定。

6 基本规定

6.1 预制混凝土 U 型槽生产的一般要求

预制混凝土 U 型槽生产的一般要求应符合附录 A 的规定。

6.2 外形尺寸

预制混凝土 U 型槽尺寸偏差应符合表 2 的规定。

表2 预制混凝土 U 型槽基本尺寸允许偏差 单位 mm

项 目	允许偏差
槽口净宽	±5
槽 净 深	±5
槽 壁 厚	±3
每节渠槽长度	±20

6.3 外观质量

预制混凝土 U 型槽外观质量应符合表 3 的规定。

表3 预制混凝土 U 型槽外观质量

项 目	质量要求
孔 洞	任何部位 不应有
蜂 窝	渠槽底部 不应有
	其他部位 不超过槽壁厚的 1/5，且不影响抗渗性
裂 缝	影响构件性能和使用的裂缝 不应有
	不影响构件性能和使用的细微裂缝 不宜有
连接部位缺陷	构件端头混凝土疏松 不应有
外 形 缺 陷	构件扭曲、缺棱掉角 不应有
麻面、粘皮	槽身内壁 总面积不超过构件面积 20.0%
注：1.孔洞：混凝土中深度和长度均超过构件厚度 1/3 的孔穴； 2.蜂窝：构件混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露的缺陷； 3.裂缝：深入混凝土内的缝隙； 4.连接部位缺陷：构件连接处混凝土疏松； 5.外形缺陷：构件端头不直、倾斜、缺棱掉角等； 6.麻面粘皮：构件内壁不光洁，有麻面、掉皮的缺陷。	

6.4 预制混凝土 U 型槽的混凝土抗压强度等级不应低于 C20。

6.5 预制混凝土 U 型槽抗渗性

外壁潮片面积不应大于总面积（注入水平面的面积）的 5%，不应有水珠流淌。

6.6 预制混凝土 U 型槽抗冻性

经 50 次冻融循环后质量损失率小于 5%。

6.7 外压力破坏荷载、内压力破坏荷载

预制混凝土 U 型槽外压力、内压力破坏荷载值应不小于计算值，其破坏荷载计算方法应符合附录 F。

7 试验方法

7.1 尺寸偏差

预制混凝土 U 型槽尺寸偏差的检验方法应符合表 4。

表4 预制混凝土 U 型槽尺寸偏差检验方法

序号	项 目	检 验 方 法
1	槽口净宽	钢卷尺(Ⅱ级)量测两端及中部三个部位
2	槽 净 深	钢卷尺(Ⅱ级)量测两端及中部三个部位
3	槽 壁 厚	钢卷尺(Ⅱ级)量测两端上、中、下三个部位
4	每节渠槽长度	钢卷尺(Ⅱ级)量测槽口两侧及槽底三个部位
注：取各部位量测结果平均值。		

7.2 外观质量检验

预制混凝土 U 型槽外观质量检验方法应符合表 5。

表5 预制混凝土 U 型槽外观质量检验方法

序号	项 目		检 验 方 法
1	孔 洞	任 何 部 位	目 测
2	蜂 窝	渠槽底部	钢制探针、直角尺、钢直尺或钢卷尺(Ⅱ级)和百格网量测
3		其他部位	
4	裂 缝	影响构件性能和使用的裂缝	裂缝测宽仪、钢直尺或钢卷尺(Ⅱ级)
5		不影响构件性能和使用的细微裂缝	
6	连接部位缺陷	构件端头混凝土疏松	目测
7	外形缺陷	构件扭曲、缺棱掉角	目测和手锤
8	麻面、粘皮	槽身内外壁	目测和手锤

7.3 抗压强度

7.3.1 试件的制备

试件制备的方法应符合 SL352 的规定。

7.3.2 混凝土抗压强度试验

混凝土抗压强度试验应按 SL352 的规定进行。

7.4 预制混凝土 U 型槽抗渗性

预制混凝土 U 型槽的抗渗性应按附录 D 的规定进行。

7.5 预制混凝土 U 型槽抗冻性

预制混凝土 U 型槽的抗冻性应按附录 E 的规定进行。

7.6 外压力破坏荷载、内压力破坏荷载

7.6.1 外压力破坏荷载检验：检验方法按附录 B 的规定进行。

7.6.2 内压力破坏荷载检验：检验方法按附录 C 的规定进行。

8 检验规则

产品检验分为出厂检验和型式检验。

8.1 出厂检验

8.1.1 检验项目

检验项目包括外形尺寸、外观质量、混凝土抗压强度、抗渗性及抗冻性。

8.1.2 批量和抽样

8.1.2.1 相同原材料、相同工艺生产的同一种规格的预制混凝土 U 型槽为一个受检批，每批数量不得超过 1000 件；不足 1000 件为一个受检批。

8.1.2.2 外形尺寸及外观质量：在同一批中随机抽取 10 件进行检验。

8.1.2.3 混凝土抗压强度：每批次不得少于 1 组，每组 3 个试件。每组试件应在同一储料斗或运输车内的混凝土中取样制作。

8.1.2.4 预制混凝土 U 型槽抗渗性：在同一批中随机抽取 6 件进行检验。

8.1.2.5 预制混凝土 U 型槽抗冻性：在同一批中随机抽取 3 件进行检验。

8.1.3 判定规则

8.1.3.1 外形尺寸：若所抽取的 10 件样品中有 7 件或以上符合 6.2 的规定时，判定该批次产品该项合格；否则为不合格。

8.1.3.2 外观质量：若所抽取的 10 件样品中有 7 件或以上符合 6.3 的规定时，判定该批次产品该项合格；否则为不合格。

8.1.3.3 混凝土抗压强度：每批按照 SL176 《水利水电工程施工质量检验与评定规程》规定进行判定。

8.1.3.4 混凝土抗渗性：若所抽取的 6 件样品中有 4 件或以上符合 6.5 的规定时，判定该批次产品该项合格；否则为不合格。

8.1.3.5 混凝土抗冻性：若所抽取的 3 件样品中有 2 件或全部符合 6.6 的规定时，判定该批次产品该项合格；否则为不合格。

8.1.3.6 以上各项检验项目中，如全部项目均合格，则该受检批判定为合格，否则判定为不合格。不合格项目需双倍复验，复验合格才可判定为合格，否则判定为不合格。最终结果以复检结果为准。

8.2 型式检验

8.2.1 检验条件

有下列情况时应进行型式检验。

- 8.2.1.1 相同原材料、相同工艺生产的同一规格预制混凝土 U 型槽数量达到 5000 件。
- 8.2.1.2 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时。
- 8.2.1.3 正式生产后如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时。
- 8.2.1.4 产品长期停产后恢复生产时。
- 8.2.1.5 新产品或老产品转厂生产试制定型鉴定时。
- 8.2.1.6 省级质监机构提出进行型式检验时。

8.2.2 检验项目

检验项目包括预制混凝土 U 型槽的外形尺寸、外观质量、混凝土抗压强度、抗渗性、抗冻性、外压力破坏荷载、内压力破坏荷载。

8.2.3 抽样

预制混凝土 U 型槽的外形尺寸、外观质量、混凝土抗压强度、抗渗性、抗冻性的检验：在同规格、同批次的出厂检验合格产品中按 8.1 的规定进行。

外压力破坏荷载、内压力破坏荷载：同批次的产品中分别抽取 3 件样品进行检验。

8.2.4 判定规则

- 8.2.4.1 预制混凝土 U 型槽的外形尺寸、外观质量、混凝土抗压强度、抗渗性、抗冻性的检验结果应符合 8.1.3。
- 8.2.4.2 外压力破坏荷载、内压力破坏荷载：3 件检验样品中全部符合 6.7 的规定或有 1 件不符合 6.7 的规定，但检验值不小于标准值的 80% 时，则判定该批次产品该项合格；否则为不合格。
- 8.2.4.3 以上各项检验项目中，如全部项目均合格，则该受检批判定为合格，否则判定为不合格。不合格项目需双倍复验，复验合格才可判定为合格，否则判定为不合格。最终结果以复检结果为准。

9 出厂、运输和保管

9.1 出厂证明

经检验合格准许出厂的产品，应附企业统一编号的出厂证明书，包括：

- 9.1.1 企业名称、产品型号、规格、数量及生产日期。
- 9.1.2 检验报告、出厂合格证。
- 9.1.3 检验部门及检验人员签章。

9.2 运输

运输过程中相邻产品之间、产品与车辆接触部位应以木块或草袋等垫衬。

9.3 保管

产品应按型号、规格及质量等级和生产日期分别堆放，堆放场地平整，堆放层数不宜超过 3 层。

10 应用技术要求

在选用预制混凝土 U 型槽之前，设计单位应按照实际工况，进行荷载计算，根据计算结果选用预制混凝土 U 型槽规格。

预制混凝土 U 型槽安装的主要工序包括：填土碾压、渠槽开挖、铺设安装、回填固定、安装灌缝、修整渠堤顶和边坡、预留出水口。

10.1 填土碾压

填方渠道首先应进行填土，分层碾压。按以下步骤进行：

10.1.1 填方渠道在填方前应清理槽底。

10.1.2 填土碾压高度一般要求至渠深的 3/4 处。剩余部分土方，待安装结束后，整理填平。

10.1.3 填土碾压应分层进行，每层最大厚度不应超过 20cm。碾压时应顶面平整，保证渠槽开挖准确。

10.1.4 填土压实度指标应符合设计要求。当设计无明确要求时，非粘性土的压实性指标应采用相对密度，不小于 0.60；粘性土的压实性指标应采用压实度，不小于 0.91。填土压实质量参数试验方法应符合 SL237 的规定。

10.2 渠槽开挖

渠槽开挖时应严格控制断面尺寸和高程，保证渠底基面的设计坡降。土方开挖前先放开挖线，按线开挖，避免超挖。开挖渠槽可分以下 4 道工序：

10.2.1 标中心线：开挖渠槽前应标出中心线。

10.2.2 放点测量：按设计高程每隔 20m 在渠底侧放“标准块”，并在一侧挂线控制渠线顺直。

10.2.3 开挖：根据放好的中心线及高程，确定开挖的宽度和深度。

10.2.3.1 开挖宽度应预留工作面，UD30 与 UD40 应预留 200mm 工作面；UD50 与 UD60 应预留 400mm 工作面，见图 1。

10.2.3.2 边坡坡度可拟为 1:1—1:1.25。

10.2.4 两样架之间由上而下挂线精修，直至挖出设计的渠槽，设计土槽的上口宽度应比构件宽 40mm~100mm。

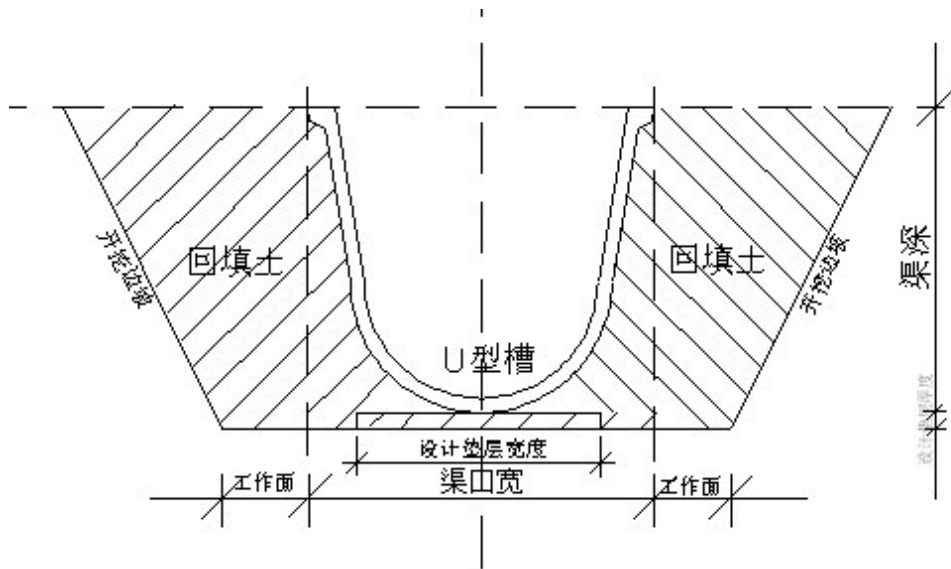


图1 U型槽开挖面示意图

10.3 铺设安装

10.3.1 每 50m 在基槽侧面应设高程控制桩，两高程控制桩之间应设控制线，控制预制混凝土 U 型槽平面和侧边。

10.3.2 预制混凝土 U 型槽放入基槽后，应按控制线校正预制混凝土 U 型槽侧面，并用水平尺横向校正平面，符合要求后两侧及时回填土固定。

10.3.3 相邻预制混凝土 U 型槽应预留宽 20mm 的间隙，铺设后待预制混凝土 U 型槽基本沉降稳定，再进行校正。

10.3.4 校正后用不低于 M10 水泥砂浆填缝，缝隙应填满，压平，抹光。

10.4 回填固定

待预制混凝土 U 型槽槽身调整完成后，采用土方固定槽身，预制混凝土 U 型槽两侧回填土施工应同时进行，回填夯实固定好槽身后拆除绷线。

10.5 修整渠堤顶和边坡

渠堤顶（坡）填筑应在填缝材料基本硬化后进行，填筑压实时注意不可用重夯，宜适当夯实。

10.6 预留出水口

根据实际或者设计要求，在预制混凝土 U 型槽上预留出水口。有预留出水口要求的预制混凝土 U 型槽，根据要求预制。

10.7 注意事项

10.7.1 安装前要确认预制混凝土 U 型槽为合格产品。

10.7.2 在预制混凝土 U 型槽安装前应对安装人员进行技术培训，施工时应严格按照施工工艺进行，严格控制安装质量。

附 录 A
(规范性附录)
预制混凝土 U 型槽生产一般要求

A.1 配合比选定

按照混凝土设计强度、耐久性和生产和易性等的要求，进行混凝土生产配合比优选试验。

A.1.1 混凝土配制强度：

混凝土配制强度按下式计算

$$f_{cu,o} = f_{cu,k} + t \sigma \dots\dots\dots (A.1)$$

式中： $f_{cu,o}$ —混凝土的配制强度，MPa；

$f_{cu,k}$ —混凝土设计龄期的强度标准值，MPa；

t —概率度系数，依据保证率 P 选定，其值按表 A.1 选用；

表A.1 保证率和概率度系数关系

保证率 P%	80.00	84.13	85.08	89.97	95.00	97.72	99.86
概率度系数 t	0.842	1.000	1.040	1.280	1.645	2.000	3.000

σ —混凝土立方体抗压强度标准差，MPa。混凝土抗压强度标准差，宜按同品种混凝土抗压强度统计资料确定；无近期同品种混凝土强度统计资料时， σ 值可按表 A.2 选用。

表A.2 标准差 σ 选用值

设计龄期混凝土抗压强度标准值 MPa	≤ 15	20~25	30~35	40~45	50
混凝土抗压强度标准差 σ MPa	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5

A.1.2 混凝土的水胶比（或水灰比），根据设计混凝土性能要求，应通过试验确定。

A.1.3 砂率的选择应根据混凝土的性能要求、生产和易性及最小单位用水量并充分利用所生产的骨料、减少弃料等原则，通过试验进行综合分析确定。

A.1.4 预制混凝土U型槽的生产用混凝土属干硬性混凝土，其拌和物的工作性能采用维勃稠度测定仪测定，用维勃稠度值评定混凝土的坍落度，其值宜控制在20s~30s。

A.1.5 混凝土配合比设计方法和试验按SL352《水工混凝土试验规程》的规定进行。

A.2 预制混凝土U型槽生产

A.2.1 场地

场地硬地坪平整，维护良好，运行方便，加工车间、材料库及成品堆放处布置安全、紧凑、界限清晰、互不干扰，水源及电源供应充足。

A.2.2 材料拌和

A.2.2.1 混凝土的配料量均以重量计。称量的允许偏差，不应超过表A.3的规定。

表A.3 混凝土材料称量的允许偏差

材 料 名 称	称量允许偏差 (%)
水泥、掺合料、水、外加剂溶液	±1
骨料	±2

A.2.2.2 混凝土拌和时间应通过试验确定，机械拌和搅拌时间一般为1min~2min。

A.2.2.3 机械搅拌时，每台班开始拌和前，应检查拌和机叶片的磨损情况。在混凝土拌和过程中，应定时检测骨料含水量，必要时加密检测。

A.2.2.4 混凝土掺合料在现场宜用干掺法，且必须拌和均匀。

A.2.2.5 外加剂溶液中的水量，应在拌和用水量中扣除。

A.2.2.6 混凝土拌和物出现下列情况之一者，按不合格料处理：

A.2.2.6.1 错用配料单已无法补救，不能满足质量要求。

A.2.2.6.2 混凝土配料时，任意一种材料计量失控或漏配，不符合质量要求。

A.2.2.6.3 拌和不均匀或夹带生料。

A.2.2.6.4 出机口混凝土坍落度超过最大允许值。

A.2.3 浇筑、振捣与脱模

A.2.3.1 浇筑前，做好模具、振动设备、成型参数设置等准备工作。

A.2.3.2 成型设备的振捣能力和振捣时间应满足生产要求。

A.2.3.3 同一构件应保证浇筑成型的连续性。

A.2.3.4 生产时应有足够的措施保障U型槽在整个生产过程中不变形。

A.2.3.5 脱模时防止混凝土破损，脱模后观测有无其它缺陷，若有缺陷该构件样品作废。

A.2.3.6 废弃的构件混凝土可以回收搅拌后重新使用。

A.2.4 搬运

A.2.4.1 搬运设备及搬运能力，应与拌和、浇筑能力等相匹配。

A.2.4.2 搬运设备应使混凝土在运输过程中不致发生分离、漏浆、严重泌水、过多温度回升和坍落度损失。

A.2.4.3 在搬运过程中，应尽量缩短搬运时间和搬运距离。因故停歇过久，混凝土已初凝或已失去塑性时，应作为废料处理。

A.2.4.4 在高温或低温条件下，混凝土搬运工具应设置遮盖或保温设施，避免天气等因素影响混凝土质量。

A.2.5 养护

A.2.5.1 混凝土构件成型脱模后，平稳放于养护点；若混凝土出现振裂，该构件作废，不再养护。

A.2.5.2 混凝土养护的要求：

A.2.5.2.1 混凝土构件成型完毕后，养护前宜避免太阳曝晒。

A.2.5.2.2 混凝土构件应连续养护，养护期内始终使混凝土构件表面保持湿润。

A.2.5.2.3 低于5℃时应采取防冻、保温措施。

A.2.5.3 混凝土构件养护时间，不宜少于28d。

A.2.5.4 混凝土构件养护应有专人负责，并应作好养护记录。

A.2.6 质量控制

A.2.6.1 混凝土拌和与拌和物

A.2.6.1.1 混凝土拌和要严格按签发的混凝土生产配合比进行，严禁擅自更改。

A.2.6.1.2 混凝土拌和的计量器具应定期（每月不少于一次）检验校正，必要时随时抽检。每班称量前，应对称量设备进行零点校验。

A.2.6.1.3 混凝土拌和和生产中，应对原材料的配料称量进行检查并记录。

A.2.6.1.4 混凝土维勃稠度每4h应检测1~2次。

A.2.6.1.5 含气量应每4h检测1次，含气量允许偏差范围为±1.0%。

A.2.6.1.6 混凝土拌和物温度、气温和原材料温度应每4h检测1次。

A.2.6.1.7 混凝土拌和物入模具前，应目测其均匀性与和易性，发现异常应及时处理。

A.2.6.2 混凝土成型产品

混凝土构件脱模后，应目测其外观质量。有裂缝、蜂窝、麻面、模具走样等问题时应及时检查和处理。

附录 B (规范性附录)

预制混凝土 U 型槽外压力破坏荷载检验方法

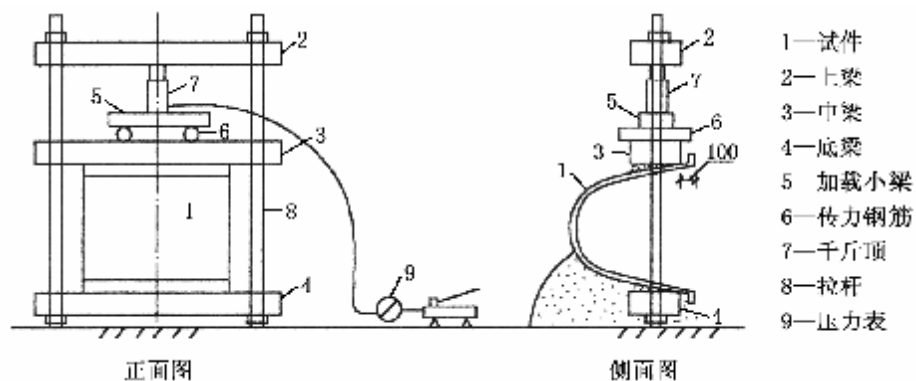
B.1 检验设备

外压破坏荷载检验所用主要设备为反力架和分体式千斤顶。反力架必须有足够的强度和刚度，以便荷载的分布不受任何部位变形的影响，它由上梁、中梁、底梁、加荷小梁、 $\Phi 18$ 传力钢筋及拉杆组成（其中上、中、底梁为12#槽钢，加荷小梁为10#槽钢）。分体式千斤顶应配置量程为6.0MPa的精密标准压力表，其精度等级为0.4级、分度值为0.1MPa。

B.2 检验方法

在检验场地先铺设一斗车黄砂，将拉杆与底梁先安装好，埋入黄砂至地面上。将U型槽构件侧转90°安放在底梁上，使U型槽上口面与地面垂直，底梁外侧与U型槽上口面相距100mm。黄砂用来调整槽体的位置，使底侧槽身与底梁均匀接触。然后在槽身上侧面距上口面100mm~150mm范围内，沿槽身铺设砂垫，要求砂垫表面成水平，安放中梁于砂垫上，中梁外侧与上口面相距100mm，使其受压部位与底梁相同。在中梁上划定三分点位置，在三分点处安放传力钢筋，在传力钢筋上放置加压小梁，在小梁正中放置千斤顶，最后放置上梁并用螺母固紧，检验装置见图B.1所示。检验时，检验装置水平布置。

试件准确安装就位后开始加荷，按每分钟不大于1kN/m的加荷速度均匀加荷，直至试件断裂破坏为止。



图B.1 预制混凝土 U 型槽外压力荷载检验示意图

B.3 结果计算

外压破坏荷载值按公式B.1计算

$$P_{\text{外}} = \frac{F + F_0}{L} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：F——破坏荷载值（kN）

F_0 ——（上梁+中梁+小梁+千斤顶）自重（kN）

L——槽身实际受压长度（m）

$P_{\text{外}}$ ——外压破坏荷载值（kN/m）

B.4 安全事项

为防止试验中试件断裂破坏使千斤顶突然掉落，安装中应事先将千斤顶与上梁用铅丝吊扎，起保护作用。

附录 C
(规范性附录)

预制混凝土 U 型槽内压力破坏荷载检验方法

C.1 检验设备

由分体式千斤顶、精密标准压力表(精度同B1)，12#槽钢两根及其它支撑搁置杆件等组成。

C.2 检验方法

将U型槽试件水平放置在地面上，在距槽身两端约100mm处安放二只支架，在槽体内两侧放置二根槽钢，槽钢面垂直于地面并使下缘紧贴槽壁，槽钢上缘面距槽顶面100mm，槽钢面与槽内侧空隙用湿砂填满密实，在槽身两槽钢中部水平安置千斤顶，千斤顶两端可用硬木块与槽钢接触。检验装置见图C.1所示。

试件准确安装就位后开始加荷，按每分钟不大于1kN/m的加荷速度均匀加荷，直至试件断裂破坏为止。

C.3 结果计算

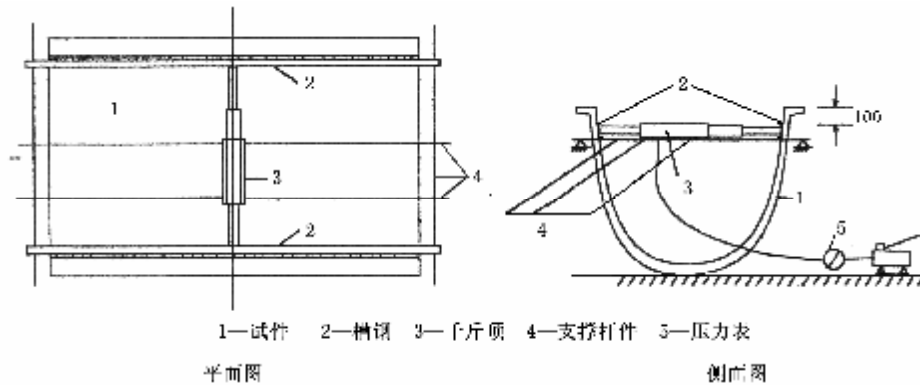
内压力破坏荷载值按C.1式计算

$$P_{内} = \frac{F}{L} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：F——破坏荷载值 (kN)

L——槽身实际受压长度 (m)

$P_{内}$ ——内压破坏荷载值 (kN/m)



图C.1 预制混凝土渠槽内压荷载检验示意图

附 录 D
(规范性附录)
预制混凝土 U 型槽构件抗渗试验方法

- D.1 本方法适用于检验预制混凝土U型槽构件抗渗试验。
- D.2 抽样构件数量为 6 件。
- D.3 抗渗试验所用设备应符合下列规定：
- D.3.1 封堵材料：如硬质泡沫板、铝塑板、玻璃胶、702胶等。
- D.3.2 千分尺，精度0.01mm。
- D.4 试验步骤应符合下列规定：
- D.4.1 无特殊要求，构件应在28d龄期进行抗渗试验。U型槽构件封堵前将槽口两端擦拭干净。构件两端采用密封材料封堵固定，同时将封堵完成的构件静止养护24h。
- D.4.2 将静止养护24h的封堵构件的槽口向上放置平稳，将水注入槽中，并保持水面距槽口1cm（防止水面从槽口溢出）。将注满水的构件静止24h进行抗渗试验。
- D.4.3 注满水的构件静止24h后，观测外壁是否有水珠流淌，并测量外壁潮片的面积。
- D.5 试验结果评定应符合以下要求：

预制混凝土U型槽的外壁潮片面积不应大于总面积（注入水平面的面积）的5%，不应有水珠流淌。

附 录 E
(规范性附录)

预制混凝土 U 型槽构件慢冻试验方法

E.1 本方法适用于检验预制混凝土U型槽构件抗冻融试验。

E.2 抽样构件数量为 3 件。

E.3 慢冻法抗冻性能试验所用设备应符合下列规定：

E.3.1 冷冻箱（室）装入构件后箱（室）内温度保持在 $-15^{\circ}\text{C}\sim-20^{\circ}\text{C}$ 的范围内。

E.3.2 融解水槽装入构件后水温保持在 $15^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的范围内。

E.3.3 电子称称量为100kg，感量为5g。

E.4 慢冻法抗冻性能试验按下规定进行：

E.4.1 无特殊要求，构件应在28d龄期进行冻融试验。试验前4d应把冻融构件养护点取出，进行外观检测，随后放入 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 水中浸泡，浸泡时水面应高出构件顶面20mm，构件浸泡4d后进行冻融试验。

E.4.2 浸泡完毕后，取出构件，用湿布除去表面水分、称重、标号后即可放入冷冻箱（室）开始冻融试验。构件底部垫有垫条，并保证构件底部与冷冻箱（室）至少留有20mm的空隙，各构件之间应保持至少50mm的空隙。

E.4.3 构件在箱内的温度达到 -20°C 时放入，装完构件如温度有较大升高，则温度降至 -15°C 时起算冻结时间。每次从装完时间到重新降至 -15°C 所需的时间不应超过2h。冷冻箱（室）的温度均以中心的温度为准。

E.4.4 每次循环中构件的冻结时间为4h。

E.4.5 冻结试验结束后，构件即可取出放入水温在 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的水槽中融化。构件的融化时间不应小于4h。融化完毕后为该次冻融循环结束，称取重量做好记录后，构件送入冷冻箱（室）进行下次循环试验。

E.4.6 应经常对冻融循环进行检查，发现重量损失率大于等于5%，即可停止其冻融试验；或达到试验冻融循环次数即停止冻融。

E.5 冻融试验出现以下情况之一即可停止：

E.5.1 冻融至预定的循环次数。

E.5.2 质量损失率达5%。

E.6 质量损失率计算公式（E.6-1），计算式以 3 个构件试验结果的平均值为测定值。

$$W_n = \frac{G_0 - G_n}{G_0} \times 100 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：W_n—n次冻融循环后构件质量损失率，%。

G₀—冻融前构件的质量，g。

G_n—n次冻融循环后构件的质量，g。

E.7 试验结果评定应符合以下要求。

E.7.1 构件质量损失率达5%时，即可认为构件已破坏，并以相应的冻融循环次数来确定该构件的抗冻等级。

E.7.2 若冻融至预定的循环次数，其质量损失率小于5%，可认为试验的构件抗冻性已满足设计要求。

附 录 F
(资料性附录)

预制混凝土 U 型槽内、外压力破坏荷载计算方法

内、外压荷载标准对于预制混凝土渠槽的运输、使用及安装具有重要意义。素混凝土预制U型槽的抗压强度远大于其抗拉强度，决定其破坏模式为混凝土弯拉破坏，因此预制U型槽的内、外压极限破坏荷载由其混凝土的极限弯拉强度决定。

根据U型槽内、外压破坏试验方法，破坏截面受力属于弯拉组合受力，极限弯拉应力决定构件承载能力。

F.1 弯曲应力

弯曲截面上任一点弯曲应力：

$$s = \frac{M_z y}{I_z} \dots\dots\dots (F.1)$$

$$I_z = \frac{bh^3}{12} \dots\dots\dots (F.2)$$

$$W_z = \frac{bh^2}{6} \dots\dots\dots (F.3)$$

$$M = f \times L \times H \dots\dots\dots (F.4)$$

最大弯曲应力：

$$s_{\max} = \frac{M_{\max} y_{\max}}{I_z} \text{ 或 } s_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \dots\dots\dots (F.5)$$

其中： s_{\max} ——最大应力(MPa)， I_z ——中性截面惯性矩(m^4)， W_z ——抗弯截面系数(m^3)， b ——单位宽度(m)， h ——槽壁厚度(m)， f ——单位长度荷载(kN/m)， L ——槽身实际受压长度(m)， H ——力臂(m)；

F.2 截面任何一点轴向应力：

$$s_t = \frac{f \times L}{bh} = \frac{f}{h} \dots\dots\dots (F.6)$$

F.3 破坏截面上的总应力:

$$s_{t内} = s_{max} + s = \frac{My_{max}}{I_z} + \frac{f}{h} = \frac{\frac{h}{2} \times f \times H}{\frac{h^3}{12}} + \frac{f}{h} = f \times \left(\frac{6 \times H}{h^2} + \frac{1}{h} \right) \dots\dots\dots (F.7)$$

$$s_{t外} = s_{max} - s = \frac{My_{max}}{I_z} - \frac{f}{h} = \frac{\frac{h}{2} \times f \times H}{\frac{h^3}{12}} - \frac{f}{h} = f \times \left(\frac{6 \times H}{h^2} - \frac{1}{h} \right) \dots\dots\dots (F.8)$$

构件破坏控制条件：破坏截面最大弯拉应力 \geq （相应强度等级混凝土极限弯拉强度标准值）。