

# 预制装配式 U 型砼渠道制作及安装施工技术研究

孙敏 (安徽省宣城市泾县水务局, 安徽泾县 242500)

**摘要** 针对近年来水资源短缺、土渠输水浪费现象严重的实际情况, 提出在泾县推广末级渠道预制混凝土 U 型防渗工程建设。阐述了预制装配式 U 型砼渠道的优点及施工要求, 以泾县境内的多个采用 U 型砼渠道的农田水利工程项目示范片为例, 分析采用装配式 U 型砼渠道后所取得的社会效益和经济效益, 从根本上缓解了泾县农业用水紧张局面, 具有良好的推广应用前景。

**关键词** 节水灌溉; 预制; 砼 U 型渠道; 施工工艺

**中图分类号** S27 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)18-263-02

## Fabrication and Installation Technique of Prefabricated U Type Concrete Channel

SUN Min (Jing County Water Supplies Bureau, Jing County, Anhui 242500)

**Abstract** According to the actual situation of water resources shortage and water waste of earth canal in recent years, prefabricated U type concrete channel should be popularized in Jing County. The advantages and construction requirements of prefabricated U type concrete channel were elaborated. With the demonstration zone of irrigation and water conservancy project using U type concrete channel in Jing County as the case, the social and economical benefits after using U type concrete channel were analyzed, which could relieve the tense situation of agricultural water use in Jing County, and had good popularization and application prospects.

**Key words** Water-saving irrigation; Prefabrication; U type concrete channel; Construction technology

近年来, 由于水资源短缺, 节水型灌溉工程蓬勃发展, 在自流灌区和提水灌区中, 对渠道进行防渗衬砌是节水型灌溉的一种重要措施。工厂化生产的装配式砼 U 型构件具有质量便于控制、制作安排便于协调、安装维修便利、施工速度快、工期短等特点, 使用和掌握该项技术对于农田渠道的建设、改造是一种较佳方式。目前泾县境内的多个小型农田水利工程项目建设都采用了这种形式的渠道进行农业灌溉, 收效甚佳。笔者就预制装配式 U 型砼渠道的制作、安装结合有关工程的实际使用情况进行分析研究。

### 1 防渗渠道的形式

防渗渠道通常采用浆砌块石、干砌块石、现浇砼衬面及砼预制, 从断面形式上分, 常见的有梯形、矩形、U 形 3 种, 其中 U 型砼渠道断面由于它接近最佳断面, 因此具有过水能力大、占地少、受力条件好、工程造价低、可减少 90% 以上的渗漏损失等优点。现行 U 型砼渠道施工有现场浇筑、滑模衬砌机施工和预制 U 型构件安装施工 3 种方法。实践证明, 用预制构件安装 U 型渠道的施工方法具有施工便利、速度快、质量易控制、造价低等突出优点, 是较为合理的渠道防渗方式。

### 2 预制 U 型砼渠道的优点及泾县预制装配式 U 型砼构件型号

**2.1 预制 U 型砼渠道的优点** ①造价低。据计算, U 型渠道比同流量梯形渠道造价低 1/3, 比石砌矩形渠道造价降低 2/3。②节约土地。U 型渠道比梯形渠道节省土地 1/4 ~ 1/6。③工期可控。可以提前预制, 突击安装, 避免了灌溉与施工的矛盾。④质量可控。砼构件的内在质量、外观质量、几何尺寸都可以经检验后再用于工程, 可以生产中施行中间检查验收手段, 有效地控制了砼质量。⑤便于安装。砼构件分块制作组合安装, 重量减轻, 破损量小; 便于弯道施工, 便于“渠道搬家”, 便于维修更换, 运行几年后如遇构件损坏, 可

进行局部更换, 而不影响整体工程的质量和美观。

**2.2 泾县预制装配式 U 型砼构件型号** 泾县小型农田水利工程所用预制装配式 U 型砼构件是利用水利部推荐的山东高密亚盛机械厂成套机械制作而成, UD40、UD60 采用整 U, UD80、UD100、UD120、UD140 采用 1/2U, 长度均为 0.5 m, 这样减轻了单块构件的重量, 从而方便了运输与施工, 减少破损量, 具体尺寸如表 1 所示。

表 1 泾县预制装配式 U 型砼构件型号

Table 1 Model number of prefabricated U type concrete in Jing County

规格 Size	渠深 Depth of channel//cm	渠口宽 Width of outfall//cm	板厚 Thickness of plating//cm	上倾角 Upper tilting//°
D40	40	44	3.5	6
D60	54	66	4.0	7
D80	64	88	4.5	8
D100	75	110	5.0	9
D120	90	132	5.5	10
D140	105	154	6.5	11

### 3 U 型砼渠道分块构件制作工艺及操作要点

U 型砼渠道分块构件制作工艺: 采购合格的原材料 → 确定配合比 → 原材料加水拌合 → 振动挤压成型 → 养护 → 运至施工地点。使用预制构件制作 U 型砼渠道, 生产的产品在外观质量、几何尺寸、砼密实度、强度上均应达到规范要求。U 型砼渠道预制构件的一般生产工艺程序及注意事项如下: ①配合比选择。经过多次实际试验, 选择最佳配合比 (重量比) 为水泥: 碎石: 细砂: 水 = 1: 2.50: 2.17: 0.46, 严格控制水灰比和骨料含泥量等。②材料拌合。从以上水灰比可见, 属于干硬性砼, 故拌合机采用强制式砼搅拌机, 材料重量误差不超过 5%。③振动挤压成型。专用机械生产的原理是振动加立式挤压, 确保混凝土的密实度。④养护。确保草包覆盖洒水养护 3 d 以上。⑤构件制作的同时, 严格按照规定取样做试块检验砼强度以便及时调整生产过程。⑥装车时应放直相互靠紧, 避免碰撞损坏。

**作者简介** 孙敏 (1970 - ), 女, 安徽泾县人, 工程师, 从事小型农田水利研究。

**收稿日期** 2016-05-03

#### 4 砼 U 型渠道安装施工技术

砼 U 型渠道安装施工是预制 U 型砼构件应用于工程实践的一个重要环节,其安装施工质量直接影响到砼 U 型渠道的应用效果。对此,根据泾县小型农田水利工程实际应用的一些体会,将砼 U 型渠道安装施工工序技术要点归纳为填土碾压、开挖 U 形槽、安装填缝、修整堤顶坡 4 部分组成。

**4.1 填土碾压** 由构件安装而成的砼 U 型渠道其基础的密实度是渠道寿命的重要影响因素,因此填土碾压质量不可忽视,尤其对沉降较大不易固结的原基础土壤(如砂卵石、泥砂等)必须确保填土碾压质量,所填土壤对黏性土要求干容重 1.55,对壤土及沙土干容重 1.65,填土碾压高度一般要求至渠深的 3/4 处,这样即节省了碾压方量,又便于安装,剩余土方待安装结束后再填平压实。填土碾压时,除应保证密实度外还要注意顶面平整,符合测量数据,以确保渠槽开挖准确。

**4.2 开挖 U 形槽** ①标中心线。②放点测量,点距一般在 20~30 m。③初挖,根据放好的中心线和测好的高程,确定初步开挖的宽度和深度,一般掌握两边各留 10 cm 左右。④放样架精工修理,样架一般放在测点处,以便准确控制高程,两样架之间从上而下挂线精修,直至挖出渠槽,实际土槽的上口宽度比设计渠道略宽,一般留有 4~10 cm 间隙以利安装。

**4.3 安装填缝** ①打底浆。安装前,在砼构件的底部先铺设 4 cm 左右 M5 低标号水泥砂浆,性同垫层,作用是使构件底部与基础接触密实。②安装构件(地下水水位较高地区可考虑适当铺设反滤层)。安装构件最重要的是掌握上口两边线的平直,其次是表面平整,接缝均匀,位置放准后要用垫块在背面把构件垫稳。③填缝。填缝分结构缝和伸缩缝 2 种,结构缝的横缝可按错缝布置或对缝布置,缝宽 2.2~3.0 cm,采用粗砂 M10 半干硬性浆料人工捣实后勾平缝。勾缝前应将板缝掏净,勾缝应饱满压实压光,同时做好养护工作。伸缩缝每隔 5 m 一道,应上下贯通,下部采用沥青砂浆或 PT 胶泥填实,上部 1 cm 采用砂浆勾平缝。④背面灌砂。构件背面一般都有间隙,为确保填缝密实,采用细砂填充,填后用水灌实,这是保证渠道质量的又一重要措施。

**4.4 修整堤顶堤坡** 堤顶填筑应在填缝材料基本凝固后进行,堤顶宽度视现场定,最小不得小于 60 cm,填筑压实时不可重夯,如果渠道带路最好堤顶不要和路面一样高,或高或低均可,以防机动车压坏渠道。

#### 5 预制砼构件施工的 U 型渠道效益分析

在同等流量下将 U 形断面和梯形断面所用工程量进行比较,列表如表 2、表 3 所示。

表 2 梯形渠道断面参数选用

Table 2 Parameter selection of trapezoid channel section

流量 Flow//m <sup>3</sup> /s	底宽 Bottom width//cm	口宽 Mouth breadth//cm	渠深 Channel depth//cm	板厚 Thickness of plating//cm	边坡比 Side slope ratio	堤顶宽 Levee crown width//cm
0.15	40	140	45	4.5	1:1.15	60
0.30	50	230	60	5.0	1:1.50	60
0.50	60	285	75	5.0	1:1.50	60

表 3 梯形、U 型砼渠道工程量对比

Table 3 Comparison of the project quantities of trapezoid and U type concrete channel

流量 Flow//m <sup>3</sup> /s	项目 Item	土方开挖 Earth excavation//m <sup>3</sup>	回填土方 Earth backfilling//m <sup>3</sup>	预制砼 Precast concrete//m <sup>3</sup>	勾缝 Pointing//m <sup>2</sup>	合计平均 Total average
0.15	D60U 形	367	233	66.7	1 422	—
	底宽 40 cm 梯形	544	421	86.1	1 840	—
	降低	32.5	32.8	22.5	22.7	27.6
0.30	D80U 形	468	360	88.3	1 736	—
	底宽 50 cm 梯形	834	643	1 336.7	2 660	—
	降低	43.9	44	35.4	34.7	39.5
0.50	D100U 形	577	444.0	116.8	2 050	—
	底宽 60 cm 梯形	1 097	841	170.0	3 300	—
	降低	47.4	47.2	31.3	37.9	41.0

注:按 1 000 m 计算长度,土方挖填断面土方平衡,自实系数 1.3;梯形、U 型渠顶均为 60 cm,均未计算垫层和防渗膜;渠道采用同一纵坡,同一糙率;“降低”一行的单位为%。

Note:Length was calculated according to 1000 m. As for earthwork balance of earth excavation section, self-compacting coefficient was 1.3. Trapezoid and U type channel tops were both 60 cm, without calculating the subcrust and impermeable membrane. The same longitudinal slope and roughness factor were adopted for the channel. Reduction unit of a row was %.

**5.1 效益分析** 通过比较可以看出,同样流速下预制混凝土 U 型渠道比梯形渠道具有开挖断面小节约土地、材料少节约成本、安装便捷等优点。同时 U 型渠道流速快,防渗效果好,可节省水量、缩短灌溉周期,保证农田灌溉率,且其挟砂能力强,在夏季时可利用含砂量大的洪水进行灌溉,既可解决全县水资源不足的问题,又可利用泥砂中所含有机物和

各种肥料元素,增加土壤肥力,提高作物产量。根据泾县近年来多个小型农田水利示范片中预制混凝土 U 型渠道使用情况,经计算每 1 000 m 防渗渠道可节省占地 0.2 hm<sup>2</sup>。

**5.2 经济效益** 2015 年完工的泾县泾川镇小型农田水利重点县工程项目区面积 220 hm<sup>2</sup>,区内采用装配式预制混凝土 (下转第 275 页)

识和行动,自觉培养敬畏生命的情怀。

**4.3 在实验教学和科学研究过程中积极推广“3R”理论以优化实验程序** 在相关学科教学过程中,渗透教学必不可少。例如注重“3R”理念的灌输,指导学生科学、合理、人道地使用实验动物。学校方面可通过改善实验条件、优化动物实验程序等途径尽量用无创人体实验代替动物实验,开展动物模拟实验或动物虚拟实验等。美国塔夫大学兽医学院自2000年起已不再使用健康的狗练习外科手术技术,而是在教学过程中探索出多种替代方法,该校成功成为美国实验动物福利践行者之一。

**4.4 开设系统的实验动物福利课程,充分利用网络教育资源** 平时定期举办动物福利专家讲座、知识竞赛、社会实践、高校间交流等活动,引发学生的兴趣和参与欲,给学生以潜移默化的教育,同时积极引导将实验动物福利教育内容应用于日常生活学习中。除了专业知识学习之外,借鉴国外经验,充分利用网络资源,提高学生对动物福利内容的自学能力<sup>[18-19]</sup>。近些年随着慕课、网络公开课等的兴起,利用网络教育可增加学生兴趣,并且拓宽教育受众面。成立动物福利审查小组,对实验动物和动物实验教学计划和课程方案进行审查、修订及改进,保证对实验动物使用的最优化。

**4.5 制订学校实验动物福利监管措施,建立完善的福利监管体制** 在专业教师的指导下,成立由学生组成的实验动物福利监管委员会,让广大学生参与到实验动物福利委员会的建设及实验动物福利监管过程中。学生通过亲身参与,由实验动物福利教育的受教育者转变为动物福利管理者,变被动学习为主动学习,可对动物福利教育起到积极的作用,在一定程度上可实现动物福利教育的常规化。

## 5 结语

在人类医学发展与生命科学研究中,动物实验必不可少。随着科学事业的发展,实验动物福利将引起社会的关注。目前,我国高校非常缺乏实验动物福利教育,相关从业人员及学生的动物福利意识淡薄,因此全面加强高校实验动物福利教育非常必要。我国高校教育应开设动物福利专业课程,并在教学改革、课程设置、观念引导、监管审查等诸多

方面积极寻求创新和发展,努力实现实验动物、高校教育与科学发展的共赢。

## 参考文献

- [1] 杨青. 国内外医学实验动物福利现状与思考[J]. 天津药学, 2011, 3(4): 74-76.
- [2] VERRINDER J M, OSTINI R, PHILLIPS C J. Differences in moral judgment on animal and human ethics issues between university students in animal-related, human medical and arts programs [J]. PLoS One, 2016, 11(3): 1-15.
- [3] 韩静, 蒋小娥, 陈万娇, 等. 从学生的视野探讨加强实验动物伦理教育的途径[J]. 中国高等医学教育, 2013(2): 40-41.
- [4] 朱德生, 曾林, 贺争鸣, 等. 我国实验动物福利发展战略与十二五生命科技发展需求及对策的探讨[J]. 中国比较医学杂志, 2011, 21(10/11): 57-60.
- [5] 恽时锋. 保障实验动物福利, 促进生命科学发展: 实验动物福利问题浅谈[J]. 中国比较医学杂志, 2015, 25(3): 20.
- [6] 张晨, 吴鉴今, 李嵩, 等. 从动物实验伦理问题问卷调查看医学伦理教育[J]. 中国医学伦理学, 2010, 23(5): 104-106.
- [7] 张臣福, 唐凯琳, 田冬霞. 医学生进行动物实验的现状调查及动物实验伦理教育探析[J]. 中国卫生事业管理, 2013(11): 852-855.
- [8] 张红兵. 在教学实践中关注实验动物福利[J]. 中国比较医学杂志, 2005, 15(3): 185.
- [9] 乔利敏. 谈实验动物福利在教学实践中的应用[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013(7): 152-154.
- [10] 黄姗姗, 刘慧萍, 张国民, 等. 浅谈高等中医药院校实验教学中的动物伦理学问题[J]. 中医教育, 2016, 35(2): 36-40.
- [11] 刘宇, 刘恩山. 国内外高校动物福利教育发展历史与前景展望[J]. 生物学杂志, 2013, 30(5): 101-104.
- [12] 李雪飞, 周志鸿, 张天杰, 等. 浅析在生理学实验教学中加强动物实验伦理学教育[J]. 湘南学院学报(医学版), 2015, 17(1): 60-62.
- [13] 马雪, 张慧楠, 贾敏, 等. 药理学实验教学中加强实验动物伦理学教育的思考[J]. 中国医学伦理学, 2015, 28(4): 539-543.
- [14] 蒋小红. 机能实验教学过程中实验动物福利问题[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(29): 389, 392.
- [15] 王巍, 董园园, 王丹, 等. 医学生机能学实验中动物伦理教育的思考[J]. 中国医学伦理学, 2016, 29(2): 301-303.
- [16] 李印龙, 梁亚军, 刘永春, 等. 医学生实验动物福利认知状况调查[J]. 济宁医学院学报, 2015, 38(6): 427-430.
- [17] 王强芬. 医学生眼中的动物实验生命伦理意识调查及分析[J]. 医学与哲学(人文社会医学版), 2010, 31(10): 73-74.
- [18] JOHNSON J, COLLINS T, DEGELING C, et al. The first shared online curriculum resources for veterinary undergraduate learning and teaching in animal welfare and ethics in Australia and New Zealand [J]. Animals (Basel), 2015, 5(2): 395-406.
- [19] PETERVARY N, ALLEN T, STOKES W S, et al. Availability of online educational content concerning topics of animal welfare [J]. Lab Anim (NY), 2016, 45(5): 173-179.

(上接第264页)

U型渠道11 km, 当年投资180万元。根据调查, U型渠道配套后减少渗漏损失因而能合理及时灌溉, 1 hm<sup>2</sup>水稻平均可增产475 kg, 每年可节约用水20万 m<sup>3</sup>, 可用以多种植的土地约2.2 hm<sup>2</sup>, 按1 hm<sup>2</sup>平均收益9 000元计算, 年增加收益2万元。根据调查推算, 年效益合计40.3万元, 总投资180万元, 投资回收年限为4.5年, 而U型渠的使用寿命为20年, 经济效益相当可观。

## 6 结语

我国水资源严重匮乏, 农业节水灌溉技术仍未得到很好的普及利用, 而渠道防渗工程面广量大, 研究防渗形式、防渗材料以及施工方法、施工机具对提高防渗工程质量、延长使用寿命、降低工程造价以及对发展节水型灌溉工程具有重大

的现实意义。预制U型砼构件的研制使用, 实现了农田水利工程砼构件工厂化生产, 为农田水利工程采用预制砼构件施工开创了先例。该研究就预制砼构件施工的U型渠道的优点及施工方法进行了简单的讨论, 预制装配式U型砼渠道的开发和推广是砼防渗渠道施工和节水灌溉技术的又一成果, 具有显著的经济和社会效益。

## 参考文献

- [1] 水利部农村水利司, 水利部农田灌溉研究所. 节水灌溉技术规范: SL207—98[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
- [2] 中华人民共和国水利部. 灌溉与排水工程设计规范: GB50288—99[S]. 北京: 中国计划出版社, 1999.
- [3] 陕西省水利电力勘测设计研究院. 灌溉与排水渠系建筑物设计规范: SL482—2011[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011.
- [4] 中华人民共和国水利部. 水利工程水利计算规范: SL104—2015[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.