

# 农田混凝土衬砌渠道质量模糊综合评价

朱伟峰<sup>1</sup>,何武全<sup>2</sup>

(1.黑龙江省农田水利管理中心,黑龙江 哈尔滨 150040;2. 西北农林科技大学水利与建筑工程学院,陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为有效反映农田混凝土渠道衬砌工程质量评价指标体系中主、客观评价信息,引入基于德尔菲法与层次分析法相结合的融合权重;运用模糊综合评价法建立了农田混凝土衬砌渠道质量模糊综合评价模型。通过工程实例验证,结果表明:该工程项目质量良好、合格和不合格的隶属度分别为39.9%、60.1%、0%;整个工程项目的质量最终评价为83.48,评定该项目的质量等级为合格。结合工程项目后期运行状况,并与传统评价结果对比,证明农田混凝土衬砌渠道质量模糊综合评价方法可行、有效。

**关键词:**农田混凝土衬砌渠道;工程质量评价指标体系;层次分析法;模糊综合评判法

**中图分类号:**S274.2;TV523    **文献标志码:**A

## Fuzzy comprehensive evaluation of concrete lining quality in field irrigation channels

ZHU Wei-feng<sup>1</sup>, HE Wu-quan<sup>2</sup>

(1. Water Conservancy Management Center of Heilongjiang, Haerbin, Heilongjiang 150040, China;  
2. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Objective and impartial evaluation of concrete lining quality of irrigation canal in the farmland is of great significance to the quality of water-saving irrigation project. In order to effectively reflect the subjective and objective evaluation information of concrete channel project quality in evaluation index system in the farmland, this paper introduced the combining weighting of the Delphi method and analytic hierarchy process using Fuzzy mathematical evaluation. It established a fuzzy comprehensive evaluation model of farmland concrete channel engineering quality. Through the engineering verification, the results showed as follows: the distribution of good, qualified, and unqualified projects were 39.9%, 60.1%, and 0%, respectively; the final quality evaluation score of the whole project was 83.48 and it was concluded as qualified. Combined with the later operation status of the project and the traditional evaluation results, it proved that the fuzzy comprehensive evaluation method of farmland concrete channel is feasible and effective.

**Keywords:** concrete lining cannel; project quality evaluation index system; analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation method

农田混凝土衬砌渠道工程质量评价是农田水利渠道工程项目质量管理体系的重要课题,建立完善的农田混凝土渠道工程质量评价体系对于提高灌区渠道工程项目管理水平,确保节水灌溉工程项目质量具有重要意义。

我国农田水利工程因其规模小且分散在田间

地头等特点,目前在农田水利工程这一领域,科学系统的工程质量评价体系至今还未形成,只有少量报道<sup>[1-3]</sup>,但其针对性不强,评价系统不够完善,使得工程质量问题一直困扰着农田水利工程项目建设效益的实现。因此笔者通过对其他相关行业工程质量评价方法研究<sup>[4-7]</sup>,针对我国农田水利

工程的特点,尝试利用模糊综合评价方法结合德尔菲法、层次分析法,对农田混凝土渠道工程质量的优劣程度进行评价。评价指标分为定性指标和定量指标,定量指标采用实测数据、定性指标采用专家量化打分,再进行综合评价,从而避免了单个环节的评价失误而影响整体的评价结果。

## 1 模糊综合评价模型原理

模糊综合评价,就是对受多种因素影响的对象或事物进行综合评价<sup>[8]</sup>,该方法通常是先对单个因素单独评判,再对所有因素进行综合评判。模糊综合评判模型的步骤如下:

① 确定评价对象:首先明确评价对象和内容,  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , 其中  $A_1, A_2, \dots, A_n$  为参与评价的  $n$  个评价因子。文中评价对象是农田混凝土渠道工程质量。

② 给出评价集:评价集就是将评判对象所有可能得到的评判结果建立成一个元素集,工程界一般指的是评价等级的划分。通常用  $V$  表示,即  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ ,其中可能的总的评判结果共有  $m$  个。本文将工程质量等级划分为良好、合格和不合格三个等级。

③ 给出因素集:通过分析研究后,确定出影响评判对象的因素集合,用  $B$  表示,  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_x\}$ ,其中共有  $x$  个影响因素。

④ 计算隶属度:就是确定评判对象对评价集中各元素的隶属程度。即  $A_{yi}(B_i) = r_{ij}$ ,这样,就给出了  $B$  到  $V$  上的一个评判关系矩阵  $R$ 。

⑤ 计算权重系数:通过计算得出各因素在评判中的权重系数,即  $A = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ ,其中  $0 < w_i < 1$ ,  $w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1$ 。

⑥ 模糊综合评价:应综合所有因素的影响,得出正确的评判结果。

$$A = W \times R = (w_1, w_2, \dots, w_n) \times \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

最终通常是根据最大隶属度原则,得出综合评价结果。此外,多级模糊综合评价结果就是把下级评价结果构成新的评判矩阵进行计算,这样依此类推便会得到多级综合评判结果。

## 2 构建工程质量模糊综合评价体系

### 2.1 评价指标体系

农田混凝土渠道工程质量评价,由于对其进行评价要考虑的因素很多,因此评价指标的选取尤为重要,直接关系到研究各指标权重的意义和最终评价结论是否合理可靠。

2.1.1 德尔菲法 德尔菲法,又名专家意见法。目前,德尔菲法已经广泛应用于评价指标体系的构建研究领域之中。为了使问卷调查发挥最大效果,一般要对问卷调查结果进行相关性统计和计算,并分析结果,查找其原因,进一步完善评价指标体系<sup>[9-10]</sup>。

(1) 德尔菲法的实施步骤如下:

① 编制专家调查表:通过大量的文献、广泛汇总国内外专家现有的研究成果,提出初步的评价指标体系。

② 咨询调查:经典的德尔菲法一般要经过四轮的咨询。当然,只要专家的意见已经趋向一致,就可以结束咨询。咨询专家建议为 15 人以上,这样得出的结果可信度较高。

③ 统计结果:收回专家调查表,运用相关统计指标得出调查结果。

(2) 相关统计指标:

① 专家积极系数:是指专家对本研究关心和合作的程度,用问卷调查表的回收率来表示。回收率越高,说明专家们对该研究重视程度高,研究结果可信度高。

$$\text{回收率} = \frac{\text{收回调查表份数}}{\text{发出调查表份数}} \times 100\% \quad (2)$$

② 等级和:等级和指某指标专家评价的总得分,是描述该指标的重要性。调查中,我们将指标的重要性等级分为:不需要、一般、比较重要、重要、特别重要 5 个等级,最后分别赋值为 1、2、3、4、5,当等级和  $S_i \leq 2n$  时( $n$  表示收回调查表的专家总数),表示该项指标不需要,予以删除。

$$S_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (3)$$

式中,  $S_i$  表示  $i$  指标的等级和,  $R_{ij}$  表示  $j$  专家对  $i$  指标的评价等级。

2.1.2 评价指标的确定 依据水利工程相关规范标准并结合生产实践经验,遵循代表性、独立性、客观性、完备性和层次性的原则,采用德尔菲法,通过专家问卷调查,系统、准确、全面科学地建立了评价指标体系,并将评价指标分为两级,工程项目管理、

工程原材料、渠基、混凝土衬砌施工、混凝土性能、外观质量和工程验收资料等七个方面为一级指标。在各一级指标下又有若干二级指标。由这些指标建立起来的评价体系如表1所示。

## 2.2 评价指标权重计算

为使指标权重具有较高的代表性、客观性、科学性,文中运用专家意见问卷调查与层次分析法,得出指标权重系数。

**2.2.1 层次分析法** 按照综合评价指标体系的层次结构,充分结合专家对指标重要性打分意见结果,进行计算与检验,依据其结果,运用层次分析法最终得到指标权重。按照T.L.Saaty方法,构造两两对比矩阵 $a_{ij}$ 的取值时,常引用1~9标度方法(见表2)。

表1 农田混凝土衬砌渠道质量评价指标体系

Table 1 The farmland concrete channel quality evaluation index system

一级指标 Level indicator	二级指标 The secondary indicator
工程项目管理 Project management	业主单位 Proprietor
	设计单位 Designer
	施工单位 Constructor
	监理单位 Supervisory unit
工程原材料 Raw material	质量监督单位 Quality supervision unit
	水 Water
	水泥 Cement
	粗骨料 Coarse aggregate
	细骨料 Fine aggregate
	减水剂 Water reducer
	粉煤灰 Fly ash
	伸缩缝填筑料 Expansion joint filling material
	尺寸 Size
渠基 Canal base	压实系数或相对密实度 Compaction coefficient or relative density
	平整度 Evenness
	称量误差 Weighing error
	拌合均匀性 Mixing uniformity
混凝土衬砌施工 Construction of concrete lining	坍落度 Slumps
	模板 Mold
	铺筑厚度 Paving thickness
	振捣 Vibration
	养护 Maintenance
	分缝 Parting
	强度 Strength
混凝土性能 Performance of concrete	抗渗性 Impermeability
	抗冻性 Freezing tolerance
	外部尺寸 External dimension
外观质量评定 Appearance quality evaluation	轮廓线 Contour line
	表面平整度 Surface evenness
	表面缺陷 Surface imperfection
	伸缩缝 Expansion joint
工程验收资料 Engineering acceptance data	验收资料 Acceptance data

**2.2.2 权重计算** 在建立专家打分矩阵的基础上,按照层次分析法原理计算各层次权重,计算步骤如下:

①计算各判断矩阵最大特征值 $\lambda_{\max}$ ,其所对应的单位特征向量即为各指标权重。

②完全一致性检验。检验方法如下:

以 $CI$ 值作为度量判断矩阵一致性的指标

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

式中, $CR$ 为一致性对应的比值, $CI$ 为一致性指标, $RI$ 为平均随机一致性指标, $n$ 为判断矩阵阶数, $\lambda_{\max}$ 是判断矩阵的最大特征值。

如果 $CR < 0.1$ ,则满足一致性要求,求得的权重满足要求。否则需重新调整判断矩阵 $A$ ,直到满足要求为止。不同 $n$ 值, $RI$ 的取值如表3所示。

## 2.3 评价指标隶属函数的确定

隶属度的确定及隶属函数关系的选取需要符合客观规律,目前无法用理论来证明隶属函数选择效果的好坏,因此多数根据专家实践经验,结合工程实际选择隶属函数类型。

评价指标体系中既有定量指标,亦有定性指标。实际中定性指标通常采用百分制专家打分评价,定量指标则是依靠实测数据进行评价,所以构造

表2 1~9尺度 $a_{ij}$ 含义

Table 2 The meaning of the 1~9 scale  $a_{ij}$

标度 $a$ Scale $a$	含义 Meaning
1	同等重要 Equally important
3	稍微重要 Slightly more important
5	明显重要 Obviously more important
7	强烈重要 Strongly more important
9	极重要 Extremely important
2、4、6、8	判断中间值 Judging the intermediate value
倒数 Reciprocal	$J$ 与 $I$ 的影响之比为 $a_{ij}$ 的互反数 The ratio of the influence of $J$ to $I$ is the reciprocal number of $a_{ij}$

表3 随机一致性检验 $RI$ 的数值

Table 3 Random consistency test  $RI$  value

$n$	3	4	5	6	7	8	9
$RI$	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

隶属函数时须分类说明。结合评价集为良好、合格和不合格三个等级,则采用基于分段梯形函数结合求取各区间段中心平均解的方法构造隶属函数<sup>[11-14]</sup>,具体的隶属函数如下:

### (1) 定性指标隶属函数

定性指标的评价通常采用专家打分法,则定性指标的论域  $U = [0, 100]$ ,  $V = [\text{良好}, \text{合格}, \text{不合格}]$ , 即  $V_1, V_2, V_3$ , 具体隶属函数如下:

$$\left. \begin{array}{l} f_1^1(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 77.5 \\ \frac{x - 77.5}{92.5 - 77.5} & x \in (77.5, 92.5) \\ 1 & x \geq 92.5 \end{cases} \\ f_1^2(x) = \begin{cases} 1 - \frac{77.5 - x}{77.5 - 70} & x \in (70, 77.5) \\ 1 & x = 77.5 \\ \frac{92.5 - x}{92.5 - 77.5} & x \in (77.5, 92.5) \\ 0 & x \notin (70, 92.5) \end{cases} \\ f_1^3(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 70 \\ \frac{77.5 - x}{77.5 - 70} & x \in (70, 77.5) \\ 0 & x \geq 77.5 \end{cases} \end{array} \right\} \quad (6)$$

式中,  $x$  为指标评分值;  $f_1(x)$  为定性函数隶属度。建立定性指标各质量等级隶属函数, 如图 1 所示。

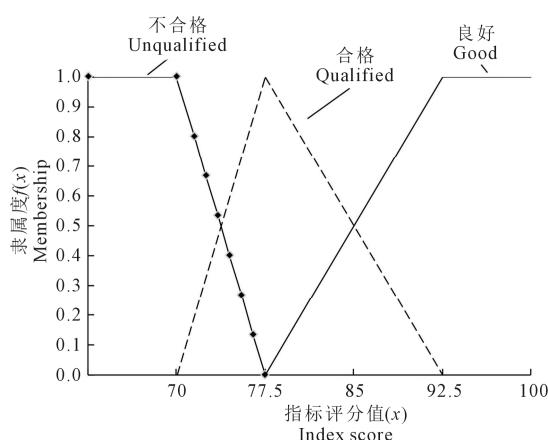


图 1 定性隶属函数

Fig.1 The quantitative membership function type

### (2) 定量指标隶属函数

定量评价指标隶属函数主要分为两类:

①一般合格和良好标准为一闭合区间,超出这个区间均为不合格。如质量评价中尺寸偏差就属于这一类。为了方便,这类隶属函数首先将误差区间变换为绝对值区间进行评价。如:某一指标标准为:良好  $[a, b]$ , 合格  $[b, c]$ , 不合格  $> c$ , 且  $a < b < c$ , 建立定量指标各质量等级隶属函数如下:

$$\left. \begin{array}{l} f_2^1(x) = \begin{cases} 1 & x \in [a, (a+b)/2] \\ \frac{(b+c)/2 - x}{(b+c)/2 - (a+b)/2} & x \in [(a+b)/2, (b+c)/2] \\ 0 & x > (b+c)/2 \end{cases} \\ f_2^2(x) = \begin{cases} 0 & x < (b+c)/2 \\ 1 & x \in [(b+c)/2, c] \\ \frac{x - (a+b)/2}{(b+c)/2 - (a+b)/2} & x \in [(a+b)/2, (b+c)/2] \end{cases} \\ f_2^3(x) = \begin{cases} 1 & x > c \\ 0 & x \leq c \end{cases} \end{array} \right\} \quad (7)$$

式中,  $x$  为指标评分值;  $f_2(x)$  为定量函数隶属度。建立定量评价指标各质量等级隶属函数, 如图 2 所示。

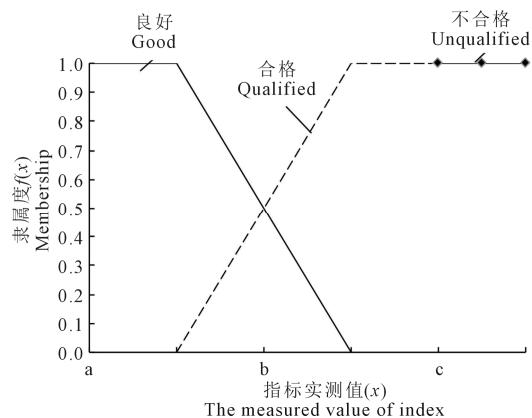


图 2 定量隶属函数类型(1)

Fig.2 The quantitative membership function type (1)

②通常合格和良好标准为一区间,低于这个区间下限为不合格,高于上限通常考虑工程造价,规定超出这个上限一般为合格等级,则隶属度为 1。当恰好为下限值时,规定属于合格与不合格隶属度各为 0.5。如质量评价中混凝土强度就属于这一类。如设指标评价标准为:合格  $[a, b]$ , 良好  $[b, c]$ , 不合格  $< a$ , 且  $a < b < c$ , 建立定量指标各质量等级隶属函数如下:

$$\left. \begin{array}{l} f_3^1(x) = \begin{cases} 1 & x \in [b, (b+c)/2] \\ \frac{(3c-b)/2 - x}{(3c-b)/2 - (c+b)/2} & x \in [(c+b)/2, (3c-b)/2] \\ 0 & x \notin [(2b-a)/3, (3c-b)/2] \\ \frac{x - (2b-a)/3}{b - (2b-a)/3} & x \in [(2b-a)/3, b] \end{cases} \\ f_3^2(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ 或 } x \in [b, (b+c)/2] \\ \frac{x - a}{(b-2a)/3 - a} & x \in [a, (b-2a)/3] \\ 1 & x > (3c-b)/2 \text{ 或 } x \in [(b-2a)/3, (2b-a)/3] \\ \frac{b - x}{b - (2b-a)/3} & x \in [(2b-a)/3, b] \\ \frac{x - (c+b)/2}{(3c-b)/2 - (c+b)/2} & x \in [(c+b)/2, (3c-b)/2] \end{cases} \end{array} \right.$$

$$f_3^3(x) = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ (b - 2a)/3 - x & a < x \leq (b - 2a)/3 \\ 0 & x > (b - 2a)/3 \end{cases} \quad (8)$$

上式中: $x$ 为指标评分值; $f_3(x)$ 为定量函数隶属度。建立定量评价指标各质量等级隶属函数,如图3所示。

### 3 工程实例

以陕西省西安市某区2009年中央新增农资综合补贴小型农田水利设施建设项目为例来构建和验证农田小型混凝土渠道工程质量评价模型,对工程质量进行评价。

结合本地气候情况和工程实际情况,则该工程质量评价指标体系包括7个一级指标,32个二级指标。根据各个二级评价指标的各质量等级制定的评定标准,其中有29个指标采用专家评议打分方式,请10个专家对每个二级指标依据制定的评价标准逐一评价。此外还有三个指标(渠基压实系数或相对密实度、混凝土衬砌铺筑厚度、混凝土抗压强度)采用实测数据得出评价等级。

根据上述二级指标的打分评价结果及其权重值,依据模糊综合评价方法,得出一级指标工程质量等级隶属度向量,如表5。

根据农田混凝土渠道工程质量模糊评价模型,该工程的质量评价结果为:

$$B = A \times R = [0.399, 0.601, 0]$$

综合评判结果表明,该项目的质量良好、合格和不合格的隶属度分别为39.9%,60.1%,0%。根据最大隶属度原则,该项目质量合格。利用双权重法将上述综合评价结果转换成相应的综合评价值。通常采用百分制,对质量的良好、合格和不合格分别

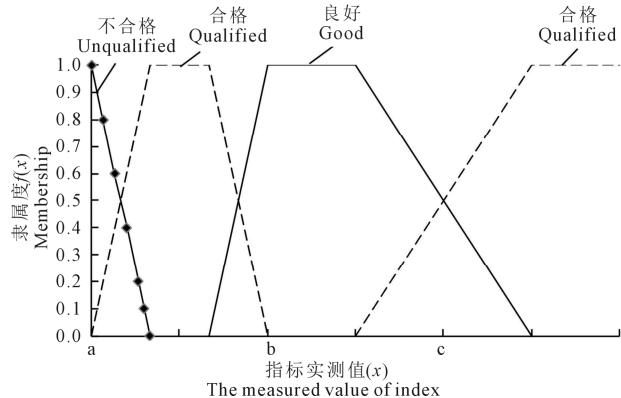


图3 定量隶属函数类型(2)

Fig.3 The quantitative membership function type (2)

表4 工程质量评价模型及各指标评价等级

Table 4 Project quality evaluation model and each index evaluation result

一级指标 Level indicator	权重 Weighting	二级指标 The secondary indicator	权重 Weighting	结果(均值) Result (mean)
工程项目管理 Project management	0.06	业主单位 Proprietor	0.12	83.7
		设计单位 Designer	0.08	82.7
		施工单位 Constructor	0.47	81.9
		监理单位 Supervisory unit	0.29	83.05
		质量监督单位 Quality supervision unit	0.04	83
		水 Water	0.05	84
工程原材料 Raw material	0.38	水泥 Cement	0.40	83.5
		粗骨料 Coarse aggregate	0.21	82.4
		细骨料 Fine aggregate	0.21	81.3
		伸缩缝填筑料 Expansion joint filling material	0.13	80.9
		尺寸 Size	0.24	83.9
		密实度 Compactness	0.62	82.5
渠基 Canal base	0.18	平整度 Evenness	0.14	82.8
		称量误差 Weighing error	0.37	81.3
		拌合均匀性 Mixing uniformity	0.10	81.8
		坍落度 Slumps	0.22	81.1
		模板 Mould	0.07	81.6
		铺筑厚度 Paving thickness	0.10	0.25mm
砼衬砌施工 Concrete lining construction	0.18	振捣 Vibration/mixing	0.07	81.8
		分缝 Parting	0.04	80.6
		养护 Conserve	0.03	82.3
		混凝土 Concrete	0.21	强度(C15) Strength (C15)
			1	18.58 MPa (23.9%)
		外部尺寸 External dimension	0.51	78.5
外观质量评定 Appearance quality evaluation	0.03	轮廓直线 Contour straight line	0.06	78.5
		表面平整度 Surface evenness	0.19	78
		表面缺陷 Surface imperfection	0.09	84.5
		伸缩缝 Expansion joint	0.15	77.5
		工程验收资料 Engineering acceptance data	0.04	验收资料 Acceptance data
				89.36

记为 92.5、77.5、60, 得到  $V^T = \{92.5, 77.5, 60\}^T$ 。整个工程项目的质量最终评价为  $S$ , 则  $S = B \times V^T$ 。若  $S \geq 85$ , 则该工程的质量评价等级为良好; 如果  $85 > S \geq 70$ , 则该工程项目的质量评价等级为合格; 如果  $S < 70$ , 则该工程项目的质量评价等级为不合格。计算得  $S = 83.48$ 。因  $85 > S = 83.48 > 70$ , 评定该项目的质量等级为合格, 表示该项目的实际工况及工程功能基本满足现行规范、规程、标准和设计要求。

现将利用模糊综合评价结果与工程竣工验收给出的评价结果作比较, 如表 6。

从上述结果可以得出, 文中提出的评价模型具有较强实用性, 容易操作。不仅可以应用于农田混

表 5 工程质量评价计算结果

Table 5 Calculation results of project quality evaluation

一级指标 Level indicator	隶属度 Membership		
	良好 Good	合格 Qualified	不合格 Unqualified
工程项目管理 Project management	0.34	0.66	0
工程原材料 Raw material	0.33	0.67	0
渠基 Canal base	0.36	0.64	0
砼衬砌施工 Concrete lining construction	0.26	0.74	0
混凝土 Concrete	0.61	0.39	0
外观质量评定 Appearance quality evaluation	0.09	0.91	0
工程验收资料 Engineering acceptance data	0.79	0.21	0

表 6 评价结果比较

Table 6 Comparison of evaluation results

评价方式 Evaluation	评价等级 Rating	备注 For note
工程验收评价 Project acceptance evaluation	合格 Qualified	五个分部, 其中三个合格, 两个良好, 最终结果合格 Of the five divisions, three were qualified, two good, qualified final result
模糊综合评价模型 Fuzzy comprehensive evaluation model	合格 Qualified	模糊综合评价模型得出的评价结果 Evaluation results obtained by fuzzy comprehensive evaluation model

凝土渠道工程质量评价工作之中, 还可对工程实体质量现状评价, 为工程改造实施计划提供依据, 评价模型也能给设计工作、施工管理工作提供借鉴。

## 4 结语

针对小型农田水利工程的特点, 采用德尔菲法提出农田混凝土衬砌渠道质量评价指标体系; 引入基于德尔菲法与层次分析法相结合的方法来计算指标权重; 依据模糊理论, 建立了农田混凝土渠道工程质量模糊综合评价模型; 根据陕西省某工程的实际情况, 应用模糊综合评价模型对该工程项目进行了实例分析。结果表明, 农田混凝土渠道工程质量模糊综合评价方法可行、有效, 可以很好地应用于小型农田水利工程质量管中。

### 参 考 文 献:

- [1] 邓社军. 中小型水利工程施工质量控制及评价方法研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2007.
- [2] 左淑红. 渠道质量评价方法 [J]. 黑龙江水专学报, 2000, 27(2): 5-6.
- [3] 何武全, 刘群昌, 娄宗科, 等. 管道输水灌溉工程质量模糊综合评价方法研究 [J]. 人民黄河, 2017, 39(1): 145-148.
- [4] 李明金. 建筑工程质量评价研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2008.
- [5] 项宏亮. 桥梁加固质量评价体系研究 [D]. 南京: 东南大学, 2009.
- [6] 王东升. 市政桥梁工程质量等级评价体系构筑 [D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [7] 朱一凡. 水利水电工程施工质量评价方法研究 [D]. 长沙: 国防科技大学, 2009.
- [8] 王彩华, 宋连天. 模糊论方法学 [M]. 北京: 中国建筑出版社, 1987.
- [9] 苏捷斯. 基于德尔菲法的国际金融中心评价指标体系构建 [J]. 科技管理研究, 2010, (12): 60-62.
- [10] 田军. 基于德尔菲法的专家意见集成模型研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2004, (12): 57-62.
- [11] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论 [M]. 北京: 中国人民出版社, 1990.
- [12] 曾珂. 采用伪梯形隶属函数的一类模糊控制器的结构分析 [J]. 中国科学, 2000, 30(4): 320-330.
- [13] 闻博. 含分段线性隶属函数的模糊规划建模方法 [J]. 化工学报, 2010, 61(8): 2149-2153.
- [14] 刘俊娟. 基于梯形隶属函数的区间数模糊评价方法 [J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(2): 391-392.