



通信工程设计评优中的模糊综合评价

王惠芳

(河北化工医药职业技术学院, 河北 石家庄 050026)

摘要:针对传统的通信工程设计评优中指标笼统、缺乏定量分析等缺点,构建了层次分析和模糊评价相结合的综合评价系统。首先通过研究现有通信工程设计评价模式和当前社会发展对通信工程项目设计的要求,设计了调查问卷,分析了调查结果,建立了评价指标体系,并根据指标的重要程度,使用层次分析法确定了指标权重。然后通过隶属度计算得到模糊评价矩阵,完成了建设工程项目评优的两级模糊综合评价过程。

关键词:通信工程设计;指标体系;模糊综合评价

中图分类号:TN913

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016293

Fuzzy evaluation in the selecting for excellence of telecommunication engineering design

WANG Huifang

Hebei Chemical and Pharmaceutical College, Shijiazhuang 050026, China

Abstract: In view of the faults in traditional communication engineering design assessment, such as general indicators, the lack of quantitative analysis etc, the comprehensive evaluation system was constructed, which combined with the hierarchical analysis and fuzzy evaluation. In the basis of studying the existing model of communication engineering design evaluation and the demand for communication engineering project design of the social development, the evaluation index system was established firstly by designing questionnaire and analyzing the investigation results. According to the importance of the indicators, it determined the index weight by the analytic hierarchy process. Then fuzzy evaluation matrix was obtained by membership degree calculation, the two stage fuzzy comprehensive evaluation was completed in the excellence selecting of telecommunication engineering.

Key words: telecommunication engineering design, index system, fuzzy evaluation

1 引言

随着我国社会信息化程度的不断提高,通信工程项目建设蓬勃发展。通信工程设计评优意在推动技术创新,引导和鼓励设计单位及广大设计人员在通信工程设计中开创设计新思路,积极采用新技术、新设备和新材料,创造出更多质量优、水平高、效益好的通信工程项目^[1]。

传统的通信工程设计评优过程一般是在合规性审查通过的基础上,由评审专家根据评审规范对项目进行衡量、比较、综合分析从而得出评审意见,再由评委会采用投票方式得出最终结论。评审过程虽然体现了客观、公正、科学的评定原则,但存在一些缺点,比如:评价指标较为笼统,多是技术水平、技术难度、经济效益和社会效益等通用性指标;指标描述一般都是定性描述,有鲜明的模糊特征,



缺乏准确的定量分析;当不同项目在不同方面占优势时,无法进行有效的统筹决策,给最终评判带来困难。

模糊评价是以模糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,将一些边界不清、不易量化的因素定量化,从多个因素对被评价事物隶属等级状况进行综合性评价的一种方法^[2]。本文通过研究现有通信工程设计评价模式和当前社会发展对通信工程项目设计的要求,构建模糊评价指标体系,形成模糊评价方法与层次评价法相结合的综合评价系统,以期达到客观、有效、简单地综合评价通信工程设计的目的。

2 通信工程设计模糊综合评价系统

模糊综合评价的第一步是构建合理的指标体系,包括指标集中指标的数量、内容、层次以及权值;其次根据被评价对象的特点和评价需求,确定评价等级,得到模糊评价子集,例如{非常满意,满意,不满意}、{优,良,中,差}等。然后通过计算各指标隶属于各等级的程度分别确定各个指标的隶属度向量,获得模糊评判矩阵。最后进行模糊运算并归一化处理,得到模糊评价结果。

2.1 模糊评价指标体系构建

2.1.1 评价指标

目前通信工程设计评优中的评判指标一般包括:具有一定的规模,符合国家的工程建设方针、政策和行业规范,方案合理,技术先进,具有较高的经济效益和社会效益等。

完备的通信工程设计说明书可以反映工程设计中所完成的工作内容及完成情况,以某地信用合作联社网络改造工程为例,包括设计要求及目的、设计依据、设计范围、网络现状、组网方案、建设规模、光缆杆路选用及深埋要求、杆路安全隔距、拉线及吊线的安装要求、光缆的技术指标及敷设接续预留要求、光缆线路施工及验收指标、传输系统指标、误码性能验收指标、工程设计与施工涉及的相关法律法规及标准规定、工程技术经济指标分析、预算依据及总值、费用及费率的取定等。线路、数据、传输、无线等不同专业的设计所涉及的条款也有所不同,但均从规模、技术、效益等不同的方面反映了工程设计的质量与水平。

为了建立兼具科学性、合理性、全面性、客观性、具有一定的通用性且强调通信工程设计的评价指标体系,本文以国家通信行业标准为基础,结合不同专业通信工程设计所涉及的内容条款和目前评优活动中的评判指标,形成粗略指标集,设计调查问卷,对通信工程设计行业、运营商、

建设施工行业、工程监理行业的专家、专业技术人员、操作人员以及管理人员等发放,让他们对工程设计评优中需要考虑的粗略指标因素进行选择、排序、补充和分类,以全面了解通信工程设计评判需要考虑的因素及其重要程度^[3]。

通过聚类分析法对调查统计数据进行分析,剔除提及率低及相似度高的指标,得出通信工程设计评判的两级指标,一级指标共有 20 个,分为项目规模、设计规范、设计方案、技术难度与创新、社会效益、设计文本 6 个层次(二级指标)。项目规模从投资规模以及建设规模两方面体现设计工作量大小和难易程度。设计方案主要评判方案的合理性和可行性,包括组网方案、设备及管网布置、设备材料选型、可达到的技术水平、经济性、可操作性等。技术难度与创新考察项目对于新技术的应用、技术难度的高低,反映设计的技术水平。社会效益的评判涵盖了安全、环保、节能等方面。另外,完备的数据资料,准确的概预算、规范的图纸也是优秀通信工程设计的必备指标。通信工程设计模糊评价指标体系如图 1 所示。其中 w 表示指标权值。



图 1 通信工程设计模糊评价指标体系

2.1.2 指标权值的确定

在评价指标构建完成之后,需要对各指标设立权值。

指标的权值是指在指标体系中,某一个指标相对于其他指标的重要性或所占的比例。本文采用层次分析法确定通信工程设计模糊评价的指标权值。

根据调查表中得到的关于评价指标的重要程度的相关数据及建议,通过综合分析,分层次对指标进行两两比较,利用九级分度法对判断矩阵元素赋值,最终确定评价指标的判断矩阵^[4]。以二级评价指标为例,共有项目规模、设计规范、设计方案、技术难度与创新、社会效益与设计文本 6 个指标,分别表示为 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 ,通过统计数据进行分析、比较、赋值得到其判断矩阵,见表 1。

表 1 二级指标判断矩阵

指标	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
A_1	1	1/2	1/5	1/3	1/3	1
A_2	2	1	1/4	1/2	1/2	2
A_3	5	4	1	3	3	5
A_4	3	2	1/3	1	1	3
A_5	3	2	1/3	1	1	3
A_6	1	1/2	1/5	1/3	1/3	1

采用几何平均法计算权值向量。

利用式(1)计算各行中各个元素的连乘积:

$$m_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

其中, $i=1,2,3,\cdots,n$, 为行数, j 为列数。

得到乘积向量:

$$M=(m_1,m_2,m_3,m_4,m_5,m_6)=(1/90,1/4,900,6,6,1/90) \quad (2)$$

因为共有 6 条指标,对乘积向量开 6 次方运算,得到权值向量:

$$\bar{W}=\sqrt[6]{M}=(0.472,0.794,3.107,1.348,1.348,0.472) \quad (3)$$

归一化处理后得到二级指标的权值向量:

$$W=(\omega_1,\omega_2,\omega_3,\omega_4,\omega_5,\omega_6)=(0.06,0.11,0.41,0.18,0.18,0.06) \quad (4)$$

同理可得各层次一级指标权重,权值分配见表 2。

表 2 指标权值分配

指标	权值分配
二级指标	$W=(\omega_1,\omega_2,\omega_3,\omega_4,\omega_5,\omega_6)=(0.06,0.11,0.41,0.18,0.18,0.06)$
一级指标	$W_1=(\omega_{11},\omega_{12})=(0.5,0.5)$
	$W_2=(\omega_{21},\omega_{22})=(0.5,0.5)$
	$W_3=(\omega_{31},\omega_{32},\omega_{33},\omega_{34},\omega_{35},\omega_{36},\omega_{37})$ $=(0.28,0.16,0.08,0.16,0.16,0.08,0.08)$
	$W_4=(\omega_{41},\omega_{42},\omega_{43})=(0.5,0.25,0.25)$
	$W_5=(\omega_{51},\omega_{52},\omega_{53})=(0.42,0.29,0.29)$
	$W_6=(\omega_{61},\omega_{62},\omega_{63})=(0.29,0.42,0.29)$

2.2 两级模糊综合评价

2.2.1 模糊评价子集

评价子集表示为 $U=(u_1,u_2,u_3,u_4,\cdots,u_k)$,其中, u_k 为评价子集中第 k 个可能的结果。因为该模糊评价系统是针对于通信工程设计的评优,参评对象均为已经验收完成或施工完成的项目,故确定指标体系中各指标的评价子集为{优 u_1 , 良 u_2 , 中 u_3 }。

2.2.2 模糊评价矩阵

指标集中很难用具体数值作为分级标准的依据,对于这类用文字描述的指标,运用模糊隶属函数来确定其隶属度。假设有 n 位专家评委对某通信工程设计项目的第 $j(j=1,2,3,\cdots,20)$ 个指标进行评价,其中 m_{j1} 位评其为 u_1 , m_{j2} 位评其为 u_2 , m_{j3} 位评其为 u_3 ,则该指标的第 i 个评价子集的隶属度为:

$$r_{ij} = \frac{m_{ij}}{n}, i=1,2,3 \quad (5)$$

从而得到模糊评价矩阵,并按照层次划分为 6 个子矩阵^[2]:

$$R = \begin{bmatrix} R_1 & & \\ & \ddots & \\ & & \ddots \\ R_6 & & \end{bmatrix} \quad (6)$$

$R_1 = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \end{bmatrix}$

$R_2 = \begin{bmatrix} r_{31} & r_{32} & r_{33} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} \end{bmatrix}$

$\vdots$

$\vdots$

$R_6 = \begin{bmatrix} r_{191} & r_{192} & r_{193} \\ r_{201} & r_{202} & r_{203} \\ r_{211} & r_{212} & r_{213} \end{bmatrix}$

2.2.3 两级模糊评价过程

通信工程设计指标体系分为两级,故进行两级模糊综合评价。

一级模糊综合评价过程为:

$$B_i = W_i \times R_i \quad (7)$$

其中, $i=1,2,3,\cdots,6$ 为指标层次序数。

二级模糊评价结果为:

$$A = W \times \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_6 \end{bmatrix} \quad (8)$$

根据向量 A ,依据最大隶属度原则,隶属度最大的评价等级即该通信工程设计的综合评价结果^[2,5]。



3 模糊综合评价应用实例

以某通信工程设计为例。由 20 位专家评委构成评价团队,利用上述模糊综合评价系统进行综合评价。专家对于该设计的各指标给出优、良或中的评判,然后利用式(5)计算出各指标隶属于各评判子集的隶属度,见表 3。

表 3 模糊评价隶属度

指标	评价子集		
	u_1	u_2	u_3
1	0.9	0.1	0
2	0.8	0.1	0.1
3	0.9	0.1	0
4	0.8	0.1	0.1
5	0.75	0.2	0.05
6	0.55	0.4	0.05
7	0.5	0.4	0.1
8	0.45	0.45	0.1
9	0.05	0.35	0.6
10	0.45	0.5	0.05
11	0.5	0.4	0.1
12	0.4	0.4	0.2
13	0.1	0.15	0.75
14	0.3	0.5	0.2
15	0.7	0.3	0
16	0.45	0.45	0.1
17	0	0.95	0.05
18	0.7	0.3	0
19	0.6	0.35	0.05
20	0.8	0.2	0

根据式(7)进行运算,得到一级指标评价结果:

$$B_1=(0.85 \ 0.10 \ 0.05);$$

$$B_2=(0.85 \ 0.10 \ 0.05);$$

$$B_3=(0.494 \ 0 \ 0.352 \ 0 \ 0.154 \ 0);$$

$$B_4=(0.3 \ 0.362 \ 5 \ 0.337 \ 5);$$

$$B_5=(0.424 \ 5 \ 0.532 \ 0 \ 0.043 \ 5);$$

$$B_6=(0.687 \ 0 \ 0.292 \ 0 \ 0.021).$$

由式(8)可计算得出二级评价结果:

$$A=(0.518 \ 7 \ 0.339 \ 8 \ 0.141 \ 5)$$

可见,该通信工程设计隶属于 u_1 (优)的程度最大,为 0.518 7,因此可评判该设计为优。对于多个优秀通信工程设计,还可以据其隶属度的大小,进行优中选优。

4 结束语

本文通过调研分析,从项目规模、设计规范、设计方案等 6 个方面建立通信工程设计评优的多层次两级评价指标体系,对通信工程设计进行层次分析和模糊评价相结合的综合评价,可以达到客观有效、简单可靠地综合评价通信工程设计项目的目的,为设计评优以及设计人员的技术改进提供依据,促进技术进步和行业发展。

参考文献:

- [1] 工业和信息化部.优秀通信工程设计奖评选暂行办法[EB/OL]. (2012-08-28)[2016-09-01].<http://www.docin.com/p-469728007.html>.
Ministry of Industry and Information Technology of the PRC. Interim measure for the selection of excellent communication engineering design award[EB/OL]. (2012-08-28)[2016-09-01]. <http://www.docin.com/p-469728007.html>.
- [2] 王惠芳,梁晓明,崔京华,等.就业双选系统中单位质量的模糊综合评价[J].统计与管理,2015(4): 153-154.
WANG H F, LIANG X M, CUI J H, et al. The fuzzy comprehensive evaluation of employment unit in two-way choose employment system[J]. Statistics and Management, 2015(4): 153-154.
- [3] 李刚,吴菊.通信工程设计文件质量评估体系建立及对标分析[J].电信工程技术与标准化,2014(5): 32-35.
LI G, WU J. Evaluation system construction of communication engineering design document and benchmarking analysis [J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2014(5): 32-35.
- [4] 邓雪,李家铭,曾浩健,等.层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J].数学的实践与认识,2012(7): 93-100.
DENG X, LI J M, ZENG H J, et al. Research on computation methods of AHP weight vector and lisapplications [J]. Mathematics in Practice and Theory, 2012(7): 93-100.
- [5] 宋杰鲲,赵美多,李婷婷.基于模糊综合评价的工程项目评标模型[J].项目管理技术,2013, 11(4): 45-49.
SONG J K, ZHAO M D, LI T T. Bid evaluation model of engineering project based on fuzzy comprehensive evaluation[J]. Project Management Technology, 2013, 11(4): 45-49.

[作者简介]



王惠芳(1975-),女,河北化工医药职业技术学院高级工程师、讲师,主要研究方向为模糊控制、模糊评价。

收录声明

本刊已被中国核心期刊遴选数据库(万方)、中国学术期刊数据库(知网)全文收录,被本刊录用的文稿,将一律由编辑部统一纳入中国核心期刊遴选数据库(万方)、中国学术期刊数据库(知网)。若作者不同意被收录,将在来稿时向本刊说明,本刊将做适当处理。若无特别声明,视同将录用文稿的电子网络版、汇编或合订本的使用权授予本期刊社,本刊支付的稿费中已包含上述费用。

The articles of Telecommunications Science have been embodied by WANFANG DATA and CNKI. The accepted article will be unified into WANFANG DATA and CNKI. If the author does not agree to be embodied, the author must illustrate when the article is submitted. The editorial department will properly handle. If the authors are not special announcement, the editorial department believes that the authors will be granted the right of their article to Telecommunications Science. The expenses have been included in the fee paid by editorial department.

道德声明

本刊发表的文稿是作者独立取得的原创性研究成果,无一稿多投;文稿内容不涉及国家机密;未曾以任何形式用任何文种在国内外公开发表过;文稿内容不侵犯他人著作权和其他权利。若发生一稿多投、侵权、泄密等问题,文稿作者将承担全部责任。

The authors of Telecommunications Science guarantee that their submitted article is original and contains nothing confidential. The said article is only submitted to Telecommunications Science. The said article has not been published before and has not been submitted elsewhere for print or electronic publication consideration. The said article is in no way whatever a violation or an infringement of any existing copyright or license from the third party. Otherwise, the authors of the said article shall take the blame for the violation or infringement of the related copyright and the leakage of secrets.