

医院信息系统综合评价体系模型^①

吴淼¹, 阿布都艾尼·库吐鲁克¹, 刘倩², 吴晶³

¹(新疆医科大学 医学工程技术学院, 乌鲁木齐 830011)

²(新疆医科大学 研究生学院, 乌鲁木齐 830011)

³(乌鲁木齐边防指挥学校, 乌鲁木齐 830001)

摘要: 为推动医院信息化建设工作的规范化,加强医院信息化建设的管理、监督、指导和评审工作,构建出一个具有广泛代表性的医院信息系统评价体系模型,使得我区医院信息化进程能够持续健康的发展。我们运用一种改进的层次分析法原理,对指标体系中的每一个单一指标进行权重求解,从而得出一个可以求解出系统性能测试和功能测试总得分的指标体系,对医院信息系统进行综合评价。通过该模型对新疆医科大学两家附属医院信息系统进行计算评分,最终科学有效地评价了该两家医院的信息系统,找出医院信息化工作的不足之处并给出了科学的改进建议。

关键词: 医院信息系统; 综合; 评价模型; 层次分析法; 构建; 实现

Comprehensive Evaluation Mode About Information System in Hospitals

WU Miao¹, Abdugheni Kutluk¹, LIU Qian², WU Jing³

¹(Engineering and Technology College, Xinjiang Medical University, Urumqi 830001, China)

²(Postgraduate School, Xinjiang Medical University, Urumqi 830001, China)

³(Urumqi Frontier Command School, Urumqi 830001, China)

Abstract: To promote the standardization of hospital informatization construction work, strengthen the construction of hospital information management, supervision, guidance and assessment, this paper constructs a hospital information system evaluation system model with a broad representativeness, which makes the process of hospital information can be sustained and healthy developed. It calculates every single index weight by using the Analytic Hierarchy Process method, so that it can get the total score of the system performance testing and functional testing. With the score it can make the comprehensive evaluation of hospital information system. It scientifically evaluates the information system of two Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University by the model, and gives the suggestions to improve the work.

Key words: hospital information system; comprehensive; evaluation model; analytic hierarchy process; construction; implementation

1 引言

医院信息化建设在中国已有 20 余年的历史^[1], 医院信息系统(HIS)在医院信息化建设总起了关键性的作用, 已经成为了医院正常运行和管理中必不可少的一部分, 医院信息系统的评价将变得越来越重要, 医院信息化的发展离不开一个强有力的综合评价体系。我们认为, 要更好地利用和改善医院信息系统应用质

量和水平, 关键是需要建立一套科学的医院信息系统评价体系^[2]。所谓信息系统综合评价就是指对信息系统的性能进行估计、检查、测试、分析和评审等全方位考核或判断^[3], 目的是对信息系统做出一个整体性的判断, 并用一个总评价值来反映信息系统的一般水平^[4]。评价工作主要包括三个方面的内容: 综合评价指标体系及其评价标准的建立; 用定性或定量的方法确

① 基金项目:国家自然科学基金(61201125);留学人员科技活动择优资助项目[人社厅函(2013)277 号]

收稿时间:2016-01-04;收到修改稿时间:2016-02-06 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005320]

定各指标的评价值;各评价值的综合,包括综合算法和权重的确定、总评价值的计算等^[5]。目前常用到的评价方法有层次分析法,ADC 评估法、德尔菲法、人工神经网络法、模糊评价法和多属性决策法等,这些方法各有优缺点,其中层次分析法特别适用于目标结构复杂且缺乏数据的情况,是一种简便、灵活而又实用的多准则决策方法。同时层次分析法也有局限性,主要表现在:它在很大程度上依赖人们的经验,主观因素的影响比较大,它可以排除思维过程中的严重非一致性,但无法排除决策者个人可能存在的片面性。若采用组合使用的方式来评估系统效能将能更好地发挥各自的优势。本文就是利用一种改进的层次分析法(I—AHP)来对乌鲁木齐市两家医院信息系统进行综合评价,和传统的层次分析法相比,该方法是通过计算判断矩阵所对应的行列式值,根据其绝对值(|U|)与 1 的关系来判定矩阵的一致性好坏:若|U|值为 0,说明该判断矩阵具有完全一致性;如果其值小于 1,那么可以认为该判断矩阵的一致性是可以接受范围内的;否则再检测该判断矩阵是否满足次序一致性,若满足则说明该判断矩阵里的元素具有局部序传递性,可以接受该判断矩阵的一致性;否则需要不断调整判断矩阵的输入值,直至其绝对值|U|的值小于 1。夏正洪等人利用该方法在防空信息战系统效能评估中取得了较为理想的结果,表明了这种改进的合理性^[6]。

2 基于层次分析法的医院信息系统综合评价体系构建

层次分析法(Antalytic Hierarchy Process 简称 AHP)是美国运筹学家、匹茨堡大学教授托马斯·萨提于 20 世纪 70 年代初提出的一种层次权重决策分析方法^[7,8]。它把一个复杂决策问题表示为一个有序的梯阶层次结构,通过人们的比较判断,计算各种决策方案在不同准则及总准则之下的相对重要性,从而把难以量化的各种方案定量化,以得到各种方案的优劣顺序,并据此作出最后的决策^[9]。AHP 法是一种定性与定量相结合的、系统化、层次化的分析方法^[10],通常层次分析法的具体步骤可以划分为以下几个步骤:

- 1) 广泛地收集信息,确立系统的总目标,弄清规划决策所涉及的因素、需要采取的措施、影响目标的准则、策略和其他约束条件等。
- 2) 按目标和所实现功能的不同,建立一个多层次

的递阶结构,将系统分为多等级层次。

3) 分层次建立判断矩阵。首先在建立的多层递阶结构中,确定相邻层次元素之间相关程度,再通过构造两两比较判断矩阵及矩阵运算的数学方法,确定本层元素对于上一层次的某个元素的重要性排序。

4) 计算各层元素对系统目标的合成权重,进行总排序,以确定递阶结构图中,底层各个元素在总目标中的重要程度。

5) 根据最终的分析结果,考虑相应的决策。

2.1 指标的划分及层次结构模型的建立

2.1.1 指标的划分

为了使建立的模型与其中的指标具有良好的有效性和合理性,我们查阅大量国内外文献及相关书籍^[11-15],并咨询相关专家,最终将医院信息系统评价体系模型分为目标层,要素层,分要素层三个层次。

(1) 目标层:找出医院信息系统最终的得分,从而可以看出这套医院信息系统对整个医院的决策,信息化等起到的突出的作用。

(2) 要素层:从大的方面把在整个医院信息系统的几个评价要素都列举了出来,包括一下五个方面:商业部分,数据的整合,信息化人才,信息化的重视程度,网络设施。其中,这些指标都是很具有代表性的,同时它是与现在的发展趋势等相结合的,对评价整套医院信息系统起到非常重要的作用。

(3) 分要素层:主要是对每一个要素层进行细分,尽可能的找出每一个要素层的所包含的元素,同时这些元素具有代表性,先进性,非常符合现在医院信息系统的发展等。

2.1.2 模型的建立

根据上述的指标划分依据,我们最终建立的医院信息系统综合评价指标模型如图 1 所示。该模型属于二级模型,其一级指标层包含 B1, B2, B3, B4, B5 五个指标集,每个指标集又包含若干二级指标, $B1=\{C1,C2,C3,C4\} \dots B5=\{G1,G2,G3\}$ 。

2.1.3 层次指标分析

(1) 商业部分(B1)

这个部分主要是评价软件开发商的综合实力,实验证明软件开发商的实力。在医院信息系统上线的过程中,这些是很重要的,因为软件工程不同于一般的工程项目,它是一个长期持续的工程。从需求的采集,到设计系统,到测试系统,再到上线,到后期的更新

维护等,环环都非常的重要,都是马虎不得的.一个系统成功的保障.行业经验丰富,拥有很多成功案例的公司是医院信息

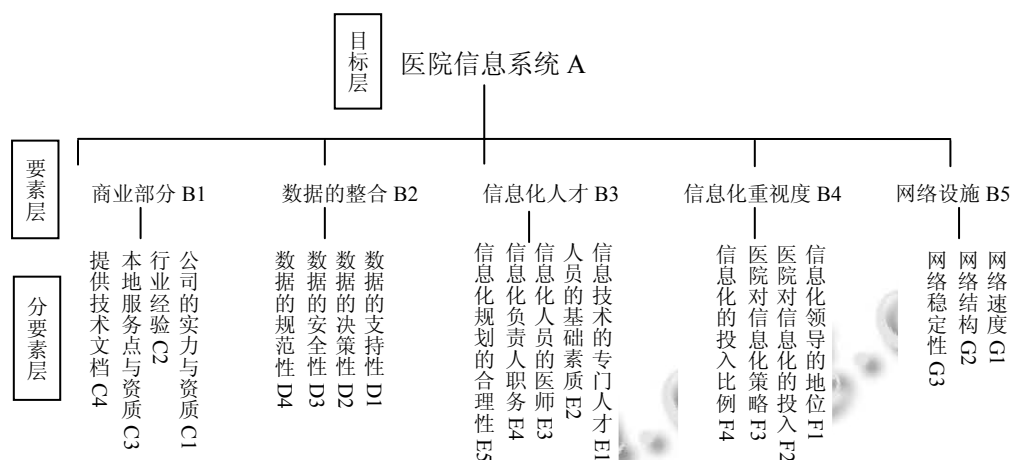


图1 医院信息系统评价指标体系层次结构模型

(2) 数据的整合性(B2)

数据的整合性包括支持性,决策性,安全性,规范性.其实在一个医院信息系统中,真正反映整个医院信息系统的功能,反应出这个医院信息系统达到的程度是数据的支持性和决策性,从数据的准确性可以看出这套医院信息系统的是否设计得合理,是否存在什么的错误等.由于我国由于医院信息发展不完善,因此我国的很多医院信息系统还停留在底层的基本数据操作方面.近年来,随着经济的发展,人民生活水平的提高,在一些大城市里的三甲医院,其信息系统开始向决策支持方面发展.比如有些医院的信息系统可以做一些简单的数据挖掘,支持类的工作.每天准时自动发送通过系统总结出来的前一天的门诊人数,门诊收费总额等给医院的领导.虽然是小小的数据,但是可以看出医院信息系统在数据挖掘和决策支持等方面是很有发展前景的,同时这也是我国医院信息系统以后发展的方向.

(3) 信息化的人才(B3)

医院信息化人才的培养是这个医院的后背基础,因为在整个信息化的过程中,信息化的人才必须是,可能前期医院信息科可以依赖于商业公司,但是当一一个医院信息系统上线以后,就是后期管理维护等责任都会落到医院信息化的专业人才身上.医院信息化的建设是一项全员参与的复杂系统工程,必须拥有一支

素质优良的管理队伍、技术队伍和操作人员队伍才能保证系统的顺利实施和应用.

(4) 医院对信息重视度(B4)

一个医院对信息化的重视度是整个信息系统实行的基石.现在很多三甲医院特别关注信息化的改革,除了一个信息科长外,还会选择一个专门负责管理医院信息化的副院长,这对整个医院信息化是一个很大的支持.医院信息化建设素有“一把手工程”之称,只有院领导高度重视,亲自决策、亲自推动,才能在人力、物力、财力上得到保障,处理好重点项目、难点项目的协调,保证建设的顺利进行.还有很多的医院在操作医院信息系统的时候是分为组长,以医务行政管理、护理、医技科室、临床科室及计算机技术部门主要领导参与的医院信息系统实施领导小组等.同时,从一个医院真正投入到信息化的资金额,年预算时的投入比例等,可以容易的看出整个医院对信息化的重视程度.现在,随着计算机的不断普及,软件业的飞速发展,越来越多的医院花很大的成本在医院信息系统建设这方面上.

(5) 网络设施(B5)

网络是医院信息系统运行的基础条件.在整个医院信息系统实行的过程中,网络起到了很大的作用,它是一个中间的纽带.一个科学合理的网络结构,能够快速的把医生护士需要的数据,资料等从数据库服

务器中提取出来, 然后通过中间件等再反馈会给客户端. 合理的网络安排, 合理的线路选择是整个信息系统顺利运行的后盾. 很多医院在建设医院信息系统的时候一味的强调硬件设备, 而忽略了一个合理科学的网络设施的设置, 导致了最后在传输的过程中出现很多问题, 这个是一个值得我们深思的问题.

2.2 判断矩阵与权重图的建立

根据上述医院信息系统评价体系的模型和结构, 建立目标层与要素层的判断矩阵, 要素层与分要素层的判断矩阵.

判断矩阵表示相对上一层次某一因素时, 本层次各因素之间的两两相对重要性程度. 设计 A 层因素 a_k 与下一层次 B 中的因素 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 有联系, 则可以构造如下判断矩阵, 如下表所示.

表 2 判断矩阵标度及其含义

标度值	1	3	5	7	9	2,4,6,8
含义	同等重要	稍微重要	明显重要	强烈重要	绝对重要	两相邻重要程度的中间值

下面就根据“1~9 标度方法”, 建立医院信息系统评价指标体系的各判断矩阵.

(1) 目标层与要素层之间的判断矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 & 7 \\ 1/3 & 1 & 3 & 2 & 5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/2 & 1 \\ 1/4 & 1/2 & 2 & 1 & 3 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

(2) 商业部分与其子层的判断矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

(3) 数据整合与其子层的判断矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/7 & 1/3 & 1/5 \\ 7 & 1 & 5 & 3 \\ 3 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 5 & 1/2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

(4) 信息化人才与其子层的判断矩阵

表 1 判断矩阵

a_k	B_1	$\dots$	B_n
B_1	b_{11}	$\dots$	b_{1n}
$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$
B_n	b_{n1}	$\dots$	b_{nn}

其中, b_{ij} 表示相对于上一层次因素 a_k 时, 因素 B_i 对 B_j 的相对重要性. 其中可用数字 1~9 及其倒数表示, 这些数字称为判断矩阵标度. 判断矩阵标度首先由 Saaty 给出, 标度值反映了同层次两两元素之间比较时其中一元素比另外一元素的重要程度, 其含义如表下表所示.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \\ 1/5 & 1/3 & 3 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

(5) 信息化重视度与其子层的判断矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

(6) 网络设施与其子层的判断矩阵

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

层次分析法计算的根本问题是, 求解判断矩阵的最大特征根, 及其对应的特征向量. 在此, 我运用方根法近似计算上面的层次分析的判断矩阵.

2.3 求解各单层次的排序

我们利用 Excel2010 中提供的相关函数得到的计

算结果如下:

(1) 判断矩阵 A-B

$$W = \begin{Bmatrix} 0.492 \\ 0.232 \\ 0.092 \\ 0.137 \\ 0.046 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=5.126$, $CI=0.032$, $RI=1.12$, $CR=0.029$, $|U|=0.046$

(2) 判断矩阵 B1-C

$$W = \begin{Bmatrix} 0.406 \\ 0.406 \\ 0.094 \\ 0.084 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=4$, $CI=0$, $RI=0.90$, $CR=0$, $|U|=0$

(3) 判断矩阵 B2-D

$$W = \begin{Bmatrix} 0.055 \\ 0.564 \\ 0.118 \\ 0.046 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=4.117$, $CI=0.039$, $RI=0.90$, $CR=0.042$, $|U|=0.335$

(4) 判断矩阵 B3-E

$$W = \begin{Bmatrix} 0.462 \\ 0.229 \\ 0.103 \\ 0.147 \\ 0.060 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=5.423$, $CI=0.106$, $RI=1.12$, $CR=0.094$, $|U|=0.109$

(5) 判断矩阵 B4-F

$$W = \begin{Bmatrix} 0.492 \\ 0.232 \\ 0.092 \\ 0.138 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=4.26$, $CI=0.09$, $RI=0.90$, $CR=0.096$, $|U|=0$

(6) 判断矩阵 B5-G

$$W = \begin{Bmatrix} 0.633 \\ 0.260 \\ 0.106 \end{Bmatrix}$$

其中: $\lambda_{\max}=3.309$, $CI=0.019$, $RI=0.580$, $CR=0.033$, $|U|=0.356$

判断矩阵的特征向量 W 经过归一化后即各因素关于目标的相对重要性的排序权值. 使用传统方法令 $CR=CI/RI$, 称 CR 为一致性比率. 当 $CR<0.1$ 时, 可认为判断矩阵具有满意的一致性; 否则需要调整判断矩阵, 使之具有满意的一致性. 从以上计算可以得出所有判断矩阵的一致性比率 CR 均小于 0.1; 同时我们利用了改进后的层次分析法对所有判断矩阵进行一致性检验, 计算各个判断矩阵的行列式值的绝对值 $|U|$, 若绝对值 $|U|$ 小于 1, 则认为该判断矩阵具有满意的一致性; 否则需要考察其元素的次序一致性, 若满足次序一致性则矩阵的一致性可以接受, 该方法避免了传统层次分析法在分析二维矩阵一致性时的结论与实际不符的问题. 从以上结果不难看出, 无论是传统的方法还是改进后的方法对判断矩阵进行一致性检验, 所有的判断矩阵均具有较好的一致性, 因此层次单排序的结果有满意的一致性.

2.4 最终的权重

通过对以上六个矩阵的求解, 我们可以求出这些各个分要素在整个层次分析的评价系统中所占的最终权重是多少. 如表 3 所示.

表 3 最终权重分布

要素层	分要素层	单权重	最终权重
商业部分 (0.492)	公司的实力与资质	0.406	0.200
	行业经验	0.406	0.200
	本地服务网点与资质	0.094	0.046
	提供技术文档	0.084	0.041
数据的整合 (0.232)	数据的支持性	0.055	0.013
	数据的决策性	0.564	0.131

	数据的可行性	0.118	0.027
	数据的规范性	0.046	0.011
信息化人才 (0.092)	信息技术的专门人才	0.462	0.043
	人员的基础素质	0.229	0.021
	人员信息化意识	0.103	0.009
	信息化负责人职务	0.147	0.014
	信息化规划的合理性	0.060	0.006
	信息化的一把手	0.492	0.067
信息化重视度 (0.137)	医院对信息化的投入	0.232	0.031
	医院对信息规划制定	0.092	0.013
	对信息化投入比例	0.138	0.019
网络设施 (0.046)	网络速度	0.633	0.029
	网络结构	0.260	0.012
	网络稳定性	0.106	0.005

通过这个最终权重表,可以清晰的看出在整家医院信息系统评价体系中,各个层所占有的比重是多少,然后可以分析出在这些评价方面哪些要素的重要程度.其中,可以发现在要素层中商业部分和数据整合,这两个要素占了主要的权重比例.商业部分是独立于医院独立存在的一个外界体,就是帮助医院开发这套医药信息系统的公司,它的一切都和整家医院信息化有着莫大的关系,因此它占有的权重比较大,这是符合现实科学合理的.数据整合,是从一个方面来展示这套医院信息系统的在运用过程中的成功与否,因为在医院信息系统是非常复杂的工程项目中,数据的流量是非常大并且还能够保持准确性,这就很大的程度上反映出这家医院信息系统是比较成功的,因此其权重值也是符合实际的.

当然,分要素层作为要素层的子目标,更能具体的把要素层的指标反映出来.其中,在数据整合中的数据支持性和数据挖掘型在很大的程度上,是一个比较创新的点.以前的医院信息评价系统是很少会设计到挖掘这方面的,但是随着技术的发展,现在的医院信息系统有些具备了的数据挖掘的功能特点,然后为医院的决策做支持.因此,能够在这方面有体现的医院信息系统也是观念超前,而且是未来发展方向的代表.

总的来说在整个评价体系中,应该首先把比较有代表性,能够在反映医院信息系统的指标找出来,加上对具体医院在这些分要素上的打分,我们就可以得出最终这家医院信息系统评价的总得分.具体的操作

如图 2 所示.

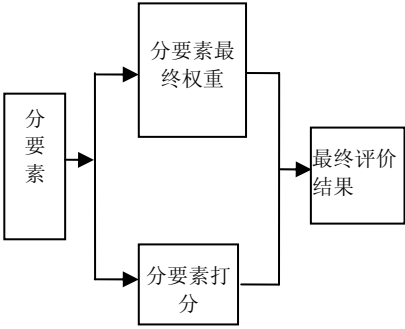


图 2 医院信息系统评价的步骤图

3 案例分析

本文举的案例主要是新疆医科大学第六附属医院(六附院)的和新疆医科大学第四附属医院(四附院).这两家医院对信息系统的接触都是比较早的,具有代表性.以这两家医院作为案例来进行分析,运用上面求出的权重总表,通过对分要素进行打分,然后求出这两家医院整家医院信息系统的最后的得分.

3.1 评分的标准

根据评分标准,对每一个分要素层进行量化,具体评到多少分,采用 10 分制把每一个具体化,最高分 10 分,最低分是 0 分.对照着下面的这个表格,进行分要素的具体打分.

表 4 评分结构

分要素层	最终权重(U)	评分分数(V)
公司的实力与资质	0.200	
行业经验	0.200	
本地服务网点与资质	0.046	

提供技术文档	0.041	
数据的支持性	0.013	
数据的决策性	0.131	
数据的可行性	0.027	
数据的规范性	0.011	
信息技术的专门人才	0.043	
人员的基础素质	0.021	
人员信息化意识	0.009	
信息化负责人职务	0.014	
信息化规划的合理性	0.006	
信息化的一把手	0.067	
医院对信息化的投入	0.031	
医院对信息规划制定	0.013	

对信息化投入比例	0.019	
网络速度	0.029	
网络结构	0.012	
网络稳定性	0.005	

以下这个表是这两家医院的分要素层的具体打分表。这个打分是本人结合自己多年在医院内的见识积累,一些经验丰富的工程师和医院信息科的员工,自己的接触研究和听取医院信息化一线专家定下来的。由于个人认知的局限性,整个评分过程是带有很大的主观性。两家医院在这 20 个分要素的具体打分,按顺序逐一排列如表 5 所示。

表 5 打分表

四附院 V1	6	6	7	8	6	7	4	5	6	7	5	6	5	6	8	7	4	6	5	7
六附医 V2	3	4	5	6	3	5	6	7	3	4	7	6	8	4	8	6	6	8	7	9

3.2 结果与分析

通过以上计算,可以很清楚的计算出两家医院信息系统的最终得分。设 P 为该医院信息系统的最终得分。公式如下:

$$P=U1*V1+...+U20*V20;$$

计算最后的评分如下:

$$P(\text{四附院})=5.858;$$

$$P(\text{六附院})=4.286;$$

从上面的最终打分可以明显的看出,新疆医科大学第四附属医院信息化比新疆医科大学第六附属医院信息化搞得成功,合理,科学。可以从以下两大点分析其中的原因。

(1) 虽然,两家医院的商业公司都是相同的,但是其打分却有很大的区别。因为,这两家医院上的医院信息系统的时间是不同的。新疆医科大学第六附属医院上的系统比较早,那时候该软件公司还处于一个刚起步发展的阶段,很多的技术还没有完善的,对于医院信息化这一块较为陌生的,在该行业的经验较为缺乏。然而,新疆医科大学第四附属医院上线的系统比较晚,该公司积累了比较多的经验,开发的人员的知识结构水平也有了很大的提高,因此在商业评价这方面两家医院是有区别的。

(2) 在数据整合这一方面,新疆医科大学第四附属医院在其系统上也做出了很大的进步。在系统一些方面引入了数据挖掘的技术,如系统每天早上 10 点钟

准时发送两个数据给医院的相关领导:前一天门诊就诊人数和问诊收入的具体金额是多少。这样院长很容易就知道了医院昨天的运行的情况,一目了然。同时因为该医院经常会有一些专家出诊的,而医院领导就是根据这个数据来评量什么时间,派哪位专家出诊等。

因此,可以容易的看出重视选择哪家公司来上医院信息系统和数据的整合性,是一个医院信息系统成功,达到满意效果的重要条件。这也从一个方面验证了要素层和分要素层各指标权重的合理性与科学性。同时,以后的医院进行信息化投入的时候,一定要选择一家有经验有实力的软件公司和在信息系统中应该有数据挖掘支持等功能的体现。

参考文献

- 1 洪丹.基于医院信息系统范围管理的研究与实践.医学教育,2015,35(11).
- 2 李孜,刘智勇,马敬东,金新政.医院信息系统评价复杂性研究.中国医院管理,2005,25(4).
- 3 高晨光,马宝英,高照艳,李树森,向鸿梅.医院信息系统评价分类及方法.医学信息学杂志,2011,32(4):52-54.
- 4 虞晓芬,傅玳.多指标综合评价方法综述.统计与决策,2008,(11):27-36.
- 5 王艳玮,王娟.基于 AHP 的信息系统综合评价.现代情报,2011,31(10).
- 6 夏正洪,王俊峰.一种改进的层次分析法及其在效能评估中

- 的应用.四川大学学报(自然科学版),2010,47(1):71-76.
- 7 姚淑萍.攻防对抗环境下的网络安全态势评估技术研究, 2007,25(7):9-12.
- 8 朱振国.鄢羽.张闽.周剑.一种量化的网络安全态势评估方法.微计算机信息,2007,23(21):62-64.
- 9 钟志波.层次分析法在私人购车决策中的应用.数学学习与研究:教研版,2015,10(11):135-136.
- 10 冉伟刚.层次分析法的 MATLAB 设计与实现.电脑知识与技术,2015,11(13).
- 11 Farhadi P, Ravangard R, Sajjadnia Z, Jafari A, Ghasemi H, Rahgoshay I. Study of factors affecting the productivity of nurses based on the ACHIEVE model and prioritizing them using analytic hierarchy process technique. Archives of Pharmacy Practice, 2012, 4(2).
- 12 Kimiafar K, Sadoughi F, Sheikhtaheri A, Sarbaz M. Prioritizing factors influencing nurses' satisfaction with hospital information systems: A fuzzy analytic hierarchy process approach. Computers Informatics Nursing, 2014, 32(4).
- 13 Aktas A, Cebi S, Temiz I. A new evaluation model for service quality of health care systems based on AHP and information axiom. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 2015, 28(3).
- 14 Ajami S, Ketabi S. Performance Evaluation of Medical Records Departments by Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach in the Selected Hospitals in Isfahan. Journal of Medical Systems, 2012, 36(3).
- 15 Low C, Chen YH. Criteria for the evaluation of a cloud-based hospital information system outsourcing provider. Journal of Medical Systems, 2012, 36(6).