

谭婷,许霞,刘慧,等. 基层综合气象业务人员知识能力评价模型研究与应用[J]. 陕西气象,2019(1):53-58.

文章编号:1006-4354(2019)01-0053-06

# 基层综合气象业务人员知识能力 评价模型研究与应用

谭 婷,许 霞,刘 慧,张 敏

(衡阳市气象局,湖南衡阳 421001)

**摘 要:**从气象部门发展战略及业务人员工作规范等内容出发,分析得出基层综合气象业务人员知识能力评价指标体系,利用层次分析法等科学方法确定各项评价指标权重,从而建立基层综合气象业务人员知识能力评价模型。最后通过实例验证该模型具有较好的可操作性和针对性,表明所建立的基层综合气象业务人员知识能力评价模型有一定的实用价值。

**关键词:**综合气象业务;基层业务人员;知识能力;层次分析法;评价模型

**中图分类号:**N36

**文献标识码:**A

在全球气候变暖背景下,我国各地极端天气气候事件发生次数呈明显增加趋势,气象服务需求领域越来越广。然而,我国气象服务能力与日益增长的社会服务需求不相适应的矛盾依然突出,人才队伍整体业务素质有待提高,建设一支素质优良的气象人才队伍是推动气象现代化建设又好又快发展的有效途径。此外,气象部门业务人员队伍建设早期主要是向专业化发展,对业务人员知识能力水平的评测仅通过单一业务成绩来进行,但现今基层综合气象业务人员的知识能力应该是掌握整个基层业务知识结构的综合能力,它由多方面知识能力指标共同作用,是较为模糊且很难简单进行量化的。因此,需要建立一套科学的针对基层综合气象业务人员的人才评价模型,有效地评估其所掌握业务知识的多少,为个人学

习方向及人员管理提供方向、依据。

近年来,关于能力评价的研究有很多,其中层次分析法在能力评价方面有较多应用,比如罗俊颖等<sup>[1]</sup>采用层次分析与模糊综合判断相结合的方法,建立了人影作业站安全生产分析管理评价指标体系及评价方法;谢彦红<sup>[2]</sup>及孔素然等<sup>[3]</sup>采用层次分析法分别确定了大学生科研能力及科研创新能力的评价指标体系;孙丽娟<sup>[4]</sup>及马珂等<sup>[5]</sup>则将层次分析法用于了企业员工的综合评价。但众多学者对于知识能力评价方面的研究成果还不多见,且相关研究的范围有待进一步扩展。气象部门作为服务行业,业务人员的知识能力水平至关重要,对其进行知识能力评价模型的构建研究是必要的、可行的。本文将知识能力评价这一理论体系引入到气象部门业务人员管理之中,以基

**收稿日期:**2018-01-22

**作者简介:**谭婷(1986—),女,汉,湖南衡阳人,硕士,工程师,从事气象业务管理工作。

**基金项目:**2018年度湖南省气象局科研课题(XQKJ18B012)

[4] 刘璐,栗珂,柴芊. 陕西果业基地伏旱指数及其预报方法[J]. 气象科学,2010,30(3):382-386.

[5] 柴芊,栗珂,刘璐. 陕西果业基地苹果花期冻害指数及其预报方法[J]. 中国农业气象,2010,31(4):621-626.

[6] 刘映宁,贺文丽,李艳莉,等. 陕西果区苹果花期冻害农业保险风险指数设计[J]. 中国农业气象,2010,31(1):125-129.

[7] 刘璐,张勇. 陕西苹果产量预报模型初探[J]. 安徽农业科学,2012,40(6):3474-3475,3479.

层综合气象业务人员为研究对象,采用层次分析法等科学方法进行知识能力评价系统模型构建与应用。

## 1 概念界定及层次分析法(AHP)简介

### 1.1 概念界定

参考国内外学者对知识能力涵义的定义<sup>[6]</sup>,本文将基层综合气象业务人员知识能力定义为其胜任综合业务岗位所必须掌握的实体的知识,主要包括理论基础知识和专业技能知识两部分。

### 1.2 层次分析法(AHP)简介

层次分析法<sup>[7]</sup>(analytic hierarchy process,简称 AHP),最早是由美国匹兹堡大学 T. L. Saaty 教授提出的。它是指将一个复杂的决策问题分解成目标、准则、方案等多个层次,并对各层次上的元素指标进行定性和定量相结合的一种简便实用的分析方法。它可以将一个复杂的决策问题分解为不同的组成因素,并根据因素之间的关联影响和隶属关系等将其聚集组合成一个多层次的分析结构模型,最终将复杂的决策问题转化为简单的最低层相对最高层的相对重要权值或相对优劣次序的确定问题。它在吸收了专家小组的定性分析和逻辑判断的同时,还通过一致性检验的方法最大限度的减少结果的不确定性因素。

要科学评价基层综合气象业务人员的知识能力,主要的难点就是如何将定性的指标进行量化处理。因此,本文提出运用层次分析法对能力评价模型中的各层次要素进行定量测算,确定权重,从而较全面、较系统的分析研究知识能力评价模型。

## 2 建立知识能力评价模型

### 2.1 建立知识能力评价指标体系

基层综合气象业务人员知识能力评价指标的建立是一项系统工作,涉及到多项工作和操作步骤,具体步骤如下:

#### (1) 工作职责梳理

通过收集整理基层综合气象业务相关文件,结合基层综合气象业务人员的工作实际,对其工作职责进行有效的梳理,并逐一分析,明确各工作职责对应的工作任务。

#### (2) 知识能力分析

通过对基层综合气象业务人员各项工作任务进行整合、分解,并对每一项工作任务在知识能力上的需求进行分析,得出基层综合气象业务人员知识能力结构、知识能力模块,并初步得出知识能力要素项。然后,通过调查访谈法,对知识能力要素项进行补充。

#### (3) 知识能力优化

通过专家小组讨论法,对知识能力要素项展开讨论,对重叠、相似部分的进行重组、整合及优化,消除冗余,对简单且相关的项目进行合并,确定最终的知识能力要素项。

#### (4) 确定指标体系

将基层综合气象业务人员知识能力定义为目标层,知识能力结构及所属的知识能力模块、知识能力要素分别定义为一级指标、二级指标及三级指标。则基层综合气象业务人员知识能力评价指标体系(见表 1):

目标层 — 确定基层综合气象业务人员知识能力 A;

准则层 — 知识能力结构一级指标  $B_1, B_2$ ;

子准则层 — 知识能力模块二级指标  $B_{11}, B_{12}, B_{13}, B_{21}, B_{22}, B_{23}$ ;

措施层 — 知识能力要素三级指标  $C_{111} \dots C_{115}, C_{121} \dots C_{125}, C_{131} \dots C_{135}, C_{211} \dots C_{213}, C_{221} \dots C_{223}, C_{231} \dots C_{233}$ 。

### 2.2 构建知识能力评价模型

借鉴国内学者<sup>[8]</sup>对模糊性指标量化方法,通过专家小组打分法、层次分析法计算基层综合气象业务人员知识能力三级评价指标体系的权重值,从而构建知识能力评价模型。其具体步骤如下。

#### (1) 构建判断矩阵

专家小组成员在同一层次中分别选取两个因子  $x_i$  和  $x_j$ ,用  $a_{ij}$  表示这两个因子对上一层级 Z 的影响程度之比,每一个指标元素均与本层次所有指标元素进行比较。采用列指标比行指标的方式,用数值 1~9 及其倒数作为标度。然后用矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  表示所有层次相互比较结果, A 为 Z-X 之间的成对比较判断矩阵。根据上述方法,得出三级评价指标两两比较矩阵如下:

表 1 基层综合气象业务人员知识能力评价指标体系表

目标层	准则层(一级指标)	子准则层(二级指标)	措施层(三级指标)
基层综合 气象业务 人员知识 能力 A	气象防灾减灾基础知识 B <sub>11</sub>		气象灾害防御知识 C <sub>111</sub>
			预警信息发布知识 C <sub>112</sub>
			气象为农服务建设知识 C <sub>113</sub>
			气象灾害风险业务知识 C <sub>114</sub>
			人工影响天气知识 C <sub>115</sub>
	理论基础知识 B <sub>1</sub>	气象预警预报基础知识 B <sub>12</sub>	天气学基础知识 C <sub>121</sub>
			新一代天气雷达应用基本知识 C <sub>122</sub>
			卫星气象应用基本知识 C <sub>123</sub>
			预报预警业务规范类知识 C <sub>124</sub>
			业务发展政策及规划知识 C <sub>125</sub>
	综合观测业务基础知识 B <sub>13</sub>		综合观测基本知识 C <sub>131</sub>
			自动化观测相关知识 C <sub>132</sub>
			数据质量控制与气象资料应用知识 C <sub>133</sub>
			气象资料统计相关规定知识 C <sub>134</sub>
			气象探测相关法律法规和规章知识 C <sub>135</sub>
天气预报与服务技能知识 B <sub>21</sub>		天气资料分析应用 C <sub>211</sub>	
		上级指导预报产品订正 C <sub>212</sub>	
		撰写各类气象服务材料 C <sub>213</sub>	
		气象装备安装维护 C <sub>221</sub>	
		气象装备故障诊断与维修 C <sub>222</sub>	
专业技能知识 B <sub>2</sub>	气象装备技术保障技能知识 B <sub>22</sub>	气象装备维护维修工具使用 C <sub>223</sub>	
		ISOS 软件安装应用 C <sub>231</sub>	
		MPOS 平台相关应用 C <sub>232</sub>	
		气象观测数据综合处理技能知识 B <sub>23</sub>	气象观测数据维护处理 C <sub>233</sub>

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \quad A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & \frac{1}{2} \\ 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{6} & \frac{1}{7} \\ 6 & 1 & \frac{1}{3} \\ 7 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & \frac{1}{2} & 4 & 5 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{5} & 2 & \frac{1}{3} \\ 2 & 5 & 1 & 4 & 5 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & 3 & \frac{1}{5} & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 & 4 & 4 \\ \frac{1}{5} & 1 & 3 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & 2 & 2 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & 2 & 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \quad A_{13} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 9 & 9 \\ \frac{1}{3} & 1 & 4 & 8 & 8 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & 1 & 6 & 6 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{6} & 1 & 2 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{6} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} \\ 3 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_{22} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 \\ \frac{1}{4} & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_{23} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} \\ 3 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

## (2) 层次单排序及一致性检验

层次单排序是通过归一化后,同一层次的评价指标对于上一层次某类评价指标相对重要性的排序权值。

首先,计算各判断矩阵每一行指标标度的积  $M_i$ :

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}, i = (1, 2, 3, \dots, n);$$

然后,计算各行  $M_i$  的  $n$  次方根值  $\omega_i'$ :

$$\omega_i' = \sqrt[n]{M_i}, n \text{ 为矩阵阶数};$$

最后,将向量  $\omega_i' = (\omega_1', \omega_2', \dots, \omega_n')^T$  进行归一化处理:

$$\omega_i = \frac{\omega_i'}{\sum_{j=1}^n \omega_j'}$$

$\omega_i$  为单层各评价指标权重值。

当得到一级评价指标的权重值后,再依次对二级、三级评价指标的权重值进行计算。可以计算得到评价指标的单层权重值分别为:

$$\mathbf{w} = (0.33, 0.67)^T;$$

$$\mathbf{w}_1 = (0.25, 0.25, 0.50)^T;$$

$$\mathbf{w}_2 = (0.07, 0.29, 0.64)^T;$$

$$\mathbf{w}_{11} = (0.33, 0.07, 0.43, 0.07, 0.10)^T;$$

$$\mathbf{w}_{12} = (0.51, 0.11, 0.07, 0.18, 0.13)^T;$$

$$\mathbf{w}_{13} = (0.50, 0.29, 0.14, 0.04, 0.03)^T;$$

$$\mathbf{w}_{21} = (0.27, 0.11, 0.61)^T;$$

$$\mathbf{w}_{22} = (0.67, 0.23, 0.10)^T;$$

$$\mathbf{w}_{23} = (0.27, 0.12, 0.61)^T。$$

在计算出单层权重值后,为了尽可能的保证计算结果更加科学、合理,还需要将结果进行一致性检验。

首先,采用方根法计算判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$ :

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(\mathbf{A}_w)_i}{\omega_i}$$

$(\mathbf{A}_w)_i$  表示向量的第  $i$  个元素,  $\mathbf{A}$  为判断矩阵。

然后,计算一致性指标  $I_C$ :

$$I_C = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)。$$

最后,计算随机性一致比率  $R_C$ :

$$R_C = I_C/I_R,$$

$I_R$  为平均随机一致性指标值。

当  $R_C < 0.10$  时,判断矩阵具有满意的一致性。否则需要适当调整打分,直到得到满意的一致性。

按照以上公式,对判断矩阵进行一致性检验,得到结果为:

$$R_C = 0.0000, R_{C1} = 0.0000, R_{C2} = 0.0961, \\ R_{C11} = 0.0819, R_{C12} = 0.0542, R_{C13} = 0.0864, \\ R_{C21} = 0.0707, R_{C22} = 0.0825, R_{C23} = 0.0707, \text{均通过一致性检验。}$$

## (3) 层次总排序

各单层排序权值经过一致性检验后,计算同一单层所有指标对于总目标层相对重要性的排序权值的这一过程,称为层次总排序。层次总排序过程是由高层次到低层次逐层进行的,将准则层及措施层指标的权重进行合成,最终获得基层综合气象业务人员知识能力一级指标权重系数为  $\mathbf{A} = (0.33, 0.67)$ ;二级指标权重分别为  $\mathbf{A}_1 = (0.08, 0.08, 0.17)$ ,  $\mathbf{A}_2 = (0.05, 0.19, 0.43)$ ;三级指标权重分别为  $\mathbf{A}_{11} = (0.02, 0.01, 0.03, 0.01, 0.01)$ ,  $\mathbf{A}_{12} = (0.04, 0.01, 0.01, 0.01, 0.01)$ ,  $\mathbf{A}_{13} = (0.08, 0.05, 0.02, 0.01, 0.01)$ ,  $\mathbf{A}_{21} = (0.01, 0.01, 0.03)$ ,  $\mathbf{A}_{22} = (0.13, 0.04, 0.02)$ ,  $\mathbf{A}_{23} =$

(0.12, 0.05, 0.26)。

(4) 确定知识能力评价模型

将三级指标权重值与评价指标一一对应,最终可以得到基层综合气象业务人员知识能力评价模型(见表2)。

3 模型的应用及验证

3.1 模型的应用

根据评价模型,制定命题结构表,并设定合适的评价结果,就可以将知识能力评价模型合理的运用于综合气象业务人员的学习和管理工作实践中。

(1) 命题结构表

命题结构表是评价的蓝图,通过结构表可以将知识能力要素、权重、题型、分值等信息数量化。以“气象防灾减灾基础知识”二级指标为例,其对应的三级指标包括“气象灾害防御知识”等部分。根据知识能力模型,其三级权重为  $A_{11} = (0.02, 0.01, 0.03, 0.01, 0.01)$ , 则其命题结构见表3,其中分值比例以每个指标的权重乘以100%确定。

(2) 设定评价结果

将基层综合气象业务人员总体综合知识能力评价等级设定为“优秀”、“良好”、“合格”及“不合格”四个等级,具体分级标准见表4。将基层综合气象业务人员知识能力模块分类评价等级设为“较好”、“一般”及“不足”三个等级,具体评分标准见表5。

表2 基层综合气象业务人员知识能力评价模型

目标层	准则层		子准则层		措施层			
	一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重		
A	B <sub>1</sub>	0.33	B <sub>12</sub>	0.08	C <sub>111</sub>	0.02		
					C <sub>112</sub>	0.01		
					C <sub>113</sub>	0.03		
					C <sub>114</sub>	0.01		
					C <sub>115</sub>	0.01		
	B <sub>2</sub>	0.67	B <sub>22</sub>	0.19	C <sub>121</sub>	0.04		
					C <sub>122</sub>	0.01		
					C <sub>123</sub>	0.01		
					C <sub>124</sub>	0.01		
					C <sub>125</sub>	0.01		
					C <sub>131</sub>	0.08		
					C <sub>132</sub>	0.05		
					B <sub>13</sub>	0.17	C <sub>133</sub>	0.02
					C <sub>134</sub>	0.01		
					C <sub>135</sub>	0.01		
B <sub>23</sub>	0.43	B <sub>23</sub>	0.43	C <sub>211</sub>	0.01			
				C <sub>212</sub>	0.01			
				C <sub>213</sub>	0.03			
				C <sub>221</sub>	0.13			
				C <sub>222</sub>	0.04			
B <sub>23</sub>	0.43	B <sub>23</sub>	0.43	C <sub>223</sub>	0.02			
				C <sub>231</sub>	0.12			
				C <sub>232</sub>	0.05			
					C <sub>233</sub>	0.26		

表3 基层综合气象业务人员知识能力评价命题结构示例表

二级指标	三级指标	分值比例	题量		
			单选	多选	判断
气象防灾减灾基础知识	气象灾害防御知识 C <sub>111</sub>	2%	—	—	—
	预警信息发布知识 C <sub>112</sub>	1%	—	—	—
	气象为农服务建设知识 C <sub>113</sub>	3%	—	—	—
	气象灾害风险业务知识 C <sub>114</sub>	1%	—	—	—
	人工影响天气作业知识 C <sub>115</sub>	1%	—	—	—
分值	—	—	—	—	—

表4 总体综合评价等级表

测评分数(S)	评价结果
$S \leq 60\%$	不合格
$60\% < S \leq 70\%$	合格
$70\% < S \leq 85\%$	良好
$S > 85\%$	优秀

表5 知识能力分类评价等级表

单项测评分数(V)	评价结果
$V \leq 70\%$	不足
$70\% < V < 90\%$	一般
$V \geq 90\%$	较好

根据命题结构表,编制对应权重的试卷供基层综合气象业务人员进行知识能力测验,理论基

表6 基层综合气象业务人员知识能力评价结果对比分析表

评价对象	评价来源	A	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
01号业务人员	系统评价	优	较好	一般	较好	一般	一般	较好
	专家评价	优	一般	一般	较好	一般	一般	较好
02号业务人员	系统评价	良	不足	不足	较好	一般	一般	一般
	专家评价	良	一般	不足	较好	一般	不足	一般
03号业务人员	系统评价	合格	不足	不足	一般	一般	一般	不足
	专家评价	合格	一般	不足	一般	一般	不足	不足

#### 4 结论与讨论

本研究通过层次分析法等科学方法,建立了一套具有理论依据,规范、科学开发设计思路的基层综合气象业务人员知识能力评价模型。模型包括2个知识能力结构、6个知识能力模块和24个知识能力要素三级评价指标及其指标权重值。从实践验证来看,该模型具有较好的可操作性和针对性,对于基层综合气象业务人员知识能力评价有一定的实用价值。但本研究中也存在一定的不足,比如基层综合气象业务人员知识能力项的项目较多,需要建立对应的评价题库,且评价结果的应用部分还有待进一步深入。

#### 参考文献:

[1] 罗俊颖,贺文彬,刘映宁,等. 人工影响天气作业站安

础知识能力测试采用笔试的方法,专业技能知识能力测试采用现场实际操作的方法。测试的分数与评价设定表相结合,即可得到该名业务人员综合气象业务知识能力的总体综合评价等级及各知识能力模块分类评价等级。

#### 3.2 模型的验证

按照模型的应用方法,将通过测试得到的评价结果与专家组对其主观评价结果进行比较,通过对比可以发现应试人员测试结果与专家组的总体评价结果一致,只有部分知识能力模块的分类评价结果有一定出入,这是因为个人主观意见及题库大小等原因造成的。总体上,基于评价模型得到的评价结果与专家的评价结果一致性较好,评价模型能够基本实现基层综合气象业务人员知识能力的评价分析。具体评价结果见表6。

全分级评价指标研究[J]. 陕西气象,2018(4):23-28.

[2] 谢彦红. 新建地方高校大学生科研能力评价体系探讨[J]. 黑龙江教育,2010(2):23-25.

[3] 孔素然,于景华,张振荣. 基于AHP和模糊综合评判的农科大学生科研创新能力评价[J]. 高等农业教育,2010(9):78-80.

[4] 孙丽娟. 层次分析法在选取优秀印刷工人中的应用[J]. 印刷质量与标准化,2012(7):33-35.

[5] 马珂,高厚礼,滕兴乐. 基于层次分析法(AHP)的企业员工工作满意度研究[J]. 才智,2013(19):236-238.

[6] 宁焯,樊治. 知识能力的内涵与特征研究[J]. 科学与科学技术管理,2008,29(5):80-85.

[7] SAATY T L. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process[J]. Management Science, 1986, 32(7):841-855.

[8] 沙旭东. 学生数学建模能力评价体系及应用实例[D]. 济南:山东大学,2011.