

航空装备保障系统效能评估

苏 畅,张恒喜  
(空军工程大学 工程学院,陕西 西安 710038)

摘 要:运用系统工程理论研究了装备保障系统效能的评价方法。建立了评价装备保障系统效能的总体模型。在此基础上,提出了评价装备保障系统效能的指标体系,确定了各指标的权重。  
关键词:保障系统效能;指标体系;效能评估  
中图分类号: V37;N945.16 文献标识码:A 文章编号:1009-3516(2006)01-0013-03

1 模型的建立

1.1 总体框架的建立

装备保障系统是一个涉及人-机-环境工程极其复杂的大系统,包括人员、指挥、保障、和装备方面的因素,这些因素决定着部队战斗力的高低,由于各要素之间的关系错综复杂,建模有一定难度。本文认为,这个复杂的大系统可以利用下面的模型来评估,即 $E=ADC$ 。 $E$ :系统效能,这里指为达到一系列规定任务要求系统具有的能力的量度; $A$ :系统有效度,它是系统在开始执行任务时的状态量度,主要包括备件供应情况、人力及其素质,以及保障设备情况等,在本模型里只大致反映保障系统的初始情况; $D$ :任务可靠度,是指保障系统在实施航空保障的过程中,系统状态的量度,与系统的可靠性、执行任务中系统的修复性有关; $C$ :能力,它是任务执行结束时,系统完成任务能力的量度,与人员的能力、装备水平等有关。

1.2 指标体系的建立

根据专家的意见,选取的系统有效度、可靠度、能力各指标以及具体的层次关系见图1~图3<sup>[1]</sup>。

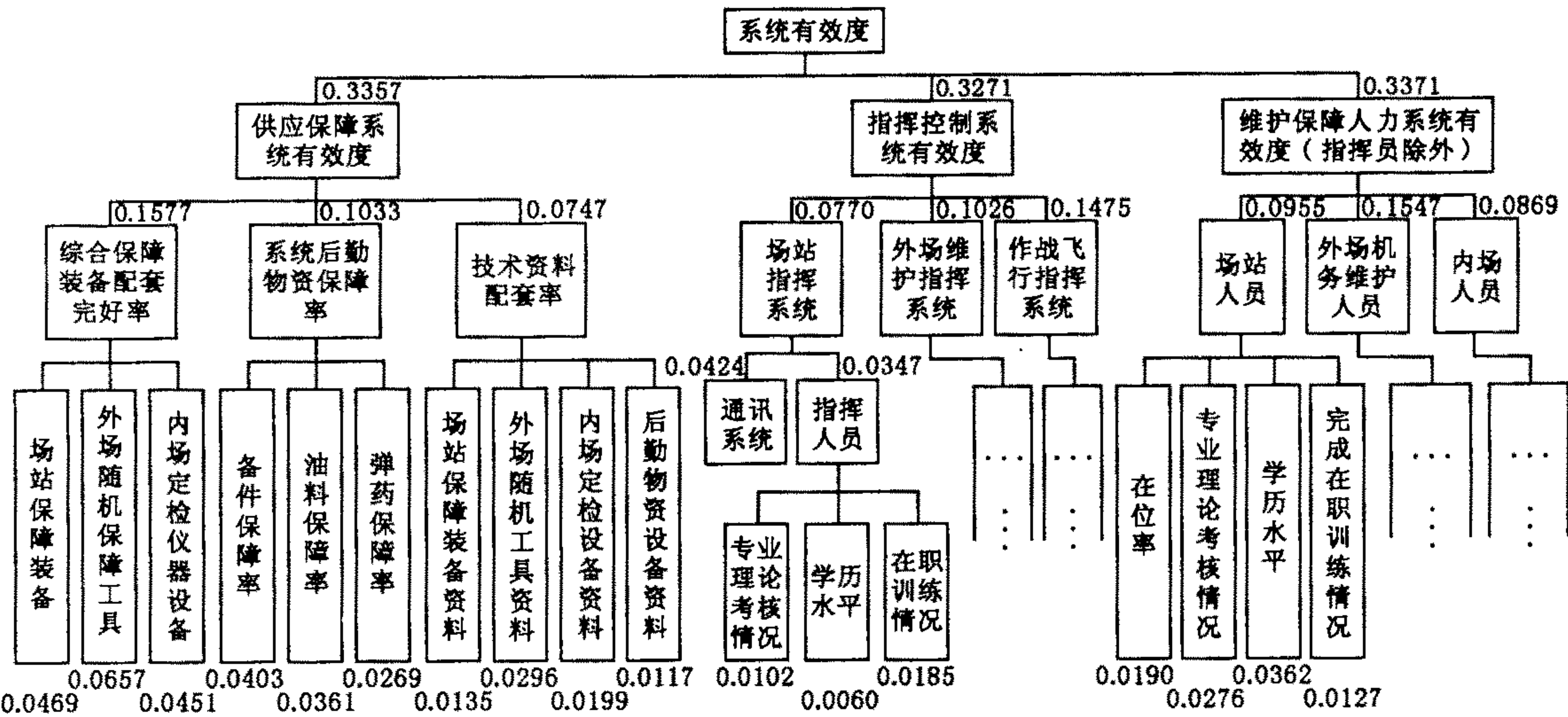


图1 系统有效度的评价指标体系

收稿日期:2004-08-30  
作者简介:苏 畅(1978-),男,辽宁沈阳人,博士生,主要从事军事装备保障研究;  
张恒喜(1937-),男,江苏姜堰人,教授,博士生导师,主要从事飞机型号发展工程等研究.

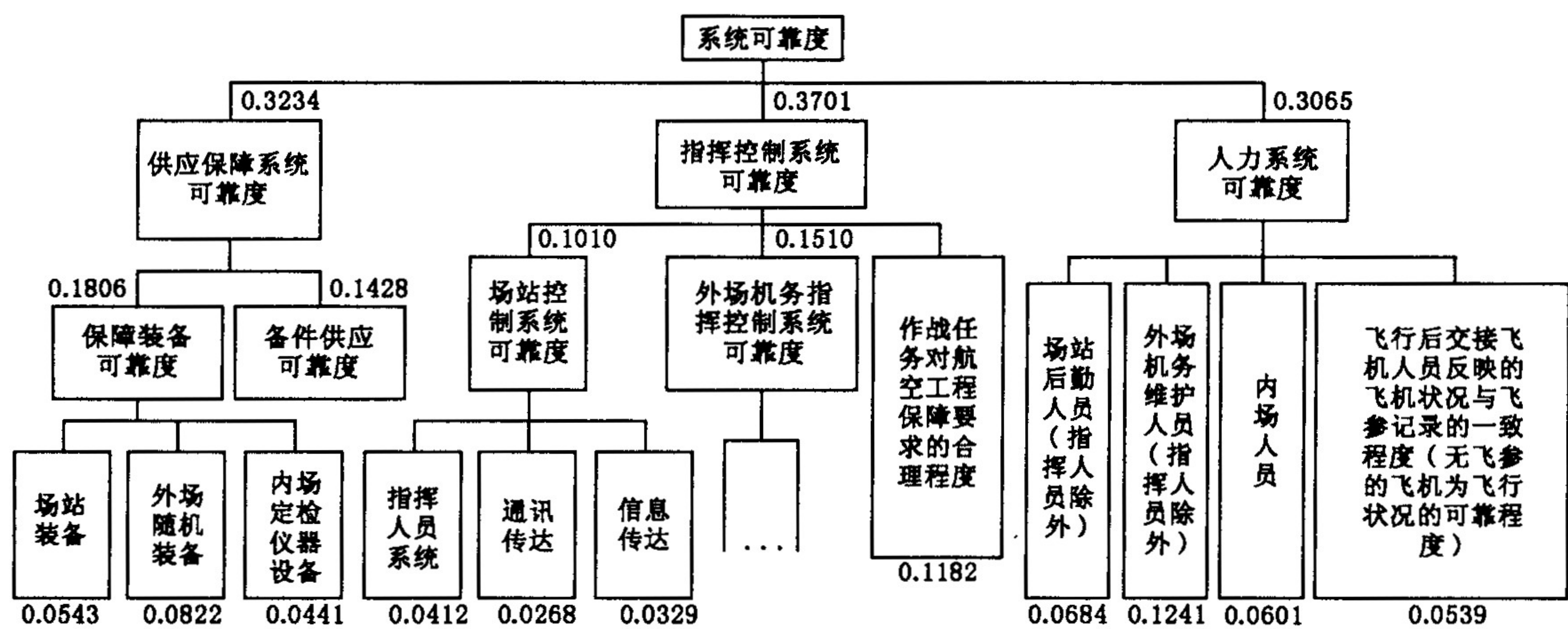


图2 系统可靠度的评价指标体系

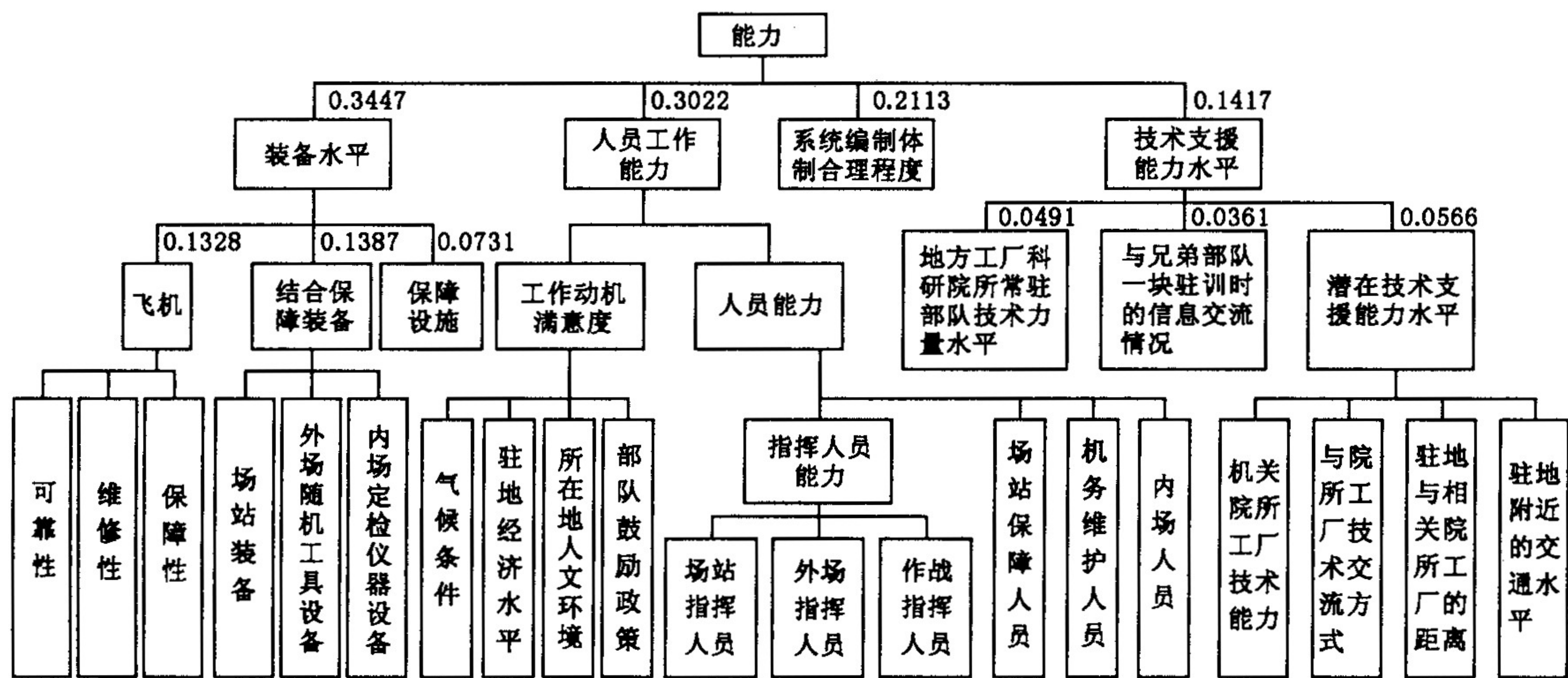


图3 装备保障系统能力评价指标体系

1.3 指标权重的确定

应用群组决策的层次分析法<sup>[2-3]</sup>(AHP)进行分析。为了使决策具有广泛的代表性,提高决策的有效性和准确性,本文对各指标权重的确定采用群组决策的方式,即由多位专家对各指标进行判断比较,得到多个判断矩阵和多个权重排序向量,然后按照一定的方法进行综合判断。

在群组判断的情况下,专家们意见的集中度将直接影响到最终评定结果的可信度。如果专家们的评判结果基本上一致,则由此得出的分析结果必然反映大多数专家的看法,具有一定的权威和足够的可信度。反之,若专家的意见过于分散,不能形成基本一致的看法,那么所得结果就没有什么实际意义。专家意见集中度的检验可按下述方法进行:设  $m$  个决策者给出的判断矩阵分别是  $A_k = (a_{ijk})$ ,  $k = 1, \dots, m$ , 显然  $A_k$  是互反阵,令  $B_k = \lg A_k = [\lg a_{ijk}]_{n \times n}$ , 则  $B_k$  是反对称阵,以  $\sigma_{ij}$  表示专家评价的总体标准差,则有  $\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m [b_{ijk} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m b_{ijk}]^2}$ 。根据  $\sigma_{ij}$  的计算结果,可以有以下两种情形,若  $\sigma_{ij}$  均小于1,可以认为专家组的意见较为统一,可以进行群组判断的综合;若  $\sigma_{ij} \geq 1$ ,则表明专家的意见分歧较大,则要根据结果统一协调各专家的意见,重新建立判断矩阵,待满足要求以后,再进行群组判断的综合。

用算术平均排序向量法对得到的多个排序向量进行处理。设  $m$  个决策者给出的判断矩阵分别是  $A_k = (a_{ijk})$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ , 由他们得到的权重向量分别是  $W_k = (W_{1k}, W_{2k}, \dots, W_{nk})^T$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ 。则有综合排序向量  $W_k = (W_{1k}, W_{2k}, \dots, W_{nk})^T$  其中,  $W_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m W_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。

为了方便不了解层次分析法的专家,使其很方便地给出思维一致的判断,采用最重要、很重要、较重要、稍重要、不重要简易调查表的形式来收集偏好信息。判断者只需根据自己的经验和价值观,对每个指标在相应的位置上做出选择(打'√')。然后再由评价者按一定的规则转化为 AHP 的判断矩阵  $A$ 。

由上述方法原理和例子可以看出,由上述调查表转化得到的判断矩阵不可能出现  $a > b, b > c, c > a$  的不一致情况,因此,得到的判断矩阵就不必再进行一致性检验,在进行专家意见的一致度检验后可直接求权重向量,进行进一步的群组判断的综合,这样就节省了一定的工作量。

在进行专家评判时,专家分为以下两种类型:A. 空军工程大学工程学院4名有部队工作经历、对飞行部队情况比较熟悉的教员。B. 空军工程大学工程学院6名部队在职干部学员(包括1名航空兵师装备部部长,2名机务大队长,2名中队长,1名分队长)。

在系统的能力模型中,研究人员的工作能力时,根据已有研究成果,人员的工作能力,与能力和工作动机(报酬和福利、工作环境和本身)有关<sup>[4]</sup>,它们的关系是工作能力 = 能力 × 工作动机。因此,不易求出工作动机满意度和人员能力的下层指标相对于最上层指标装备保障系统能力的权重,因此,本文根据它们的底层指标确定出人员工作能力以后,以这个指标为基础进行更上层的综合确定。相应的部分见图3。

根据上述的方法,计算求得的部分主要指标权重见图1、图2、图3,最后将各指标加权求和即可得到装备保障系统的系统有效度、系统可靠度和系统的能力模型的综合计算公式。最后利用公式  $E = ADC$  即可进行最上层的系统效能的综合确定。对于模型中各个底层指标的评价方法在进行整个系统的效能评估时也进行了研究,详见参考文献[1]。

## 2 示例及效用分析

应用本文提出的方法对某部队装备保障系统进行了评估,最终的结果是  $E = ADC = 0.8323 \times 0.8719 \times 0.4921 = 0.3571$

由数值结果可知,该飞行团A和D较高,而C却较低,符合实际,由于航空兵部队是空军作战的主力军,在从严治军、科学管理、日常战备等方面做了大量的工作,对人员、物资、装备等方面的管理都极为严格,因此整个保障系统在可用性、可靠性方面得以保持在较高的水平;但限于我国的综合国力,在装备水平、保障设施、人员素质等方面还比较落后,与外军有较大差距,从而导致系统的能力较低,影响到了整个装备保障系统的效能,效能值  $E = 0.3571$  就说明了这一点,发达国家军队的装备保障系统的效能值一般在0.6以上。

## 3 结束语

本文提出的效能评价方法可以方便地评估航空工程保障系统的效能,以数值形式表示的系统效能,直观、形象,结果科学可靠,可为决策者提供科学依据。在应用此法进行效能评估时可以发现整个保障系统中的薄弱环节,比较不同航空兵部队保障系统的效能,也可以比较不同航空兵部队保障系统中相应环节相应层次的工作情况。提出的效能评估指标体系,层次分明,方便应用,数据容易收集,能够满足评估装备保障系统效能的一般需要。本文的研究只是和平时期我军装备保障系统效能,由于战时情况复杂多变,整个系统处于不稳定状态,应用系统的分析方法难以达到评价的目的,因此不考虑战时的复杂情况。

### 参考文献:

- [1] 苏 畅. 航空工程保障系统效能评定方法研究[D]. 西安:空军工程大学,2004.
- [2] 何 堃. 层次分析法的标度研究[J]. 系统工程理论与实践,1997,17(6):58-61.
- [3] 张俊峰,朱雪平. 指挥员素质的模糊分析[J]. 人类工效学,2002,8(4):48-51.
- [4] 倪陈明,马剑虹. 企业职工的工作价值观与组织行为关系[J]. 人类工效学,2000,6(4):24-28.

(姚树峰)

## Effectiveness Evaluation of Aeronautical Equipment Support System

SU Chang, ZHANG Heng-xi

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

**Abstract:** An efficient evaluation method of aeronautical equipment support system is presented by using a system engineering theory and an integrated model is established. Based on the above, the index system evaluating the efficiency is put forward and every index's weight is calculated.

**Key words:** support system's efficiency; index system; effectiveness evaluation