

doi: 10.7690/bgzdh.2018.07.013

阵地设施设备保障能力评估

孟岩磊, 陈桂明, 常雷雷

(火箭军工程大学装备管理工程系, 西安 710025)

摘要: 为更好地给部队提供阵地作战、训练以及生存保障, 对阵地设施设备保障能力评估问题进行研究。从通风空调系统、给排水系统、供配电系统和综合信息管理系统 4 个方面介绍了阵地设施设备的组成与功能, 并在此基础上构建阵地设施设备保障能力评估指标体系, 建立基于 AHP-模糊综合评价的保障能力评估模型, 运用所建模型对某阵地设施设备保障能力进行评估, 并分析了评估结果。研究表明: 该成果可以为阵地建设论证及设施设备设计布局、合理配套以及使用保障过程中的维护修理、升级改造等提供一定的理论指导与实践参考。

关键词: 阵地设施设备; 保障能力评估; 组成与功能; AHP-模糊综合评价

中图分类号: E951.1 **文献标志码:** A

Supportability Assessment for Positional Facilities and Equipment

Meng Yanlei, Chen Guiming, Chang Leilei

(Department of Management, High-tech Institute of Xi'an 710025, China)

Abstract: In order to provide better position combating, training and survival guarantee for the troops, the evaluation of the support capability of the positional facilities and equipment is studied. In this study, four aspects have been reviewed to gain a further insight for the composition and functions for positional facilities and equipments, namely the ventilation air-conditioning system, water supply and drainage system, power supply and distribution system and the integrated information management system. Moreover, a new AHP- fuzzy approach is introduced for the supportability assessment for positional facilities and equipment, and the evaluation results are further explored. The result showed that: The research can provide theoretical guidance and practical reference for the construction demonstration, decision, reasonable matching and maintenance and upgrade of the equipment during the installation.

Keywords: positional facilities and equipment; supportability assessment; composition and function; AHP-fuzzy approach

0 引言

阵地是武器装备储存和人员赖以生存的基本场所, 是保障部队训练、战备值班和作战的基本条件^[1]。阵地在战备、作战和训练中能为武器装备提供一个安全、可靠的场所, 确保其良好的战术技术性能, 为部队的军事训练、战备值班、战役演习、作战行动和人员生存提供强有力的保障^[2]。阵地设施设备是供部队在阵地进行作战、训练以及生存所需的设施和设备的统称^[3]。通常包括通风空调系统设施设备、给排水系统设施设备、供配电系统设施设备和综合信息管理系统设施设备^[4], 主要功能是: 为武器系统提供必要的储存环境, 保护武器系统免受自然环境和人为因素的侵蚀、破坏; 为作战、训练提供必备的电力、照明、监测、防护等保障条件; 为作战人员的生存提供必要的防护和生活保障条件。良好技术状态的阵地设施设备是阵地实现保障功能的基础。

目前关于阵地设施设备保障能力评估的研究非常少。笔者构建阵地设施设备保障能力评估指标体系和评估模型, 评估分析某阵地设施设备实际保障能力。

1 阵地设施设备组成及保障功能

1.1 通风空调系统

通风空调系统设施设备是指用来完成阵地通风和实现空气调节的设施设备^[5]。如通风机(进风机、回风机、排风机)、除湿机(固定式或移动式除湿机)、空气压缩机、加热器、风管、阀门、降噪装置。

通风空调系统的功能是创造工程内要求的人工空气环境, 满足工程内人员工作和武器装备储存使用要求。阵地通风空调系统分为通风和空气调节 2 部分^[6]。通风部分的保障功能: 一是通风换气。向工程内送入工程外的新鲜空气, 排除工程内的废气和有害气体, 确保工程内人员工作、生活的卫生要

收稿日期: 2018-04-10; 修回日期: 2018-05-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71601180); 火箭军军内科研项目(EP2016031000A22191)

作者简介: 孟岩磊(1988—), 男, 河南人, 博士, 从事阵地保障能力评估及优化设计研究。

求以及武器装备储存使用的工艺要求。二是“三防”。确保工程内在通风换气时,防止敌核武器、生物武器和化学武器对工程内人员的伤害和设备的损害。空气调节部分主要是保证工程内空气的“四度”(温度、湿度、清洁度和速度)^[7]及噪声在要求的范围内。

1.2 给排水系统

给排水系统设施设备是指用来完成阵地供水和排水的设施设备^[8],如各种类型的水泵、供排水管道、水阀、净水装置、降噪装置等。

给排水系统的保障功能:一是供水。向阵地内提供符合水质、流量、压力及温度要求的各种用水,以保证人员生活和设备正常运转需要。二是排水。将阵地内的生活废水、设备废水、洗消后的染毒水等收集起来,排至阵地外部。三是水处理。一方面是水源水质处理,即对阵地外部水源和内部水库的水质取样、检测、化验和消毒、杀菌、过滤、净化等处理,使之符合国家规定的生活饮用水水质标准和相关装备工艺用水水质标准^[9];另一方面对有毒的污水进行有效处理,使其中的含毒量降低到国家规定的浓度以下,确保不对外界环境造成污染和破坏。

1.3 供配电系统

供配电系统设施设备是指用来完成阵地供配电的设施设备^[10]。主要指设置在阵地内的发电机组设备和高、低压配电系统设备^[11]。一般由一定数量的柴油发电机组、配电变压器、高低压开关或成套装置、配电柜(箱)、高低压电力电缆和导线、各类电动机、照明设施、柴油、储油罐及其他用电设备等组成。

供配电系统的功能是向阵地内部各区域输送分配电能,保持不间断供电,为部队的训练和作战提供安全可靠的电力供应保障服务,为阵地的维护管理、保障管理、技术改造、工程施工以及作战指挥、装备操作使用、安全警戒、后勤保障等提供安全可靠的电力供应保障。

1.4 综合信息管理系统

综合信息管理系统设施设备是指能够对阵地环境温湿度、水、电、安全警戒、信息传输、远距离监控等实现自动化管理的设施设备^[12]。是实现阵地安全管理及自动化管理的重要基础和物质条件。

阵地综合信息管理系统采用现代集成技术,实现环境监控、火灾报警、门禁安检、视频监控、周边警戒、音视频调度等子系统间的信息共享、功能联动和操作界面的统一。综合信息管理系统设施设备主要实现阵地设备自动控制、环境参数自动调节、安全状态实时监视、阵地信息综合处理等保障功能。

2 保障能力需求与评估指标体系

2.1 通风空调系统保障能力需求

通风空调系统设施设备保障能力包括送风能力、排风能力和空气处理能力。

1) 送风能力。送风是指将满足阵地内人员工作生存和武器装备储存使用要求的空气输送至阵地内各功能区域和房间。送风能力表示通风空调系统设施设备将符合要求的空气按时、足量输送至阵地各功能区域和房间的能力。

2) 排风能力。排风是指将阵地内部不能满足人员工作生存与装备储存使用要求的污浊、染毒气体排至阵地外部。排风能力表示通风空调系统按照规定要求排出阵地废气的能力。

3) 空气调节能力。空气调节能力表示通过通风空调系统设施设备对空气的处理,使空气指标参数达到阵地内部人员、装备使用要求的能力。

2.2 给排水系统保障能力需求

给排水系统设施设备保障能力包括供水能力、排水能力、水处理能力和水库储备能力。

1) 供水能力。供水是指将符合要求的水输送至阵地各用水区域。供水能力表示阵地设施设备供水满足阵地人员工作生存、装备储存使用所需用水的能力。

2) 排水能力。排水是指将阵地使用过程中会产生废水及时排出阵地外。排水能力表示有效收集阵地内的废水及时排至阵地外部的能力。

3) 水处理能力。水处理是指对水源水质和废水按照规定程序和要求进行处理。水处理能力表示将水源水质和废水处理达到规定指标要求的能力。

4) 水库储备能力。在阵地外水源遭到破坏或阵地外部水源水质经处理后仍不能满足人员、装备用水要求的情况下,需要使用阵地水库储备用水。水库储备能力表示阵地内水库储备的水量满足人员、装备使用需求的能力。

2.3 供配电系统保障能力需求

供配电系统设施设备保障能力包括市电供电能力、自备电站供电能力和油料储备能力。

1) 市电供电能力。市电供电是阵地电力供应保障的主要形式之一。市电供电能力表示平时状态下，利用市电供电模式保障阵地内部人员工作生存、设备运行、装备储存与操作使用等正常开展的能力。

2) 自备电站供电能力。自备电站是阵地的应急备用电源，市电中断或阵地实施作战任务等电力稳定性要求较高任务时，需采用自备电站供电模式。自备电站供电能力通常用供电模式转换时间与自备电站发电功率衡量。

3) 油料储备能力。当阵地投入作战使用时，自备电站在规定发电功率条件下必须满足作战的时限要求。油料储备能力表示阵地采用自备电站供电模式下阵地储备的油料满足作战时限要求的能力。

2.4 综合信息管理系统保障能力需求

综合信息管理系统设施设备保障能力包括监测能力、报警能力、控制能力和指挥调度能力。

1) 监测能力。综合信息管理系统可以对阵地内部温湿度环境、电力、给排水、设施设备管理和人员生存生活保障等进行监测。监测能力表示对阵地人员、环境、设施设备以及管理等要素的状况进行监视、测量的能力。

2) 报警能力。综合信息管理系统能对阵地故障设备状态、环境参数和信号传输线路进行检测，及时发出故障报警并指示故障位置。报警能力表示对阵地异常情况准确判断并及时做出反应与报告警示的能力。

3) 控制能力。综合信息管理系统根据监测到的数据能够自动实施对有关设备的控制与参数的调节，实现阵地设施设备管理自动化。控制能力表示综合信息管理系统对阵地设施设备运行状态和环境参数的控制与调节能力。

4) 指挥调度能力。综合信息管理系统能为阵地的使用和管理者提供图像、语音、数据等多种类型信息应用环境，能完成通信、智能广播、会议等功能。指挥调度能力表示综合信息管理系统完成人员与人员、人员与系统之间指挥、通信、调度的能力。

2.5 阵地设施设备保障能力评估指标体系

根据以上分析，构建阵地设施设备保障能力评估指标体系，详见图 1。

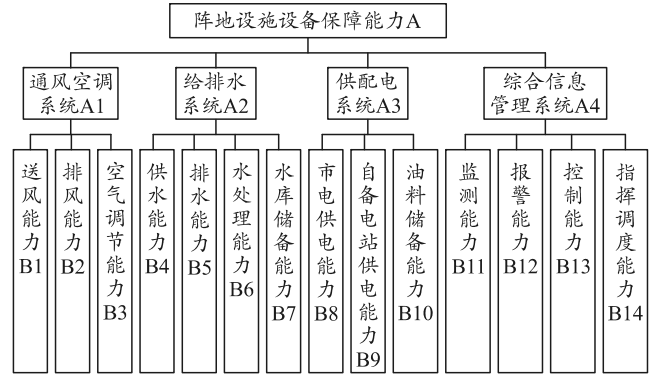


图 1 阵地设施设备保障能力评估指标体系

3 保障能力评估模型构建及应用

3.1 基于 AHP-模糊综合评价法保障能力评估模型

基于 AHP-模糊综合评价法的阵地设施设备保障能力评估模型中，总共有 2 个部分，首先是层次分析法，其次是模糊综合评价。二者之间互为补充，增强了保障能力评估的科学性、合理性与精确性。具体如图 2 所示。

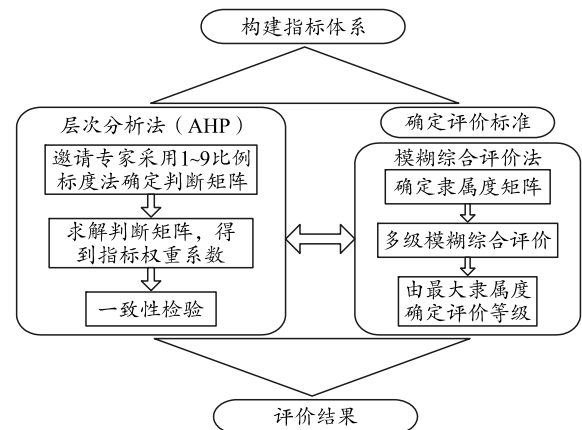


图 2 AHP-模糊综合评价模型

3.1.1 确定指标权重

运用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)确定指标权重时，首先采用专家调查的方法获得判断矩阵，然后计算分析调查数据，并进行一致性检验，确定各指标的权重。由于阵地设施设备保障能力包含 4 个一级指标，各个一级指标又包含若干个二级指标，需要分别进行计算。

1) 通过专家调查法获取比较判断表，详见表 1—表 5。

表 1 第 1 层指标比较判断

A	A1	A2	A3	A4
A1	1	2	1/2	3
A2	1/2	1	1/3	2
A3	2	3	1	3
A4	1/3	1/2	1/3	1

表 2 通风空调系统指标比较判断

A1	B1	B2	B3
B1	1	2	2
B2	1/2	1	1
B3	1/2	1	1

表 3 给排水系统指标比较判断

A2	B4	B5	B6	B7
B4	1	3	2	2
B5	1/3	1	1/2	1/2
B6	1/2	2	1	1
B7	1/2	2	1	1

表 4 供配电系统指标比较判断

A3	B8	B9	B10
B8	1	1/3	1/2
B9	3	1	2
B10	2	1/2	1

表 5 综合信息管理系统指标比较判断

A4	B11	B12	B13	B14
B11	1	1/2	1/3	1
B12	2	1	1/2	2
B13	3	2	1	4
B14	1	1/2	1/4	1

首先对第 1 层指标权重进行计算:

2) 构造判断矩阵。

$$W_A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 2 & 3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}。$$

3) 层次单排序和一致性检验。

① 将判断矩阵的每一列进行归一化处理:

$$\bar{a}_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^4 a_{i1}} = 0.261，$$

得到判断矩阵如下:

$$W_A = \begin{bmatrix} 0.261 & 0.308 & 0.232 & 0.333 \\ 0.130 & 0.154 & 0.154 & 0.223 \\ 0.522 & 0.460 & 0.460 & 0.333 \\ 0.087 & 0.078 & 0.154 & 0.111 \end{bmatrix}。$$

表 6 阵地设施设备保障能力评估指标权重计算结果

名称	第 1 层指标权重	第 2 层指标符号	第 2 层指标权重	第 2 层指标总权重
通风空调系统 A1	0.283	B1	0.500	0.141
		B2	0.250	0.075
		B3	0.250	0.075
		B4	0.429	0.071
给排水系统 A2	0.165	B5	0.143	0.024
		B6	0.214	0.035
		B7	0.214	0.035
		B8	0.167	0.074
供配电系统 A3	0.445	B9	0.500	0.223
		B10	0.333	0.148
		B11	0.142	0.015
		B12	0.286	0.031
综合信息管理系统 A4	0.107	B13	0.430	0.037
		B14	0.142	0.015

4) 层次总排序和一致性检验。

② 将归一化处理的判断矩阵按行相加:

$$\bar{W}_1 = \sum_{j=1}^4 \bar{A}_{1j} = 1.1327。$$

同理, 计算出 $\bar{W}_2=0.660$, $\bar{W}_3=1.778$, $\bar{W}_4=0.429$ 。

③ 将向量 $\bar{W} = [\bar{W}_1 \ \bar{W}_2 \ \bar{W}_3 \ \bar{W}_4]^T$ 归一化:

$$W_1 = 0.283。$$

同理, 可以计算出 W_2 、 W_3 、 W_4 , 计算出来的特征向量也就是需要分析计算的权重值。

$$W = [0.283 \ 0.165 \ 0.445 \ 0.107]^T。$$

④ 计算最大特征根:

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 2 & 3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.283 \\ 0.165 \\ 0.445 \\ 0.107 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.158 \\ 0.670 \\ 1.828 \\ 0.433 \end{bmatrix}，$$

$$l_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} = 4.0712。$$

⑤ 计算一致性指标

$$CI = \frac{l_{\max} - n}{n - 1} = 0.0237。$$

⑥ 确定平均随机一致性指标 RI:

由于该判断矩阵为 4 阶矩阵, 经查表可知其平均随机一致性指标 RI 为 0.90。

⑦ 计算随机一致性比率

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0264 < 0.1。$$

因此, 该判断矩阵 W_A 通过了一致性检验, 符合要求。

同理, 按照上述 1)、2)、3) 可以计算出第 2 层指标的权重值, 计算结果详见表 6。

① 计算第 2 层指标相对于阵地设施设备保障

能力的总权重：

$$W_{B1} = \sum_{j=1}^m a_j b_1^j = 0.141。$$

同理可以计算出 $W_{B2} \sim W_{B14}$ 的值，结果详见表 6。

② 一致性检验：

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\sum_{j=1}^m a_j CI_j}{\sum_{j=1}^m a_j RI_j} = 0.0072 < 0.1。$$

经计算可知，满足一致性检验要求。

3.1.2 保障能力评估计算模型

1) 运用模糊综合评价法对保障能力进行综合评价，通常按如下步骤进行：

① 确定评价因素集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$ 。

其中： $u_i (i=1, 2, \dots, N)$ 为评价因素； N 是同一层次上单个因素的个数，评价的框架由这一集合构成。

② 确定评价等级标准集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

其中： $v_j (j=1, 2, \dots, n)$ 是评价等级标准； n 是评语档次数或等级个数。

③ 确定隶属度矩阵。

假设对第 i 个评价因素 u_i ，进行单因素评价得到一个相对于 v_j 的模糊向量：

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ij}), i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, n。$$

其中 r_{ij} 为因素 u_i 具有 v_j 的程度。若对 N 个元素进行综合评价，会得到一个 N 行 n 列的矩阵，称之为隶属度 R 。这个矩阵中的每一行是对每一个单因素的评价结果，整个矩阵包含了对评价因素集合 U 按评价标准集合 V 进行评价所获得的全部信息。评价集的生成区分定性指标和定量指标。笔者采用专家调查法确定定性指标的评价集，采用现场测量统计并计算确定定量指标的评价集。

定性指标评价集确定方法如下：

已知评价指标因素为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$ ，评价等级标准为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。设选取 m 名专家对因素 u_i 进行调查，若选取 $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 等级的专家人数分别为 $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ ，其中 $m = m_1 + m_2 + \dots + m_n$ ， u_i 在 V 中 v_j 级的评价值为：

$$r_j = \frac{m_j}{m}。 \tag{1}$$

定量指标评价集确定方法如下：

已知评价指标因素为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$ ，评价等级标准为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ，某一具体标准为 v_j ，则 v_{j+1} 与之相邻，设后者大于前者，则 u_i 在 V 中 v_j 级的评价值为：

$$r_1 = \begin{cases} 1 & u_i \leq v_1 \\ \frac{v_2 - u_i}{v_2 - v_1} & v_1 < u_i < v_2 ; \\ 0 & u_i \geq v_2 \end{cases}$$

$$r_2 = \begin{cases} 1 - r_1 & v_1 < u_i \leq v_2 \\ \frac{v_3 - u_i}{v_3 - v_2} & v_2 < u_i < v_3 ; \\ 0 & u_i \geq v_3 \text{ 或 } u_i \leq v_1 \end{cases}$$

$$r_j = \begin{cases} 1 - r_{j-1} & v_{j-1} \leq u_i \leq v_j \\ \frac{v_{j+1} - u_i}{v_{j+1} - v_j} & v_j < u_i < v_{j+1} \\ 0 & u_i \geq v_{j+1} \text{ 或 } u_i \leq v_{j-1} \end{cases}。 \tag{2}$$

④ 进行多层次综合评价。

根据最大隶属原则，确定评价对象的评价等级，最终得出评价结论。

2) 文中阵地设施设备保障能力评估需采用二级模糊综合评价方法，评价步骤如下：

① 评价指标权重分配。

各指标权重已通过 AHP 方法获取，计算过程中可直接使用。

② 建立评价结果集合 V 。

该步骤建立评价结果集合的意义与单层次模糊综合评价中相同。

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}。$$

③ 进行一级因素的综合评价。

需要对各个因素分别进行模糊综合评价。设对第 $i (i=1, 2, \dots, N)$ 类中的第 $j (j=1, 2, \dots, n)$ 个元素进行综合评价，评价对象隶属于评价结果集合中的第 $k (k=1, 2, \dots, m)$ 个元素的隶属度为 $r_{ijk} (i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m)$ ，则该综合评价的单因素隶属度矩阵为：

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \dots & r_{i1m} \\ r_{i21} & r_{i22} & \dots & r_{i2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \dots & r_{inm} \end{bmatrix}, i=1, 2, \dots, N。$$

可知第 i 类因素的模糊综合评语集为：

$$B_i = W_i \cdot R_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{im}) \cdot \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \dots & r_{i1m} \\ r_{i21} & r_{i22} & \dots & r_{i2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \dots & r_{inm} \end{bmatrix}$$

④ 进行二级因素的综合评价。

$$B = W \cdot (B_1 \ B_2 \ \dots \ B_N)^T = (w_1 \ w_2 \ \dots \ w_m) \cdot (B_1 \ B_2 \ \dots \ B_N)^T \quad (4)$$

3.2 某阵地设施设备保障能力评估

3.2.1 确定指标评价价值

下面以某阵地设施设备为例应用所建模型进行保障能力评估。确定指标评价价值，首先建立模糊综合评语集 $V=(v_1, v_2, v_3, v_4)=(\text{优}, \text{良}, \text{一般}, \text{差})$ ，并

建立指标评价标准，详见表 7 与表 8。

表 7 定量指标评价标准

指标符号	含义	评价标准			
		优	良	一般	差
B1	送风设备满负荷运行状态下，单位时间(每小时)内阵地内部空气换气次数 n	$n \geq 2$	$n \geq 1$	$n \geq 0.5$	$n < 0.5$
B2	排出废气量与实际废气量比值 u_2	$u_2 \geq 0.95$	$u_2 \geq 0.9$	$u_2 \geq 0.85$	$u_2 < 0.85$
B4	输送符合要求水量与实际需求水量比值 u_3	$u_3 \geq 0.9$	$u_3 \geq 0.8$	$u_3 \geq 0.7$	$u_3 < 0.7$
B5	排出废水量与实际废水量比值 u_4	$u_4 \geq 0.95$	$u_4 \geq 0.9$	$u_4 \geq 0.8$	$u_4 < 0.8$
B7	水库储备水量与实际需求水量比值 u_5	$u_5 \geq 0.9$	$u_5 \geq 0.8$	$u_5 \geq 0.7$	$u_5 < 0.7$
B9	供电模式转换时间 t 与自备电站发电功率 W/kW	$t \leq 5 \text{ s}, W \geq 600 \text{ t} \leq 10 \text{ s}, W \geq 500 \text{ t} \leq 15 \text{ s}, W \geq 400 \text{ t} > 15 \text{ s}, W < 400$			
B10	油料储备量与实际需求油料量比值 u_6	$u_6 \geq 0.9$	$u_6 \geq 0.85$	$u_6 \geq 0.8$	$u_6 < 0.8$

表 8 定性指标评价标准

指标符号	评价标准			
	优	良	一般	差
B3	完全满足人员、装备平时与战时对空气质量要求	基本满足人员、装备平时与战时对空气质量要求	基本满足人员、装备平时对空气质量要求	不能满足人员、装备平时对空气质量要求
B6	完全满足人员、装备平时与战时对水质要求	基本满足人员、装备平时与战时对水质要求	基本满足人员、装备平时对水质要求	不能满足人员、装备平时对水质要求
B8	市电供电状态非常稳定，基本不会出现供电中断情况	市电供电状态比较稳定，极少出现供电中断情况	市电供电状态不太稳定，偶尔出现供电中断情况	市电供电状态不稳定，经常出现供电中断情况
B11	对阵地信息能全方位、全天候实施监视、测量	对阵地重要信息能全方位、全天候实施监视、测量	对阵地重要信息能在规定时段内全方位实施监视、测量	对阵地部分重要信息不能实施监视、测量
B12	对阵地异常情况能准确判断并及时做出反应	对阵地异常情况基本能准确判断并及时做出反应	对阵地异常情况基本能准确判断，偶尔反应不及时	对阵地异常情况经常误判，反应不及时
B13	能及时准确控制设备运行状态、参数调节精确	能准确控制设备运行状态、参数调节符合要求	基本能控制设备运行状态、参数调节基本符合要求	不能及时准确控制设备运行状态、参数调节不精确
B14	人员与人员、人员与系统间指挥调度关系畅通	人员与人员、人员与系统间指挥调度关系基本畅通	人员与人员、人员与系统间指挥调度关系基本符合要求	人员与人员、人员与系统间指挥调度关系不畅通

结合指标评价标准，定性指标采用专家调查法与式(1)确定指标评价价值。定量指标采用现场测量统计可得： $n=1.2, u_2=0.89, u_3=0.79, u_4=0.83, u_5=0.82, t=10 \text{ s}, W=500 \text{ kW}, u_6=0.82$ ，根据式(2)可计算出定量指标评价价值。各指标评价价值详见表 9。

表 9 各指标评价集

一级指标		二级指标		评价价值			
符号	权重	符号	权重	v_1	v_2	v_3	v_4
A1	0.261	B1	0.500	0.200	0.800	0.000	0.000
		B2	0.250	0.000	0.800	0.200	0.000
		B3	0.250	0.500	0.250	0.250	0.000
		B4	0.429	0.000	0.900	0.100	0.000
A2	0.130	B5	0.143	0.000	0.300	0.700	0.000
		B6	0.214	0.375	0.500	0.125	0.000
		B7	0.214	0.200	0.800	0.000	0.000
		B8	0.167	0.125	0.375	0.375	0.125
A3	0.522	B9	0.500	0.000	1.000	0.000	0.000
		B10	0.333	0.000	0.400	0.600	0.000
		B11	0.142	0.375	0.500	0.125	0.000
		B12	0.286	0.125	0.375	0.250	0.250
A4	0.087	B13	0.430	0.250	0.625	0.125	0.000
		B14	0.142	0.125	0.375	0.375	0.125

3.2.2 一级综合评价

根据表 6 和表 9，可知 $W_1, W_2, W_3, W_4, R_1, R_2, R_3, R_4$ ：

$$\begin{aligned} W_1 &= [0.500 \ 0.250 \ 0.250]; \\ W_2 &= [0.429 \ 0.143 \ 0.214 \ 0.214]; \\ W_3 &= [0.167 \ 0.500 \ 0.333]; \\ W_4 &= [0.142 \ 0.286 \ 0.430 \ 0.142]; \\ R_1 &= \begin{bmatrix} 0.200 & 0.800 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.800 & 0.200 & 0.000 \\ 0.500 & 0.250 & 0.250 & 0.000 \end{bmatrix}; \\ R_2 &= \begin{bmatrix} 0.000 & 0.900 & 0.100 & 0.000 \\ 0.000 & 0.300 & 0.700 & 0.000 \\ 0.375 & 0.500 & 0.125 & 0.000 \\ 0.200 & 0.800 & 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}; \end{aligned}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.125 & 0.375 & 0.375 & 0.125 \\ 0.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.400 & 0.600 & 0.000 \end{bmatrix};$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.375 & 0.500 & 0.125 & 0.000 \\ 0.125 & 0.375 & 0.250 & 0.250 \\ 0.250 & 0.625 & 0.125 & 0.000 \\ 0.125 & 0.375 & 0.375 & 0.125 \end{bmatrix}。$$

根据式(3)计算可得：

$$B_1 = [0.225 \ 0.663 \ 0.112 \ 0.000];$$

$$B_2 = [0.123 \ 0.707 \ 0.170 \ 0.000];$$

$$B_3 = [0.021 \ 0.696 \ 0.262 \ 0.021];$$

$$B_4 = [0.214 \ 0.500 \ 0.196 \ 0.090]。$$

3.2.3 二级综合评价

根据表 6，可知 W ：

$$W = [0.283 \ 0.165 \ 0.445 \ 0.107]。$$

根据公式(4)计算可得：

$$B = W \cdot (B_1 \ B_2 \ B_3 \ B_4)^T =$$

$$[0.116 \ 0.668 \ 0.197 \ 0.019]。$$

根据最大隶属度原则，可以分析出评价等级，详见表 10。

表 10 评价结果

名称	优	良	一般	差	评价等级
通风空调系统	0.225	0.663	0.112	0.000	良
供配电系统	0.123	0.707	0.170	0.000	良
给排水系统	0.021	0.696	0.262	0.021	良
综合信息管理系统	0.214	0.500	0.196	0.090	良
总体	0.116	0.668	0.197	0.019	良

3.2.4 分析与讨论

通过对该阵地设施设备保障能力评估可知，通风空调系统设施设备、供配电系统设施设备、给排水系统设施设备和综合信息管理系统设施设备保障能力的评级等级均在“良”水平，保障能力较好。最后评估出阵地设施设备保障能力的等级处于“良”。由结果可以看出：阵地 A 的设施设备保障能力较好，平时能够满足使用要求，但是在战时或者其他特殊情况下保障能力略显不足；因此，该阵

地在平时使用保障过程中应加强阵地设施设备的维护修理工作，条件允许时应对阵地设施设备进行升级改造。

4 结束语

笔者主要从通风空调系统、给排水系统、供配电系统和综合信息管理系统 4 个方面对阵地设施设备的组成与功能进行了简要介绍，基于其组成与功能构建了阵地设施设备保障能力评估指标体系，丰富了阵地设施设备保障能力评估方法。通过评估可以直观分析出阵地设施设备保障能力方面存在的短板和不足，可为阵地设施设备设计布局、合理配套以及使用保障过程中的维护修理、升级改造等提供一定的理论指导与实践参考。

参考文献：

- [1] 韩敬宇. 地空导弹阵地目标识别与提取[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [2] 谢涛, 汪民乐, 钟建强, 等. 常规导弹阵地配置优化研究[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(6): 1535-1537.
- [3] 刘刚, 马润庚. 层次分析法在导弹阵地选址中的应用[J]. 科技研究, 2010, 26(1): 72-73.
- [4] 王语梁, 张静远, 丁平. 装备阵地值班贮存可靠性及评估方法[J]. 鱼雷技术, 2012, 20(5): 384-387.
- [5] 耿世斌, 马吉民, 张华, 等. 人防工程通风系统与设备[M]. 北京: 军事科学出版社, 2010.
- [6] 张华, 茅新丰, 李永. 人防工程地源除湿空调系统的应用分析[J]. 制冷与空调, 2010, 24(5): 30-34.
- [7] 翁雪飞. 地铁通风空调系统的优化措施及发展趋势[J]. 建筑热能通风空调, 2015, 34(5): 57-59.
- [8] 李艳. 谈建筑工程给排水节水设计[J]. 山西建筑, 2012, 31(11): 39-43.
- [9] 仇茂龙, 刘玲花, 邹晓雯, 等. 国内外水源水质评价标准与评价方法的比较[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2013, 11(3): 176-182.
- [10] 路清淇. 大型防空地下室供配电设计探讨[J]. 建筑电气, 2012, 31(11): 39-43.
- [11] 姜克垒, 吴家锋, 徐志波. 基于油料保障能力的模糊评估[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(4): 85-87.
- [12] 李成新, 赵鑫, 李爽. 导弹阵地视频监控系统的设计与研究[J]. 航电技术应用研究, 2013, 33(2): 34-36.