

基于灰色层次分析法的固定通信台站生存能力评估

张 锐^{1,2}, 屠义强¹, 庞小宁², 黎 明¹

¹陆军工程大学野战工程学院, 江苏 南京

²中国人民解放军61068部队, 陕西 西安

收稿日期: 2025年6月22日; 录用日期: 2025年7月15日; 发布日期: 2025年7月25日

摘 要

固定通信台站作为信息通信系统的核心骨干节点, 因位置固定性和组成复杂性, 容易受到自然和社会多方面因素的影响和破坏, 其生存能力直接关系到信息通信系统能否有效运行。文中针对现阶段固定通信台站生存能力评估主观性较强等缺点, 综合考虑固定通信台站伪装防护能力、台站保障能力、装备维修能力因素, 建立了固定通信台站生存能力评估指标体系, 提出了基于灰色层次分析法的固定通信台站生存能力评估方法, 构建了评估模型。实例分析表明, 采用灰色层次分析法, 克服了评估中外界影响因素主观判断的模糊性和专家打分的随机性影响, 可针对性地对得分较低因素方面进行整改, 有效提高台站生存能力。

关键词

固定通信台站, 生存能力评估, 灰色层次分析法

Evaluation of The Survivability of Fixed Communication Stations Based on Grey Analytic Hierarchy Process

Rui Zhang^{1,2}, Yiqiang Tu¹, Xiaoning Pang², Ming Li¹

¹College of Field Engineering, Army Engineering University, Nanjing Jiangsu

²Unit 61068 of the Chinese People's Liberation Army, Xi'an Shaanxi

Received: Jun. 22nd, 2025; accepted: Jul. 15th, 2025; published: Jul. 25th, 2025

Abstract

As the core backbone nodes of the information and communication system, due to the fixed location

文章引用: 张锐, 屠义强, 庞小宁, 黎明. 基于灰色层次分析法的固定通信台站生存能力评估[J]. 建模与仿真, 2025, 14(7): 165-174. DOI: 10.12677/mos.2025.147525

and complexity of composition, it is susceptible to the influence and destruction of natural and social factors, the survivability of fixed communication stations is directly related to whether the information and communication system can operate effectively. In view of the shortcomings of the survivability assessment of fixed communication stations at this stage, such as strong subjectivity in the evaluation of the survivability of fixed communication stations, the evaluation index system of the survivability of fixed communication stations is established, and the evaluation method of the survivability of fixed communication stations based on the grey hierarchy process is proposed, and the evaluation model is constructed. Finally, the example results show that the grey analytic hierarchy process is used to overcome the ambiguity of subjective judgment and the randomness of expert scoring in the evaluation, the factors with low scores can be rectified in a targeted manner to effectively improve the survivability of the station.

Keywords

Fixed Communication Station, Survivability Assessment, Grey Analytic Hierarchy Process

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

现代社会中, 通信系统是保障信息化建设和应用的基础支撑, 也是社会运行体系的神经系统, 作为神经节点的固定通信台站, 其生存能力直接影响通信系统和信息化社会是否能够有效运行, 作用不容忽视。尤其是现代通信台站融合了多种通信技术, 如光纤通信、无线通信、卫星通信等。光纤通信作为基础, 提供高速稳定的数据传输; 无线通信和卫星通信则增强了通信的灵活性和覆盖范围, 但这也使得通信台站在复杂环境下的生存能力要求更高, 以更好地应对不同威胁下的通信需求[1]。

当前, 对固定通信台站的相关研究重心多在台站及网系运行的效能发挥上, 如贾鑫铎[2]研究了通信台站的发展及应用面临的问题; 杜思奇[3]、牟南南[4]、蔡艳军[5]等分别研究了光纤通信网、网络系统以及战术通信网的生存性能评估; 胡明辉[6]、栗志荣[7]等从装备维修保障能力、装备保障人员方面对固定通信台站的维修保障生存能力进行了研究; 张奥然[8]、杜思深[9]等从防范电磁脉冲攻击破坏、雷电及电磁武器防护方面对固定通信台站的电磁防护生存能力进行了研究评估。这些研究分别从固定通信台站的网系体系、人员能力、电磁防护等方面入手, 分析相关因素对其生存能力的影响, 构建了该方面因素的评价指标体系, 对台站的生存能力进行评估。而这些只是台站生存能力的部分影响因素, 台站的生存能力还会受到选址位置、建筑结构、工程伪装、结构防护、维修保障能力等多方面因素影响, 因此需要建立一套完善的固定通信台站生存能力评估指标, 对评估工程中暴露的短板弱项提出改进方法建议, 以指导固定通信台站从设计建造至运行维护全过程、各阶段提高固定通信台站生存能力建设。文中针对现阶段固定通信台站生存能力评估主观性较强等缺点, 综合考虑固定通信台站生存能力影响因素, 提出了基于灰色层次分析法的固定通信台站生存能力评估方法, 构建了评估模型, 进行了综合评判并给出了整改建议和预测。

2. 灰色层次分析法适用性和评估流程

灰色层次分析法是在传统层次分析法的基础上, 结合灰色理论生成的评估方法。传统层次分析法中专家在 0~9 的分值中选取打分时, 经常会存在判断矩阵选取分值主观臆断性大的问题。灰色层次分析法

将其结合灰色系统理论进行综合评估，主要用于解决信息缺失、数据不准等问题。固定通信台站的生存能力包含多方面因素，评价指标体系既有主观评价(专家判断)的定性指标，又有客观数据(仪表测量)的定量指标，因此适用于灰色层次分析法通过灰色白化函数处理模糊性。能力指标的量化由白化权函数取得，将专家的定性评分转化为定量数据进行处理，减少专家主观判断的偏差性，同时降低对数据完备性的依赖，使评估结果更加地科学和准确。

具体评估流程如下：首先依据层次分析法的指标分层结构，建立固定通信台站生存能力的评价指标体系，形成系统的目标层、准则层、方案层等结构，采用层次分析 9 标度法构造比较判断矩阵，计算各指标的权重并通过一致性检验；通过将最低指标层的定性指标依据专家评判转换为数据打分，得到评判矩阵；再引入灰色系统理论，依据评估灰类的等级数，确定其白化权函数，计算得到灰色评估权矩阵；最后对评估对象进行综合评价，得到结论。评估流程如图 1 所示。

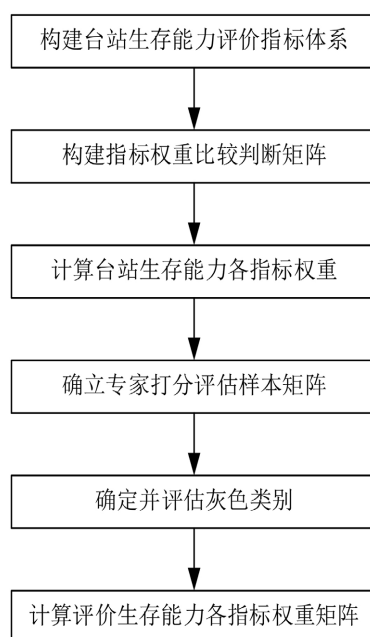


Figure 1. Evaluation process

图 1. 评估流程

3. 固定通信台站生存能力的评估指标体系

固定通信台站生存能力是指其在各种威胁条件如物理打击、电磁干扰、自然灾害等之下，保持基本通信功能，即在各式极端环境下仍能维持通信的稳定性与可靠性的能力[10]。它是一个综合性的概念，从含义分析可知，通信机房自身的生存能力是其核心，在综合考量台站设计建造和运行维护的全过程下，将影响固定通信台站生存的因素区分为三大类，即伪装防护能力、台站保障能力和装备维修能力，作为生存能力评估指标体系的二级指标，分别用 B_1 , B_2 , B_3 表示。再将二级指标进行细化分解确立三级指标，其中，伪装防护能力主要包含通信机房的自身生存要素，选取 4 个指标来衡量：1) 机房建筑样式，2) 工程伪装，3) 结构强度，4) 电磁防护；台站保障能力涉及机房运行的相关条件支撑，选取 3 个指标来衡量：1) 电力保障，2) 给水保障，3) 通风保障；装备维修能力考虑台站运维及抢修能力水平，选取 3 个指标来衡量：1) 备品备件，2) 设备维护能力，3) 抢修恢复能力[11][12]。经过李科特量表法对多名通信专家、运维人员进行三轮咨询改进后，得到体系的整体层次结构，如图 2 所示。

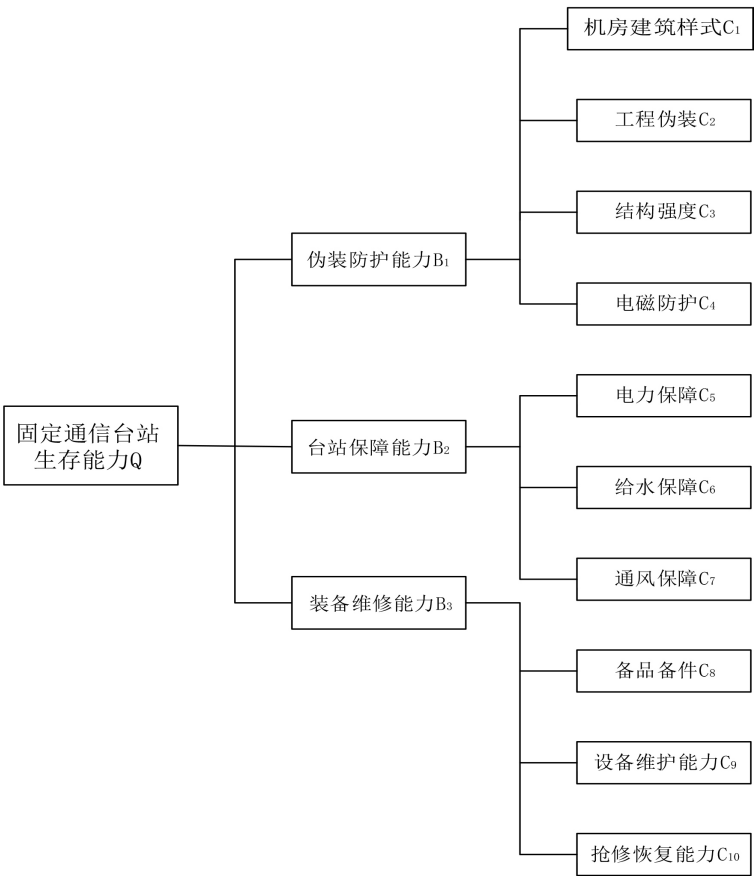


Figure 2. Hierarchy of indicators for the evaluation of the survivability of fixed communication stations
图 2. 固定通信台站生存能力评估指标体系层次结构

图中指标体系具体说明如下：机房建筑样式 C_1 包括机房建设位置、地下/半地下/地上结构、集中与分散式布局等，工程伪装 C_2 包括机房建筑与环境地形背景的融合、机房和进出通路的隐蔽伪装、多谱段伪装以及假目标设置等，结构强度 C_3 包括抗震设计、结构承重强度、载荷能力、抗爆指标等，电磁防护 C_4 包括机房屏蔽效能、接地防雷系统、EMP 防护性能等；电力保障 C_5 包括市电供应、UPS 系统、柴油发电机组状况等，给水保障 C_6 包括水冷系统、灭火装置、防水设计等，通风保障 C_7 包括精密空调、冷热通道隔离、新风系统过滤等；备品备件 C_8 包括备件储备策略、备件库状况、与供应商快速响应协议等，设备维护能力 C_9 包括维护人员能力水平、标准化巡检流程、预测性维护等，抢修恢复能力 C_{10} 包括应急预案演练、自动化监控告警、平均修复时间等。

4. 固定通信台站生存能力评估模型

依据图 2 所示体系结构，可建立固定通信台站生存能力评估模型。首先通过邀请专家进行指标重要性评判，得到层次分析法判断矩阵，进行各指标权重的计算并通过一致性检验；然后引入灰色系统理论和评判矩阵，将评判矩阵依据灰度分类计算得到其灰色评估白化权系数和各指标的白化权值；最后进行综合评价，得到综合评估值 E 。

4.1. 计算指标权重

采用德尔菲法邀请 n 名专家($n \geq 3$)，使用 0~9 标度对图 2 构建的指标体系中各指标进行重要性判断

打分, 建立比较矩阵 A_{ij} 。而后采用方根法及归一化并通过一致性检验, 计算出各级指标的权重[13]。

4.2. 得到评判矩阵和白化权值

首先邀请专家对三级指标进行评分, 确定评判矩阵; 然后将每项指标的评分依据灰类分级代入白化权函数, 得出灰色权系数, 进而计算得白化权值矩阵。

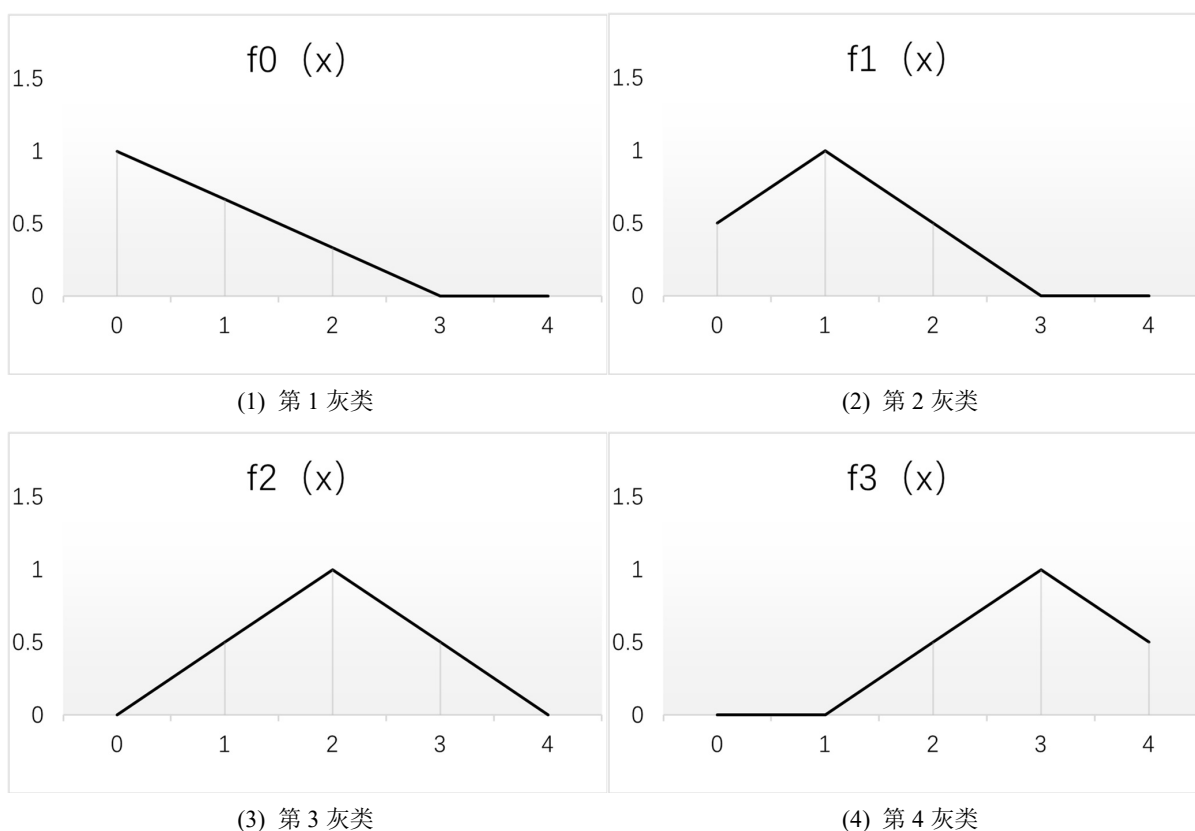
4.2.1. 确定评判矩阵

邀请专家对第三级的每一项指标进行定性化打分, 由于存在主观判断的模糊性, 为减轻评估尺度不一致的影响, 简化划分定性指标为“优秀”、“良好”、“合格”、“差”、“很差”5个等级, 以“4, 3, 2, 1, 0”为对应等级的定量化评定值, 可以一定程度上提高评估的准确性。由此确定的评判矩阵记为 D :

$$D = \begin{bmatrix} d_{111} & d_{121} & \cdots & d_{ij1} \\ d_{112} & d_{122} & \cdots & d_{ij2} \\ d_{113} & d_{123} & \cdots & d_{ij3} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ d_{11m} & d_{12m} & \cdots & d_{ijm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

4.2.2. 区分评估灰类

根据设定的5级定性指标区分评估灰类, 以“4, 3, 2, 1, 0”为对应等级的定量化评定区间中心点, 其典型白化权函数图形如图3所示[14]。



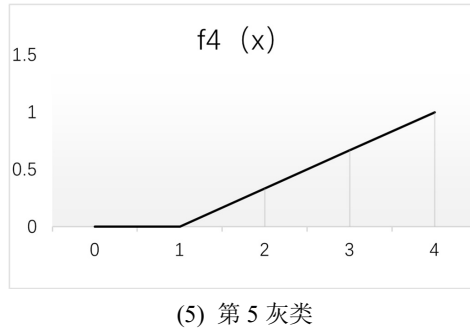


Figure 3. Graph of the whitening weight function
图 3. 白化权函数图形

其白化权函数如下：

(1) 第 1 灰类代表定性指标 “很差” ($e = 0$)，灰数为 $\oplus[0, 3]$ ，图形区间中心点为 0，斜率为 $-1/3$ ，表示函数为：

$$f_1(d_{ij}) = \begin{cases} \frac{(1+d_{ij})}{2} & d_{ij} \in [0,1] \\ \frac{(3-d_{ij})}{2} & d_{ij} \in (1,3] \\ 0 & d_{ij} \notin [0,3] \end{cases} \quad (3)$$

(3) 第 3 灰类代表定性指标 “合格” ($e = 2$)，灰数为 $\oplus[0, 2, 4]$ ，图形区间中心点为 2，斜率为 $1/2$ ， $-1/2$ ，表示函数为：

$$f_2(d_{ij}) = \begin{cases} \frac{d_{ij}}{2} & d_{ij} \in [0,2] \\ \frac{(4-d_{ij})}{2} & d_{ij} \in (2,4] \\ 0 & d_{ij} \notin [0,4] \end{cases} \quad (4)$$

(4) 第 4 灰类代表定性指标 “良好” ($e = 3$)，灰数为 $\oplus[1, 3, 4]$ ，图形区间中心点为 3，斜率为 $1/2$ ， $-1/2$ ，表示函数为：

$$f_3(d_{ij}) = \begin{cases} \frac{(d_{ij}-1)}{2} & d_{ij} \in [1,3] \\ \frac{(5-d_{ij})}{2} & d_{ij} \in (3,4] \\ 0 & d_{ij} \notin [1,4] \end{cases} \quad (5)$$

(5) 第 5 灰类代表定性指标 “优秀” ($e = 4$)，灰数为 $\oplus[1, 4]$ ，图形区间中心点为 4，斜率为 $1/3$ ，表示函数为：

$$f_4(d_{ij}) = \begin{cases} \frac{(d_{ij}-1)}{3} & d_{ij} \in [1,4] \\ 0 & d_{ij} \notin [1,4] \end{cases} \quad (6)$$

4.2.3. 计算灰色权值矩阵

对于三级评估指标 C_j ，设 X_{ije} 为第 i 位专家对第 j 项评估指标评分第 e 灰类的灰色权系数， X_{ij} 为总灰色权系数，则 C_j 对应的灰色权值 $r_{ij} = [r_{ij1}, r_{ij2}, r_{ij3}, r_{ij4}, r_{ij5}]$ ，计算过程如下[15][16]。

$$\begin{cases} X_{ije} = \sum_{k=1}^m f_e(d_{ijm}) \\ X_{ij} = \sum_{e=0}^4 X_{ije} \\ r_{ije} = X_{ije} / X_{ij} \end{cases} \quad (7)$$

进而可得灰色权值矩阵 R_i ，

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i10} & r_{i11} & r_{i12} & r_{i13} & r_{i14} \\ r_{i20} & r_{i21} & r_{i22} & r_{i23} & r_{i24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{ij0} & r_{ij1} & r_{ij2} & r_{ij3} & r_{ij4} \end{bmatrix} \quad (8)$$

4.3. 综合评价

由指标权重和灰色权值计算出所有三级指标的灰色评估值后，可计算得到二级指标的灰色评估值，进而得到一级指标的综合评估值。其中 $I^T = [0, 1, 2, 3, 4]^T$ 。

$$\begin{cases} P_{C_j} = W_{B_i-C_j} \cdot R_j \cdot I^T \\ P_{B_i} = W_{Q-B} \cdot R_i \cdot I^T \\ E = P \cdot I^T \end{cases} \quad (9)$$

5. 实例分析

下面以某固定通信台站实例，邀请 5 位信息通信专家及台站运维人员，按照文中方法对其生存能力进行评估。

5.1. 确定指标权重

对二级指标间的重要程度进行比较，得到比较矩阵 A_{Q-B} ：

$$A_{Q-B} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

计算得到指标权重： $W_{Q-B} = [0.540, 0.297, 0.163]$ ，然后进行一致性检验。

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{\sum_{i=1}^n n w_i} \quad (11)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (12)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (13)$$

可得, $CR = 0.032 < 0.1$, 一致性检验通过。从指标权重分析可知, 在生存能力评价体系二级指标中, 伪装防护能力最为重要, 是台站生存能力的决定性因素, 台站保障能力次之, 装备维修能力的权重最小。同理计算可得, 三级指标权重: $W_{B1-C} = [0.186, 0.122, 0.507, 0.185]$, $W_{B2-C} = [0.497, 0.322, 0.181]$, $W_{B3-C} = [0.468, 0.176, 0.356]$ 。

5.2. 确定评判矩阵和白化权值

对照评分标准, 由 5 位信息通信专家及台站运维人员通过实地检测、资料查阅、人员问卷考核等方式, 对各指标进行评估打分, 评分如表 1 所示。

Table 1. Expert scores

表 1. 专家评分情况

专家	B ₁				B ₂			B ₃		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
1	2	4	2	3	4	3	4	2	4	4
2	0	3	2	3	3	3	2	2	3	3
3	2	3	4	4	2	4	3	2	4	4
4	2	4	3	2	3	3	4	3	2	3
5	1	4	3	3	4	4	3	4	4	4

则 C₁ 各灰类的灰色权系数为:

$$X_{110} = 2.667 \quad (14)$$

同理可计算得, $X_{111} = 3$, $X_{112} = 3.5$, $X_{113} = 1.5$, $X_{114} = 1$, 总白化权系数为:

$$X_{11} = \sum_{e=0}^4 X_{11e} = 11.667 \quad (15)$$

计算 C₁ 灰色评估白化权值如下:

$$r_{110} = \frac{X_{110}}{X_{11}} = \frac{2.667}{11.667} = 0.228 \quad (16)$$

同理计算得, $r_{111} = 0.257$, $r_{112} = 0.300$, $r_{113} = 0.129$, $r_{114} = 0.086$, 则权向量 $r_{11} = [0.228, 0.257, 0.300, 0.129, 0.086]$, 同理可得其他三级指标 C_j 的灰色评估白化权值, 如表 2 所示, 其中 “0, 1, 2, 3, 4” 列分别为各三级指标专家评分的评估白化权值。

Table 2. Grey assessment of whitening weights for tertiary indicators

表 2. 三级指标灰色评估白化权值

二级指标	三级指标	0	1	2	3	4	综合权值
B ₁	C ₁	0.228	0.257	0.300	0.129	0.086	1.586
	C ₂	0.000	0.000	0.113	0.396	0.491	3.377
	C ₃	0.060	0.090	0.269	0.312	0.269	2.642
	C ₄	0.031	0.047	0.234	0.375	0.313	2.891
B ₂	C ₅	0.033	0.050	0.200	0.350	0.367	2.967
	C ₆	0.000	0.000	0.158	0.421	0.421	3.263
	C ₇	0.033	0.050	0.200	0.350	0.367	2.967
B ₃	C ₈	0.086	0.129	0.300	0.257	0.228	2.414
	C ₉	0.036	0.054	0.161	0.321	0.428	3.054
	C ₁₀	0.000	0.000	0.113	0.396	0.491	3.377

5.3. 综合评价

根据式(9), 计算三级指标 C_1 的灰色综合权值评分结果为: $P_{C1} = r_{11} \cdot I^T = 1.586$, 同理可得 $P_{C2} \sim P_{C10}$ 值如表 2 所示。可见该台站的生存能力在三级指标影响因素上, 在工程伪装和抢修恢复能力方面表现较好, 在机房建筑样式方面表现最差。二级指标评价结果为: $P_{B1} = r_1 \cdot I^T = 2.581$, $P_{B2} = r_2 \cdot I^T = 3.062$, $P_{B3} = r_3 \cdot I^T = 2.870$, 该台站的生存能力在二级指标影响因素上, 在伪装防护能力方面表现较差, 在台站保障能力方面表现较好。一级指标评价结果为: $P_{Q-B} = r \cdot I^T = 2.771$, 处于综合评分[2, 3]区间, 该实例固定通信台站生存能力综合评价为“良好”, 能够较好满足固定通信台站生存要求。

结合评价结果分析, 该机房主要存在以下缺陷: 建筑为地上普通钢混结构四层建筑, 位于市区地域, 不便于隐蔽疏散; 机房位于建筑三楼, 无加固结构, 混凝土抗压强度为 C30, 竖向载荷检测为 4.6 kN/m^2 , 抗震强度为 7 度, 综合结构强度一般; 电磁防护措施为机房铜网包裹屏蔽、联合防雷接地, 无屏蔽机柜和信号滤波, 电磁防护能力不足; 备品备件齐备率为 86.25%。

为增强该台站生存能力, 应从机房建筑样式、结构强度、电磁防护、备品备件等方面进行改进, 具体改进建议措施如下: 改装加强机房结构, 机房搬迁至建筑一层, 改造加强结构承重能力; 增加电磁防护措施, 对关键机柜和线路进行屏蔽保护, 线路进入机房整体屏蔽层时安装滤波装置; 加大备品备件储备, 备品备件齐备率提高到 98%以上, 与供应商或装备保障单位建立快速响应机制以确保核心部件损毁后可以得到快速补充。改进措施完成后, 预计重新评价结果为 3.022, 达到“优秀”水平[17] [18]。

6. 结论

文中在对固定通信台站生存能力要素分析的基础上, 结合台站设计建设运维实际经验, 提出了基于灰色层次分析法的固定通信台站生存能力评估方法, 构建了评估指标体系和评估模型。从案例分析验证可知, 采用灰色层次分析法降低了专家打分等主观因素对评估结果的影响, 结合评估结果, 可针对性地对得分较低因素方面提出整改措施, 有效提高台站生存能力。

该模型灰色理论运用中的灰类等级划分为五类, 下一步为了提高评估准确度, 可以研究增加灰类等级对评估效果的影响; 以及引入“保守型、中间型、冒险型”专家机制, 可以更好地降低专家打分的主观因素影响。

参考文献

- [1] 马浩维, 朱文礼. 固定通信台站面临的安全问题与对策解析[J]. 科技创新导报, 2020, 17(13): 149, 151.
- [2] 贾鑫铎. 分析通信台站的发展及应用[J]. 中国新通信, 2017, 19(16): 1.
- [3] 杜思奇. 光纤通信网的生存性及经济性分析[J]. 中国新通信, 2017, 19(23): 24-25.
- [4] 牟南南. 网络系统可生存性技术研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2017.
- [5] 蔡艳军. 灰色层次分析法战术通信网抗干扰效能评估[J]. 火力与指挥控制, 2012, 37(6): 106-108.
- [6] 胡明辉, 李国军, 雷斌, 等. 短波固定通信台站装备维修保障能力评估研究[J]. 兵器装备工程学报, 2016, 37(8): 47-51.
- [7] 栗志荣, 高崎, 刘慎洋, 等. 固定通信台站装备保障人员需求预测研究[J]. 运筹与管理, 2015, 24(1): 179-184.
- [8] 张奥然. 协议军事通信台站防范电磁脉冲攻击破坏对策[J]. 无线互联科技, 2015(17): 10-11.
- [9] 杜思深, 黄国策. 基于战场环境下通信台站的雷电及电磁武器防护设计[J]. 河北科技大学学报, 2011, 32(S1): 5-8, 13.
- [10] 易平涛, 李伟伟, 郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京: 经济管理出版社, 2019.
- [11] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [12] 吴北苹, 何晶, 王彦璵, 等. 改进灰色层次分析法的机动导航保障能力评估[J]. 弹箭与制导学报, 2024, 44(1): 75-

-
- [13] Smith, J. (2024) Telemetry's Ability to Enhance Communication. *Ground Support Worldwide*, **32**, 16-18.
- [14] Khan, M.S., King, R. and Hudson, I.L. (2017) Transmuted Generalized Exponential Distribution: A Generalization of the Exponential Distribution with Applications to Survival Data. *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, **46**, 4377-4398. <https://doi.org/10.1080/03610918.2015.1118503>
- [15] Zhang, Y., Hu, Z., Wang, Z., *et al.* (2023) Survivability Analysis of Unmanned Aerial Vehicle Network based on Dynamic Weighted Clustering Algorithm with Dual Cluster Heads. *Electronics*, **12**, Article 1743. <https://doi.org/10.3390/electronics12071743>
- [16] Truong, D.L., Dang, X.V. and Dang, T.N. (2023) Survivable Free Space Optical Mesh Network Using High-Altitude Platforms. *Optical Switching and Networking*, **47**, Article ID: 100716. <https://doi.org/10.1016/j.osn.2022.100716>
- [17] Zhang, X., Li, S., Liu, X., Jian, S., Li, S. and Yue, J. (2024) Research on the Establishment and Application of a Transportation Safety Supervision Evaluation System Based on Grey Analytic Hierarchy Process. *Sustainability*, **16**, Article 10600. <https://doi.org/10.3390/su162310600>
- [18] Sousa, I.C.D., Sigahi, T.F.A.C., Rampasso, I.S., Pinto, J.D.S., Zanon, L.G., Leal Filho, W., *et al.* (2024) Analysis of the Quality of Sustainability Reports Published by Brazilian Companies: An Analytic Hierarchy Process-Grey Clustering Approach. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, **31**, 4298-4314. <https://doi.org/10.1002/csr.2804>