**4.3问题三的模型建立与求解**

**4.3.1 问题三的分析**

问题三要求我们在问题二结论的基础上，进一步选择合适的材料和海底深度，尽可能降低成本，提高使用寿命和散热效果。

通过计算得知，在问题一、二模型的海水深度中，散热都可以完成，因此我们在本题中不改变数据中心的深度，只考虑材料的影响。通过附件数据，我们可以得到每种材料的各项数据，密度、抗拉强度、抗压强度、单位价格、弹性模量和材料的活泼性。其次运用优劣解距离法，明确各项指标，将所有指标统一转化为极大型指标，运用正向化矩阵进行标准化处理，最终计算出每种材料的得分，并归一化得到排序结果，根据排序结果，选择合理的材料类型。

**4.3.2 问题三的求解**

**4.3.2.1数据预处理**

在对模型进行建立求解之前，需要对模型中所用到的指标数据进行预处理，明确指标的类型。在本模型中，需要对材料的指标进行说明。

1)材料密度：材料密度是基本的指标，衡量其在海水中的重量等因素。材料密度过大，会影响海底数据中心所处的海洋深度，使海底数据中心的深度位置超过预期，影响后期回收和修复工作。该变量属于极小型指标，数值越小，对海底数据中心的散热效果越有利；

2)材料抗拉强度：该指标是指材料在静拉伸条件下的最大承载能力，是极大型指标，即该指标的数值越大对海底数据中心越有利。因为该指标可以减小海洋深度的压强和内部服务器温度对集装箱外壳造成的影响，使其更加稳定，保证集装箱内部服务器正常工作；

3)材料抗压强度：抗压强度是指外力施加压力时的强度极限。该指标是一个极大型指标，数值越大对海底数据中心越有利，可以减小海洋中的生物对海底数据中心冲击力的影响，保证内部结构稳定，服务器正常运行；

4)材料单位价格：该指标是一个极小型指标，数值越小越好，在保证材料强度足够的同时，价格越低，能够尽可能地节省成本，将经费花在更有意义的方面；

5)弹性模量：该指标是指单向应力状态下应力除以该方向的应变。是衡量材料形变的物理量。属于极大型指标，其值应该越大越好，能够尽可能的保证外壳不发生形变，不影响内部的结构，不对服务器的运行造成干扰；

6)材料活泼性：该指标属于极大型指标，数值越大表明该材料越难与海水中的物质发生化学反应，即越难被腐蚀，能够保证集装箱外壳的完整性与安全性，为内部服务器的运行提供基础。

**4.3.2.2模型的建立**

根据题目要求，我们需要建立一个影响海底数据中心散热效果的模型，其影响因素分别是海水的深度与集装箱外壳材料的类型。

1)明确求解目标

我们通过需要建立整个指标评价体系，综合考量性价比、抗拉抗压强度、抗腐蚀性能，得到每种材料最终的分数值。归一化后分数值越高的材料，其综合评价下的各项指标对海底数据中心的总体帮助越大。

2)指标的转换

指标的转换，将所有指标转化为极大型指标是为模型求解中对原始矩阵正向化的一个预处理准备。指标类型共分为四种，有极大型指标、极小型指标、中间型指标和区间型指标。通过对题目分析，得到影响材料总水平的各指标类型，并对它们进行定量化的转化。

首先我们要将所有指标转为极大型指标。极小型指标转换为极大型指标的方法如下。利用公式：

其中表示原指标类型下的数值，表示该指标下所有样本的最大数值，表示转化后的指标数值。

可以将极小型指标转变为极大型指标。

**4.3.2.3模型的求解**

模型的求解过程中分为两步骤，第一步是正向化矩阵标准化；第二步是计算得分并归一化。

1)正向化矩阵标准化

为消除量纲的影响，需要正向化矩阵标准化。若存在个要评价的材料，有个已经正向化后的评价指标，可以构成正向化矩阵为：

将标准化后的矩阵记作，矩阵其中的每一个元素都可以存在计算公式：

每个元素的数值除以更好下其所在列元素的平方和

得到标准化的矩阵：

2)计算得分并归一化

计算得分前，应该先定义最大值、最小值以及各个评价对象指标和最大值、最小值之间的距离，归一化处理后，计算最终的得分。

定义最大值：

定义最小值：

定义第个评价对象指标与最大值的距离：

定义第个评价对象指标与最小值的距离：

最终我们可以计算出第个评价对象指标未归一化的得分：

当时，且越大，越小，越接近最大值，最终的总评越高。

最终的排序按照的值进行比较。值越大，则说明该样本越优，即材料越值得被当作海底数据中心集装箱外壳材料选用。

**4.3.2.4结果分析**

根据题目要求，通过附件和查阅资料给出的各材料各个指标的数据，结合前文中的Topsis模型，计算出最终的各材料类型的选用排名，呈现部分结果如下所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 最终得分 | 得分排名 |
| Maraging 300 Steel | 0.649476976759965 | 1 |
| Inconel 625 | 0.540227636784824 | 2 |
| 17-4 PH Stainless Steel | 0.428424824990024 | 3 |

通过数据表我们可以知道，最适宜作海底数据中心集装箱外壳的材料是Maraging 300 Steel。

显然只选用该材料做箱体显然是不够的，我们有必要采取的多种保护措施。此处我们参考了船舶的船体抗腐蚀保护措施，主要有如下两方面：

1) 考虑电化学保护措施。我们可以预先进行氧化处理，使金属表层形成致密的氧化膜。此外我们还可以可选择电镀Zn等材料，用牺牲阳极阴极保护法保护外壳。

2) 采用涂层保护措施。用涂层将外壳覆盖起来。

考虑到船舶的维护频率通常低于计算中心的平均计划维护频率，可以认为海水的腐蚀问题不会对集装箱外壳造成不良影响。

附录

运行环境：  
C++ 版本：TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release  
操作系统: Microsoft Windows 10 家庭中文版 Version 10.0 (Build 17134)   
Bit Server VM mixed mode