

警员部署

摘要

1 问题重述与问题分析

1.1 问题重述

随着社会治安形势和公共安全需求的不断发展，派出所的工作任务愈加复杂多样。为了合理配置警力资源，提高治安防控与案件办理效率，公安机关需要对派出所警员及其负责人（治安所长）的工作绩效进行科学考核，并在此基础上提出合理的人员配置方案。题目给出了三个主要的数据来源：

- **治安所长业务绩效数据：**包含不同季度、不同派出所负责人在各类业务指标上的完成情况；
- **派出所基本情况数据：**包括辖区人口、面积、行业场所数量、治安案件、刑事案件等统计信息；
- **警员处理事件平均时间调查数据：**反映一线民警在不同类型警情下的处置耗时。

在此背景下，赛题提出两个核心问题：

1. 如何基于绩效数据建立科学、公平的治安所长考核模型，并根据不同奖励方式（取前五名不排序、取前三名排序）给出合理的入选名单或排名；
2. 如何建立警力需求与供给的量化模型，判定现有警力配置的合理性，并在新增 7 名警员的前提下，提出最优的分配方案，使警力资源与辖区治安任务相匹配。

1.2 问题分析

1.2.1 绩效考核的复杂性

- 指标维度多样，既包括案件办理数量、社区警务工作，也涉及治安巡逻、群众满意度等。不同指标的量纲与方向性差异较大，需进行正向化与标准化处理；
- 传统单一排序方法易受个别指标波动或异常值影响，为保证结果稳健，需要采用多方法综合评价（如熵权-TOPSIS、VIKOR、DEA 等），并通过秩合成避免偏差；
- 奖励规则差异带来排序方式不同：前五名只需选出入选对象，强调“稳定性”；前三名需给出名次，要求方法具有较强区分度。

1.2.2 警力配置的合理性判别

- 派出所工作负荷主要来源于 **警情响应任务**与 **社区基础治理任务**。前者与警情发生率及处置时长相关，后者与辖区人口、行业场所数量、面积等因素相关；

- 警员有效工时受休假、培训、非外勤工作等限制，需要换算成可用于接处警的“有效人力”；
- 景区型派出所任务特点特殊，常住人口有限但游客流量大，若直接以人口作为指标可能导致低估其警力需求，需要单独建模修正。

1.2.3 新增警员的最优分配问题

- 本质是一个 **离散优化问题**：在多个派出所之间分配有限的新增警力，以最小化整体缺编缺口或最大化治安绩效改进；
- 需考虑多因素权重：缺编严重程度、负责人绩效水平、辖区治安复杂度、特殊任务需求（如景区、重点行业场所）；
- 可建模为 **整数规划问题**或采用 **贪心启发式方法**，确保结果既合理又具解释性。

综上，本题的建模核心在于：通过 **科学的多指标评价方法**建立治安所长绩效考核模型，结合 **工作量估算与优化分配方法**提出警力配置方案，实现考核公平性与资源配置合理性的统一。

2 模型假设

3 符号说明

4 问题一求解

4.1 数据预处理

通过对附件一数据的观察可以发现，每个季度所参评的领导人选并不完全一致，且部分季度存在未分管的情况；同时，各季度评分的最高分总和存在差异，部分指标还包含扣分项。为保证数据处理的一致性，我们作如下处理：**(1) 对于未分管情况**，该项分值直接记为 0；**(2) 对于各季度最高分总和**不一致，采用量纲统一方法，将每季度的最高分总和归一化为 25；**(3) 对于扣分项**，进行反向处理：若出现扣分则记为 0，若未扣分则在原始得分基础上加上对应扣分值。

4.2 改进的绩效考评模型：动态加权整合方法

为解决不同季度考评数据存在的工作类型差异、季节性差异及人员调动问题，我们在原有绩效模型基础上进行了改进，构建了一个三层加权的动态整合方法。该方法包括：季度内指标分类加权、季度间动态加权、以及在岗时间补偿机制。整体框架如图所示（略）。

4.2.1 季度内指标分类加权（解决工作类型差异）

根据公安工作实际情况，将每季度的考评指标重新映射到四类工作类型：

- 社区基础工作（权重 $W_1 = 0.30$ ）；
- 办案打击工作（权重 $W_2 = 0.30$ ）；
- 巡逻处警工作（权重 $W_3 = 0.25$ ）；
- 勤务工作（权重 $W_4 = 0.15$ ）。

对于季度 q 中某位负责人的得分 P_{jq} ，计算公式为：

$$P_{jq} = \sum_{k=1}^4 \left(W_k \times \frac{\text{实际得分}_k}{\text{最高得分}_k} \right), \quad (1)$$

其中 k 表示工作类别，分母为该类别的最高得分。

4.2.2 季度间动态加权（解决季节性差异）

公安工作具有显著的季节性差异，例如一季度社会面维稳压力较大，三季度案件多发。为体现季节差异，我们引入季度重要性系数 λ_q ：

$$\lambda_q = \frac{\text{季度 } q \text{ 指标数}}{\text{年度总指标数}} \times \eta_q, \quad (2)$$

其中， η_q 为调整因子，用于刻画公安工作的季节性特征。根据经验设定：

$$\eta_1 = 0.9, \quad \eta_2 = 1.0, \quad \eta_3 = 1.1, \quad \eta_4 = 1.0.$$

在归一化处理后得到最终季度权重：

$$\lambda_1 = 0.148, \quad \lambda_2 = 0.312, \quad \lambda_3 = 0.376, \quad \lambda_4 = 0.164.$$

4.2.3 在岗时间补偿机制（解决人员调动问题）

针对部分负责人未满四个季度在岗的情况，我们引入有效季度贡献因子，修正年度得分：

$$P_j^{\text{annual}} = \frac{\sum_{q \in Q_j} \lambda_q P_{jq}}{\sum_{q \in Q_j} \lambda_q} \times \min \left(1, \left(\frac{N_j}{4} \right)^{0.5} \right), \quad (3)$$

其中 Q_j 表示负责人实际在岗季度集合， N_j 表示在岗季度数。该因子能够保证长期在岗人员的考评优势，同时避免因季度数过少导致的不公平。

4.2.4 模型实施效果

通过该改进模型，我们发现：

- 办案打击类权重提升后，在案件高发季度表现突出的负责人排名上升；
- 社区工作权重确保了群众满意度导向的体现；
- 季节性调整使得在维稳压力较大的季度（如 Q1）得分更具合理性；
- 在岗时间补偿机制使得短期任职的负责人（如仅在 Q1 参与）得分有所降低，从而提升了考评公平性。

综上，改进的绩效考评模型能够更科学地刻画不同季度、不同工作类型对整体绩效的贡献，并增强了模型对实际公安工作节奏的适应性。

5 模型的检验

1. 残差 P-P 图
2. 单样本 K-S 检验
3. 灵敏度分析

6 模型的评价与改进

- 6.1 模型的优点
- 6.2 模型的缺点
- 6.3 模型的改进

参考文献

附录

附录 1 支撑材料

7 问题一第一小问代码

8 问题一第二小问代码

9 问题二代码

10 问题三代码