

# MEM6810 工程系统建模与仿真

中美物流研究院  
上海交通大学

## 小组作业—问题示例

这个问题来源于上海的某一家大型公立医院。源数据中包含了其 10 个科室 2014-15 年的运营情况 (部分总结性数据已发表于 Zhou et al. (2018), Wang et al. (2020)), 但为了使问题简单, 我们这里只考虑其中的 3 个科室, 分别是心脏外科、神经外科、微创外科。这 3 个科室每天都会面临一些住院的需求, 而床位 (以及与其相配套的医生护士等) 是运营过程中的瓶颈资源, 需要尽可能地优化床位在 3 个科室中的分配情况。目前这 3 个科室总共最多可以分到 104 张病床, 当前的**分配情况**如表 1 所示。每个科室中, 当入院需求到来时, 如果没有空余病床, 则该病人需要根据先到先得的规则进行等待。病人每多等一天, 都会产生一定的等待成本, 这里将**平均的等待成本**量化为元/人天 (Wang et al. 2020), 数值如表 1 所示。每个科室的病人, 都存在等待几天之后放弃 (去其他医院就诊) 的情况, 称这个时间长度为等待时长阈值。每个科室的**等待时长阈值的平均值** (Zhou et al. 2018) 如表 1 所示。如果病人因等待时间过长而流失, 医院将损失一定的运营收入, **平均的流失成本** (Wang et al. 2020) 如表 1 所示。每个科室每天面临的住院需求和每个入院病人的住院时长记录于 Excel 文件**住院需求和时长.xlsx** 中。<sup>1</sup> 目前尚不确定当前的床位分配是否为最优 (仅以所考虑的 3 个科室来看)。

表 1: 3 个科室的运行情况

	心脏外科	神经外科	微创外科
当前床位分配 (张)	60	37	7
平均等待成本 (元/人天)	579.8	434.85	289.9
平均等待时长阈值 (天)	10	14	6
平均流失成本 (元/人)	4350.58	2129.25	503.45

此外, 根据 Izady and Mohamed (2021) 的研究, 在某些情况下, 将几个科室组成一个集合 (cluster), 并在一个集合里面分配一些共享病床使几个科室可以根据需求灵活地使用, 将能提高医院的运营效率, 降低总成本。<sup>2</sup> 图 1 为共享病床配置的一个示意图。其中的 Ward 1-4 为 4 个科室的专用病房区域, Overflow Ward 1-2 为共享病房区域。示意图中的配置为, 科室 1 有 3 张专用病床, 科室 2 有 2 张专用病床, 科室 1 和 2 组成一个集合, 共享 2 张共享病床。当科室 1 有入院需求且它的 3 张专用病床已满时, 可以使用该共享病床; 如果共享病床也已满, 则病人需要等待 (同样是先到先得); 科室 2 也类似。科室 3 有 3 张专用病床, 科室 4 有 1 张专用病床, 科室 3 和 4 组成一个集合, 共享 3 张

<sup>1</sup>该数据是基于源数据的统计特点重新人为生成的; 包含每个科室 365 天的住院需求和 300 位入院病人的住院时长。

<sup>2</sup>并没有增加床位总数, 只是将一些原本是某科室专用的病床改为几个科室共同使用。

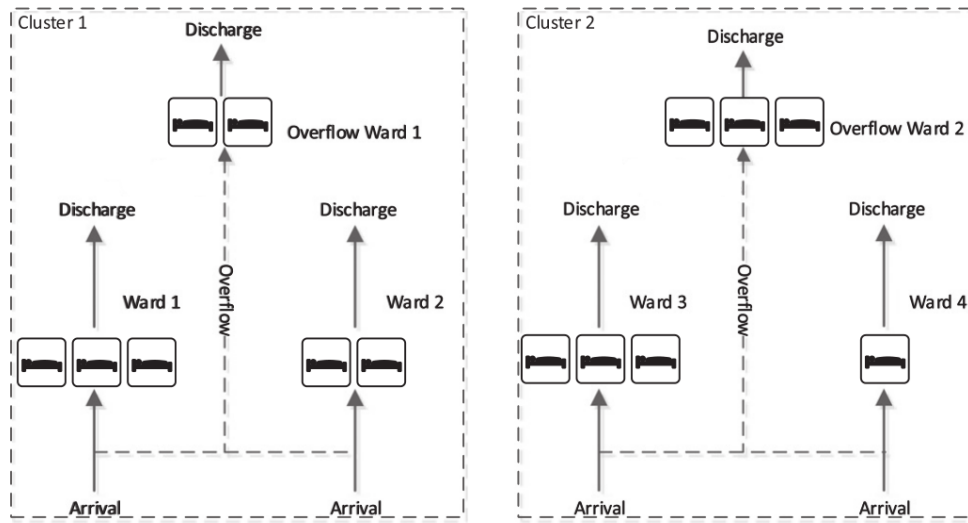


图 1: 共享病床示意图 (来源: Izady and Mohamed (2021))

共享病床. 需要指出的是, 共享病房中的运营成本将高于专用病房中的运营成本, 主要是由于共享病房中的护理人员需要更高的技能以护理多种不同的病人. 已知专用病房中, 平均每张病床每天的护理人员成本为 36.55 元. 而在共享病房中, 若该共享病房包括 2 个科室的病人, 预计该成本将增加 10%, 即, 平均每张病床每天的护理人员成本为 40.21 元; 若该共享病房包括 3 个科室的病人, 预计该成本将增加 20%. 目前尚不确定采取这样的病床分配策略是否有助于提升本问题中这家医院的运营效率 (仅以所考虑的 3 个科室来看).

注: 病人排队入院的流程和行为不可再进一步简化.

## 参考文献

- Izady, N. and I. Mohamed (2021). A clustered overflow configuration of inpatient beds in hospitals. *Manufacturing & Service Operations Management* 23(1), 139–154. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0820>.
- Wang, X., X. Gong, N. Geng, Z. Jiang, and L. Zhou (2020). Metamodel-based simulation optimisation for bed allocation. *International Journal of Production Research* 58(20), 6315–6335. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1677962>.
- Zhou, L., N. Geng, Z. Jiang, and X. Wang (2018). Multi-objective capacity allocation of hospital wards combining revenue and equity. *Omega* 81, 220–233. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.11.005>.