

## 试题B

### 1 问题描述

疫情期间，某 24 小时营业的超市希望通过优化工作人员排班来降低人力成本。超市目前聘有全职与兼职员工共 20 人，需要每周开始前提前安排本周的排班情况以完成超市的工作任务。超市的工作任务主要分为收银、导购等接待性工作任务（称为 A 类任务）以及打扫、后勤等其它工作任务（称为 B 类任务）。

超市排班系统的介绍如下：从一天凌晨 5 点至次日凌晨 5 点算作一个 **工作日**，每个工作日进一步划分为 48 个 **工时**（一个工时为半个小时），例如 1 月 1 日的第 0 工时为当日 5:00 AM 至 5:30 AM。为方便人员调度，工作任务以工时为单位进行分配，如一个持续 6 小时的 A 类任务在排班系统中显示为 12 个持续一个工时的同类任务，在岗员工可以在一个工时结束时切换至另一任务。排班计划通过 **工作日-人员-工时-任务** 的形式进行呈现。

超市排班需遵循如下规则：

为方便表述，这里将超市的全职员工称为 S1 类员工，兼职员工根据年龄分为 S2 类与 S3 类；无论是否一直在执行同一任务，员工从上班至下班的时间称为 **一个班段**。

- 员工工时限制

工作时间方面，S1 类全职员工的 **月总工作时间** 不能超过 202 工时或低于 167 工时；S2 类兼职员工的月总工作时间不能超过 202 工时；S3 类兼职员工 **周总工作时间** 不能超过 22 工时，月总工作时间不能超过 96 工时；班段内允许工时内不安排工作，但班段时长不允许超过 10 小时；同一员工的两个班段之间需要至少有 10 小时的休息时间，同时不宜有连续七天工作的情况

- 员工资质限制

由于工作的复杂程度不同，部分任务需要员工具有特别的资质才能执行，同时由于熟练度不同，不同员工执行工作时的效率也有不同

超市希望达到的目标如下，重要性依次递减

- 尽可能完成所有的任务

部分必须完成的任务已在 **任务信息表-必须任务表** 中给出，剩余的任务中以完成 A 类任务优先

- 提高工时（班段）利用率

在完成的任务的基础上，尽可能将班段排满工作

假设现在处于某个排班周期开始之前（2 月 22 日），工作人员排班前相关信息在 **员工信息表-基本信息表** 中，未来一周（23 - 29 日）需要进行的工作情况在 **任务信息表-A/B类任务** 中。请建立数学模型解决以下问题：

1. 假设所有人员均有资质承担所有工作并不考虑工作效率，请使用建立的数学模型给出在员工工时限制情况下未来一周的排班结果
2. 在 (1) 的基础上，如果需要进一步考虑人员资质（**员工信息表-人员资质表**，**任务信息表-任务资质表**），同时希望提高任务执行的效率，请相应地修改模型并给出排班结果
3. 在 (2) 的基础上，如果工作人员只在一天的某一段时间（**员工信息表-空闲期表**）能够执行工作（见 **员工信息表-空闲期表**），请进一步修改模型并给出排班结果

4. 在超市运营过程中，有时部分人员会因特殊情况临时无法工作并需要代班，在 (3) 的基础上，请阐述如何通过模型得到一个较好的代班人选

## 2 模型数据介绍

目前提供的数据表如下

### 员工信息表

表格 1. 员工信息表-基本信息

字段名	解释
工号	员工工号，范围从 1 - 20
人员类型	员工类型，包括 全职 (S1) 与兼职 (S2, S3)
月已工作时间	本月内员工已经工作的工时数
已经连续工作	员工已经连续工作的天数
昨日下班时间	昨天在岗员工下班的工时时刻，例如 0 代表 22 日 5:30 AM 下班

表格 2. 员工信息表-空闲期

字段名	解释
工号	-
空闲开始时间	员工空闲开始工时时间，例如 0 代表 5:30 可以上班
空闲结束时间	员工空闲结束工时时间，例如 0 代表 6:00 需要下班
工作日	工作日日期

表格 3. 员工信息表-人员资质

字段名	解释
工号	-
资质	当前工号员工具有的资质
工作效率	当前工号员工执行需要当前资质工作的效率，数值越高效率越高

### 任务信息表

表格 4. 任务信息表-A/B 类任务

字段名	解释
工作日	-
任务工时时间段	任务对应工时，如 0 代表 5:30 AM 至 6:00 AM 的工作
任务类型	当前任务的类型
需要人数	任务需要执行的人数

表格 5. 任务信息表-任务资质

字段名	解释
资质	资质的名称
可执行工作	拥有该资质能够执行的工作

## 3 模型输出

排班结果表 给出了样例的排班输出，分为七个子表格，分别对应未来七天的排班情况。表格的 C1-AX21 部分对应  $20 \times 48$  的输出区域，每一行均对应一个员工的排班情况，每个单元格应填写排班的任务名称，示例输入为无效值。