

# 智能化护理排班管理系统设计

邓 兰 徐 进 黄丽红 尹世玉

(华中科技大学同济医学院附属同济医院 武汉 430030)

**[摘要]** 阐述基于回答集编程的智能化护理排班管理系统框架设计、智能排班方案制定、其他排班方式等,分析该系统排班效果,指出其应用能够提高排班工作效率和排班合理性,具有一定实用意义。

**[关键词]** 智能; 护理排班; 护理管理; 回答集; 信息化

**[中图分类号]** R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.05.017

**Design of an Intelligent Nursing Scheduling Management System** DENG Lan, XU Jin, HUANG Lihong, YIN Shiyu, Tongji Hospital of Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

**[Abstract]** The paper expounds the design of an intelligent nursing scheduling management system based on answer set programming, including framework design, intelligent scheduling scheme formulation, other scheduling methods, etc., analyzes the scheduling effect of the system, and points out that its application can improve the efficiency and rationality of scheduling, which has certain practical significance.

**[Keywords]** intelligent; nursing scheduling; nursing management; answer set; informatization

## 1 引言

护理排班是护理管理中最常规、最重要的工作之一,科学、合理、灵活的排班能够优化病区人力资源配置,提高护士工作积极性和满意度,从而提高护理管理水平<sup>[1]</sup>。目前仍有部分医院采取传统纸质排班或使用 Excel 手动排班,一方面效率较低且出错几率大,容易出现不公正情况<sup>[2]</sup>,另一方面不利于数据查看、对比和统计<sup>[3]</sup>。护理排班信息化是医院管理的必然需求,护理排班系统可以为临床科室提供人员管理、护

理排班、休假管理、考勤统计等功能,从而合理配置科室人力资源,实现信息互通,提升护理管理水平。排班中需要考虑的因素较多,包括劳动法规约束、不同护士能力级别差异、病区患者数量、护士休假情况等,因此护士排班问题是较为复杂的组合优化问题<sup>[4]</sup>。按照《三级医院评审标准(2020年版)》规定,护理人力资源配备应与医院功能和任务相适应,以临床护理工作量为基础,根据收住患者特点、护理级别比例、床位使用情况对护理人力资源实行弹性调配,因此护理排班系统智能水平尤为重要<sup>[5-8]</sup>。本文提出一种智能化护理排班管理系统,该系统提供人员与班次管理、护理排班、查询统计的护理排班闭环管理,可通过自动排班、模式化排班等快速排出公平、合理的班次,从而提高护士长工作效率和管理水平。

**[修回日期]** 2021-09-26

**[作者简介]** 邓兰,硕士,工程师,发表论文5篇;通信作者:徐进,硕士,工程师。

## 2 系统框架设计

### 2.1 系统功能

该智能化护理排班管理系统从用户角度分为护理部、护士长、护士 3 个层级，实现全院、病区、护士的多层级灵活管理，并根据排班规则通过多种排班模式自动排班，解决病区排班慢、排班难的问题。系统功能模块包含人员管理、班次管理、规则管理、排班管理、休假管理、排班偏好管理、排班查询与统计等功能，见图 1。

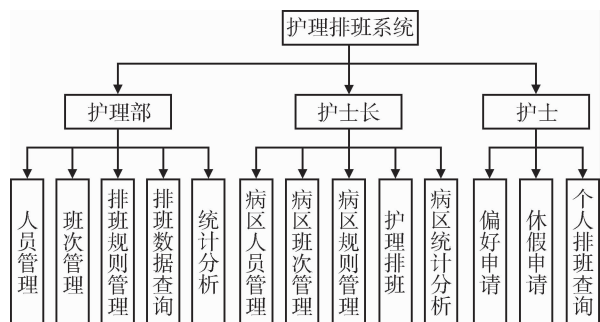


图 1 系统功能模块

### 2.2 系统流程 (图 2)

护理部统筹管理，制定全院统一的基本班次和排班规则。在此基础上各病区护士长可对本病区的护士、班次和排班规则进行一定程度的个性化管理，如为护士设置不同的显示颜色、分组，修改班次名称和时间段以满足本病区工作需要，追加适用于本病区的排班约束等，其中班次修改需经过护理部审核后方可生效。护士则可以向护士长提出排班偏好和休假申请，护士长审核通过后将在排班中加以体现。在以上人员、班次、规则、休假等信息确定之后，智能化护理排班管理系统可自动排出一定时间区间内整个病区的班次。护士长也可使用模式化循环排班、复制周班等功能快速手动排班。最终排出的班次可供护士查询个人排班，以及提供病区、大科、护理部级别多维度查询与报表统计，以便各级护士长和护理部了解病区和医院运行情况并

及时调整人力资源配置，提高决策能力。可操作内容包括各病区各班次排班人数和时长、护士工作总天数和时长、休假统计、节假日上班天数等。

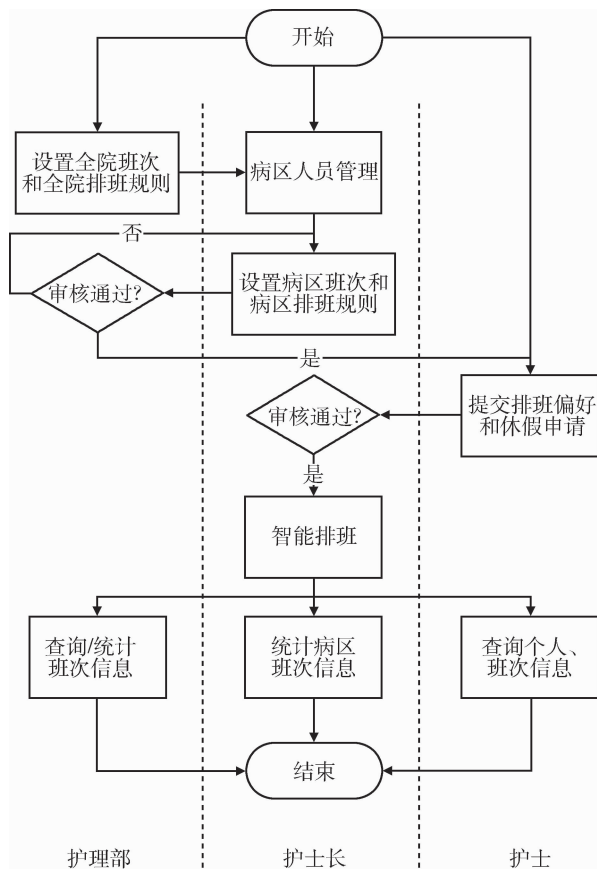


图 2 系统流程

### 2.3 信息平台架构

基于医院一体化建设理念，在现有集成平台基础上实现人力资源管理、护理质量管理、权限管理、绩效薪酬管理等系统之间互联互通，见图 3。护理排班系统从人事系统和护理管理系统获取护士和护士长基本信息、科室调动、专业资质等数据，用以支持护理排班，再将排班数据传递给权限管理平台 and 绩效、薪酬等系统，从而根据护士排班情况自动授予医院系统权限、统计护士工作量、计算护士绩效、发放薪酬。多个平台构成整体，实现数据与业务的闭环。

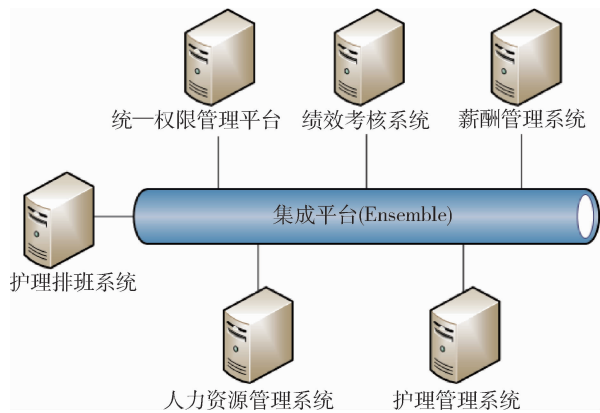


图 3 信息平台架构

### 3 智能排班方案

#### 3.1 概述

智能化护理排班管理系统为护理管理者提供多种排班规则，以回答集编程<sup>[9-10]</sup>作为工具，可根据护理部和病区护士长所设置的约束数值自动完成一定时间区间的排班。排班的时间长度可按不同需求而更改，从 1 周到 1 年不限，本文以 1 个月为例进行说明。

#### 3.2 系统排班规则

系统使用的排班规则包括：各种班次每天安排的护士数量必须处于合理范围内；每个护士每月工

作总时数必须在合理范围内；部分班次必须保证有一定数量的高年资护士；不同年龄段护士安排大夜班数量不同，年纪越大的护士安排大夜班数越少；大夜班后次日必须安排休息日；每个护士每周保证 2 天休息。

#### 3.3 回答集编程

一种声明式编程，其程序包含事实、规则、输出 3 部分，输入事实和规则后，程序将自动给出满足条件的输出。在本系统中事实部分包括：排班时间区间  $day(d)$ ，其中  $d \in [1..30]$ ；护士集  $\{nurse(n, age, level)\}$ ， $n \in N$ ， $N$  是护士总数， $age$  是护士年龄， $level$  是护士层级；班次集  $\{shift(s, beginT, endT, hour)\}$ ， $s \in S$ ， $S$  是班次总数， $beginT$  是开始时间， $endT$  是结束时间， $hour$  是班次时长；各个班次每天需要安排的护士数量最小值和最大值  $\{nurseNum(s, Min, Max)\}$ ， $s \in S$ ；各个班次每天需要安排的高年资护士数量的最小值和最大值  $\{highLevelNurseNum(s, Min, Max)\}$ ， $s \in S$ ；每个护士在排班周期内工作时数的最小值和最大值  $workHour(Min, Max)$ ；不同年龄的护士在排班周期内安排的大夜班数量的最小值和最大值  $\{nightNum(age, Min, Max)\}$ ；已经安排的节假日班和护士长手动排班  $\{arrange(N, D, S)\}$ 。根据以上事实，制定的规则 ASP 代码如下：

```
% 每天为每位护士安排一个班次
{arrange(N,D,S):shift(S,BeginT,EndT,Hour)} = 1; - day(D, nurse(N, Age, Level) .

% 各班次每天安排的护士数限制
: - day(D), #count{N:arrange(N,D,S)} < Min, nurseNum(S, Min, Max) .
: - day(D), #count{N:arrange(N,D,S)} > Max, nurseNum(S, Min, Max) .

% 各班次每天安排的高年资护士数限制
: - day(D), #count{N:arrange(N,D,S), nurse(N, Age, Level), Level >= 3} < Min, highLevelNurseNum(S, Min, Max) .
: - day(D), #count{N:arrange(N,D,S), nurse(N, Age, Level), Level >= 3} > Max, highLevelNurseNum(S, Min, Max) .

% 一个护士每月工作时数限制
: - nurse(N, Age, Level), #sum{Hour,D:arrange(N,D,S), shift(S, BeginT, EndT, Hour)} < Min, workHour(Min, Max) .
: - nurse(N, Age, Level), #sum{Hour,D:arrange(N,D,S), shift(S, BeginT, EndT, Hour)} > Max, workHour(Min, Max) .

% 不同年龄段的护士大夜班数限制，假设大夜班的代码是 9
: - nurse(N, Age, Level), nightNum(Age, Min, Max), #count{D:arrange(N,D,9)} < Min .
: - nurse(N, Age, Level), nightNum(Age, Min, Max), #count{D:arrange(N,D,9)} > Max .

% 大夜班之后必须接休息，假设休息日的代码是 10
: - nurse(N, Age, Level), arrange(N,D,9), notarrange(N,D+1,10) .
```

%一周休息 2 天

: - nurse(N, Age, Level), #count{D; arrange(N, D, 10)}! = 2.

其中“: -”左边为结论, 右边为条件。如果条件成立则结论为真; 如果结论为空则表示排除条件所表示情况。

## 4 其他排班方式

### 4.1 模式化循环排班

一般来说护士排班具有一定规律性, 为减少手动排班工作量, 最大限度缩减排班所需时间, 本系统提供了模式化循环排班功能。各病区的护士长可将本科室班次进行任意组合, 定义成排班模式。例如“白、白、中、小夜、大夜、休、休”的排班模式在病区使用广泛, 即上两个白班、1 个中班、1 个小夜班、1 个大夜班再休息两天。在进行排班时护士长选择此排班模式和排班时间段即可快速完成大量排班工作。模式化循环排班的班次相对固定, 护士对自身班次比较熟悉, 便于做好长期个人安排。

### 4.2 休假排班

排班与休假管理相结合, 可减少护士长排班工作量, 尤其是产假、病假等天数较多的休假。护士长将护士的休假种类、天数、开始时间等录入系统后, 在每次排班前系统将自动为护士安排相应休假班次, 减少护士长操作。

### 4.3 灵活的班次编辑功能

排班系统提供灵活丰富的班次调整功能, 例如可对班次或人员进行任意交换或者整行上下移动、整列左右移动, 以便护士长方便快捷地调整排班。班次批量复制功能允许将以往班次批量复制, 在此基础上利用交换和上下左右移动功能进行微调, 可以快速排好一定时间段内的班次。

### 4.4 护士意愿

在每个排班周期前护士可在系统中提出个人排班意愿, 护士长审批通过后酌情安排排班。

### 4.5 系统应用效果

通过测试对比原始手工排班和使用智能化系统

排班所需时间, 见表 1。使用智能化自动排班后, 进一步减少了排班所需时间, 提高工作效率。

表 1 排班时间对比

护士数 (人)	手工排班 (分钟)	模式化 (分钟)	智能化排班 (秒)
10	15	3	127
20	25	8	214
40	40	20	453

## 5 结语

为提高护士长排班工作效率和排班公平性和合理性, 设计智能化护理排班管理系统, 系统通过使用回答集编程等技术手段, 在护理部和护士长设置好排班规则后自动为病区排出合理的班次表。测试证明使用本系统排班的效率较高, 耗费时长远少于手工排班。本系统特色在于: 实行护理部、病区两层级管理, 既实现全院统筹管理又满足病区个性化需求; 方便灵活的排班操作帮助护士长快速排班; 根据排班规则自动生成, 极大减少人力成本。本系统方案有待进一步改善, 尤其是智能排班时间效率还有待提升。在后续研究中可以尝试加入一些先验知识, 例如在规定的上班时数内, 护士的班次组合种类是有限的, 通过事先列举出这些班次组合可以快速缩小答案范围, 从而优化答案集编程逻辑, 缩短自动生成排班的时间。总体来说本系统对病区人力资源和工作量管理提供了支撑和便利, 具有较大实用意义。

## 参考文献

- 1 蓝淳愉, 曹磊, 张华秀. 智能化和精细化护理排班管理系统设计与运用 [J]. 医学信息学杂志, 2017, 38 (10): 44-46.
- 2 陈璐. 电子排班系统的开发及应用 [J]. 中华护理杂志, 2012, 47 (12): 1118-1119.
- 3 唐迎际, 何海玉. 护理人员排班考勤信息系统的设计与

- 实现 [J]. 医学食疗与健康 2020 (15): 187-188, 191.
- 4 俞跃胜, 王晓梅, 朱静悦, 等. 护士排班系统的开发与  
应用实践 [J]. 智慧健康, 2020, 6 (29): 8-10, 13.
- 5 邹玉蓉, 邵建华, 黄虹. 面向院内信息共享和精细化管理  
的排班系统设计 with 实现 [J]. 中国数字医学, 2016,  
11 (2): 34-36, 49.
- 6 蒋金, 卢天舒, 张绍敏. 护理排班系统内涵与延伸功能  
的开发 [J]. 护理学杂志, 2017, 32 (10): 71-72.
- 7 Dodaro C, Maratea M. Nurse Scheduling via Answer Set  
Programming [C]. Espoo: International Conference on  
Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning, 2017.
- 8 Alviano M, Dodaro C, Maratea M. An Advanced Answer  
Set Programming Encoding for Nurse Scheduling [C].  
Bari: Conference of the Italian Association for Artificial In-  
telligence, 2017.
- 9 Brewka G, Eiter T, Truszczynski M. Answer Set Program-  
ming at a Glance [J]. Communications of the Acm, 2011,  
54 (12): 93-103.
- 10 Calimeri F, Faber W, Gebser M, et al. ASP - Core - 2 Input  
Language Format (2013) [EB/OL]. [2021-07-01]. ht-  
tps://www.mat.unical.it/aspcomp.2013/files/ASP - CORE  
-2.01c.pdf.

## 2022 年《医学信息学杂志》编辑 出版重点选题计划

2022 年本刊将继续以“学术性、前瞻性、实践性”为特色, 及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点, 反映学科研究动态, 展示学科研究与应用成果, 引领学科发展方向。现对 2022 年度编辑出版重点选题策划如下:

1 “十四五”医学信息学研究领域的新使命、新格局、新方法; 2 医学信息学及其分支学科建设与创新; 3 创新驱动的智能医学情报和数据智能研究; 4 医学人工智能前沿技术、临床应用及挑战; 5 智慧医疗、智慧健康、智慧养老服务体系、模式创新; 6 医用机器人系统研发、模型设计; 7 真实世界数据研究方法、案例及其对医疗卫生决策的助推作用; 8 医学小数据与暗数据的价值评估与应用研究; 9 多源异构医疗健康数据融合与治理技术; 10 医学数字资源长期保存体系框架及技术实现; 11 基于数据的知识组织、知识发现理论与方法; 12 数据驱动的精准医学、精准用药研究与实践; 13 开放医学数据安全与隐私保护; 14 数据与知识驱动的临床辅助决策支持系统; 15 大规模人群队列研究及其共享平台建设; 16 健康中国战略背景下医药卫生信息化发展规划; 17 数字健康、智慧健康业态分析; 18 “互联网+医疗健康”关键技术与新业态研究进展; 19 健康信息学理论、方法及用户健康信息行为研究; 20 5G 时代的个人健康管理理论与实践; 21 重大公共卫生事件风险预警、网络舆情分析及虚假信息治理; 22 医疗卫生信息系统互联互通及其相关标准建设与落地; 23 云计算、物联网、移动互联网在医疗健康领域的综合运用及典型案例; 24 智慧医学图书馆建设管理、理念创新及智慧馆员培养; 25 开放科学与机器智能环境下医学信息服务范式变革; 26 全媒体医学数字资源中心建设; 27 “新医科”背景下医学信息学高层次、复合型人才培养; 28 “互联网+”环境下医学信息学及其相关专业本科、研究生、继续教育面临的挑战、改革与实践创新; 29 国外医学信息学教育经验借鉴; 30 医学信息素养及数字素养教育。

(《医学信息学杂志》编辑部)