

见表 2。

2.4 工作日与周末样本实验室 TAT 对比分析 工作日、周末 TAT 均值分别为 68.87 min 和 68.55 min, 合格率分别为 56.10% 和 57.10%, 工作日与周末的 TAT 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 3。

表 2 检查周与措施实行前、后实验室 TAT 的对比结果						
项目	样本总数 (<i>n</i>)	均值 (min)	标准差 (<i>s</i> , %)	最小值 (min)	最大值 (min)	及格率 (%)
措施前	3 062	79.04	50.88	10	484	44.20
措施后	3 738	60.27	34.06	11	419	66.20
检查周	237	50.64	21.74	22	182	80.60

表 3 工作日与周末样本检测时间对比分析						
项目	样本例数 (<i>n</i>)	均值 (min)	标准差 (<i>s</i> , %)	最小值 (min)	最大值 (min)	及格率 (%)
工作日	4 828	68.87	42.79	10	421	56.10
周末	1 936	68.55	46.43	17	484	57.10

3 讨 论

该科采取急诊急报改进措施有:(1)明确急诊范围,大量非急诊项目列入急诊申请目录,占用了急诊分析的人力、物力,真正的急诊无法快起来^[7-8]。实验室人员需不断与医师沟通,减少非急诊项目;(2)调整工作流程,急诊标本在护理站就区分标示,建立送检绿色通道,实验室人员能迅速识别急诊标本并优先处理;(3)完善人员业务能力培养,熟练是快速的基础;(4)加强工作人员急诊观念,完善急诊急报制度,明确岗位职责,赏罚分明等。调查显示,检查前一周报告时间均值较之前缩短了 9.57 min, 合格率提高 14.40%, 达 80.60%, 证实上述措施非常有效,这与其他调查结果一致^[9-10]。

影响 TAT 的因素有多方面,急诊生化检测 TAT 最小值(10 min)与最大值(484 min)差 474 min,说明 TAT 压缩空间很大。措施实施后差值为 408 min,提示这些措施还不能完全解决 TAT 较长的问题。分析 TAT 超出 240 min 原因,主要有仪器状态及分析速度、实验室信息系统传递数据的流畅性、人员业务熟练程度及责任心、岗位安排合理性等,其中设备是最大影响因素,说明各种仪器(如纯水处理机、离心机、生化分析仪等)的日常维护与保养非常重要。为应对设备故障等突发因素影响,有条件的实验室需有备用设备,在质控或仪器维护维修时替代使用^[8]。

工作日与周末 TAT 均值与合格率差异无统计学意义,提示周末值班人数与工作量匹配,目前安排无需改动。

本组利用实验室信息系统对检验申请、标本采集、送达、接收、发出报告等时间段进行监控,标本上条码在不同地点扫描而记录各节点时间,减少了手工获取、处理数据的误差和劳动强度,避免人工记录时间点导致的跟踪检查项目少、主观影响因素多、结果误差大的局限^[6]。

总之,该科为缩短 TAT 实验室段所采取的措施有效。硬件良好、工作流程优化、急诊范围明确、人员急诊观念强是提高实验室效率的关键因素。

参考文献

[1] Bilwani F, Siddiqui I, Vaqar S, et al. Determination of delay in turn around time(TAT) of stat tests and its causes; an AKUH experience[J]. J Pak Med Assoc, 2003, 53(2): 65-67.

[2] 吕珏. 浅谈医学检验前质量保证[J]. 临床检验杂志, 2007, 25(6): 428.

[3] 彭志英, 宋昊岚, 高宝秀. 利用实验室信息系统进行检验结果回报时间(TAT) 分析[J]. 现代检验医学杂志, 2007, 22(5): 36-37.

[4] 李栋, 李艳, 余红, 等. 现代医院检验科“速度管理”的必要性[J]. 中华检验医学杂志, 2004, 27(8): 344-345.

[5] Steven JS, Peter JH. Physician satisfaction and emergency department laboratory test turnaround time[J]. Arch Pathol Lab Med, 2001, 125(41): 863-871.

[6] 李雪志. 全院性检验标本条码管理系统的流程设计[J]. 医疗卫生装备, 2007, 28(10): 72-73.

[7] 蔡大江, 苟必庆, 兰翔, 等. 常规工作状态下对生化检验回报时间的分析[J]. 国际检验医学杂志, 2006, 27(10): 955-956.

[8] 马新英, 张示渊, 肖晓红, 等. 实验室分析前质量管理与控制中存在的问题[J]. 国际检验医学杂志, 2010, 31(8): 885-886.

[9] 宋昊岚, 高宝秀, 彭志英. 急诊生化检测 TAT 时间的分析[J]. 华西医学, 2008, 23(1): 59-60.

[10] 张莉, 程利, 朱芳, 等. 对两种急诊生化检验结果回报时间的调查分析[J]. 实验与检验医学, 2010, 28(1): 39-40.

(收稿日期:2011-04-22)

• 检验科与实验室管理 •

基于 Arena 的检验科资源配置优化研究

张洪波¹, 胡 斌², 钱 任²
(1. 华中科技大学同济医学院检验科, 武汉 430030; 2. 华中科技大学管理学院, 武汉 430074)

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2011.18.064文献标识码:B文章编号:1673-4130(2011)18-2165-04

随着医院门诊量的增加,检验科的患者也逐步增加,这对检验科的各服务窗口造成很大的压力,曾试图通过引进叫号机来对患者进行分流,但效果不明显。为解决此问题,本组引入了离散事件仿真思维,有关离散事件仿真在医疗方面的研究有 Reynolds 等^[1]利用离散事件模拟工具来提高门诊的诊疗效率;Hung 等^[2]应用计算机仿真技术来研究解决儿科门诊的患者流动性问题。本组是利用 Arena 这一离散事件仿真软件,建立门诊检验科的整体模型,通过运行模型来找出空间、设备、人员的合理化比例关系,让科室在基础建设、设备引进、人员配比三者之间达到一种经济规模,构建一种精细化的管理模式,为

医院局部最优化打下了坚实的基础^[3]。

Arena 是美国 System Modeling 公司于 1993 年开始研制开发的新一代可视化通用交互集成仿真环境。是以 SIMAN/CINEMA 为基础发展起来的一种仿真模拟软件,这部软件很好地解决了计算机仿真与可视化技术的有机集成,兼备高级仿真器(simulators)易用性和专用仿真语言柔(flexibility)的优点,并且还可以与通用过程语言(如 Visual Basic、FORTRA 和 C/C++ 等)编写的程序连接运行。System Modeling 公司推出的 Arena 版不断升级,功能也得到了不断的提高和完善。就 Arena 的结构体系而言,可视化集成仿真环境的 Arena 通用过程语言、专用仿真语言和仿真器的优点有机地整合集成起来,采用面向对象技术、层次化的系统结构,同时具备了易用性和建模灵活性两方面的优点。

1 概念模型构建

1.1 模拟检验科基础设施现状 从医院候诊室检验大厅的南面进入检验科,在大厅内有两台叫号机,实施对患者的排序分流检验;大厅的西面,是抽血窗口,为检验的抽血中心,所有有关血液检验的项目都在此完成抽血,然后分别转运到各工作台进行检测;大厅的北面为尿液检验窗口,完成尿常规、大便常规及 24 h 尿液的接受和转送工作;大厅的东面为患者取报告窗口,是整个检验科报告输出的中心,所有的门诊检验报告都从此工作台发放给患者,也是患者密集区之一。见图 1。

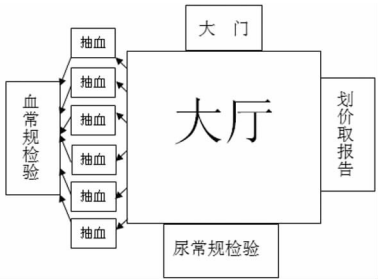


图 1 检验科大厅示意图

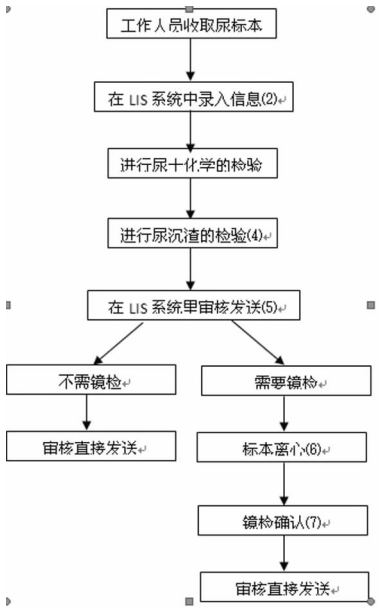


图 2 尿常规的检测流程图

1.2 各工作台流程及相关的参数(以尿液检验为例进行说明)

1.2.1 工作台流程 进入检验科的患者一部分要进行尿常规

的检测,这部分患者完成检测前留标本程序后,进入到检验大厅排队将标本由标本接收窗口递交给工作人员,工作人员在接收尿标本的同时对患者的基本信息进行录入,每收到 10 个标本后,将标本交给后台的技术检验工作人员,工作人员首先对标本利用条码枪进行信息录入并排样,随后依次将标本放入 Clintek atlas 尿干化学分析仪、UF-1000i 尿沉渣分析仪进行检测,检测完成后对标本进行审核发送,对部分尿干化学分析仪和 UF-1000i 尿沉渣分析仪不匹配的结果,选出对应的标本进行离心镜检,400 g 离心 5 min,离心完成后,对标本进行镜检,对尿沉渣的有形成份进行分类(如红细胞、白细胞、管型等)^[4]。然后对相应的标本进行审核发送,完成尿标本的检测。完成检验后,结果发送到 LIS 系统中,供取报告工作台的工作人员调用。见图 2。

1.2.2 相关的参数 以上流程各环节的处理速度及时间如下:(1)尿窗口以 78 个/小时(即 1.3 个/分钟)的速度接收尿标本,每接收 10 个尿标本为一架转入下一个环节;(2)条码枪录入 10 个标本的平均时间为 30 s(即 20 个/分钟);(3)干化学尿机的处理速度为 180 个/小时(即 30 个/分钟);(4)尿沉渣的处理速度为 78 个/小时(即 1.3 个/分钟);(5)在 LIS 系统中不需要镜检时每发一个报告所需要时间为 5 s(即 12 个/分钟);(6)标本离心的标准时间是 5 min;(7)每份标本镜检所花的时间为 2 min,即(0.5 个/分钟)。说明需要镜检的比例平均占 30%,平均每 7 个离心 1 次,步骤间转换的时间为 5 s。

1.3 Arena 模型构建 通过以上分析以及数据的收集,本组利用 Arena 构建了流程的模型,并且按照实际的情况输入相关的数据,包括 Create 模块的人员到达率、Assign 模块的患者类型分布、Process 模块的处理过程以及最终的统计工作。

2 模型的结果与验证

2.1 模型与现实的验证 通过对现实检验科各环节进行数据的核对,并通过运行系统、运行的结果和现实相一致,表明模型的正确性。模型中各资源对应现实岗位的设备,见表 1。

表 1 资源岗位匹配表

资源	岗位
Resource 2	尿干化学分析仪
Resource 3	尿沉渣分析仪
Resource 4	抽血工作台
Resource 5	血常规分析仪
Resource 6	血生化分析仪
Resource 7	发报告工作台
Resource 8	血常规镜检工作台
Resource 9	生化复查工作台
Resource 10	尿沉渣镜检工作台

2.2 优化的结构模型 通过运行模型,观察各资源的利用率状况,不断的调整各参数,得出了现有条件下的优化模型,见表 2。

2.3 未来 3 年的结构模型预测 通过对近 3 年检验科的工作量的平均每年增长,本组对未来第 3 年的工作量做了预测,并通过修改模型中的参数,得出了 3 年后检验科的资源配置方案,见表 3。

表 2 优化下的各资源配比表

资源	上午	下午
Resource 2	1 台	1 台
Resource 3	2 台	1 台
Resource 4	6 例	4 例
Resource 5	1 台	1 台
Resource 6	1 台	1 台
Resource 7	3 例	2 例
Resource 8	2 例	1 例
Resource 9	1 台	1 台
Resource 10	1 例	1 例

表 3 未来第 3 年资源配比表

资源	现在	未来第 3 年
Resource 2	1 台	1 台
Resource 3	2 台	3 台
Resource 4	6 例	11 例
Resource 5	1 台	1 台
Resource 6	1 台	1 台
Resource 7	3 例	5 例
Resource 8	2 例	4 例
Resource 9	1 台	1 台
Resource 10	1 例	3 例

3 模型的临床应用

3.1 模型与现实的差异性 在模型的运行过程中,因为进入检验科的患者近似于血细胞计数中红细胞直方图的偏态分布函数^[5]。和进入系统模型的实体相对应,现实条件下,抽血患者为 5 例,即模型中对应的 resource 4 为 5,在系统运行至 2.8 h 时,系统报错,因进入系统的实数过多而无法运行,对应在实现条件下的检验科由于患者过多,工作人员的处理速度达到极限而引起患者滞留,从而引起患者的长时间等待而延迟到下一个工作时间,也就是说现实条件下工作人员可能在第 3 h 具有一样的工作饱和度,这时模拟模型则会因为超过最大承载能力而无法运行,这就是模型和现实最大的差异。见图 4。

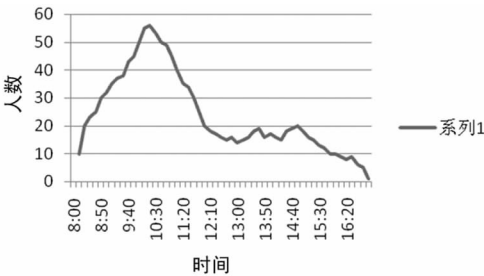


图 4 患者流量图

3.2 利用 Arena 优化资源配比 在对模型的最优化的探寻过程中,主要遵循两个原则:(1)通过激励员工改变工作人员的工作效率来改变流程的合理性^[6]。(2)通过改变设备的处理速度来调整工作流程而使整个流程合理化。由于设备的处理速度

是个定值,所以在速度的改变上就只能通过改变设备的数量来对该环节进行改进。

在这两个原则下,主要比较了两种资源配比情况 6 例抽血速度为 0.67 例/分钟的员工和 5 例抽血速度为 0.71 例/分钟的员工比较,前者是现实条件下可提供的人员配置,后者是通过培训与激励可以达到的人员;相比而言,从成本的角度,检验科雇用一名抽血的员工每月的工资约为 1 500 元,因为其工作性质很符合计件工资制,所以对其实施薪酬激励来使其提高工作效率的方法较为适用,通过对员工提高 5% 的工资,可以将员工的工作效率由 0.67 例/分钟提高到 0.71 例/分钟,从这个角度上来看,通过提高效率来改善工作流程(即配置 5 例抽血速度为 0.71 例/分钟)更经济(因为 $1\,500 \times 5\% \times 5 = 375 < 1\,500$),但考虑到一方面其造成了大厅的患者滞留的人数过多容易对工作人员产生压力;另一方面抽血工作人员的工作饱和度过大容易对工作人员心理产生一定的影响,为提供良好的服务且不留下隐患,最终在对抽血人员的人数上摒弃了成本这一因素,而采用了增加抽血人员这一改革方案,而且这一改革方案可以应对以后患者人数的不断增加,为以后的结构优化做铺垫。

3.3 利用 Arena 制定前瞻计划 Arena 的引入,可以使相对便捷的对未来的工作进行预测,统计表明,检验科的门诊量在以每年约 20% 的速度递增,按照这种速度,3 年后门诊量将为现在的 2 倍,即进入实体的数量为现在模型的 2 倍,通过修改进入实体的参数,本组得出了上述结果 3 中的各资源配置,可以对未来的资源配置有的放矢:就技术人员,因为其在科室的培训周期为两年,所以对尿沉渣镜检工作台需要增加的 2 例技术员要提前两年做好人才甄选计划并实施,完成人才的储备,以备未来所用。而对抽血人员而言,其培训的周期为 1 年,这就至少要在第 2 年做到抽血人员的招聘工作,由于抽血人员增加较多,更为理想的是每年招聘部分人员做好人员储备以应对第 3 年的患者增长。对发报告工作台的员工,需要对其进行 3 个月的培训,相比前面两者而言,对发报告员工的储备相对灵活,同时随着自助报告系统的运用,模型会时时变化,对此类员工的需求也会相应变化,在此可暂不纳入计划。除了对人员的储备,还有对医疗设备的申报,医疗设备的申报一般要提前 1 年,所以最迟在第 2 年要做好医疗设备的申报工作。

Arena 离散事件模拟模型的建立,使检验科的工作由调整到优化再到未来检验科资源的合理配置,使得检验科能在未来的 3 年工作得以顺利的开展。为检验科的长足稳健的发展打下了坚实的基础。

参考文献

[4] Reynolds M, Vasilakis C, Mcleod M, et al. Using discrete event simulation to design a more efficient hospital pharmacy for outpatients[J]. Health Care Management Science, 2011, 88(12): 1324-1326.

[2] Hung GR, Whitehouse SR, Neill C, et al. Computer modeling of patient flow in a pediatric emergency department using discrete event simulation[J]. Pediatric Emergency Care, 2007, 23(1): 5-10.

[3] 陈旭,武振业. 新一代可视化交互集成仿真环境 Arena[J]. 计算机应用研究, 2000, 8(1): 9-15.

[4] 陈辉,伍勇,戴春梅. 对 UF-100 尿沉渣全自动分析仪复查标准的初步探讨[J]. 实用临床医学, 2006, 4(3): 39-40.

[5] 熊立凡, 李树仁. 临床检验基础[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 60-61.

[6] 龚晓光, 黎志成, 胡斌. 员工个体行为激励定性模拟方法与系统研究[J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2004, 9(2): 195-

(收稿日期: 2011-03-18)

• 检验科与实验室管理 •

自动化实验室规划设计与建设

齐永志, 马 聪[△], 刘 敏

(解放军海军总医院检验科, 北京 100048)

DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-4130. 2011. 18. 065 文献标识码: B 文章编号: 1673-4130(2011)18-2168-02

全实验室自动化(total laboratory automation, TLA)是指将临床实验室自动化分析仪通过传送系统连接起来, 进行流水线作业检测, 实现样品运输、分类、前处理、检测、结果报告、后处理等全检验过程自动化^[1]。TLA 由临床实验室信息系统(laboratory information system, LIS)和自动化流水线系统(laboratory automation system, LAS)两部分组成。流水线作业是批量样本检测的发展趋势, 近年来国内实验室自动化建设蓬勃发展, 仅 2010 年 Beckman 公司就与国内 11 家实验室签订协议安装自动化流水线系统。该院自动化实验室于 2010 年初投入使用, 其规划设计受到国内外同行的广泛认可, 建成后多家医院及实验室人员来参观考察, 现介绍该院自动化实验室规划设计的一些经验, 希望能为引进自动化流水线系统的实验室提供参考。

1 自动化实验室规划设计原则

与传统医学实验室相比, 安装了流水线系统实验室在自动化程度上大大提高, 同时在实验室设计方面也有更高的要求, 以保证各仪器能够发挥最大效能, 做到真正意义上的自动化。现就该实验室的经验, 自动化实验室设计应本着以下几点原则: (1) 积极参与, 实验室的使用者应积极参与实验室规划设计, 向施工方提出具体设计要求, 使局部细节更适合该实验室工作需要; (2) 及早着手, 尽量避免后期重复施工, 在实验室开始建设前就应考虑实验室整体规划, 形成详细实验室布局图, 并与施工单位讨论规划细节, 这就要求实验室仪器设备招标提前进行, 尽早确定仪器厂家型号, 规划各仪器摆位, 为后续规划提供依据; (3) 有效沟通, 实验室的建立离不开与各方面的合作, 设计过程中应与施工单位、LIS 公司、仪器设备厂家、医院信息科、医院器材材料等部门多联系建立良好的沟通渠道, 设计要求应多咨询专业工程师; (4) 学习经验, 国内已建成的自动化实验室有各自设计特点, 同时也有不足之处, 取长补短能够使实验室规划少走弯路, 该实验室规划期间主要借鉴了济南军区总医院、福州军区总医院、解放军 305 医院等兄弟单位经验; (5) 考虑自身特点, 每家医院实验室面积、标本量、检测项目、检测时间等各方面要求都有所不同, 应根据自身特点进行规划设计。

2 自动化实验室布局及工作流程设计

该院在 2008 年初开始启动引进自动化流水线的前期准备工作, 2010 年 3 月批量检测标本, 科室人员参与了规划设计的大量工作, 通过近一年的运行也表明前期设计方案合理, 工作流程顺畅。图 1 为该院检验科实验室整体布局图, 污染区、半

污染区(缓冲区)、清洁区在图中用不同颜色标出。中心长方形区域为自动化实验室, 由前室、中心机房及后部 5 个功能房间组成。前部 75 平方米为前室, 有标本物流接收口, 可进行标本核收、标本初步分选、线下标本离心等操作; 中部 275 平方米为中心机房, 机房又分为自动化流水线和线下仪器两部分, 线下仪器区包含了为将来实验室发展预留的边台, 实验室建成一年内又陆续引进了多台新设备, 大部分预留空间已被利用; 实验室后部为 5 个 10 平方米左右小房间, 依次为供电房、水机房、低温标本库、低温试剂库、常温试剂库。核心工作区相对独立, 不进行标本操作, 主要是结果审核、表格填写、报告发送、资料查询等工作, 工作人员可通过与实验区连接的大玻璃窗观察仪器状态, 及时处理设备报警, 见图 1。

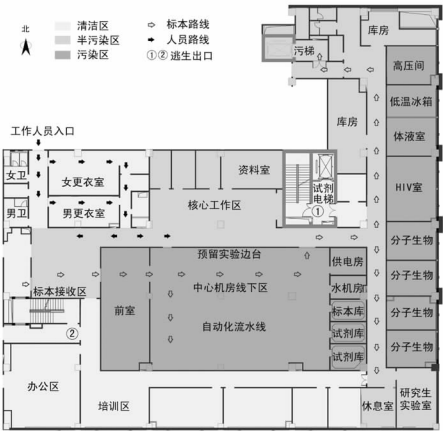


图 1 海军总医院检验科总布局图

在设计方案中利于工作的同时, 也充分考虑工作人员切身利益, 各项流程设计确保检验人员工作环境安全舒适, 下面主要介绍人员、标本、试剂及清洁物品出入实验室的流程。首先是人员进出实验室的流程, 工作人员及来宾可由办公区入口直接进入清洁区进行相关活动; 进入实验区有专门的工作人员入口, 经男、女更衣室做好各项防护后进入半污染区, 离开时按原路线返回洗手、淋浴、更衣后离开实验室; 除普通出口外, 布局图 1 中①②标出了两个紧急逃生出口, 出口处备有各种应急逃生工具, 包括隔热手套、消防斧、手电、灭火毯、呼吸罐等。标本进入实验室有 3 个入口, 在标本接收区及前室设有两个物流传送标本接收口, 在标本接收区设有窗口核收不能自动传输的标本, 标本进入前室进行分选处理后通过中心机房进入各实验区, 标本运送避开核心工作区防止污染, 检测后标本在标本库

[△] 通讯作者, E-mail: macong958166@163.com。