

高校图书馆流通服务台配置模型研究*

■ 蒋辰 袁曦临 刘利

东南大学图书馆 南京 210096

摘要: [目的/意义]针对国内当前纸质书籍借阅量的逐年下降以及自动借还书机的逐步普及,建立一套系统有效的通用模型,以引导图书馆更好地优化人员配置,提高服务质量。[方法/过程]采用随机服务系统理论(排队论)进行流通服务台优化配置,在完成模型建构后,选定东南大学李文正图书馆的流通服务台进行模型验证。[结果/结论]所提出的流通服务台配置模型的实际使用情况证实了模型的有效性,可以为高校图书馆管理者对流通服务台的人员设置及工作安排提供决策参考,有效提高高校图书馆流通服务效率。

关键词: 流通服务台 排队论 非线性回归

分类号: G251.5

DOI: 10.13266/j.issn.0252-3116.2017.20.010

1 引言

1.1 研究背景

随着网络和电子资源的日益丰富,以及高校图书馆人力资源结构的变化,高校图书馆传统流通服务台近年来发生了巨大的变化,具体表现在如下几个方面:

(1) 传统流通借阅服务总量下降。通过文献^[1-4]与实地调研,获得众多高校图书馆近年来的纸质图书与期刊的借阅量,数据表明纸质资源的借阅率总体上呈逐年下降的趋势。

(2) 年轻馆员不甘于传统流通服务。高校图书馆的年轻馆员学历层次越来越高,不满足于柜台服务。调查全国 30 余所高校图书馆近年来的招聘情况,发现新进馆员均要求为本科及硕士以上学历,其中不乏只招全日制硕士以上学历的高校。

(3) 流通服务台功能发生改变。学生对流通服务台的需求比以前更加复杂,除了传统的借还书,也包括咨询、预约、委托借还以及电子书下载服务等。

由此可见,在数字环境下高校图书馆流通业务内容和过程已经发生重大变化,并产生了一个新的需求,即需要重新运筹流通服务台的人员配置和优化。本研究的目的在于建立一个适用于国内高校图书馆的流通服务台人员配置通用模型,通过验证其有效性,供相关

高校图书馆参考和借鉴使用。

1.2 研究目标及思路

从读者角度来说,图书馆流通服务台的任务是使读者尽可能快地获得服务;从图书馆管理的角度来说,则是应尽可能地优化人员配置。

因此,建立流通服务台配置模型的目标是:①高峰时期读者不积压排队(或者排队的概率应控制在一个可被读者接受的范围内);②正常时段工作人员不空闲(或者闲时的概率控制在一定范围)。

具体的研究思路如下:

(1) 建立计算最佳服务台数的模型,并给出模型中的主要指标参数的计算公式和建议值。模型采用的方法为随机服务系统理论(排队论, queuing theory)。

(2) 对所建立的模型进行验证。选定某一高校图书馆作为模型验证的样本,根据此馆的流通信息,应用模型计算出理论上的最佳服务台数;通过与样本图书馆流通服务台的实际情况对比,根据实际使用情况评估模型的正确性。

(3) 结合上述研究,提出高校图书馆流通服务台配置模型的修正和完善建议,以及其他高校馆借鉴模型过程中需要注意的一些问题。

* 本文系国家社科基金一般项目“数字环境下图书馆物理馆藏空间动态配置研究”(项目编号:15BTQ011)和东南大学图书馆内课题“基于 M/M/C 的流通服务台模型研究”研究成果之一。

作者简介:蒋辰(ORCID:0000-0002-7855-4359),助理馆员,硕士,E-mail:jiangchen@seu.edu.cn;袁曦临(ORCID:0000-0001-9165-0313),研究馆员,硕士生导师;刘利(ORCID:0000-0003-4022-1185),副研究馆员,研究生导师。

收稿日期:2017-06-21 修回日期:2017-08-12 本文起止页码:97-104 本文责任编辑:王善军

2 国内外研究现状及存在问题

2.1 国外研究现状

排队论也称随机服务系统理论,主要研究由于随机因素的影响而产生的拥挤现象,通过研究各种服务系统在排队等待中的概率特征,来解决系统的最优设计和最优控制^[5]。20世纪初丹麦电气工程师 A. K. Erlang 用概率论方法研究电话通话问题,从而开创了这门应用数学学科,并为这门学科建立许多基本原则^[6]。1930年左右,当 W. Feller 引进了生灭过程时,排队论才被数学界承认为一门重要的学科^[7]。目前排队论已成为运筹学领域的一个重要内容。

随着计算机和各个行业信息化的发展,排队论的实践应用在国际上越来越广泛,应用最多的领域是商业服务系统、运输服务系统、社会服务系统和医疗服务系统^[8]。在情报领域的应用主要体现在数据传输获取等方面^[9]。用于分析图书馆流通服务的比较少,且研究重点侧重于藏书管理方向^[10]。

2.2 国内研究现状

国内对于排队论的研究,更多的集中在交通、物流、生产和商业领域^[11-12]。在图书馆学中排队论的研究也有一些,在确定最佳复本量、科技查新、人员排班和电子文献服务^[13]等方面均有所提及。不过相对于上述物流商业等领域的研究而言,不论是数量还是深度都有差距。

目前,国内学者利用排队论模型对图书馆流通台进行优化配置已有一定的研究,其成果集中在以下3方面:

(1) 从模型的基本特征来看,国内大部分学者都把图书馆流通服务系统看作 $[M/M/c]: [\infty/\infty/FCFS]$ 的排队系统,即顾客到达服从泊松分布、服务时间服从负指数分布、多个服务台、系统容纳顾客数无限、顾客总数无限、服务规则为先到先服务的排队系统^[14]。也有学者认为,系统是有限队长的,即 $M/M/s/r$ 模型^[15]。

(2) 从参数的含义来看,现有研究将 λ 定义为单位时间内达到服务台的读者数, μ 为单位时间每个服务台的服务能力。

(3) 从运行指标来看,现有研究选取的指标包括系统负荷水平、系统空闲概率、队长、等待时间等。

上述现有研究虽然对于排队模型在高校流通服务台设置的应用取得了一定的研究成果,但仍存在一些不足,主要体现在:

(1) 对参数 λ 缺乏严谨的估算过程。有些研究是

对过去的借还量进行小范围抽样,从而得到到达率 λ ;有些研究采用经验法,直接给出数字;有些研究一笔带过,没有说明是用哪种估算方法。

(2) 国内学者现有的研究都是针对作者所在图书馆的,没有建立一个通用的流程,对于如何确定流通服务台最佳个数,也没有给出统一的评价标准。

这两点不足也正是本研究的出发点,本研究拟做出的改进如下:

(1) 对到达率 λ 的估算是建立排队模型最关键的一环,如果 λ 的值不准确,会对模型输出结果带来较大的偏差。另外需要注意的是,考虑流通服务台是在不断发展变化的,就要根据对服务台未来读者到达量的预测来推算模型中的参数,而不是根据以往的借还量进行抽样。因此,本研究根据过去十年的借还量,利用非线性回归分析对目标年的借还量进行预测,得出目标年全年的借还量,再由此估算出 λ 。根据高校教学活动的特性,选取一年作为预测的时间长度是合理的。

(2) 本研究建立的是适用于国内高校图书馆的流通服务台人员配置通用模型,并且给出了确定服务台个数的参考公式和在统一标准下的运行参数参照表,提供相关高校图书馆参考和借鉴使用。

3 模型设计及描述

3.1 模型流程

高校图书馆流通服务台配置模型的流程包括数据收集、借还量预测、确定服务台个数和评价反馈4个步骤:

(1) 收集数据:收集参数标定所需要的数据。

(2) 预测借还量:根据第一步收集的过去十年借还量建立非线性回归模型,预测出目标年的全年借还量 A 。

(3) 确定服务台个数:根据第一步收集的目标年开馆总时长和第二步预测得出的目标年借还量 y 算出正常时段到达率 λ_1 ,再根据调查观测得到高峰时期到达率 λ_2 。根据公式计算或查参照表,得到对流通服务台个数的建议值 c 。

(4) 评价反馈:观测实施后的实际工作情况后进行调整,直到得到最满意的结果。

流程图见图1。

3.2 数据收集

数据收集的目的在于为第二步预测和第三步参数标定提供数据支撑。需要收集的数据如下:

(1) 开馆时间:包括目标年开馆的天数和每天开

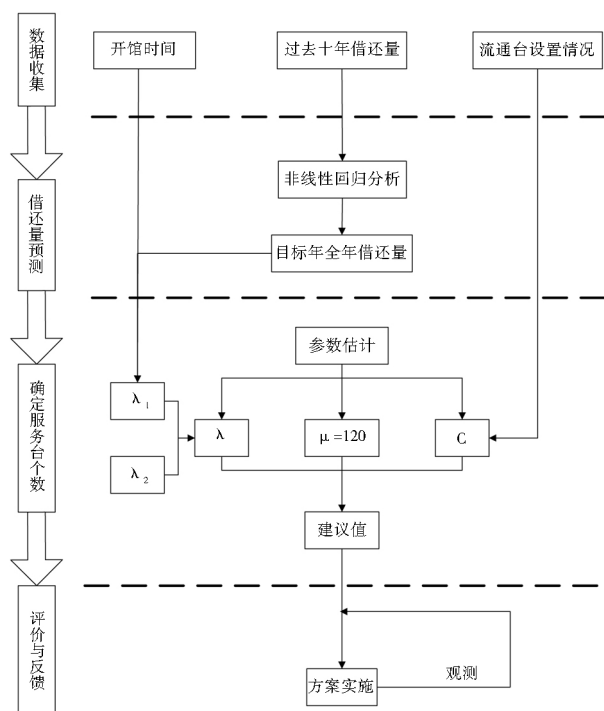


图1 高校图书馆流通服务台配置模型流程图

馆的平均小时数。

(2) 过去十年借还量: 过去十年内每一年的借还量, 这里的借还量是总借还量, 包括人工借还量和自动设备借还量。

(3) 流通服务台设置情况: 指人工服务台以及自动借还设备设置个数及形式。

3.3 借还量预测

此步骤所选取的预测方法是基于非线性回归的流通借还量预测。

非线性回归, 是在掌握大量观察数据的基础上, 利用数理统计方法建立因变量与自变量之间的回归关系函数表达式(称回归方程式)。由于非线性回归模型可以改善以往线性模型拟合精度不高、预测值准确度较低的问题, 故采取基于时间序列的非线性回归模型^[16]。

全年借还书总量是因变量为 y , 时间是自变量为 t , 以 t 和 y 的对应关系为基础, 建立起非线性模型。根据所调查的目标年 A 的前十年的借还量, 即可预测出目标年 A 的年借还总量。

3.4 服务台个数的确定

在明确预测目标年总借还量的基本方法之后, 接下来要解决的是根据全年借还书总量来确定需要设置的最佳服务台个数的问题, 此步骤采用的方法是排队论。

3.4.1 基本特征 排队系统具有 3 个基本特征: 输入过程、排队规则、服务机构。下面分别确定流通服务台排队模型是否符合这 3 个特征, 以此说明排队论是恰当的选择。

(1) 输入过程。顾客到达排队系统的过程称为输入过程, 输入过程的特征主要包括 3 个方面: ① 顾客总体数: 顾客的来源是有限的还是无限的; ② 到达的类型: 顾客是单个到达还是成批到达; ③ 相继顾客到达的间隔时间服从什么样的概率分布。

高校图书馆有着庞大的读者群体及数以万计的藏书量, 故可把高校图书馆的借还书系统作为是系统容量无限、顾客源无限的排队系统。以往国内学者的研究, 均认为读者到达过程为泊松过程^[13], 但是缺乏证明, 本研究对此进行简单说明:

根据推理^[17], 以 $X(t)$ 表示在时间区间 $(0, t]$ ($t > 0$) 内总共出现的质点个数, 并令 $X(0) = 0$, 则得一个随机过程 $\{X(t), t \geq 0\}$, 称 $\{x(t), t \geq 0\}$ 为伴随这个随机点过程的计数过程。若它满足下列 4 个条件, 则为泊松流:

1) 增量平稳性。在时间区间 $(a, a+t]$ 内出现 k 个质点的概率仅与时间区间的长度 t 有关, 而与时间的起点无关。本例符合这一特征。

2) 在任一有限区间 $(a, a+t]$ 内只出现有限个质点, 即

$$\sum_{k=0}^{\infty} p_k(t) = 1 \quad (\text{公式 1})$$

且 $p_0(t)$ 不恒等于 1。本例显然符合有限时间只出现有限质点的特征, 且若 $p_0(t)$ 恒等于 1 表示任何时间段都没有质点出现, 在本例中显然是不可能的。

3) 增量独立性。在不相交的时间区间内出现质点的个数相互独立。本例符合这一特征。

4) 普通性。

$$\sum_{j=2}^{\infty} P_j(\Delta t) = o(\Delta t), \text{ 即 } \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=2}^{\infty} P_j(\Delta t)}{\Delta t} = 0 \quad (\text{公式 2})$$

这表明在足够小的时间内出现一个质点的概率与时间成正比, 而在很短的时间内出现的质点数不少于两个的概率是关于时间的高阶无穷小, 这与本例的实际情况是吻合的, 即在足够短的时间内, 同时出现 2 个以上质点的事件应视为小概率事件。

可以把读者看作质点, 有读者到服务台即为有质点出现, 这样读者的到达就是一个随机点过程。根据上文的说明, 读者的到达这一随机点过程满足以上 4

个条件,因此是泊松流。

又根据定理:随机点过程为泊松流的充要条件是相应的计数过程为泊松过程,所以读者到达这一过程是泊松过程。在这里假定其参数为 λ 。则读者相继达到的间隔时间 $\{\tau_n = T_n - T_{n-1}, n \geq 1\}$ 独立、服从相同参数 λ 的负指数分布 $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, t \geq 0$ 。

(2) 排队规则。根据实际经验可知,读者在等待借阅排队规则为先到先服务方式。

(3) 服务机构。描述图书馆流通服务台的结构形式、个数以及服务速率。一般用 c 表示服务台数量。大多数图书馆都会设置两个或以上的借还服务台,多个借还服务台以并联的方式连接。读者逐个接受服务,每个服务台相对独立,单服务台的平均服务率为 μ 人/小时^[18]。

根据以上分析,已经确定了读者借阅排队模型属于 M/M/c 模型,它的 2 个重要参数为到达参数 λ (单位时间内平均到达的顾客数,称为平均到达率)和服务率 μ (单位时间内一个服务台服务完成的顾客数,称为平均服务率)。

3.4.2 参数的确定 由于服务台对每位读者的服务时间很大程度上取决于此读者一次的借阅量,而每位读者每次的借阅量是随机且独立的、无法预测的,这样就很难对平均服务时间 $1/\mu$ 进行估算;另一方面,一般高校图书馆统计的都是全年的借还书的册次,而比较难以统计全年借还书的人次,这就对平均到达率 λ 的估算造成了难度;基于以上两点原因,可以将书籍本身视作顾客,在进行计算时,选取统计时间内平均每小时到达服务台的书籍数作为 λ 的值,服务台处理每本书的平均时间作为 $1/\mu$ 。

由于目前科技水平的限制,一般国内高校的自动借阅机只能进行普通的借还书服务,即不包含预约借还、委托借还,并且借书机只提供借书服务,还书机只提供还书服务。对于人工借阅台,已有学者在研究中指出,在完成相同服务强度的条件下,采用借还服务分列(某服务台只提供借或只提供还)的模式,会造成资源的浪费^[15]。同理可证,若将预约借还、委托借还单独设柜,也会造成资源浪费,原理不再赘述。

因此,以下讨论都是基于人工服务台均提供普通借还、预约借还、委托借还服务,自动借书机只提供普通借书服务,自动还书机只提供普通还书服务这个前提下进行的。

(1) 参数 λ 的估计。高校图书馆读者的入馆规律并不是完全随机的,上课时间对入馆规律有着较大影

响,一般每天有两至三个高峰期:一是上午 11:00 - 12:00,二是下午 16:30 - 17:30,三是晚上闭馆前一个小时。所以参数 λ 的估计分为两个部分,一个是全年平均到达率,即正常时段的到达率,记为 λ_1 ;另一个是高峰时间的到达率,记为 λ_2 。

用目标年 A 年的全年借还书量的预测值,除以目标年 A 年该馆的预计开馆天数,再除以平均每天借阅台的开放小时数,即可得到 λ_1 的值,单位为本/小时。

对于高峰时期的到达率 λ_2 ,各馆需要采用统计抽样的方法获取。因为高峰时期一般持续的时间不长,所以比较容易统计。

(2) 参数 μ 的估计。一个服务台平均每小时完成的书籍数即为 μ 的取值,这个准确数据通常难以搜集,可以通过估计服务台对每本书的处理时间来得到 $1/\mu$,从而得到 μ 的取值。对于人工服务台来说,国内高校各馆的工作人员的工作效率基本是相差不大的,根据实际经验可知,普通借阅(归还)一本书大约需要 10 秒,如果是预约(委托)取书,则需要更长的时间,再加上刷卡、交谈的时间,综合考虑,假设对一本书的平均处理时间为 30 秒,那么 $\mu = 120$ 本/小时。查阅以往文献,国内其他学者对自己所在高校馆的 μ 取值基本上定在 30 人/小时到 180 人/小时之间^[14],可以认为 120 这个数值是可行的。对于自助借还书设备,国内高校引进的机器类型大致相同,根据相关文献,国内其他学者对自己所在高校图书馆自助设备 μ 的取值在 40 人/小时到 120 人/小时之间^[14],为了简化模型,本研究将机器的服务率也认为是 120 本/小时,并且认为一台借书机加一台还书机相当于一个人工借阅台。

需要指出的是,对于参数 μ 的估算,常见的方法应为统计抽样,但是由于本研究建立的是适用国内高校图书馆的通用模型,需要在全国范围内进行统计抽样,这个难以实现,所以这里采取的是查阅文献法和经验法,选取了 120 这个数值。各馆也可以根据自身情况确定 μ 的取值,再根据下文公式直接算出系统空闲概率和系统排队概率。

3.4.3 运行指标的选取 参数估计完成后,需要选取对此系统运行效率的指标。这样的排队系统有很多运行指标,如系统负荷水平 ρ 、系统空闲概率 P_0 、队长 L_s 、队长长 L_q 、逗留时间 W_s 、等待时间 W_q 。

基于前述提出的目标——一方面高峰时期读者不积压排队(或者排队的概率应控制在一个可被读者接受的范围内);另一方面正常时段工作人员不空闲(或者闲时的概率控制在一定范围),选取系统空闲概率和

系统排队概率这两个指标。

系统中的顾客数为 n ,即系统的状态为 n 。 P_n 为系统状态为 n 的概率,则 P_0 为系统空闲概率, $P(>c)$ 为系统排队的概率。计算公式如下:

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \quad (\text{公式 3})$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{\mu^n n!} + \frac{1}{c} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \right]^{-1} \quad (\text{公式 4})$$

$$P_n = \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0 \quad (n \leq c) \quad (\text{公式 5})$$

$$P(>c) = 1 - \sum_{n=0}^c P_n \quad (\text{公式 6})$$

根据公式 3 至 6,可以求出某图书馆在到达率为 λ 、服务率为 μ 的情况下,设置服务台的个数为 c 时,系统处于相应状态空闲和排队的概率。

为了方便起见,表 1 总结了 $\mu = 120$,当到达率 λ 分别为 100、150、200,设置服务台个数 c 分别为 1、2、3、4 时,系统处于相应状态空闲和排队的概率。此表可供其他高校图书馆借鉴使用。

表 1 $\mu = 120$ 时系统运行参数参照表

$\lambda \backslash c$	1	2	3	4
100	$P_0 = 16.67\%$ $P(>1) = 69.44\%$	$P_0 = 41.18\%$ $P(>2) = 10.20\%$	$P_0 = 43.22\%$ $P(>3) = 1.58\%$	$P_0 = 43.43\%$ $P(>4) = 0.23\%$
150	$\rho > 1$, 系统不稳定	$P_0 = 23.08\%$ $P(>2) = 30.04\%$	$P_0 = 27.86\%$ $P(>3) = 6.48\%$	$P_0 = 28.53\%$ $P(>4) = 1.33\%$
200	$\rho > 1$, 系统不稳定	$P_0 = 9.09\%$ $P(>2) = 63.13\%$	$P_0 = 17.27\%$ $P(>3) = 16.65\%$	$P_0 = 18.59\%$ $P(>4) = 4.27\%$

下面举个简单例子说明根据表 1 确定最佳服务台数的方法:

某馆正常时段到达率为 $\lambda_1 = 150$,高峰时期到达率为 $\lambda_2 = 200$ 。一方面为使正常时段空闲的概率不过高(过高是各馆视工作要求而定的一个概率值,具体数值由各馆规定,这里不做统一规定)。根据表 1 第四行,建议 c 的值为 2 至 3 台;另一方面为使高峰时期排队概率不超过 50% 根据表 1 第七行,建议 c 的值为 3 至 4 台;综上所述 c 的建议值为 3,即建议此馆人工服务台的个数加自动借还设备的套数(一台自动借书机加一台自动还书机视为一套)为 3。

3.5 评价与反馈

虽然宏观来看,各高校图书馆运行规律基本一致,但具体到单个图书馆,由于人文地理、学校性质、学生属性各有差异,根据表 1 确定的服务台个数只是建议范围,各馆可以根据这个建议值实施一段时间后,观测流通服务台的实际工作情况,再进行适当的增加或者减少。

4 模型验证

东南大学是一所综合性大学,它的教学规律在国内高校中比较有代表性。另外,李文正图书馆馆藏数量在国内高校中位于前列,且馆舍面积较大,读者规模也较大,因此样本数量大,具有普遍性。下面以东南大学李文正图书馆为例说明该模型的应用。

4.1 数据收集

李文正图书馆共有自动还书机 3 台,借书机 2 台,设人工服务台 2 个,开馆时间为 8:00 - 22:00,中午不午休。根据东南大学 2017 年校历,2017 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日,李文正图书馆应开馆 267 天。

近 9 年(李文正图书馆 2007 年才投入使用,因此只能获得近 9 年的数据)的年借还量(人工和自助借还设备的总借还量,其中人工借还量包括委托、预约的借还量)如表 2 所示:

表 2 2008 - 2016 年全年借还量

年份	年借还量/册次
2016	414 086
2015	438 235
2014	470 606
2013	523 373
2012	589 118
2011	687 130
2010	811 787
2009	879 803
2008	986 900

4.2 2017 年借还量预测

其中,全年借还书总量为因变量 y ,年份是自变量为 t 。为了建立二者之间的回归关系函数表达式,根据表 2 的数据将 t 与 y 的坐标关系点标注在二维坐标平面内,如图 2 所示:

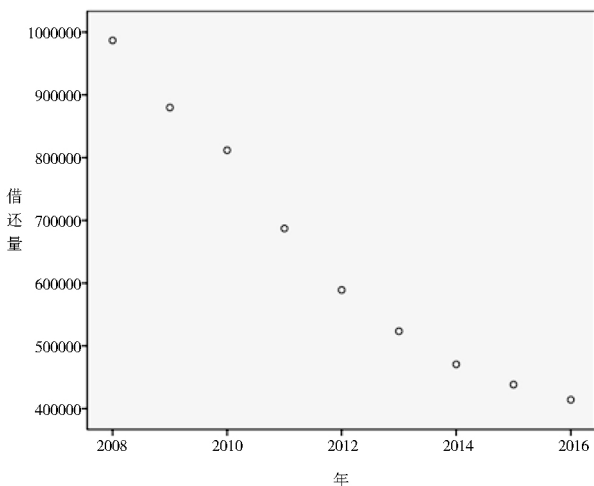


图 2 李文正图书馆全年借还书总量与年份关系的散点图

由图 2 可以直观地看出,年借还总量随着年份的增加而降低,并且降低的速率在逐年减少,呈现越来越平缓的趋势,即二者的函数关系可以视为单调递减、斜率逐渐减小的曲线。为进一步拟合,选取符合以上描述曲线的六种常用数学模型,运用 SPSS 软件分别进行非线性回归分析,结果见表 3。

根据回归系数显著性和拟合度检验的结果显示,二次项函数 R 平方为 0.994,拟合度最高,接近 1。显著性为 $0.000 < 0.001$,说明该模型非常显著,可信。

图 3 为 SPSS 分别根据六种函数的绘图,可以看出二次项函数中数据与曲线几乎完全贴合,再次印证了此模型是适用的。

表 3 各类非线性回归模型摘要和参数估算

方程式	模型摘要				显著性	参数估计值		
	R 平方	F	df1	df2		常量	b1	b2
二次项(Q)	0.994	541.061	2	6	0.000	1132150.071	-137504.553	6313.657
复合(U)	0.985	459.256	1	7	0.000	1097047.830	0.891	-
对数	0.963	183.629	1	7	0.000	1048228.362	-283788.956	-
逆模型(N)	0.779	24.706	1	7	0.002	442196.905	643791.549	-
幂	0.927	88.269	1	7	0.000	1129532.484	-0.426	-
双曲线S	0.700	16.330	1	7	0.005	13.037	0.935	-

因此,选定以二次项函数建立基于时间序列的非线性回归模型。根据表 3 的模型参数,得到有关预测年借还量的非线性回归模型:

$$y = 6313.657t^2 - 137504.553t + 1132150.071$$

为了便于计算,令 2008 年 $t = 1$, 2009 年 $t = 2$, ..., 2016 年 $t = 9$ 。将 2017 年带入 $t = 10$,可以得出 $y = 388470$ 。因此,可以预测出李文正图书馆 2017 年全年借还量为 388470 册次。

4.3 实际情况与建议

由上文已知李文正图书馆 2017 应开馆 267 天,开馆时间每天 14 小时,因此 $\lambda_1 = 388470 / (267 \times 14) = 104$ 本/小时。又根据实际调查得高峰时期达到率 $\lambda_2 = 180$ 本/小时。

李文正图书馆现有人工借阅台 2 个,自动还书机 3 台,借书机 2 台,但根据实际情况,其中一台还书机位于北门,所以 $c = 2 + 2 = 4$ 。

查表 1,可以看出,当 $\lambda_1 = 104$ (可近似认为 $\lambda = 100$), $c = 4$ 时,系统空闲的概率为 43.43%,即平均一天中 43.43% 的时间,系统里没有任何读者。系统排队的概率低于 0.23%,接近零,可认为此系统不会排队,

读者随到随服务。

当 $\lambda_2 = 180$, $c = 4$ 时, P_0 在 18.59% 和 28.53% 之间,系统排队概率在 1.33% 和 4.27% 之间。可以看出,无论在正常时段还是高峰时段,系统排队概率都是很低的,尤其是正常时段,系统空闲概率过高,接近 50%,说明需要减少服务台个数。

通过此模型得出的结论,与对该馆实际观测的流通服务台工作情况比较符合,这说明模型适用。

由于已购买的固定资产不能减少,故无法减少自动借还设备数量,并且在实际工作中,人工服务台至少需要一台,则提出以下建议:将人工服务台个数减至一台。这时 $c = 3$,查表 1 可知,即使在高峰时期,系统排队概率也在 20% 以下。

5 结论与讨论

5.1 结论

本研究提出的高校图书馆流通服务台配置模型,对现有的图书馆流通服务排队模型进行了改进,得到的结果更具科学性和通用性。根据对服务台未来读者到达量的预测来推算模型中的参数,使得参数估

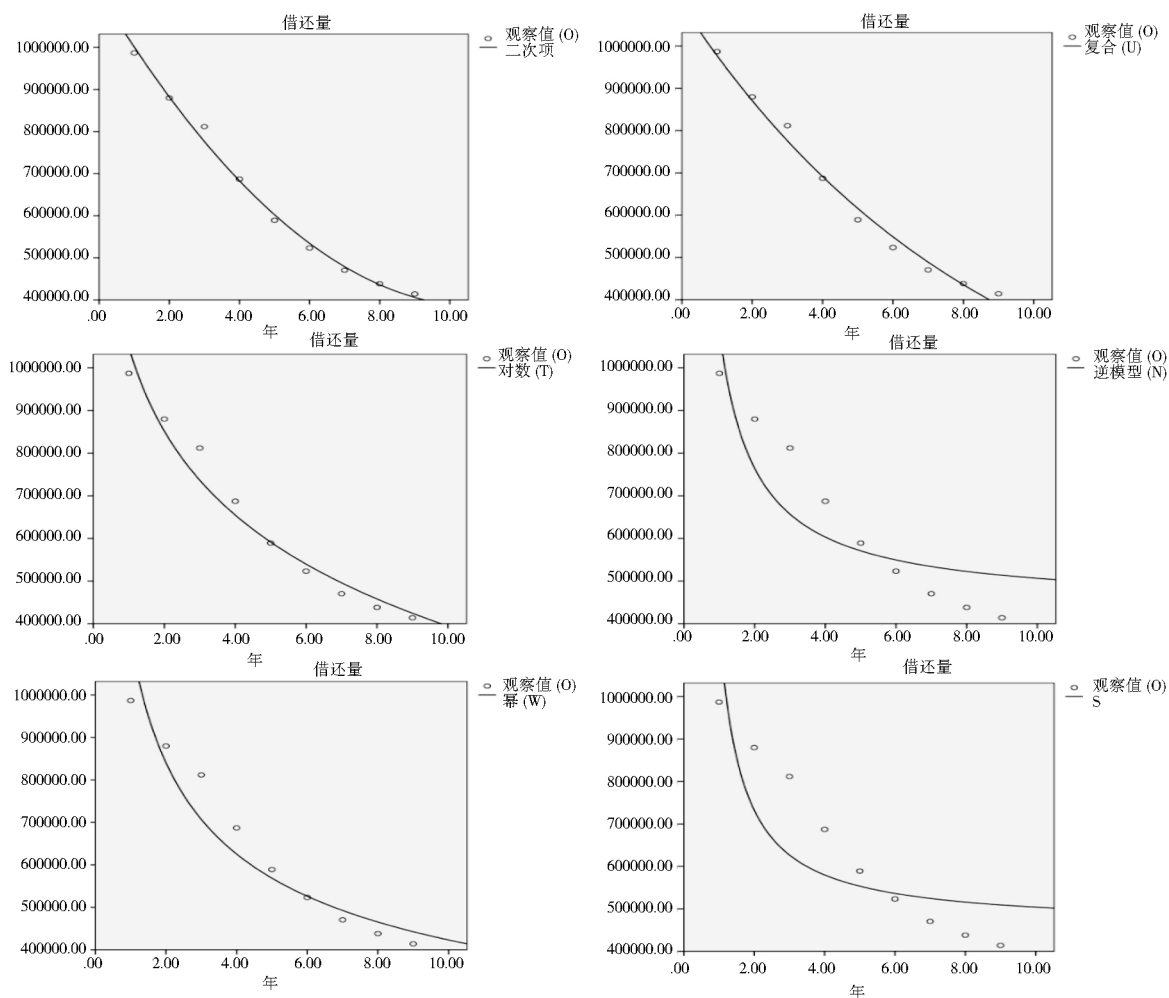


图3 几种模型的年份与借还量曲线关系图

算更加严谨;对读者到达是否属于泊松流做出了证明,使得研究在假设上有了理论基础;本研究给出了确定服务台个数的参考公式和在统一标准下的运行参数参照表,因此能够提供给相关高校图书馆参考和借鉴使用。

面对现代环境的巨大变革,图书馆传统岗位设置需要优化已成为共识。本研究提出的模型可以为高校图书馆管理者对流通服务台的人员设置及工作安排提供相应的决策信息,在岗位职能的重新设定中,保证读者满意和人员优化之间的平衡,从而提高高校图书馆流通服务的效果和效率。

5.2 补充说明

本研究旨在建立一个能够满足网络环境下高校图书馆流通台合理配置的通用模型,其他高校馆借鉴本模型的过程中,仍有一些问题,需要根据各馆自身的情况进行修正和探讨。

(1) 自动借还机与工作人员的分配问题。本研究

的模型只是根据服务时间认为一台借书机加一台还书机相当于一个人工借阅台,默认了读者在选择自动借还书机和人工借还服务的概率是一样的。然而在实际中,不同的学校的读者面对自动借还书机和人工借阅台时选择的概率是不同,如有些读者觉得借阅机操作比较繁琐,更偏好人工服务,而有的读者不喜欢与人打交道,更偏好自动借阅服务。这一点在通用模型中无法定义。虽然这对最后的结果带来的偏差不大,但是如果想要获得更精确的结果,需要每个馆根据自身情况进行修正。各个馆可通过建立基于读者偏好的非集计模型^[19],将自助借还设备和人工服务作为两个选择肢,准确描述读者对借阅方式选择的过程,得出本馆读者对两种选择肢的选择概率,再把两种服务方式分开讨论即可。

(2) 在实际情况中,自动借还书机的服务率比模型中略低。目前自动借还书服务率低的原因有两点,一是机器时常出现故障,系统无法正常反应,达不

到理想的效率。二是当一切操作正常时,也会因为条形码污损等原因而无法借阅。使得同学在借阅多于一本书的情况下,经常有几本无法借阅成功,读者迫不得已又来人工服务台借阅,长此以往,读者容易对自动借阅系统反感而产生索性不如一次性寻求人工服务来得方便的思想^[14]。所以,应该通过改进计算机性能,减少出错,并且对污损的条形码进行补贴,才能最大程度地发挥自助借还书机的功效,使得实际情况更贴近模型。

参考文献:

- [1] 李延贵. 福州大学城图书馆联盟纸质文献联合借阅现状、问题及对策[J]. 图书馆学研究, 2013(6): 77-80.
- [2] 周剑. 基于(s, s)策略的图书馆纸质文献采访——借阅优化分析[J]. 图书情报工作, 2011, 55(1): 60-64.
- [3] 邓友诚. 基于读者视角的图书馆纸质文献服务质量评价体系研究——以重庆师范大学图书馆借阅管理工作为例[J]. 图书馆论坛, 2011(1): 117-119.
- [4] 李东, 董颖, 谢丽斌, 等. 基于用户行为的馆藏纸质资源借阅影响因素分析[J]. 情报科学, 2014(7): 103-107.
- [5] 贾松松. 基于排队论的港口最佳锚位数研究. [D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
- [6] SMITH T. Queuing for a chance to live again [EB/OL]. [2017-05-30]. [http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri:\(c19407c9f95e6d0909c88e5ab3625c44\)&filter=sc_long_sign&sc_k_s_para=q%3DQueuing+for+a+chance+to+live+again&tn=SE_baiduxueshu_c1gjeupa&ie=utf-8&sc_us=12421638200084487473](http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri:(c19407c9f95e6d0909c88e5ab3625c44)&filter=sc_long_sign&sc_k_s_para=q%3DQueuing+for+a+chance+to+live+again&tn=SE_baiduxueshu_c1gjeupa&ie=utf-8&sc_us=12421638200084487473).
- [7] BILES W E. Design of simulation experiments[C]//Proceedings of the 16th conference on winter simulation. Piscataway: IEEE Press, 1984: 98-104.
- [8] GUPTA I, ZOREDA J, KRAMER N. Hospital manpower planning by use of queueing theory[J]. Health services research, 1971, 6(1): 76-82.
- [9] WOLFF R W. Stochastic modeling and the theory of queues[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- [10] ORLICM, MARINOVICM. Analysis of library operation using the queueing theory [J]. Informatol, 2012, 45(4): 297-305.
- [11] 郑华平, 何霞. 基于排队论的交叉口交通流研究[J]. 科技信息, 2010(35): 377-378.
- [12] 吴耀华, 王胜利, 王常香. 排队论在物流规划中的应用[J]. 物流科技, 2004(5): 53-55.
- [13] 熊拥军, 胡四元. 排队理论在电子文献服务系统中的应用[J]. 现代图书情报技术, 2008(11): 82-85.
- [14] 诸葛晴怡, 姚佳滨. 排队论在图书馆流通部中的应用[J]. 上海高校图书情报工作研究, 2011(2): 50-52.
- [15] 蔡科平, 郭俊仓, 翟宁. 高校图书馆流通环节应用排队论的建模条件分析及求解[J]. 科技情报开发与经济, 2014(23): 6-8.
- [16] 李磊, 刘叶. 我国社会物流需求量的非线性回归预测[J]. 江南大学学报(自然科学版), 2014(3): 374-378.
- [17] 叶尔骅, 张德平. 概率论与随机过程[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 424.
- [18] 曾永杰. 排队论在图书馆管理中的应用研究综述[J]. 情报探索, 2015(2): 5-9.
- [19] 刘炳恩, 龚志才, 李艳玲, 等. 居民出行方式选择非集计模型的建立[J]. 公路交通科技, 2008(5): 116-120.

作者贡献说明:

蒋辰: 收集数据、资料, 撰写论文;
袁曦临: 确定研究思路, 修订论文;
刘利: 分析数据, 绘制图表。

Research on the Allocation Model of Circulating Service Counters in University Libraries

Jiang Chen Yuan Xilin Liu Li

Southeast University Library, Nanjing 210096

Abstract: [Purpose/significance] The borrowing volume of paper books is declining year by year in domestic university libraries. Automatic borrowing and returning machines are getting more popular. This paper establishes a systematic and effective general model to guide the librarians to optimize staffing and improve the service quality. [Method/process] After using the random service system theory (Queueing Theory) to complete the model, Li Wenzheng Library of Southeast University was selected to verify the model. [Result/conclusion] It is confirmed that the model is effective. This model can provide decision-making information for university library managers to arrange work in the circulation service and improve the circulation service efficiency of university libraries.

Keywords: circulating service counter Queueing theory nonlinear regression