

现代管理科学基础知识

排队论与库存管理

PAIDUILUN YU
KUCUN GUANLI



陈 迅 编
许 统 邦
曾 文 中 校

广东科技出版社

现代管理科学基础知识

排队论与库存管理

陈 迅 许统邦 编

曾 文 中 校

广东科技出版社

F-4
000641

C₂

现代管理科学基础知识

排队论与库存管理

陈 迅 许统邦 编

曾 文 中 校

*

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3.375印张 70,000字

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数1--11,000册

统一书号15182·47 定价0.34元

内 容 简 介

本书是“现代管理科学基础知识”丛书中的一种。作者从日常生活中的排队拥挤现象谈起，通俗地讨论了排队论的基本概念和常用术语最简单流的概念等，介绍了库存管理的特点功能和形态，说明库存的利弊，并综合各种因素，拟定合理的库存水平。书中介绍了排队论和库存管理这两个课题的一些具体方法，及它们的经济意义，并举出实例和计算分析，讨论了所得的结果。这对于指导工农业企业的生产、计划和管理，有一定的启发。

出版说明

为了提高企业管理水平，适应四个现代化建设的需要，在广东省技术经济与管理现代化研究会、企业管理协会的支持和协助下，我们出版了“现代管理科学基础知识”小丛书。

这套小丛书是由华南工学院管理工程教研组主持编写的，共分七册，每册一个专题。各册的题目和内容：（一）预测与决策；（二）计划管理；（三）排队论与库存管理；（四）技术经济分析；（五）规划论；（六）价值工程；（七）成本最优化。撰稿人都是从事现代管理科学研究或教学的同志。出版本丛书的目的是为了普及现代管理科学知识，为此采取小册子的形式出版。每册五万字左右，着重介绍基础知识，也列举若干实例，供应用时参考。书末附有练习题和答案，便于读者练习。力求做到文字通俗，说理清晰，适合具有中等水平的同志阅读。

这套丛书可供各地区、单位培训企业管理人员，或举办质量管理和现代化管理学习班时作教材使用，也可供各级企业管理人员自学。

现代管理科学是一门新的学科。在国内，这门学科已引起人们的重视，研究工作正在加紧进行。因此，在编写中，注意结合我国的实际情况，吸收国外现代管理科学的研究成果和理论，有选择地加以论述和介绍。但是，由于社会主义现代管理科学尚处在探索发展的过程中，不少问题正在研究探讨，所以，书中的论述和介绍，难免有不完善之处，欢迎读者批评指正。

前 言

排队论亦叫做随机服务系统理论，是研究系统拥挤现象和排队现象的一门学科。在人们的日常生活中，常常会遇到拥挤排队的现象。这种现象给顾客增添了困难和不便，也使服务机构的工作效率降低。然而，人们往往不能摆脱这种困境。增加服务机构，固然可以减少排队现象，但却增加了服务成本；反之，减少服务机构，固然可以提高服务机构的利用率，降低服务成本，但却又增加了顾客排队等待的时间。这是互相矛盾的。排队论就是研究如何才能既使顾客的要求得到充分满足，又使服务机构的花费最经济的一门学科。

库存管理是现代企业生产经营管理的一个重要组成部分。库存是生产、销售和为顾客服务得以正常进行的保证。然而库存要占用资金；由于库存是实物的存储，所以要支出一定的保管费、耗损费和利息。因此，库存将使企业的赢利减少。所以，在现代化企业管理中，必须确定合理的库存水平，并加以控制。库存管理就是研究如何解决这方面的问题的。

本书从日常生活中的排队拥挤现象谈起，通俗地介绍和解释了排队论的基本概念和常用术语，叙述了“最简单流”的概念，阐明排队论的研究目的及其发展趋向。书中还介绍了库存管理的特点、功能和形态，指出库存的利弊，以利用库

存的长处，克服库存的短处，并综合各种因素，拟定合理的库存水平。本书介绍了排队论和库存管理这两个课题的一些具体方法，及它们的经济意义，并举出实例和计算分析，讨论了所得的结果。这对于指导工农业企业的生产、计划和管理，具有一定的启发性。书末附有习题和习题答案，供学习时使用。

本书是为了适应国内广大企业管理人员学习现代管理科学基础知识的需要而编写的。在编写过程中吸取了兄弟院校教材和各种论著的有关内容，并得到华南工学院管理工程教研组的同志热情帮助，特此深表谢意。

1981年4月于华南工学院

目 录

I 排 队 论

一、问题的提出	(2)
二、什么是排队论	(5)
三、排队论的应用范围	(8)
四、排队论的特性与共性	(10)
五、排队论的三个基本组成部分	(12)
1. 输入过程	(12)
2. 排队规则	(15)
3. 服务机构	(17)
六、排队论的通用记号和数量指标	(20)
七、排队论的应用实例	(23)
1. 损失制系统	(23)
2. 等待制系统	(29)
八、排队论的发展趋向	(38)

I 库 存 管 理

九、库存的特点、功能和形态	(42)
1. 库存的特点	(42)
2. 库存的功能	(42)
3. 库存的形态	(43)

十、库存控制模型的有关概念.....	(47)
十一、常用的库存控制方法——经济批量法.....	(49)
1. 无安全库存的定量订货模型.....	(49)
2. 边补充边消耗的库存模型.....	(63)
3. 有安全库存的订货模型	(66)
4. 概率性库存模型	(78)
十二、常用的库存控制方法——ABC分析法.....	(82)
十三、库存管理制度.....	(85)
1. 定期订购制.....	(85)
2. 定量订购制.....	(86)
习题与答案.....	(89)
参考书目.....	(97)

I 排 队 论

在城市中都会遇到各种各样的拥挤、排队问题。如上下班乘车、到图书馆借书、到商店或菜场买商品，都免不了排队等待。

除有形的队外，还可以是无形的队。如有几个人同时打电话到预售票处购车（飞机、船）票，当一位旅客正在通话时，其他旅客就只得等待通话，形成一个无形的队。

排队的也可以是物。如原料、半成品等待加工；机器等待修理；车船等待装卸；飞机等待着陆。

这些拥挤、排队现象给日常工作和生活增添了不少不便，降低工作效率，但又不易摆脱这种困境。大量增加服务机构，就不用排队，则服务机构和服务工具必然相当多地多，当顾客较少时，服务机构、服务工具就空闲起来，相当于服务机构、服务工具“排队”等候顾客。服务工具利用率必然降低，成本也会相应提高，也是顾客所不希望的。解决这个矛盾，有赖于“排队论”。

排队论又名随机服务系统理论，就是研究拥挤排队现象的一门学科。排队论的研究已经有大半个世纪以上的历史，它通过对每个个别随机服务现象的研究，找出反映这些随机现象平均特性的规律，从而改进服务系统的工作能力。

一、问题的提出

在人们的日常生活中，特别是在现代化的都市生活中，常常会碰到拥挤和排队的现象。比如上下班乘坐公共汽车，到商店购买短缺的商品，到肉菜市场买菜，去医院看病，到饭堂吃饭，看电影或看戏买票，在银行出纳员窗口等候服务等等，常常要排队等候，有时甚至很拥挤，这就是拥挤排队现象。这是有形的看得见的拥挤排队。还有一些是表面上难于看见的拥挤排队，例如飞机在空中盘旋，飞来飞去，绕着圈儿，不能着陆，这是飞机在“排队”等待，以便按照一定次序和方式着陆。在织布车间里，织布机正在自动运转，突然机器发生了故障，停车等待工人检修。这时一时没有得到工人修理的机器，就有一个等候修理的问题。这是机器“排队”。在大型水库中，上游的河水不断流进来，存贮在水里的水越积越多，水位逐渐提高，这高水位就相当于长队列，就好像是水在水库里“排队”，等待着通过水闸。这也是一种排队。

人们对拥挤排队往往感到厌烦。因为在现代化的都市生活中，排队给日常生活增添了不少困难和不便，使工作效率降低。但这几乎是一种不能摆脱的困境，因为排队在现代化都市生活中，是不可避免的现象。也许有人会说，多增加一些公共汽车，乘客就用不着排队，多增加一些售货员，顾客就用不着排队，食堂的窗口多开几个，就餐的人也就方便，飞机场多几条跑道，飞机就用不着排队，检修工人多增加一些，机器的利用率就会提高等等。也许有人曾向有关的部门

提出增加服务机构的建议，但未被采纳，因为服务部门还必须考虑如何充分利用已有服务机构和降低服务成本等问题。如果都用不着排队，服务机构就必须大量增加。这样一来，当顾客比较少时，服务机构就空闲起来，相当于服务机构“排队”等候顾客的到来。服务机构利用率必然降低，服务成本也会相应提高，这当然也是人们所不希望的。

从上述的例子可以看到，增加服务机构，固然可以减少排队现象，但却增加了服务成本；反之，减少服务机构，固然提高了服务机构的利用率，降低了服务成本，但却增加了顾客的排队和等候时间。这是相互矛盾的。如何解决这个矛盾呢？有些场合可以在服务系统设置以后，根据顾客到来的情况加以调整解决。比如，发现饭厅里买饭的人很多，排队太长时，可临时增添卖饭菜人员，而在大部分就餐者买了饭菜，只剩下少数几个就餐者还在陆续到来时，就可将卖饭人员减少到一个，甚至这个人还可兼作别的事情。另一种办法是经过实践，收集资料，加以分析，然后对服务机构的各项指标作出合理的安排。例如先设置一定数量的服务机构，然后在服务过程中对顾客的到达时间、排队等候情况、服务机构忙闲情况等作详细记录，把这些数据加以整理，得出必要的指标，如服务机构利用率、顾客队伍平均长度、平均等待时间等，作出合理的安排。有些场合，需要在服务系统设置之前，就对未来的情况有较为精确的估计。如对军事服务系统来说，这种试验意味着战争，因此实物实验不能作为解决所有问题的方法来推荐。而解决问题的最确当的方法，就是应用排队论。有了它，我们在事情一开始时就可以由此得到一个比较有利的初始方案，在这个方案下进行试验，就可以减少试验次数，把试验所耗费的人力、物力、资金降到最低

限度。通常，在规定了必要的服务质量标准之后，再来寻求能够达到这一标准的服务机构的最少设备，使得在顾客的要求得到充分满足的条件之下，服务机构的花费最为经济，这就是排队论的研究目的。

排队论的研究和应用，已有大半个世纪以上的历史，它的理论有深度，也有广度。很多数学家、物理学家以及一些工程师，把他们的毕生精力和才智，贡献给这门理论的研究和应用。不少论文发表在著名的数学刊物及自然科学刊物上，深入地讨论了拥挤和排队现象。

二、什么是排队论

什么是排队论呢？排队论又名随机服务系统理论，是研究系统拥挤现象和排队现象的一门学科，也可以说，是研究系统随机聚散现象的理论。有的学者之所以把它叫做随机服务系统理论，是因为不论在哪种情况下，在这个系统中服务对象何时到达，以及他们占用系统的时间是长是短，都无从预先确知，是一种随机聚散现象。正因为如此，排队论是通过对每个个别的随机服务现象的研究，找寻反映这些随机现象平均特性的规律，从而改进服务系统的工作能力。

在科研上、生产上、生活上以及军事上，常常需要对大量需求提供服务。所谓“需求”是指满足某种需要，“服务”是指通过某种方式满足需要；而需求必然由具体的对象提出，排队论把提出需求的对象，也即请求服务的对象叫做“顾客”，把实现服务的工具或人员统称为服务机构（或服务台）。如前所述，公共汽车与乘客、售货员与顾客、医生与病人、售票员与买票者，均分别构成一个排队系统，或叫做服务系统。

除了有形的队之外，还可以是无形的队。例如有几个旅客同时打电话到火车站（或飞机场、码头）电话售票处订购车票（或飞机票、船票）时，如果遇到某个旅客正在通话，其他旅客就只好等待。他们可能分散在各个地方，但却形成一个无形的队，等待通话。

“排队”的不一定是人，也可以是物。如生产线上的原料、半成品在等待加工，因出故障而停止运转的机器在等待

工人修理，码头的船只等待装卸，要降落的飞机等待空出跑道着陆等，都是一种排队。

同理，“服务”者不一定是人，也可以是物。如机场的跑道，自动售货站的电子设备等都是“服务”者。“顾客”也不一定是一个一个的，而是一个取连续值的变量。例如在水库问题里，上游的水源源而来，这水源就是一个取连续值的变量。

“服务”者不一定固定在一个地方对“顾客”服务。例如出租汽车就是这样，车子回场与乘客到来都是随机的，有的乘客是通过电话叫车的。

“排队”意味着什么？显然意味着服务系统的服务能力不足。然而出现“排队”现象并不是增加服务系统能力的唯一依据。最主要的还是要看服务系统的工作质量。所谓服务系统工作质量，不是指服务工作本身。在现实生活中，我们通常把服务人员的工作质量看成服务质量，例如店员服务态度好，热情接待，百挑不厌；公共汽车座位舒适，行车平稳；医生耐心诊断，对症下药等。但是排队论不是研究这种意义下的服务质量，因为如果上述意义的服务质量是好的，可是却不能随到随服务，而要排队等待，买商品要排长队，上班挤不上车，看病要等几个钟头；电话老是打不通等，人们肯定仍然会埋怨服务工作组织得不好。所以，排队论中，服务系统的工作质量所指的是服务机构的利用率、顾客排队平均长度、平均等待时间等等。对于服务系统仅作定性的研究是不能解决问题的。排队论研究的对象是有关大量服务过程的数量方面。研究的目的是为了弄清楚大量服务过程的主要特性，并制订出评价服务系统工作质量的数学方法。

在排队论中，“流”是指事件的序列。由顾客序列组成的“流”叫做顾客流。到达系统的顾客流叫做输入流。离开系统

的顾客流叫做输出流。

输入流是不以人们的意志为转移的，它取决于一系列随机因素。所以，想要人为地调整输入流，或者想精确地决定在给定时刻内到达系统的顾客数是办不到的。输入流必须用概率分布来描述。可以由人们决定的是服务系统的组织，即设立多少服务机构，它们之间如何分工协作，采用什么样的排队规则，如先到先服务，后到先服务，随机服务，优先服务等。

排队论的任务就是找出服务系统工作质量指标与输入流特性，服务时间特性和排队规则之间的函数关系。

至于进一步研究服务系统工作优化问题，就不属排队论的研究范围了，而是运筹学其他分支的事，可应用的方法有线性规划，非线性规划和动态规划等。

三、排队论的应用范围

人类活动领域中，大量服务过程都可以应用排队论。

在工业生产上，原材料的供应，产品的销售，很多是具有服务性质的。在生产过程中，对于多机床看管问题，流水线上各道工序的制品储备量选择问题，产品检验问题，成品包装问题，工具收发问题，仓库管理问题等等，均可在不同程度上应用排队论。

在工程建设以及船舶系统及其技术装置设计中，往往会遇到设备或装置的容量和台数的选择问题，系统参数选择问题。例如建设某个金工车间，应装设多少台机床，车间内应装置几台行车、吨位多大？在一艘万吨轮船上，应装置多少台发电机，单机容量多大？造船厂或船上应装设多少部电话，敷设几条电话线路？以及自动控制系统（如导航仪、雷达、声纳、自动驾驶仪等）元件的选择和可靠性估计问题，电子计算机的参数（运算速度，字长，内存容量等）的选择问题等等，排队论都大有用武之地。

在城市系统中或厂区内，如何合理地设置各项服务性行业，例如怎样合理地确定食堂、小卖部、百货商店、修配服务网点、银行、邮局以及各类公用事业（公共交通、煤气、自来水等）的规模等，都可以应用排队论。

排队论在军事上的应用也很重要。例如在正确地组织武器和军事工程的修理基地借以保证军事系统的工作能力方面，在新武器的设计过程和研制方面，都有大量的排队论问