



解决食堂拥堵的创意方案

——北航沙河校区食堂拥堵管理

2017 年 3 月

摘要

本文从北京航空航天大学（下简称北航）沙河校区食堂的拥挤问题入手，通过心理学分析和堵塞学分析，掌握了学生的运动路径和产生拥挤的主要问题，并对其提供了两种相应的解决方案，两种方案为并行关系，可以同时实施，也可以选择性实施。

本创意的主要目的是：改善北航沙河校区在高峰时段的拥挤问题，除了方便学生的生活，还能够防患于未然，减小出现拥挤造成的安全事故的可能性。

本创意的意义：“民以食为天”是一句家喻户晓的谚语，食物之于人犹如湖水之于鱼，天空之于鸟。我们北航的莘莘学子同样十分重视饮食，不论是吐槽本上络绎不绝的吐槽，还是频频入耳的食物评价，食物不仅仅影响着北航同学的身体健康，同时也关乎着同学们的学习生活。在高峰时段的拥挤，不仅影响了同学们的就餐，还可能影响到之后的学习休息。

通过分析和研究，最后提出了设立“快线”——一条用以横穿的通道，可以用来取筷子和取倒餐盘；还有信息北航预定盒饭——在中午提前一段时间预约盒饭，到指定地点自提。以上两种方案用来减轻拥堵。

关键词：管理，拥堵，食堂

目录

引言	1
一、作品背景	1
二、创意来源	1
一、浅析拥挤问题	2
1. 拥挤的定义	2
2. 北航沙河校区食堂的拥挤问题	2
3. 从学生心理分析路径的选择	3
4. 从堵塞学角度分析拥堵原因	5
(1) 堵塞学的 ASEP 模型	5
(2) 用堵塞学的 ASEP 模型分析食堂拥堵问题	7
二、创新式解决方案	8
一、“快线”	8
1. 方案构建思路	8
2. 方案简介	8
3. 可行性分析	10
二、信息北航预定盒饭	10
1. 方案构建思路	10
2. 方案简介	10
3. 可行性分析	11
结论	11
参考文献	11

引言

一、作品背景

“民以食为天”是一句家喻户晓的谚语，食物之于人犹如湖水之于鱼，天空之于鸟。我们北京航空航天大学（下简称北航）的莘莘学子同样十分重视饮食，不论是吐槽本上络绎不绝的吐槽，还是频频入耳的食物评价，食物不仅仅影响着北航同学的身体健康，同时也关乎着同学们的学习生活。可是，每当中午 12:00 放学，北航沙河校区（下如无特殊注明，北航均指北航沙河校区）食堂总是被围得水泄不通，打饭的饭口排起长龙，寻找座位，取筷子，甚至倒餐盘都成了一个不小的问题。移动困难不要紧，一不小心还会碰到其他人，弄洒汤水，造成不必要的困扰，场面之混乱，严重降低了在相同空间下所能达成的最大效率，缓慢的打饭速度拖延了同学本就不长的午休时间，甚至影响同学下午的学习工作。更不必说靠近电梯的地方，在拥挤的情况下存在着一定的安全隐患，无论从电梯称重方面考虑，还是从拥挤方面考虑，在拥挤时段开放电梯都有着一定的问题。

二、创意来源

由于作者也是中午抢饭大军的一员，对这些深有感触，也想改变这个可能不甚合理的现状。通过长期在 12:00 下课后去食堂抢饭，在吃饭时观察其他打饭同学的行为，以及实地调查食堂的构造，结合对其他同学的意见询问和图书馆与网上的资料查找。综合上述信息来思考如何解决这个问题，最终得出了数个方法，可以同时实施，也可以选择其中部分实施，目的在于解决用餐高峰时的用餐困难与拥挤安全问题。

一、浅析拥挤问题

1. 拥挤的定义

拥挤是由高密度引起的一种消极反应。如（人或车船）等挤在一起。地方相对地小而人或车船等灯相对较多。拥挤是对导致负性情感的密度的一个主观心理反应。当人口密度达到某种标准，个人空间的需要遭到相当长一段时间的阻碍时，就出现了拥挤感。影响人们是否产生拥挤感的最主要因素可能是密度。[1]

2. 北航沙河校区食堂的拥挤问题

（1）拥挤时间：中午 12：00 以及晚上 5：20 放学，前者较后者更为严重。

（2）拥挤时人员流动情况：

1. 一楼入口处堵塞，部分人去一楼吃饭，部分人堆在电梯口，选择用楼梯上楼的人较少。

2. 打饭的饭口前排队堵住了横向的过道。（主要为一二楼）

3. 端餐盘寻找座位，取筷子的同学，倒餐盘的同学需要横向穿行，在排队的中间小心穿行。（主要为一二楼）

4. 从电梯上到二楼，转而走向三楼的同学和上述同学挤在同一个约通行 2 人的小路。（二楼）

（3）拥挤位置：

一楼：从北至南拥挤度依次增加

二楼：除南侧炒饼外，以电梯口所对的打饭口为中心，向两边呈近正态分布。

（4）其他问题：

三楼北侧由于采用手记，又没有明显的排队，时常会出现后来者错拿先来者点的饭，或者二者为同一份饭的所有权起了争执。

（一楼入口简图，二楼简图）

3. 从学生心理分析路径的选择

我们对一群来到食堂没有明确目标食物，尽可能让自己吃饭效益最高的学生进行分析：

首先，南门距离教学楼较北门近，绝大部分学生考虑从南门进入，对他们进行分析：

(1) 进入一楼入口，面临如下选择：

进入一楼：可以选择去一楼吃，或者通过电梯上楼

通过楼梯上楼：人较少，拥挤度较低

由于进入一楼食堂具有多种选择，没有明确的吃饭目的地的同学，可以根据情况进行选择，因此，约有 80% 的同学选择进入一楼。

(2) 进入一楼食堂，面临如下选择：

在一楼食堂吃：根据人数而定，由于视角原因，只能看到部分地点的人数情况，如图：

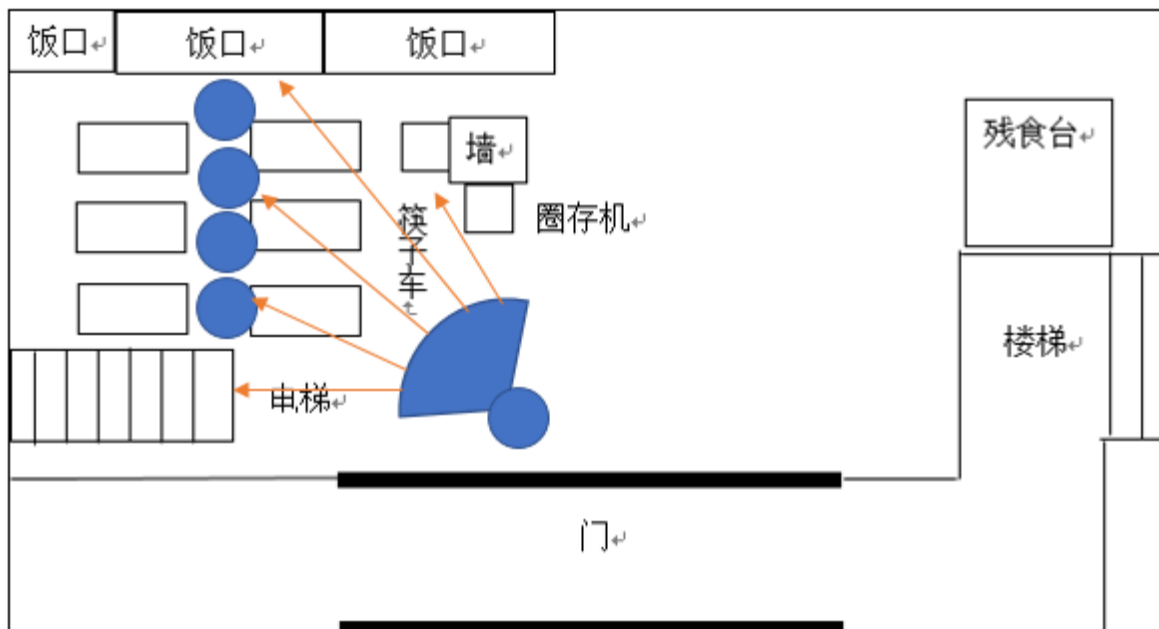


图 1 一楼食堂进门情况

若设该学生视野中最少的排队学生人数为 P ，实际最少排队人数为 p ，学生所能接受的最大排队人数为 N 。由于学生选择让自己效益最高的方式，之前排队的人尽

可能选择了距离自己近，排队时间短的队伍，因此他们的排队数量整体上从南到北依次递减。新来的学生观察时由于人员阻挡，对整体排队人数有着预估过大的认知，因此常常出现 $p < N < P$ 的情况，导致大部分人员选择上楼。

上二楼：由于入口不断有人进入，回头走楼梯较为困难，同时电梯更为方便，学生倾向于在原地等待上电梯，而不是转头去上楼梯。

(3) 来到二楼，面临选择：

在二楼食堂吃：以电梯出口为中心，人数向两侧呈近正态分布。

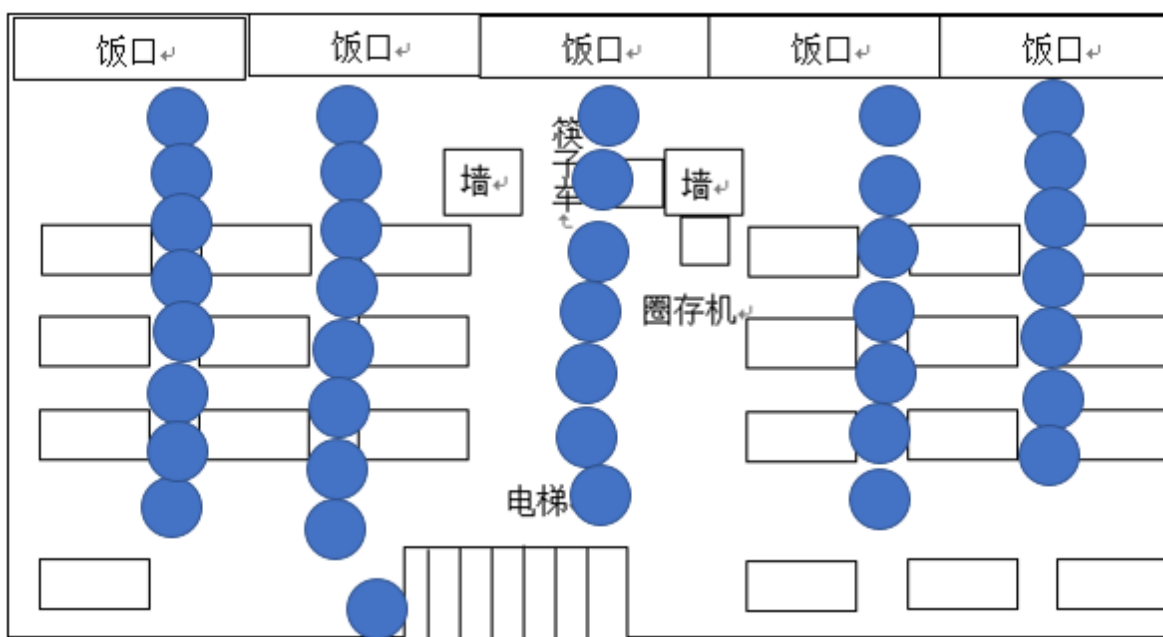


图2 二楼食堂电梯口情况

上三楼：从队伍的末尾和端着餐盘的人群中到达三楼。

(4) 到达三楼后，分不同菜型，所需时间不同，主要问题在于三楼座位紧俏，常常出现四处寻找座位良久，才能吃上饭的窘境。

总结：一楼入口和二楼是拥堵的主要地点，从学生心理角度分析，他们更愿意接受上述路径，原因有二：1. 此种路径选择性更高。2. 此种路径乘坐电梯更为舒适。

4. 从堵塞学角度分析拥堵原因

(1) 堵塞学的 ASEP 模型

在考虑人、车等自我驱动粒子以及他们的堵塞情况时，人们发现了一个性能良好的模型，它的全称是“非对称简单排斥过程”（Asymmetric Simple Exclusion Process），简称 ASEP。

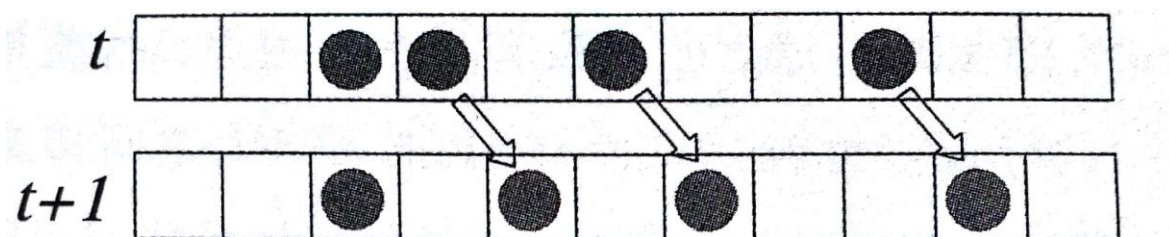


图 3 简单的 ASEP 模型

首先准备几个箱子，将箱子排成一条直线在其中一部分箱子里放入球，并且一个箱子中只放一个球，然后将所有的球都向它右边的那个箱子移动。这时，如果它右边的箱子里面已经有球了，这个球就不再移动。以上就是所有的规则。通过反复进行以上操作，我们会发现，所有的球会一个接一个地向右移动。

当我们试着增加球的数量。此时就出现了相互阻碍，不能运动的球的集团，并且这个集团看起来就在进行与行进方向相反的运动。我们把这种集团叫做“集群”。从这个实验中可以看出，球达到一定的数量后便会产生“堵塞集群”。我们仔细考虑一下这个运动，就可以理解集群为什么向后移动了。集群前面的球一个接一个被卷入堵塞。出去一个，进来一个，集群看起来就像这样——渐渐向后方移动。

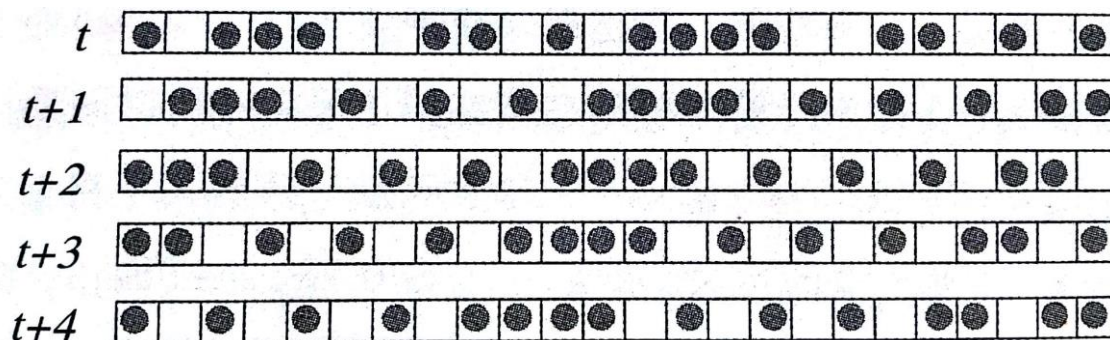


图 4 堵塞集群

那么，球的数量达到多少时会开始产生堵塞集群呢？当球连起来的长度正好达到环路的一半的时候。此时是马上要形成集群但是还没有形成的状态，如果再加一个球就会出现三个球的小集群。

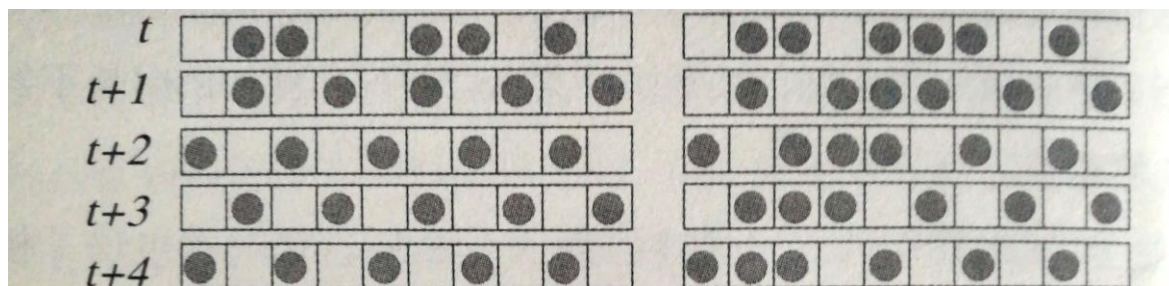


图 5 临界状态

这种差一点就会发生变化的状态叫做“临界状态”，是正好处在自由行动状态和堵塞状态中间的状态。临界状态下球的密度叫做“临界密度”。在 ASEP 中，密度的定义是球的数量与箱子总数的比例。因此这个模型的临界密度是 0.5。

但是通常还有另外一个规则——当右边的箱子空着时，球不一定非要移动到右边的箱子里，而是可以设定一定的概率移动。之前我们都假设这个概率为 1，即如果右边的箱子是空的，那么球一定会顺畅地向右移动；可是如果这个概率小于 1，那么球就不能这么顺畅地向右边移动了。比如，如果这个概率是 0.1，那么即使右边的箱子是空的，球向右移动的概率也只有 0.1，球的移动速度就会变得缓慢。[2]

(2) 用堵塞学的 ASEP 模型分析食堂拥堵问题

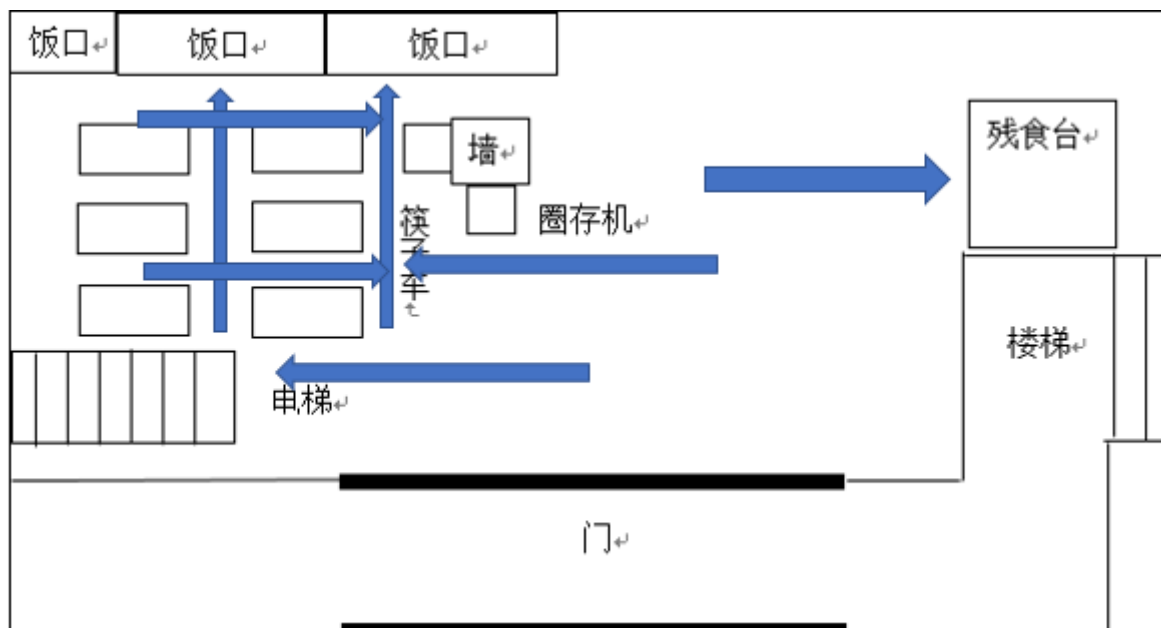


图 6 一楼食堂人流情况

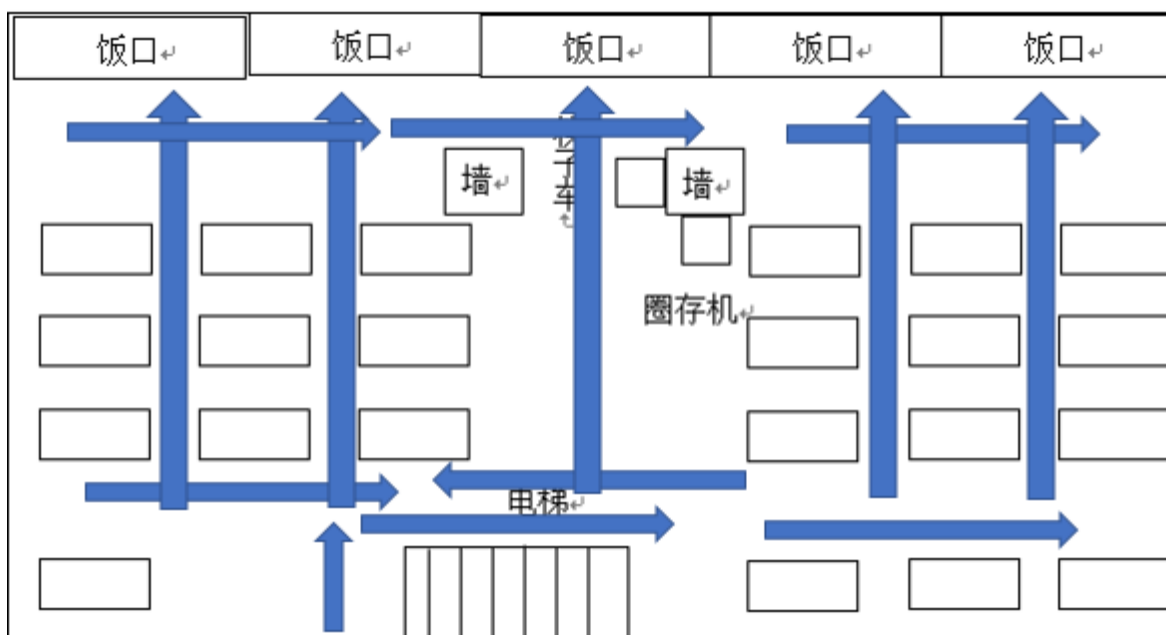


图 7 二楼食堂人流情况

食堂一楼和二楼充满了各类人流：

大致分为五类：

1. 打饭的排队人员

2. 楼层间流通人员
3. 取筷子的人员
4. 端餐盘的人员
5. 寻找座位的人员

考虑 ASEP 模型，假设理想的临界状态人数为 P ，由于逆向人流的对冲以及横向人流的交汇，使得人向右移动的概率由 1 转变成为 p ($p < 1$)。 P 由人的总数决定，二者呈负相关， p 由逆向人流的数量与横向交汇人流的数量决定，二者呈负相关。

总结：由上述原因，人的总数与人流的混杂程度是造成拥堵的一大原因。

二、创新式解决方案

一、“快线”

1. 方案构建思路

根据前文对路径的分析与拥堵原因的分析，考虑从人流的混杂程度的角度减轻拥堵。考虑到存在五种人员由于目的不同而产生不同的人流，而这些人流又无组织性，产生了大量交汇情况，严重拖慢了前进速度。于是，我考虑整合人流，减少交汇处带来的麻烦。

2. 方案简介

在如图所示，靠近筷子处设置一条一米左右宽度的横穿带，上标注字样：“请排队成员勿站在黄线内，方便横穿人员通行”。通过这种方式，使得取筷子，端餐盘和寻找座位的三类人流有一个规范的通道，不必再在人群中艰难穿梭，端餐盘的同学也不至碰洒汤水，带来不必要的麻烦，同时可以减少和楼层间流通的同学在现有的过道拥挤着移动。由于“快线”距离饭口仍有一段距离，可以容纳数人，增大了容错率，并不会减缓打饭速度。

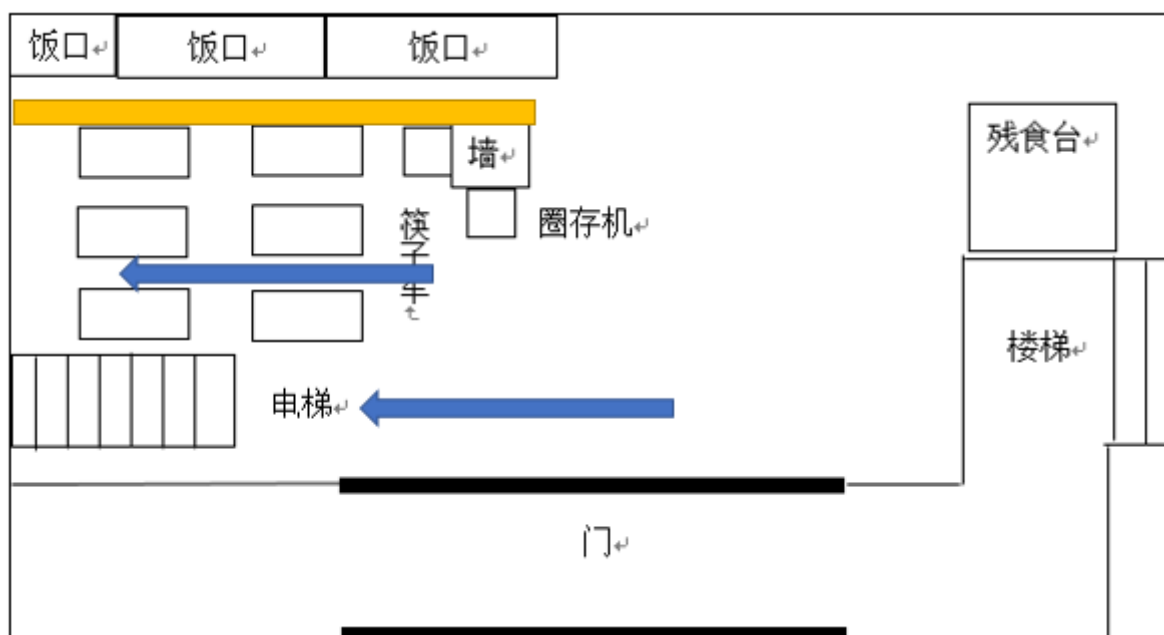


图8 一楼食堂设置“快线”后

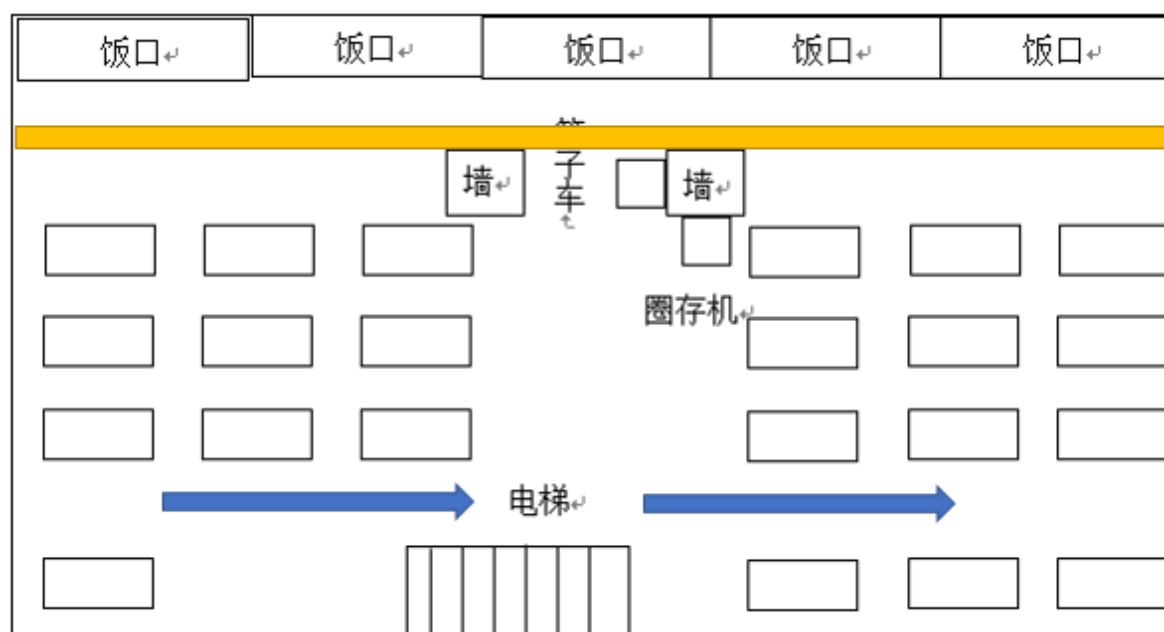


图9 二楼食堂设置“快线”后

附注 1：黄色部分为横穿带

附注 2：蓝色箭头为楼层间穿梭人员的行进方向

3. 可行性分析

实施成本较低，实施方式也较为简单，可以采用在地上上色等方式。实施难点主要在于学生对“快线”的理解，以及在拥堵时段对“快线”的遵守情况。但是根据实际情况考虑，同学对于横穿的痛苦有所理解，现在的情况是：请求排队中的某一位同学让出一条通道，但是这样费时费力，建立规范能够显著提高效率，同学们对其也可以有一定的理解，因此，其可行性较高。

二、信息北航预定盒饭

1. 方案构建思路

根据前文对路径的分析与拥堵原因的分析，考虑从减少在食堂内用餐的人数来减轻拥堵。同时有大部分同学上午 3.4 节与下午 7.8 节有课，于是，我考虑在信息北航建立和食堂的联网制度，提供预定盒饭的服务。通过网上支付和自提的方式，减少食堂人流，同时也将食堂工作人员的在高峰时段的工作量部分转移到高峰之前。主要针对一二楼食堂。

2. 方案简介

在信息北航（或其他 app）上提供预定盒饭的服务：

时间：上午 11：00-11：30，下午 4：30-5：00

付款方式：支付宝或微信支付

可选内容：食堂提供今日的可选菜品

自提地点：一楼或二楼的闲置位置

区别方式：付款时填对应学号，在饭盒上写有学号，按照系别或尾号分类，供学生自提。

工作人员工作方法：在 11：30 和 5：00 之前得到今日订单，此时人流量不大，利用这段时间装配盒饭。

3. 可行性分析

从技术上来看：主要在于食堂的联网问题，但这并非技术上的问题，而是成本上的问题。

从需求上来看：3.4 和 7.8 节课的同学对于抢饭的痛苦深有理解，现在情况是：部分同学选择暂时不吃，错开高峰，或者在超市或校外购买带回寝室。而食堂还需要长时间的排队才能取得盒饭带走，性价比十分低下。故若提供预定盒饭的服务，将显著提升学生在食堂的购买欲望，即学生对此有相应的需求。

从人员上看：并没有给工作人员增加额外的负担，只是将高峰期的工作量转移至高峰期前的闲置时间。故可行性较高。

结论

食堂拥堵时间主要为中午 12:00 以及晚上 5:20, 一楼入口和二楼是拥堵的主要地点，人的总数与人流的混杂程度是造成拥堵的一大原因。解决方案有：“快线”和信息北航预定盒饭两种方式, 可以同时实行, 也可以选择实行.

参考文献

[1] 百度百科

[2] 西成活裕. 堵塞学. 北京科学技术出版, 2011.