**3 定价模型的构建**

**3.1 多归属行为的描述与基本假设**

**3.1.1 平台多归属行为的描述与特性**

在众包物流平台中，消费者和配送员的多归属行为显著影响了平台的运作效率与市场竞争力。消费者的需求决定了平台的订单量，而配送员的服务供给则保障了订单的及时履约。两者之间存在相互作用：一方面，平台需要通过合理定价吸引消费者并满足其需求；另一方面，平台也需激励配送员积极参与，为满足订单提供充足的供给。



消费者和配送员的多归属行为加剧了平台之间的竞争。消费者可以自由切换平台，根据价格和服务质量做出选择；配送员则根据报酬水平和工作稳定性在多个平台之间动态分配服务时间。因此，平台不仅要制定合理的定价策略以吸引消费者，还需要平衡供需，确保配送员的积极参与。

接下来，分别从消费者需求的非线性变化和配送员的多平台服务选择两个角度展开分析

（1）消费者的多平台需求决策

消费者在选择平台时基于效用最大化原则，并在多个平台的定价和服务质量之间动态调整其选择策略。研究平台定价与需求之间的关系时，需要综合考虑两个主要因素：一是平台自身价格对需求的直接影响，二是竞争平台价格对需求的间接干扰。为描述这两个因素的作用，提出了以下需求的基本表达式：

其中， 表示平台  的需求量。该需求量取决于平台  的自身价格  和竞争平台  的价格 。 表示消费者对本平台价格变化的响应， 则描述竞争平台的定价如何干扰平台  的需求。这两个因素被假设是独立作用的，因此需求可以拆解为两部分进行建模。

价格与需求之间存在非线性关系。在实际市场中，当价格较低时，消费者对价格变化的敏感性较弱，即需求不会随价格小幅变动而剧烈变化；然而，当价格超过某个临界点后，需求会显著下降。这种非线性关系要求平台在制定定价策略时取得平衡：既要保证价格竞争力，又需避免因价格过高而导致需求迅速下滑。为刻画这种特性，设定  的具体形式如下



其中， 表示平台  的初始需求规模，反映在无竞争情况下平台所能获得的最大市场份额； 衡量消费者对价格变动的敏感度，值越大表示消费者对价格变化的响应越强； 控制需求对价格变化的反应幅度，较大的  会降低需求对价格变化的敏感性；竞争平台的价格对本平台的需求产生重要干扰。

该表达式描述了平台  的需求量如何随价格  的变动而变化。当  较小时，分数项  近似呈线性增长，此时需求对价格的变化较敏感。但随着价格上升，分母  的增长导致该项增速放缓，表现出需求对价格的非线性弹性。这意味着当价格升高到一定程度时，需求减少的速度会变慢。为描述这种干扰效应，定义如下表达式：



该表达式表示，当竞争平台  的价格  上升时，平台  的需求量将增加。这反映了消费者在多个平台之间迁移的倾向：竞争对手的高价促使更多消费者转向价格较低的平台 。干扰系数  衡量价格迁移效应的强度， 越大，说明竞争对手的价格变化对本平台需求的影响越显著。为了模拟需求随时间的自然衰减，引入指数衰减项 。这种衰减可能源于市场逐渐饱和、新竞争者的加入或消费者偏好的变化。基于以上分析，需求模型扩展为时间相关的形式：

 (3-1)

其中， 表示平台  在时刻  的需求量； 表示初始需求规模，反映平台在无竞争环境中的最大市场份额； 表示消费者对价格变动的敏感度，数值越大则消费者更容易因价格变化而调整选择； 表示竞争平台的价格对需求的干扰系数，表明竞争平台的价格变化对本平台需求的影响强度； 表示价格弹性参数，调节价格变化对需求的非线性影响； 表示指数衰减项，模拟需求随时间推移而衰减的趋势，反映市场动态变化的影响。

这一模型表达了平台在制定定价策略时需要平衡的因素。平台需要通过合理定价保持市场需求，同时监控竞争对手的价格动态，及时调整自身策略，时间因素的引入展示了市场需求在长期竞争中的变化趋势。

（2）配送员的多平台服务选择

与消费者类似，配送员也可以选择为多个平台提供服务。配送员根据各平台的报酬水平和订单量的稳定性等因素，动态调整其服务选择。这种行为使配送员在不同平台之间灵活分配劳动时间和精力，为平台供需管理带来挑战。为描述配送员的选择行为，构建如下供给表达式：

(3-2)

其中， 表示平台  在时刻  的供给量，即愿意为平台  提供服务的配送员数量； 表示配送员对平台  报酬的敏感度； 表示平台  在时刻  的报酬，假设与定价成正比，即 ，其中  为报酬比例系数； 为报酬的非线性弹性参数，反映报酬增加对供给影响的逐渐减弱； 表示消费者需求对供给的影响权重，反映需求如何驱动配送员的供给； 为需求弹性参数，控制需求对供给的非线性影响

配送员的供给行为由两部分驱动：其一是平台的报酬水平，其二是消费者的需求。下面分别说明这两部分的具体影响。

报酬水平对供给的影响体现在表达式的第一项  中。

报酬的增加通常会吸引更多配送员为平台提供服务。然而，由于边际效应递减，随着报酬逐渐提高，供给的增长速度也会逐渐放缓。参数  用于控制这种递减效应，反映了报酬对供给的非线性影响。

消费者需求对供给的影响则体现在表达式的第二项  中。

平台需求上升通常会吸引更多配送员参与服务，以满足市场需求。然而，随着需求进一步增长，供给的增长速度也会逐步放缓。这一非线性效应通过参数  加以控制。

通过将需求的驱动作用纳入模型，可以更全面地刻画供需之间的动态关系。该模型反映了配送员对市场供求关系的敏感性，能够帮助平台在制定激励政策时平衡需求与供给。平台需要综合考虑报酬和需求对配送员行为的影响，以优化供给管理策略。

**3.1.2 基本假设**

为了在平台多归属行为的背景下，全面刻画消费者和配送员的动态决策，分别分析了消费者的多平台需求决策与配送员的多平台服务选择。消费者的大致需求模型表明，其需求不仅受到本平台价格的影响，还受到其他竞争平台的价格干扰，同时具有非线性弹性特性。当价格较低时，需求对价格的变化较不敏感，但当价格超过某一临界点后，需求会迅速下降。这种需求波动给平台的定价策略带来了挑战，需要在竞争压力下保持价格优势。

另一方面，配送员的供给选择受平台报酬水平和消费者需求的双重驱动。配送员根据各平台的激励和订单需求在多个平台之间灵活分配工作时间。供给的非线性响应反映出随着报酬或需求的增长，供给的边际增速会逐渐递减。这意味着平台必须在报酬激励与利润控制之间取得平衡。

为了将上述需求与供给模型应用于实际的定价策略分析，必须对市场的关键因素——如需求、供给、报酬与成本——进行一系列合理的假设。这些假设有利于更准确地模拟市场环境下的多归属行为。下面提出的基本假设将为模型的构建提供理论支撑。

（1）假设 1：双平台竞争下的需求函数

在众包物流市场中，消费者的需求不仅取决于自身所选平台的价格，还会受到其他竞争平台价格的影响。这种双重依赖性使得需求函数变得复杂化。在现实市场中，消费者常常会在多个平台之间比较价格、服务质量以及配送时间，从而做出最优选择。基于这一逻辑，平台  的需求函数可表示为：

(3-3)

在上述表达式中， 表示平台  在时刻  的需求量。该需求量受到多个因素的共同作用：平台  的初始需求规模 、时间依赖的价格弹性系数 、竞争对手价格干扰系数  以及需求的波动项 。为了更加准确地描述这些因素如何影响需求，对每一项进行详细解释。s

首先， 表示平台  的初始需求规模，这一参数反映了在无竞争情况下平台的基础市场份额。随着时间的推移，市场可能逐渐趋于饱和，因此引入了指数衰减项 ，模拟需求的自然衰减趋势。该项表明，平台在早期阶段的需求较高，但随着市场逐渐稳定，需求会逐步减少。这种衰减现象符合实际市场中的普遍规律。

需求对价格的敏感性通过非线性弹性项  进行描述。

当价格较低时，需求对价格的变化不太敏感，因此小幅的价格调整不会导致需求剧烈波动；而当价格超过一定水平后，需求会显著下降。这种非线性关系表明平台在制定价格策略时需要找到一个合理的平衡点，避免因价格过高导致需求急剧下滑。

竞争对手平台的价格对需求的干扰通过  表达。

该项说明，当竞争平台  的价格  上升时，平台  的需求将随之增加。这反映了消费者在多个平台间的迁移倾向：当竞争对手的价格上升时，部分消费者会转向价格更有吸引力的平台 。其中，干扰系数  表示竞争平台价格变化对本平台需求的影响程度， 越大，表明竞争价格的变化对消费者选择的干扰越明显。

为了捕捉市场中的不确定性，在模型中引入了需求波动项 ，其形式为 ，其中  表示布朗运动。这一项模拟了市场中的随机需求变化，例如由于节假日、天气或促销活动等不可控因素导致的需求激增或下降。通过引入这项波动因素，模型能够更加全面地刻画需求的动态变化。

价格弹性系数  在模型中假设为时间依赖的，其变化趋势表示为：

这里， 是初始弹性系数，反映了市场初期消费者对价格变化的敏感性较低； 则代表了价格弹性随时间的增长率。随着市场逐渐成熟和竞争的加剧，消费者对价格的敏感性会逐步增加。这意味着在市场的初期阶段，平台可以设定较高的价格以获取利润；而在市场成熟之后，平台需要适当降低价格以应对竞争对手的压力，并满足价格敏感度增加的消费者需求。

这一时间依赖的价格弹性设计使得需求函数更加灵活，能够适应市场在不同阶段的动态变化。平台在不同的市场阶段需要采用不同的定价策略：在市场初期，平台可以通过较高价格获得较大的利润空间；而随着竞争对手的进入和市场环境的变化，平台需要逐渐调整价格，以保持市场竞争力并吸引更多的消费者。

（2）假设 2：配送员供给函数与动态选择

配送员的供给在多平台竞争环境中具有动态性。供给量不仅受到平台支付报酬的影响，还取决于平台的需求量。配送员供给的基本函数形式为：

(3-4)

在该模型中， 表示平台  在时刻  的配送员供给量。供给量由报酬水平、需求量以及市场中的随机波动共同决定。模型中的关键参数解释如下：

 表示配送员对平台报酬的敏感性，衡量经济激励对供给的驱动程度。 为平台  提供的报酬，假设与定价成正比，即 ，其中  是报酬比例系数。

报酬的非线性弹性通过  表达。

当平台报酬较低时，供给量对报酬的增加非常敏感，但随着报酬水平的进一步提升，边际效应逐渐减弱。这一形式反映了在现实中提高报酬对供给的有限激励作用。

消费者需求对供给的影响则通过  描述。

当需求增加时，更多配送员会参与服务以满足市场需求。然而，当需求进一步增长时，供给的增加会逐步放缓，原因可能是配送员的工作负荷增加或市场上配送员数量的限制。

随机波动项  用于描述市场中的不确定性对供给的影响，其中  表示布朗运动。这一项模拟了市场环境中的随机因素，例如天气变化、交通状况或节假日高峰期对供给的干扰。

该供给模型展示了在不同报酬水平和市场需求条件下配送员的动态响应，并通过随机波动项捕捉市场的不确定性。供需关系的平衡需要通过适当的报酬水平和需求管理来实现，以应对市场变化和外部不确定性带来的挑战。

（3）假设 3：报酬与价格的动态关系

在众包物流平台中，配送员的报酬通常与平台定价策略直接相关。报酬的增加意味着平台定价的提高。假设报酬  与平台价格成正比关系：

该表达式描述了配送员的报酬  如何随着平台  的价格  变化。 为报酬比例系数，决定了每单位价格所对应的报酬金额。假设中的比例系数  反映了平台在报酬和价格之间的平衡机制。 的取值范围介于  和  之间，以确保平台能够在提高价格的同时控制整体报酬成本。当  较大时，平台会将更多的收入用于支付配送员报酬，以激励更多配送员参与；反之，当  较小时，平台将更多的收益保留为利润。

这一假设捕捉了平台通过调整价格来影响配送员报酬的动态关系。在实际市场中，平台通常在高需求时期（如节假日或高峰时段）提高价格以吸引更多的配送员应对需求增加。在这些情况下，平台需要仔细平衡价格与报酬之间的关系，以确保在提高价格吸引配送员的同时不会造成过高的运营成本。

通过调整 ，平台能够根据市场状况灵活控制报酬水平。例如，在低需求时段， 可以较小以降低成本；而在高需求时段， 可以增大以激励配送员的积极参与。报酬与价格之间的这种动态关系使得平台可以根据市场需求的变化及时调整定价与激励策略，从而实现供需平衡并优化运营效率。

（4）假设 4：动态定价与利润最大化问题

为了在竞争中获胜，平台必须通过动态调整价格来实现利润最大化。平台  的利润函数定义如下：

 (3-5)

该利润函数由三部分构成，分别对应收入、报酬成本以及运营成本。

 表示平台  在时刻  通过消费者支付的费用所获得的收入。收入取决于平台的价格  以及由需求函数  决定的订单量。随着平台提高价格，收入可能增加，但需求会出现下降趋势，影响整体收入。

 表示平台支付给配送员的报酬成本。报酬与供给量成正比关系，而供给量  由需求和报酬水平共同驱动。报酬成本反映了平台为了吸引足够的配送员参与而必须支付的代价。提高报酬可以增加供给，但也会显著提升成本。

 表示平台的运营成本。该部分成本主要来源于供需不平衡所导致的延迟成本和调度管理成本。在利润最大化问题中，平台需要在价格、报酬和需求之间找到一个最佳的平衡点，以实现利润的优化。

动态定价的挑战在于，过低的价格会提高订单需求，但会使平台承担更高的配送成本；而过高的价格可能会导致需求骤减，进而影响平台的收入。因此，平台需要根据市场竞争状况不断调整定价策略，以确保利润最大化。

（5）假设 5：延迟成本与供需平衡

总运营成本  由延迟成本和调度管理成本两部分构成：

(3-6)

其中， 是调度成本系数，用于描述随着供给量增加而导致的管理和调度费用上升。平台需要在维持足够的供给以满足需求的同时控制调度成本，以实现高效运营。

在实际运营中，供需不平衡会导致服务延迟，从而产生额外的运营成本。延迟成本的计算表达式为：

这一表达式表明，当需求  超过供给  时，平台将承担额外的延迟成本 。如果供给大于需求，延迟成本为零。该延迟成本反映了由于配送员数量不足而导致的服务质量下降或订单延迟。

延迟成本和调度成本的平衡对平台运营至关重要。合理的定价和报酬策略可以减少供需失衡，从而降低延迟成本。同时，控制调度成本可以在保持服务质量的同时提高运营效率。供需平衡的优化是平台实现利润最大化的关键。

（6）假设 6：动态博弈与纳什均衡

众包物流平台之间的竞争可以看作是一个动态博弈。每个平台的目标是在给定的市场环境下，通过合理的定价策略实现长期利润最大化。平台  的定价策略可通过以下期望最大化问题表示：

(3-7)

在上述模型中，平台  通过动态调整价格 ，使其在竞争环境和市场不确定性条件下最大化累积利润。目标是在整个时间区间 [0, T] 内最大化利润的期望值。由于市场处于持续变化之中，该模型采用随机控制的方法捕捉市场波动的影响。

利润函数  描述了平台  在时刻  的利润水平。通过动态博弈框架，平台的定价策略需要与竞争对手平台  的价格  相互影响。任何平台在优化其利润时，必须同时考虑竞争对手的策略，从而形成一个相互依赖的优化问题。

其中， 表示市场中的随机因素，例如市场需求波动、物流延误或供应链中断。这些不确定因素对平台的运营绩效产生直接影响。为了量化这些风险，模型引入了  项，其中  是与平台运营相关的风险成本系数，表示平台对市场波动的容忍度。较高的  表明平台更加保守，倾向于降低市场不确定性对利润的影响；较低的  则表明平台更愿意承担风险以追求更高利润。

平台的目标是在控制风险成本的同时，最大化利润的期望值。这一优化问题的求解需要在给定时间范围内选择最优的价格路径 。

纳什均衡条件描述了在竞争市场中，所有平台的策略相互依赖且最优的状态。对于平台  来说，纳什均衡意味着在给定竞争对手平台  的定价策略  下，平台  的定价策略  是使其自身利润最大化的。如果平台  假设对手  的定价不变，那么通过单方面改变其定价策略无法进一步提升自身利润。具体而言，纳什均衡的条件可表示为：对于每个平台  和 ，都有：



该条件表明，当每个平台都采用其最优定价策略时，没有任何一个平台可以通过单方面调整定价来进一步提升其利润。这种均衡状态是市场的稳定解，描述了在复杂的竞争环境下平台间的相互适应过程。

动态博弈模型提供了一个框架，使平台能够根据市场动态灵活调整定价。纳什均衡的求解需要考虑市场的不确定性和竞争对手的反应，以确保平台在实现长期利润最大化的同时，有效应对市场风险。

消费者在选择平台时基于效用最大化原则，并在多个平台的定价和服务质量之间动态调整其选择策略。本研究的核心目标是探索平台定价与需求之间的相互关系，并分析竞争平台的价格如何影响本平台的需求。假设平台之间的定价策略互相独立，但价格存在间接影响；消费者的需求响应具有非线性弹性特征；随时间推移，需求会因市场饱和、消费者偏好变化等因素而自然衰减。

平台  的需求量  依赖于自身价格  及竞争平台 j 的价格 ，其模型表达为：



其中， 描述了消费者对平台  自身价格变化的响应， 表示竞争平台 j 的价格如何干扰平台  的需求。这两个因素的作用被假设是独立的，因此需求可以拆解为两部分进行分析。

价格与需求之间存在非线性关系。在实际市场中，当价格较低时，消费者对价格变化的敏感性较弱，即需求不会随价格小幅变动而剧烈变化；然而，当价格超过某个临界点后，需求会显著下降。这种现象可通过以下函数形式描述：

$$

其中，a 是平台的初始需求规模，在无竞争情况下反映平台的最大市场份额；b 衡量消费者对价格变化的敏感度，值越大表示消费者对价格的变化更为敏感； 为价格弹性参数，调节需求对价格变化的非线性响应。该模型揭示，当价格  较小时，分子项  呈近似线性增长，需求随价格小幅变化而较为敏感；而随着价格上升，分母  的增长放缓了需求减少的速度，体现出非线性弹性。

竞争平台的价格对本平台需求有显著影响。消费者在不同平台之间迁移时，会倾向于选择价格更低的平台。因此，竞争平台 j 的价格  通过以下模型描述其干扰效应：

$$

其中，k 衡量价格迁移效应的强度，值越大表示竞争平台价格对本平台需求的干扰越强。该模型说明，当竞争平台价格  上升时，消费者更倾向于转向平台 i，从而使需求增加。

为了模拟需求随时间的自然衰减，引入指数衰减项 ，描述市场逐渐饱和、新竞争者进入或消费者偏好变化的影响。最终的时间相关需求模型表达为：



该模型中的符号定义如下： 表示平台  在时刻 t 的需求量；a 表示平台的初始需求规模，反映其在无竞争情况下的最大市场份额；b 表示消费者对价格变动的敏感度，数值越大表示消费者对价格变化的响应越强烈；k 表示价格迁移效应系数，描述竞争平台价格变化对本平台需求的干扰强度； 为价格弹性参数，调节需求对价格变化的非线性响应； 为指数衰减项，模拟需求随时间推移而减少的趋势。

# 3.1 多归属行为的描述与基本假设

## 3.1.1 多归属行为下平台供需关系的动态分析

在众包物流平台中，消费者和配送员的多归属行为显著影响了平台的运作效率与市场竞争力。消费者的需求决定了平台的订单量，而配送员的服务供给则保障了订单的及时履约。两者之间存在相互作用：一方面，平台需要通过合理定价吸引消费者并满足其需求；另一方面，平台也需激励配送员积极参与，为满足订单提供充足的供给。

消费者和配送员的多归属行为加剧了平台之间的竞争。消费者可以自由切换平台，根据价格和服务质量做出选择；配送员则根据报酬水平和工作稳定性在多个平台之间动态分配服务时间。因此，平台不仅要制定合理的定价策略以吸引消费者，还需要平衡供需，确保配送员的积极参与。

接下来，我们分别从消费者需求的非线性变化和配送员的多平台服务选择两个角度展开分析

### 消费者的多平台需求决策

消费者在选择平台时基于效用最大化原则，并在多个平台的定价和服务质量之间动态调整其选择策略。本研究的核心目标是探索平台定价与需求之间的相互关系，并分析竞争平台的价格如何影响本平台的需求。假设平台之间的定价策略互相独立，但价格存在间接影响；消费者的需求响应具有非线性弹性特征；随时间推移，需求会因市场饱和、消费者偏好变化等因素而自然衰减。

平台 i 的需求量  依赖于自身价格  及竞争平台 j 的价格 ，其模型表达为：



其中， 描述了消费者对平台 i 自身价格变化的响应， 表示竞争平台 j 的价格如何干扰平台 i 的需求。这两个因素的作用被假设是独立的，因此需求可以拆解为两部分进行分析。

价格与需求之间存在非线性关系。在实际市场中，当价格较低时，消费者对价格变化的敏感性较弱，即需求不会随价格小幅变动而剧烈变化；然而，当价格超过某个临界点后，需求会显著下降。这种现象可通过以下函数形式描述：



其中，a 是平台的初始需求规模，在无竞争情况下反映平台的最大市场份额；b 衡量消费者对价格变化的敏感度，值越大表示消费者对价格的变化更为敏感； 为价格弹性参数，调节需求对价格变化的非线性响应。该模型揭示，当价格  较小时，分子项  呈近似线性增长，需求随价格小幅变化而较为敏感；而随着价格上升，分母  的增长放缓了需求减少的速度，体现出非线性弹性。

竞争平台的价格对本平台需求有显著影响。消费者在不同平台之间迁移时，会倾向于选择价格更低的平台。因此，竞争平台 j 的价格  通过以下模型描述其干扰效应：



其中，k 衡量价格迁移效应的强度，值越大表示竞争平台价格对本平台需求的干扰越强。该模型说明，当竞争平台价格  上升时，消费者更倾向于转向平台 i，从而使需求增加。

为了模拟需求随时间的自然衰减，引入指数衰减项 ，描述市场逐渐饱和、新竞争者进入或消费者偏好变化的影响。最终的时间相关需求模型表达为：



其中， 表示平台 i 在时刻 t 的需求量；a 表示平台的初始需求规模，反映其在无竞争情况下的最大市场份额；b 表示消费者对价格变动的敏感度，数值越大表示消费者对价格变化的响应越强烈；k 表示价格迁移效应系数，描述竞争平台价格变化对本平台需求的干扰强度； 为价格弹性参数，调节需求对价格变化的非线性响应； 为指数衰减项，模拟需求随时间推移而减少的趋势。

### 配送员的多平台服务选择

配送员的服务选择行为是平台供需管理中的一个关键因素。与消费者类似，配送员也根据自身利益最大化的原则，在多个平台之间灵活选择服务。这种动态选择行为使得配送员在平台间分配工作时间和精力，给平台的激励政策设计带来挑战。因此，建立配送员供给模型不仅能够刻画配送员的选择行为，还能帮助平台优化管理策略。

为描述配送员的供给行为，设定如下供给量模型：



该模型的关键在于通过两个主要因素——报酬和需求——对供给行为进行分解。配送员会在报酬较高的平台提供更多服务，同时，消费者的需求上升也会吸引更多配送员进行响应。

首先，配送员对报酬的响应可以通过以下过程进行推导：

设表示平台在时刻的报酬水平，该报酬通常与平台定价正相关，即，其中为平台的报酬比例系数。报酬增加通常会吸引更多的配送员为平台提供服务，但边际效应递减现象意味着，随着报酬的持续增加，供给的增速会逐步放缓。这种递减效应可以用下述非线性函数进行描述：



其中，是报酬的非线性弹性参数，它调节报酬的边际效应。报酬初始增加时，配送员的供给量响应较快，但随着报酬水平的进一步提高，调节了递减效应，使得供给的增长变得缓慢。这种现象能够合理反映现实中的情况，即在报酬达到某一阈值后，继续增加报酬对供给的提升作用有限。

除了报酬，配送员的供给还受到平台需求的直接影响。消费者需求的上升通常会推动更多配送员为平台服务，特别是在市场需求旺盛时。然而，需求对供给的驱动效应同样存在非线性递减效应。假设平台的需求对供给的影响可以描述为：



其中，为需求的非线性弹性参数，它调节需求对供给的边际效应。随着需求的增加，配送员的供给响应初期较为敏感，但当需求达到一定水平后，供给增长也逐渐放缓。这是由于在需求进一步增长时，平台可能已经吸引了足够的配送员，而需求的持续上升带来的供给增量有限。

为了更准确地刻画配送员供给行为的动态性，模型将报酬和需求两个因素进行了加权组合。表示配送员对报酬的敏感度，数值越大表示配送员对报酬的变化响应越强；表示需求对供给的驱动权重，值越大表明需求对供给的影响越显著。通过加权组合，可以更加灵活地描述在不同情境下，报酬和需求对配送员行为的不同影响。

最终，供给模型结合了报酬和需求的双重影响，得到了最终 3-2 所示的与时间相关的供给量表达式，该模型表明，平台的供给由报酬和需求两个因素共同驱动，且二者对供给的影响都表现为非线性弹性。随着报酬和需求的增加，供给响应的增长会逐渐放缓。通过这种描述，平台可以更清楚地理解配送员行为背后的驱动机制，从而在制定激励政策时更加精确地平衡需求与供给的关系。

平台在制定供给管理策略时，应当考虑到报酬的边际效应递减以及需求对供给的限制。综合分析这些因素，可以帮助平台优化激励政策，使得在确保配送员供给充足的前提下，避免过高的报酬投入。

## 3.1.2 基本假设

为了在平台多归属行为的背景下，全面刻画消费者和配送员的动态决策，我们分别分析了消费者的多平台需求决策与配送员的多平台服务选择。消费者的大致需求模型表明，其需求不仅受到本平台价格的影响，还受到其他竞争平台的价格干扰，同时具有非线性弹性特性。当价格较低时，需求对价格的变化较不敏感，但当价格超过某一临界点后，需求会迅速下降。这种需求波动给平台的定价策略带来了挑战，需要在竞争压力下保持价格优势。

另一方面，配送员的供给选择受平台报酬水平和消费者需求的双重驱动。配送员根据各平台的激励和订单需求在多个平台之间灵活分配工作时间。供给的非线性响应反映出随着报酬或需求的增长，供给的边际增速会逐渐递减。这意味着平台必须在报酬激励与利润控制之间取得平衡。

为了将上述需求与供给模型应用于实际的定价策略分析，我们必须对市场的关键因素——如需求、供给、报酬与成本——进行一系列合理的假设。这些假设有利于更准确地模拟市场环境下的多归属行为。下面提出的基本假设将为模型的构建提供理论支撑。

### 假设 1：双平台竞争下的需求函数

在众包物流市场中，消费者的需求不仅取决于所选择平台的价格，还会受到其他竞争平台价格的影响。这种双重依赖性使得需求函数复杂化，因为消费者通常会比较多个平台的价格、服务质量以及配送时间，以便做出最优选择。因此，需求模型必须能够反映这些复杂的行为。

首先，平台的初始需求规模是需求模型中的一个关键因素。假设平台  的初始需求规模用  表示，这个参数反映了在没有竞争的情况下，平台能够在市场中获得的最大需求量。随着时间的推移，市场趋于饱和，需求也会逐渐减少。为了描述这种自然衰减现象，我们引入了指数衰减项 ，从而表示需求随着时间的推移而逐步减少。该项揭示了平台在市场早期阶段需求较高，而随着市场逐渐稳定，需求会逐步减少的情况。这种趋势在实际市场中非常普遍，尤其是在初期阶段，平台能够占据更大的市场份额，随着市场的成熟，需求趋于平稳。

其次，需求与价格之间的关系并不是线性的。消费者对价格变化的敏感性往往是不对称的，当价格较低时，需求对价格的变化反应较为迟缓；然而当价格较高时，需求可能会迅速下降。这种现象表明，价格和需求之间存在非线性关系。为了描述这一现象，引入了价格弹性系数 ，并假设需求对价格的响应可以通过以下项表示：

这个表达式的分母  中的  是时间依赖的价格弹性系数。当平台  的价格较低时，分母接近1，表示需求对价格的变化较为缓和，价格的小幅变动不会显著影响需求。然而，当价格上升时，分母迅速增大，需求随之显著下降，这表明平台在定价策略中需要特别注意定价过高带来的负面影响。通过这一非线性项，模型反映了价格上升时需求会变得更加敏感的特点。

除了自身价格的影响，竞争平台的价格同样会对需求产生重要的干扰。消费者通常会在多个平台之间选择最具性价比的服务。因此，当竞争平台  的价格  上升时，部分消费者会转向价格较为有利的平台 。为了描述竞争平台价格对本平台需求的干扰效应，引入了以下项：

其中， 是竞争平台价格干扰系数，表示竞争价格变化对本平台需求的影响程度。当竞争平台  的价格上升时，消费者会更倾向于选择平台  的服务，从而使得平台  的需求增加。干扰系数  越大，表示竞争对手的价格变化对需求的干扰越强烈。这个表达式与平台  自身的价格弹性相似，说明当竞争对手价格上升时，平台  的需求会随之增加。

然而，市场中的需求变化并不总是可以通过价格和竞争因素完全预测。在现实中，市场还会受到许多外部因素的随机干扰，比如节假日、天气、促销活动等。这些不可控因素会引发需求的波动。因此，为了模拟这些不确定性，我们在需求模型中引入了随机波动项 ，其形式为 ，其中  是布朗运动，模拟了市场中的随机需求波动， 则表示波动的强度。通过加入这一随机波动项，模型能够更好地捕捉市场中的不确定性，使其更加贴近实际市场的动态变化。

为了使需求模型能够适应市场不同阶段的发展，价格弹性系数  被设计为时间依赖的。具体来说，假设价格弹性系数随着时间线性增加，即：

其中， 是初始价格弹性系数，表示市场初期消费者对价格变化的敏感性较低； 则反映了随着时间推移，消费者对价格变化的敏感性逐渐增强。随着市场逐渐成熟和竞争的加剧，消费者对价格变化变得更加敏感，因此平台需要根据时间和市场状况调整定价策略。在市场的初期阶段，平台可以设定较高的价格以获取利润；但随着竞争压力的增加和市场的成熟，平台需要逐步降低价格以保持竞争力并吸引更多的消费者。

通过将所有这些因素整合在一起，平台  的需求函数可以最终表示为：



在该表达式中， 表示平台  在时刻  的需求量，模型综合考虑了平台的初始需求规模 ，时间依赖的价格弹性系数 ，竞争平台的价格干扰系数 ，以及市场随机波动项 。这一需求函数反映了消费者在多平台竞争环境下的复杂需求动态，平台的需求不仅取决于自身价格，还受到竞争对手价格的干扰，以及市场不确定性因素的影响。通过时间依赖的价格弹性设计，模型能够适应市场在不同阶段的变化，有助于平台制定更为灵活的定价策略。在市场的初期阶段，平台可以通过设定较高的价格来获取较大的利润空间；而在市场成熟之后，平台则需要逐步降低价格以应对竞争对手的压力，保持市场竞争力并吸引更多消费者。

### 假设 2：配送员供给函数与动态选择

配送员的供给行为在多平台竞争环境中表现出动态特性。配送员供给不仅受到平台支付报酬的影响，还与平台的需求量密切相关。为准确描述配送员的供给行为，供给模型需要考虑报酬、需求以及市场中的随机波动等多方面因素。

首先，平台对配送员的经济激励是影响供给的重要因素。配送员的服务量往往与平台支付的报酬成正比，因此报酬水平是驱动供给的关键参数。假设平台  的报酬水平为 ，并且该报酬与平台的定价  成正比：

其中， 是报酬比例系数，反映了平台定价与报酬的直接关系。配送员的供给量对报酬的响应通常不是线性的，随着报酬的增加，初期供给量的增长会很显著，但当报酬达到一定水平后，供给的边际增速会逐渐放缓。为了刻画这种现象，模型中引入了非线性弹性项：

该项用于描述随着报酬增加，配送员的供给量呈现出的边际效应递减现象。当报酬较低时，供给量对报酬的变化非常敏感；而当报酬逐渐提高时，供给的增长速度减慢，表明报酬的提升对供给的刺激作用逐渐减弱。这种非线性关系在实际市场中非常常见，反映了报酬的边际效应递减规律。

除了报酬之外，消费者的需求也是影响配送员供给的重要驱动因素。当市场需求上升时，平台需要更多的配送员参与服务，以应对不断增加的订单量。需求的增加直接影响到配送员的供给量。为描述需求对供给的作用，模型中引入了与需求相关的弹性项：

其中， 表示平台  在时刻  的需求量， 是需求的非线性弹性参数。与报酬的非线性反应类似，需求对供给的影响在初期表现为显著的增长，当需求持续上升时，供给量的增速逐渐放缓。这是因为随着配送员的工作负荷增加或市场中配送员数量的限制，平台即使面临更大的需求，也无法无限制地增加供给。

为了模拟市场中的随机波动，供给模型中还引入了随机波动项 ，其中  是布朗运动，用于模拟市场中不可预测的外部干扰因素。随机波动项反映了市场环境中的不可控因素对供给的影响，例如天气变化、交通状况或节假日高峰期等。这些随机因素会影响配送员的供给量，例如恶劣天气可能导致配送员的减少，而节假日高峰期可能引发供给的突然增加。通过引入随机波动项，模型能够更全面地捕捉市场中的不确定性，并模拟出供给在随机干扰下的变化。

因此，配送员的供给模型不仅反映了报酬和需求对供给的直接影响，还通过随机波动项刻画了市场中的不确定性。为了使供需平衡，平台需要在管理报酬和需求时找到最佳的激励措施和管理策略，以应对不断变化的市场环境。在供需关系的动态平衡中，平台需要灵活调整报酬水平和资源分配，以满足需求的波动并保持服务的稳定性。

综合以上因素，最终的配送员供给模型可以表示为：

在该表达式中， 表示平台  在时刻  的配送员供给量， 和  分别表示配送员对报酬和需求的敏感性， 和  调节报酬和需求的非线性效应， 则用于模拟市场中的随机波动。

该供给模型展示了配送员在不同报酬水平和市场需求条件下的动态响应，并通过随机波动项捕捉了市场中的不确定性。平台在管理供给时，需要根据市场状况不断调整报酬和需求策略，以维持供需平衡，并应对外部不确定性带来的挑战。

### 假设 3：报酬与价格的动态关系

配送员的报酬与平台的定价策略之间通常存在直接的动态关系。在众包物流平台上，报酬的增加往往伴随着平台定价的提高。这种关系表明，平台通过调控价格不仅影响消费者的需求，还通过影响报酬来调节配送员的供给量。

假设平台  的配送员报酬  与平台的价格  之间存在正比关系，具体形式为：

其中， 是报酬比例系数，决定了每单位价格所对应的报酬金额。这个表达式说明了当平台  提高价格  时，配送员的报酬也会随之增加。报酬比例系数  的取值通常介于  和  之间，这意味着报酬是价格的一部分，不会超过平台定价的全部收入。这一系数可以被视为平台在报酬和价格之间的平衡调节器。

当  较大时，平台会将更多的收入用于支付配送员的报酬，从而激励更多的配送员参与服务。这种策略在高需求时期尤其有效，例如在节假日或高峰时段，当订单需求上升时，平台可以通过提高报酬来吸引更多的配送员。平台提高价格并不完全是为了增加收入，而是为了在需求上升时确保有足够的配送员响应。高报酬可以激励更多的配送员参与，从而维持配送效率。

相反，当  较小时，平台在提高价格的同时，报酬比例相对较小，平台保留更多的收益作为利润。这种情况通常适用于低需求时段，平台不需要支付过高的报酬即可吸引足够的配送员。通过降低报酬比例，平台可以在订单量较少时控制成本，以保持运营效率。

平台可以根据不同的市场条件灵活调整报酬比例系数 。例如，在订单需求低迷的情况下， 可以被设置得较小，以减少运营成本，保证平台仍然能够获取利润。而在高需求时段， 则可以增大，进一步激励配送员以应对需求的增长。这样的平台定价策略能够在需求变化时进行动态调整，确保平台在不同市场条件下都能维持供需平衡，并优化运营效率。

这一假设模型捕捉了平台价格和报酬之间的紧密关系，反映了价格上调时报酬同步上升的机制。通过这一机制，平台不仅能通过价格调控消费者的需求，还能通过价格变化间接调控配送员的供给。在激烈的市场竞争环境下，平台需要不断根据市场状况调整定价和报酬策略，以保持高效运营并降低因供需失衡而产生的成本。

最终的报酬与价格关系的表达式为：



通过灵活调整 ，平台能够有效管理配送员的激励机制。高需求时段，增大报酬比例激励更多配送员投入工作；而在低需求时段，降低报酬比例则有助于平台降低运营成本。这种动态的价格与报酬关系，为平台实现供需平衡提供了有效的手段。

### 假设 4：动态定价与利润最大化问题

为了在竞争激烈的市场中获胜，平台必须通过合理的定价策略来实现利润最大化。由于价格不仅影响消费者的需求，还决定了平台支付给配送员的报酬，因此平台需要平衡多重因素来优化利润。我们将逐步分析影响利润的各个因素，并推导出平台的利润函数。

首先，平台的收入直接与平台的定价以及消费者的需求相关。平台  在时刻  的收入来源于消费者为订单支付的费用。因此，平台的总收入取决于两个主要因素：平台的价格  和订单需求量 。订单需求量由平台  的价格  和竞争平台  的价格  决定。当平台提高价格时，虽然单个订单的收入增加，但较高的价格也会导致需求减少。

因此，平台的收入可以表示为：

这个收入反映了平台通过消费者支付的费用所获得的收益，随着价格的调整，需求也会动态变化，影响平台的总收入。

接下来是平台支付给配送员的报酬成本。平台必须通过支付报酬来吸引配送员提供服务。假设报酬  与平台定价  成正比，即：

其中， 是报酬比例系数。配送员的供给量  取决于消费者的需求和平台提供的报酬水平。随着需求增加，平台需要更多的配送员参与服务，从而增加报酬成本。报酬成本可以表示为：

这部分成本随价格和配送员供给的增加而增加，意味着平台需要在定价和供给管理之间取得平衡，避免因报酬过高而导致成本飙升。

此外，平台还需要考虑运营成本。运营成本主要来源于供需不平衡导致的调度成本、配送延迟等额外费用。当需求量大于供给量时，配送员不足会导致延迟，而当供给量过剩时，平台则会承担不必要的管理成本。因此，运营成本  取决于订单需求和配送员供给之间的平衡，表示为：

这部分成本反映了平台为确保服务效率而支付的代价。保持供需平衡是控制运营成本的关键。

通过分析平台的收入、报酬成本和运营成本，可以看到平台的利润不仅受到价格的影响，还与需求量、供给量及其平衡程度相关。因此，平台的最终利润可以表示为收入减去报酬成本和运营成本：

该表达式表明，平台通过调整价格，能够直接影响需求、报酬以及供给，从而影响利润。为了实现利润最大化，平台需要动态调整定价策略，在满足订单需求的同时控制报酬成本和运营成本。

### 假设 5：延迟成本与供需平衡

在实际运营中，供需不平衡往往会导致延迟服务和额外的运营成本。平台需要通过对供给与需求的精准调控来减少服务延迟，进而降低运营成本。延迟成本的公式可以表示为：

该公式表示，当平台的需求量  超过供给量  时，平台将承担每单位超出需求的延迟成本 。其中， 是延迟成本系数，反映了每单位需求超过供给时产生的额外延迟费用。具体来说，若供给不足，服务延迟会导致额外的运营负担，延迟成本会随着供需缺口的扩大而增加。而如果供给满足或超过需求，则该项为零，意味着不存在延迟成本。

平台的总运营成本不仅包括延迟成本，还要考虑调度和管理的成本。调度管理成本可以通过供给量的平方项来表示，因为随着供给量的增加，调度所需的资源和协调复杂度会呈现非线性增长。总的运营成本公式为：

该公式的第一项代表延迟成本，说明当需求大于供给时产生的服务延迟费用。第二项为调度成本， 是调度成本系数，表示随着配送员供给量的增加，平台需要花费更多资源进行调度和管理。这部分成本与供给量的平方成正比，反映出调度成本随着供给量增加而非线性增长。即便供给量超过需求，调度成本依然存在，表明过多的供给可能导致调度资源的浪费。

延迟成本和调度成本之间的平衡对平台的高效运营至关重要。过低的供给会导致延迟成本上升，影响服务质量；而过高的供给则会带来不必要的调度成本。因此，平台需要在供需之间保持动态平衡，通过合理的定价和报酬策略来降低供需失衡的风险。

进一步分析运营成本表达式中的各个部分， 这一项显示了需求超出供给的负面影响，即在配送员不足的情况下，延迟服务的额外成本。而  项揭示了平台在确保供给充足时不可忽视的管理开销，特别是随着供给量的增加，调度费用会呈现指数式的增长。因此，平台需要权衡延迟成本和调度成本，以避免过度或不足的供给。

总结来说，平台通过控制供给和需求的平衡，不仅可以减少延迟成本，还可以控制调度管理成本。优化供需平衡能够有效提升平台的运营效率，帮助平台在保持服务质量的同时，实现利润最大化。

### 假设 6：动态博弈与纳什均衡

众包物流平台之间的竞争可以看作是一个动态博弈。每个平台的目标是在给定的市场环境下，通过合理的定价策略实现长期利润最大化。在这种竞争环境中，每个平台不仅要优化自身的利润，还必须考虑竞争对手的反应。平台  的定价策略可以通过以下期望最大化问题来描述：

在该模型中，平台  通过动态调整价格 ，试图在竞争对手平台  的价格  和市场不确定性条件下最大化其累积利润的期望值。这个目标是基于在时间区间 $[0, T]$ 内的累计利润进行优化，而市场处于持续变化中，因此模型采用了随机控制方法来捕捉市场波动的影响。

利润函数  表示平台  在时刻  的利润水平，受平台自身价格  和竞争对手平台  共同影响。动态博弈模型中的平台定价策略与对手定价策略相互依赖，因此每个平台在优化其利润时，必须同时考虑竞争对手的行为。这种相互依赖性形成了一个博弈框架，平台必须在竞争对手定价策略不变的假设下优化自身策略。

其中， 表示市场中的随机波动因素，这些因素包括市场需求波动、配送延迟、供应链中断等。 的随机性反映了市场的不确定性对平台运营的直接影响。为了量化这些不确定性对利润的风险，模型中引入了  项， 是平台的风险成本系数。 描述了平台对市场波动的容忍度，数值越大，表示平台对不确定性越敏感，倾向于在定价策略中减少风险；数值越小，则表示平台更愿意承受市场波动，以追求更高利润。

平台的目标是在风险成本可控的情况下，最大化利润的期望值。这个优化问题的求解需要平台在时间区间 $[0, T]$ 内选择一个最优的价格路径 ，以实现最大利润。定价的路径不仅受到竞争对手定价的影响，还受到市场波动的扰动。

在动态博弈框架中，纳什均衡条件描述了一个市场稳定解。在纳什均衡下，所有平台的策略相互依赖且最优。具体来说，对于平台 ，当给定竞争对手平台  的定价策略  时，平台  的定价策略  是使其自身利润最大化的。如果平台  假设平台  的定价不变，那么平台  无法通过单方面调整定价策略进一步提高其利润。

纳什均衡条件可以用以下方程表示：对于每个平台  和 ，都有：

该方程表示在纳什均衡下，每个平台都选择了使其自身利润最大化的定价策略。在这种均衡状态下，任何一个平台都无法通过改变其定价来进一步增加利润。这个均衡状态代表了市场的稳定解，描述了竞争平台在复杂环境中的相互适应过程。

动态博弈模型为平台提供了一个工具，使其能够根据市场动态灵活调整定价策略。通过求解纳什均衡，平台可以在面对竞争对手定价策略和市场波动时找到最优的定价路径，从而实现长期利润最大化。

最终的纳什均衡条件公式为：

这个公式表明在均衡状态下，任何平台都无法通过单方面调整其价格来进一步提升利润。

## 3.1.3 哈密顿-雅克比-贝尔曼（HJB）方程

在众包物流平台的定价问题中，平台需要在给定时间内，通过不断调整价格  来实现预期利润的最大化。由于市场需求和供给的动态演化受到外部环境的波动影响，这个问题可以用随机动态优化的框架来描述。为了求解这一复杂的优化问题，我们需要引入哈密顿-雅克比-贝尔曼（HJB）方程来刻画平台的价值函数  的演化规律。

首先，平台的价值函数  表示从当前时刻  开始，给定当前的需求  和供给 ，平台在剩余时间内能够获得的最大期望利润。为了将这个价值函数形式化，我们引入如下表达式：

这里， 表示对随机因素的期望， 是终止时刻， 表示市场中不可控的随机波动， 是与风险相关的成本系数。该期望表达式表明平台在时间区间 $[t, T]$ 内通过调整定价策略 ，在考虑风险因素的情况下最大化利润。风险成本  反映了平台希望通过合理的定价来减少市场波动对收益的负面影响。

接下来，为了进一步理解该优化问题，我们需要分析平台的利润函数 。平台的利润由三个部分构成。

首先是平台的收入项。平台的收入依赖于其定价  以及市场的需求 ，因此收入可以用以下表达式表示：

这部分收入表明平台通过用户支付的费用所获得的利润，它随着定价策略  和消费者的需求  变化而波动。定价越高，单个订单的收入可能增加，但同时需求可能会下降；定价过低则可能导致收入不足。

接下来是报酬成本。为了维持足够的供给，平台需要支付报酬给配送员，报酬的总成本可以表示为 ，其中  是与定价相关的报酬函数， 表示供给量。因此报酬成本为：

这个公式说明，随着平台提高价格来增加收入，报酬成本也会增加。平台需要在收入和报酬成本之间取得平衡，以确保能够维持足够的配送员数量，但同时也要避免报酬过高导致成本上升过快。

第三部分是运营成本。运营成本反映了供需不平衡造成的管理和调度费用。它可以通过  来表达，该项描述了当需求和供给不匹配时，平台为保证服务而产生的成本：

该运营成本的高低取决于供需平衡。当需求远大于供给时，平台可能面临较大的延迟和服务失败风险，从而增加运营成本；反之，当供给过多时，调度和管理成本上升，平台需要支付不必要的开支。因此，运营成本项是平台控制供需平衡的重要参数。

通过以上三部分，平台的利润函数  可以被整合为：

这是平台的总利润函数，展示了收入、报酬成本和运营成本如何共同决定平台的利润水平。为了找到能够最大化该利润的定价策略，我们引入哈密顿-雅克比-贝尔曼（HJB）方程。

根据动态规划原理，价值函数  的演化遵循以下HJB方程：

在这个方程中， 表示价值函数随时间的变化率。最优控制项  表示平台通过动态调整价格  来使利润函数  最大化。

其中， 表示需求的漂移对价值函数的影响， 是需求的漂移项，表示需求随时间的平均变化率。 描述供给变化对价值函数的影响， 是供给的漂移项。需求和供给的波动对价值函数的二阶影响通过  和  反映， 和  分别是需求和供给的波动强度，反映了不确定性对平台价值的影响。

接下来，我们通过随机微分方程（SDE）来描述需求和供给的动态变化。需求  的变化由以下方程描述：

其中， 是需求的漂移项， 是需求的波动强度， 是布朗运动，反映了需求变化中的随机性。

同样地，供给  的变化由以下方程描述：

其中， 是供给的漂移项， 是供给的波动强度， 是供给中的随机扰动。

通过这些方程描述了需求和供给随时间的随机演化过程。结合HJB方程，平台可以找到其最优的定价策略，最大化其在需求和供给波动条件下的预期利润。最终的HJB方程是平台定价优化问题的核心，经过推导后，最终可以得出如下形式：

这一方程是平台定价优化问题中的最终表达式，它描述了平台价值函数的动态演化以及最优定价策略的推导过程。

## 3.1.4 纳什均衡条件

在多平台的竞争环境中，平台  和平台  的定价策略之间可以看作是一个博弈过程。在这个博弈中，每个平台都试图通过调整自身的定价策略，来最大化其利润。然而，当博弈达到均衡时，两个平台的定价策略都达到了一个最优状态，即在假定对手策略保持不变的情况下，任何一个平台都无法通过单方面调整自己的价格来提高利润。这种状态称为纳什均衡。

纳什均衡的核心思想是，每个平台的定价决策不仅要考虑自身的需求和供给，还必须考虑竞争对手的定价行为。每个平台都在选择一个最优的定价策略，而这个策略是在假定对手定价策略不变的前提下实现的最佳反应。这样，每个平台的策略不仅影响自己的利润，还通过需求和供给等因素影响对手的利润。

在纳什均衡下，平台  和平台  的定价策略分别记为  和 。为了保证均衡状态的实现，平台  的定价策略  必须使得其利润函数  对自身定价的偏导数为零：

同理，平台  的定价策略  也需要满足其利润函数  对自身定价的偏导数为零：

这两个条件表明，在均衡状态下，平台  和平台  分别找到了使其利润最大化的定价策略。对于每个平台来说，在对手定价策略保持不变的情况下，单方面改变自己的定价并不能带来更高的利润。换句话说，每个平台都没有动力去改变其当前策略，因为该策略已经是最优的。

接下来，我们详细推导这些均衡条件。假设平台  和平台  的利润函数  和  分别为：



在这些表达式中， 和  分别表示平台  和平台  的需求函数； 和  分别是两个平台的报酬函数； 和  则是供给量。平台  和平台  的利润分别来源于其定价与需求的乘积减去供给相关的报酬成本。

要找到纳什均衡点，我们需要对平台  和平台  的利润函数分别对其各自的定价策略  和  求偏导。首先，对于平台 ，我们对其利润函数  对  求导：

这个表达式表明，在均衡状态下，平台  的利润函数相对于其定价  的偏导数为零，意味着平台  找到了其最优定价策略 ，在此定价下，平台  的利润已经最大化。类似地，对于平台 ，我们对其利润函数  对  求导：

这一条件表明，平台  也通过其定价策略  使其利润达到了最大化。换句话说，平台  的利润函数对定价的变化率为零，意味着它已经找到了使自身利润最大化的策略。

这两组条件构成了纳什均衡的关键部分。每个平台的定价策略不仅会影响其自身的利润，还会影响对手的利润，因此它们的利润函数是相互依赖的。通过联立求解这些条件方程，平台  和平台  的定价策略将达成最优解，即纳什均衡点。在这一均衡点上，两个平台的策略是相互依赖且最优的。

在这个博弈模型中，每个平台的需求函数不仅受到自身定价的影响，还会受到对手定价的干扰。这意味着，平台  在确定其定价策略时，不仅要考虑自身的市场需求，还需要预期对手平台  的定价对其需求的干扰。同样，平台  也面临类似的问题。因此，纳什均衡点提供了一个动态的解决方案，即每个平台都在考虑对手策略的情况下，选择对自己最有利的定价方案。

这种相互依赖的策略选择确保了在纳什均衡下，市场达到了一个相对稳定的状态。在这一状态下，每个平台都没有动力去单方面调整定价，因为改变定价不会带来额外的利润提升。市场的竞争达到了平衡状态，两个平台都在各自的约束条件下实现了利润最大化。

通过联立求解这些纳什均衡条件方程，平台  和平台  可以分别找到自己的最优定价策略。这些策略不仅使得它们各自的利润最大化，同时也保证了它们在竞争中的地位。特别是，在这种竞争环境下，找到纳什均衡点可以帮助平台在长期竞争中保持稳定的利润来源，并确保在市场波动的情况下做出最优决策。

因此，最终的纳什均衡条件可以总结为：

这一最终表达式描述了在博弈的均衡状态下，平台  和平台  如何通过各自的最优定价策略来实现利润最大化。通过解这些方程，两个平台可以确定在竞争环境中实现长期利润最大化的定价策略。在这个均衡点上，两个平台都无法通过单方面调整价格来进一步提升利润，这确保了市场的竞争平衡和稳定性。