

# 算法合谋及其规制研究进展

孟 昌 曲寒瑛

**【摘要】**企业基于数据算法的动态定价、歧视定价和“协议”定价等行为使经济数字化中的产业组织发生了深刻变化,反垄断规制在理论解释、证据支持和执法实践上面临前所未有的挑战。本文在对算法、算法定价和算法合谋文献研究的基础上,阐述了算法合谋的相关概念与分类;通过对理论、经验案例证据和实验模拟研究三方面文献的分析,讨论了算法合谋的机理、方式和后果,并总结出算法合谋行为对反垄断规制实施的挑战,讨论了立法性规制和事前规制方法;最后就算法合谋和算法反垄断规制提出了未来研究展望。

**【关键词】**算法合谋;机器学习;定价算法;立法性规制;事前审查

**【作者简介】**孟昌,北京工商大学经济学院,北京工商大学数字经济研究院,mch210@sina.com;曲寒瑛,北京工商大学经济学院,hanyingqu@126.com(北京 100048)。

**【原文出处】**《经济学动态》(京),2021.6.128~143

**【基金项目】**首都流通业研究基地项目(JD-ZD-2021-005);国家社会科学基金重点项目(17AJY013);国家社会科学基金项目(20BJY105)。

算法随着数字经济的发展逐渐成为高频词。算法在经济学领域成为“热词”主要是因为企业用其进行“大数据杀熟”定价。算法可以作为工具协助企业定价,甚至能独立于企业决策者直接对消费者施行高水平的动态差别定价、歧视性定价、甚至反垄断法严厉禁止的损害公平竞争和消费者利益的“协议定价”等经营者合谋行为。机器学习(machine learning, ML)<sup>①</sup>算法可直接实施合谋行为,但因其隐蔽性和“人工智能(artificial intelligence, AI)行为主体模糊”而逃避反垄断规制。自第一部反垄断法《谢尔曼法》实施以来,合谋特别是价格协议行为就一直是各国反垄断执法的重点,2007年颁布的《中华人民共和国反垄断法》也把协议定价或其他合谋作为规制执法重点。数据算法和人工智能导致的合谋和协议等新型反竞争行为正考验着这部“传统”法律及其执法。法定定价与算法合谋是人工智能及机器学习等信息技

术发展和演化的结果。短时间内,很多企业特别是数字平台企业在网络外部性作用下,基于数据获取和算法能力形成了强大市场势力,而相关反垄断规制的经济学与法学研究才刚开始。学术研究、反垄断立法和执法都面临前所未有的挑战。数字经济反垄断问题很多,焦点如 Uytsel(2018)所言,是研究“竞争法能否适用于所有由算法定价的情况”。

自 Mehra(2016a)提出“机器人卖家”(robo-sellers)概念,Ezrachi & Stucke(2016)区分“算法合谋”的四种场景,以及 Ezrachi & Stucke(2017a)对算法合谋的概念、分类和执法等问题做出开创性论述以来,算法合谋运作机理及其规制等问题引起了经济学、法学甚至计算机科学学者的广泛关注。算法合谋的相关文献从研究角度和内容看主要有两类:其一,从法理和经济学角度研究算法合谋的反垄断问题;其二,从实验经济学角度对算法合谋做模拟分析。

关于算法合谋与反垄断, Ballard & Naik(2017)、Deng(2018)、Ezrachi & Stucke(2017b, 2020)、Gal(2019)、Mehra(2016a)和 Harrington(2019)等从企业使用算法角度, Gal & Elkin-Koren(2017)等从消费者使用算法的角度,分析了算法合谋的影响和规制。近几年,出现了算法合谋的实验经济研究,如 Calvano et al.(2020a)和 Zhou et al.(2018)等在实验条件下观察到算法合谋的存在性,为算法合谋的智能监管探索了道路。

在对算法合谋相关概念和特征分类的文献分析基础上,本文从理论解释、经验证据、实验结果和司法判例等方面对算法合谋的存在性、可能具有的危害性和证据进行前沿文献评述,提出了算法合谋的研究方向和规制取向。主要包括:(1)系统梳理相关学术研究文献、政府文件和司法判例,在介绍算法合谋分类的基础上,通过对已有文献的学理分析,明确将自主算法合谋归为默契类合谋,并重点研究默契算法合谋。(2)将算法合谋的证据研究作为重点,介绍了无经验成本下获取算法合谋和算法相关问题的认识以及规制建议的模拟试验研究方法。(3)讨论了现有反垄断法的适用性、立法性规制原则和事前算法审查规制。基于对算法合谋是否适用于立法性规制和事前规制的分析,强调审慎执法的必要性,讨论了算法合谋规制中的本身违法原则(per se illegal)和合理性原则<sup>②</sup>的适用性与平衡。

### 一、算法合谋问题的起源与分类研究

算法合谋研究是跨学科课题,涉及产业组织经济学、法学、管理学、计算机科学和伦理学等学科,尤其与寡头竞争经济学、反垄断法法理和计算机与信息科学有直接关系。首先从源流上对“算法”衍生的几个核心的信息技术、经济学和法学概念进行介绍。

#### (一)算法与定价算法

欧几里得(Euclidean)求最大公约数方法被认为是第一个算法,而首先提出算法(algorithm)概念的是9世纪时的波斯数学家Al-Khwarizmi(拉丁文 Algoris-

mus)。算法主要用于计算机领域<sup>③</sup>,但并没有一个广泛认可的定义。2017年6月,经济合作与发展组织(OECD)论坛报告引用了 Wilson & Keil(1999)的定义:算法是一种精确的简单操作列表,它们被机械地、系统地运用于一套令牌(tokens)或对象中(例如下棋),令牌的初始状态是输入,最终状态是输出。

算法进入经济学引起产业组织与反垄断学者的关注,主要是因为它使企业实现了高效率的歧视定价、差别定价乃至隐形的“协议定价”,却不同程度地回避了反垄断法规制。英国竞争与市场管理局(Competition & Markets Authority, CMA)的算法定价报告引用了 Cormen et al.(2001)的定义:“算法是所有明确定义的计算过程,它以某个值或一组值为输入,产生的某个值或一组值作为输出。”算法可以被视为帮助人将输入信息转化为想要的输出信息的程序。而人工智能和机器学习的发展把算法带到了一个新高度,使计算机能比人工更有效地解决复杂问题(OECD, 2017)。人工智能和机器学习提高了对偏好预测的精度和准确度,对经济学有重要影响(Camerer, 2017)。

定价算法是算法在经济中的具体应用,改变了市场价格形成机制,是反垄断遇到的新问题。定价算法是“以价格作为输入、用计算程序来确定价格并作为输出的算法”(CMA, 2018)。Seele et al.(2021)的定义是:“一种基于数据分析的定价机制,它使企业能适时针对特定用户自动生成动态价格”。Hwang & Kim(2006)等早期研究者认为,算法动态定价的好处是节约人工和运营等方面的成本,缩短销售时间,提高收入。他们预测动态定价算法的使用会成为常态。

动态定价被广泛使用的主要原因是它能为企业带来更高利润。算法使企业能够根据产能边际价值的变化适时调整价格,增加收入或利润(Chen & Gallego, 2019)。Fisher et al.(2015)在实验中模拟的结果是竞争性动态定价使在线零售企业收入增长了11%。Brown & MacKay(2021)发现在线市场的定价算法使价格达到了合谋水平。Chen et al.(2016)开发

了一种检测定价算法的方法,并对亚马逊平台上售卖的1641种畅销商品做检测,发现500多个商家使用算法做定价。商家通过算法获取用户反馈信息来调整价格以获得更高销量和收入。欧盟委员会(European Commission, 2017)电子商务报告提到,有超过一半的零售商会跟踪竞争对手的在线商品价格,2/3的零售商使用了自动软件程序,能根据观察到的竞争者价格实时调整自己的价格。算法被市场主体特别是平台企业使用已经成为常态,甚至实现了Hwang & Kim(2006)未曾预期到的攫取消费者剩余的功能。

### (二)合谋与算法合谋

合谋是经营者为增加利润而密谋联合,通过协议来提高价格或固定价格的协同行为。行业集中度、市场壁垒、产品差异、合谋被发现的难易程度和惩罚强度等因素都会影响合谋(Khemani, 1993)。根据协议的有无,合谋通常可分为显性合谋(explicit collusion)和默契或默示合谋(tacit collusion)两类。早在研究合谋的“利器”博弈论产生前,Chamberlin(1929)就发现寡头企业间的价格和产量有依存关系,在对背叛实施报复的威胁下,寡头会以不明显方式合谋。默契合谋往往是在反复互动下形成,依靠对偏离实施惩罚的威胁来维持(Petit, 2012)。由于默契合谋不像显性合谋那样涉及企业间的明确协议或沟通,在垄断行为的判定和反垄断规制上一直存在争议。但无论合谋是显性的还是默契的,都会导致消费者福利向企业转移,甚至降低社会总福利,损害市场竞争,是各国反垄断法规制的重点。

经济学、法学和信息科学领域的学者发现或认

为,算法的使用可能导致反竞争行为。定价算法带来了便利,但也能悄无声息地损害消费者权益。OECD(2017)认为算法给市场竞争带来了多种风险,并总结了可能引起反竞争后果而触发反垄断规制问题的四类重点算法(见表1)。算法能以不同方式促进合谋,或者本身即能达成合谋。Mehra(2016a)判断,作为应用算法程序的机器人卖家具备促成反竞争合谋的能力。2017年,美国司法部以涉嫌利用算法合谋起诉Topkins,这是针对电子商务合谋发起的第一起刑事起诉。Ezrachi & Stucke(2017a)首次提出算法合谋(algorithm collusion)概念,将机器代理人类参与反竞争合谋的行为视为算法合谋,计算机和算法接管了(take over)市场参与者角色并不同程度地促成了合谋。这是广义概念,只要算法参与合谋就可称为算法合谋。而狭义的算法合谋一般指算法在独立于经营者或消费者的情况下自主完成的合谋,接近于第四类,即机器自主类算法合谋。

### (三)算法合谋的分类研究

Ezrachi & Stucke(2017a)首次提出默契算法合谋(algorithmic tacit collusion)后,Gautier et al.(2020)把算法合谋分为两种情景:(1)显性算法合谋(algorithmic explicit collusion),是企业使用算法实现共谋策略的行为。(2)默契算法合谋,是在市场主体无合谋协议情况下,机器算法参与市场活动并达成合谋结果的行为。这种分类和传统合谋分类的角度相同,均以是否达成“协议”为判定依据。Ezrachi & Stucke(2020)认为默契算法合谋是企业使用算法对相互依赖的市场特征做出独立而理性反应的行为。他们根据算法作用方式的不同,将算法合谋分为四种场景。关于

表1 不同算法在企业合谋中的作用

监测类算法(monitoring algorithms)	收集处理竞争对手的信息以执行对偏离的惩罚
平行算法(parallel algorithms)	相同、相似或者互补的算法来协调协同行为
信号类算法(signalling algorithms)	披露( disclose)和传播( disseminate)有利于达成合谋的信息
自主学习类算法(self-learning algorithms)	给算法设置任务目标(一般是最大化利润)后,算法通过自主学习来设置价格等变量,可能会达成合谋

资料来源:OECD(2017)。

四类合谋场景的界定、方式及对执法挑战的详细介绍见表2。这一分类已为 OECD(2017)、Uytsel(2018)和Schwalbe(2019)等所接受。

在算法作为工具的信使场景或作为“中介”为合谋提供便利的轴辐场景下,现有反垄断法和规制措施依然适用,这一点没有争议。在预设代理类场景下,算法也是合谋工具,但与信使场景算法合谋不同的是,预设代理型算法合谋是经营者单方面行为,超越了传统合谋中的协议特征,是默契行为。从规制角度看,自主类算法合谋是比预设代理类场景更“棘手”的合谋(自主达成场景下的合谋被称为自主类算法合谋,主要由表1中自主学习算法达成)。自主类合谋除了具有默契合谋的特征,还出现了新问题,即机器和人之间法律责任的划分。机器独立于人做出决策时,谁应该为后果负责成了核心问题(Ezrachi & Stucke, 2017a),这是反垄断执法必须面对的难点,尤其是在反垄断诉讼不仅针对企业法人,还要追溯到决策者个人的经济体中。OECD(2017)在介绍自主学习类算法时提出了虚拟合谋(virtual collusion)概念:有可观察的实质合谋后果,而没有传统合谋形式和

过程的“合谋”。基于此,无法给出确切答案说明机器自我学习的算法导致了数字市场中的合谋,这对反垄断执法提出了挑战。

基于以上分类,Schwalbe(2019)认为,前三种情形是算法作为工具为合谋提供便利,而自主算法合谋是算法本身达成的合谋。对于那些不依赖于决策人指令或意图达成的合谋后果,Ezrachi & Stucke (2020)给出了一个形象的借喻概念“类固醇型默契合谋”(tacit collusion on steroids),用于概括预设代理型算法合谋和自主类算法合谋,这和Gautier et al.(2020)提到的默契算法合谋相近。本文认为,显性算法合谋是算法实现经营者协议合谋后果的协同行为。在信使场景和轴辐场景下,经营者协议是使用算法工具的基础,因此显性算法合谋包含信使场景和轴辐场景下的协同行为。默契合谋是在经营者之间无协议情况下算法协调价格的行为,包括预设代理场景下的合谋和自主类合谋。预设代理场景下的合谋是经营者独立设计算法,算法本身有一定的定价决策权。自主算法合谋下的算法一定程度上取代了经营者决策,这两种合谋均具有“经营者之间无协议”的

表2 算法合谋场景

算法合谋场景	定义	算法参与程度	类型	意图	证据	法律规制
信使 (messenger)	机器完成经营者设置的合谋目标,协助经营者实施、监控和监管卡特尔	较低,作为工具	更可能是显性合谋	同传统合谋	有利证据	本身违法
轴辐 (hub & spoke)	使用相同或相似算法确定市场价格或对市场变化做出反应	较高,作为协助工具	显性合谋或默契合谋	很有可能存在意图	纵向协议证明横向合谋	本身违法原则/合理性原则
预设代理 (predictable agent)	经营者单方面设计机器以达成预期结果,机器以给定的方式对不断变化的市场条件做出反应	高于前两者,有更多的方式,可以实现更多的环节	更可能是默契合谋	和默契合谋一样,意图不明确或不易抓取	一般没有证据	可能违反了美国联邦贸易委员会FTC的ACT第5条或欧盟TFEU条约102款
自主达成 (autonomous machine)	竞争对手单方面创造和使用机器算法来实现给定目标。机器通过自主学习和试错,独立决策以完成目标	最高,几乎取代竞争者角色	默契合谋	机器人独立决策,可能算法没有人的意图	没有证据	不清楚

资料来源:作者根据Ezrachi & Stucke(2017a)整理制作。

默契特征。从反垄断角度来看, Schwalbe(2019)的分类侧重算法的行为和责任,而本文侧重合谋行为的判定。两个问题都是算法合谋对反垄断的重要挑战。默契算法下的协同行为和高价格可能会逃避反垄断规制,是学者关注的重点,尤其是自主类算法合谋的存在性问题是近几年争议和研究的焦点。下文从三个角度分析当前文献对算法促进合谋作用的研究。

## 二、算法对合谋影响的三个分析视角和证据

来自欧盟和美国的判例均认定算法促进了显性合谋,而默契算法合谋尤其是自主类算法合谋是否存在仍然不确定。经济学模型和实验研究表明,默契算法合谋在理论上存在,在实验中可观测到。据此推断,默契算法合谋在现实中很可能是存在的,但还没有找到机器算法自主达成合谋的例证或确凿证据来支持研究结果。

### (一)显性算法合谋的反垄断判例和经验证据研究

Topkins 案是最早的算法合谋判例。是美国司

法部首次针对电子商务合谋发起的刑事起诉。作为首例针对算法参与合谋行为的反垄断诉讼,标志性意义在于提出了反垄断法如何应对那些具有海量数据收集、处理和自动定价势力的“机器人卖家”问题(Mehra, 2016b),激发了对数字平台市场势力的研究。除 Topkins 案,航空票价发布公司案、Uber 案、E-turas 案和欧盟六家银行操纵汇率案也是近几年出现的算法合谋判例,表3归纳了这些案件。

从表3判例看,算法合谋的案例都有明确的协议证据。即使有可以独立达成合谋的算法,仍需要协议维持,现阶段算法依然是实现人的命令或意图的工具,起诉和抗辩均可援引传统反垄断法和普通法原则。Ezrachi & Stucke(2017a)也认为,对信使场景和轴幅场景,甚至某些预设代理场景的算法合谋规制,依然适用于现有反垄断法,尤其是算法作为人意图工具的信使类算法合谋。Topkins 通过算法实施监控、抓取对手价格信息和协调定价等行为更像是预设代理型合谋,但因经营者之间存在协商

表3 算法合谋典型案例

案件	航空票价发布公司案	Uber 案	Topkins 案	E-turas 案	银行联合操纵汇率案
年份	1992	2015	2015	2016	2019
指控人	美国司法部	Spencer Meyer(一名普通乘客)	美国司法部	立陶宛的竞争执法机构	欧盟委员会
被指控人	国内主要航空公司和提供电子票务系统的机票发布公司	Travis Kalanick(Uber 联合创始人、前任 CEO)	David Topkins(亚马逊网站上的商家)	E-turas UAB(E-turas 管理者)	参与外汇市场建议的六家银行
合谋类型	信使类	轴幅类	信使类	轴幅类	信使类
合谋方式	电子票务系统传递信息:票价、最早最晚的订票日期等	司机与 Uber 平台签订纵向协议后使用了平台提供的一致定价算法	双方协议用相同算法收集亚马逊平台其他竞争对手定价信息,并制定价格、固定价格	E-turas 通过平台发送信号邮件,告知各旅行社其系统会使促销折扣限制在3%以内	线上聊天室中交换敏感信息和交易计划,以操纵11种货币的汇率
主要证据	系统内的信息交换和高价格	客户间纵向协议	签署了一系列协议约定维持价格	看到了平台通知邮件,但没有旅行社公开表示反对或避嫌	线上聊天室沟通记录
结果	认定为价格合谋	认定为价格合谋	认定为价格合谋	认定为价格合谋并处以罚款	对五家银行分别罚款,合计10.7亿欧元

资料来源:作者根据欧美反垄断机构和法院的官方公告等整理。

行为而构成了裁定合谋成立的关键要件,是协同行动而非单边行动。本文认为其应归为信使类算法合谋(如图1(a))。Topkins案只需简单利用价格协议作为要件,即可认定违反了谢尔曼法第1款(Ballard & Naik, 2017)。而在E-turas案中,判定平台和旅行社合谋主要是基于欧盟法律的严厉性:在一方发出合谋邀约后若另一方未明确拒绝,依据《欧盟运作条约(TFEU)》第101条即可以判定为违法的协议行为。E-turas案与Uber案一样,虽然经营者之间没有直接的横向协议,但共用平台是事实上的“纵向协议”行为,导致共同获益的合谋结果。轴辐场景算法利用了同一算法为中心,使合谋更有可能在同一个算法的不同使用者之间达成。轴辐场景中的经营者以提供相同算法的第三方为“轴心”协调价格,是中心辐射型卡特尔的常见情景,很可能是一种利用纵向协议来达成横向价格合谋的协同行为(如图1(b))。由于轴辐类算法合谋要基于沟通或纵向协议来实施,因而不会引发新的竞争法适用性问题(Schwalbe, 2019)。

默契算法合谋的实施不如显性合谋那样简单。如2011年亚马逊平台出售的《制造一只苍蝇——动物设计的基因学》一书,在两个卖家使用定价算法的交互作用下,平台价格竟然达到了2370万美元<sup>④</sup>。这一荒诞的“错误”定价说明,机器通过自主学习实施算法合谋在技术上依然有缺陷,但从人工智能发展

的趋势看,这种技术障碍会被突破。

## (二)默契算法合谋学理依据的研究

从上述研究判断,显性算法合谋“不足为惧”,传统反垄断法和普通法的规制原则依然适用。而基于算法的默契合谋很复杂,是反垄断争议的新焦点,也是研究的难点和学术研究应拓展的领域,可在理论(经济学和法学)和证据研究上推进。目前关于算法促进默契合谋的理论分析侧重于从合谋的条件来研究算法是否以及如何促进了这些条件的形成。现有文献基于算法对市场结构性因素的影响或算法特性优势进行分析。

关于默契合谋发生条件的研究随着博弈论的发展而有突破性进展。在算法定价进入经济学家和法学家视野前,Tirole(1988)就根据结构主义学派的Chamberlin和Bain等的研究对合谋相关因素做了总结,包括观察的滞后(可信的威胁与惩罚策略)、企业对称性、集中度和规模报酬等。根据Petit(2012),博弈下的非合作均衡(默契合谋)需要四个条件:共同认可的价格、可信的报复威胁、行为侦测和进入壁垒。这也是Stigler(1964)提出的卡特尔可维持的条件。基于这些条件,关于算法在协同行为或默契“合谋”中的作用和结果有以下三个方面。

1. 算法作为工具有助于均衡结果的达成。算法改变了沟通模式和动力,降低了共谋难度,有利于获得协调一致的结果。可维持的“协议”价格、算法速

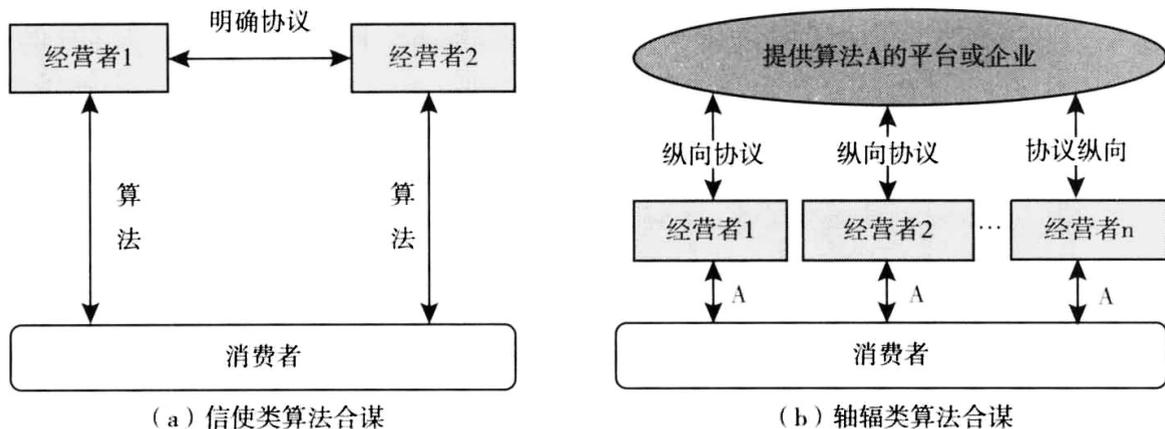


图1 案例中的信使类算法合谋和轴辐类算法合谋

资料来源:图(a)来源于CMA,图(b)为作者整理。

度和处理复杂市场信号的能力使算法在市场条件改变后能快速达成新协议(Gal, 2019)。算法不仅可以快速有效地观察供应商向其他消费者收取的价格、存储供应商历史报价,还可根据预先确定的决策参数自动对报价做出即时反应,更容易在互相监控中达成合谋(Gal & Elkin-Koren, 2017)。Beneke & Mackenrodt(2019)认为算法具有对不确定变量做出准确预测从而协调“超价格”定价的能力,减少了人际沟通的必要<sup>⑤</sup>,促进了协同行为。此外,算法促进达成协调结果的能力使寡头协调价格的行为不仅发生于双寡头市场,多寡头企业也能在算法协助下协调行为(Stucke & Ezech, 2017b, 2020; OECD, 2017)。

2. 算法使合谋具有可维持性。算法提高了透明度和互动频率,使对偏离的监督和惩罚更容易,因“实施报复的威胁具有可信性”而使默契行为有可维持性。这触及了合谋的核心问题:传统合谋必须走出“囚徒困境”才能实现可维持性,由于协议、协调和维持成本高,容易解体。而基于算法的合谋或许在“技术上”实现了高效率的可维持性。特别地,使用平行算法的经营者利用了同一规则对市场变动和对手偏离做出同一反应,能使合谋更易形成和维持(Ezrachi & Stucke, 2017b)。由于特定贴现率波动对卡特尔维持时间有显著影响(Levenstein & Suslow, 2011), Mehra(2016a)指出算法加入后的偏离会被及时发现并被惩罚,当算法使偏离的当期收益小于合谋未来收益的贴现值之和时,合谋就具有可维持性。

3. 进入壁垒与算法的关系不明确。产业组织与反垄断问题源于市场结构异质性,与市场壁垒有直接关系。算法使市场结构发生了什么变化,趋势如何,是重要问题。回答这一问题的核心工作是研究算法与市场壁垒的关系。算法提高还是降低了壁垒,阻止还是促进了进入,还无法明确判断。几乎没有专门文献研究进入壁垒与算法的关系,少数触及这个问题的文献没有定论,如Schwalbe(2019)认为算法与壁垒关系存疑。本文认为,或许有必要通过构造出企业基于算法能力和数据获取能力的新市场势力指标,来研究算法与市场进入壁垒及

其绩效的关系。

关于算法合谋相关因素,根据 Ivaldi et al.(2007)可以概括为三类:市场结构(透明度、互动频率和公司数量)、供给因素和需求因素。OECD(2017)认为,促进默契合谋是算法给市场公平带来的主要风险之一,在算法能够明确改变合谋的相关因素中,只有透明度和互动频率这两个结构性因素不太可能影响其他结构特征及需求因素(购买量、购买次数)和供给因素相关的特征。Deng(2018)也认为定价算法不太会影响需求的结构特征,如使消费者的购买更少或更频繁。机器算法因提高了市场透明度而促进了竞争效应,但也会促进和维持默契合谋。由于竞争对手能获取并监督对方价格和策略,计算机接管定价工作后,针对竞争对手行为的定价反应可以发生在毫秒之间,快速而准确地对偏离做出应对,消除竞争对手偏离的收益。透明度和速度的提高既有利于协同行为的执行,也提高了合谋的可维持性(Ezrachi & Stucke, 2017a; 2017b; OECD, 2017)。

有些研究除了强调透明度和速度在算法促进合谋上的重要性外,还讨论了算法特性对合谋的便利作用。这是因为法律对机器本身没有威慑,机器也不会像人那样做情感反应。此外,算法因不存在偏见而能最小化人际沟通的偏误(Stucke & Ezrachi, 2016)。这些“冷冰冰的”算法理性增强了默契合谋的稳定性。Gal(2019)也认为算法能够准确理解和预测对手想法,解决人际沟通中无法准确理解对方意图的问题,有助于准确达成协调行为。此外,经营者根据市场条件变化调整价格时,理性的算法能有效地区分经营者对市场变化的自然反应和偏离而避免价格战(Beneke & Mackenrodt, 2019; OECD, 2017)。算法还可以降低懈怠(agency slack)的道德风险,提高卡特尔稳定性(Mehra, 2016a)。信任是卡特尔形成与可维持的基础,互信能使经营者走出囚徒困境而寻求更高的定价(Leslie, 2004)。由于算法不要求基于人际互信来维持默契,这就为合谋带来了另一个优势。传统反垄断执法的一个有效手段是,通过诸如宽大政策等激励性规制机制来制造经营者间的不

信任,瓦解协议行为,而这一机制对“冷冰冰”的机器人卖家并不适用。不仅如此,算法还可以快速侦测到偏离行为而惩罚背离者(Mehra, 2016a)。最后,因为算法的非法人特性, Gal(2019)、Mehra(2016a)和Ezrachi & Stucke(2017a)均认为,算法达成的合谋不易被执法机构发现或者界定为非法,容易逃避法律责任。Beneke & Mackenrodt(2019)也提到,如果定价是企业根据市场变化做出的平行定价,就很难区分其行为是协同行为还是对市场竞争性定价自然反应的结果。自利而损害他人或损害竞争的行为如果不易被发现,或者不需要承担后果,就会成为理性选择。由于计算机可能规避合谋或协议行为的法律责任,自然会激励人去选择使用(Stucke & Ezrachi, 2016)。

总之,算法的使用至少在理论上为合谋的达成、维持和偏离惩罚创造了更好的条件,使当事人免去了交流沟通环节,走出囚徒困境,实现默契合谋的长期稳定。

### (三)算法合谋的实验证据研究

由于缺乏算法合谋尤其是自主类算法合谋的例证和真实经验证据,不少学者通过实验研究来观测存在性和可维持性的证据(experimental evidence),这是算法合谋研究的一个重要方向。Salcedo(2016)设计了一个双寡头Bertrand动态竞争模型,研究了企业在可解码竞争对手定价算法情况下,根据对方算法修改定价规则以做出反应,发现定价算法会实现接近垄断价格的均衡,算法不仅作为工具促进了合谋,还直接导致合谋。但Ittoo & Petit(2017)指出了Salcedo模型的一些缺陷,研究了强化学习下的Q-learning,认为强化学习才是算法代理学习理论最合适的框架,因为这种动态试错学习方式在“探索(exploration)—利用(exploitation)的权衡”和“时间延迟”<sup>⑥</sup>等特征性上与寡头垄断者行为相似。Maskin & Tirole(1988a, 1988b)利用马尔科夫均衡分析动态寡头竞争,这与Q-learning运算的核心内容吻合。Q-learning运算和决策机理很大程度上与寡头动态竞争行为一致,简单易用的Q-learning算法适用于对

算法默契合谋的实验研究。CMA(2018)也指出Q-learning是解决定价算法问题的常见方法。

Waltman & Kaymak(2008)也认为Q-learning算法是少数几种可用的研究合谋的学习模型之一,能解释在没有惩罚机制和明确沟通情况下的合谋行为。Q-learning代理下的古诺寡头垄断在重复博弈下经常出现合谋结果。Klein(2019)、Calvano et al.(2019, 2020a)对Waltman & Kaymak(2008)的结果做了进一步研究。Klein(2019)提出在连续重复定价竞争的双寡头情景中,Q-learning算法可以在价格离散情况下学习超竞争性价格可维持的奖惩策略。Q-learning理论上可以在无沟通的双寡头连续重复定价竞争环境中达成合谋。Calvano et al.(2020a)也考虑了对合谋背离的惩罚策略,首次记录到定价算法中均衡合谋策略的出现。在Q-learning算法下,机器没有被设计为以合谋为目的,在并不知道市场环境信息且算法间无沟通情况下,机器通过试错来系统地学习合谋策略。发现偏离时机器自动实施惩罚策略,直至恢复到偏离前的价格水平。即便简单的定价算法也能在学习中实施偏离惩罚策略,实现稳定的“合谋”定价。这是算法合谋与反垄断研究的标志性成果。

Abada & Lambin(2020)为Q-learning算法提供了市场价格的历史信息,通过设置最大化利润算法发现,在没有信息交流情况下,算法可迅速学会在看似勾结的水平上发挥市场势力。这是对Waltman & Kaymak(2008)和Calvano et al.(2020a)复杂动态优化方法的推广,且讨论了算法规制者加入的情况。Calvano et al.(2021)还证明,Q-learning算法在不完全监控条件下依然可以帮助企业达成合谋。Zhou et al.(2018)和Crandall et al.(2018)研究了人机合谋。前者设计了一个线性勒索型合谋算法(linear extortion to collusion algorithm),首次报道了“算法促进人与算法合谋的实验证据”,给出了算法合谋“是一种可信威胁”的实验证据。Crandall et al.(2018)选择25种代表性强化学习算法进行实验发现,在双寡头重复随机博弈中,多种算法可以在经营者之间的匹配水平上合作。

上述模型中被证明或在实验中被观测到的算法合谋在现实中不一定出现。Veljanovski(2020)和Deng(2018)强调算法达成的默契合谋还局限于有严格假设的实验中,在现实中能否达成依然不确定。算法达成合谋从而攫取消费者剩余的情况在短期内可能还无法实现,Miklós-Thal & Tucker(2019)研究了算法稳定合谋行为的机制,发现算法也可以带来更低价格从而提高消费者福利,而保护消费者利益是传统反垄断法立法的重要目的。可见,默契算法合谋在现实中是否能达成,其福利效应如何,依然无法确切判断。正如Gautier et al.(2020)所言,默契算法合谋的理论分析与实践之间还有很大距离。

### 三、算法合谋对反垄断规制的挑战与应对思考

显性算法合谋已有判例可循,而且从经验上来看可以根据传统反垄断法规制,但默契算法合谋在现实世界是否发生,依然无法确认。研究要建立在算法会促进默契合谋的假设上。即使是在这种不确定的情况下,算法合谋尤其是默契算法合谋的问题依然引起了经济学、法学甚至计算机科学学者和反垄断执法机构的关注。不少学者认为有必要考虑通过修改法律来适应新技术的发展。Calvano et al.(2019)提出,处理算法合谋的方法大体可以分为四类:(1)当前的规制政策无须改变,足以应对算法和算法合谋问题。(2)事后监管,但需要针对算法合谋尤其是默契合谋制订新监管标准。(3)事先监管算法,即通过审查算法来确定使用算法是否出于合谋的目的。(4)禁止定价算法,但由于算法带来的效率显而易见,该主张很少获支持。算法合谋带来的挑战主要有两个:算法在合谋中作用的判断以及责任人认定。针对这两个挑战,本文在着重讨论事后的立法性规制后,讨论应对算法合谋本身的事前监管的研究文献。

#### (一)默契合谋与默契算法合谋的认定

默契合谋下的协调行为是否应成为反垄断执法对象,在经济学和法学界有争议。争议早在传统合谋问题上就存在。Turner(1962)等认为,不存在协议,即便是有意图的协同行为,也不能判定为非法的合

谋行为。Posner(1969)提出,如果有企业传达了涨价信号而其他企业跟随,就存在事实上的协议,违反了《谢尔曼法》的禁止性条款。Kaplou(2013)认为,现有法律对协议的界定可以将默契合谋包含进去,将显性合谋和默契合谋分开讨论不利于反垄断规制。Calvano et al.(2020a)指出,默契合谋经常被认为不可能发生,即便发生也很难察觉,应适用宽容政策。多数国家的反垄断法不把默契合谋视为非法。《欧盟运作条约(TFEU)》第101条和美国《谢尔曼法》第1节中的反垄断条款都将捕捉到的人际沟通作为反垄断执法的主要证据(Ezrachi & Stucke, 2020)。即便将单方面公告、意思联络、经营者一致性行为考虑进协同行为的认定因素中,这些因素也不能像垄断协议一样被用于最终判定。协议是判定合谋的主要证据,不局限于正式协议,电话录音和会议记录等都是证据,在线聊天记录可以作为显性算法合谋的证据。默契合谋之所以是反垄断难题,主要是因为合谋是当事人之间心照不宣的互动和协调行为,没有沟通过程和协议行为,而算法具有“心照不宣”的先天优势,尤其是在经营者使用平行算法时,算法之间不需要信息披露和信号发送,可单方面达成协调行为,避免沟通协调的过程。这给对传统反垄断法对协议行为认定中单边行为和协同行为区别原则的适用性提出了挑战。如果算法使合谋不再需要沟通,那么“当前政策导致假阴性(false negatives)<sup>⑤</sup>的可能性会显著提高”,也就是说要求有沟通这种直接证据的反垄断法开始出现问题了(Calvano et al., 2019)。总之,以某种形式事先沟通是反垄断法的证据要件,算法使这一证据隐蔽或消失了。

有学者提议通过修改“协议(agreement)行为”界定或扩大认定范围来规制默契合谋。Gal(2019)认为判断是否有沟通不应限于书面或口头人际交流,算法发送给竞争对手的信号也应视为交流。在确定协议行为的存在性时,可以将算法纳入附加因素考虑。OECD(2017)和Ballard & Naik(2017)也提到,有一些反垄断机构试图从单方面行为中合理推断出协议行为的存在,当协调(coordination)行为伴有算法

等附加因素时,就可以判定其不是独立行为,而是事实上的协议行为,据此判定当事人违反了反垄断法。Harrington(2019)从奖惩机制(reward-punishment scheme)角度将合谋视作一种“自我执行契约”(self-enforcing contract)的行为,提出了一个判断人工智能自主代理(autonomous artificial agents, AAS)促成合谋为非法的方法。很显然,Harrington将默契合谋视为协调博弈均衡,其特征是创造出了维持高价格的奖惩机制。人工代理的奖惩策略是观察不到的,但使用AAS来制定价格是可以观察到的,这可以被用来判断是否有合谋行为。比起AAS有定价决策权的自主类算法合谋,预设代理情形下的算法合谋更像是传统默契合谋,只是方式由彼此心照不宣的定价变为彼此心照不宣的设计合谋定价算法,算法中一定包含“合谋定价”代码。所以,代码既隐藏着AAS合谋的证据,也能作为判断预设代理情形下合谋附加因素的依据。

关于判断算法合谋“非法”的其他方法。Ezrachi & Stucke(2017b)建议,可以将经营者使用算法界定为市场操纵或损害公平的行为,将重点工作从协议证据的获取上转到通过判断其行为是否因改变了市场条件而促成了默契的合谋行为上。《公平贸易委员会法》第5条也可以被用来规制这种协同行为(Ezrachi & Stucke, 2017a)。Blockx(2017)认为,欧盟法院(CJEU)认定的非法合谋是企业向另一个企业披露敏感信息的结果,允许反垄断机构将企业在没有反竞争意图下的行为认定为侵权行为,因此,即使是自主类定价算法也可能被TFEU第101条所禁止。Veljanovski(2020)也认为TFEU第101条依然有规制默契合谋的效力。例如E-turas案,在TFEU第101条下,只要另一方没有明确拒绝邀约,即便是单方面沟通,也可认定为违法。

## (二)自主类算法合谋的归责问题

算法给反垄断带来的难点之一是界定责任,即是否可通过判断定价决策是由机器使用算法而不是由人际协议做出决策来确定反垄断责任(OECD, 2017)。预设代理类算法合谋中的人机意图是一致

的,由于自主类算法合谋下的算法不是由人直接设计的,即使从代码或者算法决策行为中发现了合谋,也不能直接判断经营者达成了合谋。Ezrachi & Stucke(2017a)指出,在自主类算法情境下,去“识别别人的意图,识别是机器操作还是设计者操作”更加复杂,操作者可能因无法被识别而逃避审查。目前的多数反垄断执法中承担协议行为法律责任的主要是经营者(企业承担民事责任外,在美国等国家,协议自然人可能要承担刑责并面临罚款的处罚)。Mehra(2016a)沿用了Chopra & White(2011)的方式,在处理机器人反竞争行为时给出三个责任主体:机器人、部署机器人的人和无责任人,建议在前两个主体中选择责任人,因为无责任意味着“为反竞争行为和基于自动化技术实现的结果提供了豁免权”。但是机器人(算法)不是法人,不能为了“惩罚”算法而禁用它,即使从代码中发现了AAS合谋,也不能让AAS承担法律责任和后果。Gal(2018)认为将算法作为法人会不恰当地限制设计者、提供者和用户责任,模糊了算法和人的界限。执法规制的对象依然应该是“人”,包括算法的提供者、创造者和使用者。

作为第三方的算法提供者或创造者是否应列入责任人,Ezrachi & Stucke(2020)建议,竞争法可以将责任人延伸至诸如信息技术服务提供者的第三方。Gal(2018)认为算法不是“黑箱”,即便是学习算法,也并非完全不透明。因为算法程序中植入了程序员意图,将责任归于算法创造者是合理的。Veljanovski(2020)提到欧盟反垄断早已在第三方责任认定方面做了改革:自2006年以来,第三方为合谋提供便利被视为违反了TFEU第101(1)条。但是,这样严厉的规制可能降低对算法设计者的激励,潜在地限制福利增进(Gal, 2018)。此外,使用算法的企业也要对机器人行为负责。Mayer(2021)认为企业在算法中设置经营目标能影响对市场失灵的治理。美国计算机协会公共政策委员会(USACM, 2017)认为,即使算法反竞争后果不确定,定价算法使用者也要对算法决策负责,这实际上是对反垄断诉讼“本身违法”原则的适用。Deng(2018)从企业合规角度建议,企业应该确保

算法不会交换有利于合谋的信息,且不会以默契合谋方式获利,企业应自觉抵制相同的定价算法。Blockx(2017)提出企业有积极遵守欧盟反垄断条例的义务,即使企业不知道员工和定价机器人(price bots)做了什么,也要对其反竞争行为负责。欧盟委员会可以通过罚款的处罚来迫使企业遵守条例。Calvano et al.(2020b)强调,让企业对算法负责的规制要求可以激励企业加强对算法使用的自我监督,防止合谋后果的发生。

(三)事前措施:模拟环境下的算法审查与合谋相关因素测试

OECD(2017)建议,除了诸如重新界定默契合谋、将算法合谋视为非法和重新界定责任范围等立法性质的干预措施,反垄断机构还可以采取传统的事前措施来应对算法问题。与修订法律相比,事前监管机制可能更有效果(Ezrachi & Stucke, 2017a, 2020)。事前措施可预防反竞争行为的发生,事前审查算法或可避免算法合谋造成的严重后果,Harrington(2019)和Ezrachi & Stucke(2017b)等对虚拟环境下的算法审查做了详细考察后建议,算法审查应该是算法合谋事前规制的重点。

Harrington(2019)和Calvano et al.(2020b)认为,企业用AAS来制定价格的策略可观察。基于本身违法原则,当被观察到的奖惩策略算法可能使企业谋取超额利润时,就应该被禁止。通过三个步骤可以判断定价算法是否应该被禁止:模拟市场,找出具有反竞争特征的算法,禁止上述算法后做测试。第一步,将不同的学习算法用于不同的虚拟市场环境进行模拟,看合谋或者竞争结果何时出现,什么时候容易出现以及容易在什么市场里出现(Harrington, 2019)。第二步,在第一阶段基础上找出具有某些特性的应该被禁止的算法集,如奖惩措施。Gal & Elkin-Koren(2017)和Deng(2018)也认为,算法运行中会显示出达成合谋的特征。第三步,模拟检验。当部分定价算法被禁止后市场中的反竞争行为是否会减少(Harrington, 2019)。Harrington(2019)的第一步与Ezrachi & Stucke(2017b)的“算法合谋孵化器”(algorithmic collu-

sion incubator)做法一致。Ezrachi和Stucke认为有几种容易促成合谋的结构性市场条件因素适合在此基础上进行事前规制。而Beneke & Mackenrodt(2019)建议将这些事前相关措施作为救济手段。Beneke & Mackenrodt(2021)认为,在判定默契合谋非法性前,应该确定是否有可行的救济手段,目的是阻止和纠正算法合谋的社会损害。主要的事前措施有如下四个。

1. 对并购问题的规制。由于谢尔曼法以及后来各国反垄断法均将协议行为视为必须禁止的损害竞争和消费者利益的行为,在美国,决策者甚至可能面临刑事重罪指控,而反垄断立法、执法和普通法诉讼对企业合并却采取容忍和审慎态度,并购就成为企业在获得市场势力的同时规避反垄断法的常用手段。长期内,各国对于企业合并审查的态度随着经济学研究和经济发展本身而变化,一般会在保护消费者福利以及企业的创新和规模经济之间寻求平衡。在早期的经典产业组织经济学中,哈佛学派的Bain(1956)认为对并购的管制会降低市场集中度,是预防合谋的有效措施。芝加哥学派Stigler(1964)认为并购是实现合谋最直接而有效的方法,往往意味着更高的市场集中度,容易导致默契合谋。在Ezrachi & Stucke(2020)看来,并购审查是防止企业暗中勾结的主要规制机制。企业合并前后的市场结构变化是否促使了默契合谋行为的发生,一直是美国和欧洲反垄断机构关注的重点(Engel, 2015)。随着市场交易日益数字化和平台化,或许应该实施更为严厉的并购审查制度。上文提到,算法加入可能使默契合谋从双寡头扩展到多寡头,竞争规制机构不仅应该对三寡头合并为双寡头的经营者集中做审查,也应该重视对多企业并购的审查(Ezrachi & Stucke, 2020; OECD, 2017; Calvano et al., 2020a)。此外,Ezrachi & Stucke(2017b)建议,可以通过激励更多企业和“特立独行者”的进入来降低使用算法的在位企业势力。

2. 透明度因素和信息交互速度的规制。信息透明度的提高有助于提高效率,解决逆向选择和道德风险,但是透明度也是促成经营者达成合谋的重要

因素。透明度有利于经营者之间的相互监督,促进了互信(Leslie, 2004)。正如Ezrachi & Stucke(2017b)所主张,应该在算法合谋孵化器中测试出到底哪种信息可以不透明。USACM(2017)提出了一套算法透明度和问责制的原则,但OECD(2017)报告认为,即使公开算法代码,规制者也不一定能完全理解算法,尤其是对自主类学习算法的检测仍存在很大挑战。Ezrachi & Stucke(2017b)还提到一个降低价格调整频率和速度的方法,即“政府允许随时降价,但可以对涨价施加时滞”,但这一规则也有可能被经营者利用:政府的延迟定价规制反而会成为企业间对背离协议价格行为实施惩罚机制,促进合谋价格的稳定性。Brown & MacKay(2021)认为其固然在一定程度上防止了合谋,但可能会带来许多负面效应,不适合大多数国家反垄断的监管框架。

3. 其他算法的“对抗”。Gal & Elkin-Koren(2017)认为消费者对算法的使用可能会抵消供应商使用算法实现合谋带来的部分损害,从而抑制消费者剩余向企业转移。两种算法都有可能通过识别和利用对方缺点进行信息交互而引发“算法战”,赢家可能会获得更多利益。但消费者对算法的使用也有可能形成过大买方势力而损害市场竞争环境。Beneke & Mackenrodt(2021)和Gal(2019)也支持Gal & Elkin-Koren(2017)的建议。Ezrachi & Stucke(2017b)指出,“消费者友好型算法”(consumer-friendly algorithms)可以与卖方算法进行算法竞争,增加买方势力,破坏卖方策略。因此可以通过加强反垄断机构的智能监管和促进买方秘密交易来破坏默契合谋<sup>®</sup>。

4. 事前的算法审查不局限于审查算法本身。为预防算法合谋的发生,还可以对合谋相关市场环境因素进行测试与规制。虚拟环境下的算法审查受到研究者的重视。有学者采纳Ezrachi & Stucke(2017b)的建议,开发了算法隐性合谋孵化器。Zhou et al.(2018)就期待其算法设计模型和实验环境成为研究人员和政策制定者的孵化器或测试平台,以处理算法合谋问题。Calvano et al.(2020a)的实验也是在计算机模拟环境里进行的,实验有助于判断监管的必要性。

(四)审慎执法:算法规制中的本身违法原则和合理性原则

事前监管虽然有很多好处,但也需审慎执行。算法本身未必一定会导致合谋的行为和后果。由于算法的使用提高了交易匹配效率和配置效率,降低了成本和价格,提高了福利水平,Gal(2019)和Mehra(2017)都认为,在处理算法垄断案件时应采取审慎的态度。Deng(2018)也建议评估算法规制时应该谨慎,以免阻碍技术创新。Chen & Gallego(2019)的理论分析表明,多需求函数下的动态定价对消费者和企业来说是双赢的,算法动态定价提高了福利水平。美国联邦贸易委员会代理主席Ohlhausen(2017)认为,算法不会使原本合法的行为或结果变成非法行为。Calvano et al.(2019)指出,事前监管或许是一种比竞争政策更具“侵入性”的干预,适用于市场失灵明显且损失巨大的情况,使用定价算法的情形是否符合这些条件目前还不清楚。况且,算法审查的执行也充满挑战。Ezrachi & Stucke(2017b)强调,对算法的审查存在着技术以及专业能力上的挑战,特别是强化学习等技术使算法更难被“解密”。Schwalbe(2019)认为,如果算法合谋被认定为非法,算法合谋的检测和验证会是紧随其后的挑战。Harrington(2019)主张,在对算法的了解还不充足的情况下,禁止哪些算法需要做测试,规制者对算法的理解程度决定了本身违法原则和合理性原则的适用程度。Gal(2019)认为,通过积累案件经验来加强对合谋类算法的了解有助于反垄断执法。如果将所有算法都视为附加因素,就会带来福利损失(寒蝉效应),分析应该着眼于考察算法在协调企业行为和促进竞争效果上的平衡。有时候要遵循合理性原则,兼顾市场效率和企业创新(见图2)。

也有人持不同的观点,Mehra(2016a)认为,本身违法原则和合理性原则不适用于算法反垄断分析,定价算法的功能与合谋特征的关系不大,分析定价算法不应该同时考虑算法的其他益处,建议各利益相关者协作起来,从制定监管措施和倡导竞争两方面进行。在合理性原则和本身违法原则上平衡就是

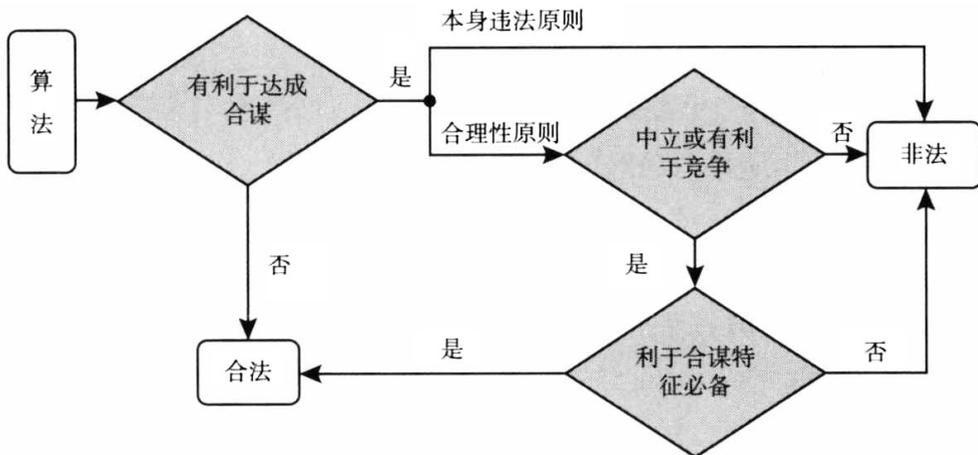


图2 判断算法“非法性”的本身违法原则与合理性原则

考虑在什么程度上规制算法的问题。在确定使用何种方式之前,可能需要很长时间获取和积累对算法规制的经验。

算法合谋规制的效果和方式也有待持续评估,如Ezrachi & Stucke(2020)指出,竞争执法将面临很大挑战,限制机器帮助人对市场特征做出理性反应会扭曲竞争,“识别、审查或监控算法不仅成本高,且难以下手”。更何况,算法不一定朝着反垄断法禁止的合谋方向发展,若企业使用算法实现了动态定价、差别定价或歧视性定价,往往就不会有“合谋”的发生。Gautier et al.(2020)对算法实现的价格歧视和合谋两种情况做了比较,发现两者在技术等方面存在着较大差异,实现价格歧视的算法技术一般不会导致合谋。算法价格歧视可能比算法合谋更有可能发生(Uyttsel, 2018)。企业很容易利用消费信息和算法对消费者偏好进行分析预测,收取接近一级价格歧视的个性化价格。而且,算法促进的默契合谋和自主合谋是否能在市场中达成还有很大的不确定性。Deng(2017)提到,算法具有不对称性,在对合谋结果实施规制和集体诉讼的威慑下,机器未必能达成合谋的后果。Gautier et al(2020)认为,算法合谋的真正实现还很遥远,目前的法律和政策还不需要修改。Schwalbe(2019)也认为,从目前情况来看,企业实现算法合谋要比反垄断文献中的合谋困难得多,有限的资源应该用在更紧迫的问题上,如大型平台企业

滥用支配地位等问题。

总之,由于存在太多不确定性,也存在着多种多样的执法建议与争论,是否对算法合谋采取措施、采取什么措施,是反垄断执法面对的新困境。在学理分析和证据获取无法对算法合谋的存在及其危害性做出确定性判断的情况下,反垄断机构应采取克制态度审慎执法。

#### 四、总结与展望

根据算法合谋相关概念和分类的研究,不同类型算法合谋的案例证据、理论解释和实验模拟研究,以及算法合谋认定和归责等研究,可以认为虽然显性算法合谋的司法判决不多,默契算法合谋证据难寻,但是它们在理论与实验室中的存在性已经对数字经济时代的公平竞争问题发出了预警。由于显性算法合谋没有引起新的执法挑战,算法合谋研究一般集中于默契算法合谋的理论、实验和反垄断问题的研究上。默契算法合谋对反垄断的挑战主要体现在两个方面:默契合谋行为认定的困难和责任人模糊。已有研究一般给出两种建议:立法性措施和事前规制。事前规制措施的执行程度有待研究,立法性措施如何进行尚不明确。算法合谋的反垄断立法和执法要基于学理、法理分析和实证研究。这一新研究领域刚开始不久,滞后于算法技术与算法合谋的发展和渗透速度。实验研究可以弥补这一不足,实验不但可以加深对算法和算法合谋机制的了解,

而且有望探索出规制算法合谋的方法。目前的实验研究发现,默契算法合谋在一定条件下可以达成。随着研究技术的开发、改进和提高,后续发展方向可能会集中于通过进一步放松假设条件的实验或接近真实场景的模拟研究。

经济学方法和角度的理论解释、实验研究、数值模拟和案例分析是解决算法合谋存在性、“危害性”和规制手段的学理和工具,这方面的研究才开始。值得一提的是,中国学者关于算法及合谋的研究滞后于数字平台经济的高度发达和快速成长。判定和规制算法合谋是经济学和法学问题,但也要基于对算法、人工智能或机器学习等信息技术概念的理解。以什么方式、在何种程度上规制算法合谋,甚至规制算法本身,有待继续深入研究。目前的重点应该集中于以什么样的方法发现或遏制算法合谋。经济学和法学学者仅利用经济学或法学的理论和方法不能解决问题,还需要了解甚至研究“算法”技术。

中国已经开始重视企业利用大数据和算法实施合谋行为的“损害”与救济问题。2021年2月7日,国务院反垄断委员会发布了根据《中华人民共和国反垄断法》制定的《国务院反垄断委员会关于平台经济领域的反垄断指南》,对平台经济领域的企业协议和协同等行为有了新界定。从经济数字化、算法演变以及学术前沿动态看,本文建议关于算法合谋及其规制的研究应集中于六个方面:(1)数字化企业算法、人工智能产业组织理论解释和“反垄断”法理分析,为数字经济时代反垄断法的修订和执法提供学理分析的依据。(2)用计算机情景模拟和经济实验等手段研究算法在合谋中的作用和机制,通过对“虚拟真实场景”的外部观察获取规制经验和方法。(3)基于大样本调研数据或企业后台数据做统计和计量分析,获取数字经济定价算法的特征化事实,做因素相关性测算分析,为规制提供真实场景下特征性经验事实依据。(4)通过构造诸如数据占有率、数据市场势力特别是“数据算法能力”等数字平台经济的新市场势力指标,评估数字平台企业定价行为和算法“协议”行为。(5)在经营者发展和使用算法的同时,鼓励

有利于消费者的算法和政府智能监管算法技术的发展,用新技术手段和方法对抗卖方算法市场势力,应对新挑战。(6)界定AI及相关利益者或行为人的主体责任,目的是以正当程序来审查算法及其后果,建立适合数字经济的反垄断法律法规制度体系和执法机制,以期在尽可能不损害数字技术创新发展红利的情况下提供救济,平衡和保护消费者利益与市场竞争规则。

感谢匿名审稿专家的修改建议,文责自负。

#### 注释:

①1950年,图灵(Turing)提出了著名的用计算机模仿人类思维的“图灵测试”。据Swarup(2012)介绍,人工智能概念由麦卡锡(McCarthy)于1956年提出,指“制造智能机器的科学和工程”,其基础是人类的核心属性智力(intelligence)可以被计算机用代码模拟出来,使机器模仿人的思维和行为。早期的人工智能是繁重的机器模仿人类思维的算法,直到机器学习的出现。Samuel(1959)认为机器学习赋予了“计算机无须明确编程就能学习的能力”。OECD(2017)将机器学习分为监督学习(supervised learning)、无监督学习(unsupervised learning)和强化学习(reinforcement learning, RL)三种类型。强化学习是用“试错”方式找到最优策略以达成目的,其下的Q-learning算法是当前研究算法合谋最常用的算法。

②本身违法原则是直接判定某种行为本身非法,而不论其是否造成实质损害或伤害的后果。与其相对的是合理性原则(rule of reason),指竞争执法机构根据企业行为是否有促进竞争或反竞争效果的合理性推理来裁定是否应予以禁止或豁免(Khemani, 1993)。反垄断司法实践一般在两种原则中平衡。涉嫌违法企业援引合理性原则作为抗辩理由常能豁免规制、处罚和赔偿。

③奠定计算机技术的算法可追溯到莱布尼兹(Leibniz)1679年发明的二进制和1847年布尔(Boole)发展的逻辑代数学。1936年,图灵(Turing)提出了计算机通用模型,即图灵机。香农(Shannon)于1937年将布尔代数和计算机二进制联系在一起,奠定了算法的计算机硬件基础。1945年,冯·诺伊曼(von Neumann)提出了计算机程序设计新思想,标志着现代

电子计算机时代的开始。

④两个商家在没有事前沟通的情况下使用算法交互定价:一方的算法设置价格等于对方的价格,另一方的算法将价格设置为对方的1.27倍。平台最终定价是2370万美元。

⑤算法能规避因人际沟通而被反垄断法和普通法规制的风险,特别是可能规避协议定价的刑事重罪指控。

⑥“探索”与“利用”是Q-learning算法的重要概念,“探索”是指在当前状态下,机器不是基于已有信息做选择,而是做随机选择。“利用”是机器根据已有信息做出最优行动(action)。“时间延迟”指行动(如定价)后观察到回报或收益要经历时间延迟。

⑦如果没有明确协议,企业达成协调行动的可能性很小,假阴性就很少出现。反垄断司法对控方举证责任要求高,控方负有对直接证据的举证义务,间接证据不足以证实存在协议行为。Calvano et al.(2019)认为,这在算法反垄断中依然适用。

⑧Ezrachi & Stucke(2017b)认为,秘密折扣和私下销售等“秘密交易”可能有助于破坏算法默契的勾结。

#### 参考文献:

[1]Abada, I. & X. Lambin(2020), "Artificial intelligence: Can seemingly collusive outcomes be avoided?", <https://xavierlambin.wordpress.com/research/>.

[2]Bain, J. S.(1956), *Barriers to New Competition*, Harvard University Press.

[3]Ballard, D. I. & A. S. Naik(2017), "Algorithms, artificial intelligence, and joint conduct", *CPI Antitrust Chronicle* 1(2), <https://www.competitionpolicyinternational.com/algorithms-artificial-intelligence-and-joint-conduct/>.

[4]Beneke, F. & M. O. Mackenrodt(2019), "Artificial intelligence and collusion", *IIC- International Review of Intellectual Property and Competition Law* 50: 109-134.

[5]Beneke, F. & M. O. Mackenrodt(2021), "Remedies for algorithmic tacit collusion", *Journal of Antitrust Enforcement* 9(1): 152-176.

[6]Blockx, J.(2017), "Antitrust in digital markets in the EU: Policing price bots", Paper for the Radboud Economic Law Conference, Version 2 June.

[7]Brown, Z. Y. & A. MacKay(2021), "Competition in pricing algorithms", Harvard Business School Working Paper, No. 20-067.

[8]Calvano, E. et al.(2019), "Algorithmic pricing what implications for competition policy?", *Review of Industrial Organization* 55(1): 155-171.

[9]Calvano, E. et al.(2020a), "Artificial intelligence, algorithmic pricing, and collusion", *American Economic Review* 110(10): 3267-97.

[10]Calvano, E. et al.(2020b), "Protecting consumers from collusive prices due to AI", *Science* 370(6520): 1040-1042.

[11]Calvano, E. et al.(2021), "Algorithmic collusion with imperfect monitoring", *CEPR Discussion Papers*, No. 15738.

[12]Camerer, C. F.(2017), "Artificial intelligence and behavioral economics", In: A. Agrawal et al.(eds), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, University of Chicago Press.

[13]Chamberlin, E. H.(1929), "Duopoly: Value where sellers are few", *Quarterly Journal of Economics* 44(1): 63-100.

[14]Chamberlin, E. H.(1933), *The Theory of Monopolistic Competition*, Harvard University Press.

[15]Chen, L. et al.(2016), "An empirical analysis of algorithmic pricing on Amazon marketplace", In: *Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web*, 1339-1349, <http://dx.doi.org/10.1145/2872427.2883089>.

[16]Chen, N. & G. Gallego(2019), "Welfare analysis of dynamic pricing", *Management Science* 65(1): 139-151.

[17]Chopra, S. & L. F. White(2011), *A Legal Theory for Autonomous Artificial Agents*, University of Michigan Press.

[18]CMA(2018), "Pricing algorithms", <https://www.covcompetition.com/2018/11/the-cmas-paper-on-pricing-algorithms-collusion-and-personalised-pricing/>.

[19]Cormen, T. H. et al.(2001), *Introduction to Algorithms*, 2nd ed., MIT Press.

[20]Crandall, J. W. et al.(2018), "Cooperating with machines", *Nature Communications* 9:1-12.

[21]Deng, A.(2017), "Four reasons we may not see colluding robots anytime soon", <https://www.law360.com/competition/articles/970553>.

[22]Deng, A.(2018), "What do we know about algorithmic

tacit collusion", *Antitrust* 33(1): 88–95.

[23]Engel, C.(2015), "Tacit collusion: The neglected experimental evidence", Preprints of the Max Planck Institute for Research on Collective Goods, No. 2015/4.

[24]European Commission(2017), "Report from the commission to the council and the European parliament final report on the e-commerce sector inquiry", Commission Staff Working Document.

[25]Ezrachi, A. & M. E. Stucke(2017a), "Artificial intelligence & collusion: When computers inhibit competition", *University of Illinois Law Review* 2017(5): 1775–1810.

[26]Ezrachi, A. & M. E. Stucke(2017b), "Two artificial neural networks meet in an online hub and change the future(of competition, market dynamics and society)", *Oxford Legal Studies Research Paper*, No. 24/2017.

[27]Ezrachi, A & M. E. Stucke(2016), *Virtual Competition: The Promise and Perils of the Algorithm-Driven Economy*, Harvard University Press.

[28]Ezrachi, A. & M. E. Stucke(2020), "Sustainable and unchallenged algorithmic tacit collusion", *Northwestern Journal of Technology & Intellectual Property* 17(2): 217–260.

[29]Fisher, M. et al.(2015), "Competition-based dynamic pricing in online retailing: A methodology validated with field experiments", *Michigan Ross School of Business Working Paper*, No. 1265.

[30]Gal, M. S.(2018), "Algorithmic challenges to autonomous choice", *Michigan Technology Law Review* 25(1): 59–104.

[31]Gal, M. S.(2019), "Algorithms as illegal agreements", *Berkeley Technology Law Journal* 34(1): 67–118.

[32]Gal, M. S. & N. Elkin-Korren(2017), "Algorithmic consumers", *Harvard Journal of Law & Technology* 30(2): 309–353.

[33]Gautier, A. et al.(2020), "AI algorithms, price discrimination and collusion: A technological, economic and legal perspective", *European Journal of and Law Economics* 50: 405–435.

[34]Harrington, J. E.(2019), "Developing competition law for collusion by autonomous artificial agents", *Journal of Competition Law & Economics* 14(3): 331–363.

[35]Hwang, S. B. & S. Kim(2006), "Dynamic pricing algorithm

for e-commerce", In: T. Sobh & K. Elleithy(eds), *Advances in Systems, Computing Sciences and Software Engineering*, Springer.

[36]Ittoo, A. & N. Petit(2017), "Algorithmic pricing agents and tacit collusion: A technological perspective", In: J. Hervé & D. S. Alexandre(eds), *L'intelligence artificielle et le droit*, Bruxelles: Larcier.

[37]Ivaldi, M. et al.(2007), "The economics of tacit collusion: Implications for merger control", In: V. Ghosal & J. Stennek(eds), *The Political Economy of Antitrust*, Elsevier.

[38]Kaplow, L.(2013), *Competition Policy and Price Fixing*, Princeton University Press.

[39]Khemani, R. S.(1993), "Glossary of industrial organisation economics and competition law", OECD, <https://www.oecd.org/daf/competition/abuse/2376087.pdf>.

[40]Klein, T.(2019), "Autonomous algorithmic collusion: Q-learning under sequential pricing", *Tinbergen Institute Discussion Paper*, No. TI 2018–056/VII.

[41]Leslie, C. R.(2004), "Trust, distrust, and antitrust", *Texas Law Review* 82(3): 515–680.

[42]Levenstein, M. C. & V. Y. Suslow(2011), "Breaking up is hard to do: Determinants of cartel duration", *Journal of Law and Economics* 54(2): 455–492.

[43]Maskin, E. & J. Tirole(1988a), "A theory of dynamic oligopoly, I: Overview and quantity competition with large fixed costs", *Econometrica* 56(3): 549–569.

[44]Maskin, E. & J. Tirole(1988b), "A theory of dynamic oligopoly, II: Price competition, kinked demand curves, and Edgeworth cycles", *Econometrica* 56(3): 571–599.

[45]Mayer, C.(2021), "The future of the corporation and the economics of purpose", *Journal of Management Studies* 58(3): 887–901.

[46]Mehra, S. K.(2016a), "Antitrust and the robo-seller: Competition in the time of algorithms", *Temple University Legal Studies Research Paper*, No. 2015–15.

[47]Mehra, S. K.(2016b), "US v. Topkins: Can price fixing be based on algorithms?", *Journal of European Competition Law & Practice* 7(7): 470–474.

[48]Mehra, S. K.(2017), "Robo-seller prosecutions and anti-

trust's error-cost framework", *CPI Antitrust Chronicle* 1(2), <https://www.competitionpolicyinternational.com/robo-seller-prosecutions-and-antitrusts-error-cost-framework/>.

[49]Miklós-Thal, J. & C. Tucker(2019), "Collusion by algorithm: Does better demand prediction facilitate coordination between sellers?", *Management Science* 65(4):1552-1561.

[50]OECD(2017), "Algorithms and collusion: Competition policy in the digital age", <https://www.oecd.org/competition/algorithms-collusion-competition-policy-in-the-digital-age.htm>.

[51]Ohlhausen, M.(2017), "Should we fear the things that go beep in the night", <https://www.ftc.gov/public-statements/2017/05/should-we-fear-things-go-beep-night-some-initial-thoughts-intersection>.

[52]Petit, N.(2012), "The oligopoly problem in EU competition law", In: I. Liannos & D. Geradin(eds), *Handbook in European Competition Law*, Edward Elgar.

[53]Posner, R. A.(1969), "Oligopoly and the antitrust laws: A suggested approach", *Stanford Law Review* 21(6): 1562-1606.

[54]Salcedo, B.(2016), "Pricing algorithms and tacit collusion", Manuscript, PSU-Cornell 2015 Fall Macroeconomics Conference.

[55]Samuel, A. L.(1959), "Some studies in machine learning using the game of checkers", *IBM Journal of Research and Development* 3: 210-229.

[56]Schwalbe, U.(2019), "Algorithms, machine learning, and collusion", *Journal of Competition Law & Economics* 14(4): 568-607.

[57]Seele, P. et al.(2021), "Mapping the ethicality of algorithmic pricing: A review of dynamic and personalized pricing", *Journal of Business Ethics* 170: 697-719.

[58]Stigler, G. J.(1964), "A theory of oligopoly", *Journal of*

*Political Economy* 72(1): 44-61.

[59]Stucke, M. E. & A. Ezrachi(2016), "How pricing bots could form cartels and make things more expensive", <https://hbr.org/2016/10/how-pricing-bots-could-form-cartels-and-make-things-more-expensive>.

[60]Swarup, P.(2012), "Artificial intelligence", *International Journal of Computing and Corporate Research* 2(4), <http://www.ijccr.com/research/index.php/volume-2-issue-4-july-2012>.

[61]Tirole, J.(1988), *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press.

[62]Turing, A. M.(1950), "Computing machinery and intelligence", *Mind* 59(236): 433-460.

[63]Turner, D.(1962), "The definition of agreement under the Sherman Act: Conscious parallelism and refusals to deal", *Harvard Law Review* 75(4): 655-706.

[64]USACM(2017), "Statement on algorithmic transparency and accountability, Public Policy Council and ACM Europe Policy Committee.

[65]Van Uytsel, S.(2018), "Artificial intelligence and collusion: A literature overview", In: M. Corrales et al.(eds), *Robotics, AI and the Future of Law*, Springer.

[66]Veljanovski, C.(2020), "Pricing algorithms as collusive devices", <https://ssrn.com/abstract=3644360>.

[67]Waltman, L. & U. Kaymak(2008), "Q-learning agents in a Cournot oligopoly model", *Journal of Economic Dynamics and Control* 32(10): 3275-3293.

[68]Wilson, R. A. & F. C. Keil(1999), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, MIT Press.

[69]Zhou, N. et al.(2018), "Algorithmic collusion in Cournot duopoly market: Evidence from experimental economics", <http://export.arxiv.org/pdf/1802.08061>.