

供应链的定量分析：产能购买协同模型

在以前的坤麟报告中曾经有一篇文章谈到协同，协同本身指的是供应链体系内相关的两个或者更多方之间的协调，其目的是使协同的双方或多方能从中受益，实现真正意义上的双赢或者多赢。今天我们主要要看的是通过产能购买的方法来实现制造商与零售商之间、制造商与原材料供应商之间、制造商与外包商之间、或者是原材料供应商、制造商、零售商与第三方物流之间的协同双赢。我们主要从定量分析的方面来说明产能购买这个模型是如何提升协同双方的利润的。

从天生的角度来说，协同的双方是一对合作伙伴，因为他们协同工作为最终的消费者提供他们想要的产品。但他们也是一对利益矛盾体。就用零售商和制造商之间的关系来举个例子：零售商总是希望以更低的价格从制造商手中拿到产品；同样，对于制造商来说，一方面希望给零售商的价格越高越好，另一方面希望最终的零售价格越低越好，这样能够促进销售。双方的合作从根本上来说是找到一个利益平衡点，让双方都能从中受益。

在传统模型中，零售商根据销售情况和销售预测，再加上当前的库存状况来决定采购量和采购周期。当然，零售商往往会存留一些安全库存以保证维持一定的服务水平。同样，对于制造商来说，他们的任务就是准备充足的库存，当零售商需要的时候，能够保证按时送到零售商的仓库中。所以从库存管理的角度来说，制造商和零售商之间的合作某种程度上来说就是库存的分配和转移的合作，而如何分配，何时转移就是合作的关键了。

我们下面来看从坤麟以往的咨询项目中提炼出来的一个例子，通过这个例子我们可以看到在制造商和零售商之间建立新型的协同关系能够获得双赢。

在2005年的时候，坤麟为一家美国大型的零售商T(以下简称T)提供供应链管理咨询服务。在我们分析它的供应商，也就是消费品制造商的时候，我们发现有一些供应商主要为T提供产品，他们超过60%的产量通过T销售给最终消费者。而他们之间的合作方式比较传统：制造商通过T分析销售以及客户的需求，由此来决定生产计划，并且为通过T的销售准备库存。同样，T的仓库也为保证最优化的服务水平准备了安全库存。很明显，这种传统的合作方式把供应链中主要的风险集中在制造商身上，而制造商为了抵消这样的风险，不得不提高产品的价格。

在我们分析现有的这种协同方式的时候，我们关注于建立一种新型的协同方式，提高整个供应链的利润。从零售商的角度来说，如果希望能够获得更大的利润，T就希望能够降低采购的价格。当然，伴随着价格的降低，T就需要分担制造商的风险；从制造商的角度来说，因为供应链的大部分风险都在制造商身上，他们所希望的就是

通过与零售商的协同能够有效地降低风险。

根据现有的状况，我们需要设计出一种协同的方案，使双方都能够从中受益。我们所提供给T的方案就是：T向制造商购买产能，为制造商承担供应链中的一部分风险；而供应商因为T承担了部分风险，他们需要提供给T更低的价格。我们把这种协同的方案称之为产能购买。接下来，我们从定量分析的角度，详细来说一下这个方案。因为这个方案的定量分析方面比较复杂，在这儿，我们把分析简单化，只是把核心部分展示给大家。

T有一家制造商Z，我们就以他们之间的协同关系来说明这个方案。方案的基本是T保留Z的产能，相应的为保留产能支付给Z单位产品产能P美元。同时，当Z生产产品提供给T的时候，T为单位产品支付给W美元。我们假定T购买了K个产品的产能，所以无论T从Z购买多少产品，他都需要付给Z额外的K*P美元。另一方面，T保留了这些产能之后，Z不能运用这些产能为其它零售商生产产品；而T能从Z中获得的最大的产品数量是他们在Z保留的产能量，也就是K。相应的，T销售产品的零售价为R。

另外我们来定义一下制造商Z的成本：首先任何制造商都有一些固定的成本，例如固定资产的折旧，人员费用，办公费用等等，这些费用摊到产能上我们就可以定义单位产能的费用是Ck。同时，当制造商开始生产产品的时候，就出现了产品的成本，例如原材料的费用等等，这样，我们就定义生产产品的成本为C。

现在假定最终的需求量是D，加上上面的这些定义，我们可以很清楚地看到制造商Z从T的采购中获得的利润是： $(W-C) * D + (P-Ck) * K$ ；同样，零售商T销售制造商Z的产品的利润是： $(R-W) * D - K * P$ 。在传统的协同方案中，制造商Z从T的采购中获得的利润是： $(W-C) * D - Ck * (K-D)$ ，这里的K代表制造商的产能；相应的，零售商T销售制造商Z的产品的利润是： $(R-W) * D$ 。对比新旧模型，我们发现其实最大的差别是传统的模型是由制造商根据自身的情况来决定最优化服务水平，并且执行。而新的产能购买模型，决定最优化服务水平的是零售商。下面我们就看一下具体的实际情况是怎么样的：

我们假定实际的需求量从8到22是平均分布的，也就是说需求量为8的可能性是1/15，需求量为9的可能性也是1/15.....直到需求量为22的可能性也是1/15。同时我们假定产品的零售价R=4。在传统的协同模型中，制造商Z提供给零售商T的产品价格W=2，产品的成本C=0.6，单位产能的费用Ck=0.5。根据这些数据，制造商为了保证它自身的利润最大化，决定了自身的最优化服务水平是0.6（最优化服务水平的计算在这儿就不再化篇幅给大家作介绍了，如果有兴趣，可以参阅相关的资料，或者联系我们）。由此我们可以得出制造商Z的利润：（见下表）

需求量	概率	累计概率	收入	产能费用	产品成本	利润	利润*概率
8	0.066666667	0.066666667	16	8	4.8	3.2	0.213333333
9	0.066666667	0.133333333	18	8	5.4	4.6	0.306666667
10	0.066666667	0.2	20	8	6	6	0.4
11	0.066666667	0.266666667	22	8	6.6	7.4	0.493333333
12	0.066666667	0.333333333	24	8	7.2	8.8	0.586666667
13	0.066666667	0.4	26	8	7.8	10.2	0.68
14	0.066666667	0.466666667	28	8	8.4	11.6	0.773333333
15	0.066666667	0.533333333	30	8	9	13	0.866666667
16	0.066666667	0.6	32	8	9.6	14.4	0.96
17	0.066666667	0.666666667	32	8	9.6	14.4	0.96
18	0.066666667	0.733333333	32	8	9.6	14.4	0.96
19	0.066666667	0.8	32	8	9.6	14.4	0.96
20	0.066666667	0.866666667	32	8	9.6	14.4	0.96
21	0.066666667	0.933333333	32	8	9.6	14.4	0.96
22	0.066666667	1	32	8	9.6	14.4	0.96

上表中的第一列是需求量，如前文所说，我们假定需求量是从8到22。第二列是概率，我们假定每种需求量情况的概率是一样的。第三列是累计的概率。第四列是收入，根据产品销售给零售商T的价格2和需求量的乘积得来的，当需求量大于16时，因为产能的限制，只能提供16个产品给客户，所以收入就是32。第五列是产能费用，因为制造商决定自身的最优化服务水平是0.6，所以维持16个单位的产能的费用是 $0.5 \times 16 = 8$ 。第六列是产品的成本，是由需求量和单位产品的成本0.6的乘积得来的。在需求量大于16时，因为产能的限制，只能提供16个产品给客户，所以产品成本一直是14.4。第七列是利润，由收入减去产能费用和产品成本得来的。最后一列是利润*概率，代表的是当前需求量下的真正利润贡献。最终我们得出每种需求情况下的利润，加和最后一列的结果就是制造商的利润11.04，同时因为这是在最优化服务水平下得出的，也就表示了这是制造商Z可能获得的最大利润。

接下来我们看一下传统协同模式下零售商的利润情况。（见下表）

需求量	概率	累计概率	收入	成本	利润	利润*概率
8	0.066666667	0.066666667	32	16	16	1.066666667
9	0.066666667	0.133333333	36	18	18	1.2
10	0.066666667	0.2	40	20	20	1.333333333
11	0.066666667	0.266666667	44	22	22	1.466666667
12	0.066666667	0.333333333	48	24	24	1.6
13	0.066666667	0.4	52	26	26	1.733333333
14	0.066666667	0.466666667	56	28	28	1.866666667
15	0.066666667	0.533333333	60	30	30	2
16	0.066666667	0.6	64	32	32	2.133333333
17	0.066666667	0.666666667	64	32	32	2.133333333
18	0.066666667	0.733333333	64	32	32	2.133333333
19	0.066666667	0.8	64	32	32	2.133333333
20	0.066666667	0.866666667	64	32	32	2.133333333
21	0.066666667	0.933333333	64	32	32	2.133333333
22	0.066666667	1	64	32	32	2.133333333

上表中的第一列是需求量，需求量是从8到22。第二列是概率，我们假定每种需求量情况的概率是一样的。第三列是累计的概率。第四列是收入，根据产品的零售价4和需求量的乘积得来的，当需求量大于16时，因为产能的限制，只能提供16个产品给客户，所以收入就是64。第五列是成本，需求量和单位产品的成本，也就是制造商Z提供给零售商T的价格2的乘积得来的。在需求量大于16时，因为产能的限制，Z只能提供16个产品给T，所以产品成本一直是32。第六列是利润，由收入减去产能费用和产品成本得来的。最后一列是利润*概率，代表的是当前需求量下的真正利润贡献。最终我们得出每种需求情况下的利润，加和最后一列的结果就是零售商的利润27.2。

接下来我们看看产能购买协同模型之下的零售商T和制造商Z各自的利润情况：在产能购买协同模型下，由零售商来决定产能，根据前面提到的数据，零售商为了保证它自身的利润最大化，决定了自身的最优化服务水平是0.8286，这种情况下，我们就选择由零售商T向制造商Z购买20个单位的产能，同时，为保留产能支付T给Z单位产品产能 $P=0.35$ 。另外，当Z生产产品提供给T的时候，T为单位产品支付给W=1.6。由此我们可以得出制造商Z的利润：（见下表）

需求量	概率	累计概率	产品收入	产能收入	产能费用	产品成本	利润	利润*概率
8	0.066666667	0.066666667	12.8	7	10	4.8	5	0.3333333
9	0.066666667	0.133333333	14.4	7	10	5.4	6	0.4
10	0.066666667	0.2	16	7	10	6	7	0.4666667
11	0.066666667	0.266666667	17.6	7	10	6.6	8	0.5333333
12	0.066666667	0.333333333	19.2	7	10	7.2	9	0.6
13	0.066666667	0.4	20.8	7	10	7.8	10	0.6666667
14	0.066666667	0.466666667	22.4	7	10	8.4	11	0.7333333
15	0.066666667	0.533333333	24	7	10	9	12	0.8
16	0.066666667	0.6	25.6	7	10	9.6	13	0.8666667
17	0.066666667	0.666666667	27.2	7	10	10.2	14	0.9333333
18	0.066666667	0.733333333	28.8	7	10	10.8	15	1
19	0.066666667	0.8	30.4	7	10	11.4	16	1.0666667
20	0.066666667	0.866666667	32	7	10	12	17	1.1333333
21	0.066666667	0.933333333	32	7	10	12	17	1.1333333
22	0.066666667	1	32	7	10	12	17	1.1333333

与传统协同模型类似，上表中的第一列是需求量，第二列是概率，第三列是累计的概率，这三列都没有任何变化。第四列是产品收入，根据产品销售给零售商T的价格1.6和需求量的乘积得来的，当需求量大于20时，因为产能的限制，只能提供20个产品给客户，所以收入就是32。第五列是产能收入，因为零售商决定了产能是20，所以无论什么情况下，零售商T都要付给制造商Z保留产能的费用7。第六列是产能费用，20个单位的产能的费用是 $0.5 \times 20 = 10$ 。第七列是产品成本，是由需求量和单位产品的成本0.6的乘积得来的。在需求量大于20时，因为产能的限制，只能提供20个产品给客户，所以产品成本一直是12。第八列是利润，由收入和减去支出和得来的。最后一列是利润*概率，代表的是当前需求量下的真正利润贡献。最终我们得出每种需求情况下的利润，加和最后一列的结果就是制造商的利润11.8。这个利润额高于由制造商自身来决定产能情况下的利润，所以可以说，新的产能购买协同模型对于制造商来说更有利。

接下来我们看一下产能购买协同模式下零售商的利润情况：（见下表）

需求量	概率	累计概率	收入	产能成本	产品成本	利润	利润*概率
8	0.066666667	0.066666667	32	7	12.8	12.2	0.813333333
9	0.066666667	0.133333333	36	7	14.4	14.6	0.973333333
10	0.066666667	0.2	40	7	16	17	1.133333333
11	0.066666667	0.266666667	44	7	17.6	19.4	1.293333333
12	0.066666667	0.333333333	48	7	19.2	21.8	1.453333333
13	0.066666667	0.4	52	7	20.8	24.2	1.613333333
14	0.066666667	0.466666667	56	7	22.4	26.6	1.773333333
15	0.066666667	0.533333333	60	7	24	29	1.933333333
16	0.066666667	0.6	64	7	25.6	31.4	2.093333333
17	0.066666667	0.666666667	68	7	27.2	33.8	2.253333333
18	0.066666667	0.733333333	72	7	28.8	36.2	2.413333333
19	0.066666667	0.8	76	7	30.4	38.6	2.573333333
20	0.066666667	0.866666667	80	7	32	41	2.733333333
21	0.066666667	0.933333333	80	7	32	41	2.733333333
22	0.066666667	1	80	7	32	41	2.733333333

上表中的第一列是需求量，第二列是概率，第三列是累计的概率。这些和传统模型下的情况是一样的。第四列是收入，根据产品的零售价4和需求量的乘积得来的，当需求量大于20时，因为产能的限制，只能提供20个产品给客户，所以收入就是80。第五列是产能成本，因为零售商Z购买了20个单位的产能，所以产能成本就是 $20 \times 0.35 = 7$ 。第六列是产品成本，也就是制造商Z提供给零售商T的价格1.6和需求量的乘积得来的。在需求量大于20时，因为产能的限制，Z只能提供20个产品给T，所以产品成本一直是32。第六列是利润，由收入减去产能费用和产品成本得来的。最后一列是利润*概率，代表的是当前需求量下的真正利润贡献。最终我们得出每种需求情况下的利润，加和最后一列的结果就是零售商的利润28.52。这个利润额高于由制造商自身来决定产能情况下的利润，所以可以说，新的产能购买协同模型对于零售商来说也是更有利的。

我们进行了一些简单的定量分析来对比传统的协同模式和新的产能购买协同模式，我们发现在产能购买模式下，无论是零售商还是制造商的利润分别上升了4.85%和6.88%，所以很明显，新的产能购买模式对于双方来说都是有利的。

让我们更深层地去看一下这个模型创造的利润来自于什么地方？对比两种不同供应链体系下的协同状况，我们能看到最大的差别来自于不同的最优化服务水平的选

择。传统的模型下，制造商来决定最优化的服务水平，所以他们只考虑自身的利润最大化。当然，这本身无可厚非，但是如果考虑整个供应链的利润最大化，由制造商选择的最优化服务水平显然不能满足这个要求。产能购买模型就是规避了这个缺陷，为整个供应链体系产生了更大的利润，真正意义上实现了双赢。

上面我们所介绍的例子仅说明了零售商和制造商之间的关系，事实上，产能购买模型还适用于其它供应链体系中存在的双方的关系，例如：制造商和原材料供应商、零售商和第三方物流、甚至制造商和外包商之间。所以，充分地理解产能购买的协同模型对于提升整个供应链的利润，实现利润最大化是非常有益处的。