

# Study on the Mechanism of Hybrid Advantage in Economic Activities

Yali LI<sup>1</sup>, Huayuan Tang<sup>2</sup>, Xinqi Li<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Academy for Advanced Interdisciplinary Studies, Peking University, Beijing

<sup>2</sup>Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen Guangdong

<sup>3</sup>National Key Lab of Hybrid Rice, Hunan Hybrid Rice Research Center, Changsha Hunan

Email: \*xinqili@126.com

Received: Jan. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jan. 30<sup>th</sup>, 2020; published: Feb. 6<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The mathematical formula  $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  produces amplification effect, which may explain the heterosis seen frequently in biological species. As such, the utilization of heterosis can be applied to economics. In this study, heterosis in qualified product rate, work performance, and production efficiency were analyzed by matching tests of screw caps and bolts in two integrated screw factories, the rice processing trial and the cooperation efficiency of lab workers. The results showed that the mathematical model  $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  lead to economic heterosis. The bigger the difference of the qualified rates of bolts or nuts between two screw factories, the stronger the heterosis after integration; the higher the qualified rates of bolts or nuts of the two factories, the easier to produce higher qualified rates and heterosis of screws. These results demonstrate that heterosis can be appropriately applied to produce economic benefits.

## Keywords

Enterprise Integration, Hybridization, Work Performance, Hybridization Advantage, Heterobeltiosis

---

# 社会经济活动中杂交优势现象及其原理分析

李雅礼<sup>1</sup>, 唐华园<sup>2</sup>, 李新奇<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>北京大学前沿交叉学科研究院, 北京

<sup>2</sup>北京大学深圳研究生院, 广东 深圳

<sup>3</sup>湖南杂交水稻研究中心杂交水稻国家重点实验室, 湖南 长沙

Email: \*xinqili@126.com

---

\*通讯作者。

收稿日期：2020年1月9日；录用日期：2020年1月30日；发布日期：2020年2月6日

## 摘要

$A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  产生的放大效应可能是生物杂交优势形成的原因。经济活动中同样也能够产生杂种优势现象。本研究借助于螺丝帽和螺丝栓的配对试验、大米加工试验和实验人员合作等案例，研究企业合并后产品合格率、工作绩效、生产效率等方面的杂交优势，结果表明， $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  导致经济学上杂交优势现象的产生；企业合并双方各环节产品合格率、工作绩效、生产效率等差异越大，越能够产生强的杂交优势。合并双方产品合格率、工作绩效、生产效率高，合并后产品合格率、工作绩效、生产效率高并且较易产生杂交优势；充分利用合并合作产生的杂交优势能够显著提高经济效益。

## 关键词

企业合并，杂交，生产效率，杂交优势，超亲优势

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

杂交优势是自然界中的一个普遍现象。两种遗传基础不同的植物或动物进行杂交，其杂种一代常常器官发达、体型增大，产量、抗性、活力提高，表现出强大的生长速率和代谢功能，杂交玉米杂交水稻等农作物表现出了强大的优势而被广泛利用。但是生物杂交优势产生的本质是什么，一直没有令人信服的答案[1]。人们在谈到企业合并或者合作时，常说很期望产生杂交优势。那么，企业合并合作与生物杂交优势现象是否真的存在共性关联，形成优势是否遵循共同的原理，值得研究。弄清企业合并合作与生物杂交优势的关系以及企业合并合作后工作效力产生杂交优势的规律，在社会经济生活中具有重要的理论和实践意义。

## 2. 研究方法和过程

### 2.1. 螺丝栓与螺丝帽的配对试验

我们假设甲、乙两个螺丝工厂生产相同螺丝，产量相同；螺丝帽和螺丝栓组成螺丝是随机组合的；螺丝帽和螺丝栓都为合格品时，组合后的螺丝才为合格品。为简化研究，取代表甲、乙两工厂的相同型号 M6 螺丝栓和螺丝帽各 200 个，分别用标记笔涂红各 100 个，设为合格品；涂蓝各 100 个设为非合格品。以不同合格品比例的总数 100 个螺丝帽置于纸箱中充分混合，以不同合格品比例的总数 100 个螺丝栓置于另一纸箱中充分混合，每次随机抽出螺丝帽与螺丝栓各一个，进行配对，螺丝帽与螺丝栓均为红色的为合格品，其他为非合格品。全部抽出配对后计算合格品比例，3 次重复的百分数平均为合格品百分率。计算甲、乙两工厂亲本(比如亲本 A、亲本 B)及合并后(比如 A 和 B 杂交)的螺丝合格品率。杂交优势(超亲优势)率 = (杂交样本值 - 大值亲本值) ÷ 大值亲本值 × 100%。

## 2.2. 大米加工试验

供试品种为 Hd112, Hd117 两个稻谷品种。供试碾米机组 I 和碾米机组 II, 各由一台糙米机(I、II)和一台精米机(I、II)组成, 均为实验用小型测试仪器。出糙和碾精过程中, 都会产生米粒断裂。整糙米是指无破损的完整糙米, 整精米系指肉眼观察无破损的完整精米粒。各糙米机加工稻谷, 去壳得到整糙米和碎米, 整糙米粒数与总谷粒数之比为糙米机整粒率。取糙米机加工后的整糙米和碎米, 用精米机加工精米, 调查加工后的整粒精米数与整糙米数之比, 为精米机整粒率。将糙米机 I 和 II 加工稻谷去壳得到的完整糙米及碎米混合, 使糙米机整粒率为糙米机 I 和 II 整粒率的平均值, 作为杂交糙米样本, 取同等量分别用精米机 I 和 II 加工精米, 调查加工后的整粒精米数之和与整粒糙米数之和的百分比, 即为杂交样本精米机整粒率。加工后的整精米粒数与稻谷总粒数的百分比为稻谷整粒精米率。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 螺丝栓与螺丝帽的配对试验结果

根据表 1 各组处理亲本和其杂交样本测定的螺丝合格品百分率, 进行 u 测验, 除了 QR 杂交外, 其他杂交样本螺丝合格品率测定值与它们的亲本样本的螺丝合格品率测定值均差异显著。在每个杂交样本的亲本样本螺丝合格品率期望值都相等的情况下, 除了 QR 杂交外, 实验中杂交样本的螺丝合格品率均比亲本样本得到了显著提高。AB 杂交、CD 杂交、EF 杂交、GH 杂交均来自螺丝合格品率期望值为 18% 的亲本样本, 但杂交优势率分布从 3.66% 到 61.42% 不等。亲本 G 亲本 H 之间的螺丝栓合格品率及螺丝帽合格品率差异最大, 它们的杂交样本表现最高的杂交优势率。MN 杂交和 OP 杂交均来自螺丝合格品率期望值为 12% 的亲本, 但是它们的杂交优势率相差 2 倍, 差异来源于亲本 M、亲本 N 之间螺丝栓和螺丝帽合格品率比亲本 O、亲本 P 之间的差异小。KL 杂交表现最高的螺丝合格品率, 它们亲本的螺丝合格品率也最高。GH 杂交和 IJ 杂交的亲本螺丝栓和螺丝帽合格品率平均值高, 它们的螺丝合格品率也表现较高。

**Table 1.** Percentage of qualified screws of each group of parents and their hybrid samples

**表1.** 各组亲本及其杂交样本螺丝合格品百分率

亲本及组合	螺丝栓合格品率(%)	螺丝帽合格品率(%)	螺丝合格品率(%)	杂交优势率(%)	亲本及组合	螺丝栓合格品率(%)	螺丝帽合格品率(%)	螺丝合格品率(%)	杂交优势率(%)
亲本 A	20	90	18.33		亲本 K	60	60	35.67	
亲本 B	30	60	17.33		亲本 L	40	90	35.67	
AB 杂交	25	75	19.00	3.66	KL 杂交	50	75	37.67	5.61
亲本 C	30	60	17.67		亲本 M	20	60	12.33	
亲本 D	60	30	18.67		亲本 N	30	40	12.00	
CD 杂交	45	45	20.67	10.71	MN 杂交	25	50	12.67	2.76
亲本 E	20	90	18.00		亲本 O	20	60	11.67	
亲本 F	60	30	17.67		亲本 P	40	30	12.00	
EF 杂交	40	60	23.33	29.61	OP 杂交	30	45	12.67	5.58
亲本 G	90	20	19.00		亲本 Q	30	80	24.33	
亲本 H	20	90	17.67		亲本 R	40	60	24.00	
GH 杂交	55	55	30.67	61.42	QR 杂交	35	70	24.33	0.00
亲本 I	30	80	24.00		亲本 S	30	80	23.33	
亲本 J	80	30	24.67		亲本 T	60	40	23.67	
IJ 杂交	55	55	30.33	22.94	ST 杂交	45	60	26.33	11.24

### 3.2. 大米加工试验结果

由表 2, 经  $u$  测验, 通过混合两个糙米机的糙米, 再由两个精米机同等量分别加工, 两个杂交样本稻谷整精米率均与它们的亲本样本稻谷整精米率差异显著, 杂交样本稻谷整粒精米率得到了提高。Hd112 的杂交样本稻谷整粒精米率比大值亲本机组 II 的提高了 8.52%。Hd117 的杂交样本稻谷整粒精米率比大值亲本机组 I 的提高了 4.42%。

**Table 2.** Rice processing results of different rice varieties and processing methods  
**表 2.** 不同稻米品种及加工方法的大米加工结果

稻谷品种	加工方法	碾糙米			碾精米			稻谷整精米率 (%)
		稻谷粒数	整糙米粒数	糙米机整粒率 (%)	整糙米粒数	整精米粒数	精米机整粒率 (%)	
Hd112	机组 I	16000	15391	96.19	15391	7303	47.45	45.64
	机组 II	16000	8259	51.62	8259	7458	90.30	46.61
	杂交	32000	23650	73.91	23650	16184	68.43	50.58
Hd117	机组 I	12000	11361	94.68	11361	6079	53.51	50.66
	机组 II	12000	6867	57.23	6867	5914	86.12	49.28
	杂交	24000	18228	75.95	18228	12695	69.65	52.90

### 3.3. 优势超亲的原理分析

以上述螺丝工厂合并为例, 只要甲、乙两工厂螺丝合格品率相同, 而螺丝帽和螺丝栓的合格品率不同, 新工厂螺丝合格品率一定会高于原来工厂的合格品率。数学原理  $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  是产生超亲优势的基本动力, 证明如下。

设  $A$  和  $B$  分别是甲工厂和乙工厂的螺丝帽合格品率,  $a$  和  $b$  分别是甲工厂和乙工厂的螺丝栓合格品率, 那么  $A \times a$  和  $B \times b$  分别是甲工厂和乙工厂的螺丝合格品率, 甲工厂和乙工厂的螺丝合格品率相同, 即  $A \times a = B \times b$ , 两个工厂的螺丝帽混合, 螺丝栓混合, 混合后组装为螺丝的合格品率为  $\frac{A+B}{2} \times \frac{a+b}{2}$ 。需要证明

$$\frac{A+B}{2} \times \frac{a+b}{2} > A \times a (\text{或 } B \times b)$$

上式演化成:

$$(A \times a) + (B \times a) + (A \times b) + (B \times b) > 4(A \times a)$$

$$(B \times a) + (A \times b) > 4(A \times a) - (A \times a) - (B \times b)$$

因为  $A \times a = B \times b$ , 得到  $(B \times a) + (A \times b) > 2(A \times a)$ ;

不等式两边分别除以  $A \times a$ , 得到

$$\frac{B \times a}{A \times a} + \frac{A \times b}{A \times a} > 2;$$

用  $B \times b$  替代  $\frac{A \times b}{A \times a}$  中的  $A \times a$ , 进而得到  $\frac{B \times a}{A \times a} + \frac{A \times b}{B \times b} > 2$ ;

即有  $\frac{B}{A} + \frac{A}{B} > 2$ ,  $B$ 和 $A$ 是正数, 两边同时乘以 $AB$ , 得到

$$A^2 + B^2 > 2AB$$

$A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  是数学公式, 说明原假设是成立的。即:

$$\frac{A+B}{2} \times \frac{a+b}{2} > A \times a (\text{或 } B \times b)$$

一个产品由多个元部件组成时, 或者一个工作由多个步骤完成时, 在  $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  的作用下, 同样可表现出合格品率或者工作效率的超亲优势。两工厂在产品合格品率相同的条件下, 各工厂多个元部件合格品率相乘的乘积仍然要小于两工厂各元部件合格品率平均数的乘积。即

$$\begin{aligned} & \frac{A_1 + B_1}{2} \times \frac{A_2 + B_2}{2} \times \frac{A_3 + B_3}{2} \times \cdots \times \frac{A_n + B_n}{2} \\ & > A_1 \times A_2 \times A_3 \times \cdots \times A_n \\ & = B_1 \times B_2 \times B_3 \times \cdots \times B_n \quad (A_1, A_2, A_3, \cdots, A_n \text{ 和 } B_1, B_2, B_3, \cdots, B_n > 0) \end{aligned}$$

证明如下,

$$\because A_1 \times A_2 \times A_3 \times \cdots \times A_n = B_1 \times B_2 \times B_3 \times \cdots \times B_n \quad (A_1, A_2, A_3, \cdots, A_n \text{ 和 } B_1, B_2, B_3, \cdots, B_n > 0)$$

$$\frac{A_1 + B_1}{2} > \sqrt{A_1 B_1} \quad (1)$$

$$\frac{A_2 + B_2}{2} > \sqrt{A_2 B_2} \quad (2)$$

$$\frac{A_3 + B_3}{2} > \sqrt{A_3 B_3} \quad (3)$$

...

$$\frac{A_n + B_n}{2} > \sqrt{A_n B_n} \quad (n)$$

$$(1) \times (2) \times (3) \times \cdots \times (n)$$

$$\begin{aligned} \therefore & \frac{A_1 + B_1}{2} \times \frac{A_2 + B_2}{2} \times \frac{A_3 + B_3}{2} \times \cdots \times \frac{A_n + B_n}{2} \\ & > \sqrt{A_1 B_1} \times \sqrt{A_2 B_2} \times \sqrt{A_3 B_3} \times \cdots \times \sqrt{A_n B_n} \\ & = A_1 \times A_2 \times A_3 \times \cdots \times A_n \\ & = B_1 \times B_2 \times B_3 \times \cdots \times B_n \quad (A_1, A_2, A_3, \cdots, A_n \text{ 和 } B_1, B_2, B_3, \cdots, B_n > 0) \end{aligned}$$

上述结论可以通过4个环节完成的植物组织培养工作进行验证。植物组织培养过程可分为4个阶段, 即接种诱导产生愈伤组织, 愈伤分化形成植株, 植株生成绿苗, 绿苗成活完成生命周期。如果甲乙两个工厂都从事这项工作, 甲工厂的愈伤组织诱导率为80%, 植株分化率为60%, 绿苗率为40%, 绿苗成活率为90%; 乙工厂的愈伤组织诱导率为40%, 植株分化率为90%, 绿苗率为80%, 绿苗成活率为60%; 它们组培有效率甲为80% × 60% × 40% × 90%, 乙为40% × 90% × 80% × 60%, 均为17.28%。如果甲乙两工厂合并, 工作量均分, 结果平均愈伤诱导率将为60%, 平均植株分化率为75%, 平均绿苗率为60%, 平均绿苗成活率为75%, 合并后组织培养有效率提高到了20.25%, 杂交优势率达到17.19%。

#### 4. 讨论

螺丝工厂合并时, 合并双方螺丝栓及螺丝帽合格品率差异越大, 杂交优势越强; 与生物遗传学上杂

交优势现象表现一致, 遗传差异大杂交优势强[2]。在超亲优势效应公式  $\frac{A+B}{2} \times \frac{a+b}{2} > A \times a (A \times a = B \times b)$  中, 可以看到, 公式左边数值越大, 产生的超亲优势越强。当两个工厂螺丝合格率相同 ( $A \times a = B \times b$ ), 双方螺丝栓或螺丝帽合格率差异增大时,  $(A+B) \times (a+b)$  乘积会增大, 合并后超亲优势增强。本结论同时也可解释工作单位内部“近亲繁殖”的危害, 近亲繁殖单位的同事之间技能相似, 同事之间各个环节的效率差异相对较小, 合作时较难产生显著的杂交优势。

如果两个工厂螺丝栓和螺丝帽合格率都比较高,  $\frac{A+B}{2} \times \frac{a+b}{2}$  表现数值大, 工厂合并后容易获得高螺丝合格率, 并且较易产生超亲优势, 此现象与生物杂交优势现象表现相似。合并发生在两个优秀的企业之间, 合并后获得更高效益的可能性更大。

$A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  也可能同样适用于生物性状产生杂种优势。在一个基因位点上有功能强弱不同的各种突变基因。生物性状的形成需要上下游基因的共同作用, 上游基因或者下游基因功能大小不同的话, 会影响到该性状的最终表现。例如, 假设 C 是某种生物的抗虫基因, C1 和 C2 是有差异的一对等位基因, C1 和 C2 产生的功能强弱不同的杀虫蛋白, 1  $\mu\text{g}$  的杀虫蛋白 C1 和 C2 分别能杀虫 2 只和 8 只; D 是决定此杀虫蛋白产量的基因, D1 和 D2 是有差异的一对等位基因, D1 和 D2 产生的功能强弱不同的杀虫蛋白合成酶。在同样条件下, D1 和 D2 分别合成 8  $\mu\text{g}$  的 C1 或 C2 和 2  $\mu\text{g}$  的 C1 或 C2。甲品种基因型为 C1C1D1D1, 乙品种基因型为 C2C2D2D2, 基因型 C1C1D1D1 能使甲品种杀虫 16 只 ( $2 \times 8$ ), 基因型 C2C2D2D2 使乙品种也能杀虫 16 只 ( $8 \times 2$ )。甲品种与乙品种的杂交一代基因型是 C1C2D1D2, 能够生产 C1 蛋白 2.5  $\mu\text{g}$  和 C2 蛋白 2.5  $\mu\text{g}$ , 其杀虫能力是  $2.5 \times 2 + 2.5 \times 8 = 25$  只, 杂交一代杀虫能力可能产生 56.25% 的超亲优势。生物杂交优势现象可能由简单数学原理  $A^2 + B^2 > 2AB (A \neq B, A, B > 0)$  所形成。

## 参考文献

- [1] 付进刚, 覃吕高, 陈克平. 杂种优势机理的研究进展[J]. 生物学杂志, 2013, 30(1): 68-70.
- [2] 刘增兵, 姜景彬, 杨欢欢, 姜秀明, 李景富. 植物杂种优势的研究进展[J]. 分子植物育种, 2019, 17(12): 4127-4134.