

# 饲料制粒和膨化技术资料

美国 CPM 制粒机公司



美国饲料谷物协会北京办事处

# 目 录

一	为什么要进行制粒.....	(1)
二	制粒 .....	(22)
三	调质 .....	(65)
四	蒸汽系统 .....	(75)
五	压模使用与维护 .....	(81)
六	冷却器与冷却 .....	(93)
七	维护.....	(100)
八	膨化机.....	(103)
九	用经济压膨化的玉米、高粱和豆粕喂养哺乳期的仔猪 .....	(110)

# 一、为什么要进行制粒

著者：Ron Turner

译者：毛英发

校对：王 琮

和喂同样配方的粉料相比，喂颗粒料至少有六大好处，它们是：

- 1、料肉比得以改进；
- 2、经制颗粒后可以避免动物挑食；
- 3、使得储存和运输更为经济；
- 4、使料变得更易搬运，流动性更好；
- 5、减少或避免由于被风吹散而造成的损失；
- 6、能破坏动物饲料中的沙门氏菌。

# 为什么要进行制粒

喂颗粒料与喂相同配方的粉料相比至少有六大好处，它们是：

## 料肉比得以改进

在某些饲料中，制粒之前所进行的蒸汽调制导致饲料中发生化学变化，使被饲动物有可能更迅速地消化饲料并转化为体重增加。这一点对禽类和猪类的全价高能饲料则尤为适用。与粉料相比，调制度适的粒料所进行的喂养试验结果表明在饲料转换率方面要好 10%。

## 制粒能避免被饲动物挑食

喂颗粒料的动物被迫摄入配方中所包括的原料成分，防止发生在喂料时所见的、被饲动物只拣自己所爱吃的、拒绝摄入其它成分的现象。从饲料报酬得以改进可以看出这一好处。

## 使得储存运输更为经济

经制粒一般会使粉料的散装密度增大 40% 至 100%，这样，就能以同样的比例减少所需的仓容。例如，对脱水紫花苜蓿进行制粒将使经破碎的紫花苜蓿的散装密度由大约为 17 磅/立方英尺增加至大约 34 磅/立方英尺。这样在同一料塔内就可储存相当于粉料量两倍的紫花苜蓿粒料。此外，在一个火车车皮或卡车中也可装运相当于粉料量两倍的粒料，可以大大节省运输费用。

## 更易于搬倒，流动性更好

许多类型的粉料，特别是轻抛型、带绒毛、加糖蜜或加大量脂肪以及尿素饲料往往会粘挂在客户的料仓内。粒料的流动性要好得多。而且，对那些应用小型、高速螺旋喂料器于奶牛或家禽业的客户说来，粒料容易被输送，而不会象粉料那样会出现憋堵、需要加以敲打之类的问题。

## 减少或去除由于风刮走所造成的饲料损失

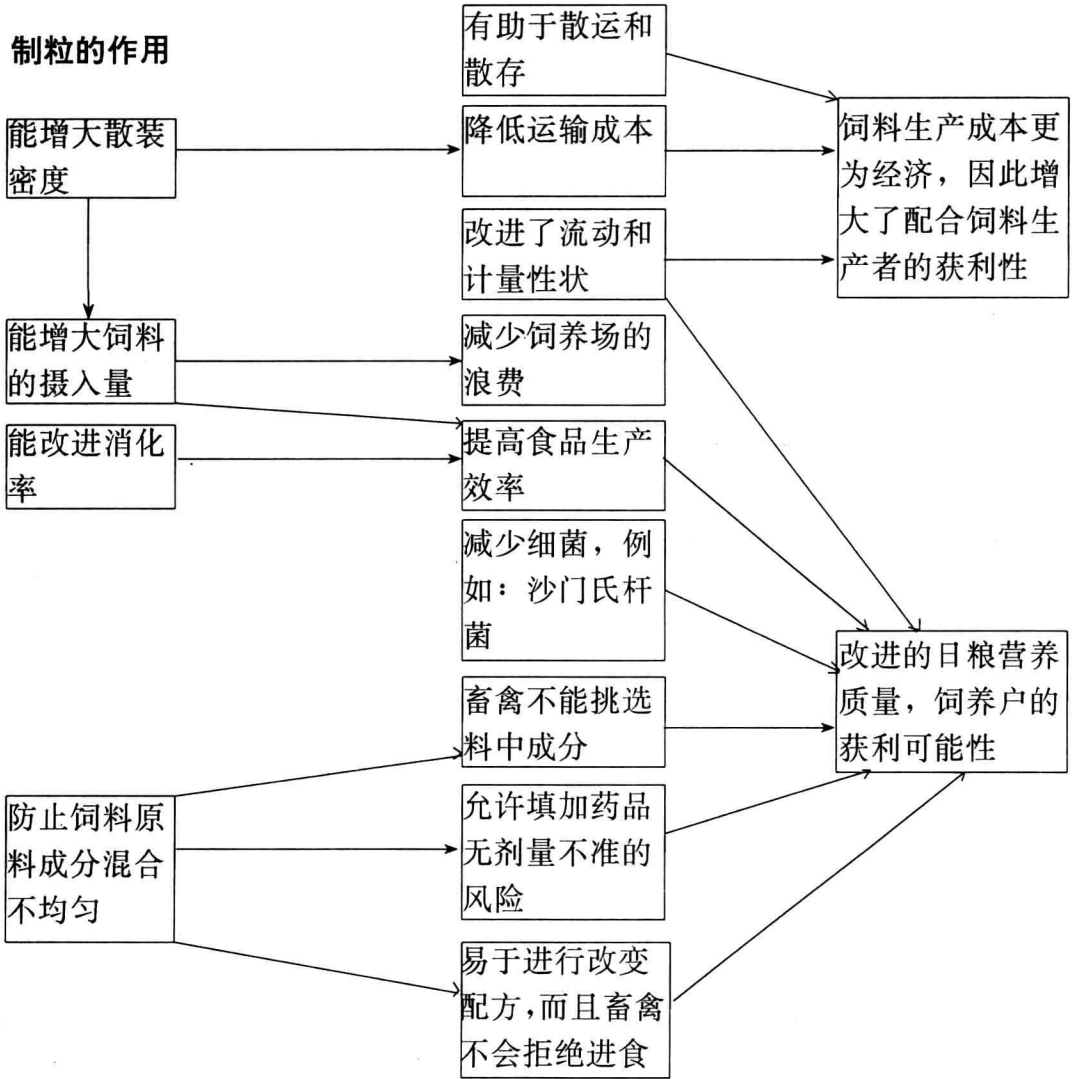
用露天堆放或土堤仓堆放的粉料饲喂会导致很大一部分粉料被风吹走，经制粒后密度加大的料能很好地解决这一浪费问题。

### 杀灭动物饲料中的沙门氏菌

沙门氏菌在被动物摄入体内后会留在动物组织内，人食后就会引发被称作是沙门氏杆菌病的肠道疾病。

美国农业部（食品和药物管理局）已经建议采用制粒方法杀灭可能存在于动物饲料中的沙门氏菌来预防沙门氏杆菌病。对这种菌的杀灭是在调制过程（高温）再加上制粒过程中摩擦所生热量以及压力的状况下完成的。

# 制粒的作用



### 制粒料对照粉料—#1

制颗粒料实际上有几种好处，将它们合在一处就是为什么 100% 的美国商品肉鸡生产采用颗粒料而不用粉料。制粒的一个十分重要的益处、也即是从成本方面制粒之所以立得住脚的原因是能改进饲料报酬（生产单位重量的肉所需的饲料量）。它也就等于在饲料总体成本方面的节约。

### 制粒料对照粉料—#2

根据美国一家主要的肉鸡生产公司的首席营养师讲，不管配方如何，只要进行制粒就可把饲料转换率改进 4% 至 6%。如果你基于 3% 至 6% 的比例来计算效益的改进，你当然是在美国肉鸡业所期望的范围内。如果你保持现有的产肉水平，你可通过用你的主要饲料原料成份（包括粮食、副产品、蛋白质，但不包括维生素等）的年度成本减去乘以上面所述的合适的百分比值所得数额 可计算出年度节省数额。

### 制粒料对照粉料—#3

除在饲料报酬方面的改进外，颗粒料还有其它好处，诸如易于搬运、粉尘损耗低等。在喂多尘屑的粉状料时，以及在运输这些粉料时常会出现问题。虽然，用一个经济方面的术语去正确定义是十分困难的，但杜绝这种损耗也是一项重要的节约。而且，颗粒料中各种成分互相分离的可能性也减少了，这有助于克服禽类光拣它们喜欢吃的成分，而丢弃其它饲料成分的倾向。结果就更能保证每只鸡都能摄入营养平衡的日粮。另一个重要的好处是制粒料已被证实能大大减少经常存在于饲料成分中的沙门氏杆菌。

### 制粒料对照粉料—#4

以上所述统统是有益的方面。在方程式另一侧，也即是需增加成本的一侧是，颗粒料饲喂需要给鸡断喙。此外，还应对加工成本进行估测。我们一般将生产颗粒料所需电耗估为 9.5 ~ 10.5 千瓦/公吨（160~180 磅/马力·小时），将蒸汽耗用量大约估为 50 公斤蒸汽/公吨饲料。最明显需要加以保养的部件是压模和辊，尽管条件千差万别，我们认为合理的使用期限应为 15, 000 到 20, 000 吨加工量。显而易见，机器设备和开动和停止都需要操作人员严加照看，在运转过程中还需进行定期检查。

表 1. 制粒对猪性能的影响

参考文献	生产阶段	粉料			粒料			评 价	
		猪头数	平均日 <sup>1</sup> 增重	平均日 <sup>1</sup> 采食量	肉料比	平均日 <sup>1</sup> 增重	平均日 <sup>1</sup> 采食量		肉料比
Gill & Oldfield(1965)	生长—育肥 哺乳期	32	0.98	3.13	0.31	1.02	2.92	0.35	制粒质量差,对性能无改进 制粒料 再粉碎制粒料
Jensen & Becker(1965)		96	0.27	0.44	0.62	0.24	0.37	0.65	
NCR—42(1969)	生长—育肥	556	0.77		0.31	0.78		0.32	肉料比改进 3%
Hanke. et. al(1972)	生长—育肥	379	0.75		0.29	0.8		0.31	
Braid. et. al(1973)	哺乳—育肥	120	0.69	2.52	0.27	0.72	2.43	0.3	平均日增重改进 4%,肉料比改进 7%
Tribble. et. al(1979)	生长—育肥	144	0.62	2.54	0.24	0.7	2.6	0.27	
Harris. et. al(1979)	生长—育肥	95	0.61	2.35	0.26	0.66	2.18	0.3	平均日增重和肉料比改进 12%
Tribble. et. al(1980)	生长—育肥	120	0.67	2.28	0.29	0.66	2.51	0.26	劣质粒料,平均日增重改进 8%
Skoch. et. al(1983)	哺乳期	48	0.61	1.35	0.45	0.71	2.1	0.34	劣质粒料,平均日增重改进 8%
Hanrahan(1984)	生长—育肥	48	0.75	2.79	0.27	0.73	2.16	0.34	
Walker. et. al(1989)	哺乳期			0.31	0.66	0.67	1.36	0.49	粒料,平均日增重改进 6%,肉料比改进 17%
Wondra. et. al(1994)	育肥期	160	0.96	3.22	0.30	0.79	2.89	0.27	
						0.486	1.94	0.25	平均日增重改进 5%
						0.492	1.94	0.25	颗粒持久性 69%
						1	0.55	0.73	颗粒持久性 62%
							3.16	0.32	肉料比改进 11%
									平均日增重改进 4%,料肉比改进 6%

<sup>1</sup> 单位:公斤



表 2. 制粒对肉鸡性能的影响

料参考文	粉 料		粒 料		评 价				
	平均日 增重 (克)	料肉比	平均日 增重 (克)	料肉比					
Hussar and Robbier (1962)	18.8	2.17	23.6	1.98	粒料				
			21.2	2	重新粉碎粒料				
Hull (1968)	18.9	1.56	19.3	1.48	粒料				
			18.3	1.61	重新粉碎粒料				
Runnels. et. al (1976)	42	2.14	47	2.1	粒料 (未筛)				
			44.9	2.11	粒料 (筛过)				
			44.5	2.12	粗屑料				
			44.7	2.12	1/2 粒料, 1/2 粗屑料				
Proudfoot and Sefton (1978)	实验 1	34	2.1	33.6	2.09	100% 细粉			
				35.3	2.02	45% 细粉			
				35.5	2.02	35% 细粉			
				35.6	2.03	25% 细粉			
				35.8	2.01	15% 细粉			
				36.5	2.04	5% 细粉			
				36.4	2.01	0% 细粉			
	实验 2	39.2	2.11	38.7	2.11	100% 细粉			
				39.3	2.06	80% 细粉			
				40.5	2.06	60% 细粉			
				40.9	2.05	40% 细粉			
				41.6	2.04	0% 细粉			
				Choi. et. al (1986)	35.1	2.69	39.3	2.67	
				Scheideler (1991)	---	---	43.3	2.08	25% 细粉
42.2	2.13	75% 细粉							

## 制粒和细微碎屑以及它们对哺乳和育肥期猪只的生长性能和营养消化率的影响

表 1. 饲料的组成 (以实际饲喂为基础)

组成成分	哺乳期试验		育肥试验 c
	第一阶段 a	第二阶段 b	
玉米	37.07	53.2	79.44
豆粕 (48%粗蛋白)	16	25	14.45
喷雾干燥猪血浆	7.5		
喷雾干燥猪血粉	2.5	2.5	
喷雾干燥猪乳清	20	10	
赖氨酸	10		
豆油	3	5	3
磷酸—钙	2	1.94	1.12
石灰石	0.74	0.96	1.05
赖氨酸——盐酸	0.1	0.07	0.06
DL—蛋氨酸	0.11		
盐		0.2	0.3
维生素预混物	0.25d	0.25d	0.17e
微量矿物质预混物	0.15f	0.15f	0.11g
硫酸铜	0.08	0.08	
抗生素	0.5h	0.50h	0.10i
氧化铬		0.15	0.2

a. 第一阶段饲料配方为 1.5% 赖氨酸, 0.40% 蛋氨酸, 0.90% 钙, 0.80% 磷和 3.38 兆卡可消化能/公斤

b. 第二阶段饲料配方为 1.25% 赖氨酸, 0.32% 蛋氨酸, 0.90% 钙, 0.80% 磷和 3.57 兆卡可消化能/公斤

c. 饲料配方为 0.7% 赖氨酸, 0.65% 钙, 0.55% 磷

d. 提供有 (每公斤饲料): 11,013 国际单位的维生素 A; 1,101 国际单位维生素 D<sub>3</sub>, 44.1 国际单位维生素 E; 3mg 维生素 K (甲萘醌); 8.3mg 核黄素; 28.6mg 泛酸 (泛酸二钙); 49.9mg 烟酸; 165.2mg 胆碱和 0.03mg B<sub>12</sub>

e. 提供有（每公斤饲料）：7, 489 国际单位的维生素 A；749 国际单位维生素 D<sub>3</sub>，30 国际单位维生素 E；3mg 维生素 K（甲萘醌）；5.6mg 核黄素；19.5mg 泛酸（泛酸二钙）；33.7mg 烟酸；112.3mg 胆碱和 0.02mg B<sub>12</sub>

f. 提供有（每公斤饲料）：165mg 铁，165mg 锌，40mg 锰，16.5mg 铜，3mg 碘和 3mg 硒

g. 提供有（每公斤饲料）：121mg 铁，121mg 锌，29mg 锰，16.5mg + A13 铜，2mg 碘和 2mg 硒

h. 提供有（每公斤饲料）：110mg 金霉素，110mg 磺胺噻唑和 55mg 青霉素

i. 提供有（每公斤饲料）：110mg 金霉素

表 3. 颗粒料中的细微尘屑对哺乳期猪生长性能的影响（试验 2）a

试 验 内 容	粉 料	细微尘屑比例			标准机误
		0%	15%	30%	
平均日增重, 克 b	425	469	455	454	14
平均日采食量, 克 a	828	772	781	771	14
肉料比, 克/公斤 c	513	608	583	589	16
每日积累的细尘屑, 克 校正值 d		29	66	60	15
平均日采食量, 克		777	792	781	15
肉料比, 克/公斤		604	574	581	22
表观消化率, %					
干物质	81.3	85.0	84.3	83.8	0.6
氮 c	76.7	81.3	79.9	79.2	1.1

a. 总数为 120 头猪（每栏 6 头，每种试验料 5 栏）

b. 粉料对照颗粒料（ $P < 0.06$ ）

c. 粉料对照颗粒料（ $P < 0.01$ ）

d. 校正为每日采食量的正交值

表 2. 颗粒料中的细微尘屑对哺乳期猪生长性能的影响 a

试 验 内 容	粉 料	细微尘屑比例		标准机误
		0%	25%	
平均日增重, 克	465	487	491	16
平均日采食量, 克	790	729	755	26
肉料比, 克/公斤 bc	589	668	650	6
每日积累的细尘屑, 克 d		55	151	7
校正值 f				
平均日采食量, 克		738	780	36
肉料比, 克/公斤		650	629	8
表观消化率, %				
干物质	83.2	84.9	84.7	1.0
氮	75.6	79.0	80.9	1.9

a. 总数为 126 头猪 (每栏 6 头, 每种试验料 7 栏)

b. 粉料对照颗粒料 ( $P < 0.01$ )

c. % 对 25% 的细微尘屑 ( $P < 0.07$ )

d. % 对 25% 的细微尘屑 ( $P < 0.01$ )

e. 粉料对颗粒料 ( $P < 0.09$ )

f. 校正为每日采食量的正交值

表 4. 颗粒料中的细微尘屑对育肥猪生长性能的影响 a

试 验 内 容	粉 料	细微尘屑比例				标准机误
		0%	20%	40%	60%	
平均日增重, 克	932	958	957	961	939	22
平均日采食量, 克	2579	2535	2658	2661	2648	85
肉料比, 克/公斤 b	362	379	360	361	355	8
表观消化率, %						
干物质 cd	83.3	84.5	83.7	84.5	84	3.0
氮	77.1	78.4	76	77.7	76.4	9
胴体性状						
背膘厚度, 毫米						
平均	27.8	28.4	27.5	28	28.2	0.08
第十根肋骨处	21.2	22.5	22.7	22.7	22.2	0.12
背最长肌, 厘米 <sup>2</sup>	34.3	34.2	33.8	33.9	35.9	0.9

a. 总数为 80 头小母猪 (每栏 2 头, 每种试验料 8 栏)

b. 细微碎屑的线性影响 ( $P < 0.09$ )

c. 粉料对照颗粒料 ( $P < 0.01$ )

d. 细微碎屑的立方效果 ( $P < 0.03$ )

在中华人民共和国  
加工禽料和猪料时采用制粒系统  
(对照粉料系统) 的成本可行性分析

这只是一个例子!  
实际值应根据当地情况加以改变

由美国印第安纳州 CRAWFORDSVILLE  
加里福尼亚制粒厂 RON TURNER 撰写

本研究的目的是要确定安装一套 250 马力的制粒系统的可行性。这是一项将成本和益处互相比较的研究，它基于如下所列的假定条件之上：

- 1、该套设备的制粒能力需要达到 20 公吨/小时 (MTPH)；
- 2、设备每天工作 12 个小时，每周工作 6 天；
- 3、设备工作效率为 85%；
- 4、电的成本为 0.07 美元/千瓦·小时；
- 5、锅炉用燃料，C 号燃料油，成本 0.6 美元/加仑，每加仑能产生大约 140,000 英制热单位。

注：任何会影响该总成本的其它假定条件和/或要求都将在适当的讨论时间内进行讨论。

将要予以讨论的领域为如下所列：

- |        |        |
|--------|--------|
| A、设备成本 | E、保养   |
| B、压模成本 | F、电力成本 |
| C、辊成本  | G、锅炉成本 |
| D、劳工成本 | H、利息成本 |

#### A、设备成本

生产能力为 20 公吨/小时肉鸡所需的设备包括一台带有合适冷却器的 250 马力 CPM7726—F 系列制机，一台 2400×2800 的逆流冷却器，一台 1272SS 破碎机。锅炉的生产能力相当于 100 马力锅炉所具的马力。

下面所列为所需要的制粒设备及其近似成本。

数量	名称	价格 (美元)
1	7726—7F 制粒机，配置 24L，T10—F12	130,089.00
1	250 马力马达 (总传动)	11,231.00
1	10 马力 1500 转/分钟	535.00
1	磁铁	869.00
1	压模/辊吊架	5,576.00

1	5-7693-00 加铬压模	7,073.00
1	防震垫	398.00
1	气缸 (喂料槽)	492.00
1	A-18994-4 蒸汽配套装置	12,011.00
1	CPM-PMC-5000	22,000.00
1	CPM-PMC-5000 液体填加	1,850.00
1	CPM-PMC-5000 打印器	2,200.00
1	3-1165-04 电磁阀	275.00
1	3-2251-01 转动指示器	660.00
1	Calspray III	37,000.00
1	逆流冷却器 2400×2800	23,359.00
1	空气强制通风系统—不锈钢	650.00
1	控制盘	1,533.00
1	New York 鼓风机 404LS	5,325.00
1	50 马力 TEFC 马达	1,850.00
1	1272SS/AA	34,502.00
1	25 马力 TEFC 马达	1,070.00
1	Whirly 饲料清理机	9,150.00
1	15 马力 TEFC 马达	600.00
1	Rotex * 842	28,500.00
1	3 马力 1500 转/分 TEFC 马达	500.00
		339,298.00
	装箱和发运 (近似价)	5,702.00
	总价	345,000.00

安装以后总的成本费用为大约 517,500.00 美元。假定为 10 年直线折旧，动物饲料生产量为 748,880 公吨，每生产 1 吨 饲料所需设备成本可按下方式进行计算：

$$\text{生产吨数/年} = 20 \text{ 吨/小时} \times 12 \text{ 小时} \times 6 \text{ 天} \times 52 \text{ 周} = 74,880 \text{ 吨}$$

$$\text{设备成本} \div 10 \text{ 年} \div \text{吨/年} = \text{折旧费/吨}$$

$$517,500 \div 10 \text{ 年} \div 74,880 = 0.69 \text{ 美元/吨}$$

### B、压模成本

美国肉鸡业中应用 CPM7693-00 加铬压模的平均使用寿命大约可为 40,000 吨。这种压模的现行成本为 7,073.00 美元。计算所得的单位压模成本为 0.177 美元/吨。

### C、辊的成本



一套压辊的平均使用寿命也为 40,000 吨,因为在大多数生产中,每换一个新的压模就要换上一套新的压辊。7726-7 制粒机所用的 P/N5-7729-01 压辊外壳每个大约 699.00 美元,一套大约为 1,398.00 美元。

$$1,398.00 \div 40,000 \text{ 吨} = 1,398 \text{ 美元/套}$$

#### D、劳力成本

每班需要一名制粒机的操作工。

$$145.00 \text{ 美元} \times 12 \text{ 月} = 1,740.00 \text{ 美元} \div 52 \text{ 周} = 33.46 \text{ 美元/周} \div 6 \text{ 天} = 5.58 \text{ 美元/天}$$

$$20 \text{ 公吨/小时} \times 12.0 \text{ 小时} = 240 \text{ 公吨/天}$$

$$5.58 \text{ 美元} \div 240 = 0.023 \text{ 美元/吨}$$

#### E、保养费用

这一数值的得来是用几个大肉鸡生产场(饲料厂)连续几年(4年)的实际保养费用除以统计的饲料生产吨数。这一数值大约为 0.12 美元,它不包括劳工费用,但反映了所用的所有零部件,也即是轴承、齿轮、轴等。

#### F、电气成本

本系统所需的电气成本估测是按如下公式计算的:

$$\text{KW/马力} \times 75 \times \text{马力} \times \text{小时} \times \text{电费} \div \text{生产吨数} = \text{电气成本/吨}$$

在最近几个月,你那里的电费为 0.077 美元/千瓦小时:

$$0.75 \times 353 \times 3,744 \times 0.077 \div 74,880 = 1.02 \text{ 美元/吨}$$

一般说来,美国生产肉鸡饲料的公司喂颗粒料比喂粉料能节约平均 4.5%,生产猪饲料的公司会更好些。

这些数据是在这一领域内所得的新近的研究结果,应该能用到大多数的肉鸡和猪的养殖企业中去。因此,可将 4.5% 的平均数值应用到如下的计算中去:

$$1、74,880 \text{ 吨/年} \times 4.5\% \text{ 效益的改进} = \text{节约 } 3,370 \text{ 吨/年}$$

$$2、\text{预计 } 1 \text{ 吨肉鸡料的平均价格大约为 (美国费用) } 215.00 \text{ 美元}$$

$$3、215 \text{ 美元} \times 3,370 \text{ 吨节约} = 724,550 \text{ 美元/年}$$

$$4、74,880 \text{ 粒料成本} = 74,880 \times 4.785 = 358,300 \text{ 美元}$$

$$5、724,550 \text{ 美元} - 358,300 \text{ 美元} = 366,250 \text{ 美元/年的附加利润}$$

$$6、\text{初始投资偿还期} = 517,500 \div 366,250 = 1.4 \text{ 年}$$

$$7、\text{会计收益率} = 202\%$$