该问题要求以最大销售额为目标，给出每种疫苗的生产数量并安排生产方案，问题五的条件为100天内可以选择部分疫苗进行生产，每种类型疫苗的生产任务可以适当拆分，并且每个工位每天生产的时间不能超过16小时。根据问题五，我们得知需要对整个生产过程进行优化，达到最终生产获得的销售额最大的目标。根据不同的疫苗有不同的数量以及不同的价格，在固定的100天之内要求总销售额最大，需要参考每一种疫苗的性价比和数量等因素，依据这些因素，我们通过每种疫苗的单价/平均生产时间得出每种疫苗的生产性价比，并进行排序，进行综合分析后采用Matlab对生产过程进行仿真，得到最优的生产方案。

问题五的模型建立与分析

首先我们结合第一问求解的每种疫苗的平均时间以及每种疫苗的单价，计算得出生产每一种疫苗的性价比。通过单价与平均时间相比得出生产该疫苗的性价比，并通过性价比这一变量进行排序。通过综合分析以及Matlab仿真的结果确定最优的生产方案。由于生产过程可以适当拆分，故问题五生产过程的Matlab仿真将采用第二问的PSO算法进行求解。

5.5.1 生产顺序的评定标准

本题的大致流程和问题二类似，由于生产任务可适当拆分，故可以采用车间流水线系统。问题五与问题二的区别是：（1）可以选取其中的几种疫苗进行生产；（2）每个公位每天生产时间不能超过16h；（3）总时间少于等于100天。

其中，为性价比；为每种疫苗的单价；为每种疫苗的平均生产时间。

通过Excel对已知数据进行处理，得出下表:（标题没加）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 疫苗 | 数量/箱 | 单价/箱 | 生产平均时间 | 性价比 |
| YM9 | 600 | 4600 | 43.04129 | 106.8741202 |
| YM10 | 900 | 4800 | 45.065006 | 106.5128006 |
| YM4 | 1000 | 4300 | 41.989564 | 102.4063979 |
| YM5 | 1200 | 4200 | 46.746772 | 89.84577588 |
| YM7 | 1800 | 4800 | 55.220592 | 86.92409527 |
| YM8 | 800 | 5100 | 59.793358 | 85.29375453 |
| YM2 | 500 | 5400 | 66.64893 | 81.02155578 |
| YM3 | 600 | 5000 | 66.117784 | 75.62261917 |
| YM6 | 1600 | 4500 | 67.200888 | 66.96340084 |
| YM1 | 1000 | 4200 | 68.105114 | 61.66937772 |

对于性价比进行排序，得出大致的生产流程为9-10-4-5-7-8-2-3-6-1。此流程是依据性价比来进行排序，并非生产流程。下面将给出生产流程的评定方法。

5.5.2 流水线生产方案的确定

本题生产方案的确定类似于流水车间生产的优化问题，在固定的时间内要求得出的销售额最大，销售额记为*W*

其中*N*为每种疫苗生产的总数量，*P*为每种疫苗的单价，求和得出总销售额*W*；

*W*即为我们所求的目标函数，下面将对于不同的条件，运用不同的方法求解总销售额*W。*

1. 若只生产一种类型的疫苗

按照性价比的顺序，将先生产YM9，在只生产其中一种疫苗，有很大概率100天内肯定可以完成任务，在100天内会产生大部分的空余时间，在此情况下，总销售额不可能最大，故不考虑。

1. 生产几种类型的疫苗

对于生产多种疫苗，按照性价比的排序，我们可以选择前*i*种疫苗进行生产，生产的条件如下：

* 1. 生产的总时间为100天；
  2. 每个工位每天工作的时间小于16小时；
  3. 疫苗生产的总数量已知；

由于每一个疫苗生产的每一个环节的时间并不固定，根据问题一的分析得知，疫苗的生产过程满足正态分布，在问题五中，生产过程较多较为复杂，我们在这里进行理想化，以每种疫苗每个环节的平均时间作为生产的实际时间，简化由正态分布引起对于结果不确定性的影响。

通过已知条件，我们可以得出以下公式：（麻烦加一下）

在生产过程中，我们会遇到这种情况：在一种疫苗已经全部生产完毕，达到了疫苗生产任务的规定数量。在此情况下，我们将立即继续生产下一种性价比最高的疫苗，提高时间的利用效率，提高最终的销售额。

根据分析我们将该生产问题转化为目标优化问题，我们将利用Matlab 进行生产过程的仿真。根据我们的假设，我们利用平均值作为生产的固 定时间，再利用求解问题二的算法加上条件，进行仿真。得到的结果如 下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 生产顺序 | 平均时间 | 总销售额 |
| 4-5-10-7-8-2-9-1-3-6 | 1.82E+02 | 29000000 |
| 4-5-10-7-8-2-6-3-9 | 1.62E+02 | 33645400 |
| 4-5-10-7-8-2-3-9 | 1.48E+02 | 32929000 |
| 4-5-10-7-8-2-9 | 1.33E+02 | 27685000 |
| 4-5-10-7-8-9 | 1.13E+02 | 24866000 |
| 4-5-10-7-9 | 9.64E+01 | 21307000 |
| 4-5-10-9 | 7.82E+01 | 16420000 |
| 4-10-9 | 6.70E+01 | 11380000 |
| 10-9 | 5.43E+01 | 7080000 |
| 9 | 4.30E+01 | 2760000 |

通过仿真结果得知，利用4-5-10-7-8-2-6-3-9此顺序进行生产时，所得的总销售额最高，此时的总销售额*W*的计算值为34830000（美元）。

故给出最佳销售方案：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 疫苗 | 数量/箱 | 单价/箱 | 售价 |
| YM9 | 600 | 4600 | 2760000 |
| YM10 | 900 | 4800 | 4320000 |
| YM4 | 943 | 4300 | 4054900 |
| YM5 | 943 | 4200 | 3960600 |
| YM7 | 943 | 4800 | 4526400 |
| YM8 | 800 | 5100 | 4080000 |
| YM2 | 500 | 5400 | 2700000 |
| YM3 | 600 | 5000 | 3000000 |
| YM6 | 943 | 4500 | 4243500 |

得出总销售额为：

=33645400（美元）

5.5.3 模型分析

优点：利用Matlab进行仿真，能够较为准确的得出最优解。解决本题最主要的PSO算法具有很好的延展性和有效性，能够较快地解决最优规划问题。问题五依然采用流水线的方法进行求解，能够使得流水线以最优的生产顺序进行，达到最高的效率。问题五的生产规划问题，需要对于整体进行判断，求得全局最优解以及局部最优解。在局部最优解的求解过程中，一种疫苗若已经生产完毕，我们将对剩下的疫苗生产顺序进行合理排序，在局部提高效率，从而达到总体的最高效率，使得结果不断逼近全局最优解。在生产规划中，我们也将问题五的有效条件合理加入到PSO算法中，利用数学规划模型去解决问题。

缺点：单一使用Matlab一种工具进行仿真，并不能实现对所有解的全部遍历，我们所求的全局最优解，在某种意义上来说，并不能反应所有情况下的最优解过程。出现这种情况的原因如下：1.我们将题目简洁化，使用平均时间代替实际生产时间。通过证明可知，每种疫苗每个生产过程的时间服从正态分布，每次生产的时间都是不确定的，我们通过理想化，将生产时间固定，简化分析，得出相对最优解。2.通过单一的性价比方式得出排序方法，只考虑了价格和时间的关系，单纯的性价比并不能直接反应出最优的排序方法。3.通过分析得出的生产顺序，并没有将生产的全过程进行模拟，排序方法共有9864100种，我们确定的排序方式具有一定的片面性。

改进：需要继续进行大量的测试，找到全局最优解，确定生产顺序和策略。更需要合理设计算法，例如本题具有较复杂的背景和条件，优化的算法能够更加快速地寻找到全局最优解。