

# 智能工厂仪器布局

时间限制：15s

空间限制：512MB

编程语言：C/C++

输入输出流：标准流

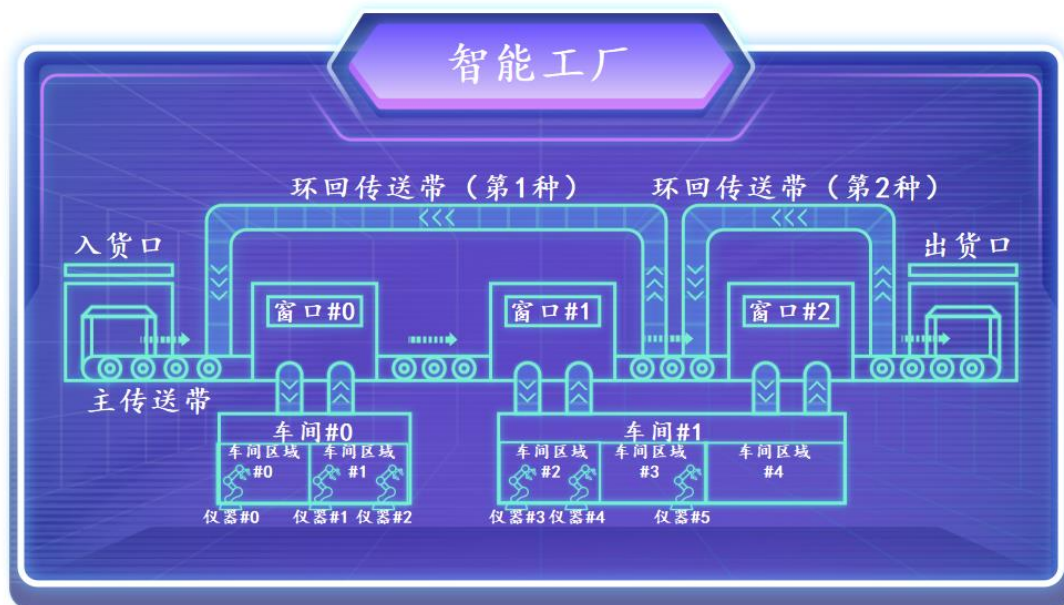
## 【背景】

我们乘坐时光机来到 2050 年，戴维斯在退休后开了一家智能工厂，这种工厂使用一套加工仪器，支持成千上万种加工流水线。现在场地和仪器都已经购置好了，戴维斯需要你帮忙规划一下仪器的安装位置，使得安装费用和出货速度达到最优。

## 【工厂概述】

智能工厂利用传送带来运输材料，将材料放到唯一的入货口，传送带就会将它依次送到对应的**仪器**中进行加工，最终送达唯一的出货口。

工厂只有一条自左向右的主传送带，上面有多个**窗口**，进入窗口后会来到一个车间，一个车间可以和多个窗口相连。每个**车间**被划分为几个**车间区域**，你需要为**每个仪器**各选择一个**车间区域**来安装。传送带控制待加工品依次路过这些窗口，在来到一个窗口前时，根据需要，可以选择不进入而直接通过，或者进入窗口来到车间进行一次加工，加工完后从窗口出来，再继续往后走。



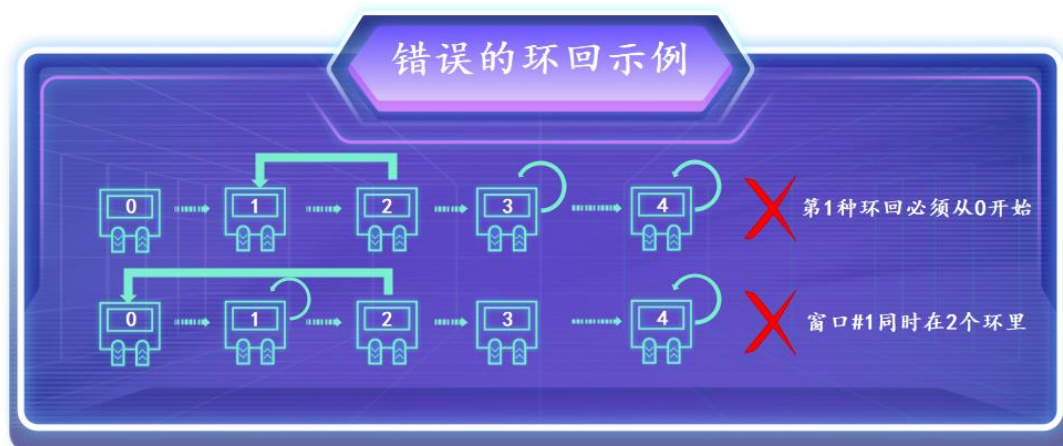
## 【流水线】

**流水线**描述了一条待加工品到指定成品之间走的路线，由一组有序的仪器（最少 2 个）组成。智能工厂需要具备执行多条流水线的的能力。

## 【环回传送带】

主传送带只能自左往右走，为了在有限的窗口数量下支持更长的加工流水线，主传送带上面有一些**环回传送带**，如果待加工品需要多次经过同一个加工窗口，工厂智能会控制待加工品进入环回传送带，但为了效率考虑，环回次数有最大限制。

环回传送带是给定的，不需要选手规划。可能存在多个环回，但只有两种环回方式，第1种方式可以环回多个窗口，但必须从窗口#0开始，第2种方式只能环回1个窗口。第1个环可以是这两种方式，以后的环只能是第2种方式，1个窗口只会在1个环里面。



## 【窗口匹配方案】

一个窗口匹配方案就是一条流水线进入一组窗口的顺序。如第一幅图所示，若最多支持1次环回，有以下可能的匹配方案：

- 2个窗口的方案：0→0、0→1、0→2、1→0、1→1、1→2、2→2
- 3个窗口的方案：0→0→1、0→0→2、0→1→0、0→1→1、0→1→2、1→0→1、1→0→2、1→1→2、1→2→2
- 4个窗口的方案：0→0→1→2、0→0→2→2、1→0→1→2、1→0→2→2、1→1→2→2
- 5个窗口的方案：0→0→1→1→2、0→0→1→2→2、0→1→0→1→2、0→1→0→2→2、0→1→1→2→2、1→0→1→2→2
- 6个窗口的方案：0→1→0→1→2→2

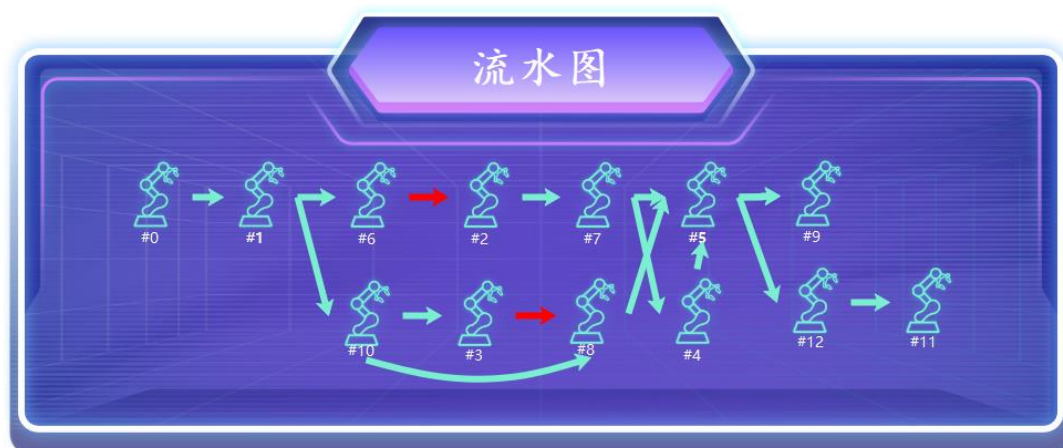
智能工厂能加工一条流水线的前提是，至少有一个窗口匹配方案。

## 【流水图】

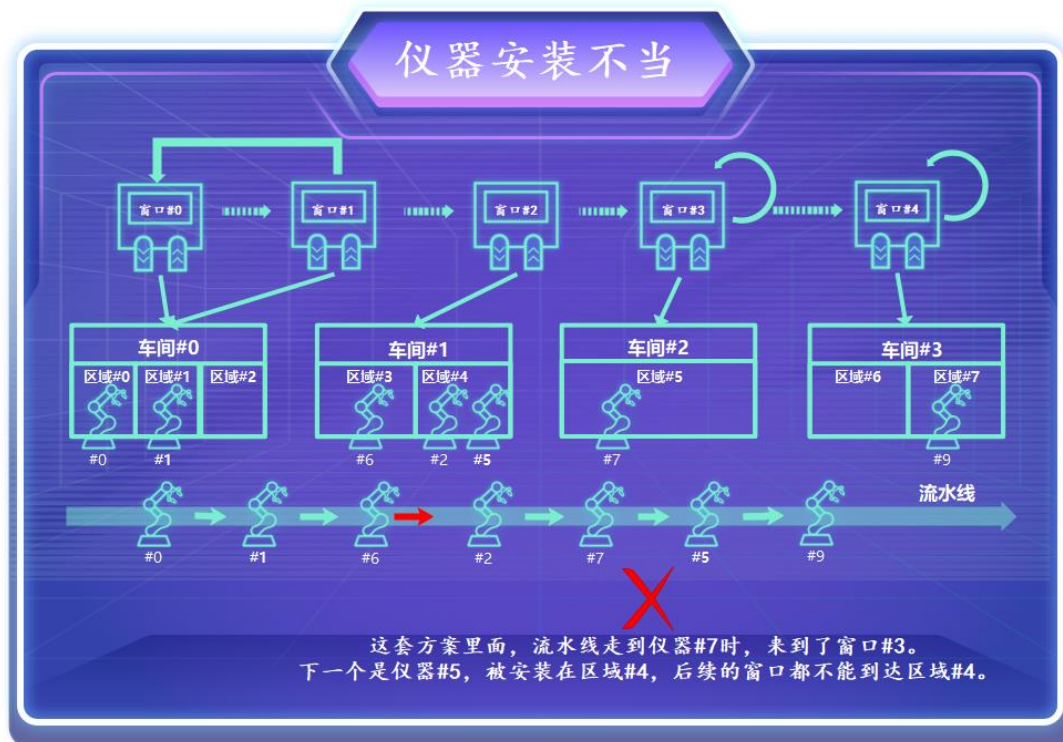
**流水图**描述了所有仪器之间的加工顺序要求，是一张有向、无环、无重边的图。有 2 种类型的边：

青色边（边权=0）表示依赖关系，两个仪器必须按先后顺序进行加工（分先后两次进入窗口，第一次用前一个仪器加工，第二次用后一个仪器加工）。

红色边（边权=1）表示协同关系，两个仪器可以一起加工（两个仪器放在同一个车间里，在一次进入窗口时同时加工），或者按先后顺序进行加工。



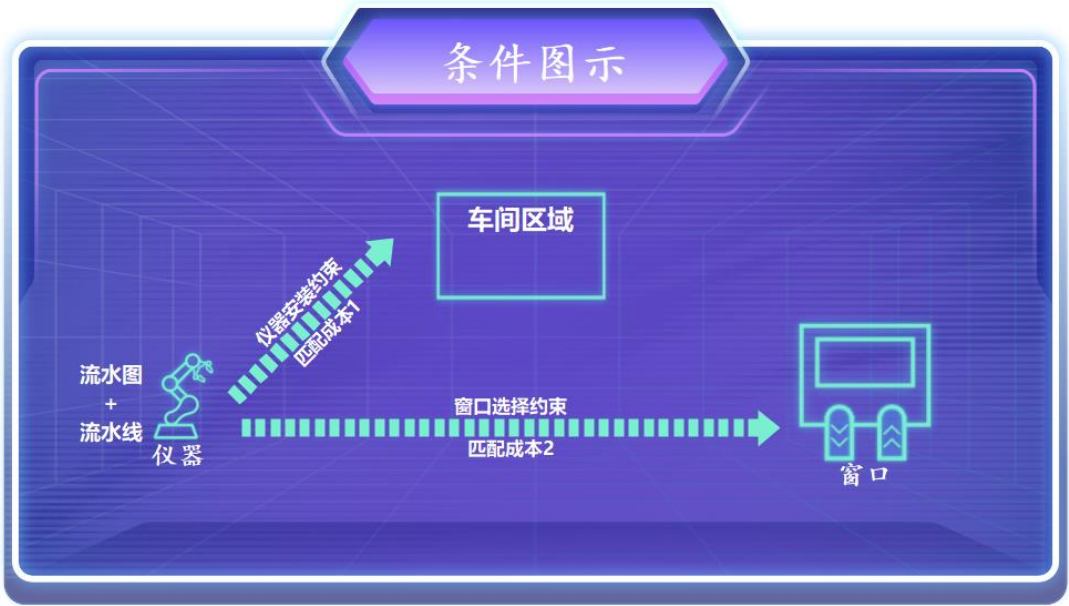
任意两点之间长度大于 1 的路径，都是一条流水线，智能工厂需要具备加工所有流水线的的能力。每个仪器都是唯一的，一个仪器只能安装到一个车间区域中，在智能工厂开始工作前，需要将完成所有仪器的安装。如果仪器安装不当，可能会导致在按照某条流水线顺序加工走到一半时，下一个仪器被装车间 x，但后续任意一个窗口都无法来到该车间的情况。所以需要保证采用这个仪器安装方案后，所有流水线都有一个对应的窗口匹配方案。



在众多流水线中，有一条核心流水线使用的频率非常高，为了提高效率，需要在工厂开工前，专门为这条核心流水线预制一个窗口匹配方案。

【任务描述】

给定窗口集合、车间区域集合、仪器集合，给定仪器间的 1 张流水图和其中 1 条核心流水线。要求在匹配约束下，为每一个仪器各选择一个车间区域来安装，使智能工厂具备加工所有流水线的能力。在此基础上，为重点流水线预制一个窗口匹配方案，使得总匹配代价最小。



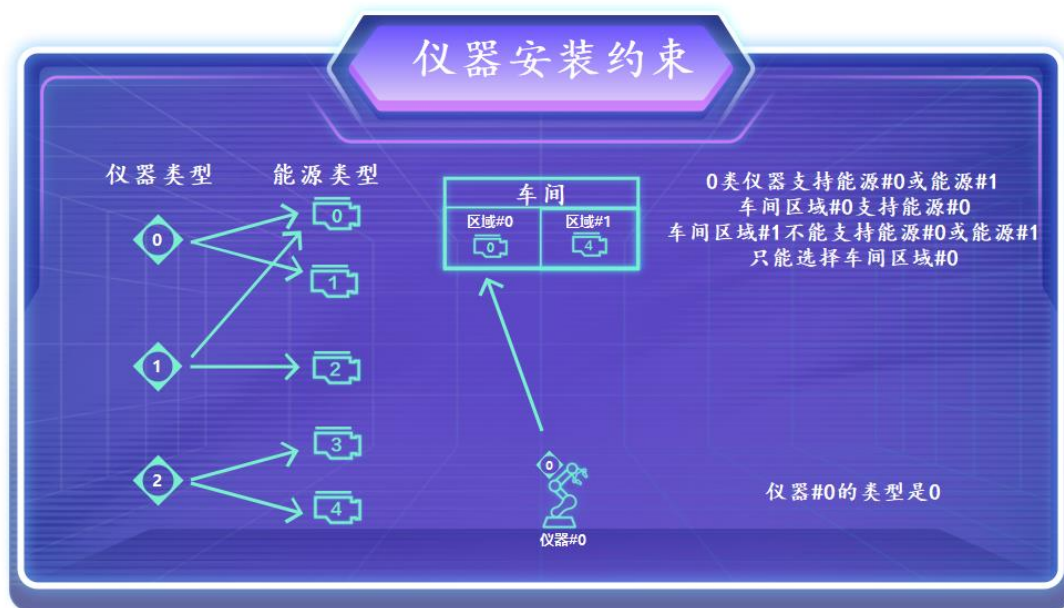
【仪器安装约束】

共有 5 种能源，每个车间区域只有其中一种，但一个车间区域可以安装无限台仪器。仪器可以分为 3 种不同的类型。每种仪器都有两种可用能源：

1. 仪器类型-0：能源-0、能源-1
2. 仪器类型-1：能源-0、能源-2
3. 仪器类型-2：能源-3、能源-4

一台仪器能安装到一个车间区域的前提该区域有其需要的至少一种能源。





## 【窗口选择约束】

为了提高核心流水线的加工效率，每次进入窗口时需要做**预加工**，不同类型的仪器需要做不同的预加工，每个窗口具有对 1~2 种仪器做预加工的能力。在这个预制的方案中，一个窗口匹配一个仪器的前提是，这个窗口能对这个仪器做预加工。

## 【匹配成本 1】区域和仪器

将仪器安装到车间区域上需要一定的费用，数额和仪器、能源两个因素相关。

## 【匹配成本 2】窗口和仪器

仪器加工是需要**加工时间**的，不同仪器使用同种能源的加工时间是一样的，使用不同能源的加工时间是不一样的。如果在预制的匹配方案中，某个窗口进入了多次，为了统一这个窗口加工节奏，会取其中最大的加工时间为**窗口加工时间**，每次进入窗口进行加工，耗时都是这个窗口加工时间，进入多少次窗口就算多少次时间。

窗口做预加工需要一定的**预加工费用**，窗口加工时间越长，费用越贵。每个窗口有一个费用系数，预加工费用=窗口加工时间\*窗口费用系数。

为了综合考虑时间和费用，取这条核心流水线的预计生产次数  $K$ ，每个窗口的匹配成本=窗口加工时间\*窗口进入次数\* $K$ +窗口加工时间\*窗口费用系数。

## 【评分机制】

用例评分分数 =  $\sum$  区域和仪器的匹配成本 +  $\sum$  窗口和仪器匹配成本

总分 =  $\sum$  (用例评分分数 - 用例基准分数) \* 15 + 程序运行总秒数 / 用例数

输入：（全部都是整数）

描述	数据范围
核心流水线的预计生产次数 $K$	[1, 100 万]
仪器使用 5 种能源的加工时间	[1, 2000]
车间的数量 $N$	[1, 100]
车间区域的数量 $R$	[ $N$ , $N*5$ ]
车间区域的车间编号	[0, $N-1$ ]
车间区域的能源类型	[0, 4]
最大环回圈数 $L$	[1, 10]
第 1 种环回的窗口数量	[0, 100]
窗口的数量 $W$	[1, 100]
窗口能否自环回（0 表示不能，1 表示能）	bool
窗口连接的车间下标	[0, $N-1$ ]
窗口的费用系数	[1, 10000]
窗口对 3 种仪器的预加工能力数组 （0 表示不支持，1 表示支持）	bool*3
仪器数量 $D$	[1, 1000]
仪器的类型	[0, 3]
仪器使用 5 种能源的安装费用数组	[1, 10 亿]*5
流水图的边数 $E$	[2, 1000]
边的类型	[0, 1]
边的发端仪器下标	[0, $D-1$ ]
边的收端仪器下标	[0, $D-1$ ]
流水线的边数 $F$	[2, 100]
流水线的边下标数组	[0, $E-1$ ]

输出：（全部都是整数）

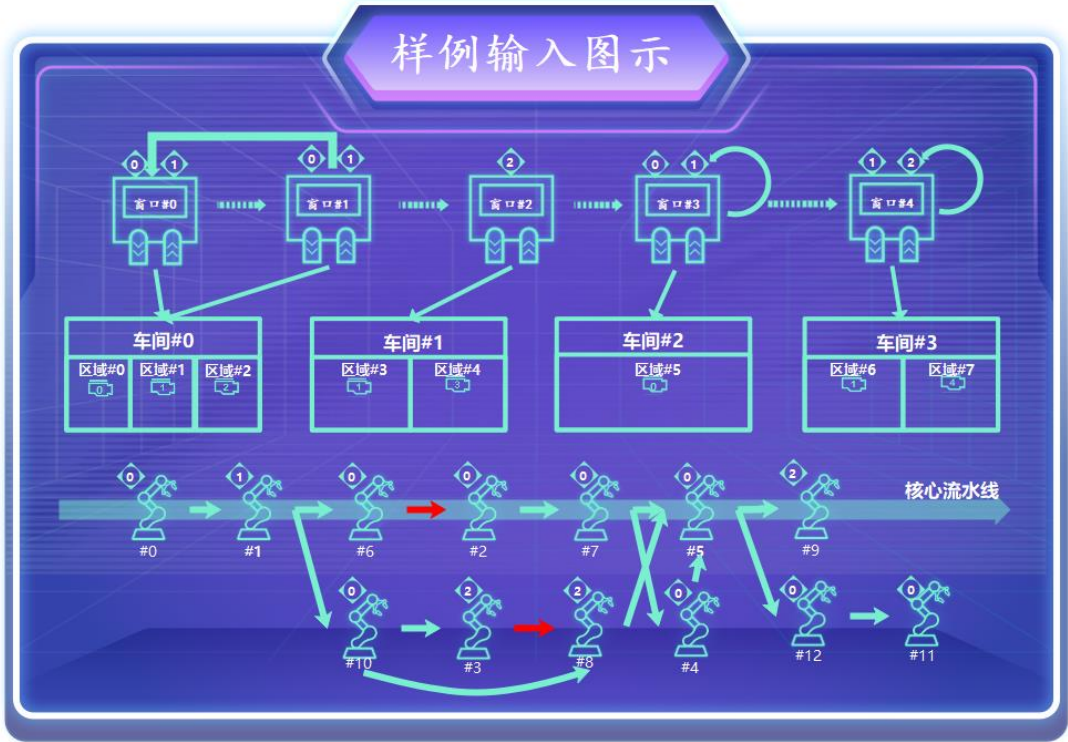
描述	数据范围
仪器的数量 $D$	[1, 1000]
仪器安装的车间区域下标的数组	[0, $R-1$ ]* $D$
流水线的步骤数 $F$	$F$
流水线的窗口下标的数组	[0, $W-1$ ]* $F$

样例输入：

描述	数值
核心流水线的预计生产次数 $K$	100000
仪器使用 5 种能源的加工时间	62 218 242 398 242

车间的数量 N	4
区域的数量 R	8
共 8 行，每行 2 个数字描述一个区域的信息。 第 1 个数字：所在车间下标 第 2 个数字：能源类型	0 0 0 1 0 2 1 1 1 3 2 0 3 1 3 4
最大环回圈数 L	1
第一种环回的窗口数量	2
窗口的数量	5
共 5 行，每行 6 个数字描述一个窗口的信息。 第 1 个数字：是否支持自环回 第 2 个数字：连接的车间下标 第 3 个数字：窗口的费用系数 第 4~6 个数字：窗口对 3 种仪器的预加工支持能力	0 0 1024 1 1 0 0 0 1480 1 1 0 0 1 1600 0 0 1 1 2 2048 1 1 0 1 3 2048 0 1 1
仪器数量	13
共 13 行，每行 6 个数字描述一个仪器的信息。 第 1 个数字：仪器类型 第 2~6 个数字：使用 5 种能源的安装费用	0 262144 262144 0 0 0 1 3014656 0 1146880 0 0 0 67108864 524288 0 0 0 2 0 0 0 851968 184680448 0 262144 262144 0 0 0 0 65536 65536 0 0 0 0 49152 49152 0 0 0 0 67108864 524288 0 0 0 2 0 0 0 983040 218234880 2 0 0 0 983040 218234880 0 524288 524288 0 0 0 0 262144 262144 0 0 0 0 2097152 524288 0 0 0
流水图的边数	15

共 15 行，每行 3 个数字描述一条边的信息。 第 1 个数字：边的类型。 第 2 个数字：前一个仪器的下标。 第 3 个数字：后一个仪器的下标。	0 0 1
	0 1 6
	1 6 2
	0 2 7
	0 7 5
	0 5 9
	0 7 4
	0 4 5
	0 1 10
	0 10 3
	1 3 8
	0 8 5
	0 5 12
	0 12 11
	0 10 8
流水线的边数	6
流水线的边下标数组	0 1 2 3 4 5



样例输出：

描述	数值
仪器的数量	13
仪器安装的车间区域下标的数组	0 2 1 4 3 5 1 1 4 7 1 6 6
流水线的步骤数	7
流水线的窗口下标的数组	0 1 0 0 1 3 4



样例评分：

仪器	区域	窗口	加工时间	安装费用
0	0	0	62	26144
1	2	1	242	1146880
2	1	0	218	524288
3	4		398	851968
4	3		218	262144
5	5	3	62	65536
6	1	0	218	49152
7	1	1	218	524288
8	4		398	983040
9	7	4	242	218234880
10	1		218	524288
11	6		218	262144
12	6		218	524288
总				224215040

窗口	窗口加工时间	进入次数	费用系数	加工时间	预制费用
0	218	2	1024	436	223232
1	242	2	1480	484	358160
2			1600		
3	62	1	2048	62	126976
4	242	1	2048	242	495616
总				1224	1203984

总代价 = (224215040 + 1203984) + 1224 \* 100000 = 347819024