

《生产与运作管理》实验指导书

南京工业大学经济与管理学院工业工程系

2013年12月

实验注意事项

- (1) 实验之前请认真复习和当次实验内容有关的知识，做好实验前的理论准备工作。
- (2) 按照实验室规定时间准时进入实验场地，不许大声喧哗，严禁携带与实验无关的物品，如食品、私人电脑等。
- (3) 实验开始之前，请认真听从实验室管理人员的指令，按顺序从存放实验仪器的位置提取当次实验所需的设备和其他必要的实验工具。
- (4) 严格按照实验指导教师的指令进行实验，并认真记录实验数据，严禁在实验过程中，私自拆卸、安装实验器具，以保证实验过程绝对安全，防止触电或损坏实验器具。
- (5) 实验结束后，在指导教师和实验室管理人员的指令下，整理实验器具并按照规定要求，将实验器具放置到原来存放实验器具的位置。
- (6) 整个实验过程，请保持实验室的安全、卫生，严格遵守实验室的秩序，爱惜实验器具，轻取轻放。
- (7) 实验完成后，按指导教师要求认真完成实验指导书和报告书，由于实验指导书和报告书每人限一册，请妥善保管，并在规定的时间内上缴。
- (8) 实验过程中，如有违纪违规，不能按照以上条例及实验室所规定的其他条例行事者，实验室管理人员和指导教师有权终止其实验活动，情节严重者将取消其后续所有的实验活动。
- (9) 请广大学生认真阅读以上条文和实验室其他规定，并按认真执行。

《生产与运作管理》实验的学时划分和评分方法

(1) 本课程实验由 2 个实验组成，每个实验的学时划分如下

实 验 内 容		学时划分
实验一	装配流水线控制实验	6
实验二	项目计划编制实验	4

(2) 本课程实验综合成绩由 2 个实验综合计算，每个小实验单独给分，各小实验在实验综合成绩中的比例设定如下

实 验 内 容		占综合成绩的比例
实验一	装配流水线控制实验	60%
实验二	项目计划编制实验	40%

(3) 每个实验的给分原则如下：

给分项目	分值	备 注
预习实验报告	10	通过实验前提问及实验预习报告的质量给定
实验态度	10	实验前后对仪器摆放和操作标准 实验到课情况 实验环境的维护等
操作技能	10	
实验记录	10	
创新能力	10	对实验系统的问题和见解
实验报告	50	

实验一、装配流水线控制实验

1. 实验目的

本实验旨在加强学生对流水线生产的深刻理解，尤其是节拍的概念、生产负荷、生产瓶颈的理解，提高学生应用知识的能力，主要是节拍变换和负荷平衡的运用。

2. 实验原理和任务

流水线生产方式是企业里一种较为普遍的生产形式，对流水线的生产控制方法主要是设置节拍，根据节拍设置工位。

$$\text{生产线平衡率} = \frac{\text{各工位实际操作需要的总时间}}{\text{节拍} \times \text{工序数}}$$

为了保证流水线获得较高的生产线平衡率，各个工位安排的实际操作工作时间须尽量接近节拍时间，并趋于一致。

控制节拍有两种方式：自由节拍和强制节拍。

本次实验任务：

(1) 将实验用的小车拆开分解，计算组装时各个零部件所用的时间，设计一个包含 14 个工位的流水线。以获得最高的生产线平衡率为目标，计算其节拍并分配各工位的加工工序及加工时间。

(2) 在进行强制节拍，在控制台进行各个工位的曲线绘制。并保存打印。

(3) 进行自由节拍训练，在控制台进行各个工位的曲线绘制。并保存打印。并分析整个流水线的负荷情况，给出负荷平衡方法，计算出最后的生产线平衡率。以报告形式提交。

3. 实验方式

每次 15 人一组。

4. 实验内容与步骤

4.1 实验器材

实验器材包括硬件和软件两个部分，硬件部分包括：工业工程专用倍速链生产线(QXLMPS-003, 6.25M x 0.47M x 0.75M)、工业工程专用皮带生产线(QXLMPS-001, 6.25M x 0.47M x 0.75M)、万向移动平台(0.47X0.47X0.75m) 辊筒式输送链、CCD 系统监控系统(动作分析)、传感器(包括移条码读入器、直接反射传感器、条码枪) 动、系统总控制台、系统控制柜、玩具自行车、装配工具及工具箱、无油空气压缩机一台。软件包括：组态王、VB、西门子 PLC 编程软件。

4.2 实验步骤

(1) 拆分玩具直升机，进行工位设计，确定节拍。

(2) 进行流程设计，并进行强制节拍运行。分析流水线各工位的产能及生产线平衡率。

(3) 进行自由节拍运行，分析流水线各工位的产能及生产线平衡率。

4.3 软硬件的具体操作

(1) 倍速链操作

倍速链上装有阻挡气缸，可以阻止工装板输送。踏下脚踏开关，则阻挡气缸会立即缩下，工装板没有阻挡则继续输送，松开脚踏开关，则阻挡气缸会自动升起以阻挡下一个工装板。如图 1-3 所示：



图 1 倍速链



图 2 阻挡气缸



图 3 脚踏开关

(2) 电子看板

本系统所选用的电子看板，安置于装配线旁，作为目视管理设备，将管理信息通过计算机下达给各管理人员。该电子看板的显示屏可同时显示 20 个字符，300 个字符之内可滚动显示。电子看板系统与主控机为串口通讯 (COM1)。

(3) 主控制台

通过计算机通讯及各种软件来控制生产线各设备的正常运行。由一台主控计算机（含各种编程软件，如图 4 所示）、主控操作台及各种通讯连接电缆、接口等组成。

主控计算机的 PCI 插槽上装有西门子 CP5611 通讯卡。控制柜中的 EM277 模块与 CP5611 通讯卡之间的通信方式为 PROFIBUS-DP 协议。CP5611 通讯卡与上位机软件组态王之间通过 PC Access 软件配置，实现 OPC 通讯方式。



图 4 主控台

(4) 软件操作

①将实验室总电源打开。

②打开空气压缩机开关，等待充气完毕。(图示为关闭状态)如图 5 所示：

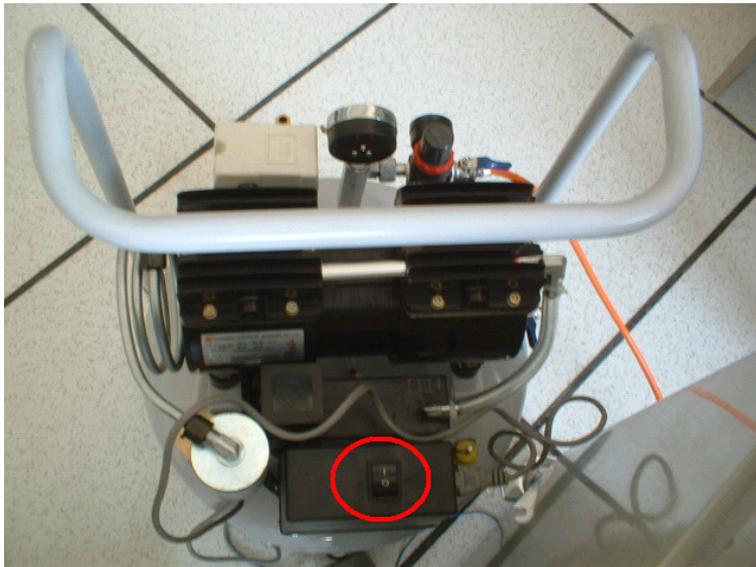


图 5 空气压缩机

③开启主控计算机。

④主控计算机完全启动好后，检查倍速链上的紧停按钮有没有松开，然后将 PLC 控制柜的空气开关 QS1.1 打到“On”档（向上扳）。等 PLC 的 CPU 模块上的“RUN”指示灯和 EM277 通讯模块上的“POWER”灯点亮后，说明控制柜的电源开启成功。如图 6 所示：

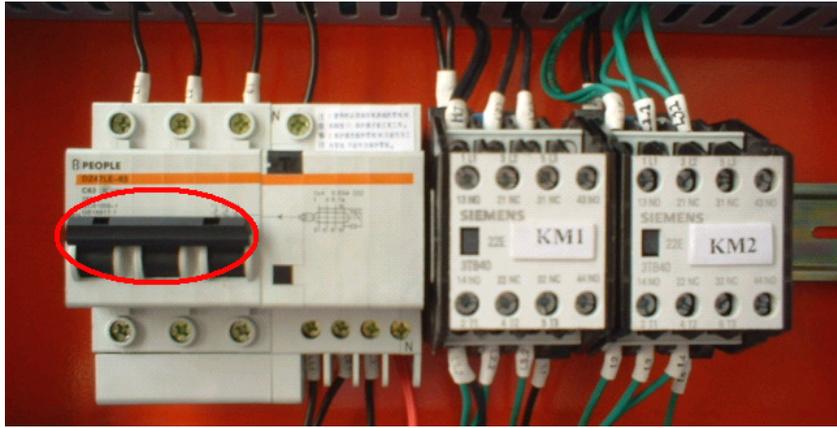


图 6 控制柜电源

⑤将电子看板电源打开。

⑥运行主控机程序



图 7 主控机程序

在主机上将运行两个程序，如上图 7 所示，其中“Form1”是条码阅读器的通讯程序；“南京工业大学工业工程实验”是主机的人机界面，用组态王软件开发。

开启这两个程序的具体步骤如下：

A. 运行条码阅读器的通讯程序

双击桌面的“快捷方式到读条码”图标，如图 8 所示



图 8 桌面“快捷方式到读条码”图标

如果桌面没有该图标，请在“我的电脑”中找到源程序并运行。

工程路径：C:\工业工程\程序代码\读条码 VB

工程名：读条码.exe

运行成功后,弹出如下画面图 9 所示。



图 9 运行成功

B. 运行组态王人机界面

双击桌面的“组态王 6.03”图标，如图 10 所示：



图 10 组态王人机界面

弹出以下画面，如图 11 所示：



图 11 组态王工程管理器

单击如上图所示的光标条，并点击工具条中的“运行”按钮。



图 12 运行组态王软件

如果出现上图所示失败提示，则说明步骤（1）中条码阅读器通讯程序未正确运行。请先点击“退出”按钮，退出组态王运行系统，然后再按步骤（1）运行条码阅读器通讯程序后，再执行步骤（2）。

C. 人机界面操作：

本运行系统共有三种运行模式，手动模式、强制节拍模式和自由节拍模式。

如果未选择任何模式，则默认为手动模式，工作人员可以通过输送链上的开关控制输送链的运转和停转。

强制节拍模式中，皮带输送链将按操作人员预先在人机界面上设置的“运行时间”和“停止时间”交替运转和停转动作。倍速链的皮带链始终运转，而 5 个阻挡气缸将按操作人员预先在人机界面上设置的“运行时间”和“停止时间”同时下降和上升动作。滚筒链则始终运转。

自由节拍模式中，皮带输送链始终运转。倍速链的皮带链始终运转，当倍速链上的工人踩下脚踏开关，则该工位上的阻挡气缸下降，当倍速链上的工人松开脚踏开关，则该工位上的阻挡气缸上升。滚筒链则始终运转。

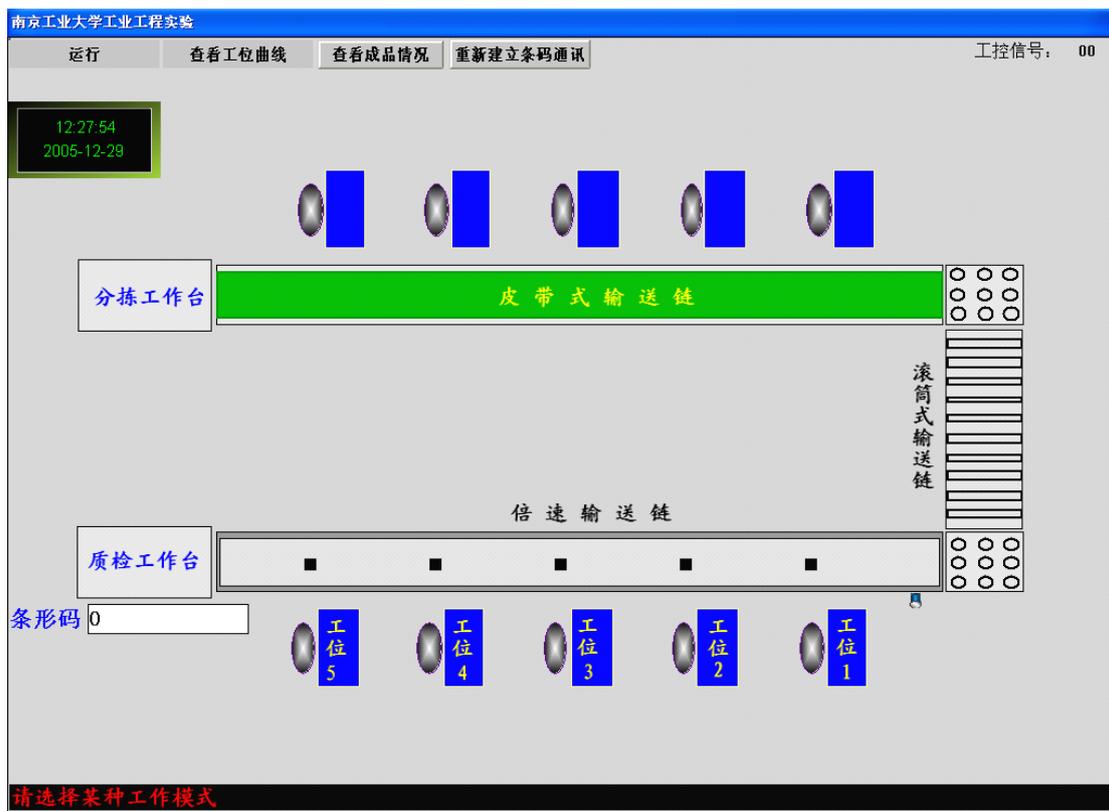


图 13 人机界面操作示意图

- 点击界面上方的“重新建立条码通讯”按钮，如果没有“建立连接失败”的对话框弹出，则通讯正常。否则，请运行桌面的“读条码”程序。
- 当界面右上方的工控信号显示为“???”时，说明与控制柜的通讯还未成功，请等待一会时间，直到工控信号显示不为“???”时，才可以选择强制节拍或者自由节拍流程并运行。
- 如果要运行强制节拍流程，界面操作如下图 14-15 所示，请选择“运行/开始运行强制节拍”

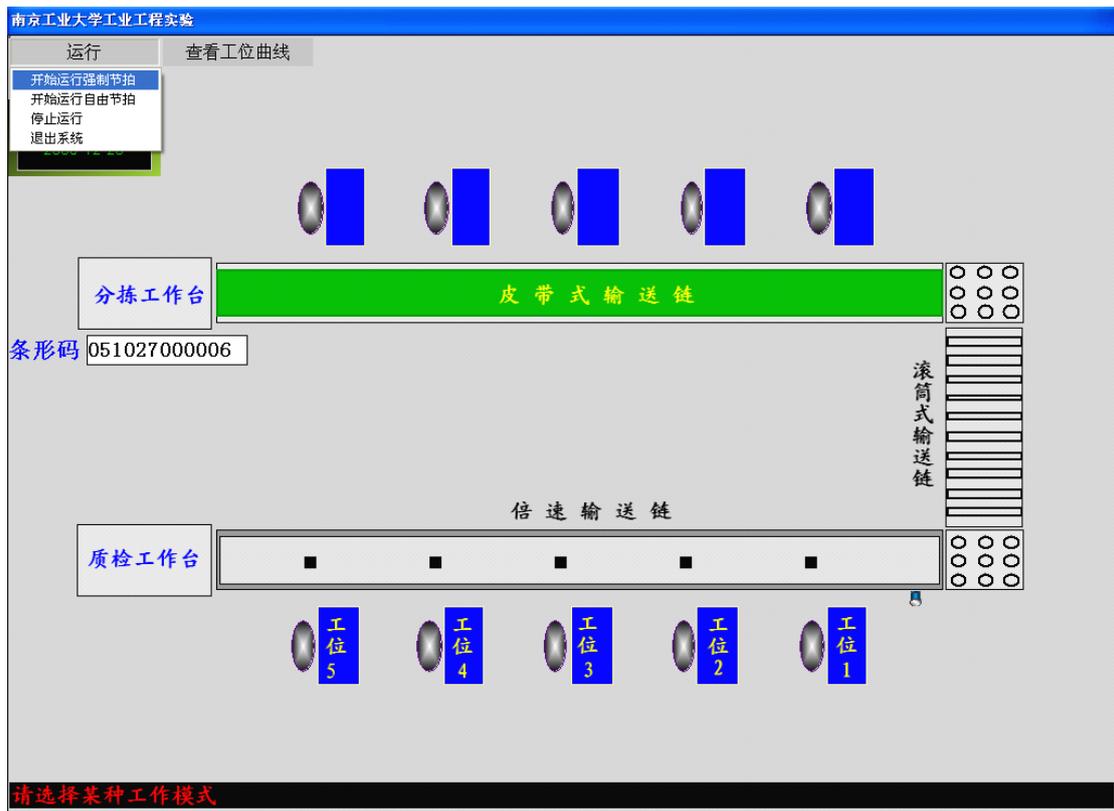


图 14 运行强制节拍

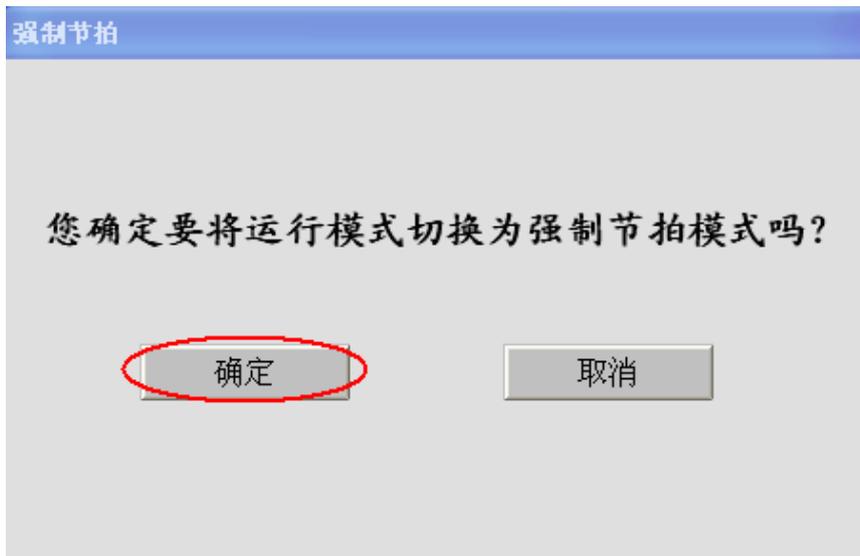


图 15 运行强制节拍



图 16 设置生产线强制节拍时间

点击红圈中的数字，可出现如下图 17 所示界面

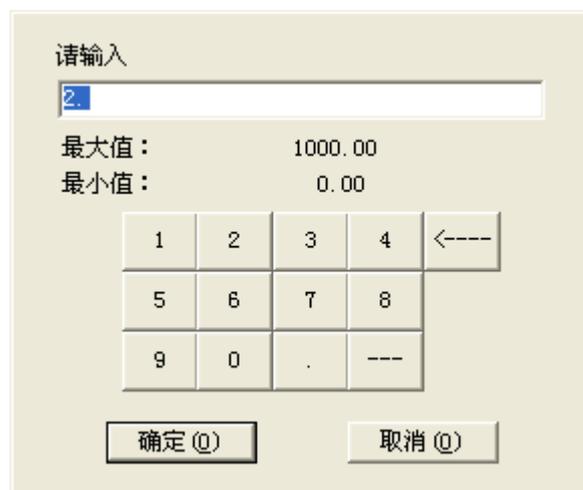


图 17 修改生产线强制节拍时间

输入阻挡气缸下降的时间和气缸上升的时间，则现在强制节拍流程被启动。

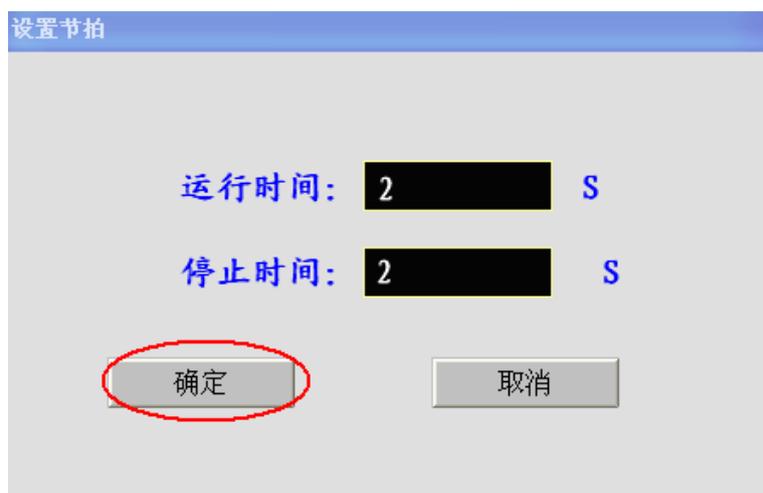


图 18 确定生产线强制节拍

如果想退出强制节拍模式，请选择“运行/停止运行”。

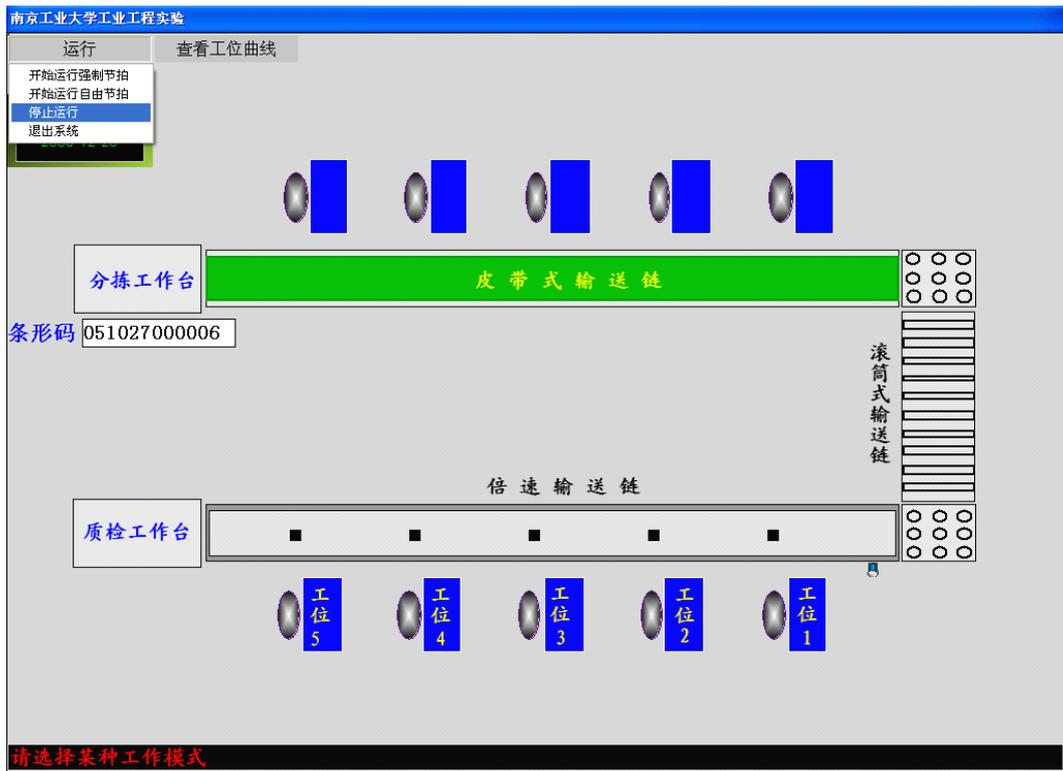


图 19 停止强制节拍

- 如果要运行自由节拍流程，界面操作如下 20 所示，
请选择“运行/开始运行自由节拍”

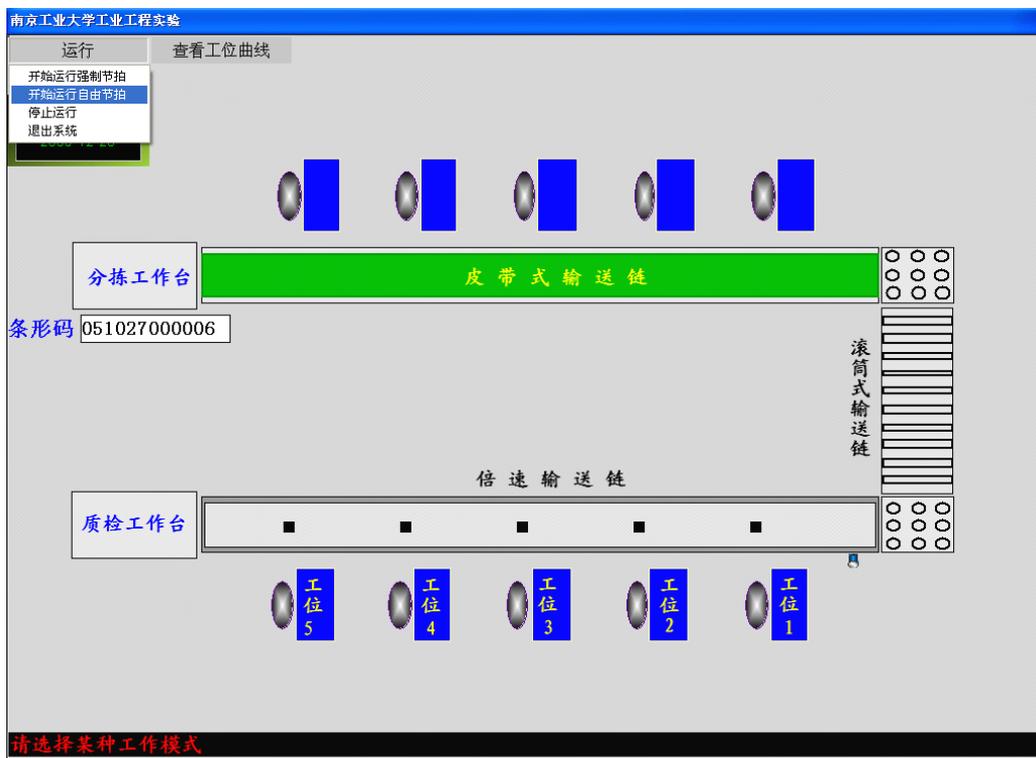


图 20 运行自由节拍

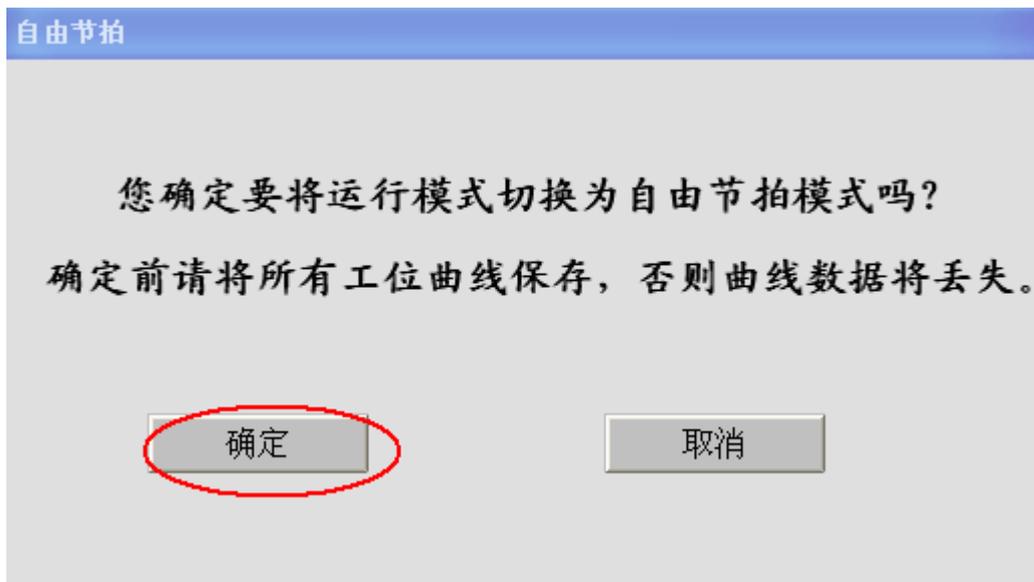


图 21 切换自由节拍模式

则现在自由节拍流程被启动。在该模式下可以查看倍速链上每个工位的工作曲线。请选择“查看工位曲线/倍速链工位*工作曲线”菜单。如图 22 所示：

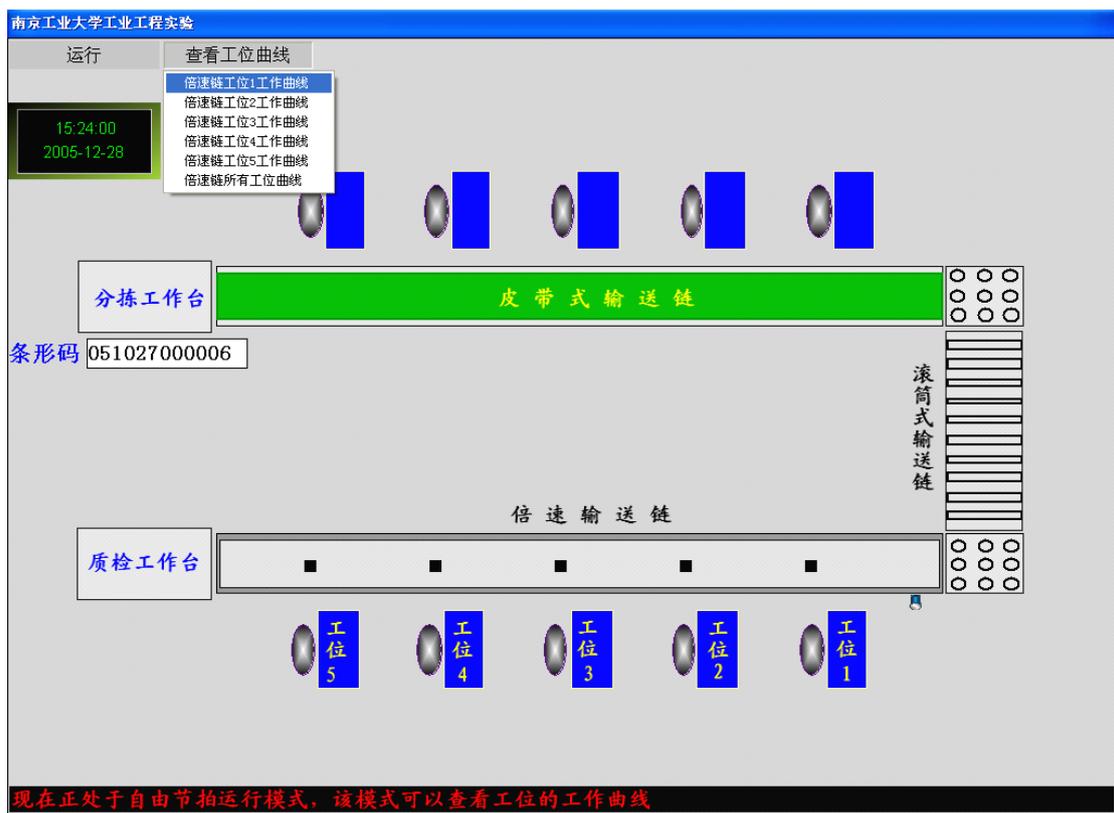


图 22 查看倍速链各工位工作曲线

如下图 23 所示，该曲线界面左面是该工位当前加工产品的时间三维棒状图。

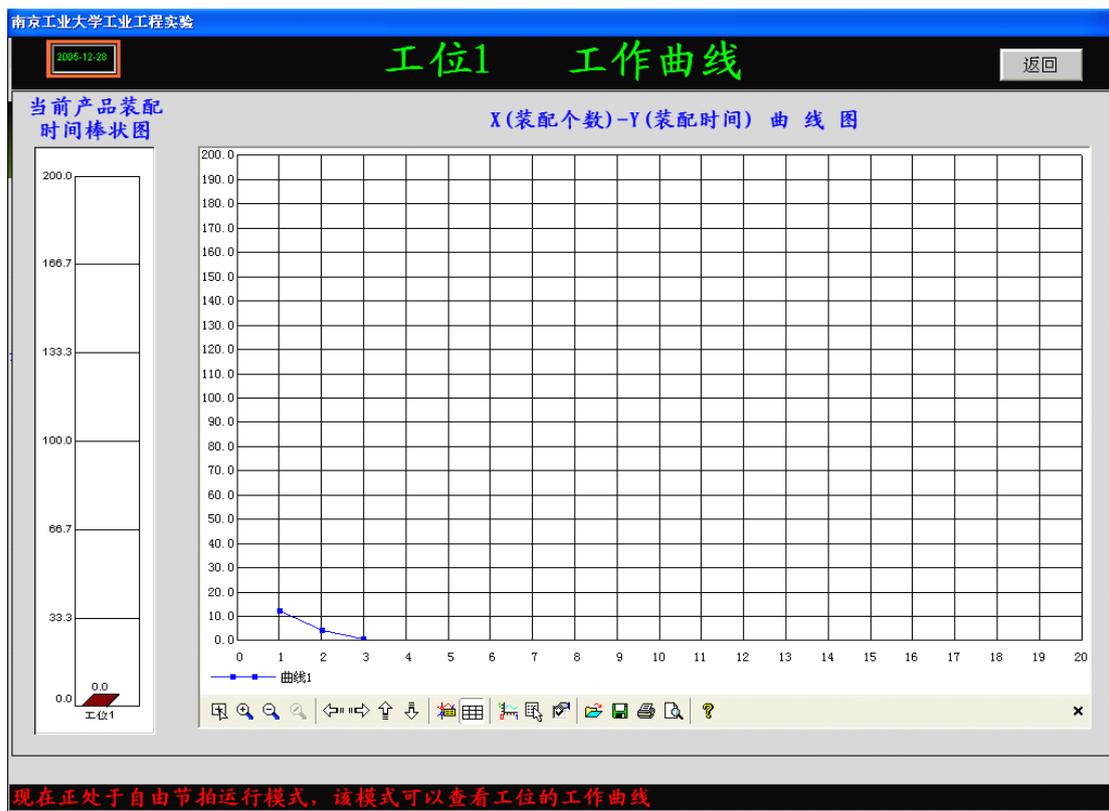


图 23 各工位工作曲线图

该曲线界面右面是某个工位所有已经加工完成的产品所需时间曲线，X 轴为工位踏过脚踏开关的次数（即工位加工完的产品个数），Y 轴为第 N 个被加工完的产品的的时间（以秒为单位）。该曲线可以通过曲线下方的工具条实现保存、打印及其他功能。

如果曲线上出现 Y 轴时间为 0 秒的点，则可能是实验时学生未按实验要求随意踩踏脚踏开关，或者是由于该工位加工速度慢，工位出现积货现象。如果是后者引起，则说明工位分布不合理。

如果想退出自由节拍模式，请选择“运行/停止运行”。

- 在界面上查看成品情况，如图 24-25 所示

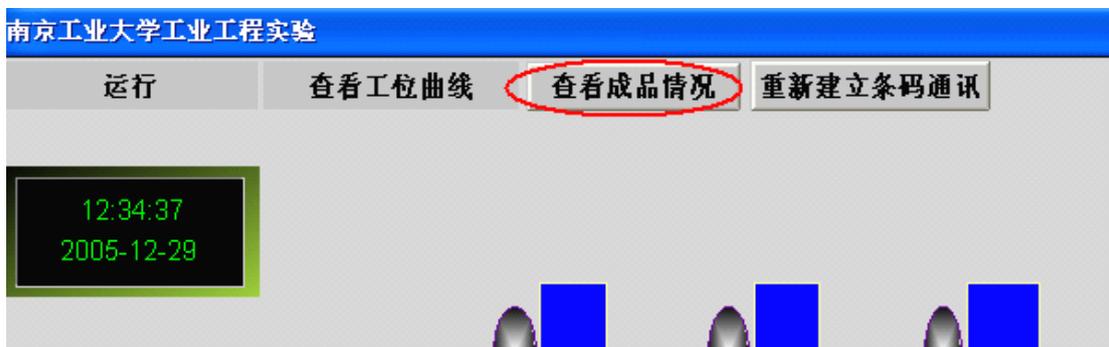


图 24 查看成品情况

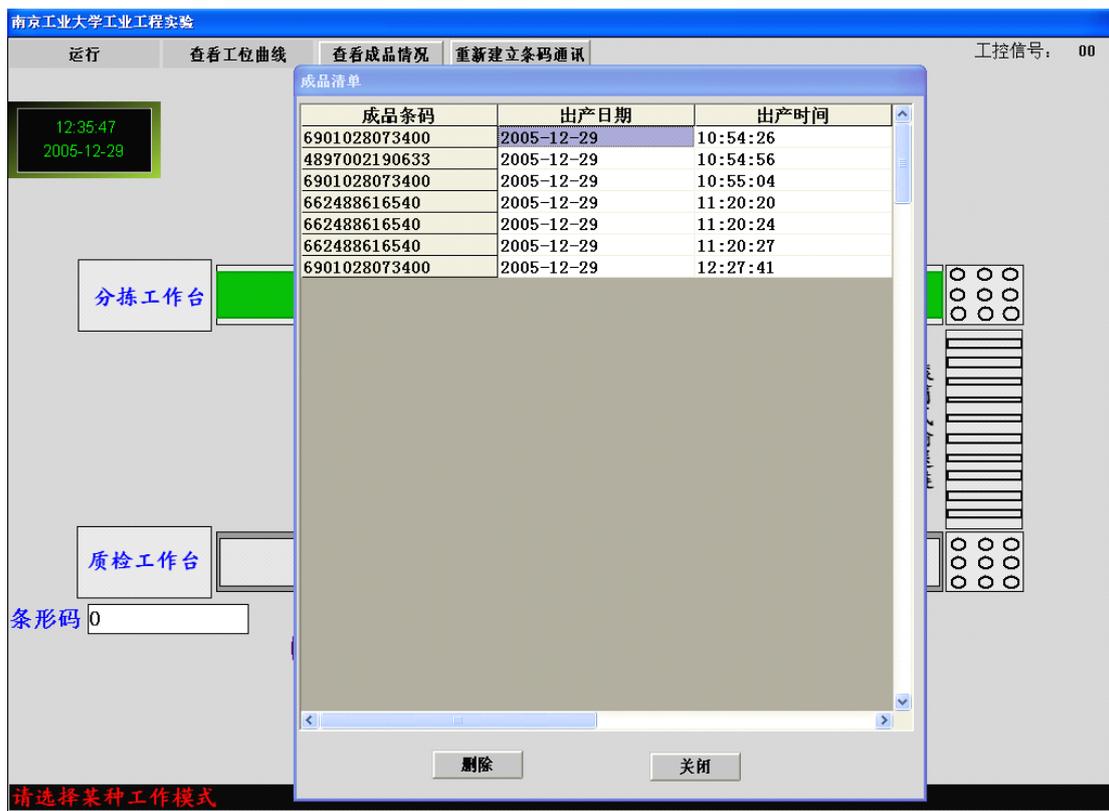


图 25 成品情况显示

- 工位操作

自由节拍:

当工装板来到皮带链上每个工位上时，操作人员都要将工装板取下，在自己的工作台上完成自己的组装工作，当工作完成时，再将工装板放在皮带链上继续自动向后传送。

滚筒链顶头处必须另派操作人员将皮带链上的工装板传送到滚筒链上，滚筒链尾处必须另派操作人员将滚筒链上的工装板传送到倍速链上。

当工装板来到倍速链上每个工位上时，工装板会被倍速链上的阻挡气缸阻挡，操作人员不要将工装板取下，必须在倍速链上完成自己的组装工作，完成后踩住地上的脚踏开关，阻挡气缸就会下降，直到工装板完全通过，再松开地上的脚踏开关，工装板会随着倍速链来到下一个工位，下一个工位的工作人员就可进行工作了。

强制节拍:

按照操作人员预先在人机界面上设定的“运行时间”和“停止时间”，皮带链会定时的运转和停转。每个工位的工作人员必须在规定时间内将自己的工作都完成。

倍速链阻挡开关也会定时的上升和下降，每个工位的工作人员必须在规定时间内将自己的工作都完成。即使没有完成，工装板也会去下一个工位，进行下一步的装配。

5. 操作规范

(1) 系统正常运行时

①请勿靠近光电, 以免误触发光电信号, 引起工位加工产品计时不正确。

②不要将手以及任何东西伸到倍速链中, 以防危险。

③不要随意踩脚踏开关, 以免引起误操作, 影响实验的准确性。在踩脚踏开关时, 请踩住保持到工装板通过, 以保证系统有充分的时间将数据上传至主控机。

④若系统运行正常, 而阻挡气缸无法正常地上升和下降, 检查空气压缩机电源开关有没有被打开, 充气是否充足。

⑤若中途出现硬件故障, 按下“紧停按钮”(红色, 安装在倍速链末端), 然后再松开“紧停按钮”。



图 26 紧停按钮停止

故障排除后, 再次开启控制柜的电源。

(2) 若系统无法正常启动

①各个设备的电源是否已打开。

②“紧停按钮”是否为旋开状态。

③PLC 的指示灯是否点亮。(左边 Run 灯亮, 右边 Power 灯亮, 均为从上至下的第二个指示灯。点亮时均为黄绿色灯光。)

(3) 每次开启系统时, 一定要先开启主控计算机, 等计算机完全启动后, 然后再开启控制柜和电子看板的电源。

(4) 每次关闭系统时, 一定要先关闭主控计算机, 等计算机完全关闭后, 然后再关闭控制柜和电子看板的电源。

实验二、项目计划编制实验

1. 实验目的

掌握项目管理的常用工具——Project，并利用它进行项目进度和 WBS 管理。结合具体问题讨论网络计划优化。

2. 实验软件

Project

Project 是微软公司推出的一个新的计划编制和处理的工具，它以其操作简单，功能广泛，而成为计划编制和处理的主要工具之一。本实验借助该软件，使学生能够编制出简单的项目进度安排计划。

	1	任务名称	工期	开始时间	完成时间	前置任务	资源名称
1		项目范围规划	3.5 工作日	2004年1月1日	2004年1月6日		
2		确定项目范围	4 工时	2004年1月1日	2004年1月1日		管理人员
3		获得项目所需资金	1 工作日	2004年1月1日	2004年1月2日	2	管理人员
4		定义预备资源	1 工作日	2004年1月2日	2004年1月5日	3	项目经理
5		获得核心资源	1 工作日	2004年1月5日	2004年1月6日	4	项目经理
6		项目范围规划完成	0 工作日	2004年1月6日	2004年1月6日	5	
7		分析/软件需求	14 工作日	2004年1月6日	2004年1月26日		
8		行为需求分析	5 工作日	2004年1月6日	2004年1月13日	6	分析人员

图 27 Project 任务设计界面

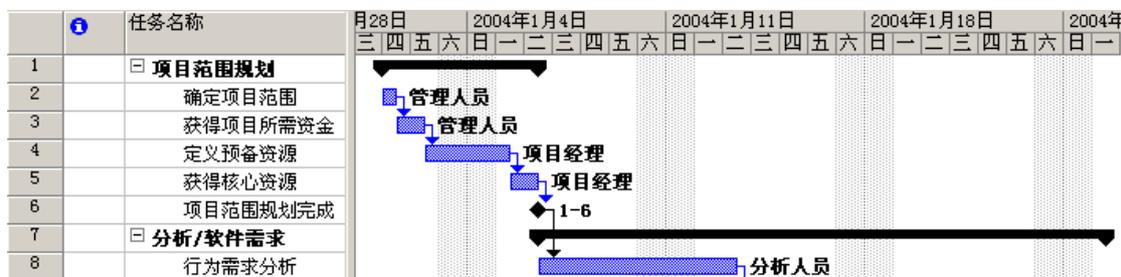


图 28 Project 任务设计所形成的甘特图

3. 实验任务

现有软件开发活动顺序如下，其中 n 为自己的学号，当 $n < 5$ 时， $N = n + 0.5$ ，当 $10 \geq n \geq 5$ 时， $N = (10 - n) / 2 + 1$ ，当 $20 \geq n \geq 10$ 时， $N = (20 - n) / 2 + 3 / 2$ ，当 $30 > n > 20$ 时， $N = (30 - n) / 2 + 2$ ，当 $40 \geq n \geq 30$ 时， $N = (40 - n) / 2 + 5 / 2$ 。现有例子如下：

表 1 软件开发安排表

序号	活动	紧前	所需时间	序号	活动	紧前	所需时间
A	收集数据	/	N	L	开发软件	K	2N
B	可行性研究	/	N	M	开发硬件	K	N
C	准备问题界定报告	A,B	N+1	N	开发网络	K	N
D	会晤用户	C	N/2	O	准备开发报告	L,M,N	N/2
E	研究现有系统	C	N	P	测试软件	O	N/2
F	明确需求	D	N+1	Q	测试硬件	O	N/2
G	准备分析报告	E,F	N-1/2	R	测试网络	O	N/2
H	数据输入与输出	G	N	S	准备测试报告	P,Q,R	N
I	处理数据和建数据库	G	N+1	T	培训	S	2N
J	评估	H,I	N/2	U	系统转换	S	N
K	准备设计报告	J	N/2-1	V	准备实施报告	T,U	N/2

要求：

- (1) 根据以上情况作出甘特图，并打印。
- (2) 作出 WBS。
- (3) 讨论缩短工期的方法