

基础工业工程实验指导

王奕娇 主编

东北农业大学

主 编 王奕娇

参 编 李杞超

主 审 马 力

东北农业大学

前 言

基础工业工程是工业工程专业的专业基础课程，本实验教材结合基础工业工程理论知识和实验室现有软、硬件条件对实验项目进行编排，实验项目的组织与设置与理论课程紧密衔接，使学生能更好地理解和掌握相关知识点。教材的编写有利于帮助学生在课前进行预习，更好地理解实验内容并开展实验项目，提高学生的动手能力和实际操作能力。

本教材包括各项实验项目的实验目的、实验要求、实验原理和操作步骤等，教材层次分明、图文并茂、通俗易懂，便于学生通过实验教学环节，将课堂中学习的基本理论及方法应用于生产实际，加深对课堂知识的理解和运用，为今后相关理论知识的实际运用打下一定基础。

由于编者水平有限，如书中出现错误或不妥之处，敬请老师和同学批评指正。

编 者

2015 年 10

实验室操作规程及安全守则

- 1、进入实验室的学生，必须严格遵守实验室各项规章制度。进入生产运作与物流管理实验室必须穿着符合生产实验要求的工作服装（女同学应带工作帽且须将长发纳入帽内）；
- 2、操作仪器必须先经过培训，熟悉其技术性能及工作原理后，方可进行操作，认真填写仪器设备使用记录；
- 3、注意保持实验室的清洁卫生，实验室内不准使用明火，严禁吸烟，严禁打闹嬉戏；
- 4、请不要将文件存放在实验室电脑中，生产运作与物流管理实验室严禁使用 U 盘；
- 5、就座后不得随意走动，以免触碰仪器设备或电源等，不得擅自离岗，在运行 AGV、堆垛机等设备前必须在设备行走范围内进行安全检查；
- 6、生产流水线开始运转后，不要让身体的任何部位处在设备运动零件可能到达的范围内；
- 7、在使用仪器时要随时注意意外情况出现，并加以预防。一旦出现危险操作，立即按下急停按钮；
- 8、实验时若发现仪器设备出现异常情况（如：有异味、冒烟等）时，应立即关闭总电源开关，并及时向实验室管理人员报告。遇到此类情况，实验学生不得擅自处理、或不报告就擅自更换仪器；
- 9、全体实验室人员及在实验室上课的教师都要了解实验室的供电、照明系统，每天下班或最后上完实验课的教师务必关闭实验室电源、关好门窗、整理好仪器设备。

目 录

第一部分 实践操作	
实验一 工艺流程分析.....	- 1 -
实验二 秒表时间研究.....	- 4 -
实验三 工作抽样.....	- 7 -
实验四 MOD 法应用.....	- 10 -
第二部分 软件应用	
实验五 人机作业分析.....	- 12 -
实验六 双手作业分析.....	- 16 -
实验七 标准作业指导书制定.....	- 20 -
实验八 产能计算.....	- 24 -
附表 1.....	I
参考文献.....	II

实验一 工艺程序分析

一、实验任务

绘制电脑主板的工艺程序分析图。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：12-16 人

三、实验目的及要求

1、实验目的

(1) 掌握工艺程序图的绘制方法、正确使用程序分析符号；

(2) 根据工艺程序图，能够运用 5W1H 提问技术发掘问题，用 ECRS 原理进行改进。

2、实验要求

(1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；

(2) 实验中按要求认真操作，掌握相关理论在实际中的应用。

四、实验原理

1、工艺程序分析

工艺程序分析是指以生产系统的全过程或整个工作系统为研究对象，在着手对某一工作系统进行详细调查研究和改进之前，对生产系统全过程所进行的概略分析，以便对生产系统进行简略、全面和一般性的了解，从宏观上发现问题，为后面的流程程序分析、布置和经路分析作准备。

2、工艺程序图

程序分析的主要内容就是以现行工作程序为基础绘制工艺程序分析图，通过分析重新组织一个效率更高的完整程序。工艺程序图含有工作程序的全面概况及各工序间的相互关系，它根据工作顺序编制且标明各工序的所需时间，能清晰地表明各种材料和零件的投入过程以及加工时间和加工要求等，使研究者对整个生产过程有一个清晰而概括的了解。工艺程序图主要有合成型、直列型、分解型、复合型四种结构形式。工艺程序图的绘制包括如下内容：

(1) 标题栏：格式和内容应根据程序分析的具体任务而定（一般应包括：研究对象的名称或编号、研究对象的文字说明、研究内容、研究者、研究日期、现行方法或是改进方法等内容）；

(2) 主装线：将工艺最复杂或者其他零件大多与其结合的零件工艺过程作为主装线放置在最右侧，其他零件按照与之结合的顺序从右到左依次排列；

(3) 材料、零件的进入在水平线上方表示，并标注其名称，数量；

(4) 程序分析符号由表示操作的“○”和检验的“□”两种主要动作构成，每项工序右侧记录具体内容，左侧记录所需时间；

(5) 编号：按实际加工装配的先后顺序进行，将操作与检验分别自上而下，先右后

左的顺序在程序分析符号内进行编号；

(6) 统计结果：按照操作与检验分别进行统计，填入统计表中。

工艺程序图示意图如图 1-1。

研究对象：_____ 研究内容：_____ 编 号：_____ 方 法：现行 研究者：_____ 日 期：_____	统 计			
	内容	符号	次数	时间 (s)
	操作	○		
	检验	□		
	合计			

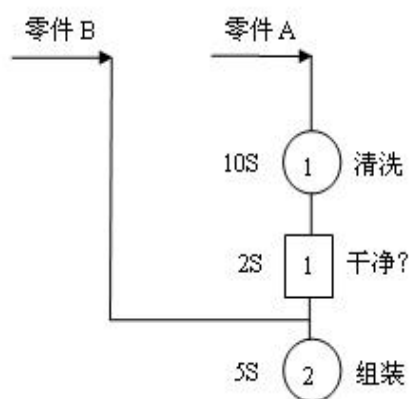


图 1-1 工艺程序图示意图

3、5W1H 提问技术及 ECRS 原理

(1) 5W1H 提问技术

What		有无其它更合适的对象?
Where		有无其它更合适的地方?
When	Why	有无其它更合适的时间?
Who		有无其它更合适的人?
How		有无其它更合适的方法?

(2) ECRS 四原则

E (Eliminate)，即消除。在进行“完成了什么”、“是否必要”及“为什么”等问题的提问中，若答复为不必要则给予取消。取消是改进的最佳方式，取消不必要的工序、操作或动作是不需要投资的一种改进，是改进的最高原则。

C (Combine)，即合并。对于无法取消而又必要者，看是否能合并，以达到省时、省力的目的。可合并一些工序或动作（过于细分或重复的工序或动作），或由多人不同地点从事的不同操作，改为由一人或一台设备完成。

R (Rearrange)，即重排。经过取消、合并后，可再根据“何人、何事、何时”三种问题进行重排，变更操作或检验顺序避免重复，使作业顺序达到最佳状况。

S (Simple)，即简化。经过取消、合并和重排后的必要工作，可考虑能否采用最简

单的方法及设备来完成，如增加工装夹具、采用机械化或自动化等措施，简化工作方法，以节省人力、时间及费用。

五、实验仪器设备

- 1、电脑主板；
- 2、秒表；
- 3、工具箱；
- 4、纸、铅笔和橡皮。

六、实验内容及步骤

- 1、选择对电脑主板进行装配，熟悉其装配过程及构成，掌握各零部件名称；
- 2、通过观察现行生产线装配方案，记录每一操作的大致时间（以秒为单位），绘制工艺程序图并进行统计；
- 3、应用 5W1H 提问技术及 ECRS 原则对绘制的工作程序图进行分析，分析原方案存在问题，提出改善方案；
- 4、绘制改进后的工艺程序图，建立较为实用、经济合理的新方法；
- 5、对新方法进行实施。

七、实验注意事项

- 1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；
- 2、生产线运转过程中，不要让身体的任何部位处在设备运动零件可能到达的范围内；
- 3、安装拆卸过程中要爱惜零件，注意安全。

八、实验结果与整理

- 1、写出对电脑主板进行工作程序分析的实施步骤；
- 2、画出电脑主板现行及改进的工艺程序图；
- 3、能结合实验过程及实验结果，对本次实验的收获和体会进行分析总结。

实验二 秒表时间研究

一、实验任务

绘制某项作业的时间研究表，并计算标准时间。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：3-6 人

三、实验目的及要求

1、实验目的

- (1) 掌握秒表测时方法，能够绘制时间研究表；
- (2) 能够运用秒表测时制定标准时间。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握相关理论在实际中的应用。

四、实验原理

1、时间研究

时间研究是作业测定的主要方法之一，秒表时间研究是利用秒表或电子计时器，在一段时间内，对作业的执行情况进行直接的连续观测，把工作时间和有关参数，以及与标准概念相比较的对执行情况估价等数据，一起记录下来，并结合组织所制定的宽放政策，来确定出该项作业所需时间标准的方法。时间研究的作用可归纳为以下几点：

- (1) 决定工作时间标准，并用以控制人工成本；
- (2) 制定标准时间，为其他工作（如奖金分配）提供依据；
- (3) 决定工作日程及工作计划；
- (4) 决定制造成本，为预算提供依据；
- (5) 决定机器的利用效率，并用来解决生产线的平衡。

2、操作单元的划分

秒表测时是以操作单元为单位进行观测记录的，并非其操作的总时间。所有操作单元的时间之和等于整个操作时间。操作单元的划分原则如下：

- (1) 每一单元应有明显易辨认的起点和终点；
- (2) 各单元时间长短适度，通常认为以 0.04min 为宜；
- (3) 工人操作单元应与机器单元分开；
- (4) 不变单元与可变单元应分开；
- (5) 规则单元、间歇性单元和外来单元应分开；
- (6) 物料搬运时间应与其他单元时间分开。

五、实验仪器设备

1、待加工产品； 2、秒表； 3、时间研究表格； 4、计算器； 5、铅笔和橡皮。

六、实验内容及步骤

1、收集资料进行测时准备；

收集与时间研究有关的基础信息资料，以及操作方法、产品或零件材料等相关的信息，以保证获取观测数据的准确性。

2、划分操作单元并将其填入时间研究表，见附表；

3、采用连续测时法记录时间并填写时间研究表；

连续测时法在整个研究持续时间内，秒表一直不停，直到整个研究结束为止。观测者将每个操作单元结束时的表读数读出，记录在表格内“R”列。研究结束后，将相邻两个操作单元结束时的表读数相减，记录在表格内“T”列，即得到本操作单元实际工作时间。如某一操作单元来不及记录，则应在该单元的“R”行中标记“×”或“M”，表示失去记录；如某一操作单元被操作者省去，则应在该单元的“R”行中画一斜线，表示省去；如某一操作单元操作者未按顺序进行，则应在相互颠倒的两个单元的“R”行内分别划一横线，横线下记开始时间，横线上记结束时间；如出现例外单元，则应在相应栏内做上记号，并记录影响时间。

4、确定观测次数；

以预先观测周期 10 次为例（在误差范围为±5%以内，可靠度为 95%的前提下），通过误差界限法求得观测次数。

$$n' = \left[\frac{40n}{\sum_{i=1}^n X_i} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 / n}{n-1}} \right]^2$$

5、采用三倍标准差法剔除异常值；

某操作单元观测 n 次的平均时间为：
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

标准偏差为：
$$\sigma \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

正常值范围为：
$$\bar{X} \pm 3\sigma$$

6、计算各操作单元的标准时间

将各操作单元的异常值剔除后所求得平均时间即为观测时间。通过评定系数对操作者的作业进行评定，并以此对观测时间平均值进行修正，使操作所需的时间变为不快不慢的正常时间。宽放率是指由于工人个人需要、休息、布置工作地和其他不能控制的延误所造成的附加时间与作业时间的比值，宽放率因工种不同而不同。

正常时间 = 观测时间 × 评定系数；

标准时间 = 正常时间 × (1 + 宽放率)，取 5% 的宽放率。

七、实验注意事项

- 1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；
- 2、生产线运转过程中，不要让身体的任何部位处在设备运动零件可能到达的范围内；
- 3、安装拆卸过程中要爱惜零件，注意安全。

八、实验结果与整理

- 1、通过划分操作单元，完成作业时间研究表的绘制并计算标准时间；
- 2、能结合实验过程及实验结果，对本次实验的收获和体会进行分析总结。

实验三 工作抽样

一、实验任务

能够应用“工作抽样”方法测定某一具体问题。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：5-10 人

三、实验目的及要求

1、实验目的

掌握“工作抽样”方法实施的具体步骤。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握相关理论在实际中的应用。

四、实验原理

1、工作抽样的概念

工作抽样（Work Sampling）是指对作业者和机器设备的工作状态进行瞬时观测，调查各种作业活动事项的发生次数及发生率，进行工时研究，并用统计方法推断各观测项目的时间构成及变化情况。

2、工作抽样的应用范围

工作抽样在实际工作中的应用很广泛，主要表现为两个方面：一是用于改善工作。利用工作抽样调查作业者或机器设备的利用率（或空闲率），还可以确定各项内容所占的时间比例，从而帮助研究者找出存在的问题，加以改进；二是用来确定标准时间。通过工作抽样，确定工作比率，加上评比和宽放，就可以确定作业的标准时间。

3、工作抽样观测次数 n 的确定

工作抽样观测次数的确定原则是：在满足可靠度及观测精度的前提下，确定合理的抽样次数。当可靠度设定为 95% 时，观测次数 n 为：

$$n = 4P(1-P) / E^2$$

$$n = 4(1-P) / S^2 P$$

式中， P 为观测事件的发生率； E 为绝对精度； S 为相对精度。

4、精确度计算

精确度就是允许的误差，它分为绝对精度 E 和相对精度 S 。当可靠度为 95% 时

$$E = 2\sigma = 2\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

$$S = \frac{E}{P} = 2\sqrt{\frac{1-P}{nP}}$$

对一般的工作抽样来说，通常取绝对精度 E 为 2%~3%，相对精度 S 为 5%~10%。对于绝对精度依据经验而定，按工作抽样目的不同可查询相应数表确定。

五、实验仪器设备

1、观测记录板； 2、秒表； 3、笔纸。

六、实验内容及步骤

本实验为学生自主设计实验，由学生分组讨论并确定研究对象和调查内容。比如调查校园内某条街道上各种类型车辆（轿车、货车、校车）的数量比例关系；调查校园内某十字路口各方向上机动车的数量比例关系；调查银行业务人员工作比率等等。

1、明确调查对象，确定观测项目；

2、设计工作抽样观测表；

观测表的格式应根据内容和目的而定，以观测机器开动率和操作者作业率为例，调查表设计如表 3-1 所示。

表 3-1 抽样调查表

分 类		操 作	空 闲	合 计			操作率（%）
机 器	1	正正正正正正	正正正正	30	20	50	60
	2	正正正正正正正正	正正	40	10	50	80
	3	正正正正正	正正正正正	25	25	50	50
操 作 者	1	正正正正正正	正正正正	30	20	50	60
	2	正正正正	正正正正正正正	20	30	50	40
	3	正正正正正正正正	正正正	35	15	50	70

3、试观测，确定总观测次数；

4、将抽样调查项目按照预定的观测时刻记录在表格内；

5、数据处理。

（1）采用“三倍标准差法”剔出异常值；

（2）计算绝对精度和相对精度。

七、实验注意事项

实验过程中注意安全。

八、实验结果与整理

- 1、设计相应抽样调查表格，并对数据进行整理；
- 2、能结合实验过程及实验结果，对本次实验的收获和体会进行分析总结。

实验四 MOD法应用

一、实验任务

通过绘制动作因素分析表，用 MOD 法确定电脑主板装配的标准时间。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：3-6 人

三、实验目的及要求

1、实验目的

- (1) 掌握模特法确定作业标准时间的方法和步骤；
- (2) 能够运用模特法正确表示操作者的各种动作。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握相关理论在实际中的应用。

四、实验原理

1、模特法基本原理

模特排时法（简称模特法或 MOD 法）无需经过现场测时，只要根据工作物蓝图、工作地布置和操作方法，就能预先计算出完成一项工作所需要的正常时间。模特法主要基于以下假设（基本原理）：

- (1) 所有人力操作时的动作均包括一些基本动作，模特法把生产实际中的操作动作归纳为 21 种基本动作；
- (2) 在操作条件相同时，同一基本动作所需时间大体相等；
- (3) 人体的不同部位做动作时，其最快速度所需要时间与正常速度所需要时间之比大体相似；
- (4) 人体不同部位做动作时，其动作所需时间互成比例。

2、模特法特点

- (1) 动作时间以手指移动 2.5cm 所需时间为最小单位（1MOD），身体其他部位动作的时间都用手指动作时间的整数倍来表达；
- (2) 模特法把身体各部位的动作划分为 21 种，其中 11 个为基本动作，10 个为身体及其他动作；
- (3) 1MOD 的时间值确定为 0.129s，使用中可根据实际情况适当调高或调低；
- (4) 动作符号不但表示动作，也表示时间。

五、实验仪器设备

- 1、电脑主板； 2、工具箱； 3、动作因素分析表； 4、铅笔和橡皮。

六、实验内容及步骤

- 1、掌握电脑主板装配的标准作业法；
- 2、分析左右手的动作，填写动作因素分析表 4-1；

表 4-1 动作因素分析

作业内容:			工 作 地 布 置 图			
工位序号:						
定员:						
操作者:						
MOD 数:		时间:				
日期:						
左手动作			时间	右手动作		
动作叙述	分析式	次数	MOD 值	次数	分析式	动作叙述
合计						

3、分析并记录模特法分析式，填入表 4-1；

4、计算正常作业时间；

根据表 4-1 中的 MOD 分析式，计算模特值进行累加，换算成普通时间即是装配的正常时间。

正常作业时间 = MOD 值 × 0.129

5、通过宽放时间，确定标准时间；

6、将 MOD 法与“秒表测试法”所得标准时间进行对比分析，如果相差较大应分析原因。

七、实验注意事项

- 1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；
- 2、安装拆卸过程中要爱惜零件，注意安全。

八、实验结果与整理

- 1、完成动作因素分析表的绘制；
- 2、能结合实验过程及实验结果，对本次实验的收获和体会进行分析总结。

实验五 人机作业分析

一、实验任务

利用达宝易软件绘制某视频素材的人机作业分析图。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：一个班

三、实验目的及要求

1、实验目的

- (1) 掌握达宝易软件的操作步骤和基本功能；
- (2) 能够利用达宝易软件绘制人机作业分析图。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握人机操作分析图的绘制过程。

四、实验原理及操作

1、人机作业分析的含义与主要用途

人机作业分析是借助人机作业图应用于机械作业的一种分析技术，通过对某一项作业的现场观察，记录操作者和机器在同一时间内的工作情况，并加以分析，寻求合理的操作方法，使人和机器的配合更加协调，以充分发挥人和机器的效率。人机作业分析的主要用途有：

- (1) 发现影响人机作业效率的原因；
- (2) 判定操作者能够同时操作机器的台数，以充分发挥闲余能力的作用；
- (3) 判定操作者和机器两方面的哪一方对提高功效更为有利；
- (4) 进行安全性研究；
- (5) 设备改造、实现自动化及改善作业区的布置。

2、达宝易软件简介

达宝易是将现场录像转换成计算机可识别的 MPEG4 文件格式，在计算机上进行动作和时间研究的工具，达宝易软件主界面如图 5-1 所示。使用达宝易软件进行分析研究的基本流程为：

- (1) 现场摄像，采集视频；
- (2) 利用电脑操作录像，进行动作分析，系统自动进行计测时间等工作；
- (3) 直接导出 IE 报表。

3、达宝易软件主要特性及功能

(1) 调节播放功能：达宝易采用每秒 25 帧的 MPEG4 格式，可调节播放的速度，也可进行逐帧播放，可准确定位任意动作点，帮助在动作分析时找准动作的分界点，进行细微动作分析；

(2) 动作标记功能：在对作业录像进行动作分析时，可以根据软件提供的沙布利克分析法、MOD 法等进行动作属性的编辑，动作属性包括：动作名称，所属周期，动素

类型，动作是无效、辅助还是必要动作，速度评价系数，必要的辅助说明（例如工艺参数或是注意事项）等；



（3）自动计算时间：软件自动计算每个标记动作点之间的时间；

（4）分析数据和录像的联动：播放视频时，软件自动定位到已分析的动作区间，跳转分析数据。分析完后选择标记播放，软件自动跳转视频，跳过无效动作，缩放动作时间，提供标准操作视频；

（5）强大的数据输出功能：能输出各种动作属性的统计报表、标准作业组合表、SOP 等；

（6）双屏对比功能：能够在同一界面进行双屏播放，可进行对比分析、双手配合分析、人机配合分析；

（7）产能计算：将达宝易分析得出的标准时间经过宽放以后直接输出产能与生产线平衡报表，自动找出线平衡率。

4、达宝易软件人机作业图操作步骤：

（1）启动达宝易软件，打开人机配合录像，熟悉所要分析的视频素材；

（2）以人为中心，按照达宝易软件分析方法对人进行分析（如果有人的等待状态，分两种情况考虑：人和机共同等待，对人定义为无效；人等待机器不等待，对人定义为辅助）；

（3）在标记属性中点击『操作类型』，弹出操作类型对话框，如图 5-2 所示；

（4）选择人的操作类型（连续：指人的动作类型还是延续上一工序的作业内容；有：指人在此次工序新开始的产生附加价值的工作；无：没有从事增加附加价值的工作）；

（5）输入设备运行时间，指设备需要工作的时间，单位为秒；

（6）选择人的步行状态（连续：指人的步行状态还是延续上一工序的状态；有：指人在此次工序新开始时发生走动；无：没有走动）；



图 5-2 操作类型对话框

- (7) 点击确定完成编辑，并进行保存；
- (8) 重复以上步骤直至录像分析完成；
- (9) 在『输出』菜单下选择『标准作业组合表』，对产品型号、工位名称等必要的信息进行编辑，输出的 xls 标准作业组合表如图 5-3 所示。

标准作业组合表																															
产品型号	11	标准作业组合表		制作日期		2007-8-31		循环时间（秒）		140.32																					
	工 位			11	部 门				节 拍（秒）																						
序 号	作业名称	时间（秒）			作业时间 TT= 140.32s（3s每格）																										
		操作	设备加工	步行	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
1	安装夹紧	6.69																													
2	启动设备	1.44	15																												
3	步行			7.96																											
4	启动加工循环	5.23	24.22(300)																												
5	步行			5.39																											
6	搬起铁屑桶	3.25																													
7	步行			7.38																											
8	倒铁屑	3.95																													
9	返回			8.06																											
10	放下桶	0.56																													
11	步行			16.72																											
12	观察是否加工完毕	17.32																													

图 5-3 标准作业组合表

五、实验仪器设备

- 1、计算机； 2、达宝易软件； 3、视频素材。

六、实验内容及步骤

- 1、选择一人机配合视频素材进行反复观看，熟悉操作流程，确定研究的起点和终

点，掌握操作者的工作过程；

2、对视频素材按照达宝易软件分析方法进行分析；

3、利用达宝易软件绘制现行人机操作分析图，并导出统计报表；

4、采用“5W1H”提问技术和“ECRS 四原则”对绘制的人机作业图进行分析，若原操作方法存在问题应对其进行改进；

5、提出改进方案，建立较为实用、经济合理的新方法。

七、实验注意事项

1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；

2、重要数据备份：在使用到达宝易软件分析时，会将分析后的结果储存到 C:\Program Files\达宝易\达宝易\data\VideoClip.mdb 的文件中，因此关闭计算机前要将 VideoClip.mdb 进行拷贝，否则重启计算机后以前分析的数据文件无法找到，导致数据丢失。

八、实验结果与整理

1、写出利用达宝易软件绘制人机操作分析图的实施步骤；

2、导出利用达宝易软件绘制的人机操作分析图；

3、能结合实验过程及实验结果对操作者提出改善建议，分析总结本次实验的收获和体会。

实验六 双手作业分析

一、实验任务

利用达宝易软件绘制某视频素材的双手作业分析图。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：一个班

三、实验目的及要求

1、实验目的

- (1) 掌握达宝易软件的操作步骤和基本功能；
- (2) 能够利用达宝易软件绘制双手作业分析图。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握双手作业分析图的绘制过程。

四、实验原理及操作

1、双手作业分析的意义与作用

双手作业分析是对由一名操作者所承担的作业内容进行记录和分析的技术。通过双手作业分析可以考察操作者的操作方法和步骤是否合理，左右手的分工是否恰当，是否存在多余和笨拙的动作需要改进，工作地物料的摆放、工作地布置是否合理等，经研究和改进，以达到减轻劳动强度、提高作业效率的目的。

双手作业分析的作用，可以归纳为以下几点：

- (1) 研究双手的动作及其平衡问题，检查左、右手分工是否恰到好处；
- (2) 发现和改善“独臂”式的作业；
- (3) 取消或减少伸手、找寻以及笨拙而无效的辅助性动作，缩短工序时间提高效率；
- (4) 发现工具、物料、设备等不合适的放置位置；
- (5) 使动作规范化，据此拟定作业规程，为编制标准作业指导书（SOP）提供参考。

2、双手作业分析图

双手作业分析图以双手操作为研究对象，采用标准流程图符号来记录其动作，并可指导作业者如何有效地运用双手从事生产性的工作，提供一种新的动作观念，找出一种新的改善途径。

3、达宝易软件双手作业分析步骤：

(1) 将待分析的双手配合录像命名为左手，启动达宝易软件打开文件，熟悉所要分析的视频素材；

(2) 以人的左手为中心，按照达宝易影像分析方法对左手进行分析，以达宝易软件对某工人进行左手分析为例，分析过程如图 6-1 所示；

(3) 复制双手分析录像，并重命名为右手，使用达宝易打开文件；

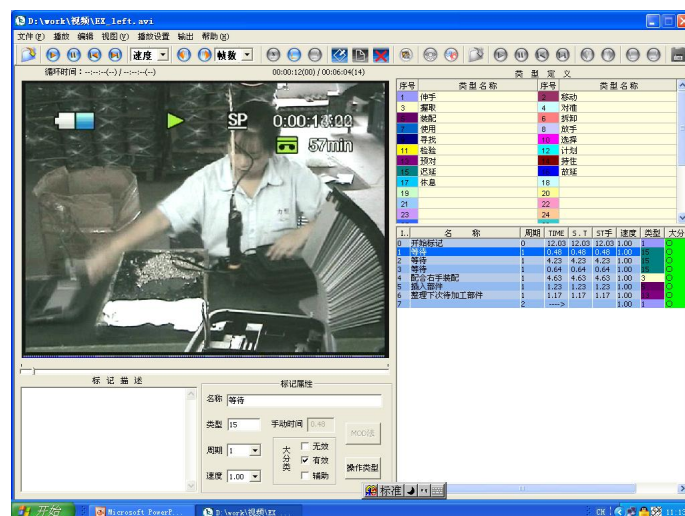


图6-1 左手分析过程

(4) 以人的右手为中心,按照达宝易影像分析方法对右手进行分析;


(5) 点击  键,启动双屏比较。分别在左视图打开左手分析,在右视图打开右手分析,操作过程如图6-2所示;



图6-2 双手作业分析

(6) 利用  、  键,选择左、右手的动作比较区间,播放对比区间;

(7) 选择【输出】中的【操作程序图】,系统将直接输出双手对比程序图,双手作业分析对比图如图6-3所示。



图6-3 双手操作分析图

4、双屏比较分析结果表

双屏分析结果表位于双屏比较画面的右上侧，其内容有ID A、名称A、ID B、名称B和动作时间差。

ID A：左侧录像（比较对象A）的标记序号；

名称A：左侧录像（比较对象A）的标记名称或动作名称；

ID B：右侧录像（比较对象B）的标记序号；

名称B：右侧录像（比较对象B）的标记名称或动作名称；

动作时间差：比较对象A的动作时间（或标准时间）减去比较对象B的动作时间（或标准时间）之差。

（1）删除项的处理

为了使动作时间差有意义，比较各行应该是相同动作要素或相同动作类型，比较范围内如果有相同标记行数的话，容易做到行行对应。但当某一方出现删除行时，往往会比正常的动作要素行多出一行来，行行对应关系就会被打乱。为了保证相同动作要素之间的比较，当某一方出现删除行时，另一方将自动跳过这一行，与删除行相对应的另一方的ID及名称分别记入“×”和“××××”。

（2）多余行的处理

某一方的比较范围大于另一方时，多余部分相对应的另一方的ID及名称分别记入“—”和“———”。

五、实验仪器设备

1、计算机； 2、达宝易软件； 3、视频素材。

六、实验内容及步骤

1、选择一用手工进行的具有高度重复性的工作进行反复观看，熟悉操作流程，确

定研究的起点和终点，掌握操作者的双手工作过程；

2、通过观察操作人员左右手的各项动作，对视频素材按照达宝易软件分析方法进行分析；

3、利用达宝易软件绘制现行双手作业分析图，并导出统计报表；

4、应用“ECRS 四原则”及动作经济原则等方法对绘制的双手作业分析图进行分析；

5、若原操作方法存在问题应对其提出改进方案，建立较为实用、经济合理的新方法。

七、实验注意事项

1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；

2、重要数据备份：在使用到达宝易软件分析时，会将分析后的结果储存在 C:\Program Files\达宝易\达宝易\data\VideoClip.mdb 的文件中，因此关闭计算机前要将 VideoClip.mdb 进行拷贝，否则重启计算机后以前分析的数据文件无法找到，导致数据丢失。

八、实验报告要求

1、写出利用达宝易软件绘制双手作业分析图的实施步骤；

2、导出利用达宝易软件绘制的双手作业分析图。

3、能结合实验过程及实验结果对操作者提出改善建议，分析总结本次实验的收获和体会。

实验七 标准作业指导书制定

一、实验任务

- 1、利用达宝易软件 MOD 计算器确定某项工作的标准时间；
- 2、利用达宝易软件对某项工作制定标准作业指导书。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：一个班


三、实验目的及要求

- 1、实验目的
 - (1) 掌握达宝易软件 MOD 计算器的操作步骤；
 - (2) 能够利用达宝易软件制定标准作业指导书。
- 2、实验要求
 - (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
 - (2) 实验中按要求认真操作，掌握相关内容的实际应用。

四、实验原理及操作

- 1、达宝易 MOD 计算器操作步骤：
 - (1) 选择菜单栏『播放设置』中『手动标准时间』；
 - (2) 在标记属性区选择『MOD 法』计算器；
 - (3) 在类型定义区弹出 MOD 计算器，MOD 计算器界面如图 7-1 所示；



- (4) 分析并输入模特法分析式，然后点击『确定』；
- (5) MOD 计算器关闭，标记属性区手动标准时间处显示 MOD 法计算结果；
- (6) 单击标记保存功能键 ，确定保存新的标记信息。

2、制定标准作业指导书操作步骤：

标准作业指导书（Standard Operation Procedure，简称 SOP），是以文件的形式描述操作人员在生产作业过程中的操作步骤和应遵守的事项，制定 SOP 的具体操作步骤如下：

(1) 双击 SOP 编辑器图标打开软件，系统运行后界面如图 7-2 所示；

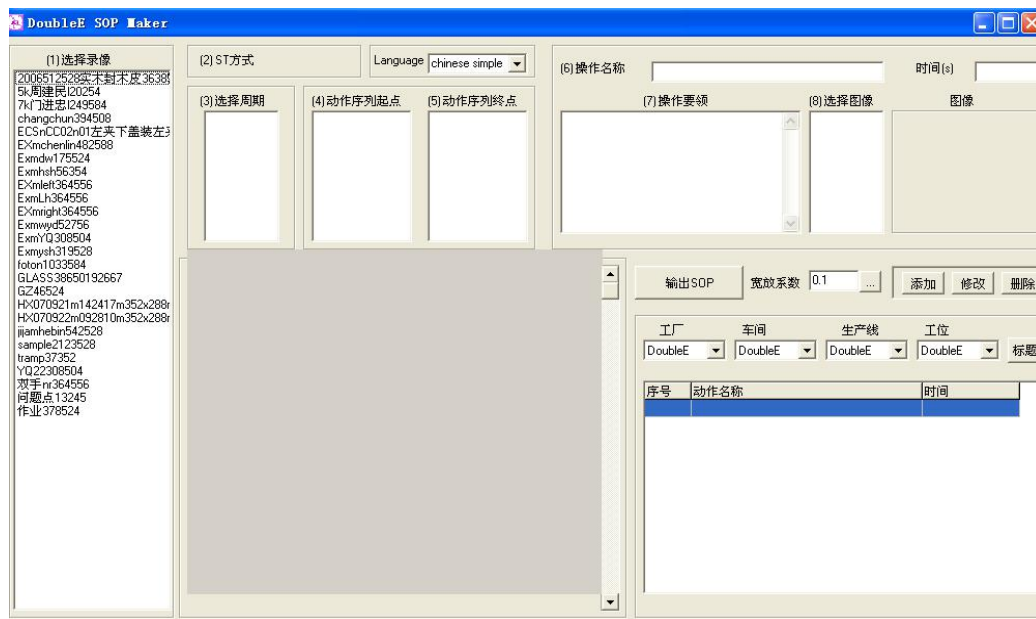


图 7-2 SOP 编辑器

(2) 选择录像：在界面左侧选择使用达宝易分析好的录像，未分析的录像不会出现到选择录像区；

(3) 选择 ST 方式：选择标准作业时间记录方式。在使用达宝易分析时，有时会输入企业标准时间或使用 MOD 法分析时间，在编辑时需考虑使用标准；


(4) 选择周期：在使用达宝易分析时，有时会用周期进行区分同一工位的多个循环作业，也会用周期区分不同工位的循环作业；

(5) 编辑标头：选择工厂、车间、生产线及工位信息（说明：工厂、车间、生产线及工位信息的添加在产能编辑器中进行）；

(6) 选择动作起点及终点：在使用达宝易分析时，分析动作比较细、动作要领比较多，不利于现场人员使用，在此进行合并；

(7) 编辑名称及操作要领：因进行动作合并，使用原来的操作名称并将标记描述简单的合并必然不合适，因此需要进行重新编辑；

(8) 选择图片：在选择动作要素范围内，挑选需要展示的图片；

(9) 确定宽放系数：因使用达宝易分析的结果为基础数据，因此需要考虑工厂的各种因素，增加宽放系数。点击  键，出现宽放系数计算器如图 7-3 所示，根据不同状态选择系数，系统会自动累加，点击『确定』完成。

(10) 点击『添加』在记录栏中出现记录；

(11) 按如上步骤进行操作，直到该周期所有的动作要素录入完成；

(12) 点击『标题』编辑标题信息，点击『LOAD』，添加特征图片（只能是.bmp 格式）；

(13) 点击『输出 SOP』，并选择路径进行保存。

宽放系数计算器

疲劳宽放

0.0

疲劳宽放项目

- 努力度
- 姿势
- 特殊作业服装与工具
- 细致程度
- 重复动作与紧张度
- 单调性
- 创造性与注意力
- 危险与安全责任
- 环境
- 噪音
- 湿度
- 光照
- 地面

私事宽放

0.0

轻松

较重

很重

作业宽放

0.0

管理宽放

0.0

使用自定义默认值

0.1

确定

取消

图 7-3 宽放系数计算器

3、达宝易 SOP 报表说明

达宝易 SOP 报表示意图如图 7-4 所示，SOP 报表说明如下：




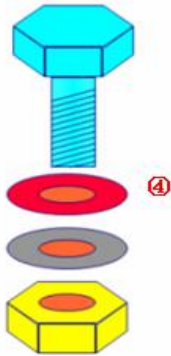


SOP				作业编号	05abc	标准作业顺序 (数据个值)							
				作业名称	g1	第1工时	第2工时	第3工时	第4工时	第5工时	第6工时	第7工时	第8工时
				工序名称	1	381	762	1143	1524	1905	2286	2667	3048
				工序时间	9.45(a)	标准作业顺序 (秒数)							
生产姓名	z	产品型号	ss	工序顺序	1								
设备型号	4444	工序名称	aaa1	工序时间	9.45(a)								
序号	操作名称	测试完成，取下测试完成品			序号	辅助材料 (代号、名称、规格)			数量	关联操作			
1	操作要领	取下的测试完成品为什么零件时放置，然后用手将测试完成品放于测试台上方，一分钟内完成测试。				1							
	时间(秒)	0.56	设备及工量			2							
2	操作要领	如果是不良品应如何放置产品，此工位工作台南放置很多零件，严重违反5S原则，应做清理并划出专门区域放置。				3							
	时间(秒)	1.064	设备及工量			4							
3	操作名称	左手取电极一端 (Red) 并接向零件				5							
	操作要领	当测试设备LED如何显示或发出何种声音的时候代表OK，否则，将零件测试时间特别长，可能是手按压上不能完成的故障。											
	时间(秒)	2.268	设备及工量										
4	操作名称	右手部份测试											
	操作要领	左手持件，工作台的平面设置不合理，测试台部分左侧的作业空间几乎没有，容易导致取放不便。											
	时间(秒)	2.702	设备及工量										
5	操作名称	右手部份测试											
	时间(秒)	2.856	设备及工量										
制订	审核			校对									
修改备注	签名			审核	日期								
修改备注	签名			审核	日期								

图 7-4 SOP 报表

(1) 题头区

包括作业编号、作业名称、工序名称、产品型号等基本信息，在用户未作输入时，该部分默认为空。

(2) 操作顺序列表

顺序列表罗列该工位的几个操作步骤及示意图，即用户在程序中建立的 SOP 列表；该处输出的时间为宽放后的时间；一页只输出五行，超过的部分继续跨页，直到完全输出为止。

(3) 标准作业进度列表

输出从第 1 到第 8 个小时累计应完成产品数目。

(4) 装配示意图

该图仅在第一页输出。

五、实验仪器设备

1、计算机； 2、达宝易软件； 3、视频素材。

六、实验内容及步骤

- 1、选择某一操作视频素材进行反复观看，熟悉操作流程，确定研究的起点和终点，掌握操作者的工作过程；
- 2、对视频素材按照达宝易软件分析方法进行分析；
- 3、利用达宝易软件 MOD 计算器确定工作的标准时间；
- 4、利用达宝易软件制定其标准作业指导书。

七、实验注意事项

- 1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；
- 2、重要数据备份：在使用到达宝易软件分析时，会将分析后的结果储存在 C:\Program Files\达宝易\达宝易\data\VideoClip.mdb 的文件中，因此关闭计算机前要将 VideoClip.mdb 进行拷贝，否则重启计算机后以前分析的数据文件无法找到，导致数据丢失。

八、实验报告要求

- 1、写出利用达宝易 MOD 计算器制定某项工作标准时间的操作步骤；
- 2、利用达宝易软件制定某项工作的标准作业指导书；
- 3、能结合实验过程及实验结果，分析总结本次实验的收获和体会。

实验八 产能计算

一、实验任务

利用达宝易软件计算某项工作的产能，确定生产线的瓶颈工位。

二、实验特点

实验类型：综合

每组人数：一个班

三、实验目的及要求

1、实验目的

- (1) 掌握达宝易软件产能计算器的操作步骤；
- (2) 能够运用达宝易软件对某项工作的产能进行计算，确定生产线的瓶颈工位。

2、实验要求

- (1) 实验前，认真预习实验指导书，了解本次实验的实验内容；
- (2) 实验中按要求认真操作，掌握相关内容的实际应用。

四、实验原理及操作

1、产能

产能是指在计划期内，企业参与生产的全部固定资产，在既定的组织技术条件下，所能生产的产品数量，或者能够处理的原材料数量。达宝易产能计算器包括如下几部分内容，界面如图 8-1 所示。

- (1) 工厂列表：列表显示所有的工厂，光标所在行表示当前选取的工厂；
- (2) 车间列表：表示当前工厂下的车间，单击工厂列表①中一项将刷新车间列表；
- (3) 生产线列表：表示当前车间下的流水线，单击车间列表②中的一项将刷新流水线列表；
- (4) 工位列表：表示当前生产线下的工位，单击生产线列表③中的一项将刷新工位列表；
- (5) 产品列表：表示一组产品，光标所在行表示当前选取的产品；
- (6) 产品生产流程列表：表示当前产品的制造步骤，单击产品列表⑤中的一项将刷新产品生产流程列表，其数据由工位列表④建立；
- (7) 输出面板：接受输入总产量(件)，生产期限(日)、日工作时间(小时)。

2、达宝易产能计算操作步骤：

- (1) 双击产能计算图标，系统运行后界面如图 8-1 所示；
- (2) 在『数据』菜单栏，分别录入工厂、车间、生产线及产品名称的信息；
- (3) 关闭产能计算器，打开达宝易软件及已分析好的视频；
- (4) 在『输出』菜单栏下，选择『标准时间(产能)』，在弹出的“标准时间输出表”中，选择工厂名称、车间名称、生产线名称以及 ST 方式，输入工位名称并确定周期；
- (5) 按照上述步骤，将生产线上的所有工位信息全部添加到产能编辑器内，然后运行『产能计算器』，在工位列表④中出现工位信息；

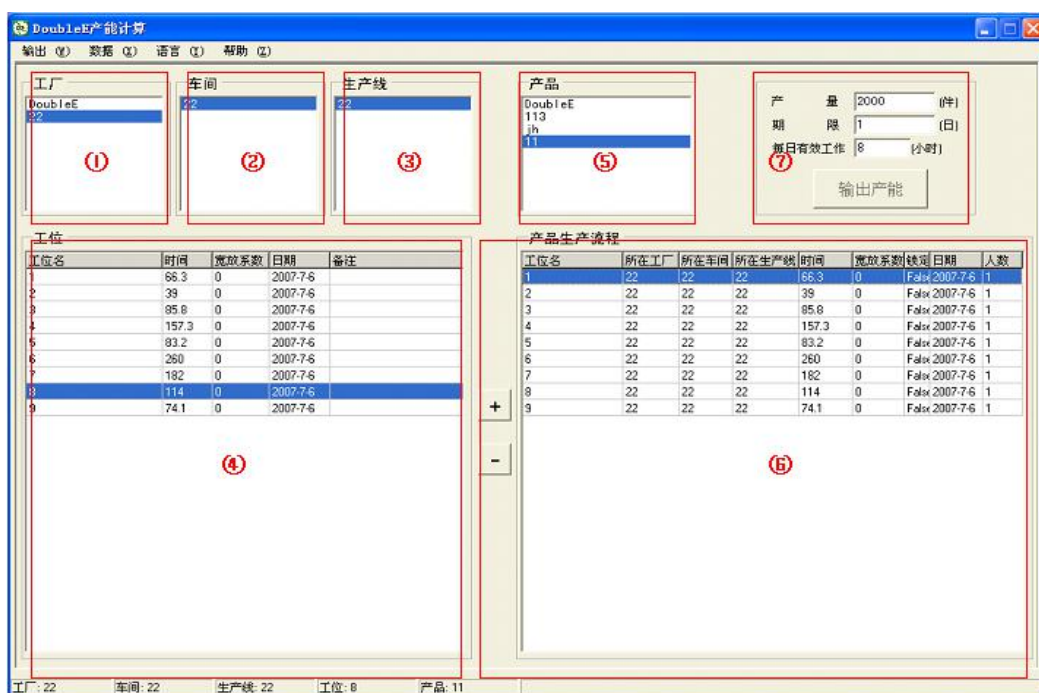


图 8-1 产能计算器

(6) 双击工位列表④中的工位名，会弹出工位信息界面如图 8-2 所示，对各工位信息依次进行编辑；



图 8-2 工位信息界面

(7) 确定产品型号, 将工位信息添加到产品生产流程列表⑥中, 检查人员是否符合实际 (系统默认人员为单人操作);

(8) 对于不符合实际情况的操作, 需双击工位进行修改, 如图 8-3 所示;

(9) 输入产量、期限及每天有效工作时间, 单击『输出产能』;



图 8-3 工位相关修改

(10) 系统会自动计算出生产线平衡率及瓶颈工位，由测定时间和宽放系数可以计算出标准工时，由此可导出一小时产量，即产能；假设生产线顺序生产，那么由确定的产量和日工作时间即可导出每个工位需要多少人，报表导出如图 8-4 所示（红色字标出该生产线的瓶颈工位，生产线平衡分析报表以柱状图示出生产线上各工位的标准时间现状描述，表下侧显示平衡率和损失率）。

图 8-4 产能报表

五、实验仪器设备

- 1、计算机；
- 2、达宝易软件；
- 3、视频素材。

六、实验内容及步骤

- 1、选择某一操作视频素材进行反复观看，熟悉操作流程，确定研究的起点和终点，掌握操作者的工作过程；
- 2、对视频素材按照达宝易软件分析方法进行分析；
- 3、利用达宝易软件计算其产能，并确定生产线的瓶颈工位。

七、实验注意事项

- 1、进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度；
- 2、重要数据备份：在使用到达宝易软件分析时，会将分析后的结果储存在 C:\Program Files\达宝易\达宝易\data\VideoClip.mdb 的文件中，因此关闭计算机前要将 VideoClip.mdb 进行拷贝，否则重启计算机后以前分析的数据文件无法找到，导致数据丢失。

八、实验报告要求

- 1、写出利用达宝易产能计算器计算某项工作产能的操作步骤；
- 2、通过产能报表对生产线进行分析；
- 3、能结合实验过程及实验结果，分析总结本次实验的收获和体会。

附表 1

研究日期	完成时间： 开始时间： 经过时间：				作业内容：				短周期研究表				基本周期时间： 总平均单元时间： 评比因素：				宽放：		研究者：			
单元编号	1		2		3		4		5		6		7		8				操作人：			
站立 坐 移动																			观察人： 记录人： 核定人： 数据分析人： 外来动作因素：			
周期序数	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	评比	符号	<i>R</i>	<i>T</i>	说明	
1																		<i>A</i>				
2																		<i>B</i>				
3																		<i>C</i>				
4																		<i>D</i>				
5																		<i>E</i>				
总计 观察次数 平均 评比 基本时间																						

参 考 文 献

- [1]易树平,郭伏. 基础工业工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2]张绪柱,崔鲁光,王平,等著. 工业工程实验与实习教程. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3]达宝易™工业工程软件使用介绍, 北京创时能科技发展有限公司.
- [4]达宝易使用说明书, 北京创时能科技发展有限公司.
- [5]SOP 编辑器使用手册, 北京创时能科技发展有限公司.
- [6]产能计算器用户手册, 北京创时能科技发展有限公司.