

实验一 双手操作分析实验

一、实验任务

熟悉并熟练机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等）的装配过程，绘制其装配过程某工位的双手操作分析图，并加以分析、改进和评价。

二、实验目的：

- 1、学会正确描述、设计和绘制工作地布置图
- 2、掌握双手操作分析图的绘制方法
- 3、学会正确分析双手操作图所记录的工作现状，找出问题并提出合理改进的方法。

三、实验设备、工具

- 1、机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等）若干个
- 2、螺丝旋具扳手、尖嘴钳、工件盒等装配工具
- 3、记录板、铅笔、橡皮、计算器

四、实验原理：

（一）双手操作分析的概念、特征及意义

1、双手作业分析的概念

生产现场的某些作业以工序的操作过程为研究对象，详细观察和记录其过程，重点是了解双手如何进行实际的操作，称为双手作业分析。

通过双手操作分析，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、工具等布置是否合理等，经分析、改进以达到减轻劳动强度、减少操作时间、提高效率的目标。

2、双手作业分析的特征

（1）双手作业分析的主要对象是作业者的双手。

（2）双手作业分析是借助于双手作业图进行分析。

（3）双手作业分析简单明了，随时随地可记录分析，清楚地反映出动作是否符合动作经济原则。

3、双手作业分析的作用

（1）研究双手的动作及其平衡，左、右手分工是否恰到好处。

（2）发掘“独臂”式的作业并改进。

（3）发现伸手、找寻以及笨拙而无效的动作。

（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，并据此拟定作业规程，为编制标准化作业指导书提供参考。

4、双手作业分析图的作用

双手作业分析图以双手操作为对象，采用标准流程图符号来记录其动作，表示其关系，

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。

5、双手作业分析图的画法（见图例）

（1）图的左上部。填写常规项目，包括编号、作业名称、地点、作业人员、作业的起点、终点（结束）、日期等。

（2）图的右上部。填写工作地布置平面简图，并表明各种零件、工具、设备的位置。

（3）图的中间部分。分别在左右两边填写左、右手动作的代表符号及动作说明。

（4）图的右下方，用动作符号填写对左、右手的动作统计

6、绘制双手作业分析图时的注意事项。

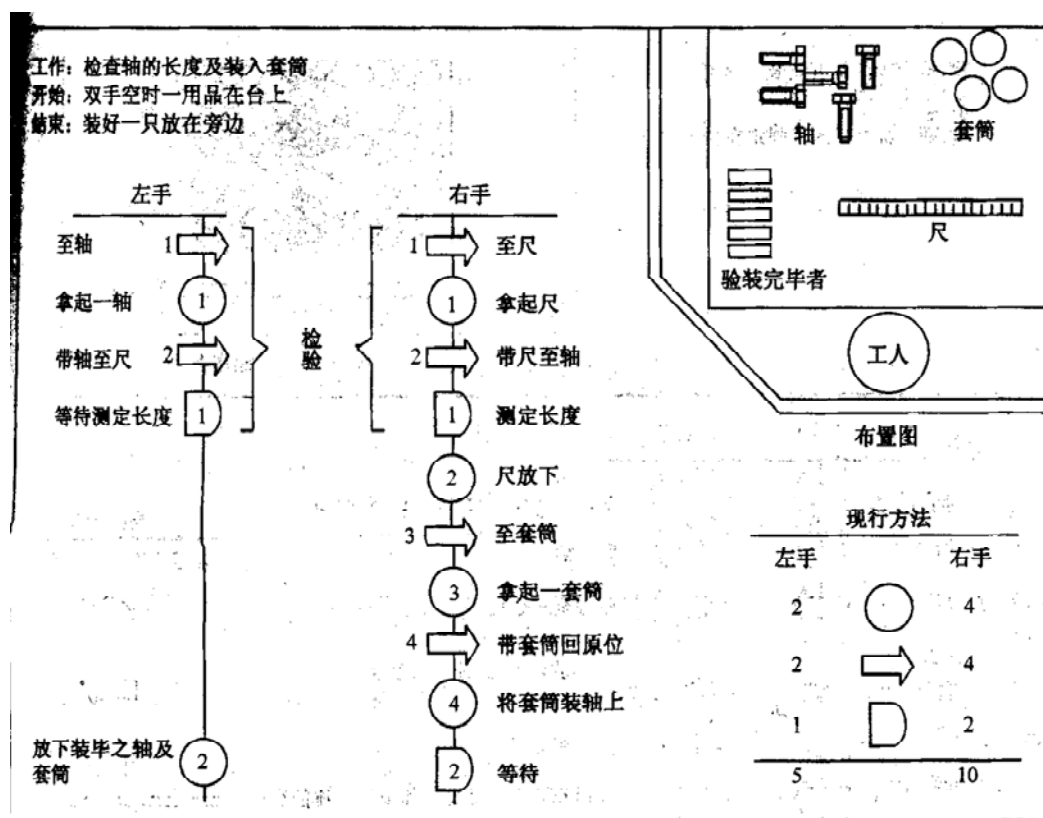
（1）开始记录前，要对整个作业周期认真研究若干次。

（2）每个作业周期开始时，应以拿起新的工件的动作作为开始记录的起点。

（3）正式绘图时，要边观察、边记录，一次记录一只手的动作，从左手或右手开始均可，一般应从工作最多的一只手开始，将其动作适当的符号及文字说明记录在对应边，并反复补充、核对、改正，不要遗漏，再用同样的程序记录另一只手的动作并将全部操作记录完毕。

（4）当左、右手同时动作时要记录在同一水平线上，顺次发生的动作，要记录在不同水平线上。要多次核对左右手动作关系，使记录准确无误。

（5）最后将左右手的动作分别进行统计，并记录在操作图的右下方。



五、实验内容及步骤

(一) 内容：两人一组，一人装配操作、一人观察记录绘图的工作过程，分别完成：

- 1、机械鼠标装拆多次，从熟悉到熟练，仔细观察、记录，绘制双手操作分析图。
- 2、两人交换工作，以上步骤重复一遍，
- 3、根据动作经济原则，用 5W1H 和 ECRS 进行分析，改进。

(二) 实验步骤：

1、绘制现行方法的工作场地布置图

2、熟悉装配过程，要求实验前每人必须拆、装工件 2—3 次或多次，直至全面掌握作业者两只手的工作内容及配合关系，实验小组成员讨论、确定拆装方案，然后一人安装产品，另一人注意观察装配过程。从作业者拿件开始到安装完毕，全面掌握作业者两只手的工作内容和配合关系。

3、将所观看到的双手操作内容记录在表

4、绘制双手操作程序图

5、用 5W1H 提问法，找出冗余、笨拙的动作，不合理的操作安排，左、右手分工不恰当处，物料、工具摆放位置的不合理之处等。

6、按 ECRS 四大原则进行考查，分析，并提出改进意见。

7、绘制改进后的工作场地布置图和双手操作图

六、实验报告要求

- 1、详细叙述实验方法及步骤、机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等）的装配程序、运用 5W1H 提问法及 ECRS 四大原则分析改善的过程。
- 2、画出改进前后的双手作业分析图
- 3、回答以下问题：
 - a) 双手操作分析的主要作用有哪些？
 - b) 为什么进行双手操作分析时要考虑工作场地布置情况？

实验二 标准时间测定综合实验

一、实验任务：

装配机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等），利用秒表测定该装配作业的标准时间，对该装配作业进行动作分析，并用模特法确定此装配作业的标准时间，分析两种方法测得的标准时间不同的原因。

二、实验目的：

1. 掌握秒表测时技术，学会正确划分动作组合单元
2. 熟悉并熟练某一工位装配作业，学会基本动作分析
3. 掌握模特法确定作业标准实践的方法和步骤
4. 掌握标准时间的制定原理、方法、步骤
5. 对比秒表测时与模特排时两种方法确定标准时间，互相验证。

三、实验设备、工具

- 1、机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等）若干个
- 2、螺丝旋具扳手、尖嘴钳、工件盒等装配工具
- 3、记录板、计算器、秒表等

四、实验原理

（一）秒表测时及其用途

秒表测时是一种作业测定技术，旨在决定一位合格、熟练、训练有素的操作者，在标准状态下，对一特定的工作以正常速度操作所需要的时间。是一种密集抽样的研究。

秒表测时的用途：1、决定工作时间标准，用以控制人工成本；2、制定标准时间，为其他工作提供依据；3、决定标准成本，作为标准预算的依据；4、决定机器的使用效率，平衡生产线。

（二）测时单元的划分：

一般一项作业时间较长，秒表测时不便，应把作业分成若干个测时单元，分别求出这些单元的标准时间，然后相加，再求得该作业的标准时间。

正确划分测时单元，可以使每一单元的动作数量较少，而且性质相同，以操作单元为单位进行比较，不但容易而且准确，同时还可作为模特排时法的动作分析式动作组合。

划分测时单元的原则：

1. 每一单元应有明显易辨认的起点、终点
2. 尽可能使每一人工单元内的操作动作为基本动作，（如伸手、握取等），测时单元 < 作业单元
3. 不变单元应与可变单元分开
4. 规则单元、间歇性单元和外来单元应分开

（三）模特排时原理

模特法是一种预定动作标准（PTS）法的一种，它无须现场测时，只要根据工作物结构图，工作地布置图 and 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。

模特法把人的动作与时间融为一体，只要确定了人的动作，就能知道动作所需的正常时间。（图一：参见《基础工业工程》机械工业出版社，易树平、郭伏主编 p_{278} 图 9-6）

1、模特法的特点：

动作时间是以手指移动 2.5cm 所需时间为最小单位 1MOD，身体其它部位的动作时间是以手指动作时间的整数倍来表达。模特法把身体动作划分为 21 种，其中上肢移动动作 5 种，终结动作分拿、放共 6 种，其它身体部位动作 10 种。 $1\text{MOD}=0.129$ 秒

动作符号不但表示动作，也表示时间值，如 M3 表是小臂动作，时间为 3MOD。

2、动作分析原理

动作分析是分析以手、眼为中心的人体各部位动作，作为基本动作的动素归结为 18 种，并分为有效、辅助和无效动素三类。（其名称、代号等如图一所示，参见《基础工业工程》机械工业出版社，易树平、郭伏主编 p_{135} 表 6-2）并以此为基础，判断动作的好坏并改善的分析方法。

动作分析的目的是发现操作者的无效动作和浪费现象，简化操作，减少疲劳，降低劳动强度，从而判定出标准操作方法。

五、实验内容及步骤

（一）实验内容：

本实验对象为拆装机械鼠标（或小电风扇、交流接触器等）。要反复拆装，一边拆装，一边做动作分析，一边改进，直到拆装动作固定、熟练，然后实施秒表测时，并记录在测时数据记录表中进行比较，算出正常时间，加上宽放后确定标准时间，用 MOD 法确定拆装的每个动作模特表达式，算出模特值和标准时间。

（二）实验步骤：

1. 两人一组，一人拆装，一人观测记录，此试验内容较多，相对用时较长，若时间允许，二人调换工作，时间不够，则一次完成即可。
2. **拆装练习必须三次以上至熟练为止**，开始测试前，将工件及工具放在合适的位置，便于操作。按照动作研究的原理，结合装配示意图，确定装配方法，反复练习至能够熟练装配。
3. 划分测时单元，兼顾模特法的动作组合。
4. 将组件安装全过程分成几个测时单元，每一单元起一个名称，确定每一测时单元计时的起始与结束点，且上一测时单元的结束点，应为下一单元的起始点，根据具体情况，取 2-3 个单元即可。
5. 确定观测次数：

- 任选一测时单元，预先观测 10 次，记下所有观测值： $x_1 \ x_2 \ \cdots \ x_{10}$

$$\text{求得: } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_{10}}{10}, \quad \sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_{10} - \bar{x})^2}{10}}$$

- 用三倍标准差法，确定管制上下线： $[\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + 3\sigma]$ ，不在此范围内的数据为异常数据，应剔除。
- 计算应观测的次数：在误差值取 $\pm 5\%$ ，可靠度取 95% 条件下，利用剔除后的余值，计算 N 值：

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

6. 实测并记录

一人反复拆装组件，一人按已确定好的计时起、止点连续测时并记录，直到达到应观测的次数为止，观测数据记录在表二中（参见《基础工业工程》机械工业出版社，易树平、郭伏主编 P_{193} 表 7-10）。同时，在观测记录的同时，要注意作业者的工作情况、作业态度、动作的协调性等，以便进行工时评分。

表二 连续计时法记录示例表

	①		②		③		④		⑤		外来单元			
周程	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	符号	R	T	说明
1	13	13	27	14	53	26	×		65		A	$\frac{86}{53}$	33	更换传动带
2	84	19	104	20	27	23	39	12	/		B	$\frac{425}{94}$	31	更换并调整螺钉
3	52	13	71	19	$\frac{205}{85}$	20	$\frac{425}{94}$	14	222	17	C			工具掉地上，拾起擦灰，调整
4	38	16	53	15	306	A 20	22	16	38	16	D			
5	53	15	69	16	87	19	431	B 13	49	18	E			
6	64	15	81	17	501	20	23	C 22	41	18	F			

7. 工时评价：

给操作者的工作情况打分，主要考虑的方面有：作业速度与观察者心中的正常速度比较等，给出 100 分的上、下值。

8. 数据整理:

1) 计算各测时单元的延续时间 T :

$$T = \text{测时单元终结读数 } R_{n+1} - \text{测时单元开始读数 } R_n$$

2) 计算各测时单元的正常时间 T' (设有 m 个测时单元): $T' = T \times \frac{\text{评分}}{100}$ 3) 求 $\overline{T'}$ 值: $\overline{T'} = (T'_1 + T'_2 + \cdots + T'_m) / m$ 4) 求作业的正常时间 T_0 : $T_0 = \text{各测时单元平均正常时间之和}$, 所以, $T_0 = \sum_{i=1}^n \overline{T'_i}$ 9. 决定宽放率: 按表 2-1、2-2、2-3 (参见《基础工业工程》机械工业出版社, 易树平、郭伏主编 $p_{198} \sim p_{199}$ 表 7-11、7-12、7-13) 决定

10. 计算装配机械鼠标 (或小电风扇、交流接触器等) 的标准时间:

$$\text{标准时间} = \text{正常时间} \times (1 + \text{总宽放率})$$

11. 用模特 (MOD) 法确定标准时间

1) 记录左、右手的基本动作组合

2) 写出各动作组合的动作分析式, 将各自的模特表达式列于表中

3) 记录两手动作时, 若同时动作, 一定要记录在同一行中, 并简要说明。

4) 计算正常时间, 把 MOD 分析式换算成值, 各动作组合的 MOD 值累加在一起, 即为该操作的正常时间。

$$\text{正常时间} = \text{MOD 值} \times 0.129 \text{ (秒)}$$

5) 确定模特排时法的标准时间, 方法同秒表法一样。

11. 对比分析:

对比秒表计时与模特法排时两种方法确定得到的标准时间, 正常情况下, 两个数据应接近, 若差别较大, 应分析原因。

六、实验报告要求:

1. 详细叙述实验方法及步骤。

2. 认真研究模特法的基本动作组合, 并列表记录。

3. 按实验指导书中的实验步骤, 列表记录秒表测时的数据 (参照 p_{214}), 并按步骤计算出正常作业时间和标准时间。

4. 按 MOD 法的步骤, 算出 MOD 值、正常时间和标准时间。

5. 分析、比较两种方法的结果, 是否互相验证, 若差距较大, 分析原因。