

讲课内容

- 一、工业工程导论
- 二、程序分析
- 三、作业分析

目录

1 工业工程导论

1.1 工业工程

1.1.1 工业工程的定义

1.1.2 工业工程的发展概况



1.1.3 工业工程的内容体系

1.1.4 工业工程的研究对象和时代特征

1.1.5 工业工程的基本方法

1.2 工作研究

1.2.1 概述

1.2.2 工作研究的内容及相互关系

1.3 方法研究

1.3.1 方法研究概述

1.3.2 方法研究的内容

1.3.3 方法研究的基本程序



2 程序分析

2.1 程序分析概述

2.1.1 程序分析的概念

2.1.2 程序分析的种类

2.2 工艺程序分析

2.2.1 工艺程序分析对象

2.2.2 工艺程序分析特征

2.2.3 工艺程序分析方法

2.3 梗概程序分析

2.3.1 更改程序图的组成

2.3.2 更改程序图的表头



2.3.3 梗概程序图的作图规则

2.3.4 统计表格

2.3.5 分析改进技术

2.3.6 梗概程序图案例分析及探讨(1)

2.3.7 梗概程序图案例分析及探讨(2)

2.4 流程程序分析

2.4.1 流程程序分析的概念

2.4.2 流程程序分析的特征

2.4.3 流程程序分析的工具

2.5 流程程序图

2.5.1 流程程序图的组成

2.5.2 表头内容



2.5.3 图形

2.5.4 统计表格

2.5.5 分析技术

2.5.6 流程程序案例分析与探讨

2.5.7 工人人型流程图案例分析

2.6 布置与经路分析

2.6.1 布置与经路分析概念

2.6.2 布置与经路分析的特征

2.6.3 布置与经路分析的方法

2.7 线路图

2.7.1 线路图的概念



2.7.2 线图的概念

2.7.3 线路图的分析工具

2.7.4 线路图的改进方法

2.7.5 线路图案例分析与探讨

❖ 课后练习

3 作业分析

3.1 作业分析的概述

3.1.1 作业分析的意义

3.1.2 作业分析的概念

3.1.3 研究对象

3.1.4 研究主体

3.1.5 研究内容



3.1.6 研究方法

3.2 人机作业分析

3.2.1 人机作业分析概念

3.2.2 人机作业分析对象

3.2.3 人机作业分析工具

3.2.4 人机作业图的组成

3.2.5 人机作业图的记录符号

3.2.6 人机作业图案例分析及探讨

3.3 联合作业分析

3.3.1 联合作业分析概念

3.3.2 联合作业分析的研究对象



3.3.3 联合作业分析的研究目的

3.3.4 联合作业分析研究工具

3.3.5 联合作业图的构成

3.3.6 联合作业图的特点

3.3.7 联合作业图案例分析与探讨

3.4 双手作业分析

3.4.1 双手作业分析的概念

3.4.2 双手作业分析的研究对象

3.4.3 双手作业分析的目的

3.4.4 双手作业分析工具

3.4.5 双手作业图的作用



3.4.6 双手作业分析要点

3.4.7 提问技术

3.4.8 双手作业案例分析及探讨

课堂作业及作业分析思考题



1 工业工程导论

1.1 工业工程

1.1.1 工业工程的定义

1.1.2 工业工程的发展概况

1.1.3 工业工程的内容体系

1.1.4 工业工程的研究对象和时代特征

1.1.5 工业工程的基本方法

1.2 工作研究

1.2.1 概述

1.2.2 工作研究的内容及相互关系

1.3 方法研究

1.3.1 方法研究概述

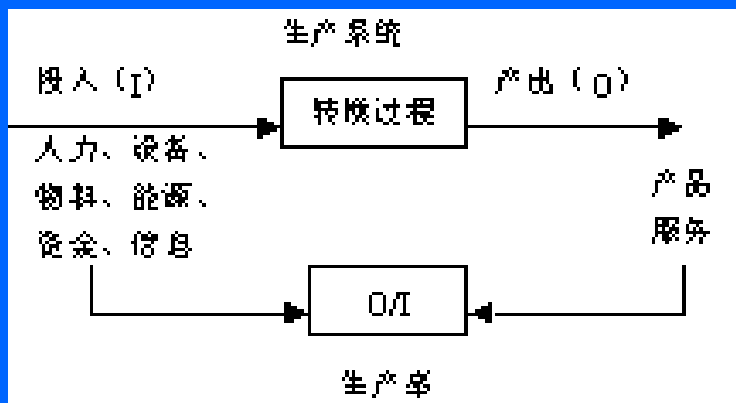
1.3.2 方法研究的内容

1.3.3 方法研究的基本程序



1.1.1 工业工程的定义

□ 为什么需要工业工程



专业性问题——由专业技术研究解决

- 1 转换过程由机械制造、发电、钢铁冶金等专业技术解决;
- 2 单一生产要素由机械制造、能源开发、信息技术、会计事务等解决。

综合性问题——由工业工程研究解决

- 1 合理调整和运用生产资源
- 2 生产计划与控制
- 3 质量管理与控制
- 4 成本控制
- 5 生产率及其影响生产率的因素





1.1.1 工业工程的定义

□ 工业工程的定义

工业工程（Industrial Engineering，简称IE）是综合运用各种专门知识和系统工业工程的原理与方法，为把生产要素（人、物料、设备、能源、资金和信息等）组成更富有生产力的系统所从事的规划、设计、评价、改进和创新活动，同时为科学管理提供决策依据。

□ 对此定义的进一步说明





工业工程定义的进一步说明

- ❖ IE是一门工程类科学技术，是技术与管理交叉的复合学科；
- ❖ IE的研究对象是由人、物料、能源、资金和信息生产要素构成的各种生产及经营管理系统。且不限于工业生产领域；
- ❖ IE采用和依托的理论与方法，来自数学、自然科学、社会科学中的专门知识和工程学中的分析、规划、设计等理论。特别是系统工程的理论和方法、计算机系统技术关系密切；
- ❖ IE的任务是如何将由人、物料、设备、能源、资金、信息等生产要素组成一个集成系统，并不断改善，从而实现更有效地运行；
- ❖ IE的目标是提高生产率和效益，降低成本、保证质量和安全，获取多方面的综合效益；
- ❖ IE的功能是对生产系统进行规划、设计、评价、改进和创新。





工业工程在非工业领域的应用

- ❖ 美国宾州大学的Benjamin教授指出：目前在美国，雇佣在制造业的劳动力只占20%，而80%的劳动力则雇佣在服务行业和管理岗位上，因此，应该更加重视IE在非制造业领域的研究与应用；
- ❖ 山东大学的研究者将IE原理应用于餐饮服务业，以图提高餐厅的服务水平；
- ❖ 天津理工大学的研究者将IE原理应用于医院，重构医院的服务业务流程，以提高服务质量。





1.1.2 工业工程的发展概况

- IE的萌芽：18世纪中叶到19世纪末
- 经典IE的建立：20世纪初
- 经典IE的发展：第二次世界大战及战后
- 现代IE的建立：50~70年代
- 进入80年代，国际上IE的发展与应用相当广泛，收效甚佳





IE的萌芽：18世纪中叶到19世纪末

- ❖ 零件的互换性——标准化 (E. Whitney)
- ❖ 劳动专业化分工——专业化 (A. Smith)
- ❖ 时间研究 (W. Babbage)
- ❖ 组织化、通讯联系和情报资料的管理原则 (H. V. Poor)





经典IE的建立：20世纪初

- ❖ F.W.Taylor: 《科学管理原理》，内容涉及制造工艺过程、劳动组织、专业化分工、标准化、工作方法、作业测定、工资激励制度与职能组织等。他还首创了生产现场的时间研究方法。(1911)
- ❖ Frank & L.Gilbreth: 从事动作研究和 workflows 研究，设定了17种动作的基本因素，为工作与操作方法的改进与预定时间标准创造了科学依据，提供了基本方法。(1910)
- ❖ H.Ford: 提出了装配流水线——大批量生产方式的形成。(1913)
- ❖ H.I.Gantt: 进行作业进度规划研究，计件工资制研究，发明了甘特图。(1914)
- ❖ H.Fayol: 提出了工业经营的6项职能，管理的五种职能和14条原则。(1916)
- ❖ F.W.Harris: 研究应用经批量控制库存的理论(1917)。
- ❖ 美国宾州州立大学在1908年设立工业工程课程，随后设立独立的工业工程系。





经典IE的发展：第二次世界大战及战后

- ❖ 工作研究、质量控制、人事评价与选择、工厂布置、生产计划等成为IE的内容；
- ❖ 战后，运筹学(Operations Research)与IE结合，成为IE的方法基础。





现代IE的建立：50~70年代

- ❖ 系统工程、计算机技术引入了IE学科，逐步奠定了现代IE的理论基础与技术基础；





进入80年代，国际上IE的发展与应用相当广泛，收效甚佳

- ❖ 美国：有100多所大学开设有IE系或IE学院，为五大工程学科之一（机械工程、电机与电气工程、化学工程、建筑与建材工程、工业工程）
- ❖ 日本：从60年代引入IE研究，70年代推出JIT，TPM
 - JIT: Just In Time, 准时制生产，美国90年代将其总结为精益生产 (Lean Production)
 - PTM: Total Productive Maintenance, 日本汉字为全员生产保全。
- ❖ 新加坡、泰国、香港、台湾、印度等都已建立IE的研究、教育、开发和推广应用体系。





1.1.3 工业工程的内容体系

- ❑ 人因与效率工程
- ❑ 生产及其制造系统工程
- ❑ 现代经营工程
- ❑ IE中的系统分析方法与技术





人因与效率工程

- ❖ 工作研究：分析影响工作效率的各种因素，消除浪费，提高生产率；
- ❖ 工效学：研究生产系统中人、机、环境之间的相互作用和协调性，是工作研究的基础，其目的也是提高效率；
- ❖ 组织设计：协调组织中人与事、人与人之间的关系，最大限度的发挥人的作用；
- ❖ 人力资源开发与管理：充分利用人力资源，提高素质，开发潜能，增进效益。





生产及其制造系统工程

- ❖ 设施规划与物流系统设计：使各生产要素合理配置与布局，组成高效的生产集成系统；
- ❖ 先进制造系统：在计算机技术与信息技术基础上发展集成生产和相应的先进制造技术；
- ❖ 生产计划与控制：生产及各种资源的组织、计划、调度和控制；
- ❖ 现代质量工程：为保证产品质量或工作质量所进行的质量调查、计划、组织、协调与控制等工作。





现代经营工程

- ❖ 工程经济：企业投资的可行性、评价其合理性与经济性，提供决策支持；
- ❖ 工业设计：通过产品的审美设计和人与产品的界面设计，来完成工业产品的功能使用性、造型美观性、人机系统性和商业经济性的有机结合。
- ❖ 企业战略管理：通过现状综合诊断。外部环境与分析、内部功能分析，确定企业的经营与发展目标。





工业工程中的系统分析方法与技术

- ❖ 量化分析方法：应用建模、预测、优化、仿真、评价技术对系统的各个方面进行定量和定性分析，目的是选择最优或满意的系统方案，具体技术有：运筹学、系统工程、统计学等；
- ❖ 计算机技术与信息技术：硬件与软件基础、数据库原理、网络技术、管理信息系统等。





1.1.4 工业工程的研究对象和时代特征

- IE的研究对象：由人、物料、设备、能源、信息、环境等生产要素构成的各种生产及经营管理系统，且不局限与工业生产领域。
- ❖ 生产过程将各种生产要素转换成有形（产品）和无形（服务）生产财富，在此过程中生产附加价值。
- ❖ 生产系统将与生产过程有关的固有技术和计划、设计、加工制造、控制、管理以及有关信息处理技术等要素有机结合起来的一个人造系统。



1.1.4 工业工程的研究对象和时代特征

- 生产系统新特点
- ❖ 经济全球化
- ❖ 动态市场带来的挑战 and 机会
- ❖ 社会加速信息化
- ❖ 技术创新加快



1.1.4 工业工程的研究对象和时代特征

□ 现代IE发展的显著特征

- ❖ 研究对象和应用范围逐步扩大到整个生产系统，并日益注重用系统观点和系统工程方法来处理问题；
- ❖ 广泛采用计算机强化信息的采集、处理、传输、开发MIS与DSS等计算机辅助管理系统和信息化、智能化制造系统；
- ❖ 突出重视生产率和质量的研究；
- ❖ 努力实现不断改善可持续发展的药酒和综合创新这一现代IE的本质功能；
- ❖ 重视人的作用、注重人与机器的最佳配合；
- ❖ 重视形成面向问题的适宜的IE工作模式。





1.1.5 工业工程的基本方法

- 系统分析方法——解决“干什么”
- 系统设计方法——解决“怎样干”
- 创造性技术
- 系统图表法





系统分析方法

- ❖ 在若干选定的目标和准则下，分析构成各项事务的系统的功能及其相互之间的关系，利用定量方法提供允许和可用的数据，以制定可用的方案、并推断可能生产的效果，以期寻求对系统的整体效益最大的策略。





系统设计方法

- ❖ 在系统分析的基础上，按照系统思想和优化要求，综合运用各有关学科的知识、技术和经验、通过总体研究和详细设计等环节，落实到具体工作和项目上，以创造出满足设计目的的人造系统。





创造性技术

❖ 提问发：5W1H

根据需要研究的对象列出有关问题，形成检查表，然后一个个核对讨论，从而发掘出解决问题的大量设想的创造性技术。

Why — —目的	}	提问
What — —对象		
When — —时间		
Where — —场所		
Who — —人员		
How — —手段		

→ 评价 → 改进



创造性技术

❖ 列举发

通过集体启发的形式，将所研究问题的特点、缺点、希望状态罗列出来，提出相应的改进措施，从而形成具有独创性的系统方案；

❖ 头脑风暴发

针对一定问题，召集有关人员参加小型会议，在融洽轻松的会议气氛中，与会者敞开思想，各抒己见，自由联系，相互启发和激励，使创造性设想起连锁反映，从而获得众多解决问题的方案。

❖ 情景分析发

在专家召集推测的基础上，对可能的未来情景的描述。即通过一系列有目的的、有步骤的探索与分析。设想未来情景以及各种影响因素的变化，从而更好的帮助决策者制定出灵活且富有弹性的规划、计划或对策。





系统图表法

是IE及系统分析中最常用的一种结构化模型方法，在规划活动进程，分析复杂问题方面具有直观、简捷和富有启发性等特点。

- 问题分析图表：关联树图、矩阵表、特征因素等
- 活动规划图表：流程图、活动一览表、工作分配表、工作进度表等。





Prof Benjamin 的调查

The top 10 items utilized on recent IE graduates's

- | | | |
|----|---------------------|-----|
| 1 | flow process charts | 88% |
| 2 | flow diagrams | 83% |
| 3 | teamwork | 79% |
| 4 | costing | 76% |
| 5 | facilities layout | 76% |
| 6 | training | 72% |
| 7 | safety principles | 71% |
| 8 | OSHA regulations | 64% |
| 9 | workplace layout | 64% |
| 10 | job evaluation | 64% |





1.2.1 工作研究概述

❑ 工作研究

以生产系统的微观基础——作业或操作系统为研究对象，基本功能是生产系统的诊断分析，最终目的是提高生产率。

❑ 工作研究的特点

在不需要投资或很少投资的情况下，可以使企业的生产率明显提高，从而提高企业的经济效益，增强竞争能力。工作研究是提高生产率的首选技术。



1.2.2 工作研究的内容及相互关系

□ 内容：包括方法研究和作业测定两个技术

❖ 方法研究：用以确定最佳的作业方法的一系列研究技术，包括

- 程序分析
- 作业（操作）分析
- 动作分析

❖ 作业测定：用以确定按上述标准作业方法进行作业时所需时间的测定技术，包括：

- 秒表测时法
- 工作抽样法
- 预定时间标准法
- 标准资料法



1.2.2 工作研究的内容及相互关系

□ 相互关系

- ❖ 方法研究着眼于现有工作方法的改进，其实施效果要运用作业测定来评价
- ❖ 作业测定努力减少生产中的无效时间，为作业制定标准时间。
- ❖ 进行作业测定的基础是方法研究的合理化和标准化。



1.3.1 方法研究概述

❑ 定义

运用各种分析技术，对现有的或拟议中的工作（加工、制造、装配、操作）方法进行系统的记录和严格的分析、评价和改进，以寻求最经济合理的工作方法并使之标准化的一系列活动。

❑ 对象

以物为对象：对产品生产过程零件工艺过程和管理业务流程进行研究

以人为对象：对操作者的操作活动进行研究



1.3.1 方法研究概述

□ 目的

- ❖ 改进生产工艺和管理业务流程，清除工作中不合理和不必要的环节和步骤
- ❖ 改进工厂、车间和工作场所的平面布置，缩短工艺和运输路线；
- ❖ 改进原材料、机械设备和劳动力的使用；
- ❖ 减轻劳动强度；
- ❖ 改进工作环境，改善劳动条件。



1.3.2 方法研究的内容

- ❑ 程序分析：对整个生产过程或一项管理工作进行全面的分析
- ❑ 作业（操作）分析：对同一工作上的工作进行分析
- ❑ 动作分析：将过程分解为基本单元直到手指的动作分析
分析程序由粗到细，由总体到局部。如果某一项作业，在程序分析阶段就认为可以取消，那么以下层次的分析就没有进行。



1.3.3 方法研究的基本程序

- ❑ 选择研究对象，弄清问题
- ❑ 通过直接观察，记录有关全部事实
- ❑ 运用恰当的技术，严格而有序的分析事实
- ❑ 考虑各种可能出现的因素，开发最实用、最经济、最有效的方法
- ❑ 建立新的标准方法
- ❑ 通过定期检查，推动标准方法的实施





2. 程序分析

2.1 程序分析概述

2.1.1 程序分析的概念

依照工作程序，从第一个工地到最后一个工地，全面研究分析有无多余，重复的，不合理的作业，程序是否合理，搬运是否太多，延迟等待是否太长等，通过逐步分析整个工作过程，以改进现场空间配置、作业方法、提高工作效率的研究方法叫程序分析。





2.1.2 程序分析的种类:

- ✘ 工艺程序分析: 对象、系统、生产全过程;
- ✘ 流程程序分析: 产品流程或人员活动全过程的系统分析;
- ✘ 布置与线路分析: 对产品或人的移动路线进行分析

2.2 工艺程序分析

2.2.1 工艺程序分析对象: 生产系统全过程

2.2.2 工艺程序分析特征: 概略分析、只分析
加工和检查工序

2.2.3 工艺程序分析方法: 梗概程序图





2.3 梗概程序图

2.3.1 组成:

表头、图形、统计三部分组成

2.3.2 表头

包括工作物名称、方法（规则或改进）、本表编号、研究者、审核者、日期。

2.3.3 作图规则:

- ❖ 由若干纵线和横线所组成，生产过程的工序流程用垂直线表示，主要零件画在最右边，其余另件按其在主要另件上的装配顺序，自右向左依次排列。



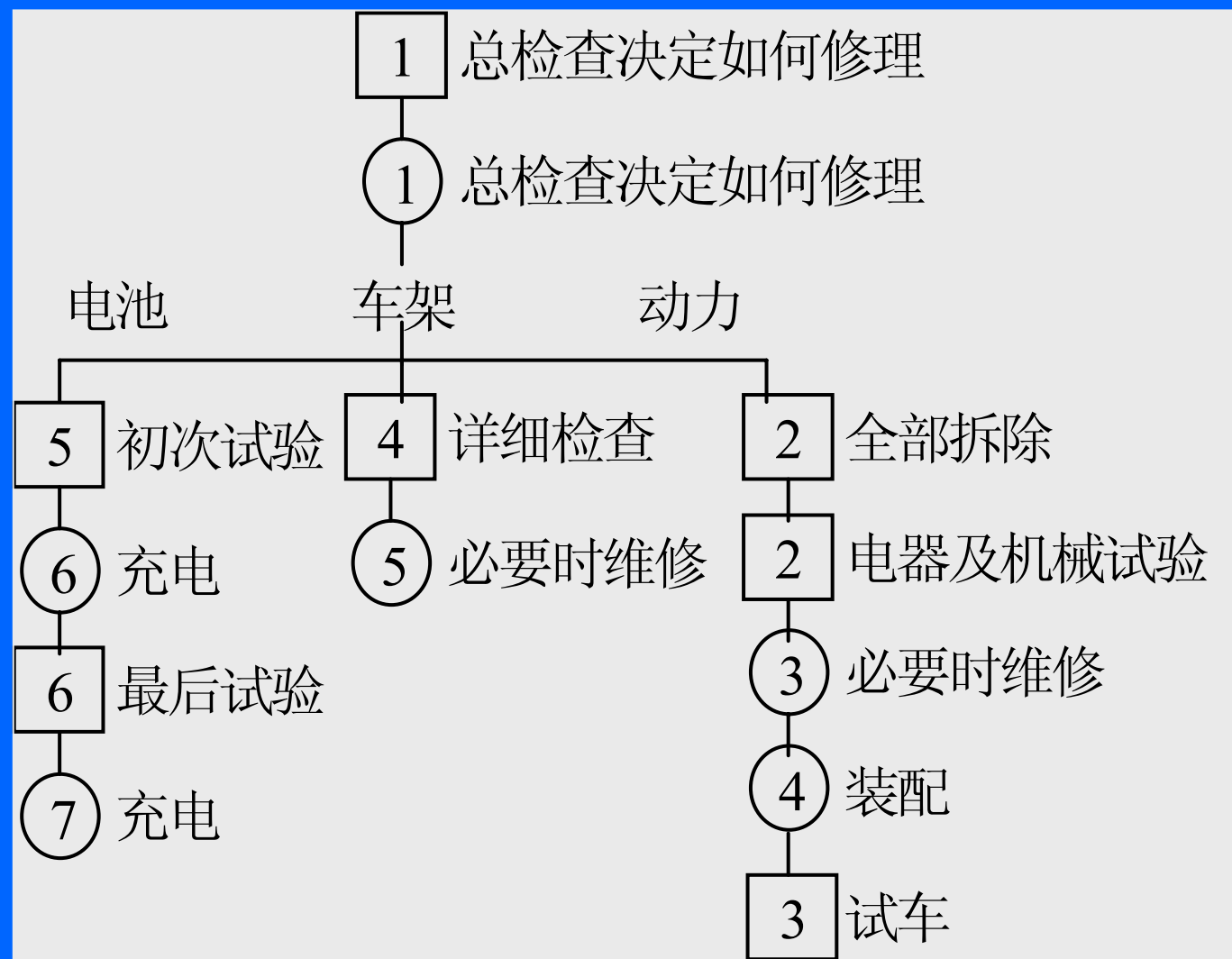


- ❖ 材料、零件（自制、外购件）的进入用水平线表示，水平引入线上座填上另件名称、规格、型号。水平线与直线中途不能相交，非交交的，相交处用半园形避开。
- ❖ 加工、检查符号之间长约6mm的竖线连接，符号的右边填写加工或检查的内容，左边记录所需的时间，按实际加工装配的先后顺序，将加工与检查符号从上到下、从右至左从1依次编号于符号内。
- ❖ 若有的工作需分几步做才能完成，主要的步骤放在最右边，其余按重要程度，自右向左依次排列。





如：电拖车检查维修工艺流程可用梗概图表示为：





2.3.4 统计表格:

统计	内容	次数	时间
	加工		
	检查		
	合计		

2.3.5 分析改进技术: 5问,4技巧加一表

2.3.6 梗概程序图案例分析及讨论(1)

※研究对象: 电视视及遥控器装箱梗概程序图工作的名

※电视机及遥控器装箱 编号: 01

※研究者: 陈友玲 日期: 2002.4.10

※现行梗概程序图:





电视机及遥控器装箱梗概程序图





※分析思路：对电视机梗概程序图中的工序，首先看能否取消，其次看能否合并或重排，再次看能否简化，最后看能否使工艺过程更好。

2.3.7 梗概程序图案例分析及讨论（2）

※ 案例零件图

※ 梗概程序图

※ 分析思路：

首先看能否取消，其次看能否合并重排，再次看能否简化，最后看能否使工艺过程更好。





※统计

统计	内容	次数	时间
	加工	21	
	检查	3	
	合计	24	





2.4 流程程序分析

2.4.1 流程程序分析的概念：

以产品或另件的加工制造全过程的对象，把加工工艺流程划分为加工、检查、搬运、等待和贮存等五种状态加以记录和分析

2.4.2 流程程序分析的特征：

比梗概图更具体、更详细、有加工、检查、搬运、等待和贮存5种符号，对每一主要零件单独作图。

2.4.3 流程程序分析的工具：流程程序图





2.5 流程程序图

2.5.1 流程程序图的组成：

由表头、图形、统计三大部分组成

2.5.2 表头内容：

工作名称、工作部别、方法（规则或改进）、编号、开始状态、结束状态、研究者、审核者、日期等

2.5.3 图形：（见案例）





2.5.4 统计表格:

统 计	内容	次数	时间	距离
	加工 ●			
	检查 ■			
	等待 ◐			
	贮存 ▼			
	搬运 ➡			





2.5.5 分析技术: 5问,4技巧加一表

2.5.6 流程程序图案案例分析及讨论

※ 研究地点: 重庆某公司绝缘车间

※ 研究对象: 纸筒加工

※ 研究对象的工艺过程:

下料—铣斜边—卷制—粘接—干燥—封边—锯口—打磨—浸油—检验—入库

※ 研究对象流程程序图





※统计:

统 计	内容	次数	时间	距离
	加工 ●	9		
	检查 ■	6		
	等待 ◐	0		
	贮存 ▼	2		
	搬运 →	11		





※ 分析技术：5WIH，4ECRS

※ 研究分析：共有加工工序9个，分析
能否取消？
能否合并？
能否重排？
能否有更好的方法？有

如：第4粘接工序：现行方法有3人进行粘接，时间为90分钟，粘接过程中工人在休息，敷上粘接剂后，工人可干别的活，这样可减少一个工人，年节约资金 $2000\text{元/月} \times 13\text{个月} = 2.6\text{万元}$

又如：第5工序为干燥,需花时间24小时,纸筒进出炉均采用手工操作，极易烧伤工人，改成轮式平板车推进推出,既节约时间又避免烧伤工人。





再如:第7锯边工序, 提问分析如下:

WHO? 由3人进行;

WHERE? 在粘接机傍;

WHAT? 纸筒加工;

WHEN? 封边以后;

WHY? 因为锯口机的技术多数不合格。

❖ 改进: 进行机床改进, 改进后只需1人。

❖ 效果比较:

节约劳动力2人;

每年节约资金 $2人 * 2000元/人 * 13月 = 5.6万元$;

现行方法需3人,每人花28分钟,共84分钟;

改进后只需1人,花10分钟,节约时间74分钟.





再如：第9浸油工序,用"5问,4技巧加一表"技术提问？

What? 浸油、绝缘，有无更好的方法：无

Where? 浸油机，有无更好的地方：无

When? 锯口打磨后，有无更好的时间：无

Who? 1人，有无更好的合适的人：无

Why? 绝缘

How? 立式浸油机，有无更合格的方法？

有,什么方法,油沟浸油

- ❖ 现行的浸油方式是立式浸油机放置于平台上，上下不方便，工人要把纸筒直立于台上,费时又费力，经秒表测时费时5分钟。
- ❖ 立式浸油机是旋转淋油，需用人控制且效果差，而且需预热，耗时大。





- ❖ 改进措施：用油沟浸油方式，用杠杆原理进行操作，耗时短。
- ❖ 改进效果：改进后节约时间27分钟

内 容	改进前	改进后
工人上纸筒	2人×10‘	2人×2‘
预热油	15分钟	4（自动）
淋油	25分钟	25
合计	60	33





❖ 结论:

- ❖ 设备利用率的改善要不遗余力，改善能带来较大的经济效果。
- ❖ 设备的改善必须发挥工人的能力性，最有发言权。
- ❖ 培养工段长，班组长的组织协调能力，让工人最大限度地利用时间。
- ❖ 烘干设备9应置于设备2后面，可减少来回不必要的运输。

2.5.7 工人人型流程图案例分析

- ❖ 研究地点：某公司绝缘车间
- ❖ 研究时间：2000年4月15日早上8:00~12:00
- ❖ 研究目的：该车间工人聊天现象严重，走动频繁，





为了了解工人实际工作情况，选择了 1名工人跟踪调研，目的发现影响工人工作效率的因素。

※研究者的人型流程图为 (图2-6)

※分析:

现场中只有加工才是产生效益的活动，像走动，搬运，等都属于无效的劳动。

※经过统计得出上午4小时内的统计数据如下:

统 计	内容	次数	时间	利用率
	加工	6	28	11.7%
	搬运	8	60	25%
	检查	1	2	1.3%
	休息聊天	8	150	62%
	合计	23	240	100%





✘ 进一步分析利用率低,聊天现象严重的原因有:

- ❖ 生产计划性不强,工人不关心进度情况,造成有足够多的时间聊天;
- ❖ 车间没有明文规定上班时间不准聊天,工人劳动积极不高;
- ❖ 机床配置不合理,造成搬运过多;
- ❖ 班组划分不合理,任务平衡不合理,造成有的工人工作太闲;
- ❖ 工具柜距离机床和工作地太远,造成工人因取放工具而频繁走动。

✘ 解决方案:

- ❖ 车间领导在班组会议上强调聊天造成的不良影响,应明文禁止。





- ❖ 对工段的划分进度调整，以设备为中心划分手段，任务的划分以工段为单位，由工段长将任务再下放给个人。
- ❖ 在每一设备旁或工作地旁设备一个工具柜，并要求工人按一定的顺序摆放，减少搜寻时间。

✕ 结论：

人型流程图有利于分析人的工作活动，找出影响生产效率的活动，提出改进方案，提高劳动生产率。

2.6 布置和经路分析

2.6.1 布置和经路分析的概念

布置和经路分析是以作业现场为对象，对现场布置及产品 and 作业者移动线路所进行的分析。





2.6.2 布置和经路分析的特征

主要是对“搬运”或“移动”的路线进行分析，分析产品或人在现场流动的实际路线。

2.6.3 布置和经路分析方法：线路图。

2.7 线路图

2.7.1 线路图的概念

按比例缩小绘制的工厂简图或车间平面布置图，将流程程序中的所有动作，以线条和符号表示在图上，主要用于对物料搬运的分析，从线路图上研究如何缩短搬运距离和改变不合理的流向（如：倒流、往复、交叉流动等）。





2.7.2 线图的概念：完全按比例绘制的线路图，叫线图。

2.7.3 线路图的分析工具：5问,4技巧加一表

2.7.4 线路图的改进方法：

✘ 对平面移动：

- ❖ 移动的距离是否能缩小
- ❖ 有没有相向流动
- ❖ 通道和道路状况是否良好

✘ 对立体移动：

- ❖ 高度能否降低；
- ❖ 上下移动的次数能否减少？
- ❖ 是否使用起重设备





- ※ 对厂房设备配置:
- ❖ 物流路线能否缩短
- ❖ 运输方法是否恰当
- ❖ 运输通道、起重设备、行车路线等是否符合要求
- ❖ 办公室、检查工序、工具柜等位置是否合适。

2.7.5 线路图案例分析及讨论

- ※ 研究地点:某公司绝缘车间
- ※ 研究对象: 压板加工
- ※ 压板加工流程程序及线路图:

现行布置情况下的物料搬运路线为254m,





※ 分析：运用5问,4技巧加一表技术进行分析
有无相向流动？有；
有无适合的方案？有；
重新布置设备，移动距离是否缩小？会；
有无适合的方案？有；
什么方案？ 进行改进,重新布置设备

※ 改进后的[流程程序及线路图](#)

※ 效果：

- ❖ 原方案的搬运距离为254m，改进后的搬运距离为66m，少搬运188m，缩短了搬运路线。
- ❖ 消除了来回搬运、走动现象，降低了成本
- ❖ 设施布置符合物流规范化要求，物流路线最短。





✧程序分析小结

- ❖ 程序分析包括梗概程序分析、流程程序分析和布置与经路分析；
- ❖ 分析工具有：梗概程序图、流程程序图、线路图
梗概程序主要是对生产全过程的概略分析，只分析加工与检查，目的是进行流程优化；
- ❖ 流程程序分析主要是对产品或零件加工工艺过程进行分析，分析工艺过程中的加工、检验、等待、贮存、搬运等情况，目的是进行过程优化；
- ❖ 布置与经路分析主要是对产品或操作者的实际移动路线进行分析，目的是线路优化。





✕ 课后练习：

- ❖ 请画出你所做的某项工作的流程程序图。
- ❖ 进行程序分析时可用哪些分析工具？每种分析工具适用对象是什么？
- ❖ 什么是作业分析的5W1H技术和4E CRS技术？实际工作中如何应用？
- ❖ 请各绘出一种你工作中某项工作的梗概程序图、流程程序图以及线路图，并用5W1H和4E CRS技术分析改进？



3 作业分析

3.1 作业分析概述

3.1.1 作业分析的意义

通过程序分析，实现了整个生产作业（工作）系统及其程序的优化，这就为各个操作（工作）岗位的优化打下了基础，研究并解决每个操作（工作）岗位的作业优化和标准化，这便是作业分析的任务。

3.1.2 作业分析的概念

通过以人为主或有人参与的工序的详细研究，使操作者、操作对象、操作工具三者科学地组合，合理地布置和安排，达到工序结构合理，减轻了工人劳动强度、减少了作业的工时消耗，提高了生产效率。





3.1.3 研究对象：作业

3.1.4 研究主体：人为主体的作业系统

3.1.5 研究内容：影响该作业效率和质量的各种因素

- 作业方法
- 作业环境
- 作业条件
- 原材料
- 设备与工装





3.1.6 研究方法:

人机作业分析
联合作业分析
双手作业分析

3.2 人机作业分析

3.2.1 人机作业分析概念

以记录和考察操作者和机器设备在同一时间内的工作情况，寻求合理的操作方法，使人和机器的配合更加协调，充分发挥人和机器的效率。





3.2.2 人机作业分析对象：一人一机、一人多机

3.2.3 人机作业分析工具：人机作业图

3.2.4 人机作业图的组成：表头、图表、统计

3.2.5 人机作业图的记录符号：

——表示工作

——表示空闲

3.2.6 人机作业图案例分析及讨论

※案例:某公司油箱车间平面布置图编号为18的立式车床上,车削另件号为XKC69889-ABS的法兰内孔,现场秒表测时记录的人机作业图:





统计：

	周程	工作时间	空闲	利用率
人	40'54''	30'44''	10'10''	75%
机	40'54''	10'10''	34'44	25%

✖问题：人机利用率太低，





✘原因:

- ❖ 人机位置布置不合理，工具柜、砂轮距离车床太远，工人需来回走动。
- ❖ 车身、量具等摆动位置不合理乱无章、需大量搜寻时间，影响了工作效率，待加工件和已加工件应用标准容器盛装。
- ❖ 在加工过程中工人没有充分利用时间测量已加工件，清洁工作以及打毛。

✘改进方案:

- ❖ 操作者两侧放置两个托盘于装待加工件和已加工件。
- ❖ 钢尺等测量工作应置于工作台上或放于已加工好的法兰盘上。
- ❖ 避免工人来回去工具柜量具。





※改进后的人机关系图及人机作业图

※ 统计:

	周程	工作时间	空闲	利用率
人	12'38"	12'08"	30"	96%
机	12'38"	10'10"	2'28"	81%

※ 改进效果:

- ❖ 减少了不必要的来回走动时间;
- ❖ 减少了来回旋转工具以及搜寻等待时间
- ❖ 降低了工人劳动强度, 提高了人机利用率, 工人利用率提高了21%, 机器利用率提高了56%。





3.3 联合作业分析

3.3.1 联合作业分析概念

在生产现场中常有两个或两个以上操作人员同时对一台设备（一项工作）进行操作，称为联合作业，对该作业中各个对象的各种不同动作不相互关系所进行的分析，称为联合作业分析。

3.3.2 联合作业分析研究对象：

两个或两个以上操作者所进行的分析

3.3.3 联合作业分析研究目的：





- ❖ 获得最大的机器利用率
- ❖ 发掘空闭与等待时间
- ❖ 减少周期时间，平衡共同工作的操作者的工作。

3.3.4 联合作业分析研究工具：联合作业图

3.3.5 联合作业图的构成：表头、图表、统计

3.3.6 联合作业图的特点：

机器的作业情况画在图表的最右栏；

操作者的作业情况画在图表的最左栏。

3.3.7 联合作业图案例分析及讨论





- ✘研究地点：某公司油箱车间关键设备-----等离子气割机
- ✘研究原因：该车间的关键设备、利用率低，不能按时完成生产任务，造成车间生产瓶颈。
- ✘研究对象：等离子气割机切割直径16mm以上的钢板的操作过程。
- ✘现行联合作业图：
- ✘存在的问题：机器的利用率太低，只有6%,A、B两工人利用率也不高，在60%左右。
- ✘分析原因：
 - ❖ 上一个班的操作工人在工作时，已经发现气割机运行不稳定，但未能及时报告,造成维修工作只能在下班工人工作时进行;
 - ❖ 维修部门在接到设备维修报告后，未及时答复或派人查看，以致造成误工。





- ❖ 附加时间多。由于设备关键，气割组分早、中、晚三班倒，中午12:00~13:30午休时间内，上早班的工人可充分利用准备好物料，避免因等待行车而花费较多的附加时间。
- ❖ 气割机上钢板的摆放杂乱，未能很好的利用摆放空间，以致工人经常停机整理放置在气割机工作台上杂乱的钢板，降低了机器的工作效率。
- ❖ 吊车遥控器使用不当，平时吊车上、下料时，需两人配合，一人专门负责遥控，一人辅助上料。若用绳将遥控器系于操作者胸前，则只需1个工人，一边遥控一边辅助下料。
- ❖ 没有有效的方法使切割时工件与余料分离，避免粘连。由于气割后，部分融化了的钢水会把工件与余料重新粘结起来，从而造成以下三个不利作业：





- 难以分离工件及余料。即使用铁锤敲去也难以将其分离，且对工件的形状产生影响甚至破坏。
- 当用铁锤不能将其分离时，就需工人操作氧气——乙炔枪使其分离，这样会对工件边角部分造成破坏。
- 增加后续去毛刺工作量。
- 人员冗余，缺乏配合。

为此,新设计了插刀,为避免铁溶液重新把工件和余料粘连起来,用此插刀插入割口,并跟进气割枪,把割缝中的铁熔物弄掉,从而减少粘连在工件上的铁熔物,使后面的工作得以顺利开展,达到减少工时的目的。

插刀的结构为:

※ 改进后的联合作业图:





✧ 改进效果如下：

- ❖ 工人A的利用率提高了22.6%；
- ❖ 工人B的利用率提高了33.6%；
- ❖ 机器的利用率提高了50%；
- ❖ 改进前后效果比较为：

		周程	工作时间	空间	利用率
现行方法	工人A	3分49秒	2分20.5秒	1分28.5秒	61%
	工人B	3分49秒	2分15秒	1分34秒	59%
	机床	3分49秒	14秒	3分35秒	6%
改进方法	工人A	3分49秒	3分11.5秒	37.5秒	83.6%
	工人B	3分49秒	3分32秒	17秒	92.6%
	机床	3分49秒	2分8秒	1分41秒	56%





3.4双手作业分析

3.4.1双手作业分析的概念

生产现场的某些作业，主要是靠工人的双手完成的，调查，了解如何用双手进行实际操作，就称为双手作业分析。

3.4.2双手作业分析研究对象：操作者的双手

3.4.3双手作业分析的目的：

- * 研究操作者双手的动作使其平衡
- * 发掘“独臂式”的操作
- * 发现拌手，找寻笨拙而无效的动作





- * 发现工具，物料，设备等不合理的放置位置
- * 使动作规范

3.4.4 双手作业分析工具：双手作业图

3.4.5 双手作业图的作用

双手作业图以双手为对象，记录其动作，表示其关系，指导操作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。

- ❖ 先在左上角记录有关资料。如：工作名称、开始状态、结束状态、研究人、研究日期等。
- ❖ 在右上角画工作场所平面布置简图，表示操作对象、操作工具、操作者的相互位置关系。
- ❖ 在图的中间分别记录左右手动作。记录使用以下符号进行记录：





- : 表示操作，即握取、放置、使用、放手等动作。
- : 表示搬运，即手的移动动作。
- D : 表示等待，即手的延迟、停顿。
- ▼ : 持住，表示手持住工件，工具或材料的动作。
- ❖ 记录完左右手后，应将左右手的动作分别进行统计，统计资料放在左右手动作的右方或右下方。

3.4.6 双手作业分析要点

- 减少动作
- 排列最佳顺序
- 合并动作
- 平衡双手
- 避免用手挂钩





3.4.7 提问技术

改进措施有：

- 改进动作顺序
- 改变工具及设
- 改变布置
- 合并所用工具
- 改变所用材料
- 使用量具、夹具
- 同时使用双手

3.4.8 双手作业图案案例分析：

※案例1： 检查轴的长度并装入套筒
现行的双手作业图





分析：左右手的工作工作不平衡；右手的 动作是左手的两倍。

改进后的双手作业图

效果：

- ❖ 平衡了左右手的动作,使左右手动作平衡;
- ❖ 消除了套筒拿起与放下的无效动作;
- ❖ 消除靠一手持物另一手的往复动作;
- ❖ 改变原来用的普通尺为标准尺，并固定在台上，省去了每次将尺重复拿起与放下的动作

✘案例2：将玻璃管切成定长

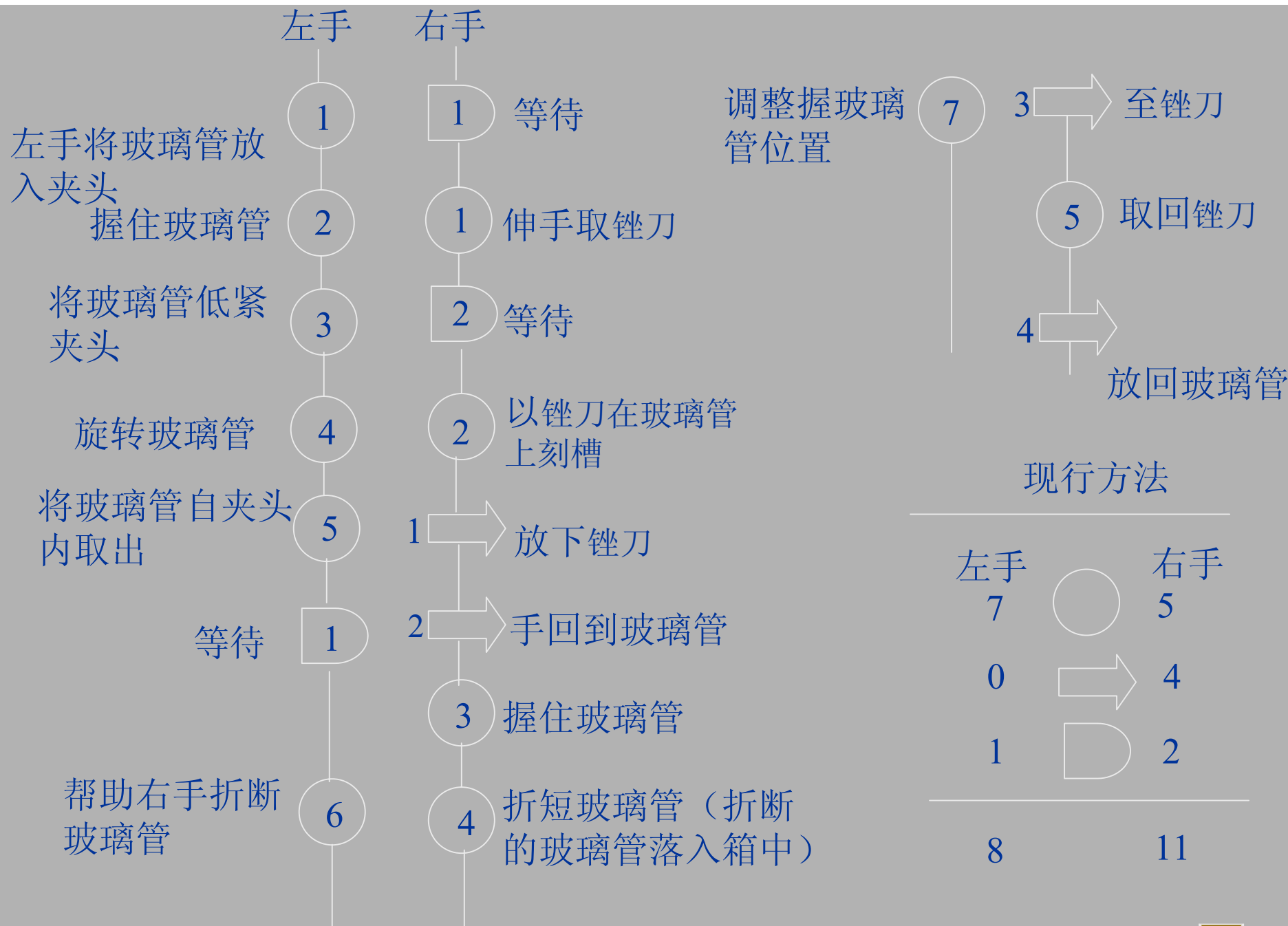


例：将玻璃管切成定长

现行方法

图号： 张号：	工作位置布置图
件名：3cm玻璃管	
操作：切成定长	
开始：玻璃管在夹头处	
结束：切完一根，锉刀已拿在手中	
地点：总厂	
操作者：	
绘图者： 日期：	







※分析:

为取得改进方法, 进行如下提问:

❖ 所有的重复动作是否可以取消?

本例中, 玻璃管向前推和向后退的动作是重复动作, 可取消;

❖ 锉刀的拿起放下是重复动作, 可取消。

是否需要在玻璃管上作记号再刻划?

❖ 为何不在玻璃管转动时即开始刻划, 为何右手要等待?

❖ 为何玻璃管必须抽出时才可折断, 而不能在夹头内折断?

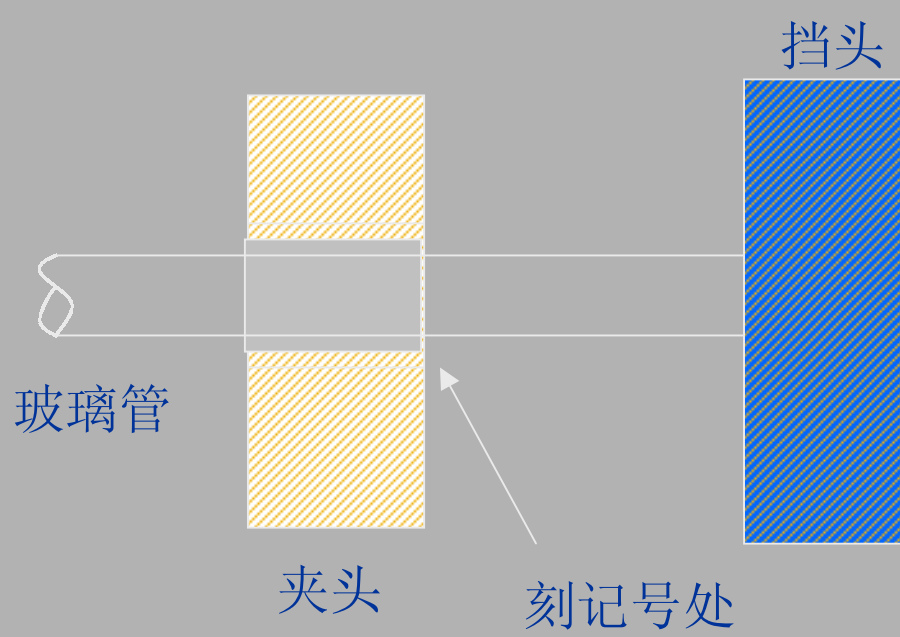
❖ 为何玻璃管要抽出, 而使其折断后再放入夹头时产生对准困难?

❖ 双手的动作是否能减少? 是否能协调的更好?

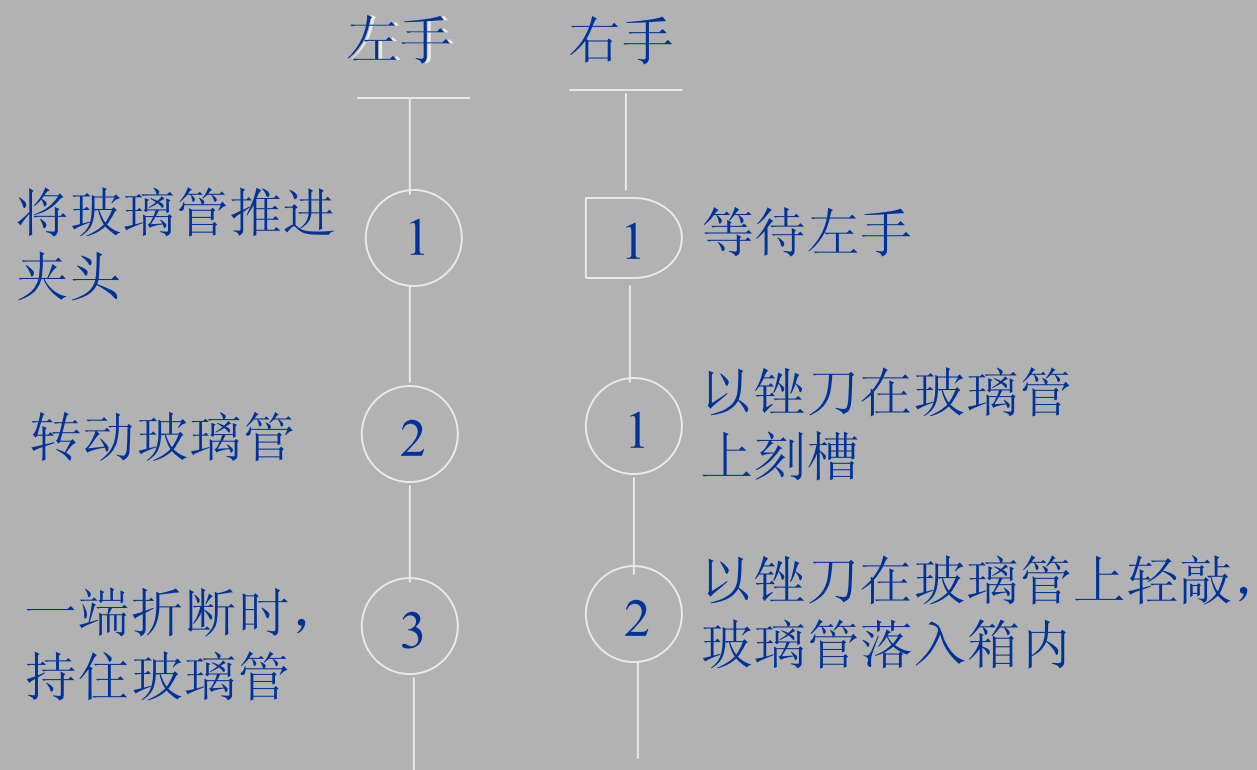
※改进方法如下:



玻璃管切成定长改良方法

图号： 张号：	工作位置布置图
件名：3cm玻璃管	
操作：切成定长	
开始：玻璃管在夹头处	
结束：切完一根，锉刀已拿在手中	
地点：总厂	
操作者：	
绘图者： 日期：	





改良方法





✧ 效果:

- ❖ 平衡了左右手的动作;
- ❖ 左手的动作减少了5次,右手的动作减少了8次;
- ❖ 减轻工人的劳动强度。



❖案例3：某公司油箱车间焊接接地装置双手作业分析

❖ 研究地点：某公司油箱车间

❖ 工作名称：焊接接地装置双手作业分析

开始：工人蹲于作业现场

结束：工人站立

❖ 现行的双手作业图

（统计情况见后图）

❖ 分析：

工人为何用手持面具，可否不用？可以，使用可戴面具。

这样可降低手持面具带来的一系列动动。

工人右手拿取焊条后，轻轻抖动药皮，可否取消？可以。

❖ 改进后的双手作业图





❖ 改进效果:

左手的动作从21个变为10个，减少了11个；

右手的动作从24个变为13个，减少了11个；

改进后的双手动作从45个减为23个。

- ❖ 若按操作者实施的动作顺序观察双手动作，并用特定的记号记录以手、眼为中心的人体各部位的动作内容，就是动作分析，研究动作分析的工具就是动素图，把本例改为动素图，[示例](#)





※课堂作业

请画出从笔筒内取出笔在信笺上签名的双手作业图

开始：信纸在桌上，笔在笔架内

结束：签名毕，将笔还置笔架内

图例

※作业研究复习思考题

- ❖ 什么是作业分析？
- ❖ 人机操作分析的目的是什么？
- ❖ 联合作业能达到什么目的？
- ❖ 双手作业分析有什么用？
- ❖ 用双缸洗衣机清洗衣服的程序如下：





放水----放洗衣粉----放衣入机---清洗----把衣服拿入脱水缸----脱水----把衣服拿入洗衣缸----清洗----衣服拿入脱水缸----脱水---取出衣物；或者记录你自己用的洗衣机，观察实际洗衣动作，记录各程序的时间，并绘出人机作业图。实际洗衣机，观察实际洗衣动作，记录各程序的时间并绘出人机程序图。

- ❖ 试以双手操作程序图记录用开瓶器开启瓶盖的双手基本动作。

其动作为：双手同时伸出，左手伸至桌面取瓶，右手伸至桌面取开瓶器。双手各将所取之物移至身前，左手持瓶，右手移至瓶顶，打开瓶盖。





感谢富士康全体员工的大力支持！

重庆大学工业工程系

上一页

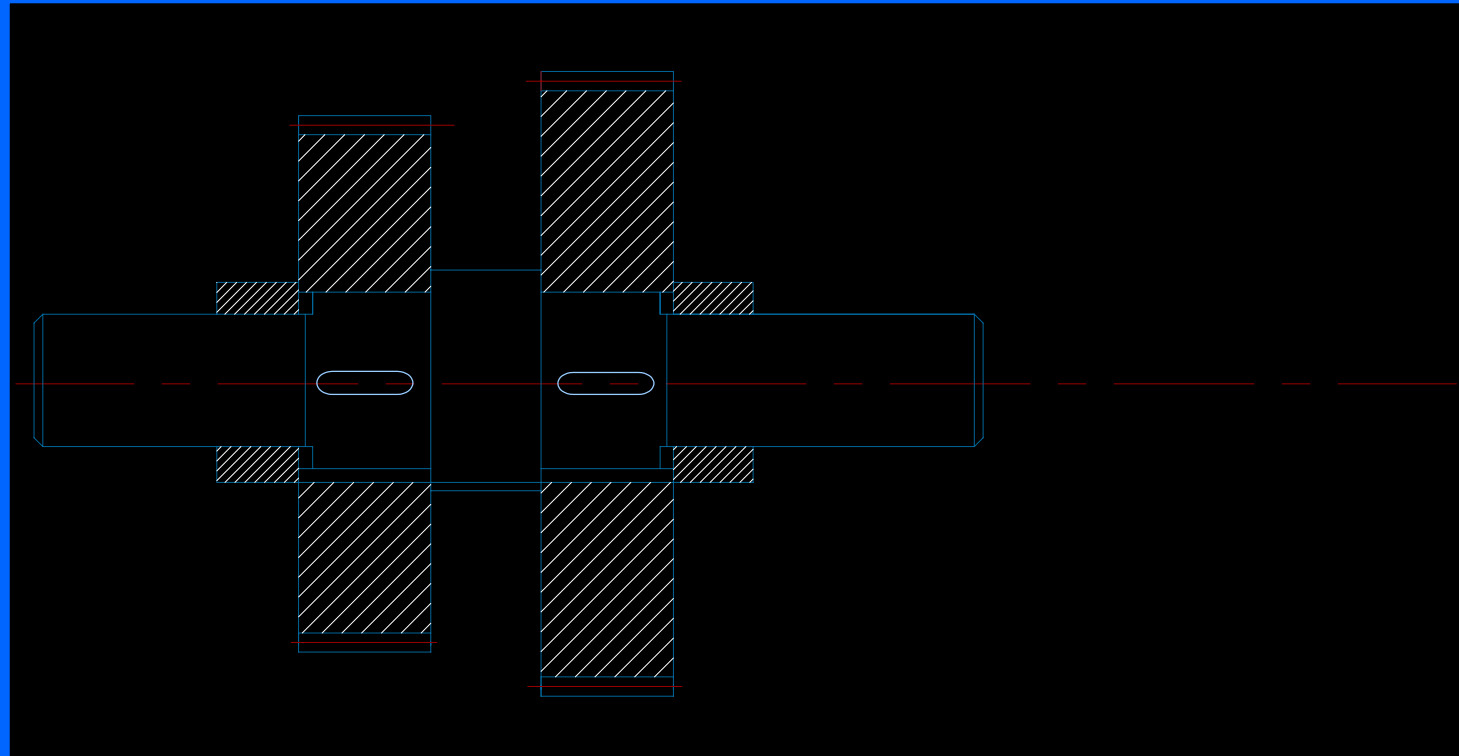


重庆大学

主讲：陈友玲

结束





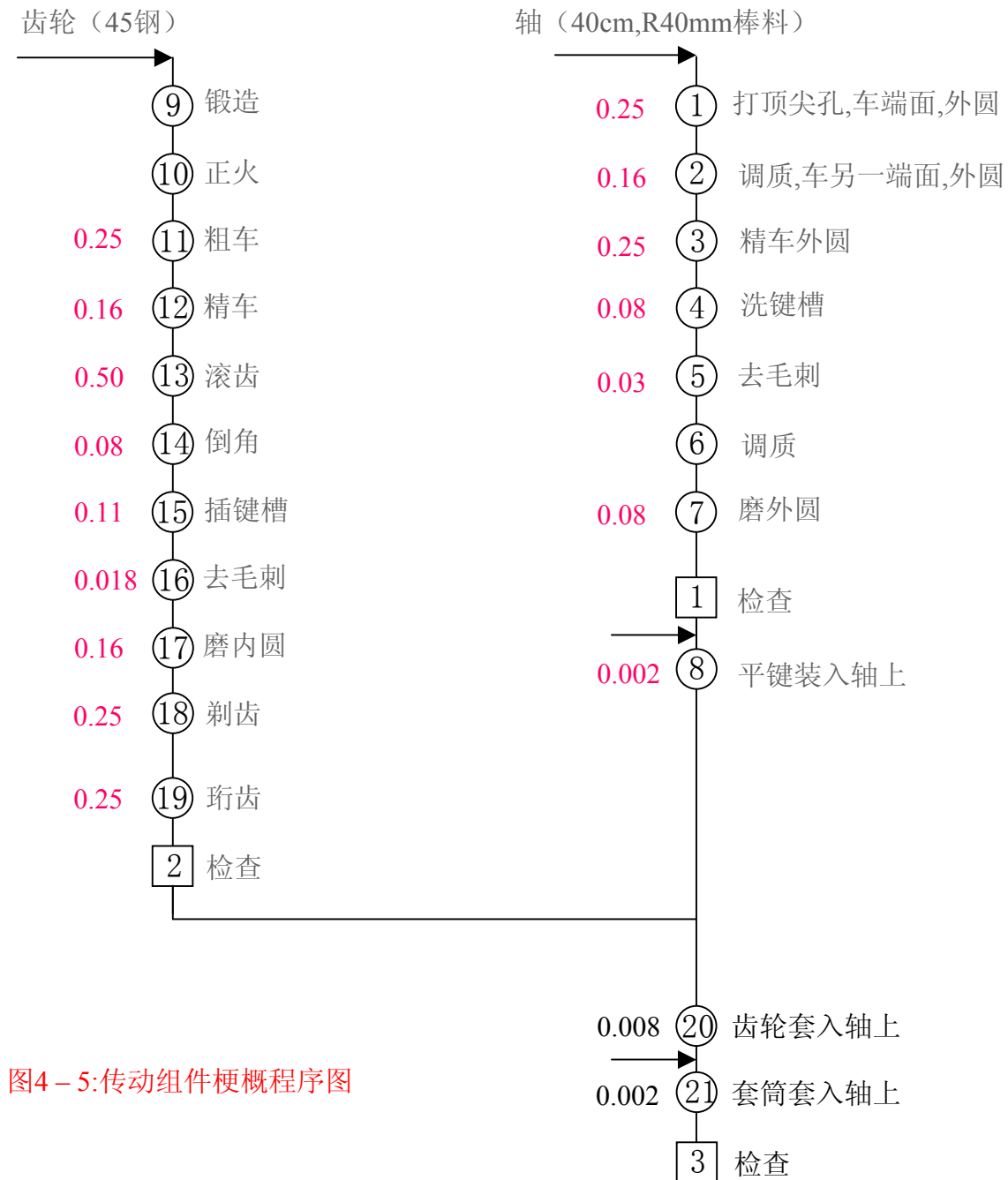


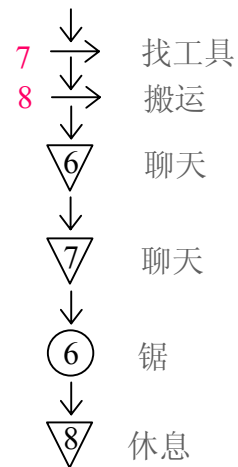
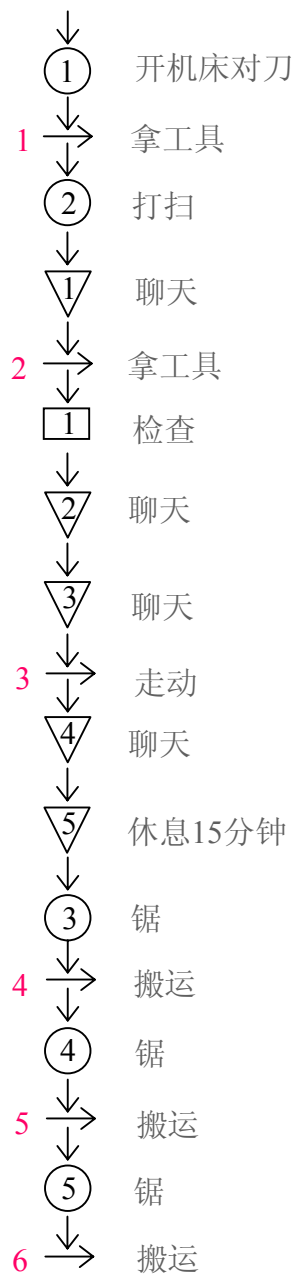
图4-5:传动组件梗概程序图





工作说明	距离	时间	工序系列				
			加工	检查	搬运	等待	贮存
材料在货架上			○	□	→	D	▼
搬下下料机	3		○	□	→	D	▽
下料			●	□	→	D	▽
搬往下一工序	2. 5		○	□	→	D	▽
铣料边			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬往下一工序	2. 5		○	□	→	D	▽
卷制			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬到下一工序	3		○	□	→	D	▽
暂存			○	□	→	D	▼
搬到下一工序	1. 5		○	□	→	D	▽
粘接			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬到下一工序	6		○	□	→	D	▽
干燥			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬到下一工序	8		○	□	→	D	▽
封边			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬到下一工序	4		○	□	→	D	▽
锯边			●	□	→	D	▽
检查			○	■	→	D	▽
搬到下一工序	2		○	□	→	D	▽
打磨			●	□	→	D	▽
搬到下一工序	1		○	□	→	D	▽
浸油			●	□	→	D	▽
搬到下一工序			○	□	→	D	▽
暂存			○	□	→	D	▼





班组：器身工作组

工作名称：日常工作

开始：开机床

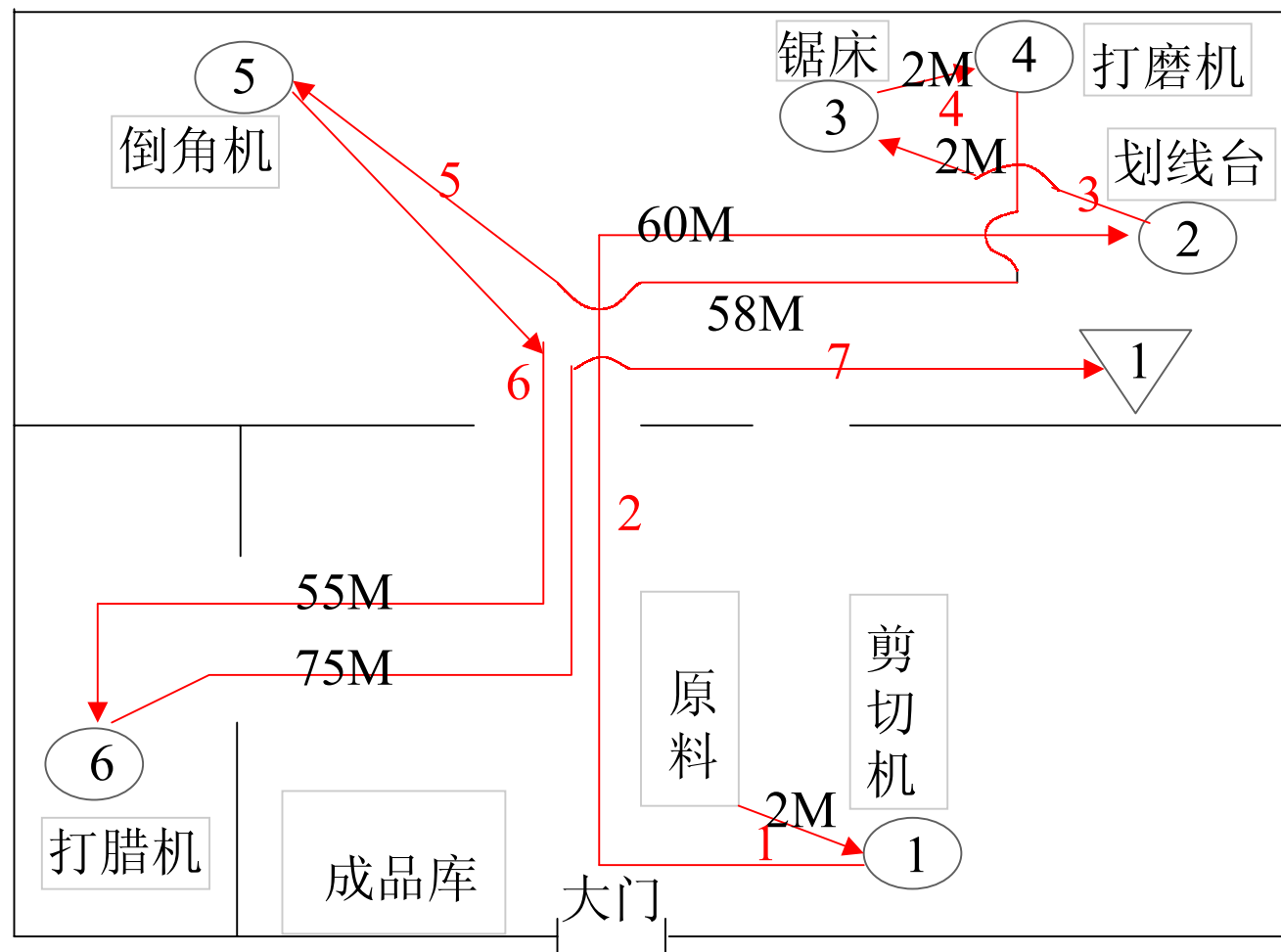
结束：休息

研究者：陳友玲 2000年 4月

审阅者：车间经理 2000年 4月

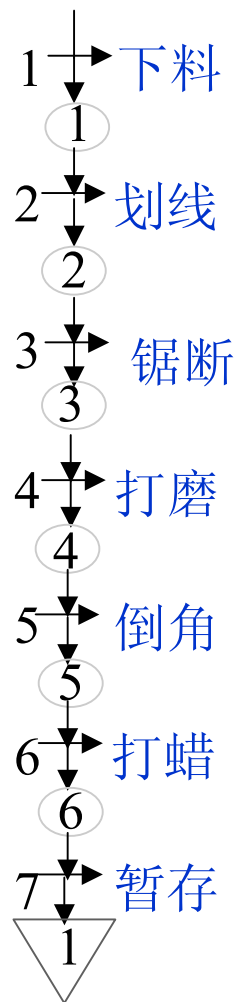
图2-6：绝缘体车间——工人人型流程图



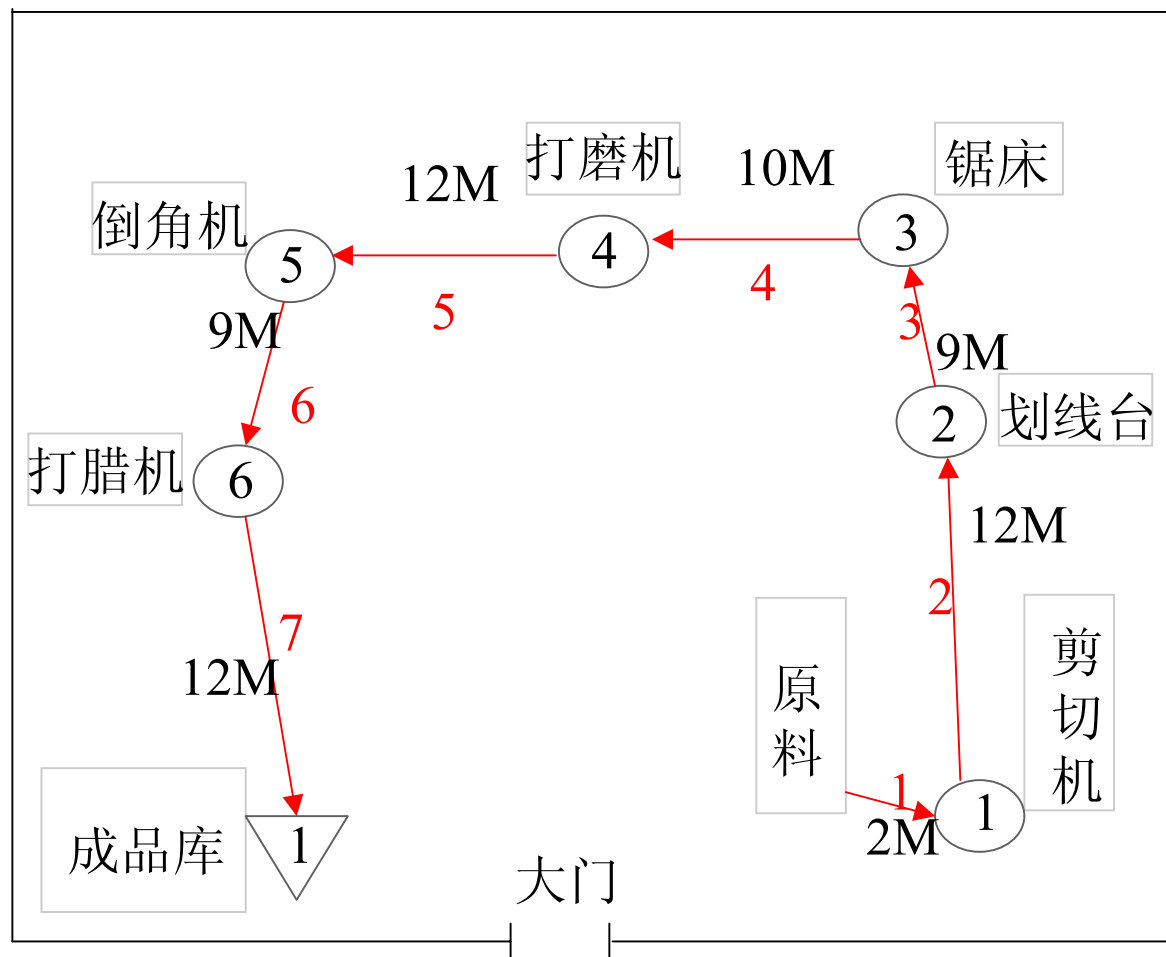


改进前压板夹攻流程及线路图

返回 



改进后的物流线路图



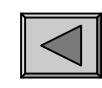
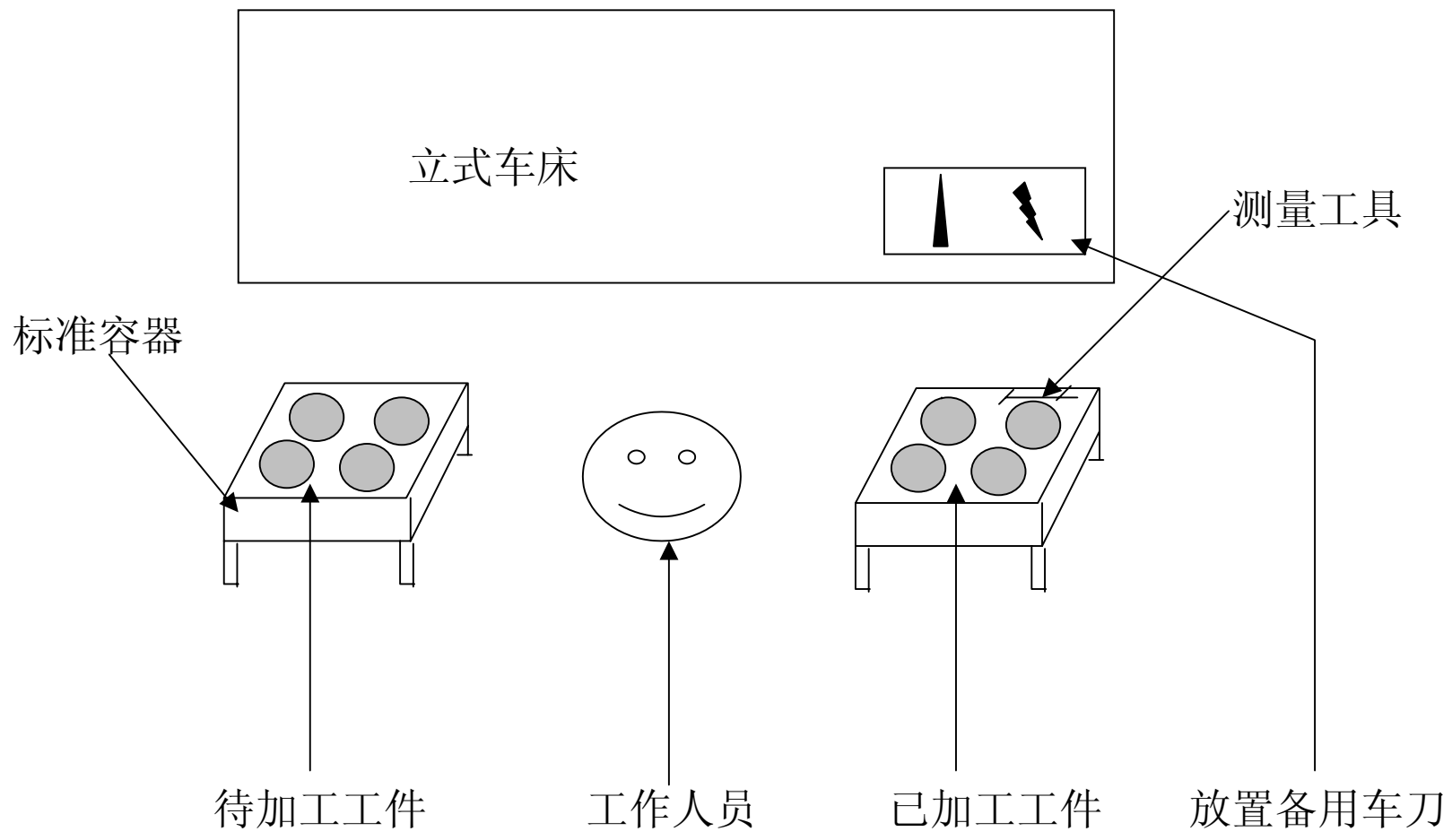
改进后压板加工流程及线路图

人			机		
装夹工件	1'03"		空闲	1'03"	
空闲	2' 10"		车削	2' 10"	
卸车刀并外出更换或磨削	27' 44"		空 闲	28' 06"	
装刀	22"				
空 闲	8'		继续车削	8'	
停机	54"		空闲	1' 35"	
开夹下工件	41"				

改进前的人机作业图

返回





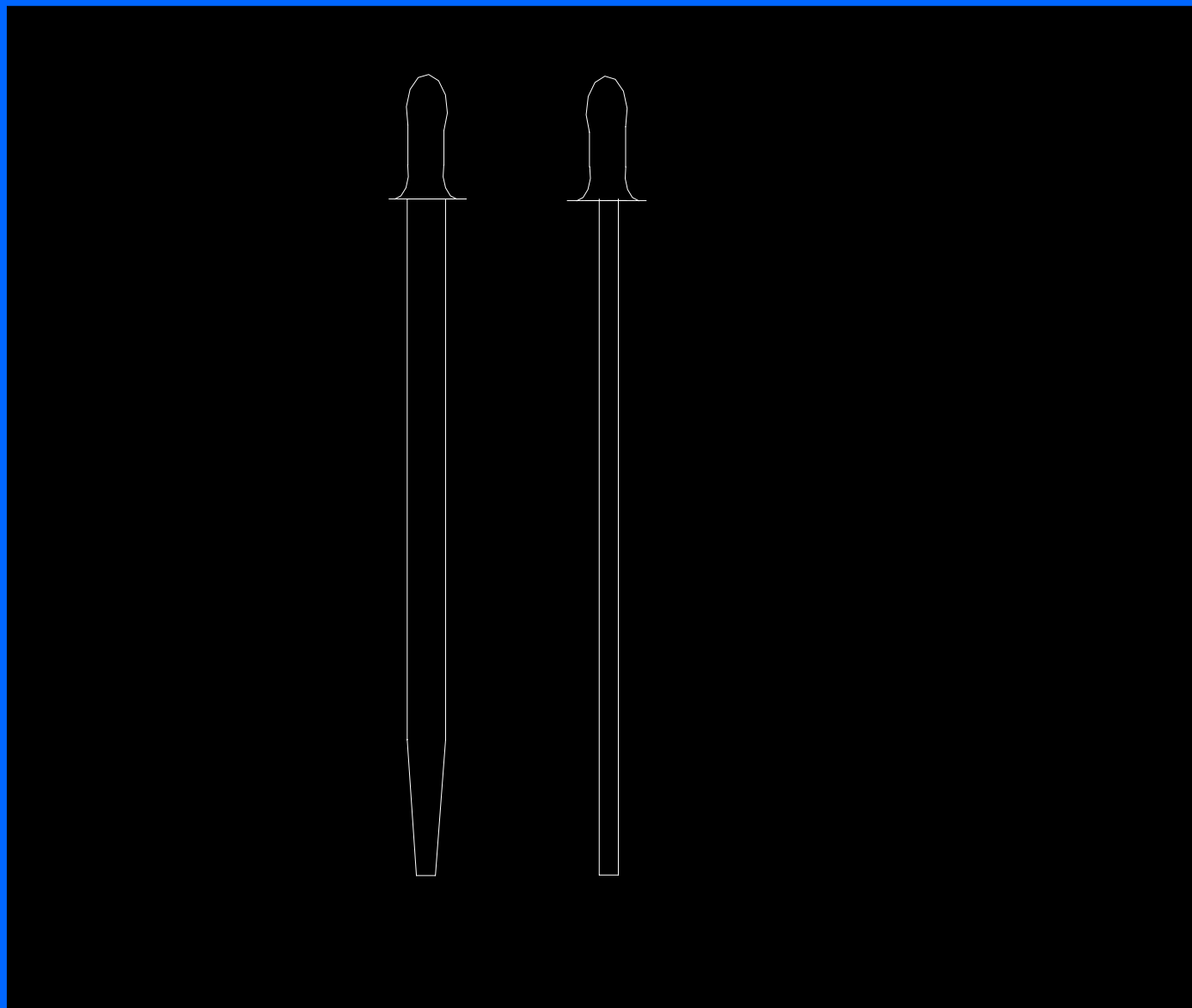
人			机		
装夹工件	1'03"		空闲	1'03"	
用钢挫磨边（上一个）	30"		车削	2'10"	
作标记	30"				
清洁车削时产生的铁屑	1'10"				
更换车刀	44"		空闲	44"	
清洁工作台	7'30"		车削	8'	
空闲	30"				
开夹下工件	41"		空闲	41"	

改进后的人机作业图



工人 A		工人 B		气割机	
分离工件与余料 26“		同 A		空闲 32 ‘	
上料 6“		空闲 20		气割 14 ‘	
调整并切割 14 “		去毛刺 42 “		空闲 1 ‘ 28 “	
分离工件及余料 42“		下工件并分离 工件与余料 23			
空闲 23 “		同 A			
下料 23 “		空闲 5 ‘		在维修中 1 ‘ 35 “	
上仍可用的余料 5		下料			
移动待割余料 7		同 A 17”			
上余料 17 “		同 A 1 ‘ 06 “			
空闲 1 ‘ 06 “					





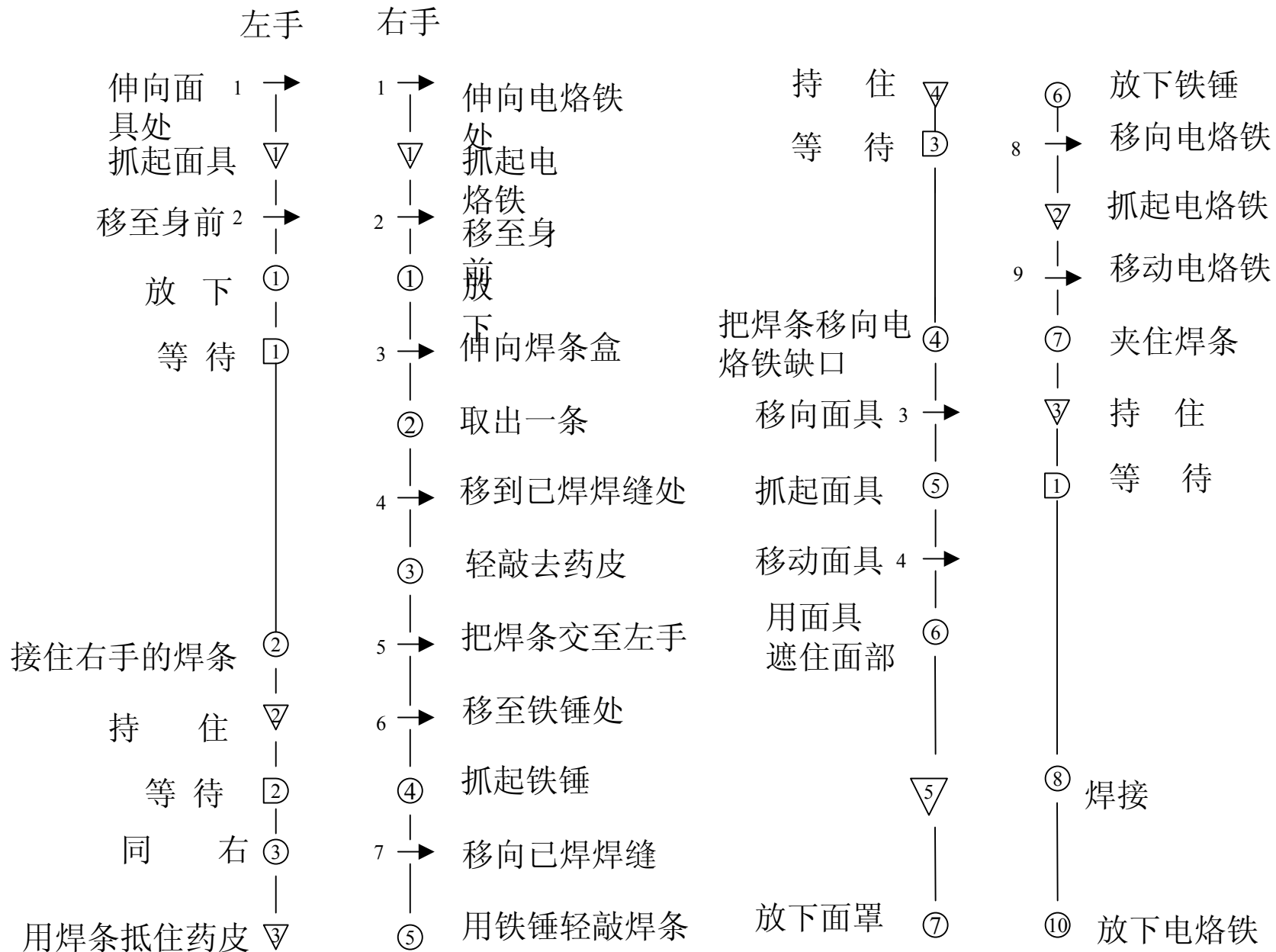
2.改进方法

工人A		工人B		气割机	
上料 6		同A 6		空闲	
下工件并分离		操纵 2.08		气割 2.08	
工件与余料 42.5					
同上 22.5					
去毛刺 42.5		同A 26		在修理 1.35	
空闲 20.5					
分离刚气割的					
工件余料 26		同A 23		在修理 1.35	
(吊) 下料 23		同A 29			
上余料并调整29		空闲 17			
空闲 17					

返回

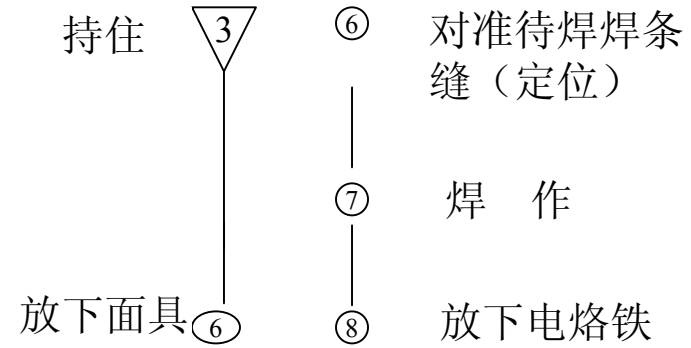
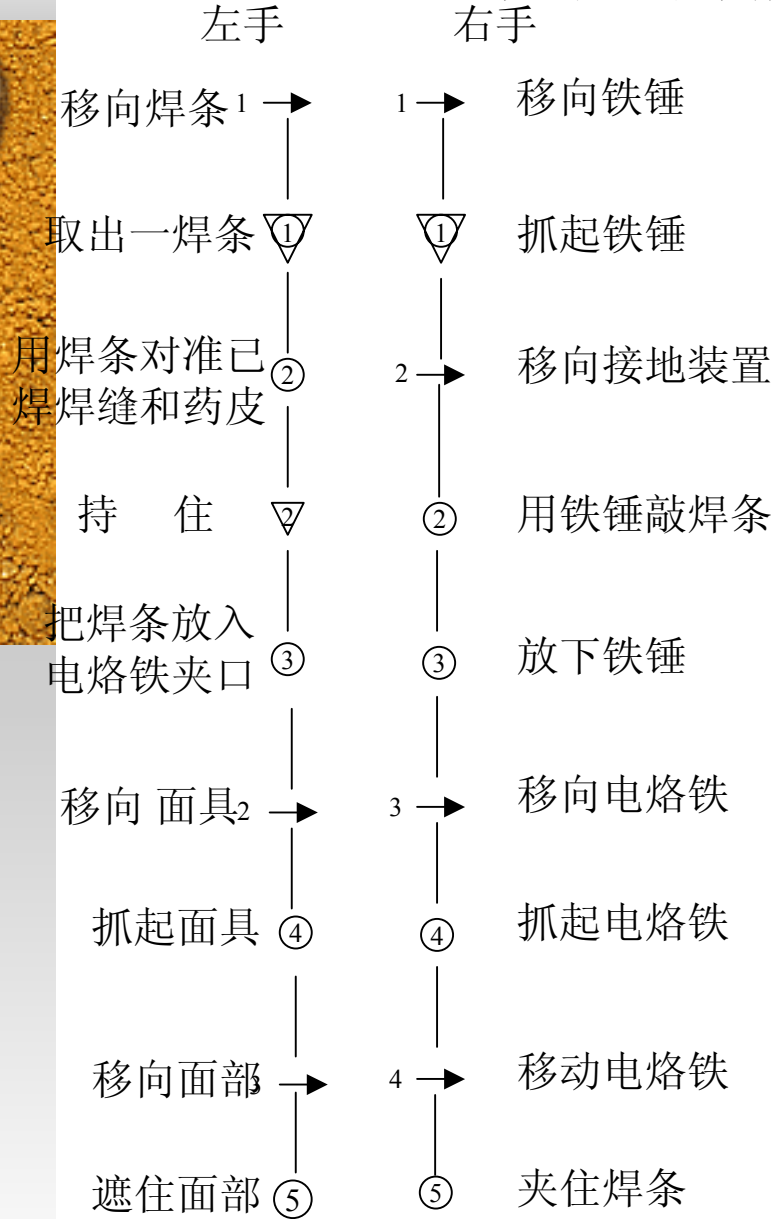


焊接装置以物为主的流程程序图





改进后的双手作业图

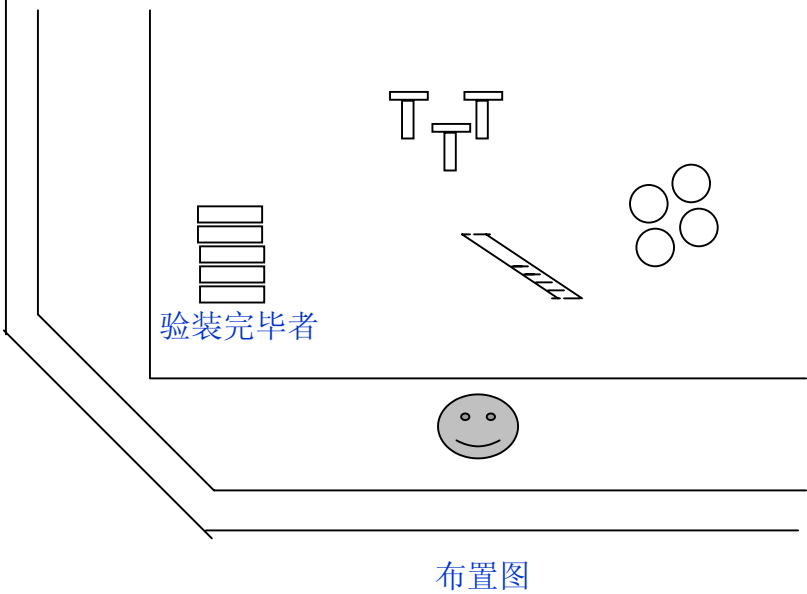
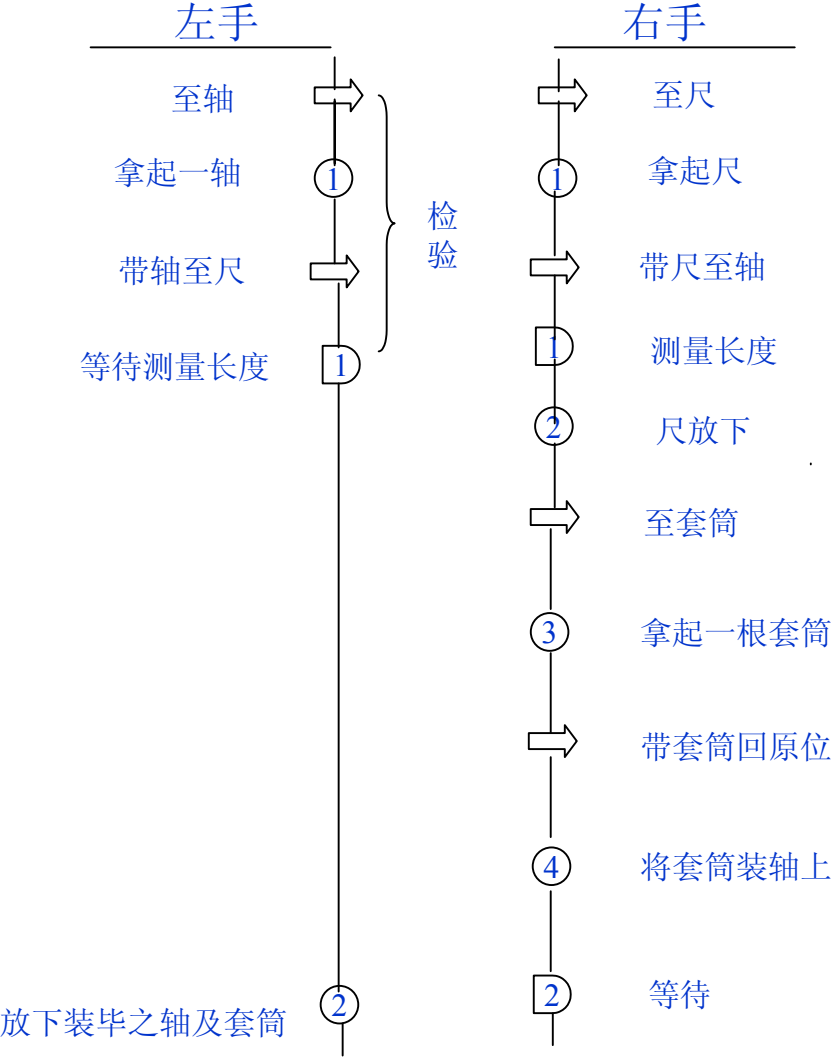


改进前后的对比

	左手		右手
改进前	7	○	10
	5	▽	3
	4	→	9
	3	□	1
	19		23
改进后	6	○	8
	3	▽	1
	3	→	4
	0	□	0
	12		13



工作：检查轴的长度及装入套筒
开始：双手空的一用品在台上
结束：装好一只放在旁边

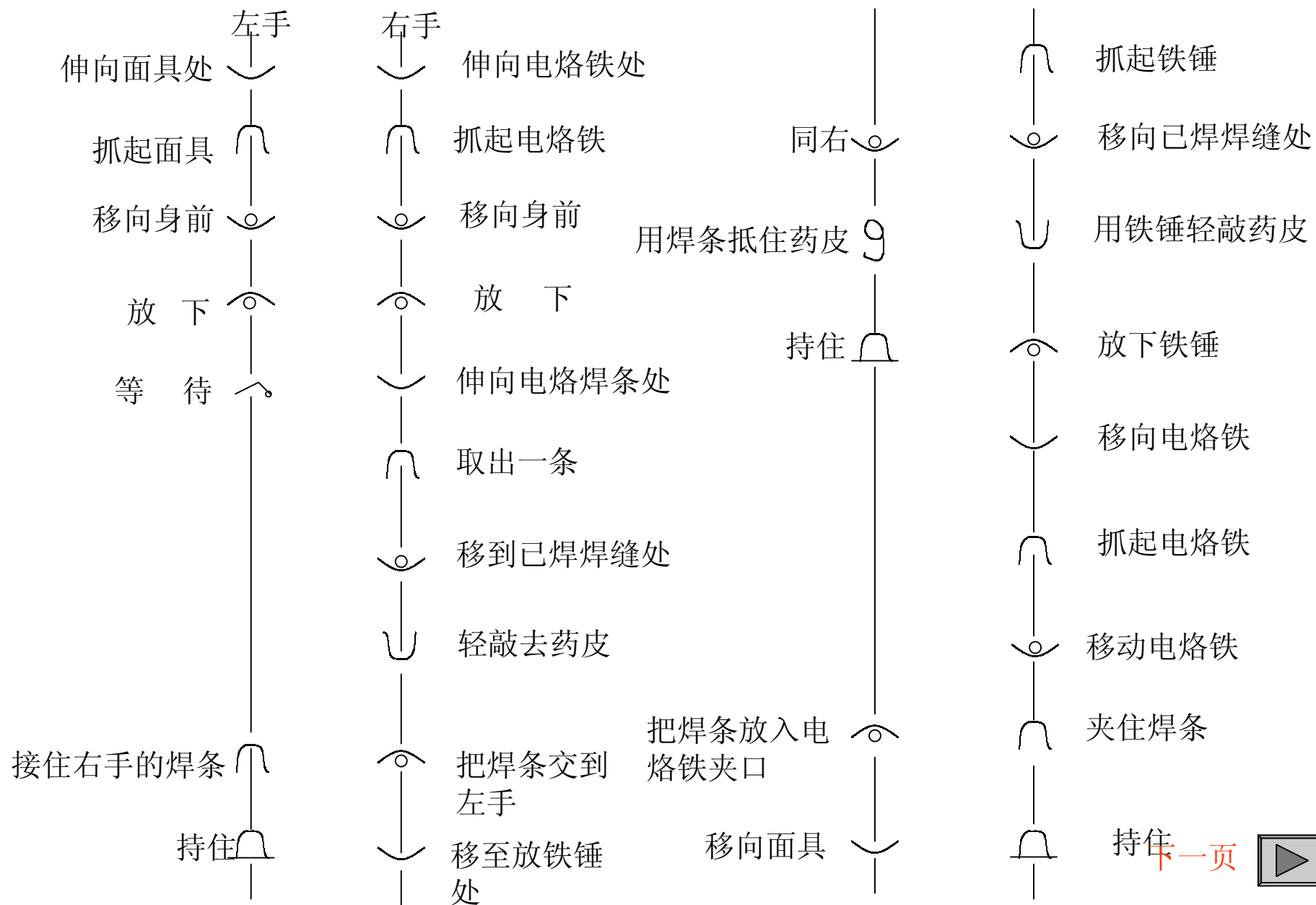


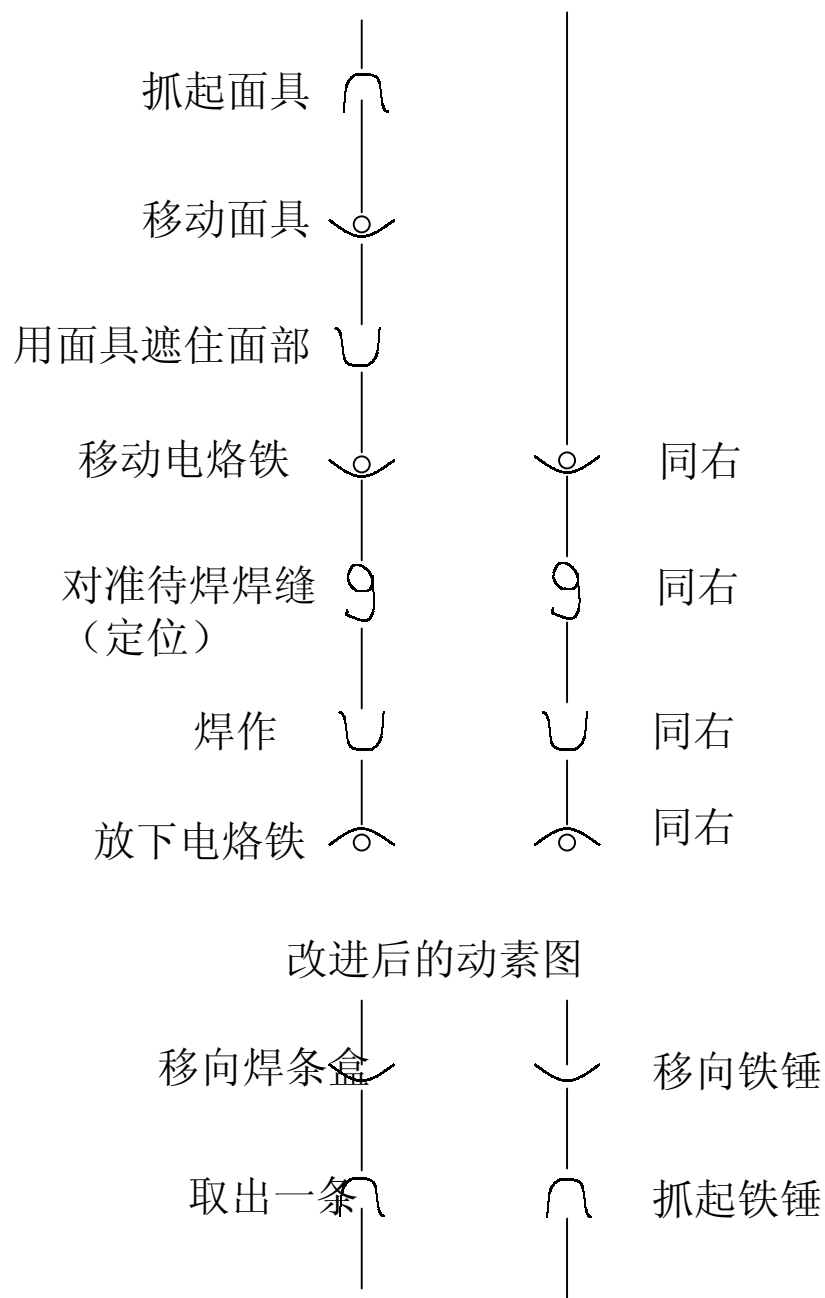
现行方法

左手		右手
2	○	4
2	➡	4
1	D	2
5		10



现行作业动素图





用焊条对准已
喊焊缝药皮

持 住


把焊条放入电
烙铁缺口


对准待焊焊
(定位)

焊 作

放下电烙铁




 移向接地装置


 用铁锤轻敲焊条

 放下铁锤

 移向电烙铁

 抓起电烙铁

 移动电烙铁

 夹住焊条

 同 右

 同 右

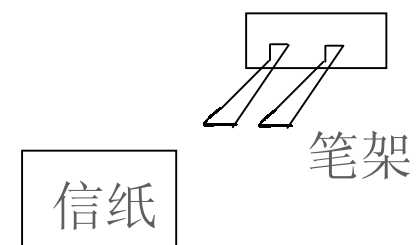
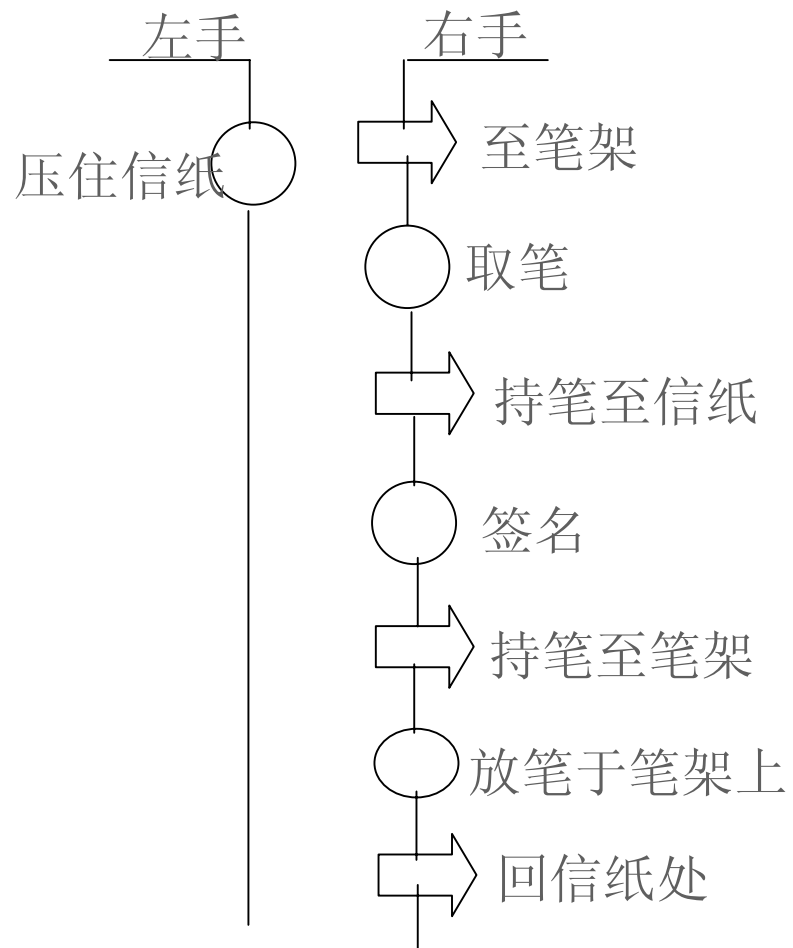
 同 右

返回





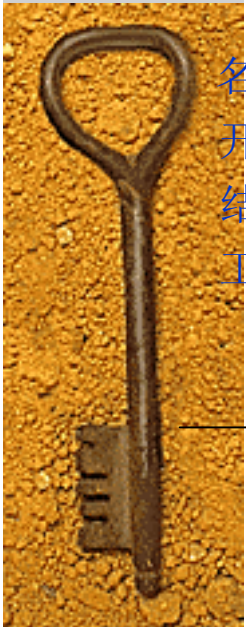
工作：在信纸上签名
开始：信纸在桌上，笔在笔架上
结束：签名毕，将笔还置笔架内



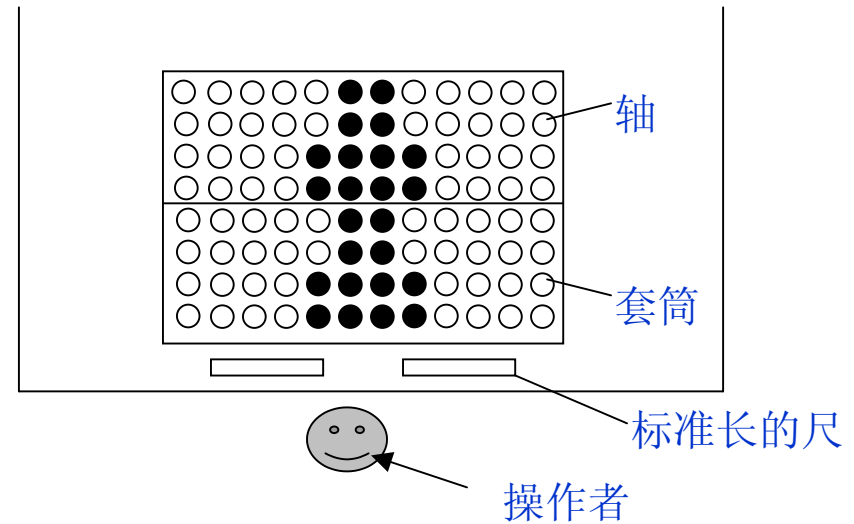
统计		
左		右
1	○	3
0	→	4
1		7

返回





名称：检查轴的长度及装入套筒
 开始：双手空的，用品在台上
 结束：装好一只
 工具：两只标准长的尺固定在台上



	左手	右手	
同右	1 →	1 →	至近中央处离身体最近一排的轴
同右	①	①	取一只
带至轴左边尺	2 →	2 →	带轴至右边尺
同右	②	②	将轴放尺上，并使一端靠紧尺
等待测量长度	①	①	等待测量
同右	3 →	3 →	带轴至近中央处离身体最近一排的套筒
同右	③	③	插入套筒内

现行方法		
左手		右手
3	○	3
3	→	3
1	D	1
7		7

