

# 产品设计和制造过程的 差错预防

- 产品设计过程的差错分析；
- 缺陷的识别、根源、分类；
- 消除缺陷的方法；
- 防错的定义和作
- 用；缺陷的根源的查找步骤和程序；
- 防错装置的概念和基本要素；
- 防错技术的分类，缺陷-防误技术矩阵关系图
- 表；防错装置的基本功能及特
- 征；防错装置设计原则；
- FMEA；
- 防错的实施、评价和检查；

❑ 质量的定义是符合要求。

制定对员工工作的要求；提供员工工具、金钱、方法，以期达到要求；尽全力去鼓励并帮助员工达到要求；

❑ 质量通过预防措施来达成；

❑ 质量的执行标准是零缺陷；

❑ 质量要用不符合要求的代价（PONC）来衡量；

price of non-conformance，返工，赶工，临时服务，存货过多，处理顾客投诉，停机时间，返工、退货

真正费钱的是不符合要求的事情——如果第一次就把事情做对，那些浪费在补救工作上的时间、金钱和精力就可以避免；

## 零缺陷活动的目标

提高可靠性，降低成本，强化零缺陷意识和改进操作；

## 零缺陷活动的功能

提出消除错误以及错误产生原因的建议；

加深对产品的认识；

设定小组的目标、完成目标和表彰；

## 零缺陷活动的效果

提高效果；

降低成本；

缩短交货周期；

发挥员工的积极性；

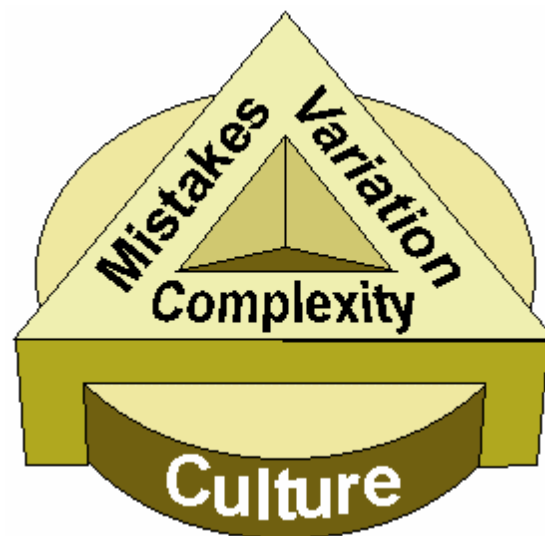


☐ 人为差错

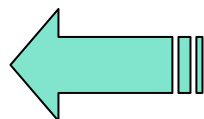
☐ 偏差

☐ 复杂性

☐ 企业文化！

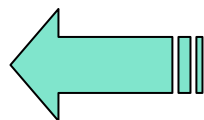


人为差错



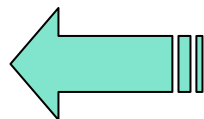
防错

偏差



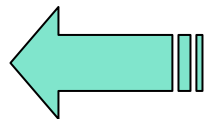
SPC, Taguchi & DOE,改进设备工艺

复杂性



过程图析,DFMEA ,DFX

企业文化



工作小组,管理承诺,责任分配

## 防错 (Poka-Yoke)

防错 (Poka-Yoke) 是一种消除错误的技术，通常称之为“防止失误”。防错应作为控制重复性任务或行为的预防性技术。该技术用来减少顾客的顾虑。

## 防错的历史

Poka-yoke 是日本的Shigeo Shingo 在二十世纪六十年代提出的。在日文中的本义就是“防止失误”的意思。防错的核心思想就是对过程进行设计，使得失误不会发生或者至少及早地检测并纠正。

精益生产的工具

自动化 = 防错



汽车工业成功的支柱之一

2001. 7. 24



通过消除浪费、缩短生产流程实现  
**最佳质量、最低成本、最短生产周期**

## JIT

“在正确的时间以  
准确的数量供应  
无误的零件”

### 先决条件

- 持续流动
- 拉动系统
- 生产节拍
- 均衡生产



**以人中心**

## 自动化

- 停线
- 防错技术
- 可视化控制

## 运行的稳定性

尊重人性  
全员生产维护

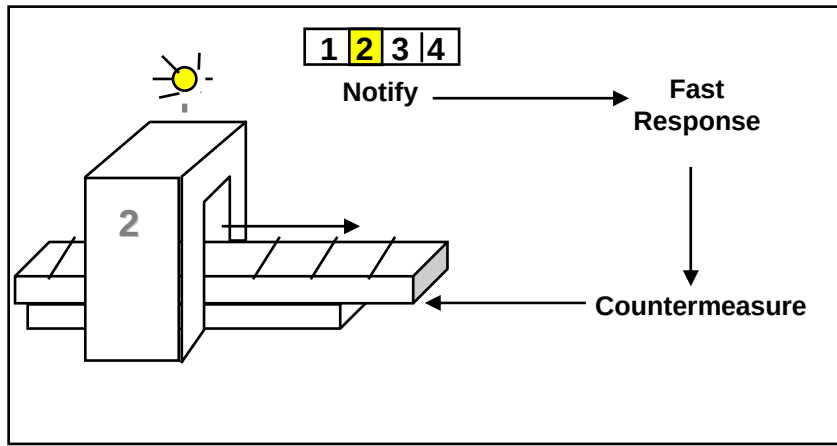
稳健的产品和过程  
供应商参与



汽车工业成功的支柱之一

2001. 7. 24

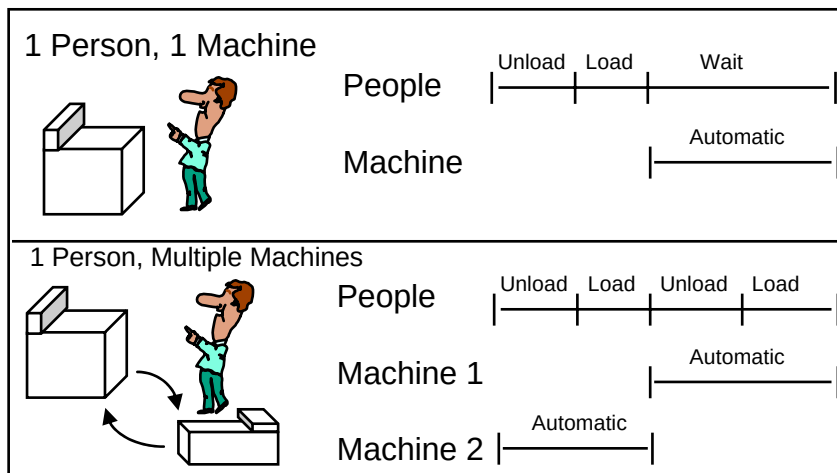
# Two Principles **Jidoka**



**Stop & Notify for Problems**

↓ **Built-In Quality**

(Give machines the human ability to make a decision)

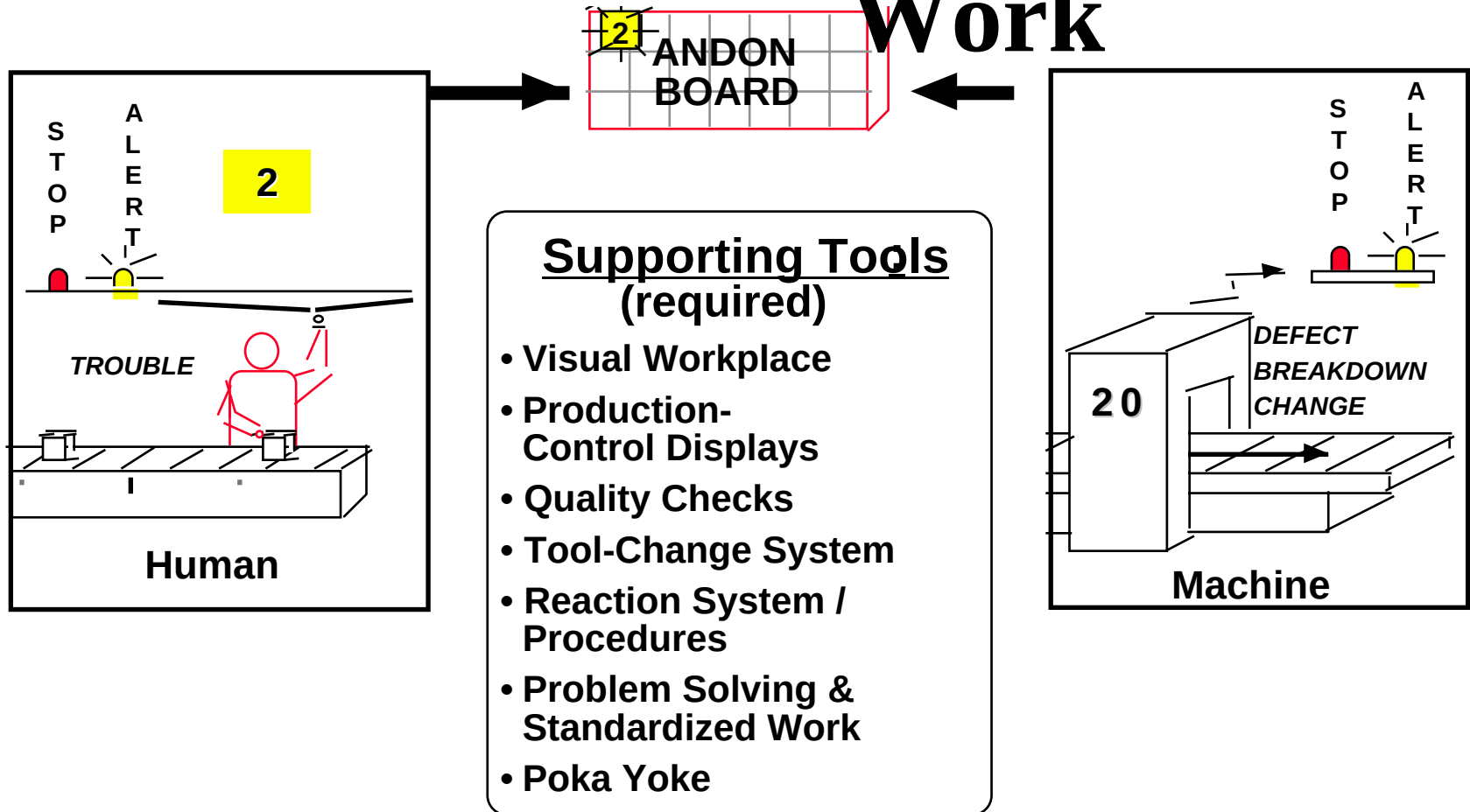


**Separate Human & Machine Work**

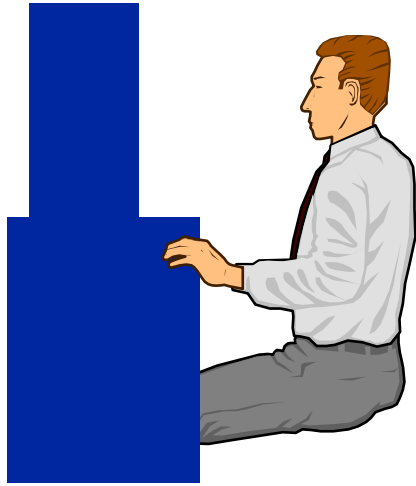
↓ **People Utilization**

(Give the individual ability to control several operations)

# Making Jidoka Work



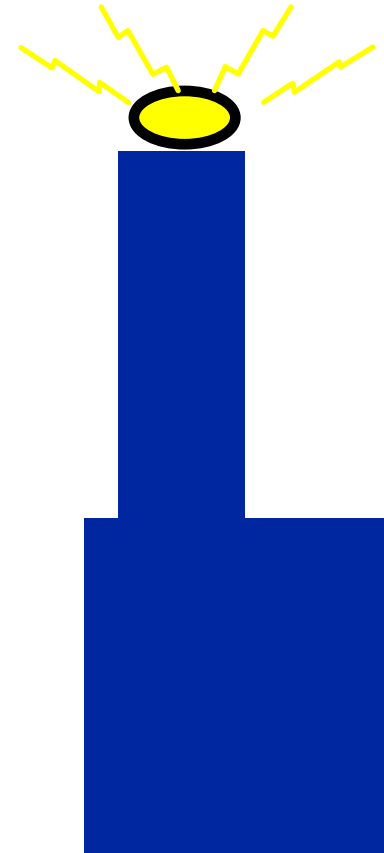
# Jidoka - Stages of Development



**Operator runs  
machine**



**Operator  
watches  
machine**



**Finally Operator freed  
from machine to do work**

# Definition:

Quality means conformance to customer requirements, internal and external

Measurable requirements for product characteristics, which when satisfied, ensure our products meet internal/ external customer requirements.

产品特性可测的要求,这些要求如能满足将确保我们的产品达到内/外部客户 的要求

# 三不

不接受缺陷 Can't Accept

不制造缺陷 Can't Make

不传递缺陷 Can't Pass

# Built in quality :

**Element:** Product Quality Standards

**Definition:** Measurable requirements for product characteristics, which when satisfied, ensure our products meet internal/ external customer requirements.

**Purpose:** To provide criteria for product evaluation.

# Built in quality :

**Element:** Manufacturing Process Validation

**Definition:** The method by which processes are prepared and validated before starting full volume production.

**Purpose:** To ensure that each manufacturing process is capable of meeting defined product quality standards, while achieving schedule.



# Built in quality :

**Element:** In - Process Control & Verification

**Definition:** The system of building quality in station through prevention, detection, and containment of abnormalities. 通过预防,检测和  
对异常情况采取临时补救措施,把质量是制造出来的 体系贯彻  
在每个工位中

**Purpose:** To minimize process variation to ensure that all products  
are OK in station and are confirmed as soon as possible  
following manufacture and to reduce waste associated with  
defects. 减少工序波动以确保所有在工位上的产品都符合质量  
要求且尽可能快地在制造后的下一道工序得以确认以减少  
相关的浪费.

# Built in quality :

**Element:** Quality Feedback/Feedforward

**Definition:** The communication of quality expectations and results between customers and suppliers through standardized communication pathways. 通过标准通信途径在客户和供应商之间建立质量期望值和实际结果的交流

**Purpose:** To ensure that information on quality reaches those who need it. 确保质量信息达到需要这些信息的人员手中

# Mistake-Proofing: The Process to Achieve Quality

## The Definition of Mistake-Proofing

The practice of striving towards zero defects by using techniques, standards, and devices to prevent errors.



# **Customer Dissatisfaction**

# Customer Dissatisfaction

The majority of manufacturing caused customer dissatisfies are attribute defects. (Good/ Bad)

## **99.9% - Good**

You would have one hour of unsafe drinking water every month!

Two unsafe plane landings per day at Chicago's O'Hare Airport!

The United States Post Office would lose 16,000 pieces of mail every hour!

22,000 checks would be deducted from the wrong bank account every year!

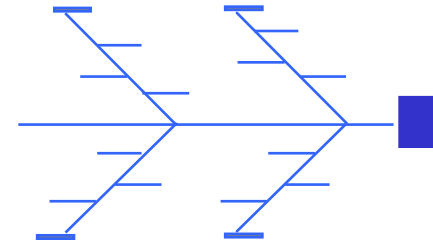
20,000 incorrect drug prescriptions would be issued every year!

500 incorrect surgical operations would be performed each week!

None of us will ever forget the less than 100% quality of "O" rings on the space shuttle Challenger!!



因果图



引起缺陷的人为差错大致有：

- 遗漏加工
- 加工差错
- 安装调试工件差错
- 遗漏零件
- 拿错零件
- 加工错误的工件
- 漏操作
- 调节差错
- 设备没有适当调整
- 工具及夹具准备不妥

## 判断性检验

加工完毕后，把废品从合格品中隔离开来。这种检验可以阻止废品流到用户手里，但不能减少公司的废品率。

## 信息性检验

调查产生缺陷的原因，并将此信息反馈到相应的过程环节，以采取改正措施，减少缺陷的发生率，降低废品率。

## 究源性检验

缺陷是一种结果或者影响。往往是由简单的失误造成的。通过寻根究源做百分之百的检验，在造成缺陷之前就予以纠正，达到零缺陷的目的。



## 究源性检查

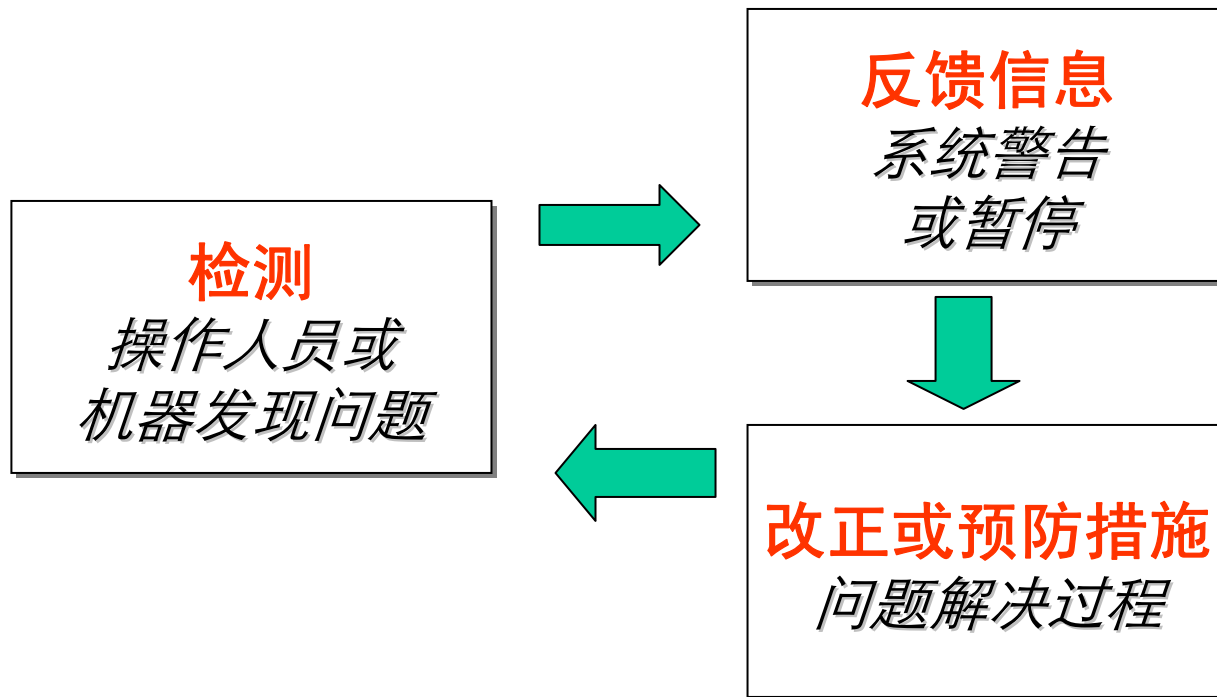
究源性检查用来在缺陷产生的源头，并且在它们成为缺陷以前进行差错检查。

## 100%检验

100%检查包括使用廉价的设备、装置和方法。

## 及时的反馈和措施

在检测到差错时停止进行操作。



三个部分组成了防错措施：

- ❑ **检测**— 操作工或机器发现了缺陷；
- ❑ **反馈信息**— 由于有缺陷而导致了机器/过程的警告/暂停；
- ❑ **改正或预防措施**— 组成改进队伍，根据问题解决规程采取改正或防止措施；

## 预防类防错装置

预防装置就是在过程中进行设计，使错误根本不能发生。

## 检测类防错装置

在用户已经造成错误时发出警告信号，用户可以迅速地修正错误。检测装置通常只是警告用户发生了问题，但不强迫修正问题。

| 人为失误<br>缺陷原因 | 故意 | 误解       | 健忘 | 识别错误 | 不熟练 | 任性      | 粗心大意 | 动作迟钝 | 无标准 | 意外事故 |
|--------------|----|----------|----|------|-----|---------|------|------|-----|------|
| 遗漏工序         | ★  | ☆        | ★  | ☆    | ☆   | ☆       | ★    | ☆    | ☆   |      |
| 工艺过程错误       | ★  | ★        | ☆  | ☆    | ★   | ★       | ★    | ★    | ★   |      |
| 工件安装调整错误     | ☆  | ☆        | ★  | ☆    | ☆   |         | ★    | ☆    | ☆   |      |
| 遗漏零件         | ★  | ☆        | ☆  |      | ☆   | ☆       | ★    |      | ☆   |      |
| 拿错零件         | ★  | ★        | ★  | ★    | ★   | ★       | ★    |      | ★   |      |
| 加工错误的工件      | ☆  | ★        | ★  | ☆    | ☆   | ★       | ★    |      | ☆   |      |
| 操作错误         |    |          | ☆  |      |     |         | ☆    |      | ☆   | ★    |
| 调整失误         | ☆  | ☆        | ☆  | ★    | ☆   | ★       | ☆    | ☆    | ☆   | ☆    |
| 设备安装失误       |    |          | ☆  |      |     |         | ★    |      |     | ★    |
| 工夹具装备不适当     |    |          | ☆  |      |     |         | ★    |      |     | ☆    |
|              |    |          |    |      |     |         |      |      |     |      |
|              | ★  | 红色表示关系密切 |    |      | ☆   | 黄色表示有关系 |      |      |     |      |



- 1、把质量意识贯穿于生产的全过程。
- 2、所有由粗心大意造成的失误和缺陷都能消灭。
- 3、立即停止错误的做法，着手正确的做法。
- 4、不要寻找借口，想想该如何做好。
- 5、持续改进
- 6、全员参与；
- 7、小组工作法；
- 8、采用“5W1H”法来寻找缺陷产生的真正原因。

- ❑ 零件特性法- 检查处理零件的形状和特征。
- ❑ 操作步骤法- 检查工序的顺序，确保步骤完整。
- ❑ 统计法 - 用标准信息或参数验证过程，将观察到的数值数据与过程或操作的理想标准作对照。

## ■ 根据重量

建立重量标准，用平衡器或秤来鉴别有缺陷的零件。

## ■ 根据尺寸

建立长、宽、直径等尺寸标准，通过在夹具中使用触止器（锁档）、限位开关等辨别与标准尺寸的偏差。

## ■ 根据形状

建立如角度、凹凸、曲率或孔的位置之类的形状标准，用夹具或供货槽中的限位开关、定位销和干涉零件等来辨别与标准形状的偏差。

## ■加工过程程序化方法：

如果在一个加工过程中工人的手或机器的操作没有遵守标准的工作程序，紧接着的一项工作就不能执行。

## ■工序到工序的程序方法（顺序方法）：

如果一系列的加工工序中的一个工序被遗漏了，并且不遵守常规程序的话，就不能完成操作动作。



## ■ 用计数器

将设定值如操作次数或零件数目等作为参考数值，如果实际数值与参考值不同，警报器发响。

## ■ 零散零件剔出方法

在将若干零件组装为一组时，所准备的零件数目要确切无误。当零件组装好以后，如果有多余的零件剩出，就表示有错误发生。

## ■ 临界条件的检测

测量临界制造条件参量，如压力、电流、温度和时间，如果测得数值不在预设数值范围内，工作就不能继续进行下去。

- I. 停车：运用设备和技术检测异常的或产生缺陷的操作，发现后立即停下。
- II. 控制：不允许缺陷件流入下道工序。
- III. 报警：对已经出现的或者即将出现的缺陷发出警告信号。

- ❑ 防错装置应该是简单而廉价的。如果太过复杂或昂贵，那么这些装置就不具有成本效益。
- ❑ 防错装置是过程的一部分，在实施中进行100%的检验。
- ❑ 防错装置应该放置在靠近错误发生的地方，可以向工人提供快速的反馈，使错误可以得到尽快的修正。

- ❑ 简单；
- ❑ 有针对性；
- ❑ 造价低廉；
- ❑ 在源头上实施；
- ❑ 用户友好。

- ❑ 需要工人提高警惕的手工操作。
- ❑ 可能发生定位不正确的地方
- ❑ 需要进行调整的地方
- ❑ 团队需要常规实用的工具而不是时髦而无用的工具的地方
- ❑ SPC难以应用或者明显无效的地方；
- ❑ 重要的属性不能测量的地方；
- ❑ 培训费用昂贵和人员调整频繁的地方；
- ❑ 进行混合生产的地方；
- ❑ 顾客造成失误却归咎于服务提供商的地方；
- ❑ 某些原因重复发生的地方；
- ❑ 外部失效费用比内部失效费用高得多的地方。

❑破坏性测试；

❑生产速率非常高

生产速率很高时，由于检验所引起的瞬时延迟的代价是非常昂贵的。

❑班次（批次）转换太快，来不及响应

❑控制图可以有效地运用时自检

SPC善于管理偏差，防错装置擅长防止错误，防错装置不能代替SPC

- 各种型号的导销
- 错误检测并报警
- 限位开关
- 计数器
- 检查表

|                                 |            | 遗漏加工 | 加工错误 | 工件安装调试错误 | 遗漏零件 | 拿错零件 | 加工错误的工件 | 操作错误 | 调整失误 | 设备安装失误 | 工夹具装备不当 | 零件遗留 |
|---------------------------------|------------|------|------|----------|------|------|---------|------|------|--------|---------|------|
| 零件/工<br>具到<br>位检查               | 限位开关（微动开关） | ★    | ★    | ★        | ★    |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 传感器        |      |      | ★        | ★    |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 光电开关       | ★    |      |          | ★    |      |         |      |      |        |         | ★    |
|                                 | 电子开关       | ★    | ★    |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 计时器        |      | ★    |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 接近开关       | ★    | ★    | ★        | ★    |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 光电传感器      |      |      |          | ★    |      |         |      |      |        |         |      |
| 刀具/破<br>损检查<br>/更换              | 计数器        |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 交流变频技术     |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
| 夹<br>具<br>/<br>设<br>备<br>设<br>计 | 定位销        |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 检查销        | ★    |      |          |      |      | ★       |      |      |        |         |      |
|                                 | 停止装置       |      |      |          |      |      | ★       |      |      |        |         |      |
|                                 | 限位装置       |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 改进滑道       |      |      |          |      |      | ★       |      |      |        |         |      |
|                                 | 仿形（专用）模具   | ★    |      |          |      |      | ★       |      |      |        |         |      |
|                                 | 干涉销        | ★    |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 导向装置       |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 导向销        |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 增加防反特征     |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 磁铁         |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
| 仿形样板                            | 花键和螺纹检测探头  | ★    |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 正确位置及形状的示范 |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 用模板直接比较    |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
| 零<br>件<br>设<br>计                | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 增加定位特征     |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 增加防反特征     |      |      | ★        |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 条形码        | ★    |      |          | ★    | ★    | ★       |      |      |        |         |      |
|                                 | 颜色标记       |      |      |          |      | ★    | ★       |      |      |        |         |      |
| 随<br>行<br>器<br>具                | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 转动货架       |      |      |          | ★    | ★    |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 连接件        |      |      |          | ★    | ★    |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 自动联锁计数器    |      |      |          | ★    |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 自动零件箱      |      |      |          | ★    | ★    |         |      |      |        |         |      |
| 过<br>程<br>参<br>数<br>监<br>控      | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |
|                                 | 压力继电器      |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 流量感应器      |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 空气压力传感器    |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 温控器        |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 定时器        |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 电压计        |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | 电流计        |      |      |          |      |      |         |      |      |        | ★       |      |
|                                 | .....      |      |      |          |      |      |         |      |      |        |         |      |



## 缺陷与建议采用的防错装置参照表

2001. 7. 24



| 检测功能<br>检测技术 |       | 压力 | 温度 | 电流 | 振动 | 周期 | 计时 | 定时 | 报警 |
|--------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 压力仪器         | 压力计   | ☆  |    |    |    |    |    |    |    |
|              | 压敏开关  | ☆  |    |    |    |    |    |    |    |
| 温度仪器         | 温度计   |    | ☆  |    |    |    |    |    |    |
|              | 自动调温器 |    | ☆  |    |    |    |    |    |    |
|              | 热敏电阻  |    | ☆  |    |    |    |    |    |    |
|              | 热电偶   |    | ☆  |    |    |    |    |    |    |
| 电流计          | 电表继电器 |    |    | ☆  |    |    |    |    |    |
|              | 电流观测计 |    |    | ☆  |    |    |    |    |    |
| 振动仪器         | 振动传感器 |    |    |    | ☆  |    |    |    |    |
| 计数仪器         | 计数器   |    |    |    |    | ☆  |    |    |    |
|              | 预设计数器 |    |    |    |    | ☆  |    |    |    |
|              | 步计继电器 |    |    |    |    | ☆  |    |    |    |
|              | 光纤传感器 |    |    |    |    | ☆  |    |    |    |
| 计时仪器         | 计时器   |    |    |    |    |    | ☆  |    |    |
|              | 延时继电器 |    |    |    |    |    | ☆  |    |    |
|              | 定时装置  |    |    |    |    |    |    | ☆  |    |
|              | 计时开关  |    |    |    |    |    | ☆  |    |    |
| 报警装置         | 蜂鸣器   |    |    |    |    |    |    |    | ☆  |
|              | 灯     |    |    |    |    |    |    |    | ☆  |
|              | 闪光灯   |    |    |    |    |    |    |    | ☆  |

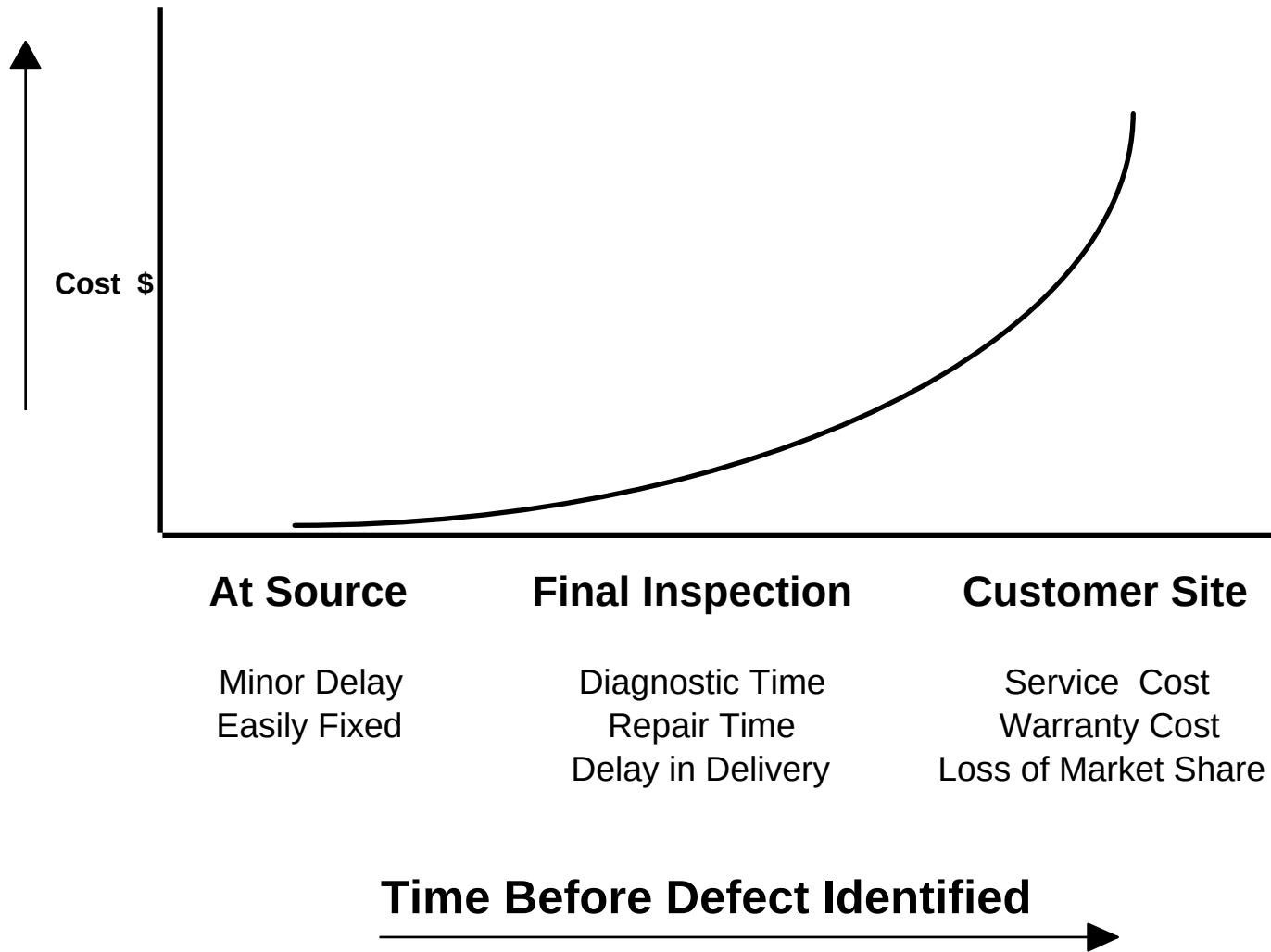


| 检测功能<br>检测技术 |            | 方式 |   |   | 确定位置 | 尺寸 | 重叠 | 形状 | 外界因素 |
|--------------|------------|----|---|---|------|----|----|----|------|
|              |            | 通  |   | 断 |      |    |    |    |      |
|              |            |    |   |   |      |    |    |    |      |
| 接触式          | 限位开关       | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  |    |    |      |
|              | 微型开关       | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  |    |    |      |
|              | 接触开关       | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 差动式变压器     | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 液面继电器      |    |   |   | ☆    |    |    |    |      |
| 非接触式         | 接近开关       | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 光电开关（发射型）  | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  |    |    |      |
|              | 光电开关（反射型）  | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 光束传感器（发射型） | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  |    |    |      |
|              | 光束传感器（反射型） | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 光纤传感器      | ☆  |   | ☆ | ☆    | ☆  | ☆  | ☆  |      |
|              | 区域传感器      | ☆  | ☆ |   |      |    |    |    |      |
|              | 位置传感器      |    |   |   | ☆    |    |    |    |      |
|              | 尺寸传感器      |    |   |   | ☆    | ☆  |    | ☆  |      |
|              | 位移传感器      | ☆  |   |   | ☆    | ☆  | ☆  |    |      |
|              | 金属通路传感器    | ☆  | ☆ |   |      |    |    |    | ☆    |
|              | 颜色标记传感器    | ☆  |   |   | ☆    |    |    |    |      |
|              | 振动传感器      | ☆  |   | ☆ | ☆    |    |    |    |      |
|              | 双向输入传感器    | ☆  |   |   |      |    | ☆  |    |      |
|              | 焊接位置传感器    |    |   |   | ☆    | ☆  |    | ☆  |      |
|              | 分接传感器      |    |   |   |      |    | ☆  |    |      |
|              | 流体元件       | ☆  |   |   |      |    |    |    |      |



$$E = MC^2$$

- ❑ E = Error Proofing, 差错防止;
- ❑ M = Methods, 方法;
- ❑ C = Creativity, 创造性;



# Mistake-Proofing

Murphy's law states:

“If something can go wrong, it will.”

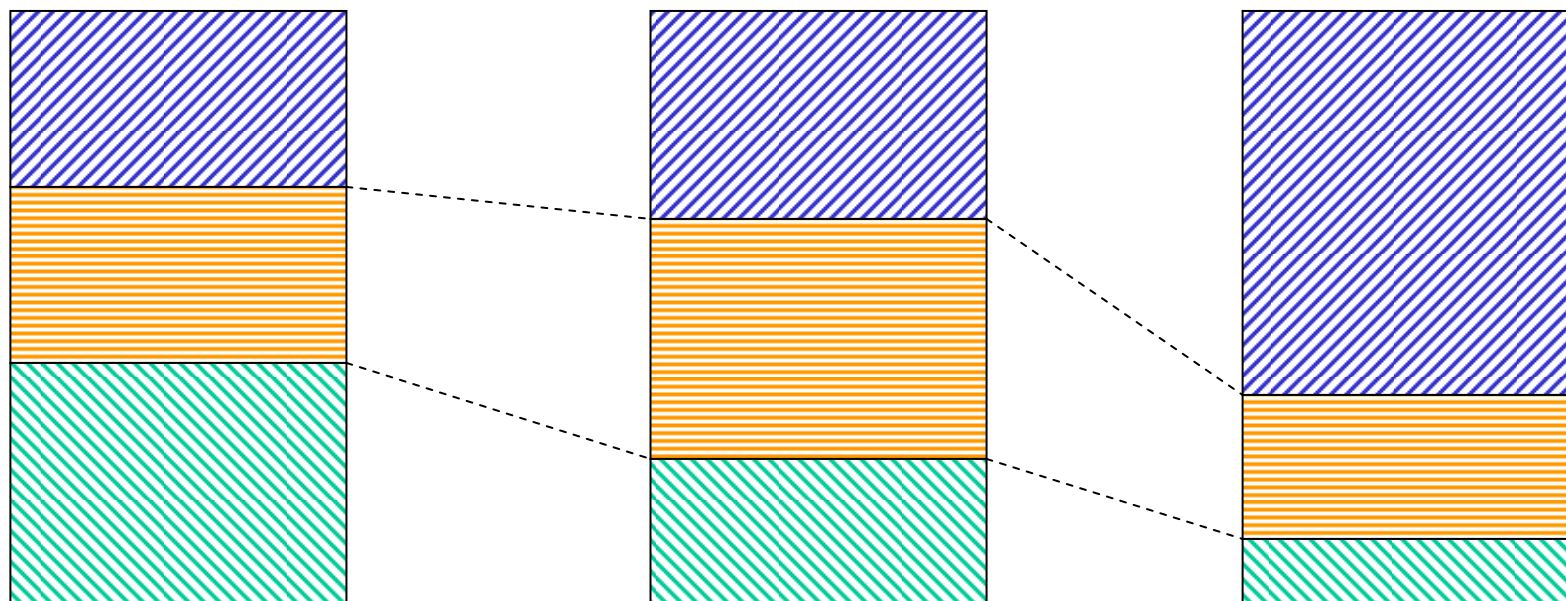
With Mistake-Proofing:

“If it can't go wrong, it won't.”

今天

过渡

将来



对产品和过程的防错设计



识别问题和实施防错



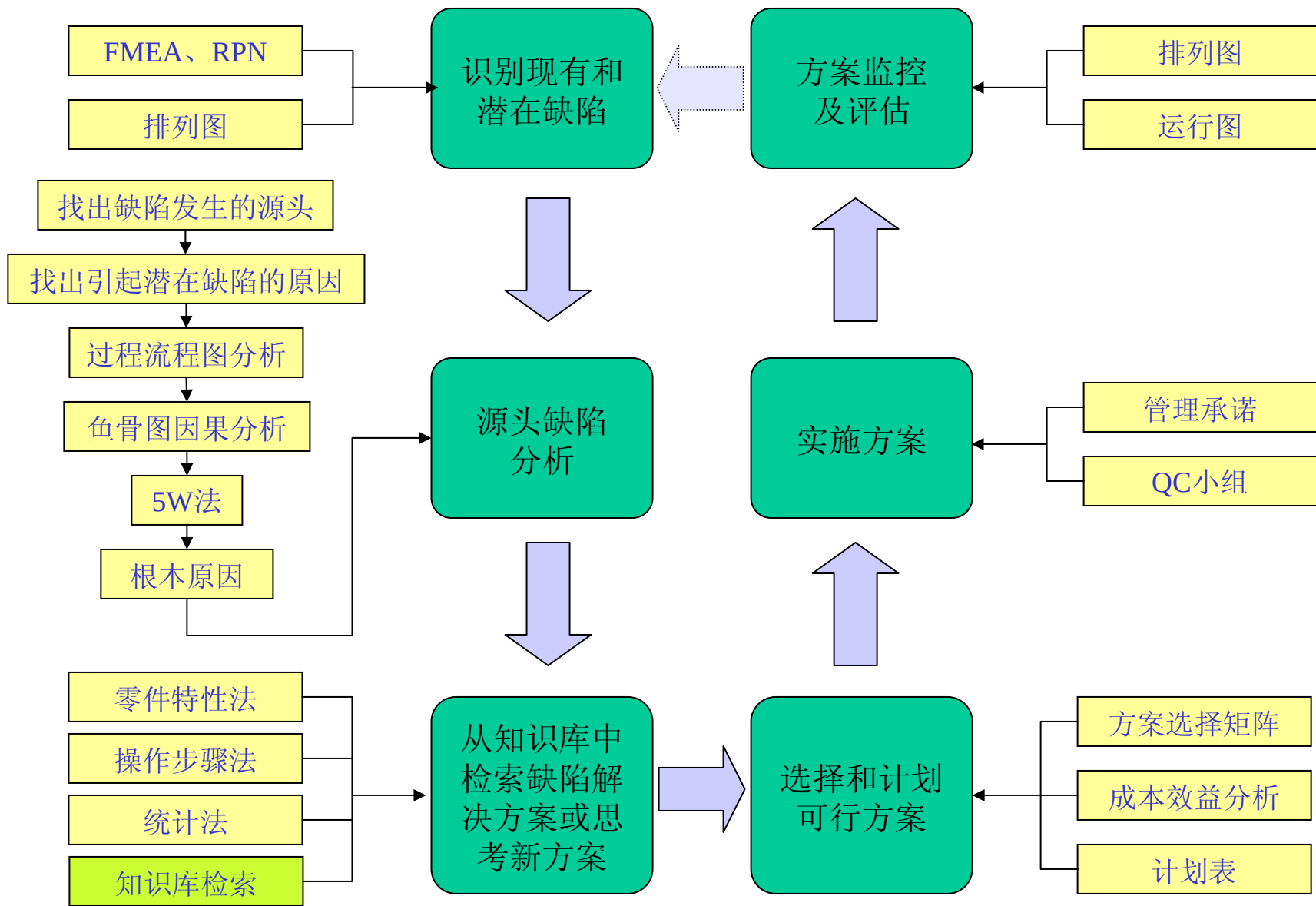
检查、分拣、返工、废品等

防错是一个持续的过程，当防错措施和规程成熟时，在产品和生产过程中将更早地确定质量提高的机会



期望的防止缺陷的进程

2001. 7. 24



## 第一步：

用D/P FEMA（潜在失效分析）的方法对过程进行分析，找出可能发生失误的地方。用帕累托方法根据不符合要求的代价、频率和严重程度对失误划分等级（计算风险顺序数RPN），充分了解其影响的程度。

## 第二步：

找出失误的所有作用因素，用过程流程图、鱼骨图和5W方法找出根本原因。

- ☐ 涉及到生产中的哪些要素？
- ☐ 失误属于何种类型？
- ☐ 失误会造成什么缺陷？
- ☐ 找出失误和缺陷之间的联系；

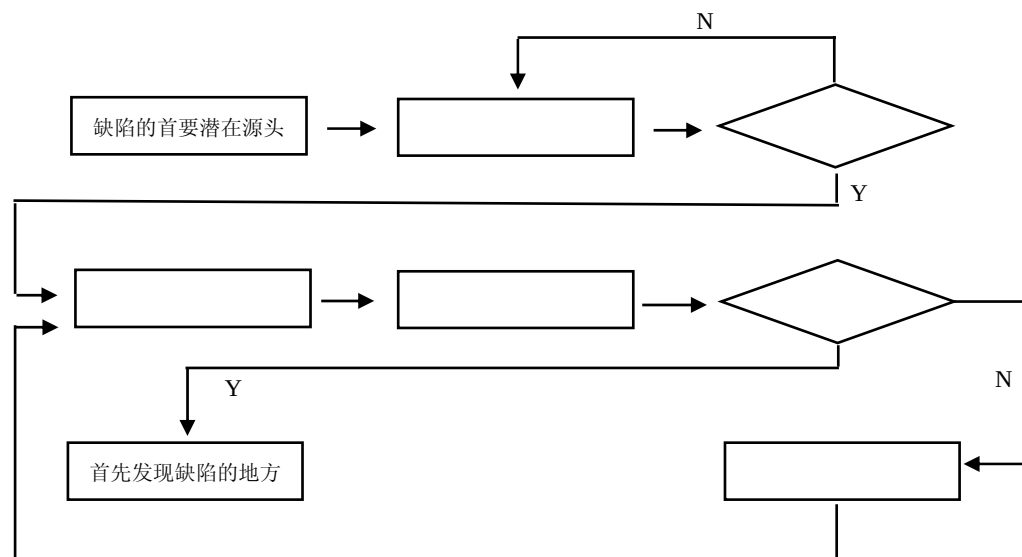


# 防错工作表 - 1

## 步骤1 识别缺陷

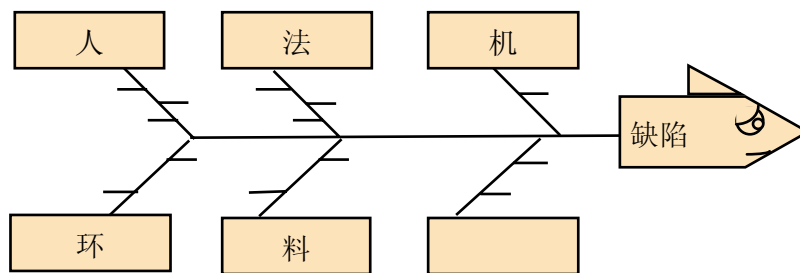
|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

## 步骤2 画出过程流程图



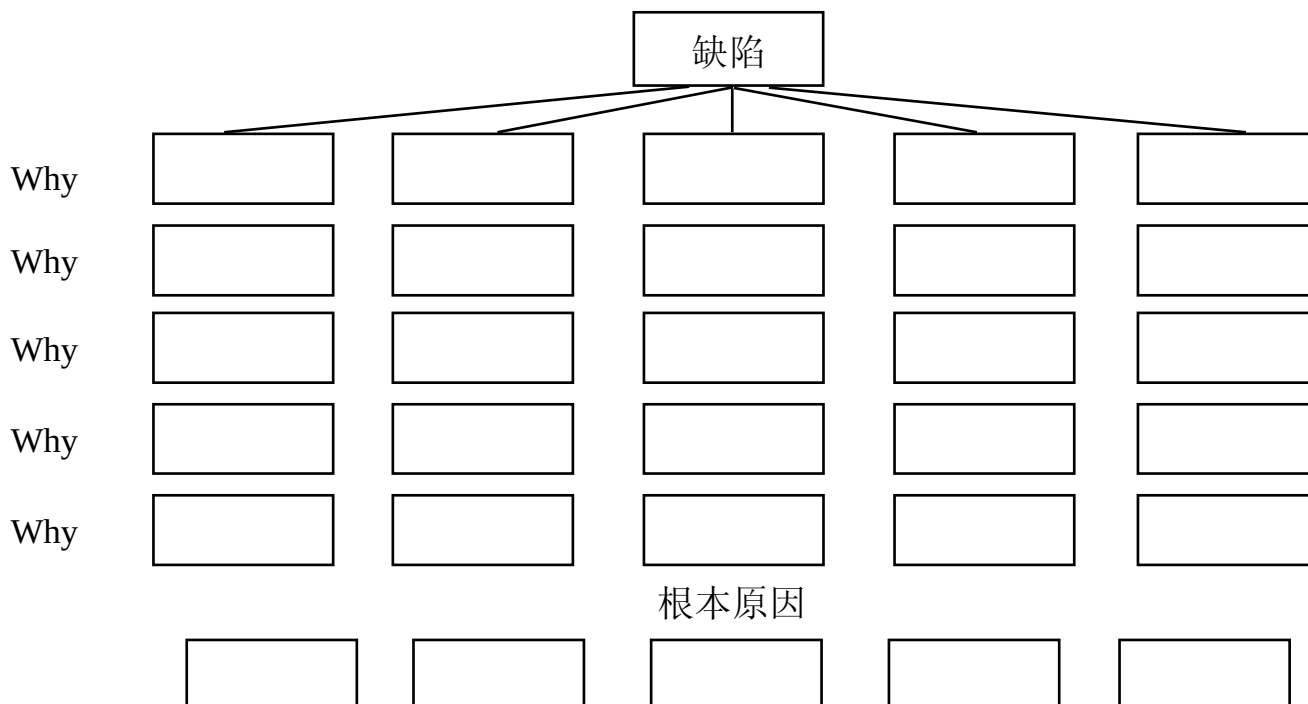
## 第二步

利用因果图



## 第二步

寻找根本原因



### 第三步：

用三种方法（零件特性法、作业步骤法和统计法）确定所需用到的防错技术、标准及装置，并确定防错在过程中的作用。

第三步是防错的核心部分。必须掌握充分的信息，确定需要防错的场合。需要掌握的技能：

- ✓ 头脑风暴
- ✓ 相互交流的技能
- ✓ 小组工作的技能

参与的人员要越多越好，无论是专家还是不甚了解的人员，关键是要集思广益！不要轻易放弃一些看似荒谬的意见，有可能它就是最终解决方案中的一部分。

# 实施方法

## 1. 确定/检查零件特性：

### - 形状

设定各种形状特性如孔、曲线或角度等的标准，用作目视或物理上的参考。

### - 尺寸

设定高度、宽度、厚度等的标准，用作检测差错的参考。

### - 重量

设定重量的标准以检查材料是否过多、数量是否正确，以致工件是否平衡等。

# 实施方法

## 2. 操作步骤法：

### - 过程之中

将操作员和机器的实际操作和标准操作程序（SOP）相比较，建立规范和目视辅助以确定偏差以及发生偏差的频率。

### - 过程之间

确定一系列过程之中的某一个步骤是否没有正确执行或者被忽略。

# 实施方法

## 3. 统计法：

### - 计数

将过程中所需零件数或者操作步骤数与标准相比较。如果存在差别，则将过程停下并发出警报。

### - 零件剩余

如果零件成套使用，将所用的零件的数量与标准相比较。如果有零件剩出，就表示有问题。

### - 临界条件

将压力、温度、电阻等的数值与标准值相比较，检测偏差。

# 防错的例子

## 零件特性或接触法：

- 零件拣选装置（只有外形正确的零件才能通过）
- 气泵喷嘴（不同等级的气体用不同的型号）
- 软盘上的写保护

## 操作步骤或运动步骤法：

- 飞机飞行前检查和起飞顺序
- 汽车点火装置（汽车上没有制动且变速箱已经挂档时不能起动）
- 计算机启动程序（依次启动硬件，检查设备，装载驱动，装载应用软件）

## 固定值或统计法：

- 电路断路器
- 自动换刀计数器
- 条形码扫描系统
- 计数工位器具
- 扭矩检查装置



## 第四步：

### 选择行动方案并提出实施计划。

- ☐ 对方案进行成本/利润分析；
- ☐ 确定工序上的更改，并选择合适的防错装置；
- ☐ 制定责任及时间表；
- ☐ 分配所需的资源；
- ☐ 与每一位相关的人员进行交流。



## 第五步：

尽可能快的实施防错计划。

- ☐ 所有相关人员的承诺；
- ☐ 自始至终使用相同的人员、零件、设备和程序，保证方案能够完全消除缺陷；
- ☐ 检查方案实施过程中是否满足周期时间的要求，生产成本是否增加，有没有新的问题出现等。
- ☐ 根据顾客的反馈来决定缺陷是否已经消除。

## 第六步：

对实施过程进行监控并对结果进行评估。

## 第七步：

重复第一步直到零缺陷目标达到为止。

## 第七步：

重复第一步直到零缺陷目标达到为止。

对前面的过程和结果进行总结、归档并补充数据库。