

CQI-18

有效防错指南

关于 AIAG

愿景

自1982年成立以来, AIAG一直被公认为全球性的汽车工业协会。在这里我们跟汽车OEM以及供应商们一起努力, 共同提出并解决影响全球汽车供应链的问题。AIAG的目标和愿景是: 通过整个供应链的协同合作, 降低成本; 简化流程; 改善产品质量; 改善员工健康; 改善安全状况; 改善环境; 并缩短产品的上市时间。

AIAG 组织构成

AIAG 是由董事会、首席执行官和主要成员公司派驻的总监、副总监、全职职工以及服务于各项目的专家团队组成。总监、部门主管和项目经理在首席执行官的指挥下, 策划、指导和协调协会的各项活动。

AIAG 项目

专家委员会主要研究汽车供应链企业的业务流程或支持技术及方法。他们对各项标准、惯例、标准商务实践、白皮书及指南进行研究和开发, 出版各类书籍指南, 并提供各种培训, 所涉及的领域包括自动识别、CAD/CAM、EDI/电子商务、质量的持续改善、员工健康问题、物料与管理项目、职业健康与安全、可回收集装箱和包装系统、运输/关税, 以及货车和重型设备。

AIAG 出版物

AIAG 的出版物反应了那些充分关注其范围和规定的人们的一致意见。AIAG 的出版物意在成为帮助制造商、客户和公众的指南。现有的 AIAG 出版物并未在任何方面, 排除任何来自生产、市场和采购部门人员的意见, 或使用任何有异的产品、流程或方法

免责声明

涉及此出版物的任何信息, 发行人不做任何陈述、保证、明示或暗示。关于此出版物的任何信息(关于精确性、完整性、或有效性等), 发行人不承担任何法律责任。

提醒注意事项

AIAG 的出版物遵循定期更新和检查的原则, 使用者将被提醒获取最新的版本。

反馈程序

鉴于 AIAG 出版物可能无法涵盖所有情况, AIAG 为此建立了一套反馈程序。请参考本书最后的意见反馈表, 提交您的意见。

出版发行:

美国汽车工业行动集团
26200 Lahser Road, Suite 200
Southfield, Michigan 48033
电话: (248) 358-3570 • 网址: www.aiag.org

出版许可

AIAG 质量引导委员会和委任股东批准该文件于 2011 年 3 月出版。

AIAG 版权及商标声明

出版资料内容的版权为© 2011 美国汽车工业行动集团 (AIAG) 所有, 除非另有所示, 任何参与本出版物编写的美国政府或州政府官员或雇员不得因其个人的官方职责而声称对本出版物的版权所有。

在没有得到美国汽车工业行动集团的书面许可之前, 不得以任何形式或方式(电子、影印、刻录等等), 对本出版物内的任何内容进行复制、重印, 把文件保存于恢复系统或传递。上述行为皆为对 AIAG 版权的侵犯, 是违反联邦法律的行为, 可追究刑事或民事责任。

AIAG 和 Automotive Industry Action Group 都是美国汽车工业行动集团已注册的服务商标。Automotive Industry Action Group 这一商标不属于任何第三方团队。本出版物内的第三方商标的版权属于该团体。

© 2011 Automotive Industry Action Group

ISBN#: 978 1 60534 224 5

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



前言

无效的防错会导致不良质量，由于重复的问题和活动发生导致收入减少，由于客户流失会引起利润的损失，从而增加非增值活动、支出以及人力成本。由于无效的防错，汽车业产生了大量的浪费。这些浪费的组成包含了：沟通、技能、行业文化以及企业文化。

好消息是：现在有个机会能消减保修的索赔和现场问题；减少重复发生的次数，从而消除负面趋势的发生；减少在顾客端发生的问题；减少质量成本；降低了为执行每一步骤所花费的时间。现在有一个重大的机会能够提高交付产品的质量、减少浪费并通过运用有效防错，消除潜在错误，从而提高效率。

AIAG 有效防错指南旨在提供给读者致力于让汽车行业及其他行业达到“零错误”文化的综合、全面的指南手册。主要通过：

- 通过对产品以及过程的设计、持续的改进活动，关注主动性的防错。
- 消除或大幅度降低由变差而产生的过程灵敏度（例如：作业员绩效、工具磨损、多样机械操作等等）
- 有效探测到不可预防的错误
- 为消除问题而进行的更进一步的防错
- 对已发现错误/不合格产品的控制
- 展开对相似操作的防错（交叉参照）
- 沟通融合最佳实践和先前的经验，消除重复发生的问题。
- 通过运用现有的质量工具和程序，充分整合防错方法（例如：APQP、FEMA、控制计划等等）
- 有针对防错的评价系统
- 对已运用的防错进行适当的监控和控制
- 对于防错的分层审核进行指导

致谢

AIAG 非常感激为这本书提供宝贵想法、分享实践经验、多次审核文件诸位的贡献。以下诸位为这本《有效防错指南》贡献了宝贵的时间和精力:

主题专家和总编辑:

David Marten D. Marten Consulting Solutions, LLC

主要贡献者和编辑审核:

David Kneisler	Dana Corporation
Bradley J. Burton	Delphi Electronics and Safety
James Courage	Delphi Corporation
Mary Litteral	Delphi Corporation
Rich Watson	DENSO International America, Inc.
Sam Hamade	Ford Motor Company
Jerod Long	General Motors Company
Patrick Mattes	Navistar International
Greg Deel	Pyramid Solutions
Paolo Pedri	Siemens VDO
Dave Mimms	Toyota Motor Engineering and Manufacturing North American, Inc.
Rocky Kimball	Management Solutions Group
Jeff Rankin	C&D Technologies, Inc.
Lee D. Dawson	Quality Associates International Inc.

目录

关于 AIAG	3
前言.....	5
致谢.....	6
目录.....	7
图表目录	9
简介.....	11
1 术语.....	13
2 防错分析和质量文化	17
3 不良质量成本	19
4 标准化工作	21
5 防错的实施流程图	23
6 FMEA 运用于防错分析和风险评价	25
7 产品设计.....	27
7.1 产品设计输入.....	29
7.2 产品和过程设计阶段	34
7.3 原型样件阶段.....	36
7.4 生产阶段.....	37
7.5 产品设计输出.....	38
7.6 产品设计防错总结.....	39
8 未来过程.....	41
8.1 未来过程开发作业图	41
8.2 新技术和衍生过程的区别	43
8.3 收集历史数据.....	43
8.4 定义防错绩效指标	错误! 未定义书签。
8.5 开发过程选项.....	错误! 未定义书签。
8.6 为防错优化评估选项	错误! 未定义书签。
9 现有过程.....	错误! 未定义书签。
9.1 现有过程防错作业图	错误! 未定义书签。
9.2 这些错误处于防错的哪个阶段?	错误! 未定义书签。
9.3 被动的防错- 定义商业目标影响和优先序	错误! 未定义书签。
9.4 被动的防错- 收集数据并确定已存在问题的真实根本原因.....	错误! 未定义书签。
9.5 主动的防错- 定义商业目标期望和优先序	错误! 未定义书签。
9.6 成立团队、选择支持者; 战略选择.....	错误! 未定义书签。
9.7 我们需要遏制吗?	错误! 未定义书签。
9.8 指定防错决策.....	错误! 未定义书签。
9.9 执行防错分析选项.....	70
9.10 亲自验证绩效.....	错误! 未定义书签。
9.11 更新必要的文件及经验教训文件化	错误! 未定义书签。

10 现存的关键客户问题，包括安全和质量保证	错误！未定义书签。
11 特殊防错的注意事项	错误！未定义书签。
11.1 标签.....	错误！未定义书签。
11.2 管理和支持职能.....	错误！未定义书签。
11.3 供应商.....	错误！未定义书签。
11.4 不合格品.....	错误！未定义书签。
11.5 其他特殊原因.....	错误！未定义书签。
11.6 试验与检验	98
11.7 小批量防错.....	99
11.8 防错在服务行业.....	100
11.9 防错在软件行业.....	103
11.10 沟通.....	104
11.11 培训.....	105
11.12 特殊特性/注意事项.....	105
11.13 系统问题.....	106
12 经验教训 – 防错概要	错误！未定义书签。
13 防错记分卡	错误！未定义书签。
13.1 工厂防错评估记分卡.....	错误！未定义书签。
13.2 连续流程防错评估记分卡.....	错误！未定义书签。
13.3 生产过程防错评估记分卡.....	错误！未定义书签。
13.4 行政管理记分卡.....	错误！未定义书签。
13.5 设计防错记分卡.....	150
14 防错分析评估表	错误！未定义书签。
14.1 设计摘要工作表.....	169
14.2 产品设计防错分析活动表.....	错误！未定义书签。
14.3 关于使用记分卡的常见问题.....	错误！未定义书签。
15 防错问题处理表	错误！未定义书签。
附录 A: 附加工具	错误！未定义书签。
5 个为什么	177
决策矩阵	178
FMEAs	180
故障树分析法.....	181
是/不是（层别法）	错误！未定义书签。
实验设计(DOE).....	182
经验设计原则.....	182
附录 B: 案例研究	错误！未定义书签。
个案指南草案.....	185
案例研究 – 目录	错误！未定义书签。
运输架	错误！未定义书签。
排气扇	错误！未定义书签。
不合格操作员使用.....	错误！未定义书签。
太多零件	错误！未定义书签。
不合格物料的控制.....	错误！未定义书签。

零件鉴定	错误! 未定义书签。
选择正确的零件.....	错误! 未定义书签。
货柜标签	错误! 未定义书签。
关键人员信息.....	错误! 未定义书签。
零件放置	错误! 未定义书签。
扭矩螺栓设定模式.....	错误! 未定义书签。
包装正确数量的零件.....	错误! 未定义书签。
永久性零件鉴定.....	错误! 未定义书签。
零件放置特性.....	错误! 未定义书签。
安装紧固件 (位置 & 计数)	错误! 未定义书签。
不对称零件混合.....	错误! 未定义书签。
小量装配	错误! 未定义书签。
可疑零件的装运.....	错误! 未定义书签。
可疑零件的分类装置.....	错误! 未定义书签。
注塑机安全	错误! 未定义书签。
预先印刷标签.....	错误! 未定义书签。
镜像零件标签.....	错误! 未定义书签。
指示标签	错误! 未定义书签。
防止外部物体进入安全气囊.....	错误! 未定义书签。
安全防护	错误! 未定义书签。
零件冷却	错误! 未定义书签。
组装线卸载	212
供料机料盒填充.....	错误! 未定义书签。
有序拆卸	错误! 未定义书签。
物料装入电路板机.....	错误! 未定义书签。
水阀问题	错误! 未定义书签。
参考文献	错误! 未定义书签。

图表目录

图 1: 产品设计流程图	28
图 2: 故障树图.....	35
图 3: 运用防错开发未来制造过程.....	42
图 4: 促进因素分类	错误! 未定义书签。
图 5: 数据源的连续性	错误! 未定义书签。
图 6: 相同缺陷的场景创造.....	错误! 未定义书签。
图 7: 缺少缺陷探测流程的场景	错误! 未定义书签。
图 8: 早期及晚期检测缺陷的场景.....	错误! 未定义书签。
图 9: 现有过程防错分析的流程图	错误! 未定义书签。
图 10: 遏制流程	错误! 未定义书签。
图 11: 现有过程防错的流程图 (重印)	错误! 未定义书签。
图 12: 执行防错选项和验证性能.....	错误! 未定义书签。
图 13: 列明预期的改进	错误! 未定义书签。
图 14: 运行中的过程/设备和记录结果.....	错误! 未定义书签。
图 15: 过程变更的结果.....	错误! 未定义书签。
图 16: 结果与期望	错误! 未定义书签。
图 17: 更新文件和经验总结.....	错误! 未定义书签。

图 18: 过程变差举例	错误! 未定义书签。
图 19: 变差的类型	错误! 未定义书签。
图 20: 防错决策树	错误! 未定义书签。

表格

表 1: 6M's 方法举例	错误! 未定义书签。
表 2: 数据图有效性	错误! 未定义书签。
图 3: 缺陷探测优先准则	错误! 未定义书签。
图 4: 喷涂工艺质量改进细节.....	错误! 未定义书签。
图 5: 防错选项举例	错误! 未定义书签。
图 6: 防错选项计分.....	错误! 未定义书签。
图 4: 喷涂工艺质量改进细节 (重印)	错误! 未定义书签。
图 7: 质量追溯方法举例.....	错误! 未定义书签。
图 8: 风险分析追溯方法举例.....	错误! 未定义书签。
图 9: 原因测试工作表	错误! 未定义书签。

简介

A. 快速浏览

本书的第一章至第六章能让你大致了解《有效防错》这本指南的涉及范围和着重点。

之后，指南依据需要被划分成了三大板块。但是，我们推荐所有这三大板块所涉及的内容都能被运用到公司的防错中。

- 产品设计
- 未来过程
- 现有过程

第十一章的内容着重在了一些经常发生，但情况又相对特殊的防错的注意事项。内容偏重于其他行业、供应商和大部分过程都需要的重要零件。

第十三章中包含了产品设计和生产过程中所需要使用的防错记分卡或评估表。

附录 A 中包含了一些能辅助你运用防错的附加资源工具。

最后，附录 B 中包含了一些案例研究，列举一些已得到提升效果的案例。

B. 应用性

《有效防错指南》可以被所有企业，以及附属于该企业供应商配套体系中的各个层次的供应商使用。

这本指南将着重帮助读者理解和实施在企业内部建立“零错误”文化。指南不可能覆盖所有可能发生的问题状况。但是，借助运用防错工具，能够在企业取得显著的、永久的提升时，帮助企业克服大量障碍。

C. 防错分析的是与否

以下内容概要了本指南涉及的范围和应用性：

是

- 建议性的标准格式
- 一份拥有指南、案例研究、最佳实践方案以及辅助工具的哲学性文件
- 能运用于广泛的设计和生产过程
- 运用通俗语言便于行业内交流
- 一个实施并监控有效防错的程序
- 能与现有的行业质量标准和工具结合
- 正朝着“完整的体系”方向发展
- 对于 CQI-10 有效问题解决的补充
- 适用于企业的各方面人群 – 工程师、领导者、问题解决者以及行业参与者
- 一个着重于主动性解决方法的工具
- 以汽车行业为目标使用对象，但也能被其他行业运用

否

- 强制性、必须的格式
- 防错设计和过程特殊设备等等清单
- 技术规范
- 包含了现今行业内所有防错分析的技术、方法清单
- 朝着特殊运用或过程方向发展
- 脱离于现今行业质量要求和工具的标准
- 仅仅着重于设备、器材
- 对当前内容或任何成员的实际需求有所减少
- 仅仅对工程师适用
- 与 AIAG 其他现有文件冲突
- 关注于被动反应的工具
- 仅仅适用于汽车行业

D. 此指南如何被构成

有效防错分析指南由防错分析的三大重要板块构成：

1. 产品设计

- 许多制造过程中或产品装配过程中发生的错误，其根本原因可能被追溯到产品的设计- 例如：是设计让我们犯了错误。随着设计的改进，这些潜在的错误能消除或能更适应防错。

2. 未来过程

- 新的过程应该运用结合了最初过程理念的防错进行设计。这样，新过程实施的成本和时间将会大幅降低。

3. 现有过程

- 过去当问题发生时，防错的聚焦点更多的集中在现有的过程。这种方法是被动的反应，将消耗更多的成本、更能对现有的操作过程进行破坏。然而，这样问题还是会发生，所以重点必须放在防止类似的问题重复发生。

指南的剩下章节着重于描述辅助工具、表格和案例，这些将帮助你更好的达到“零错误”这一目标。

1 定义和缩写词

指南的这部分章节定义一些书中所使用的单词和缩写词。在许多情况下，定义源自于行业内对防错的实际运用理解。

遏制: 当发现潜在的不良品时，分离出这些不合格产品并隔离防止的过程。

探测: 发现、揭示或揭露问题。

缺陷或不合格品: 产品中存在瑕疵或交付时不能满足预期的规范。

错误: 造成或引起缺陷（的根本原因）。此事件或行为是产生缺陷的原因。

防错(E-P): 下列情况中，产品特性、技术、方法和/或设备的使用：

产品或过程的设计阶段，或
处于改进或纠正措施的一部分

确保：

产品的功能符合预期要求，和/或
产品设计允许部分零件根据设计意图被装配或制造，和/或
从源头能发现过程的错误并避免缺陷的产生，或一旦发现缺陷，能有效被预防进入下一个流程。因此，潜在的缺陷品到达不到客户端。

防错设备: 用于预防或检测产品或过程关键要求出现纰漏的机械、电子或软件设备。解决方案可以是技术的（闭环）或行为科学的（人的反应）。

防错记分卡: 一个用于评定产品或过程中防错水平的客观评估表。

现有过程防错: 用于当前运行过程的防错。其改善可能来源于失效的发生或对于过程中失效的风险预测。

未来过程防错: 用于下一代生产过程的防错。其可能包含了类似于现有流程或技术的新过程、新技术。

自动化: 丰田生产体系中的两大支柱之一。它指的是：如果诸如设备故障、质量问题或工期延误等问题的发生时，能够通过人为或机器停止生产线的的能力。Jidoka 通过定位和隔离，帮助防止缺陷品的通过，并识别和纠正问题。在整个生产过程中能够改进质量。

即时生产: 丰田生产体系中的两大支柱之一。它指的是: 制造和运输仅根据“需要什么、什么时候需要和需要的数量”。它的建立依据下面3个基本理念:

拉动系统

连续流处理

节拍时间

防错机制: 本手册未引入这部分内容。但是, 许多人把这一内容与防错交替使用。曾经有段时间, 它仅仅被用于指出过程的改进措施。

防差错装置 (Poka-Yoke): 在自动化 (Jidoka) 系统中被用于防止潜在缺陷品生产, 可以暂停生产过程的低成本、可靠的装置。该术语有时被行业内用来象征所有类型的防错设备。

预防: 阻止问题的发生; 预先处理问题

主动性: 当潜在问题发生前, 对其进行预先预测

产品设计防错: 在产品阶段进行的活动, 以保证产品被操作人员生产或装配时没有错误的发生, 或者为了能更好的运用过程防错增加设计特征。

被动性: 在缺陷发生后, 识别并处理问题

同步工程小组 (SET): 为了解决问题、设计问题、引进新产品, 而集合来自多个不同学科专业的人员组成的一个小组。也叫 产品设计和开发小组 (PDT)。

标准化作业: 丰田生产体系围绕人体动作组织了所有的工作, 并建立了一个没有浪费的、有效率的生产顺序。如此的组织工作称为标准化作业。它有3个元素组成:

节拍时间

工作顺序

标准过程库存

节拍时间: 按照当前需求, 生产一个产品所允许的最大时间

丰田生产体系: 丰田发展了一个针对设备、材料、人力的生产管理方法。这个方法能在保证健康和安全的工作环境的前提下着重于效率的提高。由即时生产和自动化 (Jidoka) 管理哲学发展而来。

缩写词

\$ - 美元	EP - 错误预防
“-“ - 负的	E-P - 防错
“+” - 正的	ERP - 企业资源计划
2D - 二维	etc. - 等等
3D - 三维	FEA - 有限元素分析
5S - (日语) Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke --- (翻译) 整齐、有序、清洁、标准化、纪律	FEM - 有限元素法
6M's - 人力、物料、机械、方法、测量、大自然 (环境)	FMEA - 失效模块与影响分析
8D - 8个步骤 (问题解决)	FTA - 故障树分析
AIAG - 美国汽车工业行动集团	FTQ - 一次合格率
APQP - 先期产品质量策划	G.D.&T - 几何尺寸和公差
BSR - 嗡嗡、吱吱和嘎吱 (噪音)	GPS - 全球定位系统
CAD - 计算机辅助设计	I.D. or ID - 识别 (手段)
CEO - 首席执行官	i.e. - 也就是
CMM - 三坐标测量机	IPTV - 每千辆车事故发生率
Cpk - 过程能力指数	ISO - 国际标准化组织
CQI - 持续质量改进	JIT - 即时生产
CRT - 阴极射线管(显示)	KPC - 产品关键特性
DC - 直流电	LED - 发光二极管 (显示)
DD - 缺陷探测	LH - 左手
DFA - 面向装配设计	LPA - 最后部分审计
DFM - 面向制造的设计	MES - 制造执行系统
DFMEA - 设计失效模式与影响分析	MSA - 测量系统分析
DFSS - 六西格玛设计	N/A or NA - 不适用
DOE - 实验设计	Nm - 牛顿米
DRBFM - 失效模式设计评审	PDSA - 计划、实施、研究、行动
DV / PV - 设计验证和产品验证 (测试)	PDT - 产品开发或设计团队
e.g. - 举例	PFC - 流程图
	PFMEA - 过程失效模式与影响分析
	PLC - 可编辑逻辑控制器

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



PM – 预防性维护	SPC – 统计过程控制
PPAP – 生产零件批准过程	SQA – 供应商质量保证
PPM – 每百万件中的缺陷件数	TGW – 运行情况不良
PV – 过程验证	TPS – 丰田生产体系
QC – 质量控制	TS-16949 – 国际汽车质量体系标准
QFD – 质量功能展开	TTT – 透明测试
R&R – 重复性和再现性 (量具)	USA – 美国
RF – 射频	VSA – 变异仿真分析
RH – 右手	WIP – 在制品
RPN – 风险系数 (参考 FMEA)	XYZ – 3 个工作计划 (i.e. 3D)
SET – 同步工程小组	

2 防错和质量文化

传统的质量文化在过去几年中发生了巨大的演变，已经从探测导向型发展为了预防导向型。防错方法论完全适用于预防导向型，因为它更多的涉及了产品和过程的设计。这样的目的就是为了能在产品的制造、装配阶段或在包括行政管理职能等相关流程中消除错误。

多年来，防错已经存在于大量的表格中了。许多过去的过程都尽力阻止人为或手工操作错误的发生，这点特别表现在强调安全或健康的行业中。然而，防错在 19 世纪 60 年代被日本业界，特别是被新乡重夫先生带入了众人的视野。他的学说在 19 世纪 80 年代被翻译成了英文。也因此，这些理念得以在上世纪 80 和 90 年代被汽车业采用并作为一个非常好的质量体系要求。但是，其主要被应用于重复发生或成本高昂的已发生的问题，本质上是更多的被动反应。今天所用的主动性方法以及这本指南的由来，更多的是一种预先投资于产品和过程设计阶段，以预见可能发生的问题。

今天，由于各方面的设备控制和器材都有了相当的技术进步，使得我们能更好地实施每个产品过程改进。如果产品设计没有完全地消除制造或装配阶段错误发生的可能性，那么另一个防止错误发生的过程必须落实到位，或有个过程能探测出发生的错误并立即将可疑品与良好品隔离。

通过投资防错技术，建立脱离探测导向型质量实践的目标。这也将带来以下的好处：

- 对过程和其输出产品有信心
- 简化库存管理
- 可以降低安全或缓冲库存
- 减少或消除浪费
- 增加顾客满意度
- 通过降低与不合格产品、保修费用有关的成本，增加利润

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



3 不良质量成本

质量成本是指那些与产品质量的成果有关的成本，更多的是与形成、发现、修复或避免/预防缺陷有关的成本。质量成本由所有花费在涉及质量计划体系、鉴定质量达成率、系统不完善（非质量）导致失效的这些方面的成本所构成的。

质量成本分别为:预防性成本、鉴定成本以及失效成本

- **预防性成本:** 这项成本特别用于防止产品或服务中不良质量
 - 能力研究、设计评审、维修、质量设计、原型试验、安全评审、时间和动作效率的研究、培训/教育、供应商调查和管理、程序评审、防错活动等等
- **鉴定成本:** 与测量、评估、审核产品或服务有关的成本，以保证产品或服务能符合质量标准和性能要求。
 - 审核、设备校准、工序检验、检验和试验、检验和试验报告、实验室试验、接收检验、装运检验
- **失效成本:** 这个成本是由于产品或服务不能满足要求造成的。也就是说，是由于不良质量造成的成本。
 - **内部失效成本:** 发生在产品或服务送达客户之前
 - 设备停机、过量库存、反复检验、再试验、废品/返工、超额运费、延迟交货
 - **外部失效成本:** 发生在产品或服务已送到到客户
 - 客户抱怨访问、客户不满、剩余物料处理、失效评审/问题解决、客户归类、召回、维修成本、保修成本、责任

定期（月度或季度）测量和报告质量成本的好处是提供了以下这些工具：

- 决定现有成本控制工作的状态
- 辨认降低质量成本的额外机会
- 针对测量变化提供了一个优先系统和方法
- 为每一次正确工作提供了重点
- 帮助建立新的产品流程
- 将质量和公司目标对比

质量成本与直接劳动力成本、制造成本、销售成本以及产品单位成本典型相关。

柏列特图分析常常被用于分析这些成本，特别是用于分析失效成本。问题解决技巧和预防方法以及纠正措施被用于主要缺陷上。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



4 标准化作业

标准化作业通常被认为是由丰田生产体系(TPS)的一个元素诞生而来的。TPS的这个元素被定义为按部就班执行流程的最好方法。如果我们想每一次都重复我们的执行行为,那么这是一个正确的程序。标准化作业的目的是为了防止不同人员用其各自的方法执行相同的工作。那样的话,通常会生产出期望产出不同的产品。而这一点在多岗轮班制时或人员变动时特别明显。

实际上,标准化作业通常被记录于操作指令并配有适当的图片。这些指令被放置在工作区域以供参考。流程的步骤应该遵循工艺流程图,且此工艺流程已经被分解成了每一个操作员/工人的相应任务。这项工作通常是基于满足客户要求的平均节拍时间而完成的。而节拍时间是基于客户的拉动或使用率。作业指导书也应该指示出制造过程中标准的库存要求。在精益操作中,它通常允许一个产品存在于工序过程中间。

标准化作业应该为由需求波动而导致的增减操作人员或旷工情况的发生而制定计划。

标准化作业是如何与防错相关的?如果这个过程是理想的,或者说这是个应该被遵循的最佳过程,那么我们应该务必做到在使用制造过程中的设备或方法时,这个过程是被100%的执行的,以确保工序或行为是完全按照计划被完成的,而不是单单依靠对工人的培训。我们要确保理想的流程能被始终如一地执行,否则依旧制造出潜在不合格品的操作行为是不被允许的。

通过防错、手工记分卡或者对当前执行力进行审核,有经验的人员能自然而然的保证理想流程被良好的执行,而不需要靠人工的判断和观察。附加的防错能被用于设置一种节拍时间,当制作过程中的库存变低时能自动生成通告。当维护工作或校队工作被要求时,也能自动的生成通知。这样做的目的是能得到一种操作过程可不断重复并具有预见性的产出,这样的产出能将安全库存和产品质量问题降到最小值。

CQI-18

有效防错指南

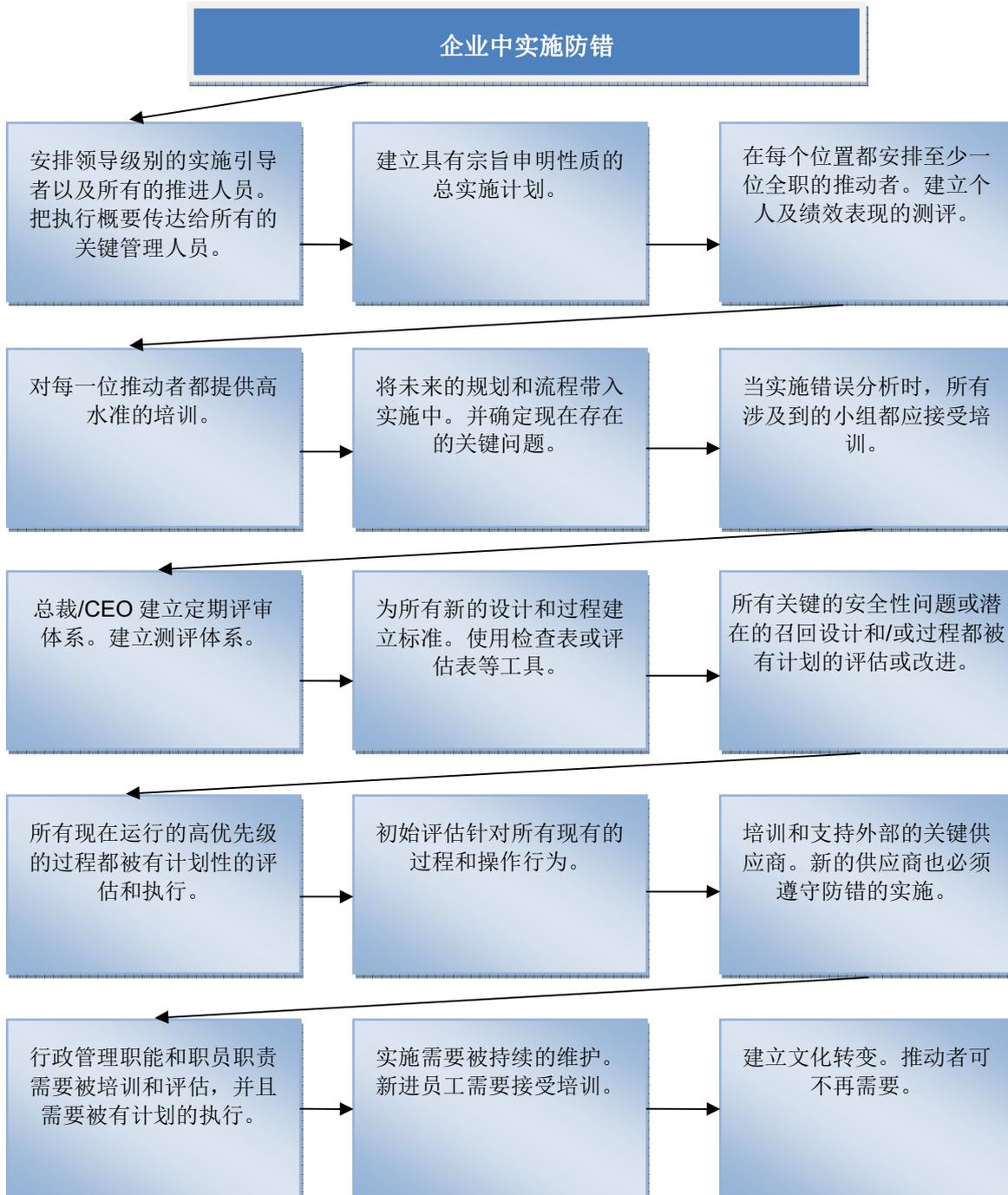
第一版,2011年3月发布



5 防错实施流程图

防错实施流程图

下面这个流程图是作为一个企业完整实施防错的示例。假设所有的步骤都被管理高层承诺实施，那这样一个流程将需要 3-4 年的时间。一些小的企业或许可以大幅度降低这个时间周期。



CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



6 FMEA 被植入防错和风险评估

失效模式与影响分析（参考 AIAG FMEA 指南）是判断产品或流程设计风险程度的方法。FMEA 展开的三个阶段也带来了 3 次机会去防止失效和/或防止引起失效的根本原因。当防错一个失效模式或特殊原因，或者防错一个当前的控制过程时，这些操作的行为必须根据分配的职责和时间被记录进 FMEA 中被建议的行动中。这些被推荐的行动应该在既定的设计评审（产品或流程）中一起被评审，以便能成功的开展这些行动并降低风险。

FMEA 中 3 次防错的机会：

- 1) FMEA 中涉及不符合安全及法律法规要求的产品方面的失效模式为防错提供了第一次机会。通过使用防错去预防失效模式，在失效导致不良影响产生前就能消除风险和可能产生问题的原因。如果设计阶段已经进行了防错，那么发生等级不能高于“1”，以至于失效模式不发生。
- 2) 第二个机会与高严重程度的评级有关（由企业进行决定）：例如，严重程度评级为 10、9、8、7 的，那么其行动应该列为优先级，特别是那些发生排名是远远大于“1”的。
- 3) 第三个机会是：在一个阶段或其随后的阶段进行错误探测时，降低探测度数值，不允许缺陷产品被通过或被接受。当严重程度为 10、9、8、7 时，探测度应该设定到一个能让消费者或客户远离失败及其之后可能带来的不良影响的数字。如果防错设备在发现和隔离可疑品时是充分有效的，那么这个探测度应该是“1”。

由以上三个机会而产生的行动被附上了 RPN 数值（风险优先数值）。RPNs 没有临界值，因为 RPNs 是在行动发生后被测算的。在行为已经执行后，对其进行评估、测算 RPN 值并与初始 RPN 进行对比，提供给团队一个对于日后改进和相对风险的参考。

FMEA 过程（设计和过程）能指导防错团队朝着预防失效或预防产生失效的原因方向发展，阻止失效模式或其原因的发生。当不能成功的确保质量时，指导防错团队让消费者和客户远离这些失效品和其产生的原因。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



7 产品设计

这一章节定义了防错在产品设计阶段所扮演的角色。设计防错是指：在产品设计过程中运用技术或工具以保证总是能够得到符合设计目标的理想结果或产出。同时，产品在制造或装配或使用阶段，其错误的风险率应该是最低的。更具体的说，我们想设计我们的产品，使得它在生产流程中尽可能少的由于人为问题或机器问题而产生错误。

最基本的假定是产品设计决定生产过程。这个设计能被执行或改进，以消除生产过程中发生错误的几率。举个例子，一个零件只能被设计一种正确的装配方法，而不是多种方法。多种方法的话，一旦装配错误，可能会影响产品的性能。

此外，假定产品设计是要在合适的环境中在其预订的生命周期中充分地发挥其功效，那么，我们的讨论也要聚焦在 100%的产品设计周期。

下面的展开流程说明图显示了一个典型的产品设计所经历的阶段。我们越早的使用防错技术，我们就能花费更少的成本并降低了之后产生昂贵失败的风险。

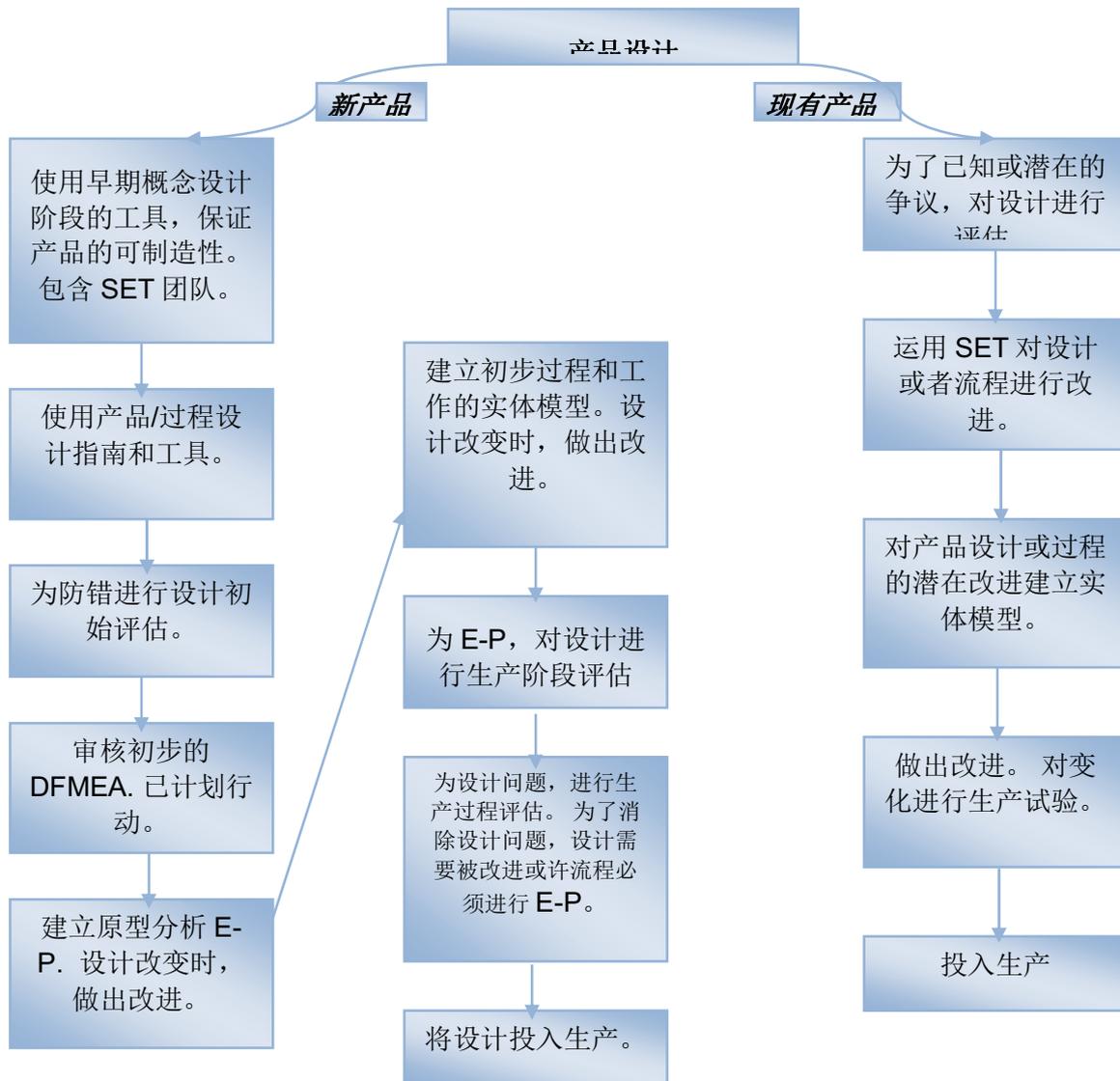


图 1: 产品设计流程图

产品设计过程的输入将被最先获得。这些输入或工具被使用于设计理念、产品或过程设计、原型样件和产品设计的生产阶段。

生产过程中, 究竟我们降低错误风险表现的如何? 这也将更进一步的评估我们设计输出。这一评估将对我们的产品设计提出更多的改进。这个风险评估工具是一个非常关键的技术, 我们知道它将产生更多的经过防错的设计。我们也可以从过去类似设计的产品中学习经验。

7.1 产品设计的输入

概念阶段

在产品设计的初始阶段(概念),大量的工具或技术应该被使用,这样将产生一个经过防错设计。这个阶段对于最终要投入生产的设计是至关重要的。因此,使用这些工具时,投入充足的资源和时间将对日后设计的投入生产非常有利。相对于被动的做出反应(日后对已投入生产的设计进行工程变化),这种提前投资是具有主动性的防错。如果这一章节中所描述的工具被正确地使用,那么将有利于得到一个经过更多防错的设计。

一个经过更多防错设计是设计理念在开发阶段得到认真分析的结果。这种分析和过往的历史经验将使设计得到改进。在产品的制造或生产阶段,能减少错误的发生机会。

下面是一些关于在设计的生产阶段,产品大量生产时,一些设计特点或产品属性/性能的例子。这些设计特点或产品属性基于在汽车生产上的运用,可能导致问题的发生。如果能被避免,那么这就是产生一个防错产品设计的机遇。

1. 人体工程学及安全

- 锐利的边缘
- 零部件重量(超过 20 磅).
- 非常小的零部件
- 非常大的零部件
- 零部件温度(高或低)
- 高级安装工作
- 高级操作工作
- 零部件太硬不易装配
- 夹点
- 左撇子装配工与右撇子装配工的装配问题
- 依靠装配工的力量
- 铆钉
- 难以处理
- 容易损坏
- 装/卸载困难
- 不舒服的感觉/触觉/气味
- 噪音问题
- 环境问题 – 湿度、温度、灰尘

2. 涉及装配

- 零部件被不正确组装
- 外表相似的零部件(不对称)
- 盲目装配

- 装配困难
- 新工艺
- 新材料
- 紧固件潜在区域
- 限制附着点
- 限制工具存取
- 难处理的紧固件嵌入
- 操作或装配的潜在危险
- 重零部件
- 非常小的零部件
- 没有定位器的组装
- 零件不被识别 (容易).
- 干扰其他零部件

3. 零部件形状/颜色

- 多重色彩或阴影
- 相似外表颜色
- 不对称
- 相同颜色不同材料
- 暴露缝隙.
- 相似外表材料- 例如: 皮革和乙烯基, 木料和嵌花织物
- 相似色码的零部件
- 用红/绿/黄三色进行识别 (色盲)
- 相似模型

4. 零部件功能

- 许多活动零部件
- 服务或维修困难
- 零部件没有足够的支撑
- 功能/环境未被确认
- 不相容材料 (嗡嗡、吱吱或咯吱 – BSR, 腐蚀性).
- 沿用件影响功能
- 不切实际的规格(客户或政府, 内部或外部)
- 粘合剂
- 不正确的/特殊的/不一致的材料或成品
- 润滑要求

- 弯曲/弯折
- 不可维修的螺纹套筒 (塑料).
- 未定义的客户要求
- 嗡嗡、吱吱或咯吱(BSR) 传动带要求.
- 选择合适的零部件
- 确实积极的定位
- 设计的基础面不适用于使用

5. 零件的复杂性

- 许多变化或选项
- 许多零部件
- 许多标准
- 许多紧固件
- 许多紧固件型号
- 多方案工作
- 定制零部件
- 可调节元件
- 要求涂漆/涂层
- 多次加工操作

7.1.1 设计失效模式与影响分析 (DFMEA)

DFMEA 在汽车业是为了评估产品设计的潜在功能问题而常用的工具。代表性地, 寿命和环境测试被用于这些评估中。这个工具使用大量失效模式发生频度、探测度和严重度的估算值以及这三个估算值所对应的产品得到一个风险顺序数(RPN). RPN 仅仅用于区分优先次序以及聚焦在设计需要改进的区域。

注: 如果潜在失效模式被适当地防错, 那么发生频度数值将不高于“1.” 如果错误没有被设计出, 那么发生频度数值必定是“2”或者更高。详情参考 AIAG 的 FMEA 指南

7.1.2 装配设计 (DFA)

在产品开发时期, 设计产品以便于装配是一个非常重要的阶段。特别是, 当装配成本预估会占制造成本的一半多的时候。想要增加产品生产力以及大幅度降低生产成本, 那么就应该在产品周期的设计阶段考虑到装配的要求。设计者典型会考虑设计方面是性能, 以便能在小范围内生产, 他们很少考虑到装配过程。因此, 制造或工程师们更多的是在车间解决有关装配的问题。但是, 这样既浪费时间又浪费成本。当设计被评估时, 装配的容易性对于产品开发的成功是非常关键的一个因素。

在产品的设计阶段, 装配设计 (DFA) 工具常常与设计要素被一起考虑。最流行的 DFA 方法是一套由 Boothroyd and Dewhurst 开发的程序。这个方法由两部分组成: (1) 一份通用零部件形状和型号的目录, 它们根据零部件进料的难易度以及手动或自动装配的难易

度被归类。(2)一份关于优秀 DFA 实践的规章、建议或引申问题的资料。大量的工作已经在这个部分被完成，软件或其它的一些帮助性培训/指导可供使用。

7.1.3 可制造性设计(DFM)

DFM 是设计产品的一个阶段，目的(1)是为了优化所有的生产性能：制造、装配、测试、采办、装运、交货、服务及维系。(2)是为了保证最佳成本、质量、可靠性、遵守法规、安全性、上市及客户满意度。

为了设计可制造性，产品设计团队必须：

通过从制造、培训、规章/指导得来的经验，和/或同多功能设计团队参与制造，理解产品是如何被制造的。

对正在设计的过程进行特别设计。如果产品将用标准化流程制造，那么设计团队必须理解这些流程并对它们进行设计。如果流程是新的，那么设计团队在设计产品的同时，也必须设计这些新过程。

7.1.4 经验教训

产品设计通常立足于一个先前的设计或替代的设计，然后对其进行复制或修改。所以，设计也应该考虑到所有之前由消费者实际使用所得来的历史回馈，包括保修、现场维修以及一些举动（汽车召回）。额外的经验教训往往从生产过程得来。生产中，成本被追加或者某种设计特性所引发的问题已发生。相同的历史教训应该被归纳进 FEMA，开发更多的客观评级。

7.1.5 客户标准

客户-不管其行业，要么是已经拥有了内部的标准，要么是使用了行业或商业标准。许多产品使用安全性标准。这个标准是为了让使用者在使用产品时不受到产品所带来的伤害，或者降低产品所带来的伤害。当不使用安全性标准时，将产生非常昂贵的，并且影响恶劣的产品召回事件。

程度 1: 知觉标准或那些被设定的标准，例如：安全性标准

程度 2: 针对客户直接反馈而开发的标准

程度 3: 针对现场使用和质保结果而开发的标准

程度 4: 针对内部测试和分析而开发的标准

程度 5: 针对历史信息而开发的标准

程度 6: 客户要求的强制性标准

程度 7: 政府机构要求的强制性标准

7.1.6 最佳实践

所有的产品设计都应该使用或对比最佳实践。这些实践是从历史经验或类似于“经验教训”的先前设计中得来的。最佳实践有时候也来源于一个所给产品型号的“同类最佳”。很多次，“同类最佳”（BIC）就是竞争者。

最佳实践也有可能从生产过程中产生的效果以及已知的问题中得到。

举例：竞争者的产品可能已经将一个既定项目的零部件总数降到了50。那么，你可以把这个作为你新产品设计的一个目标，或者试图降到一个更低的数字。

7.1.7 质保信息

质保信息将给产品设计者一个真实的产品运用反馈。如果没有它，那么产品设计者就会假定每一个细节都将没有问题得完美运行。这个信息也能被用于失效成本，它将影响FEMA中的严重程度等级。在新产品的设计中，所有的质保问题都应该被缓解。如果可能，应该做一下测试以保证这些改进。

7.1.8 基准

基准技术是将一个给定的设计与竞争者相似的设计进行对比，或者与其他有相似性设计的产品进行对比。典型地，产品被拆卸并对其材质、容差、缝隙、紧固件、加工过程、涂层以及其他任何的设计标准进行完整地分析。将分析结果与新的设计对比，或与有例证作用的之前的产品进行对比，并做好防错实践的文件记录工作。值得肯定的地方，我们应该融入到新产品的设计中。

7.1.9 同步工程团队(SET)

同步工程的最佳形式是每个产品都由一个多职能的同步工程团队（SET）开发。SET团队是一个多专业小组组成的团队，必须至少包含了一个生产方面的代表。SET做所有关于产品设计方面的决定。尽管SET必须由最初的成长，到之后精编（可能稍微改变构成）。但是，绝没有任何的突发改变。特别是在流程的过渡阶段，更不应该有任何的突然改变在SET出现。连续性被维护，避免节外生枝。所有的决定必须在具备相关知识的人员充分参与后才能做。

基础同步工程最好由一个多职能的产品开发团队（SET）来执行，这个团队由一个优秀的产品经理领导。公司的所有职能都参与其中。为具体产品开发项目做重要工作的人，应该在进行项目的同时参与SET。作为支持部门执行项目与作为SET一份子执行项目，两者之间存在巨大的心态不同。作为SET一员，将：

- 了解具体的要求
- 必须频繁地与SET其他成员交流沟通
- 专心使用作业成果，做出设计决策

如果参与者脱离于SET之外，那么这三个好处是难以实现。重要的是，来自于不同职能的SET成员必须能够：

- 表现所代表职能的专业知识
- 对于所做的决定，得到了职能部门的认可

如果信息不能提供给所有涉及的职能人员，或者信息是错误的，或者涉及的职能人员之后否定了SET所作的决定，想去采用一个不同的行动方案，那么将会出现机能异常的情况。举个例子，如果后来SET决定使用铝压铸件，而当产品进入了生产阶段，生产作业人员想用纤维增强的聚合物零件，那么就必须进行返工了。因此，一个优秀、完整的多职能产品开发团队是成功的重要因素。

有些人需要在整个开发规划时期都参与在 SET 中，而有些人，根据对他们专业知识的需要，只需要在 SET 参与一个阶段或一个任务的时间。对于这点，重要的准则是：对于 SET 的构成或规模不能有任何突然的改变。因为，那样将影响团队的工作并引起不连续性。

即使团队的一员，个人为团队做了很多独立的工作，但是这个工作依然是为团队而做的。团队的成员制使得个别作业的目标变得更整体性。个人的作业对整个开发规划作出了贡献。

由 SET 中得出的问题或改进建议，应该被追踪与解决。

7.2 产品或过程设计阶段

在新产品设计的第二个阶段，正式的图纸需要被完成，设计的实物模型也需要被做出来。尺寸规格、公差、材料规格以及适用的标准都在图纸上有所体现。通常，只有计算机辅助设计（CAD）所建立的模型才能被用于检验设计所包含的防错。

在这个阶段，可以借助一些工具帮助建立设计的模型。所运用的分析应该帮助改变或改进设计，将产品制造或生产过程中发生错误的几率减少。在设计开发阶段进行改进，成本是谈不上昂贵的。但是，如果我们毫无变化的进行下去，它的成本会急剧的上升并可能影响到后面的进程。

7.2.1 六西格玛设计 (DFSS)

六西格玛设计 (DFSS) 是一个关于六西格玛质量过程的一个独立的、新兴的学科。六西格玛中所使用工具和准则的要求就是生产流程已经准备就位并在运行中了。DFSS 有个不同的目标：决定客户和商业上的需求并将这些需求融入以创建的产品解决方案中。DFSS 是与复杂的系统/产品综合阶段相关的。特别是，当这个系统开发是以前从未有过的。

DFSS 通过运用系统工程技术避免制造/服务过程产生问题，在初始阶段就避免这些问题的发生（例如：安全性问题）。这些技术包括了工具和过程，可以预测、建模、模拟产品交付体系（产出产品/服务的过程/工具、个人、企业、培训、设备和物流运输），并且可以分析这个正在发展的系统的本身生命周期。其目的是利用这个所推荐系统设计解决方案来保证客户的满意度。这样看来，DFSS 与系统工程、作业研究、系统架构以及同步工程都是有非常紧密的联系。

DFSS 主要是一个设计活动，要求一些专业的工具，包括：质量功能展开(QFD)、X 设计、实验设计(DOE)、田口方法、公差设计、稳健设计以及响应面优化法。有时候当这些工具在传统的六西格玛过程中被使用时，他们也在 DFSS 中被使用，用以分析新的、以前没有的系统/产品。

7.2.2 设计失效模式与影响分析(DFMEA)

在这个阶段，DFMEA 应该被升级了，反映图纸上所生成的东西，或者告知一些已知信息的未知面。参考概念阶段章节中对于“DFMEA 是如何产生的”的描述（7.1）。

7.2.3 故障树分析法 (FTA)

在“故障树分析”这个方法中，一个不被期望的影响作为树的根部（置顶事项）。然后，每一种可能引发这个“影响”的情况，作为逻辑表达被添加进这棵树。当故障树被失效概率的实际数字标明时，计算机程序就能够从故障树图中计算出失效概率。由于测试的花费，失效概率通常很难在实践中获得。

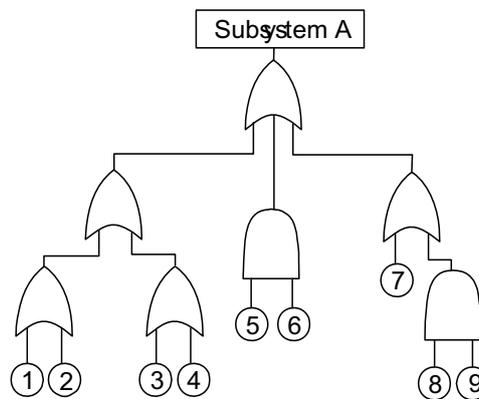


图 2: 故障树图

树形图通常用常见的逻辑符号表达。事件与事件之间，对树进行连接的脉络以及树中的初始点被叫做 Cutset。树中，从故障到初始事件最短、最可靠的路线被叫做最小 Cutset。

一些行业，既使用故障树也使用事件树。事件树形由一个不期望的初始点（关键供应的流失、组件失效等等）开始，后面跟随可能进一步发生的系统事件，直至一系列的终极后果。因为每一个新的事件都要被考虑，所以每一个概率裂片或者以新节点的形式，或者以树枝的形式被加入树形图中。由初始事件引发的一系列“重要事件”的概率就可以被看出。

FTA 可能是一个非常有力的工具，用以保证所有潜在的失效模式能被包含进 DFMEA 中。对于在树形顶层的每一个主要故障，FTA 也应该让你对严重程度排名有个了解。举个例子，一个汽车气囊有四个重要功能失效模式：1) 气囊不经意展开 2) 需要时，气囊不能展开 3) 气囊可以展开，但会引起额外的危险 4) 气囊可以展开，但是不能保护车主。在 DFMEA 中，这每一个主要故障的潜在失效模式的严重程度排名应该有一个相同的数字。

7.2.4 有限元素分析 (FEA)

有限元素分析 (FEA) 是一个在工程分析中使用、为了建立“产品设计可能如何运行”模型的计算机模拟技术。它使用一个叫做有限元法(FEM)的数值技术。一般来说，在任何的计算机辅助工程任务中都有 3 个阶段：

预处理：定义有限元模型以及将被运用的环境因素

分析解决者：解决这个有限元模型

后处理结果：使用形象化工具

用 3D 建立一个结构系统的模型，可以对大多数结构提供一个有力的、精确的分析。3D 模型一般来讲，能通过使用计算机辅助设计（CAD）得到。模型有个趋势：在复杂度和 3D 模型创建软件的文件格式上都有大程度延伸，以及在模型几何的复杂度上也有延伸。

计算机处理能力以及 FEA 建模软件（免费、有知识产权）的提升，让 FEA 在产品设计和开发的工程领域能被持续的整合。过去在产品的设计 and 开发阶段，有很多问题限制了操作，使得 FEA 连同 CAD 的最终验收和使用也都受到了限制。CAD 文件格式与 FEA 软件的兼容性缺口在一定程度上限制了公司用 CAD 和 FEA 来设计和测试他们的产品。典型的，工程师应该使用专业的 CAD 和建模软件来设计产品。然后，将设计导入 FEA 程序包进行测试。

7.3 原型样件阶段

样件阶段是产品进入生产投放之前的最后一个阶段。根据生产的意图来开发设计。防错应该在这里被结合进设计中。基于第一批零件的试验和测试，只能进行一些微小的改变。在这个时候进行设计改变是很困难的。因为在这个时候，改变原型或生产工具都是代价昂贵，且不合时宜的。

如果额外的产品防错被保证实施，那么在产品量产之前实施它依然是被推荐的。通常，一个新设计的投入是缓慢的，是能够有时间做一些附加的增强设计功能的事情的。

7.3.1 试生产分析

试点建立是用于模仿终端产品的第一个产品或零部件。应该由全体参与流程设计的人员执行对其的分析。在整个产品设计变化的流程中，装配/制造难题首先应该通过产品设计改变解决，其次在防错潜在问题的流程中加以改进。

被设计进零部件制造的防错应该被一个或多个产品的装配工/使用者检验。有时候，防错的特性没有如预期的那样显现，或者显现的不是非常明显，很容易被掩盖住。那么，从这个防错中所得到的经验教训应该立即被处理，以至现在的问题不能流入下一个生产环节。

7.3.2 仿制流程

这个流程是建立早期的产品或零部件，是模拟计划进入生产阶段的、明确了的产品。在这个阶段中，应该对于“生产流程将如何运作”这个问题提供一个非常好的想法。应该使用工作表对发生的问题进行记录，并反馈给设计工程师，以便能够得到改进。

7.3.3 设计验证和产品验证(DV/PV) 测试

DV/PV 测试是在产品可能被运用到的所有环境中, 包括在被设计的安全界限环境中, 验证其性能。这个测试也将验证防错是否如计划般的工作, 实际运用中表现是否强劲。

7.3.4 流程概念

根据已给的设计和它的限制条件, 确定出第一个流程图和设备计划。设计将指出所有需要的流程形式以及诸如: 表面处理、润滑、涂漆等等被不需要的再处理过程。如果有以下情况, 设计应该被评审:

- 计划进行边际操作
- 由过去的经验知道的一些产品问题
- 计划中有非常昂贵的制造流程
- 更便宜的设计方案正在被考虑

那些没有在设计中进行过防错的设计, 其重要的设计准则是要在一些流程中运用这些设计。这将消耗一些设备或周期时间。

7.4 生产阶段

产品在这个阶段被投入生产, 大量的零部件在工厂里被制造。在这个阶段要进行改变是非常困难的, 改变的成本也是非常高的。但是, 由于关系到项目的存活、避免可能的报废成本或者产生大面积问题, 该做的改变仍然需要进行。

在这个阶段使用的工具涉及到了产品的使用和产品的量产。通常防错机会存在于大量及长时间的产品制造流程中及零部件规格不一致的时候。

7.4.1 设计更改的影响

设计更改是设计产品时自然而然发生的一部分。这些更改如何融入到产品中是一个挑战。这些更改或可能帮助或可能阻碍防错计划。在这个时候应该做的更改是那些可以提高防错程度的更改, 而不是那些可能让制造生产变得更复杂的改变。

很多设计更改的发生是由于在验证设计时发现了问题。这些问题可能是不利于防错的。典型的, 一个迟来的更改将迫使流程也发生改变。这将明显的增加成本、耽搁设备的使用或者延误流程的开始。这个时候所做的任何改变应该考虑它将对现有防错程度产生的影响。此外, 针对流程的一些相应更改也考虑到并被完美的执行, 以免生产发生延误。

7.4.2 性能分析

新产品开始时, 应该根据设计意图验证其性能。过去能预测未来。因此, 应该运用过去制造产品性能的流程来预测对于新产品的预期。如果过去存在一些性能问题, 那么新设计中也预期同样会存在这些问题。既然这样, 新设计应该做出更多的改进, 使得设计更完善, 或者使得设计能针对真实反映出的公差或规格参数做出调整。产品的性能也必须验证是否由于公差或规格参数的改变而产生了消极效果。

7.4.3 结果 - 一次合格率(FTQ)

对于设计的这个输入与性能分析非常类似。在这种情况下，对于过去“一个替代产品是如何在生产中运作”的历史借鉴，可以帮助我们预测新设计的表现。如果产品设计和流程是经过防错的，那么这个一次合格率 (FTQ)应该是 100%或者接近 100%的。如果不是这样结果，那么引起低 FTQ 的问题应该在新的产品设计中被解决。

7.5 产品设计的输出

对于在投入章节 (7.1) 中进行描述的大量工具的使用，得到了一个经过更多防错的产品设计。下面对于经过防错的设计的输出，进行简单的描述。

7.5.1 改进

防错和其行为能对现在或将来的设计进行改进。在产品的设计阶段，是否能让这些改进被尽早的实施是非常重要的。如果在之后的阶段实施这些改进，那么在流程中会存在产品风险，并延误新设计的引入。

7.5.2 计划做研究实施(PDSA)

在使用之前描述的投入工具辨认了初始问题之后，PDSA 是一个非常有效的工具，用以指导和记录进一步的改进结果。尽管这个工具有时候是被动的，但是它会通过一个结构分析和行为计划来引导我们。在 AIAG CQI-10 有效问题解决指南中有对这个工具使用的描述。

7.5.3 更低的风险

分析设计、对相关的设计进行改进，进行这些努力的结果应该是在生产新产品的过程中得到一个更低的风险率。凭借更低的发生频率或者低探测度数值，低风险率应该在适当的 FEMAs 中被显现。并且在 FEMA 中，对其进行记录和适当的解释。

7.5.4 评估、得到反馈、改进产品设计

为了让设计得到更多的防错，在新产品引入的大量阶段中产品设计都应该被评估。对于“他们设计的产品怎么样了”，产品设计工程师需要时时得到反馈。

7.5.5 风险评估

在 APQP 过程的每一个环节，都应该进行风险评估。(APQP 是被用于引进产品的。) 基于设计的程度，对产品的评估应该是在每一个阶段都发生变化的。在早期阶段，少量的评估是进行的，或者仅仅在类似于 DFMEA 的草稿文件中体现。典型的，在第一阶段，仅仅是设计概念或者替代性零件是可得的。最终，一份纸质或 CAD 的设计是可供于防错分析的，而设计的实物模型也是紧随其后的。掌控零件并进行一些装配/制造实践操作的第一次机会是在得到第一个设计原型时。对于发现问题并提供改进，这是一个非常关键的阶段。

7.5.6 记分卡

程序和记分卡参考第 13 节。

7.6 对产品设计防错总结

以下这些原则，你能得到大幅改进的产品设计、更好的一次合格率、更少的客户退货、更少的内部退货、更少的废品、更低的质保成本、更少的返工以及最终更低的总成本。必须要明白：产品设计将决定什么样的流程被规定用于生产。设计也决定了多少防错需要被加入过程，以防止错误的发生或者在错误发生时进行隔离。对设计进行越少的防错，那么更多的成本将被用于生产流程防错，更可能导致高的总成本。

7.6.1 沟通/经验学习/交叉参照

为了替代设计或其他位置上的设计做出改进行为，这是必要的在公司内部对设计内的防错形成问题进行交流。一个有效的交流形式是交叉参照。当使用交叉参照时，将阻止类似的问题在其他地方发生。使用每一种工具而得出的文档资料是进行交流的非常关键的方法，它能证明改进行为和花费。

为了将来的使用，经验教训也应该被记录文档。产品设计中使用的最佳实践应该可以被产品工程师用于设计将来的流程。经验教训应该包含了对“做什么、做它的理由、做完的结果”非常详尽的解释。一个关于经验教训的例子被列在第 12 章节。

7.6.2 通过警觉避免错误

设计阶段，加强警觉：

- 没有验证测试，避免对设计进行滞后和不必要的更改（例如：工程和/或制造的更改）。在一些情况下，更改会起作用。但在另一些情况下，会产生不被预期的缺陷或问题。花很少的时间进行根本原因的分析和对缺陷进行理解，会让我们很困难去对更改的可能产生的影响进行预测。
- 避免与设计标准、设计规则或设计指南产生偏差
- 分享经验教训或交叉参考
- 再次使用元件，减少新缺陷或失效发生的可能性
- 建立操作定义
- 在同等级小组中进行设计评审
- 执行诸如：头脑风暴、类同图表、功能分析图等“思维实验”的方法验证可能发生的缺陷或失效

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



8 未来的过程

这个章节将确定一些基本的任务。这些任务计划在对将来制造过程的开发中被完成，帮助使用者在开发的流程中有效的运用防错分析。在定义和设计阶段，如果能优化防错要素是非常让人满意的。在这个预先的开发中，预防性的防错是最经济的，也是最容易实施的。因此，在早期流程开发阶段，主动的运用好的防错工具、技巧对成功是非常重要的，将会成为这个模块的焦点。

未来的制造过程能被分成两大类：一个是新的技术，一个是类似现有制造过程或是现有制造过程的衍生品。尽管几乎所有的防错工具和技巧被运用到这两大类，但是仍然会有些微妙的不同。这些将在这一节中被辨认和讨论。新的技术对防错显示了非常大挑战，但是他们也可能展现最大限度的灵活度以及创造性运用合理原则的能力。这些挑战将被探索，被推荐的行为课程也会被提供。

在这一节中，“制造过程”将被广义上的定义。“过程”这个词将包含设备、工具/装置、方法、标准化作业、材料以及更多的内容。它能包括手册、半自动化和全自动的解决方案和设备。制造过程防错优化要求在过程的各种元素中取得重要平衡。因此，所有的元素都要被考虑到、处理好，以保证整个过程能被有效的防错。这一节将帮助使用者处理这次权衡。

在这一节中，“防错优化”被定义成将错误减到最少、预防缺陷。因此，我们的目的是在适当地顾及缺陷探测的同时，最大化使用错误预防战略。这一节支持同时运用3个防错战略：不接受缺陷、不产生缺陷以及不放过缺陷。再次强调，不产生缺陷是目的。但是，许多时候在成本、技术等方面会碰到现实的限制。

尽管产品和流程的设计应该同时被完成，但是很多时候这是不可行的。举个例子，当客户要求一个制造过程或产品设计元素时，同步的工程可能跟不上。此外，当一个新产品在现有的价值链中被制造时，这个制造过程可能是被预先决定的。但是理想的情况是：当防错优化被定为目标时，平衡产品设计和流程设计之间的元素并两者间做出明智的选择。尽管本手册中已针对产品和流程的防错单独列出章节，但是这两个方便不能被单独或排序的运用，而是应该尽可能的同时应用。

最后，这一节的重点将聚焦在根据数据驱动做出决定的必要性。当对整个制造过程的防错进行优化时，精确、详细、已于明白的数据是不可替代的。数据的植入对于识别和指定新流程目标的优先级是至关重要。老话说：定义好一个问题就已经解决了这个问题的一半。在记录现有流程的限制条件并对下一代流程进行预期时，这句话依然是正确的。因此，新流程开发中至关重要的一个步骤（在这一节中被格外强调）是：搜集并理解关键流程绩效表现以及质量数据。

8.1 未来过程开发流程图

图3对在开发未来制造过程中的基本任务进行了说明。这个工序流程包含了任务的细节，这些细节着重于防错运用的有效性，例如搜集数据并评估过程选项。更不用说，这个图表对诸如实际设计等任务的细节也囊括其中，实施并假定防错的优化解决方案已经在先前的任务中被鉴定。这个说明图的目的不是教育读者制造过程设计方法的复杂。而是想在设计过程的大量步骤中，对如何理想运用全面的防错工具和技巧进行说明。

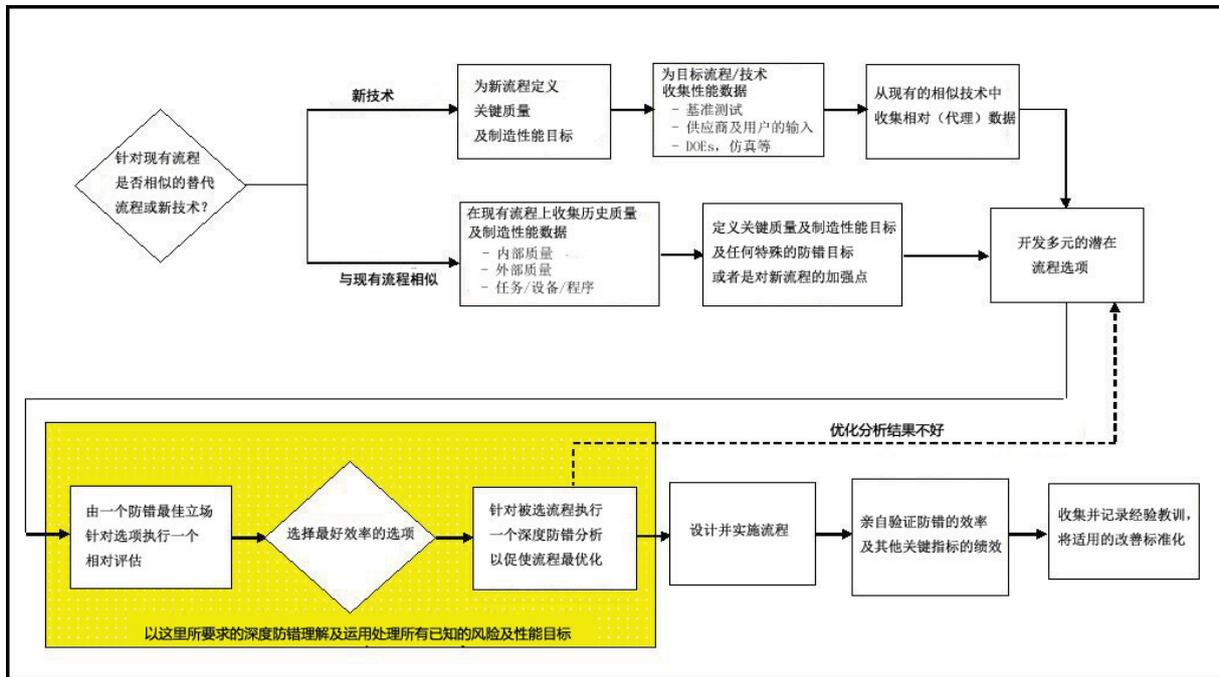


图 3: 运用防错开发未来的制造流程

尽管防错的工具和技巧在流程开发的大量阶段都能被运用，但是理想的情况是他们应该尽可能早的被使用。正如上面图 3 中所说明的，这些选项的相对评估是在被考虑中。此外，被选中的选项的深入评估是优化新流程防错的高端机会。图表的这一块是被黄色加亮的，以提醒读者这些任务的重要性。正是在这里，使用者应该最大限度的使用防错的工具和技巧，将之后在设计流程时发生改变的可能性降到最低。这是公认的，改变在设计阶段的后半段做出，或者更糟糕的在制造阶段做出，是更难以实施，也将花费更多成本的。

不可避免的，新流程将由大量的绩效目标。这些目标显然包含了质量和制造的绩效。但是，其他的一些关键指标或商业目标也是需要去达到的。例如：资本投资、全球应用性、服务和支持等等这些目标。尽管这些目标是重要的，但是我们的假定是：在开发新流程阶段，这些目标已经被考虑到了。遵守这些形式的商业指标不是这本手册的重点。优化过程的**防错**才是重点。因此，其他的一些商业需要将不被讨论。

8.2 新技术与衍生流程的区别

如之前所述，新的制造过程可以被分成两大类：一个是新的技术，一个是类似现有过程或是现有过程的衍生品。很多时候，一个衍生流程是现有流程的简单革新，或许是使用了新的设备方法，或许是对制造材料进行了升级，或许对其他的流程元素进行了提升。经常的，繁琐、累赘的手工流程会被运用设备的自动流程升级。相反的，一个非常昂贵、高自动化的流程会在一个半自动化流程中看到。这些是关于衍生流程应该考虑到的例子，衍生流程会与现有流程存在某种的联系。

新技术能用下面两种方法之一进行定义：对整个行业是新的；或者是对你独有的商业/制造层面是新的。这是不太可能的让你去负责开发新的、在行业内率先使用的流程技术。典型的，所有形式的流程都将与知识产权扯上关系，例如专利等。更可能发生的情况是：让你针对你的商业或工厂负责开发一个新技术；针对之前已经被供应商、竞争对手或其它人开发过的方面来带来新技术。

这个似乎是很直观的：对比衍生流程，对于新流程中新技术的防错优化将面对更多的挑战。但是，情况也并非一直如此。在衍生流程中通常会有很多限制条件，这些限制条件可能会降低防错选项的数目。在一些情况中会使用“全新的方法”，虽然在预测失效模式上会存在困难，但是这也将在防错解决方案中提供了最大的灵活性。就比如造一个新房子。典型的，从无到有的建造一个新房子要比完全的改建或者在现有房子上进行增减容易的多。改建需要考虑前建造者遗留下来的大量细节问题。很多时候，从房子被建造好开始，就有很多的技术、材料发生了改变。这些挑战也是衍生过程的技术需要面对的。

再次说明：尽管几乎所有的防错工具和技巧被运用到这两大类，但是对于任务完成的顺序及信息的来源上还是会有些微妙的不同。这些不同在过程开发流程图（图3）中进行了说明，也将在之后的材料章节中被讨论。

8.3 搜集历史数据

未来过程有效预防问题的根本在于要对潜在的绩效争议和现在的绩效争议都有深层次的理解。因为这边手册的重点是防错，那么我们感兴趣的最主要的绩效表现就是质量的绩效表现。此外，我们假定：被搜集的数据都是精确的；是通过对根本原因进行分析、运用了一个结构性的问题解决方案而获得的。尽管详细问题的解决方案说明显然是对防错过程非常重要的，但是这也不是这边手册的目的。详情参考 AIAG CQI-10 有效问题解决指南。

质量绩效能用很多不同的方法进行测评，但通常问题集中在过程中缺陷的产生。尽管行业正在把焦点转移到错误和缺陷上，但是大多数质量绩效性能指标还是持续注重对缺陷的追踪。通常的例子包括：测试拒绝、废品、一次合格率 (FTQ)、客户退货或投诉以及质保退货。所有的这些指标都是测量在价值链不同点上的缺陷率。

当搜集质量绩效数据用以开发新的生产过程或改进生产流程时，通常缺少数据不是问题的所在。大多数的制造工厂都通过运用多种工具和系统追踪了大量的、各种形式的绩效数据。但当进行改进时，没有经过根本原因分析的、不成熟的绩效数据基本是没有价值的。而这些是绩效表现不佳的根本原因，我们必须理解，以保证下一代过程中的性能被大幅度改进。

这之前已经说明，制造过程的定义中包含一些相关的要素。可以简单地用 6 个字母 M 把制造业中的这些要素归类：

- 人员
- 材料
- 设备
- 方法
- 检测
- 大自然（环境）

这是一个绝佳的办法，它可以把属于当前制造过程中的各种质量问题的所有原因进行归类。以下图表 1 的一些举例原因可以告诉你焊料不足的品质缺陷，以及相关的归类情况。所有的这些原因和焊锡膏的涂刷工序有关。尽管这些举例说明了主要的潜在原因，但并不是包含了全部。本图表简单地说明了辨别潜在的（或已知的）原因的方法，并且用 6M 的操作法将其归类。此外，这些根本原因的数据也许是目前具有代表性的。这些数据也许不能辨别真实的根本原因（为什么设备在运转中停摆？），但提供了最令人关注的内容。

质量问题 - 电路板上的焊锡膏不足造成焊料结点开缝						
原因	人员	材料	设备	方法	检测	环境
焊锡膏过期	X	X		X		
焊锡膏模板上的孔堵塞	X		X	X		
焊锡膏盒空了，设备没有关机			X	X		
车间里的湿度太大导致焊锡膏粘度增大		X				X
橡皮涂刷刮板有问题（掉皮）			X	X		
橡皮涂刷刮板上的压力不够 (有车间的空气混杂进来)			X	X	X	
设备在运转中停摆，未正确重启			X			
工具没有将电路板准确定位 - 定位不当			X	X	X	
焊锡膏模板没有按要求的规律清洗			X	X		

表格 1：6M 操作法的范例

显然，本表格说明的制造过程中的多种要素是不合适的，会导致品质缺陷产生。那么，就应该考虑选择多重防错。使用 6M 操作法对关键因素进行归类，有助于用户扩展对于潜在解决方案的关注，最大限度地扩展集思广益的选择。

比如说，造成橡皮涂刷刮板上压力不够的关键原因有可能包括以下情况：

- 由操作人员控制的压力调节不当。
- 缺乏由焊锡膏涂刷设备进行的压力实时监控。
- 空气压力检测不准确。
- 当压力过低时，设备关机不及时。
- 由操作人员执行的关键参数的监视流程不完善。
- 其他情况。

由于潜在的关键因素是多方面的，有效防错的新一代流程必须充分理解全部的流程要素，不仅是设备，也不仅仅是操作人员的标准工作。

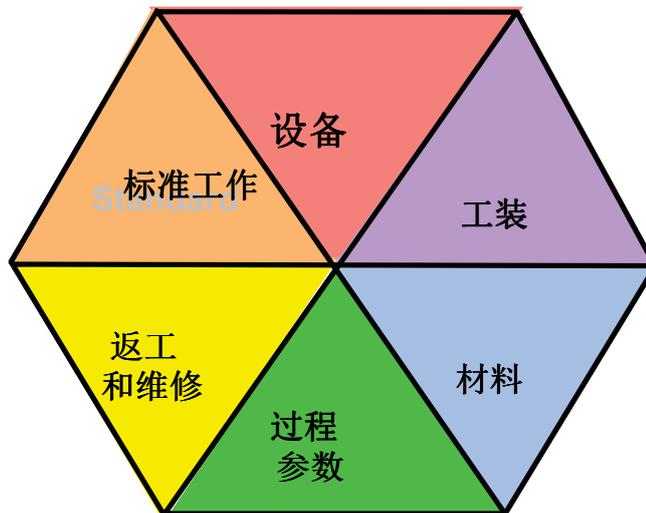
当广泛征求可能的防错解决办法时，一些不寻常的建议也许会成功。比如说，对于刚才这个具体的案例，或许应该考虑一种新的，更有效的传感器或仪表。此外，可要求使用闭合回路的空气压力反馈设施，当探测到压力不足时，就关闭设备。还有，这一流程的标准工作可要求操作人员查看仪表，并按常规记录在统计过程图表上。最理想的是，为了达到最佳效果，所有的这些解决办法应该一起使用。就说单独依靠操作人员和统计流程图表，是不会非常有效的。另外，设备具有探测压力的性能，但又不把它预设成自动关机，这样的建议是不可取的。

如果已经明确，车间里充足的空气压力成问题的话，或许新一代的设备可以设计成具有产生挤压的替代功能，而不需要车间的空气。如果空气压力元件在焊锡膏涂刷工序是“薄弱环节”，更换整个车间的元件。这种可以多次使用的办法是值得做的。

本范例还说明了几个要点，它们包括：

- 拥有全部的数据至关重要，尤其是符合标准的，详尽的，能够辨别本质原因的。
- 辨别工序中全部的有关的要素是重要的，其中包含设备、材料、环境等等。
- 通常有各种各样可用的防错改进方案，应该花时间来辨别其中一些可行的。
- 诸多防错方案有共通连续的有效性，其中的一些方案比另一些更能确保成功。
- 数据越完备，取得最佳解决方案的可能性就越高。

如果唯一可供使用的数据是废品检测报告、废料报告单，或保修图表，这些反映的是不成功的工作模式，不是我们要找的原因。这类数据几乎不可能优化新一代过程的操作。要搜集足够的数据是一项费时又麻烦的工作，但对于建立今后的制造过程绝对重要。就是要明确地界定关键的效力目标。



图表 4：决定因素归类图

图表 4 说明另外一种归类，可以用来把这些决定因素分组。请留意，有一种类别包含返工和维修。虽然，对于有些产品或者过程来说维修不是一种选择方案，但应该仔细考虑，只要条件许可。经常有复杂的制造过程设置出来，但并不考虑适当的维修工序。这样，当不能采用基本的制造过程，并且不符合标准的维修工序被取代的时候，许多废次品出现了。当采用维修时，要紧的是把这道工序归入数据采集。对于出现废次品的情况，采用替换的维修工序是最好的。

如图表 3 显示，完备的数据采集也可能稍有不同，这要看新一代的过程是否为一道派生过程或者是一门新技术。主要的不同之处在于围绕数据采集的一系列的活动的数据的来源。显然，如果新一代的过程和生产现场使用的那种类似的话，主要的动态参数应该在你的车间获取。这样做是最精确的，因为这才能说明此种过程在使用你的设备情况下，加上你的员工，你的技术保障，你的维护保养能力的时候，该过程所表现出来的质量绩效，以及诸如此类的情况。普通的行业动态参数，或者由设备供应商提供的数据也是有用的，并且还能补足你收集的具体的质量动态数据。然而，没有数据能够精确预测你在业务中使用的工序的效能。同样，从目前的操作中收集到的数据也办不到。

当新一代的过程是一项新技术，在你的生产场地甚至在行业内也没有使用的话，数据的采集过程会更复杂。正如刚才提到的，当新一代的过程是一道派生过程的时候，就有必要收集尽量多的，实际的，以实验为基础的数据。这种数据已经过观察或者实践，进一层说，这很可能就是来自于你的设备。

与此相差甚远的是，当对待一项全新的技术的时候，这是没有在任何地方使用过的，过去的有关此项技术的具体特性的数据无从查找。那么，就应该集中收集理论或实验的数据。这类数据可以预测和估计其效能，不同于生产现场收集的实际的，过去的的数据。

当然，也有一些过程技术不是全新的，但是对你的设备和生产运行来说是新东西。这类技术一般要求既收集实验数据，也收集理论数据。

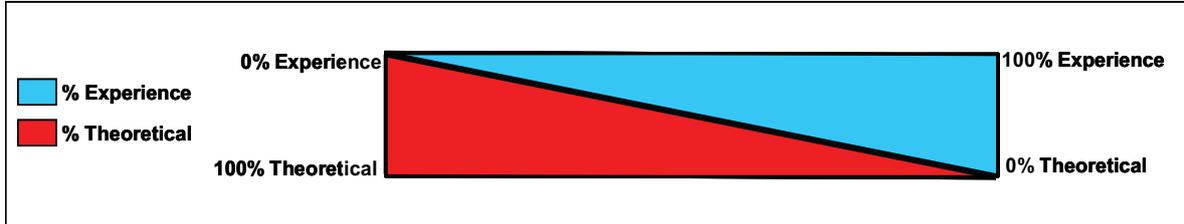


图 5： 数据源连续体的近似与不同

注：Experience 实践经验来源 Theoretical 理论来源

图 5 显示了你可以获取的数据的连续体。你要完全位于这个连续体的一端或者另一端几乎是不可能的。在大多数的情况下，收集到的数据可能是一个组合体，其中既有基于过去质量表现的实验数据，也有基于实验和模拟，以及其他设计性能途径的理论数据。

以下表格 2 显示新一代过程的连续性，从辅助性的派生过程到全新的技术，以及每一阶段的数据来源。

工序技术种类	内部 经验或过去的 品质数据	行业 经验或过去的 品质数据	理论或设计的 品质数据
辅助派生过程，非常像目前的	高度关注	额外关注	不大关注
派生过程，有些像目前的	高度关注	高度关注	有些关注
用于你设备的新技术	有些关注*	高度关注	有些关注
用于行业的新技术	不大关注*	有些关注*	高度关注
* 关注有些类似的过程			

表格 2： 可用的据表

按表格的显示，已收集的数据的种类取决于现有的种类。技术越新，得到可用的，足够的过去的效力数据的希望就越小。基本的数据源来自做过的实验，和或者模拟过程。

模拟可以用模型，数学模拟工具以及更多的手段完成。数据收集任务现在从鉴定缺陷和分析根本原因，过渡为预测缺陷和问题。有许多好的方法和工具可以帮你来预先应对新的工序技术的效力问题。这些方法和工具包括：故障模式与影响分析（FMEA），故障模式设计评审（DRBFM），六西格玛设计（DFSS），还有更多。使用这些工具的目的，就是要确保对建议采用的技术进行彻底的评估，包括全部的过程要素。

现在总结一下，收集数据的基本步骤包括：

- 从不同的来源收集优质的数据（包括全部的维修工序或回路系统）。

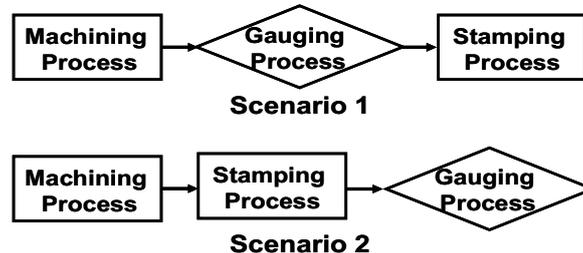
- 确保数据提供详尽的相关真实的原因。
- 发现数据的空白缺口，而这正是实验或者模拟要求的。
- 使用额外的数据源填补缺口。
- 识别全部潜在的有影响的因素。
- 根据具体的制造过程要素，归类全部的根本原因或有影响的因素。

8.4 定义防错绩效目标

一旦收集到足够的的数据，并且根本原因的信息也已进行了归类，接下来的一步就是确定优先事项。以新一代的过程，不可能防止现有过程中产生的全部已知问题。因此，就哪一个问题是最优先的达成共识是十分重要的。思考这一问题的一个方式就是“必须要办的”和“想要办的”。

“必须要办的”是没有商量余地的，并且需马上处理。“想要办的”的是希望增加要办的事项，但没有“必须要办的”那么紧迫。如果要改善的清单太长，就有必要在这两个类别中进一步确定优先。另一个常用的方法就是通过一个分级权衡系统对要办的事项进行优先排序。根据相互之间的紧迫性（或优先），对所有的事项进行分级，然后再使用系统的第二项功能，叫做“权衡”，进一步区分每一事项的重要性和迫切性。再重复一遍，该系统不可能防止每一个已知的问题缺陷。于是，当开发新一代过程的时限太短的时候，确定优先就特别重要。

请考虑有两种不同的情况会产生同样的问题缺陷。在第一种情况下，一个零部件进入机加工工序，然后进入检测工序（质量关口），再往后进入冲压工序。在第二种情况下，该零部件进入机加工工序，然后是冲压工序，最后才是检测工序（请看图表7）。



图表 6： 不同的情况产生同样的问题缺陷

注：Machining Process = 机加工工序 Gauging Process = 检测工序

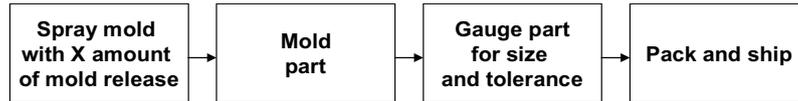
Stamping Process = 冲压工序 Scenario = 场景

现在请考虑，由于某种未知的的原因，该零部件没有经过机加工就退出了该工序。在第一种情况下，可以立即发现这个问题缺陷，因为恰好该是检测工序。让我们假设这个未经机加工的零部件直接进入了冲压工序的时候，它就有可能破坏冲压模具，因为该零部件明显地不符合尺寸规范（它没有经过机加工）。相对说来，这是一种极其严重的情况，因为它完全有可能停止冲压工序（由于模具毁坏）。如果真是这样，第二种情况下的问题缺陷防范措施的优先级就明显高于第一种情况。这个范例有助于说明问题的**严重性**，根据具体的情况，已发生的问题缺陷是各不相同的。所以，当研究新一代过程目标的优先事项时，关键是要考虑具体问题缺陷的严重性和巨大影响。

还有一种可变情况就是，无论检测或者检查工序都可以检测到具体的问题缺陷，在生产现场或者往下随价值流直到质量关口都可以检测到。如果某一具体问题缺陷仍未探测到，防范此类问题缺陷的优先考虑就要比那些容易检测到的高得多。有时候那些不能检测到的问题缺陷

称为透明检测（TTT）。当工序中出现了透明检测的问题缺陷时，很可能检测不到，并且转嫁给顾客，因为对于随后所有的测试和检验流程来说，它是“无形”的。

请看这个例子：



图表 7：没有工序来探测问题缺陷的情况

注：从左至右 向模具喷涂一定数量的脱模剂 》 模型件 》 检测零件的尺寸和公差 》 包装并发运

现在假定脱模剂材料的数量处于临界状态，太多的脱模介质会成为有问题缺陷的部分（总装配的混杂物）如果使用脱模剂的工序失去控制，使用过多，很清楚，在价值流中就没有检测工序能够探测出这类问题缺陷。假定这些零件的尺寸和公差正确，就会发运。于是，另一个可行的优先事项判定法则就是考虑特定的问题缺陷的探测能力。

还有一个因素可能是修复特殊问题缺陷的能力。尽管探测的概率很高，但问题缺陷是不可修复的，这种缺陷也应该确定为高优先级。许多时候，修复工序容易做错事 - 或者造成错误缺陷，该工序采用了从未用过的失效模式，进而降低了产品的品质。修复工序至关重要，但完全使用手工应该考虑仔细小心。

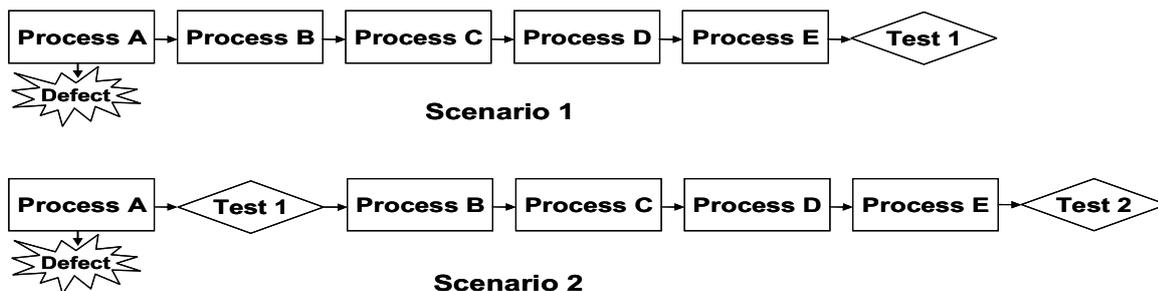
表格 3 列出了一些迄今为止提到过的可行的优先事项判定法则。

失效模式	根本原因	问题的严重性	发生的概率	探测的概率	探测成本	修复能力	修复成本
混杂进装配	脱模剂太多	中等	高	很低 探不到	不适用	不能清除 报废	高
零件不合公差	未经机加工	很高 毁坏模具	高	很低 探不到	不适用	好	低

表格 3：用于探测问题缺陷的优先事项判定法则

在上述的几个范例中，个人（们）确定在新一代制造过程中对已知问题缺陷的防止和探测的优先至关重要。这就能确保那些最严重，代价高，或关键的问题 保证得到处理。再说一遍，这些就变成了“必须要办的”。

显然，上文提到过的变换不定的东西和 PFMEA 有很多类似的方面。正如 PFMEA 一样，我们先前也提到过严重度和探测度。尽管我们没有提到发生频度，它也是一个重要的考量，并且也包含在表格内。然而，PFMEA 没有考虑修复问题缺陷的可能。我们已提过的问题在确定优先事项时，会是一个关键的考量。另外，它没有考虑试验和检验工序在价值流中探测问题和缺陷时的**位置**。



图表 8 事后和事先探测问题缺陷的情况

注：Process 工序 Test 测试 Scenario 场景 Defect 问题缺陷

图表 8，第一种情况。在多道工序之后测试，问题缺陷不能发现。第二种情况，紧跟产生问题缺陷的工序立即测试。尽管是同样的测试，而且探测到问题缺陷的可能性是同等的，这两种情况不该把它们看成是具有同等的风险。第一种情况是最不合要求的，因为那个零件是不可修复的，价值流里会有越来越多的问题缺陷，因为第一个零件就一直未经检测，并且持续不停，没完没了。现在的问题是仅仅依靠检测工序的识别能力来发现问题缺陷（就像 PFMEA 探测编号一样）；要优先确定防止问题缺陷，这一点信息是不够的。检测工序在价值流中的位置仍然是关键的考量。

如果问题缺陷发生了，另一个可用来确定优先事项的标准就是**成本**的影响。成本可以从不同的角度来计算。显然，我们必须超前计算修复问题缺陷的成本，还有问题缺陷漏网并已转嫁给客户的成本。一般说来，没有测试或检测工序能百分之百地保证查出当时的问题缺陷。所以，如果某一种问题缺陷出现了，（产品）也有可能最终发运出去。有些种类的问题缺陷如果没有在制造现场检测出来，成本会格外高昂。请考虑一个车辆引擎的重要部件，其问题缺陷一直没有检测到，直到车辆造好，发运出厂，这样的问题要处理，成本一定非常高。当某一问题缺陷漏网时，把引擎部件和车大灯或车门把手作比较，可以说明其维修成本大不相同的。

为新一代制造过程确定优先级目标是至关重要的，也具有某些挑战性。彻底分析和当前制造过程有关的错误和问题，将有助于未来的团队在对问题处理的轻重缓急方面达成共识。虽然并不是无所不包，请考虑刚才讨论过的准则范例：

- 具体问题缺陷的**严重度**，内部的（模具毁坏）和从客户角度出发的。
- 生产中某一特定问题缺陷**发生的频率**。
- 一旦问题缺陷产生，测试和检验的**探测能力**（特别注意那些对测试透明的加工件）。
- 价值流中的**检测位置**（刻不容缓立即检测）。
- 对一旦产生的问题缺陷的**修复能力**。
- 处理问题缺陷的**成本**（尤其是如果已经发运，将远远超出任何内部维修成本）

上文提到的活动结果应该是一个质量改进措施的优先级的清单，这些措施可以指导新一代过程的防错工作。由于工作目标越来越详细和特殊，符合这些情况的可能性也越来越大。先前已经说过，用于新一代过程目标的整个清单会大大超出和质量有关的指标。在这个时候，为了优化防错方案的设置，最好是将那些和质量无关的工作目标搁置下来。在这一阶段，主要应该关注靠有效防错推动的质量改善措施。其他工作目标，比如成本，复杂程度，灵活度，可靠性等等，在决策阶段选择最有效方案的时候，才要考虑。（见表格 4）

图表 4 显示的是一个部分优先级的真值表，是从评估对新一代过程的要求中得出来的。以事先选定的分类准则为基础。该分类准则包含严重程度，出现频度，等等，可以帮助用户确定如下所示的分级优先级。表格形成了一个为简化下一步工作，与质量目标相关的整体概括，表格是用来鉴别防错选择方案的。

优先	喷漆工序的质量改善细节
1	排除漆料混淆的可能
2	排除使用错的遮蔽模板
3	排除使用错误的喷嘴
4	减少出现喷嘴堵塞
5	排除可见表面喷漆过度
6	排除使用超过贮存期限的材料
7	排除使用错误的喷漆模式（软件）
8	排除碎屑出现在已漆过的表面
9	保证维持正确的压力
10	确保烘箱维持正确的烘干温度

表格 4：喷漆工序的质量改善细节

以上举例说明了油漆工序中的几个优化了的质量改善目标。这个例子可能属于某个现在的工序，所以其改善目标是以当前工序中过去的问题为基础的。或者，这个例子可以是经过验证用于全新工序的可行的议题清单。这类清单可以用预测工具或实验加以扩展。

从以前的产品质量性能收集到的数据对于防错优化是有用的。首先的步骤是确认额定值或分级标准，比如发生频率，探测度，等等。然后，把诸如检测的直接性，修复能力，检测成本等计入权衡因素。通过新数据然后可以用于确定优先的防错目标。优先排列可以用分级权衡办法中得来的总分为基础，或者就是一个简单的分类，比如前面提到过的“必须要做的”的路线图。

8.5 开发流程方案

本章节将关注为挑战为新一代制造过程负责的团队和个人的各种方法，以扩展可行的清单。有许多确定潜在选项以应对目标任务的办法都是现成可用的，在文献和当代的排忧解难的方法论中就有。但是最理想的是，团队应该扩思考有关新一代过程防错的具体要素的创造性的方法。这对于传统的集思广益，将带来一阵无与伦比的高速的旋转。

参照上文的表格 4，这是一个为新一代喷漆工序所用的不完全的防错优先事项表。如果你仔细观察该表的九个项目，你会发现大多数的例子是错误，只有几个是缺陷。错误的定义就是根本原因，缺陷是界定为错误的结果，或者叫做不合规范的部分。让我们再来看看表格上端的第一项：漆料稍不注意就会用错。这应该看成是一个错误。当这个错误发生时，你实际上不清楚这是一个什么样的缺陷。事实上，具体的缺陷取决于具体误用了那种材料。

请看下文的例子。假定该使用漆料 A，但却误用了漆料 B。进一步假设这两种漆料被调换了，只是（漆料的）固化时间受到影响。结果的问题缺陷是，当产品从固化炉出来时，其上的油漆没有固化。现在又假设，漆料 A 被漆料 C 替换了。或许，由这个错误引起的缺陷是产品上的油漆起泡，脱皮，这是由于漆料和产品的基础材质不配伍。

显然，漆料 A 和 C 的调换相对于误用漆料 B 要麻烦得多而且很难纠正，因为后者仅仅是增加额外的固化时间而已。此外，由于结果的缺陷大不相同，检测缺陷的方法（测试和检验）必须有所不同。检查未固化油漆的方法和检查油漆起泡、掉皮的方法相比是很不一样的。事实上，你可以设想固化不充分的情况在产品发运时仍未检测到，还是那个样子。

这个例子的目的是要说明有一些可行的防错办法来处理漆料的不经意调换。表格上就有标准的答案：“排除漆料混淆的可能。”毫无疑问，如果有办法来完全防止漆料的混淆，这就是一个完美的解决方案。由于漆料混淆是位于表格之首的优先事项 1，显然，这既是一个长期的老问题，又是一个很难纠正的赔本的买卖，或者两者都是。

很清楚，以上文的两个漆料混淆的例子相比较，其错误缺陷的检测相会当困难。想一想当使用 10 种以上的漆料的情况。可能产生的种类繁多的错误缺陷，取决于采用了哪种不正确的漆料，要检测出来几乎是不可能的。所以，这就是为什么排除漆料混淆会是头等优先事项，而不是对用错油漆产品的简单检查。

排除意外材料混淆将作为防错解决方案加以说明。让我们来关注一下其他一些种类的方案。再重复一下，因为油漆混淆的错误，然后就造成在具体的产品上油漆的误用。错误缺陷各不相同，完全取决于究竟哪种油漆用错了。在全盘思考不同种类的防错时，你会明白有些方案是侧重在错误（根本原因），而有些方案是侧重在缺陷（错误的结果）。自然，你会想到四个类型：

1. 预防错误

2. 发现错误
3. 预防缺陷
4. 发现缺陷

这一个特别的例子是和漆料有关的，下面的每一个分类各有侧重点：

预防错误	不允许意外的材料混淆（应该有效地降低这种情况的发生。）。
发现错误	漆料不对，但是发现了（抓住了。）。
预防缺陷	尽管漆料不对，但有缺陷的产品不会生产出来。
发现缺陷	有缺陷的产品会生产出来，但会被发现（抓住了。）。

图表 5：防错方案举例

请考虑一些可行的最优先的防错工作目标方案。请看下面的可行性解决方案清单：

1. 在产品和漆料容器上贴上条码，要求油漆设备识别产品条码并自动为每一种产品选择正确的油漆。
2. 当替换了油漆或产品变换的时候，加工一个零部件，并且以目视检验比对一件“金牌样品”核实漆料，以保证漆料是正确的。
3. 将零件上漆并固化，然后送往自动化影像检验工序以发现不正确的漆料。
4. 每一台油漆设备只用一种型号的油漆，取消设备上油漆的泛用（不变换油漆）。
5. 在加工第一个零部件之前，让操作员按照标准操作核实正确的漆料。

这个清单并不包含每一个针对错误油漆问题的潜在的解决方案，但肯定包含多种解决方案。我们现在可以按照上面的定义把每一种解决方案归类。

已经提出来的解决方案应该这样界定：

1. 预防错误 - 油漆设备应该根据预设的每一种具体产品条码，自动挑选正确的油漆。这样就可以防止（或极大地减少）选错油漆。
2. 发现缺陷 - 我们可以假定操作员用这个办法发现了油漆不对。由于选漆出错，产品出了问题。最理想的办法是，将产品进行比较之前不要加工更多的零部件。于是就只生产了一件问题产品。
3. 发现缺陷 - 以上可行性解决方案的 2 和 3 都要求一件问题产品加工出来，然后，通过自动或手动的（检查）工序，问题缺陷就发现了。
4. 预防错误 - 本方案是要极大地降低选错油漆的可能性。每一台油漆设备只能用一种油漆。虽然，这样还是有可能选错油漆，但出现这种情况的可能性明显降低了，因为不再需要变换油漆了。
5. 发现错误 - 本解决方案容许选择不正确的油漆（错误），然后使用操作员标准操作发现问题。这项工作须在加工第一个零部件之前完成，所以从理论的角度看，不会产生问题产品。

按照刚才看见的对不同解决方案的分类，这种不同的可行性防错选择方案具有极高的效率。这个例子说明，当某个防错工作目标确定的时候，以漆料混淆为例，完全的集思广益可以发现许多潜

在的方案。在更大的程度上，就减少问题发生和或者检测的可能性而论，这些方案会有极大的不同。你可以想象，如果不经意混淆油漆后果严重的话，

依靠操作员标准工作的发现错误解决方案可能不会是令人感到稳健的。反过来讲，采购和维护单独使用一种油漆的方法必定成本太高，还需要更大的生产场地。

由于防止漆料混淆是新一代工序的第一优先事项，这就意味着发现问题的频率、严重性、和或者能力都是不能接受的。我们可以思考这些出自 FMEA 思维方法的方案。假定这些解决方案的每一个都是可独立应用的方案（在价值流中没有其他的检测存在），它们可以这样给某方案打分（假定严重性为 6）：

选项	种类	严重度	发生频率	探测度	风险系数
1	EP	6	1	1	6
2	DD	6	6	7	252
3	DD	6	6	4	144
4	EP	6	2	10	120
5	ED	6	3	10	180

表格 6：为放错方案打分 注：EP 预防错误 DD 发现缺陷 ED 发现错误

哪个方案看起来最好？选项 1 可能要求额外的考虑。它不依靠人类做出正确的选择。它可以防止缺陷产生，因为它防止出错。它不像选项 4 一样需要多台油漆机。

这种方法不仅能提供已确定的各种方案的相关比较，也可以带动更多的集思广益。比如说，如果让专用的机器专门使用一种漆不是个办法的话，或许一些其他的解决方案可以结合使用以增大效率。

先前提到过的各种解决方案（预防错误，发现错误，等等）可以用来生成一个综合性的防错清单。经常有些团队“倒退”回传统的发现错误方案，使用老套的检验和测试手段。甚至在使用 PFMEA 的时候，也很少有动机通过检测解决方案来确认防范解决方案。许多次，我们是如此地受“程序安排”去利用检测技术，以至与忘记了运用一些和防错方案同样复杂的办法。

另一方面，解决方案用不着复杂。许多时候，只要判读到有不对劲的地方，随即关掉机器就可以非常有效。请看以下举例：

- 一枚普通的传感探测到错误的零部件已载入装配夹具，就立即切断螺杆驱动程序。
- 油漆机判读到漆料快用完了，就立即关机。
- 传送带上方的林波横杆察觉由于装配不当，分总成过高，立即在零件焊接之前关闭传送带。
- 波焊机探测到氮气供应中断，立即关闭焊接传送带，停止产品加工。

这些只是几个例子，和检测一件不合格产品不同，它们可以把不合格产品的产生降到最低限度。通常，开发这些解决方案要相对低廉，当连接到机器或传送动力，是相对有效率的。

相对说来，频频使用传感装置来判断不对劲的情况，仅仅闪一下灯，响响蜂鸣器，这种做法很没有效率。这些警示操作员采取行动的努力是不可靠的，并且把操作人员置于一个困难的境地。当检

测到一个错误时, 任何错误检测设备应该关闭程序。否则, 操作者做出的解决方案就是不可靠的, 并且不能保证不会导致一个缺陷(或者许多缺陷)再次出现, 有许多方法可以确保为每个防错目标提供各种不同防错方案。面临的挑战是要使团队摆脱老套的思维模式, 而不是继续依靠大量复杂的测试和检验程序, 甚至更糟糕的是, 依靠不太有效的人工检测方法如目视检查或计量。针对焊点质量或观察表面光洁度的之类主观判断性的缺陷, 这一点尤其重要,

激发团队来鉴别能够防止错误、检测错误、防止缺陷和检测缺陷的方案, 可以改进所提供的各种方案。

• 8.6 防错优化的评价方案

我们以前的重点在于为下一代的过程确定要求。我们使用了防错目标的优先等级列表来说明这些要求。因为这些要求可能不同等重要, 所以为它们评分或排等级的方法是有用的。我们侧重于确定适当数量的方案以解决每个防错优先目标。以前的想法是激发团队的创新意识并开发多种解决方案。此外, 我们提醒用户确保考虑到每个进程的所有元素。能够说明我们提到的这种方法的一个办法就是考虑6个方面: 人、材料、机械、方法、测量和环境。

本节的重点是评估已确定的防错方案以确保做出最合适的选择。评估各种解决方案相对有效性的一个简单方法就是为每个方案确定一个“得分”。显然新过程的有些目标超出防错范畴。据推测, 任何其他商业目标也将包括在内, 但从防错的角度, 我们的重点依然放在做最好的选择。在评估团队先前确定的防错方案时, 第一步是要确定一个与错误和/或缺陷相关的具体目标。例如, 由于错误的严重程度或结果的不同, 防错的目的可能是预防某个特定的错误。或者首要目标是保护客户并确保缺陷从不被运出。我们通过下面的例子作比较:

例 1 - 允许一个自动化的灌装机上胶黏剂断流并且进料管进气(这是错误的)。

例 2 - 发动机控制模块出厂时安装了不正确的校准软件, 这样的问题只有在现场发现(这是一个转嫁给客户的缺陷)。

例 1 中的机器也许得停止一段时间, 直到进料管的空气被清除并恢复程序运行。这可能导致严重的生产停机, 造成很大损失。因此, 目标将是防止这种错误(错误预防)。当评估团队为这个特定问题制定的解决方案时, 这种错误减少得越多, 该解决方案就越有效。减少错误的发生是一种预防性的解决方案, 在和不太有效的方案比较时, 应得高分。

比如说, 现在正考虑两种解决方案。第一个方案将给灌装设备增加一个低胶黏剂检测能力, 在胶黏剂供料不足时机器自动关机。这将防止胶黏剂断流和管道进气。如果这是一个功能强大的解决方案, 它应该得高分, 因为这个方案可以大大降低胶黏剂断流的概率。所以, 从一个防错的角度来看, 这种解决方案是有效的。

假设团队正在考虑的替代方案是标准工作, 要求操作人员每 30 分钟检查胶黏剂的水平并在严重不足时关闭机器。通过比较很显然, 采用这个解决方案, 胶黏剂断流的概率会高得多。虽然它也是防止错误, 它的得分应该低于前面提到的解决方案。很直观, 相比让操作人员检查胶黏剂水平

(标准工作)，实时的自动关闭机器的解决方案有效得多、可靠得多。由于胶黏剂断流的严重程度（停产时间），我们的目标是确保这样的问题很少或从不发生。这一点操作人员/标准工作不能保证。评估潜在错误的预防解决方案时，它们的得分应该直接和其防错误能力（即减少错误的发生）联系起来。

现在假设另一个正在考虑的有关胶黏剂问题的防错方案，跟踪胶黏剂分装机的视觉机不能正确识别胶黏剂的分装。这种情况会允许胶黏剂断流，然后视觉机检测到缺胶或无胶的产品。这是一个缺陷检测解决方案，并且不会阻止胶黏剂断流。相比之下，这个解决方案的得分应该比前两个解决方案低得多，因为它允许错误发生（材料用完），并进一步导致缺陷（胶黏剂分装不当）。虽然视觉系统可能是非常有能力的缺陷检测，但它不能防止因管道进气而导致的停机，而灌装工作线停机才是真正的防错目标。你现在明白了如何识别各种防错方案并评价其有效性。理想情况下，可利用一个简单的评分系统来评价各种方案，预防解决方案应优先于缺陷检测解决方案（即，测试和检验，不管他们是多么强大）。

请记住简单的一句话：

“保证你不发运一个有缺陷产品的最好方法是从来不产生有缺陷的产品—纠错不如不犯错”

现在让我们来看看例2，软件校准缺陷。很明显，如果允许这种缺陷发生，然后将其转移给客户，随后现场退货损失将是相当严重的。因此，首要目标是保护客户，并确保不遗漏任何缺陷。再次，关键是确定装入不正确的软件产品的根源。得分最高的防错解决方案，将解决问题的根源，防止不正确的软件安装。另一种方法是实施检测解决方案，如最终检测。这种类型防错解决方案得分应该低得多，因为它允许发生错误，并允许产生缺陷。那么测试应该确保不把任何一个缺陷转移给客户。

即使一个检测的解决方案很强大，比如在最终测试，这个防错的策略是高风险的。只要允许缺陷的产生，它们转移给顾客的风险就永远存在。因此，一般来说，缺陷检测的解决方案得分应该比错误预防解决方案低得多。当然这个“规则”也有例外，但它是很好的经验规则。

总之，下面是一些评估各种防错方案的建议方法，以确保选择最有效的方案：

- 确定防错解决方案的具体目标。
- 根据其有效性，给每个提出的解决方案评价/打分。
 - 不同的防错类别（预防，检测等）分值应各不相同。
 - 同一类别内的分值也有变化（检验/测试中，根据预防或检测能力，即错误减少程度而定）。
- 选择能够满足或超过目标的并根据效益而得分最高的方案。

这种把一个解决方案和另一个方案进行比较的相对评价应相对迅速地完成。这个流程下一步是对所选择的解决方案做一个更深入的分析。

请注意，这个相对比较流程被用于未来某个流程中所有的防错方面（多种解决方案选择的原因）。为了说明，再次考虑以前在表 4（重印如下）所示的优先防错目标清单。提出这些预期的改善或要求时，理想的是确定各种可能的解决方案。应该在前面提到的计分办法的基础上，评估每一组可能的解决方案（与特定的故障模式或原因相关）

顺序	油漆工艺质量改进的详细信息
1	消除潜在的油漆材料混合
2	消除错误掩蔽模板使用。
3	消除潜在错误的喷嘴
4	降低发生堵塞喷嘴。
5	可见表面上消除过喷。
6	消除使用材料过去的货架寿命。
7	消除错误喷涂的格局（软件）的使用
8	消除油漆表面上的杂物。
9	确保适当的压力保持不变。
10	确保正确的烘箱干燥区温度均保持不变。

表 4：油漆工艺质量改进详情（重印）

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



9 现有的流程

本节将确定现有流程中有效防错所要完成的首要任务。在现有的流程中有很多防错的机会。可以分为两大类：被动和主动。被动防错是经验的非一致性导致的结果。例如，客户发现的不合格产品可能引发被动防错工作。主动防错是组织在其流程中分析和解决高风险问题时有意识决定的结果。这些工作将解决尚未直接经历的问题。例如，意识到某个故障发生的风险很高，单位采取行动以降低这种风险。

本节中的“流程”是广泛的意义上的流程。可能包括设备、工装/装置、方法、标准工作、材料以及更多。它还可以包括手动、半自动和自动解决方案和设备。现有过程中防错优化需要平衡流程中各种要素。因此，必须考虑和解决所有元素，以确保整个流程得到有效的防错。

防错优化可被定义为，最大限度地减少错误机会并防止缺陷。因此我们的目标是最大限度地使用对错误的预防战略并在适当的时候考虑缺陷检测。同时3管齐下过程中的防错战略将在本节中得到证明：不接受缺陷，不制造缺陷，不传递缺陷。再次，不产生缺陷是目标，但有很情况受到成本和技术等方面的现实限制。

9.1 现有过程防错流程图

图9显示了现有流程防错需要完成的首要任务。本节将描述流程图的每个步骤，并针对完成这一流程所用的工具提供有关解释。

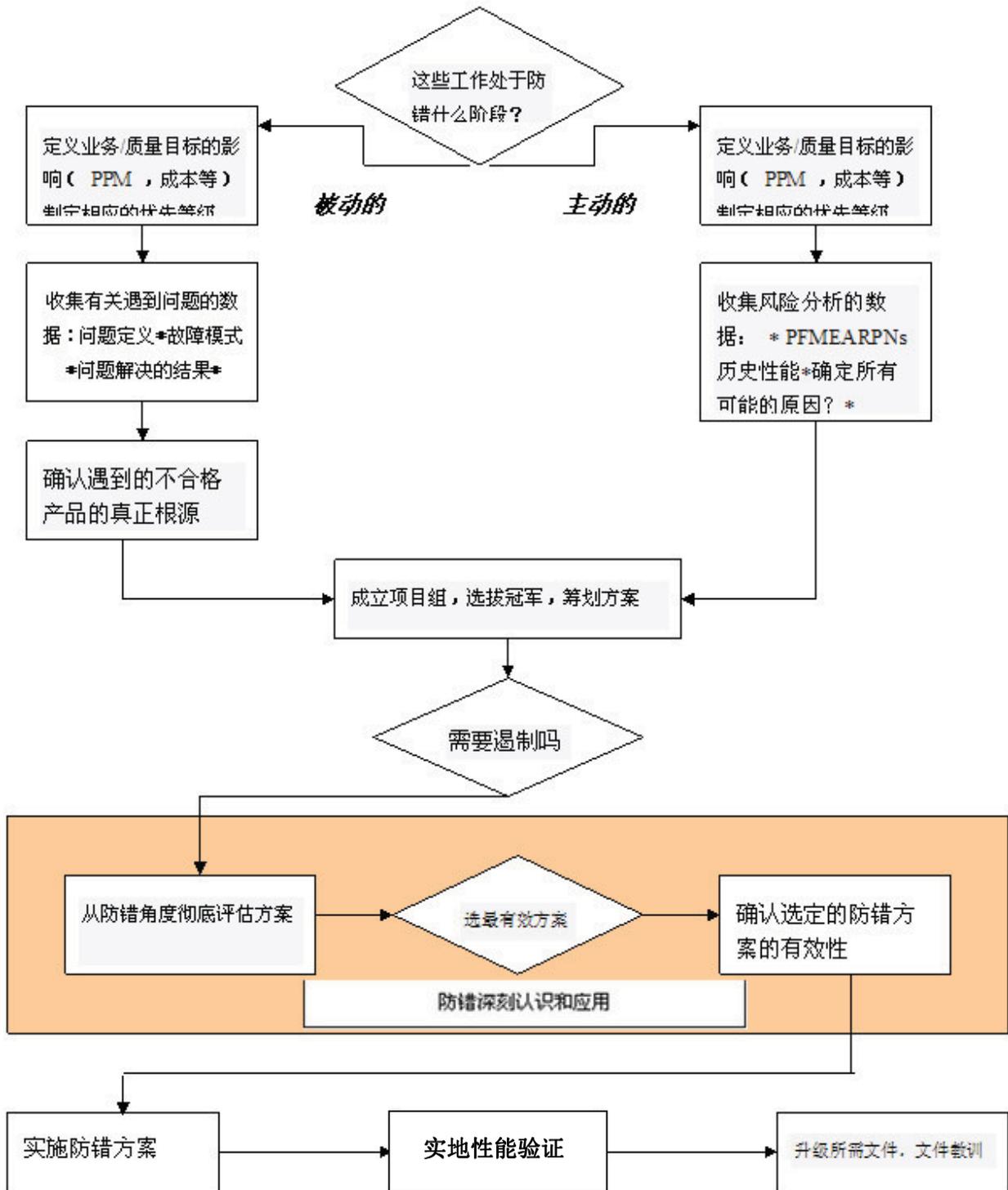


图 9：现有流程防错流程图

9.2 这些工作在防错的哪个阶段?

定义现有流程

对于本指南的目的, 现有流程防错被定义为针对当前生产的产品所作的工作。当前生产出流程(人或机器)生产的产品适用于现有过程有效防错。对于尚未生产的产品有效防错应用程序, 请参阅本指南第8节-未来过程。对于尚未完全设计的产品, 请从本指南第7节-产品设计开始。

我们经历了产品故障还是预期故障的风险呢?

对在现有流程的有效防错, 重要的是首先要确定你将面对的产品故障是否偶然遇到到或是否是预计。这一点很重要是因为它决定了你开始工作前所需要收集的数据。

现有流程的有效防错可分为两种方式:

- **被动防错**首先要分析单位的哪个业务目标已经受到故障影响。根据这种分析来制定方案并确定优先次序。在研究防错解决方案之前, 被动防错的工作必须集中于确认错误的真正原因已经确定。因此, 有效的被动防错涉及问题的有效解决。
- **主动防错**也分析业务目标开始, 但重点是潜在的高风险和成本高的流程/产品故障。组织根据其预期的目标和他们的客户的要求来确定优先次序。在研究潜在的防错解决方案之前, 对于主动防错重要的是明白错误风险, 知道错误所有合理的潜在原因。

9.3 被动防错 - 定义受到影响的业务目标并排列优先顺序

组织的业务目标影响

在被动防错工作中, 产品故障是您或您的客户发现的。因此, 您单位的业务目标已受到故障的影响。

组织通过许多不同的方式跟踪其产品的质量性能。产品的厂家可以跟踪质量指标, 如每百万零件的缺陷率(ppm)或每千辆汽车(IPTV)事故率。其他单位可以通过调查分数或维护费用或不合格产品的服务成本来跟踪其产品的质量性能。

无论您组织的指标是什么, 在被动防错工作中重要的是了解产品故障影响的关键指标。这可以让你优先处理那些严重影响您组织指标的故障。此外, 你必须了解受产品故障影响的一些指标是否优先于其他。

如果组织内没有正式的跟踪和审查质量性能的方法, 这一点必须予以纠正, 以保证现有流程有效的防错。

确定活动优先等级

表 7 是汽车零部件制造业务的质量跟踪方法的一个例子。这个例子针对已经发生的问题/故障。

质量故障				
问题 #	问题描述	发生频率	最后发生日期	每发生一次事故的成本(\$)
ICA-04-01	安装的错误配件	21	09/23	540
CA-04-12	螺母松动/低于转矩	10	11/04	950
CA-04-04	O 形圈密封剪切/损坏	8	11/11	1,165
ICA-04-09	漏装弹簧	8	10/30	457
ICA-04-15	处理不当, 安装损坏	5	12/31	3,000
ICA-04-02	密封圈位置错误, 错漏, 或过大	5	12/04	864
ICA-04-05	传感器损坏/破碎	4	11/11	453
CA (外部) ICA (内部)				

表 7：质量跟踪方法举例

请注意，上面的例子通过两个关键的业务目标跟踪质量故障：故障的成本和数量。出现次数最多的故障并不是费用最大的故障。

组织可以利用由此跟踪的方法获得的数据，确定他们的防错活动优先顺序。如果单位的首要目标是处理合格部件的故障率，他们可能希望启动针对发生率最高的故障的防错活动。但是，如果成本是首要目标，那么很显然在上述跟踪方法中，发生率最高的故障则不应该首先进行防错活动。

虽然上面的例子很简单，它说明需要数据来确定质量故障是如何影响业务目标的。

此外，它显示了在防错工作中，不同的业务优先级如何推动不同的优先次序。

9.4 被动防错 - 收集数据，并确认遇到问题的根本原因

数据收集和确认根源

在为遇到的问题寻找防错解决方案之前，非常重要是收集有关这个问题的所有信息。此外，防错团队保证已经确定问题的根本原因也是很重要的。

下面是几个和遇到的问题与其根源相关的关键问题：

- 故障对顾客的影响是什么？
- 导致的负面顾客影响的流程或产品的失效模式是什么？

- 缺陷产品生产和交付给客户了？如果是这样，在这流程中，是什么允许这种情况发生呢？
- 过程中检测到缺陷，但仍然交付给客户？如果是这样，为什么？如果过程中没有检测到为什么没有呢？
- 缺陷的根本原因是如何确定？它是如何证实呢？
- 处理问题的人能够解决这个问题吗？

这些关键问题可以向防错工作提供重要信息。例如，防错的工作重点应放在防止产生错误。这意味着有关产生故障的根本原因应该是重点。如果防错团队认为，更具成本效益的解决方案将包括错误检测，那么就on应该检查缺陷没有被发现的根源。

在任何涉及缺陷防错的工作，非常重要是的，相关人员理解缺陷的真正原因（S）。这将防止与缺陷无关的防错因素导致浪费精力。

9.5 主动防错 - 定义期望的业务目标和确定优先等级

单位期望的商业目标

在主动防错工作中，您或您的客户还没有遇到产品故障。因此你应该以单位业务目标所需的水平或绩效为基础开展工作。

如被动防错一节所述，组织利用许多不同的方跟踪其产品的质量绩效。在主动防错工作中，你的焦点是你希望你的工作如何改善这些绩效指标。然而，另外一个方面也是必要的：风险分析。

适用于防错，风险分析，可以这样简单地定义：为了确定故障发生的风险（或故障发生的根源风险）的任何结构化的信息应用。风险分析也可以扩展到包括一个没有被检测到的故障和故障对客户的影响严重性的风险。许多风险分析工具使用的计算数据都结合了这些方面的因素。在汽车行业中最常见的工具被称为故障模式影响分析（FMEA）。

如果单位内没有正式的质量故障风险跟踪和审查方法，这一点必须予以纠正，以保证现有流程的有效防错工作。

确定活动优先等级

表 8 是汽车零部件制造业务的风险分析跟踪方法的一个例子。这个例子显示了给定产品可能出现的一系列故障以及每个故障的风险因素。

故障号	操作号	功能失效模式	RPN 值/风险水平值
1	10	安装了不合适的轴承	490
2	20	组件不正确或反转	126
3	50	孔错漏	168
4	60	不正确的标签	112

表 8：风险分析的跟踪方法举例

上面的例子中列出了可能出现的故障和各自的风险因素/得分。风险优先数（RPN）是利用 FMEA 工具得出的计算数据。的 RPN 值是故障影响客户的严重程度、故障发生的原因风险和没有被检测到的故障风险三个方面得出的数值。RPN 值数越高，组织的风险较高。

在上面的例子中，该单位应在“安装不合适的轴承”方面注重其主动防错的工作。更多细节，参见 AIAG FMEA 手册。

9.6 组队和选拔优胜者- 制定战略方案

针对任何给定的流程，有许多可能的解决方案或防错解决方案组合供您使用，所有这些在成本和使用效益方面都不同。一些解决方案专注于高科技和更昂贵的选择，而其他的解决方案可以更简单，更便宜的，不太复杂。此外，不太复杂的解决方案将更容易实现，通常比高科技的更有效和更可靠。在任何情况下，应该以团队的方式制定替代方案。

应成立一个团队，并选定管理冠军或团队领导。应始终使用跨职能团队。最好的团队组成人员应该密切接近流程或问题，包括那些在问题流程或类似流程方面知识渊博的个人。团队必须由 4 至 7 名成员组成。在需要时可以吸收更多的专家。团队组成随着时间的推移可能会改变，因为一些成员可能更善于制定可能的解决方案，而其他成员可能善于方案的实施。团队必须有权作出决定，并拥有资金来实施方案。

在项目开始前应界定团队角色。一个“冠军”应该是一个管理人员，具有重大的权威并可以担当教练和倡导者的角色。团队领导者应该作为团队的发言人，并确保团队专注于正在开展的项目。应指派具有最高水平防错知识的人担任顾问。需要一个记录员负责整个防错流程中文档的创建、维护和分发，并负责与有关各方和股东的联络。依据知识和专业技能来选择成员。在规模较小的单位，一个人兼任冠军、领队和顾问并不稀奇。

对于任何一个团队，关键是每个人都清楚团队的目标并和大家共同分享这个目标。目标应该是明确的、量化的，得到所有团队成员和冠军的支持，并以书面形式长期保存，定期会议期间讨论。

建立团队经营规则或基本规则。对于有效的“自我管理”，规则是必不可少的。例如，一个共同的规则是“没有坏主意这样的东西。”应当规划定期会议和随后的形式或议程。不允许中断，在制造工厂环境举行的会议难以控制。应要求相关人员出席，不迟到不早退。

领队应确保所有团队成员积极参与和有效倾听。团队需要保持注意力集中，避免非生产性离题。团队应达成共识，因为很多做出的决定不能得到 100 % 的成员的同意。防错方法应该永远是最重要的，寻找可以消除问题的方案。

保存团队流程中的基本文件。这些文件通常包括以下内容：

- 队员名册/联系信息/参与纪录。
- 会议日历。
- 团队的规则和目标。
- 会前发出的会议议程。
- 行动计划 - 每次会议的审查和更新，附分配责任和日期。
- 现场记录 - 记录那些当时不相关但可能以后相关的其他想法/建议。
- 会议纪要 - 记录结合“行动计划”作出的所有决定。

如果团队有权管理和中心目标，团队一定会成功。此外，团队必须有共同目标的认同感，并为业绩负责。最后，一个成功的公式的最后部分是以知识为基础的人员组合，面向流程，而不是意识水平/状态。

在开始防错项目之前，必须核实潜在流程的根本原因和/或潜在的系统的根本原因和/或逃脱的根源。潜在流程的根本原因是引起缺陷或故障的错误状态。潜在系统的根源创造或助长错误状态。逃脱根源允许疑似不合格产品“逃离”现有的检测控制。

应使用数据和事实来确定核实潜在的根源。所有潜在根源应该有一些证据表明其原因可以解释所描述的问题或潜在的问题。

表 9 所示是一个测试原因表（是/不是）。此表可以用来测试你的潜在根本原因。一个根本原因必须产生一个针对关键问题的肯定回答：这个原因是否解释关于“这个问题是什么”和“这个问题不是什么”所有已知的内容？

测试原因表						
问题号码	104					
问题名称:	生锈的轴					
是/非标准	不良冷却	洗衣机 PH 值过低	棒形钢材生锈	盒装热	热处理	分离器
XJ5056 轴	-	+	+	+	+	+
XJ5056 轴	-	-	-	-	-	+
表面生锈	+	+	-	+	+	+
任意	-	-	-	+	-	+
在航运	-	+	-	+	-	+
箱子	-	+	-	+	-	+
2 月 15	-	+	-	+	-	-
17,290	+	+	+	+	+	+
一个缺陷	+	+	+	+	+	+
+						
(+) 表明 是/非标准针对关键问题做肯定回答 (-) 表明是 /非标准针对关键问题做否定回答 关键问题: 这个原因是否解释了关于“这个问题是什么”和“这个问题不是什么”所有已知的内容?						

表 9：测试原因表

有时为了证明某个原因是一个根本原因，就可能需要完成正式的测试。这样的例子可能包括：

- 方便数据的回归分析。
- 单因素的实验设计。
- 多因素的实验设计。

参考 AIAG CQI - 10 有效解决问题的方针。

9.7 我们需要遏制吗？

当发现一个不合格的产品，就有必要采取遏制措施以隔离不合格的产品，直到相应的防错方案可以实施。任何人一旦发现或识别出可能导致客户或消费者的不满的不合格产品即刻采取遏制措施。正式遏制流程有以下几个目的：

- 防止不合格产品交付给客户
- 在所有可能的地点标识关注。
- 作为一个标准化的方法，确保保护行动是足够的

- 确保负责遏制的人员是合格的。
- 建立和维护与客户的沟通。
- 保持记录;确保管理人员检查数据以备改善。
- 减少客户由于以前缺少遏制措施而施加给其他第三方遏制行动的风险。

遏制行动通常会遵循以下步骤:

- 立即开始根本原因分析 - 遏制行动应作为分析的一部分记录下来。
- 立即把潜在的关键问题告知客户。在任何情况下,适当时,必须通知客户。
- 确定问题产品(日期、序列号、批号)的程度。
- 确定可疑产品位置(中转、仓储地点、举行地区、供应商、二次加工和质量实验室)。
- 决定立即采取行动,要么就地改进产品,要么召回到一个受控的位置。
- 决定如何用标签或油漆或其他明显的方法识别可疑的产品。
- 如果行动是排序和/或返工,记录行动,并充分培训人员执行职务,可能通过适当的工程师或管理协助。
- 组织足够的人员来处理的遏制行动。遏制行动越早完成,您的客户的压力就越小。
- 确定所有长期的纠正措施,其中可能包括设计或流程的变化。类似的产品也应考虑

图 10 显示了一个典型的遏制过程的详细流程图。

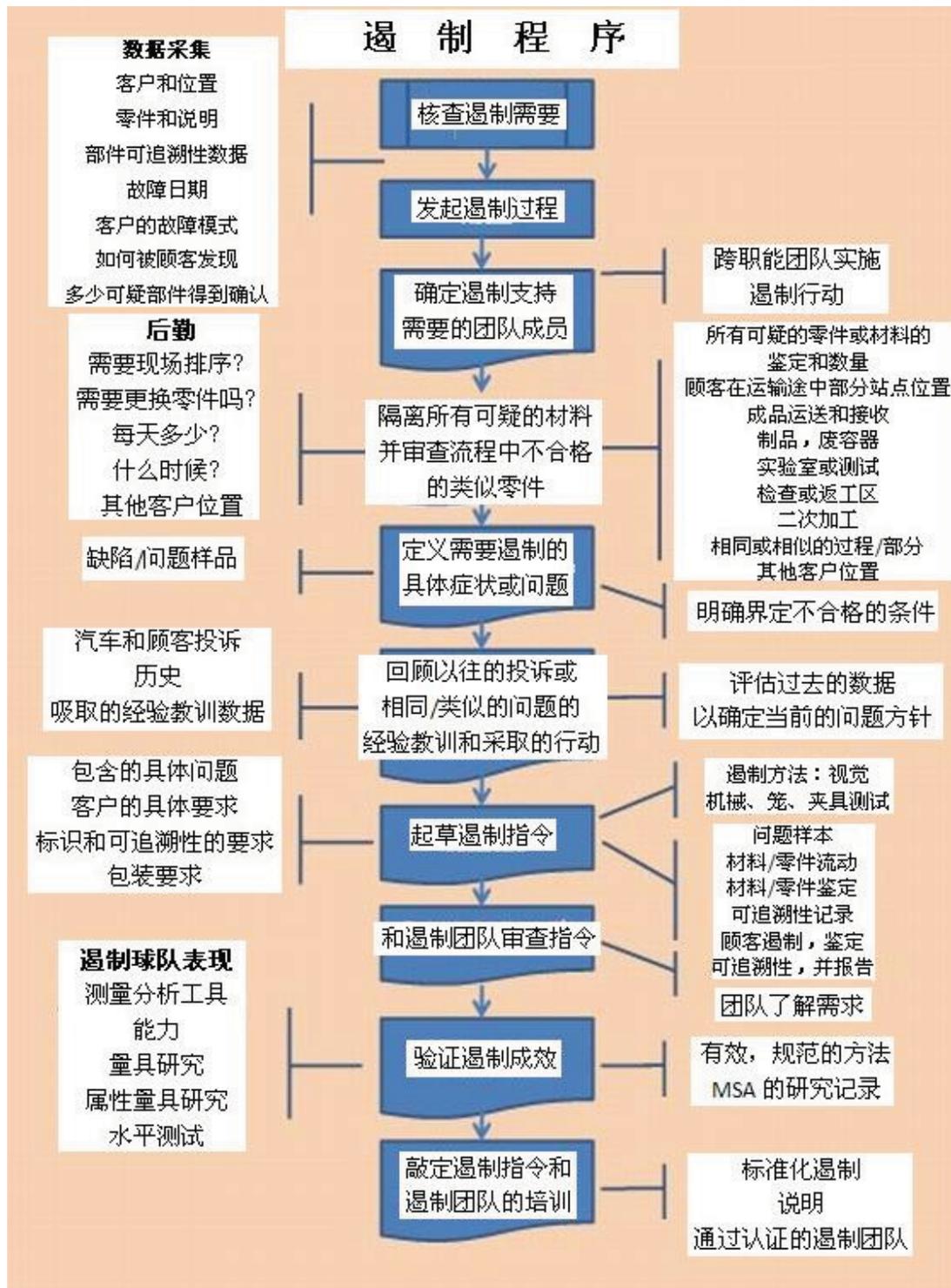


图 10：遏制程序

9.8 制定防错决策

小组会议上，应该制定出针对一个给定问题的防错方案清单、进程的目标或流程故障模式。团队选择保留那些最可行的方案。一般来说，只有两到四个解决方案应维持不变。

保留的解决方案应相互比较。可以用一个简单的加号（+）、无效和减号（-）表。团队应该评估每个潜在的解决方案的优点。评价标准清单因流程或项目会有所不同，但下列很多条件均可采用：

- 成本。
- 迅速执行。
- 新技术。
- 内部改进。
- 复杂性。
- 100%有效。
- 存在类似的应用程序。
- 需要培训的程度。
- 维护/维护成本。
- 编程所需的水平。
- 可靠的。

通过加/减评价法团队一般最终确定一个或两个方案队。在这一点上针对可能的解决方案，应由内部专家或外部专家/供应商进一步作可行性评审。在某些情况下，产品设计、控制、维护或健康和人员可能需要检讨可能的备选方案。

一旦完成了深入的分析，更清晰的选择通常是显而易见的。选择主要应根据其消除/检测潜在的故障模式的预期有效性。我们的目标始终是 100%有效。有时会采取方案组合以达到 100%有效的解决方案。

团队应该在选择的方案上达到共识。如果可能的话，应试用方案应该在实验室环境试验之后再投入现有的流程的修改和试验。经常地外部供应商可能会为你做这种试验，很少或根本没有成本。如果试验成功，应该制定一个实施解决方案的计划，并继续由团队彻底解决。

现有过程防错流程图

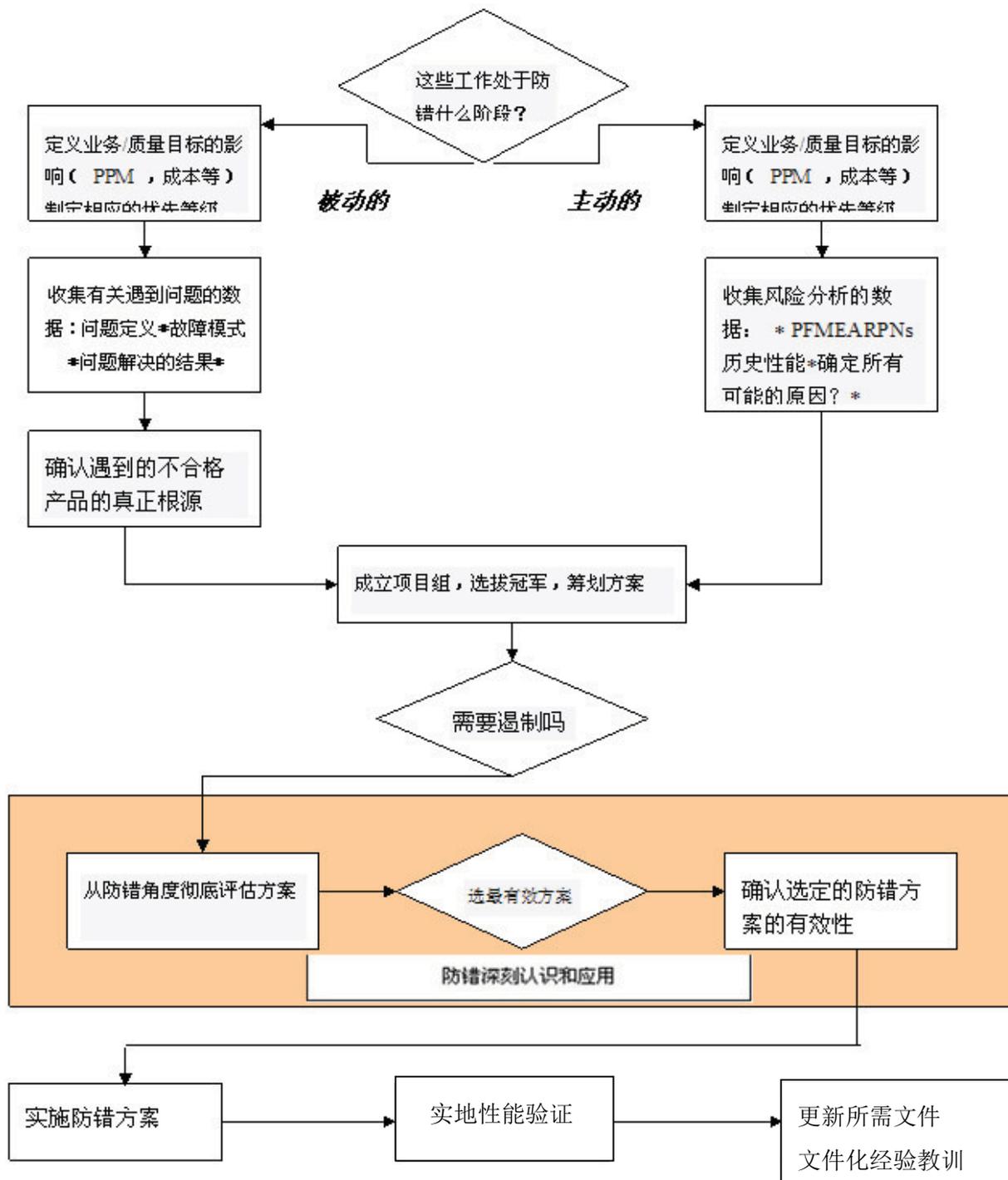


图 11：现有过程防错流程图（转载）

9.9 实施防错方案

防错解决方案的实施需要周密的计划。通常情况下，现有过程是任意时长的正常生产。方案应该模仿快速模具更换活动，必须在关机以外的时间做尽可能多的工作。一切准备就绪后再关机。控制人员应该提早准备一个模拟试验计划应对可能发生的变化。此外，任何所需的材料安全库存应在关机前完成。

在维护过程中短暂停机期间，所有维修、供应、质量、材料处理和生产人员必须到位。让所有可能被用到的人员就地待命。通常情况下，工作将在周末或换班时进行，所以应制定相应的计划。

除了辅助人员到场以外，受影响的生产经营者/主管也应该始终在现场并随时接受培训-包括所有班次。在实施的这个阶段，应完成基本的资料整理。

改进按计划进行，流程准备就绪，需要时即可运行。如果改进工作复杂而危险的话，就应被预先制定一个应急预案。这种变化在投入生产之前需要在工作中证实，经生产制造以及健康和安全的验证。必须执行正常的预防性维护检查和操作检查，以确保防错工作如期进行。

9.10 实地验证绩效

在这个阶段，我们已经定义了我们的业务目标及实施计划。



图 12：实施防错方案和验证绩效

对刚刚完成的过程改进有了一个清晰的认识，我们现在可以列出生产之前，我们预期的改进（见图 13）。

依据类型和规模列出预期改进

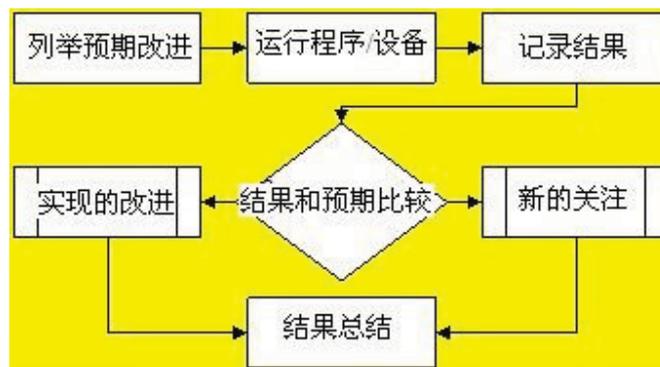


图 13：列出预期的改进

在这一步重要的是要客观和定量。

- 我们希望节省多少时间？
- 应节约多少成本？
- 客户的忧虑可能大幅降低吗？
- 你希望消除这个问题的改进措施是 100%有效吗？

定量有助于我们比较我们预料的和实际发生的。如果我们要衡量我们的成功，这一点是很关键的。

运行过程/设备和记录结果

依据我们的期望，一切准备就绪，该生产产品了。我们继续坚持定量策略，并记录经过改进过程的结果（见图 14）。

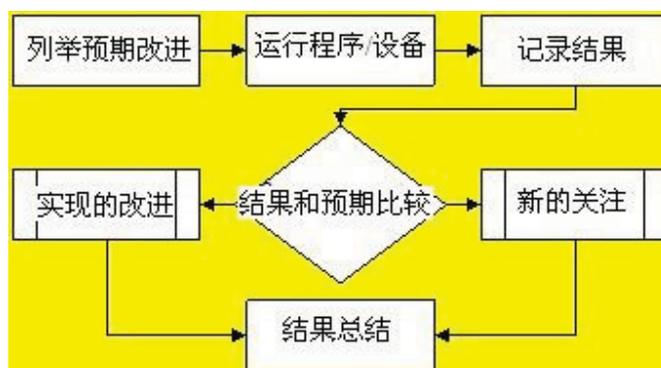


图 14：运行流程/设备和记录结果

过程变化的指标，通常影响整体成本，包括：

- 周期时间。
- 报废。
- 用户错误。
- 停机时间。

要特别注意这些指标，它们的数值的变化和发生频率的变化，是你进行结果汇总的依据。

预期的结果实现了吗？

如图 15 所示，审查流程中变化的变量，将最有可能说明：

- 改进。
- 新的问题。
- 两者皆有。

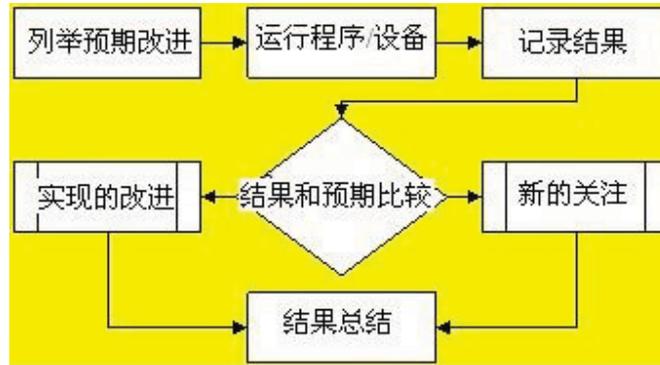


图 15: 流程变更的结果

重要的是我们发现了所有这些组合，如果我们整体做得更好，就一定能取得成功。

常常被忽视的是当前控制是否仍然像过去一样发挥作用。作为一个整体改进的过程，这个过程的变化必须能够完善当前控制。验证这一点的简单的测试就是用**兔子**。经过修改的过程其正确判断零件是否符合规格的能力，不应该受到影响。

兔子---- 一个用于过程控制验证的已知参数的产品。通常情况下，根据控制数值，参数验证这个过程是否正确接受或者拒绝该产品。

结果总结- 在未来我们可能会做的

我们的结果总结（图 16）提供了一个工具来说明：

- 是什么原因造成我们的缺点，什么改变可以最大程度减少缺点？
- 改进的流程能否维持其当前的状态？
- 我们如何才能最大程度地减少任何新问题的产生？

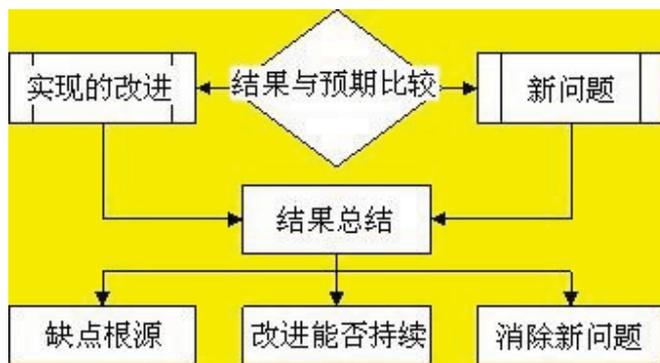


图 16: 结果与预期

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



我们的目标是在以下几个方面取得成功:

- 维护当前流程的改善。
- 最大程度减少把老问题带进新流程的机会。

做到这两点的有效工具,包括:

- 运行图。
- P - 图表。
- 新的技术和资源。
- 预防性维护。

审核绕过设备的能力

另一个不寻常但却有效的验证防错装置的方法是(在受控环境中)有意试图绕过或击败这个装置。这可以作为一个小组实验或以团队挑战的形式,提供的小奖励激励创造力。如果该装置可以被绕过,那么必须进行额外的改进工作以防止这种做法。有意绕开的任何装置必须是非常困难的,否则绕过装置可能成为运行过程中的一个标准的作业条件。

9.11 更新所需的文件和记录经验教训

是什么原因造成的缺点？

当我们为了管理评审和过程控制而记录我们的研究结果时，当务之急是确定引发问题的原因 - 触发器。

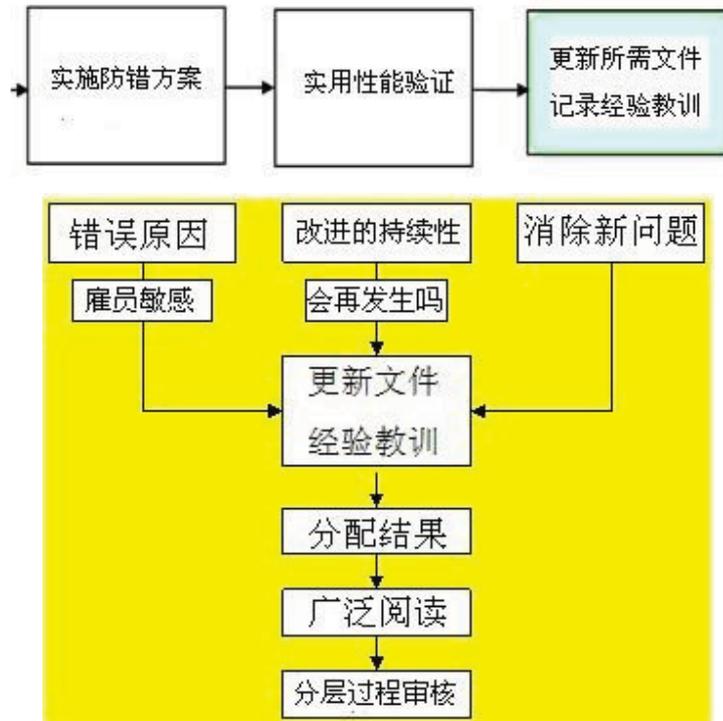


图 17：更新文件和经验教训

触发器 - 我们失误和错误的根本原因

削弱流程完整性的下列变化可导致触发器：

- 材料。
- 环境。
- 操作人员灵敏度。
- 处理和存储。
- 操作之间的时间。
- 管理系统。
- 防错装置无法正常工作。

如果我们要保持我们的改进，那么

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



- 必须消除当前触发器。
- 必须确定和预防潜在的触发器。

改进可持续吗？

维持我们的改进不仅要求消除引起问题的触发器，也确定导致新的触发器的**红旗**，如：

- 时间限制和加速方案。
- 规定成本降低。
- 依赖培训以降低操作者的敏感度。
- 满足客户要求的未经证实的变化。
- 体积和容量的变化。
- 产品和过程的输入资源。
- 新的或修订后的材料或供应商。

红旗 - 已知的对过程和产品造成不利影响的情况的证据

出现新问题了吗？

解决当前问题的同时，重要的是要防止把新问题带进过程或产品。

我们意图和工作即使是最好的，也还可能产生新问题，如：

- 倒退到改进前的状态。
- 提高系统的灵敏度。
- 变更产量。
- 意外。

说明：考虑增加 20% 的产量的流程改进。

我们有没有考虑过所有之前及之后的流程活动和控制，是否可以促进这种“改进”？

这样的情况会再发生吗，会发生在哪里？

经过改进的过程经常被组织内部类似的**传统过程**所孤立，那就是向新的人员提出同样挑战的老过程。

传统的工艺 - 其他地方实现了的尚未经过改进的流程

传统过程的继续存在，因为：

- 对不同领域点滴知识的依赖。
- 不能迅速地在整个单位推广改进。
- 单位的条块分割和隔离。
- 缺乏面向所有人员的便捷进入的问题和改进的中央数据库。出

更新指导表，视觉辅助，控制计划，FMEAs

为了尽量减少和预防问题，我们现在必须更新我们使用的工具来处理问题，并防止出现问题。

除了执行更新，我们必须考虑以下内容：

- 指导表 - 我们坚持执行指导表的要求吗？
- 视觉辅助 - 他们成了摆设吗？
- 控制计划 - 他们与过程和 FMEAs 匹配吗？
- FMEAs - 这些是日常工具呢还是为了满足要求而一次完成呢？

向所有相关部门发布发现

宣传并维护宣传的畅通，对于传播防错过程改进是极为重要的。

发布结果应通过一下手段：

- 传达给单位内部各个可能受益于改进的领域。
- 利用反馈理解和交叉执行情况的公告以及反映问题和建议的报告。
- 向可以影响流程和产品的所有人员提供一个中央数据库。

交叉参照，分层审核和经验教训

几种工具帮助保持我们的改进并让单位受益，这些工具包括以下内容：

- **交叉参照**-列出组织内的所有可能受到影响过程变差用于参考，无论特殊原因还是一般原因。
- **分层审核**- 工厂人员的多层次审查相同的关键业务控制（在审阅者的权限内）以确保产品质量。
- **经验教训** -完成部门、程序、相关的组和对策建议等文件的搜集整理。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



10 包括安全和保修在内的现有的主要客户问题

出现安全问题情况下，防错显然应该是消除安全隐患的第一选择。防错从源头上消除故障模式或根本原因，而不允许安全问题造成伤害。统计控制和能力方面的防错始终是最好的。有效的防错消除了过程稳定性和能力分析的需要。

另一个需要考虑防错的地方，是客户和非质量的内部成本、退货和不合格材料。在这些情况下，成本效益比应该是一个确定防错工作效率的因素。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



11 防错特别注意事项

11.1 标签

在任何行业中反复出现最多的问题之一是在产品或集装箱包装或标签上出现的错误。第一个目标是在正确的产品正确的位置或方向上使用正确的标签。第二个目标是将产品放置在正确的箱子或集装箱，不要同外观相似的产品混在一起。第三个目标是箱子或集装箱上贴的标签的信息与箱子中产品数量一致。最后目标是正确出货，只发要发的货。以下信息应作为防止错误的指引。

11.1.1 典型案例（常见）

我们手动将标签贴在零件或集装箱上。针对不同产品的多个标签（颜色，[LH]左手对右手[RH],方案）是预先印制，并提供给操作者。操作者必须正确识别标签并将其贴在一个指定的位置。

操作人员核对集装箱中的零件数量。把零件装入集装箱也是手动操作（左手对右手）。

11.1.2 特殊情况（普通-计划中的）

部分装载工作（办成品 WIP）有时会返回工作线完成装载，必须直观地验证零件/标签。

有时需要返工或排序，零件必须手动转移到另一个集装箱或放回同一集装箱中。

装卸台审核或检查。用手挪动、检查零件并放回到相同的集装箱中。

11.1.3 异常情况（罕见）

由于箱体损坏，导致集装箱的重新装箱和重新标签，通常离线完成。材料盒分类不合格导致集装箱的重新装箱和重新标签。

由于种种原因松动的零件被退回工作线，又另一个人（不是原来装箱的人）手动放置在适合的集装箱中。

没有正常包装或垫木，而使用替代集装箱。

标签打印机关闭。标签是其他地方预先印制好再用于工作线的。

由于某些情况，标签信息已经改变或应改变。

11.1.4 流程目标

通常情况下，为了正确操作，下面的应该是主要目标。

- A. 在标签上打印正确的信息。
- B. 零件和箱子上贴正确的标签。
- C. 标签贴在零件或箱子正确的位置。
- D. 按要求使用正确的垫料。
- E. 标签信息，包括条形码清晰可读或便于识别。
- F. 贴了标签的零件装入正确的集装箱（左手与右手，前方与后方，或颜色）。

- G.箱子里零件数量无误后,再贴标签或离开工作线。
- H.部件没有损坏。
- I.只有可接受的零件可以贴标签。
- J.次序化:只有完成装箱任务的箱子或集装箱可贴运输标签。
- K.次序化:只有零件顺序正确的箱子集装箱可贴运输标签。
- L.只有完成或“经批准的”箱子、集装箱或负载可以交付给客户。
- M.退还垫料(海运集装箱)上的旧标签必须在送回储存或上线前清除。

11.1.5 标签流程的防错

典型的改进方案

贴标签操作自动化成本过高,因此,如果手动操作,就必须更好地控制操作人员的操作,并尽量减少操作人员自作主张的机会。

执行摘要

目前基本的解决方案

- 在需要区分颜色的地方应设置白色和高亮度颜色。
- 零件应该贴条形码标签,这样突出零件的描述,并确定正确的颜色、方案等。标签需要验证,确保用到正确的零件上。
- 如果可能的话,一个操作人员经手一种零件的标签和装箱工作。
- 标签通常在需要时现场打印,一旦打印,应立即贴到一个装满的或完整的集装箱。(不要把印好的标签放在空箱或未装满的箱子上。)一旦最后一包贴了标签,运输前,应立即封存。
- 未装满:在制品需要验证零件 ID 在每个集装箱的每一个零件需回线时完成。
- 根据外观,分开外观相似的部件或使用夹具对它们加以区分。
- 使用操作日志簿记录标签问题/停机时间和特殊情况。
- 使用数字或符号快速识别,可以模压在零件上,或放在零件或包装集装箱上。
- 特别/不寻常的情况需要格外小心/验证,以可控的方式,如果可能的话,在指定的区域。必须遵守车间纪律。
- 操作说明:包装说明应配有插图或照片,以显示零件方向、数量、垫木的位置和任何特殊的指令,如使用一个备用包。
- 所需设备:标签打印机和条码扫描仪/阅读器必须按要求上线操作获得标签介绍。

我们需要添加一个条形码标签吗?考虑为什么需要它。是为它用于在制品、客户、可追溯性、零件鉴定,或其他一些原因?标签越少越好。

批次控制? 批次控制是安全相关项目经常必须的, 但我们也应该考虑是否可能还需要为解决问题或召回产品召回的关键材料, 操作, 或测试。良好的批次控制依赖于良好的标签控制。

我们可以不用标签吗? 不用标签或把标签纳入零件设计。

我们可以修改现有的标签吗? 使用颜色编码、大小、字体大小, 以使其更容易识别, 把条形码序列化; 或把两个或两个以上的标签合并成一个。注: 这方案一般不用于最终集装箱标签 (通常是客户指定的格式)。

尽量避免脱线包装/重新包装活动。 应该取消所有的“特殊”活动, 或者至少最大程度的减少。如果这些活动是必要的, 就必须进行额外的包装材料及相关零件/箱标签的双重检查。

11.1.6 潜在的标签工艺改进 (见流程目标, 第 11.1.4)

1. 如果有可能标签需要在现场打印。唯一的例外可能是当我们给定的生产线只是其中的一部分, 但即使如此, 我们要非常小心, 不要发出错误的标签。如果标签是预先印制的, 他们必须保持在受控环境中 (如计数), 核实确切数额, 并收回任何剩余的标签并计数。必须遵守工作纪律。

理想的情况下, 直接把信息打印到零件、箱子或集装箱上。

打印机的设置必须最大限制操作者的影响。如果可能的话, 它应该连接工厂电脑主机, 以严格控制印刷的标签信息。条码应序列化。

如果需要, 可以添加一个光学传感器, 以确保标签被删除。只有合格零件可得到一个标签。

范例 - 防错补充: 在工作站上的打印端口与主机连接。 (目标 A, B)

2. 如果左手-右手零件看起来相同, 最后一次操作前应使用条形码标签的。例如, 如果可能的话, 使用辅助操作, 只有左手零件适合于左手夹具。作为设备一部分的固定振荡扫描仪可以被用来验证标签的存在和 100% 在正确的位置 (左手或右手)。

对于不需要二次操作的产品, 贴标签必须符合控制要求, 装箱时需核实, 以防止混装或贴上了错误的标签。

范例 - 防错补充: 振荡条码扫描仪 (杂货店类型) 与主机连接。

添加一个单独的表格或集装箱放置左手零件, 与右手零件完全分离。 (目标 - B, C)

3. 打印一个集装箱标签前, 可用电子计数器计数以确保零部件的准确数量。

范例 - 防错补充: PLC 或工业软件, 计数和标签打印机接口。 (目的 - G 的)

4. 应使用一个箱移动传感器，以确保集装箱没有装满之前不被移走，或者显示集装箱上贴错的标签。

范例 - 防错补充：光学传感器和屏蔽。（目标 - G, L）

5. 如果零件或包装箱标签的位置是至关重要的，我们必须用条码扫描器寻找适当的放置。可以用固定头扫描仪，以确保位置。确保标签上下方向正确，等等。

如果位置很重要，也可以预先在垫木上印制位置的窗口，将指导手工操作。

范例 - 防错补充：固定头标准的扫描仪，像手持扫描仪，一个固定的位置。（目的 - C）

6. 如果可能的话，用独特的垫木，将不会导致左手-右手零件混在一起，特别在零件看起来相同的情况下。如果合适的话，在垫木上预先打印条形码标签，可以用它来验证我们正确的包装。

范例 - 防错补充：左手-右手零件使用不同包装。零件不能被混合。（目标 - F, G, H）

7. 处理不同工作线或不同地点的左手-右手产品。相近的产品容易被混在一起。（例如，注塑成型，其中左手产品由一端完成，右手产皮由另一端完成）

范例 - 防错补充：重新配置工作线 - 使类似的零件尽可能相互远离。（目的 - F, G, H）

8. 如果产品有各种颜色，工作线上安装色彩传感器或视觉系统可以确保我们正确标示。如果在已贴标签的组合，它可以验证标签。一个更好的改善将是连接标签打印机，只打印正确显示颜色的标签。

范例 - 防错补充：彩色传感器和视觉系统软件及相关接口打印机接口或编程。（目标 A, B）

9. 一种 AIAG 的条码确认验证器可以把证条码合格验证添加到打印机，以验证客户在加工或组装时条形码是否可读。

范例 - 防错补充：条形码校验。（目的 - E）

10. 当零件包装或装船无误，才可以贴上最后的包装标签或发货标签。这可能意味着读取包中的每个零件的条码阅读，因此，条码的位置是很重要的，或者我们在包装前使用固定头扫描仪。打印标签的电子计数也可能生成或允许打印一个最后标签。

如果是半成品，当它返回工作线时，我们应该安装自动查询“新的集装箱是空的吗？”如果不是，扫描每个零件上的条形码，与船舶或集装箱标签使用条形码匹配。

范例 - 防错补充：货运标签打印机与条码阅读器连接。（目标 - J型, K, L, M）

11. 针对不同零件的标签可能大小不同，很难做到相同的打印机打印出两个标签。

使用颜色编码，便于识别。

这些方案本身都能预防错误，但通过色彩传感器或者零件设计与自动核查相结合，不会产生错误的标签，或使得它非常明显。

范例 - 防错补充: 特殊的标签尺寸和/或颜色。(目标 - E)

12. 如果可能的话, 减少标签的数目。最后包装使用环绕标签。把标签信息合并到一个标签上。淘汰不平整的标签。

范例 - 防错补充: 消除对标签的需要。重新设计标签或改变标签的大小使其有明显的不同。添加一台扫描仪读取不平整代码。(目标 - B, C)

13. 可回收集装箱上可能还贴着有以前使用的标签。这可能会在工厂新产品的包装时导致混乱, 从而在装运中出现错误。主要目标是在将集装箱运到生产包装位置之前去除旧标签。

范例 - 防错补充: 所有的集装箱都运到第三方, 去除旧标签后再返回到生产厂或使用位置。(目的 - M)

11.2 行政和支持职能

防错, 也可以适用于发挥行政或支持功能的系统和流程的设计, 以消除任何错误的可能性。

这一举措可能受到影响的功能部门可能包括但不限于以下:

- 会计和薪金。
- 福利。
- 调度和物流。
- 人力资源。

例如: 在人力资源的流程, 可以应用到薪酬、福利、人员编制、招聘、劳动关系、培训、绩效管理、人才评价、并遵守州和联邦监管要求。

一般来说, 在上面提到的流程都有软件的帮助, 但信息或数据是手动输入。在这个阶段会发生错误。

以下准则可协助这类流程的防错。

- A. 关键信息输入两次。
- B. 在系统内规定字符数或字母数字字符数的具体位置。
- C. 通知序列号的中断, 如果普遍遵循。
- D. 任何相关表格尽量减少重复手动输入。建立一个主文档为其他表格提供关键信息。
- E. 确保完成所有必填的字段。
- F. 向操作者突出任何不寻常的输入操作-查询是否确定。
- G. 保持证明备份系统。
- H. 尽量减少手写信息 - 使用复选框。往往是难以解释的手写字母或数字。
- I. 创建一个备份系统, 以防止丢失所有的信息 - 这可能也可以用来比较数字或文本的任何变化。
- J. 查询的任何更改或不寻常条目的输入或输出, 以确保他们是否改变或是正确的。

- K. 尽量减少发票或类似的文件的手写信息。建议使用预先写好地址的有排序条码信封。
- L. 使用条形码识别表格或其他常用的信息一类的东西。
- M. 改变表格的物理尺寸以便识别- 颜色代码的表格，但由于操作人员的潜在色盲，要避免红色和绿色的色调。
- N. 使用符号来代替词语 – 在快速识别存在语言问题。例如， -用符号 而不是使用多位数的零件编号来快速识别材料。
- O. 评估每个行政程序中的潜在错误，并尽量减少人为影响。

11.3 供应商

11.3.1 通则

公司减少或消除输入性检查活动的有效途径之一，就是把防错方法和原则扩大到供应链。这必须有质量原则来支持：错误应该被发现在源头或尽可能靠近源头的。供应商在其 PFMEA 中确定为具有较高的严重度评分和/或高的 RPN 值的潜在失效模式的影响拟通过使用某种类型的防错来减轻。然而，在某些情况下，供应商如此积极追求 PPAP 批准，验证防错的成效，作为一种减少探测度得分的工具，有时被忽视或不完整的应用。强烈建议该公司的供应商质量保证（SQA）人员，参观他们的供应商的设施，并执行一个能充分验证的防错系统。还建议，只要不受安全问题限制，SQA 代表请求授权亲自执行每个站点的每个操作，验证安装的防错系统的有效性。

11.3.2 验证方法

一个典型的验证方法，将包括以下内容：

1. 深入了解流程 – 从流程图开始，彻底检讨流程。分析 PFMEA 列出的每一个潜在的故障模式，并确认其发生是否有防错系统的保护，或是否操作通过零件和/或设备的设计实施了防错。
2. 亲自核查防错系统 – 下车间和站点，通过把零件放置在错误的位置或者通过误操作来尝试防错系统。一些验证防错系统方法是：使用了错误的零件，零件放置在不正确的方向，执行了错误的命令，改变工艺参数，和/或随机顺序执行工作指令，验证的零件将不会被释放，该操作不会被批准，和/或传送带将不会把零件传送给后续操作或站点。
3. 其他机会伺机审查 - 相同的验证扩展到现有产品或工艺的其他方面（跨阅读）。当防错系统可以使用但并不明显时，PFMEA 和控制计划可以帮助确定同类产品和/或流程。

4. 对发现作出适当的反应-防错系统出现故障后,希望供应商立即提出、改进和执行纠正措施。一旦实施了这些整改措施,SQA 必须验证。在这项工作完成之前,应建立路障,以防止有缺陷的零件的生产或装运。
5. 建立流程验证计划 - 供应商应该有一个到位的程序,以确保在每个班开始时,站点工作人员或使用设备的人,或管理人员彻底检查所有的防错系统。任何发现问题,应立即上报维护或经理,完成系统维护后,防错系统所涵盖其他方面确的所有错误的检查确定落实到位后,并验证其有效性,方可开工生产。如果视力检查是首选的方法,应做量具 R& R 研究,以保证操作人员能够始终探测到缺陷
6. 定期测试或逻辑测试- 运行免挑战防错系统。应在每个班次准备运行免的时间表,涉及所有的产品和工艺参数方案,预计与正常生产相同。根据运行更多高容量产品的免生产调整频率。免与流程验证的结合证,将使供应商肯定该系统的测试充分。实现理想的防错状态,意味着该工作线随着防错设备不能正常工作而停止。
7. 流程监控 - 作为一个额外的控制,希望分层的流程审核包括防错系统状态的验证。
8. 建立恢复和备份计划 -为检索缺陷零件设计了防错的旁路系统, 供应商通过程序运行该系统,当需要执行维护操作时,SQA 的应当验证,该程序只能由有授权的人员将其激活。同样的规定适用于供应商,以保证一些员工不把密码和/或卡传给其他员工。此外,从防错系统被绕过到重新连接的间隔时间,以及防错保护项目的检验程序和结果,应当记录,并提供给提出评审要求的顾客使用。
9. 有效验证后批准流程- 当 SQA 评审最初提交的 PPAP 文件,包括节拍生产,如果发现防错问题, PPAP 不得批准。必须用其他有效的预防或检测方法更换防错问题,相应的 PFMEA 检测数量必须暂时改变。应向 SQA 提交一份详细的行动计划,SQA 将重新访问供应商的设施,以验证纠正措施到位,并确定它们是有效的。
10. 重新评估过程能力- 强烈推荐你通过断开防错系统的方法来重新计算过程能力,可以知道当防错系统不工作、被绕过、或断开时不合格零件的实际数量。这将有助于供应商理解构建一个直接和有效的反应的重要性,特别是如果临时选择目视检查的方法。

11.3.3 教育和援助

在一个新项目的最初阶段，应当在防错系统的设计和方法方面和在执行和验证阶段向供应商提供尽可能多的教育和帮助。这将是积极的态度。信息来源的例子包括从其他供应商和其他现有进程的经验教训、内部拒绝以往的经验、正式和非正式的客户投诉、保证回报、客户满意度调查。决定优先采用某个类型的防错通常是从成本、时间或复杂程度角度考虑与整体业务目标保持一致。主动防错系统应该优先于被动防错系统（如测试或最总检验），以减少有缺陷的部件被运给客户的机会。应使用同样的防错系统使配件无缺陷。

只要没有违反任何现有的保密协议，维护公认的伦理原则，客户供应商的质量人员应协助供应商针对现有防错不按预期方式工作的问题，提出并运用纠正措施，并协助设计新的防错系统的。

将此方法和途径推广给供应链的其他供应商是非常可取的。与第8节讨论的不同类型的防错的分析类似，预防性防错应该优先于被动防错。

11.3.4 常见防错缺陷

以下是防错系统中常见的缺陷的例子：

1. 紧固件 - 操作成功地完成后，紧固件可以反复退出并重新紧固。这一点特别重要，尤其当多个紧固件固定在相同部件或地方，同一个紧固件被反复扭矩和退出，造成某个带有一个或多个紧固件的零件没有固定的时候。
2. 光幕 - 操作者可能会挑几个零件，放在使用点附近，安装前用一只手打破光幕（或需要时）；这会导致某个零件未安装的风险。
3. 扫描 - 跟光幕类似的，相似的零件放在一起，操作员可拿起错误的零件，把它放在使用点附近，扫描正确的集装箱。因此，零件将被安错。
4. 安装了不需要的零件或者需要的零件却没有安装，这是一个最困难的问题。它可能需要使用一个特别的带门的容器，需要时打开，不需要时不打开。这样解决了不需要时不安装的问题，但没有解决需要时不安装的问题。更先进的或复杂的系统，可能需要一个天平，根据容器重量的减少来确定是否零件被拿起。

供应商的防错系统范例

报告编号:	日期:	供应商名称:
供应商质量保证:		供应商的位置:

A-文件		
要求	分数	注释
1.流程图 (PFC) 有最新的版本吗?		
1.1 它更新了吗? 注意: 验证实际流程。		
1.2 它包括在工厂安装的所有防错 (EP) 系统吗?		
1.3 它包括决策点? (即, 如何处置检测到的有缺陷的零件或返工?)		
2. PFMEA 有最新版本吗?		
2.1 它更新了吗? 注意: 验证实际流程。		
2.2 PFMEA 的包括, 得符合第 8.4 节中描述的标准的所有潜在的故障模式 E-P 吗?		
3.控制计划有最新版本吗?		
3.1 它更新了吗? 注意: 验证实际流程。		
3.2 控制计划包含 PFMEA 中验证的 EP 吗? 反应计划是否包括设置路障, 以防止有缺陷的零件的生产或装运?		

CQI-18

有效防错指南

第一版, 2011年3月发布



3.3 反应计划包括设置路障, 以防止 E-P 失灵的情况下有缺陷的部件生产或装运?		
4. 当 EP 系统安装、删除或安置在另一站点时, PFC、PFMEA、控制计划、作业指导书、以及任何必要的其他文件需要更新吗?		
5. 公司是否有记载的应急计划, 以解决可能影响正确的 EP 运作的特殊情况, (如停电, 编程问题等)?		
6. 公司是否有记载的一个程序文件, 表明授权在极端必要的情况下绕过 EP 体系 (包括检索一个有缺陷的部分和维护) 功能?		
7. 培训文档, 包括 E-P 吗? 注意: 验证合规的记录。		

B - 战略		
8. 供应商如何优先选择主动的 E-P? 注: 文件指导主动 E-P 的。		
9. 供应商如何解决因生产线提供不正确的材料导致的潜在的故障模式? 注意: 解释 E-P 如何应用于物流故障模式的。		
10. 公司有包括核查的 EP 系统的流程验证 (PV) 表吗? 注意: 在操作的负责人询问, 证明使用的光伏并要求她与预期的结果不一致的情况下采取的行动的说明。		
11. E-P 系统包括在 PM 时间表内吗? 注意: 请确认该文件包括所有现有的 E-P, 它是按 PM 执行日期顺序。		

<p>12.E-P 系统包括在 LPA 的吗? 注意: 请确认该文件包括所有现有的 E-P,且 LPA 按相应的程序如期进行。</p>		
<p>13. 安装了 E-P 的站点负责人知道该站的 E-P 故障引起缺陷的影响吗?</p>		
<p>要求</p>	<p>分数</p>	<p>注释</p>
<p>14. 供应商考虑用灯或其他视觉援助作为 E-P? 注: 肯定的答案应该记为= 0。</p>		
<p>15. 无论是内部或客户一再发生缺陷的情况下, 供应商能证明实施 E-P 系统的管理决策? 注意: 验证记录的缺陷和其相应的解决问题的记录。</p>		
<p>16. 所有的 EP 系统都包括在将定期运行的 5S 名单吗? 注意: 确认违规记录</p>		
<p>17. 当某操作包含选装件安装时, 描述所用的 E-P 系统。 注: 检查安装了不需要的零件, 或漏装了需要的零件。</p>		
<p>18. 供应商使用兔子作为 E-P 状态验证的系统方法吗? 注: 检查进度, 考虑所有的部分股权和相对产量。</p>		

C - 试用	
<p>在不危及自己的安全或设备的安全的前提下, 通过操作站和操作站, SQA 验证每个站点每个操作的 EP 系统的工作, 根据其设计意图:</p> <p>元素:</p> <ol style="list-style-type: none">1. 使用不正确的零件。2. 引进零件顺序不正确。3. 引进零件方向不正确。4. 不执行操作。5. 执行操作顺序不正确。6. 执行操作按错按钮。7. 将异物引进 EP, 验证该系统将不会批准该操作	<ol style="list-style-type: none">8. 在安全光幕的情况下, 如果操作者拿着几个零件, 并在必须安装零件时打开光幕, 确认该操作不会被执行。9. 如果涉及扫描操作, 如果操作人员从一个集装箱拿不正确的零件, 而在另一个集装箱扫描正确的标签, 确认该工作线停止工作。10. 如果涉及扭矩操作, 验证一次操作中需要多个紧固件时, 以前成功扭矩紧固件退出将不容许释放有任何松动紧固件的零件11. 运行兔子, 核实 E-P 系统成功检测所有的兔子运行。12. 在现场验证, 除授权的人员以外, 任何人不可绕过 E-P。

标准	得分	观察
不适用的元素。	不可用的	
不通过的元素（元素不履行 E-P 的设计意图）。	0	分数必须为 0（零），除非绝对毫无疑问元素完全满足所述的要求 C - 试用这份文件的部分。
通过元素（元素完全符合 E-P 的设计意图）。	1	所有适用的要素必须得 1 分，以便 E-P 系统通过。

结果以及其他意见

请在下面列出不合格和您关注的问题:

EP 认证结果合格:

是

否

SQA 的签名: _____

日期: _____

11.4 不合格产品

在制作产品的流程中，有时发现产品可能无法满足标准规范的需要。这一现象的原因可能是下列任何一项：

- 测试和检验。
- 测试或质量检查零件。
- 原型样件。
- 更改或修改的零件。
- 作业准备零件。

合格产品应该与不合格产品分开，通常情况下，由操作人员、监事和质量管理人员手工完成。这些有问题的零件一般用标签、贴纸、油漆或其他识别方法手动识别，并放置到“红色”垃圾桶或其他可疑材料或产品的指定位置。在任何情况下，依靠人为因素使这个系统工作。如果该系统瘫痪，则可导致问题发生，可能使不合格产品混入合格产品，并最终交付给顾客。在这个系统的瘫痪尤其令客户沮丧，因为最初的质量管理体系会把该产品确定为可以的问题材料。

不合格产品一旦从工作区撤出，应该放入上锁的盒子或远离了正常的生产区域。此时对问题材料进行评估或测试做合格与不合格的处置。通常情况下，需要各级审批来确定该零件的使用、响、偏离使用、有条件的使用、修理、返工、回收、再加工、重新评估、可以接受或报废。关键在于消除潜在的根本原因，并作出必要的流程改进。然而，区分合格产品与不合格产品，耗费很大成本，所以接着应该进行分析和解决问题。

有几个防错方法或设备有助于控制潜在的不合格产品。什么方法最能确保问题产品不被使用呢？最好的方法是摧毁或大幅修改该产品使其不能被用 - 自动完成或验证，如果它是手工完成。背离这种 100 % 不使用不合格产品的保证，如果客户使用了不合格产品，由于后续的功能或安全的影响，必须降低相关风险。

在产品被评估之前，你可能不希望破坏产品。在这种情况下，问题材料应自动隔离或确定该产品已经手动隔离。此产品的存放区只能由授权人员控制保护。该产品外观应该与合格产品有所区分，可以在后续的工艺步骤中不贴条形码，或贴有标签，以确定这不合格，并确保它不会被使用。

低水平的防错是物理标记零件，使这个零件或材料看起来非常明显的不应使用。通常情况下，零件会被涂上油漆或放置标签说明它将被移除。

一个防错的质量体系，将不允许返工或再加工。许多错误可以发生在可能无法正确完成的返修流程中。产品返工需要特别的用心，一般不值得冒这个险，并应尽量避免。让步接收使用也应该

避免, 如果可能的话, 因为现在接受了这个“新”水平, 就可能成为常态, 所以如果这个被使用了, 应要求修改规格。

11.5 其他特殊原因

我们应始终致力于使用防错方法消除引起变异的特殊原因(无论它们以何种形式出现)。要做到这一点, 就要确保不能使用任何非标准的流程, 例如, 操作员不能把零件颠倒过来, 所有零件都正确就位后, 运转方可启动, 或运转启动前安装好正确的零件。

如果消除了特殊原因, 留下的就是附带常见变异原因的统计稳定流程。在这一阶段, 我们可以预测结果, 知道正在减少变化, 我们围绕一个流程在一定范围内进行微调和改进。

休哈特博士是这样定义“控制”的:

当我们根据以往的经验, 至少在一定限度内, 可以预测某个现象在未来如何变化时, 我们就可以说这个现象得到了控制。这里所谓的在一定限度内的预测意思是, 我们可以至少大概说明, 所观察到的现象可能不超出给定的范围。

这个定义的关键点是该控制没有被定义为完全没有变化。控制仅仅是一个状态, 其中所有的变化是可预见的变化。受控流程不一定是良好管理的标志, 没有控制的流程也未必一定生产不合格产品。

在所有形式的预测中, 有机会的因素。对于我们而言, 我们把所有未知的随机变化的原因称为偶然原因或一般原因。这两个术语是同义词, 被这样使用。如果某个偶然原因的影响非常小, 而其数量非常大并相对恒定的, 这种情况的变化在一定限度内是可预见的。从以上定义可以看到, 像这样的系统就具有受控系统的资格。休哈特博士使用偶然原因这个词, 而 W. Edwards Deming 博士用一般原因来描述同样的现象。在实践中这两个术语经常遇到。

不用说, 并非所有的现象都源自一般原因的恒定系统。有时, 引起变化的变异来源不是恒定系统的一部分。这些变异的来源, 被休哈特博士称为转让原因, 被 Deming 博士称为特殊原因。经验表明, 变异的特殊原因通常可以不太困难地发现, 导致一个流程较少变化。

我们需要统计工具以帮助我们有效地识别变异的特殊原因的影响。我们来看另一个定义:

统计过程控制 (SPC) - 使用有效的统计分析方法来识别流程中存在的变异的特殊原因

统计流程控制的基本规则是:

一般原因系统的变化可以顺其自然, 但变异的特殊原因应查明和消除。

这是休哈特的原始规则。然而，这个规则不应被误解为一般原因引起的变化可以忽略。相反，一般原因变异要“脱线”研究。也就是说，我们期待长期的过程改进，以解决一般原因变化。

图 18 说明确定变化类别需要的统计方法。

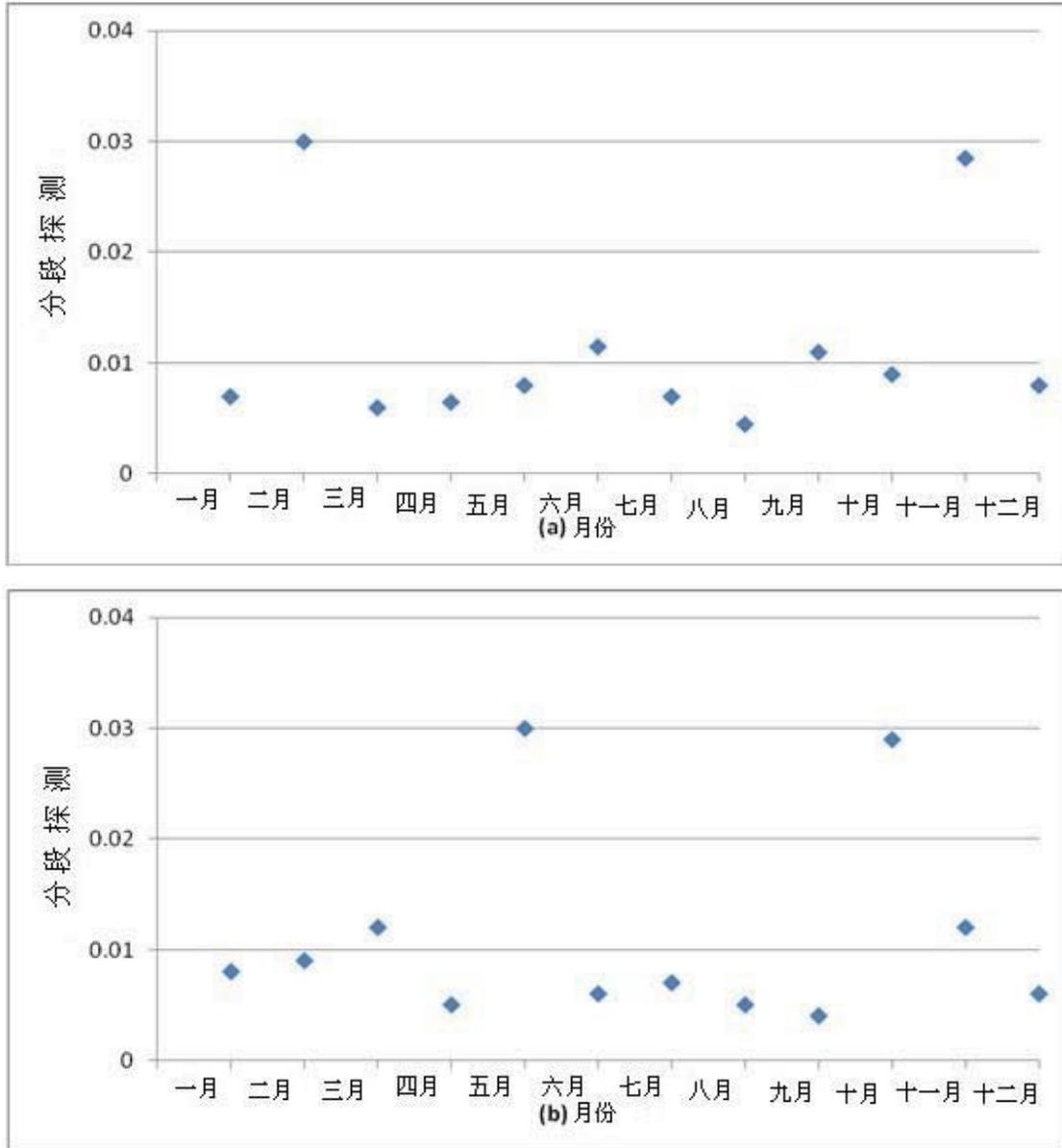


图 18：流程变异范例

“这些变化可以不管吗”这个问题的答案只能通过统计方法获得。图 19 说明了基本的概念。

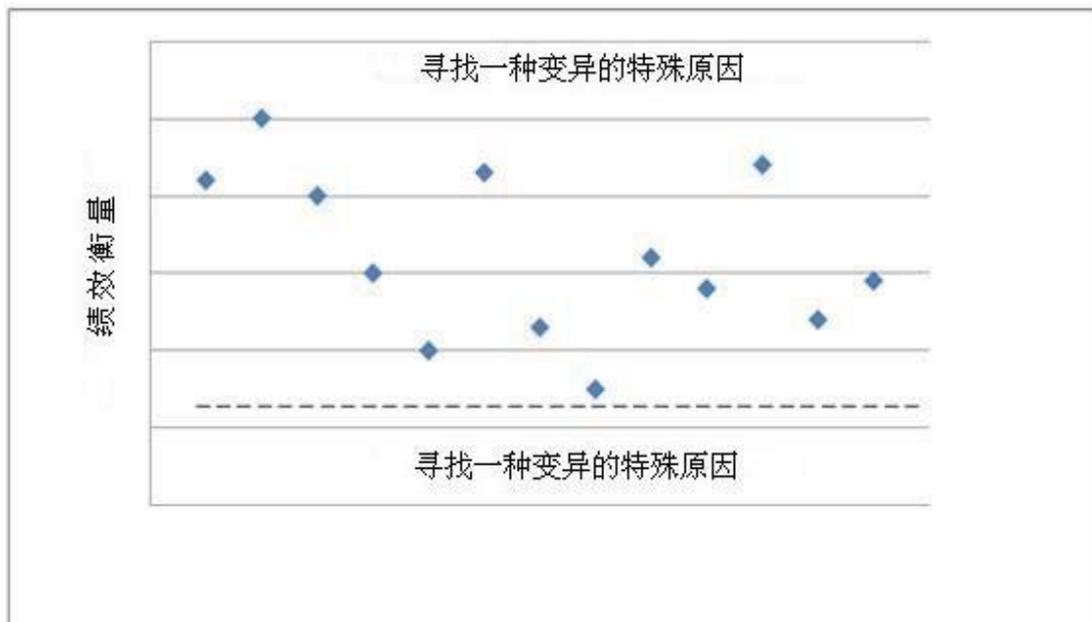


图 19：类型变化

总之，两个虚线指定的“控制限”之间的变化被视为从一般原因系统的变化。这些固定的限制以外的任何变异会被假定为特殊原因引起的变异。我们把只反映常见原因变化的系统称为“统计控制。”必须指出的控制界限不是凭空来的;他们是采用有效的统计方法从实际过程中的数据计算得来的。如果没有统计数据的指导，那么很难弄清楚究竟是特殊原因导致的变异还是一般原因导致的变异。

11.6 试验和检验

防错方法可以适用于我们希望防止或消除错误或错误的机会的任何过程中，其中包括试验或检验。通常我们的目标是确保接受某个东西之前先试验或检验。试验或检验通常更值得关注，因为试验或检验的过程并不能给产品添加任何东西。我们也关注试验或检验按计划完成。最后，我们关注的是确保把合格零件交付给客户而把问题零件封装起来。

11.6.1 我们如何才能确保真正完成了试验或检验？

非防错解决方案是手工记录，产品检验印章或标签可能是手动完成。此解决方案假定记录或批准缺失时有人会注意到。

这种情况的防错解决方案可能会涉及更多的自动记录保存，可能包括使用条形码扫描仪捕捉产品的序列号，并自动与测试数据匹配 - 消除许多人为因素的影响。只有合格零件才会得到一份打印的标签，贴标签可手动或自动。自动化的量取决于一个错误的后果。

11.6.2 试验或检验是按计划完成的吗？

未经防错的进程依赖于操作人员的操作。所有的调整或检查都是手动完成并涉及操作人员的自主判断。所有数据的采集和验证将通过手动记分卡而手动完成。数据需要对零件的现状作出说明解释 – 合格或不合格。

为了对实际试验或检验作防错，我们需要尽量减少人为因素的影响。识别产品类型的零件条形码，在正确设置所有参数后，可自动设置正确的试验。试验结果可自动存储，并确定合格与不合格。这些数据可以用于进程的下一步，以确保产品成功地完成了试验或检验。此外，视觉系统或传感器有时被用来减少所需的目视检查。

11.6.3 我们如何才能确保，只有通过试验或检验的部件交付给我们的客户？

未经防错的方法，要求负责包装的人员非常谨慎。他们需要目测验证零件上有标志或标签，或者确定零件不应该被包装。

一个典型的防错方法可能涉及使用条形码序列扫描零件，只是包装前核实验收。这与最终运输标签印刷前的包计数联系在一起-- 在此操作中，不到用时不打印。只有合格零件有一个标签进行扫描。这些防错方法与产品和容器的标签紧密联系在一起。

11.7 降低防错的量

关于防错的一个典型的误解是：由于成本、复杂性、安装或其他原因，防错只对大批量的生产线。事实上，防错过程中有许多活动只需要较小的代价就可发挥作用。下列因素可能在这些情况下有所帮助：

- **1. 设计**
 - 零件不能一起错。
 - 很少的零件。
 - 很少紧固件。
 - 明显的锁定标签或定位功能。
 - 很少颜色或更改。
 - 很少相似零件。
 - 避免小零件或过大过重零件。
 - 工作面应在同一平面上。
 - 使用零件的物理标识符 - 几何形状，剪口等
- **2. 安装**
 - 涉及操作人员以确定 100 % 修复。
 - 浇或加工巢套，以帮助识别和定位零件。
 - 使用合格的固定装置。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



- 定位销。
- 成套零件。
- 模板。
- 检查使用配套零件。
- 功能测试。
- 单件流。
- 类似零件的相似程度。
- 障碍。
- 工作环境的清洁和整理（5s）。
- 有限的审计项目（2个或3个）100% -客户使用。
- 第二方流程审核。
- 机械检查。
- 彩色编码。
- 良好的照明。
- 良好的训练。
- 不合格产品妥善处理。
- 所有包装箱和产品上的明显的标识。
- 避免任何返工。
- 需要良好的可靠供应商。
- 称零件用的天平。
- 过程（步骤，零件等）计分卡。
- 下一操作人员首先仔细检查上一个操作员的工作。
- 已知的停产标准。
- 自行步调和在线步调节奏比较协调。
- 最小化处理和损害。
- 许多零件：光模式箱使用光型光纤传感器显示挑选。不正确选择会引起音响报警。
- 使用 PFMEA 确定优先等级。
- **3.设备**
 - 没有机器停止，关键参数的音频警告。
 - 更新有 PLCs 的旧机器，传感器。
 - 良好的维修方案。
 - 内部构建和电子专家（防错实验室）。
 - 最低限度的调整，或从菜单中选择工艺参数。

11.8 服务行业中的防错

指南的这一节将介绍防错在另一个非汽车行业中应用程序 - 服务类型。服务业务被定义为直接向消费者或其他业务或两者提供服务。服务可以是身体、智力、审美或体验方面的。这包括对象的物理变化，消费者的变化，或变化组织。

在美国各种类型的服务行业是增长最快的行业之一。

典型的服务行业，包括但不限于以下：

- 农业服务。
- 酒店/汽车旅馆。
- 个人服务 - 即，干洗，税务筹划。
- 汽车修理。
- 杂项维修。
- 电影。
- 娱乐/休闲。
- 卫生保健。
- 教育。
- 法律。
- 社会。
- 博物馆，动物园，植物园。
- 会员制组织。
- 工程/管理服务 - 咨询。
- 餐饮服务。

防错方法论和实践，可以适用于所有的服务行业。实施规模和数量一般都低于或小于汽车类型的应用，但的目标仍然是相同的，那就是：确保我们的工作/任务没有错误。

保健和食品服务业中潜在错误的后果可能是严重的甚至是危及生命的。在汽车应用中，我们也有类似乘员安全的严重影响。然而，许多服务行业将只是想避免那些滋扰客户或不便记录的日常生活错误。

传统服务行业的工作依赖于工人的技能、培训、记忆力和注意力。在防错中，我们总是假定人们会犯错误，不管他们意图有多好。然后，我们的目标是确保人们在任何时间所做的都是正确的，不只是大部分时间。例如，我们假定医生不会做出任何错误。为什么呢？我们倾向于认为，他们已经在医学院校或在实践中“完善”他们的技能并且医术高超。

在服务行业的防错改进将涉及工作物理变化，或者可能还有一些额外的甚至多余的任务核查或可能使用软件/电脑辅助防错。人的心智能力是巨大的。对大脑最好的利用是想方设法改进我们所做的事情，而不是用大脑惊人的记忆力去记住做多余的任务。例如，爱因斯坦，据说他不知道他的电话号码是什么多少（是的，他们那个时代有电话了）。他表示，记忆可以写下来的东西是在浪费你的脑力。

服务行业的防错的目标是：

- **首先：**防止错误发生。

- **其次：**如果错误确实发生了 - 很快发现错误，工人有机会立即纠正或不允许流程继续运行。

服务行业中有许多个人潜在的或过去的错误。应该首先对最关键的项目作防错，然后对很容易预防的项目进行防错。如果正在开发一个新的流程，应使用防错方法，以避免该流程后期改造带来更高的成本。下面是有关服务部门业务的以些额外的想法，但绝不是一个完整的清单。今后随着技术的不断发展，会出现更好的成本更低的改进。

11.8.1 卫生保健

在这个关键的行业许多改进不断涌现。应当采用取代手写指令的方法（例如，处方）。使用条码或直接输入到一个处方数据的基础上，可以把信息直接传送到药房，这是一个防错方法。在药店可以使用相同类型的技术，在这里可能只有药剂师才能正确地找到药箱，可使用视觉系统或条形码确保无误。病人用药史将提供电子版并用西班牙语或其他语言（如果可能的话）自动印制标签。通过快速自动分析，可以预防正在服用的或处方上要开的所有药品的潜在不良反应。标签上的符号可能更加明显以便快速识别，除了或代替现在常见的药品的颜色和形状编码。

手术结束以后，外科医生可以使用条形码（可根据大小可能 2D）或视觉系统等类似设备，以确保所有的手术工具不移失。甚至可以使用一个自动记分卡，以确保遵循一定的步骤。更多的防错的方法可以保证执行手术的准确位置 - 在实际手术中可以使用语音识别使其自动完成。

事故常常发生在护士、医生或其他人员连续工作过长的時候，这种情况可以使用跟踪工时的 ID 卡自动防止。如果雇员的工作已经超过一定时限，他将不会被允许继续为病人工作。

11.8.2 餐饮服务

在食品行业，目标是相似的：提供给消费者的产品无任何不良影响。为了做到这一点，应考虑对以下环节进行防错：环境、设备和服务餐盘/厨房用品的清洁和卫生、食品温度、食物保护、处理方法、个人卫生、容器的标签、使用过期日期和食物贮存。例如，热水器、冰柜或冰箱内温度可用报警器或其他方法监测以保持适当的水平。自动记分卡配合条形码、视力系统或其他方法，以确保正确使用。个人卫生可以通过工人在上班时肥皂或毛巾的使用情况来监视。自动定时器，可以实现自动提示在适当的时间上菜。只允许使用单一用途的储存容器。根据器皿的不同，自动将餐具放入消毒池或冷水池。用热电偶或热像仪监测肉的表面温度。确保妥善保养连续数小时使用或循环使用以后的监控设备，并自动通知需要什么维护，如果维护，设备将自动关闭。

11.8.3 其他服务业务

还有一些与上述方法类似的方法。打孔机错误可以通过冗余条目来最大程度的减少，字符段会出现一个字母或数字字符。如果没有，需要重新进入。通常只有一次输入（即姓名，社会安全号码，或在文档中使用的其他信息）。如果设备出现故障，可能需要冗余系统。如果需要做任何额外的安全相关的任务，应在流程中设计重复任务或完整性的自动验证。

11.8.4 综述

服务行业一些关键的任务或进程不允许错误发生。应该对这些潜在的错误进行防错。可以寻找有创意而成本更低的方式，记住，我们的要求是确保任何时间事情做得正确。不依赖于一个人要记住把事情做好或者一台设备将始终正常。

11.9 在软件行业中的防错

指南的这一节将讨论防错在另一个非汽车行业的应用 - 软件行业。软件行业是一个新兴的行业，就像汽车其他创新产品首次推出一样。消费者和软件开发人员可以接受软件“Bug”（错误）。在大多数情况下，人们更关注快速引进和创新，而对优质产品的关注则是次要的。电子产品、方便货物和汽车产品起步阶段经历了相同的情况。今天，消费者要求这些产品没有问题。这些相同的要求将很快向软件公司提出来。软件行业是在美国增长最快的行业之一。

软件业发展到今天的关键挑战不一定是在相同的磁盘副本制造，而是在程序/代码本身的发展。软件行业正以令人难以置信的速度发展 - 几乎快得难以确保没有错误。在把人类的智力转化成电脑指令或者驱动程序的流程中，错误是难免的。典型的程序员要把最新的创新或未经证实的想法编入他们的软件。他们承受着巨大的压力，希望最先向消费者提供许多高科技的小玩意。显然，这种压力使新软件向公众发布前很少规划预发布试验。

在软件行业的错误类型与大多数在制造业方面的错误没有太大的不同，如汽车或电子产品。许多错误来自在编写代码流程中人类的智慧和勤奋。典型的原因/错误可分为三类 - 人为因素，产品策划，产品设计。

• 1. 人为因素

- 程序员动机。
- 程序员培训/经验。
- 自我激励的程序员与团队为本的程序员。
- 在同一项目上工作的多个程序员。
- 工作环境/分心。
- 不切实际的期望。
- 乐观的心态/承诺。

- 多任务。
- **2. 产品策划。**
 - 不现实时间表。
 - 外部援助。
 - 慢启动 - 挤压后端活动。
 - 缺乏用户输入。
 - 任务无规划项目/大小或范围大于计划
 - 急于完成项目 - 代码第一/省略项目管理中的步骤。
 - 运行项目的开发人员和项目经理。风险管理。
- **3. 产品设计**
 - 功能蔓延 - 太多的功能。
 - 新的和未经证实的想法/代码。
 - 放弃测试/没有足够的测试计划/需要单元测试或负载测试。
 - 在项目进行中改变开发工具。
 - 编写代码的简单错误 – 打错字，数字，字符。
 - 了解所有的操作环境。
 - 没有文件或代码注释。
 - 使用全局变量。
 - 没有验证的数据。

错误的常见原因与有关项目管理和程序员的努力都有关系。软件开发的防错任务是非常困难的。传统的防错解决方案与物理部件、传感器、测量或工艺步骤相关。当人们完全希望生产功能产品时，随着开发的进展，必须验证或试用最终产品或其中某些部分。

未来这个行业的防错将以一些智能工具的组合为基础，例如，标准的自动化验证码（类似于一个拼写/语法检查）、“错误”检测/跟踪或各类灵活的测试 - 包括负荷、功能和完整的单元分析。这些验证或测试，必须能够适应在软件开发中存在的情况， - 一种集应用、建设和功能的独特情况。

这个行业将为消费者的困扰着想，开发没有“Bug”（错误）的软件。其他防错工具将需要软件制造商的开发和接受。工具必须快速和好用，不然他们不会被欣然接受。软件开发的人为因素必须继续受到刺激，并不会被“繁文缛节”或太多的程序阻碍。然而，其模式必须做重大转变以满足消费者的期望。引领这种转变的软件制造商将在这个高增长的行业蓬勃发展。

11.10 通信

机构或组团内部的沟通对维持防错的努力非常重要，这将有望带来永久性的文化转变。需要消除过去太昂贵或太复杂的概念，而要掌握可能是最难的概念：在任何时候而不只是大部分时间，提供无差错的产品或服务。

为了实现这种文化的转变，组织需要充分理解其要达到的目标和指标，并必须衡量这些目标和指标。这些目标应由高层管理人员提出要求并在一些常规的基础上，由他们倡导或审查。组织内需要进行目标的衡量、跟踪和报告。

团队所有活动或评论应反映防错的任务和计划。员工感觉，由于防错，工作不但不会丢失，反而稳定了，甚至随着他们向提供客户更好的质量、降低保修、减少客户不满、减少劣质产品或服务相关的费用，工作还将持续发展。

11.11 训练

组织或公司内所有员工的培训应该围绕防错的概念和应用，因为它直接涉及到某一机构或组织进行的或计划的服务或产品。培训应直接涉及到的员工和他们能做或贡献的，因此培训必须满足每个员工的具体需求。

培训通常是在工厂或办公地点就地进行，以提供真实的例子。如果有人被任命为本地防错推动者或冠军，他/她对进行培训负主要责任。

下面列出了典型的训练水平与建议的培训课时。

- 生产线人员.....2 小时
- 制造管理和支持功能.....8 小时+
- 执行管理.....2 小时
- 设备维修人员.....2 小时
- 采购人员.....2 小时
- 支持人员和其他工程.....2 小时
- 项目管理.....4 小时
- 设计师.....6 小时
- 产品工程师.....8 小时+
- 制造工程师.....8 小时+
- 主要供应商（工厂特别需要）.....8 小时+

一个典型的培训计划应包括但不限于以下：

- 最高管理层承诺的讨论或视频。
- 训练我们如何生产质量更好的产品。
- 防错定义/目标。
- 更有可能出错的情况，在特定操作或工作职能的错误。
- 为特定受众防错的例子。
- 防错评价介绍，如合适。
- 练习：产品设计或过程评审中的实际应用。
- 过去的防错或实现的改善。
- 参与者测试或复习。

11.12 特殊特性/考虑

设计工程师或工艺工程师已确定的特殊特性，通常代表这些特殊特性给设计和/或过程性能带来的风险水平。选择这些特殊特性的目的在于这种风险化解在制造和装配中。由工程师（根据FMEA、经验或过去的失败）定义的风险转化为尺寸、功能和/或工艺参数，这些是防错的完美对象。这些特色代表与性能挂钩的设计或过程的最重要领域，创作的工程师或团队希望可能失败的风险最低。因此特殊特性的管理，应按照下列顺序完成：

- 这些特性已经防错？（无故障是最好的）。
- 能否对设计或过程进行管理，以达到最高的过程能力，同时保护设计意图？（CPK 大于或等于 1.67）。
- 制定特殊的控制以检测故障。

在任何情况下，控制计划中必须定义用以减轻特殊特性所代表的风险的方法。

11.13 系统性问题

指南的这一节将讨论各种系统的防错。为便于对这一话题的讨论，我们把系统定义为一个“有组织有目的的由相互联系和相互依存的元素（组件、实体因素、成员、零部件等）组成的一个整体结构”。这些因素不断地彼此（直接或间接）影响，维持其活动和系统的存在，以达到共同的目的或系统的功能。例如，一个工厂系统由原材料、机器和一起工作的劳动者组成，为内部或外部客户生产最终产品。

系统内可能发生的错误类型随着最终产品的类型而有很大变化。我们将假设任何一个无法正常工作的元素会导致系统无法操作。为了防止这种情况发生，可以设计冗余系统或系统要素以得到很高的可靠性。例如，安全相关系统接近以没有“单点失败”为目标的产品设计。美国的太空计划著名的载人阿波罗登月计划就使用了这种方法。

防错系统所面临的挑战近似于我们如何对待普通过程。我们可以针对任何系统的单个零件或亚原件防错以确保我们已经正确地完成了该元件。一旦该系统已经完成了最终产品，我们可以测试或验证系统是否按我们的设计或者希望工作。这些类型的测试可能是完整的功能测试、寿命测试、泄漏测试、负载测试或其他测试或分析，这些测试是确保系统正常工作所必要的。

在汽车行业中，在装配汽车或卡车时进行许多系统检查。在装配线上竣工验收时，因为汽车或卡车已经做了泄漏和功能测试，就直接下线了。座位或仪表板等部件在完成子装配阶段已经完成功能测试，以防止不合格产品被组装到车辆上，而导致大量的返工。

总之，系统防错，对于确保一个完整系统的工作是非常必要的。然而，它更注重检测，但它会防止把非功能性产品交付给客户。如果防错已经被用于系统的各个工作元素，那么出现非功能性系统的可能性应该是零或极低的。

12 经验教训 - 防错摘要

什么是经验教训呢？经验教训是：

- 积极或消极的经验中获得的知识或理解。
- 适用于一个特定的设计，流程，或决定。
- 为再利用而设计。
- 事实和技术上是正确的。
- 对成本或失效具有积极影响，增加成功机会。
- 大家公认。

收集和说明主要教训的系统五步法可用来促进：

第1步：捕获教训

从以下的例子中捕获任何教训：

- 每一个主要产品检验之后。
- 项目团队进行定期或阶段结束审查并捕捉经验教训。
- 对于所有高严重度和影响大的问题。
- 捕捉运行良好的经验和运行不良的教训（正确的和错误的东西）。

第2步：分类和保存的教训

- 创建一个单一的学习/知识资源库，分类和保存所收集的经验教训，例如，一个数据库。
- 确认所收集信息的合理性。
- 资源库应该是：
 - 可以通过重点项目属性，如名称、类型、规模、阶段、功能区和关键词检索，
 - 获取方便，基于网络，安全的。

有一个单一的资源库组织有几个好处：

- 快速方便地识别类似问题的模式。
- 从业者在同一个资源库检索查找，而不是三个不同的资源库。
- 易于更新和维护。
- 更好地利用资源。

第三步：交流和应用经验教训

- 定期向项目团队传播最近提交的所有的经验教训。
- 交流可以包括：电子邮件通知，组织会议和组织通讯。
- 寻求机会使用和重新利用教训。

好处:

- 给业者带来信息。
- 提高在项目团队使用有关的教训的机会。
- 鼓励大家向知识池提交经验教训或从中检索。
- 允许来自同行的详细审议的经验教训。
- 允许即兴的经验教训和进一步创新。

第4步：将经验教训纳入到流程中

- 确定可以纳入流程的经验教训，例如，那些：
 - 展示属于一个类似问题或解决方案的模式，
 - 在另一个项目中成功试行的。
- 通过以下一个或多个途径纳入经验教训改进流程：
 - 加强规划模板。
 - 加强记分卡。
 - 引入额外的流程活动/步骤。
 - 确定可选步骤或强制步骤。
 - 改变某些活动的序列。
 - 建议使用新的工具/技术。F
 - 引入额外的检查或审查。
 - 改变某些活动的重点。
 - 改善/剪裁标准和/或选择。
 - 收集额外的测量。

步骤5：展示和制度化流程

- 通过各种方法定期公布和发布增强流程：
 - 电子邮件通知。
 - 组织的会议。
 - 组织通讯阿。
 - 流程发布公报。
 - 提供培训和/或流程更新中的常见问题，如需要。
- 维护知识资源库：
 - 整理存档已经纳入的教训。

- 保持信息库的准确、简明和更新。

13 防错记分卡

可以使用防错方法/设备来改善流程或产品设计，通常其好处是显而易见的。如果只针对问题防错，你可能没有必要用记分卡，但如果你是积极的，或者不知道从哪里开始，那么记分卡可能是有价值的。

一旦完成防错，你如何做到客观，你的改善任何随着时间的推移继续发挥你预期的作用？是否消除 100 % 的问题？此外，你需要知道如何改进，并能积极考虑整个产品或过程，它不只是一小部分。你可以预期需要什么？工作的目标措施，将调整费用和努力。防错记分卡在这些类型的问题或需求的基础上产生的。

本指南作者所知道的第一份记分卡，是随着 20 世纪 80 年代末汽车安全气囊的重新引入而产生的。由于通过立法，安全气囊被定为汽车的一个关键的安全装置，当时组织处理一种新技术、新产品设计、新的生产厂、许多新的人、新流程和新设备以及超快速坡道。这些挑战通常是一个灾难和难题的公式。记分卡的使用，成功实现了零缺陷的目标。

最初开发两个记分卡，被认为是唯一需要的。一个记分卡评估产品的设计及与制造性和功能性相关的内容。第二个记分卡评估制造过程。在大多数情况下两个积分卡均有效。然而，在实践和应用中记分卡逐渐与很多方面产生关联：

制造流程 - 流程产生离散型输出。

连续流程 - 流程不断生产相似或相同的输出。

行政流程 - 非制造业的过程类型。

制造工厂 - 支持防错活动的一般工厂环境类型。

产品设计 - 单一的形式被划分到新产品的独特发展阶段的具体问题：

- 概念。
- 原型。
- 预生产。
- 生产

产品设计记分卡进一步发展成各种形式，以适应独特的产品类型和该公司的企业文化。

记分卡的内容不再仅仅局限于评价装置或设备；他们还评价能够保持或使用设备的所有配套功能。主要关注不合格材料被防错确定为问题材料以后是如何被确定、处理和处置。记分卡使员工看到一个过程的整个环境。如果没有防错支持，长期实现产品 100% 无差错是不可能的。

下面页面是一些记分卡的例子。包括程序和空白记分卡。对所采用的评分系统作了解释，但他们一般在 1 到 10 分：10 是最高的防错方法，5 是最低的防错方法。基于产品设计的每个阶段或仍处于进程中应完成的任务来评价产品设计。

- 工厂记分卡。
- 持续流程。
- 制造流程。
- 行政流程。
- 产品设计。

13.1 工厂防错评估记分卡

- 目的:** 记分卡的目的是依据防错理念水平, 建立评价工厂运营的标准;确定需要改进的领域;促进行动以更好地发展一个防错的工厂文化。
- 范围:** 记分卡是用来评估个别制造或装配位置。评估的领域包括工厂内部设施防错的一般领域。相比简单地增加防差错系统装置, 评估系统将更好地确保防错流程,
- 职责:** **制造工程部经理:** 工厂被任命必须确保完成评估, 并不断更新。
工厂操作人员: 最低程度地, 与制造工程经理、工厂经理和质量经理在场时完成初步评估。
- 分发:** 完成的记分卡副本应由以下部门保存:
- 制造工程部经理
 - 工厂防错负责人
- 参考文献:** 此时不适用
- 用法:** 每个生产厂设施应完成的记分卡。当工厂采用相同的工厂管理和经营理念时, 可以分组。
一旦进行了改进, 应更新记分卡得分并向生产管理部门报告
- 完成记分卡:** 建议以纸张形式完成记分卡, 以保存手写意见。鼓励在意见中澄清元素是如何评价的。

记分卡项目

- 表头: 每页上都有所需信息的详细解释。
- 问题解决: 检查最好的描述说明通常是如何解决问题的。
- 预防与探测: 此项是为了确定工厂内的一般防错理念。非增值业务（探测）得分最低。预防导向性方法和成果得分最高。
- 设备诊断: 评估工厂的流程参数控制的总体水平。流程参数是生产良好产品所必需的环境的重要元素。例如：压力、温度、流量、湿度、时间等。
- 清除机器故障: 此项评审机器故障如何处理，问题中所涉及的产品任何返工，如果适用。在这些情况下增加的控制是非常重要的，可以促进问题的解决和对潜在不合格产品的控制。其目的不是减缓慢流程。
- 设备审核: 审核防错设备是至关重要的，以确保该设备仍按预期期望工作。如果仅仅依靠设备，它却不能正常工作，你可能会造成一个比没有设备更糟的结果，因为没有人看设备检测的结果。
- 预防性维护: 类似与设备审核，设备必须保持良好的工作秩序，以防止导致缺陷。
- 可追溯性: 评估在工厂生产的产品要求或需要。跟踪某些材料或测试是至关重要的，有时，需要问题解决，或需要召回，尤其是对于安全项目而言。
- 操作人员信息: 具有正确的文件可供操作参考，对于保持良好的质量水平非常重要。当我们岗位轮换、临时雇员或新雇员工操作时，这一点越来越重要。本文中所有内容必须保持最新。
- 操作人员培训: 评估操作员接受的培训水平。使用目前的训练标准，而不是以往的惯例，除非目前的做法不被执行。当操作员会影响操作是，训练水平显更重要。
- 改进工作表: 改进工作表是可选的，旨在协助团队在集思广益征求潜在的改进意见以后决定将做什么和将由谁做。
工作表是一个记录活动的简单方法，附在记分卡上。副本可以进行更新。如果你不使用这个表，应使用其他类型的程序管理行动清单。

评定等级: 记分卡完成后, 应该计算出整体百分比等级。使用百分比允许可能不适用和分母中不应使用的项目。此评级应使用下面的公式推导:

所的总分

所有适用问题的总分

例如: 如果你回答了除可追溯性以外的所有项目, 因为根据产品类型, 可追溯性没有要求或需要。这是一个不寻常的情况, 一般地这种工厂防错记分卡所有的项目都应回答。下面是为一个已经安装了几个防错设备, 但依赖最终检验发现错误的工厂设计的假设性记分卡。大多数支持系统是可用的, 但采用了一些非完全防错方法。

	所得分	可能的最高得分
解决问题: 事实后正式队。	4分.	10分.
预防与探测: 大多数操作的100%的行结束检查。	3	10
装备诊断: 一些声音警告部分诊断。	4	10
清除机械故障: 任何人都可以清除故障。	0	10
设备审核: 换班时非正式完成。	2	10
PM: 基于时间间隔记录为已完成。	5	10
可追溯性: 在这家工厂需要。	0	0
操作员信息: 可以接受的工作方法/数码照片。	3	10
操作人员的培训: 操作员接受操作人员的培训。	2	10
	23分.	80分.

可接受的总体得分是 40/80 或 50%。这个分数表示, 八个适用项目中的每一项能够满足最小防错分 5/10。

记分卡的每个项目最高分都是 10。如果所有的元素都适用, 最高得分为 90 分。

整体记分卡得分所需的百分比是:

工厂 50% +

最低分数依据防错内容和无差错操作的总体目标的合理因素来确定。没有哪个项目比其他项目有更多权重。

P

总分_____

大于 50%

工厂防错评估记分卡

工厂名称: _____ 评估人: _____

第一次评估 第二次+评估 日期: _____

该厂基本产品和流程描述

问题解决 说明问题如何发生;说明正常情况

- 0 正式情况下很少发生。
- 2 事后用非正式小组,很少记录。
- 4 使用正式小组和 8D 型形式,但通常是事后
- 5 在制造中任何问题后确定根本原因;过程不允许重新启动,直到发现和记载根源。问题解决以后使用
- 7 防错被用来解决查明的根本原因或潜在的根本原因。明确了所有问题解决格式的防错。
- 10 跟踪解决每个重大问题和所有客户的问题的步骤。问题公开,直到所有步骤都完成后并由授权人员批准。防错用来防止所有问题的复发。关闭之前验证修复。

预防与探测 根据工厂确定好产品的一般原则检查包装箱。

- 0 什么也没做。不确定是否操作正确完成。质量审核过程/产品
- 1 100 %最终检验:主要是目视检查或操作员检查:操作员检查产品。
- 2 100 %最终检验:主要是量具, CMM 或机械检验或 100%操作员检查:主要是目视检查。
- 3 最终检验:大多数操作 100%功能检查或 100%操作员检查:主要是量具,三坐标测量机或机械检查。
- 4 连续检查:下一步操作将捕获潜在的不合格产品。即时反馈给操作人员。
- 5 不能把缺陷传递到下一站。手动和/或自动检查将不允许缺陷通过。主要面向检测的设备。优异的成绩: <25 ppm 客户端。
- 7 流程常用的预防技术。最终检验或审计频率非常低<100 ppm。优异的成绩: <25 ppm 客户端
- 10 用于所有的实际情况的预防技术。优异的成绩: <25 ppm 客户方。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



工厂: _____

日期: _____

设备诊断 选择该设备的最佳说明

- 0 关键流程参数**无诊断**
- 2 **只有视觉量具或指标**。在一些预定/记录的基础上校准。
- 4 **部分诊断**: 声音警告保护一些关键参数。手动或自动关机。
- 5 **诊断**: 声音警告保护所有关键参数。手动或自动关机。电子传感器回检查每个周期。
- 7 **诊断**: 自动关闭保护所有关键参数。可以很容易地调整控制限额。电子传感器回检查每个周期。
- 10 **诊断**: 自动关闭保护所有关键参数。控制限度受到安全保护,并在改变之前需要适当的授权。电子传感器,回检查每个周期。

清除机器故障 选择最好的语句来描述机器故障如何复位。

- 0 **任何人都可以清除故障**, 手动重新运行或流程中的任何零件的脱线返工。
- 2 **只有经过授权的人**可以根据每书面指示清除故障, 手动重新运行或流程中的零件脱线返工。
- 4 **需要至少两个经过授权的人**清除故障;手动重新运行或流程中的零件脱线返工。
- 5 **自动允许一个完全合格的人**来清除故障, 手动重新运行或脱线过程中的部分返工。故障记录在日志里。
- 7 **发生故障时自动拒绝零件**。零件无法继续正常处理。要求检查后在线或脱线返工, 重新检查 100 %完成返工。返工后的产品有识别标记以便跟踪或在序列号做记录。
- 10 **发生故障时自动拒绝零件**。只有在自动操作时, 零件总是需要重新上线运行。控制系统每次复位只允许清除一个故障;多个故障需要逐个复位。

工厂: _____

日期: _____

设备审核 挑选最能说明确保防错装置仍按计划工作的措施。所有的电子和机械设备。

- 0 **没有审核计划。**
- 2 **非正式地做一些设备审核（即每周换班时）。**
- 3 **审核系统有书面说明，但没有已完成的记录。**
- 5 **审核系统有书面说明，并手工完成记录，在接受的基础上进行。**
- 7 **同上，由2个或更多的人做审核和记录。**
- 10 **审核系统采用自动检查和手动检查。记录已完成。**

预防性维护 检查最恰当的语句来描述 PM 如何完成。

- 0 **只在需要时做，没有真正的计划。**
- 2 **有计划，但没有记录。**
- 5 **有计划，时间上有间隔，有记录完整。**
- 7 **根据制造商的建议研制计划，并完全记录。独立的计算机程序或机器内部自动通知需要 PM。**
- 10 **在流程研究的基础上研制计划，并完全记录。由独立的计算机程序或设备的内部程序自动通知需要 PM。**

可追踪性 挑选最能说明如何收集追溯信息的声明。考虑针对一个潜在的召回或问题解决的努力，真正重要的是什么样的信息。

- 0 **没有真正的系统。**
- 2 **手动：纸系统。** 信息被按文件日期或批号保存。
- 3 **手动：要求计算机输入。** 文件保存在计算机上或传送到计算机系统。
- 5 **手动：同上，但数据录入软件包括防错。**
- 6 **手动：使用条形码扫描仪、信息自动存档。**
- 8 **手动：使用条形码扫描仪、编程防错误软件。**
- 10 **自动：自动收集数据的方式（即射频标签，固定式扫描器，测试值自动存储）。**

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



工厂: _____

日期: _____

操作员信息 选择正确的信息。所有较高层次的包括他们下面列出的所有信息。文档可能是纸质的或电子的。

- 0 工作站**没有**可用的资料。
- 1 **工作方法**在操作中**可以得到**（书面说明）。
- 2 **安全**: 所有机器的危害有足够的解释和标记。
- 3 **工作方法通过插图或图片充分解释**。
- 4 **操作人员不必把视觉标准**作为主要特性的检测方法, 工作站**提供足够的限制样本**供目测检查。
- 5 工作站有**控制计划**。
- 6 工作站有 **PFMEA 和认证的流程文件**。
- 7 工作站（或附近）有**过去的问题日志**备停机、维护等使用...并且正在使用, 并由授权人员就相关问题签字。
- 8 在操作中显示或列表呈现过去关键问题的根本原因流程图。
- 9 在工作站显示或列表呈现**防错装置**功能解释。
- 10 **诊断**大多数操作状态、操作步骤、维修、校准等... CRT, LED 的**读数**, Dataliner 或其他视觉设备可正常显示读数。

操作员培训 选择最合适的语句说明操作人员通常是如何培训的。

- 0 没有真正的培训计划。**在职培训**。
- 2 仅仅是**操作员对操作员的培训**。在另一操作人员的监督下, 有足够的培训时间。
- 5 **正规的培训计划**。记录已完成。可能包括: 安全、机器操作、SPC、防错、解决问题, 不合格产品等...
- 7 **全认证的操作人员**: 文件及培训的有效性验证, 签字。无重新认证计划或不执行计划。
- 10 **全认证的操作人员**: 重新认证的间隔最多一年。有记录。

工厂: _____

日期: _____

工厂防错改进表

文件化所有有缺陷的方面作为改善的目标。要尽可能具体包括日期/责任。布置前负责人必须知道需要什么。

待改进方面（见记分卡部分）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

待改进方面（见记分卡部分）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

待改进方面（见记分卡部分）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



13.2 连续流程防错评估记分卡

- 目的:** 记分卡的目的是根据完整性和稳定性的水平, 建立评价连续工艺过程操作的标准, 找出需要改进的地方; 促进消除错误的可能性的行为。
- 定义:** 连续流程, 是那些主要基于过程控制参数如压力、时间、温度或体积, 通常有原料投入(批)和制定、混合、或生成一个部件的过程。通常情况下, 输出是类似的材料或零件, 虽然输入可能发生在这一过程的各个阶段。一个连续的过程不会处理个别部件或组装产品。例如, 以下类型的操作通常属于这一类: 注塑成型、吹塑成型、压缩成型、真空成型、绘画、化工、化合物、紧固件、纺织、电镀和废物处理。
- 范围:** 记分卡是用来评估单独操作或设备。评估领域涵盖整个系统的制造及其支持的要求。
相比简单地增加“防差错系统”设备, 评估系统将更好地确保过程防错。
- 职责:** **制造或工艺工程师:** 分配到生产线或设备, 必须确保完成评估, 并不断更新。
设备供应人员、操作人员、监事、维护及其他人员:
一般情况下, 至少有两个熟悉过程的人参与本次评估。
- 发布:** 完成记分卡副本应由以下部门保存
- 生产或工艺工程师
 - 工厂防错负责人
- 参考:** 此时不适用。
- 用法:** 应尽早在设计新的流程和设备时使用记分卡。设备制造商; 负责制造; 或工艺工程师分配完成初步评估。
第一次评估应作为新生产线或流程的初步设计审查的一部分。
初步评估在新流程随后的审查步骤更新, 根据改进或获得知识调整评级。
基于优先等级对现有的设备进行评估和改进。 优先次序分配由下列条件确定:
- 安全、客户或装配问题
 - 程序的长度
 - 修改设备的能力
 - 临界失败
- 完成记分卡:** 建议以纸张形式完成记分卡, 以保留手写的意见。鼓励在意见中澄清评估了什么项目或元项目是如何评价的。

记分卡项目

- 表头:** 每一页上有所需的信息的详尽解释。这些信息将有助于跟踪该记分卡针对的操作，当制作多个记分卡副本时，这一点尤为重要。
- 流程目标:** 这两节中的任一节不得超过六个过程目标;原材料及流程参数，如果超过六个目标，操作将被中断，并分别评估。
- 每个目标的形式应该非常简单。例如：“**模具温度必须在指定范围内**”。
- 你可以看到这个目标很具体，表达得很简单。我们甚至可能要指定温度范围，但重要的是我们如何核实温度并把温度反馈给操作人员或作一个闭环调整。
- 警告:** 不要使用笼统的语句，否则您考虑的范围就太大，需集思广益来完成改进。例如：“**正确的温度**”这种说让工作小组不能理解究竟是温度的哪个方面，关键问题什么是，是太热或太冷的问题。在我们的例子中，需要一个高/低范围。
- 使用的防错设备** 利用前面项目定义的同一流程目标，说明目前正在做什么，以确保这些目标的实现。
- 周密考虑后，团队应该决定是否针对目前的情况进行防错误;或团队认为而且历史也证明，100%时间预期完成目标。
- 如果团队认为目标需要防错，接下来的问题是，“它可以很容易地调整或手动绕开或忽视吗? ”。如果可以，得5分。一种可以被绕过的装置的例子是：某项检查没有与某操作捆绑，如果不这样做，流程停止运行。操作人员可能会忘记这样做。
- 设置** 如果你总是设置在相同的部件或产品，不要评价此项目。只有当你改变夹具或作出新的机器设置，应该被视为个设置。如果这个问题不适用，不要在整体百分比评级计算中使用它。
- 易损工具变化** 如果你使用了易损工具，此项目应得分。为了本次评估的目的，我们把易损工具定义每3个月或更短时间至少需要更换一次的工具。
- 校准和复制:** 如果在这个过程中任何地方需要校准或复制，评估此项。记住要考虑诸如压力、温度、体积或任何类型的测量项目。
- 防错装置:** 此项目评估我们如何继续了解装置仍在如期工作。必需有高端和低端的边界（如适用）样本。由于长期使用或滥用，防错装置可能调整不当或磨损。此项目的主要目标是当装置损坏或调整不当时，保证不运行可疑的产品。

- 部件损坏:** 我们的过流程中有时会造成产品的意外伤害。一般可参考历史记录来解决这个问题。如果该设备是新设计的,就需要评估,寻找可能造成损害的潜在领域。
- 如果是手工处理的,就该考虑放弃零件或装配体的可能性。在任何情况下损害的严重性,应考虑为功能(不能使用的产品)或非功能(表面或轻微损坏)。应该评价处最坏的情况,应为确保在表格中评论。
- 操作人员对操作的影响:** 该项目你可以采取一些调整。语句表面我们对操作人员尽职的依赖程度。根据操作人员决策的多少,使问题设置适合你的情况。如果他们作出关键决策,应该给较低的分。大多数连续的流程,应该给分更高。
- 预防:** 这些问题的答案是“真或假”判断,与以预防为导向的功能有关。“真”答案得分,被认为是更好或防错答案。考虑每一个问题本身。这些问题大部分都与之前或之后的一个没有连系。
- 监测:** 这个项目的格式和预防项目的格式不同于其它项目。每个问题应回答为“真”“假”,或“不适用”。你可能会发现,有些问题可能不适用。
- 不合格产品的控制** 我们如何处理并确定可疑的问题材料这一常规项目比大多数人想象的更重要。许多疏忽造成的错误发生在可疑问题材料的控制环节,有时这些错误最终交付给了客户。
- “操作控制”讨论我们如何应对拒绝。“隔离”探讨如何把拒绝材料与非拒绝材料分开。最后,“鉴定”部分评估如何把拒绝零件确定为可疑的问题材料。
- 补充:** 补充是一个可选的工作表,但它可以在填写了流程或操作评价表之前,帮助校准。
- 本补充页收集了与我们正在评估的流程相同或几乎相同的一个流程的信息。当我们确定过程目标时,应该考虑到完成和分析各个方面。进行设备改造;或评估记分卡的其他项目。
- 通常每个操作都要填写补充表格,但在某些情况下,可在整个装配生产线或更大的过程之后一次完成。这将取决于得到的是什么样信息,如果有的话。
- 改进工作表:** 改进工作表也是可选的。这个表格是为了帮助团队确定做什么、谁来做以及何时做。应与适用人员自由讨论形成一揽子潜在的防错想法。
- 工作表便于记录活动,并附到记分卡上。可以制作副本并进行更新。这些表格也可以是手写的。也可使用其他

类型计划管理行动清单。

评定等级: 记分卡完成后, 应评定整体百分比等级。使用百分比允许可能不适用的和分母中不应使用的项目。此评级应使用下列公式推导:

所得总分

所有适用问题的总分

例如: 如果你有 6 个流程目标, 其中两个被认为是防错误的, 另四个没有防错。此外, 两个防错目标之一, 可手动绕过。

	获得的积分	最高分的可能
目标 A 是防错误的;无法绕过	10 分	10 分
B 是防错的, 可以绕过	5	10
C 没有防错	0	10
D 没有防错	0	10
E 没有防错	0	10
F 没有防错	0	10
	15 分	60 分.

这部分的记分卡的整体可接受的得分将是 30/60 或 50%。这个分数说明六项目标, 每个是防错的, 但可以被绕过, 每项 5 分。

记分卡的大多数项目最高 10 分。最低防错方法, 给 5 分。如果所有的项目适用六项目标, 最高得分是 251 分。

“真”或“假”项目每个 3 分。评分显示记分卡上的相应的复选框的旁边。

整体记分卡得分所需的百分比是:

- 现有操作 60% +**
- 安全相关操作 75% +**
- 过去的关键问题操作 75% +**
- 未来操作 75%+**

根据防错的内容以及对于我们的无差错操作的总体目标合理的期望, 来确定最低分数。每个项目的权重不大于其他项目。尽管如此, 最有潜力的得分项目是: **使用的防错设备;预防; 不合格产品控制。**

C

总分_____%

现有设备 >60% 未来设备>75%

安全相关操作 >75%

连续流程防错误评估记分卡

项目或生产线编号 _____

评价人: _____

工厂 _____

过程编号: _____

第一次评价 第二次评价 日期: _____

过程或操作描述

原料过程目标 在下面列出希望确保防错的关键项目。

- A. _____
- B. _____
- C. _____
- D. _____
- E. _____
- F. _____

使用的防错装置 请列出针对上面列出的每个过程目标所用的设备或方法。考虑防错项目，如果你（团队）相信它确保 100% 达标。

是防错的？如果是，它可以很容易地调整或手动绕开或忽略吗？

- | 是 | 否 | 是 | 否 | |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | A. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | B. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | C. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | D. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | E. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | F. _____ |

如果你有大于6个关键项目，你应该将其拆分成几个部分或操作。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

过程控制参数	流程目标
A.	在下面列出你希望保证防错的关键操作项目
B.	
C.	
D.	
E.	
F.	

使用的防错装置 请列出针对上面列出的每个过程目标所有的设备或方法。考虑错项目，如果你（团队）相信它确保 100% 达标。

是防错的？如果是，能轻易地调整

或手动绕开或忽略？

是	否	是	否
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

作业准备 作业准备和换模是怎样做呢？检查所有适用的。应使用最低评级。

- 0 **手动：涉及判断。** 工装/夹具/紧固件不容易确定。由负责 定。作业准备 工艺参变的人员确定化并手动调整。频繁设置。
- 3 **手动：涉及判断。** 工装/夹具/固件很容易辨认。很少作业准备。
- 5 **手动：很少涉及判断。** 工装/夹具/固件不能组装错误。工艺参数根据认证过程表而变化并手动调整。正确准备和完全记录的第三方验证。
- 6 **手动：很少涉及判断。** 过程参数的变化自动完成，并且只能通过正式的变更控制系统进行调整，并获得事先授权。
- 8 **自动：极少涉及判断。** 作业准备手动验证。
- 10 **自动：实际不涉及判断。** 所有固件和工艺参数自动验证。

流程编号: _____

日期: _____

易损工装更换 工装的更换是如何做呢? 检查所有适用的。应使用最低评级

- 0 **手动:** 工装是不容易辨认。存在外观类似的工装。
- 3 **手动:** 工装很容易辨认。手动调整。很少更换工装。
- 5 **手动:** 工装不能组装错误。无需手动调整。工装更换由信号自动提示, 但手动更改。
- 8 **自动:** 工装更换由信号自动提示, 并自动更换刀。手动验证可用。
- 10 **自动:** 完全自动。没有人的参与。

校准或复制 这些是如何完成的? 只考虑这一操作。

- 0 **没有定期的日程,** 但应该有。
- 2 **手动:** 手动制定日程和手动完成。没有记录。
- 4 **手动:** 手动制定日程和手动完成。有记录。
- 5 **自动:** 提醒操作人员或维修。手动完成、有记录。
- 7 **自动:** 停止进程、手动完成、有记录。
- 10 **自动:** 停止进程 并自动完成、有记录。

防错装置 如何验证电子设备正常工作?

- 0 **没有定期日程。** 不明确设备是否按计划工作。
- 2 **手动:** 有计划检查, 但没有记录。
- 4 **手动:** 有计划检查并有记录。频率可以接受
- 5 **自动:** 提醒操作人员 设备不能正常工作。每个工作周期电子验证传感器。不允许调整传感器。
- 7 **自动:** 同5, 但设备不能正常工作时停止流程。不能手动绕过。
- 10 **自动:** 同5, 但如果不能正常工作 切换到冗余的传感器 提醒传感器损坏。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

操作人员对操作的影响 本操作对操作人员的依赖程度有多大?

- 0 **手动操作:** 关键问题可能发生。
- 2 **手动操作:** 非关键问题可能发生。由操作人员不断调整。
- 3 **部分涉及操作人员** 加载和卸载。此外,必须做一次检测检查,作为一个主要的检测点。可能会作出调整。
- 5 **部分涉及操作人员:** 只有加载和卸载。关键参数的传感器。不能作出调整。需要合格的第三方作出调整。认证的过程表。
- 6 **很少涉及操作人员** 加载和卸载。影响很小。闭环系统参数调整。预计没有问题。
- 8 **无操作人员介入:** 只有加载进料机。闭环系统。
- 10 **无操作人员介入:** 只有监控或维护。闭环系统。

预防 以预防为目标的过程项目 选择适用的回答。

- 3 0 自动设置保证旧材料被清除或延长停产,如果需要的话。
- 3 0 只有“批准大量使用”来料可引入操作。(在线核查条形码或标签)。
- 3 0 只有正确类型的材料(零件编号)可引生产线。自动操作或工厂没有其他选择,所以没有弄错的可能。
- 3 0 如果是自动化机器,不能在手动模式下连续运行。
- 3 0 检查原料供给,否则将无法处理。
- 3 0 在加工过程中自动测量产品的一致性,即粒径粘度、密度等..
- 3 0 预警系统用来监控“失控制”的特性(SPC)和被监测项目。
- 3 0 所需的操作环境是适当的。列出潜在的问题领域。
- 3 0 如果使用自动拒绝机制,设备故障导致所有产品被拒绝的。(即拒绝位置故障)。

流程编号: _____

日期: _____

监测 考虑下面有关检测错误或条件的语句。

真 假 不适用

- 3 0 检测到损坏的工具并停止机器运行或非常明显时手动停机。
- 3 0 检测到损坏的工具或按周期/时间更换, 或信号自动提示更换。
- 3 0 监控关键设备的控制参数; 如果不规范, 零件将被拒绝或不会允许生产不合格零件。(即温度、压力、时间、流量等...)
- 3 0 在审核的基础上进行功能检查。(即盐雾、装配、无损)。
- 3 0 在操作中或在流程的其他方面进行 100% 的基本功能检查。
- 3 0 由操作人员及其他独立一方作产品审核检查。
- 3 0 检测到机器故障并停止机器运行。
- 3 0 使用平均值, 自动反馈调整, 而不是个别测量。

不合格产品的控制

操作控制 我们什么时候需要做出反应呢?

- 0 **无控制**
- 1 手动: 没有促进行动, 但功能拒绝被隔离。
- 3 手动: 可见的警报(光)提示已经发生拒绝或接近控制界限。
- 4 手动: 没有促进行动, 但只非功能性的拒绝被隔离。
- 5 手动: 声音警报提示, 已经发生拒绝或接近控制界限。
- 8 自动: 连续 3 次拒绝, 或其他组合(即 10 次有 3 次), 操作被关闭。
- 9 自动: 连续 2 次拒绝, 操作被关闭。
- 10 自动: 1 次拒绝, 操作被关闭。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

不合格产品的控制 (续)

隔离 我们如何把问题产品和好产品分开?

- 0 **手动:** 任何人可以从线上手动去除不合格产品。
- 3 **手动:** 在操作时授权人从线上手动去除不合格产品。
- 4 **手动:** 不合格产品被保留,直到授权人手动去除并置于安全区域。
- 5 **手动:** 手动去除不合格产品,但自动验证将其置于安全区域。
- 6 **手动:** 手动去除不合格产品,但所有可能的不合格产品无功能。
- 8 **自动:** 不合格产品被自动放在线上一个安全区域。放置在安全区域之前,很容易手动去除不合格产品。
- 10 **自动:** 不合格产品被自动放在一个安全区域,在置于安全区域之前,操作中或在线上,零件不能被轻易去除

识别 为日后分析及安全考虑,如何标识问题零件?

- 0 **无标识:** 不合格零件或材料类似于好的。
- 2 **手动:** 手动标识或标记不合格零件或材料。
- 3 **无标识:** 非功能性不合格零件;不合格零件类似于到可以接受的零件。
- 4 **无标识:** 对不合格材料或零件和可接受的零件和材料进行简单的区别。
- 5 **自动:** 只有合格产品自动得到一个标签、序列号、刷漆等...。
- 7 **自动:** 自动识别不合格产品;保证对零件/产品没有做进一步工作。
- 8 **自动:** 自动给可以接受的零件作明显标记。
- 10 **自动:** 不合格产品被自动肢解或破坏/处置,以防止使用。

流程编号: _____

日期: _____

连续过防错误评估记分卡 - 补充

操作或流程的描述: _____

安全或重要特征

过去的保修问题: _____

其他客户/最终用户的反馈: _____

PFMEA的高RPN RPN # 潜在故障模式描述

过去的生产问题

废料 _____

返工: _____

书面的客户不符合项 _____

过去的维修问题

停机时间 _____

防错装置问题 _____

操作人员的反馈

提供的零件或材料: _____

零件或物料处理: _____

一般操作: _____

培训: _____

防错装置的了解: _____

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

连续过程防错改进工作表

记录所有不足之处作为改善目标。要尽可能具体，包括日期责任。负责人必须知道在布置前需要什么。

待改善的方面（见记分卡部分）： _____

建议： _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

待改善的方面（见记分卡部分）： _____

建议： _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

待改善的方面（见记分卡部分）： _____

建议： _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

13.3 制造流程防错评估记分卡

- 目的:** 记分卡的目的是根据完整和稳定的水平, 建立评价制造流程操作的标准, 找出需要改进的地方;和促进消除错误的可能性的行为。
- 定义:** 制造流程是那些离散制造产品的流程。离散被定义为一次生产一件产品, 执行单一产品的生产工作。
例如, 装配流程、连接、加工和形成类型的流程一般属于这一类。
- 范围:** 记分卡是用来评估单个操作或设备。评估领域涵盖整个制造系统的和其支持要求。
评估系统将更好地确保防错流程, 不是简单地增加防错装置。
- 职责:** **制造或工艺工程师:** 分配到生产线或设备, 必须确保完成评估, 并不断更新。
设备供应商、操作人员、监事、维护及其他人员: 一般情况下, 至少有两个非常熟悉流程的人参与本次评估。
- 发布:** 完成记分卡副本应由以下职务保存:
•制造或工艺工程师
•工厂防错负责, 如果适用
- 参考:** 此时不适用。
- 用法:** 应尽早设计新的过程和设备时使用记分卡。设备制造商; 负责制造; 或流程工程师完成初步评估。第一次评估应视为新生产线或过程初步设计审查的一部分。
初步评估在每个新流程随后的审查步骤更新, 根据所做的改进或获得的知识调整评级。
基于优先等级对现有的设备进行评估和改进。优先次序分配由下列任何条件确定:
• 安全或问题
• 客户问题
• 大会问题
• 程序的长度
• 修改设备的能力
• 临界失败
- 完成记分卡:** 建议以纸张形式完成记分卡, 以保存任何一方面的书面意见。鼓励在意见中澄清评价

了什么项目或项目是如何评价的。

记分卡项目

- 表头:** 在每一页上有所需信息的详尽解释。这些信息将有助于跟踪记分卡针对的操作，制作多个记分卡副本时，这一点尤其重要。
- 流程目标:** 应列出不超过6个关键流程目标，如果超过六个，应该拆分并单独评价。
每个目标应该非常简单而具体。例如：“六坚果正确组装”。
你可以看到这个目标是多么具体，但表达得很简单。我们甚至可能要指定扭矩范围，但最重要的是我们如何核实并向操作人员反馈流程已成功完成。
警告: 不要使用笼统的语句，否则你考虑的范围过大需要集思广益来未完成改进。例如：“正确组装”。这个表达不能让工作组理解应该“正确组装”什么，关键是什么。
- 使用的防错装置:** 使用在以前项目中定义的相同的流程目标，说明目前正在做什么，以确保这些目标的实现。经过深思熟虑后，团队应该决定目前情况是否需要防错;或团队认为，历史证明，100%的时间按要求完成目标。
如果小组认为目标需要防错，接下来的问题是，“它可以很容易地调整或手动绕过或忽略吗?”。如果可以，得5分。一个可以被绕过的装置的例子是：一项没有和操作捆绑检查，如果不这样做，进程停止。操作人员可能会忘记这样做。
- 作业准备:** 如果你总作业准备相同的部件或产品，不要评价此项目。只有当你改变夹具或作出新的机器作业准备，它应该被视为设置。如果这个问题不适用，在计算整体百分比评级时，不要使用它。
- 易损工装更换:** 如果你使用着易损工装，就应该评估此项目。对于本次评估的目的，我们把易损工装定义为每3个月或更短时间至少一次更换一次的工具。
- 校准和复制:** 如果在这个过程中任何地方需要校准或复制，则评估此项目。记住要考虑诸如压力、温度、体积或任何类型的测量项目。
- 防错装置:** 此项目评估我们如何了解装置仍在按预期要求工作。需要高端和低端的边界（如适用）样本。
由于长期使用或滥用，防错装置可能失调或磨损。
此项目的主要目标是，当设备损坏或失调时，保证我们的操作不会生产不合格产品。

- 零件损坏:** 我们的流程中,有时会造成产品的意外损害。一般参考一些历史经验可以解决这个问题。如果该设备是一种新的设计,这应该被评估,以寻找可能造成损害的潜在领域。
- 如果是手工处理的,就应考虑放弃零件或装配可能性。在任何情况下,损害的严重程度应分为功能性的(产品不能使用)和非功能性(表面或轻微损坏)。应评出最差的情况,并在表格里评价。
- 操作人员对操作的影响:** 你可对该项目作一些调整。应该写清除我们对操作人员勤勉的依赖程度。根据操作人员决策的多少,使问题适合你的情况。如果他们作出关键决策,得分则较低。自动化流程应该得分较高。
- 监测:** 本节包括不同流程的某些关键项目的监测。这个项目的格式和预防项目的格式不同与其他项目。每个问题的答案有“真”、“假”、“不适用”三个选项。你可能会发现,有些问题可能不适用。
- 预防:** 这些问题有“真”、“假”答案,与以预防为主的功能有关。“真”答案得分,被认为是更好或防错答案。只考虑这个问题本身;这些问题大部分与之前或之后的问题无关。
- 不合格产品的控制:** 我们如何处理并确定问题材料,这个常规项目比大多数人想象的更重要。许多疏忽造成的错误发生在问题材料控制这个环节,有时错误最终交付给客户。操作控制一节讨论我们如何应对不合格产品。隔离一节讨论如何把不合格产品与合格产品分开来。最后,鉴定一节评估如何把不合格产品确定为问题材料。
- 补充:** 补充是一个可选的工作表,但它可以在填写了流程或操作评价表之前,帮助校准。
- 本补充页收集了与我们正在评估的流程相同或几乎相同的一个流程的信息。当我们确定过程目标时,应该考虑到完成和分析各个方面。进行设备改造;或评估记分卡的其他项目。
- 通常每个操作都要填写补充表格,但在某些情况下,可在整个装配生产线或更大的过程之后一次完成。这将取决于得到的是什么样信息,如果有的话。
- 改进工作表:** 改进工作表也是可选的。这个表格是为了帮助团队确定做什么、谁来做以及何时做。应与适用人员自由讨论形成一揽子潜在的防错想法。
- 工作表便于记录活动,并附到记分卡上。这些表格也可以是手写的。也可使用其他类型计划管理行动清单。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



评定等级: 记分卡完成后, 应评定整体百分比等级。使用百分比允许可能不适用的和分母中不应使用的项目。

此评级应使用下列公式推导:

所得总分

所有适用问题的总分

例如: 如果你有 6 个流程目标, 其中两个被认为是防错误的, 另四个没有防错。此外, 两个防错目标之一, 可手动绕过。

	获得的积分	最高分的可能
目标 A 是防错误的;无法绕过	10 分	10 分
B 是防错的, 可以绕过	5	10
C 没有防错	0	10
D 没有防错	0	10
E 没有防错	0	10
F 没有防错	0	10
	15 分	60 分.

这部分的记分卡的整体可接受的得分将是 30/60 或 50%。这个分数说明六项目标, 每个是防错的, 但可以被绕过, 每项 5 分。

记分卡的大多数项目最高 10 分。最低防错方法, 给 5 分。如果所有的项目适用六项目标, 最高得分是 251 分。不适用的问题, 不应包括在任何百分比的计算中。

“真”或“假”项目每个 3 分。评分显示记分卡上的相应的复选框的旁边。

整体记分卡得分所需的百分比是:

现有操作 60% +
安全相关操作 75% +
过去的关键问题操作 75% +
未来操作 75%+

根据防错的内容以及对于我们的无差错操作的总体目标合理的期望, 来确定最低分数。每个项目的权重不大于其他项目。尽管如此, 最有潜力的得分项目是: **使用的防错装置;预防; 不合格产品控制。**

要取得高比例的分数 (80%) 是非常困难的, 潜在的成本很大。

M

总分 _____ %

现有设备 > 60%，未来设备 > 75%

安全相关业务 > 75%

制造防错评估记分卡

项目或生产线编号: _____ 评价者: _____

工厂: _____

流程编号: _____

第一次评价 第二次评价 日期: _____

流程或操作说明:

流程目标 在下面列出操作中你希望防错的关键项目。

使用的防错装置 列出针对上面列出的每个进程的目标所采用的设备或方法。考虑已经防错的项目，如果你（团队）相信其确保 100% 达标。

已经防错吗？如果是，它可以被
手动绕过吗？

是	否	是	否	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	A. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	B. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	C. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	D. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	E. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	F. _____

如果有大于 6 个关键项目，应该将其分成几个部分或操作。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

设置 如何完成设置和更换呢? 检查所有适用的。应使用最低评级

0 **手动: 涉及判断。**工具/夹具/固件不容易辨认。流程参数的变化由负责设置的人员确定, 手动调整。外观相似零件。

3 **手动: 涉及判断。**工具/夹具/固件很容易辨认。零件外观不相似, 很少设置。

5 **手动: 涉及很少判断。**工具/夹具/固件不能组装错误。流程参数的变化根据一个认证过程表手动调整。第三方验证正确设置并记录。

6 **手动: 同上, 但流程参数的变化自动完成, 并且只能通过正式的变更控制系统进行调整, 并获得事先授权。**

8 **自动: 涉及很少判断。手动验证设置。**

10 **自动: 不涉及判断。**自动验证所有装置及流程参数。

工具更换 如何完成工具更换呢? 检查所有适用的。应使用最低评级。

0 **手动:** 工具是不容易辨认。存在外观类似的工具。

3 **手动:** 工具很容易辨认。手动调整。很少工具更换。

5 **手动:** 工具不能组装错误。无需手动调整。信号自动提示更换, 但手动更换。

8 **自动:** 信号自动提示更换工具并自动改变。手动验证是可以接受的。

10 **自动:** 完全自动。不涉及人工。

校准或复制 这些如何实现? 只是考虑此操作。

0 **没有定期日程, 但应该有。**

2 **手动:** 手动制定日程和手动完成。没有记录。

4 **手动:** 手动制定日程和手动完成。有记录。

5 **自动:** 提醒操作人员或维修, 手工完成并做记录。

7 **自动:** 停止流程, 手动完成并记录。

10 **自动:** 停止进程, 自动完成并记录。

流程编号: _____

日期: _____

监测 考虑以下关于检测错误或条件的语句。

真 假 不适用

- 3 0 检测到损坏工具，停止机器或非常明显时，手动停止。
- 3 0 检测到损坏工具按周期/时间更换，信号自动提醒需要更换。
- 3 0 监控关键设备的控制参数，如果不规范，零件将被拒绝或不允许生产坏零件。（即温度、压力、时间、流量等...）
- 3 0 审核的基础上进行功能检查。（即盐雾，装配，无损）。
- 3 0 在操作或流程其他方面完成 100 % 的功能检查。
- 3 0 如果使扭矩操作，交叉线程或剥离线程不能发生。

预防 零件或产品预防为主的项目。评定适用的陈述。

组装

- 3 0 检测零件存在，否则将不循环。
- 3 0 零件不能倒置安装。
- 3 0 零件不能被错置，检测到定位误差，不循环。
- 3 0 两个或多个部件不能定位于夹具/设备或检测到情况。
- 3 0 自动验证操作顺序或不循环。操作不能绕过或很明显。
- 3 0 自动验证传入零件（大小、类型），类似的零件不能用于。
- 3 0 只有“批准大量使用”来料可以引入操作
- 3 0 流程保证“X”个项目的安装或完成。（即螺丝、孔）。

一般

- 3 0 自动化机器，在手动模式下不能连续运行。
- 3 0 在操作中自动测量零件的尺寸、扭矩、深度等，如果生产 100% 合格产品，则适用。
- 3 0 类似的零件/产品分开存放，从每个设置线清除或锁定夹具/设备以防止使用。
- 3 0 报警系统监测“失控”的特性或监测项目。
- 3 0 所需的操作环境是适当的。列出潜在的问题领域。
- 3 0 如果使用自动拒绝机制，设备出现故障，将导致所有产品被拒绝。（即拒绝位置故障）。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

制造防错评估记分卡 - 补充

操作或流程的描述: _____

安全或重要特性

过去的保修问题: _____

客户/最终用户的其他反馈: _____

PFMEA 的高 RPN 值

RPN #

潜在故障模式的描述

RPN #	潜在故障模式的描述
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

过去的生产问题

废料: _____

返工: _____

客户书面的不符合 _____

过去的维修问题

停机时间: _____

防错装置的问题: _

操作人员的反馈

提供的零件或材料: _____

零件处理: _____

一般操作:

培训: _____

足够的时间来完成作业? 是 否 当前周期时间: _____

问题是什么? _____

防错设备的了解: _____

工厂: _____

日期: _____

制造防错改进工作表

记录所有不足之处作为改善的目标。要尽可能具体, 包括日期/责任。
 负责人必须知道布置前需要什么。

改进方面 (见记分卡部分) : _____

建议: _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

改进方面 (见记分卡部分) : _____

建议: _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

改进方面 (见记分卡部分) : _____

建议: _____

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

13.4 行政记分卡

A
总分 _____ %
最低分数 > 60 %

行政流程防错评估记分卡

流程名称: _____ 评价者: _____

地点: _____

第一次评价 第二次评价 日期: _____

流程或操作说明: _____

流程目标 (传入的数据或信息) 在下面列出传入的信息的关键项目, 以确保此操作 100 % 的时间正确完成。

- A. _____
- B. _____
- C. _____
- D. _____
- E. _____
- F. _____

使用的防错装置 列出针对上面列出的每个流程目标所用的设备或方法。这些设备可能存在于数据源或在此操作。包括内置到该软件的保障。考虑已经防错误的项目, 如果你 (队) 相信这将确保 100% 达标。

**已防错吗? 如果是, 它能否手动
绕过或受到忽略?**

是	否	是	否	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	A. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	B. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	C. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	D. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	E. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 10	F. _____

如果你有大于 6 个关键项目, 将此操作拆分为几个部分或操作。

流程名称：第 1 页上显示的流程名称

日期：_____

流程目标（在这次行动中的活动） 在下面列出本次操作的关键项目，必须在 100 % 的时间正确完成。

- A. _____
- B. _____
- C. _____
- D. _____
- E. _____
- F. _____

使用的防错装置 列出针对上面列出的每个流程目标所用的设备或方法。包括内置到该软件的保障。考虑已经防错的项目，如果你（团队）相信这将确保 100% 达标。

**已经防错了吗？如果是，它能否手动
绕过或受到忽视？**

- | 是 | 否 | 是 | 否 | |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | A. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | B. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | C. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | D. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | E. _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 10 | F. _____ |

如果你有大于 6 个关键项目，应分解成多个过程或操作。

防错设备 如何验证设备正常工作？

- 0 **没有设定日程。** 不明确是否设备正在按计划工作。
- 2 **手动：** 有计划检查但没有记录。
- 4 **手动：** 有计划检查并有记录。频率可以接受的
- 5 **自动：** 警报提醒操作人员，设备不能正常工作或编程绕过。
- 10 **自动：** 同 5，但设备不能正常工作时停止流程。不能手动绕过。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程编号: _____

日期: _____

操作人员对操作的影响 在此操作我们对操作人员的依赖程度有多少?

- 0 **手动操作:** 关键问题/可能发生。
- 2 **手动操作:** 非关键的问题/可能发生。操作人员决定该做什么。
- 3 **部分涉及操作人员:** 手动输入或输出。此外,必须做一次视力检查作为主要检测点。
可调整所做的。
- 5 **部分涉及操作人员:** 手动输入或输出。关键项目自动防错。不可调整。要求合格的第三方作调整。
- 6 **很少涉及操作人员:** 手动输入或输出。对所做的影响很小。闭环系统调整参数。预计没有问题。
- 8 **不涉及操作人员:** 只有运行输出。自动完成输入。闭环系统。
- 10 **不涉及操作人员:** 只有监视或维护。闭环系统。

时效性 说明此流程必须多快完成才可满足顾客需求(内部或外部)。

- 0 **总是落后:** 客户需要立即进行。
- 2 **经常落后:** 客户需要快速周转。
- 5 **通常赶上:** 顾客不失望,也不高兴。
- 7 **自定进度:** 始终保持与客户的需求一致。客户很高兴。
- 5 **超过需求:** 客户很高兴。认为是最好的行业或企业。

培训 检查能够说明通常如何培训操作人员的最合适的语句。

- 0 **没有正式培训:** 只有在职培训。
- 2 **操作人员对操作人员:** 一个有经验的操作人员的监督下,有足够的时间。
- 5 **正规培训:** 完成正式培训并有记录为。可能包括:安全、工作要求、采用的防错、解决问题、过去的问题,等等.....
- 7 **完全认证:** 记录和验证训练成效。无重新认证计划或不遵计划守。
- 10 **完全认证:** 每年重新认证。有记录。

流程名称: _____

日期: _____

流程信息 选择所提供信息的正确级别。所有较高水平,包括他们下面列出的所有项目。
文档可能是纸质或电子版。

- 0 **没有可用信息:** 没有已知或可用的文件。
- 1 **工作方法存在:** 操作人员知道并可用书面指导。
- 2 **安全性:** 所有的安全信息可用。包括危害、警告和环境。
- 3 **工作方法包括插入:** 其中重要部分包括图片或插图。
- 4 **没有视觉标准:** 没有正确识别笔迹或颜色的视觉要求。
- 6 **PFMEA :** 此操作完成 PFMEA 并更新,并提供给操作人员。
- 7 **已知过去的问题:** 日志记录过去的所有关键问题。
- 8 **根本原因查明:** 随后是正式的问题解决流程。结果可用。
- 9 **防错:** 显示或列出用于防错的装置或方法,每个功能有足够的解释。
- 10 **诊断:** 即时向操作人员反馈任何不符。

备份系统 指示在当前系统关闭或有人缺席的情况下,该做什么。

- 0 **没有备份计划:** 没有正式计划。
- 2 **无记录:** 有计划,但没有记录。
- 3 **有记录:** 未验证是否有效,未测试。
- 5 **有记录:** 证明是一个好的备份系统。有效。
- 7 **手动核查:** 使用备份时,第二方手动验证操作正确完成。
- 10 **防错:** 备份采用了与正常系统同样防错,没有什么被绕过。

可追踪性 选择最佳答案。考虑能够跟踪一个关键的交易必要的追溯信息,是谁做的,日期,或任何需要的信息。

- 0 **系统不存在:** 没有任何信息,但应该有。
- 2 **不足够:** 使用了手工纸质文件系统。很难检索信息。
- 5 **充足:** 使用了电子系统,被证明可靠有效。可手动输入。
- 7 **好:** 使用了包含关键参数防错的电子系统,以验证输入是正确的。
- 10 **优秀:** 全面电子化。无需手动输入。容易获取信息。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程名称: _____

日期: _____

监测 考虑以下关于检测错误或条件的语句。

真 假 不适用

- 3 0 在主题的共同数据的基础上报告产生。
- 3 0 所需的所有条目有一定程度的电子防错。
- 3 0 为解决问题的目的,跟踪错误并定期报告。
- 3 0 在审计的基础上进行功能检查。
- 3 0 在操作过程中或流程的其他地方进行 100%的基本功能检查。
- 3 0 操作人员或第三方进行流程审核检查。
- 3 0 每年评估输入、输出或其他信息数值。
- 3 0 每年征求客户(内部和外部)的反馈并记录。

预防 流程中以预防为主的项目。选择适当的陈述。

真 假 不适用

- 3 0 流程目标表述(记录)清晰,并很容易理解。
- 3 0 所有流程说明的语言适当。(说明)
- 3 0 安全保护。只有授权的人可执行此操作
- 3 0 下载关键信息或自动验证是正确的。
- 3 0 不必手写。
- 3 0 任何具体行动只有一种表格。
- 3 0 不使用手工表格。全部采用电子的。
- 3 0 非常清楚地表明和理解计量单位。
- 3 0 “警告”或“突出”系统用于任何不寻常或可疑的输入值。
- 3 0 所需的操作环境是适当的。(无干扰,照明好,等...)
- 3 0 输入的标题表达清楚明显。
- 3 0 任何一个单一的项目只输入一个数据,即使重复。不存在相同信息的多个输入。

流程名称: _____

日期: _____

流程的改善 最近对这个流程进行了改善或改变吗?

- 0 **没有改善**: 流程一向被认为基本相同。
- 2 **很少改进**: 在过去的一年没有显着改善, 但以前有过。
- 5 **很好的改善**: 在过去的一年做了改进。证明消除浪费。
- 7 **已核实的改进**: 最近做的改进, 由独立的第三方审计验证。
- 10 **不断改善**: 很少浪费。保持更新。最新技术。公开与客户和供应商(输入)的对话。
有记录。

不合格产品的控制 流程控制。我们什么时候需要做出反应?

- 0 **无控制**
- 1 **手动**: 没有促进行动, 但操作人员发现错误/错误数据, 手动纠正。
- 3 **手动**: 可视警报提示操作人员发生了错误/数据输入。
- 4 **手动**: 声光警报提示, 错误可能发生或接近极限, 如果适用。
- 5 **手动**: 向操作人员提供潜在的错误/错误数据查询的答案。
- 8 **自动**: 连续 3 次错误或其它组合(即 3/10)后, 操作被关闭。
- 9 **自动**: 连续 2 个错误后, 操作被关闭。
- 10 **自动**: 自动突出显示错误。继续运行之前, 必须作出更正并自动保证是正确的。

性能 这个流程过去是如何运行的?

- 0 **每天发现错误**: 顾客感到不满。
- 2 **每周发现错误**: 客户不开心。
- 3 **每月发现错误**: 顾客很少快乐。
- 5 **没有错误(6个月)**: 客户很高兴。
- 7 **没有错误(12个月)**: 客户感到非常高兴。
- 10 **没有错误(12个月以上)**: 客户很高兴。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



流程名称: _____

日期: _____

行政流程防错评估记分卡 - 补充

操作或过程描述 _____

过去客户问题

客户/最终用户的其他反馈: _____

PFMEA 的高 RPN 值

RPN #

潜在的故障模式的描述

RPN #	潜在的故障模式的描述
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

过去的停机问题

停机时间: _____

返工: _____

防错设备问题: _____

操作人员的反馈

提供信息: _____

信息处理: _____

一般操作: _____

培训: _____

有足够的时间来完成操作吗? 是 否 当前周期时间: _____

问题是什么? _____

防错设备的了解: _____

流程名称: _____

日期: _____

行政流程防错改进工作表

记录所有不足之处作为改善的目标。要尽可能具体，包括日期/责任。负责人必须在布置前知道需要什么。

改进方面（见记分卡组）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

改进方面（见记分卡组）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

改进方面（见记分卡组）： _____

建议：

行动计划	负责人	目标日期	完成日期
(1) _____	_____	_____	_____
(2) _____	_____	_____	_____
(3) _____	_____	_____	_____

13.5 设计防错记分卡

E

总分 _____ %

概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %
(是 = 5 半成品 = 2.5 不 = 0)

产品工程防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 口子装配
零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____
汽车计划 _____

门号 # 1 计划, 定义, 报价, 奖励 日期 _____

产品工程

是 半成品 否 不适用

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 报价的材料数字减至最低吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 报价的颜色明显不同吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在报价中指定的材料目前在工厂使用吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 了解此产品所有可回收方面的问题/要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 以书面形式明确并商定客户规格/要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 明确并同意要求的工艺(颜色和修剪/适合与完成)吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 了解此产品所有的可靠性要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 标明和了解所有适用的政府法规吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 标明和理解所有先前的型号保修问题吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 了解以前所有同类产品的错误问题吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 是否审查了产品的重用性、共同性、结转的机会和复杂性? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的数量减至最低吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计最大限度地利用现有设备、工艺、材料、包装吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 了解国际要求吗? |

E

总分 _____ %

概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %
(是 = 5 半成品 = 2.5 不 = 0)

产品工程防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 口子装配
零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____
汽车计划 _____

门号 #2 方案规划 日期 _____

产品工程

是 半成品 否 不适用

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的数量减至最低吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 材料的数量减至最低吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 指定的材料目前在工厂使用吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 已经确定了一个新的材质/工艺技术方案吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 每个组件都完成了故障树分析吗 ? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | DFMEA 解决了团队在可执行的行动计划中所确定的高风险的失败模式吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | DFMEA 考虑自由贸易协定的结果吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在评估适应和完成的组件时利用有限元分析吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计满足商定的手艺要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 是否考虑了所有适用的政府法规呢? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | DFMEA 是否解决了所有以前型号保修问题并从以前的或替代方案中积累教训? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有服务要求得到解决吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 是否审查了产品可重用性、共同性、结转的机会和复杂性? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 工厂完成了拟议的制造流程的评估吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在设计中考虑到最坏情况下最终用户环境吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计最大限度地利用现有设备、加工、材料、包装吗? |

产品工程防错评估清单

门号# 21 方案规划

日期_____

产品设计

是 半成品 否 不适用

- 对称零件的设计, 会使他们组装错了吗?
- 零件与其他使用的零件容易识别吗?
- 已经验证交配组件的接口吗?
- 所有的紧固件类型是相同的吗? (螺丝、夹子、单线螺纹锁紧螺母等)
- 所选的紧固件目前在工厂使用吗
- 安装及工具来源审查了选定紧固件的可行性吗?
- 零件设计中考虑到腐蚀吗?
- 组件设计考虑到清除噪音问题吗?
- 符合人为因素标准吗? (即, 范围、视力、头/膝盖的影响等)
- 零件容易组装吗? (即足够的间隙、铅倒角、单元功能等)
- 解决了所有有关安装和/或处理的安全问题(即, 边缘锐利, 体重超标, 笨拙的形状, 突起)吗?
- 纳入了工具设计要求吗?
- 纳入了次要装配夹具设计要求?
- 零件的设计是否保证只在一个平面或表面完成装配?
- 纳入了客户的设计要求吗?
- 设计是否符合国际要求?

E

总分 _____ %

概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %
(是 = 5 半成品 = 2.5 不 = 0)

产品工程防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 口子装配
零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____
汽车计划 _____

门号 #3 原型和流程设计

日期 _____

产品工程

是 半成品 否 不适用

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的数量减至最低吗? 如果不是, 为使该进程可以很容易识别零件, 他们外观有区别吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 有一个新的材质/工艺技术得到实施吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有容许误差会产生于已知技术吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的定位/定向功能强大到足以提供可重复的装配和测量, 并忍受工厂正常处理? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 考虑到三维堆栈(包括装配表面)吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 先前所有模型错问题得到了解决吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | DFMEA 反映最新的设计并包括 RPN 评等行动建议和责任吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 有限元分析是完整的吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计是否纳入商定的客户的规格/要求? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计是否纳入商定的工艺要求? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 考虑到此产品的可靠性要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 考虑到所有适用的政府法规吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有以前的型号保修问题得到解决吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有的服务要求得到解决吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 使用设计适当的工具吗? (即, DFA, VSA, 质量功能展开) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在验证计划里需要解决的潜在故障模式得到验证? 给验证组的建议被记录在案吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 元件材料与预期的防错设备兼容吗? |

E

产品工程防错评估清单

门号#3 原型和流程设计

日期_____

产品工程(续)

是 半成品 否 不适用

在设计中考虑到最坏的情况下最终用户的环境吗?

设计最大限度地利用现有设备、工艺、材料、包装吗?

建筑效益评估完整吗?

优化了次要的制造/装配作业吗?

零件允许自动化设备或高速装配吗?

已经完成了退货与消耗的包装研究吗?

确定并记录了所有产品必要的主要特点吗?

产品设计

是 半成品 否 不适用

零件对称的设计, 会导致零件组装错误吗?

零件与其他使用的零件容易识别吗?

连接和定位功能强大到足以进行重复性处理吗?

设计的基准计划反映了零件如何定位/定向到它的配套零件吗?

安装组件的接口得到了验证吗?

所有 G, D & T 要求得到满足吗?

**所有的紧固件类型相同吗? (即一个螺丝、一夹子、单线螺
纹锁紧螺母, 等等。)**

选择的紧固件目前在工厂使用吗?

安装及工具来源审查了选定紧固件的可行性吗?

E

产品工程防错评估清单

门号#3 原型和流程设计

日期_____

产品设计

是 半成品 否 不适用

零件设计考虑到腐蚀吗?

组件设计考虑到清除噪音问题吗?

零件组装容易吗? (即足够的间隙、铅倒角、单元功能等)

是否解决了所有的有关装配和/或处理安全问题呢? (边缘、体重超标、笨拙的形状和突起)

纳入了工具设计要求吗?

纳入了次要的装配夹具设计要求吗?

零件的设计能保证在一个平面或表面装配吗?

最新的产品设计中纳入了内部和供应商制造设计要求吗?

纳入客户的设计要求吗?

设计符合国际要求?

工具制造

是 半成品 否 不适用

向工具制造商提供了辅助工具装配规格吗?

“组件”或“存在检测”标准传达给了制造商吗?

工具取用/放还的次数被减到最小吗?

评估了工具的“快速变化”能力吗?

工具腔的数目减至最低吗?

辅助工具操作的数量减至最低吗?

产品工程防错评估清单

门号#3 原型流程设计

日期_____

产品生成

是 半成品 否 不适用

- 有初步汇编指令吗?
- 已经完成了装配模型或模拟吗?
- 设计团队尝试组装部件了吗?
- 一支经验丰富的装配人员(操作员)试图组装吗?
- 拿取产品安全吗? (即尖角或边缘)
- 设计团队确认了没有噪音问题吗?
- 建立了测试要求吗?
- 验证了装配工效吗?
- 零件设计中定量手段取代了所有的视觉检查吗?
- 优化了工艺构建的流程吗? (最少的操作数)
- 客户正式解决了所有客户组装问题吗?

产品测试

是 半成品 否 不适用

- 取自同类产品的测试信息被分析以用作为替代数据吗?
- 在规划开发测试中使用了实验设计吗?
- 先前的所有同类产品的错误问题得到彻底解决吗?
- DFMEA 的高 RPN 值得到了解决吗?
- 客户认可产品测试计划批准的内容吗?
- 在测试日期前以书面形式定义了测试通过/失败的标准吗?
- 提供给测试源的图纸是完整和最新的吗?

E

总分_____ %
概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %
(是 = 5 半成品 = 2.5 NO = 0)

产品工程防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 口子装配
零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____
汽车计划 _____

门号 #4 产品和流程设计

日期 _____

是 半成品 否 不适用

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有新的材料和流程进行了验证吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有容许误差可能产生于已知技术吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的定位/定向功能强大到足以提供可重复的装配和测量吗, 并允许工厂正常处理吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 三维堆栈(包括装配表面)得到了验证吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | DFMEA 反映了最新的设计吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 有限元分析是完整的吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 工艺要求(颜色, 适合与完成)得到满足了吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 了解此产品的所有可靠性要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 已符合所有适用的政府法规吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 都服务要求得到满足并经顾客同意吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 组件材料与预期的防错设备兼容吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 生成能力评估完整吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件允许自动化设备或高速装配吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件设计允许重复使用储存/运输架和容器吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 完成了退货与消耗的包装研究吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 包装的设计能保证在运输过程中保护组件吗? |

产品工程防错评估清单

E

门号# 4 原型和流程设计

日期_____

产品设计

是 半成品 否 不适用

设计的基准计划是否体现零件如何定位/定向到它的配套零件?

已安装的组件的接口得到了验证吗?

G , D & T /KPC 的要求得到满足吗?

所有紧固件类型相同吗? (即, 一个螺丝, 一夹子, 一个单线螺纹锁紧螺母, 等等)。

经测试或模拟, 紧固件的数量减至最少吗?

目前选定的紧固件在工厂使用吗?

接触的材料与异响性能兼容吗?

零件的设计可以保证他们在搬运过程中不容易损坏吗?

零件的设计可以保证他们在散装时不锁定在一起吗?

零件容易组装吗? (即足够的间隙、铅倒角、单元功能等)

零件的设计可以保证他们只在一个平面或表面装配吗?

工具制造

是 半成品 否 不适用

所有工具/夹具满足每个规格尺寸要求吗?

工具拿取/放还减至最少吗?

对工具“快速变化”的能力进行了评估吗?

验证了工具的性能吗?

E

产品工程防错评估清单

门号# 4 原型和流程设计

日期_____

辅助工具制造

- 所有工具/夹具满足每个规格尺寸要求吗?
- 所有工具的定位功能符合基准计划吗?
- 评估了所有工具/夹具的工效吗?

产品制造

是 半成品 否 不适用

- 原型制造安装已完成吗?
- 产品开发团队尝试组装部件吗?
- 一支经验丰富的装配人员(操作员)试图组装吗?
- 零件和组件的处理安全吗? (即尖角或边缘)
- 产品设计团队验证了没有噪音问题吗?
- 建立了测试要求吗?
- 验证了安装工效吗?
- 零件设计中定量手段取代所有的视觉检查吗?
- 优化工艺构建的流程吗? (最少的操作)
- 客户正式解决所有顾客组装问题吗?

产品测试

是 半成品 否 不适用

- 是验证了新材料/工艺技术吗?
- 针对组件作过噪声测试吗?
- DFMEA 的高 RPN 值得到解决吗?**
- 向测试源提供了最新的工程标准和测试规范吗?
- 提供给测试源的图纸是完整和最新的吗?

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



E

总分_____ %

概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %

(是 = 5 制品 = 2.5 NO = 0)

产品工程防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 口子装配

零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____

汽车计划 _____

门号 #5 产品和流程改进

日期 _____

产品工程

是 半成品 否 不适用

- DFMEA 反映了最新的设计吗?**
- 有限元分析数据与实际测试数据相关吗?
- 符合此产品的可靠性要求吗?
- 组件材料与预期的防错设备兼容吗?
- 零件允许自动化设备或高速装配吗?

工具制造

是 半成品 否 不适用

- 工具识别的是明显的和永久的吗?**
- 验证了工具释放/顶针没有存在的问题吗?
- 工具的温度和压力下被最小化吗?**
- 验证了工具的性能吗?
- 验证了工具尺寸吗?**
- 工具处理程序确定了吗?
- 建立了工具/夹具的预防性维修计划吗?**

产品工程防错评估清单

E

门号# 5 原型和流程改进

日期_____

产品测试

是 半成品 否 不适用

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 此产品已在所有已知的环境中测试了吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有可靠性测试是完整和可以接受的吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 此产品已完成极限测试吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 为保证安装正常运作进行了功能测试吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 本次安装运行会超过所需的寿命要求吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 噪声测试与车辆平顺性评价相关联吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 正确的紧固件和装配扭矩值被用于所有零件的测试吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 如果试验样品被利用,材料类型和厚度与预期零件匹配吗? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在测试源到来之前,测试零件被妥善保存吗? |

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



总分 _____ %

概念 > 70 % 原型 > 75 % 生产 > 90 %

(是 = 5 半成品 = 2.5 NO = 0)

设计防错评估清单

零件名称 _____ 口装配 _____ 口子装配 _____

零件编号 _____ Rev.等级 _____ 评价者 _____

汽车计划 _____

设计阶段 口 概念 口 原型 口 生产 日期 _____

产品规划

是 过程中 否

- 定义并商定了客户的要求吗?
- 这个零件或装配完成 FTA / DFMEA 吗?
- DFMEA 反映了最新的设计吗?
- 明确这个零件的可靠性要求吗?
- 所有的容许误差可能产生于已知技术吗?
- 所有需要的规格是最新的并写出了吗?
- 优化了工艺构建流程吗? (操作次数减至最少)
- 零件允许自动化设备或高速装配吗?
- 在设计中考虑到最坏的情况下最终用户的环境吗?
- 考虑到所有适用的政府法规吗?
- 使用了其他设计工具吗? (即, 有限元分析, DFA, VSA, QFD)
- 所有三维堆栈(包括配套零件/表面)被验证了吗?
- 了解这个零件或装配的所有可回收问题吗?
- 这个零件或装配使用任何消费后重新回收的部件吗?
- 定位/定向功能强大到足以提供可重复的装配和测量吗?
- 这零件或装配使用了任何消费后重新回收的部件吗?
- 定位/定向功能强大到足以提供可重复的装配和测量的部分?
- 连接功能强大到足以允许工厂正常处理吗?

产品测试

- 这个零件或安装在所有即将使用它的环境下测试过吗?
- 规划/执行开发测试中, 使用了试验设计吗?
- 测试并处理了 DFMEA 的高 RPN 值吗?
- 以确保本次安装正常工作, 作功能测试了吗?
- 所有可靠性测试是完整和可以接受的吗?
- 本次安装将运转一个有效使用周期或需要更长的使用周期?
- 取自现有类似产品的测试信息被分析作为替代数据吗? 过去的错误已经修复了吗?
- 这个零件或装配完成了极限测试吗?

设计防错评估清单

零件名称 _____ 日期 _____

产品设计

是 部分使用 否

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有零件都是对称的吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 如果零件不是对称的，他们的设计使他们不能混在一起吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件组装容易吗？（即不强迫在一起，使用铅倒角，足够的间隙，导面，功能单元，等） |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件非常明显区别于其他使用的零件（容易识别）吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 一起做零件巢（即自锁功能，嵌套功能）吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 包括内部工厂的潜在供应商参与设计吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 通过测试或模拟，紧固件的数量被减至最小吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件锁定功能代替紧固件？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有紧固件类型相同吗？（即，一个螺丝，一夹子，单线螺纹锁紧螺母） |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 安装只在一个平面或表面完成吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 在处理或加工中能确保零件不容易受到损害吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 如果一个零件类似于其它零件，他们的外观设计要彼此区别开来吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有的目视检查被量化手段取代吗？而不是表面或外在问题的普通检查。 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 你考虑进一步减少零部件的数量吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件的设计中考虑到腐蚀吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件设计，使他们在散装包装时不能锁定在一起或损坏吗？即夹子，弹簧，垫圈，螺丝 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 材料类型的数字减至最少吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 已建立了零件的回收和处理程序吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 已经满足所有客户的可回收的要求吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 设计的基准计划反映了零件如何定位/定向于其配套吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有顾客组装问题都得到了解决吗？ |

试点建设

是 部分使用 否

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 产品设计团队尝试组装部件吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 完成了一个模型或模拟组装吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 有一个初步的装配指令吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 一支经验丰富的装配人员（操作员）试图组装吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 组装容易进行吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 所有高速/批量装配问题已经被清除了吗？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 零件或装配处理安全吗（即，尖角，锐边）？ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 产品设计团队验证了没有杂音或噪音问题？ |

得分 每回答一个“是”得 3 分。每一个“流程中”或“部分使用”的回答是得 1 分，回答“否”得 0 分。

实际所得总分除以可能总分即可得到总体百分比。记住，你不要指望“不适用”的问题，如果你有这方面的问题。

13.6 关于记分卡使用常见问题

1 为什么不采用电子自动评分表格？

电子表格

因为丢失评论或没有做评论所以不支持。类似于 FMEA，随后的评审会让人想什么是相关的，为什么。这是由于没有捕捉原始的思维流程。正确完成的记分卡应该在大部分答案旁边写着注释。

自动评分

一些负责人已经用一个单独的试算表格式做自动评分。列出操作和原始记分卡得分。此外，有些人包括另一栏目，表明未来的得分，行动计划。通过后者这一步骤，该工厂可以更好地确定未来的目标是否可以达到。

2 在工厂其他地方相同的流程，可以使用相同的记分卡吗？

是的，如果它们是相同的。这需要验证。通常流程的目标是相同的，但它们通常是以不同的方式用不同的防错设备控制，所以评价可能会有所不同。不同的设备制造商几乎总是会有所不同。流程目标可能是相同的。

3 从使用的记分卡，我们期待什么结果？是不是很类似于 FMEA（失效模式和影响分析）？

目的是专注于每一个流程，以确定我们作出错误的风险。我们也正在评估整个系统，根据评估运作流程。在过去，我们没有这个重点；不过于乐观地说，我们讨论了 FMEA（失效模式和影响分析）中大多数故障。如果我们使用了防错或防错误记分卡，我们的检测和/或发生度应该至多为“1”。

FMEA（失效模式和影响分析）不导致改进，特别是预防为主的和主动的改进，但防错或防错记分卡导致改进。FMEA 没有涉及或者隐约涉及很多项目包括在记分卡评估，如设置、工装更换、校准、验证设备仍然可以工作、环境、不合格产品的控制、解决问题、清除机器故障、预防性维护、可追溯性、操作员信息和培训。

我们使用记分卡的最终目标是在我们的设计和过程中实现更高水平的防错。

在以往的主要供应商看来，这是一个行之有效的方法，数月没有设备和工艺问题发生。

如果没有记分卡，要实现这些目标我们就没有方向，我们将重复着一直以来的作法：头疼医头，脚疼医脚。该记分卡本身不会做什么，但他们需要改进那些不符合最低分数的行动。

4 制造或连续过程记分卡上 60% 的最低得分，意味着什么呢？我们预期 40% 的不良品吗？或 40% 错误的风险？

60% 的得分是个有意义的数字，它的基础是看所做的防错以及对于无差错操作的整体目标的合理期望。

每一个需要有人来挑选最适当的答案的问题，有一个从 0 到 10 分的评级。我们选择了 5 分评级作

为针对特定问题的得分最低防错得分。因此，如果此格式包含了所有的问题，我们就有望得到最低的 50% 得分（如工厂记分卡）。

由于真或假的问题，最低分数的比例更高，为（60%）。记分卡有大约20个这样的问题。我们决定，所有问题分为两大类：

- 1) 我们的防错目的要求的。
- 2) 没有要求但有了更好。

所需的问题，被分配的值为3，也就是说，每一个真答案，得到3点。这些类型问题大约三分之二是目标要求的，这是高于通常最低的50%或5/10的比分。如果回答了记分卡所有的问题，得到最低分数，达到60%的得分。

如果我们评价适当，你的操作没有错误，潜在问题程度低。得分越高，风险越低，自动化程度越高。

5. 得分的75%，意味着什么呢？

根据以往使用这个记分卡上的评级制度经验，设置安全、召回、或未来操作为最低评级75%。实现这一得分将产生最佳类型流程与非常高水平的防错。

6. 什么是合理或可达到的最高得分？

我们将获得的最高得分是90%左右。由于获取100%的得分的代价很大，所以可能永远不会获得100%的得分。

7. 如果我得分在60%以上，但一个或多个单独的问题低于最低分数5分，或大部分的真/假问题都答了假，该怎么办？

在一个给定的现行运作中，如果分数在60%以上，这个时候你应该不管这个流程而关注还没有达到60%的工作流程。然后根据这个流程或设备的剩余服务的重要性和长度，你应该重新审视较低的得分。

8. 为什么我们用百分比（%）得分？

用百分点是由于一些问题可能并不适用。这种方法允许这样而不受惩罚。

9. 由于这些评估我们是否面临诉讼的风险？

我们认为没有添加任何额外的风险。我们一直在不断努力改进，这是一个重要方面。此外，如果我们正在实施由防错/防错记分卡带来的业内最佳的做法，那么比起无所作为，我们更能站得住脚。

对于安全相关的操作，随着我们作出改进并得到客户对于改进的签字或协议，我们应该保持FMEA更新。

10. 这一切防错或者防错记分卡是基于任何标准来衡量吗？是ISO / TS 16949 认证？还是其他？

没有，至少就我们所知没有任何标准。参考了ISO / TS 16949，但没有任何成文的东西说明如何做到这一点。

工厂记分卡的培训问题类似于ISO / TS 16949的问题，但我们关注的是错误的风险，不一定是文件编制。

我们的系统是在几个汽车零部件供应商过去经验的基础上加以改进形成的。

11. 如果我已得了最低分但仍然遇到问题，我该怎么办？

如果是这样的话，寻找问题的根源。如果防错是故意的、意外（没有预料到）或缺乏正确的标准那就不会消除的问题。主观项目（如视觉或感觉）尤其如此。

在任何情况下，应重新评估，并采取适当的调整或行动。你可能需要添加一个目标和/或修改使用的设备。当您进行这些变更时，算出一个新的得分。

12. 完成记分卡要花多少时间？

至少有两个了解操作问题的人可以在 45 分钟左右完成制造记分卡。评估组越大，时间越长。

通常工厂经理和工作人员的全部或部分来完成工厂记分卡。这将只需要 30 分钟左右，甚至有一些很好的讨论。

设计记分卡将取决于正在评估的门。产品设计团队应该一起来做。计划在至少 30 分钟。

评价和得分是比较容易的，但不会因为这样做了就可以有所提高。真正的工作是开发备选方案和实施。大部分时间将花在发备选方案和实施上。

13. 各类型问题和答案背后的依据是什么？

不同于或者优于过去所做的是计分制，它给了我们一个更客观的测量。各类问题源于过去生产系统有问题的地方的经验。注意“系统”一词，因为大多数人只依赖放错设备，也不针对系统的其余部分进行防错。

大多数错误发生正我们在流程中做了“非正常”活动的时候。例如，设置、工具的更换、新的人员、校准、控制不合格产品等，都是我们更容易犯错误的时候。这些项目包括在记分卡里。

记分卡评估整个操作流程并派生评级。如果我们做好了，我们的系统将是防错的，即使有错误，也是很少的。

14. 在某项操作中，一旦我得到一个可接受的得分，就没问题了吗？

就这次评估而言，是这样的。但对于操作的持续监控和维护来说还没有完。关键是保持设备就位并正常工作。如果人们以为设备在正常工作而实际上它们没有正常工作，那你遇到的情况将非常严重。所以必须每天评估。

15. 为什么不直接回答“是”或“否”？

在 1988 年记分卡刚刚开发时候，我们使用了这个明确的评价体系。随着我们经验的积累，我们发现每个项目有不同层次的防错。没有绝对正确或错误的答案，但有一个从不太好接受到更好接受的变化范围。因此，我们的得分是基于这个前提。

16. 为什么我们在制造方面有不同的记分卡（工厂/制造/连续流程）？

最初于 1988 年，我们只有一个记分卡。还是经验向我们表明流程中存在不同的基本设备。制造记分卡用于单个零件加工；连续流程记分卡用于当我们投入（通常批次）之后，类似的部件或材料源源不断输出的情况。

工厂记分卡包括共同的项目，通常在每一个操作或整个工厂相同。每一个操都回答这些是多余的，但曾经，我们的确是这样做的。

17. 我们为什么不加权类？

如果您发现潜在的得分，他们是加权的。流程的目标最有价值，在连续流程记分卡里高达 120 分。在此之后，控制不合格产品次之。

为了不增加复杂性，我们不加权任何部分。如果我们加权“性能”之类的项目，那么我们将进入另一个性能测量的辩论。像“性能”之类的大多数定义大多夸大他们如何真正地操作（例如，PPM）。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



14 防错评估表

指南的这一节提供了其他一些可能有用的表格，（除了记分卡）。这些表格或经你修改后的版本可根据需要用于你的业务、产品或场所。

所有这些表格的最初开发都源自过去的单一需求。防错问题解决表格最初是为了非工程/生产人员便于管理而开发的，它是一个快速的方法，可以确保防错方法的使用。也可以使用一个记分卡，但可能使流程变得不必要的复杂。

产品设计表格的开发是为了评估或协助产品设计人员对新设计的防错。这些表格是用来记录当前的设计或改进设计，并与“最佳”的或类似现有产品进行比较。

- **设计概要工作表** - 这个样表可以用来记录潜在的产品设计，从概念到一个更加防错的设计。
- **产品设计防错活动表** - 这种表格可以用来追踪特定设计防错标准，从概念到产品发布。

14.1 设计概要工作表

这个工作表有助于比较设计，以及改进如何导致显著变化。左栏包含了通常与设计防错相关的项目列表。其它手段并不总能跟踪这些项目。根据不同的产品，这个表格可以修改。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



防错设计汇总表

	零件或组件:	
	预计量:	车型年:
	日期:	工厂:
	原设计	改进设计
零件总数		
组装内部零件数量		
外购件数		
产品品种总数		
列出外观类似部件		
紧固件的数量 (所有)		
紧固件类型的数量		
列出外观类似的紧固件		
移动部件的数量		
颜色/完成的数量		
列出类似的颜色/完成		
组装人数或工作平面数		
列出任何新材料		
列出任何新的流程		
列出任何新的材料或制造工厂流程		
列出所有可能组装错误的零件		
列出无积极定位的零件		
列出任何特殊完成或差距问题		
列出所有潜在的装配问题 (紧、困难或盲装配)		
列出装配中紧固件或零件遗落的潜在问题 (陷阱口袋)		
列出任何潜在的布线问题		

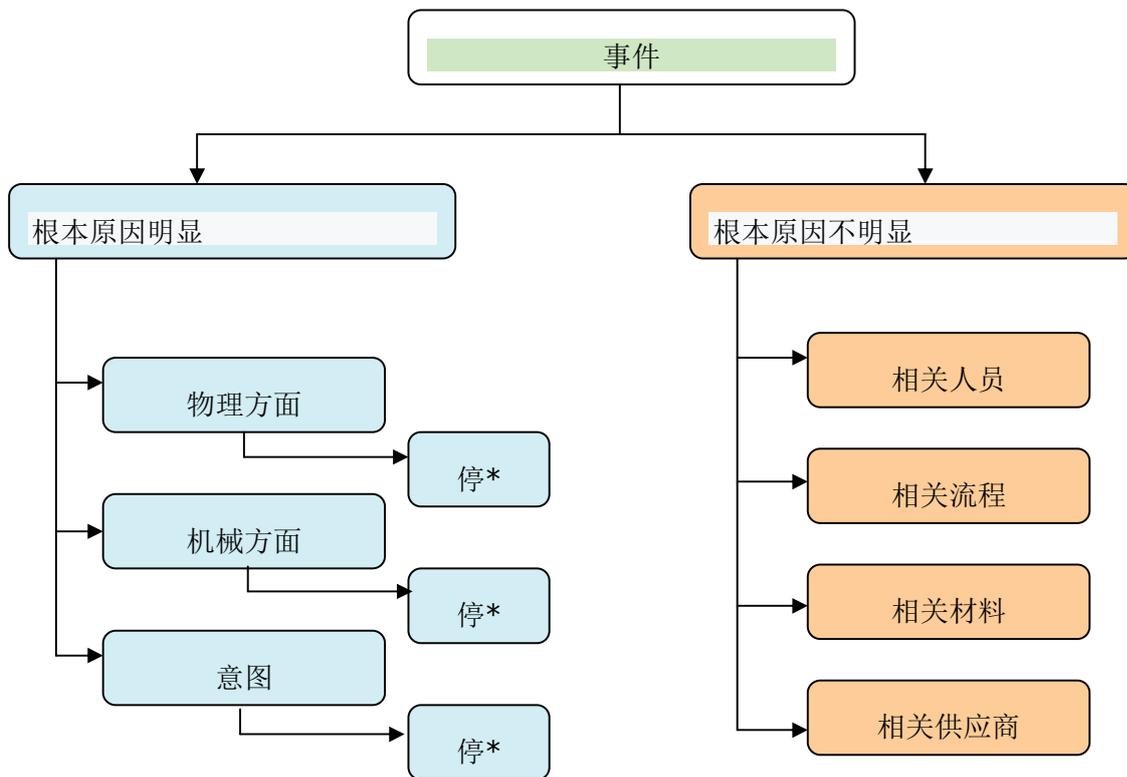
	零件或组件:	
	预计量:	车型年:
	日期:	工厂:
	原设计	改进设计
列出适用的政府标准		
我们是否符合所有官立标准吗?		
列出其他适用的行业标准		
我们符合行业标准吗?		
列出实施/计划的功能测试		
我们已经/将要通过功能测试吗?		
列出所有过去的保修问题(代设计)		
消除了过去的保修问题吗?		
列出所有与安全有关的问题(组件或处理)		
列出所有潜在的包装或标签问题		

14.2 产品设计防错活动表

这种表格可以用来进一步分析和跟踪早在产品设计阶段建议或作出的防错变化。这种表格已用于分析与决定最初设计输入无关人员组成的小型工作组的组件或子组件。

15 防错问题处理表格

如果出现问题，可以使用这个矩阵和相关表格。这类似于解决问题，但重点是解决方案的防错。这个概念最初被健康和安组采用，为了确保问题不再发生，他们使用了比记分卡简短的表格。



*关注维修或其他预防导向的变化，以防止复发。

图 20：防错决策树

复制故障
 物理变化到所有潜在根源
 验证修复
 改变所有类似的流程
 文件的更改
 审核，以保持修复工作

防错测试：

- 纠正措施/改变是防错的吗？
- 它不是，如果：

- 只有修改培训课程。
- 操作员重新接受指导或再培训。
- 使用目视检查。
- 控制计划没有更新。
- 员工被处分。
- 您认为这是一个“一在百万分之一”的实例。

•纠正措施/改变是防错的吗？

它也许是，如果：

- 流程被变更。
- 所有类似的流程被改变。
- 传感器增加了。
- 零件进行了修改。
- 执行了维护。
- 设计被变更。
- 使用了新工具。
- 机器进行了修改。

•纠正措施/改变是防错的吗？

它是，如果：

- 验证了变更。
- 边界样本被用来验证修补程序。
- 设备审核，至少每班进行一次。
- PLC 逻辑回来检查
- 不容易越过设备。
- 管理纪律到位。
- 更改文件。
- 所有相关人都理解了变更的原因

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011 年 3 月发布



不适用	是	否	检查
			过程发生了物理性变化?
			修复将 100 %的时间消除问题吗?
			你试图使它失败呢? 它是否正常工作(边界样本)?
			设置/过程审核到位, 以确保它工作/仍然存在吗?
			永久过程的变化不容易被覆盖。
			操作人员意识到它的变化和需要。
			所有类似的过程也被修改/更改/删除。
			适当的文件已被更改。
			管理纪律/处罚到位。
*如果所有适用问题的回答是肯定的 - 那么它是防错的。			

表 10：防错记分卡

附录 A：其他工具

防错装置和流程的设计，通常需要在产品的开发周期内对资源承诺，产品质量先期策划（APQP）的活动，和问题解决的方案。资源应直接向几个重要特性或流程，可获得巨大的价值，而许多琐碎的项目花费资源却带来很少的投资回报。

当选择针对什么防错时，产品改进流程和 APQP 中的工具可以提供可视性和前进的途径用于防错的。推荐的方法和工具的清单，列于本附录，并对方法或防错工具作了简要说明。没有一个工具可以被单选为最有利，因为不同的情况需要你考虑包括以下分析技术的优点和弱点。

强烈建议，防错团队或活动使用这些及其他未列出的来澄清防错具有价值的地方。这项非常重要的前期工作的活动，澄清大量可能出现的防错机会的严重性和/或可能性，以确定几个重要的值得团队考虑的方面。

• 5个为什么

5个为什么的工具基本上是一个思想结构化的解决问题的方法。理解一个复杂的问题，它可以作为基本格式。这个工具被用来确定潜在根源，以便使用防错方法和解决方案以防止再次发生问题。

丰田佐吉开发了5个为什么的工具，由大野耐一在丰田汽车公司使用了；它成为了丰田生产系统（TPS）的一个不可或缺的工具。现在不少其它厂商也把它应用于精益生产和六西格玛方面。

5个为什么工具是一个使用非常简单的流程，应该由一个知识团队 – 而不是一个人来使用。工具的使用必须首先以书面形式定义问题/情况。这个问题的定义应当用数据和事实，如果可能的话，说明当前的问题，应说明该问题的影响。推测的或潜在的解决问题的方法不应该被包括在这一点上。

一旦完成一个适当的定义，5个为什么的工具将有助于确定潜在的根本原因。关于问题的定义提出问什么，然后再针对每个答案提出5个为什么。但是，根据您的问题的，可能需要多于或少于5个为什么。要知道进程是否是正确的，并没有跳过任何步骤，一个简单的测试是问：“如果这个‘为什么’被删除，那以前的“为什么”就不存在了吗？如果答案是“否”，那么说明这个“为什么？”没有回答正确，应重做。如果“为什么？”答案是为球队很难达到的，团队可能会想咨询专家，或在调查过程中观察和研究。

案例研究介绍如下：

问题：集装箱发货，零件数量错误（过去常发生）。

1. 为什么呢？一个零件是从零件顶层失踪。
2. 为什么呢？密封集装箱前没有注意到零件丢失。

3. 为什么呢？质量控制人员将定期从成品箱审核零件。
4. 为什么呢？质量控制人员从顶层拿走了零件做离线分析。
5. 为什么呢？需要专门的设备在实验室环境中做分析。

解决方案：我们发现，质量控制的人拿走零件做了一些测试。有时候，当箱子已经在航运码头（根源）时，他们会返还。解决方案选择以各种方式标记框，而不是覆盖容器，但我们更多的防错解决办法是禁止从成品箱和包装前拿走零部件。这没有造成生产问题，也没有更多的缺少的零件。

团队一旦决定潜在的根本原因，就可以寻求防错解决方案。在我们的例子中，这个流程改变了包装前检查零件。该解决方案基本上是零成本。我们做了更新检查说明，并完成所有班次的质检员培训

避免只试图解决的症状，在这种情况下，我们可能迅速指责操作人员没有完成集装箱装载，我们可能添加其他一些昂贵的方法计算零件。

使用 5 为什么工具解决问题的关键行为如下：

- 当问题发生时必须立即处理。
- 把问题当做提高的机会。
- 注重流程，而不是个人。

验证你是否已正确地确定了 5 个为什么的另一种方式是使用“因此”技术。工作从最后一个“为什么”开始。在我们的例子中，我们会问“需要专业设备在实验室环境中做分析，因此，质量控制人员从顶层拿走了零件做离线分析，因此，... 如果“因此”检查不理想，为什么要重新审视。知道了一个流程的哪个特定部分需要防错将集中你的精力和资源来解决正确的问题，并防止它再次发生。

• 决策矩阵

决策矩阵是一个图表，让一个团队或个人客观识别、分析和评价任何关键的决策。当你考虑几个标准作决策时，决策矩阵是一个很好的工具。例如，成本，复杂性、实施时间、有效性、通过生产验收、成本维持和其他标准，可用于决定如何最好的为一个流程项目作防错。它也可以被用来进行采购决策、设备或新技术的投资决策、产品设计方案决策，或在许多其他不容易做决定的情况。

这个工具通常被以发明人斯图尔特·普格的名字命名为普格矩阵。他创造了这个方法，在两种选择中做决定时的主观意见。

可以用这种方法进行敏感性研究。

这个工具使用的一些基本步骤。

- 确定替代品 - 这些都列在整个矩阵的顶部。
- 确定关键的决策/选择标准 - 标准要求定义明确，得到认同。最终的高分，必须代表一个更有利的结果。

- 分配权重 - 一些标准比其它更重要。通常从低分 1 到高分 5。
- 评分系统 - 决定给每个选项赋分。考虑的标准，最坏的情况下，成本与时间 低分为 1。例如，成本最高收到 1 分或实施时间最长将获得 1 分。
- 评价选项 - 给每一个决策准则分配一样评级。如果个人得分或不同群体自主完成矩阵，可以设置为平均分数。
- 总分 - 决定标准乘以加权因子得出总分。然后算出各方案的总得分。得分最高的应该首先考虑作出最后决定，或者被分配一些进一步的分析。

所示是一个完整的决策矩阵的例子，用来决定采用何种防错方案来解决完成的集装箱丢失了一个零件的问题。先前在本指南中“5 个为什么”一节说明了情况。我们的问题是质量审核人员从成品容器提取零件，走到另一个位置完成分析。有时，当审核人员返回时，容器已经被转移到另一个位置等待装运。

标准	权重	A. ID 使用颜色编码标签或衣夹。质量控制审计员附加到容器。	B. 视觉系统用来防止容器运动与框移动传感器。	C. 经过质量控制核数师归还零件，核准装船后，打印最终容器标签	D.最后包装前提取零件并返还给同班次以便可追溯
实施成本	3	3 (X3) = 9	3 (X1) = 3	3 (X2) = 6	3 (X3) = 9
容易实施	2	2(x2)=4	2(x1)=2	2(x2)=4	2(x3)=6
全面实施时间	2	2(x2)=4	2(x1)=2	2(x2)=4	2(x3)=6
团队控制方案	2	2(x3)=6	2(x1)=2	2(x3)=6	2(x3)=6
防止复发的效果	3	3(x1)=3	3(x3)=9	3(x2)=6	3(x3)=9
总额		26	18	26	35
评分: 3 =高 2 =中等 1 =低					

表 11：决策矩阵的例子

在我们的例子中，我们实施了选项 D，以较小的代价和努力解决了问题。

使用决策矩阵选择最合适的防错方案可以是一个功能强大的工具。它将使你的决定立足于客观事实，管理决策者可以很容易地理解。

失效模式与影响分析(FMEAs)

失效模式和影响分析，或 FMEA 是一种识别产品或流程可能有潜在的故障模式的方法。这种方法分析每个失效模式及相关产品上的功能风险。根据故障模式的严重程度、发生频率以及各检测能力进行分析分配分值完成分析。一个产品是来自所有三个等级，以协助确定哪个故障模式是最迫切和最需要额外的注意或防错处理。

FMEA 是一种主动的工具，让产品或过程的设计团队在错误发生之前预计可能出现的问题。如果早在设计阶段使用一个设计类型 FMEA，设计的防错改进和最终流程的改进的成本就最低。可用于分析的不同类型的 FMEAs 。

- 系统 - 全球性的系统。
- 设计或产品 - 组件或子系统。
- 过程 - 制造或组装。
- 检验 - 检验程序。
- 服务 - 服务。
- 软件 - 软件。

为完成 FMEA 的基本结构包括以下八个步骤。

1. 组建一个知识渊博的团队。
2. 了解所分析的产品或流程。完成故障树分析（FTA），在这一点上，可以是一个非常强大的额外工具，以确保团队不错过任何故障模式。故障树分析使推算故障模式使用的逻辑很清楚。
3. 把产品或加工分成组件或步骤
4. 识别和评估每个组件或步骤的功能、潜在失效模式、潜在的故障模式影响、失效模式的原因、发生故障模式的检测或防止现有的或计划控制。
5. 评估与故障模式相关的风险并确定其优先等级。
6. 实施纠正措施，以尽量减少风险优先值（产品的严重程度或风险、发生频率和探测度分数）。
7. 重新评估 FMEA 实施改进的评分。
8. 在产品有效期定期更新 FMEA。

“最好的” FMEAs 将包括相当数量的文件来证明团队进行了什么分析和他们分配评分方式的原因。

通常情况下，早些时候另一个完全不同的组或无关的人（很少或根本没有理解给定的评级是如何产生的）将重新评估 FMEAs。

• 故障树分析

故障树分析或叫 FTA 是一种技术，它使用了故障模式和与“门”相关原因的字符串。这些“门”是一个“和门”或“或门”。此项技术沿着一条路径或者枝（如树枝）跟踪故障，随着原因接近根（根源）则变得更详细。通常根据该项目在树上面列出的故障或故障的概率，对每个级别的详细信息评级。

门决定一个分支是否直线或平行，是一个独立的原因，还是需要额外投入使其成为一个因素。如果需要来自其他原因的额外影响，每个原因前面的门是一个“和门。”例如：对于火灾发生（故

障），空气“和”燃料“和”火花是必要的。通过防错去掉“ANDS”之一，提供了一个合理的成本效益和无故障（无明火）的结果。

“或门”也可以是防错的，但必须通过对故障的严重程度、原因的概率、建议防错的成本效益和实现效益计算他们数量。

该技术对工程师是直观的，但非常费时。建议用 FMEA 或其他风险方法过滤故障树将覆盖的错误。FTA 和 FMEA 的关系非常密切，尤其是 FMEA 难以掩盖“或门”和“与门”，因为在 FMEA 的原因总是接近，好像他们是“或门。第 7.2.3 进一步澄清故障树分析。

• 是/不是（层次分析法）

用于解决问题的是/不是技术给用户提供了一种方法，来区分问题相关的项目和可以删除或淘汰的项目。换句话说，是/不是有助于分层已收集的事实，使解决问题的人可以选择一个路径作进一步的因果审议。确定问题不是什么比要找准它是什么容易得多。

考虑到这一点，一个团队可以使用科学的方法，提出四个基本问题：

- 这是什么，不是什么？
- 它在哪里发生，不在哪里发生？
- 它在什么时间发生，不在什么时间发生？
- 相对于缺乏大小，数量，成本等，它有多大？

问这些问题，并用收集到的事实，团队可以很快地推断问题不是什么。随着“不是”的增长，“是”（问题是什么）就变小。最后，考虑是和不是之间的差异进行比较分析，如果有一个明显的差异，应该问是否有什么改变，可以说明差异。一个根源理论一经查实，就为考虑预防目前和未来问题防错行动提供了入口点。

导致验证根源的问题分层，将显着减少消除根源的防错选择。如果两个以上的机会被建议防错，通常意味着的根源验证的调查没有很好的执行，导致防错成本高、多次反复、执行不力，甚至导致不必要的防错。

实验设计（DOE）

从一个产品或尽可能少的资源开支的流程中获取所需的信息，实验设计被认为是一个有效和经济的方法。这是通过定义所需的产品特性、了解工艺参数的影响、并运行测试研究工艺参数对产品的影响（以及它们之间的相互作用）来实现的。

实验设计的原则

罗纳德答费舍尔在他的新书《实验设计（1935）》提出了实验设计的方法。作为一个例子，他介绍了如何测试假设，某女士可以仅凭味道区分首次放置在杯子的是牛奶还是茶。虽然这听起来像一个轻浮的应用程序，它让他说明了实验设计的最重要的思想：

比较

在许多研究领域，很难完全重现测量结果。治疗之间的比较更具重现性，通常是可取的。人们通常与作为基准的一个标准、科学的控制、或传统的治疗方法作比较。

随机分布

有一个广泛的数学理论，探讨单位分配给治疗带来的后果，所采用的随即机制如随机数表，或使用如扑克牌或骰子的随机设备。只要样本大小是足够的，随机分配相关的风险（如未能获得在一项调查中有代表性的样品，在治疗组和对照组的关键特性或有严重失衡，）可计算，因此可以控制到可接受的水平。随机并不意味着随意的，必须采取非常谨慎的使用适当的随机方法。

复制

测量通常是变化和不确定性。重复测量和复制完整的实验，以帮助确定变异的来源和更好地估计治疗的真实效果。

阻塞

阻塞是一些彼此类似的试点单位组成的组（块）。阻塞减少单位之间已知但无关来源的变化，从而保证研究中的变异的估算更精确。

正交

正交涉及形式的比较（对比），可以合法和有效地开展。对比可以由向量表示，几组正交对比是不相关的，独立分布的，如果数据是正常的。由于这种独立性，每个正交治疗提供不同的信息。如果是 T 治疗和 T - 1 正交对比，所有从实验捕获的信息，可以对比组索取。

因子试验

使用因子实验，而不是在一个时间一个因素的方法。在评估几个因素（自变量）的影响和可能的相互作用时，这些都是有效的。

实验设计分析建立在方差分析和模型集合的基础上，根据估计和/或测试的不同因素，观察到的变异被划分成组件。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



有许多额外的参考材料，包括以上多利安沙宁和“红 X”表示方法为基础的培训。此外，许多版本的实验设计软件，将使得实验分析容易得多。

优点:

- 确定输入设置，优化结果和最大限度地降低成本。
- 快速的屏幕显著效果。
- 获得有关输入和结果的数学模型。
- 使用少量的实验。
- 验证结果的统计意义。
- 标识低影响的地区，允许更大的灵活性/公差和降低成本。
- 采用标准化的方法提供了一个直接的方法。

缺点:

- 必须具备基本知识/理解
- 必须使用各自的软件程序（例如，Minitab的）。
- 限制的初步调查是必要的。
- 费用必须合理。

什么时候我可以申请实验设计？

- 确定关键因素，以提高性能。
- 要确定不重要的因素，以降低成本。
- 为了减少周期时间。
- 为了减少返工。
- 要使用科学的方法设置公差—交互活动之间的变异量，没有不良影响时交互活动可以被容忍。
- 每当你看到重复的测试。
- 要执行防错。

附录 B：案例研究

每个案例指南草案

指南的这一部分包括已经实施的各种实际的例子。他们的目的是给本指南的用户一些实施防错的想法和方法。

由于技术和价格的不断变化，成本被有意忽略。在大多数情况下，自案例发生后，实施许多设备的成本已大大降低，设备得到极大改善，。

- 防错类别：** 产品设计/工艺/标签/行政。
- 防错案例类型：过程：** 物理/测序/计数/分组或信息。
- 产品设计：** 消除/改善现状， /容纳工艺的 E-P 。
- 原始状态：** 说明使用防错之前存在什么。
- 问题严重性：** 说明问题的成本或可能导致的成本或造成额外的工作。
- 防错采取的行动：** 说明针对潜在的问题或现有的问题做了什么防错。
- 实际结果：** 所采取的行动的结果是什么？消除 100% 的问题，或大大改善这种情况吗？
- 额外采取的行动：** 进一步评论维护设备或改善。训练或添加任何其他有用的信息以增加改进的有效性。未来产品设计的变化？

案例研究 - 目录

附录 B：案例研究.....	错误！未定义书签。
每个案例草案指南.....	188
案例研究 - 目录.....	189
航运机架.....	190
排风机.....	191
使用不合格的操作员.....	192
太多的零部件.....	193
不合格材料控制.....	194
零部件鉴定.....	195
选择正确的零件.....	196
集装箱标签.....	197
关键人员信息.....	198
零件定位功能.....	199
扭矩螺栓设置模式.....	200
包装正确数量的零件.....	201
永久零件识别.....	202
部件定位功能.....	203
安装紧固件（定位和计数）.....	204
混合不对称零件.....	205
少量安装.....	206
可疑部件的发运.....	207
可疑部件分拣装置.....	208
注塑机安全.....	209
预印标签.....	210
镜像部件标签.....	211
处方药的标签.....	212
防止安全气囊中异物.....	213
安全卫士.....	214
零件冷却.....	215
组装线卸载.....	216
给料碗填充.....	217
顺序包装.....	218
原料负载电路板.....	219
水阀问题.....	220

货运架

防错类别:	流程
防错类型案例	物理

初步情况: 我们有一个航运机架，需要被锁定，一旦机架充分准备装运。操作人员要记得往下推门子和锁定到位。如果没有锁定机架，该产品将在运输过程中被损坏。这个问题多次发生。

问题的严重性: 报废零件、测序产品的问题、整理并需要纠正措施文件。

防错采取的行动: 探讨了很多选项，包括一个全新的机架设计的可能性。实施了一个更便宜的和比较容易的解决方案。机架有一个独特的条形码标签贴到机架。扫描它以生成运输单据。我们简单地移动机架标签的位置，如果没有锁定机架，在机架负载点或航运码头都无法读取标签。

实际结果: 没有额外未锁定机架的报告。

额外行动: 在标签上加一个塑料保护，以防止潜在的损害。

排气扇

防错类别:	过程
防错类型案例:	测序

最初的情况: 我们有一个过程, 需要手动开启排气扇。按照启动指令好手动记分卡验证, 该开关应手动打开。然而, 操作人员开始工作之前, 开关并不总能打开。

问题的严重性: 废气可能是操作人员和附近过程的一个健康和安全隐患。

防错采取的行动: 手动开关被删除, 并完全集成到基础设备电源开关。

实际结果: 没有与风扇没有被打开相关的其他问题。

所采取的额外行: 如果风扇电机发生故障应该采取行动。烟雾中的毒素水平低时, 将不采取任何行动。将继续定期预防性维护。

使用不合格的操作员

防错类别:	过程
防错类型案例:	分组或信息

初步情况: 监事指派不合格的人员从事需要认证的工作。发生这种情况，是因为旷工。在这个时候使用许多无证的临时和新员工。

问题的严重性: 由于可能无法执行职务，潜在的严重后果。可能的结果包括安全、废料或返工等问题。

防错采取的行动: 条形码阅读器目前已经在流程站配置。每名雇员被分配一个条形码可读的 ID 徽章。在时每个操作改变软件，要求启动前或闲置 10 分钟后扫描操作人员徽章。如果非合格的操作人员试图登录，设备将无法运行。还实行了双项检查。

实际结果: 除了保持更新合格操作人员表中的软件以外，没有其他问题。

采取进一步的行动: 现在专人清除机器故障。没有所需的关键。也可作为一项安全措施用于维护，锁定多余的手动锁。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011 年 3 月发布



太多零部件

防错分类:	设计
防错类型案例:	改善现状

初步情况: 新产品设计超过 200 个零件, 约 100 紧固件 (以及许多不同类型的)

问题的严重程度: 潜在的可靠性问题, 并增加在装配过程中的错误的可能性。

防错采取的行动: 停止目前的设计介绍。完全重新设计产品, 目标是减少 50% 的零部件数和 66% 紧固件数量。

实际结果: 基本实现目标, 紧固件的种类也减少了。由于重新设计, 产品介绍推迟两个月。

额外采取的行动: 产品的设计与零件级的早期审查。

不合格材料的控制

防错类别:	过程
防错类型案例:	分组或信息

初步情况: 汽车安全气囊的处理期间,当时用于气囊的尼龙材料,是用工业用缝纫机手工缝在一起的。缝纫机针周期性断裂,有时材料定位不准。被缝气囊将被拒绝和报废 - 手动。该控制装置并不能保证气囊不能使用或交付给客户。

问题的严重性: 尖锐断针在气囊中,潜在安全问题。

防错采取的行动: 每个机器中感应针存在。如果发生断针,机器会自动关机。然后,问题气囊须放入粉碎机,粉碎机也有一个传感器,以确保气囊进入粉碎机以后缝纫机重新启动。

实际结果: 再没有此类问题发生。最佳防错方法,以确保产品不使用的部分,完全或部分摧毁,如果将做一些解决问题。

采取进一步的行动: 通过体验,监测针的使用周期计数和针的更换的周期数 - 通常破损前。

机器会发出警告,需要更换针,如果不采取行动,额外 X 周期后机器将关闭。

零部件鉴定

防错类别:	过程
防错类型案例:	改善现状

最初的情况: 产品设计有很多颜色和图案选项。一些颜色很类似。基于文件传送操作人员有很大的选择空间。此外,该工厂位于墨西哥,因此,语言和教育水平存在一些问题。产品在美国设计许多供应商也位于美国。

问题的严重性: 潜在的返工或错误的产品选项交付给顾客。

防错采取的行动: 我们采取了系列的一个零件两个符号 - 第一个符号表示颜色,第二个符号表示功能选项。符号取代长期和复杂的实际零件编号。符号显示挑选屏幕上,也使用零件采摘传感器。如果使用关键或昂贵的部件,通过扫描个别条码来验证。符号也被用于材料处理,进料架,并显示在供应商在标签上。

实际结果: 现状极大地改善,解决方案是很容易理解。由于潜在的色盲因素 - 只有符号,没有颜色。

采取进一步的行动: 使用一些额外的控制,以确保使用正确的版本级别。

选择正确的部件

防错类别:	流程
防错类型案例:	计数, 分组或信息

初步情况: 装配操作中存在的许多选项和颜色。有些部件几乎是一样的。有些部件还需要批号或序列号的可追溯性记录。

问题的严重性: 潜在的非功能产品或成品的报废/返工。

防错采取的行动: 关键零部件使用条码扫描确保可追溯性和选择正确的零件。选择不重要的零件时, 或如果稍后在这个流程中正确的零件进行了验证, 则使用挑灯传感器。如果不存在选项, 只要很明显, 一零件被安装并没有忘记, 则可以什么也不用。如果可能被人遗忘的零件, 使用挑灯或条形码扫描。步行通过光幕被用于大型部件。

实际结果: 没有其他已知的问题。

采取进一步的行动: 处理由于不经意拿错零件的问题, 清除传感器, 使其更容易清除 - 但两个人在参与清除故障。挑灯传感器被列入额外的保护, 保护由于材料的处理程序或无意损害引起的潜在损害。

集装箱标签

防错类别:	贴标
防错类型案例:	改善现状

初步情况: 运输标签印刷重复 4 次。标签被贴在集装箱两侧。手动贴标签在一个纸板箱预印盒。

问题的严重性: 存在缺少一个标签或不当定位的可能性。后果不严重,除非标签丢失或贴错。

防错采取的行动: 标签进行了重新设计,在一个较长的标签上打印标签,将环绕箱的角落。此标签将节省时间并减少可能使用错误的标签。只在需要时打印标签。操作人员将标签放置在预先印制的箱子的两个对角。在装运前扫描这两个标签,以确保它们匹配。

实际结果: 再没有错误标签的报告。使用了装船时使用的相同的固件验证了条码印刷质量。

额外行动: 无

主要人员信息

防错分类:	行政
防错类型案例:	消除问题

初步情况: 主要人员信息手动输入多个文件 - 例如, 姓名、社会安全号码、地址、婚姻状况、生日、家庭信息等... 所有数据都由手写形式手动输入。相同的信息出现在不同的文件多个条目中。

问题的严重性: 潜在错误数据输入或拼写错误。如果及早发现, 后果不是很严重。

防错采取的行动: 关键信息只输入一次, 所有数据都输入了第一次后, 第二次输入时验证。内置软件中的防错确保数字或字母数字字符数的正确使用。淘汰手写文件, 信息由雇员使用大字体直接输入软件。信息加载只有一次, 在任何额外的文件上无需重新打字。

实际结果: 没有错误信息问题的报告。

采取进一步的行动: 今后员工通过密码登录访问。

部件定位

防错分类:	流程
防错类型案例:	物理

初步情况: 部件被手动置于夹具进行加工。开始操作之前,所有部件必须完全就位。

问题的严重程度: 潜在的报废或返工。如果部件没有正确插入,工具和设备损坏的概率很高。

防错采取的行动: 部件存在检测(接近传感器)被添加到在关键位置的装置,以确保部件完全就位前该传感器没有被激活, - 从而完成存在检测和定位。在所有的传感器自动确认前,操作无法启动。打开传感器显示在屏幕上,通知操作人员零件的加载状态。传感器经过编程在每个周期打开和关闭。

实际结果: 没有缺少部件或定位问题。

采取进一步的行动: 每个班次开始时检查传感器。一些传感器定位件增加了额外的保护。

扭矩螺栓设置模式

防错类别:	流程
防错类型案例:	测序

初步情况: 手动安装螺栓和手指收紧，这有助于防止跨线程。在手动扭矩螺栓的流程中，操作人员必须凭记忆遵守设定的顺序。操作说明确实地表明顺序。

问题的严重性: 螺栓可能会完全错过了最后的扭矩操作，造成一个潜在的重大故障。一个错误的扭矩模式可能会导致磨损加剧和可靠性问题。

采取的防错行动: 用顺序控制软件，为关键螺栓安装自动多扭矩头螺母扳手。更便宜的解决方案用于不太重要的零件。XYZ坐标手臂被安装了直流力矩枪，以确保它处于正确的区域序列后才会启动。比以前使用的气动枪，直流电动扭矩枪提供更好的扭矩参数控制。

实际结果: 没有已知的问题。

额外行动: 一个更近的创新在直流力矩枪端使用了GPS类型的发射机，工作区上面用3或4个接收器。这样在操作中代替了可能阻碍一定的灵活性的手臂。

包装正确数量的零件

防错类别:	流程
防错类型案例:	计数

初步情况: 手工将“X”个零件装入集装箱。

问题的严重性: 潜在客户投诉零件太少。也可能存在零件太多的问题。

防错采取的行动: 可以在集装箱的入口点附近扫描零件 -如果是不对称的零件（即，左手和右手的镜像部分）这尤其是个好方法。固定头扫描仪（杂货店类型）被用来处理及扫描，以节省时间。一旦“X”个零件扫描完毕，将自动打印运输标签。为确保集装箱不被过早移动，可以加入一个框移动传感器。

实际结果: 没有其他问题的报告。

采取进一步的行动: 在关键操作中，可以添加一个传感器，以确保标签打印时，被删除。可以用相同的传感器扫描标签条码，以确保它是可读的。

永久零件识别

防错分类:	设计
防错类型案例:	消除问题

初步情况: 多个外观看起来非常相似的零件, 例如, 左手和右手的零件相同或某些类型的选项变化的部分并不明显。手动添加标签用于识别目的。

问题的严重性: 潜在客户投诉混合零件和 JIT (及时生产) 与库存问题的。此外, 还有潜在丢失标示的零件。

采取的防错行动: 零件被重新设计, 以使零件对称。

实际结果: 没有任何问题可能发生。

采取进一步的行动: 扣件件和其他零件采取类似的行动。

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



部件定位功能

防错分类:	设计
防错类型案例:	调整防错

初步情况: 零件设计允许在一个平面位置浮动和位于右侧向上。

可能导致问题的严重性: 潜在的零件不当定位，功能性问题。需要额外的操作时间定位零件和双重检查零件是右侧向上。

防错采取的行动: 给零件添加孔，允许零件只有一条路被装上配套。零件可以定位一个方向，必须右侧朝上，否则将无法安装。

实际结果: 没有问题的可能。

额外行动: 无

安装紧固件（位置和计数）

防错类别：	流程
防错类型案例：	物理与计数

初步情况： 手动拧紧螺丝/螺栓使用气动枪。操作员可错过扣件，可能错数或安装在错误孔位上。

问题的严重性： 潜在的部分功能问题。

采取的防错行动： 加入直流电动扭矩扳手，具有更好的输入转矩控制，并有良好的扭矩数的计数功能。在紧固件可以安装在错误的位置的情况下，护板添加到夹具掩盖了不正确的位置。

实际结果： 大多数接头报道没有问题。把塑料孔用螺丝的一些问题，其中是非常低（1或2 Nm的扭矩）和获得额外的转矩控制功能的自动扭矩扳手（产量，扭矩曲线，慢速总览）。

额外采取的行动： 设计的一部分，在可能的情况下，额外的孔。供客户使用的一些孔，必须保持。

混合不对称零件

防错误类别:	流程
防错类型案例:	物理

初步情况: 镜类零件（左手和右手）在相同的模具生产。部分看起来完全相同，可以很容易地在错误的容器包装。两个镜像的部分，在相同的工具塑造的非常典型的问题。

问题的严重性: 潜在客户投诉混合部分和 JIT 库存问题。

采取的防错行动: 理想的部分应在不同的时间在单独的模具成型。

例如，两个左手的部分将被塑造在同一时间，而不是一个左和右手部分。该解决方案物理分离的部分，并防止它们被混合。如果模具已经存在，零件应相对放置或允许放置更远空间。在一个实例中，装卸臂将一个放置正面和另一个背面。在空间有限的，一个物理屏障用于卸载平台。

实际结果: 物理隔离，防止混合部分廉价的方式是一个关键。正常生产流程中没有问题。

额外行动: 使用单独的模具有一个额外的优势，更容易控制产品库存，特别是如果一个零件或模具发生的一个问题。每侧两个模具也被证明是一个好的备份系统。

少量安装

防错类别:	流程
防错类型案例:	物理

初步情况: 少量的生产通常使用手动工具，操作工通过有限培训按照顺序和操作说明执行该操作。有时用手动记分卡。

问题严重性: 如果错过一个操作或操作错误会造成潜在功能问题的。

采取的防错行动: 可以在这种产量中使用成本低防错。如果必须遵循的一系列操作流程中可以验证与刀柄使用单独的工具传感器连接到 PLC。可以跟踪工具的使用，以确保正确的顺序是遵循或声音和灯光指示不当的序列。主管或其他获授权的人必须重置报警。接灯，扭矩枪，成套工具，零件等，也可以使用。

实际结果: 更好的顺序控制被保证了。

额外行动: 无

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



可疑部件的发运

防错类别:	流程
防错类型案例:	物理

初步情况: 成品通过手动升降机协助龙门从一个移动装配生产线上卸载。如果没有通过所有操作产品从流水线上被移除了时, 警示灯亮起。操作者一定要注意光线, 并将可疑品放置在不合格机架上。

问题的严重性: 潜在装运不合格产品的客户。

采取的防错行动: 改善流程中, 通过添加输送机功能来卸载, 将不允许有问题的产品放置在合格产品的机架。增加一个定销的作用, 是不让提升机放过可疑品。该产品可以卸载, 只有在可疑品的机架位置。

实际结果: 没有已知的问题。

额外行动: 无

可疑部件分拣装置

防错类别:	流程
防错类型案例:	计数或分组

初步情况: 一种自动化操作使用闸门卸下产品 - 无论是好或可疑部件。然后, 部件会流到两个不同的传送带。一扇门被打开了, 当可疑品的部件落下溜槽里。

问题的严重性: 如果手臂未能打开, 可疑部件有被装运的潜在可能。

采取的防错行动: 拒绝部件的方法发生了逆转。使用相同的仪器, 不是为可疑部件打开门, 而是可疑部件不能打开门。只有合格品存在时, 门才会打开。如果门失败, 所有的部件将放置在可疑部件的滑道。

实际结果: 没有潜在的可疑品的部分不当定位。

采取进一步的行动: 软件改变经过连续三个的可疑部件就关闭操作。

注塑机安全

防错类别:	流程
防错类型案例:	物理

最初的情况: 注塑操作工因为在机床模具下方做清理工作而受重伤, 当时注塑机仍然是在自动运行的。显然当机械还在运行时, 工人不应在这工作。

问题的严重性: 健康和安全问题。

采取的防错行动: 在设备下面的区域增加了压力垫, 以确保人员不到区域, 并使机器无法运行。这是对“增加手动锁定装置方可在此区域工作”的要求的补充。

实际结果: 没有实例发生:

采取进一步的行动: 由于定期设备维修, 部件和工具的掉落形成油污环境, 各样的压力垫可以在油污环境产生优化效果。

预印标签

防错分类	标签
防错类型案例:	改善现状

初步情况: 在离线操作工位预印标签; 标签储存在一个类似收发盒的容器中。每个容器作标记或作颜色编码。当需要的时候, 质量管理人可以获得标签并分发到生产线; 剩余的标签应返还。

问题的严重性: 潜在产品贴错标签 和客户投诉的可能。

采取的防错行动: 在整个操作流程需要的地方添加标签打印机。标签打印, 只在需要时立即使用。只有质量管理人员审核标签打印机的设置, 通过使用扫描仪来审核产品标签, 以验证部件内容和外观。审核结果被自动保存。

实际结果: 造成混淆的额外标签得到严格控制。

额外行动: 无

镜像部件标签

防错分类:	设计
防错类型案例:	改善现状

初步情况: 标签被添加到镜像类型的部件（即，左手和右手部分）。完成包装后扫描标签，以确保正确的零件包装。这是以前的防错的改进，防止同一个包装中混装不同部件。

问题的严重程度: 可能的客户投诉和库存控制。

采取的防错行动: 部件 ID 被注塑进部件中成使用“凹凸条码”系统的一部分。需要特殊的扫描仪扫描部件。标签被淘汰，是为了不发生潜在的标签错漏。在产品的整个生命周期中，部件的永久性识别码随时可读取。

实际结果: 因为使用了一次成型的注塑标签，因此不再有标签错漏。

额外行动: 无

处方药的标签

防错类别:	贴标
防错类型案例:	消除问题

初步情况: 药物放置到容器中，有一个关于病人和基本药物信息、日期、用量以及其他一些跟踪信息的主标签。也贴有附加警告标签。标签手工粘贴。

问题的严重性: 错标产品，特别是额外的警告标签，潜在的健康和安全问题。

采取的防错行动: 一些药店已经开始打印只有一个较大的包括所有的信息和警告标签。没有选择药剂师应贴什么标签。在完成订单时，这个动作也节省了一些时间。

实际结果: 问题得以解决。

采取进一步的行动: 采取了许多改进正在填写处方药信息。许多有人做的决定和手工操作正在改善或消除。大多数药物都通过大小，形状和颜色来识别。医生的手写的订单正在被网上订单或印刷订单所取代。现在也使用一些配合药物的条码标签。

防止安全气囊中异物

防错类别	流程
防错类型案例:	改善现状

最初的情况: 不允许异物进入气囊或折叠气囊。当气囊展开时,异物可能具有像子弹一样的杀伤力。

问题的严重性: 潜在的健康和安全问题。

采取的防错行动: 异物的问题,是一个令人困惑的问题,因为有很多异物被混入的机会。操作者不许佩戴首饰,假指甲,或任何松动的物体,最终可能成为一个折叠安全气囊的异物。他们还穿没有口袋的实验室大衣。工作站并未有任何松动的紧固件、工具和其他异物;工具被栓系或感应收缩在工作面上方。在工作站上方附设遮盖物,以防止从上方掉落的物品。缝纫机也有类似要求,附加防止断针的装置。一些厂家使用了包括 X 射线技术在内的正规检测方法。

实际结果: 没有已知的事故案件。

采取进一步的行动: 缝纫已经在某些情况下消除。

安全卫士

防错类别:	流程
防错类型案例:	物理

初步情况: 安全防护需要许多设备到位。有时守卫设施不会重新启动当维修人员维修后或可能损坏时。安全门也被关闭。

问题的严重性: 潜在的健康和安全问题。

采取的防错行动: 类似或机械式传感器的应用, 以确保守卫被替换在自动模式下运行前。也增加了感应门, 以确保它们已被关闭。

实际结果: 没有问题, 除非故意禁用的问题。

采取进一步的行动: 发布工作规则, 并通告所有关键人员, 哪些是不能工作的传感器, 哪些是安全传感器。

零件冷却

防错类别:	流程
防错类型案例:	计数

初步情况: 注塑后的零件必须冷却后再进行其他操作。部件被放置在一个工作台和手工移动。冷却架用手动控制的时间和最终使用的产品。

问题的严重性: 该产品的潜在功能的问题。

采取的防错行动: 部件从注塑机自动移除放在传送带上。传送带的速度是固定的,以便有足够的冷却之前,部件达到传送带的工作方。给传送带加装盖子,以防止操作员在部件尚未到达传送带末端时拿走部件。

实际结果: 没有其他问题的报告。

采取进一步的行动: 保护传送带速度控制的变化。由于传送带上加装了盖子,应再加装风扇,以确保合适和更快的冷却。

装配线卸载

防错类别:	流程
防错类型案例:	软件和硬件

最初的情况: 在传送带驱动的装配生产线，最后一站将合格品装到货架上发运而将不合格的部件下线返工。去掉仪表板的载体，需要一个辅助的电梯。虽然计算机系统正确识别部件应改为返工，并提供电子方向操作，但操作工多次仍然把有缺陷的部件装到发运箱中。

问题的严重性: 修复缺陷后，它被安装到车辆的仪表板，导致昂贵的供应商的处罚。

防错采取的行动: 输送带供应商和 MES 提供商合作来解决问题。电子驱动拴销的安装，以防止从辅助升力容器中放到发运箱，但只允许操作工将在脱机返工的部件放入箱中。MES（制造执行系统）- 如 ERP 业务系统和制造商的车间控制设备之间的中介）当一个有缺陷的部件来进入系统，将不允许在下一部分进入车站，直到辅助升降机放行发部件。

实际结果: 没有记录 缺陷的、没有被返工和被清除的部件发运给客户。

额外行动: 无

CQI-18

有效防错指南

第一版,2011年3月发布



上料碗填充

防错类别:	流程
防错类型案例:	软件和硬件

最初的情况: 在加工过程中的微小差异的大小不等的轴承蜗轮需要。

问题的严重性: 错误的轴承尺寸会导致过早磨损，有一个“草率的感觉”，或有可能抓住在一定的环境条件下，在转向系统。这部分将投入商用车辆，包括校车，所以故障可能导致的责任和生命损失。

采取的防错行动: 上料碗和盖子将被锁定。条码扫描的材料将打开盖子，允许填充。

实际结果: 不正确的轴承尺寸没有发生。

额外行动: 无

顺序包装

防错类型:	流程
防错类型案例:	软件和硬件

最初的情况: 为了符合顾客顺序要求，系统会指定那个部件需要包装和标准的包装到位。虽然操作工选择了正确的部件，他们多次放置部件在包装容器中不正确位置。容器有一个“前”和“后”，因为他们方可以被放置在包装站，在任何方向，在一个容器，包装造成“倒流”。

问题的严重性: 不正确的顺序计数作为一个“缺陷”产品需要昂贵的书面工作解决相关问题。此外，部分部件序列往往被损坏，因为他们被双在重处理，客户的总装装配人员经常将它们安置在方便操作位置。容器包装的“倒退”使流水线工人走回容器取下一部件给顾客造成麻烦，提高了人体工程学的问题，或需要时间耗费，偶尔造成非常昂贵的顾客装配线停产。

采取的防错行动: 视觉系统安装确认的包装容器内放置零件。为了确定方向的包装容器，被贴上反光的“点”对所有发运集装箱前确认包装容器的方向，包装过程完成前。

实际结果: 不正确的部分包装的频率，减少仅在 18 个月，平均每月的两个事件。这是未定的，如何在单一的事件发生。

额外行动: 无

原料负载电路板

防错类别:	流程
防错类型案例	软件和硬件

初步情况: 机械组装 160 件在 160 个不同的地点..... “卷轴”的部件，并在大小和形状非常相似，但它们具有不同的功能和属性。有时操作工将加载到机器不正确的组件。

问题的严重性: 虽然组件不正确的会通不过电气试验站，许多报废的板会被生产在第一次失败前。部件去测试之前，通过固化炉，以去除生产和过度废料。

采取的防错行动: 一台计算机上安装和配置所有机器上的。每个位置有条形码。机器知道，当原料被耗尽黄色栈灯将被点亮。材料的光一旦被启用，将计算机系统禁止运行机器，直到条码被扫描的材料和匹配的位置。

实际结果: 没有不正确的材料加载已报告。

额外行动: 无

水阀问题

防错类别:	流程
防错类型案例:	软件和硬件

最初的情况: 在铸造，水平连铸复杂的流程提出了挑战。虽然热水需要流经模具铸造前增加其温度，熔化的金属，一旦开始流经模具，冷水必须流入，以保持温度降下来。一个维修工人不小心打开上游冷水阀，本来在一个关闭的位置。

问题的严重性: 在最初的“热”的一天，一旦开始熔化的金属流通过模具系统的切换从热水冷，然而，没有流动，造成灾难性的失败，包括爆炸和工人受伤。

采取的防错行动: 安装了多个传感器。在截止阀的传感器是由控制系统，以防止铸造工的操作，直到所有的阀门打开。流量传感器安装水压力下降的事件发生是，以防止错误。

实际结果: 九年没有水流的问题发生。有一次，阻止系统启动连铸机应为城市供水压力问题。

额外行动: 无

参考目录

以下的书籍，文章和其他参考材料，被用来作为本指南的背景。

刊物

1. 新江滋生;《零质量控制 - 源检查和防错系统》;纽约生产力出版社, 1985。
2. Grout, John;《保健流程设计的防错》;马里兰;保健研究和质量机构;2007
3. Chase RB, Steward DM;《防错: 设计防错》;俄勒冈州生产力出版社; 1995年。
4. AIAG的CQI-10,《有效解决问题的指导方针》;密歇根; AIAG; 2006年。
5. AIAG的CQI-14;《以消费者为中心的保修管理: 行业最佳实践, 密歇根州的指引》; AIAG的; 2010年。

文章

6. Calderone, Chris;《精益思考: 电力标准化工作实践》;精益的家庭护理咨询集团有限责任公司; 2008

网站

7. Wikipedia.org
8. ASQ.org
9. BusinessDictionary.com
10. Answers.com
11. ReliablePlant.com
12. Stickyminds.com
13. ToyotaGeorgetown.com - 丰田生产系统的条款

维修申请表

的发布者名称: _____ 日期: _____
公司: _____
公司地址: _____
电话: 传真: _____ 电子邮件: _____

维护要求

页码变化: _____
文档目前读取: _____

建议的修改/应改为: _____

变化的原因 (如果有必要使用附加表): _____

发布者签名: _____

处置 (只 AIAG 的使用)

经理推荐: _____

最终处置: _____

评语: _____

注: 完整的形式和返回 AIAG 的出版专家, 以供审议。

美国汽车工业行动集团 • 26200 Lahser 号 200 室南菲尔德, MI 48033
电话: (248) 358-3570 • 传真: (248) 358-3253
Web: www.aiag.org