

制造企业生产异常诊断及控制研究

文 / 詹圣泽

对制造业生产异常管理系统进行信息化、智能化方案的设计与构建，提高其控制的及时性有效性是企业降低生产及管理成本、完善精益生产管理体系、提升企业整体管理水平的重要环节。通过对异常控制所需的信息进行采集分析，依据信息论、系统论、控制论的思想基础，遵循准时生产、精益生产的原理，追求生产过程中人、机、料、法、环等要素的无缝对接，设计一种异常控制的策略措施，构建一种可支持异常事件信息动态采集、综合查询分析和快速反应处理的生产异常诊断及管理控制系统，以实现生产的职业、健康和资源、环境与效益多方的动态协调与和谐统一，提出科学规范的、适用性强的异常控制流程体系，并通过行之有效的社会实践，为制造企业在生产管理中的异常诊断与完善控制提供有益的参考与借鉴。

引言与研究现状

企业管理包括正常情况的维持和异常情况的处置管理，而异常情况的发生及延迟解决不仅造成企业经营成本的上升，而且也影响企业的长远发展。异常管理的实施和完善在很大程度上保证了企业更好地满足客户，提升公司经营绩效，最大限度底降低了异常给企业带来的损失。随着市场竞争的日益激烈，现代制造企业需要不断提高对不确定性因素的快速反应和处理能力，以维持和提高企业综合竞争力。在理想状态下，所有生产任务都将按照工序的详细生产计划顺利平滑完成。但是在实际生产过程中，由于生产任务品种多、批量小和质量要求高等特点，致使生产过程环境的复杂性大大提高，容易引起生产异常。当前，制造企业面对的不确定性因素越来越多，这些因素包括企业内部条件变化的不确定性和企业外部环境变化的不确定性两大方面。对于大多制造企业来说，车间生产过程的复杂性和不可预测性导致物料异常、设备异常、人员变更、生产计划变更和紧急任务插入等异常情况时有发生。车间异常事件的

发生时常会造成生产停工，甚至长时间停产，从而影响企业生产任务的执行和产品质量及订单交货期。因此，现代制造企业迫切需要一种对车间生产异常事件进行有效管理的实时管理系统，以实现生产异常事件的监控、采集、传递、预警、处置、评价等一体化集成运行，从而提高企业对异常事件的快速反应和处理能力。

目前国内外的专家和学者已经对车间现场的生产异常事件进行了不少的研究和探讨，其中主要包括以下几方面：

1. 车间生产设备异常事件管理的研究现状。车间现场的生产设备是企业进行生产活动的主要生产因素之一，对于制造企业来说，对其车间生产设备异常事件进行有效的管理与监控以保证生产设备的正常运行显得尤为重要。东南大学陈丽娟等人以电厂为背景，提出了MES系统数据仓库的双层体系结构，给出了电厂MES系统数据仓库的概念模型和数据模型，并介绍了MES系统数据仓库在电厂设备故障预警方面的应用。

2. 车间生产过程中质量异常事件管理的研究现状。车间生产过程中质量异常事件管理是产品质量管理的重要环节，也是产品

质量管理方面问题的主要来源之一。目前国内外许多专家和学者对车间生产过程中质量异常事件的管理和监管进行了大量的研究，已经取得了许多有价值的研究成果。如：ShankarChakraborty，DigantaTah提出了一种咨询决策支持系统，该系统能帮助收集质量统计数据，并能对其进行分析，从而能实现与质量相关的决策支持。

3. 生产异常管理趋势。当前，国内外已有不少专家和学者在车间生产现场信息管理和监控方面进行了大量的研究，并取得了可喜的成果。近年来，随着计算机技术、网络技术的迅速发展和先进的制造思想的提出，MES得到了长足的发展，结合MES等先进管理思想和理念对车间生产现场经常出现的生产异常事件进行有效管理，提升企业的快速反应能力已经成为一种新的发展趋势。

目前，这些研究成果为车间生产过程信息的管理和监控能力的提升提供了有力的支持，本文旨在构建一种能支持生产异常事件信息的动态采集、实时传递、快速处理和综合查询分析的车间（生产过程）生产异常事件实时管理系统。

生产异常的形成与类型

1. 生产异常的形成

生产管理是公司经营管理的重点，是达成企业经营宗旨和盈利目标的重要途径。生产管理一般包括三个部分：生产组织活动、生产计划活动和生产控制活动。通过不断优化生产管理系统，企业可以达成这样一种生产方式，它技术和经济上具备可行性、物质和环境条件所允许，能够迅速调整在生产过程中发生的各种关系，使之符合所制定的产能计划的需求，从而实现生产活动的目标，保证产品质量可靠、产量交期让客户满意。

在正常的生产程序下，所产出的成品，均会呈现稳定的分布情形，然而，经过长时间的生产过程，难免会产生一些不良品。

车间现场管理是在生产第一线进行的综合管理，就是要把生产活动中的五个要素即人、设备工装、加工方法、材料物资和信息有机协调地组织起来，以保证优质、高效、低耗、均衡、安全地进行生产。车间现场管理是通过现场的生产管理者来进行的。产品生产过程由一系列生产环节所组成，一般包含加工制造过程、检验过程、运输过程和停歇过程等。不论由于何种原因造成的产品生产过程的间断，均属停歇过程。在生产现场，这种停歇过程多被称为生产异常，管理人员每天、每时都要进行有效的协调，以消除生产活动中的障碍，发掘生产中的潜力，完成生产任务。异常问题处理得好坏，不仅直接影响产品的质量，而且还涉及整个车间乃至整个企业生产的有效性及其经济性。

异常多数是指事物向不好的方向发展。生产异常是指因生产流程、作业方法、机器设备、研发设计、材料等因素而造成的生产线上不合格品数量上升或生产效率下降的情况，是生产过程中造成

类型	主要内容	解释
人员异常	出勤异常 人员安全事故 人员新增 健康异常 人的操作失误或错误	调动、迟到、早退、旷工、请假及刷卡等而导致人员紧张； 工伤、出行、卫生等； 新人训练、上岗检定等； 一般疾病、传染性疾病等； 作业人员的个人技能和责任心就成为影响产品工序质量的主要因素； 人的差错又可分为：人为技能差错、人为规则差错；设备的运行异常。
设备异常	一般异常 重要异常 严重异常 新设备导入	机械故障，电气故障，动力问题，控制系统故障，影响动作、产出品异常等； 部件损坏、产出品报废等； 设备本体报废、产出品全部报废等； 工装、量具、仪器因设备、工装不足或故障等原因而导致的异常。 设备的异常通常会通过设备运行时的电流、电压、机体温、机械振动等多个方面表现出来。
物料异常	供料异常 运输异常 储存异常 出货异常 质量异常	自制、外购的原材料出现的异常等； 运输过程中发生碰撞、漏损、淋湿等原因造成的异常； 在储存过程中造成的物料变形、氧化、过期等； 由于包装、搬运、过期等造成的异常； 产品的外观、功能、安全规则等原因未达标造成异常，因物料供应不及时（断料）、物料品质问题等导致的异常。
方法异常	操作异常 教导异常 处理异常 信息异常	作业按顺序方式或与标准作业指导书等不符； 对员工工作教导方法不对造成的异常； 指在处理异常时所应用的方法不适合而又造成的异常； 本道工序产品的质量取决于上道工序的质量，因此，上道工序传递的信息要准确和及时，控制的重点是生产检验人员所提供的计量、质量测试的信息，这些信息必须准确而及时，为下道工序提供指导。
计划异常	计划变更	因生产计划插入、调整等的临时变更或安排不当、失误等导致的异常。
质量异常	来件质量问题 制程品质异常	因产品设计或其他技术问题而导致的异常，或称机种异常。 设计工艺异常，因制程中出现了品质问题而导致的异常，也称制程异常。
其他异常	安全异常 环境异常 突发异常 水电异常	工业安全事故，消防安全事故； 由环境的变化事项而造成的异常； 由一些不可预期的突发事件造成的异常； 因水、气、电等导致的异常。

生产异常的类型

的进度延迟或生产停工现象，它会造成生产浪费，并严重影响企业的生产能力。如果生产过程处于异常波动时，我们称之为生产工序处于失控状态。本文所指的生产异常是指造成制造部门停工、生产进度延迟、造成制程品质的影响等情形，由此造成的无效工时，亦称为异常工时。

2. 生产异常的主要类型

对异常事件的分类管理是车间生产异常事件管理和预警的基础。由于企业性质及生产类型不同，对生产异常的分类侧重点也不尽相同，如有的企业将制程异常视为主要的生产异常，而有的企业则将计划、物料、品质等异常视为主要生产异常。产品生产制造过程中，由于人、设备、材料、质量、工艺、技术等的不稳定性，容易产生缺料、设备异常、材料异常等情况。按实际生产过程造成生产异常的原因不同可以将生产异常分为五种主要类型，包括计划异常、物料异常、设备异常、制程品质异常、设计工艺异常、水电异常等，为了找到及时判断异常产生的标准、依据和处理方法。生产车间经常出现的生产异常主要包括：设备故障、实际进度提前或滞后以及紧急任务插入等。而这些异常均能导致任务的计划进度发生改变，为使任务满足交货期要求或提高设备利用率，必须对这些异常扰动事件做出正确处理。对异常的排除应从这几个方面着手，如上表所示：

生产异常的现状分析

生产线上的设备、工艺、环境、操作人员以及所加工零部件的材料等因素一个或多个发生变化时，系统故障就发生了。

1.生产的正常波动与异常波动。由一些偶然性生产因素产生的质量波动现象我们称为正常波动。偶然性生产因素是指在产品生产中经常对质量起作用的因素,例如,生产设备受外面影响引起的微小震动,工人在生产操作过程中的微小的技术变化,不均匀的材料硬度,生产刀具的正常磨损,生产工艺参数随时间的微小变化等。这些偶然性变化对产品质量影响很小,而且其质量波动现象是随机的,没有规律的,在技术上很难消除,在生产中难以预测!明。如果生产过程中处于正常波动时,我们称此生产工序处于受控状态。由系统性生产因素(异常的因素)产生的质量波动现象我们称为异常波动。例如生产设备调整不恰当,夹具定位不准,员工操作违反作业规程,材料牌号与要求生产的产品不符,外界环境变化较大不利于生产等。这些系统性生产因素的变化对产品质量影响很大。但是,这些系统性因素在一定时间,一定条件下,其变化是有规律可循的,并通过一些检测手段可以测量的,能够采取一定的有效措施避免和消除或减少其影响的,使生产工序处于可控制状态。

2.生产现场管理方面存在着许多问题。如:生产常用报表的数据收集、传送仍采用人工方式,易造成资料的准确性和及时性的缺陷;管理人员对现场生产状况掌握不够及时或不够准确;生产异常处理的单据(如制程异常联络单)需人工跑单作业,效率低下;设备损失工时偏高,生产效率低;产品不良率、报废率有待降低,单位产品成本还较大;随着客户对产品质量、交期、弹性的要求越来越高,生产现场现有管理模式渐渐不能满足客户需求。

3.生产异常的处置过度依赖于经验判断。信息滞后导致管理人员桌台摆放的往往是昨天或更早时间的汇报单和异常处理申请。从信息论的观点来看,过程的各种参数检测数据和表现现象是系统内部的各种反应表现出来的“信息”。由于生产过程的异常诊断长期以来都是依赖熟练操作人员的经验进行的,操作人员在长期生产实践中,积累了大量的、丰富的异常诊断经验。然而,最困难的是获取和整理那些仅存于专家头脑中,遇不同状况能随机应变的知识,即专家自己尚未进行过条理性组织的启发性知识。典型的如“遇到什么现象,采取什么措施”的知识,这些知识本身可能是不完备的,甚至不同专家的知识有相互矛盾的地方,但它们对实际问题的求解却非常有效。

4.传统处理方式不能适应现代制造业生产的要求。车间生产异常事件的处理往往需要各个部门之间的通力协作,传统制造企业异常事件的处理是按照从车间生产异常事件发生到异常事件处理结束的串行方式进行管理的,整个处理过程中的信息流主要依靠传统的人工、电话、报表等信息传递方式,这种方式采集和传递效率低、信息出错率高、汇总分析能力差、速度慢且易失真,难以及时做到部门的有效协调,使得相关管理人员不能及时、准确地响应异常事件,容易造成资源浪费和内部矛盾,严重降低企业生产效率和利润率,更难以及时做出处理并对生产异常事件进行有效的预测与防控,甚至在操作人员或管理人员拿到数据报表时情况可能就已对

生产造成了新的影响。

5.现实中缺乏异常事件处理的信息化智能化平台。当车间生产异常事件发生时,由于缺少一个支持异常事件处理的信息化平台,管理人员与生产现场事件处理人员和操作工人之间难以实时地进行信息交互和业务协同,以致难以对异常事件及时做出响应和快速制定出有效解决方案。信息、报表数据滞后,导致企业反应迟钝,无法及时避免和应对错误。信息不能共享,各部门之间缺乏及时必要的沟通,各自为政,极易造成“信息孤岛”,并且造成许多工作的重复进行。企业要提高企业综合竞争力,需要突破异常事件信息传递的瓶颈,需要一个支持异常事件信息快速传递的系统应用到日常生产实际中。

6.降低生产异常成本及其损失的使命要求。制造过程中的异常具有不确定性、不稳定、随机发生、异常种类多等特点。由于生产异常,如质量异常造成的返工、返修、报废等质量成本上升;设备故障之后的维修费用增加;异常的发生消耗了有效的生产时间;组织内异常处理速度慢,导致现场在制品降低;设备故障、物料短缺、质量问题等都会造成部分工序暂停或生产计划变更,进而造成现场在制品增多、在制库存积压。等等,这些都会给企业带来不同程度的经济损失,降低了企业效益。因此,避免、减少和缩短生产异常的发生,就是相应提高了时间和资源的利用率,提高了企业的生产力和企业效益,对于创建环境友好型和资源节约型社会具有普遍意义。

7.大数据时代为解决生产异常提供了智力支持。由于车间现场的复杂性和许多不可预测的影响因素,生产及其装配过程中各环节都可能会出现导致生产中断的异常现象,这些异常影响了整个车间乃至企业的生产效益,针对企业因订单改变、物料供应短缺等原因造成物料加工中断,进而导致生产计划滚动和重排而出现停滞的现象。而一旦车间发生异常事件,管理人员及高层领导又往往不能在第一时间准确、及时地摄取相关信息,更难以及时地做出决策支持。随着全球化、知识化、科技化、信息化、智能化的快速发展,各行各业迎来了大数据时代。近年发展起来的过程监控技术能采集大量的实时生产数据,这为生产过程的异常控制提供了强有力的智力支持。

8.建立协同预测管控机制。多层CPFR模式非常重视共享来自供应链上其他阶层之间的信息,根据“网络效应”分享和接收供应链上的交易信息,使供应链上所有协同构架下的企业利益增值。换言之,就是供应链上每个节点所增加的共同利益远超过节点本身的价值。CPFR使参与合作的各方共赢,而非单方收益,这将有助于供应链成员发展长期稳定的合作关系。

9.多维度进行预测绩效评价。进行产销存预测时,不能简单的依靠某一个理论或套用某一个模型加以预测,要综合考虑各个方面的情况,借助于经验判断、逻辑推理、统计分析等方面的预测判断,能够使得预测的结果更加合理。评价的指标包括流程性指标和

效果性指标两大类，具体评价指标及方式如下表：

生产异常的处理方法及流程

“诊断”的本质是在分析异常现象的基础上，由现象推断出异常原因。异常诊断是根据系统采集到的实时生产数据所反应出的信息进行的，可以说，实时生产数据是异常诊断的基础。异常诊断需要把复杂的系统看作一个整体，诊断的着眼点不在于局部表现的现象，而在于过程中多层次、多因素、多变量的综合性关系，包含了系统论的思想。判断异常类型；分析引起异常的原因；采取措施，消除异常；故障诊断所需知识必须依据于现行生产的知识积累。

（一）生产异常的分析与判断

生产工序质量控制的对象是引起质量波动的工序因素：人、机、料、法、环，在企业生产现场管理中简称为4M1E。生产工序质量控制的中心任务就是使产品质量在生产过程中维持正常波动。在生产作业过程中，对产品生产同一道工序，即使由同一名工人同一台生产设备上，用同一种材料，按同一作业标准与生产工艺方法，生产出同一种产品或零配件，其产品形状，大小，精度等质量特性值也不可能是完全相同，这就是产品的质量波动，引起这种产品质量波动的主要因素就是人、生产设备、材料、作业方法和生产环境。外部市场的变化对企业内部的管理提出了更高的要求，企业是一个由输入到输出的转换系统，企业管理的目的是使得人、机、料、法、环、测、信息等生产要素处于可控状态，能够按时、低成本、高效率地进行生产，而异常情况的发生会使得有序生产发生紊乱，因此，对异常进行及时响应和规范化管理是每个企业关注的焦点。

1.企业的生产是一个闭环系统。异常原因分析无论是在工业生产上，还是在商业管理方面都具有重大的实际意义，通过异常情况来查找出原因也是异常诊断的目的，这也是实时数据仓库中主动决策的根本动机。异常原因分析一般都需要领域知识作为依托，对现场实际情况进行调研，将能够引发异常的各种原因总结出来，并定义好原因的判断准则，同时这些判断标准在生产过程中能够及时修订。利用异常模式预测的结果可以对异常原因进行进一步的分析，传统的异常原因分析基本上是通过判断准则来进行的。因此，判断准则的好坏决定了异常原因分析的准确性和有效性。生产计划人员需要在预计生产异常和确定现有生产问题的基础上，对这些生产异常和生产问题进行分析，找出问题产生的原因。在确定问题产生的原因后，计划人员需要向有关责任单位提出建议，变事后补救为事前控制。针对无法克服的生产问题，计划人员需要在考虑各方因素后重新修订生产计划。

2.产生异常的根本原因探究。生产发生的异常也就是产品

项目	评价指标	评价方式
流程性指标	1、预测组织制度	查看文件资料。
	2、市场分析或调研	查看市场分析报告及调研报告。
	3、预测回顾总结	查看需求预测总结分析材料。
	4、集体讨论分析	查看需求预测会议记录或纪要。
	5、准时上报	查看需求预测上报记录，是否有漏报、错报或延迟等情况。
	6、预测与订单分离	走访零售客户，检查信息系统及有关制度文件资料。
效果性指标	7、销量预测吻合度	比较销量预测与实际销量的吻合度。
	8、存销比	
	9、协议调整变更率	半年协议的调整频率、调整幅度
	10、品牌脱销断档率	
	11、客户满意度	组织客户满意度调查。

效果性指标的计算，主要依赖订单部门采集的零售客户原始订单，以实事求是的录入客户需求至关重要，保证真实性，为需求预测评价工作提供客观准确的数据信息。

评价指标表

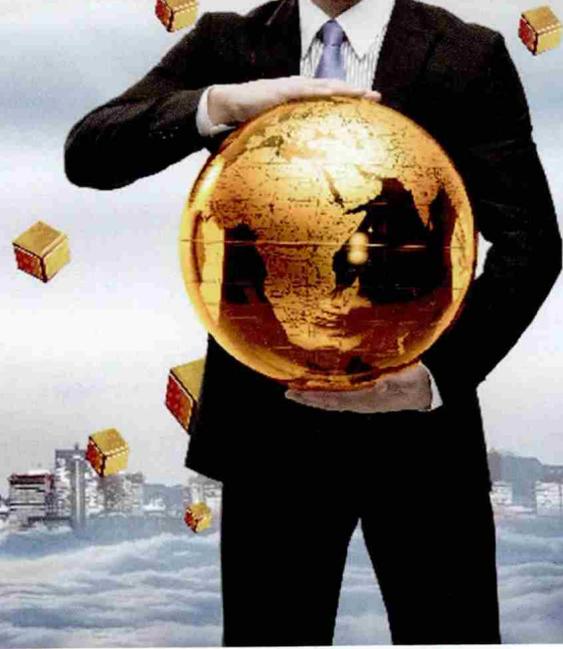
制程中的异常，制程的起伏变化是造成品质变异的主要根源，而品质变异的大小也是决定产品优劣及生产有效性的关键。对比分析五种异常类型，可知造成异常的主要原因有两种：共同原因和特殊原因。共同原因又可称系统原因、非人为原因、偶然原因、机遇原因，是指制程中变异因素在统计管制状态下，其产品的特性有固定的分配，如操作者细微的不稳定性、同批材料内部结构不均匀性、气候及环境的恶化等。特殊原因又称可避免原因、人为原因、非机遇原因、异常原因、局部原因，是指制程中变异因素不在管制状态下，其产品特性没有固定的分配，如操作者未按照作业标准及指导书(SOP)作业、机器设备的不正确调整、操作人员的变动等。

3.异常处理的主要方法及主要对策。在日常生产过程中，经常会出现生产异常现象。如：因客户订单资料变更，交货期提前及生产制造过程异常，机械设备发生故障等因素造成产品质量，数量，生产周期偏离原定计划等现象，对生产效率的提高和交期产生严重的影响。因此，要对生产异常有预防措施并制定切实可行的对策。发生异常时，必须采用5W1H六大提问技术加以确认，让当班操作在必要的时候开启自动装置，并将重点方法教会给操作者，还应立即与有关部门联系。异常处理最主要的方法即为改善，对于生产企业来说，除了对发生的异常进行改善排除外，更为行之有效的办法则是防范异常的发生。根据计划调整，迅速作出合理的工作安排，保证生产效率，使总产量保持不变；安排因计划调整而遗留的产品、半成品、原材料的盘点、入库、清退等处理工作；安排因计划调整而闲置的人员做前加工工作；安排人员以最快速度做计划更换的物料、设备等准备工作；利用计划调整的时间做必要的教育培训。

（二）生产工序质量因素控制措施

1.生产人员因素

企业生产任何加工方式都离不开人的操作，即使是目前最先



进的自动化生产设备，也还是需要人通过其配置的电脑去操作和控制其生产加工方式。造成生产人员失误的主要因素有：产品质量意识差，生产作业时粗心大意，不遵守公司规定的生产作业规程，员工责任心不强，生产操作技术没经过岗位培训不熟练，以及由于从事的工作简单，并且是重复做同一动作，员工产生麻痹思想和厌烦情绪等。对此，可采取如下预防措施：

(1)对员工加强产品生产质量意识教育，提高企业员工的责任感。

(2)对员工经常进行岗位技术培训，特别是一些新进员工，未经培训不得上岗，要求员工熟练并严格遵守生产作业操作规程。

(3)生产和检验人员要加强产品自检和首件产品检验工作，并适当增加产品生产过程中的检验频次。

(4)加强生产过程控制，做好过程检验，如：首件检验，巡回检验，完工检验，末件检验。

(5)根据有关技术要求加强最终检验控制，防止不合格品出厂和流入到用户手中。

(6)人员异常的处理。对于企业来说最重要的财产是人才。说到重视人才，一是应追求一种谁都可以安心、不浪费操作的工作环境，二是营造一种培养人、让人的能力最大限度地发挥的工作环境。当发生人员异常时要以人为本，积极应对。将异常排除后返回做到防范为主，即查明该人员病因后，倡导其余员工注意身体，必要时增加定期的身体健康状况检查的次数。

(7)营造可以安全、安心工作的操作环境。这项工作会直接影响到员工工作的热情和积极性。改善危险的操作、困难的操作以及重要工序的操作，营造声音、振动、温度、照明等方面均良好的操作环境，追求一种即使是高龄者及女性也能不费力完成的操作规程以及合适的配置很为必要。

(8)人为风险规避。严格管理与培训、突出重点、逐步完善、分级管理，对操作人员实行权限分级，不同权限的人员对系统和生产过程可以进行不同的操作。

2. 生产设备因素

机器设备是公司保证产品生产工序能生产出符合客户产品质量要求最基本，最主要条件之一。生产设备的稳定性、性能的可靠性、精度的准确性、配套的工装以及夹具等定位装置的准确性等都直接或间接引起工序产品质量特性的波动。消除产品质量波动的主要措施有：

(1)加强生产设备保养和维修，定期检测生产设备的关键性能，建立生产设备每日点检制度。

(2)坚持产品首件检验制度，以此来核实生产设备的性能的可靠性、稳定性和精度的准确性。

(3)在生产过程中尽量采用工装，夹具等定位装置，以减少或消除因人工调整所引起的操作误差和失误。

(4)关于设备异常的处理对策。为了最大限度地发挥设备的功能及性能，操作人员应对设备的正常状态了如指掌，经常将设备维持在最好状态。应实施全面预防性自主维护（TPM），即在设备出故障以前防止问题的出现。实施TPM可以减少维护费用，减少生产中的浪费，提高工作安全性，提高产品的品质，同时更能够缩短停工时间，使设备的使用寿命更长，可以最大限度地减少设备异常的发生。

(5)立即通知工程维修部门协助排除，安排闲置人员整理整顿或做前加工工作，如排除故障需要较长时间的，应与生管部门协调另作安排。混合动态系统的故障诊断方法是一个值得重视的方向，它可以为离散和连续特性共存且相互作用之类复杂系统的故障诊断问题提供理论和应用基础。

3. 生产原材料因素

(1)在生产加工过程中，每道工序的原材料的提供，其品质和供应的及时性都直接影响产品或半成品的加工进度和精度。采取的预防措施是：加强产品生产原材料的检验和核对，确保每道工序原材料使用的正确性，合理安排生产加工工序，保证生产顺利进行。

(2)接到生产计划后，要立即确认物料状况，查验有无短缺，随时做好各种物料的信息掌控，并及时反馈相关部门避免异常的发生。如属短暂断料，可安排闲置人员做前加工、整理整顿或其它零

星工作，如断料时间较长，可安排教育训练，或与生管协调做计划变更，安排生产其他产品。

4. 生产工艺方法因素

生产工艺方法是生产作业的指南，正确的加工方法和作业指导书可以指导企业按正确的方法生产合格的产品。主要包括两个方面：一是各生产部门根据各自生产工序的需要制定合理的加工方法和作业指导书；二是在机器调试过程中选择优化的工艺技术参数和合理性正确性的工艺装备。为了防止员工不严格执行产品生产正确的操作工艺方法，而造成产品质量引起波动，可采取如下预防措施：

(1)各生产部门根据各自生产工序的需要制定正确、合理的生产工艺方法。

(2)不断调整优化生产工艺技术参数，保证产品加工质量。

(3)保持工艺装配和夹具精度，并定期检测和维修。

(4)加强关键工序和特殊工序的控制。

(5)设计工艺异常。迅速通知品管、生技或开发部共商对策。

(6)严肃劳动生产纪律，经常检！和监督员工是否真正贯彻执行公司的生产操作规程。

(7)方法异常处理对策。方法异常是生产线异常中最常见也是最容易发生的，根据方法异常的内容及产生异常的原因可知，方法异常主要是集中在员工对于标准作业方法的不熟悉或不采纳上，因此，要避免方法异常的发生，最首要的任务便是标准作业指导书(SOP)的制定及实施，在对策实施前，安排闲置人员做前加工或整理整顿工作，如果异常暂时无法排除时，应与生管协调部门进行生产变更。

5. 生产环境因素

生产环境是指生产现场的采光和照明、色彩、噪声、振动、温度和湿度、室内净化和废气的排放等。由于产品生产每道工序不同，生产所需环境条件也可能有所不同，应根据具体工序要求选择相应的生产工作环境。

6. 制程品质因素

(1)对有品质不良记录的产品，应在产前做好重点管理，异常发生时，迅速用警示灯、电话等方式通知品管部及相关部门；协助品管、责任部门一起研究对策，配合临时对策的实施，以确保生产任务的达成，在对策实施前，安排闲置人员做前加工或整理整顿工作，如果异常暂时无法排除时，与生管协调做生产变更。

(2)迅速通知产品管理部门、生产技术部门或开发部门。生产过程工序质量控制就是在产品生产过程中利用各种管理方法和统计测量工具，判断和消除在产品生产过程中出现的质量异常波动现象，使生产工序时刻处于受控状态，保证每一道工序在生产中能够稳定地生产出符合客户要求的合格产品。

7. 生产计划因素

根据调整计划，作出迅速合理的工作安排，保证生产效率，使总产量保持不变；安排因计划调整而遗留的产品、半成品、原材料的盘点、入库、清退等处理工作；安排因计划调整而闲置的人员做前加工工作；安排人员以最快速度做计划更换的物料、设备等准备工作；利用计划调整的时间做必要的教育训练。

8. 其他异常因素（略）

（三）异常响应与信息化结合方案的设计构建

通过调整制造效率，重新排程，帮助企业合理分配生产人员，并将人员流动对生产计划和订单交货期造成的影响及时反映出来，积极协助计划人员采取各种应对措施，如设置加班、外协、或内部产能调整，从而将损失降到最低限度。及时输入设备维修时间信息，然后自动快速重新排程，评估设备故障造成的影响，是否有订单脱期，决定是否需要采取应对措施，如更换班组、切换机台、设置加班等。大量的事实证明，量身订做一套先进的生产管理系统是解决这些问题行之有效的途径，也是提升企业市场竞争力的必由之路。异常响应与信息化结合的方案设计构建应考虑如下：

1. 动态化运用大数据。系统与生产设备和现场硬件集成，充分发挥其最大效能，实现数据实时采集、动态分析处理，真正达到实时掌控的目的。无论长短期的计划，还是周计划、日计划，APS/MES精益制造管理系统都能给出最优化计划方式，并持续滚动计算计划的执行情况。

2. 智能化形成新计划。系统是根据生产现场实际情况做出相应反应的智能化系统，它会根据物料、生产能力、工装夹具、设备异常、出勤人员等信息变动来自动调整下一步计划，形成新的计划。根据实际情况做出最优的安排，解决制造同步化问题。

3. 超大屏LED生产看板。全彩LCD屏看板让生产现场的进度一目了然。可实时反映车间生产线因设备、质量、工艺、物料供应等方面原因引起的停工或异常，通过数据采集实现有线或无线AP方式达到全方位网络覆盖，生产异常能及时发送到相关人员手机进行处理，生产进度则自动进入主机服务器系统进行分析统计处理，这样你就可以在全球任何有网络信号的地方查看订单生产信息，满足客户跟单需求。

（四）异常处理及预防的一般作业流程

异常响应是实现连续生产的重要因素，是精益生产和精益管理的核心所在，它指的是当影响连续生产的异常情况发生时，企业能够及时的给出响应的办法和措施，以最快的速度恢复正常、连续生产。在生产企业中，当发生生产异常时即会有异常工时产生，一般时间在10分钟以上时，填写“生产异常报告单”。各个企业均根据自身的生产特点，结合异常的不同类型制定出各种异常处理及预防的规程，如按照工业工程方法进行生产异常处理的流程大致为：

了解实际生产状况，取样分析结果，以文字表达在异常联络单上，经部门主管核实后，通知制造生产部门和品质管理部门处理结果。根据多数企业生产异常的处理流程可得生产异常处理的一般作业程序如下：

1. 实施异常处理。在生产过程中发生的各种异常，由相关部门根据异常的严重程度，向主管部门提交异常报告通知单，再由责任部门协作提出改正及预防措施，并确认其有效性。如进料检验不合格判退时由相关部门据异常严重程序发出材料异常改善对策追踪报告表，要求协作厂商提出分析报告及矫正预防措施，并确认其有效性。数据的准确统计和有效分析，是提升异常响应管理水平的关键。当异常发生时，按照异常类别及时记录异常发生的位置、停线的时间、响应时间、异常问题解决时间、工序在制品数量、异常流程执行跟踪状态等数据，实时反映由异常带来的损失数据。并把记录的数据揭示在车间现场，提高全员的异常管理意识。随着异常信息的及时录入，系统会自动计算异常响应及时率、停线时间、成本损失等基础数据。并会根据数据统计的频度自动作出响应报告，如月度异常发生次数、及时解决次数等信息。

2. 分析拟定和预防对策。责任单位在接到有关异常报告后，应对生产异常参数进行全面分析，并对产生异常的根本原因进行分析、作出矫正，对潜在问题进行评审，如遇严重异常问题则要成立专案小组来解决问题。每种异常问题，都应有规范的异常处理报告单，如《设备故障处理报告单》。当异常发生后，不仅要采取措施使异常恢复到正常状态，而且要采用5WHY法逐层对导致异常情况发生的根本原因进行分析，从根本上减少或杜绝同样问题的再次发生。当鉴定出异常原因后，就必须选择为使由其产生的影响能控制在最小范围的最佳对策。从自动化的观点而言，对异常的对策的选定比发现异常问题显得落后，即使弄清了异常的原因，其对策也一时难以优选比定。异常问题若发现得太迟，或许只能采取停止设备运转的对策，发现得早其可选择的对策就会多些。

3. 异常升级及反馈。随着异常响应时间的延迟，不仅状态灯会变色，而且同时系统会将该异常延迟处理信息通过短信形式发送给该异常对应的职能部门，若再升级，会依次通知给相应层级领导，起到系统自动逐层汇报、反馈和监督的作用。要定期对异常情况进行根因分析，对异常响应的执行结果进行考核，挖掘日常管理中存在的漏洞和瓶颈之处，制定提升或完善日常管理的措施和方案，反馈落实至响应的职能部门，加强企业对异常的关注程度，实现管理水平的循环上升。

4. 追踪确认，改善预防措施的执行。处理措施及预防方案确定后，由主管核准后，便落实执行，当遇不可行时，则再回到第二步进行重新分析。对异常处理情况按周、月进行总结，对超出目标的问题点进行分析，对所有的对策进行追踪直到问题彻底解决。

5. 异常经济损失的评估。及时响应率是衡量能否在流程规定的时间内到达现场解决问题的指标。每月统计由于异常问题带来的损失，包括设备故障维修费、质量不良费等直接成本损失，以及在制品库存、停线时间、物料短缺造成的加班费、客户索赔等，可根据现场异常响应跟踪记录表，统计各部门月度异常响应的及时率。

6. 实施预防措施的标准化。根据异常统计的数据，分析挖掘企业日常管理中存在的漏洞、瓶颈问题，然后进行管理制度、管理流程、管理职责等的优化和改善，从根源上减少异常问题的再发生。对于改善对策中涉及到设计变更、制造程序变更、作业标准变更者，要形成新标准，通过文件下发严格执行。通过异常的标准化管理体系的构建，以及异常问题的统计、分析及反馈，从而优化企业的日常管理体系，即通过企业异常问题的有效管控来提升企业的整体管理水平。

生产异常管理系统运行效果分析

生产现场管理信息系统投入运行后，除了给企业带来直观经济效益外，更为重要的是可望实现企业生产现场管理水平的整体提升。

1. 信息传递流畅有效。通过实施生产管理信息系统，公司的生产、计划等各种运营都得到了有效的规范，信息得到及时传递。企业的管理及生产相关人员可以在第一时间了解到生产的第一信息，杜绝信息传递的错误及延后，整体提升了生产异常的反馈速度，提高了客户服务水平。同时，通过实施信息化改造，极大地提高了工厂各类数据的准确性和及时性，企业的库存记录、物料清单、工艺路线、工作中心、生产异常、生产计划等数据的维护和整理有了很大的改进，这些数据也为高层管理人员现场评估、分析事故、改进工作提供了可信的依据。

2. 产能得到明显提升。采用现场监控体系，生管人员对于全厂的实际产能数据有更加直观、更为准确的掌握，从而据此制定更加客观的排配，间接提高了产能。同时，异常得到及时处理，减少了停线时间，从而提升了整体产能。

3. 异常反应能力提速增效。以前生产现场的生产异常如：机台故障、模具故障都经过手工异常一单提报，逐级进行签核，效率很低，现在可以由计算机网络终端以及安装在机台上的数据屏幕及状态采集器自动完成。

4. 责任明确并落地生效。以往生产发生异常时，各个部门之间容易相互推诿塞责，给问题的解决带来诸多不便。实施生产现场管理信息系统后，生产线异常动态，实时反映了车间的生产状况，便于警示相关人员快速处理生产过程中出现的异常，使得各种故障的原因以及责任人都可以及时找出，大大缩短了异常处置时间。

5. 企业竞争力得以增强。上述思路建立的异常控制策略为核心的生产过程异常监控管理系统, 将使车间管理人员和现场操作人员能够及时发现生产过程中的异常状况, 能够有效帮助企业尽快采取有效措施, 减少异常处理时间, 提高装配生产效率, 保证产品质量, 真正做到简化复杂的流程, 达到扁平化控制的预期效果, 从而扩大工厂自动化程度, 实现智能化管控, 促进企业进一步达到更少的在制品库存, 更短的交货周期, 更高的资金周转率, 更优的社会经济效益, 从而增强企业的核心竞争力和综合实力。

结论及其成效展望

生产过程的现场管理和监控就是通过持续改进活动, 保持企业拥有相对稳定的受控状态, 强调为了提高企业的整体效益和管理水平, 企业应坚持持续改进管理方式, 提高本企业质量管理体系和生产过程控制的有效性, 这是完全有别于那种离散型的、就事论事的、被动的现场改进方法的。通过本文研究探讨, 取得了如下的研究结论:

1. 可构建一种能支持异常事件信息动态采集、实时传递、快速处理以及综合查询分析的生产异常事件实时管理系统。该系统通过在生产现场布置的多功能交互式信息终端, 能实现生产异常事件信息的实时采集, 并能支持生产现场事件处理人员和操作工人与管理层人员之间的实时信息交互和业务协同; 通过计算机网络和手机短消息等多种互动方式, 能实现生产异常事件信息的实时传递; 通过系统提供的生产异常事件专家智库和模糊综合评价方法, 能对生产异常事件进行系统的监控、分析、预测、检索。

2. 可建立一种用于制造企业生产异常实时管理系统的体系结构、管理功能和运行模式。其体系结构包括车间生产异常信息采集传递层与交互层、车间生产异常信息处理层和管理层; 其管理功能包括异常信息采集、异常信息传递、异常事件处理、综合查询分析、专家知识库、基础数据管理和系统集成接口等功能模块; 其运行模式能支持车间生产异常事件动态采集信息和实时处理指令的及时交互。可以针对多批少量的产品个性化客户需求, 真正实现企业快速协同制造、柔性制造, 打造反应敏捷化、效率最大化、处置智能化的快速反应工厂。

3. 提出了一种基于模糊综合评价的生产异常事件预警实现方法。通过此方法可对各种生产异常事件相应的影响因素进行现场采集, 并将决策处理者的经验判断进行量化, 最后以预警声像图表的信号方式将预警结果直观形象地输出, 从而实现对生产异常事件的预测和预警。

4. 可控的生产异常控制系统, 为提升企业内部管理水平, 增强企业市场竞争力作出贡献。

异常响应的规范化管理体制、明确的响应流程和职责分工、以及异常情况的统计分析及反馈, 对于企业减少异常情况带来的损失和完善企业日常管理的不足是不可或缺的。企业异常响应需要全员参与, 最终目的是纠正和消除异常的发生, 通过日常管理的完善, 防患于未然, 使企业众多的运营要素处于可控的状态之下。

5. 本生产异常管理系统的设计运用成效初显。基于以上的研究成果, 共同设计和开发了一套相应制造企业(车间)生产异常事件实时管理系统, 并在M市生物医药科技园YST企业和Z市QB集团生产车间以及F省M市TSM生物工程公司进行了实施和运用。YST企业是全球唯一的一家生产戊肝疫苗的生物高科技公司; QB集团是一家上市公司, 是全国最大的浮法玻璃制造企业; TSM生物工程公司是福建省标准化规模化工厂化培育并生产名贵中草药铁皮石斛的最大基地。本文生产异常及其控制策略措施管理理念的试行结合推广, 取得了良好的可喜的预期效果。

6. 本文构建的异常控制策略可广泛应用于生产信息系统以及自动化控制系统。由于生产行业各异, 存在个性化差别化问题, 同一制造业生产现场也存在各种干扰, 实时采集的过程数据也可能会由于诸多不确定因素而影响异常推断的准确性。因此, 如何进行数据预处理, 消除噪声, 摆脱影响, 纠正偏差, 建立常模, 确保数据和信息质量, 以及如何根据各生产企业进行个性化的优化、细化和深化, 进行产业化深入研究和指导推广, 将是该生产异常管理控制策略接下来需要完善的重要内容和主要方向。BR

[基金项目] 国家自然科学基金 “西部区域创新环境质量评价、监测与空间差异研究”(71273209)和福建省人民政府“中国特色社会主义理论体系研究中心”2013年度重点项目(2013B010)、福建省教育厅“大学生生命教育之生长智慧研究”(JB12344S)合作项目的阶段性研究成果。

作者简介

詹唐泽:(1963-),男,厦门大学企业管理研究生、美国北弗吉尼亚大学工商管理硕士(MBA)、西北大学在职博士,高级经济师、高级政工师、副研究员,主要从事企业管理、人力资源管理、教育培训、社会科学实务及其研究。系中国管理科学研究院学术委员会特约研究员、福建省建设监理行业发展战略专家、中共厦门市委宣传部/厦门市社科联聘任学者专家、厦门市社会科学优秀成果奖评审专家、厦门“鹭江讲坛”报告人、厦门市党员教育培训师资库成员、厦门市经济师协会副秘书长、厦门市行为科学学会副秘书长。在企业管理、人力资源管理、社科研究方面具有较深的工作实践和独特的学习研究体会,先后独著在国内外公开发表专业技术论文60余篇