

# 基于平准化排产的精益物流系统优化研究

裴彬<sup>1</sup>, 高璞<sup>2</sup>, 韩新亮<sup>3</sup>, 李春峰<sup>4</sup>

1.中国第一汽车股份有限公司, 吉林长春, 130011; 2.中国第一汽车股份有限公司, 吉林长春, 130011;

3.中国第一汽车股份有限公司, 吉林长春, 130011; 4.中国第一汽车股份有限公司, 吉林长春, 130011

**摘要:**精益物流在国内从引入到应用已经发展了近20年, 如今曾经强劲的汽车行业也逐步进入到了增速放缓的寒冬期, 生产成本控制的必要性比之前任何一个时期都更多地被凸显出来, 精益物流也相应地被提出了新的要求。本文考虑在基于平准化排产的汽车企业中, 如何有效地利用各方数据, 进行精益物流系统的优化。通过物流固有流程的重新梳理、大数据的剖析、要货逻辑的分解等, 最大程度削减供应链过程中的浪费, 同时结合实际应用, 证明该优化能够实现企业的成本降低、提升生产效率。

**关键词:**平准化排产; 精益物流; 供应链流程系统; JIT; 信息化

## 1 引言

精益物流是起源于精益生产的一种物流管理思想, 强调从供应链角度出发, 对整条供应链进行优化和流程的完善, 消除一切浪费、降低成本, 为客户提供满意的物流服务。国内汽车市场的激烈竞争和增速放缓, 给汽车生产企业带来了巨大的运营风险, 供货的要求从原先的批量供货逐渐转变为产品定制的小批量供货, 这些变化所产生的特性迫使制造企业需对其管理和生产结构做出根本性的改变。现有精益物流系统是否能够满足日新月异的汽车生产物流需求, 将是我们不得不面对的问题。本文将结合实例, 探讨基于平准化排产下的汽车精益物流系统, 如何进一步减少物流过程中的浪费, 并提出了一种自动提取生产数据的基础上, 采用条件识别原理的优质算法, 建立自动的精益订单生成机制, 帮助企业找到汽车物流效率、成本优化的空间。

## 2 精益物流的发展现状

关于精益管理, 尤其是精益物流, 前人已总结了诸如固定订购周期、加强供应商管理、精益包装等精益体系构建的方法和步骤, 但汽车生产过程中的物流浪费仍然大量存在。而精益物流的核心思想就是减少浪费, 以尽可能少的投入, 包括人力、设备、时间、场地等多重因素, 创造尽可能多的价值。真正透彻理解精益物流的含义、将其合理运用到日常生产工作中, 是一项艰巨的持续性工程, 需要从不同角度和生产作业环节挖掘可改进的顶点并逐项落实

### 2.1 精益物流的运作对象

精益物流综合运用各种技术手段来对物流的各个流通环节进行优化设计, 以此优化物流配送流程、降低物流成本。具体的运作对象集中在:

(1) 对多余资源的把控。企业物流成本包括运输成本、仓储成本、包装成本、装卸搬运成本等。其中的资

源占用构成了物流成本浪费的直接因素。尽可能少的占用多余资源, 是精益物流研究的首要对象。

(2) 对浪费作业的削减。汽车生产物流过程, 因其必须同时适应运输效率和产线供应匹配度, 再加上外物流到货的不稳定性, 浪费作业在所难免, 但是由此产生的人工成本确是触目惊心。分析物流过程中的浪费作业构成, 是精益物流研究的重点对象。

(3) 对无效流程的优化。汽车配送物流可以大体分为供应商运输、工厂收货、产线供给几个阶段, 这些阶段将共同构成零件从供应商到生产线的一系列操作。如何将供应商的供给与生产线的需求有效链接, 使得供货流程尽可能缩短, 也是精益物流研究的主要对象。

### 2.2 精益物流的关进技术

#### (1) 看板管理

拉动式生产系统改进了传统的上游工序向下游工序送货的固定模式, 转变为下游工序向上游工序要货的方

式而其中的看板作为拉动式生产顺利实施的必要条件,是上下游工序生产及物料信息传递的基本工具。且看板作为目视管理工具,其涵盖了物流数量、种类、存放位置、运送时间、装运工具等信息内容,且可根据需求灵活增添相应内容,不仅便利了物流指令的直观表达,而且利于追溯

#### (2) 多频次小批量

多频次小批量是指零件在供应链的各个环节中,尽量保持多次数、每次少量分的输送,实现管理单元的简化,从而优化整个供应链。具体的实施案例如循环取货、日订单的运用、SPS的线旁配送等,不仅有效确保了零部件的连续运送,更促成了所需部件的准时化供应,有效规避了因缺料发生的停线问题。

### 2.3 精益物流流程

为保障生产高效运行,精益物流被前人总结出的一套需遵守的管理流程。

#### (1) 固定周期采购

固定周期采购重点针对公司全年生产任务及月度生产计划,按照预先定义好的固定周期进行物料采购,以确保配件的有效、均衡供应。

#### (2) 加强供应商管理

汽车生产工厂与供应商之间应建立开放的交流平台,跟踪并时刻监测供应商生产过程中的问题,保证在订单改变或问题出现时能及时反馈;同时,物流公司需要针对厂商的供应渠道优化自身管理,合理利用仓储空间及运输路线、时间,减少供应商配送成本。

#### (3) 包装标准化

在汽车生产过程中,物流普遍采用标准化包装,通过对物料包装和物

流器具的统一、柔性设计,保证物流的效率、质量和成本。同时,对物流运输车辆进行优化,规定标准积载方式,做到储运一体、高效输送。

#### (4) 制定并细化物流运输的规划工作

零件运输过程中,确定卸货时间,制作供应商到货时刻表等管理工具,并在确保利用率的前提下均衡运输。

#### (5) 合理应用物料拉动系统

生产线各工位充分利用看板、安东系统等目视化工具,由生产人员根据物料消耗量发起拉动信号,物流人员根据信号对生产现场进行物料补给,确保现场物料的连续供应。

#### (6) 生产线平准化排产

平准化排产,是通过均衡班组成员在各工位的工序推移顺序、作业要领及工作量,使产品质量得到了提升,同时减少制造过程中的过度生产浪费,提高装置、设备及劳动力的利用率,促进成本节约

虽然被总结的精益物流流程中,生产线平准化排产被排在了最后一步,但在精益物流实现中的重要性越来越的被体现出来。

## 3 基于平准化排产的精益物流

### 3.1 平准化排产概述

生产平准化是指在多品种混流生产条件下,科学地编排、组织流水线上各种产品的投产顺序,使生产的产品品种、产量、工时、设备负荷等全面均衡,使最终的成品生产、装配线的负荷波动等于零。其主要符合以下三点要求:

(1) 各种产品产量相同时,应实行有规律的相间性投产;

(2) 当各种产品产量不相同,

按照一定逻辑规律制定投产顺序,组织各种产品按顺序变换投产;

(3) 实行相间性投产或按逻辑规律规定的顺序投产,投产顺序在坐标图上的折线,均应以最小的幅度规律地沿平准线摆动,并趋近于平准线。投产顺序达到达三点要求就是最优化的投产顺序。

### 3.2 平准化排产对精益物流的必要性

#### (1) 促进需求计划的稳定

平准化生产,需要对自身生产能力准确统计,同时能够最大化地预测市场需求量。其间接促成了市场需求量的提前统计。企业可以提前决定每年生产多少的产品,然后将这些产品平均到每一个月中去,实行平准化生产。

#### (2) 低减缓冲库

市场需求量是以波浪线的形式上下波动的,有时候高,有时候低,需求量大于产出量时产生供不应求,需求量小于产出量时出现供过于求的现象,所以企业就要建立缓冲库来面对市场的波动。企业开展平准化可以有效应对市场波动,将缓冲库的波动量降至最低。

#### (3) 同步供应商

在世界格局一体化的今天,一件产品的生产往往是由好多家公司共同完成的,因此,一件产品往往是由许多个供应商共同生产的。将工厂与供应商的平准化排产思想统一,供应商就有更大的可能与生产工厂产生供应链、资金流等的同步,对于工厂及供应商的生产资料浪费有很大的规避作用。

#### (4) 提升信任度

平准化排产后的工厂与供应商生产同步,从另一角度也促成了二者的共

同发展,这对双方建立互联互赖的信任关系有极大的促进作用。例如丰田汽车公司就给长期和自己合作的供应商提供了免检上线的待遇,那些可靠的供应商可以不经检验,直接部件送到丰田的装配线上装配。

#### 4 精益物流信息系统的优化

综上所述,在运用看板工具、多频次小批量思想的基础上,对精益物流系统进行优化,减少资源占用、消除浪费作业、简化供应链流程,就可以实现平准化排产下的精益物流优化。一汽红旗在研究总结过去经验的基础上,开发全新的物流执行系统LES,进行了精益物流信息系统优化尝试,实现了很好的效果。

##### 4.1 全程可视化信息指示的构建

精益物流系统,旨在建设全供应量过程的全程跟踪指示,实现零件的可追溯。从订单发送、厂家备货、厂家出货、在途运输、厂内周转,最后到线上供给,应是一个闭环的全过程控制逻辑。这就要求物流管理系统能够进行各种生产基础信息的收集及读取,并通过内部逻辑,输出可视化指示信息(如图1)。

##### 4.1.1 指示票据的优化

针对于此,红旗LES首先编写各类纸质指示,包括纸质看板、货垛标签、PA收发清单等,用处各不相同的指示票据,实现各个环节的无缝链接。

(1) 通过智能订货系统,自动生成订单。

红旗车型的生产,随着红旗品牌的不断做强,涉及车型逐渐增多。面对

过车车型复杂的零件订货方式,红旗人员早有抱怨。因此,开发一个能够及时、高效地自动计算订货量的系统,就显得尤为重要。

LES系统首先,根据日生产计划,锁定N-3天生产计划,之后,通过与BOM系统的对接,实现零件用量的自动计算。然后,生成每日计划。

(2) 供应商通过红旗ERP网站,

自动下载订货看板

系统自动计算每日出货量,再系统中集合所有其他信息,包括零件名称、厂家、厂内存储位置、供给路线等,一并直接提供到厂家的看板中(如图2)。

(3) 依据收容数,完成零件备货  
零件收容数,是零件出货的最小标准。系统将自动计算每个零件的需求箱数,写在看板中(如图3)。

序号	物料名称	物料详细描述	物流模式	工厂	冻结标识
1	<input checked="" type="checkbox"/> CDHD	重订货点外物流 (显示数据)	重订货点要货	L	
2	<input type="checkbox"/> HZRZJ	探新物料标准件循环(按计划)	单台份要货	001	
3	<input type="checkbox"/> DZYH	定制件要货 (显示数据)	手工要货	L	
4	<input type="checkbox"/> LXTCS	单台份要货 (测试)	单台份要货	001	
5	<input type="checkbox"/> LBZY-CDHD	LBZY-CDHD	重订货点要货	001	
6	<input type="checkbox"/> CDHD_1	重订货点内物流 (显示数据)	重订货点要货	L	
7	<input type="checkbox"/> DTF01	单台份要货 (显示数据)	单台份要货	L	
8	<input type="checkbox"/> WK-KCBH	错发-库存补货要货	库存补货	001	
9	<input type="checkbox"/> LBZY-SG	手工要货	手工要货	001	
10	<input type="checkbox"/> test	测试用	重订货点要货	FCZX	

图2 供应商下载界面



图3 优化后的看板样式

指示过程中必要的信息,给予厂家明确的方向(如图4-5)。

##### 3.1.2 电子化信息指示构建

(1) 进度指示电子屏应用,厂外物流按进度

进度供给是指按生产线生产进度进行供货。按生产线进度供货,就意味着工厂内的在库是恒定、可控的。工厂生产多少,物流就供给多少。但想要实现,就需要物流的各个环节,将生产线的信息及时、有效的传递。红旗采取了“进度链”工具,简单易懂地实

(4) 按出货地点,进行货物运输  
红旗物流方式,有其特殊性:因红旗小镇地理位置的特殊性,物流面积短缺。因此,厂外的风顺物流库就成为了零件的集散地。因此,针对出货地的不同,看板也设定了不同的格式,

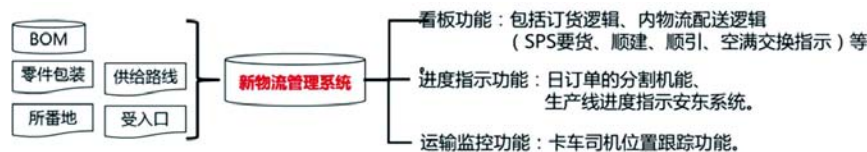


图1 红旗精益物流系统 数据链接方式

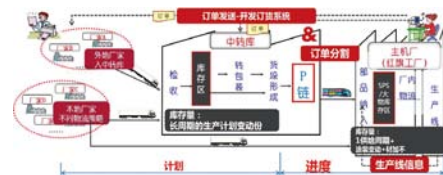


图4 红旗物与信息流程图



图5 红旗各流程零件所使用看板

现生产线进度可读(如图6)。

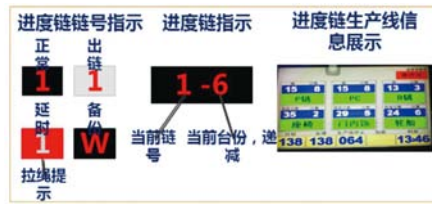


图6 进度供给指示安东

进度链与上述分割链一一对应,前一数字显示的是分割数“1-8”,对应当日生产的1-8个时间段;后一列则为该时间段内生产车数的倒计时。系统将自动计算出每日生产辆8等分后,每分割的生产车数,将其显示在进度链指示屏上,随时观察生产线进度,做到外物流的进度供给。同时,辅以进度链链号位置指示灯合生产线信息展示屏,清晰明了显示生产进度。

(2) 上线“批次号”应用,厂内物流按进度

“批次号”是厂内物料上线的最后一道工序的进度指示信息。我们将信息同时反映在配货指示单据和电视屏上,打成核对的效果,促成生产防错。

“批次号”计算方法:

批次号=上线车辆流水号+工位差+AGV线上配送时间

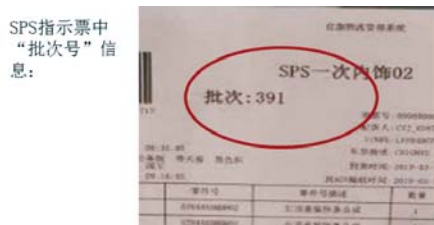


图7 红旗LES“批次号”

实现每个节拍上线器具都相同(如图7)。

系统通过进度指示屏批次号的应用,实现物流的进度供给。

通过全程可视化信息指示的构建,红旗LES提供了各环节操作者明确的作业指导,消除因信息接收不明确造成的一系列浪费。

### 3.2 订单分割的优化

为有效降低在库等资源浪费,LES借鉴丰田进度吸收链逻辑,并结合红旗自主生产体系及实际,开发出优化的订单分割系统模块。

其实现步骤如下:

#### (1) 智能选择分割对象

订单分割,首先要明确分割“谁”。丰田的做法,通过对每个厂家所有零件总数的分割,实现对厂家集货的订单分割,即分割的最小单位为“供应商”。

红旗物流经过多年的沉积,目前普遍采用“送货制”;且根据零件出货地的距离,采用两种不同的方式:

①外地零件,利用中转库,进行零件的集中存储。为保证日常生产,零件存储量普遍维持在1~3周;之后按工厂所需,直送工厂。

②本地零件,红旗目前采用“送货制”,物流成本未与零件价格区分。当前低产量下,物流费用的计算和控制都难以做到。

因此,针对红旗特殊的物流方式,分割对象分为两种:

①外地零件——将生产线工位,作为分割对象。

②本地零件——将厂家作为分割对象。

#### (2) 计算货量

针对制定好的各个对象,进行货量的自动计算。计算的前提条件:

零件BOM清单、车辆日产量、各零件单车用量、各零件包装方式、包装收容数、包装尺寸;

计算公式:对象日货量=(车辆日产量×零件单车用量)÷包装收容数×(包装长×包装宽×包装高)

通过计算,获得每个对象的日货量。

#### (3) 设定分割数

分为两步骤:

##### ①为系统设置最大分割数:

最大分割数是指每日对每个对象进行分割的最大可能份数。一般制定为2的最小公倍数。这样可以尽可能的实现零件货的平准化。红旗按现今货量,设定分割数为8。

##### ②为每个对象设置具体分割数

设定最大分割数后,每个对象就依据货量,进行订单分割数赋予。在不超过最大分割数的前提下,以2的最小

公倍数, 分别赋予各个对象(如1、2、4)。目标: 每个对象的每个分割内, 货量<1m<sup>3</sup>(保证货垛最具效率)。

(4) 货量平准自动调整

计算各个对象的分割数后, 系统将自动进行各链货量的平准。对于未分割为最大分割数的, 进行等间隔的链间调整, 利用含有约束条件的ILOG CPLEX数学优化模型算法, 将各链需调整链号自动识别并相应移动, 最终, 达成各链货量统一。所有链间调整, 都由系统自动进行(如图8-9)。

借助于信息系统, 可以最大限度地减少物流环节的库存量, 减少资金和仓储面积的占用。根据粗略测算, 这种模式可以节约库房面积30%以上, 通过持续改善, 可以逐渐向着零库存的终极目标迈进(如图10)。

3.3 供货方式的优化

汽车生产的全供应链过程中, 物流人员作业的浪费, 集中在各个零件的搬运及转换中。减少过程中的分拣、码垛等作业, 也就减少了整个过程的物理会浪费。这是实现精益物流最根本的方式(如图11)。

如图可见, 在供应商, 出货时, 即将货垛码放为生产线所需的形态, 即可将整个供应链过程中的物料操作降为“0”, 实现真正意义上的精益物流!

基于此, 红旗LES系统创新性的导入“堆垛码”这一概念, 指导厂家进行货物的码放。要做到这一点, 就必须了解零件从厂家送出后, 最终在工厂的存储地点。我们将零件的装配工位予以定义, 在F-BOM中输入体现。并将LES系统与F-BOM数据链接, 提取零件的装配工位信息, 按零件工位作为订单分割的“对象”, 使得厂家出货,

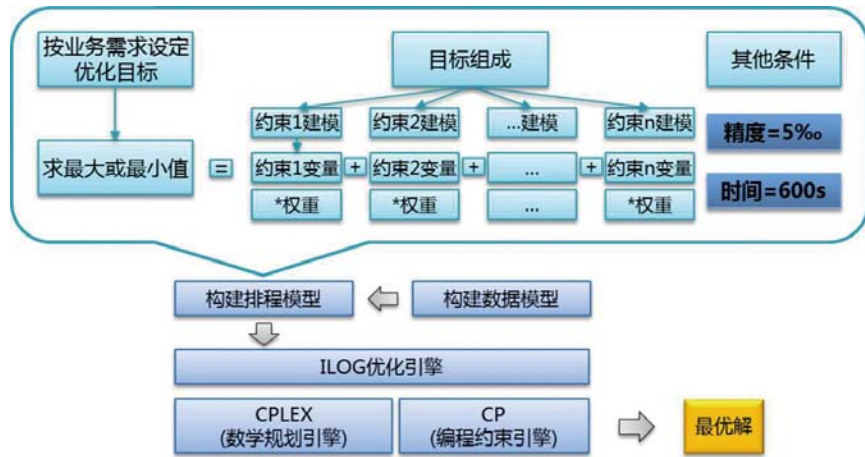


图8 红旗LES链数智能调整结构

调整前		智能算法调整后							
物料	链	链1	链2	链3	链4	链5	链6	链7	链8
物料A (订单回数4)	链1	26	26	26	25				
物料B (订单回数2)	链1		40		40				
物料D (订单回数2)	链1			7		8			
物料C (订单回数8)	链1	3	3	2	2	3	3	2	2

图9 红旗LES链数调整实例



图10 红旗平准化排产订单分割方法

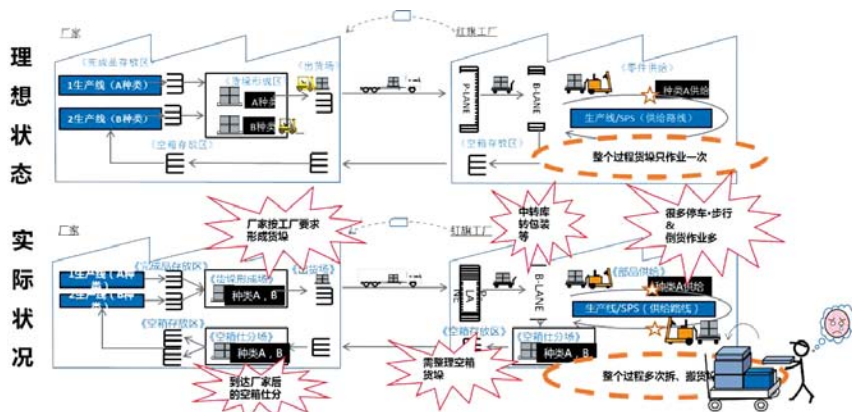


图11 供应链中的“理想状态”与“浪费”

即按零件装配存储位置进行码垛, 实现供应链过程浪费低减。而载体“堆垛码”的指示, 在看板中加以明确。指示作业人员将同一暂存区的零部件码放在一起(同一托盘), 以减少零部件

放入工厂暂存区时的分拣作业量。这也是红旗工厂物流信息系统为了减少工厂物流部品仓库中分拣作业浪费实现的亮点之一(如图12)。

当然, 关于“堆垛码”的使用, (下转08页)

## 关于增补中国机械制造工艺协会技术委员会成员的通知

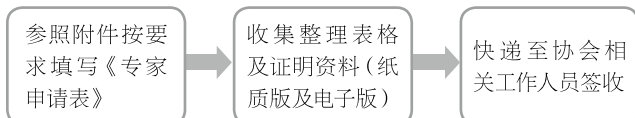
中国工艺协会〔2020〕第10号

各会员及相关单位：

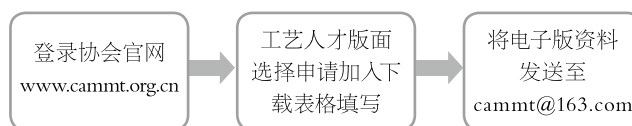
中国机械制造工艺协会技术委员会是协会的重要支撑力量，长期为机械工业制造领域科技发展提供服务，为更好的开展“机械工业科学技术奖”“绿色制造科学技术进步奖”“国家专利奖”的推荐评审；行业新技术、新产品、新装备等科技成果鉴定评价；“国家绿色制造基地”“节能企业”第三方诊断评价工作，现向广大会员单位及相关单位增补中国机械制造工艺协会技术委员会成员。

请各会员及相关单位积极组织推荐技术专家加入中国机械制造工艺协会技术委员会，被推荐人应具有高级技术职称，具体流程如下：

### 一、理事及常务理事单位、会员单位推荐流程



### 二、个人申请流程



### 三、联系方式：

联系人：赵关红、吴强  
电话：010-88301523 传真：010-88301523  
电子邮箱：cammt@163.com  
附件：《中国机械制造工艺协会专家申请表》

中国机械制造工艺协会  
2020年04月22日

## 关于征集2020年团体标准立项计划的通知

各会员单位：

根据中国机械制造工艺协会标准化工作委员会2020年工作安排，现向各会员单位征集2020年团体标准立项计划。

### 一、征集范围

是指在还未有相关的国家标准和行业标准，或现有国家标准和行业标准不能满足机械制造行业创新发展需求的新技术、新工艺标准。

### 二、申报要求

按照《中国机械制造工艺协会团体标准管理办法》要求，申报协会团体标准立项计划需提交《立项申请书》(见附件)及标准草案。

请各申报单位随时将相关材料电子版发送至指定邮箱(E-mail: cammt\_standard@163.com)，同时将纸质版材料寄送至北京市海淀区首体南路2号1207室(邮编100044)。每个季度整理评审一批立项议案，逾期将转入下一批。

附件：中国机械制造工艺协会标准制修订立项申请书  
(附件请登录协会网站下载)  
(联系人：赵关红 电话：010-88301523)

中国机械制造工艺协会  
2019年11月22日

# 关于缴纳2020年度会费的通知

中国工艺协会〔2019〕第28号

各会员单位：

根据国家发展改革委、民政部《关于进一步规范行业协会商会收费管理的意见》（发改经体〔2017〕1999号）文件要求，按照《中国机械制造工艺协会章程》和第六届会员代表大会审议通过的《中国机械制造工艺协会会费标准修改议案》规定，按时缴纳会费是每个会员单位的基本义务，亦是获得服务的基础保障。为使各会员单位能够及时获得更多、更有效、更优质服务，自通知下发之日起开始办理2020年度会费收缴工作，望各会员单位积极支持，自觉履行义务。现将有关事项通知如下：

## 一、会费标准

理事长单位、副理事长单位：5000元/年

常务理事单位：3000元/年

理事单位：2000元/年

普通单位：1000元/年

## 二、会费缴纳时间

请于2020年7月15日之前将会费汇至指定账户。

## 三、会费缴纳方式

（一）银行汇款和邮政汇款均可；

（二）汇款时请注明“会费”，补缴以往年度会费请注明所缴纳会费年度；

（三）汇款后请将汇款底单复印件传真或电子邮件至协会秘书处，并注明会费收据需开列的单位名称、税号、邮寄地址、邮编、收件人姓名及电话。秘书处收到款项后，通过挂号邮寄“全国性社会团体会费统一收据”。

（注：对于未能按时交纳会费的单位，将取消当年参与我会组织推荐的中国机械制造工业科技奖、中国专利奖等活动的资格。）

## 四、账户信息

户名：中国机械制造工艺协会

开户银行：中国工商银行北京礼士路支行

帐号：0200003609014456387

## 五、联系方式

通信地址：北京市海淀区首体南路2号1207室

邮编：100044

联系人：时博 电话/传真：010-88301523

电子邮箱cammt@163.com

中国机械制造工艺协会

2019年11月27日

# 关于组织召开2020年 全国机电企业工艺年会的通知 (第一号)

中国工艺协会〔2020〕第12号

各会员单位、有关单位：

2020年是我国全面建成小康社会和“十三五”规划收官之年，也是谋划“十四五”规划的关键之年，为深入贯彻落实“中国制造2025”，深入推进稳增长、调结构、促转型、补短板、提品质、增效益，加强机电行业企业交流，更好适应机械行业新常态，促进装备制造业与战略性新兴产业发展。我会拟定于2020年11月举办“全国机电企业工艺年会”并组织工艺征文活动。现将会议和征文活动有关事项通知如下：

## 一、2020年工艺年会主要内容

1. 行业报告——邀请有关部委与行业领导、专家作专题技术报告。
2. 经验交流——组织企业工艺创新经验交流，总结交流典型企业工艺改革创新工作经验。
3. 成果展示——先进制造工艺与装备展览会。
4. 现场考察——参观知名机械装备工业企业制造工艺创新成果现场。

## 二、组织“工艺征文”活动

出版会议论文集，并推荐优秀论文在《金属加工》、《制造技术与机床》、《机械制造工艺》等刊物上发表，征文截止日期2020年8月31日。论文要求如下：

1. 征文内容：(1) 铸造、锻造、焊接、热处理、表面处理、切削加工等工艺技术创新；(2) 工艺设计、工艺管理与技术改造；(3) 工艺管理；(4) 安全可靠性与检测；(5) 数控加工及工装夹具；(6) 新工艺、新技术、新装备与新材料应用；(7) 虚拟仿真及工艺装备应用；(8) 增材制造与快速制造；(9) 轻量化设计与轻量化材料成形；(10) 智能制造与数

字化车间；(11) 激光焊接与异种连接；(12) 绿色制造技术与装备等方面。

2. 应征文稿，应属于尚未公开发表。采用的事例、数据属实。请第一作者签署发表论文声明，发表论文声明模板可从中国机械制造工艺协会网站下载。

3. 应征文稿电子版以附件形式发给会务组联系人。

4. 论文篇幅：3000—7000字，论文须包含200字左右的中、英文摘要及3—8个关键词。论文格式要求详情见“年会论文模板”——可从中国机械制造工艺协会网站([www.cammt.org.cn](http://www.cammt.org.cn))下载。

## 三、举办先进制造工艺与装备展览会

以实物或模型图片、资料等形式，展示贵单位在先进制造工艺技术、加工设备、工装辅具、新型工艺材料、软件、检测技术与装备、安全环保、质量攻关与技术改造等工作中的创新成果。请有意参加展会的单位于2020年8月31日前与会务组联系布展。

## 四、联系方式

联系人：郭志丽 赵关红

电话：010-88301523

传 真：010-88301523

邮箱：[cammt\\_bjb@163.com](mailto:cammt_bjb@163.com)

会议的具体召开时间、地点与报到事项等，将另行通知。

中国机械制造工艺协会

2020年5月28日