

影响。在矿业、石化、航空制造等高危行业领域，智能化设备的应用大幅降低了工人的作业风险，使得生产安全性获得了根本性的保障。

### 3 机械设计制造及自动化面临的问题

#### 3.1 传统设计制造模式的局限性

制造环节目前主要依靠人工操作以及半自动化方式来进行，生产效率处于较低水平，这很难契合现代制造业对于高效率、柔性生产的要求。虽说近些年来数控技术、CAD/CAE/CAM 一体化设计制造已经在逐步得到推广，然而不少企业依旧停留在传统模式之中，设备更新换代的速度较为缓慢，如此一来，质量和生产效率就难以实现大幅度的提升<sup>[2]</sup>。在传统制造模式之下，数据孤岛的问题相当严重，设计、生产以及管理等环节之间缺乏协同，造成了资源的浪费，使得生产成本有所增加。

#### 3.2 信息安全隐患日益凸显

随着智能制造以及工业互联网不断发展，机械制造企业对数字化管理以及网络化生产的依赖程度日益加深，数据的存储、传输以及应用变得极为关键。然而诸多企业在信息安全方面投入欠缺，网络防护体系较为薄弱，容易遭受黑客攻击或者面临数据泄露的威胁。设备的联网致使外部攻击的可能性较大增大，一旦核心数据被窃取或者生产系统遭到破坏，将会造成严重的经济损失甚至对企业的正常运营产生影响。另外工业软件的国产化水平较低，诸多关键技术依旧依赖国外厂商，存在技术封锁以及供应链安全方面的隐患。

#### 3.3 标准规范有待完善

当前国内机械制造行业尽管已构建起相对完整的标准体系，然而依旧存在一些问题，比如说标准更新的速度较为缓慢，部分标准与国际标准不相契合，行业的统一性也有所欠缺。在智能制造、机器人应用以及工业软件等新兴领域，标准体系尚未足够完善，使得企业在技术研发以及产品生产过程中缺少统一规范，对产业链的协同发展产生了影响。不同企业所采用的技术标准存在差异，致使产品兼容性欠佳，增加了设备的对接成本，另外部分企业为了削减成本，对标准执行有所忽视，造成市场上产品质量良莠不齐，对行业的整体发展水平产生了不良影响。

## 4 信息技术助力机械设计制造自动化的实施路径

#### 4.1 构建智能化设计制造平台

企业需要搭建起覆盖设计、生产以及管理整个流程的信息化系统，以此促使设备、软件以及数据可高度融合，达成智能化设计与制造。一方面，要建立起依托云计算和大数据的智能设计系统，使得设计人员可以借助先进的计算工具去开展建模、仿真以及优化工作，以此提升设计的精准程度和效率。有智能化特性的 CAD/CAE/CAM 软件可迅速生成设计方案，并且结合人工智能算法展开优化分析，让产品性

能达到最佳状态<sup>[3]</sup>。在另一方面，生产环节需要引入智能制造执行系统也就是 MES，使得生产数据在不同环节之间可实现无缝衔接，设备运行状态、生产进度以及质量检测结果等信息可做到实时反馈，保证生产过程处于透明且可控的状态。企业还需要强化工业物联网即 IIoT 和工业机器人技术的应用，让生产线拥有自动感知、智能决策以及自适应调整的能力，举例来说，在加工制造的过程当中，智能传感器可对设备运行状态进行实时监测，一旦发现异常情况便可以自动调整工艺参数，防止因设备故障而致使生产中断。智能化设计制造平台设想图如图 1 所示。

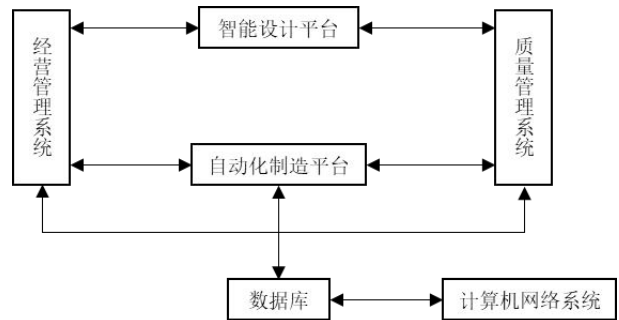


图 1 智能化设计制造平台设想图

#### 4.2 打造数字化协同设计环境

企业需要搭建统一的数据管理平台，达成设计数据、工艺数据以及生产数据的共享，防止出现数据孤岛问题，提升信息流转的效率。运用 PLM（产品生命周期管理）系统，让产品从概念设计直至制造、使用、维护的整个过程的数据都可得到有效的管理，保证不同部门之间的协同工作更为顺畅。在数字化协同设计环境当中，远程协作变为可行，设计团队即便分布于不同地区，也可在同一个平台上开展实时交互以及修改，提升研发效率。虚拟现实（VR）、提高现实（AR）等技术的运用，使得工程师可在数字孪生环境里对产品进行仿真测试，找出设计缺陷并及时加以优化，降低试制成本。企业要推进 5G 与工业互联网的融合，让大规模数据传输更为稳定，保证生产现场与设计中心的信息可实时同步，使制造过程更加精准且可控。在供应链协同方面，数字化管理系统可整合供应商、制造商、客户等多方面的信息，让采购、库存、物流等环节的协同更加紧密，避免因信息不对称造成生产延误或者库存积压。

#### 4.3 实现个性化定制生产流程

要实现个性化定制生产流程，企业需让生产系统拥有更高的柔性，以便产品能依据客户需求迅速做出调整，且不会对生产效率造成影响。智能制造系统得以应用后，生产线可对市场需求变化做出实时响应，此时企业需要构建柔性制造单元，让生产设备有自适应能力，如此一来，不同规格以及不同功能的产品均可在同一生产线上完成制造<sup>[4]</sup>。智能排产系统被引入后，订单任务可依据生产能力、原材料供应、设备状态等诸多因素进行动态调整，保证生产资源可获得最

优配置。模块化设计理念被运用后，产品可在标准化零部件的基础上开展个性化组合，这可以降低生产成本，又可契合客户多样化的需求。比如说，家电、汽车等行业已经广泛采用模块化设计，消费者可自由选择颜色、功能配置，而企业的生产系统可自动对工艺流程进行调整，实现快速交付。企业还要搭建智能化的客户交互平台，让客户可在线自主选择产品配置，系统可自动生成设计方案，还可以提供虚拟仿真体验，使客户在下单之前就能直观地了解产品效果，在提高用户体验的也优化了企业的生产管理模式。

#### 4.4 推广绿色环保制造技术

企业若要推广绿色环保制造技术，需让生产过程更节能、低碳且环保，以此减少资源浪费与污染排放。数字化管理系统的应用，使得能耗监测与优化变为现实，智能传感器可实时监测生产设备的能耗状况，一旦发现异常能耗，便可自动调整运行参数，让能源利用率达到最优水准。在制造过程中，企业应推广绿色材料的使用，比如采用可回收材料、生物降解材料等，以此提升产品的环保性能。生产工艺的优化同样是降低污染的关键手段，像精密制造技术的应用，能提高材料利用率，减少废料产生。清洁生产技术的采用，可在加工过程中减少有害物质排放，提高生产的环保性，智能排产系统的优化，能让生产计划更为合理，减少设备闲置与能源浪费，特别在高能耗行业，智能化管理已成为节能减排的关键举措。另外企业要构建废料回收和循环利用体系，让加工过程中产生的边角料、废弃零件得以二次利用，例如一些金属加工企业已开始运用智能分拣系统，使废金属材料可自动分类回收，提高资源利用率，降低生产成本。

#### 4.5 创新服务型制造商业模式

企业若要创新服务型制造商业模式，需推动制造业从单纯的产品生产朝着产品加服务的方向转型，让客户在购买产品的还可享受到覆盖全生命周期的服务。智能化设备的远程运维属于服务型制造的关键方向，企业应在产品中嵌入物联网传感器，以此实现对设备运行状态的实时监测，当设备出现故障时，系统可提前发出预警，甚至可进行自动诊断，并给出维修方案。以工程机械企业为例，其已广泛运用远程运维系统，让设备管理更为高效，客户无需等待人工维修，借助智能系统便可实现远程故障排除<sup>[5]</sup>。共享制造模式的推

行，可让企业更高效地运用生产资源，特别在中小企业群体中，共享生产设备以及共享供应链资源，已然成为降低成本、提升竞争力的关键途径。比如一些工业园区已设立共享加工中心，多个企业可共用高端制造设备，避免设备闲置，提高资源利用效率。图 2 为服务型制造新模式图。

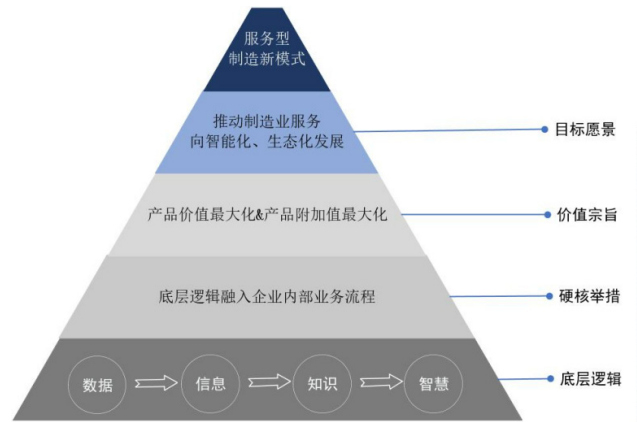


图 2 服务型制造新模式

### 5 总结

在信息技术的大背景之下，机械设计制造及其自动化面临着相当大的机遇以及挑战，企业唯有构建智能化设计制造平台，打造数字化协同设计环境，并且实现个性化定制生产流程等，才可在激烈的市场竞争当中站稳脚跟，达成可持续发展。相信经过大家一起努力，中国的机械设计制造业在信息技术的推动帮之下，必定可迎来更美好的未来。

#### 参考文献

- [1] 张进哲. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化探讨[J]. 模具制造, 2024, 24(11): 189-191.
- [2] 陈淼. 信息技术背景下机械设计制造自动化的发展与应用[J]. 信息产业报道, 2024(10): 0221-0223.
- [3] 邬仕杰. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化的应用[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2024(12): 071-074.
- [4] 王彩霞. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化研究[J]. 科技资讯, 2019, 17(30): 71-72.
- [5] 李嫚. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化研究[J]. 数字技术与应用, 2018, 36(12): 69-69+71.

# Welding deformation control based on a telescopic arm fork loading frame

Rong Hua Gang Chao Yiming Lu

China Machinery Group Changlin Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213136, China

## Abstract

This paper decomposes the manufacturing process of the welding structure of a telescopic arm forklift frame, and describes several commonly used methods for controlling the welding deformation of the overall structural components, such as the selection of welding methods, confirmation of welding sequence, symmetrical welding, anti deformation, rigid fixation, etc., which are applied in practical production. These methods can effectively control the overall deformation of structural components after welding in practical use, either individually or in combination. The flexible and versatile operations can reduce the time required for post weld structural component correction and the accuracy deficiency caused by stress release during post weld processing, thereby improving production efficiency and providing a reference for deformation control solutions for similar structural component manufacturing.

## Keywords

Welding deformation, breaking down into parts, symmetrical welding, anti deformation

## 基于某伸缩臂叉装车车架制作的焊接变形控制

花蓉 巢岗 陆益明

国机集团常林有限公司, 中国·江苏常州 213136

## 摘要

本论文对某伸缩臂叉装车车架焊接结构的制造过程进行了分解, 讲述了控制整体结构件焊接变形的几种常用方法如焊接方法的选择、焊接顺序的确认、对称焊接、反变形、刚性固定等在实际生产中的应用。这些方法在实际使用中, 或单独使用, 或组合使用, 灵活多变的操作可以有效控制结构件整体焊接后的变形, 减少焊后结构件校正的时间和焊后加工过程中出现由于应力释放造成的精度不足, 从而提高生产效率, 也为类似的结构件制造提供了变形控制的方案参考。

## 关键词

焊接变形; 化整为零; 对称焊接; 反变形

焊件由于焊接产生的变形称为焊接变形, 根据焊接进程分为焊接瞬时变形和焊后残余变形, 焊接瞬时变形是在焊接进行中发生的变形, 其对焊接施工过程产生影响, 而焊后残余变形是指焊接冷却后, 残留下来的变形, 其对产品质量和使用性能产生影响, 本文所指焊接变形即为焊后残余变形。

在实际生产中, 复杂结构件往往包含多种焊接接头形式, 在结构件制造过程中, 受到构件外形、结构、材料等因素的制约, 焊接过程并不能始终处于理想环境, 而使构件受到不均匀加热, 从而导致构件的长度、角度、形状出现变化, 是焊接过程中难以避免的情况, 经常对结构件的制造产生干扰, 虽然其变形有一定规律, 但由于其最终变形效果受到多种因素影响, 如材料品种和规格、焊接方法、焊接参数、生

产环境、焊接人员、操作手法等等, 使其最终变形的具体尺寸难以确定, 成为产品批量生产过程中的不稳定因素, 从而影响到产品质量和生产效率。近日, 我司受某国际工程机械品牌邀请制作的一款伸缩臂叉装车车架通过客户验收, 下面通过该车架的制作浅谈一下焊接变形的控制。

该车架为钢结构件, 如图 1 所示, 基本结构为左右主侧板(及加强板)与中间连接板、桥座板等组成的“大 H 型钢”结构, 其主体长宽比接近 7:1, 大部分焊缝集中于车架下方, 且该车架主要材料为板厚 12 毫米左右的 Q345D 钢板, 焊缝形式多为角焊缝, 主要焊缝焊角尺寸均大于 a7, 整体结构为板材薄、焊缝大、结构单薄的易变形结构, 经初步分析, 该产品焊接时若不进行干预和控制, 将在车架长度方向出现收缩和弯曲、上(下)方侧板开档增大(缩小)等变形, 甚至整个车架发生翘曲, 对后续制造将带来不可控的质量分险。为了控制产品质量, 焊接变形的控制必须贯穿在整个产品焊接制造过程中。

首先, 不使用传统的二氧化碳气体保护焊, 而是使用

【作者简介】花蓉(1979-), 男, 中国江苏常州人, 本科, 工程师, 从事结构件的制作及涂装研究。