

科学决策。

(1) 智能产品 (Smart Product)

① 智能产品内涵 (图4)

智能产品通常包括机械、电气和嵌入式软件,具有记忆、感知、计算和传输功能。典型的智能产品包括智能手机、智能可穿戴设备、无人机、智能汽车、智能家电、智能售货机等,包括很多智能硬件产品。



图4

(2) 智能服务 (Smart Service)

① 智能服务内涵

基于传感器和物联网 (IOT),可以感知产品的状态,从而进行预防性维修维护,及时帮助客户更换备品备件,甚至可以通过了解产品运行的状态,帮助客户带来商业机会。

通过采集产品运营的大数据,辅助企业进行市场营销的决策。

企业通过开发面向客户服务的APP,也是一种智能服务的手段,可以针对企业购买的产品提供有针对性的服务,从而锁定用户,开展服务营销。

图6是物联网驱动智能服务的案例。

② 智能服务对标

全球PLM领导厂商之一,美国PTC公司斥巨资进军物联网和服务生命周期管理领域,成为智能服务领域

智能装备也是一种智能产品。企业应该思考如何在产品上加入智能化的单元,提升产品的附加值。比如在工程机械上添加传感器,可以对产品进行定位和关键零部件的状态监测,为实现智能服务打下基础。

② 智能产品对标

麦肯锡全球研究院分析了中国和美国在生物技术、医药开发、互联网

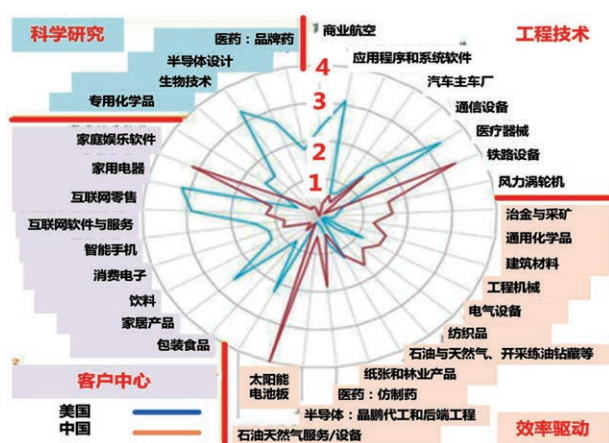


图5

的领军企业之一。

而智能服务最著名的案例,莫过于美国GE公司将卖发动机转为卖飞行小时的服务。

由硬件制造商向服务型制造商转变的最典型的例子莫过于IBM。在20世纪末的90年中IBM公司,时任其CEO的路易斯·郭士纳 (Louis V. Gerstner) 提出并实施IBM全面向服务业转型,到2005年IBM时任CEO萨缪尔·帕米沙诺 (Samuel Palmisano) 报告说,IBM公司服务收入所占比例已超过50%,利润连年增长率高达10%以上。

(3) 智能装备 (Smart Equipment)

① 智能装备内涵

制造装备经历了机械装备到数控装备,目前正在逐步发展为智能装备。智能装备具有检测功能,可以实现

软件与服务、电气设备等33个行业的创新表现,如图5所示。从图5可以看出,中国在效率和用户聚焦型创新方面建立了优势,但在科研和工程创新方面依然相对落后。本文依据2万家上市公司及2015年7月GDP占全球份额得出1、2、3、4图层。

机检测,从而补偿加工误差,提高加工精度,还可以对热变形进行补偿。

以往一些精密装备对环境的要求很高,现在由于有了闭环的检测与补偿,可以降低对环境的要求。

智能装备一个最基本的要求,就是要提供开放的数据接口,能够支持设备联网,国外叫做M2M (机器与机器互联)。

② 智能装备对标 (图7)

日本MAZAK的智能机床配备了针对加工热变位、切削震动、机床干涉、主轴监测、维护保养、工作台动态平衡性及语音导航等智能化功能,可以自行监控机床运转状态,并进行自主反馈,从而大幅度提高机床运行效率及安全性。

HOMAG (豪迈) 集团的木工加工

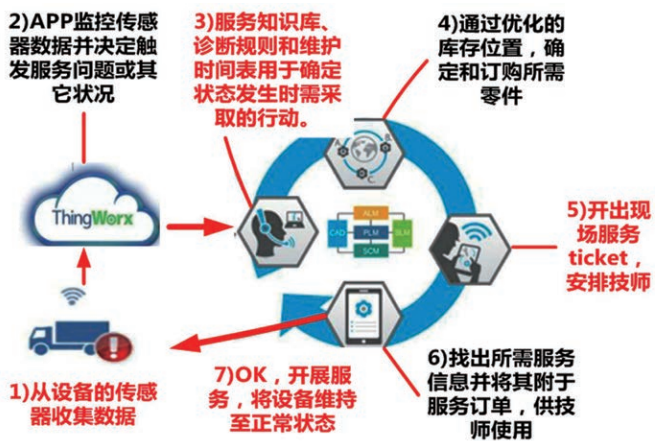


图6



图7

中心DMGMORI (德玛吉森精机) 推出最新的复合加工中心LaserTec65已经融合了增材制造和切削加工(减材制造), 可以通过激光堆焊的增材制造工艺快速制造毛坯。

对于工业机器人, 如果是单纯按照固定指令执行喷涂、搬运、焊接等工艺的机器人, 还不能称为智能装备。但是如果具有了机器视觉, 能够准确识别工件, 或者自主进行装配, 自动避让工人等功能, 甚至可以实现人机协作, 就属于智能装备。例如, ABB推出的双臂机器人YUMI, 就是智能型工业机器人的典范, 如图8。随着复合材料的广泛应用, 复合材料加工与装配的智能装备具有广阔的市场需求。

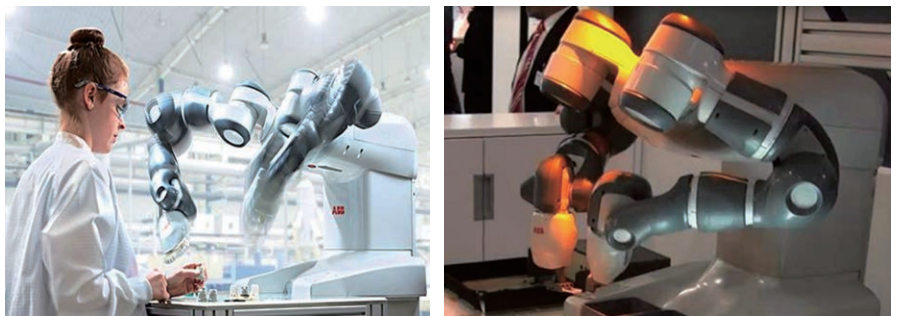


图8

(4) 智能生产线 (Smart Production line)

① 智能生产线内涵

智能生产线的特点是: 在生产 and 装配的过程中, 能够通过传感器或RFID自动进行数据采集, 并通过电子看板显示实时的生产状态; 能够通过机器视觉和多种传感器进行质量检测, 自动剔除不合格品, 并对采集的质量数据进行SPC分析, 找出质量问题的成因; 能够支持多种相似产品的混

线生产和装配, 灵活调整工艺, 适应小批量、多品种的生产模式; 具有柔性, 如果生产线上有设备出现故障, 能够调整到其他设备生产; 针对人工操作的工位, 能够给予智能的提示。

② 智能生产线对标

很多行业的企业高度依赖自动化生产线, 比如钢铁、化工、制药、食品饮料、烟草、芯片制造、电子组装、汽车整车和零部件制造等, 实现自动化的加工、装配和检测, 一些机械标准件生产也应用了自动化生产线, 比如轴承制造。

但是, 装备制造企业目前还是以离散制造为主。很多企业的技术改造重点, 就是建立自动化生产线、装配线和检测线。

汽车整车厂已实现了混流生产,

比如车身、底盘的总装线汇集到一起, 装配成最终的产品。在一条装配线上可以同时装配多种车型。正在推行安灯系统, 实现生产线的故障报警。

目前, 汽车、家电、轨道交通等行业的企业对生产和装配线进行自动化、智能化改造需求十分旺盛, 很多企业在逐渐将关键工位和高污染工位改造为用机器人进行加工、装配或上下料。

食品饮料行业的自动化生产线可以根据工艺配方调整DCS或PLC系统来改变工艺路线, 从而生产多种产品。

美国波音公司的飞机总装厂已建立了U型的脉动式总装线。自动化生产线可以分为刚性自动化生产线和柔性自动化生产线, 柔性自动化生产线

一般建立了缓冲。为了提高生产效率，工业机器人、吊挂系统在自动化生产线上应用越来越广泛。

(5) 智能车间 (Smart workshop)

① 智能车间内涵 (图9)

一个车间通常有多条生产线，这些生产线要么生产相似零件或产品，要么有上下游的装配关系。要实现车间的智能化，需要对生产状况、设备状态、能源消耗、生产质量、物料消耗等信息进行实时采集和分析，进行高效排产和合理排班。因此，无论什么制造行业，制造执行系统 (MES) 成为企业的必然选择。

MES是一个车间级的综合管理系统，可以帮助企业显著提升设备利用率，提高产品质量，实现生产过程可追溯和上料防错，提高生产效率。

需要强调指出的是，纯离散制造企业也可以应用MES系统，但是，MES系统的应用与企业的生产模式息息相关。如果纯离散的制造企业实施了MES之后，又改造为自动化或智能生产线，那么MES系统可能会推倒重来。因此，企业进行MES应用需要慎之又慎。

智能车间应当在温度、湿度、洁净度的控制和工业安全 (包括工业自动

化系统的安全、生产环境的安全和人员安全)等方面达到智能化水平。

② 智能车间对标

中国的MES市场非常热门，国际大牌的自动化厂商西门子、罗克韦尔、GE、施耐德电气有MES软件平台。

国内的浙大中控、艾普工华、元工国际、兰光创新等厂商也非常活跃。

先进生产排程 (APS) 系统也已经进入了制造企业选型的视野，国内的永凯、安达发、元工国际也提供了APS解决方案。APS软件对设备产能、工时等基础数据的准确性要求非常高。

(6) 智能工厂 (Smart Factory)

① 智能工厂内涵 (图10)

智能工厂与数字化工厂的区别，一个普遍的共识是，仅仅有自动化生产线和一大堆机器人，并不是智能工厂。

智能工厂，不仅生产过程应实现自动化、透明化、可视化、精益化，同时，产品检测、质量检验和分析、生产物流也应当与生产过程实现闭环集成。

一个工厂的多个车间之间要实现信息共享、准时配送、协同作业。

智能工厂还应当重视利用智能的检测仪器，刀具管理的智能化，检测结果直接进入信息系统，无需人工干预。

展望未来，增强现实技术 (AR) 也

将在智能工厂大显身手。工人佩戴上AR眼镜，就可以“看到”需要操作的工作位置，例如，需要拧紧螺栓的地方，拧紧力矩，也会有相应提示，从而提高作业人员的工作效率。

移动工厂 (Mobile plant) 的实践，

工人可以通过智能手机查询工单，可以开视频会议，维修人员碰到疑难问题，可以通过手机视频寻求专家解答，还给智能手机配备了RFID和条码扫描的接口，这也是一个智能工厂的创新实践。

例如：德国西门子安贝格电子工厂，如图11、图12。德国巴伐利亚州东部城市安贝格 (Amberg) 的西门子工厂经过25年的数字化发展，员工维持在1150名，产能提升了8倍。1000台设备在线运行、1000检测点、1000扫描点，75%的生产作业自动化，生产1000个不同的产品。95年每天系集5千个数据、2000年每天系集5万个数据、2014年每天采集数据5000万个数据。(2008、2009年为百万产品的缺陷19)、2013、2014年百万产品的缺陷DPMO为11.5，产品合格率99.99885%，借助全面数字化改造、产品质量在5年内提高了50%。每月生产约100万件产品。每年服务全球6万个客户。

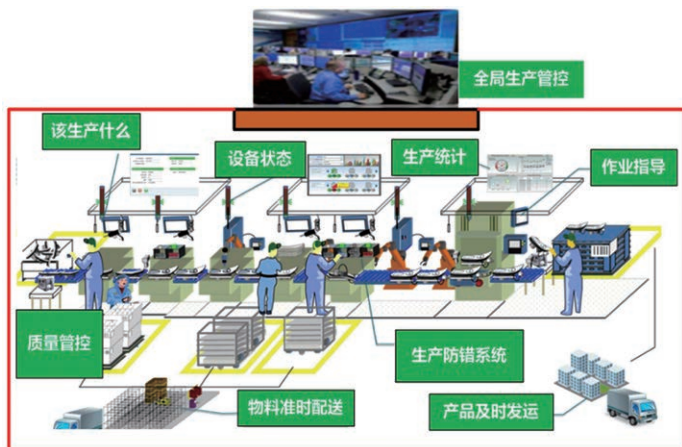


图9

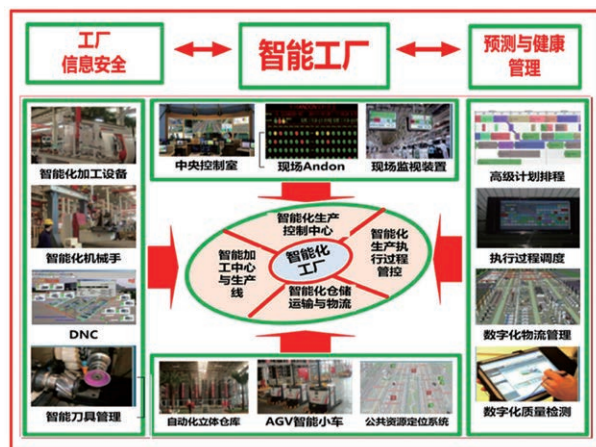


图10

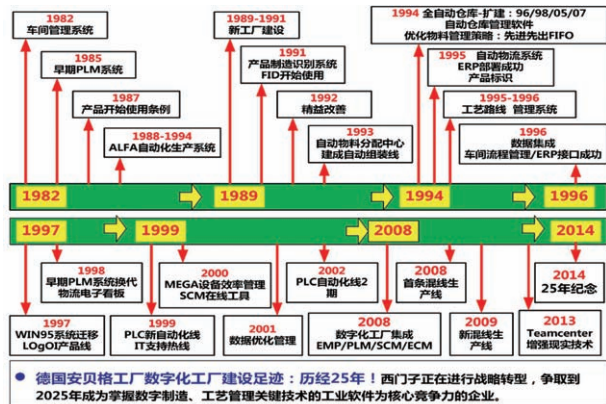


图11



图12

② 智能工厂对标

最近，美国GE公司宣布将工业互联网平台Predix开放。Predix实际上就是智能工厂的一个集成化的开发平台，GE力图抢占“工业操作系统”的阵地，成为智能工厂领域的“微软”。

而思科公司提出万物互联（Internet of Everything, IOE）理念、技术和解决方案，也可以支撑智能服务和智能工厂。

(7) 智能研发 (Smart R&D)

① 智能研发内涵

智能研发内涵如图13所示。

② 智能研发对标

很多企业还处于二维CAD和三维CAD软件混用的阶段，应用仿真技术仍然处于事后验证，没有实现仿真驱动设计；虽然应用了PDM系统，但还没有建立企业内部的通用件库，重复利用率不高；对工程/制造/服务BOM的管理还不到位等等；预测与健康管理的（PHM）尚处于萌芽阶段；拓扑优化技术、西门子（LMS）已有成熟的技术，天喻软件也开发出系统仿真的平台，并在中国商飞得到应用；PLM向前延伸到需求管理，向后扩展到工艺管理，如西门子的Teamcenter Manufacturing系统将工艺结构化，可以更好地实现

典型工艺的重用。

(8) 智能管理 (Smart Management)

① 智能管理内涵

智能管理主要体现在与移动应用、云计算和电子商务的结合。例如：移动版的CRM系统可以自动根据位置服务确定销售人员是否按计划拜访了特定客户；许多消费品制造企业实现了全渠道营销，实现了多个网店系统与ERP系统的无缝集成，从而实现自动派单；主流制造企业纷纷研发了销售配置器软件系统，可以让销售人员根据客户的需求灵活地进行产品配置，快速进行报价；业务流程管理（BPM）软件可以实现对业务流程进行建模，实现业务流程的可视化、模拟与优化。

制造业移动应用：基于移动设备进行数据采集（仓储及物流管理）；手机版CRM，集成LBS（基于位置的服务）；用移动设备访问企业的轻量化产品数据（CAD、PDM移动客户端），甚至进行产品设计；移动BI；针对客户服务的APP；移动版网上商城。

② 智能管理对标

到目前为止，SAAS（软件即服务）模式的软件应用最成功的领域是CRM，Salesforce无疑是领导者。

国内的Xtools和八百客也发展得不错，阿里叮叮、微信企业号等也迅速发展了很多用户。

人力资源领域也是社交网络和云模式的重要领域，继美国的LinkedIn（领英）之后，我国的陌陌、拉勾网等社交平台也已开始提供人力资源招聘服务。

(9) 智能物流与供应链 (Smart logistics and SCM)

① 智能物流与供应链内涵

EDI技术是企业间信息集成（B2B Integration）的必备手段，EDI技术最重要的价值，就是可以实现供应链上下游企业之间，通过信息系统之间的通讯，实现整个交易过程无需人工干预、而且不可抵赖。

我国大型企业建立的供应商门户，实际上只是一种Web EDI，不能够与供应商的信息系统集成，供应商只能手工查询。与德国Seeburger公司的B2B Integration平台支持各种EDI标准有差距，真正消除供应链的牛鞭效应还有一段路要走。

通过EDI进行供应链协同，让制造商的供应链协作信息化、自动化，如图14。



图13

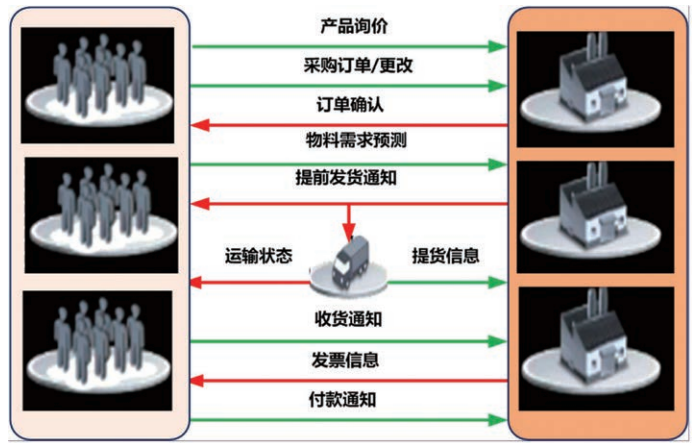


图14

② 智能物流与供应链对标

德国 Seeburger 公司的 B2B Integration 平台支持各种 EDI 标准，为欧洲最大的第三方供应链平台 SupplyOn 提供了基础平台，供应链协同计划与优化是智能供应链最核心的技术，可以实现供应链同步化，真正消除供应链的牛鞭效应，帮助企业及时应对市场波动。

JDA 公司是该领域的领导厂商，IBM 也有优秀的解决方案。三星已实现了供应链同步化。

(10) 智能决策 (Smart Decision Making)

① 智能决策内涵

智能化决策是企业未来发展的方向。在大数据时代，企业通过挖掘大量内部和外部数据中所蕴含的信息，可以预测市场需求，进行智能化决策分析，从而制定更加行之有效的战略。

工业大数据 IBD (Industrial Big Data): 是将大数据理念应用于工业领域，将设备数据、活动数据、环境数据、服务数据、经营数据、市场数据和上下游产业链数据等原本孤立、海量、多样性的数据相互连接，实现人与人、

物与物、人与物之间的连接，尤其是实现终端用户与制造、服务过程的连接，通过新的处理模式，根据业务场景对实时性的要求，实现数据、信息与知识的相互转换，使其具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力。

比其他领域的大数据，工业大数据具有更强的专业性关联性、流程性、时序性和解析性等特点。

不管是工业自动化、还是工业智能化 (工业 4.0)、或者是工业互联网概念，他们的基础是工业数据。从企业经营的视角来看工业数据，可以按照数据的用途分成三类：第一类是经营性数据，第二类是生产性数据，第三类是环境类数据，如图 15 所示。

对于制造企业而言，要实现智能

决策，首先必须将业务层的信息系统用好，实现信息集成，确保基础数据的准确，这样才能使信息系统产生的数据真实可信。便利企业对业务智能 (BI)、业务分析 (BA)、与企业绩效管理 (EPM) 考核和管理。

② 智能决策对标

IBM、SAP、微软等国际大公司在大数据分析工具方面激战正酣，而 IBM 推出的认知计算代表了智能决策的前沿方向。

BI 也有一些新的发展，一个比较重要的创新是美国 Infor 公司推出的 In-Context BI，意思是根据某个用户当前工作的场景，自动展现与当前业务相关的分析图表。

而对于工业大数据，企业首先要采集这些大数据，才谈得上分析。

长安汽车曾经做过一个有趣的分析，通过与阿里合作，根据其客户在淘宝的购买行为特点，来优化产品定位。三一重工则借助大数据和物联网技术，将工程机械通过机载控制器、传



图15

感器和无线通讯模块进行实时采集，通过对大数据进行多维度分析和预测，使“挖掘机”指数成为我国经济运行晴雨表。

4 智能制造——分多步进行，理性务实

工业4.0 提倡的智能制造是工厂实现一种新型生产制造模式的载体。其核心是为了适应产品生命周期新的变化。它能够找到应付产品快速更新换代、产品种类多而批量少、价格竞争和成本压力、投资回报率时间缩短以及资源优化和能源效率的解决方法。其架构体系是按照RAMI4.0（工业4.0的参考架构模型）来设计的。

4.1 德国智能制造架构体系

工业4.0 内涵建立一个CPS网；研究两大主题：智能制造和智能工厂；实现纵向、横向、端到端三项集成；实施八项计划。工业4.0从四个方面来设计智能工厂，即生产制造流程、生产制造设备、管理软件和工程工艺（生产工艺、制造工艺、产品开发工艺及流程工艺）。同时工业4.0又将这四个方面归纳为三个维度，即产业制造链、产品周期链和企业管理链，形成一个三维的工业4.0参考架构模型。

按照这个模型，我们用生产制造周期、自适应生产制造自动化系统和互联网为导向的工厂管理系统三方面来构造智能工厂的基本特性及方法。

4.2 实现智能制造要分多步进行

实现智能制造工厂的第一步要建

立这样的具有自适应功能的生产制造模式。

智能工厂必须具备将人工、半自动和全自动三位一体的适应性生产制造模式——构成生产价值链轴/生产管理轴。

智能制造工厂是信息化技术发展的产品，是在数字化工厂的基础上，利用物联网的技术和设备监控技术加强信息管理服务。

我们对智能制造要有敬畏，让智能制造机器人与人共舞，但不要忘了，领舞者是人，不是机器人，所以，产品要有自己知识产权和话语权，与国外同类产品对标，在国际上占有一席之地。

我认为智能制造“十三·五”智能装备国产化率达到75%以上；“十四·五”智能装备国产化达到85%以上，到2025年以后达到95%以上，防止智能制造空壳化。这是一个紧迫而严谨任务……

什么是制造：控性控型；什么是智能制造：产品设计一次成功，制造过程零缺陷，污染最小，达到理想化最高境界。所以，目前所有的项目并不是想象中的“智能制造工厂、数字工厂、自适应工厂”，更多的是技术改革，深度的自动化技术的应用。

4.3 推进智能制造需要理性务实

产品设计（做到三可三化）：（数字化仿真）可制造、可装配、可测试；模块化、系列化、标准化。

产品工艺文件（做到四可三不同）：（数字化仿真）可操作、可量化、

可检测、可重复；不同时间、不同地点、不同人员(技级相同)均可生产。

产品数据包：原材料、元器件，设计、工艺、加工，质量问题记录，试验记录，产品使用说明书，包装运输记录完整、正确、有效、可追溯。

产品：产品型谱、产品性能与国外对标，话语权、知识产权，产品市场品牌，产品生命周期。

智能制造涉及智能产品、智能设计、智能装备、智能工厂、智能供应链、智能服务、涵盖诸多计算机软件、硬件和自动化技术，需要推进工业工程、实现精益生产，对企业业务流程和工艺流程进行梳理与优化。

智能制造的本质是实现工业化、信息化、自动化与智能化的融合。企业应当真正实现相关技术的集成应用，避免形成新的“智能孤岛”。

智能制造是复杂的系统工程，企业应当实现车间联网，实时采集生产数据、质量数据、设备状态数据、进行智能分析。基础数据的准确性至关重要。

智能制造需要大量的标准和规范，才能实现互联，这方面还很不完善。

智能制造本质上是工具与手段，企业需要做好投入产出分析，避免盲目投资，否则不仅会造成浪费，甚至可能伤了“元气”。

对于多品种、小批量、接订单生产或按订单设计的企业不适合建立无人工厂。7

C131中置主焊夹具的设计

董雷

一汽模具制造有限公司, 长春市, 130013

摘要: 随着我国自主车型的崛起和市场需求, 一汽轿车开发了一款红旗C131新车型, 由一汽模具制造有限公司承揽了主焊线的设计、制造及现场安装调试等工作。根据长期积累的设计经验, 成功研发出一种结合欧洲和日本设计理念的新型主焊夹具和提升机构——中置主焊夹具。通过理论计算、有限元分析和现场调试, 该结构不仅满足理论强度要求, 而且满足现场加工和安装的工艺要求。目前我们已成功掌握这种新型主焊夹具的设计及制造方法, 并且在其他车型中可以推广应用。

关键词: 生产线; 主焊; 中置夹具; 典型结构设计; 计算

The Design of the C131 Central Main Welding Fixture

Lei Dong

FAW Tooling Die Manufacturing Co. Ltd, Changchun, 130013

Abstract: With the rise of independent models and market demand in our country, Faw Car CO.,LTD has developed a new red-flag car of C131.The work that the main welding line design ,manufacture and site installation and debugging ,etc was contracted by FAW Tooling Die Manufacturing CO.,Ltd .According to the long-term accumulation of experience of design ,we successfully developed a new type main welding fixture and hoisting mechanism that combined with European and Japanese design philosophy-Central Main Welding Fixture .Through the theoretical calculation ,finite element analysis and field test ,the structure not only meet the theoretical strength requirement ,and can satisfy the demands of field fabrication and installation process .Now we have successfully master the new main welding fixture design and manufacturing methods ,and this technology can be applied in other models.

Keywords: production line; main welding; central fixture; typical structure design; calculation

1 项目概述

一汽轿车公司“红旗”品牌不断深入人心, 根据市场需求, 一汽轿车自主研发了H平台C131高端车型。一汽模具制造有限公司第一次承揽高端C级车主焊线的设计和制造任务。对于主焊线的核心——主焊夹具, 我们结合了日本和欧洲夹具标准, 并应用长期

积累的夹具设计经验, 设计了一种新型的主焊夹具——中置主焊夹具。这种主焊夹具及其切换系统占用厂房面积小, 焊接方便。通过轿车现场的调试及反馈, 这种新型主焊夹具完全能够满足C级车的使用标准和焊接精度要求。通过对中置主焊夹具的成功研发, 使我们对新结构的设计计算及有限元设计方法的掌握又达到了一个更

高的水平。

2 产品简介

红旗C131车型整车重量为400KG, 长4.65米, 宽1.85米, 高1.25米。主焊工位的白车身总成主要由地板总成、左右侧围总成、前顶盖横梁、后顶盖横梁、转向柱支架、包裹架总成、后围总成组成。如图1所示为H平

台(C131)车型的示意图。

3 主焊工位的工艺分析

在C131主焊线上共焊接1302个焊点,共分5个焊接工位,其中有4个机器人焊接工位,1个手工焊接工位。主焊工位是将预装工位装好的白车身总成定位夹紧后进行点定。在主焊工位中共有6个机器人进行焊接,每个机器人焊接焊点的分布示意图分别如图2—图7所示。

在主焊工位,6个机器人共焊接256点,节拍为432秒,如图8所示为其工艺流程图。

3 主焊工位的工艺分析

在C131主焊线上共焊接1302个焊点,共分5个焊接工位,其中有4个机器人焊接工位,1个手工焊接工位。主焊工位是将预装工位装好的白车身总成定位夹紧后进行点定。在主焊工位中共有6个机器人进行焊接,每个机器人焊接焊点的分布示意图分别如图2—图7所示。

4 主焊中置夹具结构设计分析

在接到一汽轿车H平台设计任务之前,我们就已对主焊夹具有了一定技术总结和积累。通过对天津夏利内置夹具技术改造,和对曾承揽的一汽轿车及一汽大众主焊线项目进行总结,我们已掌握日本丰田和德国大众等国家的焊装设计标准,为设计中置夹具奠定了坚实的技术和理论基础。

通过对C131车型的分析及与轿车公司工艺人员方案讨论,最终决定采用中置式主焊夹具设计方案。这种方案没有成型的设计经验,而且是采用欧式设计标准,因此需借鉴日本丰田



图1 C131车型示意图

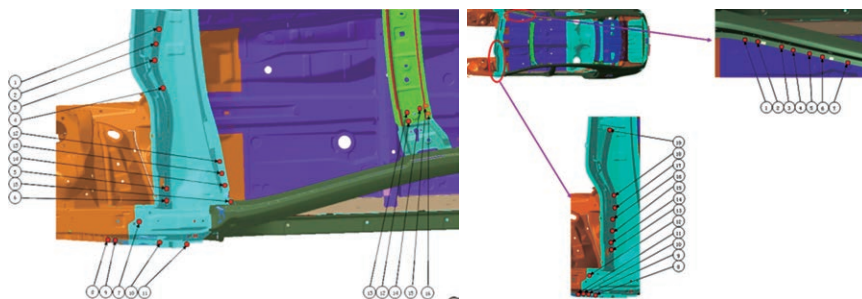


图2 R05机器人焊接焊点分布图(共焊接35点)

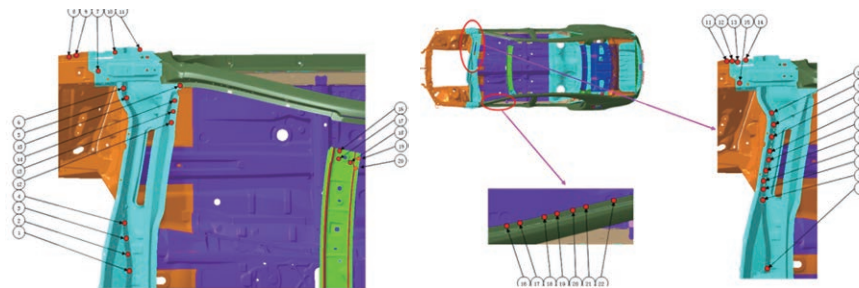


图3 R06机器人焊接焊点分布图(共焊接42点)

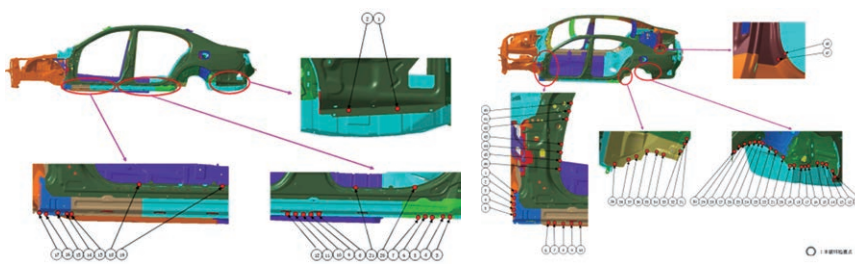


图4 R07机器人焊接焊点分布图(共焊接48点)

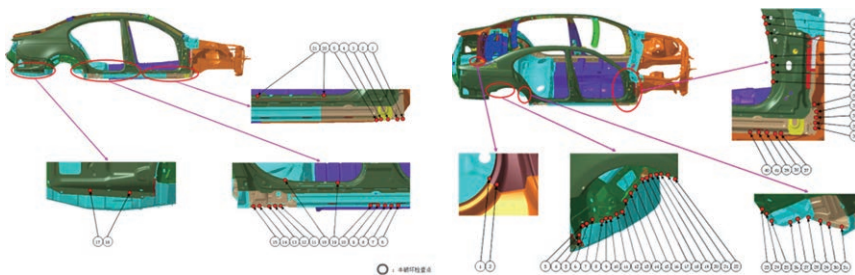


图5 R08机器人焊接焊点分布图(共焊接48点)

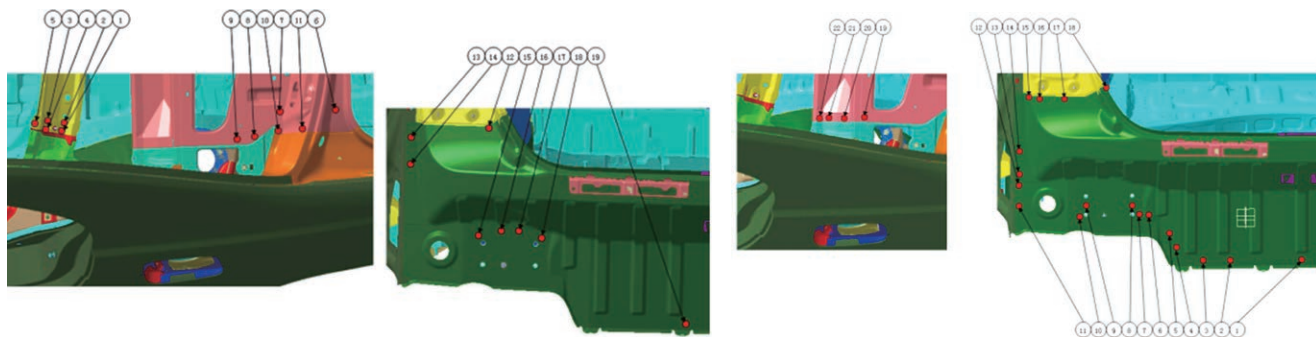


图6 R09机器人焊接焊点分布图(共焊接43点)

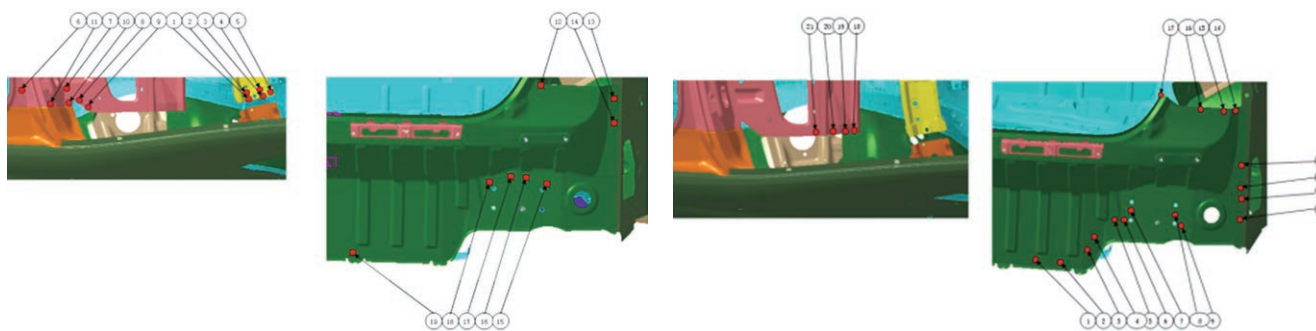


图7 R10机器人焊接焊点分布图(共焊接40点)

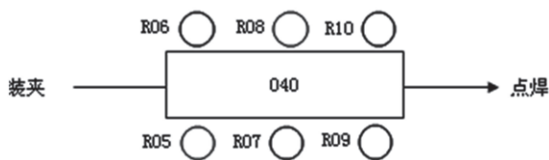


图8 工艺流程图

的设计理念,设计并开发一种全新的主焊夹具。在设计过程中做了大量的理论计算和有限元分析,并对夹具结构进行反复推敲,终于完成了中置主焊夹具的设计。如图9所示,为中置主焊夹具的整体示意图。

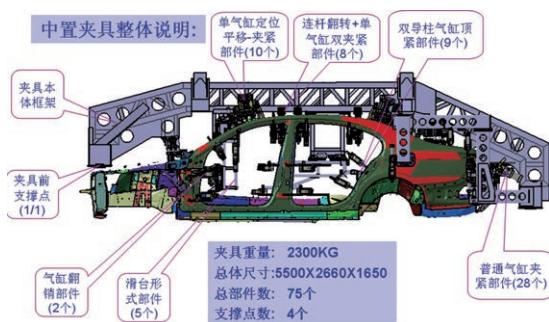


图9 中置主焊夹具整体示意图

4.1 中置主焊夹具的特点

(1) 合理地利用了厂房的空间。主焊中置夹具的车型切换机构是在空中进行切换,夹具的运动方式也是从空中进入地面生产线,节省了地面空间,将整条生产线立体化。

(2) 夹具的强度和刚性好。中置夹具的设计观点与丰田的内置夹具的轻量化理念不同,更加注重夹具的整体强度和刚性,H平台中置夹具的总重量达到2300KG,长度达到5500mm,经过强度和刚性校核后,做薄弱的地方的变形量只有0.2mm。

(3) 夹紧力大,自锁功能强。中置主焊夹具中,定位夹紧部件均具有到位自锁功能。

(4) 焊接空间大,具有非常开阔的焊接空间。由于夹具定位夹紧部件的连接都是在车身的上方,为人工或机器人焊接提供了非常好的焊接空间。

(5) 夹具的举升高度高。主焊夹具的举升是通过地面4个举升机同时提升将夹具送入空中的切换机构,提升高度可达到3000~3200mm。

(6) 切换速度快。不同车型的夹具是利用空中切换机构进行高速切换,切换速度可达到0.8m/s。

(7) 切换速度快。不同车型的夹具是利用空中切换机构进行高速切换,切换速度可达到0.8m/s。

4.2 中置主焊夹具的典型机构

中置主焊夹具由75个部件组成,总结归纳出6种典型机构,分别是双导柱气缸定位(夹紧)部件,定位(夹紧)部件(用TUENKERS气缸),单气缸气动定位平推-双向夹紧装置,气缸-滑台部件,本体部件。

4.2.1 双导柱气缸定位(夹紧)部件

如图10所示,为双导柱气缸定位(夹紧)部件,这种结构在焊夹设计中是常用结构。

通过同气缸厂家的探讨及我们使用过程中积累的经验,我们总结了这种结构的使用范围:(在气缸规定的重量范围内)

对于直径为50、63的气缸,行程在50mm以内,L小于3倍的行程;行程在50mm到75mm范围内,L要小于2倍的行程;行程在75mm到100mm范围内,L要小于1倍的行程。

L: 定位块(销)双导柱气缸第一个导柱的距离。

S: 双导柱气缸的行程。

夹紧力 $F=P*S1$

P: 压强(Bar)。

S1:气缸有效截面积。

4.2.2 定位(夹紧)部件(用TUENKERS气缸)

如图11所示,为定位(夹紧)部件示意图。其中,L1为定位块(销)到夹紧气缸回转中心的水平距离,L2为定位块(销)到夹紧气缸回转中心的垂直距离,a为回转点与夹紧块中心连线的水平夹角。

在夹具中,此种结构的部件数共28个,气缸采用TUENKERS自锁夹紧气缸。

该结构在焊夹设计中是常用结构。通过参考气缸厂家数据和经验积累,总结出该结构在气缸规定重量内的使用范围。如图12所示为该结构在不同气缸直径的条件下,其受力特性曲线。

对于直径为50的气缸,L1在150mm到250mm之间。

对于直径为63的气缸,L1在

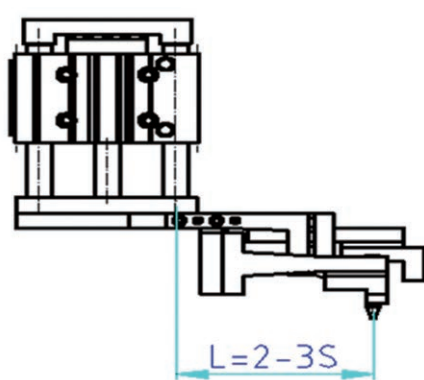


图10 双导柱气缸定位(夹紧)部件

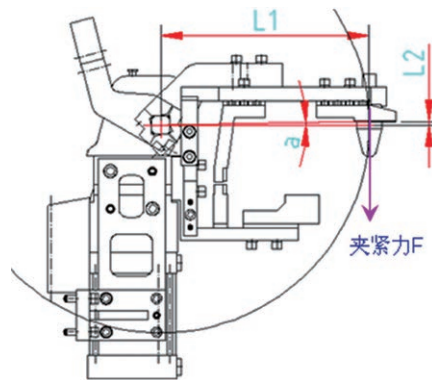


图11 定位(夹紧)部件

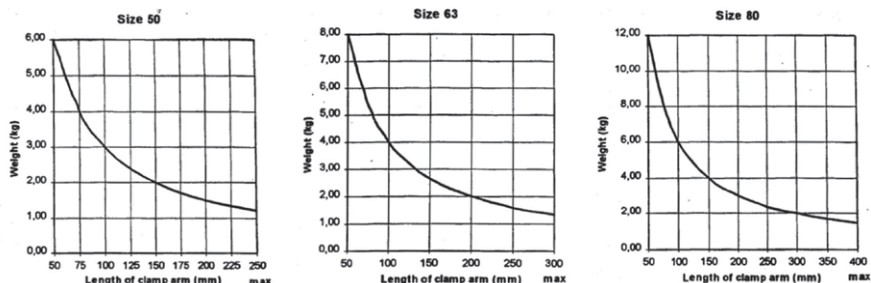


图12 不同气缸直径的受力特性曲线

250mm到350mm之间。

对于直径为80的气缸,L1在350mm到450mm之间。

在设计过程中,L2尺寸要尽可能小,以保证输出最大的夹紧力,角度a在 $\pm 7.5^\circ$ 范围内。

4.2.3 单气缸气动定位平推—双向夹紧装置

如图13所示为单气缸气动定位平推—双向夹紧装置。其中L1/L2为回转轴到铰链的垂直距离,N1/N2为夹紧块到回转轴的水平距离,FN1/FN2为铰链受力。

在夹具中,该结构的部件数共10个。单气缸

气动定位平推—双向夹紧装置在焊夹设计中是中置夹具特有的定位夹紧机构,通过1个气缸及2个铰链来实现定位平移和双向夹紧同时运动。该结构也可演变单侧定位夹紧。通过对该机构的仿真研究发现,这种机构的部件也可应用到对使用空间要求严格的夹具中。具体结构及工作原理如图14所示。

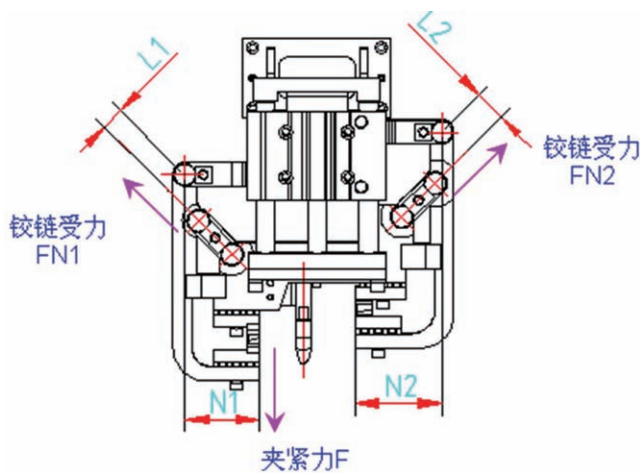


图13 单气缸气动定位平推—双向夹紧装置

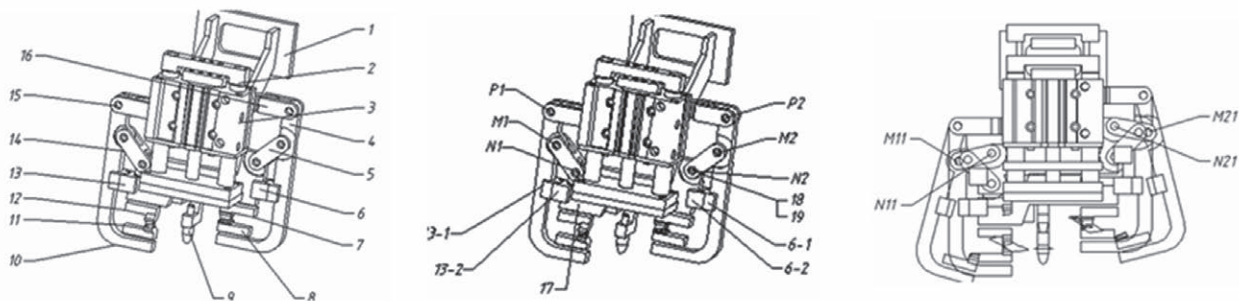


图14 单气缸气动定位平推—双向夹紧装置工作原理

从图中可以看出，焊接支座1通过螺钉和销固定在工作台上，焊接支座在保证自身强度的同时，又保证了气缸的安装空间，左右铰链板15、16分别与焊接支座配焊后加工铰链孔。双导柱气缸3与焊接支座用螺钉与销子连接。通过铰链轴、垫圈、开口销将焊接支座1与摇臂4、10柔性连接后形成固定铰链P1和P2；连接板17与铰链板5、14通过铰链轴、垫圈、开口销柔性连接后形成活动铰链N1和N2；通过铰链轴、垫圈、开口销将铰链板5、14与摇臂4、10柔性连接后形成活动铰链P1和P2。通过调整限位块2控制气缸行程，通过限位块组件6、13的正确位置可以调整定位块与夹紧块的准确位置，这样形成六个铰链轴P1、P2、M1、N1、M2、N2。压紧块11及调整垫片通过螺钉和销固定在左摇臂10上，压紧块8及调整垫片通过螺钉和销固定在右摇臂4上，调整垫片20用以调整两个定位块及两个压紧块在夹紧方向的位置精度，定位块及夹紧块用以实现对产品的准确定位夹紧。两个限位块组件6、13分别固定在连接板17上和摇臂4、10上，用以限制左右摇臂翻转到位的准确位置。

该装置工作时，气缸原状态为收缩，双导柱气缸3接到工作信号指示，

气缸杆伸出，带动连接块17、定位销组件9、左右定位块7、12向上平移，同时连接块17带动两个铰链板5、14的N1、N2活动铰链点向上平移，相应推动活动铰链板5和14分别绕活动铰链点N1及N2转动。利用杠杆原理，活动铰链点M1及M2又相应推动左摇臂10、右摇臂4绕固定铰链P1及P2转动，直到左摇臂10、右摇臂4上的限位块6-1、13-1相应撞到连接板17上的限位块6-2、13-2，整个连杆机构的转动和平移动作停止。定位块7、12、定位销9准确地定位到产品上，压紧块8、压紧块11准确地压到产品上，这时，固定铰链M1、M2相应平移到M11、M21位置，活动铰链N1和N2旋转到N11、N21位置，双导柱气缸3发出伸出到位电信

号，完成一次夹紧过程。同理，双导柱气缸3接到回位信号指示，气缸杆缩回，机构反向平移旋转，直到回位到位信号发出，完成了一次打开过程，这样就完成了一个完整的工作循环。

4.2.4 单气缸-双臂夹紧装置部件

如图15所示，为单气缸-双臂夹紧装置部件运动原理及运动简图分析。该结构为夹具设计中专门设计的定位夹紧机构，通过1个翻转气缸将定位块翻转到位，并具有铰链板形成的死点功能，保证夹紧气缸夹紧时定位部分状态稳定。翻转到位后，双摇臂夹紧气缸将夹紧块翻进，夹紧产品零件。

这种机构的部件适用于大型产品的定位夹紧，结构紧凑，占用空间小，尤其是铰链四连杆机构，对于其它机

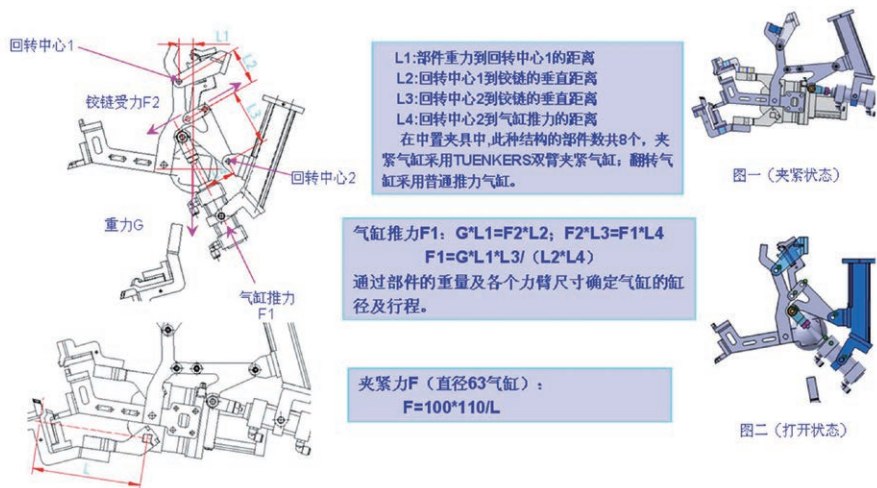


图15 运动原理及运动简图分析

构的设计都有一定借鉴价值。在中置夹具中,此种结构的部件数共8个,夹紧气缸采用TUENKERS双臂夹紧气缸,翻转气缸采用普通推力气缸。

4.2.5 气缸—滑台部件

气缸—滑台部件在焊接夹具设计中非常普遍,如图16所示。根据经验积累得知,在设计这种机构时,气缸的推力方向与滑台到位的限位高度需保持一致,即图中气缸推力点到滑台限位间的距离 L 应尽量小,否则滑台导轨的滑块在到位后要承受一定的扭距,影响滑块(尤其是滑块上的滚珠挡板)的使用寿命。在现场经常出现的就是滑块上的滚珠挡板损坏,滚珠从滑块中滑落。

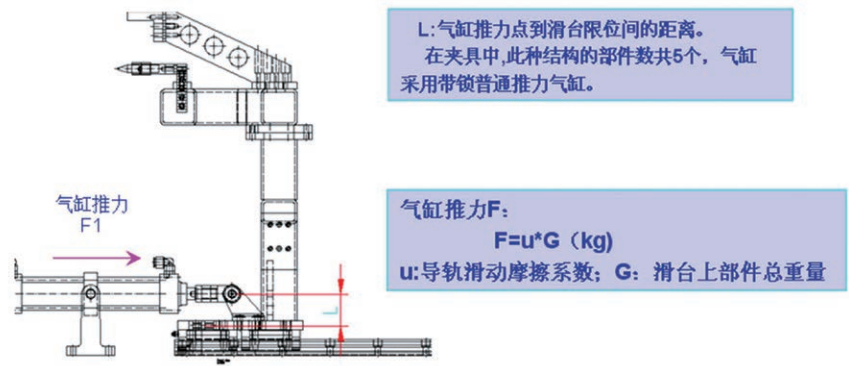


图16 气缸—滑台部件

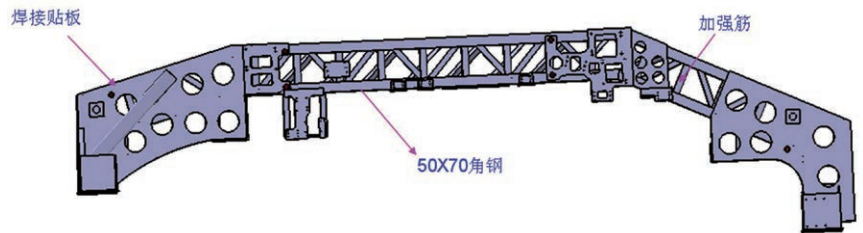


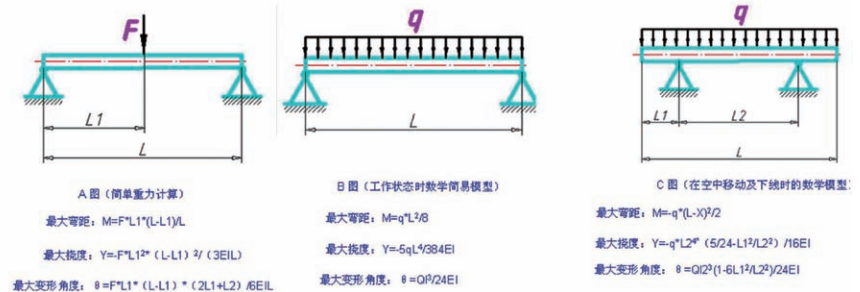
图17 本体部件

4.2.6 本体部件

中置夹具本体部件需要连接70多个部件,而且中置夹具是应用在空中吊运,因此重量一定要严格控制。为了给机器人焊接留出足够的空间,则中置夹具在下落到工作位置时,与地板限位部件具有准确的相对位置。为满则以上三点限制要求,在设计本体部件时需考虑以下几个问题:(1)本体的体积尽量小,重量尽量轻;(2)具有足够的强度和刚性;(3)要有较好的加工工艺性。综合考虑,本体部件采用桥梁式焊接结构,如图17所示。

桥梁式焊接结构本体部件的框架采用50X70角钢,贴板最大厚度12mm,在主框架之间设置不同方向、纵横交错的加强筋,主框架的宽度只有400mm,在控制重量的前提下最大限度地满足强度、刚性、焊接及加工要求。如图18所示,为本体部件强度校核计算数学模型^[1]。

在本体结构的设计过程中,公式校核只是针对简单的数学模型。中置



其中, $F = 2300\text{KG}$; $L = 5500\text{mm}$; $L_1 = L/2$

图18 强度校核计算数学模型

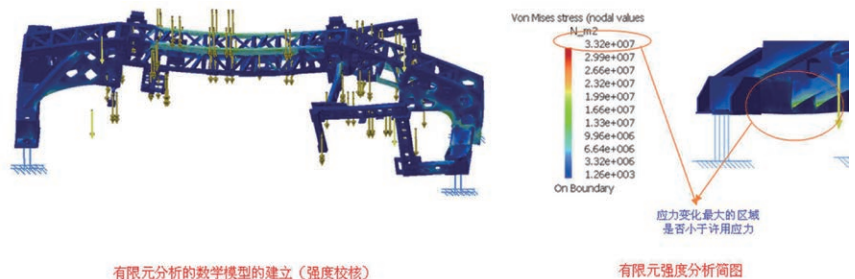


图19 强度校核有限元分析

夹具本体部件上安装了70多个部件,在部件运动及到位过程中的受力都是相当复杂的。另外在公式校核过程中由于焊接结构复杂,截面形状只能近似为标准的型钢,计算的转动惯量 I 也

只是近似值。因此要想比较精确的确认框架的强度及刚性,必须通过有限元分析来实现^[2]。如图19所示,为本体结构强度校核的有限元分析示意图。如图20所示,为刚性校核有限元分析

示意图。

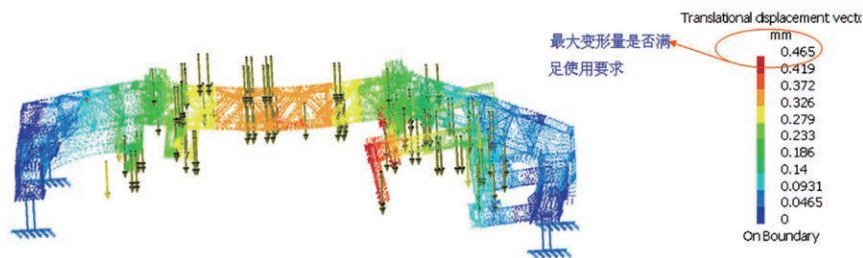
通过对本体部件的有限元分析，得知该结构的强度校核和刚性校核均满足理论要求。

综上所述为中置夹具的6种典型机构，根据对每个部件给出的参数，可对这6种典型机构进行系列化及智能模块化的二次开发，大大提高设计效率。到目前为止，我们已经完成了3种典型机构的系列化及智能化的二次开发。

5 结论

在一汽轿车公司H平台现场，中置夹具定位夹紧后焊接的白车身已经下线，经整车检测，车身精度满足使用要求。通过我们调试后的中置主焊夹具已完全满足C131白车身的使用精度和焊接精度要求，这意味着一汽模具在焊装设计领域中又攻克了一道难关，设计水平又登上了一个新的台阶。

目前我们正在尝试将中置主焊夹



有限元分析的数学模型建立（刚性校核）

图20 刚性校核有限元分析

具应用到其他车型，并将中置夹具的定位夹紧特点等数据提供给车型产品设计人员，作为产品设计的重要依据，这样可以大大地缩短新车型的焊装设计周期。相信通过我们不断地努力和尝试，中置主焊夹具及其切换、提升系统一定可以成为具有一汽自主特色的焊装品牌。T

参考文献

- [1] 聂淑琴, 孟广伟. 材料力学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [2] 张永昌. MSC. Nastran有限元分

析理论基础与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

作者信息

董雷, 一汽模具制造有限公司高级工程师, 从事焊装领域近20年, 完成轿车、重型卡车、面包车等多种车型的焊装工艺规划及设计, 曾获得科技进步奖并发表过专项论文, 具有丰富的焊装设计和调试经验。通讯地址: 吉林省长春市捷达大路1999号, 邮编: 130013, 电话: 13756489606, 传真: +86-431-85905984, E-mail: donglei@fawtd.com。

会员传真

东方电机掌握高水头大容量抽蓄机组核心技术

发布时间: 2016-04-19 文章来源: 东方电机有限公司网站



4月12日, 国产最大单机容量抽蓄机组——仙居抽水蓄能电站首台机组成功并网发电, 发电机运行稳定, 性能及各项参数优良。央视新闻在报道该新闻时称: 我国已掌握抽水蓄能机组核心技术。

仙居抽水蓄能电站安装4台单机容量37.5万千瓦抽水蓄能机组, 其中4台机组的发电电动机部分均由东方电机提供。仙居抽水蓄能发电电动机是东方电机完全自主设计开发、制造的单机容量最大的抽水蓄能发电电动机, 也是目前国内单机容量最大的抽水蓄能发电电动机。

基于流程规划的产品装配工艺设计

史苏存, 钱红梅, 崔晓明

中国第二重型机械集团公司, 四川德阳, 618000

摘要: 重型装备产品需要根据用户的实际需求进行设计、制造, 具有单件小批的特点。在企业的实际制造过程中主要以订单为中心开展设计、工艺、生产等业务活动。装配工艺设计作为产品制造过程中一项重要的技术准备工作, 是产品设计与实际生产之间的纽带, 它不仅要指导装配工人进行装配作业, 而且还应为整个产品的生产活动的安排提供关键信息, 以满足市场竞争日益激烈情况下, 对产品的生产周期的要求。据此, 基于二重集团公司的实际产品, 通过在完成产品装配工艺设计的过程中形成最优装配的流程规划, 通过流程网络图来确定重要关键零部件准确的进装节点, 从而指导生产、采购部门进行精确的生产组织工作, 在满足产品质量要求的前提下, 满足合同交货期的要求。

关键词: 重型装备; 流程规划; 装配工艺设计; 网络图

The Product Assembly Process Design Based on the Process Planning

SHI Sucun, QIAN Hongmei, CUI Xiaoming

China National Erzhong Group Corporation, Deyang, Sichuan, 618000

Abstract: Heavy equipment product need according to the actual needs of users in the design and the manufacture, has the characteristics of single-item and small-batch. Enterprises mainly centered on order to carry out the design, process, production and other business activities in the actual production. Assembly process design as an important manufacturing process of the preparation technology, is the link between product design and the actual production. It is not only to guide the assembly workers assembly operations, but also should provide the key information for the arrangement of the production activities of the entire product, in order to meet the requirements of the production cycle of the product in the increasingly competitive market conditions. Accordingly, based on the actual product of Erzhong Group Corporation, through the complete product assembly process design in the process of the formation of optimal assembly process planning, through the process network diagram to determine the important key components accurately into the node, thus to guide the production, the purchasing department for precise production organization work, and to meet the requirements of the contract delivery date on the premise of meet the requirements of product quality.

Keywords: heavy equipment; process planning; assembly process design; network diagram

1 引言

当今的制造企业正面临着越来越激烈的全球化市场竞争, 新经济的浪潮正冲击着以产品为载体的企业竞争

活动。在这种环境下, 就要求制造企业通过自身各项生产活动密切协调、配合, 以最短的时间、最好的质量、最低的成本, 生产出用户需求的产品。产品的装配工艺设计是研究如何按确定

的精度标准和技术要求, 以合理的、经济的手段和必要的联结方式将零部件装配成合格的产品。其目标就是保证产品精度及功能符合设计要求, 在此基础上, 力求合理分配使用装配资源,