

智能制造技术

第一章 绪论 (2)



第1章 绪论

第1章 绪论

1.1 信息化是我国加快实现工业化的必然选择

1.2 制造业信息化的发展概况

1.3 制造业信息化的技术体系

1.4 制造业信息化人才

本章思考题

1.2.1 国外相关发展规划

自80年代开始，由美国政府、国防部以及军方共同制订和实施了一系列以信息技术为主导的研究计划，将先进制造技术和信息化技术列入国防关键技术计划和国防科学技术发展战略，投入了大量的人力和物力。

比较有影响的研究计划如：

- 美国国防部《2000~2004财年国防制造技术五年计划》
- 《连续采购与全生命周期支援计划CALS》
- 《敏捷制造使能技术计划TEAM》
- 《2010年及其以后的美国国防制造业》
- 美国国家标准与技术研究院发起的《先进技术计划》
- 美国政府和洛克希德-马丁公司的《先进技术支持计划ATSP》
- 美国国防部与国家标准与技术研究院、国家自然科学基金会等发起的《集成制造技术计划及其路线图计划》等。

《2010年及其以后的美国国防制造业》

- 主要目标:
- 在国防武器系统的整个生命周期内，实现能作出快速反应的、世界一流水平的制造能力，并在经济可承受的条件下，满足战争的各种需求。

美国国防部提出了六大类国防工业的关键技术

- (1) 复合材料的加工与修理;
- (2) 电子元器件与装置的加工制造;
- (3) 信息技术系统;
- (4) 延长武器系统的使用寿命;
- (5) 设计、建模和仿真;
- (6) 生产工艺。

《集成制造技术计划及其路线图计划》

1998年，由美国国防部、国家标准与技术研究院、国家自然科学基金会等发起了《集成制造技术计划及其路线图计划》（Integrated Manufacturing Technology Initiative, IMTI，以及 Integrated Manufacturing Technology Roadmap Project, MTR）

未来的制造企业面临着以下的环境变化：

- (1) 全球化的市场竞争，要求企业高质量、低成本地生产出产品；
- (2) 环境保护与资源有限，要求采用绿色制造方式；
- (3) 大量信息广泛分布，要求以最快的速度得到所需要的信息；
- (4) 科学技术发展迅速，制造工艺和制造方法的发展加快；
- (5) 产品与技术知识含量密集，对知识管理提出了很高的要求；
- (6) 用户需求越来越高和越来越个性化，需要采用柔性的和可重组的制造方式

同样，欧盟、德国和日本也制订了相应的研究计划。这些计划的核心，就是用信息技术、自动化技术以及先进制造技术改造传统制造业，以满足现代社会生产和国家安全的需要。

比较有影响的研究计划如：

- 欧盟的《智能制造系统计划》《第5框架计划》和《第6框架计划》《尤里卡计划（EUREKA）》《信息技术研究发展战略计划（ESPRIT）》
- 德国的《生产2000》计划和《面向未来的生产》计划《工业4.0》
- 日本的《智能制造技术计划》等。
- 韩国《高级先进技术国家计划（G-7计划）》
- 美国《互联网+》、德国《工业4.0》、中国《中国制造2025》

主观题 10分

为什么各个国家和地区不惜代价制订和实施了一系列以信息技术为主导的研究计划？

从联合攻击战斗机研制计划看信息化

- 联合攻击战斗机（JSF）研制计划是有史以来规模最大的军用飞机研制计划。1996年，联合攻击战斗机研制计划是由美国牵头，有英国、荷兰、丹麦、挪威、加拿大、意大利、新加坡、土耳其和以色列等多国参与的国际合作研制项目。

联合攻击战斗机的主要设计指标

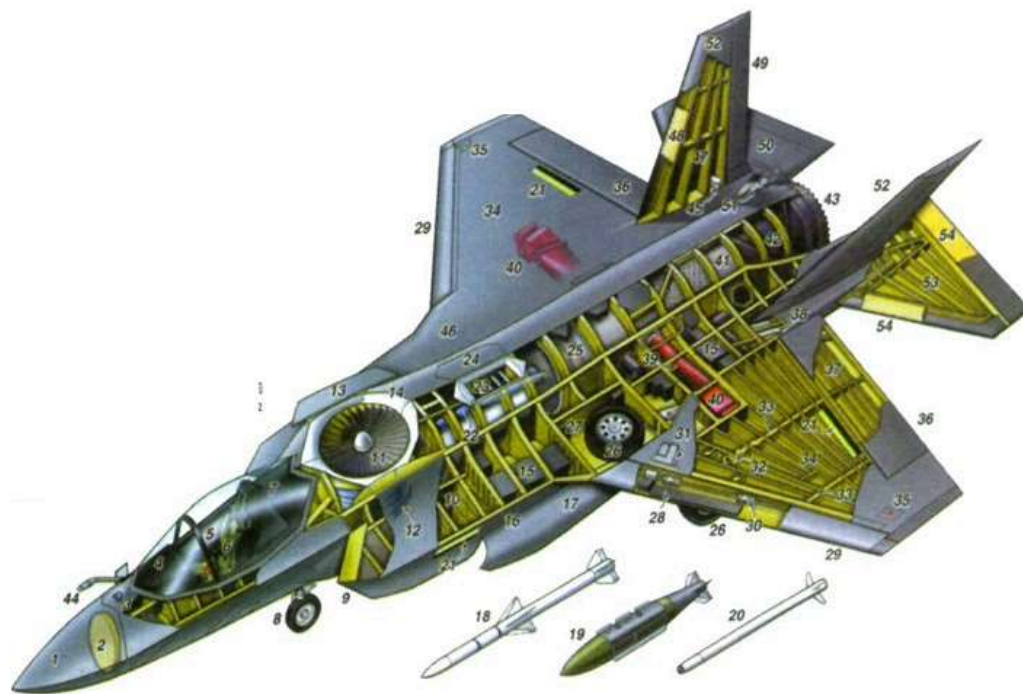
- (1) 生存力: 降低无线电频率以及红外信号, 提高机载电子设备的对抗能力, 以提高在未来战场上的生存力, 配合F-22战斗机的作战能力。
- (2) 杀伤力: 综合机载和外来探测器得到的信息, 提高发射各种精确武器的命中率和杀伤力。
- (3) 保障性: 减少对后勤的依赖, 提高出动架次率, 以保证强大的作战能力。
- (4) 实用性: 降低研制成本, 使联合攻击战斗机能够成为武装力量的一个合理的组成部分。

洛克希德·马丁公司研制的X-35型联合攻击战斗机的外形



JSF—从设计到飞行实行全线数字化

1. 全球数字协同网络
2. 整个系统实行 PLM
3. 与任何CAX系统兼容
4. 超过50,000用户
5. 超级保密，迅即访问
6. 可快速和低风险地扩展
7. 在一条生产线上生产和装配四个军种用的3种机型
8. 使用同一种通用的支援和维护系统
9. 各种机型之间的零部件/系统/设备的通用性达到80%以上



1. 广泛应用信息化设计及预装配技术

- 在真正装配飞机之前对其进行了信息化预装配，而没有采用传统装配过程中必需的生产实体模型。
- 利用与合作伙伴之间的时差进行全天24小时连续工作。例如，位于荷兰的福克Elmo公司负责配线，当出现问题时，可以发送一个信息化的修改方案给福克Elmo公司，在24小时之内，福克Elmo公司就能发出修改后的配线方案。这项工作的效果非常显著，前机身的装配过程没有出现任何拖延，也没有出现过装配顺序的错误。

- 使用Catia系统生成实体模型，彻底实现了无纸化设计制造。
- 同时，自动生成数控加工程序，并利用万能夹具对零件进行高速加工，取消了专用工装。
- 最后使用Metronor计算机辅助测量系统验证零件的几何形状。
- 通过采用这种方法，设计和制造周期总共缩短了50%，并消除了因不正确或不完整尺寸、数据误译及NC编程错误等造成的返工，大幅度减少了检验工作。
- 这种工艺方法已经在洛克希德·马丁公司的X-35概念验证机和机体经济可承受性示范项目中的900个全尺寸零件中得到了验证。

2. 虚拟开发环境覆盖全生命周期每一阶段

- 开发了相应的软件工具，包括设计/仿真集成、多学科概念设计、分析知识工程、计算机辅助工程数据管理等应用软件工具。
- 虚拟开发环境可用于模拟飞机设计、保障和制造，以便在硬件制造之前对设计方案进行改进并进行工艺验证。同时，虚拟开发环境可以提供位于不同地点的部门间的实时链接。
- 新的虚拟产品开发环境允许洛克希德·马丁公司的合作伙伴及供应商在世界各地实时存取和集成所有机体设计的有关数据，从而提高了设计效率，在产品全生命周期最大限度使用建模和仿真工具，进一步降低了研发的成本。

3. 采用并行工作方式实现异地联合设计制造

- 不仅融入了全美许多航空关联企业，同时英国、荷兰、丹麦、挪威、加拿大、意大利、新加坡、土耳其和以色列也参与其中，而这种协同工作是在网络化及信息化基础上完成的。
- 项目组的4000名高级工程师和研究人员，在设计中用Catia系统先在计算机上进行设计和模拟组装，再与其他承包商合作，共同完成装配作业，这种方法极大地降低了成本。
- 在装配概念验证机期间，创造了先进的设计和制造理念——“在任何地方设计和制造”。这种理念使得生产率大大提高，出错率减少80%。
- 并行的工作方法是实现异地联合设计和制造的前提，并行的工作方法不仅能充分发挥各自的特长，而且极大地提高了工作效率，
- 概念验证机开发证实了这种理念的实用性和有效性。

4. 产品数据管理极大简化了工作程序，保证了准确性

- 波音公司在圣·路易斯生产X-32概念验证机前机身的各种部件，与在西雅图生产的中机身、机翼、后机身和尾翼的各种零部件，都是根据同一个数据库中的数据设计和制造的。
- 过去，波音公司需要把这些数据交给生产部门编写数控加工程序，控制4~5台数控机床加工出一个木质或铝质工件，以检验各系统的运转是否正常。现在，只需要调用有关零件的数字定义，然后在一台计算机自动编程的数控机床上进行加工，一次加工就能完成，节省了大量时间。
- 过去，从发布零件设计到完成零件加工需要5周时间，而现在只需要5天，质量完全符合要求。

5. 广泛应用集成制造系统技术

- 在联合攻击战斗机研制计划中，制造系统集成技术在降低成本、提高质量、缩短研发周期方面做出了巨大贡献。
- 在肯特空间中心加工的前机身零件充分体现了波音公司“在任何地方设计和制造”的理念，无论地理位置如何，都有能力集成这些技术，降低成本。
- 波音公司建有大量的数据库可用于X-32零件的自动数控加工，如铝合金隔框，其电子版的三维数字模型发送至西雅图工厂后被自动转换为NC加工程序，然后进行数控铣切，一次加工成所需零件，节省了时间和试验件的费用。

6. 通过精益制造实现经济可承受性

- 在波音公司制造X-32的过程中，几乎没有发生返工现象，这要归功于先进的设计和制造技术——三维实体建模、虚拟设计及虚拟装配。
- 在波音公司的帕姆戴尔工厂，人员和工时均减少了50%，工装数量比YF-22减少了一半，总的制造和装配成本降低30-40%。

6. 通过精益制造实现经济可承受性

- 在总装车间，使用计算机代替纸质图来读取X-32设计说明书。工程师通过链接与同行进行面对面的交流。随着X-32装配工作的进展，工人们开始佩带一种挂在腰间的微型计算机。通过一种单目镜片，能将装配顺序按照装配好后的样子投射到正在装配的部件上方。
- 采用这项新的装配技术之后，大大节省了装配时间。

7. 采用信息化生产技术实现生产的快速转换

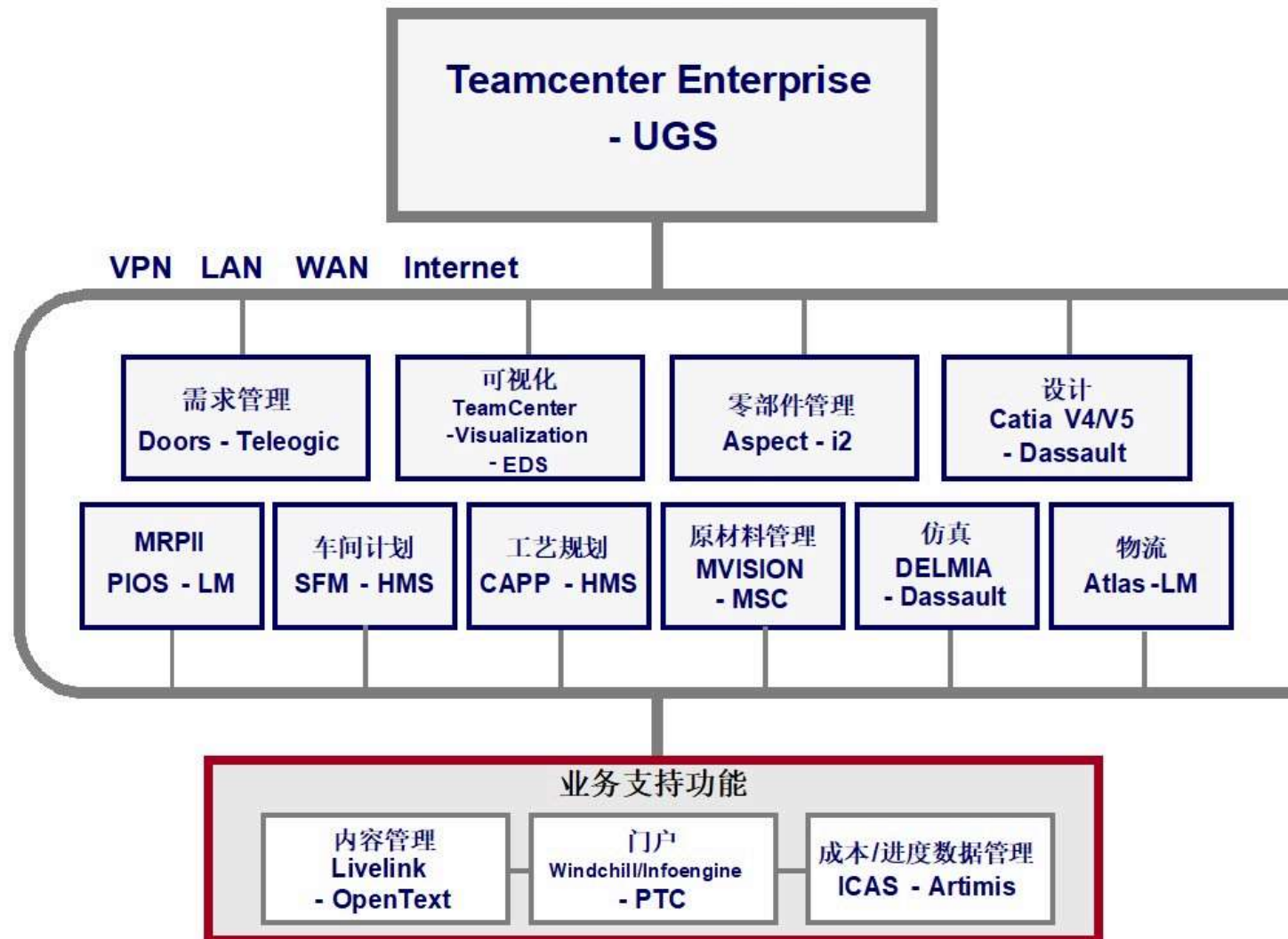
- 联合攻击战斗机有3种不同的机型：美国空军的常规起降型、美国海军的航母舰载型以及美国海军陆战队和英国空、海军的短距起飞/垂直着陆型。3种机型的机翼材料相同，但用户对机翼的要求不同，因此机翼结构设计是不一样的。因此，如何实现3种不同机翼的“混合”式加工制造，控制制造成本，实现联合攻击战斗机的经济可承受性以及针对需求的快速反应制造，成为联合攻击战斗机生产的技术难题。
- 最初想法是将各种机翼的设计变化控制在最小的程度，但是这样过分追求共性的做法可能会降低飞机的性能。因此，洛克希德·马丁公司最终采用了信息化技术，使3种机型就像是同一种产品一样容易进行管理和生产，以便发挥规模经济的效果和进行全生命周期更新改造。柔性生产线可以从生产一种机型顺利转向另一种机型而几乎不发生停顿。

7. 采用信息化生产技术实现生产的快速转换

- 采用高速数控铣床（主轴转速达到15000~30000转/分钟），直接从Catia软件得到指令，实现上述3种机翼的转换加工，机翼铣削加工成本是常规加工成本的1/3。
- 由于数控铣床主轴转速极高，在铣削过程中飞溅出切屑，带走了部件上的热量，避免了热量积聚，减轻了加工部件的弯曲变形，因此不需要采用铣削夹具。
- 由于不需要夹具，从短距起飞/垂直着陆型机翼转向常规起降型的加工过程只需向数控铣床输入新的加工代码即可。
- 另外，通过使用Cadam软件直接进行编程，同样能够大大缩短生产布置时间。以前机型转换需分别用6周时间进行编程和刀具调试验证，现在1天就能完成上述工作。

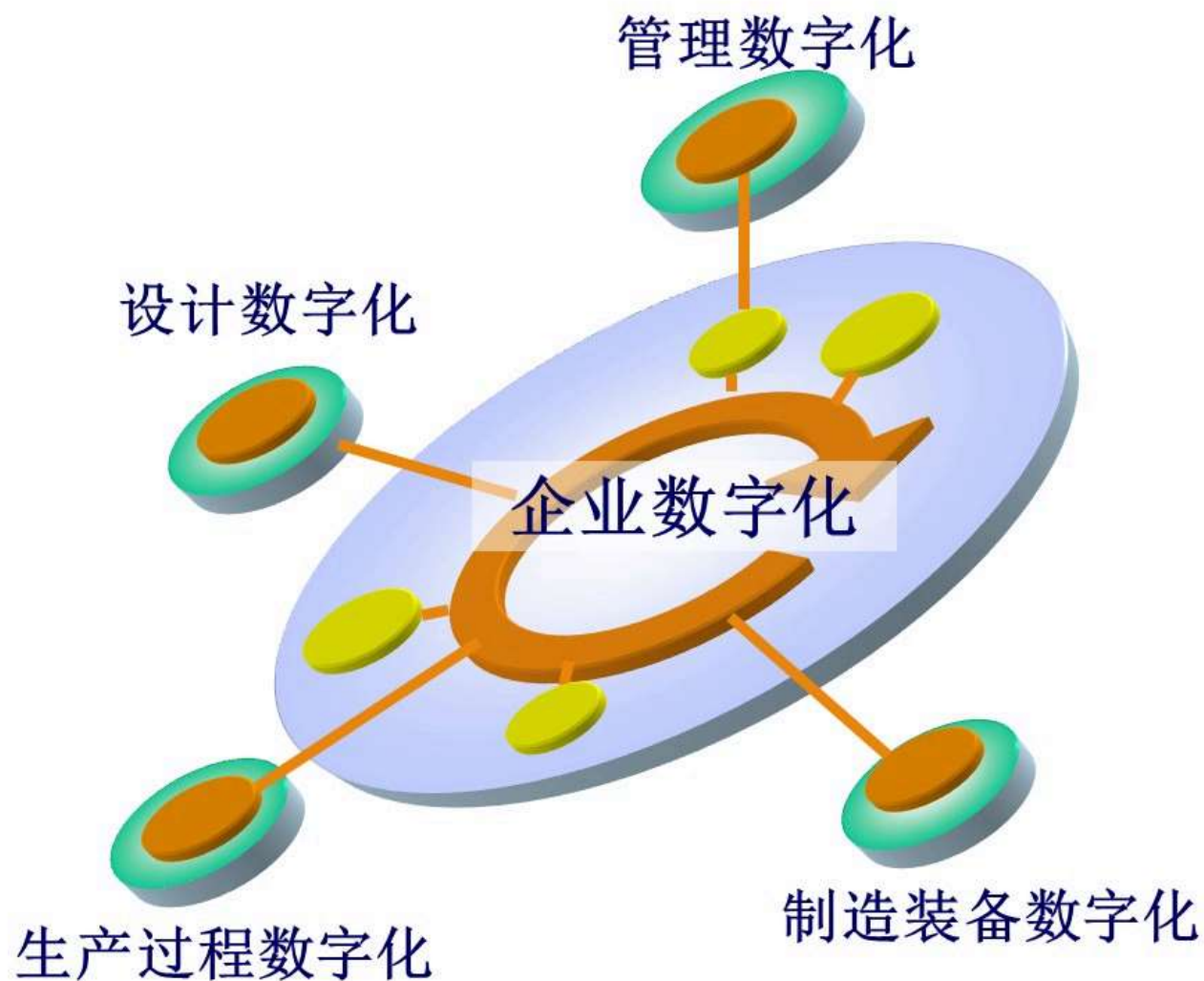
8. 洛克希德·马丁公司在X-35研制和生产中使用的信息化技术系统

设计 - 开发 - 制造 - 维护



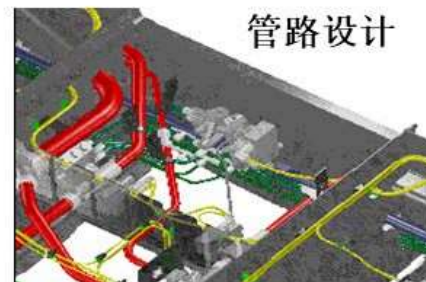
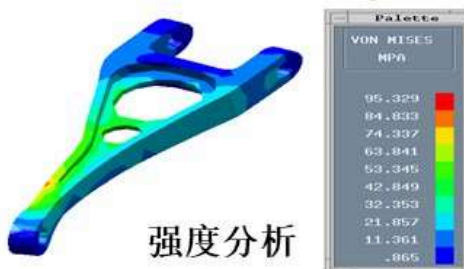
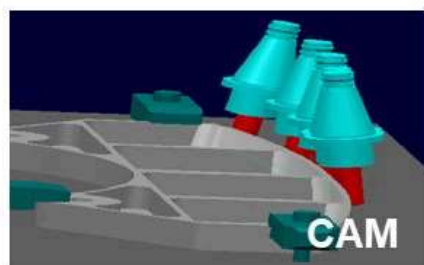
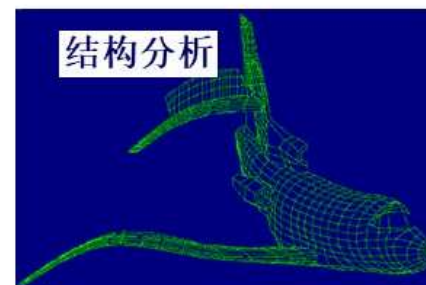
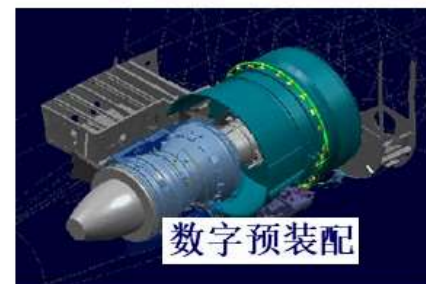
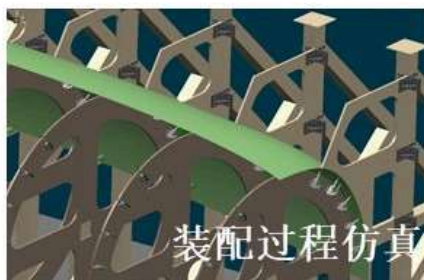
从你的专业角度考虑，JSF战斗机的案例中，信息化技术最重要的两个作用是什么？

制造业信息化技术的五个主要发展方向



设计数字化

通过实现产品设计手段与设计过程的数字化和智能化，缩短产品开发周期，提高企业的产品创新能力。



制造装备数字化

通过实现制造装备的数字化、自动化和精密化，提高产品的精度和加工装配的效率。

