磁性材料·元器件

Magnetic Materials and Devices

2022 4

（总第 34 期）

中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会
浙 江 省 磁 性 材 料 行 业 协 会 主办

东阳举行磁性材料行业人员能力提升培训

磁性材料·元器件

（双月刊）

名誉主任

都有为　沈保根　李　卫　严　密

编委会主任　何时金

编委会副主任

毛海波　吴志坚　吴　江　李炳山

张瑞标　郭晓东　熊咏鸽　魏中华

卢杨成　姚　刚　汪小明　黄　兴

姚　刚　胡盛清　徐卫东

编委会委员（按姓氏笔画排序）

车声雷　闫阿儒　刘先松　邵　峰

何震宇　杜阳忠　吴　琛　赵国法

赵　光　胡　军　葛洪良　夏爱林

颜　冲　马　达

编　　辑　谈泮明　陈秀明

编辑单位　秘书处

通讯地址　浙江省东阳市东街1号

（老市政府）

电　　话　0579-86621399　86621136

邮　　编　322100

邮　　箱　1748539381@qq.com

主办单位　中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会

浙江省磁性材料行业协会

主管单位　中国电子元件行业协会

（内部资料，免费交流）

目录 CONTENTS

◆报告论文◆

1. 信息系统与软件工程……张　卫（3）

第一章　信息系统基本概念……（3）

一、信息的基本知识……（3）

二、信息系统的基本知识……（6）

三、管理信息系统的基本知识……（7）

第二章　信息系统总体规划……（11）

一、什么是信息系统总体规划……（11）

二、为什么进行信息系统总体规划……（11）

三、如何进行总体规划……（12）

第三章　信息系统分析……（18）

3.1 概述……（18）

3.2 智能集成制造系统的系统集成与体系架构……（19）

3.3 智能集成制造系统的建模/仿真与系统优化……（26）

◆团体标准◆

1. 关于批准发布《粘结永磁铁氧体粉体》等2项中国电子元件行业协会团体标准的公告（2022年第[011]号）…（30）

2.《粘结永磁铁氧体粉体》团体标准……（31）

前　言……（31）

引　言……（31）

1 范围……（31）

2 规范性引用文件……（31）

3 术语和定义……（32）

4 命名方法……（32）

5 技术要求……（32）

6 试验方法……（33）

7 验收规则……（34）

8 标志、包装、运输和储存……（35）

附录A（规范性）压实密度的测量方法……（35）

附录B（规范性）压坯制样方法……（35）

附录C（规范性）轧板制样方法……(35)
附录D（规范性）挤出磁条制样方法……(36)
附录E（规范性）注塑磁体制样方法……(36)
3.《微电机用压延永磁铁氧体条形磁体》团体标准……(37)
前言……(37)
引言……(37)
1 范围……(37)
2 规范性引用文件……(37)
3 术语和定义……(38)
4 命名方法……(38)
5 要求……(38)
6 试验方法……(39)
7 检验规则……(40)
8 标志、包装、运输、储存和使用指南……(41)
附录 A（资料性）磁性能参数单位换算表（SI 和 CGS 制换算关系）……(41)
附录B（资料性）微电机用压延永磁铁氧体条形磁体使用指南……(41)

◆行业动态◆

1. 2022制造企业运营现状调研报告……(42)
一、调研样本说明……(42)
二、2022年新冠疫情对制造企业运营的影响分析……(43)
三、疫情下制造企业应对措施及未来预期……(45)
四、e-works对制造企业应对疫情的建议……(46)

◆协会工作◆

1. 浙江东阳举行＂磁性材料行业能力提升培训班”开班仪式……(47)
2. 磁性材料行业人员能力提升培训（第 2 周）小结……(48)

磁性材料·元器件

（双月刊）

立足磁性行业

探讨技术前沿

交流工作信息

服务广大企业

信息系统与软件工程

张卫副教授（浙江师范大学工学院）

第一章　信息系统基本概念

一、信息的基本知识

■信息技术正在改变着世界

信息技术打破了时空的界限，给人们原有的思维模式和行为模式带来了冲击。

■智慧地球与智慧企业

奥巴马就任美国总统后，IBM 首席执行官彭明盛首次提出“智慧的地球”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。奥巴马给予了积极的回应：“经济刺激资金将会投入到宽带网络等新兴技术中去，毫无疑问，这就是美国在 21 世纪保持和夺回竞争优势的方式。”

◆ 2001 年，在地球上的每个人有 0.6 亿个晶体管；

◆到 2010 年每个人将有 10 亿个晶体管，每个成本少于千万分之一元；

◆ 2005 年，有 13 亿 RFID 流通到市场，到 2010 年，将会增加到 330 亿；

◆ 2007 年全球移动电话用户达到 33 亿，到 2008 年底达到 40 亿；

◆到 2011 年，预计有 20 亿网络用户

■地球运转如昔，世界悄然改变

世界悄然变平　　更透彻的感知

世界悄然变小　　更全面的互联

世界更加有智慧　　更深入的智慧化

■世界必须改变

40–70% 的电力在现有的电力系统中损耗

现有油井中只能开采出 20% –30%的石油

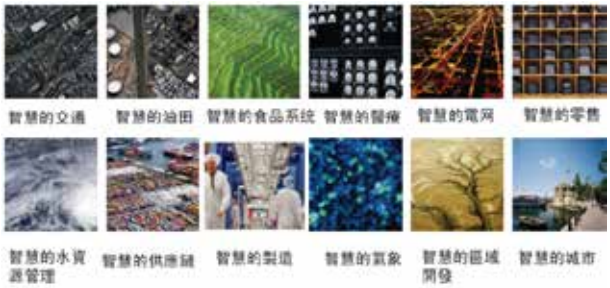
洛杉矶市平均每年花在找车位上浪费的燃油可供一辆车绕地球 38 圈

美国每年出现 220 万起因手写处方而导致的配药错误，电子病历每年可防止 10 万人因疏忽而死亡

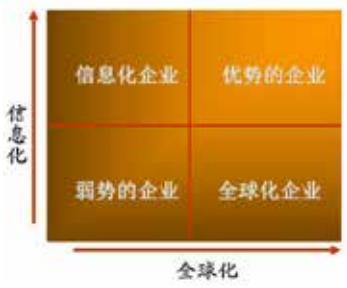
不良供应链使消费品和零售业每年损失 400 亿美元

金融市场因缺乏追踪监管而产生风险

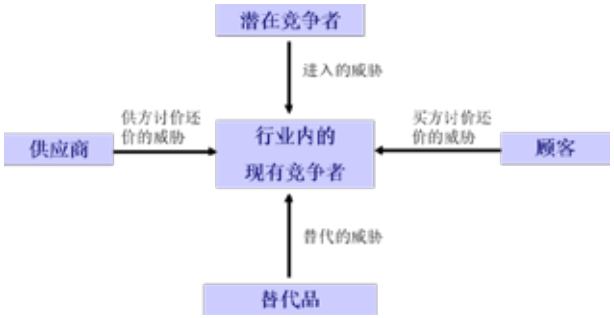
■新科技、新智慧、新生活



■信息技术正在改变着世界

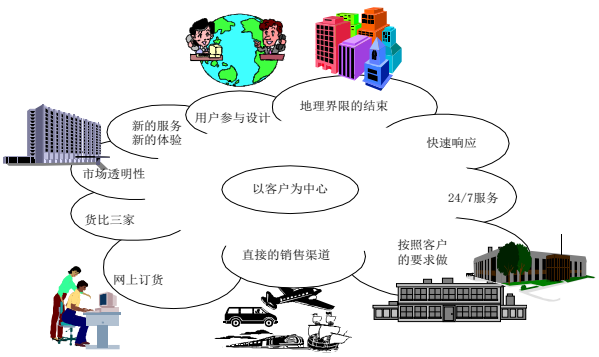


■影响企业竞争战略的力量



“一个产业部门中的竞争态势取决于五种基本的竞争力量，这五种力量的合力，将决定产业中最终利润潜力。”——Poter

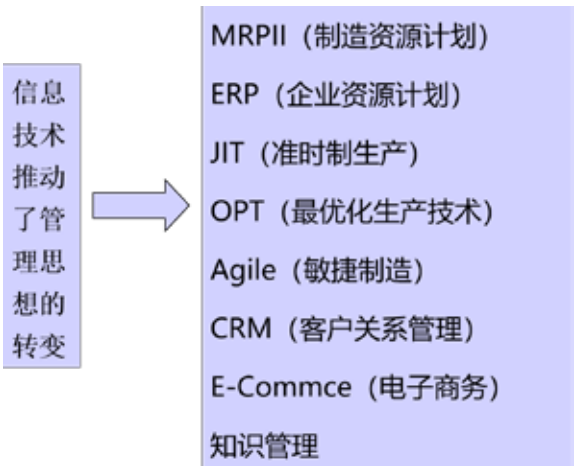
■信息技术正在改变着世界



false

信息技术对市场和企业运作模式的影响

信息技术对核心战略的影响



■认识信息化

信息化是由信息技术驱动的社会经济变革，其本质是在信息网络环境下有效利用信息和知识，充分发挥人的潜能，促进经济增长和社会发展模式的根本改变”。

▲信息技术是影响 21 世纪发展的最强劲的驱动力量；

▲信息化是由信息技术驱动的，是一个技术主导型的变革过程；

▲信息网络环境建设及加强在网络上信息和知识的有效利用是信息化的主要手段。

■什么是企业信息化

企业信息化是指企业利用现代信息技术，通过信息资源的深入开发和广泛利用，不断提高生产、经营、管理、决策、服务的效率和水平，进而提高企业经济效益和企业竞争力的过程。具体到一个企业，企业信息化就是要实现企业生产过程的自动化、管理方式的网络化、决策支持的智能化和商务运营的电子化。

■企业信息化框架

false

■什么是信息？

人们对信息从不同的角度去理解，可以得出以下的一些定义：

▲信息是数据加工的结果；

▲信息是系统有序的度量；

▲信息表现物质和能量在时间、空间上的不均匀分布；

▲信息是数据的含义，数据是信息的载体；

▲信息是表现事物特征的一种普遍形式；

▲信息是帮助人们做出决策的知识。

◆信息论的奠基者 C.E.Shannon（香农） 在 1948 年提出：“信息是用来消除随机不确定的东西”。

◆控制论的创始人 N.Wiener（维纳）则指出：“信息就是人与外界互相作用的过程互相交换的内容的名称”。

◆国家经济信息系统设计标准化规范：构成一定含义的一组数据就称为信息。

从本质上讲，信息存在于物质运动和事物运动的过程中，它是一种非物质性的资源，它和物质、能源一起，构成了现代社会发展的三大支柱资源。正如一位美国科学家在一首诗中所描写的那样：

◆没有物质的世界是虚无的世界

◆没有能源的世界是死寂的世界

◆没有信息的世界是混乱的世界

■数据、信息、知识

数据是对客观事实记录下来的，可以鉴别的符号。它并不只是数字，所有用来描述客观事实的语言、文字、图画和模型都可以是数据。

信息是我们对数据的解释，或者说是数据的内在含义。

知识是人类社会实践经验的总结，是人的主观世界对于客观世界的概括和如实反映。

数据+背景=信息
信息+经验=知识

总之，数据、信息和知识可以看作是对客观事物感知的三个不同阶段。数据直接来自感应的仪器，反映了变量的测定值。数据是根据某种测度而给出的事实。信息是经过组织的有结构的数据，从而具有了意义。知识则进了一步，它能够预测，给出因果关系，并指导进一步要做什么。

■信息的分类

依照信息的产生方式可以做出如下分类：

自然信息	是自然界的事物及事物之间内在联系的表征
人工信息	人们依据物质运动，利用一定手段，人为地进行表征和描述。
综合信息	是指在人类社会中，自然信息和人工信息的集成。

■信息的特性

真伪性	■真实而准确的信息才可以帮助人们做出正确的决策。 ■信息的真实性是靠数据库管理系统、功能设计中的完整性来实现的
层次性	■不同的管理层需要不同的信息 ■可以人为地将信息分为战略级、策略级和执行级三个层次
不完全性	■客观事实的全部信息是不可能得到的
滞后性	
扩充性	■“消息不胫而走”，“没有不透风的墙” ■信息可以利用各种传播媒介向四面八方扩散 ■在时间上的转移称为存储；在空间中的转移称为通信
压缩性	■信息的压缩性主要指能够对信息进行统计、综合和概括
共享性	■一条消息的所有者将消息告诉另外一个人，所有者和被告知者将同时拥有这条消息 ■信息的共享性是相对而言的。
转换性	■信息转化的目的是为了实现信息的价值 ■信息的价值有两种衡量方法：一种是按所花的社会必要劳动时间来计算；另一种是按信息的使用效果来计算。

■信息的生命周期阶段

1. 信息的收集（两个步骤：识别和收集）

识别方法：

①由管理者、决策者识别

②信息系统开发人员在系统开发过程中识别

③由管理者、信息系统开发人员共同识别

收集方法：

①自底向上广泛收集

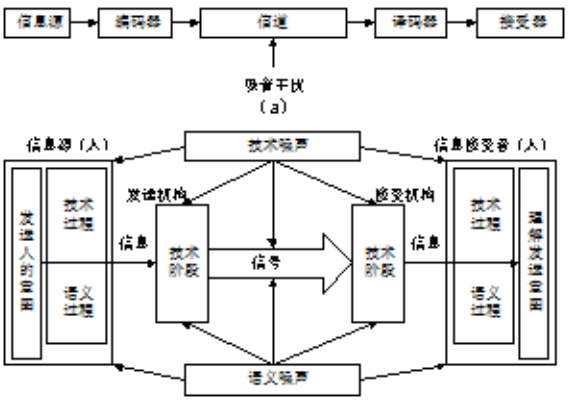
②有目的的专项收集

③随机积累

2. 信息的传输

①技术问题—如何快速、准确地传输信息。

②语义问题—如何确切地表达信息的意义。



3. 信息的加工

计算机、人工智能等技术的不断发展和应用大大缩短了信息加工时间，满足了管理者的决策需求，同时也将人们从繁琐的手工管理方式中摆脱出来。人们在系统中采用预测模型、决策模型和模拟模型以及一些标准的软件包，如统计包、数学规则软件包、模拟软件包等进行二次信息的加工。

▲信息加工的一般模式

4. 信息的存储

信息存储就是将信息保存起来以备将来使用。

▲为什么要存储这些信息？

▲存在什么介质上？

▲存储多少时间？

▲存储方式？

5. 信息的维护：指保持信息处于合用状态

◆狭义上是指不断更新数据、维护数据，使数据保持合用状态

◆广义上是指信息系统的开发和运行中的一切数据管理工作

◆信息维护的主要目的是保证信息的安全性、完整性和一致性

■什么是管理?

管理是运用组织、计划、指挥、控制和协调等基本行动，来有效地使用人力、材料、资金和设备等各种资源，以实现一个组织预定的目标和任务。

——“Getting things done through other people”

管理是艺术，科学，还是技术？——管理科学是应用现代科学的一切成就把管理由艺术变为科学的过程。

■现代管理科学的发展

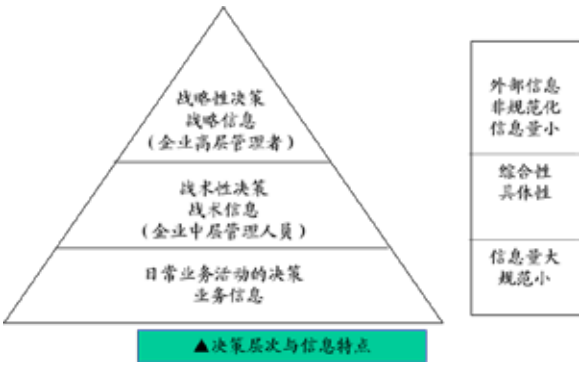
1. 1911　泰勒　　科学管理
2. 1933　迈约　　行为科学
3. 1940　康托诺维奇　　数学管理学派
4. 1950　维诺　　计算机管理
5. 1970　卡斯特　　系统管理
6. 1980　西蒙　　信息管理
7. 1990　哈默　　企业过程再造

■什么是管理信息?

人们把反映各种组织管理活动并对管理产生影响的各种消息、情报、资料统称为管理信息。

管理信息通过数字、文字和图表等形式来反映组织管理活动的现状，并通过它来沟通和协调各个管理环节之间的联系，以便实现对整个组织的有效控制和管理。

管理信息除了具有信息的一般特性外，还具有一些特点：时效性、系统性、目的性、层次性。



▲决策层次与信息特点

■信息在企业管理中的作用

◆信息是企业经营管理的决策基础

◆信息是企业在经营管理中有效控制的前提

◆信息是企业经营管理活动的组织手段和协调工具

◆信息是提高企业经济效益和竞争力的手段

◆信息是提高企业管理工作效率的有效措施

■影响企业信息工作开展的因素

◆单纯的、残缺的信息观念

◆信息工作得不到应有的重视

◆手段相对落后，时效性差

◆信息工作的方式和内容不适应

二、信息系统的基本知识

■系统、信息系统和管理信息系统

系统是由相互联系和相互制约的若干部分结合而成的、具有特定功能的有机整体。

➢ 系统是由若干要素（部分）组成的

➢ 系统有一定的结构

➢ 系统有一定的功能

系统一般由五个基本部分组成的，分别是：

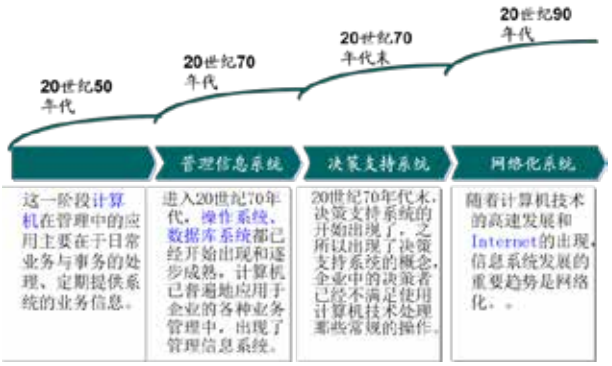
输入、输出、处理、反馈和控制。

判断系统好坏可由以下四点观查：目标明确、结构合理、接口清楚、能观能控。

信息系统是一个人造系统，它由人、硬件、软件和信息资源组成，目的是及时、正确地收集、加工、存储、传递和提供信息，对组织中各项活动进行管理、调节和控制。信息系统包括信息处理系统和信息传输系统。

信息系统应该具有信息的收集、传输、存储、加工和输出的功能。

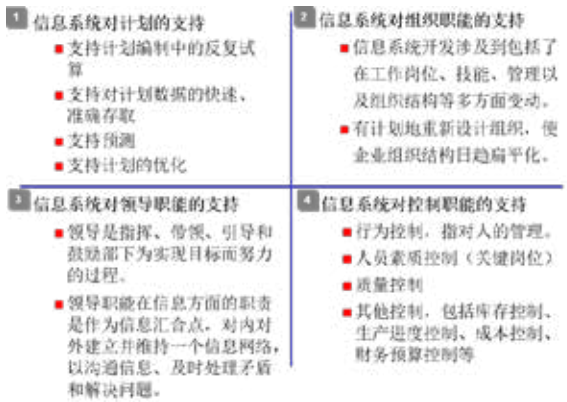
■信息系统的发展过程



■信息系统和管理

◆管理的最终目的是通过合理地分配和利用各种资源实现组织的目标，而要管理好这些资源，需要对反映这些资源的信息进行管理。

◆信息系统使得管理者可以很快地获取、分析、理解和使用大量的信息。管理者可以通过这些信息做出决策，而信息的质量决定了管理者决策的正确程度。



三、管理信息系统的基本知识

■什么是管理信息系统?

◆计算机技术产生以后，迅速在管理领域获得了广泛应用。20 世纪 60 年代，美国经营管理协会及其事业部第一次提出了建立管理信息系统的设想，即建立一个有效的信息系统，使得各级管理部门都能了解本单位的一切有关的经营活动，为各级决策人员提供所需要的信息。

◆进入 20 世纪 80 年代以后，随着各种技术特别是信息技术的迅速发展，MIS 也得到了同步发展，MIS 的概念逐步得到了充实和完善 。

◆哈佛管理丛书《企业管理百科全书》中将管理信息系统定义为：管理信息系统为制作、处理及精炼资料，以便产生组织内各阶层为达成管理上目的（计划、指导、评估、协调、管制）所需要信息的整体体系。

◆在《中国企业管理百科全书》中给管理信息系统下的定义是：“一个由人、计算机等组成的能进行信息的收集、传送、储存、加工、维护和使用的系统。”

◆戴维斯（G.B.Davis）认为：“管理信息系统是一个用来提供各种作业、管理和决策信息的、集成化的人机系统，它包括计算机的硬件、软件、手工规程以及用于分析的模型等。”

◆而劳顿（K.C.Laudon）则认为：“管理信息系统是一个基于计算机的信息系统，它通过收集、处理、存储和扩散信息，来支持组织的管理、决策、合作、控制、分析活动，并使之可视化。”

管理信息系统是以人为主导的，以计算机硬件、软件、通信网络以及其他办公设备为基本信息处理手段和传输工具，进行管理信息的收集、传递、加工、储存、使用、更新和维护，为企业高层决策、中层控制、基层运作提供信息服务的人—机系统。

◆电子数据处理系统阶段

◆管理信息系统阶段

◆决策支持系统阶段

■管理信息系统的特点、要素、功能

管理信息系统具有以下的主要特点：

◆在企业管理中全面使用计算机

◆应用数据库技术和计算机网络

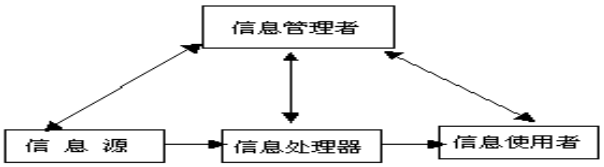
◆采用决策模型解决结构化的决策问题

管理信息系统的基本功能有：信息的收集、信息的组织和存储、信息的处理、信息的传递 、

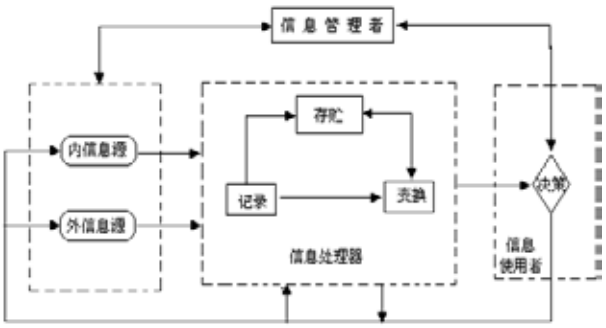
信息的提供

■管理信息系统的基本结构

管理信息系统的基本组成部件有四个，即信息源、信息处理器、信息使用者和信息管理者。



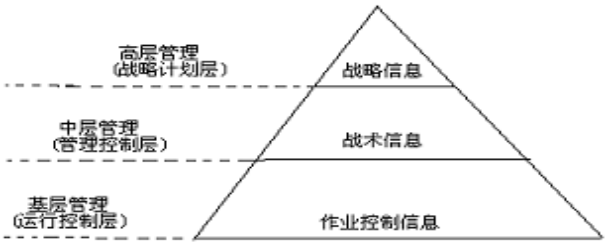
▲ 管理信息系统基本组成部件



▲ 管理信息系统基本结构图

■管理信息系统的层次结构

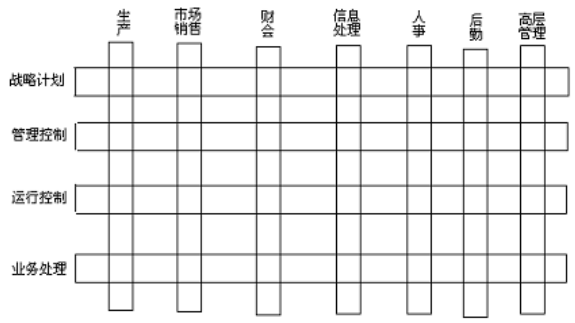
企业管理活动分为三个不同的层次：战略计划层、管理控制层和运行控制层。



▲ 管理信息系统的金字塔结构

■管理信息系统的职能结构

系统的各职能部门都有自己特殊的信息需求，需要专门设计相应的功能子系统。



▲ 职能系统 / 管理层次矩阵

■管理信息系统的分类

◆管理信息系统按使用的技术手段可以将其分为手工系统、机械系统和电子系统。

◆管理信息系统按信息处理方式又可以将其分为联机处理系统、脱机批处理系统两种类型。

◆管理信息系统按功能和服务对象可分为国家经济管理信息系统、企业管理信息系统、事务型管理信息系统、行政机关办公型管理信息系统和专业型管理信息系统等。

■管理信息系统与环境

环境因素的差异，需要管理信息系统的功能及应用方式上有相应的差异。一般来说，管理信息系统所处的环境中，下列因素可以对该管理信息系统产生影响：

◆生产过程的特征差异

◆组织规模的差异

◆管理的规范化程度差异

◆组织的系统性差异

◆应用者因素的差异

■生产过程特征差异性分析

◆按投入物的供求联系和劳动对象的性质分析

生产分类	基本说明	典型实例	特征
采掘业	从自然资源得到物料进行生产加工过程	采矿、采煤、石油工业	管理重点一般为物料储运
冶炼业	直接对采掘工业的产品进行加工，是改变物料的物理化学特性的生产过程	炼钢厂、炼油厂、石化厂	受生产设备专用性限制、灵活性较小。物料的储运和管理是管理的重点
制造业	对经过加工的资源进行加工，以改变物料的物理形式的过程	机械零件加工装配、产品组装	生产过程的计划和管理非常复杂，管理重点在于生产控制与库存控制

◆按生产系统的结构关系分析

生产分类	基本说明	典型实例	特征
流程式生产	作业之间具有强烈的前后时间依赖和连续关系，前一生产过程的终结立即成为下一生产过程的起点	采掘、冶炼、化工	控制整个生产过程的连续性
离散式生产	作业之间没有明确的时间上的连续关系，每项作业都可以相互独立地进行。生产方式可以分为车间作业式和流水作业式	制造业	在每项作业间需要设立相当的库存以维持生产正常进行

◆按生产系统的驱动因素分析

生产分类	基本说明	典型实例	特征
“推”式生产	前序下达生产计划，其产出作为后序的输入，推动后序生产	车间式作业	管理的重心在于重视生产任务的完成
“拉”式生产	由后序的生产需要向前序提出要求，以确定前序什么时候生产	流水式作业	管理的重心在于重视生产能力的形成

◆按生产系统的组织方式分析

生产分类	基本说明	典型实例	特征
工程项目型	以特定阶段的特定任务临时形成生产组织和合作关系进行生产，资源组织以动态任务为向导	攻关小组 开发小组 研制项目组	以任务为向导组织具有动态性
车间任务型	以比较稳定的资源构成比较定型的生产组织，在需要时完成符合该组织功能的生产任务	固定式车间	以组织为向导任务具有稳定性

◆可以导致对管理信息系统需求性和适应性差异

组织规模	应用优势	应用劣势
小规模组织	1、管理过程简单，需求明晰，性能要求适度 2、人员培训及应用推广有一定优势	1、难以承受系统开发的巨额投资和运行开销 2、受投资限制，难以获得系统的全面功能和性能，开发与应用具有更大的风险性 3、管理规范化程度有限
大规模组织	1、有强烈的应用需求 2、有强大的投资承受力和承受期，容易开发出完善的系统 3、有更为规范化的管理	1、管理过程复杂，完备需求分析有一定难度，性能要求较高 2、人员培训及应用推广需要较大的投入

◆把应用管理信息系统作为规范化管理的契机

管理规范化程度	表现特征	对管理信息系统的影响
低规范化	1、组织结构随意性大 2、权力结构过于集中 3、决策过程随意性大 4、生产过程动态性强	1、较难认知和分析系统需求 2、系统结构的动态性要求大 3、难以归纳决策模型
高规范化	1、组织结构完备性高 2、权力结构合理，控制机制稳定 3、决策程序性强 4、生产过程相对稳定	1、需要认知比较容易清晰 2、系统结构规范性好、稳定性强 3、比较容易确定决策程序和模型

■组织系统性差异性分析

◆低系统性组织对系统开发的影响

➢ 由于历史原因和组织的自然形成过程，组织系统中存在着“黑匣子”，在管理信息系统开发中，无法对其内部流程进行认知；

➢ 由于流程的不可认知性，因此也将妨碍功能的可描述性，在分析中会被认定为不产生对决策有关的数据。所以，这种组织既无法进行精确的定义和理解，也无法进行量化分析。

■其他因素分析

如何获得系统所需的物资和人力资源，组织内部对管理信息系统理解和认识程度、决策技术及系统的软硬件水平、人的素质等，都对管理信息系统的应用有着举足轻重的影响。在管理信息系统规划之前，必须对影响系统应用的环境因素认真分析，找出影响系统成功的关键，使组织的管理工作走上规范化、现代化的轨道，为管理信息系统的应用铺平道路。

■管理信息系统中采用的现代管理方法

管理方法	说明
MRP Ⅱ	ManufacturingResourcePlan 制造资源计划
ERP	EnterpriseResourcePlan，企业资源计划
JIT	JustInTime，准时制生产
OPT	OptimizedProductionTechnology 最优化生产技术
Agile	敏捷制造

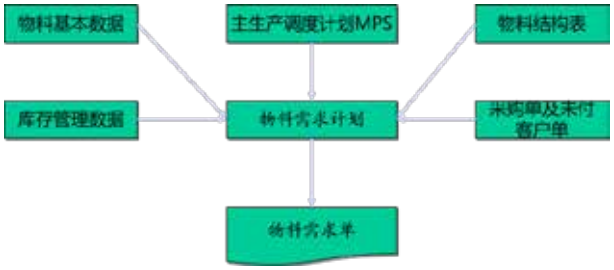
■管理信息系统中采用的现代管理方法

■MRP

◆ R.H.Wilson：1915 年提出的经济批量概念以及 1934 年提出的用统计方法确定订货点的方法，逐步形成了古典生产存储系统。

◆为了解决“订货点管理”的不足，减少生产原料的库存对资金的占用，1965 年，Joseph A. Orlicky 与 Oliver W. Wight 等提出了物料需求计划（MRP）这种新的管理思想，根据产品的需求情况和产品结构，确定原材料和零部件的需求数量及订货时间，在满足生产需要的前提下，有效降低库存。

◆此阶段的 MPR 可定义为：“利用主生产计划（MPS），物料用量清单（BOM）、库存（INVERTORY）和未交货单（OPEN　ORDER）等各种资料，经计算得到未来的物料需求，并进行订单的补充和修改。



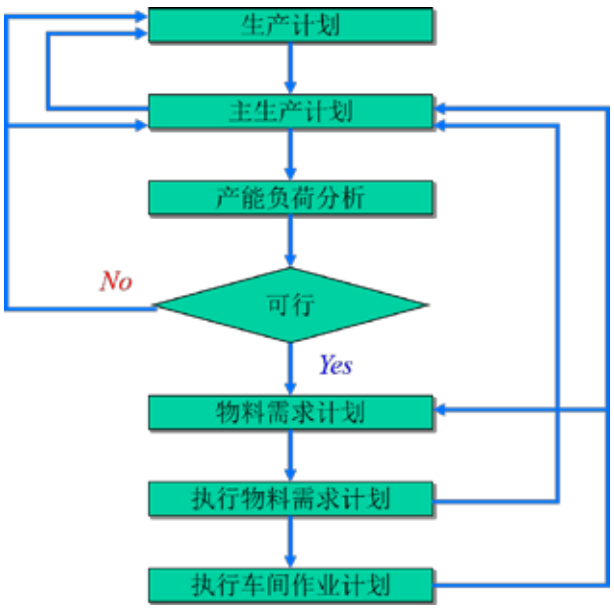
■闭环式MRP

20 世纪 70 年代：针对物料需求计划管理方式的不足，发展了闭环式 MRP（Close Loop MRP）

◆与物料需求计划管理方式不同，闭环式 MRP 强调以下特点

◆采用反馈形成闭环控制，使管理能及时适应主生产计划的改变，又能适应现场情况的变化

◆加强了各系统之间的联系，更进一步体现了管理信息系统的整体性

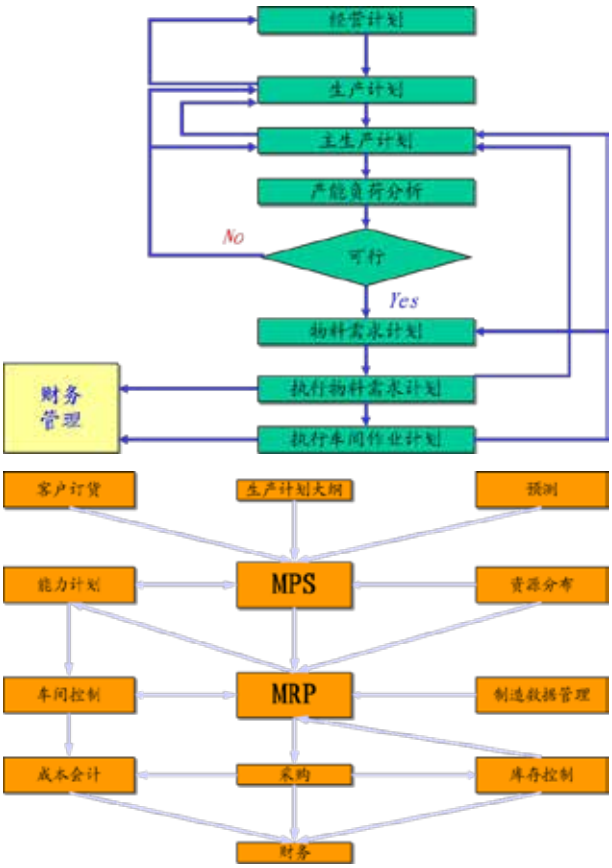


■MRPⅡ（制造资源规划）

MRP Ⅱ 的管理目标是：通过反馈库存和车间在制品信息，制定生产计划，在保证按期供货的前提下，减少在制品和库存的资金占用。

MRP Ⅱ适用于“小批量、多品种”生产制造企业。

■MRPⅡ（制造资源规划）



■ERP(企业资源规划)

ERP 是在现代管理技术、计算机技术进步的新技术条件下 MRP Ⅱ发展的结果。

ERP 突破了 MRP Ⅱ的局限，把供需链内的供应商等外部资源也看做是企业的重要资源集成进系统。

ERP 对 MRP Ⅱ作了以下几方面的扩充

对外延伸：增加了供需链管理和战略决策支持两方面的功能

对内精化：主张以精益方式改造企业生产管理系统

■JIT（准时制生产）

JIT 是日本丰田公司的看板管理（KANBAN）为代表的企业管理方法。

JIT 的目标是零库存，实现“准时制”生产（Just In Time）。

■JIT与MRPⅡ

	JIT	MRP Ⅱ
库存	库存是一种不利因素，应尽量减少	库存是一种资源，是预防未来一些不确定因素必需的
批量	为生产立即需要的数量	用某种公式计算批量
生产准备时间	尽可以少	要求不严格
在制品库存	取消等待加工队列	是一种需要
供应商	合作者	有矛盾的甲乙两方
质量	废品为零	允许有废品
设备维修	预计计划内维修	设备维修是必要的
提前期	越短越好	尽可以长
工人	素质要求高	按法规办事

■OPT（最优化生产技术）

◆追求物流平衡，而不是能力平衡。

◆非瓶颈资源的利用水平不仅取决于自己的潜力，还由系统中其它一些约束来确定。

◆进行生产，并不总是等于有效地利用了资源。

◆在瓶颈资源上损失一小时，等于整个系统损失一小时。

◆在非瓶颈资源上节约一小时，没多大意义。

◆瓶颈环节决定了系统的产出和库存。

◆传输批量并不总是等于加工批量。

◆加工批量应当是可变的，不是固定的。

◆考虑系统的所有约束条件，才能确定优先级。

管理思想	MRP Ⅱ /JIT	OPT
关注核心	保障作业	优化物流、充分利用资源
成本因素	为保障生产能力面形成的库存问题	系统的整体物流平衡程度
实现措施	合理控制库存	优化生产的瓶颈环节

■Agile（敏捷制造）

敏捷制造作为一种制造哲理，目的是提高企业生产和经营上的敏捷性，及时满足市场多样化的需求；作为一种管理思想，其核心在于通过虚拟企业的形式，最大限度地提高资源利用率，充分利用转瞬即逝的市场机遇。

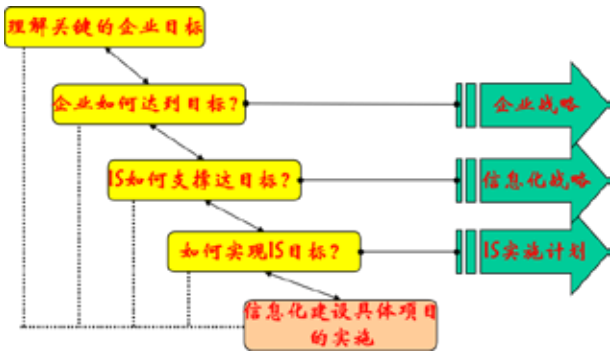
Agile 企业的目的在于提高资源利用率，进行敏捷化生产。

第二章 信息系统总体规划

一、什么是信息系统总体规划？

信息系统总体规划也称作信息化战略，是企业经营战略的有机组成部分，和财务战略、人力资源战略、运作战略等一样，是公司的职能战略。它是关于企业信息系统职能的目标及其实现的总体谋划。

信息化战略规划包括两个部分：信息化战略的制定和信息化战略实施计划的制定。前者偏重战略方向，后者是具体行动计划。



信息化战略规划是指，以整个企业的发展目标、发展战略和企业各部门的业务需求为基础，结合行业信息化方面的实践和对信息技术发展趋势的掌握，定义出企业信息化建设的远景、使命、目标和战略要点，规划出企业信息化建设的未来架构，为信息化建设的实施提供一副完整的蓝图，全面系统地指导企业信息化建设的进程。

二、为什么进行信息系统总体规划？

企业信息化成长的烦恼：客观困境：看不见的黑洞

——系统繁多

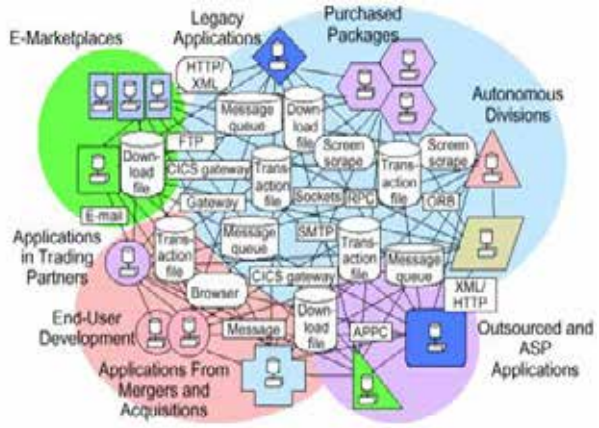
——信息孤岛

——维护费用高

——收益低

——风险高

……



企业信息化成长的烦恼：

主观困境：谁在反对信息化？

——怀疑论者

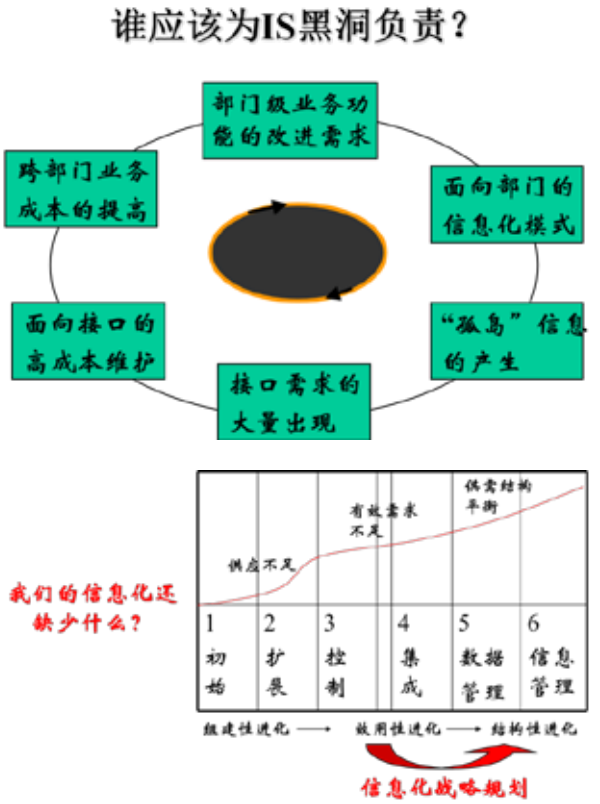
——谨慎论者

——时机论者

——利益论者

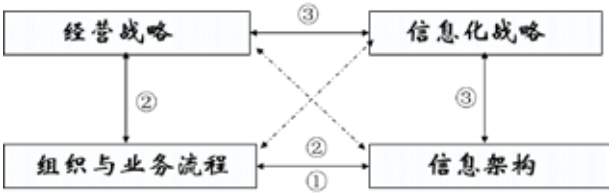
……

信息化发展过程中的缺失：



■战略一致性模型（Strategic Alignment Model)

John Handerson (1994, 哈佛商学院) 提出了一整套进行信息系统战略规划的思考框架，帮助企业如何检查经营战略与信息架构之间的一致性。



■企业信息化建设三种路径的比较

路径 / 重要因素	路径 1：组织与业务流程→信息构架	路径 2：经营战略→组织与业务流程→信息构架	路径 3：经营战略→信息化战略→信息架构
IS 投资与战略的一致	未考虑	有所考虑	考虑
业务流程与组织的优化	未考虑	考虑	考虑
信息构架的集成	未考虑	未考虑	考虑
信息构架的应变能力	未考虑	未考虑	考虑

■为什么进行信息系统总体规划?

听说过“二八法则”吗？

“二八法则”的意思是说，80% 的结果是由 20% 的原因产生的。

确实，世界上 80% 的财富，集中在 20% 的人手里。

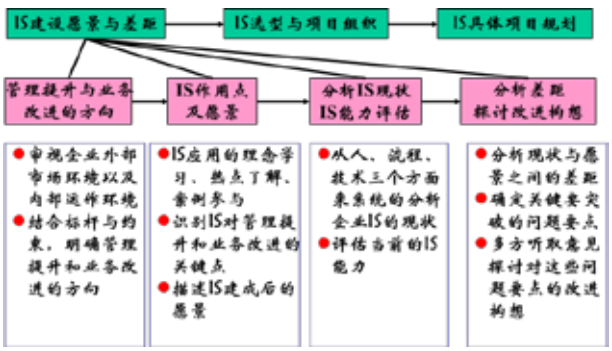
企业 80% 的收入来自于 20% 的客户，80% 的利润来自于 20% 的产品，诸如此类。

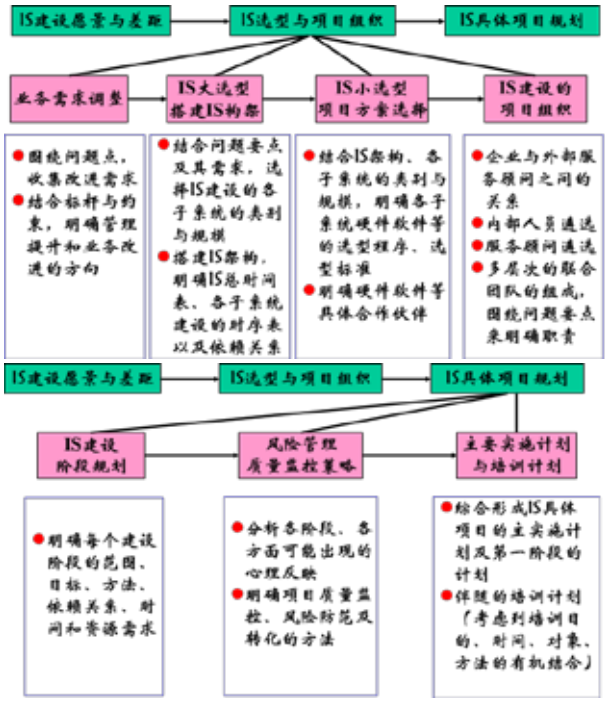
而今天，我们说，信息化总体规划（也称信息化战略规划）花费 20% 的投资将贡献 80% 的信息化成功率。

可见，信息化战略规划的重要性!

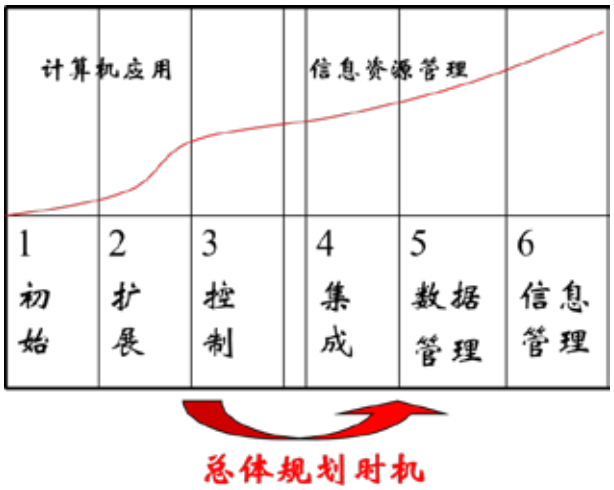
三、如何进行总体规划?

■如何进行信息系统总体规划?

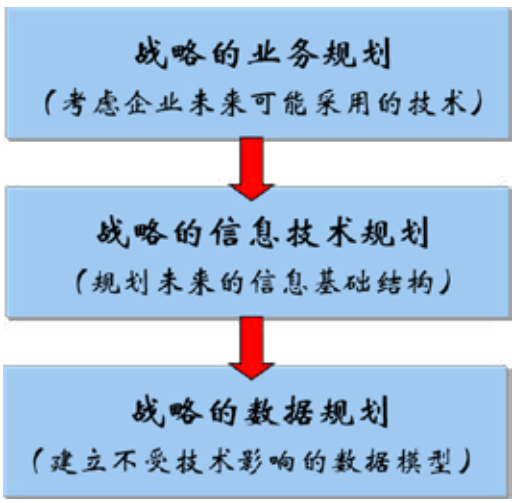




■信息系统总体规划的时机



■信息系统总体规划的内容



■信息系统总体规划方法

企业系统规划法（Business System Planning，BSP）

战略集合转移法（Strategy Set Transformation，SST）

关键成功因素法（Critical Success Factors，CSF）

应用系统组合法（Application Portfolio Approach，APA）

信息工程法（Information Engineering，IE）

战略栅格法（Strategic Grid，SG）

价值链分析法（Value-chain Analysis，VCA）

战略系统规划法（Strategic System Planning，SSP）

■企业系统规划法

企业系统规划法是一种对企业信息系统进行规划和设计的结构化方法，由 IBM 公司于 20 世纪 70 年代提出。这里所说的“企业”也可以是非盈利的单位或部门。

通过自上而下地识别系统目标、企业过程和数据，然后对数据进行分析，自下而上地设计信息系统。该信息系统支持企业目标的实现，表达所有管理层次的要求，向企业提供一致性信息，对组织机构的变动具有适应性。

■战略集合转移法

战略集合转移法提供一种建立起企业信息战略规划与组织战略相关联的方法，将组织战略转化为信息系统战略，它首先识别组织的战略集合，然后转化为信息系统战略，包括信息系统的目标、约束和设计原则等，最后提交整个信息系统的结构。

■关键成功因素法

关键成功因素法是通过与高级管理者的交流，了解企业的发展战略及其相关的企业问题，识别企业的关键成功因素，根据这些关键成功因素来决定信息资源分配的优先级别，并帮助企业利用信息技术发掘新的机遇。

优点：能直观的引导高级管理者综观整个企业与信息技术之间的关系；

不足：在进行较低一层次的信息需求分析时，

效率不是很高。

■应用系统组合法

应用系统组合法着重强调，在企业应用系统的分离和组合方面，对信息系统项目进行风险分析和评估，是进行信息决策和项目成功的保证。APA 方法认为，企业在信息系统方面的经验和项目的大小与结构，是风险分析应该考虑的两个非常重要的因素。对企业应用系统进行合理的分离与组合，可以有效地降低风险。

■信息工程法

信息工程法（IE）提供了建立企业模型、数据模型和过程模型的技术手段，它首先利用业务分析来建立企业模型；其次进行实体分析建立主题数据模型；最后是进行数据的分布分析，结合数据的存储地点，确定主题数据库的内容和结构，制定数据库的开发策略。信息工程法在很大程度上是一种面向技术的方法。

■战略栅格法

战略栅格法是一种诊断企业中信息系统作用的工具。该方法利用栅格表，依据现行的应用项目和预计将开发的应用项目的战略影响，确定出 4 种不同的信息系统战略规划条件，即战略、转换、工厂、辅助；栅格表中每一方格确定了企业中信息系统的位置，通过对当前应用项目和将开发应用项目可能产生的影响分析，以诊断当前状态和调整战略方向的作用。

■价值链分析法

价值链分析法认为信息技术在组织的战略牵引方面能起关键作用。价值链方法将一个组织视为一系列的输入、转换与输出的活动的集合，而每一个活动都有可能相对于最终服务或产品产生增值行为，为增强企业的竞争地位作出贡献；利用信息技术在价值链中识别并放置“信息增强器”进行增值以提高组织的竞争力。

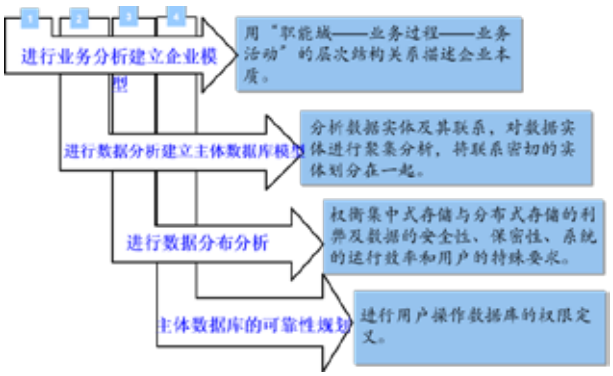
■战略系统规划法

战略系统规划法是通过分析企业的主要职能部门来定义企业的功能模型；再结合企业的需求信息，生成数据实体和主题数据库，从而获取企业全局数据结构；最后进行全局数据系统结构的识别，并提交信息系统的实施方案和计划。

■常用信息系统规划方法比较

方法	走向	周期性	关注重点	主要目标	出发点
BSP 业务系统规划法	自下而上	长周期	内部需求	创建一致的系统框架	技术
ISA 信息系统架构法	自上而下	长周期	内部需求	系统框架和层级计划的假设一致	技术
SST 战略集合转化法	自上而下	长周期	内部需求	保证系统与战略一致	管理
PP 组合规划法	自下而上	中长期	外部发展	从战略引出信息系统划分优先级	管理
CSF 关键成功因素法	自上而下	短期持续性	外部需求	明确信息需求、支持需求变化	管理
VCA 价值链分析法		短周期	外部需求	标识关键增值环节	市场
SISP 战略信息系统规划法	自上而下	持续性	外部需求	创建竞争优势	组织

■战略的数据规划



第一步：现行系统的调查及企业模型的建立

■四个阶段：

①对现行系统的调查和分析

②研制一个表示企业各职能域的模型

③扩展上述模型，使它能表示出企业的各项业务过程

④继续扩展上述模型，使它能表示出企业的各项业务活动

■现行系统的调查内容：

◆系统界限和运行状态的调查

◆组织机构和人员分工的调查

◆业务过程及业务活动的调查

◆各种计划、单据、报表和帐册的处理

◆资源情况的调查

◆约束条件的调查

◆薄弱环节的调查

■调查工作要领：

◆在调查之前系统分析员要和用户共同制定调查的进度计划

◆在调查中要注意调查顺序，先自上而下地做初步调查，再做自下而上的具体调查

◆在调查中要注意数量的概念

◆必须对所有的调查内容进行整理、研究和分析，并将有关内容绘制成直观、清晰的各种图表

◆在调查中要注意调查态度

■各类原始素材的收集方法：

◆查阅书面资料

◆实地观察

◆面谈

◆调查表

■职能域的建立：

◆职能域（Functional Area）或职能范围、业务范围，是指一个企业或组织的一些主要业务活动领域。

◆职能域反映了整个企业的概貌，这项可以在一名高层领导或一组了解整个企业情况的管理人员的帮助下完成

■一个中型制造厂的职能域可列举如下：

◆经营计划

◆财务

◆产品计划

◆材料计划

◆生产计划

◆生产与控制

◆销售

◆分配

◆会计

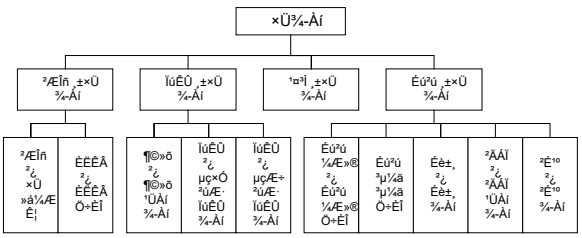
◆人事

■业务过程的建立：

◆每个职能域都要执行一定数目的业务过程（Process），业务过程是对职能域的细化。

◆识别业务过程一般来说缺乏较好的形式化方法，主要是靠有经验的业务人员和管理人员进行反复提炼。

■按职能域进行组织结构调查——绘制组织结构图



■建立组织机构和职能域、业务过程的对应关系

组织 \ 业务过程	市场			销售				工程			生产				材料				设备			经营		
	计划	研究	预测	区域管理	销售	经营	订货事务	设计制造	产品现场维护	信息控制	调度	能力计划	材料需求	作业	采购	进货	库存管理	发运	工艺流程设计	维修	设备性能	普通会计	成本计划	预算会计
总经理	将	将	×		×		✓	×				×		×		✓	✓	✓			✓	×	将	将
财务副总经理	×		×		×	✓	✓					×	×	✓	✓		×					将	将	将
总会计师	×		×				✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓				将	将	将
人事主管																								
销售副总经理	将	将	将	将	将	将	将	×	×		✓	×					×						×	×
订货管理经理				✓	✓	✓	✓				✓													
电子产品销售经理				×	×	×	×	×	×		✓												✓	×
电器产品销售经理				×	×	×	×	×	×		✓												✓	×
工程副总经理	×	×	✓					将	将	将		×							将	将	将		×	×
生产副总经理	✓	✓	×					✓	✓	×	将	将	将	将	将	将	将	将	将	将	将			×
车间主任	✓	✓						×	×	✓	✓	✓	将	将	将	将	将	将	将	将	将		×	×
生产计划主任	×							×	×	✓	将	×	将	×	将	×	将	×	将	×	将		×	×
准备经理	×										×				×	×	×	×				×	×	×
材料管理经理							×		✓	✓	✓	✓	将	将	×	将	将	将					×	×
采购经理							×			×	×	✓		✓	将	将	将	将				将	将	×

本主要负责人和决策者　×业务过程主要参加者　✓业务过程部分参加者

■建立一、二级企业模型

职能域	业务过程	业务过程定义
经营计划	市场分析	
	产品规划考察	
	销售预测	
财务	财务计划	
	资本获取	
	资金管理	
产品计划	产品设计	
	产品定价	
	产品规格说明	
材料	材料需求	汇总基层单位材料申报表，对照当前库存，编制材料需求计划
	采购	根据材料需求计划，向供应商发出订货通知，签订并管理订货合同
	进货	根据供应商到货通知单，组织接货运输，登记入库
	库存管理	根据入库单验收，安放至货位，保管、发放、定期不定期盘点，库存分析
	质量管理	定期/不定期进行保管质量检查分析，超期存储处理
……	……	……

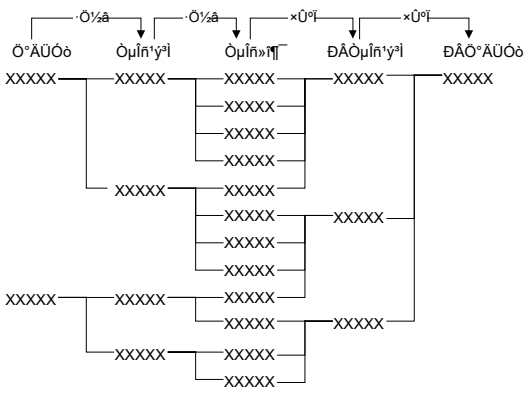
■业务活动的建立：

◆业务活动（Activity）是对业务过程的细化，是企业最基本的、不可再分的管理功能。

◆判断功能分解是否到底的一个有效的方法，是看是否可以用一句话来说明一个基本活动的内容和目的，如果需要几句话说明，那么这个活动就可能要继续细分。这句话必须要有一个动词，仍然是用“动词＋名词”的动宾结构来表示。

最终的企业模型：职能域——业务过程——业务活动

■企业模型的优化：



第二步、进行数据分析建立主题数据库模型

■主题数据库（或称数据类——Data Class），它们所包含的数据只是将与产品有关的记录归于产品数据库，与客户有关的记录归于客户数据库等等。

■主题数据库的建立方法：

第一种方法：实体——关联的方法

第二种方法：考察企业模型中的业务过程一览表，写下每一过程所用的输入或产生的输出单证、报表、帐册等数据载体，然后对这些数据载体进行分析和归类便形成主题数据库

例如：中型制造厂的企业模型中包含主题数据库：

◆零件
◆产品
◆材料
◆客户
◆供应商
◆设备
◆在制品
◆建筑物
◆职工
◆现金
◆帐户
……

■建立信息总体结构：业务过程和主题数据库的对应矩阵（C—U阵）

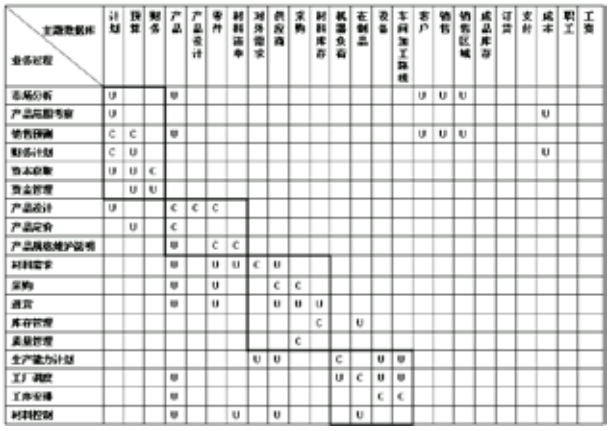
初步C-U阵（局部）

业务过程 \ 主题数据库	客户	预算	财务	供应商	采购	材料库存	成品库存	订货	成本	销售	销售区域	支付	计划	职工	工资	设备	在制品	机器负荷	对外需求	车间加工路线	产品	产品设计	零件	材料清单
市场分析	U								U	U		U									U			
产品品质考察								U				U												
销售预测	U	C							U	U		C									U			
财务计划		U						U				C												
资本获取		U	C									U												
资金管理		U	U																					
产品设计												U										C	C	C
产品定价		U						U													C			
产品质量维护说明																					U		C	C
材料需求				U														C			U		U	U
采购				C	C																U		U	
进货				U	U	U															U		U	
库存管理						C											U							
质量管理				C																				
生产能力计划				U												U			U	U				
工厂调度																U	C	U	U					
工序安排																C			C	C				
材料控制				U													U				U		U	

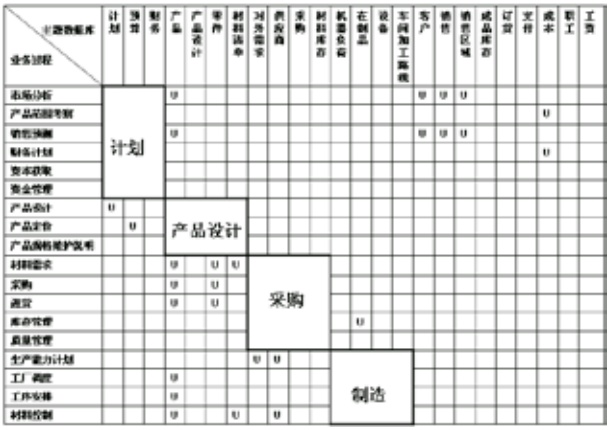
基本C-U阵（局部）

业务过程 \ 主题数据库	计划	预算	财务	产品	产品设计	零件	材料清单	对外需求	供应商	采购	材料库存	机器负荷	在制品	设备	车间加工路线	客户	销售	销售区域	成品库存	订货	支付	成本	职工	工资
市场分析	U			U												U	U	U						
产品品质考察	U																					U		
销售预测	C	C		U												U	U	U						
财务计划	C	U																				U		
资本获取	U	U	C																					
资金管理		U	U																					
产品设计	U			C	C	C																		
产品定价		U		C																				
产品质量维护说明				U		C	C																	
材料需求				U		U	U	C	U															
采购				U		U			C	C														
进货				U		U			U	U	U													
库存管理											C		U											
质量管理											C													
生产能力计划								U	U			C		U	U									
工厂调度				U								U	C	U	U									
工序安排				U										C	C									
材料控制				U			U		U				U											

■建立信息总体结构：子系统划分



■建立信息总体结构：子系统划分



第三步、进行数据库的分布分析

■某些数据的固有属性导致集中存储

◆有些数据是被集中式的应用项目所使用

◆所有部门的用户需要存取相同的数据

◆用户要检索许多分散在各地的数据，那么将这些数据集中管理要比分散管理好

◆为使系统具有可审查性，需要保存某些事物更新的细节，这些细节应转储到一个大型集中

式数据库

■某些数据的固有属性导致分散存储

◆有些数据只在某一个地点被经常使用，而其它地点很少或根本不用

◆当地部门负责自己数据的准确性、保密性和安全性

◆某个地点的业务对某些数据的更新频率太高

■分布式数据的六种形式

复制数据——是指在不同地点保存相同数据的几个副本

子集数据——是较大数据库中的一个子集。

重组织数据——对于信息检索系统或决策支持系统来说，需要采用倒排表、辅助索引或其它机制对数据进行重组织，以便于进行快速检索。

分区数据——指相同的数据模型被用于两台或多台计算机中，但每台计算机所存储的数据是不同的。

分离模式数据——分离模式数据是指不同的计算机含有不同的数据和不同的程序，并且通常是由不同的开发组安装的。虽然这些数据的模型不同，但是这些分散的系统必须是一个共同的自顶向下规划的一部分 。

不兼容数据——分散开发的系统所用到的数据并没有经过总体规划，每一个系统都在根据自己的需要建立数据库。

■业务过程与所在地的对应表（局部）

地点 / 业务过程	工厂A	工厂B	工厂C	分部办事处	地区办事处	仓库	总经理室
市场分析					×		×
产品构思考察					×		×
销售预测					×		×
财务计划							×
资本获取							×
资金管理							×
产品设计	＼	＼	＼	＼			×
产品定价							×
产品规格维护说明	＼	＼	＼				×
材料需求	×	×	×				
采购	×	×	×				
进货	×	×	×				
库存管理	×	×	×				
质量管理	×	×	×				
生产能力计划	×	×	×				
工厂调度	×	×	×				
工序安排	×	×	×				
材料控制	×	×	×				

×为主要参与者，＼为次要参与者

■主题数据库与地点对应图表

地点 \ 主题数据库	计划	预算	财务	产品	产品设计	零件	材料清单	对外需求	供应商	采购	材料库存	机器负荷	在制品	设备	车间加工路线	客户	销售	销售区域	成品库存	订货	支付	成本	职工	工资
总经理室	C	C	C	C	C				C					C		U	U	U		U	C	C	C	C
仓库																			C	U			C	C
地区办事处	U	U	U													U	U	U			U		C	C
分部办事处																C	C	C		C	U		C	C
工厂A		U	U	U	U	C	C	C	C	C	C	C	C	C	U				U	U		C	C	C
工厂B		U	U	U	U	C	C	C	C	C	C	C	C	C	U				U	U		C	C	C
工厂C		U	U	U	U	C	C	C	C	C	C	C	C	C	U				U	U		C	C	C

■主题数据库的分布规划

地点 \ 主题数据库	计划	预算	财务	产品	产品设计	零件	材料清单	对外需求	供应商	采购	材料库存	机器负荷	在制品	设备	车间加工路线	客户	销售	销售区域	成品库存	订货	支付	成本	职工	工资
总经理室	M	M	M	M	M				M					V		M	T	T		M	M	M	P	P
仓库																			M	T			P	P
地区办事处	T	T	T													R	M	M			T		P	P
分部办事处																P	P	P		R	T		P	P
工厂A		T	T	S	S	P	V	V	S	P	V	V	V	V	R				T	T		V	P	P
工厂B		T	T	S	S	P	V	V	S	P	V	V	V	V	R				T	T		V	P	P
工厂C		T	T	S	S	P	V	V	S	P	V	V	V	V	R				T	T		V	P	P

M——主题库：唯一存放在一个地点
V——分离模式数据：在不同地点有着不同的模式
P——分区数据：相同的模式，不同的值
R——复制数据：相同的数据放在不同的地点
S——子集数据
RO——重组织数据
T——远程处理：数据不存放在本地

第四步、主题数据库的可靠性规划

◆专用性——对数据库中的专用数据如何保密的问题

◆安全性——如何防止数据库数据受到非法破坏和损失

◆完整性——如何保证数据库中数据的正确性、一致性

◆并发控制——在允许多个用户并行地访问数据库数据的条件下，如何用正确的方式调度并发操作，避免造成数据的不一致性

◆故障恢复——当出现部件失效、偶然事故、人为失误等故障的发生使数据遭到破坏，造成数据库不能正常工作时，如何及时修复故障并将数据库恢复到故障发生前的状态

■战略的信息技术规划

◆应用开发策略的确定

➢ 确定开发顺序

➢ 确定开发方式（重建？改造？保留？）

◆数据管理策略的确定

➢ 数据管理工作的负责人的任务及其地位

➢ 数据管理的规程

➢ 数据字典的维护策略

➢ 数据字典的建立方式

➢ 数据管理的费用估算

◆整体网络设计

➢ 选择各类系统软件

➢ 确定系统的数据存储量

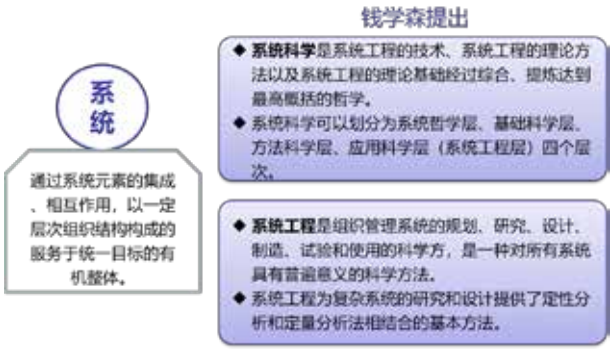
➢ 确定网络配置方案

➢ 按网络总体方案制定出总预算

第三章　信息系统分析

3.1 概述

3.1.1 系统、系统科学与系统工程



3.1.2 智能集成制造系统的内涵

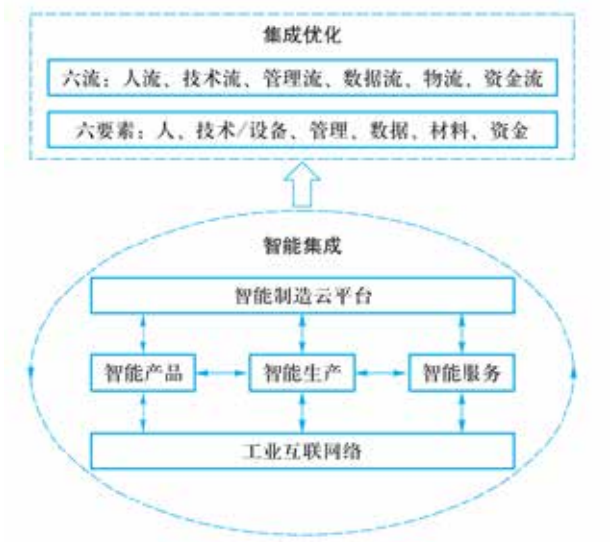


图 3-1 智能集成制造系统示意图

◆智能集成制造系统是一个大系统，其构成如图 3-1 所示。智能集成制造系统基于工业互联网络和智能制造云平台，集成了智能产品、智能生产和智能服务等功能系统，契合了面向智能制造的人 – 信息 – 物理系统（HCPS）的发展方向，同时也进一步强调了人的中心地位。

◆智能集成制造系统涵盖了产品全生命周期过程中涉及集成优化的人 / 技术 / 设备 / 管理 / 数据 / 材料 / 资金等制造要素链及其人流、技术流、管理流、数据流、物流、资金流等价值链，同时也融合了支撑智能集成制造系统发展的赋能技术，如新一代人工智能，工业互联网、云计算、大数据、边缘计算等新信息技术及新制造科学技术等新技术及其融合技术。

3.1.3 智能集成制造系统的变革与发展

◆智能集成制造系统发展划分为三个阶段：

➢ 数字化集成制造系统（IIMS1.0）

➢ 数字化网络化集成制造系统（IIMS1.5）

➢ 数字化网络化智能化集成制造系统（IIMS2.0）

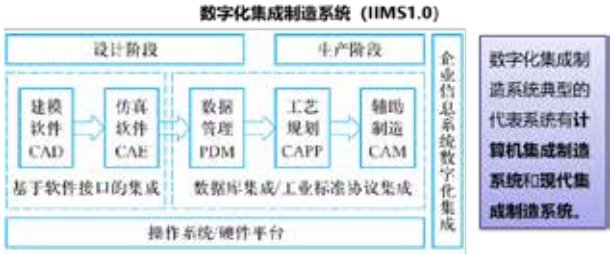


图 3-2 数字化集成制造系统

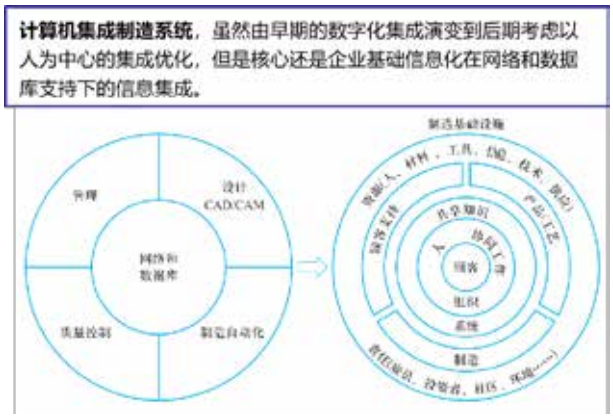


图 3-4 计算机集成制造系统轮图的演变过程

现代集成制造系统是建立在价值链基础上的制造大系统，以信息集成为基础，以企业优化为目标，旨在实现制造业企业的管理模式由生产制造型向经济效益型转变，增强企业产品设计能力，提高生产制造效率，提升市场响应能力。

图 7-4 现代集成制造系统离散和流程型制造业的组成

数字化网络化集成制造系统（IIMS1.5）

数字化网络化集成制造系统制造技术与云计算、物联网、大数据等信息技术的融合，强调产品全生命周期制造要素的互联，解决制造全流程“数据孤岛”的问题。

数字化网络化集成制造系统（IIMS1.5）

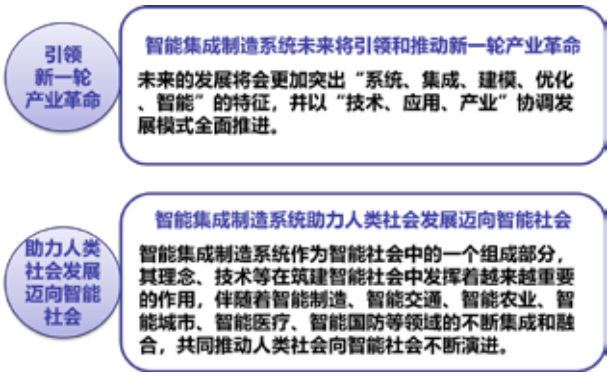
这一阶段相应地也涌现出一批智能制造云平台，如美国GE 的 Predix 平台、德国西门子的 MindSphere 平台。我国的集成制造模式的工业云平台，有综合性的航天云网INDICS平台，有由互联网公司建设的阿里工业云平台以及用友工业云平台等，更有由制造企业发展起来的海尔COSMOplat，三一重工的根云平台以及徐工的汉云平台等。

数字化网络化智能化集成制造系统（IIMS2.0）

在全球制造业面临“创新、绿色、开放、共享、个性”的新需求的时代背景下，新一代人工智能技术相关的学科理论、技术手段、软硬件革新，客观上推动了经济社会各领域从数字化、网络化向智能化阶段的跃升，“智能 +”时代正在到来。

数字化网络化智能化集成制造系统通过对制造业企业智能制造要素进行感知互联、认知分析、决策控制与精准执行，实现制造全系统及全生命周期活动中的“六要素”及“六流”的新集成优化。

3.1.4 从智能集成制造系统到智能社会



3.2　智能集成制造系统的系统集成与体系架构

3.2.1 系统集成

◆系统集成是智能集成制造系统发展中的核心技术。

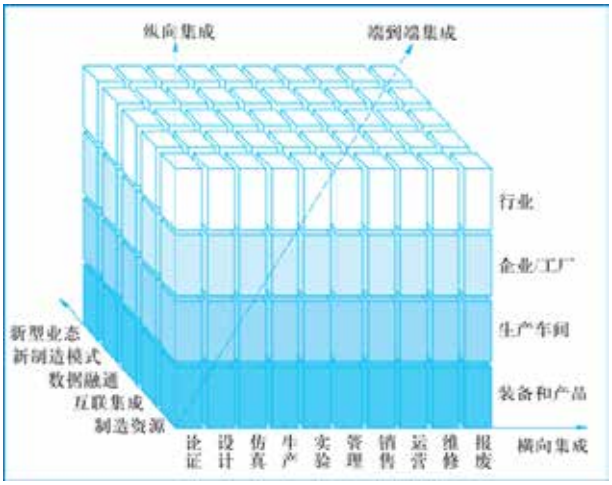
通过系统集成技术，支持生产关键要素模型、制造资源、制造产品、制造能力、专业知识等进行集成，并实现数据分发管理、时间同步管理，形成跨部门、跨企业、跨地域的协同设计、管理与决策，促使制造系统中各类活动中的信息流、控制流和知识流集成优化运行。

◆系统集成能够实现如下目标：

（1）制造全系统、全生命周期活动（产业链）中的人、机、物、环境、信息进行自主智慧地感知、互联、协同、学习、分析、认知、决策、控制与执行；

（2）人 / 组织、技术 / 设备、管理、数据、材料、资金（“六要素”）及人流、技术流、管理流、数据流、物流、资金流（“六流”）集成优化。

◆系统集成的类型：



纵向集成：装备和产品、生产车间、企业 / 工厂、行业等不同层级之间的集成，主要解决企业内部信息孤岛的问题。

端到端集成：体现在各种不同信息终端和数字化的物理终端，实现制造资源、过程、产品、用户信息的全面集成和互通。

横向集成：通过产业链及社会化信息网络实现资源整合，是智能制造社会网络的集成。

3.2.2 纵向集成—智能制造组织集成

◆纵向集成——智能制造组织集成

主要实现不同层级各系统之间的集成，使企业内部所有环节的人 – 信息 – 物理系统（HCPS）实现无缝对接，打造从原材料到产品销售的智慧化产业链，提高企业生产的柔性和企业的生产效益。

◆纵向集成能够实现如下效果：

（1）实现模型、数据、信息、算法等信息在企业决策层、管理层、计划层、执行层、设备层等各层级之间的下达、执行、反馈等；

（2）通过模块化的智能集成制造系统集成方法，可以在不同层级上根据需求对企业的生产要素和网络拓扑进行快速调整，更好地满足个性化产品生产的需求。

（1）装备和产品集成

智能集成制造系统的基础，实现如工业机器人等装备的互联、集成和管控，实现软硬件产品的集成。

（2）车间集成

基于车间级的运营中心，实现装备与生产线、仓储与物流、制造执行管理、车间生产决策等环节的集成和统一管理，提高生产车间的生产效率和管理透明度。

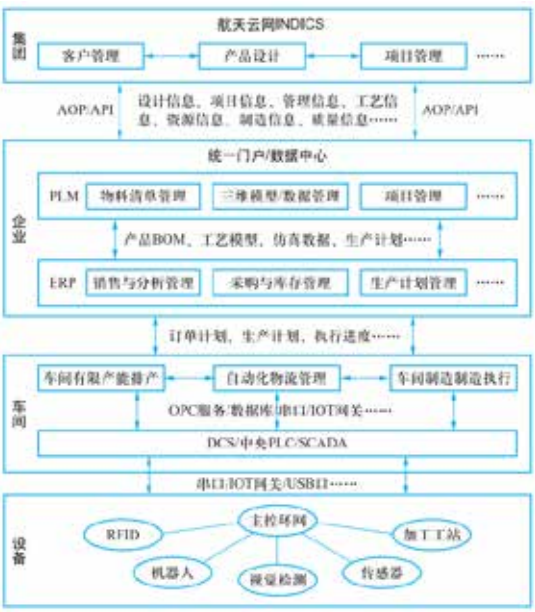
（3）企业 / 工厂集成

实现了企业内跨部门之间数据、业务、流程等之间的集成、共享和协同，使企业 / 工厂的数据、信息可以自上而下和自下而上的流动和有效利用。

（4）车间集成

实现同行业内各企业的设计研发、生产制造、服务保障等资源的集成和优化配置，实现行业知识、数据、信息等在一定规模上的共享。

◆智能集成制造系统之纵向集成案例：航天电器



（1）设备级

建设了工业网关、SCADA 系统，实现主控 PLC 对现场设备的控制，并接收设备执行的反馈信息。

同时将 PLC 与 MOM 系统进行业务集成和信息交互，通过 MOM、SCADA 等系统的综合监控功能，分别对工位、机器人操作、出入库管理，上下料等装配环节进行监控和管理，实现了对制造过程设备运行和现场数据的实时管理。

通过设备级的集成，最终提高了设备运行效率 10%，降低设备能耗 5% 以上。

（2）车间级

建设了网络化的智能生产线，使用工业以太网环形网络拓扑结构，将 RFID、机械臂、视觉检测系统等异构设备进行集成互联和通信。

在不同的网络之间启用 VRRP（虚拟路由器冗余协议），实现生产设备与 MES、WMS 等系统的集成，从而实现车间的网络化生产。

建设 MOM 系统并与各系统进行集成和数据调度，对车间的运行情况进行监控和透明化管理。

通过车间级的集成建设，生产效率提升 33%，产品一次性合格率提升 32%。

（3）企业级

基于 INDICS 平台将 PLM、ERP、CRP、PLC 等异构系统进行集成，通过统一应用门户实现企业内不同业务系统之间的一次登录，多系统协作应用，从而开展设计 / 生产一体化、有限产能排产、订单驱动混线生产等应用，有效地均衡企业库存、优化企业的资源利用率，使企业资源利用达到 50% 以上，生产效率提升 33%。

3.2.3 端到端集成——智能制造信息集成

围绕特定产品，从供给端到用户端，覆盖整个产品全生命周期各个环节乃至各个终端的系统集成，即智能集成制造系统的端到端集成。体现在各种不同信息终端和数字化的物理终端联通，打破信息孤岛，实现制造资源、过程、产品、用户信息基于云平台的全面集成和互通。

端到端集成有别于横向集成和纵向集成，主要是从智能制造集成系统组成要素信息交互的角度出发，考虑各类终端的信息对称与衔接，将用户需求、反馈与产品全生命周期融合，实现整个价值链端到端的数字化集成，支撑实现个性化、智能化的产品定制。

◆智能集成制造系统之端对端集成案例：X35 飞机端到端集成

X–35 飞机的研制是一项国际合作研制项目，由美国主干企业牵头，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企业参与。

在该项目的研制过程中，深入应用集成制造系统技术，实现概念样机、产品设计、生产装配、运行保障等环节的有效集成，在全生命周期管理、降低研制成本、提高飞机质量等方面取得了显著的成绩。

1）概念样机研发

在 X–35 飞机概念样机设计过程中，集成设计、仿真、多学科概念设计、分析知识工程、计算机辅助工程、数据管理等多款应用软件工具，构建虚拟产品开发环境，覆盖 X–35 飞机 全生命周期的每一个环节，模拟飞机设计、保障和制造，并在硬件制造之前对设计方案进行工艺验证。同时，虚拟开发环境将各产品设计公司及供应商的设计数据、制造数据和维修 数据进行异地的实时数据集成，确保对 X–35 飞机研制进行实时评审，减少设计更改，降低研发成本。

2）产品联合设计

X–35 飞机研制项目组有多个国家约 4 000 名研究人员，采用并行工作的方式进行全球 化异地联合设计。首先用 CATIA 系统完成三维实体建模，然后进行虚拟设计和数字化模拟 组装，再和其他承包商合作完成装配制造，实现异地并行的联合设计，充分发挥每位设计师的特长，利用合作伙伴之间的时差进行全天 24 小时的连续工作，极大地提高了产品的设计 效率。在产品设计和模拟组装过程中，当发现问题时，设计师修改数字化方案并发送至装配工程师，24 小时内实现装配方案的调整，工作效率得到显著提高，出错率减少 80%。

3）精益装配制造

为了降低成本，实现经济可承受性，在产品实体模型进行真正装配前对其进行数字化预装配，改进装配步骤，提高飞机产品的装配效率。在进入实体装配时，在总装生产车间，工程师通过计算机读取飞机的设计说明书，并通过视频系

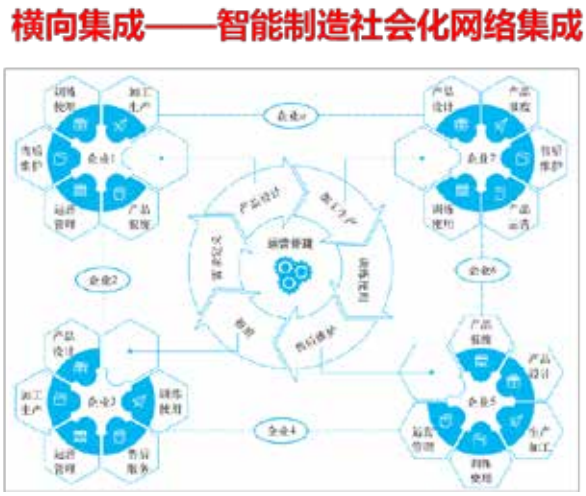
统与各地的同行进行面对面交流，并通过虚拟 投影技术实现零部件装配步骤的可视化显示，大大地节省了装配时间，人员工时和工装数量减 少 50%，总的制造和装配成本降低 30%~40%，工装调整时间和制造时间分别减少 90% 和 66%。

4）全生命周期数字化管理

建立产品全生命周期数据库，集成各地的设计数据、制造数据、维修数据，简化飞机整个 研制过程的工作流程，保证各项工作的准确性。例如，机身的各种部件与机翼、尾翼等零部件都是基于同一数据库中的数据进行设计和制造的，在生产部门进行产品加工时，直接调用有关零件的数字定义，然后在一台数控机床上进行一次加工，将发布零件设计到完成零件加工时间从 5 周缩短到 5 天，制造部件数量减少 50%，制造成本减少 50% 以上。

3.2.4 横向集成—智能制造过程集成

企业之间通过产业链及社会化网络实现资源整合。在产品全生命周期中实现数据的流通、集成、融合，实现企业间不同人 – 信息 – 物理系统（HCPS）的集成，在企业不同制造阶段和产业链系统中构建一个互联的信息网络，加强企业与企业之间的协作。



◆横向集成——智能制造社会化网络集成

横向集成以价值链为主线，强调产品制造的价值流集成，旨在解决企业之间不同制造环节中的信息共享、资源整合、流程协同和社会化协作等问题，消除企业各环节或者产业链上各企业之间交互的冗余和非增值过程。

提高产业链上下游企业之间，包括需求定义、产品设计、加工生产、训练使用、售后维护、报废等各环节的合作效率，进而构建不同企业之间的社会网络，实现企业与企业、企业与产品之间的生态化协作，在社会范围内实现人流、技术流、管理流、数据流、物流、资金流的共享集成和优化应用。

◆智能集成制造系统之横向集成案例：航天科工专有云

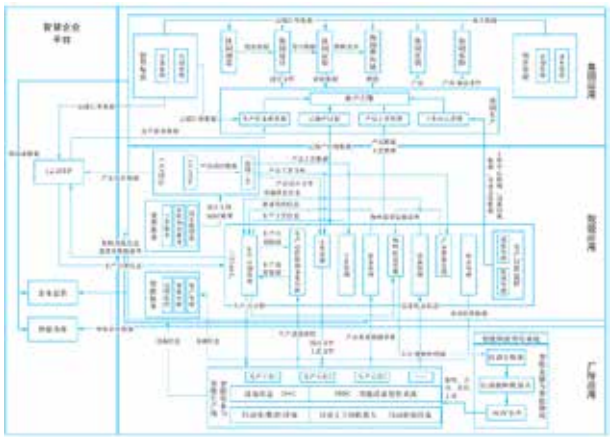
为了更好地推动产业的发展，中国航天科工集团有限公司（简称航天科工）建设了智慧企业平台和专有云平台，通过微服务集成、AOP 集成等方式，提供 API 接口，将云设计、云 PDM、协同工艺以及设计模型库、知识库等工具和资源进行集成，通过基于人 – 流程 – 信息的业务过程集成方式将产品研制各环节业务和流程在集团各企业之间等进行横向集成。

专有云平台面向集团企业，实现集团内和集团外资源共享与业务协同管理，具体实现如下应用：

（1）跨产业链协同

（2）跨企业的多学科产品协同设计和仿真

（3）跨企业生产运维保障一体化



（1）跨产业链协同

提供专有云的统一门户，基于 INDICS 平台，汇聚了产品研制和生产的上下游供应商、服务商，生成云端订单，并实现交易管理、合同管理等协作配套应用。

利用专有云平台的协同设计、协同试验、协同保障、排产计算等功能，进行云端订单的生产

计划、产品工艺、生产排产等应用和管理。

基于专有云平台的大数据，对业务运营状态、过程进行监控和预警，建立决策模型为集团管理者、项目总师等提供决策分析，合理调度任务。

通过与集团客户和配套外协供应商的集成，专有云将产品订单、论证、设计、生产、保障、管理等业务流程实现云化管理，打造需求订单－资源协同－协同研发－智能生产－智能保障全过程的业务链条，实现了跨地域、跨单位之间的产品协同设计和协同生产。汇集航天科工 500 多家所属企事业单位，累计汇总设计、生产、加工等协作配套和业务集成 3000 余项。

（2）跨企业的多学科产品协同设计和仿真

决策任务下达后，集团总部、院厂所管控部门将计划任务下达到各个厂所单位，各厂所的总师 / 设计师利用专有云的三维标准件模型库、知识库以及云化、虚拟化的工具资源、软硬件资源等，开展数字化协同设计任务，并将设计任务下达到各分系统企业。

各分系统企业设计师基于总体设计模型，参考模型库 / 知识库中相关知识，并利用虚拟样机仿真工具和模型进行产品多学科虚拟样机仿真，并将设计的三维模型下发至总装厂，进行产品的生产。

依托智慧企业平台和专有云平台，将大量业务协作从线下、单点转移至平台统一集成，使科研项目实施周期平均缩短 20%，资源共享和协同效率提升了 30%，资源流转率提升了 15%，有效地提升了企业生产效率。

（3）跨企业生产运维保障一体化

在产品的生产设计阶段，总装厂接收产品设计的三维模型，基于产品 BOM，建立结构化的三维工艺模型，进行工艺规划和工艺仿真，并进行配套物料需求的规划，生产设备生产和物料采购和库存等计划。

在生产过程中，通过专有云平台，总装厂将生产进度、产品质量、产品数据等信息反馈至总体部、分系统设计单位等，进行产品生产的跨企业协同管理。

在生产以及保障过程中，通过物联网技术，建立一套工业设备台账，使得所有相关方可以共享到设备手册、维修说明、维修档案、运行记录等信息，同时开展设备运行健康状况预测、故障预警、预防性的维护服务，及时快速的处理设备的异常问题，降低宕机带来的高运维成本，提高客户服务满意度。

3.2.5 智能集成制造系统体系架构及技术体系

智能集成制造系统的体系架构、技术体系等都随着时代需求及技术的发展在不断的演进。本节所讲的是智能集成制造系统数字化网络化智能化阶段（IIMS2.0）所涉及内容，涵盖和发展了前两个发展阶段的内容。

智能集成制造系统（IIMS2.0）是新一代数字化网络化智能化技术引领下的“人、信息（赛博）空间与物理空间”相融合的“新智能制造资源 / 能力 / 产品”智能互联与协同服务的智能制造系统（云）。智能集成制造系统更突出“智能引领”的特点。

1. 智能集成制造系统（IIMS2.0）的体系架构

智能集成制造系统（IIMS2.0）实现了智能制造系统的纵向集成、横向集成以及端对端集成。

➢ 在纵向集成方面，智能集成制造系统的体系架构适用于从智能设备云、智能车间云、智能中小微 / 集团型企业云到智能制造行业云的不同层次的纵向集成；

➢ 在横向集成方面，智能集成制造系统的体系架构适用于全产业链中协同企业之间的横向集成，借助支撑智能制造系统的社会化网络及平台，解决企业间内外资源的共享、整合与流通、设计优化、流程协同、供应链协同、社会化协作等，进而实现智能制造设计、生产、试验、管理及服务等全生命周期的横向集成；

➢ 智能集成制造系统的该体系架构也适用于端对端集成，围绕特定产品，从供给端到用户端，覆盖整个产品全生命周期各环节、各终端，通过各终端之间的互联互通，满足跨越不同学科的个性化定制产品的需求，以保障产品个性化定制模式的创新和重构，为实现以产品为核心的价值链的拓展和提升提供端对端支撑 。

➢ 智能集成制造系统的体系架构为实现智能

集成制造系统的纵向集成、横向集成以及端到端集成提供了关键支撑和实现架构。

◆该体系架构包括：

➢ 新智能资源 / 能力 / 产品层

➢ 新智能感知 / 接入 / 通讯层

➢ 新智能边缘处理平台层

➢ 新云端服务平台层

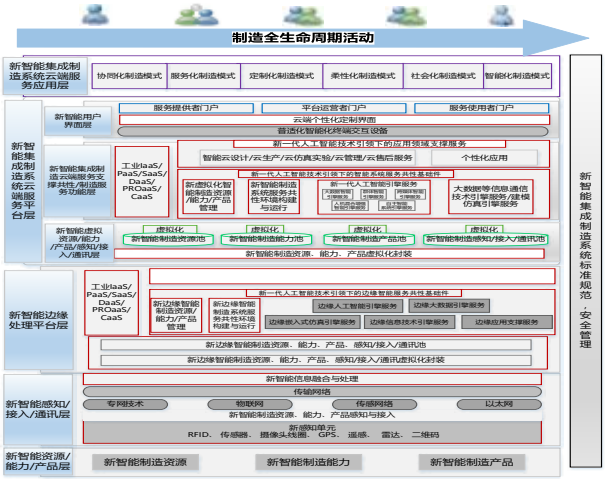
➢ 新云端服务应用层

➢ 新人 / 组织层

各层具有适用于本层的新标准规范及新安全管理要求。

值得指出，各层的“新”意指融入了“智能引领”下的新内涵与新内容。

该体系架构的特色：边缘 / 云端协同新架构；各层具有智能引领的“新”内涵及内容；用户为中心的新资源 / 新产品 / 新能力共享服务。



智能集成制造系统（IIMS2.0）的体系架构

2. 体现IIMS2.0的航天云网INDICS工业互联网平台

智能制造系统云端服务平台层和智能边缘处理平台层是智能集成制造系统体系架构的重要组成部分。

智能集成制造系统云端服务平台层

◆该层主要包括：

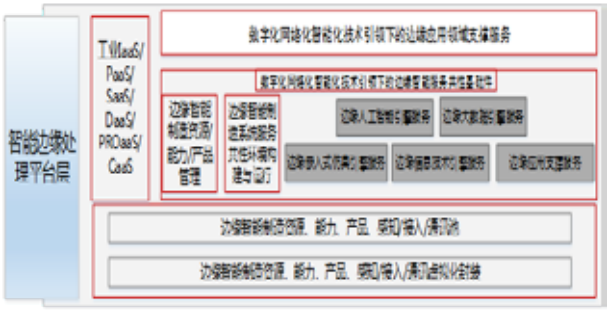
➢ 智能虚拟资源 / 能力 / 产品 / 感知 / 接入 / 通讯层；

➢ 智能集成制造云端支撑共性 / 制造服务功能层；

➢ 智能制造系统用户界面层等。

◆智能边缘处理平台层

该层对边缘智能制造资源、能力、产品、感知/接入/通讯进行虚拟化封装形成相应的边缘池，通过边缘智能制造资源 / 能力 / 产品的管理、服务共性环境构建与运行以及边缘人工智能引擎服务、边缘大数据引擎服务等边缘智能服务共性基础件，提供数字化网络化智能化技术引领下的边缘应用领域支撑服务



智能边缘处理平台层体系架构

3. 智能集成制造系统（IIMS2.0）的技术体系

为了支撑智能集成制造系统的系统架构，智能集成制造系统对应的技术体系将相应发生变化。

随着智能集成制造系统进一步的发展，将会涌现出更多新技术与支撑技术，也将更加突出多学科多领域跨界交叉融合发展的特点。

3.2.6 智能集成制造系统构建技术路径

1. 总体规划、分步实施、重点突破、全面推进

以系统工程理论为总指导，系统科学地开展智能集成制造系统的规划与设计；以核心业务环节为重点，对现状进行分析和评估，制定总体技术路径和阶段建设步骤和目标；在已确定方案的指导下，以企业核心需求为重点，进行详细设计和实施；以重点需求和业务为示范，再逐步推广至智能制造全过程、全流程的应用和集成，实现智能集成制造系统的总体建设。

2.基于数据/数据中心的集成

基于数据 / 数据中心的集成为企业的各个业务系统提供统一、标准的基础数据，能够实现企业不同应用系统的数据管理和集成共享。该集成方式对企业的业务需求进行梳理，形成主数据标准规范、数据交换标准规范和业务主体数据库标准规范，建成统一的主数据服务、数据交换服务，从而实现企业内部各应用系统以及本企业与上级企业主数据管理系统之间的数据对接，并在此基础上进行业务系统的扩展，满足企业智能集成制造系统的应用需要。

◆央企融通平台数据集成案例

①数据的完全融通。

②数据的共享融通。

3.基于人–流程–信息的业务过程集成

此种集成方式的目的是将整个产业链中涉及的不同业务角色、业务职能、业务活动和业务环境有效地集成和管理起来，实现整个产业链和产品全生命周期上的人、机、物、系统、流程的协同。基于人 – 流程 – 信息的业务过程集成体现了本书前文所述的 Human–Cyber–Physical 的协同理念。

◆模具制造行业业务过程集成案例

横沥模具镇基于工业互联网平台构建了模具行业的网络化协同云平台，以模具企业为中心，集成客户、供应商、加工协作单位、模具检测、金融服务机构，梳理了与各企业之间的协作流程和业务角色等并通过工业互联网平台进行集成，提供模具定制、协同智造、供需对接、工业软件、在线教育、产学研等服务。

目前，东莞市已有超 4 万余家的企业通过该模具行业的网络化协同平台进行协作应用，模具制造模具企业可以与客户进行协同设计，获取产品生产原材料，找到加工协作单位和检测服务、金融服务等，大幅提高产业链协同工作效率。仅通过该平台就实现了 8000 万元的产品交易，为平台的用户企业带来 720 余万的经济收入。

4.基于RTI/数字孪生的虚拟样机集成

数字孪生的虚拟样机仿真是智能集成制造系统中必不可少的重要组成部分。数字孪生的虚拟样机仿真系统需要建立智能集成制造系统关键要素的数字孪生的虚拟样机模型，并驱动模型进行协同运行。基于 RTI/ 数字孪生的虚拟样机集成能够实现智能集成制造系统虚拟样机仿真过程中的各类信息、知识、数据的集成管理和优化运行，使得传统的线下分布式并行工作模式向基于模型的智能制造集成系统虚拟样机协同设计仿真方向转变。

◆液压元器件企业虚拟样机集成案例

依托航天云网 INDICS 平台的虚拟工厂产品，调用 INDICS 的中的工厂、数控加工机床、机器人、AGV 等数字孪生模型，搭建了实际生产环境一致的数字孪生工厂。通过传感器、DNC、MES 等工业控制系统与实际工厂模型进行集成，将现场的生产状态等数据实时传递至数字孪生工厂。利用虚拟工厂的虚拟样机管理机制和仿真引擎，以数字化和可视化的方式对物理工厂的运行情况进行监控，实现了企业对生产过程的透明化管理。同时，在数字孪生工厂中，通过虚拟样机仿真对生产现场的数字孪生模型的布局和资源配置等进行仿真，合理安排和配置生产资源，很大程度上提高了生产过程中的协作效率，从而加快了液压元器件产品的生产效率。

5. 面向人–业务协同的微服务集成

微服务架构的集成方式能够将智能集成制造系统按照基础功能模块进行独立部署，根据业务需求以“搭积木”的方式将业务系统搭建起来。如此，智能集成制造系统可以分解为不同层级、不同模块的子系统进行建设，具有更好的重用性，同时新增业务系统或功能与原有系统进行松耦合的集成，为用户提供灵活的业务场景配置功能，便于系统的维护和扩充。

◆风力发电设备制造企业微服务集成案例

借助于工业互联网平台的发展契机，某风力发电设备制造企业依托 INDICS 平台的微服务架

构和服务化的解决方案，利用数据采集装置的网关，将风机发电设备接入到 INDICS 平台，通过 API 调用平台的数据和机理模型，开发了风机叶片故障预测诊断的 APP，实现对风机发电设备的远程监控和运维。对风机设备的功率、叶片角度、机舱温度等进行采集，利用关键设备叶片结冰故障或事故隐患的预警模型，通过模型、历史案例、业务规则等相结合，对风机设备的故障进行预测和诊断，使得风电机组运维效率提高 15%，为企业节省 20% 的运维费用。

6. 基于人–机–物–业务–信息的统一用户系统集成

基于统一用户的系统集成方式是建立统一集中的用户身份管理系统，将所有业务系统的用户进行统一管理，而应用授权等操作则由各业务系统完成。也就是说用户登录智能集成制造系统后，可以访问到本用户权限范围内的所有业务系统，不需要重复地登录认证，保证了协同应用场景下操作的连贯性和统一性。

◆专有云统一用户系统集成案例

为解决各个业务系统之间的集成问题，专有云建设了公共基础支撑平台，提供应用系统开发和集成运行环境，对资源进行统一管理和调度，对用户进行集中注册、认证和审批。不同的业务系统用户通过统一的登录入口进入专有云平台，并在门户系统中选择不同的业务板块进行业务处理，专有云的公共基础支撑平台将用户、数据、流程等信息分别传送给其他的业务系统。

通过统一的基础服务环境，实现航天科工集团内异构系统之间业务流、数据流、信息流等自动的同步和可信认证，提高了产品生命周期不同业务环节之间的协作效率，提高了信息传递的准确性，提高了数据的可信度和安全性，同时也实现了人员、业务、信息、生产资源等之间的有效集成和信息共享。

3.3 智能集成制造系统的建模 / 仿真与系统优化

3.3.1 智能集成制造系统的建模

智能集成制造系统是一个大系统，是人 – 信息 – 物理融合的 HCPS 系统，建模是对企业、乃至跨企业的制造所涉及的单元、数据、资源等生产要素和整体过程的抽象描述，从而建立全面、多方位的模型及仿真运行，其目的是系统层次的分析、设计、优化和控制。

在智能集成制造系统中，建模 / 仿真和优化贯穿在产品全生命周期不同阶段及整体系统。在纵向 / 端到端 / 横向集成的基础上，通过机理分析、功能集成、信息互联、多学科融合、大数据分析、人工智能等技术进行建模 / 仿真，采用数字孪生手段进行现场数据实时映射和闭环迭代，支持大系统运行优化决策甚至自主智能决策。

总体来讲，智能集成制造系统的建模 / 仿真和优化的目标是辅助企业改善资源配置、产品研制、管理与服务的效率、质量、成本、能耗。通过制造全系统及全生命周期活动中人、技术 / 设备、管理、数据、材料、资金等六要素及人流、技术流、管理流、数据流、物流、资金流六流的优化，实现智能集成制造系统 T（时间）/Q（质量）/C（成本）/S（服务）/E（环境）/K（知识）的最优运行，形成企业市场竞争优势。

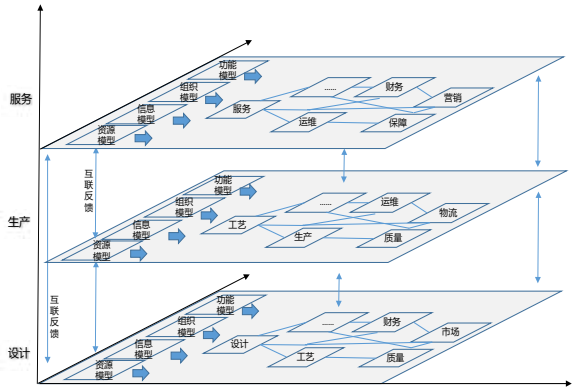
智能集成制造系统在系统层面上解决的是一个综合性问题，先进的单元技术虽然有助于解决局部技术瓶颈，但不一定能解决系统问题，例如实现企业或行业层面价值链优化、跨企业的社会生产资源最优分配、供应链的优化运营等。

在集成制造系统的发展过程中，按照集成制造系统建模方法论提出的多视图、多方位体系结构的观念，在一些特定方面已有一些公认比较成熟的建模方法，如：IDEF0 建立功能模型、IDEF1X 建立信息模型、IDEF3 建立过程模型、GRAI 方法建立决策模型等。集成建模方法正是研究这些方法及模型之间的关系，以便在其间建立有效的链接和相互的映射。

从全局角度看，智能集成制造系统模型的建立是对整体系统理解的一致表达方式，它可以由几个子模型组成，包括但不限于功能模型、过程模型、数据模型、资源模型、组织模型等。

在“设计 – 生产 – 服务”的时间维度，各个阶段都有适应其需要和特点的模型，阶段之间进行链接和反馈，使得各个过程能够互通信息，交

互作用，实现各个过程之间为了企业经营的战略目标，互相支持，优化运行，例如上游工序考虑下游工作的需要，下游工序参与上游工作，不断反馈，缩短整个开发周期。



随着移动终端、新互联网、传感网络、感知设备等迅速发展，针对智能集成制造系统中人、机、物、环境存在连续、离散、定性 / 决策、优化等复杂机理、复杂组成、复杂交互关系和复杂行为，智能集成制造系统系统建模也提出一些新的方法，特别是基于大数据、深度学习等方法进行系统认知和预测等建模理论与方法。具体包括：

- 定性定量混合系统建模方法
- 基于元模型框架的建模方法
- 变结构系统建模方法
- 基于大数据智能的建模方法
- 基于大数据和知识混合驱动的建模方法

◆定性定量混合系统建模方法

定性定量混合系统建模方法包括定性定量统一建模方法，即研究包括系统顶层描述和面向子领域描述的建模理论和方法；定量定性交互接口建模，即研究将定量定性交互数据转化为定性模型与定量模型所要求的结构和格式；定量定性时间推进机制，即研究定量定性模型的时间协调推进机制。

◆基于元模型框架的建模方法

基于元模型框架的建模方法即研究通过元模型的顶层抽象，将多学科、异构、涌现的复杂系统进行一体化仿真建模的方法。主要包括基于元建模的多学科统一建模方法，即研究复杂系统中连续、离散、定性、定量等多学科模型的统一建模方法；基于元建模的复杂自适应系统建模方法，即研究复杂自适应系统中各种类型系统组分间感知、决策、交互的一体化仿真建模方法。

◆变结构系统建模方法

变结构系统建模方法研究变结构仿真系统模型内容组成、端口及连接可动态改变，支持系统结构动态变化的全面建模。

◆基于大数据智能的建模方法

基于大数据智能的建模方法是利用海量监测与应用数据实现对不明确机理的智能系统进行有效建模，同时基于深度学习、模拟人脑进行学习进化的神经网络为面向新型人工智能系统的建模的发展与应用提供强有力的支撑。

◆基于大数据和知识混合驱动的建模方法

基于解析方式进行机理知识建模，结合制造过程中产生的海量应用数据进行大数据建模，实现混合建模方法，将“关联关系”和“因果关系”深度融合，从根本上提高制造系统建模的能力，有效实现制造系统的优化。

3.3.2 智能集成制造系统的“数字孪生”

实现了集成制造系统中设备、产品、人员和业务间的连接，并在此基础上，采用数字化的方式创建物理实体在虚拟空间的映射，以多层次、多学科、动态演进的数字孪生（Digital Twin）为载体实现建模和优化。

数字孪生思想最早由密歇根大学的 Michael Grieves 命名为“信息镜像模型”（Information Mirroring Model），而后演变为“数字孪生”的术语。数字孪生是指充分利用物理模型、传感器、运行历史等数据，集成多学科、多尺度的仿真过程，它作为虚拟空间中对实体产品的镜像，反映了相对应物理实体产品的全生命周期过程。

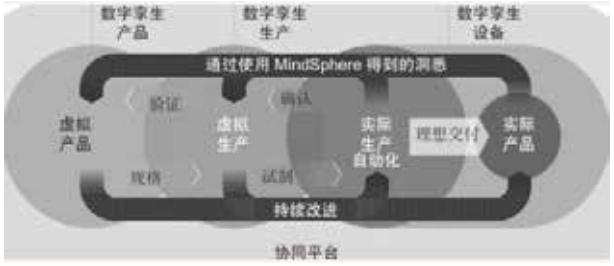
数字孪生模型在设计和制造过程中建立，并在产品生命周期中持续演进增长，涵盖了物理产品从设计，制造，交付，使用到报废回收等产品全生命周期的模型和数据信息，形成与实体产品和生产过程对应的实时数据映射、分析预测和优化的过程。

◆西门子数字孪生案例

西门子在市场上提出“数字孪生（Digital Twins）”模型概念，即基于模型的虚拟企业和

基于自动化技术的现实企业，包括“产品数字孪生”“生产数字孪生”和“设备数字孪生”，三个层面又高度集成为一个统一的数据模型，并通过数字化助力企业整合横向和纵向价值链。

数字孪生将各专业技术集成为一个数据模型，并将PLM（产品生命周期管理软件）、MOM（生产运营系统）和TIA（全集成自动化）集成在统一的数据平台下，也可以根据需要将供应商纳入平台，实现价值链数据的整合，业务领域包括“产品数字孪生”“生产数字孪生”和“设备数字孪生”。



1）产品数字孪生

在产品的设计阶段，利用数字孪生可以提高设计的准确性，并验证产品在真实环境中的性能。这个阶段的数字孪生的关键能力包含：数字模型设计、模拟和仿真，在设计阶段验证产品的适应性。

2）生产数字孪生

在产品的制造阶段，所要设计、仿真和验证的对象主要是生产系统，包括制造工艺、制造设备、制造车间、管理控制系统等。利用数字孪生可以加快产品导入的时间，提高产品设计的质量，降低产品的生产成本和提高产品的交付速度。

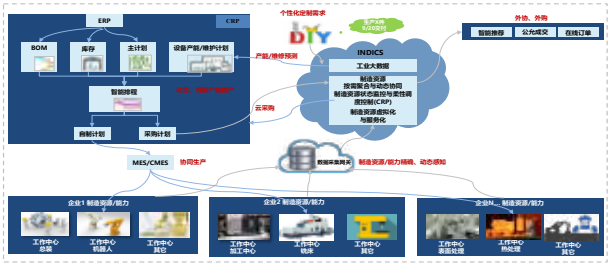
3）设备数字孪生

作为客户的设备资产，产品在运行过程中将设备运行信息实时传送到云端，以进行设备运行优化、可预测性维护与保养，并通过设备运行信息对产品设计、工艺和制造迭代优化。设备数字孪生能帮助用户比以前更快地驱动产品设计，以获得更好、成本更低且更可靠的产品。

在动态整合社会化制造资源和能力方面，通过生产任务、业务流程及企业资源能力等数字孪生集成建模，实现动态企业联盟间的资源协同共享及管理，达到资源空闲率最小、资源利用均衡度最大以及社会总成本最小等目标。

◆航天云网数字孪生纵向集成案例

航天云网基于INDICS平台从行业－企业－车间的数字孪生纵向集成，对产品需求、制造资源、制造能力的数字孪生建模，为制造资源进行科学匹配，在各企业的ERP和MES之上进行基于有限资源能力的生产调度计划，开展跨企业有限产能高级排产。在行业级通过跨企业的制造资源最优化配置和柔性化重组，解决企业剩余能力，实现社会制造资源合理均衡的应用；在企业级实现去库存、降成本和专业单元设备的有效利用，达到企业均衡生产的目的。



对行业或企业联盟，系统基于用户需求、行业资源类别、企业能力参数及设备大数据的数字孪生集成建模，通过制造资源状态监控和柔性调度控制，实现需求任务与制造资源的智能匹配、按需聚合和动态协同，协调上下游企业动态组织生产资源，针对性开展基于数字孪生的有限产能调度及柔性生产，整合及优化企业资源，实现多工厂多车间协同，突破瓶颈约束，提高产业链配置效率，调节产能过剩，平衡库存，促进产业链协同发展，实现资源最大化利用。

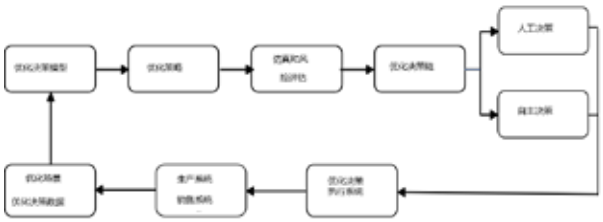
对企业内部，系统通过企业信息、生产中心、专业单元及工作日历构建云排产能力数字孪生模型，根据BOM、库存、主计划、设备产能/维护计划形成智能排程管理，同时提供基于数字孪生的销售管理、采购管理、库存管理、数据分析与报告等供应链及生产管理应用，实现对企业整个供应链的有效管控，优化企业管理流程，提高企业市场竞争力。

3.3.3 智能集成制造系统的系统优化

智能集成制造系统针对企业整体优化目标，进行系统级建模分析并进行决策和优化，通过模型库、算法库、知识库、数据库的集成建设，基于供应链/营销/财务/税务/生产/质量/服务

等综合业务数据、知识和算法，实现复杂机理、复杂组成、复杂交互关系和复杂行为的整体建模，以数字孪生为载体，实现企业层面的预测分析和优化求解。

智能集成制造系统支持大系统决策优化，以获得最佳决策方案。优化过程包括优化决策模型的建立、仿真和风险评估、优化策略下发和执行的过程，执行过程中的各类数据同时被采集，用于优化决策模型。



➢ 优化场景和优化决策数据：优化场景是根据工业企业的范围覆盖研发，生产，供应链，销售，服务，人力，固定资产，法律法规的环节。优化数据来自于上述各场景中的数据。优化决策系统根据优化场景和决策模型的要求，采集需要的优化数据。

➢ 优化决策模型：优化决策模型的功能是通过采集优化数据，经过计算和分析输出可执行的策略。优化决策模型基于数据库，算法库，知识库，并结合资源池建立，是进行优化决策的核心功能。

➢ 优化策略：智能集成制造系统可以执行的优化方案。仿真和风险评估：根据 CPS 技术，建立虚拟的企业模型，将优化决策模型输出的策略在虚拟企业上仿真，输出运行的结果和风险评估，为优化决策链是否执行该策略提供依据。

➢ 优化决策链：对经过仿真和风险评估的优化策略进行判断，如果在企业自定义的规则允许范围内则自动下发，如果超出允许范围，则需要导入人工决策。

➢ 优化决策执行系统：将优化决策链允许的策略下发给企业执行。

前述航天电器企业案例在产品设计、生产及企业运营等过程中产生海量数据，针对产品设计工艺、自动化产线、关键设备和企业 ERP 系统等对象产生的质量检测、生产制造、运营管理等多元数据，构建质量、生产、运营三个数据维度，表征智能工厂在运行过程中发生的各类事件，对多元数据进行融合分析。

构建基于质量数据的工艺优化、设备预防性维护、运营成本预测等相关向量机预测模型，建立质量、设备、运营三个方面的基本模式库，并利用实时产生的各类数据流对各类预测模型、决策模型进行训练，对模型参数和基础模式库进行迭代更新。

最终应用上述模型实现基于质量大数据的工艺 / 设计优化、关键设备远程运维、企业运营决策支持和优化。

随着技术不断更新，尤其是人工智能技术的发展和应用，智能集成制造系统后续在优化方向如下：

①制造领域协同多源、互联知识数据急剧增长，集成的广度和深度不断加强，链接和相互的映射的关系更加复杂，需充分集成大数据智能、群体智能、人机混合智能、跨媒体推理、自主智能等新一代人工智能技术到智能集成制造大系统中，实现企业制造优化过程的自主演化和智能决策；

②在产品设计、产品研发、生产过程、制造服务等产品全生命周期中，通过互联技术将产品和生产系统的数字空间模型和物理空间模型中的数据处于实时交互，反馈和闭环优化中，让制造的各个局部环节都随时参与在整体优化中，实现动态、实时、智能的系统优化目标；

③从企业上升到行业甚至社会，需解决具有高频实时、深度定制化、全周期沉浸式交互、跨组织数据整合、多主体决策特性的精准协同等问题，实现产业链上下游的组合优化与决策，提升全产业链的管理水平，促进社会资源的实时优化配置。

中国电子元件行业协会
公告

2022年第（011）号

关于批准发布《粘结永磁铁氧体粉体》等2项中国电子元件行业协会团体标准的公告

中国电子元件行业协会团体标准T/CECA66–2022《粘结永磁铁氧体粉体》、T/CECA67–2022《微电机用压延永磁铁氧体条形磁体》业经审查通过，现予发布(见附件)。

中国电子元件行业协会

2022年6月10日

附件：《粘结永磁铁氧体粉体》等2项中国电子元件行业协会团体标准的编号、名称、主要内容一览表

序号	标准编号	标准名称	主要内容	代替标准号	实施日期
1	T/CECA 66–2022	粘结永磁铁氧体粉体	本文件规定了粘结永磁铁氧体粉体的命名方法、技术要求、试验方法和验收规则以及标志、包装、运输和储存的要求。 本文件适用于挤出成型粘结永磁铁氧体粉体、压延成型粘结永磁铁氧体粉体和注射成型粘结永磁铁氧体粉体。		2022–06–15
2	T/CECA 67–2022	微电机用压延永磁铁氧体条形磁体	本文件规定了微电机用压延永磁铁氧体条形磁体的命名方法、要求、试验方法和检验规则以及标志、包装、运输、储存和使用指南的要求。 本文件适用于微电机用压延永磁铁氧体条形磁体。		2022–06–15

《粘结永磁铁氧体粉体》团体标准

发布日期：2022-06-10 发布　实施日期：2022-06-15

本标准版权为中国电子元件行业协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国电子元件行业协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。本文件由中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会提出。

本文件由中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会归口。

本文件起草单位：北矿磁材科技有限公司、浙江安特磁材股份有限公司、广州金南磁性材料有限公　司、安徽万朗磁塑股份有限公司。

本文件主要起草人：李青华、胡国辉、孙威、李炳山、连江滨、马晓伟、廖有良、张颖杰、徐各清、田海明、时勃。

引　言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特　点，确认本团体标准的适用性。

粘结永磁铁氧体粉体

1范围

本文件规定了粘结永磁铁氧体粉体（以下简称“磁粉”）的命名方法、技术要求、试验方法和验收规　则以及标志、包装、运输和储存的要求。

本文件适用于挤出成型粘结永磁铁氧体粉体（以下简称“挤出磁粉”）、压延成型粘结永磁铁氧体　粉体（以下简称“压延磁粉”）和注射成型粘结永磁铁氧体粉体(以下简称“注塑磁粉”)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，　仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第 1 部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）

GB/T 3217 永磁 (硬磁) 材料 磁性试验方法

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第 1 部分：标准方法

GB/T 5048 防潮包装

GB/T 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法

GB/T 9637—2001 电工术语 磁性材料与元件

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质的检测方法

GB/T 40231 电子电气产品中的限用物质 六价铬的测定方法 离子色谱法

SJ/T 10411—2016 永磁铁氧体材料物理分析方法

SJ/T 10540 永磁铁氧体成品、半成品化学分析方法

QB/T 1295—2013 家用和类似用途制冷器具用门封磁条

3 术语和定义

GB/T 9637—2001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1压坯Compact

将磁粉与一定比例的石蜡混合后，通过压制而成的坯件。

3.2挤出磁条 Extrusion molding magnetic strip

将磁粉与一定比例的氯化聚乙烯（英文简称：CPE）、环氧大豆油和硬脂酸等混合、混炼和切粒后，经挤出成型工艺制成的条状磁体。

3.3轧板 Magnetic rolling plate

将磁粉、氯化聚乙烯、环氧大豆油和硬脂酸等混合后，经压延成型（轧制成型）工艺制成的板件。

3.4注塑磁体Injection molding magnet

将磁粉与一定比例的尼龙和偶联剂等混合后，经注射成型工艺制成的具有一定形状和强度的磁体。

3.5吸着质量 Sorption mass

每平方厘米挤出磁条吸起标准样块的质量。

4 命名方法

粘结永磁铁氧体粉体牌号的命名方法如下：

YN □□ xx xx

- 粉体压坯 CGS 单位制内禀矫顽力标称值的 1 %；
- CGS 单位制剩余磁感应强度标称值的 1 %，挤出和压延磁粉取自轧板，注塑磁粉取自注塑磁体；
- 粉体种类代号，B 代表“钡铁氧体”、S 代表“锶铁氧体”；
- 粉体应用的主要成型方法代号，J 代表挤出磁粉，Y 代表压延磁粉，Z 代表注塑磁粉；
- Y 代表“永磁”、N 代表“粘结”。

示例：YNSZ3130 表示注射成型类粘结锶永磁铁氧体粉体的注塑磁体剩余磁感应强度为 3100 Gs，内禀矫顽力为 3000 Oe。

5 技术要求

5.1外观

红褐色或灰黑的均匀粉末。

5.2化学成分

粘结永磁铁氧体粉体的主要化学成分可以用化学分子式 $MO{\cdot}nFe_2O_3$ 来描述，M 为Ba 或Sr，摩尔比n 取值范围为 5.0~6.5。

5.3粉体特性

磁粉的含水量、平均粒度和压实密度等粉体特性应符合表 1 的规定。

表1 磁粉的粉体特性

牌号	主要成型方式	含水量 wt.%	平均粒度 μm	压实密度 g/cm^3
YNBJ1925	挤出成型	≤ 0.50	1.80 ± 0.40	3.30 ± 0.10
YNBJ2226		≤ 0.50	1.80 ± 0.40	3.30 ± 0.10
YNBJ2528		≤ 0.50	1.60 ± 0.40	3.20 ± 0.10
YNSJ2225		≤ 0.50	1.80 ± 0.40	3.10 ± 0.10
YNSJ2428		≤ 0.50	1.60 ± 0.40	3.10 ± 0.10
YNSY2630	压延成型	≤ 0.50	1.40 ± 0.20	3.10 ± 0.10
YNSY2728		≤ 0.50	1.20 ± 0.15	3.05 ± 0.10
YNSY2732		≤ 0.50	1.20 ± 0.15	3.05 ± 0.10
YNSY2735		≤ 0.50	1.20 ± 0.15	3.05 ± 0.10
YNSY2739		≤ 0.50	1.20 ± 0.15	3.05 ± 0.10
YNSY2832	压延成型	≤ 0.50	1.20 ± 0.15	3.05 ± 0.10
YNSZ2827	注射成型	≤ 0.50	1.70 ± 0.20	3.30 ± 0.10
YNSZ2927		≤ 0.50	1.70 ± 0.20	3.40 ± 0.10
YNSZ2930		≤ 0.50	1.60 ± 0.20	3.40 ± 0.10
YNSZ3126		≤ 0.50	1.60 ± 0.20	3.50 ± 0.10
YNSZ3130		≤ 0.50	1.60 ± 0.20	3.50 ± 0.10

5.4挤出磁粉的磁性能

挤出磁粉的压坯磁性能、轧板磁性能和磁条的吸着质量应符合表 2 和表 3 的规定。

表2 挤出磁粉的压坯磁性能

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH)max	
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe
YNBJ1925	150 ± 10	1500 ± 100	96 ± 8	1200 ± 100	200 ± 20	2500 ± 250	4.0 ± 0.8	0.50 ± 0.10
YNBJ2226	155 ± 10	1550 ± 100	100 ± 8	1260 ± 100	207 ± 20	2600 ± 250	4.2 ± 0.8	0.53 ± 0.10
YNBJ2528	160 ± 10	1600 ± 100	105 ± 8	1300 ± 100	223 ± 20	2800 ± 250	4.4 ± 0.8	0.55 ± 0.10
YNSJ2225	150 ± 10	1500 ± 100	96 ± 8	1200 ± 100	195 ± 20	2450 ± 250	4.0 ± 0.8	0.50 ± 0.10
YNSJ2428	155 ± 10	1550 ± 100	100 ± 8	1260 ± 100	223 ± 20	2800 ± 250	4.2 ± 0.8	0.53 ± 0.10

表 3 挤出磁粉的轧板磁性能和吸着质量

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH)max		吸着质量
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe	g/cm2
YNBJ1925	190 ± 10	1900 ± 100	127 ± 12	1500 ± 150	175 ± 24	2200 ± 300	7.6 ± 0.8	0.95 ± 0.10	≥ 26
YNBJ2226	220 ± 10	2200 ± 100	135 ± 12	1700 ± 150	175 ± 24	2200 ± 300	8.8 ± 0.8	1.10 ± 0.10	≥ 28
YNBJ2528	245 ± 10	2450 ± 100	167 ± 12	2100 ± 150	207 ± 24	2600 ± 300	11.2 ± 0.8	1.40 ± 0.10	≥ 30
YNSJ2225	220 ± 10	2200 ± 100	135 ± 12	1700 ± 150	167 ± 24	2100 ± 300	8.8 ± 0.8	1.10 ± 0.10	≥ 28
YNSJ2428	240 ± 10	2400 ± 100	160 ± 12	2000 ± 150	207 ± 24	2600 ± 300	10.4 ± 0.8	1.30 ± 0.10	≥ 30

5.5压延磁粉的磁性能

压延磁粉的压坯磁性能、轧板磁性能和轧板硬度应符合表 4 和表 5 的规定。

表 4 压延磁粉的压坯磁性能

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH) max	
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe
YNSY2630	160 ± 10	1600 ± 100	110 ± 8	1380 ± 100	239 ± 16	3000 ± 200	4.4 ± 0.8	0.55 ± 0.10
YNSY2728	165 ± 10	1650 ± 100	112 ± 8	1400 ± 100	223 ± 16	2800 ± 200	4.6 ± 0.8	0.58 ± 0.10
YNSY2732	165 ± 10	1650 ± 100	112 ± 8	1400 ± 100	255 ± 16	3200 ± 200	4.6 ± 0.8	0.58 ± 0.10
YNSY2735	165 ± 10	1650 ± 100	115 ± 8	1450 ± 100	279 ± 16	3500 ± 200	4.6 ± 0.8	0.58 ± 0.10
YNSY2739	165 ± 10	1650 ± 100	118 ± 8	1480 ± 100	307 ± 16	3850 ± 200	4.6 ± 0.8	0.58 ± 0.10
YNSY2832	170 ± 10	1700 ± 100	118 ± 8	1480 ± 100	255 ± 16	3200 ± 200	5.0 ± 0.8	0.62 ± 0.10

表 5 压延磁粉的轧板磁性能和轧板硬度

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 BH)max		轧板硬度
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe	SHD
YNSY2630	260 ± 10	2600 ± 100	183 ± 12	2300 ± 150	239 ± 24	3000 ± 300	12.8 ± 0.8	1.60 ± 0.10	30–50
YNSY2728	270 ± 10	2700 ± 100	187 ± 12	2350 ± 150	223 ± 24	2800 ± 300	14.0 ± 0.8	1.75 ± 0.10	30–50
YNSY2732	270 ± 10	2700 ± 100	189 ± 12	2380 ± 150	255 ± 24	3200 ± 300	14.0 ± 0.8	1.75 ± 0.10	30–50
YNSY2735	270 ± 10	2700 ± 100	191 ± 12	2400 ± 150	279 ± 24	3500 ± 300	14.0 ± 0.8	1.75 ± 0.10	30–50
YNSY2739	270 ± 10	2700 ± 100	193 ± 12	2320 ± 150	318 ± 24	4000 ± 300	14.0 ± 0.8	1.75 ± 0.10	30–50
YNSY2832	280 ± 10	2800 ± 100	199 ± 12	2500 ± 150	255 ± 24	3200 ± 300	15.1 ± 0.8	1.90 ± 0.10	30–50

5.6注塑磁粉的磁性能

注塑磁粉的压坯磁性能、注塑磁体磁性能和熔体质量流动速率应符合表 6 和表 7 的规定。

表 6 注塑磁粉的压坯磁性能

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH)max	
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe
YNSZ2827	170 ± 10	1700 ± 100	112 ± 8	1400 ± 100	215 ± 16	2700 ± 200	5.0 ± 0.8	0.62 ± 0.10
YNSZ2927	175 ± 10	1750 ± 100	115 ± 8	1440 ± 100	215 ± 16	2700 ± 200	5.4 ± 0.8	0.67 ± 0.10
YNSZ2930	175 ± 10	1750 ± 100	118 ± 8	1480 ± 100	239 ± 16	3000 ± 200	5.4 ± 0.8	0.67 ± 0.10
YNSZ3126	180 ± 10	1800 ± 100	118 ± 8	1480 ± 100	207 ± 16	2600 ± 200	5.6 ± 0.8	0.70 ± 0.10
YNSZ3130	180 ± 10	1800 ± 100	123 ± 8	1550 ± 100	239 ± 16	3000 ± 200	5.6 ± 0.8	0.70 ± 0.10

表 7 注塑磁粉的注射磁性能和熔体质量流动速率

牌号	剩余磁感应强度 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH)max		熔体质量流动速率 MFR
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe	(270 ℃ /5kg) g/10min
YNSZ2827	280 ± 10	2800 ± 100	191 ± 12	2400 ± 150	231 ± 16	2900 ± 200	15.1 ± 0.8	1.90 ± 0.10	≥ 50
YNSZ2927	290 ± 10	2900 ± 100	191 ± 12	2400 ± 150	215 ± 16	2700 ± 200	16.4 ± 0.8	2.05 ± 0.10	≥ 60
YNSZ2930	290 ± 10	2900 ± 100	199 ± 12	2500 ± 150	239 ± 16	3000 ± 200	16.4 ± 0.8	2.05 ± 0.10	≥ 60
YNSZ3126	310 ± 10	3100 ± 100	175 ± 12	2200 ± 150	199 ± 16	2500 ± 200	18.3 ± 0.8	2.30 ± 0.10	≥ 50
YNSZ3130	310 ± 10	3100 ± 100	195 ± 12	2450 ± 150	231 ± 16	2900 ± 200	18.3 ± 0.8	2.30 ± 0.10	≥ 50

5.7限用物质含量

所有牌号粉体的限用物质含量都应符合表 8 的规定。

表 8 粉体的限用物质含量

单位为毫克每千克

限用物质	镉	铅	汞	六价铬	多溴联苯	多溴二苯醚
含量	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100

6 试验方法

6.1外观

自然光条件下目测。

6.2化学成分

磁粉的化学成分按 SJ/T 10540 的规定测量。

6.3粉体特性

6.3.1含水量

磁粉的含水量按 GB/T 6284 的规定测量。

6.3.2平均粒度

磁粉的平均粒度按 SJ/T 10411—2016 中 3.2 的规定测量。

6.3.3压实密度

磁粉的压实密度按附录 A 的规定测量。

6.4压坯磁性能

压坯试样按照附录 B 制备，压坯磁性能按 GB/T 3217 的规定测量。

6.5轧板磁性能

轧板试样按照附录 C 制备，轧板磁性能按 GB/T 3217 的规定测量。

6.6吸着质量

挤出磁条试样按照附录 D 制备，吸着质量按 QB/T 1295—2013 第 5 章的规定测量，截面尺寸采用 9.0 mm × 2.0 mm。

6.7轧板硬度

轧板试样按照附录 C 制备，轧板的硬度按 GB/T 531.1 规定的方法测量，压座与轧板试样紧密接触后，试验力保持 3 s 后读数。

6.8注射磁性能

注塑试样按照附录 E 制备，注射磁性能按 GB/T 3217 的规定测量。

6.9熔体质量流动速率

注塑粒料按照附录 E 制备，熔体质量流动速率按 GB/T 3682.1 测量。

6.10限用物质含量

磁粉中六价铬的含量按 GB/T 40231 的规定测量，表 8 中其他的限用物质含量按 GB/T 26125 的规定测量。

7验收规则

检验分出厂检验和型式检验。

7.1出厂检验

检验批应由相同原材料、相同工艺及同一生产批构成，一个检验批不得大于 10 t。

磁粉的出厂检验项目、试验样品数及允许不合格数应符合表 9 的规定。

表 9 出厂检验项目、试验样品数及允许不合格数

序号	检验项目	技术要求	试验方法	样品数	允许不合格数
1	外观	5.1	6.1	1	0
2	化学成分	5.2	6.2	–a	0
3	含水量	5.3	6.3.1	–a	0
4	平均粒度	5.3	6.3.2	–a	0
5	压实密度	5.3	6.3.3	–a	0
6	压坯磁性能	5.4、5.5、5.6	6.4	1	0
7	轧板磁性能	5.4、5.5	6.5	1	0
8	吸着质量	5.4	6.6	1	0
9	轧板硬度	5.5	6.7	1	0
10	注射磁性能	5.6	6.8	1	0
11	熔体质量流动速率	5.6	6.9	–a	0
12	六价铬	5.7	6.10	–a	0
a 样品数量按照第 6 章相应检验项目引用标准的规定。					

7.1.1抽样方案

检验批从生产周期的前、中和后三阶段各抽取 1 kg 磁粉混合均匀后，制成出厂检验标准试样。首先全部样品目检外观。

表 9 中序号 2~ 序号 5 及序号 11~ 序号 12 的项目在检验用标准试样中随机抽取样本。

序号 6~ 序号 10 的项目在检验用标准试样中随机抽取样本，并按相应试验方法制成标准磁体试样。

7.1.2判定规则

出厂检验结果若符合表 9 规定，则出厂检验合格；反之，则为不合格，不合格批应退回返工，返工后的磁粉应再次提交检验。

7.2型式检验

型式检验每年应一次，当有下列情况之一时，也应进行型式检验：

a）新产品定型时；

b）更改主要工艺、主要原材料时；

c）产品停产半年以上又恢复生产时；

d) 国家质量监督检验机构提出应进行型式检验时。

型式检验的样品应从经出厂检验合格后的样品中抽取。

型式检验的检查项目、试验样品数及允许不合格数应符合表 10 的规定。

表 10 型式检验的检验项目、试验样品数及允许不合格数

序号	检验项目	技术要求	试验方法	样品数	允许不合格数
1	外观	5.1	6.1	1	0
2	化学成分	5.2	6.2	–a	0
3	含水量	5.3	6.3.1	–a	0
4	平均粒度	5.3	6.3.2	–a	0
5	压实密度	5.3	6.3.3	–a	0
6	压坯磁性能	5.4、5.5、5.6	6.4	1	0
7	轧板磁性能	5.4、5.5	6.5	1	0
8	吸着质量	5.4	6.6	1	0
9	轧板硬度	5.5	6.7	1	0
10	注射磁性能	5.6	6.8	1	0
11	熔体质量流动速率	5.6	6.9	–a	0
12	六价铬	5.7	6.10	–a	0
13	镉	5.7	6.10	–a	0
14	铅	5.7	6.10	–a	0
15	汞	5.7	6.10	–a	0
16	多溴联苯	5.7	6.10	–a	0
17	多溴二苯醚	5.7	6.10	–a	0
a 样品数量按照第 6 章相应检验项目引用标准的规定。					

7.2.1抽样方案

检验批从生产周期的前、中和后三阶段各抽取 1 kg 磁粉混合均匀后，制成出厂检验标准试样。首先全部样品目检外观。

表 10 中序号 2~ 序号 5 及序号 11~ 序号 17 的项目在检验用标准试样中随机抽取样本。

序号 6~ 序号 10 的项目在检验用标准试样中随机抽取样本，并按相应试验方法制成标准磁体试样。

7.2.2判定规则

检验结果若符合表 10 规定，则型式检验合

格；反之，则为不合格。不合格时，允许再抽取样品进行复检，若仍不合格，则判定为不合格。

8 标志、包装、运输和储存

8.1标志

粉体材料的外包装袋至少应标志下列内容：

a）制造厂的名称和商标；

b）磁粉的名称、牌号和批号；

c）磁粉的重量；

d）按 GB/T 191 规定，注明“怕雨”图示标志。

8.2包装

8.2.1 磁粉采用双层包装。外层为聚丙烯编织袋，内层为高压聚乙烯塑料袋，并符合 GB/T 5048 的规定，或按合同要求包装。

8.2.2 磁粉每袋的净重为 20 ± 0.20 kg、5 ± 0.25kg、500 ± 2 kg、1000 ± 5kg 或按合同要求。

8.2.3 磁粉每批应有制造厂质量检验部门印章的合格证，合格证上应标明检验日期和检验人员代号，或按照供货合同执行。

8.3运输

8.3.1 材料在运输过程中需防潮、防雨，应避免腐蚀性或其他有害物质的污染，并远离强磁场。

8.3.2 装有材料的包装袋在运输装卸中不得有机械损伤。装卸时不得直接挂钩、高抛、高摔，落地距离不得高于 50cm。

8.4储存

材料应储存在周围无酸性、碱性或其他有害物质的库房中，库房应保持干燥和通风。

附录 A（规范性）

压实密度的测量方法

A.1 试样制备

在一定压力下，将磁粉压制成 Φ25mm 的圆柱形试样。试样重量 m 为 (18 ± 0.1)g，压强为 16 MPa~30 MPa。磁粉的压实密度 ρ 按照 A.1 式进行计算：

$$\rho = \frac{4000m}{\pi D^2 H} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (A.1)$$

式中：ρ — 磁粉的压实密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

m — 试样的重量，单位为克（g）；

D — 试样的直径，单位为毫米（mm）；

H — 试样的高度，单位为毫米（mm）。

A.2 试验报告

试验报告应包括以下内容：

样品名称、批次、测试日期和操作人员；

磁粉重量、试样高度和计算结果；

测试过程中观察到的异常现象；

本文件未规定的操作以及可能影响结果的任何情况。

附录 B（规范性）

压坯制样方法

B.1 试样制备

磁粉与石蜡按照一定比例混合后，在一定压力下压制成 Φ25mm 的圆柱形试样。不同种类的磁粉与石蜡的比例见表 B.1，试样总重量为 (18 ± 0.1)g；压强为 16 MPa~30 MPa。

表 B.1 制备压坯试样的材料配比

单位为克

磁粉种类	磁粉用量	石蜡用量
挤出磁粉	20.0	2.0
压延磁粉	20.0	2.0
注塑磁粉	20.0	1.2

B.2 试验报告

试验报告应包括以下内容：

样品名称、批次、测试日期和操作人员；

磁粉重量、石蜡重量和测试结果；

测试过程中观察到的异常现象；

本文件未规定的操作以及可能影响结果的任何情况。

附录 C（规范性）

轧板制样方法

C.1 试样制备

在一定温度下，将粘结永磁铁氧体磁粉、氯化聚乙烯及添加剂混炼均匀后，采用双辊压延机

进行热　轧，冷却至规定温度后压延成片状橡胶磁体。磁粉与粘结剂、添加剂按照表 C.1 的比例进行配比，热轧温度为 (85 ± 5) ℃，冷轧温度为 (26 ± 5) ℃，冷轧胶片厚度为 (2.0 ± 0.1) mm。

表 C.1　　制备轧板试样的材料配比

单位为 wt.%

磁粉用量	氯化聚乙烯	硬脂酸	环氧大豆油
89.8	8.20	0.40	1.60

C.2 试验报告

试验报告应包括以下内容：

样品名称、批次、测试日期和操作人员；

热轧温度、冷轧温度和测试结果等；

测试过程中观察到的异常现象；

本文件未规定的操作以及可能影响结果的任何情况。

附录 D（规范性）

挤出磁条制样方法

D.1 试样制备

粘结永磁铁氧体磁粉、氯化聚乙烯及添加剂混合均匀后，经密炼粉碎成磁颗粒，然后在一定温度下，　采用挤出机制成条状磁体。磁粉与粘结剂、添加剂按照表 D.1 的比例进行配比，挤出温度：70℃ ~85℃，挤出磁条的截面尺寸：9mm ± 0.15mm × 2mm ± 0.15mm。

表 D.1　　制备挤出磁条试样的材料配比

单位为 wt.%

磁粉用量	氯化聚乙烯	硬脂酸	环氧大豆油
88.0 ± 0.2	10.40 ± 0.10	0.20	1.40 ± 0.02

D.2试验报告

试验报告应包括以下内容：

样品名称、批次、测试日期和操作人员；

挤出温度、测量结果；

测试过程中观察到的异常现象；

本文件未规定的操作以及可能影响结果的任何情况。

附录 E（规范性）

注塑磁体制样方法

E.1 试样制备

粘结永磁铁氧体磁粉与尼龙、偶联剂等按照一定比例混合后，经挤出、切粒后得到注塑粒料，然后　在一定温度和压力下进行注射成型，制成 Φ20 mm × 10 mm 的圆柱形注塑磁体。不同牌号的注塑磁粉与粘结剂、添加剂按照表 D.1 的比例进行配比，挤出温度为 240℃ ± 20 ℃，注射温度为 275℃ ± 20 ℃，取向磁场≥ 5000 Oe。

表 E.1 制备注塑磁体试样的材料配比

单位为 wt.%

牌号	磁粉含量	尼龙含量	偶联剂含量	润滑剂含量
YNSZ2827	89.0	9.85	0.80	0.35
YNSZ2927	90.0	8.85	0.80	0.35
YNSZ2930	90.0	8.85	0.80	0.35
YNSZ3126	91.0	7.85	0.80	0.35
YNSZ3130	91.0	7.85	0.80	0.35

E.2 试验报告

试验报告应包括以下内容：

样品名称、批次、测试日期和操作人员；

注射温度、测试结果等；

测试过程中观察到的异常现象；

本文件未规定的操作以及可能影响结果的任何情况。

《微电机用压延永磁铁氧体条形磁体》团体标准

发布日期：2022-06-10 发布　实施日期：2022-06-15

本标准版权为中国电子元件行业协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国

电子元件行业协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

前言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会提出。

本文件由中国电子元件行业协会磁性材料与器件分会归口。

本文件起草单位：广州金南磁性材料有限公司、横店集团东磁股份有限公司、江门江益磁材有限公司、东莞市福磁电子有限公司、东莞龙麟马达科技有限公司、珠海美蓓亚精密马达有限公司、浙江安特磁材股份有限公司、北矿磁材科技有限公司。

本文件主要起草人：张颖杰、张莉、徐各清、何美莲、饶钦盛、陈秋金、翁德明、厉斌、梅莉萍、谭耀光、严国军、严伟、莫卫根、刘少波、赵永、廖有良、连江滨、孙威、李青华。

引言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

微电机用压延永磁铁氧体条形磁体

1 范围

本文件规定了微电机用压延永磁铁氧体条形磁体（以下简称“磁条”）的命名方法、要求、试验方法和检验规则以及标志、包装、运输、储存和使用指南的要求。

本文件适用于微电机用压延永磁铁氧体条形磁体。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

GB/T 531.1—2008 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第 1 部分：邵氏硬度计法

GB/T 533—2008 硫化橡胶或热塑性橡胶密度的测定

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序：第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2941—2006 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序

GB/T 3217—2013 永磁 (硬磁) 材料 磁性试验方法

GB/T 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法

GB/T 9637—2001　电工术语 磁性材料与元件

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定

GB/T 34692 热塑性弹性体 卤素含量的测定氧弹燃烧 – 离子色谱法

GB/T 39560.8 电子电气产品中某些物质的测定 第 8 部分：气相色谱 – 质谱法（GC–MS）与配有热裂解 / 热脱附的气相色谱 – 质谱法 （Py/TD–GC–MS）测定聚合物中的邻苯二甲酸酯

3 术语和定义

GB/T 3217—2013 和 GB/T 9637—2001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 NBR 磁条 NBR strip–type magnet

将铁氧体磁粉与一定比例的 NBR（丁腈橡胶）（以 NBR 为主粘结剂）添加一定量的辅助剂后经混炼、辊压延成磁胶片，再经裁切后制成的一定尺寸的条形磁体。

3.2 CPE 磁条 CPE strip–type magnet

将铁氧体磁粉与一定比例的 CPE（氯化聚乙烯）（以 CPE 为主粘结剂）添加一定量的辅助剂后经混炼、辊压延成磁胶片，再经裁切后制成的一定尺寸的条形磁体。

4 命名方法

磁条的命名方法如下：

YYT XX □

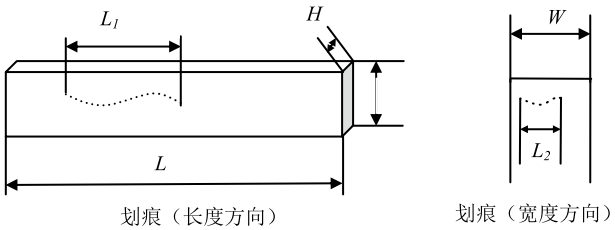
- □：粘结剂种类：L 代表氯化聚乙烯（CPE）为主粘接剂，D 代表丁腈橡胶（NBR）为主粘接剂
- XX：材料 CGS 单位制剩余磁感应强度（B_r）标称值的 1%
- YYT：Y 代表“压延”、Y 代表“永磁”、T 代表“铁氧体”

示例：YYT26L 表示以氯化聚乙烯（CPE）为主粘接剂的压延永磁铁氧体，CGS 单位制剩余磁感应强度（Br）的标称值为 2600 Gs。YYT25D 表示以丁腈橡胶（NBR）为主粘接剂的压延永磁铁氧体，CGS 单位制剩余磁感应强度（Br） 的标称值为 2500 Gs

5 要求

5.1外观

磁条的外观缺陷种类见图 1 ~ 图 4，缺陷的极限应符合表 1 的规定。



划痕（长度方向）　划痕（宽度方向）

说明：

L——磁条长度尺寸；

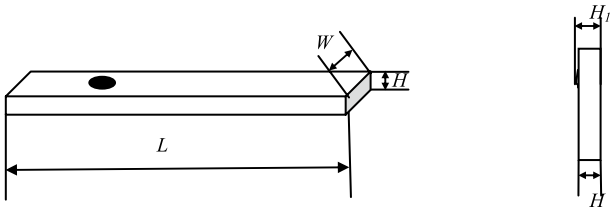
W——磁条宽度尺寸；

H——磁条厚度尺寸；

L1——划痕沿磁条长度方向时的划痕尺寸；

L2——划痕沿磁条宽度方向时的划痕尺寸。

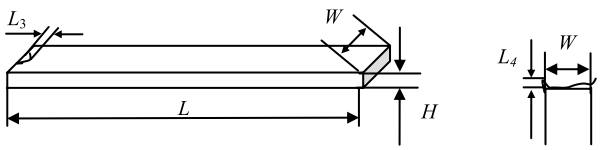
图 1 划痕



说明：

H1——凸起或附着物所在位置的厚度尺寸。

图 2 表面凸起或附着

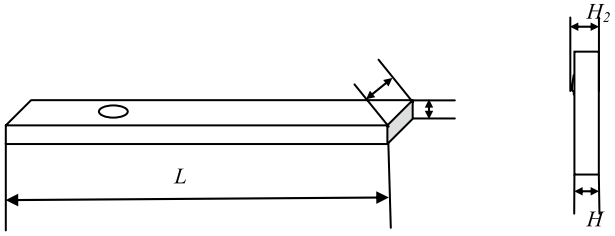


说明：

L3——缺口深度尺寸；

L4——毛边高度尺寸。

图 3 缺口及毛边



说明：

H2——气泡所在位置的厚度尺寸。

图 4 气泡

表 1 缺陷的极限

缺陷种类	缺陷极限
划痕	划痕沿长度方向 $L_1 \leqslant L/4$，划痕沿宽度方向 $L_2 \leqslant W/2$, 且弯曲成圆环状无裂开
表面凸起或附着	轻微摩擦不会脱落，H_1 符合尺寸公差要求或 $H_1-H \leqslant 0.05$ mm
缺口及毛边	缺口：$L_3<1.5$ mm， 毛边：$L_4<0.8$ mm
气泡	$\phi \leqslant 2$ mm，H_2 符合尺寸公差要求或 $H_2-H \leqslant 0.05$ mm

5.2尺寸

磁条的尺寸公差及宽度端差（同一磁条两端的宽度差）、厚度差（同一磁条不同点的厚度差值）应符合表 2 的要求。

表 2 磁条的尺寸公差及宽度端差及厚度差

单位为毫米

项 目	尺寸	公差	宽度端差	厚度差
长度（L）	$L \leqslant 70$	±0.15	—	—
	$70 < L \leqslant 100$	±0.20	—	—
	$100 < L \leqslant 150$	±0.30	—	—
	$150 < L \leqslant 200$	±0.40	—	—
	$200 < L \leqslant 250$	±0.50	—	—
	$250 < L \leqslant 300$	±0.60	—	—
宽度（W）	$W \leqslant 15$	±0.20	≤ 0.20	—
	$15 < W \leqslant 20$	±0.25	≤ 0.25	—
	$20 < W \leqslant 25$	±0.30	≤ 0.30	—
	$25 < W \leqslant 30$	±0.40	≤ 0.40	—
	$30 < W \leqslant 40$	±0.50	≤ 0.50	—
	$40 < W \leqslant 50$	±0.60	≤ 0.60	—
厚度（T）	$0.8 < T \leqslant 2.5$	±0.08	—	≤ 0.08
	$2.5 < T \leqslant 3.5$	±0.10	—	≤ 0.10
	$3.5 < T \leqslant 4.5$	±0.12	—	≤ 0.12
	$4.5 < T \leqslant 5.5$	±0.15	—	≤ 0.15
	$5.5 < T \leqslant 6.5$	±0.18	—	≤ 0.18
	$6.5 < T \leqslant 8.0$	±0.20	—	≤ 0.20

5.3磁性能

磁性能应符合表 3 规定。

表 3 磁性能

牌号	剩磁 Br		矫顽力 Hcb		内禀矫顽力 Hcj		最大磁能积 (BH)max	
	mT	Gs	kA/m	Oe	kA/m	Oe	kJ/m3	MGOe
YYT24L	230~250	2300~2500	155~191	1950~2400	167~247	2100~3100	10.0~12.4	1.25~1.55
YYT26L	250~275	2500~2750	159~199	2000~2500	183~263	2300~3300	11.2~14.0	1.40~1.75
YYT23D	220~240	2200~2400	151~191	1900~2400	207~290	2600~3650	10.4~12.8	1.30~1.60
YYT25D	240~265	2400~2650	167~199	2100~2500	215~334	2700~4200	11.2~13.6	1.40~1.70
注：为便于使用，本标准中使用了 SI 和 CGS 两种单位制。SI 和 CGS 制换算关系见附录 A。								

5.4物理特性

磁条邵氏硬度、密度、拉伸强度、延伸率和加热减重应符合表 4 的规定。

表 4 物理特性

牌号	分类	邵氏硬度 HD	密度 g/cm3	拉伸强度 MPa	延伸率 %	加热减重 %
YYT24L	CPE 磁条	30~65	3.50~3.85	＞ 3.0	＞ 20	<2
YYT26L						
YYT23D	NBR 磁条	30~55	3.40~3.70	＞ 2.0	＞ 15	
YYT25D						

5.5绕曲性

磁条绕曲试验后，表面不应有裂纹。

5.6限用物质含量

5.6.1 限用物质含量应符合表 5 的要求。

表 5 限用物质含量

单位为毫克每千克

限用物质									
镉	铅	汞	六价铬	多溴联苯	多溴二苯醚	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	邻苯二甲酸二 (2- 乙基己基酯) (DEHP)	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)
≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000

5.6.2 对于无卤要求的产品，溴含量和氯含量均应小于 900 mg/kg，且溴与氯的含量总和应小于 1500 mg/kg。

6 试验方法

6.1外观

目测观察产品的表面质量和外观，必要时配合相关量具进行测量或用外观限度样品进行比对。

6.2尺寸

用足够精度的量具测量长度、宽度和厚度尺寸。

6.3磁性能

磁性能按照 GB/T 3217 的方法进行测量。

6.4物理特性

6.4.1 试样调节和试验环境要求

试样调节和试验的环境温度、湿度按照 GB/T 2941—2006 的规定。

6.4.2 邵氏硬度

按照 GB/T 531.1 的方法进行测量，用邵氏 D 硬度计测试，压座与试样紧密接触后，试验力保持 3 s 进行读数。

6.4.3 密度

按照 GB/T 533—2008 方法 A 进行测试。

6.4.4 拉伸强度

采用 1 型哑铃状试样，厚度按产品实际厚度，按照 GB/T 528—2009 的方法进行测试。

6.4.5 延伸率（拉断伸长率）

采用 1 型哑铃状试样，厚度按产品实际厚度，按照 GB/T 528—2009 的方法进行测试。

6.4.6 加热减重

按照 GB/T 6284 的方法进行测试。

6.5绕曲性

将磁条绕于直径为 L/3.14（L 为试样长度）的圆柱体上一周，目检磁条表面。

圆柱体的材料宜采用非导磁材料，表面应光滑。

6.6限用物质含量

6.6.1 限用物质（镉、铅、汞、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚）按照 GB/T 26125 规定的方法进行测试，限用物质（邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)、邻苯二甲酸 (2– 乙基己基酯)(DEHP)、邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)、邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)）按照 GB/T 39560.8 规定的方法进行测试。

6.6.2 卤素按照 GB/T 34692 规定的方法进行测试。

7 检验规则

7.1检验分类

磁条的检验分为出厂检验和型式试验两种。

7.2出厂检验

检验批应由同一牌号、同一尺寸规格、同一生产批次的产品组成。

7.2.1 出厂检验按 GB/T 2828.1 抽样，检验项目、样品数及允许不合格数应符合表 6 的规定。

表 6 出厂检验

序号	检验项目	要求	试验方法	检验水平 IL 或样品数 N	接收质量限 AQL
1	外观	5.1	6.1	S–3	1.0
2	尺寸	5.2	6.2	S–3	1.0
3	磁性能	5.3	6.3	N=2	Ac, Re: 0,1
4	邵氏硬度	5.4	6.4.2	N=3	Ac, Re: 0,1
5	绕曲性	5.5	6.5	N=5	Ac, Re: 0,1

7.2.2 判定规则

检验的结果若符合表 6 的规定，则出厂检验合格。不合格时，该批应退回筛选，筛选后的批可以再次提交检验，再次提交若仍不合格，该批做不良品处理。

7.3型式试验

7.3.1 型式试验每年应进行一次，当有下列情况之一时，也应进行型式试验：

a）新产品定型时；

b）更改主要工艺、主要原材料时；

c）产品停产半年以上又恢复生产时；

d）国家质量监督检验机构提出应进行型式试验时。

7.3.2 型式试验的样品应从经出厂检验合格后的样品中抽取。

7.3.3 型式试验的检查项目、样品数及允许不合格数应符合表 7 的规定。

表 7 型式试验

序号	检验项目	要求	试验方法	样品数	允许不合格数
1	外观	5.1	6.1	5	0
2	尺寸	5.2	6.2	5	0
3	磁性能	5.3	6.3	1	0
4	邵氏硬度	5.4	6.4.2	3	0
5	密度	5.4	6.4.3	1	0
6	拉伸强度	5.4	6.4.4	3	0
7	延伸率	5.4	6.4.5	3	0
8	加热减重	5.4	6.4.6	3	0
9	绕曲性	5.5	6.5	5	0
10	铅	5.6.1	6.6.1	1	0
11	镉	5.6.1	6.6.1	1	0
12	汞	5.6.1	6.6.1	1	0
13	六价铬	5.6.1	6.6.1	1	0
14	多溴联苯	5.6.1	6.6.1	1	0
15	多溴二苯醚	5.6.1	6.6.1	1	0
16	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	5.6.1	6.6.1	1	0
17	邻苯二甲酸 (2– 乙基己基酯)(DEHP)	5.6.1	6.6.1	1	0
18	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	5.6.1	6.6.1	1	0
19	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	5.6.1	6.6.1	1	0
20	氯（针对无卤产品）	5.6.2	6.6.2	1	0
21	溴（针对无卤产品）	5.6.2	6.6.2	1	0

7.3.4 型式试验结果若符合表 7 规定，则检验合格。若不合格，重新取样提交型式试验，若再

次不合格，则判定为型式试验不合格。

8 标志、包装、运输、储存和使用指南

8.1标志

外包装的标志包括下列内容：

a）制造厂名称；

b）产品名称、尺寸规格和批号；

c）数量。

8.2包装

8.2.1 可根据磁条尺寸、需方要求或运输需要选择合适的内外包装。

8.2.2 每批应有制造厂质量检验部门的合格标识，合格标识上应标明检验人员代号，或按照双方约定执行。

8.3运输

运输过程中，应避免雨、雪的直接淋袭，应避免机械损伤，在与其他货物混运时，应避免腐蚀性或其他有害物质的污染，并远离强磁场。

8.4储存

建议储存温度：5℃～40℃。

仓库中存放应做到防潮、防晒、防挤压，避免接触腐蚀性或其他有害物质，并远离强磁场。

8.5使用指南

使用指南参见附录 B。

附录 A（资料性）

磁性能参数单位换算表（SI 和 CGS 制换算关系）

A.1 磁性能参数单位换算参见表 A.1

表 A.1 磁性能参数单位换算表（SI 和 CGS 制换算关系）

磁性能参数名称	国际单位制（SI）	CGS 单位制	换算公式
剩磁 Br	mT	Gs	1 mT=10 Gs
矫顽力 Hcb	kA/m	Oe	1 kA/m=4π Oe
内禀矫顽力 Hcj	kA/m	Oe	1 kA/m=4π Oe
最大磁能积（BH）max	kJ/m3	MGOe	1 kJ/m3=4π×10−2 MGOe

附录 B（资料性）

微电机用压延永磁铁氧体条形磁体使用指南

B.1 使用磁条时，应避免接触或有化学品挥发到磁条上，如果不可避免接触到化学品，应先进行试验。微电机用压延永磁铁氧体条形磁体接触部分化学品后的反应如表 B.1，供参考。

表 B.1 微电机用压延永磁铁氧体条形磁体接触部分化学品的反应

项目	YYT24L YYT26L	YYT23D YYT25D
液压油	表面轻微膨胀，部分有裂纹	表面基本无变化
酒精、弱碱	表面轻微膨胀	表面基本无变化
洗涤剂	表面轻微膨胀	表面基本无变化
有机 / 无机酸	膨胀变形	膨胀变形
醚、酮、稀释剂	膨胀变形	膨胀变形
碳氢清洗剂	膨胀变形	膨胀变形
水	表面基本无变化	表面基本无变化

B.2 最佳的装配环境温度：20℃～35℃

B.3 使用温度范围：

CPE 磁条：−40℃～85℃

NBR 磁条：−40℃～100℃

2022 制造企业运营现状调研报告

本文由 e-works 原创发布

2022 年春，奥密克戎病毒在我国多点爆发，传染性强，持续时间长，对北上广深港等超大型城市，珠三角、长三角等制造业发达地区产生巨大影响。由于市内、城际与省际交通阻断，导致人流、物流受阻，给企业经营带来严重困难。

为了客观评估本轮疫情对我国制造企业运营状况的影响，2022 年 5 月，e-works 开展了《2022 中国制造企业运营现状》问卷调研，共获得了 200 家制造企业的有效调研结果。本报告对调研样本和调研结果进行了分析，并对制造企业如何应对疫情影响提出了建议。

一、调研样本说明

本次调研范围覆盖 22 个省市自治区，15 个行业，提交合格问卷的企业共计 200 家：

图 1 调研企业区域分布

➢ 所涉区域包括东南沿海地区，占比 53%；中西部地区，占比 29%；北部地区，占比 18%（如图 2 上所示）；

➢ 所涉行业包括机械装备，占比 25.5%；电子 / 电器，占比 21.5%；汽车 / 零部件，占比 21%；航空 / 航天 / 船舶，占比 5%；能源电力，占比 4%；石油化工，占比 3.5%；生物医疗，占比 3.5%；其它制造业，占比 16%，其它制造业包括钢铁冶金、纺织 / 服装 / 制鞋、家居建材、国防军工、食品饮料、造纸印刷、交通建筑等（如图 2 下所示）；

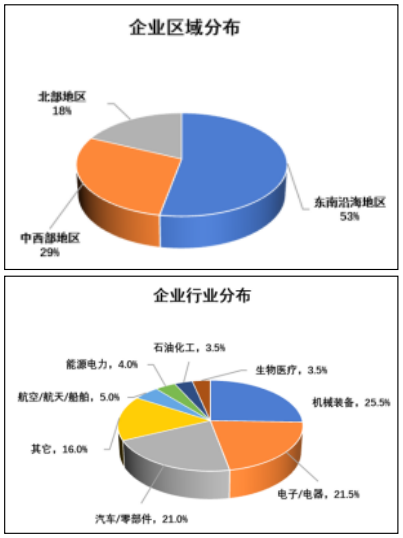


图 2 企业区域分布（上）企业行业分布（下）

➢ 在企业类型方面，调研企业中民营企业比重最大，为 55.5%；国有企业占比 29%，外资 / 合资企业占比 15.5%（如图 3 上所示）；

➢ 在企业人数规模方面，调研企业里小型企业（人数规模在 1000 人以下）占比最多，为 41%；中型企业（人数规模在 1000–5000 人）占比 31%，大型企业（人数规模在 5000–10000 人）占比 11%；超大型企业（人数规模在 10000 人以上）占比为 17%（如图 3 下所示）。

图 3 企业类型分布（上）企业规模分布（下）

二、2022 年新冠疫情对制造企业运营的影响分析

（一）总体情况

从 e-works 调研结果来看，参与调研的制造企业绝大多数受到本轮新冠疫情带来的负面影响。

具体来看，88% 的企业受到疫情负面影响，其中 65% 的企业受到一定负面影响，19% 的企业受到较大负面影响，4% 的企业受到的负面影响极大；本轮疫情对 10% 的企业有正面促进，其中 9% 的企业有一定程度的正面促进，1% 的企业正面促进极大；2% 的企业未受到疫情影响（如图 4 所示）。

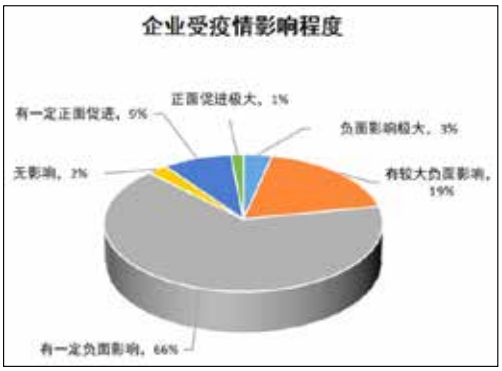


图 4 企业受疫情影响程度

疫情对各区域 60%—80% 的制造企业有一定负面影响，其中东南沿海地区的企业受到极大负面影响的占比在三个区域中最高（如图 5 左所示）。大多数行业遭受到较为明显的负面冲击，其中食品饮料、石油化工、生物医疗行业受疫情负面影响与正面促进的结果两极分化，疫情对零食企业、覆盖新冠病毒检测业务的生物医疗企业和拥有口罩原材料——熔喷料业务的化工企业具有一定促进；而造纸印刷、交通建筑行业则遭受疫情负面影响很大（如图 5 右所示）。

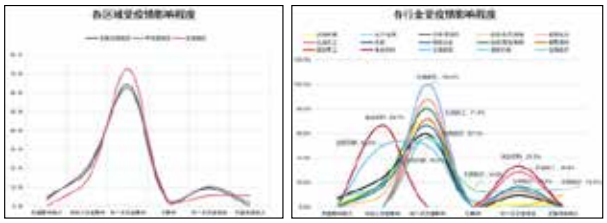


图 5 各区域受疫情影响程度（左）各行业受疫情影响程度（右）

虽然不同规模的企业遭受疫情影响的压力相似（如图 6 上所示），但与国有、民营企业相比，外资 / 合资企业受疫情负面影响的波动明显较为缓和，且受到正面促进的比例更高（如图 6 下所示）。

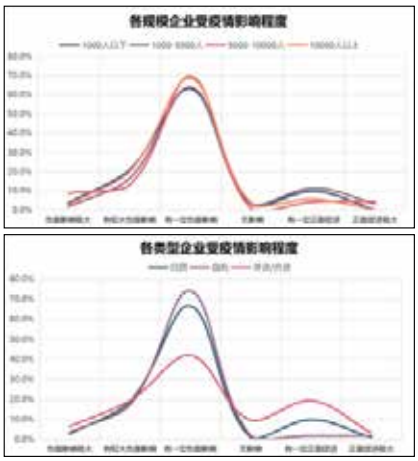


图 6 各规模企业受疫情影响程度（上）各类型企业受疫情影响程度（下）

（二）影响业务运营的具体问题

e-works 调研数据显示，本轮疫情给制造企业带来了多方面影响，主要集中在以下四个方面：

1、80.5% 的企业反馈采购原材料和零部件不能及时运达的问题最为突出；

2、55% 的企业面临成本压力增大的问题；

3、44% 的企业面临成品无法交付的问题；

4、42% 的企业面临进口件无法及时到货问题；

此外，被调研企业还面临着人员招聘及流动困难，出口产品无法及时发运、不同程度的停工停产和运营资金短缺等问题。同时，部分企业还面临着客户因不能及时交货而取消订单和付款延迟的问题（如图 7 所示）。

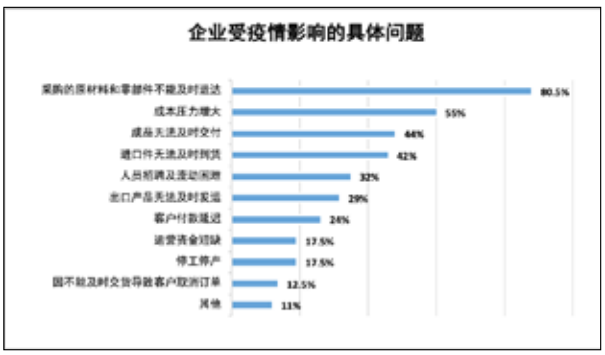


图 7 企业受疫情影响的具体问题

从区域分布来看，东南沿海地区人员流动及招聘困难、出口产品无法及时发运问题较为突出，受这两类问题影响的企业分别占该地区企业数量

的 10.2%、9.1%，略高于中西部地区的 7.4%、7.4% 和北部地区的 7.1%、5.7%；中西部地区受地理位置限制，企业进口件无法及时到货的问题较为严重，受这类问题影响的企业占该地区企业数量的 16.1%，明显高于东南沿海地区的 9.9% 和北部地区的 8.5%；而面临运营资金短缺问题的北部企业占该地区调研企业数量的 8.5%，偏高于东南沿海地区的 3.8% 和中西部地区的 4.1%（如图 8 所示）。

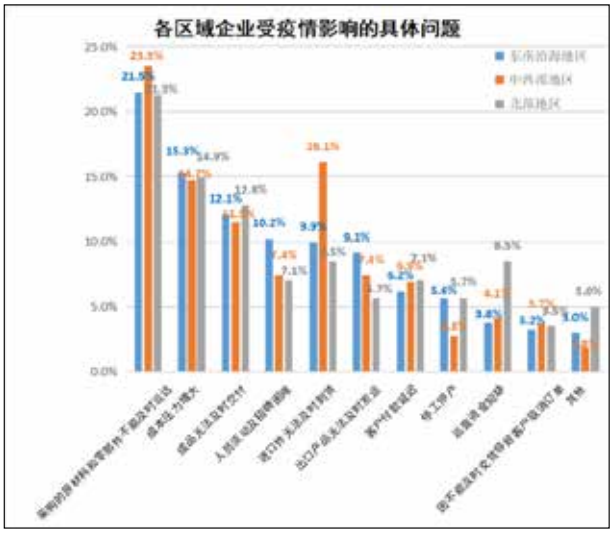


图 8 各区域受疫情影响的具体问题对比

机械装备、电子 / 电器和汽车 / 零部件行业参与调研的企业数量占整体调研企业数量的 68%。其中，近五成机械装备、电子 / 电器和汽车零部件行业的企业表示问题主要集中在采购件不能及时送达、成本压力增大、成品无法交付三个方面。

图 9 主要行业受疫情影响的具体问题对比

与另外两个行业相比，机械装备行业成品无法交付的问题较为严重，占该行业调研企业数量的 13.9%，略高于电子 / 电器行业，但比汽车行业高出约 5%；汽车 / 零部件行业的成本压力略高于其它两个行业约 3%，且停工停产比重最高，占该行业调研企业数量的 6.5%；而电子 / 电器行业人员流动及招聘困难较为明显，占该行业调研企业数量的 12.4%，高于汽车 / 零部件行业 3 个百分点左右，且大幅高于机械装备行业约 7 个百分点（如图 9 所示）。

e-works 调研发现，受疫情冲击，与去年同期相比，近五成企业一季度营收出现了不同程度的下降。其中 14% 的企业一季度营收大幅下滑，33% 的企业一季度营收小幅下降；28% 的企业一季度营收与去年同期持平；仅有 18% 的企业一季度营收实现小幅增长，7% 的企业实现大幅增长（如图 10 所示）。

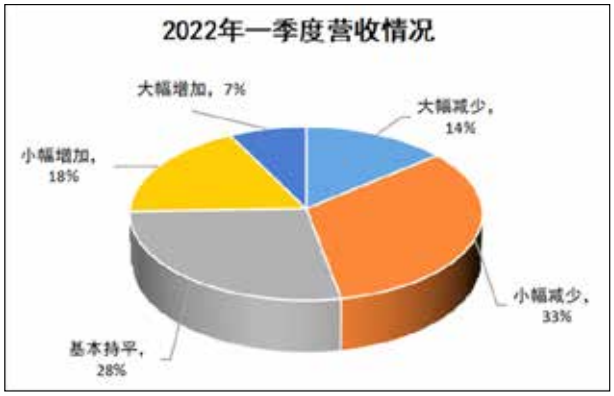


图 10 2022 年一季度营收情况

近五成企业反馈，2022 年 1–4 月的订单量与去年同期相比有不同程度的下滑。其中，33% 的企业订单量小幅下滑，16% 的企业订单量大幅下滑；29% 的企业订单量与去年同期持平；仅有 16% 的企业订单量有小幅增长，7% 的企业订单量有大幅增长（如图 11 所示）。

图 11 2022 年 1–4 月企业订单量情况

关于国内客户订单履约情况，200 家调研企

业中，46% 的企业存在国内客户订单减少或转移的问题；32.5% 企业面临着国内客户更加严苛的订货条件；7% 的企业面临着国内客户拒绝履行原有订单的情况（如图 12 所示）。

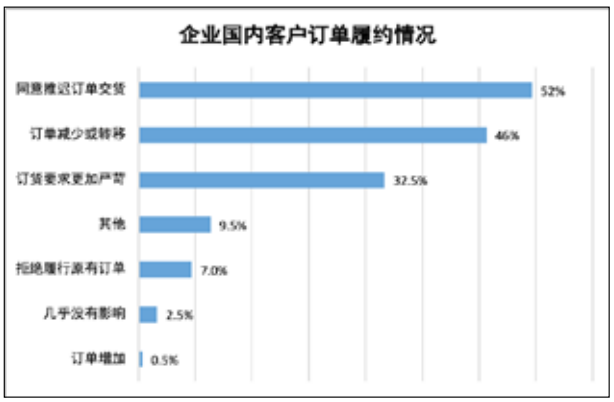


图 12 企业国内客户订单履约情况

关于国际客户订单履约情况，200 家调研企业中，国际客户订单减少或转移占比 51.4%；32% 的企业面临着国际客户更加严苛的订货要求；4.2% 的企业存在国际客户拒绝履行原有订单的问题（如图 13 所示）。

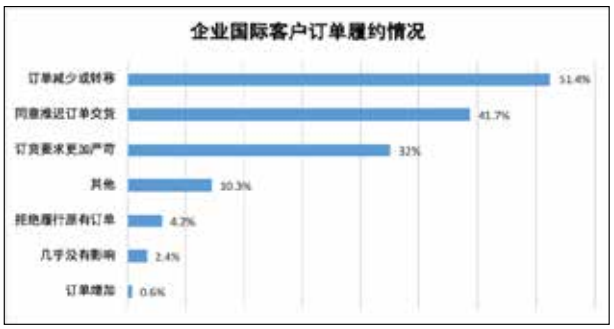


图 13 企业国际客户订单履约情况

三、疫情下制造企业应对措施及未来预期

（一）应对措施

面对疫情带来的冲击，制造企业积极采取各种措施进行应对。

调研结果显示，企业主要采取以下应对措施：

1、76% 的企业将调整生产计划，等待疫情影响消退后全力追赶生产进度作为最重要的举措；

2、63.5% 的企业选择加快数字化转型，向线上转型；

3、56% 的企业选择创新销售、管理方式；

4、47% 的企业选择加快自动化改造步伐；

此外，部分企业还选择争取政策和资金支持，加大宣传营销力度、进行业务瘦身和裁员降薪，也有部分企业选择削减投资、转移市场向海外投资等措施来应对疫情影响（如图 14 所示）。

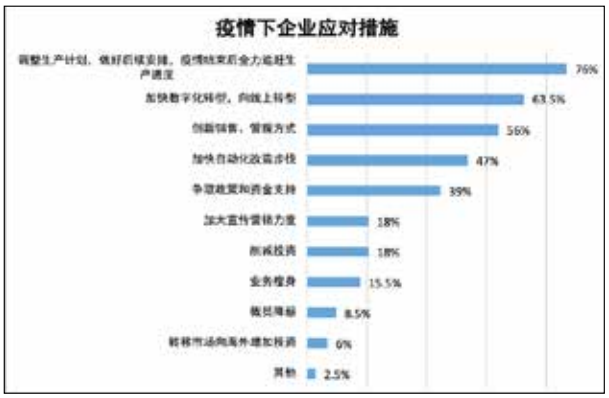


图 14 疫情下企业应对措施

企业除了内部积极调整，也在积极寻求外部支持。

据调研结果，企业主要希望获得以下方面的支持：

1、83.3% 的企业认为，畅通物流渠道、维稳产业链供应链是目前最迫切的需求；

2、75.8% 的企业希望加大减税降费力度；

3、53.4% 的企业希望扩大国内有效需求；

此外，企业还希望降低企业的融资成本，通过建立优质企业纾困机制和特种保险制度，强化公共卫生保障、健全应急管理体系形成保障，切实发挥行业商业协会的作用（如图 15 所示）。

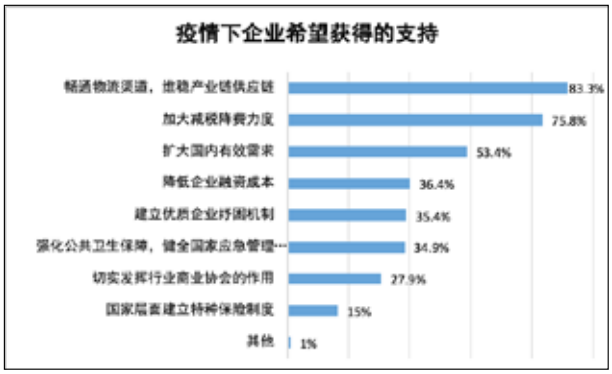


图 15 疫情下企业希望获得的支持

（二）未来预期

对于 2022 年营收的预期，与上年度相比，37% 的企业预计会下滑，其中，26% 的企业预计会小幅下滑，11% 的企业预计会大幅下滑；32% 的企业预计基本持平；31% 的企业预计会有增长，其中，24% 的企业预计会实现小幅增长，7% 的企业预计会实现大幅增长（如图 16 所示）。

图 16 2022 企业营收预期情况

四、e-works 对制造企业应对疫情的建议

面对此起彼伏的新冠疫情，e-works 对制造企业提出以下中肯建议：

1、除与抗疫物资相关的行业外，企业应采取稳步发展战略。稳固现有市场和客户，适当缩减投资规模，加强现金流管控，注重提质增效，提高人均产值。

2、提高供应链韧性，强化供应链协同。通过数字化供应链技术的应用，实现供应链的可视化，加强供应链风险管理；对关键原材料和零部件，推进战略采购，与关键供应商签订长期的优先供应协议；加强供应商管理，对于重要零部件增加合格供方，尤其是距离工厂较近的供应商；通过供应链云平台，实现与客户和第三方物流企业的供应链协同。

3、实现企业布局的去中心化。将工厂分布在不同区域，避免过于集中，以免在疫情管控之下完全停摆。

4、加速推进数字化转型和智能制造。对劳动力密集的工艺加速推进柔性自动化改造，推进机器视觉和人工智能应用；持续推进精益改善；实现生产、物流、检测、试验和动力设备的数据采集和车间联网，在此基础上实现生产制造过程的透明化和制造运营管理；提升企业的研发能力，增强差异化竞争优势。

5、加强客户关系管理和客户服务管理。提高客户满意度和粘性，利用增强现实、视频会议等模式，开展远程服务；建立统一的销售订单管理系统和经销商管理平台，开展 O2O 电子商务。

6、积极推进绿色制造与能源管理。加强对能耗和环境指标的数据采集与监控；对高耗能设备进行节能改造；推进微电网技术应用；通过 AI 技术应用和能源管理系统应用实现节能减排。

7、强化工业安全。强化安全职责和设备维护，对危险源的识别、传感、物联与监控，避免由于疫情期间设备维护不及时使生产过程中出现“跑冒滴漏”现象和非计划性停机，或者设备及产线负荷过高或过低酿成安全事故。

8、对于行业领先企业和出口导向型企业，积极加速国际化进程。通过在国外设立制造中心、研发中心、服务中心和物流中心，提升抗风险能力，加强本地化采购和对国际客户的本地化服务能力，确保产品的稳定交付。

9、加强对员工的数字化和智能制造相关技术的培训。提升员工的数字化素养，培养一专多能的技术工人和多层次的智能制造人才。

10、加速服务化转型。通过 EPC 工程总包、产品维护服务、大修、备品备件销售、产品租赁服务等方式，从老客户获得持续的收入，从而提升企业的可持续发展能力。

作为中立的第三方制造业数字化转型和智能制造专业服务机构，e-works 将结合二十年来积累的丰富经验和专家资源，帮助制造企业推进数字化转型和智能制造的评估诊断、需求分析、整体规划，制定实施方案，进行合作伙伴和解决方案选型、监理、验收、评测，确保制造企业能够取得实效，并帮助制造企业培养多层次的智能制造人才队伍，与广大制造企业共克时艰！

浙江东阳举行“磁性材料行业能力提升培训班”开班仪式

7 月 23 日上午，由东阳市经信局牵头，（浙江省磁性材料行业协会、中电元协磁性材料与器件分会、G60 科创走廊新材料（磁性材料）产业联盟、金华市磁性材料与石墨烯分联盟、东阳市磁性材料协会）" 五会 " 与浙江师范大学承办的 " 磁性材料行业能力提升培训班开班仪式 " 在东阳横店影视学院会议报告厅举行。来自各地企业的 148 名学员参加了培训。开班仪式由浙师大工学院办公室朱俊俏主任主持；工学院童卫东书记、经信局韦冠军副局长以及协会秘书长参加开班仪式并讲了话。

开班仪式后，朱信忠教授作了 " 智能制造概论 " " 数字化实施案例 " 的讲课。朱教授着重演示了由他们团队参与打造 4 家 " 灯塔工厂 " 的生产流程，详细解读了智能制造理论。次日，朱春耕老师作了《数字织设计与制造技术运用》讲座。

本次培训共 8 天，60 个课时。参加培训的企业多，报名人员达 260 多名，由于容量有限，调减为 150 名。本轮之后，将继续开办下一轮。此外，我们还将开展学历提升，职称提升等方面的学习培训。

磁性材料行业人员能力提升培训（第 2 周）小结

7 月 30 ~ 31 日，磁性材料行业能力培训（第 2 周）活动，在横店影视学院报告厅举行。来自企业的 134 名高管人员参加了培训。30 日上午和下午，浙师大田景红博士作了《企业资源计划 ERP / 生产什划与控制》和《制造执行系统 MES》两个专题讲座。31 日上午，张卫博士作了《信息系统 / 软件工程 / 项目管理 / 信息安全》专题讲座。这几个讲座实用易懂，学员们专心听讲，不时地做着笔记，学习气氛浓烈。31 日下午，全体学员到富仕特磁业参观学习，并听取了该公司有关负责人的工作介绍。

HOSEN
—豪之盛—

公司简介

COMPANY PROFILE

广东豪之盛新材料有限公司成立于2003年是一家专业致力于高性能工业涂料、水性防腐涂料、气雾剂、汽车养护用品的研发、制造、销售与服务为一体的综合性高新技术企业。

公司现代化生产基地坐落在环境非常优美、有兰花之乡美誉的广东翁源，生产基地占地面积2万多平方米，拥有先进的气雾剂全自动生产线5条、水性工程漆及汽车养护用品自动灌装生产线5条，建设了先进的自动配料制漆系统，生产能达3000吨工业涂料及8000万罐气雾剂产品。并从国外引进了一大批先进的实验设备及分析仪器，建有500多平方米的大型技术研发中心及实验室,为技术研发及品质控制提供了强有力的保障.

公司一直坚持以技术为核心，以创新的动力，目前拥有一支专业高水准的技术研发团队，包括多名化工专业博士，研究生和具有行业十多年实战经验的高级工程师，并与华南理工大学、上海大学、华南师范大学等多所高校合作成立研发实验室，强力打造专业的技术研发中心，公司在2007年成功率先推出了锌易代镀锌涂层体系在金属替代镀锌应用，取得了环保镀锌涂料等多项发明专利，成功填补了此行业技术空白，产品在行业内销售及技术处于绝对领先地位！

目前公司环保锌易代涂料已广泛应用到角钢型材、电力电塔、钢构建筑、船舶、其他五金构件等行业的替代镀锌防腐，水性环保涂料也深入到国内知名汽车整车厂的应用当中，汽车养护用品及气雾喷漆更远销欧美、中东等全球各地！

未来，豪之盛企业将继续一如既往严格规范企业内部管理、遵守市场规则、不断开拓创新，立志将自身打造成为最专业的环保涂料、气雾漆及汽车养护用品研发及生产企业！

水性磁材涂料

水性单组份改性环氧涂料由水性树脂、功能性水性助剂水和少量助溶剂组成，属于环保不燃工业漆，漆膜表干速度快，附着力好，硬度，耐盐雾，耐化性耐湿热性能优异

- 耐MEK擦拭
- PCT测试性能好
- 耐沸水耐湿热
- 水性环保低VOC
- 涂层薄耐盐雾强
- 附着力好硬度高

企业荣誉资质

ENTERPRISE QUALIFICATION

通过 ISO9001 · 通过 ISO14001 · 广东污染物排放许可证 · 广东省守合同重信用企业 · 高新技术认定产品 · 工程技术研究开发中心

58项专利 · 省级专精特新企业 · 高新技术企业 · 中国著名品牌 · A级纳税信用企业 · 安全生产标准化企业

旗下品牌

COMPANY BRAND

豪晟 · INC IT DONE 锌易代 · 钢外 · 好东德 HOWAR · 阿诺德 ARNOLD

as2inc 如锌 · BIOPHIN 柳亞 · 18 鸿工 · BEVIS

广东豪之盛新材料有限公司　电话:020-39922171/39922815　http://www.hosenchem.com

磁性材料·元器件

Magnetic Materials and Devices

地　　址：浙江省东阳市东街 1 号
邮　　编：322100
电　　话：0579-86621399
传　　真：0579-86621136
电子邮箱：1748539381@qq.com
2022 年 8 月 12 日印刷