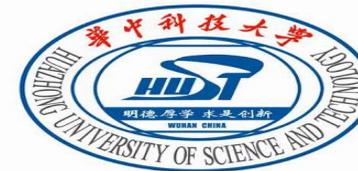


数字化工艺与制造

陈卓宁

华中科技大学

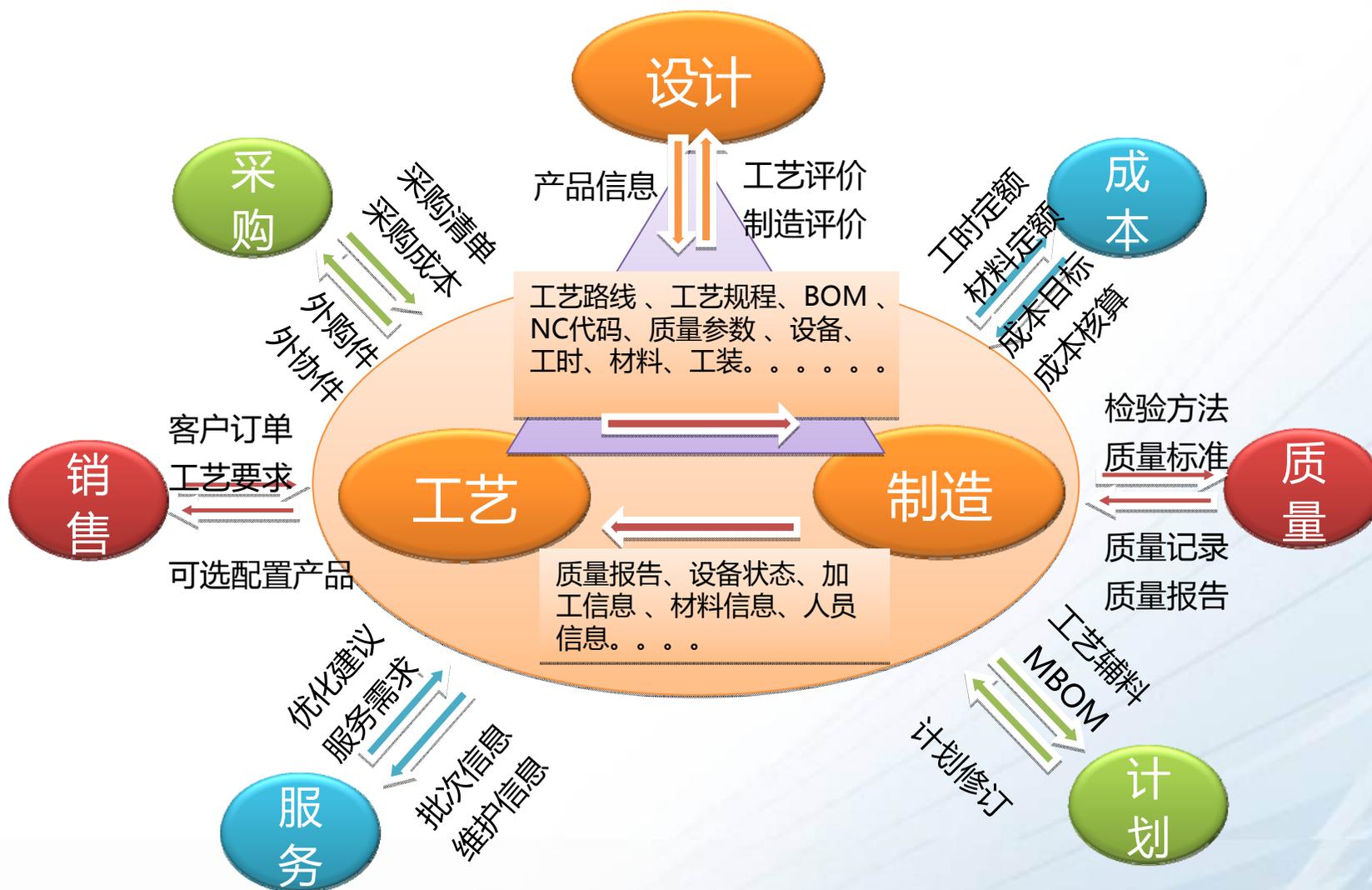


应用现状与发展趋势

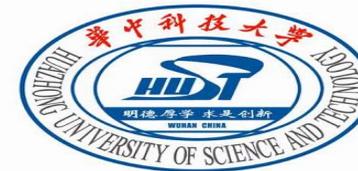


研究与实践

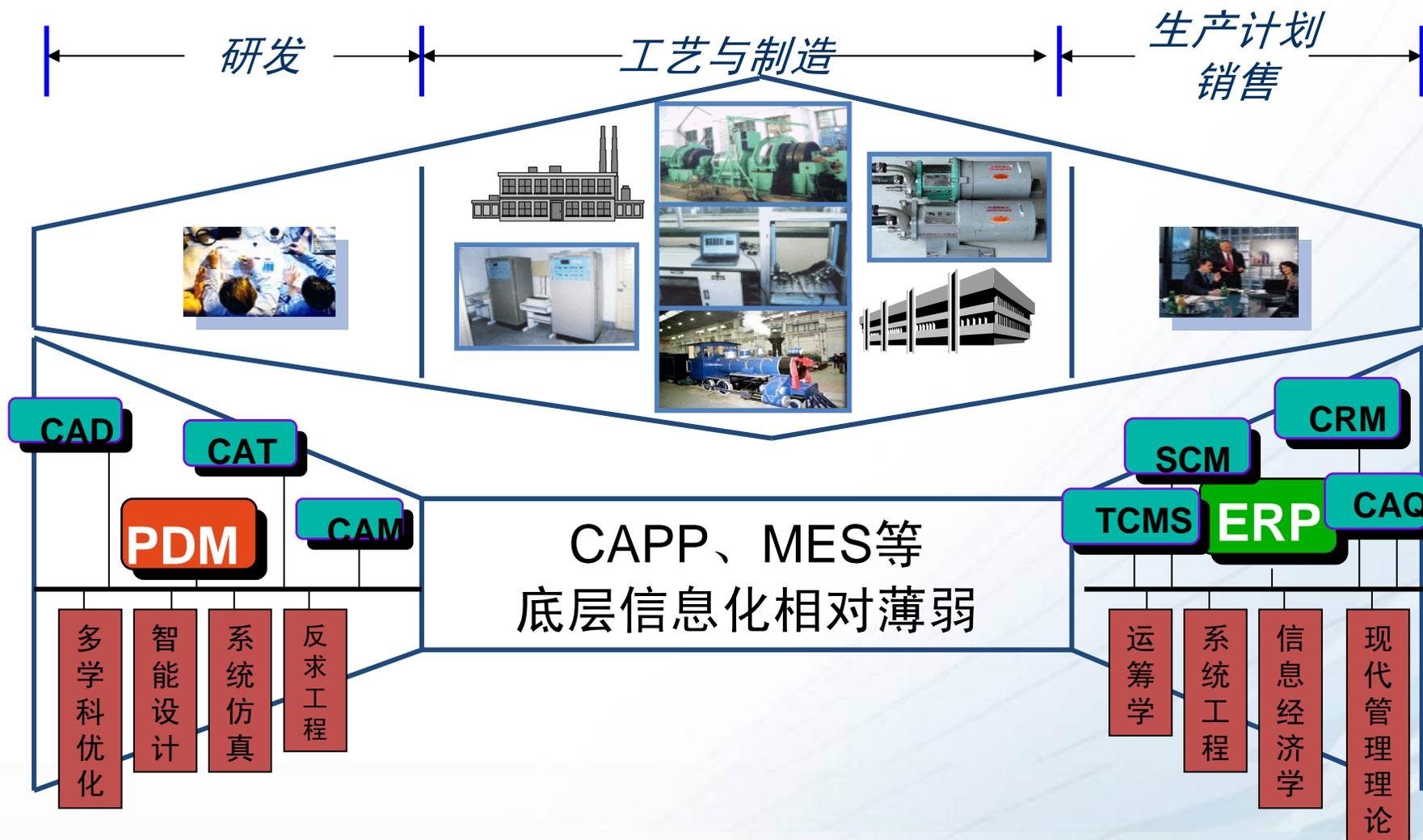
工艺与制造----PLM建设的核心和枢纽



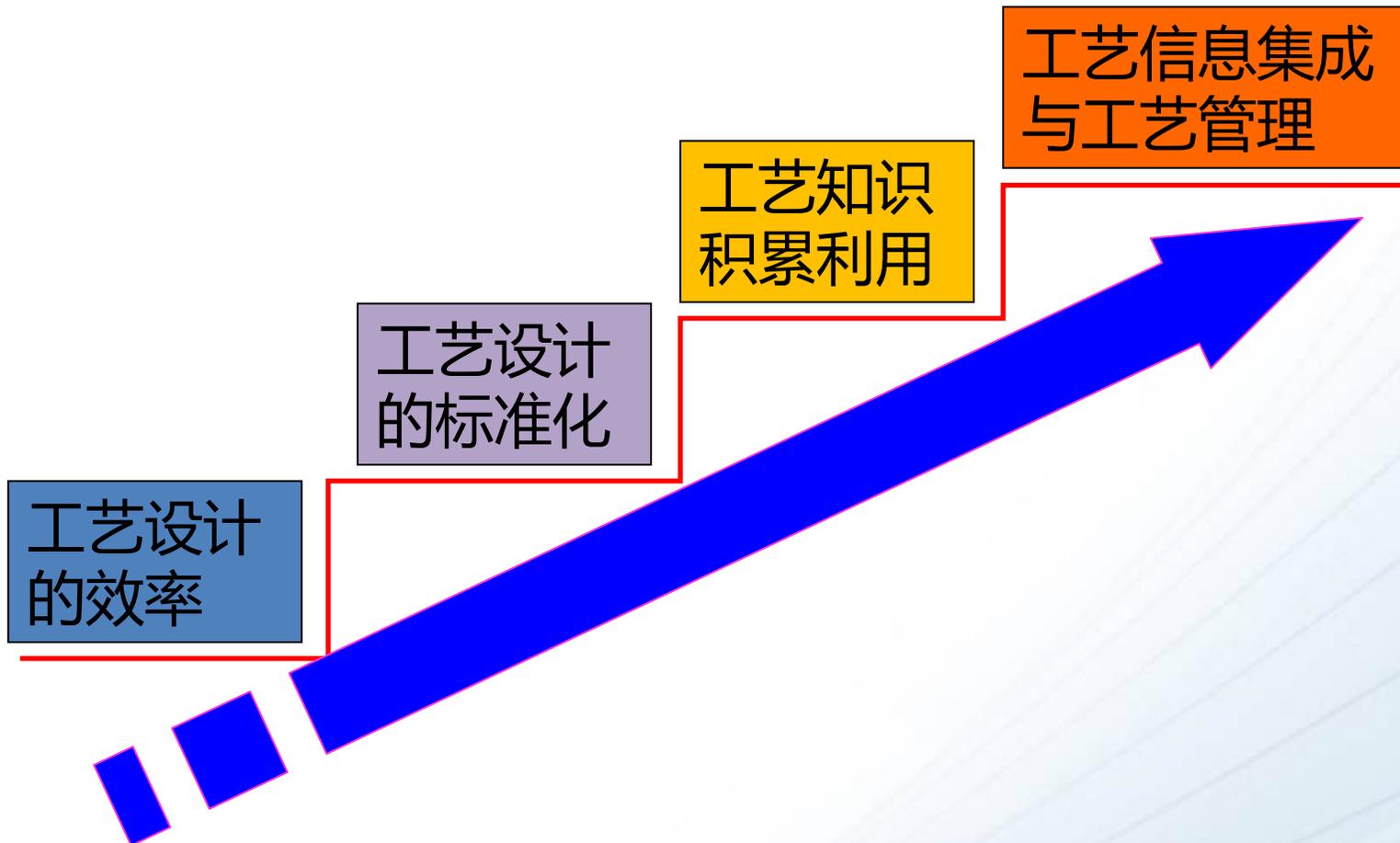
问题



全生命周期中工艺与制造数据的缺失



数字化工艺与制造应用现状



推动企业工艺标准化、规范化



填写内容可从下拉菜单中选，也可手工输入。公有和私有控制是否广播

挂工艺数据库，必须在下拉菜单中选择

可设置“编辑列表”和计算公式

挂工艺资源库

控制字体、字号

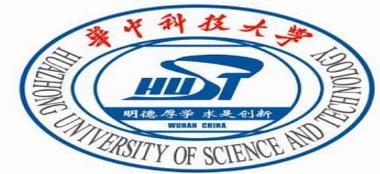
The dialog box '表格对应' (Table Correspondence) contains the following sections and controls:

- 填写内容控制** (Content Control):
 - 填写内容 (Content): [Dropdown menu]
 - 填写类型 (Type): 私有 (Private) 公有 (Public)
- 库文件控制** (Library File Control):
 - 库文件名 (Library File Name): [Dropdown menu]
 - 中文说明 (Chinese Description): [Dropdown menu]
 - 内容分段 (Content Segments): [Text input: 1]
- DBF数据库控制 (BOM专用)** (DBF Database Control - BOM Special):
 - 字段名称 (Field Name): [Text input]
 - 字段长度 (Field Length): [Text input: 0]
- 其他属性控制** (Other Attribute Control):
 - 数据类型 (Data Type): [Dropdown menu: 字符串型 (String Type)]
 - 数据来源 (Data Source): [Dropdown menu: 手工编辑 (Manual Edit)]
 - 允许编辑 (Allow Edit):
 - 允许格内换行 (Allow Line Break in Cell):
 - 计算公式 (Calculation Formula): [Text input]
- 文字格式控制** (Text Format Control):
 - 字体名称 (Font Name): [Dropdown menu: 仿宋_GB2312 (Fangsong_GB2312)]
 - 字体高度 (Font Height): [Text input: 5.00]
 - 字宽 (Character Width): [Text input: 0.8]
 - 字距 (Character Spacing): [Text input: 0.8]
 - 行距 (Line Spacing): [Text input: 0.8]
- 填写格式控制** (Writing Format Control):
 - 溢出处理 (Overflow Handling): [Dropdown menu: 压缩填写 (Compress)]
 - 左右对齐 (Horizontal Alignment): [Dropdown menu: 左右居中 (Center)]
 - 回车处理 (Carriage Return Handling): [Dropdown menu: 不能换行 (No Line Break)]
 - 上下对齐 (Vertical Alignment): [Dropdown menu: 上下居中 (Center)]
 - 边空 (Margins): 左 [1] 右 [1] 上 [0] 下 [0]
 - 最大可调整字符个数 (Max Adjustable Character Count): [Text input: 0]
- 选择列表** (Select List) and **编辑角色** (Edit Role): [Empty list area]
- 对应节点** (Corresponding Node): [Text input]
- 对应字段** (Corresponding Field): [Text input]

Buttons at the bottom: 删除填写内容 (Delete Content), 删除返回 (Delete and Return), 确认 (Confirm), 放弃 (Cancel).

控制填写格式

提升工艺编制效率和质量



长沙正圆动力配件厂 机械加工工序卡片

工序号	1	名称
1	粗车外圆	φ110-140
2	粗车端面	φ110-140
3	粗车倒角	φ110-140
4	粗车台阶	φ110-140
5	粗车内孔	φ110-140
6	粗车外圆	φ110-140
7	粗车端面	φ110-140
8	粗车倒角	φ110-140
9	粗车台阶	φ110-140
10	粗车内孔	φ110-140
11	粗车外圆	φ110-140
12	粗车端面	φ110-140
13	粗车倒角	φ110-140
14	粗车台阶	φ110-140
15	粗车内孔	φ110-140
16	粗车外圆	φ110-140
17	粗车端面	φ110-140
18	粗车倒角	φ110-140
19	粗车台阶	φ110-140
20	粗车内孔	φ110-140

卧式钻床型号与技术参数

技术参数	型 号		
	Z5025·2k	Z5025·3A	Z5025·4k
最大钻孔直径 (mm)	25	25	25
主轴箱数	2	3	4
主轴中心线至导轨面距离 (mm)	280	280	280
主轴端面至床面距离 (mm)	630	630	630
主轴行程 (mm)	600	600	600
主轴行程 (mm)	200	200	200
主轴最大进给压力 (N)	9000	9000	9000
主轴最大进给 (mm/min)	160	160	160
主轴转速范围 (r/min)	50	窗口放大 缩小显示 调屏显示 抽取状态	~2000 90~2000
主轴进给量范围 (mm/r)	0.05	0.05~1.8	0.056~1.8
主轴进给量级数	9	9	9
主轴孔及其锥度号	3	3	3
工作台尺寸 (mm)	1150x400	1750x400	2200x400
主电动机功率 (kW)	2.2x2	2.2x3	2.2x4
总重 (kg)	4.52	6.72	8.92
机床外形尺寸 (长x宽x高) (mm)	1475x1171x2332	1711x1690x2332	1711x2340x2332

机械加工工序卡

工序号	1	名称
1	粗车外圆	φ110-140
2	粗车端面	φ110-140
3	粗车倒角	φ110-140
4	粗车台阶	φ110-140
5	粗车内孔	φ110-140
6	粗车外圆	φ110-140
7	粗车端面	φ110-140
8	粗车倒角	φ110-140
9	粗车台阶	φ110-140
10	粗车内孔	φ110-140
11	粗车外圆	φ110-140
12	粗车端面	φ110-140
13	粗车倒角	φ110-140
14	粗车台阶	φ110-140
15	粗车内孔	φ110-140
16	粗车外圆	φ110-140
17	粗车端面	φ110-140
18	粗车倒角	φ110-140
19	粗车台阶	φ110-140
20	粗车内孔	φ110-140

特殊字符

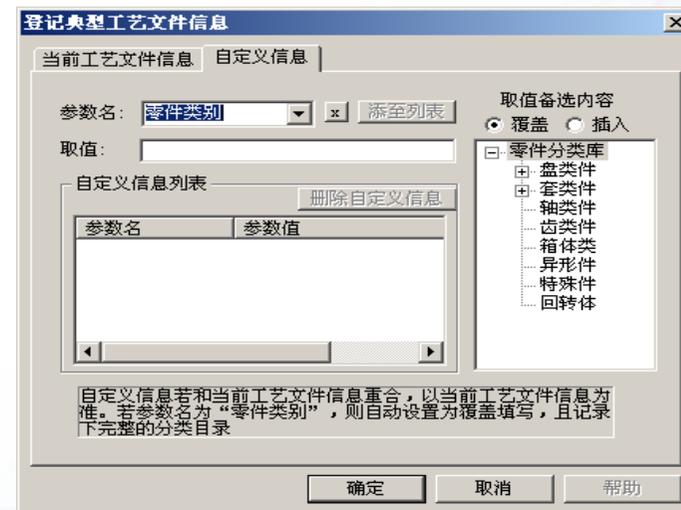
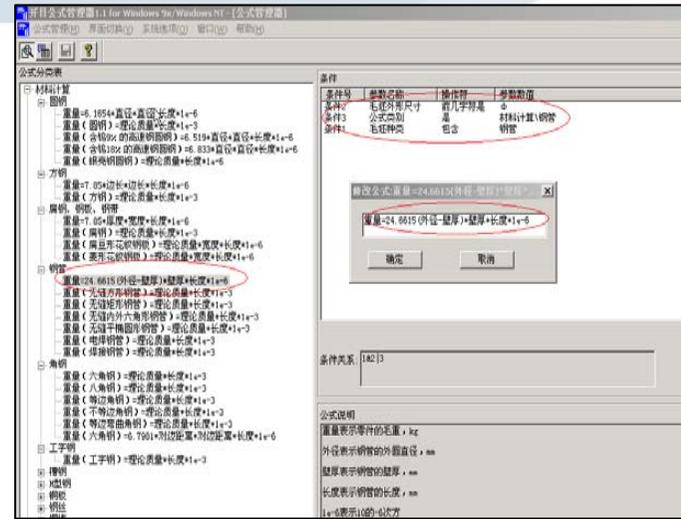
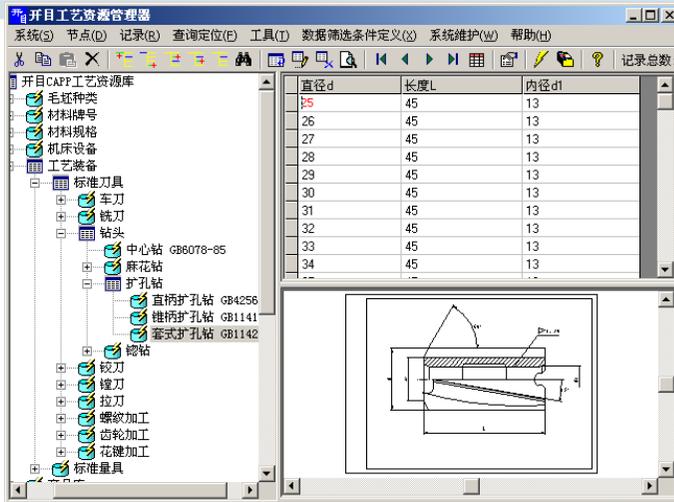
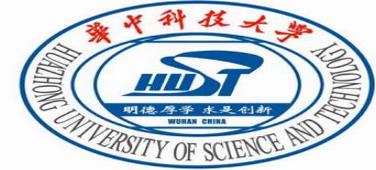
φ	°	'	"	\$	£	%	‰	℃	@	±	+	-
∠	⊥	//										
Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ										α
δ	ε	ζ										ψ
θ	ι	κ										&

输入符号

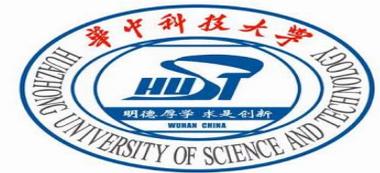
确定 取消

添加 修改 删除 确定 取消

静态工艺信息资源管理



PLM中实现对工艺数据多角度、多层次管理



开目PDM系统-登录用户: SA/系统管理员

系统(S) 二次开发(R) 典型样例 专用工具 窗口(W) 帮助(H)

结构管理: 泥线悬挂 NG01-1:模型 版本号:1 [结构文卷:才]

族成员 | 工作流程

显示零部件列表

591000000 MX/1 【591000000型卧铺旅游

01 46CATC4F01/1 【底盘总成】:1

1-1 553050000B (ACAD)/1 【制

1-2 593300000D (ACAD)/1 【车架

1-3 35120001/1 【悬挂装置】:1

02 460000001/1 【发动机总成】:1

2-1 46200000/1 【6+1档软轴

2-2 463000001/1 【单片干式,

2-3 461000001 (PROE)/1 【曲柄

1 housing/1 【housing】:1

2 shaft/1 【shaft】:1

3 valve/1 【valve】:1

4 washer/1 【washer】:1

5 hex_nut/1 【hex_nut】:1

2-4 462000001/1 【配气机构】:1

2-5 463000001/1 【燃料供给系

03 591000000_242/1 【车身总成】:1

04 461020000C/1 【后围外蒙皮安

05 461030000/1 【顶棚蒙皮总成

06 461040000/1 【左侧蒙皮总成

07 461050000/1 【右侧蒙皮总成

08 461120000/1 【后围骨架总成】:1

09 461130000A/1 【顶棚骨架总成

10 551400000C (ACAD)/1 【行李仓门

11 461600000/1 【安全门安装总成

12 462020000T/1 【前挡玻璃安装总成

代号 代号后缀 版本 数量

3曲柄连杆机构 461000001:(PROE) 版本号:1(使

代号 代号后缀 版本 数量 数

属性 文卷 关联对象 关联视图 版本 相关BOM 规则 工作流程

文卷类 文卷名 相对路径 数据形式 检出 检出时间 检出者 长

零部件结构文卷 零部件结构文卷 内部文卷

开目PDM系统-登录用户: SA/系统管理员

系统(S) 二次开发(R) 典型样例 专用工具 窗口(W) 帮助(H)

转向节 转向节:模型 版本号:1 (状态:创建|稳定)[公开]

属性 文卷 版本

文卷类 文卷名 相对路径 数据形式 检出 检出时间

CAPP工艺文件30DS-01017_B... 外部文卷

湖北三环锻造有限公司 模锻工艺卡

材料牌号	42CrMo 42CrMoH1111	
材料规格	φ120	
下料尺寸	265mm	
毛坯重量	23	
毛坯制锻件数	1	
锻件重量	20	
锻件材料利用率	84.7%	
零件材料利用率		
火耗	1.5%	
工序号	工序和工序名称	工序(工序)内容与要求
30	切边	在闭合单点压力机上切除毛边,放在料箱中静止的空气中冷却
40	打磨	用砂轮机打磨较长毛刺
50	检验	按图样尺寸和技术要求检查锻件
60	检验	
70	检验	
80	检验	
90	检验	
100	检验	
110	检验	
120	检验	
130	检验	
140	检验	
150	检验	
160	检验	
170	检验	
180	检验	
190	检验	
200	检验	
210	检验	
220	检验	
230	检验	
240	检验	
250	检验	
260	检验	
270	检验	
280	检验	
290	检验	
300	检验	
310	检验	
320	检验	
330	检验	
340	检验	
350	检验	
360	检验	
370	检验	
380	检验	
390	检验	
400	检验	
410	检验	
420	检验	
430	检验	
440	检验	
450	检验	
460	检验	
470	检验	
480	检验	
490	检验	
500	检验	
510	检验	
520	检验	
530	检验	
540	检验	
550	检验	
560	检验	
570	检验	
580	检验	
590	检验	
600	检验	
610	检验	
620	检验	
630	检验	
640	检验	
650	检验	
660	检验	
670	检验	
680	检验	
690	检验	
700	检验	
710	检验	
720	检验	
730	检验	
740	检验	
750	检验	
760	检验	
770	检验	
780	检验	
790	检验	
800	检验	
810	检验	
820	检验	
830	检验	
840	检验	
850	检验	
860	检验	
870	检验	
880	检验	
890	检验	
900	检验	
910	检验	
920	检验	
930	检验	
940	检验	
950	检验	
960	检验	
970	检验	
980	检验	
990	检验	
1000	检验	

锻造生产线 SB-0010: 版本号:1

转向节锻造工艺 20080524-2:锻造 版本号:1

转向节锻造工艺 20080524-3:锻造 版本号:1

相关技术资料

转向节产品设计任务书 CFSJRW080501: 版本号:1

转向节工艺可行性报告 GYKXBG080501: 版本号:1

转向节质量监控记录 ZLJKJL080501: 版本号:1

相关来图来样

相关热处理工艺

转向节热处理工艺 20080524-1:热处理 版本号:1

相关设备

热处理生产线 SB-0009: 版本号:1

相关下料工艺

质量体系文件

转向节FEMA文件 FEMA-0001: 版本号:1

转向节控制计划 KZJH-0001: 版本号:1

转向节流程图 LCT-0001: 版本号:1

在PLM实现设计和工艺流程管理和项目管理



The screenshot displays a PLM software interface for project management. On the left, a tree view shows project tasks for 'QSII 扩3B蒸发器项目任务'. A red box highlights the '采购' (Procurement) task, which includes sub-tasks like '内套筒组件', '采购合同', '采购图纸', '采购规格书', '下筒体组件隔板', '管板', and '支撑块、排污管'. The main window shows a process flow diagram with nodes for '开始' (Start), '订单承接' (Order Acceptance), and '技术准备' (Technical Preparation). A red arrow points from the '采购' task in the tree to the '技术准备' node in the flow diagram. The right pane shows a detailed view of the '技术准备' task for '秦山二期60MW蒸发器' (Qinshan Phase II 60MW Evaporator). It includes a table of items:

确认标记	名称	代号	代号后缀
<input type="checkbox"/>	管板堆焊件	0HK2.1101	工艺流转卡
<input type="checkbox"/>	管板	QS-SG0001.01-01	工艺流转卡

实现了与CAD/ERP等系统的信息集成



开 结构管理: 客车: 591000000_MX_1/55座卧铺旅游客车 [结构文卷: 零部件结构文卷K11_17_17863: 2008-4-30 16:22:52: 有效]

显示零部件列表

属性 文卷 关联对象 关联视图 版本 相关EBOM 规则 工作流程 保持界面状态

一般关联对象

- 相关技术资料
- 相关材料
- 相关工装
- 质量体系文件
- 相关工艺路线
- 相关订单文件
- 相关工艺
- 相关项目任务
- 各阶段零部件
- 工程需求
- Die
- proto
- SE
- bom清单
- 批次产品
- 所属整部件
- 工艺BOM
- 更改申请单
- 相关客户
- 其它指定关联

系统关联对象

- 结构快照对象
- BOM汇总对象

反关联对象

- 相关阶段零部件
- 其它指定关联

属性 文卷 版本

文卷类	文卷名	相对路径	数据形式	检出	检出时间	检出者	长度(K)
CAPP工艺文件	301600308(轴套)机加.gxk		外部文卷	<input type="checkbox"/>			3132008

机加工序卡片

产品代号: 08-36 名称: 后面板 工序号: 50 至序号: 50
 工件名称: 钻孔

设备: 台式钻床
 名称: 台式钻床
 型号: Z4002A
 规格: 12
 功率: 6Kw
 材料: 合金结构钢
 牌号: 2A12-T4
 产地编号: 54
 复数: GB/T3880-1987
 刀具名称: 定位钻模 代号: J08-36-22 同时加工件数: 1

工步号	工步内容	工具名称 代号			加工长度	切削速度	切削进给	切削深度	切削速度	切削进给	切削深度	切削速度	切削进给	切削深度
		刀具	量具	辅具										
1	装工件以A面为准固定													
2	钻φ12孔	麻花钻 φ12	L202-1											
3	修毛刺													

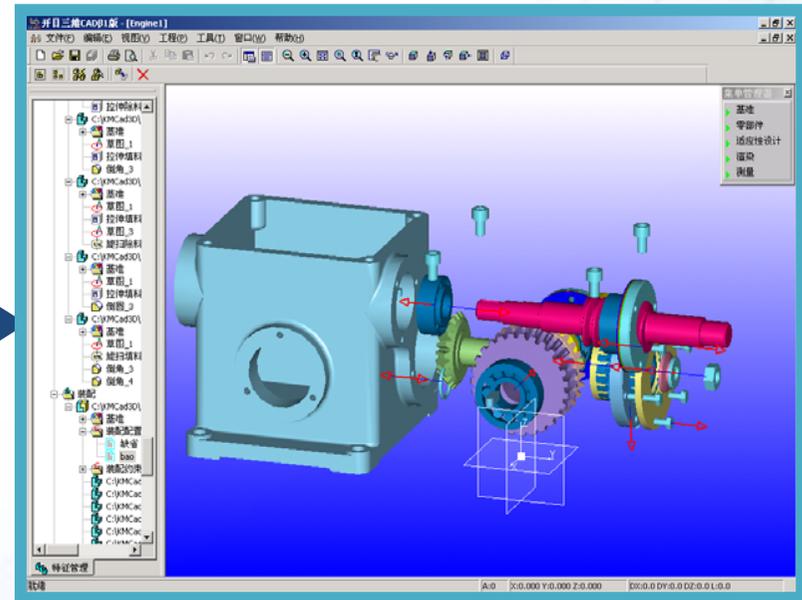
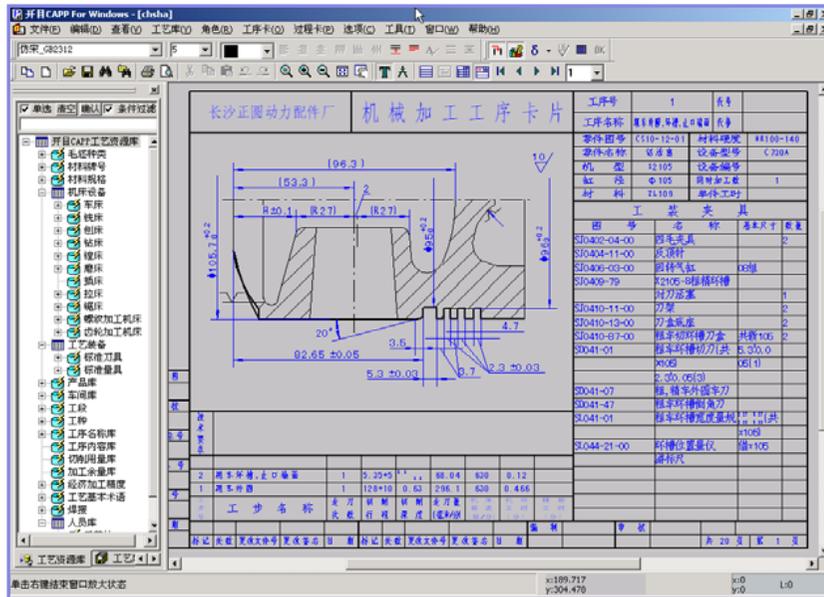
[11]机械零件:301600308_(UG/jj)_2_轴套(数量:1.0000)必
 代号 代号后缀 版本 数量 数量可变

显示规则关联对象 标记

新的需求、新的机会

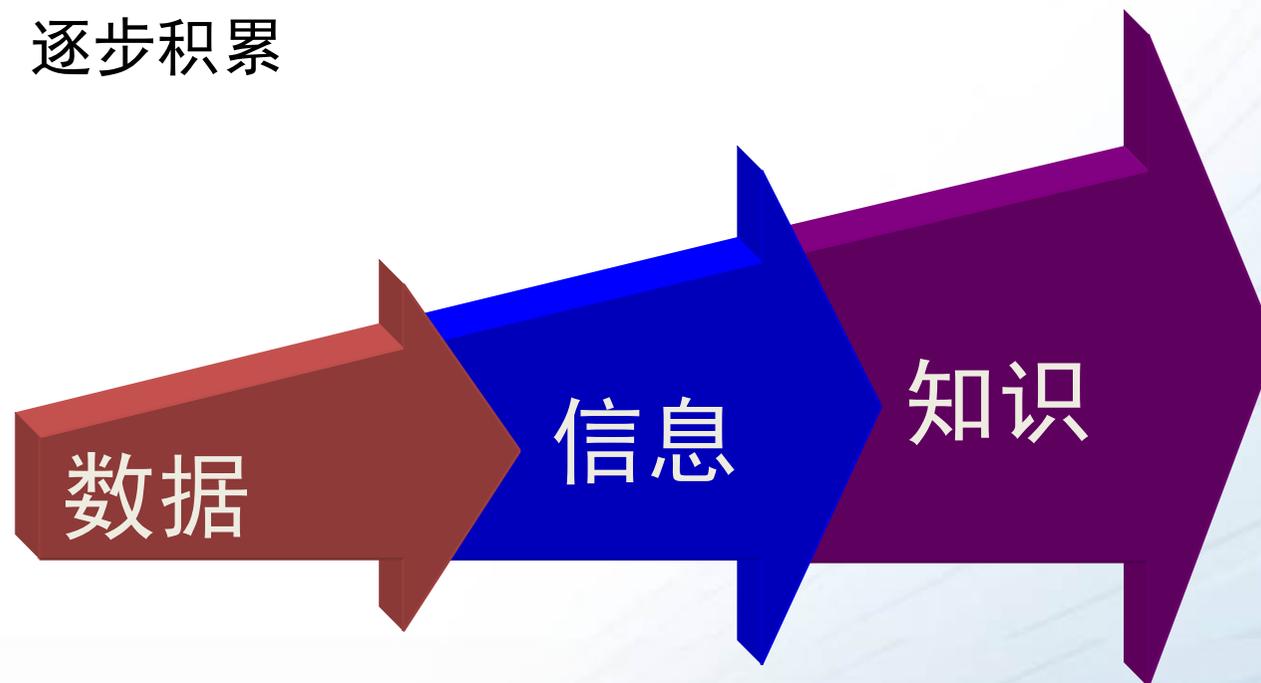


1. 三维CAD应用带来的工艺设计模式的变革



2. 基于三维模型的工艺设计与制造知识总结和继承

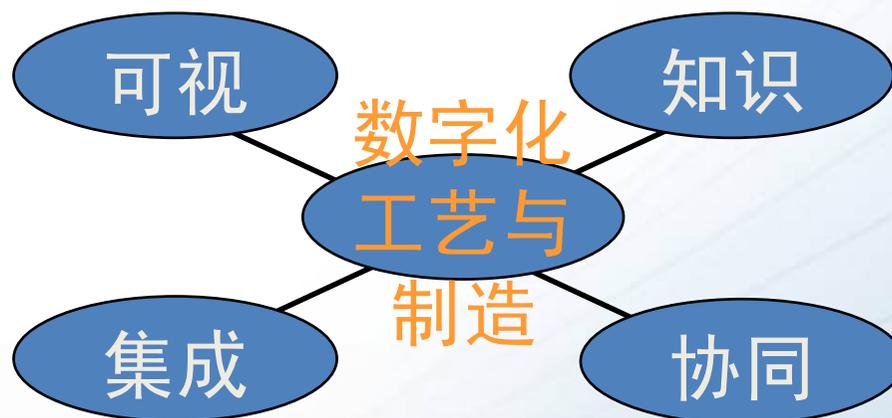
- 个性很强
- 形式多样
- 逐步积累



发展趋势



- **设计模式**：基于2D图形向基于3D产品模型的转变
- **可视**：工艺仿真与优化、可视化加工、装配规划等
- **知识**：注重工艺与制造知识表达、行业工艺设计方法、经验总结
- **协同**：基于BOM的协同设计与制造



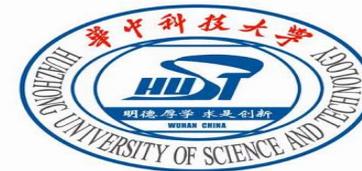
目录



应用现状与发展趋势



研究与实践



1 基于BOM的协同设计与制造

2 基于知识的工艺设计

3 三维可视化工艺设计

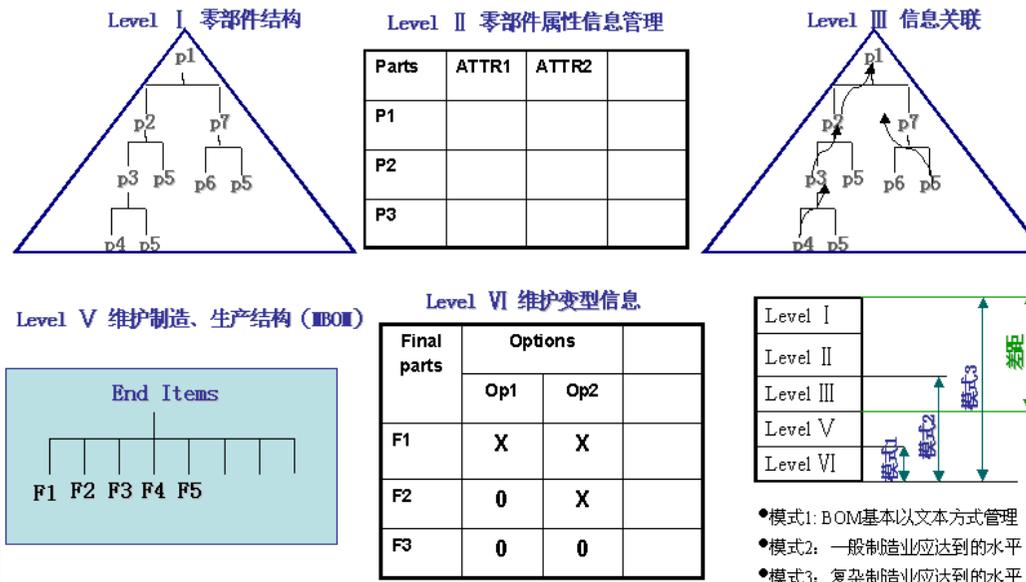
4 制造执行系统 (MES)

基于BOM的协同设计与制造

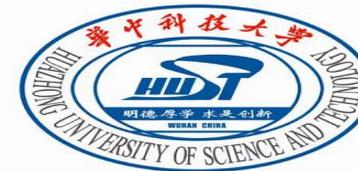


构建BOM多视图

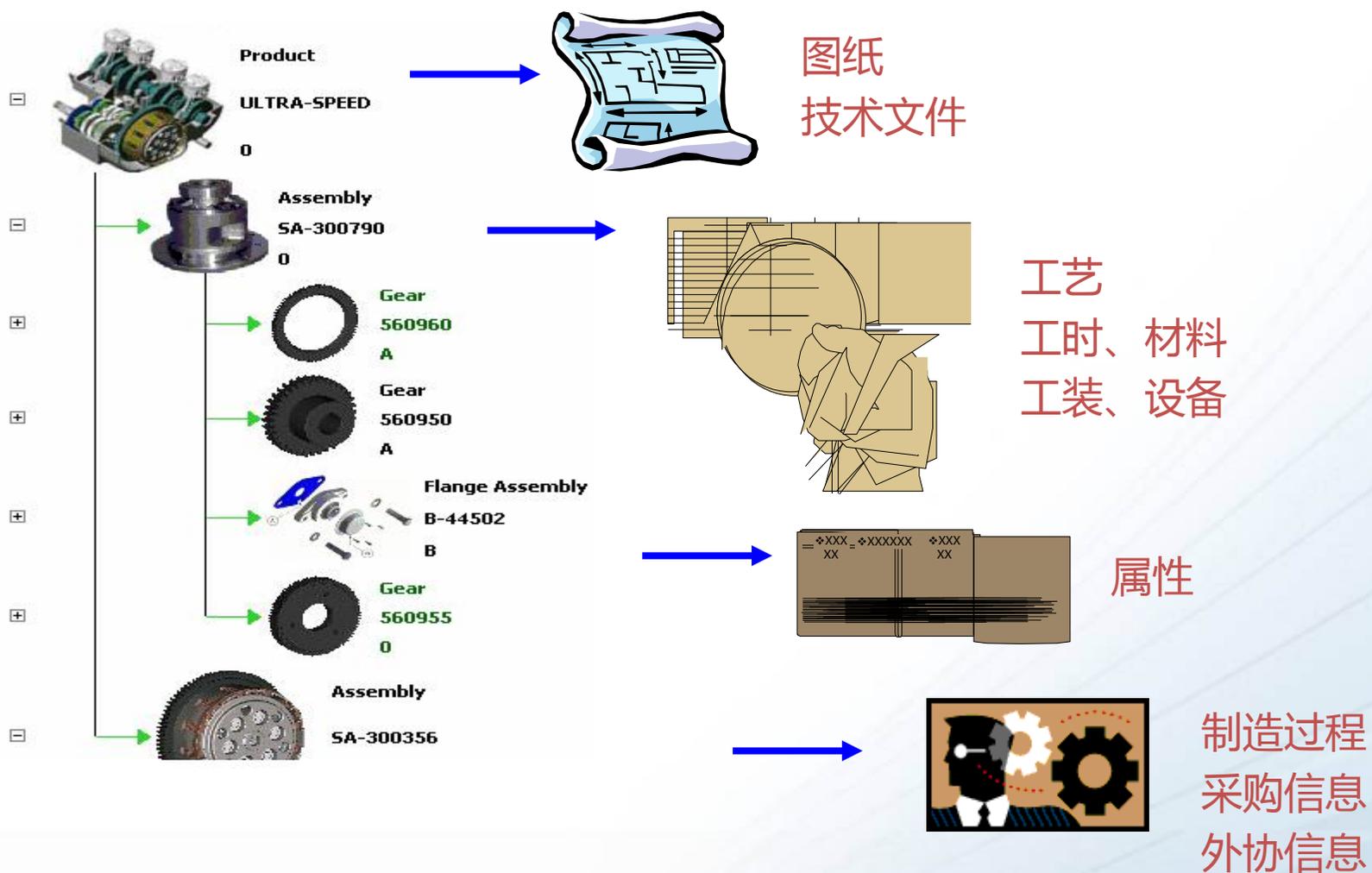
- 设计BOM--产品设计人员的EBOM视图
- 工艺BOM--工艺设计人员的PBOM视图
- 制造BOM--用于生产制造的MBOM视图
- 其它BOM--按阶段、批次、设计状态等配置的BOM视图



基于BOM的协同设计与制造



产品BOM管理

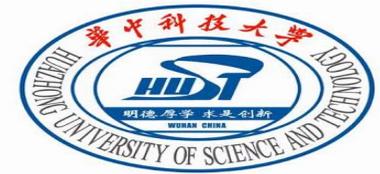




BOM配置管理

- 工艺BOM配置规则（结构性变化）
 - 继承件
 - 虚拟件
 - 工艺合件
 - 中间件
 - 辅料
 - 材料件
 - 采购件
 - 外协件
- 工艺BOM信息管理（属性变化）
 - 工艺路线
 - 工艺属性
 - 工艺文件
 - 工艺信息关联关系

基于BOM的协同设计与制造



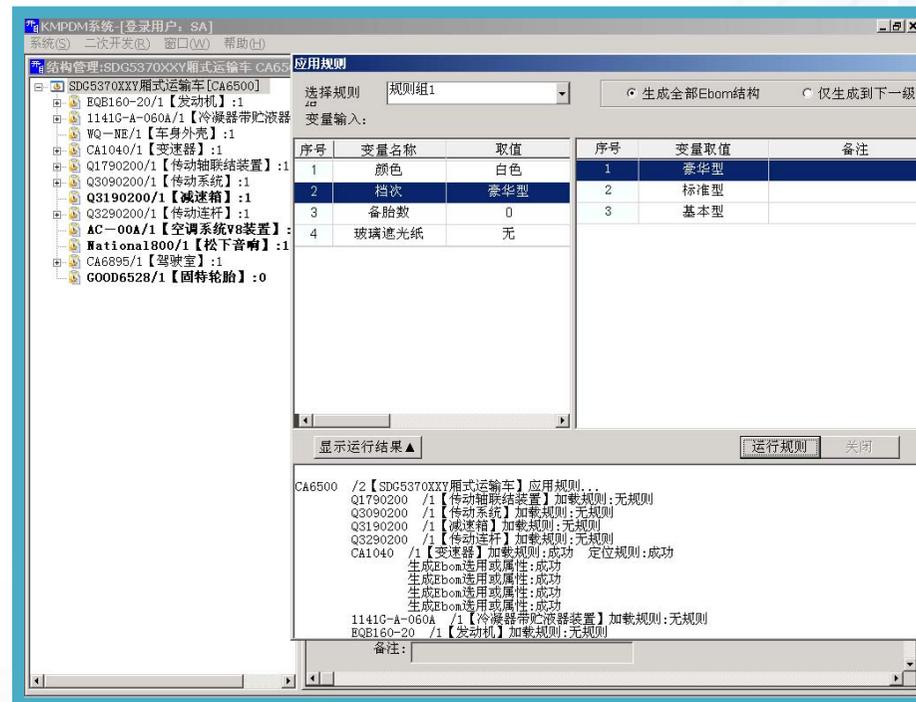
BOM配置管理——基于VPS的BOM配置

□ 可变产品结构模型 (VPS)

可配置规则：替换件、互换件、可选件、变量取值、零部件版本、自定义规则、相容性规则...

□ 基于产品结构模型的BOM视图

- 批次产品的BOM
- 阶段产品的BOM

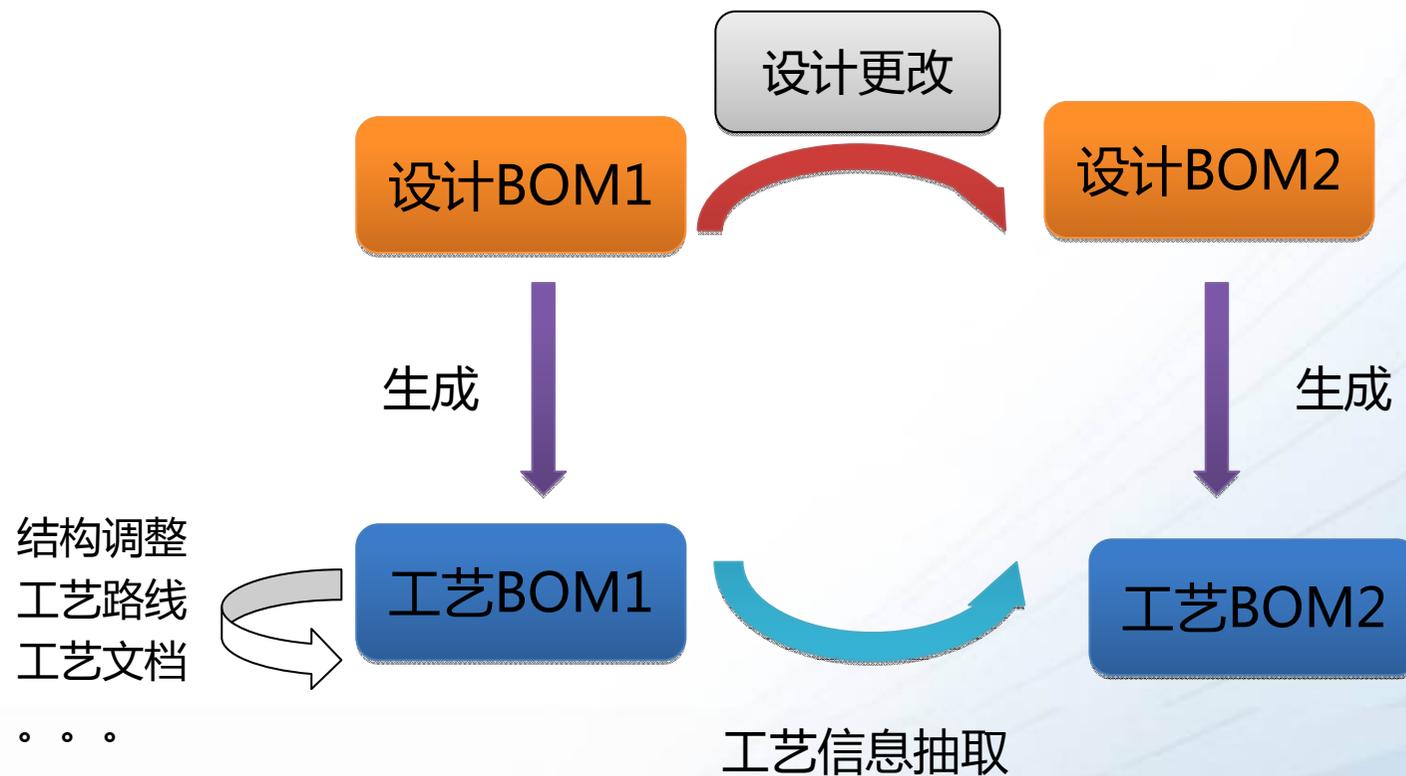


基于BOM的协同设计与制造



BOM协同更改管理

- BOM协同
 - 支持工艺和产品协同设计
 - 更改工艺BOM自动继承已有工艺BOM信息



基于BOM的协同设计与制造



BOM结构比较---单层

提供多种方式
方便地选择被
比较BOM对象

指定基准
BOM

汽车部件属性集:

对象类: 主分类, 零部件对象, 汽车部件

代号: 591000000_Z42

名称: 车身总成YS

选择数据来源

零件结构单层比较

位置号	折叠	名称	代号	代号后缀	版本号	数量	计量单位	数量可变	可选关系	替换关系	借用标识	状态	是否缺模型	备注	材料	零部件类型
04	-	前挡泥板	J26-84031002		1	1	件		必选	默认		创建	否			
05	-	前底板总成	S180-5100010		1	1	件		必选	默认		创建	否			
06	-	前围上盖板	J26-84031003		1	1	件		必选	默认		创建	否			
07	-	前围板	J26-84031004		1	1	件		必选	默认		创建	否			
08	-	车顶盖	J26-84031005		1	1	件		必选	默认		创建	否			
09	-	前柱	J26-84031006		1	1	件		必选	默认		创建	否			
10	-	上边梁	J26-84031007		1	1	件		必选	默认		创建	否			
11	-	顶盖侧板	J26-84031013		1	1	件		必选	默认		创建	否			
12	-	后围上盖板	J26-84031014		1	1	件		必选	默认		创建	否			
13	-	行李箱盖	J26-84031015		1	1	件		必选	默认		创建	否			
14	-	后柱	J26-84031008		1	1	件		必选	默认		创建	否			
15	-	后围板	J26-84031016		1	1	件		必选	默认		创建	否			
16	-	后翼子板	J26-84031017		1	1	件		必选	默认		创建	否			
17	-	中柱	J26-84031009		1	1	件		必选	默认		创建	否			
18	-	车门	J26-84031018		1	1	件		必选	默认		创建	否			
改变:12		10	-	后围上盖板	J26-84031014	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:13		11	-	行李箱盖	J26-84031015	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:14		12	-	后柱	J26-84031008	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:15		13	-	后围板	J26-84031016	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:16		14	-	后翼子板	J26-84031017	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:17		15	-	中柱	J26-84031009	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:18		16	-	车门	J26-84031018	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:19		17	-	下边梁	J26-84031024	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:20		18	-	底板	J26-84031019	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:21		19	-	前翼子板	J26-84031020	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:22		20	-	前纵梁	J26-84031010	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:23		21	-	前横梁	J26-84031011	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:24		22	-	前裙板	J26-84031021	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:25		23	-	散热器框架	J26-84031022	1	1	件		必选	默认	创建	否			
改变:26		24	-	发动机盖前支撑板	J26-84031023	1	1	件		必选	默认	创建	否			
增加		25	-	连接梁	461121600C	1	1	件		必选	默认	创建	否			
减少:03		03	-	发动机盖	J26-84031001	1	1	件		必选	默认	创建	否			
减少:04		04	-	前挡泥板	J26-84031002	1	1	件		必选	默认	创建	否			

第二零件结构差异

对应关系 位置号 折叠 名称 代号 代号后缀 版本号 数量 计量单位 数量可变 可选关系 替换关系 借用标识 状态 是否缺模型 备注 材料

比较结果以表格形式
显示。用不同颜色进
行差异标记: 蓝色为
相同, 红色为增加,
灰色为减少

基于BOM的协同设计与制造



BOM结构比较---多层

BOM结构多层比较

基准MBOM结构

- 591000000 [55旅游客车]:1
 - 591000000 MX/1 [591000000型卧铺旅游客车]:1
 - 46CAYC4F01 /1 [底盘总成]:1
 - 460000001 /1 [发动机总成]:1
 - 591000000_Z42 /1 [车身总成]:1
 - MZXW000-U001 (SE)/1 [滚轮]:4
 - 461020000C /1 [后围外蒙皮安装总成]:1
 - 461030000 /1 [顶棚蒙皮总成]:1
 - 461040000 /1 [左侧蒙皮总成]:1
 - 461050000 /1 [右侧蒙皮总成]:1
 - 461130000 /1 [后围骨架总成]:1
 - 461130000B1 /1 [顶棚骨架总成]:1
 - 551400000C (ACAD)/1 [行李仓门安装总成]:2
 - 461600000 /1 [安全门安装总成]:1
 - 462020000T /1 [前挡玻璃安装总成]:1
 - 462030000C /1 [后挡玻璃安装总成]:1
 - 462200000B /1 [卧铺椅布置总图]:1
 - 462250000B /1 [内盖板总成]:1
 - 464100000CA3 /1 [松芝BBP-VII-DC型非独立顶置空调 (制冷量240
 - 465015800 /1 [VCD]:1
 - 465016110 /1 [厦华17寸电视机安装]:1
 - 465017000A /1 [倒车监视器安装]:1
 - H0R031001 /1 [太阳纸790X2150 (黑色)]:1
 - 3200000A /1 [天窗]:2
 - CZDH0001 /1 [车载电话]:1

第二个MBOM的结构差异

- 591000000 [旅游客车]:1 {相同}
 - 591000000 MX/1 [591000000型卧铺旅游客车]:1 {相同}
 - 46CAYC4F01 /1 [底盘总成]:1 {相同}
 - 460000001 /1 [发动机总成]:1 {相同}
 - 591000000_Z42 /1 [车身总成]:1 {相同}
 - MZXW000-U001 (SE)/1 [滚轮]:4 {相同}
 - 461020000C /1 [后围外蒙皮安装总成]:1 {相同}
 - 461030000 /1 [顶棚蒙皮总成]:1 {相同}
 - 461040000 /1 [左侧蒙皮总成]:1 {相同}
 - 461050000 /1 [右侧蒙皮总成]:1 {相同}
 - 461130000 /1 [后围骨架总成]:1 {相同}
 - 461130000B1 /1 [顶棚骨架总成]:1 {相同}
 - 551400000C (ACAD)/1 [行李仓门安装总成]:2 {相同}
 - 461600000 /1 [安全门安装总成]:1 {相同}
 - 462020000T /1 [前挡玻璃安装总成]:1 {相同}
 - 462030000C /1 [后挡玻璃安装总成]:1 {相同}
 - 462200000B /1 [卧铺椅布置总图]:1 {相同}
 - 462250000B /1 [内盖板总成]:1 {相同}
 - 464100000CA3 /1 [松芝BBP-VII-DC型非独立顶置空调 (
 - 0807002 /1 [DVD]:1 {增加}
 - 465016110 /1 [厦华17寸电视机安装]:1 {相同}
 - 465017000A /1 [倒车监视器安装]:1 {相同}
 - 4653300001 /1 [低档饮水机]:1 {增加}
 - H0R031001 /1 [太阳纸790X2150 (黑色)]:1 {相同}
 - 3200000A /1 [天窗]:2 {相同}
 - CZDH0001 /1 [车载电话]:1 {相同}
 - 465015800 /1 [VCD]:1 {减少}

选择两个BOM进行产品结构比较。比较结果如图所示，其中左窗口中为基准产品结构，右窗口中为与之比较的产品结构，其上用“位置改变”、“减少”、“增加”进行差异标记



1 基于BOM的协同设计与制造

2 基于知识的工艺设计

3 三维可视化工艺设计

4 制造执行系统 (MES)

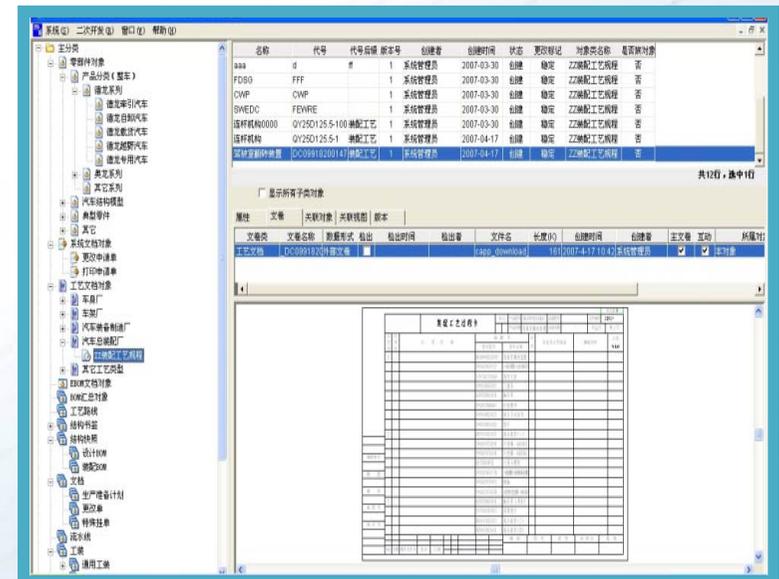
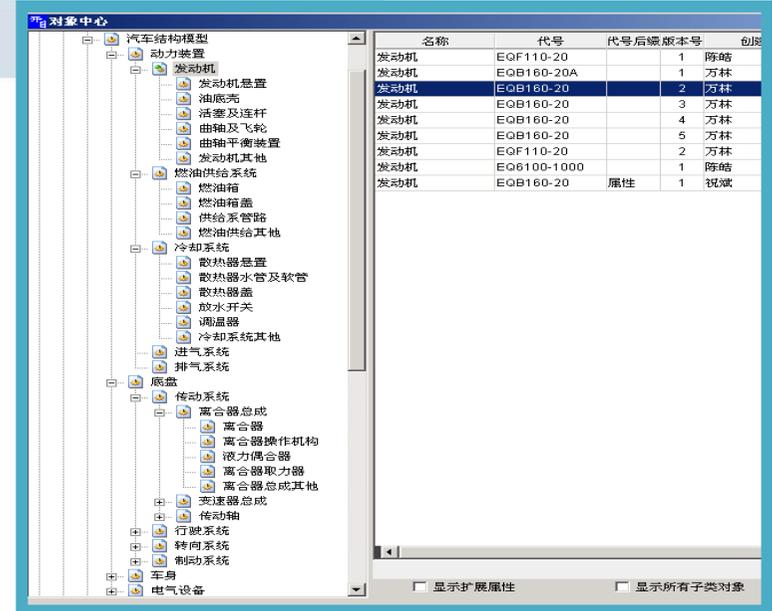
基于知识的工艺设计



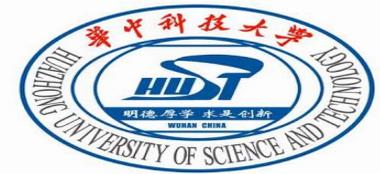
PLM中的知识管理体系架构

知识分类管理

- 产品结构模型库
- 工艺文件知识库
- 产品基础知识库
- 过程基础知识库
- 案例知识库



基于知识的工艺设计



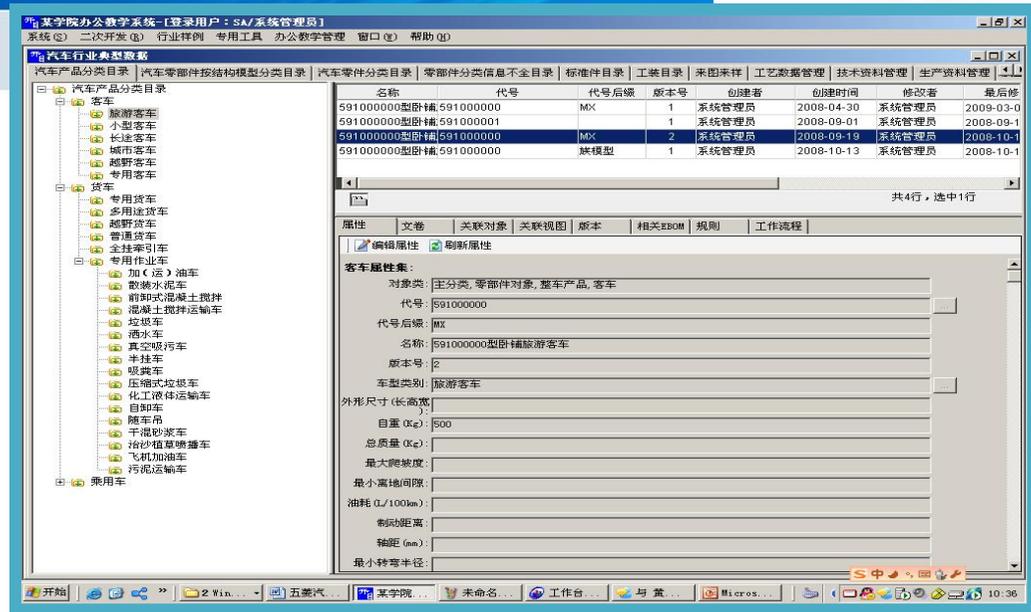
知识管理体系架构

知识目录管理

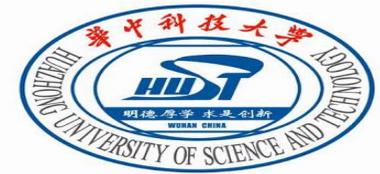
- 个人目录
- 产品目录
- 项目目录
- 合同分类目录
-

动态知识目录管理

- 多角度、多层次
- 支持手工创建、按属性过滤自动创建
- 支持目录权限管理



基于知识的工艺设计



工艺知识的内容管理

知识的表达手段

文字

表格

框图

公式

文档

图形

图片

三维模型

动画

文卷类	文卷名	相对路径	数据形式	输出	输出时间	输出者	长度(K)	创建时
设备保养记录	未命名		内部文卷	<input type="checkbox"/>				0 2008-2-28
设备维修记录	未命名		内部文卷	<input type="checkbox"/>				0 2008-2-28
设备应用知识	HTC中人使用培训 doc		外部文卷	<input type="checkbox"/>				28 2008-2-28

名称	版本	创建时间
陈华	1.1	2008-2-17 14:00

名称	版本	创建时间
设备操作视频	1.0	2008-2-28 10:00

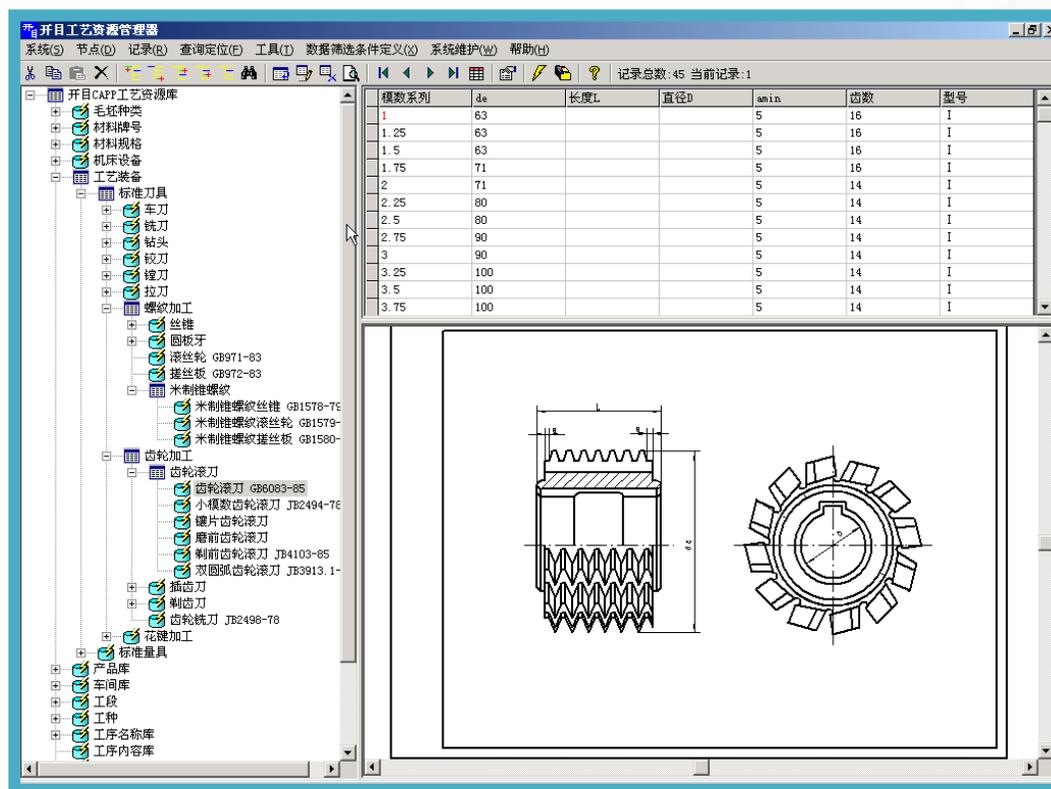
基于知识的工艺设计



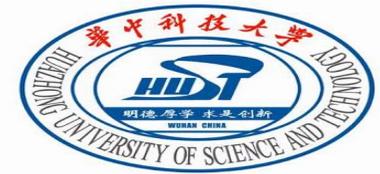
工艺知识的内容管理

知识内容管理工具——企业信息资源管理

- 独立受控的平台
- 灵活方便的信息组织方式
- 内置大量国家标准设计手册信息
- 与CAD深入集成
- 对历史数据的继承



基于知识的工艺设计



工艺知识的内容管理

知识内容管理工具——典型工艺管理工具

- 典型工艺的生成和管理
- 快速生成新工艺

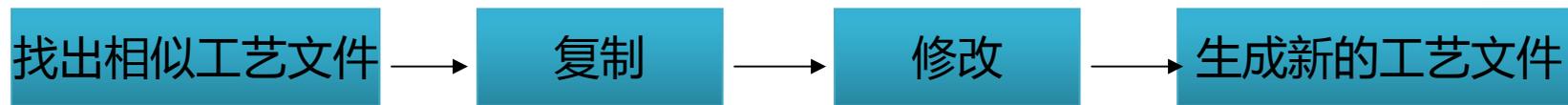


基于知识的工艺设计

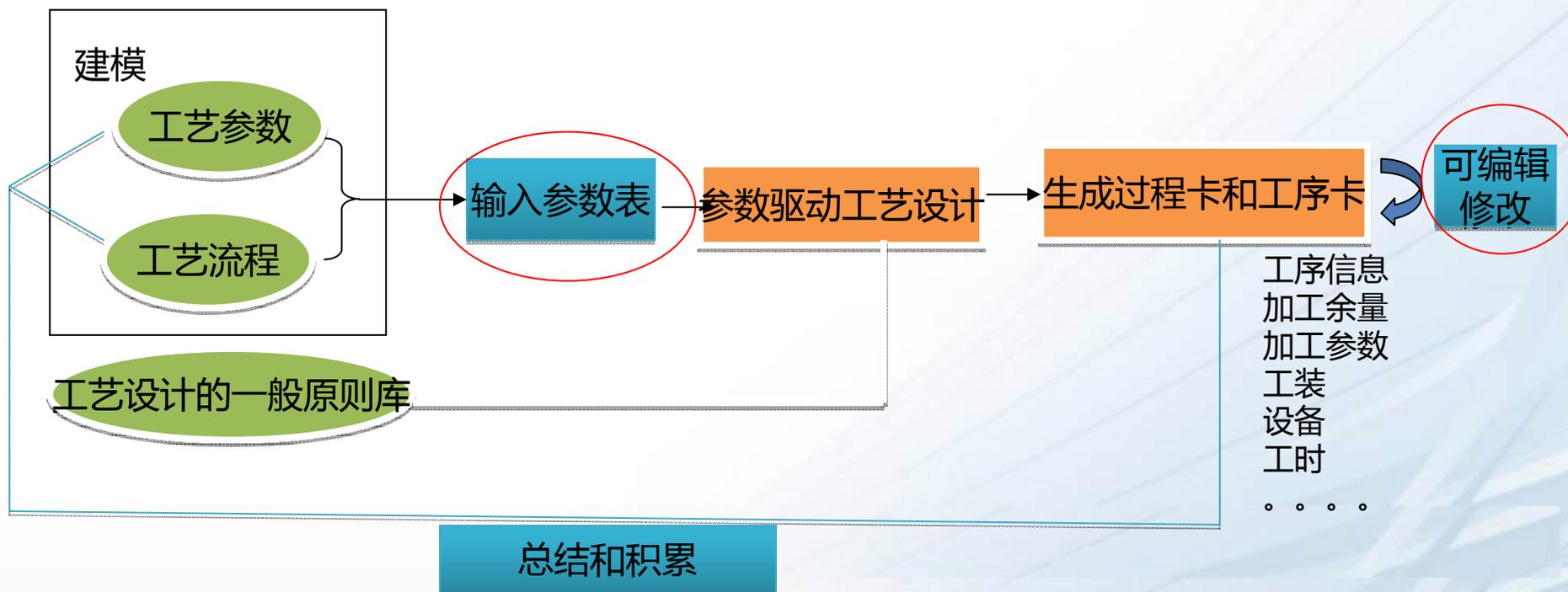


知识内容管理工具——基于知识的参数化CAPP工具

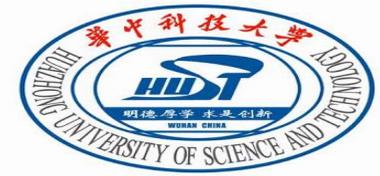
现有工艺设计模式



参数化工艺设计模式



基于知识的工艺设计



基本原理

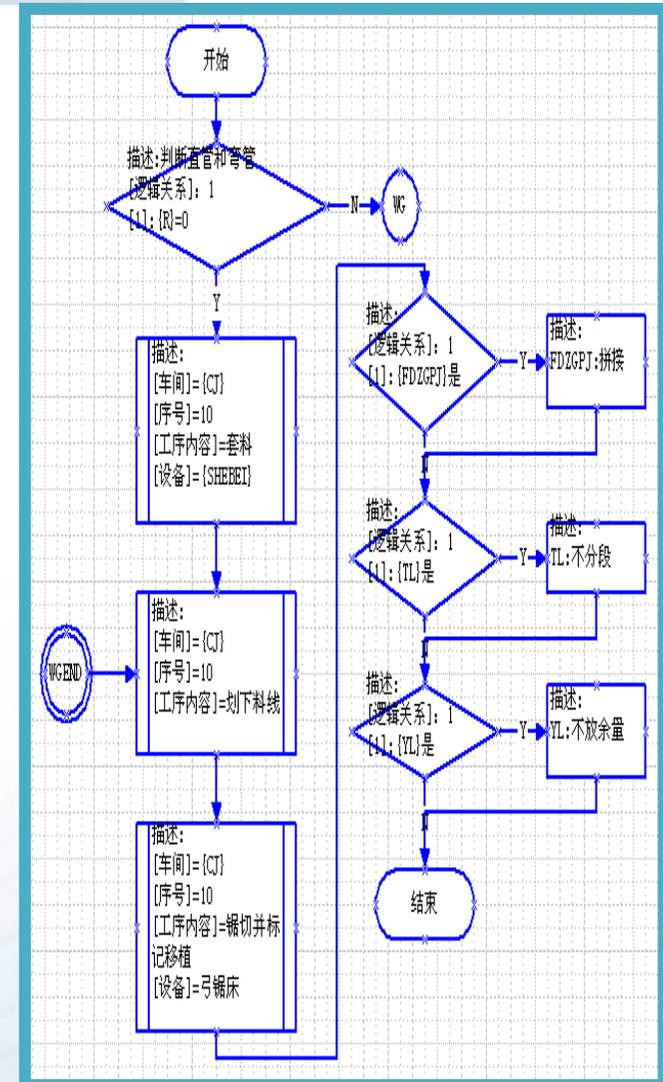
- 采用框图表达判断性知识和陈述性知识
- 引入变量表达不确定的工艺参数

特点

- 灵活的定制工具
- 公式、条件、参数全开放

意义

- 工艺知识可以采用直观的形式进行自定义
- 开放性好，企业和个人可以自己维护专业的工艺知识库



基于知识的工艺设计



知识关联管理

- 知识一般关联
- 产品结构关联
- 派生关系管理

开目PDM系统-[登录用户: SA/系统管理员]

系统(S) 二次开发(B) 典型样例 专用工具 窗口(W) 帮助(H)

开目 转向节 转向节:模型 版本号:1 (状态:创建 | 稳定) [公开]

属性 文卷 关联对象 关联视图 版本 零部件族成员 工作流程

关联视图: 转向节关联视图

属性 文卷 版本

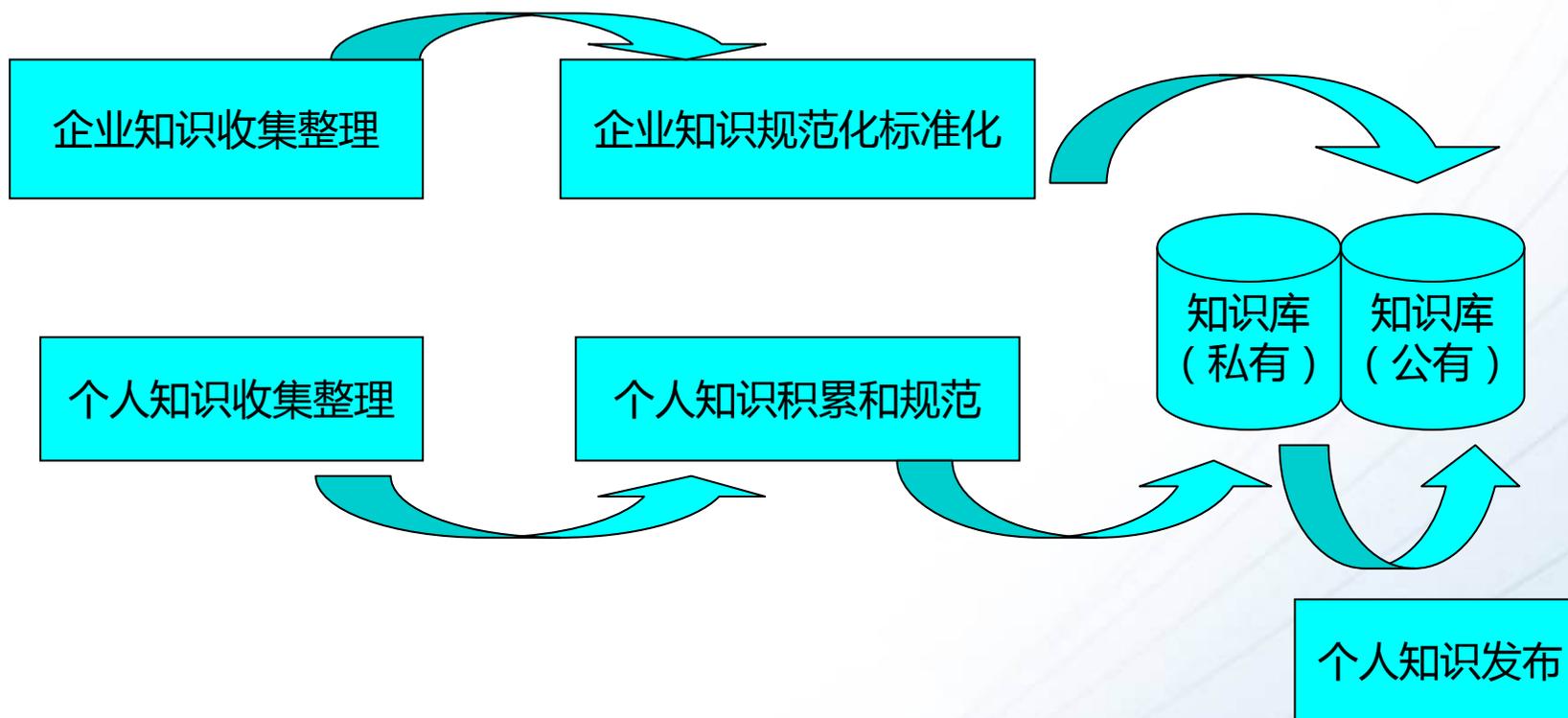
文卷类	文卷名	相对路径	数
CAPP工艺文件	30DS-01017_B		外部

转向节 转向节:模型 版本号:1

- 相关锻造工艺
 - 转向节锻造工艺 20080524-1:锻造 版本号:1
 - 使用的锻造设备
 - 2500吨高能螺旋压力机 SB-0011: 版本号:1
 - 相关工装
 - 锻模1 ZYDM080501: 版本号:1
 - 锻模2 ZYDM080502: 版本号:1
 - 模具总装图 014-58:ys 版本号:1
 - 锻造生产线 SB-0010: 版本号:1
 - 转向节锻造工艺 20080524-2:锻造 版本号:1
 - 转向节锻造工艺 20080524-3:锻造 版本号:1
- 相关技术资料
 - 转向节产品设计任务书 CPSJRW3080501: 版本号:1
 - 转向节工艺可行性报告 GYKXXB080501: 版本号:1
 - 转向节质量监控记录 ZLJKJL080501: 版本号:1
- 相关来图来样
- 相关热处理工艺
 - 转向节热处理工艺 20080524-1:热处理 版本号:1
 - 相关设备
 - 热处理生产线 SB-0009: 版本号:1
- 相关下料工艺
- 质量体系文件
 - 转向节FEMA文件 FEMA-0001: 版本号:1
 - 转向节控制计划 KZJH-0001: 版本号:1

湖北三环锻造有限公司			
材料牌号	Q235B	材料规格	φ120
下料尺寸	265mm	毛坯重量	23
毛坯制件数	1	制件重量	20
制件材料利用率	84.7%	零件材料利用率	
火耗		1.5%	
工序号	工序和工序名称	工序	
30	切边	在圆台单点压力机上	
40	打磨	用砂轮机打磨较长	
借件登记			
借件号	借件名称	借件日期	借件人

知识的积累的机制



知识的使用：使用中积累，渐近地达到理想状态



1 基于BOM的协同设计与制造

2 基于知识的工艺设计

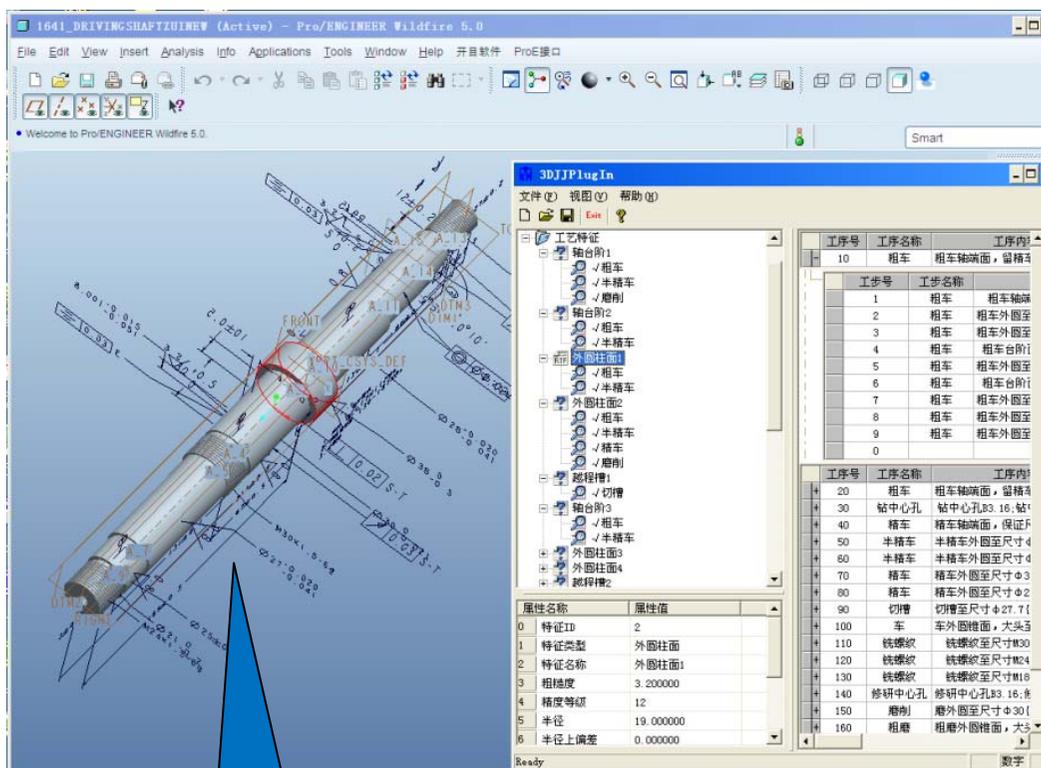
3 三维可视化工艺设计

4 制造执行系统 (MES)

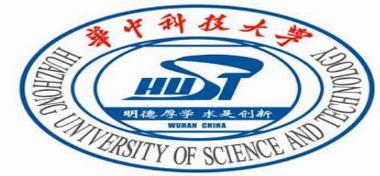
三维可视化工艺设计



基于三维CAD的机加工工艺设计



特征高亮显示



基于三维CAD的机加工工艺设计

- 自动拾取3D模型工艺特征（孔、外圆、键槽、中心孔等）
- 基于知识辅助进行工艺特征加工方案的决策
- 自动生成毛坯图
- 交互式定义加工路线、自动生成加工工序图
- 交互式定义加工基准面、自动进行公差分析和分配
- 自动产生过程卡、工序卡等工艺文件
- 自动产生数控代码

三维可视化工艺设计

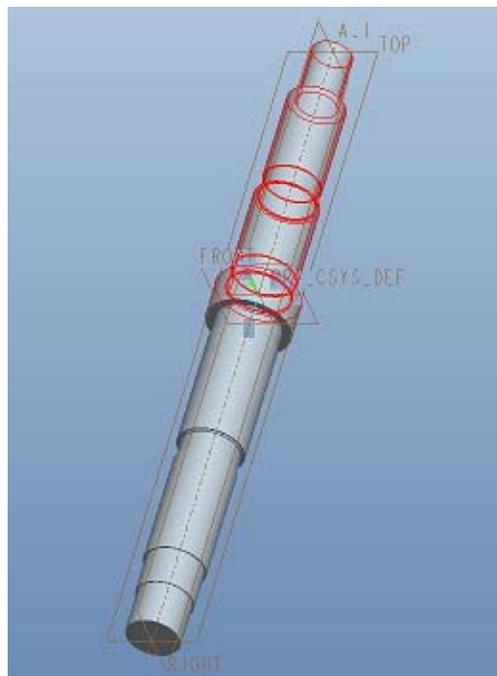


基于三维CAD的机加工工艺设计

加工过程演变



粗车长端外圆



粗车短头外圆



钻中心孔

基于三维CAD的机加工工艺设计

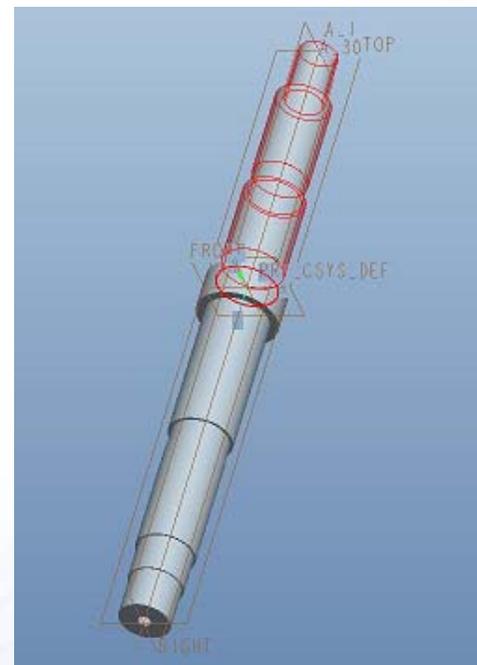
加工过程演变



精车两端面



半精车长端外圆



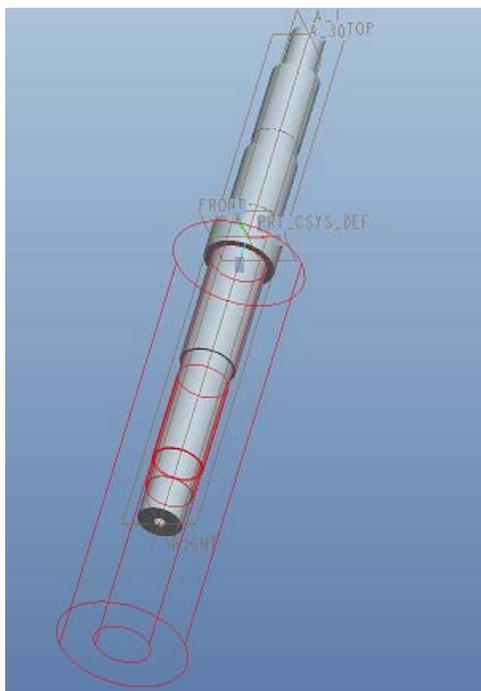
半精车短头外圆

三维可视化工艺设计

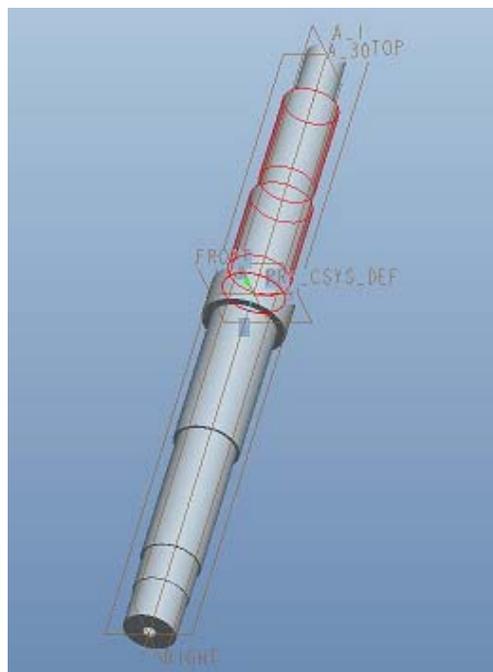


基于三维CAD的机加工工艺设计

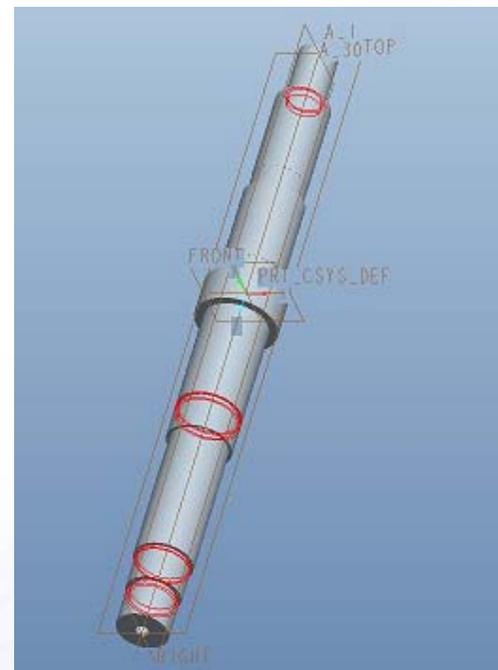
加工过程演变



精车长端外圆



精车短头外圆



切砂轮越程槽

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的机加工工艺设计

加工过程演变



车外锥面

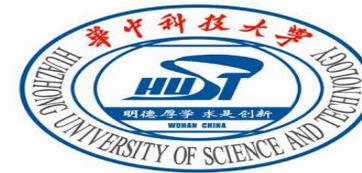


车螺纹



修研中心孔

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的机加工工艺设计

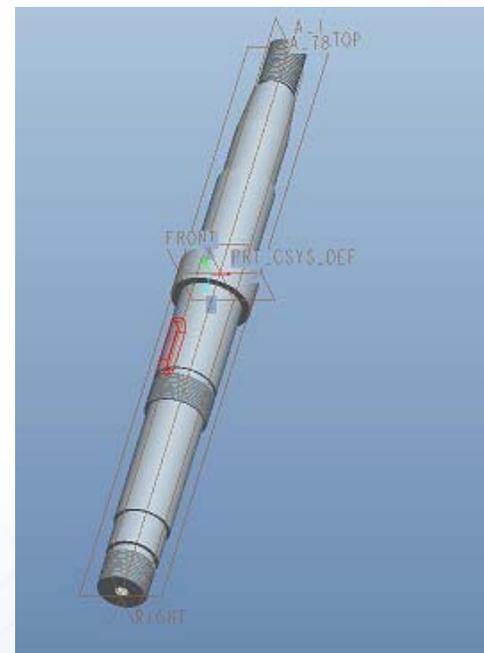
加工过程演变



磨外圆



粗磨锥面



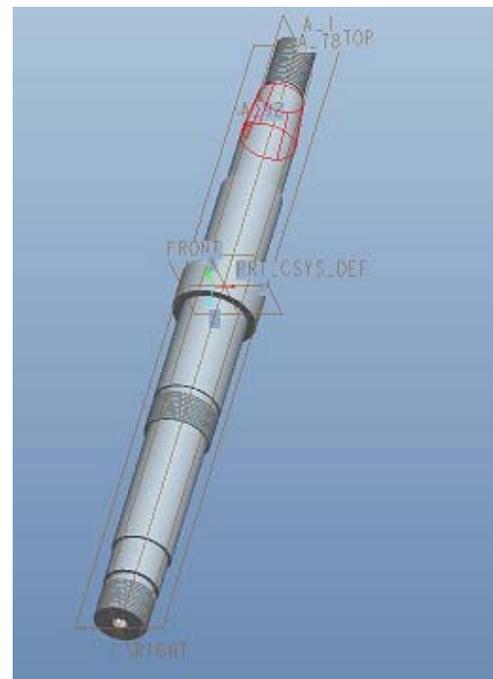
铣键槽

基于三维CAD的机加工工艺设计

加工过程演变

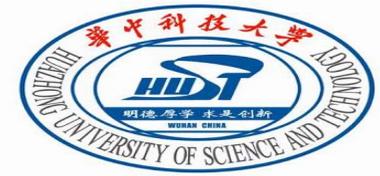


铣半月键槽



精磨锥面

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

- 三维装配工艺性检查
- 装配路线、装配姿态调整
- 装配工艺过程仿真预览
- 与3D设计模型信息集成
- 实现三维可视化的装配过程规划
- 装配工艺路线与装配模型的双向互动
- 自动、手动生成三维装配工序爆炸图
- 装配干涉检查

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

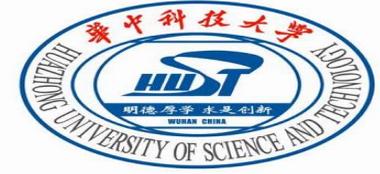
装配过程定义

The screenshot displays the kmapstool2 software interface for defining assembly processes. The main window shows an exploded view of a mechanical assembly with various components like gears, shafts, and housing. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a left-hand panel with a tree view of the assembly structure and process steps. A '属性' (Properties) panel at the bottom left allows for defining assembly methods and content. A '轨迹定义' (Trajectory Definition) panel at the bottom right is used for defining assembly trajectories. A 3D coordinate system (X, Y, Z) is visible at the bottom left of the main view area.

Callouts and their corresponding actions:

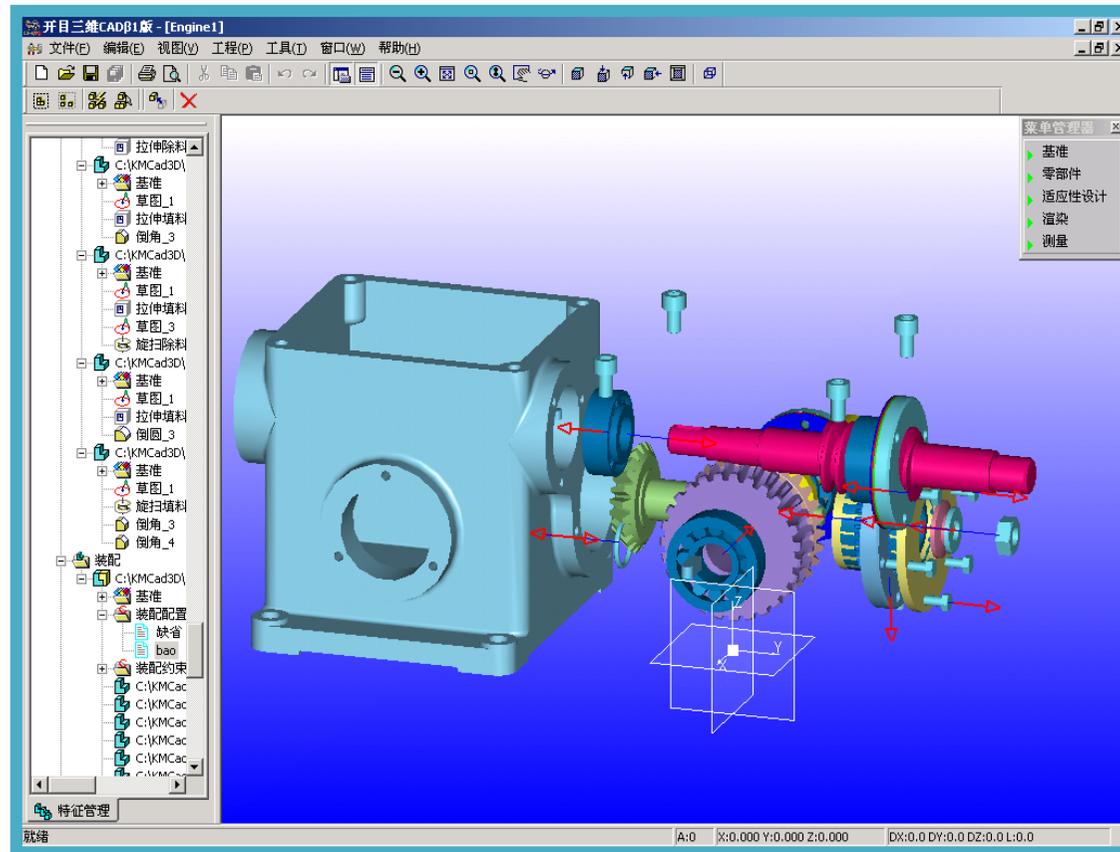
- 选择装配对象** (Select assembly object): Points to the assembly structure tree on the left.
- 指定装配方法** (Specify assembly method): Points to the '名称' (Name) field in the '属性' panel.
- 填写工序内容** (Fill in process content): Points to the '内容' (Content) field in the '属性' panel.
- 用坐标轴表示装配方向** (Use coordinate axes to represent assembly direction): Points to the 3D coordinate system in the main view.
- 装配轨迹定义** (Assembly trajectory definition): Points to the '轨迹定义' panel at the bottom right.

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

装配过程仿真

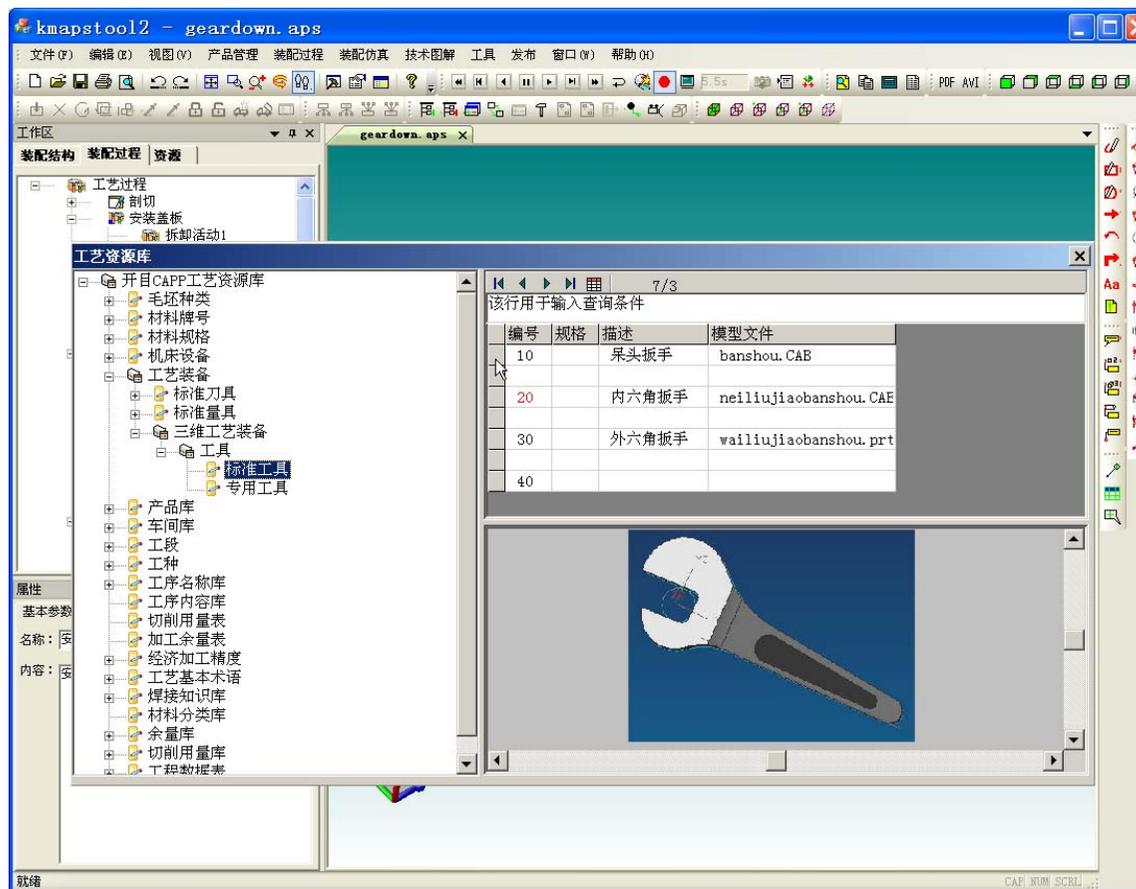


三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

三维工具的选择



三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

在PLM中三维装配工艺的管理

The screenshot displays a PDM system window titled '开目PDM系统 [登录用户: SA/系统管理员]'. The main window is '结构管理:减速箱:CODE1_1/减速箱'. It features three main panes:

- Product Structure (产品结构):** A tree view on the left showing the assembly hierarchy for '减速箱 (CODE1)'. Components include 'flat_key124', '滚动轴承', 'nut8', 'washer8', '锥齿轮', 'screw410', 'bolt6', 'hand grip', 'oil hole cover', 'casing cover', 'dipstick', 'bearing cover head end', 'gasket351', 'taper roller bearing', 'endless screw sizes', 'bearing cover hold351', 'gasket35', and 'nut'. A callout bubble points to this pane.
- Assembly Process Objects (工艺对象):** A central pane with tabs for '属性', '文卷', '关联对象', '关联视图', '版本', '相关BOM', '规则', and '工作流程'. The '关联对象' tab is active, showing a tree of '一般关联对象' including '文档对象', '更改单', '文档', '结构快照', '三维装配工艺', '其它指定关联', '系统关联对象', 'BOM对象', '结构快照对象', 'BOM汇总对象', '反关联对象', and '其它指定关联'. A callout bubble points to this pane.
- 3D Assembly Data (三维装配数据):** A table on the right with columns '名称', '代号', '代号后缀', and '版本号'. A context menu is open over the table, with '产生装配模型' selected. The table contains several rows of assembly data. A callout bubble points to this pane.

名称	代号	代号后缀	版本号
减速箱			
打开对象...			
关联视图...			
对象生命周期			
改变对象类...			
加入辅助分类...			
发送到			
添加关联对象			
移除关联对象			
更换关联对象			
流程操作			
查询			
查看			
对象列表操作			
箱.xml			
x_as.xml			
剪切			
复制			
定位			
产生装配模型			
AVI录像	40000008	.AVI	
AVI录像	40000013	.AVI	
AVI录像	40000018	.AVI	
AVI录像	40000012	.AVI	
AVI录像	40000020	.AVI	

三维可视化工艺设计



基于三维CAD的可视化装配工艺规划

三维装配工艺发布到车间终端

装配仿真

装入件明细

装入明细	
0	序号50螺母 (M33)
1	序号50螺母 (M33)
2	
3	
4	
5	
6	

工装明细

设备工装明细	
工艺装备名称	工艺装备编号
0	标准夹具标... BZJJ-001BZJJ-0
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

工序内容

再次固定连接阀盖和阀体，使用型号为M33的螺母、螺栓以及垫圈和弹簧垫圈固定。加紧。序号50螺母 (M33)再次固定连接阀盖和阀体，使用型号为M33的螺母、螺栓以及垫圈和弹簧垫圈固定。加紧。序号50螺母 (M33)

播放列表: 播放列表10 00:16

连续播放

回到主界面 退出





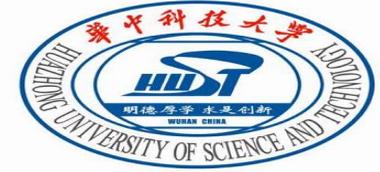
1 基于BOM的协同设计与制造

2 基于知识的工艺设计

3 三维可视化工艺设计

4 制造执行系统 (MES)

制造执行系统 (MES)



- ❖ 计划管理与排产
- ❖ 任务分配
- ❖ 任务执行
- ❖ 物料跟踪
- ❖ 设备管理
- ❖ 车间事件管理
- ❖ 车间生产监控

制造执行系统 (MES)



计划管理

从ERP中导入主计划
或者直接生成主计划

MRP 计划排产

MRP 导入 MRP 反馈 MRP 汇报 工序模板 展开组合件 获取排产准备信息

查询条件
所属年月: 2008年10月 编辑状态: 全部 计划状态: 全部 查询 增加行 删除行

计划类型	主计划号	生产批次	产品型号	零件代号	零件名称	批次数量	已往累计数	计划总数量	已完成
0	数据中心录入	KM_126	200810	MK02	MK02-01-01	套管	80	70	120
1	数据中心录入	KM_126	200810	ZP01	ZP01-01	制动装置	100	80	40
2	数据中心录入	KM_126	200810	ZP01	MD01-05-01	衬套			40
3	数据中心录入	KM_126	200810	ZP01	ZP01-01-02	单轴制动力矩			80
4	数据中心录入	KM_126	200810	ZP01	ZP01-01-01	膜片式制动气室			40
5									
6									
7									

车间计划号 主计划号 工艺路线码 零件代号 批次号 优先级 关重件标志 延期标志 计划数量 车间

0	KM_126_MK02-01-01_0014	KM_126		MK02-01-01	200810		否	否	0	20
1	KM_126_MD01-05-01_0010	KM_126		MD01-05-01	200810		否	否	40	20
2	KM_126_ZP01-01-02_0010	KM_126		ZP01-01-02	200810		否	否	80	20
3	KM_126_ZP01-01-01_0011	KM_126		ZP01-01-01	200810		否	否	40	20
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										

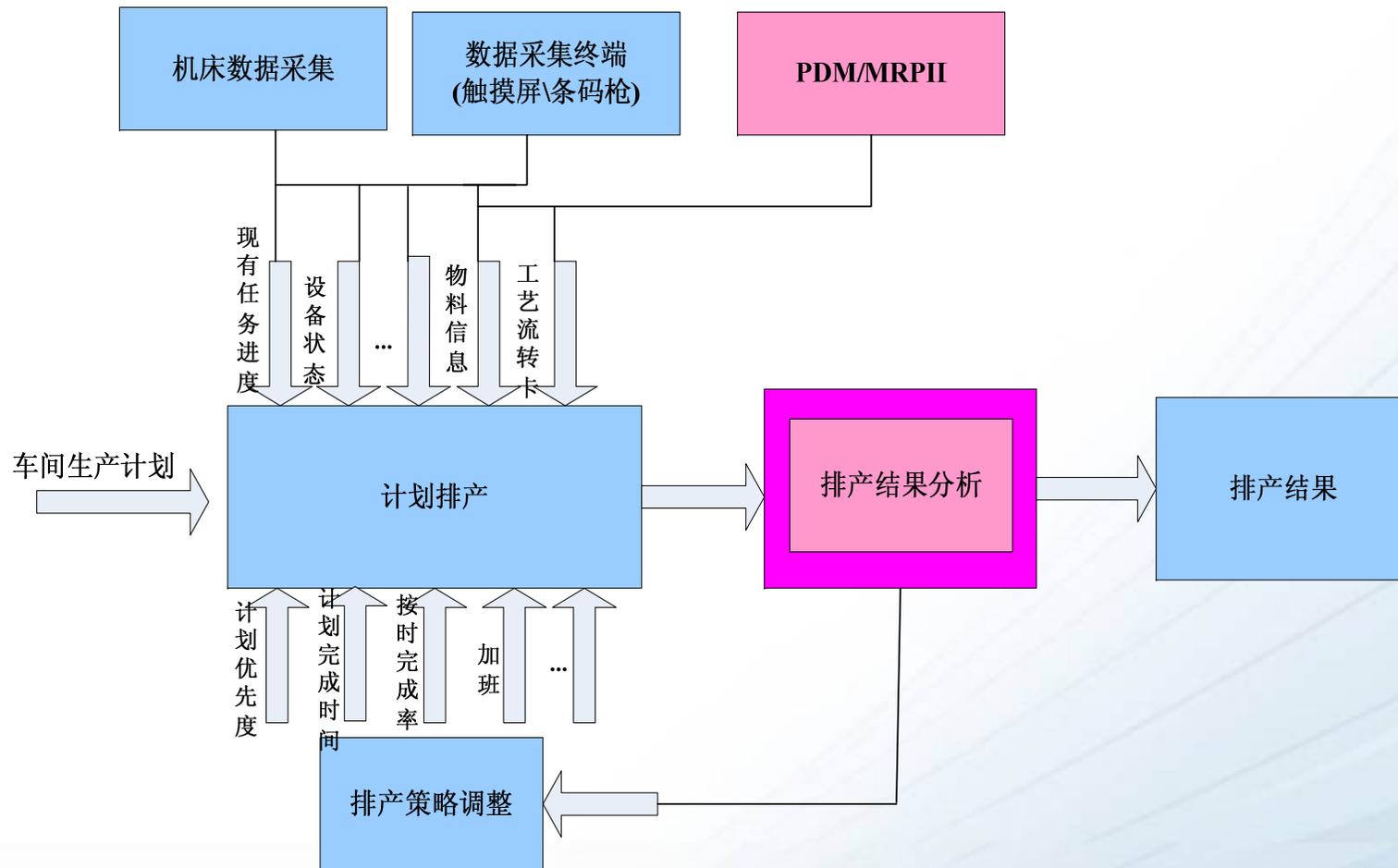
按状态筛选: 全部 未指定(X) 开始生产(T) 生产排产 关闭

贵

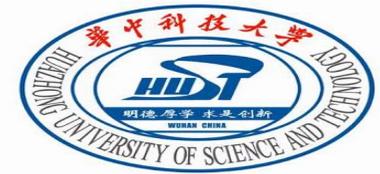
制造执行系统 (MES)



车间计划排产



制造执行系统 (MES)



车间计划排产



制造执行系统 (MES)



排产结果反馈

- 计划完成时间
- 调整建议
- 调整原因
- 反馈给PDM/CAPP、MRP II

将车间计划反馈给
ERP

计划反馈

主生产计划
代码 LJ00120080301

计划完成时间

调整建议

调整原因

确定

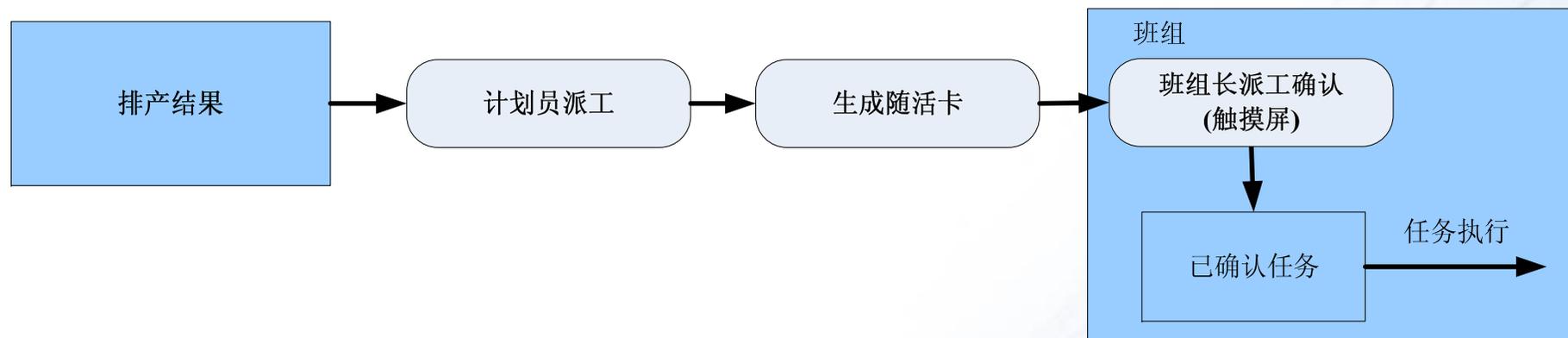
取消

制造执行系统 (MES)



生产任务分配

- 赋予班组一定的任务调配权，使得任务分配具备一定灵活性。
- 鼓励使用高级计划排产的任务分配结果，尽量减少各种人为干扰因素。



制造执行系统 (MES)



生产任务分配

工作派工

件号	产品名称	工序编码	工序名称	数量	设备	计划开始时间	计划时	
0	K01-01-01	箱体	X	铣	50	TC65-MC-02	2008-05-20 11:20:00	200
1	K01-01-01	箱体	M	磨	50	DMC635V-02	2008-05-23 08:20:00	200
2	K01-01-01	箱体	J	检	50	磨工组质检台	2008-05-23 14:30:00	200
3	K01-01-01	箱体	J	检	50	铣工一组质检台	2008-05-22 10:20:00	200
4	K01-01-01	箱体	J	检	50	数控一组质检台	2008-05-19 11:40:00	200
5	K01-01-02	面板	X	铣	100	TC65-MC-01	2008-05-22 09:40:00	200
			P	刨	100	DMC1035V-01	2008-05-28 08:20:00	200
			J	检	100	铣工一组质检台	2008-05-27 08:40:00	200
			J	检	100	磨工组质检台	2008-06-02 14:20:00	200
	-01-02	面板	M	磨	100	DMC635V-01	2008-05-30 11:00:00	200
	-01-02	面板	J	检	100	数控一组质检台	2008-05-20 15:40:00	200
11	-01-02	面板	J	检	100	镗工组质检台	2008-05-29 15:00:00	200
12	K01-01-03	底座	J	检	35	铣工二组质检台	2008-05-19 11:30:00	200

最近一周工作分派下去

开始时刻 2008- 8-16 结束时刻 2008- 8-23

派工 保存 退出

制造执行系统 (MES)



生产任务分派——班组长接收

操作人员: 陈彦飞 岗位: 班组长

加工上报 报警处理

班组任务

工单号	名称	工序	设备	数量	计划开始时间	计划结束时间
MD01-05-01	衬套	车	TH61140	40	2008-10-6 08:00:00	2008-10-7 09:00:00
ZP01-01-01	片式制动器	车	KVC650-3	40	2008-10-6 08:00:00	2008-10-6 10:00:00
MK02-01-01	套管	车	KVC650-1	120	2008-10-6 08:00:00	2008-10-6 08:00:00

北京航星机器制造公司

执行任务的设备

设备名称	运行状态
KVC650-1 (3轴立式加压机)	运行
TH61140 (4.5轴卧式关机)	待机
KVC650-2 (3轴立式加压机)	待机
KVC650-3 (3轴立式加压机)	待机
TC70-MC-01 (铣床中关机)	待机
TC70-MC-02 (铣床中关机)	待机
CK7525/1500 (数控车关机)	待机

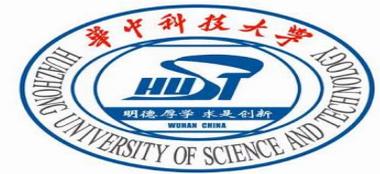
执行任务的人员

操作人
余杨
游锐

任务报警 任务详情

取消确认 任务确认 退出

制造执行系统 (MES)



任务确认，查看任务的要求（图纸、工艺），工作进度汇报



操作人员: 游锐 岗位: 操作人员

加工上报 报警处理 北京航星机器制造公司

件号	名称	工序	设备	数量	开始时间	结束时间
MD01-05-01	衬套	车	TH61140	120	2008-10-6 08:00:00	2008-10-9 11:30:00

汇报进度

计划件数: 120
已加工件数: 60
本次件数: 60

任务报警 任务详情 任务接收 任务提交 退出

制造执行系统 (MES)



物料跟踪

物料转运跟踪

欠料分析

操作人员: 李莉萍 岗位: 操作人员

北京航星机器制造公司

件号	名称	上道设备	上道班组	下道设备	下道班组	数量	开始时间
MD01-05-01	衬套	数控一组铣床台	数控一组	DMC1035V-01	铣工组	120	2008-10-6 15:42

接收确认

请刷卡确认:

接收人:

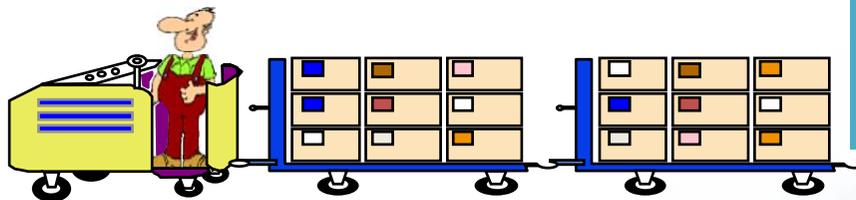
取消

计划件数: 120
实际件数: 120

任务报警 任务详情 任务提交 退出

	品目	时间	工作	数量	不足数量
1	板材	2003/06/05 08:00:00	02:10	30	10
2		2003/06/05 10:00:00	03:10	30	30
3		2003/06/10 09:00:00	04:10	60	60
4		2003/06/12 13:00:00	01:10	50	50
5	焊材A			170	150
6	管材料A	2003/06/11 12:00:00	06:10	30	30
7	管材料B			30	30

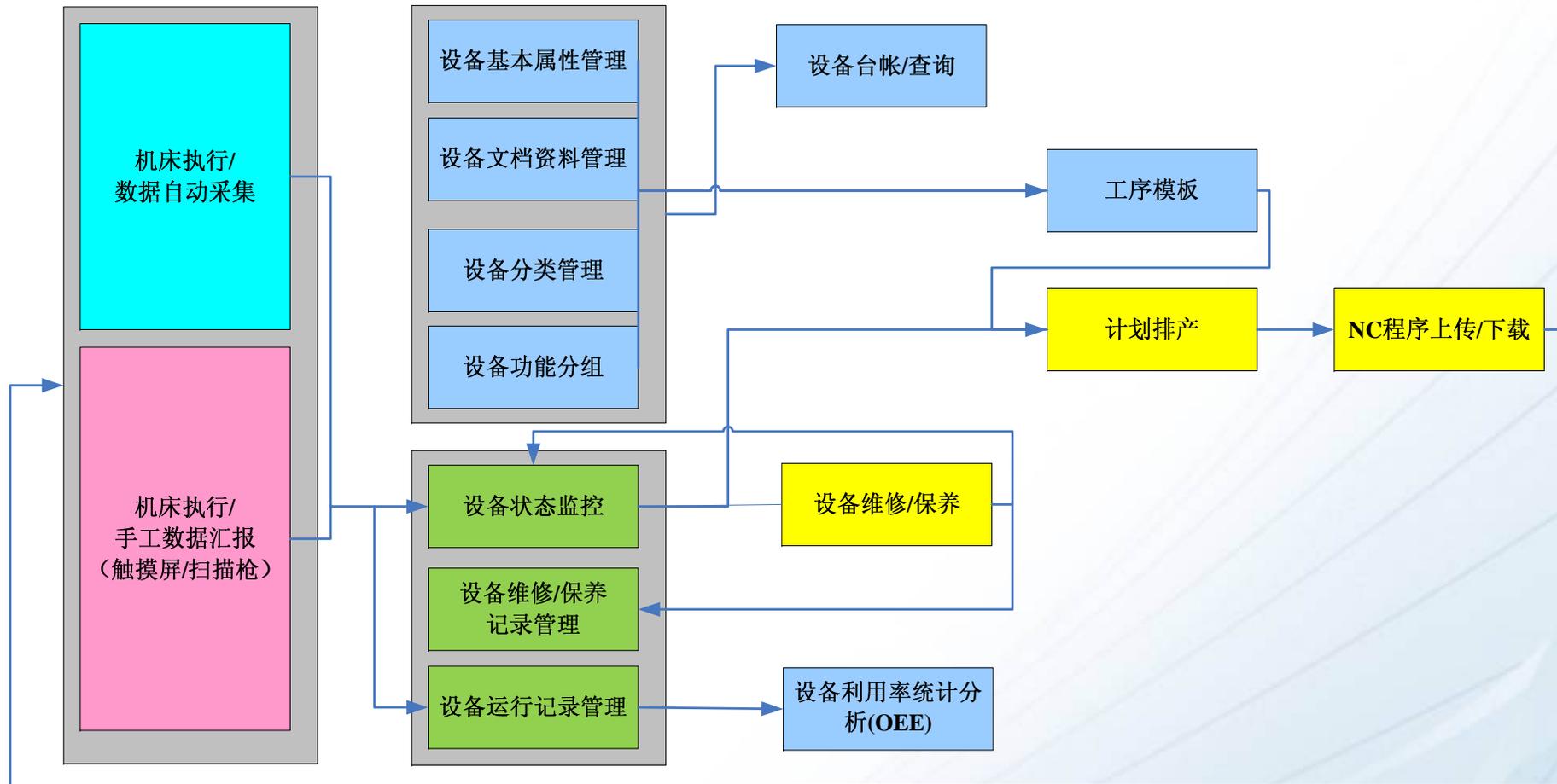
标准 基本 链接 自定义 共同 欠料表



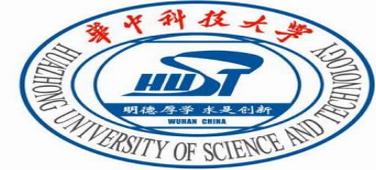
制造执行系统 (MES)



设备管理



制造执行系统 (MES)



设备能力平衡

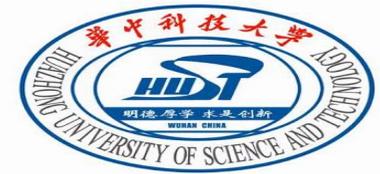
名称	代号	代号后缀	版本号	创建者	创建时间	修改者	最后修改时间	状态
C1680(故障)	C1680(故障)		1	杨亚非	2008-05-18	杨亚非	2008-05-18	创建
C1681(维修)	C1681(维修)		1	杨亚非	2008-05-18	杨亚非	2008-05-18	创建
3轴立式加工中心	KVC650-1		1	胡潜平	2008-05-19	胡潜平	2008-05-19	创建
3轴立式加工中心	KVC650-2		1	胡潜平	2008-05-19	胡潜平	2008-05-19	创建
3轴立式加工中心	KVC650-3		1	胡潜平	2008-05-19	胡潜平	2008-05-19	创建
车一班组质检台	车一班组质检台		1	系统管理员	2008-05-11	系统管理员	2008-05-11	创建

用不同颜色标记设备的不同状态：
可用、占用、故障、保养

详细的设备运行记录

序号	时间	事件类型	记录人	加工的工序号	加工的零部件代号	主轴转速	进给速度
1	2008-1-2 08:00:00	开机					
2	2008-1-2 08:05:00	运行		10	CP-0001	5000	10
3	2008-1-2 08:25:00	停止					
4	2008-1-2 08:40:00	运行		10	CP-0001	5000	10
5	2008-1-2 09:10:00	停止					
6	2008-1-2 09:20:00	运行		20	CP-0002	5000	20
7	2008-1-2 09:40:00	报警					
8	2008-1-2 10:00:00	停止					
9	2008-1-2 12:00:00	关机					

制造执行系统 (MES)

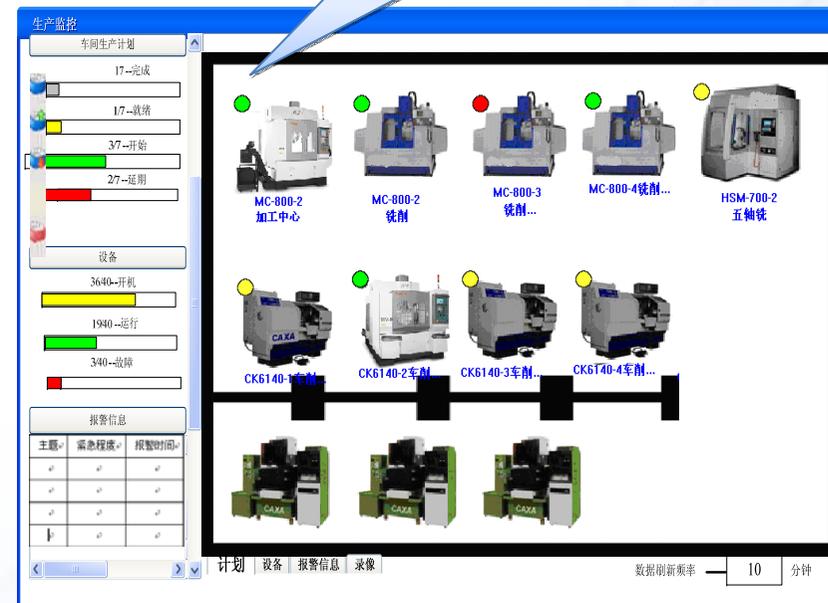


设备监控

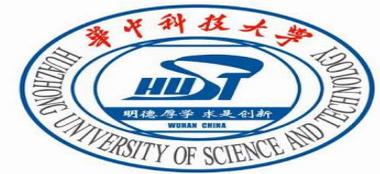
与监控录像关联的设备监控



用颜色标记现场设备的不同状态



制造执行系统 (MES)



质量跟踪——合格品废品汇报

操作人员: 陈曼煜 岗位: 操作人员

加工质检 报警处理

北京航星机器制造公司

件号	名称	工序	设备	数量	计划开始时间	计划结束时间
MD01-05-01	衬套	检	数控一组质检台	120	2008-10-9 11:30:00	2008-10-13 08:30:00

质检 120
合格 120
报废 0
超差 2

任务报警 任务详情 任务提交 退出

制造执行系统 (MES)



质量跟踪——质量检验数据填报(结构化数据)

数据采集终端 — 质量数据采集

证件号 91 姓名 周毅

数据采集 | 基本数据 | 最大差值 | 标准方差

订单号 WO-00010 名称 盘体制造—紧急订单

工序号 5 0 文本 车

检测计划 TP-00001 检测计划说明 最终测试

检测项

检测项数据取值与要求

输入键阻塞

输入: []

7	8	9	/
4	5	6	*
1	2	3	+
0	.	-	

提示信息

```
TERM_QS_MESSUNG_LA: 1
最大期望值 : 2.000000
期望值 : 0.000000
最小期望值 : 1.000000
单位 :
警告上界 : 3.000000
警告下界 : 4.000000
检测方式 : Width
检测说明 : 宽度
检测工具描述 :
```

接受 取消

制造执行系统 (MES)



实时工时管理

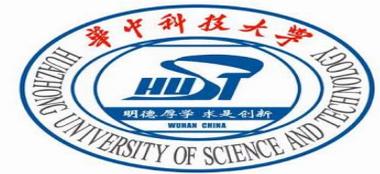
收集现场的实时工
时，与计划工时对比
分析

The screenshot displays the '工时管理' (Work Hour Management) window within the KMSOFT MES system. The window is divided into two main sections: '零件' (Parts) and '工序工时' (Process Hours). The '零件' section lists various components with their codes, names, and product models. The '工序工时' section provides a detailed breakdown of the work hours for each process step, including planned, actual, and real-time hours.

零件			工序工时				
代号	名称	产品型号	工序代码	计划工时	加工工时	实作工时	
0	HYH-SG-F...	管板基体	HYH/S0001	0 校平	320		300mp
1	HYH/S032...	排污接管	HYH/S0002	1 清理	380		380mp
2	HYH/S032...	宽量程下接管	HYH/S0002	2 打洋冲	1500		1200mp
3	HYH/S032...	连接疏水接管	HYH/S0002	3 目视	900		840mp
4	HYH/S032...	非连接疏水接管	HYH/S0002	4 预热	7		6h
5			5 焊接	550		540mp	
6			6 焊接	600		540mp	
7			7 焊接	580		540mp	
8			8				
9			9				
10			10				
11			11				
12			12				
13			13				
14			14				
15			15				
16			16				

The interface also includes a sidebar with navigation options: '车间资源管理' (Shop Resource Management), '计划排产' (Production Scheduling), '生产过程管理' (Production Process Management), and '统计分析' (Statistical Analysis). The main window has a title bar '工时管理' and standard window controls. At the bottom, there are buttons for '选择物料' (Select Material), '修正建议' (Correction Suggestion), '全部修正' (Correct All), '保存' (Save), and '退出' (Exit).

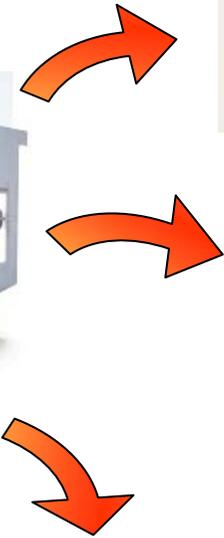
制造执行系统 (MES)



车间事件管理



DMU 210-01n 系列
结构紧凑，加工精度高 - 加工产量大，多用途，
绝对精密。



邮件通知



手机短信通知

报警事件管理

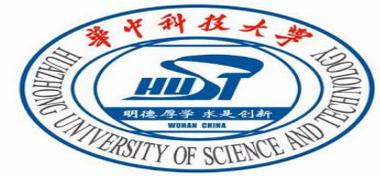
主题	紧急程度	报警内容	报警时间
设备故障	紧急	深孔钻床故障	2008-8-16
图纸设计问题	一般	特征尺寸单位不一致	
设备故障	一般	龙门铣床需要保养	2008-8-17
工艺设计问题	紧急	筒体的铣NC程序设计问题	2008-8-16
物料报警	一般	焊接材料没有采购到位	2008-8-18

报警

- 待处理
- 处理中
- 关闭

确定 取消

制造执行系统 (MES)

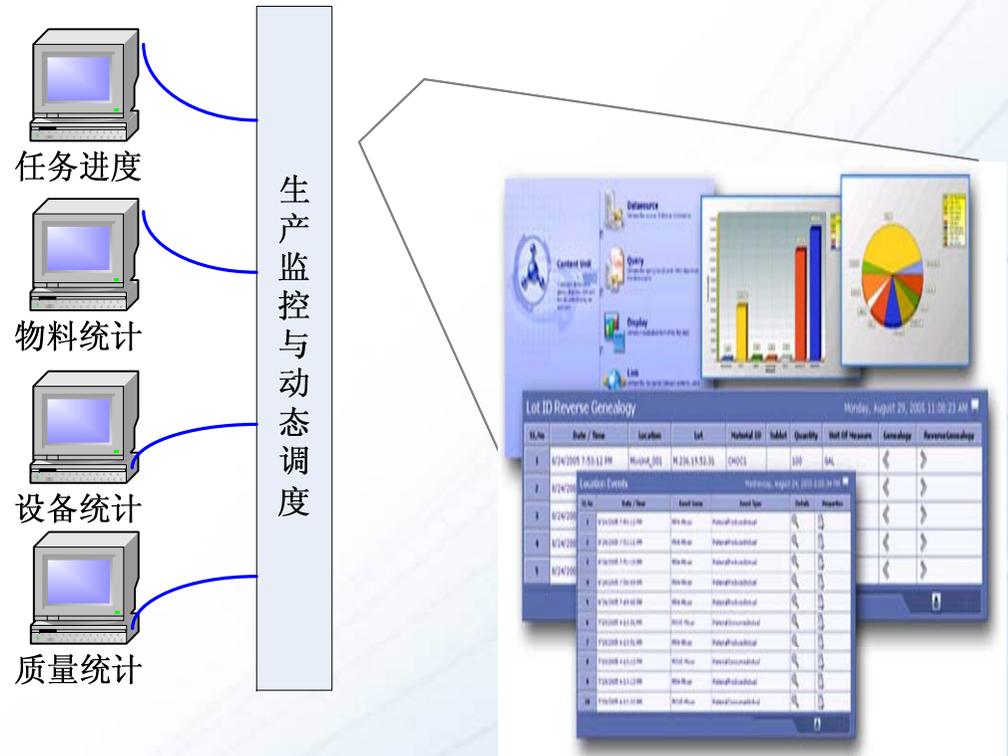


车间生产监控

□ 数字化调度室

- 安装多台监视终端
- 全方位监控车间实时状态
- 数字化生产调度会议

计划数据 ←→ 实际数据



制造执行系统 (MES)



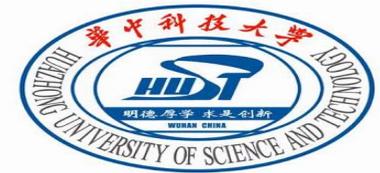
车间生产监控

□ 生产监控指挥中心

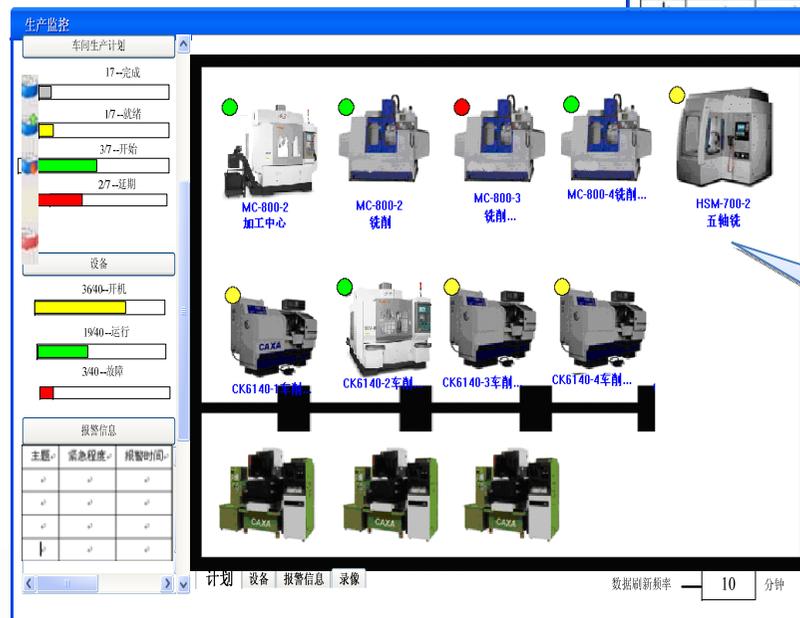
- 建立集生产管制、质量控制、设备监控、能源管理等为一体的生产监控指挥中心，对生产制造全过程实时动态的高度集中一体化管理控制。



制造执行系统 (MES)



车间生产监控——设备监控



制造执行系统 (MES)



报警事件监控

生产监控

车间生产计划

- 17 --完成
- 1/7 --就绪
- 3/7 --开始
- 2/7 --延期

设备

- 36/40 --开机
- 19/40 --运行
- 3/40 --故障

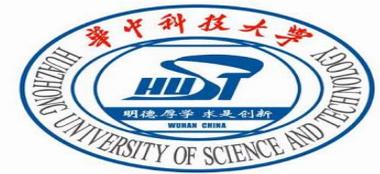
报警信息

主题	紧急程度	报警时间

主题	紧急程度	报警内容	报警时间
设备故障	紧急	深孔钻床故障	2008-8-16
图纸设计问题	一般	特征尺寸单位不一致	
设备故障	一般	龙门铣床需要保养	2008-8-17
工艺设计问题	紧急	筒体的铣 NC 程序设计问题	2008-8-16
物料报警	一般	焊接材料没有采购到位	2008-8-18

计划 设备 报警信息 录像

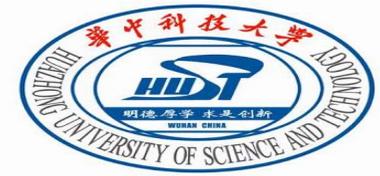
数据刷新频率 10 分钟



工艺信息化实施对于PLM系统应用至关重要。

协同、可视、集成、知识化是数字化工艺与制造下一步发展的趋势。

MES即将成为制造业信息化新的应用热点。



谢谢各位！

陈卓宁
华中科技大学机械学院
027-67869826
13971268407