

## 现代切削技术的发展机制 及技术特征

### The Development Mechanism and the Technical Characteristics of the Modern Cutting Technology

成都工具研究所 赵炳楠  
2006年4月

1

## 切削技术进入了现代切削技术新阶段

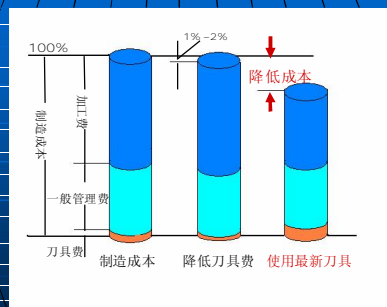
- 切削技术快速发展，加工效率成倍提高；
- 确立了切削技术和刀具对制造业发展的重要地位和对企业提高加工效率、降低制造成本的重要作用；
- 形成了切削技术发展的新机制；
- 具有新的技术特征。

2

## 一、现代切削技术发展的机制

3

## 切削加工的成本模型



4

## 这个模型蕴含的巨大经济价值

- 提高切削效率20%
- 每年能为美国节约150亿美元的加工费用；
- 每年能为我国节约800亿人民币的加工费用。

5

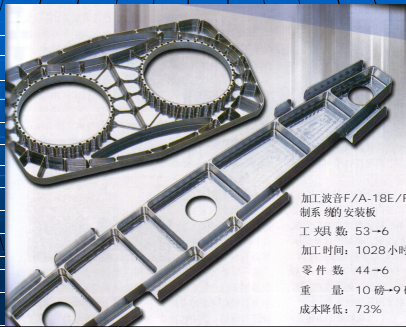
## 这个模型对切削技术发展的作用

- 改变了刀具用户的传统观念；
- 改变了刀具制造商的经营理念；
- 符合切削技术发展的内在规律；
- 把切削技术引上了快速持续发展的道路，并进入了现代切削技术新阶段。

6

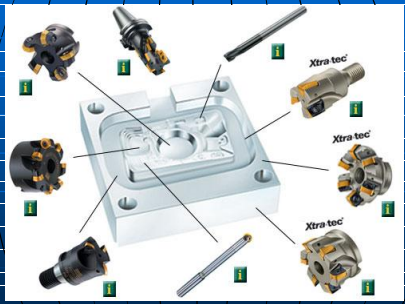
## 二、现代切削技术的技术特征

第一、新的切削工艺推动了制造业的产品开发和工艺创新

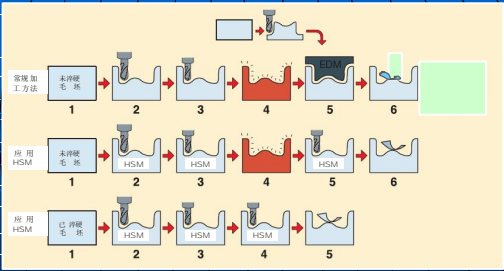


加工波音F/A-18E/F座舱罩的控制系统安装板  
 工夹具数: 53~6  
 加工时间: 1028小时  
 零件数: 44~6  
 重量: 10磅~9  
 成本降低: 73%

在快速发展的模具工业



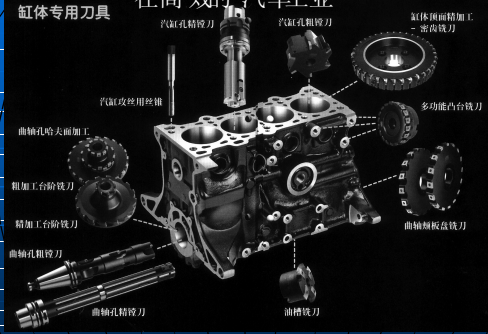
模具工艺的革新



效果: 提高模具的生产效率30%~50%  
 减少抛丸工作量60%~100%, 模具开发周期缩短40%


在高效的汽车工业

缸体专用刀具



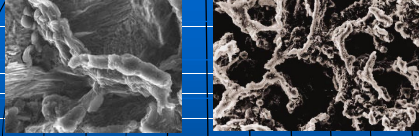
缸体粗镗刀  
 缸体精镗刀  
 缸体顶面精加工-密齿铣刀  
 缸孔专用铣刀  
 曲轴孔粗镗刀  
 曲轴孔精镗刀  
 油槽铣刀  
 粗加工台阶铣刀  
 精加工台阶铣刀  
 曲轴孔铣刀  
 多功能台阶铣刀  
 曲轴轴板铣刀

Werkzeuge für die Kurbel- und Nockenwellenbearbeitung

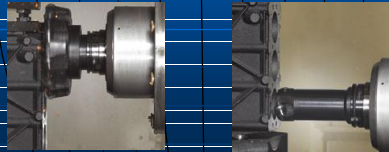


Driftbohrer zur Endbearbeitung  
 Xtra-tec: Planfräser zum Abfräsen für Crank und Pleuellager  
 Turbofräskutter für Pleuellager  
 Stufenbohrer für Pleuellagerbohrungen  
 Drehbohrer zur Lager- und Pleuellagerbearbeitung  
 Aufspannbohrer zur Lager- und Pleuellagerbearbeitung  
 Drehbohrer zur Pleuellagerbearbeitung  
 Ultra-tec  
 Tiger-tec  
 Werkzeuge für Zentralschleifen  
 Die Schleifbohrer sind heute die Standardbohrer für die Pleuellagerbohrungen. Sie sind für die Pleuellagerbohrungen geeignet, die in den Pleuellagern der Pleuellagerbohrungen bearbeitet werden. Sie sind für die Pleuellagerbohrungen geeignet, die in den Pleuellagern der Pleuellagerbohrungen bearbeitet werden.

### 开发加工 蠕墨 铸铁新工艺



CGI(GGV) 铸铁



13

### 第二、刀具 材料与涂层技术 取得重大进展

- 是现代切削 技术最重要的 物质基础，支持着 现代切削 技术持续快速的发展；
- 是刀具制造商 做大做强 的核心技术。

14

### 刀具 材料的进展

- 各种刀具 材料全面进步，使切削 加工的 各领域的 加工效率 全面提高；
- PCD、PCBN 超硬刀具 材料韧性提高，品种 增多，应用 范围扩大，对高速切削、高效 切削、硬切削、干切削 新工艺的 实用化起 到很大的 作用；
- 超细颗粒 硬质合金 和表面富 钴梯度 硬质合金 的开发，使 硬质合金 的性能有 很大的提 高，成为 主要的 刀具 材料

15



16

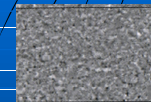


加工 粉碎机 辊筒 $\Phi 1700\text{mm}$ ，淬硬含 镍铸铁60HRC

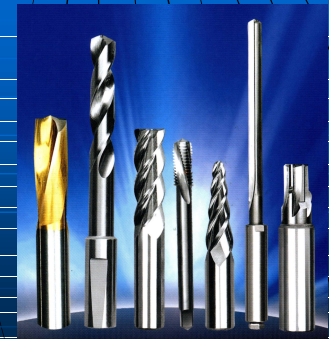
零件表面 不规则 有 夹砂

17

### 超细颗粒 硬质合金 及整体 硬质合金 刀具



硬质合金 颗粒 $0.4\mu\text{m}$ ，  
硬度94.2HRA，强度  
4000MPa



18

### 梯度硬质合金

富钴层

富钴层

19

### 化学涂层(CVD)进展

- 中温TiCN 涂层
- 厚膜Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 涂层
- 降低 涂层表面粗糙度

薄的 TiN 层

厚的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 层

中温TiCN 层

耐塑性变形的 带富钴层的 基体

A special edge line tool

GC4005 牌号

20

### 物理 涂层(PVD)的进展

- 开发了 TiAlN 系 列涂层
- 增加了新的高性能 牌号如AlCrN、TiSiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等;
- 纳米 结构涂层实用化。

21

### Balzers 公 司的 AlCrN 涂 层

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Structure                         | AlCrN Monolayer |
| Hardness HV 0.05                  | 3,200           |
| Residual compressive stress [GPa] | - 3.0           |
| Max. service temperature [°C]     | 1,100           |
| Coefficient of friction           | 0.35            |

Finishing carbon steel (Ck45)

Tool life [min]

Abrasive resistance

Oxidation resistance

Hot hardness

TICN

TiAlN

BALINIT® ALCRONA

22

### 日 本 公 司 的 TiSiN 涂 层

非晶组织 非晶相

结晶组织 结晶相

5nm

采用纳米结晶粒技术，大幅度提高了涂层的硬度和耐蚀性。アノサイズからなる結晶粒の制御により硬さと耐蝕性との大幅改善に成功。

硬度 HV0.05

1970

2744

2869

3596

TiN

TiCN

TiAlN

TH 涂层

温度 (°C)

23

### Platit 公 司 的 AlTiN/SiN 纳 米 涂 层

硬度4000Hv, 氧化温度1100°C

24



### 第三 刀具创新速度大大加快

- 刀具制造商从为用户服务中获得丰富的创新源泉，围绕着用户的产品开发、工艺革新、提高效率、降低成本开发新的刀具和切削工艺；
- 确立了系统优化的创新思路，面向加工对象对刀具材料、涂层、刀具几何形状、刀具结构等进行系统优化，充分挖掘切削资源的潜力，取得最佳的加工效果。

25

综合材料公司加工钢材牌号

超硬涂层硬合金 LE6010 的组织 超硬涂层硬合金 LE6020 的组织

稳定切削

第一推荐 (普通切削)

不变切削

GN LE6010, GN LE6020, MV LE6005, MV LE6006, SN LE6005, SN LE6006, MX LE6009, MX LE6008, MV LE6005, MV LE6006, GN LE6010, GN LE6020, MX LE6009, MX LE6008

26

株洲钻石切削刀具股份有限公司加工铸铁牌号

YBD052  
CVD涂层牌号。(超厚 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+厚 TiCN) 涂层与硬质基体结合，表面光滑，颗粒细腻。在灰口铸铁的干式高速切削时获得了较好的耐磨性。  
CVD coated grade. (Super thick Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+thick TiCN) coated carbide grade consisting of a thick, smooth and super micro grain coating on top of a hard substrate. This grade is optimized for best wear resistance when machining gray cast-iron at high speeds under dry conditions.

YBD102  
CVD涂层牌号。是(厚 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+厚 TiCN) 涂层与硬质基体结合。在球墨铸铁的高速加工时体现了良好的耐磨性和抗冲击能力。  
CVD coated grade. (Thick Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+thick TiCN) on top of very hard substrate is optimized for best balance between wear resistance and flaking resistance when machining nodular cast iron at high speeds.

YBD152  
CVD涂层牌号。(中等 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+厚的 TiCN) 涂层与硬质基体结合。在球墨铸铁的高速加工时体现了良好的耐磨性和抗冲击能力。  
CVD coated grade. (medium excellent flaking resistance on iron from moderate to high cutting speeds.

YBD252  
CVD涂层牌号。(中等 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+薄的 TiCN) 涂层与硬质基体结合。在球墨铸铁的高速加工时体现了良好的耐磨性和抗冲击能力。  
CVD coated grade. (medium a toughness substrate. TiCN demanding milling of cast iron turning of cast iron under dry

可提高加工效率30%~40%

27

### 第四 切削技术的内涵扩大

出现了与现代切削技术相关的新技术：

- HSK和新型7:24刀柄与机床主轴；
- 高速旋转刀具的安全技术；
- 高速旋转刀具的动平衡技术；
- 高速旋转刀具的装夹技术；
- 刀具管理技术等

成为发展与应用现代切削技术的重要组成部分

28

加快我国切削技术的发展  
提高切削刀具的应用水平

- 是落实科学发展观 建设制造强国、振兴装备制造业不可缺少的条件；
- 壮大我国的工具工业，加快行业结构调整 加大改造的力度 转变经营理念，重视：  
硬质合金和涂层技术的发展；  
提高自主创新能力  
树立为用户全面服务的新观念。

29

发展切削技术  
建设制造强国

谢谢！

30