

一种五面复合镗铣头设计*

刘文志¹, 王浩伦², 侯亮²

(1 福建省三明机床有限责任公司, 三明 365500; 2 厦门大学机电工程系, 厦门 361005)

摘要: 在分析当前龙门式加工中心常用镗铣头优缺点基础上, 提出一种新型五面复合镗铣头结构, 介绍五面复合镗铣头传动结构, 及其自动分度、自动装卸、自动换刀的工作原理和动作过程。

关键词: 五面镗铣头; 立、卧主轴传动; C_s 轴; 自动分度; 自动装卸; 自动换刀

中图分类号: TH122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671—3133(2010)08—0015—05

Design of a new five-sides boring and milling head

LIU Wen-zhi¹, WANG Hao-lun², HOU Liang²

(1 Sanming Machine Tool Co. Ltd., Sanming 365500, Fujian, China;

2 Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China)

Abstract: A new structure of five-sides boring & milling head was presented based on analyzing advantages and disadvantages of boring & milling heads which are used usually in the gantry type machining center. The transmission structure of five-sides boring & milling head was introduced, and the operating principle and working process of automatic indexing, automatic loading, and automatic tool changing are given.

Key words: five-sides boring & milling head; vertical and horizontal spindle transmission; C_s axis; automatic indexing; automatic loading; automatic tool change

目前, 龙门式加工中心常采用一些辅助工作头, 如卧式镗铣头、立式镗铣头、立卧可转换式镗铣头和万能角度镗铣头等, 其中, 卧式和立式镗铣头应用较为普遍, 结构刚度高, 切削力大, 但需要手工调换、装卸等。万能镗铣头有两个自由度转位, 可以适应各种角度表面的镗铣削, 但其结构复杂, 中间传动元件较多, 刚度相对立式或卧式的要低。立卧可转换式镗铣头结构与万能镗铣头相似, 刚度较差, 不适宜重切削^[1]。

本文提出一种五面复合镗铣头, 该镗铣头在水平和垂直两个方向上同时配有旋转主轴, 通过镗铣头自动分度转位或水平进给或垂直进给实现不同平面的加工。五面复合镗铣头的功能实现, 如图 1 所示。其优点是: 采用同时具有立、卧功能的可自动转位五面镗铣头, 可以一次装夹完成工件上多面加工的所有工序, 可扩大工艺范围, 减少笨重大工件的多次装夹定位, 提高加工精度; 自动快速装刀, 节省辅助工时, 提高工作效率; 镗铣头结构紧凑, 中间环节少, 刚度较

好。下面阐述 TXH57140 × 350 高刚度龙门立卧铣镗五面体加工中心上配合使用的五面复合镗铣头传动结构以及其关键工作原理。

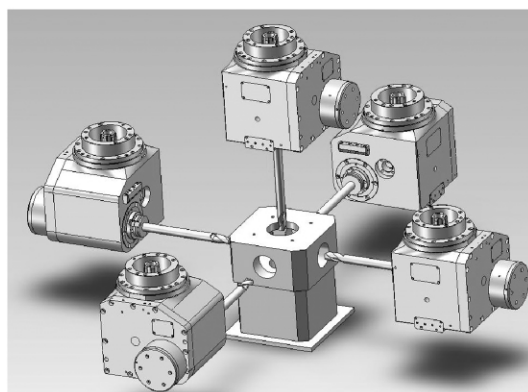


图 1 五面复合镗铣头的功能实现

1 五面复合镗铣头传动结构

三明机床有限公司在开发 TXH57140 × 350 高刚

* 国家自然科学基金资助项目(70772093); 福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划资助项目; 厦门市科技计划项目(3502Z20090003)

度龙门立卧铣镗五面体加工中心时,设计了五面复合镗铣头,该机构主要是由立主轴 3、卧主轴 21 和铣头

体 1 等零件组成,立镗铣头结构如图 2 所示,卧镗铣头结构如图 3 所示。

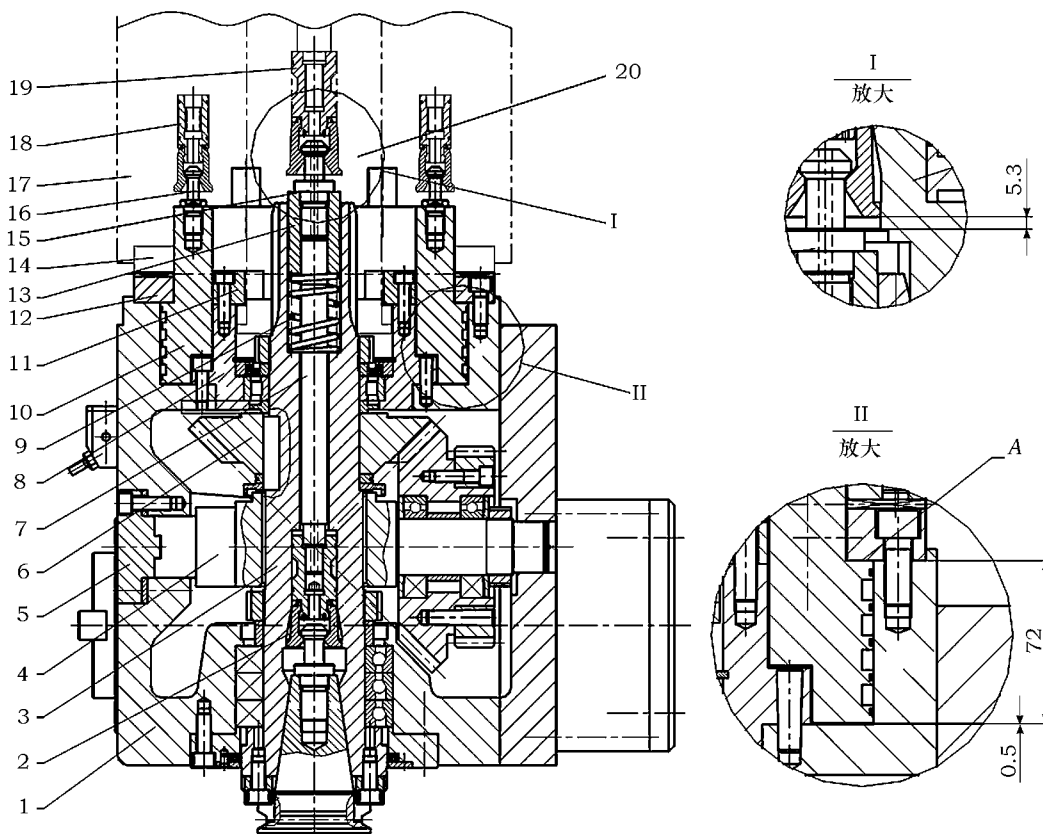


图 2 立镗铣头结构

1. 铣头体 2. 立主轴拉爪 3. 立主轴 4. 过渡轴 5. 法兰盖 6. 锥齿轮 7. 拉杆 8. 连体套
9. 压缩弹簧 10. 中间套 11. 分度键 12. 端齿盘下盘 13. 活塞 14. 端齿盘上盘
15. 立主轴拉钉 16. 吊头拉钉 17. 方滑枕 18. 吊头拉爪 19. 立主轴拉爪 20. 中间传动轴

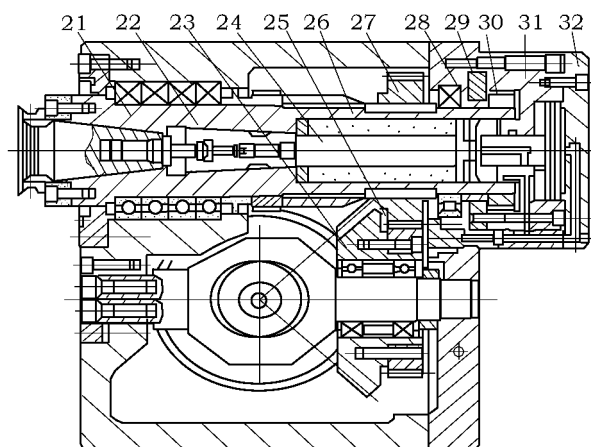


图 3 卧镗铣头结构

21. 卧主轴 22. 卧主轴拉爪 23. 锥齿轮 24. 拉杆 25. 斜齿轮
26. 碟形弹簧 27. 斜齿轮 28. 活塞杆 29. 压板
30. 圆螺母 31. 液压油缸 32. 油缸盖

1.1 立镗铣头结构

立镗铣头通过四个吊头拉钉 16 和吊头拉爪 18 被拉紧在主轴方滑枕 17 上,而吊头拉爪 18 的运动分别由主轴方滑枕箱内的四个油缸控制。通过吊头拉钉 16 使端齿盘的上盘 14 和下盘 12 紧密啮合,确保立镗铣头与主轴方滑枕 17 的定位。由于端齿盘的上盘 14 和下盘 12 都通过螺栓分别与主轴方滑枕 17 和铣头体 1 相连接,这样通过端齿盘的上盘 14 与下盘 12 啮合,使得铣头体 1 紧固在主轴方滑枕箱上。当立镗铣头工作时,切削力通过端齿盘传递到主轴方滑枕 17 上,具有较大的抗切削力承载刚度。另外,主轴方滑枕箱内的立主轴拉爪 19 在油缸的控制下将立主轴拉钉 15 向上拉紧,此时拉力大于压缩弹簧 9 的弹力,通过立主轴拉爪 19 可以把铣刀固定在 7:24 锥孔中,其中分度键 11 与中间传动轴 20 的键槽相对应。因此,立主轴机构的

传动方式主要是由主轴伺服电动机通过方滑枕 17 上的中间传动轴 20 传递到立主轴 3 上,由立主轴 3 的 7:24 锥孔及其端面键带动铣刀旋转实现加工。

1.2 卧镗铣头结构

卧镗铣头结构相对立镗铣头结构要简单,主要包括立主轴 3 和卧主轴 21 之间的齿轮轮系和卧主轴 21 的碟形弹簧 26 的拉杆 24 机构。卧镗铣头传动方式主要通过立主轴 3 以及过渡轴 4 上的一对锥齿轮 6 和 23,再通过过渡轴 4 上的斜齿轮 25 与卧主轴 21 上斜齿轮 27 啮合,将驱动力传送到卧主轴 21 上,卧主轴 21 左端的 7:24 锥孔及其端面键带动铣刀旋转实现加工,即可进行垂直方向平面及相应孔的加工。

2 五面复合镗铣头的关键工作原理

2.1 自动分度原理

五面体数控机床或五面体加工中心配套的立卧两用自动分度铣头自动分度功能的实现是以镗铣头能够自动而准确装卸为基础的。镗铣头自动分度过程为:中间传动轴 20 由传感器及系统 Cs 轴判断进行定向,使分度键 11 与中间传动轴 20 上的键槽相对应。其中,系统 Cs 轴安装在方滑枕 17 内,其主要功用是对卧主轴的分度角度位置进行控制。镗铣头自动分度、装卸及松紧刀具的液压控制系统,如图 4 所示。镗铣头自动分度控制过程并不复杂,例如,18.2 电磁阀 YV1 通电,压力油进入四个吊头油缸,四个吊头拉爪 18 同时被松开;然后 18.3 电磁阀 YV1 通电,压力油进入主吊头油缸,使得安装在方滑枕 17 内中间传动轴

20 中的立主轴拉爪 19 能够在拉杆 24 和主轴油缸的作用下向下移动 5mm,此时,立主轴拉爪 19 由于行程关系并未张开,铣头体 1 与方滑枕 17 分开,端齿盘的上盘 14 和下盘 12 相互脱开,分度键 11 与中间传动轴 20 上的键槽配合,由于分度键 11 固定在连体套 8 上,而连体套 8 又固定在铣头体 1 上,所以当主轴电动机低速旋转时,中间传动轴 20 就可带动铣头进行分度,分度角度由系统的 Cs 轴控制。又由于中间套 10 上定位销与方滑枕 17 上销孔并未完全脱开,因此中间套 10 并不随镗铣头一同回转,四个吊头拉钉 16 位置仍对准四个吊头拉爪 18 的位置,当分度结束时,在方滑枕 17 的中间传动轴 20 中,拉杆 24 带着铣头体 1 向上移动,使端齿盘的上盘 14 和下盘 12 完全啮合,之后,四个吊头拉爪 18 吊紧四个吊头拉钉 16,分度动作完成。

由于铣头体 1 是立卧双轴的,可分别进行立式、卧式加工,而且可利用卧式主轴自动旋转 180°进行两面同轴镗孔加工。通过铣头体 1 和方滑枕 17 间的高精度端齿盘定位,液压油缸 31 分离,碟形弹簧 26 压紧,伺服电动机驱动和 Cs 轴分度控制、传感器检测装置进行自动分度和定位,铣头体 1 可绕主传动轴旋转中心按照 1°或 2.5°等进行 360°自动分度,使安装在机床上的工件能够在一次装夹中完成最多 361 或 145 个面加工。

2.2 自动装卸原理

五面复合镗铣头的铣头体 1 安装在方滑枕 17 上,执行各种加工工序。端齿盘下盘 12 紧固在铣头体 1 上,端齿盘上盘 14 紧固在方滑枕 17 上,当立主轴 3 上

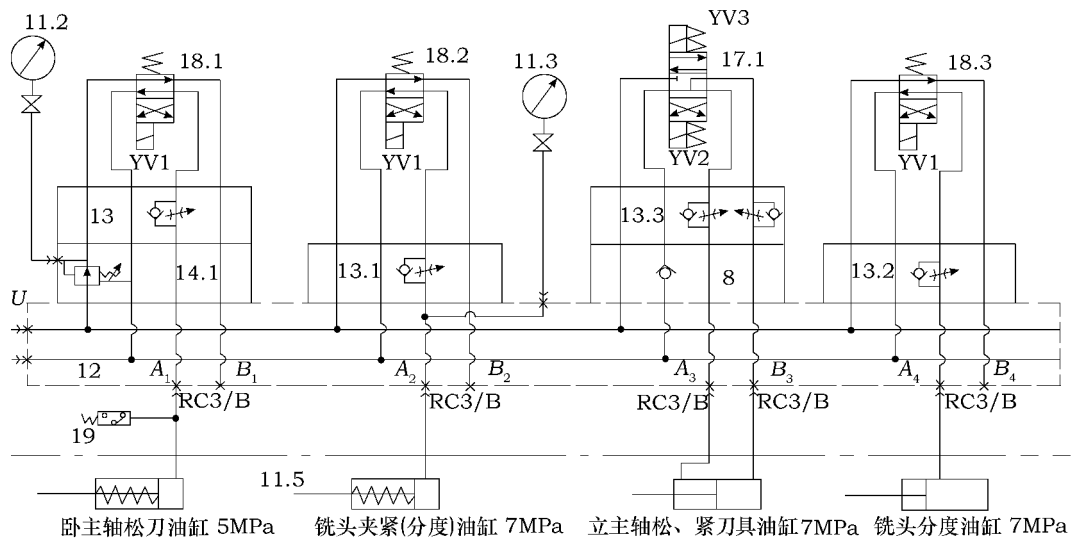


图 4 镗铣头自动分度、装卸及松、紧刀具的液压控制系统

的立主轴拉钉 15 和四个吊头拉钉 16 同时被拉紧,中间套 10 通过接触面 A 使端齿盘下盘 12 与上盘 14 紧密啮合,使铣头体 1 精密定位并牢牢地固定在方滑枕 17 上,提高了方滑枕 17 与铣头体 1 间连接刚度及分度精度。

当五面复合镗铣头完成加工任务后,需要将铣头体 1 从方滑枕 17 上卸载下来,其自动卸载过程为:通过中间传动轴 20 上的传感器及 C_s 轴判断并进行定向,使铣头体 1 上的分度键 11 与中间传动轴 20 上键槽相对应,将铣头体 1 移到机床旁的专用支架上。首先,18.2 电磁阀通电,压力油进入四个吊头油缸内,驱动四个吊头拉爪 18 松开;然后,18.3 电磁阀通电,压力油进入主吊头油缸内,使拉杆 24 向下移动,在铣头体 1 放置在支架上后,17.1 电磁阀通电,压力油进入主吊头油缸,使主轴拉爪 16 松开,同时方滑枕 17 上升,铣头体 1 被卸下。铣头体 1 安装过程与卸下过程正好相反。

2.3 自动换刀装夹原理

五面复合镗铣头立、卧主轴的自动换刀装夹的工作原理有一定的差别。五面复合镗铣头立主轴自动松开/夹紧刀具过程是靠方滑枕 17 上的机构来控制的:在立主轴 3 松开刀具时,方滑枕 17 上的 17.1 电磁阀 YV2 通电(如图 4 所示)松刀油缸动作,把中间传动轴 20 中的拉杆 24 压下,通过主轴拉爪 19、立主轴拉钉 15、活塞 13、拉杆 7 传递到立主轴拉爪 2,立主轴拉爪 2 向下移动并松开,松刀完成;在紧刀过程中,方滑枕 17 上的 17.1 电磁阀 YV3 通电(如图 4 所示),紧刀油缸动作,油缸回原位,刀柄靠碟形弹簧 26 拉紧中间轴的拉杆 24 来实现的。在五面复合镗铣头卧主轴 21 自动紧刀时 18.1 电磁阀 YV1 不通电,靠碟形弹簧 26 拉紧拉杆 24 来实现。卧主轴松开刀具时 18.1 电磁阀 YV1 通电,松刀油缸活塞杆 28 动作,推动拉杆 24 向前移动,卧主轴拉爪 22 松开,实现松刀。由于卧主轴 21 松刀采用浮动反扣技术,油缸的作用力作用在圆螺母 30 上,对主轴轴承起保护作用。

3 应用情况

TXH57140 × 350 是在原有的龙门加工中心基础上进一步开发的高端产品,五面复合镗铣头在其中的应用如图 5 所示。五面复合镗铣头是技术创新的关键功能部件,其中卧主轴 21 可以根据端齿盘齿数进行 5° 、 2.5° 、 1° 等分度加工,优于在数控龙门上加配角铣头等功能附件;在加工大零件时,只要铣头回转,不用

大型数控回转工作台,就能实现所有面上的加工工序;整机价格便宜。由于其采用齿轮传动,力矩大,可以进行强力切削,更适用于产品零件的加工(非模具加工场合),在产品加工上优于 A、C 摆头的五轴联动数控机床,表 1 所示为五面复合镗铣头的技术性能和参数。因此,该机床能在加工工件一次定位、装夹中,实现五面体多方位(144 位)的多工序加工,成为一种能进行铣、镗、钻、攻丝和较多工序复合型的加工中心,不仅提高了工艺的有效性,缩短了生产过程链,还保证各加工面之间的形位公差精度,具有高效、高精加工特点,以及良好的动、静刚度,加工范围大、承载重量大,是汽车、模具、航空航天、纺织机械和印刷机械等加工制造行业的理想生产设备。

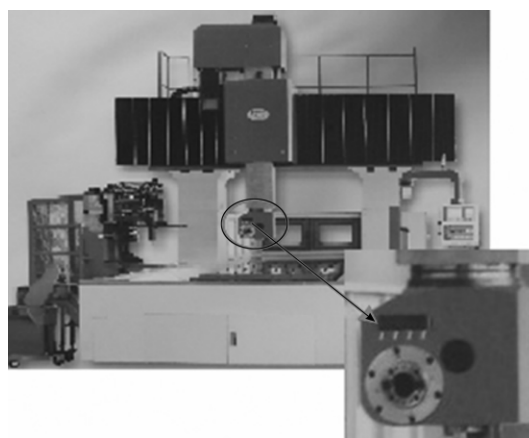


图 5 五面复合镗铣头在 TXH57140 × 350 龙门加工中心上的应用

表 1 五面复合镗铣头技术性能和参数

| 主要技术内容 | 参数 |
|---------------------------------|------------------------|
| 轴锥度 | No. 50 7:24 |
| 主轴转速/($r \cdot \min^{-1}$) | 10 ~ 3500(无级) |
| 主轴输出力矩/($N \cdot m$) | 585 |
| 立、卧主轴距离/mm | 150 |
| 主轴转位分度 | $2.5^\circ \times 144$ |
| 纵、横进给速度/($m \cdot \min^{-1}$) | 10 |
| 垂直进给速度/($m \cdot \min^{-1}$) | 5 |
| 主轴电动机功率/kW | 22/18.5 |
| 主轴减速比 | 1:1.6 |
| 输出转矩/($N \cdot m$) | 307 |
| 定位精度/mm | ± 0.008 |
| 重复精度/mm | ± 0.004 |
| 分度精度/($''$) | ± 2 |

4 结语

1) 无论是自动分度、装卸镗铣头,还是立、卧轴松开/夹紧刀具等工作过程,由于四个吊头拉爪 16、立主

(下转第 46 页)

表 1 使用 PLM 概念图前后效果对比

| 功 能 | 使用前 | 使用后 |
|-----------|----------|--|
| 记录设计变更和过程 | 有部分, 不全面 | 有, 通过概念图完整纪录设计过程 |
| 知识管理与知识重用 | 几乎没有 | 由于通过 PLM 概念图记录设计核心过程, 并且将文档与概念节点关联, 形成基本的知识管理和重用系统 |

4 结语

本文围绕着基于 PLM 系统的新产品开发中, 对知识表达、知识获取、知识存储和知识重用等方面的需求以及设计过程中存在的问题, 提出以“PLM 概念图”为核心的新产品设计知识可视化管理方案。在新产品开发过程中, 传统设计方式只能在 PLM 系统中看到最终设计结果, 而采用本文提出的“PLM 概念图”可以记录设计中各个阶段, 经过重新组织相关联的数据和产品设计知识后, 设计人员可以掌握整个设计过程全貌, 这有利于新产品开发过程中知识重用, 从而提高企业核心创造力。本项目还要进一步对 PLM 概念图的语义和检索、知识的冗余和效率等问题进行研究, 并加强集成性的研究。

参 考 文 献:

[1] 沈建新, 周儒荣. 产品全生命周期管理系统框架及关键技术研究[J]. 南京航空航天大学学报, 2003(5): 565-571.

[2] 胡光忠, 柳忠彬, 兰芳. 产品全生命周期管理 PLM 技术研究[J]. 机械设计与制造, 2006(9): 169-171.

[3] Hanley S, Dawson C. A framework for delivering value with knowledge management. [J]. Information Strategy,

2000, 16(4): 27-36.

[4] Eppler M J, Burkhard R A. Visual representations in knowledge management: framework and cases [J]. Journal of Knowledge Management, 2007, 11(4): 112-122.

[5] Alla Anohina, Egons Lavendelis, Janis Grundspenkis. The Concept Map-based Knowledge Assessment System with Reduction of Task Difficulty [J]. Information Systems Development: Challenges in Practice, Theory and Education 2008, 2(10): 835-898.

[6] Tergan Sigmar-Olaf. Digital Concept Maps for Managing Knowledge and Information [J]. Knowledge and Information Visualization 2005, 3(4): 185-204.

[7] Masahiko Onosato, ASAO Yujin. Development of Active Knowledge Archives based on Virtual Manufacturing Systems [C]. The 35th CIRP-International Seminar on Manufacturing Systems Seoul Korea 2002.

[8] Amrit Tiwana, Balasubramaniam Ramesh. A design knowledge management system to support collaborative information product evolution [J]. Decision Support Systems, 2001, 3(31): 241-262.

[9] 李善平. 产品数据标准与 PDM [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002: 293-298.

[10] 顾兵. XML 实用技术教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 15-18.

作者简介: 刘志学, 硕士研究生, 研究方向为制造业信息化。
E-mail: zhixueliu@gmail.com
收稿日期: 2009-11-18

(上接第 18 页)

轴拉钉 15、立主轴拉爪 2、卧主轴拉爪 22 的夹紧力是由碟形弹簧 26 来提供的, 而放松是由油缸来控制的。因此, 只要控制这些油缸就可实现镗铣头的自动分度、装卸、松开/夹紧刀具功能。

2) 该镗铣头及其定位夹紧系统具有结构布局合理、动作准确、夹紧力大、刚度高、多面加工平行度及对头镗孔同轴度精度高等特点, 适用于大、重型机床, 尤其是要求自动化程度高的加工中心及数控镗铣床。

目前该五面复合镗铣头已成功应用于 TXH57 系列的高刚度立卧五面镗铣加工中心上, 专利局已受理该五面复合镗铣头结构及传动、分度等技术的实用新

型专利申请。

参 考 文 献:

[1] 倪爱礼, 徐增豪, 余为民, 等. 一种龙门加工中心的立卧复合镗铣头设计[J]. 机械, 2007(11): 53-54.

作者简介: 刘文志, 高级机械工程师, 主要研究方向: 数控机床及加工中心 CAD/CAM/CAPP/PDM 的应用。
E-mail: smmtlwz@sina.com
收稿日期: 2010-05-09