

广东南方职业学院
省级大学生创新创业训练计划项目
结题验收佐证材料

项目名称： 数控加工工艺创新与创业

项目负责人： 谢恒康

指导教师： 梁家伟、唐丕龙、周葵生

项目所属学院（公章）： 智能制造学院（原工程系）

校级立项时间： 2015年2月

省级立项时间： 2015年6月

校级结题时间： 2016年10月

填报日期： 2019年5月



广东南方职业学院
2019年5月

目录

一、数控加工新工艺探索实施过程.....	1
二、项目研究成果（斜齿轮加工指令的应用总结）	3

一、数控加工新工艺探索实施过程

实施过程

第一阶段：研究项目准备阶段。项目小组成员采用文献调查法，分工协作，采购相应图书，广泛收集各种资料，对资料进行简单分析。系统深入研究有关理论，同时加强与企业交流，对机械加工企业研究的主要内容进行全面深入的理论方法的研究和探索。

第二阶段：研究项目实施阶段。结合导师意见设计协调机械加工企业的加工工艺要求，同时分析问题，并解决问题。

第三阶段：研究项目完成阶段。项目组成员根据前期分析情况及实验结果总结和调整情况，进行数据分析和资料整理，将研究成果进行汇总，整理，完成撰写总结报告。

数据分析与处理

通过统计学的相关知识对数据进行分析和处理。

解决的关键技术

采取理论分析与实际加工相结合的方法。

我们将实地调查机械加工企业，访谈机械加工企业的工艺负责人，了解斜齿轮加工过程中所存在的问题。

应用价值：斜齿轮一直都是机械加工的难点，而且在生产过程中，由于切削参数设置不当很容易造成废品。为了提高斜齿轮成品率及提高加工效率，斜齿轮的加工应该采用数控机床进行加工。但采用数控机床加工，就要进行编程。斜齿轮属于复杂零件，齿轮的编程采用自动编程。现在数控自动编程应用最多的软件是UG。为了提高斜齿轮的建模速度，设计一个专门的斜齿轮建模指令能有效的提高建模效率。为企业能更好提高效益。

创新点和特色:

本项目的创新点是提高斜齿轮的成品率，提高其生产效率，起到非常重要的作用。

本项目研究机械加工对斜齿轮加工所存在的难点，为更好的让斜齿轮的加工工艺满足加工要求，从多企业多工艺进行分析，UG 斜齿轮加工指令能满足 95%数控加工企业的要求。

二、斜齿轮加工指令的应用总结

齿轮是机器的最主要部件，也是整台机器中最基础和关键的部件，其良好的设计、可靠的质量和优越的性能是保证机组正常稳定运行的决定因素。因此各国均很重视齿轮的设计研究，主要包括空气动力学、结构动力学、疲劳、复合材料力学及成型工艺。近十多年来，在这个领域里得到了很大进展。我国通过“六五”、“七五”攻关，初步形成了一套齿轮的设计方法，已用于一系直齿、斜齿、人字齿轮的研制。

齿轮 CAD 系统是一项改造传统齿轮设计的关键技术，采用这一技术可以方便地在计算机中创建齿轮的三维实体模型，以获得最佳的设计效果。这个软件为更好地辅助设计人员完成齿轮的选型与设计，避免低水平的重复劳动，通过建立统一的标准齿轮数据库来实现系统对齿轮数据的管理与共享。二维的齿轮设计软件，虽然在减轻设计工作量、缩短设计周期以及绘图质量等方面起到了重大的作用；但是，面对现代机械制造业对计算机应用的高要求，这种二维图形库已经力不从心了。在今天这样激烈竞争的环境中，从事产品开发和齿轮设计的公司都希望尽可能缩短设计制造所耗用的时间。由 CAD 模块产生的三维几何数据对进一步的气动和齿轮结构分析都非常有用。所以要适应现代齿轮制造的要求，有必要建立一个真正的三维齿轮数据库了。

UG 软件在 CAD/CAM/CAE 方面有着强大的功能，而且 UG 本身又拥有二次开发工具，因此通过本课题的研究，目的就是希望能在 UG 软件上开发出一种齿轮的 CAD 设计系统，为齿轮的设计提供了一种快速、灵活的集成设计环境；从理论上提高 UG 的应用环境，扩大其使用功能，从而同时可以在二次开发 UG 的过程中加强对 UG 的更全面的认识。这对于 UG 的使用也是一次有益的尝试。

以参数化驱动为基础的产品设计思路是当今齿轮设计制造 CAD 系统发展的新方向。在产品开发过程中有效的将原有工程设计经验、

设计成果及行业知识融入到现有产品设计开发中，通过知识的“再利用”使设计人员大大减轻了非创造性劳动工作量，也使得产品的设计效率成倍的增长。

齿轮三维绘画方式智能向导模块中，综合运用了人工智能中的模式识别技术、UG/Open API 函数及 C++中的面向对象的思想来进行产品的参数化与优化审计方式的判断，从而能够灵活、高效的判断制品特征并给出相应的设计方式，实现对普通产品设计方式的智能向导。

零部件及机构的三维造型模块中，系统将各种材料的性能参数、标准零部件的相关参数及尺寸的确定，校核等公式封装在设计过程中，并将各个零部件按照装配关系整合，最终实现三维立体设计优化。

数据库认证及管理模块可以实现远程协作，具有权限的设计人员不但可以查看相关零部件的数据库信息，而且能够通过网络实现异地数据共享，使整个设计过程更加高效、便捷。

该齿轮设计系统基于 UG NX4.0 作为开发平台，以 SQL Server 2000 为数据库管理系统，运用 Visual C++ 及 MenuScript 等 UG 脚本语言开发出人性化的人机界面，并通过 UG/Open API 函数实现了最终三维零件造型，系统的开发涉及并包含了人工智能中模式识别、知识工程的相关概念，具有一定的智能性及良好的实用性；在 UG NX 环境下，建立参数化齿轮模型，并存储为模板文件，然后利用 UG, Open 进行二次开发，实现人机对话框输入参数，直接建立渐开线圆柱斜齿轮的三维模型。

本项目“UG 二次开发在齿轮设计中的应用”采用 UG 软件的 User Tools 工具、二次开发工具 Open GRIP 语言和 TURBO C 语言，自主开发，根据现有的资料，设计出常用的直齿、斜齿、人字齿轮的三维图库。系统软件通过试运行，取得了比较好的效果，达到了预期的目的。

本项目通过对齿轮啮合原理的研究，建立齿轮的数学模型，实现

了直齿轮、斜齿轮、直尺锥齿轮和弧齿锥齿轮三维参数化造型，得出的成果和结论如下：

1. 基于平面渐开线的形成原理，建立渐开线数学模型，实现渐开线直齿轮、斜齿轮及直齿锥齿轮的当量圆柱齿轮的齿廓造型；而弧齿锥齿轮的齿廓造型是基于锥齿轮的啮合原理，建立了球面渐开线数学模型，实现了球面渐开线齿廓设计；

2. UG/Open 二次开发模块是 UG 软件的二次开发工具集，利用该模块可对 UG 系统进行用户化开发，满足用户进行二次开发的需求。本文深入研究了 UG 二次开发的各种方法，并熟练运用 UG/OPEN 开发工具，为齿轮参数化设计提供技术支持。

3. 在建立弧齿锥齿轮、直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮和直齿锥齿轮的数学模型的基础上，实现了各齿轮的三维参数化造型；本论文提供弧齿锥齿轮的三维参数化的研究方法，特别是对平面渐开线、球面渐开线模型的建立，为其他类齿轮的参数化造型提供了有益的参考，具有一定的学术研究和实际应用价值。

在齿轮的设计计算时，首先根据当地风谱和实际工况确定出设计初始参数，并输入到计算机中，利用 UG 的 CAD 技术使齿轮沿叶展分成若干个等距截面，进行计算，并输出各标准截面的截形参数：模数、压力角、变位置系数和齿轮厚等。

齿轮形状参数化图库由 GRIP 子程序自动生成。只要通过齿轮主程序中的 CALL 命令调用子程序，传递相关参数值，就可快速生成不同规格的齿轮三维线框图。齿轮截面的生成程序单独作为子程序调用，

另一方面，也通过本课题的研究，对于开拓自己的思路，增长知识面，培养自己独立研究课题、提高解决的能力都有很大的帮助。在本课题的研究过程中，通过理论学习和实践，对于了解齿轮的原理、设计等有了较系统的，对于 UG 在 CAD/CAM 方面的应用以及 C 语言和 UG 的二次开发也都有了较为深入的认识和理解。

因此，从齿轮 CAD 设计问题的解决、UG 软件的应用以及个人能力的发展等多方面来看，本课题的研究都是成果显著的，都有着积极的意义。

而且本项目的研究不仅仅是对于 UG 软件在齿轮 CAD 设计中应用的一个简单延续，其意义更在于展示了 UG 在机械设计方面有着更加广阔的前景，类似的开发同样可以应用在其他机械设计加工方面，显示了 UG 在这方面开发的可行性。

结论弧齿锥齿轮广泛应用于航空、航天和工程机械传动系统中，具有传动平稳，承载能力强等优点。但这种齿轮的结构比较复杂，齿轮设计和加工具有一定的难度。

为了提高齿轮的设计效率，提高造型精度，本文以三维造型软件 UGNX4.0 为开发平台，以弧齿锥齿轮的数学模型为理论支持，实现弧齿锥齿轮的三维参数化造型。

本指令的实现避免了人工绘图的繁琐，保证渐开线齿轮造型的精确性和快速性，具有一定的实用价值，对后续工作奠定了一定的基础。

今后的展望和设想

由于本项目只是比较普遍的齿轮开发设计，因此以后还可以对各种各样的比较特殊的齿轮进一步完善设计，使得可以对齿轮的全部类型进行开发设计，从而实现真正意义上可供工厂使用的成熟的设计程序。更进一步，还可以对其他产品也进行类似的开发设计，也就进一步发挥了 UG 软件的功能和作用。

弧齿锥齿轮三维参数化造型是一个实用化的研究和开发工程，仅靠作者一年多的工作来完成，是远远不够的，仍然需要进一步修正、充实和完善；另一方面，随着齿轮工业的发展，一些新的功能需要不断的加入到系统中去，因此，为达到系统的专业化和实用化，今后的研究和开发工作会更加艰巨和繁重。

1. 弧齿锥齿轮种类繁多，在本论文中，只做了轴交角为 90 度的渐缩齿弧齿锥

齿轮的参数化造型，为了实现在实际生产和具体工程中的应用，完善和加强弧齿锥齿轮参数化造型系统，还需要加入等高齿、双重渐缩齿弧齿锥齿轮的参数化造型模块；

2. 在齿廓设计上，渐开线齿形与齿根圆之间的过渡曲线采用圆弧代替，没有讨论最佳的曲线模式。过渡曲线的创建方法有多种，常用的过渡曲线方程有：圆弧方程、直线和圆弧相结合的曲线方程以及考虑实际加工情况，根据选用刀具和加工方式确定的曲线方程。

3. 弧齿锥齿轮的参数化造型只是 CAD/CAE/CAM 一体化工程的开始，后续工

作还有很多，诸如：齿轮装配干涉、齿轮副静态啮合仿真、动态性能分析、模具设计等，从而真正实现弧齿锥齿轮的 CAD/CAE/CAM 一体化。

总之，通过本次课题的研究，从一个较为具体的应用中可以看出，UG 在机械设计加工的应用领域是很广阔的，基本上能渗透到产品从设计到完成的各个环节，是一个功能强大，适合机械加工业使用的大型 CAD/CAM/CAE 软件。可以预见在不久的将来，UG 软件必会得到广泛的应用。