
齿轮铣削加工插补程序模块设计

目 录

绪 论	1
第 1 章插补	2
1.1 数控系统的基本原理	2
1.2 插补基本原理和简介	3
1.3 插补算法的分类	4
1.3.1 基准脉冲插补算法	4
1.3.2 数据采样插补算法	5
第 2 章数据采样法	6
2.1 插补周期和位置控制周期的选择	6
2.1.1 插补周期的选择	6
2.1.2 位置控制周期的选择	7
2.2 插补周期、插补精度和给定速度之间的关系	7
2.3 数据采样圆弧插补	8
2.3.1 内接弦线法	8
2.3.2 一阶近似 DDA 算法——割线法	9
2.3.3 二阶近似 DDA 算法——割线法	10
2.4 误差分析	11
2.5 终点判别	11
2.6 粗插补和精插补简单介绍	11
第 3 章数字积分法 (DDA)	13
3.1 数字积分法直线插补	14
3.2 数字积分直线插补实例	16

第 4 章渐开线	18
4.1 渐开线的形成	18
4.2 渐开线的性质	18
4.3 渐开线方程	19
4.4 渐开线刀具中心轨迹方程	20
4.5 渐开线刀具中心轨迹接点的求解与算法	23
4.5.1 第一段渐开线刀具的中心轨迹节点计算	23
4.5.2 第二段渐开线刀具中心轨迹转接点计算	24
第五章插补程序设计	28
5.1 程序设计任务	28
5.1.1 程序设计工具的选择	28
5.1.2 Visual C++6.0	29
5.2 齿轮插补的程序设计	30
5.2.1 直线插补工作流程图	30
5.2.2 渐开线插补工作流程图	31
5.2.3 圆弧插补工作流程图	33
5.2.4 齿轮插补流程图	34
5.3 程序运行调式结果	35
第 6 章工程与社会	37
参考文献	38

绪 论

随着时代的发展，机械工具已经离不开我们的生活。在大街上随处可见机械工具，其中有一个机械工具的核心部件，即齿轮。齿轮可以传递动力，改变速度和方向。因此，研究齿轮如何铣削是相当有意义的。在当今科技时代，齿轮早已能够依靠数控机床快速生产。数控机床的核心是插补技术。

自插补研究发现后，在数控系统中得到充分应用。插补的质量直接影响数控的生产。本文设计了一个插补程序模块，通过该程序模块，可以在计算机上对齿轮的齿形进行建模。

本次论文主要通过五个章节，仔细解释如何设计这个齿轮插补模块。在第一章中，我们首先让大家知道什么是插补，了解一些关于插补的基本内容。第二章和第三章介绍了我们设计这种齿轮插补所需要的插补算法，一种是数据采样方法，另一种是数字积分方法。第二章介绍了数据采样法，以便我们了解如何使用数据采样法，并了解其一些功能。第三章介绍了数字积分法，这也使我们了解了如何使用数字积分法，知道了它的原理、算法等。本文的重点是在第四章，本章主要介绍了我们如何设计刀具中心轨迹以及如何计算齿轮转接点，只有知道这些参数方程我们才能进行程序。因此，在第五章中，我们介绍了如何设计程序并成功模拟齿轮的齿形，并在附录中给出了程序框图。

第 1 章插补

1.1 数控系统的基本原理

数控系统的一般工作过程下：

首先进行人工处理：先画图，然后我们编写的加工程序，当我们有了数控加工程序，我们就可以通过通信接口、键盘将我们的数控加工程序驻留在内存里。

当我们人工的处理完毕时，就可以利用数控系统自动处理了，通过驻留在内的数据我们就可以通过译码和预处理得到刀具的中心轨迹，再通过插补运算处理产生驱动刀具移动的实际控制信号，由下图 1-1 数控加工流程图可以清晰的了解

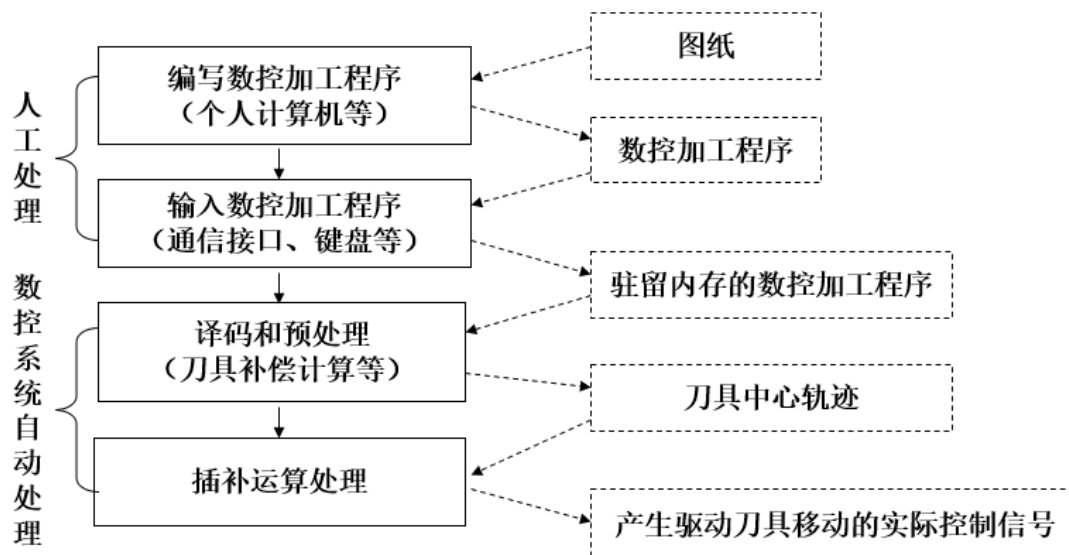


图 1-1 数控加工流程图

由此我们可以清楚地了解数控系统地工作流程，而现在我们主要的还是要了解数控系统中的插补，现今随着科技的发展插补程序也越发成熟，插补的种类也多，所以我们要根据不同的零件轮廓选择不同的插补算法，选择了正确的算法我们才可以事倍功半。

1.2 插补基本原理和简介

既然要学习插补，就必须了解什么是插补，插补的原理是什么。机床数控的核心技术是插补技术^[1]。在加工之前，我们首先需要了解零件的轮廓形状并确定刀具的进给速度。数控系统会根据零件的轮廓和我们设定的进给速度来设定进给速度，它不光会计算出零件的起点和终点坐标，也会找到中间点的坐标。这种实时操作称为插补操作，归根结底，插补是在工件轮廓的起点和终点之间插入一系列中间点（折线端点）的过程，也就是所谓的“数据点致密化过程”，相应的算法称为插补算法^[2]。

插补运算也有多样性。我们可以通过硬件或软件完成插补算法。当使用数控系统硬件插补器时，我们可以发现插补硬件存在一些缺点。硬件插值缺乏灵活性，难以同时调整和修改，但优点是运行速度快。在使用软件插补器的过程中，我们可以发现软件插补的缺点是速度慢，但它的优点是灵活性高，而且可以在后期及时调整和修改，两者或多或少都有一些缺点。在早期没有现代数控系统的时代，我们的硬件数控系统是由数字逻辑电路组成的^[3]，存在许多问题和不便，科技在不断发展，我们开发了现代数控系统，软件和硬件相结合的插补方法。

由于现代零件不再是单一的直线或圆弧，现代数控系统具有这两种功能来满足生产要求。

在加工零件的轮廓时，我们肯定会考虑刀具的运行速度。我们不能让刀具无限制地运行，经过研究，我们发现插补操作的速度决定了刀具进给的速度，所以为了减少刀具进给时间，即插补操作时间，在设计插补操作的过程中，我们要尽量避免三角函数运算、平方运算等复杂运算，否则会因为算法的繁冗而大大提高算法的运算速度，因此，我们设计的插补运算都是迭代算法。

我们已经考虑了操作的速度和操作的准确性。我们不能只需要不考虑准确性而快速，但是速度和准确性确实相互制约和矛盾。如果我们想要快的速度，精度相对没有那么高，如果我们有计算精度，速度就没有那么快。因此，我们在设计时尽量满足两者。到目前为止，我们还没有开发出插值精度和速度都很快的插值算法，希望将来能解决它。

数控机床加工零件时，刀具不可能走出圆弧形式，刀具的轨迹是用许多微小的直线接近我们的目标轮廓，因此，我们知道工件的轨迹并不是我们想象的平滑曲线而是很多直线，如图 1-2 所示：

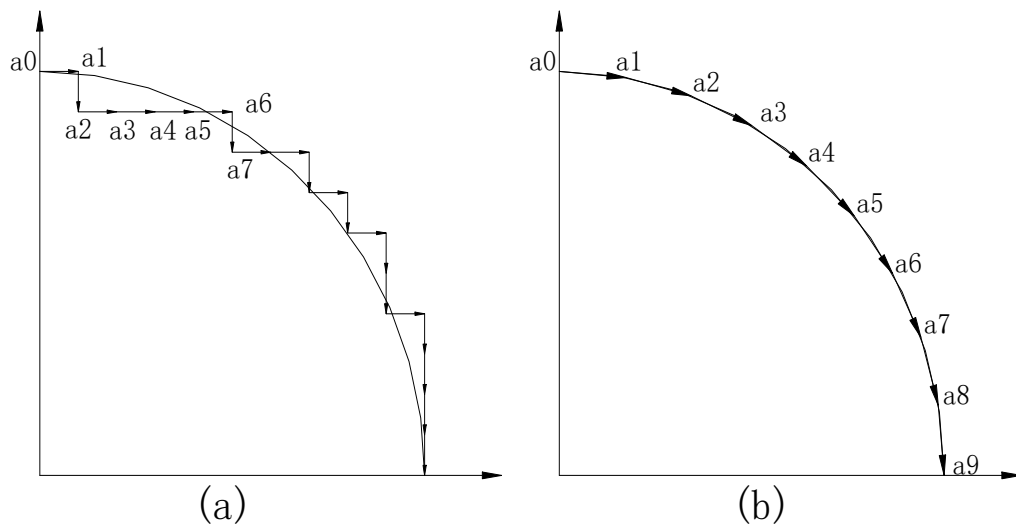


图 1-2 刀具运动轨迹

1.3 插补算法的分类

随着时间的推移和时代的进步，这就要求我们不断地研究和发现新的插补算法，而我们目前所知道的插补种类也在不断增加，我们一般是按插补的计算方法来划分的。我们可以将其分为两类：脉冲插补和数字采样法。同时，这两个也是本次毕业设计中使用的插补算法

1.3.1 基准脉冲插补算法

基准脉冲插值法也称为行程标量插补或脉冲增量插补^[1]，顾名思义每经过一次插补运算，我们会得到一个脉冲增量。通过这个脉冲增量，我们将控制每个坐标轴的运动，并且通过坐标轴的运动，我们将获得所需的轮廓。

他的特点在于：

1 每次插值操作后，一个坐标轴将获得一个脉冲增量，也就是说，该刀具将走一个脉冲增量距离。每个单位脉冲对应的坐标轴位移称为脉冲当量，用 δ 或 BLU 表示^[4]。

2 插补

算法相对简单,我们通常只需要经过几次加法运算和移位运算即可完成插补运算^[4]。

3 由于每次插补最多仅产生一个脉冲当量,因此脉冲插补的误差小于一个脉冲当量 δ 。

基准脉冲插补有多种类型。我们将主要介绍本次毕业设计中使用的数字积分法。

1.3.2 数据采样插补算法

数字采样法也称为时间标量插补或数字增量插补^[5]。它会根据设定的插补周期和设定的进给速度,自动将零件轮廓分成许多直线,然后计算出这些直线段对应的增量,然后将得到的位置增量输出给伺服系统,这时坐标轴就会得到一个进给。

它的特点在于:

1 插补运算不同于脉冲增量。它不再是坐标轴上的驱动脉冲,而是对应于每个坐标轴的位置增量的几个数字量。

2 影响加工速度的主要因素不再是插补运算速度。当前的处理速度取决于我们需要的插值精度。要求的精度越高,处理速度越慢,相反,处理速度越

第 2 章 数据采样法

本次课题之所以用到数据采样法是因为我们需要通过数据采样法去把齿轮一个齿上的转接点采样出来而且用到数据采样法中的圆弧插补来插补齿顶圆和齿根圆，下面我们就要介绍一下数据采样法。

2.1 插补周期和位置控制周期的选择

2.1.1 插补周期的选择

在使用数据采样方法之前，第一步就是设置插值周期，因为如果没有插补周期，我们就不能得到插补时间，什么是插补周期，即插补运算会产生微小的直线段，两个直线段之间的时间间隔称为插补周期。而什么是位置控制周期，我们把数控系统中伺服位置环的采样控制时间称为位置控制周期 TC。

插补周期和位置控制周期并不是一个变量，在通常情况下二者是个固定值，当然我们也不能随意给它们取值，一般情况下，TS 要大于等于 TC,如果着两个值不相等的话，我们要求的是 $TS=K*TC^{[6]}$ 。

下面就插补周期我们简单的说明一下：

数控系统的稳定性与插补周期无关，因此插补周期不会影响系统的稳定性，但插补周期会影响刀具的运行轨迹，错误的插补周期会使刀具路径的误差变得很大；

插补程序的好坏主要取决于其高精度，因此插补周期的选择取决于精度要求；

虽然插补周期越短，精度越高，但我们不能无限期地减少插补周期，因为在一个插补周期中，时间不仅包括插补计算运行的时间，还包括数控系统处理其他任务的时间，因此，在选择插补周期时，我们应该考虑我们选择的时间是否足以让数控系统完成所有任务。我们一般规定 $TS = 10ms$ 左右，最大值不能超过 $20ms$ 。

2.1.2 位置控制周期的选择

上文我们知道了插补周期的一些概念。下面我们在选择位置控制周期时同样也先了解位置控制周期影响着什么，位置控制周期 TC 的大小决定系统的稳定并且动态跟踪也与位置控制周期有关，所以位置控制周期的选择要考虑到这两点。下面就介绍一下位置控制周期的选择方式：

当出现 $TS=TC$ 这种情况的时候，数控系统在一个插补周期中先会用插补程序计算出坐标轴的进给增量，在把得出的进给增量作为位置增量赋给位置控制周期。

当 $TC = TS/K$ 发生时，我们举个例子来了解一下，假设 $TS = 6ms$ ， $TC = 3ms$ ，则 $K = 2$ ，即每隔 $6ms$ ，数控系统首先使用一个插补程序，并利用插补程序计算出各坐标的进给量值；然后每 $3ms$ 数控系统就会使用位置控制程序计算位置增量，然而计算出的位置增量不会一次性给出位置控制周期，而是位置控制周期的一半，这意味着伺服系统需要完成所有坐标增量两次^[7]。

2.2 插补周期、插补精度和给定速度之间的关系

数据采集方法的直线插补没有误差，因为插值是微小的直线段，如果使用数据采集圆弧插补，就会出现误差问题，因为我们需要使用微小的直线段来接近圆弧^[8]

我们可以以弦线逼近法为例，通过数据直观的判断三者之间的关系。如下图 2-1 所示：

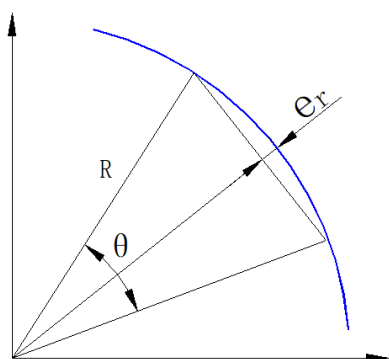


图 2-1 弦线法

从图中我们很明得到最大径向误差为：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/055230234020012012>