

探讨数控加工工艺路线

江南机器（集团）有限公司 （湖南湘潭 411100） 沈永福

随着技术的进步与发展，零件的加工从 CAD 造型到数控加工工艺设计、程序设计、加工中心工艺数据测量与补偿等，使工艺设计面临着技术含量向更深层次拓展的问题。本文根据自己多年来的生产实践经验，与同行们共同探讨这一新的工艺课题。

1. 数控加工工艺设计的内容

数控工艺设计是为工件进行数控加工前期的准备工作，它必须在程序编制工作之前完成。因为只有工艺设计方案确定以后，编程才有依据，否则，由于工艺方面的考虑不周将可能造成数控加工的错误。所以说数控加工工艺设计是数控加工中的第一要素，它确保了编程与加工的正确性、合理性。

数控加工工艺设计主要包括：①选择并决定零件的数控加工内容。②零件图样的数控加工性分析。③数控加工的工艺路线设计。④数控加工工序设计。⑤数控加工工艺文件的编写。

2. 数控加工工艺设计的过程

当选择并决定对某个零件进行数控加工后，并不等于要把零件所有加工内容全包下来，而可能只是对其中的一部分进行数控加工。这时，必须对零

件图进行仔细地工艺分析，选择出那些最适合、最需要进行数控加工的内容和工序。在选择并作出决定时，应结合本单位的实际，立足于解决难题和提高生产率，充分发挥数控加工工序集中的优势，一般可按下列顺序考虑：①通用机床无法加工的内容作为优先选择内容。②通用机床难加工，质量也难以保证的内容应作为重点内容。③通用机床加工效率低，劳动强度大，或中小批量的零件（大批量零件加工应在组合机床，或者数控柔性生产线上加工）。

上述这些内容采用数控加工后，在产品质量、生产效率与综合经济效益等方面都会出现非常可观的效果，而有些内容是不宜选择数控加工的。比如：①需要通过较长时间占机调整的加工内容。②必须按专用工装协调的孔，加工时主要是考虑到采集编程应用数据有困难的加工内容，因为这些数据必须完全符合专用工装所保证的孔的相互位置。这种情况应考虑用普铣和人工测量的加工方法来完成。③按某些特定的制造依据（如样板、样件、胎模）等加工的异型面轮廓。异型面轮廓的加工主要是获取数据困难，易于检验依据发生矛盾，增加编程难度，

同数控系统生成不同的程序），用对应的数控加工设备利用在线传输软件，对零件进行实践加工。

4. 结语

根据风扇轮的加工特点与第四届数控比赛的现场条件分析：在粗加工上一般都不会有问题，采用等高粗加工把大部分余量切除，在精加工上，要注意合理选择加工方式，针对这个加工零件，用“叶片精加工”方式对零件加工效果不是很理想，通过多次验证，精加工采用等高精加工对阳面加工到位，阴面采用五轴侧铣，最后达到较好的效果。MW

（收稿日期：20110125）

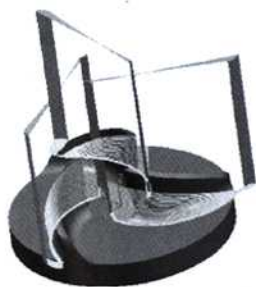


图 10

确定正确后，利用 CAXA2008 后置处理功能，对零件加工的刀路轨迹生成所需要的 NC 代码（针对各不

这在日常生产中经常碰到。解决的方式是通过三坐标自动测量得到坐标点数据（特别是异型三维曲面造型数据的采集。在编程时还需通过UG软件进行合理矩阵编排，多次修整才能得到合理的曲面造型，在工艺设计时要充分注意）。④不能在一次安装中加工完成的其他零星部分。因为采用数控加工时很繁杂，再次装夹校正几率高，建议安排通用机床补加工。

总之，在选择和决定加工内容时，要考虑生产批量、生产周期、工序间周转情况等，要尽量做到工序编排合理，达到多、快、好、省的目标，防止把数控机床降格为通用机床使用。

3. 对零件图进行数控加工工艺性分析

由于数控加工的工艺涉及面很广，这里仅从数控加工的可能性与方便性两个方面提出一些必须分析和审查的主要内容。

(1) 审查与分析图样中的尺寸标注方法是否适应数控加工的特点。对于数控加工来说，最倾向于以同基准引标注尺寸或者直接给出坐标尺寸。这种标注法，既便于编程，也便于检测；对于有些尺寸链，要在工艺设计中考虑工艺尺寸链的换算，便于编程时使用半径补偿和长度补偿来达到尺寸要求。

(2) 审查与分析零件图样中构成的几何元素是否充分。由于设计人员在设计过程中考虑不周或者被忽略，常常遇到构成零件轮廓的几何元素的条件不充分或者模糊不清。如圆弧与直线到底是相切还是相交，有些明明画成相切，但是根据图样绘出的尺寸计算，相切条件不充分而变为相交或者相离状态，使得编程无法进行；有时所给条件又过于“苛刻”或者自相矛盾，增加了数学处理与节点计算难度。因为在自动编程时，要对构成轮廓的所有几何元素进行定义，手工编程时要计算出每一节点坐标，无论哪一点不明确或者不确定，编程都无法进行。所以在审查与分析图样时一定要仔细考虑，对于有圆弧拐角处易产生“深啃”的情况，要进行必要的数学处理，根据国标公差值规定来决定尺寸偏置值的大小。

4. 分析零件所要求的加工精度

对于表面加工质量要求高的工件，要作精细加工，对于表面加工质量要求不高的，则着重考虑经济精度。对于有斜截面要求的孔，而且出口有位置

度要求的，不宜使用钻孔固定循环格式钻通孔，在出口时要考虑到人工编程，使用G01直线下钻方法或者用主程序调用子程序来完成，以便于分层次的降速处理。对于薄壁件、刚性差的零件加工（指含型腔类零件加工），建议使用UG编程软件；在设置加工参数时，使用层优先功能和高转速、高进给、小深度的“两高一小”编程方式。

5. 零件毛坯工艺性分析及机床选择

在对零件图进行工艺性分析后，还要结合数控加工的特点，对所用毛坯（注：常为板料、铸件、自由锻及锻件）进行工艺性分析，否则毛坯不适合数控加工。一般原则应该优先考虑在普通机床上进行粗加工，或者半精加工，其目的是保证经济精度。毛坯的工艺性分析一般应从这几个方面着手考虑：

(1) 毛坯的加工余量是否充分，批量生产时毛坯余量是否稳定。建议先划线来控制毛坯均分问题。因为在数控加工中，一般一次定位将决定工件的加工过程，这个加工过程中很难顾及到其他尺寸的余量不足问题。因此，数控加工时，工件的加工面均应考虑余量均分问题。根据多年的加工经验，我认为数控加工中最难保证的是加工面与非加工面间的尺寸，这一点应该引起特别重视。

(2) 分析毛坯在安装定位方面的可靠性。大家一定要遵守粗基准只能使用一次的原则。一般先选择面比较大的、比较平整的作为粗基准。而这个粗基准要充分考虑到尽量能加工多部位。

(3) 机床的选择。不同类型的零件应在不同的数控机床上加工，要根据机床的加工性能、零件的设计要求合理选择机床。如：①数控机床适合加工形状比较复杂的轴类零件和自由复杂曲线构成的回转形模具内外型腔。②数控立式镗床和立式加工中心适合加工箱体、箱盖、平面凸轮、回转不等距螺杆、样板形状复杂平面、三维曲面及模具的内外型腔加工。③数控卧式镗床和卧式加工中心适合加工各种复杂的箱体类零件，如泵体、阀体、壳体等。④多坐标联动立式、卧式加工中心（属于高价位机床，安排工艺时应考虑其经济性）它适合加工各种复杂的曲线、曲面叶轮和模具等。进行工艺设计，程序设计时应充分考虑加工质量、经济精度和机床性能三要素。**MW**

（收稿日期：20110220）