

# 数控线切割加工开放实验需要多层次发展

庞愉平,鄂大辛

(北京理工大学机械与车辆工程学院先进制造实验室,北京 100081)

**摘要:**在数控电火花线切割加工的开放性教学实践中,我们将开放实验分类为:兴趣型认识实验、求知型自主实验和创新型专业实验等层次,取得了一点教学成果。由此,意识到在实验教学中既应该重视素质教育的普遍含义,同时也决不能忽视其中蕴育着的更深层次的发展性、建设性含义。本文先就兴趣型认识实验和求知型自主实验,简略谈一谈它在整个开放实验体系中所处的位置及其重要性。

**关键词:**数控线切割加工;开放实验;兴趣型认识实验;求知型自主实验

**中图分类号:**G642 **文献标识码:**B **文章编号:**1002-4956(2003)05-0179-04

## 1 高等学校实验教学面临的发展形式

作为现代教育显著标志之一的素质教育,一改那种只强调传授知识而疏于能力培养的陈旧观念,注重启发式、自主性和个性教育,是以培养学生科研兴趣和综合素质,突出学生创新能力和培养学生工程实践能力为主的教育方式。在目标之下,如何把握实验教学的基本规律及其发展趋势是完善和提高素质教育水平很重要的一个侧面。但是,素质教育其自身理应具有不断提高和持续发展的途径。如何使素质教育不致停留在原地不动,而能追随时代的前进步伐而发展,也正是素质教育本身所具有潜在的深刻含义。

科学实践与科学理论及其成果之间具有不可分割的密切关系,以自然科学最高荣誉奖之一的诺贝尔奖在物理学领域的颁布为例,约有半数以上是授予实验项目的,这一事实足以证明实验在自然科学研究中的重要地位。理论教学与实验教学相结合的基本教育方针在我校一直很受重视,各种形式的开放实验教学已经得到了大面积的普及。但是,如何提高实验教学的真实水平,使实验不仅作为检验理论的客观标准,更重要的是进一步利用它、发展它,从而强有力地推动理论研究向前发展,是我们实验教学人员必须认真研究和积极实践的一项重要工作。

## 2 数控线切割加工技术的兴趣型认识性开放实验——二维线切割

两年来,本着教育资源共享和最大限度地利用实验室资源的原则,在全校范围内连续开展了“数控电火花线切割加工”开放实验,在学校实验设备处的大力支持下,通过网络发

收稿日期:2003-02-14

作者简介:庞愉平(1959—),男,实验师 I

布招生信息、网上报名、网上选题等一系列现代化实验教学管理手段以及师生的共同努力,取得了一定的实验教学成果。

数控电火花线切割实验的全过程由学生自主设计,采取导学式实验教学。设计、绘图及编制数控加工控制程序在 CAM 室完成,通过网络系统将数据输入到数控电火花线切割机床的控制软件中,学生自己动手独立完成整个加工过程。针对制造系、电子工程系、物理系和生物系等来自不同专业的学生和参差不齐的求知层次,我们提供了 4 种最基本的实验方法,使学生根据自己的兴趣、时间和能力任意选择,也可自主设计实验方法。

(1) 利用 BASIC、TURBO C 语言编制数据文件以及 ISO 数控加工程序(G 代码)。使学生对数控机床语言、专用绘图软件和自动生成加工程序的整个过程有所认识和理解。

(2) 利用数控机床专用绘图软件 CAXA 绘图,通过系统的图形交互方式编程,自动生成切割轨迹并输出 G 代码指令。扩充学生在使用数控专用软件及计算机方面的知识。

(3) 使用 AutoCAD 绘图软件,以(3.dxf)的格式输出,在线切割机床专用软件系统中生成图形,并进行自动编程生成切割轨迹后输出 G 指令。这种方法可使学生会使用通用性、功能性很强的 CAD 绘图软件。

(4) 对有绘画爱好的学生可使用扫描仪将自己的艺术作品进行扫描,以(3.pcx)格式存储图形文件,并对图形矢量化、进行自动编程生成切割轨迹后输出 G 指令。使学生学习扫描仪与其它工具软件配合、交互使用的现代数控加工方法。实验过程中,教师只是着重实验方法上的指导,让学生尽可能把自己的创造思想和主观能动性发挥出来。

在高等教育培养人才向综合性、创新型转变的发展趋势下,对现代理工科大学学生的教育不应仅局限于本专业科技知识的传授,还应该广泛培养和发掘他们在本专业以外的各种兴趣爱好和求知愿望,开放实验本身即蕴藏着这样一种深刻的内涵。对参加数控线切割开放实验的非机械类专业的学生,鼓励他们了解先进制造技术。一方面,使他们在可能将思维变为现实的条件下,充分发挥自己的想象能力,挖掘自己的创造能力。另一方面,又使他们通过实验认识到自己想象思维的合理性和可行性。在实验中,高职学生仅穿丝两次即切割出如图 1 所示的两个正方形无切口套环。根据线切割内形加工工艺要求,3 个运丝起点显然需要 3 个穿丝孔。但当两向平面切割完成后,在教师的启发、引导下,学生积极开动脑筋、想办法,利用转角度的方法未经加工穿丝孔就切割出无切口套环。起初,学生对无切口套环线切割加工感到难以理解甚至认为根本无法实现。但是经过反复和动手试验后,终于获得了实践技巧的创新性收获和好奇心的极大满足。显然在学生的个性中孕育着大量的认知兴趣和创新欲望,如何将其变为知识和能力,则需要经过不断思维—实践—再思维—再实践的过程,需要启发、引导,需要客观环境的培养和造就。

兴趣是世界上最好的老师,它促使学生萌发自主的积极性,并产生创造性思维。而提高学生的素质,使他们的个性得以发挥正是高等教育对人才培养的核心要求。美、日等先进国家教育方式的一个主要特点就是寓教于乐,使学生在兴趣中学习。而实验内容的新

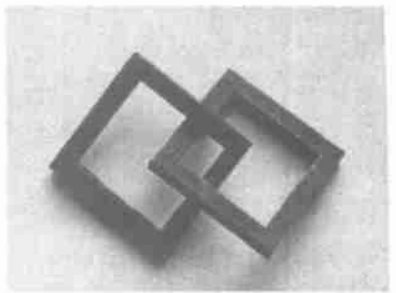


图 1 无切口正方形双套环

颖,则是引起学生热情投入的有效手段之一。兴趣型认识性开放实验在于培养学生勇于展示自己的想象能力,为他们创造可以发挥自己创意的客观环境。通过实验使学生认识科学想象力的无休止性及其必须与实际相结合的重要性,因为合理的创意和想象通过现代科学技术可以变为现实,但任何创意和想象又必须遵从于客观现实,这是促使科学实践化和实践科学化向前发展的客观途径。

### 3 数控线切割技术的求知型自主性开放实验——上、下异型面的三维切割

对于参加数控线切割开放实验的机械类专业学生,需要引导他们提高对本专业科技发展状况的认识,进而促使他们在这一领域中发挥自己的创造和实践能力。考虑到理论教学的进展情况,我们尽可能避开电加工理论中有关金属蚀除原理和极间介质状态变化等理论性教学内容,而将实验的目的和重点放在自主性求知的基础层次上。

先进的数控线切割技术不应仅局限于二维轮廓的线性加工,而正在向各种锥度、变锥度以及上下异型面的三维直纹曲面切割方向发展。如何将这种新的加工技术和技巧向学生介绍,让他们动手实践,也是我们合理安排实验内容、逐步提高实验层次的一个重要的教学组成部分。实验的基本目的是使学生对数控线切割机床的四轴联动功能有所感知性认识。因此,为了启发学生,首先将被加工工件上下表面对应点必须符合单值对应关系,并且要求相邻两标点中,工件上下两表面运丝轨迹的长度之比,应等于相应的动点速度之比——线切割轨迹合成准则,作为实验的基本原则讲解给学生。之后,让学生自己拟定实验的技术路线。有的学生经过思考后提出,如果把圆锥顶点假想为与圆锥底圆周上各坐标点相对应的无限个空间坐标点的重合,那么是否可以切割出圆锥曲面的想法。从几何学和运动学观点来看,这种观点当然是可以给予肯定的,并且在线切割轨迹合成——对应关系原则上也可得到广义的满足。设切割钼丝为一顶点在坐标原点 $O$ 并与 $Z$ 轴成一定角度并绕其旋转的动直线,则切割轨迹即为顶点在坐标原点 $O$ 上且与 $Z$ 轴成 $\alpha$ 角的圆锥曲面体,它的坐标方程为:

$$z^2 = \pm ctg \alpha (x^2 + y^2) \quad (1)$$

显然锥底外轮廓线在 $XOY$ 坐标平面上的投影为一半径为 $r$ 的圆:

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (2)$$

按照线性化轨迹合成可以得到线性化坐标 $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $U_i$ 、 $V_i$ ,考虑切割时上下丝架的相对运动,将圆锥顶点坐标 $U_i$ 、 $X_i$ 转换为相对于圆锥体下底面圆 $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $(x^2 + y^2 = r^2)$ 的增量坐标:

$$\begin{aligned} U_i &= U_i - X_i \\ V_i &= V_i - Y_i \end{aligned} \quad (3)$$

由上式即可间接地反映出被切割工件的锥度。学生根据式(1)切割出冲裁模形状孔带锥度凹模,有的出于好奇心,一次切割出两个圆锥体。还有的学生在实验总结时,根据式(2)提出导轮在高速运丝时产生振动,特别是电极丝倾斜工作时,导轮与电极丝的接触点瞬时时间变化,因此,靠导轮给电极丝定位是难以实现大锥度切割加工的最主要原因之一的结论。

通过总结体会到,在兴趣型的认知实验中,为学生提供了“自我发现”和“个性发展”的

实践环境,意在引导他们挖掘自身兴趣中所蕴藏着的求知欲望和创新意识。在求知型自主实验中,我们更注重通过实践培养学生将感性认识上升到理性认识的科学思维能力,使他们自主的向实践求取知识,进而将其理顺、升华,发展自己的创新意识,锻炼自己的创新能力,最终实现自己的创新思想。

学生在数控线切割既动手又动脑的实验过程中,表现得非常积极主动,他们都希望每一个过程要亲自动手实践,对数控线切割加工技术的初始尝试表现出的思维非常活跃。同时,现有技术的不完善性又激发了他们跃跃欲试的改革、开发意识。特别是经过实践尝试之后所萌发的创造性思维,远比在课堂学习时要活跃得多。可以肯定,学生在运用实验方法探求未知的求知型自主性开放实验过程中,培养了自己的思维、观察能力,一定程度上掌握了从事科学研究或处理工程问题的实践能力。

#### 4 开放型实验教学多层次发展的重要意义

高等教育由应试教育向素质教育转变,要求高等科技人才应由过去的单一知识型向综合型、创新型发展。实验室作为培养创新人才的重要课堂,要为学生创造一个培养科学兴趣、实现创新思想的实践环境。包括认知性和感知性的兴趣型认识性开放实验,正是基于这一实验教学发展的要求而展开并初见成效的。

在高等学校中,学生是学习的主体。实验教学与理论教学同样是理工科大学教育的一个主项环节。因为它在一定意义上涵盖了理论课的全部内容,并且作为学生获得更广泛的实践知识,有力地激发他们巨大的内在潜能的第二课堂,担负着培养学生手、脑并用以及发现、分析和解决问题能力的重要任务。因此,如何因材施教,根据学生的具体情况实施启发式、导学式实验教学,鼓励学生发挥自身的求知兴趣和创造意识是实验教学人员责无旁贷的教学职责。基于目前作为实验教学单位实现独立设课的困难性,我们摆脱了以往实验依附于课程、隶属于课程的旧传统教学理念的束缚,积极地选择了开放性实验的方式来展开实验教学,在一定程度上补充了理论教学的不足,促进了实验教学的发展。但是任何一种施教方式都必须根据客观实际不断完善、不断发展,才能保持它鲜明的科学先导性。我们通过多期实验体会到开放实验本身属于开放式教学,那么,更应该充分利用它的可施展空间,形成多种形式、多种风格和多种层次的教学模式,而不应该拘泥于单纯为开放而开放的表面形式。

#### [参考文献]

- [1] 徐云,等 | 高校素质教育改革与实验室建设[J] | 实验技术与管理,2000 | 1
- [2] 李鸣,等 | 现代教育技术在实验教学中的应用[J] | 实验技术与管理,1999,16(6):92 - 95 | 1
- [3] 周作元,等 | 处于世纪之交的高等学校实验室工作的再思考[J] | 实验技术与管理,1999,16(6):4 - 10 | 1