

焊接学会 第 XIIa 专业分委员会
数值分析、CAD/CAM 研究组

“焊接专家系统”专题学术会议 论文集

1989. 11. 北京

铝合金焊接工艺专家系统LWES-01

武传松 吴 林 罗剑峰

(哈尔滨工业大学)

摘 要

在焊接领域内研制和开发专家系统具有重大的技术和经济意义。本文应用编译型Turbo-prolog语言自行设计了一个铝及铝合金焊接工艺专家系统LWES-01。系统LWES-01涉及到17种焊接方法和大多数铝及其合金材料具有菜单和窗口递推功能；采用正向推理和逆向推理相结合的推理技术，通过彩色窗口递推逐级显示用户所咨询的“目标”。该系统可在IBM-PC计算机及其兼容机上运行，可采用屏幕显示和打印机输出结果。

一、前 言

由于焊接专家系统能有效地帮助用户解决实际问题，所以工业发达的国家目前都在大力开展这方面的研究工作。英国焊接研究所已装备了几个专家系统作为咨询机构的助手，其中焊接方法选择专家系统最具有代表性^{〔1〕}。美国焊接研究所Jones已设计了两个专家系统。一是焊条选择专家系统，对于种类繁多的被焊材料以及焊条、焊丝，该系统能在极短的时间内帮助焊接技术人员甚至非焊接工作者作出合理的选择。二是焊缝符号专家系统，该系统与CAD系统相配合在机械图上画出焊缝表示符号。美国卡尼基-麦隆大学的Prinz成功地研制了一个能与机器人配合使用的专家系统WELD-ASSIST^{〔2〕}，它适用于GMAW焊接方法和低碳钢试件，该系统使得不熟悉焊接技术的机器人操作者能完成大部分的焊接工作。

在国内，南昌航空工业学院方宇洞等人^{〔3〕}建立了一种选择焊接方法的形式化模型，根据这个模型设计了一个用于选择焊接方法的专家系统。清华大学施克仁等^{〔4〕}用LISP语言编写了一个焊接材料选择专家系统。本文根据航天结构材料以铝合金为主的特点，自行研制了一个铝合金焊接工艺专家系统LWES-01。

二、系统结构

LWES-01系统结构如图1所示。

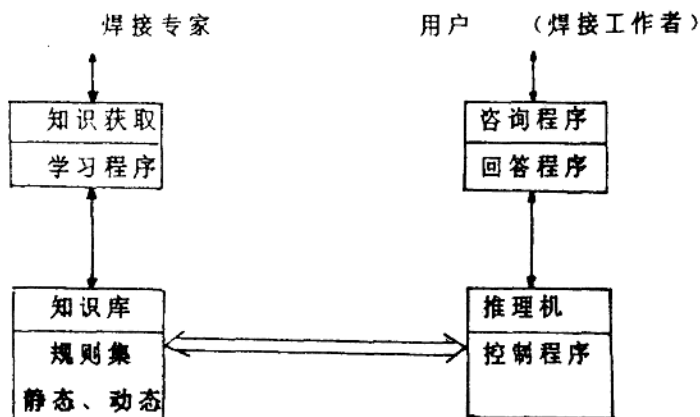


图1 LWES-01系统结构框图

LWES-01系统的软件用人工智能编译型Turbo-PROLOG语言编写，编译后的代码占60K存储空间，能够在IBM-PC机及其兼容机上运行。系统共收集了17种焊接方法和大多数的铝合金材料。该系统各部分的功能如下：

1、知识库（包括知识库及其管理系统）：用于存取和管理从焊接专家那里获取的有关铝及铝合金焊接工艺的知识 and 经验，供推理机利用。具有知识存储、检索、编排、增删、修改和扩充等功能。

2、推理机（包括推理机及其控制系统）：用于利用铝合金焊接工艺知识进行推理，模拟焊接专家的思维过程，求解实际焊接问题，具有正向和反向链接推理等功能。

3、咨询解释装置：这是专家系统与用户之间的“人-机”接口。它对用户咨询的提问进行“理解”，将用户输入的提问及有关事实、数据和条件，转换为推理机可接受的信息；它向用户输出推理的结论或答案，并且根据用户需要对推理过程进行解释，给出结论的可信度估计。

4、知识获取手段：这是专家系统与焊接专家的“界面”。采用的是“人工移植”方法。

LWES-01 的简明推理过程如图2所示。首先根据焊接结构和用户现有的条件，确定选用焊接方法，然后，系统根据母材型号、板厚及焊接位置，通过一系列推理过程，给出相应的焊接工艺规范参数。

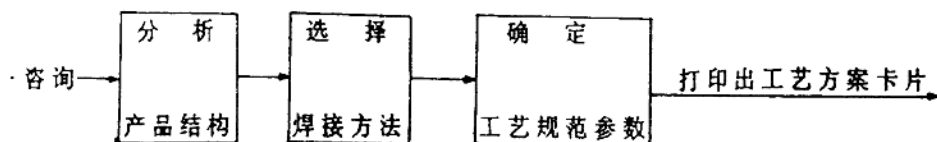


图2 LWES-01推理过程框图

三、系统软件及运行过程

1、系统软件的基本结构：

LWES-01系统软件是用人工智能语言Turbo-PROLOG编写的。软件结构如图3所示。系统软件主要由领域定义、谓词定义和子句三大部分构成，并

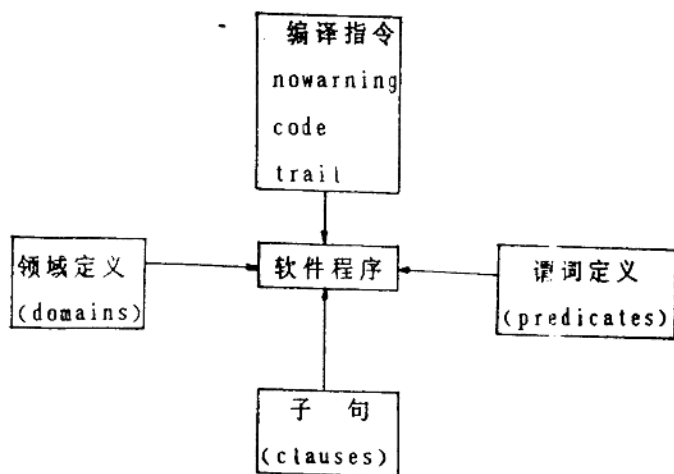


图3 LWES-01 系统软件结构

包含了PROLOG的编译指令和操作系统。LWES-01系统软件中,谓词定义18条,用产生式规则表示的铝合金焊接工艺知识库中有各种规则200多条。

2、窗口设置:

LWES-01系统软件通过两组窗口的设置和窗口输出的变化,实现了十几种菜单的递推;可以自动实现清屏、激活窗口以及去掉激活窗口;两组窗口可以自动交互建立。第一组窗口主要实现对主菜单及下一级子菜单的输出以及递推。第二组窗口主要完成对子菜单的输出以及递推等功能。系统采用标准谓词实现窗口变换和读写。

3、系统运行过程:

启动LWES-01系统后,屏幕将显示文本版面信息,并告诉用户可按任何键继续;按任一键后,系统进入主菜单,如图4所示。主菜单有10项,其

WELD			
Computer	Welding	Expert	System
MENU			
MAIN		MENU	
1: Must know before using the expert system.			
2: Gas welding process.			
3: TIG welding process.			
4: MIG welding process.			
5: Plasma arc welding process.			
6: Electron beam welding process.			
7: Pressure welding process.			
8: Aluminum plate cutting condition.			
9: Friction welding process.			
10: Quit to operation system.			
DIALOG			
give your choice;			

图4 LWES-01 系统主菜单

中, 项1告诉用户用本专家系统的注意事项, 项2~9分别表示8类焊接工艺方法, 项10是停止LWES-01运行, 回到操作系统。项2~9又分别设置数目不等的子菜单, 各子菜单下又设有下一级子菜单。上、下级菜单可往返显示、循环、自动实现递推。

当系统显示主菜单时, 用户可在会话窗口(DIALOG)内的光标闪烁处键入1~10的任何数字。例如, 当用户在会话窗口内键入“3”时, 系统就进入钨极氩弧焊子菜单, 如图5所示。这是一级子菜单, 它含有4项, 项1是手工TIG焊。如果

TIG welding process 1: Manual TIG welding process. 2: Automatic TIG welding process 3: AC. PTIG welding process. 4: Exit to main menu.
———— DIALOG ———— your choice:

图5 TIG 焊菜单(一级子菜单)

用户选择自动TIG焊, 可在会话窗口内键入“2” 则系统又进入自动TIG焊子菜单——二级子菜单, 如图6所示。根据子菜单项目提示, 当在会话窗口

Automatic TIG Welding process 1: Welding variables. 2: Exit to menu3.
———— DIALOG ———— your choice:

图6 自动TIG焊菜单(二级子菜单)

内键入“1”时，系统自动清除窗口信息，并输出被焊材料的几种板厚信息。与此同时，会话窗口继续提示，要用户输入焊件厚度编号。例如，当用户所要焊接的试件厚度为5mm时，键入编号“5”，系统进行推理，根据用户输入的一系列信息（如材料、板厚，选择自动TIG焊等），系统自动在回答窗口内给出相对应的焊接工艺参数（如焊缝层数、钨极直径、焊丝直径、喷嘴大小、氩气流量、焊接电流、送丝速度等）。如图7所示。

Thickness List (Unit: mm)	
1: 1.	2: 2. 3: 3. 4: 4.
5: 5.	6: 6~8. 7: 8~12.

your choice, 5	your welding variables are: plate thickness: 5mm welding-pass: top surface 2-pass tungsten-size: 5mm rod-size: 2~3mm nozzle-orifice: 12~16mm argon-flows: 16-20(L/min) welding-current: 280~320A rod-speed: 70~75(M/h)
-----------------------	--

图7 输出结果示例(三级子菜单)

其他各子菜单的递推过程也与此类似。用户也可用打印机输出所选择的焊接工艺参数。

四、结 论

1、比较全面地收集和整理了航天用铝合金焊接工艺方面的知识 with 经验，并根据铝合金焊接工艺的特点，自行研制了铝合金焊接工艺专家系统 LWES-01。

2、LWES-01系统软件用Turbo-PROLOG语言编写，具有一系列特点：窗口功能较强，自动进行多色彩窗口的设置、变换和输出；菜单递推灵活；前向和后向推理均可实现；“人—机”对话简单、自然。

3、当用户根据铝合金产品结构和现有条件，输入材料型号、板厚、焊接位置及选择的焊接方法后，LWES-01系统能在一分钟 within 内输出相应的焊接工艺参数。

参考文献

- [1] W.LUCAS, Welding Journal, No.4.1987, 19-30.
- [2] J.E.Jones, Welding Journal, No.4.1987, 52-53.
- [3] A.H.Huhne and F.B.Prinz, Welding Journal, No.9.1987, 21-25.
- [4] 方宇洞等，南昌航空工业学院科技报告，1988。
- [5] 施克仁等，焊接学会XII委专业学术会议论文，1988。
- [6] 林尧瑞等，专家系统原理与实践，清华大学出版社，1988。
- [7] 涂序彦，人工智能及其应用，电子工业出版社，1988。
- [8] 陈世福，知识工程语言与应用，南京大学出版社，1988。