

文章编号: 1000-5889(2004)05-0017-04

基于专家系统的焊接生产定额制订软件的开发

蔡建刚^{1,2}, 王 政¹

(1. 兰州理工大学 材料科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050; 2. 兰州石化职业技术学院 机械工程系, 甘肃 兰州 730060)

摘要: 生产定额的制订是现代企业进行科学化和规范化生产管理的重要组成部分. 针对焊接生产定额, 构建了基于专家系统的焊接生产定额计算机辅助制订原型研究系统, 并运用 VB 程序语言和数据库技术, 设计了其系统软件, 实现了焊接生产中焊条电弧焊方法和埋弧焊方法的焊接工时定额与材料消耗定额的制订和查询功能. 经系统软件初步运行验证, 该系统具有人机界面良好、扩充性好和实用性强的特点.

关键词: 焊接生产定额; 制订; 专家系统; 数据库

中图分类号: TG431; TP391.72 **文献标识码:** A

Development of formulation software of welding production quota based on expert system

CAI Jian-gang^{1,2}, WANG Zheng¹

(1. College of Materials Science and Engineering, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China; 2. Lanzhou Petrochemical Institute of Vocation Tech., Lanzhou 730060, China)

Abstract: The formulation of production quota is an important component in scientific and standardized administration of production in modernized enterprises. Aimed at the formulation of welding production quota, a prototype investigation system of computer-aided formulation for welding production quota is developed on the basis of expert system and, in addition, its system software is designed by using VB programming language and database technique, so that the function of formulation as well as inquiry of the quota of man-hour and materials consumption for the production of electrode arc welding and submerged arc welding is realized. It is verified by preliminary operation of system software that this system exhibits a good man-machine interface, better augmentability, and better practicability.

Key words: welding production quota; formulation; expert system; database

在焊接生产制造企业中, 焊接生产定额的制订, 是企业生产管理的基础工作之一. 它是编制焊接生产计划的主要依据, 是科学地组织焊接生产的有效手段, 也是生产企业进行经济核算、反映经济效益的重要指标^[1], 在企业生产管理中有举足轻重的作用.

传统的焊接生产定额的制订方法, 通常采用人工制订或根据生产情况实际测定. 这样的方法效率低、周期长、通用性差, 已远不能满足现代化焊接生产管理的要求, 也不能适应敏捷制造和焊接产品多样化以及更新换代速度加快的需求. 这些弊端和矛盾已使焊接生产定额的制订成为焊接生产中亟

待解决的问题. 利用计算机软、硬件技术, 并结合焊接生产的实际情况和特点, 开发有效的、通用的焊接生产定额计算机辅助制订系统 (welding production quota computer aided formulation system, 简称 WPQ-CAF) 软件, 是实现焊接生产现代化管理的必然要求. 同时也是企业进行科学化、定量化和规范化生产管理必不可少的内容, 对企业增加经济效益、提高生产管理水平 and 增强市场经济竞争力具有重要而现实的意义. 本文就此进行了研究.

1 WPQCAF 软件概述

WPQCAF 系统软件是基于 Windows 操作环境的应用程序^[2]. 其硬件系统采用 PC 机系统模式, 以单机用户为使用对象; 其软件系统配置如图 1 所示. 程序采用面向对象的程序设计方法 (OOP), 使用 Visual

收稿日期: 2004-01-07

作者简介: 蔡建刚 (1972-) 男, 甘肃兰州人, 讲师, 硕士生.

Basic 语言编写,具有可视化、结构化的特点^[3,4],并且界面设计方便,程序代码效率高,易于编写和维护.此外,采用功能强大的 Access2000 数据库系统,可通过结构化查询语言(SQL)的标准接口,对 Microsoft Access 格式的数据库进行访问和基本操作.使用该系统软件,能按用户的要求和设置,交互式地进行焊接生产定额的制订,并在此基础上,利用 Access2000 数据库系统,完成系统软件数据库的动态创建与处理.

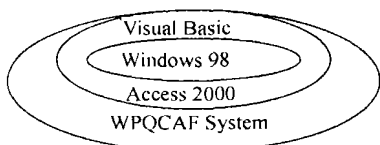


图1 WPQCAF 系统软件配置

Fig.1 Disposition of WPQCAF system software

2 WPQCAF 软件的模块与功能

在结构设计上,系统采用面向对象的模块化设计准则^[5],来达到系统所要求的设计目标.系统在主控界面下,控制焊接生产定额制订模块、焊接生产定额查询模块和系统使用说明模块的运行.各分模块又包含一些子模块和应用程序,WPQCAF 系统功能模块框图见图 2.

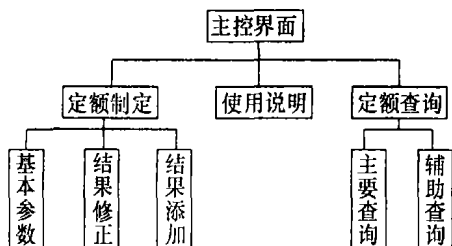


图2 WPQCAF 系统功能模块框图

Fig.2 Block diagram of functional modules for WPQCAF system

WPQCAF 系统功能模块主要实现以下的基本功能:

- 1) 焊接生产定额的计算与修正.通过人机界面完成焊接生产定额计算信息的处理,得到定额计算的一些相关基本参数;完成焊接生产定额的计算,得到单个焊件工时定额与材料消耗定额的计算数据;根据用户的实际生产条件,实现定额计算结果的修正,使其更符合生产实际.
- 2) 焊接生产定额数据库的创建.根据用户所设置的焊接生产定额基本信息,动态创建数据库,并把实时的定额数据添加到相应的数据表中.
- 3) 焊接生产定额数据库的基本操作.根据用户

要求,实现对数据库的访问,可对数据库中的历史数据进行检索、查询和删除等操作.

- 4) 焊接生产定额数据的输出.实现对焊接生产定额数据库中数据的屏幕显示或打印输出.

3 WPQCAF 软件的设计与实现

3.1 焊接生产定额计算的设计与实现

在开发 WPQCAF 系统软件时,其数学模型的建立并不复杂,但是影响因素很多,并涉及到大量的专业知识和信息,甚至一些生产经验和习惯.这些影响因素主要包括:焊接方法、焊接位置、工件结构形式、焊接设备、工艺规范、环境因素以及操作者的技能水平、操作习惯、现场心理等.这些影响因素,有些容易定量地确定,有些确定就比较困难,可是他们又是相互关联互为影响的,这就给焊接生产定额的精确计算带来了困难.为了解决这一矛盾,WPQCAF 系统软件采用专家系统中“知识+推理”这一思想方法,来设计焊接生产定额制订的模块.

3.1.1 焊接生产定额知识库的建立

焊接生产定额制订的相关知识和经验是宝贵的.本系统采用知识“间接获取”^[6]的方式,一方面,通过对有关焊接专家的访问和请教,了解他们制订生产定额的方法,收集生产定额制订的相关数据和素材,获取生产一线生产定额制订的经验知识;另一方面,查阅有关焊接生产定额制订的文献和资料,从中归纳、整理出一套具有普遍性、规律性和指导性的理论知识.然后,再深入生产现场,亲身参与生产定额的制订工作,由此发现理论知识与经验知识之间的差别,并加以修正和完善,从而保证焊接生产定额制订理论知识的科学性和有效性,用于焊接生产定额制订知识库的建立.

3.1.2 焊接生产定额的知识表示

专业领域知识必须有适当的表示形式才便于在计算机中储存、使用和修改.焊接生产定额的专业知识广泛地具有因果关系,呈现出一定的规则特性.同时为使知识的表示具有层次和结构,本系统采用基于规则的“产生式”^[2]知识表示的方法.

现以焊接生产定额制订中坡口横截面积增大系数 K 的确定为例,简述本系统的知识表示.

程序中的规则如下:

规则 1: IF ($4 < \text{工件厚度} < 6$, 对接接头),
Then ($K = 1.15^{[7]}$);

规则 2: IF ($4 < \text{工件厚度} < 6$, T 形接头);
Then ($K = 1.25$);

规则 3: IF ($8 < \text{工件厚度} < 10$, 对接接头),

Then($K=1.10$);

.....

采用这种描述性的规则表示,突出的优点是规则之间相互独立,模块性强,易于实现规则的扩充与完善.

3.1.3 焊接生产定额的推理机

推理机(INE)^[8]是专家系统中实施问题求解的核心执行机构.把知识库中的知识链接起来,形成一条或多条推理链,进行判断、推理(运算)、控制、协调与调度整个系统的各个部分,通过搜索和规则匹配来体现推导出结论的逻辑过程.本系统采用“正向推理”的方式,即由原始数据出发向目标的方向推理.

以焊条电弧焊方法的焊接生产定额制订为例,说明系统具体的正向推理算法思路(见图 3,图中, T_B 为焊接基本时间; T_L 为工作地布置与结束时间; T_A 为焊接辅助时间; T_R 为生理休息时间; T_P 为焊接准备时间; P_f 为焊接材料消耗量).首先,根据数据驱动策略,用户通过人机界面输入焊接生产定额制订的基本信息,系统根据所获得的事实与知识库中适用的规则相匹配进行推理,产生计算焊接生产定额相关基本参数;其次,选择合理的数据结构和控制流程,采用 VB 语言编制 Windows 环境下焊接生产定额的计算程序(见图 4),直至交互地完成定额的计算.

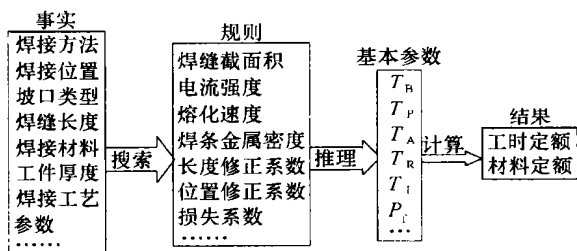


图 3 焊接生产定额制订推理过程

Fig.3 Process of inference for formulation of welding production quota

3.2 焊接生产定额数据库的设计与实现^[9]

为了编程与调试的方便,本系统采用关系型的 Access2000 数据库系统来创建焊接生产定额数据库.在所建立的数据库中,依据用户所设置的焊接方法和坡口类型这两个参数,在程序运行的过程中,自动创建一个以此参数为表名的动态数据表.这种设计思路,可有效地解决数据库“冗余性”的问题.基于用户对设计系统的要求,数据表中的字段设置为“焊接位置”、“焊条(丝)牌号”、“焊条(丝)直径”、“焊接电流”、“焊缝长度”、“工件厚度”、“工时定额”和“材

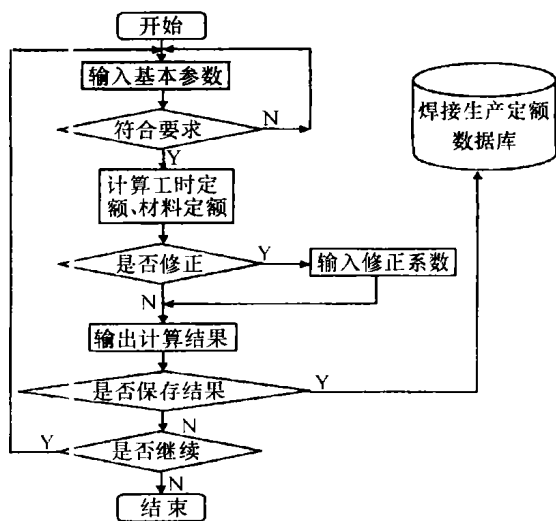


图 4 焊接生产定额计算程序流程图

Fig.4 Flowchart of calculation program for welding production quota

料消耗定额”等 8 个.

采用结构化查询语言(SQL)的标准接口,依靠 VB6.0 提供的 Data 控件,可实现对焊接生产定额数据库的动态绑定及访问.通过对 SQL 语句参数赋值的方式,选择焊接生产定额数据库中要查询的数据表,或查询满足要求字段的数据表中的数据记录.结合需求分析焊接生产实际,系统将焊接定额中比较重要的焊缝长度与工件厚度设置为主要(一级)查询条件;还可以按用户要求灵活方便地以其他字段作为辅助(二级)查询条件,进行相关的动态查询.通过这样两级查询,可实现焊接生产定额数据库中全字段数据的查询,所有历史数据的查询结果可由与数据源绑定的 DBGrid 控件加以显示或生成 Excel 报表打印输出.

4 计算举例

计算结果如表 1 所示.该结果与中油二建容器分厂所确定的工时定额相比较,得到了较好的吻合.为检测 WPQCAF 原型研究系统及其程序软件的正

表 1 焊接工时定额结果

Tab.1 Result of welding man-hour quota

焊缝长度 L/m	板厚 δ/mm			
	6	8	10	12
1	39.18	53.06	72.28	92.63
2	61.71	89.48	127.92	168.61
3	84.25	125.90	183.55	248.37
4	106.78	162.31	239.18	325.61
5	129.31	198.72	294.82	402.85

确性、可靠性, 现以焊条电弧焊 Y 型坡口为例, 运行程序来制订其工时定额. 具体焊接条件和参数如下: E5015 焊条, 其直径为 3.2 mm, 平焊, 焊接电流 I 为 110 A, 坡口形式, 见图 5, 其中 $\alpha=65^\circ$, $b=2\text{ mm}$, $p=2\text{ mm}$; 工作性质属方便位置下的简单作业, 工作环境的温度、湿度、通风和照明适宜, 中级焊工施焊.

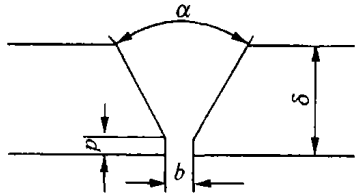


图 5 Y 型坡口示意图

Fig.5 Schematic diagram of Y type groove

5 结论

1) WPQCAF 软件可实现焊接生产定额的计算机辅助制订. 与传统的手工定额制订相比, 大幅度提高了计算效率和计算精度.

2) 采用模块化、面向对象的程序设计方法, 建立的系统软件人机界面友善, 具有良好的扩充性和灵活性.

3) 依靠数据库技术对焊接生产定额数据进行储存和查询, 符合焊接生产的实际需求, 具有较强的实用性.

参考文献:

- [1] 金占明. 企业管理学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002. 201-206.
- [2] 王 政, 党军锋, 许文涛. 基于 PRO/ENGINEER 的 WFCAD 系统菜单的开发 [J]. 甘肃工业大学学报, 2003, 29(1): 26-28.
- [3] 黄庆生, 张 强, 刘黎明. Visual Basic 6.0 学习教程 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [4] Bob Reselman, Richard Peasley. 实用 Visual Basic 6.0 教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [5] 陈春红. 钢制压力容器焊接工艺设计与专家系统 [J]. 压力容器, 2000, 17(3): 24-27.
- [6] 尹朝庆. 人工智能与专家系统 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003. 86-204.
- [7] 中国机械工程学会焊接学会. 焊接手册 [K]. 第 3 卷. 北京: 机械工业出版社, 2001. 1 145-1 151.
- [8] 史济建. 专家系统实现技术 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2003. 10.
- [9] 魏艳红. 焊接工程数据库软件的研究现状 [J]. 机械工人(热加工), 2003(增刊): 166-169.