

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: X200431030

UDC_____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

组合机床分析与设计

Combination Machine Analysis and Design

林 平

指导教师姓名: 罗 键 教 授

陈开文 高级工程师

专 业 名 称: 控 制 工 程

论文提交日期: 2010 年 5 月

论文答辩日期: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

针对大型焊接结构件的焊后加工问题，本文主要探讨双面镗车组合机床的设计问题。从工艺分析入手，对 956 II 装载机大型结构件后车架进行加工工艺分析，为确保焊后加工质量与各组件间的形位精度要求，对结构件各部件分清主次，使焊接、加工的基准统一，设计合理的工艺方案，并通过经济可行性分析，确定通过设计组合机床来完成加工任务。

本文重点阐述了工艺方案设计、组合机床设计、工装设计、刀具设计、液压系统设计、PLC 控制设计等 6 个方面，经过分析论证，提出用闲置的两个镗孔车端面动力头与两个机械滑台来完成车架铰接孔与四个端面的加工，工件用副车架支承架的孔定位，设计可平移微调的工装来确保 4 个端面的加工余量及相互间的位置尺寸，设计铰接孔端面的轴向定位和靠近加工点的夹紧点来稳定加工精度，使工件吊装方便，工件在正确的定位夹紧下，两个镗车头从对向镗孔车端面，配以液压、电气控制，实现手动调整和半自动循环，完成车架的加工。

此组合机床的主要技术特点有：（1）尝试用镗孔车端面头完成车架加工，验证这种车端面刀具的可靠性与加工精度。（2）用圆柱导向平移配合齿轮减速省力机构，来替代传统的燕尾槽导向平移，使支撑架平移工装，结构紧凑，加工工艺简单，工件平移省力可靠。（3）液压系统采用回路节流，稳定节流调速，保证车端面的质量。（4）电气上采用行程接近开关来控制加工行程，保证滑台快进、工进各尺寸的精度，用延时法控制滑台工进电机，实现二次车削，保证车端面的质量。（5）用组合机床加工大型结构件可节约投资、提高了工效、保证加工质量。

关键词： 组合机床；工艺分析；PLC 控制

Abstract

According to the problem of large structural part machining after welding, this article mainly discusses how to design two-end boring and turning combination machine tool. Starting with process analysis, this article carries out machining process analysis for rear frame of Wheel loader Model 956 II. In order to guarantee machining quality after welding and the geometric precision among different assembly, it differentiates which part is primary and which part is secondary to make the datum of welding and machining be uniform. Design rational processing plan and make economic feasibility analysis to determine the machining to be fulfilled by designing combination machine tool.

This article describes the design of processing plan, combination machine tool, fixtures, tools, the hydraulic system and the PLC control. After analysis and proof, we decide to carry out the machining of the rear frame articulated hole and four end faces by two boring machines and two mechanical sliding tables. The workpiece will be positioned by the hole of subframe bracket. A fixture which can make translational motion and fine-tuning, is designed for ensuring the machining allowance and position accuracy of four end faces. The axial location and articulated hole end face and the clamping position near being machined point are designed to guarantee the machining accuracy and make hoisting easy. Under the correct locating and clamping, and by the hydraulic and electrical control, two boring head turn face from one side and bore hole from the other side to achieve manual adjustment and semi-automatic cycle and fulfill the machining of rear frame.

The following are the features of the combination machine tool:

1. Try to use boring head to fulfill the machining of rear frame and validate the reliability and machining accuracy of end face tools.
2. Use column guiding translation and gear reducing mechanism to substitute traditional dovetail guiding translation to make the support translation fixture compact, machining process simple and workpiece translation easy and reliable.
3. Circuit throttling is designed in the hydraulic system to make throttling and speed adjusting stable so as to guarantee the quality of turning end face.
4. Go switch is used in the electrical system to control machining travel and guarantee the accuracy of sliding table enters. Timing control is used in sliding table motor to achieve second turning and assure the quality of turning end face.

5. Expound and prove again machining large structural part by combination machine tool is a ideal process. It reduces the investment, improves productivity and guarantees machining quality.

Key words: combination machine tool, process analysis, PLC control

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 概述	1
1.1 本文研究背景与研究意义	1
1.1.1 存在问题与解决方案提出	1
1.1.2 技术经济分析.....	1
1.1.2.1 技术分析.....	1
1.1.2.2 组合机床经济可行性分析.....	3
1.1.2.3 比较结果.....	6
1.2 研究的内容与创新	6
第二章 956 后车架加工工艺分析与机床总体设计	8
2.1 工艺方案的拟订	8
2.2 切削用量的确定	10
2.3 组合机床总体设计	11
第三章 组合机床夹具与刀具设计	16
3.1 夹具设计	16
3.1.1 设计原理.....	16
3.1.2 夹具元件设计.....	16
3.2 刀具设计	20
第四章 液压系统设计	22
4.1 液压系统技术发展分析	22
4.2 液压系统设计要求、工况分析	23
4.2.1 机床液压传动基本要求.....	23
4.2.2 机床液压传动工况分析.....	24
4.3 初定液压系统的主要参数	25
4.4 拟定液压系统原理图	26
4.5 估算液压系统性能	27

第五章 PLC 控制系统设计	28
5.1 PLC 控制系统特点及设计基本原则	28
5.2 PLC 控制系统设计	29
5.2.1 运动分析	29
5.2.2 控制要求	29
5.2.2.1 控制要求	29
5.2.2.2 设计要求	30
5.2.3 PLC 控制	31
5.2.3.1 I/O 分配表	31
5.2.3.2 PLC 接线图	33
5.3 应用程序的编制	38
5.3.1 整体程序结构	38
5.3.2 手动操作模块	38
5.3.3 自动操作模块	38
5.3.4 编制程序	42
第六章 运行评价及总结	48
6.1 组合机床加工精度及效率	48
6.2 经济效益成果	48
6.3 机床实物图片	48
6.4 结束语	49
参考文献	50
致谢	51

Contents

Chapter 1 Summary	1
1.1 Background and purpose	1
1.1.1 Existing problem and solution	1
1.1.2 Technical economic analysis.....	1
1.1.2.1 Technical analysis	1
1.1.2.2 Economic feasibility analysis of combination machine too	13
1.1.2.3 Comparison results.....	6
1.2 Contents and innovation	6
Chapter 2 Machining process analysis for rear frame of Wheel Loader	
Model 956 and general layout of machine too	18
2.1 Determination of process plan	8
2.2 Determination of cutting conditions	10
2.3 General layout of combination machine tool	11
Chapter 3 Fixtures and tools design of combination machine too	16
3.1 Fixtures design	16
3.1.1 Design principle.....	16
3.1.2 Fixture components design	16
3.2 Tools design	20
Chapter 4 Design of hydraulic system	22
4.1 Technical development analysis for hydraulic system	22
4.2 Design requirements of hydraulic system and working condition analysis	23
4.2.1 Basic requirements of machine tool hydraulic drive	23
4.2.2 Working conditions of machine tool hydraulic drive.....	24
4.3 Initially determine the main parameters of hydraulic system	25
4.4 Determine the schematic diagram of hydraulic system	26
4.5 Evaluate the performance of hydraulic system	27
Chapter 5 Design of PLC control system	28
5.1 Characteristics and basic design principle of PLC control system	28

5.2 Desgin of PLC control system	29
5.2.1 Kinematic analysis.....	29
5.2.2 Control requirements	29
5.2.2.1 Control requirements	29
5.2.2.2 Design requirements	30
5.2.3 PLC control.....	31
5.2.3.1 I/O distribution list.....	31
5.2.3.2 PLC wiring layout.....	33
5.3 Formulation of application program	38
5.3.1 Structure of program	38
5.3.2 Manual operation module	38
5.3.3 Automatic operation module.....	38
5.3.4 Programming.....	42
Chapter 6 Running evaluation and conclusion	48
6.1 Machining accuracy and efficiency of combination machine tool	48
6.2 Economic results	48
6.3 Pictures of machine tool	48
6.4 Concluding remarks	49
Reference documents	50
Acknowledgements	51

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 概述

1.1 本文研究背景和研究意义

1.1.1 存在问题与解决方案提出

厦门××公司是专业生产各种路面机械的厂家，产品中的部件如前车架、后车架、工作装置等都是大型的焊接结构件，在 90 年代以前，传统的加工方法是各组件焊后加工，用焊接胎具保证各部件的相互位置，总成焊后采用火焰矫正的办法来保证各部件间的相互位置精度，这往往会顾此失彼，不能达到满意的效果，而且火焰矫正会再次产生热应力。针对以上的不足之处，决定逐步采用总成焊接后加工的工艺路线。

总成焊后加工有两种方案：

方案 1：采用柔性的大型加工中心加工。这类设备的优点是通用性强，能适应一定加工范围内各种不同品种的结构件加工要求，但缺点是投资大，加工成本高，且由于焊接变形问题，使得加工部位存在余量不均匀的现象，而且工件吊装、矫正、调整占用了大量时间，严重制约了加工效率；

方案 2：采用组合机床加工。通过对结构件进行工艺分析，寻找出有些组件焊接变形较小的作为总成焊接与机加工的基准，再用组合机床对其他部位进行加工，来实现其他的尺寸符合要求。组合机床加工是通过组合刀具及程序控制，往往一次装夹就能完成所有的加工，效率相当高，而且投资小。

究竟采用何种加工方案，除了要考虑到公司的一些现状，还要从技术与经济上对其进行分析。

1.1.2 技术经济分析

1.1.2.1 技术分析

组合机床是一种专用、高效的自动化技术装备，目前它仍是机械产品实现高效、高质量和经济性生产的关键装备，因而被广泛应用于汽车、工程机械等许多工业大批量生产领域。因此，组合机床的技术性能和综合自动化水平，在很大程度上决定了这些工业部门产品的生产效率、产品质量和企业生产组织的结构方式，也在很大程度上决定了企业产品在市场上的竞争力。

组合机床主要用户，产品品种日益增多，产品质量、可靠性不断提高，产品适应市场能力不断加快，这些因素都有力地推动和激励了组合机床和自动线技术的不断发展。现代的组合机床，作为机电一体化产品，它是控制、驱动、测量、监控、工具和机械组件等技术的综合反映。

1、加工工序复合化

目前加工工序存在两种复合加工方式：一种是工件在一次装卡中完成大部分或全部加工工序，从而达到减少机床和夹具，免去工序间的搬运和储存，提高工件加工精度，缩短加工周期，甚至节约单位产品的生产面积。一种是机床可以把工件的许多加工工序分配到多个加工工位上，并同时能从多个方向对工件的几个面进行加工，此外，还可以通过转位夹具(在回转工作台机床上)或通过转位、翻转装置(在自动线上)实现工件的五面加工或全部加工，因而具有很高的自动化程度和生产效率。

2、组合机床柔性化

近来组合机床制造业面临着变型多品种生产的挑战。为适应多品种生产，传统以加工单一品种的刚性组合机床和自动线必须提高其柔性。

组合机床的柔性化主要是通过采用数控技术来实现的。开发柔性组合机床的重要前提是开发数控加工模块，由数控加工模块组成的柔性组合机床，可通过应用和改变数控程序来实现自动换刀、自动更换多轴箱和改变加工行程、工作循环、切削参数以及加工位置等，以适应变型品种的加工的需求。

3、加工精度日益提高

随着制造业为增强其产品的竞争力，不断地提高其关键件的制造公差等级要求，并通过计算机辅助测量和分析方法，以及通过设备能力检验来提高其产品的质量。目前，在验收组合机床时，已普遍要求设备的工序能力系数要大于 1.33，有的甚至要求工序能力系数要大于 1.67，以便确保稳定的加工精度。为了满足用户对工件加工精度的高要求，组合机床除了需要进一步提高其主轴部件、镗杆、夹具(包括镗模)的精度，采用新的专用刀具，优化切削工艺过程，还要采用刀具尺寸测量控制系统和控制机床及工件的热变形等新的技术手段。

4、综合自动化程度日益提高

近十年来，为进一步提高工件的加工精度和减少工件在生产过程中的中间储存、搬运以及缩短生产流程时间，将工件加工流程中的一些非切削加工工序(如工序间的清洗、测量、装配和试漏等)集成到自动线或自动线组成的生产系统中，以实现工件加工、表面处理、测量和装配等工序的综合自动化。

5、机床可靠性和利用率不断改善和提高

自动线的经济性只有在其进行连续生产的情况下才有可能实现。为提高自动线加工过程的可靠性、利用率和工件的加工质量，目前在自动线上愈来愈多的采用过程监控，对其各组成设备的功能、加工过程和工件加工质量进行监控，以便快速识别故障、快速进行故障诊断和早期预报加工偏差，使操作人员和维修人员能及时地进行干预，以缩短设备调试周期、减少设备停机时间和避免加工质量偏差。

从组合机床发展趋势上看，只要在产品变化不大情况下，它还是有一定的柔性，所以大型结构件焊后加工基本选用组合加工，而把加工中心等柔性设备选定为新产品的试制加工设备，以尽量减少刀具和机加工工装的投入。

1.1.2.2 组合机床经济可行性分析

采用上述的两种加工方案，要对其进行经济合理性分析；经济合理性是由该方案设备的基本投资、零件加工工序工艺成本等因素来确定的。

一、设备的基本投资：

设备总投资费用：设备总投资是方案进行技术经济效果指标分析计算的原始数据，其值可以按照机床出厂价格。

表 1-1 设备投资费用 (万元)

项目	方案 1	方案 2
设备总投资	175	69

二、零件工艺成本 (P)：

零件工艺成本基本可以分为 7 种，包括材料费用、机床和工艺装备的折旧和维修费用、厂房的折旧和维修费用、机床耗电费用、工人和管理人员的工资费用，设备贷款利

息费用、刀具消耗费用。

$$1. \text{材料费用: } C_c = C_{tj} \times G_{mz}$$

其中: C_c 为材料费用: 单位: 元/件;

C_{tj} 为材料单位质量价格: 单位: 元/千克;

G_{mz} 为零件的毛坯质量, 单位: 千克/件;

$C_{tj}=5.8$ 元/千克, $G_{mz}=1320$ 千克;

所以 $C_{c1}=C_{c2}=5.8 \times 1320=7656$ 元/件;

$$2. \text{设备折旧维修费用: } C_{zj} = \frac{S_j \times K_{sb}}{N_j \times T_j \times T_g \times \eta}$$

C_{zj} 为机床折旧费用, 单位: 元/小时;

S_j 为机床的价格, 单位: 元/台;

K_{sb} 为机床维修系数: 一般取 1.05;

η 为设备负荷率; 85%

N_j 为机床的折旧年限, 单位: 年 (通用设备取 10 年, 专用机床取 7 年);

T_j 为公称年时基数, 单位: 天/年;

T_g 为每天工作时数, 单位: 小时/天。

$$\text{方案 1: } C_{zj1} = \frac{175 \times 10000 \times 1.05}{251 \times 16 \times 10 \times 0.85} = 53.8$$

$$\text{方案 2: } C_{zj2} = \frac{69 \times 10000 \times 1.05}{251 \times 16 \times 10 \times 0.85} = 36.8$$

$$3. \text{厂房折旧维修费用: } C_{cf} = \frac{R \times K_a \times S}{T_j \times T_g \times N_c}$$

其中: C_{cf} 为厂房折旧维修费用, 单位: 元/小时;

R 为厂房单位面积的造价, 单位: 元/平方米; 公司造价为 1550 元/平方米;

K_a 为厂房维修系数, 一般可以取 1.03;

S 为机床总面积, 包括机床占地面积和辅助面积, 单位: 平方米 (按照相关标准, 一般大型设备取 60 平方米, 中型设备取 50 平方米, 小型设备取 30 平方米);

N_c 为厂房年限, 单位: 年, 一般取 40 年。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库