

学校编码: 10384
学号: 19920101152744

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

气动手表电池拆卸机的设计与研究

Design & Research of the Pneumatic Control Disassembling
Machine for Watch Battery

叶 元 杰

指导教师姓名: 胡国清 教授

专业名称: 机械工程

论文提交日期: 2013 年 月

论文答辩日期: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2013年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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(胡国清教授)课题(组)的研究成果,获得(胡国清教授)课题(组)经费或实验室的资助,在(厦门大学物理与机电工程学院机电系机电一体化)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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

摘要

近些年，随着国内劳动力成本不断提升，制造业对工业自动化的需求也越来越强烈。同时由于制造业产品的多样性和复杂性，企业对自动化设备的要求也在不断变化，这极大的促进了非标自动化技术的发展和进步。拆卸机作为一种非标自动化设备，虽然应用范围小，但其经济价值和实用价值不容忽视。

本论文的选题是根据某钟表企业的需求而提出的。该企业在实际生产中，需要将手表机芯中实验用的锂电池拆卸下来。由于工作量巨大且劳动力紧张的原因，企业急需研发电池拆卸机来处理该问题。

论文中详细表述了一台气动电池拆卸机的设计和研发过程。在表述顺序上，包括系统总体设计方案的研究和确定，机构设计前的理论研究与铺垫，机械结构的研究与设计，电气控制系统的研究与设计，以及最后的实验与总结部分。

在总体设计方案的研究中包括设备设计之前的实验调查，以及对机械结构设计方案、控制方案的筛选与确定，最终确定设备的总体布局方案；在机构设计之前的理论研究中，论文运用了坐标系变换矩阵方程以及拉格朗日方程分析了机构的运动学和动力学问题；机械结构的设计中，将执行部分分为装载盘、进出料机构、顶料机构、收料机构四块分别介绍，驱动部分详细描述了气缸以及气动辅助元件的分析和选型，最后对整体机械机构进行了运动学仿真，得出相关结论；在电气控制部分中，描述了气动回路和PLC控制的设计内容；最后在实验中，对设备的装配过程以及测试实验结果做了详细的描述。

目前，气动电池拆卸机的试验机已经在生产线上正常运转。经测算，气动电池拆卸机成功提升该工位的工作效率达9倍，并降低了手表机芯的损坏率。拆卸机已经某种程度上解决了该钟表企业的这方面困难。本论文的设计研发意义也不仅局限于该工位的实用价值，在理论研究和仿真模拟方面对非标自动化设备都有一定的参考价值，在钟表行业中也具有推广和应用的意义。

关键词：手表机芯 拆卸机 气动技术 PLC

Abstract

In recent years, with the increasing labor cost, the demand for automatic manufacturing has become more and more strong. Because of the diversity and complexity of products, the requirement of automatic equipment is also changing, which greatly promotes the development and progress of non-standard automation technology. As a kind of non-standard automation equipment, disassembly machine has the economic value and use value, which can not be ignored although its application range is narrow.

The thesis was proposed in accordance with requirement of a watches company. In the process of production in this enterprise, it needs to remove the lithium battery from the watch by the workers. Due to the intensive workload and insufficient labor, it is urgent and necessary to develop the battery removal machine to resolve this problem.

This thesis describes the design and development process of a pneumatic control battery removal machine in detail. It consists of the following parts: the research of overall system, the study of the kinematics and dynamics, the research and design of mechanical structure, the research and design of electrical control system, and the final assembly and test.

In the research of overall system, this thesis describes the experimental investigation, the screening of mechanical structure design and control scheme, and the determination of general layout plan. In the study of the kinematics and dynamics, this thesis implements the coordinate transformation matrix equation and Lagrange equation to analyzed problems. In the mechanical structure design, the perform part is divided into loading plate, conveying module, unloading module, and receiving module. The drive part describes the analysis & selection of cylinders and pneumatic auxiliary components. Finally, this thesis analyzes the kinematics simulation outcome of the mechanical structure. In the research and design of electrical control system, it

includes the design of pneumatic circuit and PLC control. At the end of this thesis, the assembly process and the test results are described in detail.

Currently, the pneumatic control battery removal machine has been functioned on the production line. With its help, the efficiency is as much as 8.8 times as before. Moreover is also reduces the movement's damage rate, which was the problem of the company.

This thesis is not confined to the practical value, but also a reference value in theoretical research and simulation of Non-standard automation, which is significant in the promotion and application in the watch industry.

Key Words: Watch Movement; Disassembling Machine; Pneumatic Technology; PLC

目 录

中文摘要	I
英文摘要	II
第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景	1
1.1.1 钟表行业自动化现状.....	1
1.1.2 气动技术的国内外现状.....	2
1.1.3 非标自动化的发展现状.....	3
1.1.4 拆卸机的发展现状.....	4
1.2 课题相关技术	5
1.2.1 手表机芯简介.....	5
1.2.2 顶针简介.....	6
1.3 课题来源与意义	7
1.4 课题研究内容	8
第二章 系统总体设计方案研究	10
2.1 系统设计目标分析	10
2.1.1 机芯结构分析.....	10
2.1.2 吸塑盘结构分析.....	12
2.1.3 人工拆卸效率分析.....	13
2.2 机械结构方案筛选	15
2.3 电气控制方案筛选	16
2.4 总体布局方案设计	18
2.5 小结	19
第三章 运动学与动力学分析	20
3.1 机构运动学分析	20
3.1.1 坐标系位姿变换矩阵方程.....	20

3.1.2 空间位置和姿态的分析.....	22
3.2 机构动力学分析	24
3.2.1 拉格朗日(lagrange)方程	24
3.2.2 动力学数学模型建立.....	24
3.3 小结	26
第四章 机械结构研究与设计	27
4.1 执行机构设计与工作原理	27
4.1.1 装载盘设计.....	29
4.1.2 进出料机构设计.....	34
4.1.3 顶料机构设计.....	37
4.1.4 收料机构设计.....	41
4.2 机芯结构修正	45
4.3 顶针研究与设计	47
4.3.1 拆卸力测量实验.....	47
4.3.2 顶针结构设计.....	48
4.3.3 顶针有限元分析.....	52
4.4 驱动气缸选型	55
4.4.1 气缸选型理论.....	55
4.4.2 气缸选型步骤.....	57
4.4.3 气缸选型结果.....	58
4.5 气动辅助元件选型	61
4.5.1 电磁阀选型.....	61
4.5.2 速度控制阀选型.....	62
4.6 机械结构建模与仿真	63
4.6.1 基于 Pro/E 的三维建模	63
4.6.2 机构运动特性分析.....	65
4.6.3 机构运动学仿真.....	69
4.7 小结	71
第五章 电气控制系统研究与设计	72
5.1 气动系统设计	72
5.1.1 气动系统构成.....	72

5.1.2 气动回路设计.....	73
5.2 PLC 构成及选型	74
5.3 PLC 资源分配与硬件连接	76
5.4 PLC 程序设计	77
5.5 人机界面设计	79
5.6 小结	81
第六章 实验与调试	82
6.1 试验机组装流程	82
6.2 运行测量与统计	84
6.3 小结	86
第七章 结论	87
7.1 总结	87
7.2 展望	88
附录 I 零件详表.....	89
参考文献	92
硕士期间发表论文	95
致谢.....	96

Table of Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	II
Chapter1 Introduction	1
1.1 Research background	1
1.1.1 Current automation situation of watch industry.....	1
1.1.2 Pneumatic technology of domestic and foreign.....	2
1.1.3 Current situation of non-standard automation	3
1.1.4 Current situation of disassembling machine	4
1.2 Related technologies	5
1.2.1 Introduction of the watch movement.....	5
1.2.2 Introduction of thimble	6
1.3 Source and significance of the issue	7
1.4 Research contents of the issue	8
Chapter2 Scheme design of the system	10
2.1 Target analysis of Scheme design	10
2.1.1 Structural analysis of the watch movement	10
2.1.2 Structural analysis of the blister tray	12
2.1.3 Efficiency analysis of manual operation.....	13
2.2 Mechanical structure scheme selection	15
2.3 Electric control scheme selection	16
2.4 Design of placement scheme	18
2.5 Summary	19
Chapter3 Kinematics and dynamics analysis	20
3.1 Mechanism kinematic analysis	20
3.1.1 Pose transformation matrix equation	20

3.1.2 The analysis of space position and attitude.....	22
3.2 Mechanism dynamics analysis	24
3.2.1 Lagrange equation.....	24
3.2.2 Dynamic mathematical model	24
3.3 Summary.....	26
Chapter4 Research and design the mechanical structure	27
4.1 Working principle of the actuator	27
4.1.1 Design of loading plate design.....	29
4.1.2 Design of the Conveying mechanism	34
4.1.3 Design of the disassemble mechanism	37
4.1.4 Design of the receiving mechanism.....	41
4.2 Movement structure modification	45
4.3 Research and design of the thimble.....	47
4.3.1 Measurement experiment of impact force	47
4.3.2 Structure design of the thimble	48
4.3.3 The finite element analysis	52
4.4 Drive cylinder type selection	55
4.4.1 Theory of cylinder selection	55
4.4.2 Steps of cylinder selection	57
4.4.3 Results of cylinder selection	58
4.5 Pneumatic auxiliary component selection	61
4.5.1 Solenoid valve selection	61
4.5.2 Speed control valve selection.....	62
4.6 The modeling and simulation of mechanical structure	63
4.6.1 Three-dimensional part modeling based on Pro/E.....	63
4.6.2 Analysis of mechanism motion characteristics.....	65
4.6.3 Mechanism kinematic simulation	69
4.7 Summary.....	71
Chapter5 Research and design of electrical control system	72
5.1 Design of pneumatic system	72
5.1.1 Pneumatic system structure.....	72

5.1.2 Design of the pneumatic circuit	73
5.2 The selection of the PLC type	74
5.3 The distribution of resources and hardware to connect of PLC	76
5.4 The PLC program design	77
5.5 The design of man-machine interface	79
5.6 Summary	81
Chapter6 Experiment and debugging.....	81
6.1 Machine assembly process	82
6.2 Operating measurement and statistics.....	84
6.3 Summary.....	86
Chapter7 Conclusions.....	87
7.1 Conclusions.....	87
7.2 prospect.....	88
Appendix I Parts detailed list	89
References	92
Publications	95
Acknowledgements	96

第一章 绪论

1.1 课题研究背景

1.1.1 钟表行业自动化现状

2012年初，国家工信部公布了《轻工业“十二五”发展规划》，对“十二五”期间31个主要行业的发展方向进行了归纳，对于钟表工业，明确提出要实现核心技术、关键零部件和品牌方面的三大突破。中国钟表业未来的发展方向和路线，已经受到国家的高度重视^[1]。

中国是世界上最大的钟表生产国，钟表业已逐渐形成以中小企业为主体的集群式发展结构，民营企业 and 三资企业迅速扩张(占企业总数70%以上)。已形成珠三角地区、福建、浙江、江苏、山东、天津等六个主要产区。钟表业发展虽然取得长足的进步，但是中国企业及其品牌在国际市场上的信誉度和影响力微乎其微，占据世界70%的产量却只占世界30%的产值^[2]。

钟表业是一个技术相对成熟，面向民用的行业。钟表业和其他行业相比，有其普遍性和特殊性。钟表行业和其他制造类行业一样，面临着激烈的行业竞争。但钟表中的零件具有体积小、精度高、材料成本低、装配难度大等特点，导致其人力成本相对较高。提高生产自动化是节省人力成本、提高生产效率的重要手段，对钟表行业显得尤为重要。

当前全球经济形势严峻，制造业竞争激烈。钟表行业虽然是高技术行业，但其技术已趋于完善，钟表的各项性能的区分度较小，市场低位几乎相同，消费群体区分也不明显。此外，受到电子通讯行业的冲击，钟表的实用性也在逐步被弱化。在国外，更多的钟表企业开始走向高端，钟表的装饰性和收藏性已然凸显^[3]。而我们国内的钟表行业中，大部分是一些中小型的制造企业，产品更多的是集中在中低端钟表。

目前，国外领先的钟表企业的生产和装配已经做到了高度自动化，其工业自动化程度接近95%。而在我们国家，由于大环境下制造业的粗放式发展，钟表行业的工业自动化程度始终没有大幅提高，尤其是一些中小型的钟表企业。国内钟

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.

厦门大学博硕士论文摘要库