

学校编码: 10384

分类号__密级__

学 号: 19920091152481

UDC__

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

变送器自动测漏系统的研究

The research of automatic leak detection system of the
transmitter

王宇奇

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: 2012 年 05 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: ——

评 阅 人: ——

2012 年 05 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

摘要

变送器自动测漏系统主要是针对国内某仪器仪表公司变送器的测漏工序进行改进的。该公司传统的测漏方法是气泡法，此方法操作简单，但是却存在着检测精度低、检测结果受检测人员主观影响较大、检测周期长、不能实现检测自动化、不能适应大批量生产等缺点。本方案是在传统检测的基础上，改用自动化检测系统，检测过程切断了手工污染的途径，更重要的是自动检测系统的检测性能稳定，检测精度高，效率高。

本课题设计的自动检测系统集成机械技术、气动技术、PLC 控制技术、接口技术等多种技术于一体，实现对被测工件的快速定位、夹紧以及垂直、水平运行过程。该测漏系统实现了机械与电气的紧密结合，提高了检测质量和检测效率，减少了劳动成本。该技术的应用将实现变送器测漏工序的数字化和智能化，为自动化测漏在我国变送器方面奠定了良好的基础。

本论文的主要研究内容：

- 1、综合研究了测漏的相关技术以及气动技术在生产线中的实际应用，根据测漏工序自身的特性提出采用电气控制的方式实现对变送器壳体的检测。
- 2、对整个测漏系统进行 3D 建模，并对测漏系统进行了仿真模拟。
- 3、通过对所需零件和材料的选型，设计出最优的系统运行方式；利用材料力学和理论力学，计算出满足工作要求的手爪、直线驱动器等。
- 4、设计自动测漏的气动系统，对重要元件进行选型并设计出最优气路，实现了气动系统对各相关运动的有效控制。
- 5、设计自动测漏的电气控制系统，实现了电气一体化，绘制出具体的电路图，完成了 PLC 的软硬件设计以及人机界面设计。
- 6、通过将机械技术、气动技术和电子技术综合运用于一体，完成了整个测漏系统的运行工作，并通过仿真运动进一步完善了测漏系统。

关键词：自动检测；电气控制；PLC 编程

ABSTRACT

The Automatic detecting system of transmitter is mainly aimed at a domestic instruments company of the transmitter leak detecting process improvement. The traditional leak detecting method of the company is the bubble method, this method is simple, but has a lot of shortcomings, for example it has the low detecting precision, long detecting cycle, it can't realize detection automation, can't adapt to the mass production and test results are from testing personnel greater subjective influence. The scheme is switching to automatic testing system on the basis of the traditional detection, test process cuts off manual pollution ways, and the more important is to be the stable detection performance of automatic detection system, high detection accuracy and high efficiency.

This automatic detection system of the topic sets machinery technology, pneumatic technology, PLC control technology, interface technology and so many kinds of technology in a body, in order to realize the quickly orientation, clamping and the vertical and horizontal operation process of work piece. The leak detecting system realizes the mechanical and electrical close integration, improves the quality and efficiency of detection test and lowers labor costs. The application of the technology will achieve digital and intelligent of leak detecting process of the transmitter and lay the good foundation for automatic leak detection in the transmitter in our country.

The main research contents of this paper:

1. Comprehensive study the relevant technology of the leakage and the practical application of pneumatic technology in production line, according to its own characteristics of leak detecting process, the electrical control is put forward in order to realize the detection of transmitter shell.

2. Build 3D model for the leak detecting system, and the leak detecting system is simulated.

3. Through the selection of the required parts and materials, design the optimal operation mode of the system; utilize the material mechanics and theoretical

mechanics, calculate the PAWS, linear drive, etc of meeting the job requirements.

4. Design pneumatic system of automatic leak detecting system, select the important component and design the optimal gas path, realize the effective control of relevant sports of the pneumatic system.

5. Design the electrical control system of automatic leak detecting system, realize the electrical integration, draw out specific circuit diagram, and complete the design of the software and hardware of PLC and the design of man-machine interface.

6. Through integrating the mechanical technology, pneumatic technology and electronic technology in a body, complete the operation work of the leak detecting system, and further improve the leak detecting system through the simulation movement.

Key Words: Automatic detection; Electrical control; PLC programming

目 录

第一章 绪论	1
1.1 课题研究的背景及意义	1
1.1.1 研究背景及课题来源.....	1
1.1.2 变送器自动测漏系统的研究意义.....	2
1.2 国内外自动化技术的发展趋势	3
1.2.1 国内自动化技术的发展趋势.....	3
1.2.2 国外自动化技术的发展趋势.....	5
1.3 本论文的主要研究内容和工作	5
1.4 本章小结	6
第二章 变送器自动测漏系统的总体设计	7
2.1 测漏系统的总体设计目标	7
2.2 工作对象及性能参数	8
2.2.1 工作对象的论述.....	8
2.2.2 系统环境及工作对象的性能参数.....	9
2.3 测漏系统的总体设计方案	9
2.3.1 测漏系统的总体结构设计.....	9
2.3.2 自动测漏系统装备组成.....	11
2.3.3 自动测漏系统的目标性能参数.....	12
2.4 测漏系统的工作原理分析	13
2.5 本章小结	14
第三章 测漏系统机械部分的研究与设计	15
3.1 测漏系统总体结构概述	15
3.2 机械部分总体结构设计方案	17
3.3 测漏系统夹紧方式的设计	17
3.3.1 气爪手指的设计.....	18
3.3.2 气爪夹紧力的计算.....	19
3.4 垂直导向机构的设计	20

3.5 水平机构的设计.....	21
3.6 水槽的设计.....	22
3.6.1 水槽箱体的设计.....	22
3.6.2 水槽凸台的设计.....	24
3.7 水槽受推力面的分析.....	25
3.8 水泵的选择.....	28
3.9 本章小结.....	29
第四章 气动控制系统的研究与设计.....	30
4.1 概述.....	30
4.2 气动技术的优势.....	30
4.3 测漏气动系统的组成.....	31
4.4 测漏气动系统的分析.....	32
4.4.1 工作原理.....	32
4.4.2 气路元件的选型(换向阀的选择).....	33
4.4.3 气路元件的选型(推力压紧气缸的选择).....	34
4.5 气动机械手运行时间的计算.....	39
4.6 气动控制系统的设计.....	40
4.6.1 气动系统的设计原则.....	40
4.6.2 气动系统的组成.....	41
4.6.3 测漏气动系统的工作原理.....	41
4.7 本章小结.....	42
第五章 测漏系统电气控制部分的设计.....	43
5.1 概述.....	43
5.2 测漏控制系统方案的设计.....	43
5.3 测漏系统的控制结构及工作流程.....	45
5.3.1 系统的控制结构.....	45
5.3.2 系统的工作流程.....	45
5.4 可编程控制器的选型及其基本原理.....	46
5.4.1 系统控制方式的选择依据.....	46

5.4.2 PLC的基本结构构成.....	48
5.4.3 PLC的基本工作原理.....	49
5.5 PLC控制系统的硬件设计.....	51
5.5.1 PLC控制系统的资源分配及选型.....	51
5.5.2 PLC控制系统CPU内存容量及速度的确定.....	52
5.5.3 PLC控制系统CPU的外围设备及电源电压的选择.....	53
5.5.4 PLC控制系统电动机的选型.....	53
5.5.5 PLC控制系统的控制电路图.....	55
5.5.6 PLC控制系统控制柜的设计.....	55
5.6 PLC控制系统的软件设计.....	57
5.7 人机界面设计.....	62
5.8 本章小结.....	64
第六章 结论.....	65
附录 1.....	67
附录 2.....	68
附录 3.....	69
参考文献.....	82
硕士期间发表的学术论文.....	84
致谢.....	85

CONTENTS

Chpater1 introduction	1
1.1 Research backgroud and significance	1
1.1.1 Research backgroud of the thesis.....	1
1.1.2 Research significance of leak detecting system.....	2
1.2 The automatic technology development trend	3
1.2.1Development trend of home automatic technology.....	3
1.2.2Development trend of foreign automatic technology.....	5
1.3 The main research contents and work of this paper	5
1.4 Summary	6
Chpater2 General design of Automatic detecting system	7
2.1 General design goal of detecting system	7
2.2 Work object and performance parameters	8
2.2.1 The discusses of Work object.....	8
2.2.2 System environment and work object performance parameters	9
2.3 The overall design scheme of the detecting system	9
2.3.1 The general structure design of the detecting system.....	9
2.3.2 Equipment of automatic Leak detecting system.....	11
2.3.3 The target performance parameters of detecting system.....	12
2.4 The working principle analysis of detecting system	13
2.5 Summary	14
Chpater3 Research and design of Mechanical part of detecting system	15
3.1 The overall structure summary of detecting system	15
3.2 The overall structure design of the mechanical parts	17
3.3 The clamping way design of detecting system	17
3.3.1 The design of the gas claw fingers.....	18

3.3.2 The calculation of gas clamping claw force.....	19
3.4 The design of vertical steering mechanism.....	20
3.5 The design of Level institutions.....	21
3.6 Tank design.....	22
3.6.1 The design of sink cabinet.....	22
3.6.2 The design of cistern convex platform.....	24
3.7 The analysis of Sink thrust surface.....	25
3.8 Pump choice.....	28
3.9 Summary.....	29
Chpater4 Research and design of Pneumatic control system.....	30
4.1 Overview of pneumatic system.....	30
4.2 Advantage of pneumatic technology.....	30
4.3 The composition of the pneumatic system.....	31
4.4 The analysis of the leak pneumatic system.....	32
4.4.1 Working principle.....	32
4.4.2 The choice of reversing valves.....	33
4.4.3 The choice of thrust pressure cylinder.....	34
4.5 The calculation of running time of Pneumatic manipulator.....	39
4.6 The design of pneumatic control system.....	40
4.6.1 The design principle of the pneumatic system.....	40
4.6.2 The composition of the pneumatic system.....	41
4.6.3 The working principle of leak pneumatic system.....	41
4.7 Summary.....	42
Chpater5 The design of electrical control part of Leak detecting system.....	43
5.1 Overview of Electrical control system.....	43
5.2 The scheme design of leak detecting control system.....	43
5.3 The control structure and the working process of leak detecting system.....	45

5.3.1 The control structure of the system.....	45
5.3.2 The working process of the system.....	45
5.4 Selection and basic principle of programmable controller.....	46
5.4.1 The choice basis of the ways of system control.....	46
5.4.2 The basic structure of the PLC.....	48
5.4.3 The basic principle of the PLC.....	49
5.5 Hardware design of PLC control system.....	51
5.5.1 Distribution of resources and selection of PLC control system	51
5.5.2 CPU memory capacity and the speed of PLC control system.....	52
5.5.3 The choice of CPU peripheral device and power supply voltage of PLC control system.....	53
5.5.4 PLC control system of motor selection.....	53
5.5.5 The control circuit diagram of PLC control system.....	55
5.5.6 The design of the control cabinet of PLC control system.....	55
5.6 Software design of PLC control system.....	57
5.7 Man-machine Interface design.....	62
5.8 Summary.....	64
Chpater6 Conclusions.....	65
Appendix 1.....	67
Appendix 2.....	68
Appendix 3.....	69
References.....	82
Publications.....	84
Acknowledgements.....	85

第一章 绪论

1.1 课题研究的背景及意义

1.1.1 研究背景及课题来源

作为仪器仪表工业的核心技术产品,变送器技术是现代测量和自动化系统的重要技术之一,从宇宙开发到海底探秘,从生产的过程控制到现代文明生活,几乎每一项技术都离不开变送器,它为我国工业的快速发展提供了有力保证。随着人类社会进入知识经济时代、信息技术高速发展的背景下,仪器仪表及其测量控制技术得到日益广泛应用,给仪器仪表工业的快速发展提供了良好契机。专家分析认为仪器仪表工业的发展将呈现四大潮流趋势:1)产品高科技化 2)现场总线化 3)应用领域的进一步拓展 4)“六高一长”和“二十化”^[1]。变送器在仪器仪表工业中地位特殊、作用大,对国民经济有巨大倍增和拉动作用,并且具有良好的市场需求和巨大的发展潜力,因此我国对变送器技术的开发十分重视,并将其列为国家重点发展的行业。

国家对变送器制造业的重视和扶持,使得企业对变送器的高科技化、高质量化、高产量化等越来越重视,企业大多面临着提高变送器制造水平的机遇与挑战。变送器的生产过程需要经过 20 道工序,其制造过程是一项繁琐、复杂的过程,尤其是第二道工序—测漏,它不仅影响着第一道工序,而且还对后面工序的进行起着决定性的作用,其生产流程如图 1.1 所示:

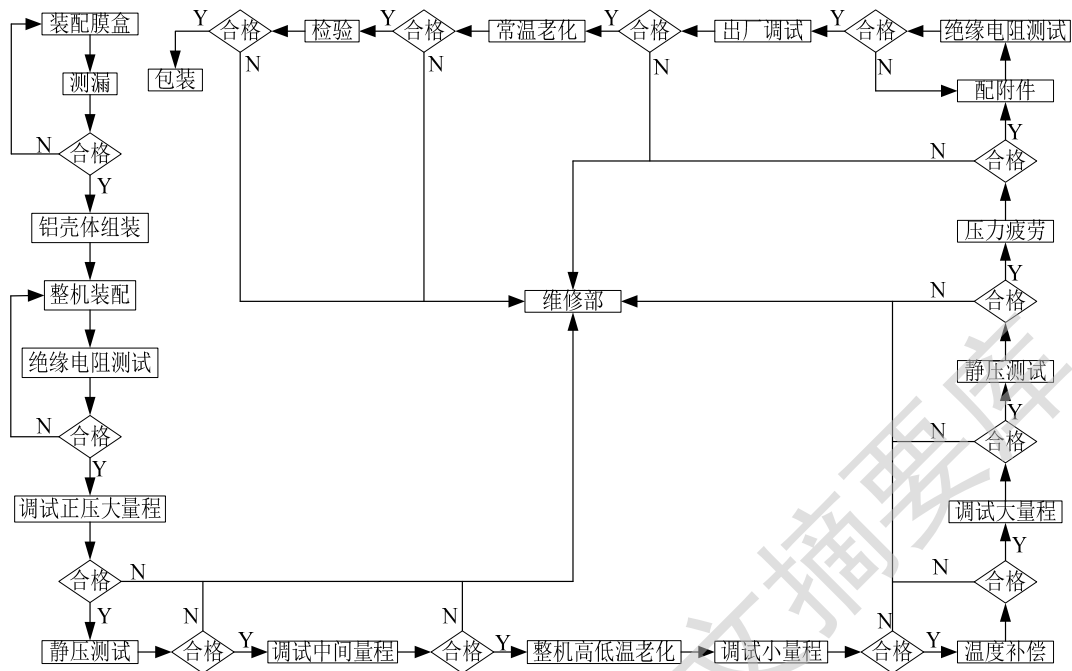


图 1.1 变压器工艺流程图

当测漏不合格时，变压器产品就要返回到第一道工序重新装配；当测漏合格时，产品才能进行下一道工序。因此，做好测漏这道工序是变压器生产的关键。根据目前国内变压器的生产状况，测漏仍旧采用传统的人工检测法，这种检测方法虽然简单可靠，但是却影响着变压器的生产质量和生产效率，为了提高变压器的生产效率、降低劳动成本，如何实现变压器测漏的自动化是亟待解决的问题。

本课题是依据福建一家公司变压器生产的实际情况，为该公司实现变压器泄漏检测的自动化而进行设计的。本课题研究的主要内容是：通过采用机械手、滚珠丝杠、传送带、气缸以及各种开关实现电气的结合，从而建立行之有效的自动化测漏系统。作者通过与该公司的技术人员讨论，并进行一系列的修改和校验，最终完成了将机械技术、电气技术、传感技术等多种技术结合在一起的变压器自动测漏系统。

1.1.2 变压器自动测漏系统的研究意义

随着国民经济的飞速发展，市场需求的增加，大规模、高效的生产变压器已成为国产变压器的发展趋势，国产变压器已开始走向国际市场。在变压器的流水生产线上，变压器的泄漏检测是一道至关重要的工序。当前，在大部分企业中，变压器的测漏仍旧采用人工操作的传统检测法。传统的检测泄漏的方法多采用气泡法，其基本原理是将密封的工件用干燥空气加压后浸入水中，在规定的时间内

观察水面有无气泡溢出，以此判断工件是否泄漏。通过观察气泡的大小和数量，可估计出泄漏量的大小，并可从气泡发出的部位，判断出工件的泄漏部位^[2]。这种方法操作简单，并且能直接观察到泄漏的部位和泄漏情况，但是却存在着检测精度低、检测结果受检测人员主观影响较大、检测周期长、不能实现检测自动化、不能适应大批量生产等缺点，而且加之劳动法生效，人力成本升高，手工检测的优势不再。如果企业继续采用传统的检测方法，将会造成生产效率低下、次品率高，而且对未来变送器生产技术的提高及企业的发展起着严重的制约作用。因此，我们急需设计一套自动化检测方案来解决目前的瓶颈问题。

经调查显示，我国变送器市场需求潜力非常巨大，变送器产品市场激烈的竞争状态和整个仪器仪表行业的竞争状况非常相似，加速推进变送器测漏的自动化是增强企业竞争力以及维持企业生存的关键。为了适应变送器的生产规模，实现泄漏检测的自动化，我们根据变送器测漏的实际情况以及考虑到成本的问题，在气泡检测法的基础上并结合工厂的实际应用，设计出一套全自动变送器测漏系统。此自动测漏系统的成功研制，不但会大幅度提高变送器的产品质量及检测效率，而且还大大地降低了生产成本和工人的劳动强度。研究变送器自动检测系统将会为国家和企业带来极大地经济效益和社会效益，并将促进变送器技术的跨越式发展。

1.2 国内外自动化技术的发展趋势

1.2.1 国内自动化技术的发展趋势

自动化技术是一门综合性技术，它和控制论、信息论、系统工程、计算机技术、电子学、液压气压技术、自动控制等有着十分密切的关系，其中以控制理论和计算机技术对自动化技术的影响最大。

随着现代应用数学新成果的推出、电子计算机的应用以及测试技术的不断提高，自动化技术已经被广泛应用到生产的各个方面。自动化技术的应用使得企业不断寻求和开发更高端的仪器产品来满足生产和发展的需要，同时也使得自动化技术日臻成熟。目前，国内自动化技术的发展呈现以下趋势^[3]：

1) 高速、高效化

从国内外的工业发展状况来看，工业市场已经发生了巨大变化，由过去传统、相对稳定的市场，发展为动态多变的市场。为了从市场中求生存、求

发展，提高对市场需求的应变能力，企业开始探索新的生产方式。自动化技术的应用则为企业开辟了一条新的道路，自动化即意味着高速、高效化，高速、高效化即意味着生产效率的提高和劳动成本的降低，这一系列的连锁反应使得自动化技术朝着高速、高效化方向发展。

2) 高精度化

由于工业生产对成品质量的要求日益提高，国家的政策和法令对节能减排也有具体的要求和规定，因此提高测量仪表与控制系统的精度就被提上了议事日程。例如：变送器的精度，普遍从百分之零点七五提高到百分之零点零四；用于贸易交换计量的科氏质量流量计，精度已达到百分之零点零五；部分气体超声波流量计的准确度已达到百分之零点五，同时新一代的 DCS 也以此作为一个重要的指标^[4]。与之相适应，自动化技术的精度影响着产品的精度，因此追求自动化技术的高精度化是实现产品的高精度化的前提和基础。

3) 柔性化

随着计算机技术的出现，产生了“柔性自动化技术”。柔性自动化技术，是以数控技术为核心，将计算机技术、信息技术与生产技术有机结合在一起的技术。其应用范围可包括产品设计、加工制造和相应的信息与管理系统。采用“柔性自动化技术”的生产线不仅能够自动的“做”，而且一旦加工目标确定，就知道应该“怎么做”。柔性自动化技术是当今机械制造业适应市场动态需求，加速产品更新的主要手段。采用柔性自动化技术，不仅能够提高生产效率、减轻劳动强度，还能提高产品质量、缩短制造周期和交货期、大幅度降低成本，因而是各国机械制造业发展的重要趋势。

4) 工艺复合性和多轴化

复合加工是以减少工序、辅助时间为主要目的，目前正朝着多轴、多系列控制功能方向发展。数控机床的工艺复合化是指工件在一台机床上完成一道工序后，通过自动换刀、旋转主轴头或转台等各种措施，完成多工序、多表面的复合加工^[4]。

5) 实时智能化

智能化是由现代通信与信息技术、计算机网络技术、行业技术、智能控制技术汇集而成的针对某一个方面的应用的智能集合。随着信息技术的不断

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