

# 汽车变速箱质量问题追溯的 理论方法研究

◎ 李莲芝 著



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 汽车变速箱质量问题追溯的 理论方法研究

Theory and Method Study of Quality Problem  
Tracking on Automobile Gear Box

李莲芝 著

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车变速箱质量问题追溯的理论方法研究/李莲芝著. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-5682-6567-6

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车-变速装置-产品质量-研究 IV. ①U463. 212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 297578 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 7

字 数 / 95 千字

版 次 / 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 申玉琴

文案编辑 / 申玉琴

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

## 中文摘要

本书以某变速箱厂产品质量追溯问题为背景，研究了变速箱质量问题的追溯方法。变速箱结构的特殊性和总装现场的复杂性会导致企业现有的质量追踪技术有欠缺、采集的数据不够全面和客观，从而导致质量追溯不够到位。本书针对此类问题展开研究，目的有二：一，解决产品质量问题追溯中数据难以采集的技术问题，并提出采用水平对比分析和秩和检验相结合的统计方法对复杂数据进行质量溯源；二，通过案例系统论述装配质量追踪过程中 RFID 技术的实施和应用方案，并阐述质量溯源中所采用的统计方法的科学性和有效性。

质量追溯的内涵包括质量追踪和质量溯源。质量追踪能力的强弱常以数据采集技术的高低来体现。质量溯源由于倾向对质量问题进行根源性问题的分析，所以需要统计理论做支撑。质量溯源是针对某一已经发现的具体范围和数量的相关产品的质量问题进行根源性问题的分析和纠正，质量溯源是实现质量追溯的核心之一。

在汽车制造业装配质量问题追溯中，针对数据采集部分，本书对采用 RFID 技术的可行性进行了论证分析，提出了基于 RFID 技术的数据采集模式。通过分析装配质量溯源需要的数据流，构建了 RFID 技术采集模型；针对装配流程，研究 RFID 技术对问题零件数据采集的方法和步骤。在采用 RFID 技术实施追踪变速箱装配质量问题的过程中，对问题零件需要采集的数据内容及 RFID 技术设备的选择、安装位置及采集步骤都做了充分的论述。研究表明：本书提出的变速箱装配质量 RFID 技术方案是有效的。

在变速箱质量溯源过程中，我们首先对总计数据采用水平对比分析法对质量问题进行了溯源分析；考虑到质量数据的复杂性，在原始数据分布不够明确的情况下，进一步对原始数据进行了秩和检验分析，给出了涉及问题零件的各个工位的秩和检验的步骤，分析了检验结果，完成变速箱装配质量问题的溯源。两种方法的结合使用，保证了结果的客观可信。

在理清变速箱质量问题溯源思路中，水平对比分析法和秩和检验法所进行的检验分析为质量溯源提供了理论支持，为信息转化为决策提供了比较坚实的依据，也为决策者提供了科学的参考意见。

非参数秩和检验在机械领域的研究应用还不够成熟，主要原因是以往原始数据受追踪技术的局限，采集数据不够全面和客观。某变速箱厂出现的质量问题，如果沿用以前管理人员的经验，诊断的说服力往往不够，尤其得不到一线工人的支持。在原始数据真实、客观的情况下，本书采用针对数据不同角度的水平对比分析法和秩和检验法，增强了变速箱质量问题溯源的可信度。

本书的研究，为某汽车变速箱厂变速箱装配质量问题构建了质量追溯体系，为管理者选择质量改进措施提供了科学的参考依据，为同行提供了可以参考的案例。

## 关键词

变速箱，质量追溯，数据采集，RFID 技术，秩和检验

## **Abstract**

This subject research aims to realize quality tracking in process of Gear box assembly in the factory, settle the technical difficulty in acquiring data in quality problem tracking and put forward more scientific and more suitable statistics method to conduct quality tracking of complex data. Execution method and application scheme of RFID data acquisition technique in process of assembly quality tracking is systematically expounded through this case, scientificity and effectiveness of the statistics method applied in this case is also systematically illustrated.

Connotation of quality tracking includes quality tracking and quality tracking. Capability of quality tracking is always reflected by data acquisition technique. Quality problem tracking is apt to analyzing root cause source of quality problems and need statistical theory as a support.

In assembly quality problem tracking of the automobile industry, feasibility of RFID technique is expounded and analyzed as for the data acquisition part, putting forward the data acquisition mode based on RFID technique. Furthermore, RFID technique acquisition mode is built through analyzing data flow needed in assembly quality tracking; then method and steps of question parts data acquisition for RFID technique are studied in light of the assembly flow. Data contents needing acquired in question parts, choice, installation position and acquisition steps of RFID technique device are all fully expounded in process of applying RFID technique to carry on assembly quality problems of tracking Gear box. The result shows that it is effective.

tive to apply RFID technique to acquire data combined with practical situations of assembling line of the Gear box.

Quality tracking refers to analyze and correct root-cause quality problems of products with concrete scope and quantity, which can be regarded as a core part of realizing quality tracking.

In process of quality tracking of the Gear box, the author firstly analyzes resources of quality problems by comparative analysis approach. The author further analyzes the rank sum inspection for the original data taking the complexity of quality data into consideration, under the vague distribution of original data, offering Rank-sum test steps of all stations referring to problem parts, analyzing test results and completes quality problem tracking of the Gear box. The combination of those two methods can contribute to proving results, making the judged results more objective and reliable.

In the process of making the quality problem tracking clear, the conducted inspection analysis used benchmarking method and applied rank-sum inspection provided a theoretical support for quality tracking and a more reliable evidence for the information into decision and scientific references for decision-makers.

Research and application of nonparametric Rank-sum test is not mature enough in machinery field, it is mainly because the original data is limited by tracking technique and the acquired data is not complete and objective enough. The diagnosing results of quality problems occur in a gearbox factory have no strong persuasion if experience of managers in the past and simple comparative analysis approaches are continued to be used. In the thesis, the author tries to apply Rank-sum test under real and objective original data, enhancing reliability of quality problem tracking of the Gear box.

By studying the subject, we have built a quality tracking system for the quality problems of the Gear box assembly in a certain automobile Gear box factory, and providing scientific references for the manager how to select quality improving

measures. Through the research on the subject, it provides a reference case for the same industry.

**Key word:**

Gear Box, Quality Tracking, Data Acquisition, RFID Technique, Rank – Sum Test

# 目 录

<b>第 1 章 绪 论</b> .....	001
1.1 研究的背景和目的 .....	001
1.2 研究的意义 .....	002
1.3 质量追溯理论 .....	002
1.4 质量追溯研究现状及述评 .....	003
1.4.1 现有的主要质量追溯技术及评述 .....	003
1.4.2 常用的质量管理统计方法 .....	006
1.5 变速箱装配质量追溯的研究现状及述评 .....	006
1.6 研究的主要内容 .....	007
1.7 主要研究方法和技术路线 .....	008
1.7.1 主要研究方法 .....	008
1.7.2 技术路线 .....	009
1.8 本章小结 .....	010
<b>第 2 章 变速箱装配过程中的质量问题</b> .....	011
2.1 汽车变速箱的结构及原理 .....	011
2.1.1 变速箱的结构 .....	011
2.1.2 变速箱的工作原理 .....	013
2.2 某变速箱厂汽车变速箱装配线及其主要装配工艺要求 .....	014

2.2.1	汽车变速箱装配线 .....	014
2.2.2	变速箱的主要装配工艺要求 .....	015
2.3	变速箱装配过程中出现的质量问题 .....	017
2.4	变速箱质量问题追溯过程的总体设计 .....	018
2.4.1	变速箱质量问题追溯流程设计 .....	018
2.4.2	变速箱质量追溯系统设计 .....	020
2.4.3	变速箱质量追溯流程系统方案 .....	021
2.5	变速箱质量问题的数据整理与分析 .....	022
2.5.1	利用分层法及排列图法确定主要质量问题 .....	022
2.5.2	利用分层法及排列图法确定主要问题零件 .....	024
2.6	本章小结 .....	026
<b>第3章</b>	<b>装配质量追溯中数据采集技术 .....</b>	<b>027</b>
3.1	装配质量追溯中数据采集的现状 .....	027
3.2	RFID 技术 .....	028
3.3	RFID 技术在装配质量数据采集上的优势 .....	029
3.4	装配过程质量追溯流程模型 .....	030
3.5	数据采集的内容及 RFID 技术设备的选择 .....	034
3.6	采用 RFID 技术实施数据采集的流程 .....	036
3.7	本章小结 .....	037
<b>第4章</b>	<b>RFID 技术在变速箱装配质量问题追溯中的应用研究 .....</b>	<b>038</b>
4.1	RFID 技术具备满足变速箱装配质量追溯的条件 .....	039
4.2	变速箱装配过程中惰轮质量问题追溯模型 .....	039
4.3	装配工位 RFID 技术设备的选择 .....	043
4.4	标签的配置方式及数量 .....	043

4.5	采用 RFID 技术实施变速箱装配质量数据采集 .....	043
4.6	变速箱装配过程中数据采集的内容 .....	045
4.7	本章小结 .....	046
<b>第 5 章</b>	<b>变速箱装配质量问题溯源的统计方法研究 .....</b>	<b>047</b>
5.1	水平对比分析法 .....	050
5.2	基于水平对比分析法的变速箱装配质量溯源模型 .....	051
5.3	基于水平对比分析法的变速箱质量问题溯源分析 .....	053
5.4	多样本的秩和检验法 .....	054
5.5	两样本的秩和检验法 .....	056
5.6	基于秩和检验的变速箱装配质量问题溯源模型 .....	057
5.6.1	基于多样本秩和检验的变速箱装配质量问题溯源分析 .....	066
5.6.1.1	检验步骤及检验结果 .....	066
5.6.1.2	变速箱装配质量问题的初步溯源分析 .....	068
5.6.2	基于两个样本比较秩和检验的检测工位的质量问题溯源 .....	068
5.6.2.1	检验步骤及检验结果 .....	069
5.6.2.2	检测工位的溯源分析 .....	070
5.6.3	基于两个样本比较秩和检验的运输工位的质量问题溯源 .....	070
5.6.3.1	检验步骤及检验结果 .....	070
5.6.3.2	运输工位的溯源分析 .....	071
5.6.4	基于多样本比较秩和检验法的装配工位质量问题溯源 .....	071
5.6.4.1	检验步骤及检验结果 .....	072
5.6.4.2	装配工位的溯源分析 .....	073
5.7	变速箱装配质量总体溯源分析 .....	073
5.8	变速箱装配质量问题改善的研究 .....	077
5.8.1	改进主要问题零件——惰轮的装配工艺 .....	077

004 | 汽车变速箱质量问题追溯的理论方法研究

5.8.2 采用头脑风暴法解决质量问题 ..... 079

5.9 本章小结 ..... 081

**第6章 总 结** ..... 082

6.1 总 结 ..... 082

6.2 论文的创新点 ..... 084

**参考文献** ..... 085

## 第 1 章

---

# 绪 论

### 1.1 研究的背景和目的

在实现变速箱装配质量追溯过程中，需要解决两个难题：一，变速箱结构复杂，箱体内零件繁多，总装线现场又存在需要解决的实际难题，再加上企业本身现有的数据采集技术有限，得到的数据不够全面和客观。二，全面和复杂的原始数据需要合适的统计方法进行分析，以提高变速箱质量问题诊断结论的说服力。没有可靠的统计方法来进行合理的质量问题溯源，就不能把数据信息转化为决策信息，就不能为制定质量改善措施提供科学的参考依据。因此，研究切实可行的变速箱质量问题的溯源方法是亟待解决的问题。

本研究课题是科技部国家“863”项目：汽车变速箱装配过程综合质量问题诊断、评估与度量技术研究（2007AA04Z1A4）中的一部分。以某变速箱厂产品质量控制为背景，研究变速箱装配过程中的产品质量问题的追溯方法，解决质量追溯中数据难以采集的技术问题，并给出科学合理的质量问题溯源的数学方法。

## 1.2 研究的意义

本课题的研究可以为某汽车变速箱厂构建变速箱装配质量问题追溯体系，为企业管理者改进质量控制措施提供科学依据。

本课题的研究可以为同行提供参考案例。在现有的有关质量问题追溯的文献中，较少通过案例系统阐述质量追溯的全部过程。

本课题提出了汽车变速箱装配质量问题追溯的 RFID 数据采集技术。随着 RFID 技术设备成本的降低，为机械行业全面普及推广 RFID 技术提供了宝贵的经验。在具体的应用中，RFID 技术对变速箱结构的复杂性有较高的适应性，因此本课题为今后实施 RFID 技术提供了案例支持。

本课题采用多种统计理论对同一数据进行溯源分析，为企业今后的质量问题溯源提供了多种可以借鉴的溯源统计方法，并为推进机械制造业质量溯源方法的实施提供经验上的支持和示范。

## 1.3 质量追溯理论

在 ISO 体系中，质量追溯被定义为：“The ability to retrace the history、use or location of an entity by means of recorded identification”，即通过记录标识的方法回溯某个实体来历、用途和位置的能力。适当时，组织应在产品实现的全过程中使用适宜的方法识别产品，以标准或适当的方法标识产品，防止不同类型、不同规格或不同状态的产品混用或错用。在规定有可追溯性要求的场合，通过唯一性标识和记录可追溯产品质量的形成过程，以便弄清产品原材料和零部件的来源，查明质量问题原因、分清责任。

从信息系统的角度来看，可追溯性内涵包括两部分：质量追踪与质量溯源。前者可以理解为通过在供应链环节中标记的相关数据来跟踪与监控某一

实体相应的历史轨迹，而后者可以理解为针对某一已经发现具体范围和数量的相关产品的质量问题进行根源性问题的分析和纠正。

质量追踪的视角是从整个供应链的角度出发的，强调的是对出现缺陷的产品范围的界定、产品缺陷的责任方的确定以及纠正措施的制定。质量追踪的关键部分是对产品及其零部件的使用情况和产品的组成情况进行追踪，即产品生产过程中的装配关系，以对故障部件的批次及故障产品或者其他存在潜在故障的所有批次产品进行追踪分析。

质量溯源倾向于从信息分析的角度对问题进行描述，即侧重于对某一（批次）产品（或部件）的质量缺陷、存在的故障等进行定性描述，通过对数据和事件的标识、检索和分析，最终确定故障发生的根源性原因。

就产品质量问题的可追溯性而言，质量追踪和质量溯源是两个不可分割的部分。具体而言，质量追溯是一个系统的、完善的过程，具体包括质量缺陷的发现、缺陷范围的确认、临时纠正、缺陷溯源、缺陷永久纠正以及归零管理。质量溯源是实现质量追溯的一个核心部分。质量追踪为质量溯源提供具体的范围和方向；质量溯源是实现质量追溯的必要手段。

## 1.4 质量追溯研究现状及述评

### 1.4.1 现有的主要质量追溯技术及评述

#### 1. 人工及半自动化相结合的采集技术

人工采集，就是在事先准备好的工艺文件和调查表上人工记录和填写所需要的信息。人工采集效率比较低。随着计算机的普及，在机械行业中，人工填写与电脑记录相结合的半自动数据采集方式比较普遍。

#### 2. 条形码技术

条形码技术是由美国的 N. T. Woodland 于 1949 年首先提出的，它是由一

组规则排列的“条”“空”以及对应的字符组成的标记。“条”指对光线反射率较低的部分；“空”指对光线反射率较高的部分；这些“条”和“空”组成的数据表达一定的信息，并且能够用特定的设备识读，转换成与计算机兼容的二进制或十进制信息。

由于投资小、方便操作，条形码技术已经被广泛应用于商业、工业仓储、交通等领域。它在当今的自动识别技术中占有重要的地位。

条形码技术将每一批产品都做了详细的记录并存储于相关的数据库之中，实现了对每一批产品的精确定位。制造商为批次产品制作条形码标签，并将标签贴于产品批量包装的表面（图 1.1 上段）；在工位装车时由操作人员撕下第二段，贴在《随车检验卡》上（图 1.1 中段）；《随车检验卡》上的条码会在产品下线后由扫描设备读出（图 1.1 下段），记录在物流处。

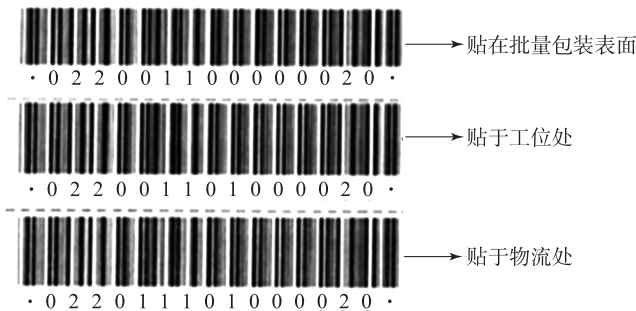


图 1.1 三段条码标签

### 3. RFID 技术

RFID 是 Radio Frequency Identification 的缩写，即射频识别，俗称电子标签。RFID 技术是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷、方便。RFID 是一种简单的无线系统，只有两个基本器件，该系统用于控制、检测和跟踪物体。系统由一个询问器（或阅读器）和多个应答器（或标签）组成。

RFID 技术的应用：短距离射频识别产品，不怕油渍、灰尘污染等恶劣的环境，如用在工厂的流水线上跟踪物体；长距离射频识别产品多用于交通上，

识别距离可达几十米，如自动收费或识别车辆身份等。

RFID 技术与条形码技术相比有很多优势：

(1) 快速扫描。对于条形码而言，一次只能扫描一个条形码；而 RFID 采用的是非接触方式，无方向性要求，标签一进入磁场，解读器就可以即时读取其中的信息，通常在几毫秒就完成一次读写；采用防冲撞机制，使之可同时处理多个标签，实现批量识别，最多同时识别可达每秒 50 个，并能在运动中进行识别。

(2) 体积小型化、形状多样化。RFID 在读取上并不受尺寸大小与形状限制，不需为了读取精确度而配合纸张的固定尺寸和印刷品质。此外，RFID 标签可往小型化与多样形态发展，以应用于不同产品。

(3) 抗污染能力和耐久性。传统条形码的载体是纸张，因此，容易受到污染，但 RFID 对水、油和化学药品等物质具有很强抵抗性。此外，由于条形码是附于塑料袋或外包装纸箱上，所以特别容易受到折损；RFID 卷标是将数据存在芯片中，因此，可以免受污损。

(4) 可重复使用。现今的条形码印刷上去之后就无法更改，RFID 标签则可以重复地新增、修改、删除，方便信息的更新。

(5) 穿透性和无屏障阅读。在被覆盖的情况下，RFID 能够穿透纸张、木材和塑料等非金属或非透明的材质，并能够进行穿透性通信。而条形码扫描机必须在近距离，而且只有在没有物体阻挡的情况下，才可以辨读条形码。

(6) 数据的记忆容量大。一维条形码的容量是 50 B，二维条形码最大的容量可储存 2~3 000 B。随着记忆载体的发展，数据容量也有不断扩大的趋势。未来物品所需携带的信息量会越来越大，对卷标所能扩充容量的需求也相应增加。

(7) 安全性。RFID 是按照国际统一的电子产品代码的编码制在出厂前就固化在芯片中的，不重复的 40 位唯一识别内码，不可复制和更改。数据可以加密，扇区可以独立一次锁定，并能根据用户锁定重要信息。该技术很难被仿冒、侵入，比较安全。