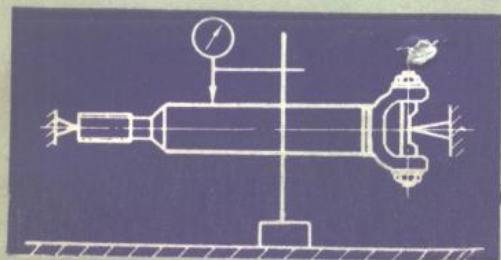


学 翔 编

汽车零件修理中形位误差的检测



人 民 交 通 出 版 社

Qiche Lingjian Xiulizhong
Xingwei Wucha De Jiance

汽车零件修理中 形位误差的检测

蒋学诩 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书通俗地讲述了汽车修理技术标准中常用形位公差项目和内容的基本概念,比较广泛地介绍了汽车基础零件和主要零件修理中常用形位公差项目的各种通用、专用检测方法及仪器,并对各种检测方法和仪器的使用条件、测量误差以及检测结果的运用等进行了必要的分析。此外,还结合汽车修理的特点,对专用检测仪器设计和制作中的几个主要问题提出了一些解决措施。

本书可供从事汽车和农机修理、保养工作的工人、检验人员和技术人员使用,也可供大专院校有关专业的师生参考。

3R69/30

汽车零件修理中 形位误差的检测

蒋学诒 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.625 字数: 201千

1985年8月 第1版

1985年8月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—14,900册 定价: 1.90元

前 言

本书初稿是笔者1979~1980年为西安公路学院部分毕业生所做专题讲座的讲义，主要介绍笔者当时研制的二十余种形位误差专用检测仪器。1981年形状与位置公差新国标公布以后，新旧标准之间在公差项目、名称、概念和内容等方面变动较大。由于形位公差在汽车修理技术标准中占有很重要的位置，考虑到汽车修理行业中这部分内容已经开始引起人们的重视但基础又很薄弱的状况，为了推动形位公差标准的学习和贯彻，促进形位误差的检测工作和仪器的研制，笔者又在初稿的基础上进行了较大的修改和扩充，增加了形位公差基础知识部分，补充了各地研制的比较成功的一些专用检测手段，增写了形位误差检测结果的分析与运用和形位误差检测仪器设计中的几个问题，编成上、下两册，并在河北省运输公司系统的形位公差培训班上作了试讲和征求意见。嗣后，为配合汽车修理技术标准的贯彻，该稿下册的部分内容曾在《汽车运输》杂志上连载，连载以来，不少读者来函，希望得到汇编本。为满足广大读者要求，笔者在原上、下册讲义基础上又作了部分补充和修改，再次与读者见面。

由于笔者水平有限，书中谬误之处在所难免，敬请广大读者提出宝贵意见，以便修改。

作 者

1983年12月

目 录

概述.....	1
第一章 形位公差简介.....	4
第一节 形位公差的基本概念.....	4
第二节 形状公差.....	23
第三节 位置公差.....	35
第四节 基准.....	65
第五节 形位公差和尺寸公差的关系.....	81
第二章 形位误差的检测原则及一般要求.....	92
第一节 形位误差的检测原则.....	92
第二节 形位误差检测的一般要求.....	96
第三章 形状误差的检测.....	99
第一节 直线度误差的检测及数据处理.....	99
第二节 平面度误差的检测及数据处理.....	121
第三节 圆度误差的检测.....	136
第四节 圆柱度误差的检测.....	149
第五节 线、面轮廓度误差的检测.....	154
第四章 定向误差的检测.....	158
第一节 平行度误差的检测.....	158
第二节 垂直度误差的检测.....	176
第三节 倾斜度误差的检测.....	199
第五章 定位误差和跳动的检测.....	202
第一节 同轴度误差的检测.....	202

第二节	位置度误差的检测	213
第三节	对称度误差的检测	237
第四节	圆跳动和全跳动的检测	244
第六章	形位误差检测结果的分析与运用	258
第七章	形位误差检测方法及其设计中的 几个问题	269
第一节	提高检测效率的措施	269
第二节	自制检测仪具的简化措施	278
第三节	保证检验仪精度的措施	282
附录		291
参考文献		301

概 述

汽车零件形位误差的测量，是了解汽车零件形状和位置精度的基本手段。在零件的制造中，通过正确的测量，一般可以达到如下目的：

1. 正确判断零件是否符合精度要求，区别其合格与否。
2. 根据测量所得到的形位误差数值及规律，分析产生误差的原因，采取措施，改进工艺，保证和不断提高产品的制造精度。

不难看出，零件制造中的上述检测目的，都是对零件加工后的检测而言；与此不同，汽车零件在修理中形位误差的检测，则不仅仅是零件修理以后的检测，而且相当重要的还有对已磨损或变形的零件在修理之前的检测。因此，修理中形位误差检测的意义和作用还在于：

1. 通过正确的测量，获得每一个具体零件磨损或变形量的依据。
2. 通过对大量零件的正确测量，获得零件磨损或变形的一般规律。

根据这些检测结果，我们可以作为：制订和修改技术标准的依据，制订修理工艺的依据，制订必检项目的依据，研制修理工装的依据；用于零件修理时定位基准的选择，以及用于汽车修理专用机床固有缺陷的弥补和调整等。

由于形位误差的检测工作在汽车修理中一直是个比较薄弱的环节，而形位公差要求及其检测在汽车修理技术标准中

又占有相当重要的位置。因此，研制既符合形位公差定义，又能适应汽车修理具体要求的检测方法和仪器，是提高汽车修理质量的一项重要保证。

汽车修理形位误差检测仪具的特点是由汽车修理的具体条件决定的。汽车修理生产的特点一般是：批量小，车型复杂，设备简单和综合作业等。这些特点要求其形位误差检测仪具，除了必须保证必要的检测精度外，还必须具有如下特点才能在修理生产中发挥作用：

1. 检测的高效率

在我国汽车修理行业中，零件形位误差检测的历史并非始于今日，但是坚持下来的检测项目并不多，其中一个相当重要的原因是检测操作繁琐。例如曲轴曲柄半径的检测，过去是把被测曲轴安装到气缸体上，利用测量活塞行程的半值来完成的，检测效率不能满足发动机修理周期的要求。因此，尽管这项检测工作在生产中是十分必要的，但还是丢掉了。所以，不论是专用、通用或代用的检测方法或仪器，检测的高效率对修理工作都是一个十分重要的要求。

2. 要易于自己制造

零件形位误差的检测仪器与尺寸精度的检测仪器不同，后者不但早已标准化、系列化，而且已经商品化。形位误差检测仪具则不同，既无定型设计，又无市售产品。如要进行某项检测，往往需要自己制造相应的检测仪器。由于量具的精度总要高于被测零件的精度，因此如何利用保修单位现有的一般机械设备制造出高精度的检测仪器，将是十分重要的。如果检测仪具的设计可以利用一般设备加工，这就为该误差的检测创造了条件。

3. 多用性

修理与制造的一个重要区别还在于，汽车修理不但车型复杂，而且存在一系列的修理尺寸。这就决定了修理中的检测仪器一般不能照搬制造中的同类检测仪器。其结构应当尽量满足既能适用于不同的修理尺寸，又可适用于不同车型，最好一仪多用，以减少检测仪器的数量，提高检测仪器的利用率。

4. 适应性

汽车零件修理中的形位误差检测工作，一般都是分散到各个不同工位进行的。因此，修理中的检测仪器应尽量避免搞大型的台式结构，特别是对基础件和一些主要零件更应如此。一般应做到小巧灵活，对零件的摆放、安装等均无特殊要求，这样就可以在零件的任何停放部位，充分利用零件修理加工的间隙时间完成检测工作，而不必单独安排检测工序和工位。

5. 容易掌握

这是指形位误差检测过程中的数据处理、调零操作等简便易行，使操作者容易记忆，尽量避免检测之后的繁杂演算。

总之，形位误差的检测工作对于汽车修理来说还处于摸索阶段，需要解决的问题还很多。不过可以肯定，随着对汽车修理质量要求的不断提高和认识的不断深入，对形位误差检测方法及仪器的研制和使用也必将会有一个新的发展，成为检验仪表化的一个重要组成部分。

第一章 形位公差简介

掌握形位公差的概念和定义，对于正确地进行形位误差的检测是十分重要的；对于统一曾经流行于汽车运输系统的一些老旧的形位公差术语和纠正一些不正确的检测方法也是十分重要的。汽车修理检验人员和工人系统地掌握形位公差知识，对汽车修理质量的提高会有一个很大的促进。

第一节 形位公差的基本概念

形状公差和位置公差简称形位公差。它与尺寸公差、表面光洁度等一样，都是对机械零件所提出的重要技术要求，同时也是评定产品质量的重要指标。

一、形位公差的研究对象和误差概念

各种机械零件有着千变万化的结构形状，其技术要求也各不相同，要以整个零件的形状为对象，分别提出经济合理的形位公差要求是很困难的。但是，任何一个零件都是由一些具有一定几何特征的点、线、面有机地组合在一起所构成的。因此，对不同零件的形位公差要求，便可以简化为对零件的有限的构成要素的要求。

所谓要素，就是指构成零件几何形体和特征的点、线、面。其中，构成零件轮廓的点、线、面称为轮廓要素。轮廓要素都是实际存在的看得见摸得着的，因此一般都可以直接

作为实施测量的对象。球心、轴线和中心平面等则称为中心要素。中心要素总是随着某种相应的轮廓要素的存在而假想地存在着，如果离开了相应的轮廓要素，也就无所谓中心要素了。例如，由于有圆柱面的存在，才有假想的轴线存在；由于有球面的存在，才有假想的球心存在等。因此，中心要素是看不见摸不着的，只能用有关的轮廓要素来体现。

形位公差就是对构成零件的各个要素的形状和相互位置的精度要求。根据零件上各要素在形位公差要求及测量中所处的地位和存在的状况不同，又可以将要素分为：

理想要素 是指绝对准确的、没有丝毫误差的几何要素。理想要素是评定形位误差的依据；

实际要素 是指零件加工完成后实际形成的要素。

被测要素 是指零件上给出形位公差要求的要素 在零件加工完成后，这些要素要接受测量；

基准要素 是指零件上用来确定关联要素相对位置的要素，即在图纸上标注有基准符号的要素。

被测要素又可以分为：

单一要素 只对自身有要求的被测要素叫做单一要素。对单一要素来说，只是研究其形状误差；

关联要素 与其它要素存在相对关系的被测要素叫做关联要素。对关联要素来说是研究其位置误差。

零件加工以后，由于各种工艺因素的影响，被测实际要素总是会或多或少偏离其理想要素的。例如，加工出来的平面并不是一理想平面，而存在凹凸不平，有的关联要素还可能偏离其理想方位等。被测实际要素相对其理想要素的偏离状况就是其形位误差。所以研究形位误差，实质上就是研究被测实际要素对其理想要素的偏离量（或者叫做变动量）。

这里要特别注意形位公差和形位误差在概念上是不同的，不能混为一谈。

形位公差 是指零件实际要素的形状和位置偏离其理想要素所允许的最大偏离量。公差是给定值，是一个限定范围，是由图纸给出的，是对所有相同零件上该要素的共同要求。

形位误差 是指零件实际要素的形状和位置偏离其理想要素的实际值。形位误差是实际测量的结果，是对某一个具体的零件说的，不同零件的形位误差也各不相同，但要求它们都必须在公差范围之内。

鉴于形位公差和形位误差的不同，在形位公差国家标准中还专门给出了与各项形位公差相应的形位误差项目的名称。

形位误差和尺寸偏差的概念也是不同的。

形位误差 是相对于理想形状和理想位置而言的，从使用性能上，即使在公差范围之内，也是以误差越小越好，而以没有形状和位置误差为最标准。

尺寸偏差 是相对于基本尺寸而言的，尺寸偏差是规定值，没有偏差的基本尺寸不一定是合格尺寸。凡是合格尺寸，不论大小，都不存在谁更标准的问题。

二、形位公差的分类

形位公差分为形状公差和位置公差两大类。

形状公差是对零件上单一要素的形状所提出的控制要求。根据零件上要素的形状及其功能要求不同，形状公差规定有：直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度等六个项目。

位置公差是对零件上两个或两个以上的要素之间的相互位置所提出的控制要求。根据位置公差各具体项目的特征，又可进一步分为定向公差、定位公差和跳动公差。

定向公差是指被测实际要素相对于基准，在理想方向上所允许的最大变动量（这个变动量是用尺寸表示的，而不是角度）。因此，它具有确定方向的功能，即它能够确定被测要素相对于基准方向的精度。这类公差包括平行度、垂直度和倾斜度。

定位公差是指被测实际要素相对于基准，在理想位置上所允许的最大变动量。它具有确定位置的功能，即确定被测要素相对于基准要素的位置，或确定各个被测要素之间的相互位置。这类公差包括同轴度、对称度和位置度。

跳动公差是指被测实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时，被测要素上各测点相对于基准所允许的最大跳动量。跳动公差是以检测方式定出的公差项目，它具有一定的综合控制能力，能把某些形状和位置误差综合反映在该类公差的测量结果中。这类公差的特点是检测方法比较简单，在实际生产中的使用较易实现，是比较实用和用途较广的一类公差。它包括圆跳动和全跳动。其中圆跳动又可以进一步分为端面圆跳动、径向圆跳动和斜向圆跳动。

三、形位公差的公差带

我们知道，尺寸偏差的变动范围是用尺寸公差带控制的。尺寸公差带是由距基本尺寸线为基本偏差值的位置，和宽度等于标准公差值的大小这两个要素来确定的。零件加工后的实际尺寸偏差在此范围内即为合格。

形位公差与尺寸公差一样，也是采用公差带来控制零件

被测实际要素的形状和位置误差变动范围的。但是，由于机械零件结构形状的构成要素是多种多样的，而且都必须有相应的公差带，因此形位公差带的内容和形式就比尺寸公差带要复杂得多。确定形位公差带除了应具有位置和大小两个要素外，还必须具有一定的形状和方向。

形位公差带是与形位误差的表示方法相适应的。形位误差是将实际要素相对其理想要素进行比较的结果。例如将一个实际平面与一个理想平面比较时，两者之间不可能处处重合，而且各不重合部位的偏离量也各不相同，这就表明被测实际要素存在形位误差。

对于实际要素相对于理想要素的偏离量大小各处不等的情况，我们通常是采用包容区域的方法来表示整个实际要素的形位误差的。这是一种比较直观和方便的表示方法。包容区域随被测要素和要求的不同可以有不同的形状和方位。对于轮廓要素，通常是以理想要素作为包容区域的某边界；对于中心要素则以其理想要素来确定包容区域的方位，包容面应当按照最小条件将被测实际要素紧紧包容，包容区域的宽度或直径则随被测实际要素的误差大小而定。这样，对于形状误差我们就用最小包容区域的宽度 f 或直径 ϕf 来表示。如图 1-1 所示。对于定向误差则是用定向最小包容区域的宽度 f 或直径 ϕf 来表示，如图 1-2 所示。对于定位误差则用定位最小包容区域的宽度 f 或直径 ϕf 来表示，如图 1-3 所示。

显然，当用包容区域的宽度或直径表示形位误差时，便可直接与相应的公差值进行比较，从而判别被测要素合格与否。

由于形位公差是被测要素形状或位置允许的最大变动量，形状和位置公差带是限制实际要素变动的最大区域，因

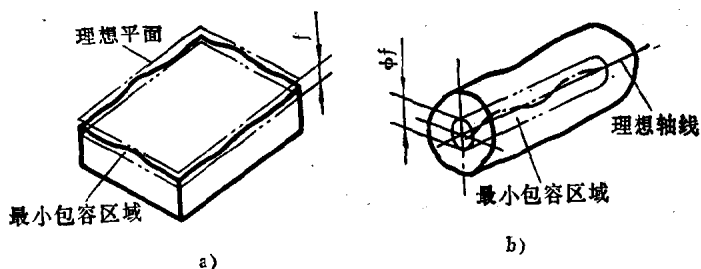


图1-1 形状误差的包容区域表示法

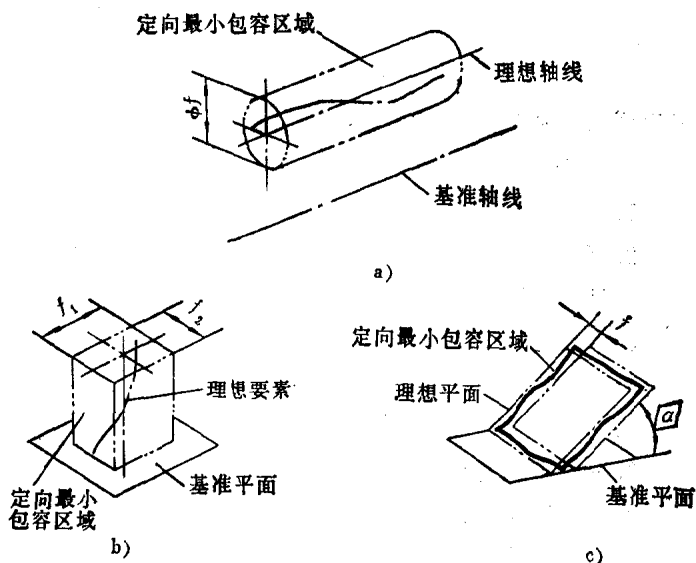


图1-2 定向误差的包容区域表示法

此形位公差带就是上述形位误差的最大允许包容区域。所以，误差包容区域与公差带既有联系又有区别，就其形状来说二者是一致的，但公差带的宽度或直径是给定值，而误差

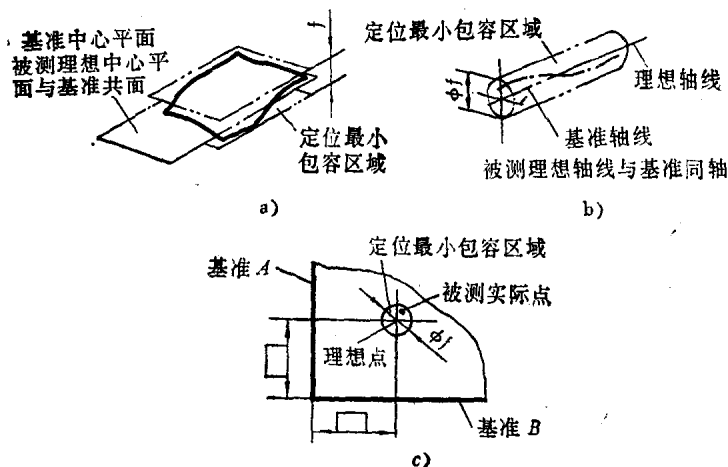


图1-3 定位误差的包容区域表示法

包容区域的宽度或直径则随被测要素的变化而变化。

公差带的主要形状有下列各种：

1. 两平行直线；
2. 两等距曲线；
3. 两同心圆；
4. 一个圆；
5. 一个球；
6. 一个圆柱；
7. 一个四棱柱；
8. 两同轴圆柱；
9. 两平行平面；
10. 两等距曲面；
11. 一段圆柱面；
12. 一段圆锥面。

形位公差带的方向，是指公差带的宽度或直径的方向，

它由图纸上给定的方向（即指引线箭头所指的方向）和最小条件来决定。

形位公差带的位置分固定和浮动两种。固定的公差带其位置不受尺寸偏差等因素的影响，如定位公差中的同轴度、对称度和位置度等公差带。浮动的公差带随零件实际尺寸的变动而改变其位置，如形状公差以及位置公差中的定向和跳动公差等。

四、形位公差在图纸上的标注

形位公差在图纸上采用框格法标注。所谓框格法，是指在长方形框格内用规定的各种符号和注法，将形位公差确切地表示出来，以作为加工和检验的依据。因此，必须掌握框格法标注的有关规定，才能正确理解图纸上具体要求的含意，以指导加工和检验工作。

（一）形位公差代号

形位公差代号是指在图纸上标注形位公差要求时所使用的全部符号的总称。它包括各种形位公差项目的符号、公差框格和指引线、公差数值及有关符号、基准符号等。

形位公差各项的符号如表 1-1，其它有关符号见表 1-2。

公差框格是用细实线在图纸上绘出的长方形格子。框格内沿长向分隔成两个或多个小框格。框格内从左边第一个小框格向右依次填写以下内容：

第一格——形位公差符号，表示所要求的形位公差的具体项目；

第二格——形位公差数值及其有关符号，即给定的形位误差变动范围；