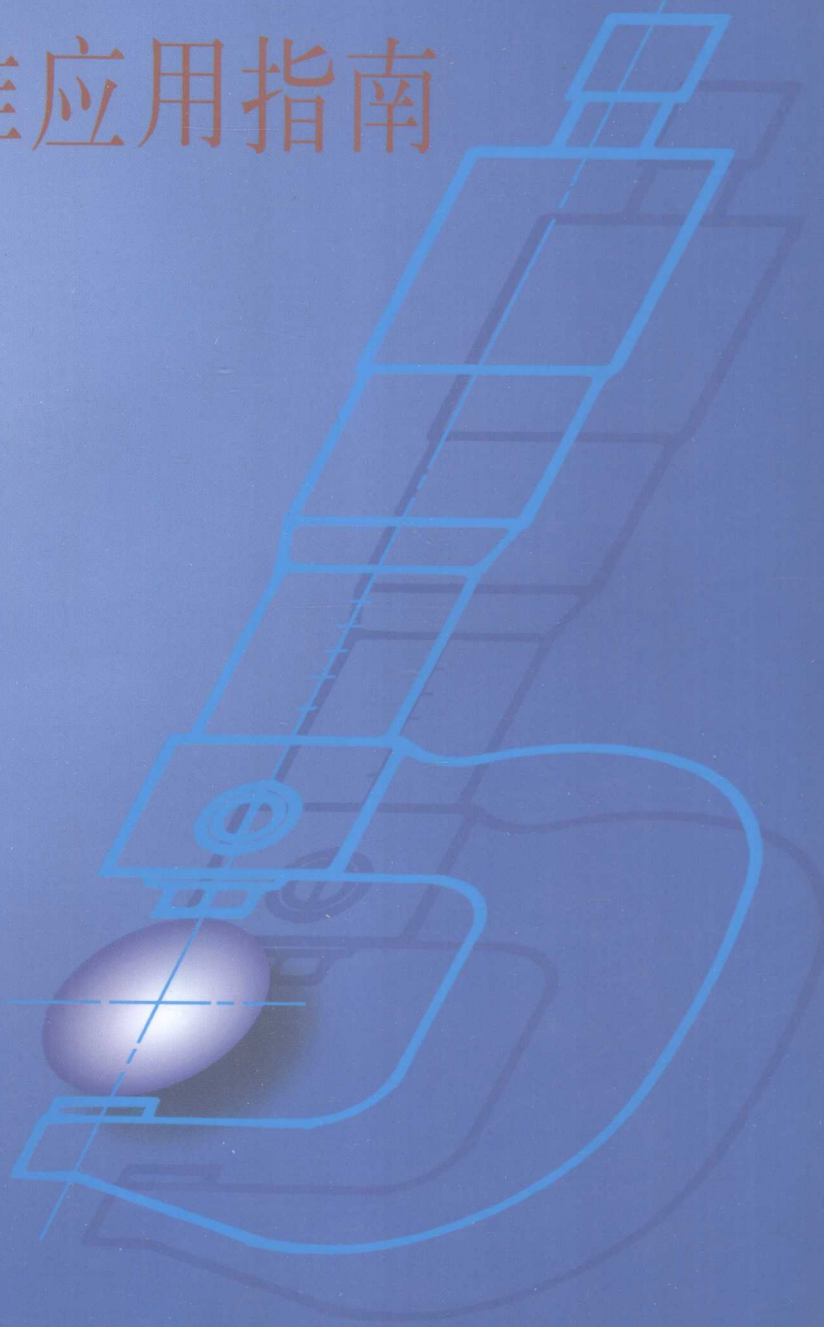


GB/T 3177-1997

李纯甫 李晓沛 编著

光滑工件尺寸的检验

国家标准应用指南



中国计量出版社

光滑工件尺寸的检验 国家标准应用指南

李纯甫 编 著
李晓沛

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

光滑工件尺寸的检验 国家标准应用指南/李纯甫, 李晓沛编著. —北京: 中国计量出版社, 1999

ISBN 7-5026-1247-5

I. GB… II. ①李… ②李… III. ①光滑量规-使用-国家标准-中国-参考资料
②工件-尺寸测量-国家标准-中国-参考资料 IV. TG815-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 62869 号

内 容 提 要

本书阐述了工件尺寸检验的基本理论;测量检验的验收原则与验收方案,测量不确定度的分析计算以及由此引起的误判概率。在总结贯彻检验标准多年来的经验与教训的基础上,分析了旧标准存在的问题,介绍了新国家标准 GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》的基本内容、特点和应用。

本书是为宣传贯彻新标准而撰写的教材,适用于机械制造工程技术人员、标准化工作者、计量技术人员以及高等院校师生阅读参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 9.5 字数 228 千字

2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

*

印数 1—3000 定价: 16.00 元

前 言

工件尺寸的检验,是指应用通用计量器具测量出工件的实际尺寸,然后与规定的尺寸极限相比较,从而判断该工件尺寸是否合格的过程。

任何计量器具都存在误差。由于测量误差的影响,模糊了工件合格与不合格的尺寸界限,使得在规定的尺寸极限附近,形成一个不确定区。该区内既有合格工件,也有不合格工件;接收或拒收该区内的工件时有可能犯误收或误废错误的风险。

本书应用概率统计方法,在工件尺寸、工艺状况、测量条件与验收极限不同的情况下,计算出不确定区中可能出现的误收率与误废率,为评估验收方案的质量提供依据。

本书共六章,分两个部分:前三章为基本理论部分,阐述测量检验的验收原则与验收方案,测量误差与测量不确定度的分析计算,误判概率与验收质量的评估;后三章为实际应用部分,介绍国际与国外标准,总结我国贯彻检验标准多年来的经验与教训以及旧标准存在的问题,介绍国家标准 GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》的基本内容、特点和应用。本书引入的实例较多,便于读者参考。

读者如想知道如何判别工件合格或不合格,请阅读第一章;从事实际工作的读者,急于要熟悉新标准的内容、特点和应用,请阅读第五章与第六章;想全面了解检验标准的理论,请阅读第二章与第三章。

总之,读者可以按照自己的口味,各取所需。由于时间紧,加之作者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,请读者给予指正。

作 者

1999 年 8 月

目 录

第一章 验收原则与验收方案	(1)
第一节 基本术语	(1)
第二节 验收原则	(2)
一、理论验收原则	(3)
二、泰勒原则	(3)
三、实用验收原则	(5)
第三节 验收方案	(5)
一、测量尺寸的合格区、不合格区与不确定区	(6)
二、验收方案	(7)
第二章 测量误差与测量不确定度	(12)
第一节 测量误差	(12)
一、系统误差及减小或消除的方法	(13)
二、随机误差及其分布	(14)
三、粗大误差及其判别	(18)
第二节 测量不确定度	(20)
一、测量不确定度表达形式	(20)
二、平均值的不确定度	(21)
三、测量不确定度的评定	(23)
四、测量不确定度的合成	(24)
第三章 误判概率与验收质量的评估	(31)
第一节 基本关系与计算公式	(31)
一、基本关系	(31)
二、计算公式	(32)
第二节 不同工艺条件下的误判概率	(34)
一、工件尺寸遵循正态分布 (N 分布)	(34)
二、工件尺寸遵循偏态分布 (β 分布)	(43)
三、工件尺寸遵循均匀分布 (R 分布)	(54)
第三节 工件形状误差引起的误收率	(59)
一、工件尺寸增量及其分布	(59)
二、形状误差引起的误收率	(62)
第四节 验收质量评估应用实例	(64)
第四章 国际与国外标准介绍	(68)

第一节 国际标准	(68)
一、国际标准草案 ISO/DIS 1938: 光滑工件的检验	(68)
二、国际标准草案 ISO/DIS 14253: 几何产品技术规范 (GPS) —— 工件 与计量器具的测量检验	(73)
第二节 国外标准	(78)
一、法国标准	(78)
二、苏联国家标准	(83)
第五章 中国标准	(89)
第一节 GB 3177—82 的实施和修订	(89)
一、GB 3177—82 的贯彻与实施	(89)
二、GB 3177—82 的修订	(91)
第二节 GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》基本内容和特点分析	(92)
一、标准的结构	(93)
二、标准的适用范围	(93)
三、标准总则	(94)
四、验收极限	(96)
五、计量器具的选择	(97)
六、关于仲裁	(99)
七、关于附录	(99)
第六章 新标准的贯彻实施	(103)
第一节 新标准的可行性	(103)
一、新标准的灵活性	(103)
二、新标准可行性分析	(104)
第二节 计量器具的测量不确定度或示值误差	(118)
一、国际标准 ISO/DIS 1938—3 推荐的计量器具的不确定度	(119)
二、国家标准规定的计量器具示值误差	(119)
三、原机械部检定规程规定的计量器具示值误差	(122)
第三节 新标准的应用	(124)
一、检验工件尺寸的一般程序	(124)
二、新标准应用实例	(125)
附录 GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》摘录	(135)
参考文献	(146)

第一章 验收原则与验收方案

设计与制造工业产品，首先应注意提高质量。尺寸等几何参数是否符合技术规范，正是机械产品重要的质量指标之一。

在产品的设计阶段，根据产品的功能要求，对其零部件尺寸等几何参数规定相应公差及其极限值，便形成技术规范。在零部件制造阶段，如何判别工件是否符合技术规范，则需要对工件进行检验。

检验是指将被检对象与规定的尺寸极限相比较，以确定被检对象是否处在规定尺寸极限之内的一个判断过程。

因此，检验只评定被检对象是否合格，不给出被检对象的量值大小（用计量器具进行测量检验例外）。

通常，可以应用量规进行检验，也可以用普通计量器具对工件尺寸进行测量检验。用量规进行检验时，是将代表规定尺寸极限的通规与止规和被检工件尺寸相比较，确定工件实际尺寸是否处在规定尺寸极限之内。用普通计量器具进行检验时，是用计量器具测量出工件实际尺寸，然后与规定的尺寸极限相比较，从而确定该实际尺寸是否处在规定尺寸极限之内。本书研究光滑工件尺寸的检验，就是指应用普通计量器具对工件尺寸进行的测量检验。

由于检验原理、测量方法与计量器具都存在误差，任何检验都可能存在错误判断的风险。例如，把符合技术规范的工件判为不合格加以拒收，把不符合技术规范的工件判为合格予以接收。在统计检验中存在两类风险：当原假设正确而被拒绝时，所犯错误的概率为Ⅰ类风险；当原假设不正确而没有被拒绝时，所犯错误的概率为Ⅱ类风险。用普通计量器具进行测量检验时也存在两类风险：犯误废错误的概率称误废率；犯误收错误的概率称误收率。把符合技术规范的工件判为不合格加以拒收，为误废；把不合乎技术规范的工件判为合格予以接收，为误收。

显然，出现误废与误收现象，是由测量误差引起的。由测量得到的实际尺寸，不是被测量的真实尺寸，是包含测量误差在内的测量尺寸。测量尺寸处在规定的尺寸极限之内，真实尺寸有可能超出该规定的尺寸极限；反之，测量尺寸超出规定尺寸极限，真实尺寸有可能处在该规定的尺寸极限之内。按测量尺寸判断工件合格与否，就有可能出现误判现象。

误收影响产品质量，误废造成经济损失。任何验收原则与验收方案，都将涉及如何处置误收与误废问题。我们将以误收率与误废率的高低，来评估验收方案的优劣。

通常，为保证产品质量，制定验收原则。为贯彻验收原则，并根据产品功能要求、工艺状况与计量条件，选择相应的验收方案。

第一节 基本术语

为使本书论述方便、统一概念，首先需要阐明有关的基本术语：

(1) 真实尺寸 (true size) 被测长度量的真值。

真值是一个理想概念，一般是未知的。通常用约定真值 (conventional true size) 来代替真值。约定真值是指为了给定目的可替代真值的量值。在本书实用上，约定真值可认为是高一等级计量器具所测得的量值。

(2) 测量尺寸 (measured size) 通过测量得到的尺寸。

此处测量尺寸，即 GB/T 1800.1 “极限与配合 基础 第1部分：词汇”中的实际尺寸。测量尺寸就是测量结果。由于存在测量误差，测量尺寸并非真实尺寸。

(3) 测量误差 (error of measurement) 测量结果减去被测量的真值。

$$\text{测量误差} = \text{测量尺寸} - \text{真实尺寸}$$

或

$$\text{测量误差} = \text{测量结果} - \text{真值}$$

(4) 测量不确定度 (uncertainty of a measurement) 表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。

以标准偏差表示的测量不确定度为标准不确定度 (standard uncertainty)；扩展测量不确定度 (expanded uncertainty) 是确定测量结果区间的量，合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于此区间。

(5) 技术规范 (specification) 用工件的公差或计量器具允许误差的极限表示的规定。

工件尺寸的技术规范和规范限，指工件尺寸的公差和最大与最小极限尺寸，或公差和最大与最小实体极限。

(6) 接收 (accept) 工件或计量器具完全满足给定技术规范的判定。

(7) 拒收 (reject) 工件或计量器具不满足给定技术规范的判定。

(8) 误收 (false accepts) 接收不合格的工件。

犯误收错误的概率简称误收率。

(9) 误废 (false rejects) 拒收合格的工件。

犯误废错误的概率简称误废率。

(10) 误判概率 (false judged probability) 误收概率与误废概率的总称，即误收率与误废率的总称。

(11) 验收极限 (acceptance limits) 检验工件时，判断其尺寸合格与否的尺寸界限。

最大验收极限为上验收极限；

最小验收极限为下验收极限。

(12) 安全裕度 (safety margin) 为减小误收率所采用的数值因子，按此数值因子来确定验收极限。

该数值因子以相应计量器具所引起的测量不确定度为单位。

第二节 验收原则

工件是否满足给定的技术规范，需要进行检验。为保证产品质量与检验质量，验收原则规定了最基本的检验要求。例如，满足技术规范的工件，应判为合格予以接收；不满足技术规范的工件，应判为不合格予以拒收。但是，在某些情况下，例如由测量不确定度造成的不确定区，尺寸处在该区内的工件，很难评定它是否合格。由于测量误差的影响，任何检验都

可能出现两类风险,即出现一定的误收率与误废率。按产品的功能要求与检验的宽严程度,有如下三种验收原则:理论验收原则、泰勒原则和实用验收原则。下面分别阐述这三种检验原则:

一、理论验收原则

所用验收方法应只接收位于规定尺寸极限之内的工件。

这是理论验收原则所提出的最基本的也是最严格的要求。

这里提到的“所用验收方法”应包括使用光滑极限量规验收、使用极限指示规(一种带极限信号装置的比较仪)验收和使用普通计量器具的测量验收等验收方法。

这里提到的“规定尺寸极限”,相对工件真实尺寸而言,是指工件的技术规范限。对工件一般尺寸,应控制在最大极限尺寸与最小极限尺寸的界限内。对有包容要求的工件尺寸(即在图面上标注 $\oplus$ 的尺寸),应控制在最大实体极限与最小实体极限的边界内。

最大实体极限(maximum material limit)是指对应于孔或轴最大实体尺寸的那个极限尺寸,缩写为MML;最大实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最多状态下的极限尺寸。

最小实体极限(least material limit)是指对应于孔或轴最小实体尺寸的那个极限尺寸,缩写为LML;最小实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最少状态下的极限尺寸。

相对工件测量尺寸而言,“规定尺寸极限”应理解为具有安全裕度的验收极限。

二、泰勒原则

泰勒原则是1905年由W·泰勒(William Taylor)提出。当时是为有关检验螺纹的螺纹量规的改进措施而提出,以后把它扩大到其他方面,如光滑圆柱孔、轴的检验等方面。其内容如下:

孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。即对于孔,其作用尺寸应不小于最小极限尺寸;对于轴,则应不大于最大极限尺寸。

在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对于孔,其实际尺寸应不大于最大极限尺寸;对于轴,则应不小于最小极限尺寸,如图1-1。

在配合面的全长上,与实际孔内接的最大理想轴的尺寸,称为孔的作用尺寸;与实际轴外接的最小理想孔的尺寸,称为轴的作用尺寸,如图1-2。

显然,泰勒原则是用作用尺寸来控制工件的最大实体尺寸,用相应的实际尺寸来控制工件的最小实体尺寸。泰勒原则体现在光滑极限量规上时,通规表示作用尺寸,止规表示相应的实际尺寸。

结构上符合泰勒原则的光滑极限量规,通规的测量面应设计成与孔或轴形状相对应的完整表面,其尺寸等于工件的最大实体尺寸,长度等于配合长度(这种量规通常称为全形量规);止规的测量面应设计成点状的,两个点状测量面之间的尺寸等于工件的最小实体尺寸。

考虑生产和经济性,全形量规很少应用。实际应用的光滑极限量规,在一定程度上是偏离泰勒原则的量规,如一般的塞规与卡规。

按照理论验收原则,对检验工作有两点基本要求:

- (1) 接收的全部工件,都要符合技术规范,不允许有误收;
- (2) 检验方法应符合泰勒原则。

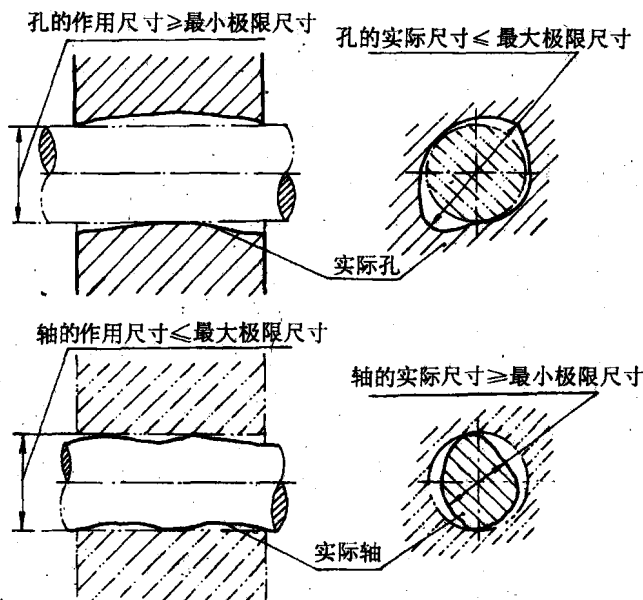


图1—1 泰勒原则示意图

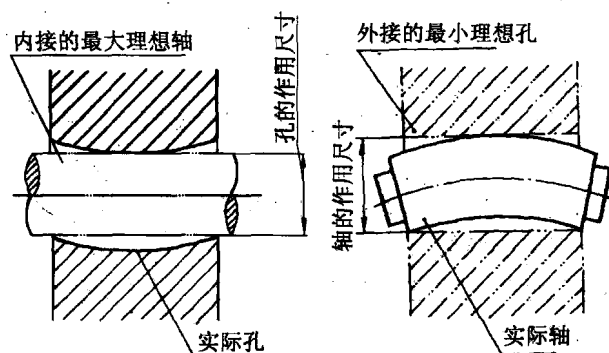


图 1—2 孔或轴的作用尺寸

满足以上两点要求，保证了工件尺寸检验的质量，从而保证了产品质量。理论验收原则是要求很严的验收原则。

为了达到以上两点要求，必须有两种相应措施：

(1) 采用全内缩的验收极限

从规定的最大实体极限和最小实体极限分别向公差带内移动一个安全裕度 A 来确定上验收极限和下验收极限，并使安全裕度 A 值等于测量不确定度 u 值，即 $A=u$ ，如图 1—3 所示。

(2) 使用结构上符合泰勒原则的极限量规对工件进行检验

以上两种措施在生产实际中贯彻，将具有很大难度。首先，采用全内缩的验收极限，将使生产公差受到较大压缩。其次，不允许误收，将测量尺寸出现在不确定区内的工件统统拒收，将发生较大的误废率。第三，为使生产公差不受过大压缩，应尽量减小测量不确定度 u 的容许值，这就要求使用更精确、更昂贵的计量器具。这样，不但增加了检验成本，而且在工

件公差值较严的情况下,甚至找不到适用的计量器具。第四,由于制造、使用和管理诸方面原因,全形量规在生产实际中难以采用。用普通计量器具进行测量检验属两点式测量,得到的量值是局部实际尺寸。由于工件本身形状误差的影响,某处局部尺寸合格,作用尺寸或其他局部尺寸可能超出规定的尺寸极限。两点式测量法违反泰勒原则,存在误收的危险性。

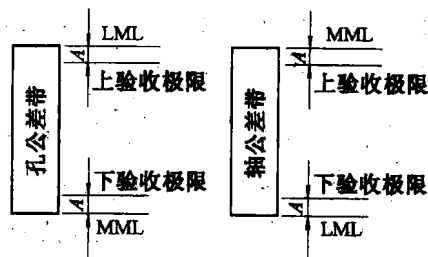


图 1-3 全内缩的验收极限

由此看来,理论验收原则在某些实际情况下,往往难以实现。我们能否根据工件的功能要求、工艺条件、计量器具与测量技术状况以及生产综合经济效益等方面综合分析,寻求更加经济合理的验收原则呢?答案是肯定的。实用验收原则应运而生。实用验收原则相对于理论验收原则或许稍有偏离,实用验收原则是稍许宽松的验收原则。

三、实用验收原则

所用验收方法应使接收工件的误收率极小,误废率不大。

误收率极小是指误收率为 0 (这时与理论验收原则相一致),或误收率不大于 0.1%、0.2%、0.3%;误废率不大是指误废率不大于 5% 左右。

误废不是真废。误废的工件可以进行回收,办法是采用高一级精度的计量器具再测量一次,或按原计量器具进行多次测量求出测量值的平均值,看看这些量值是否超出规定尺寸极限。但是,如果误废率过大,如达到 20% 或更大,这样的验收方法就失去了检验判别作用。

根据实用验收原则,在不同工艺条件与测量条件下,可以采用全内缩、局部内缩、单边内缩或不内缩等不同形式的验收极限。例如: A 等于 $1u$ 、 $0.8u$ 、 $0.6u$ 、 $0.4u$,或 $A=0$ 。当 $A=u$ 时,即全内缩,误收率为零。

工艺条件较好,工艺能力指数 $C_p > 1$,工件尺寸趋近正态分布,这时总废品率 $q < 0.27\%$ 。即使按极限尺寸验收(即 $A=0$,不内缩),误收率也极小。这种情况下验收条件应该放宽。

在工件公差较小、工艺能力指数 $C_p < 1$,并且没有相应精确的计量器具可供选用时,采用局部内缩($A=0.6u$ 或 $A=0.4u$)的验收极限,使测量不确定度 u 容许值加大,既便于选用计量器具,同时也使工件公差避免压缩过大。

单件小批生产时,工件尺寸趋向偏态分布,多数工件尺寸趋近最大实体尺寸一边。这时可在最大实体尺寸这一边单边内缩。

为避免工件本身形状误差对配合性能的影响,且最大实体尺寸对工件配合性能影响较大,这时也可在最大实体尺寸一边单边内缩。

第三节 验收方案

验收方案是为贯彻验收原则而制定的一种技术措施。例如,检验工件尺寸时判定合格与否通常是按照规定的验收极限,只有尺寸在验收极限之内的工件才判为合格,尺寸在验收极限之外的工件判为不合格。验收极限便是检验工件时的一种技术措施。不同的验收极限便形成不同的验收方案。

为什么不按照设计规定的极限尺寸判别工件尺寸合格与否而要按照验收极限来判别呢？下面就回答这一问题。

一、测量尺寸的合格区、不合格区与不确定区

理论上，工件尺寸合格与否，应该根据工件的真实尺寸是否符合技术规范来判断。工件尺寸的技术规范，用尺寸公差及其最大与最小极限尺寸（或最大与最小实体极限）来表示。于是，工件真实尺寸处在最大与最小极限尺寸之内（或最大与最小实体极限之内），便是合格尺寸；真实尺寸处在最大与最小极限尺寸之外（或最大与最小实体极限之外），便是不合格尺寸。真实尺寸处在公差带内的工件便是合格工件，公差带内的区域就是合格区；真实尺寸处在公差带外的工件便是不合格工件，公差带外的区域就是不合格区。按工件真实尺寸判断，工件真实尺寸全部散布区只有合格区和不合格区，如图 1—4a。图中， T 表示工件公差、 $L_{\max}$ 与 $L_{\min}$ 表示最大与最小极限尺寸。

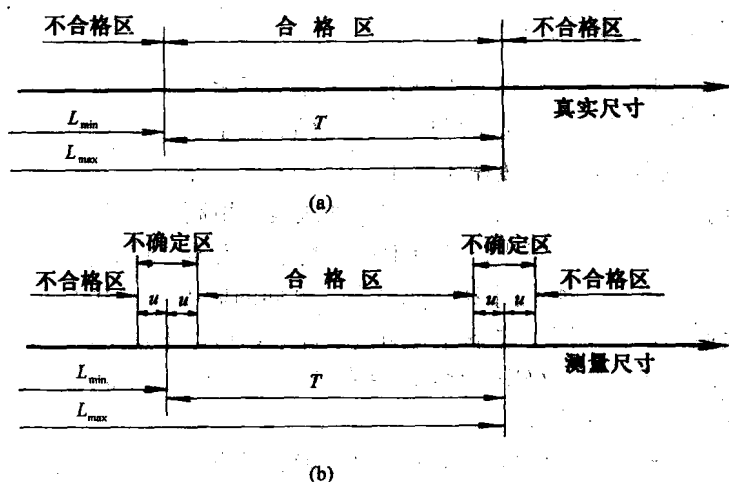


图 1—4 合格区、不合格区及不确定区

但是，工件真实尺寸是未知的尺寸，通常只能根据工件测量得到的测量尺寸来判断其合格与否。能不能认为测量尺寸处在公差带内的工件便是合格工件，处在公差带外的工件便是不合格工件呢？答案是否定的。

由于测量尺寸等于真实尺寸加测量误差，真实尺寸处在公差带内，加上测量误差的测量尺寸有可能处在公差带外；相反，真实尺寸处在公差带外，加上测量误差的测量尺寸有可能处在公差带内。表示测量误差的界限值是测量不确定度 u 。在极限尺寸 u 的尺寸区域，形成不确定区。在不确定区内既有合格工件，也有不合格工件。因此，测量尺寸处在不确定区内的工件，不可能判为合格工件或不合格工件。如图 1—4b 所示，工件测量尺寸的全部散布区，存在合格区、不合格区与不确定区。

下面分别叙述合格区、不合格区与不确定区各自的界限及各区的基本特点。

1. 测量尺寸的合格区

从公差带两端起各向公差带里面内缩一个测量不确定度后，剩下的区域称为合格区，如图 1—5 所示。

合格区的界限：

$$\text{合格区上限} = L_{\max} - u$$

$$\text{合格区下限} = L_{\min} + u$$

尺寸处在合格区内的工件，既便有测量误差的影响，其真实尺寸也能处在极限尺寸以内。尺寸在合格区内的工件应判为合格工件。

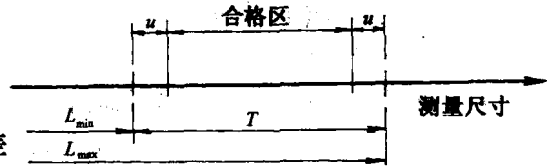


图 1—5 合格区

2. 测量尺寸的不合格区

如图 1—6 所示，从公差带两端各向公差带外面延伸一个测量不确定度后，外边的区域称为不合格区。

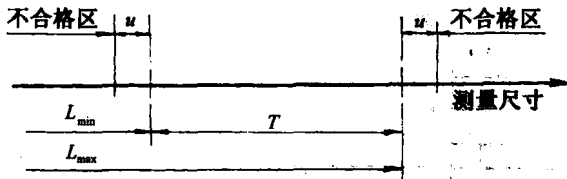


图 1—6 不合格区

不合格区的界限：

$$\text{不合格上限} = L_{\min} + u$$

$$\text{不合格下限} = L_{\max} - u$$

尺寸处在不合格区内的工件，既便有测量误差的影响，其真实尺寸也应处在极限尺寸以外。尺寸在不合格区内的工件应判为不合格工件。

3. 测量尺寸的不确定区

如图 1—7 所示，从公差带两端各向公差带内、外内缩和延伸一个测量不确定度后的区域，称为不确定区。

不确定区的界限：

在最大极限尺寸附近的不确定区为

$$\text{上限} = L_{\max} + u$$

$$\text{下限} = L_{\max} - u$$

在最小极限尺寸附近的不确定区为

$$\text{上限} = L_{\min} + u$$

$$\text{下限} = L_{\min} - u$$

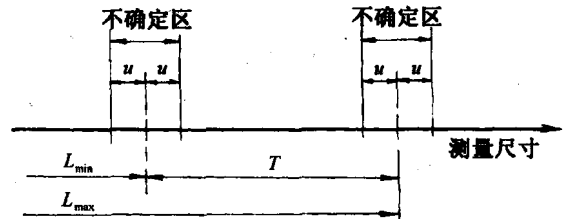


图 1—7 不确定区

测量尺寸处在不确定区内的工件，既有合格工件，也有不合格工件。因此，在该区内的工件，既不能准确地判为合格工件，也不能准确地判为不合格工件。如何处置这类工件，给检验工作造成极大困难。验收方案将仔细研究这类问题。

应当说明，几何参数公差，通常有双边公差与单边公差。规定两个容许极限所限定的公差为双边公差；只规定最大容许极限，最小容许极限恒为零的公差为单边公差。例如，尺寸公差是双边公差，形状与位置公差是单边公差。由于本书着眼于尺寸检验，因此这里及下面介绍的验收方案，均以双边公差为例。

二、验收方案

测量尺寸处在不确定区内的工件，既然合格与否都难以判定，那么我们如何处置这类工件呢？这正是制订检验标准时需要慎重决定的重要课题。通常，确定一个验收极限来判断这类工件是否合格。按验收极限来接收或拒收工件，不同的验收极限形成不同的验收方案。下

面研究三种比较典型的验收方案。

1. 内缩验收方案

从公差带两端分别向公差带里面内缩 u 值作为上、下验收极限，即

$$\text{上验收极限} = L_{\max} - u$$

$$\text{下验收极限} = L_{\min} + u$$

如图 1—8b 所示， T 表示公差带， $L_{\max}$ 与 $L_{\min}$ 表示最大与最小极限尺寸， u 表示测量不确定度。上、下验收极限之内的区域为接收区，在此区域内的工件判为合格工件。上、下验收极限之外的区域为拒收区，在此区域内的工件判为不合格工件。由图 1—8b 可见：

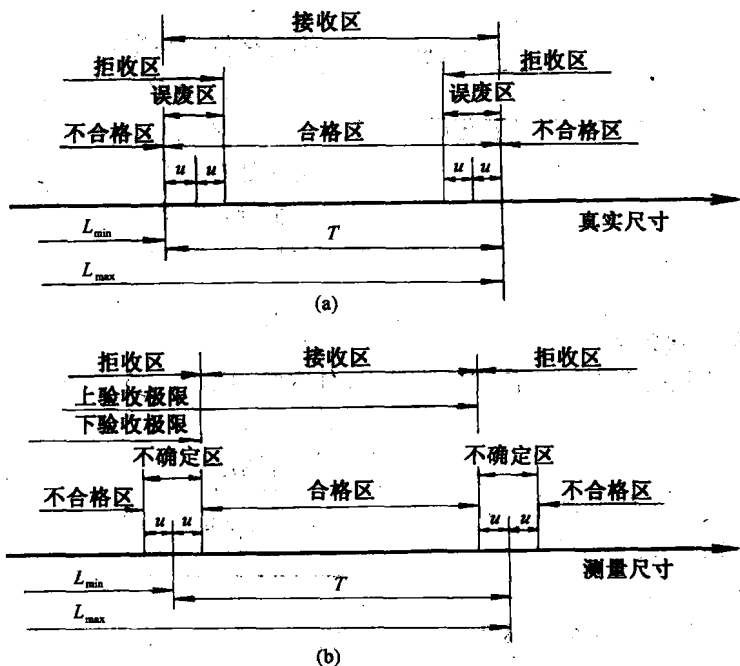


图 1—8 内缩验收方案

接收区=合格区

拒收区=不合格区+2 不确定区 (宽度共 $4u$)

这种情况反映到真实尺寸上，如图 1—8a 所示，即

接收区=从 (上验收极限+ u) 到 (下验收极限- u) 以内区域
=合格区

拒收区=从 (上验收极限- u) 到 (下验收极限+ u) 以外区域
=不合格区+2 误废区 (宽度共 $4u$)

这里误废区是指真实尺寸处在合格区内的工件而被拒收的区域。

由此可见，内缩验收方案有如下特点：

(1) 接收区等于合格区。这就是说，接收的工件都是合格的工件，没有误收，完全符合理论验收原则。

(2) 拒收区等于不合格区加两个不确定区，而这两个不确定区都是误废区。这就是说，拒

收的工件除不合格工件外，还有某些合格工件。把实际尺寸处在不确定区内的工件，统统都拒收，造成较大的误差区。

内缩验收方案保证了设计的产品质量，但需要压缩生产公差，增加制造与检验的困难及其相应成本。

2. 外延验收方案

如图 1—9b 所示，从公差带两端分别向公差带外边延伸 u 值作为上、下验收极限，即

$$\text{上验收极限} = L_{\max} + u$$

$$\text{下验收极限} = L_{\min} - u$$

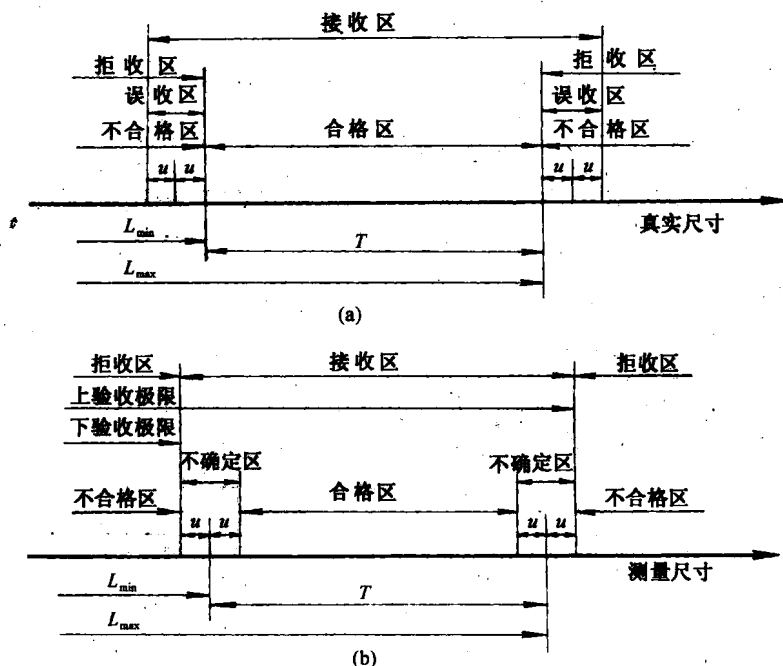


图 1—9 外延验收方案

由图 1—9b 可见，按测量尺寸判断，则有

接收区 = 合格区 + 2 不确定区 (宽度共 $4u$)

拒收区 = 不合格区

这种情况反映到真实尺寸上 (图 1—9a)，则

接收区 = 从 (上验收极限 + u) 到 (下验收极限 - u) 以内区域

= 合格区 + 2 误收区 (宽度共 $4u$)

拒收区 = 从 (上验收极限 - u) 到 (下验收极限 + u) 以外区域

= 不合格区

这里误收区是指真实尺寸处在不合格区的工件而被接收的区域。

由此可见，外延验收方案的特点是：

(1) 接收区等于合格区加两个不确定区，而这两个不确定区都是误收区，这就是说，接收的工件除合格工件之外，还有某些不合格工件。把实际尺寸处在不确定区内的工件，统统

都接收，造成较大的误收率。

(2) 拒收区等于不合格区。这就是说，拒收的工件都是不合格的工件，没有误废。

该验收方案虽然没有无谓地制造成本损失，且由于放大公差，有利于生产；但该方案存在较大误收率，不能保证产品质量和验收质量。

3. 折中验收方案

公差带两端作为上、下验收极限，既不内缩，也不外延，如图 1—10b 所示，即

$$\text{上验收极限} = L_{\max}$$

$$\text{下验收极限} = L_{\min}$$

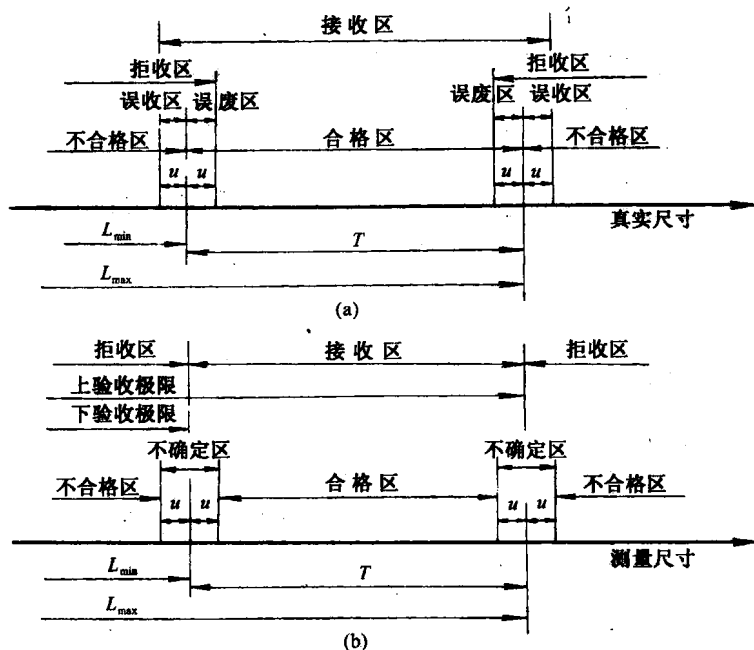


图 1—10 折中验收方案

由图 1—10b 可见，按测量尺寸判断，则有

接收区 = 合格区 + 不确定区 (宽度共 $2u$)

拒收区 = 不合格区 + 不确定区 (宽度共 $2u$)

这种情况反映到真实尺寸上 (图 1—10a)，则

接收区 = 从 (上验收极限 + u) 到 (下验收极限 - u) 以内区域
= 合格区 + 误收区 (宽度共 $2u$)

拒收区 = 从 (上验收极限 - u) 到 (下验收极限 + u) 以外区域
= 不合格区 + 误废区 (宽度共 $2u$)

由此可见，折中验收方案的特点：

(1) 接收区等于合格区加不确定区，而这个不确定区是误收区。这就是说，接收的工件除合格工件外，还有少量不合格工件，存在一定误收率。

(2) 拒收区等于不合格区加不确定区，而这个不确定区是误废区。这就是说，拒收的工

件除不合格工件外,还有少量合格工件,存在一定误废率。

该验收方案以极限尺寸作为验收极限,使用方便,不用计算。但存在一定误收率与误废率,产品质量与验收质量都受影响,供需双方要共同承担风险。

综合比较以上三种验收方案,能够得出如下结论。

第一,外延验收方案误收率大,不能保证产品质量。这一验收方案是不可取的。

第二,内缩验收方案误收率为零,符合理论验收原则,保证了产品质量。

内缩亦即压缩了制造公差。为避免制造公差压缩过大,力求减小测量不确定度容许值,这便要求使用更精确、更昂贵的计量器具。

内缩验收方案误废率较高。

第三、折中验收方案以最大与最小极限尺寸作为上验收极限与下验收极限,使用方便,不用计算。同时制造公差不受压缩,能够充分利用。但是存在一定误收率与误废率;供需双方都要承担风险。

第四,能否在可以采用的内缩验收方案与折中验收方案之间,探索某些更加经济合理的验收方案呢?这正是我们进行研究的课题。为了解决这一问题,需要提出实用的验收原则。

决定误收率与误废率的大小,主要有三个条件,即工艺条件、测量条件与验收条件。

(1) 工艺条件

工件尺寸在公差带内的分布形式,工艺能力指数 C_p 的大小等;

(2) 测量条件

测量不确定度容许值的大小、测量误差在测量不确定度范围内的分布形式等;

(3) 验收条件

验收极限的形式,确定验收极限的安全裕度 A 值的大小等。

上面列举的典型验收方案,例如安全裕度 $A=u$ 时内缩验收方案及 $A=0$ 时折中验收方案等,仅涉及验收条件,还未研究工艺条件与测量条件对验收质量的影响。第三章将对不同工艺条件、测量条件与验收条件下的误判概率进行分析计算,其目的就在于求得经济合理的验收方案,并且用误判概率的大小来评估验收质量的高低。

例如,在较好的工艺条件下,工件尺寸趋近正态分布,工艺能力指数 $C_p > 1$ 。这时工件废品率 $q < 0.27\%$,误收率极小(小于 0.1%)。在这种情况下,是否可以采用不内缩($A=0$)的验收极限?

例如,在单件小批生产条件下,工件尺寸趋近偏态分布,偏向最大实体尺寸一方。同时,最大实体尺寸对配合性能影响也较大。在这种情况下,是否可以采用单边内缩(在最大实体尺寸这边内缩,在最小实体尺寸那边不内缩)的验收极限?

例如,在一般工艺条件与测量条件下,工艺能力指数 $C_p < 1$ 。为了能选用到适当的计量器具,并且力求误收率很小(例如小于 0.1%),误废率又不太大(例如不大于 5%)。在这种情况下,是否可以采用不同程度内缩(例如取 $A=0.4u$ 或 $A=0.6u$)的验收极限?

这些问题正是我们制订光滑工件尺寸检验标准时需要思考的问题,我们在理论分析计算的基础上将回答这些问题,并据此制订 GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》标准。