

光滑极限量规 的使用与设计



光滑极限量规的使用与设计

金绍健 武文堂 王懋娴 编写

山西人民出版社

光滑极限量规的使用与设计

金绍健 武文堂 王懋娴 编写

*

山西人民出版社出版 (太原井州北路十一号)

山西省新华书店发行 山西省七二五厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 3.5 字数: 64 千字

1983年11月第1版 1983年11月第1次印刷

印数: 1—4,000 册

*

书号: 15088·165 定价: 0.56 元

绪 言

随着现代化科学技术的迅速发展，要求机器制造业提供大量成本低，质量好的机械产品。这一需求有力地促进了专业化生产和相互间的大协作，而专业化大协作的生产方式，又要求零件具有互换性。

互换性并不要求零件的尺寸绝对地等于某一个数值，而只求在一个规定的尺寸范围之内，该尺寸范围的大小则根据零件的功能要求决定，以便实现同一规格的零件，不经挑选、修配就可以装到机器上，且都能满足预定的要求，保证机器使用性能的一致性和可靠性；此外这个尺寸范围的大小还应具有加工的可能性和合理性，以便取得较低的生产成本和较高的生产率。

制成的工件，其尺寸是否在规定尺寸范围内，全靠计量或检验确定。用通用量具可测得工件实际尺寸的具体数值，从而确定工件是否合格；而用极限量规检验工件时却得不到工件尺寸的具体数值，但只要测得工件的尺寸在规定尺寸范围之内，对保证工件具有互换性来说，已经足够了。采用极限量规检验时，操作方便易行，检验效率高，在大批量生产中是一种经济而合理的检测手段。

量规的种类很多，其中检验孔径尺寸、轴径尺寸，以及与孔径、轴径相类似的长度、深度、高度、宽度等简单直线尺寸的量规，其工作表面都是光滑的直线、圆或圆弧线，因此，这些量规

都叫作光滑量规。

一般地说，光滑量规工作表面的轮廓与工件相同而形体相反。如检验孔形工件的尺寸时，使用的量规为圆柱形状；而检验轴形工件的尺寸时，使用的量规为圆孔形状。

在使用量规以前，互相配合的工件是成对配作的，配合是否合适，没有规定的标准，是靠加工人员的感觉决定。因此，在大量生产中，产品质量差，生产效率低。随着生产技术和实践经验的累积，随之出现了标准量规。标准量规是按照工件的基本尺寸来准确制造的。使用了它，工件就不必成对配作，可以分别按标准量规制作，成批进行生产。但是用标准量规检验工件时，标准量规通过工件的松紧程度没有标准，只能凭借操作者和检验人员的主观感觉来决定，因此，按标准量规生产的大批工件，尺寸的差别究竟有多大却无法控制。目前，成批生产中使用的量规都是按照工件的最大，最小极限尺寸制造的两个量规。检验时，如一个能够通过工件，另一个不能通过工件，工件就是合格的；相反，应该通过工件的量规不能通过；或不应通过工件的量规却通过了，该工件就是不合格的。使用这种按工件最大、最小两个极限尺寸制造的量规，不用读数就能够有效地控制工件的实际偏差，保证工件的尺寸在一定的公差范围内。这种控制工件极限尺寸的量规，叫做极限量规（以下简称量规）。

用光滑极限量规控制工件的实际尺寸是否在极限尺寸范围内的方法，是贯彻公差与配合制，以及保证工件的装配性能和使用功能（如传递扭矩、轴向力、转动和移动、定位）的有效手段，而且量规本身也要按照一定的公差要求来制造，所以量规和公差配合的关系极为密切。国际上都把有关光滑极限量规的标准作为整个公差与配合制的一个组成部分。

我国过去没有光滑极限量规的国家标准，各个工业部门，各

个行业，各个工厂对光滑极限量规制订的标准既不统一，又不尽合理，在一定程度上限制了我国机器制造业的发展。1979年，我国颁布了采用ISO公差制的《公差与配合》的新国家标准（GB1800~1804—79），1981年底，又颁布了“在立足我国生产实际的基础上，考虑到生产发展的需要，采用国际公差制”的《光滑极限量规》国家标准（GB1957—81），并规定从1982年8月1日起实施，使我国的公差与配合制度日趋完善，这将大大促进我国机器制造业的发展。本书就是以GB1957—81《光滑极限量规》的基本规定为依据，介绍检验单一长度尺寸的光滑极限量规。

由于光滑极限量规是整个公差与配合的一部分，光滑极限量规标准又是以公差与配合国家标准的规定作为基础，因此，学习本书前应很好地熟悉GB1800~1804—79《公差与配合》中的有关内容。

目 录

绪 言	(1)
第一章 量规检验的基本原则	(1)
第二章 量规的种类和结构	(9)
第三章 量规的使用	(25)
第四章 量规的设计	(40)
第五章 量规的检定与翻修	(62)
附 录 量规结构设计资料	(67)

第一章 量规检验的基本原则

一、极限尺寸判断原则（泰勒原则）

由于加工后的工件，都不可避免地存在着不同程度的形状误差，所以，检测工件时，对工件上的同一个表面，会因测量的部位不同而得到不同的实际尺寸。也就是说，形状误差影响对工件尺寸的判断。而且在实际装配中，形状误差也影响着相互配合工件的配合性质，也就是影响着工件的互换性。那么在检验中，怎样判断工件的尺寸是否在限定的极限尺寸范围内，怎样考虑形状误差实际上对于配合性质所发生的影响呢？公差与配合国家标准规定了“极限尺寸判断原则”，是处理这个问题的统一准则。极限尺寸判断原则是由英国人威廉·泰勒（William Taylor）首先提出的，所以国际上都称为泰勒原则。

（一）几个基本术语和概念

为了把泰勒原则叙述清楚，首先要搞清几个有关的术语和概念。

1. 最大实体状态和最大实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最多时的状态叫做最大实体状态（简称MMC）。这里所说的“允许的材料量为最多时的状态”，就是指工件（孔或轴）所占有的材料为最多时的极限状态。处于这种状态下的极限尺寸，叫作最大实体尺寸（简称MMS）。对

于孔，处于最小极限尺寸时，所占有的材料量最多；对于轴，处于最大极限尺寸时，所占有的材料量最多。所以孔的最小极限尺寸是它的最大实体尺寸；而轴的最大实体尺寸是它的最大极限尺寸。

2. 最小实体状态和最小实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最少时的状态，叫做最小实体状态（简称LMC）。所说的“允许的材料量为最少时的状态”，就是指工件在占有材料量为最少时的极限状态。把处于这种状态下的极限尺寸叫做最小实体尺寸（简称LMS）。孔处于最大极限尺寸时占有材料最少，所以孔的最大极限尺寸就是它的最小实体尺寸；轴处于最小极限尺寸时占有材料最少，所以轴的最小极限尺寸就是它的最小实体尺寸。

3. 作用尺寸

相互配合的配对工件之一的作用尺寸，是指在结合面的全长上，与孔内接（或与轴外接）的最大（或最小）理想几何偶件的尺寸。

对于孔，作用尺寸是在结合长度范围，内包容在孔中，且正好接触于实际孔的内圆柱表面上最突出点的最大理想圆柱面的直径；对于轴，作用尺寸是在结合长度范围，外包容在轴上，且正好接触于实际轴的外圆柱表面上最突出点的最小理想圆柱面的直径（图1）。

（二）极限尺寸判断原则（泰勒原则）

极限尺寸判断原则（泰勒原则）包括两方面的内容：

一是孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。也就是说，孔的作用尺寸不应小于孔的最小极限尺寸；轴的作用尺寸不应大于轴的最大极限尺寸。

二是孔或轴在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺

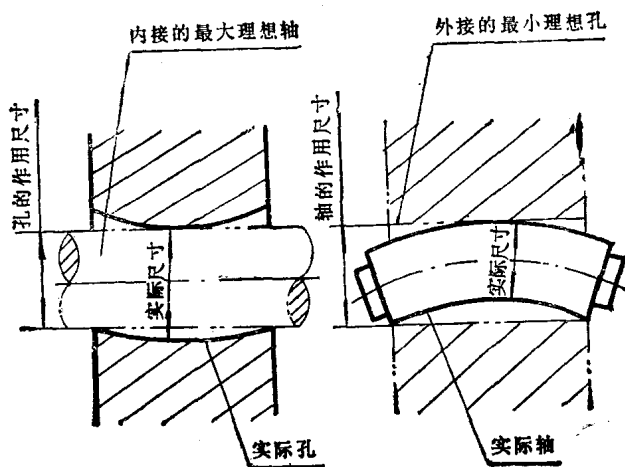


图 1 孔或轴的作用尺寸与实际尺寸

寸。也就是说，孔的实际尺寸在任何位置上不应大于孔的最大极限尺寸；轴的实际尺寸在任何位置上不应小于轴的最小极限尺寸。

实际加工得到的孔或轴，不论存在什么样的形状误差，若要求符合泰勒原则，那么，其可能出现形状误差的极端情况，如图 2 和图 3 所示。图 2 是以 $\phi 20^{+0.021}_0$ 的孔为例；图 3 是以 $\phi 20^{+0.013}_0$ 的轴为例。

由图 1 可见，孔或轴装配时，在配合面的全长上，真正起作用的有效尺寸，是孔或轴的作用尺寸。这是由于孔或轴实际上不可避免地存在着形状误差，尤其是圆度和素线直线度误差的影响，使得孔的作用尺寸小于它的实际尺寸，轴的作用尺寸大于它的实际尺寸。通过加工得到的每一个实际的孔或轴，都有一个相应的作用尺寸，即使几个孔（或轴）的实际尺寸相同，它们的作

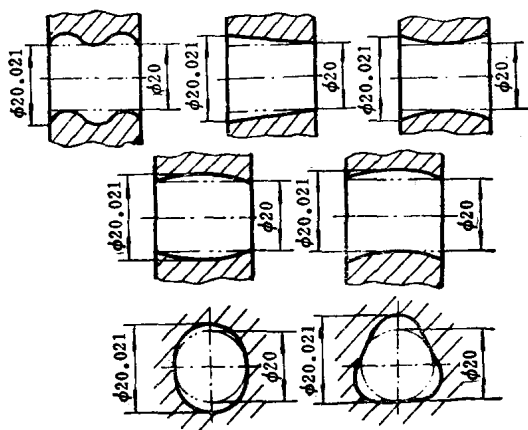


图 2 在孔的极限尺寸中，形状误差可能出现的极端情况

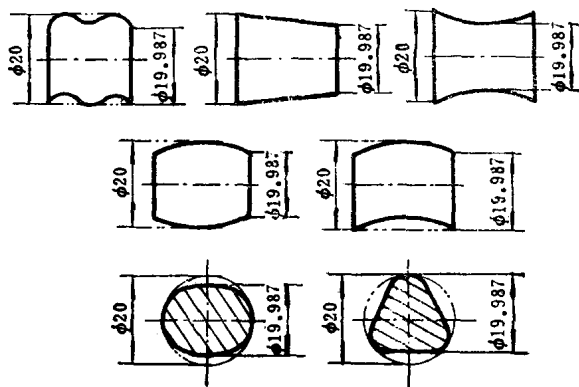


图 3 在轴的极限尺寸中，形状误差可能出现的极端情况

用尺寸也不一定相同。因此，仅仅凭工件的实际尺寸判断其配合后的性质，是很不可靠的。而用最大实体尺寸来控制工件的作用尺寸，可把工件的尺寸偏差和形状误差对配合性质的综合影响都

考虑在内。因此，泰勒原则按作用尺寸来判断工件的合格性是合理的，并有助于更好地分析孔和轴在相互配合时的实际状态。

(三) 作用尺寸与实际尺寸的关系和检验

1. 当工件没有形状误差时，它的作用尺寸等于实际尺寸。这时，工件尺寸公差带可以全部用来限制工件尺寸本身的偏差。

2. 当工件存在形状误差时，孔的作用尺寸小于它的实际尺寸的最小值；轴的作用尺寸大于它的实际尺寸的最大值。由于作用尺寸不等于实际尺寸，使尺寸公差被压缩，以补偿形状公差所占去的部分。由此可见，为满足工件的配合要求，形状误差必须限制在尺寸公差带的范围内。

3. 工件的作用尺寸与实际尺寸都必须在规定的“过极限”与“不过极限”之间。

“过极限”就是用于控制作用尺寸的极限尺寸。对于孔，是最小极限尺寸；对于轴，是最大极限尺寸，也就是孔或轴的最大实体尺寸。“不过极限”就是用于控制实际尺寸的极限尺寸。对于孔，是最大极限尺寸；对于轴，是最小极限尺寸，也就是孔或轴的最小实体尺寸。

根据泰勒原则，对于过极限，应使用具有完整几何形状的包容面来控制；对于不过极限，则要求用两点式的测量器具来控制。因此，符合泰勒原则的量规应该是：

控制“过极限”的“通规”的测量面应具有与被测孔或轴相应的完整表面，其尺寸等于工件的最大实体尺寸，且长度等于配合长度，所以这种量规又称为全形量规。通规与工件的接触是面接触，用于控制工件的作用尺寸。

控制“不过极限”的“止规”的测量部位应是两点状的，其尺寸等于工件的最小实体尺寸。止规与工件的接触应是点接触，用于控制工件的实际尺寸。

符合泰勒原则的量规形式如图4所示。在实际生产中，采用完全符合泰勒原则的量规非常困难，甚至是不可能的。因为

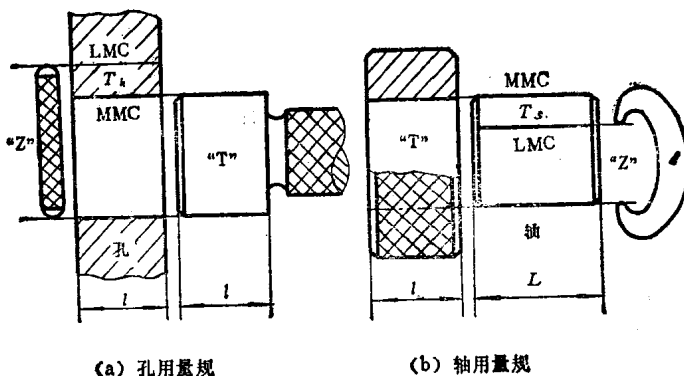


图4 完全符合泰勒原则的光滑极限量规

孔、轴的配合长度和直径的尺寸在实际使用中的种类很多，不可能配备一一对应的量规。尤其对尺寸特别大和特别小的孔和轴，以及曲轴颈、薄壁孔等，更无法使用完全符合泰勒原则的量规。为了保证量规的测量面有一定的使用寿命，止规的测量面不可能加工成点状的。为此，量规标准中规定：在保证被检验工件的形状误差不致影响配合性质的条件下，允许使用偏离泰勒原则的量规。

二、使用量规的标准条件

测量条件的统一，是正确判断尺寸的保证。光滑极限量规国家标准规定的测量标准条件是温度为20℃和测量力为零。

(一) 标准温度

由于工件和量规都具有冷缩热胀的特性，所以要精确地测定工件的尺寸，必须规定测量时应遵守的温度条件。国际上规定工业长度测量的基准温度是 20°C (68°F)，量规测量也以 20°C 作为标准温度。

规定标准温度有两个意义，一是在公差与配合等有关标准以及图样等有关技术文件中规定的尺寸数值和公差、偏差数值，均指在标准温度 20°C 时的数值；二是指测量结果应以工件、量具以及测量环境的温度均是 20°C 为准。机器工作时的温度往往不是 20°C ，在按标准选取配合时，应考虑到这个因素。尤其是当孔和轴的材料不同，线膨胀系数相差较大，而又是在高温或低温下工作的机器，更应注意温度的影响。

检验时，工件、量具和检验环境的温度往往不是 20°C ，原则上应对测量结果进行温度修正。当工件材料和量具材料的线膨胀系数不同，以及两者的温度相对于标准温度又有差异时，所引起的测量误差 ΔL (毫米)可用下式计算

$$\Delta L = [\alpha_1 (t_1 - 20) - \alpha_2 (t_2 - 20)] \times L$$

式中

α_1 ——工件材料的线膨胀系数 ($1/^{\circ}\text{C}$)；

α_2 ——量具材料的线膨胀系数 ($1/^{\circ}\text{C}$)；

t_1 ——工件的温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

t_2 ——量具的温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

L ——测量结果，即未修正的实测数据 (毫米)。

由这个一般公式可以看出，如果量具与工件的线膨胀系数相等： $\alpha_1 = \alpha_2$ ，即量具与工件材料相同，那么，即使量具和工件温度偏离了标准温度，只要二者温度接近， $t_1 \approx t_2$ ，则对测量结果的影响不大。因此，当采用钢制量规检验钢制工件，而且二者温

度又基本一致（或相近）时，一般可以不必进行修正。

（二）测量力

测量力是指在测量时，工件被测表面承受的测量压力。由于各种材料的工件受力后都会产生变形，而这种变形必然会影响测量的结果，因此，在测量时，被测表面不应承受压力。如果测量力不是零，则应考虑由此而引起的测量误差。但采用比较测量方法时，当被测物和标准物的材料和光洁度要素相同，比较的方法和比较力的大小、方向也都相同时，能削弱测量力对测量结果的影响，可以不必进行修正。量规检验工件，一般属于比较测量，所以在正确操作情况下，一般可不作测量力修正。

应该特别指出，量规标准规定的测量力为零，主要是对确定量规实际尺寸而言，而不是指量规的检验方法。检验时，量规与工件被测表面接触有摩擦、量规本身有一定重量、测量操作中量规与工件间要有一定相对运动，因此用手操作量规而不用一定的力是不可能的。只要操作方法正确得当，这个力对测量结果的影响很小。至于怎样正确操作，才能尽量减少测量力对检验结果的影响，在后面“量规的使用”中还要提到。

第二章 量规的种类和结构

一、工作量规、验收量规和校对量规

量规按不同的用途，分为工作量规、验收量规和校对量规三类。工作量规是生产工人在制造工件过程中，对工件进行检验时使用的量规。验收量规是工厂检验部门和用户代表验收产品时使用的量规。验收量规一般不单独制造，工厂对工件进行检验时，生产工人应该使用新的或磨损较少的通规，检验部门应该使用生产工人使用过的且磨损较多的通规作为验收量规。这里所说磨损较少和磨损较多，在量规标准中没有规定明确的界限，各工厂可根据本厂生产工人和检验人员对量规使用和消耗的具体情况进行综合平衡而确定。用户代表验收工件时，一般可用工厂检验人员正在使用中的验收量规，而且要注意，通规应该接近磨损极限尺寸，止规应该接近其最大实体尺寸。必要时，用户代表也可以使用专门制造的接近磨损极限尺寸的通规和接近最大实体尺寸的止规验收工件。

校对量规是校验工作量规是否合格所用的量规。量规标准只对轴用量规的校对量规作了规定，所以我们所说的校对量规均指轴用量规的校对量规。这就是说校对量规只用于环规、卡规等轴类工件的量规。孔用量规没有校对量规。

二、通规和止规

量规按检验工件尺寸时所承担的职能，分为通规和止规两种。前面已经提到，公差配合对工件尺寸规定的两个极限尺寸反映到量规测量上，分别为过极限和不过极限。工件的过极限（即MMC极限）由通规控制，不过极限（即LMC极限）由止规控制。如果通规能顺利进入并通过工件，而止规不能进入和通不过工件，则工件为合格。所以每一个工件的检验，都需要由一个通规和一个止规成对组成的一副量规来进行。

三、孔用量规、轴用量规和检验直线尺寸用的量规

量规按检验对象来分类，有检验孔径用的量规，检验轴径用的量规和检验直线尺寸用的量规三种。

（一）检验孔用的量规

检验孔径尺寸时使用的量规，按其工作部分的形状分为：全形塞规、不全形塞规、片形塞规和球端杆规。

1. 全形塞规

全形塞规的工作表面是一个尺寸与被测孔相应的完整的圆柱表面。理论上通规的测量面的长度应与被测孔长度（或所要求的配合长度）相等。实际上由于种种原因，往往不够那么长，但总需要有足够的长度，不能太短。而止规的测量工作表面则比较短。一般情况下，通规工作表面比止规工作表面长0.5至1倍。因此，可从工作表面的长短识别通规和止规。

图5～图8分别是针式双头塞规、锥柄双头塞规、套式双头