

工人普及读物



公差配合与 技术测量

《公差配合与技术测量》编写组 编

国防工业出版社



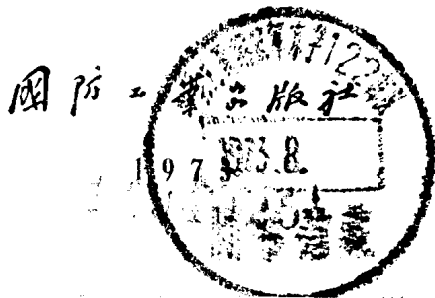
78.134

143

工人普及读物

公差配合与技术测量

《公差配合与技术测量》编写组 编



DL4/17

内 容 简 介

本书共分七章，第一、第二两章介绍圆柱形零件的公差与配合方面的基本知识；第三章介绍车间常用的长度与角度测量量具的结构、读数原理与使用方法；第四章介绍几何形状精度、相互位置精度及表面光洁度的基本概念及各种误差的测量方法；第五章介绍光滑极限量规的结构、使用方法和它们的公差特点；第六章包括圆锥、键、花键、螺纹及齿轮等五种典型表面的公差特点及其测量；第七章介绍加工尺寸链的基本概念。

本书可供机械制造部门新工人阅读，也可供车间检验人员和技工学校学员参考。

工人普及读物
公差配合与技术测量
《公差配合与技术测量》编写组 编

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 971 号
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印刷
交道口装订厂装订

787×1092 1/32 印张 9 190千字
1973年 5月第一版 1973年 5月第一次印刷 印数：000,001—180,000册
统一书号：15034·1307 定价：0.60元

目 录

第一章 公差配合的基本概念和术语	7
第一节 尺寸和公差方面的术语	7
第二节 配合方面的术语	12
第三节 公差与配合的图解	19
思考题	22
第二章 圆柱形零件的公差与配合制度	24
第一节 圆柱形零件公差与配合的国家标准	25
第二节 偏差与配合代号在图纸上的标注方法	37
第三节 公差表	40
第四节 分组配合与混合配合	54
思考题	58
第三章 常用量具	60
第一节 钢尺和内外卡钳	60
第二节 游标读数量具	66
第三节 螺旋读数量具	81
第四节 块规	98
第五节 指示式量具	103
第六节 角度量具	109
第七节 水平仪	114
第八节 量具的维护和保养	118
第四章 加工精度及其测量	120
第一节 概述	126
第二节 表面形状偏差及其测量	121
第三节 相互位置偏差及其测量	134
第四节 表面光洁度	156
第五章 光滑极限量规及样板	161
第一节 光滑极限量规的概述	161
第二节 光滑极限量规的公差特点	168

第三节	光滑极限量规的正确使用	173
第四节	检验几何形状及相互位置偏差的量规	176
第六章	其它典型表面联结的公差特点和车间常用的检 验方法	179
第一节	圆锥联结	179
第二节	键联结	197
第三节	花键联结	202
第四节	螺纹联结	208
第五节	齿轮传动	248
第七章	尺寸链的基本概念	278
第一节	什么叫尺寸链	278
第二节	尺寸链的计算	280
第三节	尺寸链在工艺问题上的应用	283

出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《公差配合与技术测量》是镇江船舶工业学校主编的，参加编写的单位有：成都无线机电机械学校、金光仪器厂、红卫机械厂、晨光机器厂等。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚地希望广大读者提出宝贵意见。

第一章 公差配合的基本概念和术语

现代机械制造工业中产品的零件（或部件）除少数单件生产外，都要求零件（或部件）具有互换性，就是说：从一批相同规格的零件（或部件）中任意拿出一个，不需要任何修配就能装到所属的部件（或机器）中去，而且能够达到预定的配合（紧松要求），并能满足技术要求及保证使用时的良好性能。这种零件（或部件）我们就称它为具有互换性的零件（或部件）。

零件或部件具有互换性之后，能够缩短机器的加工和装配的周期，并能提高产品质量，降低生产成本，同时给机器的维修带来极大的方便。

为了达到零件（或部件）的互换性要求，因此必须明确规定出零件（或部件）的尺寸、几何形状、硬度和材料的其他性能等方面的要求，而且在加工图纸上注明公差配合要求和有关保证互换性的一切技术条件。这就要求机械工人必须能看懂图纸上的这些规定，并能正确检验和测量，否则就不能保证加工质量，达不到零件（或部件）的互换要求。

第一节 尺寸和公差方面的术语

一 公称尺寸

我们工人在工厂里工作，每天都要生产不少零件。当你接到任务时，首先要看一下图纸或其他工艺文件，了解所加

工零件的形状和加工部位的尺寸大小。图纸上标出的零件各部位的尺寸，叫公称尺寸，也叫名义尺寸。如图 1-1 所示的

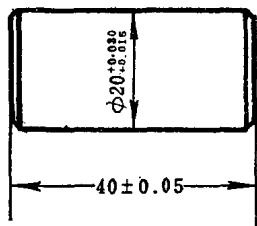


图 1-1 圆柱销

圆柱销，直径 $\phi 20$ 和长度 40，这两个数值就是圆柱销直径和长度的公称尺寸。

公称尺寸是设计零件时根据机器的结构和性能要求，考虑到所选用的材料强度、刚度或材料的其他性能参数经过计算决定的。在很多情况下，也往往根据经验或试验数据来确定的。公称尺寸大多是整数。

二 实际尺寸

当零件加工好之后，我们要进行测量，这种实际量得的尺寸，就叫做实际尺寸。如图 1-1 所示的圆柱销，在最后一道工序加工完毕后，我们量它的直径若为 20.025 毫米，这个尺寸就叫实际尺寸。

实际经验告诉我们：即使由一个技术较熟练的工人，在同一台机床上，用同样的刀具量具加工同一种零件，但它们的尺寸也永远不会完全一样大小。所以零件加工完成之后，其实际尺寸不可能完全一致，当然也不可能与公称尺寸完全相同。

三 极限尺寸

实际尺寸虽然不可能与公称尺寸完全相同，但也不能相差太多，因此我们必须用极限尺寸来限制实际尺寸的变动范围。

极限尺寸必须规定两个：最大极限尺寸和最小极限尺寸

(图 1-2)。零件加工完成后的实际尺寸介于两者之间，但不能大于最大极限尺寸（可以等于最大极限尺寸），也不能小于最小极限尺寸（可以等于最小极限尺寸），否则就是不合格。

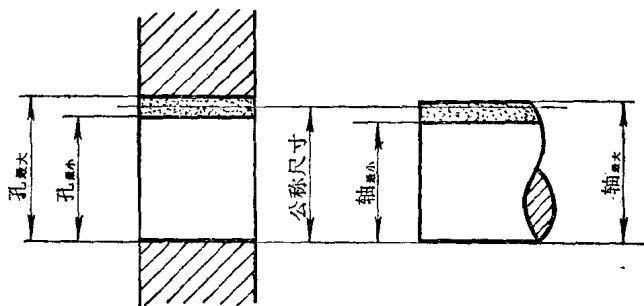


图1-2 极限尺寸

四 偏差

零件的实际尺寸既然和公称尺寸不完全相同，因此它们之间就存在偏差。我们把实际尺寸和公称尺寸之间的差值，叫做实际偏差。由于极限尺寸和公称尺寸也不一样，我们把极限尺寸与公称尺寸之间的差值，叫做极限偏差。其中最大极限尺寸与公称尺寸之间的差值，叫上偏差；最小极限尺寸与公称尺寸之间的差值，叫下偏差（图 1-3）。

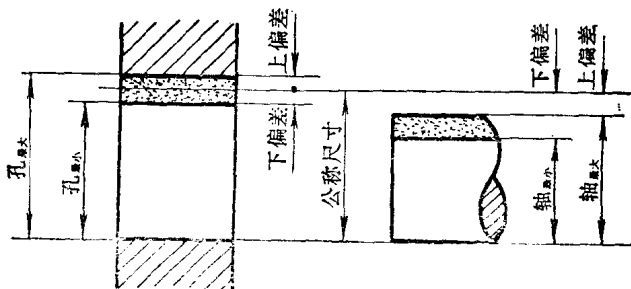


图1-3 极限偏差

用公式表示为:

$$\text{上偏差} = \text{最大极限尺寸} - \text{公称尺寸}; \quad (1-1)$$

$$\text{下偏差} = \text{最小极限尺寸} - \text{公称尺寸}. \quad (1-2)$$

公式 (1-1)、(1-2) 也可化为:

$$\text{最大极限尺寸} = \text{公称尺寸} + \text{上偏差}; \quad (1-3)$$

$$\text{最小极限尺寸} = \text{公称尺寸} + \text{下偏差}. \quad (1-4)$$

例一: 如图 1-1 所示的圆柱销, 图上已注明直径公称尺寸为 $\phi 20$ 毫米, 它的上偏差为 $+0.03$ 毫米, 下偏差为 $+0.015$ 毫米, 那末它的极限尺寸为:

$$\text{最大极限尺寸} = 20 + 0.03 = 20.03 \text{ 毫米};$$

$$\text{最小极限尺寸} = 20 + 0.015 = 20.015 \text{ 毫米}.$$

在零件工作图上, 通常不标注极限尺寸而标注公称尺寸和上下偏差。

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸, 所以上偏差也总是大于下偏差。

上偏差和下偏差的数值可以都是正 (+) 值, 如 $\phi 50^{+0.035}_{+0.018}$, 表示最大和最小极限尺寸都大于公称尺寸。上偏差和下偏差的数值可以都是负 (-) 值, 如 $\phi 50^{-0.035}_{-0.018}$, 表示最大和最小极限尺寸都小于公称尺寸。上偏差和下偏差的数值也可以其中之一为 0, 如 $\phi 50^{+0.027}$ (这时下偏差为 0, 规定 0 值不标出), 表示最大极限尺寸大于公称尺寸, 最小极限尺寸等于公称尺寸。又如 $\phi 50_{-0.017}$ (这时上偏差为 0), 表示最大极限尺寸等于公称尺寸, 最小极限尺寸小于公称尺寸。此外, 也可以上偏差为正值, 下偏差为负值, 如 $\phi 50^{+0.015}_{-0.015}$, 表示最大极限尺寸大于公称尺寸, 最小极限尺寸小于公称尺寸。

五 公差

加工零件时，用最大最小极限尺寸来限制实际尺寸的变动范围。我们把最大最小极限尺寸之间的差值，叫做公差。

图 1-2 和图 1-3 中的阴影部分就是零件公差。

用公式表示为：

$$\text{公差} = \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸}; \quad (1-5)$$

或

$$\text{公差} = \text{上偏差} - \text{下偏差}。 \quad (1-6)$$

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，或上偏差总是大于下偏差，因此，公差数值永远是正值。但是在工厂里往往把负偏差（如 $\phi 50_{-0.017}$ ）叫做负公差，这是不妥当的。我们不能把公差和偏差混为一谈。

例二：已知零件尺寸为 $\phi 50^{\pm 0.008}$ 即公称尺寸为 $\phi 50$ 毫米，上偏差为 $+0.008$ 毫米，下偏差为 -0.008 毫米，求最大最小极限尺寸及公差。如果加工时有一零件量得的实际尺寸为 49.995 毫米，问该零件是否合格？

解：最大极限尺寸 $= 50 + 0.008 = 50.008$ 毫米；

$$\begin{aligned} \text{最小极限尺寸} &= 50 + (-0.008) = 50 - 0.008 \\ &= 49.992 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

实际尺寸为 49.995 大于 49.992 ，小于 50.008 ，所以该零件合格。

$$\begin{aligned} \text{公差} &= 0.008 - (-0.008) = 0.008 + 0.008 \\ &= 0.016 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

例三：有两种轴，其尺寸分别为 $\phi 60^{\pm 0.015}$ 、 $\phi 60^{\pm 0.015}$ ，假使用同一种方法加工，问控制这两种尺寸时，难易程度是否一样？

解：由于加工条件都一样，那末加工难易就取决于公差的大小。公差大加工容易，公差小加工困难。现在就来计算它们的公差：

$\phi 60^{+0.105}_{-0.075}$ 其公差为 $0.105 - 0.075 = 0.03$ 毫米；

$\phi 60^{+0.015}_{-0.012}$ 其公差为 $0.015 - 0.012 = 0.03$ 毫米。

可见这两种轴的公差都是 0.03 毫米，公称尺寸又是一样大小，都是 60 毫米，并且用同一种方法加工。因此，控制这两种尺寸时的难易程度是相同的。

有时我们往往弄不清公差和偏差的区别，把偏差误认为公差，甚至只看上偏差而不顾下偏差，例如 $\phi 60^{+0.105}_{-0.075}$ 这个尺寸的上偏差比较大，有 +0.105 毫米，就以为容易加工，而 $\phi 60^{+0.015}_{-0.012}$ 这个尺寸的上偏差比较小，仅 +0.018 毫米，就认为难加工，这样判断显然是错误的，事实上这两种零件的公差都是 0.03 毫米，加工时并没有难易之分。

第二节 配合方面的术语

一 孔和轴

两个零件装在一起，它们互相接触的那个表面，叫配合表面。配合表面处的尺寸，例如圆柱形零件相配处的直径，叫配合尺寸。配合表面又可分为“轴”和“孔”两种。凡装在里面的那个配合表面，我们称为被包容面，即“轴”。包着“轴”的那一

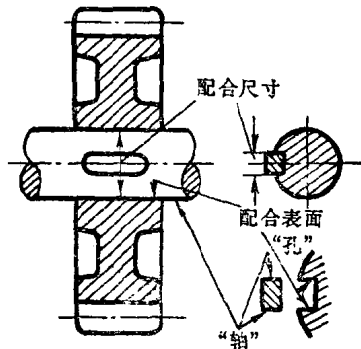


图1-4 配合表面、配合尺寸和“孔”与“轴”

个表面，我们称为包容面，即“孔”。例如图1-4，齿轮内孔和轴的外圆都属于配合表面，键的两侧面和键槽的两侧面也都是配合表面。孔径、轴径、键的宽度和键槽宽度都是配合尺寸。并且键的宽度属于“轴”的尺寸，因为它是装在里面的。轴上键槽宽度和齿轮内孔的键槽宽度都是属于“孔”的尺寸，因为它们都是包着键的两侧面的。

二 配合

一定公称尺寸的“轴”装入相同公称尺寸的“孔”称为配合。由于轴和孔的实际尺寸不同，装入后可以表现出各种不同的配合性质。

三 间隙和动配合

一批孔轴配合的零件，如果孔的实际尺寸总是大于轴的实际尺寸，装配后两者之间就能活动，这种配合叫做动配合（图1-5）。这时孔和轴的实际尺寸的差值叫做实际间隙。用公式表示为：

实际间隙 = 孔的实际尺寸
- 轴的实际尺寸。(1-7)

由于加工时孔径和轴径是有公差的，所以实际间隙的大小随着孔轴的实际尺寸而改变。当孔做成最大极限尺寸，轴做成最小极限尺寸，装配时就产生最大间

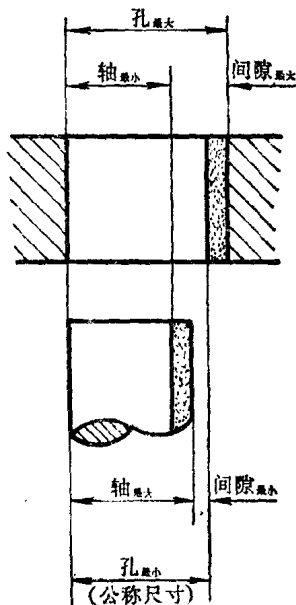


图1-5 动配合和间隙

隙。用公式表示为：

$$\text{间隙}_{\text{最大}} = \text{孔}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}}, \quad (1-8a)$$

由于 $\text{孔}_{\text{最大}} = \text{公称尺寸} + \text{孔的上偏差}$ (见公式 1-3)；

$$\text{轴}_{\text{最小}} = \text{公称尺寸} + \text{轴的下偏差}$$
 (见公式 1-4)，

所以 $\text{间隙}_{\text{最大}} = \text{孔的上偏差} - \text{轴的下偏差}$ 。 (1-8b)

另一种极限情况，当孔做成最小极限尺寸，轴做成最大极限尺寸，装配时就产生最小间隙。用公式表示为：

$$\text{间隙}_{\text{最小}} = \text{孔}_{\text{最小}} - \text{轴}_{\text{最大}}, \quad (1-9a)$$

或 $\text{间隙}_{\text{最小}} = \text{孔的下偏差} - \text{轴的上偏差}$ 。 (1-9b)

最大间隙和最小间隙之差值，就是间隙变化的范围大小，我们叫做间隙公差。用公式表示为：

$$\text{间隙公差} = \text{间隙}_{\text{最大}} - \text{间隙}_{\text{最小}}。 \quad (1-10)$$

将 (1-8a)、(1-9a) 两式代入则得：

$$\begin{aligned} \text{间隙公差} &= (\text{孔}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}}) - (\text{孔}_{\text{最小}} - \text{轴}_{\text{最大}}) \\ &= \text{孔}_{\text{最大}} - \text{孔}_{\text{最小}} + \text{轴}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}} \\ &= \text{孔公差} + \text{轴公差}。 \end{aligned} \quad (1-11)$$

公式 (1-11) 所表示的关系，从图 1-5 中也可以看出。在图 1-5 中，把最大间隙减去最小间隙，剩下来就是孔的公差加轴的公差。

公式(1-11)所表示的这个关系很重要。它说明孔和轴的公差愈大，装配时间隙的变化范围就愈大，装配精度就愈低。为了尽可能提高装配精度，我们加工零件的时候，就应该尽可能地将零件偏差做成接近中间值，使实际尺寸尽量不出现接近最大或最小极限值。这种孔轴零件在装配时的间隙，大都接近平均间隙，不致太松(出现最大间隙时)，也不致太紧(出现最小间隙时)。

平均间隙的计算公式为：

$$\text{间隙}_{\text{平均}} = (\text{间隙}_{\text{最大}} + \text{间隙}_{\text{最小}}) \div 2。 \quad (1-12)$$

例四：若孔的尺寸为 $\phi 200^{+0.045}$ ，轴的尺寸为 $\phi 200_{-0.18}^{0.12}$ ，求配合时的最大最小间隙、间隙公差和平均间隙。

解： 孔_{最大} = $200 + 0.045 = 200.045$ 毫米；

孔_{最小} = $200 + 0 = 200$ 毫米；

轴_{最大} = $200 + (-0.12) = 199.88$ 毫米；

轴_{最小} = $200 + (-0.18) = 199.82$ 毫米；

间隙_{最大} = 孔_{最大} - 轴_{最小} = $200.045 - 199.82$
= 0.225 毫米；

间隙_{最小} = 孔_{最小} - 轴_{最大} = $200 - 199.88$
= 0.12毫米；

间隙公差 = 间隙_{最大} - 间隙_{最小} = $0.225 - 0.12$
= 0.105毫米；

间隙_{平均} = (间隙_{最大} + 间隙_{最小}) $\div 2$
= $(0.225 + 0.12) \div 2 = 0.1725$ 毫米。

另一种算法：

间隙_{最大} = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
= $0.045 - (-0.18) = 0.225$ 毫米；

间隙_{最小} = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
= $0 - (-0.12) = 0.12$ 毫米；

间隙公差 = 孔公差 + 轴公差 = (孔的上偏差
- 孔的下偏差) + (轴的上偏差
- 轴的下偏差) = $(0.045 - 0)$
+ $[-0.12 - (-0.18)]$
= $0.045 + 0.06 = 0.105$ 毫米。

由于图纸上往往只标注零件的公称尺寸和上下偏差，不标注极限尺寸，所以用上下偏差来计算最大最小间隙和间隙公差，比较简单一些，希望读者能记住这一种算法。

四 过盈和静配合

一批孔轴配合的零件，如果轴的实际尺寸总是大于孔的实际尺寸，装配后，两者之间就不能活动，这种配合叫静配合(图 1-6)。这时轴和孔的实际尺寸的差值叫做实际过盈。用公式表示为：

$$\text{实际过盈} = \text{轴的实际尺寸} - \text{孔的实际尺寸。} \quad (1-13)$$

过盈同样地有最大值和最小值。用公式表示为：

$$\text{过盈}_{\text{最大}} = \text{轴}_{\text{最大}} - \text{孔}_{\text{最小}}, \quad (1-14a)$$

$$\text{或} \quad \text{过盈}_{\text{最大}} = \text{轴的上偏差} - \text{孔的下偏差。} \quad (1-14b)$$

$$\text{过盈}_{\text{最小}} = \text{轴}_{\text{最小}} - \text{孔}_{\text{最大}}, \quad (1-15a)$$

$$\text{或} \quad \text{过盈}_{\text{最小}} = \text{轴的下偏差} - \text{孔的上偏差。} \quad (1-15b)$$

最大过盈和最小过盈的差值，叫过盈公差，用公式表示为：

$$\text{过盈公差} = \text{过盈}_{\text{最大}} - \text{过盈}_{\text{最小}}。 \quad (1-16)$$

将 (1-14a)、(1-15a) 两式代入得：

$$\begin{aligned} \text{过盈公差} &= (\text{轴}_{\text{最大}} - \text{孔}_{\text{最小}}) - (\text{轴}_{\text{最小}} - \text{孔}_{\text{最大}}) \\ &= (\text{轴}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}}) + (\text{孔}_{\text{最大}} - \text{孔}_{\text{最小}}) \\ &= \text{轴公差} + \text{孔公差。} \quad (1-17) \end{aligned}$$

这个公式所表示的关系，从图 1-6 中也可以直接看出。

我们对照公式(1-11)和(1-17)，可以发现：间隙公差和过盈公差都等于孔公差加轴公差。我们把间隙公差或过盈公差统称为配合公差，那末配合公差就等于零件公差之和。

在过盈配合时，为了提高装配精度，所以在加工零件的