

公差配合与技术测量

(修訂本)

盛庆椿編

辽宁人民出版社

公差配合与技術測量

盛 庆 椿 編



辽宁人民出版社出版 (沈阳市沈阳路二段官前里2号) 沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号
沈阳市第二印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米·4%印张·92,000字·印数: 81,711—83,710 1961年3月第1版
1961年4月第1次印刷 统一书号: 7090·49 定价(6)0.38元

前 言

机械生产的专业化和协作化是多快好省地建設社会主义的重要措施之一。机器制造业的专业化和协作化就要求机械零件具有互换性。本书就是研討机械零件的精度及其相互間如何配合，以及如何掌握測量技术，保証机器零件制造的精度，达到互换的目的。本书系第一机械工业部业余技术学校教材，最近又根据国家标准“公差与配合”做了修訂。

編 者

目 录

前 言

第一篇 公差与配合	1
一 互换性的基本概念	1
1. 互换性的定义	1
2. 一切机件都要有互换性嗎	2
3. 完全互换性和不完全互换性	2
4. 标准化和规格化	3
5. 公差与配合制度及計量檢定工作	3
复习題	4
二 公差的理論	5
1. GB 公差制度	5
2. OCT公差制度	21
3. ISA 公差制度	25
4. GB制、OCT 制、ISA制三者的比較	29
5. 整形公差	31
复习題	36
三 公差的应用	38
1. 加工方法与精度等級和表面光洁度之間的关系	38
2. 各級精度的使用范围	41
3. 配合的特性和应用	43
复习題	54
第二篇 技术測量	55

四 技术测量的基本概念	55
1. 我国技术测量事业的新成就	55
2. 长度单位	56
3. 测量工具的分类	57
4. 测量方法的分类	57
5. 测量工具的保管及使用	58
6. 影响技术测量的因素	59
复习题	61
五 端面规	61
1. 概述	61
2. 成套量块	62
3. 量块精度	64
4. 量块附件	64
5. 塞尺	65
复习题	66
六 刻线量具和千分表	67
1. 刻线量具	67
2. 千分表	77
3. 如何选择量具	81
复习题	82
七 檢驗角度和錐度用的量具	82
1. 概述	82
2. 角度量块	83
3. 角尺	84
4. 正弦尺	86
5. 游标量角規	87
复习题	89

八 檢驗螺紋用的量具和儀器.....	89
1. 概述.....	89
2. 用螺紋千分尺測量中徑.....	91
3. 用三綫法測量中徑.....	92
4. 用螺紋样板測量螺距.....	93
5. 用工具显微镜測量螺紋各要素.....	94
复习題.....	98
九 檢驗齒輪用的量具和儀器.....	99
1. 概述.....	99
2. 綜合檢查儀.....	102
3. 徑向跳動儀.....	104
4. 切綫測齒計.....	105
5. 游標測齒卡尺.....	106
6. 漸開綫檢查儀.....	107
7. 周節計.....	109
8. 基節計.....	110
9. 公法綫指示表卡規.....	112
10. 土辦法.....	113
复习題.....	117
复习題答案.....	117
附 录.....	120

- 附表 1 GB159-59 基准件公差
- 附表 2 GB160-59 基孔制优先配合
- 附表 3 GB161-59 基軸制优先配合
- 附表 4 OCT 制, 基孔制配合
- 附表 5 OCT 制, 基軸制配合
- 附表 6 ISA 制, 基孔制配合
- 附表 7 ISA 制, 基軸制配合

第一篇 公差与配合

一 互换性的基本概念

1. 互换性的定义

为了加速实现社会主义工业化，党制订了大中小并举，土洋结合的方针。在大跃进中，更需要强调各工厂间的协作。很明显地，如果加工零件的尺寸不能一致，是不可能协作的。即使把这些零件勉强凑在一起，也不能顺利地進行装配，而要花费不少劳动量来修配，才能装配起来，并且质量也不能获得保证。

怎样可以使成千上万的机器和零件在不同的工厂里制造出来，而不需另外再行修理或试配，便可以把这些机件很容易地装配到机器上去呢？这就是由于各个机件的互换性。

什么叫互换性呢？它的定义就是：从一批同一类型的机件中，随便取出一件，不经过手工修配，就能装到机器上去，并且这个机件完全符合技术上的要求。

当制造机器时，若采用有互换性的机件，不但装配容易，节省时间，而且在机件使用日久损坏以后，只要换上同一型号的备用件，就可使机器照常工作。这样也就节省了检修时间，

提高了机器使用效率。

2. 一切机件都要有互换性嗎

制造有互换性的机件，虽然有上面所說的許多优点，但具有互换性的机件必須制造得相当精确才行，因此这就不是一切机件都能办得到的，而是受到某些条件限制的。例如：有些机件形状特別复杂，或者尺寸特別小，在制造和测量时都比較困难，因此就不容易达到互换性的要求；又如有些机件尺寸特別大（比如大于500毫米），制造成本自然也高，即使尺寸稍微有些偏差，还是要想法尽量利用，不能随便报廢，这样也就不容易达到互换性；另外，机件若是按照互换性要求来加工时，則最后不必經過手工修整，但是这些机件在机械加工时就必須达到很高的精度，在某些情况下，現有的机械加工方式还达不到这样高的精度，或者，即使能达到，但所化費的成本可能很高，并不經濟，因而也就难以按照互换性的要求来进行生产。

3. 完全互换性和不完全互换性

一批同样类型的机件，不經過选择和修配，就能装配，并且都符合技术要求的，就叫做具有完全互换性。具有完全互换性的机件，所要求的精度往往較高，因而在使用时受到一定条件的限制。为了便于制造和降低加工成本，可以在制造相配零件时，降低一些精度，而在装配前，經過选择，按照相配零件尺寸的大小分成几組，使孔徑大的和軸徑大的組合，孔徑小的和軸徑小的組合，这样在装配时，仍旧可以不經手工修配，装配后也能滿足技术要求，而达到互换性的目的。但是这种互换性的范围却

只限制在一組当中，而不是全部的，因此就叫做不完全互換性。

4. 標準化和規格化

为了提高互換性的使用範圍，可以把機件的形狀和尺寸統一起來，成為若干種固定的型式和尺寸，由國家制訂統一的标准，这就叫做**標準化**，凡是已經標準化的機件就称为标准件，比如螺釘、滾珠軸承、三角皮帶等等都是标准件。機件標準化以后，不但可以达到互換性，同时也減少了機件不必要的品种，簡化了生產設備，也就是更容易組織有計劃的、大規模的生產，可以提高產品的質量并降低產品的成本。

標準化是在全國範圍內得到遵守的，任何工廠或工人都不能違背國家所制訂的标准。

在一個部門或企業內部所制訂的某些機件的标准，称之为**規格化**。例如，可以将國家标准的一部分作为工廠的規格，以簡化本廠產品中所采用零件的型号和尺寸。工廠也可以根据產品的特点訂立本廠的規格，作为将来制訂这种產品的國家标准的基礎。

5. 公差与配合制度及計量檢定工作

公差与配合制度是机械制造业的一項互換性基础标准。1956年第一机械工业部曾頒发了第一項部頒标准——“公差与配合”，这是以苏联的公差和配合制度为藍本而制訂的。第一个五年計劃的完成，以及1958、1959年的大跃进，我国的机械制造业已經进入了一个新的阶段，于是国家标准“公差与配合”于1959年制訂完成并于1960年7月1日开始实施了。

国家标准“公差与配合”象整个机械制造业一样，它的产生是与苏联巨大无私的援助分不开的，它主要是以苏联相应的标准及有关的资料为基础制订的，它也考虑了我国情况，生产水平，工人技术水平和语言文字的特点。

要使机件具有互换性，除了实施公差与配合制度和开展标准化工作，还必须同时开展计量检定工作。只有严格地按照一定的精度来加工，使机件的尺寸和形状都控制在一定的规范之内，才能保证机件的互换性。因此，也就需要有测量和控制的器具，这些器具应该保持它们所应有的准确度，而且也应该正确地使用它们，这样才能得到正确的结果，从而指导加工。倘若所用的计量器具本身便不正确，或者使用得不对，那末计量的结果也必然是错误的。由于计量器具的准确性关系到产品的质量，影响到机件的互换性，因此在1959年6月25日国务院发布的“关于统一我国计量制度命令”里，也指出：“为了保证我国计量制度的统一，计量器具的一致、准确和正确使用，应当迅速建立和健全国家的各种计量基准器和各级计量标准器，以及地区和企业的计量机构，构成全国计量网，进一步地开展计量工作。”

复 习 题

1. 试述互换性的定义。
2. 工件为什么要有互换性？
3. 互换性受到那些技术、经济条件的限制？
4. 完全互换性和不完全互换性有什么区别？
5. 什么叫标准化？标准化以后有什么好处？
6. 什么叫规格化？

7. 为什么說公差和配合制度是互换性生产的基础?
8. 开展計量檢定工作有什么意义?

二 公差的理論

1. GB 公差制度^①

一、定义 制度 机器的結構形状、尺寸及精度的要求和零件間相互配合的性質等，都要利用图紙把它們正确地表达出来。因此首先要規定图紙上最基本的一些名詞和术语，使制图的和看图的（也就是設計者和制造者）能够彼此理解图样上符号的意义，不致发生誤解。

在国家标准公差与配合“GB 159-59”^②中規定了公差与配合的定义、制度，即为图紙上的基本术语和定义。

1) 最大极限尺寸 最小极限尺寸 公称尺寸 实际尺寸

零件制造时不能准确地做成指定的尺寸，所以規定一个最大极限尺寸和一个最小极限尺寸，零件可以做成这二个尺寸間的任何尺寸。所指定的尺寸称为公称尺寸，对制成零件量得的尺寸称为实际尺寸。

例如：某种零件的公称尺寸（公称尺寸以符号A表示）是50毫米，当零件制成后，量得它的实际尺寸是49.995毫米，这与公称尺寸的大小稍微有些不同。实际經驗指出：即使在同一台机床上由同一个工人用同样的材料做同样的零件，这批零件

①GB是“国家标准”的代号，它是用拼音文字时开首的两个字母。

②159表示第159号国家标准。后面的59表示是于1959年制訂的。

的尺寸也不会个个相同。既然实际尺寸不可能与公称尺寸完全一样，那就需要控制实际尺寸，使得它与公称尺寸不至于相差太远，也就是只容許它在一定的範圍內变动，因此規定了最大和最小极限尺寸。假如对这种零件規定其最大极限尺寸（以符号 A_{max} 表示）为50.008毫米，最小极限尺寸（以符号 A_{min} 表示）为49.992毫米，現在零件的实际尺寸为49.995毫米，是在所規定的最大与最小极限尺寸之間，因此我們便認為这是一个合格的零件(图 1)。

2) 上偏差 下偏差 公差 最大极限尺寸和公称尺寸的差称为上偏差，最小极限尺寸和公称尺寸的差称为下偏差；最大极限尺寸和最小极限尺寸的差称为公差，公差也等于上偏差和下偏差的差。

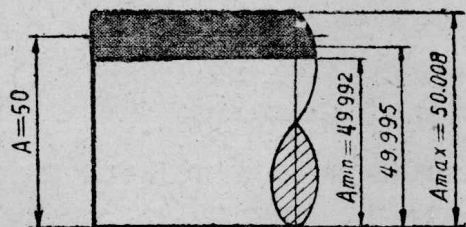


图 1

以公式表示即为：

$$\text{上偏差 } B_s = A_{max} - A;$$

$$\text{下偏差 } B_x = A_{min} - A;$$

$$\text{公差 } B = A_{max} - A_{min} = B_s - B_x.$$

在图紙上注尺寸时，不是注最大、最小极限尺寸和公差，而是注公称尺寸和上、下偏差。如图 1 的例子， $A = 50\text{mm}$ ， $A_{max} = 50.008\text{mm}$ ， $A_{min} = 49.992\text{mm}$ ，則 $B_s = 50.008 - 50 = +0.008\text{mm}$ ， $B_x = 49.992 - 50 = -0.008\text{mm}$ ，在图紙上便注成 $50 \pm$

0.008，这比注极限尺寸来得简便，参阅图 2。

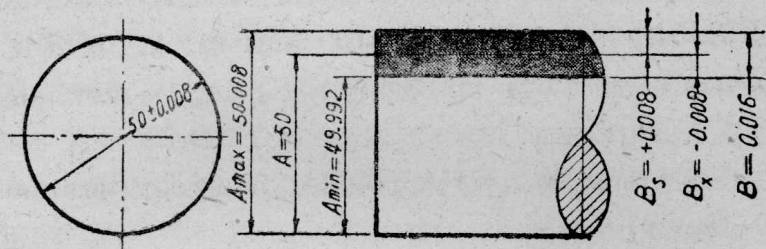


图 2

必須指出，上偏差不一定是正数（+），下偏差也不一定是負数（-），上下偏差的符号是由所规定的极限尺寸来决定的。假若我們把最大和最小极限尺寸规定得都比公称尺寸大，則上下偏差便将都是正数。假若我們把最大和最小极限尺寸规定得都比公称尺寸小，則上下偏差便将都是負数。然而，不論最大、最小极限尺寸怎样规定，公差則永远是正数。

如图2,公差 $B = A_{\max} - A_{\min} = 50.008 - 49.992 = 0.016\text{mm}$,
或者, $B = B_s - B_x = +0.008 - (-0.008) = 0.016\text{mm}$ 。

3) 配合 配合性質 間隙 动配合 一定公称尺寸的軸装入相同公称尺寸的孔，称为配合。因为軸和孔的尺寸不同，装入后可以表现出不同的配合性質。孔的实际尺寸大于軸的实际尺寸时，二者的差称为間隙（以符号X表示）。这样的配合称为动配合。孔的最大极限尺寸 ($KA_{\max}$) 和軸的最小极限尺寸 ($ZA_{\min}$) 的差称为最大間隙 ($X_{\max}$)。孔的最小极限尺寸 ($KA_{\min}$) 和軸的最大极限尺寸 ($ZA_{\max}$) 的差称为最小間隙 ($X_{\min}$)。

例如：軸和軸承的公称尺寸 $A = 50\text{mm}$ ，我們要求装配后，

軸能够在軸承中自由地轉动,即配合性質应為动配合,因此規定孔徑必須大于軸徑,設孔的最大極限尺寸 $KA_{\max}=50.027\text{mm}$, 孔的最小極限尺寸 $KA_{\min}=50.000\text{mm}$; 軸的最大極限尺寸 $ZA_{\max}=49.990\text{mm}$, 軸的最小極限尺寸 $ZA_{\min}=49.973\text{mm}$, 于是計算出:

最大間隙 $X_{\max}=KA_{\max}-ZA_{\min}=50.027-49.973=0.054\text{mm}$;

最小間隙 $X_{\min}=KA_{\min}-ZA_{\max}=50.000-49.990=0.010\text{mm}$ 。參閱圖 3。

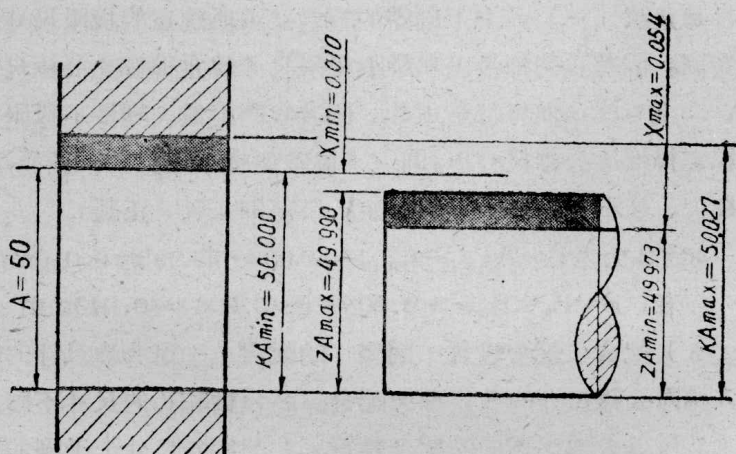


圖 3

4) 過盈 靜配合 軸的實際尺寸大于孔的實際尺寸時, 二者的差稱為過盈(Y)。這樣的配合稱為靜配合。軸的最大極

限尺寸与孔的最小极限尺寸的差称为最大过盈 ($Y_{\max}$)。轴的最小极限尺寸与孔的最大极限尺寸的差称为最小过盈 ($Y_{\min}$)。

例如：轴和联轴器的公称尺寸 $A=50\text{mm}$ ，我們要求将轴压入联轴器的孔内，使二者装配后成为一体，即配合性質应为靜配合，因此規定軸徑必須大于孔徑，設孔的最大极限尺寸 $KA_{\max}=50.015\text{mm}$ ，孔的最小极限尺寸 $KA_{\min}=50.000\text{mm}$ ；轴的最大极限尺寸 $ZA_{\max}=50.045\text{mm}$ ，轴的最小极限尺寸 $ZA_{\min}=50.034\text{mm}$ ，于是計算出：

最大过盈 $Y_{\max}=ZA_{\max}-KA_{\min}=50.045-50.000=0.045\text{mm}$ ；

最小过盈 $Y_{\min}=ZA_{\min}-KA_{\max}=50.034-50.015=0.019\text{mm}$ 。參閱图 4。

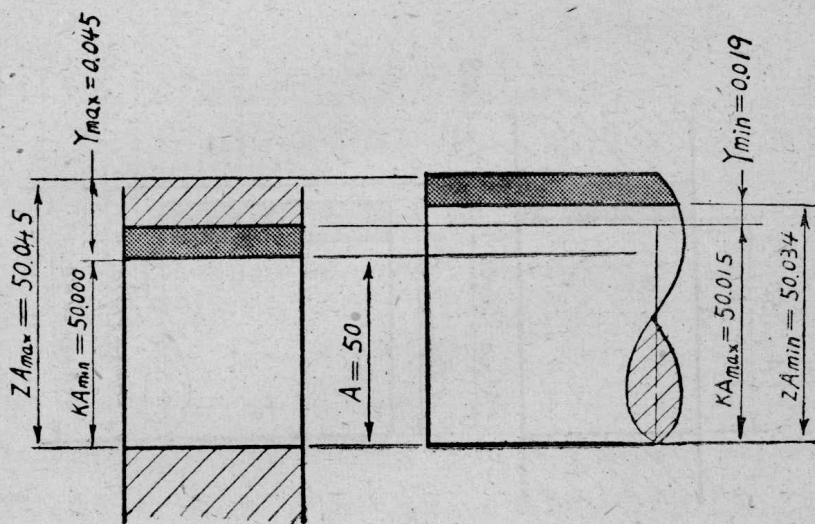


图 4

5) 过渡配合 如果轴的最大极限尺寸大于孔的最小极限尺寸, 而轴的最小极限尺寸小于孔的最大极限尺寸, 轴的实际尺寸可能大于也可能小于孔的实际尺寸。这样的配合称为过渡配合, 即可能做成动配合, 也可能做成静配合。

例如: 轴与交换齿轮的孔, 其公称尺寸 $A=50\text{mm}$, 我們要求交换齿轮装在轴上, 并用键将二者牢固地连接在一起, 交换齿轮有时是需要拆卸更换的, 因此我們便采用过渡配合。設孔的最大极限尺寸 $KA_{\max}=50.027\text{mm}$, 孔的最小极限尺寸 $KA_{\min}=50.000\text{mm}$; 轴的最大极限尺寸 $ZA_{\max}=50.008\text{mm}$, 轴的最小极限尺寸 $ZA_{\min}=49.992\text{mm}$, 于是计算出:

$$\text{間隙 } X = KA_{\max} - ZA_{\min} = 50.027 - 49.992 = 0.035 \text{ mm};$$

$$\text{过盈 } Y = ZA_{\max} - KA_{\min} = 50.008 - 50.000 = 0.008 \text{ mm}。$$

参閱图 5。

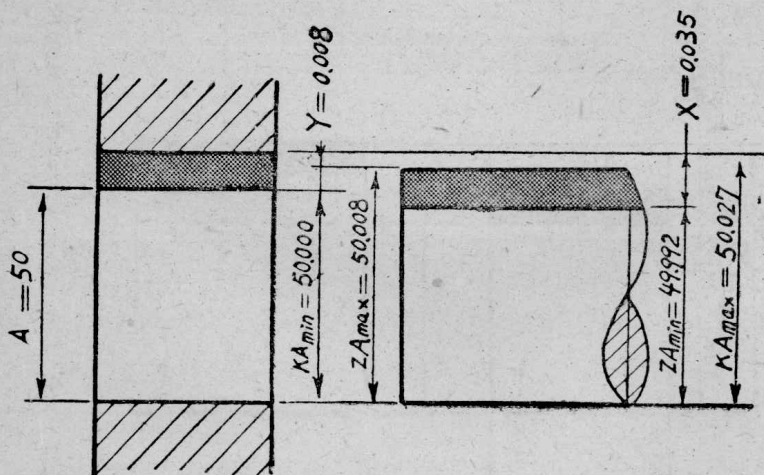


图 5

6) 基孔制 基軸制 孔的极限尺寸为一定, 与不同极限尺寸的軸配合, 以得到各种配合性質的, 称为基孔制配合 (图 6)。基孔制配合中的孔称为基准孔。基准孔下偏差为零, 上偏差即为公差; 因此它的最大极限尺寸等于公称尺寸与公差之和, 最小极限尺寸等于公称尺寸。

例如: 基准孔的公称尺寸 $A=50\text{mm}$,

基准孔的上偏差 $B_s = +0.015\text{mm}$,

基准孔的下偏差 $B_x = 0$,

基准孔的公差 $B = B_s - B_x = 0.015\text{mm}$,

基准孔的最大极限尺寸 $A_{\max} = A + B = 50 + 0.015 = 50.015\text{mm}$,

基准孔的最小极限尺寸 $A_{\min} = A = 50.000\text{mm}$ 。

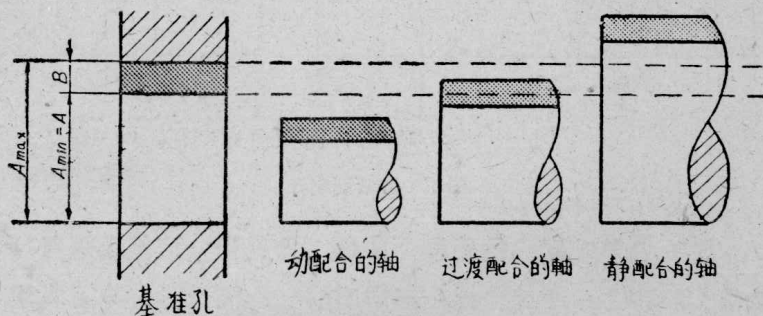


图 6 基孔制配合

軸的极限尺寸为一定, 与不同极限尺寸的孔配合以得到各种配合性質的, 称为基軸制配合 (图 7)。基軸制配合中的軸称为基准軸。基准軸的上偏差为零, 下偏差即为公差; 因此它的最大极限尺寸等于公称尺寸, 最小极限尺寸等于公称尺寸与