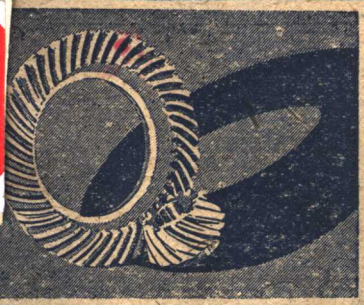
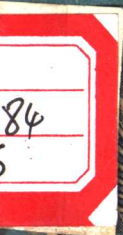


机电工业生产技术基本知识丛书

表面光洁度 公差和量具

方若愚編著



上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書是上海市机电工业局为了帮助机电工厂领导干部掌握管理技术而組織的講座的講稿，由上海市机电工业局和第一机械工业部第二設計院科普工作組共同編写。

这套講稿叙述比較精煉，对生产中要掌握的基本知識都有交代，并介紹目前世界水平及今后发展方向。

这套書共有下列几种：

- | | |
|----------------|-----------|
| 1. 金属材料 | 8. 动力机械 |
| 2. 鑄造生产 | 9. 电机 |
| 3. 热处理常識 | 10. 电器材料 |
| 4. 鍛工与冲压 | 11. 无綫电 |
| 5. 金屬切削机床常識 | 12. 仪表的仪器 |
| 6. 金屬切削与刀具 | 13. 医疗器材 |
| 7. 表面光洁度、公差和量具 | |

表面光洁度、公差和量具

編 著 者 方 若 愚

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

开本 787×1092 1/32 印張 1 13/16 字數 39,000

1958年10月第1版 1959年5月第1版第2次印刷

印數 15,001—18,000

統一書号：15119·933

定价：(十)0.19元

目 录

一、表面光洁度	1
二、公差和配合	6
三、量具	14

一 表面光洁度

机器上的各种零件，根据不同的作用，要有不同的表面质量。表面质量包括两方面；即表面光洁度和金属表面的物理机械性质。

表面光洁度就是指工件在经过了各种加工（锻、铸、车、刨等），在表面上留下痕迹的微小凹凸不平程度。譬如工件的表面经过刨削以后，表面上就会留下象图1中的刀痕。这些痕迹是由许多凹谷和凸峰所组成，如图2。凹谷和凸峰愈大，表

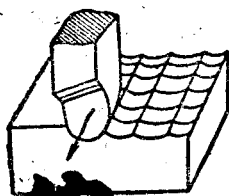


图1. 经刨削后表面留下的刀痕

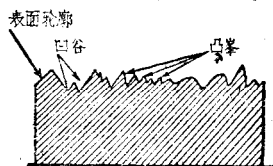


图2. 已加工表面的放大形状

面光洁度就愈低；相反，凹谷和凸峰愈小，则表面就光滑，即表面光洁度愈高。

表面光洁度对机器零件的使用寿命有很大的影响。它影响

到另件的耐磨性，疲劳强度，压合强度和耐蚀性等。

当两个另件相互磨擦时，如果另件的表面光洁度很低，表面就容易磨损，这就是耐磨性不好。

表面光洁度低的另件，经过较长时期的往复受力后，金属就会因疲劳而引起破裂，这就是疲劳强度低。

当两个另件用压合的方法接合时，如果另件的表面粗糙，压合的地方经过震动或受力后就容易松动，这就是压合强度差。

粗糙的已加工过的金属表面较光滑的表面容易锈蚀，这就是耐蚀性差。

由此可知，对多数金属另件的使用上来说，应当是表面光洁度愈高愈好。但是对加工费用来说，表面光洁度愈高，则费用愈大。因此不必要的提高

另件表面光洁度，直接会影响到机器的生产成本。在选择另件表面光洁度时，应当以能够满足使用上的要求为限。图3表示轴，齿轮和皮带盘配合的表面应当有较高的光洁度，

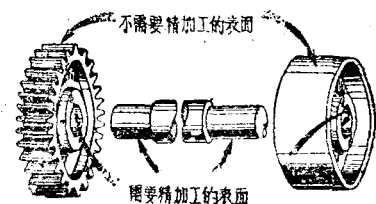


图3. 工件表面的加工精度和光洁度

可以低一些。

另件的表面光洁度对另件的使用性能和生产成本既有这样重大的影响，就一定要有统一的标准来衡量，并且要有一定的符号来表示。我国目前规定的表面光洁度的标准和符号是以苏联的标准为蓝本的。根据标准中规定，表面光洁度的确定有两

种方法：一种是以 H_{cp} 来表示，另一种以 H_{ck} 来表示。

H_{cp} 是以峰谷的平均高度来确定的：

$$H_{cp} = \frac{1}{n} (H_1 + H_2 + \dots + H_n),$$

式中： $H_1; H_2; \dots; H_n$ ——峰谷的高度(图 4)，

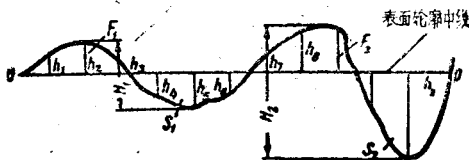


图.4 不平度平均高度的确定

n ——测量的峰谷数。

H_{ck} 的计算方法，是在峰谷的腰間作一条理想的中綫(图 4)，中綫上部的面积和下部的面积相等，可以用下列公式来表示：

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = S_1 + S_2 + \dots + S_n,$$

式中： $F_1; F_2; \dots; F_n$ ——中綫上部各个面积；

$S_1; S_2; \dots; S_n$ ——中綫下部各个面积。

H_{ck} 的近似值，可由下式求出：

$$H_{ck} = \sqrt{\frac{1}{n} (h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_n^2)},$$

式中 $h_1; h_2; \dots; h_n$ ——由中綫各等距点引出到峰谷輪廓外綫上的高度或深度。

n ——中綫上各等距点数，

按照以上的計算方法，把表面光潔度分成14級，它的符號和 H_{ck} 或 H_{cp} 的數值見表 1。

表 1

級 別	符 号	H_{ck} (公忽)	H_{cp} (公忽)
1	▽ 1	—	超过125到200
2	▽ 2	—	超过63到125
3	▽ 3	—	超过40到63
4	▽▽ 4	—	超过20到40
5	▽▽ 5	超过3.2到6.3	—
6	▽▽ 6	超过1.6到3.2	—
7	▽▽▽ 7	超过0.8到1.6	—
8	▽▽▽ 8	超过0.4到0.8	—
9	▽▽▽ 9	超过0.2到0.4	—
10	▽▽▽▽ 10	超过0.1到0.2	—
11	▽▽▽▽ 11	超过0.05到0.1	—
12	▽▽▽▽ 12	超过0.025到0.05	—
13	▽▽▽▽ 13	—	超过0.06到0.12
14	▽▽▽▽ 14	—	到0.06

由上表可以看出，表面光潔度的級數愈高， H_{ck} 或 H_{cp} 的數值愈小，表面就愈光潔。14級是最光潔的表面，1級是最粗糙的表面。

由于工具的发展，表面光潔度分成14級已不够用，因此在标准中从6級到13級中，每級再分成 a、б、в 三等，14級分成 a、б 两等，共分26等。

表面光潔度 H_{ck} 和 H_{cp} 可由各种測量儀器來測定，儀器的種類在量具章內介紹。

另件表面光洁度的形成，是与另件的材料和加工的方法有密切的关系。在切削加工时，影响表面光洁度的主要因素有：切削加工的方法，切削用量，刀具几何形状，冷却液，工件的材料，以及工件、刀具和机床的刚性等几种。其中首先应当正确选择切削加工的方法。表3中列出用各种切削加工方法可获得的表面光洁度，以供选择加工方法的参考。

二 公差和配合

1. 互换性 机器是由很多另件組成的。由于各个另件在机器上作用的不同，它們相互的配合也有不同的性質；也就是說，配合的松紧和准确程度都有不同的要求。例如发动机的活塞和汽缸的配合要很松动，这样在开动的时候才能很好地运转；机床变速齒輪箱中的滑动齒輪和軸的配合要比較紧密一些，但是要能很好地滑动；发动机的活塞和活塞梢的配合就要很紧，装配时要用压力压入孔內。因此，要使机器运转正常，性能良好，所有另件的配合处必須要做得松紧适度。

要把机器上另件都做得准确，使在装配时达到应有的松紧程度，不是一件简单的事情。过去装配机器的时候，必須把另件互相配合的地方进行修括，才能装得上。目前在单件生产中制造机器另件也用这种方法。但是这样做法，装配时所費的人工很多，并且要有技术較高的装配工来装配，机器的质量也不能保証。这就限制了机器不能进行大量生产。

为了弥补上述缺点，在成批生产时，另件必須做成“互换”的。就是說，做好的另件，經過檢驗合格以后，可以不經任何修括，就能装配成机器。同样机器上的同样另件，不經修配，可以互相調換装上，而且仍能保持应有的性能。机器上的另件能够互换以后，装配工作就简单了，装配时所化的人工减少了，成本降低了，周期縮短了，机器质量也有保証了。除此以外，易損的另件，可以預先做好备件，当机件損坏时立即換

上，大大縮短了機器的停修時間。

由於以上的許多優點，目前成批生產的機器零件，必須要具有互換性。

2. 公差 零件配合的松緊，是完全決定於兩個零件配合處間隙的大小，間隙大，零件互相滑動或轉動起來就輕鬆，間隙小，轉動起來就緊；有時零件之間做成沒有空隙，甚至軸比孔大，那就不能互相滑動或轉動了。

要把零件配合處的間隙做成一定的大小，首先要將零件配合處的尺寸做得準確。譬如有50公厘直徑的軸要能在孔內作輕鬆的轉動。我們可把孔的直徑做成50.00公厘，軸的直徑做成49.95公厘，軸和孔之間保持有0.05公厘空隙，就可滿足輕鬆轉動的要求。但是不論用什麼方法來加工零件，由於各種因素的影響，不可能把它做成絕對準確的某種尺寸。例如要把上面所說的軸做成絕對的49.95公厘直徑，把孔做成絕對的50.00公厘直徑，是不可能的，不是稍大，就是稍小，一定會有誤差。即使能把誤差做得極小，但成本一定很高。為了解決以上的困難，互換性零件配合處的尺寸，都預先規定了可以容許的尺寸誤差範圍。這就是公差。

公差的大小要根據機器的精密度，零件的作用，尺寸的大小和配合的松緊來決定。象上面所說的50公厘直徑的軸和孔，如果是用在較精密的機器上，而且能作輕鬆地轉動，可以把公差定為：

孔的最大尺寸50.027公厘 最小尺寸50.00公厘

軸的最大尺寸49.95公厘 最小尺寸49.915公厘

當最大的孔和最小的軸相配合時，中間有50.027—49.915

=0.112 公厘的空隙，还能符合机器精度的要求；最小的孔和最大的轴相配合时，中间保持有最小孔隙 $50.00 - 49.95 = 0.05$ 公厘，还能保证轴在孔中作轻松的转动。

由此可知，机器另件制成以后，必须经过检验，凡尺寸在公差范围以内的另件，是合格的；尺寸超出公差范围的另件，都要经过修正或报废。

公差的大小，要由设计者在图纸上加以注明，制造者按照图纸上的尺寸和公差来制造。

在图纸上注尺寸和公差时，首先要注明公称尺寸。为了简化工具和材料的规格，第一机械工业部规定有从0.5到500公厘的标准直径尺寸120个。设计机件时所计算出的尺寸，一定要调整到符合标准尺寸的数字，这个尺寸就是公称尺寸。象上面举例中的孔和轴的50公厘直径，就是公称尺寸。其次要注明公差的大小。如果规定的公差是比公称尺寸最大可以超过0.05公厘，最小可以比公称尺寸小0.10公厘，那末在图纸上就注明 $50_{-0.10}^{+0.05}$ ，把大的数字注在右上角，小的数字注在右下角。50就是公称尺寸，50.05叫做最大极限尺寸， $50 - 0.10 = 49.9$ 叫做最小极限尺寸，最大极限尺寸和公称尺寸之差0.05叫上极限偏差，公称尺寸和最小极限尺寸之差0.10叫下极限偏差，上极限偏差和下极限偏差之和 $0.05 + 0.10 = 0.15$ 就是公差。图5

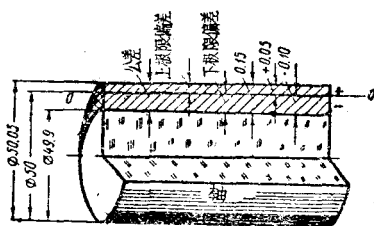


图5. 公差的概念

是軸的公差的示意图,为了容易表示起見,把軸繪成切去1/4角。

如果最大极限尺寸和最小极限尺寸都小或大于公称尺寸,那末註尺寸公差时,仍是把最大的极限偏差写在公称尺寸的左上角,最小极限偏差写在右下角。如:

$$50 \begin{matrix} -0.05 \\ -0.15 \end{matrix}, 50 \begin{matrix} +0.15 \\ +0.05 \end{matrix}$$

如果最大或最小的极限尺寸就是公称尺寸,那末只要写上一个上极限偏差或下极限偏差就可以了。如:

$$50^{+0.10}, 50_{-0.10}$$

3. 配合 在上节講过,两个另件互相配合的时候,如果要互相能轉动或滑动,中間必須有間隙。間隙的大小,即等于孔的尺寸和軸的尺寸的差数。如果两个另件要能配合得很坚固,那末不但不应有間隙,而軸的尺寸应稍大于孔的尺寸。这时軸和孔的尺寸差数,称为公盈。

根据配合的松紧,配合可分为三大类,即:紧配合类,过渡配合类和活动配合类。每类中根据松紧又分成几种配合座,共計12种配合座。它的名称和代号見表 2。

表 2

紧 配 合 类		过 渡 配 合 类		活 动 配 合 类	
名 称	代号	名 称	代号	名 称	代号
热配合	Гр	固配合	Г	滑配合	С
压配合	Пр	牢配合	Т	紧动配合	Д
輕压配合	Пл	紧配合	Н	动配合	Х
		密配合	П	輕动配合	Л
				松动配合	Ш

以上各种配合，必须由設計者根据机器的結構和另件的作用来选用。

4. 公差制度 为了設計上和制造上的方便和工具量具的簡化，各工业发达的国家都訂有自己的公差制度。我国在1956年底也規定了以苏联公差制度为藍本的公差制度。公差制度中規定了公差分为基孔制和基軸制。

基孔制是当同样公称尺寸和精度的孔和軸相配合时，如果要得到不同的配合，孔的极限尺寸不变，仅改变軸的极限尺寸

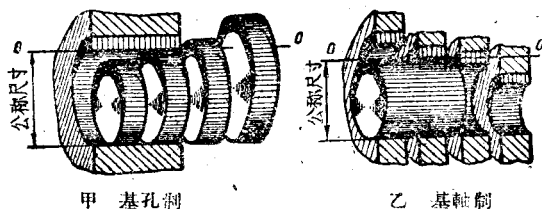


图6. 公差制度

来适应配合的要求(图6甲)。基軸制与基孔制相反，軸的极限尺寸不变，改变孔的极限尺寸来适应各种不同的配合(图6乙)。在設計机器时究竟应当采用基孔制还是基軸制，这主要要看制造时用那一种来得方便。如果两种都能可用时，以采用基孔制較好。

在图紙上基孔制用符号 A 来表示，基軸制用符号 B 来表示。

公差的大小，代表了精度的高低。公差愈小，精度愈高；公差愈大，精度愈低。在标准中把工件的精度分为10級：1，2，2a，3，3a，4，5，7，8，9。1級精度最高，9級最低。

各級精度的公差數值可以根據直徑大小，配合種類和基孔制還是基軸制等在公差表上查出。

在圖紙上註尺寸時，可以把配合符號和精度等級註在尺寸的後面。如：

$\Phi 50 A_1$ 表示直徑為50公厘，1級精度的基準孔，

$\Phi 50 B_1$ 表示直徑為50公厘，1級精度的基準軸，

$\Phi 50 C_3$ 表示直徑為50公厘，3級精度滑配合的軸或孔。註在軸上就是基孔制，註在孔上是基軸制。

如果是2級精度，就不必註明級數；如：

$\Phi 50 C$ 就表示直徑為50公厘，2級精度滑配合的軸或孔。

5. 加工方法對表面光潔度和精度的關係。加工另件時影響表面光潔度和精度的因素很多，不可能在本書中詳述。為了供讀者作粗略的參考，表3中列出加工方法與精度、表面光潔度的關係。

在設計機器時，另件的精度必須規定得很合適。精度定得太低，就會影響機器應有的性能。精度定得過高，另件製造時化費人工就多，影響到產品的成本。產品的設計者必須重視這一點。製造者必須按照設計的精度和表面光潔度來加工另件，不容許擅自變更圖紙上規定的精度和表面光潔度。

表8. 加工方法和表面

表面 光 洁 度 等 级	加 工														
	砂 型 铸 件	压 铸 件	模 铸 件	冷 轧 件	刨		車 和 搪			臥 銑		立 銑		钻 孔	扩 孔
					粗	精	粗	精	細	粗	精	粗	精		
					5~7	4~5	4~7	3a~4	2a~3a	3a~5	2a~4	3a~5	2a~4	4~7	4~5
1	☒		☒		☒										
2	☒	☒	☒		☒		☒							☒	
3	☒	☒	☒		☒		☒			☒		☒		☒	☒
4	☒	☒	☒			☒	☒			☒		☒		☒	☒
5		☒		☒		☒		☒		☒		☒			☒
6		☒		☒		☒		☒	☒		☒		☒		☒
7		☒		☒				☒	☒		☒		☒		
8				☒					☒				☒		
9															
10															
11															
12															
13															
14															

光 洁 度 及 精 度 的 关 系

[illegible]

三 量 具

为了保证机器另件具有准确的尺寸和形状，在制造过程中必须随时进行测量和检验。用来测量和检验另件的工具，叫做量具。

机器另件有不同的形状，大小和精度。测量不同大小，形状和精度的另件，要用不同的量具。因此量具的种类和式样很多。一般可分为下列9类：

1. 刻线量具
2. 端面量具
3. 比较量具
4. 空气量仪
5. 光气量仪
6. 电气量仪
7. 测量角度和锥度的仪器
8. 测量齿轮的仪器
9. 测量表面光洁度的仪器

下面把常用的量具介绍一下。

1. 刻线量具

刻线量具有简单的和复杂的二种。简单的有钢皮尺，钢卷尺和作为辅助工具用的卡钳。复杂的有游标卡尺，高度游标尺，深度游标尺和分厘卡等。

一、钢皮尺 是最简单的量具，形状如图7。它是由钢皮