

中等專業學校試用教科書

金屬工藝學

第 三 冊



高等教育出版社

中等专业学校試用教科書



金 屬 工 艺 学

第 三 册

陈仁恬 肖熙林 何远荣編

江苏工业学院图书馆
藏书章

本書是根据前高等教育部 1955 年批准的中等专业学校金屬工艺学教学大綱編写的，可作为中等技术学校机器制造类各专业的“金屬工艺学”試用教科書，其他有关专业也可作为教学参考書用。

金屬工艺学第一、二册曾由前高等教育部中等专业教育司規定作为中等专业学校机器制造类各专业的試用教科書，并已由我社出版。第一册内容包括“黑色及有色金屬的冶煉”及“金屬学”两部分，第二册内容包括“金屬鑄造”，“金屬的压力加工”及“金屬的焊接及切割”三部分。本書为金屬工艺学第三册，内容主要为“金屬切削加工”，其中包括“公差配合及技术測量”、“金屬切削的基本概念”、“各种机床的加工”和“鉗工及裝配基础”等 10 章。

参加本書編写工作的有陈仁悟、肖熙林及何远荣。

本書因根据的教学大綱較旧，初稿完成時間較早，未能結合目前教学改革后的情况，本拟徹底修訂，但因第一、二册出版已久，外界对本册的需要孔亟，故只能在原有基础上尽量結合目前我国在这方面的新成就，整理出版。希使用本書的教师及讀者多提意見，以便將來修訂时参考。意見請寄北京宣武門內承恩寺 7 号本社編輯部。

金 屬 工 艺 学

第三册

陈仁悟 肖熙林 何远荣編著

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号 15010·582 開本 850×1168 1/32 印張 6 5/16 插頁 1

字數 142,000 印數 0001—5,000 定價 (10) 1.00

1958 年 12 月第 1 版 1958 年 12 月北京第 1 次印刷

目 录

第六篇 金屬切削加工

概論	487
第二十九章 公差、配合与技术测量的基本概念	490
第一节 公差、配合的基本概念	491
第二节 表面光潔度	496
第三节 技术测量和量具	497
第三十章 金屬切削加工的基本概念	509
第一节 金屬切削加工的主要方式	509
第二节 金屬切削的基本知識	510
第三节 金屬切削机床概論	521
第三十一章 車床及其加工	533
第一节 普通螺絲車床	534
第二节 車刀主要类型	544
第三节 車床附件	547
第四节 車床作业	552
第五节 立式車床	561
第六节 轉塔車床	562
第七节 自动車床及半自动車床	565
第三十二章 鑽、 床 鏜床及其加工	567
第一节 鑽削过程	567
第二节 孔加工刀具	570
第三节 鑽床	571
第四节 鏜床	577
第三十三章 鉋床及其加工	579
第一节 鉋削和插削过程	579
第二节 鉋刀与插刀	581
第三节 鉋床类机床	583
第四节 鉋床作业	588
第三十四章 拉床及其加工	591

第一节	拉刀	591
第二节	拉床	593
第三节	拉床作业	594
第三十五章	銑床及其加工	595
第一节	銑削过程	595
第二节	銑刀	603
第三节	銑床	608
第四节	銑床作业	622
第五节	用展成法加工齿輪	629
第三十六章	磨床及其加工	633
第一节	砂輪及磨料	633
第二节	磨削过程	638
第三节	磨床	641
第四节	磨床作业	647
第三十七章	金屬的特殊方法加工	651
第一节	金屬的电加工	651
第二节	超声波加工	654
第三十八章	鉗工及装配基础	655
第一节	划綫	656
第二节	鑿削	663
第三节	切断	665
第四节	金屬的校正	667
第五节	銼削	668
第六节	刮削	672
第七节	鑽孔和鉸孔	675
第八节	切螺紋	677
第九节	装配	679

第六篇 金屬切削加工

概 論

用刀具从毛工件上切去多余的金屬(加工余量),而使工件符合圖紙上所規定的形状、尺寸及必要的精度及表面光潔度,这种加工过程叫做切削加工。

金屬切削加工在机器制造业中有很重要的意义,因为設計師所要求零件的尺寸、精度和表面光潔度,在大多数情况下,只有采用金屬切削加工法才能得到保証。

从工件上切去加工余量,可以用手工的方式——鉗工,也可在金屬切削机床上来进行——机械加工。其中机械加工是切削加工的主要方式。

机械加工时要提高劳动生产率和降低产品成本,主要是依靠正确的选择机床、刀具、夹具和切削用量(即切削速度、送进量及切削深度等)。

我国是世界上文化和科学發展最早的国家之一,在金屬切削加工工艺方法方面,留有光輝的史頁。公元前 530 年左右,我国已有鑽削加工方法,到了 1668 年,我国的銑削已發展到与目前所采用的銑削加工很类似的形式,如圖 331 所示。圖中所示是加工天文仪器上的銅环的情形,工件被固定在磚台上,而直徑近 2 丈的銑刀(嵌齿銑刀)由牲畜带动旋轉。工件經銑削后,还用磨石磨削(圖 332)。磨石上放有漏水桶,用以冷却工件,以便提高工件的表面光潔度。

銑刀片用鈍后,可以拆下来进行刃磨。刃磨时所采用的磨床

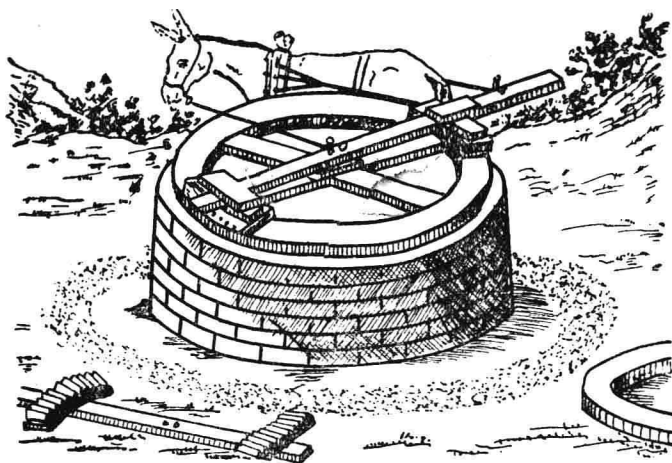


圖 331. 公元1668年我国的銑削。

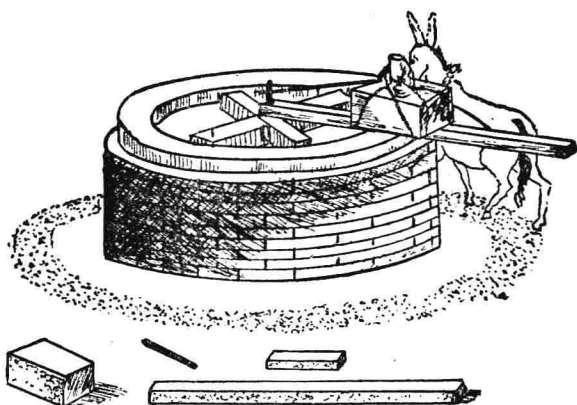


圖 332. 公元 1668 年我国的磨削。

(圖333),其原理与現在常用的砂輪机很相似。

以上这些情况,仅是我們祖先智慧結晶的一部分,但仅就这一部分看来,我国当时金屬切削加工工艺是相当發达的。

但是由于中国長时期来受着封建势力的束縛以及帝国主义势力的侵入,特别是国民党反动政府的統治,使我国的机器制造业在

解放前夕成为数量很少、設備簡陋、技术低落、带手工性質、只能修配、不能独立制造,且完全从属于帝国主义的工业体系。

解放后,新的社会制度使机器制造工业,如同我国其他经济建设一样,获得了飞跃地发展。在党和政府的正确领导,全国人民的努力以及作了国家主人的工人阶级积极的劳动下,开始对我国旧的机器制造工业进行彻底的改造。

在三年恢复期中,我国机器制造工业已经生产了许多过去从来不会和不能生产的产品。到了1952年制造成功的有:全套纺织机器、割煤机、

3000 瓩水輪發電設備、桥式起重机以及四十三种新式金属切削机床。

经过了第一个五年计划,我国已经生产了近 3 万台金属切削机床,34 万瓩的发电设备,并建立了我国自己的汽车及飞机制造业。第一汽车制造厂及南京汽车制配厂曾生产了几种不同类型的汽车。到了1957年底我国除了能制造喷气式飞机外,又试制成功了安 2 型民用飞机,除此以外还制成了轻便小型的拖拉机及石油鑽机等。

在第一个五年计划期间,国家对机器制造业的总投资占全部工业投资的四分之一。新建和扩建了 86 个较大的机器制造厂,其中包括沈阳第一机床厂、哈尔滨及成都量具刀具厂、第一汽车制造厂、第一拖拉机制造厂和重型机器厂等。

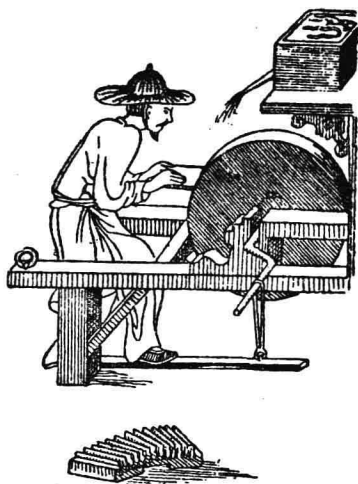


圖 333. 公元 1668 年我国的刀具磨床。

1958 年是我国第二个五年计划的头一年，在社会主义建設总路綫的光輝照耀下我国工业正以空前未有的速度向前發展。我們不仅在高速度地增加机械工业設備的产量，并正在高速度地增加机械工业产品的品种。仅在 1958 年一年中就試制成功了成套軋鋼設備、2500 吨水压机、合成法制氨的全套設備、各种类型的汽車及拖拉机、重型及精密机床等等。这些产品的試制成功标志着我国的机器制造工业的水平大大的提高了一步。而且根据我国具体情况出發还創造了很多适合我国目前情况的一些加工方法，如用小机床加工大工件的“螞蟻啃骨头”等等。到了 1962 年也就是第二个五年计划完成的那一年，我国的机械制造工业将基本上滿足我国社会主义建設中所需要的一切設備。

党向全国人民提出了要在 15 年內使我国工业生产水平赶上并超过英国。

为了完成这些任务，全国人民必須在党的领导下發揮自己的積極性和創造性，努力地去完成工作。

要想很好地了解各种金屬切削加工方法，必須研究：公差配合，金屬切削原理，各种机床的构造以及工件在各种机床上的加工方法。

第二十九章 公差、配合与技术測量 的基本概念

在現代机器制造业中，当进行成批、大批或大量生产时，为了减少机器在装配或修配时的困难；或厂与厂間进行协作时，大都使制成的机器零件具有互换性。只有某些个别情况，主要是在重型机器制造业中，由于产量較少，互换性原則才沒有被采用。

所謂互換性就是从一批加工出来的零件中，任意取出一个都可以装配在机器或部件上，而不需要任何額外的修配工作，同时能使装配成的成品达到相同的質量。具备这种特点的一批零件就叫做具有互換性。

具有互換性的零件使装配工作方便，免去了装配时的修配工作，因此使装配時間縮短，这样就可以减少装配車間的面积。同时当机器使用一段時間后，需要修理时，可以很快的用新的零件更換已損坏的零件，从而就短縮了修理時間，并减少了修理費用。

要使零件具有互換性，就要求制成的一批零件的实际尺寸應該在工作圖上所規定的尺寸範圍內，亦即达到所要求的精度。怎样在加工零件以前确定零件的精度，以及在加工后怎样去进行检查就必须了解公差、配合与技术測量。

第一节 公差、配合的基本概念

在机器上相互結合的零件中，必有一个包容面¹⁾和一个被包容面²⁾，其中最常見的就是軸和軸承。軸承的內表面是包容面，軸頸的外表面是被包容面。

在設計机器时，根据技术要求和使用要求首先計算出結合零件中一个的尺寸，然后从国家标准中規定的120个(由0.5~500公厘)的标准尺寸中，选用与計算結果最近似的数值，作为該零件的尺寸。这个尺寸，不管对于包容面或被包容面都是一样的，叫做公称尺寸。

但在机器制造的过程中，所制成的零件尺寸不可能与公称尺寸完全一致。实际加工出来的零件尺寸叫做实际尺寸。

一批零件的实际尺寸，很难絕對一样，因为机床、刀具以及尺寸的測量都不可能十分精确。而另一方面也沒有必要使一批零件的尺寸完全相同，这样会大大的增加机器的成本。但是为了不使

一批零件的实际尺寸出入过大,以致影响零件的互换性和制成成品的使用性能,就要給零件的实际尺寸規定一个界限,不允許制成零件的尺寸超过所規定的界限。作为界限的尺寸,实际尺寸的上限叫做最大界限尺寸;实际尺寸的下限,叫做最小界限尺寸。

最大界限尺寸与最小界限尺寸的差叫做公差。零件的公差越小,一批零件的实际尺寸就越近似。若公差等于零,就表明这一批零件的实际尺寸完全一样,但这种情况在实际生产中是不可能的。

零件的公称尺寸和两界限尺寸的差叫做尺寸偏差。最大界限

尺寸和公称尺寸之差叫做上偏差。最小界限尺寸和公称尺寸之差叫做下偏差。

上、下偏差可能是正的、負的或等于零。为了要表示偏差是正或負,应在表示偏差数值的数字前面加以“+”或“-”的符号。

在零件工作圖上是用零件的公称尺寸来表示零件的尺寸;用上下偏差表示公差。表示的方法是在公称尺寸数值的右上方,注明上下偏差。例如軸为 $\phi 40_{-0.15}^{+0.05}$;

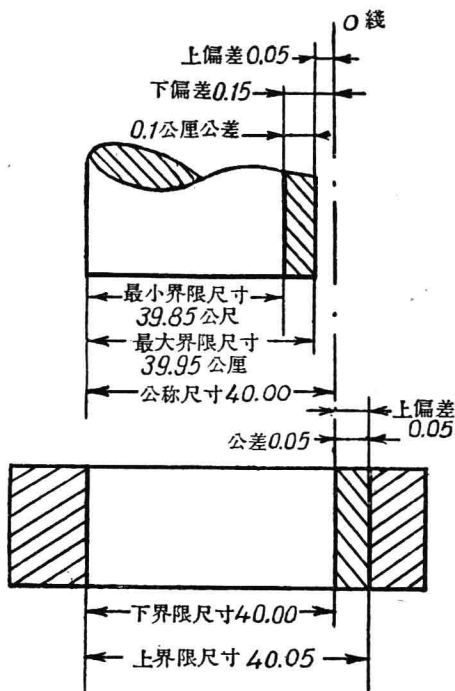


圖 334. 公差带和公差的分布圖。

孔为 $\phi 40_{+0}^{+0.05}$ 。根据零件的公称尺寸和上下偏差,可以算出界限尺寸,用来檢查零件是否合格,如圖 334 所示。

对于轴:

最大界限尺寸 = $40 - 0.05 = 39.95$ 公厘;

最小界限尺寸 = $40 - 0.15 = 39.85$ 公厘;

公差 = $-0.05 - (-0.15) = 0.1$ 公厘。

对于孔:

最大界限尺寸 = $40 + 0.05 = 40.05$ 公厘;

最小界限尺寸 = $40 + 0 = 40.00$ 公厘;

公差 = $+0.05 - (+0) = 0.05$ 公厘。

在机构中往往要求一些相互结合的零件之间产生相对运动,如轴与轴承。这就要求它们之间有一定的间隙。而在另一些情况下,又要求相互结合的零件能牢固的结合,如滚珠轴承的内圈与轴颈,就要求轴承内圈固定在轴颈上。这就必须使被包容面的尺寸大于包容面的尺寸。只有这样才可能使它们很牢固的结合。

孔和轴直径尺寸的正值差叫做间隙,用 S 表示。由于孔和轴的尺寸都有公差,所以间隙也就有最大和最小值。

$$S_{\text{最大}} = D_{\text{最大}} - d_{\text{最小}}$$

$$S_{\text{最小}} = D_{\text{最小}} - d_{\text{最大}}$$

$D_{\text{最大}}$ 和 $D_{\text{最小}}$ 表示孔的最大和最小界限尺寸。

$d_{\text{最大}}$ 和 $d_{\text{最小}}$ 表示轴的最大和最小界限尺寸。

孔和轴直径尺寸的负值差叫做过盈,用 H 表示。同样过盈也有最大和最小值。

$$H_{\text{最大}} = d_{\text{最大}} - D_{\text{最小}}$$

$$H_{\text{最小}} = d_{\text{最小}} - D_{\text{最大}}$$

将一个零件镶入另一个零件,使它们结合之后具有不同程度的牢固性或不同程度的相互滑动性叫做配合。

公差和配合制度

根据计算和經驗,把标准尺寸的公差和配合有规律的組織成

一系統,这种系統叫做公差和配合制度。

这个制度根据下列原則可分为:

1. 按具有不变界限尺寸零件的不同,分为基軸制和基孔制;
2. 按公差的大小,分为若干精度等級;
3. 按过盈或間隙的大小,分为許多配合形式。

1. 基軸制和基孔制 使孔的界限尺寸固定不变,依靠改变軸的界限尺寸使孔和軸具有各种不同的配合,这种制度叫做基孔制,如圖 335 所示。孔的下界限尺寸等于公称尺寸,即孔的下偏差等于零。

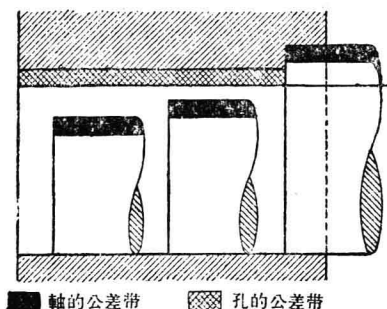


圖 335. 基孔制圖示。

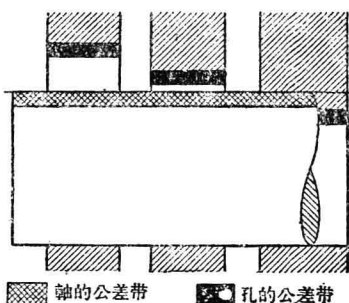


圖 336. 基軸制圖示。

若使軸的界限尺寸固定不变,孔和軸的各种不同配合,是靠改变孔的尺寸来达到时,就叫做基軸制,如圖 336 所示。軸的最大界限尺寸等于公称尺寸,即軸的上偏差等于零。

在机器制造业中基孔制要比基軸制应用得广泛些,因为孔的加工要比軸的加工困难。若采用基孔制对于一定精度,一定尺寸的孔仅使用一套孔加工工具(如鉸刀、拉刀等)即可将所需要的孔制成,因为基孔制中,对于同一精度和一定尺寸的孔,它的界限尺寸是固定不变的。

但在一些情况下,还必须用基軸制,如安装滾珠軸承外圈的孔

等。

2. 精度等級 所謂精度等級系指加工精度而言,即零件的实际尺寸接近公称尺寸的程度。根据第一机械工业部頒标准,規定精度等級共分成十級,即 1, 2, 2a, 3, 3a, 4, 5, 7, 8, 9。其中 1 級精度公差最小, 2 級次之, 9 級公差最大。

1 級精度应用較少,只有在配合規定得很严格时才使用,如精密滾珠軸承的零件,風动工具的零件等。

2 級精度应用很广,主要用于精密的机器制造、仪表制造、机床制造、發动机制造等。

3 級精度在精密机械,普通的机器制造,紡織机器制造等工业中应用得很广泛。

4 級精度用于机車制造和农业机器制造业中。

5 級精度是当結合零件沒有很高的要求时采用。

7, 8, 9 級精度用于无需配合要求的零件,以及由模鍛或其他热加工方法制得的零件。

3. 配合的形式 配合是零件結合的性質,配合分成三类:

1) 靜配合:其特点是結合零件之間有过盈;

2) 动配合:其特点是結合零件之間有間隙;

3) 过渡配合:其特点是結合零件間可能有过盈,也可能有間隙,主要是取决于零件的实际尺寸。

根据第一机械工业部頒标准按照間隙或过盈的大小,每一类配合又可分为:

1. 靜配合

1) 热配合(Γ_p)

2) 压配合(Π_p)

a. 第一种压配合(Π_{p1})

b. 第二种压配合(Π_{p2})

c. 第三种压配合(II_{p3})3) 輕压配合(II₁)

2. 过渡配合

1) 固配合(Γ)

2) 牢配合(T)

3) 紧配合(H)

4) 密配合(Π)

3. 动配合

1) 滑配合(С)

2) 紧动配合(Д)

3) 动配合(X)

4) 輕动配合(Л)

5) 松动配合(Ш)

各个配合用俄文字母来表示。为了区别不同的精度等級,在字母后面用数字注明精度等級。如一級精度的固配合,就写成 Γ₁;二級精度的各种配合,因用得很广,故不須注明,如二級精度固配合,只写 Γ 即可,而不必写成 Γ₂。

第二节 表面光潔度

所謂表面光潔度就是零件表面不平度的尺寸特性。

零件在加工过程中,由于刀具送进;机床与刀具的振动;刀具对零件的摩擦和切削的形成等,全会使已加工表面留下細小的痕迹,造成表面的不平度。

已加工表面上所留下痕迹的凸峰峪底到其中級高度的平方平均值的平方根值,或凸峰至峪底高度的算术平均值的大小可以作为評定零件表面光潔度的标准。

按照第一机械工业部部頒标准的規定,零件的表面光潔度共

分为 14 級。其表示符号如 $\nabla_1, \nabla_2, \nabla_3, \nabla_4, \nabla_5, \nabla_6, \nabla_7, \nabla_8, \nabla_9, \nabla_{10}, \nabla_{11}, \nabla_{12}, \nabla_{13}, \nabla_{14}$ 。每一級光潔度有規定的不平度的数值。 ∇_1 最大, ∇_{14} 最小。

各种不同加工方法所能达到的表面光潔度等級如下:

加工方法	等級
粗車, 粗鉋, 粗鏜	1~3
光車, 光鉋, 光鏜	4~7
粗銑	1~3
光銑	4~5
粗磨	6~7
光磨	8~9
細磨	9~10
光拋光	9~12
光整拋光	12~13

第三节 技术测量和量具

I. 技术测量基础 测量可以認為是把要测量的量(如長度、角度等)和通用的度量單位相比較。例如角度的度量單位是 1° , 某一个角度为度量單位的 50 倍, 則此角为 50° 。

我国所采用的测量制度是米制, 一米(或一公尺)就是断面如 X 型鉑鈹合金制成的原尺上, 两条刻綫之間的距离。这条原尺保存在法国巴黎国际度量衡局內, 名叫国际米尺, 作为長度度量單位的标准。

为了在全国範圍內, 在任何情況下都能正确地进行测量, 就必须使各地長度标准統一, 即建立尺寸傳遞制。我国第一机械工业部的尺寸傳遞系統如下: 1. 部屬技量檢定所的長度标准是最高标准, 用这个标准来驗證和檢查区域計量室的标准, 这样可以使各个

区域計量室的标准一致; 2. 区域計量室标准: 这个标准用来驗證和檢查在該区域内各中心計量室的長度标准, 这样即可使各个中心計量室的标准統一; 3. 中心計量室的标准: 此标准用作驗證和檢查全厂所用标准量具和測量儀器, 以保証全厂的量具和儀器的尺寸統一。

进行測量时的溫度, 应設法保持恒定不变, 因为測量儀器都是在溫度为 20°C 的条件下刻制的。而各种材料在不同的溫度条件下都会或多或少地改变它們的尺寸。因此不是在 20°C 时进行測量, 就会产生誤差。当量具和被測量零件的材料不同时, 所产生的誤差就更为显著。

測量工具的測量面加在被測量面上的压力对于測量的精确度也有影响。应该遵守的基本規則就是在測量时所使用的力要均匀, 即測量压力的大小应不超过所允許的数值。因为用力过大, 会使測量工具本身, 或被測量的零件变形, 并会把零件被測量的地方压平。这种情况在測量粗糙表面时尤为显著。如此在量具上大都有把測量压力限制在一定範圍內的裝置, 以保証在測量时由于測量压力大小所引起的誤差不致超过一定的限度。

除此以外, 量具的保管以及使用的正确与否对于測量結果的精确度和量具的使用期限都有很大的影响。

为了要延長量具的使用期限, 并获得正确的測量結果, 必須很好地爱护量具。为此必須在使用完畢后, 清除上面所沾的油和其他污物并将它放在特制的盒中, 垫以軟布以防止灰塵和振動。

測量工具要定期进行校驗, 否則当它已失去了必要的精度, 由于沒有及时进行校驗, 未能發現, 在生产中繼續使用时, 会产生大量的廢品。

II. 常用的測量工具 現代的加工工艺对于測量工具提出了各种要求, 因此采用了各种不同用途、不同工作原理和結構的