

271
7731

机械制造实用知识丛书

塑料夹具

周家琰编著



江苏人民出版社

· 內 容 提 要 ·

塑料夹具是一种先进的工艺装备。它的优点是能提高劳动生产率和工件的定心精确度，又能降低夹具的制造成本。

本书主要是根据国内某些工厂的实际工作经验编写而成，所以内容比较切合实用。书中首先说明塑料夹具的概念，然后着重地对塑料夹具的设计、制造和塑料的配制等作了系统而扼要的叙述；最后介绍某些工厂经过实际考验的一些塑料夹具结构。

本书可供机械制造业的干部、工人和初级工程技术人员阅读与参考。

机械制造实用知识丛书

塑 料 夹 具

周家瑛編著

江苏新华书店出版业经许可出版○○一〇

江苏人民出版社出版

南京湖南路十一号

江苏省新华书店发行 南京前进印刷厂印刷

开本 787×1092 36/32 印张 2 3/4 字数 58,000

一九五八年十一月第一版

一九五八年十一月南京第一次印刷

印数 1—3,000

统一书号：T 15100·121

定 价：(5) 二 角

序

近來由於我國的機械製造工業飛躍地向前發展，因而在金屬切削機床上加工，工件的精度要求（如：同心度、垂直度等）也日益提高，一些普通的工藝裝備已不易保證高的精度等級。此外，由於各廠大力推廣了金屬高速切削，大大地縮短了工件在金屬切削機床上加工的機動時間；但輔助時間的變化卻很少，這就要求我們去尋找一種能滿足工件精度要求，同時又是高效率的新穎工藝裝備。這本書就是簡單地介紹一種先進的工藝裝備——塑料夾具。塑料夾具是一種新式的夾具，在蘇聯使用這種夾具已有十幾年的歷史了，由於它在構造上和使用的效能上具有突出的優點，因而在蘇聯的各個機器製造廠中普遍地採用。

南京某廠在加工某一工件的內孔時，根據技術條件的規定，工件的內孔對外圓柱面的同心度須不超過 0.005 公厘。為了達到這一精度要求，就需要用千分表進行仔細的校正，使孔的中心到外圓柱面中心的偏差小於 0.002—0.003 公厘。擔任這種校正工作的必須是技術高度熟練的技工，而且花費在校正上的時間約需 10—15 分鐘之久。即使這樣，廢品也還時常出現。自該廠採用塑料夾具後，不僅保證了工件同心度的要求，且操作簡便、迅速，裝夾工件只需花費 8 秒鐘左右，並能保證消除廢品。

由此可以看出，塑料夾具是一種值得推廣的先進夾具，我國某些工廠現已開始廣泛地採用。這本書中所收集的一些夾具結構，大部分是在我國各工廠中經過實際考驗的，只有極少的一部分是參考蘇聯資料。由於編者水平不夠，書中缺點與錯誤難免，編者以萬分感謝的心情來接受一切為改善本書而提出的意見和批評。

周家琰 一九五八年七月於南京

目 录

第一章 塑料夹具的一般概念	1
一 什么叫塑料夹具	1
二 塑料夹具的优缺点	1
三 塑料夹具的作用原理	5
第二章 塑料夹具的设计	7
一 薄壁套筒的设计	8
二 其他零件的设计	40
第三章 塑料夹具的制造	44
一 薄壁套筒的制造	44
二 其他零件的制造	47
第四章 塑料的配制与浇注	49
一 塑料的成份、性能与制造	49
二 塑料的浇注	57
第五章 塑料夹具的使用与维护	60
第六章 塑料夹具的结构介绍	61

第一章 塑料夹具的一般概念

一 什么叫塑料夹具

在普通的夹具中，工件的紧固是利用螺钉、偏心、楔块或压板等，因此我們說这种夹具是应用机械方法夹紧工件的夹具，塑料夹具与此类夹具就略有一些差别。所謂塑料夹具并不是說夹具的主要零件或全部零件是由塑料所制成的夹具，而是指利用液性塑料来传递夹紧力的这种夹具，也就是說不是用螺钉、偏心等夹紧元件直接来紧固工件的。

目前所应用的塑料夹具，大体上可以分为两大类：一类是使工件精确地定中心用的夹具，此类夹具我們就称它为“定心塑料夹具”。另一类是进行多工件压夹用的夹具，我們称它为“多位塑料夹具”。

定心塑料夹具多半是做成心軸或卡盘的型式，应用于車床、磨床和齒輪加工机床等；也可用在檢驗工作中以提高檢驗的速度和質量。多位塑料夹具有些类似于有多位夹紧机构的夹具，所不同的就是它是利用液性塑料来传递压力，而且結構也較为簡單。多位塑料夹具大部分是应用在銑床上，但也有使用于鑽床和平面磨床的。

二 塑料夹具的优缺点

为什么說塑料夹具是一种值得推广的先进夹具，它的优点究竟在哪儿呢？在沒有談这个問題之前，不妨先来看一个实际例子。如果現在有一个工件，要求在車床上加工工件的內、外

圓，而且保證同心度不超出0.005公厘。當然在一次定位中加工出工件的內、外圓是能保證所要求的同心度，但這樣的加工方法往往是不經濟的；而且在很多場合下，由於工件形狀的特殊性，不可能在一次定位中進行加工。如果說要在兩次定位中來加工工件的內、外圓，那我們一定會說這是非常困難的。事實也確實是這樣，利用普通的夾具（如漲胎、夾頭等）是無法保證這樣高的精度。無論是先加工內孔，後加工外圓；或者先加工外圓，後加工內孔，都很难保證工件不超差。

通常我們在遇到要加工這樣的工件時，都是請那些技術高明的老技工來擔任，而且還需要花費很多的时间用千分表進行校正，才能達到工件的精度要求。這種老牛拖破車似的生產效率是無法滿足當前一日千里地大躍進的要求。那怎麼辦呢？定心塑料夾具就能幫助我們順利地解決這一問題。

如果說採用老的校正方法使工件精確地定中心需要花費10分鐘的話，那麼利用定心塑料夾具只需5—6秒鐘即可，提高使工件精確地定中心的速度100倍以上。定心塑料夾具最突出的優點就是定心精度高（可達0.002—0.003公厘），而且顯著地縮短了裝夾工件的輔助時間，提高了勞動生產率和設備利用率。此外，定心塑料夾具的結構也比較簡單，製造起來也比彈簧夾頭等容易，因此此類夾具與用機械方法壓夾的夾具相比，製造成本平均可以降低30%左右。採用定心塑料夾具加工精度要求較高的工件，一般的技工都能很熟練地掌握，而且可以保證不出廢品。所有這些優點已足以說明定心塑料夾具的技術、經濟效果是非常巨大的了。

定心塑料夾具是不是有缺點呢？有的。用於定心塑料夾具的工件，其基準面一般必須達到二級或三級精度，只有在工件尺寸很大時（基準面直徑大於90公厘），達到四級精度的基準面也可應用。這也就是說，如果工件基準面的精度很低，就不能採用

定心塑料夹具，这样就使定心塑料夹具的应用范围受到了一定的限制。这就是这种夹具的美中不足之处，但这缺点与其优点相比还是微不足道的。如果我们能选择机械性能很高的高级合金钢来制造夹具的薄壁套筒，上述情况也就可以改善一些。

现在我们来谈一谈多位塑料夹具。通常我们在铣床或其他机床上加工尺寸不大的工件时，总是要设法多装夹几个工件，同时进行加工，以提高劳动生产率。

我们知道，要将一个力源的力传递给夹具多位夹紧机构的数个夹紧元件，可以用各种不同的方法来达到。过去我们都是采用机械方法（如：利用浮动压板、滑块等）来传递夹紧力。如图1所示，当拧紧螺帽1时，浮动压板2就同时将八个工件夹紧。由于浮动压板能起均压的作用，所以工件相互之间的尺寸即使有些偏差，也不会影响它的夹紧。这种结构的多位夹具虽具有一定的优点，如效率高、刚性较好，但它有很多严重的缺点，即制造复杂、结构笨重、各个连接件之间的间隙有时会被脏物堵塞而使其失去灵活性等。

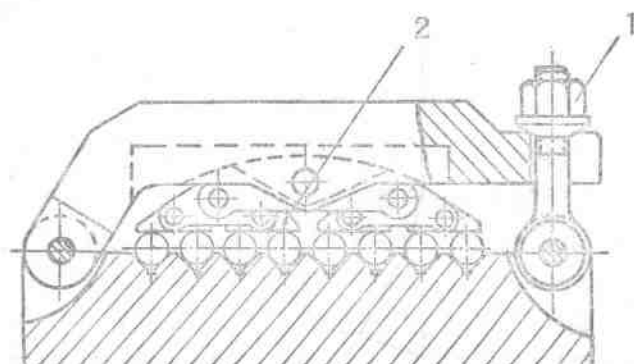


图1 利用浮动压板的多位夹具简图

多位塑料夹具就没有上述这些缺点，我们只要将图2与图

1 比較一下就可以知道。多位塑料夾具結構簡單、製造方便、製造費用也比圖 1 的結構要低。在圖 2 中，1 是鉸鏈壓板，2 是液性塑料。當擰緊螺帽 4 時，塑料 2 便將夾緊力傳遞給八個滑柱 3，由於塑料是能起均壓的作用，所以可以同時將八個工件牢固地夾緊。利用多位塑料夾具來加工尺寸比較小的工件時，更顯出它的優越性，因為小工件在多位塑料夾具中能盡量地靠攏，地位就可以大大地減省。這樣不僅能節省很多夾緊工件的輔助時間，而且機動時間也能因之而降低。所以我們說多位塑料夾具是一種符合多、快、好、省原則的先進夾具。

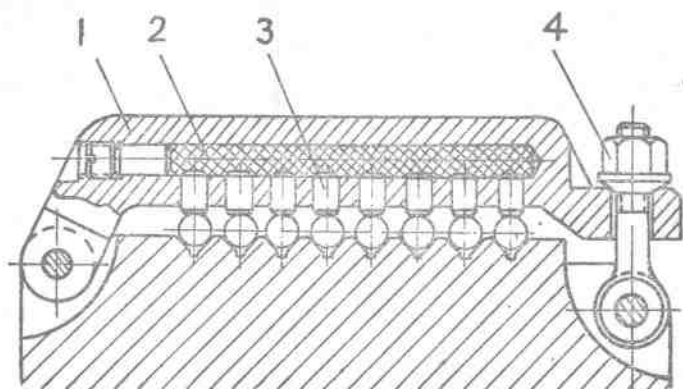


圖 2 多位塑料夾具簡圖

多位塑料夾具雖然具有許多的優點，但它也是有美中不足之處的。由於在塑料與供塑料移動的孔道四壁之間有摩擦力產生，因此當孔道很長時（約在 400 公厘以上），壓力會降低，尤其是當孔道的表面光潔度很差時（ ∇_3 以下），壓力的降低更為顯著。不過這一缺點只要我們在設計和製造夾具時加以注意，是可以克服的。譬如塑料的孔道過長，設計時就最好將壓緊螺釘位於孔道的中部。孔道的表面光潔度也尽可能地提高，以減少摩擦的損失。

三 塑料夹具的作用原理

塑料夹具为什么会具有这些特出的优点，它是怎样工作的呢？关于这个问题我们也分成两方面来谈，先谈一下定心塑料夹具。

当你第一次看到定心塑料夹具时，你一定会感到奇怪和怀疑。奇怪的是在外表上看来是一个光秃秃的套筒，怎么会夹紧工件的呢？为什么它的定心精度又会这样高？怀疑的是这种夹具所产生的夹紧力是否很大？现在就以这两点来谈一谈。

图3是定心塑料夹具的作用原理图。夹具体1紧固于机床的主轴上。这种夹具的特点就在于环状槽A。环状槽是由夹具体1和薄壁套筒4上的环状凹槽并合而成，它通过辅助通道B

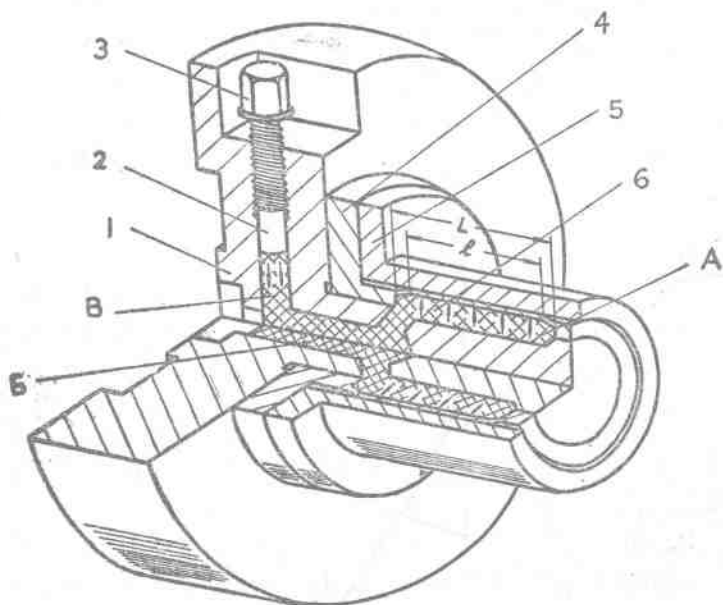


图3 定心塑料夹具作用原理图

与滑柱孔道B相连接。薄壁套筒的两端(即厚壁部分)以过盈配合紧套在夹具体上,一端有时还需用螺钉或销子将其固定于夹具体上。5是工件。

它是怎样工作的呢?我们在初中的物理学里都曾经学习过帕斯卡定律。这定律就是“加在密闭的液体或气体上的压强,能够按照它原来的大小由液体或气体向各个方向传递”。定心塑料夹具就是因为夹具体与薄壁套筒所组成的环状槽,以及夹具体内的通道B、滑柱孔道B都是密闭的。因此,当我们旋动压紧螺钉3时,压力便通过滑柱2传递给塑料6,塑料就象液体一样使压力均匀地作用在薄壁套筒的薄壁部分。由于环状槽内所能产生的压力很大(可达250个大气压左右),而套筒薄壁部分的厚度又很薄,因此受到压力后,套筒薄壁部分就均匀地向四周膨胀,如图中所示。开始时在工件与薄壁套筒之间存有间隙,随着压力的增大,薄壁套筒4与工件5之间的间隙就逐渐消除,最后将工件定心并牢固地夹紧。由于薄壁套筒是均匀地向四周扩张而将工件夹紧的,所以定心的精度也就特别高。在拧出螺钉3时,套筒4的薄壁在弹力的作用下回复到原来的位置,工件也就被松开。

从上面的一段叙述中,我们可以知道工件的定心和夹紧是依靠套筒薄壁部分的受压变形而达到的。由于套筒薄壁部分的变形是有一定的范围,这种变形不能超过制造薄壁套筒的材料弹性极限,如果超出这一范围,薄壁套筒就会产生永久变形而不能回复原状,所以薄壁套筒与工件之间的间隙不能太大。这也就是为什么用于定心塑料夹具的工件,其基准面必须达到二级或三级精度的主要原因。

定心塑料夹具所产生的夹紧力大不大呢?这是用不到怀疑的。国内许多工厂使用这种夹具的经验证明,所产生的夹紧力是相当大的。由于定心塑料夹具所产生的夹紧力的大小是与很

多的因素有关,这儿我們不准备一一詳談,但总的來說是要比弹簧夹头所产生的夹紧力大得多。

現在我們来談一談多位塑料夹具,如果我們已經明确了上面所談的道理,就不难理解多位塑料夹具的作用原理。多位塑料夹具也是根据帕斯卡定律来工作的。从图2中可以知道,灌滿塑料的孔道是密封的;因此,当擰紧螺帽时,塑料就会将此力源的力均匀地传递給八个滑柱,滑柱也就以相等的力同时作用于工件,而将工件压紧在V形体上。利用液性塑料来传递夹紧力是最理想的,因为它既具有液体传力的优点,而又不需要安装什么密封装置,因为塑料不象一般的液体那样容易渗漏。在多位塑料夹具中加工的工件,其尺寸彼此之間即使相差較多,也不会影响工件的夹紧,因为塑料能起調节补偿的作用。

第二章 塑料夹具的設計

通过上面一章的介紹,大家对塑料夹具已有了一般的認識,現在我們来研究一下有关塑料夹具的設計。在这一章里,我們不准备談深奥的理論和繁复的公式,而仅是介紹一些設計时所必需的經驗数据与簡化公式。利用这些数据与公式我們就可很快地进行設計,这样既能解决实际问题,又能縮短設計过程。如果讀者对这方面感有兴趣,而希望能作更深一步的探究的話,可參閱其他有关資料*。

設計塑料夹具并不十分困难,我們从图2和图3中可以看出,这种夹具的結構非常简单,零件不多。尤其是多位塑料夹具与普通的夹具并无很大的差別,可以按普通的夹具一样来設計。

*Р. К. Дума 著: "Зажимные приспособления с использованием гидропластмассы" Машгиз 1951.

所以在这一章里，我們不准备詳細介紹多位塑料夹具的設計，而仅是把一些設計时的有关問題在本章的第二节中提一下。本章着重于講解定心塑料夹具的設計，因为这类夹具的結構虽然很简单，但是，如果我們設計得不恰当，薄壁套筒的尺寸比例不正确，就会直接影响夹具的定心精度和經濟效果。

一 薄壁套筒的設計

設計定心塑料夹具时，最主要的問題就是正确地选择薄壁套筒各部分的尺寸，其中确定套筒薄壁部分的厚度最为重要。如果薄壁套筒設計得不正确，就时常会造成下列情况：

1. 套筒薄壁部分确定得太薄，因此当夹具压紧时，会使薄壁套筒产生縱向裂紋。

2. 套筒厚壁部分的厚度太薄，而长度又太短，当压紧时，薄壁套筒和夹具体配合处有时会产生間隙，致使液性塑料滲出。

3. 套筒的薄壁部分到厚壁部分的过渡处是尖角銳边，因此当夹具压紧时，会使套筒产生橫向环形裂紋。所以尺寸的过渡处應該做成圓角 $r_0 = 0.03 \sim 0.05 D$ (图 4)，这样不仅在热处理时能避免造成裂紋，而且在浇注液性塑料时也不易存留空气。

4. 套筒薄壁部分的长度过短，而扭矩又很大时，在切削时，工件会在薄壁套筒上打滑。

为了避免上述这些缺点，我們在設計薄壁套筒时必须很好注意，切勿任意选择薄壁套筒各部分的尺寸。除这一点以外，我們在設計薄壁套筒时，还必须遵守这样一个原則，就是夹具的薄壁套筒必須能很牢固地夹紧工件，同时套筒的薄壁部分又不致产生永久变形。

如果說工件的基准面与薄壁套筒定位面之間所必須保持的最小間隙为 Δ_1 ，而工件本身的基准面直径有公差 Δ_2 ，則套

筒薄壁部分要能够使工件定心并夹紧所必须具有的直径变形量 $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$ ，这一数值不应超过薄壁套筒弹性极限所容许的最大变形量，否则就会使薄壁套筒产生永久变形或损坏。一般来说，薄壁套筒的直径变形量可取为 $\Delta \leq \Delta_{\text{容}}$ （用于定心薄壁套筒）； $\Delta + \delta_H = \Delta_{\text{容}}$ （用于定心并夹紧用的薄壁套筒）， δ_H 为压夹紧度。

使用 45 号钢制造薄壁套筒时， $\Delta_{\text{容}} = 0.002 D$ 公厘；

使用高级合金钢时， $\Delta_{\text{容}} = 0.0025 D$ 公厘。

式中 $\Delta_{\text{容}}$ ——套筒材料所容许的直径变形量，公厘；

D ——薄壁套筒定位面的直径，公厘。

定心塑料夹具所应用的薄壁套筒，按夹紧力的大小可以分为定心用和定心并夹紧用的两种。定心薄壁套筒是用在只起定中心作用的机构上，工件没有扭矩（如检验夹具等），或者是工件的扭矩很小，用不大的夹紧力即能把工件固定（如作精磨用的磨床夹具），这种薄壁套筒与工件的接触系数 $\alpha = \frac{L}{l} = 0.1$ （图 3）；

式中 l 是表示夹具压紧时，套筒薄壁部分与工件基准面接触的长度； L 是表示套筒薄壁部分长度。定心并夹紧用的薄壁套筒如果是用在中等的切削工作时，如车及粗磨等，则薄壁套筒的接触系数采用 $\alpha = 0.5$ 。如果薄壁套筒是用作粗车或其他重型工作时，则接触系数 α 取为 0.8。

在设计薄壁套筒的工作开始之前，我们应该先知道：

1. 工件基准面的形状和直径的大小。
2. 工件的基准长度（即工件被夹紧部分的长度）。
3. 工件切削时所产生的扭矩。
4. 工件材料的强度极限。

设计者可以根据这些已知数据来确定：套筒薄壁部分的厚度 h ，薄壁部分的长度 L ，套筒与夹具体配合处的配合过盈 δ ，

以及其他各部分的尺寸。

下面我們先來談一下如何確定套筒薄壁部分的厚度，這是一個非常重要的關鍵性問題。此處我們所介紹的確定薄壁部分厚度的方法是“查表法”，這是一種比較切合實用的方法。

根據經驗統計，薄壁套筒與工件基準面的配合，通常用的不外乎下列數種（根據 OCT 1011、1012、1013 和 1016）： $A_1 + \Delta_1$ ； $A_1 + \Delta_2$ ； $A + \Delta_2$ ； $A_3 + \Delta_2$ ； $A + X_3$ 。我們根據工件的具體加工條件，利用表 1、2、3 就可以很方便地直接求出套筒薄壁部分的厚度 h 。查表的方法如下：

首先根據工件的加工性質所屬類型來確定接觸係數 α ，按此係數選擇相適應的表；再按照薄壁套筒與工件基準面的配合，找出相適應的那部分；然後就根據薄壁套筒的直徑 D 、切削扭矩 M_{kp} 以及薄壁部分長度 L 來求得套筒薄壁部分的厚度。如果表中沒有列出所需要找的 D 、 M_{kp} 和 $\frac{L}{D/2}$ 數值，那麼就用內插法來確定套筒薄壁部分的厚度。

表 1 定心套筒薄壁部分厚度 ($\alpha = 0.1$)

直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кр} (公斤公分)	$\frac{L}{\frac{D}{2}}$				直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кр} (公斤公分)	$\frac{L}{\frac{D}{2}}$			
		0.25	0.50	0.75	1.0			0.25	0.50	0.75	1.0
A ₁ +Π ₁						40	10—20	—	—	1.5	2.0
15	0.5	—	—	0.4	0.6	60	10—20	0.5	1.0	1.5	2.5
	1	—	—	—	0.7		30	—	1.5	2.5	3.0
20	0.5	—	0.3	0.5	0.7	80	40—50	—	1.8	3.0	3.5
	1	—	—	0.6	0.8		10	0.6	1.2	2.0	2.8
30	2	—	—	—	1.0	20	0.8	1.4	2.4	3.2	
	0.5	—	0.3	0.6	0.9	30	—	1.6	2.8	3.6	
	1	—	0.4	0.8	1.0	40—50	—	2.0	3.0	4.0	
	2	—	0.6	0.9	1.2	100	—	2.5	4.0	—	
	3—10	—	0.6	1.0	1.5	100	20—30	1.0	1.5	2.5	3.5

續表 1

直徑 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2				直徑 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2			
		0.25	0.50	0.75	1.0			0.25	0.50	0.75	1.0
100	40—50	1.0	2.0	3.0	4.0	300	100	1.5	3.0	4.5	7.5
	100	—	3.0	4.0	5.0		200	1.5	3.5	5.0	9.0
	200	—	3.0	5.0	6.0		300—400	2.0	4.5	7.5	10
120	20—30	0.9	1.8	2.6	4.2		500	2.5	5.5	10	12
	40—50	1.2	2.0	3.0	4.5		1000	3.0	6.5	11	13
	100	—	2.5	4.0	5.5		2000	4.5	8.0	13	15.0
	200—300	—	3.5	5.5	—	350	200	1.5	3.5	7.0	9.0
	500—1000	—	4.5	—	—		300	2.0	4.5	8.0	10
140	30—50	1.0	2.0	3.0	5.0		400—500	2.5	5.5	10.0	12.0
	100	1.5	2.5	4.0	5.5		1000	3.5	6.5	11	14
	200	—	3.0	5.0	6.5		2000	4.5	8.0	12	16
	300	—	3.5	6.0	7.5		4000	5.5	12	17	—
	400	—	4.0	6.5	—	400	200	2.0	4.0	8.0	10
	500—1000	—	4.5	7.0	—		300—400	2.5	4.5	8.0	11
160	30—50	0.9	2.0	3.0	5.0		500	3.0	5.5	9.0	12
	100	1.2	2.5	4.0	6.0		1000	3.5	7.0	11	15
	200	1.5	3.0	5.5	7.0		2000	4.0	9.0	14	18
	300	—	4.0	6.5	8.0		4000	6.0	12	18	20
	400	—	4.5	7.0	—		6000	7.0	14	20	—
	500—1000	—	5.0	7.5	—	450	300—500	2.5	5.0	9.0	11.5
180	40—50	1.0	2.5	3.5	5.5		1000	3.5	7.0	11	16
	100	1.2	2.5	4.5	6.5		2000	4.0	9.0	15	20
	200—300	2.0	3.5	5.5	8.0		4000—6000	7.0	12	19	—
	400	2.5	4.5	7.0	—		8000	7.5	14	22	—
	500	—	5.0	7.5	—	500	300—400	2.5	5.0	10	12
	1000	—	6.0	9.0	—		500	2.5	5.5	10	13
200	100	1.5	2.0	4.5	7.0		1000	3.5	7.5	12	17
	200—300	2.0	3.5	6.0	8.0		2000	4.5	10	14	21
	400—500	2.5	4.5	7.5	9.0		4000	6.0	12	18	25
	1000	—	6.0	9.0	—		6000	7.0	14	22	—
250	100	1.2	2.5	5.0	6.0		8000	8.0	17	25	—
	200	1.5	3.5	6.0	8.5	A ₁ + II					
	300	2.0	4.0	6.5	10	15	0.5—1	—	—	0.5	0.6
	400—500	2.5	5.0	7.5	11	20	0.5	—	—	0.5	0.7
	1000	3.5	6.0	9.5	—		1—2	—	—	0.6	0.8
	2000	—	7.0	10.0	—						

續表 1

直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2				直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2			
		0.25	0.50	0.75	1.0			0.25	0.50	0.75	1.0
30	0.5—1	—	0.4	0.6	0.9	180	200	1.5	3.5	5.0	7.0
	2	—	0.5	0.8	1.0		300—400	2.0	4.0	6.0	8.0
	3—4	—	0.6	0.9	1.2		500	—	5.0	7.0	9.0
	5—10	—	0.7	1.2	1.5		1000	—	6.5	9.0	10
							2000	—	7.0	10	—
40	0.5	—	—	0.9	1.2	200	100—200	1.5	3.0	4.5	7.0
	5	—	—	1.0	1.5		300—400	2.0	4.0	6.0	8.0
	10—20	—	—	—	2.0		500	2.5	4.5	7.0	9.5
60	5—10	—	0.9	1.2	2.0		1000	—	6.0	8.5	10
	20	—	1.0	1.5	2.5		2000—4000	—	7.5	10	—
	30—50	—	—	2.5	3.0						
80	10	0.6	1.0	1.5	2.5	250	100	1.2	3.0	5.0	7.0
	20	—	1.2	2.0	3.0		200	1.5	3.5	6.0	8.0
	30—40	—	1.5	2.5	3.5		300	2.0	4.0	6.5	9.0
	50—100	—	2.0	3.0	4.0		400—500	2.5	4.5	7.0	10
100	10	0.6	1.0	2.0	3.0		1000	3.0	6.0	9.0	12
	20—10	0.7	1.2	2.2	3.5		2000	—	8.0	12	12
	40—50	0.8	1.5	2.5	4.0		4000	—	10	12	—
	100—200	—	2.5	3.5	5.0	300	100—200	1.5	3.5	6.0	9.0
120	20—50	0.9	2.0	3.0	4.0		300—200	2.0	4.5	7.0	10
	100	1.2	2.5	4.0	4.5		500	2.5	5.0	7.5	12
	200	—	3.0	5.0	5.0		1000	3.0	6.0	9.0	12
	300	—	3.5	5.5	6.0		2000	4.0	8.0	12	15
	400	—	4.0	6.0	—		4000	—	10	15	—
							8000	—	13	—	—
140	30—50	1.0	2.0	3.0	5.0	350	100—300	2.0	4.0	7.0	11
	100—200	1.5	2.5	4.0	6.0		400—500	2.0	5.0	8.0	12
	300—400	—	3.5	6.0	7.0		1000	3.0	6.5	10	14
	500	—	4.0	6.5	—		2000	4.0	9.0	13	17
160	30—40	1.0	1.8	2.5	5.0		4000	5.0	10	15	18
	50—100	1.2	2.2	3.5	5.5		8000—12000	—	14	18	—
	200—300	1.5	3.5	5.0	7.0	400	200—300	2.0	4.0	7.5	12.0
	400	—	4.0	6.0	8.0		400—500	2.5	5.0	8.0	13
	500	—	5.5	7.0	8.0		1000	3.5	6.5	10	14
	1000	—	6.0	8.0	—		2000	4.0	8.0	12	17
							4000	5.0	10	15	20
180	40—50	1.0	2.0	3.5	6.0		8000	6.5	14	20	20
	100	1.2	3.0	4.0	6.5		12000	7.0	16	20	—

續表1

直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2				直径 D (公厘)	切削扭矩 M _{кp} (公斤公分)	$\frac{L}{D}$ 2			
		0.25	0.50	0.75	1.0			0.25	0.50	0.75	1.0
450	200—500	2.5	5.0	8.5	14	120	200	—	3.0	5.0	6.0
	1000	3.5	7.0	10	16		300	—	—	5.5	6.0
	2000	4.0	9.0	13	17		400—1000	—	—	6.0	—
	4000	5.0	11	16	22	140	30—50	1.0	1.5	3.0	4.5
	8000	6.5	13	19	22		100	—	2.0	4.0	5.0
	12000	8.0	15	22	—		200	—	2.5	4.5	6.0
500	200—500	2.5	5.0	10	15		300—400	—	3.0	5.0	7.0
	1000	3.0	7.0	11	17		500—1000	—	—	6.0	7.0
	2000	4.5	9.0	14	19	160	40—50	1.0	2.0	3.0	5.0
	4000	5.0	11	17	23		100	1.2	2.5	4.0	5.5
	8000	7.0	14	20	25		200—300	1.5	3.0	5.0	6.5
	12000	7.5	15	22	25		400—500	—	4.0	6.0	8.0
A + II							1100—2000	—	5.0	8.0	—
20	0.5—1	—	—	—	0.7	180	50—100	1.2	2.5	4.0	6.0
30	0.5—1	—	0.4	0.6	0.9		200	1.5	3.0	5.0	7.0
	2—3	—	0.5	0.7	1.0		300—400	2.0	3.5	5.5	8.0
	4—5	—	—	0.9	1.2		500	—	4.0	6.5	9.0
	10	—	—	—	1.5	200	1000—2000	—	5.5	8.0	9.0
40	10	—	—	—	1.7		50—100	1.0	2.5	4.0	6.5
50	10	—	—	1.5	2.0		200	1.5	3.0	5.0	7.0
	20	—	—	—	2.5		300—400	2.0	3.5	6.0	8.0
60	10	—	0.8	1.2	2.0		500	—	4.0	6.5	9.0
	20	—	1.0	1.5	2.5		1000	—	5.5	8.5	10
	30—40	—	—	2.0	3.0		2000—4000	—	6.5	10	10
80	10	—	1.0	1.5	2.5	250	50—200	1.2	2.5	4.5	8.0
	20—30	—	1.2	2.0	3.0		300	1.5	3.5	6.0	9.0
	40—50	—	1.5	2.5	3.5		400	2.0	4.0	6.5	9.5
	100	—	—	3.5	4.0		500	2.5	5.0	7.5	10
100	20—30	—	1.5	2.5	3.5		1000	3.0	6.0	9.0	12
	100	—	2.0	3.0	4.5		2000	—	7.5	11	12
	200—300	—	—	4.0	5.0		4000	—	8.5	12	—
120	20—30	—	1.5	2.5	4.0	300	100—200	1.5	3.5	5.5	9.5
	40—50	—	2.0	3.0	4.5		300	1.5	4.0	6.0	10
	100	—	2.0	4.0	5.0		400—500	2.0	4.5	7.0	10
							1000	3.0	6.0	9.0	12
							2000	4.0	7.5	11	15
							4000—6000	—	10	15	—