

578
7/52

金属切削工具的性能

[英] R. 托雷特 著



国防工业出版社

598

金属切削工具的性能

[英] R. 托雷特 著

姜 龙 译



国防工业出版社

1966

內容簡介

本书叙述了切削加工的种类、切屑形成的类型和連續型切屑形成的理論。书中还介绍了切削速度、刀具形状、工件材料、切屑与刀具接触面的温度、进給量和振动对刀具寿命的影响，以及进給量、切削速度、切削深度、刀具形状、刀具磨削的方法、刀具的磨損、振动和潤滑剂对表面光洁度的影响。并給出了很有参考价值的资料和应用实例。

本书适于机械制造工厂的工程技术人员閱讀，也可供高等院校有关专业的师生参考。

THE PERFORMANCE OF METAL-CUTTING TOOLS

[英] R. Tourret

BUTTERWORTHS SCIENTIFIC PUBLICATIONS

1958

金屬切削工具的性能

姜 龙 譯

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

850×1168 $1/32$ 印張 6 $9/16$ 166 千字

1966 年 3 月第一版 1966 年 3 月第一次印刷 印数：0,001—8,200册

統一书号：15034·1099 定价：(科六) 1.00 元

譯者的話

本书根据英国 R. 托雷特 (Tourret) 所著 “The Performance of Metal-Cutting Tools” 1958 年初版本譯出。作者搜集了有关金屬切削工具性能方面已經公开发表的一些主要資料 (大部分取自美英书刊, 小部分是德国的) 汇编在一起, 按照切削过程的物理現象系統地編排, 把众多而紛杂的題材作了有机的联系。本书在联系、綜合不同研究报告中的各种实例的同时, 并給予一定的理論分析和总结。书中引用了大量的图表, 代替了需占很多篇幅的文字叙述, 使得全书內容既丰富又簡练。

因为本书出版于数年前, 最新的資料也只是取自 1955 年发表的, 从時間及发展水平上来看, 某些內容似乎显得有些陈旧, 这是讀者参閱时應該注意的。然而, 考虑到近数年来金屬切削加工的发展主要在探求新工艺、在改进切削难加工材料 (高强度和耐热合金) 以及在寻取新的刀具材料等方面, 而金屬切削加工过程的机理及一些理論还未有显著的进展。因此, 书中所提供的資料并没有失去其参考价值。本书虽然不是一本車間的实际工作手册, 由于书中包含着許多实验数据, 若能按其变化的总趋向来考虑, 对实际生产工作仍有着相当的参考价值。

英美国家对各种工具的術語与我們所用的不完全一致。翻譯这些術語时尽量做到符合国内通用的名称, 我們不用的基本上都直譯过来。讀者閱讀时請注意“导論”部分, 其中对每种工具的各个部分都有图文对照的解釋, 图中采用的投影方法与我国的标准不同, 是第三角投影法。此外, 为了便于讀者把书中的資料与当前实际生产工作做对比, 进一步發揮本书的参考价值, 特把书中所涉及到的主要金屬牌号的化学成分及几种主要材料的机械性

4
能作为附录列于书末。书中的单位绝大部分是英制，对比时也应当换算成米制。

本书翻译过程中甚为匆忙，加上译者的业务知识和外语水平不足，不能完全无误地把这些材料介绍给读者，书中谬误之处一定不少，敬希读者指正。

1964年7月于沈阳

目 录

譯者的話	3
原序	8
符号表	9
1. 导論	11
1.1 切削加工的种类	12
1.2 工具的術語	15
1.3 切屑形成的类型	19
1.3.1 不連續型切屑	19
1.3.2 連續型切屑	20
1.3.3 帶有刀瘤的連續型切屑	22
1.3.4 其它类型	23
2. 連續型切屑形成的理論	24
2.1 切削速度	29
2.2 进給量	45
2.2.1 切屑面积	59
2.3 刀具形状	60
2.3.1 前角	60
2.3.2 刀尖圆弧半徑	75
2.3.3 切入角	77
2.3.4 纵后角和横后角	77
2.4 刀具材料	78
2.5 工件材料	79
2.5.1 工件材料的溫度	81
2.5.2 工件材料的硬度	81
2.6 钻头	82
2.6.1 直徑	82
2.6.2 钻孔的深度	82
2.6.3 頂錐角	82
2.6.4 钻头后角	84

2.6.5 鑽心直徑	90
2.7 絲錐	90
2.7.1 切削速度	90
2.7.2 螺紋深度	92
2.8 平面銑削	96
2.9 潤滑劑	101
3. 刀具寿命	110
3.1 切削速度	118
3.2 刀具溫度	130
3.3 進給量	133
3.4 刀具形狀	137
3.4.1 前角	137
3.4.2 刀尖圓弧半徑	143
3.4.3 切入角	144
3.4.4 非正規的刀具形狀	144
3.5 刀具材料	145
3.6 工件材料	148
3.6.1 硬度	153
3.6.2 工件材料的溫度	159
3.6.3 表面條件	163
3.7 振動	163
3.8 鑽頭	163
3.8.1 孔的深度	165
3.8.2 螺旋角	166
3.8.3 頂錐角	166
3.8.4 後角	167
3.8.5 扭矩	167
3.8.6 導孔的影響	168
3.9 潤滑劑	168
3.9.1 粘度	173
3.9.2 比熱	174
3.9.3 添加劑	176
3.9.4 潤滑劑的溫度	176
3.9.5 使用的方法	178
4. 表面光潔度	183
4.1 切削速度	184

4.2 进給量	186
4.3 切削深度	188
4.4 刀具形状	188
4.4.1 前角	188
4.4.2 刀尖圆弧半径	189
4.4.3 离角	189
4.4.4 后角	189
4.5 刀具磨礪的方法	190
4.6 刀具磨損	190
4.7 振动	191
4.8 潤滑剂	195
参考文献	198
附录:	204
1. 鋼及合金鋼的 SAE 和 AISI 数字代号的含意	204
2. 书中所例举的大多数金屬材料的化学成分	205
3. 几种主要鋼料的机械性能	209

原 序

本书试图把公开发表的有关金属切削工具的机械和物理性能的资料汇编在一起，同时说明这些资料之间可能存在的联系。这些资料是按照物理现象来编排的，侧重于叙述切削力，刀具的磨损和寿命，以及工件能够达到的表面光洁度。

本书不是一本车间的实用工作手册，因此不拟叙述具体加工应该采用什么样的条件。虽然如此，如果应用书中所说明的那些相互联系，在很多情况下可以看出，怎样调整现有的切削条件就能得到更好的结果。

R. 托雷特 (Tourret)

黑斯顿 (Heston), 1957

符 号 表

- A ——切屑截面面积 (平方吋);
- b ——切削宽度(吋);
- C, c ——书中定义的各种常数;
- d ——切削深度(吋);
- F ——刀具上的摩擦分力(磅);
- F_C ——刀具上的切向力(磅);
- F_F ——刀具上的进给力(磅);
- F_N ——切削力的法向分力(磅);
- F_R ——刀具上的法向力(磅);
- F_S ——切削力的剪切分力(磅);
- F_T ——刀具上的推力, 即进给力与法向力在刀具上的合力 (在正切削中就等于进给力);
- f ——刀具振动的频率;
- g ——进给量 (吋/轉);
- H ——硬度;
- h ——切入角;
- i ——傾斜角;
- k ——书中定义的各种常数;
- L ——切削时所用的刀刃长度(吋);
- l ——切削长度(吋);
- l_c ——切屑长度(吋);
- M ——刀具寿命(分);
- N ——刀具上的法向分力(磅);
- n ——书中定义的各种常数;
- R ——切削力的合力(磅);
- r ——切削比, t_1/t_2 ;
- s ——横前角;
- T ——切屑与刀具接触面的温度($^{\circ}\text{C}$);

t_1 ——未变形的切屑厚度(吋);

t_2 ——切屑厚度(吋);

v ——切削速度(呎/分);

x ——刀具振动的振幅;

α ——实际前角 (即在垂直于刀具切削刃的平面内测量所得的前角);

β ——刀具摩擦角的余角 (有时作为刀具摩擦角的参考);

ϕ ——剪切角 (即剪切面与刀具行进方向的夹角);

τ ——刀具摩擦角($90^\circ - \beta$);

μ ——摩擦系数;

γ ——剪应变。

1. 导 論

人类有能力按照自己的需要将金属成形，无疑是我們文明的基础之一。在多种成形方法中，切削金属的方法是其最重要的一种。在本书以后的篇幅中，将研究金属切削方面的概括原理，綜述当前的学术水平，并以物理过程，即依次按切削力、工具的磨損和寿命，以及工件表面光洁度来給出金属切削的总概念。作者将努力把許多孤立的試驗及研究報告联系起来；同时通过观察个别材料在某种类型的切削中的結果來說明其总趋向，这常常是很有用处的。希望这个綜論对指出今后的发展、研究和改进的方向能起到作用，同时，避免作不必要的重复研究和浪费精力。

切削加工的类型虽多，但其基本要素却是很相似的。在本书中，引用了特殊試驗結果的专门实例是有必要的，那些試驗数据仅适用于得到它們的那些特定情况。然而，可以认为結果的趋向对許多加工带有普遍的意义，这些例証将指出各种不同加工所得結果具有类似的趋向。另一方面，钻削与攻絲有时与一般切削加工具有不同的特点，因此，将其分开来討論。

由于用图表表达較文字更为方便，为此，本书重点放在曲綫图及簡图上。在同时应用几个报告的实例中，有的略去了某些結論，一般來說，这些結論沒有給出試驗的細节或缺少某些試驗数据。

本书并非一本車間工作手册，故不拟推荐具体加工时应采用的工具及其几何参数；这方面的問題应另有专门的著作，例如最近出版的一些手册⁽¹⁾●。然而，本书試图建議經过調整已給加工設備，以便按所希望的方向改变加工結果，例如得到更好的工具寿

● 方括号中的数字为本书末所列参考书刊的序号。——譯者

命、更好的工件表面光洁度等等。尽管精度方面的参考资料在車間工作中非常重要，但本书沒有列入；由于工件的外形决定于工具的安装位置，这类問題就超出本书所應該考虑的范围了。

作者认为：本书的讀者已具有机械加工車間工具方面及实践方面的基本知識。

1.1 切削加工的种类

所有的金屬切削加工，大都基本上是用刀刃切除金屬屑，以制出所要求的表面。

車削加工时（图 1），是用接近于固定的刀具切削旋轉着的工件，刀具平行于工件的旋轉軸緩慢地移动。类似于这样的加工，有車端面、鑽孔、車螺紋及梳刀車螺紋。有时刀具圍繞着固定的工件或在其內部旋轉，攻絲便是后者的一個例子。鑽削（图 2）也可认为是一种形式比較特殊的車削，不是刀具就是工件旋轉，或是二者都旋轉。

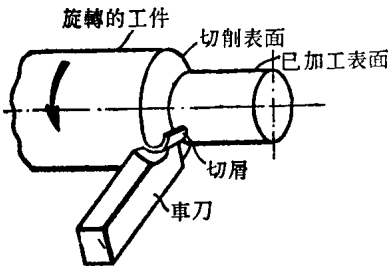


图 1 車床車削加工

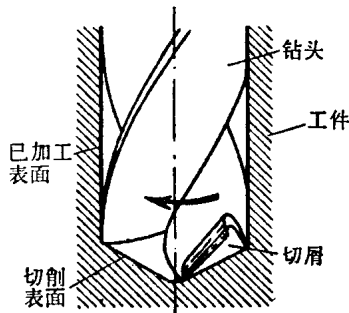


图 2 鑽削加工

牛头刨削加工时（图 3），刀具对工件作往复运动，于进刀行程时进行切削，工件垂直于刀具的往复方向，借緩慢地作橫向移动达到进給的目的。龙门刨削加工时（图 3），工件对固定着的刀具作往复运动，并借刀具对工件作緩慢地橫向移动得到进給。类似于这样的加工，有拉削及鋸削。銑削加工时（图 4），

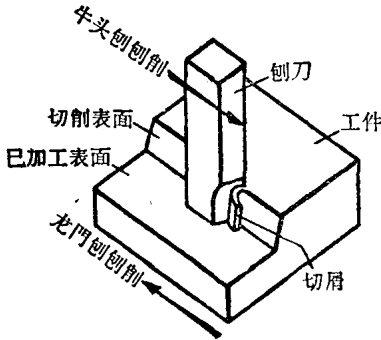


图3 牛头刨削及龙门刨削加工

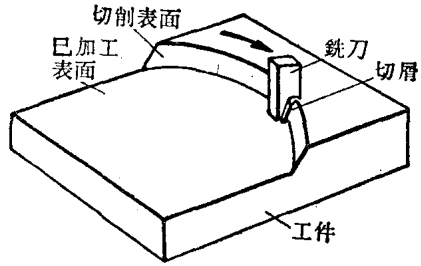


图4 铣削加工

刀具具有旋轉及直綫二种运动，因此，刀刃所经过的路綫与牛头刨加工时所得的相似，只是以曲綫代替了直綫而已。

各种类型的切削加工也可按另一种原则来考虑。在諸如車削、牛头刨削、龙门刨削、铣削及钻削等切削加工中，刀刃先制成一个暂时面，这个面在下一行程里又被刀刃所切除，已加工面不是直接由刀刃而是由它的角或尖制造出来的。因此，切削表面不是已加工表面。在图1~4中强调地标出“切削表面”和“已加工表面”。

对比起来，在某些加工中，刀刃制出了实在的已加工面。拉削（图5）就是这种加工之一，它的最后一齿切出的切削表面，即是实在的已加工表面。

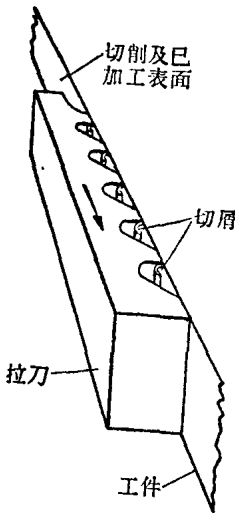


图5 拉削加工

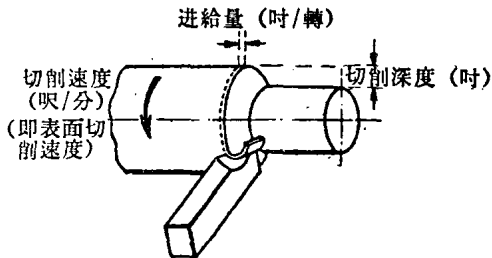


图6 車削加工中的切削深度与进给量

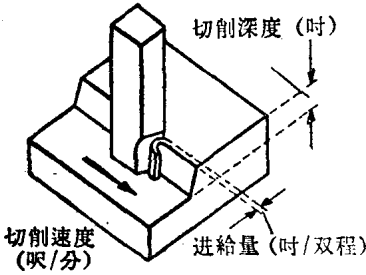


图7 刨削加工中的切削深度与进给量

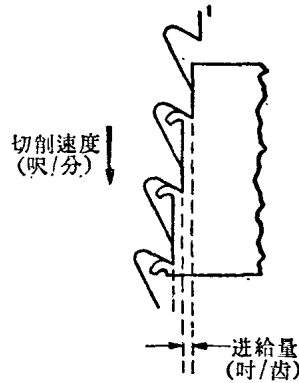


图8 拉削加工中的进给量

在切削深度和进给量之间容易发生混淆不清。因此，分别对图6的車削加工、图7的刨削加工、图8的拉削加工图解地给以定义。

若刀具的刀刃因被磨斜而得出一个可观的切入角 (approach angle) (图9)，对于相同的进给量和切削深度，以及对于相同的金属切除率，可使切削厚度减少。相反，对于同等的切削深度及切削厚度，则使进给量及金属切除率增加。当采用了可观的切入角后，由于参加工作的刀刃增长，这就需要更多的功率；即使保持同等的金属切除率时，也是如此。

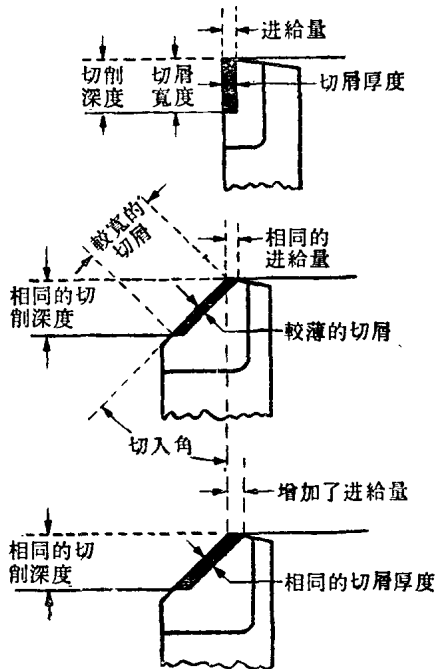


图9 刀具切入角对切屑宽度及厚度的影响

1.2 工具的術語

过去用来说明金属切削工具各部分的名称是各种各样的，虽然英国标准局 (British Standards Institution) 已作了許多改进，即使到现在，情况并未完全澄清。关于钻头 (图 10)，本书应用了英国标准的術語⁽²⁾，絲攻也用此标准⁽³⁾ (图 11)。說明单鋒切削刀具的英国标准 1886:1952，是有着非常多的內容，但为了适合于一般用途，本书假定刀具对工件是切向的，采用了簡化的体系⁽⁴⁾ (图 12)；除了簡化以外，一般都与英国标准相一致。

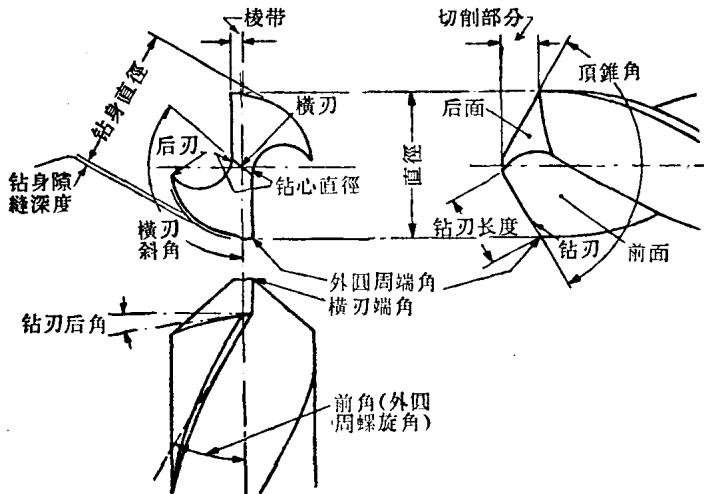


图10 麻花钻的術語 (B. S. 328:1950)●

对于其它类型的切削工具各部分的術語，本书已按一般习惯予以确定，并始終如一地应用。圆柱铣刀、端铣刀及拉刀的術語分别示于图 13、图 14 及图 15 中。

虽然各种切削工具的角度及刀刃常有不同的名称，前二段已經作了說明；至于从它們的基本作用来考虑，很多都是相当的。

● B. S. 即 British Standard (英国标准) 的縮写，括号内表示的意思是，1950年制訂的 328 号英国标准。以下仿此。——譯者

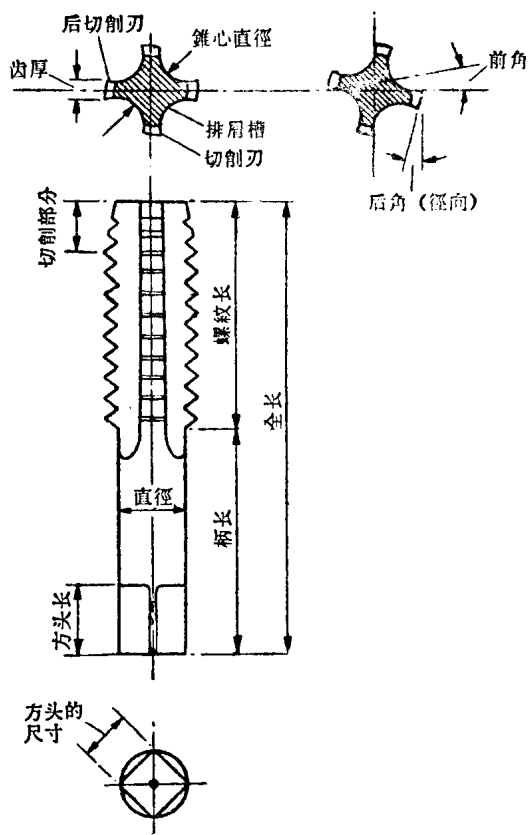


图11 絲攻的術語 (B. S. 949:1941)

表 1 中列举了几种通用刀具的对应結構要素。

某些具有螺旋形刀刃的刀具，例如圓柱銑刀、鉸刀等等，其軸向前角相当于它的傾斜度或螺旋角。

本书完全采用美国速記符号来表示单鋒刀的几何形状。这个方法是把各个角度順次排成一組有序数，最后加上刀尖圆弧半徑。因此，“10-12-8-6-8-0- $\frac{1}{16}$ ”的刀具”即为一把具有 10° 纵前角、12° 横前角、8° 纵后角、6° 横后角、8° 离角、0° 切入角及 $\frac{1}{16}$ 吋的刀尖圆弧半徑的刀具。