

133802

基本馆藏

曉戈列夫著

拉刀设计

机械工业出版社

5
51

拉 刀 設 計

曉戈列夫著

柏洪譯



机械工業出版社

1957

出版者的話

在本書中研討符合先進機械製造業要求的各種拉刀的計算與設計問題，並敘述拉刀結構的現代發展方向。同時在本書中還介紹了關於拉刀使用的而為設計拉刀所必需知道的基本知識。

拉刀在我國來說是一種比較新的刀具，就刀具發展的方向來說，是一種先進的刀具，同時又是一種比較複雜的刀具。我國工廠在設計這種刀具時常苦於缺少資料和參考書。本書的出版將滿足這方面的需要。

本書供工具廠及機械製造廠工程技術人員及刀具設計師和工藝師參考，還可供機械製造高等學校工具專業作為教學參考書之用。

蘇聯 А. В. Щеголев 著 ‘Конструирование протяжек’ (Машиз 1952 年第一版)

*

*

*

NO. 1507

1957 年 11 月第一版 1957 年 11 月第一版第一次印刷

850 × 1168 ¹/₃₂ 字數 900 千字 印張 10 ¹/₄ 0,001—1,600 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(10) 1.90 元

目 次

原序	7
第一章 拉削用的刀具、设备与拉削工艺	9
1 基本定义	9
2 拉削过程的优点及其应用范围	11
3 拉刀和推刀的主要部分	15
4 拉床	17
5 拉孔工作法	22
6 孔的坐标拉削	28
7 外表面拉削的工作方法	31
8 用成套拉刀的拉削	37
9 被加工零件在拉削前的准备工作	38
10 拉削留量	40
第二章 拉削时的切削过程	44
11 切削要素的术语及代号	44
12 切削过程的典型特点	46
13 切屑屑卷的尺寸	53
14 被加工表面的形成	57
第三章 拉刀的切削部分和校准部分	61
15 切屑厚度和齿升	61
16 切削齿的齿距	64
17 倾斜齿	69
18 螺旋齿	72
19 刀齿截形和容屑槽的形状	74
20 根据切屑充填情况校验容屑槽的容积	78
21 前角和后角	80
22 切削刃的形状和切削齿的横向尺寸	82
23 切削齿的数目和切削部分的长度	84
24 分屑槽	85
25 校准部分	88

第四章 拉刀的光滑部分和牵引卡盘	94
26 柄部	94
27 頸部和过渡錐	101
28 前导部	103
29 后导部	103
30 推刀的光滑部分	105
31 中心孔	106
32 牵引卡盤	107
第五章 拉刀总长度和成套拉刀	110
33 拉刀总长度的計算	110
34 成套拉刀的长度和数目	111
35 成套拉刀切削刃的寬度	113
36 前导部	114
第六章 拉削时的切削力	116
37 切削分力和机床牵引力	116
38 拉削力的計算	117
39 斜齿拉刀的拉削力	122
40 螺旋齿拉刀的拉削力	124
41 拉刀的强度驗算	125
第七章 圓孔拉刀	128
42 普通結構	128
43 分段切削式拉刀	132
44 先进拉刀	135
45 圓柱先进拉刀計算举例	139
46 变化切削式拉刀	145
47 深孔拉刀	147
48 浅孔拉刀	151
49 压光拉刀	153
第八章 花鍵拉刀	158
50 普通結構	158
51 圓柱花鍵联合拉刀計算举例	164
52 分段切削式拉刀	168

53 校准拉刀.....	171
54 渐开钱截形細花鍵孔拉刀(渐开錢拉刀).....	174
55 渐开錢截形細花鍵孔拉刀計算举例.....	180
56 三角形截形細花鍵孔拉刀[(縱形)拉刀].....	185
57 三角形截形細花鍵孔拉刀計算举例.....	191
58 螺旋花鍵孔拉刀.....	196
第九章 直边孔拉刀	199
59 方拉刀和六边拉刀.....	199
60 方拉刀計算举例.....	208
61 矩形拉刀.....	215
62 复式孔拉刀.....	219
第十章 鍵槽拉刀和組合拉刀	223
63 鍵槽拉刀的基本类型.....	223
64 厚刀体平拉刀.....	224
65 薄刀体平拉刀.....	229
66 导向心軸.....	231
67 圆柱刀体拉刀.....	233
68 平鍵槽拉刀計算举例.....	234
69 帶鍵孔拉刀.....	237
70 組合拉刀.....	240
第十一章 外拉刀的一般要素	245
71 概述.....	245
72 結構形式.....	245
73 外拉刀的切屑厚度及齿升.....	248
74 刀齿的構造.....	250
75 橫截面和長度.....	253
76 齿組的夾固.....	255
77 齿組的調节.....	261
78 导向件和推出器.....	263
79 拉刀与机床的連接.....	264
80 公差.....	266

第十二章 加工平面用的外拉刀	268
81 概述	268
82 正單面拉刀	268
83 正双面拉刀	270
84 斜拉刀	272
85 按混合法加工平面的拉刀	275
86 矩形缺口拉刀	276
87 矩形槽拉刀	278
第十三章 加工外成形表面用拉刀	281
88 普通法和节剃法	281
89 截形偏移的拉刀	283
90 零件截形歪曲的计算	285
91 节剃拉刀截形的修正	287
第十四章 复杂表面外拉刀	290
92 齿组的排列	290
93 曲綫表面拉刀	292
94 外拉刀計算举例	295
第十五章 和拉刀使用有关的问题	309
95 拉刀材料的选择	309
96 拉刀的表面光潔度及容許的弯曲	311
97 已拉削表面的光潔度	314
98 拉刀的磨損及其磨鈍标准	317
99 潤滑冷却液	321
附录	324
参考文献	327

原 序

提高劳动生产率及产品质量，同时降低产品成本是党和政府对苏联国民经济（包括金属加工工业在内）所提出的主要任务之一。

拉削是金属切削加工中高生产率方法之一。拉削时使用的刀具——拉刀及推刀——能在使用较低熟练程度工人的条件下保证得到具有精确尺寸（达2级）及相当高度光洁被加工表面的产品。此外，在很多情况下，拉削是某些产品加工的惟一可能的方法。所有这些情况就使得不仅是在大量及大批生产中，而且在小批甚至单件产品生产中拉刀使用范围在不断地扩大。

由于苏联机械制造工业非常巨大的发展，实际工作者创造主动精神的自由发挥和苏联技术知识界方向的明确，拉削这一金属加工方法在现代达到了相当完善的地步。没有任何国家象在苏联这样对在金属切削机床上，包括在拉床上的金属加工方法的研究给予如此巨大的注意。可以说，几乎拉刀方面的所有主要研究工作都是苏联的科学与工业生产工作者们完成的。结果就创造了很多拉刀的新结构和改善了已有拉刀的结构，并根据苏联机械制造工业的经验 and 科学研究的結果創造了拉刀的計算与設計方法。

本書的目的是簡短地叙述拉刀与推刀的現代結構及其計算方法。但因本書基本上是为刚开始工作的从事金属切削加工的工具設計師和年青的工藝師而作，所以作者認為有必要总的來說循序叙述拉削过程的實質及拉刀的構造，同时也列举了与設計这些工具有直接关系的拉刀使用方面的資料。

作者对列宁格勒基洛夫工厂，依热夫机械制造厂和莫洛托夫汽車厂的全体工具業工作者們表示深深的謝意，与他們密切合作的結果帮助了作者解决一系列的关于拉削和拉刀結構的最重要的問題。

考虑到本书中可能有某些缺点和疏忽，作者对所有通过苏联
机器制造书籍出版社列宁格勒分社向作者提出这些缺点和疏忽之
处的团体和个人，都将深表感谢。

第一章 拉削用的刀具、設備与拉削工艺

1 基本定义

拉刀是一种高生产率的刀具，用于加工机器、机床、仪器及其他产品的零件上各种形状的通孔和外表面。

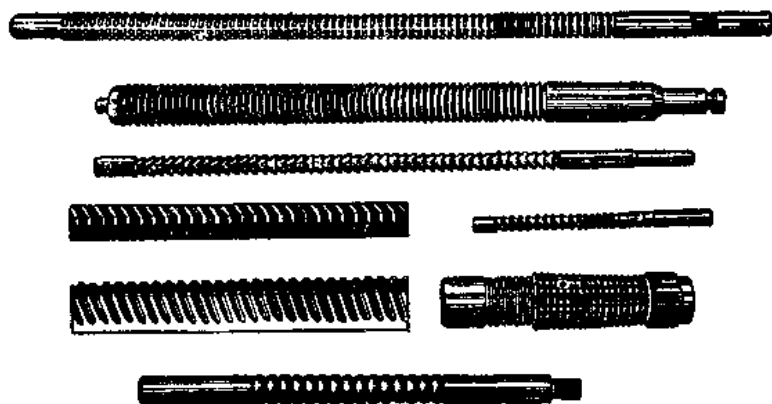


圖 1 內拉刀与外拉刀。

拉刀具有長杆或長条的形狀，系用淬过火的工具鋼制成，上面帶有很多橫向的刀齿。圖 1 表示某些形式的拉刀。

用于加工孔的拉刀称为內拉刀，用于加工外表面的称为外拉刀。

为了用內拉刀进行加工，必須預先在零件上作出一个孔来，孔通常作成圓柱形，并且多半是用鑽头鑽出的。

拉削以前預先作出的孔的直徑应作得适当，以保証有一定的金屬層作为用拉刀齿切削时的留量。

在工作过程中，一般是工件静止，而拉刀作直线运动。有时令刀具静止不动而工件作相对的运动。在运动中拉刀各刀齿依次切下薄金属层而逐渐地除掉了加工留量，从而改变了被加工表面的形状。

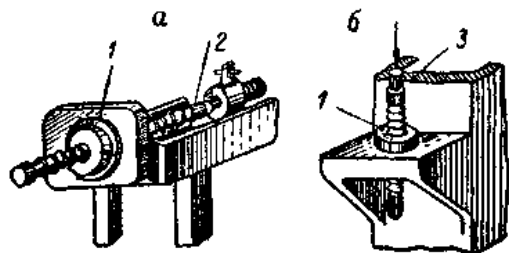


圖2 用拉刀和用推刀加工孔：

1—工件；2—拉刀；3—推刀。

按照对拉刀施力方法的不同，可将拉刀分为两大类：即拉刀与推刀。使用拉刀时机床的力是加在它的柄部的，

而推刀则加在尾端的。借着机床的力量拉刀是被拖着通过被加工孔的（圖2a），而推刀则是被压着通过被加工孔的（圖2b）。

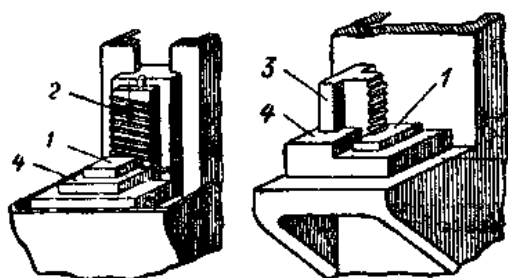


圖3 用拉刀和用推刀加工外表面：

1—工件；2—拉刀；3—推刀；4—夾具。

外拉刀和推刀的工作情况是类似的（圖3）。

用拉刀的加工过程称为拉削，而用推刀进行的加工称为推削。

用拉刀工作时所用的设备称为拉床，而用推刀工作时所用设备为

推床或推削压力机。因为拉刀与推刀在结构和工作原理方面并无本质上的差异，所以在本书以后的叙述中绝大多数情况下都应用[拉刀]这一名称，因为它是一个较一般的统称。

内拉刀的名称一般都由被加工孔的形状而定。内拉刀有下列各种：圆拉刀，或称圆柱拉刀；多键拉刀，或称花键拉刀；方拉刀；六边拉刀；矩形拉刀；键槽拉刀；成形拉刀等。根据同样道理，外拉刀有平拉刀，槽拉刀，角拉刀，成形拉刀等。

2 拉削过程的优点及其应用范围

即使如上面所述用草圖的形式来观察一下拉削与推削的工作过程，我們也可以确定它的下列特点，即：刀具的工作运动簡單，沒有进給这样一个專門运动，切削軌迹極短，等于被加工表面的長度[●]，每一齿与被加工金屬接触的时间短促等。拉刀工作运动的速度（切削速度）通常为3~12公尺/分，較金屬加工中其他工种的切削速度为低[●]。但是拉刀的切削速度却較其他类型刀具的相对移动速度高得多，这个相对移动速度决定于每分鐘进給量并对加工过程生产率起主要作用。

所有这些情况就决定了拉刀与推刀工作的下列基本的技术与經濟上的优越性：生产率高，精度高（用拉刀容易达到二級精度），被加工表面質量良好（ГОСТ 2789-51 的7級，有时达8、9級光潔度），拉刀本身的耐用度高，刀具使用費低，一般均能消灭廢品和能够使用熟練程度低的工人（基本上是4級工人）。

当拉削中等尺寸及重量的圓盤形鋼裝零件上的圓柱孔时，一个工人每小时能加工80~120个零件，拉削花鍵孔时每小时达50~100个。套筒类的小零件用推刀加工每小时的生产率为120~200个。

与普通拉床比較在双連拉床上加工生产率可提高50~60%，而当利用半自动和自动循环时則生产率提高1~2倍或更多。

进行外表面拉削时在單刀立式拉床上每小时可加工100~150个小型及中型零件，而在双連拉床上每小时可加工150~200个零件。虽然在拉削較重零件时加工时间可能达1~2分鐘，但还是比用其他加工方法所需时间却要少得多。例如將汽車或拖拉机缸体

● 例如，倘与銑削比較，則每一銑刀齿多次与被加工金屬發生接触，而拉刀齿切削的軌迹長度仅为銑刀齿与金屬接触長度的 $\frac{1}{25} \sim \frac{1}{30}$ 。將拉削与其他的金屬切削加工工种比較，其比值也与上值相近。

● 加工鑄鐵零件的硬質合金拉刀切削速度可达40~45公尺/分。

平面进行外表面拉削时生产率为每小时 30~40 件。

从另一方面看，在具有連續运动循环和毛坯自动进給的外拉床上每小时可加工 600~1000 个甚至更多的零件。

例如在拉削閘杆半套筒的平面及半圓溝时鏈式拉床的生产率每小时竟达 2000~2400 个零件。用拉刀切割螺杆头花鍵用的自动鏈式拉床（例如，7590 型机床）也具有同样的生产率。

总而言之，即使利用普通拉床用拉削来代替鉋孔和銑制复杂外表面时，劳动生产率也至少能增加一倍，而有时能增加 2~2.5 倍甚至更多。

用拉削来加工具有复杂形状孔的零件时，拉削的效率是特別高的，这些复杂形状的孔在从前是先用仿形銑或插工加工，而后用鏈来作手工的精加工的。在这种情况下下一台拉床，一般說便能代替五个到六个高度熟練工人。

由于在技术上和經濟上具有这种高度的优越性，所以在机械制造的所有部門中，特别是大量和大批生产的部門中，都应用着用拉刀加工零件的加工过程。应用拉刀及推刀最广的是汽車、拖拉机和航空工業，因为在这里需要加工大量的具有复杂表面的零件。

用拉刀和推刀来加工的汽車、拖拉机和飞机發动机、变速箱、減速器、傳动機構、底盤以及其他部件的各种零件上許多孔的最典型形状見圖 4，而用拉刀和推刀来加工外表面的零件見圖 5。在用拉刀来加工的大型零件中應該提到馬达的缸体和缸盖。这些零件的分合平面、支承平面、主軸承口及其他表面是拉削成的，而不久之前它們还是用銑刀加工的。

用外拉刀来拉削汽車曲軸軸頸这件事是很使人感到兴趣的。这样，拉削就代替了車削和粗磨兩道工序。

在汽車拖拉机工業中广泛地采用着拉削齿扇和齿輪上漸开綫牙齿的拉刀，其中內齿的拉削已經完全掌握了并用于加工从極小直徑的孔起，直到很大的齿环。外齿的拉削目前还仅用于加工較

小的齒輪，其模數在 3~4 公厘以內，節圓直徑到 100~120 公厘。一台拉床的生產率為每小時 30~200 個或更多的齒輪。用圓盤拉刀加工中等大小的錐齒輪時拉削每一個齒用 3~4 秒鐘。

在機床製造中常採用拉刀來製造齒輪、皮帶輪、飛輪、手輪、杠杆及其他零件上的圓孔、方孔、多鍵孔及鍵槽。齒條、T 形槽及燕尾槽可用外拉刀直接拉出，也可以經過銑刀和刨刀預加工后再拉出。斯達哈諾夫工作者施維念柯的例子可以說明使用拉刀來加工 T 形槽是怎樣地提高了生產率，他在作車床卡盤的鉗工加工

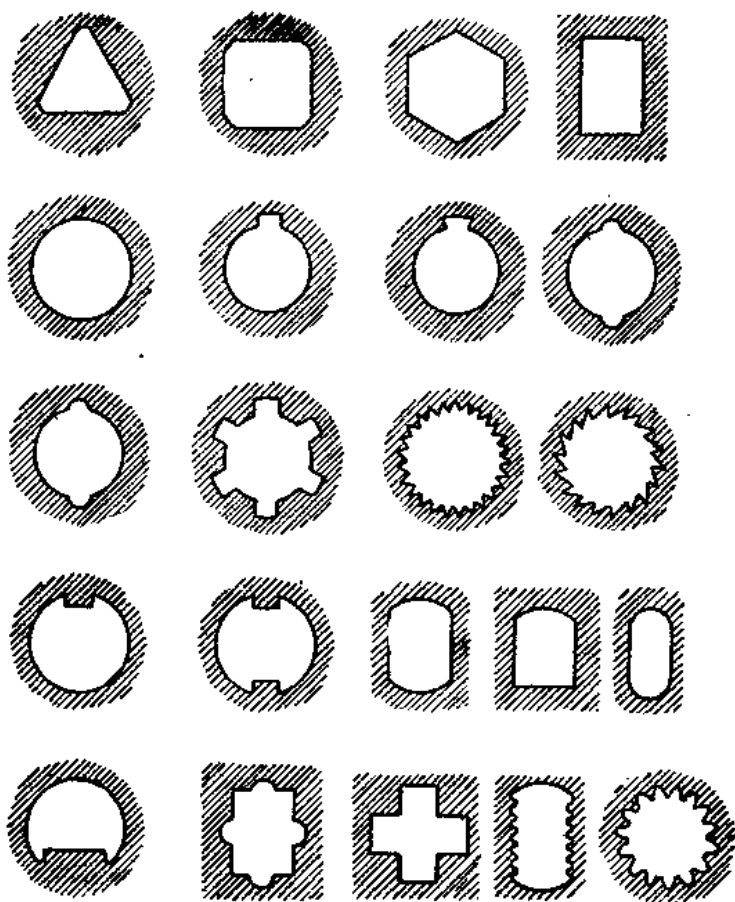


圖 4 用拉刀加工的孔。

时，使用校准推刀来代替銼，結果完成了五百个定額〔29〕[●]。在机床制造中还广泛使用压光推刀来修准压配后的青銅套筒。机床各种零件的导轨的精加工完全可以用拉刀来作。

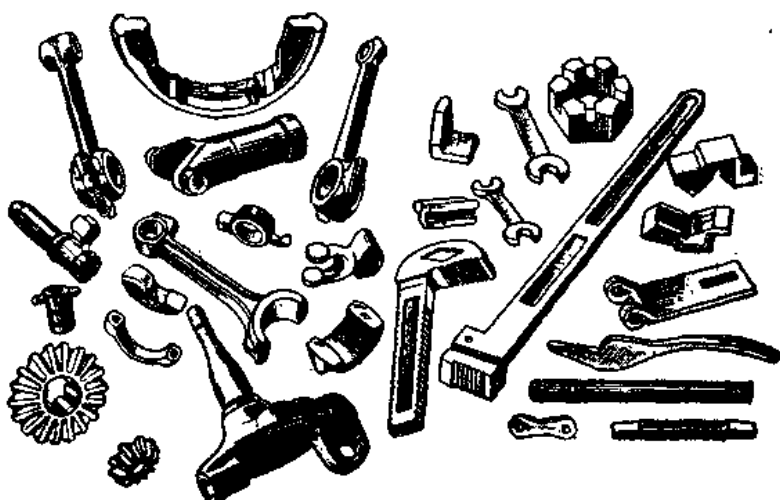


圖 5 用外拉刀加工的零件。

在工具工業中和机械制造厂的工具車間中采用拉刀来加工套式工具（銑刀、扩孔鑽、鉸刀）的圓孔和鍵槽，还用拉刀来加工組合刀具刀体和嵌入式刀齿上的齿紋〔33〕。拉刀还用于加工鉸杠、彈簧卡头上的方孔和六边孔、普通和專用搬子上的缺口和孔，平鉗口和活搬子以及其他型式的鉗工裝配工具上的齿紋。使用拉刀来制造帶柄刀具的扁尾和方尾和切刀的開啓式刀片槽是特別有利的。拉刀还用于制造錘刀上的齿紋〔7〕以及切制切向和徑向板牙上的直齿紋。

通用机械制造中的很多零件是用拉刀来加工的，如：打字机和縫紉机、自行車、摩托車上的零件、食品工業和紡織工業所用裝备上面的零件等。透平輪叶尾部、气輪机圓盤上的槽、滾珠軸承保持器上的矩形孔以及風動工具、照像机、电影机和無線電設

● 此处及以后凡此种括弧中的号碼均表示書末参考文献的書号。

备上的零件也用拉削来加工。

其实上面所提到的还远远未能詳尽無遺地包括所有在金屬加工中使用拉刀的全部可能性。

用拉刀加工的孔和外表面的尺寸范围是相当广的。內拉刀最常用于加工直径从10到75公厘,而其长度一般不超过2.5~3倍直径的孔。但在工業中也应用加工相当小直径——到3公厘——的孔和很大直径孔——250~300公厘——的拉刀〔1〕。精加工很長的圓孔时使用內拉刀的效果也是良好的〔26〕。

至于說到外拉刀,則它們最常用于加工面积为100~200公分²的表面。但在大量生产中某些大面积的表面,像汽車与拖拉机發動机缸体和缸盖的加工中,拉削还是經濟的工艺过程。

拉刀可用于加工所有各种金屬,从最軟的(鎂、鋁)起,直到洛氏硬度为40~42的已淬火鋼止。加工塑膠制零件时应用拉削也是完全可能的。

作为一种基本上專門用来加工一定零件的特殊刀具,拉刀的成本相当高。因此只有在产品的大量和成批生产中应用拉刀的經濟效果才能充分地显示出来。但是即使在产品單件和小批生产的企业中,只要孔的直径和被加工表面的形状是标准的,那么拉刀还是具有相当高的經濟效果的。例如阿列克塞也夫(Б.А.Алексеев)和謝盖廷柯(В.А.Сергиенко)根据大型机械制造厂經驗所得資料〔1〕說明,当产品每年批量从50(成形孔、方孔)到200(圓孔)件,而拉床負荷不低于全年時間基数的25%时,应用拉削仍是完全經濟的。

即使是在个别工業部門中,倘能將拉刀尺寸标准化,那么經濟地利用拉刀的可能性一定还会大大地增加。

3 拉刀和推刀的主要部分

加工孔用的拉刀具有下列各主要部分(圖6a): 1——柄部; 2——頸部; 3——过渡錐; 4——前导部; F ——切削部分;

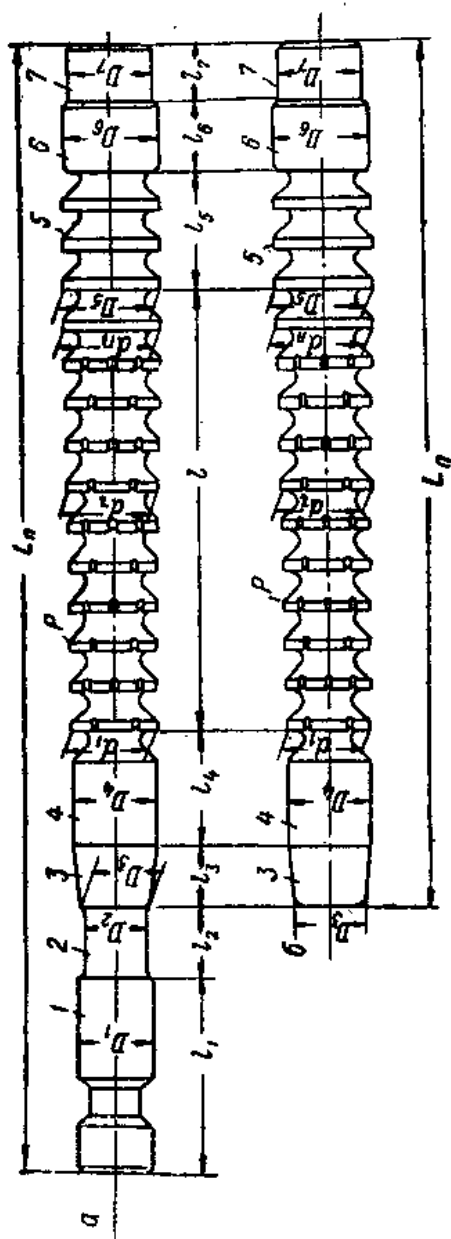


圖 6 拉刀和推刀的主要部分。

5——校准部分；6——后导部和7——支承。

柄部亦称刀柄，用来将拉刀夹固在拉床的卡盘中。颈部和过渡锥是介于柄部和前导部之间的作连接用的环节。通常多在颈部刻印拉刀的标记。前导部用于在拉削前将被加工件安放在拉刀上。前导部能保证零件平稳地、不发生倾斜地过渡到拉刀切削部分上去。

切削部分有大量的横向刀齿，而担负着金属切削的全部工作。切削刀的截形和切削部分刀齿的横向尺寸是逐渐变化着的。第一个齿和预装孔的轮廓与尺寸相适应，而最后一个齿则与制成孔的形状和尺寸相适应。所有的中间齿则逐渐增大尺寸，因而能切下切屑来。

校准部分也有刀齿，但数量较少。与切