

机 床 改 装 的 计 算

列 歇 托 夫 等 著



机 械 工 业 出 版 社

机床改装的計劃

列歇托夫等著

張九飛等譯

汪星橋校

机械工业出版社

DU14/13
出版者的話

本书論述了机床改装計算的一般問題、机床改装时各个零件的类比計算和檢驗計算。

为了簡化計算的步驟，书中还列出了許多計算用的图表，其中包括各种零件的許用載荷，所能传递的功率及其他数据。

书中还列举了許多計算示例，便于讀者領会計算步驟和付諸实用。

本书供机械制造工厂、机械研究部門及其他有关单位工程技术人员参考之用。本书对于高等学校有关专业的师生也是一本极有价值之参考資料。

苏联 Д. Н. Решетов, В. В. Каминская, З. М. Левина,
И. Б. Котляренко 著 “Расчеты при модернизации станков”
(Машгиз 1955年第一版)

№. 2247

1959年7月第一版 1959年7月第一版第一次印刷

787×1092 1/25 字数 133千字 印张6¹²/₂₅ 0,001—7,300 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京西四印刷厂印刷

新华書店发行

北京市書刊出版业营业許可証出字第008号 定 价 (11)1.10元

目 录

Ⅰ. 概 論	5
改装程度	5
改装的主要形式	14
机床零件工作能力标准	15
改装計算的程序	18
Ⅱ. 類比計算	20
Ⅲ. 檢驗計算	23
計算条件的选择	23
齿輪传动的計算	25
蝸輪传动的計算	57
鏈传动的計算	72
皮帶传动的計算	77
軸的計算	102
滚动軸承的計算	115
滑动軸承的計算	133
联軸器的計算	136
导軌的計算	153
进給机构元件的計算	155
Ⅳ. 機床傳動機構中摩擦損失的驗算	158
Ⅴ. 計算示例	162

机床改装的計劃

列歇托夫等著

張九飛等譯

汪星橋校

机械工业出版社

DL14/13

出版者的話

目 录

Ⅰ. 概 論	5
改装程度	5
改装的主要形式	14
机床零件工作能力标准	15
改装計算的程序	18
Ⅱ. 類比計算	20
Ⅲ. 檢驗計算	23
計算条件的选择	23
齿輪传动的計算	25
蝸輪传动的計算	57
鏈传动的計算	72
皮帶传动的計算	77
軸的計算	102
滚动軸承的計算	115
滑动軸承的計算	133
联軸器的計算	136
导軌的計算	153
进給机构元件的計算	155
Ⅳ. 機床傳動機構中摩擦損失的驗算	158
Ⅴ. 計算示例	162

工. 概 論

机床进行改装是：1)为了在机床上加工时普遍地提高生产率或改善劳动条件，其途径为：保证可能更充分地利用现代刀具的切削性能，机床自动化和简化操作；2)为了特殊的目的——扩大机床的工艺能力（例如，扩大加工零件的尺寸极限，保证可能加工成形表面等等），变更机床的工艺用途。

机床的普遍改装具有重要的意义。机床之所以需要定期的普遍改装，是从经济性上来考虑的，因为在制造机床时，不可能按充分利用将在该机床整个使用期间内出产并被采用的刀具的切削性能而设计的。同时，现有全部机床的更新又是一段比较慢的过程。

由于采用新的刀具材料，切削用量会急剧地增加，于是，机床的改装更具有特别重要的意义。

通过下列途径可以缩短在机床上加工金属的机动时间：提高切削速度，增加进给量，增多刀具的数目或加长成形表面的长度。

仅在最近较短的时期内，才广泛地改用硬质合金刀具，并且从本质上改进了刀具，特别是出现了带有辅助切削刃的刀具，能保证在采用大进给量时达到需要的表面光洁度等等。

由于机动时间平均还不足全部加工时间的 25~70%^①，因此，除应提高机床的功率和速度外，常常还应采取一些措施，以简化机床操作和提高其自动化程度，但这些措施很少需要进行计算。

改 装 程 度

图 1~4 所示为高速钢刀具和镶有硬质合金的刀具工作时各种切削用量的比较特性曲线。速度与切削力曲线是根据向机器制

① 低的数值是对单件生产来说的；高的数值是对大批生产来说的。

造和金属加工企业推荐的切削用量定额绘制的^①。在绘制曲线时，刀具切削部分的几何参数、加工条件、刀具耐用度等均选用对于该材料制造的刀具来说是平均的、典型的数值。图中所示的修正系数： K_v ——切削速度修正系数； K_p ——切削力修正系数。

为明显起见，切削力和切削速度与各参数间的关系用等分度坐标表示（与一般用对数坐标绘制的曲线不同）^②。所绘曲线除可用来比较切削用量之外，必要时还可用来直接决定近似的切削用量。

图 1～4 所示曲线表明，用硬质合金刀具切削时，如切屑大小适当，则其经济的切削速度较高速钢刀具切削时大 1～4 倍，而切削力则大致不变（仅仅钻削时是例外：在用硬质合金钻头钻削时，钻头的扭矩较用高速钢钻头钻削时大得多）。

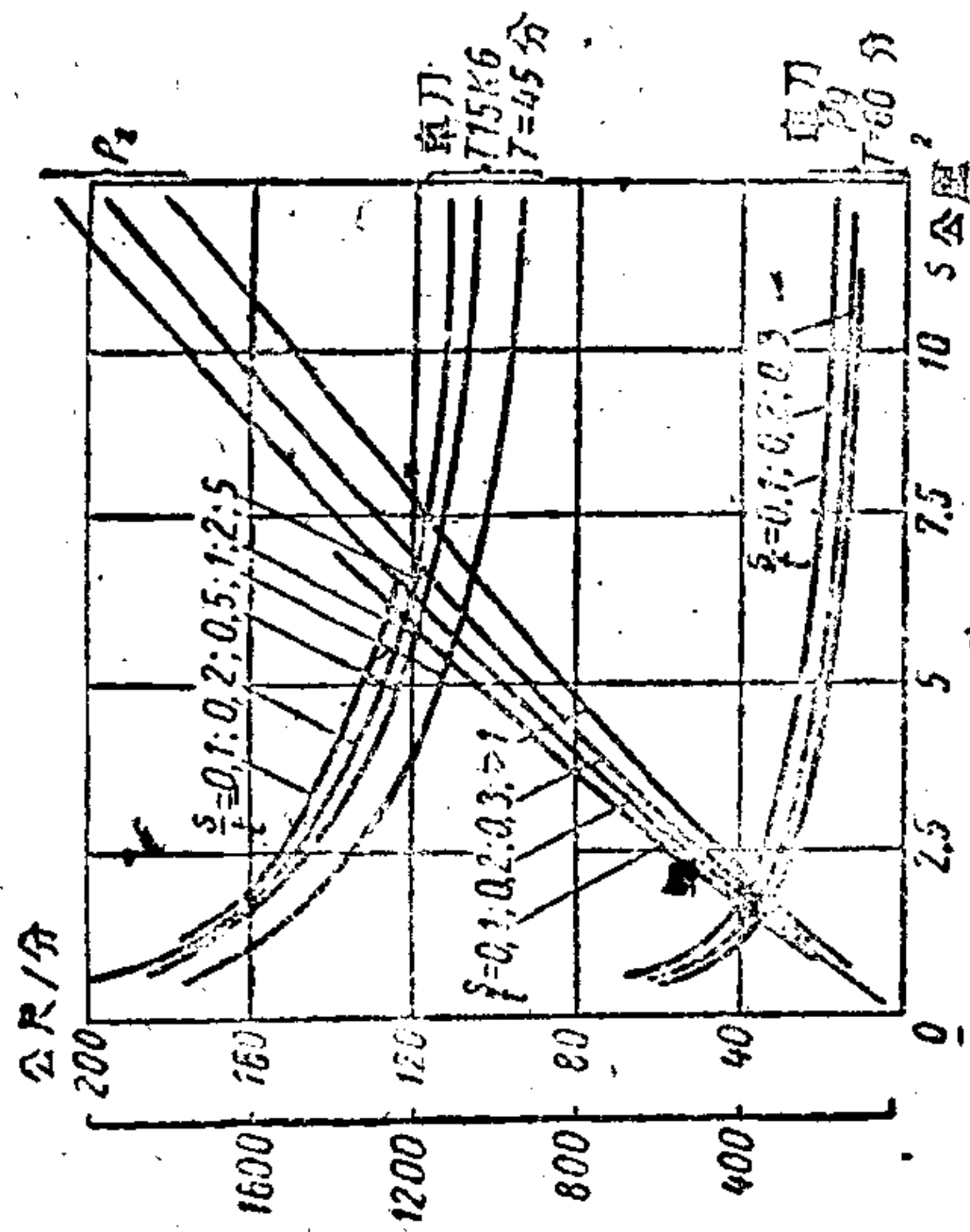
用不同材料制成的刀具切削时，其切削力的大小是有些差别的，这是由刀具不同的几何形状和不同的切削速度所决定的。因为在采用硬质合金刀具时切削力变化很小，因此，切削速度增加时，功率的增加值几乎与速度的增加成正比。

增大进给量和增加刀具数或切削刃长度都会使功率增加，其增加值与切屑断面总面积的增加值几乎成正比。在利用图 1 所示之曲线时，需考虑到： $\frac{s}{t} < 0.3$ 时是用普通几何形状的刀具切削的，而 $\frac{s}{t} > 0.3$ 时是用带有辅助切削刃的刀具切削的。

为了合理地利用现代硬质合金刀具的切削性能，机床的性能应根据经济的切削用量、机床的尺寸系列、机床使用情况和由该机床加工的工件的形状与材料的统计资料来确定。确定机床这种理论使用性能的问题是颇为复杂的。此外，还须注意，在改装机

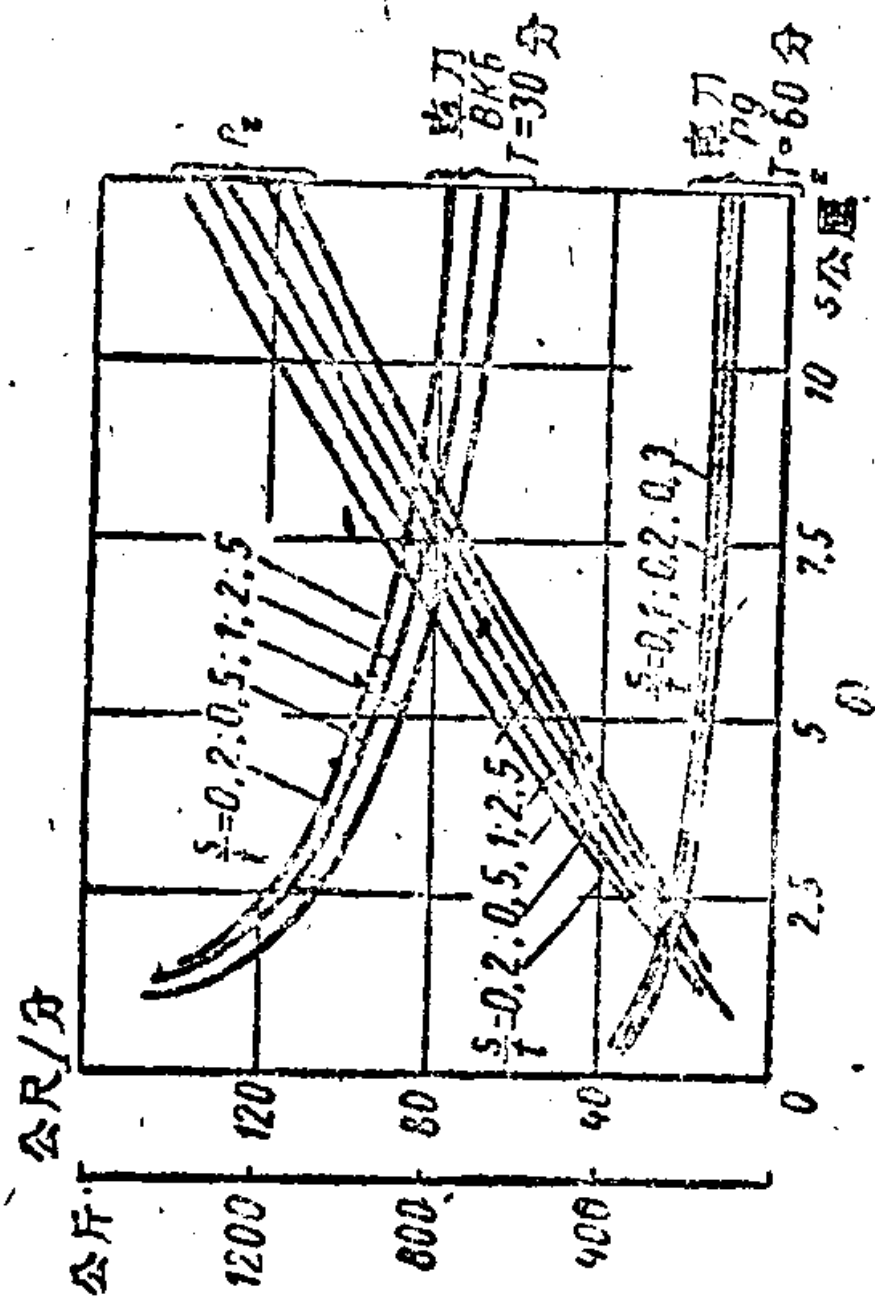
① 参阅“高速钢刀具的金属切削用量”，Машгиз，1950；“金属的高速切削用量”上、下册，Машгиз，1950—1951；“金属的大进给高速车削用量”，Машгиз，1954。

② 在用对数坐标所绘之曲线中，不能表示出切削速度与切屑断面，亦即与机床尺寸之间急剧变化的关系。



修正系数

鋼号	K_v	K_p
15	1.6	0.8
35	1.25	0.9
45	1.0	1.0
40X	0.75	1.15
φ°	K_v	K_p
45°	1.0	1.0
90°	0.75	1.1

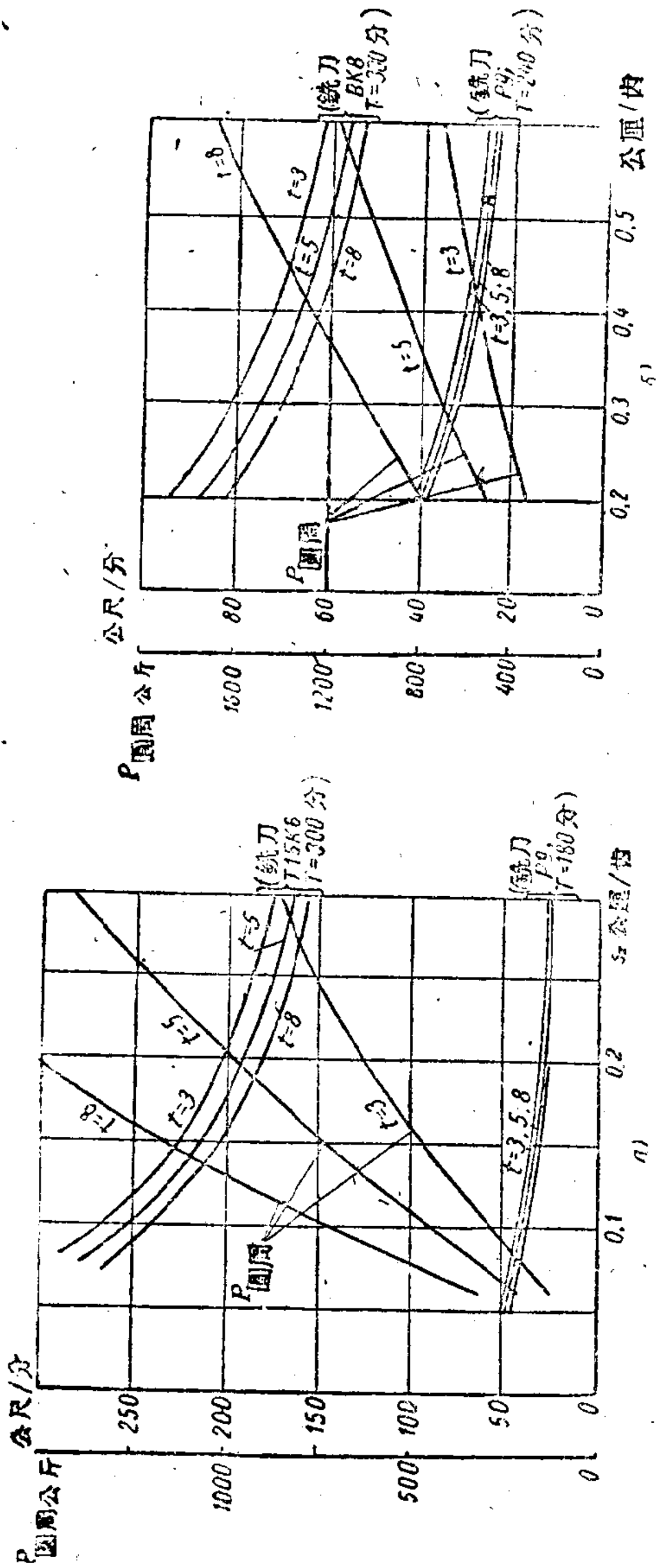


修正系数

鑄鐵牌号	K_v	K_p
CH 15-32	1.0	1.0
CH 21-40	0.85	1.05
MCH 32-52	0.75	1.1
φ°	K_v	K_p
45°	1.0	1.0
90°	0.75	0.9

图1 纵車外圓切削用量的比較特性曲綫:

a—加工材料——碳鋼, $\sigma_s = 75$ 公斤/公厘²; b—加工材料——灰鑄鐵, $H_B = 190$.



修正系数			
B/D	K_v	K_p	
0.2	1.2	0.25	
0.4	1.1	0.6	
0.6	1.0	1.0	
0.8	0.95	1.3	
1.0	0.9	1.7	
齿数	K_v	K_p	
15	1.25	1.0	
35	1.15	1.0	
45	1.0	1.0	
40 X	0.8	1.0	

修正系数			
B/D	K_v	K_p	
0.2	1.2	0.25	
0.4	1.1	0.6	
0.6	1.0	1.0	
0.8	0.95	1.3	
1.0	0.9	1.7	
齿数	K_v	K_p	
z	1.0	$z/14$	
铸铁牌号	K_v	K_p	
CH 15-32	1.0	1.0	
CH 21-40	0.9	1.0	
MCH 32-52	0.85	1.0	

图 2 铣削用量的比较特性曲线: $\frac{B}{D}=0.6\sim 0.7, z=14$

'a'—加工材料——碳钢, $\sigma_s=75$ 公斤/公厘²; 6—加工材料——灰铸铁, $H_B=190$.

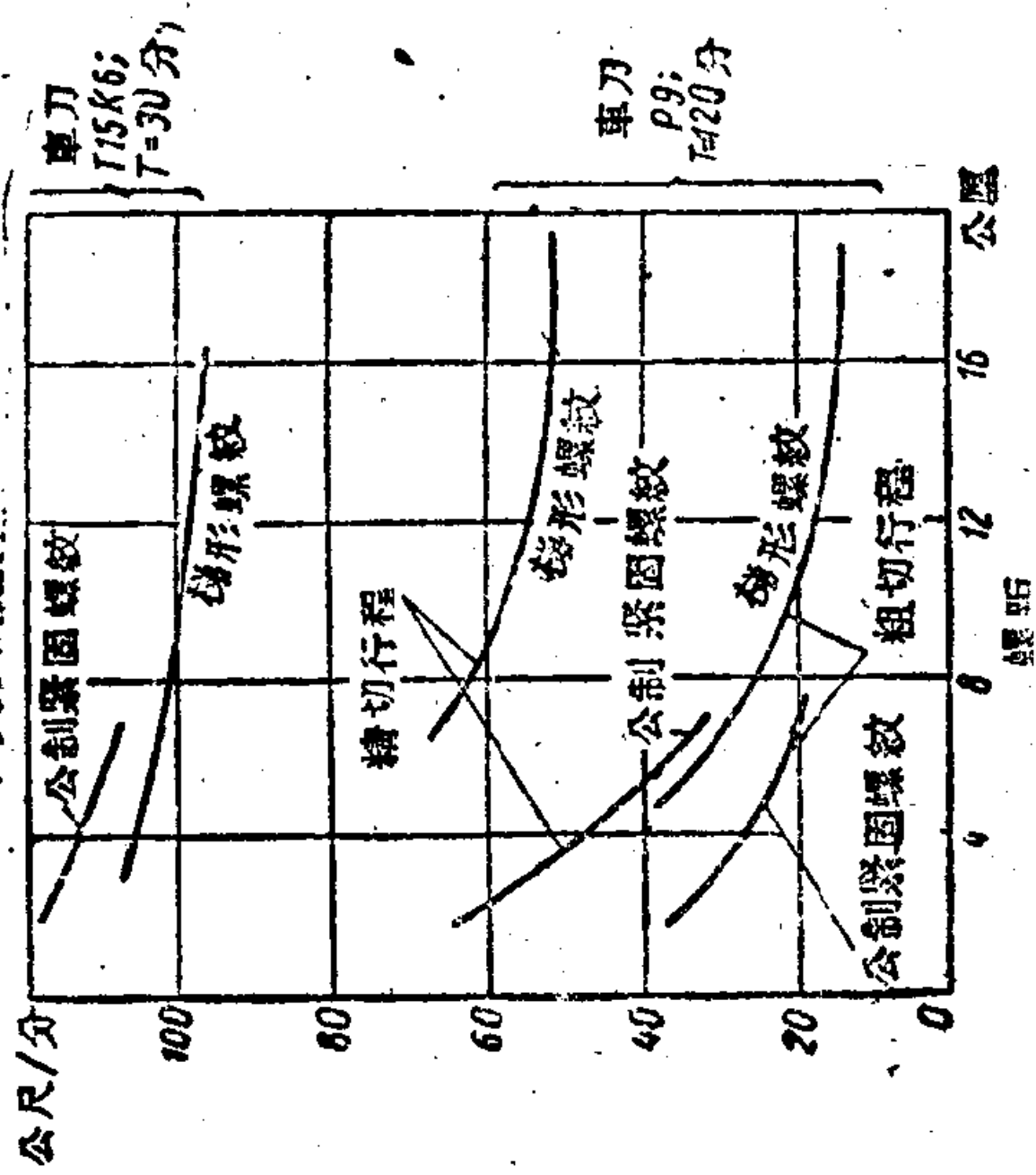


图 4 車刀切削螺紋时切削速度的比較特性曲綫:
加工材料——碳鋼, $\sigma_s = 75$ 公斤/公厘²。

修正系数		
鋼	号	K_v
螺紋	15	1.6
	35	1.25
	45	1.0
	40 X	0.85
螺紋		
外螺紋		K_v
內螺紋		1.0
		0.8

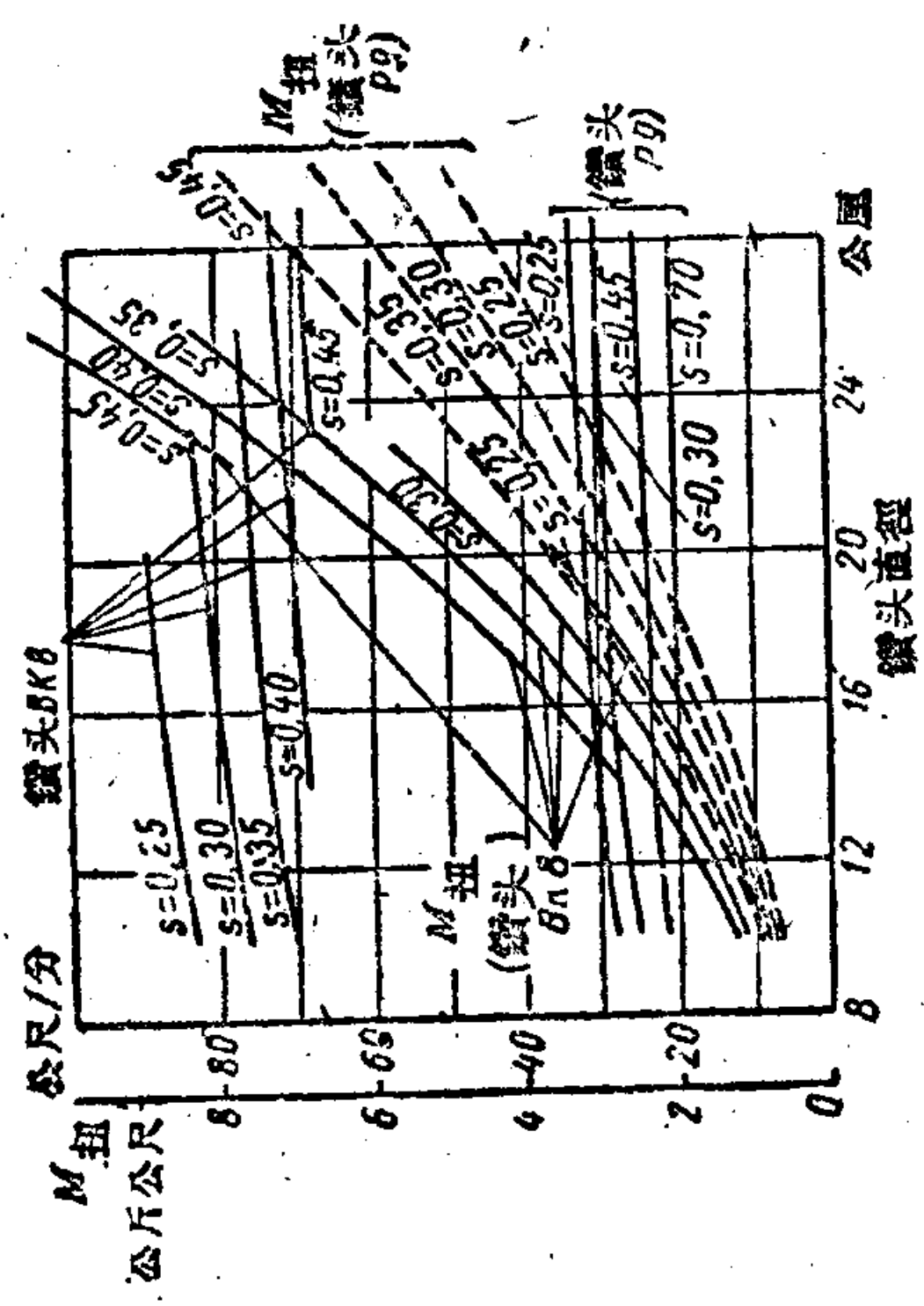


图 3 鉗削用量的比較特性曲綫:
加工材料——灰鑄鉄, $H_B = 190$ 。

修正系数		
鑄鉄牌号	K_v	K_p
CH 15-32	1.0	1.0
CH 21-40	0.85	1.05
MCY 32-52	0.75	1.15

表 1 現代各種中型万能機床的主要參數

車 床	
工件的最大直徑 (公厘)	250 320 400 630 800 1000
主軸每分鐘最大轉數的範圍	2000~3000 1600~3000 1200~3000 750~1600 630~750 500~600
主傳動功率 (千瓦)	1.0~2.8 4.5~7.0 7.0~14 14~20 20~28 28~40
六角車床	
加工棒料的最大直徑 (公厘)	18 25 40 50 65 80
主軸每分鐘最大轉數的範圍	1800~4000 1500~3200 1200~2000 1000~2000 900~1000 700~1000
主傳動功率 (千瓦)	1.7~2.8 2.8~4.5 4.5~7.0 7.0~10 10~20 14~28
立式車床	
工件的最大直徑 (公厘)	1250 1600 2000 2500 3200 4000
主軸每分鐘最大轉數的範圍	250~350 150~250 75~100 50~75 40~60 25~35
主傳動功率 (千瓦)	28~40 28~40 28~55 40~55 40~55 55~75
立式鉗床	
最大鉗孔直徑 (公厘)	12 18 25 35 50 75
主軸每分鐘最大轉數的範圍	3000~4000 2000~3000 2000~2300 1500~2500 1400~1800 900~1000
主傳動功率 (千瓦)	0.6~1.0 0.6~1.7 1.7~2.8 2.8~4.5 4.5~7.0 7.0~14

搖臂鉗床

最大鉗孔直徑 (公厘)	25	35	50	75	100
主軸每分鐘最大轉數的範圍	3000~4000	2500~4000	1700~3000	1400~1600	1000~1500
主傳動功率 (千瓦)	1.7~2.8	2.8~4.5	4.5~7.0	7.0~14	14~20

升降台銑床

工作台面的尺寸 (公厘)	200×800	250×1000	320×1250	400×1600
主軸每分鐘最大轉數的範圍	2200~4000	1800~3500	1500~3100	1500~3100
主傳動功率 (千瓦)	1.7~2.8	2.8~4.5	4.5~10	10~14

龍門銑床

工作台面的尺寸 (公厘)	450×1600	630×2200	900×3000	1200×4250	1800×6000
主軸每分鐘最大轉數的範圍	1000~1200	1000~1200	750~1200	600~1000	600~1000
主傳動功率(千瓦)	4.5~7.0	7.0~10	10~20	14~28	28~40

龍門鉋床

工件的最大寬度 (公厘)	1000	1400	2000	2800
工作行程最大速度的範圍 (公尺/分)	60~90	60~80	60~75	40~50
切削力 (噸) (不少于)	7	10	15	20

床时, 这些性能通常是不能达到的, 因为此时功率和轉数需要增加数倍。因此, 必須通过对需要改装的机床的技术性能与已采用最新切削用量的机床的性能的比較, 才能合理地估計出希望达到的改装程度(参閱表1)。

在保証所要求的机床寿命的条件下, 机床部件和零件結構上实际可能改进的范围就决定了实际上能达到的改装程度。結構上的这些改进措施就是加强薄弱环节、增强刚度和抗震性、减小摩擦損失、减少磨損和縮短輔助時間。

机床使用和前几年进行改装的实际經驗表明, 在用高速鋼刀具切削时, 现有机床的部件和零件的实际能力未被完全利用。

广泛地使用改装过的机床以新式刀具进行生产的可能性是由下列情况决定的:

1. 在使用鑲有硬質合金的刀具切削时, 切屑断面也大致与使用高速鋼刀具切削时相同(采用大进給量切削为例外, 此时切屑断面稍有增大); 改为高速切削时, 切削力一般并不增大^①。

2. 設計机床时, 受力最大的主要零件的尺寸一般是根据承受的載荷进行計算而确定的, 而其余零件的尺寸是按結構与工艺的要求来选择的。因此, 受力最大的、限制增大切削用量的地方就是一、二个薄弱环节; 如果可能, 更換这些薄弱环节的零件就能大大地扩大机床的能力。用更換薄弱环节的零件的方法来改装机床是非常合适的, 这主要是由于在許多情况下, 提高一个元件的工作能力无需增大其尺寸, 而只需在設計或工艺上作一些改进, 如改变形状, 更換材料, 采用热处理、化学处理或机械加工等。

3. 万能机床上通常是加工直径变化范围很大(1:4~1:8)的工件, 当加工直径在范围的上部时, 这些机床可用很大的切削速

① 采用更高的切削速度是否可能, 取决于使用鑲有硬質合金的刀具并以較高的几級轉速切削时, 切下的切屑是否比用高速鋼刀具切削时为大。但是传动机构的大部分元件是按力矩最大时的工作情况計算的, 它們的載荷并不增大; 只有以較高的几級轉速工作的元件是受力稍大的。

度，即大致与采用硬质合金刀具切削时相当的速度切削。由于这一缘故，在采用高速切削时，机床只需进行较小的改装。

4. 万能机床的用户通常是不定的，因此在设计时，机床的工作条件是不够清楚的。对机床使用情况的分析表明，万能机床的工艺能力常常未被充分利用，有时只用来做某些专门化的工作，如只用于精加工等。

根据具体的工作条件估计机床各元件的工作能力，就有可能发掘机床的潜在能力。

5. 机床中受力最大的一些元件、特别是传动机构元件的尺寸，一般是根据计算数据选择的。现在所采用的许多计算是假设的，不足以反映各零件工作时发生的各种现象的实质。计算的偏差一般是用增大安全系数的方法来弥补的。更正确地估计实际载荷，并根据工作能力的正确标准进行精确的计算时，可以采用较小的安全系数。使用更完善的计算方法来计算元件的工作能力，也能发掘出机床的潜力。

机床的特点，特别是万能机床的特点，就是工作时切削用量变化很大，而承受最大载荷的时候不多。过去在计算传动机构元件时，假定最大载荷是连续作用的，因此使零件过于笨重。在改装时，传动机构元件应根据工作用量的变化情况来计算该元件的寿命，即按最大载荷与寿命系数 k 的乘积来计算^①。

首先适合于改装的机床为：1) 能满足说明书上规定的切削用量进行工作的机床，即其机构的磨损并不很大，也没有机件损坏等现象；2) 基本零件具有足够的刚度，主传动系统是十分合理的机床。

现在有许多不同的主轴传动系统，按照现时的机床制造工艺水平，每一传动系统都有一定的转速极限^②。

① 机床制造业中，采用最简便的、总计各种程度的应力所引起的金属疲劳度的方法来计算工作用量的变化。

② 所列出的转速适合于中心高200公厘的中型车床和2号铣床等。