

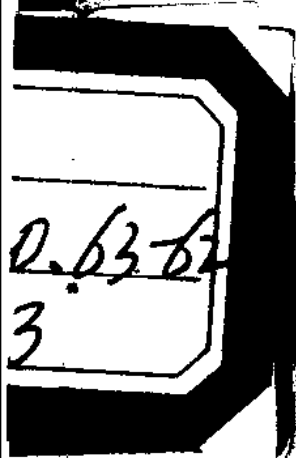
20MnVB钢齿轮生产试验

第一部份 生产工艺试验

(内部资料 注意保存)

第一汽车厂
红卫厂
汽车研究所

1970 . 8



最 高 指 示

提高警惕，保卫祖国。

备战、备荒、为人民。

独立自主，自力更生。

打破洋框框，走自己工业发展的道路。

要认真总结经验。

中国应当对于人类有较大的贡献。

前 言

“灿烂的思想政治之花，必然结成丰满的经济之果”。史无前例的无产阶级文化大革命焕发出来的亿万革命群众的积极性推动着我国各项事业飞跃发展，祖国到处欣欣向荣，社会主义建设蒸蒸日上。我国的汽车工业也以前所未有的速度向前发展。很多省份造出了汽车，第一汽车制造厂提出了“向十万辆进军”的响亮口号。红卫厂广大革命职工在毛主席的无产阶级革命路线指引下，正在以革命加拼命的冲天干劲，为“早出车、出好车”而日夜奋战。

随着汽车工业的发展，汽车产量的增加，对于汽车用钢的品种、数量和质量也提出了新的要求。

世界各国传统采用镍铬钢和铬钢制造汽车主要传动零件。1956年我国开始生产汽车以来，也大量采用铬钢。在伟大领袖毛主席提出的“破除迷信，解放思想”的伟大号召鼓舞下，在1958年大跃进的年代里，开始了结合我国资源建立汽车用钢系统的工作，并取得了一定的成绩，但是由于叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人所推行的反革命修正主义路线的干扰和破坏，使这项工作的进展也受到了很大影响。至今铬钢的消耗量仍然很大，而目前我国铬的自给率较低。为此，遵照毛主席的“独立自主，自力更生”，“备战、备荒、为人民。”的伟大教导，红卫厂从一开始就打破了采用铬钢制造汽车主要传动零件的旧传统，完全采用符合我国资源的钢种。

20 锰钒硼钢 (20MnVB) 就是红卫厂用来制造变速箱、分动箱、取力箱和后桥齿轮等渗碳零件的新钢种。这种钢材采用我国富有的锰、钒和硼作为合金元素，完全符合我国资源情况。北京齿轮厂和汽车研究所曾对这种钢材进行了大量的试验工作，取

得了一定成绩。目前，北京齿轮厂已经采用 20MnVB 钢制造后桥齿轮。在红卫厂新产品的各轮试制中，也均用 20MnVB 钢作齿轮等渗碳零件。为了进一步了解这种钢种在大量流水生产中的工艺性能和使用性能，在一汽的生产条件下，用 20MnVB 钢制造一批解放牌汽车的变速箱齿轮进行试验，为红卫厂设计工艺装备和制定工艺提供资料；并把这些零件装在解放牌汽车上进行行车试验，全面考核其使用性能。

这项试验由一汽发动机厂、科技部、汽车研究所，红卫厂发动机厂、材料试验室等单位抽调人员组成以工人为主体的三结合的硼钢试验小组。全体同志在战无不胜的毛泽东思想指引下，充分依靠广大工人群众，克服了许多困难，在较短的时间内完成了任务。

试验过程中，许多兄弟单位发扬了共产主义大协作精神，北京齿轮厂，大冶钢厂以及第一汽车厂的锻造分厂、热处理车间、吉林汽车标准件厂、随车工具厂、总装配车间等单位给予了大力支持，加速了这次试验的进度。

试验时生产了三百辆份解放牌变速箱齿轮。通过生产了解 20MnVB 钢的工艺性能，通过样品试验和零件台架试验了解 20MnVB 钢的强度性能，通过零件的装车使用试验了解 20MnVB 钢零件的使用性能。

本试验报告共分三部分：第一部份：生产工艺试验；第二部份：零件台架及样品性能试验；第三部份：零件使用结果。本报告暂时只包括前二部分。

勘 誤 表

页 次	表图次	行 数	誤	正
			※	※
3	表 2	末 尾	×	粗精切槽刀
9	图 3	4	刀具名称漏写	心部硬度 (Rc)
14-15	表 7-8	1	心部硬度	+0.026, -0.038
53	表 13	2.3	锥度: +0.028, -0.022	20
			测量数量有项漏写	-0.201 -0.137
			-0.141, 锥度: -0.037	上栏 18CrMnTi, 下栏 20MnVB
54	表 14	10	钢号空白	从上至下 5, 10, 20, 30
58	表 18		测量数量空白	-0.165 -0.017
			-0.155 0.027	+0.05, +0.096, -0.01
59	表 19	5	锥度: -0.05, -0.096, +0.01	-0.169
60	表 20		-0.149	-0.035
62	表 22	12	-0.025	0.026
63	表 23	7	左右差值 0.017	-0.026
73	表 32		-0.126	+0.003
78	表 35	5	两端尺寸差 +0.03	+0.01
79	表 37		+0.07	+0.063
81	表 40	5	+0.053	
86	表 50	9		

目 录

前言

生产工艺试验	1
一、试验用 20MnVB 钢原材料检验	3
二、锻造工艺性能	6
三、硼钢的切削性能	7
四、热处理工艺性能	13
五、热处理后变形情况	20
1. 中心距变动	20
2. 齿座径向跳动	22
3. 内孔	51
4. 键槽宽	68
5. 其他尺寸	77
6. 齿形、齿向、周节累积误差和接触区	87
六、变速箱装配情况	94
七、小结	95

生产工艺试验

大量流水生产对钢材的工艺性能要求较高，它的好坏关系到生产效率、生产成本和产品质量，因此在选择钢种时必须予以考虑。

我们进行 20MnVB 钢的工艺性能试验主要是通过生产变速箱中的十二种齿轮来进行的，每种零件生产 300 辆份左右，在生产过程中考查其工艺性能。

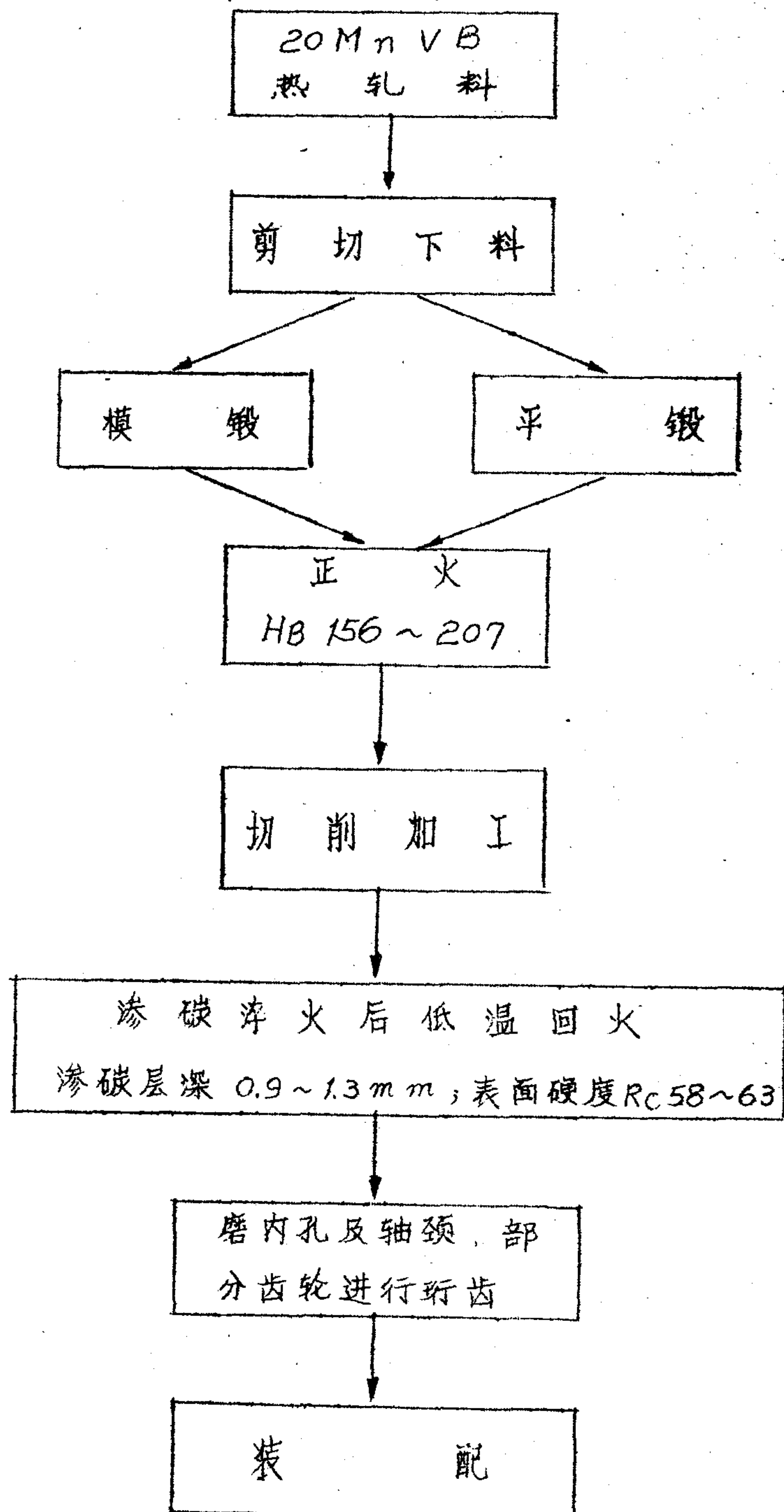
变速箱中的十二种零件清单见表 1。

变速箱齿轮的生产工艺流程与 18CrMnTi 钢完全相同，主要工艺流程示於图 1。

在生产过程中抽一定数量的 20MnVB 钢零件和 18CrMnTi 钢零件同时进行检验以便对两种钢材的工艺性能进行对比。

表 1 生产试验零件清单

序号	零件号	名称	零件主要参数	
			模数	齿数
1	120-1701030	第一轴	3.75	23 (左)
2	120-1701048	中间轴	4.2(3)/3.175	14, 16, 22
3	120-1701051	第三速齿轮	3.75	31 (右)
4	120-1701053	第五速齿轮	3.75	44 (右)
5	120-1701056	常啮合齿轮	3.75	41 (右)
6	120-1701082	倒车齿轮	4.2(3)/3.175	22, 27
7	120-1701112	第一速及倒速齿轮	4.2(3)/3.175	49
8	120-1701127	第二速齿轮	4.2(3)/3.175	41
9	120-1701131	第三速齿轮	3.75 (法向)	33 (左)
10	120-1701135	第五速齿轮	3.75	20 (左)
11	120-1701136	固定齿座	4	18
12	120-1701137	滑动齿套	4	18



〔图 1〕 变速箱齿轮生产工艺路线图

一. 试验用 20MnVB 钢的原材料检验

试验用的钢材大部份由大冶钢厂冶炼, 质量检查结果分述于下:

1. 钢材的化学成分 (%)

表 2

炉号	规格	产地	制造的零件号	C	S	P	Si	Mn	V	B	Ni	Cr
技术条件规定				0.17~0.24	≤0.04	≤0.04	0.17~0.37	1.0~1.3	0.07~0.12	0.0005~0.003	≤0.25	≤0.25
086-13	φ42	北钢	120-1701030 120-1701136	0.20	0.010	0.019	0.31	1.14	0.09	0.0019		
96T516	φ60	大冶	120-1701082	0.21	0.006	0.020	0.25	1.16	0.08	0.0039		
8998-4	"	"	120-1701135	0.19	0.006	0.018	0.30	1.10	0.09	0.003		
96T126	"	"	120-1701137	0.22	0.006	0.019	0.25	1.15	0.09	0.0036		
62T1473	φ70	大冶	120-170105	0.20	0.005	0.012	0.3	1.1	0.09	0.003		
*	"	"	120-1701131	0.19	0.007	0.016				0.004		
*	"	"		0.18	0.006	0.016	0.3	1.1	0.09	0.0041		
96T626	φ80	大冶	120-1701053	0.20	0.005	0.016				0.004		
94T18	"	"	120-1701056	0.24	0.006	0.013	0.3	1.1	0.09	0.0029		
		"	120-1701127									
88028	φ100	大冶	120-1701112	0.20	0.007	0.015	0.3	1.1	0.1	0.0014		
50288	"	"		0.19	0.014	0.02			0.1	0.0029		
96T628	φ120	大冶	120-1701053 120-1701048	0.20	0.005	0.015	0.3	1.1	0.1	0.0036		

* 原技术条件规定为 0.001~0.005%, 目前许多钢厂按 0.0005~0.003% 控制。

2. 钢材的机械性能:

根据技术条件规定, 从钢材的规定部位 (直径小于 60 mm 的钢料取自中心, 直径大于 60 毫米的钢料取自 $1/2$ 半径处) 切取直径为 15 毫米的毛坯, 毛坯经热处理 ($880 \pm 10^\circ\text{C}$ 淬油, $200 \pm 10^\circ\text{C}$ 回火) 后再加工成拉力、冲击试样进行试验, 试验结果如表 3

表 3

炉 号	规格	机 械 性 能				
		强度极限 σ_b (Kg/mm ²)	屈服极限 $\sigma_{0.2}$ (Kg/mm ²)	延伸率 δ_5 (%)	断面收缩率 ψ (%)	冲击值 α_K (Kg-M/cm ²)
技术条件规定		≥ 110	≥ 90	≥ 9	≥ 45	≥ 7
96T516	$\phi 60$	143.0; 139.5	116.5; 108.0	10.5; 13.0	49.5; 54.0	8.1; 8.8
8998-4	"	136.0; 136.0	112.5; 112.5	10.0; 12.0	56.5; 58.0	8.9; 9.9
96T126	"	142.5; 141.5	116.5; 116.5	9.0; 11.0	51.0; 54.0	8.3; 7.9
62T1473	$\phi 70$	145.0; 142.5	115.0; 121.0	13.0; 12.0	56.0; 56.5	8.4; 7.1
*	"	127.0; 123.0	106.0; 104.0	13.0; 13.0	59.0; 61.5	9.5; 10.4
*	"	137.0; 135.0	114.5; 104.0	12.5; 12.5	58.0; 58.0	9.1; 9.1
96T626	$\phi 80$	137.5; 142.0	106.0; 119.0	11.5; 13.0	58.0; 58.0	9.1; 9.9
94T18	"	154.5; 155.5	123.0; 123.0	11.0; 14.0	49.5; 48.0	7.4; 11.8
88028	$\phi 100$	137.0; 139.5	110.5; 112.5	13.0; 11.0	58.0; 58.0	9.1; 9.3
50288	"	135.5; 135.0	108.5; 110.5	13.0; 11.0	58.0; 58.0	11.4; 12.3
96T628	$\phi 120$	140.0; 138.0	/	12.0; 12.0	58.0; 58.0	9.1; 8.9
0B6-13	$\phi 42$	145.0; 142.0	132.0; 130.0	16.0; 16.0	59.0; 59.0	14.0; 14.7

3. 钢材的淬透性能：按GB225-63 进行了淬透性能试验，结果列于表4：

表4

炉号	淬透性[距淬火末端不同距离(毫米)的硬度(RC)]										半马氏体硬度(RC30)
	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	12	15	18	21	距淬火末端距离(毫米)
0B6-13	39.5	44.0	44.5	44.0	43.0	42.0	37.5	32.0			—
96T516	45	44.5	44.5	44	43.5	41	36	29.5	25.5	23	≈ 15.0
8998-4	44	43.5	42.5	41.5	39.5	35.5	27				≈ 10.5
96T126	42.5	42.5	42.0	41.5	40.5	37.5	32	26	24	22	≈ 13.5
62T143	41.5	41.0	41.5	41.0	41.0	38.5	33.5	29.0	25	22	≈ 14.0
*	44.5	43.5	42	42	40	36.5	27.5	23	20	17	≈ 11.0
*	43	43	42.5	41.0	40	35.5	28	23	19	16.5	≈ 11.0
96T626	45	45	43	41.0	41.0	40	30.5	26	23	22	≈ 12.0
94T18	45	45	44.5	44	41.5	40	32.5	29	25	22	≈ 13.5
88028	44.5	43	42	42	41	38	30.5	26	23	21	≈ 12.0
50288	44	44	43	42	41.5	38	30	25	21	19	≈ 12.0
96T628	43	42	42	41	39	35	27	22	21	18	≈ 11.0

注：技术条件规定：距端末9.0mm处的硬度应为RC32~45
带“*”记号者为炉号不详的φ70的20MnVB钢材

4. 钢材低倍组织缺陷：按技术条件规定低倍缺陷（偏析、一般疏松、中心疏松）均不得大于3级，试验的钢材低倍缺陷均为1~2级，符合技术条件要求。

5. 钢中非金属夹杂物检验：按技术条件规定钢中氧化物、硫化物等非金属夹杂物均不得大于3级。我们对试验钢材检验后结果全部合格。

6. 晶粒度：根据技术条件规定钢材晶粒度应为5~8级，

试验用钢材晶粒度检验结果全部合格。

上述原材料质量检验结果说明：试验用的十二炉钢材的化学成份，机械性能，淬透性能低倍组织，非金属夹杂物和晶粒度全部符合技术条件规定。

二 锻造工艺性能：

变速箱中的十二种零件按一汽现生产工艺锻造，在锻造过程中没有发现问题，据工人师傅反映 20MnVB 钢的锻造性能与 18CrMnTi 钢的没有区别。

为了保证得到比较好的切削性能，齿轮锻坯都经正火处理。对于 18CrMnTi 钢锻坯一汽现生产的正火工艺如下：

加热温度：950~970°C

推料周期：10 分

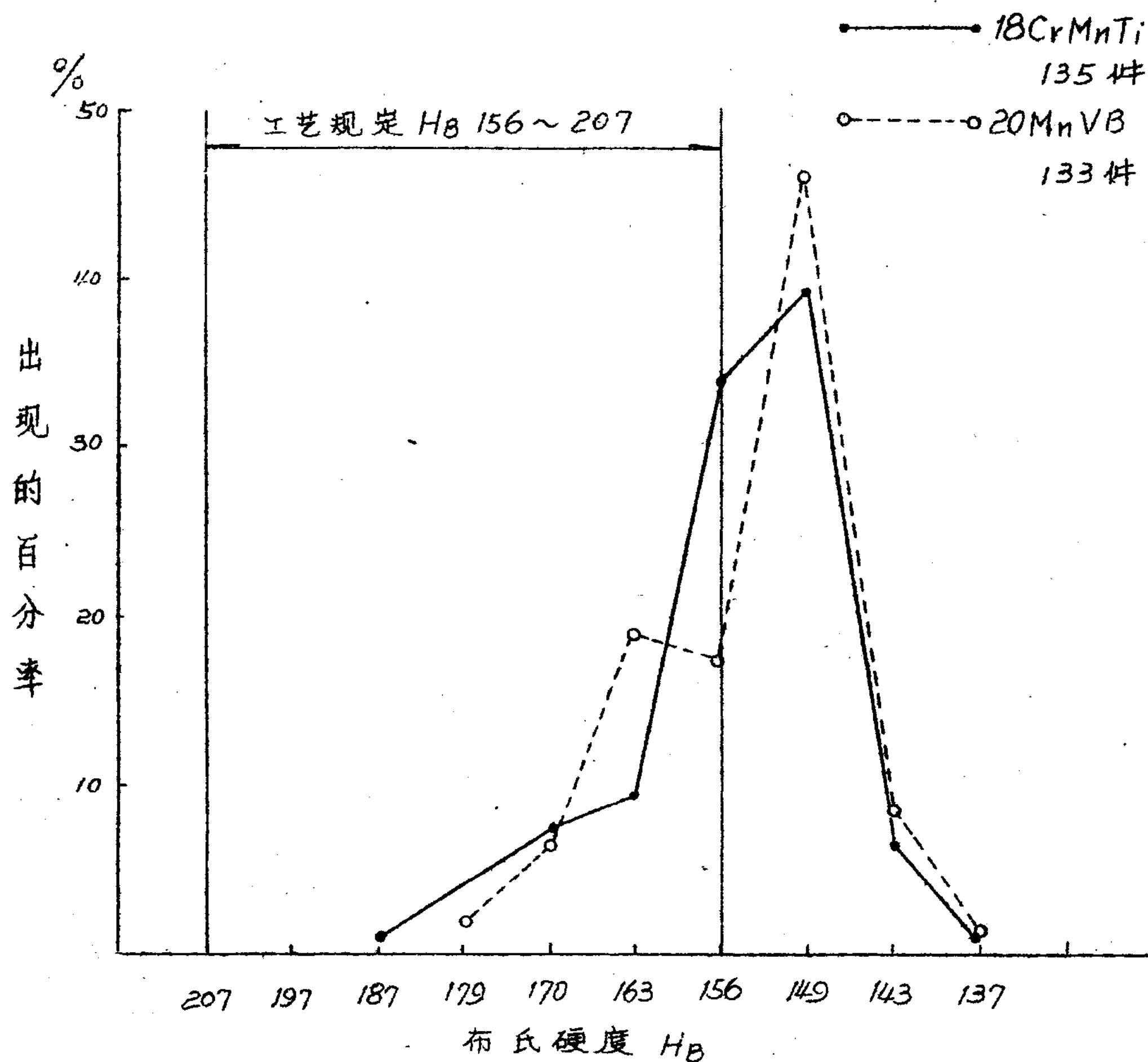
毛坯在炉内停留时间：150 分

正火后工艺规定的硬度为 HB 156~207

20MnVB 钢的锻坯的正火工艺与现生产的 18CrMnTi 钢的工艺完全相同，正火后我们取两种钢的各种零件 100 余件进行硬度测定，测定结果示于图 2。

根据图 2 的试验结果说明：

1. 20MnVB 钢锻坯正火后的硬度略低于 18CrMnTi 钢。
2. 20MnVB 钢和 18CrMnTi 钢的锻坯正火后都有大部份的硬度低于工艺规定要求。



(图2) 20MnVB 钢和 18CrMnTi 钢锻造锻坯正火后硬度分佈情况

三、硼钢的切削性能

钢的切削性能对机械加工的生产效率, 生产成本和产品质量都有很大的影响。因此, 在每种硼钢零件投入生产时, 我们顺着工艺流程观察每道工序的加工情况。同时, 对其关键工序(如扩孔、拉孔、车削、滚齿和磨孔)分别进行了切削功率、刀具磨损和加工时间的考核, 并与 18CrMnTi 钢进行对比。结果分述如下:

1. 生产情况：

12 种硼钢齿轮共 4000 件左右，分批投入生产，在生产过程中完全按现生产铬钢的切削规范进行加工，在加工过程中没有发现什么问题。从加工后的光洁度来看，我们观察了扩孔，拉孔和车削等工序，铬钢和硼钢零件没有明显区别，工人师傅们反映，20MnVB 齿轮可以按现有切削规范加工，虽有些工序比 18CrMnTi 钢有断屑稍差现象和较“粘”感觉。

2. 切削功率：

为了比较两种钢切削的功率消耗，我们对第一速齿轮的扩孔，拉孔、滚齿工序进行了功率测定，结果见表 5：

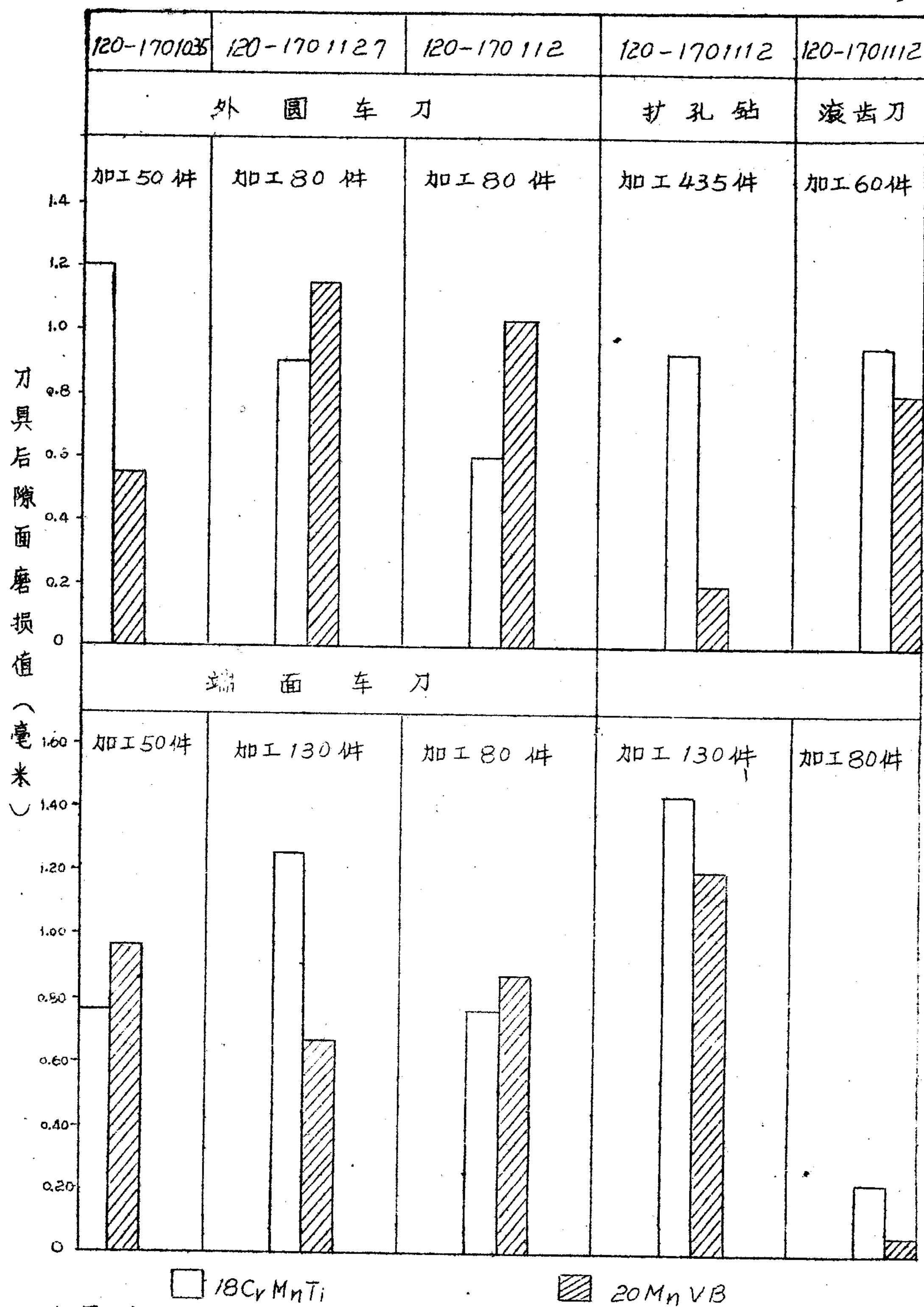
表 5 120-1701112 两种钢的切削功率比较

工序名称	20 Mn V B		18 Cr Mn Ti	
	零件编号	最大切削功率	零件编号	最大切削功率
扩 孔	1	1.34 KW	1	1.42 KW
	2	1.34 KW	2	1.42 KW
拉 孔	1	6.84 KW	1	6.84 KW
	2	6.84 KW	2	6.84 KW
	3	6.84 KW	3	6.84 KW
滚 齿	1	1.028 KW	1	1.085 KW

从表 5 可见：扩孔与滚齿所需之最大功率铬钢比硼钢稍大，在拉孔时，两种钢所需的功率相同。

3. 刀具寿命：

我们对加工三种零件的车刀、切槽刀、扩孔钻和滚齿刀在加工同样数量的零件后进行了刀具后隙面磨损情况的测量，结果见图 3。



{ 图 3 } 加工两钢三种零件的刀具磨损情况

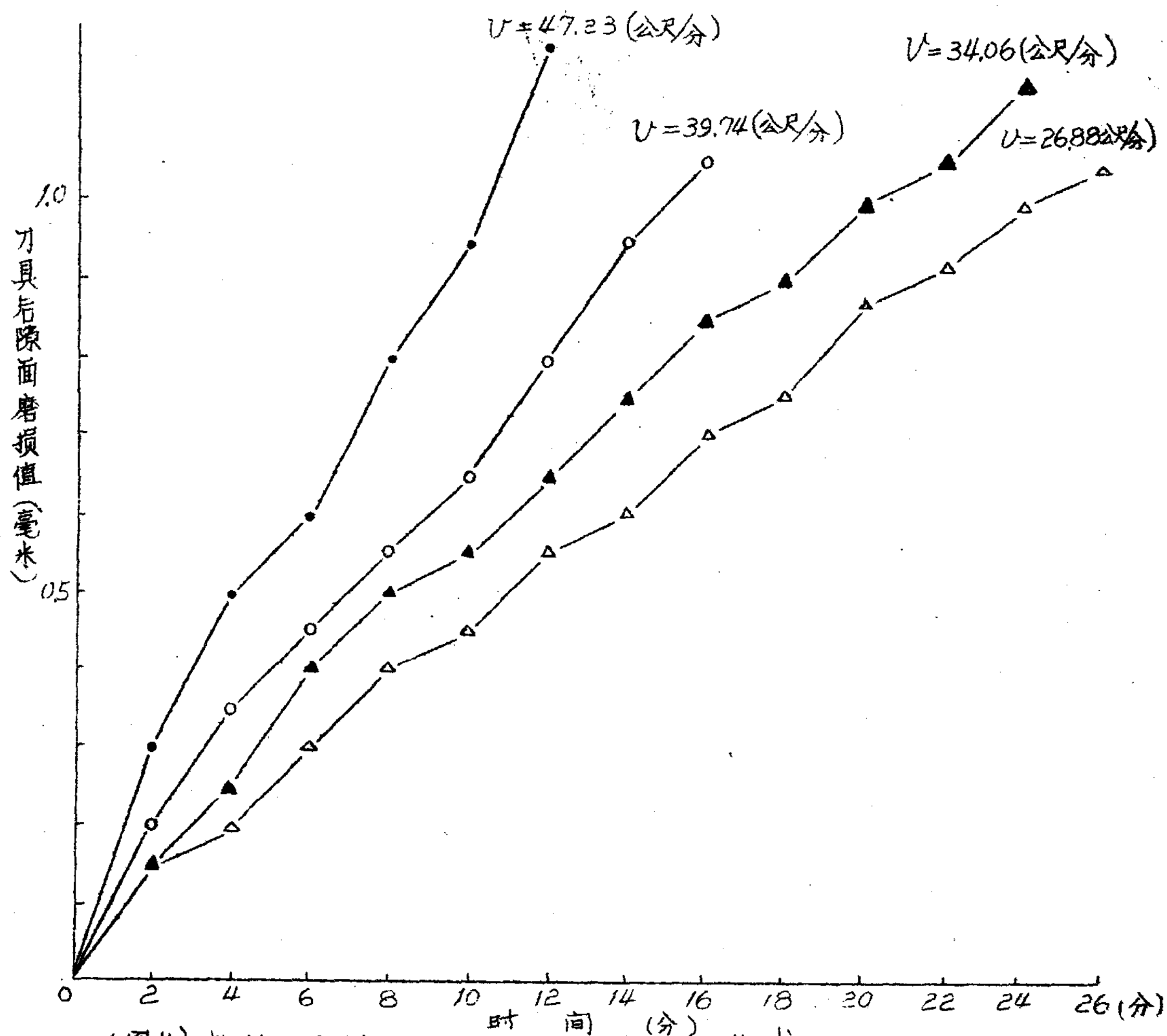
从图3可以看出：

① 滚齿刀、扩孔钻和切槽刀的磨损，硼钢比铬钢小。

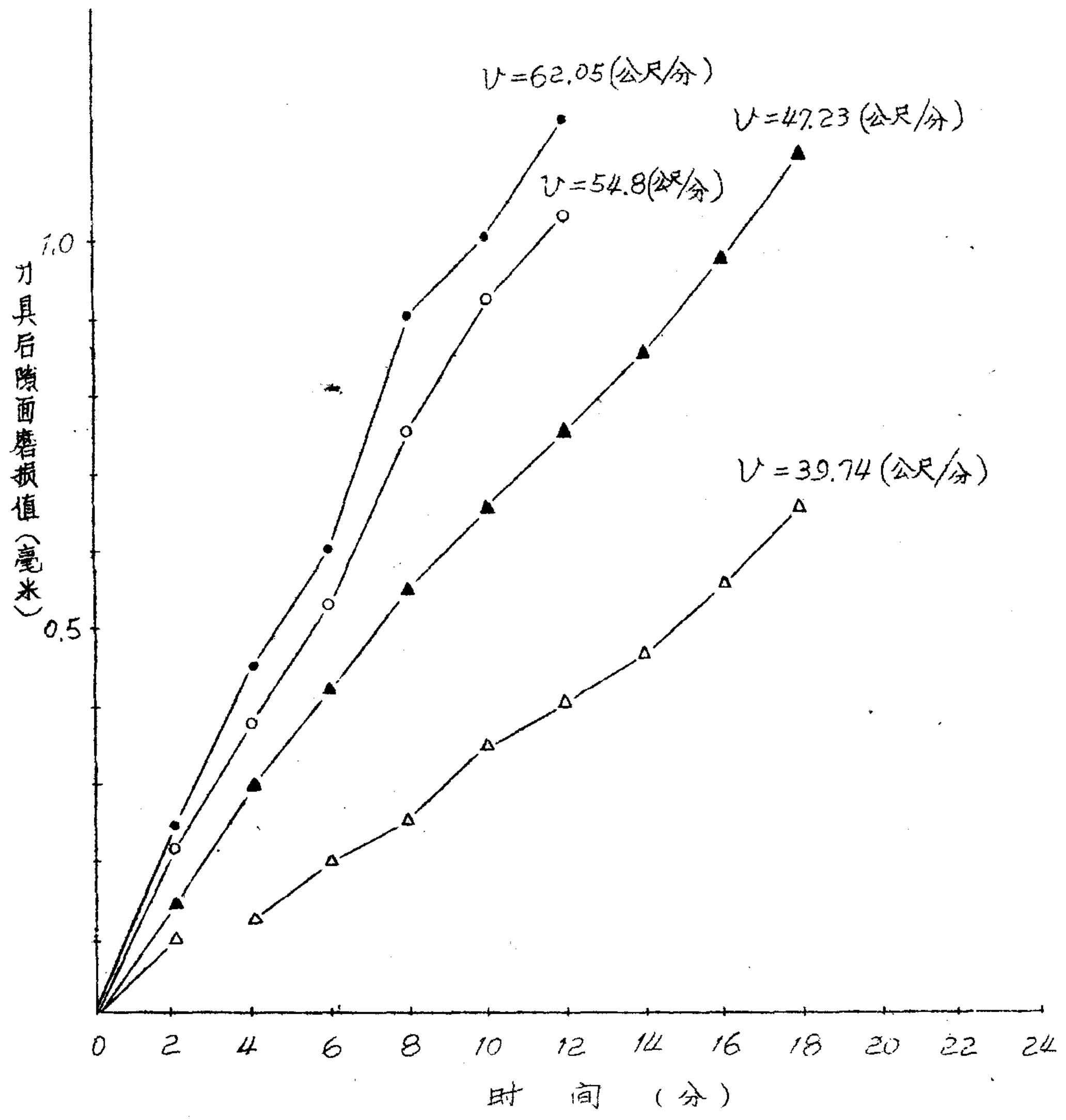
② 加工两种钢齿轮时，外圆车刀和端面车刀的磨损情况都没有规律，这可能是由于毛坯余量和刀具刃磨质量不同造成。为了准确的比较两种钢材的车削性能，我们又作了一次纵车试验。

4. 纵车试验：

我们选择了直径120毫米和长度1000毫米的铬钢和硼钢棒料各一根。经过 960°C 正火后进行纵车试验。试验时，采用同一批号，并且一次刃磨的高速钢车刀进行切削，乳化液冷却。只改变切削速度 V ，而其他切削参数($t=2, S=0.2/\text{转}$)不变。试验结果见图4.5。



(图4) 加工18CrMnTi钢时刀具的磨损曲线



〔图5〕加工20MnVB钢时刀具的磨损曲线

由图4.5计算出两种钢材的 $V = \frac{Cr}{T^m}$ 关系式如下：

18CrMnTi : $V = \frac{262.3}{T^{0.612}}$ (当后隙面的磨损值 $\Delta = 1.5 \text{ mm}$ 时)

$V_{60} = \frac{262.3}{60^{0.612}} = 21.62 \text{ 公尺/分}$

20MnVB : $V = \frac{210}{T^{0.461}}$ (当后隙面的磨损值 $\Delta = 1.5 \text{ mm}$ 时)

$V_{60} = \frac{210}{60^{0.461}} = 25.34 \text{ 公尺/分}$