

FM ALLOY®

精密型用钢

DURO

冷作模具用 / 温热作模具用

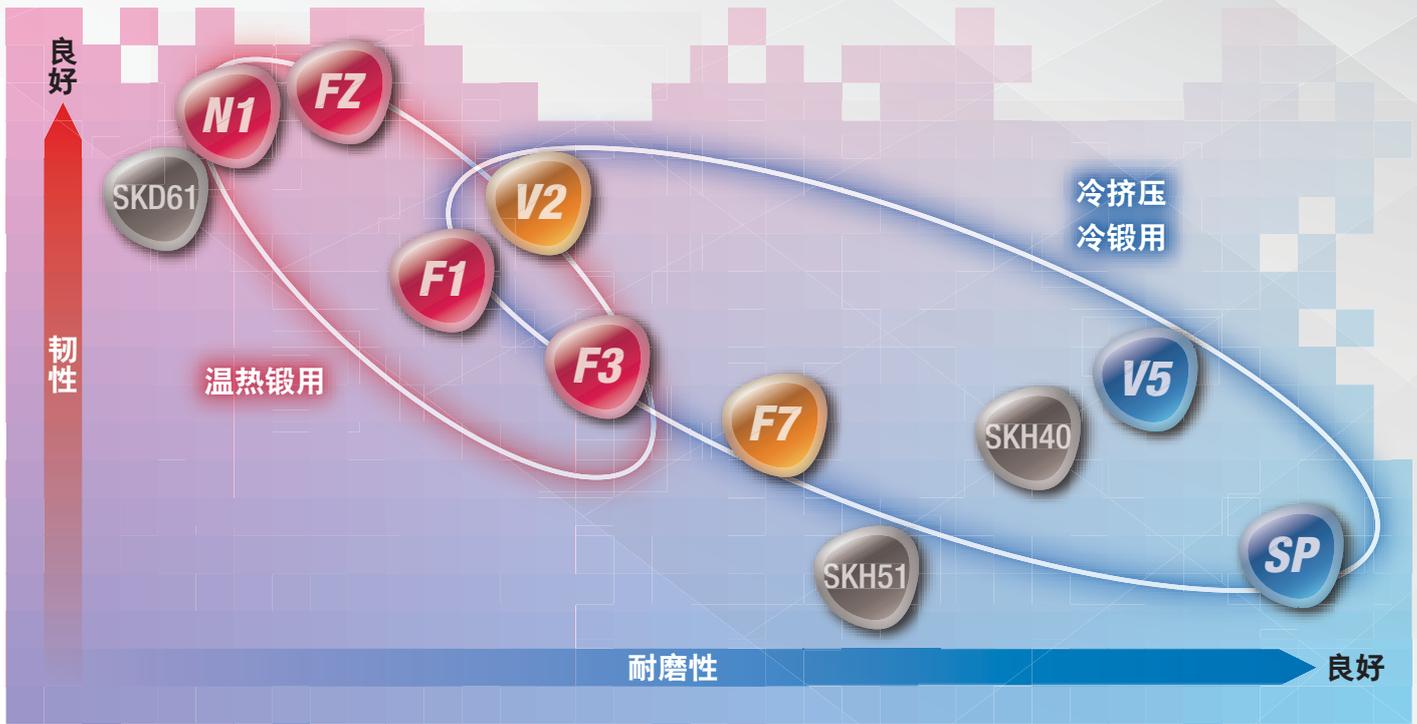
因提高模具寿命以及稳定性，为

DURO系列包括高速钢, 基体高速钢, 热作模具钢。

是在韧性和耐磨性两者间有着多种平衡方式的8种钢种组成。

使用最先进的特殊溶解设备(VIM, ESR),

从而控制内部组织以及减少非金属杂质的高性能、高品质的工具钢。



DURO系列 全品种

	主要用途	钢种名	硬度范围	分类	特点
冷作	冷作打拔冲头	DURO-SP	60~67HRC	高耐磨型 高速钢系	具有粉末高速钢以上的耐磨性并且有良好的韧性
		DURO-V5	56~62HRC	高韧性、高耐磨型 高速钢系	同时具有与基体高速钢同等的韧性以及超越粉末高速钢耐磨性的特性
	滚压工具冷作锻造	DURO-V2	58~62HRC	超高韧性型 基体高速钢系	在DURO系列中具有最高的韧性的同时又具有极高的疲劳强度
		DURO-F7	59~65HRC	高韧性型 基体高速钢系	具有高韧性的同时又具有最高65HRC的高硬度
	温热作锻造	DURO-F3	57~62HRC		在F1与F7之间的特性中,具有良好的耐磨性及韧性
		DURO-F1	54~60HRC		在模具材料60HRC级别中具有最高的韧性
		DURO-FZ	54~58HRC		硬度和耐冲击性之间的平衡度极高
热作		DURO-N1	50~54HRC	高韧性型 热作模具钢系	耐高温强度性良好的同时具有高韧性

不二越的模具用工具钢



贵司节约成本而作出贡献

钢种选定基准

●冷作模具用

现用材	硬度	目标	适合钢种					
			SP	V5	V2	F7	F3	F1
SKD11	60HRC	(疲劳)强度上升	◎	○	○	◎	○	
		耐磨性上升	◎	○				
		韧性上升	○	◎	◎	◎	◎	◎
8Cr系模具钢	62HRC	(疲劳)强度上升	◎			◎		
		耐磨性上升	◎	○				
		韧性上升		◎	◎	○	◎	◎
SKH51	63HRC	(疲劳)强度上升	◎					
		耐磨性上升	◎	○				
		韧性上升		◎	◎	○	◎	◎
SKH55	65HRC	(疲劳)强度上升	○					
		耐磨性上升	◎					
		韧性上升		◎	◎	◎	◎	◎
基体高速钢	64HRC	(疲劳)强度上升	◎					
		耐磨性上升	◎	◎				
		韧性上升		◎	◎	○	◎	◎
基体高速钢	60HRC	(疲劳)强度上升	◎			◎	○	
		耐磨性上升	◎	◎		◎		
		韧性上升			◎			○
粉末高速钢	64HRC	耐磨性上升	◎	○				
		韧性上升		○	◎		◎	◎
粉末高速钢	68HRC	韧性上升	○	◎	◎	◎	◎	◎
超硬		韧性上升	○	◎	◎	◎	◎	◎

●温热作模具用

现用材	目标	适合钢种			
		N1	FZ	F1	F3
SKD61	高温强度、耐热龟裂性、耐磨性上升	○	○	○	
SKD61改良钢种	韧性上升				
SKD7	高温强度、耐热龟裂性、耐磨性上升	○	○	○	○
SKD7改良钢种	韧性上升	○	○		
SKD8	高温强度、耐热龟裂性、耐磨性上升			○	○
SKD8改良钢种	韧性上升	○	○		
基体高速钢	高温强度、耐热龟裂性、耐磨性上升			○	○
	韧性上升(56HRC以上)		○		

◎:特别适合 ○:适合

DURO-SP、V5

DURO-SP的特点

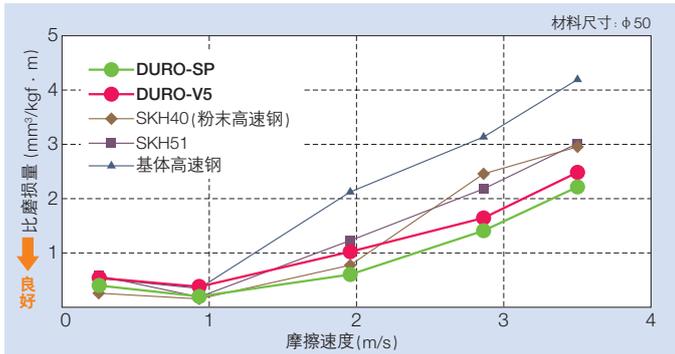
- 具有粉末高速钢以上的耐磨性,硬度也超过66HRC
- 控制碳化物的大小并确保一定的韧性(SKH55以上)
- 进行多次特殊溶解,具有高清净度,品质稳定

DURO-V5的特点

- 具有粉末高速钢和SKH51以上的耐磨性
- 具有和粉末高速钢以及基体高速钢同样的韧性
- 进行多次特殊溶解,具有高清净度,品质稳定

耐磨性

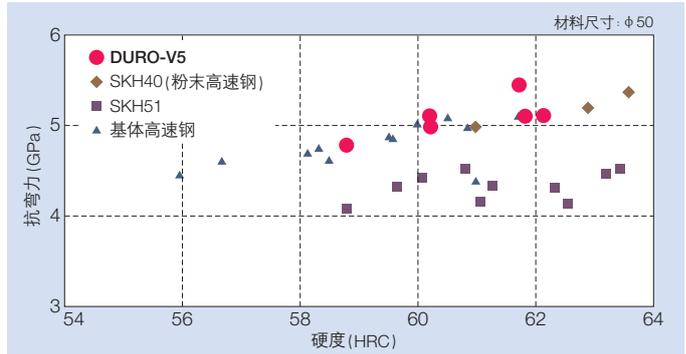
DURO-SP, V5在焊缝磨损区域具有良好的耐磨性



试验条件 大越式迅速磨损试验
被作材:SCM435 摩擦距离:200m 最终负重:6.3kg 润滑:无

韧性

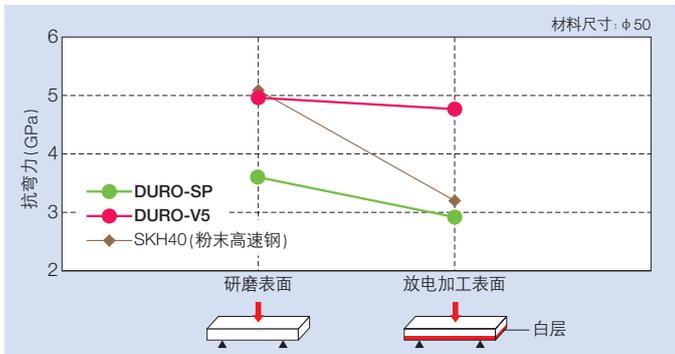
DURO-V5和粉末高速钢,基体高速钢具有同样的韧性



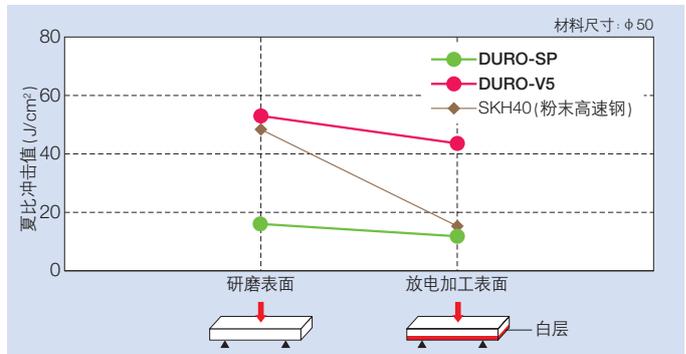
试验条件 三点弯曲试验
试验样品尺寸:5×10×60 支点间距离:50mm 冲程速度:3mm/min

放电加工表面的韧性

DURO-SP, V5即使表面残留不良放电加工层,韧性也很少下降,比较稳定



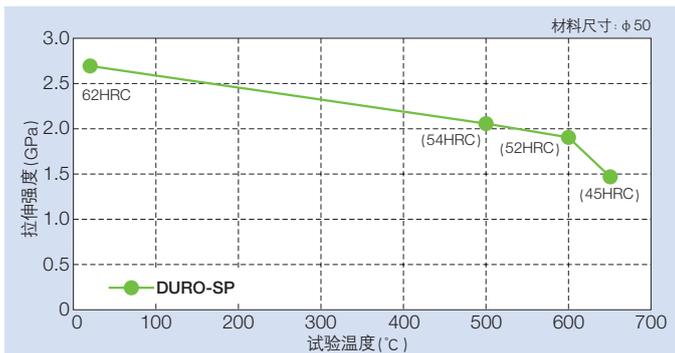
试验条件 三点弯曲试验
试验样品尺寸:5×10×60 支点间距离:50mm 冲程速度:3mm/min



试验条件 夏比冲击试验
试验样品尺寸:5×10×60 槽口:无

耐热性

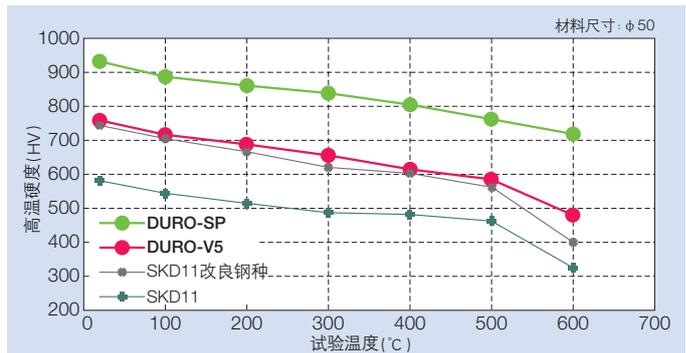
DURO-SP也可以作为耐热部件使用



试验条件 高温拉伸试验
冲程速度:3mm/min 室温硬度:62HRC

耐热性

DURO-SP, V5与冷作模具钢相比在高温下具有更好的硬度



试验条件 高温硬度测定系统
负重:20kg 试验样品:φ10×5

主要用途

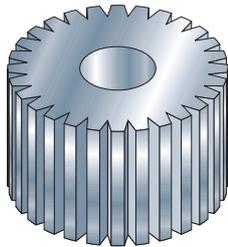
- 精密冲裁冲头及模具
- 打拔冲头及模具
- 剪切冲头及模具
- 铆接冲头
- 顶部成形冲头
- 剃齿冲头&模具
- 粉末成型冲头
- 冷作锻造模具
- 流动成形心轴
- 热作锻造模具 (V5)
- 耐磨部件

使用事例

精密冲裁冲头

工件 汽车部件 (SNCM220 5.5t)

- 抑制刀口的磨损和缺损
- SP的高耐磨性起到了作用



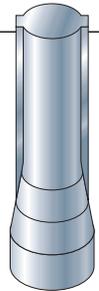
材料种类	硬度	寿命数
DURO-SP	65HRC	33,000 (缺损)
基体高速钢	61HRC	8,000 (缺损)

表面处理: 无

打拔冲头

工件 万向节部件

- 抑制顶端面突出部位的磨损以及裂纹的产生
- SP的高耐磨性和强度起到了作用



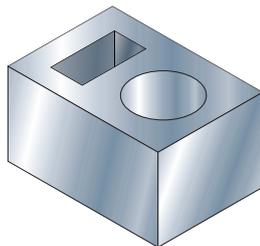
材料种类	硬度	寿命数
DURO-SP	67HRC	9.3万 (缺损)
SKH40 (粉末)	66HRC	8.3万 (缺损)

表面处理: TiCN涂层

剃须模具、开孔模具

工件 安全带部件

- 抑制角部位的磨损
- V5的高耐磨性起到了作用



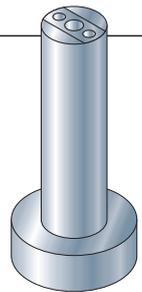
材料种类	硬度	寿命数
DURO-V5	63HRC	75万 (磨损)
SKH40 (粉末)	64HRC	同等以下 (磨损)

表面处理: 无

粉末成型冲头

工件 汽车部件 (Fe系粉末)

- 抑制顶端面R部位的磨损以及裂纹的发生
- V5的高耐磨性以及韧性起到了作用

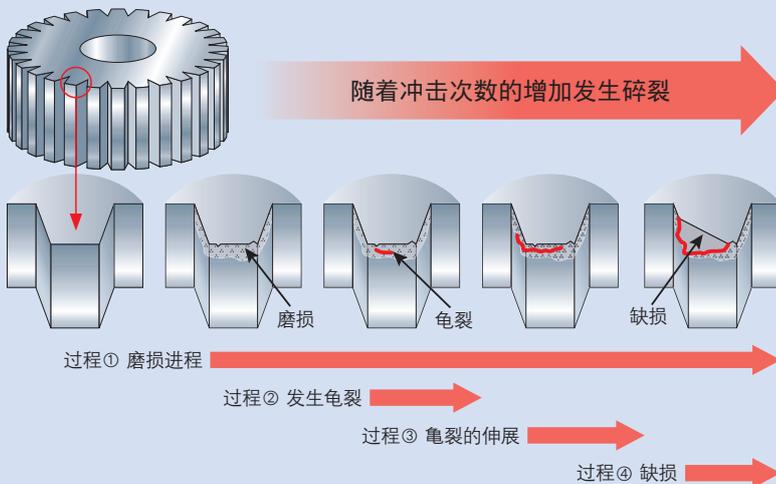


材料种类	硬度	寿命数
DURO-V5	60HRC	15万 (裂纹)
4V系粉末高速钢	60HRC	3.5万 (裂纹)

表面处理: 无

破坏过程的概念图

精密冲裁冲头的刀口碎裂



- ① 因与工件接触, 冲头顶端面角部位的侧面发生磨损。磨损是随着冲击次数的增加而进展。
- ② 一定时候产生细小的裂纹。
- ③ 细小裂纹随着磨损的进行伸展。
- ④ 到了一定长度的阶段变成了破坏起点从而产生碎裂缺损。

抑制刀口碎裂

过程①

抑制磨损进行 (特别是热熔磨损)

- ▶▶ 必须要高耐磨性
- ▶▶ 与碳化物小的粉末高速钢相比, 碳化物大的溶解高速钢更有效

过程②③④

抑制磨损面的碎裂缺损的发生

- ▶▶ 即使表面粗糙也必须具有不易开裂的特性
- ▶▶ 与碳化物圆而多的粉末高速钢相比, 碳化物呈异形状且数量少的溶解高速钢更有效

推荐要点

DURO-SP、V5是含有更多的硬质碳化物并经过特殊溶解的高速钢, 相比粉末高速钢和基体高速钢具有更好的耐磨性。特别是在耐热熔磨损上有非常突出的特性, 能有效抑制冲头顶部的磨损, 特别是对无涂层处理的冲头以及涂层剥落磨损的冲头更有效。

DURO-V2、F7

DURO-V2的特点

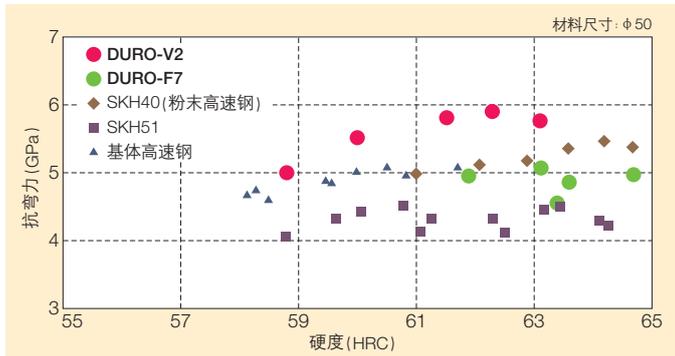
- 具有60HRC以上硬度的同时,也具有高韧性(抗弯力6GPa程度)
- 进行多次特殊溶解,具有高清净度的同时大幅减少了粗大碳化物,并具有极高的疲劳强度

DURO-F7的特点

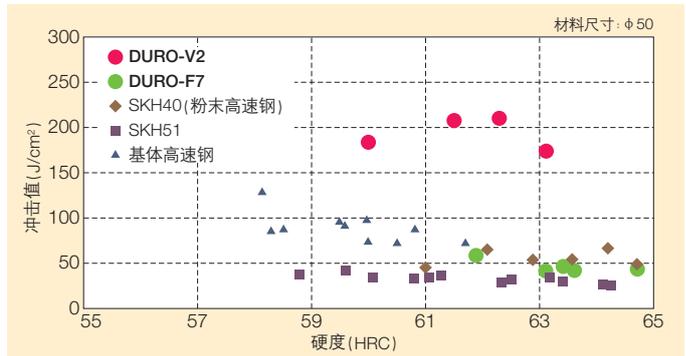
- 具有64HRC以上硬度的同时,也具有高韧性
- 具有与SKH51相近的耐磨性
- 因经过特殊溶解,具有很好的疲劳强度

韧性

DURO-V2、F7在硬度和韧性之间取得了极高的平衡度



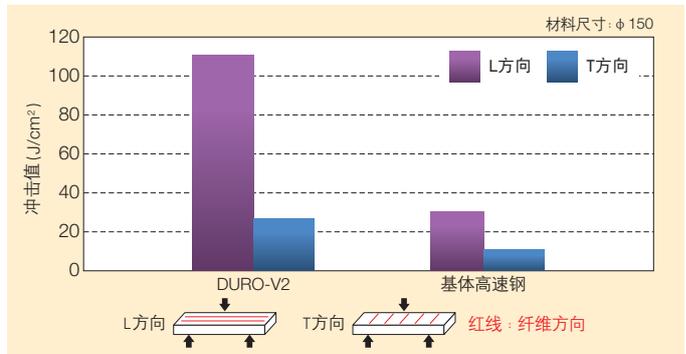
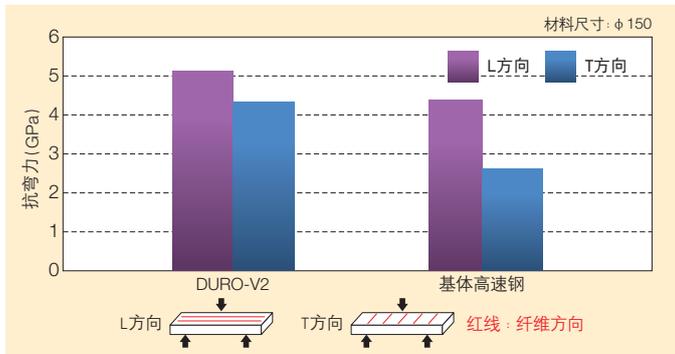
试验条件 三点弯曲试验
试验样片尺寸: $5 \times 10 \times 60$ 支点间距离: 50mm 冲程速度: 3mm/min



试验条件 夏比冲击试验
试验样片尺寸: $5 \times 10 \times 60$ 槽口: 无

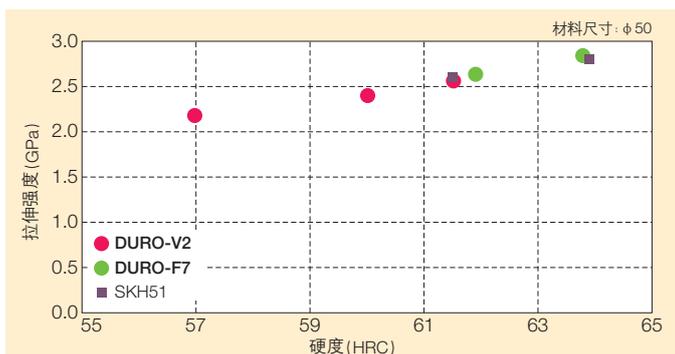
韧性(异方性)

DURO-V2的大径材料的韧性也很高,方向性也是等方性



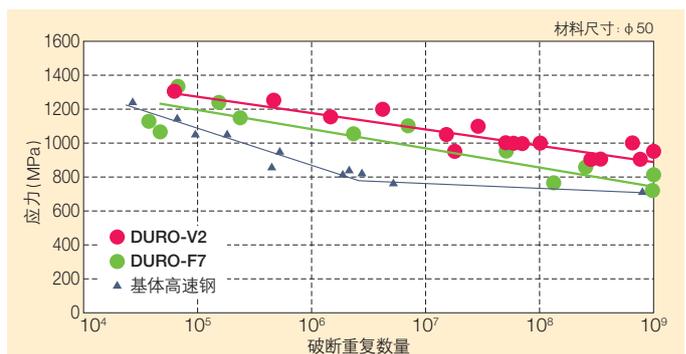
拉伸强度

抗拉强度和硬度成比例



疲劳强度

DURO-V2、F7具有很好的疲劳强度



主要用途

- 冷作锻造冲头
- 冷作挤压冲头
- 顶部成形冲头
- 滚压轧辊
- 流动成形心轴
- 搓齿刀
- 滚压模具

使用事例

冷作锻造冲头

工件 CVJ部件

- 抑制因顶端面塌陷而造成的变形以及开裂的发生
- V2的硬度和高韧性起到了作用



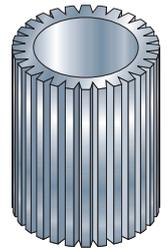
材料种类	硬度	寿命数
DURO-V2	61HRC	13万(磨损)
基体高速钢	60HRC	2万(变形)

表面处理:无

挤压冲头

工件 电器部件(铜)

- 抑制复杂形状凸起部裂纹的产生
- V2的高韧性起到了作用



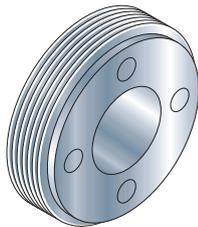
材料种类	硬度	寿命数
DURO-V2	61HRC	5万(磨损)
基体高速钢	61HRC	3万(裂纹)

表面处理:无

滚压轧辊

工件 电磁离合器部件(SPHE)

- 抑制齿顶部细小裂纹的产生
- F7的高韧性以及65HRC的硬度起到了作用



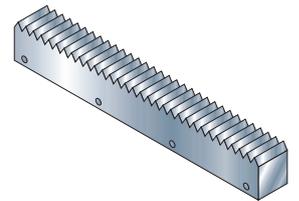
材料种类	硬度	寿命数
DURO-F7	65HRC	5万(细小裂纹)
基体高速钢	60HRC	1万(细小裂纹)

表面处理:无

搓齿刀

工件 汽车用轴部件(S55CV)

- 抑制齿顶部碎裂的产生
- F7的高疲劳强度起到了作用

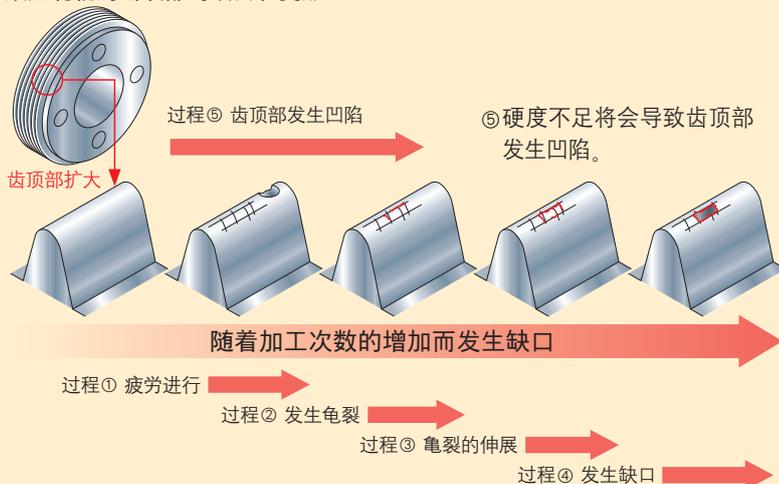


材料种类	硬度	寿命数
DURO-F7	62HRC	3.8万(裂纹)
基体高速钢	62HRC	2.6万(裂纹)

表面处理:离子氮化

破坏过程的概念图

滚压轧辊的齿顶部的缺口和变形



- ①随着齿顶部高压压缩负重以及工件滚动产生弯曲应力,并随着加工数增加导致疲劳积蓄。
- ②在一定时间段,会产生细小裂纹。
- ③这种细小裂纹随着疲劳的进行开始伸展,
- ④变成一定的长度后作为破坏起点,演变成缺口。

抑制齿顶部的缺口和变形的发生

过程②

因疲劳抑制细小裂纹

- ▶▶对高疲劳强度是有效的
- ▶▶杂质&碳化物小且少,有效纯净的材料

过程⑤

抑制凹陷

- ▶▶高硬度(高强度)是有效的
- ▶▶通过最适合合金元素量获得高硬度的材料是有效的

推荐要点

DURO-V2, F7是为提高齿顶部的耐缺损性,平衡了硬度和抗弯力的同时最大限度提高了疲劳强度的材料。经过特殊溶解,在极大地减少了破坏起点非金属物质的残留量的同时,因控制了碳化物的大小和数量,获得了预想目标中的特性。

DURO-F3、F1、FZ、N1

DURO-F3、F1、FZ的特点

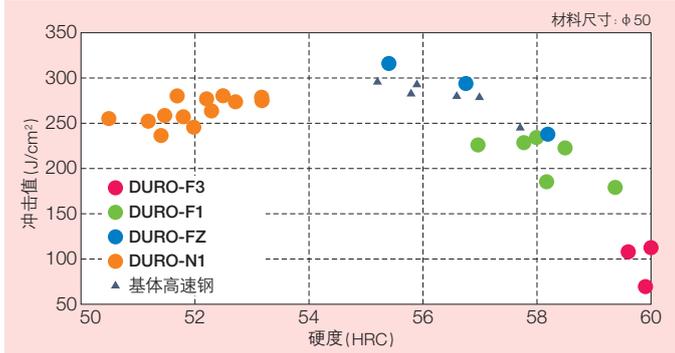
- 相比于热作模具钢,具有更好的耐热性(软化抵抗力),抑制了热龟裂的产生
- 在54~63HRC的范围内具有高韧性

DURO-N1的特点

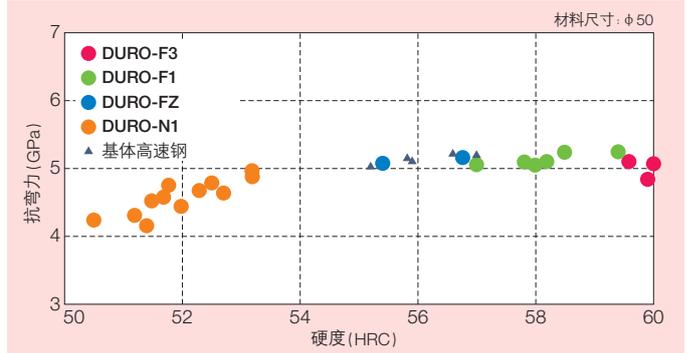
- 相比于SKD61,具有更好的耐热性(软化抵抗力),抑制了热龟裂的产生
- 能获得最高55HRC的硬度

韧性

耐冲击性方面DURO-FZ是最出色的。抗弯力方面DURO-F1是最出色的



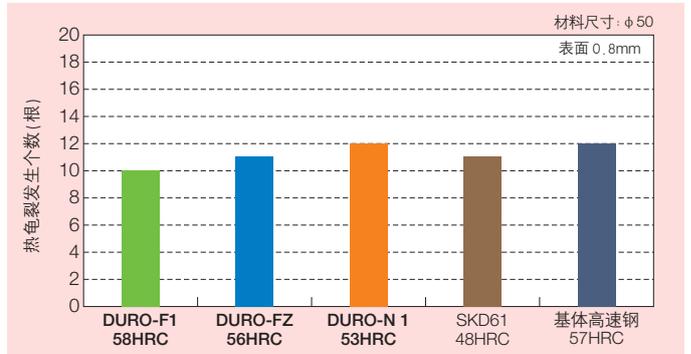
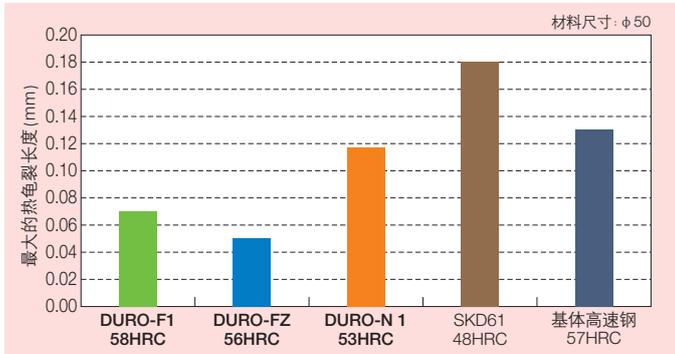
试验条件 夏比冲击试验
试验样片尺寸:5×10×60 槽口:无



试验条件 三点弯曲试验
试验样片尺寸:5×10×60 支点间距离:50mm 冲程速度:3mm/min

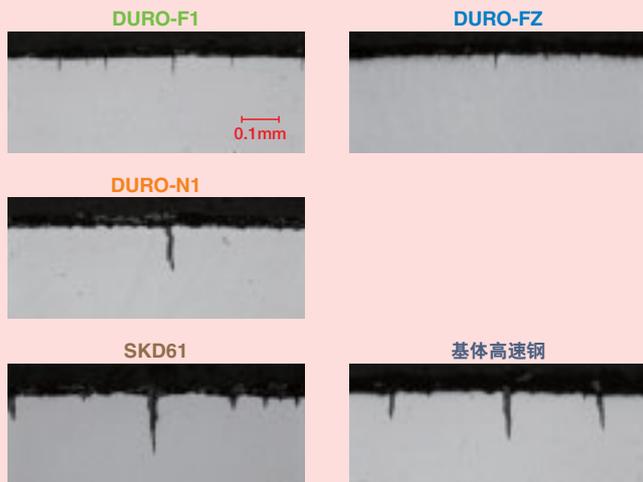
抗热龟裂性

总体来看,DURO系列具有很出色的抗热龟裂性



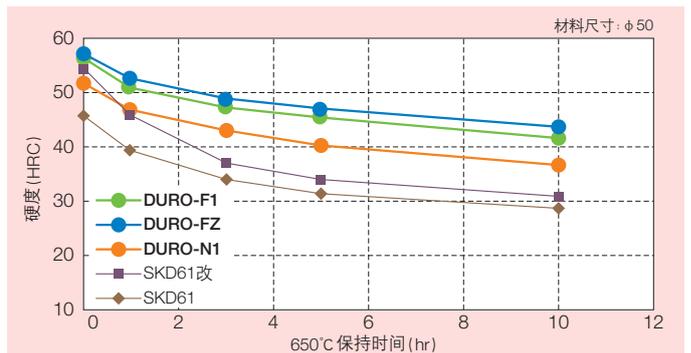
试验条件 热龟裂实验
试验样片尺寸:φ20×5 [700℃×3s加热→水冷×10s]×1000回

热龟裂试验片的表层金相组织照片



耐热性

DURO系列具有很出色的耐热性



试验条件 红热硬度试验
试验样片尺寸:10×10×10 加热炉:大气电炉(650℃)

主要用途

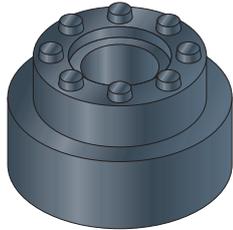
- 温热作锻造冲头 & 模具全部
- 热作挤压冲头
- 温热作锻造模具
- 热轧心轴
- 冷轧(CRF)心轴
- 冷作打拔冲头
- 粉末成型冲头
- 剪刀刀

使用事例

热作锻造模具

工件 AT齿轮 (SCr420HV)

- 抑制了成形面热龟裂和裂纹的产生
- F1的高温强度和韧性相符合



材料种类	硬度	寿命数
DURO-F1	56HRC	3万(热龟裂)
基体高速钢	56HRC	1.4万(热龟裂)

表面处理: 离子氮化

CRF心轴

工件 轴承(SUJ2)

- 抑制了因反复弯曲所造成的折断的发生
- F1的硬度和高韧性是有效的



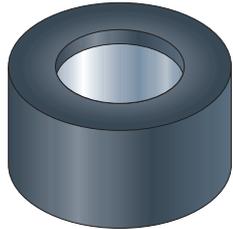
材料种类	硬度	寿命数
DURO-F1	54HRC	15,000(折断)
SKD61	50HRC	5,000(折断)

表面处理: 无

热作锻造模具

工件 轴承(SUJ2)

- 抑制了成形面角部位的热龟裂以及缺口的发生
- FZ的高温强度时有有效的



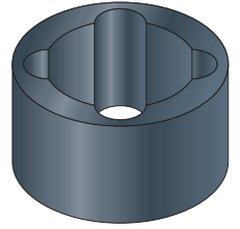
材料种类	硬度	寿命数
DURO-FZ	57HRC	4,000(热龟裂)
SKD7改	54HRC	2,000(热龟裂)

表面处理: 氮化

热作锻造模具

工件 外轮外壳(SUJ2)

- 抑制了成形面的热龟裂以及R部位裂纹的产生
- N1的高温强度和韧性相符合

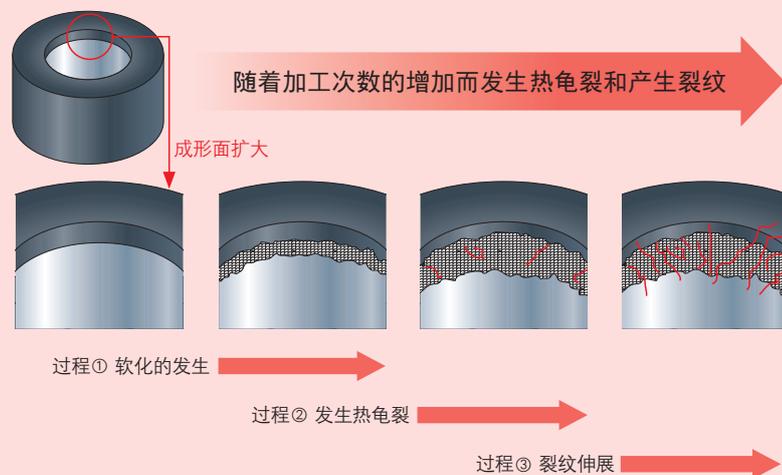


材料种类	硬度	寿命数
DURO-N1	53HRC	1,680(裂纹)
SKD7	51HRC	1,000(裂纹)

表面处理: 离子氮化

破坏过程的例子

热作锻造模具成形面的热龟裂以及裂纹



- ① 与工件接触的成形面表层的硬度比较低。因此表层部会发生变形和明显的磨损
- ② 由于硬度低且模具表层产生的热疲劳会比较容易引起细小的裂纹即所谓的热龟裂
- ③ 根据使用条件,其作为源点会导致比较大的开裂

抑制成形面热龟裂和裂纹的产生

过程①

因温度上升后硬度变低将得以控制

- ▶▶ 高软化抵抗力特性是有效的
- ▶▶ 对于含有碳化物很难集聚的材料来说是有效的

过程②

抑制因热疲劳产生的热龟裂

- ▶▶ 在高温下高疲劳强度时有有效的
- ▶▶ 对于杂质和碳化物较小且较少的高纯净材料来说是有效的

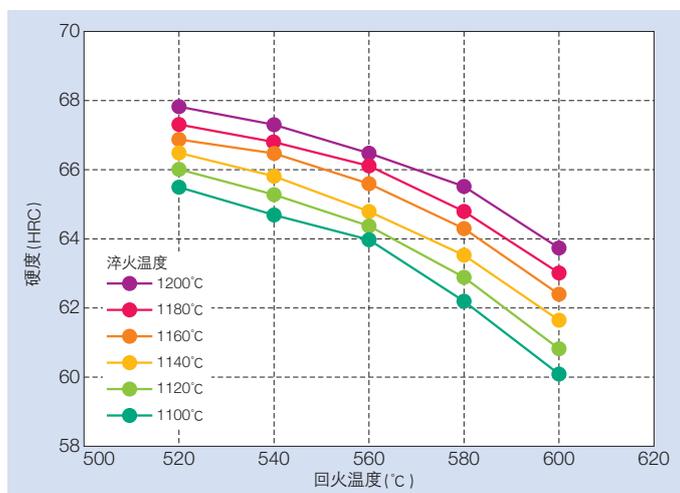
推荐要点

提高耐热性的要点就是,内部含有一定的碳化物种类和数量。尽量让其含有更多的不容易凝集的碳化物,即使在高温下韧性也不会降低。F3、F1、FZ、N1和一般热作模具钢SKD61以及近年来被常用的SKD61的改良钢种相比,具有更好的耐热性。

淬火回火硬度和标准热处理条件

DURO SP、V5、V2、F7

DURO-SP



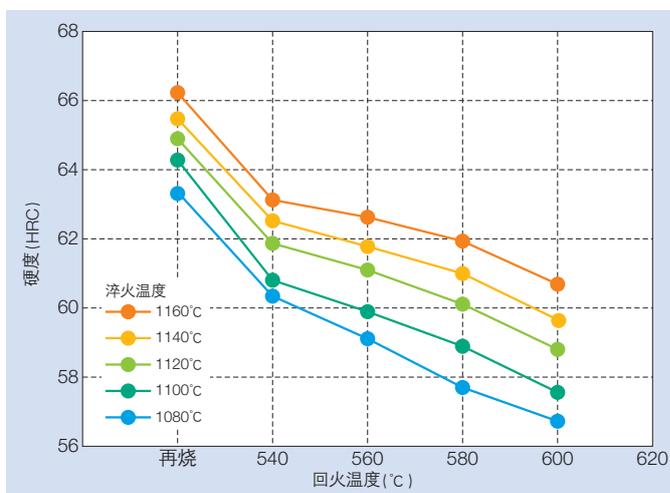
推荐热处理条件

目标	淬火 (°C)	回火 (°C × 次)	硬度 (HRC)
重视耐磨性	1200	560 × 3	66.5
标准	1160	580 × 3	64.5
重视韧性	1120	600 × 3	61

热处理要点

- 最高淬火温度为1220°C
- 回火必须要3次以上

DURO-V5



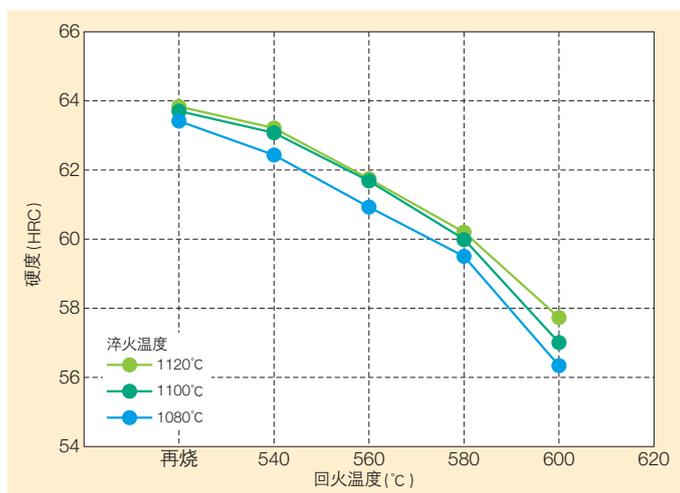
推荐热处理条件

目标	淬火 (°C)	回火 (°C × 次)	硬度 (HRC)
重视耐磨性	1160	560 × 2	62.5
标准	1140	580 × 2	61
重视韧性	1120	600 × 2	59

热处理要点

- 最高淬火温度为1160°C
- 回火必须要2次以上

DURO-V2



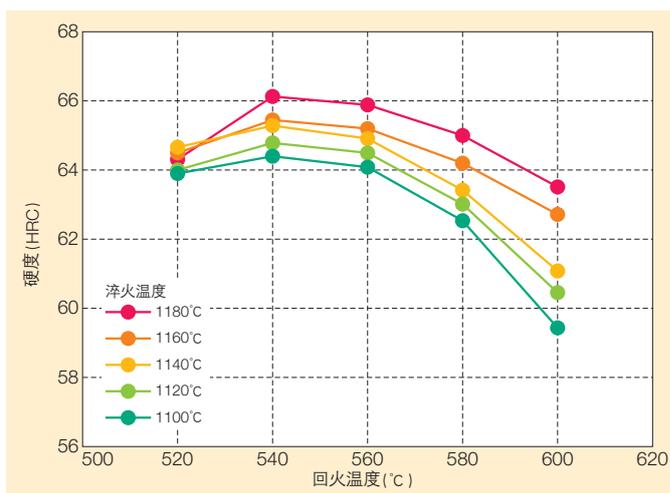
推荐热处理条件

目标	淬火 (°C)	回火 (°C × 次)	硬度 (HRC)
重视耐磨性	1100	550 × 2	63
标准	1080	560 × 2	61

热处理要点

- 最高淬火温度为1100°C (只是在真空炉加热时,尽可能地缩短升温 and 保持的时间)(具体参照第12页)
- 回火必须要2次以上

DURO-F7



推荐热处理条件

目标	淬火 (°C)	回火 (°C × 次)	硬度 (HRC)
重视耐磨性	1180	560 × 2	66
标准	1140	580 × 2	63.5
重视韧性	1100	600 × 2	59.5

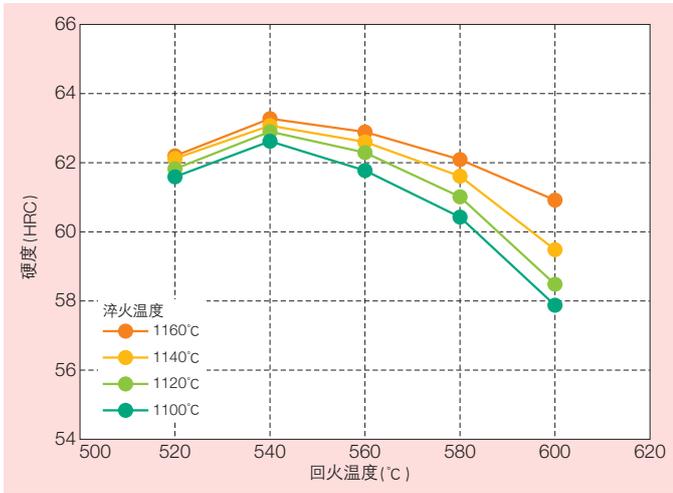
热处理要点

- 最高淬火温度为1180°C (只是在真空炉加热时,尽可能地缩短升温 and 保持的时间)
- 回火必须要2次以上

淬火回火硬度和标准热处理条件

DURO F3、F1、FZ、N1

DURO-F3



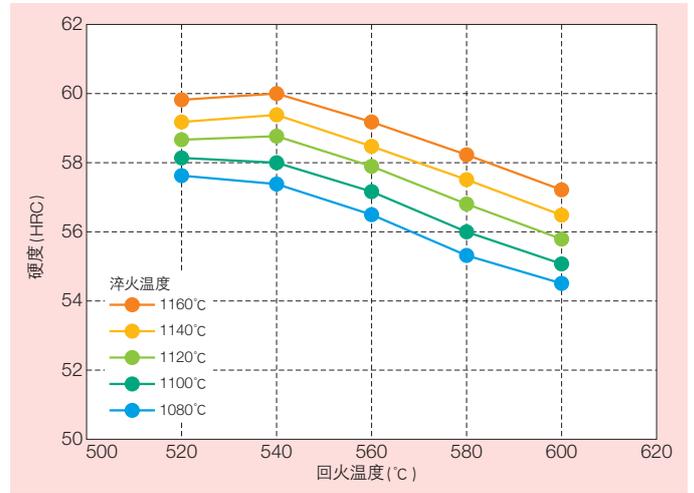
推荐热处理条件

目标	淬火(°C)	回火(°C × 次)	硬度(HRC)
重视耐磨性	1140	560 × 2	62.5
标准	1120	580 × 2	61
重视韧性	1100	600 × 2	58

热处理要点

- 最高淬火温度为1140°C (盐浴炉)、1120°C (真空炉)
- 回火必须要2次以上

DURO-F1



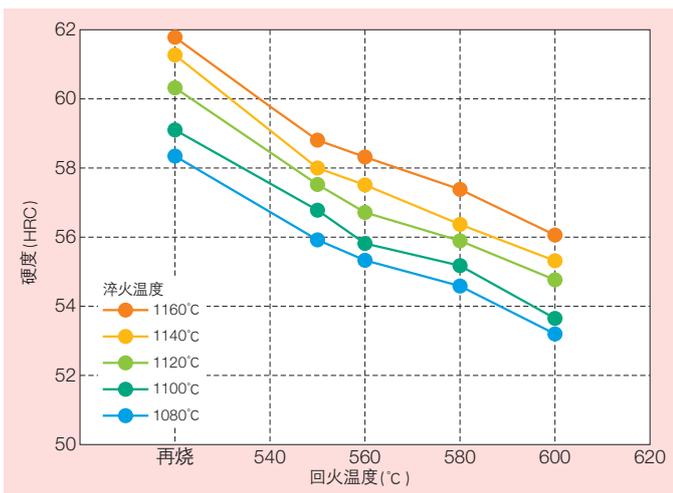
推荐热处理条件

目标	淬火(°C)	回火(°C × 次)	硬度(HRC)
重视耐磨性	1140	560 × 2	58.5
标准	1120	580 × 2	57
重视韧性	1100	600 × 2	55

热处理要点

- 最高淬火温度为1150°C
- 大型品的话,需要强化冷却(具体参照第12页)
- 回火必须要2次以上

DURO-FZ



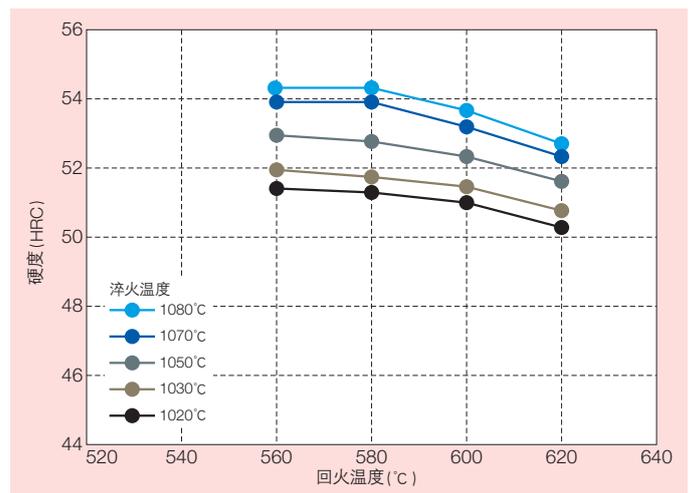
推荐热处理条件

目标	淬火(°C)	回火(°C × 次)	硬度(HRC)
重视耐磨性	1140	560 × 2	57.5
标准	1120	580 × 2	56
重视韧性	1100	600 × 2	53.5

热处理要点

- 最高淬火温度为1160°C (只是在真空炉加热时,尽可能地缩短升温 and 保持的时间)
- 大型品的话,需要强化冷却(具体参照第12页)
- 回火必须要2次以上

DURO-N1



推荐热处理条件

目标	淬火(°C)	回火(°C × 次)	硬度(HRC)
重视耐磨性	1070	560 × 2	54
标准	1050	580 × 2	53
重视韧性	1030	600 × 2	51.5

热处理要点

- 最高淬火温度为1070°C (只是在真空炉加热时,尽可能地缩短升温 and 保持的时间)
- 大型品的话,需要强化冷却(具体参照第12页)
- 回火必须要2次以上

标准金相组织

● 倍率: 100倍 ● 材料尺寸: ϕ 50 ● 纵断面 ● 硝酸浸蚀液腐蚀

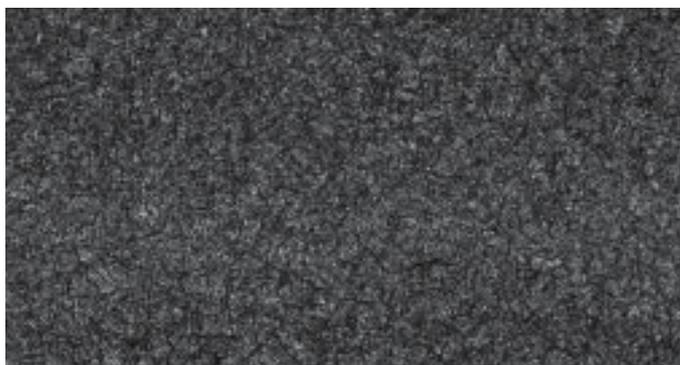
DURO-SP



DURO-V5



DURO-V2



DURO-F7



DURO-F3



DURO-F1



DURO-FZ

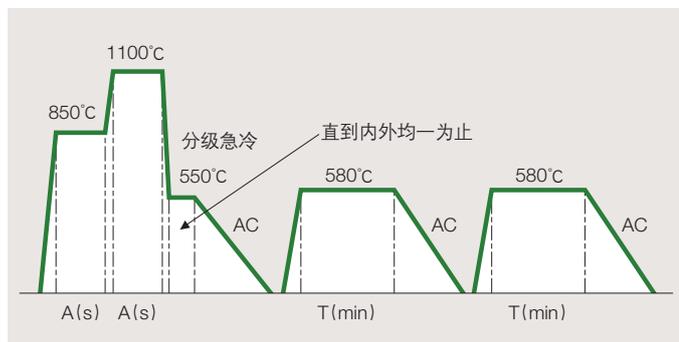


DURO-N1



热处理条件列举

盐浴热处理



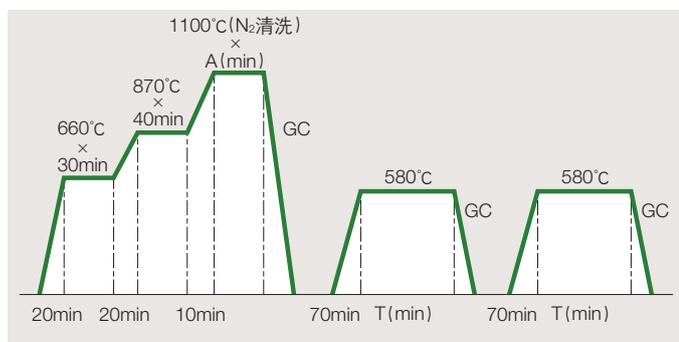
标准的加热时间

产品厚度D (mm)	浸没时间A (s)	浸没时间T (min)
~ 10	12 × D	90
10~25	10 × D	90
25~50	8 × D	120
50~75	7 × D	120
75~100	6 × D	120
100~	5 × D	120

要点

- 盐浴温度在大幅下降时, 浸没时间要延长

真空炉热处理



标准的加热时间

产品厚度D (mm)	保持时间A (min)	保持时间T (min)
~ 10	~ 15	90
10~25	15~20	120
25~50	20~25	150
50~75	25~30	150
75~100	30~35	180
100~	35~	180

要点

- 淬火冷却速度尽可能要快
- 加热时间不能过长

其他热处理上的注意点

DURO-V2

- DURO-V2是为取得高韧性而极大减少一次碳化物的量的材料。
- 因此在热处理时要慎重, 重要的就是尽量缩短淬火时间。
- 这是因为含有碳化物的量很少所以在淬火加热时结晶粒子很容易生长。
- 关于DURO-V2的热处理, 我们推荐短时间加热的盐浴热处理。如果利用真空炉进行热处理时, 请您参考下记的热处理条件。

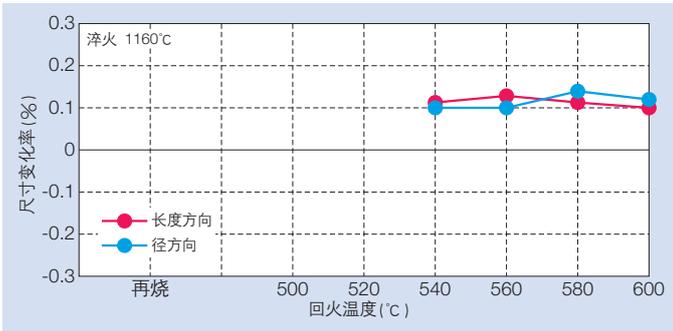
产品尺寸 (mm)	产品厚度 (mm)	奥氏体温度 (°C)	保持时间A (min)
5 × 10 × 60	5	1100	5
φ 50 (φ 25中空) × 60	12.5	1100	10
φ 50 × 60	50	1100	15
55 × 65 × 220	55	1100	20
φ 145 (φ 72中空) × 150	32	1100	20

DURO-F1, FZ, N1

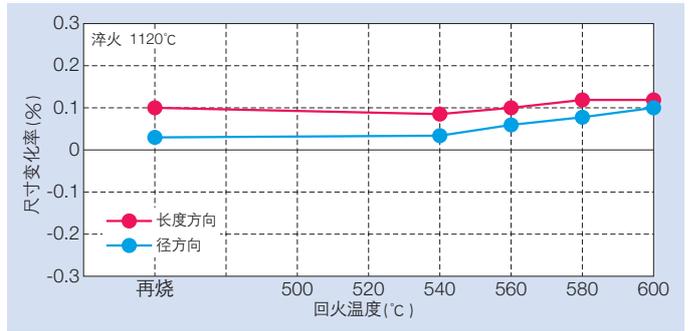
- DURO-F1, FZ, N1经常被使用在径比较大的模具上, 淬火冷却速度不够时, 会产生贝氏体组织从而有损坏韧性的风险。
- 为此使用真空炉时, 我们推荐油冷的方式。但是用加压力气体冷却方式的话, 请尽量使用冷却能力较高的设备。
- 盐浴热处理的话, 550°C左右的热浴冷却后, 必须要经过更低温的200°C左右的热浴处理。产品的厚度超过50mm时, 推荐2次冷却。

热处理尺寸变化

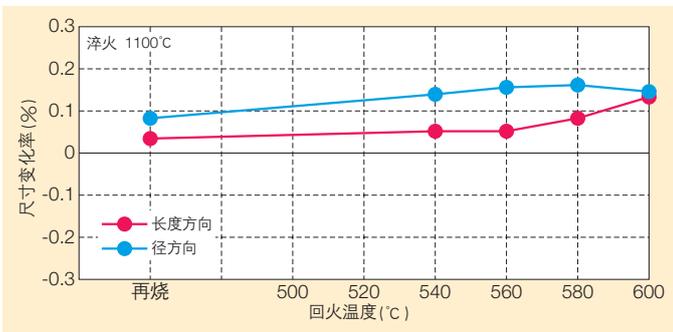
DURO-SP



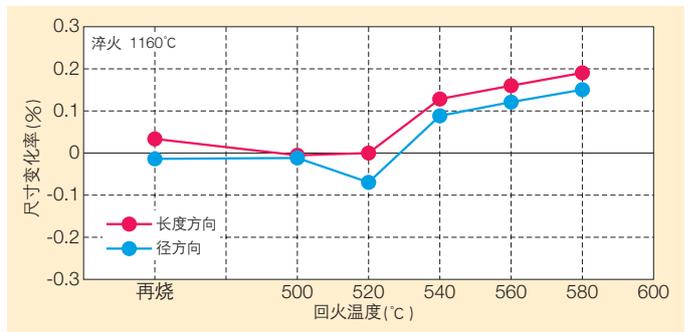
DURO-V5



DURO-V2



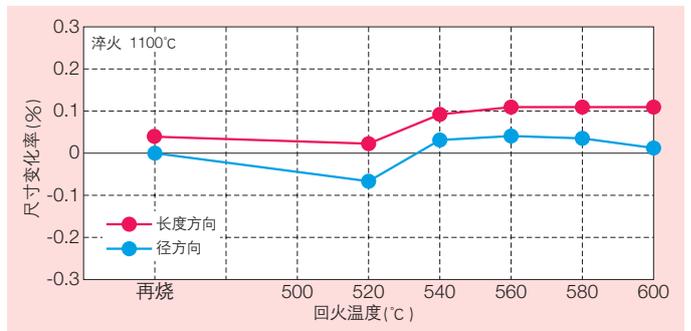
DURO-F7



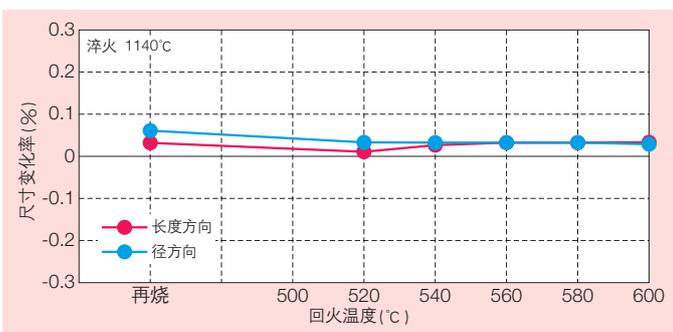
DURO-F3



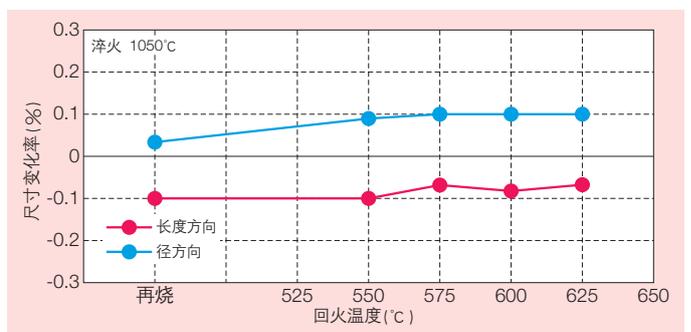
DURO-F1



DURO-FZ



DURO-N1



- 热处理后尺寸变化的量不仅仅只受到化学成分和包含的碳化物的种类,热处理方法的影响,很大程度上也受到材料制作时以及加工模具时发生的残留应力的影响,这就是尺寸变化的主要原因。
- DURO系列的材料是经过充分的退火后出货,制造时留下的残留应力并没有全部消失,所以尺寸变化量还是会有一定的波动。
- 淬火前进行矫正退火后,可以减少其波动。

经过一定时间尺寸发生变化

- 工具钢淬火后, 会残留一定比例的奥氏体。
- 这些残留的奥氏体经过550°C左右的回火后, 几乎消失殆尽, 但并没有完全消失。因此以此状态作为成品保管以及被使用的案例也屡见不鲜。
- 这样经过时间的沉淀, 成品中仅有的这些奥氏体转变成马氏体, 并随着体积的膨胀导致变形。
- 减少残留奥氏体的对策、
 - ① 进行多次高温回火
 - ② 淬火后, 进行深冷处理或者超深冷处理
 - ③ 淬火后稳定化处理的方法
 有以上的方法。
- 右表是以SKH51经过一定时间后测量变化尺寸量为例, 确认稳定化处理的效果。

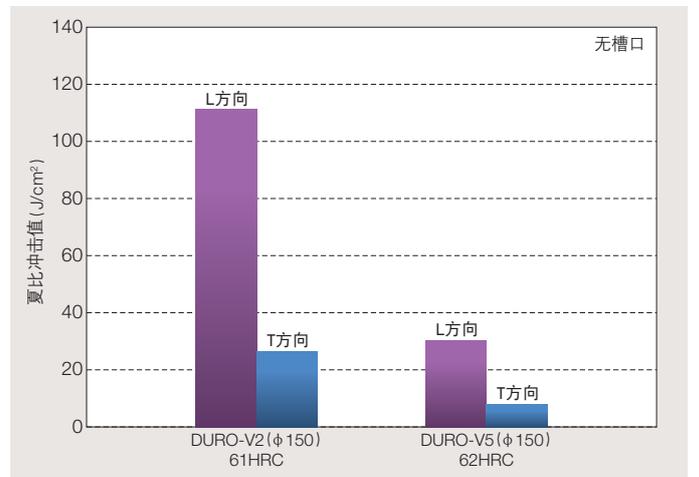
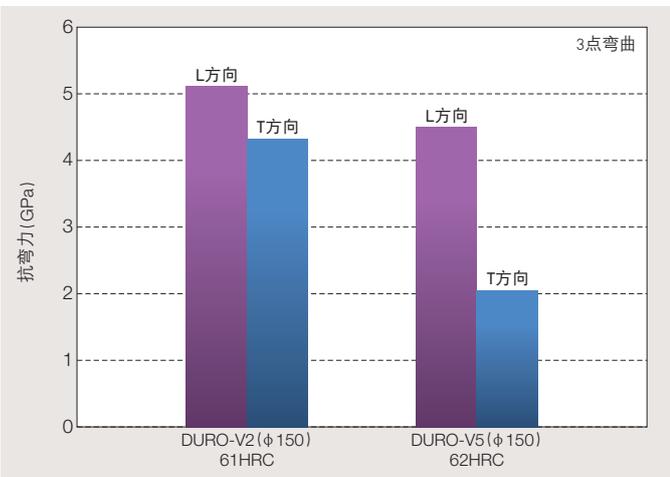
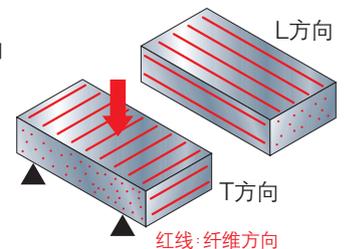
SKH51 φ 10×100L 经时的尺寸变化量 回火: 550°C × 90min × 3次

	淬火回火后经过的天数 单位: mm				
	4	8	16	120	180
无处理	0.001	0.002	0.003	0.007	0.008
深冷处理	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006
稳定化处理 (450°C 加热)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002

➔ 高速钢尺寸的稳定化处理 400~450°C加热的效果大

关于纤维流动

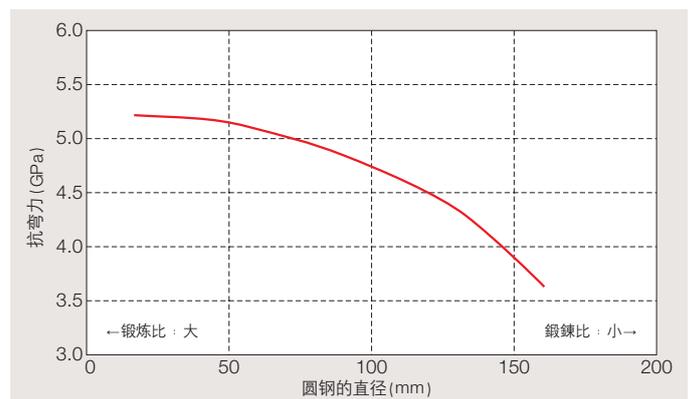
- 工具钢碳化物的分布状态是根据钢材的制造工艺而变化的。
- 钢锭的铸造组织, 虽含有粗大的碳化物偏析, 但因锻造轧制而分断后变成分散的小型碳化物, 加工的延伸方向在纤维方向上排列。
- 随之机械特性, 特别是韧性为异性性, 碳化物越多所受影响越明显。
- 下图诠释了DURO-V5和V2的L方向和T方向的韧性值。
- 显而易见碳化物较多的DURO-V5, T方向和L方向的韧性值的差比较大。
- 特别是对从平角钢切出的模具材料来说, 那个方向非常重要并决定了模具的耐开裂性。



锻炼比和韧性

- 工具钢一般来说, 大径材料的锻炼比较小, 小径材料的锻炼比较大。
- 因此大径材料的碳化物的分布状态比较不均一, 碳化物自身也比较粗大。相反小径材料的碳化物的分布较均一, 碳化物自身也比较细小。
- 即使同样的材质, 小径材料比大径材料的韧性更高, 不容易开裂不容易发生缺口。
- 配合模具的尺寸, 尽量使用小径的材料, 这样能最大限度地发挥材料的自身的韧性。
- 相反如果用大径材料来制造小径的模具时, 会制造出韧性不是很好的模具, 这点务必请注意。

DURO-F7的材料直径和抗弯力的关系



关于机械加工

- DURO系列分为高速钢, 基体高速钢, 热作模具钢。和一般的JIS钢种相比其被切削性没有很大的差异。
- 但是DURO-SP是最高的高合金, 因其硬质碳化物较多请参照下记举例的加工条件。

关于DURO-SP的机械加工

推荐切削条件举例

刀片(车床)	粗加工 DNMG150608N-GU AC3000 完成加工 DNMG150408-GU AC3000
切削速度	V=56m/min
切入(一侧)	粗加工 1mm 精加工 0.3mm
输送	f=0.18mm/rev

钻头(退火材)	NACHI SG-ESS钻头7.1 SGESS7.1	NACHI 超硬钻头 φ 7.1 AQDS7.1
转速	580min ⁻¹ (切削速度 13m/min)	2020min ⁻¹ (切削速度 45m/min)
输送速度	90mm/min (输送量 0.15mm/rev)	405mm/min (输送量 0.2mm/rev)
切削液	水溶性冷却液	水溶性冷却液
孔深	止于20mm	止于20mm

丝锥(退火材)	NACHI G螺旋形丝锥M8×P1.0 GSP8M1
转速	320min ⁻¹ (切削速度 8m/min)
输送速度	320mm/min (输送量 1.0mm/rev)
切削液	水溶性冷却液
孔深	止于13mm

铣刀(退火材)	NACHI AG 粗铣刀短型 φ 12 AGRES12
转速	660min ⁻¹ (切削速度 25m/min)
输送速度	120mm/min
切削液	水溶性乳胶液 (W1种2号)
切入	aa=12mm ar=6mm

铣刀(淬火材)	NACHI GS 立铣刀 高硬型 φ 10 GSH6100SF	
转速	2200min ⁻¹ (切削速度 70m/min)	7200min ⁻¹ (切削速度 226m/min)
输送速度	670mm/min	3200mm/min
切削液	水溶性乳胶液 (W1种2号)	干燥
切入	aa=10mm ar=0.5mm	aa=10mm ar=0.2mm

- 磨削的话, 推荐CBN磨刀石。

NACHI
SG 钻头



NACHI
超硬钻头



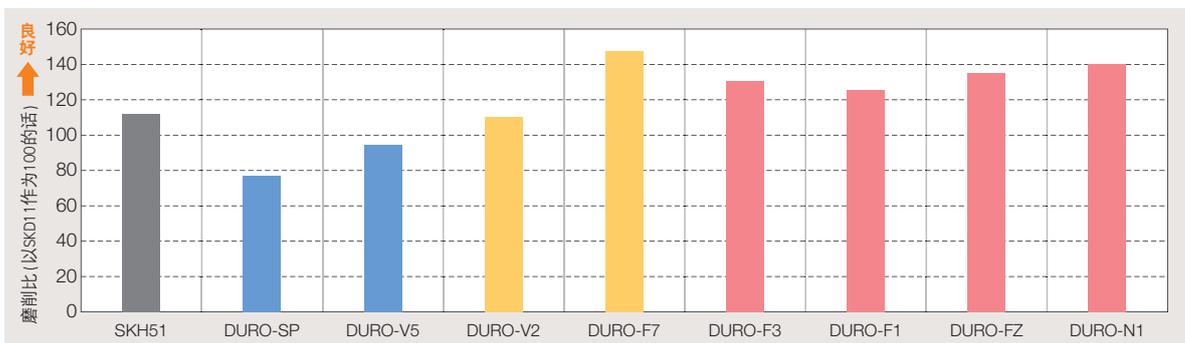
NACHI
AG 粗铣刀



NACHI
GS 立铣刀 高硬型



DURO系列材料的被磨削性

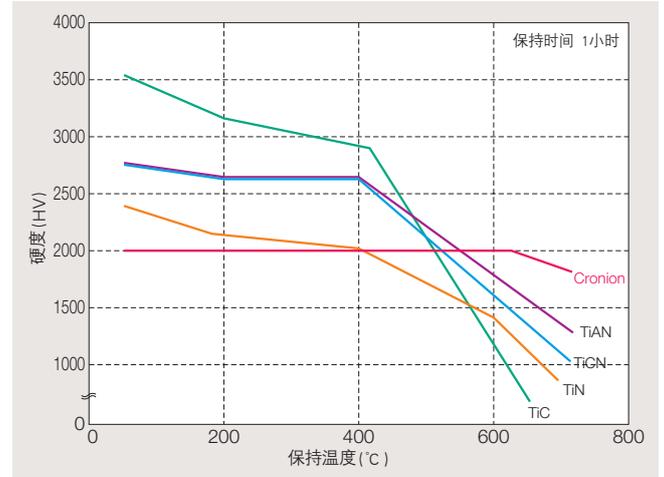


试验条件 平面磨削
磨刀石: WA60K
磨削盘送料速度: 60m/min
切入: 0.05mm
磨刀转速: 2000min⁻¹

关于涂层

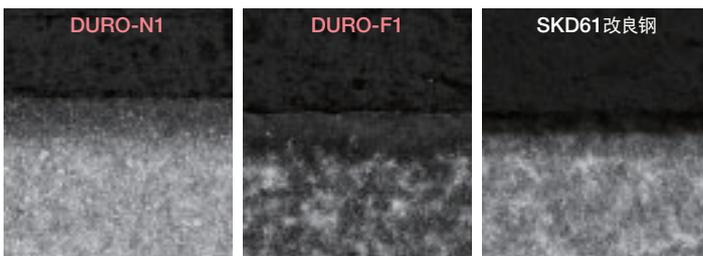
- 以提高模具表面的耐磨性以及脱膜性为目标,进行涂层处理的案例逐渐增多。
- 关于模具母材和涂层膜的贴合性虽然众说纷纭,提高贴合性的方法,成膜处理前对母材进行氮化处理,抑制表面硬度变形,因此知道了抑制脱膜的方法以及让膜组成发生倾斜变化的方法。
- DURO系列材料用在冷作模具上时,根据使用环境的不同,要选择适合的膜的种类。
- 右图表示各种膜在高温下硬度的变化。
- 冷作冲头中TiCN和TiN是最常用的,特别是注重于耐磨性的话用TiC,注重耐热性的话也有用TiAlN的。
- 另外不经过涂层,因WPC处理表面会留有残留压缩应力,有效抑制了裂纹的产生。

温度和薄膜硬度的关系

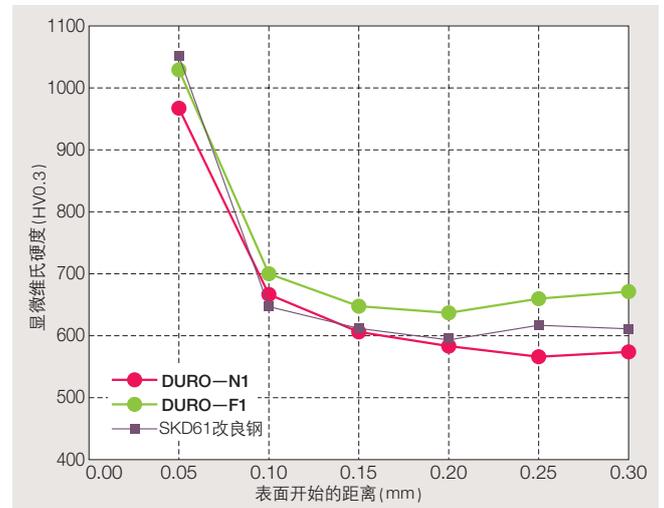


关于氮化

- 作为提高模具的耐磨性以及涂层膜的基础处理以温热作模具为中心进行氮化处理。
- DURO系列材料关于氮化处理,和其他公司材料相比并没有特别的难的地方。根据成分,可知道表层的硬度分布有差异化。
- 特别是含有Cr以及V等和氮结合性较高的化学元素的话,表层的硬度虽然变硬,但是氮化层的深度却有变浅的倾向。
- 下面的金相组织是对于DURO-F1, N1以及SKD61改良钢种在同一条件下进行离子氮化处理时的表层组织。
- 这个表层硬度分布请见右下角的图片。
- 根据材质不同没有太大的差异,但是Cr量较多的SKD61改良钢种的表面附近的硬度有明显的上升,深度方向却显示变浅。
- 反之Cr量较少的DURO-N1表面附近的硬度虽然上升较少,却形成了比较深的氮化层。

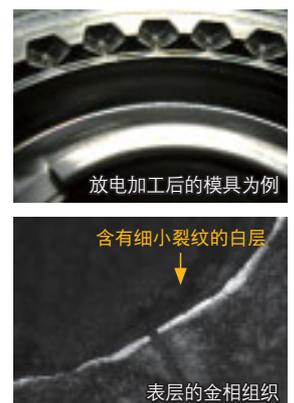


因离子氮化,表层硬度的分布



关于放电加工

- 精冲用等,虽然有从热处理后的垫板用线切割方法切出模具的案例,但是也会发生加工中垫板产生裂纹,切出的模具产生弯曲的事情。
- DURO-SP等,是含有较多碳化物的材料。特别是从锻炼比较小的大型扁钢切出时,需要特别注意。
- 如果可能的话,设定较低的淬火温度以及进行比通常更完全的回火等,有必要考虑到材料的韧性。
- 进行放电加工的话,加工面会发生白层和热影响层等的变质层。
- 此变质层较脆,又含有细小裂纹,往往容易作为破坏的起点助长模具的开裂以及缺口的发生。特别是粉末高速钢,有明显的影响(请参照第4页)。
- 为确保尺寸精度以及缩短模具制作时间,也有残留白层的模具被使用的案例,但是我们推荐用研磨等方式尽可能地除去白层。



抗拉特性以及物理性

钢种	硬度 (HRC)	拉伸强度 (GPa)	耐力 (GPa)	弹性率 (GPa)	泊松比	延伸 (%)	拉伸 (%)	压缩强度 (GPa)	备注
DURO-SP	66	2.7	2.1	235	0.28			4.4	
	64.1	2.7	2.1	228				4.2	淬火1120℃回火580℃×3次
DURO-V5	61.6	2.5	2.0	215	0.28			3.8	淬火1120℃回火560℃×2次
DURO-V2	61.8	2.57	2.05	215	0.28	3	18	3.8	淬火1100℃回火560℃×2次
	59.8	2.41	1.96			3	16	3.7	淬火1100℃回火580℃×2次
	57.5	2.17	1.69			3	19	3.4	淬火1100℃回火600℃×2次
DURO-F7	64	2.8	2.2	215	0.28			4.2	
	64.3			212					淬火1140℃回火560℃×2次
	63.9	2.82	2.23						淬火1120℃回火560℃×2次
	61.9	2.60	2.12						淬火1100℃回火580℃×2次
DURO-F3	60	2.5	1.9	210	0.28			3.7	
	62.6			211					淬火1140℃回火560℃×2次
DURO-F1	60.1	2.40	1.70	210	0.28	3	10	3.7	淬火1160℃回火550℃×2次
	60.4	2.31	1.72	212		4	18		淬火1140℃回火560℃×2次
	56.8	2.12	1.61			3	21		淬火1140℃回火600℃×2次
DURO-FZ	56	2.1	1.6	210	0.28			3.5	
DURO-N1	52	1.8		210	0.28				淬火1030℃回火560℃×2次
SKH51 (参考)	63.6	2.74	2.26	220	0.28			4.1	淬火1160℃回火560℃×2次
	61.5	2.52	2.04						淬火1120℃回火560℃×2次

● 抗拉强度, 耐力以及压缩强度基本都是和硬度成比例的。

钢种	热膨胀率 (10 ⁻⁶ /K)	热传导率 (W/m·K)	退火硬度 (例子) (HRB)	比重
DURO-SP	(10.1)	23.8	98	(8.06) 8.02
DURO-V5			96	7.82
DURO-V2			93	7.72
DURO-F7	(10.1)	26	95	(7.83)
DURO-F3	(11.6)	27	93	(7.84) 7.76
DURO-F1	(11.6) 12.1	27	92	(7.84) 7.80
DURO-FZ	12.7	27	92	7.8
DURO-N1	12.0	27	92	(7.78) 7.82
SKH51 (参考)			96	(7.88) 8.05

● 热传导率: 100℃ ● 热膨胀率: 室温~100℃所得()内的数值都是在退火状态下测定。

● 弹性率: 根据超音波方法 在退火的状态下测定。

● 比重()内的数值都是在退火状态下测定。

● 退火硬度根据模具种类不同会发生差异, 只作为参考之用。

可制造范围

圆钢

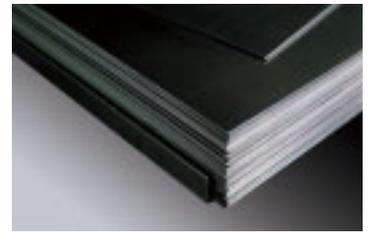
品种	标准尺寸							
	直径(mm)							
轧材	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31	32	34	36	38	40
	42	44	46	48	50	55	60	65
	70	75	80	85	90	95	100	110
	120							
长度3000-4500								

品种	标准尺寸	
	直径(mm)	长度(mm)
锻材车削材料	100-250	2000-3000

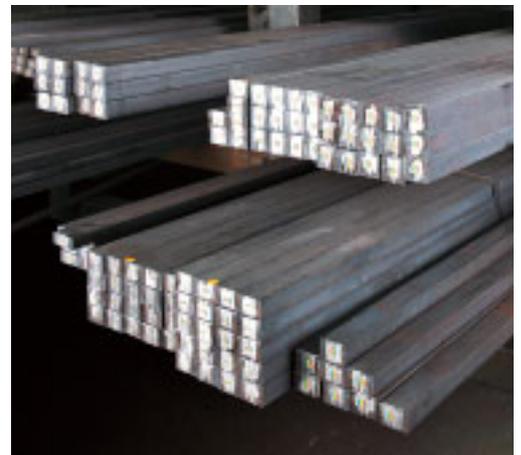
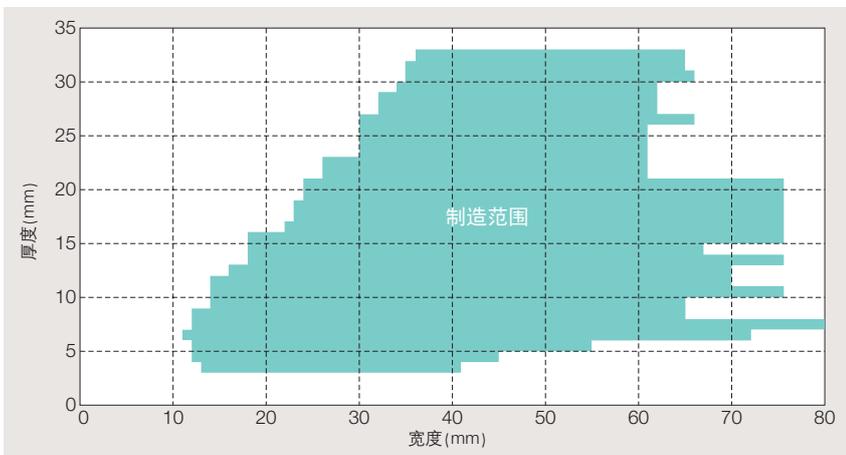


钢板

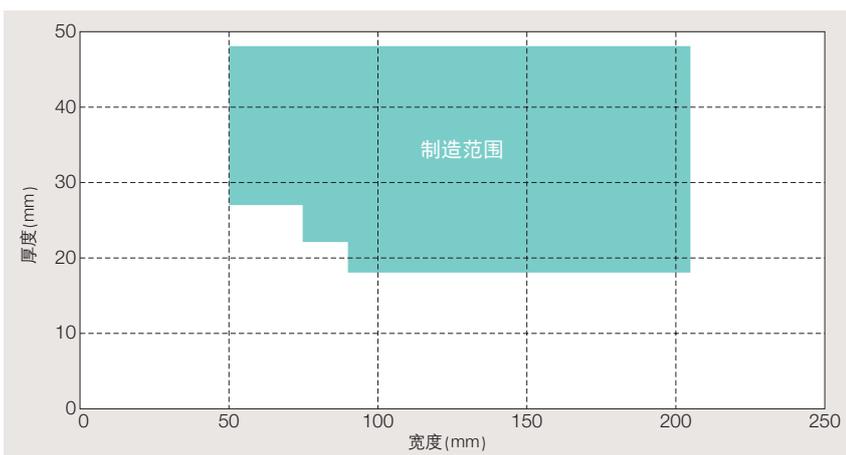
品种	标准尺寸		
	厚度(mm)	宽度(mm)	长度(mm)
冷轧钢板	0.5以上 不满2.5	550-600	1500-2000
	2.5以上 不满6.0		1500-2200
	6.0以上 不满7.0		1500-2000
	7.0以上 不满8.0	500-550	1000-1800
	8.0以上 不满9.0		1000-1600
	9.0以上 不满12.0		1000-1500
热轧钢板	4.0以上 不满6.0	550-600	1500-2000
	超过6.0 不满7.0		1000-2000
	超过7.0 不满8.0	500-550	1000-1800
	超过8.0 18.0以下		1000-1500



扁钢



宽幅扁钢



特殊溶解设备

●不二越运用最新的特殊溶解设备,提供高性能、高品质的精密模具材料。

不二越 特殊溶解工厂 (VIM & ESR)



建筑面积: 2,362m²
2005年6月 竣工
2005年 ESR工作
2007年 VIM工作

不二越 R&D材料 (材料研发中心)



禁止擅自转载

- 商品目录中所记述的内容,会因技术进步,改良等原因而进行更改,恕不预先通知。另外,本商品目录在编制时虽经详细校对以求精确,但对笔误,遗漏或装订中脱页所导致的损失,本公司不承担责任。
- 本资料中所记述的特性值为代表性数据,与实际产品中得到的特性值有可能有所不同,请予以注意。

NACHI
NACHI-FUJIKOSHI CORP.

NACHI-FUJIKOSHI CORP.
<http://www.nachi.com>

Tokyo Head Office
Shiodome Sumitomo Bldg. 17F, 1-9-2 Higashi-Shinbashi,
Minato-ku, Tokyo 105-0021, JAPAN
Tel: +81-(0)3-5568-5240 Fax: +81-(0)3-5568-5236

Toyama Head Office
1-1-1 Fujikoshi-Honmachi, Toyama 930-8511, JAPAN
Tel: +81-(0)76-423-5111 Fax: +81-(0)76-493-5211

Higashi-Toyama Plant
3-1-1 Yoneda-machi, Toyama 931-8511, JAPAN
Tel: +81-(0)76-438-4411 Fax: +81-(0)76-438-6313

那智不二越(上海)贸易有限公司
<http://www.nachi-china.com.cn/>

HEAD OFFICE 上海市普陀区丹巴路98弄7号 龙裕财富中心11层 邮编200062
电话: 021-6915-2200 传真: 021-6915-5427

重庆分公司 重庆市江北区红鼎国际名苑C座17-18, 17-19 邮编400020
电话: 023-8816-1967 传真: 023-8816-1968

沈阳分公司 辽宁省沈阳市沈河区悦宾街1号方圆大厦304室 邮编110000
电话: 024-3120-2252 传真: 024-2250-5316

北京分公司 北京市朝阳区朝外大街乙12号 昆泰国际大厦 903A室 邮编100020
电话: 010-5879-0181 传真: 010-5879-0182

广州分公司 广州市萝岗区科学城科学大道科汇路一街1号101室 邮编510670

CATALOG NO.

S4301C

2014.06.Y-ABE-ABE.S