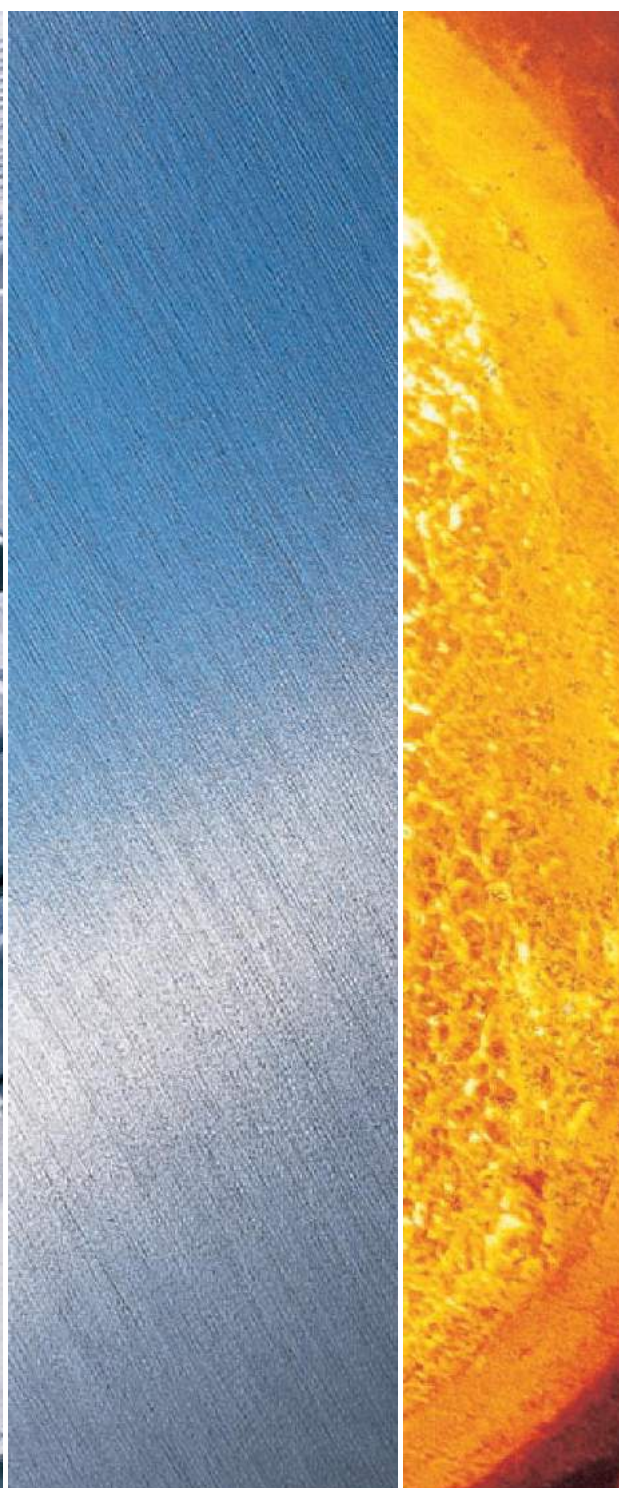


鍛造模具鋼

| 生產技術 | 特性 | 應用



最先進的冶金和鍛造技術



為了生產模具量身 訂作之鋼材和模塊

- 使用二次精煉和真空精煉之製程，製作高純淨度電爐鐵水
- 生產含硫量極低、高純淨度之 ISO-B Buderus 品質等級之工具鋼
- 使用底部澆鑄法搭配特殊護罩，製造出偏析極低的鑄錠
- 使用標準化鍛造順序進行熱成型，可鍛鑄錠最重 150 噸，鍛件最重 80 噸
- 熱處理均使用連續爐、台車式爐或批次爐，在保護氣體、真空環境中進行高壓氣體回火或鹽浴淬火
- 可依據客戶提供之規格或圖面進行精準加工
- 庫存完整之工具鋼，包含圓棒、板材和鍛塊，收到訂單可立即配送
- 可應要求將鍛塊橫剖或縱切，因庫存齊全可快速交貨
- 可進行客製化熱處理，含已作粗加工模具之熱處理

使用 55 MN 開模鍛壓機鍛製圓棒

退火處理

模仁使用之圓板分別進行熱處理





全自動 80 MN 閉模壓鍛機

- 粗加工
- 提供技術諮詢，包含鋼材選用、熱處理建議和模具設計等諮詢服務
- 可協助新模具或有特殊要求之模具開發
- 模具失效分析，並提供延長模具壽命之選材建議

卡車轉向軸之熱鍛模仁



卡車轉向軸之模鍛品



合金設計概念

不同應用領域各有適用之材料

為了要選擇最適合的模具鋼，需要先了解模具使用中所承受的應力作用（見圖一）。在挑選鍛造模具、擠壓模具和相關零配件所使用的模具鋼材時，需要將成本和品質同時列入考量，其中一個重要指標為模具壽命或其預計生產之成品數量（見第八頁之表一、表二）。模具可生產的數量一般而言受限於磨耗之影響，若模具形狀複雜也會因開裂而縮減（見第八、第九頁之表一）。

隨著釩、鉬、鎢和鉻等合金碳化物含量的增加，模具的磨耗會顯著降低，如圖二所示。合金係數(AC)可以針對此現象作定性測量，也可以用以評價鋼材之適用性，評價較高的鋼材能夠在模具壽命和模具成本之間取得最佳平衡。

模具壽命可以透過提高硬度而提升，但前提是須要兼顧其韌性，此處的關鍵是模具在整個橫截面上的均勻淬火和回火。比較傳統合金2714 ISO-B 與改良合金2714 ISO-B MOD之硬度分佈，得以證實改良後的合金改善了淬火和回火特性。（見第十頁之圖二和表三）

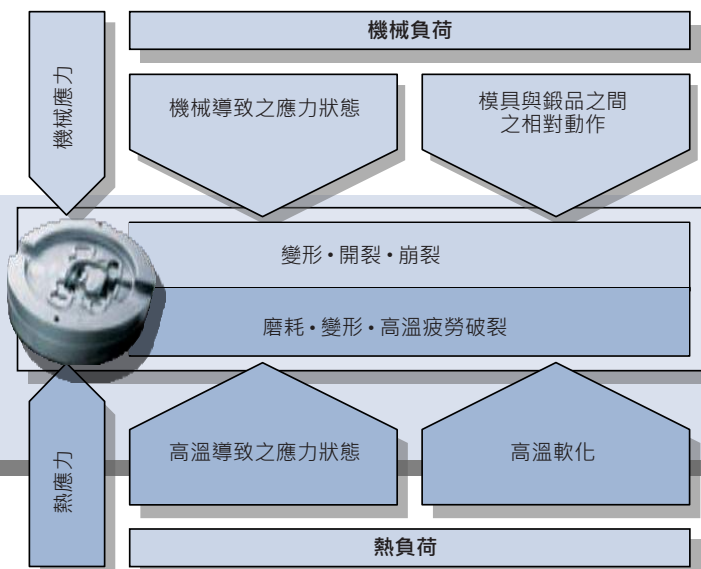


適合的材料特性得以確保較長的
模具壽命

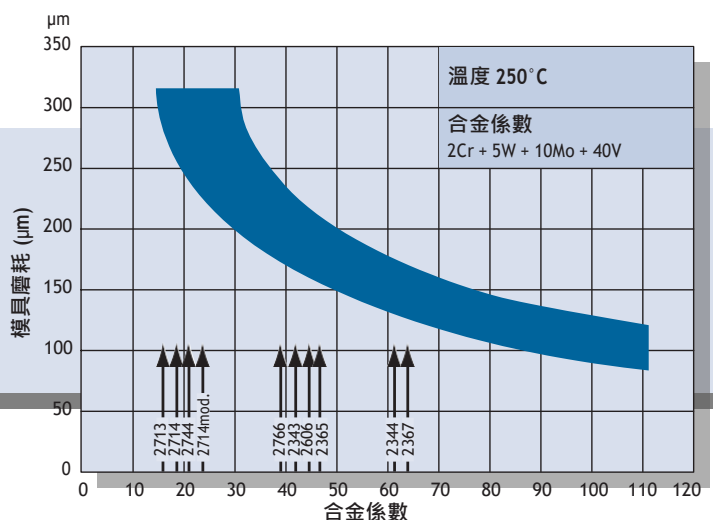
2714 ISO-B MOD 這種改良合金適用於大批量製造之鍛造模具，不同模具大小和形狀深度均適用。

耐熱性和抗高溫軟化性是熱作工具鋼之關鍵指標，模具表面之硬度降低或微組織轉變均是模具磨耗、變形和開裂之主因。

圖一
模具應力作用圖



圖二
合金含量對模具磨損的影響



模具鋼可根據其回火特性分為兩類，如圖四所示：

第一類

此類含鎳合金鋼之抗高溫回火軟化性較低，較不適合用於高溫負荷(> 500 °C)，並須長時間或頻繁接觸工件之應用，如壓鍛

第二類

此類鋼材基體中的碳化物較多，因此較第一類鋼材更能抵抗高溫負荷，抗磨耗性也更佳。除了抗高溫回火軟化性之外，Ac1 轉化溫度的高低對模具鋼的耐溫能力也很重要(參考第十頁中的表三)。較低Ac1 轉化溫度的鋼材較容易在長時間之擠壓接觸中變態和硬化，導致模面過早開始局部磨損和產生局部裂痕，但若為此提高材料之耐磨性，更容易造成鍛造模具開裂。

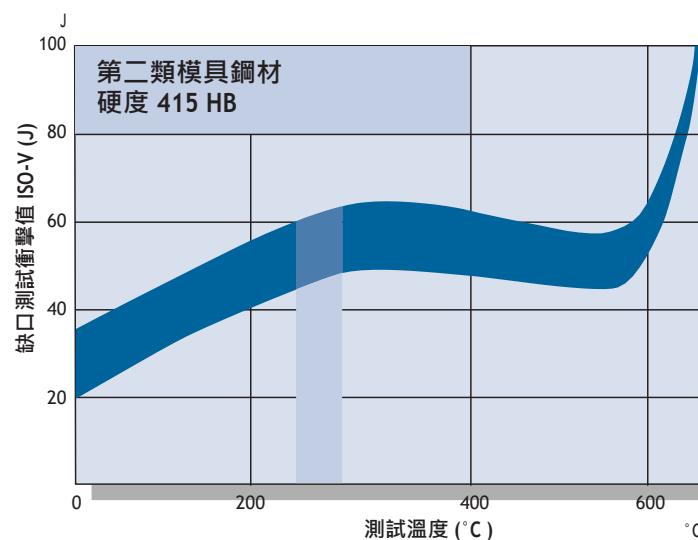
第一類韌性較好的鎳合金鋼(見表三)較第二類含有特殊碳化物的高合金鋼更不容易產生應力開裂。

當模具被暴露於溫度上下震盪之環境中，低熱傳導係數之材料(見表三)更有開裂之風險。

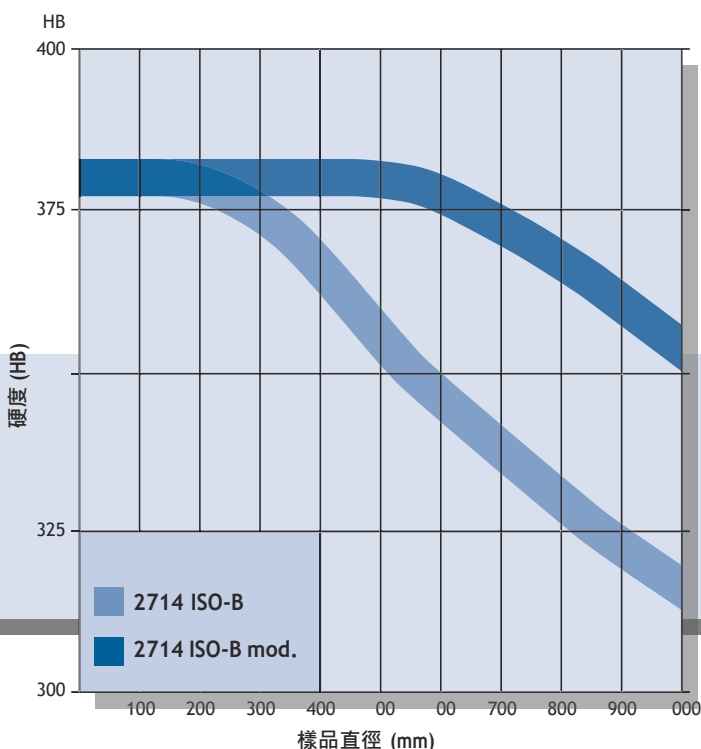


最廣為人知可以降低開裂機率的方法為：選擇合適並不過高的抗拉強度(硬度)以增加韌性，並於生產前已足夠高的溫度預熱模具。(見圖五)。

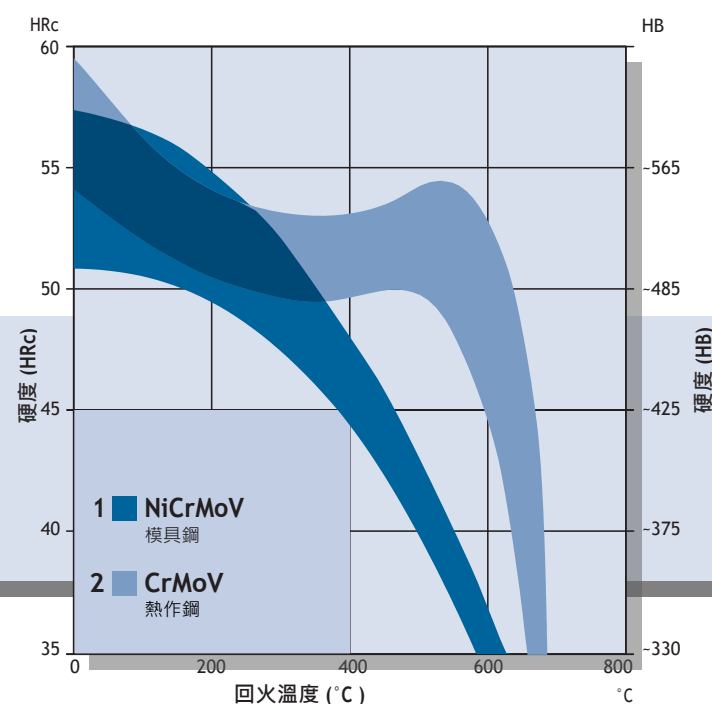
圖五
預熱溫度對缺口衝擊值的影響



圖三
硬度分布曲線



圖四
第一類和第二類模具鋼之抗高溫軟化性



執行條件

除了選用最適材料外，模具設計、鍛造條件和模具維護均是延長模具壽命的重要因素。

模面關鍵位置之裂痕可以藉由模具設計降低其發生機率：

- 放大內圓角的半徑 ($> 6 \text{ mm}$)
- 模穴角度不宜太小 $> 80^\circ$
- 單穴模具需有足夠厚的壁厚，至少大於模穴深度的1.3倍
- 使用含伸縮嵌件，由2-3件組合之組合模
- 模仁與主要模具之壁厚比需大於 1:4
- 預留 $> 2\%$ 之成品收縮預留量
- 模穴面需為光滑表面，面粗度需小於 $25 \mu\text{m}$

模具使用遵守以下關鍵守則，可避免開裂和降低磨損：

- 使用前將模具均勻預熱至 280°C
- 使用加強冷卻來避免模座溫度高於 300°C
- 使用具有隔熱效果的高階潤滑劑和冷卻劑，以避免模面溫度高於 650°C
- 盡可能降低壓鍛接觸時間，如最佳化頂出系統
- 在鍛造程序中預留足夠的冷卻時間
- 避免鍛件黏著於模面

- 鍛造溫度不宜過高 (避免高於 1270°C)
- 關鍵模具需提前制定維修保養之時間規劃
- 通過研磨去除模具因磨損或熱龜裂而受損的表面 (深度約 $0.1 \text{ mm} / 1000$ 鍛件)
- 若需焊補，必需事先進行預熱 (350°C) 並於焊補完進行應力消除 (550°C)

卡車前軸之鍛件
與鍛模

曲柄軸鍛模



可滿足最極端需求之 最大尺寸鍛塊

為了模具安全和成功必須維持鋼材的最高品質

布德魯斯鋼廠強大的生產能力得以產出超大型模具鋼尺寸。整合入產線的品質管理系統可在各個生產流程嚴格監控品質，而整個品質保證系統最核心的部分則為現代化實驗室，備有測量硬度、強度、韌性、破裂韌性、金相組織和純淨度之檢測儀器，每一塊模具鋼均經過超音波檢測以杜絕材料內部瑕疵，並搭配手持分光儀來避免材料混雜。

除了前述的內部要求外，來自外部的規範和客戶要求，也均有機會被納入製程調整之考量範圍中。每次交貨均會根據客戶對材料之要求進行檢測，並將檢測結果於材質證明中提供。整體品質監控與品質保證系統均遵照 ISO 9001:2015 品質管理系統認證之規範，得以滿足包含發電和國防產業在內的最嚴苛要求。



鋁合金飛機零件熱鍛模具鋼



ISO 9001:2000



650 MN 閉模壓鍛機

Photo: Aubert & Duval, Interforge

曲柄軸模具之模穴

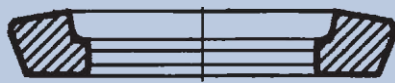


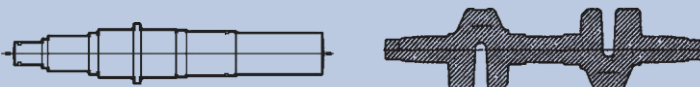
鍛塊之熱處理

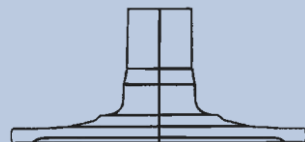


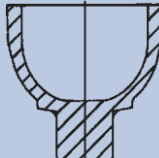
表一 鍛造模具和壓鍛模具之模具鋼選擇

鍛造方式		落槌鍛造			
模具型式		全模			
應力作用與失效模式		破裂 少		磨耗 少	
鍛造數量 - 批量大小		多		多	
模具鋼以及模穴狀態		組合後的強度 硬度			

平模 與圓心對稱或不對稱					
	材料編號	2714 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-B	2714 ISO-Bmod.
	N/mm ²	1300	1300	1350	1350
	硬度 HB	385	385	400	400

實心模 對稱或不對稱					
	材料編號	2714 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-B	2714 ISO-Bmod.
	N/mm ²	1300	1300	1350	1350
	硬度 HB	385	385	400	400

樞軸和輪轂 與圓心對稱或不對稱					
	材料編號	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-Bmod.
	N/mm ²	1300	1300	1350	1350
	硬度 HB	385	385	400	400

心軸模 與圓心對稱・深模穴					
	材料編號	2714 ISO-Bmod.	2365 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2365 ISO-B
	N/mm ²	1300	1350	1300	1350
	硬度 HB	385	400	385	400

強度範圍: ±50 N/mm²
勃式硬度範圍: ±20 HB
洛式硬度範圍: ±2 HRC

表二 次要工具之模具鋼選擇
(模座、 模具卡匣(模具和硬板的組合)、沖壓和修邊模、頂出銷、上模)

工具	模座 外殼 模具卡匣	沖壓和修邊模				頂出銷 上模
應用範圍	壓機和鍛機	冷切斷		熱切斷		壓機
應力		少量 一般磨耗	大量 高度磨耗	小型工具 大量	大型工具 少量	
模具鋼	2714 ISO-B 2714 ISO-Bmod.	2842	2379 ISO-B	1730 *	2714 ISO-B 2767 ISO-B 2344 ISO-B	2344 ISO-B 2365 ISO-B
建議強度 / 硬度	1000 N/mm ²	58 HRC	0 HRC	750 N/mm ²	50 HRC	50 HRC

* 刀片邊緣使用Stellite強化

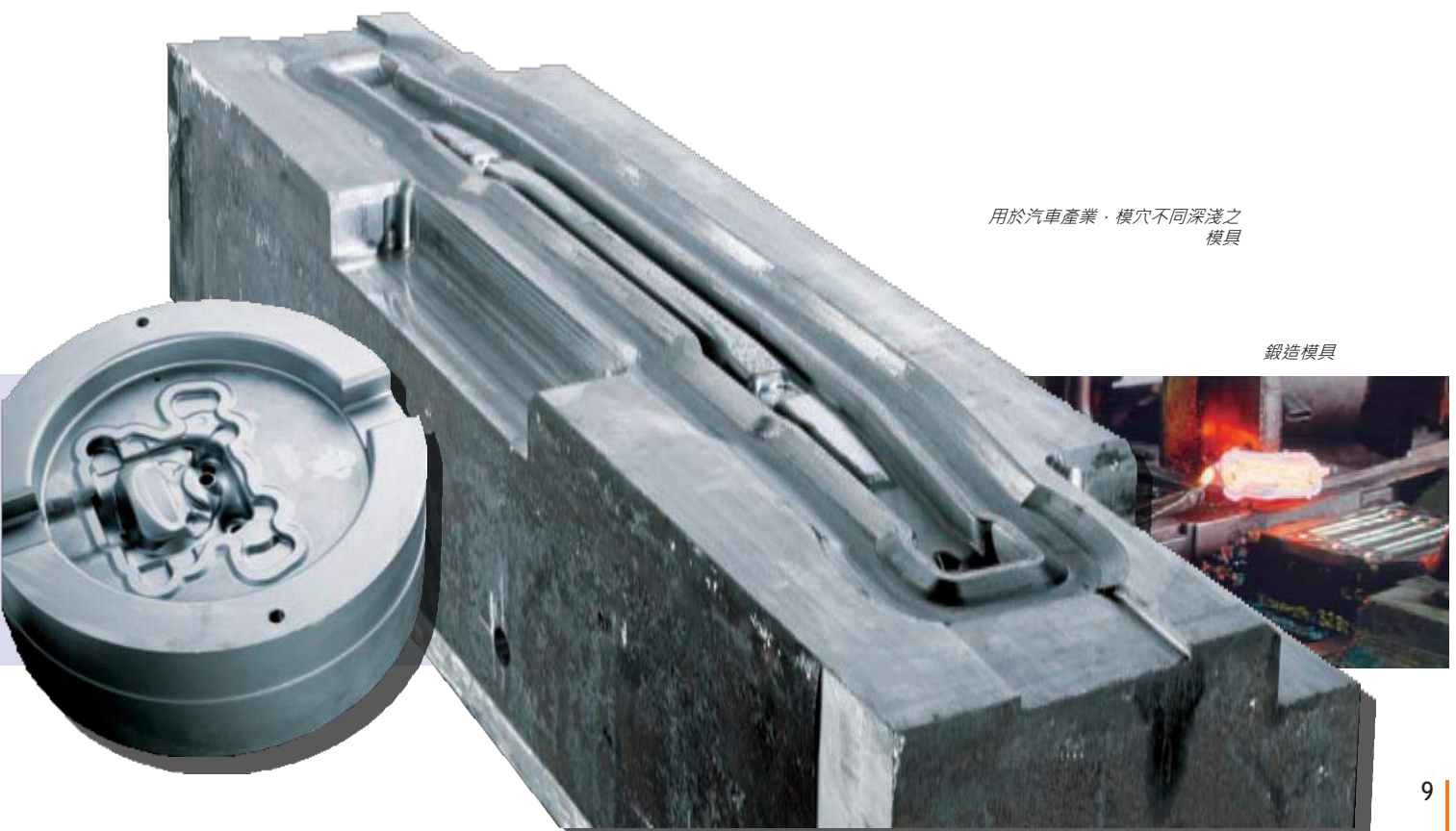
模仁				壓力鍛造							
				全模				模仁			
破裂 少	多	磨耗 少	多	破裂 少	多	磨耗 少	多	破裂 少	多	磨耗 少	多

2714 ISO-Bmod.	2344 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2344 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2344 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2365 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B
1350	1300	1350	1400	1400	1450	1400	1450	1450	1450	1450	1500
400	385	400	410	410	425	410	425	425	425	425	440

2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-Bmod.	2714 ISO-Bmod.	2344 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B
1350	1350	1350	1400	1400	1450	1450	1450	1450	1500	1450	1550
400	400	400	410	410	425	425	425	425	440	425	450

2714 ISO-Bmod.	2365 ISO-B	2714 ISO-Bmod.	2365 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B	2344 ISO-B	2367 ISO-B
1300	1400	1350	1400	1400	1450	1400	1400	1500	1550	1450	1550
385	410	400	410	410	425	410	410	440	450	425	450

2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2344 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2365 ISO-B	2367 ISO-B
1450	1450	1450	1450	1450	1500	1500	1500	1450	1500	1500	1550
425	425	425	425	425	440	440	440	425	440	440	450



用於汽車產業，模穴不同深淺之
模具

鍛造模具

表三 鍛造模具用之工具鋼 – 特性與應用

鋼材種類	鋼材牌號	DIN 牌號	DIN 合金成分 %									
			C	Si	Mn	P	S***	Cr	Ni	Mo	V	W

鎳合金模具鋼

1	2713 ISO-B *	55NiCrMoV6	0,50-0,60	0,10-0,40	0,65-0,95	≤ 0,030	≤ 0,030	0,60-0,80	1,50-1,80	0,25-0,35	0,07-0,12	
	2714 ISO-B	55NiCrMoV7	0,50-0,60	0,10-0,40	0,60-0,90	≤ 0,030	≤ 0,030	0,80-1,20	1,50-1,80	0,35-0,55	0,05-0,15	
	2714 ISO-B mod. **	~57NiCrMoV7-7	TYPICAL ANALYSIS									
			0,55	0,25	0,95	0,015	0,003	1,10	2,00	0,75	0,12	
	2744 ISO-B *	57NiCrMoV7-7	0,50-0,60	0,15-0,35	0,60-0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	1,50-1,80	0,70-0,90	0,07-0,12	
	2766 ISO-B *	35NiCrMo16	0,32-0,38	0,15-0,30	0,40-0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,20-1,50	3,80-4,30	0,20-0,40		

高合金鉻鉬鈮含特殊碳化物之熱作工具鋼

2	2344 ISO-B	X40CrMoV5-1	0,35-0,42	0,80-1,20	0,25-0,50	≤ 0,030	≤ 0,020	4,80-5,50		1,20-1,50	0,85-1,15	
	2360 ISO-B *	X48CrMoV8-1-1	0,45-0,50	0,70-0,90	0,35-0,45	≤ 0,020	≤ 0,005	7,30-7,80		1,30-1,50	1,30-1,50	
	2365 ISO-B	32CrMoV12-28	0,28-0,35	0,10-0,40	0,15-0,45	≤ 0,030	≤ 0,020	2,70-3,20		2,50-3,00	0,40-0,70	
	2367 ISO-B	X38CrMoV5-3	0,35-0,40	0,30-0,50	0,30-0,50	≤ 0,030	≤ 0,020	4,80-5,20		2,70-3,20	0,40-0,60	
	2606 ISO-B *	X37CrMoW5-1	0,32-0,40	0,90-1,20	0,30-0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	5,00-5,60		1,30-1,60	0,15-0,40	1,20-1,40

* 僅於接獲訂單後生產

*** Buderus ISO-B 材料僅含最高 0.003%之硫含量

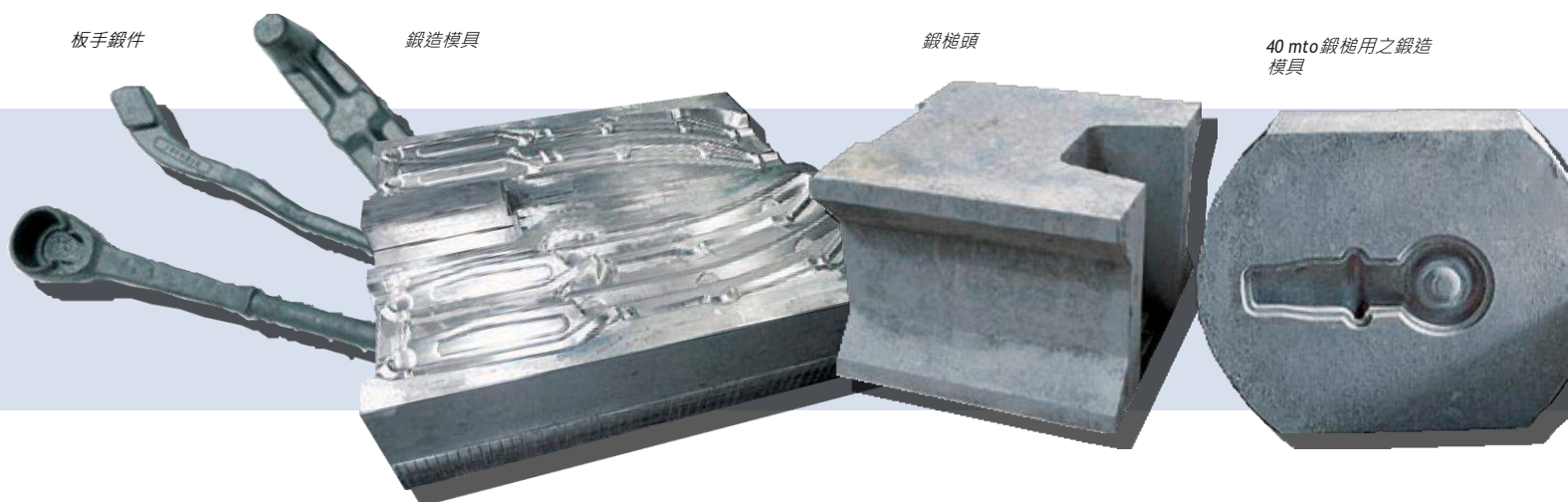
** 因最佳化之淬火和回火 · 適用於大尺寸模具

板手鍛件

鍛造模具

鍛槌頭

40 mto 鍛槌用之鍛造模具



材料特性

重要材料數據

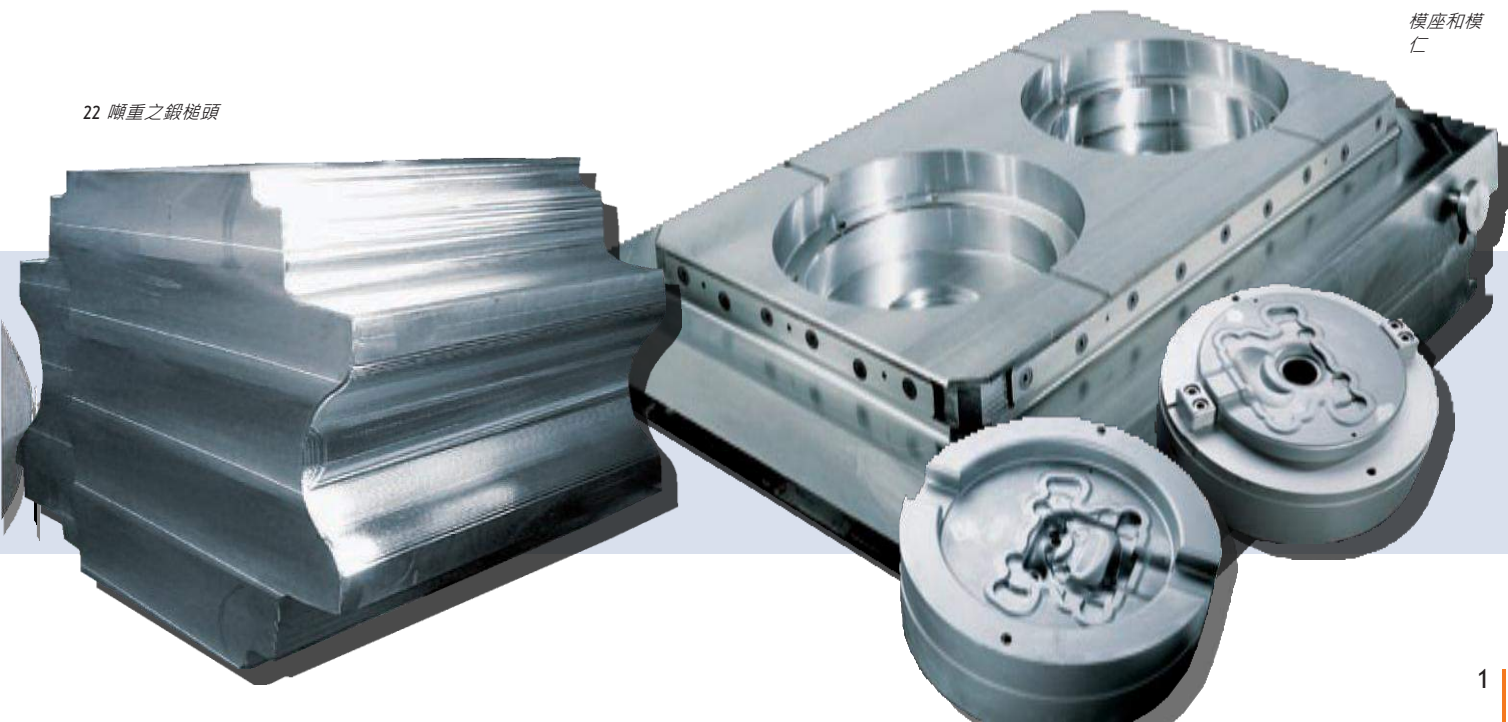
Ac ₁	Ac ₃	Ms	淬火溫度	退火溫度	熱傳導係數
°C	°C	°C	°C	°C	$\frac{W}{mK \text{ at } 500^\circ C}$

擁有良好韌性之含鎳合金模具鋼，硬度範圍為 1100 - 1300 N/mm ² ± 325 - 385 HB	705	780	250	880	690	34,5
特性與 2713 ISO-B相近，但當硬度在415 HB內時有更高的抗回火軟化性和更佳的淬透性	710	790	270	880	690	34,5
最佳化的合金設計使淬透性、抗回火軟化性和高溫特性和耐磨耗性均有顯著提升，較 2714 ISO-B 更適合大型鍛造模具和壓鍛模具	710	790	280	880	700	34,8
特性與 2714 ISO-B相近，但有更佳的抗高溫性、抗回火軟化性和耐磨耗性	720	770	210	880	700	35,0
空冷，有極高韌性之模具鋼材，適合用於對應接觸模具時間短暫之動態應力，甚至可以用於大型模具	695	770	210	880	650	32,0

具有高抗高溫性、抗回火軟化性和耐磨耗性之熱作工具鋼	855	925	300	1040	820	27,0
特性與 2344 ISO-B相近，但有比其更佳的抗回火軟化性和耐磨耗性，極佳的抗高溫性，氮化性能佳	842	951	360	1080	820	25,0
有良好韌性之熱作鋼，適用於面對高溫應力和交變應力之應用，可做水冷	790	875	350	1040	780	34,0
特性與2344 ISO-B相似，但有比其更佳的抗高溫性和抗回火軟化性，耐磨耗性佳	785	985	240	1060	780	34,8
有良好抗高溫性、抗回火軟化性和韌性之熱作鋼，可以在有限範圍內進行水冷	810	885	300	1020	800	28,0

22 噸重之鍛槌頭

模座和模仁





ISO 9001
ISO 14001

台中總公司

台中市南屯區工業區 20 路 1 號

TEL: 04-23593510 FAX: 04-23593529

冷作工具鋼廠

台中市南屯區工業區 20 路 42 號

TEL: 04-23597381 FAX: 04-23597382

龜山廠

桃園市龜山區湖山街 180 巷 110 號之 8

TEL: 03-3501131 FAX: 03-3506223

華晟特殊鋼(附設真空熱處理)

新北市新莊區新樹路 302 巷 23 號

TEL: 02-22048125 FAX: 02-22035597

台南廠

台南市安南區安新五路 288 號

TEL: 06-2544168 FAX: 06-2544178

本洲廠(附設真空熱處理)

高雄市岡山區本洲工業區本工五路 50 號

TEL: 07-6226110 FAX: 07-6226635

高雄廠

高雄市鳥松區美山路 6 號

TEL: 07-7336940 FAX: 07-7336934

Buderus Edelstahl GmbH

Vertriebssparte Stabstahl / Lagerservice

Buderusstr. 5

D- 5576 Wetzlar

Tel.: + 9 (0) 6 1 / 7 - bis - 7 Fax:

+ 9 (0) 6 1 / 7 -

E-Mail: sv-l@buderus-steel.com

www.buderus-steel.com