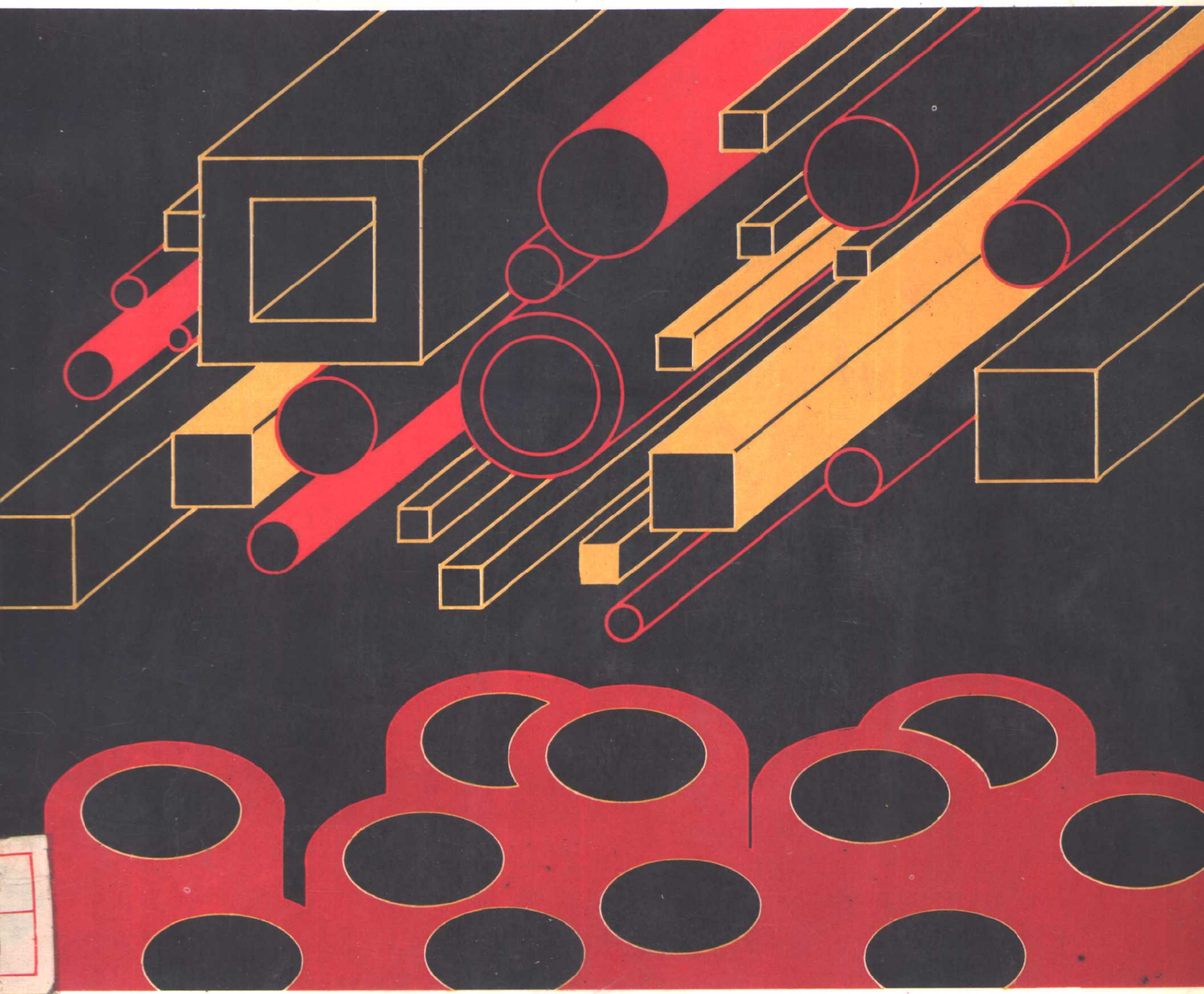


機械材料選用手冊

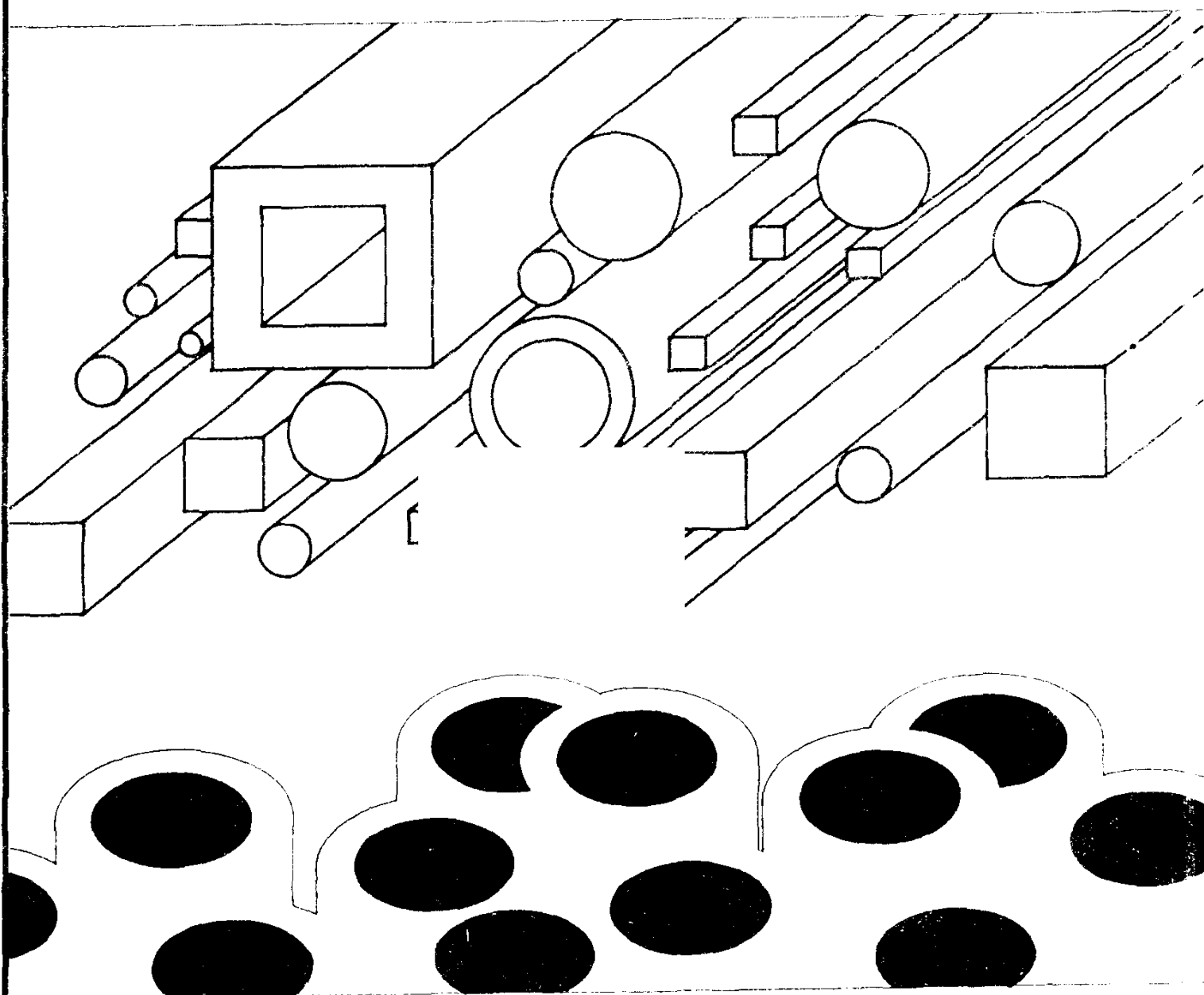
彭戡平・李秋貴 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

機械材料選用手冊

彭戡平・李秋貴 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

機械材料選用手冊

李秋貴
彭戲平 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址／台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話／5811300（總機）

郵撥帳號／0100836－1號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局（黎明文化大樓七樓）

地址／台北市重慶南路一段49號7樓

電話／3612532・3612534

定 價 新臺幣 190 元

初版／74年 9 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第○二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 021850

我們的宗旨：



感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙。”

序 言

在現代化工業中，講求大量生產，降低成本，而材料之選用當為其中最重要的基本環節，有鑑於此，編者乃利用公餘時間以Metal Progress Data Book 為藍本再加上Modern Steels and Their Properties 一書中部分資料及其他有關資料，編著而成以供各界人士參考，做為材料選用的依據。

本書計分叁部分，共八章，第壹部分為材料選用，介紹鐵及鋼、非鐵金屬、超合金、非金屬、塑膠，列出各類材料的化學成分，物理性質，機械性質及典型應用和用途。第貳部分為製造工程，說明鋼鐵材料之熱處理及特性，英制／公制（SI）單位的換算，硬度及強度的關係，鋼材重量表，金相用試劑。第叁部分為加工技術，包括熔接及接合，成型及切削，說明鋼鐵及鋁的熔接、焊條、熔填金屬，屏蔽氣體的選用、擠製、鍛造溫度及各類鋼材的切削性等，內容極為豐富、具體而實用，實為工程及設計人員選用材料不可或缺的參考書籍。

本書之編輯時間匆促，編者學疏才淺，謬誤之處在所難免，尚祈讀者、先進惠予指正，則幸甚矣！

本書承蒙彭戡平先生細心之校對和陳樹榮、紀欽隆及諸位同仁多方協助始克完成，特此致謝。

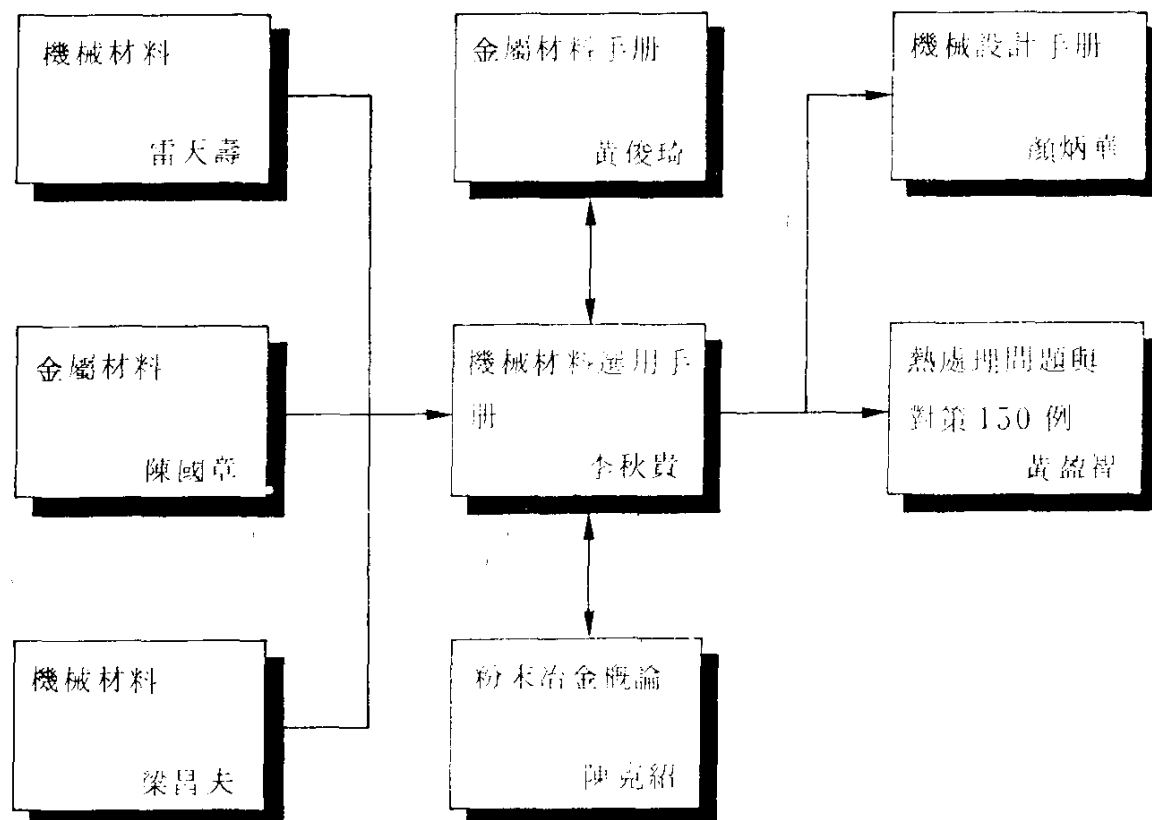
李秋貴·彭戡平 謹識
中華民國 74 年母親節于台北

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在我們就將這本「機械材料選用手冊」呈獻給您。本書主要以Metal Progress Data Book為藍本，詳述鋼、鐵、銅、鋁、超合金、塑膠等各種材料特性、用途與熱處理、焊接加工技術。全書計分材料選用、製造工程、加工技術等三部份，採表格方式編排，使讀者易查易懂，是工程及設計人員在選用材料時不可或缺的參考書籍。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習機械材料方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。



常用規範名稱及代號

規範（出版機構）名稱	代 號	中 文 名 稱
1. Association of American Railroad	AAR	美國鐵路協會
2. American Bureau of Shipping	ABS	美國驗船協會
3. Alloy Casting Association	ACI	合金鑄造協會
4. American Iron & Steel Institute	AISI	美國鋼鐵協會
5. American National Standards Institute	ANSI	美國國家標準協會
6. American Petroleum Institute	API	美國石油協會
7. American Railway Engineering Association	AREA	美國鐵路工程協會
8. American Society of Mechanical Engineers	ASME	美國工程師協會
9. American Society for Testing & Materials	ASTM	美國材料試驗協會
10. Australian Standards	AS	澳洲國家標準
11. Aerospace Material Specification (of SAE)	AMS	航空材料規範
12. American Welding Society	AWS	美國熔接協會
13. British Standards(British Standards Institution)	BS	英國國家標準
14. Bureau Veritas	BV	法國驗船協會
15. Chinese National Standards	CNS	中國國家標準
16. China Corporation Register of Shipping	CR	中國驗船協會
17. Deutscher Industrie-Normen	DIN	德國工業標準
18. Federal Specification (General Service Administration)	FED	聯邦規格 (聯邦勤務供應管理署)
19. Germanischer Lloyd	GL	德國驗船協會
20. Komiteta standardov Merilzmeritel Nyh Priborov Pri Sovete Ministrov	GOST	蘇聯國家標準
21. Indian Railway Standard Specification	IRSS	印度鐵路標準規範
22. Indian Standards	IS	印度國家標準
23. International Organization for Standardization	ISO	國際標準化組織
24. Japanese Industrial Standards	JIS	日本工業標準
25. Lloyd's Register of Shipping	LR	英國勞氏驗船協會
26. Military Specification (United States Government Department of Defense)	MIL	美國軍用規格
27. Normes Francaises	NF	法國國家標準
28. Nippon Kaiji Kjokai	NK	日本海事協會
29. Det Norske Veritas	NV	那威驗船協會
30. Society of Automotive Engineers	SAE	美國汽車工程師協會
31. Verein Deutscher Eisenhutenleute	VDEh	西德鋼鐵協會規格

* AISI 出了一系列的鋼鐵產品手冊(Steel Products Manual)，其中包括了化學成份，各種品質敘述及容許差值，以及各種有關之科技資料，但該產品手冊開宗明義却說明該手冊所列並非規範。由於手冊內已具有規範之一切資料，故乃廣被使用成為標準訂貨規格。

目 錄

第壹部分 材料選用

1. 鐵及鋼 3

AISI-SAE 標準碳鋼 4

易削級（再硫化，再硫化且再磷化鋼）及未再硫化級之成分，每一 AISI-SAE 號碼並給予相當之 UNS 號碼。

AISI-SAE 標準合金鋼 5

標準合金及加硼級之成分：13XX，4XXX，5XXX，6XXX及8XXX 系列，再加上51100，52100，9260 和八個合金硼鋼，每一 AISI-SAE 號碼並給予相當之 UNS 號碼。

EX 系鋼及相當之標準等級鋼..... 7

所有現行 EX 系鋼之成分，每一種均給予相當之 SAE 等級鋼

部分碳鋼及合金鋼之機械性質 8

第 I 部分 軋軋、正常化及退火..... 8

第 II 部分 淬火及回火..... 9

常用冷拉碳鋼棒、方鋼，六角鋼要求之最小機械性質 11

1018～1050 級；1117 至 1151 級

碳鋼及低合金鋼鑄件的性質及應用 12

典型規範；機械性質；切削性速率指標；熱處理；應用；特性

耐熱不銹鋼及高合金鋼鑄件的性質及應用 13

ACI 記號 HA 至 HX

耐蝕不銹鋼及高合金鋼鑄件之性質及應用 14

ACI 記號 CA-15 至 CZ-100

標準不銹鋼及耐熱鋼 15

沃斯田鐵型；肥粒鐵型；麻田散鐵型；析出硬化型

不銹鋼之相關規格 19

不銹鋼之 AISI , SAE , ASTM 及鑄造不銹鋼之 AISI , ACI , ASTM 的對照表。

工具鋼之分類及選用	20
水淬硬；耐震型；油淬硬；冷作；熱作；高速；特殊用途；模類等工具鋼之成分及應用。	
灰口鑄鐵及白口鑄鐵之規格及性質	23
規格號碼；等級或類別；性質；成分及應用	
延性(球狀)鑄鐵之規格及性質	25
規格號碼；等級或類別；強度及伸長率；熱處理；成分及應用	
展性鑄鐵之性質、應用及切削條件	27
機械性質；應用；推薦之車削條件	
鐵系粉末金屬零件之性質及應用	28
材料及規範記號；型式；密度；抗拉及降伏強度；硬度；楊氏係數；伸長率；衝擊及疲勞強度；應用。	

2. 非鐵金屬及合金 31

鍛鋁合金之性質及應用	32
1××× , 2××× , 3××× , 4××× , 5××× , 6××× , 7××× 系鋁合金； 合金記號；成分；商品形狀；耐蝕性；切削性；焊接性；典型最大強度； 典型退火強度；產品用途。	
鋁合金煉度記號	34
鍛及鑄鋁合金 F. H. O. T 等字母 - 號碼規則	
可熱處理鋁合金之性質、特性及應用	35
合金記號；公稱成分；產品形狀；焊接性；典型機械性質；固溶處理溫度； 煉度；耐蝕性；應用。	
鋁砂模及金屬模鑄造合金之成分、特性、性質及典型應用	36
合金記號；成分；特性；煉度；機械性質；應用	
非鐵系粉末金屬零件之性質及應用	37
銅及鋁合金——材料及規範記號；條件；密度；抗拉強度；壓縮降伏強度； 硬度；楊氏係數；衝擊強度；伸長率；應用。	
常用鍛銅及銅合金之性質及應用	39
C1×××× , C2×××× , C3×××× , C4×××× , C5×××× , C6×××× 及 C7×××× 系銅及銅合金——公稱成分；商品形狀；機械性質；耐蝕性；切 削性等級；加工特性；應用。	

ASTM B601銅及銅合金之煉度記號	46
銅及銅合金 H, HR, HT, M, O, OS, TB, TD, TF, TH, TL, TR , TQ, WH, WM, WO, WR 煉度字母—號碼規則。	
鑄造銅及銅合金之性質及應用	47
鑄造銅；高銅合金；無鉛黃銅及加鉛紅黃銅；半紅黃銅及黃黃銅；無鉛錳 黃青銅及加鉛錳青銅；矽青銅及矽黃銅；無鉛錫青銅及加鉛錫青銅；鎳— 錫青銅；鋁青銅；銅—鎳；鎳銀；加鉛銅及特殊合金之成分，性質和應用	
壓鑄合金之成分及性質	49
鋁、鎂、鋅、銅、鉛—錫—鎳合金之記號，成分，典型機械性質，物理性 質。	
銅及銅合金加工品依據冷作加工量所定之煉度名稱	51
$\frac{1}{4}$ 硬， $\frac{1}{2}$ 硬， $\frac{3}{4}$ 硬，硬，過硬，彈簧，過彈簧，特殊彈簧，超彈性，相對 應之 B&S 規號，加工量。	
ZA 鑄造合金之成分及性質	52
ZA-8，ZA-12，ZA-27 之成份及砂模鑄造及永久模鑄安定化之機械性 質及物理性質。	
3. 超合金；特殊用途金屬；非金屬；塑膠	53
代表性高溫金屬合金之成分及性質	54
商用純鈮、純鉬、純鋇及純鎢和合金之成分及性質	
貴重金屬之性質	55
鉑、鎳、鈹、銻、鐵、鈦、金、銀之物理及機械性質	
超合金選用指南	57
部分超合金之成分，破壞強度，特性及應用	
鎳基合金	57
鐵—鎳基合金	58
鈷基合金	58
常用玻璃纖維強化塑膠之性質	59
以玻璃纖維強化之 5 種熱固性和 14 種熱塑性塑膠，樹脂系統的機械、電 、物理及化學性質。	

第貳部分 製造工程

4. 熱處理

63

鐵—碳平衡圖	64
α - 鐵，沃斯田鐵，雪明碳鐵， δ - 鐵，石墨及液相之溫度 - 成分限	
合金鋼退火建議之溫度及時間週期	65
沃斯田鐵恒溫退火形成波來鐵或肥粒鐵 - 球化組織之沃斯田鐵化溫度及冷卻速率	
標準 AISI-SAE H—鋼之硬化能帶	66
標準碳 H - 鋼及碳硼 H - 鋼，標準合金 H - 鋼及合金硼 H - 鋼之端面淬火硬化能帶，每一硬化能均列出特殊用途之硬度限。	
碳 H - 鋼，1038H-1541H	66
碳硼 H - 鋼，15B21H-15B62H	67
合金 H - 鋼，1330H-9310H	68
硼合金 H - 鋼，50B40H-94B30H	74
註	75
部份碳鋼及合金鋼之熱處理性質圖	76
第 I 部分 滲碳碳鋼	76
AISI 1020, 1022, 1117, 1118 級	
第 II 部分 水淬及油淬硬化鋼	84
AISI , 1040, 1050, 1095,	
第 III 部分 滲碳合金鋼	96
AISI , 4320, 4520,	
第 IV 部分 水淬硬化合金鋼	102
AISI , 4130, 8630 150°F(65°C)	
第 V 部分 油淬硬化合金鋼	106
AISI , 4140, 4340, 6150,	
鋼之表面感應硬化	112
功率密度—材料直徑；硬化深度—移動速率；功率密度—功率輸入時間；	
功率密度—不同組織之硬化深度；移動速率—棒材直徑等之關係圖。	
氣體滲碳平衡圖	113
露點與氣體中水蒸氣含量之關係圖；水煤氣反應之效應；CO ₂ 及 H ₂ O 對	
氧化鐵的影響；在不同溫度滲碳之有效碳之關係圖。	
滲碳時間及溫度之選擇	114

滲碳溫度及時間對硬化深度的關係圖	
滲碳及擴散資料	115
含碳量—溫度；滲碳深度—碳增加值，擴散循環關係圖及滲碳溫度及時間 與滲碳深度關係表。	
放熱型及吸熱型爐氣氛	116
在 0 ~ 120 % 燃燒比之氣氛下 (CO ₂ , O ₂ , CO , H ₂ O , CH ₄ 及 N ₂) 的成分範圍。	
熱處理鋼最佳性能的處理方法	117
由材料尺寸及淬火冷卻速率選擇適當鋼材	
碳含量——硬度及淬火麻田散鐵的百分率之間的一般關係	118
AISI 工具鋼之典型熱處理及特性	119
鍛造溫度範圍；退火值及硬化值；回火溫度；硬化深度，變形，韌性，耐磨 耗性，抗脫碳性及切削性的相對等級。	
熱電偶及保護管選用指南	121
常用熱電偶之型式，操作資料及應用，保護之熱電偶建議之最高溫度；常 用保護管材料及其特性。	

5. 檢 測

自英制換算成公制 (SI) 系統之通用單位	123
基本單位，輔助單位，導出單位及換算因子	
英制 / 公制 (SI) 應力換算因子	124
Ksi (1000 Psi) 換算為 Mpa 及 Mpa 換算為 Ksi 的換算表 範圍：0 ~ 5000 Ksi (Mpa)	
英制 / 公制 (SI) 衝擊能量換算因子	125
ft-lbf 換算為 J 及 J 換算為 ft-lbf 之換算表 範圍：0.1 ~ 130 ft-lbf (J)	
英制 / 公制 (SI) 破壞韌性換算因子	127
Ksi $\sqrt{\text{in}}$ 換算為 Mpa $\sqrt{\text{m}}$ 之換算表 範圍：0 ~ 400 Ksi $\sqrt{\text{in}}$	
硬度換算表	128
洛氏，鑽石錐形，Knoop，勃氏及抗拉強度估計值	
Knoop 對 Vicker's 硬度換算	129
在不同負荷下 Knoop 對 Vickers 之換算	
鋼之硬度刻度之選擇	133
鋼之硬度刻度之選擇	134

依材料厚度選擇適合之硬度刻度	
鑽石錐形硬度之列線圖	135
線徑號碼與各種線徑之對照	136
線徑號碼與 S.W.G , B.W.G , B&S 及 W & M 線徑之關係	
鋼材重量表	137
方與圓鋼桿重量表	137
圓、方、八角、六角鋼桿重量表	139
六角鋼桿重量表	140
鋼絲重量表	140
扁鋼桿重量表	141
鋼板重量表	143
美國標準無縫機械，鋼管重量表	144
美國標準機械方與長方管重量表	152
金屬材料之溫度與顏色對照表	153
鐵及鋼之金相試劑	154
鐵及鋼一般用試劑	154
合金鋼一般用試劑	154
其他試劑（偏析，硬化深度，主要組織及應變線）	156
用於非鐵金屬夾灰及介金屬化合物之試劑	156
巨觀檢驗用試劑	157
拋光及浸蝕用試劑	158
銅及銅合金之金相	159
巨觀及微觀檢驗用浸蝕劑及程序，電解拋光及浸蝕之電解液及條件	
鋁及鋁合金之金相	161
包括浸蝕劑及其應用，辨認合金系統中之相的浸蝕劑之適用性	
6. 被覆及清洗	165
品質被覆最小厚度選擇指南	166
鐵及鋼零件之鋅及鎳被覆；鋼及鐵零件之鎳一鍍層鉻光澤裝飾；鋅壓鑄件及銅和銅合金等之被覆。	
超音波清洗指南	167
除去金屬、合金、非金屬及塑膠表面不同污物之清洗劑種類	

第參部分 加工技術

7. 熔接及接合

171

不銹鋼熔接金屬的組成圖 (Schaeffler圖) 172

說明鎳當量及鉻當量與金相組織的關係

包覆不銹鋼焊條之成分及機械性質的要求 173

32 種 AWS 規格，函蓋熔填金屬成分，最小抗拉強度，最小伸長量，特性及應用。

敏感化對不銹熔着金屬腐蝕的影響 175

軟鋼及低合金鋼電弧焊焊條之選擇 176

焊條選用與主要因素的關係，如基材金屬性質及成分，熔接位置及電流

碳及低合金 ASTM 鋼之屏蔽金屬弧焊建議之焊條 178

ASTM 規範，等級及板、片、鍛件、成型件、鑄件、管、管料及配件焊接之焊條。

標準硬焊熔填金屬：成分、特性、用途 181

鋁、鈷、鐵、鎳、銅及鎂合金之硬焊合金

鋁合金焊接用熔填金屬的選擇 182

1xxx，2xxx，3xxx，4xxx，5xxx，6xxx 及 7xxx 系鍛鋁合金及部分鑄鋁合金其焊接難易，焊接合點的強度，延性，性抗蝕性，使用溫度超過 150 °F (65 °C) 及陽極處理後的顏色配合的相對等級。

屏蔽氣體選用指南 183

鋁、鋼、銅、鎳合金及反應性材料之氣體鎢極弧焊，氣體金屬弧焊及電離氣弧焊建議之屏蔽氣體。

8. 成型及切削

185

決定前向及後向擠製參數指南 186

圖示常用低及中碳鋼擠製時，面積縮減，擠制或衝頭角或衝壓的計算

鋼及超合金之鍛造溫度範圍 188

代表性不銹鋼、耐熱鋼及鐵—鎳基和鎳基超合金之鍛造溫度範圍

彎曲不同厚度之鋼其每直線呎及模具尺寸的噸壓力 189

彎曲軟鋼，高抗拉—低強伏鋼，高抗拉—中降伏鋼，高抗拉—高降伏鋼之壓力與模具的關係

超合金車削方法 190

鎳，鐵—鎳及鈷基超合金粗車及精車之刀具種類，刀具幾何形狀，切削參數（速度、進給、切削深度）及冷却劑，表中為高速鋼及碳化物刀具。

超高強度合金之切削 191

切削AISI 4340，Vasco Jet 100，AM-350，A-286之刀具種類，刀具幾何形狀，切削參數（速度、進給、寬度）刀具壽命磨耗基地及切削劑。

以自動設備切削標準AISI不銹鋼指南 193

函蓋以高速鋼之端面加工刀具及橫滑台刀具之切削方式，切削深度或寬度，速度及進給，合金包括18-2FM，201，202，301，302，303，303MA，303Se，304，304L，304N，305，309，309S，309Cb，310，314，316，316L，317，318，321，347，347FSe，348，403，405，410，414，416，416F，416HH，416HT，420，420F，420FSe，430，430F，430FSe，431，434F，440A，440B，440C，440FSe，441，典型方式有：均衡切削、搪孔、去角及平面切削，鑽、空心銑、滾花、端面及平面切削、紋孔、攻螺絲、攻螺紋、切斷及刮齒。

冷拉碳鋼棒的切削性等級 194

包括下列AISI等級：12L14，1213，1215；1119，1212，1211；1117，1118；1144（退火態）；1141（退火態）；1016，1018，1022；1144，1020，1045（退火態）；1035，1141，1050（退火態）；1040，1045及1050。成型切削及單刃切削之尺寸，速度及進給；鑽孔之孔表面速度及進給。

合金彈簧在不同溫度的鬆弛 195

17-7PH，PH15-7Mo，L605，Inconel X-750，L605，L605，René41，Type 321，S 816在不同煉度不同溫度下之鬆弛（負荷損失%）

冷裝置彈簧設計應力與線徑的關係 196

琴鋼絲，鉻—矽彈簧線，油回火彈簧線，硬抽彈簧線其線徑與壓實應力對無負載長度損失關係圖。

材料選用

