

有色金屬及有色合金的衝壓法

〔苏联〕Ф. М. 法 齐 金 著

科 学 技 術 出 版 社

有色金屬及有色合金的衝壓法

〔苏联〕Ф. М. 法 齐 金 著

孙 方 玲 譯

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書對於冷衝壓用的有色金屬和有色合金作了簡明的介紹。簡單扼要地敘述了冷衝壓用的設備。詳細討論了鍛料冷壓法的基本操作和衝模的構造，並提供了一些關於安全技術、勞動組織的資料。

本書系供工長、組長及高級技工作教材用。

E2466/20

有色金屬及有色合金的衝壓法

ПШТАМПОВКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

原 著 者 [蘇聯] Ф. М. Фатькин

原出版者 Металлурмиздат·1952 年版

譯 者 孫 方 玲

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路 336 弄 1 號)

上海市書刊出版業營業許可証出○七九號

上海新華印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15119·330

(原大東版印 3,000 冊)

開本 654×1168 耗 1/32 · 印張 8 1/16 · 字數 188,000

一九五六年八月新一版

一九五六年八月第一次印刷 · 印數 1—2,500

定價：(10) 一元五角

原 序

本書為有色金屬及有色合金冷衝壓法的系統化教程；係供工長、組長及高級技工教材用。書中概述了有色金屬和有色合金特性的簡明知識，以及由鈹坯製成鈹料和帶料的方法。提供了有關金屬塑性變形和熱處理過程的基本概念。簡單地討論了冷衝壓用的設備。

作者根據多年的經驗、文獻資料以及個人的研究工作，以通俗的形式詳細敘述了有色金屬冷衝壓的基本工序、實際工作的方法以及衝模的構造。

根據“紅色選民”工廠衝壓車間的豐富經驗，提供了一系列的具有實用價值的建議。

本書首創地闡述了關於多層衝壓法、在單程衝床上進行的深拉法以及衝壓製件退火時感應加熱法的應用等方面的知識。

本書在最後部分引述了安全技術、勞動組織、技術定額及產品成本的一般知識，這些都是工長和組長必須通曉的。

作者認為，對於技術科學碩士C. M. 格洛文在審閱原稿時，所給予的寶貴指示必須致以謝意。

概 論

冷衝壓爲應用最廣的金屬加工法之一。很多製件和機器零件都是用冷衝壓法製成的，其中包括汽車和飛機的複雜而巨大的部件、鐘錶零件及日常用品等。

在蘇聯，很早以前就開始使用衝壓法了。如所周知，還在第九——第十世紀，盾牌、頭盔、刀劍等武器就已經有用這種方法製成的了。

用適當的金屬在冷態和熱態下用鍛造和印壓法製成的有各種飾物和容器。

新興都市的藝術匠師們用凹凸印壓法製成的製品在第十一世紀曾享有過盛名。

在第十五和十六世紀，莫斯科大公國製造的兵器即具有高度精巧的特色。在這一時期中已經開始了用硬鑄印壓法生產錢幣；而當時在西方各國，錢幣還是鑄造的。當時所有的操作都是用手工進行的，因而沒有大量生產的特性。

僅僅在二十世紀的初期，出現了機械傳動的衝壓機後，衝壓法才開始被用於大型零件的製造。

在沙俄時期，已經使用衝壓法製造較小的製品了。

只有在偉大的十月革命以後，特別是在斯大林五年計劃的時期中，衝壓法才在蘇聯獲得了廣泛的應用。

由於俄國和蘇聯的學者們：И. М. 穆哈切夫，С. Н. 德莫斯芬諾夫，К. Ф. 格拉切夫，Я. Н. 馬爾可維其，С. Н. 古布金，В. Т. 米柴

林, A. H. 馬洛夫, B. II. 洛瑪諾夫斯基, M. E. 朱布佐夫, C. M. 格洛文等的努力, 衝壓生產法的理論和實際都獲得了巨大的發展。

目前, 不應用冷衝壓法的機器製造工廠或金屬加工工廠是很難找到的了。

衝壓法具有超過其他各種金屬加工法的一系列的優點, 這些優點促成了它在現代企業中被迅速地採用。藉助於衝壓機的簡單衝擊和適當的衝模可以製出形狀極為複雜並且尺寸相當準確的製件。

衝壓製件的精度和互換性, 主要決定於衝模製造的精度, 而在很小的程度上與工人的技術熟練程度有關。

冷衝壓製件的特點就是強度高而重量輕。衝壓時, 材料的消耗特別經濟而造成的廢料極少, 因為衝壓製件所用的都是鈹狀、條狀和捲帶狀的坯料。

衝壓法可以達到高度的設備生產率, 並能實施生產過程的機械化和自動化。

在大量生產時, 衝壓製件的成本極低。

衝模的使用效率與一系列的因素有關。其中包括衝模的材料是否具有必需的機械性能; 衝床設備選擇得是否合理; 衝模形狀的設計和製造的質量是否正確; 工藝過程的組成是否合理, 是否可以省去一些工序; 衝壓工的工作場地組織是否良好等。

目 錄

原序

概論

第一章	冷衝壓用的金屬與合金	1
§ 1.	金屬與合金的一般特性	1
§ 2.	銅(紫銅)	2
§ 3.	黃銅	4
§ 4.	青銅	7
§ 5.	鉛	8
§ 6.	鉛基合金	9
§ 7.	鋅及鋅合金	10
第二章	金屬的塑性變形和退火	13
第三章	鋅料和帶料的製造過程簡述	23
§ 1.	鑄鋅的製造	23
§ 2.	鋅料半成品的製造	24
第四章	材料試驗	32
§ 1.	機械試驗	32
§ 2.	工藝試驗	40
§ 3.	金屬組織的檢查	42
§ 4.	材料的外形和基本尺寸	44
第五章	衝壓工序的特性	49
§ 1.	衝壓工作基本類別的劃分	49
附錄	冷衝壓法的分類(譯者編註)	50
第六章	衝壓設備	59
§ 1.	衝壓機的基本類型	59

§ 2. 單作用的衝壓機.....	61
§ 3. 雙作用的衝壓機.....	65
§ 4. 衝壓機的主要部件.....	67
§ 5. 衝壓機的潤滑系統.....	72
§ 6. 經過改良的衝壓機及其優點.....	73
§ 7. 衝壓設備的修理.....	76

第六章 切割.....78

§ 1. 鈹料的切割.....	78
§ 2. 落料.....	80
§ 3. 金屬落料時的排樣法.....	88
§ 4. 落料衝模.....	92
§ 5. 落料衝模的製造.....	99
§ 6. 修邊落料(清邊).....	104
§ 7. 衝模的壽命和衝模的修理.....	105
§ 8. 落料時的潤滑.....	106
§ 9. 落料時廢品的種類.....	107
§ 10. 橡皮落料法.....	109

第八章 彎曲..... 111

§ 1. 彎曲過程.....	111
§ 2. 彎曲力.....	113
§ 3. 彎曲時的圓角半徑.....	114
§ 4. 坯料尺寸的確定.....	115
§ 5. 彎曲後的彈回.....	116
§ 6. 彎曲時陽模和陰模間的間隙.....	118
§ 7. 彎曲衝模.....	119
§ 8. 管子的彎曲.....	122
§ 9. 彎曲衝模的材料.....	126
§ 10. 彎曲時廢品的種類.....	127

第九章 鈹料的拉伸..... 129

§ 1. 拉伸過程.....	129
§ 2. 器壁不變薄拉伸時的作用力.....	138
§ 3. 拉伸坯料尺寸的確定.....	141

§ 4. 拉伸時工序次數和轉換系數的確定.....	147
§ 5. 拉伸衝模的陽模和陰模間的間隙.....	154
§ 6. 拉伸衝模的圓角半徑.....	155
§ 7. 拉伸時的潤滑.....	160
§ 8. 拉伸衝模.....	163
§ 9. 拉伸的精度.....	172
§ 10. 拉伸衝模的材料.....	173
§ 11. 拉伸時廢品的主要種類.....	176
§ 12. 在單程衝床上進行的深拉工作.....	180
§ 13. 拉伸時金屬的變剛和衝壓製件的熱處理.....	182
§ 14. 器壁變薄的拉伸.....	190
§ 15. 多層製件的拉伸.....	199
§ 16. 模型壓擠法.....	206
第 十 章 衝模的安裝和固定.....	213
第十一章 衝壓製件的製造工藝過程方案示例.....	216
§ 1. 容量1.25公升的電氣開水壺的黃銅壺壳的製造工藝過程方案.....	216
§ 2. 容量 9.5 公升的 20 號鋁鍋壳身的製造工藝過程方案	219
§ 3. 拋光茶匙的製造工藝過程方案.....	221
第十二章 衝壓工作的安全技術.....	223
§ 1. 安全技術的一般問題.....	223
§ 2. 在衝壓機上工作時的安全技術.....	229
第十三章 勞動組織和工資定額的基本概念.....	233
第十四章 勞動工資制度.....	237
第十五章 工作場的組織.....	239
第十六章 產品成本的降低.....	242
中俄名詞對照表.....	246

第一章

冷衝壓用的金屬與合金

§ 1. 金屬與合金的一般特性

金屬與合金的特徵，為不透明、具有特殊的光澤及導電性和傳熱性。

純淨的金屬與其合金相比，具有較高的導電性和抗蝕性。

銅和鋁為較好的導電材料。

純淨的金屬在工業上的用途很小，因為在大多數的技術部門中都需要具有高度物理性能和機械性能的材料；而這些性能是純淨金屬所沒有的。因此，工業上最常使用的是由兩種或若干種金屬或金屬與非金屬組成的各種合金（鐵-碳、銅-磷等）。

合金主要用熔合金屬的方法製成，有時也直接由礦石中的金屬提製而成。

由兩種金屬組成的合金叫做二元合金；三種金屬組成的則叫做三元合金，餘類推。

兩種金屬熔化時，在大多數的情況下都會成為十分均勻的溶液。當合金凝固時，均勻性可能完全保持不變，也可能部分地或全部地被破壞。下列合金可以作為形成均勻的固溶體結晶的範例：銅-鎳、鐵-鎳、銀-金、鐵-鈷。

在固體狀態下，具有有限的互相可溶性的合金，有銅-銀、鉛-銀、銅-金、銅-鐵等。

鉛-鋁、鈹-鋁、鉛-鋅等則屬於實際上彼此互不熔合的金屬。

各種合金均具有與純淨金屬不同的特性。例如，銅和錫都是較軟的金屬，但銅和錫的合金却具有很高的硬度和強度。當熔合 66% 的錫（其熔點為 232° ）與 34% 的鉛（其熔點為 327° ）時，則造成的合金（三合金），其熔點僅為 182° 。

銅、鉛、鎳以及它們的合金在工業上用作衝壓製件，獲得了極為廣泛的應用。

§ 2. 銅（紫銅）

純銅具有很高的導電性和傳熱性，就這兩種性質說，僅次於銀而居第二位。

純銅的比重為 8.93，熔點為 1083° 。

純銅為玫瑰紅色，對於空氣的侵蝕具有高度的抵抗性。

純銅在冷態和熱態下的高度可塑性為極寶貴的性質；紫銅能很好地受鍛造、軋軋和衝壓。

電氣製件主要用紫銅製造。

冷衝壓用的有三種牌號的紫銅（表 1）。

現在按照 ГОСТ 495—50，製出的冷軋和熱軋紫銅板應具有下列的機械性能：

(a) 冷軋軟紫銅板（退過火的）和熱軋紫銅板，抗拉強度不小於 20 公斤/平方公厘，而延伸率不小於 30%；

(b) 冷軋硬紫銅板（淬過火的），抗拉強度不小於 30 公斤/平方公厘，延伸率不小於 3%。

紫銅的性質決定於其中所含的雜質。

紫銅中所含的雜質通常有下列幾種：

鉍是最有害的。它實際上並不在銅中凝固，而是形成一種沿着晶

界分佈的易溶混合物(共熔混合物)。含銻 0.005% 以上的紫銅在熱軋時就要破裂(紅脆性);含銻在 0.05% 時則變為冷脆。

鉛和銻一樣,和銅形成易溶的共熔混合物,這種共熔混合物在熱變形時處於液體狀態,因而削弱了晶粒之間的黏合力。紫銅內含鉛萬分之幾就會造成紅脆性。

鋁能很好地溶於銅中,對於機械性能及壓力加工並不產生顯著的影響。

銅中含鋁可降低其導電性和傳熱性,而在一定程度上提高其抗蝕性。

氧進入銅中而形成氧化銅(Cu_2O),氧化銅與銅形成共熔混合物。

氧為有害的雜質;當氧化銅的含量超過 0.5% 時,紫銅的加工性能和機械性能就會降低。

這樣的紫銅在含有游離氫氣的空氣中加熱後(退火)其上就會形成裂紋,銅質變脆。這種現象叫做氫病。紫銅在加熱時的裂紋現象,可由下述情形解釋:氫在高溫下滲入(擴散)紫銅的深處,而在氧化銅還原時,與氧結合而形成水蒸汽;這種蒸汽處於高壓之下(因為它沒有方法擴散),而在先前包覆着氧化銅的地方造成裂紋。

硫極少溶於液體的銅中。硫與銅化合而形成很脆的化合物,因此硫是有害的雜質。

銻直到最近才被認為是一種有害的雜質。近幾年來的研究結果證實了紫銅不論是熱加工還是冷加工都不僅不能摻入千分之幾的銻,而且萬分之幾的銻也不能摻入。

用衝鑽深拉時,紫銅中可以含銻 0.2% 以下。

銻極強烈地降低紫銅的導電性和傳熱性。

鐵含於紫銅中,能降低其導電性、傳熱性和抗蝕性,並提高其再結

晶的溫度。

砷強烈地降低銅的導電性和傳熱性，顯著地增高其耐熱性。很少量的砷對紫銅的機械性能不產生顯著的影響。

磷強烈地降低紫銅的導電性和傳熱性，但能提高其液體狀態的流動性，而在鑄銅時用作還原劑。

錫、鋅、鎳少量地含於紫銅中時，不致使其機械性能變壞。

§ 3. 黃銅

銅與鋅的合金在工業中獲得了廣泛的應用。黃銅的特點就是抗蝕性良好。

銅與鋅的合金叫做黃銅。

黃銅用於製造電氣製件、軸套、鐘錶零件、樂器等。

黃銅中鋅的含量最高可達 50%；含鋅量繼續提高時，會造成合金的脆性。

黃銅在冷態下的可塑性，起初隨着含鋅量的增高而增高；含鋅 30—32% 時達到最大值；含鋅量繼續增大時，可塑性反而下降。Л68 黃銅的延伸率高達 60%。黃銅的強度極限，起初也隨着含鋅量的增大而增大，直到含鋅量達到 45%；然後急劇地下降。

黃銅的最大強度極限可達 75 公斤/平方公厘。黃銅能很好地抵抗銹蝕。黃銅根據其含鋅量可分為銅鋅合金、半銅鋅合金和真正的黃銅（表 2）。

黃銅在壓力冷加工時產生內應力，這些應力在黃銅中長久地保持着時，在一定的條件下會引起裂紋的形成（《季節性的裂縫》）。黃銅的裂紋現象是由於內應力的存在和晶粒之間銹蝕擴展的結果。為了防止裂紋，可把黃銅在 260—300° 的溫度下加以低溫退火。

表 1 冷衝壓用的紫銅的牌號

(化學成分根據 ГОСТ 859—41)

牌號	銅 (Cu) 的最低 含量 (%)	雜 質 的 最 高 含 量 (%)							全部雜質的 最高含量
		鈹 (Bi)	銻 (Sb)	砷 (As)	鐵 (Fe)	鎳 (Ni)	鉛 (Pb)	錫 (Sn)	
M1	99.90	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.10
M2	99.70	0.002	0.005	0.01	0.05	0.02	0.01	0.05	0.30
M3	99.50	0.003	0.05	0.05	0.05	0.2	0.05	0.05	0.50

表 2 壓力加工用的黃銅

(化學成分根據 ГОСТ 931—41, ГОСТ 1019—47 和 ГОСТ 2208—48 機械性能根據 ГОСТ 1019—47)

合金的名稱	牌號	成 分 (%)		雜 質 的 最 高 含 量 (%)						最 低 機 械 性 能				
		銅 (Cu)	鋅 (Zn)	鉛、 (Pb)	鐵 (Fe)	銻 (Sb)	鈹 (Bi)	磷 (P)	雜質 總含 量	強 度 (公斤/平方公厘)			延伸率 (%)	
										軟	硬	軟		
銅 鋅 合 金	Ж90	88—91	剩	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	0.2	26	30	40	5	
半銅鋅合金	Ж80	79—81	餘	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	0.3	28	35	40	5	
黃銅	Ж68	67—70	部	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	0.3	30	40	40	15	
	Ж62	60.5—63.5	分	0.03	0.15	0.005	0.002	0.01	0.5	30	42	40	10	

黃銅中最有害的雜質為銻和銻。這兩種元素都能造成黃銅的熱脆性(紅脆性)和冷脆性。

黃銅中銻的含量不得超過 0.002%；而銻不得超過 0.005%。

對於含鉛 38% 以下的用於深拉的黃銅，鉛成為有害的雜質。因為鉛能降低黃銅的可塑性。黃銅中鉛的含量不得超過 0.03%。

除了一般的黃銅外，還有所謂特種黃銅。這類黃銅是含有鉛、錫、鎳、矽、鋁、錳等附加物質的銅鋅合金。

1. 用途最廣的特種黃銅有：

(а) 含鉛黃銅。為了改善其切削加工的性能(車削、鉋削等)而在黃銅中加入 1—3% 的鉛。例如黃銅 ЦС59—1 的成分為：銅 59%、鉛 1%，其餘為鋅；鐘錶銅 ЦС63—3 的成分為：銅 63%、鉛 3%，其餘為鋅。

黃銅 ЦС59—1 在熱態下能很好地承受壓力加工，在冷態下則很差；而黃銅 ЦС63—3 則僅可在熱態下加工。

(б) 含錫黃銅(內含錫)稱為海水黃銅。黃銅內加入 0.7—1.5% 的錫，能大大地提高其在海水中的耐久性。這類黃銅有下列牌號：

Л062—含銅 61—63%、錫 0.7—1.1%，其餘為鋅；

Л070—含銅 69—71%、錫 1.0—1.5%，其餘為鋅。

(в) 鐵錳黃銅 ЛЖМц59—1 的成分為：銅 59%、鐵 1%、錳 0.6%、鋁 0.15%、錫 0.5%，其餘為鋅。

(г) 錳鋁黃銅 ЛМцА 57—3—1 的成分為：銅 57%、錳 3%、鋁 1%，其餘為鋅。

(д) 鋁鎳黃銅 ЛАН59—3—2，其成分為：銅 59%、鎳 2.5%、鋁 3%，其餘為鋅。

§ 4. 青銅

銅與錫、鎳、鋁、錳、磷、鉻、鉍、矽等的合金叫做青銅。

青銅的名稱根據其主要的合金元素構成，例如：

銅與錫的合金叫做錫青銅；銅與鋁的合金叫做鋁青銅。

錫青銅。銅內加錫可提高其強度極限。青銅的延伸率隨含錫量的增高而降低。含錫在 7% 以下的青銅，可以承受冷變形（軋軋、拉伸、拔絲）。錫青銅具有良好的彈性。爲了提高其彈性，可加入 0.15—0.4% 的磷。錫青銅具有良好的化學穩定性和高度的抗磨性。壓力加工中應用最廣的錫青銅，其成分列於表 3 中。

表 3 冷衝壓用的錫青銅

(化學成分的百分比根據 ГОСТ5017—49)

牌 號	錫 (Sn)	磷 (P)	鋅 (Zn)	鉛 (Pb)	銅 (Cu)			
БРОФ6.5—0.15	6—7	0.1—0.25	—	—	其 餘 部 分			
БРОФ4—0.25	3.5—4	0.2—0.3	—	—				
БРОЦ4—3	3.5—4	—	2.7—3.3	—				
БРОЦС4—4—2.5	3—5	—	3—5	1.5—3.5				
牌 號	雜 質 的 最 高 含 量 (%)							
	鐵 (Fe)	鉛 (Pb)	錳 (Mn)	鈹 (Bi)	鋁 (Al)	矽 (Si)	磷 (P)	總量
БРОФ6.5—0.15	0.02	0.02	0.002	0.002	0.002	0.002	—	0.1
БРОФ4—0.25	0.02	0.02	0.002	0.002	0.002	0.002	—	0.1
БРОЦ4—3	0.05	0.02	0.002	0.002	0.002	0.002	0.03	0.2
БРОЦС4—4—2.5	0.05	—	0.002	0.002	0.002	—	0.03	0.2

由於錫的缺乏，在很多工業部門中都採用了錫青銅的代用品，其中包括：銅與鉛、與矽、與錳等的合金。

對於錫青銅有害的雜質，有下列各物：

鉍能造成合金的脆性，錫青銅中的含鉍量應不超過 0.002%。

錫青銅中摻入鉛和矽也是不好的，因為鉛和矽都能產生氧化膜，氧化膜在澆鑄時難以排除，而使製件損壞。

錫青銅中鉛和矽的含量應各不超過 0.002%。

摻入鐵質能降低青銅的化學穩定性而增高其硬度。

在壓力加工用的錫青銅中，鐵和錫的雜質應不超過 0.03%。

鋁青銅。鉛青銅在很多地方作為工業用的不含錫的青銅之一。鋁青銅可能是由銅和鋁組成的二元合金；也可能是由三種和四種成分組成的多元合金。

今列舉幾種鋁青銅的牌號於下：

БрА—5 含鋁 4—6%，其餘為銅。БрА—5 在熱態和冷態下都能很好地加工，很好地承受鍛造、衝壓及拉伸。БрА—5 鋁青銅的抗蝕性穩定並能很好地抵抗磨損，因此用於製造價值自 1 戈比到 5 戈比的小錢幣。

БрА—7 含鋁 6—8%，其餘為銅。БрА—7 在熱態和冷態下都能很好地加工，又具有很高的硬度，故常用於製造特種彈簧。

§ 5. 鋁

鋁為地殼中分佈極廣的金屬，鋁的大量提煉還是較為不久的事。

最近四十年來，鋁在很多工業部門，特別是在航空工業中獲得了極廣泛的應用。

鋁由於自己的特殊性質，而在現代的技術上佔據了特別重要的地