

冷压手册

中国工业出版社

冷 压 手 册

[苏联] B·П·罗曼诺夫斯基 著

迟家骥 译

中国工业出版社

В. П. Романовский
СПРАВОЧНИК ПО ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ
издание третье, дополненное и переработанное
МАШГИЗ 1959 Москва

* * *

冷 压 手 册

迟 家 駿 译

*

机械工业图书编辑部编辑 (北京苏州胡同 141 号)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙 10 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 110 号

北京市印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 • 印张 21 • 插页 2 • 字数 637,000

1965 年 4 月北京第一版 • 1965 年 4 月北京第一次印刷

印数 0001—13,220 • 定价(科四) 2.90 元

*

统一书号: 15165 • 3499 (一机-701)

本手冊是根据原文增訂第三版重新翻譯的，內容有了重大修改，原文第二版已于 1957 年翻譯出版。全書共分五篇，包括十八章。第一篇廣泛地分析了各種冷壓過程，如剪裁，彎曲，壓延等。並說明了與物理現象及設計有關的各種主要因素及應用數據。第二篇介紹了設計冷壓件及擬訂冷壓工藝規程的原則。第三篇介紹了典型模具的構造及其組合件與零件。第四篇介紹了各種壓床的型式，冷壓過程機械化與自動化的方法，以及工作地點的組織與安排。第五篇介紹了冷壓用的主要材料及其機械工藝性能。

本手冊供從事於冷壓工作的工程師，工藝員，設計員以及高等與中等工業學校的學生們參考。

全書由武達鉉、余念慈兩同志校訂。

ZY66/11

第三版序

第三版冷压手册将二版作了重大的修改，并补充了反映苏联及其它国家工业先进經驗的新資料。

在进行手册的修改工作中，已考虑到提出的希望，公开发表的評論及寄来的批評。

本版手册，和过去两版一样，主要的注意力放在需要大量技术及参考資料的冷压过程上。

第三版手册将以下各章作了修改，并补充了新的生产数据及工艺計算数据：第二章——剪裁，第三章——弯曲，第四章——压延，第六章——立体压制，第七章——压力加工的特种形式（第一篇），第二章——冷压过程的机械化与自动化（第四篇）等。

模具的工作图，以及压床的构造与計算沒有包括在手册中，因为它們有专门文献参考。

为了縮減手册的篇幅，在第三版中将附录及数学参考表格删除了。

对于冷压理論問題的敘述，应用了苏联及其它国家学者的研究結果。

正如前两版的經驗所表明的，本手册不仅可以被熟练的冷压专家所利用，而且也可以被刚开始工作的或者早先在其它专业工作的工艺員与設計員，以及高等技术学校与中等专科学校的学生們所采用。

所以在第三版手册中，仍旧保持了某些簡短的知識（过程的概述，分类及实质），虽然这已被有經驗的专家所熟知。

必須指出，并不是所有列在手册中的知識及工艺計算数据都是同样穩定不变的。其中的一些，特别是关于比較新的冷压过程的，随着技术的发展及經驗的积累，将进一步精确确定及改变。

作者对过去就前二版提出批評及意見的个人及团体，謹致深切的謝意，并繼續請求提出批評及希望，并指出发现的錯誤及不确切的地方，作者将以感激的心情接受这些批評和意見。

作 者

采用符号

P ——冲压（冲裁，弯曲，压延等）力计算值，以公斤计	σ_{cp} ——抗剪强度，以公斤/毫米 ² 计
S ——材料厚度，以毫米计	σ_u ——抗弯强度，以公斤/毫米 ² 计
$C = \frac{h_n}{S}$ ——冲裁（打孔）凸模相对冲挤深度	$[\sigma]_u$ ——弯曲中的许用应力，以公斤/毫米 ² 计
S_1 ——变形（弯曲，压延）后的材料厚度，以毫米计	$\delta, \delta_5, \delta_{10}$ ——延伸率，以%计
$\alpha = \frac{S_1}{S}$ ——材料变薄系数	ψ ——剖面收缩率，以%计
ρ ——弯曲时中性层的曲度半径，以毫米计	ε_r 和 ε_R ——弯曲时外边纤维的应变（以总延伸率表示）●
ρ_n ——应力中性层的曲度半径，以毫米计	ψ_r 和 ψ_R ——弯曲时外边纤维的应变（以剖面收缩率表示）
A ——变形（冲裁，弯曲，压延等）功，以公斤·米计	E ——拉伸时的弹性模数，以公斤/毫米 ² 计
N ——压床的功率，以马力计	G ——扭转时的弹性模数，以公斤/毫米 ² 计
M ——弯矩，以公斤·毫米计	H_B ——布氏硬度
W_{na} ——塑性弯曲时的剖面模数（抗矩）	R_C 和 R_B ——洛氏硬度（C及B级）
$W = \frac{BS^2}{6}$ ——矩形剖面的剖面模数（抗矩）	D ——毛料直径，以毫米计
I ——剖面惯量，以毫米 ⁴ 计	m ——压延系数
$\sigma_s(\sigma_T)$ ——屈服点，以公斤/毫米 ² 计	$K = \frac{1}{m}$ ——压延程度
$\sigma_b(\sigma_{nu})$ ——极限强度，以公斤/毫米 ² 计	Q ——压延时的压边力，以公斤计
	q ——单位压力，以公斤/毫米 ² 计
	μ ——摩擦系数
	$e = 2.72$ ——自然对数的底

● 总延伸率包括弹性的及塑性的延伸率。——譯者

目 次

第三版序

采用符号

緒論	1
1. 冷压的特点	1
2. 冷压的发展方向	2

第一篇 冷压过程

第一章 冷压的主要过程与工序的分类及名詞术语	6
1. 主要过程及工序的分类	6
2. 主要工序的名称及性质	11

第二章 剪裁	18
3. 剪刀裁板法	18
4. 剪裁力的決定	20
5. 用模具的裁板法	21
6. 冲裁及打孔力与功的決定	26
7. 凹模与凸模之間的間隙	40
8. 光洁的冲裁和打孔及整修压制	43
9. 用橡皮下料的方法	57

第三章 弯曲	62
10. 金属板的弯曲过程	62
11. 中性层	63
12. 变形量及最小許可弯曲半径	72
13. 弯曲时毛料展开尺寸的決定	76
14. 弯曲时的弹性回跳	80
15. 拉弯	87
16. 弯矩及弯曲力	90
17. 在弯曲中模子的工艺結構因素与一般指示	93

第四章 压延	106
18. 压延过程	106

19. 压延件毛料展开尺寸及形状的决定·····	113
20. 压延系数及工序顺序与工序数的决定·····	150
21. 压延力与压边力的决定·····	205
22. 压延功、功率及压延速度的决定·····	215
23. 压延模的圆角半径及间隙·····	217
24. 压延用的润滑剂·····	227
25. 特种压延方法·····	232
26. 金属在压延中的硬化及退火·····	261
第五章 成形 ·····	268
27. 起伏成形·····	268
28. 翻边·····	271
29. 凸肚(胀形)·····	287
30. 缩径·····	291
31. 整形(校平)·····	293
第六章 立体压制 ·····	297
32. 工序的特点·····	297
33. 锻粗·····	299
34. 立体成形·····	305
35. 精压·····	312
36. 冷锻·····	316
37. 冷挤·····	324
38. 压印, 压花及冲眼·····	342
第七章 压力加工的特种形式 ·····	344
39. 冷塑压焊·····	344
40. 冷压在装配中的应用·····	348
41. 带料、条料和板料的成型·····	351
42. 型材的弯曲·····	358
43. 旋压(赶形)和滚形工作·····	362
第八章 非金属材料的压制 ·····	374
44. 主要的冷压用非金属材料·····	374
45. 非金属材料零件的剪切及冲裁·····	375
46. 非金属材料的弯曲·····	383

47. 非金属材料的压延	384
--------------	-----

第二篇 冷压工艺规程编制原则

第一章 压制件的工艺性	387
1. 对压制件构造的工艺要求	387
2. 提高压制件工艺性及节约金属的方法	391
第二章 冷压工艺规程的编制	396
3. 编制工艺规程的内容和程序	396
4. 材料的排样和搭边的数值	397
5. 工序的性质、数量、顺序性和复合性的确定	416
6. 冷压在小批及试制生产中的应用	420
7. 压制件的精度和工序公差	431
8. 压床的选择	440
9. 制定冷压工作技术定额的基础	457
10. 工艺文件	463

第三篇 模具及其组合件与零件的典型构造

第一章 典型模具及其零件	466
1. 模具的工艺型式	466
2. 模具的构造-使用型式	466
3. 模具的典型零件	476
第二章 模具典型组合件及零件的构造	476
4. 模具典型构造的组合件及零件	476
5. 模具的典型工艺组合件及零件	484
6. 模具零件的制造精度和加工光洁度。公差与配合	516
7. 模具零件的材料	526
8. 模具的耐用度	531
第三章 模具的设计程序及其强度计算	539
9. 设计的程序与阶段	539
10. 模具压力中心的确定	539
11. 模具零件的强度计算	541
12. 模具和压床的闭合高度	558

第四篇 冷压用压床

第一章 压床的分类及其主要型式	561
1. 冲压用压床的分类	561
2. 现代型式的冲压设备	563
第二章 冷压过程的机械化及自动化	583
3. 冷压生产自动化的途径和方法	583
4. 材料及毛料送料的机械化及自动化	589
5. 排除零件和废料的机械化与自动化	602
6. 自动压制线及工序间传递毛料的自动化	606
7. 压成件堆置的自动化	617
8. 压制过程的操纵与检验的自动化	618
第三章 工作地点的组织及平面布置	620

第五篇 冷压用材料

第一章 材料规格	624
1. 在冷压中应用的主要材料	624
第二章 主要材料的工艺性能与机械性能	634
2. 关于工艺应用方面的指示	634
3. 板料机械性能与工艺性能的决定	636
参考文献	645
中俄名词对照表	658

緒 論

1. 冷 压 的 特 点

冷压是一种独立的金属压力加工形式，它包括很多不产生切屑的特殊工艺过程。

冷压生产过程具有以下的几种特点：

- 1) 就生产工作的方法上說，是在冷作状态的金属压力加工；
- 2) 就应用的設備来說，是用各种形式的压床及自动机床，产生使压制材料发生变形所需要的工作压力；
- 3) 就应用的工具来說，是直接使金属发生变形并完成一定工序的各种形式的模具；
- 4) 就所加工的材料来說，主要是金属板料、条料及带料、以及非金属板料。

在这里，压制件的形状及尺寸，相当准确地符合于模具（凸模及凹模）工作部分的形状及尺寸。

冷压是最先进的生产工艺方法之一，与其他的金属加工方法比較，不論在技术方面或在經濟方面，都有其很多优点。

在技术方面，冷压可以：

- 1) 在压床的簡單冲击下完成复杂的工序，并得到形状很复杂的零件，这些零件用其他加工方法来制造将是不可能的或是很困难的；
- 2) 得到尺寸精度相当高的互换性零件，具有不需要进一步机械加工的优点；
- 3) 在材料耗費不大的情形下，可以得到强度大、刚度高而重量小的零件。

在經濟方面，冷压有以下的优点：

- 1) 用料經濟，废料較少；
- 2) 生产过程中应用了机械化及自动化設備生产率特別高；
- 3) 在压床上工作簡單，可以由等級不高的工人来操作；
- 4) 产量大，制件成本低。

要保証最有效地应用冷压作业，必須对生产准备各个阶段的技术問題，作全盘的解决，即必須：

1) 作出合理的及工艺性良好的零件結構或形状,使能用經濟的方法将其制造出来;

2) 使用具有对此种变形所必需的机械性能和工艺性能的材料;

3) 拟訂及采用在技术上正确并在經濟上合理的压制工艺規程,保証得到所需要的零件及相应的产量;

4) 設計正确的模具結構,保証其本身的制造质量,以便得到零件所需要的质量及精度,并达到高的生产率、耐用度及工作上的安全;

5) 对压床型式及功率作正确的选择及合理的应用;

6) 根据制件特点及生产規模正确地組織工作地点。

冷压工艺規程的拟訂及模具的設計工作,虽然可以由不同人选来分别完成,但彼此有着不能分割的联系。工艺人員應該很好的了解模子結構,而設計人員則應該具有基本的冷压工艺知識。

2. 冷压的发展方向

冷压在机器制造,仪表制造及其它工业部門得到了广泛的应用。应用冷压方法最多的是在大批及大量生产中,因为产量規模大,就可以应用虽然比較复杂和昂貴,但在技术上比較完善的模子。

在很多大量生产及日用品生产中,全年的产量可达几千万以至数亿件。然而在目前,冷压也广泛地应用在小批,甚至于单件生产中。

目前冷压的发展方向是朝着以下的途径前进的:

1) 用压制或压制-焊接的方法代替鑄造及鍛造,以扩大冷压的应用范围,这样,大多可以不必再作进一步的切削加工;

2) 应用簡單模具及通用模具,将冷压方法广泛地推行到小批生产中;

3) 通过設計工艺性良好的零件形状,貫徹合理排样,利用废料,提高毛料尺寸的計算准确程度等方法,来降低材料的消耗;

4) 提高压制件的精度(达到 TOCT 的 3—4 級精度);

5) 用压制过程的机械化及自动化来提高生产率;

6) 在装配上应用压制方法;

7) 提高模具在大批及大量生产中的耐用度。

冷压方法应用范围的扩大,可由压制件尺寸已增加到 6 米以上(汽車大梁等)这一点看出来。

压制材料的厚度是不断的增加的;例如,在冷作状态,可对厚 25 毫米以下的材料进行冲裁,对厚 35 毫米以下的材料进行打孔,对厚 20 毫米以下的材料

进行压延，对厚 100 毫米以下的材料作冷弯曲。

用冷压件（用板料）代替鑄件及鍛件的方法，有以下的技术-经济优点：

零件重量的降低.....25—50%

材料消耗量的减少.....30—70%

劳动量的降低.....50—80%

同时由于这样代替的结果，通常还能收到增加零件强度及刚度的功效，这是由于：

1) 应用了比原来金属机械性能高的板料（大都是冷軋板料）；

2) 在压成的轮廓剖面上，金属有更合理的分布；

3) 应用了增加刚度的压制方法（压梗，翻边，弯曲，卷缘等）。

因而，应用冷压方法在结构上的主要先进指标，是用板料压制的零件与鑄件、鍛件或型材加工件相比，强度及刚度有所增加，而重量则有所降低。

冷压进一步发展，其在工艺上的主要先进因素是力求用冷压方法获得零件的最后形状而不必再作进一步的切削加工。

某种工艺方法的先进性，是与生产的批量及具体条件分不开的，这与其说是工艺方面的事，不如理解为組織-技术方面的事。

在小批生产中是先进的生产工艺方法，在大多数情况下，用于大批及大量生产中就不先进和不合理，反过来也是这样。这说明了为什么在大量及小批生产中，冷压有不同的生产方法和不同的发展途径。

在大批及大量生产中，冷压的发展特点是：

1) 采用复杂的复合-組合模具；

2) 对于帶料采用多工序的連續模；

3) 使压制过程机械化及自动化；

4) 創造快速自动压床与特种自动机床；

5) 改进并发展冷压方法，以提高制造精度和生产率，代替金属切削加工（用模具整修，精压，立体压制，冷挤）；

6) 应用帶料及条料在成型机床或弯曲机上压制型材；

7) 应用耐磨鋼、硬质合金，采用机械的及化学热处理的强化方法，来提高模具的耐用度。

在小批及单件（試制）生产中，冷压的发展方法是在通用模及便宜的简单模（板模，夹模，鉛錫鑄模，非金属模）上采用成組的压制方法，以及采用新的工艺方法（橡皮压制，液体压制，在特种压床上的拉形，局部加热及冷却的压延等）。

表 1 冷压生产的不同批量的特征

典 型 特 征	生 产 形 式			
	大 量 生 产	大 批 生 产	小 批 生 产	单 件 生 产
压床型式	特种压床及自动压制机	快速机械化压床	通用压床	通用压床
模子型式	組合的 (多工序) 模子	組合的和簡單的 (单工序) 模子	簡單的, 通用的和簡易的模子 (板模等)	成組的可調节的及簡單的模子
工作的机械化程度	条料、板料及单个毛料的自动送料	条料的自动送料, 单个毛料的半自动送料, 大板及大毛料的机械化送料	板料, 条料及单个毛料的手工送料	板料, 条料及单个毛料的手工送料
批量的大小	連續生产	大批	小批	单件的或很小批量的
成批系数 (一台压床所分配的工序数)	1—3	3—15	15—50	—
概略的每班年产量(千件)	300 以上 5000 以上	10—300 100—5000	10 以下 100 以下	几件, 几十件或几百件

由于压床的生产率相当高而压制工作的劳动量比較低，在冷压生产中所謂成批及大量生产的概念与其典型特征，与在金属切削加工中的概念与特征有所不同。

表示压制生产不同批量的典型特征，如表 1 所示。

大量生产的最高形式是大量流水生产，在这里，零件的生产过程，檢驗及工序間的运输采用了綜合的自动化措施。

在很多单件生产的条件下，必須采用最簡單的模子，否則无法制造零件。

第一篇 冷压过程

第一章 冷压的主要过程与工序的 分类及名詞术语

1 主要过程及工序的分类

冷压工作中大量不同的工序，可以按照以下的特征将其系统化，并加以分类：

1) 按照总的变形性质；2) 按照个别的变形方式；3) 按照各别的工序形式。

按照总的变形性质，可以将冷压划分为两大类：

1) 材料有局部破坏的变形；2) 塑性变形。

第一类包括材料由于剪裂而发生的局部破坏变形，及材料的一部分与另一部分的分离变形。

在塑性变形的冷压一类里，又分以下两个分类：

a) 弯曲件及空心件形状的变化，主要是由于毛料表面形状的变化；

6) 由于金属体积的重新分配及一定的转移，使立体零件的形状发生变化^①。

冷压工作有五种基本变形方式：

1) 剪裁——沿封闭的或敞开的轮廓，使材料的一部分与另一部分分离。

2) 弯曲——将平的毛料变成弯曲件。

3) 压延——将平的毛料变成任意形状的空心件，或者将空心件的尺寸作进一步改变。

4) 成形——用各种性质的局部变形，来改变零件或毛料的形状。

5) 立体压制或挤压——用使体积作重新分配并将材料作一定的转移的方法，来改变毛料的轮廓、外形或厚度。

① 这个定义并不是很严格的，因为在第一分类中，也发生了材料的转移。——作者

每一种冷压变形的的基本方式，又細分为很多各别的工序，各有其特点、生产任务以及其典型模子。

在图 1 中所示的，是冷压工作的基本过程及工序的分类，并用图形来表示各道工序的内容。

在大多数情况下，用几个分开的工序压制零件在经济上是不合算的，因此一般多采用組合压制方法，即将上面說的两种或几种变形及几种单独工序結合在一起。此外，在生产中也采用压制装配工序，这些工序是基于弯曲，成形及立体压制等变形的原理。

組合压制工序因为方式很多，种类数量很大，故在基本冷压工序之外，另行分类。

組合压制乃是在一个模子内同时进行两道或几道不同的压制工序。

按照工艺上的特征，組合工序可以分为三类：

- 1) 組合的剪裁工序，包括不同方式的剪裁工序（冲裁，打孔，切断）；
- 2) 改变形状的組合工序，包括不同方式的变形工序（压延，起伏成形，弯曲，翻边等）；
- 3) 剪裁及变形的組合工序，同时包括剪裁工序及变形工序，或几种工序（冲裁，压延，成形及打孔）結合在一起。

根据組合压制将工序組合起来的方法，可以将其分为三类：

- 1) 复合的；2) 連續的；3) 复合-連續的。

复合压制是在压床一次冲击下及毛料在模子内定一次位，即同时完成几种不同工序。

連續压制是各个凸模在压床的几次冲击下，連續地完成几种不同工序（工步），毛料在先后二次冲击間依次移动，但在每次冲击下都可以得到一个制成的工件。

复合-連續压制是在一个模子内包括复合的及連續的压制工序，可以同时完成几种不同的工序。

因为各种工序可以有大量不同的組合，故在实用上有大量不同形式的組合压制及模子，要将其全部加以分类是不可能的。故在这里只能将最通行的組合压制工序加以分类。

其分类是根据主要的变形方式及压制件的形式进行的：

- 1) 用剪裁方法制成平件；
- 2) 用剪裁及弯曲方法制成弯曲件；
- 3) 用剪裁及压延或成形方法制成空心件。