

中等专业学校交流讲义

鍛压車間設備

太原重型机械学院鍛冲教研組編

只限学校内部使用



中国工业出版社

全书共分为四篇。第一篇叙述锻锤的分类、结构、性能比较以及有关设计计算的问题；第二篇叙述水压机原理、装置及其操纵方法和注意事项；第三篇叙述曲柄压床的机构原理、负荷应力的分析和计算；第四篇简述锻压车间的自动化和机械化的途径及其意义。

锻压车间设备

太原重型机械学院锻冲教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $19 \frac{5}{8}$ · 字数 437,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数 00,001—02,043 · 定价(9-4)1.85元

统一书号: 15165·893(—机—200)

前 言

1959年在太原召开的鍛冲专业的教育計劃与教学大綱的修訂會議上确定“車間設備”的課程，其內容包括：鍛錘、水压机、曲柄压床和机械化自动化。此拟定了教学大綱，并确定由太原机械学院、南昌航空工业专科学校和我院合編。后来三校在教学实践基础上交換过意見，对教学大綱作了一次修改。

由于这次教材編写時間仓促，未能再次广泛討論，因此，只能就我院过去的教

加以修改补充而付印了。

在編写过程中，有下列几点应当說明：1) 本当增加“滚压机”方面的內容，写仓促，所掌握的資料有限，且多半不够成熟，故未予編入，希各校在讲授中自行补充这方面的內容。2) 考虑到冷冲压的机械化和自动化，同模具有密切的联系，故放在“冲压工艺学”中讲授。3) 原准备在机械化自动化一篇中讲述些起重运输机械方面的內容，但因時間不够未能編入，各校可按自己需要另作安排。

本书除簡明扼要地讲述了设备的結構、工艺性能、操作方法和維修保养等內容外，还簡要地讲述了设备設計計算的方法。

参加本书編写工作的有：李林章同志，編写鍛錘部分；王靜、王长生同志，編写水压机部分；吳会宾同志，編写曲柄压床部分；郭会光同志，編写鍛工車間机械化部分。

編写过程中，曾得到沈阳冶金机械专科学校有关教师的大力帮助，并承清华大学金屬压力加工教研組各位同志审閱，在此一并表示衷心的謝意。

因編写時間短促和編写水平有限，內容上一定存在不少的缺点，希讀者給予批評指正。

太原重型机械学院

鍛冲教研組

1961年5月

中等专业学校交流讲义



鍛压車間設備

太原重型机械学院鍛冲教研組編

中国工业出版社

全书共分为四篇。第一篇叙述锻锤的分类、结构、性能比较以及有关设计计算的问题；第二篇叙述水压机原理、装置及其操纵方法和注意事项；第三篇叙述曲柄压床的机构原理、负荷应力的分析和计算；第四篇简述锻压车间的自动化和机械化的途径及其意义。

锻压车间设备

太原重型机械学院锻冲教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $19 \frac{5}{8}$ · 字数 437,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数 00,001—02,043 · 定价 (9-4) 1.85 元

统一书号: 15165·893 (—机—200)

前 言

1959年在太原召开的鍛冲专业的教育計劃与教学大綱的修訂會議上确定“車間設備”的課程，其內容包括：鍛錘、水压机、曲柄压床和机械化自动化。此拟定了教学大綱，并确定由太原机械学院、南昌航空工业专科学校和我院合編。后来三校在教学实践基础上交換过意見，对教学大綱作了一次修改。

由于这次教材編写時間仓促，未能再次广泛討論，因此，只能就我院过去的教本加以修改补充而付印了。

在編写过程中，有下列几点应当說明：1) 本当增加“滚压机”方面的內容，因編写仓促，所掌握的資料有限，且多半不够成熟，故未予編入，希各校在讲授中自行补充有关这方面的內容。2) 考虑到冷冲压的机械化和自动化，同模具具有密切的联系，故放在“冲压工艺学”中讲授。3) 原准备在机械化自动化一篇中讲述些起重运输机械方面的內容，但因時間不够未能編入，各校可按自己需要另作安排。

本书除簡明扼要地讲述了设备的結構、工艺性能、操作方法和維修保养等內容外，还簡要地讲述了设备設計計算的方法。

参加本书編写工作的有：李林章同志，編写鍛錘部分；王靜、王长生同志，編写水压机部分；吳会宾同志，編写曲柄压床部分；郭会光同志，編写鍛工車間机械化部分。

編写过程中，曾得到沈阳冶金机械专科学校有关教师的大力帮助，并承清华大学金屬压力加工教研組各位同志审閱，在此一并表示衷心的謝意。

因編写時間短促和編写水平有限，內容上一定存在不少的缺点，希讀者給予批評指正。

太原重型机械学院

鍛冲教研組

1961年5月

目 录

前言	3
緒論	7

第一篇 錘

第一章 鍛錘的概述	9
§ 1-1 鍛錘的分类	9
§ 1-2 錘击过程及錘击效率	10
第二章 有砧座錘	14
§ 2-1 蒸汽—空气錘	14
§ 2-2 空气錘	32
§ 2-3 夹板模鍛錘	41
§ 2-4 摩擦压力机	47
§ 2-5 鍛錘的基础	51
第三章 无砧座錘	54
§ 3-1 无砧座錘的主要型式	54
§ 3-2 无砧座模鍛錘的优缺点及发展方向	61
§ 3-3 无砧座模鍛錘热力計算	63

第二篇 水压机

第一章 緒論	76
§ 1-1 水压机的应用范围及发展近况	76
§ 1-2 水压机的作用原理及典型結構	76
§ 1-3 水压机的循环	77
§ 1-4 水压机的水压装置	78
§ 1-5 水泵—蓄势器动力型式水压机的 水压装置及操纵	80
§ 1-6 无蓄势器水泵直接傳动水压机的 水压装置及操纵	80
§ 1-7 蒸汽—空气增压器式水压机水压 装置及操纵	81
§ 1-8 水压机的分类	82
第二章 各种水压机的結構	83
§ 2-1 鍛造水压机	83
§ 2-2 模鍛水压机	87
§ 2-3 板料冲压水压机	90
§ 2-4 挤压水压机	90
第三章 水压机部件、零件的結構 及計算	92
§ 3-1 水压机受力情况的分析	92
§ 3-2 水缸和柱塞	92

§ 3-3 横梁的强度計算	103
§ 3-4 立柱与螺帽	109
§ 3-5 移动工作台及頂料器	113
§ 3-6 密封填料	116
第四章 分配机构、管道及管道 动力学	119
§ 4-1 閥的分类及一般計算	119
§ 4-2 分配器和閥的行程图	125
§ 4-3 管道	127
第五章 水压装置	132
§ 5-1 水泵的結構及其应用	132
§ 5-2 水泵——蓄势器站	140
§ 5-3 水箱、冷却箱、乳化液箱及 充液筒	150
§ 5-4 增压器	152
第六章 水压机的发展	154
§ 6-1 超高压水压机	154
§ 6-2 无柱結構水压机	156

第三篇 曲柄压床

第一章 普通压床的結構	159
第二章 压床曲柄—連杆机构的运动 关系及其力的分析	163
§ 2-1 压床曲柄—連杆机构的运动 关系	163
§ 2-2 作用在滑块与連杆上的力和主軸 上的扭矩	164
第三章 曲柄压床电动机功率和飞輪 轉矩的計算	170
§ 3-1 压床的工作負荷图	170
§ 3-2 压床的效率	172
§ 3-3 电动机功率及飞輪轉矩的計算	173
第四章 压床主要部件零件的結構、 功用及其計算	177
§ 4-1 压床床身	178
§ 4-2 压床曲軸的結構和强度計算	185
§ 4-3 連杆及模具空間閉合高度的 調节机构	194
§ 4-4 滑块与導軌	199
§ 4-5 滑块的平衡装置	202

§ 4-6 传动系统	204
§ 4-7 离合器	207
§ 4-8 目前曲柄压机上所采用的制动器 有二种	217
§ 4-9 保险装置	223
§ 4-10 空气垫	228
第五章 双动拉深压床	229
§ 5-1 凸轮式双动压床	229
§ 5-2 杠杆式双动压床	230
第六章 模锻压床	232
§ 6-1 应用范围, 结构特点及传动系统	232
§ 6-2 模锻压床的部件结构	233
第七章 平锻机	246
§ 7-1 概述	246
§ 7-2 平锻机主要部件结构	250
§ 7-3 平锻机的操纵	252
§ 7-4 平锻机的规格	256
第八章 精压机	257
§ 8-1 精压机的结构	257
§ 8-2 精压机的应用范围及受力分析	259
第九章 锻压自动机	261
§ 9-1 冲压自动机	261

§ 9-2 锻粗自动机	264
-------------------	-----

第四篇 锻压车间生产过程的 机械化和自动化

第一章 概述	263
第二章 原材料运输和准备工作机 械化	269
§ 2-1 金属材料仓库的机械化	269
§ 2-2 备料工作机械化	271
第三章 自由锻造生产过程机械化	276
§ 3-1 金属加热时装出炉工作机械化	276
§ 3-2 锻造操作机械化	280
§ 3-3 辅助操作机械化	295
§ 3-4 机械化锻压车间布置举例	296
第四章 模锻生产过程机械化与 自动化	298
§ 4-1 锤上模锻	298
§ 4-2 曲柄模锻压床模锻	303
§ 4-3 平锻机模锻	304
§ 4-4 空悬输送机	306
§ 4-5 锻件热处理的机械化	307
§ 4-6 模锻生产自动化	307

緒 論

§ 1 鍛壓生產的優越性及其在我國社會主義工業化中的地位

在金屬加工方法中，鍛壓加工的方法有着很多其他加工方法不能比擬的優越性。它不僅獲得金屬零件的所需形狀，同時它能改善與提高原來金屬的組織、機械性能和物理性能。凡是機器中負荷重、性能要求高的零件在一般情況下需經鍛壓加工獲得。因此近年來鍛壓生產得到了迅速的發展。目前機器生產中，由鍛壓生產製造的零件不但在比重上愈來愈高，而且鍛沖件的單件重量和外形尺寸也不斷的增大。由於鍛壓工藝的發展，給鍛壓生產提出了新的任務。整個機器製造業的發展，給鍛壓設備的生產提供了條件。因此鍛壓設備的生產與安裝噸位，反映着一個國家的工業水平。

鍛壓設備已廣泛地用到國民經濟各部門的工業生產中。動力機械工業、汽車、拖拉機、機車車輛製造工業、航空工業、精密機械、醫療器械製造工業、農業機械等方面均被廣泛地採用，其原因不但是鍛壓工藝的優越性，而且也因為鍛壓設備本身也有很多優點，其中最主要的有如下幾點：

1) 鍛壓設備有萬能性——它凭借一對砧子和簡單的工具或模具，可以加工各種大小各種形狀的毛坯與成品。

2) 生產率高——對於某些機器零件，採用鍛壓生產的方法，遠比切削加工方法的生產率高。如最常用的螺釘和最重要的曲軸為例，在類似的生產水平的條件下，採用鍛造要比切削加工方法生產率提高達數十倍之多。如系沖壓生產則可在一次行程中完成一個或數個成品，其生產率是其他加工方法根本無法比擬的。更不要說和自動的鍛壓機器比較了。

3) 構造簡單——鍛壓機器有時外形很大，但結構比較簡單。例如：水壓機的主要零件只有十多個，鍛錘的主要零件還不到十個。

4) 易于自動化——尤其在大量的冷沖壓生產中，這點體現的最為顯著。

§ 2 鍛壓設備發展概況

據文獻記載，遠在三千年前，勞動人民就開始用鍛壓的方法來加工金屬了，但鍛壓設備的出現，却在十六世紀左右。首先出現的是“水錘”，它是靠水力作用驅動的。到了十八世紀，出現了蒸汽機掀起了工業大革命。使採用蒸汽動力來驅動鍛壓設備成為可能。於1842年設計和製造成第一台蒸汽錘。

隨著機器製造工業的日益發展，鍛件尺寸、重量亦日趨加大，從而使鍛錘的噸位也不斷增大。但有砧座的普通鍛錘噸位過大時，因個別零件重量太大，而造成金屬消耗大、製造困難的缺點，工作時振動亦大。所以限制了大型的有砧座錘的發展，現代在個別的情況下應用到30噸。但目前逐漸被重視的無砧座錘，由於工作時對基礎沒有作用，因此在重型

鍛錘中占有重要的地位，它發展中的主要問題是選擇能量的來源和上下可動部分的聯繫性，另外由於下砧動而造成的工藝操作上的困難也需設法解決。

1861年，水壓機的出現解決了重型鍛件的鍛造問題。水壓機的噸位從巴斯加原理上是無限制的，但實際上工作液壓或水缸直徑的增加，和材料的合理應用是存在有矛盾的。因此水壓機噸位的增加還存在問題，所以在重型水壓機設計過程中，涉及到對目前水壓機的設計原則的重新估計。目前50000噸的模鍛水壓機已顯得不夠用了，需要更大的鍛壓機器。

這方面，曲柄壓床是鍛壓設備中數量最多的設備，目前不但向着大型，而且更向着高精度及自動化方向發展。

§ 3 目前我國鍛壓設備的情況及今后的發展方向

解放前，我國既沒有一個專門生產鍛壓設備的工廠，也沒有一個研究和設計鍛壓設備的機構。即便是有些少數工廠配備了些鍛壓設備，但大都是些國外進口陳舊、古老、噸位不大的設備。

解放後，在黨的正確英明領導下，我國鍛壓設備的設計和製造，從無到有，從小到大，迅速發展壯大起來。設計和製造多種多樣的鍛壓設備以滿足目前生產的需要，而且在許多學校設置了鍛壓工藝及機器專業，專門培養從事鍛壓事業的技術人材。全國各地皆設立這方面的研究機構。這些都給我國鍛壓事業的發展創造了優越條件。

我們認為今後鍛壓設備的發展方向應當是：

- 1) 增加設備的功率，加大設備生產能力。
- 2) 在中、小件大批、大量生產中廣泛採用模鍛壓床。
- 3) 發展鍛壓自動機和自動生產線。
- 4) 探討新的設備結構，提高鍛壓生產率和制件質量，減少設備重量。
- 5) 改裝現在設備以便提高生產率和擴大使用範圍。

鍛壓設備目前最基本的設備類型是：鍛錘、水壓機、曲柄壓床、特种鍛壓機械（如輻鍛機，特种軋機等）。

第一篇 锤

第一章 锻锤的概述

§ 1-1 锻锤的分类

锻锤是自由锻车间和模锻车间最基本的设备之一，它是由工作行程前积蓄于落下部分中的或相对运动的锤头中的能量借冲击的作用使锻件变形的。

锻锤种类很多，常从锤击特性、驱动方式、工艺用途等方面来进行分类。

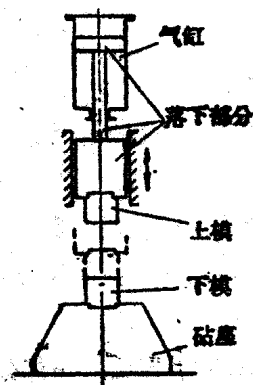


图1-1-1 有砧座锤工作示意图。

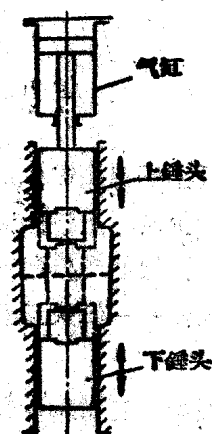


图1-1-2 无砧座锤工作示意图。

从锤击特性看，锻锤可分为两大类：有砧座锤和无砧座锤。有砧座锤具有固定的砧座，落下部分锤击放在砧座上的或下模上的锻件，使它发生塑性变形。从有锻锤起，这种使锻件变形的方方法一直沿用到今天。由于有砧座锤需要价值昂贵的沉重砧座和巨大的地基，工作时震动很大，本世纪的三十年代便制成了使锻件在两个相互撞击的锤头之间变形的无砧座锤，无砧座锤消除了有砧座锤的主要缺点，正被广泛应用。

根据锻锤的驱动方式将锻锤进行分类能表达锻锤的典型特征，按此方法锻锤可分为五类：蒸汽—空气锤、空气锤、机械传动锤、水压锤和燃气锤。

蒸汽—空气锤（图1-1-3a）是用锅炉或空气压缩机供给的蒸汽或压缩空气来进行工作的。它用于自由锻造、热模锻和板料冲压。

空气锤（图1-1-3b）也用空气进行工作，空气在这里起着压缩缸和工作缸活塞间的弹性介质的作用。这种锤主要用于自由锻造，很少用于热模锻。

机械传动锤（图1-1-3c）系由刚性的、弹性的或挠性的联接所组成的机械传动机构带动锤头进行工作。这种锤用来对小锻件进行自由锻造和模锻。

水压锤（图1-1-3d）是由作用于落下部分的工作柱塞上的高压水或油来进行工作的，已开始应用于模锻。

燃气锤（图1-1-3e）是借气体爆炸所作用于活塞上的压力来进行工作的，它的工作

原理和某些內燃机相似，还在試驗阶段。

按鍛錘的工艺用途可分为三类：自由鍛錘、模鍛錘和板料冲压錘。

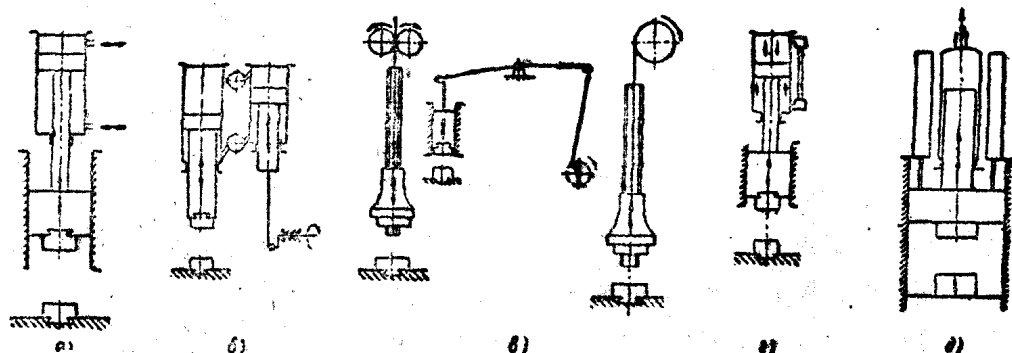


图1-1-3 錘的分类简图。

§ 1-2 錘击过程及錘击效率

鍛件在鍛錘上受到錘击作用而产生塑性变形。錘击过程分为两个阶段。在錘击过程的第一阶段（载荷阶段），上下砧块或上下鍛模互相接近，分别以速度 v_1 和 v_2 （有砧座錘 $v_2 = 0$ ）錘击鍛件，使鍛件产生塑性变形或弹性变形，到这个阶段结束时，鍛件受到最大的变形，全系统的元件——錘头和砧座或两个錘头——达到一致的速度，等于全系统重心的速度 v_x 。

在这个过程中，打击前儲蓄在系统内的原始动能 L ，发生了变化，一部分轉变成使鍛件塑性变形的能量 L_θ 和弹性变形的能量 L_y ，剩余的动能 L_1 儲藏在全系统元件里，即

$$L_s = L_\theta + L_y + L_1 = L_n + L_1. \quad (1-1)$$

塑性变形能量 L_θ 和弹性变形能量 L_y 之和称为錘击第一阶段消耗于鍛件变形的能量 L_n 。

鍛件在第一錘击阶段后所具有的弹性能量 L_y ，造成第二阶段（即卸载阶段），弹性能量 L_y 复原，使錘头和砧座或两个錘头回跳，由共同的速度 v_x 分别变为最后的速度 v'_1 和 v'_2 。

全系统在第二阶段后所具有的动能 L_0 为：

$$L_0 = L_1 + L_y \quad (1-2)$$

对照能量公式 (1-1) 和 (1-2)，得

$$L_s = L_\theta + L_y + L_1 = L_n + L_1 = L_\theta + L_0 \quad (1-3)$$

为了計算錘击时能量的变化，可以应用能量守恒、动量和碰撞的理論。錘头錘击时，錘击物体系统内只引起內力，錘击前后系统内的动量总和应保持不变。設砧座是自由的，在正中錘击时：

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_x = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (1-4)$$

式中 m_1 和 m_2 分别表示落下部分和砧座或两个錘头的物量（質量）。

由公式 (1-4) 得，

$$v_x = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (1-5)$$

锤击后锤头和砧座或两个锤头速度的变化随热锻件的弹性性质而定，可以根据下式用恢复系数 k 来求：

$$k = \frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} \quad (1-6)$$

由 (1-4) 和 (1-6) 求得锤头和砧座或两个锤头的最后速度：

$$v'_1 = v_1 - \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2) (1 + k); \quad (1-7)$$

$$v'_2 = v_2 + \frac{m_1}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2) (1 + k). \quad (1-8)$$

锤击前有砧座锻锤落下部分具有的动能 L_s 为

$$L_s = \frac{m_1 v_1^2}{2}. \quad (1-9)$$

对无砧座锤则两锤头在锤击前具有的动能 L_s 为

$$L_s = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (1-10)$$

全系统在锤击后所具有的动能 L_0 对有砧座锤为

$$L_0 = \frac{m_1 (v'_1)^2}{2} + \frac{m_2 (v'_2)^2}{2} = \frac{(m_1 + k^2 m_2) m_1 v_1^2}{2(m_1 + m_2)} = \frac{m_1 + k^2 m_2}{m_1 + m_2} L_s, \quad (1-11)$$

对无砧座锤为：

$$L_0 = \frac{m_1 (v'_1)^2}{2} + \frac{m_2 (v'_2)^2}{2} = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2 + k^2 m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{2(m_1 + m_2)}. \quad (1-12)$$

锻件的塑性变形能量 L_θ 在有砧座锤等于，

$$L_\theta = L_s - L_0 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} (1 - k^2) L_s \quad (1-13)$$

在无砧座锤为，

$$L_\theta = L_s - L_0 = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2 (1 - k^2)}{2(m_1 + m_2)}. \quad (1-14)$$

由此，得有砧座锤的锤击效率，

$$\eta_y = \frac{L_\theta}{L_s} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} (1 - k^2) = \frac{\frac{m_2}{m_1}}{1 + \frac{m_2}{m_1}} (1 - k^2), \quad (1-15)$$

无砧座锤的锤击效率，

$$\eta_y = \frac{L_\theta}{L_s} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \frac{(v_1 - v_2)^2}{2 L_s} (1 - k^2) \quad (1-16)$$

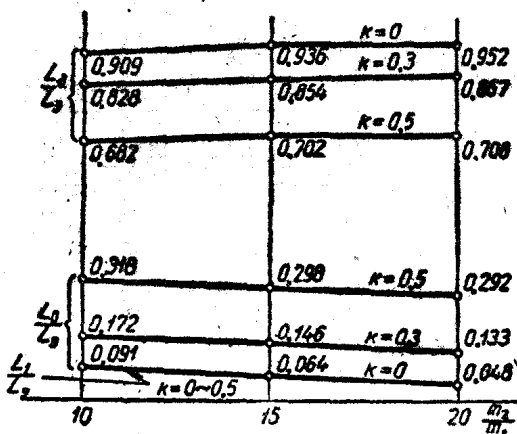


图1-1-4 具有固定砧座的锻锤的能量与锤击效率图。

图1-1-4画出了具有固定砧座的普通锻锤的各种能量比值及锤击效率。系根据上述各公式，假定砧座和落下部分重量的比值 $\frac{m_2}{m_1} = 10, 15, 20$ 和恢复系数 $k = 0.5, 0.3, 0$ 而计算的。

图1-1-4表明锤击效率随砧座重量的增加而提高。

根据图1-1-4和公式 (1-3) 作成图1-1-5，表示带固定砧座的锻锤在锤击时能量的转变。

图 1-1-4 的曲线表明在采用的 $\frac{m_2}{m_1}$ 比值范围内和 $k = 0.5$ 时锤击效率 η_j 的平均值约等于 0.7。

提高锻件的塑性 $k = 0.3$ 后, 就大大地提高了锤击效率, 平均达到 0.85。

在锻锤的普通工作情况和锻件的正常加热温度下, 恢复系数可以采用 0.3 作平均值。在模锻锤的终锻模槽里模锻时, $k = 0.5$ 。

从图 1-1-4 中可看出用重量为落下部分重量 20 倍的砧座, 其锤击效率比用 10 倍重于落下部分的砧座的效率提高的不多。然而不能因为这点就认为应用较重的砧座没有意义。研究砧座的影响, 除了表示锻锤能量指标的锤击效率以外, 还必须注意影响锤击变形过程的工艺性的辅助因素。在这方面, 锤击的刚性, 或者说系统在锤击时的小的退让性具有重要的意义。

锤击的刚性用速度 v_x 和 v'_2 来确定。这些速度越低和能量 L_1 越低, 则锤击刚性就越大, 锻件模锻出来的轮廓就越清楚, 特别是当模锻有薄壁或筋的锻件时更为明显。

从这点来看使用较重的砧座就有显著的优点。例如当 $\frac{m_2}{m_1} = 10$, $v_2 = 0$ 和 $k = 0.3$ 时, 全部重心的速度根据公式 (1-5) 得 $v_x = 0.091v_1$; 砧座在锤击后的速度, 根据公式 (1-8) ($v_2 = 0$), $v'_2 = 0.118v_1$ 。可是在 $\frac{m_2}{m_1} = 20$ 时, 速度 $v_x = 0.048v_1$, $v'_2 = 0.062v_1$ 。在锤击初速度 $v_1 = 6$ 米/秒时, 第一种情况的 $v_x = 0.091 \times 6 = 0.546$ 米/秒, $v'_2 = 0.118 \times 6 = 0.708$ 米/秒。第二种情况的 $v_x = 0.048 \times 6 = 0.288$ 米/秒, $v_2 = 0.062 \times 6 = 0.372$ 米/秒, 差不多比第一种的速度低二分之一。

锤击后两种情况下砧座的动能 $L_{ax} = \frac{m_2 v_2'^2}{2}$ 分别等于 $0.139L_0$ 和 $0.077L_0$ 。通常砧座下边垫有橡木, 所以当砧座物量大而动能小时, 其竖向的移动自然也小。

由此就说明为什么在特殊情况下, 为了得到较精密的模锻件, 就采用 25 倍有时 30 倍重于落下部分的砧座。在通常的情况下 $\frac{m_2}{m_1}$ 的数值, 对自由锻锤为 8~15, 而对模锻锤为 20~30。

无砧座锤的锤击效率确定于两个锤头物量的比和他们的原始动量。

这类锤有三种不同的情况:

1. $m_1 = m_2$ 和 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$;
2. $m_2 = \alpha m_1$ 和 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$ ($\alpha > 1$);
3. $m_2 = \alpha m_1$ 和 $m_1 v_1 + m_2 v_2 \neq 0$ ($\alpha > 1$)。

第一种情况的无砧座锤, 其原始动量的和等于零, 且 $m_1 = m_2$, 所以上锤头的速度 v_1 和下锤头的速度 v_2 数值相等, 而方向相反, 在锤击第一

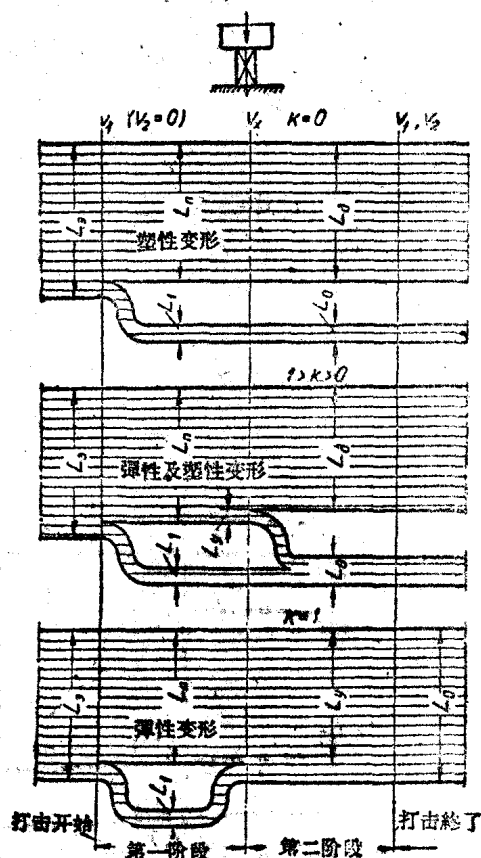


图 1-1-5 具有固定砧座的锻锤在锤击时能量的转变。

阶段終了时，全系统重心的速度 v_x 等于零，锤头停止。接着锤击物体内的弹性能量促成锤击第二阶段，上下锤头以速度 v'_1 和 v'_2 回跳。因为系统的动量不变，所以在锤击后 $m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ 还是等于零，上锤头向上回跳的速度 v'_1 和下锤头向下回跳的速度 v'_2 大小相等，方向相反。此时，锤击效率由公式 (1-16) 得，

$$\eta_y = 1 - k^2 \quad (1-17)$$

图 1-1-6 表示这种锤的能量比和能量的转变。

比较图 1-1-4 和图 1-1-6 可知，在恢复系数相同时， $m_1 = m_2$ 的无砧座锤的锤击效率比有砧座锤的效率好，锤击刚性也好。

第二种情况的无砧座锤， $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$ ， $m_2 = \alpha m_1$ ($\alpha > 1$)，其下锤头比上锤头重。

由 (1-16) 得锤击效率，

$$\eta_y = 1 - k^2,$$

和第一种情况相同。

图 1-1-7 是它的效率图。

第三种情况的锤，动量的和不等于零。假定下锤头动量的绝对值 $m_2 |v_2|$ 大于上锤头的动量

$$m_2 |v_2| = \beta m_1 v_1 \quad (\beta > 1).$$

在这种情况下，全系统动量 $m_1 v_1 + m_2 v_2$ 的符号和下锤头动量 $m_2 v_2$ 的符号相

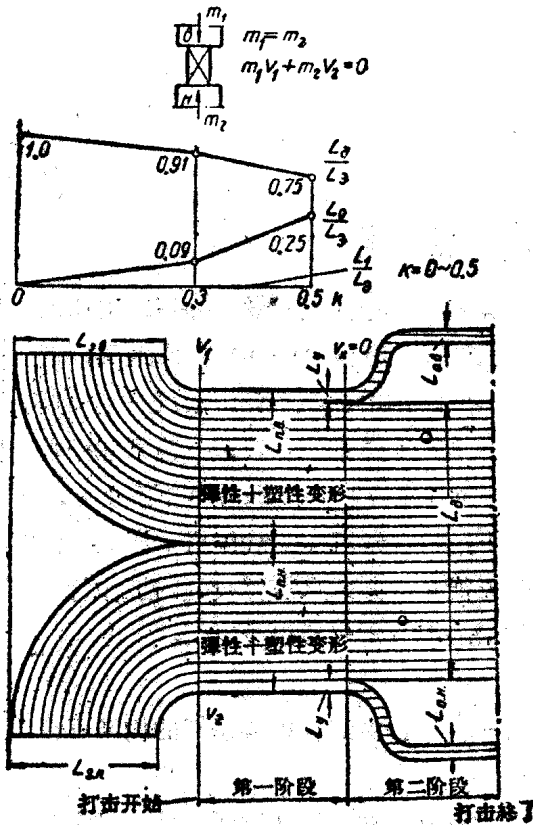


图1-1-6 无砧座锤的能量转变图。

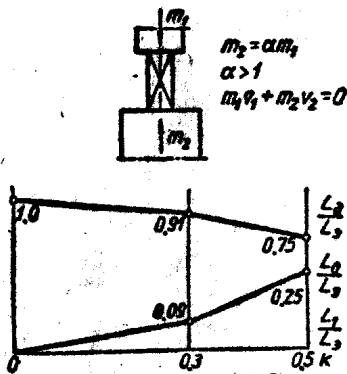


图1-1-7 无砧座锤的效率图。

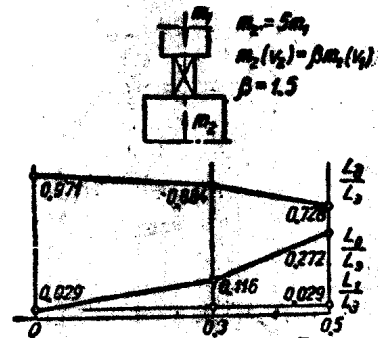


图1-1-8 无砧座锤的效率图。

同。在锤击第一阶段終了时，两个锤头将有共同的速度 v_x ，方向和 v_2 同。

图 1-1-8 是这种锤的效率图，是在 $\beta = 1.5$ 和 $m_2 = 5m_1$ 的条件下画的，比较第二种情况和第三种情况的无砧座锤，后者的锤击效率比较低，锤击工艺性比较差。

综合以上三种情况，可以得出如下的结论：在锤击效率和锤击刚性方面，无砧座锤在

动量 $m_1 v_1 + m_2 v_2$ 等于零时是优越的, 其下锤头的质量可以等于上锤头的质量 ($m_2 = m_1$), 也可以大一些 $m_2 = \alpha m_1$ ($\alpha > 1$)。

上面全部列举的数据都是根据关于动量的力学原理而求得的, 在应用这个原理时, 假定锻锤的锤击是正中的没有歪斜, 接触平面光滑等等。这些要求在实际上是难以达到的, 所以列举的数据会跟实际的试验的数据有出入。

第二章 有砧座锤

§ 2-1 蒸汽—空气锤

蒸汽—空气锤广泛地应用在自由锻造模锻等车间, 也日渐开始于冲压车间使用, 以制造由板料作的冲压零件。因此蒸汽空气锤按工艺用途分有蒸汽—空气自由锻锤, 蒸汽—空气模锻锤和蒸汽—空气板料冲压锤。就蒸汽或空气的作用原理来说: 蒸汽—空气锤还可分为单作用蒸汽—空气锤和双作用蒸汽—空气锤。单作用蒸汽—空气锤, 落下部分是借蒸汽从活塞下面加压而上升, 只靠其自身的重力作用而下降, 所以锤头的落下速度和锤击能量只与行程的长短有关。双作用锤头的上升和落下, 均有蒸汽或空气作用于汽缸, 活塞的下部和上部面积上。产生所需要的锤击速度和锤击能量, 锤头只需要较短的工作行程, 锤的动作也迅速; 这是双作用锤的主要优点。单作用蒸汽—空气锤很少应用。

1. 蒸汽—空气自由锻锤:

(1) 蒸汽—空气自由锻锤的种类。蒸汽—空气自由锻锤按其锤架的构造可分为单柱式和双柱式两种。

图 1-2-1 是没有导轨的单柱式蒸汽锤。由于没有导轨可以从三面接近下砧很方便的进

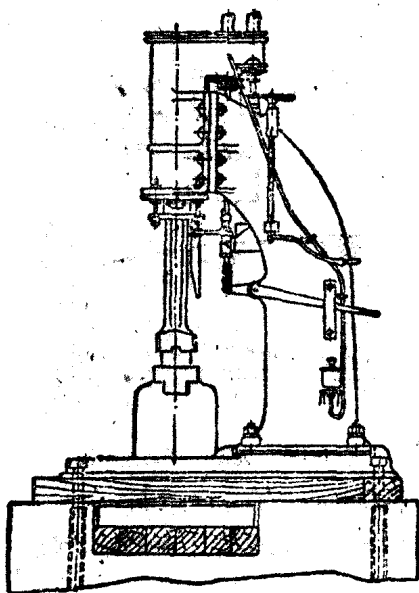


图 1-2-1 没有导轨的单柱式蒸汽—空气自由锻锤。

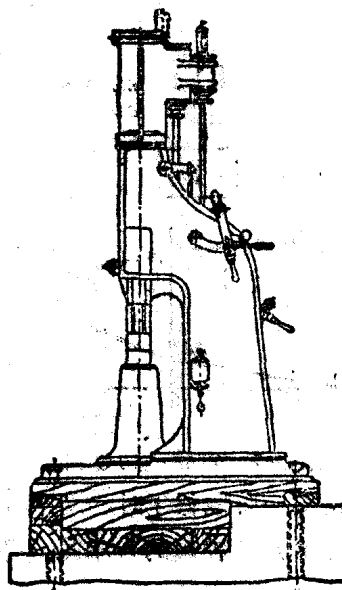


图 1-2-2 有导轨的单柱式蒸汽—空气自由锻锤。