

2
高等學校教學用書

鍛工車間設計

上 册

赫爾然諾夫斯基著



機械工業出版社

鍛工車間設計
上 册
赫爾然諾夫斯基著
機械工業出版社
7368
1/2)-2

目 次

原序.....	7
第一章 总 論.....	9
1 設計的目的与任务	9
2 机器制造厂的組成	10
3 鍛工車間在工厂整个机构中的作用	10
第二章 工厂的总平面圖及鍛工車間在总平面圖上的位置	12
4 总平面圖及其編制概論	12
5 厂区内铁路及無軌道路的佈置	13
6 厂房間的距离	16
7 鍛工車間在总平面圖中的佈置特点	18
8 总平面圖示例	18
第三章 工厂設計程序.....	21
9 初步設計	21
初步設計的組成(21)——初步設計的編制(22)	
10 技術設計.....	22
技術設計的組成(23)——技術設計的編制(23)	
11 施工詳圖.....	24
第四章 鍛工車間的分类.....	25
12 分类的特征.....	25
13 有关各类車間的資料.....	27
第五章 設計任务書.....	34
14 生產綱領.....	34
概略設計(34)——詳細設計(36)	
15 時間基数.....	36
公称時間基数(36)——实际時間基数(37)	
第六章 工藝过程和設備.....	39
16 概論.....	39
生產类型(39)	
17 影响選擇鍛件制造方法的因素.....	40
对零件的要求(40)——鍛件的重量(41)——鍛件的外形(42)——加工車間的要求(42)——生產类型(42)——制造的經濟性(44)	
18 确定生產設備的方法.....	44
概論(44)——設備数量及其負荷的确定(45)	
19 确定基本生產設備的尺寸、生產率、数量及負荷所用的概略指标.....	55
20 有关編制工藝过程的一些問題.....	60
21 自由鍛造工藝过程的編制.....	61

基本定义(61)——余量与公差(72)——锻件图的绘制(79)——金属材料重量的确定(80)——毛坯尺寸的确定(84)——工艺过程中工序和工步次序的选定及其相应草图的绘制(85)——主要生产设备尺寸的确定(93)——主要的及辅助的工具(98)——金属加热规范和锻造温度范围的选择(99)——锻件冷却规范的确定(108)——所需工作人员及其工资等级的确定(110)——生产定额的确定(111)——锻件热处理过程和规范及其所需设备的尺寸和类型的确定(117)	
22 锻锤模锻工艺过程的编制	123
锻件图纸的绘制(123)——锻模的分模面(线)(130)——余量与公差(130)——模锻斜角(133)——圆角半径(134)——冲孔前的预冲孔和孔膜(135)——金属材料重量的计算确定(140)——毛坯断面的确定(142)——所拟工艺过程中工序和工步次序的选定及其相应草图的绘制(144)——设备尺寸的确定(144)——所需主要和辅助工具及起重运输设备的选择(146)——生产定额的确定(147)	
23 机械快速压床下的模锻	158
模锻压床所需压力的确定(158)	
24 平锻机上模锻—顶锻工艺过程的编制	159
锻件图纸的绘制(159)——毛坯尺寸的确定(160)——工序及工步次序的选定(163)——在平锻机上进行顶锻所需能力的确定(166)	
25 加热毛坯氧化皮的水力清除法	166
26 锻件氧化皮的清除	167
滚筒清理(167)——酸洗(酸渍)(168)——喷丸清理(168)	
27 金属材料	170
第七章 燃料及加热设备	173
28 锻工车间所用的燃料及其消耗量的计算方法	173
概論(173)——燃料消耗量的计算(174)	
29 加热设备	175
锻工车间爐子的分类(175)——爐子类型的选择(176)——爐底尺寸的计算(180)——爐子数量的确定(185)——台車式爐子爐底的尺寸与鋼錠尺寸及其在爐内排列的协调(187)	
30 烟气及燃烧所需空气	190
烟气及燃烧所需空气量的确定(190)——从爐中排出烟气的方法及烟道截面尺寸的计算(193)——烟筒(195)——爐子空气管直径的计算(196)——鼓风机压力及其所需容量的计算(196)	
31 毛坯的电加热	200
接触加热(201)——感应加热(202)——发电机类型的选择(203)	
32 冷却锻件的设备	203
第八章 锻工车间的动力需要	204
33 概論	204
34 蒸汽	204
锤及水压机的压缩蒸汽参数、反压力参数的选择(204)——锤和水压机的蒸汽消耗量(206)——蒸汽消耗量曲线图的绘制(211)——吹净锻模和酸洗工部預热酸洗槽所用之蒸汽(218)	
35 蒸汽管道	219
概論(219)——蒸汽消耗量一覽表的编制(221)——蒸汽管道的计算(222)	
36 压缩空气	227
锤的空气消耗量(227)——吹锻模用的空气消耗量(228)——風动起重机和風錘的空气消耗量(228)	

37 空气管道	230
管道内的压力损失(230)	
38 锤及压床的动力选择	231
蒸汽的优点和缺点(231)——空气的优点和缺点(232)	
39 电力	232
40 生产用水	233
第九章 劳动力	237
41 锻工车间的工作人员组成	237
42 车间工作人员数目的计算	237
43 车间工作人员等级的划分	242
第十章 起重运输设备	243
44 锻工车间起重运输设备的主要种类	243
45 各类锻工车间所采用的起重运输设备	244
第十一章 面积的区划与设备的布置	253
46 锻工车间的组成	253
47 在锻工车间面积区划和设备布置前所需确定的问题	254
锻工车间在总平面图中的位置问题(254)——与车间设计有关的问题(257)	
48 区划面积的原则	258
金属材料仓库和备料工部(258)——生产设备所占的面积(259)——辅助工部(260)——水泵机的水泵-蓄势器站(261)——生活间(261)	
49 设备的布置方法	262
在横向运输线上的设备布置(261)——在纵向运输线上的设备布置(263)	
50 主要生产设备及与其工艺过程有关的设备相互间的布置	265
自由锻造用的蒸汽-空气锤(266)——自由锻造用的空气锤(266)——模锻锤(蒸汽-空气锤和夹板锤)(266)——快速模锻压床(268)——平锻机(268)——摩擦压床(268)——卧式弯曲机(268)——锻造水压机(268)	
51 设备之间的距离	271
52 车道(通道)和走道	273
消防车道(275)——人行道和出口(275)	
53 面积区划和设备布置示例	276
54 锻工车间面积的计算方法	285
锻工车间的面积组成(285)	
第十二章 锻工车间的仓库部分及备料工部	287
55 金属材料仓库及备料工部	287
概论(287)——锻工车间仓库中储存金属材料的方法(288)——金属材料仓库及备料工部的相互位置(289)——卸货线所需长度的计算(291)——仓库及备料工部的面积计算(292)	
56 仓库及备料工部的厂房	293
57 备料工部的设备	298
58 金属材料仓库及备料工部的平面布置示例	298
59 其他仓库房屋及面积	298
第十三章 锻工车间修理工部	300

60 設備修理的種類	300
61 修理工部面積的計算及其在鍛工車間中的位置	302
62 修理工部的起重運輸設備	302
63 修理工部的人員	302
工人的組成(302)——工程技術人員的組成(305)	
第十四章 鍛工車間的廠房	306
64 各類鍛工車間的廠房型式	306
65 廠房開間的尺寸	308
開間的寬度(308)——開間的高度(310)——開間的長度(311)——柱距(313)	
66 鍛工車間的地面及開間內的天窗	314
67 設計的衛生標準及規則	315
供水(315)——照明(316)——生產廠房和生產房屋的要求(318)——行政辦公室的要求(319)	
——生活間的要求(320)——保健站的要求(323)	
68 生活福利間的位置	323
第十五章 經濟部分	324
69 經濟部分的組成	324
70 主要材料、輔助材料、工具、燃料及所有各種動力價格的計算	324
71 工資年基數的計算	325
72 車間經費的計算	329
73 設計核算及生產預算的制定	329
74 車間投資的預算綜合的制定	333
75 技術經濟指標	333
第十六章 車間的管理組織	337
76 車間管理系統	337
77 技術檢查組織	338
附錄	340
I 軋制鋼，初軋鋼坯（軋壓鋼坯） $\left(\frac{OCT}{HKTH} 2437\right)$	
II 軋制鋼，毛坯 $\left(\frac{OCT}{HKTH} 2438\right)$	
III 熱軋圓鋼（ГОСТ 2590-44）	
IV 熱軋方鋼（ГОСТ 2591-44）	
V 空氣消耗量（公尺 ³ /秒） (Q_{cek}) 以及空氣在金屬管道中的流速（公尺/秒） (v_a) 與管 道直徑和摩擦阻力（壓力頭損失）的關係[47]	
參考文獻	350

第八章 鍛工車間的動力需要

33 概論

鍛工車間使用蒸汽、壓縮空氣、電力、水和燃料。

蒸汽可以用來帶動自由鍛錘、模鍛錘和水壓機，並可用作加熱及預熱模鍛車間酸洗工部清洗鍛件所用的酸溶液、中和溶液及水。

壓縮空氣可代替蒸汽作為鍛錘和壓床的動力，也可以吹鍛模，起動局部的起重設備（例如，大型平鍛機的起重設備），开动平鍛機、壓床和風鏈（用於清理鍛件和剷除金屬的缺陷）。

電力主要是用做電動機及照明的電能，目前也用於較小型的電加熱設備上。

壓力較高（200~500 大氣壓）的水，可用於純水式水壓機和蒸汽水壓機。現在，在模鍛和鍛鍛前清除棒料上的氧化皮的設備也開始用水（100~150 大氣壓）。此外，水還可用來冷卻手鍛工具、平鍛機及摩擦壓床的模具及冷卻加熱爐的附件，用作加熱爐的水帘，最後還可用在酸洗工部。

燃料用於手鍛爐、加熱爐及熱處理爐。有關燃料的詳細問題參看第七章。

34 蒸汽

錘及水壓機的壓縮蒸汽参数、反压力参数的选择

大多數鍛錘和水壓機車間都用蒸汽。在進入鍛錘汽缸前的蒸汽壓力（錘的廢汽直接排出，廢汽不利用時）對鍛錘一般是 6~7 絕對大氣壓，而對模鍛錘則為 7~9 絕對大氣壓。直接排汽時的反壓力經常在 1.1 絕對大氣壓左右，利用廢汽時反壓力還要增大。例如，利用廢汽預熱水時，反壓力可增到 1.5 絕對大氣壓，如將它用在干燥器或者是帶有很長蒸汽管的蒸汽取暖設備上，反壓力就可達 3~4 絕對大氣壓〔3〕。

反壓力少許提高至 1.5 絕對大氣壓的限度內實際上幾乎不影響錘的工作，也就是不降低錘的功率，不增大蒸汽消耗量，也不影響錘的操縱。當反壓力超過這個限度時就會影響錘的工作，首先就要降低錘的功率。為了使功率不變，那就必須依上述適當地提高蒸汽的壓力。

圖 62 是引自阿什基那季（А. Л. Ашкинази）的著作〔3〕的新蒸汽的壓力與反壓力值的關係曲線圖。但須指出，此曲線圖僅適用於在一定條件下工作的錘。曲線 1 是表示進汽和排汽時，錘工作的壓力落差，該落差等於 0.5 大氣壓，即： $p_a - p_z = p_1 - p_2 = 0.5$ 大氣壓（圖 63），它也表示進汽和排汽時的壓力差在 3.5 大氣壓之

間，即： $p_e - p_a = 3.5$ 大氣壓。曲線 2 是表示在進汽和排汽時，錘工作的壓力落差為 1 大氣壓，進汽與排汽壓力之間的差度與第一種情況相同（3.5 大氣壓）。因此，當與上述情況不同時，此圖只能給一個上述值之間關係的特性。顯然，反壓力的增加對新蒸汽壓力的提高影響很大。

進汽和排汽時壓力落差的变化是根據蒸汽分配裝置的結構來決定，特別是根據閥門的通道及汽口的斷面來決定，壓力落差一般在 0.5 到 1 個大氣壓之內，即如圖 62 所示的曲線圖繪制時所採用的限度。因此當反壓力按規定增大時，要根據蒸汽分配閥的結構情況來提高新蒸汽的必要壓力。進汽和排汽時蒸汽通過的阻力愈小，新蒸汽壓力的增加也就愈小。按曲線圖（圖 62），根據所得的增高的反壓力可概略地確定新蒸汽的壓力，不必進行計算。

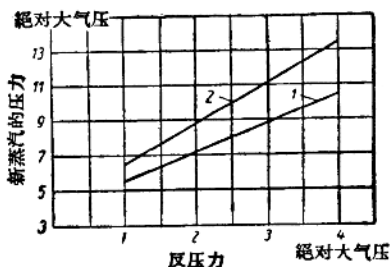


圖 62 新蒸汽壓力與反壓力的關係曲線圖。

反壓力通常不應高於 1.8~2 絕對大氣壓，此時自由鍛錘的新蒸汽壓力採用 7~8 絕

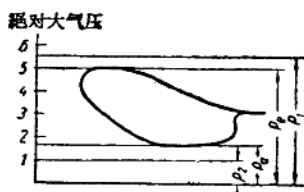


圖 63 錘的指示曲線。

對大氣壓。反壓力增大，新蒸汽壓力也增大，因而新蒸汽的消耗量也隨之增加。圖 64 上的曲線說明了最初壓力 p_1 （曲線 1）和蒸汽消耗量（曲線 2）因反壓力 p_2 提高而增加的情況。由於漏汽和進汽時壓力 p_e 的增大，蒸汽消耗量也隨之增大〔3〕。

上述資料說明了反壓力的增加和新蒸汽消耗的相互關係。因此，關於利用全部或部分廢汽問題只有經過適當的計算，確切地証實了其在經濟上的合理性之後才能決定。在進行這些計算時，必須估計到廢汽量將少於所消耗的新蒸汽量（其減少量等於新蒸汽量因漏汽與凝結而損耗的數值）。

在用干飽和蒸汽或過熱蒸汽的車間里，當新蒸汽管和廢汽管的支管很多時，這些損耗可採用 10~12%。在用含有很多凝結水的飽和蒸汽的車間中，錘在工作時往往打開放水閥門。因而在這些車間中蒸汽的漏汽損耗量可達 8~10%，而總損耗量在 18~22% 以下〔3〕。

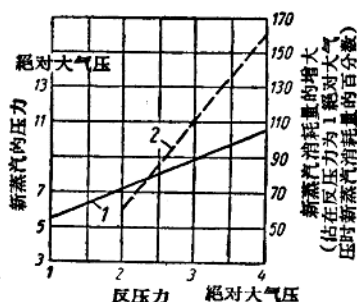


圖 64 新蒸汽壓力與消耗量的增加是根據反壓力的增加而變化。

考慮到上述情況，在設計新車間時所採用的可利用的廢汽數量不應超過新蒸汽消耗數量的 88~90%；而當編制改建舊車間的設計時，此數量應根據鍛工車間將來所用的蒸汽供應情況來決定；如果該工廠現有鍋爐房所供給的不是干蒸汽，那麼可

以利用的廢汽數量不能超過新蒸汽消耗量的78~82%。

考慮到汽封在高溫下工作的複雜化，蒸汽的過熱不應高於240°，蒸汽進入鍛工車間時應具有這樣的溫度。

蒸汽水壓機所需的蒸汽壓力應根據該水壓機的構造來決定。工廠一般生產出來的水壓機用11~13絕對大氣壓的蒸汽，但也有的水壓機要用15絕對大氣壓的蒸汽。

增加壓力就可縮小增壓器汽缸的直徑，同時也能提高設備的熱效率。

如果在設計的車間中既用錘又用水壓機時，蒸汽壓力按水壓機規定，因而用於錘上的蒸汽就要進行減壓，在減壓時蒸汽仍保持正常的含熱量。減壓過熱蒸汽會使蒸汽溫度略降，而減壓濕蒸汽就會增大它的乾燥性，此點在任何情況下都是希望的。

錘和水壓機的蒸汽消耗量

決定蒸汽消耗量可用下述方法之一進行，但因在工作車間中有很多因素能影響蒸汽的消耗量（有的減小，有的增大），所以應把所得出的蒸汽消耗量看作是近似的數字。在設計時所採用的車間工作條件愈近於實際工作條件，則該設計書中所指出的蒸汽消耗量愈近於實際。決定汽錘和水壓機的蒸汽消耗量之方法，可分為三類。

第一類——這個方法是根據能代表錘和水壓機的性質及預定工作性質的各個數值來決定蒸汽消耗量。這些數值系指錘的汽缸和水壓機增壓器的汽缸的直徑，汽缸行程的大小和次數，平均指示壓力，設備負荷系數等。第二類根據經驗公式確定蒸汽消耗量。第三類是根據所有的經驗和樣本數據確定蒸汽消耗量。

自然，用第三種方法求得的蒸汽消耗量的數據是不能反映出該設計工藝過程，設備負荷情況和使用狀況等的全部特點來，但是這些數字極為重要，可作為用前兩種方法所確定的蒸汽消耗量的驗算數字。

下面我們分別研究一下每一種計算蒸汽消耗量的方法。

按錘的指示功率計算蒸汽消耗量 錘的指示功率 N_i 可用下式計算：

$$N_i = \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4} p_i^n + \frac{\pi D^2}{4} p_i^n - \frac{\pi d^2}{4} p_i^n \right) s}{60 \times 75} \text{ 馬力}$$

式中 D ——錘的汽缸直徑（公分）；

d ——錘桿直徑（公分）；

n ——每分鐘落錘次數；

s ——鍛擊時活塞的行程（公尺）；

p_i^n ——汽缸上部平均指示壓力（公斤/公分²）；

p_i^n ——汽缸下部平均指示壓力（公斤/公分²）。

为了使公式简化, 在对计算结果 N_i 无特殊影响时, 平均指示压力 p_i^p 和 p_i^q 可用平均值 p_m 来代替, 即:

$$p_m = \frac{p_i^p + p_i^q}{2} \text{ 公斤/公分}^2$$

经这样改变, 锤的指示功率可采用最便于利用的形式来表示。

$$N_i = \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{\pi d^2}{4} \right) p_m n s}{30 \times 75} \text{ 馬力}$$

每一指示馬力小时的蒸汽消耗量用 q 来表示, 锤每小时蒸汽消耗量用 Q 来表示, 则可得:

$$Q = N_i q = \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{\pi d^2}{4} \right) p_m n s q}{30 \times 75} \text{ 公斤/小时}$$

有关数值 p_m 和 q 的实际及参考数据常带有偶然性, 这些数据的平均值可采用: p_m ——3 公斤/公分² [32]; 锤在修理后的情况下 q ——25~30 公斤/指示馬力小时, 而长时期使用未经适当修理的锤是 50~75 公斤/指示馬力小时 [3]。 D 、 d 、 s 、 n 的数值根据样本数据取得。

根据汽缸的容积确定锤的蒸汽消耗量 下列各种符号表示:

- Q ——锤的蒸汽消耗量 (公斤/小时);
- D ——汽缸直径 (公分);
- d ——锤桿直径 (公分);
- s ——活塞的全行程 (公分);
- n ——全行程每分钟落锤的最次数;
- ε ——充满系数[●];
- γ ——蒸汽比重 (公斤/公尺³);
- v ——每一往复行程进入汽缸的蒸汽的体积 (公分³);
- Q_{vac}^{max} ——每小时锤的蒸汽最大消耗量 (公斤/小时);
- Q_{vac}^{med} ——每小时锤的蒸汽平均消耗量 (公斤/小时)。

当新蒸汽进入汽缸时, 在汽缸内还有一定的废气, 它可减少进入汽缸的新蒸汽的数量; 如果不考虑这一点, 那么进入汽缸新蒸汽的体积的近似数值可用下式表示:

$$v = \frac{\pi D^2}{4} \varepsilon s + \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \varepsilon s = \left(2 \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \varepsilon s \text{ 公分}^3,$$

由此可得出每小时蒸汽最大消耗量:

$$Q_{vac}^{max} = \frac{\left(2 \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \varepsilon s \gamma n 60}{10^6} \text{ 公斤}$$

● 原文为 отсечка, 直译为停止送汽, 根据式中情况可知是进汽切断时活塞的行程与全行程 s 之比。——译者

一般來計算自由鍛錘的 Q_{vac}^{max} 時，充滿係數 ε 的值採用 0.45，而在計算模鍛錘時，則採用 0.65~0.75。

如果考慮到所設計的車間的工作條件時，則蒸汽每小時的平均消耗量 Q_{vac}^p 可根據 Q_{vac}^{max} 計算，這些條件為：

1) 所設計的工藝方法，根據鍛件的複雜性、成批性以及對鍛件質量的要求等得出來的；

2) 工作位置的組織和工作組的組成；

3) 起重運輸設備；

4) 設備的物理狀況及使用情况。

上述各條件可考慮代入適當的係數，其符號如下：

K_1 ——錘的利用係數（以時間計）；

K_2 ——錘的有效行程數（落錘打擊次數）的實際利用係數；

K_3 ——由於錘的新舊情況而使蒸汽消耗量增加的係數。

將這些係數代入蒸汽最大消耗量的公式中，可得出確定錘的小時平均消耗量的公式：

$$Q_{vac}^p = K_1 K_2 K_3 Q_{vac}^{max}$$

根據現有的貧乏資料將可能確定的係數平均值列入表 127 中。

蒸汽水压机的蒸汽消耗量的計算 蒸汽水压机增压器中每小時的平均蒸汽消耗量按下式計算：

$$Q_{vac}^p = \frac{\pi D^2}{4} \frac{S n \varepsilon \gamma K_1 K_2 K_3 60}{10^6}$$

式中 D ——增压器蒸汽缸直徑（公分）；

S ——增压器的全工作行程（公分）；

n ——每分鐘行程數；

ε ——充滿係數；

γ ——蒸汽比重（公斤/公尺³）；

K_1 ——蒸汽水压机的利用係數（以時間計）；

K_2 ——增压器行程的實際利用係數；

K_3 ——蒸汽水压机的物理狀況。

在蒸汽水压机中充滿係數 ε 常接近於 1。係數 K_1 不得小於 0.65~0.7；取係數 K_2 時應考慮到所定的工藝過程；係數 K_3 應在 1.1~1.3 範圍內。

在目前，考慮到最大的節約，在大多數的情況下水压机的回程汽缸作成水力的。但是至現在所見到的能力不很大的水压机（2000 噸以下），其橫樑的升起是由蒸汽回程汽缸來完成的。

此時，增压器的蒸汽消耗量中就應加上回程汽缸的蒸汽消耗量，此消耗量是按

表127 系数的平均值

锤的型式及尺寸	K_1	K_2	K_3	锤的型式及尺寸	K_1	K_2	K_3
自由锻锤				4000~5000公斤	0.30~0.35		
750公斤以下	0.7~0.75			模锻锤			
750~1500公斤	0.55~0.65			1000公斤以下	0.88		1.2~1.5
1500~2500公斤	0.45~0.50	0.6~0.65	1.2~1.5	1000~3000公斤	0.86	约0.75~0.8	1.2~1.55
2500~4000公斤	0.35~0.40			3000公斤以上	0.85		1.2~1.65

回程汽缸中所充蒸汽的体积来计算的，同时水压机横梁的反向行程比工作行程大一倍。在表128内载有水压机工作行程的概略尺寸。

根据基德拉夫立可 (Гид-

表 128

равлик)公司的资料，回程汽缸的蒸汽消耗量佔工作行程消耗量和损耗的35~38%或佔工作行程消耗量的44~50% [56, 80]。

水压机的压力 (噸)	工作行程 (公厘)	水压机的压力 (噸)	工作行程 (公厘)
500	125	2000	150
600	125	2500	150
800	125	3000	175
1000	140	5000	250
1500	150	6000	250

用經驗公式計算锤的蒸汽

平均消耗量 下面是計算鍛锤蒸汽消耗量的公式，該公式为維特青金 (Ветчинкин) 工程师給出：

$$Q_{\text{汽}}^{\text{中}} = 400(1 + 2K_1)\sqrt{G} \text{ 公斤/小时}$$

式中 K_1 ——锤的利用系数 (以時間計)； G ——锤落下部分重量 (噸)。

虽然公式很簡單，但依此求得的蒸汽的概略消耗量却与实际消耗量很相近。

根据經驗数据和生產锤及水压机的工厂的数据來計算蒸汽消耗量 現在有很多關於锤的蒸汽消耗量数据，特别是有关模锻锤的数据更多。鍛造水压机的蒸汽消耗量数据也有，但是較少。这些数据的來源，一方面是各种研究者的經驗数据，另一方面是样本数据和設備供給机关的保証数据。

这些來源的共同缺点就是同样类型尺寸的设备的蒸汽消耗量由於資料的來源不同而相差很大。如果沒有使条件更具体化的补充資料 (在此条件下能得出正确的蒸汽消耗量)，就不可能經常修正，因而也不可能列出各种条件下蒸汽消耗量的数据。

表129中載有锤的蒸汽平均小时消耗量。表130中載有蒸汽水压机的蒸汽平均小时消耗量。这个表是根据設備負荷大約为75% (以時間計) 編制的。

表130所載数据是2000噸以下的水压机蒸汽汽缸的和水力提昇缸的蒸汽消耗量。但是不应把这种情况当作是对蒸汽汽缸的推荐，因为这种汽缸如上述和水力汽缸比起來是不太經濟的。

必須指出，近來蒸汽水压机已逐漸被快速純水压机所代替了。

表129 錘的干燥飽和蒸汽的
平均消耗量

錘落下部 分的重量 (噸)	模 鍛 錘		自由鍛錘 (公斤/小时)
	錘工作时的 消耗量 (公斤/小时)	吹鍛模估錘工 作消耗量的百 分數(%)	
0.5	680	14	600
0.75	840	14	660
1.0	970	14	920
1.5	1200	14	1150
2.0	1400	8	1320
2.5	1550	8	1470
3.0	1700	8	1600
4.0	2000	8	1850
5.0	2250	5	2100
6.0	2500	5	—
7.0	2700	5	—
8.0	2900	5	—
9.0	3100	5	—
10.0	3300	5	—

表130 压床的干燥飽和蒸汽的
平均消耗量

水压机的压力 (噸)	蒸汽消耗量(公斤/小时)	
	帶有蒸汽同 程汽缸的水 压机	帶有水力同 程汽缸的水 压机
500	2150	1650
600	2400	1800
800	2800	2200
1000	3300	2500
1200	3800	2800
1500	4600	3350
2000	5800	4350
2500	—	5300
3000	—	6300
4000	—	8300
5000	—	10200
6000	—	12200
10000	—	22000
—	—	—

如前所述，表 129 和表 130 是錘和水压机的蒸汽平均小时消耗量。

在試驗时所得之錘〔3, 32〕的蒸汽消耗量的曲線圖表明，在不間断的工作过程（最大持續時間）中蒸汽消耗量的增加超过平均消耗量的 1.3~2.5，此比例数是从小錘到大錘逐步增加的。同时这些曲線圖还表明，錘的蒸汽尖峰消耗与其最大持續時間消耗量相差不大。

由於沒有类似的水压机之蒸汽消耗曲線圖，因此不能作以上的分析，但是以表 130 所载的数据与水压机連續工作时蒸汽消耗量來比較，則可得出，其〔最大持續時間〕的蒸汽消耗为表 130 所载数据的 1.4~1.5 倍[●]。

全車間蒸汽小时平均的总消耗量就是所有的錘和压床的蒸汽平均小时消耗量的总和，亦即：

$$Q_{cy,m}^p = \sum Q_{vac}^p \text{ 公斤/小时} = \frac{\sum Q_{vac}^p}{1000} \text{ 噸/小时}$$

表 129 和表 130 中所載的蒸汽消耗量及式 $Q_{cy,m}^p$ ，未將蒸汽在導管中因凝結和漏汽的損耗包括在內。此种損耗的大小与導管的情况（封密性、絕热性）有关，也与全車間支管情形有关。

在設計中，这种損耗通常为設備蒸汽消耗量的 25%，佔蒸汽总消耗量的 20%。阿什基那季工程师〔4〕認為这个損耗的百分比〔在支管極多，並且絕热很坏，特別是有許多零散的用戶（油箱、噴油器、淋浴室等）的情况下是可能的〕。

● 水压机在不間断工作时，蒸汽消耗量的数据是塞格洛夫 (B.Ф.Щеглов) 工程师編制的。

在設計新車間時，必須注意最合理地組織車間動力設施，使得蒸汽的損耗可以減少至佔設備之蒸汽消耗量的10~15%〔3〕。過熱蒸汽的凝結損耗幾乎沒有，因此總損耗不超過3~5%。

蒸汽的年消耗量 $Q_{\text{年}}$ （不包括導管內的損耗）可用下式計算：

$$Q_{\text{年}} = \frac{(Q_{\text{pac}}^{\text{I}} \Phi_0^{\text{I}} k_s^{\text{I}} + Q_{\text{pac}}^{\text{II}} \Phi_0^{\text{II}} k_s^{\text{II}} + \dots)}{1000} \text{噸}$$

式中 $Q_{\text{pac}}^{\text{I}}, Q_{\text{pac}}^{\text{II}}$ 等——每台設備的蒸汽平均小時消耗量（公斤）；

$\Phi_0^{\text{I}}, \Phi_0^{\text{II}}$ 等——每台設備年時基數（小時）；

$k_s^{\text{I}}, k_s^{\text{II}}$ 等——每台設備的負荷系數。

如果所有設備的時間基數 Φ_0 像一般所採用的那樣都是一樣時，則可按下式計算：

$$Q_{\text{年}} = (Q_{\text{pac}}^{\text{I}} k_s^{\text{I}} + Q_{\text{pac}}^{\text{II}} k_s^{\text{II}} + \dots) \frac{\Phi_0}{1000} \text{噸}$$

蒸汽消耗量曲線圖的繪制

在編制鍛工車間蒸汽供應部分的設計書時，不僅要知道蒸汽小時平均的消耗量 $Q_{\text{pac}}^{\text{I}}$ 和年消耗量，同時要有蒸汽消耗量可能變化及如何變化的資料，尤其重要的是要知道車間工作過程中蒸汽的最大和最小消耗量的數值及其重複的性質。此消耗量將適於設備的最大和最小利用時刻。這些消耗的持續時間是很難預先計算的，但在任何情況下關於最大的消耗量都可肯定地說：在車間工作緊張時，此消耗量可能持續很長的時間；這就是所謂的〔最大的消耗量〕或稱〔最大的持續〕。最小消耗量，即車間工作不緊張時的消耗量，當然可能僅僅是較短的時間。除了〔最大的持續〕外，在設備同時使用系數等於1時，即在車間所有設備上全進行鍛造時，蒸汽消耗量可能增高。但是這種情況是非常少的。即所謂蒸汽消耗中的〔尖峯〕，其時間很短，此〔尖峯〕蒸汽消耗出現時，由鍋爐加強蒸汽的供應是可以補償的。

如果沒有上述資料就不能進行供給鍛工車間蒸汽之鍋爐及儲汽設備的計算，也不能合理地解決使用廢汽的問題。因此當在鍛工車間內使用蒸汽的設備很多時，在此類車間（第Ⅱ類三、四組車間，第Ⅲ、Ⅳ類車間）的設計時應繪制蒸汽消耗量曲線圖。曲線圖所包括的時間應該是足夠的，以便能表示出在工作時間內所有的蒸汽消耗變化。例如：如果車間分三班工作，每班所用設備台數各不相同，那就必須有每班的蒸汽消耗量曲線圖；如果車間在工作時每班的設備負荷都相同，自然為一班制定一個曲線圖就可以，因為此圖可用於其他各班。

因此全車間的蒸汽消耗量曲線圖至少應包括一班，把班以小時分幾段，每段再以十分鐘分成格。將一班的时间這樣划分，在確定與車間蒸汽供應有關的問題時使用此曲線圖完全足夠。

全車間蒸汽消耗量曲線圖按下列順序繪制：

1. 根据上述的理由，确定需要繪制曲線圖的班数。

2. 指出每班的开始和終了的工作规范。如設備在每班开始十分鐘之后才开始工作，而在每班結束前十分鐘停止工作，因此这二十分鐘內蒸汽消耗量与主要設備的工作無關。漏汽和凝結的消耗量，噴油嘴把石油噴成霧狀及其他消耗等都屬於这种消耗。

3. 全部設備分成各組，每一組中都包括按同一工作循环工作的設備。例如把 0.5~5 噸的鍛錘分为三組，第一組 0.5~1 噸，第二組 1.5~2 噸，第三組 3~5 噸。

水压机可分以下各組：800~1000 噸，1200~1500 噸，2500~3000 噸，5000~6000 噸，10000~15000 噸。

列举之总的划分的情况，只是一般的划分，自然，可以根据所設計的車間中設備的具体工作条件而加以修正。將設備这样划分的合理性是很明顯的，因为在这种情况下会減少中間曲線圖的数量，以后这些曲線圖作为單独的圖編在全車間蒸汽消耗量的总曲線圖中。

4. 每一个設備組都有自己的工作循环。例如，对三噸和五噸錘的組來說，在这些錘上制造鍛件的时间为 30 分鐘，这 30 分鐘还要按下列方法分开：

第一階段——輔助操作	4 分鐘
第二階段——鍛造操作	10 分鐘
第三階段——輔助操作	2 分鐘
第四階段——鍛造操作	10 分鐘
第五階段——輔助操作	4 分鐘
30 分鐘	

下半小时的工作循环同上。每班的最初一小时和最后一小时的工作规范和这里所說的不同，而符合於上述第 2 項情况。

5. 在用上述方法計算蒸汽平均消耗量的过程中，如果没有預先規定所安裝的每一类型尺寸的設備連續工作时的蒸汽消耗量时，則此消耗量就在設備連續工作时确定。如果採用的蒸汽平均消耗量是根据表 129 和表 130 的数据，那么將表上数字和上述的系数（見 210 頁）相乘，即可得出在連續工作时的蒸汽消耗量。

6. 确定蒸汽損耗量，这些損耗量与某种設備在某段時間內是否工作無關。这种独立的蒸汽損耗量包括漏汽和凝結。但这些損耗可取設備蒸汽平均消耗量的百分数。这类蒸汽消耗包括石油噴霧用，酸洗槽的加热和其他蒸汽的消耗，以及不進行鍛造时的蒸汽消耗，即輔助操作时及在每班的开始和最后时的蒸汽消耗。

7. 相应的「最大持續」和最小的蒸汽消耗量，是根据各类設備（鍛錘、蒸汽水压机等）和設備分組（按第 3 項分）來計算的。第一种情况时要給出設備的最大同时使用系数，而第二种情况时則要給出設備的最小同时使用系数。此系数可以依相

適情况採用 0.8 和 0.5。为了求得最不利情况下的消耗量（蒸汽的最大消耗），可用試算的方法以該类設備总数乘系数 0.8，按此求出蒸汽的最大消耗量。同样以該类設備总数乘系数 0.5，便可得出蒸汽最小消耗量。

8. 利用已得的資料，根据有同样工作循环的設備的各組（如第 4 項所述），繪制蒸汽消耗量圖。其次進行該表的平面測量，就可得出每班各个小时蒸汽平均消耗量。

9. 根据那些按第 8 項制定的曲線圖編制每种設備的曲線總圖，这些曲線總圖也要進行平面測量，以按所有該类型的設備确定蒸汽的平均消耗量。

10. 根据每种設備所制的曲線圖，还編制了全車間的蒸汽消耗量总曲線圖，量其面積可以算出一班中各个時間的蒸汽平均消耗量。

車間設備蒸汽消耗量按表式 19 計算，为了明了起見，表中填有 用於自由鍛錘的为例。

表式 19 中所載之数据 僅 是 作 例 举出，不能視作編制鍛工車間設計时採用的。

設備同时使用系数为 0.8 和 0.5 时的蒸汽消耗量的計算，即計算〔最大持續〕和〔最小持續〕的消耗量用表式 20 來作。

此表式同样適用於自由鍛錘。表式 19 所示为工作週期相同的設備的分組。按上述方法确定蒸汽的最長時間最大消耗量和最小消耗量，必須有每个机組独立的管道蒸汽損耗数值。这些管道損耗的大小与該組的所有設備有关，与确定長時間最大或最小蒸汽消耗量时所採用的工作設備数量無關。例如，第一組有五台錘，根据表式 19 第 7 欄計，該組的管路蒸汽消耗量为 1.57 噸。在确定長時間的最大和最小消耗量时也採用这个消耗量（表式 20 第 6 欄），虽然根据表式 20 第 3 欄採用工作錘的数量为 4 和 2。

表式 19 除車間所有設備的总計数字之外，还有石油噴霧、酸洗槽預热和供給其他用途的蒸汽消耗量。

在圖 65 和 66 上載有適合於自由鍛錘的各个組（根据第 8 項）和这些錘的总消耗量（根据第 9 項）的自由鍛錘的蒸汽消耗量曲線圖，此圖可作为編制曲線圖的示例。

从圖 67 中可看出，全車間蒸汽消耗总曲線圖的特点概念（根据第 10 項）。

把表式 19 中所載的蒸汽平均小时消耗量的数字和从曲線圖上得出消耗量比較一下，我們会看出这些数字是不相符合的。如表式 19 中的第 8 欄錘的蒸汽小时平均消耗量为 38.62 噸，而在圖 66 的曲線圖上，每班的最初和最后小时的平均消耗量为 35.05 噸，其他各小时为 36.15 噸。在各組的第 8 欄的合計数字中和圖 65 的曲線圖上的蒸汽平均消耗量中也有这种不相符合的現象。

这些不符合情况的原因是在計算表式 19 第 8 欄的数字时，只根据設備所採用

鍛工車間設備的蒸汽消耗量

表式19

設備組別	水压机的 力量或錘 之落下部 分的重量 (噸)	設備數量	蒸汽小時平均消耗量		單位設備 蒸汽小時 最大消耗 量 (公斤)	凝結和漏 汽的消耗 量 (獨立 消耗量) (噸)	包括獨立消耗 量在內的全部 設備蒸汽小時 平均消耗量 (噸)
			單位設備 (公斤)	全部設備 (噸)			
1	2	3	4	5	6	7	8
A. 自由鍛錘							
第一組	5	1	1390	1.39	1860	0.45	1.84
	3	$\frac{4}{5}$	835	$\frac{3.34}{4.73}$	1113	$\frac{1.12}{1.57}$	$\frac{4.46}{6.30}$
第二組	2	2	770	1.54	1014	0.55	2.09
	1.5	$\frac{7}{9}$	1350	$\frac{9.45}{10.99}$	1800	$\frac{3.14}{3.69}$	$\frac{12.59}{14.68}$
第三組	1	5	1100	5.50	1464	1.83	7.33
	0.75	2	870	1.74	1152	0.56	2.30
	0.5	$\frac{9}{16}$	667	$\frac{6.01}{13.25}$	888	$\frac{2.00}{4.39}$	$\frac{8.01}{17.64}$
	合 計	30		28.97		9.65	38.62
B. 模 鍛 錘							
	合 計		—				
B. 蒸汽 水 压 机							
	合 計						
	全部設備的 合 計		—		—		
	在噴油器 里石油噴 霧和其他 需用的消 耗量	—	—	—	—	—	—

的大約蒸汽消耗量，而沒考慮到設計車間中設備的工作，而曲線圖上的數字是在繪制曲線圖時，考慮了設備的工作循環后而得出來的。

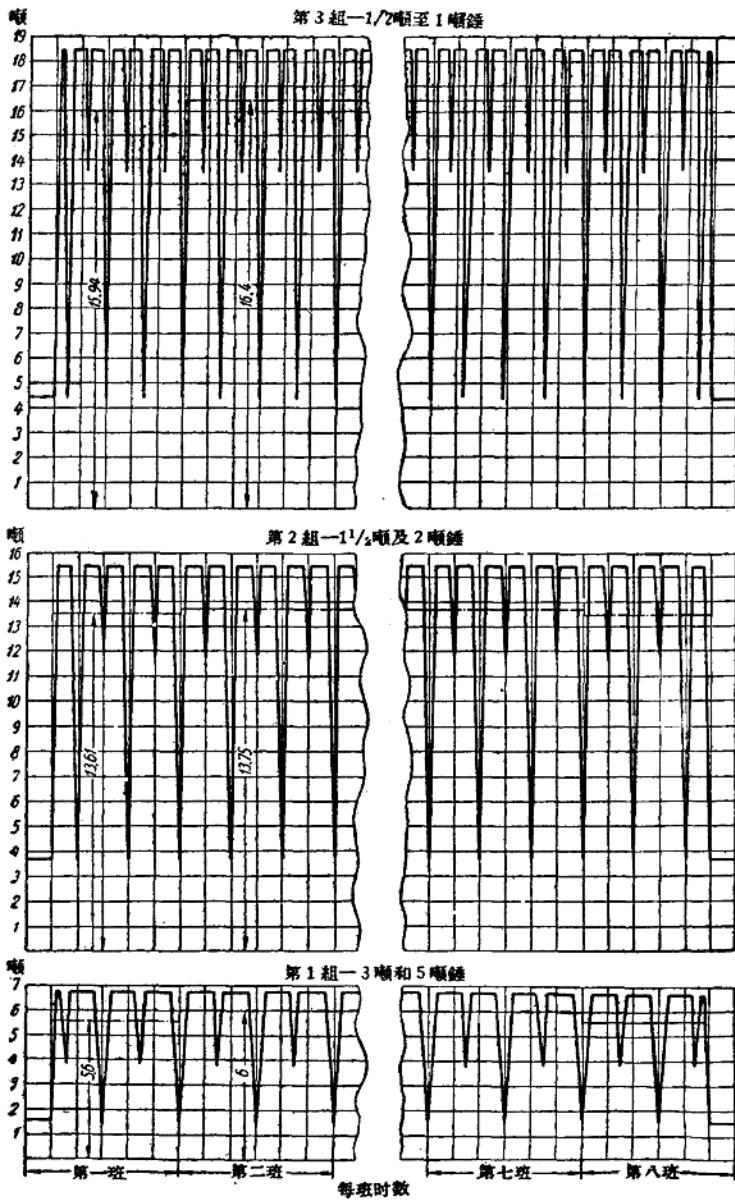


圖65 各組自由鍛錘蒸汽消耗曲線圖。