

大型自由锻造液压机车间工艺设计分析

吕增印

(机械工业第六设计研究院第一工程所, 河南 郑州 450007)

摘要: 介绍了自由锻造液压机车间工艺流程及工艺布置, 提出了双跨和三跨两种布置方案, 并分析了相应优缺点。另外, 详细探讨了设备-设备、设备-厂房、设备-公用之间的相互影响关系。对自由锻造液压机车间的工艺设计具有较高的参考价值。

关键词: 自由锻造, 液压机车间, 工艺设计

DOI:

中图分类号: TB49

文献标识码:

文章编号:

Shop process design analysis of heavy free forging press

Lv Zengyin

(No.1 dept., No.6 Institute of Project Planning & Research of Machinery Industry, Zhengzhou, China)

Abstract: The process flow and layout of free forging shop is analyzed, double-span and triple-span layout is given with each advantages and disadvantages. Otherwise, the relations between equipments, between equipment and factory, and between equipment and utilities is discussed. It has high value for free forging shop process design.

Keywords: free forging, hydraulic press shop, process design

目前, 我国已投入运行的 8~160MN 自由锻造液压机 150 多台, 但是大多数自由锻造液压机为早期的水压机, 数控化程度低, 生产率低下, 需要完成 CNC 改造^[1]并配备锻造操作机, 尤其要强化锻造和热处理工业炉的现代化改造。

我国大锻件生产处于“过剩”和“短缺”的双重压力, 即一般大锻件供大于求, 技术含量和质量要求高的大锻件, 如百万千瓦级火电和核电用汽轮机转子(超临界、超超临界)、特大支承辊、大型高温高压厚壁筒体、船用大马力低速柴油机组曲轴等锻件, 我们尚处于生产能力低或不能生产的状态。

基于此, 通过对现有锻造设备及工业炉设备进行升级改造或新建锻造车间, 国内企业掀起了投资高品质大型自由锻件制造的热潮。本文通过对大型快速锻造液压机车间的工艺设计及相关配套设施的介绍, 希望能对相关企业领导人及技术人员带来帮助。

1. 工艺设计

1.1 工艺流程 大型自由锻造液压机车间(以下简称“液压机车间”)的工艺流程相对简单, 主要为: 钢锭→加热→锻造(锻粗、拔长)→热处理→取样→(粗车)。液压机车间接收的钢锭分两种: 热钢锭、冷钢锭, 装炉方式也分为热装炉、冷装炉两种方式。据统计在热装炉的情况下, 1 吨钢锭可节约天然气(8500kcal/m³)约 60m³, 采用该种装炉方式已成为锻造行业的发展趋势。锻造的主要工序为锻粗和拔长, 为了反映锻件的变形程度, 引入了锻造比(K)的概念, 它是工程上常用的变形参数。典型锻件的锻造比见下表 1: 典型锻件的锻比^[2]

表 1 典型锻件的锻比

Table 1 Forging ratio of typical forgings

锻件名称	计算部位	总锻比 K	
碳素钢轴 合金钢轴	最大截面	2.0~2.5	2.5~3.0
热轧辊 冷轧辊	辊身	2.5~3.0	3.5~5.0
船用轴	法兰 轴身	>1.5	≥3.0

基金项目: 中机六院课题设计资助项目

作者简介: 吕增印, 男, 工程师

电子信箱: lzyfhy@126.com

水轮机空心轴	法兰 轴身	>1.5	≥2.5
曲轴	曲拐 轴颈	≥2.0	≥3.0
模块	最大截面	≥3.0	
汽轮机转子 发电机转子	轴身	3.5~6.0	
汽轮机叶轮 涡轮盘	轮毂 轮缘	4.0~6.0	6.0~8.0
航空用大锻件	最大截面	6.0~8.0	

大锻件形体尺寸大，缺陷多，内应力大，温度分布不均匀，结晶、相变复杂，内部热扩散及氢气扩散困难。所以，冷却和热处理方式多，周期长、工艺过程复杂^[2]。其热处理方式主要包括锻后冷却、退火（低温退火、中间退火、完全退火、等温退火等）正火、回火、调质，还有等温冷却及起伏等温退火等，具体热处理工艺根据不同锻件的要求而定，本文不再详述。热处理后的锻件一般取样检测物理性能，如果需要还可以完成粗车的工序，为下一道半精加工、精加工做好准备。

2.2 工艺布置

2.2.1 设备选型 液压机车间主要设备为自由锻造液压机和工业炉。液压机的最大压力及其辅助设备由钢锭的重量、材质决定；而锻造液压机的数量配置情况由大型锻件的生产纲领决定。同样，工业炉的载重量、工作温度（升温速度）、工作尺寸等由锻件的重量、材质、尺寸、排料方式等决定。另外，需要特别注意的是压机的配置能力必须与工业炉的配置的能力配套，否则配置低的设备将制约整个液压机车间的锻件生产能力。

另外，作为车间的运输（操作）设备同样起着关键的作用，如果这些配套设备的能力不足以满足车间大型锻件运输或锻造操作的要求的话，他们也会成为车间产能提升的瓶颈。液压机车间设备的配置在锻压行业已形成了一个经验性的总结，详见**液压机锻造能力及配套设施**^[2]。

表2 液压机锻造能力及配套设施

Table 2 Forging capacity and supporting equipment of hydraulic press

液压机 公称压力 /MN	锻粗最大钢锭		拔长最大钢锭		操作机			锻造起重机、 翻料机		运输起重 机		加热炉	热处理 炉	备注
	重量 /t	平均 对颈 /mm	重量 /t	平均 对颈 /mm	起重 量 /t	倾翻 力矩 /(kN·m)	台 数	起重 量 /t	台 数	起重 量 /t	台 数	炉底总 面积 (m ²)/台 数	炉底总 面积 (m ²)/ 台数	
8	2.5	498	5	634	5	100	1	15/3	1			24.3/2	30.25/3	
12.5	5	634	8	751	10	250	1	20/5	1	50/10	1	36.45/3	67.56/3	
25	24	1063	49	1406	10~20	250~500	1	80/30 60	1 1	50/10 30/5	1 1	103/ (5+1保 温)	120/4	翻料机 自重 10t
30	32	1179	52	1406	20~40	500~ 1000	1	80/30 65	1 1	50/10	2	122/ (5+1保 温)	146.25/ 4	翻料机 自重 10t
60	60	1496	130	1986	50~80	1300~ 2000	1~2	150/50/1 0 130	2 2	150/30 150/50	1 1	230.42/ (7+1保 温)	306.6/8	翻料机 自重 25t
120	150	2105	300	>2404	100~ 150	2500~ 3500	1~2	300/100/ 5 250	2 2	250/50	1	333.8/ (5+1保 温)	393.6/6	翻料机 自重 64t

注：表中所列锻粗、拔长的重量适用于碳素结构钢或低合金结构钢，如高合金结构钢，按上表所列尺寸乘以0.85，合金工具钢乘以0.75，高速钢及其他硬钢乘以0.5^[3]。

基金项目：中机六院课题设计资助项目

作者简介：吕增印，男，工程师

电子信箱：lzyfhy@126.com

2.2.2 工艺布置 液压机车间的典型布置有两种方式，如下图 1、2 所示。

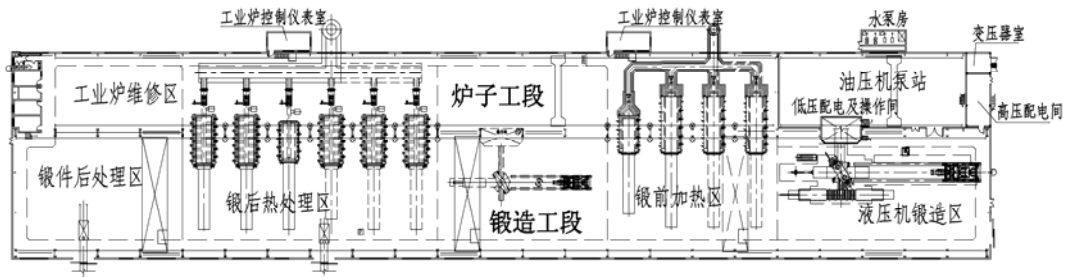


图 1 典型工艺布置图
Fig.1 Typical process layout

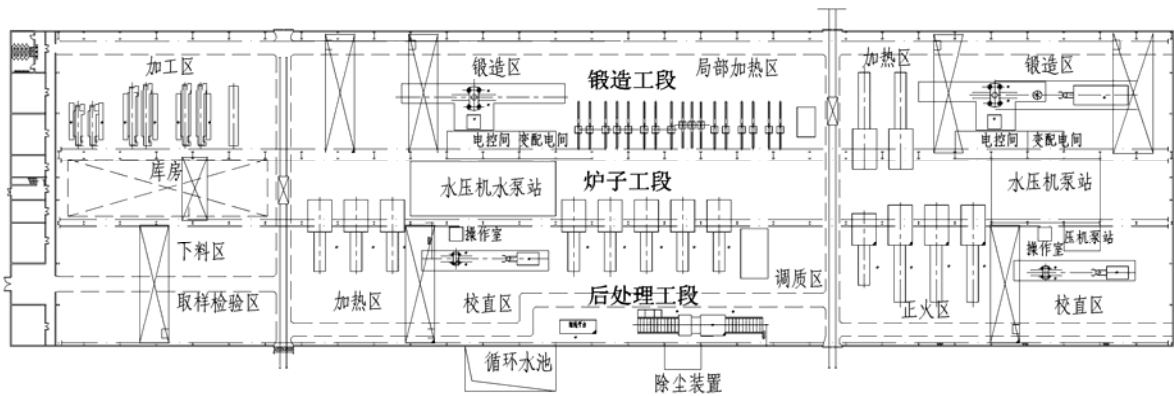


图 2 典型工艺布置图
Fig.2 Typical process layout

图 1 液压机车间由主跨（锻造工段）和炉子披屋跨（炉子工段）双跨组成。这种布置方式的优点如下：

(1) 烟道较短，烟囱抽力损失较少，可降低烟囱高度，减少土建投资，同时又能保证排烟顺畅。根据经验，大型自由锻造液压机车间的最长烟道不超过 40m，否则将会导致烟囱高于正常高度（30m 左右）或额外增设机械式抽烟设施。而这种布置方式使炉尾靠近厂房地侧的烟囱，缩短烟道长度，避免了设超高烟囱的情况。

(2) 公用设施管线较短。由于液压泵站在厂房的一侧，这给循环水池、冷却塔的就近设置带来方便；压机配电的管线也是同样道理。较短的管线带来较小的路损和较少的投资。

当然，图 1 的布置方式也有缺点，当液压机配置的数量较多时，将会造成厂房的长度加大，从而可能导致整个厂区的物流不顺。在这种情况下就出现了图 2 的布置方式。这种布置方式一般由两个锻造主跨和一个炉子跨共三跨组成，其优点如下：

(1) 工业炉机群式布置，便于集中控制。

(2) 可以有效缩短厂房的长度，便于液压机厂房在整个厂区的布置。

(3) 为不同压机共享同一个泵站提供了便利，减少了设备投资和占地面积。如图 2 所示，锻造工段与后处理工段的两台水压机就是共用一个泵站。

这种布置方式的缺点如下：

(1) 烟道较长，烟囱抽力损失多，排烟不利；烟道过锻造跨时容易与设备基础打架，给设计及施工带来不便。

(2) 公用设施管线较长，并且地下管线也同样可能存在与其他设备基础打架的情况，管线设计及施工都比较麻烦。

2.2.3 设备布置应当注意的事项

(1) 工业炉布置 工业炉的布置影响到厂房的跨度、柱距甚至主跨的轨顶标高，见图3 设备-厂房位置关系图。

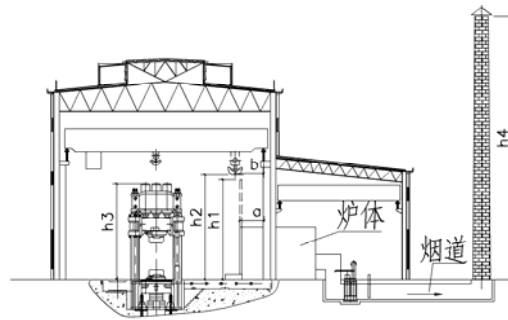


图3 设备-厂房位置关系图

Fig.3 Position relation drawing between equipment and factory

工业炉伸到炉子披屋跨的长度及其预热器、风机、烟道闸门等的布置方式将直接影响到炉子披屋的跨度；炉体的高度以及维修空间将决定炉子披屋维修起重机的轨顶高度。另外，炉头伸到主跨的长度 a 不得大于起重机吊钩死点到轨道距离 b ，否则运行中的吊钩很可能与炉门或炉头冲撞，造成生产事故。炉门起升后的高度 h_1 不得大于吊钩最高点标高 h_2 ，否则炉门起升时起重机不能顺利运行。在炉门的正上方不应设起重机的操作室，否则不但工业炉装出料不方便，而且出炉时的高温气流对司机的身心健康造成强烈危害。

(2) 液压机布置 自由锻造液压机的的布置（针对泵站的布置）比较复杂，主要分为全地下布置和半地上布置两种方式。全地下布置时，液压机泵站全部在地下，地下基础大且复杂；这种情况下采用下拉式液压机，地上部分压机的高度 h_3 就降低了，对厂房轨顶标高的要求也降低。当采用半地上式布置时，液压机泵站不在压机基础内部而在半地上，泵站应当本着各种公用管线的走线最短、最方便的原则设计；这种情况下一般采用的是上传动式液压机，地上部分液压机的高度 h_3 就较高，对厂房轨顶标高的要求也较高。无论哪种情况，厂房主跨的跨度、轨顶标高必须满足设备布置的要求。各种吨位的液压机厂房配套表见表3：自由锻造液压机厂房配套表^[4]。

表3 自由锻造液压机厂房配套表

Table 3 Supporting factory parameter for free forging press

液压机吨位 (MN)	8	12.5	16	20	25	31.5	60	80	125
主厂房跨度 (m):	18	18~21	21~24	21~24	24	24	27~30	30~33	33~36
披屋 (炉子跨) 跨度 (m):	9	12	12	12	12~15	12~15	21~24	24~27	24~30
主厂房轨顶高 (m):	9~10	10	10	10	13~14	14	18	19	21
披屋 (炉子跨) 轨顶高 (m):	8	8	8	6~8	8	8	10	12	14

3 公用配套设施

大型自由锻造液压机车间的公用配套设施主要有燃气、循环水、压缩空气或氮气、高低压电源等。

3.1 现在的锻造车间已经摒弃了以煤作为燃料的生产方式，天然气作为清洁能源已广泛应用于工业生产。

3.2 压缩空气或氮气在锻造车间是不可或缺的动力气体。压机的充液罐间断性用气，保证压机能正常工作。

3.3 大型自由锻液压机管道中的工作液体长期在高压、快速工况下温度升高，当温度超过 60°C 时，液压系统就不能正常工作。因此要对工作液体不停的冷却，冷却液体一般要求为清洁软水，条件不具备时可使用干净的江河水。

基金项目：中机六院课题设计资助项目

作者简介：吕增印，男，工程师

电子信箱：lzyfhy@126.com

3.4 大型压机泵站往往配备的有高压（10kV）电机和低压（380V）电机两种，并且总的安装功率很大。因此锻造车间需要专设（高）低压变电间、配电间。

4. 结语

大型自由锻液压机车间的设计是一项复杂的工程，本文通过分析液压机车间工艺设计领域应当注意的问题并简要介绍相关公用配套设施，使读者对液压机车间的工艺设计有了清晰的认识。

参考文献：

- [1] 陈柏金，黄树槐，熊晓红. 旧式水压机 CNC 改造. 锻压技术, 2008, 33 (1): 106-108
- [2] 王仲仁，皇甫骅，辛宗仁等. 锻造. 锻压手册[M]. 北京：机械工业出版社，2002
- [3] 俞新陆，何德誉等. 锻压车间设备. 锻压手册[M]. 北京：机械工业出版社，2002
- [4] 原第一机械工业部第一设计院，洛阳设计院编. 锻压车间设备选用图册. 北京：机械工业出版社，1977

基金项目：中机六院课题设计资助项目

作者简介：吕增印，男，工程师

电子信箱：lzyfhy@126.com

基金项目：中机六院课题设计资助项目
作者简介：吕增印，男，工程师
电子信箱：lzyfhy@126.com