

GUOWAI

DUANYA

SHE NGCHAN

国外锻压生产



冯桐

主编

上海科学技术文献出版社

国外锻压生产

冯桐笙 主编

上海科学技术文献出版社

国外锻压生产

冯桐笙 主编

*

上海科学技术文献出版社出版

(上海武康路2号)

新华书店上海发行所发行

上海商务印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 8.625 字数 207,000

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数: 1—3,600

书号: 15192·251 定价: 1.06 元

《科技新书目》49-248

前 言

我国现有的锻压生产已掌握了基本手段和技术,并具备了一定的生产能力,但是,与世界先进水平相比较,还有较大的差距,有待于进一步提高。

我们编译这本《国外锻压生产》的目的,是试图综合最近国外有关锻压生产方面的经验,以为我国锻压工业的调整和技术改造服务,提高我国锻压生产的效率 and 水平。

本书收集了1980年在英国伦敦召开的第十届国际模锻会议和1981年在西德杜塞尔多夫市召开的第九届国际锻造会议上所有技术论文的简介,从中可以了解到最近国外锻压工业的动向。另外,从其它刊物的选题中我们还着重地注意到提高锻压生产效率和质量的有关生产管理、经济核算、环境保护、节约能源、机械化自动化、电子计算机的应用以及车间合理化改造等方面的内容。我们希望通过介绍,能引起大家对这些领域的重视,对我国锻压工业的提高和发展起到有益的作用。

由于国外的社会条件,生产组织和技术水平等与我国都不全相同,通过文中的经验可以了解到国外是如何组织和改造锻压生产的,其方法和思路也许会对我们有所启发和借鉴。

由于时间匆促,加以编者的视野和水平的局限,本书在选题和编译中,一定存在很多不足,希同志们能不吝指正。

编 者

一九八二年十月

目 录

✓ 第九届国际锻造会议有关技术报告简介——兼论国外	
大型锻件生产动向	1
第十届国际模锻会议全体会议有关技术报告摘要	27
一个锻压工厂改组规划的管理情况	46
三种增大模锻能力的低廉措施	55
效率最高的锻压车间平面布置	58
锻压工业中能源需要的一些情况	69
△ 自由锻造车间的自动化和节能	78
✓ 大锻件生产制造工艺合理化的作用	89
△ 提高锻造生产中工作效率和质量的方法	98
△ 大型锻造设备的自动化	116
包括热剪切机的半自动锻压生产线	145
如何对待锻压工业中的噪音问题	153
决定压力中心、平衡分模线和估算锻压力	157
超合金圆盘锻件的先进工艺	176
钛合金零件的高速精密模锻	183
装有程控锻压机组的综合机械化锻造工场	191
锻压与感应加热一起前进	197
△ 减少钢材在塑变前加热过程中的氧化和脱碳	204
热锻模的计算机辅助设计与制造	214
信息与锻压工业	230
一个模锻件的制造工艺方法对比	242

• | •

模锻经济性的研究	257
锻锤和曲柄热模锻压机上开式模锻时飞边废料的统计 分析	264

第九届国际锻造会议有 关技术报告简介

—兼论国外大型锻件生产动向

第九届国际锻造会议由德国冶金工作者学会(Verin Deutscher Eisenhüttenleute, VDEH)组织、德国自由锻协会(Vereinigung Deutscher Freiformschmiedern VDF)协助和欧洲共同体委员会(Commission of European Communities)支持而于1981年5月4日至9日在西德杜塞尔多夫市(Duesseldorf)召开。参加会议的有二十多个国家的代表,共400余人。中国机械工程学会锻压学会,也第一次派代表团,携带论文参加了会议。会议在两天内共有15个国家宣读了43篇论文。会议论文共分五个大类:即锻造钢锭生产和制造的特殊工艺过程;高应力大型锻件的质量特性;在水压机上用特殊工具生产大型锻件的工艺;锤上锻造难变形金属的经验;锻造车间的合理化措施。

兹将有关论文择要简介于下:

一、在锻造钢锭生产和制造的特殊工艺过程这一大类中,首先介绍了钢水的特殊处理,主要有下列几篇论文:

为生产高质量自由锻件而应用的以氩吹钙的冶金技术

W. Grim, J. Feller 和 H.-U. Plaul

由于通常用来制造锻造钢锭的电渣重熔技术的不方便,以及成本高,能力和生产率都不足等原因,促使开发新的炼钢工

• 1 •

艺，其目的是为了改善钢包冶金和浇注精化工艺以生产出高质量的锻造钢锭。

以氩吹钙的冶金技术(Calcium-Argon Blowing Process CAB)的主要目标是改善硫化物和氧化物夹渣含量，这是与已定的浇注参数有关，以使大型锻造钢锭的宏观偏析也大为减少。各种不同的生产大型锻造钢锭的工艺相互比较，可以看出 CAB 冶金技术可以满足到现在为止还只有电渣重熔才能达到的最高要求。

为高质量大型锻件而应用的喷钙冶金技术

H. Hölschermann 和 D. Reiber

在 1978 年 3 月，以氩吹钙的冶金技术，介绍到瑞士的丰洛尔(Von Roll Ltd)公司的钢厂中来。用这种方法炼出的钢制成锻件而得到显著成果有：

- 硫的含量低于 0.003%。
- 在 30 吨重以下的钢锭，未发现有硫的偏析。
- 与正常等级的锻件相较，其横向的冲击值增加 100%。
- 氧化物显著减少。
- 残余的氧化物成球状。

用这种方法炼钢制成的锻件，其纯洁度基本上可以与电渣重熔相媲美。

精炼车间的设计和实现——应用于锻造用钢锭

Ph. Dor 和 J. Comon

本文简单介绍了车间情况和工艺过程。

运行的结果表明炉子的生产率显著提高和铁合金的成本降低。这一工艺过程能够以一个炉次生产出要两次浇注重量的

钢锭。

成份的扩散有所改善,而且也有可能标准操作的状态下,能可靠的得到极低的硫和磷的含量。

浇注温度的控制也大为改善。

钢包精炼是保证高质量,而同时经济效果好的优异的方法。

其次在锻造用钢锭的生产中主要介绍了下列论文:

采用精炼除氢底浇操作方法制造最大的 200 吨锻造用钢锭

Y. Jida, H. Ohmori, A. Nanba 和 T. Kato

日本川崎钢铁公司的水岛工厂采用氧气顶吹转炉——除氢操作法,并采取大锭底浇的方法,制造了大至 200 吨锻造用钢锭。这一操作法与通常的电弧炉操作相比具有下列优点:

1. 钢中的有害元素如砷、锑、锡等可按选用钢水降至最低。这对原子能用的各种容器制造很为有利。

2. 由于采取了先进的钢水在氧气顶吹转炉中的除硫和除磷措施,可以使钢中的硫和磷的含量分别保持在 0.006% 以下和 0.002% 以下。

3. 由于氧气顶吹,除氢速度,浇注时防止吸氢等技术的改进,使锭模中钢水的含氢量保持在 0.9 ppm。

4. 专门设计的底浇法保证 200 吨以下的钢锭浇注稳定,得到较好的氢含量、夹渣和表面状态。

热力和冶金控制锻造用钢锭模的效率

M. Scapi, B. Andreoli, S. Basevi, A. Giorgetti

利用数学模型,按操作程序予以校验并以实际浇注的钢锭

来验证, 可以有较准确地模拟假想钢锭的凝固过程。

我们进一步作些估计, 收集一些将来端纳 (TERNI) 钢锭的几何形状的单元资料, 以及如何改进操作工序。

这些发展方面从下列各点开始:

——采用轻型圆柱形热顶辅以绝缘衬垫。

——采用热顶的比例大于锭体重量的 23%。

——减少浇注结束到覆盖完毕间的时间至最小, 尽可能为 0 秒。

——浇注温度较高。

本文中所列举的数据将再经几次浇注, 进一步加以证实。

最终希望能达到产量和质量的要求。

在电渣重熔方面主要的论文有:

用电渣重熔生产重 160 吨的钢锭

R. Jauch, A. Choudhury 和 F. Tince

文中介绍重熔车间的原则。氢、铝和硫的含量是重熔时间的函数。坑深则是锭高的函数。26NiCrMoV145 和 26NiCrMoV115 电渣重熔钢锭的机械性能, FATT 和 NDTT。进一步发展直径为 1800 毫米的锻件以及在重熔过程中的控制等。

澳大利亚锻造电渣重熔钢的最新经验

D. K. Kirkness, G. Ormerod, F. F. B. Whyte,

B. Beveridge 和 R. Andrew

本文介绍了安装最大能力为 33 吨的电渣重熔设施后, 对锻造的影响。同时也讨论了影响选用电渣重熔包子尺寸的因素。由于电渣重熔钢锭的表面和内在质量都很优越, 可以允许加快

加热和冷却速度,更好地利用有效热量和缩短压制周期。研究了四种钢种的结果说明了提高产量的情况,这是由于在锻造过程中,重熔操作的夹渣所致。锻造车间内电渣重熔较好的热加工性能尚没有被小量的锻粗和热态冲击拉伸试验所证实。同时也概略介绍了变形比对机械性能各向异性程度影响的研究。

新的电渣热顶操作法

Y. Hirose, K. Morinaka, S. Watanabe,

T. Saeki 和 S. Matsufuji

在我们的冶炼车间内,发展了新的电渣热顶操作法(Electro Slag Hot Top Process ESHT)以及耐火衬里的冒口,石墨电极和热渣启动等。几个大约 60 吨的钢锭,以不同的方式进行了研究。

对包括钢锭轴线的切面进行研究的结果表明:

1. 冒口的顶面是平的。
2. 钢锭凝固时热顶渣所起的脱硫作用可用硫印表示出来,同时也对冒口的顶部进行了分析。
3. 钢锭具有非常小的不良偏析凝固区而同时也很少有由于底部沉积的氧化物而形成的杂质。
4. 钢锭各处的氧化物夹渣都有减少。

用这种方法冶炼的钢锭锻出的转子,其非破坏性试验结果和韧性机械性能都很好。

NiCrMoV 钢 52 吨 B. E. S. T. 锻

造用钢锭的质量特点

P. Machner, R. Tarmann 和 Brigitte Bisanz

本文介绍了 NiCrMoV 钢 52 吨 B. E. S. T. 钢锭的生产资

料,钢锭的轴向裂缝和断裂面,钢锭偏析,碳、硫和磷的分布,在锭体内还原元素硅、铝和合金元素铬、钼、钒、镍等的局部浓度,铸态材料的密度和机械性能,钢锭材料的宏观结构、微观结构和晶间沉积物等。

最后在锻造工艺一节中主要论文有:

生产转子锻件的新工艺

A. Suzuki, S. Kinoshita, M. Takada

H. Kikuchi, Y. Kubo

本文介绍了以新工艺用 425 吨的钢锭,成功地生产出了 100 万千瓦等级的汽轮发电机转子。

在生产过程中最重要的操作是锻造,它使钢锭原有的缺陷闭合了。为了解决这些问题,使用了一系列 2 米宽的 V 形模具,大型转子锻件的锻造因而也不用墩锻操作。

另一个重要环节是热处理,使能得到均匀而细化的奥氏体晶粒结构,这对良好的韧性是很主要的。为了使其易于减小奥氏体晶粒,进行了广泛的研究,结果发现先前奥氏体化,增长回火或预热处理是有益的。文中介绍了应用上述工艺成功地生产出来的大型转子锻件的质量。

锻件中心长度方向所产生的轴向应力是高度压缩和工具宽度比的函数 W/H_0 (即工具宽度/锻造前的材料厚度)。如工具宽度的比小于 0.8,则在锻件的轴向将出现拉应力。这便是所谓的曼内斯门效应 (Mannesmann effect)。所以,工具宽度比至少要大于 0.8,这样才能在锻件中心形成压应力。

塑性变形量,亦即所谓当量应变,在锻件中心将随工具宽度的增加和高度的压缩而增大。但是,当量应变在工具宽度比大

于0.8时, 并不很显著。由此可见, 工具宽度大于0.8是必须的, 这样可以避免产生拉应力, 从而对缺陷不利。一般来说, 同样的压缩, 使用较宽的工具需要较高的压力, 这是因为工具与材料的接触面积增加了。所以, 最适合的工具宽度比应该考虑到压力机压力的限制来决定。

至于高度压缩与锻造效果(这指的是液体静压应力和当量应变)之间的关系, 在圆柱形材料的中央用三种不同形状的工具, 即V形(120° 角度), V形(90° 角度)和平砧。使用平砧锻造, 高度压缩小于10%时, 即出现拉伸液体静压应力。另外, 使用V形工具, 则不产生拉伸应力而是压应力。在三种不同形式的工具中, 120° V形工具的当量应变最大。所以建议使用 120° V形工具, 对闭合锻件中心的孔穴有利。

制造高质量大型锻件新锻造过程的发展

Shiro Watanabe, Itaru Tamura, Kazuhiro Nakata,

Koue Nakajima, Kazuo Watanabe

为了发展一种锻造过程以有效地闭合和压实大型钢锭疏松的结构, 采用了蜡泥塑料(Plasticine)模型试验, 来测量其内部变形, 内应力, 压力和锻造时的孔穴变形。孔穴闭合和压实的应力——应变情况可以很清楚。有两种新发展的锻造工艺过程, 证实了钢在热态下, 只需有限的每一行程的压下量, 锻造比和压力便能有效地使孔穴闭合和压实。其中之一的FM操作法(Free from Mannesmann effect 无曼内斯门效应)已用来制造大型锻件如特大的锻造扁坯及转子轴等。使其在锻件中心不出现拉应力。另一种称为FML锻造操作法, 其压力低于FM操作法(L即为英文 Lower 的第一个字母)。

通常锻造使用的上下砧都是对称的。FM操作法使用的上

砧与通常的一样,而下面的平砧则较材料为大。FML 操作法使用与 FM 操作法同样的下砧,而其上砧则较材料为小。所谓中心压实法(JTS Process)使用的上下砧与 FML 操作法一样,所不同的是材料具有很大的温度差。

这些操作法所要求的 W/h 参数见下图

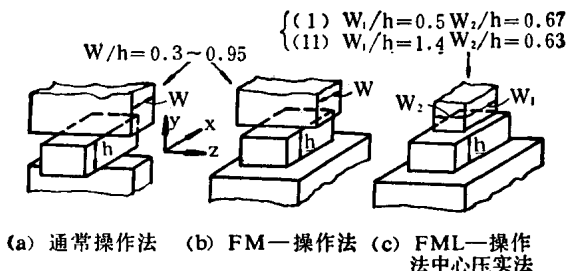


图 各种锻造操作法砧头的几何形状及装置

铸造条钢的自由锻造

Magnus Jarl

连续浇注的钢坯在瑞典玛复斯(MEFOS)金属加工试验工厂(Metal Working Research Plant)进行自由锻造。锻造参数各不相同。取了拉伸试样以评价材料的性能。其结果指出锻造参数必须根据材料的铸态结构来选择。

二、在高应力大型锻件的质量特性这一大类中首先介绍了抗蠕变的 CrMoV 钢,其主要论文有:

对大型高温蒸汽轮机转子锻件先进熔化工艺的评价

J. E. Steiner, V. P. Swaminathan, R. J. Jaffee

这一电力研究院(Electric Power Research Institute)的项

目的是安排来论证生产高压 CrMoV 蒸汽轮机转子的先进方法并将转子用于维修。选择了三种工艺过程, 电渣重熔(ESR), 低硫, 和低硫真空碳脱氧(VOD)。将之与 29 根最近用通常工艺生产出来的转子上的试样比较, 就钢锭的均匀性和坚实性, 转子的机械性能, 破坏韧性以及高温性能等作对比评价。所有三根转子的硫含量都很低(0.0007~0.002%)。硫印一般都是很干净的。宏观酸蚀试验对通常产品和电渣重熔产品都是正常的。轴向硫的偏析也是极低的, 其他元素也均正常。所有机械性能均与通常的转子一样或超过。

大型抗蠕变轴类锻件的质量研究

J. Ewald, K-H Keienburg W. Wiemann

研究了 1% CrMo (Ni) V 转子锻件的性能及其均匀性。主要使用的试样是 KWU 的长径向试样。锻件是从用不同方法制造的钢锭制造出来的, 部分用油淬, 而部分则空淬。同时还对不同制造方法钢锭的偏析形式及其特点进行了探讨。报告中包括了对 1% CrMoV 钢长期试验的结果以及某些维修方面的经验。

低 Si 2.7Ni-0.6Cr-0.5Mo-0.1V 钢种

应用于高压-低压整体转子

S. Karino, K. Uchida, J. Matsuno,

S. Sato, K. Aso, H. Wanka

研究了在 2.7Ni-0.45Cr-0.5Mo-0.1V 钢中, 降低 Si 的含量后对机械性能的影响, 以使低 Si 钢能用于高压-低压整体转子, 为了减少钢锭偏析。降低 Si 的含量, 虽然 500°C 以下的抗拉强度有所降低, 但其韧性和回火脆性改善了。抗拉强度的降

低可以由少量的增加 Cr 的含量而得到足够的补偿,同时并不影响到其他的性能。蠕变破坏强度,不论是降低 Si 或增加 Cr 都没有任何变化。以川崎钢厂所发展的特殊炼钢操作而得到的低硫,磷和有害元素的钢来制造的整体转子的实际产品,其机械性能正如开始研究时,所希望的那样满意。

其次在 NiCrMoV 钢中的主要论文有:

制造大型整体转子锻件的历史回顾和未来展望

S. Kawaguchi, R. Yanagimoto,

S. Sawada 和 T. Ohhashi

回顾转子锻件的制造,可以很好地理解到转子的完整性和可靠性是紧密地与生产过程的发展和改进相连系的。例如,使用了碱性电弧炉及真空浇注,便显著地提高钢锭的内部坚实性和清淨,在调质时采用水淬又提高了转子的韧性。

几十年来,虽然革新了很多生产过程,仍必须着重指出 NiCrMoV 系列钢种的发展,对低压汽轮机转子材料的强度和韧性得到了很好的平衡,是开创了一个新纪元。进一步应用于大的零部件,这一材料便很需要解决回火脆性问题和钢锭偏析,将再作评价并进一步发展真空碳脱氧操作法以及改进评价可靠性的方法。

根据这一背景, NiCrMoV 系列钢种,如在 1973 年和 1975 年分别在樱桃山 (Cherry-Hill) 和巴黎会议上所介绍的,已经成功地应用于四极发电机整体转子锻件上。这一事实也可说明,我们已经能制造断面特别大的完整的低压汽轮机转子大型整体锻件,而可能将来制造大容量发电机组的转子。

本文介绍了这些历史的回顾以及将来的形势包括用 570 吨

钢锭制造整体锻件的可能性。

转子和压力容器用合金钢的回火脆性

P. E. Reynolds, J. H. Reynolds 和 D. Dulien

本文总结了近来在回火脆性方面的主要工作。检验了试验用的 $3\frac{1}{2}\%$ NiCrMoV 钢证实了磷及其与锰作用的重要性, 锰的含量增加到 $0.2\sim 0.7\%$, 脆性增加。钼的最佳含量也作了规定; 抗回火脆性是与固溶体中出现的钼有关, 与微观结构也有连系。将生产锻件上取下的试样暴露在 $250\sim 450^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 经 30,000 小时, 可以进一步证明回火脆性中成份和微观结构间的关系。用摆锤脆性转变方法(the Shift in Charpp FATT)测定, 在 250°C 时没有发现明显的脆性。

文中并根据基本模型和偏析测试对脆性水平的判断进行了讨论, 同时也包括了回火脆性控制的实际生产方面。

大型锻件的临界间热处理

David L. Newhouse

ASTM 回火脆性研究小组对这一课题进行了研究, 以决定 NiCrMoV 转子锻件的临界热处理 (Intercritical heat treatment IHT) 能否在整个锻造过程中, 保持很满意的性能平衡并改进抗回火脆性的能力。结果在脆性范围内运行的转子是良好的, 但是在低温下运行的部件并不好。

临界热处理的锻件在 399°C 时脆性很低, 但是开始 FATT 较用普通处理方法的高出 22°C , 所以在低温下运行的临界热处理转子受较高应力的零件, 在其整个使用寿命内, 其破坏韧性也是较低的。此外, 与普通热处理相比, 一个大型锻件要在临界间温度下, 取得均衡, 也是很困难和很费时的。