

机械工业技术革新丛书

球墨铸铁曲轴凸轮轴的制造

国营南京汽车制造厂编

江苏人民出版社

· 內 容 提 要 ·

本书是南京汽車制造厂用球墨鑄鉄制造曲軸凸輪軸的經驗总结。首先扼要地介紹試制的經過情况，而后詳細闡述曲軸凸輪軸的鑄造工艺和技术要求，并且分析了球墨鑄鉄的热处理规范、鑄造性能和金相組織。书中內容丰富而又切合实际，可供鑄造工作者参考。

机械工业技术革新丛书 球墨鑄鉄曲軸凸輪軸的制造 国营南京汽車制造厂編

※

江苏省书刊出版营业許可証出〇〇一號

江 苏 人 民 出 版 社 出 版
南 京 湖 南 路 十 一 号

江苏省新华书店发行 南京前进印刷厂印刷

※

开本787×1092 耗 1/32 印張 4 13/16 字數 98,000

一九五八年十一月第一版

一九五八年十一月南京第一次印刷

印數 1—1,300

統一書號：T 15100 · 194

定 价：(5) 三角二分

前 言

为了节约鋼材,降低产品成本,在第一机械工业部汽車局指示下,我厂进行了鑄造曲軸与凸輪軸的試制工作。从1957年三月份起至十月份止,在鑄造方面已基本告一段落,自1957年十月份起至1958年二月份止,进行了运转試驗,此后即陸續投入生产,到目前为止,已經大量生产。但对于曲軸与凸輪軸的制造,尚存在不少問題,有待于鑄造工作者、热处理工作者与設計工作者的共同深入研究,加以解决,以巩固和发展球墨鑄鉄的应用范围。

经过近几年来特别是近一年多来的試驗与实践証明,球墨鑄鉄在机械性能、物理和化学性能,以及生产工艺性能方面,具有綜合性的良好性能,所以应用范围逐渐广泛。如內燃机曲軸,在柴油机、煤气机上几乎已全部改用了球墨鑄鉄,或正在改用球墨鑄鉄,在汽油机和汽車上也已逐渐改用球墨鑄鉄。凸輪軸经过試驗証明完全可靠,同时将与其发生摩擦运动的机件,如机油泵驱动齿輪、汽門举杆等,改用球墨鑄鉄,則更可改善其性能,延长使用寿命。

无錫柴油机厂将球墨鑄鉄应用于柴油机上,作出了卓越的贡献。上海某些厂将球墨鑄鉄应用在汽車底盘部分,代替了工艺过程极为复杂的可鍛鑄鉄,使用情况也良好。此外,在重型机械上,在机車制造上,球墨鑄鉄也都得到了广泛的应用。

但在我国年青的汽車制造业上,对球墨鑄鉄的应用,尚在萌芽时期,故必須立刻解放思想,打破迷信,向柴油机制造业

看齐，向機車制造业看齐，向重型机械制造业看齐，坚决执行党的多快好省的方針，認真地分析設計上的要求和鑄造中的具体問題，使球墨鑄鉄在整个社会主义建設中，發揮更大的作用，使我国的球墨鑄鉄技术繼續上升，在最短時間內压倒英国，赶上美国。

我們为了肯定成績，找出缺点，并确定今后工作的方向与目标，将过去試制工作各阶段的經驗进行总结，写成本书，希望同志們給予指正。

国营汽車制造厂

1958年10月

目 录

前 言

第一章 試制經過.....	1
第一节 試制工作的組織与协作.....	1
第二节 各阶段試制工作的經過概況.....	2
第三节 試制記錄.....	8
第二章 凸輪軸的試制.....	17
第一节 凸輪軸的技术条件与檢驗規範.....	17
第二节 凸輪軸的合金牌号与机械性能.....	18
第三节 凸輪軸的化学成份.....	20
第四节 凸輪軸的金相与热处理.....	21
第五节 凸輪軸的澆冒口系統.....	26
第六节 凸輪軸的运轉試驗.....	33
第三章 曲軸的試制.....	34
第一节 曲軸的技术条件与檢驗規範.....	34
第二节 曲軸的合金牌号与机械性能.....	37
第三节 曲軸的化学成份.....	39
第四节 曲軸的金相与热处理.....	43
第五节 曲軸的澆冒口系統.....	44
第六节 曲軸的运轉試驗.....	65
第四章 球墨鑄鉄的热处理試驗.....	67
第一节 試驗的目的与要求.....	67
第二节 試驗的方法与經過.....	68

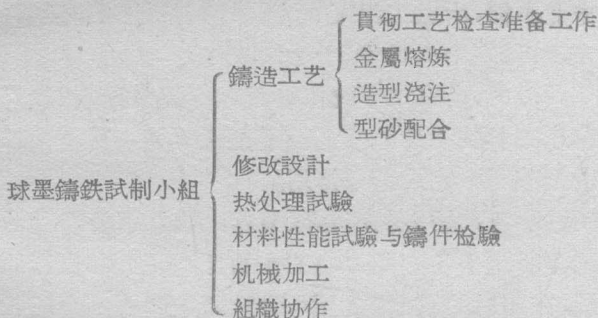
第三节	討論与結語	76
第五章	球墨鑄鉄的熔炼与球化处理	79
第一节	一次处理与二次处理的比較	79
第二节	鐘罩压入法的熔鑄工艺守則	83
第三节	压力加鎂球化处理法	86
第六章	球墨鑄鉄的鑄造性能与鑄造缺陷	90
第一节	鑄造性能	90
第二节	鑄造缺陷	92
第三节	球墨鑄鉄中夹杂物的初步鉴定	94
第七章	球墨鑄鉄的規格	98
第一节	球墨鑄鉄牌号与机械性能及 金相組織的規格	98
第二节	球墨鑄鉄的化学成份与配料規格	100
第三节	球墨鑄鉄金相組織的規格	101
附录一	球墨鑄鉄球化压力加鎂設備图	108
附录二	緩流澆鑄系統	117

第一章 試制經過

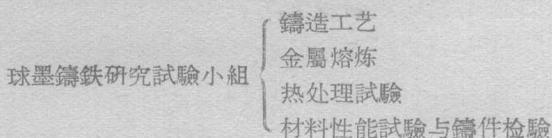
第一节 試制工作的組織与协作

試制工作是在我厂与南京工学院协作下进行的。我厂与南京工学院都分別組織了試制专业小組，負責整个試制工作的組織与推动，以及具体的研究和指导工作。

汽車制造厂的試制工作的組織如下：



南京工学院的試制工作的組織如下：



机械制造与工艺科学研究院(前工艺与生产組織研究院)沈阳鑄造研究所派了一位工程师参加了南京工学院的研究小

組，長春汽車拖拉機學院派了一位教師參加了我廠的試制小組，使試驗研究力量得以加強和壯大，對我廠曲軸凸輪軸的試制作出了一定的貢獻。

第二節 各階段試制工作的經過概況

整個試制工作共歷時約7個月，先後試驗28次。試制過程分成如下幾個階段：

1. 準備階段——自3月中旬至4月份，編訂計劃，成立組織，收集文獻資料，組織學習，製備必需的工具，如木模、砂箱、澆包、鐘罩等。

首先在我廠黨委的領導下，成立了球墨鑄鐵曲軸凸輪軸試制專業小組，由總工程師負責領導，下按工作性質的不同，設立專業，指定專人負責。

3月份內，南京工學院舉办了球墨鑄鐵講座，我廠有關同志與南京工學院全體鑄造人員都出席聽講，對全體工作人員在理論上起了一定的指導作用。

經過學習，結合我廠具體條件，編訂了各階段的試制方案，這樣明確了各階段試制工作的目的任務和進行的方法與工作量。在此後的試制過程中，除時間進度因生產任務的影響有所拖延外，基本上都能按照計劃進行。

球墨鑄鐵試制計劃如表1。

球墨鑄鐵曲軸凸輪軸試制計劃進度表

表 1

工 作 項 目	日 期 達 到 要 求	二 月		三 月		四 月		五 月		六 月		七 月		八 月		九 月		十 月	
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
学习文献資料	确定化学成分、金相組織、机械性能	—	—	→															
編訂試鑄的工艺方案	根据曲軸原設計	→																	
拟訂处理鉄水初步方案	准备第一阶段試澆用	→																	
試澆(3次)	曲軸凸輪軸各 6 根	←	←	→															
編訂热处理工艺		↔																	
热处理試驗	曲軸凸輪軸分別做			↔															
解剖检查缺陷	曲軸凸輪軸分別做			↔															
試样設計与制模型		←	—	→															
鑄造工艺装备設計	包括鑄造熔炼所需一切工具	←	—	→															
总结第一阶段經驗	評定原有球墨鑄鉄的技术水平和制造球墨鑄鉄曲軸凸輪軸的問題			←	—	→													
修訂鑄造和热处理工艺				→															
修訂处理鉄水方案				→															
改換冲天爐衬为碱性	降低磷硫有害元素			←	—	→													

2. 摸底阶段——根据过去球墨鑄鉄生产的方法,以及在完全不改变产品設計的基础上,将曲軸凸輪軸作初步試制。首先摸索曲軸和凸輪軸在球墨鑄鉄鑄造中可能产生的毛病,衡量当时制造球墨鑄鉄的水平,从而明确以后工作的方向。

自4月中旬至5月中旬,从01爐到07爐,共試驗7次。

通过7次試驗,証明当时的关键問題在于熔炼的不稳定,球化与墨化作用不够良好,基体組織除正常的珠光体外,时而白口,时而鉄素体,而且很不安全,对之信心不高,也产生过畏难情緒。加上車間生产任务紧张,每次試驗要抽出相当的力量有困难。又因曲軸凸輪軸同时进行,并且采用許多不同的方案,使每次試驗的工作量很大。因此,为了集中力量解决重点关键問題,减少每次試驗的工作量,乃选定技术問題比較簡單的凸輪軸,作为下一阶段的試驗对象,免得抓得太多,失去重点,力量分散。一待熔炼質量稍趋稳定,并在凸輪軸試制告一段落时,再轉移力量試驗曲軸。

3. 凸輪軸試制阶段——为了减少每次試驗的工作量和問題的复杂性,集中力量解决熔炼問題,决定暂时放弃曲軸,先以凸輪軸为对象,进行試制,并使凸輪軸能早日投入生产。然后在球墨鑄鉄凸輪軸正式生产中,进行曲軸試制及改进質量等研究試驗工作,从而扭轉长时期为試驗而試驗不見效果的局面。

5月中旬至7月中旬,从08爐至17爐止共試驗10次,在凸輪軸方面,經過了5种不同方案的試驗(图6—10),終于获得了理想的澆冒口系統設計。在熔炼方面,也在原有設備的基础上,取得了一定的經驗。

在这一阶段試制后,我們确定了凸輪軸的鑄造工艺。这种工艺在后来連續10余次的考驗中証明,完全可以得到合格的

鑄件(工艺卡片見附表)。

在熔炼方法上、球化处理上、金属配料上，对凸輪軸的要求来講，都已能够滿足产品要求。这些将在后面詳述。

热处理方面也进行了各种不同規范的处理，如正火、高溫回火、高頻淬火等，都作了一系列的試驗，使凸輪軸的全部热加工过程，获得了成熟的工艺方案。

在化学成份与机械性能的选择上，金相組織与热处理工艺的研究上，也都在此阶段中获得了初步的結論。

通过此阶段的試驗，在熔炼質量上获得初步稳定后，已使部分其他产品零件改用了球墨鑄鉄，如电焊机接头及机床的配件等。

在經過运轉試驗后，已經肯定待鋼制毛坯的凸輪軸用完后，即改用球墨鑄鉄凸輪軸以代替鍛鋼的凸輪軸。

4. 曲軸試制阶段——在熔炼質量获得进一步稳定与凸輪軸工艺基本成功的基础上，乃轉移力量于曲軸的試驗。其中首先試驗了CN-050型(仿苏M—20型汽油发动机，50匹馬力)四缸曲軸。后来因新产品需要，又試驗了CN—25型(仿日东方牌，25匹馬力)二缸曲軸。后来在四缸曲軸的基础上，又試驗了CN—070型(仿苏嘎斯51型汽油发动机，70匹馬力)六缸曲軸。

7月下旬至9月中旬，自18爐至24爐止，共試驗7次。对四缸曲軸采用了两种不同的設計方案。其一为空心軸頸，改变了原来曲軸的設計，將軸頸中心挖空，孔的直径为軸頸直径的40%。其二为实心軸頸，完全与鍛鋼曲軸相同，原来設計未予变动。

空心曲軸經過軸頸中心挖空后，使整个曲軸的断面变为均匀。在浇鑄系統上只使用一个冒口，即可使整个鑄件沒有疏松現象，这使曲軸在将来改进設計、提高使用性能上，提供

了有利条件。

实心曲軸在整个鑄件上,厚度不均匀,浇冒口設計比較复杂,最厚处約有70公厘,最薄处仅約20公厘,但在按放了三个冒口后,也已使整个鑄件完全消除了疏松現象。

CN—25型二缸曲軸,結構比較简单,原設計的軸頸,即為空心,仅試驗一次,經解剖檢驗后,全部沒有疏松現象。后因任务改变,沒有繼續进行。

CN—070 六缸曲軸,結構比較复杂,經同志們专心分析研究后,确定了浇冒口系統,經用实样試驗两次后,也已基本解决了疏松問題,随后进行模型的制造。

鑄件的缺陷,除疏松外,其他如皮下气孔、裂紋黑点等,采取了湿型(加煤粉)和除渣等措施后,也已基本消除。故就鑄造而言,經過了全体同志們的艰苦鑽研与辛勤劳动后,已完全能够掌握所需要的理想鑄件。

热处理方面,也相应的做了很多不同的試驗,如正火、回火、調質及珠光体球化处理等工作,对今后改进質量指出了明确的方向。

5. 改进熔炼提高質量阶段——自从凸輪軸曲軸基本解决鑄造問題后,如何使曲軸能稳定地用于生产便成为那个阶段的中心任务。这个复杂任务,当从以下四方面进行:(1)如何改进熔炼,特别是球化处理的方法問題;(2)如何以热处理来提高机械性能,特别是冲击韌性;(3)如何来調整化学成份,以提高热处理性能,通过热处理来满足产品設計的要求;(4)如何改进曲軸設計,以充分运用鑄造曲軸的特点,来提高工艺和使用性能。

如何改进曲軸設計系属产品設計方面的問題,有賴于設計人員的密切配合,使鑄造曲軸更趋理想。其余皆属鑄造与

热处理方面的问题，在試制中更应悉心研究，随时予以改进。

目前我厂在改进熔炼提高質量方面，已經开始采用碱性爐衬和压力加鎂法，并且在使用热风方面也正在进行設計制造。

在热处理方面，也进行了一系列提高机械性能的試驗。通过各种正火、回火与珠光体球化处理，截至第23爐止，已能使抗拉强度、延伸率和冲击韌性都同时达到規定的要求（即 $\sigma_b > 60$ 公斤/公厘²， $\delta > 2\%$ ， $a_k > 1.5$ 公斤公尺/公分²），但在几种不同方法的处理后，都伴随着鉄素体的增多，影响了軸頸表面的耐磨性。若再用表面淬火处理，可能会产生不良影响，如淬火裂紋等。因此如何在热处理中防止石墨化或防止鉄素体的增多，必須作进一步試驗。为了满足机械性能和热处理的需要，可能尚須采用一些对碳化物起稳定作用的合金元素，并且要采用国内富有的元素如錳、鉬等。但加入合金元素，必須解决一系列的技术問題，如化学成份的严格控制、熔炼溫度的提高等。截至目前止，加入合金的元素数量与方法，亦已基本掌握。

同时在此阶段內尚需将前阶段鑄成的凸輪軸曲軸进行装车运轉試驗，从运轉試驗中發現出一切可能产生的缺点和今后改进产品設計的参考数据。

第三节 試制記錄

試制記錄在試制产品的过程中，可以作为研究分析并采取进一步改进措施的依据，故极为重要。因而在曲軸凸輪軸的試制中，也作出了完整的工艺記錄与检查記錄，作为当时与今

* 規定为无缺口試样。

后的研究查考資料。

球墨鑄鐵曲軸的試制記錄分为分析記錄与綜合記錄两种。分析記錄主要作为当时研究分析之用，故記錄內容必須詳細，包括整个工艺过程中的每一細節。其格式如表2—9。每次試驗完成后，可以裝訂成冊，以便保存。

綜合記錄系为积累許多爐次的試驗記錄而进行統計分析之用，特別在每一阶段告一段落时，进行綜合性的分析极为有用。但內容必須扼要詳盡，使在进行分析研究时，一目了然。其格式如表10—12。

此外尚有生产記錄，为在日常生产中所用。按球墨鑄鐵曲軸生产中檢驗規程所規定，必須对每一根曲軸作出記錄，最后保存于中央試驗室或技术检查部門。此生产記錄，必須記錄从熔鑄到成品入庫止的每一重要环节，作为日后万一发生質量問題时的查考資料。其格式如表13。

造型工艺

表 2

球墨鑄鐵曲軸凸輪軸 試制記錄	
試制爐次	_____
产品名称	_____
鑄件名称	_____
澆注件数	_____
开爐日期	_____
195 年 月 日	
_____	整理
_____	审核

(封面)

表 3

附	注

型砂配合及物理性能

表 4

編号	型 砂		配 合 (%)		型 砂		性 能	
	新砂	老砂			湿拉	干透	平均粒度	均匀率細率水份

配料及化学成分

化 学 成 分 (%)									
元 素	名 称								
		碳	矽	锰	磷	硫	镁		
实 际	原 球								
	铁 化 水 后								
爐 料 配 合 (%)									
生	铁	回 鋼	爐 鐵	爐 內	加 爐	外 加	加 爐	加 爐	鎂

原材料化学成分

名 称	C%	Si%	Mn%	P%	S%	名 称	固定碳%	S%	CaO%
生 鐵						焦 炭			
廢 鋼						灰 石			
回 爐 鐵									

熔炼处理情况				
出爐溫度(°C)	箱次	浇注溫度(°C)	浇注時間(秒)	流动性(公厘)
				附注

機械性能

表 6

鑄 态 (試棒)				
編號	抗拉強度 公斤/公厘 ²	抗彎強度 公斤/公厘 ²	伸長率 6 %	硬度 H _B
鑄 态 (实物)				
編號	抗拉強度 公斤/公厘 ²	抗彎強度 公斤/公厘 ²	伸長率 6 %	硬度 H _B
熱 处 理 后 (試棒)				
編號	抗拉強度 公斤/公厘 ²	抗彎強度 公斤/公厘 ²	伸長率 6 %	硬度 H _B
熱 处 理 后 (实物)				
編號	抗拉強度 公斤/公厘 ²	抗彎強度 公斤/公厘 ²	伸長率 6 %	硬度 H _B
熱 处 理 过程:				