

苏联运输和重型机器制造部
全苏设计工艺研究所

汽轮机叶片隔板的铸造

聶夫斯基列寧機器制造廠的經驗

苏联 A. H. 斯圖加洛夫著 M. C. 烏木尼祿金娜工程師編

鄧植良 叶程万譯

電力工業出版社

內 容 提 要

本書根據蘇聯聶夫斯基列寧金屬製造工廠的經驗編輯而成。全書文字很簡短，但對帶葉片的汽輪機隔板的鑄造方法、鑄造的各項要求、鑄造時應注意的事項，以及最後的驗收、質量檢查等敘述得還比較詳細。

本書可供汽輪機製造工廠的翻沙工人、技術員和工程師參考，也可供發電廠汽機分場的技術員、工程師參考。

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО
И ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР
ВПК

ОТЛИВКА ТУРБИННЫХ ДИАФРАГМ С ЛОПАТКАМИ

根據蘇聯國立機器製造書籍出版社 1954 年莫斯科版翻譯

汽輪機葉片隔板的鑄造

鄧植良 叶程萬譯

*

412 R 91

電力工業出版社出版(北京市右安門外 26 號)

北京市書刊出版業營業登記證出字第 082 號

北京市印刷一廠排印 新華書店經

*

787×1092 毫米開本 * 4 印張 * 10 千字

1956 年 8 月北京第 1 版

1956 年 8 月北京第 1 次印刷(1—5, 100 冊)

統一書號: 15036·357 定價(第 10 類)0.10 元

帶有鑄入葉片的生鐵隔板的製造，在汽輪機製造中是一個複雜的工藝學的問題。

圖1表示的是帶有鑄入葉片的生鐵隔板的構造。對於鑄造好的隔板有下列幾項要求：

(1) 蒸汽通路的高度 H 和出口邊緣寬度 a 必須符合圖紙的尺寸。

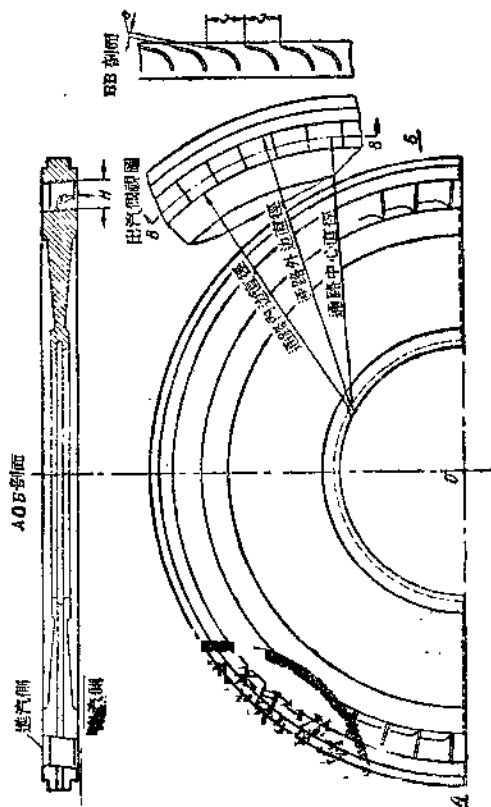


圖1 汽輪機的隔板

C —葉片間距； H —蒸汽通路的高度； a —蒸汽通路的寬度； B —葉片出口位置的高度。

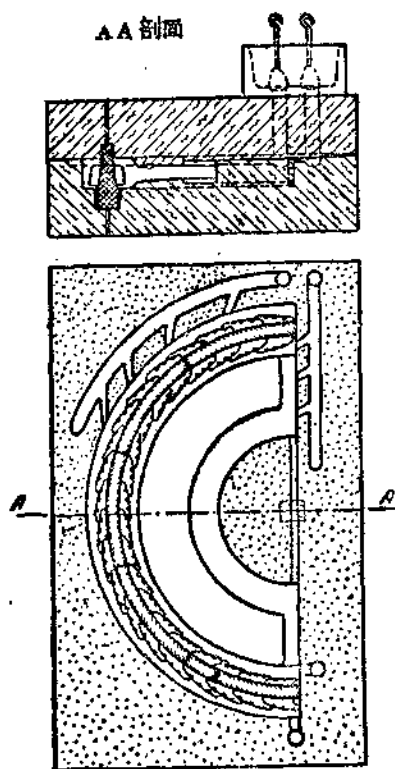


圖2 隔板模型(旧方法)

- (3) 作出 2—4 个出气孔;
- (4) 分別制作每部分包括 3—5 个叶片的沙心;
- (5) 叶片沙心直接安置在模型里, 用特制的划規檢查叶片高度(見圖 3)。

这种鑄造汽輪机隔板的工藝过程, 不能保証叶片位置

(2) 叶片之間的間距, 应保持在 $\pm 1-2$ 公厘的範圍內。

(3) 蒸汽通路的中心、內边和外边的直徑应完全符合圖紙的尺寸。

(4) 叶片出口邊緣的高度沿着隔板的整圓周上必須保持在 $\pm 0.5-1$ 公厘的範圍內, 此数的大小与隔板的直徑有关。

某些制造厂用下列方法來完成隔板的鑄型(見圖 2):

(1) 依照模型在新的沙箱中作出模型;

(2) 用手挖造澆鑄系統;

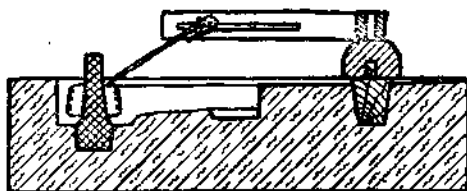


圖 3 用划綫盤檢查叶片和沙心在模型中的高度

的准确和得到優質的隔板。往往鑄件中有沙眼；叶片与隔板外壳的接合不良等。

聶也夫斯基列寧机器制造厂鑄造工人研究了其他工厂制造隔板的經驗后，改变了金屬液体注入模型的系統。

聶也夫斯基列寧机器制造厂所採用的金屬液体澆注系統(圖 4)是多点式的，也就是說金屬液体是均匀的从沙心兩面的每面六个孔注入的。

採用上述構造的澆注系統，要求增加 3 号沙心，以組成全套鑄型的全部澆注系統^①。

为了保證得到正确的蒸汽通路的几何模型和准确的叶片位置，許多工厂採用了把預先个别制造好的隔板叶片的蒸汽通路沙心組合起來，在鉋光的金屬半圓环上首先造成一个沙心的大样。上述方法制成的沙心修整或把每一个小段連接成半圓环在沙心組合上需要較長的时间。

在聶也夫斯基机器制造厂根据本文作者的建議首先实

^① 参阅 ОПРЯЖМАШ 学院所著“制造汽轮机隔板全套鑄件設備的工藝过程”一書，苏联國立机械制造書籍出版社出版，1953 年。

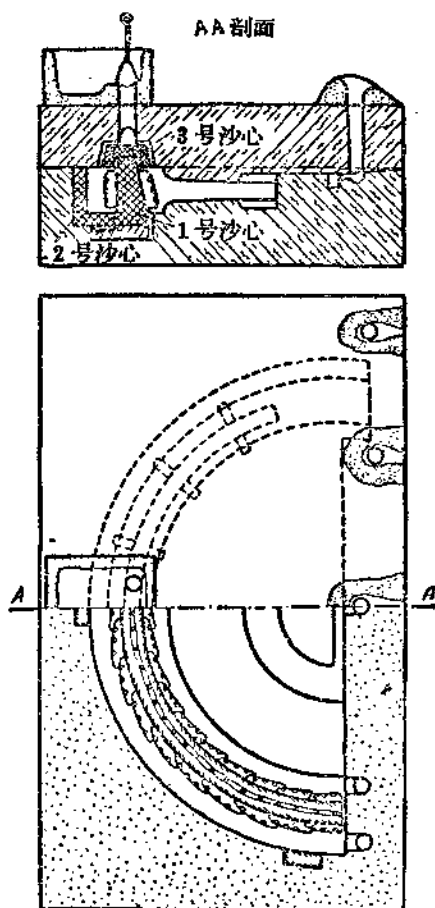


圖4 隔板模型(新方法)

行了在沙心箱中制造整个沙心的方法(圖5)。

下面叙述用沙心箱制造隔板的工藝程序。

模型混合料 制造模型时所用的混合料一般的都是按照干燥模型而定的。

表 1 所列出的为塗面混合料的成分及其物理机械性能。

模型的制造 模型是在鉋光了的新的沙箱中制作的。

鑄型下部在填入模型前，須放在鉋光了的生鉄平板上或坚实的木質模板上。模型填入后可用人工的或气力夯打实。在填入时模型附近应較其他部分坚实些。

塗面混合料的成分及其物理机械性能 表 1

材料名称	單位 容量 含量 %	材料 細碎 加入 之次 序	攪拌 時間 分	物理机械性能			
				湿状态			干燥状态
				導气率, 公分 ³ /分 鐘	抗 压 强 度,公斤/ 公分 ²	水分,%	抗 張 强 度,公斤/ 公分 ²
鑄型用泥土	49	1					
石英砂 ^{K50}	55	2	10— 12	≥65	0.55— 0.75	6.5—8.0	0.75— 1.1
耐火黏土	7.5	3					
鋸木末	8.5	4					

模型底部填入后，可用普通的方法填入模型的上部。

在制作模型时，接合面应完全平滑。在修整模型时，接合面应保持不动，模型邊緣靠近鑄型地方应成如圖 6 所示的要求。

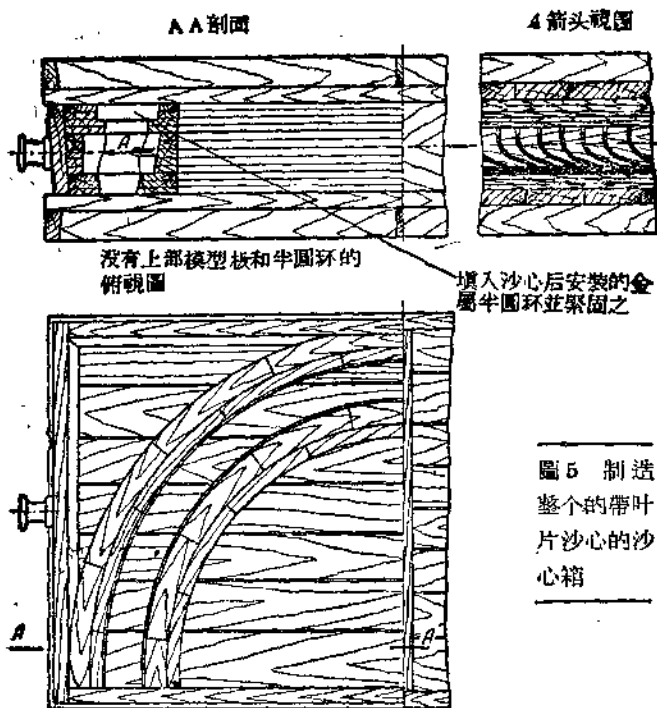


圖5 制造整个的帶叶片沙心的沙心箱

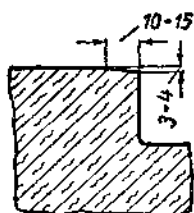


圖6 鑄型附近的模型邊緣

在模型的澆鑄部分，僅用БГ-2 号模型塗料均勻塗抹之，БГ-2 号模型塗料的成分載於表2 中。

按照圖7 所示的方式使模型在干燥室內干燥。

制造沙心 1 号沙心 (參

BT-2 号塗料成分

表 2

材料名称	單位容量所含的百分数, %	制 造 过 程
耐火黏土	9.8	把所有的固体颗粒状的各种材料放入碾碎机内, 在干燥状态下搅20分鐘
細煤粉	9.9	加入頁岩油和亞硫酸鹽液再搅20分鐘
焦炭粉	52.9	按照实际需要加水, 使所有的东西都溶解成糊状为止, 再攪拌 1 吋零20分鐘
石墨	19.8	在攪拌器內溶解的比重为1.3—1.32 的糊状物时即可
亞硫酸鹽液	3.3	
頁岩油	4.4	

看圖 4)是隔板模型鑄造的最重要部分。沙心做好后应能保持住叶片位置的正确及蒸汽通路的形狀不变。進行清理鑄件时, 应小心地从沙心上除去雜物, 这样則不致於把蒸汽通路和叶片的外狀损坏。

新沙心箱的構造完全能符合於这些要求, 並能將劳动生產率提高兩倍。

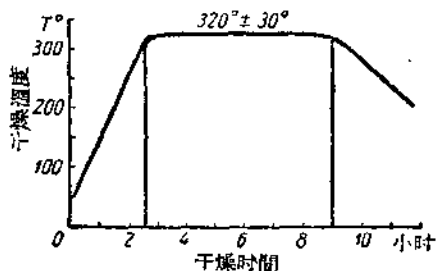


圖 7 模型干燥方式

1号沙心所用的砂-油混合物，可用砂-瀝青混合物代替，其中主要混合物是亞硫酸鹽液和木炭瀝青。砂-瀝青混合物本身具有很好的性能，且其成本比砂-油混合物低。表3中所載的为砂-瀝青混合物和砂-油混合物的物理机械性能。

砂-油和砂-瀝青混合物的物理机械性能 表3

混合物名称	物 理 机 械 性 能				价 值 —立方公尺 (盧布)
	湿 状 态		干 状 态		
	强 度, 公斤/公分 ²	導 气 率, 公分 ³ /分鐘	强 度, 公斤/公分 ²	導 气 率, 公分 ³ /分鐘	
砂-油	0.15—0.20	≥100	8—10	≥150	100
砂-瀝青	0.3—0.5	≥75	5.5—8	≥130	60

制造厂能採用两种成分的沙心混合物时，則能完全滿足各种形式隔板的鑄造需要。

表4中所列的为两种混合物的成分和物理机械性能。

表列的1号混合物(即含有石墨的一种)且用於叶片之間的距离較小(小於10公厘)的隔板制造，在叶片間的沙心上不宜塗抹塗料。

表列的2号混合物，宜用於叶片間的沙心上塗抹塗料的隔板制造。

只有在詳細檢查了沙心箱裝置后的尺寸才能应用2号沙心。

沙心箱放置於鉋光的生鉄平板上，並使叶片的蒸汽出口方向朝上。

表 4
隔板沙心混合物的成分和物理机械性能

混合物編號	材料名稱	單位體積的含 量, %	攪拌時間, 分	材料加入次序	物理機械性能				
					濕 狀 態		干 狀 態		
					導氣率: 公分 ³ /分鐘	抗压强度: 公斤/公分 ²	水 分 %	抗压强度: 公斤/公分 ²	導氣率: 公分 ³ /分鐘
1	石英砂 K70/140	91.8		1					
	耐火黏土	1.2		2					
	石 墨	7.0	20—25	3	≥70	0.3—0.45	4—6	4.5—6	120
	亞硫酸鹽液①	1.1		5					
	木 瀝 青①	3.2		4					
	頁 岩 油③	2.1		6					
2	石英砂 K70/140	90		1					
	耐火黏土	10		2					
	亞硫酸鹽液①	3	20—25	4	≥75	0.3—0.5	5.5—6.5	5—8	130
	木瀝青①	5		3					

① 亞硫酸鹽液、木瀝青、頁岩油等加入料應超過規定數的 100%。

叶片間間隔(即蒸汽通路部分)，用填沙杓子填滿松散的混合物(圖8)。沙心應逐步填入，每次填入的深度應不超過30—40公厘。

生鐵半圓環內填滿到平面為止，其餘的混合物可用鐵尺或木尺刮去。

沙心上部中間應作出冒氣的眼子，並在每個叶片間利用通風雕紋通風。

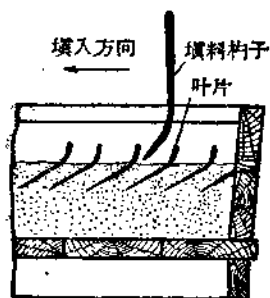


圖8 填入沙心圖

用黏土液塗在沙心的表面上，然後把生鐵半圓環裝上，以銷固定之。

然後，把模型底板蓋在沙箱上，並緊固之，這時可以來回翻轉。在沙心上補充混合物和裝設鐵架時，應拆除上部的模型板，沙心上部則搗固結實。

填入沙心並清除了殘留下的混合物後，在其上部挖出冒氣孔，並在叶片間利用通風雕紋。

製造好了沙心以後，可用鑄工工具對沙心加工，用排筆在叶片間和澆鑄口及澆鑄液流動系統上塗抹塗料，把吊環上入金屬半圓環，這時可把沙心送到干燥室內去烘干。烘干情況如圖9所示的曲綫。

應當指出，影響作好沙心質量的製造過程中的一些特點。

1. 如圖8所示，沙心填入應順着一個方向，若有相反

的填入沙心方向时，会因此而变动叶片之正确位置和角度，換句話說，即因此而可能改变蒸汽通路的寬度 α ，使寬度不合标准，因而需均匀的是一个方向的填塞所有的蒸汽通路。

2. 生鉄半圓环应安装在支持骨架标有記号的部分上，此部分須塗以耐火液，因为經驗証明，干燥的支持架，如在运行中遇到不大的冲击，就会脱离半圓环，从而能破坏支持架的尺寸规范。

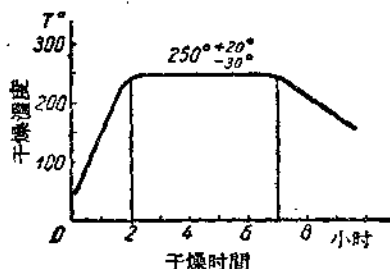


圖9 沙心干燥情况

3. 由於蒸汽通路高度 H 的尺寸很小，不容易从上面裝置支持骨架，因而需要用尖釘作沙心支持骨架，圖10所示的即为此种裝置尖釘的方法。

4. 不能在木質的半圓环之下裝置生鉄的半圓环，因为在沙心箱倒轉时，叶片出口边缘会依附着木質的半圓环，以后取掉此木質半圓环时是很困难的，而且有损坏沙心的可能。

5. 为了能保证沙心的尺寸不会因取下半圓环而受到影响，必須有規律地从沙心上取下有凸緣的生鉄半圓环。当取下半圓环时，为了避免沙心尺寸的可能增大，应首先拆下内部的一个。

根据一般的工藝过程，制造3号沙心时所用木箱的尺

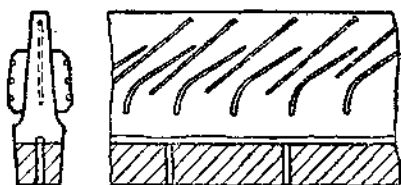


圖 10 裝置於上部表面的尖釘

寸为半圓周的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ 。沙心制作模型时用 2 号混合物(參看表 4)。在湿状态或者在稍微干燥状态下加工制成模型，因为沙

心干燥后就可以定型。

沙心箱的檢查 从裝入沙心到裝配好的沙心箱，都要檢查叶片之間的蒸汽通路的高度 H 和寬度 a 。

根据高度檢查叶片的位置，可以从外部觀察叶片在外層或內層半圓环的凸緣座內安裝得是否正确。

沙心箱放置在檢查台上时，为了便於檢查，可使叶片出口邊緣朝上放着。

根据苏联國家标准 1855-45，允許在未加工面上用內徑規檢查叶片蒸汽通路 H ，当發現偏歪时，可檢查帶凸緣的半圓环直徑及凸緣彼此間的相对位置。

檢查叶片蒸汽通路寬度 a 时，应先用內徑規和卡尺找到叶片的平均直徑。根据求出的中綫用探尺或卡鉗測量通路寬度 a 。多次的測量后，确定出通路寬度 a 在填入沙心后約增大 0.1—0.2 公厘，因此說明了在測量裝好的沙心箱时，如發現有微小的不正即需加以考慮。

沙心的檢查 当沙心还是潮湿的沒有抹塗料前，为了及时發現缺陷，应仔細的对叶片的高度、間距和直徑等進行檢查。

在檢查台上用划綫規進行檢查。叶片位置的高度用划

綫規檢查。關於葉片位置的間距、直徑以及蒸汽通路的高度，則應用樣板檢查之。

在隔板沙心處蒸汽通路的高度小於20公厘的尺寸差誤是經常發現的，這是因在此時沿着整個半圓周得到了一種很精密的記號，其次是不規則的拆下沙心箱時帶有凸緣之半圓環也會損壞隔板的通路直徑，這是不能容許的。

隔板通路直徑的正確尺寸，當沙心是潤濕的時候很容易達到要求，而當沙心在潮濕時，通路寬度 a 最易損壞，所以一般的不進行檢查。此外，葉片間表面加工的光滑程度，可用外部觀察的方法進行檢查。

根據各種規範對於沙心多方面的最後檢查，是把干燥好的沙心放在精確的平台上進行。在驗收和研磨沙心時，還要最後檢查它的直徑、葉片的間距和蒸汽通路的高度。

用划綫規檢查葉片出口邊緣的誤差。把划綫規放在葉片最高和最低的邊緣上，並測量兩者之間的高度差，測量出的高度差數不能大於容許的數值。

突出於沙心的葉片部分，應用金鋼砂紙很小心的除去附着的煤灰塵土等不潔物。

可應用帶深度尺的卡尺測量沙心每邊通路的寬度 a ，測量時應標記每個葉片通路寬度的數值，以免發生錯誤。將所有測量出來的數值記入記錄簿內。計算的方法是取蒸汽通路寬度數值 a 的平均值，然後把所得的數值與測量的數值作一比較，根據測量時的技術情況求出較適當的數值。

最後的外部觀察檢查完畢後，就可把沙心拿去裝置。

1号沙心的生鉄半圓环 由於採用了新構造的沙心箱，因而生鉄半圓环的構造也大大的有所改变。

新構造的生鉄半圓环(圖11)，只需要兩個平面加工，同時需要鑽一些冒氣孔就行了，这样就節省了生鉄半圓环的机械加工費用約二分之一。

每經過 5—10 次的鑄造后，必需对生鉄半圓环進行一次系統的檢查。檢查时可把半圓环的工作面放在檢查台上，然后用塞尺測量半圓环与檢查台之間的間隙。經驗証明：半圓环的弯曲大於 2 公厘时是不許可的，因为这样会使制造出的模型不能使用。

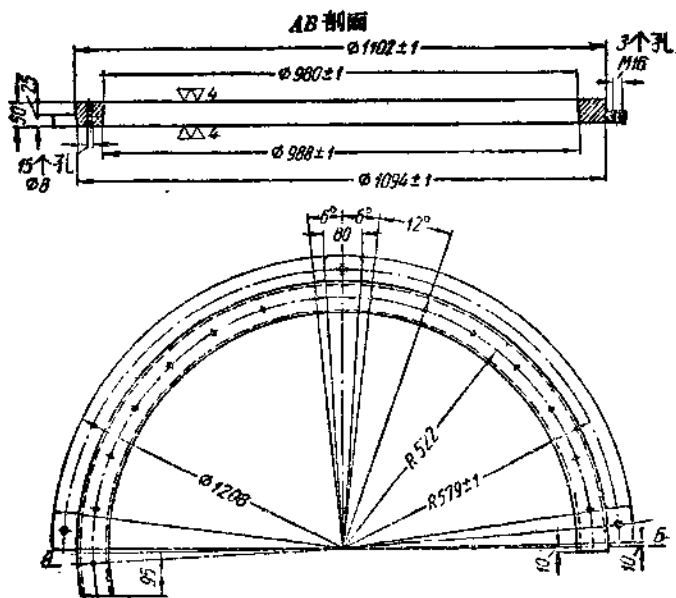


圖 11 新構造的生鉄半圓环

模型装配 模型装配最主要的手續之一，是如何保証 1 号沙心裝在模型上部的正确性。沙心箱与鑄型的上部之間有足够的調整間隙时，那末这种手續並不是很困难的，因为金屬半圓环已經和沙心最上部把沙心在模型中的位置固定住了。安放 1 号沙心之后，則需要根据模型圓周檢查沙心的位置是否正确。气体的通路可在 1 号沙心模型的下部或上部。沙心与模型上部之間的間隙，可用干的細沙填滿。半圓环上的环首螺絲孔可用鑄造混合物填塞之，而有些隔板則应用專門的有伸展性沙心來填塞。

为了避免模型堵塞，冒气孔和澆鑄口在模型盖合之前均开在模型上方的一面。盖合后的模型应当用螺絲拴好。底部的出气孔应当加深，以便金屬注滿后气体易於排出。

澆注模型 用杓子把金屬注滿模型后，澆注口应用塞子盖住。金屬的温度是和由冒气孔移注的金屬量及注入的金屬量以及隔板的厚度有关。在工厂中，一般当叶片厚度在 3 公厘时，澆注入模型的温度应当不低於 1300°C ，而移注的金屬量一般的为鑄件全部金屬量的 10—15%；假若叶片的厚度超过 3 公厘，則注入的金屬温度应当为 1320°C ，而移注的金屬量为鑄件全部金屬量的 15—20%。

鑄件清理验收 用气动整子清除隔板鑄件不平的地方。用專用工具清除叶片間的沙土。作这个工作时要注意，不要伤坏了叶片。

鑄件經過了以上机械的清理后，还要進行热处理，即要經過退火工作，同时要在噴沙室內作最后的清理，然后在檢查台上檢查所有的尺寸，叶片出口邊緣的水平位置，