

哈爾濱工業大學

鉅接論文集

HANJIE LUNWENJI

1

1960.3

目 錄

貫徹党的教育方針为祖國社会主义經濟建設的大躍進而奮鬥..... (1)

72500 瓩水輪機轉子彎曲變断面叶片試件熔咀電渣鎔.....哈爾濱電機廠 (3)
哈工大電機專業
鎔接研究所

55 立方米高爐料斗環縫鋼筋電極電渣鎔的試驗研究与生產總結.....彭日輝 (9)

灰口鑄鐵軋鋼機机架電渣補鎔及灰口鑄鐵電渣補鎔新鎔藥.....鎔接專業 (31)
鎔接研究所

二氧化碳氣體保護鎔研究(設備改裝及工藝試驗).....哈爾濱機車車輛廠 (39)
和平機器製造廠
哈工大鎔接教研室
鎔接研究所

滾珠軸承套圈毛坯的接觸對鎔.....哈工大鎔接教研室 (55)
哈爾濱軸承廠

用 УОНИ—13 類型鎔條施鎔的“土變壓器”穩弧性的鑑定.....鎔接教研室 (73)
鎔接研究所

贯彻党的教育方针为祖国社会主义 经济建设的大跃进而奋斗

焊接专业委员会

我們哈尔滨工业大学焊接工艺与设备专业全体师生以欢欣鼓舞的心情把这本论文集向党向人民汇报，把它献给领导我們祖国在伟大跃进中取得空前胜利的敬爱的共产党。

这本论文集是我专业出版的第二本论文集。在祖国大步伐跃进的年代里，在1958年党和政府提出了“化大为小，以小并大”的方针，各工厂工人和技术人员在党的领导下，发挥了敢想敢干的精神纷纷上马，大搞电渣焊，我們焊接专业全体师生和他們在一起也掀起了掌握与推广电渣焊技术的群众运动，創造了土洋結合的设备和工艺，在哈尔滨开了二次現場會議和訓練班，跑遍了祖国北京、天津、沈阳、西安、太原、重庆、上海、衡阳和广州等十余大城市，为全国撒下电渣焊种子做出了一些努力，并和哈尔滨电机厂，焊接研究所合作焊成了72500瓩水輪机大軸和座环，和建成厂合作焊成了12500水輪机座环，补焊了軋鋼机架与高爐鑄件等产品，使我們的工作乘全面跃进之风有了大的进展，并于1959年四月我們已出版了1958年科研成果汇编（和焊接研究所合作），总结了这些工作。而在这本论文集中包括的是1959年三月以后到1959年底这一段时期我們乘胜前进，在科研工作上取得的成果总结。

在这半年多的时间里，在总路线的光辉照耀下，在党委的领导下，我們繼續坚持进行科学研究工作两条道路的斗争，反对科学脱离生产，理論脱离实际的资产阶级道路，贯彻科研和生产紧密联系的方针政策，猛攻科学尖端和重大产品。与16个工厂合作完成了11项对生产有重大意义的工作，如72,500瓩水輪机轉子焊接解决了弯曲变断面电渣焊关键問題，这个問題的解决在技术上是目前各国資料中間沒有看到的，使我国建造长江三峡巨型水輪发电机组在技术上大大跨进了一步。

总路线的巨大动力力量在我专业中掀起了鼓足干劲力争上游，敢想敢做意气风发的局面。在科学研究上展开了轰轰烈烈的群众运动，全教研室的教师，五年級的学生和部分低年級学生都参加了科学研究工作，因而一扫过去科研工作冷冷清清的场面。許多科研工作都是以大兵团作战，发挥群众智慧，迅速攻克技术关键。如72500瓩水輪机轉子弯曲变断面的电渣焊試驗，按照一般估計最快也得三个月才能試驗完成，但是我們集中了师生和焊接研究所与工厂工人和技术人員紧密协作在二十天的時間內即解决了工艺問題。

通过这一系列的科学研究工作對我們教学質量的提高也有很大的效果。参加科研工作的学生都以优良成績完成了自己的毕业設計，而且在答辯中証明愈是与生产結合得密切，愈是深入生产进行工作的毕业论文，質量也就愈高。通过这些研究工作的概括和总

結也大大豐富了我們的講課內容，如先進鉚接技術電渣鉚在熔化鉚這門課中過去只有四個小時，而且內容還很不充實，因為教師只有書本上的知識基本上只能照本宣讀。而在師生大搞電渣鉚之後，這段課的內容就大大豐富了。增加到14小時。二氧化碳氣體保護鉚也是一門發展前途很大的新技術，在以前只講二個小時經過科研和生產實踐，現在已經必須講授8個小時了。實驗課的內容也因為能由科研成果的加入而充實起來。開出了以前沒有開過的二氧化碳，電渣鉚，結構應力變形等十數個新實驗。

在科研工作中進行中除了在物質條件上曾遇到許多困難外，在思想上更遇到許多障礙：如曾有懷疑這樣的畢業設計是否能達到全面培養的目的。這樣的科研工作是否會有科學技術上的意義。又如電渣鉚的應用以貫徹化大為小，以小拼大的政策也曾受到一些人懷疑，鉚縫的質量能不能保證。這些物質困難只有緊密地依靠黨的領導經過不斷地鼓舞工作者的政治熱情才能動員群眾力量才得解決。思想上的障礙更是只有在黨的不斷教育下經常務虛和以生動的堅強的實例進行辯論才能堅持 正確的 道路和堅持貫徹黨的 政策。這些使我們深深地体会到科研中不是政治掛帥將一事無成。

在這本集子里包括了如72500瓩水輪機轉子葉片電渣鉚，255立方米高爐料斗環縫電渣鉚，灰口鑄鐵電渣補鉚及補鉚新鉚藥， CO_2 氣保護鉚研究，軸承環對鉚等六篇論文，他們都是針對生產中的關鍵問題而進行工作的成果。如72500瓩轉子葉片電渣鉚一篇是研究了應用鉚接新技術保證鉚結構72500瓩水輪機重大產品出世中的關鍵問題——彎曲變断面電渣鉚工藝。但是由於我們水平所限經驗不足，研究得還是很不深入的，總結得不系統和不全面，也可能存在不少錯誤，希望各方面同志給以批評和指導。

我們的工作還是做得很少的，還遠遠不能符合黨和人民對我們的期望，但是這二本匯編的出版也標誌了我們前進的一個里程碑，回顧我們專業和教研室成長的過程不禁使我們深深地感到黨和校領導在每一個階段對我們指出方向和前進的途徑。培養我們逐漸生長。也不禁使我們無限感激地回憶起蘇聯專家尼·尼·普洛霍羅夫（Н. Н. Прохоров）米·尼·卡普欽柯（М. Н. Капченко）和喬·菲·斯卡崑（Г. Ф. Скакун）與捷克專家伐爾杜斯（F. Faltus）對我們培養和指導。是他們以社會主義國家先進鉚接技術傳授給我們。在這本論文集內72500瓩水輪機轉子鉚接曾得到蘇聯專家尤·尼·郭達爾斯基（Ю. Н. Гогодальский）的幫助和指導。

這本論文集中所包括的研究工作都得到鉚接研究所的幫助。特別是72500瓩水輪機轉子鉚接土變壓器等項研究工作是和鉚接研究所密切配合作進行的。

研究工作都是和工廠合作進行，工作進行得到工廠的大力協作和提出很多寶貴意見。

這些都是在這本文集出版時特別需要提出致以深切的感謝的。

72500 千瓦水輪机轉子弯曲变断面叶 片試件熔咀电渣鋸試驗

哈爾濱電機厂 哈工大鋸接專業 鋸接研究所

为了給三峡巨型水電机组开路,使世界上史无前例的三峡水利枢纽工程早日在我国建成,并为不增加大型鑄造設備而又能生产大型水輪机寻求道路,使水輪机产量翻番。哈尔滨电机厂,哈工大机械系鋸接专业及鋸接研究所三个单位紧密合作,組成了有工人、工程技術人員,研究人員、教师及同学等共20余人参加的联合工作组,从1959年11月中旬开始,进行了72500瓩水輪机轉子弯曲变断面叶片熔咀电渣鋸試驗研究。在工作中,厂校双方党委直接挂帅,并取得专家的指导,在沒有先例沒有現成資料的情况下,大家發揮了敢想敢干的风格,破除迷信,以苦干巧干的精神,经过一个月昼夜不停的奋战,终于在59年12月中旬試驗获得成功,質量完全合乎技術条件要求。这是我国鋸接技術的一项重大的新成就。

轉子是水輪机中最重(鑄件重60吨以上)最复杂的部件,目前国内只有少数工厂能够鑄造,显然这很难滿足全国大跃进的要求。特别在今后还要生产一系列更大型的水輪机组例如210000瓩水輪机的轉子鑄件重量即达180吨左右。不但在鑄造中困难较多,并由于其直徑在6米以上,大大超过了铁路运貨尺寸的限制,如采用整鑄結構将无法运输。而应采取“化大为小,以小拼大”的办法进行制造,也就是將轉子分成較小的部件,在工厂中鑄好,再將它們运送到工地上,利用电渣鋸拼鋸成一个大轉子。而我国的三峡机组,若按60万瓩考虑,則轉子工件重量即达300吨以上,而毛胚重达500吨左右,直徑达8米以上,若采用全鑄結構問題就更大了。因此,这次試驗的成功,不仅直接为解决72500瓩水輪机轉子叶片电渣鋸提供了可靠的保証,并使沒有大型鑄造設備的工厂生产大型水輪机成为可能,特别为三峡超重型水輪机轉子采用“化大为小,以小拼大”的鑄鋸联合結構打下基础,为解决三峡超重型水輪机轉子的制造問題提出了一条新的途径。

72500瓩水輪机轉子的結構,請參看圖1-a,整个轉子重量在40吨以上,由于重量很大,工厂鑄造困难,我們根据党指出的“化大为小,以小拼大”的方針,將轉子先分件鑄造,然后采用鋸接方法將分件拼鋸起来。轉子分件的办法是將上冠,下环及叶片(共14个)分別鑄造,分件圖請參閱圖1-6。根据原設計要求,上冠与叶片采用电渣鋸,下环与叶片采用手工电弧鋸。

按照轉子制造技術条件的要求,轉子材料是采用20гсл矽錳鋼鑄造的,这是考慮到了这种鋼不仅有很高的机械性能,而且有很好的可鋸性。母材及鋸接接头应滿足下列机械性能的要求:



图 1-a 72500 艇水輪机轉子結構图



图 1-6 72500 艇水輪机轉子
鋸接分件图

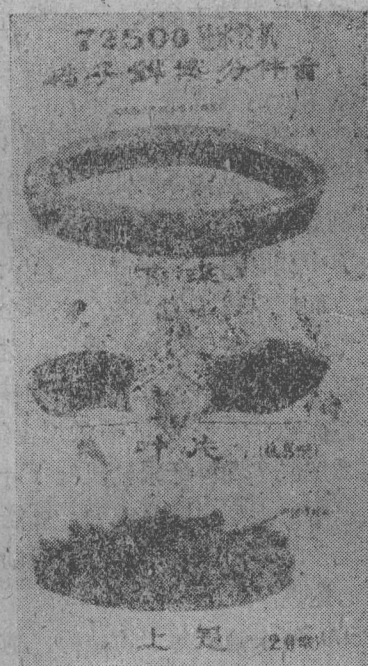


图 1-b 已鋸好的72500艇水輪机轉
子弯曲变断面叶片熔咀电渣鋸試件

σ_B (公斤/毫米 ²)	σ_T (公斤/毫米 ²)	δ (%)	ψ (%)	a_K (公斤米/厘米 ²)
≥ 50	≥ 28	≥ 16	≥ 30	≥ 5

轉子叶片与下冠銲接处是一个既不断变化而又弯曲的断面（见图 1-a 及 6）。銲接处叶片厚度变化由 5 毫米到 90 多毫米，这就大大地增加了銲接的困难，根据这种情况，我們决定采用熔咀电渣銲。由于沒有直接的資料及經驗可以參考，我們就比較細致地进行了叶片弯曲变断面試件（其形状与尺寸相同于叶片銲接处）的熔咀电渣銲工艺試驗研究及 20 гсп 鋼材熔咀电渣銲可銲性的試驗研究。前者目的是探索弯曲变断面轉子叶片熔咀电渣銲最合适的銲接工艺，以获得成形良好的銲縫；为了节约合金鋼材，这部分試驗是用了 3 号低炭鋼。后者試驗目的是探索合适的銲接材料（銲絲、熔咀及銲藥）及工艺，以保证銲縫及接头質量合乎要求，这一部份的試驗是用 20 гсп 矽錳鋼进行的。

在探索弯曲变断面轉子叶片熔咀电渣銲最合适的銲接工艺过程中，我們碰到的主要困难是如何解决叶片小头部份（厚度由 5 毫米到 40 毫米）熔咀电渣銲問題及如何解决断面寬度既变化而又弯曲的叶片大头部份的銲接問題，由于大家干劲冲天，經常集体討論研究，經過半个多月的日夜苦战，终于找到了解决上述問題的途徑，探索出来了合适的熔咀构造及安放位置，較為理想的銅冷却板形式及掌握了断面寬度既变化而又弯曲的叶片熔咀电渣銲工艺规范变化的規律，最后我們终于利用熔咀电渣銲銲出了質量完全合乎要求的轉子弯曲变断面叶片試件（請參看图 1-b）。

在探索 20 гсп 錳矽鋼熔咀电渣銲可銲性时，我們曾先后試驗二种不同成份的銲絲，其中甲种銲絲在合适的熔咀材料及銲接规范配合下，完全可滿足技術条件对銲接質量的要求，銲后我們对銲接試件进行了宏观，硫印，机械性能，化学成份，金相組織及硬度等質量檢驗，由图 2 及图 3 上可以看出銲接接头横断面及縱断面上无任何缺陷，銲縫有良好的熔寬及成形系数，这使銲縫具有良好的抗热裂紋性能。



图 2 20 гсп 錳矽鋼熔咀电渣銲銲接头横断面硫印检查

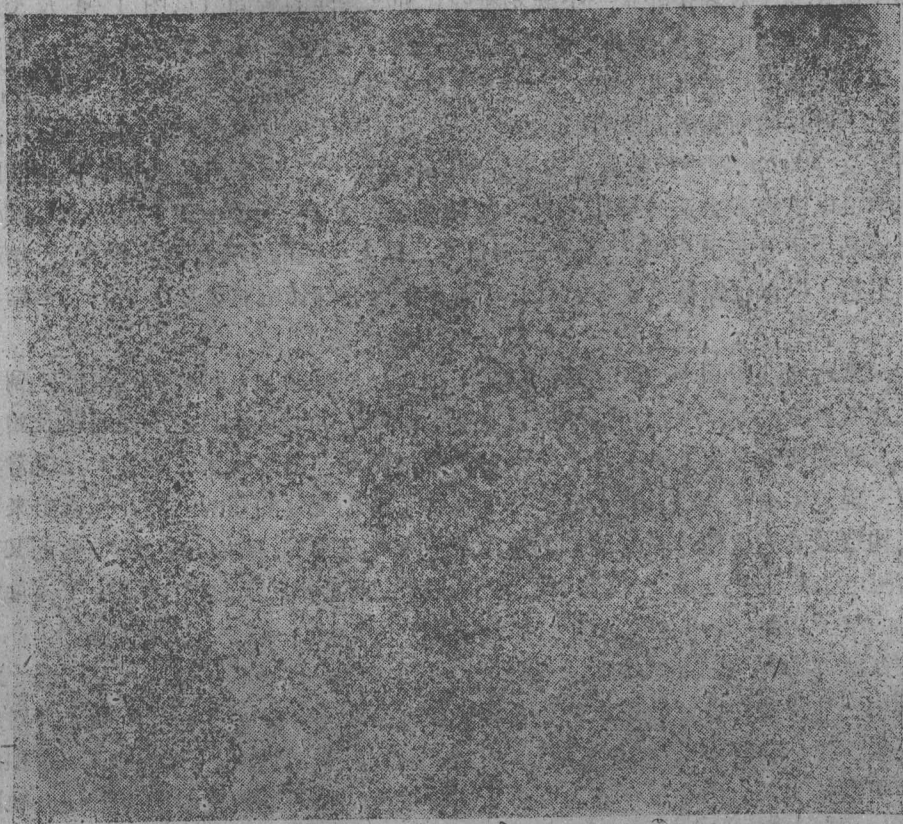


图 3 20гcn 錳矽鋼熔咀电渣鐸焊接接头縱断面硫印检查
鐸縫及母材的化学成份結果如下:

	C	Mn	Si	S	P
鐸 縫	0.18	0.85	0.57	0.027	0.028
	0.10	1.03	0.60	0.042	0.029
母 材	0.22	1.05	0.38	0.03	0.026

由化学分析結果可以看出，鐸縫含碳及含硫量都較低，而含錳量較高，这对提高鐸縫抗裂紋性能是非常有利的，鐸縫含有合适的碳、錳、矽含量，这对保証鐸縫的机械性能是很重要的。

在进行鐸縫及鐸焊接接头金相組織观察中，发现鐸后未热处理时，鐸縫特别是母材上过热区晶粒異常粗大，經正常化加回火热处理后則晶粒变細，这对提高鐸焊接接头工作能力是有利的。

在进行鐸縫及鐸焊接接头机械性能检查时，为了全面地了解鐸縫及鐸焊接接头各区的性能，曾在鐸縫中心区鐸縫粗晶区，熔合綫过热区分別取了拉伸試件及冲击試件，在作冲击試件时并注意了不同缺口方向对冲击值的影响，所有試驗都是在二种情况下进行的：一种为鐸后未經热处理；一种为鐸后經正常化加回火热处理，經热处理后，大大改善了

鋁縫及鋁接接頭的沖擊韌性與塑性，採用甲種鋁絲配合適當熔咀材料及鋁接規範，經正常化加回火熱處理後的鋁縫機械性能如下：

σ_B (公斤/毫米 ²)	σ_T (公斤/毫米 ²)	ψ (%)	δ (%)	a_K (公斤米/厘米 ²)
50.9	32.1	31.2	22.7	4.1
56.7	38.05	66.5	33	10.3

* a_K 值中 90% 是在 5 公斤·米/厘米²以上， a_K 平均值為 5 以上。

圖 4 所示為鋁縫拉伸試件，圖 5 所示為鋁接接頭彎曲試件，彎曲角度為 180°，試件均經正火熱處理。

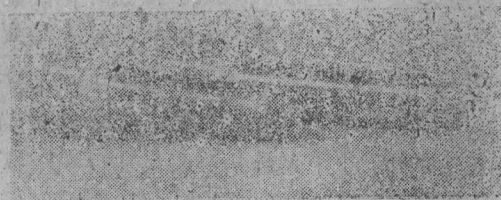


圖 4 20гсл 熔咀電渣鋁縫拉伸試件（熱處理）

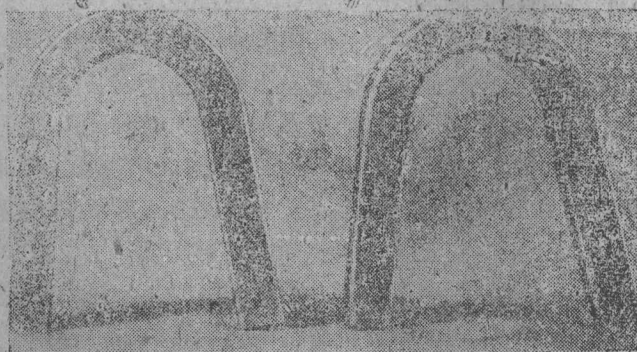


圖 5 20гсл 熔咀電渣鋁接接頭彎曲試件（熱處理）

上述結果表明利用甲種鋁絲配合合適的熔咀材料及鋁接規範，可以獲得完全合乎技術條件要求的鋁接質量。

這次試驗工作的迅速獲得成功是由于堅持黨的領導，實行領導，工人，研究人員，教師和學生五結合和進行共產主義大協作的結果，是貫徹科研方針的又一次勝利。

目前我們正繼續努力，親密合作，為很快生產出我國第一台電渣鋁轉子而奮鬥。

（詳細技術總結請參閱內部交流資料）

255米³高爐料斗環縫鋼筋電極電渣鋁 的試驗研究与生产总结

彭 日 輝

前 言

伟大的中国共产党提出了“鼓足干劲、力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，和一套两条腿走路的方针，并提出以钢为纲带动其他工业，共同跃进，号召全民炼钢炼铁，在全民大炼钢铁运动中，既要用土炉也用洋炉。255米³高炉是洋设备，但适于中小型炼铁厂使用，投资较小，建厂较快，宜于遍地开花。因此这种高炉制造的速度和数量就具有重大的政治经济意义。料斗是高炉的重大部件，目前的铸造生产能力远不能满足要求。如何贯彻党所指出的“化大为小，以小拼大”的方针于制造大型毛坯如料斗的生产中去就成为当前重型机械制造业中的重要任务之一。

哈尔滨工业大学铝接专业在党的“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的方针指导下，与哈尔滨机联机械厂等密切合作，以国内外还没有用过的钢筋电极电渣铝接成功了255米³高炉料斗的环缝。在这一工作中创造性地解决了利用钢筋电极电渣铝接大直径环缝的特殊工艺问题：电渣铝大型毛坯的铝口不需要机械加工；简易的手工送进钢筋电极的装置代替了国内不生产而进口价格又极贵重的最新式的电渣铝机A-372P；研究出消除电渣铝气孔的方向和确定出冬季施工的特殊成型材料及其装置。这些技术问题的解决给我国电渣铝接大型毛坯提供了有效益的参考资料。

在合作过程中受到了工厂和学校党政领导的大力支持，工人同志热情地帮助，这些都给予参加工作的师生以莫大的鼓励与教益。不仅解决了生产关键问题同时也提高了科学研究的水平和教学质量，这种合作关系是值得提倡的。

一、緒 論

255米³高炉料斗是一較大型的毛坯，材料为J135鑄鋼，重6.9吨，壁厚45毫米，被铝环缝是直径近3米的圆锥体（图1）。

铝接质量要求无工艺缺陷如气孔、裂缝以及未铝透等。铝缝要求用相当于342铝条铝接后的接头性能。

根据工厂生产条件虽然以手工电弧铝接的方法最方便，但它要求铝口机械加工成×型坡口。很明显，只有大型立式车床才能加工这种3米直径的料斗，不仅机联厂没有这种大型立车，就是一般大型工厂也不一定有。所以只根据这一点来看，手工电弧铝就不够恰当。除此之外，因工件大，气温低，手工电弧铝时容易产生未铝透、裂缝及气孔等缺陷，而且铝接时间需要一周左右。可见这种方法不宜采用。

如果采用自动焊的方法，除了上述机械加工要求外，还需要特制要求严格的轉胎和自动焊机走架，而且工厂現在还没有自动焊机。可見，自动焊也是不恰当的。

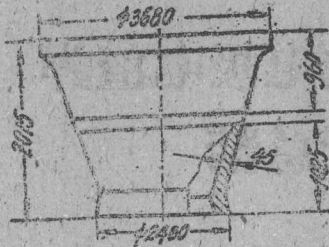


图 1 料斗尺寸图

采用电渣焊的方法具有明显的优点：

- ①質量高。比手弧焊或埋弧自动多层焊更容易保証焊透和避免产生裂縫；
- ②焊接生产效率比手弧焊等方法高3~6倍；
- ③工人劳动条件得到改善。

可見，采用电渣焊方法生产料斗是具有重大的經濟意义的。

根据国外和国内的报导，电渣焊料斗环縫必須使用能焊环形焊縫的絲極电渣焊机、通水冷却的滑动式滑块和相应的轉动装置。結合工厂的生产条件和工件的具体情况来看，当时国内确实缺乏这种能焊环縫的电渣焊机，鋼絲的来源也比较困难；无适当室内作业面积，必須在冬季进行戶外施工；工件橢圓度大；工件表面有一厚层坚硬鑄鋼砂，以及无大型机械加工設備等原因，环形焊口边缘不可能进行机械加工等等。很明显，需要考虑很多的在国内外还很少碰到的生产技術問題。

首先，根据我国具体情况，当时可以肯定不允許采用絲極电渣焊。在国内的焊接技術中比較最受欢迎的板極电渣焊是否能够用于焊接环縫，的确是值得重視的。根据天津大学初步試驗結果認為板極电渣焊焊接比較短的环縫是有可能的，但是，焊接9米长的环縫，需要的電極最長得30米左右。用一根30米长的板極进行电渣焊是不可能的。据作者在学校內利用在焊接过程中接长板極的办法来电渣焊430軋鋼机架的經驗，一根板極不宜超过2米，这样焊一个料斗需要在焊接进行过程中接长板極15次之多。为了保証电渣焊接过程的連續进行起見，送进板極和接长板極的动作必須完全可靠，且彼此不应互相影响。板極送进方式对接板極的方便性有很大影响，一般講以摩擦輪式送进机构对接板極最有利。为了增加摩擦輪式送进机构的可靠性，必須改进摩擦輪送进打滑的現象，同时要求板極平直和光滑。气割或剪切成的 $10 \times 40 \times 2000$ 毫米的板極很难保証平直，修整也浪費工时。根据工厂情况，选用了 $\Phi 19$ 毫米的低炭鋼筋作电渣焊電極。为了送进電極可靠，接长電極可靠，保証電極不和工件短路起見，必須設計可靠的送进机构和接板極的工艺措施。

其次，由于戶外气温甚低，工件含炭較高，工件刚度又大，在采用低炭鋼鋼筋作電極时是否会产生裂縫、气孔等缺陷。强度是否合乎要求，都是必須考慮的問題。因之必須作一定的試驗，采取合理的工艺，才能保証焊縫的質量。

第三，因为气温过低，工件表面不能机械加工，所以通水冷却銅制滑块不能采用。为了适应上述两种情况同时又能滿足电渣焊縫成型的要求，需要对一定的成型材料加以慎重的試驗，选出合用的成型材料及其相应的裝置。

最后，因料斗是圓錐体形的，环形不圓度大，表面不能加工，所以一般轉胎的轉动裝置不能采用，必須重新設計轉动裝置。

为了正确的解决上述技術問題，我們曾作了一定量的实验。初期結果証明在用低炭

鋼筋作電極電渣焊時生成裂縫的敏感性不大，過程穩定，但經常出現氣孔。因之，關於上述的問題除裂縫敏感性未作特殊試驗外，其他如氣孔，成型材料，金相組織，機械性能等都作了相應的研究。有關重要裝置都進行了設計和製造，以切實保證產品質量和生產的可靠性。

二、工藝試驗

根據經驗和現場操作練習技術的情況，首先確定了以下的試驗條件：

試件用 35 號鍛鋼（廠內沒有 35 號鑄鋼），其化學成分為：

C%	Si%	Mn%	P%	S%
0.33	0.27	0.56	0.01	0.013

尺寸為 $50 \times 150 \times 1000$ 毫米。電極為並列的兩根 $\Phi 19$ 毫米的鋼筋（鎮靜鋼），其化學成分為：

C%	Si%	Mn%	P%	S%
0.20	0.23	0.55	0.054	0.045

焊藥為哈爾濱鍋爐廠生產的 AH—348A。

試驗時的焊接規範：

焊口間隙 34~40 毫米；
 焊接電壓 35~40 伏特；
 焊接電流 550~600 安培；
 渣池深度 25~35 毫米。

試驗的主要目的在於尋求清除焊縫氣孔的有效措施，選出最合於現場條件的成型材料及鑑定採用鋼筋為電極之可用性。

§ 1. 氣孔性試驗

根據電弧焊接低炭鋼時產生氣孔的理論：焊接沸騰鋼比較容易產生 CO 的氣孔；焊接鎮靜鋼比較容易產生 H_2 的氣孔，結合電渣焊鎮靜鋼時的條件（鋼筋有銹，焊藥潮濕等）確定氣孔試驗分三類進行：第一，在尽可能去除一切有氫氣來源的條件下，適當地改變熔渣的氧化性；第二，在不去除氫氣來源的條件下，適當地改變熔渣的氧化性；最後，觀察空氣對產生氣孔的作用。同時結合不同成型材料的試驗。焊後觀察焊縫橫切面的宏觀組織檢驗氣孔性。結果列於表 1。

表 1.

編號	特 性	成 型 材	成型材 料情况	鉚 藥	鉚藥情况	特殊填加剂	电 極 情 况	环境溫 度(°C)	气孔情况
G_1	无氢强氧	鋼 板	—	AH—348A	烘 干	每5分鐘加氧 化鉄皮5克	去 锈	0	无
E_2	无氢中氧	旧鋁砖	烘 干	AH—348A	烘 干	—	去 锈	5	无
F_1	无氢弱氧	硅 砖	烘 干	AH—348A	烘 干	每2分鐘加錳 鉄10克	去 锈	5	无
3—2	有氢中氧	硅 砖	未烘干	AH—348A	未 烘 干	—	有 锈	—12	大量
D	有氢弱氧	鋼 板	有 锈	AH—348A	未 烘 干	—	去 锈	0	边部大量
G_3	有氢弱氧	—	—	螢石 80% 鎂砂 20%	有 少 量 水 份	—	去 锈	0	有
2—4	引弧处明 弧时与空 气接触	—	—	AH—348A	未 烘 干	—	有 锈	—11	大量

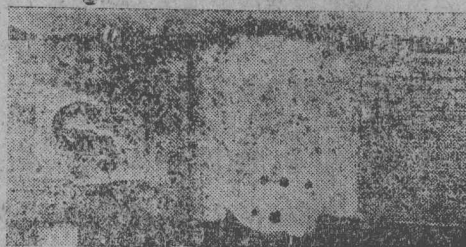
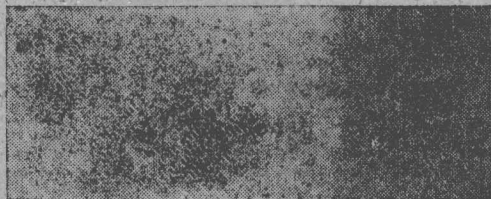


图 2 气孔实验宏观照象图

根据表 1 資料的比較可以得出如下几点結論:

① 在沒有氢气来源时鉚縫內就不易出現气孔, 而在有氢气来源时鉚縫內就比較容易出現气孔。

② 在沒有氫氣來源時，只在上述範圍內改變熔渣氧化性對氣孔的生成沒有表現出什麼影響；在有氫氣來源時，熔渣在試驗範圍內的氧化性對氣孔的生成也沒有影響。

③ 根據上述情況的分析可以明顯地看出氣孔的出現與氫氣的存在有密切的聯繫。相對地，氧化性在這裡和氣孔的出現沒有關係。

④ 在空氣直接作用下，如引弧處的氣孔數量相當多，可見空氣中的氮氣是加劇了原為氫氣所引起的气孔性。

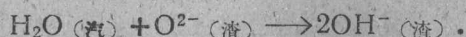
⑤ 由 D 與 $3\sim 2$ 的比較可知，無論是電極或是成型材料所帶來的銹跡都是引起氣孔的主要原因。

⑥ 由 G_3 可知鋁藥的潮濕也可能是產生氣孔的原因之一。

⑦ 氣溫低時鋁縫中的氣孔性可能加強。

不難推想，氫氣的作用應該是突出的。本試驗中氫氣來源多系銹跡中的結晶水，或是鋁藥中的水份、空氣中的水份以及其他在鋁口處塗敷的有機物質等。這些物質都不是單獨存在的氫氣，也不是直接加入金屬池中，而是直接加入到渣池中去。可見，上述物質的存在主要是水份和金屬池中溶解氫氣的關係是值得明確的。

在渣池的熱作用下帶入渣池的銹的結晶水和其他有機物將產生部分的水汽。水汽將和渣池中存在的 O^{2-} 進行如下反應：

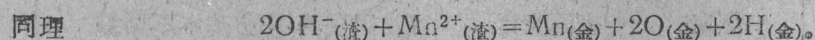
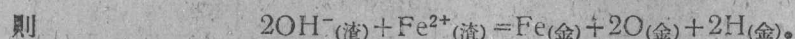
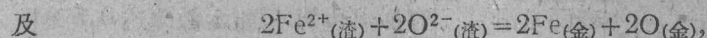
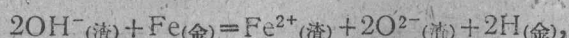


結果，在渣池中增加了 $OH^-(渣)$ ，以達到一定的平衡關係，其中氫含量將為

$$N_{OH} = K \sqrt{N_{O^{2-}}} \sqrt{P_{H_2O}}。$$

可見，當渣池成分不變時，即 $N_{O^{2-}}$ 一定時，溶入於渣池中的 N_{OH} 將決定於 $\sqrt{P_{H_2O}}$ 。

由於 OH^- 在熔渣與金屬池的界面上具有一定的活性，因而熔渣中的 OH^- 在熔渣與金屬池二相間將產生新的分配關係：



可以得到

$$K_1 = \frac{P_{H_2O}}{(Fe^{2+})(O^{2-})[H]^2}，$$

$$K_2 = \frac{P_{H_2O}}{(Mn^{2+})(O^{2-})[H]^2}。$$

可見，外界帶入熔渣中的水份或是熔渣池表面上水氣的分壓對金屬池中的 $[H]$ 都有一定的影響。當增加了銹、水汽、有機物質時，則在熔渣成分不變的條件下，金屬池中熔解的含氫量增加，而溶解於金屬池中的含氫量越多時，產生氣孔的可能性也越大。可見上述試驗結果完全符合這一理論。所以可以得出正確的結論：電渣鋁鑄靜鋼時，去除一切可以帶有氫溶氣來源的物質的如銹、水分、潮氣、有機物質等，是消除氣孔的有效工藝措施。

§ 2. 成型材料的試驗

試驗方案主要根据以下几点进行：

- ① 为了防止冷却水冻结而破坏焊接过程，不能使用流水冷却的成型装置；
- ② 因为环形焊口边缘不能机械加工，不能用与料斗表面滑动的成型装置；
- ③ 成型材料容易获得，造价便宜，可多次使用，应用方便；
- ④ 工艺过程稳定，焊缝质量好。

由于考虑到上述的前二条件，对通常使用的流水冷却的铜或钢制滑动式成型装置未予试验，对目前容易获得的能满足于前二条件的一些材料进行了研究。这些材料有以下几种：石棉纸和石棉泥的混合物；旧粘土铝砖，硅砖，薄钢板和旧粘土硅砖，石墨板和铸铜块等。试验结果列于表 2（其他试验条件同于气孔试验）。

表 2.

编号	成型材料	电渣过程	焊缝表面成型	焊缝情况	成型材料损耗
	石棉纸与石棉泥混合物	20分钟后因渣过粘而中断	——	——	逐渐全部熔入渣池
E ₂	旧粘土铝砖	16分钟后渣池深度由35毫米激增至65毫米	表面较光滑	熔透均匀	腐蚀深达10毫米
3—2	硅 砖	稳定	表面较光滑	熔透均匀	腐蚀深达1毫米
G ₁	厚钢板和硅砖	稳定	——	薄钢板与焊接金属在焊缝处有尖角	基本不腐蚀
2—1	石墨板	稳定	表面光滑	容易出现焊不透现象	腐蚀深达0.5毫米
G ₁	铸铜块	稳定	表面光滑	容易出现焊不透现象	基本不腐蚀



石 3 墨板成型之接头粗晶图

以下述几点原则对所试成型材料分析比较。

- ① 工艺性。

由表 2 所列结果可知，前二种因过程不能维持较长时间，肯定不能使用。今后不予

比較。

② 鉚縫表面及鉚透。

薄鋼板和硅磚聯合成型時，鉚縫具有尖角，其他三種接頭過渡比較平滑，表面比較光滑，一般可用。由於料斗工作時受沖擊載荷，前者是不適宜的。

硅磚成型時熔透比較均勻，用石墨板和銅塊為成型材料時，由於導熱比較大熔透不夠很均勻，規範不當時可能產生根部未鉚透。和通水冷卻滑塊的大導熱性相比較可知，只要規範正確是完全可以保證鉚透的。

③ 成型材料的耗損。

硅磚和石墨板為成型材料時都有腐蝕現象。硅磚腐蝕後影響渣池物理性質，時間過長時可能影響過程的連續進行。用作9米長的料斗環縫的成型材料，很明顯地是不恰當的。石墨板腐蝕不夠嚴重而且對渣的物理性影響不大，還難於否定。

薄鋼板和硅磚聯合使用時因要損失大量鋼板，也屬不當，難於採用。

在使用耐久性上銅塊是完全合乎要求的。

④ 對鉚縫金屬質量的影響。

銅塊在鉚接過程中沒有任何腐蝕，對熔渣和金屬熔池當然不會有任何影響，故對鉚縫質量沒有什麼壞的作用。

鉚接過程中石墨板有腐蝕現象，可見必有炭滲入熔渣池和金屬池中去。為此曾對石墨板成型之鉚縫金屬予以各方面的鑑定。

為了詳細確定滲炭的深度及滲炭量，特對與鉚縫表面成一極微小角度的平面，作了金相組織的觀察與硬度試驗。試件取制法示圖4，試驗結果列於表3，金相組織及硬度示於圖5及圖6。估計的滲炭深度及滲炭量則示於圖7。

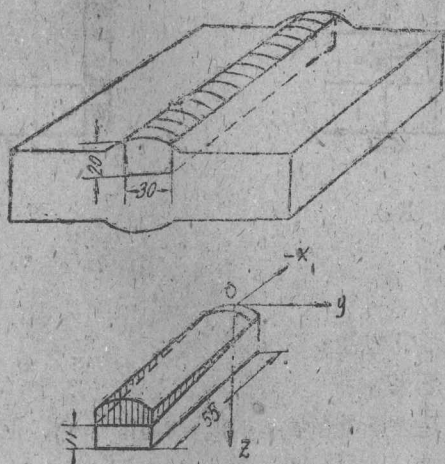


圖 4 試片取制示意图