

制氧机板翅式换热器  
制造技术攻关经验交流会  
资料汇编

(内部资料 注意保存)

杭州制氧机研究所

一九七二年十一月

## 订阅注意事项

本资料系内部试验总结，订阅者必须凭单位介绍信，否则不予办理。个人订阅集体统计，款汇杭州支行营业部 4001001 杭州制氧机厂帐户内。汇款时务请注明“订板式攻关资料 × 份”字样。

### 制氧机板翅式换热器 制造技术攻关经验交流会资料汇编

---

编辑者：杭州制氧机研究所  
出版者：杭州印刷厂  
印刷者：杭州印刷厂  
订阅处：杭州制氧机研究所情报组

---

工本费：0.40元

# 毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

阶级斗争、生产斗争和科学实验，  
是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动，……

要采用先进技术，必须发挥我国人民的聪明才智，大搞科学试验。

一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

团结起来，争取更大的胜利。

# 前 言

我国生产的板翅式换热器，长期以来质量没有过关，严重影响大型制氧机的投产，从而影响钢铁和化肥工业的发展。为此，一机部于一九七二年四月底在开封空分设备厂组织了“三结合”板翅式换热器制造技术攻关组，经过四个多月的辛勤努力，板式试验工作初见成效，完成了攻关方案所规定的试验任务。为了总结工作，交流经验，九月在开封召开了“制氧机板翅式换热器制造技术攻关经验交流会”，会上广泛交流了板翅式换热器生产中的一些经验体会和目前存在的问题。会议还讨论通过了制氧机板翅式换热器“通用技术条件(试行)”和“设计标准(试行)”等几个技术文件。

为了进一步交流经验，现我们将攻关经验交流会的会议资料和攻关组的几个试验总结进行整理汇编，印成这本《制氧机板翅式换热器制造技术攻关经验交流资料》，供有关同志参考。这次汇编时我们对部分文章略作了一些修改。

在汇编过程中，得到了有关同志及兄弟单位的大力支持，为此表示衷心感谢。

由于水平有限，时间紧促，汇编中难免有错误之处，希望大家批评指正。

杭州制氧机研究所

一九七二年十月

# 制氧机板翅式换热器

## 制造技术攻关经验交流会资料汇编

### 目 录

制氧机板翅式换热器制造技术攻关经验交流会会议总结·····	( 1 )
发言材料之一：四个月来板翅式换热器攻关情况·····	( 3 )
之二：目前板翅式换热器生产中几个问题的看法·····	( 9 )
之三：制氧机板翅式换热器制作的粗浅体会·····	( 14 )
之四：6000米 <sup>3</sup> /时制氧机板翅式换热器生产体会·····	( 18 )
制氧机板翅式换热器通用技术条件（试行）·····	( 20 )
制氧机板翅式换热器设计标准（试行）·····	( 23 )
板翅式换热器零件制造工艺守则（试行）·····	( 26 )
板翅式换热器零件清洗工艺守则（试行）·····	( 27 )
板翅式换热器部装工艺守则（试行）·····	( 30 )
板翅式换热器焊后清洗工艺守则（试行）·····	( 31 )
板翅式换热器钎焊工艺守则（试行）·····	( 33 )
板翅式换热器手工氩弧焊工艺守则（试行）·····	( 35 )
板翅式换热器总装工艺守则（试行）·····	( 37 )
制氧机板翅式换热器制造技术攻关小组工作总结·····	( 40 )
板式攻关试验总结·····	( 45 )
国产复合板钎接试验小结·····	( 55 )
日本进口复合板钎接试验小结·····	( 61 )
焊片工件预热规范的探索·····	( 64 )
板翅式换热器钎接测温试验小结·····	( 66 )
板翅式换热器钎接工艺试验小结·····	( 78 )
附 录：	
关于制氧机用双金属板材技术要求的讨论决定·····	( 82 )
板翅式换热器用铝合金材料概况简介·····	( 83 )

说明：按顺序，“板翅式换热器焊后清洗工艺守则”应在“钎焊工艺守则”之后，但排文中次序反了。

鉴于目前印刷紧张，考虑时间关系，不重排了，特此说明。

# 制氧机板翅式换热器制造技术攻关 经验交流会会议总结

为了落实毛主席关于工业“以钢为纲”、农业“以粮为纲”的伟大方针，贯彻全国计划会议精神，加速突破板翅式换热器制造技术关，使制氧机生产适应国民经济发展的需要，第一机械工业部重型通用局委托一机部机械研究院于九月十一日至十七日在开封召开了“制氧机板翅式换热器制造技术攻关经验交流会”。参加会议的有一机部、冶金部、燃化部、总后勤部所属的十二个企业九个设计研究院（所）和两所高等学校等二十四个单位的干部、工人、技术人员共七十一人，制氧机板翅式换热器制造技术攻关小组全体同志参加了会议。

这次会议是四月份板式攻关会议以后，各生产厂和有关单位在板式试验中取得经验的基础上召开的。

在一机部和省、市委，厂党委的领导和关怀下，在各兄弟单位的大力支援下，开封空分设备厂攻关组的同志和全厂职工群众经过四个多月来艰苦奋战和反复实践，攻关工作取得了很大成绩，六只试件疲劳试验切换次数分别达到了26万~90万次，都超过了攻关方案所规定的各项试验任务。技术上掌握了一定规律，初步总结出一套从另件加工、清洗、装配、钎焊试验等工艺规范。在攻关中他们坚持了专业攻关与群众性攻关相结合；技术攻关与加强企业管理相结合；试验研究工作与群众性的技术普及教育相结合；近期攻关与投产准备相结合。发扬革命精神，坚持科学实践，为迅速攻破板式质量关作出了成绩。其他各生产厂也分别加强了党的领导，充分发动群众，大打攻克板式质量关的人民战争。上海县第一五金厂共钎三套，第一套已使用了一年另八个月，第二套已使用八个月，第三套正在安装，封头焊缝开裂的问题也得到了解决。杭氧厂在试验中三个试件的疲劳切换次数达到100万次基础上，又做到了出国产品不补焊。营口通风机械厂近来对波纹机也进行了改进，提高了另件精度。各生产厂都为提高板式制造质量作出了很大成绩。

到会同志首先学习了毛主席的有关指示和周总理、李先念副总理对产品质量问题的批示及国务院负责同志的讲话。在讨论中狠批了刘少奇一类骗子极“左”思潮干扰和破坏产品质量的反革命罪行。通过学习，统一了思想，提高了路线觉悟。在此基础上，生产单位、使用单位和材料供应单位充分的交流了材料选择（包括材料制造）和板式制造中另件加工、清洗、钎焊和试验等经验。使用单位本着对党、对人民负责的精神，根据在使用中发现的板式质量问题，诚恳地提出了宝贵意见。材料供应单位为了迅速突破板式质量关，表示要提供合乎质量要求的材料供应生产单位。

通过交流经验，互通情况，互相学习，取长补短，共同提高，相互支持，增强了团结。同志们感到这次会议不仅交流了经验，而且受到了一次深刻的路线教育，是一次很好的学习机会。

大会在交流经验的基础上，进行了专题讨论，重点解决了以下几个问题：

- 1.大会经过充分协商，修订了Q/Q105-71复合板的技术条件，统一了复合板的复合层厚度、规格、成份等规定，并且作出了专题决定（见附录）新的规定从一九七三年开始实施。冶金部101厂的代表表示迅速按新的标准试生产一批，供使用单位试验。

2.会议讨论了板式的系列问题，大家一致认为板式标准化很重要，在统一认识的基础上，确定板翅式换热器设计标准草案（试行）。

3.大会还讨论并通过了“板翅式换热器制造通用技术条件”和零件制造精度、清洗、总装、钎焊、试验等七项“工艺守则”（试行）。

4.大会着重讨论了板翅式换热器出厂（暂行）验收标准。会议决定：“切换式换热器出厂前作12公斤/厘米<sup>2</sup>强度试验和作工作压力的1.25倍一万次的疲劳试验”作为出厂验收标准。根据伟大领袖毛主席：“一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用”的教导，会议认为制造厂对板翅式换热器生产必须精益求精，高标准，严要求。根据不同批量（20只左右）抽查1只作工作压力的1.25倍五万次的疲劳试验（暂定），若达不到此要求时，再继续抽试2只，如仍不合格全部作五万次的疲劳试验，并根据暴露的矛盾，分析原因，采取措施，继续提高产品质量。

5.大会通过总结经验，肯定了在目前复合板质量和板式制造质量尚未稳定的情况下，推广用焊片生产是积极的措施。

6.会议还提出了今后继续试验研究的任务，并制订了下一步试验研究计划。

毛主席教导我们：“即使我们的工作得到了极其伟大的成绩，也没有任何值得骄傲自大的理由。虚心使人进步，骄傲使人落后，我们应当永远记住这个真理。”

会议认为，四个多月的攻关已经取得了一定成绩，这仅仅是初步实践，还要再接再厉，向更高的技术水平奋勇前进！

会议对今后工作提出以下几点意见：

1.深入进行思想和政治路线方面的教育。“路线是个纲，纲举目张。”我们要进一步认真学习毛主席关于提高产品质量的教导和周总理、李先念副总理对提高产品质量的批示。深入开展“工业学大庆”的群众运动。发动群众，狠批刘少奇一类骗子所推行的反革命修正主义路线，排除“左”右干扰，正确处理政治与技术、数量与质量的关系，增强执行毛主席革命路线的自觉性，迅速突破板式质量关。

2.加强企业管理，健全合理的规章制度，加强设计、工艺和质量检查的管理，认真贯彻工艺守则，要提倡为革命学技术，对技术要精益求精，要严格遵守操作规程，苦练基本功。把冲天的革命干劲与严格的科学态度结合起来，要认真巩固现有经验，防止松劲情绪，对板式生产还要有计划的进行试验，不断总结经验，迅速完成大会提出的今后试验研究任务。

3.为了提高板式质量，要定期开展板式制造质量巡回检查，做好技术交流，不断交流板式制造经验。大会认为一九七三年春天再召开一次板式制造技术经验交流会适宜的。

大家认为这次会议是一次路线教育的会议，是一次相互学习的会议，是一次团结的会议，是一次鼓干劲的会议。我们所取得的成绩只是万里长征走完了第一步，要戒骄戒躁，乘胜前进，不断提高产品质量，向高标准进军。会后要求进一步提高产品质量，为稳定和超过一百万次疲劳试验而努力。要坚持边试验，边生产，提供质量好、数量多的空分设备，满足钢铁工业、化工工业发展的需要，为支援社会主义革命和社会主义建设做出较大的贡献。

**团结起来，争取更大的胜利！**

一九七二年九月十八日

发言材料之一：

## 四个月来板翅式换热器攻关情况

开封空分设备厂  
制氧机板翅式换热器攻关组

### 一、攻关以来的情况：

为了贯彻毛主席关于工业“以钢为纲”和农业“以粮为纲”的伟大方针，多快好省地发展制氧机，支援祖国的社会主义建设，支援世界革命。在一机部和省、市委的直接领导和组织下，四月底，在我厂召开了板翅式换热器制造技术经验交流会，并且成立了由十一个厂、所、院（校）三十多人组成的“三结合”板翅式换热器制造技术攻关组。四个月来，在厂党委的领导下，在各兄弟单位的大力支援下，在攻关组全体同志和广大职工的努力下，板式试验工作初见成效，完成了攻关方案所规定的试验任务。除了第二、三号试件，由于钎接温度低、大面积脱焊报废外，其余六只经过长期疲劳考验，切换次数都超过攻关方案规定的第一阶段20万次的要求。

第一号试件435,720次。

第四号试件823,460次（九月十三日止），其中1.25倍工作压力，105,500次。

第五号试件562,760次（九月十三日止），其中1.25倍工作压力，50,000次。

第六号试件270,000次停试。

第七号试件250,000次，其中1.25倍工作压力，50,000次。

第八号试件266,760次，其中1.25倍工作压力，50,000次。

其中第四、五号继续试验到100万次。

经过八只2000×760×500切换式换热器的试验，技术上摸索了一定的经验，初步总结出一套从零件下料、装配、清洗、钎接到总装试验的工艺规范。当前除了制造零件的设备需要继续组织力量攻关外，已经可以投入小批试生产，进一步验证工艺。

1.深入进行思想和政治路线方面的教育。板翅式换热器，是近代发展起来的一项新技术，在生产实践过程中存在着一定的技术问题，但是重要的因素是政治思想问题和生产管理问题。在我们思想上骄傲自满，固步自封，总认为比上不足、比下有余，这种差不多的思想是提高板式质量的主要障碍。攻关组成立后，有的认为：上海、营口板式生产已经过关，攻关就是搬搬他们的经验；有的认为开封条件差，攻关有困难，应到条件好一点的地方去攻关，然后再向全国推广。这些思想的存在，主要是对板式质量问题的严重性和组织攻关的重要意义认识不足。根据上述思想，我们攻关组首先深入进行思想和政治路线方面的教育，举旗抓纲，从解决思想问题着手，反复学习毛主席关于产品质量问题的一系列重要指示。学习周总理、李先念副总理对产品质量问题的批示和有关文件。狠批了刘少奇一类骗子所鼓吹的“政治可以冲击一切”、“政治可以代替一切”的极“左”思潮和反动的无政府主义。摆事实、讲道理。由于板式制造质量未过关，大批出厂的制氧机不能安装投产，安装了也不能运行。如湖南涟源钢厂，安装的1500标米<sup>3</sup>/时全板式制氧机，经过裸冷，十二只切换式换热器就坏了九只，换了再试还是不行。承德钢厂、北京特种钢厂等单位的过冷器也退回调换，



严重影响了兄弟单位钢铁增产,影响了钢铁、化工等基础工业的建设,拖了钢铁生产的后腿,造成政治上、经济上和物质上的严重损失,大家感到很痛心。针对这些事实,大家进行了路线分析,大摆产品质量不好的危害:用于军事,影响战备;用于经济,削弱社会主义建设;用于援外,影响国家声誉和支援世界革命。因此,质量问题,不单是技术问题,而是政治问题、路线问题。车间党支部对广大群众进行以提高产品质量为中心的思想教育,通过学习,武装了思想,提高了路线觉悟,进一步统一了认识,明确了攻关的目的意义,揭露了矛盾,看到了问题。制订了攻关方案,为顺利开展攻关扫清了思想障碍,创造了有利条件。

2.遵照毛主席关于“没有调查就没有发言权”的教导,认真做好调查研究工作,抓住主要矛盾。毛主席教导我们:“只有那些主观地、片面地和表面地看问题的人,跑到一个地方,不问环境的情况,不看事情的全体(事情的历史和全部现状),也不触到事情的本质(事情的性质及此一事情和其他事情的内部联系),就自以为是地发号施令起来,这样的人是没有不跌交子的。”我们攻关组为了摸清情况,弄清问题,在参加经验交流会的基础上,向社会作调查,参观学习了上海县第一五金厂和杭州制氧机厂的板式生产,吸取他们的好经验、好思想、好作风。对空分厂板式生产的现状进行调查研究。攻关会议期间,二次下车间调查板式生产过程和质量状况。“解剖麻雀”,对攻关前的某些产品进行层层剥皮、解剖分析,发现零件超差、清洗不净、装配间隙过大等一系列的严重问题。观察了爆破、疲劳后解剖的废工件情况,同时对今年一季度生产的四只切换式换热器作了疲劳试验,结果在100~2000多次就坏了。个别堵了再试,还是不行。经过解剖分析,发现大部分装配间隙过大。通过一系列的调查研究,我们认为影响板式寿命的主要矛盾是局部脱焊。而局部脱焊的原因又很多。有原材料质量问题,主要是复合板包复层厚度不均匀,甚至有白边、白点(没有包复层);有零件加工精度问题,形状不正,尺寸超差;有清洗不良,氧化膜未除净;有装配间隙过大;有夹具问题,整体没有浮动补偿和夹得过紧影响板束热膨胀时自由伸长,引起变形;有预热温度和钎接工艺上问题等等。毛主席教导我们:“研究任何过程,如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话,就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾,一切问题就迎刃而解了。”根据毛主席这一伟大教导,从分析板式的历史和现状,我们认为造成局部脱焊的原因是多方面的,但是夹具是主要因素。因为夹具与工件的伸张系数不一样,工件加热后伸张42毫米,而夹具只伸张20毫米,没有浮动补偿。在试验前,首先改为剖分夹具浮动补偿增加高温弹簧,同时提高装配和清洗质量,加强零部件检查等等。抓住钎接的重要环节。在试验实践中又进一步发现了新问题,即老矛盾解决了,新矛盾出现了,钎接上升为主要矛盾,而且钎接中最主要的问题是炉温问题,控制炉温成了诸因素中的主要因素。我们根据不同阶段的主要矛盾,采取对症下药,各个击破,从而取得了试验的成功。

3.加强领导,落实政策,改进管理,建立和健全规章制度。

为了加强对板式攻关的领导,厂党委决定由一名党委常委亲自挂帅,担任攻关组组长。由于过去刘少奇一类骗子大搞形“左”实右,破坏企业管理,搞自由化生产,零件无图纸,生产无工艺,操作无规程,检查无标准;生产混乱,工艺落后,材料浪费,无政府主义到处泛滥。在开封市委的正确领导下,开展建制核资,加强企业管理,调整组织机构。设了专职检查机构和检查人员,建立和健全了以提高产品质量为中心的八项管理制度。同时,车间成立了技术组、质量检查组和计划调度组,加强了管理。

4.充分发动群众,搞好专群结合。

伟大领袖毛主席教导我们:“革命战争是群众的战争,只有动员群众才能进行战争,只有依靠群众才能进行战争。”为了胜利完成板式攻关任务,我们坚持了党的群众路线,充分调动专业攻关人员和广大群众的积极性,坚持了专业攻关与群众性的攻关相结合;试验研究

工作与解决实际生产技术问题相结合；进行路线教育、提高路线觉悟与技术普及教育相结合；近期攻关与投产准备相结合。攻关组下设：技术资料整顿、工装和非标准设备设计、装配和清洗、钎焊和氩弧焊、总装试验等五个战斗小组。把板式车间的大部分老工人吸收到这五个战斗小组里来，并且分别担任组长或副组长，攻关组与广大群众紧密结合团结、战斗，步调一致。在攻关中，攻关组的全体同志，信心百倍，积极工作，认真负责，埋头苦干，兢兢业业，日夜奋战，发扬了一不怕苦、二不怕死的革命精神。



## 二、攻关的方法和步骤：

根据攻关方案规定做六只 $2000 \times 760 \times 500$ 毫米切换式热交换器的试件，其中三只为国产含硅量 $11 \sim 12.5\%$ 的复合板，三只采用含硅量 $7.5\%$ 的硅铝明焊片。后因为第二、三只出了问题，又补充了二只，共钎了八只试样。

1. 首先抓技术资料的整顿，确定结构，明确标准，补充零件图纸，制订必要的技术文件。使下面干有方向，做有规矩，检查有标准，克服自由化生产的无政府状态。经过三结合的讨论，吸取了国内外先进经验。

①统一了装配的基本结构形式，间隙、公差配合、零件尺寸等。

②改进翅片的间距，加大翅片切开度。过去的翅片间距大，形状不合要求。

③导流片由原来的三角形  改为矩形  齿距缩小为4.2毫米，齿形整齐，孔距孔径统一，使9.5毫米、6.5毫米和4.7毫米三种导流板统一，减少品种，节约了冲模三付。孔距如图1，孔径为 $\phi 2.5$ 毫米。

④封头加了加强圈，三层焊接(图2)。改进以后大大的提高了氩弧焊接的质量，经过疲劳试验，比较理想。第一只435,720次，第四只810,000多次(其中1.25倍压力6.5公斤/厘米<sup>2</sup> 105,000次)，第五至第八只也分别试了250,000~550,000次均没有出问题。

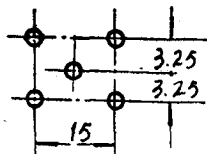


图 1



图 2

2. 抓工艺装备和非标准设备的设计、制造。这是为攻关创造条件，同时也是为投产做好准备。过去加工的主要零件、导流片、翅片，形状不符合图纸要求，尺寸超差。现在9.5毫米导流片的冲孔和成形，已经解决。翅片轧机新的还没有做出来，老的还要继续改进试验。

3. 严格要求，道道把关，为钎接创造条件。过去由于装配间隙大达 $15 \sim 30$ 毫米，钎接好了，也不能用。零件清洗后不经烘干，表面有灰沙、油迹、手印；装配时零件未经校正、整形；尺寸超差等，影响钎接质量。在这次试验中，对零件经过严格检查，不合格的不装配。改进了夹具，校验了热电偶，测试了炉温，钎接中严格注意工艺规范和操作方法。

4. 充分发扬技术民主，发动群众参加各项技术规范的讨论。每次钎接前，召开一次工艺分析会，总结前一段工作经验，制订下一步的工作计划和工艺规范，做到上下思想一致，统一行动，及时纠正工作中的缺点和错误。

5. 抓好钎接这一环，攻关组集中了较大精力研究钎接问题。除了做八只试件外，根据厂里生产任务的安排，还参插生产了六只 $1100 \times 450 \times 390$ 毫米液氮过冷器，为这次攻关试验丰富了经验。同时对不同材料、温度和预热情况进行了小试样测定(见专题总结)，摸索了一些理论数据和实践经验。八只试件的工艺规范见附表。

附表 八只试件工艺规范

试件号	工艺规范 时间	预热规范(温度°C)				钎接工艺规范(°C)			钎接工艺 (分)	试验压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )		疲劳 次数	主要盐配比		备注
		控制炉温	工件表面	工件底部	时间(分)	进炉	出炉	温降		水压	气压		Li	F	
1	6.15	540	525	476	360	605	586.5	18.5	4-2-2	12	9	435720	26.55	4.07	内部有局部未钎牢
2	6.20	540	531	464	270	606	586.3	18.7	4-2-2	12	9	10197	27.01	3.95	有大面积脱焊
3	6.30	540	523	490	250	605.5	587	18.5	4-2-2	12	9	36928	26.02	4.01	有大面积脱焊
4	7.10	560	549	480	270	613	597	16	3-2-2	12	9	820000	26.00	3.63	
5	7.26	560	544	508	330	610.5	596.5	14	4-2-2	12	9	560000	26.69	3.87	外观质量不好
6	7.27	560	544	540	270	613.5	599	14.5	4-2-2	12	9	270000	26.40	3.78	外观质量不好
7	8.4	560	544.5	489	300	611	591	20	4-2-2	12	9		25.28	4.02	未钎牢, 须复钎
8	8.8	560	548.4	501	250	613.5	595	18.5	3-2-2	12	9	270000	25.88	4.05	

第七只复钎工艺规范

7复	8.11	560	543	508	420	609.5	593	16.5	3-2-2	12	9	250000	24.76	3.71	复钎后质量尚好
----	------	-----	-----	-----	-----	-------	-----	------	-------	----	---	--------	-------	------	---------

注: 1. 八只试件尺寸均为2000×760×500毫米

2. 4、6、8只用含硅量7.5%的硅钼明焊片, 其余为Si 12%复合板。

3. 第8只工件为升温浸盐, 一分钟后炉温上升到615.5°C。

4. 第4只疲劳试验到20万次后升压到1.25倍6.5公斤/厘米<sup>2</sup>到25.5万次。76万次后再次提高到6.5公斤/厘米<sup>2</sup>试验5万次。

6. 抓好清洗、氩弧焊和疲劳试验的工作。由于清洗工艺还存在一定的问题, 七、八两只封条清洗腐蚀严重, 引起报废。五、八号工件焊后清洗不好, 产生化学放气, 今后还要改进。氩弧焊除了设计上结构改进外, 思想上有所重视, 过去一道焊, 现在总共增加到五道焊, 质量有所提高。疲劳试验是攻关前后才开始的, 通过试验, 暴露了大量问题, 促进了各道工序的改进提高。

### 三、几点体会:

这次攻关工作, 由于部领导的重视, 厂党委的正确领导, 集中了优势兵力, 从抓思想着手, 深入进行思想和政治路线方面的教育, 把厂、所、院(校)紧密地结合在一起, 使这次攻关初步取得了胜利, 根据八只试件的试验, 有以下几点经验体会。

1. 科学的工艺是保证产品质量的必要条件, 没有规矩不能成方圆, 无政府主义、自由化生产是破坏产品质量的重要原因。在这次试验中, 影响局部脱焊的主要原因是钎接炉温, 因此控制好钎接炉温是能否钎好的关键性的问题。第一、二、三号试件, 由于出炉温度偏低(586°C), 而出现大面积的脱焊, 对温度问题我们也有一个认识过程的, 第一只疲劳试验12万次后, 认为没有问题, 接着照第一只的工艺钎了第二、三只。其实, 第一只的钎接温度是偏低的, 疲劳435,720次时就鼓肚。解剖六层, 发现有局部未钎牢, 大面积虽已钎牢, 但是钎料尚未完全熔化, 焊缝接头不好, 一拉就脱。第二只疲劳10,147次就鼓肚, 解剖十九层, 每层都有大面积脱焊。当时我们有不同的看法: 一种认为钎接温度低, 另一种则认为清洗不干净, 表面有氧化膜, 操作时浸盐速度快, 心部冷空气未排净。复合板包复层不均匀, 焊料流失等等。我们做了如下验证工作:

①用金相检查证明复合层未化, 并且证实具有一定厚度的包复层, 排除了材料的疑问。

②解剖后取下未钎住部位的复合板, 做小试样, 在未经清洗和预热的情况下, 在586°C

盐中浸钎八分钟后，钎接情况良好，排除了氧化膜造成的原因。

③进行挂片、小试样与大工件钎接温度的比较，三者之间略有不同，挂片576℃，焊料未化，580℃焊料化了，585℃焊料流动厉害；小试样583℃未焊好，586℃焊好。而一、二、三号试件在586℃出炉，有面积脱焊。由于工件大，其中因素很多，如传热、心部进盐、挂空等，要比小试样复杂，这些复杂因素，引起工件心部温度与盐炉温度的差别。

根据试验结果，我们认为采用国产含硅量11~12.5%的复合板，出炉温度必须在592℃以上。含硅量7.5%的硅铝明焊片，出炉温度在595℃左右，同时还必须达到工件内外温度均匀。在钎接时，既要控制出炉温度，也要控制进炉温度，缩小温降，我们曾采取关炉门操作，缩短操作总时间；提高预热炉温；升温浸盐等办法。但是都不能解决根本问题。要从根本上解决问题，必须适当加大炉子，增加盐与工件的比例。

2. 冲天的革命干劲必须与科学态度相结合，有了正确的钎接工艺，还必须认真的操作，两者不可偏废。

钎接第五号试件时，因为倒盐角度大，速度快，把端头封条弹出四根。在第七只钎接时接受了经验教训，减小了倒盐角度和速度，但没有把冷盐倒净，即浸入盐中，第二次浸盐后心部温度没有上升，虽然进炉温度比第一、二、三号工件高6℃、出炉温度高5℃（为591℃），但是心部温度仍然很低，为574℃（仪表指示577℃），结果不但心部钎不牢，而且外表两侧封条发现有十几处未钎牢长的达600毫米，间隙1毫米。外形两端低、中间高。这些新问题的出现，给我们以深刻教训。倒盐速度，太小了增加操作总时间，对炉温降是不利的，尤其第一次倒盐速度尽可能快一些，因为第一次浸盐后工件内部钎料未化，完全可以避免钎料流失。另外冷盐也必须倒净。我们第七和第八号试件心部都装了嵌装式热电偶。由于操作不同，两者出现了完全不同的情况。第八只冷盐倒得干净，在第二次浸盐时，心部温度显著上升，到出炉时心部温度达592℃，与盐炉温度差4℃。两者进炉温度差2℃，而出炉温度差18℃。因此，操作是很重要的，不能忽视。

其次，要注意浸盐速度不宜太快，要注意心部冷空气的排除，否则也要影响心部温度的提高。工件出炉后，要尽量避免发生震动，最好在吊钩上挂一些时间，待钎料凝固后，落地为宜。

3. 对采用焊片与复合板两种材料的一些看法，对这个问题也有一个认识过程。试验结果，我们认为：硅铝明焊片比复合板钎接工艺容易掌握，质量比较稳定。7.5%的硅铝明焊片的优点，焊料厚度均匀，液相线区间大，熔化后表面张力大，稳定性好，也就是焊料不易流失，特别对6.5毫米以下通道的钎接更有它的优越性。我们八只试件中，第四、六、八号三只采用7.5%硅铝明焊片，都钎得很好，经过长期的疲劳试验（25~82万次），没有出现问题。根据小工件的经验证明，4.7毫米高度用复合板，通道堵塞厉害，硅铝明焊片则比较好。

用硅铝锌焊片比硅铝明焊片工艺上更容易掌握些，上海已有了经验。我们在试验中，在第一、二号试件的同一层内，用铝硅锌焊片和复合板做了比较，经解剖分析，焊片的一面焊得很牢，而复合板的一面，则大面积脱焊。由于焊片未出厂，没有做整只试验。但是我们试验还证明，在复合层均匀的情况下，复合板的钎接工艺也是可以掌握的。而且第一、五、七号工件也证明了这一点，但是当前所用的含硅量12%的复合板，除了复合层不均匀外，液相线区间小，容易流失，不适合钎6.5毫米通道以下的工件，更不适合4.7毫米通道的工件。

毛主席教导我们：“事物都是一分为二的。”采用焊片除了装配麻烦外，还必须严格掌握预热温度和时间。硅铝明焊片的预热时间不宜超过4.5小时，工件表面温度应控制在540℃以下，否则焊片产生氧化，不易钎接。我们做的小试样进一步证明了上海的经验是正确的。

采用复合板预热时间可以在5~5.5小时，温度尽可能均匀些。

4.零件制造精度，对钎接质量是有一定的影响。我们解剖第一只分析时发现局部未钎住，除了温度偏低的原因以外，与翅片的高度不均有关。另外交叉条纹未钎牢，主要是波纹板齿高低不一。如果温度再高些，焊料充分熔化，以形成良好的毛细作用，这些局部的缺陷，可能消除。我们这次对导流片、翅片和封条三者之间的公差大小对钎接的影响，没有做专题试验，还要进一步摸索这方面的经验。

5.焊后清洗也是个重要问题。过去我们出厂的产品，由于清洗不净，放一段时间，好的产品也会腐烂漏气报废。第五号试件发生化学放气很严重，所以必须引起重视。我们这次攻关中对清洗虽然作了不少改进，碱洗改为酸洗，既提高质量，又改善劳动条件，但是还远远不够，今后清洗必须严格按照工艺规定办事。

6.根据第一只侧通道爆破导流片强度偏低，55公斤/厘米<sup>2</sup>被拉断。现导流片改为0.6毫米厚，4.2毫米的间距，从理论上强度达130公斤/厘米<sup>2</sup>超过了翅片，但还没有做爆破试验。

强度试验的压力问题，我们认为有进一步研究的必要。第二、三号试件有大面积脱焊的情况下，作12公斤/厘米<sup>2</sup>强度试验，用U形差压计测量均未发现问题，而疲劳试验到1~3.6万次之间才暴露问题。因此，强度试验的压力是否提高到工作压力的三倍或四倍，疲劳试验的压力提高到工作压力的1.25倍，1万次是合适的。因为大问题的一般在1万次内都能暴露，好的试1万次也不会对寿命有影响。

7.对总装试压和疲劳试验的一些认识。为了观察工件内部的钎接质量，必须作必要的试验，并在侧通道装上U形差压计测量压差，有一定的效果，但由于清洗不净，会出现很多假象。

①侧通道加满水以后，U形差压计压差灵敏度提高，切换时液面产生波动，约1~1.5毫米是正常现象，不加水液面没有波动。

②U形差压计产生压差，不完全是漏气，有几种情况：一是内部结构变化或鼓肚，这种变化，U形差压计压差显著提高。二是清洗不良，化学反应放气，这种升高是缓慢的，而且是均匀的，降压后，仍然继续产生压差。所以U形差压计不仅能测量结构变化，而且能暴露清洗质量。

③U形差压计的压差随温度变化而变化，出现正压或负压是正常现象。

8.七号工件证明，复钎是挽救大面积脱焊的办法。

9.封头的材料和焊接，根据我厂以往的经验 and 八只试件的考验，采用LF<sub>2</sub>材料是可行的。LF<sub>2</sub>在低温下的冲击值和塑性，对交变负荷的零件是适宜的。同时加了衬圈，大大加强了封头强度，经过82万次疲劳和55公斤/厘米<sup>2</sup>爆破考验，没有问题。

存在问题：

1.质量第一的思想还没有牢固地树立起来，不按工艺操作的现象也经常发生。

2.清洗工作还存在一定的问题，特别是焊后清洗，今后要改善物质条件，对清洗工具必须进行必要的改进。

3.物质条件解决得不快，薄板校平机、冲床、电动葫芦、嵌装式热电偶等等至今已四个多月，未得到解决，自制非标准设备和工装上得也不够快。

4.零件制造关还没有过，还要靠外厂协作。

5.对复合板的质量检查，测量仪器还未解决。

6.生产技术管理还不相适应，技术准备工作远远跟不上生产发展需要。工艺落后，材料浪费严重。

四、今后意见：

毛主席教导我们：“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”

认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。”

攻关组四个多月的工作，只仅仅是初步的实践，我们的一些认识是不完全的，有的可能是错误的，还须要在今后的实践中进一步验证是否正确，是否真有道理，是否符合客观实际。为巩固攻关成果，对下一步的工作提出以下几点意见：

1. 必须进一步深入进行思想和政治路线方面的教育，提高执行毛主席革命路线的自觉性，牢固地树立起质量第一的思想，防止骄傲情绪，克服马虎、凑乎、不在乎的思想。

2. 继续加强企业管理，健全以质量为中心的各项必要的管理制度，从零件下料、清洗、装配、钎接和氩弧焊等等都要建立岗位责任制，反对违章操作，要严格质量管理和材料领用手续，反对浪费，建立社会主义的生产秩序，确保产品质量的不断提高。

3. 试投产以后，要注意数量与质量的辩证关系。九月份试生产的一批，建议再抽一批3~4只作20万次以上的疲劳试验，以验证工艺，考验质量。

4. 6.5毫米以下通道的工件，建议采用焊片，以免钎料堵塞通道。

对复合板的复合层厚度必须经过严格检查，不合要求的复合板，不能使用。建议一〇一厂进一步提高复合板的质量，并生产含硅量7.5%的复合板。

5. 今后需要继续完成以下试验工作：

① 不同高度的导流片、翅片和封条的试验，摸索公差尺寸的经验。

② 做一只综合性的爆破试验，全面考验设计、制造、材料的情况，做到心中有数，既有理论根据，又有实践数据。

③ 对盐的不同配比，特别是对含氟量的试验。

6. 要加紧解决零件制造的质量，抓紧非标准设备和工艺装备的制造，为大批投产创造条件。

7. 以空分厂为主，继续进行攻关试验，其他单位的成员，告一段落后，可回原单位工作，若有需要再集中工作。

8. 为了互相促进，共同提高，建议在十一月份进行一次板式生产质量循环检查，七三年春再召开一次板式经验交流会，广泛交流生产经验，以利巩固成绩，纠正缺点，共同前进。

一九七二年九月十五日

发言材料之二：

## 目前板式换热器生产中几个问题的看法

杭州制氧机厂板式车间

听了开封全国板式攻关组的发言，对我们的启发帮助很大，攻关组做了大量的工作，取得了很多宝贵经验，我们一定很好的学习。

自五月份由部组织在开封召开的全国板式攻关会议以后，我们回厂乘了这股东风，认真传达了这次会议精神。在厂党委的正确领导下，充分发动了群众，认真学习了毛主席和中央领导同志的有关质量问题的指示，狠批了刘少奇一类骗子散布的极“左”思潮和反动的无政府主义以及破坏毛主席革命路线的罪行。在我们车间领导中批判了骄傲自满、故步自封的不

正之风和缺乏科学分析的态度，从而提高了路线觉悟。使全车间同志又受到一次思想和政治路线方面的教育，认识到质量问题是一个政治问题、路线问题，因此抓好产品质量成了全车间干部和工人的重大事情。

现在我向同志们汇报一下五月份以来在生产实践中遇到几个问题的看法。

我厂生产大型板式换热器已有两年时间，在部领导的亲切关怀与兄弟单位的大力帮助下，由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，板式换热器的制造质量逐步有所提高。从强度试验来说，一九七一年是9公斤/厘米<sup>2</sup>，一九七二年起提高到12公斤/厘米<sup>2</sup>，疲劳试验一九七一年第一次（一九七〇年产品）只有37000多次，就破裂了。现在有的单元能试到100万次以上不破。但由于多方面的因素，我厂板式换热器的制造质量尚处于不稳定状态，特别是由于我们没有很好的抓试验研究工作和缺乏严格的科学态度，因此对板式制造中的许多质量问题尚处于进一步摸索阶段。伟大领袖毛主席教导我们：“人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。”在党和毛主席的英明领导下，在一机部领导具体组织指导和各兄弟单位的同心协力共同奋斗下，我们相信一定会很快地掌握板式换热器的制造规律，解决板式制造的质量关键。

下面就我厂生产中遇到的几个主要问题，谈谈我们的看法：

#### 一、原材料方面的问题：

##### 1. 对复合铝板复合层厚度的认识：

在生产中我厂所用的复合板多为国产（哈尔滨101厂），也有少量日本板。一九七一年我们试用日本板试钎1.8米冷段单元，发现其中有几个单元在同一层的钎接面上全部未钎牢，经取样金相检查复合层，发现该钎接面无铝硅钎料（混进了单面复合板）。

以后对爆破试验和疲劳试验破裂的单元，进行局部取样金相检验，发现脱焊处钎料（硅铝明）普遍很薄。

过去由于我们对客观事物认识不足，造成产品质量低劣。生产中大量事实告诉我们，钎料层的厚薄对能否形成钎缝是十分重要的关键。过去由于认识不足制订的材料标准复合层厚度为5~12%，这是非常不合理的。于是我们对所用复合铝板逐块进行仪器测定，发现复合板的复合层厚度很不均匀（国产）。同一块板，厚的地方有0.10~0.12毫米，而局部薄的地方则仅有0.03~0.04毫米（如经过清洗就只有0.02~0.03毫米了）。这样就使钎接单元局部钎缝不能钎住，这种复合层厚薄不均的板达50%左右，一时使生产无法继续进行。我们回忆了我厂一九七〇年——一九七一年为上海高桥化工厂和兰石所制造的高压板式热交换器单元，该单元由于复合层加厚到0.04~0.16毫米，钎后未发现钎缝渗漏现象，一次成功地打压到60公斤/厘米<sup>2</sup>（水压）而不漏不破的情况。我们学习上海一第五金厂的先进经验，对照上海第一五金厂使用焊片（0.15~0.17毫米厚）的生产情况，进行分析研究，采取复合板（先洗去复合层）加焊片的办法进行了对比试验。我们加焊片试钎了十只（其中八只冷凝器，二只可逆式冷段）均比不用焊片的单元大为优良，如八、九月份我们钎了十多只冷凝器（不加焊片）大部分在端面发生脱焊，焊补多处，不能用于出国，严重影响出国任务的完成。使用铝硅焊片钎接后，钎缝饱满、试压不漏做到了不堵不补，表面较美观。可逆式冷段二只现正在做疲劳试验。

从上述实践过程中逐步使我们认识到复合板的复合层厚度是一个十分重要的问题，其每面厚度应以0.14~0.16毫米为宜，并严格要求整个板面厚薄均匀。

##### 2. 对复合铝板包复层含硅量的认识：

我厂生产中，使用了部分日本复合铝板（含硅量实际测定为8.5%），使用中与国产复合板比较，感到质量普遍较好（除有几只混入了单面复合板报废外，其余全部检验合格。

72·5·20-99\* 疲劳压力在5~5.5公斤/厘米<sup>2</sup>达100万次以上不破,其余全部经1万次以上疲劳试验考验)。比较情况列表如下:

复合板来源	硅含量	整个复合层表面	钎接工艺性	钎件结果	备注
日本	8.5%	0.10~0.12毫米厚 薄层为均匀	好,流动性适度, 焊缝饱满。	钎缝渗漏少,通道 堵塞无成品率高。	
国产板	11~12.5%	0.02~0.12毫米厚 薄不匀	较差,流动性太大, 钎缝不饱满,局部 脱焊严重。	钎缝渗漏多,通道 堵塞较多,成品率 低。	

## 二、另件结构强度及公差精度方面:

### 1. 导流板强度:

切换式冷(热)段的导流片,其断面原设计准矩形,因冲制满足不了生产需要,改为齿辊轧出,而成梯形。经过爆破试验,梯形导流片多为爆破的起爆点,其强度一般都在18.5~21公斤/厘米<sup>2</sup>范围内,根据计算,约较矩形强度低42%左右,不能满足切换负荷疲劳需要。

疲劳试验结果证明梯形导流片也是疲劳破裂的薄弱点(有一只单元疲劳试到88500次发生导流片沿孔方向破裂,实际测定导流片厚度0.42毫米),于是我们对导流片作梯形改矩形的改进,如图1。

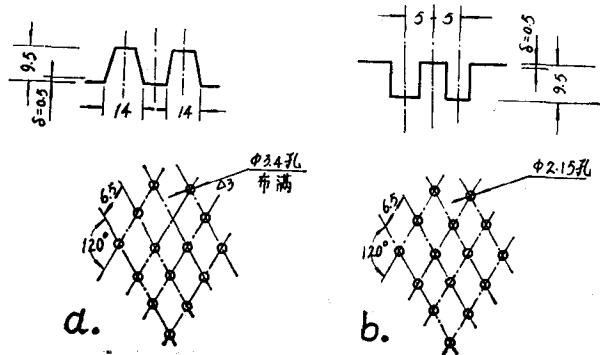


图1 梯形导流片(a)与改进后的导流片(b)

2. 对于零件公差,由于我们目前的设备条件限制,我厂现阶段采取过渡公差:

高 (毫米)	度	封 (毫米)	条	导 (毫米)	流 (毫米)	片	翅 (毫米)	片
9.5		-0.02 -0.06		+0.04 -0.05			+0.10 -0.02	
6.5		+0.02 -0.00		+0.08 -0.02			+0.08 -0.00	
4.7		+0.02 -0.00		+0.08 -0.02			+0.08 -0.00	

### 零件公差精度问题:

爆破试验和疲劳试验表明:零件公差精度对钎接质量是有着重要意义的,经过我们解剖了十多只产品来看,疲劳试验破裂处多数发生在导流片与翅片或翅片与翅片接缝处(多数是工件三分之一的部位)。虽然原因是多方面的,但它们的高度公差的一致或整个表面凹凸不平以及零件装配间隙过大等。特别是铝硅钎料贫乏和含硅量12%的铝硅钎料熔化状态表面张力小、流动性大,很容易流失。在这些接缝处发生严重的有长宽各达数百毫米的翅片与隔板脱焊现象,疲劳破坏则几乎都发生在一端翅片钎住,而另一端未钎住,两翅片交接处疲劳应力集中,形成裂纹(在单元横向)。因此,在钎料不足和容易流失的情况下,为了保证焊缝毛细管作用的形成对零件公差精度要求尤其重要。



### 3. 严格控制装配质量:

过去我们对装配注意不够, 另件加工时按过渡公差规定检验, 但经过多次搬运(清洗、干燥、中间保管等)几何形状已经达不到要求, 装配时也不严格要求。爆破和疲劳试验结果告诉我们, 装配质量的好坏也是钎接件质量好坏的重要因素之一, 如一九七一年第一只疲劳即是由于另件(导流片)配合间隙过大, 疲劳应力集中而破裂。翅片与翅片交接处, 隔板(横向)破裂的情况更为普遍, 个别的发现纵向破裂。经过分析研究, 我们加强了另件精度检查, 并组织专人装前修整, 将另件全部校正, 检验合格。隔板则全部经过校平。同时加强装配质量的控制, 严格执行检验制度。在四~五月份攻关中: ①严格控制了装配质量, 波纹片公差控制在 $9.5^{+0.15}_{-0.00}$ , 导流片控制在 $9.5^{+0.08}_{-0.00}$ , 封条控制在 $9.5^{-0.02}_{-0.05}$ 。②装配间隙不超过1.5毫米。③将上模分成二半。④工件上下增加了工艺层(6.5毫米)。⑤隔板全部经过挑选并经过认真校平。这样装配起来的单元, 钎接中严格控制了工艺规范, 有三只疲劳试验达到了100万次以上不破。其中二只是2100毫米的热端(国产复合板), 一只1800毫米的冷端(日本复合板)。

同时对另件的清洗、干燥、中间保管的整个过程也加强管理, 把一些必要的技术措施项目搞上去, 如使用烘干机后另件的几何形状精度就较太阳晒时有了明显的改善。隔板则使用运输架, 保证其平整。

### 三、钎接工艺:

由于炉子小, 工件大, 钎时炉温降较大, 钎接件质量始终不稳定, 为此有时造成产品报废(这类工件的脱焊处取金相检查有明显的铝硅层)。目前的钎接规范也是根据实践后的具体情况订出来的, 举实例如下, 供研究讨论:

序号	钎件名称	工件尺寸	复合板情况	预热温度 时 间	钎 接 度 时 间 (分)	炉温降 (°C)
1	主 冷	710×750×2100	101厂	560°C 360分钟	610°C↑ 592 ~597.5	5-2-2 18-12.5
2	主 冷	710×750×2100	101厂复合 板加焊片	560°C 360分钟	615°C↑ 599 ~602	5-2-2 16-13
3	切换热段	700×750×2100	101厂	560°C 240分钟	610°C↓ 591 ~596	4-2-2 19-14
4	切换冷段	700×750×1800	101厂	560°C 240分钟	610°C↓ 590 ~597	4-2-2 20-13
5	切换冷段	700×750×1800	日 本	560°C 240分钟	614°C↓ 591 ~599	4-2-2 23-15
6	切换冷段	700×750×1800	101厂复合 板加焊片	560°C 240分钟	614°C↓ 598 ~603	4-2-2 16-11

说明: 1. 钎接炉盐11吨, 预热炉功率200瓩。

2. 钎接时1~2次均开变压器带电操作, 第三次全关变压器。

3. 钎接时第一次倒盐角度最大, 以盐能倒净为准, 第二次稍小, 第三次最小, 防止硅铝明倒出。第二次、第三次同方向进盐但倒盐方向依顺序不变。

4. 钎接炉内平放5分钟后出炉倒盐(横通道), 平放自然冷却1小时, 运输。

### 四、钎接夹具及靠模的更改:

上下模为二个整块时, 钎后工件容易挠曲成拱形, 变形高达10多毫米, 经多次研究, 作了如下更改: