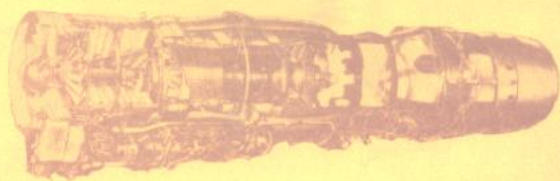


粟 祜 主编

钨极氩弧焊 提高质量的途径

王 昆 燕泽明 张连正 徐君长 编著



国防工业出版社

机械制造实用新技术丛书之七

钨极氩弧焊提高 质量的途径

栗 枯 主编

王 昆 燕泽明 编著
张连正 徐君长

国防工业出版社

Dt38/107

内 容 简 介

随着现代工业的发展,钨极氩弧焊已在机械制造、化工、石油、船舶、电子、动力和宇航等工业中得到广泛应用与发展。

本书在接头设计、焊接参数的选择和先进工艺措施方面,论述了钨极氩弧焊提高质量的途径。同时,结合焊接设备、焊枪和工艺装备以及生产使用的体会,重点分析了它们的设计特点、使用性能和适用范围,并介绍了改造氩弧焊机的经验。

此外,对我国已仿制的几种新材料的焊接特点,也作了详细介绍。

本书在工艺、设备和工装等方面都有实用性,反映了钨极氩弧焊技术的发展和当今世界的生产水平。适合从事氩弧焊工作的工人、工程技术人员以及院校学生和教师参考。

钨极氩弧焊提高质量的途径

机械制造实用新技术丛书之七

栗 枯 主 编

王 昆 燕泽明 编 著

张连正 徐君长

责任编辑 宋桂珍

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张4¹³/₁₆ 124千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷 印数: 0,001— 7,700册

统一书号: 15034·2840 定价: 0.94元

8210130

作者的话

现代航空发动机制造是机械制造业的一个重要方面,具有机械制造的基本特点。它又是技术集约性的工业,集中应用了很多新的技术和新的工艺,其中多数对于机械制造行业具有普遍推广的价值。七十年代末,我国从英国引进了斯贝 MK 202 发动机及其制造技术,同时又有选择地引进了一些先进的机床设备。这项技术在一定程度上比较完整地反映了近代航空发动机制造的先进水平,通过生产实践也证明了这一点。

为了交流的方便,也为了能有更多的人有机会了解这些制造技术,我们整理编写了这套资料,命名为《机械制造实用新技术丛书》。所以这样命名,是因为我们在编写中遵照了下述原则:

1. 实用性。尽量避免一般性的理论叙述,力求使读者能较快的在实践中运用;
2. 先进性。我们只选择了那些更新颖更有意义的资料;
3. 揉合了我们在斯贝发动机试制工作中的实践经验,还综合了不少有价值的参考资料。

作者期望本套丛书对机械工业,特别是航空发动机制造行业的人们有所帮助,这将是对我们最大的鼓舞。

由于我们视界较窄,水平有限,错误缺点难免存在,欢迎读者批评指正。

本丛书由粟祐同志主编。参加审校工作的主要有:唐宏霞、钟礼治、胡贤惠、谭杰巍、王克强、姜仁忠等同志。

在本丛书编写和出版的过程中,王德荣、黄家豪、郑宝湖、郭治国、姚静梅等高级工程师提供了许多宝贵意见,并参加了审校。还得到了国防科工委、航空工业部有关领导和同志们的大力支持及热情帮助,他们是魏祖治、陈少中、任家耕和贾克琴、张汉生

等同志。

自五十年代以来，我国对钨极氩弧焊技术的研究已有比较完整的理论，工艺、设备和工装等方面也都有一定的基础。但改进较少、发展较慢，特别是在提高焊接质量的工艺措施、设备和工装性能等方面还有一定的差距。本书结合生产实践的经验，从工艺、设备和工装等各个方面全面介绍了提高钨极氩弧焊焊接质量的新途径。作者希望通过本书的出版，能对我国钨极氩弧焊质量的提高有所帮助。

本书由王昆、燕泽明、张连正、徐君长等负责编写，王昆和唐宏霞审校，粟祐终审定稿。在本书编写过程中马安清、刘培瑞和邹祝平等同志提供了资料并得到了他们的热情帮助，对本书编写和出版过程中给予帮助和支持的同志，在此表示衷心的感谢。

作者于西安国营红旗机械厂

目 录

绪言	1
一、氩弧焊接头形式	2
(一) 钨极氩弧焊常用的接头形式	2
(二) 整体填料接头	3
二、焊枪与常用辅助工具	10
(一) 焊枪及气体透镜	10
(二) 面罩与镜片	15
(三) 打磨工具	16
三、氩弧焊工艺	19
(一) 焊前清理	19
(二) 焊前装配	28
(三) 焊前预变形	30
(四) 气体保护	37
(五) 焊接参数的选择	44
(六) 焊接操作	59
(七) 焊后校形	66
(八) 常见焊接缺陷及防止措施	69
四、几种新材料的钨极氩弧焊	72
(一) 沉淀硬化镍基合金 C 263	72
(二) 马氏体不锈钢耐热钢 S/SJ2	77
(三) 钛铜合金 T/Cu	82
五、焊接工艺装备	87
(一) 焊接夹具	87
(二) G形架与刚性夹具	110
(三) 焊接用旋转工作台	114
六、进口氩弧焊机特点分析	117

VI

(一) 进口氩弧焊机的电源特点	118
(二) 焊接电流负反馈和传感器	124
(三) 焊接电流规范控制环节	126
(四) 转台和送丝速度控制电路	130
(五) 其他电路	134
(六) 国产氩弧焊机改造途径的探讨	138

201012

绪 言

钨极氩弧焊是一种非熔化极惰性气体保护焊,其工艺过程是:在氩气的保护下,通过钨极与工件之间产生电弧,利用电弧产生的热熔化工件的接头而形成熔池,然后对熔池填加焊丝(也可不加焊丝)来产生焊缝。在焊接过程中加热区域始终靠氩气罩来防止大气中的氧、氢等有害物质的污染,这样就保证了焊接过程的稳定性而获得高质量的焊缝。

四十多年来,随着工业的发展和钢铁产量的不断增加,始于二次世界大战的钨极氩弧焊得到了更广泛的应用与发展,几乎遍及所有机械制造、化工、石油、船舶、电子等工业。目前工业发达国家生产线上使用的焊接手段,最主要的还是钨极氩弧焊。即以航空工业而言,美、英、法、苏诸国,无不采用大量的氩弧焊工艺。如英国的斯贝发动机,熔焊缝总长400余米,其中钨极氩弧焊占98%。苏联的宽机身飞机伊尔-86,熔焊缝总长680米,最主要的也是氩弧焊。钨极氩弧焊之所以比其他焊接方法更有广阔的应用范围,主要是由于具备下列特点:

(1) 焊缝质量高。因为氩气的高温稳定性好,在高温下,不与电极或熔化金属起化学反应,被焊金属材料中合金元素不会烧损;氩气没有腐蚀性也不溶于金属,不易引起气孔。

(2) 电弧热量集中,功率密度大,热影响区小,焊件变形小。由于氩气是单原子气体,高温时不分解,没有吸热作用,与其他气体相比,热容和热传导系数都很小,所以在氩气中燃烧的电弧,热量损失最小,产生的温度高,对电弧稳定也很有利。

(3) 适用范围广。可以焊黑色金属、不锈钢、高温镍基合金,也可以焊有色金属以及活性金属(例如铝、铜、钛及其合金等);可焊0.5毫米的薄板到2.5毫米的中厚板;可进行全位置

8510198

焊接。

(4) 是明弧焊操作，便于对电弧、熔池、熔滴过渡的观察，有利于操作者在焊接过程中及时调整各种参数从而保证焊接质量。

(5) 容易实现机械化、自动化控制，除带型面的不规则焊缝采用手工焊外，纵向焊缝和圆周焊缝均可采用自动焊。

(6) 不需要涂料和焊剂，焊后不需清渣等辅助工序，提高了生产效率。

自五十年代以来，我国对钨极氩弧焊工艺的研究已有比较完整的理论，在工艺、设备、工装等方面已有一定的基础。但近年来发展较慢，特别在提高焊接质量的工艺措施方面，还存在不少问题。故我们在本文中试论了这一问题，谨望起到“抛砖引玉”的作用。

一、氩弧焊接头形式

(一) 钨极氩弧焊常用的接头形式

焊接接头的形式是指焊前待焊处的几何形状和尺寸。随着零件结构的形状、受力状态、焊接方法、焊接工艺、材料厚度、焊接的可达性、加工的可能性以及经济性等的不同，焊接接头的形式有各种各样，在选择接头形式时，一般应考虑的因素有：

(1) 满足设计的受力要求，尽量选用受力状态好的接头形式。

(2) 便于组合装配，当使用装配夹具时，零件装配方便，装配尺寸精确。

(3) 焊缝的可达性好和便于进行焊缝的正、反面的气体保护。

(4) 焊接构件的变形和应力能减至最小。

82101028

(5) 接头加工的经济性好, 加工简便。

目前焊接接头普遍采用的形式有: 角接、对接、各种剖口对接及搭接等, 其接头形式和参考尺寸见表7-1。

(二) 整体填料接头

目前国外在航空发动机的焊接构件中, 普遍采用了一种称之为整体填料接头的先进接头形式。它不仅用于焊接小直径的管子, 而且还大量使用在大型薄壁钣金筒体与安装边的焊接。这种整体填料接头是在安装边或管接头座待焊处, 用机械加工的方法加工出一个凸台止口。该凸台在焊接过程中, 既用于相配合零件的定位, 同时又作为填料使用, 代替焊丝。装配时, 将筒体或管子的待焊端边装进凸台止口内。焊接时, 电弧对准整体填料接头的合适位置, 使其熔化形成焊缝。

1. 整体填料的类型

整体填料接头的形状和尺寸, 根据与它相配的筒体或管子待焊处的形状, 可以分别选用以下几种形式。


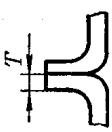

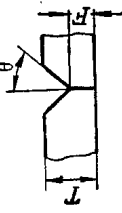
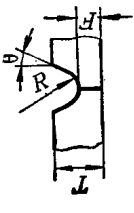
(1) 通用形式, 如图7-1所示。这种形式大量应用于材料为不锈钢和耐热合金的大型薄壁钣金筒体(包括直筒、锥形件、异形旋转体)的圆周缝上, 在管子与管接头的对接焊缝上也用得很多。对于与其相配合的零件, 无论是锥形件或异形旋转体, 通常都设计有如图7-1(c)所示的直线段, 以便于装配。

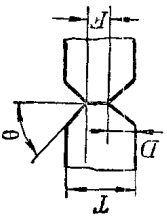
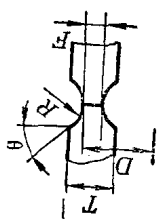
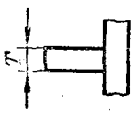
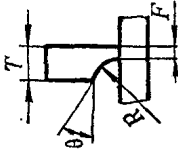
(2) 用于厚壁零件的整体填料接头, 如图7-2所示。这种形式的接头, 在其外缘加工有一锥形凸起, 使填料略有增加。

(3) 用于无直线转接段的锥形件的整体填料, 如图7-3所示。这种形式的接头使用较为广泛, 从接头形式来看, 实际上与通用形式一样, 在锥形件的大直径一端, 可采用由锥体内部进行焊接的方法。这种形式的优点是装配位置、间隙易观察, 但焊缝的可达性较差, 机械加工也较麻烦。

(4) 锥面配合的整体填料接头, 如图7-4所示。这种接头多用于零件配合段有锥度的情况, 所以接头的配合面也加工成锥面, 以便于装配。

表7-1 氩弧焊接头的一般形式

接头形式	钛和钛合金以外的材料					钛和钛合金				
	名义厚度 T (毫米)	钝边 $F \pm 0.25$	倾角 $\theta \pm 5^\circ$	半径 $R \pm 0.38$	深度 $D_{\text{最小}}$	名义厚度 T (毫米)	钝边 $F \pm 0.25$	倾角 $\theta \pm 5^\circ$	半径 $R \pm 0.38$	深度 $D_{\text{最小}}$
	≤ 2.5	—	—	—	—	≤ 2	—	—	—	—
	< 0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	1.02	45°	—	—	≤ 3.18 或 > 3.18	45° 45°	1.14 或 1.27	—	—
	$2.5 < T \leq 3.2$ 或 $T > 3.2$	0.82 或 1.27	45°	—	—	—	—	—	—	—
	$3.2 < T \leq 6.5$	1.27	15°	3	—	$2 < T \leq 6.5$	15°	1.5~2.3	2.36	—

	—	1.27	45°	—	—	$\frac{T-2.29}{2}$	—	1.27	45°	$\frac{T-2.29}{2}$
	—	1.27	15°	2.36	$\frac{T-2.29}{2}$	—	—	1.27	15°	$\frac{T-2.29}{2}$
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$T \leq 3.18$ 或	1.02	30°	1.57	—	—	$T \leq 3.18$	1.02	30°	1.57
	$T > 3.18$	1.02	30°	2.36	—	—	$T > 3.18$	1.27	30°	2.36

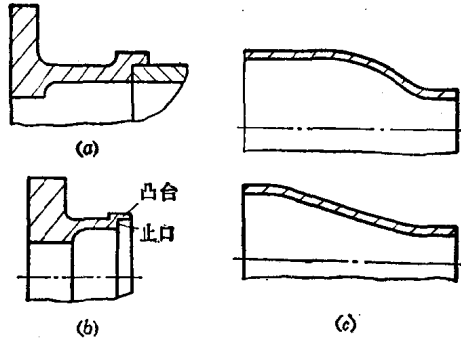


图7-1 整体填料的通用形式

(a) 通用整体填料与其相配合零件的组装；(b) 整体填料的通用形式；(c) 与整体填料相配合的锥形件和异形旋转体的直线段。

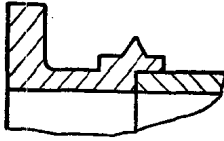


图7-2 用于厚壁零件的整体填料

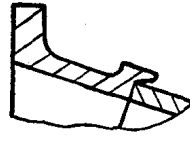


图7-3 用于锥形件的整体填料

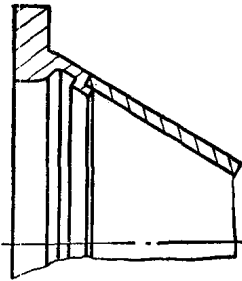


图7-4 使用锥面配合的整体
填料接头

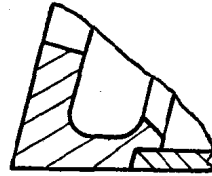


图7-5 特殊情况下用的整体
填料接头

(5) 加工可达性差时所用的形式，如图7-5所示。将零件接口处内孔加工成锥面，其作用与图7-3相似，但更便于加工。

(6) 无止口的整体填料接头，如图7-6所示。这种形式的焊缝易出现成形与焊缝宽度不均匀以及电弧偏吹和保护不好的现

象，但这种整体填料接头机加工方便、经济。

2. 除上述各种形式的整体填料接头之外，还可以根据零件的特殊要求，设计新的适合具体情况的接头。

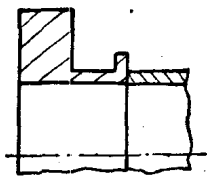


图7-6 无止口式的整体填料接头

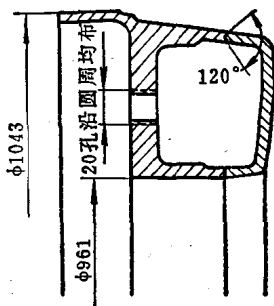


图7-7 楔形接头

例如楔形接头，如图7-7所示。两个成形件对接焊成一个空心环形壳体件，其外壁接头可采用角度为 120° 的楔形接头，内壁接头用平口对接接头。这种接头既能保证零件定位，又便于机械加工。

3. 整体填料的设计

通用形式整体填料接头的形状和尺寸（见图7-8），主要根据与它相配合的筒体形状和厚度来设计，一般可按下列关系来选择：

$$\text{当 } 1.6 < T \leq 2.5 \text{ 毫米时, } B = T, \quad b = \frac{B}{2}, \quad h = 0.65T,$$

$$0.9 \leq T \leq 1.6 \text{ 毫米时, } B = T, \quad b = h = \frac{T}{2},$$

$$T < 0.9 \text{ 毫米时, } \quad B = (1.5 \sim 2)T, \quad b = h = T.$$

整体填料接头常用尺寸见表7-2。

设计时应注意以下几点：

(1) 当 T 较小时，因加工困难，整体填料接头的尺寸应适当加大。

(2) 当 T 较大时，由于电弧长度在工艺上有一定要求，凸台

表7-2 整体填料接头尺寸

T (毫米)	0.71	1.22	1.63	2.03	2.95
$B - 0.13$	1.4	1.4	1.65	1.91	2.29
$H - 0.13$	0.66	0.66	0.89	1.27	1.42
$b + 0.13$	0.64	0.64	0.76	0.78	1.14
R_1	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25
$R_2 \pm 0.25$	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

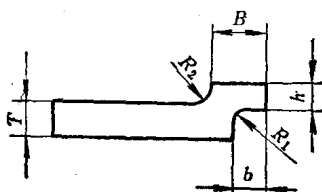


图7-8 整体填料接头尺寸

宽度 B 不能太大，因此接头应采用图 7-2 的形式。它既能保证整体填料充分被熔化，又能有足够的填料，使焊缝不下凹，操作时还便于对中。

(3) 焊接接头应适当远离安装边。如果接头距安装边较近，整体填料尺寸应适当减小。因为安装边易于散失热量，不致使焊缝下凹。

(4) 当零件焊缝反面无法用垫板时，接头尺寸应适当加大，因为此时由于冷却慢焊缝宽度和焊漏会增大。

4. 整体填料接头的优缺点与实用范围

整体填料接头和填加焊丝比较有下列优点：

(1) 整体填料的止口能自动定位，使零件容易提高装配速度和精度，为保证焊缝质量和焊后零件的尺寸提供了良好的条件。

(2) 由于凸台充当了填料，在焊接过程中不需外加焊丝，操作方便，成形均匀，避免了因送丝稳定性对焊接质量的影响，而且节省了辅助材料的费用。

(3) 对于无角向位置要求的旋转体零件,基本上可不用定位焊点,从而减少了操作程序,排除了由于定位焊点可能引起的各种焊接缺陷,如未焊透或裂纹等。

(4) 由于填料和主体材料的成分完全一样,焊接冶金缺陷相应较少。

(5) 简化了焊前装配过程,提高了生产效率,为焊接自动化创造了条件,特别使小直径的圆周焊缝自动化得以实现。

整体填料接头的不足之处:一是增加了机械加工工作量,安装边的加工费用有所增加;二是装配后不易观察对接间隙,操作时对中较为困难。

整体填料接头的适用范围,目前主要在以下几种圆周焊缝上应用:

- (1) 管子和管子接头的对接圆周焊缝。
- (2) 薄壁钣金直筒体与安装边的圆周焊缝。
- (3) 薄壁钣金锥形件与安装边的圆周焊缝。
- (4) 薄壁钣金异形旋转体与安装边的圆周焊缝。

在锥形件的圆周焊缝中,如果锥形筒体的锥角小于 15° 时,因为装配困难,一般不常采用。此外,如果不能用安装边材料作焊丝的,也不能采用整体填料接头。

二、焊枪与常用辅助工具

国外对于氩弧焊所用的焊枪和其他工具非常重视,这是保证焊接质量的重要措施之一。可是我们长期以来在这方面改进极少,目前现场生产中仍然使用着五十年代的焊枪以及其他工具,它不仅操作不便,而且要求操作人员有较高的操作水平和较丰富的实际经验。

(一) 焊枪及气体透镜