

特种汽车大型回转盘 40Cr 薄板焊接工艺

山东泰安航天特种车有限公司 (271000) 徐焕安 张海英 鞠冬梅 纪淑霞

【摘要】 介绍 40Cr 大型薄板的一种焊接工艺方法。对 40Cr 薄板的焊接进行了可行性和工艺性分析,制订了焊接工艺方案。分析了 40Cr 焊接过程中及焊后调质易出现的缺陷,并提出了解决方法。最后对接工艺要求施焊后焊件的质量进行了检验,焊缝质量、表面硬度、探伤检验等结果都符合图样要求。

我公司最近生产的某型号特种汽车因强度和减重的需要,底盘上的前后回转盘总成需要使用 40Cr 薄钢板焊接而成,并要求调质处理以改善综合性能。

40Cr 是中碳合金钢,多用于轴类、齿轮类零部件,用作焊接结构较少,特别是大型薄板件的焊接,焊接工艺及焊接参数的制定,焊缝的焊前焊后处理、制件的热处理工艺、焊缝强度等都给工艺人员提出了挑战。

通过调研和可行性分析,采用焊条电弧焊进行分段焊接和局部塞焊的焊接工艺方法,并进行焊后调质处理,成功地对前后回转盘进行了焊接并很好地保证了制件的质量,达到了良好的使用效果。

一、工艺性分析

1. 回转盘总成工艺性分析

回转盘总成由回转盘圆环与底板焊接而成,其结构尺寸如图 1 所示,圆环直径 1250mm、宽度 105mm、厚度 40mm,底板尺寸 1420mm × 1315mm × 16mm,属大平面薄板件,焊接容易变形,焊缝易出现焊接裂纹,焊接

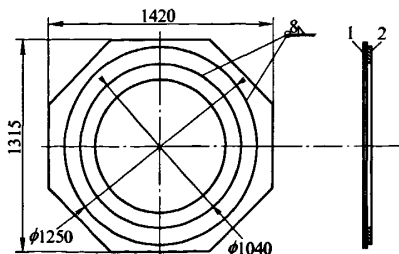


图 1 回转盘总成

接头热处理存在裂纹及变形倾向。

2. 40Cr 钢的化学成分和力学性能

本次使用的 40Cr 钢为正火状态,主要化学成分见下表,符合 GB11251—1989 的要求。

40Cr 钢的主要化学成分 (质量分数) (%)

材料	C	Si	Mn	Cr
40Cr (GB11251—1989)	标准	0.37 ~	0.17 ~	0.5 ~
		0.44	0.37	0.8
	实测	0.39	0.25	0.64

从表中可看出,40Cr 钢的碳、铬和其他合金元素含量较高,增强了材料强度,通过调质处理后,能获得较好的综合力学性能,比强度和硬度都较高,屈服点强度可达到 880 ~ 1176MPa。

3. 40Cr 钢焊接工艺性分析

40Cr 钢焊接工艺性较差,焊接时易出现冷、热裂纹和过热脆化等不良现象;同时由于钢中 Cr 元素的加入,能有效地提高淬透性、增加低温或高温回火稳定性,但有回火脆性,热处理时易在焊缝区出现裂纹。

回转盘焊后必须通过调质处理才能保证焊接接头的性能,但热处理工艺不同,尤其是回火温度有差异时,其力学性能变化很大。以下分析 40Cr 焊后调质易出现的缺陷及其解决方法:

(1) 热裂纹 40Cr 调质钢含碳量及合金元素都较高,其结晶温度区间较大,偏析也较严重,因而具有较大的热裂纹倾向,热裂纹带发生在多道焊第一条焊道和凹形角焊

缝中。为了防止热裂纹,在选择焊接材料时,应尽量选用含S、P杂质少的填充材料。一般焊丝 $w_p < 0.03\%$,焊接时应注意填满弧坑和良好的焊缝成形。

(2) 冷裂纹 40Cr调质钢对冷裂敏感性比低碳调质钢大,因为中碳调质钢含碳较高,加入的合金元素也较多,在500℃以下测试区间,过冷奥氏体具有更大的稳定性,因而淬硬倾向十分明显。40Cr钢的马氏体转变温度 M_s 一般都较低,低温下形成的马氏体,难以产生“自回火”效应,况且含碳量高的马氏体其硬度和脆性更大,所以冷裂纹倾向较为严重,焊接时必须采取防止冷裂的措施。

(3) 过热区脆化 由于40Cr调质钢具有相当大的淬硬性,在焊接热影响区的过热区内很容易产生硬脆的高碳马氏体。冷却速度越大,生成的高碳马氏体就越多,脆化也就越严重。如采用大的焊接热输入则难以避免马氏体的形成,反而会增大奥氏体过热和提高它的稳定性。粗大马氏体的形成,使过热区脆化更为严重,应尽量避免。

要减少40Cr调质钢过热区脆化,宜采用小焊接热输入并辅之以预热、缓冷和后热等工艺措施,因为低的焊接能量可减少高温停留时间,避免奥氏体晶粒过热,增加了奥氏体内部成分的不均匀性,从而降低其稳定性。预热和缓冷是为了降低冷却速度,改善过热区的性能。

(4) 热影响区软化 40Cr调质钢在调质状态下焊接,焊后在热影响区上的软化现象比低碳调质钢更为严重,随着硬度级别提高,其软化程度就越显著。该软化区便成为降低接头强度的薄弱环节,软化区的软化程度和宽度与焊接热输入越小,加热和冷却速度越快,受热时间越短,其软化程度和宽度就越小。因此采用热能集中,热输入较小的焊接方法,对减小软化区有利。

二、焊接工艺方案制定

通过调研,正常状态下40Cr调质钢都是在退火(或正火)状态下先进行焊接,焊后再进行整体调质,这样焊接时只需解决裂纹问题,热影响区的性能可以通过焊后调质来处理。

为了保证焊接质量,制定工艺方案如下:

(1) 焊接方法 在退火状态下焊接中碳调质钢,对焊接方法的选择几乎没有限制,常用的焊接方法都可采用。因此我们采用了最基本的焊条电弧焊。

(2) 焊接材料 除要求不产生冷、热裂纹外,还应遵循等强度原则,要求焊缝金属的调质处理规范与母材一致,

以保证调质后的接头性能与母材相同。因此,焊缝金属的主要合金成分应尽量与母材相似,同时对能引起焊接热裂纹倾向和促使金属脆化的元素,如C、Si、S、P等须严格控制。为使焊接材料与母材强度的力学性能一致,焊接40Cr钢选用E8515—G(J857Cr)中碳调质合金钢焊条。

(3) 焊接参数 为了防止出现焊接裂纹,应采用较高的预热温度(200~300℃)和层间温度(350~400℃),实行局部气体预热,距焊缝两侧 $\geq 100\text{mm}$ 进行气体加热。

焊接设备使用焊条电弧焊机AT II—400,焊接电流为170~200A,焊接速度为130mm/min。

三、焊接工艺实施

1. 焊前准备

(1) 焊条烘焙 选用 $\phi 4\text{mm}$ 的E8515—G焊条,将焊条在350~400℃下烘焙,保温时间为1~2h。烘干后将焊条放入保温箱中,保持温度100~150℃随用随取,在常温下超过4h后,需重新烘干焊条,重复烘干次数不宜超过3次。

(2) 焊前清理 用有机溶剂或化学溶液清洗或用砂布打磨清除工件焊口和焊口两侧表面至少20mm范围内的油污、水分、灰尘和氧化膜等。

2. 焊接实施过程

(1) 定位点焊 找正两件内、外圈分别点焊连接。

(2) 划钻塞焊孔 按图2划钻 $8 \times \phi 12\text{mm}$ 通气孔和 $8 \times \phi 20\text{mm}$ 塞焊孔。

针对大圆盘工件焊接在薄板上时,里外圈焊缝易产生焊接变形和易出现热处理裂纹的特点,为防止裂纹的发生,组装点焊两件后,在圆盘中间分度圆处薄板上钻出8个分布孔和8个出气孔,然后进行塞焊,增加了两件的连接强度,如图2a所示。

(3) 焊前预热 焊前将焊接部位加热,预热温度200~300℃。

(4) 加固焊接 首先对 $8 \times \phi 20\text{mm}$ 孔实施塞焊;再对内外圈相接处进行交替相对焊接,采用对称施焊的方法。焊缝采用分层、分段焊接,内外圈交替相对焊接直至所有段焊缝相连为止,焊缝应牢固可靠,不允许有气孔、夹渣、漏焊以及虚焊等缺陷,见图2b。具体操作时由两人同时施焊,不间断,每层每道焊缝接头处均应错开,接头处弧坑应填满,及时清理焊渣,最后一层焊完后保留焊渣,待调

质处理后再清理焊渣。焊完部分立即覆盖保温层。

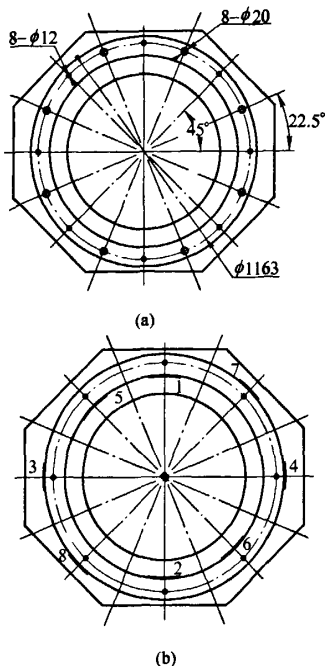


图2 焊接工艺图

四、焊后热处理

(1) 焊后保温 为了防止在调质前产生延迟裂纹，在焊后立即进行后热处理，用电感器加热，沿焊缝加热至 350~400℃，用岩棉保温 1~2h 后空冷。

(2) 调质处理 为减少热处理变形，将 40Cr 回转盘焊合件装入热处理炉内，水平放置并垫实，随炉升温到淬火温度 860℃，保温 2h，淬火油提前升温至 60℃，平稳吊取工件竖直浸入淬火油池中，上下移动。冷却后取出工件并测硬度，硬度应在 50±2HRC 范围内。随后进行高温回火，装炉后随炉升温到 550℃，保温 3h 后取出，放入油池中冷却。保证调质硬度在图样要求的 28~32HRC 范围内。

热处理后，进行了磁粉探伤检查，没有发现冷、热裂纹及其他焊接、热处理缺陷。但出现了焊接变形和热处理变形，这对于薄板焊接的调质件是难以避免的。针对工件产生的变形，我们使用了压力机对工件的变形进行了整形处理。通过检测，调质后合金表面硬度 28~32HRC，完全符合技术要求，实际应用效果良好。

五、结语

通过以上工艺过程的实施和控制，成功地对大型薄

板 40Cr 工件进行了焊接及焊后调质工艺的实践探索，得出主要结论如下：

(1) 采用焊条电弧并采取焊前预热、控制层间温度的焊接工艺，成功对特种汽车的前后回转盘进行了焊接，并很好地保证了制件的质量，达到了良好的使用效果。

(2) 通过在组焊件上钻塞焊孔和出气孔，然后进行塞焊的工艺措施，有效地增加了组焊件的连接强度，并防止了大圆盘工件薄板焊接时里外圈焊缝焊接变形和热处理裂纹的产生。

(3) 对中碳调质钢 40Cr 焊接后，立即采取保温措施，防止了调质前延迟裂纹的产生；焊后进行调质处理，去除了焊接应力，并且防止了热影响区的软化。

(4) 对热处理后的焊缝进行磁粉探伤检验，未发现冷、热裂纹及其他焊接、热处理缺陷的存在，焊缝质量良好。MW (20100121)

《金属加工（冷加工）》2010 年第 8 期要目

模具型面数控高效粗加工刀具轨迹策略

汽车轮毂套管毛坯的工艺改进

大直径泥水盾构机盾体的加工

汽车零部件去毛刺的几种工艺方法

齿轮传动转胎的设计

FBC 系列数控落地镗铣床滑枕加工技术

发动机连杆铜套孔滚压装置

快速加工桥壳琵琶孔

使用圆弧形车刀注意事项

独特的高精度径向侧铣

自动定心、对正夹具机构的设计及应用

电子齿轮箱（EGB）调试及应用（下）

圆锥内孔珩磨具

改进定子冲剪模凸模固定结构

汽车发动机插件护套注射模设计

煤矿液压支架零件多功能组合式压形模具

发动机测量进排气阀校准位置检具

巧用钢球间接测量特殊燕尾槽尺寸

哈挺车削中心电动刀架故障分析

排除三菱数控系统故障七案例

数控机床非正常回参考点的典型故障分析与排除

国外优秀数控宏程序赏析

冲压模的参数化设计和有限元分析

基于 Pro/E 的转向泵自顶向下参数化设计

基于 SolidWorks 的液压支架柱帽的有限元分析