

超大型薄壁沉井钢壳加工和精度控制

彭武, 林帆, 赵强, 马建磊

(中交第二公路工程局有限公司, 西安 710065)

[摘要] 论述了对泰州长江公路大桥超大型薄壁钢壳沉井加工工艺和焊接工艺的合理选择, 针对钢壳沉井外形尺寸大、壁薄的特点, 采用了合理的焊接、拼装方法, 使单元件加工、各单元件组装和整体拼装过程的精度, 以及对薄壁钢板的焊接和防变形的精度得到有效控制, 从而保证加工质量。

[关键词] 超大型薄壁; 钢壳沉井; 加工; 精度控制

[中图分类号] U443.13+1 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)04-0021-04

1 前言

泰州长江公路大桥北锚碇钢壳沉井^[1]长68.3 m, 宽52.4 m, 高8 m, 井壁厚由2.2 m渐变为2.1 m, 隔墙厚由1.4 m渐变为1.16 m。钢壳沉井分12类共43个节段, 节段最大尺寸为19.3 m(长)×8 m(高)×2.2 m(宽), 单块段重量最大约为42 t。钢材总重约1 044 t, 几何尺寸大, 薄壁壳体焊接结构, 易变形, 且加工精度控制难度大。图1为钢壳沉井构造图。



图1 钢壳沉井构造
Fig.1 Steel caisson structure

2 加工制作工艺流程

泰州长江公路大桥北锚碇钢壳沉井节段分成小单元件在现场加工制作, 在胎架上组拼成节段单元, 最后转运至现场进行安装。

2.1 焊接工艺的选择

钢壳主焊缝采用了全溶透衬板对接焊工艺, 因该工艺在焊接过程中, 焊接电弧热量集中, 输入热量散发快, 焊缝变形小, 效率高, 并通过外观检查、超声波探伤、拉伸、弯曲、冲击等焊接工艺评定试验, 证明该工艺满足焊接要求。焊接工艺评定图^[2]如图2和图3所示, 表1为焊接工艺参数。

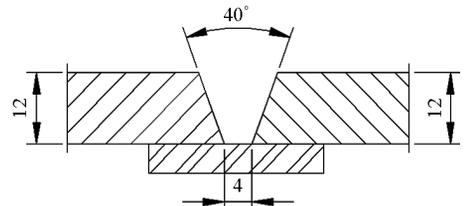


图2 CO₂ 保护焊和手工焊接头形式 (单位:mm)

Fig.2 CO₂ arc welding and hand-welded joints form (unit:mm)

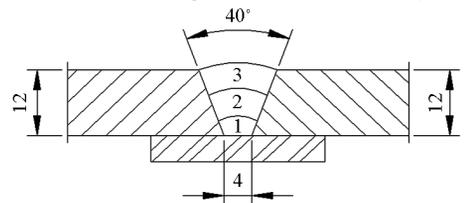


图3 焊接工艺顺序 (单位:mm)

Fig.3 The order of welding technology (unit:mm)

[收稿日期] 2010-01-22; 修回日期 2010-01-28

[作者简介] 彭武(1977-), 男, 湖北襄樊市人, 工程师, 研究方向为机械设计制造及自动化; E-mail: pww2005@126.com

2.2 加工制作工艺

根据钢沉井的重量、结构形式、外形轮廓、设计线形及钢沉井转运等因素进行胎架的设计和制作, 共设有3种不同规格钢制胎架。单元件加工和组装工艺流程中的精度用划线定位和模板放样等方式来

控制。由于钢板薄, 焊缝多, 易产生较大的焊接变形, 因此选用间断性跳焊减少焊接变形。胎架区设有单元件装配定位线(即地标线)(见图4), 小块单元对地标线定位。焊接从中间开始向两边推进, 对称焊接, 图5为各单元精确拼装图。

表1 焊接工艺参数

Table 1 Welding process parameters

道次	焊接方法	焊条(焊丝) 直径/mm	保护气体流量 /(L·min ⁻¹)	电流 /A	电压 /V	焊接速度 /(cm·min ⁻¹)	热输入 /(kJ·cm ⁻¹)	备注
1	气保/手工	1.6/4.0	20	230/150	30	15~17	/	/
2	气保/手工	1.6/4.0	20	230/150	30	15~17	/	/
3	气保/手工	1.6/4.0	20	230/150	30	15~17	/	/



图4 胎架上拼装单元件

Fig. 4 Unit pieces assembling on tire rack



图5 各单元件精确拼装

Fig. 5 Precision assembling of various pieces

3.1 单元件加工精度控制

1) 单元件加工的精度控制考虑焊接变形和收缩余量, 在放样和号料上严格控制。

2) 单元件加工在胎架上划线放样, 制作模板来控制加工尺寸, 焊接完成后对几何尺寸校对, 焊接变形的做校正处理。

3) 单元件的外形尺寸允许控制在桁架长度 ± 20 mm, 桁架宽度 ± 3 mm的误差范围内(见图6)。

4) 单元件焊接时, 为减少焊接收缩变形量, 对施焊的焊缝预先考虑了焊接的顺序, 采用先焊对接焊缝而后再焊角焊缝, 且角焊缝两侧均匀错焊, 角焊缝 ≥ 6 mm。



图6 桁架单元定位焊接

Fig. 6 Truss element positioning welding

3 加工精度的控制

钢壳沉井加工精度的控制对钢壳拼装和沉井顺利下沉尤为重要, 对单元件、单元件拼装后的加工尺寸、组装精度、焊接质量和吊装变形都提出了更高的要求。采用现场加工制作, 全程跟踪监控, 这样避免了场外加工运输变形、加工校正难度大等不利因素, 同时也大大提高了加工精度的可控性。

5) 内外壁单元钢板尺寸考虑焊缝宽度、焊接收缩量及边缘切割量等因素, 切实对单元钢板尺寸下料, 有效保证钢板间拼装焊缝与角钢横肋距离应 ≥ 10 cm, 且横肋间的间距均按地标线定位(见图7)。

3.2 单元件拼装焊接精度控制

1) 水平桁架安装按内外壁角钢横肋划线对线



图7 外壁单元件尺寸控制
Fig. 7 Outer unit - size control



图9 焊接防风篷
Fig. 9 Welding windscreen

装配,每片桁架附加5~8道临时支撑(见图8),控制桁架的平整度和水平间距,满足桁架间高差的定位准确度,桁架平整度 $L/5\ 000 \leq 3$ 控制范围,内外壁的平整度和垂直度分别在 $4/4\ 000\ \text{mm}$, $\pm H/1\ 000$ 的偏差范围内。



图8 现场钢壳拼装图
Fig. 8 On-site steel assembly diagram



图10 角焊缝焊接实景图
Fig. 10 Fillet weld real map

2) 焊缝均采用 CO_2 气体保护焊^[3],焊接工作区宜在室内或做好防风抗湿的环境下(见图9)。为减少焊接收缩变形量。焊接的顺序为:先焊收缩变形较大的横缝,后焊纵向焊缝。

3) 由于焊缝长、钢板薄,须对焊缝区域进行预加热处理,避免焊缝边在施焊中收缩变形严重,焊缝分层焊接时,用砂轮磨掉每层坡口表面的氧化皮,避免焊缝夹渣现象(见图10和图11焊缝焊接实景图)。

3.3 整体加工精度控制

1) 在钢壳整体焊接时,先里后外,等强度焊接。

2) 为了使钢壳在翻身焊接和转运中减少变形,在钢壳内附加4~6道十字斜支撑和8道竖向支撑,来增加钢壳强度。

3) 整体焊接完成后,对钢壳整体外形尺寸进行准确量测、放样,采用自动气弧焊割除多余的焊接预

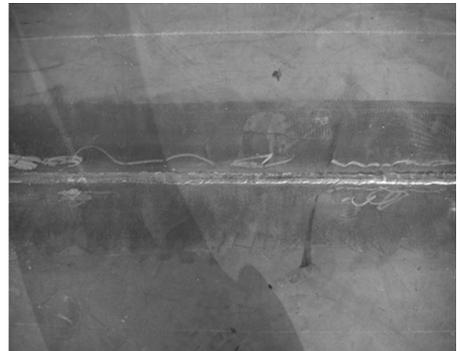


图11 主焊缝焊接实景图
Fig. 11 Main weld real map

留量,准确地控制整体外形尺寸。

4 焊缝检测评定

焊缝在通过外观检验无裂纹、未熔合、焊瘤、夹渣、未填满弧坑及漏焊等缺陷后,采用CTS-22型超声波^[4]检测仪和HTC60焊缝轨进行检查,对检查区域修磨平整光滑,超声波探伤检测采用单面双侧锯齿型横扫的方式进行。对主要对接焊缝进行100%探伤检测,均未发现超标缺陷显示,并且达

到一级焊缝的要求。

5 结语

泰州长江公路大桥钢壳沉井采用了高效、可控、操作简便地施工焊接工艺,按照合理的、科学的加工精度控制流程,单元件和整体长度最大偏差为 4 mm,整体外形对角线最大偏差为 6 mm,整体宽度最大偏差为 2 mm,内外壁间距最大偏差 4 mm,且垂直度、平整度等各项精度控制参数均符合设计和规范^[5]要求,焊缝均达到 I 类焊缝的标准,有效地保证了沉井钢壳加工质量和精度的控制。

参考文献

- [1] 中华人民共和国交通部. 公路桥涵施工技术规范 (JTJ041 - 2000) [S]. 北京:人民交通出版社,2000
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 焊接工艺评定规程 (DLT868 - 2004) [S]. 2004 - 03 - 23
- [3] 中国标准出版社. 气体保护焊用钢丝 (GB/T14958 - 94) [S]. 北京:中国标准出版社,1994
- [4] 中华人民共和国铁道部. 对接焊缝超声波探伤 (TB1558 - 84) [S]. 1985 - 10 - 01
- [5] 中华人民共和国交通部公路科学研究所. 公路工程质量检验评定标准 (JTG F80/1 - 2004) [S]. 北京:人民交通出版社, 2004

The processing and precision control of large thin-wall steel caisson

Peng Wu , Lin Fan , Zhao Qiang , Ma Jianlei

(CCCC Second Highway Engineering Co. , LTD. , Xi'an 710065, China)

[Abstract] It was discussed the proper choice for processing and welding technology of large thin-wall steel caisson in Taizhou Bridge. According to the caisson's characteristics of large size and thin wall, reasonable welding and assembly methods were adopted to effectively control precision in the processes of fabricating and assembling pieces of each unit and the whole caisson, and the welding and anti-deformation precision of thin-wall steel sheet can be controlled too. Thus the processing quality was guaranteed.

[Key words] large thin-walled; steel caisson; processing; precision control