

挤压铸造铝合金屏蔽罩支撑

刘 贵 李 亮 金正祥 李 浩 董阳华
(常州博瑞电力自动化设备有限公司)

摘 要 为了优化铝合金屏蔽罩支撑结构工艺性,提高零件连接可靠性,对屏蔽罩支撑结构进行挤压铸造和试制检验。结果表明,采用挤压铸造 A356.2 铝合金屏蔽罩支撑具有近净成形、外观光洁、内部组织致密、无气孔、缩松缺陷,且铸件力学性能优良。经 T6 处理后抗拉强度可以达到 265.5 MPa,屈服强度达到 223.1 MPa,伸长率达到 11.1%,满足零件的使用需求。

关键词 挤压铸造;A356.2 合金;力学性能

中图分类号 TG249.2;TG146.21

文献标志码 A

DOI:10.15980/j.tzzz.2023.04.025

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of Aluminum Alloy Shield Support by Squeeze Casting

Liu Gui, Li Liang, Jin Zhengxiang, Li Hao, Dong Yanghua
(NR Electric Power Electronics Co., Ltd.)

Abstract: In order to optimize the manufacturability of the aluminum alloy shield support structure and improve the connection reliability of parts, the squeezing casting process application development and trial production inspection of the shield support structure were carried out. The results show that the A356.2 aluminum alloy shield support can obtain nearly net size, smooth appearance, dense internal structure, and absence of porosity defects by the squeeze casting process. After T6 treatment, the tensile strength, the yield strength and elongation of the components can reach 265.5 MPa, 223.1 MPa, and 11.1%, respectively, which can meet the needs of the use of the parts.

Key Words: Squeeze Casting, A356.2 Alloy, Mechanical properties

铝合金屏蔽罩支撑是±500 kV 高压直流断路器灭弧塔外屏蔽罩系统重要的承力结构件,原零件采用钣金拼焊工艺,组焊件在变形控制、焊缝外观以及生产效率方面无法满足零件尺寸精度、外观一致性和降本增效的需求。同时,零件焊缝位置存在应力集中,对焊接工艺和焊缝质量检测有较高要求。挤压铸造在较高的机械压力作用下低速充型、凝固和补缩,从而获得内部组织均匀致密、外观光洁且尺寸精确的铸件毛坯^[1-3],其在汽车和航空航天领域高效成形制造高强高韧、高精密、薄壁复杂结构及零件轻量化方面具有广泛应用^[4-8]。

为优化铝合金屏蔽罩支撑零件结构工艺性、提高零件连接可靠性,对其进行挤压铸造成形工艺应用和开发,以期对挤压铸造在此类承力结构件的开发和应用提供参考。

1 零件结构优化

根据屏蔽罩支撑零件的结构特点和受力情况,对原

钣金拼焊件部分结构进行优化,以方便挤压铸造工艺的生产、机械加工、涂装和后续装配等要求。零件的主要优化部分见图 1,由于零件中部有筋肋结构,以筋肋中心面为分型面,壁面连接处增加圆角、减小筋肋壁厚以利于脱模。同时,延伸筋肋至零件应力集中部,提高结构强度。零件整体起模斜度为 1°,线性尺寸公差等级为 CT5;零件 3 组安装面平整度和安装孔位置精度由后道加工保证,平面铣加工余量为 0.5 mm。

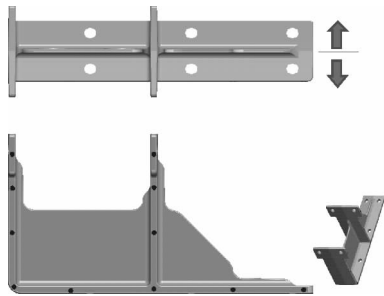


图 1 优化后的屏蔽罩支撑零件结构

Fig.1 The optimized shielding cover supports structure

收稿日期:2022-07-23;修改稿收到日期:2022-08-29

第一作者简介:刘贵,男,1990 年出生,工程师,江苏常州(213025), E-mail:liug_br@nrec.com

引用格式:刘贵,李亮,金正祥,等. 挤压铸造铝合金屏蔽罩支撑[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(4):562-564.

LIU G, LI L, JIN Z X, et al. Application of aluminum alloy shield support by squeeze casting[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2023, 43(4):562-564.

零件材质为 A356.2 铝合金,具有流动性好、无热裂倾向和线收缩小的特点,可铸造薄壁和形状复杂的铸件,而且通过热处理可实现较高的强度和高冲击韧度^[9]。合金成分见表 1。屏蔽罩支撑铸件要求满足 T6 热处理后性能要求,且零件内部无气孔、缩孔、夹渣等缺陷。

表 1 A356.2 铝合金的化学成分

Tab.1 Chemical composition of aluminum alloy A356.2 %									
w _B									
Si	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Ti	其他杂质		Al
							单个	总和	
6.5~7.5	0.30~0.45	0.12	0.1	0.05	0.05	0.2	0.05	0.15	余量

优化后的零件外形尺寸为 300 mm×156 mm×90 mm,主体壁厚为 7.3 mm,筋板壁厚为 4 mm,铸件质量

为 0.92 kg。

图 2 为相同工况条件下,钣金拼焊工艺和挤压铸造屏蔽罩支撑的等效应力和总体变形。可以看出,在刚度方面,3A21 钣金拼焊结构筋板一侧刚度较好,变形区主要集中在安装板连接侧;A356.2 铝合金挤压铸造结构整体刚度较为均匀一致,由于筋板减薄导致最大变形量要比拼焊结构要大,最大变形量出现在远离屏蔽罩支撑固定端一侧上方。

在强度方面,A356.2 铝合金挤压铸造结构件的最大应力要小于 3A21 拼焊结构,最大应力位置均位于下侧安装板与筋板连接的拐角处,3A21 铝合金的屈服强度在 85 MPa 以上,零件的安全系数为 1.46;A356.2 铝合金的屈服强度大于 220MPa,比 3A21 拼焊结构的可

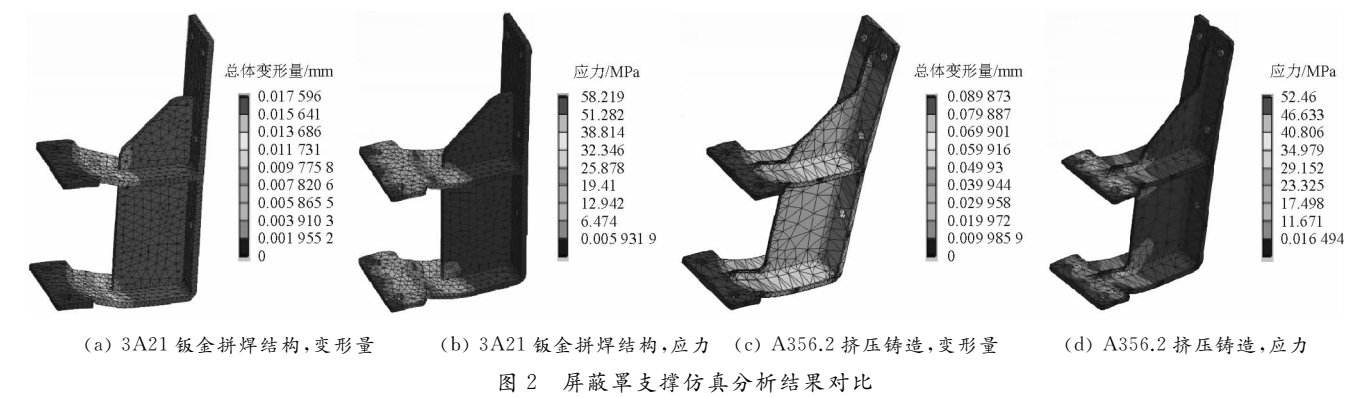


Fig.2 Comparison of simulation analysis results of shield support

靠性可提高 2 倍以上。

2 工艺方案开发

根据屏蔽罩支撑的结构特点,采用间接式挤压铸造工艺,考虑到零件内部品质要求较高、批量生产以及设备吨位情况,模具设计为一模一腔,且浇道直接开设在铸件端部壁厚处,以便于保压补缩。铸造充型过程采用 Flow-3D 软件。模具预热温度为 200~250 ℃,浇注温度为 570~580 ℃,压力为 300~400 MPa,压射速度为 0.1~0.5 m/s,保压时间为 16~25 s。图 3 为屏蔽罩支

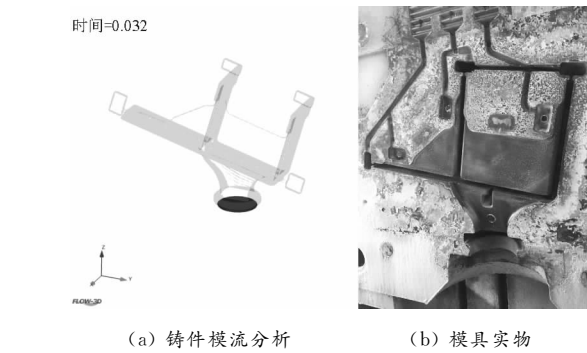


图 3 铸件工艺方案设计
Fig.3 Casting process design

架的挤压铸造模流分析和模具实物。根据锁模力、压室容量、模具厚度和开模行程等,试制选用的铸造设备为 灌南 6 500 kN 卧式冷室压铸机。

采用挤压铸造成形后只需少量加工即可,原材料利用率可达到 91.2%,同时,零件的生产周期大幅缩短、成本可降低 22.8% 左右。

3 性能分析

3.1 内部质量检测

挤压铸造铸件毛坯见图 4。采用 X 射线进行无损探伤检测,见图 5。可以看出,铸件射线底片未发现明



图 4 挤压铸造屏蔽罩支撑铸件毛坯
Fig.4 Squeeze casting shield covers support blanks

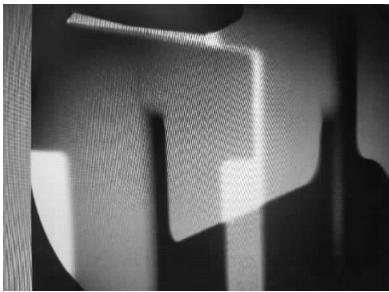


图 5 铸件 X 射线检测图像
Fig.5 X-ray image of shield support

显的夹杂物、气孔黑点以及树枝状缩松、缩孔局部暗区。铸件内部组织良好，缩孔、缩松分布小于国标缺陷分级 1 级要求。

3.2 铸件性能检测

屏蔽罩支撑铸件毛坯经 T6 处理后，从铸件本体取样测试力学性能^[10]，材料力学性能检测结果见图 6。试样的抗拉强度平均值为 265.5 MPa，屈服强度平均值为 223.1 MPa，伸长率平均值为 11.1%，符合国标技术要求。

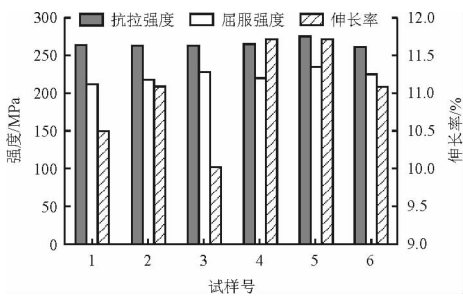


图 6 铝合金屏蔽罩支撑力学性能

Fig.6 Mechanical properties of aluminum alloy shielding support

3.3 尺寸检测

采用挤压铸造铝合金屏蔽罩支撑铸件毛坯经过抛丸处理和机加工后，经零件全尺寸检验，关键尺寸全部满足技术条件要求，检测结果见表 2。

表 2 屏蔽罩支撑关键尺寸检验结果

Tab.2 Inspection results of key dimensions of shield housing support			
图纸项目	尺寸/ mm	检测结果	
		1	2
长度	301.05±0.39	301.02	301.060
宽度	90±0.3	89.66	89.690
高度	156.05±0.39	155.95	155.99
安装面垂直度	0.2 A	<0.2	<0.2
安装面平面度	0.4	0.06	0.058

3.4 表面处理

根据技术要求对屏蔽罩支撑挤压铸造件进行无铬达克罗处理，其处理效果见图 7。经过达克罗处理后，

零件机加表面和铸件原始表面与拼焊工艺对比有较好的结构一致性。



(a) 挤压铸造工艺 (b) 拼焊工艺

图 7 零件外观对比

Fig.7 Comparison of parts appearance

4 结 论

(1)采用挤压铸造的 A356.2 铝合金屏蔽罩支撑可以获得近乎净尺寸、外观光洁、内部组织致密、无气孔、缩松缺陷的铸件。

(2)挤压 A356.2 铝合金屏蔽罩支撑经 T6 处理的抗拉强度可以达到 265.5 MPa，屈服强度达到 223.1 MPa，伸长率达到 11.1%。

参 考 文 献

[1] 张卫文,齐丕骧,朱德智,等.铸造技术路线图:挤压铸造[J].铸造, 2017, 66(6): 535-540.

[2] 姜巨福,李明星,王迎.铝合金挤压铸造技术研究进展[J].中国有色金属学报, 2021, 31(9): 2 313-2 329.

[3] 邢书明,邢若兰.液态模锻(挤压铸造)技术研究与应用进展[J].常州大学学报(自然科学版), 2021, 33(5): 1-7.

[4] 贾海龙,周文强,王思清,等.高性能挤压铸造铝合金研究进展[J].特种铸造及有色合金, 2020, 40(11): 1 187-1 194.

[5] 陈云,李杰,罗继相,等.铝合金发动机悬置支架挤压铸造工艺研究[J].铸造, 2020, 69(2): 167-173.

[6] 徐世文,崔晓鹏,刘海峰,等.挤压铸造铝合金控制臂的开发与生产[J].特种铸造及有色合金, 2021, 41(8): 1 044-1 048.

[7] 展旭和,罗传彪,黄粒,等.压铸雷达用高精度波导管的研制[J].特种铸造及有色合金, 2020, 40(2): 179-182.

[8] 黄毅,罗继相,郭称发,等.挤压铸造技术在汽车结构件中的应用[J].特种铸造及有色合金, 2021, 41(8): 1 040-1 043.

[9] 毛协民.汽车轮毂用 A356 铝合金特点[J].资源再生, 2010(11): 74-77.

[10] 孙亮,罗佳.铸造 A356 铝合金的拉伸性能与断口分析[J].现代制造技术与装备, 2017(4): 75-76.

(编辑:张正贺)

欢迎使用在线稿件处理系统

投稿、查稿、审稿

敬请登录 www.special-cast.com