

铝合金车身板材生产工艺技术及发展探讨

程艳

(福建船政交通职业学院 福建 福州 350007)

摘要: 铝合金车身板材生产工艺,对于现代汽车生产而言至关重要。在现代汽车工艺高要求的背景下,铝合金车身板材生产工艺也在不断进步,逐渐向高质量、高效率方向发展。现代铝合金车身板材生产工艺技术主要包括熔炼铸造、加热、热轧、冷轧、中间退火等,不同的工艺对于铝合金车身板材的质量有着不同的影响。所以,在不同工艺应用的过程中,应该严格按照相关执行规范进行生产。同时,由于在当前我国汽车市场中,对于铝合金车身板材的需求量非常大,也要求现代汽车生产厂商注重铝合金车身板材的生产工艺研发,以满足市场需求。

关键词: 铝合金; 车身板材; 工艺技术

0 引言

铝合金车身板材生产是指以铝合金作为原材料进行车辆板材生产。利用铝合金材料质量轻、强度高、耐腐蚀性优良的特点,提升了汽车车身板材的应用效果。应用铝合金车身板材之后,汽车的车身板材总体使用寿命延长,同时,汽车的自身重量减轻、动力性能优化、防腐性能增强。铝合金车身板材的应用和发展,是现代材料工艺与汽车工艺的良好融合,对于汽车行业的进步具有推动作用。另外,在现有的汽车生产中,铝合金板材主要应用于汽车门板、车身顶部以及翼子板等结构。要确保汽车车身生产质量,就要确保合理应用铝合金板材生产加工工艺。

1 铝合金车身板材的应用优势分析

铝合金车身板材是生产制造现代汽车的重要材料,具有轻质、耐腐蚀等优势。

首先,铝合金车身板材具有质量轻的特点,有效减轻了汽车的整体质量,不仅做到了汽车生产的节能降耗,同时也实现了汽车动力性能的优化。相关专家对某型号轿车的铝合金车身板材进行研究发现,该型号轿车在生产过程中使用了6016合金板材,主要应用位置为车身顶盖、行李厢顶盖、翼子板顶盖、车门、发动机舱盖等。通过计算分析发现,该型号车辆应用6016合金板材之后,比使用传统钢铁材料的重量大幅度降低,总体减重近50kg。其中,车门减重达24kg,翼子板、发动机舱盖、行李厢、车身顶盖减重分别达到2.4kg、10.6kg、6kg和5kg。对汽车本身来说,约70%的油耗源于车身质量。整体车身减重10%,燃油效率可提高6%~8%,大大降低汽车重量的同时增强了汽车的动

力性能。在进行汽车材料轻量化改进的过程中,有效利用铝合金材料,对于汽车的结构件、装饰件以及散热系统性能改善都有重要的意义。

其次,铝合金车身板材的应用,提升了汽车车身的抗冲击能力。在铝合金车身板材生产应用过程中,硬度是影响车身板材使用寿命的重要因素之一。另外,汽车在使用过程中,避免不了外界触碰,汽车车身硬度更强,对于汽车使用者而言也是一种安全保护。研究发现,使用铝合金车身板材,汽车车身的抗屈服强度能够达到600MPa以上,比钢材的抗冲撞能力更强。

第三,铝合金车身板材具有更强的防腐性能。采用铝合金作为车身板材,主要原因就在于铝合金材料具有良好的防腐性能。与传统的钢铁材料相比,钢铁氧化后形成的铁锈层非常松散,会加剧吸水,从而加快内部的氧化速度。但是,铝合金中的铝元素性质活泼,很容易和氧气反应,表面会形成致密的氧化铝层,氧化铝性质很稳定,不易被腐蚀。这层氧化铝可以充当保护层,阻止里面的铝进一步发生反应或被腐蚀,从而使铝合金车身具有更强的防腐性能,延长汽车车身板材的使用寿命。

2 铝合金车身板材生产工艺研究

铝合金车身板材的应用,是现代汽车工艺的创新,而在实际的车身板材应用过程中,还应该严格把控车身板材的制造环节,确保车身板材符合汽车应用精度需求以及质量要求,充分发挥铝合金车身板材的应用价值。

2.1 生产工序分析

铝合金车身板材在生产过程中,需要把控各项工序。按照铝合金材料的主要性能以及金属锻造工艺原则,设计车身板的生产工艺,确保生产质量。铝合金

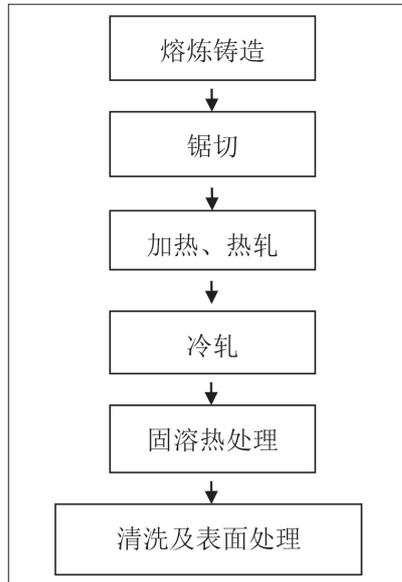


图 铝合金车身板材生产工艺流程图

车身板材生产主要包括熔炼铸造、锯切、加热、热轧、冷轧、清洗重卷、固溶处理、矫直、表面处理等多项工艺。图为铝合金车身板材生产工艺流程图。在实际的铝合金车身板材生产中，应该按照生产工艺要求，完成各项生产工作，以最大程度地提高产品质量。

2.2 生产工艺要点

在铝合金车身板材生产工艺应用过程中，还应该根据生产工序，完成生产工艺要点的把控，提升产品质量。铝合金车身板材的生产工艺主要包括以下内容。

(1) 铝合金车身板材工艺应用中，应该注重材料的合理选择。不同车身位置可以选择不同的材料。铝合金板材包括很多种类，各个种类的性能也有所不同。在铝合金车身板材的生产过程中，更应该注重对车身板材进行工艺管控，确保车身板生产工艺应用更加合理。Al-Zn-Mg-Cu系超高强度铝合金，具有低密度、高比强度、良好的韧性和抗腐蚀性能等特点，已成为航空航天和交通运输领域重要的结构材料之一。然而，高强铝合金板材在轧制过程中变形难度较大，后续加工困难。如Audi A8轿车采用6016合金板材作为车身外板，5182合金板作为内部面板。在铝合金车身板材生产过程中，大部分车身板材都选择使用5系或者6系的铝合金材料。同时，在铝合金车身板材的焊接操作中，可选择应用5系铝合金车身专用焊丝，以提升铝合金生产工艺效果。

(2) 选择恰当的铝合金板材塑性变形工艺，以期在成本控制下达到一定要求的显微组织结构，满足产品需要的各种力学性能。金属材料的许多性能都与其晶粒尺寸有着密切的内在联系，当晶粒尺寸达到亚微米

及以下时，材料将表现出一系列有别于传统粗晶材料的物理、化学和力学性能。

随着塑性变形工艺的不断发展，微纳结构材料的制备方法也越来越多。模压变形(Groove Pressing, GP)法是一种适用于制备大体微纳结构金属板材的剧烈塑性变形(Severe Plastic Deformation, SPD)法。其工艺原理是分别使用槽模与平模对试样施加反复剪切变形，使试样受到的等效应变不断累积，从而达到细化晶粒的目的。与其他SPD法相比，GP法有效克服了等径通道挤压(Equal-Channel Angular Pressing, ECAP)法、高压扭转(High-Pressure Torsion, HPT)法、多向锻压(Multi-Directional Forging, MDF)法难以制备大体积板材试样的缺点，成功避免了叠轧合(Accumulative Roll-Bonding, ARB)技术制备过程中对板材的叠合面、轧辊表面以及环境气氛等的苛刻要求，改进了反复褶皱压直(Repetitive Corrugation and Straightening, RCS)法变形过程中对材料施加的类似于低周疲劳变形的弯曲变形方式。

GP法在制备微纳结构板材上具有其他SPD法难以比拟的优势，具备实现工业应用的潜力。但是，目前利用模压变形法只对纯铝和纯铜进行了成功的细化，对该法的工业化研究仍处于起步阶段。对GP变形的本质规律、晶粒细化影响因素等的认识仍很不完善，极大地限制了GP法的工业化应用。

(3) 铝合金生产工艺应用过程中，应该对各项工艺程序要点进行把控。固溶热处理主要包括固溶退火处理、矫直处理等工艺。在其工艺处理的过程中，需要做好各个环节的清洗工作。通过良好的清洗，除去轧制过程中残留的轧制油等异物，提升铝合金车身板材的生产质量。

(4) 铝合金生产中，需要对淬火工艺进行合理的选择。不同的淬火工艺对铝合金板材的生产有着不同的影响。主要根据铝合金品种选择淬火工艺，确保工艺实施有效。如Audi A8轿车的5182合金板生产过程中，通常选择风淬工艺完成。而在6016合金板的淬火生产中，由于其淬火的敏感度相对比较低，一般使用水淬工艺进行生产。

(5) 矫直工艺是现代铝合金车身板材生产中应用的关键工艺，主要是为了实现板材的良好外形。在具体生产过程中，主要选择拉伸弯曲的方法进行矫直，工艺实施通常是在固溶热处理之后，这样能够方便板材定型，有效控制板材的应用效果。

(6) 在铝合金车身板材的生产中，矫直完成后还应该做好表面处理。铝合金车身板材表面处理通常采用电解的化学方法进行，主要完成金属板材的清洗和漂洗，达到板材平整光滑的效果。另外，在漂洗完成之后，

采用氟锆酸和氟钛酸进行稳定处理,以防止进一步氧化。这也是铝合金车身板材防腐性能更加优良的主要原因之一。通过对铝合金材料生产工艺要点的有效管控,可确保车身板材生产的质量更高。

在铝合金车身板材的生产过程中,还应在板材钝化处理之后进行辊涂或喷涂干膜润滑剂。通过这样的方式能够加速铝合金板车身吸附润滑剂,为后续的板材冲压成型打好基础。另外,通过这样的涂抹方式还能够提升板材与表面漆的粘结效果,实现铝合金车身表面漆的有效固化。

3 铝合金车身板材生产工艺发展现状及展望

3.1 铝合金车身板材生产工艺现状

铝合金车身板具有良好的应用性能,对现代汽车制造行业发展起到了重要的推动作用。并且,随着现代汽车工艺的不断创新,铝合金车辆构件已经成为现代车辆生产中的重要组成。相关统计资料显示,当前欧美国家在汽车制造过程中使用的铝合金材料已经超过70%,且对于铝合金板材的需求量还在不断攀升。以我国为例,2020年汽车产销量达到3300万辆左右,对于铝合金板材的需求增量为80万吨。需求的增长带动了现代铝合金车身板材生产工艺的研发与技术进步。

当前,铝合金车身板材生产工艺更加系统化,从最开始的缺乏经验,到现在的工艺成熟。汽车行业对于铝合金板材的需求决定了铝合金板材生产的技术高度。上文提及的铝合金车身生产工艺是常见的系统化生产工艺,包括初步锻造、冷热加工、表面处理等,从内到外完成了铝合金车身的系统化生产,大大提高了铝合金车身板材的生产速度,满足了相关应用市场对于板材的需求。

另外,当前铝合金车身板材的种类比较多,适合不同轿车对不同车身板材的需求。例如,上文提及的6016以及5182板材更符合Audi车辆。而大部分5系和6系铝合金板材都适合现代汽车车身板材生产。所以,完成铝合金材料选材也是铝合金车身板材生产的工艺之一。

3.2 铝合金车身板材工艺发展

在现代汽车生产中,铝合金材料以及铝质材料已经成为车辆的主要材料,铝合金材料的良好性能助力汽车行业持续发展。汽车生产工艺的不断进步,以及我国汽车生产对于铝合金材料应用需求的急速增长,要求铝合金车身板材工艺也要有所提升,以符合现代汽车制造业生产高效率、产品高质量的发展特点。

现代铝合金车身板材生产中已开始应用现代信息化

工艺,利用信息工艺以及数控技术,提升铝合金板材的生产精度。

例如,在铝合金板材成型工艺实施过程中采用CAE分析技术。该技术的应用能够实现板材的良好生产,其应用过程中可利用SolidWorks等三维建模软件进行建模,并且完成汽车铝合金车身板材的成型模拟,对凸模、凹模、压边圈和板料等环节进行设置,通过模拟完成生产工艺参数的确定。在软件模拟的过程中,还可以完成铝合金板材成型温度以及模具温度的变化控制,甚至铝合金板材成型的最佳温度,提升板材的生产效果。另外,温度的良好把控也能够降低材料的消耗,符合铝合金板材生产的节能环保发展方向。

4 铝合金车身板材生产工艺的发展建议

铝合金车身板材生产工艺是现代汽车制造中应用的重要工艺,对于汽车生产有非常关键的作用。所以,在现代汽车工艺研究过程中,汽车企业或者机械厂商应该注重铝合金车身板材生产工艺的研发。以下是对我国汽车生产工艺现状分析后,针对铝合金车身生产工艺发展提出的合理化建议。

(1) 加强政策扶持。铝合金车身板材不仅质量轻,使用寿命比较长,同时由于车身重量减轻,也能够降低汽车产品的应用能耗。由于节能减排是当前我国对于工业生产的主要要求,所以发展铝合金车身板材生产工艺应该得到国家的政策支持,以促进整个行业的发展。我国《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》规定,2020年国内汽车二氧化碳排放量限值为120g/km,2025年为95g/km。该政策标准的制定和实施,旨在鼓励汽车行业转型升级,而提升铝合金车身板材的覆盖率,减轻车身质量,已成为减少汽车能源消耗的有效途径之一,对于现代汽车工艺发展有着非常积极的作用。

(2) 汽车制造以及相关企业应该引起重视,注重创新发展。我国虽然是汽车制造大国,但尚未成为汽车工艺大国,部分汽车零部件及工艺技术还依赖引进。由此,我国汽车以及材料相关行业应注重工艺技术的创新研发,利用现有的技术优势完成铝合金车身板材的技术创新研发。在研发过程中,汽车制造厂商以及汽车工艺研发团队应该注重资金投入与人才培养,完成人才、资金以及技术优势的集成,实现铝合金车身板材工艺的创新研发。

(3) 铝合金车身板材工艺研发过程中,应该注重铝合金车身板材研发方向的控制。一方面向自动化、信息化、网络化方向研发,利用互联网工业化特点完成汽车工艺的新突破。另一方面向节能环保方向发展,包括铝合金板材的设计研发,都应该在节能环保的基础之上,响应国家节能减排的号召。

5 结语

汽车铝合金车身板材的应用对于现代汽车工艺而言有着非常积极的影响。所以,在现代汽车行业的发展中,应该持续创新铝合金车身板材的工艺研发,提升车身板材质量及生产效率,促进汽车产业高质量发展。

课题项目: 福建省中青年教育科研项目(JZ180362)。

参考文献:

[1] 吴峰权,等. 新能源汽车车门轻量化研究[J]. 河北冶金,2021(08):57-61.

[2] 董丽丽. 汽车轻量化技术应用分析[J]. 时代汽车,2021(13):37-38.

[3] Peng X, Li Y, Liang X, et al. Journal of Alloys and Compounds, 2018, 735, 964.

[4] 吴永泉,等. 模压变形法的研究现状[J]. 热加工工艺,2010,39(01):13-16.

[5] 马玉蕊,张瑜. 汽车车身覆盖件用铝合金板带材生产工艺概述[J]. 有色金属加工,2021,50(03):1-6.

作者简介: 程艳(1984-),女,汉族,陕西人,本科,工程师/实验师,研究方向:机械制造、材料成型。

(上接第108页)

续的节能技术升级过程中,可以将这类先进的变压器设施引入变电站投入运行,从而提高实际的节能效果。

在接触网方面需要进行节能技术的升级。一方面需要重新进行接触网材料的选择,尽可能降低接触网本身的阻抗值。当前电气化铁道的供电情况十分特殊,接触网除了需要具备较高的抗拉强度,还需要具备耐磨、耐热、长度等方面的核心性能。但是在材料科学方面,能够真正满足所有性能需求的材料很难实现,因此在选材方面需要做好综合考量,保证综合性能,进行设备优化。另一方面,应当选取无磁或低磁金具。在电力系统当中,系统输电线路节能技术更加重视磁化金具的使用情况,其中金具产生的感应电动势与导磁率之间成正比,因此在铁磁材料的金具选择当中,应当采用无导磁率或低导磁率的金具,如铝合金、铜合金等材料来制造线路金具,从而实现节能效果。

4 结论

铁路在当代交通运输当中承载着非常重要的使命,在我国,电气化铁道是实现高效率运输的关键性轨道交通,但是受到运输需求以及技术发展等多方面的影响,

电气化铁道的电能能耗问题仍然是当前较为严峻的问题之一,值得关注。节能技术的应用需要关注两个方面的问题,其一是要关注耗能情况,通过根源性的能耗控制来实现节能目的,其二是要针对应用终端的技术手段和使用材料来实现生态节能。

参考文献:

[1] 王彤,孙奕,裴林,王佳明,王增平. 考虑控制系统的LCC-HVDC直流电流暂态特性分析与交流短路电流近似解析方法[J/OL]. 中国电机工程学报(网络首发):1-15.

[2] 程卫军. 基于变压器新技术的高速铁路牵引变电所节能与标准化布置[J]. 电气技术,2021,22(01):58-62.

[3] 陈怀鑫,杨中平,林飞,夏欢,王彬. 基于遗传算法的城轨交通超级电容储能装置能量管理和容量配置优化研究[J]. 铁道学报,2019,41(09):59-66.

作者简介: 魏晓鹏(1990.2-),男,北京市人,大学本科,助理工程师,研究方向:工程技术系列电力专业。