



铝合金车体制造的焊接精益生产

田玉吉 严野 李洪展

【摘要】 本文结合公司的生产实际，从人、机、物料、法、环、测六个方面对铝合金的车体制造进行焊接精益优化，通过闭环有效地持续改善，使逐渐形成的生产流程、作业标准、组织结构与制度得到固化，从而使公司生产线不断走向柔性化和敏捷化，明显的提高了生产效率，保证了产品质量，极大地降低生产成本，使公司在市场竞争中取得明显优势。

关键词： 铝合金车体；焊接精益生产；生产效率；产品质量

1. 概述

国内外轻量、高速现代化轨道车辆已经进入高速发展时期，铝合金车体制造的生产成本、生产效率和产品质量直接决定了企业的生存空间和发展趋势。由于高速动车组铝合金车体结构复杂，焊接工作量大，而铝合金焊接又作为车体生产制造的重要核心工序，所以要想提升企业的竞争力，必须结合生产实际，将焊接精益生产的理论和思想，真正具体落实到铝合金车体制造的焊接应用中。

2. 铝合金车体结构焊接精益生产理论的提出

精益生产理论现在已经大量成熟应用于汽车、能源、船舶、航天等各个领域，它产生的巨大价值效应，是企业生存的源泉，是企业发展的生命力。精益生产理论是解决现代制造业人员、物料、设操作方法、能源等有效合

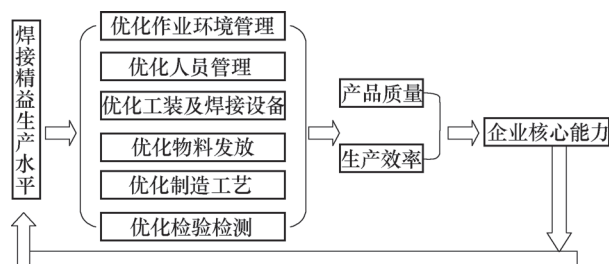
理设计和配置的先进理论，通过对工艺流程、设备布局、物流系统、成本控制、人员、质量和现场管理进行一系列的设计规划，在不增加厂房、设备、人员的情况下，使生产效率提高，产品质量提升，生产成本降低。其核心目的是消除浪费，对需求以快速响应。精益生产方式的一个重要特征是实践性高于理论性，它源于生产现场，它是边实践、边思考、边完善的产物，重要的是如何运用精益生产的理论和思想，将精益生产的理念真正落实到企业生产管理的实处。

针对高速动车组铝合金车体结构复杂，焊接工作量大的特点，提出焊接精益生产的理论，要求在车体的生产制造过程中，从实际现场出发，通过对浪费源的辨识，对5S、目视管理等的落实，提高员工精益生产的意识，从而消除企业生产活动中那些低

效率环节和流程，以最少的浪费和最低的成本创造出满足客户需求的价值，其主要手段之一是持续不断的进行作业与管理流程的优化。焊接精益生产水平与企业的核心能力关系，如附图所示。从图中可知，铝合金车体制造过程中对人、机、物料、法、环、测六个方面的优化程度，体现了焊接精益生产的水平，又直接决定了生产效率和产品质量，充分体现了企业的核心能力。在焊接精益生产实施过程中，通过闭环有效地持续改善，使逐渐形成的生产流程、作业标准、组织结构与制度得到固化，最终使公司生产线不断走向柔性化和敏捷化。

3. 焊接精益生产在铝合金车体结构制造中的应用

成功推行铝合金车体制造焊接精益生产的先决条件是：在生产现场改善前，对生产现场进行评估和作业测量，其中



焊接精益生产水平与企业的核心能力关系

包括现场布局、资源配置与生产状况、工序能力核查、现场物流走向与信息流等的5M1E（人、机、料、法、环、测）的评估。通过对现场的宏观分析，采用5W2H提问技术和ECRS“取消（Eliminate）”、“合并（Combine）”、“调整顺序（Rearrange）”、“简化（Simplify）”分析原则相结合的方法，进行生产过程中的瓶颈分析和工作改善，减少和消除不合理、不增值的工艺内容、方法和程序，设计最优化、经济、合理的工艺顺序，缩短制造周期。

（1）优化作业环境优化管理 铝合金本身的材质特性，决定其在焊接过程中对作业环境有较高的要求，通常焊接作业环境的温度和湿度会被限制在一定的范围内，超出此范围极易产生裂纹、气孔、焊缝熔合不良等焊接缺陷，严重影响焊缝质量，同时增加了焊缝返修难度。大量的焊接工艺试验表明，封闭的铝合金作业环境湿度在65%以下，环境温度在15~25℃范围内时，适合铝合金焊接作业。为了保证良好的焊接作业环境，结合公司以往的生产实践经验，对焊接作业环境进行优化管理，优化管理措施如下：要求每天实时记录焊接作业环境的温度和湿度，便于

对因受作业环境温度和湿度影响而产生焊接缺陷的原因进行统计分析；同时将温度表和湿度计的定期校准提到日程管理的首要环节；尤其对雨雪天气的焊接作业环境加强监控，当焊接监督或管理者发现焊接作业环境不符合生产要求时，立即停止焊接作业，并对相关焊接产品进行焊接记录，便于对焊接产品的质量进行信息追溯。

（2）优化人员管理，推行基层管理创新 基层管理者作为公司产能和生产之间联系的纽带，它直接决定了产品的质量和生产效率，优化人员管理。推行基层管理创新，要求基层管理者熟悉公司的各项管理规程，通过对车体制造过程中的全部作业动作进行分析，发现和改善无效动作或浪费，制定省时、省力、安全并经济的作业方法，同时要对焊接操作者和检测员的个人技能、素质等情况全面了解。针对焊接操作者，应熟知每个操作者的技能水平，并进行针对性的技能资质培训，加强责任意识培训。针对不同部件、不同位置的焊接作业，分析作业者各不同工序的分布状态与实践分配状态，合理安排作业人员，发现问题并改善，制定科学合理的作业标准。检测人员的职责一方面对

产品进行质量检测，另一方面对焊接作业现场的质量控制。针对焊接检测员，作为基层管理者，在保证焊接产品质量的同时，应加强管理方面的创新，主要体现在：加强专业知识和工作技能的培新，积极开展工艺文件和作业指导书的“一口清”活动，目的是通过不断的学习，促进检测员对产品实现过程的熟知程度、对重要检测控制项点的把控程度，便于准确分析质量问题产生的原因及责任归属；加强焊接作业过程的监控，从源头对质量问题产生原因进行控制，同时便于准确及时的制定纠正预防措施。

（3）优化工装及焊接设备 高速动车组车体是由车顶、侧墙、底架、端墙和牵引箱五大部件经焊接组合而成，每个大部件在制造过程中都使用了大量的工装设备，鉴于厂房空间的合理使用和节约生产成本的考虑，推行对工装设备进行柔性优化设计，以满足不同车型对工装设备的共用。在工装设计的过程中，通过对焊接作业活动进行分析，明确工装的作用原理，发现和改善无效动作或浪费；并结合以往的经验积累，合理预制工装反变形，以减少火焰调修，节约成本，提高生产效率；加强工装校准管理，首先根据产品的重要性设定工装等级，制定检测周期，其次对于出现连续性的质量问题，进行工装校准，排除工装问题的潜在因素。

铝合金低熔点、高热导率、高膨胀系数的特点，使得其对焊接设备、焊接参数、作业人员的技能水平、作业过程有更严格的

要求,为了更好的保证合格的焊缝质量,首先,对焊接设备进行优化管理,焊接作业前和结束后对焊接设备进行日常点检,并对设备状态进行记录;其次,对不同的焊接参数进行程序化的锁定,一方面程序化的焊接参数管理,显著的提高了生产效率,另一方面,对焊接参数范围内的设定,减小了调节焊接参数的人为因素作用。通过对焊接设备的优化管理,更好的保证了焊缝质量,其优势在长期的焊接作业中得以明显体现,焊接缺陷产生的频率明显降低。

(4) 优化物料发放 铝合金车体结构是由上百种部件组成,部件具有体积大、品种多、部件相似等特点,且在生产过程中会伴随部件图样版本的升级,因此合理、及时、准确的对物料的发放,直接关系了车体制造的生产效率和运输发放成本的费用。考虑到上述的各种因素,优化物料发放尤其重要。公司研发了JOSS管理系统软件,在该系统中,输入了所有部件图样、版本、作业操作说明、物料发放及库存等信息,数据库的使用既方便了信息的查询,又增强了部件的数据管理。对大体积或易耗部件,设置现场库存区和JIT(Just in time)库存区,对相似的部件,为避免生产混淆,按部件号进行生产包的批次发放和批次生产,同时在部件的指定位置处,做出明显的件号标识。部件图样在生产过程中会存在版本的升级,此时及时、有效、准确的信息反馈和发放控制至关重要,因此对于部件图样版本升级的情况,首先在JOSS系

统中标注升级日期,其次同步通过邮件或memo的方式向生产工序进行信息传递,最后指定专门的计划专员进行库存分析统计和现场排查。编写物料发放管理程序文件,完善物料发放管理,在物料发放过程中发现的问题,在部件上做出明显的标识,同时及时反馈至相关责任部门,进行有效地跟踪处理,避免问题件流放生产,影响生产进度。

(5) 优化制造工艺 焊接制造工艺主要包括制造工艺流程,焊接参数和焊接顺序。成熟的焊接制造工艺,保证了车体生产制造的稳定性和流畅性,保证了产品质量,提高了生产效率,为此需要不断的进行车体制造工艺优化,并将之固化。例如车顶的生产制造,以往是将车顶的5块长直型材焊接后在进行整体机加工,考虑到提高生产效率,节约成本,将制造工艺进行优化,将每块长直型材机加工后再进行组焊,省去了机加工工序,产能提高了近30%。

精益生产中的标准化作业,以对作业进行价值分析为基础,不但要把作业中不能创造价值的操作取消,而且要把尽可能少的操作也标准化或规范化起来,以降低代理成本和约束成本。使操作方法和作业流程更有效,以提高工作效率。

(6) 优化检测 产品测量检测是对产品质量的最后把关,然而面对车体制造的上百种部件进行全部尺寸检测,既增加了重复的工作量,又降低了生产效率。为此,借鉴以往经验,在项目开始前,需制定适宜、有

效地的质量控制计划,包括检测方式、范围、频率等。在生产中各工序之间的关系是:后序时前序的顾客,前序的生产以后序的需要为标准,在质量上,坚持后序监督前序的原则,凡质量不合格不得往后序流转,如流转到后序,由造成质量问题的前序负责。因此,针对车体的制造过程,易遵从上述原则,一方面,对各个工序制定检测关键控制项点,并对此要进行100%检测;另一方面,建立有效地产品过程自检和互检制度,并通过生产基层管理者对过程进行监控。这种“化整为零”的质量控制模式,对偶发的质量事件或连续的质量事件,可以有效地对发生的问题进行区域追溯,同时为质量问题的分析、统计及纠正预防措施的实施,提供了必要的参考基准,进而确保措施实施的的适宜性和有效性。

测量工具和测量方式,在很大程度上决定了数据的准确性和工作的效率。测量工具在长期的大量使用中难免出现磨损和磕碰伤,测量易出现较大的误差,为此对测量工具进行优化管理。首先建立测量工具的数据库,注明测量工具的编号、使用范围、检测日期、校准日期等信息;其次,为加强测量工具使用的责任意识,推行“责任到人”的理念,即“谁使用,谁负责”;最后,针对不同测量区域,实时改进测量方式,即明确产品的测量基准后,推广实操性强的样板使用,既节省了大量的人力成本,又明显地提高了测量检测效率。



客车车身件生产过程中焊接变形及控制

周永非 徐永吉

【摘要】以客车车身制造过程作为焊接变形的分析对象，研究焊接变形产生原因，结合实际生产实例，对焊接变形控制提出有效建议，改善客车车身质量。

关键词：客车车身；焊接变形；控制

1. 概述

近年来，大型客车车身要求增大采光面积，扩大视野，因此，需车窗大型化和减细窗柱截面，有骨架式结构是大客车车身的主要形式。骨架组成主要有型材和板材，主要采用的焊接方式为气保焊。焊接作为客车生产过程的重要加工方式之一，焊接质

量决定整车质量，存在的主要失效方式为焊接缺陷和焊接变形。然而焊接变形是主要的焊接问题，是焊接过程中不可避免的，也是最难以控制的失效形式。

有骨架车身制造工艺流程如图1所示，车身现场如图2所示。

2. 焊接变形产生的机理

焊接是两种或两种以上同种

或异种材料通过原子或分子之间的结合和扩散连接成一体的工艺流程，因焊接而引起的变形称为焊接变形。由于焊接时，局部高温加热使得焊件上温度分布不均匀，在冷却过程中，焊接接头各部分金属受热膨胀和冷却收缩的过程也不均匀，从而导致零件产生变形。焊接变形与焊件形状、

4. 结语

铝合金车体制造对人、机、物料、法、环、测六个方面的优化程度，体现了焊接精益生产的水平，又直接决定了生产效率和产品质量，充分体现了企业的核心能力。本公司结合生产实际，在焊接精益生产实施过程中，通过闭环有效地持续改善，使逐渐形成的生产流程、作业标准、组织结构与制度得到固化，使公司生产线不断走向柔性化和敏捷化，明显的提高了生产效率，保证了产品质量，极大的降低生产成本，使公司在市场竞争中取得

明显优势。同时，需要将焊接精益生产在铝合金高速动车组制造中进行持续改善并进一步深化，一是对焊接精益生产实施过程中逐渐形成的生产流程、作业标准、组织结构与制度，应尽快固化下来，巩固已有成果，使焊接精益管理成为一个不可逆的过程；二是将焊接精益生产思想向车体试验或检修的过程拓展，使精益生产创造更大的经济价值。

参考文献：

[1]董鹏，等.精益生产在生产线改善中的应用研究[J].湛江师

范学院学报，2013，34(3)：142-150.

[2]王占壮，蔺宇.单元制造系统的精益设计研究[J].组合机床与自动化加工技术，2012(10)：32-35.

[3]荣朝和.试论精益生产对提高铁路运输效率的作用[J].铁道学报，2008，30(4)：11-15.

[4]张学军.浅析精益生产诸要素的实施[J].时代经贸，2007，5(81)：133-134.

作者简介：田玉吉等，青岛四方庞巴迪铁路运输设备有限公司。

MW 20171026