

船舶制造精度管理及过程控制技术研究

李春波

(中国船级社质量认证公司 北京 100006)

摘要: 本文对船舶制造精度管理内容与要点进行分析,针对精度管理中现存的一系列问题进行全面探讨,并从精度管理与控制技术着手,针对过程控制技术的应用方法加以阐述。力求通过本文研究,使精度测量技术的作用与优势得到充分发挥,符合精度标准与规定,为船舶制造业发展提供更多助力,生产制造出更多优质高效的船舶产品,为海上贸易开展贡献更多力量。

关键词: 船舶制造;精度管理;控制技术

0 引言

当前国内经济水平不断提升,对船舶数量与质量提出了更高要求,船舶制造精度对船只质量与效率具有直接影响,因此受到高度重视。但在实际工作中,在精度管理与过程控制方面仍存在不当之处,应结合船只制造现实需求,不断完善精度管理内容,牢牢把握管理要点,充分发挥过程控制技术的作用与优势,使船只制造管控现状得以改善,在新技术、新理论支持下,推动船舶制造业稳健发展。

1 船舶制造精度管理内容与要点

1.1 内容

在船舶工件制造中,精度管理主要包括三项内容,即补偿量、管理过程、精度标准落实。其中,补偿量计算与配置需要先统计收缩量,由此产生多种补偿数值,最后将有价值的补偿量配置到制造工作中,利用补偿量替代生产间的余量。在变形量测算完毕后,先要计算和配置补偿量,再对建设过程进行管控,并用精度标准对零部件进行整修,制定相应的控制目标与方案,采取措施预防工艺尺寸偏差产生。此外,因补偿量以收缩量为基础,在环境因素干扰下,在船舶制造精度管理中应充分掌握环境数据,细致测量各项工序制造结果,并完成全部可能存在的变形量,将变形量数值准确无误的输入到数据库中。大量实践表明,要想实现优质高精度的制造目标,势必要把握好细节,提高精度标准与控制目标的高度重视,尽可能减少尺寸误差,避免工艺技术受到影响,使船只成品质量受损。

1.2 管理要点

与原本余量相比,其作用体现在后者可利用预修整方式控制尺寸,节约大量船舶制造成本,促进制造效能提升,精度管理要点与措施如下:

1.2.1 测算标准偏差

综合分析船舶制造各个阶段,对多阶段标准偏差进行测算,为精度管理打下坚实基础。在偏差测算中,先要采集大量实测数据,再利用数理统计技术进行数据回归分析,利用数据库、直方图、BP神经网络创建数据模型,对切割、号料与加工装配等因素综合分析,准确测算出标准偏差。在实际工作中,还要重视加工与分段装配间的偏差,如数控切割热变形、板列拼焊收缩量间的偏差等。

1.2.2 合理配置补偿量

补偿量可对船舶尺寸精度进行补偿,避免和减少制造中收缩、变形等工件造成的尺寸缺陷。在配置中无法二次划线与切割,与修正值反馈、定型工件相对应,具体而言,精度补偿的有效措施分为两种,一种是非系统补偿,即制造期间特定变形件尺寸补偿,如焊接、气割、反变形等补偿形式;另一种是系统补偿量,其本质在于几何量补偿,根据工件的初始尺寸增加其他量值,使精度要求得到满足,后增加的量值便是补偿量。在系统补偿中主要包括组件装配、部件装配、分段装配、船坞合拢、零件加工等等。

1.2.3 准确计算和修正补偿量

大多采用概率法、极限法计算补偿量,针对零件进行补偿使整体得到补偿。在实际计算中,应对工件变形的影响因素综合分析,着重分析焊接收缩变形等情况。使补偿量计算与控制阶段相匹配,并对各阶段采取相应措施,主要为焊缝纵向焊接收缩、横向焊接收缩等,利用直接经验估算方式计算出准确结果;在补偿量修正方面,精度管理中应对与精度要求不符的补偿量进行分析和修正,使修正后量值作为补偿量的重要依据,将其记录后及时进行信息反馈。

2 船舶制造过程控制技术的应用方法

2.1 精度测量技术

为提高金属材料在造船中的应用水平,技术人员应充分了解船用金属材料相关知识,依靠先进的精度测量技术,缩短造船周期,使制造精度与船舶质量得到保障,提高竞争力。对此,本文重点对精度测量技术进行分析。当前科技飞速发展,测量方式也更加高效智能,可将以往接触式测量变为非接触式测量,对远距离制造期间的精准度进行控制,确保焊接收缩量可被实时检测,随时准确获取各项数据。在船只制造中,检测者可利用激光经纬仪测量整体补偿量,再用全站仪管控施工过程,为过程控制提供强有力的技术支持。

2.2 主动与被动控制

在船舶制造控制方面,可分为主动与被动两种,其中前者一般是在问题发生前进行控制,事前预测评估制造期间可能出现的问题,并制定有效应对措施,由此避免和降

低问题发生率；后者是制造期间发生相应问题后采取的解决措施，问题大多带有不确定因素，应采取应急处理方式完成精度任务；因船舶制造中金属加工控制具有持续性，需采用动态管控措施，因此在每项工序结束后都要及时测量，严格校正偏差，确保在精度满足要求的情况下再开展后续工作。从本质上看，造船精度管理属于相对概念，并非确立后不可更改，而是要结合实际情况不断完善。对此，可将柔性生产模式的动态公差融入造船中。在精度控制中每当完成一道工序后都要细致测量，与工序精度标准对比，根据对比结果进行系统修正与完善，直至各产品测量结果均满足精度尺寸要求时，说明制作结果与精度要求相符合，可对后续工序补偿量进行计算，同时可将计算结果输入数据控中。如若某产品尺寸测量值超过精度要求，势必要对尺寸偏差进行修正，再二次调整后计算该工序补偿量，直至测量结果与精度要求相符。

如若船厂精度管控技术水平较低，可利用分段预修正工艺，先要保障各项工序精度与要求相符，再确保制作过程与标准要求相符，为解决封闭环精度问题，应减少尺寸链组成环数量，如下图 1 所示。图中 A1 到 A3 分别代表不同工序尺寸链构成环，A0 代表的是基本尺寸， ΔA_1 与 ΔA_2 代表多项工序所需处理的尺寸链构成环。在完成一项工序后，可采取措施降低尺寸链中 ΔA_1 与 ΔA_2 ，由此提高制作过程精确度。

2.3 精度标准制定

在船舶制造中实施精度控制，其根本在于将制造工艺与管理联系起来，而精度标准是在先进设备、成熟技术、专业管理团队基础上制定而成，为船只制造提供保障。在精度标准制定中应重视经济性，如若船只制造某项工序自

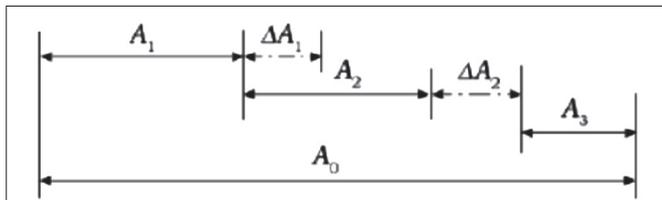


图 1 尺寸链组成环示意图

身精度降低，则整体成本也会随之降低，但对后续工序来讲修正成本将随之增加。同时，在标准制定中还应考虑到质量因素，寻找质量与经济间的平衡点，并对企业现有技术、财务情况、人才素质等方面综合分析，制定出与企业需求相符的控制计划，使各项要素和内容均被充分考虑，合理贯彻落实。在造船期间分段修整法适用于精度要求不严格、补偿量不够精准的环境中。如某新船重工企业精度管理技术为初级阶段，在分段制作前全部工序有制造余量产生，在分段制作结束后可采用相关措施修整，具体措施如下：利用全站仪设备细致测量各分段总尺寸、垂直度与水平度等指标，将测量结果与模型对比后，为保障船只工序余量为 0，对偏差超过精度标准 $\pm 5\text{mm}$ 之处进行修正。根据造船成本数据可知，与初级精度管理技术对比，船只制造发生以下改变，即一是船台应用周期缩短；二是钢材利用率得到提升，提高 0.3% 左右；三是船台校正时间减少 20% 左右。在上述优势作用下，船厂准确对各个环节工序尺寸进行修整，并要求工人严格按照要求作业，杜绝任何偏差产生。同时，创建造船动态精度控制系统，此举不但可促进生产效率提升，还可节约更多生产成本，在造船行业中取得更强的竞争力。

3 结语

综上所述，当前船舶行业发展得如火如荼，为提高市场综合竞争力，企业应在经济效益与建造质量之间寻找平衡点，将目光放在制造管理方面，通过加强制造精度管理力度，促进过程控制水平提升，利用科学测量法与先进制造工艺，为造船业打下坚实基础，尽早完成船舶制造业的现代化发展目标，取得更高水平的成果。

参考文献：

[1] 黎铎. 精度管理及过程控制技术在船舶制造中的应用研究 [J]. 冶金管理, 2020, No.393(07):196-197.
 [2] 张宏亮. 船舶制造金属材料精度管理与过程控制分析 [J]. 中国金属通报, 2019, 12(No.987):94-95.
 [3] 林龙海. 船体分段总组与合拢精度管理研究及应用 [D]. 大连理工大学, 2019.

