

船舶生产设计的劳动力负荷问题研究

陈宁,张亚,曲浩

(江苏科技大学 机械与动力学院,江苏 镇江 212003)

提 要 为缩短船舶生产设计周期,提高生产设计总体效率和分工合理性,针对生产设计着重研究了生产设计主体——劳动力的负荷问题,给出了合理分配劳动力的方案,并按累积负荷法和加权算法对劳动力负荷问题进行了分析,在此基础上进行了面向劳动力负荷的生产设计任务分配的研究。

主题词 生产设计 人力利用 平衡 计划管理

1 引言

在船舶设计的各个阶段,船舶生产设计是最为复杂的阶段,是直接面向生产、指导生产的阶段,设计过程中要处理大量复杂的数据和信息,以及有众多部门的参与,而且生产设计效率的高低会直接影响整个船舶产品的建造周期及计划安排。对于这样一个如此庞大繁杂的系统工程,其中的负荷因素显得十分突出,作为生产设计的主体、生产力要素中最活跃的因素——劳动者的负荷问题是主要问题。

“超负荷”和“低负荷”都是不科学的,唯独“满负荷”即额定负荷才是科学的。“满负荷”是一个科学的指标,是通过人们的努力可以达到的最佳状态指标。因此,在实际中始终保持合理的负荷分配是整个生产设计工作能否按计划顺利进行的关键。许多企业在生产计划与控制中已经广泛使用数据处理系

统,但结果却表明,“计划赶不上变化”,花了很多精力而获得的任务分配表很快就过时而不可信。其中很主要的原因就是实际负荷和额定负荷的不匹配,而一般的数据处理系统无法持续地反应负荷的变化,并对计划做出相应的影响。

针对这些问题,本文以船舶生产设计为对象,详细分析研究了如何合理计算和估计设计部门及其人员的劳动力负荷,并在此基础上通过生产设计(任务分配)仿真中平衡劳动力负荷的一些方法。

2 劳动力资源优化配置方案

船舶产品的生产设计管理属于项目管理工作,船舶的类型繁多,设计涉及到许多技术细节,信息量十分复杂,同时,由于目前船厂的设计任务繁杂,各专业的工程人员有限,因此对设计部门劳动力资源的管理就要做到科学合理。由于船舶产品实行订单制,每个订单都要重新进行生产技术准备工作和设计工作,且产品的类型、功能和用途不一,给设计工作增加了复杂度。在设计部门存在着劳动力负荷不一和人员的熟练程度不一的现象,以及设计过程中会出现不可预料的情况等,这些都要求对劳动力需求进行科学分析,进行资源的优化配置。图1为设计部门劳动力资源优化配置方案。

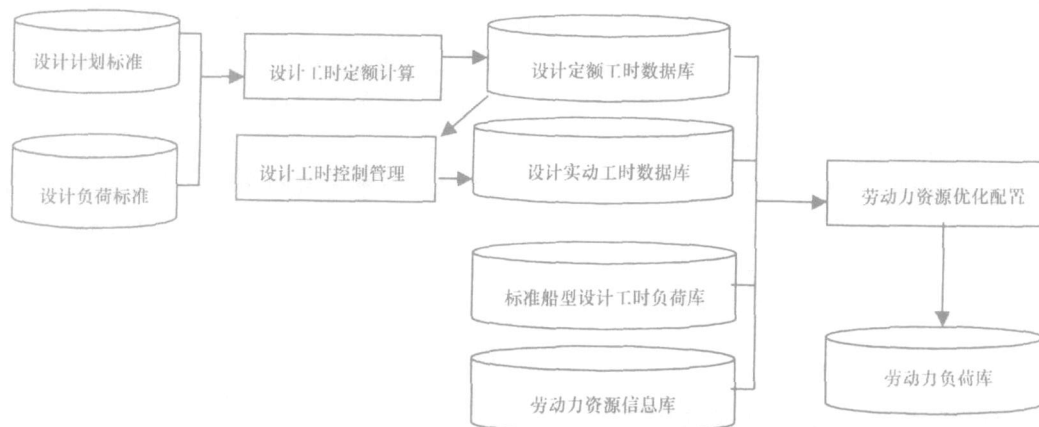


图1 设计部门劳动力资源优化配置方案

作者简介:陈宁(1963-),男,副教授。

在设计计划进程的管理下,快速处理设计部门每日各科室、各工作项目所发生的实动工时,准确、及时地进行各类统计与分析对比,进行设计工时控制管理,可以合理地分配设计人员的劳动负荷,施行设计工时定额计算是非常必要的。对设计过程中各工作项目、各工作内容、各设计部门的工时定额计算和统计,并生成派工单,将能科学合理地分解设计人员的劳动负荷。

设计部门劳动力资源需求计划与配置管理,有助于对部门即将设计或正在设计的产品进行劳动力负荷预测,平衡各部门、各科室的劳动力负荷,充分发挥设计部门的工作效率。

3 负荷计划及负荷计算

造船企业由于船舶产品结构复杂、技术门类多、品种变化大,要使所建造的船舶产品在质量、价格和周期上具有竞争力,必须严格地按工程计划进行生产管理工作。现代化的造船企业把计划工作作为管理上最重要的一环,而生产设计工作正是在以建造计划为依据的前提下展开的。因此,就不得不充分考虑到各种负荷因素,譬如船体生产设计中确定部件和组合件的比例时,要考虑工程负荷量的平衡因素;各专业的生产设计出图日程也要在充分考虑设计部门劳动力负荷问题的基础上严格按建造计划进行。

负荷计划,作为生产设计前的计划准备的关键部分,是船厂承受生产负荷程度的计划,也就是船厂所具有的生产能力和预想的工作量之间的对比。负荷计划的内容包括工时负荷和物量负荷。其中工时负荷跟劳动力负荷密切相关,即以工时为单位核算一年或两年中主要设计单位、车间和工种的负荷额度。它是依据以往设计建造过的典型船种和船型的实际工时统计出的工程管理标准 S 曲线(见图 2)和工程管理 S 曲线(见图 3)来进行计算的。

将一年或两年的每个月的各种船舶 S 曲线的负荷值叠加,就可以得出一年内或两年内各主要部门、车间的负荷分布累计图(见图 4)。若超过工厂 8 小时能力线以及加班 2 小时超负荷线时,则必须和船东商谈调整日程和计划,然后再签订合同;或者将负荷向其他企业转移,或作出相应的决策,并且提出新的均衡的设计建造方法。船舶生产设计的劳动力负荷的统计也可以采用累计负荷法,通过对设计部门以往设计船只的实际数据得到的标准 S 曲线,计算

出一定周期(比如月、旬、周)的工时累计量,以此来判断工时量是否超过设计部门劳动力的能力线。当超过时就必须做出相应的调整。

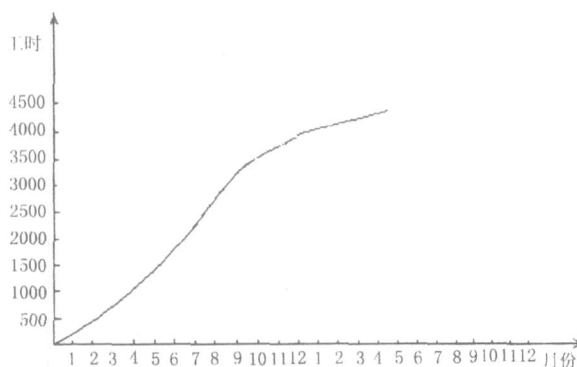


图2 标准 S 曲线



图3 S 曲线

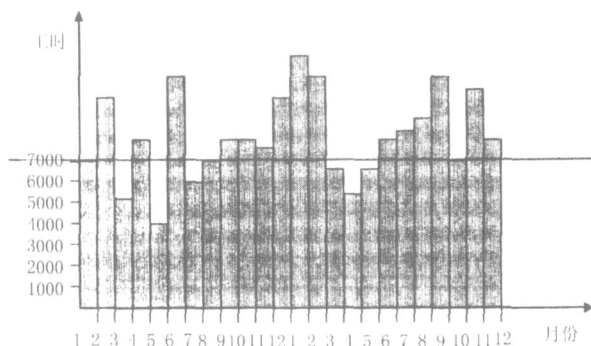


图4 负荷分布累计图

4 劳动力负荷的算术算法及加权算法

计算劳动力负荷,通常以一定时期(月、旬、周)为单位进行的。一定时期内船舶生产设计部门的平均劳动负荷是生产设计工作安排的前提和重要参考。下面将以船舶生产设计部门中的某工作中心为对象,分析计算设计部门劳动力的算术平均负荷和加权平均负荷。

将一定时间段设计部门某工作中心的所有设计人员的劳动力负荷(以工时量为单位)相加后求平均值,所求得的值称为算术平均负荷(TL_m)。

其计算按下式进行:

$$TL_m = \frac{1}{n} (TL_1 + TL_2 + \dots + TL_n)$$

$$TL_m = \frac{\sum_{i=1}^n TL_i}{n}$$

其中 TL_i ——一定时期内设计人员 i 的计划劳动力负荷;

n ——该设计中心的设计人员个数。

作为设计计划的制定和管理者,关注的往往不是计划负荷而是设计人员的实际负荷,因此就需要计算设计部门劳动力的加权平均负荷(TL_{mw})。

其计算按下式进行:

$$TL_{mw} = \frac{TL_1 \times TO_1 + TL_2 \times TO_2 + \dots + TL_n \times TO_n}{n}$$

$$TL_{mw} = \frac{\sum_{i=1}^n (TL_i \times TO_i)}{n}$$

其中 TL_{mw} ——劳动力的加权平均负荷;

TL_i ——一定时期内设计人员 i 的计划劳动力负荷;

TO_i ——设计人员 i 的劳动力负荷权值。

劳动力负荷权值 TO_i 由设计部门根据以往的设计负荷统计得到, $TO_i = \text{实际负荷} / \text{计划负荷}$ 。 TO_i 随着设计人员的熟练程度和设计部门、中心的平均熟练程度的改变而改变。

假设某一工作中心有 A、B、C、D、E、F 共 6 个设计人员,某一周的计划负荷为:

$A = 20, B = 10, C = 28, D = 32, E = 30, F = 30$, 其对应的权值分别为 1.2, 1.2, 0.9, 1.0, 0.8, 0.8, 则

$$TL_m = \frac{20 + 10 + 28 + 32 + 30 + 30}{6} = 25$$

$$TL_{mw} = \frac{1}{6} (20 \times 1.2 + 10 \times 1.2 + 28 \times 0.9 + 32 \times 1.0 + 30 \times 0.8 + 30 \times 0.8)$$

$$= 23.53$$

在加权后,平均负荷变小,说明劳动力负荷值低于计划负荷,可以适当地增加计划负荷。

加权平均负荷的结果会出现三种情况,即大于、

小于或等于算术平均负荷,设计计划的制定和管理者可由此并结合具体需求做出相应的计划调整。

5 面向劳动力负荷的生产设计任务分配

船舶设计进入到生产设计阶段,首先要制定出生产设计的详细日程计划,确定要设计的图纸种类及数量,何时接收图,何时出图入库等等。为了保证设计日程计划的实施,需要核算设计部门劳动力的负荷程度,进行能力平衡,以期获得一个理想、可行的计划安排。

在编制设计日程计划时,一般都从总体上进行了能力平衡的核算工作。但是,对于船舶生产设计这样一个复杂的设计过程来说,设计的船舶种类不同、各个设计阶段和设计类型负荷不一,设计能力需求变化大。年总负荷核算平衡时,每个设计阶段、每个设计单位不可能全都平衡。所以还要按较短的时间周期(如旬、周等)、更小的能力范围(如工作中心)进行详细的核算和平衡。

工作的展开应遵循以下方式:(1)根据相关的日程计划编制出船舶生产设计的详细进度计划;(2)根据进度计划,计算出对每个设计单位在计划期间内的能力需求(即负荷);(3)查定各设计单位实际可用能力;(4)进行负荷与能力分析,分析结果以负荷分析报告表示;(5)负荷与能力调平。

现将主要步骤分述如下。

5.1 编制船舶生产设计的详细进度计划

船舶生产设计工作展开后,已获得各设计任务的计划开工日期、设计任务计划数量,以及完工出图日期。利用上述两个日期,产生两种编制设计任务进度计划的方法:(1)倒序编排法——由设计任务的最晚完工日期开始,按反设计路线的顺序,往前推出各个设计任务的开始和完工日期;(2)正序编排法——由设计任务的下达日期(最早设计日期)开始,按设计路线顺序向未来推移,计算出各设计任务的开始和完工日期。

按倒序排出的任务下达(开工)日期是最晚开工日期,如果晚于此日期开工,设计任务就不可能按期完工。按正序编排的订单下达日期是最早开工日期,在此之前设计任务开展的条件尚不具备。两个开工日期之差是设计任务下达的松弛时间。由此可见,正序编排法编出的进度计划,留有一定富裕时间,以防因任务拖期影响按期出图,其缺点是延长了设计任务的提前期。倒序编排法没有富裕时间,可

缩短设计任务的提前期,节约了时间,其缺点是,存在因任务拖期而延期完工的风险。由于船舶生产设计的复杂性,可以按照这两种方法根据设计团队的具体情况,选择适宜自身的任务计划编排方法,最大程度地挖掘设计队伍的潜力。

5.2 编制负荷图

当所有设计任务都编制了进度计划以后,以工作中心为单位编制负荷图。

(1) 计算工作中心负荷。首先对每个工作中心,

按一定的周期将各设计任务所需的负荷定额工时累加,获得各工作中心各周期的计划负荷需求。

下面试举一例说明:某工作中心有 A、B、C、D、E、F 共 6 名设计人员,他们各个周期的设计负荷已经确定,根据累计负荷的方式按周期累加,其负荷如表 1 所示。除按计划产生的计划负荷工时外,还应考虑计划外实际已下达设计任务产生的工作中心负荷。二者之和为工作中心总负荷。

表 1 某工作中心计划负荷累计表

负荷(以工时为单位: h)	周 期(以周为单位)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0	30	40	20	0	0	0	0	0	0
B	0	10	40	10	40	0	0	0	0	0
C	0	0	40	28	40	32	40	0	0	0
D	0	0	0	32	40	28	40	40	0	20
E	0	0	0	30	40	20	0	40	40	20
F	0	0	0	30	40	40	40	0	40	40
累计	0	40	120	150	200	120	120	80	80	80

(2) 计算工作中心的可用能力。每周期工作中心的可用能力可用下式计算(假设设计人员的劳动力负荷权值均为 1):

可用能力 = 每周期内可用天数 × 每天可用工时 × 工作中心人数
假设以一天 8 小时工作制,则此例中,可用能力 = 5 × 8 × 6 = 240(小时)

以上数据可由各个工作中心文件、日历文件和各中心自身情况确定。

(3) 负荷报告。根据工作中心总负荷及工作中心可用能力,可以算出每个工作中心每周期的负荷情况,确定何处(哪个工作中心)何时超过能力或低于能力,形成如表 2 所示的某工作中心负荷报告。

表 2 某工作中心负荷报告

时间 负荷计算	周 期(以周为单位)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
超计划负荷工时	100	80	60	0	0	120	180	20	0	0
计划负荷工时	0	40	120	150	200	120	120	80	80	80
总负荷工时	100	120	180	150	200	240	300	100	80	80
可用能力	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
超/欠能力	140	120	60	90	40	0	- 60	140	160	160
能力利用率(%)	41.7	50	75	62.5	83.3	50	125	41.7	33.3	33.3

5.3 负荷与能力调平

如果大多数工作中心表现为超负荷或欠负荷,而且超欠量比较大,说明能力不平衡。引起能力不

平衡的主要原因有:主生产设计计划不全面,例如未考虑返工图纸的设计负荷等;能力数据不准确;粗能力计划中未进行“瓶颈”工作中心的能力平衡;提前

期数据不准确等等。对上述各种引起能力问题的因素进行分析,找出原因,逐个纠正。

纠正上述存在问题以后,能力和负荷仍不平衡时,就要通过增加或降低能力即劳动力负荷的权值;增加或降低负荷;同时调整能力和负荷等方法,将能力与负荷调平。

调整的主要措施有:

(1) 调整劳动力,缺少劳动力应增加新的设计人员,劳动力超出当前需要,剩余时间可安排培训等;

(2) 按阶段及时调整设计人员的劳动力负荷权值;

(3) 安排加班;

(4) 改善设备等硬件条件和提高管理水平,提高设计效率;

(5) 采用可替代设计路线,一旦工作中心超负荷,一些设计任务可以安排到有剩余能力的替代工作中心上去,两个工作中心的负荷水平都将得到改善;

(6) 转包合同;

(7) 设计任务的提前或拖后安排。

采取上述调平负荷与能力的措施后,应修改相应的数据,如加班、改善效率等应反映在工作中心文件中。根据新数据,重复运行能力需求计划,直到取得满意的结果为止。

[上接第25页]

3 经验教训

以上故障处理中各项参数的设定因不同船舶、不同机型而不同,不能完全根据以上故障排除过程中的参数来设定本船的参数,最好的方法是在设备正常时先对数据进行记录以备以后使用。

目前船舶所使用的AC主机遥控系统所发生的故障,主要是因安装或使用不当造成的,A/D转换模块的损坏是一个明显的例子。作为一块模拟量转换成数字量的集成块,在开机或关机时所受到的冲击较大,船舶可根据实际情况配备一两块备件。特别值得注意的是,对某些参数值改变前应留下原始记录,调整后也做好记录,并记录调整时间,以方便发生故障后及时回复原有数据。对某些参数的状

6 总结与展望

在以信息化带动产业化的今天,船舶设计队伍在迅速壮大,竞争无所不在,只有提高自身效率,才能立于不败之地。而对设计人员的劳动力负荷问题进行深入研究对于提高设计团队的效率是十分必要的。合理的负荷分配,使设计任务能够按计划顺利完成,对于提高设计队伍的总体能力有着十分重要的意义。

7 参考文献

- 1 龚利民. 深化船舶设计管理. 大连船研, 2001, (1): 1
- 2 高介祜, 郁照荣. 现代造船工程. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1998. 13~20
- 3 张云. 满负荷工作法理论与应用. 上海: 上海社会科学院出版社, 1990. 1~5
- 4 [德] Hans-Peter Wiendahl 著. 肖田元, 范玉顺, 姚小冬, 译. 面向负荷的生产控制——理论基础、方法与实践. 北京: 清华大学出版社, 1999. 41~49.
- 5 汪星明, 施礼明. 现代生产管理. 北京: 中国人民大学出版社, 1994. 57~60.
- 6 邹劲. 船舶设计集成化研究:[工学博士学位论文]. 哈尔滨工程大学, 2003.

态在调整时应小心,以防止改变这一通道参数状态时会使相关的所有参数还原,导致系统不能正常工作(如燃油参数状态等)。

4 参考文献

- 1 李杰仁. 轮机自动化基础. 大连: 大连海事大学出版社, 1998.
- 2 郑凤阁. 轮机自动化. 大连: 大连海事大学出版社, 1998.
- 3 赵殿礼. 船舶辅机电气控制系统. 大连: 大连海事大学出版社, 2003.
- 4 顾绳谷. 电机及拖动基础. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- 5 史际昌. 船舶电气设备及系统. 大连: 大连海事大学出版社, 1998.
- 6 吴中俊. 可程序控制器原理及应用. 北京: 机械工业出版社, 2005.