

# 现代船舶生产过程与工位图

陶继东 谭家华

(上海交通大学船舶与海洋工程学院)

**提 要** 传统的造船模式提供的生产图纸将生产过程中所有的信息集中到一套图纸中,造成了施工人员的读图工作量大并且管理信息不能和具体的工作对象结合。工位图描述了现代船舶的生产过程,将生产组织、管理模式固化在图纸上,是我国造船业实现转模的重要技术措施之一。

**主题词** 船体建造工艺 成组技术 工程图

## 1 前言

现代造船的特点是利用系統工程的观点,应用成组技术原理,建立从设计到生产的一整套生产作业体系。它把船舶的制造策略和管理信息集成到各项先进的造船技术中,实现物资流、信息流的有序流动,并且使员工的生产积极性得到极大的发挥。在技术层面上,这一套先进的生产方法需要设计、生产和管理软件的支持。TRIBON 软件就提供了从建模到获取生产组织信息的一系列功能,从而可以作为实现先进船舶制造方案的平台。在现阶段,从传统生产模式向现代生产模式转变的过程中,工位图可以体现和推动这种转变。

## 2 软件和生产特征分析

现代船体生产对组织划分的要求和 TRIBON 的特性是一致的。船体可以划分为船体—分段—组件—部件—零件几个层次。其中,组件和部件的装配是组装的主要中间过程。在货舱区分段,船体的部件包括拼板部件、T 形部件、加强腹板部件、加强肘板部件、箱体部件;组件包括平面板架、槽形舱壁、曲面板架。与此对应,在 TRIBON 中可进行分段(block)划分,在分段中建立板架(panel),它相当于组件或者部件,是建模的基本单位。

分段部组件成组分类:

组件类型:板架平面、槽形舱壁、板架曲面、桁材腹板、框架线型、基座面板。

部件类型:板列平面、面板平面、腹板型线、腹板平面、肘板平面、剖面型线、多面体箱体。

在实际生产中,部件和组件根据其工艺特征,根据成组技术原理,可以选择相近或相同的加工方法。例如拼板部件、加强腹板部件和平面板架组件都可以配备自动化程序较高的高效焊接设备;T 形部件和加强肘板部件数量多,也应组织高效生产。有局部相似的部组件在同一制作区进行生产,这样提高了效率。

部组件成组生产的工位配置见图 1。

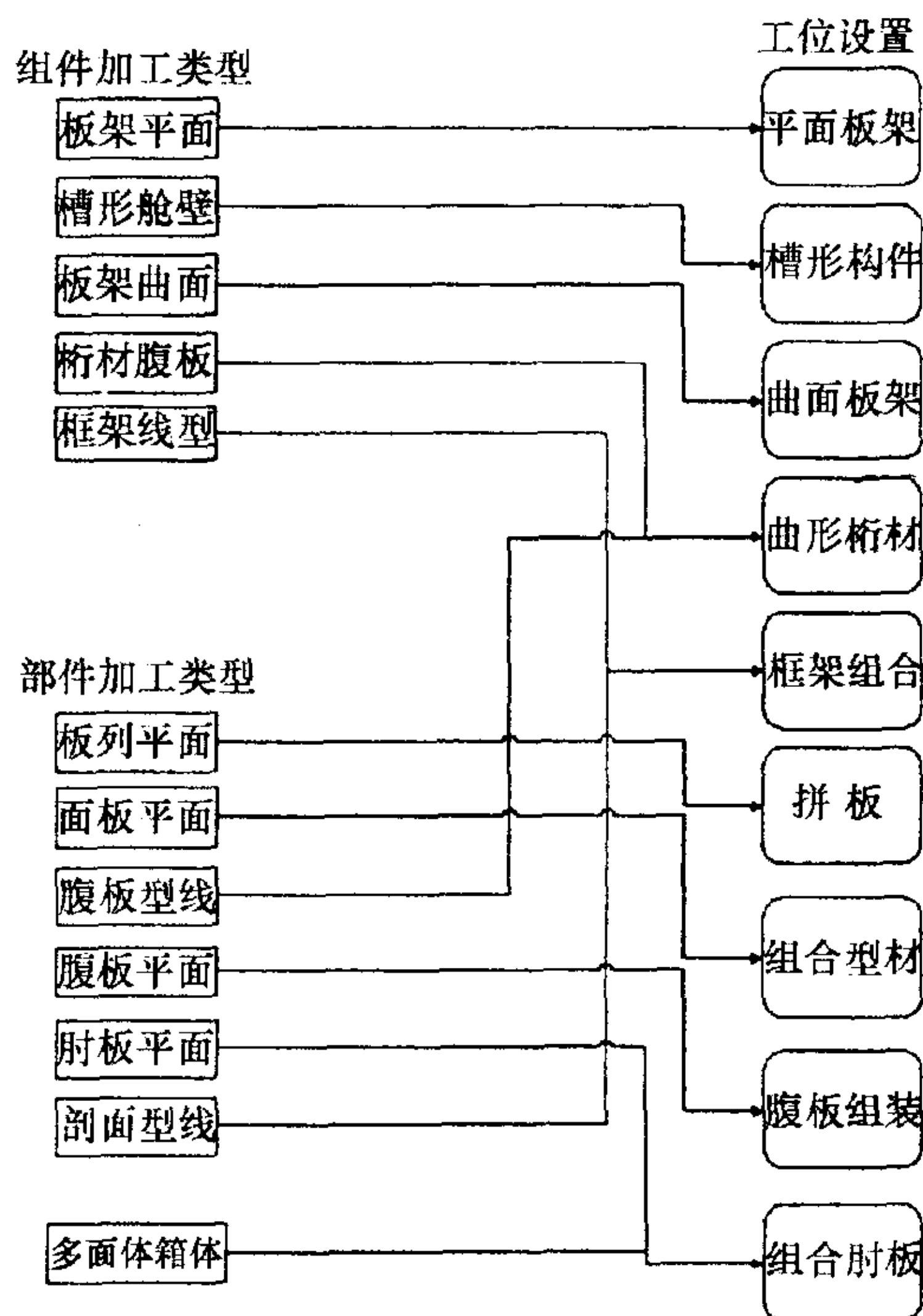


图 1 部组件成组生产工位配置图

从零件的成形加工到中间的部组件组装,再到分段的建造流程见图 2。

\* 基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(2000024801);国家自然科学基金(59975059)



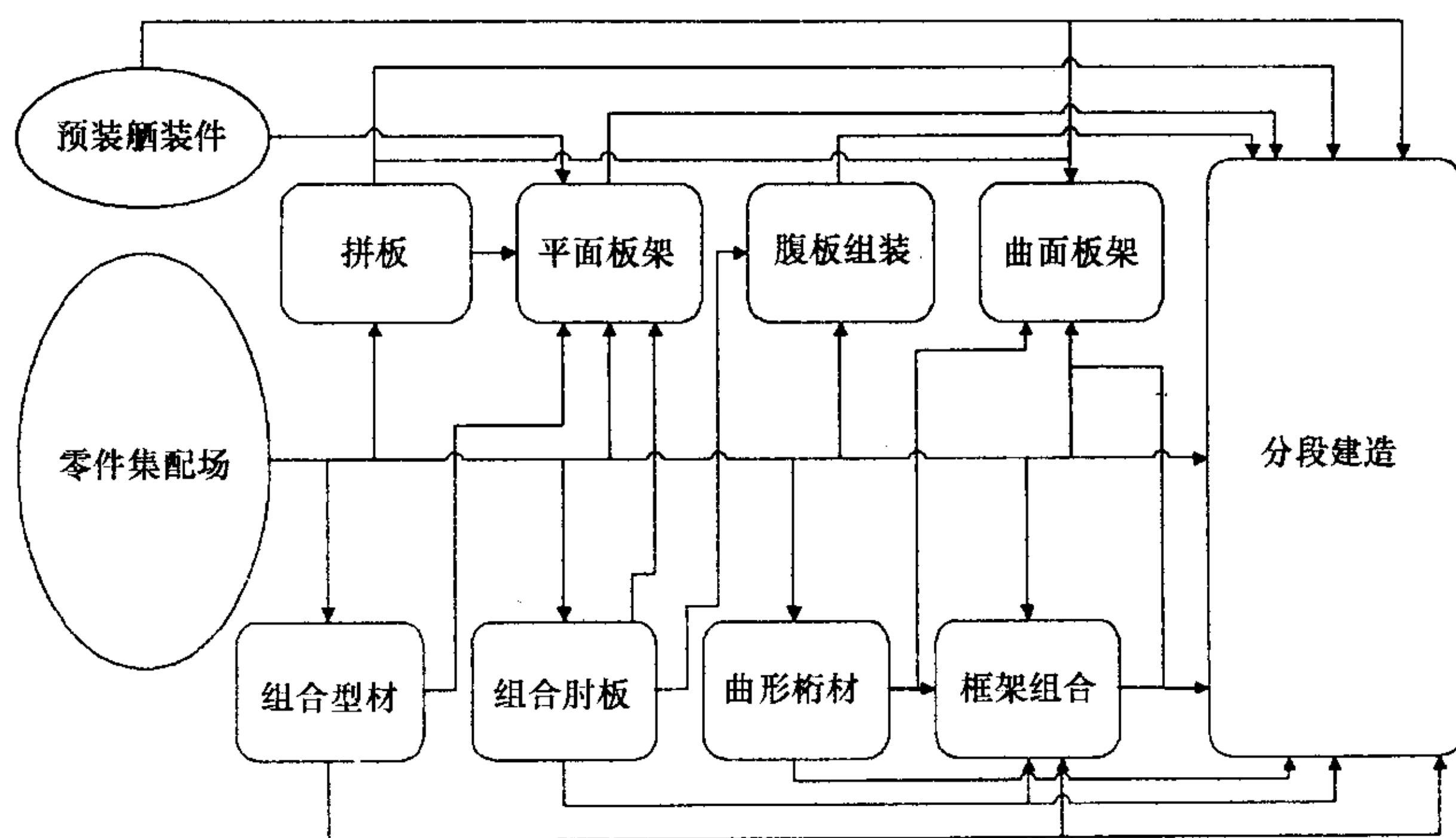


图2 分段生产过程分解图

将分段中间产品进行分解的目的之一,是便于船体生产设计者直接赋予生产加工信息,另一方面,便于管理部门的生产进度的制定和各项工作量的统计分析。

TRIBON 软件的基础工作是建模,通过板架建立模型,输入模型的几何尺寸、焊接信息、材质和精度控制信息等,形成包含大量船舶建造生产数据的电子样船。在此基础上进行零件、部件、组件的组织划分。由于 TRIBON 提供了装配树(assembly)的功能,船体和舾装部分在全船背景下进行划分,分为分段—组件—部件—零件这些级别。在最底层的零件级别向部件、组件、分段这些级别的装配过程中形成装配节点。装配节点的属性中可以赋予时间、生产场所、建造策略和估计重心这些信息,并且统计出重量、焊缝长度等重要的数据。由于有全面的生产信息,这就允许设计人员在设计阶段就可以掌握生产进度,实现软件环境下的造船。

实际生产中,内场完成零件的加工后,成形加工的板材、型材和肘板被送到零件集配中心,通过分拣,输送到不同的加工工位,实现零件向不同部组件装配工位的分流。分流过程的关键是具有一套含有零件装配信息的编码系统。编码中需要提供零件在分拣时的流向信息,即集配信息。TRIBON 系统对单个零件提供了位置号(pos number)属性,可以利用该属性唯一指定单个零件,位置号的编码中加入零件的分流信息的码位,这在统计材料清单时十分重要。

要进行上述的不同的部组件的装配,在现阶段有效的方案是通过 TRIBON 按照工位生成图纸和

该工位使用的材料清单。

### 3 工位图

图纸是指车间装配图纸,包括部件、组件装配图和分段装配图以及零件表。在图纸中包含了装配的顺序、焊接方法、焊接规格、流向等信息。特别是流向信息,流向不只是表明产品在工位间的转移,还包含生产序列在时间上的前后相继的信息。在组织生产时,通过管理软件对 TRIBON 统计出的工作量信息进行处理,可以得出各个工位产品生产用时和产品流出的时间。这些信息在图纸上反映出来,就能保证整个生产有序地进行。

部组件加工图纸中包含工位信息和加工时间信息,这样图纸既可以编成图册使用,满足现阶段生产管理的要求,又可以按照工位划分,按加工时序使用,提高该工位的生产效率。

由于部件通常是一些模型分解的小组合件(如 T 形材、T 形连接件、纵桁、强横梁、强肋骨、小尺寸的板件和加强件),通常仅需少量的焊接工作,一般在内场加工,所以部件装配图纸的信息量较少,一般采用一个部件一张图纸。有的部件是组件生产的一个阶段,比如拼板工位的板列拼接。

部件图面内容包括部件立体图、剖视平面图和零件表。以分段为集配单位装订成册,使用时按照加工时序分发到各个工位使用。

图3是一张部件加工图。图纸标注了组成部件的零件名称、装配尺寸、焊接规格、焊接长度、重量、施工场所、完工去向和零件表。



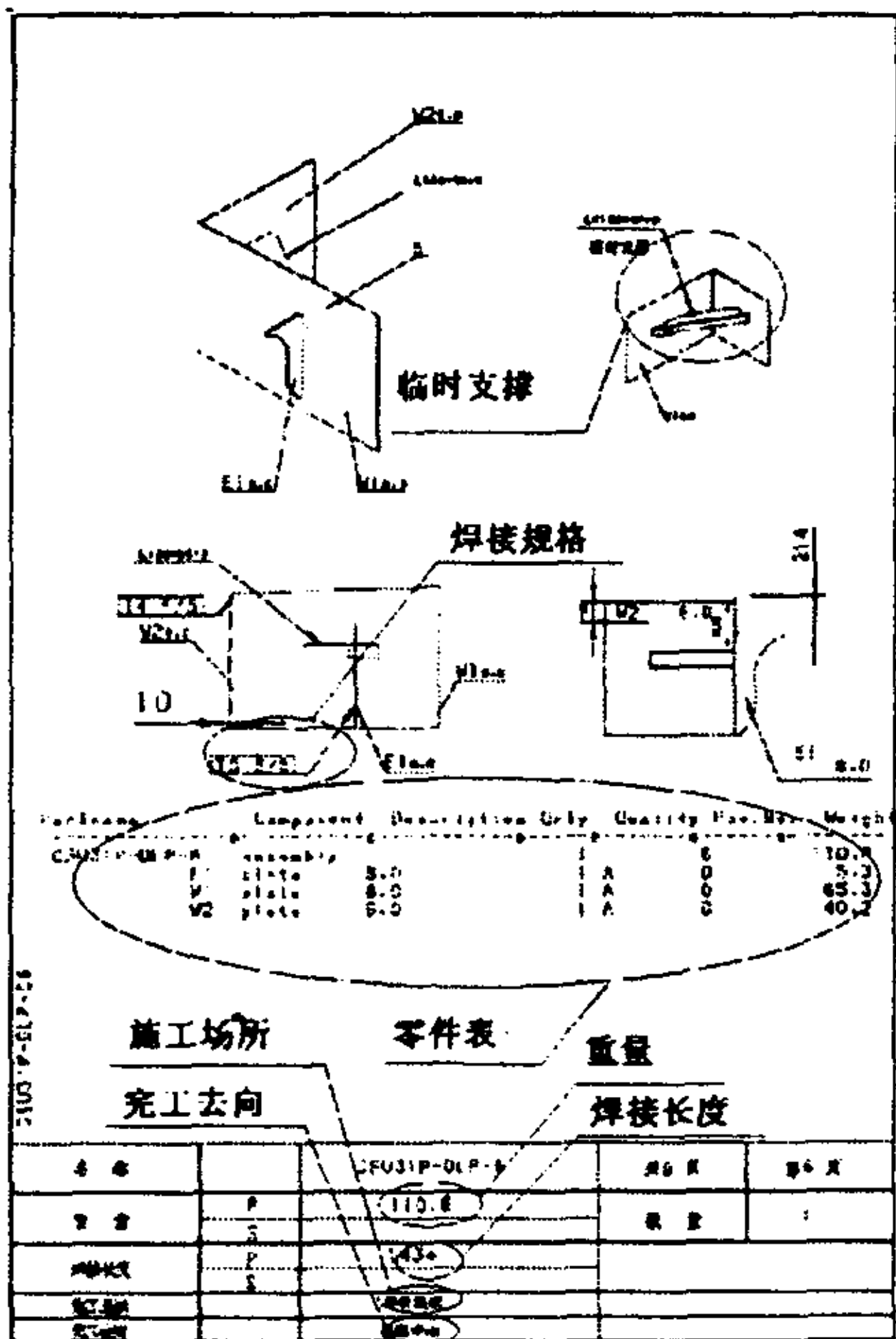


图3 部件加工图

图4是拼板工位的拼板图。图纸标注了板材零件名称、拼板顺序、焊接方式以及检验尺寸等信息。

组件装配是分段装配的前一制造级,分段装配的基准组件包含在船舶建造主流程内。在曲形桁材、框架组装、平面板架、槽形构件、曲面板架这些工位都有组件装配的工作。组件的装配,例如平面组件和曲面组件的装配是一个系列过程,由于信息较多并且考虑到工人读图的方便,出图时采取分步出图的方式。

根据中间产品制造过程分解结果,本制造级将

开始船舶舾装件的安装。图纸根据组件安装工序由多张装配图组成,其中包括船体板架装配焊接、管件安装、铁舾件安装、吊码装焊、临时支撑等内容。

图面内容包括组件立体图、剖视平面图、装配尺寸、检验尺寸、焊接规格、零件表、组装信息(焊接长度、重量、施工场地和产品流向)。具体图纸有拼板图、划线图、开孔图、组件组装图等(见表1)。组装图见图5。

表1 组件装配图纸内容

图名	内容	工位
拼板图	板件的名称代号、厚度、材质、焊接方法、焊接顺序、余量控制、焊接长度、检验尺寸	拼板
划线图	划线位置尺寸标注	平面板架
开孔图	孔径、孔心坐标(距某标志点距离)	平面板架
组件组装图	焊接方法、精度控制方法、组装件重量、重心、焊接规格、焊接长度、临时支撑	平面板架
肋骨、扶强材安装图	肋骨号、扶强材名称、焊接方法、焊接顺序、位置、焊接长度	平面板架
零件表	各分步组装表、总表	

在分段建造阶段,将组件级中间产品进一步组合形成更完整的分段级中间产品,完善管件、内外舾装件的安装,最后完成涂装。该图册根据分段组装流程由多张装配图装订成册。其中包括分段组装流程、装配焊接信息、分段级的管件安装、内外舾装安装、

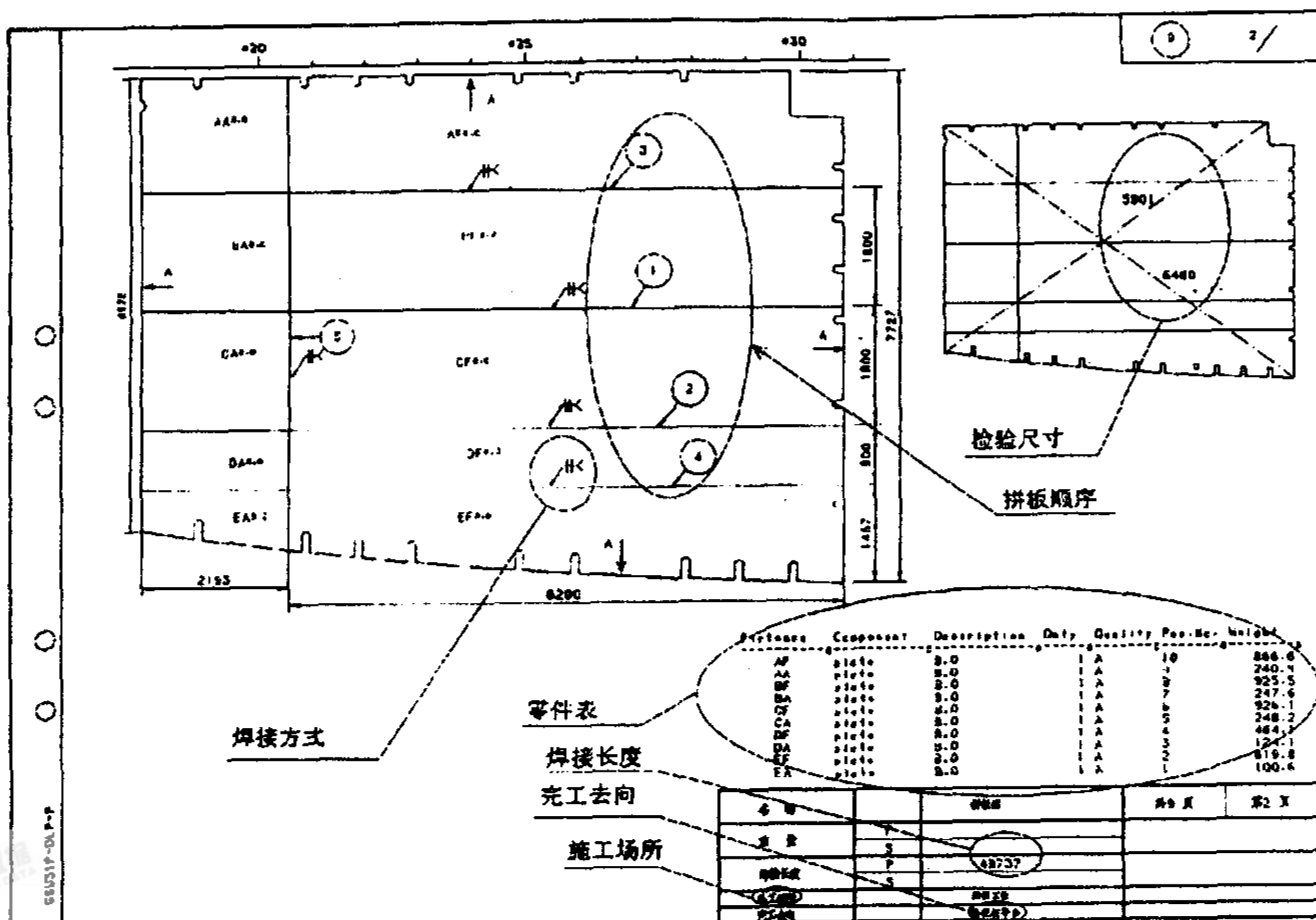


图4 拼板图



临时支撑等。

图纸内容包括分段组装顺序立体图、安装剖视平面图、装配尺寸、检验尺寸、焊接规格、零件表、组装信息(焊接长度、重量、施工场地和产品流向)(见表2、图6)。

表2 分段建造图纸内容

图名	内 容	工位
分段组装图	焊接方法、精度控制方法、组装件重量、重心、焊接规格、焊接长度、临时支撑示意	分段建造
零件表	装配过程零件表	

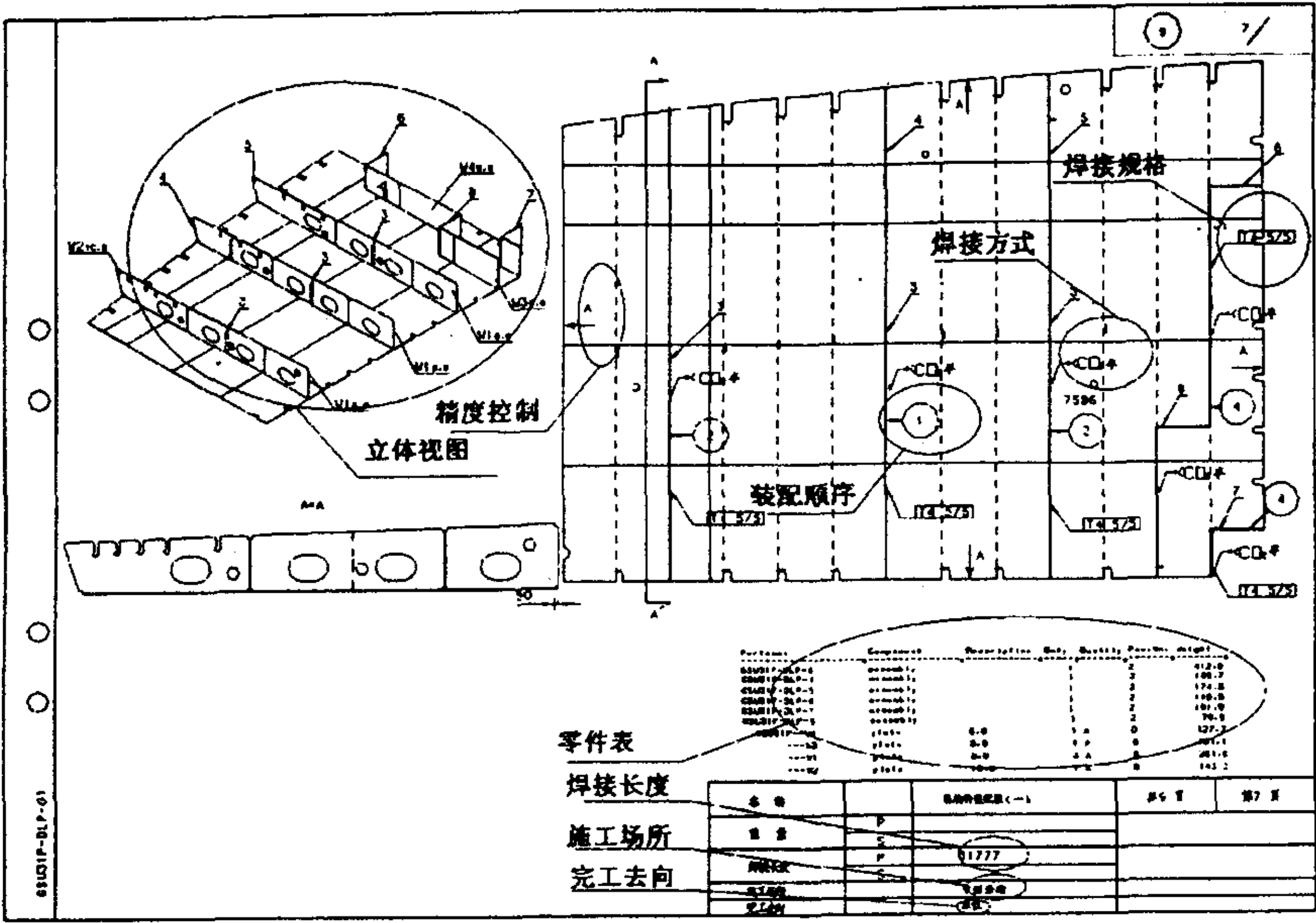


图5 组装图之一

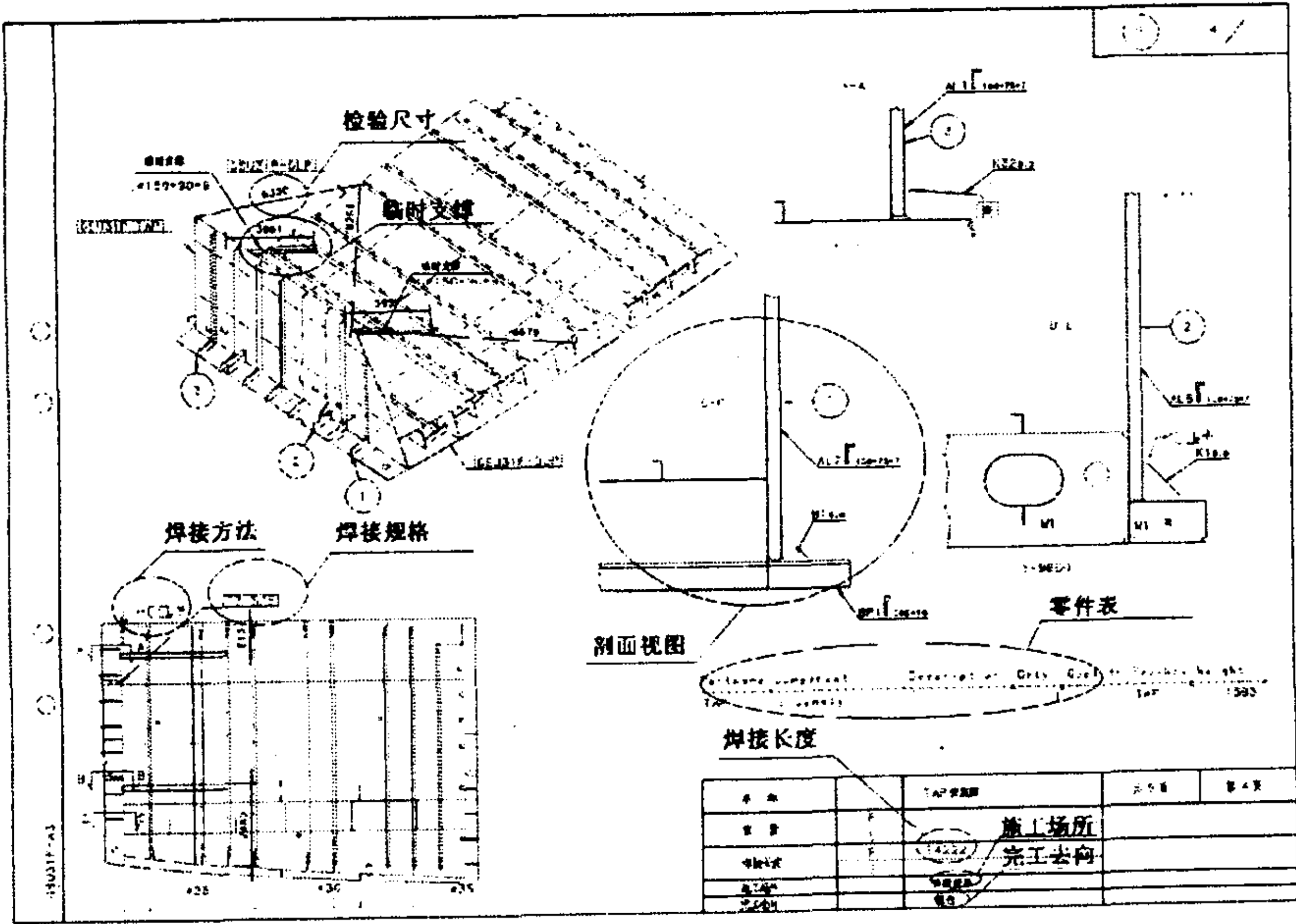


图6 分段建造过程图之一

4 结束语

上述工位图主要是船体部分的工位生产图纸，在组件和分段的建造中，还必须包括舾装和船体的一体化生产。从传统的生产图纸到面向工位出图，不仅是出图方式的变化，更重要的是将信息技术和传统产业结合起来。由依靠人工从复杂的生产图纸获

取信息，到信息的定向发送和有序流动，提高了效率，减轻了现场施工人员的负担，再加上设计人员对生产的全面控制，许多生产问题在设计阶段就可以解决。但是，我们必须看到，通过图纸实现现代造船只是第一步，要将信息化和造船产业结合还有许多问题需要解决。