

模块化 FRP 人行梯、操作平台

在石油仓储库区设计建造中的应用

王 川（中化兴中石油转运（舟山）有限公司，浙江 舟山 316000）

摘 要：用模块化思维，实施 FRP 人行梯、操作平台在石油仓储制造设计的实际可行性，并对 FRP 人行梯、操作平台的设计制造提出了一种新的制作模式，将人行梯、操作平台按基础结构、管件和主体构件进行分类，可以按照模块组合的方式代替生产现场的传统钢制人行梯、操作平台，对石油仓储生产现场具有良好的指导样本意义。

关键词：FRP（纤维增强复合材料）；设计；制造；模块化思维

1 模块化模式方法概述

模块化模式是在系统化、通用化、结构化等标准基础上引入系统工程，从无序化发展起来的一种标准化的形式。“模块化”是在对对象进行功能系统分析的基础上，将对象的整体分解为若干简单的、独立的基础单元模块，根据现场制作的具体要求，通过对功能模块的选择与分析，组合出具有不同形状、不同结构、不同类型的各种样式。

石油仓储行业与建筑业、制造业行业一样，随着业务的发展，库容增大，防腐蚀压力逐步显现，焦点主要体现在：①在爆炸危险性区域动火安全风险较大；②人员、机械的投入比较大；③材料、人工价格逐步上涨；④缩短人行梯、操作平台的制造周期、提高质量和性能以及降低后续保养成本，故只有采用先进的制造设计技术和模式方能立于不败之地。由于传统的人行梯、操作平台的复杂性和制造规模，使其难以实现批量化生产。制造成本高，投资回收期长、风险大，且现场制作需要满足场地的多元化需求，这种多品种、单元小批生产模式给标准化工作带来了极大的阻碍，使工作量大，制造周期长成了的生产现场的“痛点”。模块化思维模式提供了一种有效的解决路径，它可以利用已标准化、系列化、单元化的模块，迅速组成系统整体。在降低开发成本，缩短制造周期的同时，亦能满足生产现场的实际需求。此外，模块化技术既降低维护管理成本，又利于日后改装、替换、加装，大大提高了整个设备生命周期的完整性、经济性。目前，模块化的技术得到了广泛的研究，为全球制造业争相开发应用。

2 FRP 人行梯、操作平台模块化概述

模块，就是可组合成系统的、具有某种功能和

接口结构的、典型的通用独立单元件。模块是模块化的基本组成元素，是一种实体的概念模块化设计过程中，通过不同模块化的单元件组合和匹配可以产生不同型变的构件，使其具有独特的功能、结构及性能特点和层次。因此，模块化的制作、设计思维使企业可以通过组合现有模块或新模块，快速、低成本能够改变传统石油仓储生产现状。

FRP 材料具有轻质、高强、导热系数低、阻燃、防静电、稳固、坚韧、抗滑、不需要维护等特点适用于工作环境温度 -50°C $\sim 90^{\circ}\text{C}$ 在有冲击荷载作用下不产生火花，且色彩丰富，灵活施工和运输方便，特别其绝缘、耐腐、无电火花等特性可满足石油仓储行业一些特殊场合的要求。

传统的人行梯、操作平台制造是一项小型工程，制作建造相比其它工程的模块要复杂（现场区域位置各不相同）。将 FRP 材料模块化后，其主要为结构模块，它们都具有特定的连接界面、尺寸、连接形式，具有相对独立的功能和良好的通用性。结构模块是指具有尺寸互换性的结构部件，其物理参数经北京中科光析化工研究所测试，报告对照《石油库设计、建筑设计防火规范》的要求，并在此基础上保证通用、互换、兼容。如踏步模块、平台模块等，不但可以在同一区域通用，还可以在载重量相当的、不同形状的、区域的 FRP 人行梯、操作平台的复制粘贴。通过标准模块的重新组合，有效减少了施工工作量，能快速提供多元化的解决路径。

模块化组装人行梯、操作平台是将 FRP 材料按功能或层次体系划分成若干个有接口关系的相对独立的单元，按照组织化、系列化、通用化的设计和制造思维，以不同的方式排列组合成人行梯、操

作平台装备或系统的一种技术。其实质是在满足物理结构强度、总体性能和库区实际生产条件的前提下,按照组合原理把人行梯、操作平台分成若干单元并按模块化进行设计,由 FRP 厂以外协助加工的形式完成单元模块的制造,由 FRP 制造厂形成所需的成品。同时需要建立相对应的数据库,包括已建人行梯、操作平台的主尺度及基本参数和模块的图形库,以便调用大数据库中的模块,重新组合形成新型来满足新的人行梯、操作平台设计要求。模块化组装人行梯、操作平台相比焊接传统的钢制梯,降低了在石油仓储爆炸危险区域的安全施工压力;简化了人行梯、操作平台的系统结构,减少了制造生产过程中的重复劳动,能有效地组织专业化生产,从而缩短设计和制造周期,提高制造效率,降低后期维护成本。

模块化组装 FRP 人行梯、操作平台是一种现代制造业模式,它改变了过去那种单件生产只能单件制造的落后方式,采用组合原理设计制造出多元化的产品,同时不失批量制作的优势。FRP 人行梯、操作平台的模块化合理组合方法研究是打造世界一流石油仓储企业的必然要求。

3 FRP 人行梯、操作平台实施模块化的可行性

模块化是在通用化、系列化、组合化等标准基础上引入系统工程原理而发展起来的一种标准化的高级形式,表现为特征尺寸模数化,结构典型化,部件通用化,系数系列化,组装积木化。模块化的理论基础是系统分解和组合原理。

3.1 FRP 人行梯、操作平台的发展现状

跨入新世纪,随着中国的制造业水平在世界上逐步提升,FRP 行业迎来了新的发展契机。国内原材料越来越丰富,为国内制造 FRP 生产制造水平的提高奠定了基础。同时,市场需求多元化也刺激着模块化 FRP 行业的飞速发展。随着国内 FRP 人行梯、操作平台市场的不断拓展,供需矛盾日益尖锐,传统的现场焊接方式已无法适应先进制造业的变化,标准化、批量化的 FRP 人行梯、操作平台是适应现代化生产现场的必然要求。相对于常规传统的钢制人行梯、操作平台制作工艺划分是以各个专业为基础,包括吊装、焊接、防腐、土建四部分,它们并不属于模块化制作模式,属于是串行作业。这不仅使人行梯、操作平台的制造周期延长,而且增加了制作成本、管理人员投入、风险控制的难度。此外,一些人行梯、操作平台在制造过程中优化、变更设计方案,经常使现场生产停滞、无形中增加了制造成本。

国外对 FRP 人行梯、操作平台设计、制造工艺的理论实际研究很少,几乎没有对整个流程进行系统研究的文献资料,更没有像本文所述一样,引入模块化理论进行研究。

3.2 FRP 人行梯、操作平台模块化的可行性

20 世纪 80 年代初,日本开始有计划、有组织地研究与开发车用模块。在汽车制造行业燃油供油模块、普通驾驶舱室模块等已广泛用于各种现代汽车制造,且不少模块已经商品化,可由工厂成套出品,取得了明显的经济效益。FRP 人行梯、操作平台的制作工程量较小,甚至不及小型汽车的一个分段,加工工艺、材料性能也有很大的差别,但小型汽车模块化的研究成果对 FRP 人行梯、操作平台模块化研究具有可借鉴的实际操作思想。

传统的人行梯、操作平台钢构件数量较多、自重较重,需要布在区域狭小的空间,工作量比较大。而且都是在吊装以后,再在钢结构上切割、焊接、防腐,大大增加了作业的风险、难度和成本。实施模块化后,将采用大量标准接口,使现场施工工作大大简化。此外,在人行梯、操作平台处考虑管线的走向,增加人行梯、操作平台结构预留,使构件对接成型,构成模块,在施工时不用再去考虑它们工序带来的其它影响,只需考虑安装。FRP 人行梯、操作平台模块化要求考虑工作量及生产场地的约束。模块化的运用能更多地实现平行作业,实现人行梯、操作平台制造在空间、时间上井然有序。传统的制造工艺,把制作的钢材运到在现场做好分割,再进行切割,吊装、制作,校核定位尺寸,然后再进行修补,防腐喷漆,最后再吊装上架安装;后续如维护、防腐喷漆。工序的繁琐,外加施工需要动火作业,大大增加了钢质人行梯、操作平台的安装时间。在人行梯、操作平台模块化后,把 FRP 人行梯、操作平台定义为结构模块,分解结构模块,给出具体模块尺寸,在工厂制造单元模块完成后,运到现场进行直接安装;为增大作业空间、降低作业难度,支柱可以在人行梯、操作平台制作前完成安装,这将大大改善作业环境,提高生产效率,减少重复劳动,更有效地降低了安装作业风险。

4 FRP 人行梯、操作平台模块化的分类

FRP 人行梯、操作平台的制作结构化,制造工艺简单,在模块划分时也有别于大型制造业。在玻璃钢厂调研的时间里,结合实地使用情况,对 FRP 人行梯、操作平台模块提出了新的划分思路,具体分为:FRP 人行梯、踏板模块、操作平台支撑模块以及构件组装模块。

4.1 FRP 人行梯的模块

FRP 人行梯模块主要包括支撑构件、踏板和手扶连接件,都是采用机制,一次成型。支撑构件、踏板和手扶连接件的大小都受到相应制造规范的约束,但各个模具对 FRP 人行梯、操作平台系列化具有重大意义。FRP 人行梯、操作平台厂一般都建有自己的具体模具,同一系列人行梯、操作平台的踏板部分可以共用同一个模具成型。在尺度变化不大的情况下,可以改变人行梯、操作平台的踏板体中部的长度,还可以适当改变踏板的宽度,以改变整个结构的长、宽来满足生产现场的要求。因此,在进行模块化设计时,必须突破单一设计的传统思维,建立一套模数系统,约束人行梯、操作平台的主尺度,型号系数以及模块的外形尺寸。

4.2 操作平台踏板模块

操作平台踏板模块是需要符合石油仓储企业自身总图设计,体现了一个企业的整体库容库貌。因此,在总布置及造型设计时应更多体现企业自身个性因素,使色彩与生产区整体色调相协调,外观与功能相匹配,营造出舒适的氛围。操作平台踏板模块设计时,色彩也是一种有效的造型手段。色彩对人的生理和心理影响有时甚至超过人行梯、操作平台形态。色条、色块的分割,不仅能改变大平板式的单调和呆板感,充分体现人行梯、操作平台的功能,创造协调的人机关系,满足员工对色彩的需求,而且能提高人行梯、操作平台的商品价值和美学价值。根据人行梯、操作平台的功能,将色彩模块大致分为警示型、提示型和通用型三类。

4.2.1 警示型

此类人行梯、操作平台均为进入防爆零级危险区域,造型设计力求美观、协调、有直观感。在造型设计时,通常构建单层色彩搭配上应以鲜艳为主基调,如红色以表现人行梯、操作平台的警示型。

4.2.2 提示型

此类人行梯、操作平台大多为进入防爆一级危险区域前的人行跨越桥所用。设计时主要考虑使用的方便性,只需保证良好的通过视野,造型美观大方即可。色彩选择以烘托黄色为主。目前,本文主要探讨以此类制作。

4.2.3 通用型

此类人行梯、操作平台多为排水沟盖板、城市建设(树坑)等。人行梯、操作平台的造型设计一般要求较低,个性化较强。

5 结束语

从以上分析可以看出,FRP 人行梯、操作平台

运用模块化相比传统钢制作平台具有较多的优势,主要表现为:

FRP 人行梯、操作平台的模块化的便利性使生产安装总体工作大大简化。不论新老生产区域、高低错落的地基基础,安装的便利性对满足现场多元化需求具有重要意义。

FRP 人行梯、操作平台的模块有利于人行梯、操作平台生产企业组织并行规模化生产。设计人员通过对人行梯、操作平台的模块拆分,将复杂的部分变成简单的重复工艺生产,使得生产过程简化,有利于实现生产自动化和工艺标准化,以提高生产效率,缩短制造周期,降低制造成本。

FRP 人行梯、操作平台的模块化有利于企业降低人工成本,缩短制作周期,便于现场制作安装调试。原来需要在现场进行的大量立体作业可改为在车间内进行的平面作业,不必再将许多材料和设备吊到原本狭窄的空间,只需吊模块安装即可,从而可以大大减少调运次数和工人往返之劳,降低作业难度。

FRP 人行梯、操作平台的模块化有利于企业生产现场降低现场安装的风险,提高人行梯、操作平台的整体性能,免于后期的维护保养。由于制作传统钢支架的工种多样性,设备、材料供应的多样性,防腐、焊接工艺不稳定,现场安装风险较大,很难保证质量;后期防腐工作和维护费用较大。而模块化容易积累经验,大批量、高效率的生产也使平台的质量和精度更容易得到保证。同时,模块化便于此后的免维护和改装,以功能模块化的形式安装其它的技术综合设备,可以在使用期内以最低的成本更新,从而使人行梯、操作平台的性能保持在较高的水平。FRP 人行梯、操作平台模块化制造的实施将极大提升应用企业的内在核心竞争力,而模块化制造的关键是实现模块化设计,因此在提出 FRP 人行梯、操作平台模块化思路的基础上,对 FRP 人行梯、操作平台模块划分原则,模块划分方法以及模块划分的技术经济性进行研究是十分必要的。

参考文献:

- [1] 何学发,李维博.模块造船技术及其发展综述[J].造船技术,1998(1):10-18.
- [2] 宫国玺.单元模块化设计造船刍议[J].造船技术,2006(01):1-4.
- [3] 邵优发,许军.模块化技术在舰船设计制造中的应用和研究[J].船舶,2007(2):25-30.
- [4] 童时中.模块化原理设计方法及应用[M].北京:中国标准出版社,1999.