

# 钣金结构设计对装配效率的影响研究

刘秀珍

(浙江兴意金属制品有限公司, 浙江 海宁 314422)

**摘要** 钣金结构设计在装配中的影响是不容忽视的, 直接关系到装配效率, 良好的钣金结构设计可以减少装配流程, 节约生产成本, 使生产线运行更高效。本文对钣金结构与装配效率的关系进行分析, 提出设计优化的方法: 简化装配流程、增强零件可替换率以及强化可加工性, 以期增强装配过程中协调性、缩减装配时间、提高装配效率提供有益参考。

**关键词** 钣金结构设计; 装配效率; 生产效率; 设计优化; 装配工序

中图分类号: TU318

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.016

## 0 引言

钣金结构在工业领域应用广泛, 在机械设备制造行业更是发挥着至关重要的作用。装配工序是产品加工制造过程的重要组成部分, 它的效率直接影响加工生产的周期和成本。随着不同生产方式的发展更迭, 提升装配效率已经成为当代制造业的一个重要课题。钣金结构的设计对于装配效率的影响经常会被忽略, 其实良好的结构设计可以明显增加产品的可装配性和精确度, 加快生产进程, 减少装配成本。研究钣金结构的设计对装配效率的影响, 既可以帮助生产者改进工艺流程, 还可以给生产线的精益改善提供实例参考。

## 1 钣金结构设计对装配流程的影响

### 1.1 结构与装配顺序的关系

钣金结构设计的合理与否也影响着装配工艺的安排, 在设计阶段, 构件的设计外形、连接形式以及装配顺序决定了后期装配工艺的安排。如果在设计阶段能够从便于装配的角度出发并考虑构件之间相互配合的问题, 就可以避免很多不必要的重复工作, 使装配过程更加顺畅。而要实现装配工艺过程的合理化就需要综合考虑各个零件的大小、公差、固定方法等各方面信息, 在装配时尽可能避免不必要的工时、器具、装置重复利用的情况出现, 以达到高效装配的目的。

### 1.2 设计优化对装配时间的减少作用

钣金结构设计的改进能显著节省装配时间, 在设计环节通过简化结构、减少多余的连接件、减少调节部件的数量, 来节约装配环节中所需的调试调节时间<sup>[1]</sup>。改进零件之间的安装方式, 采取模块式的设计或预制

装配单元, 可使装配更简单明了, 减少了对仪器及装置的应用。这些改进措施既提高了产线的工作效率, 同时也保证了复杂的生产环境下的灵活应变能力以及需求变化。

### 1.3 零件配合性的提升与装配效率的关联

零件的适配性也是决定钣金构件组装速度的重要因素。合适的适配设计可以减小装配过程中的误差以及调节时间, 使产品的装配精度更高。设计时应当保证零件间的相互配合公差合理, 使得零件在进行装配时可以准确对接, 不会发生偏移或者无法匹配的问题。通过优化配合形式, 采取自定位设计, 也可以减少人工参与, 降低组装过程难度, 使得装配工作效率更高, 进而提升产品品质和生产效率。

## 2 设计优化对装配工序的简化

### 2.1 简化装配步骤的设计策略

设计改进能通过简化组装工序大幅提升生产效率。简化的方案, 降低了零部件数量及复杂程度的同时也降低了组装工人操作的难度, 合理的方案设计能够减少不必要的复杂连接结构, 多余的零件以及繁杂的组装工艺, 在不影响结构强度和使用性能的情况下, 减少组装的时间以及难度。采取一些快速组装的连接件(卡扣、插销等), 代替传统较为耗时的螺栓或者焊接连接, 来简化组装工序环节, 设计中要考虑到产品在生产与搬运过程中的便利性, 防止过于烦琐的打包与搬运流程出现, 才能使得组装环节顺利地进行下去。改进后的方案可以使组装的过程更快捷便捷, 也就意味着降低了对技术员操作水平的要求, 符合大量生产的效率要求。

作者简介: 刘秀珍(1985-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 机械制造。

## 2.2 标准化设计对装配效率的影响

标准化设计对提升组装速度有重要影响。标准化部件、组件与连接形式可以在不同系列产品间通用,使组装工作趋于统一化、高效化。统一各零部件尺寸、公差、外形使各零部件制造与组装过程中变异性降低,省去了因不匹配而产生的报废率与返修率<sup>[2]</sup>。在制造中标准化使工人熟悉各种零部件的操作流程,提升了工作效率。标准化设计有利于削减库存量以及零部件购买难度,方便了供应链管理。标准化使产品组装程序更为精确,省去了每次产品制造都需重订的困扰,节省了生产时间,压缩了制作成本。

## 2.3 模块化设计与装配的高效性

模块化设计是一种高度集成化的技术,提高了装配效率。将复杂的钣金结构分解成若干独立的模块,在这些模块间可以方便地拼装组合起来。模块化最大的特点是它可以使得零件及组件的制造、装配同步进行,大大节约了总的生产时间,在装配时工作人员只需将事先装配好的模块拼接起来,从而节省了现场组装的时间和工作量。采用模块化的设计,简化了设计和制造的难度,也增加了规模化生产的弹性,使同样的模块可以用在不同种类和型号的产品上。模块化的设计还可以降低供应链的风险,因为可以对标准模块大量制作存储,以保障后续的装配环节的效率。

## 3 提升钣金结构设计互换性

### 3.1 互换性对装配效率的提升作用

在钣金结构设计的过程中,零件互换性对于提升装配速度至关重要。零件互换性好的设计可以让产品在不同的生产批次或者不同的产线上,零件可以无缝对接,无须再次制作处理,通过设计一致的接口形式,统一的零件规格以及公差,使零件与零件之间减少了个性化差异,在组装过程中也省去了反复调整、测量的过程。工人可以在缺少精密仪器的情况下迅速更换零件,大幅提升了工作效率。并且,互换性设计减少了零配件的库存囤积,改善了仓库保管情况,节省了生产成本。同时,互换性设计也可以大大降低质量缺陷发生的情况,减少由于零件不适配引起的组装故障及返工,保证生产流水线的正常运转。

### 3.2 设计标准化对装配过程的优化

设计标准化对加快装配速度的作用不可小觑。零件、工具、连接等进行了标准化后,整个装配环节变得更为简单了,设计标准化使工艺流程变得相对简单,在装配环节零件与部件之间相互定位和连接变得更为方便准确可靠,也减少了生产过程中专用工装、设备

的需求量,降低了调试生产线的成本<sup>[3]</sup>。标准化之后的零部件可以在不同的产品上进行替换,防止由于不同设计方案引起的装配困难问题的发生,提升了生产的可靠性;设计标准化也大大减少了装配工人的学习强度,工人们很容易掌握标准件的操作及装配过程,该种设计方式对批量生产的产品来说十分有必要,能大幅提升产量,使生产过程更加顺利、规范。

### 3.3 零件公差与装配精度的平衡

零件公差及装配精度是制约装配速度与质量的主要原因。公差过大容易造成各个零件之间的连接松散,从而降低产品装配精度以及装配的安全可靠程度;但是若公差太过严格,则会导致产品的制造成本过高,有可能达不到批量生产的标准。合理有效的公差制定要考虑生产成本、零件通用性以及最后组装精度。在钣金结构的设计过程中,一般都采取合理公差的方法,在保证装配精度的同时不会大幅度地加大生产的难度,适当公差大小的定位销孔及对接尺寸的精度都可以保证所装配的产品不会出现错装漏装的情况,避免由于精度不够导致的错误装配问题,通过精准的公差设定保证零件互相替代性以及整体装配的质量水平,加快装配的速度,减少装配时需要调整或者返工的程序,提升产品的生产效益。

## 4 钣金结构设计与工人操作的协同作用

### 4.1 可操作性设计的优化策略

可操作性设计的完善,是提升装配效率以及降低作业难度的重要环节。设计阶段注意零部件的外形、大小、重心分布以及表面状况等可使装配工作变得方便快捷。针对零部件设计合理的抓握部位或者是安装平面会使工人在装配时有较为轻松的操作感受,避免因操作困难给装配带来的阻碍。设计中可以通过减少零部件数量以及简化连接关系,以此来达到降低装配难易程度以及复杂性的目的。优化装配工具的相互匹配情况,例如采用轻巧方便操作的装配工具,能够提升工人的操作效率。设计上要注重零部件是否易于分辨,在零部件上设置颜色标记、编号等,便于工人分辨并正确安装,减少装错的概率。增加零部件的对称特征以及简单的构造,会使装配重复调整的过程降到最小。完善的可操作性设计不仅可以降低工人对于复杂工艺的依赖,还可以有效地保障产品装配的质量。

### 4.2 操作性对装配效率的提升影响

工人可操作性和装配效率有着紧密联系,优秀的工人的操作性设计可以极大地提升生产线的装配效率,在设计上,结合了工人的操作习惯、体力消耗、视觉

感知等都可以使操作更为便捷<sup>[4]</sup>。在钣金结构设计上做到零件轻重一致,方便抓取和提拿的设计,可以使工人操作更加轻松省力,加快工作速度。零件模块化设计以及预组装结构的应用大大减少了现场工人的操作步骤,节省了一些不必要的操作,降低误操作的风险。科学的空间设计以及优秀的零件互换性,让工人们可以在最短时间内完成装配操作,不用过多调节和检测。标准化的操作方式让工人更快地了解装配任务并且顺利地完成任务,提升了整条生产线的工作效率。最后优化的操作性不仅使一个岗位的工作更有效率,而且在整个制造环节都能产生积极的影响,保持生产线稳定高效地运行。

#### 4.3 人机工程学在钣金设计中的应用

在钣金结构设计上,加入人体工程学理念是非常必要的,特别是对优化工人操作及提高装配效率很有帮助。应用人体工程学可以从多方面地改善工作环境舒适性并提升工人的工作效率,在设计时需要考虑工人的视线、手臂摆动范围大小及体力劳动强度,尽可能让工人在操作过程中能处于一种放松、舒适状态来完成操作工作;符合工人视线高度的工作台面、合理的零件摆放形式以及便捷实用的装配工装都可以很大程度上地减轻工人装配过程中的体力负担。合理的人体工程学设计还可以减少工人的弯腰屈伸动作、重复劳动次数,防止因设计不好的操作流程造成的损伤及误操作的情况发生。还有就是准确的作业空间布局,可以使工人在狭小的空间内高效地进行装配工作而不造成额外的干扰。应用人体工程学原理还可以借助适当工具及设备来使工人减缓操作时产生的物理压力,减少工作量,进而提升装配速度。

### 5 优化设计对装配质量的影响

#### 5.1 设计缺陷对装配质量的影响分析

设计疏漏会使得钣金结构产品在制造过程中出现装配质量问题明显恶化的情况。不合理的公差设计、过大的尺寸误差以及错误的连接方式,都会使得其在装配期间出现不符或者松散的问题,从而使得整个结构稳定性遭到破坏,降低了其产品质量特性。缺失准确的定位孔或是较差的表面处理工艺也会增大装配环节出现风险的概率,造成装配时发生空隙以及偏移等问题。设计上的缺陷也会使得在钣金生产环节中出现重复加工或附加工序的现象,增加成本支出。设计中的缺陷还会造成装配时间延长以及返修率增加的情况,提升了废品数量,大大降低产品的最终成型质量和可靠度。科学合理的优化设计和质量管理必不可少,

可避免因这些设计上的疏漏造成装配质量受损。

#### 5.2 设计优化对质量控制的作用

设计改进是对装配质量把控的有效方法之一,精密度的设计公差、简单的零件结构以及统一的零件之间的可互换性,可以保证生产、装配中各个零部件之间匹配紧密,减少由于偏差造成的质量问题<sup>[5]</sup>。设计改进减少了对现场调试及检测的依赖,使得生产的流程更加自动化、规范化。在设计上的每一个细节都可以进行把控,从而降低了生产过程中的次品率及返修率,从而每个部件都可以达到严苛的质量要求,设计的改善也增强了质量反馈渠道,可以在设计之初便预判并且规避可能出现的质量问题,使得装配的过程中更加一致和稳定最终全面提升产品质量。

#### 5.3 钣金结构设计的可持续性提升与装配质量的提升

钣金结构设计的可延续性,既有利于环保节能,又直接影响装配质量与持久性。通过合理选材、精准加工、优化后期维护设计,选用高强度材质减少结构变形,改进表面处理工艺提升部件耐用性与抗腐蚀能力,可延长产品寿命,降低维护频次与成本。这种设计能避免过度加工和资源浪费,兼顾装配质量与成本控制,还可适配不同生产及多变环境需求,提升产品持续使用的可行性与可靠性,进一步强化装配质量的稳定性。

### 6 结束语

钣金结构设计对于装配的作用不可小觑,合理的设计方案能有效地提高装配效率及产品品质。在设计上增强操作性、标准化水平、模块化率及零件匹配度等措施,既降低了装配工位上的复杂程度,又提升了流水线产能。未来钣金结构设计不断改进,必将进一步提升装配精度和降低成本,同时也会对整个工业生产的可持续发展起到重要的推动作用。

#### 参考文献:

- [1] 赵云,张新闻,滕磊,等.某型卡车车门钣金结构设计[J].内燃机与配件,2022(20):47-49.
- [2] 卓培坤.机械钣金结构设计存在的问题及解决措施[J].智慧中国,2021(12):82-83.
- [3] 吕颂,杨博,沈跃,等.基于NX钣金设计的试验工装内外套设计方法研究[J].沈阳化工大学学报,2021,35(02):175-180.
- [4] 孙婷.汽车车门钣金设计研究[J].内燃机与配件,2020(22):110-111.
- [5] 周畅.钣金结构件设计冲裁工艺性问题分析[J].时代汽车,2020(18):139-140.