

机械设计过程中机械材料的选择和应用分析

崔雷

广东美控智慧建筑有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i1.7648

[摘要] 机械设计流程相对复杂,不同机械技术及机械设备使用需求各不相同。依托机械设计技术运用开展机械材料的选择、应用分析,则能提升机械设计生产制造技术水平,实现对机械设计成果的有效转化。新时期,机械设计过程的材料选择,需在明确材料种类及材料选择标准的同时,利用机械设计基础流程开展材料选择及应用策略制定,以确保机械设计的总体水平。

[关键词] 机械设计;机械材料;技术;应用

Analysis of the selection and application of mechanical materials during the mechanical design process

Cui Lei

Guangdong Meikong Intelligent Construction Co., LTD.

[Abstract] Mechanical design process is relatively complex, different mechanical technology and mechanical equipment use requirements are different. Relying on the application of mechanical design technology to carry out the selection and application analysis of mechanical materials can improve the level of mechanical design and manufacturing technology and realize the effective transformation of mechanical design results. In the new era, the material selection of mechanical design process needs to clarify the material types and material selection standards, and also use the basic process of mechanical design to carry out material selection and application strategy formulation, so as to ensure the overall level of mechanical design.

[Key words] mechanical design; mechanical materials; technology; application

机械设计技术的高速发展,为机械材料的应用提供多种不同选择。机械设计需要根据设计方案及设计需求,合理地进行机械材料的应用价值分析,在明确机械材料结构性能及材料特点的同时,更好基于材料种类及材料选择应用标准,做好对机械材料的运用。

1 机械设计过程中机械材料的主要种类

机械设计是利用机械加工及机械技术等对机械产品进行设计、开发、改进与生产。机械设计基础流程包括概念设计、详细设计、样品制造与测试。其中,机械设计过程中的材料种类涉及金属材料、复合材料、陶瓷材料及聚合物材料四个方面的内容。

1.1 金属材料

金属材料在机械设计中的应用最为广泛与普遍。在机械设计技术发展的初期阶段,大部分机械材料的选择均采用金属材料作为主要的结构。其中,金属材料的耐用性、结构韧性、硬度、导热性及延展性相对较高,适用于多种复杂环境下的机械生产作业,能为机械设计提供可靠及稳定的平台支持,并满足机械设计的多种需求。目前,金属材料主要分为铁类材料、铝制材料、镁类材料、镍类材料及铜类材料等多种不同种类。其中,不同材料的结构特性与适用条件各不相同。譬如,铜类材料中的纯铜材料,则具有优秀的导热性能与导电性能,在电气导线、散热器设计等领域得到广泛应用。

因此,在机械设计过程中,金属材料不同的使用特性与适用场景,也对设计思路及设计方案产生影响。另外,金属材料中部分特殊材料,在机械设计方面也具有独特的工艺特性。例如,铌、钛、镁、镍等金属材料在抗酸腐蚀、结构强度、抗磁性、耐高温等方面具有一定优势,一般在电子机械设计方面的运用相对广泛,部分材料也在农业机械设计、航空机械设计、汽轮机机械设计等领域得到充分运用。

1.2 复合材料

复合材料是由两种或两种以上不同类型的材料组合而成的机械材料。复合材料相比于单一元素的金属材料,在适用性方面具有一定的核心优势。譬如,碳纤维复合材料、金属基复合材料、混杂纤维复合材料及玻璃纤维复合材料则在近年来机械设计的发展方面得到进一步运用。事实上,机械设计并非单一地针对高强度材料加以运用,部分小型构件的生产为降低重量,需要采用高韧性及耐高温材料进行设计与应用。其中,高强度标准仅仅是复合材料应用基础指标。例如,碳纤维复合材料的运用,则在兼顾高强度的同时,增强结构韧性与结构稳定性,让这一材料在面对高温、高压环境下不容易产生结构形变或结构坍塌的问题。因此,碳纤维复合材料高稳定性的基本特点,使其在航空航天、汽车制造等领域得到广泛应用。

1.4 陶瓷材料与聚合物材料

陶瓷材料与聚合物材料,也是机械设计过程中主要的机械材料之一。陶瓷材料与聚合物材料在结构强度方面与金属材料、复合材料相比处于劣势,但在结构耐磨性、绝缘性及透明性等方面具有核心优势,能面向部分机械电子元件设计提供支持。譬如,氮化硅陶瓷、聚氨酯、氧化铝陶瓷、聚氯乙烯、钛酸锶陶瓷、聚丙烯、陶瓷玻璃等材料,在矿山机械设计、机床机械设计及压缩机机械设计等方面具有一定的应用优势,能为轴承、切削工具、高温部件、绝缘器件、齿轮等机械设计提供多方面支持。因此,陶瓷材料及聚合度材料的使用,更倾向于满足电子部件、精密部件的机械设计需求,可以实现对机械设计功能的有效拓展。例如,运用钛酸锶陶瓷热稳定性较好的核心优势,能够提升机械构件的耐高温性能,让机械构件在高温环境下仍能稳定运行。

2 机械设计过程中材料选择的标准

机械设计过程中对机械材料的选择,主要参考材料性能、寿命、成本、可塑性及环保性等基础要求,根据材料的强度、耐磨性、耐腐蚀性等进行评估。

2.1 材料强度及刚度

材料的强度与刚度,对于机械设计中机械材料的选择有着直接影响。机械设备或构件的使用强度相对较高,部分设备、构件使用环境较为恶劣。为更好提升设备使用寿命与稳定性,需要对材料结构与刚度进行分析。在材料强度方面,一般参考拉伸强度、屈服强度、压缩强度、剪切强度、冲击强度及疲劳强度等进行评估。材料刚度,则要按照弹性模量、剪切模量、刚度等标准进行分析。以拉伸强度为例,主要按照 ISO 6892 标准进行强度评估,部分国外企业或认证标准,可按照 ASTM E8 或 ASTM E8M 标准进行评估。从材料刚度的评估指标来看,弹性模量主要是针对衡量材料在受拉伸或压缩加载时的弹性变形能力进行评估分析。刚度则是基于衡量材料在受弯曲加载时的抗弯刚性进行评估。部分材料强度及刚度评估,可以参考 GB55006-2021、ASTM D3479、ISO 5379、ASTM C273、GB/T 50107-2010、ASTM D790、GB/T 1591-2018、ISO 527 等国内、国外多种标准进行数据评估。

2.2 材料耐磨性

材料的耐磨性也是机械设计中机械材料选择的决定性因素。材料耐磨性的评估,主要采用洛氏角磨测试、滑动磨损测试、滚子摩擦及磨损测试等多种测试方法进行评估。其中,洛氏角磨测试是用于测定材料在固体颗粒磨料作用下的耐磨性,通过对磨料颗粒划痕及耐磨性进行分析。滑动磨损测试则主要在固体颗粒磨料作用下测定材料的耐磨性,进一步基于对滑动摩擦样品应力负载的提升,基于磨损情况进行材料耐磨性的评估。滚子摩擦及磨损测试通过测定润滑油中的抗磨剂添加剂对滚子轴承的影响,评估润滑油剂在高温高转速下的性能。不同的实验项目测试内容各不相同,对于材料耐磨性的指标要求也不尽相同。机械设计可以参考 GB/T 23294-2021、ASTM G133、GB/T 27979-2011、ASTM G77、GB/T 9966.4-2020、ASTM D5963 等国内外材

料耐磨性评估标准进行机械材料的运用。

2.3 材料耐腐蚀性

耐腐蚀性是指材料在特定腐蚀介质下的抗腐蚀能力。机械设计要按照技术设计需求、设备应用价值、设备使用场景等要求做好机械材料的选择,保证机械设备的运用能在不同场景下均能发挥技术优势。所以,为更好应对复杂的设备使用场景,机械设计对机械材料的耐腐蚀性评估,一般运用盐雾试验、酸性腐蚀试验、碱性腐蚀试验等试验方式进行材料评估,并利用金相分析、腐蚀产物分析、电化学腐蚀测试及高温、高压腐蚀试验等进行材料适用性分析。另外,机械材料选择标准还包括导热性、导电性、成本、可靠性及环保性等基础要素。但机械设计对材料的选择,一般需要体现材料自身的使用价值及环境适用性,只有在保证材料强度、材料耐磨性及耐腐蚀性等基础性能的基础上,方能考虑导热性、导电性及环保性等附加标准要素。

3 基于机械设计过程中机械材料的应用策略

基于机械设计过程中的机械材料应用,需要按照机械设计流程进行策略分析,探究在各个不同环境中机械采用的应用方式,进一步提升机械设计的核心技术水平,让机械设计能按照规范化标准要求,有的放矢地进行机械材料的运用。

3.1 制定机械设计的计划与方案

在机械设计的计划与方案制定阶段,机械工程师需要分析机械设计产品、设备及构件的用途、工作环境、受力情况等基础因素,根据不同机械材料的力学性能、耐磨性、耐腐蚀性等特性进行机械材料的选择。其中,机械设计计划设计阶段,不仅要基于材料的物理性能进行分析,同时也要考虑成本效益、可持续性、材料可塑性等基础要素。譬如,针对金属材料的选择,不仅要求金属材料具有良好的耐腐蚀性,同时也要在控制材料应用成本的同时,最大限度发挥金属材料高强度、高导热性的性能优势,确保金属材料的运用能保证产品、设备及构件的质量及稳定性。此外,机械工程师可以根据以往机械设计案例及材料应用案例,针对设备故障、设备安全隐患及构件性能问题进行分析,探究机械材料对设备使用寿命、构件性能的影响。

3.2 确定机械设计技术指标与要求

在完成初期阶段机械设计计划与方案制定后,机械设计需要按照机械技术指标及技术应用需求对机械材料的应用进行合理决策。譬如,在内燃机机械设计方案,机械工程师要对内燃机气缸设计、活塞设计、曲轴设计、连杆设计、气门机构设计、供油系统设计及自动控制系统设计等对于不同机械材料的使用需求进行明确,按照内燃机机械设计指标及技术应用标准,针对机械设计对机械材料的运用进行调整。如,在活塞环设计的设计方面,要选用具有良好耐磨性、高密度、高耐热性及高稳定性的机械材料进行设计,并在活塞结构中适当加入复合材料、聚合物材料及陶瓷材料等提升结构强度,保证内燃机活塞部分的机械设计,能按照设备使用要求有针对性地进行机械材料的运用。另外,确定机械设计技术指标与要求,不应盲目以往基础经验开展设计思路的优化,要按照当前技术发展需求及各类新技术的运用做好技术指标的分析。

下转第 263 页

注意每层焊缝的焊接方向和角度, 保证焊缝的熔合良好。

(六) 加强焊接过程监测

利用先进的检测设备和技術, 实时监测焊接过程中的温度、电流、电压等参数, 能够及时发现问题并进行调整, 确保焊接质量。温度是焊接过程中的一个关键参数, 通过使用红外线测温仪等设备, 可以实时监测焊接区域的温度, 一旦发现温度异常, 及时调整焊接参数或采取相应的冷却或加热措施。电流和电压直接影响焊接电弧的稳定性和焊缝的成形, 利用焊接电源上的电流表和电压表, 以及专业的焊接监测设备, 可以实时监测电流和电压的变化, 确保其在合适的范围内。实时监测焊接过程中的参数变化, 不仅可以及时发现问题, 还可以为优化焊接工艺提供依据。

(七) 焊后热处理

在焊接过程中, 由于高温作用, 焊缝及热影响区的组织会发生变化, 出现晶粒粗大、硬化等问题。通过热处理, 可以使组织均匀化, 细化晶粒, 提高焊接接头的韧性和强度。对于高强度钢焊接接头, 经过适当的回火处理, 可以降低硬度, 提高韧性, 避免在使用过程中发生脆性断裂。焊后热处理能够降低残余应力, 消除应力退火是一种常用的焊后热处理方法, 通过将压力容器加热到一定温度并保温一段时间, 然后缓慢冷却, 可以使残余应力得到释放。这样可以减少焊接变形, 提高压力容器的使用性能。在进行焊后热处理时, 需要根据压力容器的材质、厚度、焊接工艺等因素确定合适的热处理参数, 如加热温度、保温时间和冷却速度等。

(八) 建立严格的质量检验制度

通过肉眼观察和简单的测量工具, 可以检查焊缝的表面质量, 外观检查应在焊接完成后立即进行, 以便及时发现问题并进行修复。无损检测是一种不破坏压力容器结构的检测方法,

可以更深入地检测焊缝内部的质量。常见的无损检测方法有射线检测、超声波检测、磁粉检测和渗透检测等。射线检测可以检测出焊缝内部的气孔、夹渣、未焊透等缺陷; 超声波检测可以检测出焊缝内部的裂纹、未熔合等缺陷; 磁粉检测和渗透检测主要用于检测焊缝表面的裂纹等缺陷。

结束语

综上所述, 特种设备压力容器焊接工艺是一个复杂而关键的领域。通过对焊接方法的了解、关键问题的剖析以及提高焊接工艺措施的探讨可以看出, 要确保压力容器的焊接质量, 需要从多个方面共同努力。在实际生产中应根据具体情况选择合适的焊接方法和工艺参数, 严格控制焊接过程中的各个环节, 加强质量检验和管理。不断借鉴先进的焊接技术和经验, 持续改进焊接工艺, 提高焊工的技术水平和综合素质。这样能制造出高质量的特种设备压力容器, 为工业生产的安全、稳定运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1]李培峨.压力容器焊接缺陷及矫正措施[J].特种设备安全技术, 2020, (04): 53-54+57.
- [2]沈康伟.压力容器焊接质量控制技术探讨[J].化学工程与装备, 2020, (04): 199-200.
- [3]韩磊.特种设备压力容器焊接方法的选择[J].化工管理, 2019, (36): 156.
- [4]张佳玮.特种设备压力容器焊接方法的选择[J].装备维修技术, 2019, (03): 147.
- [5]李培尧.压力容器焊接新技术及其应用[J].住宅与房地产, 2019, (16): 267.
- [6]王毅.特种设备压力容器焊接方法的选择分析[J].工程技术研究, 2019, 4(03): 117-118.

上接第 260 页

3.3 生产测试样品与产品质检

生产测试样品与产品质检主要是评估设备、产品及构件在实际工作环境中的表现。机械工程师要基于性能验证、工艺分析、环境评估、信息反馈四段流程构建质量检测管理体系。以性能验证为例, 机械工程师要对机械设备、产品及构件的材料断裂韧性、冷凝断裂韧性、摩擦系数、热膨胀系数、介电常数等进行测试, 并按照数据指标进行性能验证, 分析材料性能是否达到设备、产品及构件的使用要求。若性能验证达标, 则代表当前机械设计中机械材料的选择与应用, 能满足机械设计的多方面需求。如性能验证未达标, 则代表现阶段机械设计对机械材料的选择与应用, 无法为机械设计提供多方面支持, 需要重新进行机械设计规划、设计方案及机械材料的调整。

3.4 定型设计与批量生产

机械材料通过质检测试, 则表示机械材料达到机械设备、构件及产品使用的性能要求。机械工程师要按照机械设计的样品开展设备、产品及构件的定型设计, 并在条件允许的范围内进行小批量的产品生产。为此, 机械工程师要从优化生产工艺、环保管理等层面做好对材料的选用。譬如, 在生产工艺的运用方面, 应使用对材料性能影响较小的工艺技术进行生产管理, 进一步保证机械材料原有的机械属性与功能,

并在必要时做好成本效益的分析。在有效控制材料应用成本的基础上, 提升机械设计对机械材料应用的合理性。此外, 机械设计应制定严格的材料管理标准, 在突出机械材料运用环保性、可持续性特征的同时, 逐步的简化机械材料加工与生产流程, 让机械材料的运用能在持续提升机械设计制造的产品转化比。

4 结语

综上所述, 机械设计过程中对机械材料的选择, 直接决定机械设备、产品及构件生产的质量及实用价值。机械设计需要结合当前技术需求及机械工艺特点, 合理地进行机械材料应用功能、适用性的分析, 确保机械设计对机械材料的选择, 符合机械设备、产品及构件的生产、使用需求。

[参考文献]

- [1]程基彬, 戴宁, 郭培, 等.基于力学超材料的柔性机械臂设计技术[J].中国机械工程, 2023, 34(16): 1900-1906.
- [2]裴春雨, 王振洲, 吴程.机械设计过程中机械材料的选择和应用[J].造纸装备及材料, 2022, 51(10): 19-21.
- [3]侍学婷, 任鹏.机械设计过程中机械材料的选择和应用探析[J].中国金属通报, 2022, (10): 80-82.
- [4]徐萌, 吴加凤, 曹杰.金属材料及机械材料在机械设计中的应用研究[J].中国金属通报, 2022, (10): 83-85.