

建筑起重机械新型材料的选择与应用分析

刘小华

(广东庞源工程机械有限公司 广东 广州 510800)

摘要: 随着科技的不断进步,建筑起重机械的性能需求也越来越高,这导致了对新型材料的迫切需求。本研究将针对建筑起重机械中使用的新型材料,包括高强度钢材、复合材料和轻质材料,进行深入研究和探讨。对这些材料的特性进行了概述,并详细探讨了选择新型材料的重要因素,如工程需求、成本效益和环境影响。此外,本研究还重点探讨了新型材料在机械结构、动力传输和控制系统中的具体应用,以期通过对这些新型材料的深入研究,能更好地理解它们如何提高建筑起重机械的性能和效率,同时也能为未来材料选择和应用提供重要参考。展望未来,随着新型材料的不断发展,建筑起重机械的设计和性能将进一步得到优化和提升。

关键词: 建筑起重机械; 新型材料; 性能提升

0 引言

在当今的建筑行业中,起重机械(图1)扮演着至关重要的角色,无论是在建筑物的建设还是在各类工程项目中,起重机械的效率和性能直接影响到工程的完成质量和效率。因此,如何优化起重机械,以提高其性能,降低其运行成本,是工程领域亟待解决的重要课题。一种可行的解决方案是研究和应用新型材料。新型材料的出现不仅可以提高起重机械的性能,而且还有可能对其成本效益和环境影响产生深远影响^[1]。这些新型材料包括但不限于高强度钢材、复合材料和轻质材料。各种新型材料具有各自的特性和优点,能够满足不同类型的工程需求。

然而,选择新型材料并非易事,需要考虑多种因素,包括工程需求、成本效益和环境影响等。在满足工程需求的同时,新型材料还必须具有合理的成本效益,并尽可能减少对环境的影响。文章将重点讨论新型材料在建筑起重机械中的应用,包括在机械结构部分、动力传输部分和控制系统部分的应用。通过分析新型材料的具体应用,可以进一步理解其对建筑起重机械性能的影响。

1 建筑起重机械新型材料的类型与特性

1.1 高强度钢材

高强度钢材在建筑起重机械领域的应用越来越广泛,其主要原因在于其出众的机械性能和高载荷承受能力。此类材料具有更高的屈服强度和抗拉强



图1 起重机械

度,这使得它们在承受巨大工作载荷时能够保持结构完整性,避免发生断裂^[2]。高强度钢材的强度一般在690MPa以上,远高于普通碳钢的强度。因此,使用高强度钢材可以在保持相同的机械强度的情况下,减少材料的使用量。这对于减少起重机械的自重,

提高其工作效率至关重要。同时,高强度钢材的韧性也较高,这使其在面对外部冲击或者疲劳负荷时,能够防止断裂,保持机械的完整性。高强度钢材还具有良好的焊接性能,这意味着可以通过焊接工艺来实现复杂的起重机械结构。几种常见的高强度钢材的特性对比见表1。

表1 几种常见的高强度钢材的特性对比

钢材类型	屈服强度 / MPa	抗拉强度 / MPa	延伸率 / %	韧性 / J
Q345	345	470 ~ 630	21	34
Q460	460	550 ~ 720	17	34
Q690	690	770 ~ 940	14	47

表1中:

(1) 屈服强度是指材料在外力作用下产生塑性变形而不再恢复原形的最小应力;

(2) 抗拉强度是指单位面积上能承受最大拉力而不会断裂的应力;

(3) 延伸率是指材料在拉断前的延长长度与原始长度之比,体现了材料的塑性;

(4) 韧性是指材料在受到冲击负荷时的吸能能力,体现了材料的抗冲击能力。

1.2 复合材料

复合材料是由两种或两种以上物质组合在一起,形成的具有特殊性能的新型材料。这些物质的性能通常是互补的,使得复合材料可以拥有超过任何单一组成材料的优点。在建筑起重机械领域中,常见的复合材料包括玻璃纤维复合材料、碳纤维复合材料等。这些复合材料具有高强度、低密度和优良的耐腐蚀性,它们的密度只有钢的1/4,但强度却能达到钢的同等或更高水平^[3]。

复合材料的使用不仅可以降低起重机械的自重,提高其载重性能,而且还可以提高机械的耐用性和使用寿命。复合材料的另一个重要优点是其优良的抗疲劳性能。由于起重机械在工作过程中经常需要承受循环加载,因此疲劳性能的提高可以显著提高机械的可靠性和安全性。此外,复合材料的耐腐蚀性也使得其在恶劣的环境中可以保持良好的性能。

然而,复合材料的加工和修复较为复杂,同时成本也相对较高。但是,随着复合材料制造技术的不断进步,这些问题正在逐步得到解决。

1.3 轻质材料

轻质材料是指密度低但强度高,或者在一定程度

上可以满足强度要求的材料。这类材料在建筑起重机械领域的应用有助于减少整体设备的重量,从而提高能效,降低运行成本。轻质材料的典型代表有铝、镁及其合金,以及各类轻质高强复合材料。例如,铝合金不仅具有低密度,还具有良好的强度和塑性,能有效抵抗环境腐蚀,且易于加工^[4]。另一方面,镁合金的密度更低,其抗拉强度可以与某些类型的钢材相媲美,因此在某些特定应用中具有优势。轻质材料的另一大优点是其良好的热性能。许多轻质材料,尤其是铝合金,具有极高的导热性,这有助于机械设备的散热,降低设备运行温度,从而延长设备的使用寿命。然而,轻质材料在应用中也存在一些挑战。尽管一些轻质材料的强度可以接近钢材,但是其刚度、耐磨性和抗疲劳性能通常较低。此外,轻质材料的生产成本和加工成本也往往较高。这些问题需要在实际应用中仔细考虑。

1.4 不同新型材料的优点和缺点

新型材料在建筑起重机械中扮演了至关重要的角色,这是因为材料的性能将直接影响到机械设备的操作效率、安全性和经济性。

以高强度钢材为例,其主要优势在于其优秀的强度和韧性,使其在吸收冲击和载荷时表现出较高的抗压性和耐磨性。此外,它的成本相对较低,这使得它在大规模生产和应用时具有经济优势。然而,主要的限制在于其较大的重量,这可能会增加起重机械的负荷和运行成本。此外,高强度钢材可能需要防腐处理以增强其耐久性。

复合材料的优势在于其高强度和轻重量,使其可以提供高效能的同时减少起重机械的负荷。此外,复合材料具有优良的耐腐蚀性,可以抵抗各种环境条件的影响。然而,主要的限制在于其成本较高和加工复杂,这可能会增加设备的生产和维护成本。

轻质材料则具有轻重量和高强度重量比的优势,可以进一步减轻起重机械的负荷,提高其操作效率。然而,其抗冲击性能一般,可能会在面临重载或冲击时的性能表现出缺陷。此外,轻质材料也可能需要防腐处理,以增强其耐久性和防腐性。

这三种新型材料各有优缺点,选择哪种材料主要取决于特定应用的需求和条件。在综合考虑性能、成本、工程需求和环境因素后,选择最适合的材料就显得尤为重要。表2主要比较了三种新型材料——高强度钢材、复合材料和轻质材料在建筑起重机械

表2 新型材料在建筑起重机械中应用的优劣比较

材料类型	优点	缺点
高强度钢材	高强度、韧性好、成本低	重量较大,可能需要防腐处理
复合材料	强度高、重量轻、耐腐蚀	成本较高,加工复杂
轻质材料	重量轻、强度重量比高	抗冲击性能一般,可能需要防腐处理

中应用的优缺点。

2 新型材料选择的考察因素

2.1 工程需求

工程需求是新型材料选择的关键考察因素之一。不同的工程环境和工作条件对起重机械的性能有着不同的要求,因此必须选择适应这些需求的材料。在起重机械的设计和制造中,强度是一个重要的考虑因素。高强度的材料可以在承受高负荷时保持其完整性,降低断裂风险。同时,高强度材料也允许设计更轻便的起重机械,提高其工作效率。除强度外,起重机械还需要有足够的刚度,以防止在承受负荷时发生过度变形。对于需要保持精确位置或避免振动的起重机械,刚度尤为重要。

起重机械需要在各种环境条件下长期运行,因此对材料的耐用性有很高的要求。例如,对于需要在腐蚀环境或高温环境中工作的起重机械,需要选择具有良好耐腐蚀性和高温性能的材料^[5]。安全性是所有工程项目的首要考虑因素。起重机械的材料需要有足够的安全系数,以防止在极限工况下发生结构破坏。同时,对于某些特定应用,例如人员升降,还需要选择无毒、无害的材料。

2.2 成本效益

在选择新型材料时,成本效益是另一个重要的考察因素。成本效益分析涉及材料的购买成本、加工成本、运营成本,以及由于使用新型材料带来的经济效益等方面。

首先,购买成本是新型材料的直接费用,包括材料本身的价格和运输及储存成本。一般来说,新型材料的价格比传统材料要高,但如果新型材料能提供更高的性能或更长的使用寿命,那么其高昂的价格可能是值得的。

其次,加工成本是在制造过程中产生的费用,包括材料的加工、装配和质量控制等环节。使用新型材料可能需要更复杂的加工技术或特殊的设备,这

也会增加制造成本。然而,如果新型材料可以简化设计或提高生产效率,那么加工成本的增加可能会被这些优点所抵消。

再次,运营成本是在材料使用过程中产生的费用,包括维修、更换及能源消耗等。新型材料通常具有更高的耐用性和能效,可以降低这些运营成本。

最后,新型材料的使用可能会带来经济效益,比如提高产品的市场竞争力,或者通过满足环保法规,避免罚款和负面影响。

2.3 环境影响

在选择新型材料的过程中,必须充分考虑其对环境的影响。这涵盖了从材料的开采和生产到使用和最终处置的整个生命周期。环境影响的评估有助于促进可持续发展,满足环保法规,以及提升企业的社会责任感。

首先,材料的开采和生产可能会对环境产生重大影响,包括资源消耗、能源消耗和废物排放。新型材料的开采和生产应尽量减小对环境的破坏,降低资源和能源消耗,并有效地管理废物。

其次,材料的使用过程中的环境影响也需要考虑。这包括材料的耐用性和维护需求,以及其可能产生的废物和排放。例如,高耐用性的材料可以减少更换的频率,从而降低废物产生;低维护需求的材料可以减少使用清洁剂或其他可能对环境有害的化学品。

最后,材料的处置问题是另一个重要的考虑因素。选择的新型材料应该尽可能地易于回收或者环保处理。可降解的、可回收的或者可以安全处置的材料可以降低环境影响,并有助于实现循环经济。

3 新型材料在建筑起重机械中的具体应用

3.1 在机械结构部分的应用

新型材料在建筑起重机械的机械结构部分中的应用日益增多。

首先,高强度钢材因其优异的强度和韧性特性,已经成为许多起重机械的主要结构材料。通过选择适当的热处理方法,可以进一步提高钢材的性能,满足特殊的工作条件需求。此外,高强度钢材也有助于减小机械结构的重量,提高起重机械的负载能力和工作效率。

其次,复合材料,特别是碳纤维复合材料,由于其高强度、低重量和良好的耐腐蚀性,正在被广泛应用于起重机械的某些部件,如吊臂和旋转机构。

复合材料的使用不仅可以降低机械结构的重量，提高起重机械的动态性能，而且还可以降低维护需求，延长服务寿命。

最后，轻质材料，如铝合金和镁合金，也正在被越来越多地用于起重机械的机械结构部分。这些材料具有高的强度重量比和良好的可加工性，使得它们成为制造轻量化和高效率起重机械的理想选择。

3.2 在动力传输部分的应用

新型材料在建筑起重机械动力传输部分的应用也愈发显著。

首先，高强度钢材在许多动力传输组件，如齿轮、链条和轴承等中得到广泛应用。针对不同的工作环境和负载需求，可以通过选择合适的钢材种类和热处理工艺，优化这些组件的性能。

其次，复合材料在动力传输系统中的应用也在增长。碳纤维复合材料和玻璃纤维复合材料因其优异的强度重量比和抗疲劳性能，逐渐被应用于驱动轴和联轴器等关键部件。复合材料可以减轻这些部件的重量，降低动力传输系统的惯性，从而提高起重机械的响应速度和能效。

最后，轻质材料如铝合金和镁合金，也开始在动力传输部分中得到应用。这些材料的高强度重量比和良好的热导性，使它们成为制造高速旋转部件和散热部件的理想选择。

3.3 在控制系统部分的应用

新型材料在建筑起重机械控制系统部分的应用也日益显现其重要性。

高强度钢材由于其优异的机械特性和可靠性，在制造各种机械执行元件，如液压缸和电动马达的外壳等方面有广泛应用。

复合材料，尤其是导电性复合材料，由于其优秀的电气性能和机械性能的结合，开始被用于控制系统中的传感器和执行器。导电复合材料可以实现精确的电阻变化，从而提供更准确的控制信号。此外，复合材料的良好耐腐蚀性和耐热性使其在恶劣环境下也能保持稳定的性能。

轻质材料，如铝合金和镁合金，也开始被用于制造控制系统的各种组件，如电动机外壳和散热器等。这些材料的低重量和良好的散热性，有助于提高控制系统的性能和可靠性。同时，柔性电子材料，如导电高分子和纳米材料，由于其可塑性和高导电性，开始被用于制造柔性传感器和执行器，提供更多的设计可能性和更高的控制精度。

通过使用这些新型材料，建筑起重机械的控制系统能更好地适应各种工作环境，实现更高效、更精确的控制。

4 结语

新型材料在建筑起重机械中的应用显著提升了机械性能和效率。高强度钢材、复合材料和轻质材料均以其独特优势，符合特定场景的需求。然而，材料选择仍需依据工程需求、成本效益及环境影响。未来，随着材料科学的发展，更多新型材料的应用将带来领域内的革新。环保性、可回收性及生命周期影响的研究也将更深入，以实现可持续发展。因此，新型材料在建筑起重机械中的应用是充满挑战和机遇的领域。

参考文献：

- [1] 鹤焦. 机械设计中金属材料的选择及应用探讨 [J]. 智能城市应用, 2021, 4 (03): 80-82.
- [2] 吴新佳. 浅谈常用机械设计的方法及机械零件材料的选用——评《机械设计与材料选择及分析》[J]. 电镀与精饰, 2020, 42 (01): 53.
- [3] 新宇乔. 浅析机械设计过程中机械材料的选择和应用 [J]. 工程建设, 2019, 2 (01): 77-78.
- [4] 胡彩旗, 纪晶, 刘玉高. 案例分析法在机械零件选材教学过程中的应用 [J]. 内燃机与配件, 2019 (07): 244-245.
- [5] 怀仁王. 机械设计中金属材料的选择及应用探讨 [J]. 工程技术研究, 2022, 4 (02): 136-137.

作者简介: 刘小华 (1991.05-), 男, 汉族, 重庆人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 机械设计及材料。