

结构优化设计技术在矿山机械设计中的初步应用及发展方向

张欢

济宁旭光机械股份有限公司 山东 济宁 272055

【摘要】对结构优化设计从诞生到经过长期不断发展的过程进行总结回顾。分析了将设计优化应用于矿山机械设备优化的必要性。阐述了矿山机械结构优化设计技术的发展前景。力求达到推广应用结构优化设计技术,完善我国矿山机械设备的传统设计方法的目的。

【关键词】结构优化; 矿山机械设备

从某种角度上说,传统结构设计可以称之为一种艺术。设计人员需要结合自身经验和判断制定相应的设计方案,然后分析探讨结构设计是否安全可行。详细设计过程中,根据制造强度以及要求、刚度的要求以及截面尺寸的选取,使所设计的结构质量最轻。然而,这些方法在实际中很难应用,其重要的原因是计算能力缺失。随着计算机技术的不断发展,有限元理论和方法越来越完善。国外专家 Sohmit 建议将有限元法与数学规划法相结合,对设计结构进行优化设计。然而,由于数学规划过程涉及的计算量大,涉及的设计问题变量多,局限性较大。因此,许多科学家如 U. B. Venkayya 开始研究优化准则的方法。根据研究结果,编制了许多基于技术设计规范的相应程序。这些程序通常可以处理具有数千个设计变量和多个自由度的结构优化问题。随着科技的不断发展,两种优化方法的求解效率越来越接近,使两种方法的结合走上了一条更适合技术设计应用的方式。经济效益可观,通常情况下,结构的重量可以减少大约 25%。

1 矿山机械结构优化的必要性

矿山是我国宝贵的自然资源,社会各领域的发展离不开煤矿等矿产资源。在采矿业的发展中,其生产主要依靠机械设备,矿山机械设备的质量直接关系到矿产产品的开采和整个行业的发展。随着我国经济不断的发展,对煤矿等矿产资源的需求量逐年增加。通常情况下,矿业生产环境十分恶劣,并且对机械设备的规格质量要求较高。由于我国经济发展以及各行业发展的潜在需要,对煤矿等矿业的需求在逐渐增加,我国大型矿业基地随之也在不断增加。与此同时,一旦发生矿山机械设备问题,将造成不可挽回的严重影响,例如煤矿井下机械设备发生问题,可能导致煤矿井下事故的发生,矿难造成的经济损失以及人员伤亡是不可估量的。基于此背景,采取相对应的措施对矿山机械设备进行优化是十分必要的。只有通过不断的优化,才能保证矿业能够健康的发展,保证从业人员的人身安全。

尽管困难重重,优化矿山机械设备的设计仍然是必要的。应用结构优化设计有三个前提:一是计算机的不断发展;二是有限元理论及其方法的不断发展;三是结

构优化方法的高效化。如今,从目前情况来看,人们的市场生活和学习已经越来越离不开计算机。与此同时,有限元理论和方法已经比较完善,通用的有限元分析程序也足够丰富。经过多年的发展,结构优化设计理论日趋成熟。无论是数学规划法还是优化准则法,亦或者两者的结合方法,它们的求解效率已经相当高。结构优化技术广泛应用于航空和土木工程等众多领域。在矿山机械领域,经过广大科技人员的努力,有限元分析取得了很大的进展。装载机和挖掘机等主要矿山机械的有限元分析已全面开展并取得了喜人的成效。目前在矿山机械建设领域仍然缺少相关的研究和实际应用。对于以结构件为主的基于此,相关设计人员和专家着手对这类问题进行了解决。例如,对某些机构进行优化设计时,应用有限元法对结构的静动强度进行分析等。这为结构优化奠定了良好的根基。

矿山机械中的一些重要设备,如牙轮钻机、挖掘机和装载机等,都有一个比较明显的特征,质量体积较大,不便于运输。当使用传统方法设计这些设备时,通常很难找到理想的解决方案。应力的分布和结构通常不够理想。在对原设计方案进行有限元分析的基础上,采用自动优化方法进行结构优化设计,可以找到更理想的方案。最终达到结构的应力分布更均匀,结构更合理的目标。另外,现有文献提供的数据来分析,设备重量可以减轻 25% 左右,经济效益明显。所以有必要对矿山机械结构进行一系列的优化设计。

2 矿山机械设备优化设计的发展

2.1 推进应用结构优化设计

早在上个世纪八十年代,我国航空航天和造船以及国防等领域就举办了以结构优化为主题的众多学术交流,并举办了结构优化设计专题研讨会。在彼时众多行业和相关人员已经认识到了结构优化设计的重要性。所以,矿山机械设计人员应确保结构优化的设计能够持续得到发展和学习。可定期举行相关的结构优化技术研讨会和优化矿山机械结构的相关学术会议。相关设计人员应该对结构优化设计的知识进行有效掌握,能够熟练使用相关软件进行结构优化设计。针对具体结构,进行优化设计,对整体矿山机械设备的设计水平进行提升。

2.2 矿机结构在动力优化的持续发展

对矿山机械设备结构的静态优化设计进行持续推进,推广和完善现有的结构优化方案,开发一些更通用、更适合矿业机械设备特点的程序。第二点,在静力结构优化的基础上进行矿山机械结构的动力优化设计。静力优化中缺少结构的动力特性。比如动力响应和结构的固有频率等属性。这些动力特性对于大多数矿山机械来说更为重要。例如,固有频率对设备的共振损伤以及驾驶员的安全舒适度等方面十分重要。动力优化设计包括频率约束和动强度度约束等。

2.3 可靠性优化设计

在工程设计环节,人们常希望在一定的材料用量体积下合理地材料进行最大化的分配。使结构尽可能可靠或制定一个足够可靠并且用料相对来说比较节省的折衷的解决方案。所以,在矿山机械设计的过程,可靠性概率这一指标,采用二阶概率理论的设计理论,以传统的安全系数为目标,可以提高结构的安全性,并且使得优化后的结构更加合理。与此同时,以构件的截面积为设计变量,对可靠性最大的结构件进行优化表明,该方案仍是十分必要且高效的。

2.4 结构的模糊优化设计

在既定的计算模型为前提,有限元程序的计算结构往往比较准确。然而,就实际机械设备而言,计算结果的实用价值并不可信。这通常与载荷以及模型和约束的简化等诸多影响因素有关。在实际工作中这些因素并不容易确定,即具有一定的“不确定性”。除此之外,有限元分析的计算条件难以确定。在目前的有限元分析过程中,通常选择一般典型工况。这些典型工况的具体情况由分析人员自行决定。另外,在结构优化设计中还存在许多不明确的问题,如目标函数、边界条件等,每个因素都有相当的模糊性。需要对最终的形状尺寸做出决策,以便真正获得满足所有可能约束的最佳结构组成。这是由于不同的工况,计算出的最优值并不相同。当综合所有的计算工况时,该对最终的尺寸如何确认。很明显,满应力法则可行性较低。这是由于满应力法则通常要求每个单元都在至少一个工况满足满应力状态,因此集成的结构不课能是最轻的结构。所以,所设计构件的形状尺寸的最终决定也必须依赖于模糊理论进行确认。

3 矿山机械设备优化趋势

随着煤矿等矿产业开发速度的提高,机械装备技术开始由原来的低端生产技术向着高精度尖端的技术格局进行转变。高端技术的融合通常需要多方面的合作,如

设备技术的研发以及加工机械的水平,现今市场的需求现状等,这些都需要研究和选择合格的装备产品。而现在矿山机械行业的传感器技术以及信息等现代化技术正在逐渐进化,并且在制造加工和开发等环节同时快速发展。国内矿业机械设备的数据线束,矿业机械设备的发展正逐步走向合作化和虚拟化以及自动化。合作化意味着在企业的发展过程中,为了使企业能够稳定的发展,企业与企业之间通常开始采取合作的模式,例如机械零部件的设计、材料的供应、设备的采购等方面的合作形式。网络或电话通信确保设备的相互通信和有效使用。虚拟技术意味着利用计算机,首先以数字方式对设备的运行和稳定状态进行最大程度的模拟,收集机械设备在不同环境下的运行参数,调整装置的结构,直至产品符合预期并且符合国家或国际相关标准。此外,矿山机械设备还集成了集人机电一体化以及集成技术等功能,提高了矿山机械设备的可控性。

实际应用价值以及美学的相结合是当代矿山机械设计优化的重要指标,在新世纪的矿山机械产品中,需要对人和环境之间的协调更加关注,充分利用现代化的设计理念丰富设计人员的知识库,对矿山机械设备的外观设计进行充分考量,将经济实用和美观贯彻到底。矿山机械设计的方案优化通常包括经济性和功能性以及具体可行性和技术美学等全方位的评定标准。其中模糊集理论以及可靠性优化理论等为矿山机械设计优化提供了良好的理论支撑,并且这类方法同时比较容易于推广到实际应用中,特别是为确定新产品开发设计的最优方案,提供一种能够使设计人员满意的有效方法。

【参考文献】

- [1] 周进生, 韩沐野, 金学强. 绿色矿业发展示范区建设的经验与建议——以宁东能源化工基地为例 [J]. 中国国土资源经济, 2019, 32(01): 54-58.
- [2] 李宁波. 对我国煤矿机械的加工改造的探究 [C]. . 荆楚学术 2017 年第 7 期 (总第十五期). : 海归智库 (武汉) 战略投资管理有限公司, 2017: 270-272.
- [3] 周璞, 刘天科, 侯华丽. 我国矿产资源开发结构特征及调整成效分析 [J]. 中国矿业, 2015, 24(11): 28-32.