

液压挖掘机工作装置与液压系统设计分析

付桂山

徐州徐工矿业机械有限公司, 江苏 徐州 221000

[摘要]在社会各领域、各行业高速蓬勃发展的背景下, 液压挖掘机凭借其高质量、高效率的优点, 在建设工程中得到广泛应用。基于此, 为使该机械设备具有更加良好的运作性能, 文中对液压挖掘机工作装置的设计路径和液压系统的设计途径进行分析, 以供参考。

[关键词] 液压系统; 液压挖掘机; 工作装置

DOI: 10.33142/ec.v4i10.4611

中图分类号: TU621

文献标识码: A

Design and Analysis of Working Device and Hydraulic System of Hydraulic Excavator

FU Guishan

Xuzhou XCMG Mining Machinery Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract: Under the background of rapid and vigorous development of various fields and industries in society, hydraulic excavator has been widely used in construction projects with its advantages of high quality and high efficiency. Based on this, in order to make the mechanical equipment have better operation performance, this paper analyzes the design path of working device and hydraulic system of hydraulic excavator for reference.

Keywords: hydraulic system; hydraulic excavator; working device

引言

液压挖掘机目前广泛应用于基础工程建设、自然改造等多个方面, 其中, 液压挖掘机工作装置直接完成挖掘任务, 而液压系统则是面对复杂的机械设备机构用于实现设备动力性、操作性以及节能性等要求。因此, 为实现液压挖掘机的稳定运作, 分析工作装置和系统的设计是必要的。

1 分析设计液压挖掘机工作装置的路径

在计算机水平不断提高的背景下, 以计算机为基础的仿真设计的应用范围越来越广泛, 在对液压挖掘机工作装置进行设计时, 同样以计算机仿真为基础, 以此实现该机械设备工作装置全部特性的全面仿真。

1.1 模型生成设计

在液压挖掘机工作装置的仿真设计中涉及较多设计数据信息, 包括质量中心坐标、设备油缸的工作参数、各个铰点位置的结合参数以及运动装置的运动参数等。所以, 在众多设计数据信息的情况下, 为便于液压挖掘机的工作, 设计人员可以将设计数据信息分为两类, 分别为几何运动参数类和力学参数类, 前者主要包括油缸的几何参数和运动参数等, 后者则是运动参数等。因此, 在开展工作装置设计的信息输入工作时, 设计人员也可以按照这样分类进行输入, 之后, 以几何及运动参数输入和力学参数输入为基础, 利用参数数据库自动生成液压挖掘机的工作装置模型, 由于该模型为计算模型, 所以主要基于该模型进行相关参数输入合理性的判断。如果出现信息数据输入不合理的问题, 相关系统会自动给予提示, 并精准指出与工作装置成立不符的问题, 给出相关合理性要求, 从而便于相关设计参数的调整, 保证液压挖掘机运作质量^[1]。

1.2 分析挖掘力分布特性和工作性能

在设计液压挖掘机工作装置时, 设计人员还需要全面分析该挖掘机挖掘力的分布特性和工作性能, 尤其是运动分析, 从而以输入的集合参数信息为基础进行设备工作范围的确定, 从而掌握液压挖掘机工作装置的挖掘高度、半径和深度等参数。其次, 验证液压挖掘机工作装置各个机构的运动合理性和协调性。针对该工作装置, 主要选用动画模拟的方式对其进行验证, 以铰点以及工作装置相关构件的位置、速度的计算为例, 参照油缸长度、加速度和速度等参数即可, 能够实现精准验证。最后, 计算液压挖掘机工作装置中各个铰点的挖掘力和受力情况, 其中, 挖掘力较为复杂, 由两种力构成, 一是斗杆挖掘时的挖掘力, 二是铲斗挖掘时的挖掘力。在具体计算过程中, 主要在挖掘区域内根据铰点的受力条件和挖掘力的计算条件进行具体挖掘力值的计算, 以此为基础分析液压挖掘机工作装置挖掘力分布特性和工作性能。

1.3 液压挖掘机工作装置参数化设计

对于液压挖掘机工作装置参数化设计而言, 需要使用相关计算机绘图应用软件进行, 通过使用此类软件将挖掘机

工作装置和各个构件的草图绘制出来，比如斗杆具体尺寸和草图等。之后，再利用该软件的草图特征点自动提取功能将拓扑约束和尺寸约束转化为约束方程组，进而完成液压挖掘机工作装置的参数化设计，最后将得到的参数发送到软件中，实现液压挖掘机工作装置的三维设计^[2]。

1.4 工作装置有限元分析，明确设计内容

对于有限元分析环节而言，其主要负责确定液压挖掘机工作装置的准确性和可靠性，在工作具体开展过程中，设计人员主要利用相关软件开展有关构件和工作装置的有限元分析，最后实现液压挖掘机工作装置结构设计。此外，液压挖掘机工作装置由铲斗、动臂和斗杆机构组成，此类工程机械具有较高自由度，但是在其使用过程中具有较大的外负载变化，且承受较多振动和冲击，工作条件也较为恶劣，所以，工作装置设计还需要满足以下几点：第一，工作装置几何尺寸。实际设计过程中，设计人员应考虑该机械设备主要的使用场景，保证工作装置几何尺寸符合作业范围和挖掘机运输尺寸等要求，而且在机械设备运作过程中，其几何尺寸不会出现互相干涉的情况。具体以挖掘力分布特性为基础进行几何尺寸的设计，实现最大挖掘力的同时满足最大经济性的要求，比如可采用主要挖掘区这一挖掘方式。第二，设计液压挖掘机工作装置时，还应尽量减少变形和焊缝，增加构件强度的同时将运动周期缩短，从而保证工作效率、降低相关成本。

2 分析设计液压挖掘机液压系统的途径

在设计液压挖掘机液压系统时，由于此类挖掘机的机构较为复杂，且在运作过程中需要经常性的进行启动和制动，外负载具有较大变化，所以极易对机械设备的运作性能造成影响。因此，应按照以下几个性能要求进行系统设计：

2.1 动力性要求下的设计

所谓动力性要求，主要是充分发挥液压挖掘机发动机的功率作用，但这一作用需要建立在发动机不发生超载现象的基础上实现，从而保证挖掘机运作质量的同时，提升液压挖掘机的生产效率。所以，在液压挖掘机液压系统实际设计过程中，可以采用合流设计方式将挖掘机发动机的功率利用率提高，进而使液压挖掘机应对变化较大的外负载，使液压系统和发动机更加匹配，提升挖掘机相关元件运动速度，从而提高生产效率。

2.2 操作性要求下的设计

由于液压挖掘机运作环境较为恶劣，且具有较多的工作条件，同时在挖掘机运作过程中时常受到较大冲击和振动，所以，在设计液压挖掘机液压系统时需要考虑挖掘机的操作性。在具体设计过程中，应从调速要求和复合操纵性要求两个方面进行设计，在前者的要求下，由于当前时代下科学技术的高速发展，挖掘机对速度调节控制性能具有较高要求，在液压挖掘机工作环境复杂、内外部运作阻力和荷载变化较大的情况下，设计人员应设计良好的调速性能，从而保证液压挖掘机执行元件的可靠性和稳定性。对于后者的要求而言，液压挖掘机在实际工作过程中，需要做出较多种的作业动作，而且在动作执行过程中，其配合较为复杂。所以，在设计液压挖掘机液压系统时，应考虑到液压系统的复合操纵性能要求，保证元件在动作过程中互不干涉，保证独立动作，以此实现液压挖掘机的平稳运作。尤其是行走机构，应规范设计左行走马达和右行走马达的复合动作问题，以及液压挖掘机的直线行驶性，具体方法是保证液压泵油分流供应平衡，避免挖掘机因某一侧行走马达速度降低酿成安全事故^[3]。

2.3 节能性和安全性要求下的设计

在设计液压挖掘机液压系统时，还应考虑到系统的节能性要求和安全性要求，减少流量损耗的同时保证挖掘机运作的安全性。具体而言，由于液压挖掘机工作时间较长，为满足节能降耗的设计要求，还需要开展液压系统的节能设计，这方面的着手点为挖掘机的工作效率。比如，进行液压挖掘机相关执行元件速度条件控制时，由于该系统需要较大流量，甚至比油泵输出流量还要大，所以在液压挖掘机运作过程中会出现流量损耗，为此，需要降低空载回油压力，从而降低能耗。在安全性能方面，由于液压挖掘机工作条件较为恶劣，且受到较大的冲击振动，所以需要在液压系统设计过程中落实过载保护措施，避免出现油泵过载等情况，或是在外负载冲击的影响下造成液压挖掘机元件的损伤。

3 结论

综上所述，工作装置和液压系统对液压挖掘机整体性能、运作质量和运作安全性等方面具有极强现实意义。因此，设计人员应做好工作装置参数、模型生成设计以及有限元分析等工作，并综合考虑液压系统的节能性、操纵性和安全性等，从而保证液压挖掘机平稳运作。

[参考文献]

- [1] 李建松, 丁海港, 赵继云, 等. 超大型液压挖掘机混合式动臂势能回收系统设计及仿真分析[J]. 液压与气动, 2019(7): 33-38.
- [2] 刘畅, 孙健, 石端虎. 液压挖掘机工作装置的动力学建模与分析[J]. 机床与液压, 2021, 49(7): 156-159.
- [3] 刘广军, 刘可臻, 孙波, 等. 基于刚-柔耦合的反铲液压挖掘机工作装置多体动力学分析与仿真[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2021, 49(7): 1053-1060.

作者简介: 付桂山(1986-), 男, 江苏徐州人, 徐州徐工矿业机械有限公司产品研发人员, 从事液压挖掘机研发10余年, 目前负责液压挖掘机的总体设计。