挖掘机可移动配重模块的结构分析及仿真设计

摘要

液压式挖掘机中一个重要部分,它就是配重，跟它的名字一样，它在挖掘机中的地位举足轻重，广泛应用在中大型的液压挖掘机上。配重位于挖掘机转台尾部，由两根连杆搭配两个主副的液压杆与其相连，由挖掘机驾驶员操纵，控制配重的拆卸。配重设计存在的最主要的意义就在于让挖掘机能够稳定地工作，平衡力矩，让挖掘机的重心总是都能够保持在一个回转中心附近，保持这个机器的平衡。挖掘机的平衡也可以把它看作是一个“跷跷板”一样，中间为一个支点，两头的承载力相等时就能平衡，挖掘机就能稳定的进行工作；也就是说以挖掘机的自身回转平台的中心作为支点，配重块和铲斗（自身重量+铲斗载物重+挖掘力）的力矩平衡，这时的挖掘机不能“翘屁股”。本论文主要讨论的是一种可以自动拆卸、安装的挖掘机配重，通过对液压挖掘机结构、配重液压系统、各种工作工况下的稳定性能进行了分析说明，并对其进行校核，使得配重能够符合使用要求。

关键词：液压挖掘机；可移动配重；稳定性

目录

1 绪论 1

1.1 选题的目的和意义 1

1.2 国内外挖掘机发展史及研究现状 1

1.2.1 国外挖掘机发展史及研究现状 1

1.2.2 国内挖掘机发展史及研究现状 2

2 配重机构的功能及组成 4

2.1 配重的主要形式 4

2.2 液压挖掘机配重的功能及结构 4
2.3 挖掘机配重的工艺流程 4
2.4 挖掘机可移动配重的装卸流程 5
3 可移动配重的设计 7
3.1 可移动配重设计的必要性 7
3.2 可移动配重的总体结构设计 8
3.3 可移动配重原理 9
3.4 配重液压系统设计及其工作原理 9
4 挖掘机稳定性的分析 11
4.1 影响挖掘机稳定性的因素 11
4.2 挖掘机平衡分析 11
4.3 转台平衡的要求及布置 14
4.4 稳定性处理原则 15
4.5 多种工况下挖掘机稳定性分析及配重机构的工作状况 16
5 挖掘机可移动配重模块机构仿真设计 19
5.1 配重模型的建立 19
5.2 回转支承座三维模型建立 19
5.3 连接部分三维模型建立 20
5.4 利用 SolidWorks 建立三维模型运动仿真 20
6 结论 23
参考文献 25

1 绪论

1.1 选题的目的和意义

液压挖掘机是我们日常生活中最常见的大型工程机械了，普遍用于道路施工、矿石挖掘、国防的实力设施建设。在工程建设中有着“老大哥”的地位，在工地上随处可见。近些年来，由于国家的快速发展，大力修建设施，挖掘机的用处以及需求量越来越大，所以对液压挖掘机的改进和创新应该重视起来，挖掘机配重机构的优化设计已经迫在眉睫。挖掘机稳定性的指的是在整机自身重量和外部作用载荷力的作用下，是否还能够稳定的进行作业，而不发生倾斜的的能力。挖掘机稳定性的好坏更是关系到驾驶员的安全，特别是在一些环境恶劣的条件下进行挖掘作业，如果挖掘机出现失稳那直接影响到人的生命安全。不仅如此，稳定性的好坏与否对于整个机器的影响也很大，它影响到挖掘机能否正常的发挥出其性能；而且配重跟回转平台相连接，更是直接影响到跟其相关部件的使用寿命。挖掘机在工作时，动臂前伸，外部的载荷力会对因为挖掘方向的改变而改变，会让挖掘机有前后倾覆的趋势就像人骑自行车在下坡时，只有按后刹才不会向前倾，而挖掘机的这种力只能通过机器自重和配重来平衡。因此，配重的选取直接影响到挖掘机的稳定性。

1.2 国内外挖掘机发展史及研究现状

1.2.1 国外挖掘机发展史及研究现状

液压挖掘机最早的有的时候可以追溯到16世纪初的欧洲的意大利，当时因为蒸汽机的出现，所以机械的发展迅速，发展至今已经快有180余年的历史了。经过长时间以来的经验积累，从一开始的机械式挖掘机到现如今的液压挖掘机；铁皮外壳人工灌装混合物的配重到现在的铸铁配重，等等一些列的变化都取得了惊人的进步。

回看液压挖掘机的技术发展史，大概有三次技术飞跃的经历：第一次是工业革命，动力设备（包括汽油机、柴油机）的问世，这就让挖掘机有了动力源泉；第二次是液压传动技术的引入以及普遍应用，这使得挖掘机械在进行传动时更加的理想化；第三次是电子控制技术的兴起，使得液压挖掘机的自动化控制体系逐步建立和完善，向着工业自动化、智能化等方向飞速发展。而且现在研究的方向主要从液压控制元件的制造和控制系统的方面着手完善。

直至目前为止的挖掘机可以分为很多不同种类，可根据作业循环方式、用处、动力装置、传动方式、行走装置形式分类。现在市面上采用最多的挖掘机还是液压传动为主的，液压传动最大的好处就是具有四两拨千斤的特点，所以应用广泛，一般主要指以液压为驱动的工作装置的动作为提供液压传动，提供动力的工作装置一般就是液压泵，由液压泵泵入的压力油，经过各个辅助原件（油管、油箱、过滤器、管接头）和不同的控制元件（限压阀、换向阀、单向阀），各种控制阀到达执行元件（液压缸、液压马达），最后用液压缸或液压马达驱动各个执行元件，从而直接实现各个工作设备的运转。

1.2.2 国内挖掘机发展史及研究现状

早在二十世纪五十年代我国就已经开始了液压挖掘机的研发工作，抚顺挖掘机厂模仿前苏联的挖掘机生产出了第一台斗容量为 1 立方米的单斗机械式挖掘机，1958 年才开始自主研发，之后虽然也研发出了一些比较成熟可靠的产品，但是因为当时的技术还不太发达，挖掘机发动机、液压系统以及在当时的社会背景的影响下，挖掘机的质量和产量都没有保证，而且与国外相比相差甚远。不过自从实施改革开放后，国产液压挖掘机已经开始进入到了一个新的时期。随着国家的改革，也随之出现了一大批的实力较为强大的生产企业，机械制造开始了史无前例的飞速发展。从 1994 年开始，像汽车一样，国外一些知名的挖掘机制造企业也先后与国内的挖掘机企业合资共同生产挖掘机，不过都是他们出技术，我们出力，比如成都神钢，合肥日立，小松山推，徐州卡特等都是合资企业。综合来看，到目前为止，国外挖掘机企业还是在中国市场占主导地位，占据了市场 80%左右的市场份额。不可否认，人家的挖掘机技术的确比我们优秀许多，不过仍有值得高兴的地方，我们中国的民族品牌的挖掘机企业这几年来也有了很大的发展，市场份额也有所提升，竞争力也在增强。

在之后很长一段时间当中，随着新中国改革和开放的进一步的深入，以及一些方针路线政策的出台和实施，国家对社会主义现代化建设和项目投资的能力和规模开始逐渐增大，俗话说：没有金刚钻别揽瓷器活，所以人们对液压挖掘机的质量要求也愈加急切。根据国家相关部门针对这一领域大数据进行统计分析，我国工程机械市场的需求量变得愈加旺盛，而且这一数字情况还是逐年增长，这无疑将成为国产液压挖掘机的一个新契机，也将带来挑战。要继续努力开发优秀的国产液压挖掘机技术产品，已经刻不容缓，迫在眉睫了。

对于美国、德国、日本等发达的工业国家工程机械的研究发展可以看出，我们国家跟他们的差距还很大。随着其他技术层面的完善，近十多年以来，液压挖掘机的发展方向主要围绕着提升其可靠性和效率、降低成本为主要的研究方向，既要抓大的方向，小的方向也不能落下。

2 配重机构的功能及组成

2.1 配重的主要形式

在结构上可以分为铸造型配重，也叫可移动式配重，简而言之就是根据模具铸造成一定形状。第二种是钣材加工型，第三种配重是用钣金焊接成箱体后，向箱体内部加入一定量的灌装混合物做成，这种配重又被叫做固定式配重，一般中大型的挖掘机的配重都采用这种结构。

2.2 液压挖掘机配重的功能及结构

液压挖掘机是否能稳定的工作，对挖掘机整机性能的影响很大，挖掘机稳定性的良好不但可以保证在工作当中人机的安全，而且还能够使挖掘机在作业范围内有能充分发挥工作性能的能力。并且提高稳定性的同时还可以减少挖掘机回转支承在使用时的磨损程度，使其磨损均匀，从而提高挖掘机回转机构的使用寿命。液压挖掘机的工作装置为悬臂结构。在进行实地作业时，挖掘机动臂机构像杠杆一样，挖掘物体载荷的作用力会给整机一个很大的力矩，这个力作用在回转机构上，给挖掘机一个撬动的趋势，随着挖掘过程中承受阻力方向的变化，挖掘机机体有时向前倾斜，有时向后倾斜。而这种倾覆力只能够依靠挖掘机机体的重量和挖掘机转台后部的配重来平衡，使挖掘机在各挖掘工况下稳定并安全地工作。挖掘机配重放置在转台尾部，由两根连杆搭配两个主副的液压杆与其相连，两根连杆的另一端连接到回转平台支承上。当挖掘机进行一次挖掘操作都会向前或者往后产生一定的力矩。因此，配重或载荷的选择会直接影响到整台挖掘机在运行作业作业中的稳定性，所以，一般而言，每台挖掘机所需要配重的重量都应该是固定的。配重的作用是为了让挖掘机在正常工作状态下能够保持平稳的运作，减少挖掘机在正常工作状态下的晃动。

所以，配重最主要的特性指标之一就是质量。配重模块采用金属板材加工焊接而成的箱体结构，通过填装物调节重量。灌装物从上部的开口处经过灌装管道进入箱体内部，再进行灌装材料的混合比例调节，改变灌装物的比重，从而使得配重重量达到要求。

2.3 挖掘机配重的工艺流程

现在市面上的一些挖掘机配重是铸铁的，还有少数中大型挖掘机也会使用铸铁配重，铸铁配重需要模具，浇筑、开模、打磨、漆膜等工序，成本很高，

保养费用高，但是密度大，美观结实，档次高，报废了还能回炉。

以前的配重大多是铁皮外壳的固定式配重，里面浇注水泥混合物，外壳用薄板下料、冲压、焊接、打磨等成形，然后向里浇注水泥混合物，有时还要加入石头、铁矿石或是废铁，进行振荡处理，填满间隙。水泥混合物中的混合物比例要根据配重的设计密度来制定，前几此配重浇注时，需要多次少量，浇注一点就需要上磅或者用其他设备找一下重心和重量，根据重心位置和重量确定下一次浇注地点和加料的种类，每次记录下每种料的重量和注意事项，经过几次浇注配重达到设计要求后，就封住浇注口完成。但是想要调整配重质量的时候就非常的麻烦了。

2.4 挖掘机可移动配重的装卸流程

正常的挖掘机配重都是固定式的，里面是水泥之类的填充物，不过现在常用的挖掘机配重都是实心铸钢，别看它小，但是它比水泥的密度大，非常的重，而且这种挖掘机分量一般都很大。按照以前的方法，一旦挖掘机吨位超过 40 吨，仅仅依靠挖掘机自身是无法对配重进行拆装的，所以工人们在转场运输时就需要用到起重机和平板车等工程车辆的配合，才能完成转运。因为大型液压挖掘机的重量比较大，它的运输受到了道路法律法规的制约，大型液压挖掘机需要分解之后才能运输，这其中配重的比例就占了挖掘机总重的五分之一重，再加上配重本身的结构简单，与它连接的零部件也不多，它的拆卸也不会对整个机器的性能造成不良影响，所以拆卸配重分别进行运输也就成了大型挖掘机首选的方案。然而野外施工现场环境复杂，场地凹凸不平，借助其他设备多有不便，为了解决这一难题卡特彼勒公司便开发出多种可拆卸式配重，就拿重达 12 吨的配重为例，它比传统配重多了一种自动拆装的装置，能够更加方便快捷地完成拆装工作。在安装时，先由挖掘机将配重竖立在平地上，再由工人指挥挖掘机倒车到相应位置，使配重的导向槽与挖掘机安装座的导向快一一对应，在连接好铁链后，就可以将配重吊装到位并进行加固了，可以说工人在整个过程中是丝毫不费一点力气，只要最后拧拧螺丝就能完事了。

在结构的设计上，可移动配重机构主要是运用了连杆机构的工作原理，一头连着车架，一头连着配重块，它不仅实现了配重从地面吊装到车架上或是从车架上拆卸到地面上的作业过程；而在液压系统方面，利用了挖掘机主泵提供给连杆机构的动力，通过了换向阀组控制了两个液压缸的伸缩，这就实现了配重的吊装。这样可以不需要借助大型的起重设备的情况下，利用液压挖掘机自生的能量，就可以实现挖掘机配重的自动装卸过程。

而且配重结构是经过特殊设计的，第一个就是上面吊耳的耳板的宽度是要能够承重整机的；第二个就是配重的内部结构是跟上面吊耳的受力是整体式的，内部有特殊的加强结构；第三个就是配重与底板的安装是单边单侧都有三颗固定螺钉，普通机型的话就是单边两颗螺钉，这样的话它的受力结构和强度就要好得多。挖掘机的配重模块在很大程度上影响了挖掘机的效率、稳定性也关系到挖掘机的正常工作、安全和使用寿命等等，可以说配重块是挖掘机上不可或缺的一部分。

3 可移动配重的设计

3.1 可移动配重设计的必要性

在工程机械设备上都有配重的存在，配重的存在能够让机械设备的重心靠近回转中心，保证整机的稳定性，减小对回转支承的磨损阻力让回转平台上部工作时能快速平稳的回转。挖掘机配重的设计布局中，如果稳定性和安全性考虑不够，就会导致在工作的时候晃动严重，甚至是翻车。如下图 3.1 所示，传统的固定式配重是安装在回转平台尾部的，里面一般都是混合的灌装物，安装与拆卸都非常不便。而且挖掘机配重的重量是在整机组装完成后，由不同的铲斗型号、不同的挖掘机型、不同的工作场地以及物料密度所决定的，最后才装上去的。就好比相同机型、相同铲斗，一个在土壤水分多的地方挖掘，物料密度就大，需要增加的配重就大；在土壤水分少的地方挖掘，物料密度就小，需要的配重就小。采用固定式的配重，在作业的时候挖掘机的重心位置是会变化的，这样就没有办法调整配重的位置。而且使用固定式配重时，配重的位置和质量已经确定了。但是如果挖掘的半径增大，挖掘机就会产生一个很大的倾覆力，很大程度上降低了整机的稳定性和安全性。因为挖掘机失去了稳定性，就可能让挖掘机发挥不出该有的性能，造成资源浪费和不和挽回的损失，所以可移动配重随着时间的推移会逐步取代固定式配重。



图 3.1 固定式配重

3.2 可移动配重的总体结构设计

挖掘机可移动配重系统的结构主要由液压传动（图 3.2）和机械（图 3.3）两个部分组成。回转平台上的支承座以及两个连杆（主臂和副臂）构成了机械的部分;而挖掘机的液压泵、主杆和副杆的液压缸和各种阀门等元件组成了液压传动的那部分。这两大部分通过主副两个杆的液压缸连接起来。挖掘机的主泵提供给主杆和副杆的液压缸动力，通过控制换向阀来做到两个液压缸来回运动，从而带动两个杆分别绕一个铰接点转动，挖掘机配重的拆卸和吊装作业才能做到。

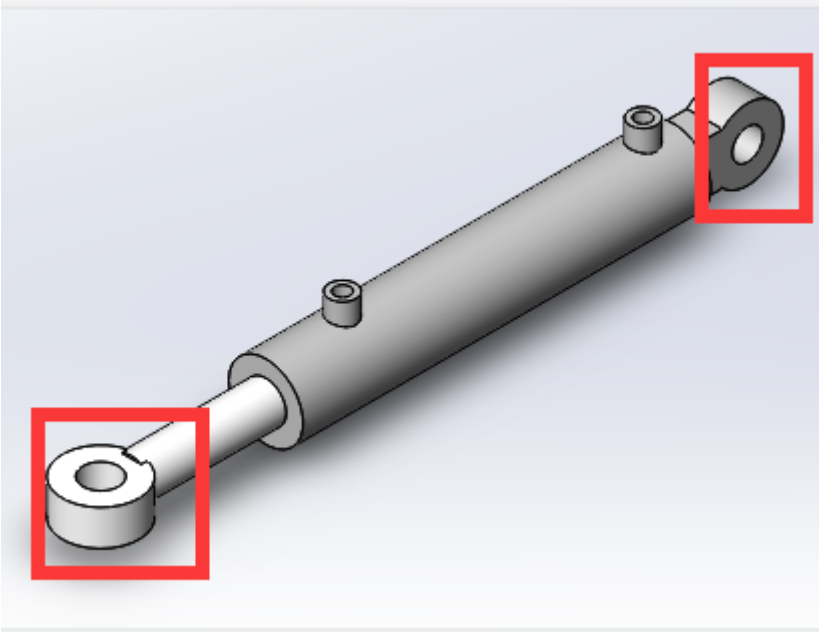


图 3.2 可移动配重液压部分

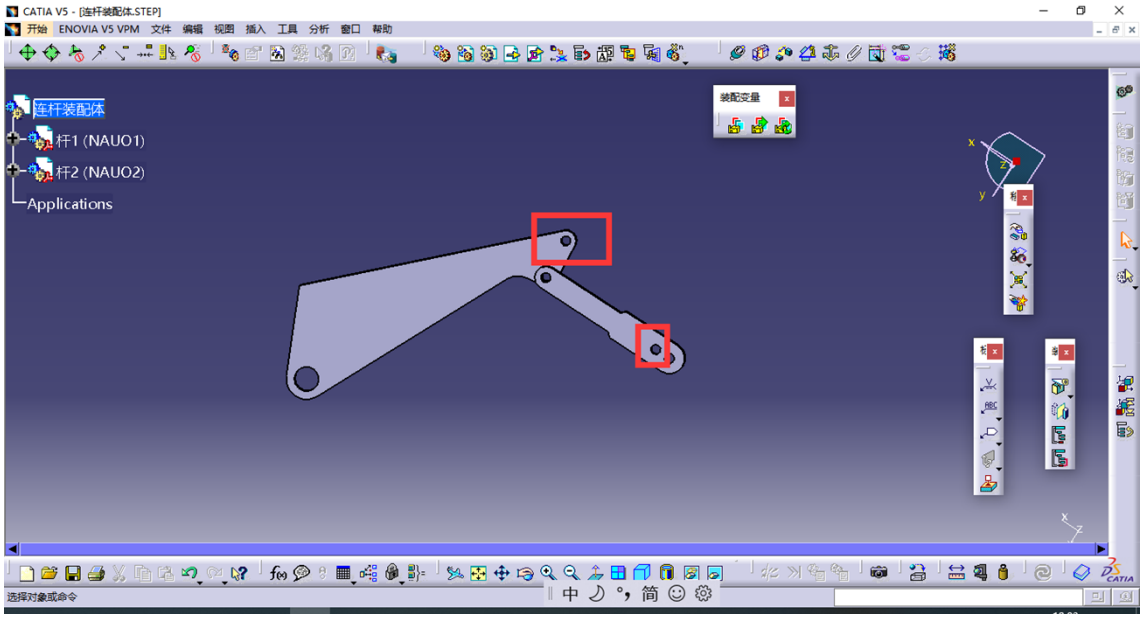


图 3.3 可移动配重机械连杆部分

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：
https://d.book118.com/908044074136007036