

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 电梯液压缓冲器动态测试系统的方案设计

学生姓名： 颜淇源

学 号： 201810300786

系 部： 电梯工程学院

专 业： 机电一体化技术

班 级： 机电 1181

指导老师： 李文滔

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、设计任务.....	2
(一) 研究背景及意义.....	2
(二) 国内外研究现状.....	2
(三) 设计的内容.....	3
二、电梯液压缓冲器的介绍.....	4
(一) 缓冲器主机的基本构造与特点.....	4
(二) 缓冲器的基本参数.....	5
三、电梯液压缓冲器关键零件的强度计算.....	7
(一) 主要技术要求.....	7
(二) 缓冲器轻量化的设计.....	8
四、液压缸的设计.....	10
(一) 液压缸的主要形式及选材.....	10
(二) 液压缸的压力.....	10
五、设计成果.....	13
参考文献.....	14
致 谢.....	15

电梯液压缓冲器动态测试系统的方案设计

[摘要]

缓冲器是一种以液体为工作介质，用来传递能量以实现各种工作要求的机器。它一般由主机、动力系统及液压控制系统三部分组成。动力系统主要提供缓冲器本体工作时所需要的高压液体，并接收回程排回的低压液体，此外，对工作液体的检测、过滤、搅拌及冷却，以保证工作液体处于最佳工作状态。本文首先介绍了电梯液压缓冲器的基本构造及特点、基本参数、使用方法及使用范围，接着对缓冲器关键零件的强度计算，最后提出关键零件的优化设计策略，包括液压缸的主要形式及选材、液压缸的压力、液压缸的输入力与输出力、液压缸的输出速度、液压缸的功率、小液压缸的主要参数计算。

[关键词] 电梯液压缓冲器 强度计算 液压缸

一、设计任务

（一）研究背景及意义

我国的预应力结构预应力技术在不断的进步。比如说各种钢结构的吨位越来越大，桥梁的跨度也变大，楼房建筑逐渐往高层和超高层发展，以及锚具的间距随着水泥强度的提高明显的缩小了。由于建筑施工的工作范围变得小了，所以对施工机械和设备的体积、重量的要求变得更加严格。而缓冲器作为施工机械设备的重要组成部分，对它的轻量化个小型化的要求会越来越高。现在，发达国家的用户对缓冲器重量和尺寸的要求已经非常的严格。用户下订单时，其中一个重要的要求就是缓冲器的重量和体积，因此，国内外为了把缓冲器的重量和体积减小，都在坚持不懈的为满足施工需要的要求努力着，比如说会元素高强合金钢和部分轻金属作为材料，在设计方面优化结构，选择可靠性强的动静密封零件使用在密封上等。通过现在对产品的分析我们可以了解到，国内的一些缓冲器产品的技术参数比国外的低级，所以我们要努力改进生产技术，让我国的缓冲器产品的技术水平尽快的赶超国外。

因为缓冲器的市场竞争非常激烈，而且它的结构也很特别，所以缓冲器的材料生产成本在制造成本里占得比重很大。对降低产品的制造成本和重量、降低实物样品实验情况、缩短产品的开发周期和提高企业的经济效益有着很大的影响。本设计通过把 YCW250 缓冲器结构作为研究对象，然后和企业的产品设计和制造情况相结合，在不使用新材料的基本构件的基础上，对缓冲器的关键零件建模的参数进行分析和优化，并在上面进行优化的前提下用高压处理的方法提高油缸缸体的强度，使用导向环和新型密封件来保证缸体密封以后的密封性能，这样就增强了产品工作的可靠性，减少了缓冲器的尺寸和重量，从而给缓冲器的设计和实验提供了依据和指导。

（二）国内外研究现状

缓冲器的工作装置是通过刚性顶举件进行性的，一般会作为车辆修理和其它支撑、起重的工作被用在交通运输和厂矿等部门等。缓冲器的结构具有非常好的灵活性、坚固性和可靠性，一个人就能携带和操作。根据工作原理缓冲器可以分为两种类型：机械和液压。因为机械式缓冲器操作不方便，起重量小，所以它通常只用在机械的维修上。而液压式缓冲器的工作稳定性好，有自锁作用，结构也

非常紧凑，所以它的应用范围非常广。通常电梯液压缓冲器被分为专用和通用两种类型。其中，通用电梯液压缓冲器对起重高度不大的起重作业非常合适。而专用电梯液压缓冲器也是专用的张拉机械，它能够在制作预应力混凝土构件的时候对预应力钢筋施加张力。专用电梯液压缓冲器通常是双作用式的，有椎锚式缓冲器和穿心式缓冲器两种类型，穿心式缓冲器是由活塞、穿心套和油缸组成的，一般会用在钢丝束或张拉钢筋上。它的特点是由钢筋（或钢丝）穿入拉伸机轴心的穿心孔道，然后通过尾部的工具锚进行锚固，一般会在基础沉降、静力压桩、桥梁维修、电力维护等方面使用。在这篇设计中，进行优化设计的对象就是液压穿心式缓冲器。

自从建国以后到改革开放以来，我国的缓冲器行业发展的比较缓慢，通常是国防尖端或工业领域对缓冲器的使用比较多。在改革开放以后的时间里，我国的经济建设迅速发展，国民收入也不断提高，因此对缓冲器的需求也增加了。在上个世纪九十年代以后，国内对缓冲器的需求不断增加，我国缓冲器的增长速度也已经高出了全球水平很多。

通过在缓冲器中使用虚拟样机技术，设计人员可以在不同的虚拟环境里模拟缓冲器的受力情况和整体的受力情况，然后很快的得出多种设计方案，然后在其中得到系统优化设计方案。

液压技术是以液体（主要是矿物油）为工作介质，实现能量传递、转换、分配及控制的一门技术。液压技术的发展总是与当代的高新技术紧密结合在一起的。二十世纪四十年代控制论的诞生，极大地促进了液压技术的快速发展，使其应用范围逐渐扩大，不仅在国防领域具有不可替代的地位，而且已经渗透到国民经济的各个行业，液压技术发展与应用的程度已成为衡量一个国家工业发展水平的重要标志。近年来，液压技术与微电子技术、计算机技术、传感器技术等结合，使其又产生了飞跃性进步。

（三）设计的内容

本设计的主要内容是电梯液压缓冲器的基本构造及特点、基本参数、使用方法及使用范围，接着对缓冲器关键零件的强度计算，最后提出关键零件的优化设计策略。

二、电梯液压缓冲器的介绍

缓冲器是一种以液体为工作介质，用来传递能量以实现各种工作要求的机器。它一般由主机、动力系统及液压控制系统三部分组成。动力系统主要提供缓冲器本体工作时所需要的高压液体，并接收回程排回的低压液体，此外，对工作液体的检测、过滤、搅拌及冷却，以保证工作液体处于最佳工作状态。而液压控制系统主要是将动力系统提供的高压液体在准确的时间和地点输送到所需的工作处，并将油缸排回的低压液体输送回动力系统。在本文中以缓冲器的主机结构为研究对象。

（一）缓冲器主机的基本构造与特点

1.基本构造

轻型缓冲器主机主要由三大部分组成，一是由油缸、穿心套、定位螺母、大堵头、后密封板、后压紧环及其密封件组成的“不动体”；二是由活塞及其密封件组成的“运动体”；三是便于吊运的提手部分。如图 2.1 所示：

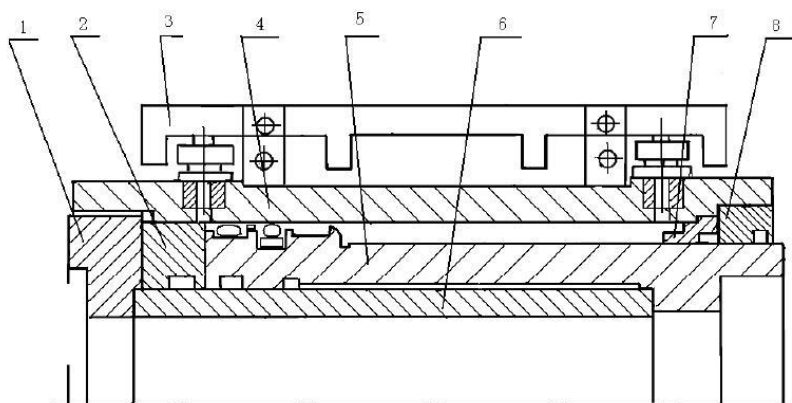


图 2.1 缓冲器构造示意图

2.基本特点

（1）工作压力较高：工作压力为 50~80MPa，而通常工程液压系统为 35MPa 以内。由于对缓冲器的重量要求苛刻，工作时要求绝对安全，因此，在对构件的强度、材料及结构等方面的设计选择提出了更高要求。

（2）高压缸体的直径较大，径比（缸体的外径/缸体的内径）较低且在工作中缸体的变形较大，因而在活塞的动密封以及端部的静密封的设计选择存在较大的难度，尤其在缸体减薄后该矛盾更为突出。

(3) 重量的分布：缓冲器主要由七个零件组成，即缸体、活塞杆、穿心套和两端的端盖和相应的密封导块。一般缸体约占总重的 43%，其次是活塞杆和穿心套。因此，缓冲器轻量化重点首先考虑缸体，其次是各个部件的优化设计。

(5) 工作环境较差且实际操作粗放：缓冲器常于温度变化大且多为风雨泥沙环境工作，操作工人技术参差不齐等，这样条件在研制设计中都必需加以考虑。

(6) 有利因素：

1) 基于液压传动原理，执行元件（油缸及活塞）结构简单，结构上易于实现较大的工作压力和较长的工作行程，因此适应性强；

2) 由于执行元件的结构简单，具有灵活布置的特点，因此可以根据工艺要求来进行多方位的布置；

3) 因为缓冲器的工作速度较低，所以其寿命周期在万次以内。工作温度对金属材料的性能无明显影响。因此对于主要零部件的疲劳强度和材料高温性能等问题可以不作更多的考虑。

(二) 缓冲器的基本参数

基本参数是缓冲器的基本技术数据，是根据缓冲器的工艺用途即结构类型来确定的，它们反映了缓冲器的工作能力及特点，也定下了缓冲器的轮廓尺寸及本体重量。为了使产品系列化、通用化和标准化，以尽可能少的规格和尺寸，来充分满足多种多样的工作要求，从而大大简化设计工作及制造工作，有利于组织专业化生产，降低成本，提高产品质量，且便于维修，制订出了各种缓冲器基本参数的标准系列。系列缓冲器有 100、150、250、400、500、650 等多种规格，行程均为 200mm，其技术性能见表 2.1。在张拉不同类型、不同规格的锚固体系时要选择不同规格的附件。

下面选择密切相关的几个基本参数作介绍：

(1) 公称张拉力（主参数）：缓冲器名义上能发出的最大力量，反映了缓冲器的主要工作能力；

(2) 公称油压：缓冲器在工作行程时作用于活塞上的最大油压；

(3) 张拉活塞面积：缓冲器在工作时活塞的工作面积；

(4) 回程活塞面积：缓冲器在回程时活塞的工作面积；

(5) 回程油压：缓冲器在回程时作用于活塞上的油压；

(6) 张拉行程：活塞能移动的最大距离，它直接影响油缸和活塞及其相关零件的长度；

(7) 主机质量及外形尺寸：缓冲器工作的空间及轻便程度。

三、电梯液压缓冲器关键零件的强度计算

(一) 主要技术要求

1. 环境条件

采用 50°C、运动黏度为 12.60mm²/s、杂质直径不大于 137μm 并具有一定防锈能力的工业用油（根据气温及使用压力选择不同牌号的油）。

当采用聚氨酯材料制造的密封圈和防尘圈时，应注意周围环境和液压油的防水、防潮。

2. 使用性能

(1) 缓冲器行程及行程允许偏差见表 3.1。

表 3.1 行程及其允许偏差 (mm)

行 程	0~250	250~500	500~1000
行程允许偏差	0~5	0~10	0~15

(2) 空载运行性能

空载时缓冲器不得有外泄漏；缓冲器启动油压应小于公称油压的 4%。

(3) 在公称油压下满载运行性能

内泄漏性能：使用压降法测量电梯液压缓冲器内泄漏量时，5 分钟内压降值应小于公称油压的 5%；使用沉降法测量电梯液压缓冲器的内泄漏量时，5 分钟内活塞回缩量不得大于 0.5mm，两种方法具有同等效力。外泄漏性能：进行内泄漏性能试验时应无外泄漏。

(4) 在 1.25 倍公称油压下超载运行性能

应无外泄漏和异常变形；油缸外径变形应与油压变化呈线性关系；卸荷后无残余变形，表面无划伤。

(5) 长期运行性能

拉速度为 0.20mm/s~1.0mm/s，回程速度不小于 0.9mm/s。在公称压力和设计规定流量的条件下，工作行程不应少于缓冲器张拉行程的 2/3，累计运行时间不应少于 200h，或往复动作次数如下：当公称压力小于或等于 600KN 时，往复动作次数为 1 万次；当公称压力大于 600KN 至 1200KN 时，往复动作次数为 0.5 万次；当公称压力大于 1200KN 至 5000KN 时，往复动作次数为 0.3 万次。在接近试验室试验工况下进行，累计运行时间不应少于 200h。

(6) 缓冲器负载效率不应低于 90%。

(7) 制造要求

油缸、活塞、活塞杆和穿心套等液压滑动表面的表面粗糙度为：外圆表面不大于 $0.4\mu\text{m}$ ，内孔表面不大于 $0.8\mu\text{m}$ 。油嘴接头联结螺纹可优先选用 M16×1.5。

缓冲器外露表面一律应做好防锈处理，表面色泽应均匀发亮。装配不得使用有缺陷的密封圈、防尘圈。图 3.1 为缓冲器中主要尺寸示意图。

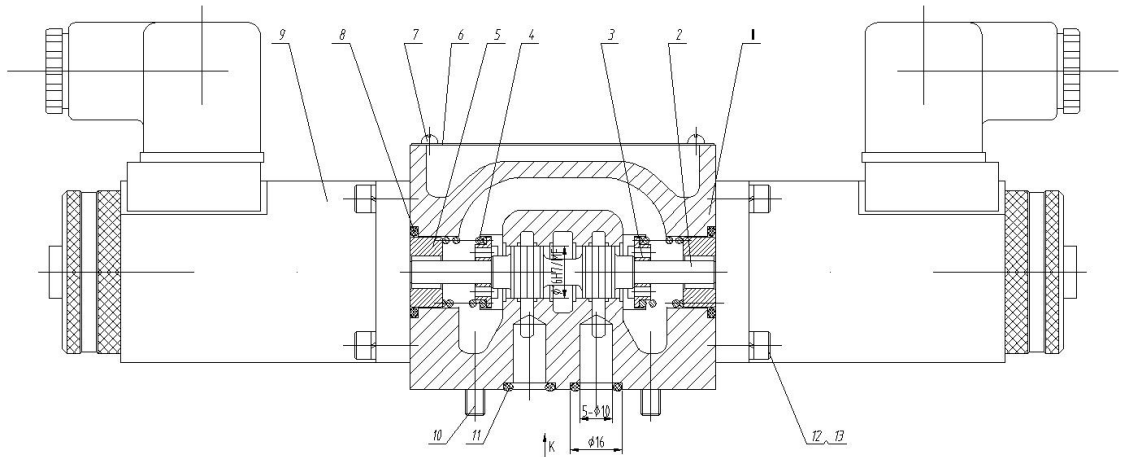


图 3.1 缓冲器主要尺寸示意图

(二) 缓冲器轻量化的设计

因为缓冲器在工作中其高压腔承受 40~80MPa 的油压，因此保证缓冲器主机在高压下正常、安全、可靠地工作是设计者首要确保的问题，同时应减轻缓冲器的质量和减小缓冲器的体积。如在材料上选择高强度合金钢和部分轻金属；设计上在安全的前提下减小安全系数以进行结构优化；在密封上尽可能选用可靠的动静密封元件等。

1. 油缸的高压处理

选用弹塑性理论为设计原理，利用厚壁圆筒的自增强机理对缓冲器油缸进行高压处理，从而使缸壁内应力分布均匀化，达到提高缸体强度的目的。同时可通过高压处理可排除材质有隐患的和不合性能要求的油缸，保证缓冲器在工作寿命周期中的绝对安全。

2. 新型密封装置的采用

现有缓冲器的活塞密封采用 Yx 形圈、O 形圈及挡圈，加上铜质导向块，当工作压力过高、筒体减薄以及温度增加时都容易使密封失效。又因为活塞较长而

导向距离很短，所以对活塞运动的导向不利。在高压端静密封采用 O 形圈加挡圈结构，其自适应超压能力较差，在压力升高及缸壁减薄后密封性能差。本文将采用新型的活塞动密封结构以及自紧式的超高压密封系统取代原有结构，以适应筒壁减薄以及进一步提高工作压力下动、静密封的可靠性和工作寿命。

四、液压缸的设计

(一) 液压缸的主要形式及选材

液压缸能将液压能转换为机械能，用来驱动工作机构作直线运动或摆动运动。它是液压执行元件。液压缸由于结构简单，工作可靠，除单个使用外，还可几个组合或与杠杆、连杆、齿轮齿条、棘轮棘爪、凸轮等其他机构配合，实现多种机械运动，因此应用十分广泛。

液压缸有多种类型。按结构特点可分为活塞式、柱塞式和组合式三大类；按作用方式又可分为单作用式和双作用式两种。

由于液压缸要承受较大压强，故液压缸采用：45号钢活塞式单作用液压缸。

(二) 液压缸的压力

1. 额定压力 P_n :

也称为公称压力，是液压缸能用以长期工作的最高压力。油液作用在活塞单位面积上的法向力图 3.1。

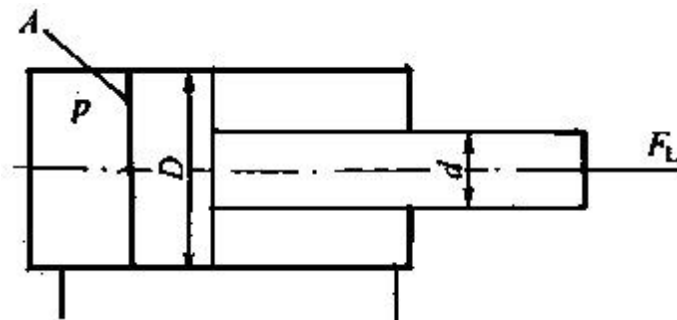


图 3.1 液压缸的计算简图

2. 工作压力 P :

由于活塞的重力大约在 $G=10\text{ N}$ 左右，要远比物体的重力小，所以可以忽略不计。

$$\text{所以 } P = \frac{F_L}{A} = (G+G)/A = 3.001 \times 10^4 \div (3.14 \times 0.175 \times 0.175)$$

$$= 2.96 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\approx P_n = 2.96 \times 10^5 \text{ Pa}$$

3. 最高允许压力 P_{\max} :

也称试验压力，是液压缸在瞬间能承受的极限压力。通常为

$$P_{\max} \leq 1.5P_n = 1.5 \times 2.95 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$=4.42 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\approx 0.442 \text{ MPa}$$

3. 液压缸的输入力与输出力

(1) 液压缸的理论输出力 $F_{出}$ 等于油液的压力和工作腔有效面积的乘积, 即

$$F_{出} = pA = AG = 3 \times 10^4 \text{ N}$$

由于液压缸为单活塞杆形式, 因此两腔的有效面积不同。所以在相同压力条件下液压缸往复运动的输出力也不同。由于液压缸内部存在密封圈阻力回油阻力等, 故液压缸的实际输出力小于理论作用力。

(2) 液压缸的理论输入力:

$$F_{入} = F_{出} \times A_1 \div A_2 = 3 \times 10^4 \times (0.1752 \div 0.1252)$$

$$= 3 \times 10^4 \times (0.030625 \div 0.015625)$$

$$= 3 \times 10^4 \times 1.96$$

$$= 5.88 \times 10^2 \text{ N}$$

式中: A_1 表示小液压缸的横截面积, $0.01(\text{m})$ 表示小液压缸的半径, A_2 表示大液压缸的横截面积, $0.0175(\text{m})$ 表示大液压缸的半径。

4. 液压缸的输出速度

(1) 大液压缸的输出速度

$$v = \frac{q}{A} = nSA_1/A_2 = 20 \times 0.13 \times 0.00926 = 0.0241 \text{ m/min}$$

$$q = nSA_1 = 20 \times 0.13 \times 3.14 \times (0.01)^2 = 8.16 \times 10^{-6} \text{ L/min}$$

式中: V 为液压缸的输出速度; q 为输入液压缸工作腔的流量; A_2 为大液压缸工作腔的有效面积; A_1 表示小液压缸的横截面积; $n=20$ 表示小液压缸每分钟回程 20 次; $S=0.13 \text{ m}$ 表示小液压缸工作行程为 130 mm

(2) 速比 λ_v

$$\lambda_v = \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

式中: V_1 为活塞前进速度; V_2 为活塞退回速度; A_1 为活塞无杆腔有效面积; A_2 为活塞有杆腔有效面积。

5. 液压缸的功率

(1) 输出功率 P_0 : 液压缸的输出为机械能。单位 W , 其值为:

$$P_0 = Fv = 3 \times 10^4 \times 0.0241 = 723 \text{ W}$$

式中：F 为作用在活塞杆上的外负载；v 为活塞平均运动速度。

(2) 输入功率 P_i ：液压缸的输入为液压能。单位为 W，它等于压力和流量的乘积，

$$\text{即 } q=nSA_1=20\times 0.13\times 3.14\times (0.01)^2=8.16\times 10^{-5}\text{L/min}$$

$$p_i = pq=2.96\times 10^5\times 2.5\times 10^{-5}=740\text{ W}$$

式中：p 为大液压缸的工作压力；q 为大液压缸的输入流量。

由于液压缸内存在能量损失（摩擦和泄露等），因此，输出功率小于输入功率。

6.小液压缸的主要参数计算

(1) 小液压缸的输出力等于大液压缸的输入力，即：

$$F=588\text{N}$$

(2) 小液压缸的流速为：

$$V=(A_{\text{大}}/A_{\text{小}})\times V_{\text{大}}=175\times 0.0241=4.2175\text{ m/min}$$

(3) 小液压缸的流量为：

$$q=nSA_1=20\times 0.13\times 3.14\times (0.01)^2=8.16\times 10^{-6}\text{L/min}$$

五、设计成果

本设计是针对 250 缓冲器的优化改进而进行的，缓冲器是一种以液体为工作介质，用来传递能量以实现各种工作要求的机器。它一般由主机、动力系统及液压控制系统三部分组成。动力系统主要提供缓冲器本体工作时所需要的高压液体，并接收回程排回的低压液体，此外，对工作液体的检测、过滤、搅拌及冷却，以保证工作液体处于最佳工作状态。本文首先介绍了电梯液压缓冲器的基本构造及特点、基本参数、使用方法及使用范围，接着对缓冲器关键零件的强度计算，最后提出关键零件的优化设计策略，包括液压缸的主要形式及选材、液压缸的压力、液压缸的输入力与输出力、液压缸的输出速度、液压缸的功率、小液压缸的主要参数计算。缓冲器在我国有着广泛的应用空间，设计优化工作还需要我们不断优化探索。

参考文献

- [1] 龚先兵. 超薄缓冲器整体同步顶升桥梁技术的应用[J]. 公路工程, 2019:112.
- [2] 付奇, 刘旭. 矿用液压支架缓冲器泄漏原因与排除对策分析[J]. 润滑与密封, 2009, 09:120-123.
- [3] 王振华. 缓冲器实验设备的设计研究[D]. 长安大学, 2013: 23-31.
- [4] 谢海东, 王军. 基于 SolidWorks 新型卧式缓冲器设计[J]. 机械, 2010, 05:53-55.
- [5] 盛兴旺, 张同飞. 系杆拱桥吊杆缓冲器张拉力确定方法及其应用[J]. 铁道科学与工程学报, 2010, 03:11-15.
- [6] 毛君, 李娜, 刘春华. 基于 ANSYS 的液压支架缓冲器仿真分析[J]. 煤矿机械, 2017:33.
- [7] 栾骁, 陈景鹏, 孙克. 基于 AMESim 在电梯液压缓冲器和液压钻床工作台系统仿真技术中的应用[J]. 液压气动与密封, 2012, 02:37-40.
- [8] 张震, 闫少宏, 尹希文, 于雷. 基于平衡缓冲器受力分析下的两柱综放支架适应性研究[J]. 煤矿开采, 2012, 01:65-67.
- [9] 谢海东, 余岩. 新型卧式螺旋缓冲器动力学研究[J]. 精密成形工程, 2012, 02:78-81.
- [10] 姜阳, 辛世杰, 吕鸣, 孟春. 双螺纹副伸缩式缓冲器研究[J]. 森林工程, 2013, 01:57-60.
- [11] 李英, 茹正华. 一种 T-32 远程手动控制救援电梯液压缓冲器的设计与研究[J]. 液压与气动, 2013, 06:76-78.
- [12] 马利平, 廉自生. 掩护式支架平衡缓冲器液压回路分析[J]. 机械工程与自动化, 2016:10.
- [13] 马嵩. 组合式缓冲器复位技术应用研究[D]. 长安大学, 2014:25-26.

致 谢

本设计是在老师的谆谆教诲和指导下完成的，设计从选题、构思到定稿无不渗透着导师的心血和汗水；老师渊博的知识和严谨的学风使我受益终身，在此表示深深的敬意和感谢。

我还要感谢含辛茹苦、任劳任怨、望子成龙、不图回报的父母的养育之恩，他们给予我的爱和支持让我顺利地完成了自己的学业。

最后，因本人水平有限，在文中难免有不足之处，恳请各位老师批评指正。