



湖南工业大学

HUNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

(2011 届)

本科毕业设计（论文）

题目名称: 轨道小型液压起重机(机架和小车的设计)

学院(部): _____

专 业: _____

学生姓名: _____

班 级: _____ 学号 _____

指导教师姓名: _____ 职称 _____

最终评定成绩: _____

2011 年 5 月

摘 要

轨道小型液压起重机广泛应用于工业的各个领域，它集成了机构的设计与液压的设计，符合我们机械设计的要求。

本次设计的类容主要是针对轨道小型液压起重机的机架和小车的设计，设计类容有：系统工作原理及方案的确定；有轨小车运行机构的计算；回转运行机构的计算；齿轮传动的设计。

设计要求起重机起重质量 6t；小车运行速度为 20m/min（速度误差小于 15%）。

关键字：轨道小型液压起重机；回转运动

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第一章 绪 论 | 3 |
| 第二章 系统工作原理及方案的确定 | 6 |
| 第三章 有轨小车运行机构计算 | 8 |
| 3.1 车轮与轨道的选择并验算其强度 | 8 |
| 3.2 运行阻力的计算 | 9 |
| 3.3 选择电动机 | 10 |
| 3.4 验算电动机发热条件 | 10 |
| 3.5 计算电动机的起动时间 | 11 |
| 3.6 选择减速器 | 11 |
| 3.7 算运行速度和实际所需功率 | 12 |
| 3.8 按起动工况校核减速器功率 | 12 |
| 3.9 验算起动不打滑条件 | 13 |
| 3.10 选择制动器 | 13 |
| 3.11 选择高速轴联轴器及制动轮 | 14 |
| 3.12 选择低速轴联轴器 | 15 |
| 第四章 回转运行机构的计算 | 16 |
| 4.1 确定回转机构的总体方案 | 16 |
| 4.2 轨道直径计算 | 16 |
| 4.3 中心枢轴计算 | 17 |
| 4.4 选定工业车轮 | 18 |
| 第五章 齿轮传动设计 | 19 |
| 5.1 选定齿轮类型、精度等级及齿数 | 19 |
| 5.2 按接触强度设计 | 19 |
| 5.3 按齿根弯曲强度设计 | 20 |
| 5.4 几何尺寸计算 | 22 |
| 总 结 | 23 |
| 参 考 文 献..... | 24 |
| 致 谢 | 25 |

| | |
|-----------|----|
| 附 录 | 26 |
|-----------|----|

第一章 绪 论

提高劳动生产率。起重机械是现代化生产不可缺少的组成部分，有些起重机械还能在生产过程中起重机械是一种空间运输设备用是完成重物的位移。它可以减轻劳动强度，进行某些特殊的工艺操作，使生产过程实现机械化和自动化。

起重机械帮助人类在征服自然改造自然的活动中，实现了过去无法实现的大件物件的吊装和移动，如重型船舶的分段组装，化工反应塔的整体吊装，体育场馆钢屋架的整体吊装等。

使用起重机械有巨大的市场需求和良好的经济性，近几年起重机械制造行业发展迅速，年均增长约 20%。因为从原材料到产品的生产过程中，利用起重运输机械对物料的搬运量常常是产品重量的几十倍，甚至数百倍。据统计，机械加工行业每生产 1 吨产品，在加工过程中要装卸、搬运 50 吨物料，在铸造过程中要搬运 80 吨物料。在冶金行业每冶炼 1 吨钢，需要搬运 9 吨原料，车间之间的转运量为 63 吨，车间内部的转运量达 160 吨。起重运输费用在传统行业中也占有较高比例，如机械制造业用于起重运输的费用占全部生产费用的 15~30%，冶金行业用于起重运输的费用占全部生产费用的 35~45%，交通运输行业货物的装卸储存都要依靠起重运输机械，据统计海运费中装卸费用占总运费的 30~60%。

起重机械按结构不同可分为轻小型起重设备、升降机、起重机和架空单轨系统等几类。轻小型起重设备主要包括、吊具、千斤顶、手动葫芦、电动葫芦和普通绞车，大多体积小、重量轻、使用方便。除电动葫芦和绞车外，绝大多数用人力驱动，适用于工作不繁重的场合。它们可以单独使用，有的也可作为起重机的起升机构。有些轻小型起重设备的起重能力很大。

压千斤顶的起重量已达 750 吨。升降机主要作垂直或近于垂直的升降运动，具有固定的升降路线，包括电梯、升降台、矿井提升机和料斗升降机等。起重机是在一定范围内垂直提升并水平搬运重物的多动作起重机械。架空单轨系统具有刚性吊挂轨道所形成的线路，能把物料运输到厂房各部分，也可扩展到厂房的外部。



多数起重机械在吊具取料之后即开始垂直或垂直兼有水平的工作行程，到达目的地后卸载，再空行程到取料地点，完成一个工作循环，然后再进行第二次吊运。一般来说，起重机械工作时，取料、运移和卸载是依次进行的，各相应机构的工作是间歇性的。起重机械主要用于搬运成件物品，配备抓斗后可搬运煤炭、矿石、粮食之类的散状物料，配备盛桶后可吊运钢水等液态物料。有些起重机械如电梯也可用来载人。在某些使用场合，起重设备还是主要的作业机械，例如在港口和车站装卸物料的起重机就是主要的作业机械。

驱动装置是用来驱动工作机构的动力设备的。常见的驱动装置有电力驱动、内燃机驱动和人力驱动等。电能是清洁、经济的能源，电力驱动是现代起重机的主要驱动型式，几乎所有的在有限范围内运行的有轨起重机、升降机、电梯等都采用电力驱动。对于可以远距离移动的流动式起重机（如汽车起重机、轮胎起重机和履带起重机）多采用内燃机驱动。人力驱动适用于一些轻小起重设备，也用作某些设备的辅助、备用驱动和意外（或事故状态）的临时动力。



工作机构包括：起升机构、运行机构、变幅机构和旋转机构，被称为起重机的四大机构。

（1）起升机构，是用来实现物料的垂直升降的机构，是任何起重机门式起重机械不可缺少的部分，因而是起重机最主要、最基本的机构。

（2）运行机构，是通过起重机或起重小车运行来实现水平搬运物料的机构，有无轨运行和有轨运行之分，按其驱动方式不同分为自行式和牵引式两种。

（3）变幅机构，是臂架起重机特有的工作机构。变幅机构通过改变臂架的长度和仰角来改变作业幅度。

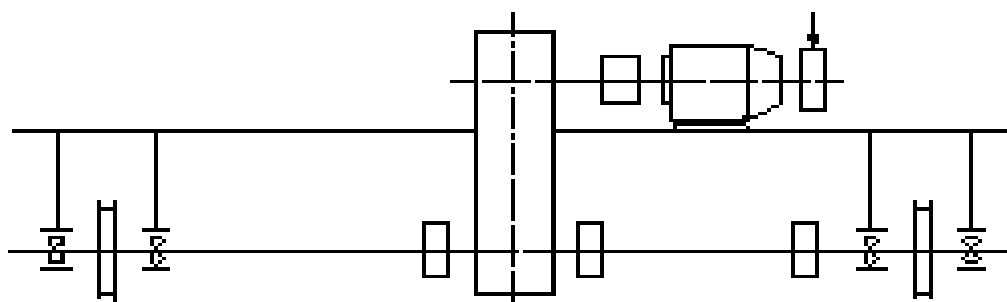
（4）旋转机构，是使臂架绕着起重机的垂直轴线作回转运动，在环形空间运移动物料。起重机通过某一机构的单独运动或多机构的组合运动，来达到搬运物料的目的。

取物装置是通过吊、抓、吸、夹、托或其他方式，将物料与起重机联系起来进行物料吊运的装置。根据被吊物料不同的种类、形态、体积大小，采用不同种类的取物装置。例如，成件的物品常用吊钩、吊环；散料（如粮食、矿石等）常用抓斗、料斗；液体物料使用盛筒、料罐等。也有针对特殊物料的特种吊具，如吊运长形物料的起重 架空单轨系统 横梁，吊运导磁性物料的起重电磁吸盘，专门为冶金等部门使用的旋转吊钩，还有螺旋卸料和斗轮卸料等取物装置，以及集装箱专用吊具等。合适的取物装置可以减轻作业人员的劳动强度，大大提高工作效率。防止吊物坠落，保证作业人员的安全和吊物不受损伤是对取物装置安全的基本要求。

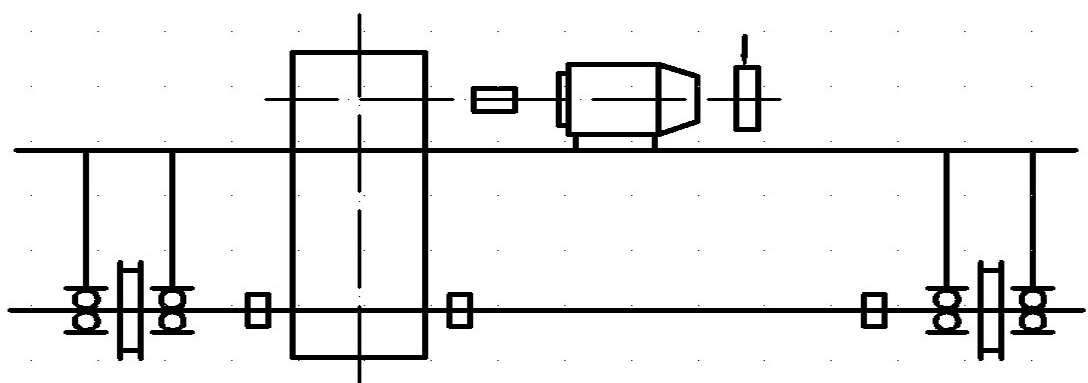
第二章 系统工作原理及方案的确定

起重机械的基本参数有：起重量、起升高度、跨度、各机构的工作速度及各机构的工作级别。有些起重机械的生产率、外形尺寸、幅度、起重力矩等也是重要参数。这些参数说明起重机械的工作性能和技术经济指标，是设计起重机械的技术依据，也是生产使用中选择起重机械技术性能的依据。考虑到我们的设计能力和设计课题的要求，我们着重对小车和机架进行研究。

下面就小车的设计提出了两种不同的方案：



图一：减速器居中方案



图二：减速器电机重心居中方案

图一方案传动力均衡但质量不均衡

图二方案质量均衡但传动力不均衡

考虑到起重机要承受很大的重力因此电机的重量对整体的质量影响很小，所以选图一的方案更合理。

起重机械的工作级别也是起重机械的一个非常重要的参数。设计起重机械时，必须考虑使用条件。因此，把起重机械划分为若干工作级别，其目的是提供合理的结构和建立机械设计基础的方法。作为制造的技术依据，选择满足使用要求的特定起重机。

轨道小型液压起重机主要有行走系统，电气控制系统和液压控制系统三部分组成。将小车底盘作为工作台，电动机，液压系统和吊臂都安装在上面，由遥控装置来控制电动机，通过电动机对液压泵的控制，从而控制液压马达的转速和液压缸的活塞速度，以实现规定的动作。液压泵驱动四个液压马达和两个液压缸以实现前轮的转动，卷筒的转动，转盘的转动，吊臂的伸缩和吊臂的升降，由于这几个机构不是同时工作，泵的最大流量由这几个机构中流量最大的机构所决定。由于电动机和泵的连接不一定在同一轴线上，所以在电动机与泵之间装上一个弹性联轴器，以消除抖动。

应检查主要受力构件是否有整体或局部失稳、疲劳变形、裂纹、严重腐蚀等现象。金属结构的连接、焊缝有无明显的变形开裂。螺栓或铆固连接不得有松动、缺损等缺陷。高强度螺栓连接是否有足够的预紧力。金属结构整体防腐涂漆应良好。

第三章 有轨小车运行机构计算

3.1 车轮与轨道的选择并验算其强度

车轮最大轮压：小车质量估计为 $G=1200\text{ kg}$ 。

假定轮压均布：

$$P_{\max} = \frac{1}{4}(G + Q) = \frac{1}{4}(6000 + 1200) = 1800\text{kg} = 18000\text{N}$$

车轮最小轮压：

$$P_{\min} = \frac{1}{4}G = \frac{1}{4} * 1200 = 300\text{kg} = 3000\text{N}$$

初选项车轮：由【1】附表达 17 可知，当运行速度 $v < 60\text{m/min}$ 时，
 $\frac{Q}{G} = \frac{6000}{1200} = 5 > 1.6$ ，根据 GB4628—84 规定，工作级别为轻级时，初选车轮直径
 $D=350\text{mm}$ ，后校核其强度。

车轮直径： $D=350\text{mm}$

强度验算：按车轮与轨道为线接触及点接触两种情况验算接触强度。车轮踏面疲劳计算载荷：

$$P_c = \frac{2P_{\max} + P_{\min}}{3} = \frac{2 * 18000 + 3000}{3} = 13000\text{N} \quad (\text{【2】式 5—1})$$

车轮材料，取 ZG340—640， $\sigma_s=340\text{Mpa}$ ， $\sigma_b=640\text{Mpa}$ 。

材料：ZG340—640 轨道：P24

线接触局部挤压强度：

$$P'_c = \frac{2P_{\max} + P_{\min}}{3} = \frac{2 * 18000 + 3000}{3} = 13000\text{N} \quad (\text{【2】式 5—2})$$

式中： k_1 ——许用线接触应力常数（N/mm），由【2】表 5—2 查得 $k = 6$ 。

C_1 ——转速系数, 由【2】表 5—3, 车轮转速 $n_c = \frac{v}{\pi D} = \frac{20}{\pi * 0.35} = 18.2rpm$ 时,

$C_1=1.09$ 。

1——车轮与轨道有效接触强度, 由【1】附表 22, 取 $1=b=26.13$ 。

C_2 ——工作级别系数, 由【2】表 5—4, 当为 M_5 时 $C_2=1$

因为 $PC' > Pc$, 故满足要求。

点接触局部挤压强度:

$$Pc'' = k_2 \frac{R^2}{m^3} C_1 C_2 = 0.132 * \frac{300^2}{0.47^3} * 1.09 * 1 = 72340N \quad (\text{【2】式 5—3})$$

式中: k_2 ——许用点接触应力强度, 由【2】表 5—2 查得 $k_2=0.132$

R ——曲率半径, 车轮与轨道曲率半径中的大值, 车轮

$r_2 = D/2 = 350/2 = 175mm$, 轨道曲率半径 $r_2 = 300mm$ (由【1】附表 2 查得), 故取 $R=300mm$ 。

m ——由 $\frac{r}{R}$ 比值 (r 为 r_1 、 r_2 中的小值) 所确定的系数, $\frac{r}{R} = \frac{175}{300} = 0.58$, 由

【2】表 5—5 查得 $m=0.47$ 。

$Pc'' > Pc$, 故满足要求。

根据以上计算结果, 按规定直径 $D=350$ 的轮缘车轮, 标记为:

车轮 DYL—350 GB 4628—84

3.2 运行阻力的计算

摩擦阻力矩:

$$M_m = (Q + G)(k + \mu \frac{d}{2})\beta \quad (\text{【2】式 7—1})$$

由【1】附表 19, 由 $D=350mm$ 的车轮组的轴承型号为 7518, 据此选车轮组轴承为 7518, 轴承内径和外径的平均值 $d = \frac{90+160}{2} = 140mm$, 由【2】表

7—1~7—3 查得滚动摩擦系数 $k=0.0005$, 轴承摩擦系数 $\mu=0.02$, 附加阻力系数

$\beta=2.0$, 代入上式得满载时运行阻力矩:

$$M_m = (6000 + 1200)(0.0005 + 0.02 \frac{0.125}{2}) * 2 = 25.2kg.m = 252N$$

运行摩擦阻力:

$$P_m = \frac{M_m}{D/2} = \frac{252}{0.35/2} = 1440\text{N}$$

$$P_m = 1440\text{N}$$

当无载荷时：

$$M_{m0} = G(k + \mu \frac{d}{2})\beta = 1200 * (0.0005 + 0.02 \frac{0.125}{2}) * 2$$

$$= 2.1\text{kg}\cdot\text{m} = 21\text{N}\cdot\text{m}$$

$$P_{m0} = \frac{M_{m0}}{D/2} = \frac{21}{0.35/2} = 120\text{N}$$

3.3 选择电动机

电动机静功率：

$$N_j = \frac{P_j * v_c}{1000 * 60 \eta m} = \frac{1400 * 18.2}{1000 * 60 * 0.9 * 1} = 0.52\text{kW} \quad (\text{【2】式 7—9})$$

式中： P_j ——满载时静阻力， $P_j = P_m = 1440\text{N}$ ，

η ——机构传动效率，取 $\eta = 0.9$ 。

m ——驱动电机台数，取 $m = 1$ 。

初选电动机功率：

$$N = k_d * N_j = 1.2 * 0.51 = 0.62\text{kW} \quad (\text{【2】式 7—10})$$

式中： k_d ——电机功率增大系数，由【2】中表 7—6 查得， $k_d = 1.2$ 。

由【1】附表 30 选用电动机 YZR—112M， $N_e = 1.6\text{kW}$ ， $n_1 = 845\text{r/min}$ ，

$(GD^2)_d = 0.11\text{kg}\cdot\text{m}^2$ ，电动机质量 $G_d = 74\text{kg}$ 。

3.4 验算电动机发热条件

等效功率：

$$N_x = k_{25} \tau N_r = 0.75 * 1.25 * 0.52 = 4.78 \quad (\text{【2】式 6—20})$$

式中： k_{25} ——工作级别系数，由【2】表 6—4 查得 $k_{25} = 0.75$ 。

r ——考虑起动及工作时间对发热的影响系数，由【2】表 6—5 查得

$$t_q/t_g=0.2, \text{查图 6—6 得 } r=1.25。$$

$N_x < N_e$ ，故所选电动机满足发热条件。

3.5 计算电动机的起动时间

起动时间：

$$t_q = \frac{n_1}{38.2(mM_q - M_j)} \left[mc(GD^2) + \frac{(Q+G)D^2}{i'^2 \eta} \right] \quad (\text{【2】式 7—13})$$

$$\text{式中： } M_q = 1.5 M_e = 1.5 \times 9550 \times \frac{N_{e(JC25\%)}}{n_1} = 1.5 \times 9550 \times \frac{1.6}{845} = 27.12 \text{ N} \cdot \text{m}$$

满载运行时折算到电机轴上的运行静阻力矩：

$$M_j = \frac{M_m}{i_0' \eta} = \frac{252}{49.86 * 0.9} = 5.62 \text{ N} \cdot \text{m}$$

空载运行时折算到电机轴上的运行静阻力矩：

$$M_{j0} = \frac{M_{m0}}{i_0' \eta} = \frac{21}{49.86 * 0.9} = 0.468 \text{ N} \cdot \text{m}$$

初步估算制动轮和联轴器的飞轴矩：

$$(GD^2)_z + (GD^2)_1 = 0.26 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

机构总飞轮矩：

$$C(GD^2)_1 = C[(GD^2)_d + (GD^2)_1 + (GD^2)_z]$$

$$= 1.15(0.11 + 0.26) = 0.426 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

满载起动时间：

$$t_q = \frac{845}{38.2(1 * 27.12 - 6.1)} * \left[0.426 + \frac{(6000 + 1200) * 0.35^2}{49.86^2 * 0.9} \right]$$

$$= 0.99 \text{ s}$$

空载起动时间：

$$t_{q0} = \frac{845}{38.2(1 * 27.12 - 6.1)} * \left[0.426 + \frac{1200 * 0.35^2}{49.86^2 * 0.9} \right] = 0.54 \text{ s}$$

由【2】表 7—6 相得，当 $v=20 \text{ m/min}=0.33 \text{ m/s}$ 时 t_q 推荐值为 3s。 $t_q < t_{q0}$ ，故所选电动机满足快速起动要求。

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/817051022021006114>