

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： 棒料切割机的设计

学生姓名： 杨成众

学 号： 201810300246

系 部： 电梯工程学院

专 业： 电梯工程技术

班 级： 电梯 1182 班

指导老师： 李黎

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、概述.....	2
(一) 选题背景.....	2
(二) 研究意义.....	2
二、切割部分设计.....	2
(一) 切割部分设计要求.....	2
(二) 切割部分设计方案.....	3
(三) 切割部分工作原理.....	3
(四) 切割部分结构设计.....	4
三、夹紧部分设计.....	6
(一) 夹紧机构设计要求.....	6
(二) 夹紧部分方案设计.....	7
四、纵横行走部分的设计.....	7
(一) 纵横行走装置设计要求.....	7
(二) 纵横行走部分方案设计.....	7
(三) 直线导轨的选择计算.....	8
五、液压传动系统设计.....	9
(一) 液压传动机构.....	9
(二) 液压传动原理图.....	9
六、结论.....	10
参考文献.....	11
致谢.....	12

棒料切割机的设计

[摘要]

当今时代正是中国发展的黄金时代，中国又是一个发展中国家，要想谋求更大的发展，行业的转型是一定的，所以轻工业的转型，重工业与机械制造的行业的重视是必然的。就这一点来看，让我们清晰看到机械行业的发展前景有着如此大的潜力。它与其他行业有着千丝万缕的联系，随着经济的发展和科技的进步，越来越多的产品智能化、自动化、网络化，单纯的机械已经不能适应行业发展的需要，渐渐地就出现了机电一体化。现代机械的机电一体化的目标是综合利用机、电、信息、控制等各方面的相关技术的优势^[1]，扬长避短以达到系统优化的效果，取得显著地社会效益和技术经济效益。

[关键词] 轻工业 重工业 机械制造 机电一体化

一、概述

（一）选题背景

机电一体化产品广泛应用各种加工业，切割技术也有了飞速的发展，手工切割已经适应不了现代工业发展的要求。如今已进入以通用机械时代。几十年来，切割技术的研究和发展一直比较活跃，设计在不断的修改，品种也在不断的增加，应用领域也在不断的扩大。而目前市面上有很多型号的棒料切割机结构复杂，调节，维修不方便，生产效率低，智能化低等不足。

（二）研究意义

本棒料切割机的切割机构属于机械技术领域，它解决了现有的自动切割机所存在的精度不高，操作复杂，智能化低等问题。本课题针对目前市场上的切割机设计的不足，对棒料切割机进行改造创新，增加智能化程度，设计出具有控制方便，性能稳定，结构简单，调节、维修方便，安全可靠，低能耗，在切割过程中能使棒料位置稳定、切割长度准确，生产率高，运行平稳，提高产品质量，提高生产效率等优点的具有广泛应用前景的方案。

所设计的棒料切割机，融合了液压自动控制、机器人技术和 PLC 控制技术。PLC 控制各个液压换向阀的电磁铁，由液压缸驱动机械手完成顺序切割过程，实现了机械设计、电器控制和液压传动控制的有效结合。此棒料切割机是一种既能有效的提高生产率，又在价格和使用方面能被广大用户所接受的一种新型的自动控制切割机。

二、切割部分设计

（一）切割部分设计要求

为了保证棒料的剪断，剪应力应超过材料的许用剪应力 $[\tau]$ ，即切断棒料的条件为：

$$\tau = \frac{Q}{A} \leq [\tau]$$

(2-1)

查资料可知棒料的许用剪应力为： $[\tau] = 128 \sim 285 \text{ MPa}$ ，取最大值 285 MPa 。由于本切断机切断的最大棒料粗度为： $d_{\max} = 35 \text{ mm}$ 。

则本机器的最小切断力 Q 由(2-1)得：

$$Q > \frac{[\tau] \times \pi d_{\max}^2}{4} = \frac{285 \times 3.14 \times 35^2}{4}$$

$$Q > 274063N$$

取切割机的 $Q = 280000N$

项目设计采用机电一体化设计思想，要求棒料切割机采用 PLC 对棒料的切割过程及检测进行自动控制，并能根据 PLC 定长信号分别切割两条连续的棒料，完成了系统的硬件和软件设计后可以实现对棒料的准确定长切割，切割后自动返回初始位置。原始棒料尺寸范围在角钢：100×100×10 圆钢：≤φ50 槽钢：120x53 钢管：φ135×6，切割成 0.1 ~ 1 m 之间的棒料，其切口深度为 5 ~ 35mm，再用压断机进行压断处理。

（二）切割部分设计方案

切割部分主要有砂轮切片、电动机和传动机构组成。现在设计的在切割部分有两种方案可行：第一，电动机通过带传动带动切割片转动。第二，电动机通过圆锥齿轮传动方式带动切割片转动。但考虑到切割过程中电动机带动切割片进行高速旋转运动，所以优先选取第一种方案，原因是圆锥齿轮传动不宜应用在转速太高的场合，并且在运用齿轮进行传动时，还应考虑怎样消除震动和用什么方法润滑齿轮，这样就会使设计成本增加，而带传动则具有结构简单，传动平稳、价格低廉和缓冲吸振等优点。切割部分结构如图 2.1 所示。

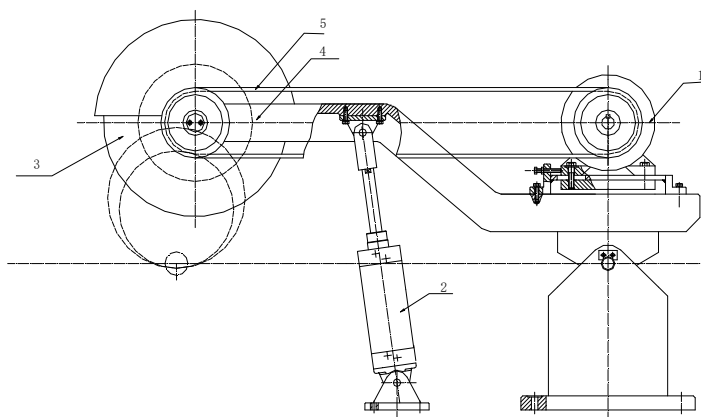


图 2.1 切割部分结构图

（三）切割部分工作原理

切割部分的原理如图 2.2 所示，电动机带动割切片高速旋转运动，电机与工作

台之间采用铰链支撑方式，升降液压缸可推动切割片进行上下移动，完成切割运动。横向行走液压缸可推动工作台横向移动，控制切割的长度。纵向行走液压缸可使工作台纵向移动，使切割片能切割两根棒料。其中电动机和液压缸电磁阀都需要通过由 PLC 机控制，实现其按照顺序完成动作。

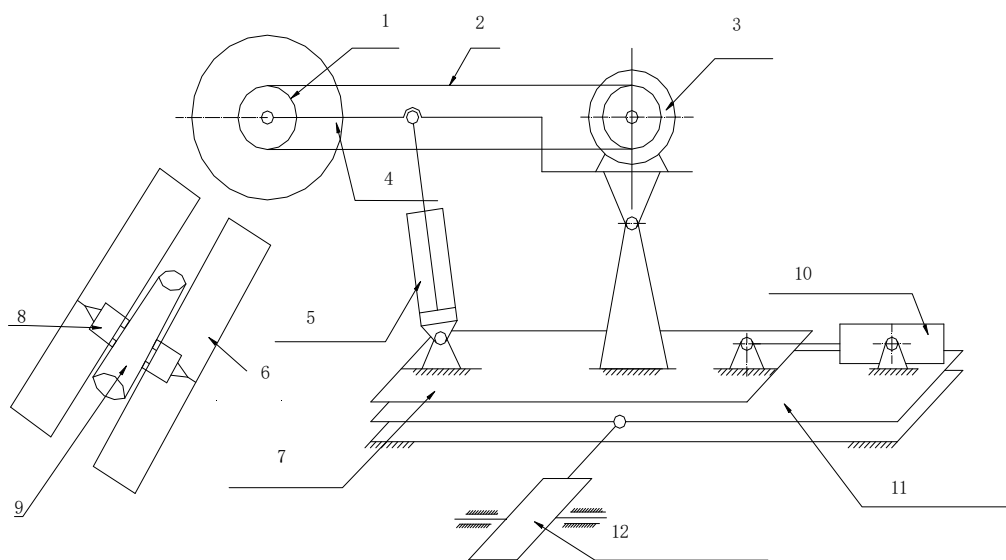


图 2.2 切割部分原理简图

(四) 切割部分结构设计

1. 切割片的选取

设计任务所需电机的最小功率为 $P_{\min} = 2.2KW$ ，主轴转速：2800r.p.m 条件下，砂轮的最大线速度为 $40m/s$ 。最终选取砂轮片的型号为 A 型，其规格为 $400 \times 3.2 \times 32$ ，磨料为棕刚玉，粒度为 20#，硬度为 R^[2]。

2. 电机的选取

根据切割系统的要求，应考虑电动机的种类、型式、额定电压、额定转速和额定功率、工作方式，在决定电动机功率时考虑到电动机的发热，允许过载能力启动能力等问题，现选用比较适合的 Y 系列三相异步电动机，这是由于 Y 系列三相异步电动机的功率等级和安装尺寸与国外同类型的先进产品相当，因而具有与国外同类型产品之间良好的互换性，供配套出口及引进设备替换。选取功率为 3.0KW，额定电压：380V，频率：50HZ，额定转速为 2880r.p.m，额定转矩 $2.3N \cdot m$ ，型号为 Y100-2，电动机选用三角型启动方法启动^[3]。

3. 带传动设计

根据带截面形状的不同，带传动可分为：平带传动、多楔带传动、圆带传动、V 带

传动等。在一般的机械中由于V带的楔形增压原理，结构紧凑，允许的传动比大，且多标准化并大批量生产，所以被广泛应用。

本设计中选用V带传动。由于V带传动中的带及带轮槽型均已标准化，所以设计的主要内容包括带的型号、确定基准长度、根数、中心距、带轮的材料、基准直径以及结构尺寸、初拉力和压轴力、张紧装置等参数。

4. 升降液压缸的设计

(1) 液压缸设计要求

根据主机系统设计的要求，应考虑液压系统的执行件的数量、运动形式、工作循环、行程范围、各执行件的运作顺序、液压元件承受的负载、运动速度、变化范围。对液压系统的性能要求有调速性能，运动平稳性能、转换精度、可靠性程度、使用与维修的方便性等

(2) 选择安装方式

根据结构设计的要求，要实现砂轮片的上下移动完成切割，要求液压缸在上下伸缩的同时，还要绕点转动，所以选用铰链连接安装方式。

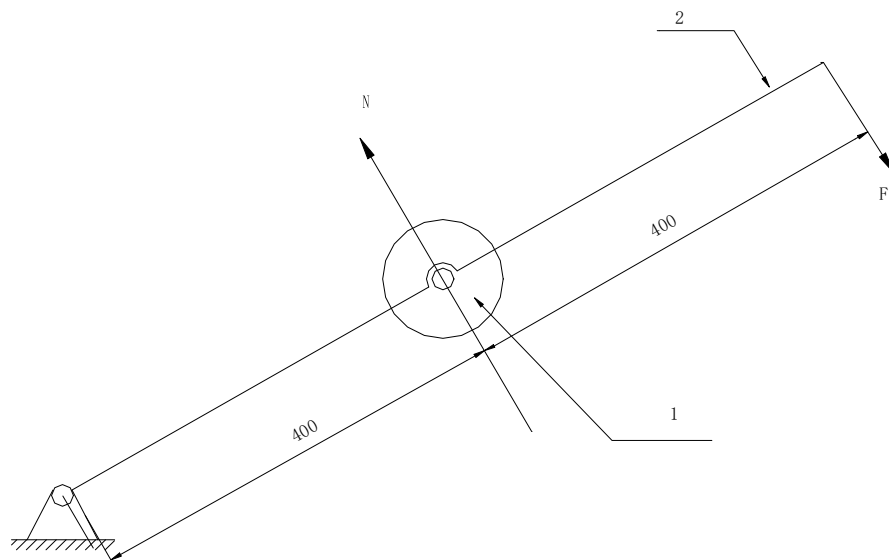


图 2.3 手动切割机受力示意图

(3) 负载大小

则所选取的杆长不超过 215mm ，且大于行程 $2\times 100\text{mm}$ ，所以选取液压缸活塞杆的长度 200mm ，

1) 缸筒壁厚的计算

缸筒壁厚可按薄壁筒公式计算：

$$\delta = \frac{DP_p}{2[\sigma]}$$

因此，液压缸外径 D'

$$D' = 60 + 2 \times 2.5 = 65\text{mm}$$

(4) 确定液压缸型号

综上所述，根据《液压与气压传动》，选用型的标准液压缸 ZQ-60/12×200-F2 合适，缸径为 60mm，活塞杆直径为 12mm，液压缸行程为 200mm，带防尘罩 F 数量为 2。

滚动轴承的选取及校核 在结构设计中，采用了既有转速高的优点，又能够承受少量轴向力的角接触球轴承，（其中轴向力的主要来源是安装或拆卸带轮时所承受的载荷估算载荷大小为 100N）。据分析，在安装和拆卸带轮时的力相同的情况下，拆卸带轮时，轴承所受的力更大，所以选取轴向力 F_A 的方向向右。

图中 M 为电极的输出转矩，F 为砂轮的切割阻力，在切割过程中，电极的输出转矩与砂轮所受的切割阻力矩大小相同，方向相反，在切割时相互抵消，所以在计算过程中不再考虑电极输出转矩和切割阻力对轴承的影响。

(5) 计算所需轴承的动载荷

由《机械设计》查得，当轴承的工作温度小于 120°C 时，其温度系数 $f_t = 1.0$ ^[4] 比较两当量动载荷知， $P_1 > P_2$ ，所以应该按 P_1 计算（球轴承应取 $\varepsilon = 3$ ）则所需轴承的额定动载荷为 c'

$$\begin{aligned} c' &= \frac{P}{f_t} \varepsilon \sqrt[3]{\frac{60n \times L'_{10h}}{10^6}} \\ &= 11286\text{N} \end{aligned}$$

(6) 确定轴承型号

由《简明机械零件手册》查得轴径 $d = 35\text{mm}$ 时，应选轴承的代号为 7207ACJ，其额定载荷为 $C_r = 22.5\text{KN} > c' = 11.286\text{KN}$ 。

故选用代号为 7207ACJ 的轴承合适。

三、夹紧部分设计

(一) 夹紧机构设计要求

夹紧机构不但要求在切割之前机械手能够根据事先收到的信号准确地运动到每个

工位，而且在切割过程中要夹紧运动着的棒料，使砂轮与棒料同步。

（二）夹紧部分方案设计

夹紧部分是由液压缸推动机械手实现夹紧和放松的。这部分的两可可行性方案是：一是用一个机械手同时负责夹紧两根铸棒，根据需要对被切割的那条进行夹紧。二是用两个机械手，每个机械手负责夹紧一根铸棒。第一种方案中，机械手可通过一个二位液压缸和一个三位液压缸实现对棒料的夹紧。第二种方案中，每个机械手都需要两个二位液压缸来实现对棒料的夹紧。考虑到第一种方案设计工作量小，安装方便，而且控制简单，所以优先使用第一种方案。

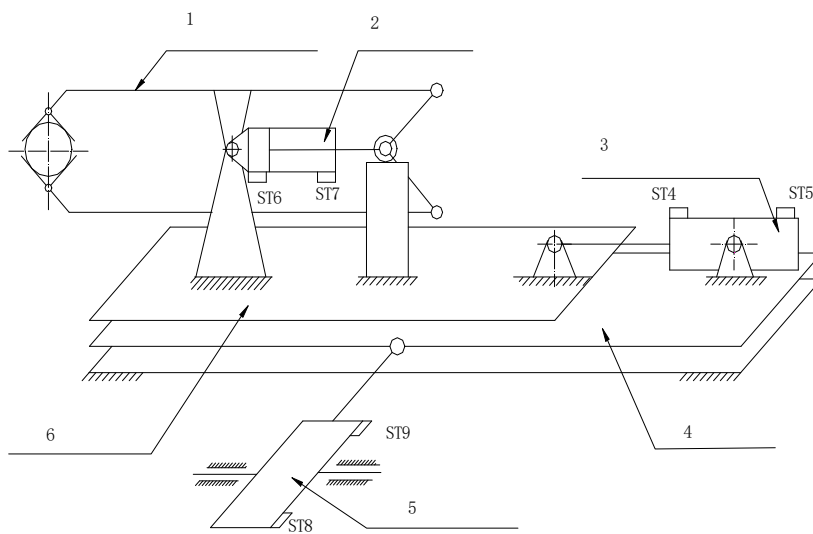


图 3.1 夹紧部分原理图

夹紧部分原理如图 3.1 所示，夹紧气缸能使夹紧机械手夹紧或放松工件，当活塞向右移动时，机械手夹紧工件，当活塞向左移动时，机械手放松工件。横向行走气缸推动工作台左右移动，能控制机械手使之夹紧左边或右边的工件，从而对夹紧的工件进行切割。纵向行走液压缸的作用是当完成一次切割过程完成时，推动工作台使之恢复到初始位置。整个工作过程都由 PLC 控制实现。其中 ST4-ST9 为控制液压缸的行程开关。

四、纵横行走部分的设计

（一）纵横行走装置设计要求

纵横行走装置主要是为了配合切割装置和夹紧装置，使砂轮片和夹紧机械手能够在走刀过程中横向移动，迅速准确地达到工位，在切割过程中能够随着棒料纵向移动，切完后在返回初始位置。

（二）纵横行走部分方案设计

纵横行走装置主要是为了实现切割机砂轮片的纵向和横向移动，使之完成切割动作。为了设计和制造方便，在方案设计中纵、横向行走装置的原理大致相同，即采用结构简单而又便于控制的液压传动方式，液压缸带动纵向行走板或横向行走板在导轨上滑动。

在设计过程中，考虑到能量的损耗程度，纵横行走装置采用了直线导轨，既提高了运动系统的运动精度，又很大程度的减小了摩擦力，达到了节能的效果。

(三) 直线导轨的选择计算

1. 选定条件

(1) 载荷 根据粗略计算，导轨上横向行走部分的总质量为 200kg

所以重量 $W = m \cdot g = 200 \times 10 = 2000\text{N}$

(2) 行程 根据设计结构的要求，选定行程 $L_s = 2.5\text{m}$

(3) 往复次数 $n_1 = 2$ (次/分)

(4) 寿命要求 假设机器寿命为5年，则导轨寿命为 L

$$L = 5 \times 365 \times 24 = 35000 \text{ 小时}$$

假设安装4个滑块，要计算一个滑块的负载 P_0 ，可用下式

$$P_0 = \frac{W}{4} = \frac{2000}{4} = 500\text{N}$$

同时由于两个滑块装在一个导轨上，因此接触系数 $f_c = 0.81$ 。

2. 选择方式

(1) 根据静态安全系数选型号

$$\frac{C_0 \times f_c}{P_0 \times f_w} \geq f_s \quad (4-1)$$

其中 f_s —静态安全系数

f_w —载荷系数 (在无外部冲击或振动、低速时取1.5)

C_0 —基本额定静载荷

现设静态安全系数 $f_s = 5$

则有

$$C_0 \geq \frac{f_s \times P_0}{f_c} \quad (4-2)$$

$$= \frac{5 \times 500}{0.81}$$

$$= 3086\text{kgf}$$

在正常运行时一般选取安全系数为 5，根据上述情况，选取 SBG35FL 的导轨比较理想。

(2) 根据寿命要求选型号

根据标准寿命 L 计算公式 $L = 0.54 \times 17500 = 9450\text{km}$

因此，选取 SGB45FL ($C = 3800\text{kgf}$)

五、液压传动系统设计

(一) 液压传动机构

根据切割机的机构原理，其中 ST0-ST4 为控制液压缸的行程开关。

(二) 液压传动原理图

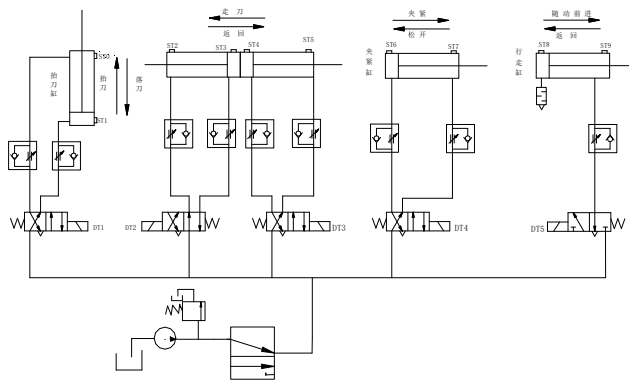


图 5.1 液压传动原理图

六、结论

切割机在完成装配后具备直切、连续切割两种方式。使切割机能够高效率的切割不同尺寸的零件，增强了使用范围。选用砂轮片的下半部分切割，在砂轮片尺寸一定时，最大限度的提高了切割机切割能力

切割机可以进行连续切割动作，并根据定长信号分别切割两条连续的棒料，实现对棒料的准确定长切割，切割后自动返回初始位置，其切口深度为 35mm，再由压断机进行压断，且整个切割过程都由自动控制实现。

这样所设计的棒料切割机结构简单，性能安全可靠，操作方便可行，智能化程度高，很好的实现了其预定功能。设计过程中，主要考虑了机器的性能以及经济性，在保证其完成工作要求的前提下，尽可能的提高其性价比，由 PLC 控制液压传动系统的棒料切割机，又具有控制方便，性能稳定，调节、修改方便、生产率高等优点，具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 梁景凯, 盖玉先. 机电一体化技术与系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012:11-12.
- [2] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016:16-18.
- [3] 陆鑫盛, 周洪. 气动自动化系统的优化设计[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2016:19-21.
- [4] 濮良贵, 纪名刚. 机械设计[M]. 8版. 北京: 高等教育出版社, 2016: 15-16.
- [5] 刘延俊. 液压与气压传动[M]. 1版. 北京: 清华大学出版社, 2020: 12-14.
- [6] 刘鸿文. 材料力学[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2016: 25-26.
- [7] 孙恒. 机械原理[M]. 8版. 北京: 高等教育出版社, 2017: 31-32.
- [8] 蔡春源. 简明机械零件手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2016: 45-46.
- [9] 李红萍. 工控组态技术及应用—组态王[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2019: 54-56.
- [10] 黄大宇, 梅瑛. 机械设计课程设计[M]. 吉林: 吉林大学出版社, 2019: 15-16.
- [11] 王永华. 现代电气控制及PLC应用技术[M]. 2版. 北京: 北京航空大学出版社, 2019: 23-24.
- [12] 陈建明. 电气控制与PLC应用练习与实践[M]. 4版. 北京: 电子工业出版社, 2013: 15-16.

致谢

时光飞逝，大学生活将随着本次毕业设计的完成而画上完美的句号。

感谢李老师对我的悉心指导，不论是题目选择到具体的写作过程，还是初稿与定稿，都透露出老师的心血和汗水。老师一丝不苟的工作作风，治学严谨的态度，让我受益匪浅，深受感动。多谢老师在专业知识上的指导和提出的一些富于创造性的建议，在这样无私的帮助和熏陶下，我终于顺利完成了我的毕业设计。在此，向老师致以我深深地感谢和崇高的敬意。

借此毕业之际，向各位给予我悉心教诲的老师表示真诚的谢意。感谢他们对我的辛勤栽培，让我能很好的掌握和运用专业知识。

最后，谢谢帮助我的同学和舍友，感谢你们给我的启发、提出的宝贵意见。