

万能外圆磨床液压系统设计

摘要

本文设计万能外圆磨床 M1432B 型重要部分之一，磨床液压系统。为了更好的设计液压系统，本文先对磨床总体尺寸进行了规划。使系统与磨床更加适配。还对对液压系统的液压缸进行结构的设计。液压系统的设计是本文核心。还更新了液压系统的参数，有工作台的负载、油缸和油泵压力、油缸直径、油泵的流量、电动机功率、油管内径、油池的容积。也更新了阀类液压元件。并设计了液压系统的基本回路。使液压系统控制更多的回路，性能得到了提升。

关键词：万能外圆磨床；液压系统；液压缸；液压元件；基本回路

1 绪论

1.1 选题的依据和意义

磨床是一种用特定的磨削工具，对需要加工的零件，磨削表面的装置。磨削工具大都是砂轮，方式都是高速转动。较少的一部分磨削工具是石油，砂带等等。而液压系统是磨床的“大脑”，磨床的运作靠在液压系统控制。

1.1.1 依据

大到一个国家，液压系统属于基础领域，等于一座房子的地基，重要性不言而喻。液压系统在制造业，在我国基建，在航空航天等等方方面面都深有应用。随着我国越来越富强，投资各行各业的力量也在渐渐加大。尤其是工程机械、水利机械、农业机械等行业，投资和发展的力度与速度更大。由此带来了液压系统的“春天”。我国早已是“液压大国”。而磨床作为与液压系统连接紧密的机床之一，液压系统的发展对磨床的加工精度的提升就尤为重要了。如今随着工业 4.0 的提出和发展，液压系统也要协同步入“工业 4.0”时代。

1.1.2 意义

磨床是工业加工里面一个重要的分支，液压系统对提高磨床生产率有着关键影响。重要性不言而喻。机械学生总会对“改变世界”有着不切实际的幻想，仅仅是本科生，知识水平与自身的能力还远远不足，但是我们能对某处微小的地方做出一点点有所帮助的改变。所以这次对液压系统的研究和设计总能让人心情澎湃。研究与设计液压系统，不仅是对我大学四年机械专业学习成果的检验，也能提升自己的逻辑思路和设计水平。为我走出校门，步入社会打下一份坚实的基础。

1.2 国内外研究情况和成果

国外对液压系统的研究比我国早了有一百年。早在 1793 年，英国约瑟夫·布拉曼就发明了水压机。打开了国外对液压机的研究与应用。之后水被淘汰，开始用油类物资作为介质。液压系统的性能大大提升，使得液压系统被国外各国重视，开发它的各种应用。

二十世纪上叶，世界发生巨大的动荡，世界一战和二战先后爆发。液压系统在战争的应用上飞速发展。尤其是德国，在二战期间液压系统被大量用在飞机、坦克等战争机器和军工厂的机床上。之后世界相对和平，液压系统开始进入正常的工业生产，用于改善人类生产和生活。挖掘机，推土机等等广泛应用。而近十年，日本后来居上，超越了欧美发达国家。液压传动系统的造诣站在了世界顶峰。

而我国的液压传动技术发展没有像国外一样沾着鲜血，而是在和平时期稳定发展。从新中国成立开始，我国的液压技术也开始了成长。从新中国成立到 1952 年，上海机床厂开创了国内的先河。它制造出了国产的第一个齿轮泵，也是国产第一个液压元件。50 年代，受到苏联的帮助，我国的液压元件和液压机床迎来了一波发展，开始了各种的仿制。而到了 60 年代，与苏联关系大不如前，我国的液压技术开始突破仿苏联产品的性能落后问题。液压技术自主研发，并将其推广到了农业和工程建设行业上。液压系统也开始突破中低压区，向着高压区前进。

70 年代，单位加学校合作的模式应用到了液压设计上。国产 32MP 高压阀就是在这个模式下完成设计的，与国际规格接轨，设计出了 100 多个品种，3000 多个规格，并成功推广到全国范围生产加工。

到了 80 年代，国家，经济迅猛增长。我国的液压元件品种的多样性越来越大，液压制造的体系也基本成熟。成立了基础件管理局，将机床、农业机械、工程建设机械的液压技术厂统一管理发展，各方扬长避短，取其精华，共同进步，也有了系统的指导和支持。从此我国的液压技术综合能力和液压行业水平迅猛提升。甚至开始出口国外。

我国的液压技术到现在，经过了半个世纪。从无到有，从糙到精，再到遍地开花，令人振奋。液压行业门类齐全，液压产品远销海外，可信相信，未来我国的液压技术会跟着国家的大步发展，打败和超越日本，一起迈向新的高度。

1.3 主要技术指标

主要技术指标设计是后续设计的前提和依据。设计任务有来自工厂的规划产品，有的来自用户的订货等等，来源广阔。而本文涉及的 M1432B 型机床的主要技术参数是：

- ①外圆磨削直径 320mm;
- ②内孔磨削直径 30~60mm;
- ③外圆磨削长度 2000mm;
- ④内孔磨削长度 125mm。

1.4 总体方案

为了同液压系统进行适配，首先对机床尺寸大致的布局。然后对液压系统的各项参数推导计算。选择液压缸的各个结构组件。之后设计出液压系统并绘制出液压系统图。根据液压系统图选择液压元件最后进行性能验算，符合标准后完成最终设计。

2 总体尺寸布局设计

2.1 纵向尺寸关系图的确定与绘制

2.1.1 确定纵向尺寸的基准线查阅文献[4]

为了便于设计，纵向尺寸的基准线选用床身中心线（0—0）（如图 2-1）。

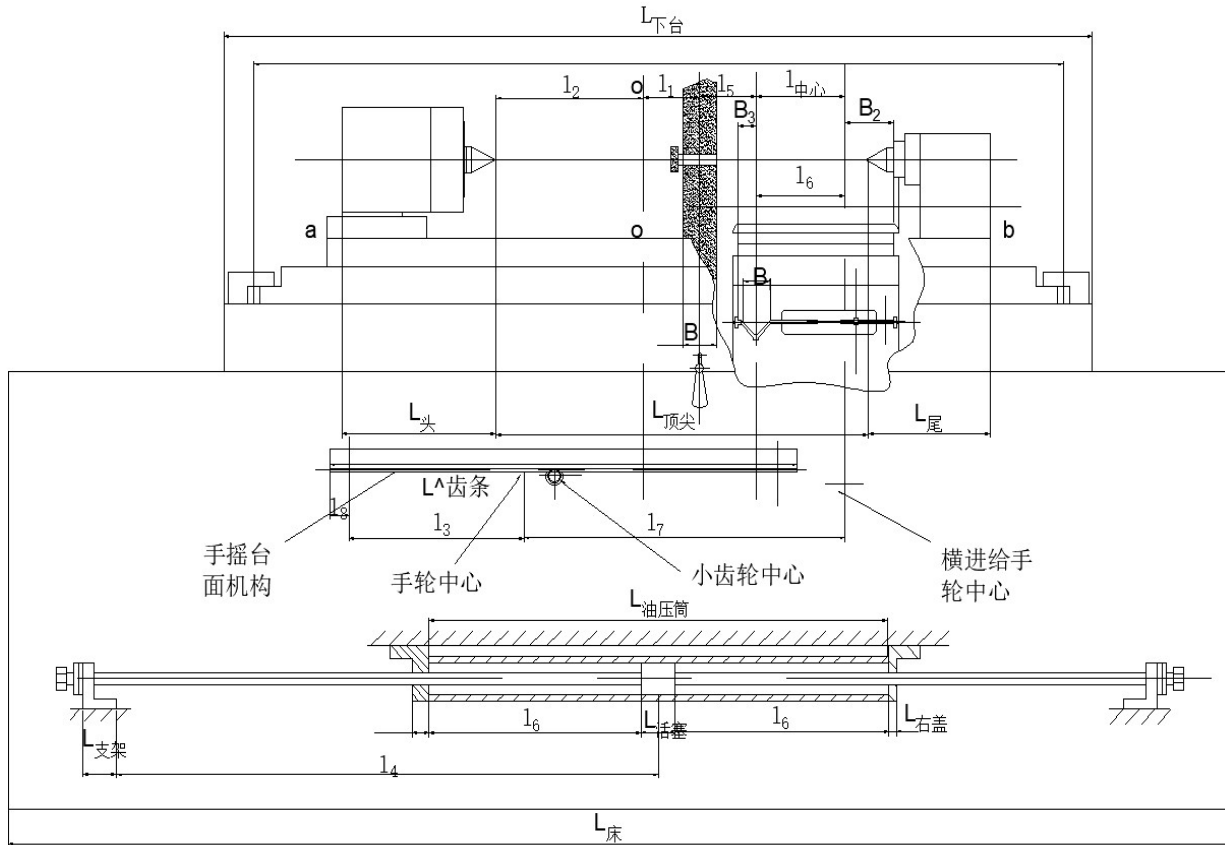


图 2-1 纵向尺寸图

2.1.2 确定砂轮对称中心线位置

一般情况下，头架的纵向尺寸是比尾架的大。所以砂轮对称中心线与床身的不会重合，需要根据头架和尾架的纵向尺寸，往右偏离。

$$l_1 \leq L_{\text{头}} - L_{\text{尾}} = 430 - 315 = 115$$

定 $l_1 = 105$ mm

式中： $L_{\text{头}}$ ——头架纵向尺寸；

$L_{\text{尾}}$ ——尾架纵向尺寸。 mm

由图 2-1 知：

$$ao = bo = \frac{1}{2}(L_{\text{顶尖}} + L_{\text{头}} + L_{\text{尾}})$$

最大磨削长度 $L = 1000\text{mm}$ 。

所以 $L_{\text{顶尖}} = L + 0.075L = 1000 + 75 = 1075 \text{ mm}$ 。

$$l_2 = ao - L_{\text{头}} = \frac{1}{2}[L_{\text{顶尖}} - (L_{\text{头}} - L_{\text{尾}})] = 479 \text{ mm}$$

得：

式中： $L_{\text{顶尖}}$ ——头、尾架最大顶尖距。

2.1.1 确定工作台对称中心线位置

通常，工作台对称中心线放在床身对称中心线同一位置（图 2-1）。

2.1.2 确定上、下工作台长度

上工作台长度要足够，有一个基本的要求，要比头、尾架的长度和顶尖的距离之和大，再加上各自两端有的弧边，得：

$$L_{\text{油压筒}} = L_{\text{工作行程}} + L_{\text{活塞}} = 1185 \text{ mm}$$

式中： $L_{\text{活塞}}$ ——活塞长度，定为 85mm。

$L_{\text{左盖}} = 45\text{mm}$ ，则：

$$l_4 = L_{\text{工作行程}} + \frac{1}{2}L_{\text{活塞}} + L_{\text{盖}} + 18 = 1205.5$$

定 $l_4 = 1205 \text{ mm}$

式中： $L_{\text{盖}}$ ——油压筒端盖厚度。

这样床身的长度（ $L_{\text{床}}$ ）可以初步确定：

$$L_{\text{床}} > 2l_4 + 2L_{\text{支架}} = 2856 \text{ mm}$$

定 $L_{\text{床}} = 2900 \text{ mm}$

式中： $L_{\text{支架}}$

——活塞杆支架长度。

2.1.6 确定床身导板导轨位置

床身垫板导轨中心线由砂轮中心线引出。

查阅文献[4] 绘制 V 型扁平导轨（图 2-1）查文献[9]得：

上工作台长度：

$$L_{\text{上台}} = L_{\text{顶尖}} + L_{\text{头}} + L_{\text{尾}} + 0.1(L_{\text{顶尖}} + L_{\text{头}} + L_{\text{尾}}) = 1820 + 182 = 2002$$

故取 $L_{\text{上台}} = 2000 \text{ mm}$

在确定下工作台的长度时，要加上对压板和防护罩的考虑，所以：

$$L_{\text{下台}} = L_{\text{上台}} + (0.05 \sim 0.15)L_{\text{上台}} = 2195\text{mm}$$

2.1.5 确定油压筒活塞杆长度确定工作台最大行程 L 工作行程。

由于 $L_{\text{工作行程}} \geq L_{\text{顶尖}}$ ；故定 $L_{\text{工作行程}} = 1000\text{mm}$ 。

由此能确定油压筒长度：

mm

$$l_5 \geq B_3 + \frac{1}{2}B_1 + (12 \sim 30) = 50 + 25 + 57 = 132$$

符合 $l_5 = (0.3 \sim 0.4)l_{中心}$ 的要求

式中: B_3 —— 垫板到 V 形导轨距离, 通常:

$$B_3 = \frac{1}{2}B_1 + (12 \sim 30) = \frac{75}{2} + 12.5 = 50 \text{ mm}$$

$B = 50$ mm (砂轮宽) mm

2.1.7 确定进给丝杆中心位置

根据实践经验, 丝杠和闸钢要靠近 V 型导轨。可以消除间隙, 稳定性得到提高。把消除间隙的闸钢放在丝杆与 V 形导轨之间, 由于结构关系将丝杆中心位置移到偏导轨一边 (图 2-1), M1432B 万能外圆磨床的效果更稳定。

2.1.8 确定机构手轮的中心位置

一般情况下, 进给机构手轮的中心垂直于横进给丝杆的中心, 同面于手摇台面机构手轮的中心 (图 2-1)。而为了方便一位工人操作, 两个手轮要靠得适当近。这里有一个前提, 液压操纵扳不能 $l = 650 \sim 750$ 毫米被挤掉。故两轮的中心距:

则 M1432B 万能外圆磨床的 $l = 700$ mm。

2.2 横向尺寸关系图的确定与绘制

2.2.1 确定横向尺寸的基准线

横向尺寸的基准线用 V 形导轨中心线。已经确定的导轨参数有 B_1 B_2 $l_{中心}$ 、 、画出导轨 (图 2-2)。

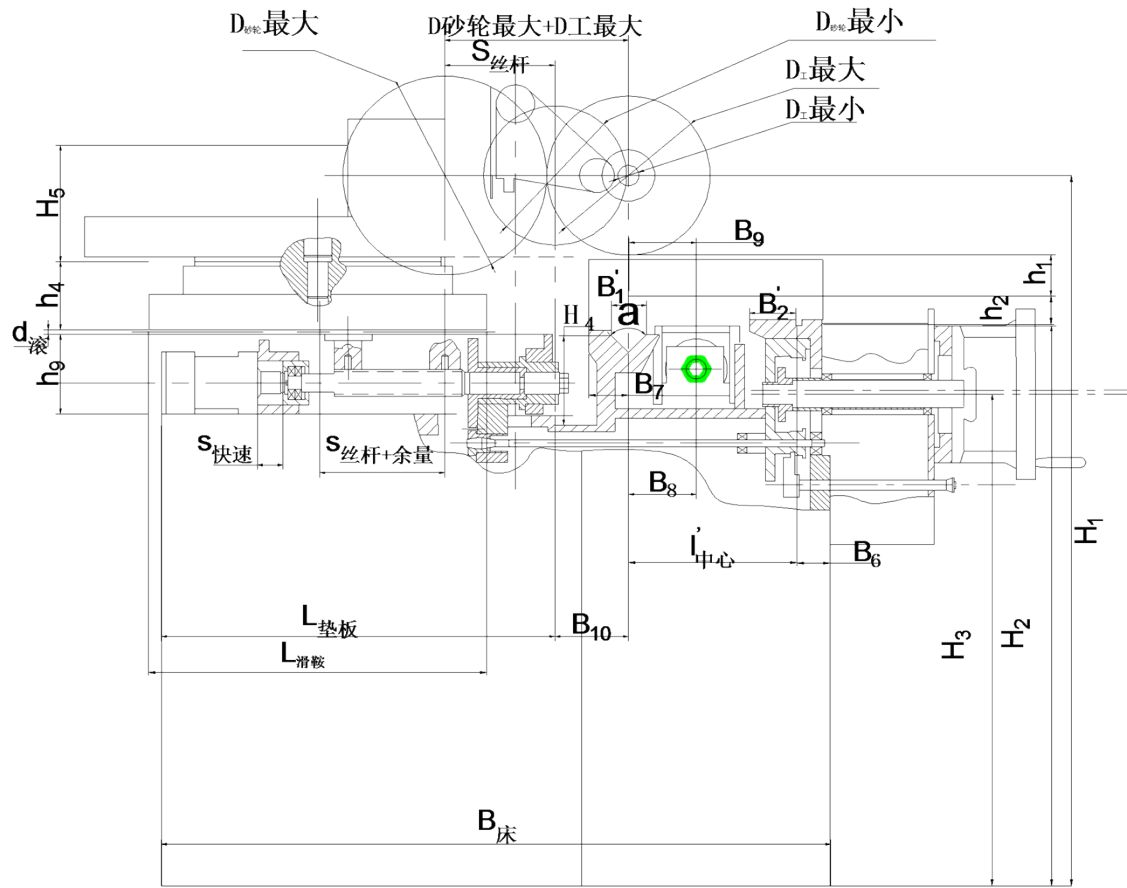


图 2-2 横向尺寸关系图

2.2.2 确定上、下工作台厚度和宽度

1. 厚度

工作 台在运动过程中的精度稳定性与上下工作台厚度存在矛盾，因此
 在设 计时应合理考虑内部结构。

下工 $h_1 \approx (0.3 \sim 0.4)l'_{中心}$
 作台厚度

上台 $h_2 \approx (0.25 \sim 0.35)l'_{中心}$
 工作台厚度。

$h_1 = 75 \text{ mm}, h_2 = 53 \text{ mm}$

在这里取

上部工作台轮廓具有不同的倾斜度，并且习惯上注意不同的尺寸。为了便于计算，此处的厚度指从地面到坡度最低点的大小(图 2-2)。

2. 宽度

$$B_{\text{工作台}} = l'_{\text{中心}} + B_4 + B_5 = 210 + 49 + 52 = 311 \text{ mm}$$

式中: B_4 ——下工作台平导轨中心线到前侧的宽度 (图 2-2) $B_4 > B_6$

B_5 ——下工作台 V 形导轨中心线到前侧面的宽度 $B_5 > B_7$;

B_6 ——床身平导轨中心线到前侧面的宽度:

$$B_6 = \frac{1}{2} B_2' + (12 \sim 30);$$

B_7 ——床身 V 形导轨中心线到边缘的宽度:

$$B_7 = \frac{1}{2} B_1' + (12 \sim 30).$$

2.2.3 确定顶尖位置

由于磨床加工工件范围大, 所以头、尾架顶尖中心位置设计在在 V 形导轨中心线上。但是这样的缺点很大, 砂轮容易同工作台相碰。缓解的一个方法就是适当加大 V 形导轨宽度。

所以画出头、尾架顶尖中心位置 (图 2-2)。

2.2.4 确定顶尖到床身的高度

根据一般操作工人的身长来决定。取值范围在 $1000 \sim 1100$ mm, 这里取 1010mm。

得出导轨面到床身底面的高度 H_2 ():

$$H_2 = H_1 - (h_1 + h_2 + H / \cos \alpha) = 700 \text{ mm}$$

式中: α ——工作台型面倾斜度。

2.2.5 确定手轮中心的高度

横进给机构手轮中心的高度 (H_3)。

一般 $H = 600 \sim 700$ mm。

这里取 680mm。

2.2.6 确定油压桶中心位置

油压桶一般是安装在偏向 V 形导轨的中心位置。

故取:

$$B_8 = (0.40 \sim 0.45) l'_{\text{中心}} = 0.43 \times 210 = 90 \text{ mm}$$

2.2.7 确定工作台回转中心位置

工作台回转中心处于 V—平导轨的中间。

即:

$$B_9 = \frac{1}{2} l'_{\text{中心}} = \frac{1}{2} 210 = 105 \text{ mm}$$

2.2.8 确定后床身部分尺寸

一是垫板厚度 3。二是滑鞍厚度 4。

三是砂轮中心底面的高度 H_3 。

四是后身顶面至平导轨的高度 H_4 。

这四个尺寸相互制约，关系复杂。不能单独考虑。通过经验数据，顶面至平导轨的高度：

$$H_4 = 110 \sim 150 \text{ mm 取 } 120 \text{ mm}。$$

$$h_3 = (0.3 \sim 0.45)l_{\text{中心}} = 160 \text{ mm}$$

垫板厚度：

式中： $l_{\text{中心}}$

——砂轮架垫板导轨中心距（毫米）。

确定滑鞍厚度 h_4 时，一般按类比法取：

$$h_4 = (0.23 \sim 0.30)l_{\text{中心}} = 106 \text{ mm}$$

与鞍座接触的旋转表面和砂轮架的底面为圆盘型，从而确定了砂

轮底面与砂轮中心之间的相互高度 H_5 ：

$$\frac{D_{\text{砂}}}{2} = 200 \geq H_5 = 165 \text{ mm}$$

2.2.9 确定砂轮架横向行程一般砂轮架横向行程长度：

$$S = S_{\text{丝杆}} + S_{\text{快速}} + (0.1 \sim 0.2)S_{\text{快速}} = 274 \text{ mm}$$

式中： $S_{\text{丝杆}}$ ——砂轮架工作行程（mm）；

$S_{\text{快速}}$ ——砂轮架快速进退量（mm）。

1. $S_{\text{丝杆}}$ ：根据工件和砂轮极限直径。

$$S_{\text{丝杆}} = \left(\frac{D_{\text{砂,最大}}}{2} + \frac{D_{\text{工件,最大}}}{2} \right) - \left(\frac{D_{\text{砂,最小}}}{2} + \frac{D_{\text{工件,最小}}}{2} \right)$$

式中： $D_{\text{砂,最大}}$ ——最大的砂轮直径（mm）；

$D_{\text{砂,最小}}$ ——最小的砂轮直径；

$D_{\text{工件,最大}}$ ——最大磨削工件直径（mm）；

$D_{\text{工件,最小}}$ ——最小磨削工件直径（mm）。

M1432B 万能外圆磨床：

$$D_{\text{砂,最大}} = 400 \text{ mm} \quad D_{\text{砂,最小}} = 280 \text{ mm}$$

$$D_{\text{工件,最大}} = 320 \text{ mm} \quad D_{\text{工件,最小}} = 8 \text{ mm 得：}$$

$$S_{\text{丝杆}} = \left(\frac{400}{2} + \frac{300}{2} \right) - \left(\frac{280}{2} + \frac{8}{2} \right) = 216 \text{ mm}$$

2. $S_{\text{快速}}$ ：无特殊要求，一般是 50mm 左右。

2.2.10 确定滑鞍长度

通常，滑鞍长一些，就不容易侧倾，导向性能好，移动也轻便。唯一的劣势就是制造方面不便。

$$L_{\text{滑鞍}} \geq (1.5 \sim 2)l_{\text{中心}} = 500 \text{ mm}$$

2.2.11 确定垫板长度

滑鞍在前后两极限位置时，其值 $\leq (0.05 \sim 0.15)L_{\text{滑鞍}}$

$$L_{\text{垫板}} \geq L_{\text{滑鞍}} + S - 2(0.05 \sim 0.15)L_{\text{滑鞍}}, \text{ 则:}$$

式中：S——砂轮架横向行程（mm）。上述尺寸确定后，即可画出床身宽为：

$$B_{\text{床}} = L_{\text{垫板}} + B_{10} + l'_{\text{中心}} + B_6 = 1180\text{mm}$$

式中： B_{10} ——从床的V导轨中心到垫片的距离。

为使内圆磨削时不需拆除外圆砂轮，所以：

$$S_{\text{中心}} \geq \frac{D_{\text{砂,最大}} + D_{\text{卡盘}}}{2} = 380\text{mm}$$

3 液压系统的计算

对于 M1432B 万能外圆磨床，已知的参数有：①工作台运动速度 $v = 0.1 \sim 4 \text{m/min}$ ；②机床总重量 G

$$\sum P = P_x + P_{\text{导}} + P_{\text{封}} + P_{\text{惯}} + P_{\text{背}}$$

$$\text{所以 } \sum P = 1479 + 628 + 81 + 0.15P$$

式中： P_x ——平行床身导轨的轴向磨削力； P_x 很小可忽略不计。

P_z

$$P_{\text{导}} = \left(\frac{G + P_z}{2} \right) f + 2f \left(\frac{G + P_z}{2} \right) \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$= \left(\frac{600 + 11657}{2} \right) \times 0.1 + 2 \times 0.1 \times \left(\frac{600 + 11657}{2} \right) \times 0.707$$

式中： G ——机床总重量；

α ——V形导轨的夹角，一般 $\alpha = 90^\circ$ ；

P_z ——切向磨削分力， P_z 的计算为：

$$N_{\text{磨}} = \frac{P_z v}{102}$$

砂轮架电动机功率 $N_{\text{磨}} = 4\text{kw}$ ，砂轮架线速度 $v = 35$

f ——工作台导轨与床身导轨间的摩擦系数。

起动时 $f = 0.15$ ；

低速时 $f = 0.1 \sim 0.12$ ；

$$P_{\text{惯}} = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{G}{g} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{600}{9.81} \times \frac{4}{0.05 \times 60} = 81\text{N}$$

式中： Δt ——起动或制动时间，一般 $0.01 \sim 0.05\text{s}$ 。

$\approx 600\text{N}$ ；③砂轮主轴转速 1600r/min ；④

砂轮最大线速度 35m/s ；⑤砂轮架电机功

率 4000W 。

3.1 计算工作台的负载查文献[5]得公式

$$= 2431.1\text{N}$$

——床身导轨的摩擦力。

对V-平组合导轨，计算为：

$$= 1479\text{N}$$

m/s 时，约为 11657N ；

高速润滑良好时 $f = 0.05 \sim 0.08$ 。

工作台惯性为：

P_z

G ——总重量;

Δv ——在 Δt 时间内, 速度从 0 到 v_{max} 时的变化值;

g ——重力加速度, $g=9.81\text{m/s}^2$;

$F_{背}$ ——背压: $=31.4 \times 20 = 628\text{N}$

$$P_{背} = p_{背} \times F$$

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/338114020026006076>