

矿井提升与运输课程设计指导书

一、矿山机电专业课程设计的目的

本次课程设计是高等工科院校矿山机电专业学生第一次比较全面的设计应用训练，是矿山机械和专业基础课重要的综合性与实践性教学环节，主要有如下基本目的。

1. 通过课程设计，进一步巩固和加深学生所学的理论知识，通过本环节把矿井提升、运输、采掘、流体机械用其他有关先修课程（理论力学、流体力学、工程材料、机电传动等）中所获得的理论知识在设计实践中加以综合运用，使理论知识和生产实践密切地结合起来，培养学生分析和解决一般工程实际问题的能力，并使所学知识得到进一步巩固、深化和扩展。

2. 矿机专业课程设计是高校工科相关专业学生首次进行的完整综合的专业设计，通过设计，使学生了解和掌握矿山机械设备的设计过程和设计步骤，对学生进行矿山机械设计基本技能的训练。使学生通过熟练运用设计资料（手册、图册、标准、规范等），能进行数据处理和图纸设计，掌握矿山机械设计的基本技能。

3. 使学生掌握矿山机械选型设计的一般方法及设计步骤，培养学生独立的工程设计能力。

4. 通过设计，提高学生的计算、制图能力，使学生能熟练应用有关参考资料（计算图表、手册、图集、规范等），熟悉有关的国家标准、行业标准和规范，培养学生设计的基本技能和分析解决工程实际问题的能力，为毕业设计和今后工作打下基础。

二、矿山机电专业课程设计的内容

本课程设计一般选择由本专业所学过的机械设备选型作为设计题目。如提升设备选型、运输机械选型、流体机械设备选型、采掘机械选型等，这类题目不仅能充分反映矿机专业的主要教学内容，同时能使学生得到较全面的专业训练。 课程设计的内容通常包括：根据原始数据确定总体方案、选择矿山机械类型、选择电动机、计算传动装置的运动和动力参数、总体布置图的设计与绘制、

编写设计计算说明书。 在规定的学时数内，要求每个学生在设计中完成以下工作：

1. 每类矿山机械设备总体布局图一张；
2. 其他相关图纸（由老师指定）；
3. 设计说明书一份。

设计的一般过程是：从方案分析开始，进行必要的设计计算和选型，最后以图样和计算说明书来表达设计结果。 课程设计的内容是在指导老师指导下由学生独立完成。每个学生都应该明确设计任务和设计要求，要拟订设计进度计划，注意掌握进度，按时完成。

三、设计说明书内容

1. 目录（标题及页码，需整理后确定）；
2. 设计任务书（原始数据）；
3. 总体设计方案；
4. 选型设计详细计算过程；
5. 有关校核计算；
6. 设计完整结果；
7. 相关布置图。
8. 参考资料（作者、书名、出版单位、出版年月）

四. 课程设计要求

1. 课程设计计算说明书要统一封面装订，说明书用纸大小应与封面一致，做到整齐美观。设计图纸大小要标准，要采用标准的标题栏，栏中写明图纸的名称、绘制日期、绘制人、审阅人等信息。

2. 要将任务书装订在第 1 页。

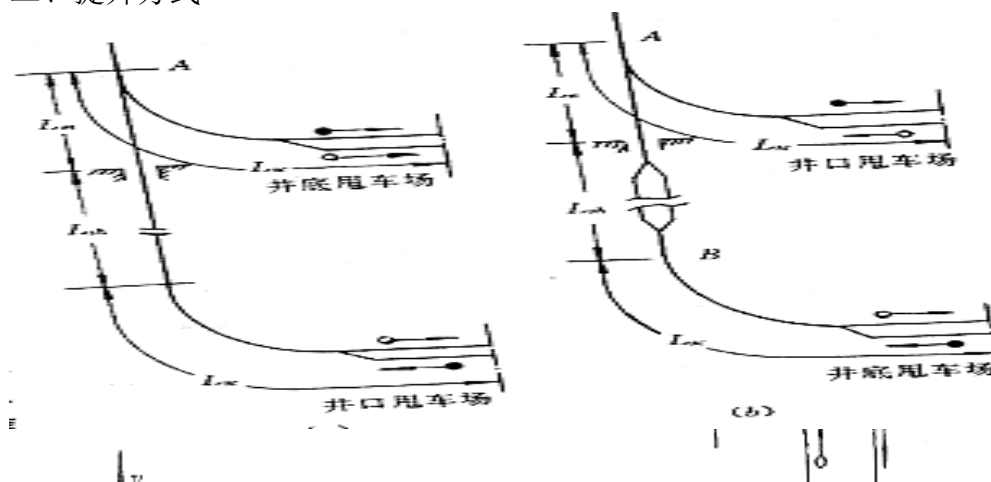
3. 设计成果要统一装袋，袋外要写上相关信息：如：课程设计名称、学生姓名、专业班级及方向、袋装内容目录等。

五. 课程设计任务书

第一节 斜井提升设备的选择设计

- 一、原始资料
- 矿井年产量 (2 + 学号最后 2 位) K T
- 服务年限 25
- 井筒斜长 (3 + 学号最后 2 位) M
- 井筒倾角 $25^{\circ} - 30^{\circ}$
- 矿井工作制度 330 天 14 小时
- 矿车形式、参数
- 煤的容重 $0.95 \text{ T} / \text{M}^3$
- 采用的提升方式
- 矿井电压等级

二、提升方式



- 三、选择计算
- 1、一次提升量和车组中矿车数的确定
- 小时提升量

$$m_{th} = \frac{c \cdot \alpha_f \cdot A_n}{b_r \cdot t}, \quad t/h$$

一次提升量

$$m = \frac{T \cdot m_{th}}{3600} = \frac{c \cdot \alpha_f \cdot A_n \cdot T}{3600 b_r \cdot t} \quad t/\text{次}$$

一次提升矿车数: $n_1 = \frac{m}{m_1} \quad m_1 = \varphi \rho \cdot V,$

- 根据矿车连接器强度计算矿车数
- 允许承受拉力为 60KN (30KN)

$$n_2 \leq \frac{6000}{g(m_1 + m_{z1})(\sin \beta + f \cdot \cos \beta)}$$

对两次计算进行比较选择

2、斜井提升钢丝绳的选择计算

$$m_p \geq \frac{n(m_{z1} + m_1)(\sin \beta + f_1 \cos \beta)}{11 \times 10^{-6} \frac{\sigma_B}{m_a} - L_o (\sin \beta + f_2 \cos \beta)}$$

不小于规程的要求

- 3、提升机选择计算
- 滚筒直径选择计算同立井
- 最大静张力: $F_{j\max} = n \cdot g(m_1 + m_{z1})(\sin \beta + f_1 \cdot \cos \beta) + L \cdot m_p \cdot g(\sin \beta + f_2 \cdot \cos \beta)$

最大静张力差

$$F_{c\max} = n \cdot g(m_1 + m_{z1})(\sin \beta + f_1 \cdot \cos \beta) + L \cdot m_p \cdot g(\sin \beta + f_2 \cdot \cos \beta) - n \cdot g \cdot m_{z1}(\sin \beta - f_2 \cdot \cos \beta)$$

4、天轮计算

按照规程规定:

地面天轮: $\alpha > 90^\circ$ 时, $DT \geq 80d$

$\alpha < 90^\circ$ 时, $DT \geq 60d$

井下天轮: $\alpha > 90^\circ$ 时, $DT \geq 60d$

$\alpha < 90^\circ$ 时, $DT \geq 40d$

5、预选提升电动机

单钩提升:

双钩提升: $n = \frac{60v_m \cdot i}{\pi \cdot D}$

估算电动机转速

由功率和转数初选电机

确定提升机的实际最大提升速度 $v_m = \frac{\pi \cdot D \cdot n_e}{60i}$

确定提升机的最大提升速度：

斜井升降人员或物料时： $v_m \leq 5\text{m/s}$

人车的运行速度不得超过其设计速度

斜井箕斗运输物料时： $v_m \leq 7\text{m/s}$

当采用重型固定道床时， $v_m \leq 9\text{m/s}$

第二节 提升机与井口相对位置的计算

一、井架高度

斜井甩车场：根据井口至钢丝绳与天轮接触点间的斜长，井口车场设计的栈桥倾角（8-12度）

$$H_j = L' \cdot \sin \beta'$$

双钩平车场：保证摘挂钩后的矿车通过下放串车的钢丝绳底部时，绳距地面的高度不小于 2.5 米。

$$H_j = \frac{2.5(L_B + L_t + L_A)}{L_B + L_t + L_n} - R_t$$

验算：井口钢丝绳牵引角要小于 9 度。

$$\beta' = \arctg \frac{H_j + R_t}{L_B + L_t + L_A}$$

2、钢丝绳弦长

- 规程规定：最大内外偏角不得超过 $1^\circ 30'$ 且单层缠绕不咬绳。

- 固定天轮：

- 单钩提升： $B/2 \tan \alpha = 19.1B$

- 双钩提升：

- 按外偏角 $L_{x\min w} \geq 19.1(2B+a-s)$

按内偏角 $L_{x\min n} \geq 19.1(s-a)$

以最大者作为最小弦长，且一般不超过 60 米

游动天轮：

- 按外偏角 $L_{x\min w} \geq 19.1(2B+a-s-y)$ y ：天轮距离

按内偏角 $L_{x\min n} \geq 19.1(s-a-y)$

- 3、滚筒中心至天轮水平距离

- $L_z = [L_{x\min}^2 - (H_i - C_o)^2]^{1/2}$

- 将 L_z 取为接近计算值较大的整数，然后再求实际弦长

- $L_x = [L_z^2 + (H_i - C_o)^2]^{1/2}$

- 4、计算实际内、外偏角固定天轮

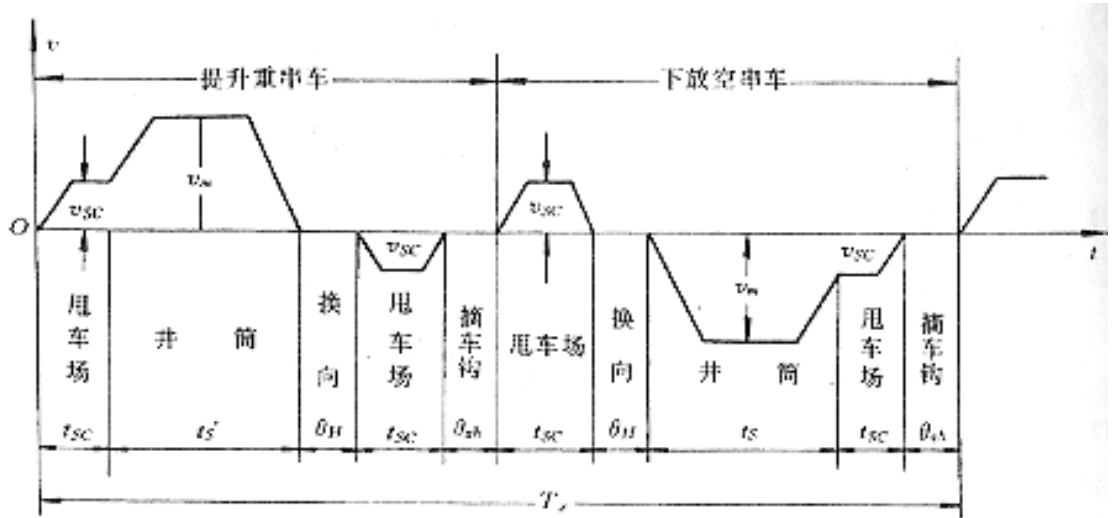
- 单钩提升： $\alpha_1 = \arctg B/2 L_x$

- 双钩提升： $\alpha_1 = \arctg (2B+a-s)/2 L_x$

$$\alpha_2 = \arctg (s-a)/2 L_x$$

- 游动天轮：

单钩提升: $\alpha 1 = \arctg(B-y)/2 Lx$
 双钩提升: $\alpha 1 = \arctg (2B+a-s-y)/2 Lx$



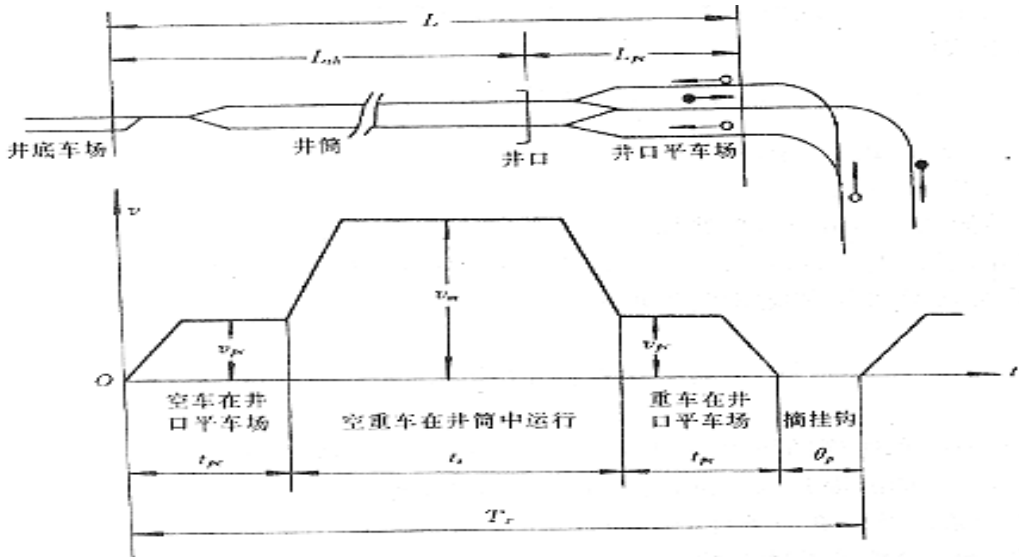
$$\alpha 2 = \arctg(s-a-y)/2 Lx$$

• (不得超过 $1^\circ 30'$)

5、计算下出绳角

当滚筒直径与天轮直径不同时: $\beta_x = \arctg \frac{H_j - C_0}{L_x} + \arcsin \frac{D + D_r}{2L_x}$

当滚筒直径与天轮直径相同时 $\beta_x = \arctg \frac{H_i - C_0}{L_s} + \arcsin \frac{D}{L_x}$
 $\beta_x \geq 15^\circ$



• 4、一次提升循环时间

• 井底车场运行:

• 加速段: $t_{01} = v_0/a_0$ $L_{01} = v_0^2/2a_0$ $L_{02} = LD - L_{01}$

• 匀速段: $t_{02} = LD_2/v_0$ $t_D = t_{01} + t_{02} = v_0/a_0 + LD_2/v_0$

下放侧空车组钢丝绳静张力:

$$F_{xj} = n \cdot m_{z1} g (\sin \beta_i - f_1 \cdot \cos \beta_i) + m_p g x (\sin \beta_i - f_2 \cdot \cos \beta_i)$$

静拉力差:

$$F_j = F_{sj} - F_{xj} = n g (m_1 + m_{z1}) (\sin \beta_i + f_1 \cdot \cos \beta_i) + m_p g (L - x) (\sin \beta_i + f_2 \cdot \cos \beta_i) - n \cdot m_{z1} g (\sin \beta_i - f_1 \cdot \cos \beta_i) - m_p g x (\sin \beta_i - f_2 \cdot \cos \beta_i)$$

计入运行阻力和惯性力:

$$F = n \cdot g (m_1 + m_{z1}) (\sin \beta_i + f_1 \cdot \cos \beta_i) + m_p g (L - x) (\sin \beta_i + f_2 \cdot \cos \beta_i) - n \cdot m_{z1} g (\sin \beta_i - f_1 \cdot \cos \beta_i) - m_p g (L - x) (\sin \beta_i - f_2 \cdot \cos \beta_i) + \sum m \cdot a$$

- $\sum m$: 提升系统的总变位质量
- $\sum m = n \cdot m_1 + 2n \cdot m_{z1} + 2m_p \cdot L_p + 2m' \cdot t + m_i + m_d$
- $L_p = L_0 + L_x + 3\Pi D + 30 + (2 \sim 4) \Pi D$
- $m_d = (GD^2) d \cdot i^2 / D^2 g$
- 二、单钩串车提升
- 上提重车组前半循环的基本动力方程式:

$$F = n \cdot g (m_1 + m_{z1}) (\sin \beta_i + f_1 \cdot \cos \beta_i) + m_p g (L - x) (\sin \beta_i + f_2 \cdot \cos \beta_i) + \sum m_s a$$

下放空车组后半循环的基本动力方程式: $F = -[n \cdot m_{z1} g (\sin \beta_i - f_1 \cdot \cos \beta_i) + m_p g x (\sin \beta_i - f_2 \cdot \cos \beta_i)] + \sum m_x \cdot a$

第五节 提升电动机容量的验算

- 一、计算各提升阶段轴功率 $N = \frac{F \cdot v}{1000}, kW$

绘制出个阶段轴功率图

二、提升机等效容量的校核

1、等效力的计算

$$F_d = \sqrt{\frac{\int_0^T F^2 dt}{T_d}}, N$$

- 对于斜井串车平车场工作循环:

$$\int_0^T F^2 dt = \frac{F_{01}^2 + F_{01}'^2}{2} t_{01} + \frac{F_{02}^2 + F_{02} \square F_{02}' + F_{02}'^2}{3} t_{02} + \frac{F_{01}^2 + F_{01}'^2}{2} t_1 + \frac{F_{02}^2 + F_{02} \square F_{02}' + F_{02}'^2}{3} t_2 + \frac{F_{03}^2 + F_{03}'^2}{2} t_3 + \frac{F_{04}^2 + F_{04} \square F_{04}' + F_{04}'^2}{3} t_{04}$$

- 式中 F_d 提升电动机作用在滚筒圆周上的等效力, N;
- T_d : 等效时间。
- 对于强制通风电动机 : $T_x = T_d$
- 对于自带风扇装置的电动机, 其散热条件则与电机转数有关, 转数高时风扇散热条件好, 低时散热条件差, 休止时间散热条件最差。故对于自带风扇装置电动机的等效时间为: $T_d = \alpha (t_0 + t_1 + t_3 + t_4 + \dots) + t_2 + \beta \theta$
- 式中: α : 电机在低速运转时的散热不良系数, 一般取
 - 交流电机 $\alpha = 1/2$;
 - 直流电机 $\alpha = 3/4$;
- β : 考虑停车间歇时间的散热不良系数, 一般取
 - 交流电机 $\beta = 1/3$;
 - 直流电机 $\beta = 1/2$;
- θ : 休止时间, S。
- 2、计算电动机的等效容量

$$N_d = \frac{F_d v_m}{1000 \eta_j} = \frac{v_m}{1000 \eta_j} \sqrt{\frac{\int_0^T F^2 dt}{T_d}}, kW$$

- 式中 v_m ——提升容器的最大提升速度, ;
- η_j ——提升机减速器的效率; 一级传动时 $\eta_j = 0.92$; 二级传动时 $\eta_j = 0.85$ 。

3、按电动机允许发热条件校核 $N_d \leq N_e$

N_e ——初选电动机的额定功率。

4、按正常运行时电动机过负荷能力校核 $\frac{F_{max}}{F_e} \leq 0.75\lambda$

式中 : F_{max} : 力图中最大拖动力, N;

- F_e : 初选电动机的额定出力, N;
- λ : 初选电动机的最大过负荷系数;
- 5、在特殊情况下, 电动机过负荷能力校核 $\frac{F_t}{F_e} \leq 0.9\lambda$
- 式中 F_t ——特殊过负荷力

第六节 电耗和效率计算

一、一次提升电耗

一次提升电耗 W 为
$$W = \frac{1.02 v_m \int_0^T F dt}{\eta_j \eta_d}, J/\text{次}$$

式中, 1.02: 考虑提升机的附属设备 (如润滑油泵, 制动油泵, 磁力站, 动

$$\int_0^T F dt = \frac{1}{2} (F_0 + F_0') t_0 + \frac{1}{2} (F_1 + F_1') t_1 + \frac{1}{2} (F_2 + F_2') t_2 + \frac{1}{2} (F_3 + F_3') t_3 + \frac{1}{2} (F_4 + F_4') t_4$$

力制动电源装置等)耗电量的附加系数;

二. 吨煤电耗 及提升设备的年电耗

$$W_1 = \frac{W}{m} = \frac{1.02v_m \int_0^T F dt}{m \eta_j \eta_d}, J/t$$

$$W_{\text{年}} = W_1 A_n, J/\text{年}$$

式中 m : 一次提升载货质量, t ;

A_n : 矿井年产量, 。

三. 一次提升有益电耗 W_y , $W_y = 1000m g H, J/\text{次}$

四. 提升设备的效率

$$\eta = \frac{W_y}{W}$$