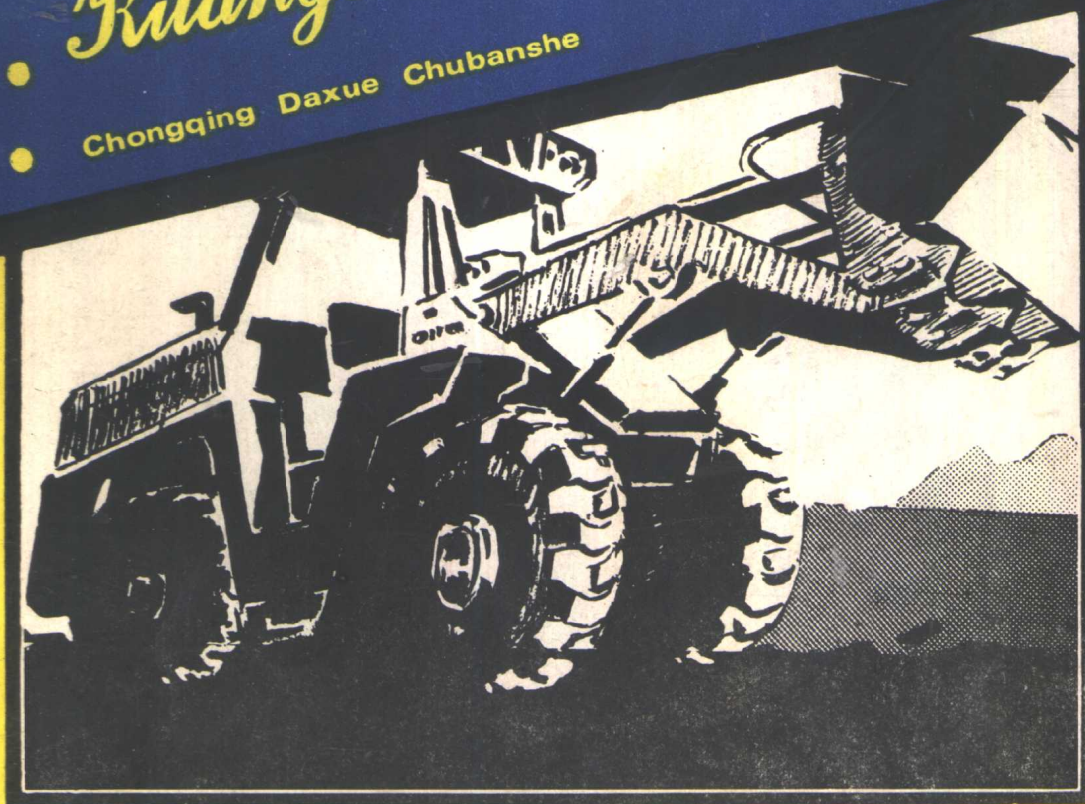


矿山机械习题集

胡应曦 钱金生 吴盛一 编

Kuangshan Jixie Xitiji

Chongqing Daxue Chubanshe



重庆大学出版社

TD4-44

H-937

矿山机械习题集

胡应曦 钱金生 吴盛一 编

705325

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书以《采掘机械》、《矿山运输机械》、《矿井提升机械设备》、《流体机械》等矿山机械专业的教材为依据,编写了各类思考题、计算分析题、例题共1198道,并对部份较繁难的习题给了参考答案。

本书可作为高等矿业院校矿业机械和采矿工程专业本科生的参考教材,亦可供有关工程技术人员参考。

矿山机械习题集

胡应曦 钱金生 吴盛一 编
责任编辑 李德祥

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学出版社印刷厂印刷



开本: 787×1092 1/16 印张: 11 字数: 275 千
1990年4月第1版 1990年4月第1次印刷
印数: 1—2200

标准书号: ISBN 7-5624-0302-3 定价: 2.54 元
TD·3

前 言

《采掘机械》、《矿山运输机械》、《矿井提升设备》和《流体机械》，是矿业机械专业的四门主要专业课，也是采矿工程专业的重要课程。为了配合这些课程的教学，加强理论与实践的联系，深化教学内容；帮助学生系统地掌握有关的基本知识和基本概念；培养学生运用基本理论分析和解决实际问题的能力，我们编写了这本习题集。

本习题集包括上述四门专业课程的内容。共计1198题，其中思考题605道，计算分析题513道，例题80道，并附有部分习题的参考答案。为便于教学选用，每章“*”号之前为思考题，其后为计算题与例题。命题以矿业机械专业的要求为主，兼顾采矿工程专业的特点；以教学内容为主，兼顾生产实际的要求。题目难、易结合，深、浅搭配，以适应不同层次的需要。

本习题集的内容编排和解算中所用的公式与数据，主要以煤炭高等院校矿业机械专业的相应教材，即资料〔1〕、〔9〕、〔17〕和〔23〕为基本依据。习题中计算参数全部采用国际单位制。

本习题集可作为煤炭高等院校矿业机械专业相应课程的辅助教材，或采矿工程专业和其它矿业机械专业的参考教材，也可供其它学校有关专业师生和工程技术人员参考。

本习题集由贵州工学院胡应曦编写第一部分，钱金生编写第二、三部分，吴盛一编写第四部分。并由胡应曦负责主编。

全书承曾凡林、朱建林和王先菊三位同志审阅；在编写过程中曾利用或参考了许多资料。在此对审读者和有关作者一并致谢。

鉴于水平所限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1988年6月

目 录

第一部分 采 掘 机 械

第一章	采煤机总论	(1)
第二章	采煤机的截割部	(2)
第三章	采煤机的牵引部	(8)
第四章	采煤机的附属设备	(14)
第五章	刨煤机	(15)
第六章	回采工作面的支护设备	(17)
第七章	液压支架设计	(19)
第八章	凿岩机	(34)
第九章	装载机	(37)
第十章	掘进机	(42)

第二部分 矿 山 运 输 机 械

第一章	刮板输送机	(46)
第二章	胶带输送机	(57)
第三章	电机车及其附属设备	(67)
第四章	其它运输设备	(76)
第五章	矿山运输系统	(79)

第三部分 矿井提升机械设备

第一章	提升系统与提升容器	(83)
第二章	提升钢丝绳	(89)
第三章	矿井提升机	(92)
第四章	提升机布置设计	(94)
第五章	提升设备的运动学及动力学计算	(97)
第六章	斜井提升	(102)
第七章	多绳摩擦提升	(107)
第八章	矿井提升机的制动装置	(111)
第九章	提升机卷筒与主轴的强度计算	(115)
第十章	矿井提升设备选型设计	(119)

第四部分 矿山流体机械

第一章 矿山涡轮机的基本理论	(122)
第二章 矿山排水设备	(129)
第三章 矿井通风设备	(137)
第四章 矿山压缩空气设备	(148)
部分习题参考答案	(156)
主要参考资料	(170)

第一部分 采掘机械

第一章 采煤机总论

1-1-1 按机械化程度的不同,我国机采工作面有哪几种类型?它们在设备组成和工艺过程方面有何区别?

1-1-2 现代采煤机应满足哪些基本要求?目前常用的工作机构有哪几种类型?各类在结构和应用上有何特点?

1-1-3 结合简图说明双滚筒采煤机的基本组成和各部分的作用。

1-1-4 滚筒采煤机工作时应具备哪几种基本运动?各是通过什么装置来实现的?

1-1-5 采煤机滚筒有哪几种布置形式?画出对称和非对称布置的单、双滚筒采煤机简图,并分析其优缺点。

1-1-6 选择采煤机的工作机构时主要应考虑哪些因素?为何现代采煤机大多采用浅截深?

1-1-7 滚筒调高方法有哪些?各有何优缺点?在采用摇臂调高时,调高油缸有哪几种布置型式?

1-1-8 在摇臂调高的采煤机上,摇臂相对于截割部减速器的位置和支承方式有几种?结合简图说明其特点。

1-1-9 滚筒采煤机的牵引方式有哪些类型?一般应用于什么条件?

1-1-10 简述滚筒采煤机的驱动方式及其优缺点。在单机驱动时,为什么其截割部强度应按装机功率校核?

1-1-11 采煤机的系列化有何意义?试用方框图说明MLS₃-170型采煤机有几种组合型式。

1-1-12 设计薄煤层、厚煤层和急倾斜煤层采煤机时,应考虑哪些特殊要求。

1-1-13 滚筒采煤机有哪些基本参数?在方案设计时其一般范围如何确定?

1-1-14 在进行综采设备的选型和采煤机的总体设计时,应考虑哪些配套关系?

1-1-15 煤岩的机械性质可用哪些指标来衡量?决定其破碎性能的主要指标是什么?

1-1-16 为什么煤岩的机械性质具有各向异性的特点?其抗压、抗拉和抗剪强度之间有何关系?

1-1-17 何谓煤岩的坚硬度?我国按坚硬度把煤分为几类?对采煤机选型有何影响?

1-1-18 何谓截割比能耗?它与哪些因素有关?为什么说截割比能耗是评价采煤机工作机构的性能和效率的一项重要指标?

1-1-19 刀具截割煤岩时,可能形成哪几种截割条件?各种截槽有何特点?截槽侧崩角取决于什么因素?

1-1-20 切屑厚度和截距表示什么意义?它们的不同搭配对刀具的截割过程有何影响?

1-1-21 采煤机工作时, 刀具的截割阻力如何估算? 决定其大小的主要因素有哪些?

* * * * *

1-1-22 试用“密实核”理论, 分析煤岩在刀具截割下的破碎过程和截割阻力的变化规律。

1-1-23 截割阻抗的物理意义是什么? 试选软、中硬和硬三种煤层, 作出其 $Z-h$ 曲线, 并分析截割阻力 Z 与截割阻抗 A 、切屑厚度 h 的变化关系。

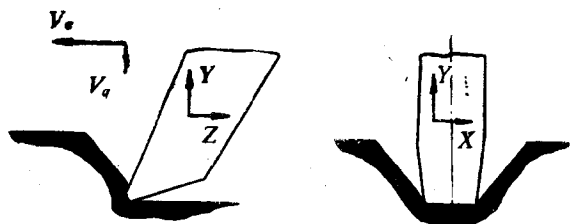


图 1-1

1-1-24 采煤机刀具截煤状况如图 1-1 所示。试分析刀具在截割过程中受哪些阻力作用? 并按 X 、 Y 、 Z 方向列出各向合力的基本表达式。

1-1-25 试按截割比能耗 $H_w = \frac{ZL\gamma}{G}$

的表达式, 作出截割比能耗 H_w 与切屑厚度 h 的关系曲线, 并分析当 h 增大时, H_w 降低的主要原因。

提示: (1) 任选一煤层, 取截割阻抗 A 为定值;

(2) 将 $Z = Ah$, $L = V_c$, $G = SV_c\gamma$ 和 $S = h(b + \tan\psi)$ 等代入 H_w 的表达式化简, 然后选点作 H_w-h 的关系图;

(3) 式中各项为: V_c ——截割速度, S ——平均切屑断面, b ——刀具截刃宽度, 可取 $b = 15 \sim 20 \text{ mm}$, h ——切屑厚度, mm , ψ ——截槽崩落角, 随煤质和 h 而变, 可按有关资料选取, 或取 $\psi = 60^\circ$ 。

1-1-26 试分析切屑厚度和截距对截割比能耗和截割阻力的影响, 为什么说合理的“宽距深截”是提高截割效率的有效途径之一?

1-1-27 设计单滚筒采煤机时, 若平均采高 $H = 2 \text{ m}$, 煤层截割阻抗 $A \leq 120 \text{ N/mm}$, 初定其截深 $J = 600 \text{ mm}$, 最大工作牵引速度 $V_g = 5 \text{ m/min}$, 采用单机驱动, 试确定该机的装机功率和牵引力, 并计算其设计生产率 (取 $\gamma = 13.5 \text{ kN/m}^3$)。

1-1-28 一煤层厚度 $H = 0.7 \sim 1.2 \text{ m}$, 试选择采煤机械工作机构的型式, 并画出所定机型的总体布置简图。

1-1-29 一煤层厚度 $H = 2.8 \sim 3.0 \text{ m}$, 煤层倾角 $\alpha \leq 5^\circ$, 采用滚筒式工作机构, 试确定采煤机总体结构的初步方案 (包括主要部件的布置形式和某些基本参数的选择), 并简述其主要特点。

1-1-30 从滚筒与采煤机体的关系来看, 有侧面布置与额面布置; 从采煤机的运行轨道看, 有骑溜式与爬底式。试分析不同布置与工作方式的特点及其适用范围。

第二章 采煤机的截割部

1-2-1 现代采煤机为何大多用螺旋滚筒作为工作机构? 螺旋滚筒的结构要素有哪些?

1-2-2 当螺旋滚筒的旋向一定时, 滚筒转向是否可变? 为什么?

1-2-3 何谓“顺转”与“逆转”? 螺旋滚筒的这两种不同转向对装煤效果有何影响?

1-2-4 何谓切屑厚度? 它与哪些参数有关? 在滚筒截割断面上, 各个位置的切屑厚度

是否均相同？其最大值与平均值的关系如何？

1-2-5 根据试验与分析，截割比能耗与切屑厚度成双曲线的变化规律，但一般认为滚筒工作时的合理切屑厚度宜取为40~80mm，而此值并非能耗最小时之切屑厚度，试分析其原因。

1-2-6 双滚筒采煤机工作时，前、后滚筒各处于什么位置？为何二滚筒转向要相反？

1-2-7 就滚筒转向来看，什么叫“前顺后逆”和“前逆后顺”？为何滚筒直径较大时，宜采用“前顺后逆”；而滚筒直径较小时，宜采用“前逆后顺”？

1-2-8 螺旋滚筒的“三个直径”是哪三个？它们之间一般应保持什么关系？

1-2-9 单、双滚筒采煤机的滚筒截割直径是怎样确定的？

1-2-10 在滚筒螺旋叶片的不同直径上，螺旋升角是如何变化的？试将图1-2所示的单头螺旋滚筒的叶片，沿内、外径展开，并标出内、外径处的螺旋升角。

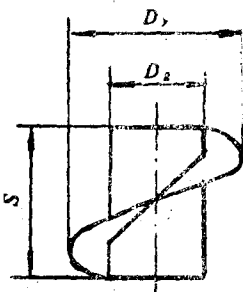


图1-2

1-2-11 螺旋叶片的升角对滚筒装煤效果有何影响？其一般范围为多少？

1-2-12 变螺距变升角滚筒和等升角变螺距滚筒有何特点？

1-2-13 在确定滚筒的螺旋头数时应考虑哪些因素？

1-2-14 何谓滚筒的临界转速？为什么现代采煤机的滚筒转速有向低速发展的趋势？

1-2-15 关于滚筒转速的选择，有以下几种观点：

1. 滚筒转速等于或略大于临界转速即可；
2. 在满足装煤要求、保证最佳切屑厚度和一定生产率的原则下，尽可能采用较低转速；
3. 滚筒转速越高，装煤效果越好，实现最佳切屑厚度的牵引速度也越大，因而采煤机生产率也越高，故应选用较高转速。

上述几种看法哪种较合理，并说明其理由。

1-2-16 采煤机用的截齿应满足哪些基本要求？简述常用截齿的类型与适用范围。

1-2-17 径向扁截齿的刀头几何形状有哪些基本要素？对截齿的材质与安装有何要求？

1-2-18 何谓截齿配置图？拟定截齿配置图时应考虑哪些基本原则？

1-2-19 截齿配置图有哪几种型式？结合配置图说明其特点和优缺点？

1-2-20 螺旋滚筒的端盘起什么作用？为何端盘的截齿较多，且大多有一定倾角？用钻入法自开缺口时，端盘结构有何特点？

1-2-21 为什么在多头螺旋滚筒中，各条叶片在滚筒上的包角之和应满足 $n_1\theta_1 \geq 420^\circ$ （ n_1 ——螺旋叶片头数； θ_1 ——一条叶片的围包角）？

1-2-22 试分析衡量滚筒截装性能的主要指标及其影响因素。

1-2-23 滚筒采煤机的截割部传动系统有何特点？

1-2-24 单滚筒采煤机在换工作面使用时，一般应如何改装？其滚筒转向与截装工况是否会发生变化？双滚筒采煤机换工作面使用时情况又是怎样？

1-2-25 摇臂调高型滚筒采煤机的截割部传动装置，一般均由固定减速器和摇臂齿轮箱两部分组成。试说明MLQ₃-100型、DY-150型和MLS₃-170型采煤机的上述两部分各包括哪几

级齿轮传动；并指出其摇臂的布置型式、摆动轴心位置和支承轴承的类型。

1-2-26 MLS_3-170 型采煤机的滚筒有几种转速？在更换摇臂箱内的齿轮、改变滚筒转速时应遵循什么原则？如何实现？

1-2-27 MLS_3-170 型采煤机的摇臂、摇臂套和小摇臂的相对位置有几种？应如何选择与调整？其相应的摇臂摆角与调高范围为多少？

1-2-28 试分析滚筒轴向力的成因及其影响因素。

1-2-29 在截割部传动部件的设计中要注意哪些主要问题？采用2K-H负号行星机构时应遵守什么条件？

1-2-30 简述设计滚筒采煤机截割部传动系统的基本步骤与内容。确定该传动系统时应注意哪些问题？

1-2-31 某采煤机滚筒转速 $n_c=50\text{r/min}$ ，采用双头螺旋，其工作牵引速度为 $V_c=5\text{m/min}$ ，试求当截齿为顺序式与棋盘式配置时，截齿的最大切屑厚度和平均切屑厚度。

1-2-32 螺旋滚筒的叶片外径 $D_y=1300\text{mm}$ ，内径 $D_g=550\text{mm}$ ，叶片头数 $n_t=2$ ，螺距 $S_t=500\text{mm}$ ，试求叶片在内径、外径和中径上的螺旋升角。

1-2-33 试分析单、双滚筒采煤机的滚筒转向不同时，对采煤机工作稳定性的影响。

1-2-34 当双滚筒采煤机的滚筒截割直径为 $D_c=1500\text{mm}$ 时，此采煤机合理的最大采高约为多少？

1-2-35 一煤层采高 $H=3.2\text{m}$ ，采用双滚筒采煤机，试确定滚筒的截割直径 D_c 、螺旋叶片外径 D_y 和内径 D_g 。

1-2-36 某滚筒采煤机的滚筒叶片外径为 $D_y=1500\text{mm}$ ，内径为 $D_g=750\text{mm}$ ，滚筒长度为 $L=630\text{mm}$ ，端盘宽度为 $L_k=90\text{mm}$ ，采用三头螺旋，螺旋导程为 $S=1200\text{mm}$ ，截齿按顺序式配置，截距 $t=60\text{mm}$ 。

1. 求滚筒螺旋叶片的升角 α 、螺距 S_t 和每条叶片的围包角 θ_1 。

2. 画出滚筒叶片部分的截齿配置图。

1-2-37 螺旋滚筒的叶片部分共有10条等距截线。试按二、三、四头螺旋，分别画出顺序式和棋盘式的截齿配置图，并说明各种配置图中滚筒的截齿总数和每条叶片的围包角为多少。

1-2-38 某双滚筒采煤机的截割直径 $D_c=1400\text{mm}$ ，螺旋叶片外径 $D_y=1250\text{mm}$ ，内径 $D_g=600\text{mm}$ ，采用三头螺旋，螺距 $S_t=375\text{mm}$ ，叶片厚度 $\delta=15\text{mm}$ ，截深 $J=600\text{mm}$ ，有挡煤板，取滚筒装满系数 $\psi=0.35$ 。求当采高 $H=2.5\text{m}$ 、 $V_c=4\sim5\text{m/min}$ 时，前滚筒的临界转速。

1-2-39 设滚筒螺旋头数 $n_t=2$ ，叶片螺距 $S_t=400\text{mm}$ ，叶片厚度 $\delta=15\text{mm}$ ，截齿在叶片上径向出刀长度为 100mm ，滚筒截深 $J=650\text{mm}$ ，装满系数 $\psi=0.35$ ，其它参数按推荐关系选取和计算。试作出薄煤层（ $H=1.3\text{m}$ ）、中厚煤层（ $H=2.8\text{m}$ ）和厚煤层（ $H=4\text{m}$ ）的双滚筒采煤机的滚筒临界转速 n_k 和牵引速度 V_c 的关系曲线，并分析其变化规律。

1-2-40 某采煤机的滚筒转速 $n_c=40\text{r/min}$ ，每条截线上刀齿数 $m=2$ ，欲使刀具最大切屑厚度 $h_{\max}=40\sim60\text{mm}$ ，问相应的工作牵引速度应在什么范围内？

1-2-41 某双滚筒采煤机为单机驱动，装机功率 $N=200\text{kW}$ ，滚筒转速 $n_c=50\text{r/min}$ ，截割直径 $D_c=1600\text{mm}$ ，采用双头螺旋，每个滚筒上截齿总数 $Z=40$ 。若不计传动损失，求每

个滚筒所具有的平均截割力矩 M_c 、平均截割力 P_c 和平均单齿截割力 P_{c1} 。

提示：(1) 对于双滚筒采煤机，每个滚筒的平均截割力矩 $M_c = \frac{9550}{n_c} \cdot N_{c1} \cdot \eta (N \cdot m)$ ；平均截割力 $P_c = \frac{2M_c}{D_c} (N)$ ；平均单齿截割力 $P_{c1} = \frac{2P_c}{Z} (N)$ ；

(2) 式中各项为： N_{c1} ——一个滚筒的截割功率，可取 $N_{c1} \approx \frac{1}{2} K_c N$ ； K_c ——截割功率系数， $K_c = 0.8 \sim 0.85$ ； η ——截割部传动效率，一般取 $\eta = 0.8 \sim 0.85$ 。

1-2-42 几种采煤机的有关参数如下：

MLQ₃-100型 $N=100\text{kW}$ ， $D_c=1400\text{mm}$ ， $n_c=77\text{r/min}$ ，叶片部分每条截线上刀齿数 $m=2$ ，每个滚筒截齿总数 $Z=34$ ，工作牵引速度 $V_q=1.5 \sim 2.0\text{m/min}$ 。

MLS₃-170型 $N=170\text{kW}$ ， $D_c=1600\text{mm}$ ， $n_c=50\text{r/min}$ ， $m=2$ ， $Z=42$ ， $V_q=3 \sim 5\text{m/min}$ 。

MD-150型 $N=150\text{kW}$ ， $D_c=1400\text{mm}$ ， $n_c=58\text{r/min}$ ， $m=3$ ， $Z=51$ ， $V_q=3 \sim 5\text{m/min}$ 。

KWB-3RDS型 $N=270\text{kW}$ ， $D_c=1500\text{mm}$ ， $n_c=56\text{r/min}$ ， $m=3$ ， $Z=56$ ， $V_q=3 \sim 5\text{m/min}$ 。

1. 不计传动损失，求上述采煤机在工作牵引速度范围内所能获得的最大切屑厚度 $h_{\max}$ 、滚筒平均截割力矩和平均单齿截割力（参见1-2-41提示）。

2. 将计算结果进行比较，分析提高滚筒截割能力、降低截割比能耗（根据 H_w-h 关系）的途径和方法。

1-2-43 要保持合理切屑厚度 $h_{\max}=50\text{mm}$ ，若采煤机的实用牵引速度是 $V_q=3 \sim 5\text{m/min}$ ，试求当每条截线上的刀齿数 $m=3$ 时，相应的滚筒转速？

1-2-44 一单滚筒采煤机的装机功率 $N=150\text{kW}$ ，截割直径 $D_c=1600\text{mm}$ 。

1. 若滚筒转速 $n_c=50\text{r/min}$ ，截齿按顺序式配置，叶片部分共8条截线，螺旋头数 $n_t=3$ ，端盘齿数 $Z_k=18$ 。不计传动损失，求滚筒具有的平均截割力矩 M_c 和平均单齿截割力 P_{c1} （参见1-2-41提示）。

2. 其它参数不变，将滚筒转速降为 $n_c=36\text{r/min}$ ，求此时的 M_c 与 P_{c1} 。

3. 其它参数不变，且保持 $n_c=50\text{r/min}$ ，但采用双头螺旋，求此时的 M_c 与 P_{c1} 。

比较上述计算结果，可得出什么结论？

1-2-45 根据MLS₃-170型采煤机的传动系统，计算其滚筒转速。

1-2-46 为什么说具有多种滚筒转速的采煤机能更好地适应工作要求？试拟定一种能获得两种转速的截割部传动方案。

1-2-47 设计某采煤机时，初选电动机功率 $N=180\text{kW}$ ， $n_d=1465\text{r/min}$ ，采用摇臂调高，摇臂摆动中心距 $l=1000 \sim 1050\text{mm}$ ，滚筒转速 $n_c \approx 40\text{r/min}$ ，调高泵转速 $n_b \approx 1000\text{r/min}$ 。试拟定其截割部传动系统，并预选各级齿轮的齿数与模数。

1-2-48 双滚筒采煤机的平均采高 $H=2.8\text{m}$ ，煤层截割阻抗 $A=150\text{N/mm}$ ，采用单机驱动，自动调速，截深 $J=600\text{mm}$ ，最大工作牵引速度 $V_q=5\text{m/min}$ ，试按采煤比能耗估算其装机功率。

1-2-49 根据MLS₃-170型采煤机截割部传动系统的齿轮参数, 验证其行星传动机构是否满足速比条件、同心条件和装配条件(设 $\alpha_{ac}=26^\circ$, $\alpha_{tc}=19^\circ30'$)。

1-2-50 用估算法确定, 当滚筒转速 $n_c=50\text{r/min}$ 、直径 $D_c=1400\text{mm}$ 、端盘宽度 $L_k=105\text{mm}$ 、截深 $J=600\text{mm}$ 、截齿按顺序式与棋盘式配置时, MLS₃-170型采煤机滚筒所受的轴向力(取截割部传动效率 $\eta=0.8$)的大小。

例1-2-(1) 某采煤机的滚筒截割直径 $D_c=1600\text{mm}$ 、螺旋叶片外径 $D_y=1420\text{mm}$ 、叶片内径 $D_g=700\text{mm}$ 、截齿按顺序式配置、滚筒转速 $n_c=40\text{r/min}$ 、工作牵引速度 $V_g=5\text{m/min}$ 。试求当螺旋头数 $n_t=3$ 、螺距 $S_t=420\text{mm}$ 时, 螺旋叶片的围包角、叶片内、外径与中径上的升角, 以及截齿的最大切屑厚度。

解: 1. 求叶片围包角

为了使滚筒载荷较为平稳, 以减轻机器的振动, 多头螺旋滚筒的叶片在滚筒圆周上的分布范围要互相重叠, 因此一般应使每条叶片的围包角 $\theta_t \geq \frac{420^\circ}{n_t}$ 。

则
$$\theta_t \geq \frac{420^\circ}{3} = 140^\circ$$

2. 求螺旋叶片的升角

外径
$$\alpha_y = \text{tg}^{-1} \frac{n_t S_t}{\pi D_y} = \text{tg}^{-1} \frac{3 \times 420}{3.14 \times 1420} = 15^\circ 17'$$

中径
$$\alpha_a = \text{tg}^{-1} \frac{n_t S_t}{\pi D_a} = \text{tg}^{-1} \frac{3 \times 420}{3.14 \times \frac{1420+700}{2}} = 20^\circ 44'$$

内径
$$\alpha_g = \text{tg}^{-1} \frac{n_t S_t}{\pi D_g} = \text{tg}^{-1} \frac{3 \times 420}{3.14 \times 700} = 29^\circ 49'$$

3. 求切屑厚度

$$h_{\max} = \frac{100 \cdot V_g}{n_c \cdot m} = \frac{100 \times 5}{40 \times 3} = 4.17\text{cm}$$

例1-2-(2) 一链牵引双滚筒采煤机, 采用单机驱动, 装机功率 $N=200\text{kW}$ 、最大采高 $H=3\text{m}$ 、截深 $J=600\text{mm}$ 、滚筒转速 $n_c=42\text{r/min}$ 、每个滚筒截齿数 $Z=40$ 。

1. 确定滚筒直径;

2. 求滚筒的平均截割力矩与平均单齿截割力;

3. 若滚筒端盘宽度 $L_k=100\text{mm}$, 求截齿按顺序式与棋盘式配置时, 滚筒所受的轴向力。

解: 1. 滚筒直径

滚筒直径包括截割直径、螺旋叶片外径与内径(筒毂直径)。

滚筒截割直径 D_c : 对于双滚筒采煤机, 为使二滚筒负荷均衡, 并具有较强的装煤能力, 通常可取 $D_c \approx 0.6H$ 。则

$$D_c = 0.6 \times 3000 = 1800\text{mm}$$

螺旋叶片外径 D_y : 与截齿和齿座的安装方式和伸出长度有关。一般可按下式确定

$$D_y = D_c - 2l_c$$

式中 l_e ——截齿沿径向出刀长度, 可取 $l_e = 75 \sim 125 \text{mm}$,

若取 $l_e = 100 \text{mm}$, 则

$$D_y = 1800 - 2 \times 100 = 1600 \text{mm}$$

螺旋叶片内径 D_g : 考虑装煤要求, 螺旋叶片的外径与内径应保持适当的比例, 同时还应注意滚筒轴承的装设和齿轮传动的需要。对于大直径滚筒, 应使 $\frac{D_y}{D_g} \geq 2$, 则

$$D_g \leq \frac{D_y}{2} = \frac{1600}{2} = 800 \text{mm}$$

2. 滚筒平均截割力矩与单齿截割力

滚筒平均截割力矩: $M_c = \frac{9550}{n_c} \cdot N_1 \cdot \eta (\text{N} \cdot \text{m})$

式中 N_1 ——每个滚筒的平均截割功率。对于双滚筒采煤机, $N_1 = \frac{K_c N}{2} (\text{kW})$;

K_c ——截割功率系数, 考虑牵引和装煤功耗, 可取 $K_c = 0.8 \sim 0.85$;

η ——截割部传动效率, $\eta = 0.8 \sim 0.85$ 。

$$M_c = \frac{9550 K_c N}{2 n_c} \eta = \frac{9550 \times 0.85 \times 200}{2 \times 42} \times 0.85 = 16428 \text{N} \cdot \text{m}$$

滚筒平均截割力

$$P_c = \frac{2 M_c}{D_c} = \frac{2 \times 16428}{1.8} = 18253 \text{N}$$

平均单齿截割力

$$P_{c1} = \frac{2 P_c}{Z} = \frac{2 \times 18253}{40} = 913 \text{N}$$

3. 滚筒轴向力

为了保证安全, 对于双滚筒采煤机, 按 $\frac{1}{2} N$ 求一个滚筒可能承受的截割阻力。

$$P_s = \frac{19100 N}{2 n_c D_c} \eta = \frac{19100 \times 200}{2 \times 42 \times 1.8} \times 0.85 = 21475 \text{N}$$

截齿顺序配置: $F = \frac{P_s L_s}{J} = \frac{21475 \times 0.1}{0.6} = 3579 \text{N}$

截齿棋盘配置: $F = \frac{P_s \cdot L_s K_s}{J} = \frac{21475 \times 0.1 \times 2}{0.6} = 7158 \text{N}$

例1-2-(3) 某双滚筒采煤机适用的煤层平均截割阻抗 $A_s = 160 \text{N/mm}$, 最大采高 $H_{\max} = 3 \text{m}$, 采煤机平均工作牵引速度 $V_c = 4 \text{m/min}$, 截深 $J = 600 \text{mm}$, 采用单机驱动, 自动调速, 试用比能耗法估算该采煤机的装机功率。

解: 对于双滚筒采煤机, 其装机功率为

$$N = \frac{60 Q H_{\max}}{K_1 K_2} (0.6 + 0.4 K_3)$$

采煤机的设计生产率为

$$Q = JHV_a \gamma$$

$$= 0.6 \times 3 \times 4 \times 13.5 = 97.2 \text{ kN/min} (\approx 9.72 \text{ T/min})$$

式中 γ ——煤的实体容重, $\gamma = 13.5 \text{ kN/m}^3$ 。

采煤比能耗: 查有关资料得, 当截割阻抗 $A = 180 \sim 200 \text{ N/mm}$ 、牵引速度 $V_a = 4 \text{ m/min}$ 时, 螺旋滚筒采煤比能耗 $H_{wB} = 0.042 \text{ kW} \cdot \text{h/kN}$ ($\approx 0.42 \text{ kW} \cdot \text{h/T}$), 则所采煤层的采煤比能耗为

$$\begin{aligned} H_{wBx} &= \frac{A_x}{A} H_{wB} \\ &= \frac{160}{200} \times 0.042 = 0.0336 \text{ kW} \cdot \text{h/kN} (\approx 0.336 \text{ kW} \cdot \text{h/T}) \end{aligned}$$

功率利用系数 $K_1 = 1$ (单机驱动);

功率水平系数 $K_2 = 0.95$ (自动调速);

后滚筒工作条件系数 对直径较大的滚筒, 一般宜采用“前顺后逆”的工作方式, 且后滚筒处于下部, 故取 $K_3 = 1$ 。

则该采煤机的装机功率为

$$N = \frac{60 \times 97.2 \times 0.0336}{1 \times 0.95} (0.6 + 0.4) = 206 \text{ kW}$$

第三章 采煤机的牵引部

1-3-1 采煤机的牵引部应满足哪些基本要求? 其实际工作牵引速度主要受哪些因素的影响?

1-3-2 为什么现代采煤机、刨煤机和运输机广泛采用圆环链? 如何选用? 其链接头有哪几种形式?

1-3-3 采煤机牵引链的固定方式有几种? 各有何优缺点。

1-3-4 从理论上说明牵引链拉力递增的原因? 弹簧张紧与液压张紧能否消除拉力递增现象? 为什么?

1-3-5 当采用弹簧张紧或液压张紧时, 其工作行程必须满足什么条件? 在液压张紧回路中, 为何要设置减压阀和安全阀?

1-3-6 内牵引采煤机的主链轮布置方式有哪几种? 各有何优缺点?

1-3-7 滚筒采煤机牵引部传动装置和牵引机构有哪些类型和组合方式? 试各举出 1~2 种应用的机型?

1-3-8 在“机械+液压”与“全液压”传动的牵引部, 按油马达的速度有几种配套方案? 一般应采用哪种型式的油马达? 各有何优缺点?

1-3-9 液压牵引的主回路系统有哪些型式? 在采用这些系统时, 通常是怎样实现采煤机的调速与换向的?

1-3-10 采煤机的牵引部一般采用哪种类型的主油泵与油马达? 选型时应考虑哪些因素?

1-3-11 在 MLQ₃-100 型 (或 MLQ₁-80 型) 的牵引部液压系统中, 为何设置了整流阀组?

1-3-12 闭式液压系统为什么必须设置补油与热交换回路? 如何实现?

1-3-13 滚筒采煤机的电动机转向是根据什么来确定的？其牵引部液压系统中的辅助泵应采用具有哪种特点的油泵或增设什么装置？为什么？

1-3-14 采煤机牵引部的液压系统一般应设置哪些压力保护回路？

1-3-15 试分析牵引部采用内曲线马达时，产生“反链敲缸”的原因及其防止方法。

1-3-16 结合牵引部液压系统，说明DY-150型采煤机的给速、调速与牵引速度自动回零的动作过程。并说明该机能否实现自动调速？为什么？

1-3-17 MLS_3-170 型采煤机的牵引部液压系统属于什么型式？系统中有哪些安全保护装置？

1-3-18 MLS_3-170 型的牵引部液压系统中的整流阀、过压安全阀和开关阀有何作用？试说明其动作过程。其液压自动调速是通过哪条油路来实现的？

1-3-19 试分析 MLS_3-170 型采煤机牵引方向的控制与牵引速度的调节过程。为什么说在该系统中，V形槽板的上、下运动是实现给速与自动调速的必要条件？

1-3-20 用液压传动的理论说明，什么叫液压恒功率调速？在 MLS_3-170 型牵引部的液压系统中，实现液压恒功率的关键元件是什么？该元件在结构与动作上有何特点？

1-3-21 根据电动机与牵引速度的关系说明，什么叫电动机恒功率自动调速？它通过哪些主要元件来实现？当电动机处于欠载、满载与超载时，牵引速度将如何变化？

1-3-22 为什么说 MLS_3-170 型设置的两套自动调速系统，都只能在人工给定的速度值之下才能实现自动调速？当负载小于给定速度所对应的数值时，采煤机的牵引速度能否超过给定值？

1-3-23 现代采煤机的牵引部为何一般均设置了液压与电动机自动调速系统？经常起作用的是哪个系统？当 MLS_3-170 型的给定速度 $V_g = 4.5\text{m/min}$ 时，液压恒功率调速系统能否起作用？为什么？

1-3-24 DTS-300型采煤机的牵引部有几套调速系统？它们分别通过什么元件来实现？其液压调速特性属于恒功率式还是限压式？

1-3-25 在 MLS_3-170 型和DTS-300型的牵引部液压系统中，其电动机的功率反馈信号是通过什么元件转换成调速信号的？

1-3-26 试画出液压恒功率式、限压式和电动机恒功率式的调速特性曲线，并说明各坐标的最大值与什么因素有关？

1-3-27 简述无链牵引的工作原理、优缺点和基本类型。

1-3-28 何谓机械牵引？结合MK-II型采煤机的传动系统，说明机械牵引是怎样实现采煤机的换向、调速和过载保护的？

1-3-29 电牵引有何优缺点？为什么电牵引采煤机需用多电机驱动？怎样实现采煤机牵引方向和牵引速度的控制与调节？

1-3-30 试用方框图说明采煤机牵引部自动调速的基本原理。

1-3-31 设计牵引部传动装置的核心问题是什么？按其采用的方法不同有哪几种基本型式？

1-3-32 从目前采煤机牵引部的传动与调速方式看，有机械传动、液压调速；机械传动、机械调速；机械传动、电气调速三类。试画出各类的传动方框简图，并说明其特点。

1-3-33 滚筒采煤机工作时受哪些力的作用？其牵引阻力如何估算？

1-3-34 某采煤机用圆环链牵引, 链轮齿数 $Z=5$, 牵引链规格为 $\phi d \times t = \phi 22 \times 86 \text{ mm}$, 试计算链轮的齿距角、节圆直径和顶圆直径。

1-3-35 某矿使用一单滚筒采煤机, 牵引链规格为 $\phi d \times t = \phi 24 \times 86 \text{ mm}$, 试验负荷 $S = 480 \text{ kN}$, 采煤机额定牵引力 $P_H = 180 \text{ kN}$, 若

1. 牵引链两端为刚性固定, 预紧力 $P_0 = 20 \text{ kN}$;
2. 牵引链两端为自由悬挂, 且链条松弛量足以满足锚链变形量的要求。

试校核上述两种情况下锚链的安全系数。

1-3-36 试从理论上证明, 当采煤机运行中的总牵引阻力不变时, 无论牵引链采用刚性、弹性或液压的张紧固定方式, 其工作边产生的有效牵引力均为定值。

1-3-37 双滚筒采煤机的额定牵引力 $P_H = 200 \text{ kN}$, 工作面长度 $L = 200 \text{ m}$, 牵引链规格为 $\phi d \times t = \phi 24 \times 86 \text{ mm}$, 采用弹簧张紧。若牵引链的当量弹性模量 $E' = 0.7 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$, 当量断面 $F' = 600 \text{ mm}^2$, 弹簧刚度 $C = 120 \text{ N/mm}$, 弹簧张紧器的预紧力 $P_0 = 20 \text{ kN}$, 试求:

1. 采煤机开始工作时, 牵引链的总弹性变形量;
2. 当采煤机由一端移至另一端时, 牵引链工作边与非工作边的拉力(设 P_H 保持不变);
3. 作出牵引链拉力与采煤机位移的关系曲线。

1-3-38 液压张紧装置如图 1-3 所示, 设减压阀调定值为 p_t , 安全阀调定值为 p_s , 张紧油缸直径为 D , 采煤机工作时所受总牵引阻力为 P_H 。

1. 试分析采煤机运行时, 工作边与非工作边的拉力变化过程;
2. 作出牵引链拉力与位移的关系曲线;
3. 若牵引链工作边的最大伸长量为 $\Delta L_{\max}$, 欲要保持工作边的拉力为定值, 此时油缸的最小行程应为多少?

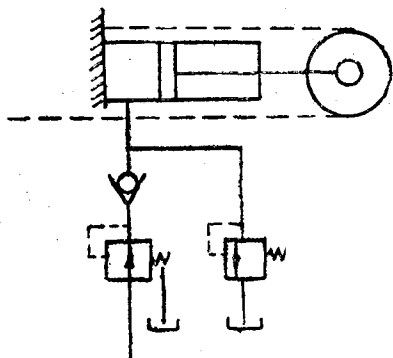


图 1-3

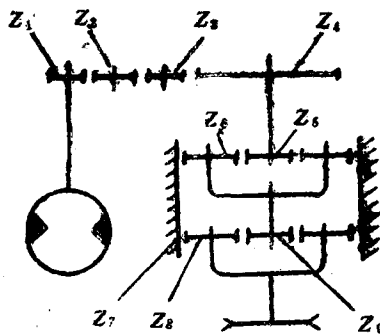


图 1-4

1-3-39 试拟出高速($n_m \geq 1000 \text{ r/min}$)、中速($n_m = 100 \sim 500 \text{ r/min}$)和低速($n_m = 0 \sim 10 \text{ r/min}$)油马达驱动的采煤机牵引部传动方案, 并分析其优缺点。

1-3-40 某采煤机牵引部传动系统如图 1-4 所示, 设油泵转速为 n_b , 排量为 q_b , 油马达排量为 q_m , 容积效率均为 η_v , 试导出牵引部链轮的转速表达式。

1-3-41 设计双滚筒采煤机时, 初定其最大牵引力 $P_{H\max} = 200 \text{ kN}$, 最大牵引速度 $V_{q\max} = 6 \text{ m/min}$, 采用 $\phi 24 \times 86 \text{ mm}$ 的圆环链, 链轮齿数 $Z = 5$, 油马达至链轮的机械传动比 $i = 150$ 、传动效率 $\eta_1 = 0.8$, 液压系统为闭式, 主回路最高压力 $p_b = 16 \text{ MPa}$, 背压 $p_0 = 1.0 \text{ MPa}$, 张紧段牵引链在主链轮和导向轮上的弯曲次数 $n = 2$, 取油泵与油马达的 $\eta_o = \eta_m = 0.95$ 。求

油马达的最大转速、油泵最大流量和驱动功率。

1-3-42 在某采煤机的牵引部液压系统中,若主油泵变量后的排量 $q_b=0.061/\text{r}$,油泵转速 $n_b=1945\text{r}/\text{min}$,油马达排量 $q_m=0.1061/\text{r}$,马达至链轮的机械传动比 $i=165.6$,主链轮齿数 $Z=5$,牵引链规格为 $\phi d \times t = \phi 22 \times 86\text{mm}$,张紧段牵引链弯曲次数 $n=2$,取油泵与油马达的 $\eta_o=\eta_m=0.95$,机械传动效率 $\eta=0.8$,试求

1. 采煤机在此时的牵引速度;

2. 若主回路高压侧压力 $p_b=15\text{MPa}$,低压侧压力 $p_o=1.5\text{MPa}$,求马达的输出扭矩和采煤机的牵引力。

1-3-43 根据主要的控制与保护要求,各拟定一种牵引部的开式和闭式液压系统,并说明其基本的动作过程。

1-3-44 在MLS₃-170型牵引部的液压系统中,其液压调节器内的弹簧有何特点?若设控制活塞的直径为 d ,调节器内、外弹簧的刚度分别为 C_1 、 C_2 ,调速套的弹簧力为 F ,液压调节的V形槽板的角度为 90° ,如忽略有关元件自重和摩擦力的影响,试导出液压自动调速处于稳态时液压调节器的力平衡方程。

提示:(1)液压调节器内有两根弹簧,在高速段,仅外弹簧起作用;在低速段,内、外弹簧联合作用,需列出两阶段的受力方程;

(2)设液压功率调节器的初始动作压力为 p_o (相当于 8.25MPa),外弹簧的预压缩量为 x_o ,内弹簧开始压缩时,外弹簧的工作压缩量为 l 。

1-3-45 图1-5为MLS₃-170型采煤机液压调速特性的简化曲线。若初始给速 $V_{q1}=7\text{m}/\text{min}$,试说明当牵引力 $P_H=180$ 、 160 、 120 和 80kN 时,牵引速度的变化过程,并画出其=工况线。

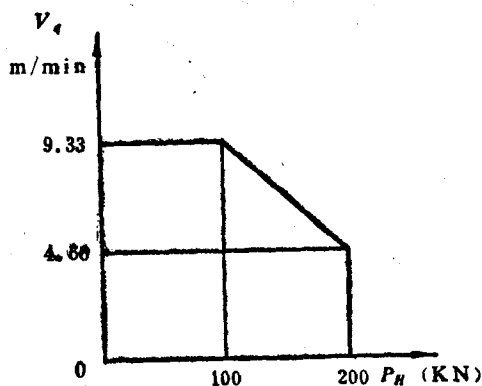


图 1-5

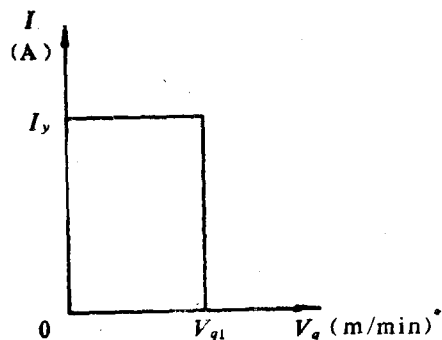


图 1-6

1-3-46 画出MLS₃-170型采煤机牵引部液压恒功率调速曲线。若初始给速为 $V_{q1}=7\text{m}/\text{min}$,对应的系统压力为 $p_1=12.5\text{MPa}$,试分析随负荷变化,系统压力相应变为 $p < p_1$ 、 $p = p_1$ 、 $p > p_1$ 和 $p = p_o$ (p_o ——安全阀调定值)时,采煤机牵引速度的变化情况。

1-3-47 根据MLS₃-170型采煤机牵引部液压调速特性曲线所标定的参数值,证明该系统能在自动调速过程中保持牵引部功率基本恒定。若牵引部液压与机械传动总效率 $\eta=0.65$,试计算该机牵引部消耗的功率为多少?与其装机功率相比,占多大比例?

1-3-48 图1-6为某采煤机牵引部的电动机恒功率调速特性曲线。若电动机额定电流