

设备技术基础问答500例

司斌兴 贲廷瑞 张燕蓉 郝玉凤 主 编
马文龙 刘凤池 项仲文 曹 杰 副主编

机械工业出版社

前 言

根据轻工部关于管理干部岗位职务培训的要求,河北省轻工业厅拟订了设备管理干部岗位职务培训教学大纲。按照“大纲”规定的内容,我们编写了一套培训教材,这几本书是:《工业企业设备管理》(河北人民出版社);《现代化设备管理》(机械工业出版社)、《设备技术基础问答500例》(机械工业出版社)、同时还出版了《轻工设备管理手册》(共三册)。这些教材收集了大量有关设备管理的文献、资料、表格和数据,可供广大读者学习、参考和应用。

《设备技术基础问答500例》一书着重阐述机械制造、热工热机、流体力学、基础电学以及电子技术等方面的基本理论和应用技术,可供设备工作人员学习和参考使用。

本书具有理论性、实用性、集中性和时代性的特点:

(1) 本书以专业理论为基础,阐明了各种原理和方法。可供读者掌握机械、电学、热学、流体力学等基础理论,以达到大专程度的理论水准和分析能力,具有一定的理论性。

(2) 本书着重介绍了各学科的分析思路、解题程序、公式要点和计算方法,并附有一定数量的实例。同时提供了大量的图表和数据,读者可用于解题和计算,具有广泛的实用性。

(3) 本书熔机械、热工、流体、电工、电子各学科于一炉,各学科中又包括若干分科内容,例如机械技术中包含有力学、机械原理、材料、零件、工艺、公差配合等。本书大约是二十门课程之汇集,具有高度的集中性。

(4) 本书在阐述传统理论的同时,侧重介绍了若干新型原理和方法,特别强调技术立意要新,为工程技术人员知识更新提供了教材,以一定的篇幅讲述电子技术和微机的应用,具有鲜明的时代性。

本书共分二十五章,各章分别由下列同志编写:第一章郝玉凤,第二章许贵璽,第三、七章刘凤池,第四、六章司斌兴,第五章张燕蓉、司斌兴,第八、九、十章曹杰,第十一章赵登顺,第十二、十三章赵松杰,第十四章项仲文,第十五、十九章冯路魁,第十六章贾廷瑞,王富轩,第十七、十八章贾廷瑞,第二十章赵桂全,第二十一、二十二、二十三章马文龙,第二十四章李清明、赵强,第二十五章张燕蓉。全书由司斌兴、贾廷瑞、张燕蓉、郝玉凤任主编,马文龙、刘凤池、项仲文、曹杰任副主编。

本书在编写过程中,得到了许多专家和实际工作者的帮助,在此致谢!

诚恳地敬请读者提出意见和批评指正。

编者 1990年4月

目 录

第一部分 机械设计与制造

第一章 理论力学和材料力学…………… (1)

- 问1 理论力学研究的内容是什么? …… (1)
- 问2 静力学公理有几个? 其内容是什么? …… (1)
- 问3 试述受力图的画法及步骤。………… (1)
- 问4 举例说明如何利用平行四边形法则求力的夹角? …… (2)
- 问5 举例说明怎样求杆的内力? …… (3)
- 问6 什么是平面汇交力系? 其合成方法有几种? 其内容及平衡条件是什么? 试述求解平衡问题的步骤。… (3)
- 问7 举例说明怎样进行力的平衡计算? …… (4)
- 问8 什么是平面一般力系、力线平移定理和合力矩定理? 平面一般力系的平衡条件和平衡方程式各是什么? 试述平面力系的解题方法和步骤。…………… (5)
- 问9 举例说明如何利用力矩平衡理论解决实际问题。…………… (6)
- 问10 举例说明如何进行桁架受力计算? …… (6)
- 问11 对于惯性参考系而言, 物体在力的作用下的运动定律有几个? 各是什么? …… (9)
- 问12 质点动力学的基本定理有几个? 其内容是什么? 应用时应注意什么? …… (9)
- 问13 何谓质心运动定理和质心运动守恒定律? …… (10)
- 问14 何谓质点系的动量定理和质点系的动量守恒定律? …… (10)
- 问15 何谓转动惯量、动量矩、质点系的

动量矩定理及质点系的动量矩守恒

定律? …… (11)

- 问16 什么是转动惯量的平行轴定理? 回转仪的近似理论的内容是什么? …… (11)
- 问17 如何计算刚体的动能? 质点系的动能定理是什么? …… (12)
- 问18 举例说明如何利用质点系动能定理解决实际问题? …… (12)
- 问19 什么叫势力场和质点系的势能? 机械能守恒定律的内容是什么? …… (13)
- 问20 质点系动力学的基本定理分为几类? 各是什么? 有何区别? …… (13)
- 问21 什么是物体的惯性力? 达朗伯原理的内容是什么? …… (13)
- 问22 举例说明怎样利用达朗伯原理解决实际问题? …… (14)
- 问23 什么叫绕固定轴转动刚体的动平衡和静平衡? 转动轴满足什么条件才能使刚体转动时达到动、静平衡, 动平衡实验的原理是什么………… (15)
- 问24 根据约束对物体(质点或质点系)运动的限制的性质不同, 将约束分为几类? 内容是什么? 什么称为可能位移和理想约束? …… (15)
- 问25 可能位移原理的内容是什么? 它在实际中的应用如何? …… (15)
- 问26 摩擦有几种, 各是什么? 怎样计算? …… (16)
- 问27 何谓碰撞? 碰撞的分类、特征和本方程各是什么? …… (18)
- 问28 设计撞击机械时撞击冲量设计在何处才不致引起轴承的损坏? …… (19)
- 问29 机械振动分为几种, 各是什么? 如何消除那些影响机器正常运转的振动? …… (20)

问30	学习材料力学必须具备哪些基础知识? 材料力学主要研究的内容是什么? 它的任务是什么?	(20)
问31	何谓内力和应力? 应力的种类有哪些?	(21)
问32	何谓应力? 其种类有哪些?	(21)
问33	应力集中的一般概念是什么? 采取什么措施可以防止应力集中造成结构强度恶化?	(22)
问34	举例说明怎样校核斜杆的强度?	(22)
问35	举例说明虎克定律的实际应用?	(23)
问36	常遇到的材料强度有哪些? 影响材料强度的因素是什么?	(24)
问37	如何计算梁上的剪力和弯矩? 它们的正负号是怎样规定的? 如何绘制剪力图和弯矩图? 剪力图和弯矩图的用途如何?	(25)
问38	分布荷重密度、剪力、弯矩之间的微分关系是什么? 有何用途?	(26)
问39	举例说明抗拉强度在实际中如何应用?	(26)
问40	什么是超静定问题, 超静定次数怎样确定, 解决超静定问题时必须运用哪些条件? 一般计算方法是什么?	(27)
问41	在实际应用中, 一般梁的强度校核、梁的截面选择、许用弯矩计算等问题都是如何解决的?	(28)
问42	梁的合理截面是什么样的形状? 为什么? 怎样合理选择?	(29)
问43	举例说明如何利用材料的强度条件和刚度条件解决实际问题?	(29)
问44	四个强度理论的内容是什么? 它们的适用范围是什么? 如何应用它们?	(31)
问45	何谓组合变形? 杆件在组合变形情况下如何进行强度计算?	(32)
问46	压杆失稳是什么意思? 怎样对压杆的稳定进行计算?	(33)
问47	机械工程中的结构一般是怎样分类	

的?

问48	什么是有限元法? 简述其在机械工程学科中应用时的计算步骤?	(34)
-----	-------------------------------------	------

第二章 机械原理

问49	机械原理研究的对象及内容是什么?	(35)
问50	何谓平面机构和运动副? 运动副有哪些分类? 平面机构如何组成?	(35)
问51	什么是平面机构的运动分析? 其目的和方法是什么?	(36)
问52	用解析法作机构的运动分析方法有哪些? 试用矩阵法说明如何进行分析?	(36)
问53	何谓连杆机构和平面连杆机构?	(37)
问54	连杆机构有哪些优缺点?	(39)
问55	对连杆机构的设计要求是什么?	(39)
问56	连杆机构的设计方法有几种? 设计中应考虑哪些问题?	(40)
问57	试用图解法设计四杆机构(已知从动杆的两个位置)。	(40)
问58	已知行程速比系数, 如何用图解法设计四杆机构?	(41)
问59	凸轮机构分哪几类?	(42)
问60	如何用作图法设计凸轮的轮廓曲线?	(44)
问61	怎样用解析法设计凸轮的轮廓曲线?	(46)
问62	轮系分为哪几类? 它们的功用如何?	(48)
问63	何谓传动比? 周转轮系的传动比如何计算?	(48)
问64	行星轮系设计中应考虑哪些问题?	(50)
问65	棘轮机构的结构和工作原理是什么? 如何调节?	(51)
问66	在棘轮机构设计中, 如何确定棘轮和棘爪的几何尺寸和位置关系?	(53)

- 问67 槽轮机构的结构和工作原理是什么? (54)
- 问68 在槽轮机构的设计中, 应注意哪几方面? (54)
- 问69 摆线针轮传动和渐开线一齿差行星齿轮传动相比有何优点? (55)
- 问70 在摆线针轮传动中, 摆线齿廓是怎样形成的? (55)
- 问71 摆线针轮的传动片、导圆齿距、以及齿数如何确定? (56)
- 第三章 机械传动** (57)
- 问72 渐开线是怎样形成的? 渐开线的性质是什么? (57)
- 问73 什么是压力角? (57)
- 问74 渐开线标准直齿圆柱齿轮有哪些基本参数? (58)
- 问75 外啮合标准直齿圆柱齿轮各部分名称及几何尺寸是怎样计算的? (59)
- 问76 什么是径节制圆柱齿轮? (60)
- 问77 为什么渐开线做齿轮的齿廓能满足传动比恒定的要求? (61)
- 问78 什么是渐开线齿轮传动的可分性? (62)
- 问79 一对渐开线齿轮正确啮合的条件是什么? (62)
- 问80 一对齿轮连续传动的条件是什么? (63)
- 问81 轮齿的加工方法有哪几种? (64)
- 问82 什么是渐开线齿廓的根切? 产生根切的原因是什么? (65)
- 问83 变位齿轮是怎样形成的? (65)
- 问84 齿轮的精度由哪几个方面组成? (66)
- 问85 渐开线圆柱齿轮的精度应如何选择? (67)
- 问86 什么是齿轮轮齿的失效? 轮齿的点蚀是怎样产生的? (68)
- 问87 齿面磨损的原因是什么? (68)
- 问88 齿面胶合的原因是什么? 如何防止? (68)
- 问89 轮齿折断的原因是什么? 怎样防止? (69)
- 问90 什么是轮齿的塑性变形? (69)
- 问91 常用的齿轮材料有哪几种? (70)
- 问92 齿轮材料应满足哪些要求? (70)
- 93 试分析标准圆柱齿轮传动的受力情况? (71)
- 问94 斜齿轮和直齿圆锥齿轮传动受力方向是如何判定的? (71)
- 问95 齿面的接触疲劳强度是怎样计算的? (73)
- 问96 齿根弯曲疲劳强度是怎样计算的? (74)
- 问97 斜齿圆柱齿轮的啮合特点是什么? (75)
- 问98 标准直齿锥齿轮的传动特点是什么? (75)
- 问99 简述圆弧齿轮传动的原理? (76)
- 问100 蜗杆传动的类型、特点是什么? (77)
- 问101 蜗杆传动的应用特点是什么? (78)
- 问102 蜗杆传动的基本参数有哪几个? (78)
- 问103 普通蜗杆传动的几何尺寸是怎样计算的? (80)
- 问104 蜗杆传动的精度等级是怎样规定的? 蜗杆传动的精度等级应如何选择? (80)
- 问105 V 带的构造、型号和传动特点是什么? (83)
- 问106 V 带传动的选用分哪几个步骤? 计算功率 P_c 是如何确定的? (83)
- 问107 V 带型号和大小带轮直径如何选择? (84)
- 问108 V 带传动的中心距和计算长度怎样确定? (86)
- 问109 V 带轮的结构形式有几种? (86)
- 问110 什么是传动比? 摩擦轮传动中的转速与直径有何关系? 摩擦轮传动有哪些应用特点? (87)

第四章 金属材料 (89)

- 问111 金属晶体结构是怎样构成的? (89)
- 问112 何谓合金相结构? (89)
- 问113 相图有什么用途? (90)
- 问114 铁碳状态图包括哪些内容? (91)
- 问115 金属的变形和再结晶是怎样形成的? (92)
- 问116 钢的固态相变是如何进行的? ... (93)
- 问117 试简述金属的腐蚀原理? (94)
- 问118 钢的热处理定义、分类及作用如何? (94)
- 问119 钢的回火转变的作用是什么? ... (95)
- 问120 合金元素在钢中起什么作用? ... (96)
- 问121 金属材料力学性能的指标是什么? (97)
- 问122 钢的品种、型号表示方法如何? (98)
- 问123 普通碳素钢的分类及其应用如何? (99)
- 问124 低合金高强度钢有什么特点? ... (101)
- 问125 调质钢的选用应考虑什么因素? (101)
- 问126 弹簧钢的特点是什么? (104)
- 问127 轴承钢的质量要求有哪些? (104)
- 问128 工具钢怎样分类? 用途是什么? ... (106)
- 问129 不锈钢的选用应考虑哪些条件? (107)
- 问130 铸钢有哪些类别? (109)
- 问131 铸铁如何分类? 各类的特点是什么? (111)
- 问132 特殊性能铸铁有哪几种? 它们有何特点? (112)
- 问133 铜及铜合金有哪几类? (115)
- 问134 铝及其合金的分类及用途如何? (116)
- 问135 粉末冶金的特点及应用范围如何? (119)
- 问136 工程塑料有什么特点和用途? ... (119)
- 问137 胶粘剂的选用原则是什么? (121)
- 问138 高温结构陶瓷怎样分类? (122)

- 问139 耐火材料应该怎样选择和使用? (123)
- 问140 什么是复合材料? (123)

第五章 机械零件 (125)

- 问141 为什么要有最少齿数的限制, 渐开线标准直齿圆柱齿轮最少齿数是多少? 标准斜齿圆柱齿轮和标准直齿锥齿轮的最少齿数是多少? ... (125)
- 问142 齿轮的模数 m 含义是什么, 模数值如何确定? (125)
- 问143 标准直齿圆柱齿轮主要几何尺寸如何计算? (126)
- 问144 斜齿圆柱齿轮主要几何尺寸如何计算? (127)
- 问145 直齿圆锥齿轮主要几何尺寸如何计算? (129)
- 问146 齿形系数与哪些因素有关? (130)
- 问147 为什么要引入当量齿轮, 当量齿数如何确定? (130)
- 问148 直齿圆柱齿轮的传动参数, 齿数比 u 、齿数 z 、模数 m 及齿宽系数 ψ_d 应如何选择? (131)
- 问149 齿轮的结构有哪几种形式? 如何选用? (132)
- 问150 齿轮转动设计的实例。..... (134)
- 问151 斜齿圆柱齿轮和直齿圆锥齿轮强度怎样计算? 与直齿圆柱齿轮的强度计算有何同异? (136)
- 问152 蜗杆传动主要几何尺寸如何计算? (139)
- 问153 蜗杆传动齿面接触强度如何计算? (140)
- 问154 蜗杆与蜗轮结构应如何选择? ... (142)
- 问155 举例设计蜗杆。..... (143)
- 问156 轴是如何分类的? 轴设计中主要解决的问题是什么? (144)
- 问157 轴的结构设计的基本要求是什么? 怎样实现这些要求? (145)
- 问158 轴的强度如何计算? (147)
- 问159 为什么要进行轴的刚度计算和临界转速的计算? (148)

- 问160 轴的设计实例。…… (149)
- 问161 滚动轴承代号的含义是什么? …… (153)
- 问162 滚动轴承的承载计算方法如何? …… (156)
- 问163 滑动轴承如何计算? …… (158)
- 问164 如何确定非压力供油自动调心的液体润滑轴承的主要参数? …… (169)
- 问165 键联接如何计算? …… (171)
- 问166 花键联接如何计算? …… (172)
- 问167 弹簧的主要功用是什么? 弹簧的种类及其用途是什么? …… (173)
- 问168 螺旋弹簧和螺旋拉簧的端部结构有哪几种型式? …… (175)
- 问169 增大圆柱螺旋弹簧直径 D_2 和弹簧丝直径 d 对弹簧的强度、刚度有什么影响? 如果弹簧强度不够, 增加圈数行吗? …… (176)
- 问170 弹簧设计的实例? …… (176)
- 第六章 机械加工工艺理论基础** …… (184)
- 问171 何谓机械制造工艺过程? 机械制造工艺方法分为哪几类? …… (184)
- 问172 机械加工工艺过程的发展前景如何? …… (184)
- 问173 计算机辅助制造 (CAM) 的内容是什么? …… (185)
- 问174 为什么机械零件需要规定加工精度? 提高零件加工精度有什么途径? …… (186)
- 问175 机械零件表面质量的评价指标有哪些? …… (186)
- 问176 机械加工过程产生加工误差的原因是什么? …… (187)
- 问177 利用统计法确定加工误差怎样进行? …… (188)
- 问178 如何应用统计法画出加工误差分布曲线? …… (188)
- 问179 如何选择机械加工过程中的基准? …… (191)
- 问180 在工艺过程中被加工件如何定位? …… (191)
- 问181 举例说明怎样用矩阵法计算定位误差? …… (192)
- 问182 尺寸链的组成及计算方法如何? …… (193)
- 问183 如何利用尺寸链计算保证装配精度? …… (195)
- 问184 如何减轻和避免热变形对工件加工精度的影响? …… (195)
- 问185 怎样应用有限差分法来求温度场的数值解? …… (196)
- 问186 为什么振动是机械加工过程中应予以注意的一个重要内容? …… (197)
- 问187 什么是零件的结构工艺性? …… (197)
- 问188 机械加工过程的加工余量如何确定? …… (198)
- 问189 什么是工序的集中与分散? …… (199)
- 问190 机械加工单件工时由哪些部分组成? 工时定额应如何制定? …… (199)
- 问191 缩短工时定额提高生产率措施是什么? …… (200)
- 问192 零件制造成本是怎样确定的? …… (201)
- 问193 零件制造工艺过程优化的准则是什么? 怎样进行工艺过程优化? …… (202)
- 问194 选择切削用量时需要考虑哪些限制因素 (约束条件)? …… (203)
- 问195 怎样选择机械零件的加工方法? …… (203)
- 问196 特种加工的含义是什么? 其种类有哪些? …… (204)
- 问197 电火花加工冲模的工艺特点是什么? …… (204)
- 第七章 公差与配合** …… (206)
- 问198 什么是互换性? 互换性有什么优点? …… (206)
- 问199 什么是孔? 什么是轴? …… (206)
- 问200 什么是尺寸? 在公差与配合中常用的有哪几种尺寸? …… (207)
- 问201 什么是偏差? 什么是公差? …… (208)
- 问202 孔、轴极限偏差及公差如何计算? …… (209)
- 问203 什么是公差带? 什么是零线? …… (209)
- 问204 什么是标准公差? 什么是基本偏差? …… (210)

- 问205 什么是配合? 配合分为哪几类? (210)
- 问206 在国家标准中对基准制是怎样规定的? (211)
- 问207 什么是公差单位? 公差单位和基本尺寸有什么关系? (211)
- 问208 什么是标准公差? (212)
- 问209 什么是基本偏差? 国家标准中是如何规定的? (213)
- 问210 国家标准中对孔和轴的公差带是如何规定的? (213)
- 问211 国家标准对孔和轴的配合有什么规定? (214)
- 问212 公差与配合的选择方法有哪三种? (217)
- 问213 公差与配合中的基准制如何选择? (217)
- 问214 公差等级的选择应遵守哪些原则? (218)
- 问215 三种配合的特性是什么? 怎样进行选择? (218)
- 问216 在选择配合时如何掌握基本偏差的特点? (219)
- 问217 未注公差尺寸极限偏差怎样选用? (219)
- 问218 列表说明优先配合的选用? (220)
- 问219 国家标准规定的形位公差有多少项目? (221)
- 问220 被测量要素应当如何标注? (221)
- 问221 基准要素的标注方法是怎样的? (223)
- 问222 形位公差的公差带包括哪几个因素? (224)
- 问223 什么是直线度? (225)
- 问224 什么是平面度? (226)
- 问225 什么是圆度? 什么是圆柱度? (226)
- 问226 什么是轮廓度? (227)
- 问227 什么是平行度? (228)
- 问228 什么是垂直度? (229)
- 问229 什么是倾斜度? (231)
- 问230 什么是同轴度? 什么是对称度? (231)
- 问231 什么是位置度? (232)
- 问232 什么是跳动公差? (233)

- 问233 什么是径向圆跳动和径向全跳动? (234)
- 问234 什么是端面圆跳动和端面全跳动? (235)
- 问235 什么是斜向圆跳动? (235)
- 问236 在国家标准中形位公差等级标准是如何规定的? (236)
- 问237 什么是表面粗糙度? (238)
- 问238 表面粗糙度的选用原则是什么? (238)
- 问239 国家标准对表面粗糙度符号有何规定? (239)
- 问240 国家标准对表面粗糙度代号有何规定? (239)

第二部分 热工学与流体力学

第八章 工程热力学与传热学..... (143)

- 问241 什么叫热设备、工质、热源与热力系统? (243)
- 问242 工质的热力学状态用哪些参数表示? (243)
- 问243 什么是理想气体状态? 什么是理想气体状态方程式? (244)
- 问244 什么是物体的内能? 焓的定义是什么、显热、潜热、反应热、比热容指的又是什么? (245)
- 问245 什么是热力学第一定律? (246)
- 问246 什么是热力学第二定律? (246)
- 问247 水在加热时可能经历哪几种状态? 如何应用水蒸汽热力性质图表? (246)
- 问248 什么是热传导? 热传导基本定律的含义是什么? (247)
- 问249 什么是对流放热? 对流传热的热量如何计算? (248)
- 问250 什么是辐射换热? 辐射换热的热量应如何计算? (248)

第九章 燃料的燃烧、热平衡计算..... (251)

- 问251 目前我国常用的燃料有哪些? 它们包含哪些成分? (251)
- 问252 什么叫发热量? 如何计算燃料的发热量? (251)

- 问253 我国常用的燃料有哪些特性? … (252)
- 问254 如何确定燃料燃烧所需要的空气量, 及燃烧产物的烟量? … (254)
- 问255 什么是热平衡? 热平衡计算的目的是什么? 并用实例说明设备能量平衡的程序? … (257)
- 问256 什么是设备热效率? 如何计算热效率? … (263)
- 问257 什么是企业能量平衡? 企业进行能量平衡的原则方法? 技术指标? 并以实例简要说明程序? … (264)

第十章 热设备…………… (275)

- 问258 什么是锅炉? 锅炉有哪些种类? 工业锅炉的型号是怎样表示的? 结构如何? … (275)
- 问259 工业锅炉有哪些燃烧方式? 它们有哪些优缺点? … (276)
- 问260 锅炉受热面包括哪些部分? 它们起何作用? 在布置与结构上有哪些基本要求? … (281)
- 问261 什么叫水循环? 水循环在锅炉运行中有什么意义? 水循环有哪些故障? 如何在设计与运行中防止? … (282)
- 问262 工业锅炉为什么要进行水处理? 工业锅炉用水有哪些主要指标? 并简述几种水处理方法? … (284)
- 问263 如何考虑锅炉的通风与除尘? … (287)
- 问264 什么是工业炉窑? 它们怎样分类? 评定工业炉窑用哪些指标? (290)
- 问265 试述煤气发生炉的原理与构造? … (292)
- 问266 倒焰窑与隧道窑的结构特点是什么? … (294)
- 问267 简述干燥过程的机理? 干燥的方法与设备有哪些? 选择设备的原则是什么? … (296)
- 问268 生产对工业炉窑有哪些要求? 我国目前的情况怎样? 如何对工业炉窑进行综合管理? … (300)
- 问269 蒸汽泵的原理、结构、优缺点及

- 使用范围怎样? …… (301)
- 问270 内燃机的型号如何表示? 它有哪些主要特性? 在不同用途中应如何考虑? …… (302)
- 问271 内燃机的燃料供给系统怎样? 常见的有哪些燃烧室? 它们有哪些特点? …… (306)

第十一章 热工仪表…………… (310)

- 问272 热工测量包括哪些范围? 在选用热工仪表时应考虑哪些质量指标? …… (310)
- 问273 玻璃管液体温度计的原理、构造、分类及其优缺点是什么? … (311)
- 问274 双金属温度计的原理、构造、分类及其优缺点是什么? …… (313)
- 问275 试述压力式温度计的原理、构造、分类及其使用时应注意什么? …… (314)
- 问276 简述热电阻温度计的原理、构造、分类及其使用时应注意什么? …… (315)
- 问277 简述热电偶的分类、原理、构造、优缺点及使用注意事项? … (317)
- 问278 光学高温计、辐射温度计、比色温度计的原理和使用时应注意哪些事项? …… (321)
- 问279 简述液柱式压力计的原理、结构、安装及使用中应注意什么? …… (325)
- 问280 活塞式压力机的原理、结构、安装及使用中应注意哪些事项? … (325)
- 问281 弹性压力表的工作原理、分类、典型结构及安装注意事项有哪些? …… (327)
- 问282 电气式压力计有哪些种类? 其工作原理、性能与应用场合是什么? …… (328)
- 问283 什么是流量测量? 测量流量有哪些仪表? 它们的性能怎样, 选用时应考虑哪些方面? …… (331)
- 问284 节流变压降流量计的原理、构

- 造,优缺点是什么?安装时应注意哪些事项?.....(333)
- 问285 什么是速度流量计?常见的有哪些种类?其原理是什么?安装与使用时应注意什么?.....(335)
- 问286 什么是容积式流量计?它有哪些常用品种?它们的结构与工作原理怎样?试比较其优缺点?安装使用时应注意哪些事项?.....(337)
- 问287 转子流量计的结构、原理是什么?在安装维修时应注意哪些?.....(338)
- 问288 什么叫物位、液位和界位?它们的测量仪器是什么?为什么要进行物位测量?测量物位的仪表有哪些类型?它们的技术性能怎么样?.....(340)
- 问289 试述浮力式液位计与差压式液位计的原理、结构及安装使用时的注意事项?.....(340)
- 问290 目前有哪些电学式物位仪表?它们的工作原理和性能特点怎样?.....(341)

第十二章 流体力学理论.....(345)

- 问291 什么叫流体的粘性和粘度?对液体粘度的三种常用表示方法及其之间关系作一说明。.....(345)
- 问292 温度对液体和气体的粘度有着怎样的影响?.....(345)
- 问293 什么叫压强?其国际单位和工程制单位如何换算?静压强的两个特性是什么?液体的静压力是由哪两部分组成?.....(345)
- 问294 标准大气压是如何规定的?它与工程大气压的关系如何?.....(346)
- 问295 举例说明如何用U型测压计测真空度?.....(346)
- 问296 运用连续性原理,说明液压传动被广泛应用的重要原因?.....(346)
- 问297 什么叫层流和紊流?试简述其判别方法。.....(347)
- 问298 运用伯努利方程求管段与管嘴接

合处的纵向拉力。.....(347)

- 问299 液压油经过四边滑阀,进入液压缸,求阀芯上受到的液动力。...(348)
- 问300 如何计算速度系数、流量系数和截面收缩系数?
- 问301 如何计算液压卡紧力?.....(349)

第十三章 液压原理及元件.....(351)

- 问302 什么是液压传动?液压传动系统由哪几部分组成?.....(351)
- 问303 液压传动有哪些优缺点?.....(351)
- 问304 液压泵的铭牌上一般都有哪些性能参数?并说明这些参数的含义是什么?.....(352)
- 问305 流量 Q 、排量 q 、转速 n 和效率 η 之间有何关系?.....(352)
- 问306 功率 P 、流量 Q 和压力 p 之间有何关系?.....(353)
- 问307 液压泵的最高转速和最低转速为什么要受到限制?.....(353)
- 问308 叶片泵和齿轮泵相比有何特点?为什么齿轮泵在液压系统中应用比较广泛?.....(353)
- 问309 如何计算齿轮泵流量?.....(354)
- 问310 液压油缸按其结构特点可分为几类?单杆活塞油缸运动速度和牵引力如何计算?.....(354)
- 问311 对油马达性能有何要求?.....(355)
- 问312 液压控制阀有哪些共同特点?对阀件有什么共性要求?.....(356)
- 问313 蓄能器在液压系统中有何功用?.....(356)
- 问314 举例说明对变量泵和定量马达组成的液压系统的驱动动力的确定。.....(356)
- 问315 液压系统工作压力与负载有何关系?.....(357)
- 问316 液压系统各回路的压力是怎样调定的?.....(358)
- 问317 液压系统油温过高有什么害处?如何防止油温过高?.....(358)
- 问318 对液压油的使用性能有哪些要

求? (359)

问319 液压系统安装时应注意什么? ... (359)

问320 什么叫液压冲击? 有何危害? 如何防止? (360)

问321 液压系统中常见的故障噪声是怎样产生的? 如何排除? (360)

第十四章 气动原理及元件 (361)

问322 什么是气压传动? 气压传动系统是怎样组成的? 并绘出气压传动系统图。 (361)

问323 气压传动有哪些优缺点? 如何扬长避短使其更好地为工业生产服务? (361)

问324 如何计算气压传动系统供气需用量? (362)

问325 如何确定压缩空气管道管径? ... (363)

问326 怎样计算压缩空气管道压力降? (363)

问327 如何选择气缸? (364)

问328 举例说明双作用气缸内径和活塞杆直径是怎样确定的? (364)

问329 对气缸使用有哪些要求? (365)

问330 什么是气马达? 气马达有哪几种? 哪种应用最广泛? 气马达比油马达有什么优点? 主要应用在什么地方? (365)

问331 绘简图说明叶片式气马达的工作原理? (366)

问332 如何选用气马达? (366)

问333 什么是气动控制阀? 按其作用分为哪三类? 在气压传动中各有何功用? (366)

问334 如何选择气动控制阀? (367)

问335 在气压传动系统中为什么要安装气动附件? (368)

第三部分 电学、电子学部分

第十五章 电路的基本定律 (369)

问336 电路是由哪三部分组成的? 各部分的作用如何? (369)

问337 何谓电路的基本物理量——电

流、电压与电动势? (369)

问338 何谓欧姆定律? (370)

问339 何谓通路、断路和短路? (371)

问340 何谓基尔霍夫电流定律? (371)

问341 何谓基尔霍夫电压定律? (372)

问342 什么是电阻的串联与并联? (372)

问343 什么是支路电流法? (374)

问344 什么是节点电位法? (374)

问345 何谓叠加原理? (375)

问346 何谓回路电流法? (376)

问347 什么是等效电源定理——戴维宁定理、诺顿定理? (377)

问348 如何实现电压源和电流源的互换? (378)

第十六章 磁与电磁 (380)

问349 什么是磁场? 它有什么特征? 磁力线是如何描写磁场的? (380)

问350 何谓磁感应强度? 其大小和方向是如何确定的? (380)

问351 何谓磁通? 它是如何描绘磁场的? (381)

问352 磁场对载流导体有何作用? 其大小和方向如何? (381)

问353 何谓磁导率? 磁介质是如何分类的? (382)

问354 什么叫磁场强度? 它与磁介质的关系如何? (383)

问355 何谓全电流定律? 以环形线圈为例说明全电流定律的应用? (383)

问356 为什么磁性材料能够磁化? 而非磁性材料不能磁化? 变压器等电气设备为什么都装有铁心? (384)

问357 铁磁材料有哪些基本特征? 铁磁物质的磁性与温度的关系如何? (384)

问358 什么是磁化曲线? 有何特点? 为什么设计电机、变压器时工作点选在B—H曲线的膝点附近? ... (385)

问359 磁滞现象是如何产生的? 分别画出软磁材料和硬磁材料的磁滞回线, 并比较其性能。 (385)

- 问360 何谓法拉第电磁感应定律, 如何确定感应电动势的大小和方向? (385)
- 问361 何谓自感电动势? 其方向如何确定? (387)
- 问362 何谓线圈的同名端? 互感电动势及互感系数是如何确定的? (387)
- 问363 涡流是怎样产生的? 它有什么危害? 如何防止? (388)
- 问364 什么叫交变磁通下的铁心损耗? 磁滞损耗功率与铁磁物质的磁滞回线有何关系? 铁心的涡流损耗功率与什么有关? (388)
- 问365 什么叫磁路? 什么叫磁动势? 何谓主磁通? 何谓漏磁通? (389)
- 问366 电路与磁路有什么不同之处和相似之处? (389)
- 问367 磁路的计算可以分为哪两类? 恒定的磁通无分支磁路和恒定磁通分支磁路是怎样计算的? (390)
- 问368 什么叫电磁铁? 它的工作原理是什么? 并计算电磁铁的起重能力。 (392)

第十七章 交流电路 (394)

- 问369 什么叫正弦交流电路? 它具有什么特点? 正弦量三要素的物理意义是什么? (394)
- 问370 试求瞬时电流
 $i = 50 \sin(6280t + 45^\circ)$ 的角频率、频率、周期、最大值、有效值和初相位各是多少? (394)
- 问371 识别各种波形图。 (394)
- 问372 电阻、电感、电容元件在交流电路中的作用和特点是什么? (395)
- 问373 何谓视在功率、有功功率和无功功率? 它们之间的关系如何? ... (396)
- 问374 提高功率因数的意义是什么? 常用什么办法提高功率因数? (397)
- 问375 正弦量有哪几种表示法? (398)
- 问376 什么叫单相、两相和三相电源? 若原为三相三线供电, 断掉一线, 或原若为三相四线供电,

断掉一线后各为几相供电? (399)

- 问377 为什么在三相四线制供电系统中, 零线(中线)上不能装熔断器, 而在单相照明电路中的火线和零线上都装有熔断器? (399)
- 问378 怎样才能画好相量图? (400)
- 问379 试举例判断串联电感线圈的总感感和总感抗及其性质。 (401)
- 问380 如何计算R、L、C串联交流电路? (402)
- 问381 什么叫负载的星形联接和三角形联接? 当负载对称时, 两种接法的相、线电压和相、线电流之间有什么关系? (402)
- 问382 如何计算三相负载电路? (403)
- 问383 如何进行三相负载的联接与计算? (404)
- 问384 如何计算并联阻抗? (404)
- 问385 如何计算并联补偿电容器? (405)
- 问386 试分别用节点电位法、回路电流法、叠加原理和戴维南定理, 求解交流电路。 (406)
- 问387 由L、C构成的收音机输入回路是属于哪类谐振回路? (407)
- 问388 既然交流电流在线路中不断的正负交替通过, 那么当人手触及中线(零线)时, 为什么不会触电呢? (407)

第十八章 电动机 (408)

- 问389 简要说明交流感应电动机的工作原理。 (408)
- 问390 笼型感应电动机和线绕转子感应电动机有何特点? (408)
- 问391 异步电动机的转差率是什么意思? 当 $s = 1$, $0 < s < 1$, $s = 0$ 、 $s > 1$ 时电动机处于何种工作状态? (408)
- 问392 已知三相异步电动机额定转速 1450 r/min , 求电机磁极数、同步转速和转差率各为多少? ... (408)
- 问393 三相异步电动机铭牌上的功率因

数 $\cos\phi$ ，是哪 种 情况 下 的 $\cos\phi$ ？它与负载的联接方式有 无 关 系？……………（409）

问394 如何根据电网电压380V选择可以Y/△换接的电动机？……………（409）

问395 如何选择三相异步电动机所用的 低 压 断 路 器、熔 断 器、接 触 器 和 热 继 电 器？……………（410）

问396 简述电容式单相异步电动机原理 及 反 转 方 法。……………（410）

问397 简述三相同步电动机的起 动 方 法。……………（410）

问398 同步电动机与异步电动机相比有 哪 些 优 缺 点？……………（411）

问399 直流电动机为什么在起 动 时 电 流 很 大，而在达到额定转速时电枢 电 流 反 而 变 小？……………（411）

问400 直流电动机是否可以通过调换直 流 电 源 的 正、负 极 性 来 改 变 转 向？为什么？……………（411）

问401 如果将串励直流电动机接在大小 适 当 的 交 流 电 源 上，试 问 该 电 动 机 能 否 转 动？对并励直流电动机 如 果 也 采 用 此 法，是 否 能 转 动？…（411）

问402 直流电动机出现不能起 动 或 低 速 运 转 故 障 时，应 检 查 哪 些 部 位？……………（412）

问403 为什么中小型笼型异步电动机可 以 直 接 起 动，而 直 流 电 动 机 则 不 允 许 直 接 起 动？……………（412）

问404 直流电动机的调速方法 有 哪 几 种？并简述其原理和特点？……（412）

问405 如何选择电动机？……………（413）

第十九章 变压器……………（415）

问406 变压器的概念及其基本结构如 何？……………（415）

问407 变压器的工作原理是怎样的？…（415）

问408 变压器感应电动势的计算公式是 怎 样 的？如何 利 用 公 式 进 行 变 压 器 的 简 单 计 算？……………（416）

问409 变压器的变流原理是怎样的？…（416）

问410 什么是变压器的外特性和电压调 整 率？……………（417）

问411 什么是变压器的效率？……………（417）

问412 什么是变压器的同极性端？……（418）

问413 如何确定两个绕组的同名端？…（418）

问414 在图19-5所示的电路图中，二 次 侧 能 提 供 几 种 电 压？……………（418）

问415 什么是自耦变压器？其特点如 何？……………（419）

问416 调压变压器和滑线变阻器都可以 用 来 调 节 电 压，试 说 明 两 者 有 何 不 同。……………（419）

问417 何为变压器的并列运行？有何优 点？并列运行的条件是什么？…（419）

问418 变压器在投入运行前应 做 哪 些 检 查？……………（420）

问419 运行中的变压器定期外部检查的 项 目 有 哪 些？……………（420）

问420 变压器在什么情况下必须停止运 行？……………（421）

第二十章 基本控制电路……………（422）

问421 为什么要使用控制电路？……………（422）

问422 常用的控制电路的种类及控制电 路 中 常 用 的 控 制 电 器 的 种 类 有 哪 些？……………（422）

问423 电动机的点动控制电路的组成及 工 作 原 理 是 什 么？……………（422）

问424 单向运转和具有过载保护的电动 机 控 制 电 路 的 组 成 和 作 用 原 理 是 什 么？……………（423）

问425 可正反两个方向运转的电动机 控 制 电 路 的 组 成 及 工 作 原 理 是 什 么？……………（424）

问426 限位控制电路的组成及工作原理 是 什 么？……………（424）

问427 顺序启动和停止的控制电路组成 及 工 作 原 理 是 什 么？……………（425）

问428 怎样实现电动机的能耗制动？…（425）

问429 水位控制的电路 工 作 原 理 是 什 么？……………（426）

问430 试设计一个能在甲、乙两地都能

对同一台异步电动机直接起动和
停止的控制电路。…………… (427)

第二十一章 半导体二极管及单项整 流电路…………… (428)

- 问431 什么是半导体? 它的导电性能有
什么特点? …………… (428)
- 问432 什么是P型半导体和N型半导体?
PN结是怎样形成的? …………… (428)
- 问433 为什么PN结具有单向导电
性? …………… (429)
- 问434 什么是半导体二极管的伏安特性
曲线? 半导体二极管的参数有哪
些? …………… (429)
- 问435 如何辨别二极管的极性? …………… (431)
- 问436 单相整流滤波电路有哪几种? 各
有什么特性? …………… (431)
- 问437 什么是单相半波整流电路及单相
半波整流电容滤波电路? …………… (431)
- 问438 什么是单相全波整流电容滤波电
路? …………… (434)
- 问439 什么是单相桥式整流电容滤波电
路? …………… (436)
- 问440 什么是单相桥式整流电感滤波电
路? 电感滤波的特点是什么? … (436)
- 问441 什么是倍压整流电路? …………… (437)
- 问442 何谓RC滤波器和LC滤波器? (438)
- 问443 各种滤波器的优、缺点及应用场
合怎样? 试做一比较。…………… (439)

第二十二章 半导体三极管及放大电 路…………… (440)

- 问444 半导体三极管按结构分为哪几
种? 其代表符号是什么? 电流是
如何通过三极管的? …………… (440)
- 问445 半导体三极管的静态特性曲线和
主要参数怎样? …………… (441)
- 问446 如何利用万用表检查三极管? … (442)
- 问447 三极管放大电路基本类型有哪几
种? 其特点是什么? …………… (444)
- 问448 试述简单放大电路的构成和各元
件的作用? …………… (447)

- 问449 交流放大器为什么要通以一定的
直流偏置电流? …………… (447)
- 问450 如何才能使放大器完整地放大交
流信号(不失真)呢? …………… (447)
- 问451 什么是放大器的直流通道和交流
通道? 各有什么用途? …………… (449)
- 问452 如何计算放大器的静态工作点?
…………… (447)
- 问453 如何计算放大器的放大倍数? … (447)
- 问454 怎样使放大器的工 作 点 稳 定 不
变? …………… (448)
- 问455 什么叫放大器的“直流负载线”
和“交流负载线”? 试说明其用
途和作图法。…………… (449)
- 问456 试介绍多级放大器应考虑的有关
问题。…………… (451)

第二十三章 发光二极管稳压管和稳 压电路…………… (453)

- 问457 何谓发光二极管? 其发光原理是
什么? 驱动发光二极管的电路是
怎样的? …………… (453)
- 问458 什么是稳压管? 利用稳压管为什
么能够稳定电压? …………… (453)
- 问459 稳压管的符号、特性和参数怎
样? …………… (453)
- 问460 什么是稳压管稳压电路? 其稳压
原理怎样? …………… (455)
- 问461 什么是串联三极管稳压电路? 试
述其稳压原理。…………… (456)
- 问462 我国半导体器件的型号是如何命
名的? …………… (456)

第二十四章 数字集成电路…………… (458)

- 问463 什么是集成电路? 如何分类? … (458)
- 问464 集成电路制造工艺方法有哪些?
元、器件怎样制作? …………… (458)
- 问465 集成电路是如何布线的? …………… (460)
- 问466 怎样识别集成电路? …………… (461)
- 问467 集成电路有哪些型号…………… (461)
- 问468 什么是集成运算放大器? …………… (462)
- 问469 集成运算放大器由哪些部分组

- 成? (462)
- 问470 集成运算放大器有哪些技术指标? (464)
- 问471 集成运算放大器有哪些主要类型? (465)
- 问472 如何选择集成运算放大器? (465)
- 问473 集成运算放大器主要应用有哪些? (465)
- 问474 什么是数字集成电路? 如何分类? (466)
- 问475 什么是门电路? (468)
- 问476 基本逻辑运算是什么? (468)
- 问477 数字量与模拟量是如何转换的? (469)
- 问478 常见的数字集成电路有哪些? ... (469)
- 问479 专用线性集成电路和大规模集成电路有哪些? (470)

第二十五章 微型电子计算机基础知

识 (471)

- 问480 什么是电子计算机? 它的特点和用途如何? 什么是软件和硬件? (471)
- 问481 电子计算机硬件由哪五部分构成? 各部分的功能是什么? (471)
- 问482 电子计算机软件分为哪几类? 编写程序主要有哪几种级别的语言? 它们的特点是什么? (471)
- 问483 电子计算机发展的四个阶段各有何特点? (472)
- 问484 微型电子计算机系统的组成如何? (473)
- 问485 典型的微型电子计算机的中央处理器分哪几部分? 它们的作用是什么? (473)
- 问486 什么是处理? 什么叫指令? 什么叫程序? 什么是流程图? (474)

- 问487 电子计算机中常用的记数制是什么? 各种进制怎样互相转换? ... (475)
- 问488 日常记数法和科学记数法如何转换? (476)
- 问489 BASIC程序的构成规则是什么? BASIC语句是怎样组成的? (477)
- 问490 在基本BASIC语言中有哪三种提供数据的语句? 其特点的比较怎样? (478)
- 问491 画出求一元二次方程 $AX^2 + BX + C = 0$ 的实根的框图, 并用BASIC语言编写其程序。... (479)
- 问492 试编写一个计算学生成绩的BASIC程序。 (479)
- 问493 试编写一个已知当年工业产值和年增长率, 求几年后工业产值的BASIC程序。 (480)
- 问494 试编写一个BASIC程序计算某工厂20年内逐年添置设备的累计台数和累计投资数。 (480)
- 问495 试编写一个设备分年代数量统计的BASIC程序。 (481)
- 问496 试编写一个设备完好率统计汇总的BASIC程序。 (481)
- 问497 试编写一个打印历年设备折旧净值表的BASIC程序。 (482)
- 问498 写出库存备件A、B、C分类统计程序。 (484)
- 问499 写出网络法计算参数的程序, 并画出框图。 (485)
- 问500 试用BASIC语言编制一个单级直齿圆柱齿轮减速器齿轮传动的设计程序。 (487)

第一部分 机械设计与制造

第一章 理论力学和材料力学

问1 理论力学研究的内容是什么？

答 理论力学研究的主要内容是静力学、动力学和运动学。

静力学是研究力系的简化规律和平衡条件的，它也是研究材料力学和动力学的基础。如我们在设计构件时，首先必须分析各构件所受的力，并根据平衡条件算出这些力的大小，然后才能进一步考虑选择什么样的材料，并设计构件的尺寸等。

动力学研究的内容包括动力学的普遍定律和解决动力学问题的运动微分方程、基本定理，达朗伯原理，可能位移原理，拉格朗日方程以及振动理论，碰撞理论和摩擦等，同时也简要的阐述了回转仪近似理论、变质量质点的动力学以及质点在中心力场中的运动。

运动学主要是研究点和刚体运动的几何性质，也就是研究物体在空间的位置随时间而变化的规律，它是学习动力学的基础。运动学中所采用的数学运算和图解方法等，对整个力学领域来说，有十分普遍的意义。

问2 静力学公理有几个？其内容是什么？

答 静力学公理共有四个。其内容分别如下：

公理一，二力平衡公理。即作用于刚体上的两个力平衡的必要和充分条件是：这两个力大小相等，方向相反，并作用于同一直线上。

公理二，加减平衡力系公理。即在作用于刚体上的任何一个力系上，加上或除去任一平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效应。

推论：力的可传性原理。即作用于刚体上的力，可以沿其作用线移至刚体上任意一点，而不改变它对刚体的作用效应。

公理三，力的平行四边形法则。即作用于物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，合力的作用点仍在该点，合力的大小和方向是以这两个力为边所作的平行四边形的对角线来表示。

公理四，作用与反作用定律。两物体间相互作用的力，总是大小相等、方向相反，沿同一直线，分别作用在相互作用的两个物体上。

注意：公理四中的作用力和反作用力分别作用在两个物体上。因此，不可认为这是一对平衡力。它与公理一有本质的区别。

问3 试述受力图的画法及步骤。

答 画受力图的步骤，可归纳如下：

1) 首先根据问题的要求确定研究对象，并将确定的研究对象，从周围物体的约束中分离出来。

2) 画已知力, 如重力等。

8) 画约束反力。先分析研究对象和周围物体的连接属于哪类约束, 再根据约束性质画约束反力。

例 图 1-1 所示为一起重机, 已知机座重 P_1 , 重心在 O 点; 绞车架重 P_2 , 重心在 C 点; 平衡锤重 W , 重心在 E 点; 悬臂 AB 重 P_3 , 重心在 D 点。并知重物重为 Q 。试分别分析重物, 悬臂 AB 和起重机整体的受力情况。

解 重物受两个力: 地球引力 Q 和绳索的约束反力 T_1 , 它的受力图如图 1-1 c 所示。

悬臂 AB 共受周围四个物体的作用: 地球引力 P_3 , 绳 BF 的约束力 T_2 , 绳 BH 的拉力 T_1' (它是作用于重物的 T_1 的反作用力), 和铰链 A 的约束反力, 由于这力的大小和方向都是未知的, 故用两个相互垂直的分力 X_A 和 Y_A 来表示。 AB 的受力情况, 如图 1-1 b 所示。

起重机整体的受力情况, 如图 1-1 a 所示: 各部分受地球引力 P_1 、 P_2 、 P_3 、 Q 和 W , 此外受铁轨的约束反力 N_1 和 N_2 。至于内部的相互作用力 (称为内力), 如 T_1 和 T_1' , T_2 和 T_2' 等都是成对的存在、而且都是等值反向, 根据公理可知, 它们将不影响整体的平衡, 因此在受力图中不必标出来。

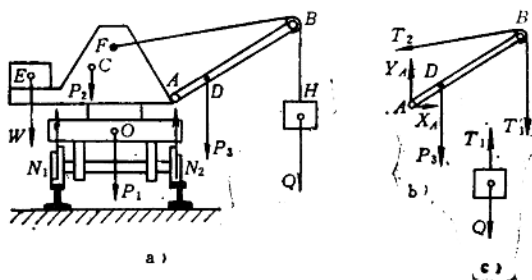


图 1-1 起重机受力图

问 4 举例说明如何利用平行四边形法则求力的夹角?

答 例 支架 B 受两个力的作用, 如图 1-2 a 所示。已知 $F_1 = 400\text{N}$, 与水平线成 θ ; $F_2 = 700\text{N}$, 沿水平方向; 两个力的合力 $F = 1000\text{N}$ 。求角 θ 和合力 F 与水平线的夹角 β 。

已知 $F_1 = 400\text{N}$ $F_2 = 700\text{N}$ $F = 1000\text{N}$

求 θ 、 β 。

解 根据平行四边形法则画图 1-2 b, 并按照余弦定理列方程:

$$F_1^2 = F^2 + F_2^2 - 2F \cdot F_2 \cos \beta$$

整理得:

$$\cos \beta = \frac{F^2 + F_2^2 - F_1^2}{2F \cdot F_2} = \frac{1000^2 + 700^2 - 400^2}{2 \times 1000 \times 700} = 0.95$$

查表得 $\beta = 18^\circ 12'$

同理 $F_2^2 = F^2 + F_1^2 - 2F \cdot F_1 \cos (\theta - \beta)$

$$\cos (\theta - \beta) = \frac{F^2 + F_1^2 - F_2^2}{2F \cdot F_1} = \frac{1000^2 + 400^2 - 700^2}{2 \times 1000 \times 400} = 0.8375$$

查表得 $\theta - \beta = 33^\circ 7'$

$$\theta = 33^\circ 7' + \beta = 33^\circ 7' + 18^\circ 12' = 51^\circ 19'$$

答 角 θ 为 $51^\circ 19'$ 。合力 F 与水平方向的夹角 β 为 $18^\circ 12'$ 。