

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJI

钻井柴油机工

ZUAN JING CHAI YOU JI GONG

(下 册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油大学出版社
PETROLEUM UNIVERSITY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

钻井柴油机工

(下册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油大学出版社

职业技能培训教程与鉴定试题集

编审委员会名单

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东
史殿华 郭学柱 丁传峰 郭进才 刘晓华
巩朝勋 冯朝富 王阳福 刘 英 申 泽
商桂秋 赵 华 时万兴 熊术学 杨诗华
刘怀忠 张 镇 纪安德

目 录

高 级 工

国家职业标准(高级钻井柴油机工).....	(2)
-----------------------	-----

第一部分 高级工基础知识

第一章 材料力学.....	(3)
第一节 概述.....	(3)
第二节 杆件的变形.....	(4)
第三节 其他知识	(10)
第二章 石油井场的发电与供电	(11)
第一节 概述	(11)
第二节 柴油发电机组	(15)
第三节 三相同步发电机	(21)
第四节 常用低压电器	(24)
第三章 柴油机零部件的常见故障	(27)
第一节 机体组件	(27)
第二节 曲柄连杆机构	(34)
第三节 配气机构	(39)
第四节 燃料供给系统	(44)
第五节 柴油机辅助系统	(50)

第二部分 高级工技能操作与相关知识

第一章 绘制配气定时图	(57)
第二章 测绘零件图	(60)
第三章 识读电路图	(63)
第四章 测试润滑油	(67)
第五章 调整供油提前角	(69)
第六章 更换机件	(71)
第七章 研磨气门	(77)
第八章 钻螺孔	(80)
第九章 排除空气压缩机排气量减少的故障	(82)

第十章 排除控制屏(箱)故障	(84)
第十一章 排除柴油机故障	(87)
第十二章 安装机房设备	(90)
第十三章 焊接	(93)

第三部分 高级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(97)
理论知识试题	(100)
理论知识试题答案	(123)

第四部分 高级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(128)
鉴定要素细目表	(129)
技能操作试题	(130)
组卷示例	(161)

技 师

国家职业标准(钻井柴油机技师)	(164)
-----------------------	-------

第五部分 技师基础知识

第一章 零部件互换性	(165)
第一节 概述	(165)
第二节 公差与配合基本术语及定义	(166)
第三节 互换性在柴油机上的应用	(168)
第二章 机械基础	(170)
第一节 液压传动与液力传动	(170)
第二节 机械加工知识	(172)
第三章 装配图	(175)
第一节 装配图概述	(175)
第二节 装配图的表达方法	(175)
第三节 装置图的其他内容	(178)
第四节 由装配图拆画零件图	(179)
第四章 柴油机零部件的检验与修理	(180)
第一节 机体组件的检修	(180)
第二节 曲柄连杆机构的检修	(185)
第三节 配气机构的检修	(193)

第四节	燃料供给系统的检修	(198)
第五节	冷却系统的检修	(206)
第六节	润滑系统的检修	(208)
第七节	启动系统的检修	(209)
第八节	增压系统的检修	(212)

第六部分 技师技能操作与相关知识

第一章	监测柴油机工作动态	(214)
第二章	验收柴油机	(216)
第三章	排除柴油机故障	(218)
第四章	修理柴油机零件	(225)
第五章	识读装配图	(229)
第六章	检验柴油机修复的零部件	(232)
第七章	使用游车、天车、转盘	(236)
第八章	编写技术报告	(239)
第九章	劳动管理	(241)
第十章	技术革新	(245)
第十一章	培训	(247)

第七部分 技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(249)
理论知识试题	(252)
理论知识试题答案	(272)

第八部分 技师技能操作试题

考试内容层次结构表	(276)
鉴定要素细目表	(277)
技能操作试题	(278)
组卷示例	(304)

高级技师

国家职业标准(钻井柴油机高级技师)	(306)
-------------------	-------

第九部分 高级技师基础知识

第一章	工程热力学	(307)
-----	-------	-------

第一节	气体的基本状态参数	(307)
第二节	理想气体状态方程	(309)
第三节	热力学第一定律	(310)
第四节	热力学第二定律	(312)
第五节	传热学基础知识	(313)
第二章	柴油机	(316)
第一节	柴油机的燃烧理论	(316)
第二节	柴油机的润滑	(319)
第三节	柴油机的特性	(326)
第四节	柴油机故障与修理	(331)

第十部分 高级技师技能操作与相关知识

第一章	解体柴油机	(340)
第二章	修理零件	(345)
第三章	总装柴油机	(349)
第四章	排除故障	(353)
第五章	测绘装配图	(360)
第六章	鉴定试验柴油机的性能	(362)
第七章	使用钻井设备	(365)
第八章	编写技术文件(论文)	(368)
第九章	科学试验研究	(370)
第十章	管理	(373)
第十一章	培训	(378)

第十一部分 高级技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(380)
理论知识试题	(383)
理论知识试题答案	(401)

第十二部分 高级技师技能操作试题

考试内容层次结构表	(405)
鉴定要素细目表	(406)
技能操作试题	(407)
组卷示例	(427)
参考文献	(434)

高 级 工

国家职业标准

高级钻井柴油机工

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
操作 维护 柴油机	(一) 绘图 1. 绘制配气相位图	能绘出配气相位图	绘制配气相位图知识
	2. 测绘零件图	能按要求画出简单零件图	测绘零件图的要求与知识
	(二) 识图	1. 能识别井场常用电器元件的符号 2. 能识读简单电路图	1. 电器元件表示符号 2. 电路图知识
	(三) 测试润滑油	能测试润滑油污染的程度	测试润滑油的方法与技术数据
	(四) 调整供油提前角	1. 能按要求拆装有关零件 2. 能调整供油提前角	1. 燃烧理论 2. 调整供油提前角的方法
	(五) 更换机件	1. 能更换汽缸套 2. 能更换活塞	1. 活塞、汽缸套的知识 2. 千分尺、内径百分表的使用知识
	(六) 研磨气门	能研磨气门	研磨气门的方法与要求
	(七) 钻螺孔	1. 能使用立式钻床 2. 能钻孔、攻螺纹	1. 钻床的使用方法与注意事项 2. 钻孔与攻螺纹的技术要求 3. 钻头的基本知识
	(八) 排除故障 1. 排除空气压缩机排气量减少的故障	能检查各有关项点并排除故障	故障产生的原因
	2. 排除控制屏(箱)故障	能判断与排除控制屏(箱)常见故障	控制屏(箱)常见故障的判断与排除方法
	3. 排除柴油机故障	1. 能排除柴油机排烟异常的故障 2. 能排除柴油机温度异常的故障 3. 能排除柴油机润滑油压力异常的故障	故障产生的原因
	(九) 安装机房设备	1. 能设计机房设备安装图 2. 能安装机房设备	机房设备安装的技术要求
	(十) 焊接	能使用交流弧焊机进行焊接	1. 交流弧焊机使用知识 2. 焊接操作要点

第一部分 高级工基础知识

第一章 材料力学

第一节 概述

任何一种机器都是由许许多多不同的构件组成的。当机器在工作时,构件就要受到各种各样力的作用。如果作用在构件上的力,足以使构件产生较大的变形或破坏时,机器就要发生故障。人们从安全的角度出发,要求构件要有足够的承载能力,以保证机器的正常工作。

我们称构件丧失了原有工作能力的情况为破坏(损坏)。构件的破坏形式多种多样,但从材料力学的角度去考虑,常见的破坏形式主要有四种,即较大的塑性变形、断裂、丧失稳定性和疲劳。

为了提高构件的承载能力,一味追求选用大的尺寸、好的材料是不恰当的。那么,怎样才能既满足安全的需求、又符合经济的需要呢?材料力学正是提供科学解决这一问题方法的学科。这样既能保证构件的安全可靠,又最大限度地节约材料。

为了保证构件在载荷作用下能正常的工作,构件要满足下面四个方面的要求。

1. 足够的强度

由前述可知:强度是衡量构件在载荷作用下,抵抗破坏的一种能力。

构件都是由各种材料做成的。在载荷的作用下,构件都要产生不同程度的变形。当某些构件变形很小时,撤去载荷后变形能完全消失,我们称这种能消失的变形为弹性变形;而有些构件变形很大,当撤去载荷时变形不能完全消失,某些变形能够保留下来,我们称这种残留下来的变形为塑性变形。

任何一种材料都同时具有弹性和塑性,只是在不同的载荷作用下表现形式不同而已。

我们都知道,某些构件当载荷达到一定数值时,将产生较大塑性变形或断裂,这时就不可能再正常使用了,如变弯的曲轴、断裂的活塞环等就丧失了工作能力。

2. 足够的刚度

所谓刚度,就是指构件在载荷作用下,抵抗变形的能力。

某些情况下,构件在载荷的作用下虽不会发生破坏,但如果变形超过一定限度时,也会影响其正常的工作。如齿轮传动轴变形过大时,会使齿轮啮合不良,引起震动和噪音等。

3. 足够的稳定性

所谓稳定性,就是指构件在载荷作用下,保持原有平衡状态的能力。

在生产生活中,有些受压的细长杆件(如千斤顶中的螺杆、柴油机中的连杆和推杆等),当压力较小时,这些杆件的轴线能保持直线的平衡状态,但当压力增加到一定程度后,杆件就会从直线的平衡状态突然变弯,我们称这种现象为丧失稳定性。

4. 足够的疲劳强度

所谓疲劳强度,就是指构件在交变载荷的作用下不被破坏的能力。

有些构件,比如说柴油机中的连杆螺栓,所承受的载荷是变化的,我们称这种变化的载荷为交变载荷。虽然每一次连杆螺栓承受的载荷不足以使螺栓断裂,但是多次交替的往复作用,就有可能造成其断裂(这种断裂称之为疲劳断裂)。例如,当我们用手来回弯一段铁丝时,一次弯曲不能造成铁丝的断开,但当多次来回弯曲后,铁丝就会突然断开。疲劳断裂往往具有突然性,在生产实际中破坏性较大,因此当某些构件承受交变载荷时,要求要有足够的疲劳强度。

第二节 杆件的变形

在生产实际中,构件的形状是多种多样的,为了研究问题的方便,材料力学把构件的形状看作为杆件。

所谓杆件,是指其纵向尺寸远远大于其横向尺寸的构件。

一、拉伸与压缩

(一) 概念

在实际生活生产中,我们经常遇到产生拉伸或压缩变形的杆件。如柴油机中拧紧的螺栓、推杆,即是杆件拉伸或压缩变形的实例。

杆件发生拉伸或压缩变形时,其受力的特点是:在杆的两端作用了一对大小相等、方向相反、作用线与杆件轴线重合的力;其变形的特点是:杆件沿轴线方向的伸长或缩短。

在一对拉力的作用下,杆件产生轴向伸长,称之为轴向拉伸;在一对压力的作用下,杆件产生轴向缩短,称之为轴向压缩。

(二) 拉伸与压缩时的内力

1. 内力

在材料力学中,凡是作用在杆件上的载荷和约束反力我们都称为外力;当杆件承受外力而产生变形时,由于材料内部之间相对位置的改变也会产生一种相互作用力,我们把这种力称为内力。一般情况下,内力是由外力引起的,随外力的增大而增大。当外力撤除后,内力也随之消失。

内力是看不见、摸不着的,是一假想的力,它可通过截面法计算出来。

2. 截面法

为了研究杆件的内力,常采用截面法。设有承受轴向力 F 作用的杆件 AB ,如图 1-1 所示。用平面 $m-m$ 假想地把杆件在 $m-m$ 处截开分成 I、II 两部分。如果杆件原来是处于平衡状态的,则它的任一部分 I 或 II 也必然处于平衡,即内力总是与外载荷平衡的。

现任选一段,例如 I 作为研究对象。在 I 上原有外力 F 作用,要使 I 保持平衡,在截面 $m-m$ 上,II 对 I 必有作用力。设其合力为 N ,则由平衡方程 $\sum F_x = 0$ 可知

$$N = F$$

根据作用力与反作用力定律,在 II 部分的 $m-m$ 截面上,I 对 II 也必作用有大小相等、方向相反的力,其合力仍等于 N 。

这种取杆件的一部分为研究对象,利用静力学平衡方程求内力的方法,称为截面法。用截面法求内力可按以下三个步骤进行。

(1) 沿欲求内力的截面,假想把杆件分成两部分。

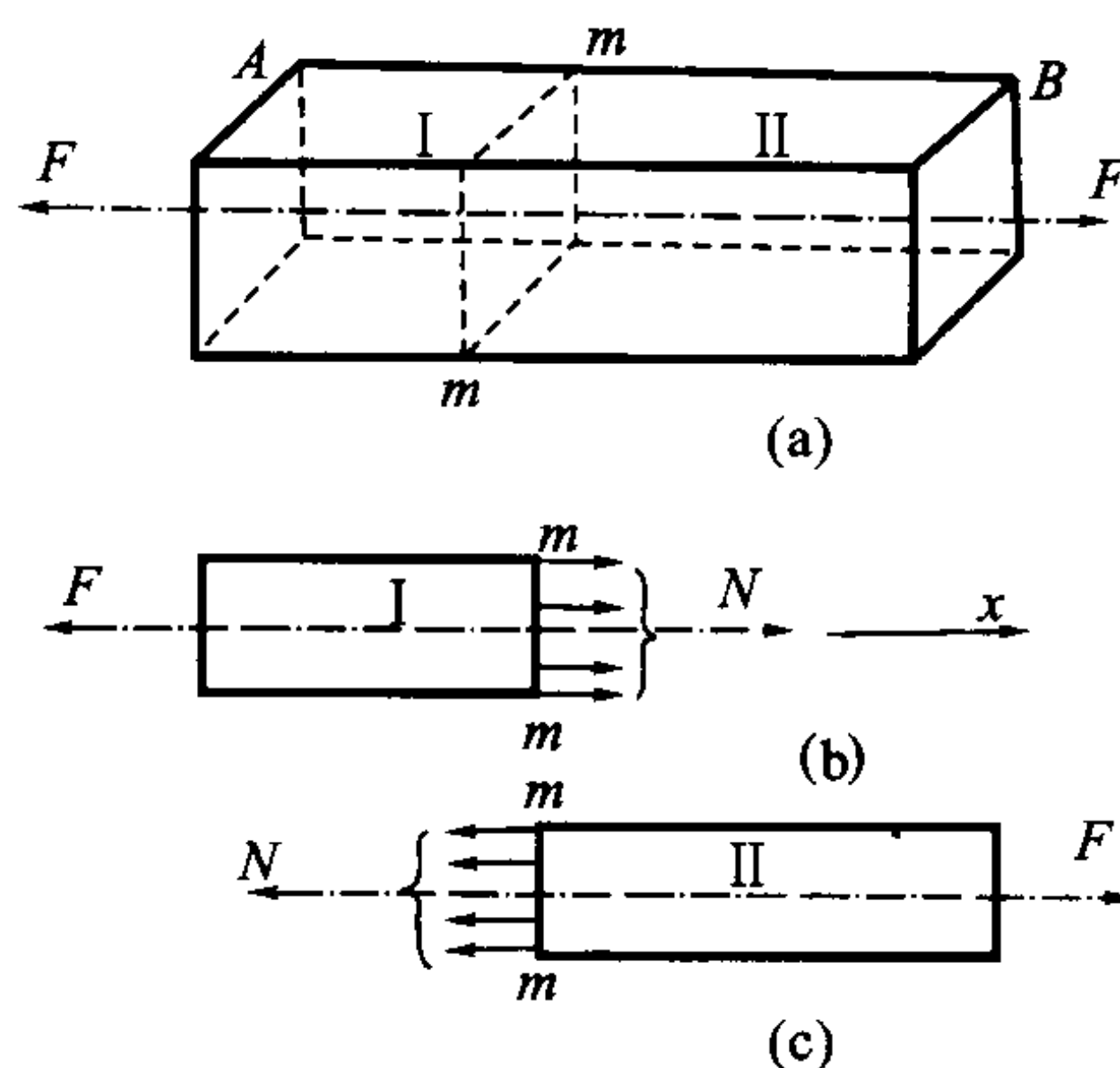


图 1-1 截面法示意图

(2) 取其中一部分为研究对象,画出其受力图。在截面上用内力代替移去部分对留下部分的作用。

(3) 列出研究对象的静力学平衡方程,求出未知内力。

对于受轴向拉、压的杆件,因为外力的作用线与杆件的轴线重合,所以内力的合力 N 的作用线也必然与杆的轴线重合,这种内力称为轴力。轴力或为拉力,或为压力。当轴力的指向离开截面(即与截面的外法线方向一致)时,则杆受拉,规定轴力为正。反之,当轴力的指向朝向截面时,则杆受压,规定轴力为负。若杆件的受力和变形形式不同,则内力的形式也不同,这将在以后各节中分别讨论。

对于在不同位置受多个力作用的杆件,从杆的不同部位截开,其轴力是不相同的。所以必须分段用截面法求出各段轴力,从而确定其最大轴力。

(三) 横截面上的应力

用截面法求出拉、压杆横截面上的内力,仅仅是求出了杆件受力的大小,并不能判断杆中在某一点受力的强弱程度。例如有一直径不同的钢杆,两端受外力 F 作用而拉伸,当力 F 增大到一定值时,由经验可知,断裂必发生在直径较小的一段上,但钢杆上任一截面内力的大小都是一样的,只是由于直径小处截面积小,内力在截面上分布的密集程度(即每一单位面积上的内力)就大。反之,杆的横截面积大,每一单位面积上的内力就小。也就是说,杆件受力的强弱程度,不仅与内力大小有关,还与杆的横截面积大小有关。因此,工程上选用单位面积上内力的大小来衡量构件受力的强弱程度。

构件在外力作用下,单位面积上的内力,称为应力。内力是连续分布在截面上的。应力描述了内力在截面上的分布情况和密集程度,它才是判断构件强度是否足够的量。材料力学对构件进行强度和变形分析时,经常要用到应力概念,并计算应力的大小。

在研究拉(压)杆件变形时,人们认为应力在其横截面上是均匀分布的,且应力的作用线垂直于横截面,这样的应力我们称之为正应力。

正应力的计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

式中 N ——轴力, N;
 A ——横截面积, m^2 ;

σ ——正应力, Pa。生产实际中,常用的单位是 kPa、MPa,它们的关系是:

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

(四) 拉伸与压缩时的强度计算

1. 许用应力与安全系数

从以上讨论和日常生活中我们可知,杆件的受力大小与杆件的破坏有着密切联系。但我们却不能说,受力大的杆件一定先破坏,这是为什么呢?这是因为杆件的破坏除与杆件的受力情况有关外,还与另一个因素有关,那就是杆件的尺寸。

在生产实际中常常遇到杆件承受能力的问题。在材料力学中,应力是衡量杆件是否破坏的一项重要指标。应力是一个既与杆件所承受外力大小有关,又与杆件尺寸及其他一些因素有关的量,具有可比性。承受应力大的杆件容易破坏,承受应力小的杆件不易破坏。

通过试验,我们可知道各种材料在丧失工作能力时所能承受的应力。在工程上,我们把材料丧失工作能力时的应力称为极限应力或危险应力。在实际工作中,是不能把危险应力作为杆件的承载能力来进行计算的,因为有许多情况是难以精确地估计出来的。比如载荷的真实大小、构件的加工精度、人为使用因素等等。由于这些因素的存在,使我们在考虑构件的承载能力时不得不打一折扣,而将危险应力除以一个大于 1 的系数,使构件的承载能力有一个储备,以防不测,保证使用安全。

这个大于 1 的系数 n ,在材料力学中我们称为安全系数。正确选用安全系数是工程中一件非常重要的事情,因为当安全系数过大时,会造成材料的浪费;选得过小时,又会影响构件的安全使用。因此说,安全系数的选取,直接关系到安全和经济问题。在实际工作中,安全系数可从有关技术手册中查取。

危险应力除以安全系数得出来的应力称为许用应力,一般用方括号括起来,如 $[\sigma]$,它是工程实际中每一种材料所允许承受的最大应力。

若要保证构件的使用安全,构件实际承受的应力必须小于至多等于许用应力。即

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

2. 强度条件

杆件拉伸、压缩时的强度条件是

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq [\sigma]$$

3. 强度条件的应用

利用拉伸与压缩的强度条件可以解决工程实际中三类强度计算问题。

(1) 强度校核:强度校核是验算杆件的强度是否足够。当已知杆件的截面面积 A 、材料的许用应力 $[\sigma]$ 及所受的载荷,即可用强度条件来判断杆件能否安全工作。

(2) 选择截面尺寸:若已知杆件所受的载荷和所用材料(即已知轴力 N 和材料的许用应力 $[\sigma]$),根据强度条件可以确定杆件所需的横截面面积,其值为

$$A \geq \frac{N}{[\sigma]}$$

(3) 确定许可载荷:若已知杆件尺寸(即截面面积 A)和材料的许用应力 $[\sigma]$,根据强度条件,可以确定杆件所能承受的最大轴力,其值为

$$N \leq [\sigma]A$$

二、剪切与挤压

(一) 剪切

1. 剪切变形的受力特点和变形特点

剪切变形的受力特点是:在构件的两边各作用一个力,这两个力大小相等、方向相反、且作用线相距很近。变形特点是:在两力作用线间的截面发生相对错动。构件具备这种受力特点和变形特点的变形称为剪切变形。用剪床剪钢板时,剪床上、下两个刀刃以大小相等、方向相反、作用线相距很近的两个力作用在钢板上,迫使钢板在两力间的截面处发生相对错动,钢板产生剪切变形。在两力作用线之间发生相对错动的截面称为剪切面。剪切面总是平行于外力的作用线。

2. 剪力

杆件发生剪切变形时,剪切面上的内力称为剪力,用字母 Q 表示,其大小可用截面法求出。

3. 剪应力

剪力 Q 在截面上的分布比较复杂,但在工程上,通常假定它在截面上是均匀分布的,设 A 为剪切面面积,则可得剪应力 τ 的计算公式

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

式中 Q ——剪力, N;

A ——剪切面积, m^2 ;

τ ——剪应力, Pa。

4. 剪切强度条件

剪切的强度条件是

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

式中 $[\tau]$ ——许用剪应力, Pa。

对于钢材的许用剪应力 $[\tau]$ 可用其许用拉应力 $[\sigma]$ 乘一个系数求得,即 $[\tau] = (0.6 \sim 0.8) [\sigma]$ 。

(二) 挤压

构件在受到剪切作用的同时,往往还伴随着挤压作用。发生剪切作用时,在传力的接触面上,由于局部承受较大的压力,而出现塑性变形,这种现象称为挤压变形。其接触面称为挤压面,单位面积上的挤压力称为挤压应力。计算公式如下

$$\sigma_{\text{jy}} = \frac{F}{A_{\text{jy}}}$$

式中 F ——挤压力, N;

A_{jy} ——挤压面积, m^2 ;

σ_{jy} ——挤压应力, Pa。

关于挤压面积的计算,要根据接触面的具体情况而定。接触面是平面时,就以接触面的面积为挤压面积;接触面是圆柱面一部分时,则以圆柱的正投影面面积为挤压面积,就是圆柱(或圆孔)的直径平面的面积,即为圆柱(或圆孔)的高与直径的乘积。

实际中,我们经常看到剪切与挤压变形的实例。例如柴油机的活塞销即是产生剪切与挤

压变形的实例。在活塞与连杆小头的空档处,活塞销产生剪切变形,而在与活塞及连杆小头的接触处,即产生挤压变形。

挤压的强度条件是

$$\sigma_{jy} = \frac{F}{A_{jy}} \leq [\sigma_{jy}]$$

许用挤压应力可由有关手册查到,对于钢材的许用挤压应力可取 $[\sigma_{jy}] = (1.7 \sim 2)[\sigma]$ 。

三、圆轴扭转

(一) 扭转的概念

杆件扭转变形的受力特点是:作用在杆件两端的一对力偶,大小相等、转向相反、力偶作用面与杆件的轴线垂直。其变形特点是:杆件的各横截面都绕其轴线作相对转动。当杆件具有这种受力和变形特点时,就称为扭转变形。

扭转变形在生产实际中经常看到,如钻杆、汽车的传动轴、丝锥等在工作时都受扭转作用。由于不等截面杆件的扭转变形比较复杂,在这里不去研究,这里只研究等截面圆轴的扭转问题。

(二) 扭矩

1. 外力偶矩的计算

作用于轴上的外力偶矩,通常不是直接给出其数值,而是给出轴的转速和所传递的功率。若已知轴的转速和传递的功率,则传递的扭矩为

$$m = 9550 \frac{N}{n}$$

式中 N ——功率,kW;

n ——转速,r/min;

m ——扭矩,N·m。

2. 扭矩

圆轴在外力偶矩(扭矩)的作用下发生扭转变形时,其横截面上将产生内力。我们把圆轴产生扭转变形时的内力称为扭矩。

扭矩可按以下方法计算:轴上某一截面的扭矩,就等于该截面以左轴上各外力偶矩的代数和。箭头向上的外力偶矩为正,箭头向下的外力偶矩为负。

(三) 圆轴扭转时横截面上的应力

通过实验可以证明,圆轴扭转时在其横截面上只产生剪应力,而没有正应力。横截面上各点剪应力的大小与该点到圆心的距离成正比。圆心处的剪应力为零,圆周上的剪应力最大。剪应力的方向与半径垂直,且沿半径成直线规律分布。

最大剪应力的计算公式为

$$\tau_{\max} = \frac{M_n}{W_n}$$

式中 M_n ——横截面上的扭矩,N·m;

W_n ——横截面的抗扭截面模量,m³;

$\tau_{\max}$ ——横截面上的最大剪应力,Pa。

实心圆形截面抗扭截面模量

$$W_n \approx 0.2D^3$$

空心圆形截面抗扭截面模量

$$W_n \approx 0.2D^3(1 - \alpha^4)$$

式中 D ——截面外径, m;

d ——截面内径, m;

α ——空心轴内、外径之比, $\alpha = \frac{d}{D}$;

W_n ——横截面的抗扭截面模量, m^3 。

(四) 圆轴扭转的强度条件

为了保证圆轴的正常工作, 应使危险截面上的最大剪应力不超过材料的许用应力。因此, 圆轴扭转时的强度条件为

$$\tau_{\max} = \frac{M_{n\max}}{W_n} \leq [\tau]$$

式中 $M_{n\max}$ ——危险截面上的扭矩, $\text{N}\cdot\text{m}$;

W_n ——危险截面的抗扭截面模量, m^3 ;

$\tau_{\max}$ ——危险截面上的最大剪应力, Pa 。

四、直梁弯曲

(一) 直梁弯曲的受力特点和变形特点

直梁弯曲的受力特点是: 作用在直杆上的力均与杆件的轴线垂直, 作用在直杆上的力偶作用面均通过杆件的轴线。其变形特点是: 在这种力或力偶的作用下直杆的轴线变成一条曲线。直杆具备这种受力特点和变形特点的变形称为弯曲变形。产生弯曲变形的杆件称为梁。

(二) 梁的类型

在工程实际中, 梁的支座情况和载荷作用形式是复杂多样的, 为了便于研究, 对它们常做一些简化。通过对支座的简化, 可以将梁分成如下三种基本形式:

1. 简支梁

梁的一端 A 为固定铰链支座, 另一端 B 为活动铰链支座, 这种梁称为简支梁。

2. 外伸梁

梁的支座形式和简支梁相同, 但梁的一端或两端伸出在支座以外, 这种梁称为外伸梁。

3. 悬臂梁

梁的一端为固定端, 另一端为自由端, 这种梁称为悬臂梁。

(三) 梁弯曲时的内力

梁弯曲时横截面上的内力, 一般情况下存在一个剪力 Q 和一个弯矩 M 。从理论上讲, 剪力和弯矩都影响梁的强度, 但一般由于梁的跨度都较大, 在这种情况下剪力对梁强度的影响远比弯矩的影响要小得多。因此, 在一般情况下, 可将剪力略去不计。

(四) 梁的弯曲强度条件

梁弯曲时其危险截面上的最大正应力应小于或等于许用应力, 梁才能安全可靠地工作, 故其强度条件为

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

式中 $M_{\max}$ ——梁上危险截面上的弯矩, $\text{N}\cdot\text{m}$;

W_z ——梁上危险截面上的抗弯截面模量, m^3 ;

$\sigma_{\max}$ ——梁上危险截面上最大正应力, Pa。

第三节 其他知识

一、组合变形

前述所研究的构件,都是在受力情况下只发生一种基本变形(拉伸或压缩、剪切、扭转、弯曲)。但在实际工程中,多数构件受力情况比较复杂,往往同一构件同时产生两种或两种以上基本变形。这种在外力的作用下,构件产生两种或两种以上基本变形的变形形式称为组合变形。

二、压杆稳定

承受轴向压力作用的直杆,如果杆件是短粗的,在很大压力的作用下也不会变弯。但对于承受轴向压力的细长直杆,仅仅满足强度条件,还不能安全可靠地工作。当所施加的力还不是很大,杆的内应力还远小于极限应力时,直杆就可能变弯,甚至折断。承受压力的细长杆件,这种不能维持原有直线平衡状态而发生突然变弯甚至折断的现象,称为压杆失去稳定性,简称压杆失稳。

在工作实际中经常遇到较细长的受压杆件。例如柴油机中的连杆,当活塞顶上受到燃气爆发压力时,连杆将承受很大的压力;再如挺杆,当它推动摇臂打开气门时,也受到很大压力作用。对于这些受压的细长杆件,稳定性问题要引起非常注意。一旦构件丧失了稳定,就失去了承载能力,不能正常工作,甚至突然破坏,后果往往是严重的。

三、动荷应力

前面所涉及的都是构件在静载荷作用下的强度问题。静载荷是指从零开始缓慢增加到某一数值,以后保持不变的载荷。构件在静载荷的作用下产生的应力称为静载荷应力。但是,在工程实际中,我们还会经常遇到另外一类载荷。如果构件各点的速度发生显著的变化,或者载荷明显地随时间而改变,我们称这类载荷为动载荷。

常见的动载荷有以下三种情况:

- (1) 构件在作变速直线运动或作转动;
- (2) 振动;
- (3) 冲击。

构件在动载荷作用下产生的应力称为动荷应力。

四、交变应力

除了前面讨论的静载荷和动载荷问题外,在工程实际中,还会遇到另一种载荷的问题,即随时间作周期性变化的载荷。我们把这种随时间作周期性变化的载荷称为交变载荷。在交变载荷的作用下,构件某截面上的应力也呈周期性的变化,我们把这种随时间作周期性变化的应力称为交变应力。

构件在交变应力的作用下,其破坏形式与其在静载荷作用下截然不同。在交变应力作用下,构件内的最大应力虽远远低于静载荷下的强度极限,但是经过多次(几十万次、甚至几百万次)应力循环后,也可能发生突然断裂的现象,我们把这种现象称为疲劳破坏。

疲劳破坏通常是在机器运转中,事先没有预兆的情况下突然发生的,往往会造成严重事故。