

J·D·康斯坦斯 著
孔庆征 译

工程师必读 工程问题 和解答

中国发明创造者基金会
中国预测研究会

工 程 师 必 读

——工程问题和解答

[美] J·D·康斯坦斯著

孙庆征 译

中国发明创造者基金会

中国预测研究会

1985. 6.

前 言

人力资源开发观念的新结论之一，是工程师的注册，随着维护工程师的注册，就把工程师个人责任心的范围扩大到整个社会。注册委员会预告，七十年代，在美国及其殖民领地批准的的职业工程师将超过50万，到本年代末可能接近75万。

工程师的注册及其对实践的合法权益，是为日益增多的新工业和社会活动所需要的，而这些活动是必须由保护用户和清洁环境所引起的。在保护公众健康、安全和福利的基本研究中，我们将发现，注册的职业工程师积极地参与如下各方面的工作：计划安全研究；空气、水和噪声污染的控制；城市的规划和重建；以及传统工程领域的设计——即桥梁、水坝、办公室和工业建筑、计算机、核电站和矿物燃料发电站及配电等等。

每个国家管理工程师注册的注册法，其主要目的是保护公众的福利，所以不论哪一个工程科目，包括传统的电的、化学的、机械的和土木领域的都不例外。实际上由工程师制定的每项设计、每项施工和每项工艺过程，都终将涉及公众。桥梁、新仪器、汽轮机或燃气轮机或复杂控制系统的每项设计，都必须考虑公众的安全和福利。很明显，因为工程职业必须对公众负责，所以必须由各个国家来管理。各国立法机关都毫无例外地证明了这样的推论：每个国家及其殖民领地都已颁布了注册法。我们也坚持和发展工程师的注册，其趋势和范围还要扩大。

(约翰·D. 康斯坦斯)
(John D. Constance)

序 言

许多颇胜任的有实践经验的机械工程师，直到目前尚未为成为注册登记的工程师采取必要的步骤，也许你就是其中的一位。但是精读这本书就会使你考虑终究还是要为作为一位职业工程师而进行注册登记。你也许认为由于某种原因，证明的发给已经过时，且注册登记是针对土木专业工程师的。但是现在你则会认识到发给证明并没有过时，注册登记像对土木工程师一样，也适于其他学科，而且你会明显地感觉到，你现在必须为此作些努力。以往“谁需要它”的争论已被“它是与不胜任和无能力者竞争的最低限度的保证和保护”所取代。

这样，此书的目的就是给你和其他人以鼓舞，使你必须达到注册登记工程师的要求。

每个国家的注册登记局，都在机械工程的主要方面内进行考试。而对助理工程师的第一天的考试旨在测验他们的机械工程基础、数学和工程理论，第二天的考试，则要测试他们对机械工程理论和实践的较新领域在实际方法和经济措施上给予正确评价的能力，发证考试的这部分，在性质上是职业性的，是为有多年胜任经验的人拟定的。它包括应用科学原理去解决机械工程师在设计工程办公室和现场中遇到的日常问题。此书也同样为刚刚学完大学课程的机械工程系的大学生们提供能力，即深入理解他（她）们在工程实习期间所要遇到的问题。

由于专业实践的要求，机械工程师必须胜任如下方面或多方面的工作：电厂的设计，包括对城市和与燃料、水源及运输和有效利用电能的机械设备有关的基本投资的经济评价；热机和水力机械、铁路机车、轮船、飞机、宇宙飞船、导弹火箭、轿车、卡车和各种其他工业机器的设计；或控制方面、力和能的性质的装置和齿轮、皮带、轴系机器的设计。此外，机械工程师还必须能设计和制造包括采暖、通风、制冷和空气调节的环境控制设备。当专门研究需要时，受训者必须广泛应用机械学、物理学、制图学、热力学、材料力学、数学和有关的工程课目。

机械工程考试不是把这些方面的每一方面加以综合，它的目的是要测验应试者是否具备必要的技术知识和能否应用这些知识去解决主要领域里的一些典型问题。

然而，笔试不是应试者能力的全面测验，它是所有专业用来帮助国家考试委员会用以测定应试者是否具备必要知识的方法之一。授予资格委员会认识到，依靠应试者的证明书不能且从来也没能说明应试者的全部能力，而委员会需要尽可能准确地断定应试者胜任实际工作的能力。笔试被认为是提供所需情况的一种可靠的方法，在没有发现更好的方法之前，还要继续使用它。

这次修订的第三版保持了原来的意图，即专为帮助领证应试者通过作为职业工程师的机械工程考试。事实证明，根据成绩好的应试者们的反映，此书对他们很有帮助。

此书经过修订和充实，使之在内容上与最新的考试方法保持一致，以反映机械工程实践中的“现实世界”，且免去了纯教科书式的问题和偏深的问题，对第一章完全进行了重新整理，提供了在机械零件强度方面按专业分组的练习。在机器设计、水力学、热力学、燃料和燃烧、泵与泵送、传热、空气调节和测湿学、力学、蒸汽机、蒸气轮机、内燃机和制冷各方面，还为各章及补编部分作了补充。在可压缩流、喷射液流、二相管道流、通过管道排空容

器所需时间和真空泵及真空泵啣各方面增加了新的内容。

补编S不再包括工业工程问题，而是完全修订为只包括环境控制问题。其中阐述了噪声控制和职业安全及健康管理的计算；以问题的形式举例说明了工业卫生学和有害蒸汽及气体浓度；还计算了灰尘的控制和取样，放射性污染控制和附属的通风技术及放射性屏蔽。

新版仍然不只是问题和解答的汇编，也不只是补习材料的版本。除有代表性的问题和解答之外，还包括理论的速成复习，以使报考者很快熟悉全部考试材料。

所提供的参考书目录并不是仅包括最新版本，但内容面扩大了，且根据较好的编纂见解、考试准备和实际考场需要进行了分组。

实际上，适合新要求的新版，采用了几条准则：（1）机械工程中通用的考试题是什么？（2）解这些题最精确最简便的方法是什么？（3）在保持实践机械工程师“现实世界”风格的考试到来之前这段时间内，能期待的其他问题材料有哪些？

在得到对这些和其他有关问题的答复之后，才能选择论述的材料、措施方法和拟定要出的问题。这样，此书以最大限度地着重于问题及其分析和解答而阐述了理论和基本公式的精华。

对于那些断言问题和解答的方法对于考试学习使得工程“太简单”了的人们，著者希望指出，多年来，工程教育者已经认识到解题在工程评价和经验的成功利用方面的重要和价值。在许多学校中，问题课一直是并且仍将继续是受欢迎的。

虽然应考者主张他们的方案不是逐字重复过去的问题，而成功执行方案的唯一方法是在机械工程的每个范畴内作题，这本书就提供了这样的机会。以前介绍过的问题，可以改写一下，因此就可能不会很快辨认出它象书中原来的哪一问题。很明显，解题就要明瞭基本理论，此书通过参考书和理论的灵活运用而保证了这一点。

此书的一个重要特点是问题的解答直接跟在问题之后，在指导和帮助应试者为能注册上而作准备的三十多年内，已经重复地证明了这样编排对节省时间的真正价值。另一个重要特点是介绍了经过验证的用以加快解题的简便方法，这就帮助了工程师通过首次的考试关，也就避免了费时的、代价高的补考。

还增加了详细的索引和内容表，这为应试者在考场内迅速确定解题材料提供了方法。

此书还可用于：

机械工程师的民用服务考试；电厂工程师的考试；用于办公室、工厂或现场工作参考。

按照前两版的先例，这次新修订的第三版，总起来说：

根据最近的国家考试为你提供问题和材料；展望了将来的考试趋势；增加了对问题的解答，避免了前后来回翻书；以解释和理论作为解题的基础；提出了加速解题的简便方法；明确地指出了考试委员会对解答的赞许和有关考试本身的细节；

为你提供如此充分的基础训练，使你完全有把握通过考试。

要在工程技术上取得学位或相当级别的人，将发现此书的材料和内容对他们要得到专业证书能提供指导的作用。

著者怀着十分感激的心情指出，许多读者给予了直接或间接的帮助，系统地提出了继续改进此书的新想法，这都是不计报酬而自愿作的。

著者特别要感谢乔治丁·尼卡斯特罗和A·L·尼古拉，他们对这本书的最初努力给予了帮助和鼓励。对于力学和机器设计及机械零件强度各章的若干贡献，著者也要感谢其子，职业工程师约翰·A·康斯坦斯给予的具体帮助。

约翰·D·康斯坦斯

引 言

你怎样才能通得过初次考试

参加职业工程的发证考试是一种艺术，遵循相当简单的自我训练规范且解许多题，能帮助你通得过初次考试。准备考试和通过考试也将有助于你摆脱技术逐渐过时的忧惧。

如何填写申请书和填写直到填表前的经历，其他书已有过说明*。在这里，我们的主要目的是提出许多国家发证考试中出现的课程内容和材料，且作出考试委员会认定的解答，由此来指明方法。你应该怎样准备考试？你怎样才能通得过初次考试？进考场应该带些什么？下面就来回答这些问题和其他问题。

某些国家进行闭卷考试，对于这些考试，是禁止带教科书的，但是在试前将把批准材料的预选目录送给报考者（注意，在此书中，报考者和应考者是同义的）。而大多数国家进行开卷考试，在开卷考试中，将允许应考者使用参考书、教科书、个人的笔记本和他认为有利于解题的任何其他材料。

许多考生解答的试卷给考试委员会留下了很好的印象，他们中的一些人得了满分。时间不够，误解了要求，担心和可能准备得不好等因素，能使报考者困惑，且妨碍了许多报考者以他们最好的成绩答好试卷。大多数委员会给予自选部分学分，但是这并不与试卷的大部分成正比，除非解题方法是正确的。考试委员会注意到，在错误基础上计算的试卷得不了多少分。

考试委员会提议对考试的所有部分进行相当的选择。但是应该仔细地选择要答的题。从来还没有一个应考者能解答所有的问题，因为与其他题比较起来，某些题更直接与一个人的经验和教育基础相关。由于所有的考试题都同等重要，所以建议应考者对每一题不用多于等额分配的时间。许多应考者忽略了这是考场，且全神贯注地只解答一个问题，以致忘了时间。

考试委员会建议仔细阅读题，因为问题叙述中包括的所有数据不一定是解题所需要的。一个应考者能取得成绩的重要部分，取决于其所表明见解的全面和正确，考试委员会认为，只有对问题的常规数字解答，而没有对用以限定实际问题的假设的充分解释，不能表明应考者有足够的见解和经验从而证明其有通得过考试的成绩。仔细地阐述问题和解题方法与数字解答是同样重要的，也希望应考者表明其彻底，简炼和准确的习惯。

计算尺的精度就可以了。许多人解题时不必要地过精确而浪费了有效时间，譬如说当1,400的值就与原始数据的精确度相符时，他表示为“近似它等于1,425.3”。

在问题的陈述中，有时需要专用的表格或一种专门的处理方法。如果应考者不熟悉那种方法，或手边没有一套表格，他就应该选择最熟悉的问题去解。例如，在管流的摩擦损失问题中，需要使用与雷诺数相关的摩擦系数，而列线图或图表计算则不适用。而如果解题涉及试差法，第一次试算值可以随应试者的自由任意选取。在另一方面，列线图或图表则可用来检查计算结果。

可以把许多工程计算分类：某个热传导问题可能需要瞬态或稳态分析；某个流体力学中的问题，可能是可压缩流问题或不可压缩流问题。准备考试时应充分利用这些规范。

建议投考者不要在无意义假设上陷入太深。

在大多数的情况下，仅有未经处理的数字值是不够的。如果最后的答数需要以长度为单位，投考者必须表明结果为，譬如说15呎或250吋。0.015的熵的变化，如果没有英热单位／（磅）（F°）的量纲，就没有意义，如果使用某一方程，应考者应熟悉其来源，且所用的单位要一致。

“数量级”的情况怎样呢？在1,000呎长管道的紊流压降计算中，过多地考虑进出口损失和阀及配件的损失是不必要的。当以呎为单位的管长与以呎为单位的管径的比大于1,000时，这里所述的快速验算法就是略去这些因素的。在任何计算中，要寻找对所表明结果进行粗略检查的系数。这样，在蒸汽锅炉问题中，10磅蒸汽是由1磅用以燃烧时的湿处理煤产生的；扭转和弯曲的总应力应大于仅只纯弯曲或纯扭转时的应力。

常常在问题的叙述中没提供全部数据，而应试者发现他没有关键数据可用。例如，他需要一种特殊合金的屈服强度，但是题中没给出这个数据，这样他就应该清楚地表明他需要这个数据。至少应该假设一个合理的值，以便表明此题的解。这样，他所得到的分数就要比他将此题当作不能解的题甩掉而多许多分。

此外，在试差解题法中，在两三次试算后，应考者就能得到满意的结果。不必为得到更精确的解而进一步试算，他只需表明成功地应用这种方法，最终就能得到所需的结果。把时间要用于去解一些较简单的试题，因为通常所有的问题在解答上都得同样的分数。

不要抄录问题的叙述和附图，因为这是不必要的，且浪费解题的有效时间。仅需摘录必要的数且应用这些数据就行了，但要记住画出任何有用的图。

考试委员会不提供实际考试题，也不能满足相应的要求，可是，可以从P、O、BOX 5000, Seneca, South Carolina 29678 国家工程考试委员会得到模拟试题。这些不是过去的考试题，但是它们为学生提供了版式的一些计划，小册子是由讲授和指导说明构成的。

对于开卷考试，要把尽少的书带进考场。许多应考者把装满书的手提皮箱带到他们的座位上，于是浪费了有效时间翻来复去地翻书去寻找答案。不仅浪费了时间，而且这些报考者还打扰他们的周围的那些人，因为考场很挤。

但是，不管开卷考试还是闭卷考试，所有的考试委员会都允许使用计算尺或对数表。对进考场要带些什么的详细说明，将列表送给每个报考者。可以使用如下建议的各条作为指导：

表或其他计时器

削尖的铅笔和吸满墨水的钢笔

计算尺和／或对数表和／或袖珍电子计算器

绘图方格纸（ $8\frac{1}{2} \times 11$ 吋）

草稿纸

尺、比例尺、三角板和量角器

参考书——尽量少

当你进入考场时，如果没有预先标定座位，就找一个室内采光好的座位。这将有助于防止考到后来疲劳。

必须**绝对**遵守考试委员会规定的考试规则。监考人是严格执行考试规则的，没有任何商榷的余地。

久经磨砺，一试锋芒。现在你已胸有成竹。你已经通读了此书中的材料，且了解书中的全部问题，检查了著者的计算和方法。你通览了参考书目录，且确定了你自已最熟悉的一套参考书。从过去的考试中，你已经有了对最近试题类型的熟悉的知识。你已经能注意表达时的整洁和明晰，能熟练自如地解出这些问题了。

当卷纸发到你手里时，要仔细地阅读说明，在答题之前，要仔细阅过所有的题，且检查那些看来最熟悉的。一般，不允许考生把名字写在卷纸上，但是要给你一个考号。在开始答卷之前，要把此考号用钢笔写在每张卷纸上，不管这些卷纸你是否全用。

在读过问题之后，把剩余的时间均等地分配于你选定要答的试题，且严格地按分配的时间答题。说明将告诉你必须答多少道题。平均说来，你在每题上分配的时间不能多于40至50分钟。

在大多数情况下，每解得分相同。那么你为什么要用多于分配的时间去解一题呢？如果看来一解要用更多的时间，那就先放下它去答上一道选定的题。你若有时间，还有机会回头来完成未答完的题。当然，如果那题再用几分钟就能答完，你就答完它。但是要谨防陷入以扔掉另一也许较简单的题为代价而只解一题的困境。最近，一些考试委员会给予提示和建议，以便帮助报考者圆满地答好试卷。

首先答出那些看来最简单的问题，且在一张卷纸上解完一题或其任一部分。这将节省时间，且允许你跳读和便于在最后重新整理试卷。

努力解出要求解够的题数，因为考试委员会要从中看出报考者的知识面。大多数考试委员会对仅有数字解的题只给部分分数，而对解题方法，如果是对的，则给较多的分数。如果时间快用完了，要一步一步地写出解题方法，以防不得分的危险。为节省更多的时间，当解答的最后表示或取复杂的指数方程形式时，仅把适当的数字值代入各项，且写出解答的量纲。

如果在考试中感到紧张，就稍事休息以松弛。舒展四肢则有助于缓和神经紧张。解答你最熟悉的题常能增强你的自信心而使你感觉更好。但是，仔细准备考试而树立起的信心则可能是你发生情绪激动障碍的最好“防御工事”。解答试题的良好知识是克服感觉没有把握的最好保证。

检查准备的条款：

1. 弄清楚考试范围。
2. 得到几组模拟试题。
3. 熟悉术语、符号等等。
4. 练习每小时解一题。
5. 习惯使用铅笔和墨水。
6. 用计算尺或电子计算器（要有备用电池）解题。
7. 用列线图或图表检查计算。
8. 每一题至少包括一幅略图或图。
9. 练习使用尽少的教科书或参书考。
10. 学习当需要时作出假设。

11. 你自己正确地解出此进修书中的全部题。

考试时检查的条款：

1. 仔细地阅读说明。
2. 仔细逐一地检查全部试题。
3. 在你感到能解的题前打上对号。
4. 首先解出你能轻易解出的题。
5. 把时间分配于每一题，且严格按时间检查。
6. 每一题要包括一略图或图。
7. 要尽量明晰和整洁。
8. 当需要时作出假设，且在假设的基础上解题。
9. 解够要求的题数。
10. 记住，解题方法能得更多的分数。
11. 努力作出较好的最后解答。
12. 如果可能，作全面检查。
13. 不要当“改书”的工程师。
14. 避免惊慌。

著者给你最好的祝愿，且为你在工程领域中成功地获得证书和法律承认而给予鼓励。祝你幸运！

• 纽约，McGraw—Hill图书公司出版的J. D. Constance著的“*How to Become a Professional Engineer*”（如何成为一位职业工程师）1966年第二版。

目 录

前 言	(I)
序 言	(II)
引 言	(IV)
第1章 机械零件强度	(1)
第2章 机器设计	(9)
第3章 齿轮传动装置	(36)
第4章 机构	(43)
第5章 水力学和流体力学	(46)
第6章 热力学、热和动力	(65)
第7章 燃料和燃烧产物	(86)
7—1 燃料	(86)
7—2 煤的分析	(86)
7—3 煤的分类	(86)
7—4 液体燃料	(86)
7—5 固体燃料的热值	(87)
7—6 液体燃料的热值	(87)
7—7 燃烧	(87)
7—8 燃烧的理论空气量	(88)
7—9 过剩空气量	(89)
第8章 热电站	(97)
8—1 蒸汽发生装置的试验	(97)
8—2 锅炉的性能	(98)
第9章 蒸汽机	(105)
9—1 概述	(105)
9—2 示功图	(106)
9—3 计算指示马力	(106)
9—4 蒸汽机的蒸汽耗量	(107)
9—5 机缸余隙	(109)
9—6 蒸汽机热效率	(109)
9—7 蒸汽机的机械效率	(111)
9—8 蒸汽机所产生的增加功率	(111)
9—9 蒸汽机的功率常数	(111)
第10章 汽轮机及其循环	(113)
10—1 概论	(113)
10—2 结构	(114)

10—3	作用原理	(114)
10—4	汽轮机的兰金 (Rankine) 蒸汽循环	(114)
10—5	再热循环	(115)
10—6	回热循环	(116)
10—7	汞蒸汽循环	(119)
第11章	燃气轮机及其循环	(122)
11—1	基本原理	(122)
11—2	运行	(122)
11—3	特性	(122)
11—4	回热循环燃气轮机	(124)
11—5	完全循环燃气轮机	(125)
11—6	飞机发动机的燃气轮机	(125)
第12章	内燃机及其循环	(130)
12—1	实际示功图——奥托 (Otto) 循环	(130)
12—2	比较的标准	(130)
12—3	余隙容积	(131)
12—4	汽油发动机——压缩比与燃料经济性	(132)
12—5	汽油发动机——压缩比与排气温度	(132)
12—6	用于奥托 (Otto) 循环的功	(132)
12—7	狄赛尔 (Diesel) 循环	(133)
12—8	限制奥托 (Otto) 和狄赛尔 (Diesel) 循环压缩比的因素	(134)
第13章	泵与泵送	(138)
13—1	泵的分类	(138)
13—2	泵的选择	(138)
13—3	离心泵	(140)
13—4	泵的压头	(140)
13—5	泵的特性曲线	(140)
13—6	特性的变化	(142)
13—7	泵的选择与系统压头曲线	(143)
13—8	离心泵的并联或串联运行	(144)
13—9	比转速	(145)
13—10	气蚀	(147)
13—11	净吸压头与离心泵	(148)
13—12	适用于离心泵的最大粘度	(151)
13—13	估计离心泵的效率	(151)
第14章	通风机、鼓风机和压缩机	(153)
14—1	概述	(153)
通风机和鼓风机		(153)
14—2	并联运行	(154)

14—3	通风机定律	(154)
14—4	管道通风机特性	(155)
14—5	串联通风机	(156)
14—6	并联通风机	(156)
14—7	通风机功率的估算	(156)
空气和气体压缩机		(157)
14—8	总论	(157)
14—9	无隙压缩机的功	(157)
14—10	实际压缩曲线	(158)
14—11	等温压缩功率	(159)
14—12	多变和绝热压缩功率	(160)
14—13	有隙气体压缩机	(162)
14—14	容积效率	(162)
14—15	气体压缩机的排气量	(162)
14—16	余隙对压缩机性能的影响	(162)
14—17	压缩机的实际示功图	(164)
14—18	压缩机的效率	(164)
14—19	超压缩性对压缩机性能的影响	(164)
第15章 传热		(166)
15—1	传热的基本原理	(166)
15—2	传热的方法	(166)
15—3	传导	(166)
15—4	非均匀截面导热体	(167)
15—5	面积的对数平均值	(167)
15—6	串联导热体	(167)
15—7	膜概念和对流	(170)
15—8	厚壁管	(171)
15—9	计算膜系数	(172)
15—10	管的保温	(175)
15—11	污垢系数	(176)
15—12	平均温度差	(177)
第16章 制冷		(182)
16—1	概述	(182)
16—2	制冷剂	(182)
16—3	制冷术语解释	(182)
16—4	压缩制冷循环	(184)
16—5	制每吨冷所需循环的制冷剂	(184)
16—6	制每吨冷所需的功率	(184)
16—7	湿压缩和干压缩	(184)

16—8	蒸气压缩机的输气量	(185)
16—9	制冷的卡诺 (Carnot) 循环	(186)
16—10	根据卡诺 (Carnot) 循环得出的结论	(186)
第17章	采暖和通风	(190)
17—1	一般原理	(190)
采暖		(190)
17—2	传热的总系数	(190)
17—3	风速对U的影响	(191)
17—4	保温	(191)
17—5	透风的热损失	(192)
17—6	计算采暖负荷	(192)
通风		(194)
17—7	通风术语和定义	(194)
17—8	一般通风	(196)
17—9	如何测量集聚的CO ₂	(196)
17—10	专用或局部通风	(197)
17—11	从开口箱蒸发的水分	(198)
第18章	空气调节	(200)
18—1	状态方程	(200)
18—2	空气湿度图	(201)
18—3	空气调节中的潜热负荷	(201)
18—4	吸收潜热所需的空气	(202)
18—5	总热负荷	(203)
18—6	散热负荷的计算	(204)
18—7	散太阳辐射热的冷却负荷	(205)
18—8	由机械和设备产生的热	(205)
18—9	最大的散热负荷	(205)
18—10	按区间计算散热负荷	(210)
18—11	结论	(211)
18—12	空气洗涤器	(213)
18—13	绝热冷却	(214)
18—14	侧路系统	(214)
18—15	冷却螺旋管表面积	(216)
补编部分——问题及解答		(218)
补编A. 力学		(218)
B. 机器设计		(226)
C. 传动装置		(236)
D. 机构		(240)
E. 水力学和流体力学		(248)

F. 热力学, 热和动力	(258)
G. 燃料和燃烧产物	(269)
H. 热电站	(272)
I. 蒸汽机	(282)
J. 汽轮机及其循环	(286)
K. 燃气轮机及其循环	(291)
L. 内燃机及其循环	(296)
M. 泵及泵送	(300)
N. 通风机、鼓风机和压缩机	(307)
O. 传热	(318)
P. 制冷	(329)
Q. 采暖和通风	(339)
R. 空气调节	(344)
S. 环境控制	(350)

第 1 章

机械零件强度

问题及解答

题1—1. 一台空气压缩机，有与图1—1中所示相同的曲柄机构。其行程为4吋，连杆长为7吋。曲柄臂的横截面为圆，其直径为1吋。AC的距离等于 $1\frac{1}{8}$ 吋。如果在曲柄转角为 30° 时，曲柄臂长中心处的扭转剪应力等于10,000磅/平方吋的话，气体作用在活塞上的力是多大？

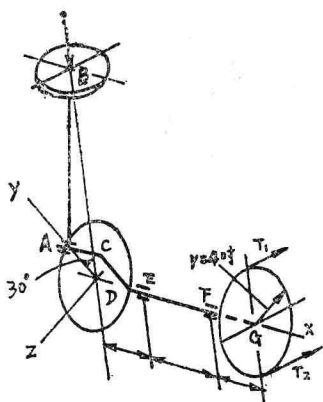


图1—1 皮带驱动的空气压缩机

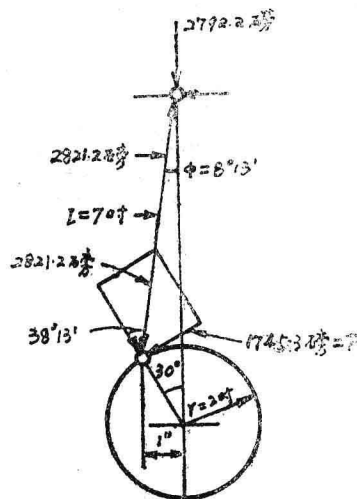


图1—2

答：参看图1—2求解。 $\sin \phi = 1/7 = 0.14286$ $\phi = 8^\circ 13'$

$$T = \frac{\pi d^3 S_s}{16} = \frac{\pi \times 1^3 \times 10,000}{16} = 1,963.5 \text{ 吋—磅}$$

(式中 S_s 为剪应力)

$$F = \frac{1,963.5}{1.125} = 1,745.3 \text{ 磅}$$

$$\text{连杆上的力} = \frac{1,745.3}{\sin 38^\circ 13'} = 2,821.2 \text{ 磅}$$

$$\text{活塞上的力} = 2,821.2 \times \cos 8^\circ 13' = 2,792.2 \text{ 磅}$$

题1—2. 单柄曲轴传动机构的局部示于图1—3中，所示出的轴部分由位于内外两轴承内的一个切削平面隔开(内置的轴承没有示出)。假设角速度不变；计及齿轮的重量；此外，假设忽略重力和惯性力。在截面O上画出系统平衡所需的合应力矢量的分力，且求出各力的大小。

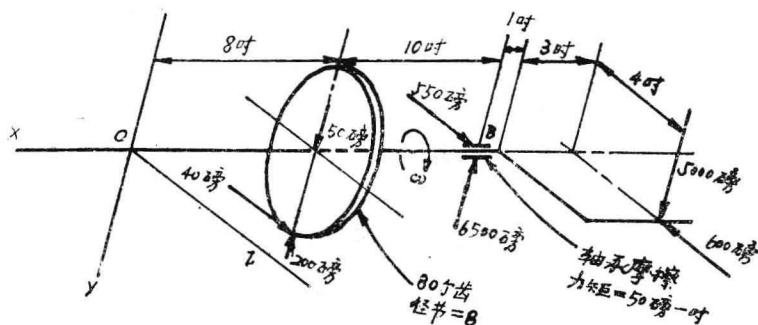


图1—3

提示:

请注意如下规则: 表示力矩的矢量与力矩平面垂直。需用双箭头表示矢量的指向, 而它又可用右手定则来确定。右手定则阐明, 当四个手指握着要分析的件且指向力矩的指向时, 大拇指便指向力矩矢量的指向。

答: 参看图1—4且注意轴承摩擦力的方向

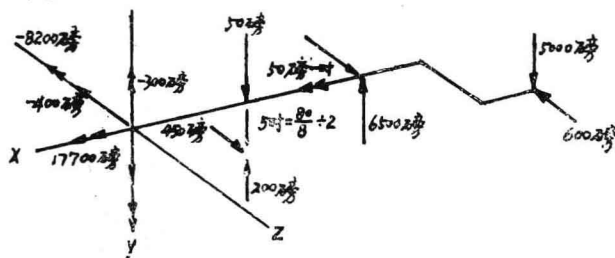


图1—4

$$\sum F = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad 0 + R_x = 0$$

$$R_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad 5,000 - 6,500 + 50 - 200 + R_y = 0$$

$$R_y = +1,650 \text{ 磅}$$

$$\sum F_z = 0 \quad -600 + 550 + 450 + R_z = 0$$

$$R_z = -400 \text{ 磅}$$

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_x = 0 \quad -4(5,000) + 50 + 5(450) + M_x = 0$$

$$M_x = 17,700 \text{ 磅—吋}$$

$$M_y = 0 \quad -22(600) + 18(550) + 8(450) + M_y = 0$$

$$M_y = -300 \text{ 磅—吋}$$

$$\sum M_z = 0 \quad -22(5,000) + 18(6,500) + 8(200 - 50) + M_z = 0$$

$$M_z = -8,200 \text{ 磅—吋}$$

题1—3. 示于图1—5的皮带轮, 其直径16吋, 轮毂外径 $3\frac{1}{2}$ 吋。轮辐板两侧都有1/4吋的

填角焊。皮带传递35马力给轴，轴以每分钟1,200转的转速转动。在焊接部分上的扭转剪应力是多少？

答：所产生的扭矩 $= 63,000 \times \text{hp} / n = 63,000 \times 35 / 1,200 = 1,840$ 。焊缝喉部中心的半径 $r_1 = (3.5/2) + (0.25/4) = 1.81$ 吋。焊缝所承受的力 $p = (1,840 / 1.81) = 1,020$ 磅，两条焊缝的长度 $= l = 2 \times 2 \pi r_1 = 4 \pi \times 1.81 = 22.8$ 吋。工作负荷 p 与扭转剪应力 S 之间的关系由下式给出

$$S = \frac{p}{0.707hl} = \frac{1,020}{0.707 \times 0.25 \times 22.8} = 225 \text{ 磅/平方吋}$$

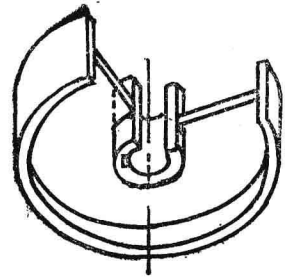


图1-5

题1-4. 一个灰铸铁(35号)短柱，承受一个偏心的垂直载荷 P 。载荷 P 垂直作用在三角形横截面形心的左下方(见图1-6)。已知：极限张应力 $S_{ut} = 35,000$ (磅/平方吋)，极限压应力 $S_{uc} = 125,000$ 磅/平方吋。

安全系数 $= 1.75$ 。三角形的底 $b = 2$ 吋，高 $h = 4$ 吋。(a) 求最大的许用载荷力 P 和它的偏心量 e ， e 将同时引起最大的许用张应力和许用压应力。(b) 使用图1-6 b 中标示的字母，指出最大的许用张应力和许用压应力作用在横截面上的哪两点。

答：参看图1-7。截面的参数是：

面积 $= 4$ 平方吋， $I_y = bh^3/36 = 3.56$ 吋⁴

$I_x = hb^3/48 = 0.67$ 吋⁴。绕主轴线 x 和 y 的抗弯应力与正应力之间的一般关系式是

$$S = \pm \frac{P}{A} \pm \frac{M_x C}{I_x} \pm \frac{M_y C}{I_y}$$

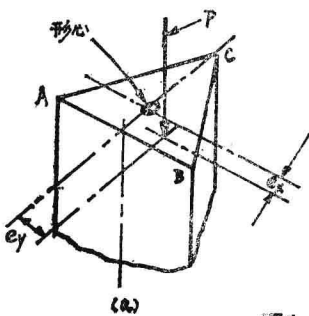


图1-6

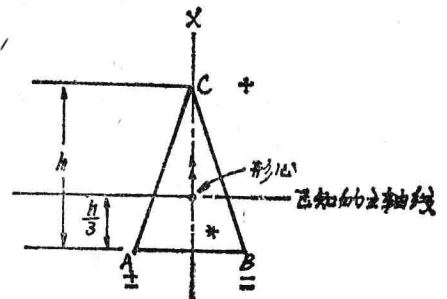
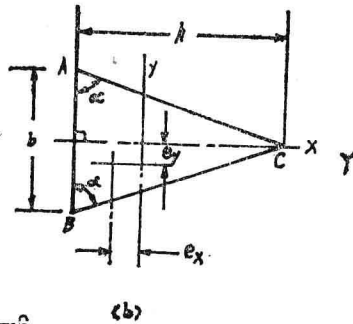


图1-7

(a) 把这个关系式应用于点 A、B 和 C (+ = 受张，- = 受压)，

$$S_A = \frac{-P}{A} - \frac{p \cdot e_x (h/3)}{I_y} - \frac{p \cdot e_y (b/2)}{I_x}$$

$$S_B = \frac{-P}{A} - \frac{p \cdot e_x (h/3)}{I_y} - \frac{p \cdot e_y (b/2)}{I_x}$$

$$S_C = \frac{-P}{A} + \frac{p \cdot e_x (2/3h)}{I_y}$$

于是