

MECHANICAL
ENGINEERING
FOR PROFESSIONAL
ENGINEERS'
EXAMINATIONS

〔美〕 J. D. 康斯坦斯 著

机械工程师
考试指南

中国农业机械出版社

机械工程师考试指南

〔美〕 J. D. 康斯坦斯 著

徐云珠 李柱国 朱敏学 译

中国农业机械出版社

内 容 提 要

本书是美国工程师参加考试用的机械工程学参考书。全书共分十八章,包括机械设计、零件强度、机构学、齿轮传动、带传动、燃料及燃烧产物、热力学、蒸汽动力装置、燃气动力装置、内燃机、泵、通风机、压气机、传热学、水力学、流体力学、加热通风、制冷空调、以及环境保护等内容。本书阐述了基本概念,提供了大量题解(共480题),介绍了快速分析问题、解决问题的方法。

本书可供机械工程师、工程技术人员、工科院校师生参考。

Mechanical Engineering for Professional

Engineers' Examinations

JOHN D. CONSTANCE

McGRAW-HILL BOOK COMPANY, 3rd, 1978

机械工程师考试指南

〔美〕J.D.康斯坦斯 著

徐云珠 李柱国 朱敏学 译

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

850×1168 大32开 17 10/16印张 465千字

1983年11月北京第一版 1983年11月北京第一次印刷

印数: 00,001—32,000 定价: 2.15 元

统一书号: 15216·147

译 序

在美国,每位工程师必须经过考试和注册,才能成为持有执照的职业工程师。本书就是为工程师迎考而提供的一本极有实用价值的机械工程学指导性文献。

机械工程师应胜任动力站设计、发动机设计及制造、传动装置设计或环境控制装置的设计及制造工作。根据专业工作的需要,机械工程师必须广泛地掌握力学、物理学、几何学、热力学、材料力学、数学以及有关工程学等学科的知识。

本书概括了机械工程学的基本知识,并根据美国历次工程师考试试题作了汇总整理。每一章都提供了大量的题解(总共480题)。例题的特点是简单明了,概念清楚,并且密切联系生产实际。

本书既是一本理论复习资料,又是一本习题解答集,可以作为工科大专院校有关教师、学生的教学参考书以及复习迎考的参考书。对于报考研究生的考生也极为有用。显然,本书也是各工矿企业工程技术人员顺利地通过工程师考核的不可多得的助手。

为了忠实于原书特点,译者保留了原英制单位,而在本书后增补了公制、英制单位换算表,供读者实际运算时参考。

本书前言、序言、导言、第六、七、十五、十六、十七、十八章,以及补编F、G、O、P、Q、R、S由徐云珠译。第一、二、三、四、五章,以及补编A、B、C、D、E由李柱国译。第八、九、十、十一、十二、十三、十四章,以及补编H、I、J、K、L、M、N由朱敏学译。

译稿完成后,承蒙上海交通大学李渤仲教授等提出宝贵意见,谨此表示感谢。

译者 1982.2

前 言

随着每位工程师对公众所负的责任范围愈来愈大，“工程师注册”已成为新出现的人才学研究课题之一。注册部门曾预计，七十年代美国本土及海外领地持有执照的职业工程师人数将超过五十万，而在七十年代末期，可能接近七十五万。

“工程师注册”对工程师履行职务具有法权。由于要对消费者和环境进行保护，必须使之适应因此而引起的各种现代工业和社会活动。我们将发现，在公众健康、安全和福利保护的基本研究方面，经过注册的职业工程师正在积极从事许多工作，如设计的安全性研究；空气、水和噪声污染的控制；城市规划 and 改造；以及传统的工程设计领域——桥梁、堤坝、办公楼和工业建筑、计算机、原子能和矿物燃料发电站、配电系统等等。

既然每州管理“工程师注册”的注册法首先是从公众福利出发的，那么所有工程学学科，包括传统的电气、化学、机械和土木工程，都应被考虑在内。实际上，工程师提出的每项设计、每种运转方案、每道工序，最终都涉及到公众。桥梁、新式仪器、蒸汽或燃气轮机、或者复杂的控制系统的每项设计，都必须考虑到公众的安全和福利。因为工程技术职业必须对公众负责，所以当然应由各州控制管理。国家立法机关已一律批准，注册法由各州和各领地制定颁布。“工程师注册”必将继续存在和得到发展，并将向深度和广度发展。

J.D.康斯坦斯

序 言

你可能是至今尚未注册的许多称职机械工程师之一。但仅仅从你研究本书这一点就已说明，你已经在考虑获得“职业工程师”的注册问题了。你可能过去认为，发放执照会由于某种原因而失去作用，并且注册仅适用于土木工程师。但是现在你认识到执照不会不起作用，而且注册对其他工程师就象对土木工程师一样适用，同时你已清楚意识到必须立即为此采取行动了。“谁需注册？”这个过去的争论已让位于现在的认识，即“注册是与法律上无资格者竞争的基本保护”。

因此，本书目的就是鼓励读者争取成为注册工程师。

每个州的注册部门都设有机械工程学这门主要学科考试。虽然第一天进行的“见习工程师（纽约实习工程师）”考试，旨在检验考生的工程学基础、数学和工程学理论知识；但第二天的考试要求考生能适当判断、运用实际可行的和经济的方法，解决机械工程和工程原理和实践方面比较先进领域的问题。第二天的考试内容具有专业性质，是为具有若干年实际工作经验的人设置的，它包括应用科学原理解决机械工程师在设计室和现场经常遇到的问题。同时，本书将帮助机械工程专业结业阶段的男女大学生深入了解实习期间所遇问题的类别和形式。

为了胜任本职工作，机械工程师必须具备下述一个方面或几个方面的能力：发电站设计，包括对场地和原始投资额的经济估价，这关系到燃料和水的供应，以及有效利用动力的输送和机械设备；发动机的设计和制造，包括热力发动机、水力发动机、铁路、轮船、飞机、宇宙飞船、导弹、汽车、卡车和其他各种工业机械用的发动机；传动装置的设计，包括控制方向、力和能量性

质的装置、以及传动齿轮、传动皮带和传动轴系的设计。此外，机械工程师必须能够设计和制造环境控制装置，包括加热、通风、制冷和空调装置。根据专业需要，学员必须广泛应用力学、物理学、几何学、热力学、材料力学、数学和有关的工程学学科知识。

机械工程考试并非面面俱到。它所考查的是，申请注册人员是否掌握了必需的技术知识，并能应用这些知识解决主要领域的典型问题。

虽然书面考试不是对申请人资格的全面考核，但它是所有专业用来帮助州考试部门决定申请人是否具备必要知识的手段之一。注册部门认识到，申请人证明书并不能，而且永远不能全面地说明申请人的能力大小，因而要求尽可能根据实际工作情况决定申请人资格。我们认为书面考试是部分反映考生能力的可靠方法，在找到更好的方法之前，将继续采用。

经过修改的本书第三版保持了原来的明确目的，即帮助考执照的考生作好准备，以便通过职业工程师机械工程学考虑。从通过考试的考生的反应来看，本书事实上起到了良好作用。

本书已经修订和增补，通过最新考试方法而反映机械工程学的时代特点，并避免出现纯粹脱离实际的例题与偏题的情况。第一章已经完全重编，以便提供按专业分类的机械零件强度实际知识。对机械设计、水力学、热力学、燃料和燃烧、泵和泵送、热传导、空气调节和测湿学、力学、蒸汽发动机、燃气轮机、内燃机和制冷学等章节和有关补编部分都作了增补。对可压缩流体、闪发流体流、两相管道流、经管道放空容器的时间，以及真空泵和泵送等部分，也增加了新的内容。

补编S不再包括工业工程问题，已经全面改写为环境控制问题。该章对噪声控制和“职业安全及健康条例”中的分析作了解释；对工业卫生学、有害蒸汽和燃气浓度，用提问题的形式加以举例说明；并对灰尘控制和取样、放射性污染和有关通风技术、放射性污染控制数据作了计算。

新版本仍然不仅是习题解答集和普通复习资料。除了有解答配合典型问题之外,还有快速复习基础理论的资料,以便使考生具有快速掌握全部考试内容的辨别力。

推荐的参考资料一览表均选录最新版本,因而能适应新的要求;而且已经增补和分段,可供考生更好的进行条理思考、考前准备和临场考试之用。

新版本的修订,遵照如下原则:(1)什么是机械工程学考试中最普遍的问题?(2)什么是这些考题最准确、最简单的解法?(3)在保持机械工程师的时代特点的同时,预测未来考试还可能出什么其他题目。

在回答上述问题及其他有关问题的同时,本书选择了论述材料、论述步骤和附有答案的问题。因此,本书集中了有关理论和基本公式的精华,重点放在问题、问题分析及解答上。

对于那些认为考试取问答方式会使工程学显得“过分容易”的人,作者想要指出:许多年来,工程学教学人员认识到,解题在发展工程技术人员的判断力和实践能力方面具有重要意义和价值。习题课过去是,并将继续是许多工科院校所普遍采用的教学形式之一。

虽然主考人申明,考题不会是过去习题的逐字重复,但是,取得考试成功的唯一途径还是去做各门机械工程学学科的习题。本书为此提供了方便。过去出过的问题可能重复出现,所以读者可能不会很快意识到这是本书的习题。显而易见,解题的目的是弄懂基本理论,本书通过提供参考资料和快速的理论复习资料而达到这一目的。

本书的一个重要特点是,解答直接放在问题后面,这样能节省时间。三十年来,在指导和帮助考生通过注册考试方面,它的内在益处一再显示出来。另一个重要特点是,提出经过验证的捷径以加速解题过程,从而帮助工程师第一次就通过考试,这样,避免了既浪费时间又浪费金钱的复试。

本书增加了一份详细索引,它与目录表一起,为考生在考场

迅速查找参考材料提供方便。

本书还有如下用途：

机械工程师的“文职人员考试”用参考书；

动力装置工程师考试用参考书；

办公室或现场用参考书。

援引以前第一、二版的先例，经过修订的第三版包括以下主要内容：

提供最近州办考试的问题和材料，

预测未来考试趋势，

提出解题方法，

为解答补充理论和说明，

提出解题捷径，

阐明注册部门评分标准及有关考试细节，

提供全面的基础训练，使读者可满怀信心地对付考试。

工程技术专业研究生和同等学历学生将感到，当他们试图得到职业执照时，本书的内容在提供指导和准备方向上极为有益。

作者愿以感激的心情向许多读者致谢，他们曾直接或间接地提出意见，帮助作者不断提高本书质量。这是真正充满友爱的帮助。

作者尤其要感谢乔治·J·尼卡斯特洛和A·L·尼古拉，他们为发起编写本书给予帮助和支持。作者对为编写力学、机械设计和机械零件强度等章节作出一定贡献的自己的儿子，约翰·A·康斯坦斯，感谢他的得力协助。

导 言

如何通过首次考试

参加职业工程师执照考试需掌握一定技术。而遵守一个相当简单的自我训练方式,并演算许多习题,能帮助你顺利地通过第一次考试。准备考试和参加考试本身也将帮助读者认识并防止自己所掌握的工程学知识逐渐过时。

如何填写申请表和工作经历,在其他著作中也有介绍^①。本书的主要目的,是通过提出问题、资料和解答来说明回答问题的方式,问题和资料选自各州历次执照考试试卷,解答业经审查部门同意。下面阐述如何准备考试,如何通过第一次考试,考场注意事项是什么等问题。

某些州举办闭卷考试。这类考试不能使用课本,但在考试前发给考生一张经过审定的资料目录。然而,大多数州设开卷考试,所以允许考生使用参考书、教科书、个人笔记和其他考生认为能帮助自己对付考试的任何资料。

考试部门对许多考生的表现有着良好的印象,有些考生取得了优异成绩。考试时出现时间不够、错误理解要求、慌乱以及准备工作没有做好等情况,都会使考生感到惶惑,妨碍他们很好地表现自己的才能。大多数主考部门的评分是公正的。解题方法必须正确,否则得分并不与回答问题的数量成正比。主考部门知道,对于方法错误的大量计算不应多给分数。

主考部门确实对所有考题提供了相当大的选择余地,但考生仍应谨慎选题。永远没有一位考生能解出所有题目,因为不同人的

① J.D.康斯坦斯所著《如何成为一名职业工程师》,纽约McGraw-Hill出版社,1966年,第二版。——原注

工作经验和教育背景不同。每个考题的比重相同，因此考生花在每道题上的时间不要超过平均时间，这是许多考生疏忽的地方，往往忙于埋头解题而忘记了时间。

主考部门告诫考生，要仔细阅读考题，因为解题时并不一定需要考题所包含的全部资料。正确的判断力是考生取得好成绩的关键。如果考生仅仅给出考题的数值答案，而没有充分说明限制实际问题假定的条件，那么考试部门可以认为，他没有充分的判断力和经验，不能得到及格分数。对考题的详尽分析与解题方法同数值答案一样重要。考生还应该表现出全面、整洁和精确的答题习惯。

允许采用计算尺精度。当符合原始数据精度的数值本来可以接受时，有些人却因为要使答案更精确而浪费了宝贵的时间，比如说，将1400写作“1425.3”。

有时，要求考生在陈述问题时采用专门表格和特殊解析法。如果考生不熟悉这种解析法或没有一套表格，一般他应选择解答另一道比较熟悉的问题。例如，在一道有关管道流体的摩擦损耗考题中，要求用到雷诺数摩擦系数相关性，那就不允许采用列线图解。然而，如果另一道题解答中需用试错法，那么考生可以随意采用任何算法选择第一个试算值。另一方面，列线图解可以用来检查计算结果。

许多工程学计算方法可以进行分类：传热问题可能需要瞬时或静态分析；流体力学问题可以分为可压缩流体及不可压缩流体。准备考试期间应充分运用这些判断标准。

考生不要提出无意义的假定而离题太远。

仅有数值，而没有说明，在大多数情况下是不完全的。如果要求的最终答案是长度，那么考生应该用例如15英尺或250英寸来表示结果。如果不包含英热单位/磅·°F这类因次，0.015的熵的变化就没有什么意义。如果采用方程式，则应熟悉其来源和单位一致性。

“数量级（绝对值的大小）”又应怎样处理呢？对长度为

1000英尺的管道湍流作压力差计算时，毫无必要地担心进口端和出口端的损失、阀及管接头的损失是可笑的。只要以英尺为单位的管道长度与以英尺为单位的管道直径之比大于1000，就可以忽略不计上述因数而进行快速核对。在任何计算中，要找到能对指示结果作粗略核对的因数。比如，在一道蒸汽锅炉题目中，1磅燃煤可产生10磅蒸汽。又如，弯扭合成应力应当大于纯弯曲应力或纯扭应力。

经常出现的一种情况是，因题目并不提供所有数据，所以考生发现某些关键数据未知。例如，如果考生必需知道一种专门合金的屈服强度，而又无法得到这个数据，那么就应清楚说明，这个值为必需值，并且至少应该凭借假设某个合理数值，求得这个问题的答案。如此解答得到的分数比考生说明这道题目不可解而不去解答得到的分数要高得多。

另外，考生采用试错法时，可以试算二、三次便得出符合要求的结果，不必为得到更精确的数字再作进一步试算。但是考生应指出，反复应用该方法计算，终将产生理想结果。可利用节省下来的时间运算其他较简单的题目。一般情况下，所有题目的占分相同。

不要抄录考题和图表，这不但没必要，而且浪费宝贵的解题时间。只需抽出必要数据并加以应用即可。但应记住，要画出有助于解题的简图。

考试部门不提供练习题，因此也不会承诺这类要求。但是，位于南卡罗来纳州塞内卡(Seneca)的工程师审查全国委员会（邮政信箱5000）可以提供例题。这些题目虽然不是过去的考试题，但却能帮助应试者了解考试格式。该习题集因附有说明和标注而较完整。

开卷考试时，仅携带最少数量的书籍是明智的。不少考生带着整箱书籍摆满座位，然后将宝贵时间浪费在翻阅一本本书、搜寻答案上。这样不但浪费时间，而且考生对成堆围绕着的书籍会感到烦恼，因为考场本来已经够挤了。

然而，无论是开卷还是闭卷考试，所有考试部门都允许考生使用计算尺或对数表。将发给每位考生一份带入考场物品的详细说明。建议携带下列物品：

表

几支削好的铅笔和一支灌满墨水的自来水笔

计算尺和（或）对数表，或袖珍电子计算器

方格纸（规格 $8\frac{1}{2} \times 11$ 英寸）

草稿纸

直尺、比例尺、三角尺和量角器

最少量的参考书

进入考场后，如果位置不是预先安排的，可找一个光线充足的空座位，这有助于在考试中避免产生疲劳。

必须绝对遵守考场规则。考场规则由监考人严格监督执行，不允许任何改变。

你准备对付的考试现在开始了，你胸有成竹，你已经温习完本书所有内容，并算出所有问题，同时校核了作者的计算和分析。你已阅读完参考书一览表中的参考书，并搜集了一套你极为熟悉的参考书。你对前几次考题的类型已有完全的认识。你已满意地作完这一切，而只需注意解答题目时的整齐和清楚了。

接到考卷后，仔细读说明。回答问题前，先细心地将所有考题过目一遍，并挑出你看上去最熟悉的题目。一般情况下，考卷上不写考生姓名，每位考生有一指定代号，开始考试之前，不管你是否使用每张考卷，都应将自己的代号用墨水写在每张考卷上。

读完考题后，将余下时间平均分配给你选择解答的考题，并且严格遵守这个时间分配额。说明事项会告诉你应该解答多少问题。按平均数计算，每道考题的时间分配额最多限于 40~50 分钟。

在大多数情况下，各道题所占的份量是相同的，那还有什么理由要超过平均时间呢？如果化在某道考题上的时间似已过多，

那就立即扔下它，接做下道题。希望你在结束这道题前能有时间复看一遍解答。但是，如果只要再化几分钟就可解完该题，那当然要先结束这道题再做下道。注意不要盯住一道题而用掉解另一道可能比较简单的题目的时间。最近，也有一些考试部门为帮助考生顺利通过考试而提出过启发和建议。

首先计算那些看上去最简单的题目，在一张纸上写下解答或解答的任一部分。这样做能够节省时间，并可迅速转移题目，最后整理考卷也方便。

努力争取回答指定数量的题目，因为考试部门将从中了解考生掌握知识面的广度和深度。许多考试部门对答数只给予部分分数，而对正确的解法给的分数更多。如果时间来不及，可以只写出解法步骤，避免得零分。为了节省更多的时间，当最后答案是一复杂的指数方程时，只要在该项中填入适当的数值并写出答案的因次就行了。

如果考试过程中过于紧张，可稍休息会儿，放松一下。伸直胳膊和腿确实能够帮助缓和不安的情绪。做那些你认为最理解的题目必定会增强信心，并使你的感觉较好一些，然而，导致产生信心的是细致的考前准备，这是消除感情障碍的最好办法。掌握丰富的解题知识是克服虚假可靠感的最好保障。

考试准备事项：

1. 了解考试范围。
2. 取得数套例题。
3. 熟悉术语和符号等。
4. 练习每小时解一道题。
5. 练习使用钢笔和墨水。
6. 使用计算尺或电子计算器（外部电池）解题。
7. 使用列线图检查计算结果。
8. 每道解答至少包括一张示意图或曲线图。
9. 培养只使用最少量的教科书或参考书的能力。
10. 学会在必要时作出假定的能力。

11. 算出本参考书中所有问题直至你满意为止。

考试注意事项:

1. 仔细阅读说明。
2. 仔细看完全部考题。
3. 在你认为会做的题目旁边打上“√”记号。
4. 首先做最容易的题目。
5. 为每道题分配解答时间, 并严格按照规定控制时间。
6. 每道题都附上示意图或曲线图。
7. 注意书写明晰和整洁。
8. 在需要时作出假定, 并在此基础上解题。
9. 解出规定数量的考题。
10. 注意解题方法得分最多。
11. 争取得到合理的最终答案。
12. 如有可能, 校核所有答案。
13. 不要做“食谱”工程师(即以完全抄书代替解答——译者注)。
14. 不要惊慌。

作者向你致以最良好的祝愿, 祝愿你成功的获得工程师执照。

目 录

前言

序言

导言——如何通过首次考试

第一章	机械零件强度——问题和解答	1
第二章	机械设计——问题和解答	13
第三章	齿轮传动——问题和解答	52
第四章	机构学——问题和解答	61
第五章	水力学和流体力学 ——问题和解答	66
第六章	热力学, 热量和动力——问题和解答	94
第七章	燃料和燃烧产物	123
7-1	燃料	123
7-2	煤的分析	123
7-3	煤的分类	124
7-4	液体燃料	124
7-5	固体燃料的热值	124
7-6	液体燃料的热值	125
7-7	燃烧	125
7-8	燃烧的理论空气量	126
7-9	过量空气	128
第八章	蒸汽动力装置	140
8-1	蒸汽发生装置试验	140
8-2	锅炉特性	142
第九章	蒸汽机	153
9-1	概述	153
9-2	示功图	154

9-3	计算指示功率	155
9-4	蒸汽机的蒸汽消耗	157
9-5	蒸汽机气缸余隙	160
9-6	蒸汽机的热效率	160
9-7	蒸汽机的机械效率	163
9-8	提高蒸汽机输出功率的途径	163
9-9	蒸汽机的马力常数	163
第十章 汽轮机及其循环		166
10-1	概述	166
10-2	结构特点	167
10-3	作用原理	167
10-4	汽轮机的兰金循环	168
10-5	再热循环	169
10-6	再生循环	171
10-7	水银-蒸汽循环	176
第十一章 燃气轮机及其循环		181
11-1	基本概念	181
11-2	燃气轮机的工作循环	181
11-3	燃气轮机的特性	182
11-4	燃气轮机的回热循环	183
11-5	完全循环的燃气轮机	186
11-6	用于飞机推进的燃气轮机	187
第十二章 内燃机及其循环		193
12-1	奥托循环的实际示功图	193
12-2	比较标准	193
12-3	余隙容积	194
12-4	汽油机——压缩比和燃料经济性	196
12-5	汽油机——压缩比和排气温度	196
12-6	奥托循环的功	197
12-7	柴油机循环	197
12-8	奥托循环和柴油机循环压缩比的限制因素	200
第十三章 泵和泵送		205