

结构设计 笔记

第二版

STRUCTURE DESIGN

周献祥、著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

013058869

TU318
39-2

结构设计 笔记



第二版

STRUCTURE DESIGN

周献祥、著



北航

C1665314



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

TU318
39-2

内容提要

本书是作者学习辩证逻辑后对结构设计活动进行反思的结晶,是作者的工程观在充沛条件下的理性展现。本书的内容及写作风格有别于国内常见的结构专业著作,具有鲜明的特色。全书以结构工程师的修养为核心,从理性分析的角度,详细论述了结构工程概念、结构设计理念、设计指导思想、对规范精神实质的把握、对结构体系可靠性的理解、降低结构造价的途径及技术措施、施工配合、创新理念、地震作用的规律性与复杂性、结构设计艺术性以及怎样对待理论与工程实践的不一致性等方面的内容。作者将这些容易概念化、说理化的内容,融汇到实际工程中进行阐述,并从思辨的角度给出了作者的观点,表达了作者受到辩证逻辑启发后,在设计和科研活动中不极端地看待问题的感受,以及具体地分析问题的收获,体现出作者对圆融和品位的追求。

本书可供建筑结构设计、科研人员和大专院校师生以及施工、监理人员参考。本书是辩证逻辑与结构设计相结合的产物,也可供辩证逻辑研究人员及广大哲学爱好者参考。

责任编辑:张冰

责任校对:韩秀天

封面设计:常鸣义

责任出版:卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

结构设计笔记/周献祥著. —2版. —北京:知识产权出版社, 2013.7

ISBN 978-7-5130-0973-7

I. ①结… II. ①周… III. ①建筑结构—结构设计
IV. TU318

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第244708号

结构设计笔记 第二版

周献祥 著

出版发行:知识产权出版社

社址:北京市海淀区马甸南村1号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话:010-82000860 转 8101/8102

责编电话:010-82000860 转 8024

印 刷:保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 次:2008年4月第1版 2013年7月第2版

字 数:452千字

ISBN 978-7-5130-0973-7

邮 编:100088

邮 箱:bjb@cnipr.com

传 真:010-82005070/82000893

责编邮箱:zhangbing@cnipr.com

经 销:新华书店及相关销售网点

印 张:25

印 次:2013年7月第2次印刷

定 价:68.00元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

第二版序

本书是激情、思索和日积月累的产物。在我出版了《品味钢筋混凝土——设计常遇的混凝土结构机制机理分析》(以下简称《品味钢筋混凝土》)一书后,应出版社之约,我撰写了供刚毕业的大学生阅读和参考的《建筑结构施工图示例及讲解》,前者为理论性阐述,后者为施工图示例和讲解。在这两本书的基础上,便萌发了专门写一本关于结构设计思想和理念方面的书的激情与冲动。通过设计笔记这种形式,把我本人20多年的设计体会和设计心得,尤其是关于设计思想、设计理念方面的内容作了较为详细的阐述,真实展现了我对结构设计的所思、所想和所为。

本书的核心内容是工程师的修养,而工程师修养中,首推变通能力及其相应的技术处理,支撑这些变通能力的基础是辩证法。所以本书又在不同的场合,自然而然地引入辩证法,用辩证的观点、辩证的方法、辩证的思维来分析结构技术问题,辩证法也就成为本书的灵魂。有读者^①认为本书是“哲学在结构设计工作中巨大指导作用的真实体现”,并对本书给出这样的评语:“本书所具有鲜明的特色是用辩证逻辑思维的方法指导结构设计工作,是作者在长期结构设计实践中积累了丰富经验的同时,执著地、不间断地探索结构设计理念的结果。作者要求结构设计者具备一定的工程‘修养’、提出‘工程设计最忌讳的是一切从零开始’、‘结构设计者——更重要的是要有一定的人文情怀’,说得多么好啊!本书的设计理念,对初入设计单位的大学、硕士、博士生们,起到很好的培训和启迪作用,其结构设计的内容部分,对工作5年以上有一定设计经验的人有很大的帮助和启发。文章概念清晰、目标明确、实例详尽、一气呵成。是专业类书中一本不可多得的好书。”然而,作者深知,本书在哲学上还是浅显了些,由于没有从一个完整的辩证逻辑体系上切入,她

① 当当网上对本书第一版的书评者。

还没有构筑出一个自成一家的辩证逻辑体系，只是在某些方面运用了辩证逻辑，但这些内容却构成了本书结构概念逻辑体系的特殊内涵。

将辩证逻辑引入结构设计领域是本书的一大特色。辩证逻辑有助于明晰结构概念，增强概念系统的严密性和完备性，扩展我们的视野。但是结构设计自身有其特定的逻辑体系，结构概念也不宜泛哲学化。在《哲学笔记》中，列宁摘录了莱伊《现代哲学》中的一段话：“为什么哲学不可以成为一切科学知识的总的综合，不可以成为依靠已知之物的功能去设想未知之物、从而帮助发现未知之物并保持科学精神的真正方向的一种努力呢？”列宁对此的批语是：“吹牛！”^①在《精神现象学中》黑格尔更是明确指出：“科学只有通过概念自己的生命才可以成为有机的体系；在科学中，那种来自图式而被从外面贴到实际存在上去的规定性，乃是充实了的内容使其自己运动的灵魂。”^②因此，我们不应排斥哲学，也不能过分夸大哲学对结构设计的指导作用。

本书第一版出版后的第二个月就发生了汶川大地震。我在参加了汶川地震的抗震救灾工作并亲眼目睹了灾区的一些房屋破坏的现状后，对结构安全性和抗震性能的理解与以前有所不同，一直想对本书进行修改，加入一些新的内容。然而，“直木先伐，甘井先竭”^③，由于有好事者未经作者和出版社的同意，擅自将本书制作成电子版供读者下载，致使初版销售受累，直至初版售罄，我才有机会对第一版进行系统的补充与修改。需要说明的是，在写作《品味钢筋混凝土》一书时，我并没有形成设计理论、设计表达和设计思想“三位一体”的写作计划，所以在该书中也介绍了一部分结构设计概念性、思想性的内容。为了体系上的完整性，我把这部分内容移植到本书中，这就是本书与《品味钢筋混凝土》有一小部分内容重复的原因。

汶川地震后，公众普遍关注什么样的结构是安全的。对这一问题，我想了很久，觉得很难作答。有人认为，符合规范的建筑是安全的，但实际上，在汶川地震中，按2001年版规范设计的不少建筑也同样遭受了严重破坏，只是破坏程度比起不符合规范的建筑物要相对轻些。因此，以是否符合规范作为判别标准是十分勉强的。但什么样的结构是不安全的，却容易回答得多，例如可以说存在明显

① 列宁，《哲学笔记》，人民出版社，1957年版，第443页。

② 《精神现象学中》上卷，第35页。

③ 《庄子·山木篇》。

质量缺陷的结构,抗震性能较差的结构,严重违反规范或多项指标不符合规范要求的建筑物是不安全的。为何肯定的东西是含糊的、不明确的,而否定的东西反而是明晰的呢?黑格尔说:“引导概念自己向前的,就是前述的否定的东西,它是概念自身所具有的,这个否定的东西构成了真正辩证的东西。”^①在《逻辑学》的本质论中,黑格尔对事物的否定性作了进一步的阐述:“只要在反思的思维方面有少许经验,就足以觉察到,如果某物是被肯定地规定的东西,那么,从这个基础出发继续前进,它立刻就会直接转化为否定的东西,反过来,被否定地规定的东西也会转化为肯定的东西。”^②在《哲学史演讲录》中黑格尔进一步指出:“自我意识认识到它的肯定关系就是它的否定关系,它的否定关系就是它的肯定关系,换言之,这些相反的活动是相同的。”^③这就是事物发展的普遍规律,因为“否定的东西同样也是肯定的东西——否定是某种规定的东西,具有规定的内容,内部的矛盾使旧的内容为新的更高级的内容所代替”^④。这就是否定的作用和必然。“凡是始终都只是肯定的东西,就会始终都没有生命。生命是向否定以及否定的痛苦前进的,只有通过消除对立和矛盾,生命才变成对它本身是肯定的。”^⑤人总是有一定的自尊心,一开始对否定意见可能不一定乐于接受,但应该承认反对和否定意见往往对自己的帮助更大。因此,我认为结构工程师一定要虚心接受他人的审查和批评意见,甚至是否定意见。所以,在技术交流中回避矛盾未必是好事。黑格尔指出:“通常对事物抱温情态度,只关心如何使事物不自相矛盾,在这里,也同在其他场合一样,却忘记了这种办法是解决不了矛盾的,它只是把矛盾转移到另外一个地方。”^⑥这些哲学原理虽与我们的一相情愿不一致,但却是实实在在的真理。如果说否定自己的设计是一种无奈,那么被工程自身的否定性(如质量缺陷引发事故)所否定,则简直是罪过了^⑦。

从更广的角度来说,世界上的事情,正面的、好的、人们梦寐以求、热切期盼的事,尽管人们竭尽所能,祈求神灵保佑,为之努力、为之奋斗,却未必能够如愿以偿。一个人、一个集体的成功,抑或是一项目标的顺利实现,就像要使房子在强震中不倒一样,需要各方面都强劲、强势,需要具备很多突出的因素且不能有“短板”,还需要付出不懈的努力,而失败往往是放任某一缺陷得以充分

① 《逻辑学》上卷,第38页。

② 列宁,《哲学笔记》,第115页。

③ 《哲学史演讲录》第四卷,第376页。

④ 列宁,《哲学笔记》,第72页。

⑤ 《美学》第一卷,第124页。

⑥ 列宁,《哲学笔记》,第二版,第113页。

⑦ 乔治·艾略特著《米德尔马契》第四章:“我们做的事是我们给自己铸造的镣铐,虽然那铁是社会给我们的!”

而自然发展的结果，只要存在一个以上的薄弱环节且得不到及时矫正和加强，失败就以某种必然性表现出来。因此，在某些场合人们不希望它出现、不希望它来临的、不好的、负面的事，即使你尽量防范，想方设法将各种苗头消灭在萌芽状态，但它还是必然地、不以人的意志为转移地不期而至，甚至如影随形。正如黑格尔所指出的：“优秀的东西不但逃脱不了它的命运，注定了要被夺去生命夺去精神并眼看着自己的皮被剥下来蒙盖在毫无生命的、空疏虚幻的知识表面上；而我们还可以认识到，就在这种注定的命运本身之内，优秀的东西也在对于心情，如果不说是对于精神，施加着强力，同时还可以认识到，优秀的东西的优秀形式所具有的普遍性和规定性，就在这种注定的厄运里也正在展开形成着，而且唯其正在展开形成，这种普遍性才有可能被使用到表面上去。”^①个人的命运又如何呢？黑格尔说：“假如我们进一步来观察世界历史个人的命运，我们可以知道他们的命运并不是快乐的或者幸福的。他们并没有得到安逸的享受，他们的整个人生是辛劳和困苦，他们整个的本性只是他们的热情。当他们的目的达到以后，他们便凋谢零落，就像脱却果实的空壳一样。他们或则年纪轻轻的就死了，像亚历山大；或则被刺身死，像凯撒；或则流放而死，像拿破仑在圣赫伦娜岛上。”^②黑格尔将世界历史人物的这种遭遇看做是历史的“嫉妒心”努力要毁谤那伟大和卓越，要寻出它们的缺点。宋朝的洪迈在《盛衰不可常》中说“东坡谓废兴成毁不可得而知。予每读历史，追悼古者，未尝不掩卷而叹。”^③恩格斯认为“历史进程是受内在的一般规律支配的”，他说：“人们所期望的东西很少如愿以偿，许多预期的目的在大多数场合都彼此冲突，互相矛盾，或者是这些目的本身一开始就是实现不了的，或者是缺乏实现的手段的。这样，无数的个别愿望和个别行动的冲突，在历史领域内造成了一种同没有意识的自然界中占统治地位的状况完全相似的状况。行动的目的是预期的，但是行动实际产生的结果并不是预期的，或者这种结果起初似乎还和预期的目的相符合，而到了最后却完全不是预期的结果……人们通过每一个人追求他自己的、自觉期望的目的而创造自己的历史，却不管这种历史的结局如何，而这许多按不同方向活动的愿望及其对外部世界的各种各样影响所产生的结果，就是历史……我们已经看到，在历史上活动的许多个别愿望在大多数场合下所得到的完全不

① 《精神现象学》
上卷，第35页。

② 黑格尔著，王造时译，《历史哲学》，上海世纪出版集团，2001年8月第1版，第31页。

③ 《容斋随笔》卷七。

是预期的结果，往往是恰恰相反的结果，因而它们的动机对全部结果来说同样地只有从属的意义。”^①古人也有诗云：“汉国河山在，秦陵草木深。暮云千里色，无处不伤心。”^②也许正因为好的、正面的事物，不是如“种瓜得瓜、种豆得豆”那样容易得到和必然出现，而且美的事物往往是短暂的，才显得好事的珍贵，才使得人们不时地赞叹美、欣赏美、创造美，才促使人们不懈地追求崇高的事业，珍惜健康、弘扬正气；也正是由于坏的、负面的事物，如灾难、疾病、人类灵魂的丑恶和歪风邪气等，是难以杜绝的，它就像杜甫所说的“魑魅喜人过”那样，以各种各样的形式、在人们最不希望它出现的时刻、在人们没有意识的时候出现，将人犯的过错、任性和傲慢一一展现出来。所以“预防为主”就成为防灾减灾、防病治病、以备战来制止战争等领域的指导方针，也就成为工程技术人员自觉的行为准则。但“预防为主”不一定就是墨守成规，工程是需要变通和创新的，从事工程技术设计时也难免会遇到自己不熟悉、其他人也不了解的情况，对于这类技术问题，要有敢为天下先的闯劲。《礼记》中说“未有学养子而嫁者也”，意思是没有必要等到女孩子学会了养育子女后才出嫁的。但工程是不容许失败的，“创新”要讲究科学，遵循科学精神，因为科学精神和科学方法比单纯的科学知识更重要，而科学精神和科学方法是具体的、实实在在的，不是抽象的和可有可无的。老子说：“图难于其易，为大于其细。天下之难事，必作于易；天下之大事，必作于细。”^③细心是从事结构设计的基本素养，想当然、粗心大意、恃才标新或自视过高，往往是事故的苗头和根源，对工程中存在的问题不能有侥幸心理，更“玩”不起，这是结构设计职业的必然反映和职责使然。

① 《路德维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结》，《马克思恩格斯选集》第4卷，第243~244页。

② 《容斋随笔》卷七。

③ 《道德经》六三卷。

周献祥

2011年11月7日 于总后建筑工程规划设计研究院

第一版序

15年前，我在一个旧书摊上偶然翻阅一本旧书——列宁的《哲学笔记》，便爱不释手，欣然买下，成为我时常阅读的经典著作之一。

《哲学笔记》让我迷惑：“屠夫批判地变成了狗”^①；

《哲学笔记》使我惊奇：“没有情欲^②，世界上任何伟大的事业都不会成功”^③；

《哲学笔记》促我学习：“自然过程的外部必然性是我们的第一个导师，而且是最真实的导师”^④；

《哲学笔记》策我努力：“只是人的狭隘性和他为贪图方便而趋于简单化的癖性，才使人以永恒性代替时间，以无限性代替从一个原因到另一个原因的永不终止的运动，以呆板不动的神代替不知休止的自然界，以永恒静止代替永恒运动”^⑤；

《哲学笔记》给我温暖：“人类的一切交往都是建立在人们感觉的相同性这一前提之上的”^⑥；

《哲学笔记》催我奋进：“伟人们之所以看起来伟大，只是因为我们自己在跪着。站起来吧！”^⑦；

《哲学笔记》令我惭愧：《哲学笔记》中辩证法的要素、辩证法的精华等辩证法的核心内容，我至今仍然理解得不透彻。

《哲学笔记》深邃的哲理深深地吸引着我，或许是我个人对哲理思考有所偏爱，20年的设计实践给予我一个明确的信念：结构设计离不开哲理思考，离不开合乎实际的分析和判断，而不仅仅是理论计算和画图。

在计算机普及以前，结构设计最大的难题就是结构计算，尤其是大型结构的计算。但在当今科技迅速发展的中国，计算手段得到了根本的改善，即使是最小的设计院，也配备有一体化计算程序，

①②③④⑤⑥⑦《哲学笔记》中的很多内容是列宁摘录他人的言论，不一定是列宁本人的观点。这些内容分别引自：列宁，《哲学笔记》，人民出版社，1956年9月第1版，第3、238、473、43、356、13页。

②“情欲”，《历史哲学》等著作中翻译成“激情”，但“激情”与“情欲”在德国古典哲学中的含义是不同的。康德在《判断力批判》中特地作了如下注释：“激情（Affekte，也译作情操）和情欲（Leidenschaften，也译作癖性）有特定的区别。前者只关系到情感，后者则属于欲求能力，并是一切这样的倾向，它们使一切想通过诸原则来规定放肆的欲望发生困难或是不可能。前者是爆发的和无思虑的，后者是持续的和考虑过的；所以不满作为愤怒是一种激情，但是作为仇恨（复仇）却是一种情欲了。后者永不能够以及在任何关系中被称为崇高。因为在激情里任何的自由固然被阻滞了，而在情欲里却是被取消掉了。”

从多层到高层甚至是超高层,无论是砌体结构,还是钢筋混凝土结构、钢结构,都能计算。然而,一体化计算程序的普及没有明显提高我国结构设计质量,结构设计质量参差不齐的状况并没有得到根本的改善。为了防止低劣设计对工程质量产生不良影响,近年来,我国逐渐在全国范围内普及施工图审查制度,这项制度是在一体化计算程序全面普及近10年后实施的。施工图审查的重点就是结构设计方案、计算模型选取的合理性以及规范强制性条文的执行情况。这充分说明,概念分析和判断对提高结构计算的可靠性,改进设计质量有着十分重要的作用。马克思在《资本论》中有一段著名的论述:人的劳动与动物的本能活动,例如蜘蛛结网、蜜蜂筑巢不同,因为“在劳动过程结束的时候所获得的成果,早在劳动过程开始的时候就在劳动者的观念中存在了,即观念地存在了”。在结构设计初始阶段“观念地存在了”的设计思想、设计理念,是设计者水平的体现,是设计能力的直接反映。

当前,结构设计中比较普遍的现象就是中小型项目创新不足。造成这一状况的原因主要有三:

其一,是对创新的理解有偏颇。以为只有原始创新才是创新,对渐进式的创新重视不够。工程不是单纯的“科学的应用”,也不应是相关技术的简单堆砌和剪贴拼凑。工程创新的重要标志体现为“集成创新”。在工程创新活动中,根据创新的性能和程度可以划分为“突破性”创新和“渐进性”或“积累性”创新两大类。用钢筋混凝土取代砌体结构是创新;在砌体结构中增设构造柱以提高砌体结构的抗震性能也是创新;框架结构计算分析时,采用三维空间计算程序取代单榀框架计算,也应是创新。

其二,是对规范的依赖性过高。在我国,设计规范是强制性的,对于设计人员来说,规范就是法律,按照规范要求的设计即使有问题,设计人员也有可能不负任何法律责任;而不按规范要求的设计,即使理论先进、经济合理,一旦出问题也要责任自负。

其三,是结构设计理论相对贫乏。顾孟潮在《关于建筑理论结构框架的思考》^①一文中指出:理论是针对某个对象或者某个范围的定性、定量、定形态的知识体系,也是关于某个范围或对象的信息体系。它既解决“是什么”的问题,也解决“为什么”和“怎么办”以及“是非优劣”等问题。目前,结构设计理论对于“是什么”、

① 引自:《建筑学报》,2001年第10期。

“为什么”和“怎么办”等问题的回答还不系统，我国对结构设计经济技术指标优劣的评比还缺乏常设机制。虽然在全国范围内有一些优秀设计评比活动，但参与评优的项目仅仅是少数，对于大量的设计项目还没有一套有效的“是非优劣”的评判机制。对于设计质量，只有出现重大质量事故时才暴露出设计质量的低劣，施工图审查也只审查不合理的部分，对好的部分不予置评。由于我国的设计收费是与工程造价挂钩的，工程造价越高设计收费越多，所以设计的经济性不能通过市场竞争来体现。我国结构设计规范的可靠度在国际上是比较低的，我们曾经骄傲地宣称我们设计的混凝土结构用钢量是国际上最经济的或者是比较经济的。可是，我们的一些钢筋混凝土结构的用钢量已超过国外同类钢结构建筑的用钢量。亚里士多德说：“理论是能给人以最高福祉者，是有价值的事物中的最好者。”^①对照亚里士多德对理论的要求，我们的结构设计理论还比较单调，尚未达到它应有的境界。

① 引自：黑格尔，《小逻辑》，商务印书馆，1980年7月第2版，第29页。

目前，建筑专业有关设计思想、设计理论和设计理念等方面的文章和著作较多，而有关结构设计理念、设计思想方面的文章和著作则相对少得多。随着抗震概念设计理念的普及，结构设计是艺术的观点已被普遍接受。结构设计的艺术性就是说结构设计成果既是确定的，又具有不确定的内涵。一个好的结构设计不能从计算中产生，又不能不从计算中产生，它必须既在计算中又不在计算中产生。结构计算之外的内涵是很丰富的，本书就结构工程师的修养、结构工程概念、结构设计理念、设计指导思想、对规范精神实质的把握、对结构体系可靠性的理解、降低结构造价的途径及技术措施、施工配合、创新理念、失败学的启示以及理论与工程实践的不一致性等，作了较为详细的论述。客观地说，我对这些内容的理解还不够透彻，甚至还有些偏颇。“云覆千山不露顶，雨滴阶前渐渐深”，本书的出版只代表我探索这些问题的执著以及对结构专业的热爱。^②叔本华说：“把人们引向艺术和科学的最强烈的动机之一，是要逃避日常生活中令人厌恶的粗俗和使人绝望的沉闷，是要摆脱人们自己反复无常的欲望的桎梏。”我认为结构设计如果成天执著于计算和画图是比较沉闷的。我曾经系统地学习过经典弹性力学、有限元法和边界单元法，曾经执著于力学计算。在长期的结构设计实践中，我发现经典弹性理论的计算结果与钢筋混凝土结构实际受力状态之间存在

② 2000年在华沙召开的、主题为“面向21世纪要求的工程教育和培训”的第五届世界工程教育大会上，对21世纪第六代工程师各方面的要求进行了排序，排在第一位的是要有“技术热情”。

明显的差异，例如钢筋混凝土双向板的实际承载力远高于经典弹性理论的计算结果。于是，我便开始探索简化了的塑性理论，结果发现塑性理论结果也未必与结构实际受力状态相一致，也只是“名义”上的计算结果。经过反复对照比较，我认为至少在现阶段，结构理论计算结果与结构实际受力状态之间的不一致是客观存在的，不是一两个模型的改进就可以解决的。但借助于工程概念和常规处理方法，工程师可以根据这些“名义”计算结果合理而又经济地处理结构设计所遇到的各种常见问题。要处理计算结果的名义效应和实际受力状态之间的不一致，必须结合实际工程^①，以丰富而厚实的实践经验、细致的理论分析和较强的逻辑判断能力，通过反复的比较才有可能逐渐接近真理。

① 《坛经》上说：“佛法在世间，不离世间觉。离世觅菩提，恰如求兔角。”

哥白尼说：“在人类智慧所哺育的名目繁多的文化和技艺的领域中，我认为必须用最强烈的感情和极度的热忱来促进对最美好的、最值得了解的事物的研究。”在本书定稿之际，我深切感受到在科学研究中受到美的激励而迸发出的热情是出于自然而持久的。德国数学家希尔伯特曾以诗一般的语言为我们描绘出科学研究那美好的境界：“我们无比热爱的科学，已经把我们团结在一起。在我们面前它像一个鲜花盛开的花园。在这个花园的熟悉的小道上，你可以悠闲地观赏，尽情地享受，不需费多大力气，与彼此心领神会的伙伴同游尤其如此。但我们更喜欢寻找幽隐的小道，发现许多意想不到的令人愉悦的美景；当其中一条小道向我们显示这一美景时，我们会共同欣赏它，我们的欢乐也达到尽善尽美的境地。”目前，我还没有闻到希尔伯特“花园”中那盛开着的鲜花的芳香，但已确切地感受到探索的不易，正如亚里士多德所说：“对自然真理的探索，正不容易，但也可说并不困难。世人固未尝有直入真理的堂奥，然人各有所见，迨集思广益，常能得其旨归，个别的微指，似若有裨而终嫌渺小，或且茫然若失，但既久既众而验之，自古迄今，智慧之累积可也正不少了。因为真理像谚语的门户，没有人会错入，以此为喻，则学问不难。然人们往往获致一大堆的知识，而他所实际追求的那一部分确真摸不着头绪，这又显得探索非易了。”^②在本书某些章节中，作者尝试着采用技术散文体的格式来写作，畅快淋漓地表达我对结构设计思想探索的执著和对结构专业的喜爱。

② 引自：[古希腊]亚里士多德，《形而上学》，卷二章一，商务印书馆，1959年版，第32页。

①“料峭春风吹酒醒，微冷，山头斜照却相迎。”（苏轼，《定风波》）。

感谢中央教育研究所钱国屏教授！是他以“风乍起，吹皱一池春水”的方式引领我进入辩证逻辑这一领域。我在以前的设计工作中对某些问题常感到迷惑，学了辩证逻辑思想方法后我慢慢地理清了思路^①，并有所感悟。也正是在辩证逻辑思想方法的指引下，我开始了本书的写作。在我长期的结构设计实践中，从国内外学者的著作中汲取了营养，本书直接或间接地引用了他们的部分成果（详见本书参考文献，有些来自网络的文献由于原创的网址不明确，故没有标注相应的文献出处），在此一并表示衷心感谢！感谢中国水利水电出版社和知识产权出版社对我的信任，鼓励我结合结构设计的实际情况撰写一本有特色的结构设计专业著作。坦率地说，本书的特色是够鲜明的了，只是限于作者水平，书中不妥之处，希读者指正。

周敏祥

2007年10月27日 于总后建筑设计研究院

目 录

第二版序

第一版序

第一章 结构工程师的修养	1
第一节 结构工程师的基本修养	2
第二节 结构工程师成功的基本要素与科学修养	38
第三节 结构工程师的创新能力的	50
第二章 结构理论计算结果的名义效应	64
第一节 结构地震反应的不确定性	64
第二节 结构理论计算结果的不唯一性	73
第三节 结构理论计算结果名义效应的设计对策	84
第三章 钢筋与混凝土共同工作的机理	90
第一节 钢筋与混凝土两种材料共同工作的天然因素	90
第二节 保证钢筋与混凝土两种材料共同工作的技术措施	92
第三节 钢筋混凝土结构的间接传力机制及工程实例分析	103
第四章 抗震设计的概念设计与计算设计的逻辑关系	114
第一节 概念设计与计算设计的辩证逻辑关系	117
第二节 建筑工程的地震破坏现象及对抗震设计的启示	119
第三节 结构控制是概念设计与计算设计的融合	123
第四节 抗震结构的整体稳固性是判别结构抗震性能的重要指标	128
第五节 计算设计和概念设计的不可分割性	133
第六节 结构设计中的正确性与真实性及其逻辑关系	135
第五章 地震作用的规律性与复杂性	154
第一节 地震作用的规律性	154
第二节 地震作用的复杂性	161
第三节 构造柱应设置加强部位	172
第六章 实配混凝土水泥用量偏大原因分析	178
第一节 建设节约型社会是我国社会发展的战略选择	178
第二节 建设节约型社会与实配混凝土中的水泥适宜用量	181
第三节 发挥结构工程师在建设节约型社会中的作用	190

第七章 超宽扁梁受力机理分析	195
第一节 现浇空心楼板双向传力问题的理论分析和试验研究	195
第二节 超宽扁梁受力机理分析	198
第三节 内置箱体现浇空心楼盖技术在汽车库中的应用实例	206
第八章 结实的剪力墙	208
第一节 剪力墙结构在地震中的表现	209
第二节 剪力墙结构设计的若干问题	211
第三节 关于剪力墙结构拉筋梅花形布置问题	217
第九章 降低结构工程造价的途径及技术措施	221
第一节 降低结构工程造价的可行性	221
第二节 运用价值工程的基本思想进行多方案比选	226
第三节 降低结构工程造价的技术措施	243
第四节 降低结构工程造价的技术措施与投资控制的比较	260
第十章 “建筑医生”呼之欲出	263
第一节 建筑医生的出现是社会发展的必然产物	264
第二节 结构物缺陷症治举要	266
第三节 不良地质现象的预防与整治	277
第十一章 军事建设工程设计指导思想	284
第一节 “刻舟求剑”引发的联想	285
第二节 军事建设工程及其特点	289
第三节 军事建设工程设计规范的固有局限性	297
第四节 军事建设工程设计指导思想管窥	300
第十二章 结构设计的艺术性	306
第一节 结构设计的缺憾	307
第二节 结构设计的艺术性及其特征	329
第十三章 由《安提戈涅》联想到规范的人为局限性	353
第一节 《安提戈涅》及其自然法精神	353
第二节 设计规范的人为局限性	359
参考文献	369
第一版后记	376
第二版后记	379

第一章

结构工程师的修养

大多数人一辈子都在做平凡的事情，重要的是如何将这些事情做的不平凡（Most of us are doing ordinary things in most of our lifetime, and what we can do is to make ordinary things great）。

——梭罗

结构设计是一门学问，涉及面非常广，工业与民用建筑，无所不及；结构设计有完善的规范体系、成熟的计算理论、能经受工程实践检验的计算程序、充足的试验成果和大量的工程经验总结，还有概念设计等先进的设计思想。尽管结构设计的规范是统一的，计算理论是一致的，甚至计算程序目前在国内也基本上是单一的，但在实际工程中，依据同一理论、同一规范体系，针对某一特定的建筑物，不同计算程序的计算结果是不一样的；不同的设计单位或同一设计单位的不同设计者，甚至同一设计者在不同的年龄段，所设计的作品也是不同的，有时相差还很大，其差别常超出计算精度范围。由此可见，结构设计的依据看似非常严密而有体系，但实际上，如果将结构设计的依据作为科学的体系来看待，还有许多不足。

此外，随着结构计算软件和CAD技术的不断完善，制图方法中采用的平面表示法和各种标准图相继得到完善，以及国家体制改革尤其是住房制度的改革，由租住公房向个人购房转变，结构设计中存在的热点问题也随之发生变化，即结构整体内力计算和分析非常容易实现，而且出图速度快，节点及其他细部表达也大为减少，图纸量大为减少，长期困扰设计者的一些问题已得到较好的解决，同时以前不那么重要的问题却上升为困扰设计者的热点和难点问题。例如，钢筋混凝土结构尤其是住房的裂缝控制问题，既要经济又要安全可靠，既要满足规范又要充分满足用户的各种合理的，抑或是合情而不合理的需求，施工配合越来越复杂，等等。这些都要求结构设计者具备一定的工程修养。中医历来重视医德修养和医学伦理，自古就有“医乃仁术”之说，从《内经》认为“上医医国，中医医人，下医医病”，将治病、救人和济世看作三位一体，到孙思邈《大医精诚》问世，详述为医必备之行操，历代医家都强调为医者要以德为本，以仁爱之心治病救人。当前，在设计活动中贯彻“以人为本”的思想已逐渐成为共识，中医学倡导的学医之道要“上知天文，下知地理，中知人事”；行医之道要“入国

问俗，上堂问礼，临病人问所便”，都值得我们结构工程师学习和借鉴。

第一节

结构工程师的基本修养

建筑学家安东尼·安东尼亚德斯说^[133]：“建筑需要有能力的综合主义者、有能力的分析者和有能力的片断文笔者。如果设计不是你的自然倾向，不要失望。你可能更适合于成为一个分析师。遵循你的倾向，因为建筑需要你。”建筑的综合性和复杂性，相应地必然要求结构工程师具备一定的知识和能力。比尔·阿迪斯说：“结构的方方面面都是相关联的，而结构工程师是唯一了解它们之间关系的人。”结构工程师不是人人都可为之的，需要具备一定的修养。

一、独自承担结构设计的能力

对于刚毕业参加工作的大学生，最现实的问题是如何快速地独立完成设计任务。万事开头难，独立承担结构设计是工程师走向成熟的第一步。对于他们来说，从事结构设计时首先要学会结构选型，即根据设计任务书以及建筑专业和设备专业提供的条件图，选取抗侧力结构体系，确定承重构件尺寸。只有结构体系确定了，相应的构件布置完成了，才可能计算荷载并上机采用程序计算，然后依据计算结果进行施工图设计。按李渔《闲情偶寄》的话说，就是要会“立主脑”、“减头绪”、“密针线”。一些大学生毕业1年多了，一个简单工程的施工图都不能独立完成，而大多数大学生毕业3个月后即可独自挑大梁。其最大的差别就是前者过于谨慎，放不开手脚，也就深入不下去，相应的工程概念也建立不起来。列夫·托尔斯泰说，正确的道路是这样：吸取你的前辈所做的一切，然后再往前走。工程设计最忌讳的是一切从零开始，学会选型的最佳途径就是参考一些文献资料，例如，中国建筑工业出版社出版的《建筑结构构造资料集》，以及本书作者于中国水利水电出版社、知识产权出版社出版的《建筑结构施工图示例及讲解》^[89]等。

据作者本人的经历，设计思路的逐渐形成和工程概念的逐步建立，是工程师成长的必经之路。尤其是工程概念的建立，不是一朝一夕所能及的，现举例说明如下。

根据《抗震规范》(GB 50011—2010)，在8度抗震设防区，25~60m的框架剪力墙结构，框架抗震等级为二级、剪力墙为一级，于是根据程序计算结果，剪力墙墙肢水平分布筋面积和连梁箍筋面积都很大，如果完全按照计算结果配筋，剪力墙墙肢水平分布筋有选用 $\phi 20$ 的，连梁箍筋有配 $\phi 16@100$ 的，这种配筋方式，虽然与计算结果相符，但实际效果