

周
献
祥
著

J I E G O U S H E J I B I J I

结构设计 笔记

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

知识产权出版社

www.cnipr.com





结构设计笔记

周献祥 著

中国水利水电出版社
知识产权出版社



ISBN 7-118-04000-0

定价：(RMB) 18.00元

地址：北京三里河路 67 号 100044 电话：(010) 68401488

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。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。全书共分为十一章,详细论述了结构工程师的修养、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方面的内容。作者将这些容易概念化、说理化的内容,融入 to 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。

选题策划: 阳 森 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑: 阳 森 张宝林

封面编辑: 张 冰

图书在版编目 (CIP) 数据

结构设计笔记 / 周献祥著. —北京: 中国水利水电出版社: 知识产权出版社, 2008

ISBN 978-7-5084-5356-9

I. 结… II. 周… III. 建筑结构—结构设计 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 026436 号

结构设计笔记

周献祥 著

中国水利水电出版社

知识产权出版社

北京科水图书销售中心 (零售)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

中国水利水电出版社微机排版中心排版

北京市兴怀印刷厂印刷

850mm×1168mm 32 开 10.625 印张 286 千字 2 插页

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-5084-5356-9

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

前 言

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，世界上任何伟大的事业都不会成功”^②；

《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”^③；

《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”^④；

《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”^⑤；

《哲学笔记》催我奋进：“伟人们之所以看起来伟大，只是因为我们在跪着。站起来吧！”^⑥；

《哲学笔记》令我惭愧：《哲学笔记》中辩证法的要素、辩证

①~⑥ 《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。

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，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并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。

目前，我们的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”、“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

^① 引自：《建筑学报》，2001年第10期。

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。

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比较肤浅，甚至有些偏颇，“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。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着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

^① 引自：黑格尔，《小逻辑》，商务印书馆，1980年7月第2版，第29页。

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。《坛经》上说：“佛法在世间，不离世间觉。离世觅菩提，恰如求兔角。”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，以丰富的实践经验、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。我对这一进程的探索尚处于起始阶段。

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更为美好的境界：“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”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，个别的微旨，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。”^①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。

感谢中央教育研究所钱国屏教授！是他引领我进入辩证逻辑这一领域。“风乍起，吹皱一池春水。”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，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。

周叔祥

2007年10月27日 于总后建筑设计研究院

^① 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。

目 录

前言

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	33
第三节 结构工程师的创新能力	39
第二章 结构理论计算结果的名义效应	57
第一节 结构地震反应的不确定性	58
第二节 结构理论计算结果的不唯一性	66
第三节 结构理论计算结果名义效应的设计对策	80
第三章 钢筋与混凝土共同工作机理	87
第一节 钢筋与混凝土两种材料共同工作的天然因素	88
第二节 保证钢筋与混凝土两种材料共同工作的技术措施	90
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	117
第一节 概念设计与计算设计的辩证逻辑关系	121
第二节 建筑工程的地震破坏现象及对抗震设计的启示	123
第三节 结构控制是概念设计与计算设计的融合	127
第四节 抗震结构的稳健性是判别结构抗震性能的重要指标	133
第五节 计算设计和概念设计的不可分割性	140
第五章 实配混凝土水泥用量偏大原因分析	142
第一节 建设节约型社会是我国社会发展的战略选择	142
第二节 建设节约型社会与实配混凝土中的水泥适宜用量	146
第三节 发挥结构工程师在建设节约型社会中的作用	158

第六章 超宽扁梁受力机理分析	163
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	163
第二节 超宽扁梁受力机理分析	167
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	176
第七章 结实的剪力墙	179
第一节 剪力墙结构在地震中的表现	180
第二节 剪力墙结构设计的若干问题	182
第三节 关于剪力墙结构拉筋梅花形布置问题	190
第八章 降低结构工程造价的途径及技术措施	195
第一节 降低结构工程造价的可行性	196
第二节 运用价值工程的基本思想进行多方案比选	202
第三节 选用合理的理论计算模型	215
第四节 合理的构造设计	220
第五节 梁跨高比、板跨厚比的合理选择	224
第六节 加强设计变更管理	230
第七节 利用概预算定额计算规则进行结构工程造价控制	231
第八节 降低结构工程造价的技术措施与投资控制的比较	240
第九章 “建筑医生”呼之欲出	244
第一节 建筑医生的出现是社会发展的必然产物	245
第二节 结构物缺陷症治举要	248
第三节 不良地质现象的预防与整治	262
第十章 军事建设工程设计指导思想	270
第一节 军事建设工程及其特点	272
第二节 军事建设工程设计规范的固有局限性	281
第三节 军事建设工程在战争中的作用	285
第四节 军事建设工程设计指导思想	295
第十一章 由《安提戈涅》联想到规范的人为局限性	303
第一节 《安提戈涅》及其自然法精神	303
第二节 设计规范的人为局限性	311
参考文献	318
后记	324

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。虽然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改革方案的出台，使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和不合理的需求，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。中医学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”，都值得我们学习和借鉴。

第一节 结构工程师的基本修养

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，独自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独自完成不了，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》，以及本书作者于近期由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。

据文献 [93] 介绍，在执行《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) [以下简称为《抗震规范》(GB 50011—2001)] 时，北京等地的一些多层建筑，如采用纯框架结构，则很难满足层间变形的规范要求。在这种情况下，最可行的办法就是设置少量的剪力墙来满足规范对层间变形的要求。根据《抗震规范》(GB 50011—2001)，在 8 度抗震设防区，60m 以下的框架剪力墙结构，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，但实际效果并不好。因为剪力墙的理论计算公式都是建立在小直径钢筋的模型试验基础上的，试验用钢筋一般不会超过 $\phi 12$ ，钢筋直径增大后，对墙的延性肯定有不利影响。因此，作者主张剪力墙墙肢水平分布筋直径一般不大于 $\phi 14$ ，墙较厚时可配三层。同样，连梁箍筋直径一般也不大于 $\phi 14$ ，太粗的钢筋，不仅不便于施工，而且连梁在强震下是允许先屈服的，连梁太强有可能造成墙肢先屈服，对抗震反而不利。这类问题理论上没错，但工程概念上总觉得不顺，这就是常说的工程概念问题。

图 1-1 为常见的电梯井平面示意图，其中电梯信号接线盒预留洞刚好在暗柱 AZ1 的位置处（见图 1-1），且肯定要切断

因此，作者认为，电梯信号接线盒预留洞处 AZ1 的主筋可以切断，但必须采取加筋等补强措施，尤其是切断的箍筋要封闭。

与电梯信号接线盒预留洞相类似的还有住宅剪力墙结构是否允许穿墙洞的问题。住宅结构中，住户在装修过程中免不了要改装管道或增设空调等设备，这时常常要在承重剪力墙中开设 $\phi 250\text{mm}$ 左右的穿墙洞，有的结构工程师认为不行，因为它破坏了承重墙。作者认为，对这类问题应具体分析，不宜反应过度。如果穿墙洞在墙肢较长且避开暗柱的部位开设，对整体结构的安全影响有限。原则上，伤及承重墙肯定不是好事，但结构的安全性也不至于矫惯到不能动一根毫毛的绝对境地。记得在我小的时候，几个小孩儿在一起玩耍之际，长辈们给我们讲了一个“一粒黄豆打死一个人”的故事，提醒我们玩耍的时候要小心。故事说得是，有两个小朋友在打斗，其中的一个人拿起一粒黄豆开玩笑说：“我打死你”，随即向对方扔出一粒黄豆，对方为了躲避飞过来的这颗黄豆，将头往后一仰，正巧碰到墙壁上的一颗钉子，钉子冲破他的后脑勺而死于非命。这个故事对我的启发很大，它告诫我们涉及安全的事千万不可大意，莎士比亚说过，“审慎尤胜勇猛”，古语说：“力能胜贫，谨能胜祸。”但为了避免事故的发生，分析事故发生的可能性更重要，“杞人忧天”也不值得学习。“一粒黄豆打死一个人”的事例是极少数，同样，开一穿墙洞就垮塌一栋建筑物的概率也是很小的。预制空心板开洞时允许损伤一根肋，整体性比预制空心板更好的剪力墙也允许有限度的损伤。英国《钢筋混凝土》一书的作者 A. L. L. Baker 说：“一位工程师不仅仅是一个可靠的应力计算者，更应该是一个有魄力、足智多谋，能判断失误的设计者。”^[70]

这类问题常见的还有：梁、板、柱截面尺寸的确定，计算结果的分析判断，以及计算结果异常的处理等。例如，作者曾见过一个工程的施工图，梁断面 $300\text{mm} \times 550\text{mm}$ ，计算所需钢筋面积 12cm^2 ，实配钢筋 $6\phi 16$ 。这种配筋方式理论上也没错，但有经

验的工程师可能会配 $4\phi 20$ 或 $3\phi 22$, 因为这样可以一排布筋, 而 $6\phi 16$ 必须两排布筋, 截面的有效高度 h_0 降低且第二排钢筋对施工也不方便。再如, 有一工程, 剪力墙的水平分布筋和竖向分布筋均为 $\phi 10@200$, 而拉筋配 $\phi 6@500$, 这样的话, 拉筋就拉不到水平分布筋和竖向分布筋的相交点上, 拉筋的作用相对较弱, 但如将拉筋改为 $\phi 6@400$ 或 $\phi 8@600$, 则拉筋刚好可以在水平分布筋和竖向分布筋相交点上设置 (见图 1-2), 钢筋网的刚度可有明显的加强。

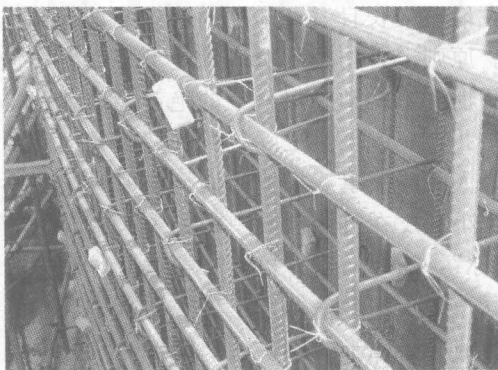


图 1-2 拉筋布在分布筋交叉点上

二、追求结构设计技术经济指标优越性的能力

英国的约翰·S. 斯科特在他的《土木工程》一书中说过一段有点意味的话^[104]: “一个言谈粗俗的美国人, 他可能是一位土木工程师, 曾经说过: ‘工程师就是能用一元钱做出任何傻瓜要花两元钱才能做的事的人。’这句话对于土木工程或房屋结构来说是特别恰当的。” (An earthy American, who was probably a civil engineer, said ‘An engineer is a man who can do for one dollar what any fool can do for two.’ This is particularly true for civil engineering or building structures.)

在我刚毕业参加工作, 有一位老同志审核我的施工图, 看到我的楼板配筋完全按照计算书的计算结果配筋, 未留有余量,