

结构-读书札记

2009年5月12日 星期二

更新于：2009年7月12日星期日 15:32:06

如果有问题, 欢迎交流

e-mail: mail2song@126.com

不断修订中.....

目录

一 《结构概念和体系》	1
一.1 读书方法	1
一.2 读书笔记	3
一.3 书中出现的人.....	19
一.4 书中例题统计.....	21
一.5 勘误	22
一.6 关键词	28
一.7 书中出现的工程.....	29
一.8 书中出现的设计事务所.....	29
一.9 书中出现的书.....	29
二 推荐读物	30
三 过眼录	34
三.1 《结构原理》	34
三.1.1 弯矩画在梁的哪一侧?	34
三.1.2 字不够, 啊来凑.....	35
三.2 《托尼·亨特的结构学手记 1》	40
三.3 《结构系统概论》	42
三.4 《建筑结构原理》	43
三.5 《结构体系与建筑造型》	44
三.6 The Effects of Scale	45
三.7 《工具机结构设计与分析》	46
三.8 《建筑的艺术与技术》	47
三.9 《现代建筑的结构构思与设计技巧》	48
三.10 关于电脑	48
三.11 学习中的加减问用和创新	49

一 《结构概念和体系》

一.1 读书方法

书读百遍，其义自现

旧书不厌百回读，熟读深思子自知

事非经过不知难

拳不离手，曲不离口

尽信书则不如无书

始，当求所以入；终，当求所以出

古人读书法

华罗庚读书方法

梁启超读书方法

六经注我，我注六经

屠龙术

年少慎择师，年老慎择徒——《哈佛琐忆》

《十九札》

金针度人

余年朝暮无他愿，补读平生未见书

门有车马非为富，家无诗书可算贫

春秋时代的《周礼·学记》上说：“杂施而不孙，则坏乱而不修。”意思是说，把杂乱而没有条理的东西交给学生，是学不好的。还说：“记问之学，不足为人师。”意思是说，像活字典那样，记得许多事情，是做不好教师的。

能在生活中当个重要的人固然是愉快的，但是更重要的是当个愉快的人——法国

上帝存在于细节之中

琐事里有神停留——米斯·潘德卢尔

太阳底下无新事

刚日读经，柔日读史

…

马一浮先生又讲读书法，指出为学的途径、方法。他认为，读书要先调心，要用定心去读书。他说：“故欲读书，先须调心。心气安定，自易

领会。若以散心读书，博而寡要，劳而少功，必不能入。以定心读书，事半功倍。随事察识，语语销归自性。然后读得一书，自有一书之用，不是泛泛读过。”马一浮先生强调读书要穷理，要有受用，因此他指出：“读书在于得意，得意乃可忘言。意者，即所诠之理也。读书而不穷理，譬犹‘买椟还珠’。守此筌蹄，不得鱼兔，安有用处？”

“故读书之法，第一要虚心涵泳，切己体察，切不可成见读书，妄下雌黄，轻言取舍，如时人所言批评态度。”

在论及时人读书之弊时，马一浮先生提出了告诫：“孔子读《易》，韦编三绝，漆书三灭，铁挝三折，其精勤专久如此。今人读书，不及终篇，便生厌倦，辄易他书，未曾玩味，便言己了，乃至文义未通，即事著述，抄撮剿袭，自矜博闻，谬种流传，每况愈下。孔子曰：‘盖有不知而作之者，我无是也。’此不独浅陋之甚，亦为妄诞之尤，其害于心术者甚大。今日学子，所最宜深诫也。”

...

读书，始读，未知有疑；其次，则渐渐有疑；中则节节是疑。过了这一番，疑渐渐释，以至融会贯通，都无所疑，方始是学。 [宋]朱熹

欲速是读书第一大病，工夫只在绵密不间断，不在速也。 [清] 陆陇其

读一书，专取一个注意点；读第二遍，另换一个注意点。这是最粗的方法，其实亦是最好的方法。 [近代]梁启超

“读书先要会疑。于不疑处有疑，方是进矣。在可疑而不疑者，不曾学。学则须疑。学贵心悟，守旧无功。” [宋]张载

南宋学者陈善《扞虱新语》中有言“读书须知出入法，始当求所以入，终当求所以出。见得真切，此是入书法；用得透脱，此是出书法。盖不能入得书，则不知古人用心处；不知出得书，则又死在言下。唯知出和入，得尽读书之法也”。

治学法与辩证法七题 ——张贤科 清华大学数学科学系

关键词：莫宗江绘的图

建筑学新生专业学习指南-1_山贼西瓜皮_新浪博客

学习中的加減问用和创新——学习方法小议

清华大学土木系教授、中国工程院院士龙驭球

所见即所得——你眼睛看到的，就是你将来得到的，仁者见仁智者见智

《生活领导力》江西人民出版社——安利教材——附有磁带，是否有录像？

《赢者的心态》

一.2 读书笔记

所据版本 1999 年 2 月第二版，2004 年 6 月第六次印刷

第二版第一次印刷时我就买了，算是第二版最早的一批读者，可惜丢了。

林同炎师承何处？他的思想来源？

下面的插图，都是自己做的图，只是示意图，并不严谨，因此，看到的人可能会挑出不少问题

第一种境界，挑出错别字什么的

第二种境界，找到计算模型默认的一些假定，找到这些假定的原因，比如水平力作用下，框架柱反弯点在柱中，这个论断的前提是横梁刚度无穷大；也就是柱子截面不是很大，梁的截面相对比较大的情况，这个论断比较准确；当然了如果是近似计算，这个近似计算的误差是不是在工程设计初步阶段的允许的范围之内？这个误差允许范围多大？

第三种境界，用书中的方法，针对自己身边的工程，估算。

p.15 整体的假定——类似的处理手法：沈士钊“拟壳法”，李国豪德国的工作“桁架和类似体系的结构计算的新方法”。离散构件的连续化处理，比如水分子→水流，人→人流，物→物流，车→车流；力→力流？

《生长和形态》中的估算也是将很多本来我们可能视为隔离体的东西，连续化处理，视为一个整体，比如<关于大小>中，自重的估算

力流、传力路径，这些概念经常散见于各书中，但是有没有直接的应用？

比如提到，力流要缓和，怎么算缓和？有没有一个量化的指标？

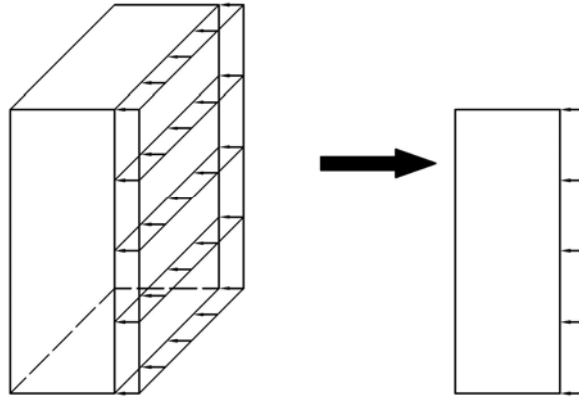
传力路径要短

p.16 假定柱子应变相同，应力和应变成正比，因而各个柱子应力相同，所以每个柱子的轴力和柱子本身截面积成正比，这里面假定楼面刚度无穷大，受力后仍保持平面。

p.17 这样分配荷载的依据？比如楼梯导致的楼板开洞等等细节都忽略掉了

这样计算出来荷载/单位面积，有什么用途？用轴压比限值估算柱子截面积？

p.21 设风荷载为 q 帕，



p.29 当截面的形状已经给定时，虽然有可能通过改变所采用的材料数量和种类增大它的刚度，但不能改善它的效能。

p.30 图 2-20 实际上是绕中性轴抗弯截面系数之比？抗弯截面系数、静距，这两个概念有没有联系和区别？二者量纲一样

$$p.30 \quad 1 \quad b d_1 \times d / 2 + b d_1 \times d / 2$$

$$p.30 \quad 1/3 \quad 2 \times 1/6 \quad b d_1^3$$

$$p.30 \quad 1/6 \quad 1/6 \quad b d_1^3$$

p.31 用 Ad^2 ，两种情况刚度比

$$\frac{\frac{1}{6} \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 2 + \frac{1}{3} \left(\frac{d}{6}\right)^2 \times 2}{\frac{1}{2} \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 2}$$

$$= \frac{\frac{1}{6} \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{d}{6}\right)^2}{\frac{1}{2} \times \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{3} (1)^2 + \frac{2}{3} \left(\frac{1}{3}\right)^2$$

p.32 最大偏心系数的推导看懂了；但是，用最大偏心系数的相对大小表示相对刚度的大小，没有看明白。

为什么用相对刚度？不用刚度？是不是考虑的材料的使用效率？这一点，不是很明白

p.32 图 2-22(c) 推导

$$\frac{\frac{2}{3} \times 1 \times \frac{d}{3} + \frac{4}{3} \times 1 \times \frac{2d}{3} + \frac{6}{3} \times 1 \times d}{\frac{2}{3} \times 1 + \frac{4}{3} \times 1 + \frac{6}{3} \times 1} = \frac{7d}{9} \quad \frac{7d}{9} - \frac{d}{2} = \frac{5}{18}d$$

$$\frac{\frac{2}{3} \times 2 \times \frac{d}{3} + \frac{4}{3} \times 2 \times \frac{2d}{3} + \frac{6}{3} \times 1 \times d}{\frac{2}{3} \times 2 + \frac{4}{3} \times 2 + \frac{6}{3} \times 1} = \frac{19d}{27} \quad \frac{19d}{27} - \frac{d}{2} = \frac{11}{54}d$$

下面的推导方法，用的是 Ad^2 ，求相对惯性矩

(b)

$$\frac{1}{4} \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 2 + \frac{1}{4} \times \left(\frac{d}{6}\right)^2 \times 2 = \left(\frac{5}{36}\right) \times d^2 = \left(\frac{15}{108}\right) \times d^2$$

$$\text{其中 } \frac{1}{4} = \frac{1}{1+1+1+1}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{\frac{d}{3} + \frac{d}{3} + \frac{d}{3}}{2}$$

$$\frac{d}{6} = \frac{d}{2}$$

(c)

$$\frac{1}{6} \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 2 + \frac{2}{6} \times \left(\frac{d}{6}\right)^2 \times 2 = \left(\frac{11}{108}\right) \times d^2$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{1+2+2+1}$$

(b)/(c)=15/11 和书中推导的结果是一致的

$$N = EA \frac{\Delta l}{l} = EA \varepsilon = A \sigma$$

p.43 假定风荷载沿建筑高度是完全均匀分布的。

p.46 图 3-8 为什么假定 $h=1$?

p.57 图 3-23

$$d_{\text{有效}} = \kappa D$$

$$\text{正方形惯性矩} = \frac{1}{12} d_{\text{有效}}^4$$

$$\text{圆形惯性矩} = \frac{\pi}{64} D^4$$

∴ 正方形惯性矩 = 圆形惯性矩

$$\therefore \frac{1}{12} d_{\text{有效}}^4 = \frac{\pi}{64} D^4$$

$$\therefore \frac{1}{12} \kappa^4 D^4 = \frac{\pi}{64} D^4$$

$$\therefore \kappa^4 = \frac{12\pi}{64}$$

$$\therefore \kappa = \sqrt[4]{\frac{12\pi}{64}} \approx 0.876$$

p.59 ... 由于弯曲变形与 ML^2 成比例

我的理解是，框架受弯，水平位移与 ML^2 成正比；或者水平梁，受竖向荷载，竖向位移与 ML^2 成正比。其中 M 为荷载作用下最大弯矩， L 为高度，或跨度

例如：

水平简支梁均布荷载作用下最大竖向位移 $\frac{5ql^4}{384EI}$ ，跨中最大弯矩 $\frac{1}{8} ql^2$ ，

$$\frac{5ql^4}{384EI} = \frac{1}{8} ql^2 \times \frac{5l^2}{48EI} \propto ML^2$$

跨中集中荷载作用下，最大竖向位移 $\frac{Pl^3}{48EI}$ ，跨中最大弯矩 $\frac{1}{4} Pl$ ，

$$\frac{Pl^3}{48EI} = \frac{1}{4} Pl \times \frac{l^2}{12EI} \propto ML^2$$

可否从梁的挠曲线微分方程推出 p.59 结论？也就是说他是如何得出 p.59 结论的？

p.59~p.60 完全框架作用时的刚度大体是完全悬臂作用的 4 倍。

是否应该明确为水平刚度？

$$\frac{2 \times 12EI}{l^3} / \frac{2 \times 3EI}{l^3} = 4$$

P.60 图 3-27 中 $M=H \times h$, 类似图 3-30 $M=H \times h$

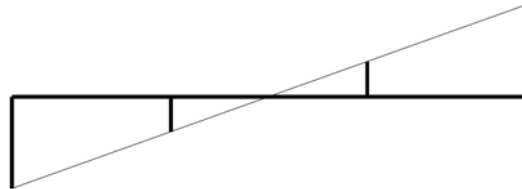
...对于已知力矩, 柱子的轴向力大小与高宽比是成正比的(图 3-28)

P.61 梁柱刚度比 1: 1, 反弯点大约在柱高的 3/4 处?

P.62 图 3-30 图(a) 2 根柱子总刚度 $< 2 \times \frac{12EI}{l^3}$, 图(b) 6 柱

子总刚度 $\approx 6 \times \frac{12EI}{l^3}$, 因此 $\frac{\text{图(b)柱子总刚度}}{\text{图(a)柱子总刚度}} \approx \frac{6 \times \frac{12EI}{l^3}}{2 \times \frac{12EI}{l^3}} = 3$

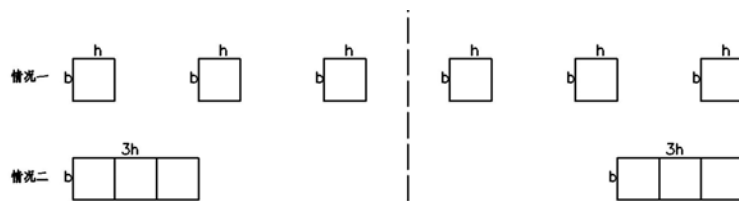
P.63 上述例子中的 [外柱将承受大部分轴力以抵抗倾覆力矩] 外柱、内柱轴向应变呈线性变化。



离中性轴越远的柱子, 应变越大, 应力越大 [, 轴力越大]; 这里假定, 楼面变形后仍为平面

P.63 实际上, 如将图 3-31 中的 6 根柱子合并为两根时, 其截面高度将为原柱的 3 倍, 它们的刚度将增加到 27 倍.....这部分不知道是怎么推导出来的。

估计推导如下: 在侧向水平力作用下

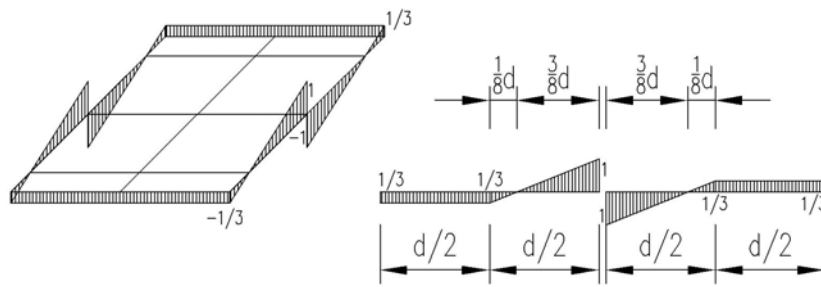


$$\text{情况一: } 3 \times \frac{12EI}{l^3} = 3 \times \frac{12E}{l^3} \times \frac{1}{12} (b \times h^3)$$

情况二:

$$\frac{12E}{l^3} \times \frac{1}{12} \times b \times (3h)^3 = 27 \times \frac{12E}{l^3} \times \frac{1}{12} (b \times h^3)$$

p.64 推导看不懂，不知道哪位能把这部分的推导给补充上来？

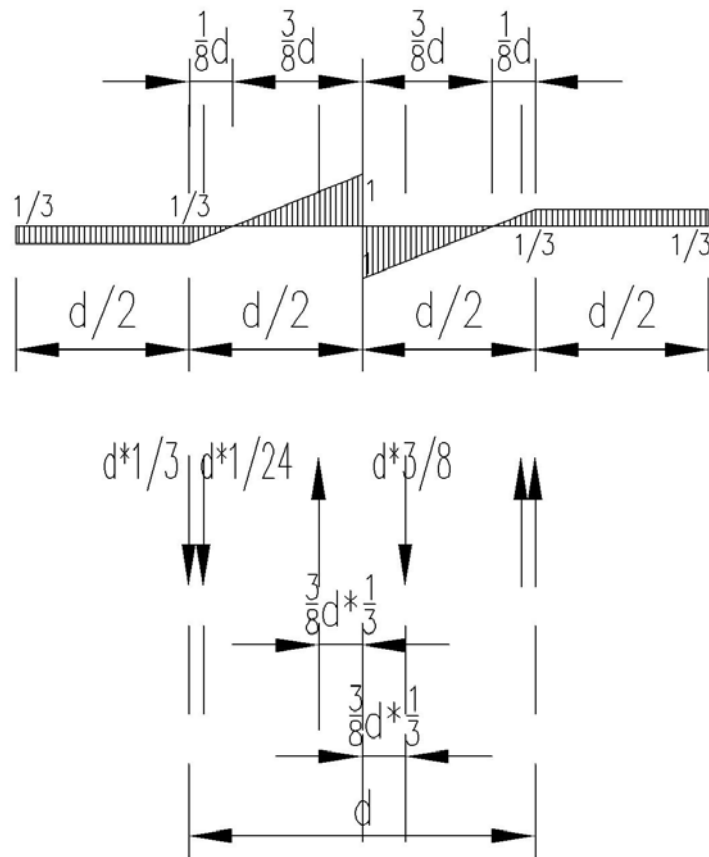


比如图 3-33 (b) $4/3$ 的来历, $3/16$ 的来历基本上能懂, 但是, $\frac{3/16 \times 4}{4/3} \approx 4/7$, 为什么乘以 4, 没明白?

估计道理如下:

如纯框架作用乘以 4, p.60 【完全框架作用时的刚度大体是完全悬臂作用的 4 倍】

图 3-33(a) $3/16$ 的推导



$$\frac{1}{4} = \frac{\frac{3}{8}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{24} + \frac{1}{24} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8}}$$

$$\frac{2}{9} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{24} + \frac{1}{24} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8}}$$

$$\frac{1}{36} = \frac{\frac{1}{24}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{24} + \frac{1}{24} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8}}$$

$$\frac{2}{9} \times d + \frac{1}{36} \times \frac{11}{12} d - \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} d$$

$$= \frac{90}{16 \times 3 \times 9} d$$

$$= \frac{10}{16 \times 3} d$$

$$\approx \frac{9}{16 \times 3} d$$

$$= \frac{3}{16} d$$

图 3-33(b) 4/3 的推导

$$1 \times d + \frac{1}{2} \times \left(\frac{d}{3} + \frac{d}{3} \right) = \frac{4}{3} d$$

p.64 总刚度比，实际上用的是总弯矩比 $\sigma_{max} = \frac{My}{I}$

$$\text{即 } \frac{\sigma_{max} I}{y} = M$$

这里，宽柱框架和悬臂筒 σ_{max} , y 都相同, $I \propto M$, 没有用偏心距?

p.66 增加层数和增加更多柱子，好像龙驭球教材上面也有类似推导

剪力分配法——串联

图 3-34

剪力分配法适用于横梁刚度无穷大的刚架和排架在水平结点荷载作用下的计算。刚架在单位水平力作用下水平位移

$$\text{基本情况}(n=1), \Delta_1 = \frac{1}{2 \times \frac{12EI}{h^3}} = \frac{h^3}{2 \times 12EI}$$

$$\text{增加梁}(n=4), \frac{1}{2 \times \frac{12EI}{(\frac{h}{n=4})^3}} \times 4 = \frac{(\frac{h}{n=4})^3}{2 \times 12EI} \times 4$$

$$= \frac{h^3}{2 \times 12EI} \times \frac{4}{(n=4)^3}$$

p.67 顶层以下各层梁与柱的刚度比逐层下降?

如果从顶层到最底层各层梁截面相同,各层层高相同,柱子从低到顶为等截面,那么各层梁与柱的刚度比,难道还是变化的? 不理解

$i_{\text{梁}} / i_{\text{柱}}$, 每一层的 $i_{\text{柱}}$ 难道还是变化的? $i_{\text{柱}} = EI_{\text{柱}} / l_{\text{柱}}$, $l_{\text{柱}}$ 是变化的? $1, 3/4, 1/2, 1/4$? 每一层的柱子的计算高度 $l_{\text{柱}}$ 不等于层高?

p.82 为了把纵向作用的水平力传给基础,在屋顶中部两个开间的屋面设置剪力撑。参考 p.108 应当将刚度大的墙和柱设置在建筑物中心附近,而不应设在边角部位。朱慈勉 的结构力学教材中好像也有类似观点。

p.87 例 4-2

若剪力墙 c 改为 60 英尺长

则剪力墙 c 承担的竖向荷载变为 $80 \text{ 磅/英尺}^2 \times 60 \text{ 英尺} \times 70 \text{ 英尺} \times 2 = 672 \text{ 千磅}$

墙 c 自重 $100 \text{ 磅/英尺}^2 \times 20 \text{ 英尺} \times 60 \text{ 英尺} = 120 \text{ 千磅}$

合计: $672 + 120 = 792 \text{ 千磅}$

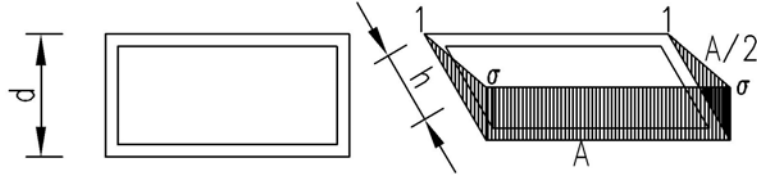
$$e = \frac{M_{EQ}}{792} = \frac{4650}{792} = 5.87 < \frac{60}{6} = 10$$

p.88 18 根外柱承受大部分竖向荷载,但不能承受侧向力。

侧向力是如何分配的？如何才能忽略柱子承受的侧向力？剪力分配法

p.89 e_b 是截面的固有属性，每一个对应的几何形状的界面，都有一个固定的 e_b

近似计算如下：



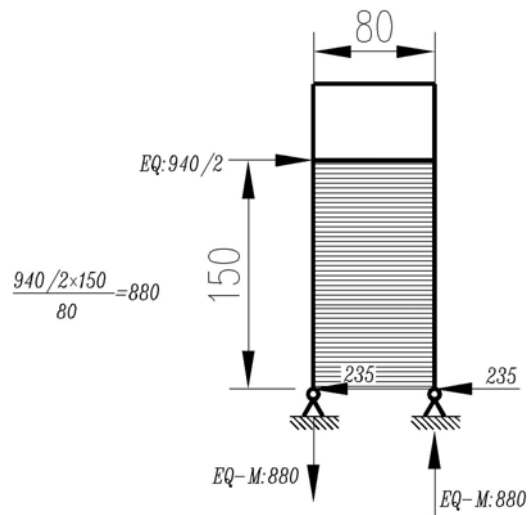
$$\Sigma M_{1-1} = A \sigma d + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} A \sigma \times \frac{2}{3} d \times 2 = \frac{4}{3} A \sigma d$$

$$= (A \sigma + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} A \sigma \times 2) h$$

$$h = \frac{\frac{4}{3} A \sigma d}{A \sigma + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} A \sigma \times 2} = \frac{\frac{4}{3} A \sigma d}{\frac{3}{2} A \sigma} = \frac{8}{9} d$$

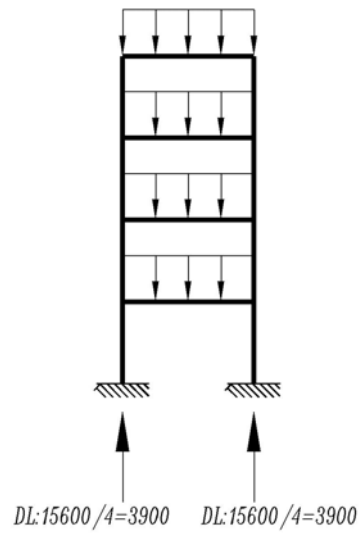
$$e_b = h - \frac{1}{2} d = \frac{8}{9} d - \frac{1}{2} d = \frac{16-9}{18} d = \frac{7}{18} d = \frac{7}{18} \times 20'$$

p.91

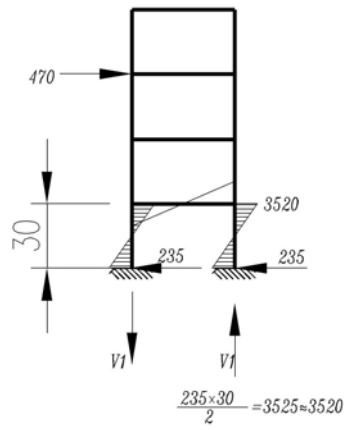


1. 求地震引起的轴向反力

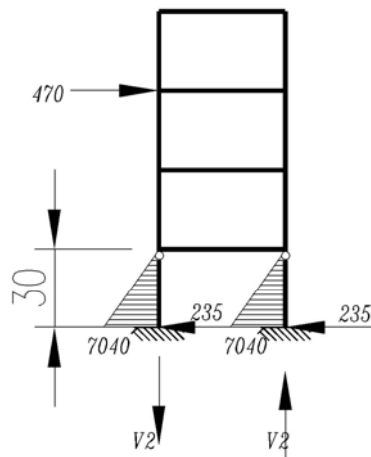
参考 p.160 悬臂梁法，由于忽略柱中弯矩，即认为柱底端铰接



2. 恒载作用下的轴向反力



3. 求水平力—地震力作用下的底端弯矩



4. 全部弯矩由底部承受

p.117 图 6-1 看不懂。上面为均布荷载？

p.118 75%，25%，...看不懂

p.126 自重产生的最大弯矩用 $\frac{wh^2}{8h}$ 。这是简支梁跨中最大弯矩公式，

为什么不用 $\frac{wh^2}{12h}$ ，两端固定梁，最大弯矩公式？林同炎的预应力教材上不是有相关的介绍？另外，为什么不考虑两个方向各承担自重的 $\frac{1}{2}$ ？例如：

p.143 例 6-5

p.130 力臂 = $\frac{7}{8} d'$ ，其中 $\frac{7}{8}$ 的来历？参考 p.188 最上面两行

参考《混凝土结构 上册》(天津大学 同济大学 清华大学 东南大学 中国建筑工业出版社 第二版) p.78 γ_s ，

附表 15 <钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算系数表>

p.143 图 6-32 参考 p.117 图 6-1(c) $M_{\text{平均}} \approx \frac{1}{2} M_{\text{单向}}$
 $= \frac{1}{2} \times \frac{wh^2}{8}$ ，为什么用 $M_{\text{平均}}$ ，而不是 $M_{\text{最大}}$ ？

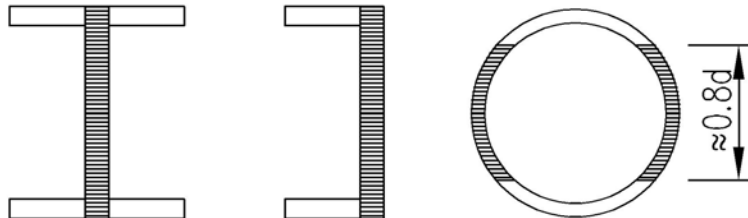
p.151 图 7-6 $\pm f = \frac{4F}{d(1')}$ 看不懂

p.152 桁架看作梁 精彩

p.153 带缝剪力墙。为何不是水平方向缝？

p.154 平均剪应力计算为什么用腹板面积而不考虑翼缘面积？材料力学中是如何解释的？

《建筑结构原理》 p.71, 剪切面积



p.159 图 7-13(a) $P/2(h/l)$ 好像不对，即使是对的，也容易使

人误解为 $\frac{P}{2(h/l)}$, 或者写作 $(P/2) \times (h/l)$, 写作 $\frac{Ph}{2l}$ 更好, 图 7-12, $P/2(h/2)$, 类似, 容易误会。

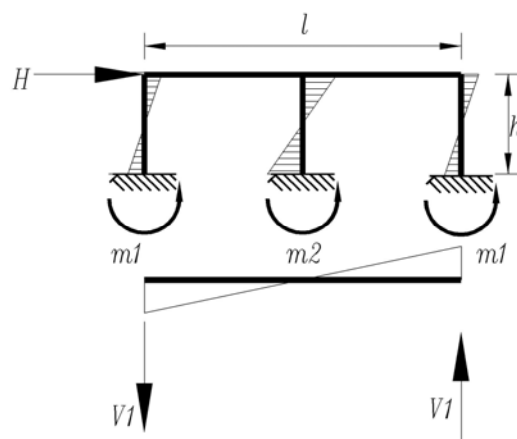
无剪力分配法, 倍数定理

结构力学求解器—命令流

```

结点,1,0,0
结点,2,0,1
结点,3,1,1
结点,4,2,1
结点,5,3,1
结点,6,3,0
结点,7,2,0
结点,8,1,0
单元,1,2,1,1,1,1,1,1
单元,2,3,1,1,1,1,1,1
单元,3,4,1,1,1,1,1,1
单元,4,5,1,1,1,1,1,1
单元,5,6,1,1,1,1,1,1
单元,3,8,1,1,1,1,1,1
单元,4,7,1,1,1,1,1,1
结点支承,1,6,0,0,0,0
结点支承,8,6,0,0,0,0
结点支承,7,6,0,0,0,0
结点支承,6,6,0,0,0,0
结点荷载,2,1,2,0
单元材料性质,1,1,-1,1,0,0,-1
单元材料性质,2,4,-1,-1,0,0,-1
单元材料性质,5,7,-1,1,0,0,-1
    
```

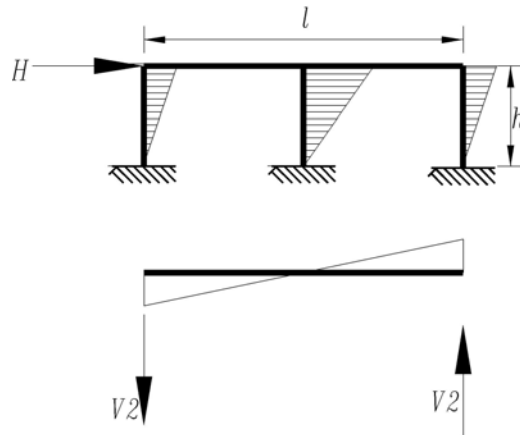
p.160 门式框架法求出的柱子轴力 V_1



$$H \times h - m1 - m2 - m1 = V_1 \times l$$

$$V_1 = \frac{H \times h - m_1 - m_2 - m_1}{l}$$

悬臂梁法求出的柱子轴力 V_2



由于忽略柱中弯矩，即认为柱底端铰接，它所得到的柱轴力比门式框架方法得到的轴力稍大。 $V_2 = \frac{H \times h}{l} > V_1$

p.164

情况(1)中 1.2 参见一般结构力学教材的《结构的位移计算》中的《荷载作用下的位移计算》，1.2 是计算平均剪切应变 γ_0 时，由于考虑到剪应力在截面上分布不均匀而加的改正系数。

$$\Delta \approx \frac{1.2Vh}{GA} = 1.2 \frac{V/A}{G} h = 1.2 \frac{\tau}{G} h = 1.2 \gamma h$$

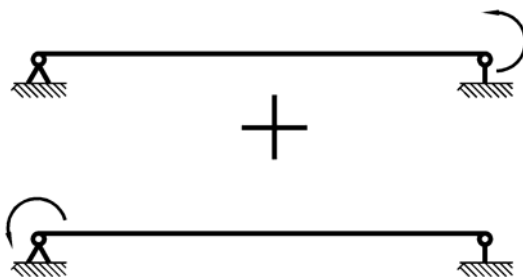
例如《结构力学》(第三版) 高等教育出版社 杨弗康、李家宝 p.144

截面形式	系数 k
矩形	1.2
圆形	10/9
薄壁圆环形	2
工字型或箱型	A/A1(整个截面面积/腹板面积)，这是近似值

p.165 墙转角 $\alpha = \text{连杆转角} \approx \frac{\bar{V} L^2}{12EI}$

参考《材料力学》中〈简单荷载作用下梁的挠度和转角〉

$$\sigma_a = \frac{m}{6EI}(6al - 3a^2 - 2l^2)$$



p.166 图 7-20, 其中 $\Sigma \delta = [\frac{Th}{A_T E}](2)$, 写

作 $\Sigma \delta = [\frac{Th}{A_T E}] \times 2$ 更好, 林同炎书中的好多和 \times 有关的都是后面用

括号括起来

p.167 例 7-5, 忽略洞口, 忽略剪切变形, 认为柱断面和柱高均相同, 并筒抵抗全部侧向荷载 w , 这些假定的前提?

p.173~174 筒支梁跨高比、悬臂梁跨高比

——截面宽度相同

设筒支梁长 l_1 , 截面高 h_1 , 宽 b , 承受均布荷载 q ; 悬臂梁截面高 h_2 , 宽 b , 跨长 l_2 , 承受均布荷载 q 。不考虑梁自重、加腋

$$\text{对筒支梁 } \sigma_{max} = \frac{\frac{1}{8}ql_1^2}{\frac{1}{6}bh_1^2}$$

$$\text{悬臂梁 } \sigma_{max} = \frac{\frac{1}{2}ql_2^2}{\frac{1}{6}bh_2^2}$$

设二者最大正应力相等

$$\text{则 } \frac{\frac{1}{8}ql_1^2}{\frac{1}{6}bh_1^2} = \frac{\frac{1}{2}ql_2^2}{\frac{1}{6}bh_2^2}$$

$$\frac{l_1^2}{h_1^2} = 4 \frac{l_2^2}{h_2^2}$$

即等宽度截面简支梁和悬臂梁，承受相同均布荷载情况下，简支梁跨高比=2 悬臂梁跨高比

若二者都是集中荷载，比如简支梁跨中、悬臂梁端头，分别作用荷载 p ，推导过程类似

p.243 侧移按宽度增加的三次方的比例减小 $I = \frac{1}{12} b d^3$

p.251 $I = \pi r^3 t$, 参《材料力学》<附录 II, 常用截面的几何性质计算公式>, 书中也有这个公式, 圆环的惯性矩计算还有一个公式,

$$I = \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$$

这两个公式应用范围有什么区别?

...有 15 平方英尺楼面面积重量传到 1 英尺长的墙上, 那末, 楼面恒载是..., 其中的 15 是怎么算出来的?

外墙的长度是 $\pi \times 100$ 英尺, 整个圆形建筑的截面面积是 $\frac{\pi}{4} \times 100^2$,

$$\text{外墙每英尺对应的楼面面积是: } \frac{\frac{\pi}{4} \times 100^2}{\pi \times 100} = 25 \text{ 平方英尺}$$

外墙承受 $3/8$ 的楼面荷载, 则 $25 \times 3/8 \approx 24 \times 3/8 = 9$ 平方英尺

核心筒承受 $5/8$ 楼面荷载, 则 $25 \times 5/8 \approx 24 \times 5/8 = 15$ 平方英尺

因此, 书中的 15 平方英尺, 我怀疑有错误, 应该改成 9 平方英尺

相应, 后续的计算也要更改,

上面, $3/8$, $5/8$ 是如何得到的?

p.252 ... 是现在世界上最高的建筑——看来成书的时候, 还没有金茂大厦, 马来西亚石油大厦、环球金融中心

p.269 弯曲与拱作用的大致对比可用 $2h^2/d^2$ 表示, $2h^2/d^2$ 怎么来的? 什么是弯曲作用? 什么是拱作用?

图 11-2, 图 11-3, 图 11-4, 三铰拱, 两铰拱, 无铰拱, 水平推力比较,

受力分析中的被动、主动

p.271 由于荷载重且跨度大, 约按 22% 估算

22%是怎么得到的？还有没有其他数值的可能？其他跨度、其他结构中这个数值是如何变化的？是不是先估算出来一个数值，计算，算出截面后，看结构自重是否是总荷载的 22%？如果是，正好，如果自重超过总荷载的 22%，那就调大原来假定的 22%，反之亦然？

p.277~278 例 11-3 ...设 C-B 的高度为跨度的 $1/20$...

参 p.371 附录 B-1 II.板和工字型主梁...最大值 20，不过这里面没有明确材料是钢材，是不是这里面指的就是钢材？如果有英文版可能可以对照出来

...且 600 千磅·英尺的 $\frac{5}{6}=500$ 千磅·英尺有翼缘承担...，为什么是

$\frac{5}{6}$? p.253 假定框筒翼缘柱分担 $2/3M$ ，为什么用 $2/3$?

(注意翼缘：腹板= $1/2$)，为什么 $1/2$?

剪力，在计算的时候为什么不考虑？

先张、后张？如果考虑混凝土收缩和徐变，后张更合理？

一.3 书中出现的人

p.	人名		作品, 著作
p.1	林同炎	作者	
p.1	S.D.斯多台斯伯利	作者	
原出版者 序	Van Nostrand Reinhold	参考文献中有他的书	Structural Systems
p.1	高立人	译者	
p.1	钱稼茹	译者	
p.1	方鄂华	译者	
p.1	王传志	首译者	
p.7	Eero Saarinen	沙立宁	
p.7	Eliel Saarinen		
p.11	Frank Lloyd Wright	赖特	
p.244	奈尔维	首先使用剪力墙?	
p.256	Fazlur Khan		
p.258	M.哥尔德斯密斯	S.O.M 之 M?	
p.263	V.伯提罗	Vitelmo Bertero 伯克利加州大学	
p.264	武藤清	提出 D 值法?	
p.264	John B.Scalzi		
p.264	Mark Fintel		
p.265	Fazlur Khan	西尔斯大厦	
p.302	Ben N.杨	美籍华人, 百人会? 中文名字? 邓文中	杨裕球?

p.304	莱昂哈特	桥梁美学	
p.304	施莱赫 Schlaich	莱昂哈特学生, STM 混凝土模型	
p.361	William Zuk	附录参考文献	
p.361	Candela	附录参考文献	
p.361	Frei Otto	附录参考文献	
p.361	Edward Torroja	附录参考文献	
p.361	Pier Luigi Nervi	附录参考文献	
p.361	Mario Salvadori	附录参考文献	

一.4 书中例题统计

章节	例题数	41
第 4 章	4	
第 6 章	5	
第 7 章	5	
第 8 章	6	
第 9 章	7	
第 10 章	4	
第 11 章	7	
第 12 章	3	

一.5 勘误

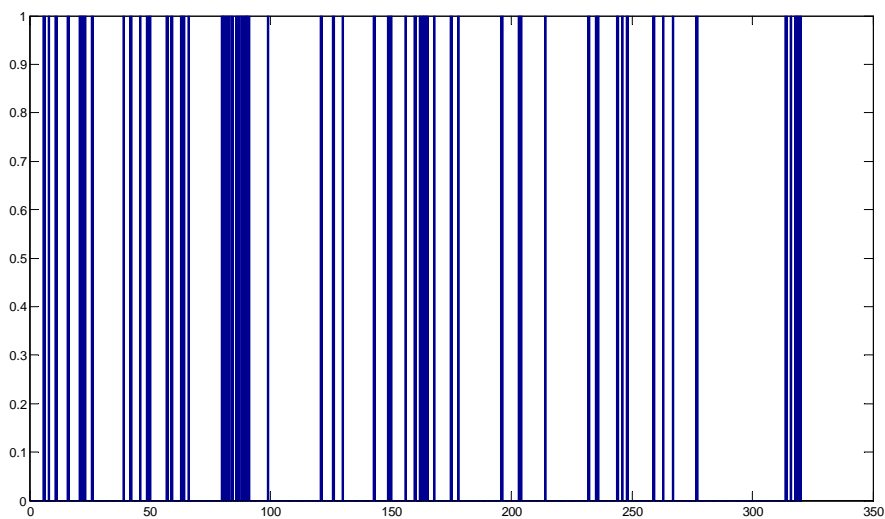
p.		错误	修改
p.6	上数第四行	...总体空间形式的内含...	...总体空间形式的内涵...
p.8	图 1-7	...有关的基本积知识...	...有关的基本知识...
p.8	图 1-7	PL/L1	PL/4
p.11	二者矛盾	p.111 Johnson Klax	Johnson Wax 图 1-11
p.16		(15.2m×6.1m)	(15.2m×61m)
p.21	图 2-9(1)	$H_M \times 2/5h$	$(1)H_M \times 2/3h$
p.22	图 2-10	部分上标不对	
p.23		把建筑物看成支撑在基础上的 竖向悬臂	把建筑物看成支撑在基础上的 竖向悬臂梁(柱)
p.23	力矩比变为 $2 \times 2/3 = 4/3$	看不懂	
p.26	图 2-15(b)	$h/2$	应为 h
p.39	看不懂	集中注意总体空间-形式性质的 程度	
p.42		和 p.43 图 $\Sigma h_i DL/A, \Sigma DL h_i/A,$ 无法统一	
p.46	图 3-8(b)	$\omega h_i^2/2$	$\omega h_i^2/2$
p.46	图 3-8(c)	$\omega h_i - \omega h_i^2/2$	$\omega h_i - \omega h_i^2/2$
p.49	图 3-11 (c)		$b_1 d_1^3 / b_2 d_2^3$
p.50	图 3-12	(a)(b)(c)上标 A2d 等等	Ad^2
p.57	图 3-23	$\approx 85D$	$\approx 0.85D$
p.59	图 3-25(a)	少了一个 H	

p.59	图 3-25(b)(c)	其中的 H 改为 4H 为好, 这样水平位移可以对应起来	
p.63		是由 h 个独立的...	是由 5 个独立的...
p.63	下数第 5 行	如果图..., 柱将是..., 该建筑将如图..	如图..., 柱是..., 该建筑如图..
p.64	翻译问题	减小到...倍	减小到原来的...4/7 或 1/2 左右
p.64		...总变形大约大 7 倍...	...总变形大约是原来的 7 倍...
p.64	图 3-32	最大轴力 $\approx 2\frac{Hd}{2d}$	最大轴力 $\approx 2\frac{Hh}{2d}$
p.66	图 3-34	可变体系, 图不对	
p.80	照片 4-3	INTERNATINAL	INTERNATIONAL
p.81	例 4-1	分析确定比建筑	分析确定此建筑
p.81	图 4-7	ΣML	ΣWL
p.81	图 4-7	$\Sigma DL_B=600$ 磅/英尺 ² ...	$\Sigma DL_B=60$ 磅/英尺 ² ...
p.82	下数第 10 行	剪力撑	剪刀撑【p.84 上数第 3 行】
p.83	图 4-10(d)	600 磅	600 千磅
p.84	图 4-12	总计=1125+165×15	总计=1125+165
p.86		...其总重量各为 80 磅/英尺 ²其总重量为 80 磅/英尺 ² ...
p.87	图 4-152.因为上面 1. 用的是 1/6×40	...因为 1/3×30 英尺=10.0 英尺...	...因为 1/6×60 英尺=10.0 英尺...
p.88			
p.89	图 4-19	W=120 磅 / 英尺 2×...×12=13.800 千磅	W=120 磅 / 英尺 2×...×12=13800 千磅

p.89	图 4-19	...+11 层楼面荷载总和)	...+11 层楼面荷载总和
p.89	图 4-19, 参 p.51 图 3-13	对x-x轴: ...1/3×3=1	1/3×1=1/3
p.90	图 4-20	9.0	9.6'
p.90	图 4-20?	拱筒自重	核心筒自重
p.91	10/6=1.667	偏心距也只有 1.8 英尺, 略微超过一点筒宽度 10 英尺的三分点	偏心距也只有 1.8 英尺, 略微超过一点筒宽度 10 英尺的六分点
p.99	最下一行) 不成对	
p.121		...但是, 若梁跨比大于 1.5: 1...	
p.126	倒数第二行	w=34 磅/英尺	w=3 千磅/英尺
p.126	从上数 12 行	...另外, 由于这托板是起着加腋的作用...	...另外, 由于平托板是起着加腋的作用...
p.130	从上数 13 行	...ps=As/bd ^l	...ps=As/bd ^l
p.143		...每米用钢为	...每英寸用钢为
p.149		...和 b 所示的墙体布对抵抗水平力不利	...和 b 所示的墙体布置对抵抗水平力不利
p.149	倒数第 8 行	..., 但不能抗扭	..., 但不能抗扭
p.149	倒数第 3 行	...每一对剪力墙才可提供抵抗力偶...	...成对剪力墙才可提供抵抗力偶...
p.150	图 7-5	注: 重心轴不同于抗侧力中心	
p.156	图 7-9 (a)	1、3 等英尺没有上标	
p.160		下面的例题...悬臂梁方法...	下面的例题...悬臂梁法...
p.162	倒数最后一行	外柱的钢面积 A 大约是...	外柱的面积 A 大约是...

p.163	图 7-18	1. $M=f_1A_1[\frac{d}{2}]^2+f_2A_2[\frac{d}{6}]^2$ 量纲有问题	$M=f_1A_1[\frac{d}{2}]^2+f_2A_2[\frac{d}{6}]^2 \times 2$
p.163	图 7-18	$I_A=[1(1/2)^2+2(1/6)^2]d^2$	$I_A=[1(1/2)^2+2(1/6)^2]d^2 \times 2$
p.163	图 7-19	框框分析	框架分析
p.164		$1.2Vh/6A$	$1.2Vh/GA$
p.165	情况(3)	高墙形许多门洞或窗洞...	高墙开许多门洞或窗洞...
p.168	图 7-23	建筑物剖面 20 英尺上标没有	
p.175		以及方形和圆形钢管	以及方形和圆形钢管
p.178		...一根两端允许转动	...一根两端允许转动
p.178		...这 $WL^2/8$... $WL^2/8$
p.178		...它的确定初步设计之根本	...它是确定初步设计之根本
p.196	图 8-24	梁剖面英寸上标	
p.203	从上数第 10 行	$-M=\frac{1}{4}(2.5 \times 60^2)$	$-M=\frac{1}{14}(2.5 \times 60^2)$
p.204		$0.08 \times 600 = 48\%$	$0.08 \times 600 = 48$
P.214	从上数第 9 行	图 8-41a 为由的三角形...	图 8-41a 为由三角形...
p.232		$B_z = A/S_z$	$B_x = A/S_x$
p.235		...折减后的活荷载为 37.5 磅/英寸 ²	...折减后的活荷载为 37.5 磅/英寸 ²
p.236		恒载=120 磅/英寸 ²	恒载=120 磅/英寸 ²
p.244	图 10-4	一个尺寸标注, 英尺上标没有	
p.246	图 10-6	$a \approx 34$	少英尺上标

p.246	图 10-6	风荷载 40 磅/英尺 ² =1.2 千磅/英尺	二者相等，量纲有问题
p.248	图 10-7	45.6'千磅	45.6 千磅
p.259	图 10-18	芝加哥印度安那	芝加哥印第安那
p.263		右上表归纳了...	左上表归纳了
p.267	图 11-1	可用变矩图表示悬索的理想形状	可用弯矩图表示悬索的理想形状
p.277		$H=\frac{WL}{8h}$, $H=\frac{WL^2}{8h}$	$H=\frac{WL}{8h}$ 好像也可以
p.314	图 12-11	720'千磅.英尺	720 千磅.英尺
p.316		...分之五十。根限荷载	...分之五十。极限荷载
p.318	如有时间把相关概念的现代汉语词典解释附上	...如果液体的重量为 w	...如果液体的重量为 w
p.318	最下一行。参图 12-13	$wh^2/6$	$wh^3/6$
p.319	图 12-13	档土结构	挡土结构
p.320	图 12-15	2"	2'



林同炎《结构概念和体系》中文版错误分布图

这是暂时阅读后，统计的错误分布图，随着阅读的深入，可能还有变动。现在看这个图的错误分布，还不是等概率均匀分布。可能是后面读的不够深入的有错误没有发现，也可能是，几个人合作翻译的结果，有的人比较认真，错误较少；有的人比较马虎，错误比较多。

不同设计阶段，采用的模型深度或者一套用有限元术语—单元不同，比如方案设计阶段，将整个结构视为一个整体；初步设计阶段，

一.6 关键词

一般的书，后面都有 *index*—索引，这本书后面没有，没有中英文术语对照。

p.	关键词	
p.16	支撑平面图	
p.19	w 的大小主要取决于...和结构类型	
p.23	高宽比	
p.24	设计偏心比	
p.32	平衡设计最大偏心系数	
p.49	修正刚度系数	
p.59	完全的框架作用	
p.60	完全框架作用	
p.64	纯框架作用	
p.88	荷载面积法	
p.119	塑性铰线理论	
p.145	巨型框架	megaframe structural scheme
p.145	平面内	
p.148	帽桁架	
p.149	抗剪中心	
p.149	平面内、平面外	
p.150	抗剪中心	材料力学中有相关概念
p.156	力矩分配	

p.158	门式框架法	
p.159	反弯点	
p.160	悬臂梁法	
p.229	荷载面积	
p.232	相关方程	
p.274	自锚	
	剪力滞后	

一.7 书中出现的工程

《预应力混凝土结构设计》、《结构概念和体系》

一.8 书中出现的设计事务所

《预应力混凝土结构设计》、《结构概念和体系》

一.9 书中出现的书

《预应力混凝土结构设计》、《结构概念和体系》

.....

二 推荐读物

作者	书名	出版社	出版时间	作者单位
计学闰	结构概念、体系和选型	黑龙江科学技术出版社	1999-2000	哈尔滨建筑大学
罗福午	建筑结构概念、体系与估算	清华大学出版社	1991	清华大学
丁大钧	结构机理学	东南大学学报等刊物连载	1992年前后	东南大学
罗福午	建筑结构概念设计及案例	清华大学出版社	2003年	清华大学
托尼·亨特	托尼·亨特的结构学手记	中国建筑工业出版社	2004年	英国
奈尔维	建筑的艺术与技术	中国建筑工业出版社		意大利
圣地亚哥·卡拉特拉瓦				Santiago Calatrava
高迪				西班牙
坎德拉				西班牙
比林顿	塔和桥			美国
达西·汤普森	生长和形态			
T.Y.Lin	Design of Steel Structures			

林同炎	预应力混凝土结构设计			
马亚尔				瑞士
莱斯				
布正伟	现代建筑的结构构思与设计技巧	天津科学技术出版社		
布正伟	结构构思论			
	从洞穴到摩天大楼			
郑光美	鸟之巢			
	动物的建筑艺术	科学普及出版社		
	慳慳宇宙			
富勒				
季天健				英国曼彻斯特大学
成海航		《世界建筑》杂志		
赵凯华	定性与半定量物理学			
海诺.恩格尔	结构体系与建筑造型	天津大学出版社		
Myron Goldsmith	Buildings and Concepts			
柯特.西格尔	现代建筑的结构与造型	中国建筑工业出版社		

E.Torroja	Philosophy of Structures			
	日本-图解建筑结构设计计算			
	结构大师(构筑当代创新建筑)			
	轻远(德国约格·施莱希和鲁道夫·贝格曼的轻型结构)			
	创造力和创新(国外当代结构设计丛书)			
Pier Luigi Nervi	New Structures			
H.Werner Rosenthal	Structural Decisions		1962	
郁彦	高层建筑结构概念设计(郁彦著)	中国铁道出版社	1999年	中京建筑事务所
高立人、方鄂华、钱稼茹	高层建筑结构概念设计	中国计划出版社	2005年	
袁驷	定性结构力学	还没有出版		清华大学
罗伯特·皮尔西格	父子的世界 又译《万里任禅游》、《禅宗与摩托车维修艺术》	中国友谊出版公司	1998	黄欣
张贤科	治学法与辩证法七题	清华大学数学科学系		

	建筑学新生专业 学习指南			清华大学
朱青生	十九札			
	工程师史			德国?

三 过眼录

三.1 《结构原理》

中国建筑工业出版社阿里埃勒·哈瑙尔 *Ariel Hanaor*

任何能够被言语表达的，都能用言语清楚地表达出来。

任何不能被言语表达的，一定是非言语能够表达的。

——哲学家，路德维希·维特根斯坦

...

设计需要一个完整的知识结构，设计只能在设计实践中学习。书本只能是创造性设计过程中的辅助工具与促进因素，是供工程人员交流的工具书。

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行

...

简单清楚是本书撰写时的追求。力争表达简练明了，用最精炼的语言表达一个问题，而不是简单堆砌各种题目。...

...

本书的中心主题是结构与形式之间、几何学与结构中力的流向之间的密切关系。这种关系以“结构高度”这一基本概念简单形式表达出来。尽管美学是建筑的核心，但本书从头到尾没有直接提到“美学”这一字眼。有意回避这一术语也是为了达到前面所提的简单明了的目的。按照维特根斯坦的观点，“美学”是几个不能用语言表达的概念之一，按本书的作用自然就更不能清楚表达了。本书想说明的是对形式与结构二者间关系的正确表达是一种美学原理，而不想评价这个原理的重要性。

...

p. 34 悬臂梁和简支梁，除了应用广泛之外，还可以看作为“原型结构”。实际上，广义地讲，陆地上任何结构均可看做是类似于简支梁的大跨结构（例如：桥梁、大堂、屋顶等），或如悬臂梁一样的悬臂结构（如高层建筑、塔、桅杆等），或二者的组合。

模型——裴家量

三.1.1 弯矩画在梁的哪一侧？

《结构原理》p. 36在美国，弯矩图通常绘制在梁的受压侧，这是历史原因所致。在欧洲(中国)，钢筋混凝土运用广泛，主要受力钢筋配置在梁的受拉侧，所以弯矩图画在受拉侧以突出这一特征。在美国，钢材长期

以来，一致时主要的建筑材料，受压侧容易发生失稳，所以在设计时更为关键，故弯矩图画在受压侧。

现在结构分析有点类似，医生看病，如果没有机器、仪器，软件，医生几乎寸步难行，像原来中医的望、闻、切、问，看病、制药是一个人集于一身；上述情况自己这么多年已经很少接触到，也许是学科细分的缘故，也许多年国家重视西医，不重视中医的缘故……

现在结构分析也是类似，没有软件，大家觉得寸步难行，过去建筑、结构、甚至机械于一身，还有施工，现在是分工越来越细，……

三.1.2 字不够，啊来凑

目力所及的书，林同炎的这本书是操作性最好的一本，不是玄之又玄的臆想，是踏踏实实的规则。

“结构美和建筑美的统一。…”

“其独特的创意扎根于中国古典的哲学理念：“竹子生长节节高”，隐喻新中国现代化建设的成就蒸蒸日上，欣欣向荣，与时俱进…”

p. 58 下表以软钢为基准，将集中大多数人关心的主要材料的特性参数进行比较。因为是定性比较，表中数字采用了近似平均值。最后一列给出了材料单位重量的相对强度，可以作为对材料方面度量结构效率的一个参考尺度

材料	密度 ρ	弹性模量	强度 σ_{ul}	使用阶段应力 σ_S	$\frac{\sigma_S}{\rho}$
钢材					
软钢	1	1	1	1	1
高强度钢	1	1	2	2	2
混凝土					
普通	0.3	0.15	0.1	0.06	0.2
高强	0.3	0.2	0.25	0.15	0.5
木材	0.075	0.08	0.05	0.06	0.8
合金铝	0.35	0.33	1	1	3

纤维增强塑料	0.25	0.25	4.5	2	8
(玻璃纤维)					

	弹性极限时每平方毫米承受的应力或负重克数	每平方厘米的应力或负重吨数	每毫米应变或伸展量
黑米(<i>Secale cereale</i>)	15-20	1.45-1.94	4.4
天香百合(<i>Lilium auratum</i>)	19	1.83	7.6
新西兰麻(<i>Phormium tenax</i>)	20	1.94	13
大伞莎草 (<i>Papyrus antiquorum</i>)	20	1.94	15.2
蓝丝草(<i>Molinia coerulea</i>)	22	2.1	11
<i>Pincenectia recurvata</i>	25	2.42	14.5
紫铜丝	12.1	1.18	1
黄铜丝	13.3	1.32	1.35
铁丝	21.9	2.12	1
钢丝	24.6*	2.39	1.2
*采用当今最好的钢材这个数据会高得多。			
	弹性极限时 N/mm ²	N/mm ²	每毫米应变或伸展量
黑米(<i>Secale cereale</i>)	147-196	142.1-190.12	4.4

天香百合(Lilium auratum)	186.2	179.34	7.6
新西兰麻(Phormium tenax)	196	190.12	13
大伞莎草 (Papyrus antiquorum)	196	190.12	15.2
蓝丝草(Molinia coerulea)	215.6	205.8	11
Pincenectia recurvata	245	237.16	14.5
紫铜丝	118.58	115.64	1
黄铜丝	130.34	129.36	1.35
铁丝	214.62	207.76	1
钢丝	241.08*	234.22	1.2

上面这个表出自中文版(*On Growth and Form*)《生长和形态》p.256 上海科学技术出版社 2003年1月第1版, 2003年1月第1次印刷

表的下半部分, 是我用国际单位转换后的数值

常用材料的抗拉强度			
材料	lb/in ²	mN/m ²	相对强度
水泥与混凝土	600	4.1	0.6
普通砖	800	5.5	0.8
肌腱(动物)	12,000	82	12
麻绳	12,000	82	12
顺纹方向的干燥木材	15,000	103	15
横纹方向的干燥木材	500	3.5	0.5
新鲜骨头	16,000	110	16

普通玻璃	5,000-25,000	35-175	5-25
人类头发	28,000	192	28
蜘蛛网	35,000	240	35
上等陶瓷	5,000-50,000	35-350	5-50
丝绸	50,000	350	50
棉纤维	50,000	350	50
肠线	50,000	350	50
亚麻	100,000	700	100
玻璃纤维塑料	50,000-150,000	350-1050	50-150
碳纤维塑料	50,000-150,001	350-1050	50-150
尼龙绳	150,000	1050	150
钢琴线(极脆)	450,000	3,100	450
高强度工程钢	225,000	1,550	225
商用低碳钢	60,000	400	60
传统熟铁	15,000-40,000	100-300	15-40
传统灰铸铁(极脆)	10,000-20,000	70-140	10-20
现代铸铁	20,000-40,000	140-300	20-40
铸铝	10,000	70	10
铝合金	20,000-80,000	140-300	20-80
镁合金	30,000-40,000	200-300	30-40
钛合金	100,000-200,000	700-1400	100-200
碳纤维(高强度)	270,000	4000	270
凯夫拉纤维(49)	270,000	4000	270

常用材料的弹性模量 E 值			
材料	lb/in ²	mN/m ²	相对刚度
橡胶	1,000	7	1
鸡蛋壳	1,100	8	1.1
人类软骨	3,500	24	3.5
人肌腱	80,000	600	80
墙板	200,000	1,400	200
无钢筋的塑胶			
聚乙烯和尼龙	200,000	1,400	200
胶合板	1,000,000	7,000	1,000
顺纹木材	2,000,000	14,000	2,000
新鲜骨头	3,000,000	21,000	3,000
镁金属	6,000,000	42,000	6,000
普通玻璃	10,000,000	70,000	10,000
铝合金	10,000,000	70,000	10,000
黄铜和青铜	17,000,000	120,000	17,000
凯夫拉(49)	19,000,000	130,000	19,000
铁和钢	30,000,000	210,000	30,000
碳纤维(高强度)	60,000,000	420,000	60,000
氧化铝(蓝宝石)	60,000,000	420,000	60,000
钻石	170,000,000	1,200,000	170,000

上面这个表出自《托尼·亨特的结构学手记 1—附录》

通过这几个表，可以看到可用于结构的材料是非常的广泛，当然这里面的结构不是仅仅指建筑结构，包括生物体，比如人体或者恐龙的骨架，鱼的骨架，包括昆虫、动物、小鸟建起来的巢穴，比如蜘蛛网，当然也包括一些日常生活用品，比如柳条编成的篓筐、椅子，用高粱杆的皮编成的用于盛麦子的麦囤，原始人用树枝搭成的窝棚，天然形成的洞穴.....

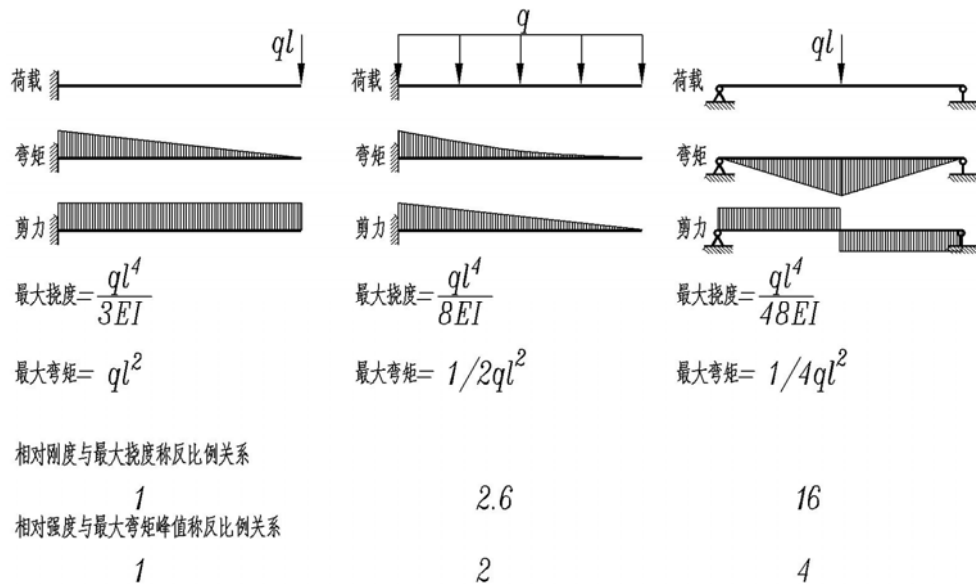
因此结构大师，在生物界，在非生物界；在生物界中的人类的各个时期，比如原始社会，奴隶社会，封建社会...都曾经存在过。处处、时时都有有意，无意，运用各种材料的形成的非常巧妙的结构体；也有有意，无意形成的非常糟糕的结构体.....

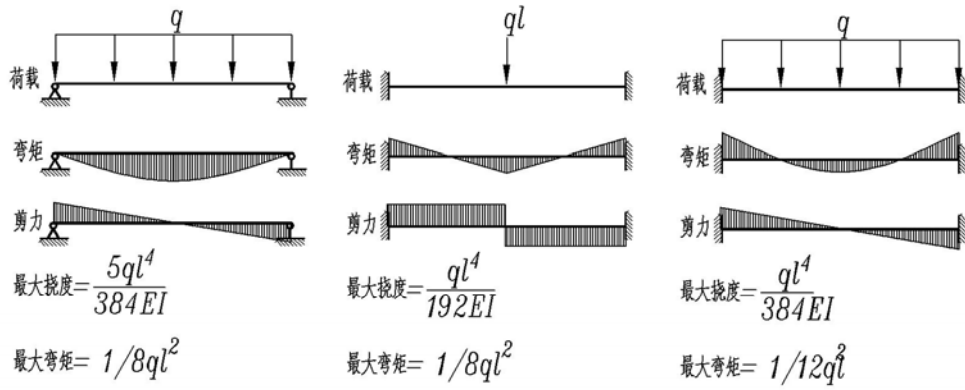
林同炎，高斯，狐狸，沙滩，尾巴推导过程被隐去的太多了

多数问题，汉语翻译过来造成的，不是林同炎原著的问题

很多原来觉得必须用计算机，或者求解超静定的问题，都通过一些假定很简单、方便地确定了，人和人之间的水平是有差距的，由此可见

三.2 《托尼.亨特的结构学手记 1》



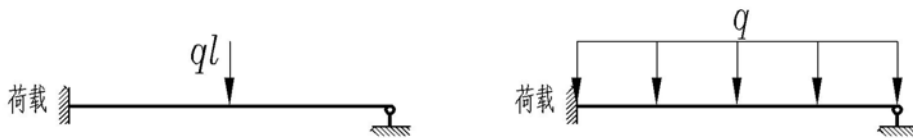


相对刚度与最大挠度成反比例关系

25.6	64	128
相对强度与最大弯矩峰值成反比例关系		
8	8	12

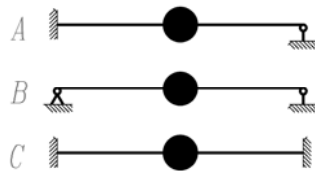
上面梁刚度、强度的比较，基本假定是截面均为等截面，每个梁截面尺寸相同。——出自《托尼·亨特的结构学手记 1—p.98》

下面两个留作思考吧



下面这个题记得是当年本科期末考试的一道题，大意是，三个梁的截面尺寸一样，边界条件不同，集中质量相同，均为 m ，不考虑梁自重，问三个梁，自振频率 ω_A 、 ω_B 、 ω_C 大小是什么关系？

按从小到大排序



记忆深刻的原因是，这是一道选择题，当时我的作法是把每个梁的自振频率求出来，然后比较，当然中间还要求解超静定…回头看看，自己这么多年水平比大学时候是强了一些，呵呵；

罗福午《建筑结构概念设计及案例》p.117 引《[美]B S 塔拉纳特 罗福午译 高层建筑钢 混凝土 组合结构设计》(第二版 中国建筑工业出版社 1999)。

罗书中引用的 BRI 推导，多少有些错误，不知道是原书中的，还是他自己抄错了。

弯曲刚度指数(*bending rigidity index*) BRI 的引入，似乎

和林同炎《结构概念和体系》中相对刚度是一致的。

罗福午是引用过林同炎的《结构概念和体系的》，他难道不知道弯曲刚度指数，和林同炎书中的相对刚度是一致的？塔拉纳特和林同炎，谁更早提出自己的概念？还是都是引用别人的？两个人都想起来用这个指标来衡量结构，看来这个指标比较重要

不多下定义，利用尽量少的定义外推，是最好的。陈伯雄视频也有类似观点。

如无必要，勿增实体——奥卡姆剃刀

剪切刚度指数(*shear rigidity index*)*SRI*,罗福午书中，没有引用推导过程。

林同炎书中，有没有对应于 *SRI* 的指标？如果没有类似的指标，那么是他没有注意到这个问题？或者用 *SRI* 衡量结构，并不是一个重要的问题？

鲁棒性，整体性

清华一定性结构力学，同济朱慈勉—概念结构力学，和林同炎思想有没有差异？将来能否超越林同炎？

林同炎，也看 *On Growth And Form*，不知道他看了对他有什么影响？还有 *M. 哥尔德斯密斯* 的著作中参考文献也有这本书，不知道对他有什么影响？能否在林同炎和 *M. 哥尔德斯密斯* 的书中找到读过 *On Growth And Form*，留下的印痕？

林同炎、达西·汤普森用到的手法，类似中学中，物理里面的估算问题，比如费米估算大气的质量，用纸屑估算原子弹的当量

三.3 《结构系统概论》

Fuller Moore 赵梦琳译，辽宁科学技术出版社

这本书翻的比较粗糙，从人名上面就可以看出来，同一个人的名字前后翻的不一致。比如导论中、*p.13* 和 *p.89 Eduardo Torroja* 的名字翻的前后不一，我以前还没见到过翻译的如此之烂的书，编辑部如何让它出版的，比较奇怪

p.25 结构说穿了，不过就是受力体的反力与内部应力如何与外力达到平衡。因此材料其实应被视为有机体，它会自己调整应力的状况，以达到此目的。——*Pier Luigi Nervi*

p.79 当建筑物的载重改变，会在内部产生微妙的变化。——富勒

p.325 如果你的结构只是用来支撑建筑物的话，那实在是一种浪费——爱德华·艾伦

这本书的参考书目中也有《*On Growth and Form*》

塑性铰，内力重分布，弯矩调幅

三.4 《建筑结构原理》

[英] 马尔科姆·米莱

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

童丽萍 陈治业 译

中国水利水电出版社

知识产权出版社

国外高等学校土木工程专业教材

图都是手绘的，线条优美

前言 人、动物和植物本身就是结构。许多动物还建造结构体，如鸟巢、蜘蛛网等。

p.112 每一种刚性物体都是结构，适宜材料的选择范围也很广。一块面包、一双鞋、花、飞机和自行车(皇冠、手表、雕像)等都是结构。但是对于建筑结构来说，适宜材料的选择则是非常有限的。这是因为材料必须具备强度、刚度、而且还要耐用和经济。对于建筑结构而言，必须有足够的强度和刚性，已承担所要求的荷载，并且不会发生过量的变位；必须非常耐用，以延续结构的使用寿命；必须足够经济，使结构造价能被负担的起。建筑结构所消耗的大量的材料不同于乐器盒赛车，他们必须造价低，因此数量要多。

在任何历史时期的任何文化里，很少有材料能达到这些要求。最初的传统建筑是由天然材料建造的。这些天然材料包括植物(树、草、树叶等)、动物(皮和不常用的骨)、石材(包括洞穴)甚至是因纽特人(*Inuit*)所用的冰和雪！渐渐的，人造材料被研制出来，因此甘土坯和编织布开始使用，食疗被成型而不是原封不动地使用。后来出现了窑烘砖、石灰砂浆和混凝土。铜大约公元前 4500 年开始冶炼；铁，大约公元前 2500 年开始冶炼。它们坚固、有刚性和耐用，但他们作为建筑材料却太昂贵。甚至到了公元 1750 年，铁钉的使用仍是罕见的。因此在数千年中，建筑结构主要由木材、砖和石头制成。

p.147 丹麦工程师 *F.W.Johanssen* 混凝土屈服线法——塑性铰线理论？

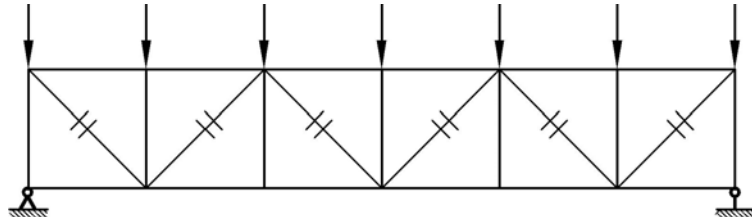
p.163 定义几何、有机几何。定义几何指的是几何形状能够用数学表达。比如矩形、圆形、椭圆形等。因此对于定义几何，可以用数学计算来确定物体的精确形状。这与不以数学计算为基础的有机几何截然不同。大自然中的所有物体像树、鱼、人、岩石、和甲虫均有这种几何特性。可以不受数学约束来画或模拟结构从而创造这种几何。精确的数学几何，如有必要，可通过测量图形或模型来得到。类似车体形状这样的自然物体经常是通过这种方法得到数字几何的。

传统的建筑往往采用有机几何，比如圆锥形帐篷、拱形圆顶小冰屋、和茅屋，这正是它们的魅力和“自然”所在。这并不是说传统建筑有随机

的几何形状，传统几何常常遵循一种严格的几何形状，但它不是以数学为基础的。

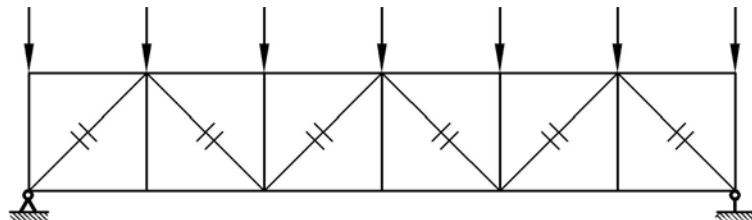
p.165 当任何结构在跨度上承担荷载时，弯矩、剪力或相等效应都将出现。

p.176



判断上图中，标示的斜杆，是受拉还是受压？

如果反过来，变成下面的图，标示的杆件是受拉还是受压？



凭感觉判断一下，算是一个益智小游戏吧

p.182 颠倒缆索以得到拱形状的思想只是在 1675 年才由英国的天才和怪人罗伯特·胡克(*Robert Hooke*)提出。尽管某些历史穹顶和拱是用索形状建成的，有很少证据表明这种概念被直接用于实际设计中。第一个应用这种原理的人是 G. 波莱尼(*G. Poleni*)，他在 1748 年对罗马圣彼得教堂(*St. Peter's Rome*)的穹顶的结构特性进行了调查。他用了一种正确的承载链确定穹顶的索形状。

p.187 一个“好”的复制品胜于一个构思劣质的“革新”

p.253 在早期，非常高的建筑如克莱斯勒大厦(*the Chrysler*)和帝国大厦(*Empire State building*)都是被设计成框架结构。这些建筑的横向弹性被“非承重”内外墙构件所减少。使用竖向梁形结构——剪力墙，来承担风荷载的想法是由皮尔·路易吉·内尔维(*Pier Luigi Nervi*)在对意大利杜林市(*Turin*)的皮瑞里塔楼(*Pirelli tower*)的结构设计中首次使用的。

力流 *force flow*

传力途径，荷载路径，英文写法？

结构的主要作用是传递荷载。

三.5 《结构体系与建筑造型》

[德]海诺·恩格尔

林昌明 罗时玮译

天津大学出版社

导论 结构内完全隐藏于建筑形态之内，亦能变成建筑形态本身

必须取消对建筑设计与结构设计的区分

数学计算对发展结构概念几乎没有意义，要透彻了解结构体系的复杂性，或激发发明结构的创造精神，数学计算实际上并非必要。

尺度(*scale*)

想了解某一体系的结构力学不需要考虑绝对的尺度。要维持某个体系的平衡状态的典型作用，基本上与尺寸范畴无关，亦即与尺度无关。然而在阐明结构概念阶段，尺度仍扮演主要角色。为从理解课题轮廓着想而省略掉的其他影响因素中，至少是较重要的因素。

p.9 力量的流动(*flow of forces*)，简称力流。力流是结构设计的基本概念的表象，它是结构设计的基本概念。因力流轨迹即力量之路径，故它也是结构经济性的衡量指标。

必须改变力的传递方向并导向至新的路线上，所以力的改向(*redirection of forces*)系物体内部控制力流的原则。

三.6 The Effects of Scale

这篇随笔首先写成于 1953 年，当时作为硕士论文，标题为：〈高层建筑：尺度效应〉(*The Tall Building: The Effects of Scale.*) [6]。这么多年，论文被修订、扩展，并添加进更新的观点和成果。目前的修订就是为这本书准备的。

序言

17 世纪，伽利略在《*Dialogues Concerning Two New Sciences*》(1638 有中译本)中，总结了当时的尺度和结构关系的看法：

城市的尺度效应是一个话题丰富的、重要的主题，同时也超出了本文的论述范围。许多效应是错综复杂、相互关联的，需要一个由建筑师、人口统计学家、社会学家、城市规划者、交通工程师等人员组成的综合性团队不断的调查。不过，作为一个芝加哥人，我愿意就这个城市发表几点看法。

芝加哥的照片(*fig. 17*)显示大量的铁路和公路网把市中心和城市周边地区连接起来。芝加哥位于密歇根湖畔，是美国的人口中心，主要的港口和制造业城市，交通系统原本是为了满足芝加哥的需要而修建的。现在，由于原本交通系统的存在，超过 80% 的人通过公共交通工具进入市中心。

爱德华·托罗哈

纠缠于复杂运算是荒谬的, 尽管人们常常这样做, 并且随后在结构(果)后面乘上一个系数 2, 3 或者 4, 既不动脑筋证明, 也不基于无偏、谨慎的常识判断这样一个系数的含义。也不能说, 不纠缠于复杂运算, 设计出来的房子就不倒塌; 至少, 不会倒得这么频繁。这些错误态度、做法根本没有重视

技术专家和研究人员的工作就是努力提高技术水平, 他们有责任找到判断结构强度的准确途径。那些不必承担上述道义的人, 应该锤炼他们的智慧和常识, 以便于清晰、审慎地运用他们的才识。标准公式、参考手册对于能够运用自如的人来说, 的确是个好帮手; 不过, 对于盲目使用它们结论的人来说, 却是最危险的工具。结论并不完全符合公式。针对手头问题, 找到恰当公式, 是很重要的。如果我们(对结果)缺乏判断的能力、恰当判别的知识, 那么, 所有进一步的计算都是无用的。

三.7 《工具机结构设计与分析》

——罗佐良

工业技术研究院 机械与系统研究所

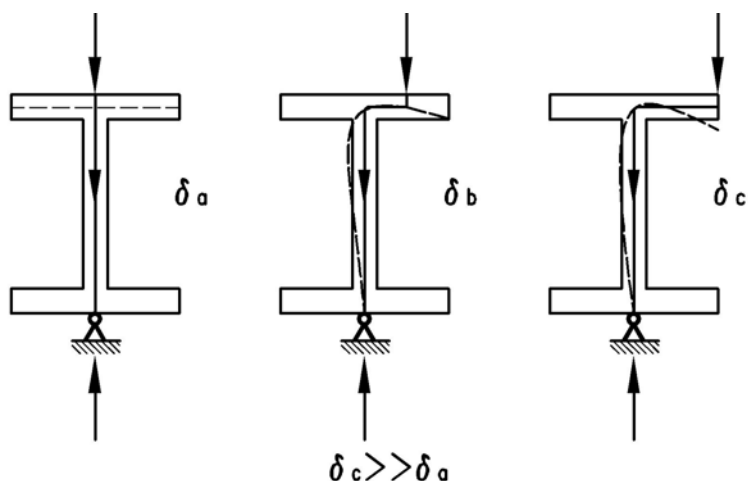
智慧机械组 工作机械技术部 2008.09.30

用 *google* 搜索出来的, 关键词 *force flow structure*

只要做假设, 就失去真实, 但是不做假设就会算不出来.

设计原则——力流线 *Force flow*

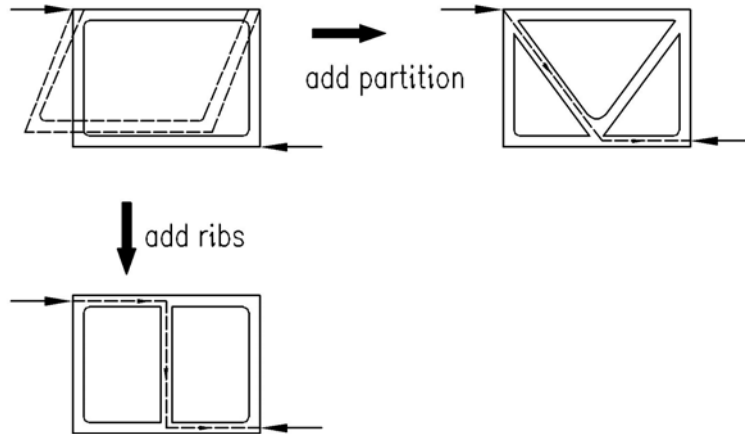
力流线是指结构内, 作用力与反作用力间的力量的传递路线, 设计结构件时, 力流线越短, 刚性越高。



垂直的力流线将产生弯曲的变形量, 降低了刚性, 设计时必须避免发

生。

如图所示，对于会造成弯曲的力流线可以有两种改变设计的方法，一种为增加隔板，可改变力流线的路径，避免垂直力流线的发生，一种为增加补强肋，改变并缩短了力流线的路径，此两种方式均可将弯曲力矩转变为压缩负荷。



三.8 《建筑的艺术与技术》

p.169 复杂的公式和高等数学的计算方法在设计这一基本方面中是无济于事的。本质的东西却在于以简化的公式为基础的、方向性的估测，或者说，这就是将复杂体系分解为几个基本部分的能力。这些方法值得作为一门特殊的大学课程，在完成理论学习之后再予进修。

三十多年以来，我在设计中用于探索方向的估算从未超过基本的算术运算之外，但这些简单的估算总是很管用。如果仅仅只有实践和经验而没有这些基本的掌握和控制，那么，对即使是一个中等大小的结构物，也无法确定它的尺寸。

因此，问题的核心是如何在学生中发展一个作为结构构思不可缺少的、以直观为基础的力学意识(*Static sense*)；另一个问题是怎样才能教给他们为探索方向而掌握迅速地、大致的估算。

我认为最好的办法是一一回顾结构类型从古至今的发展，对这些结构类型予以力学上的评价，以揭示出在所用材料和施工工艺与所得技术效果和艺术效果之间的关系。唯有哥特建筑，它表现了最高的、也许是不可超越的力学意识的力量和效果，哥特建筑提供了几乎是无限的启示和例证的源泉。采用结构模型和复杂性不断增加的力学结构图示，可以有效而完整地展现这一结构发展的进程。

...

为建筑师讲授力学和为工程师讲授力学的本质区别在于：建筑师必须理解和掌握力学——施工领域，为的是能够创作新型的结构意义上的建筑方案，并大致定下尺寸，而对工程师来说，则应该有足够的数学理论知识，才能对已经确定了的结构的各个部分予以分析，定出精确地尺寸。

...

必须鼓励青年建筑师们得到实际施工的知识；年轻的建筑师们应该有一个下意识的信念：无论他们在纸上画出什么样的线条、形状或者体积，

也无论他们见到纸上画着什么样的线条、形状或者体积，只有当实现它们的条件完全满足的时候，它们才能作为一种建筑的现实存在。换句话说，学生们必须抛弃那种过于不着边际的偏向，这种偏向如果不算是一种完全有害而且顽固的精神习惯的话，它也将导致学生们把一张图纸就当作了一个建筑的现实。

三.9 《现代建筑的结构构思与设计技巧》

布正伟

天津科学技术出版社

p.6 罗森迟尔(*H. Werner Rosenthal*)在《*Structural decisions*》(结构的确定)一书中特别指出：“对设计者而言，弯矩图形及其含义比一些孤立的弯矩数值更为重要。”

我的理解就是趋势，走向，比具体的大小要重要，或者说，那里比较大，比较危险；那里比较小，比较安全，至于大到什么程度，或者小到什么程度，相对来说，没有趋势重要。特别是有限元计算的时候，这个问题更为突出。

在工作中，有些同事在争论，有限元软件计算到底是否准确，结果是否可用，我感觉有限元计算中一个重要的结果是给出趋势，具体大小的重要性要在趋势之后

要求构件计算准确到小数两位，而外荷载误差竟达 25%是愚昧荒谬的。——雷诺——英国钢筋混凝土结构设计手册作者《高层建筑结构概念设计(郁彦)》p.174

三.10 关于电脑

橋梁大師往往有超人的毅力及意志去創造不尋常的橋梁，其個人的哲學及思路也跟平常人有所不同，他們共同的特色就是想實現自己的夢想及理念。國際橋梁大師美籍華裔的林同炎院士就具有這種特質，喜好音樂但不愛用電腦，是他的主要特點

在他工作過程中，電腦一直是他避免使用的，因為會影響到他的創作靈感

他最得意的作品是關渡大橋，以連續五跨鋼拱橋跨越淡水河，在沒有電腦的幫助下，完成該案複雜的設計，主跨徑 165 公尺，為中路式鋼拱橋（或稱穿越式鋼拱橋），拱肋造型輕巧優美如同彩虹跳躍水面，與周遭的觀音山背景達到相得益彰的特色

林先生揚名於國際的橋梁設計作品無數，茲列舉其中的四件說明如下，這些橋都是從傳統平直橋進入曲線橋的代表作，在那缺乏電腦協助的年代裡，都表現出結構的力與美來

《橋梁大師林同炎》

——蔡俊鏡 台灣高鐵聯合承攬 C270 標設計部

叶列平老师的《论结构抗震的鲁棒性》

三.11 学习中的加减问用和创新

——学习方法小议

清华大学土木系教授、中国工程院院士龙驭球

学习要讲究方法。要学会，更要会学。关于学习方法，我首先想起的是华罗庚院士的形象比喻：由薄到厚，再由厚到薄。由薄到厚是指知识的摄取和积累过程，是加法；由厚到薄是指知识的提炼和升华过程，是减法。在学习中，要会加会减，减法比加法更难、更重要。

在学习中，还要会问、会用、注意创新。做学问，要既学又问，问是学习的一把钥匙。学和用要结合，在学中用，在用中学，用是学的继续、检验和深化。在学习中还要有创新意识。

下面我根据教学和科研过程中产生的一些想法，从加、减、问、用和创新五个方面与同学们谈一谈。

1 会加

①勤于积累

摄取和积累知识是培养能力的基础，也是研究创新的基础。

“才须学也。非学无以广才，非志无以成学”（诸葛亮语）。要有集腋成裘，积土成山的志趣。

②融会贯通

要把知识点连成一片。互相沟通，左右联系，前后呼应，融会贯通。在数学语言和力学语言之间要会翻译：把抽象的数学公式翻译成具体生动的物理概念；把直观的力学思路翻译成严密的数学程序。

③用心梳理

积累的知识要用心梳理，使之条理化，成为一个脉络清晰、有主有次、有目有纲的知识网。这样才便于储存，便于提取，便于驾驭。

④落地生根

把别人的、书本上的知识变成自己的，化他为己，这样的知识才是牢靠的，生了根的。牛吃草，变成奶，也就是化他为己。把新学来的知识融化在自己已有的知识结构上，把“故”作为“新”的基地，使“新”在“故”上生根发芽成长。

关于知识的摄取和积累，有各式各样的理解和比喻：把摘来的核桃装在麻袋里；把采集的草药放在一排排药屉里；把拾来的珍珠穿成项链；把点和站编制成能放能收的网……上述几种说法，在理解上有深浅之分，在比喻上有表里之别。

2 会减

①概括的能力

要学会把一章内容概括成三言两语，对一门课理出它的主要脉络，写

人能勾出特征，画龙会点睛。

会概括，会减法，是值得炫耀的。“我用十句话说清楚了人家一本书的内容以及人家一本书没有说清的内容。”（尼采自夸）

会健忘才会真不忘。“一种健康的健忘，千头万绪简化为二三事，留在记忆里，节省了不少心力。”（钱钟书散文）

②简化的能力

简化有两种：盲目简化——不分主次，乱剪乱砍。合理简化——分清主次，剪枝留干。

要学会建模，即建立理想模型。建模法的要点是：善于抓住原型中起主要作用的因素，摒弃或暂时摒弃一些次要因素。也就是要善于分析综合，分清主次（分析），抓大放小（综合），达到简化和逼真的双重目的。简化是化繁为简，化难为易；逼真反映原型的本质特征。

郑板桥说，删繁就简三秋树——树也会简化。会简化，才会过冬。

③统帅驾驭的能力

学习积累的知识，要形成一个知识系统，要培养提纲挈领，统帅全局的能力，达到纲举目张，灵活驾驭的境界。

一本书中有许多章、许多节、许多知识点，这些都是“目”。要能够抓住指导全书的基本思路、统帅全书的核心策略、贯穿全书的那根主线，这就是“纲”。举一纲而万目张。“目”的特点是多、繁、散，“纲”的特点是少、精、帅。多、繁、散，是砂与金的混杂。少、精、帅，是吹尽黄沙始见金，举帅旗而全军听指挥。

多、繁、散，有点抓不住。少、精、帅就好抓了，抓得牢了。抓住少、精、帅，才能带动多、繁、散：以少带多，以精领繁，以帅驭散。

能多更能少——能平铺细说，更能一语道破。

能繁更能精——能旁征博引，更能直指要害。

能放更能收——放得开，收得拢。铺得宽，提得起。

能进更能出——进得去，出得来，还能深入浅出。

④弃形取神的能力

“余画小鸡二十年，十年能得形似，十年能得神似。”（齐白石题《小鸡》），画家讲形似，更推崇神似，讲究弃形取神。在学习和科学研究中，同样要培养由表入里、弃形取神的能力：

个别到一般——舍弃千差万别的个性和特殊性，摘取其中的共性和普遍性。

具体到抽象——舍弃不同问题的具体性，提炼为一般原理的抽象性。

现象到规律——舍弃现象的表面形态，洞察出深藏的本质和内在的规律。

温故到创新——拆除旧观念的篱笆，标新立异，另辟新路，开拓新途径和新领域。

3 会问

①多问出智慧

学习中要多问，多打几个问号。“？”象一把钥匙，一把开启心扉和科学迷宫的钥匙。

②要会问

学习中提不出问题是学习中最大的问题。老师从学生提出的问题可以了解他学习的深浅。发现了问题是好事，抓住的隐藏的问题是学习深化的表现。

知惑才能解惑。学习和研究就是困惑和解惑的过程。善于提出问题是解决问题的重要一步。*Hilbert*1900年向数学界提出了23个有待解决的问题(称为*Hilbert*问题)，一百年来吸引了无数数学家的目光，为数学学科开疆辟土，缔造了20世纪数学的辉煌。

③要追问

重要的问题要抓住不放，要层层剥笋，究追紧逼，一直追到核心问题。把核心问题解决了，能收到豁然贯通的效果。这就是提问中的减法。

④要问自己

问别人，更要问自己。

好老师注意启发性，引导思考，为学生留出思考的空间。学习时更要勤于思考，善于思考，为自己开辟思考的空间。

4 会用

学而时习之(论语)。学习=学+习。什么是“习”，通常把“习”理解为复习；更准确些，应把“习”理解为用，理解为实践。练习、实习、演习、习题、习作等等都是“习”，也就是用：应用和实践。“用”是“学”的继续、深化和检验。与“学”相比，“用”有更丰富的内涵：

多面性——把知识应用于解决各式各样的问题，把单面的知识化为多面的知识。

综合性——处理问题时，要综合应用多种方法和知识。分门别类地学，综合优选地用。

反思性——正面学，反面用。计算时由因到果，校核时由果到因。

跳跃性——循规蹈矩地学，跳跃式地用。

灵活性——初学未用的知识往往是呆板的，多方应用过的知识就变活了，用能生巧。

牢固性——反复应用过的知识是牢固的，经久难忘。

悟性——学习可以获得言传的知识，应用可以体验难以言传的悟性。

检验性——学来的知识是真懂、半懂还是不懂，考几道题就分辨出来了。

此外，还要对“习题”和“校核”两个具体问题作些议论：

①习题

做题练习，是学习的重要环节。不做一定数量的习题，就很难对基本概念和方法有深入的理解，也很难培养较好的计算能力。但是做题也要避免各种盲目性。举例如下：

不看书，不复习，埋头做题，这是一种盲目性。应当在理解的基础上做题，通过做题来巩固和加深理解。

贪多求快，不求甚解，这是另一种盲目性。有的习题要精做：一道题用三种方法做，往往比用一种方法做三道题更有收获。

只会对答数，不会自己校核和判断，这也是一种盲目性。要养成校核习惯，学会自行校核的本领。在实际工作中，计算人员要对自己交出来的计算结果负责。这种负责精神应当及早培养。

做错了题不改正，不会从中吸取教训，这也是一种盲目性。做错了题不改正，就是轻率地扔掉了一个好的学习机会。特别不要放过一个似是而非的模糊概念，因为认识真理的主要障碍不是明显的谬误，而是似是而非的“真理”。错了，也要错个明白。

②校核

计算的结果要经过校核。“校核”是“计算”中应有之义。没有校核过的计算书是未完成的计算书。

出错是难免的。重要的是要会判断、抓错和改错。判断是对计算结果的真伪性和合理性作出鉴定。抓错是分析错误根源，指明错在何处，“鬼”在哪里，并把“鬼”抓出来。改错是提出改正对策，得出正确结果。改错不易，判断、抓错更难。

关于判断和校核，还可分为三个层次：细校、粗算和定性。

另法细校：细校是指详细的定量的校核。细校不是重算一遍，而是提倡用另外的方法来核算。这就要求校核者了解多种方法，掌握十八般武器，并能灵活地运用，选用最优的方法。

毛估粗算：粗算是指采用简略的算法对计算结果进行毛估，确定其合理范围。这就要求粗算者能分清主次，抓大放小，对大事不糊涂。毛估粗算有多种做法：选取简化计算模型，在公式中忽略次要的项，检查典型特例，考虑问题的极限情况，等等。

定性判断：定性判断是根据基本概念来判断结果的合理性，而不进行定量计算。

5 创新

科学精神的精髓是求实创新。创新，即推陈出新，破旧立新，有推有出，有破有立。

创新并不神秘。把知识向前推进一步，向更广、更深、更精、更神的

方向迈出一步，都是创新的一步。创新意识要贯穿在整个学习过程中，在加、减、问、用各个方面都要着眼于创新，有心于创新。

加——在继承中创新。每项创新成果都吸取了前人的成果。像牛顿那样站在巨人肩上才能看得更远。广采厚积是创新的基础。

减——在“去粗取精，弃形取神”的减法过程中要注意“去”和“弃”。在“推陈出新、破旧立新”的创新过程中要注意“推”和“破”。二者是相通的。

问——在已有知识中发现疑点，感到困惑，是走向解惑和创新的起点。创新是善问巧思的回报。

用——在应用和实践中对已有知识进行检验，发现其中的不足而加以改进，这就是创新。实践为创新提供了机遇。

创新不能违反客观规律。在求实中创新，“出新意于法度之中”（苏轼语）。在客观规律的容许之下，创造力有充分的自由活动空间。

把上面的议论梳理一下，归结为五句话：

加——广采厚积，织网生根。

减——去粗取精，弃形取神。

问——知惑解惑，开启心扉。

用——实践检验，用中生巧。

创新——觅真理立巨人肩上，出新意于法度之中。

google 搜索关键词：攀登与奉献——龙驭球 力法 壳 清华大学出版社