

结构设计的“四项基本原则”结构工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/633/2021\\_2022\\_\\_E7\\_BB\\_93\\_E6\\_9E\\_84\\_E8\\_AE\\_BE\\_E8\\_c58\\_633645.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/633/2021_2022__E7_BB_93_E6_9E_84_E8_AE_BE_E8_c58_633645.htm) 刚柔相济 合理的

建筑结构体系应该是刚柔相济的。结构太刚则变形能力差，强大的破坏力瞬间袭来时，需要承受的力很大，容易造成局部受损最后全部毁坏；而太柔的结构虽然可以很好的消减外力，但容易造成变形过大而无法使用甚至全体倾覆。结构是刚多一点好，还是柔多一点好？刚到什么程度或柔到什么程度才算合适呢？这些问题历来都是专家们争论的焦点，现今的规范给出的也只是一些控制的指标，但无法提供“放之四海皆准”的精确答案。最后，专家们达成难以准确言传的共识：刚柔相济乃是设计者的追求。道也许都是相通的。想想看，人应该是刚多一点好还是柔多一点好呢？思考的哲人们对此各抒己见，力求给出处世的灵丹妙方。总的来讲，做人太刚和太柔都不受推崇。过份刚强者，应变能力差，难以找到共同受力的合作者，便要我行我素，要鹤立鸡群，即使面对任何突然袭来的恶势力，亦敢于硬顶硬撞而不留变通的余地，这种时候必须有足够的刚度才能立于不败，否则一旦后继乏力，油尽灯枯就会发生脆性破坏，导致伤痕累累、体无完肤的灭顶之灾。在盛赞这种刚气之余，却鲜有人能够或者愿意完全去做到，英雄的眼泪大抵只有英雄自己能体味。人们唯有感叹道：精神可嘉，方法难取！世人处世多以“柔”为本，退一步海阔天空，和为贵。柔者易于找到共同受力的构件以协同消化和抵抗外力。但过柔亦为人所不耻。因为“柔”必然产生变形以适应外力，太柔的结果必然是太大的

变形，甚至会导致立足不稳而失去根本。处世极为圆滑者，八面玲珑，见风使舵，整日上窜下跳，左右逢源，活得游刃有余，这种柔得无形，表面上着实不容易受到伤害，骨子里却难免有“似我非我”的疑问，弄不好会个性丧失、面目全非，可能还免不了要背上奴颜婢膝的骂名。所以古人在长期的实践后发现了中庸之道最适合生存。用现代的话来讲大意是做人最好既有原则性又有灵活性，也就是刚柔相济。刚是立足之本，必要刚度不能少，如此方能控制变形在可以忍受的范围内，才不会失掉本质的东西；柔为护身之法，血肉之躯刚度毕竟有限，要学会以柔克刚，不断提高消化转换外力的能力，有时候，牺牲一点变形来抵抗突然到来的摧毁力是必要的，也是值得的，但应以不失去自我为度。只可惜“道可道，道难行”。不是想刚就能刚，想柔便得柔的，刚柔相济只是理想中的“模糊结构”，每个人的组成材料千差万别，生存的地基也不尽相同，所受的外力更难统一定性。如此的差异下，企望哲人们找到统一的、万无一失的处世良方实在勉为其难。不过，每个人如果都能给自己多一点时间，去思考一下适合于自身的结构体系，想必这世界会有另一番光景。

**多道防线** 安全的结构体系是层层设防的，灾难来临，所有抵抗外力的结构都在通力合作，前仆后继。这时候，如果把“生存”的希望全部寄托在某个单一的构件上，是非常非常危险的。多肢墙比单片墙好，框架剪力墙比纯框架好等等，就是体现了多道防线的设计思路。也许我们会自信计算的正确性，但更要牢记绝对安全的防备构件是不存在的，还是应该多多考虑：当第一道防线跨了，第二道防线能顶住吗？或者能顶住多少？还有没有第三、第四道防线？人生也

应该是多道设防的吧。毕竟，谁能坚信在一棵树上永远吊不死，或者谁又愿意在一棵树上吊死呢？再好的汽车，都会有一个备胎在后面。一辈子平平安安、无灾无难的人实在很幸运。而每当看到饱经沧桑、历尽苦难的人尽力呵护甚至溺爱他们的子女时，也总有一股暖流涌入我的心中。可怜天下父母心，他们不希望自己的不幸际遇在下一代去重演的！张开陈旧而温暖的大伞，他们时时设防，企图让子女在暴风雨来临时免受伤害。能有这样的父母作为人生的第一道防线是该知足了。但进一步想想，这第一道防线就已经足够了吗？父母是否也该注意到去督促和帮助孩子学会构筑人生的第二、第三道防线呢？因为大多时候，最终陪我们走完一生路程的，可能不会是别人，不会是父母，而只有自己啊。记得有个同行朋友，在精心做完一个建筑的结构设计之后对我说，他煞费苦心设计了一道又一道的防线来抵抗可能出现的地震破坏，真希望来一场地震检验一下他的成果，可接着他又说心底里有点害怕地震真会到来。我对此很有同感：想一想，最好还是没有检验的机会吧，因为安全的储备能够名副其实，永远处于储备状态才是我们设计者的心愿。类似地，培养一个人坚强，当然决不是希望他去遭受磨难的，而是让他具有化解磨难的能力而已，如果能平平安安岂不更好？只是，我们千万千万不能放弃培养一个人变得坚强起来的努力。偶尔在报上会读到百折不挠者，他们象坚不可摧的建筑，无数次风雨雷电、天崩地裂之后依然立在那里，让人肃然起敬。但我并不赞成“经历磨难越多越伟大”的观点，我以为我们的生命真的不需要用磨难来证明些什么：生命原来可以不伟大的，但应当快乐，所以我们要努力使其免遭伤害，因为生

命只有一次。我想到的只是，虽然生命历程中最好没有任何灾难，但是抵抗灾难的防线却是越多越好，我们宁愿这些防线一辈子都用不上，可谁又会认为建立这些防线就是多余、是空费时间和精力呢？就象建筑结构的安全储备，用不上可不等于没有用的！我忽然乱想一通。战争来了人们寒暄：“还活着呢？”饥饿日子人们关心：“吃饱了吗？”混乱之后人们调侃：“捞了多少？”竞争年代人们试探：“何时下岗？”什么时候，人们会笑问：“防线准备好了没有？”是呀是呀，奔跑时常回头看看备胎是否带上，啊喔。抓大放小

“强柱弱梁”、“强剪弱弯”等是建筑结构设计非常重要的概念。有人问：为什么不是“强柱强梁”“强剪强弯”呢？为什么所有构件都很强的结构体系反而不好，甚至会有安全隐患呢？这里面首先包含着一个简单的道理：绝对安全的结构是没有的。简单地说，虽然整个结构体系是由各种构件协调组成一体，但各个构件担任的角色不尽相同，按照其重要性也就有轻重之分。一旦不可意料的破坏力量突然袭来，各个构件协作抵抗的目的，就是为了保住最重要的构件免遭摧毁或者至少是最后才遭摧毁，这时候牺牲在所难免，让谁牺牲呢？明智之举是要让次要构件先去承担灾难。“宁为玉碎，不为瓦全”，如果平均用力，可能会“玉石俱粉”，损失则更大矣！在建筑结构中，柱倒了，梁会跟着倒；而梁倒了，柱还可以不倒的。可见柱承担的责任比梁大，柱不能先倒。为了保证柱是在最后失效，我们故意把梁设计成相对薄弱的环节，使其破坏在先，以最大限度减少可能出现的损失。如果梁柱等同看待，企图让他们都“坚不可摧”，则可能会造成同时破坏，后果会更糟糕，损失会更大。所以关键

时刻要分清主次，抓大放小，也就是要取大舍小。有舍才有得，舍是为了得。但取谁舍谁，真是个难题。整个社会缩小了就象建筑结构体系。人们竟不住要自问：在冥冥众生中，我是一根梁还是一根柱？我能做一根梁还是能做一根柱？我愿做一根梁还是愿做一根柱？取舍在所难免时，我是被“取”还是被“舍”？按理说，不管梁还是柱，都属于社会体系的一分子，都不可或缺。但我相信很少有人甘心去做陪衬、做垫脚石的每个人都希望成为顶梁柱之类的重要角色。只可惜总要有人担任其他次要角色，去成为梁、楼板乃至填充墙等等的。于是这世界充满了竞争，充满了矛盾；于是在这种竞争和矛盾中导演了一出角色互换的悲喜剧；于是这社会最后必然要论功行赏才显得公平。大概每个人都能在相应的岗位各得其所，社会才会变得有序起来。身居高位者，承担的责任较大，他（她）的行动会影响到多数人的利益，所以他不能倒，他只能最后倒；所以在给予相应特权的同时更要严格要求他，以确保大众的利益。如果高官和平民享受同样的待遇，不知道还能有多少人想去做官想去承担更多责任。但是倘若手握重权而不慎用，享受特种待遇却没有做出相应的贡献，最终这样的官是做不长久的。就象一根柱子如果没有发挥柱子的作用，大厦将倾，最后倒掉的还包括它自己。可见柱的选材设计须当谨慎，否则即害了柱，还要殃及整个大厦的。担任次要角色、身处低位的人，身上的担子当然很轻，只能从自己的利益出发去要求社会，因为自身的存亡对他人影响不大，所以获得的特权保护相对很少，甚至没有什么特权，非常时刻还要“舍车保帅”，但幸亏大多时候还可以拥有活得轻松的心情，因为责任小嘛。不甘寂寞者要想实

现角色由低到高的转换，首先要搞清楚自己？承受能力，然后再去努力把能力提高，如此方能担起重任，好高骛远是不明智的。也许我们所需要的，我们想争取的，其实只是一份发热后轻松的心情。如果说“大材小用”导致的是浪费，“小材大用”蕴藏的则是危险，所以严守“大”关实在很有必要。道理是简单的，比较起来却很残酷谁愿意承认自己是“小”呢？

**打通关节** 在结构体系中，所谓关节，是指变化相聚之处，或变化出现的地方。不同类型的构件相接处，同一构件截面改变之处，是关节。广义上，诸如结构错层之处，体量改变之处，转换层亦是关节。关节无处不在，因为结构体系乃是变化的统一。外力突然袭来之时，对于单一的构件，力量的传递简明，因而容易控制。对于复杂的结构体系，关节的复杂性难于预测和控制，即使从理论上保证了每个组成构件的强度和刚度，但因关节的普遍存在，力量的传递往往不能畅通而出现集中甚至中断，破坏由此而发生。历次灾害表明，从节点开始破坏的建筑占了相当大的比例。所以理想的结构体系当然是浑然一体的也就是没有任何关节的，这样的结构体系使任何外力都能迅速传递和消减。基于这个思路，设计者要做的就是尽可能地把结构中各种各样的关节“打通”，使力量在关节处畅通无阻。中医上云：“通则不痛，痛则不通”，结构就象一个人，气穴若不能畅通，症结和隐患就会产生。在设计四项基本原则中，“刚柔相济”，“多道防线”，“抓大放小”是设计概念中的战略问题，但要想得让这些战略思想得以实现，\*的是“打通关节”这个原则作为保证的，结构设计的具体操作，最后全都归到“打通关节”的贯彻和实施上来。如何打通关节？在设计概念

里，要解决的是外力在结构体系内重分配的问题，要确保力量是按照各构件的刚度大小进行分配的，避免出现不合理的集中，最终达致静态的平衡。因结构形本为“静”，灭于“动”中。所有“动”的因素对于结构均为不利。打通关节保持平衡的目的其实就是使其永远处于原始的静态，当力量不能畅通时，构件与构件之间，构件的组成元素与元素之间的静态平衡一旦被破坏，结构变成机动，“动”即是死，即为终结。可见设计者是协调者，其任务是让所有互不相关的静态构件相聚之后依然处于静态（也就是使其保持常态），或者是处在相对的静态之中。对比由构件与构件组成的静态“结构体系”，来看看由人与人组成的动态的“社会体系”，这一静一动之间，实在有异曲同工之妙。社会体系既是由动态的人组成，变化乃是其常态。如果把变化亦称为关节的话，这种关节是无形的，或者称为动态的。社会的存在和发展，关键在于“动”字，因为其形本为“动”，灭于“静”中，“静”即是死，即为终结。同样的，打通关节的方法是要解决各种各样的，诸如情感、金钱、地位等等的重分配的问题，要确保这种分配是按某种合理、有效的规则来进行的，避免形成集中而不畅，以期达到动态的平衡。任何静态也许是强制性的静态，出现了对社会都是不利的。打通关节的目的是使社会永远处在动态之中。无论是思想意识、还是行为举止，一旦被限制，一旦处于停滞，出现静态的死角，社会必将有症结和隐患。是以对于任何动态异端，治理者只能以合理之规则加以疏导，不可强其静止，不可逆之堵之，如此方为长治久安。其实处理和成就世间万物，必须使动为动，静为静，才能平衡；必须动者动之，静者静之，才能持久；

必须知其本源，施以规则，顺之导之，才能达至繁荣昌盛。一切的一切，以顺应自然为始，达到平衡为终，诸多规则，只是手段，只为平衡，只为畅通。快把结构工程师站点加入收藏夹吧！100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)