跋
——汶川地震教训与震后建筑物重建、加固策略

陈肇元

（清华大学，北京　100084）

汶川地震造成重大损失。在这次震后抢险救灾中，充分反映了我国社会主义制度在党的领导下，面对巨大灾害的迅速有效处置能力与对生命和民生的巨大关怀。但另一方面，我们也要总结教训，研究探讨提高建筑物抗灾减灾能力的关键所在，完善重大灾害预防体系。

对于重大自然灾害的抗灾与减灾，我们必须采取灾前预防为主的策略。企图房屋建筑等各种基础设施工程能在山河巨变的大灾中保持完好是做不到的，所以在提高建筑物本身抗灾能力的同时，还必须采取减灾方法。作为预防为主策略的首要一步，应是提高现行的建筑物抗灾设计标准，同时还要有计划、有步骤地修编相应法规并建立完善的建筑物管理制度，按轻重缓急分不同地区、不同工程对象逐步施行。

我国建筑物设计的安全设置水准与抗灾设防标准较低，是与建国以来长期处于经济拮据、物资短缺、所有城镇建筑物均为国家包建并属国有，同时又需应对备战的时代特点分不开的。改革开放以后，社会经济状况有了根本变化，但是作为上层建筑的法规和技术标准规范，还远远跟不上社会发展和满足现代化工程建设的需要。

一、提高建筑物抗灾减灾能力的首要关键在于完善相关技术标准与管理法规

1. 关于工程的抗震设防标准

建筑工程的抗震设防标准，首先与国家有关部门颁布的当地在地震发生时需要承受的基本地震烈度（即抗震设防烈度）有关。每次地震释放的能量是一定的，但受地震影响的强弱程度即地震烈度会随该地区离震中距离的远近、震中深度及地质条件等多种因素而变。地震烈度每增加 1 度，大体表示传到当地的地震地面运动的峰值加速度增加一倍；由于物体受到的地震作用是其质量与地震加速度响应的乘积，也就意味着弹性阶段的建筑物受到的地震力要翻一番。至于设防烈度的取值大小，还需考虑国家的经济、物资供给能力和当地是否具备人类生存、活动条件等多种因素，如对人类难以生存的高原地区，还可以完全不设防。

我国是一个震灾严重的多地震国家。按国家有关部门颁布的我国《地震动参数区划图》，占国土面积 60％以上地区的抗震设防烈度为 6 度或 6 度以上；在全国 36 个大城市中，有 78％的抗震设防烈度为 7 度和 7 度以上。至于村镇建筑，至今尚无抗震设防的强制规定。但在我国发生的多次大地震中，靠近震中或离震中不甚远处的实际地震烈度往往比

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

规定的设防烈度大得多。例如1978年唐山地震，全市几乎夷为平地，80%建筑物全部倒塌或遭到毁灭性破坏，实际的地震烈度达到9～11度，与震前规定的当地设防烈度6度相比大3～5度之巨，也就是实际受到的地震强烈程度是规定设防要求的8～32倍。汶川地震也有类似之处，周边地区规定的设防烈度仅为6～7度，而震中及震中附近实际达到8～11度，加上其他原因，致使造成如此重大伤亡和经济损失（死亡与失踪人数共8.7万，倒塌房屋650余万间，损毁房屋2300余万间，直接经济损失5500亿人民币）。

人的一生约有70%时间在建筑物内工作和休息，地震造成人员大量伤亡的主要原因是建筑物在地震中倒塌或破片坠落引起的。唐山地震倒塌房屋超过21万间，直接死亡25万人。可是9年之后，与唐山地震同样大小的7.8级地震袭击智利一个百万人口的城市，当地死亡仅150人。造成这一巨大反差的原因是多方面的，但房屋设计在抗震设防标准上的差异无疑是主要原因之一。过去我国习惯将地震引起的人员死伤归咎于老天爷，极少反思技术标准的编制指导思想是否有漠视民生和自己同胞生命价值的地方。

2. 关于房屋建筑的抗震设防标准

按照我国现行房屋建筑抗震设计规范，房屋建筑的抗震设防标准主要取决于两个方面；1）抗震设防烈度；2）建筑的抗震设防类别。

我国房屋建筑主体结构抗震设计采用了先进的多目标抗震设防原则，规范规定的设防目标为“小震不坏，中震可修，大震不倒”。“小震”是指50年可能发生一次的地震，比设防烈度低约1.55度；“中震”就是设防烈度地震，475年可能发生一次；“大震”是指比设防烈度高1度的地震，2000多年可能发生一次。例如，汶川的设防烈度为7度，“小震”、“大震”对应的烈度分别为5.45度和8度。如果遭到约5.45度地震的袭击，建筑物不应有损坏，不需修理就可继续使用；如果遭到7度地震的袭击，建筑物可能损坏，经一般修理或不需修理仍可继续使用；如果遭到8度地震的袭击，建筑物不会倒塌或发生危及生命的严重破坏。由于地震非常复杂，人们对地震的认识还处于初级阶段。所以，建筑抗震设计规范采取了“三分计算，七分构造”的设计理念，其主要内容就是抗震措施，使建筑物具有抗大震倒塌能力。

我国建国后长期没有建筑物的抗震设计规范。1959年，以前苏联地震区设计规范CH－8－57为蓝本的《地震区建筑规范草案》问世；1964年对其进行了修改，颁布了《地震区建筑抗震设计规范草案》；直到1974年才有全国性的《工业与民用建筑抗震设计规范（试行）》（TJ 11—74）。此前仅北京人民大会堂等少量建筑才有抗震设计要求。1978年修订规范，重点增加了砖混房屋建筑抗震设计的规定，1989年和2001年，两次对规范进行了比较全面的修订，每修订一次规范，对房屋建筑的抗震要求都有一定程度的提高。汶川地震发生后，对当地及附近地区的实际震害调查的初步结果表明，按照我国现行的建筑抗震设计规范设计的砖混结构和钢筋混凝土框架中低层房屋建筑物，可以“基本满足”规定烈度下抗震要求。不过，建筑物的安全性需要有足够高的保证率，如果只是“基本满足”，在今天社会中未免有不够重视生命价值之嫌。现在国际上普遍要求房屋安全性设计只能有10^{-6}的失效概率（我国现行的结构设计统一标准中的可靠度设计方法由于采用了近似的二阶矩方法，要求的失效概率为10^{-4}量级，完全是一个虚假值，可以用于相对比较，但不能当真），而“基本满足”在国际通用标准中的失效概率已达到了约5%，这对有关生命的安全性要求是完全不能满足的。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

关于建筑物设计的抗灾要求，我国至今仍只针对地震灾害，而且设防要求较低，也不强制要求占全国房屋建筑总面积 2/3 的农村建筑物的抗震设防。至于爆炸、洪水等灾害，更无具体设计要求。

所谓多少年一遇或可能会发生一次的地震概率只是数学统计意义上的概率，它的意义主要在于设防烈度的取值大小，而不在于概率的高低；因为这种统计数学所反映的是在设计基准期内发生的概率，而对于基准期内的每个年份来说可能发生的概率基本与 50 年或者 1000 年的设计基准期长短无关，仅在 63.6%到 63.2%之间变化。即使是 2 年可能发生一次，其在 2 年内可能出现的概率也只高到 75%。这与物理学上根据地震发生原理判断的发生几率几乎完全不同，后者可以认为，像唐山、汶川这种大地震发生后，要在随后的 50 年甚至 100 年内再出现一次这样的大震可能性不大，因为大地震需要有能量积累的长时期过程。

因灾害造成的生命与社会财富损失随着经济发展变得越来越严重，而对生命的关怀随着社会的进步越来越被重视。在没有地震的发达国家，30 多年前因城市化导致燃气普及造成燃气爆炸灾害日益增多，往往引起建筑物的连续倒塌（progressive failure），也会造成重大伤亡，所以英国在 20 世纪 70 年代初首先在建筑物设计规范中提出所有建筑物必须考虑偶然灾害作用，要求所有建筑物的主体结构构件（建筑物中的承重柱、梁、板等构件及其相互连接的节点），除了应能承受规范规定量值的一般荷载作用和灾害作用外，还需在各种不可预见的偶然灾害造成难以避免的局部破坏情况下具有足够的整体牢固性（robustness）[1]。即在发生局部破坏倒塌时，具有不致引发成多米诺骨牌似的快速连续倒塌的能力；而灾害下严重的人员伤亡，正是建筑物连续倒塌所致。按照英国规范，房屋结构的设计首先是概念设计，要求建筑结构（包括整体性较差的砌体结构）先进行方案优化，使其尽量不出现“关键构件”或减少关键构件的数量。所谓关键构件就是移去后有可能导致局部破坏倒塌的构件。关键构件的设计，要专门提高其安全度，这种做法显然比当今我国设计规范中将结构的重要性系数用于所有结构构件上好得多。此外，局部破坏倒塌的极限状态，应不同于现行规范中的承载力极限状态，前者可以与结构倒塌时的实际承载力相对应，而后者的极限状态对每一结构构件来说，只是混凝土的压应变达到三千微应变左右，相应的承载力通常要比倒塌破坏时实际承载能力低得多。与此同时，还应加大结构的冗余度和结构构件及其连接的延性，并将整栋房屋或其各个分段采用埋在结构构件内的钢筋拉结在一起，如同五花大绑似的将整个结构或其分段捆扎起来。前几年已正式生效的欧盟设计规范中，也已明确要求建筑物在各种难以预见的重大不测之灾和重大人为差错的情况下，必须具有防止连续倒塌的整体牢固性，并规定了结构拉结体系的最小配筋率要求。由于恐怖袭击近年来在国际上盛行，恐怖爆炸的规模大小和爆炸部位均属未知，所以建筑物的整体牢固性要求更加受到重视。

我国建筑物的设计规范至今仍无整体牢固性的具体规定，虽然在建筑抗震设计规范中提出大震不倒的要求，并有实现结构合理破坏模式和构件延性破坏的抗震措施，但规范的大震只是比设防烈度高 1 度的地震作用，仍属于规定量值灾害的范畴而不是难以预见的重大不测之灾。

绝对安全的建筑物是没有的，要求在大灾下主体结构完全不出现破坏也是不现实和不必要的。建筑物设计的合理安全水准，说到底是社会财富投入能力与灾害后果损失风险的

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

博弈结果。安全水准理应随着时代发展而与时渐进。允许结构在大灾下出现局部破坏甚至局部倒塌，但要求结构不致因局部破坏而引发大范围连续倒塌，这是一种明智的减灾策略，而且比起一味加大地震设防烈度的设计更为经济可靠。

建筑物抗灾应该重在预防，包括提高建筑物设计的抗震设防与安全水准，并完善建筑物平时使用的安全管理制度（包括抢险救援逃生的模拟训练）。通过汶川地震，有必要仔细分析这次灾害的直接与间接损失，并与提高建筑物抗震能力所需的投入相比，也许更能说明提高房屋抗震设计水准的重要性。设防烈度提高1度，会使每平方米建筑物主体结构的造价增加约10%，大概在100～200元，与城市房屋每平方米成千上万元的价格相比不过是一个零头。但设防烈度较高时，则增加的费用会急剧增加[2]。不过对于开间较小的农村建筑增加费用有可能降低。

以北京地区为例，在清朝康熙年间，北京附近就发生了一次8级大震，距今已300年。不论从地震发生的物理机理或数学统计概率衡量，重现的可能性均已达到足够大的程度。如果今后再遇这种大震，北京城区内很可能会有相当数量的建筑物遭受地震烈度超过现行的8度或9度的设防标准而倒塌，大量的建筑也会因豪华装修和设备破损造成巨大经济损失。随着社会财富积累与建筑现代化，各种灾害所造成的损失会变得越加严重，去冬今春的南方雪灾造成南方社会大面积瘫痪，我们必须认真吸收这种教训。技术规范的管理和编制部门也应觉醒，现行设计规范的安全度有不足之处，不能再继续坚守现有的指导思想。我们今天按50年基准期设计的建筑物，按理需要达到平均使用100年的耐久性，也就是房屋使用寿命的安全系数应在2左右，相当于到达设计使用寿命时的失效概率约在5%左右。如果今天有业主要求在京购置的商品房提高到9度设防水准，能说这是没有必要的过分要求吗？同样，在北京城内最拥挤的地段，竟能允许修建形体极端古怪并对抗震极其不利的建筑，实在是花大钱买大风险。这从一个侧面反映了我国在建筑物安全管理制度上的重大不足和政策法规的欠缺。

3. 关于国内外一般房屋结构安全性的比较

（1）地震作用下的结构安全性比较

关于地震作用下结构安全性已在上节作了分析，但即使按同样的烈度，我国设计规范的设计基本地震加速度值也比国际通用标准低20%。比如烈度8度，按国际通用标准所对应的加速度是0.25g，而按我国标准则为0.2g。

（2）一般荷载下房屋建筑的安全设置水准对抗灾能力的重要影响

由于建筑物抗震设计是在规范所确定的一般荷载（非地震等灾害荷载）作用下的安全水准的基础上进行的，所以它对建筑物抗震能力有非常大的影响。而我国规范对一般荷载作用下建筑结构的安全设置水准过于偏低。

在建筑物的安全性中，最重要的就是作为建筑物主体的承重结构的安全性，结构安全性主要表现在两个方面：①结构的整体牢固性；②每个结构构件（如梁、板、柱等，包括连接节点）的安全性。前者在我国规范中没有详细的强制性具体要求，所以设计人员往往极少考虑，而实际上对于抗灾来说，整体牢固性要比单个构件安全性更加重要。后者是我国建筑结构设计规范的主要内容，我国规范对于构件在一般荷载作用下的安全设置水准偏低。以公共建筑与住宅房屋的承重楼板构件为例，其在一般荷载下的安全性主要决定于：①规范规定的据以设计的一般荷载标准值，这对安全性影响最大；②规范给定的荷载安全

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系数（或分项系数），将荷载安全系数与荷载标准值相乘才是设计采用的荷载设计值；③规范给定的材料强度安全系数，将材料强度的标准值除以材料强度安全系数才是材料强度的设计值。我们可以用图 1 和图 2 来分别概括国内外一般建筑物在一般荷载下的设计规范对于承重楼板构件安全设置水准的差异。在建国头几年修建的建筑结构，当时没有自己的设计标准，正规设计的建筑物基本上都参照美、德、英等国的规范，其安全性水准大体与现在的国际通用规范相近。如以当时的构件安全性为基准，则我国规范中的构件安全性在 1952 年全面学习前苏联后就降到原来的 80%。1955 年前苏联规范修订，将原有的构件安全性设置水准下降，于是我国也跟着降到原有的约 70%。1959 年我国正式颁布自己的荷载规范，加之中苏关系逆转，荷载标准值进一步降到前苏联规范原有的设置水准以下，从而将公共建筑楼板的使用荷载设计能力降到建国前的约 62%，而住宅楼板承受使用荷载的

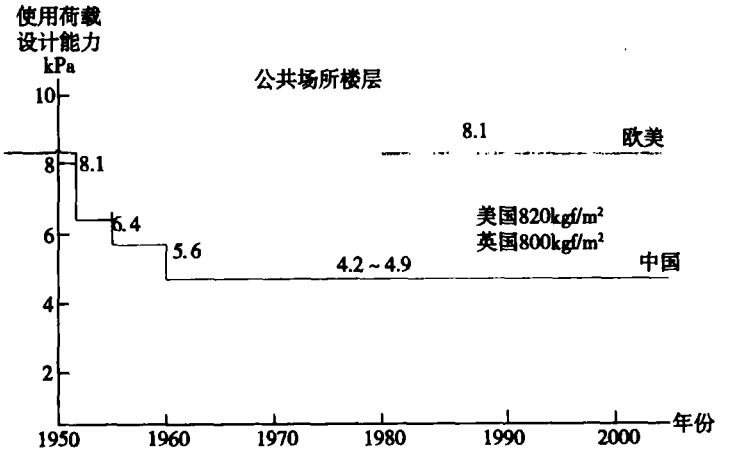


图 1

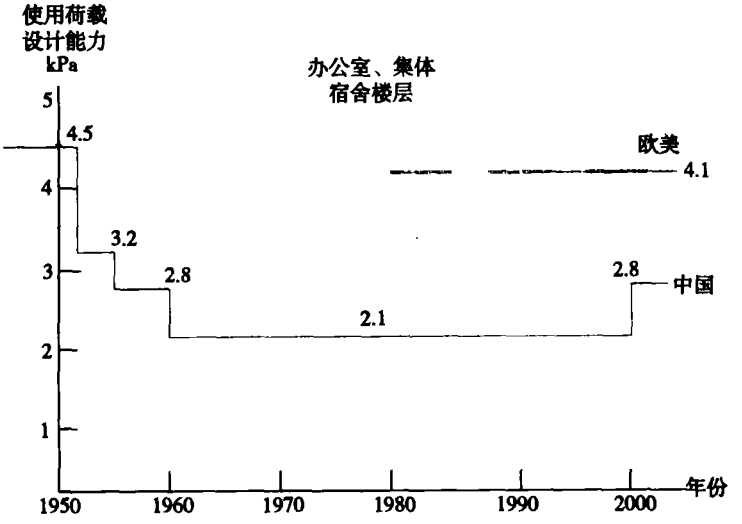


图 2

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

设计能力则顿时降到建国前和建国初期的50%。直到2001年我国修订规范，才将住宅楼板承受使用荷载能力提高到1959年的水平，可是公共建筑楼板承受使用荷载的设计能力（使用荷载标准值与荷载系数1.4的乘积）至今仍未提高，仍在4.2～4.9kN/m^2，即每平方米420～490kg左右（合每平方米6～8人），明显不能满足人员拥挤场所，如商场、剧院、体育馆等楼板（每平方米实际人数可达9～10人）的安全性要求。

二、灾后重建的具体建议

1. 关于建筑物布置的局域规划与局部地质条件对抗震的影响

上节分析了一般荷载下的房屋结构安全性设置水准，包括整体牢固性要求，及其在抗灾设计中的重大意义和必要性，以下再来讨论建筑物布置的局域规划与局部地质条件对抗震的影响。

地震效应可分为地面破坏（地裂、滑坡、沙土液化等）和地面震动。显然，只有地面震动引起的建筑物振动可以通过良好的结构设计和施工质量将其降低到可以接受的程度。建筑物的抗震设计必需根据具体的地震地质条件确定合理的建筑物布置区域规划，尽量避开地质断层等危险地段。无法避免危险地段但由于生活生产原因需要就地建造或重建的房屋，应尽量采用轻型、低层、抗震性能好且倒塌后果较轻的结构形式。

由于地质条件不同，即使在紧邻连接的两个地段，地震发生时造成的灾害也可以相差非常悬殊，所以必需做好建筑物布置的局部小区规划。造成局部烈度异常的因素包括：局部地质构造、局部地形以及场地土特点等。局部地质构造的影响主要是断层，断层附近的地表错动，将直接破坏上部的地面建筑物；而断层附近一定距离内的地面运动也有明显高于周围地区的趋势。加重震害的局部地形包括山梁和山丘、高差较大的黄土台地边缘等，岩质地形加重震害的趋势较非岩质地形明显。覆土层厚度及土质对于震害也有影响。因此，一个地方的灾后重建和规划在法规规定的基本烈度区划的基础上尚应针对局部地区的特点作细化分析，做好小区域的规划能在一定程度上改进抗震设计。我国在这方面开展的工作已有几十年历史，但无论从理论本身的完善程度与实际的贯彻范围及力度来讲，尚有很长的路要走。

要扭转“轻前期选址论证规划并过分相信结构设计理论”的倾向，把局域规划放在突出位置，注意根据当地的地震地质条件进行科学分析和决策。在各种复杂和不可确知的因素影响下，单纯的结构分析和设计理论很难确保人员和财产的安全性。在危险和复杂的地质区域修筑房屋，实际上就是先天不足，以致后天难以弥补。局域规划中应综合考虑地面振动、土石崩滑、地基土液化、地裂缝等多种因素。我国目前处于经济快速发展时期，加上地方党政领导在其短暂任期内，期望有足能显示其政绩的重大土木建筑工程之落成，所以各种房屋和土木工程建设速度太快，往往忽视前期的细致考察和论证，这种局面必须扭转。

2. 房屋建筑的重建设计与加固设计

（1）关于房屋建筑的重建设计

重建的房屋包括就地重建和异地重建。我国有些地区尚不富裕，考虑到在大震过后，短期内（30～50年）不会有类似的大震重现，所以一般可按8度或7度设防。可采用现浇钢筋混凝土结构，或者钢结构，若采用砌体结构，一定要采取措施，使砌体成为约束砌

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体，使结构具有良好的整体牢固性，还可以采用隔震结构或消能减震结构。建筑物的开间不宜太大，层数也不宜太高，震区由各地支援建造的工棚式单层或二层轻钢结构应很好加以利用，这种结构形式有较好的安全性，当前很多震区的经济尚不发达，待今后几十年内经济上去了，再来修建高标准的楼房也不晚，但应注意由南方地区支援修建的这类结构有可能没有考虑到冬季的雪荷载，如用于冬天有可能发生较大雪情的震区时，可能需作加固。

(2) 房屋建筑的加固设计

对于受地震作用遭到破损但尚有加固价值可继续使用的结构，一般应采取以性能为目标的性能化设计方法，而不应采用现行规范中的指令式或处方式设计方法。这样可以充分反映既有建筑的特点，而且可以更为经济。有关性能化设计的特点和方法，将在后面再来叙述。

三、抗灾救灾必须依靠预防为主的策略

我们通常所说的抗灾往往是广义的，它包括灾害发生前的抗灾减灾活动与灾后救援，“抗灾”一词如果单从字面上的狭义理解，应是灾害来临前或发生前予以抵抗或削弱其作用后果的预防措施。因此，在抗灾减灾中必须贯彻预防为主的策略，提高抵御灾害的能力。这次汶川地震集中体现了我国灾后紧急救援的能力处于世界领先水平。这些灾后的紧急救援活动当然也有抗灾减灾的一方面，如防止堰塞湖对下游地区造成次生水灾和对伤员的抢救等，不过这些活动已是在灾害发生之后。

有些灾害如超高层建筑的火灾，很难通过消防的办法实施救援，只能主要依靠预防；在“9.11”恐怖袭击发生之后，美国、日本等国家重新提出了超高层建筑的防火预防措施，包括加强结构的冗余度，如增加柱子的数量，强制设置室内的自动喷淋装置，并必须保证必要的供水量，要求楼层内有足够牢固的逃生通道，可以通过密闭的竖井直接向下到达地下通道，并可迅速从地下通道撤离到一定距离以外的室外。

依靠预防为主的策略措施中除了上节中已提到的需要做好局域规划并重视地区地质条件以外，尚应包含以下几方面。

1. 关于地震烈度分区

我国的烈度分区工作为指导抗震设防作出了很大贡献，但实践证明，地震发生时，一些地区的实际烈度往往大大高出设防烈度。利用概率方法指导烈度区划，为设置合适的设防水平提供了一定的依据。但需要指出的是，这种概率仅能作为一种相对的衡量尺度。目前，有必要修订并提出新的《地震动参数区划图》，使地震烈度分区更趋合理。

2. 关于结构整体牢固性

由于地震尚难预测，所以建筑物设计需要考虑到万一遇到比当地设防规定的“大震”更大的地震袭击时，能够做到建筑结构不至于很快倒塌并有足够的逃生时间。为此必须使结构具有整体牢固性作为抗震的重要手段。不同类型或体系的建筑物主体结构，在整体牢固性和防止连续倒塌的潜力上有很大差别。例如由砖砌体和预制混凝土圆孔条形楼板组成的砖混结构，如果圆孔条形板只是简单地将两端搁置在楼层的墙顶而没有任何可靠连接措施，就如同儿童玩具搭积木一样，一晃就是连续倒塌。改革开放前我国钢材长期奇缺，曾大量建造这种类型砖混结构，至今在中小城镇和农村内仍在修建，如果不采取措施使其具

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有整体牢固性，不仅构件的安全储备不能得到发挥，且其后果往往是灾难性的。唐山地震和汶川地震中大量砖混结构一塌到底并造成严重的人员伤亡，这一惨痛教训再也不能重演了。

3. 建筑物的抗震要求应符合其功能和用途

建筑物的功能和用途不同，就会有不同的抗震要求。首先要提高人员密集的公共建筑和中小学建筑的抗震设防标准，对于重要建筑工程和灾害发生时可能造成严重后果的建筑物，还宜强制规定必须采取加强整体牢固性的措施。对于医院、通信、消防等与抗灾救援有关的建筑物，在灾害发生时，不但要求建筑物能够保持完好，而且应该保证室内关键设备不至于受到损害，有效的方法之一是采用消能减震或者隔震。

我国有大量不同时期建造的建筑物，在规范的安全性设置水准上相差很大，有些建筑物甚至没有抗震设计，其中有不少是中小学建筑。应立即有计划地进行抗震鉴定和加固，提高这些建筑物的抗震能力。应以汶川地震为转机，逐步将村镇建筑的管理纳入政府有效管理的轨道。我国村镇建筑面积接近全国总量的 2/3，应加强对村镇建筑施工的指导，首先针对抗震设防地区的村镇建筑，提出满足当地抗震设防烈度的要求。

4. 改革我国现行结构设计技术规范和标准

改革我国技术标准规范的编制与管理指导思想，摆正技术规范标准的地位与作用，是落实建筑物质量安全管理制度的第一步。长期以来，我们一直将技术规范标准的地位不适当地提高到法律或行政法规的地步。其实，技术规范和标准只是工程建造中业主、设计方和施工方共同约定的用于完成工程活动的规则。如果其中任何一方不遵守约定的规则，那就要承担由此造成经济损失或事故的责任。技术规范标准在法律上的意义，仅在于判定各方的责任所在。我国的技术规范标准至今仍采取指令式或处方式的设计或施工方法，设计与施工人员可以仅凭规范的处方或指令从事设计施工活动，“知其然而不知其所以然”进行结构设计或施工。这种方法特别便于管理部门监督，并判定万一发生事故时的各方责任，深得行政管理部门的喜爱。但是，随着社会经济的发展，建筑物的功能需求变得越来越复杂，建筑物的规模、尺度和受到的各种荷载作用、环境作用也变得越来越多样化，所以，单纯指令式或处方式的技术规范和标准，逐渐不能适应现代工程建筑的需要。自 20 世纪 90 年代以来，在发达国家的技术规范标准中逐步引入了以建筑物的性能或功能要求作为目标的性能化设计方法（performance-based design），并将性能化设计方法纳入指令或处方式规范之中，使两者得以兼容。我国自古代的“营造法式”直到如今的现行规范标准，都是指令或处方式方法。经过计划经济年代的长期培育，这种方法已在我国发展到了极致，以致将技术规范标准提高到了法律和法规的高度。最近几年来，在我国建筑物的抗火消防设计中，以及最近我国推荐性国标《混凝土结构的耐久性设计规范》（报批稿）中都已采用或大部分采用了性能化设计方法，它体现了结构设计方法的今后的发展方向。性能化设计在国外的现浇混凝土材料技术标准中用得更早[4]。这是我国标准规范的行政管理部门和编制部门需要特别加以关注并需为此作出努力的。

5. 改进建筑物质量安全管理制度

建筑物质量管理制度，就是与建筑物质量、安全直接相关的机构和个人需要共同遵守的规则，即相关的法律、行政法规、部门规章和技术标准等。广义上的制度可理解为一个系统，由有关人员机构及其共同需要遵守的活动准则所组成。建筑物的质量安全管理制度

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应该跨及建设阶段（立项规划、设计、施工、竣工验收）与长期使用阶段（包括最终拆除与废弃物处置），即全寿命管理。图 3 和图 4 是笔者以输电塔结构为例，提供给我国电网管理部门参考的输电塔结构全寿命设计图。

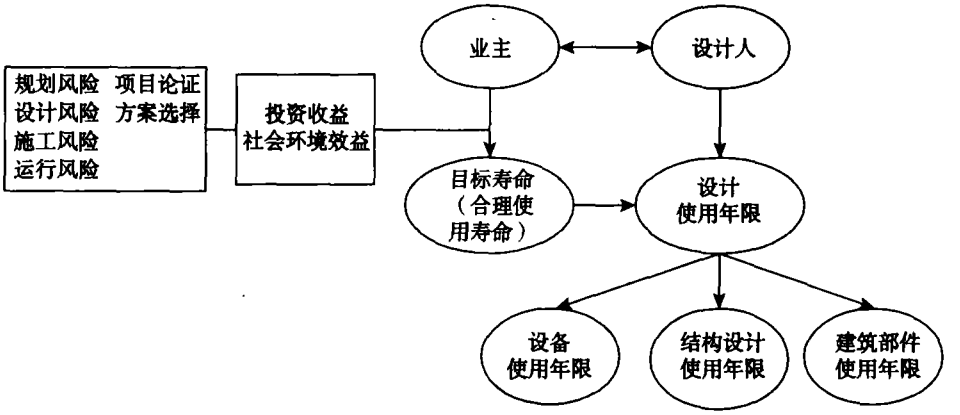


图 3

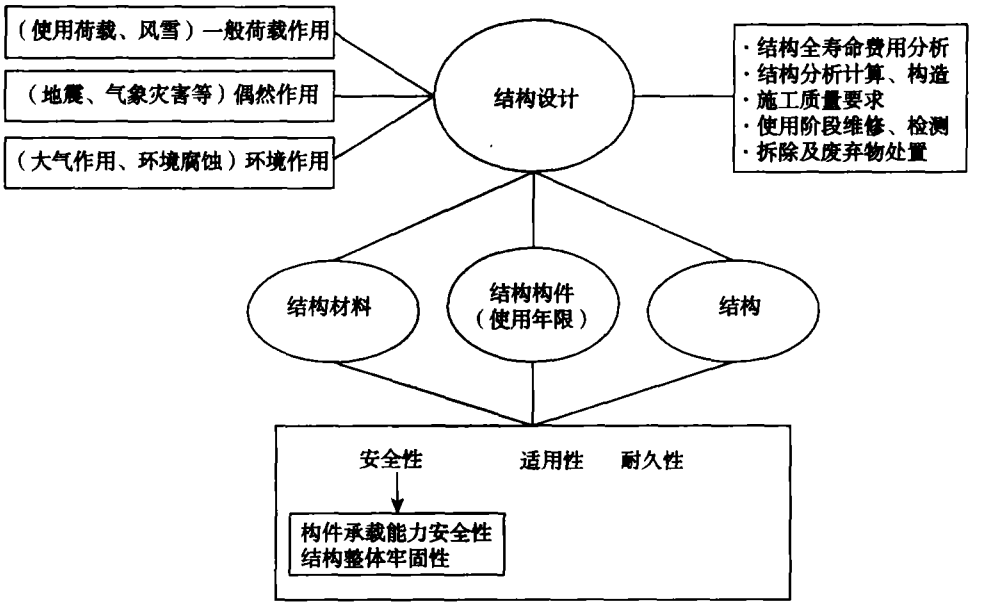


图 4

我国现行《建筑法》所针对的主要是建设活动的管理，甚少顾及长期使用阶段的质量与安全。所以在法律上还应编制与《建筑法》和《物权法》相并行的《建筑物管理法》，后者主要针对建筑物使用阶段的质量安全管理。由于建筑物的使用安全在很大程度上取决于建设时的工程施工质量，所以在《建筑物管理法》中也会涉及工程建设质量上的一些具体要求。在制订《建筑物管理法》之前，也可以先编制施行行政法规《建筑物质量安全管理条例》以积累经验，为今后制订法律作准备。在这一法律或行政法规中，要首先提出建筑物的建设方针原则，建筑物设计应遵循科学发展观指导下的实用、经济、美观相结合的原则，符合节约资源、保护环境的可持续发展要求。在管理法或管理条例中要明确建筑物

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

质量与安全的定义与内涵；一些最关键的质量指标，如对建筑物的合理使用寿命及建筑物各类部件的使用年限，要规定其确定原则并提出最低年限要求；对于主体结构的安全性与耐久性以及建筑布置、建筑部件和建筑设备的质量安全也要给出原则规定；要认定建筑物质量安全的相关人员、机构及其职责。

为落实法律或行政法规的实施，需有配套的部门规章。技术标准与规范是管理制度中的重要组成部分，技术标准与技术规范的作用与地位应在管理法或管理条例中予以明确；技术标准与规范应根据国家法律法规中对于建筑物质量与安全的原则要求，提供技术方法、途径和保障。在技术规范标准的编制中，要改变过去那种自行其是，以技术标准规范替代法律法规的做法。要强调建筑物的设计施工应以达到设计对象所需的功能或性能要求为目标，因为仅凭满足设计施工技术规范规定的最低要求，并不总能达到所需的目标要求。

在建筑物的建设阶段，与建筑物质量安全相关的人员机构包括建设人（通常为投资的业主或开发商，或者是受投资人委托的代建承包商），规划设计人，施工人，施工监理人和竣工验收人。现行《建筑法》对建设阶段的这些相关人员机构及其职责已作了比较明确的规定。在管理法或管理条例中可以考虑的补充内容有：对重要的国有资产和开发商投资的房建工程，宜有独立的第三方机构对建筑物设计文件（包括设计施工图）进行安全质量校核。对于国有资产的大型建设工程，宜在原则上规定实行代建承包制，以取得更好的工程效益，并可淡化党政部门领导的不适当干预；建设阶段各有关方面在工程安全质量上的责任必须十分清晰，投资建设方必须保证工程建造有合理的建设工期和合理的建设造价；建设方与设计单位，不得任意改变施工进度或要求施工单位垫付施工建设费用；除招标文件中规定者外，建设方或设计单位也不得强制指定施工单位使用某一厂家和某一品牌的原材料与产品，只有这样才能明确责任。

在建筑物的使用阶段，与质量安全相关的人员机构包括建筑物的业主及其委托的专业管理人，建筑物的使用人，房屋质量安全检测与鉴定人等。我国的房屋产权主要是国有和共有，即使属于私有但用于出租或面向公众开放的也会涉及公共安全问题，其质量安全就要受到国家法律法规和有关部门的管理。业主和使用人作为房屋使用安全的责任人，一般不具备质量安全的专业知识，通常应委托专业管理人代行其部分职责，如委托专业的物业管理机构或企事业单位中房管部门的负责人。在管理法或管理条例中，要对有关各方的职责作出很具体的规定。

国内既有建筑物的质量还与当时建造时的政治经济形势有很大关系，在20世纪50年代末的大跃进时期、60年代末的文化大革命时期、建设市场开放的80年代初期，建造的建筑物施工质量往往得不到保证；改革开放后，一些新兴城市早期修建的房屋施工质量也有很多问题。近年来过快的建设速度与未经培训的农民工成为施工第一线的主力军，不可避免地会给建筑物的质量造成损害。此外，我国规范所要求的建筑物耐久性与技术使用寿命也远远不及国际通用标准，这些都会影响到既有建筑物的使用安全[3]，有必要在建筑物管理法或管理条例中规定房屋安全质量的定期检测制度。

在建筑物管理法或管理法规中，也要对地方政府监督管理部门的职责作出具体规定。逐步建立各地房屋的质量安全档案应为监督管理部门的责任，不过这些专业性较强的管理工作宜授权委托非盈利的第三方机构代理，并从法规上赋予其部分的优先行政管理权限。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在建筑管理法或管理条例中还应原则规定房屋安全维修费用的解决途径，如保险、银行、专项基金等，为这些机构的进入提供法律上的保障。

我国各地的社会经济发展水平很不平衡，至于数量更为巨大的农村房屋管理还基本处于空白。我们必须脚踏实地一步一步地做起，期望经济发达地区省市应能走在全国前列，不仅为自身需要，也为其他地区提供有用经验尽义务。

完善建筑物质量安全管理制度将是一项长期的艰巨任务，适合社会主义市场经济的我国房屋管理模式，必定会有中国自己的特色，需要我们在实践中努力创新。

参 考 文 献

[1] 陈肇元. 也谈“robustness”一词的译名 [J]. 科技术语研究，2007 年第 2 期.

[2] 王亚勇等. 基于不同性能目标的 RC 结构抗震设计的效益分析 [J]. 土木工程学报，2008 年第 3 期.

[3] 陈肇元. 结构设计规范应确保工程合理使用寿命要求—混凝土结构技术规范的问题讨论之二 [J]. 建筑结构，2008 年第 3 期.

[4] 陈肇元. 完善技术标准，提供性能切合工程需求的混凝土—混凝土结构技术规范的问题讨论之三 [J]. 混凝土，2008 年第 2 期.

致谢：笔者深切感谢钱稼茹教授对本文提出的意见建议；笔者感谢博士生李春秋同志协助收集有关文献资料。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net