
《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)在设计中的使用

徐珂 周利克 熊挺

[摘要] 本文就新旧《可靠度设计统一标准》作一个简单的比较,指出新版内容对结构设计工作的影响,并从规范使用者的角度提一些建议。

[关键词] 可靠度 统一标准 结构设计

Some comparison on the regulation between 84 edition and 2001 edition of *Unified standard for reliability design of building structures* were described. The influence of new edition on structural design was emphasized. Finally, in order to give more convince to designer, some advice was given.

Keywords: reliability; unified standard; structural design

一、前言

新版《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)于2002年3月开始使用,该版本延续了《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)版本的以概率理论为基础的极限状态设计理念,增加了建筑结构设计的工作状况及结构的设计使用年限等重要内容,同时修订了承载能力极限状态的设计表达式。该标准体现了我国当前建筑结构设计、施工、安全检验总的指导思想及原则,行业内的技术规范、规程也基本依据此标准进行编制及修订。

结构设计人员是将建筑师梦想得以实现的重要组成部分,应对《统一标准》有深刻的认识和领会。但在现实工作中,因《统一标准》与设计工作不发生直接使用关系,设计人员对《统一标准》存在有意或无意的轻视心理,在新规范教育推广学习中也存在一带而过的现象。作为重要的指导性文件,领会其核心内容,对于设计人员提高设计水平,减轻设计压力,避免设计失误是大有帮助的;本文就新旧《统一标准》作一个简单的比较,并以设计规范使用者的角度提一些看法,希望得到同行们指导。

二、新旧版本的对比

新版本与旧版本在内容上相比,最大的差异体现在新增第六章结构设计以及取消了原标准的附件一至五;《统一标准》在正规条文中的修改基本上为内容增加或修订,很少有删减部分,条文布局更适合使用者查阅。下面是各章的主要变化之处:

第一章 总则

1、新增第 1.0.5 条,设计使用年限条文,且该条为强制性条文;

根据建设部有关文件规定,该条文在设计图纸文件中要有明确标识;不同的设计使用年限意味着不同的结构重要性系数,在设计计算文件中要有相应的取值;设计使用年限的概念不等同于第 1.0.4 条中所述的设计基准期的概念。

2、修订第 1.0.8 条,结构的安全等级条文,且该条为强制性条文;

该条的修订主要体现在表 1.0.8 注 2 条,修改为“**地基基础设计安全等级及按抗震要求设计时建筑结构的的安全等级,尚应符合国家现行有关规范的规定。**”其中抗震部分的要求在新旧版本及新旧抗震规范中无太大区别,而增加的地基基础安全等级有较大变化,新版地基规范第 3.0.4.5 条“**基础设计安全等级、结构设计使用年限、结构重要性系数应按有关规范的规定采用,但结构重要性系数不应小于 1.0。**”,旧版地基规范则无此项说明。

这里需要说明一下,旧版地基规范第 2.0.1 条要求在基础设计中应先根据建筑类型及破坏后果分成一、二、三类安全等级后确定基础设计条款,从分类方式来看很容易使设计人员

等同于《统一标准》中结构安全等级分类；新版地基规范在这点作了调整，地基基础设计等级是根据建筑和地基类型分成甲、乙、丙三类，从理解上很容易区分。

3、新增第 1.0.11 条，“**当缺乏统计资料时，结构设计应根据可靠的工程经验或必要的实验研究进行。**”

随着中国现代化建设的不断加快，各类造型新颖的建筑不断涌现，许多建筑物超越了结构常规性设计要求，如果设计人员仅仅依靠常识性知识或结构计算软件进行设计，显然是满足不了工程设计要求。在许多优秀结构设计书籍中，中外设计工作很大不同一点就是，很多国外结构设计是以先期模型试验为依据，不断推求结构解决方案，国内的设计更倾向于先确定一个解决方案，通过多种计算来验证，反映出设计思路上的差异。新增此条，实际上是鼓励以事实为依据进行设计，体现出规范所倡导的“技术先进、经济合理、安全适用、确保质量”的方针。

第二章 术语、符号

本章为新增章节，主要将原来分散于各章的术语、符号汇集于本章并进行相关说明，便于使用者查询。新版规范的编制均遵循此项原则。

第三章 极限状态设计原则

1、新增第 3.0.2.5)条，“**地基丧失承载能力而破坏。**”是超过结构承载能力极限状态。

无此条时，仅强调了对主体结构设计要求，增加此条是强调地基设计在整个设计工作中的重要性，设计人员应充分考虑建筑物地基可能出现的不利情况；同一种结构在不同的地基上应采用不同的地基处理方案及基础结构形式。

2、修订第 3.0.3 条，新增第 3.0.4 和 3.0.5 条。

相对于旧版中“基本组合、偶然组合、长期效应组合、短期效应组合”，新版《统一标准》首先将结构设计分为“**持久、短暂、偶然**”三种设计状况，并对三种设计状况明确极限状态设计要求及相应结构作用效应的组合要求，包括“**基本组合、偶然组合、标准组合、频遇组合、准永久组合**”，相比旧版术语有所修改及增加，但条理性较强，更易设计人员在实际工作中掌握。

3、修订第 3.0.11 条，“**结构构件承载能力极限状态的可靠指标，不应小于表 3.0.11 的规定**”。

本次修订根据“可靠度适当提高一点”的原则，取消了旧版“可对本表的规定值作不超过±0.25 幅度的调整”的规定，新版明确表 3.0.11 中规定的 β 值是各类材料结构设计规范应采用的最低 β 值。

4、新增第 3.0.12 条。

此条对结构构件的正常使用的可靠度作了明确规定，详细说明见其条文说明。

第四章 结构上的作用

1、修订第 4.0.2 条。

相对于旧版中的“可动作用”修改为“**自由作用**”，其定义并无变化。

2、新增第 4.0.8 条。

此条中“**荷载频遇值**”为新版中新增名词，本条说明其设计原则。

3、新增第 4.0.11 条。

此条主要强调在设计过程中，设计人员在充分考虑可能出现效应组合的同时，不可人为增加不可能出现效应组合，从而造成不必要的结构设计浪费。

第五章 材料和岩土的性能及几何参数

此章主要是增加了有关岩土方面的条文，包括岩土专有术语、性能及承载力确定方式原则。

第六章 结构分析

此章为新增章节，是将旧版《统一标准》中第 2.0.9 条进行修改并全面细化的扩充，分别就结构分析的内容、方法、效果、理论等按条文方式列出。其中的第 6.0.2 条“**结构分析可采用计算、模型试验或原型试验等方法。**”，个人认为此条对设计工作具有很强的指导意义，可以避免过多闭门造车式的设计出现。

第七章 极限状态设计表达式

1、修订第 7.0.2 条，主要为新增式(7.0.2-2)。

增加该式，即增加了永久荷载效应为主时起控制作用的基本组合式；在进行基本组合分析时，应取式(7.0.2-1)和式(7.0.2-2)最不利值进行结构效应分析。公式中可变荷载的组合系数也作了调整，由旧版的“当风荷载与其它可变荷载组合时，可采用 0.6”改为新版的“**其值不应大于 1**”，即摒弃了旧版的“遇风组合”原则，改为“两种以上荷载出现就应考虑组合问题”的原则，修改原因详见条文说明。

本条中式(7.0.2-3)为简化表达式，其中的荷载组合系数也作了调整，由旧版的 0.85 改为新版的 **0.90**，同时增加了当只有一个可变荷载时，取 **1.0** 的要求，实际上在旧版《统一标准》中这是个遗漏。采用式(7.0.2-3)进行结构分析时，由于永久荷载分项系数取值的不同，应与式(7.0.2-2)同时使用，这是设计人员应注意的。

2、新增或修订了第 7.0.3~7.0.6 条。

这些条中有两点需注意，一是结构重要性系数由结构安全等级或结构设计使用年限来确定；二是分项系数的取值，特别是永久、可变荷载效应对结构构件的承载能力有利时，分别取“**不应大于 1.0**”、“**应取为 0**”，这主要是针对在设计中可能出现永久、可变两种荷载效应对结构构件承载能力有利时，如结构抗浮、抗倾覆等类似的设计，在旧版《统一标准》中仅对永久荷载分项系数规定为“宜采用 1.0”，新旧对比，从文字上（应与宜）可以看出是两种不同的执行标准。

第八章 质量控制要求

1、新增第 8.0.3~8.0.6 条。

其中的第 8.0.4 条是关于勘察与设计的质量控制要求。

三、新版内容对设计工作的影响

作为整个行业总的指导性文件，新版《统一标准》所作的各项修订给设计工作的影响主要体现在以下几个方面：

1、依据新版《统一标准》中可靠度的设计原则将部分设计基础参数做了调整：

- 1) 在承载能力极限状态设计时，在荷载效应的基本组合中，增加了一类永久荷载效应为主时起控制作用的组合式，其永久荷载分项系数为 1.35；在采用简化表达式时，也应与其同时考虑。
- 2) 在正常使用极限状态设计中，增加了频遇组合。
- 3) 改变可变荷载组合规则，摒弃了原来的“遇风组合原则”。
- 4) 荷载规范将风荷载、雪荷载的标准值的重现期由 30 年一遇改为 50 年一遇。
- 5) 《混凝土结构设计规范》将混凝土材料分项系数由 1.35 改为 1.40；混凝土抗压及抗拉强度均作了相应调整；钢筋的强度设计值局部调整。
- 6) 《砌体结构设计规范》将砌体结构的材料性能分项系数由 1.5 改为 1.6；砌体结构的各项强度指标相应调整。

以上各条修订内容直接涉及到每项结构工程乃至每个结构构件的设计，特别是前两项修订从直观来看，增加了设计的工作量，即增加很多荷载组合及最不利值确定工作，在采用计算机辅助设计时，这个影响并不大，但在特殊情况下如人工定义荷载组合时就会很明显。设计人员要有充分的理解，这样的工作量增加也是提高可靠度水准的一个手段。

2、《统一标准》新增的第六章节和第 8.0.4 条主要是针对设计环节的，其文字并无更特殊之处，这些条文更侧重对设计工作应完成的内容和结构分析应依据的原则进行了规定，使普通大众对设计工作检查有可依据的条文。随着计算机软硬件的快速发展，结构人员的计算工作强度大为降低，但也带来一定问题，即结构设计人员在工作中过于依赖计算机的计算结果，长此以往对结构概念设计缺乏必要的训练及实践，举个最简单的例子：一根简支梁在荷载作用下，计算机会根据分析程序设置的要求列出结构变形值和钢筋应力值，再根据规范要求列出结构抗力安全比值；当结构作用很大的情况下，我们知道简支梁在实际中会直接破坏掉，而不是很大的结构变形和很高的构件应力值，这样的结构我们会有直观的认知，但是复杂的结构体系是否也如我们的直观想象呢？计算机不会告诉设计人员，它仅仅就是一个计算辅助工具；真正能体现设计人员的设计价值的地方，还是依靠设计人在日常工作中不断自我总结、学习钻研而形成的结构设计理念。新增的这部分内容从指导思想确定了设计工作应以事实为依据、多种理论计算来验证的工作重点，同时要考虑在设计中不确定因素的处理方法；设计人要适应时代发展的需要，复杂的建筑结构要有充分的实践理论依据做指导，辅之先进的结构软件来计算，精心考虑结构实现的经济可靠性，应该来讲新版《统一标准》对设计工作质量提出了新的要求和更高的可供社会检验的标准。

四、 建议

《统一标准》作为指导性的文件，其文字上的清晰明了有助于设计工作的开展与理解，设计人员也希望在一个明确的指导方针下进行工作，新版标准应该说做到了这些，但笔者仍有几个看法，希望得到同行们指导：

1、 新旧之比最大的区别应该是，新版中取消了原标准的附件。

附件虽不是正文，但从普通设计人的角度来看，这是一个不可理解的变化。原附件内容包括结构可靠度的计算方法等重要内容，其文字有助于规范使用者对计算方法有个具体的理解。可以说设计人不希望自己对规范的使用仅仅是记忆、按章办事，同时也希望了解规范的来源、依据、试验结果有所了解。旧版附件应该是对旧标准的一个细化、扩充和解释，如果说荷载统计和荷载效应组合应该列于荷载规范条文说明里，那么这次修订做到了这点。但笔者认为其内容作了很大调整，旧版附件更侧重于数据来源和理论方法，新版荷载条文说明更多的解释了调整的内容，两者还是有很大差别的；可靠度计算方法作为我国现行建筑结构规范重要的制定、指导思想，那么就应该有一个明确的介绍，使广大的设计人员有所掌握，而不应是少数人纯学术探讨；现在市面上有多种版本介绍以概率理论为基础的可靠度设计的书籍，并且在一些大学教学中也开设了相关课程，说明工程结构界从整体上开始重视这方面的学习，但我们的规范更接近于强制性实行的标准，所以大家往往喜欢依据同一个权威性的文本来进行分析思考。从这点上来说，保留可靠度计算方法的附件是必要的。如果说该部分的内容较多，不是几页文字能表达，那也应该将其核心内容、重要思想传达给普通设计人员。特别是原附件四“极限状态设计表达式及其分项系数确定”，尽管其仅适用于结构承载能力极限状态设计，但它说明了概率论理论研究与实际结构设计具体实现、验证关系。

2、《统一标准》应增加介绍国内各阶段结构设计方法的补充条文。

随着新版规范的全面实行，一线设计人员会逐步适应并按新的条文要求进行各项设计工作的，旧的规范就是作废的文件，从理解上来讲旧的条文都无记忆和保留的价值了。还有，每年毕业的年轻设计人员从教育上就不存在旧标准的学习和应用。可我们知道结构设计工作不光是设计新建筑，还有大批已建建筑物加固、改建设计任务。对于按 88 版规范设计的建筑还有同宗同派的指导思想，那么对于早期的许可应力设计法、安全系数法显然师出两门、武当对少林，完全按新标准去判断已有结构，显然是对历史的不尊重，所以了解旧的设计方法有助于对旧结构的安全做出正确判断。笔者参加工作时间不长，对规范的使用只经历 88

版规范和 02 版规范，无正式学习旧版规范的经历，每年参与加固、改建设计的项目有三到五项，其始建年代从 1950 年到刚刚建成的都有。可见随着社会经济的快速发展，使用方对建筑使用功能也存在快速变化的要求。可以说越是早期的建筑物，在理解其设计理念上越存在困难，再加上对其计算方法的不掌握，是很容易出现错误的操作。中国正经历前所未有的建设高潮，更新换代的高潮也会随着时间的推移而到来，上述问题也会相应提出来，所以《统一标准》应就这个问题作相关说明或相关指导。

3、应有中国规范与国外规范指导思想的集中对比说明。

这里所说的应包含几个方面的内容，一是我国的规范是总结了以往的经验教训并参考国外众多规范综合制定出来的，对于国内的研究成果在条文说明中多有表达，或者是学术论文有所体现，但是主要参考了哪些国外规范对普通设计人员而言不得而知；二是 02 版规范中出现强制性条文，说明我国规范应以强制性为主，而非指导性文件，这两种类型的规范在实际工作中的作用是有区别的。所以，学习参考国外规范的侧重点也是不同的。那么，哪些国外规范侧重于强制性，哪些规范偏重于推荐性应有所介绍；三是在采用相似的标准情况下，计算取值的中外对比，如：活荷载取值、分项系数取值、计算方法的不同等等。为什么说要有一定的对比，对于结构设计界来讲有几点原因：一是随着设计人员业务水平、英文水平和建筑业要求的提高、互联网的发展、学术交流的增多等，个人接触国外规范的机会越来越多，我们应该主要看那些规范？二是很多国外结构设计部门的作品需要国内的结构设计部门来配合实现，这包括完全的国外结构设计、国内施工设计，国外建筑设计、国内结构设计等等，这就存在两种规范上的交锋如何处理，这时需要设计人员来具体解决的，实现后依靠什么标准来平衡，这些项目以往更多出现在大型工程上，国内设计也多由实力强大的设计单位来完成，这种要求可能会少一些，但目前来看这种合作形式在向更多的设计单位扩散，因为我国的设计市场逐步向国外开放，这种要求应该是更多的；三是中国已加入世贸组织，国外结构设计部门进入中国，就意味着国内设计人员走出国门作设计，这也需要对国外规范有了解和掌握，便于向他人阐述我们的设计理念和设计方法，以及如何融合了国内外规范的要点。有的人可能会说等我们遇到这些问题再解决也不迟，而且对比的东西太多，我们认为可以是将主要的列出，向广大的设计人员有推荐性指导，使用者会因此有明确的方向感，自然会促进大家对这方面的深入研究。

参 考 文 献

1. 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)
2. 《建筑结构设计统一标准》(GB68-84)
3. 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001) 及 (GBJ9-87)
4. 《砌体结构设计规范》(GB50003-2001) 及 (GBJ3-88)
5. 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002) 及 (GBJ10-89)