

# “平灾结合”推进室内地震应急避难场所建设的策略研究

姜连艳

(北京市地震局, 北京 100080)

**摘要** 针对我国室内地震应急避难场所极度缺乏、无法推进的现状, 本文介绍了国内外室内避难场所的建设经验及我国现行避难场所抗震设防标准现状, 提出依据《中华人民共和国标准化法》, 整合现行避难场所强制性标准、完善避难场所推荐性标准的建议。并分析、探讨影响避难建筑设防标准的因素, 结合我国中小学校抗震设防及建筑规模, 给出基于“平灾结合”原则推进室内应急避难场所建设的建议。

**关键词:** 平灾结合 室内地震应急避难场所 避难建筑 抗震设防标准

## 引言

我国位于环太平洋地震带与欧亚地震带之间, 地震灾害严重, 同时我国地域辽阔, 南北跨度大, 气候类型复杂多样。恶劣天气情况下, 室外地震应急避难场所的使用存在很大局限性, 加紧推进室内地震应急避难场所的建设, 使之成为室外避难场所的补充, 对保障灾后民众的基本生活, 尤其在极端天气条件下, 改善老人、儿童、体弱多病者及残疾人士灾后避难的生活质量, 十分必要。由于现行标准、规范对避难建筑的抗震设防要求不统一, 使得室内避难场所的推进一直处于停滞状态, 截至 2018 年底, 北京市共建成地震应急避难场所 169 处, 无一处为室内避难场所。

避难场所的建设应遵循“平灾结合、因地制宜”的原则, 截至 2017 年底, 我国在原有公园、绿地、广场等基础上建成各类避难场所 2.27 万余个, 绝大部分为室外避难场所, 室内、室外避难场所严重失衡。2016 年 8 月 1 日实施的《防灾避难场所设计规范》(GB 51143—2015, 中华人民共和国住房和城乡建设部等, 2015), 对新建、扩建、改建的防灾避难场所的抗震设防及其配套设施都提出了更高的要求, 尤其是避难建筑的抗震设防标准, 现有公共建筑均不能满足其设防要求(中华人民共和国住房和城乡建设部等, 2015), 而新建满足其设防要求的室内避难场所又不现实(姜连艳, 2017), 如何“平灾结合”推进公共建筑兼作室内地震应急避难场所, 是避难场所主管部门面临的迫切问题。

[收稿日期] 2019-03-27

[作者简介] 姜连艳, 女, 生于 1965 年。高级工程师。主要从事避难场所等相关领域的研究。E-mail: jiangly@bjseis.gov.cn

# 1 国内外室内避难场所建设经验

## 1.1 美国室内避难场所建设经验

美国是世界上震害最为严重的国家之一，其抗震理论及规范，经过大地震的检验，值得我国借鉴。美国抗震规范 IBC2018 (International Building Code, 2018 Edition) 将建筑结构的危险等级分为 4 个类别，不同危险等级对应不同的结构重要性调整系数，危险等级最高为 IV 级，结构重要性调整系数为 1.5，主要用于生命线工程和失效时对社会产生重大危害或影响的建筑，如应急指挥中心、重要的医疗建筑、应急避难场所等；其次为 III 级，结构重要性调整系数为 1.25，用于人数较多的幼儿园、学校等 (International Code Council, 2018 Edition)。

美国抗震规范将应急避难场所定为最高危险等级，与重要医疗建筑风险级别相同，目的是保障其在发生罕遇地震后，应急避难场所能持续使用。为保证人身安全，美国提高学校建筑的结构安全系数，加强学校建筑在设计阶段的图纸审查、工程建设过程中的检查及严格的验收与检测等，提高工程建设质量及学校建筑的抗震能力，在大地震后，没有结构损伤的学校建筑可作为地震应急避难场所使用 (刘薇, 2009)。

在工程设计及建设过程中，美国政府重视医院、学校等重要建筑的抗震设计图纸的审查，重视这些建筑的工程质量和管理工作 (刘薇, 2009)，鼓励将体育馆、学校等公共建筑及家庭住宅等按照 IBC2018 规范要求建成应急避难场所，并给予大量的财政资金支持或减税的优惠政策 (朱延飞等, 2016)，从而推动美国室内避难场所的发展，值得我国借鉴。

## 1.2 日本室内避难场所建设经验

日本也是地震灾害最为严重的国家之一，在抗震设防等方面积累了丰富的经验，尤其是室内避难场所建设，有许多经验值得借鉴。日本室内避难场所是中长期避难的主要场所，室外避难场所主要用于紧急疏散及短时避难。

日本自 1950 年施行《建筑设计基准法施行令》开始，中小学校建筑作为特殊建筑，其抗震强度是普通建筑的 1.25 倍 (胡国勇, 2008)。1980 年修订了《建筑设计基准法施行令》，即“新建筑法”，要求中小学校建筑在罕遇地震作用下受损中等程度以下，可以修复 (胡国勇, 2008)。同时，日本政府在阪神地震后启动了对未施行“新建筑法”以前建筑的抗震安全评价及加固工作，形成一套完整的机制及评价体系，并不断加大对学校建筑的抗震加固财政投入 (汤朝晖, 2009)。

日本中小学校建筑作为特殊建筑，一直是避难场所的重要组成部分，收容难民的数量最多 (雷芸, 2007)。日本公立中小学校接近 90% 有避难功能，在中小学校规划设计阶段，日本政府便考虑避难功能，在学校选址、规模、布置、功能、设施、疏散等方面考虑避难需求，实行标准化设计 (汤朝晖, 2009)。此外，日本建筑工程都要经过政府的抗震审查才能施工建设。

除中小学校建筑外，日本普通建筑的抗震标准一致，没有因建筑用途不同而设定不同的建筑抗震标准 (砺波匡, 2008)，但建筑抗震设计标准只是其最低要求。日本建筑抗震性能依据用途的不同分为 3 级，防灾设施和重要医院的抗震性能为特级；一般医院、避难设施等抗震性能为上级；其他一般建筑为标准级 (霍维捷, 2005)。日本对于灾后作为避难场所、医疗救助的建筑，设计及施工都非常重视，并大量采用新技术、新材料，使得这些建筑抗震设防远高于设防标准 (砺波匡, 2008)。日本公共建筑采用减、隔震技术历史悠久且应用广泛。

日本政府提高中小学校建筑的抗震强度,将学校建筑规划、设计与避难场所建设相结合,在规划、设计阶段便提前考虑学校的避难功能,并进行标准化设计;同时,提高震后作为室内避难场所的体育馆等公共建筑抗震等级,并大量采用新技术、新材料,严格执行建设工程的各项抗震审查制度、对工程建设质量格外重视的做法,值得我国学习和借鉴。

### 1.3 四川绵阳九洲体育馆作为地震应急避难场所的经验

四川绵阳九洲体育馆在“5·12”汶川大地震中安置受灾群众5万余人(周建瑜,2010),开创了我国特大地震发生后,紧急启用大型公共设施作为室内避难场所的先河,有许多经验值得总结。

九洲体育馆作为国际比赛场馆,抗震设防类别为乙类(齐五辉等,2008),场馆配套设施齐全、功能完备。汶川地震发生后,体育馆结构完好,馆内设施能快速恢复,并作为避难场所使用,与九洲体育馆建设时选择的优秀设计、施工、监理单位密切相关(朱颖等,2008)。严格按照抗震设计规范进行设计、施工的建设工 程,保证了工程质量,提高了建筑的抗震能力。事实证明,现有抗震设防为乙类的大型体育建筑,严格按抗震规范设计、施工,震后经安全鉴定(国家质量技术监督局,2001),可作为室内地震应急避难场所使用。

## 2 我国避难建筑抗震设防标准的现状分析

### 2.1 我国现行标准、规范对避难建筑抗震设防标准的规定

《城市抗震防灾规划标准》(GB 50413—2007,中华人民共和国建设部,2007)和《建设工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008,中华人民共和国住房和城乡建设部等,2008)对避难建筑抗震设防标准要求一致,都给出了避难建筑抗震设防的最低要求,即不低于重点设防类。《城市社区应急避难场所建设标准》(建标 180—2017,中华人民共和国住房和城乡建设部等,2017)要求避难建筑的抗震设防为重点设防类。《地震应急避难场所场址配套设施》(GB 21734—2008,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2008b)要求避难建筑的设防标准满足当地设防要求即可,但强调震后现场鉴定(GB 18208.2—2001,国家质量技术监督局,2001)。

《防灾避难场所设计规范》强制条款第3.2.2条规定“避难场所,设定防御标准所对应的地震影响不应低于本地区抗震设防烈度相应的罕遇地震影响,且不应低于7度影响”,并在强制条款第7.3.1条中规定避难建筑的地震作用按《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB 50011—2010,中华人民共和国住房和城乡建设部等,2016)规定的数值,乘以相应的1.10—2.0的避难建筑调整系数。《防灾避难场所设计规范》的实施,使得现有公共建筑抗震设防均不满足其设防要求。

### 2.2 避难建筑现行设防标准不统一的原因

《城市抗震防灾规划标准》(GB 50413—2007)、《建设工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008)、《防灾避难场所设计规范》(GB 51143—2015)与《地震应急避难场所场址配套设施》(GB 21734—2008)和《城市社区应急避难场所建设标准》(建标 180—2017)的主编单位、批准和发布部门不完全相同,以上标准、规范涉及中华人民共和国住房和城乡建设部、中国地震局、民政部等,由于各部门之间缺乏有效的协调、沟通,使得避难建筑抗震设防标准不统一,导致室内避难场所的推进处于停滞状态,尤其是《防灾避难场所设计规范》(GB 51143—2015)中规定的避难建筑设防标准远高于现有公共建筑设防标准,无法兼顾“平

灾结合”原则；且由于没有与之配套的法律、法规及财政支持，新建公共建筑也不能满足其设防要求，《防灾避难场所设计规范》（GB 51143—2015）不能作为室内避难场所设计规范而广泛、重复使用。标准的生命力在于实施，作为国家强制性标准，应坚持通用性原则，为室内避难场所设计提供规则、指南，否则便失去了标准的生命力。

### 2.3 现行避难场所标准规范整合优化的必要性及可行性

避难建筑的抗震设防涉及人身安全，应是强制性国家标准，但强制性国家标准只能“唯一”，作为“底线”必须强制实施，目前涉及避难建筑的强制性国家标准不“唯一”。因此，整合现行避难场所强制性国家标准成为推进室内地震应急避难场所建设的首要工作。

2018年1月1日，《中华人民共和国标准化法（2017年修订）》（全国人民代表大会常务委员会，2018）开始实施，加强强制性标准的统一管理，强调强制性标准必须执行，实现“一个底线、一个标准”。同时，国务院建立标准化协调机制，并建立国务院标准化协调推进部际联席会议制度（甘藏春等，2017），对跨部门、跨领域、存在重大争议标准的实施进行协调，整合、精简强制性标准，优化、完善推荐性标准。依据《中华人民共和国标准化法（2017年修订）》，结合我国抗震设防体系的现状及我国室内避难场所建设的实际需要，依据“平灾结合”原则，整合现行避难场所的强制性标准，优化推荐性标准，完善与之配套的抗震设计规范及法律、法规，使室内避难场所的建设既有标准、规范可循，又有法律可依，从而推动室内地震应急避难场所建设的可持续发展。

### 2.4 避难建筑抗震设防标准的思考

建筑工程的抗震设防标准是国家经济、科学技术水平的综合体现，并随着震害经验的不断总结、认识水平的逐步提高，综合考虑对社会影响的过程。建筑工程设防目标、设防标准的确定尤其与经济水平及政府的行政决策密切相关（谢礼立等，1996；王亚勇等，1999），避难建筑抗震设防标准也不例外。

我国多个标准、规范强调避难建筑抗震设防标准不低于乙类。目前，乙类建筑设防标准与丙类建筑相比，其地震作用并未提高，只是从经济和安全方面综合考虑，抗震措施提高1度。但当发生罕遇地震时，一些重要建筑既要保证人身安全，又要保证其功能不中断（继续使用），仅考虑罕遇地震时不倒塌是不够的（谢礼立，2002）。地震后承担避难场所功能的避难建筑，如中小学校校舍、体育馆、会展中心等，要求其在地震发生后仍能继续使用，应按100年的年限进行抗震设防，提高其设防标准（高小旺等，2009），与《防灾避难场所设计规范》（GB 51143—2015）提高避难建筑的设防标准目的一致。因此，避难建筑设防标准的确定，既要考虑我国现行法律体系及抗震设防体系，平灾结合、因地制宜，又要考虑室内避难场所灾后继续使用需求及我国经济情况等，综合考虑各种因素的影响。

《中华人民共和国防震减灾法（2008年修订）》（全国人民代表大会常务委员会，2008）第35条明确规定“学校、医院等人员密集场所的建筑工程，其抗震设防应按高于本地建筑的抗震设防要求进行设计施工，增强其抗震设防能力”（安建等，2009），认为将学校、医院的抗震设防标准在《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等，2016）的基础上提高1档是恰当的。

汶川地震后，2009年4月8日，国务院办公厅下发了《全国中小学校舍安全工程实施方案》的通知，要求3年内全国中小学校完成抗震加固工作，使学校校舍达到重点设防类抗震设防标准。2013年11月7日，国务院办公厅转发《教育部等部门关于建立中小学校舍安全

保障长效机制意见》的通知，通知要求“逐步使所有中、小学校舍满足重点设防类的抗震设防标准和国家综合防灾要求”，并形成保障校园安全的长效机制。

中国地震局也非常重视学校、医院建筑的抗震设防，早在 2009 年 4 月，中国地震局中震害防御司曾提出：将学校、医院建筑的地震作用提高 1 档，主要是因为学校、医院等为人员密集型场所，地震发生后，医院救治伤病员、学校作为避难场所的功能不能中断。

### 3 我国中小学校作为地震应急避难场所的可行性分析

#### 3.1 我国中小学校校舍抗震设防现状

我国自《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2004，中华人民共和国建设部等，2004) 开始，明确要求中小学教学用房、宿舍、食堂建筑的抗震设防标准不低于乙类。随着 2009 年全国范围内中小学校舍的抗震加固改造及 2013 年《关于建立中小学校舍安全保障长效机制意见》的实施，通过维修、加固、重建、改扩建等多种形式，我国现有中小学校校舍基本达到抗震设防不低于乙类的要求。

#### 3.2 我国中小学校校舍建筑规模及建设情况

依据我国 2017 年全国教育事业统计公报，全国共有各类中小学校 232458 所，总建筑面积 187606.94 万平方米（见表 1），且每年新建中小学的建筑面积还在大幅度递增。利用每年大量增加的新建中小学校舍作为避难建筑，并与学校操场相结合，能极大地弥补室内避难场所的严重不足，缓解城市避难场所不足的压力。

表 1 2017 年度我中小学校数量及校舍建筑面积及新增面积统计表

Table 1 Statistics of the number of primary and secondary schools, construction area and new area of school buildings in 2017

	学校数量	校舍建筑面积/ 万平方米	比上一年增加建筑 面积/万平方米
小学	167009	75088.46	4123.98
初中	51894	61006.74	3179.54
高中	13555	51511.74	2369.43
总计	232458	187606.94	9672.95

#### 3.3 利用新建中小学校建设避难场所的优势

利用新建中小学校校舍作为室内地震应急避难场所，提高中小学校建筑的抗震设防标准，与《中华人民共和国防震减灾法（2008 年修订）》中对中小学校建筑的抗震设防要求一致。同时，利用新建中小学校校舍建设室内地震应急避难场所能够兼顾“平灾结合”原则，避免了建设专用室内地震应急避难场所投资巨大、使用率低等不利因素。中小学校一般位于居民区，交通方便，配套设施完善，兼作避难场所使用具有易于通达等特点，便于组织疏散、安置灾民。

随着《关于建立中小学校舍安全保障长效机制意见》的实施，每年有大量新建、重建的中小学校校舍，充分利用新建校舍，按照避难建筑的抗震设防标准进行设计、建设，兼作室内地震应急避难场所使用，逐步提高学校建筑的抗震设防标准、解决室内避难场所的严重不足的现状。在室内避难场所极度缺乏及我国大城市中心区没有足够的开敞空间建设室外避难

场所的情况下，“平灾结合”、借鉴日本经验、利用新建中小学校建设地震应急避难场所是解决该问题的有效途径，并通过建立长效机制，逐步提高学校建筑的抗震设防标准，使其达到避难建筑的设防要求。

2018年北京地区新增地震应急避难场所36处，其中26处为利用学校、幼儿园操场建设的地震应急避难场所，操场型避难场所已占新建避难场所总量的70%以上。利用操场建设的地震应急避难场所在有效避难面积、避难时间、避难设施完备程度及受天气影响等方面都有很大的局限性，但由于现行标准、规范对避难建筑的抗震设防要求不一致，北京市中小学校校舍至今未纳入避难场所建设，导致室内避难场所建设一直处于停滞状态，因此，推进新建、重建中小学校校舍作为避难建筑刻不容缓。

## 4 结论及建议

我国地域广阔，各地面临的震害风险不同，经济发展水平也不尽相同。所以，确定避难建筑的国家强制性设防标准，既要考虑经济因素，也要考虑安全因素，更要与我国现行抗震设防体系的实际情况相结合，并借鉴国内外成功经验。为加快推进室内避难场所建设，本着“平灾结合”的原则，提出如下建议：

(1) 整合、精简现行各类避难场所强制性标准，优化完善推荐性标准，完善相关法律、法规，将新建中小学校规划设计纳入避难场所的建设，使新建中小学校建筑的抗震设防满足避难建筑的抗震设防要求、新建中小学校的配套设施满足避难场所要求，赋予新建中小学校地震应急避难场所功能，并建立长效机制，逐步提高中小学校建筑的抗震设防标准，使其达到避难建筑的抗震设防要求。

(2) 坚持“平灾结合”原则，推进减、隔震技术在新建公共建筑中的使用，提高新建公共建筑的抗震能力，使其在发生破坏性地震时兼作室内地震应急避难场所使用，并在建设过程中，给予财政及税收等优惠政策的支持。

(3) 充分利用已有建筑，建立室内地震应急避难场所备选库。梳理现有抗震设防为乙类的公共建筑，如体育馆、会展中心等，按照建成时间排序，将建成时间短、工程建设质量好、设施完备、功能齐全的公共建筑纳入地震应急避难场所备选库，并在震后按《地震现场工作第二部分：建筑物安全鉴定》(GB 18208.2—2001，国家质量技术监督局，2001)，进行安全鉴定，鉴定后作为地震应急避难场所使用，并提前制定应急启用预案。

## 参考文献

- 安建，张穹，刘玉辰，2009. 中华人民共和国防震减灾法释义. 北京：法律出版社.
- 甘藏春，田世宏，2017. 中华人民共和国标准化法释义. 北京：中国法制出版社.
- 高小旺，刘佳，高炜，2009. 不同重要性建筑抗震设防目标和标准的探讨. 建筑结构，39(S1)：537—541.
- 胡国勇，2008. 构筑震不垮的学校——走进日本中小学校(下). 上海教育，(07A)：36—40.
- 霍维捷，2005. 日本建筑结构抗震技术现状. 上海建筑科技. (6)：17—19.
- 姜连艳，2017. 从抗震设防类别探讨室内地震应急避难场所的选择. 震灾防御技术，12(1)：203—209.
- 砺波匡，2008. 大地震中日本建筑住宅的相关经验和对策. 住宅产业. (6)：49—51.
- 雷芸，2007. 阪神·淡路大地震后日本城市公园的规划与建设. 中国园林. (7)：13—15.
- 刘薇，2009. 中美两国学校和医院房屋的抗震设计对比. 工程抗震与加固改造. 31(5)：74—80.

- 齐五辉, 周筭, 朱忠义等, 2008. 绵阳九洲体育馆结构设计. 天津大学. 庆祝刘锡良教授八十华诞暨第八届  
全国现代结构工程学术研讨会论文集.
- 汤朝晖, 2009. 日本中小学校防灾抗震设计启示. 建筑学报, (1): 86—89.
- 谢礼立, 张晓志, 周雍年, 1996. 论工程抗震设防标准. 地震工程与工程振动, 16 (1): 1—18.
- 谢礼立, 马玉宏, 2002. 基于抗震性态的设防标准研究. 地震学报, 24 (2): 200—209, 223.
- 王亚勇, 郭子雄, 吕西林, 1999. 建筑抗震设计中地震作用取值——主要国家抗震规范比较. 建筑科学, 15  
(5): 36—55.
- 朱颖, 苑松, 周筭等, 2008. 绵阳九洲体育馆的安全设计. 建筑创作, (6): 64—85.
- 朱延飞, 袁菲, 2016. 国外防灾避难场所的发展特色及对我国的启示. 城市学刊, 37 (6): 49—52.
- 周建瑜, 2010. 绵阳九洲体育馆应急安置震灾群众的成功经验. 应急管理国际研讨会论文集.
- 国家质量技术监督局, 2001. GB 18208. 2—2001 地震现场工作第二部分: 建筑物安全鉴定. 北京: 中国标准出版社.
- 中华人民共和国建设部, 国家质量监督检验检疫总局, 2004. GB50223—2004 建筑工程抗震分类标准. 北京: 中国工业出版社.
- 中华人民共和国建设部, 国家质量监督检验检疫总局, 2007. GB 50413—2007 城市抗震防灾规划标准. 北京: 中国工业出版社.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局, 2008a. GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准. 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2008b. GB 21734—2008 地震应急避难场所场址及配套设施. 北京: 中国标准出版社.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2015. GB 51143—2015 防灾避难场所设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2016. GB 50011—2010 (2016年版) 建筑抗震设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2016. GB 18306—2015 中国地震动参数区划图. 北京: 中国标准出版社.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 2017. 建标 180-2017 城市社区应急避难场所建设标准. 北京: 中国计划出版社.
- 全国人民代表大会常务委员会, 2008. 中华人民共和国防震减灾法 (2008年修订). 北京: 法律出版社.
- 全国人民代表大会常务委员会, 2018. 中华人民共和国标准化法 (2017年修订). 北京: 中国法制出版社.
- International Code Council, 2018. International Building Code, 2018 Edition.

## Research on Promotion Strategy of Indoor Emergency Earthquake Shelters Based on Integration for Normal Time and Disaster Time

Jiang Lianyan

(Beijing Earthquake Agency, Beijing 100080, China)

**Abstract** In view of the extreme lack of indoor earthquake emergency shelters in China and the inability to promote them, this paper introduces the construction experiences of indoor emergency shelters at home and abroad and the current status of earthquake sheltering standards in China, puts forward suggestions on integrating the current mandatory standards for shelters and optimizing the recommended standards of emergency shelter structures based on the Standardization Law of the People's Republic of China. This article also analyzes and discusses the factors influencing the seismic fortification standards of emergency shelter structures, and proposed some thoughts and references for promoting indoor emergency shelters based on the principle of integration for normal time and disaster time, combined with the earthquake fortification and construction scale of primary and secondary schools in China.

**Key words:** Integration for normal time and disaster time; Indoor earthquake emergency shelters; Emergency shelter structures; Seismic fortification standard