

孰可抗震避险 最佳是钢结构

钢结构的抗震作用应得到充分重视

□徐世萌

北京时间6月17日22时55分，四川宜宾市长宁县发生6.0级地震，震源深度16公里。截至目前，地震已造成13人死亡、158人受伤，14万余人受灾，紧急转移安置8400多人。倒塌房屋73间，严重损坏房屋19间，一般损坏房屋12723间。

地震后，四川省消防救援总队10个支队的116辆消防车、526名指战员到达现场，对震中及周边10个相邻乡镇开展全覆盖搜救，已安全救出8名被困群众。四川、重庆、云南省（市）地震局共派出68名人员组成现场工作队赶赴灾区。宜宾市组织8个建筑安全专业工作小组，40余名地质、结构、房屋建筑专家分赴长宁县、珙县、高县指导抗震救灾工作，排查房屋受损情况和隐患，采取措施防控次生灾害的发生。

愿逝者安息，伤亡不再增加！

致命的是地震，还是建筑？

地震是至今难以预测的瞬间爆发的自然灾害，是大自然对人类危害最大的灾害之一。突如其来的地震可以在瞬间造成大面积房屋坍塌、人员伤亡，甚至可以摧毁一座城市。

当大地在颤抖的时候令人恐惧不已，但是最令人扼腕的，是那些罹难同胞在地震发生后被深埋在那个坍塌了的曾经被誉为爱的港湾——“家”的寓所中，惊恐地面对死神的降临。

在地震灾害学中有句名言：“杀人的不是地震，而是建筑”。数据表明在地震灾难中，95%以上的人员伤亡，都是因为建筑物的坍塌而引起的。

孰可抗震避险，最佳是钢结构

从唐山地震到汶川地震，再到如今的宜宾地震。地震中坍塌的房屋大多是乡村农村自建住房，这些房子很少考虑到抗震设计，大多是传统的砖混结构、砌体结构，这些建筑在抗震表现上可以说不堪一击。

房屋结构有多种形式，我们常见的有砌体结构、砖混结构、框架结构

等。提起框架结构建筑，人们还是存在很多疑惑。框架结构真的抗震吗？

答案是肯定的。

相形之下，钢结构框架建筑、木结构框架建筑有着极其优异的抗震性。尤其是钢结构。

钢结构框架建筑是以钢材制作为主的结构，是主要的建筑结构类型之一。钢材的特点是强度高、自重轻、刚度大，故用于建造大跨度和超高、超重型的建筑物特别适宜；材料匀质性和各向同性好，属理想弹性体，最符合一般工程力学的基本假定；材料塑性、韧性好，可有较大变形，能很好地承受动力荷载。

地震能使建筑产生水平和垂直震动。每种建筑结构都有其独特的特性，例如其刚度和强度，因而对地震力的反应也不同。钢结构建筑因钢材力学性能，具有传统砖混结构、砖木结构、混凝土结构无法比拟的柔性，在同样地震力作用下，钢结构住宅不会发生垮塌，而传统砖混结构、砖木结构、混凝土结构相对来说刚性比较大，当外力超过极限承受局部破坏或者完全破坏。

同时，钢结构材料抗拉、抗压、抗剪强度均很高，且具有良好的延展性，减轻了地震反应。此外，钢结构建筑相对于其他结构自重轻的特点也能大大减轻地震作用的影响。

抗震能力，可以简单理解成承担水平荷载的能力。你站在公交车里，没抓扶手，公交车突然启动或者刹车，你的感觉就像是有人突然推了你一把。地震来了，建筑物的反应也是如此，就像是整个建筑被推来推去一样。

如何保证框架的梁柱节点足够结实呢？拿最常见的钢筋混凝土框架来说吧。钢筋混凝土结构的优点之一就是能够通过内部钢筋的布设来控制结构性能。两个看起来完全一样的混凝土结构，很可能因为内部钢筋布置的不同而具有差异很大的结构性能。框架结构是一种很敏感的结构形式，内部钢筋的配置情况对整体性能影响比较大。合理的

配筋、合理的梁端柱端加密区、合理的节点配筋，可以让结构具有相当好的变形能力和水平荷载承载力。反过来，设计粗劣的框架结构非常糟糕，还不如施工质量良好的砌体结构。事实上，这种粗制滥造的框架结构在自建房中非常普遍。

框架结构里的墙体是不承受任何结构作用的。事实上，如果你去工地上观察一下，那些砌体填充墙最上面那一排砖头都是斜着垒的，根本不与上面的框架梁接触。即使把这些填充墙都砸掉，都换成玻璃，或者都换成屏风，其实都可以。“掉墙皮”、墙体开裂，会影响建筑使用，比如：不美观、会吸潮等，但这些都与结构安全无关。但是，有一个问题需要注意。虽然这些墙体不承受任何结构作用，但地震时，它们本身也有可能倒塌伤人，就像家里的书橱、衣橱等大家具也可能在地震时倾覆伤人。为了防止这种情况，框架结构的砌体墙里都应该加入拉结钢筋，把混凝土框架之间的砌体填充墙牢固地固定好，防止填充墙在地震中倒塌。

地震频发的日本被国际公认为世界第一的抗震强国。日本多数建筑采用钢结构，尤其是高层建筑多以钢结构为主，钢结构的良好抗震性，正是日本建筑物经历强震挺不倒的主要原因。

日本大京公司一座号称日本最高的公寓，使用了168根与美国纽约世界贸易中心相同的钢管，确保了抗震强度。另外，公寓还使用了刚性结构抗震体。如果遭到阪神大地震级别的地震，柔性结构的建筑一般要摇动1米左右，而刚性结构建筑只摇动30厘米。三井不动产公司在东京都杉井区出售的一座免震结构公寓高达93米，建筑物的外围使用了新研制的高强度16层橡胶，建筑的中央部分使用了天然橡胶系统的积层橡胶。这样，在6级地震发生时，就可将建筑物的受力减少至二分之一。三井不动产公司2000年已向市场投放40栋此类建筑。

日本的抗震建筑设计、建造的首选是钢结构。

未来抗震建筑，将是刚柔各显其妍

我国陆地面积约960万平方公里，是一个地震灾难频发的国家，位于世界两大地震带——环太平洋地震带与欧亚地震带之间，受太平洋板块、印度板块和菲律宾海板块的挤压，地震断裂带活动十分活跃。

在地震发生时，“找三角、伏地、遮挡、手抓牢”等自救知识目前已在普及，但再快的临场反应也不及提前预防。建筑结构与材料问题才是最直接影响人员伤亡的重要因素，建造抗震的建筑才是最好的预防手段。

本文主题是探讨钢结构建筑在抗震方面的优点，本人无意在赞美钢结构抗震的同时刻意贬低中国古代木结构抗震建筑设计与实践。过去，中国古代木结构抗震建筑设计曾光芒四射；今天和未来，中国木结构抗震建筑设计仍然具有强大生命力。

与西方砖石结构建筑的“以刚克刚”不同，中国传统的木结构建筑在抵抗地震冲击力时，采用的是“以柔克刚”的思维，通过种种巧妙的措施，其目标是以最小的代价，将强大的自然破坏力消弥至最小程度。

不但自文明伊始就睿智地选择了木材等有机材料作为结构主材，而且发展形成了世界上历史最悠久、持续时间最长、技术成熟度最高的结构体系——柔性的框架体系。我国木结构技术迄今至少已有近7000年的历史。中国的传统木结构，具有框架结构的种种优越性，如“墙倒屋不塌”的功效，但其柔性的连接，又使得它具有相当的弹性和一定程度的自我恢复能力。在汶川大地震中，许多文物建筑的墙体均不同程度地受损，但主体结构仍未倒塌，就是这种柔性框架抗震能力的表现。

钢结构、木结构建筑都有显著的安全、抗震、绿色、节能环保的特点，是能成为生命庇护所的安全绿色建筑。

未来抗震建筑，将是刚柔框架结构建筑各显其妍之天下。



济南西部国际会展中心

全国唯一多层重载展馆，用钢量超“鸟巢”；济南最大的会展中心，堪比五个济南舜耕国际会展中心、两个济南国际会展中心……目前，中建八局济南西部国际会展中心（展览中心部分）（以下简称国际会展中心）即将竣工，这背后是3000余名建设者600余个昼夜的高效高质奋战。国际会展中心演绎泉水流动，中建八局铁军团队用一座会展新地标，为济南西部新城增添了朝气与能量。

净展览面积10万+ 造就济南最大会展中心

国际会展中心总建筑面积约35万平米，其中，净展览面积达10.6万平方米，堪比五个济南舜耕国际会展中心（约2万平方米）、两个济南国际会展中心（约5.1万平方米），可提供国际标准展位共计5468个，具备承接全国性和国际性大型展会的能力。建成后将成为济南最大的会展中心，让济南跻身“10万+”一线会展城市行列，填补了济南大型会展场所的空白。

国际会展中心位于西部新城心脏地带，鸟瞰整个工程，整体建筑中轴与西部新城核心区中轴对齐，与塔楼、会议中心及室外展场协调统一。五个展馆自南向北依次排布，随着高度层层而上，形成一道独特的天际线，与中轴线上的其余标志性建筑遥相呼应。

据悉，该工程设计主题为“泉水流动”。主立面以优雅舒展的弧形线条延伸舒展，与会议中心及塔楼联系，形成了戏剧性的立面效果。屋顶的设计灵感则来自济南五龙潭的优雅卵石，层层而上的屋面传达出船舶行驶于泉水之上的流动意味。

九个展厅实现共享 用钢量超“鸟巢”

走进国际会展中心，从南到北，依次是两个一层南侧展馆、两个二层中间展馆和一个三层北侧展馆，共计五个展馆、九个展厅。五个展馆通过共享大厅彼此相连，市民可通过共享大厅，去任意一个展厅。五个展馆由代表着春、夏、秋、冬四季的各色幕墙隔离，共享大厅的玻璃幕墙安装了近8000块钢化玻璃，随着光线变化，影像色彩斑斓。各展厅间设置了整齐的人口以及垂直交通体系，可通过电梯、扶梯直达上层。会议室、办公室、疏散楼梯以及其他辅助空间则“藏”在了楼层间的夹层之中，最大限度地利用了场地空间。

为提升会议展览的便利性，中建八局在施工中预留了3000余个停车位，缓解解停车问题；展厅外部也按照相关展览标准进行了施工，最大限度利用场地空间。“如果天气情况良好，室外也可以办展览。”

为尽量避免柱子占用空间，最大限度开发空间，地上采用钢结构主体，单层钢结构梁的最大跨度达到了72米，中间不再需要浇筑混凝土柱。据悉，整个工程用钢量达7.2万吨，远超鸟巢4.2万吨的用钢量。

兵马未动，策划先行。中建八局项目团队首先建立了完善的质量管理体系和规章制度，落实个人管理职责。原材选择上，充分发挥资源配置优势，整合山东省及长三角地区加工能力强、产能充足的厂商进行钢结构加工作业，过程中实施全方位监管，保障出厂质量。施工前，组织多次专家论证，根据钢结构特征、场地布置等分析论证，确保施工方案最优化。

钢结构安装焊接过程中，以引路样板定标准、创优规划为指导，严控施工质量。综合考评劳动力资源，使用技术能力过硬的施工队伍开展施工作业。过程中，严格执行焊接工艺相关要求，制定合理焊接顺序，并通过操作平台、防雨防风棚，提供全天候焊接条件，配备专员监督执行情况，严控焊接质量。砥砺前行筑精品，2018年，工程获评“山东省优质结构工程”、高品质“建设”了中建八局央企实力。

全国唯一多层重载展馆 可承载30辆重型卡车

作为全国唯一的多层重载展馆，含三层展厅的A展馆总高度达到了50余米，展厅最大承重荷载达每平方米承重量为5吨，每个展厅可布展30台以上卡车、起重机、混凝土输送泵车等重型设备车辆。同时，会展项目配套建设了一座与二环高架并驾齐驱的“小高架桥”，用于车辆驶入展馆。展馆最大的一道门宽近8米、高10余米，供车辆出入，如此的承重力满足了济南承接“重量级”大型机械展的需求。

建造过程中，钢框架支撑结构加大跨度空间钢结构的复杂空间结构和最大跨度达70米的弧形屋盖桁架造型为工程建设带来诸多挑战。

“首先是施工空间的严重压缩。”中建八局项目负责人介绍说，“7.2万吨的钢材要在有限空间内组焊焊接，其中最重的一个单件重达140多吨。但是，超长、极重的钢构件无法整体运输至现场安装”。为此，中建八局创新应用了多层大跨度钢结构分体吊装施工技术，将钢构件分段进入场地内，在桁架位置附近设置拼装胎架，就近拼装，再利用BIM技术进行模拟吊装演练，寻求最佳位置，一次吊装成功。

“再就是钢管柱的混凝土浇筑。按照一般工法，钢管柱混凝土浇筑大都采取泵送顶升法，但由于本工程钢管柱间内加劲板较为密集，且混凝土浇筑孔较小，经多次试验、验算，不适用于本工程。”因此，中建八局项目团队创新采用了高抛自密实免振捣法进行浇筑，在调配合理的混凝土配合比后，利用从高处下抛时动能及材料本身特性达到自密实的要求。

在全国建筑钢结构行业大会，中建八局济南西部国际会展中心（展览中心部分）项目因应用多项“黑科技”而获评中国建筑钢结构行业工程质量的最高荣誉——中国建筑钢结构金奖。BIM技术应用荣获2018年度山东省建筑信息模型（BIM）技术应用成果综合组奖项。

600余个昼夜，中建八局项目团队以“拓展幸福空间”为使命，充分发挥“令行禁止、使命必达”的铁军精神，全体职工“白加黑”，“5+2”，冬战严寒，夏斗酷暑，始终坚守工作岗位，奋战在施工一线。2019年春节期间，全员放弃节假日，加班加点，通过完善值班制度、编制春节期间施工方案、落实岗位职责等一系列措施，以饱满的工作激情和精湛的施工技艺，快速推进工程高品质建造。

栉风沐雨，玉汝于成。在泉城人民的殷切盼望中，在省市领导的高度关注下，在济南城市建设集团的支持指导下，中建八局铁军团队用精益求精建造助力济南西部国际会展中心拔地而起，引领泉城国际会展博览发展的新篇章；为泉城人民拓展幸福空间，为济南建成“大美富通”的现代化省会城市而奉献智慧与力量！（通讯员 刘敏 周峰）

全国唯一多层重载展馆 济南最大会展中心

济南西部国际会展中心（展览中心部分）即将竣工

以创新和匠心打造世界一流品牌

——南通正道金属结构工程有限公司总经理虞建石访谈录

□张玉明 徐世萌

五年前还名不见经传的南通正道金属结构工程有限公司（以下简称南通正道），近几年异军突起：2018、2019年中国十大抗震支架品牌榜上有名；2019年5月31日，在“第三届中国品牌创新大会暨2019中国品牌500强发布会”荣获“2019年中国十大（行业）创新品牌”“中国（行业）品质评鉴金奖”殊荣。

南通正道是如何实现创新发展、弯道超车的？日前，该公司总经理、创始人虞建石接受了本报独家专访。

●记者：请对南通正道作简要介绍。

●虞建石：南通正道是一家致力服务于外商在中国投资的金属结构企业。公司创始于1989年初。当年我在亲友帮助下，从江苏启东来到上海浦东，在闵行开了一个“宝石机电维修部”，承接维修电视机、收音机、录音机等家用电器维修业务。经20年转型发展，2008年，南通正道金属结构工程有限公司挂牌。南通正道目前本部在浦东外高桥上海自由贸易区福特南路，在江苏高邮、江苏无锡、江苏启东有三个大型研发基地。年产值数亿元。

南通正道的服务对象，九成以上是在华投资的外商，芯片行业犹多。多年来，南通正道先后服务的世界知名企业有：福陆丹尼尔、沃利帕森、美施威尔、福斯特惠勒、德希尼布、克瓦纳、东洋、三星，以及世界化工、电子、制药、食品、巴斯夫、拜耳、德国赛、阿克苏诺贝尔、诺华制药、塞拉尼斯、瓦克、阿科玛、美国空气化工、普莱克斯、法液空、芬欧汇川、斯道拉恩索、道康宁、邦斯曼、陶氏化学、赫克力士、杜邦、泰森、奥特斯、友达光电等。

南通正道为这些企业提供从设计、制造到施工安装，全方位的系统解决方案，具有一支五百多人的设计、生产、施工队伍，能适应国外先进管理理念及近乎苛刻的安全管理流程。

●记者：不久前，南通正道再获2019年“中国抗震支架十大品牌”等殊荣，请简单介绍这些奖项的相关背景。

●虞建石：中国抗震支架十大品牌评选由品牌排行网主办。每年评选，征集数十万网友投票、点评，经过多轮审核精选出行业品质出众、人气最旺的十

大品牌。“第三届中国品牌创新大会暨2019中国品牌500强发布会”是由中国亚洲经济发展协会和《环球时报》社主办，中国亚洲经济发展协会品牌管理专业委员会协办。大会以“抢滩金融品牌新大陆”为主题，汇聚国内政府领导、行业专家和企业领袖，多角度、多维度地探索品牌创新和品牌金融的关键问题。结合科学严谨的企业品牌价值测评结果，发掘品牌创新新动力，探索品牌金融新趋势，推动品牌价值提升，弘扬中国自主品牌正能量，以丰硕的品牌创新成果助力中国品牌强国新征程。

大会发布了“中国品牌年度人物”“2019中国（行业）品质评鉴金奖”“中国十大影响力品牌”“中国（行业）十大领军品牌”等榜单和奖项。旨在全方位、多角度、深层次地展现中国品牌群像，打造享誉世界的“中国品牌”，助力中国品牌强国建设与发展。

●记者：南通正道抗震支架有些什么不同于一般产品的特质？

●虞建石：南通正道在工程实践中对自己的产品进行了不断地创新升级，从环境保护、节约人工缩短工期和品质管理等角度进行创新，申请了多项国家专利，其中一个连接件的无骨架锁紧装置，包含了三个专利。连接件的折边和压线不仅加强了结构的稳定性而且还具有很好的装饰性。

传统的快速锁紧装置有尼龙骨架，虽安装快捷，但尼龙在燃烧状态下难免会产生VOC废气，在一些电子医药食品行业不很适用，而无骨架的锁紧装置取消了尼龙骨架，在螺丝上涂上阻尼材料以满长长条螺母转动90度后，长条螺母长边被C型钢内壁阻挡后阻尼失效达到螺丝紧固目的，省时、省料又环保。

我们研发了装置盖片充磁，在吊顶反装和侧装时，避免锁紧装置掉落砸伤人、物，消除了安全隐患。

南通正道抗震支架所选用材料，是国际上刚问世不久的一种新型金属材料——铝镁。乍一看，其质感极像是不锈钢。这种材料具有切割面、冲压切口镀层自动修复愈合的神奇功能，耐腐蚀性能是传统镀锌材料的10倍，其优异的特质，使企业在生产过程中节省大量物

流、人工成本，可做到零排放。在芯片行业的超洁净无尘厂房，环保绿色要求近乎苛刻，使用铝镁成品支架抗震支架无疑是最佳选择。

南通正道开发了基于国家标准的NTZD布点软件，能兼容多种版本CAD、TbIA，结合BIM软件，能自动生成各种支架点位；计算式和支架清单，解决了业主总包对于准确工程量的要求，大大提高了报价速度和精度。

南通正道抗震支架，分别为业主、管理公司、总承包以及安装人员甚至是质量监督人员都考虑周全了。无骨架快速锁紧省时省力，大大缩短工期，在大型电子、医药食品行业大规模投资的项目，能节约资金成本；安装快捷方便能使总包施工大量节省人工成本，磁性压板垫片能增加安全性，避免高空坠落，工人操作十分便捷；扭断螺丝能让质检人员肉眼看出紧固程度，实现质量无盲区，结构稳定可靠。这些发明、创新均已取得国家专利。

●记者：南通正道创新之道的精髓是什么？

●虞建石：我们非常注重产品的持续创新与品质的升华。南通正道的骨利，流淌着在30年市场经济海洋中前行所积淀、升华形成的创新精神、工匠精神。

在产品定型结构创新方面，南通正道积极探索在力学性能可靠设计前提下，对产品外形优化、美化的创新，连接方式快捷安装的创新，以及抗震支架紧固件的创新。南通正道已获国家专利的“快速锁紧装置”，具有干净、省力、快速的特点，极受客户和安装工人欢迎。在一个建筑面积几万平方米的车间，往往要使用几百万枚螺栓，南通正道的“快速锁紧装置”的卓越性能尤其引人注目。公司发明的扭剪型紧固件，具有自动精确控制紧固度的特殊功能。据悉，目前国际市场抗震支架领域尚无这种设计。

南通正道非常重视基于客户需求的软件创新。过去，一个项目，施工图深化、算支架量往往需要化一两个星期的时间，有时，有些外商在图纸保密方面极为谨慎，使抗震支架施工时常踟蹰不

前、进展缓慢。目前，我们正与一批高手一起研发支架算量软件。届时，保密要求甚高的企业无须拿出图纸，只要根据软件专家的指点，学会极简易的操作，输入相关的数据，就可以求解精确数据。同时，面对众多客户，我们的研发团队正在研究创新科学的物资供应软件，实现物流链质量、数量的掌控。

●记者：请介绍南通正道产品创新研发队伍的基本情况。

●虞建石：南通正道有一支具有很强的科研创新能力的“特战队”。这支小分队中，不乏高级“白领”，不乏精通多国语言的专业人才，也不乏跟随我一起创业已超过20年的资深“灰领”“蓝领”。

一项项课题研究的流程，大多是先基于对市场态势、客户需要的调查分析而提出，然后斥资、组织研发团队全力攻关。多年来，这支“特战队”始终践行着从产品定型设计、布局设计、结构力学设计不断的基于客户需求的产品创新设计以及制作安装服务的系统解决方案的道路，迄今已获3项中国发明专利、5项实用新型专利。

南通正道在常年的生产经营实践中，对市场上下各类管道、电器结构支架进行甄别、遴选、优化改进，研发出各类支架。如今，牢固、快捷、美观、绿色，已成为南通正道为客户贴心服务的特质。尤其在对抗震支架品质要求近乎苛刻的中国芯片制造行业，南通正道名声隆隆。

●记者：盛名之下，是否方便透露南通正道的“诗与远方”？

●虞建石：我们的最终目标是打造真正让客户信得过、让社会公开并承认的优质产品，逐渐成为行业领军企业，让NTZD品牌发扬光大。随着FM、CE、UF的国际认证工作的推进，南通正道NTZD品牌终将走出国门，享誉世界。“正道，坚韧，求索，笃行”是南通正道的核心理念，意为规范一切经营行为，面对困难曲折坚韧不拔、百折不挠，不断创新优化产品找市场，随客户需求而转变，成为一个实力强大的专业公司，以创新和匠心打造世界一流品牌。“我们用钢筋铁骨构筑永恒基业”。