

大跨空间建筑工程结构的发展（一）注册建筑师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/554/2021\\_2022\\_\\_E5\\_A4\\_A7\\_E8\\_B7\\_A8\\_E7\\_A9\\_BA\\_E9\\_c57\\_554402.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/554/2021_2022__E5_A4_A7_E8_B7_A8_E7_A9_BA_E9_c57_554402.htm)

摘要：大跨空间结构是目前发展最快的结构类型。大跨度建筑及作为其核心的空间结构技术的发展状况是代表一个国家建筑科技水平的重要标志之一。本文就空间网格结构和张力结构两大类介绍了国内外（但主要是国外）空间结构的发展现状和前景。对这一领域几个重要理论问题，包括空间结构的形态分析理论、大跨柔性属盖的动力风效应、网壳结构的稳定性和抗震性能等问题的研究提出了看法。关键词：空间结构 回顾 展望

一、概述 在这实际的三维世界里，任何结构物本质上都是空间性质的，只不过出于简化设计和建造的目的，人们在许多场合把它们分解成一片片平面结构来进行构造和计算。与此同时，无法进行简单分解的真正意义上的空间体系也始终没有停止其自身的发展，而且日益显示出一般平面结构无法比拟的丰富多彩和创造潜力，体现出大自然的美丽和神奇。空间结构的卓越工作性能不仅仅表现在三维受力，而且还由于它们通过合理的曲面形体来有效抵抗外荷载的作用。当跨度增大时，空间结构就愈能显示出它们优异的技术经济性能。事实上，当跨度达到一定程度后，一般平面结构往往已难于成为合理的选择。从国内外工程实践来看，大跨度建筑多数采用各种形式的空间结构体系。近二十余年来，各种类型的大跨空间结构在美、日、欧等发达国家发展很快。建筑物的跨度和规模越来越大，目前，尺度达150m以上的超大规模建筑已非个别；结构形式丰富多彩，采用了许多新材料和新技术

，发展了许多新的空间结构形式。例如1975年建成的美国新奥尔良“超级穹顶”（Superdome），直径207m，长期被认为是世界上最大的球面网壳；现在这一地位已被1993年建成直径为222m的日本福冈体育馆所取代，但后者更著名的特点是它的可开合性：它的球形屋盖由三块可旋转的扇形网壳组成，扇形沿圆周导轨移动，体育馆即可呈全封闭、开启1/3或开启2/3等不同状态。1983年建成的加拿大卡尔加里体育馆采用双曲抛物面索网屋盖，其圆形平面直径135m，它是为1988年冬季奥运会修建的，外形极为美观，迄今仍是世界上最大的索网结构。70年代以来，由于结构使用织物材料的改进，膜结构或索-膜结构（用索加强的膜结构）获得了发展，美国建造了许多规模很大的气承式索-膜结构；1988年东京建成的“后乐园”棒球馆，也采用这种结构技术尤为先进，其近似圆形平面的直径为204m；美国亚特兰大为1996年奥运会修建的“佐治亚穹顶”（Georgia Dome，1992年建成）采用新颖的整体张拉式索-膜结构，其准椭圆形平面的轮廓尺寸达192mX241m。许多宏伟而富有特色的大跨度建筑已成为当地的象征性标志和著名的人文景观。由于经济和文化发展的需要，人们还在不断追求覆盖更大的空间，例如有人设想将整个街区、整个广场、甚至整个山谷覆盖起来形成一个可人工控制气候的人聚环境或休闲环境；为了发掘和保护古代陵墓和重要古迹，也有人设想采用超大跨度结构物将其覆盖起来形成封闭的环境。目前某些发达国家正在进行尺度为300m以上的超大跨度空间结构的设计方案探讨。可以这样说，大跨空间结构是最近三十多年来发展最快的结构形式。国际《空间结构》杂志主编马考夫斯基（Z.S.Makowski）说：在60年

代“空间结构还被认为是一种兴趣但仍属陌生的非传统结构，然而今天已被全世界广泛接受。”从今天来看，大跨度和超大跨度建筑物及作为其核心的空间结构技术的发展状况已成为代表一个国家建筑科技水平的重要标志之一。世界各国为大跨度空间结构的发展投入了大量的研究经费。例如，早在20年前美国土木工程学会曾组织了为期10年的空间结构研究计划，投入经费1550万美元。同一时期，西德由斯图加特大学主持组织了一个“大跨度空间结构综合研究计划”，每年研究经费100万马克以上。这些研究作为各国大跨度建筑的蓬勃发展奠定了坚实的理论基础和技术条件。国际壳体和空间结构学会（IASS）每年定期举行年会和各种学术交流活动，是目前最受欢迎的著名学术团体之一。我国大跨度空间结构的基础原来比较薄弱，但随着国家经济实力的增强和社会发展的需要，近十余年来也取得了比较迅猛的发展。工程实践的数量较多，空间结构的类型和形式逐渐趋向多样化，相应的理论研究和设计技术也逐步完善。以北京亚运会（1990）、哈尔滨冬季亚运会（1996）、上海八运会（1997）的许多体育建筑为代表的一系列大跨空间结构作为我国建筑科技进步的某种象征在国内外都取得了一定影响。种种迹象说明，我国虽然尚是一个发展中国家，但由于国大人多，随着国力的不断增强，要建造更多更大的体育、休闲、展览、航空港、机库等大空间和超大空间建筑物的需求十分旺盛，而且这种需求量在一定程度上可能超过许多发达国家。这是我国空间结构领域面临的巨大机遇。但与国际先进水平相比，我国大跨空间结构的发展仍存在一定差距。主要表现在结构形式还比较拘谨，较少大胆创新之作，说明新颖的建筑构

思与先进的结构创造之间尚缺乏理想的有机结合，尤其是150m以上的超大跨度空间结构的工程实践还比较少；结构类型相对地集中于网架和网壳结构，悬索结构用得比较少，而一些有巨大前景的新颖结构形式如膜结构和索-膜结构、整体张拉结构、可开合结构等在国外已有不少成功的工程实践，在我国则还处于空白或艰难起步阶段。情况看来是，我国空间结构的发展经过十余年来在较为平坦的草原上的驰骋之后，似乎遇上了一个需要努力跃上的新台阶。这一新台阶包含材料和生产条件等技术问题，也包含尚未很好解决的一些理论问题。为促进我国空间结构进一步的更高层次的发展，有待科技工作者和企业家努力创造条件，以求得这些技术问题和理论问题较快较好地解决。大跨空间结构的类型和形式十分丰富多彩，习惯上分为如下这些类型：钢筋混凝土薄壳结构；平板网架结构；网壳结构；悬索结构；膜结构和索-膜结构；近年来国外用的较多的“索穹顶”（Cable Dome）实际上也是一种特殊形式的索-膜结构；混合结构(Hybrid Structure)，通常是柔性构件和刚性构件的联合应用。在上述各种空间结构类型中，钢筋混凝土薄壁结构在50年代后期及60年代前期在我国有所发展，当时建造过一些中等跨度的球面壳、柱面壳、双曲扁壳和扭壳，在理论研究方面还投入过许多力量，制定了相应的设计规程。但这种结构类型日前应用较少，主要原因可能是施工比较费时费事。平板网架和网壳结构，还包括一些未能单独归类的特殊形式，如折板式网架结构、多平面型网架结构、多层多跨框架式网架结构等，总起来可称为空间网格结构。这类结构在我国发展很快，且持续不衰。悬索结构、膜结构和索-膜结构等柔性体系均以

张力来抵抗外荷载的作用，可总称为张力结构。这类结构富有发展前景。下面按这两个大类简要介绍我国空间结构的发展状况。把建筑师站点加入收藏夹 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)