

现代预应力结构与施工

预应力的作用：

- 1、提高混凝土结构的刚度和抗裂度
- 2、利用高强材料的一种手段
- 3、调整结构内力及形成柔性结构刚度的方法

预应力基本原理

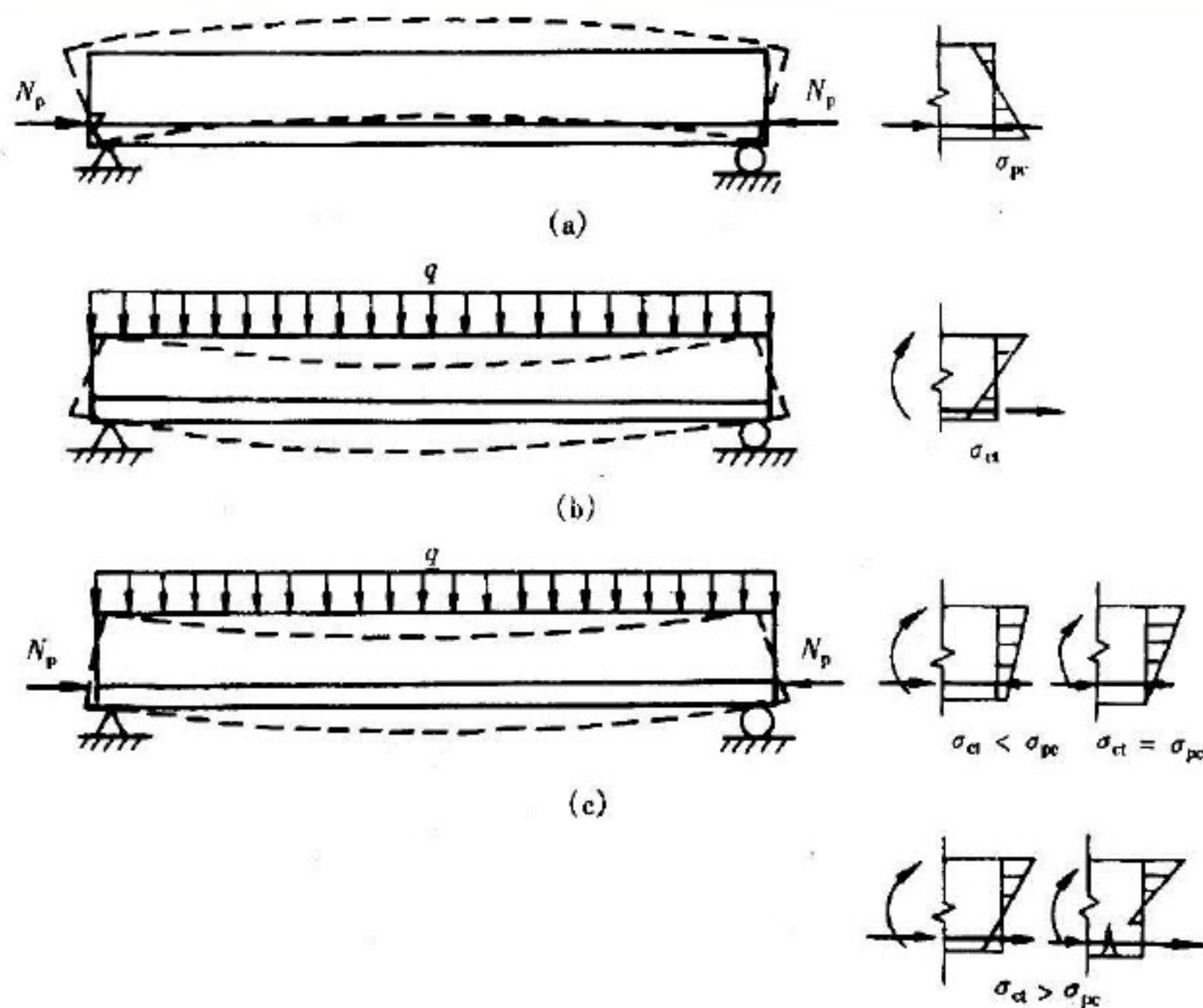


图 11-1 预应力混凝土梁基本原理示意图

先张法预应力

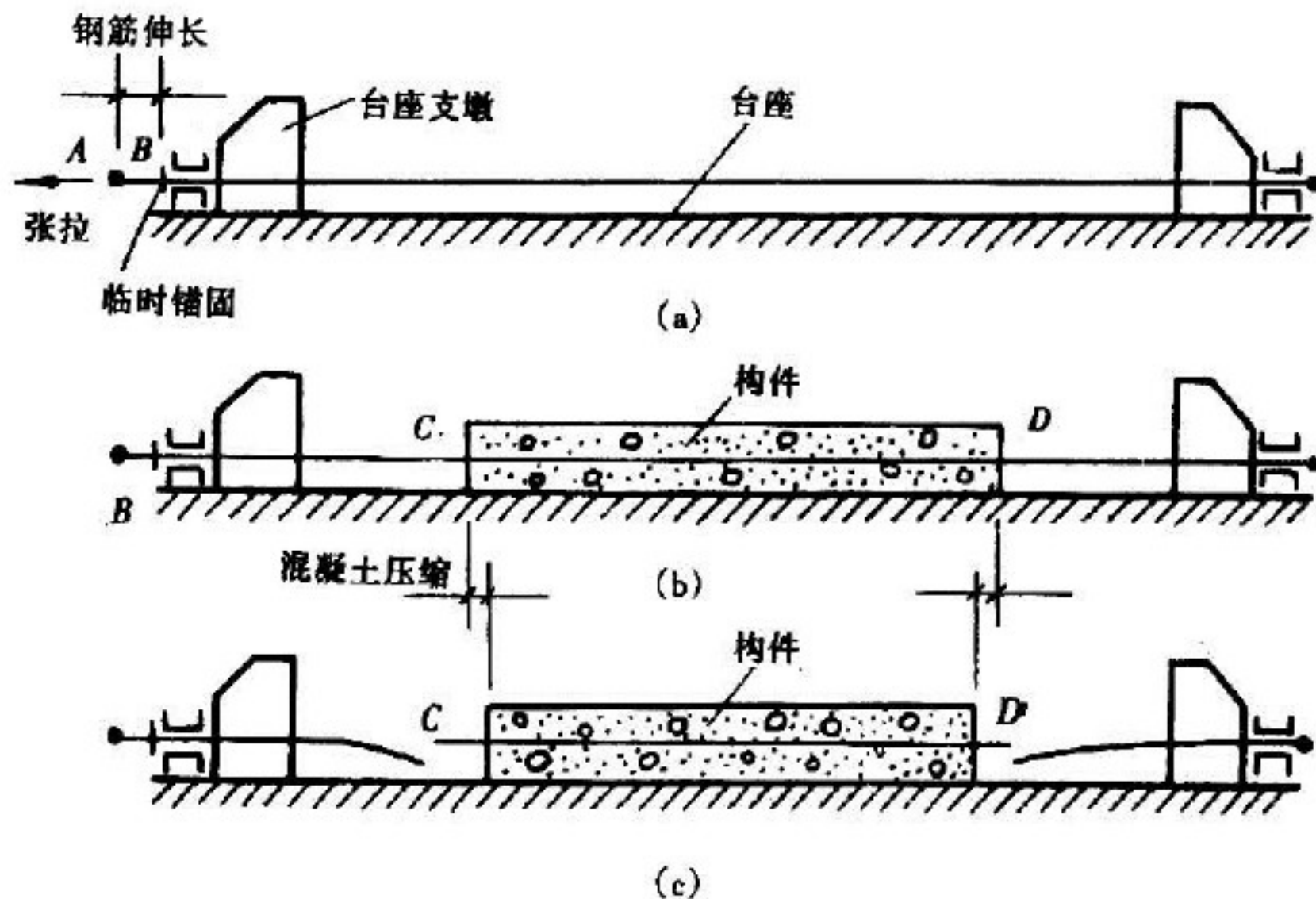
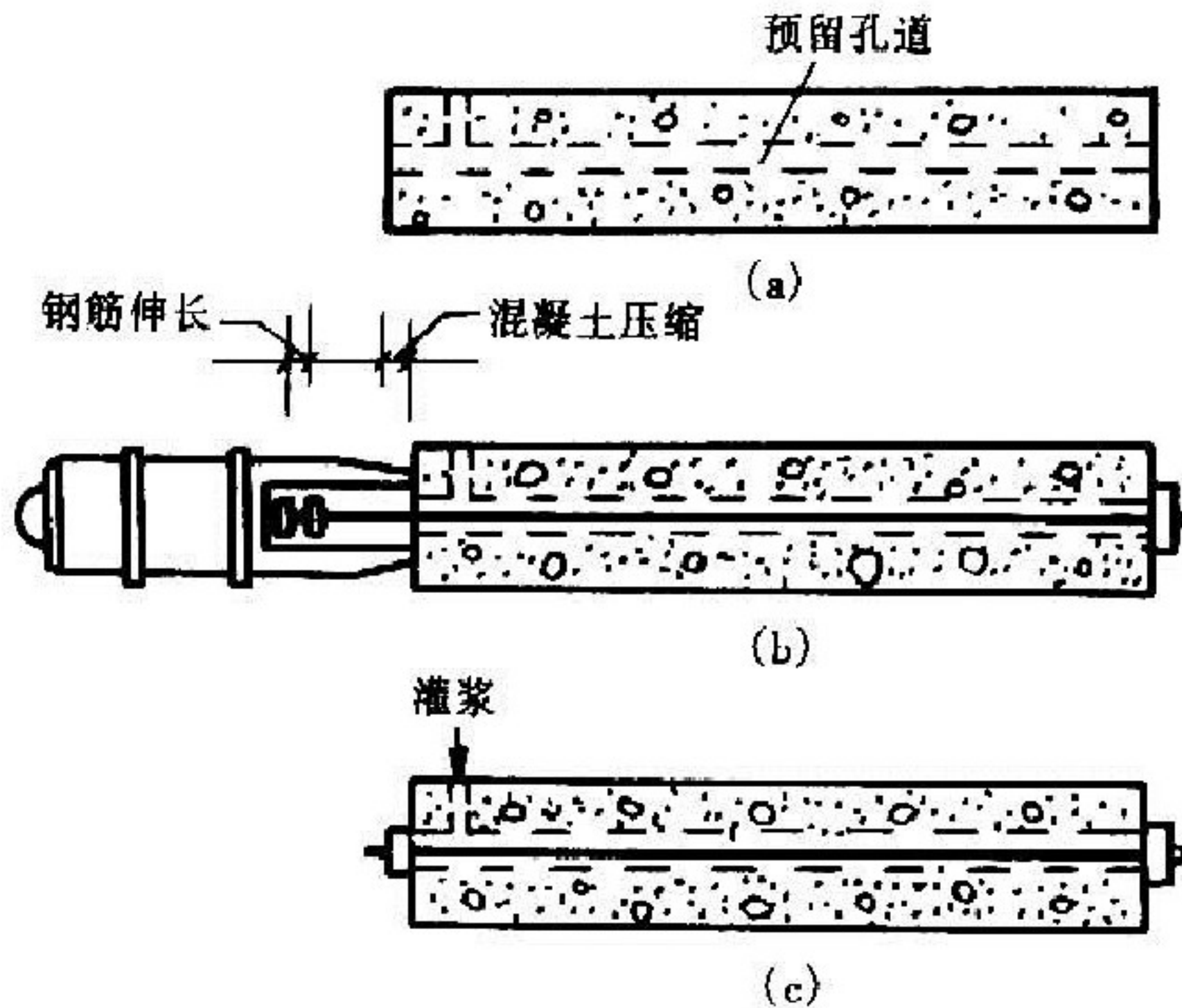
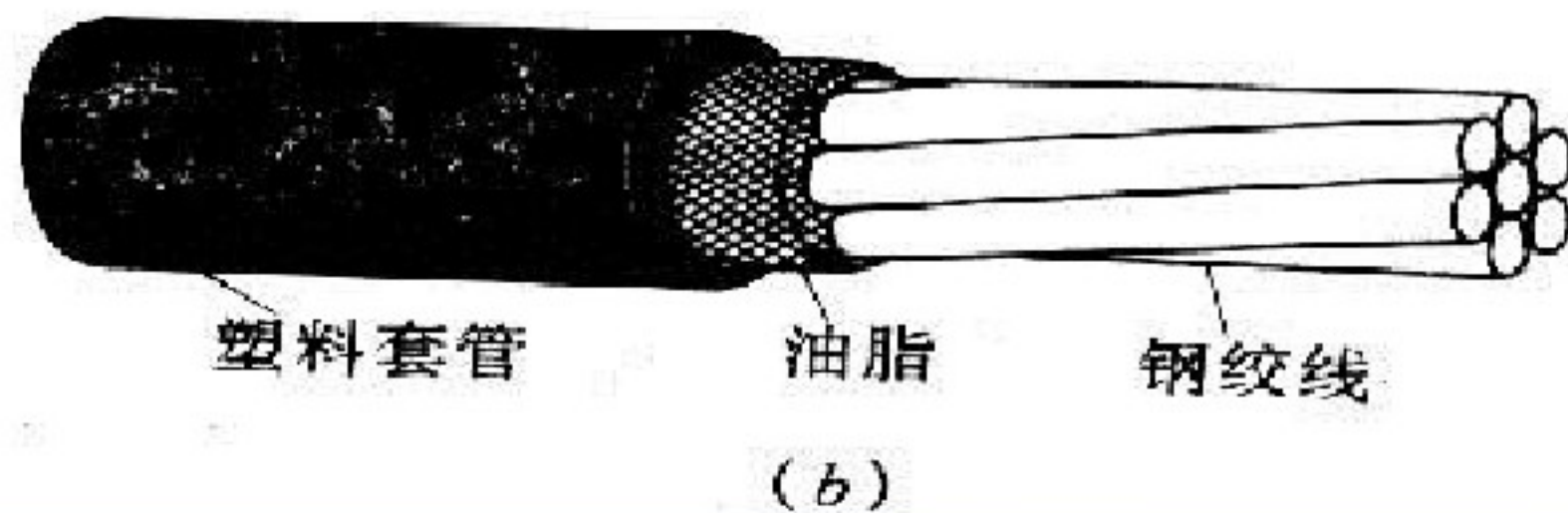
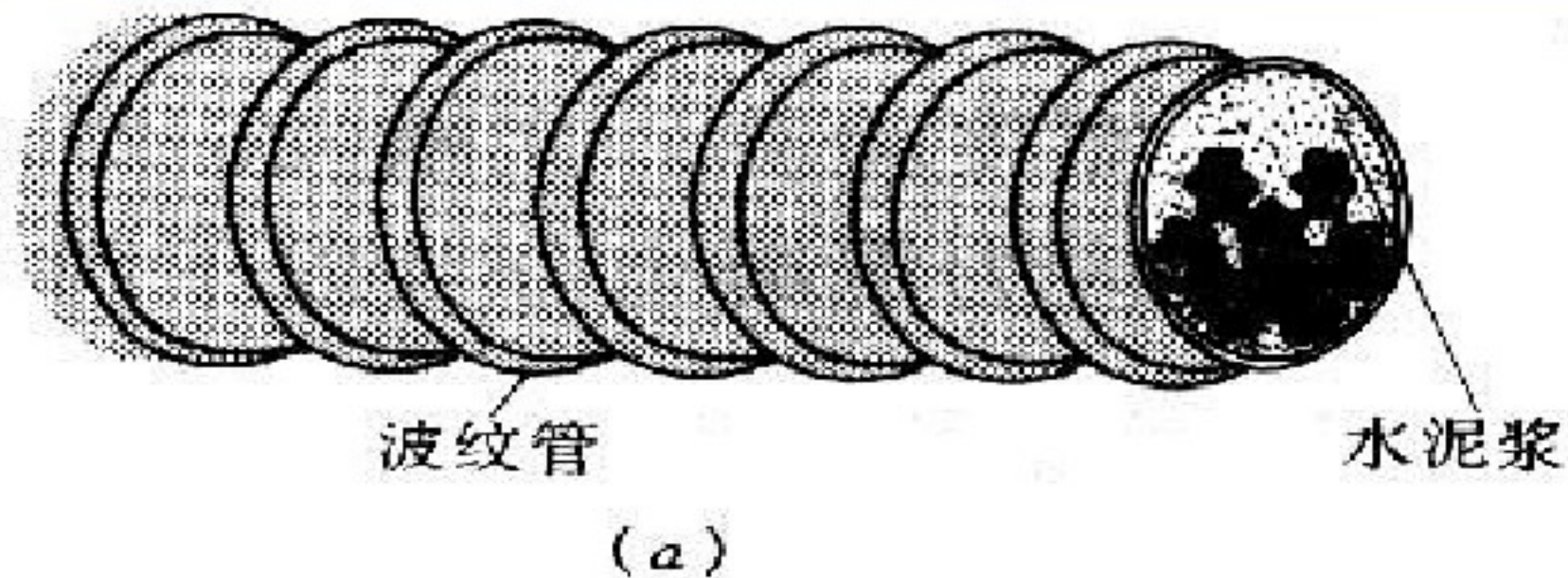


图 11-2 先张法构件施工工序

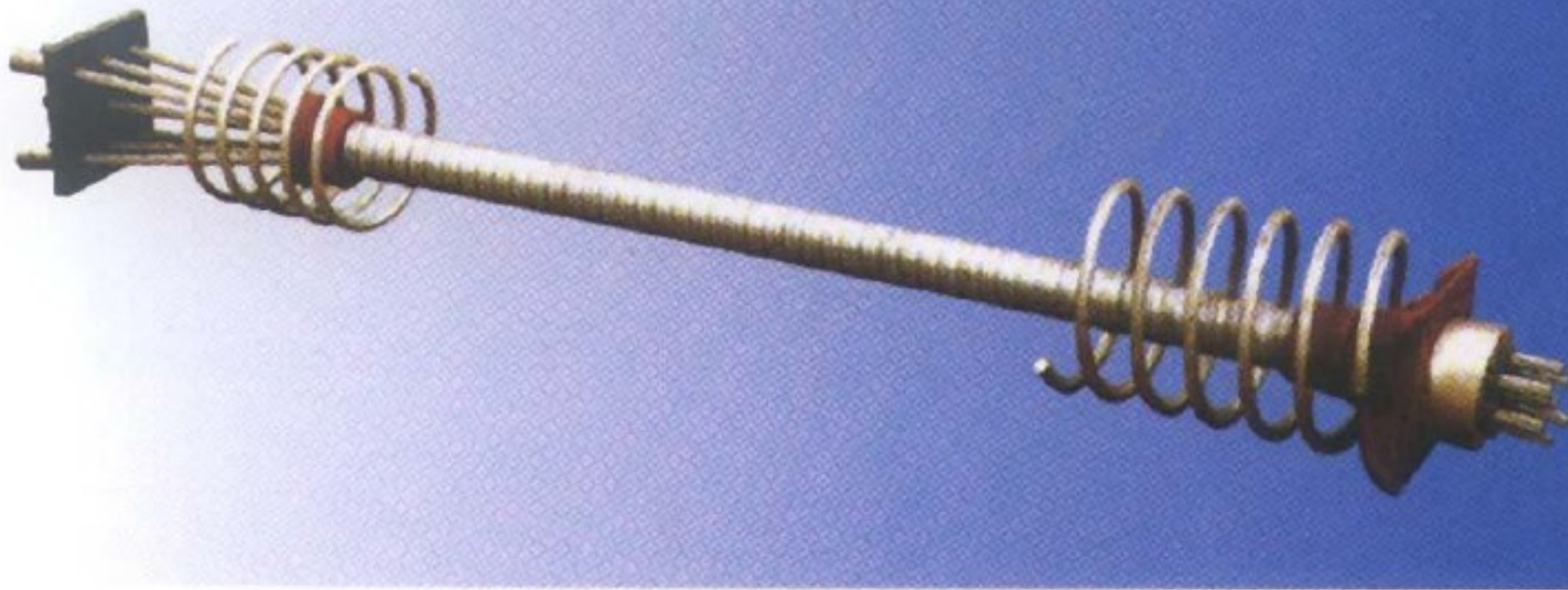
后张法预应力



有粘结与无粘结预应力

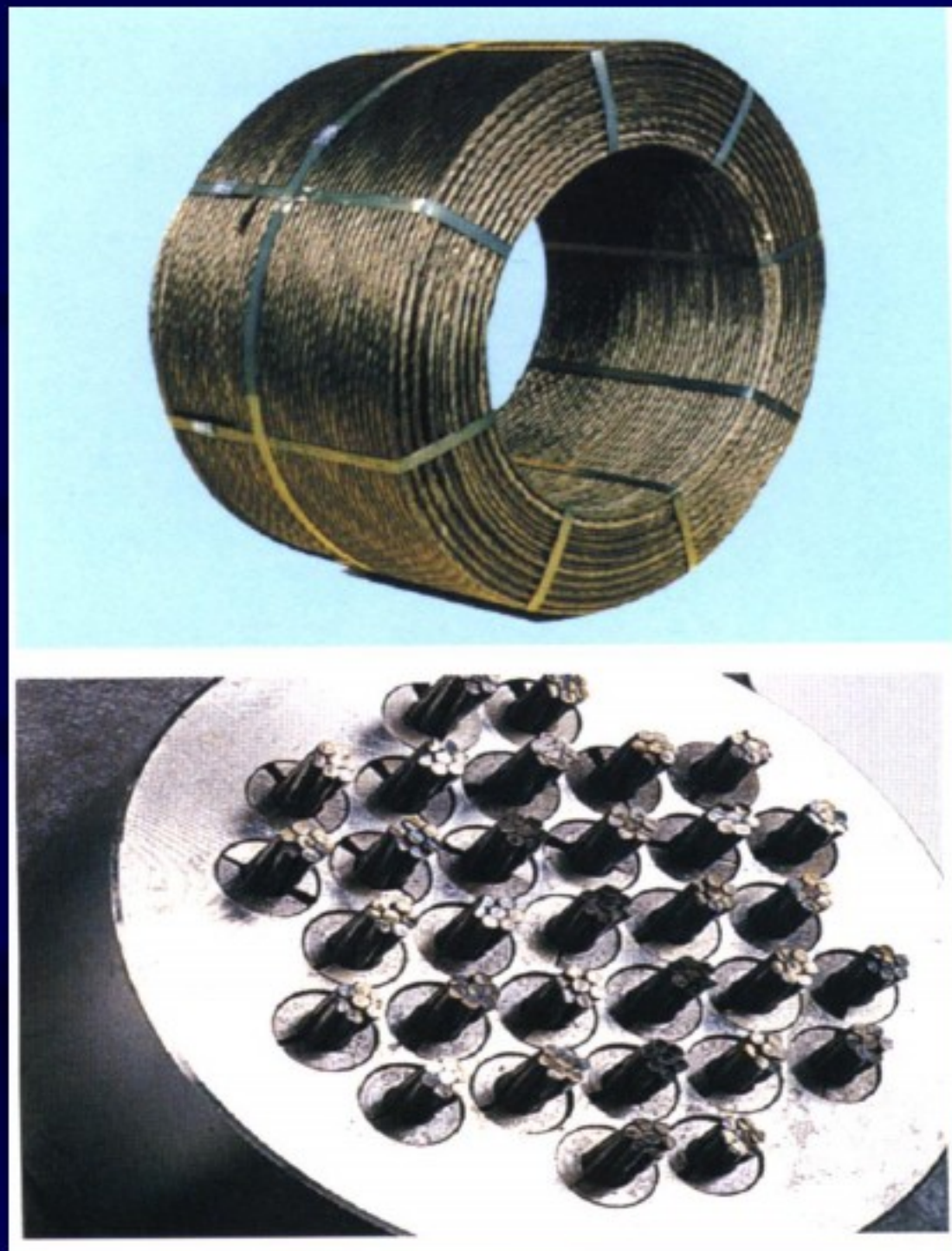


预应力筋总成



总成图

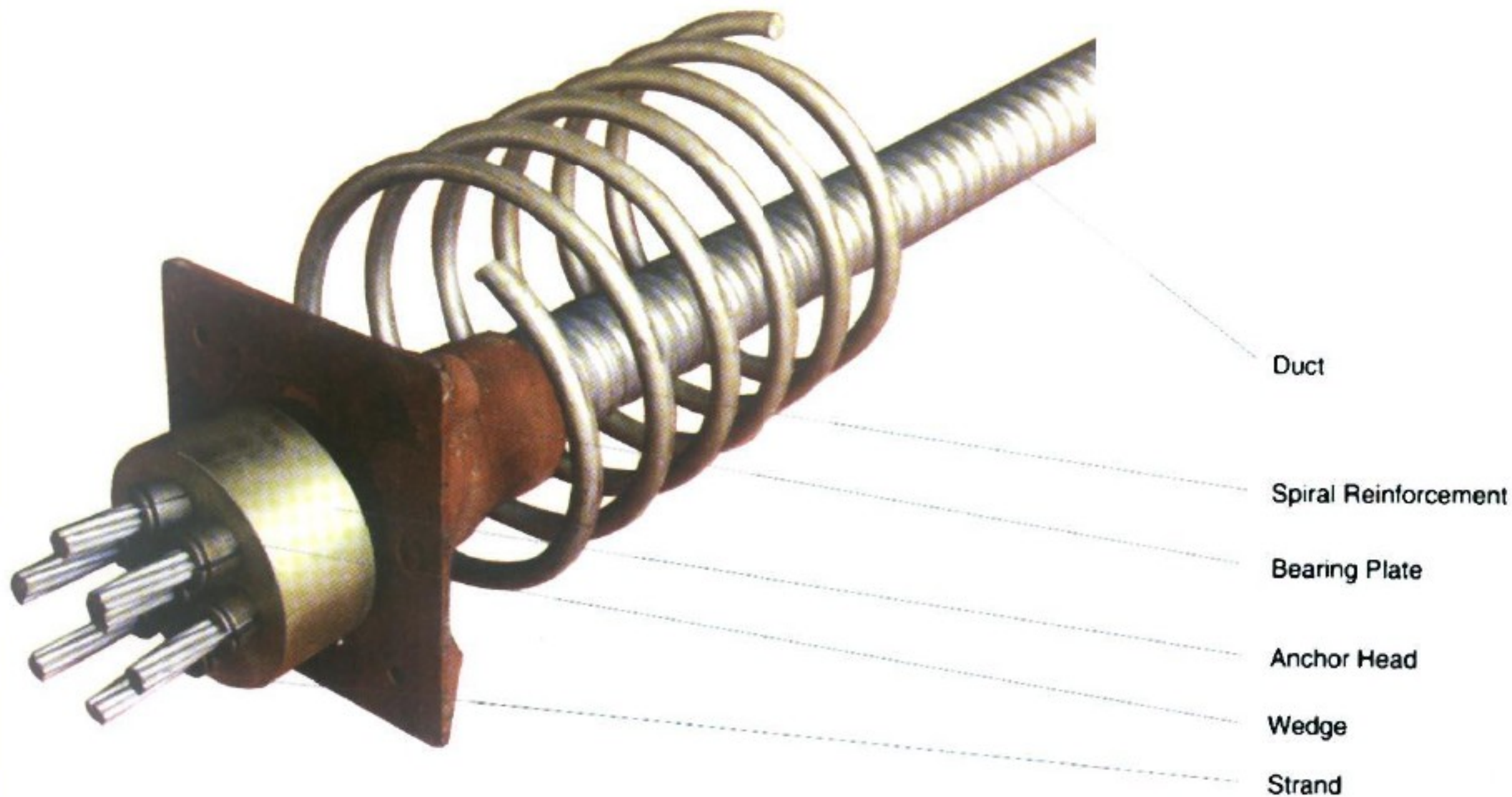
预应力钢材



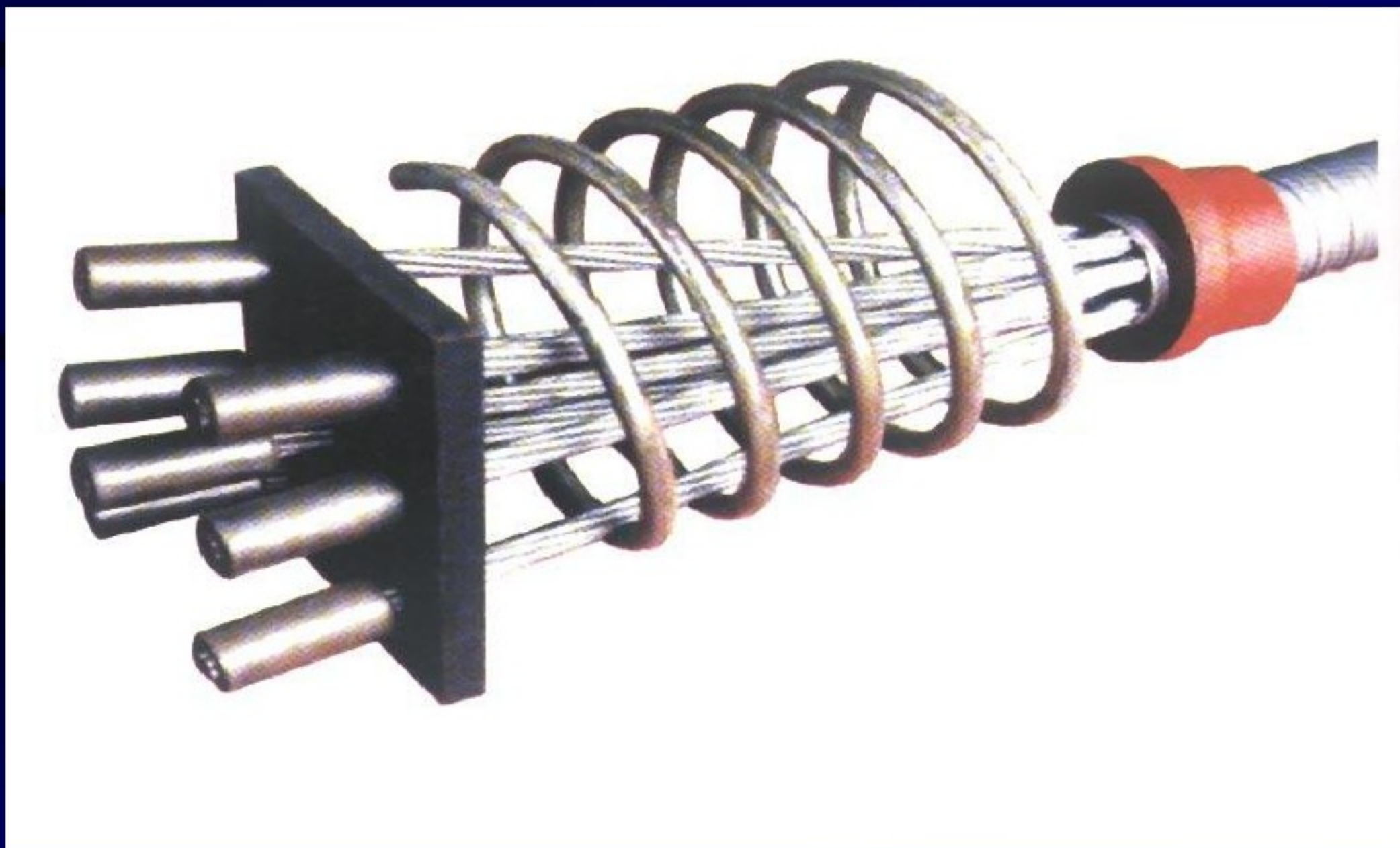
预应力用金属波纹管



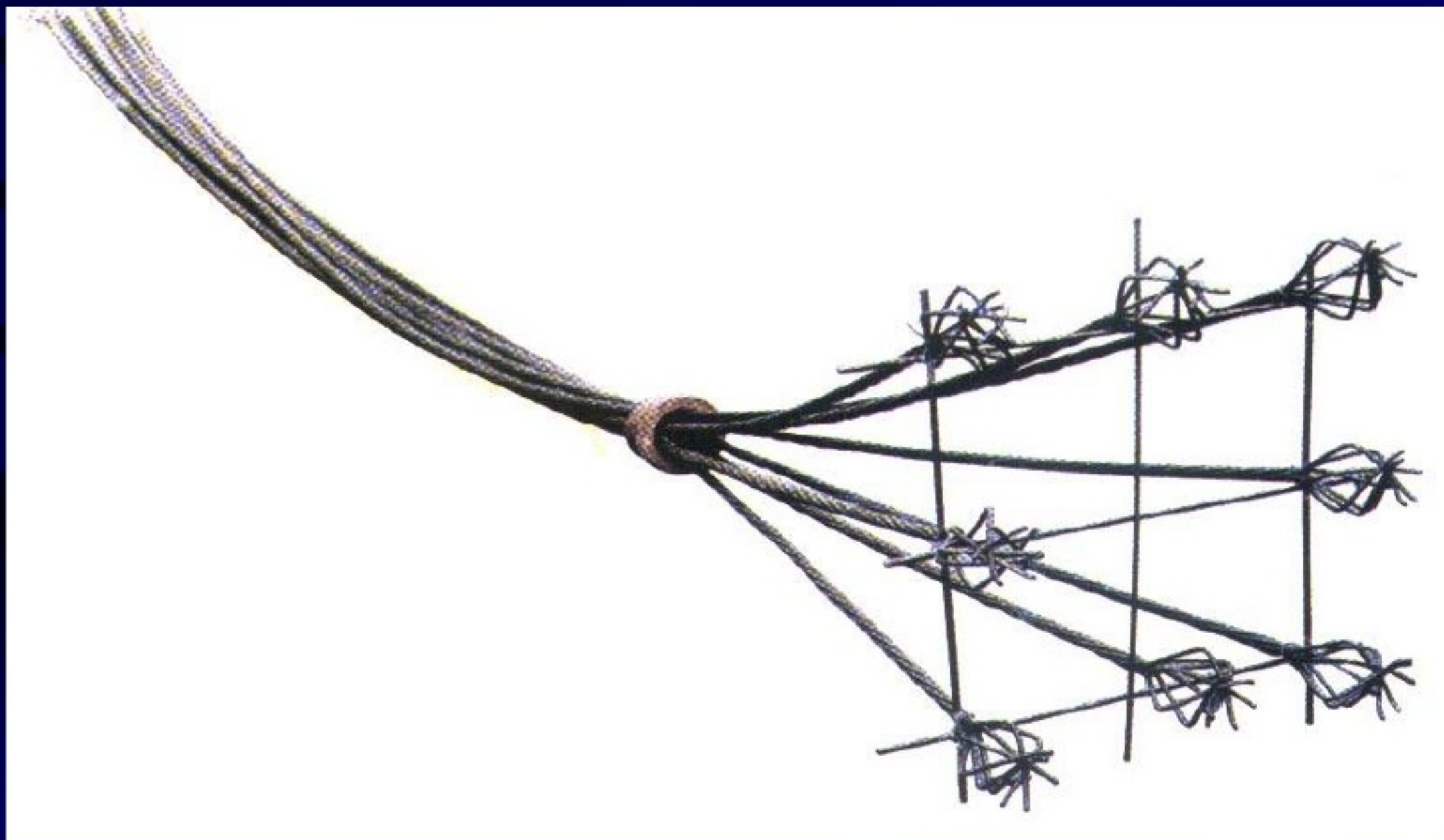
张拉端锚具、喇叭管等



固定端锚具（一）



固定端锚具（二）



锚头锚具



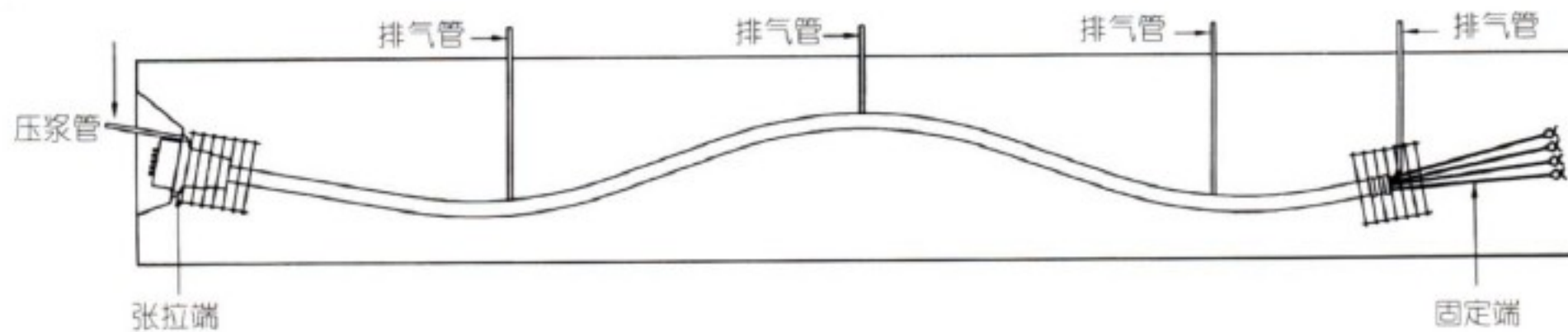
DM Wire-end Upset Anchorage

预应力用连接器



预应力筋在连续梁中布置

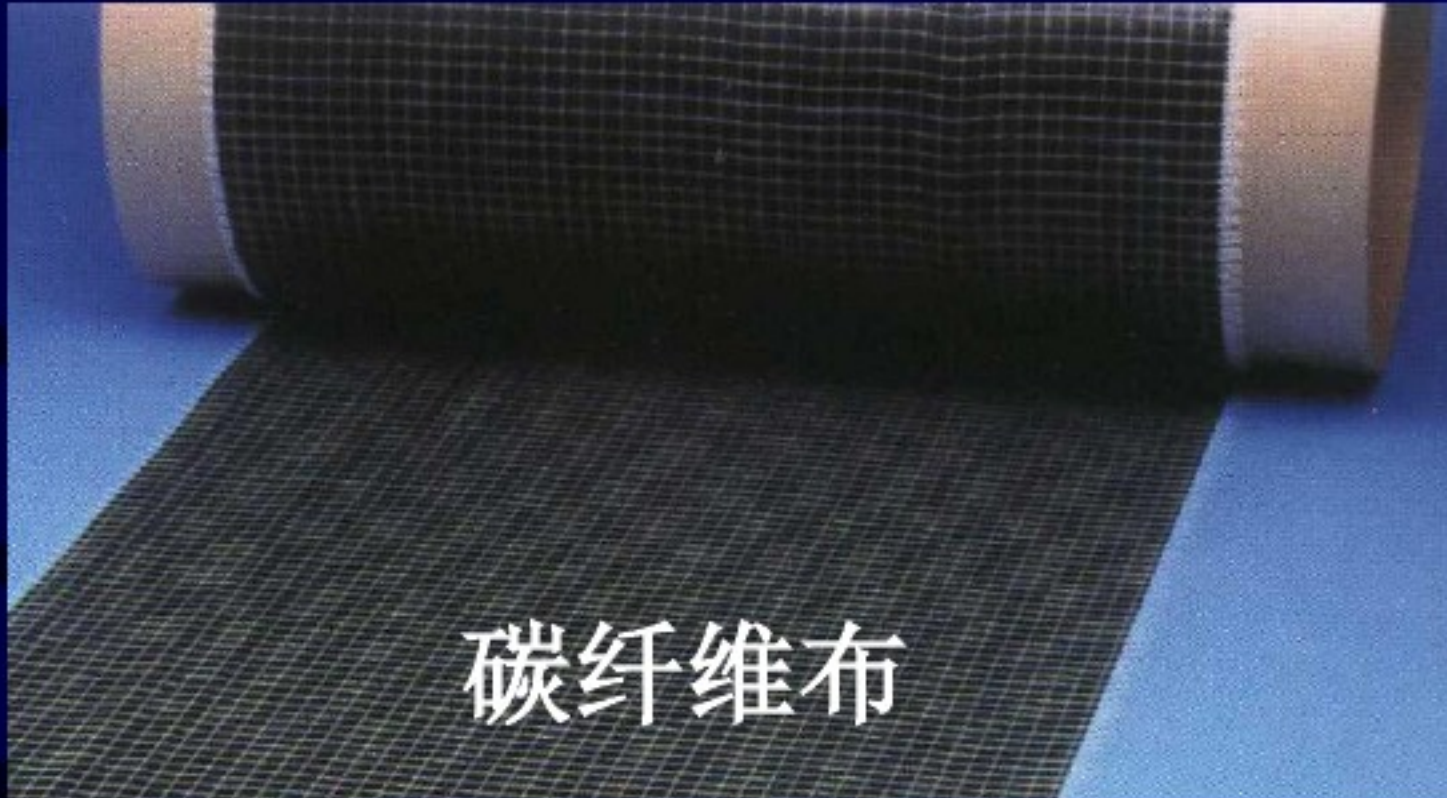
VSL 多根钢绞线群锚系统组装示意图



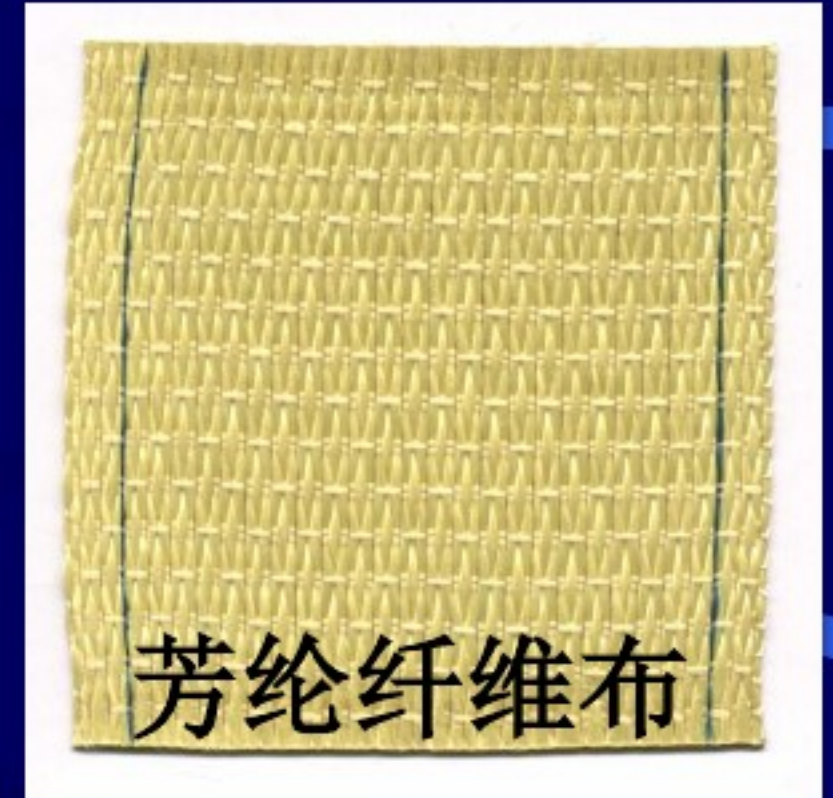
纤维丝



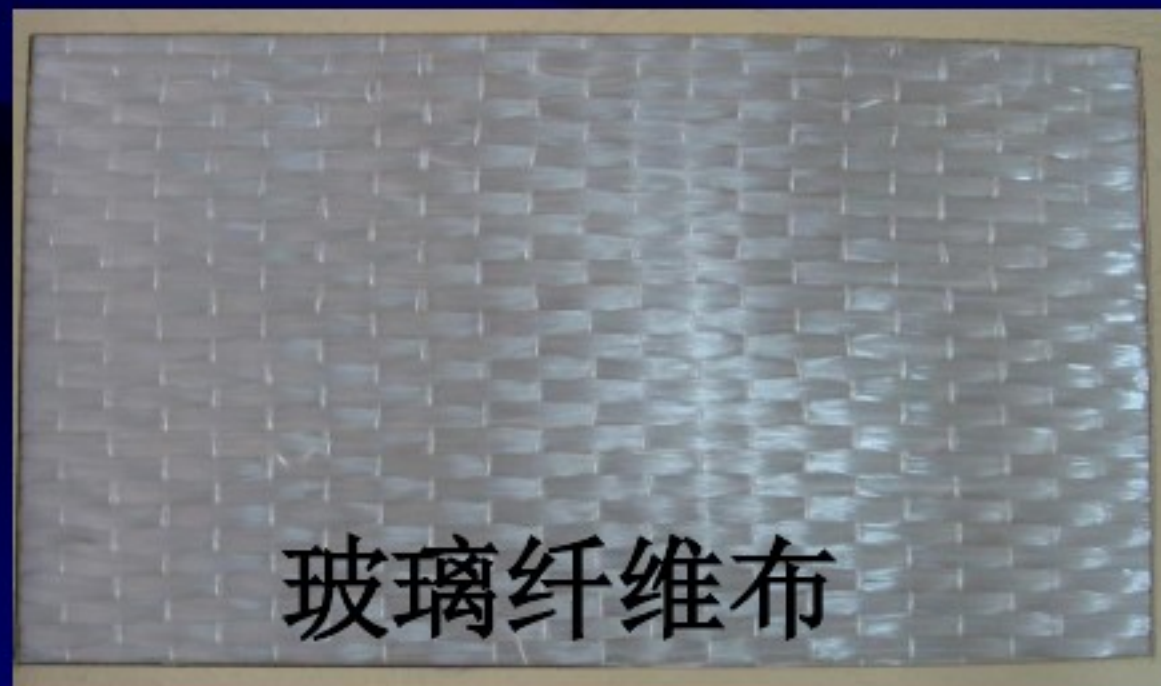
纤维布



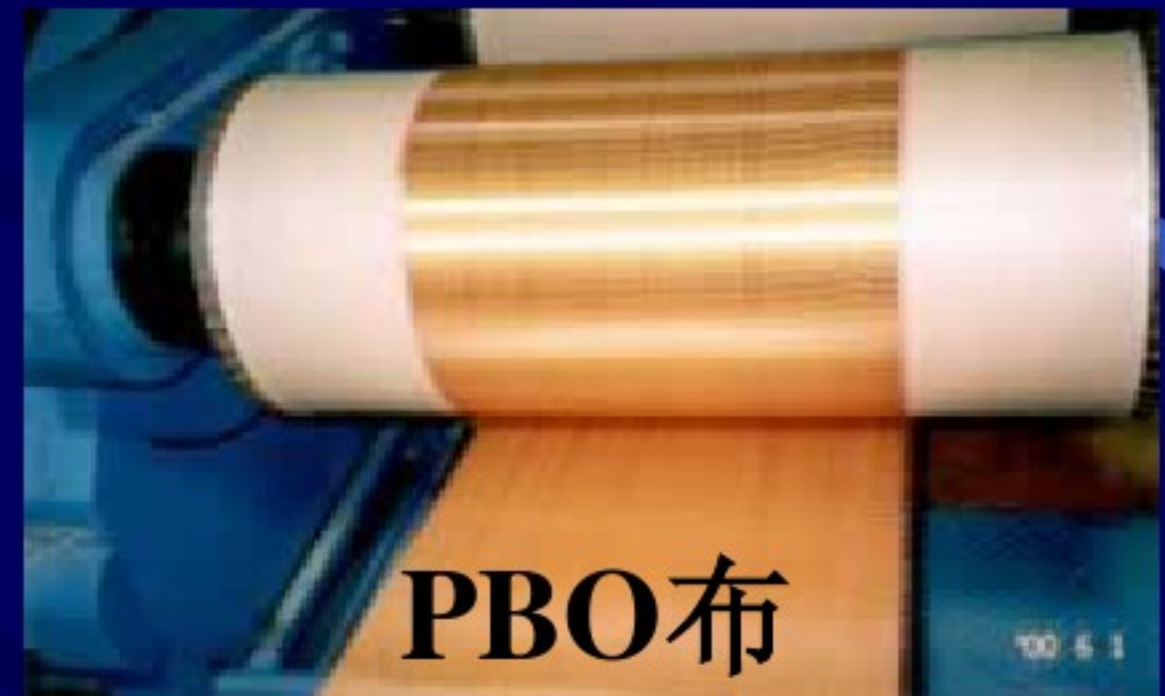
碳纤维布



芳纶纤维布

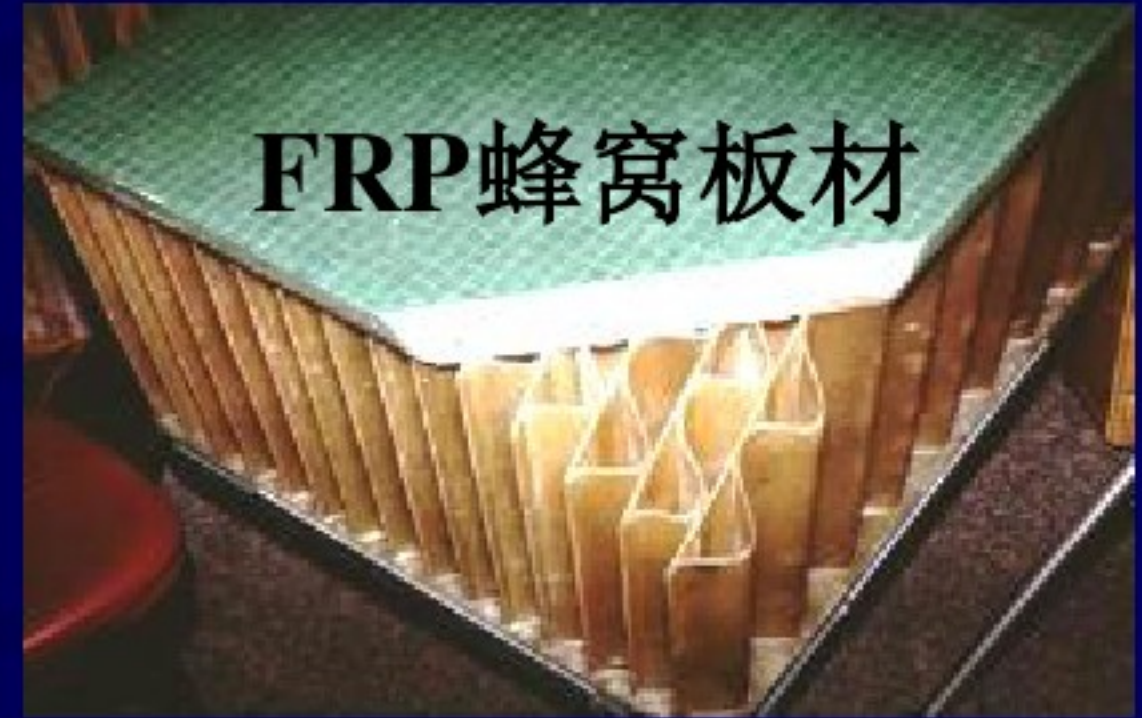


玻璃纤维布

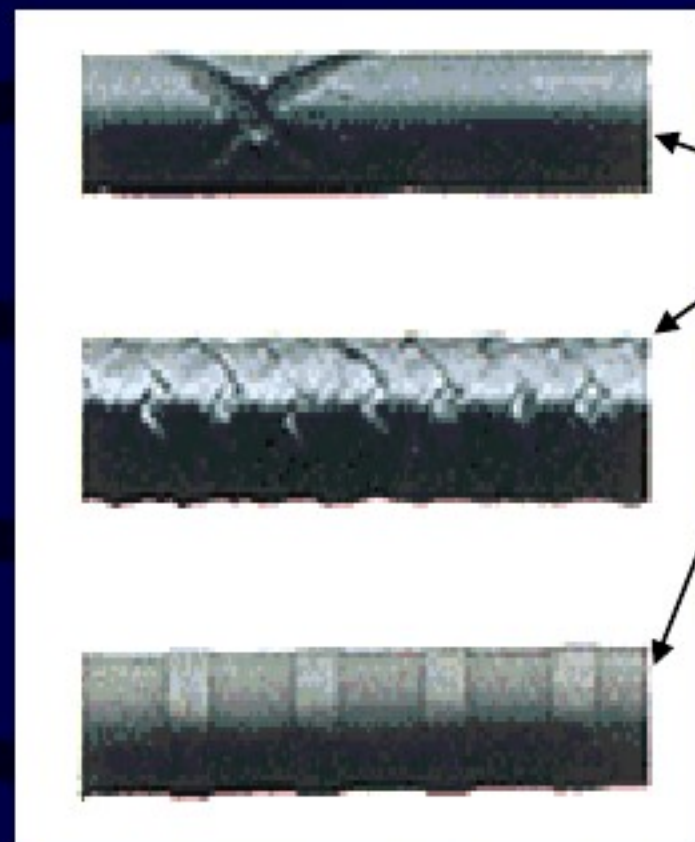


PBO布

纤维板

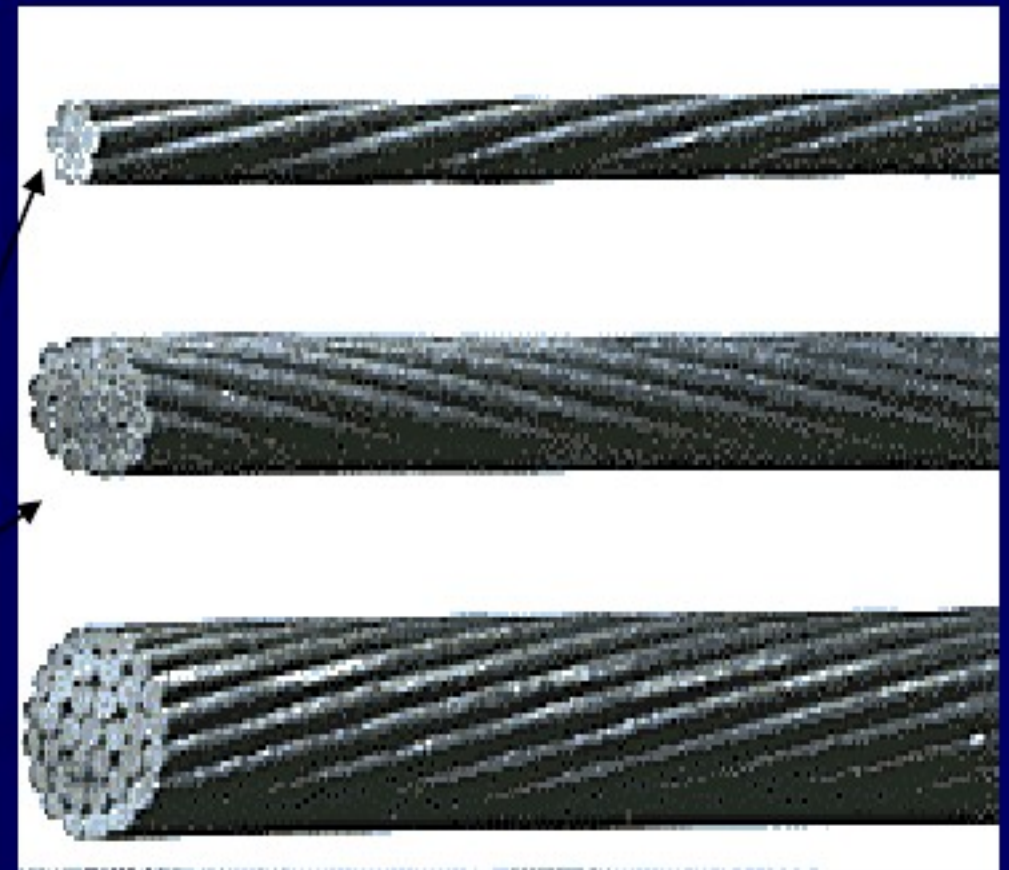


纤维筋



(a) Leadline

(b) CFCC



光圆

变形

绞线

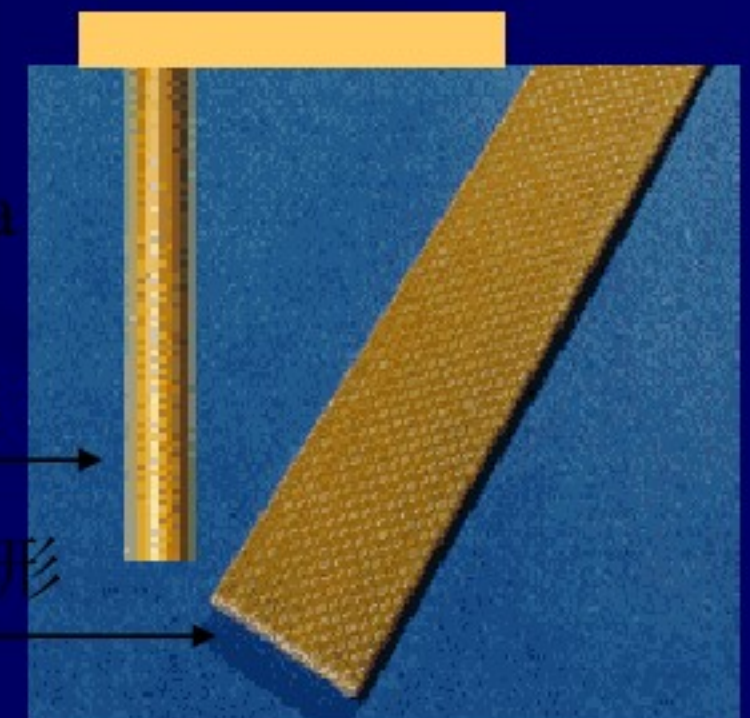
(a) Technora

(b) Arapree

圆形

矩形

(c) FiBRA



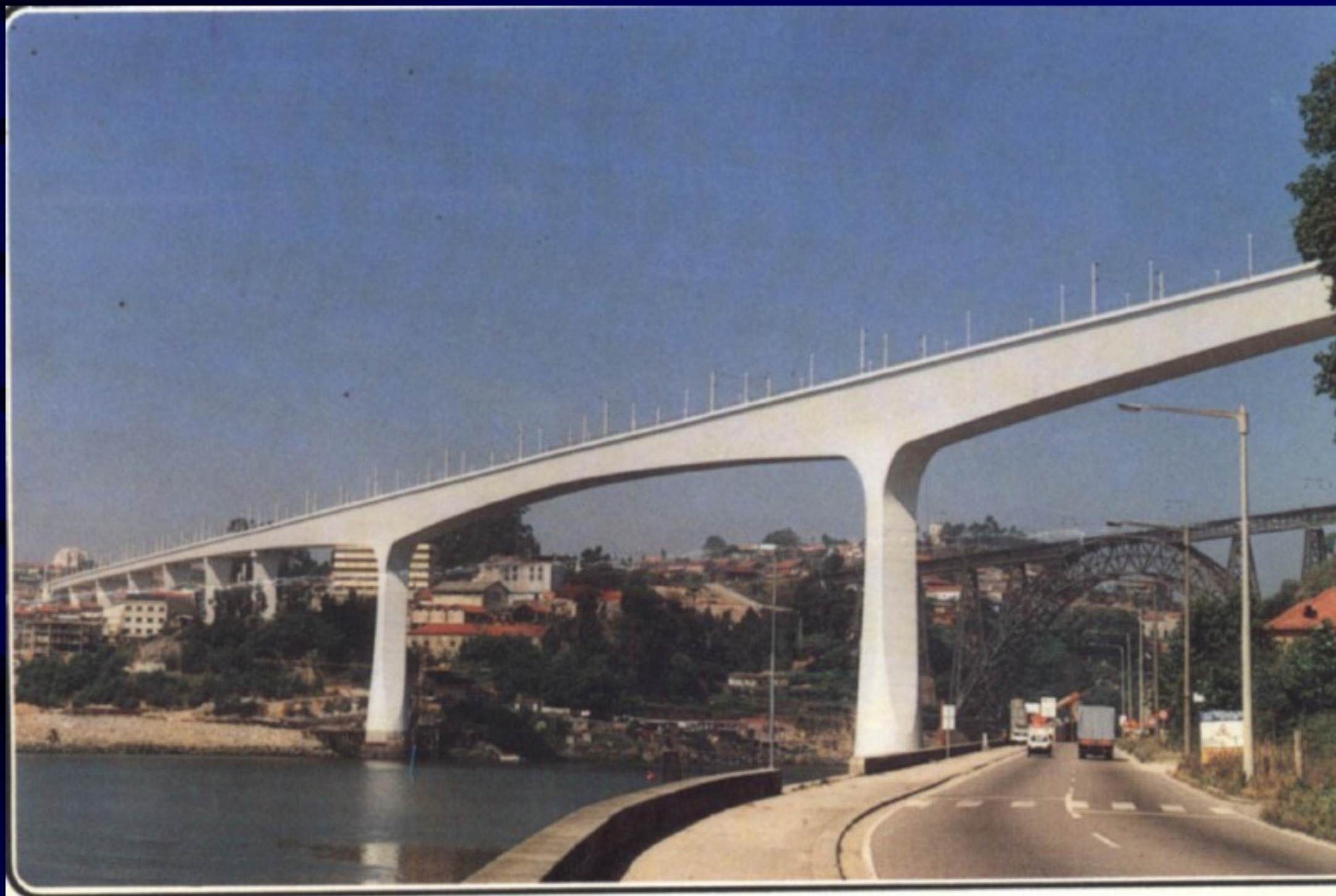








预应力连续刚构桥



预应力连续刚构桥施工



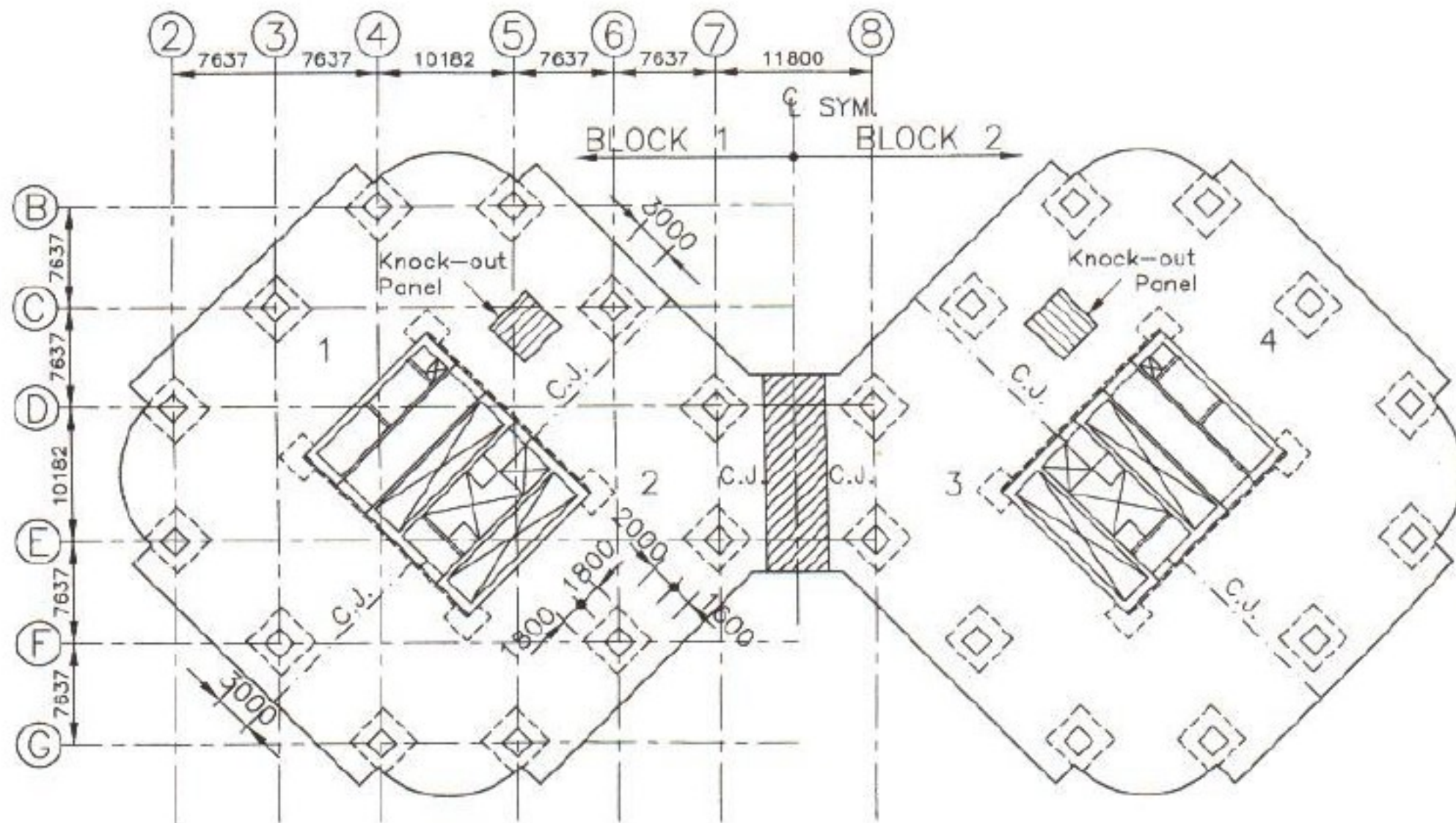
预应力连续刚构桥施工



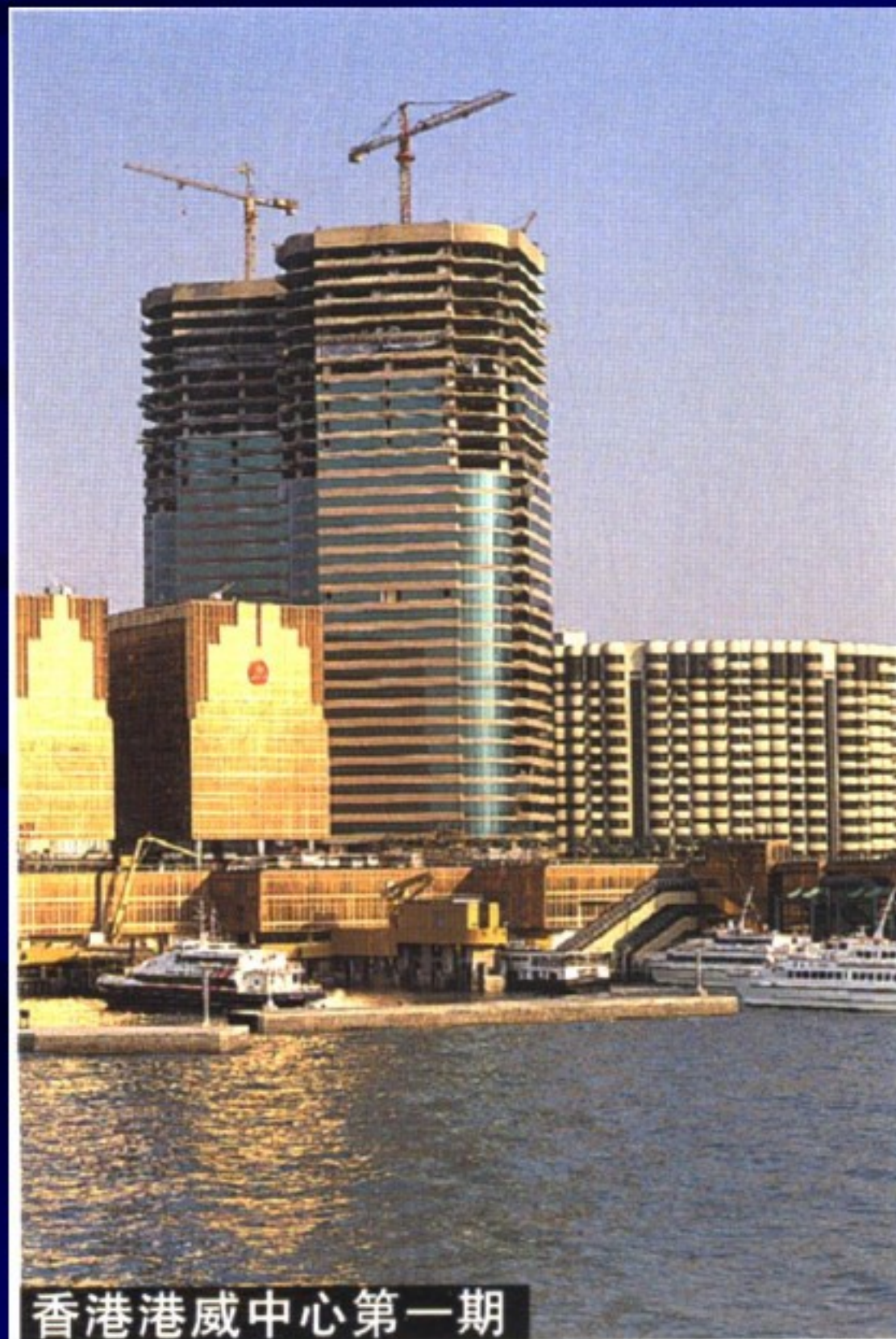
预应力连续刚构桥施工



预应力在高层建筑中应用



预应力在高层建筑中应用



香港港威中心第一期

预应力在高层建筑中应用



*Fig. 2.1: Typical High-Rise Building
under Construction*

预应力在高层建筑中应用

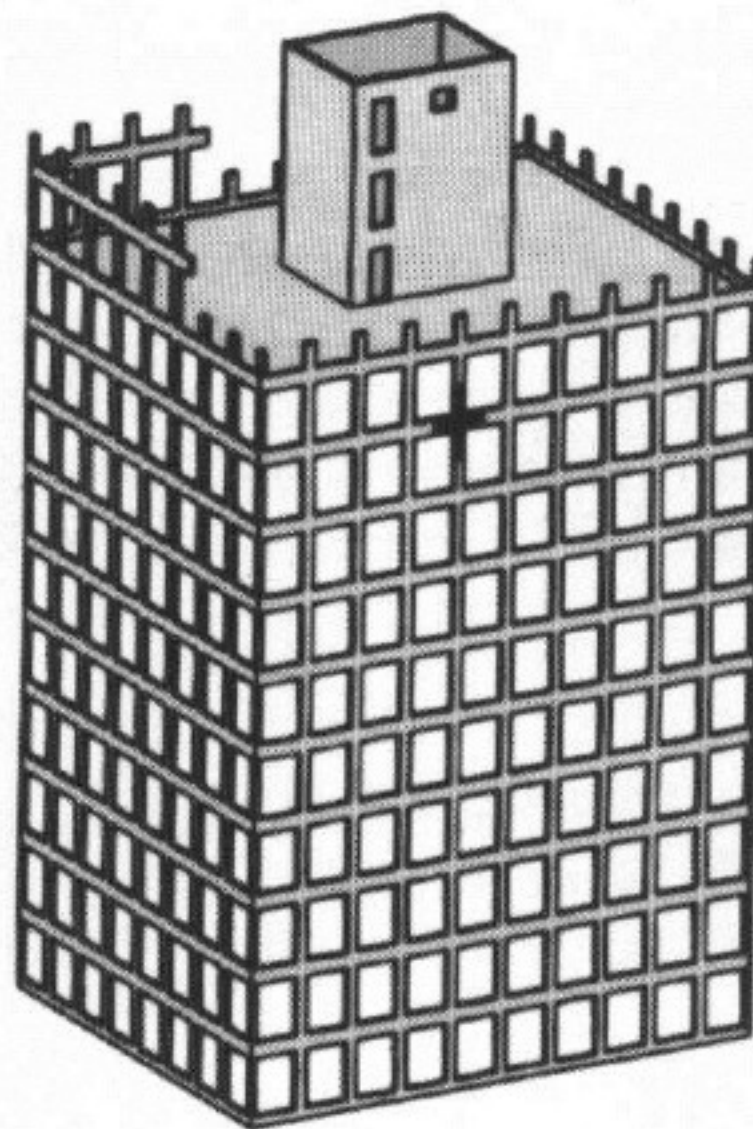
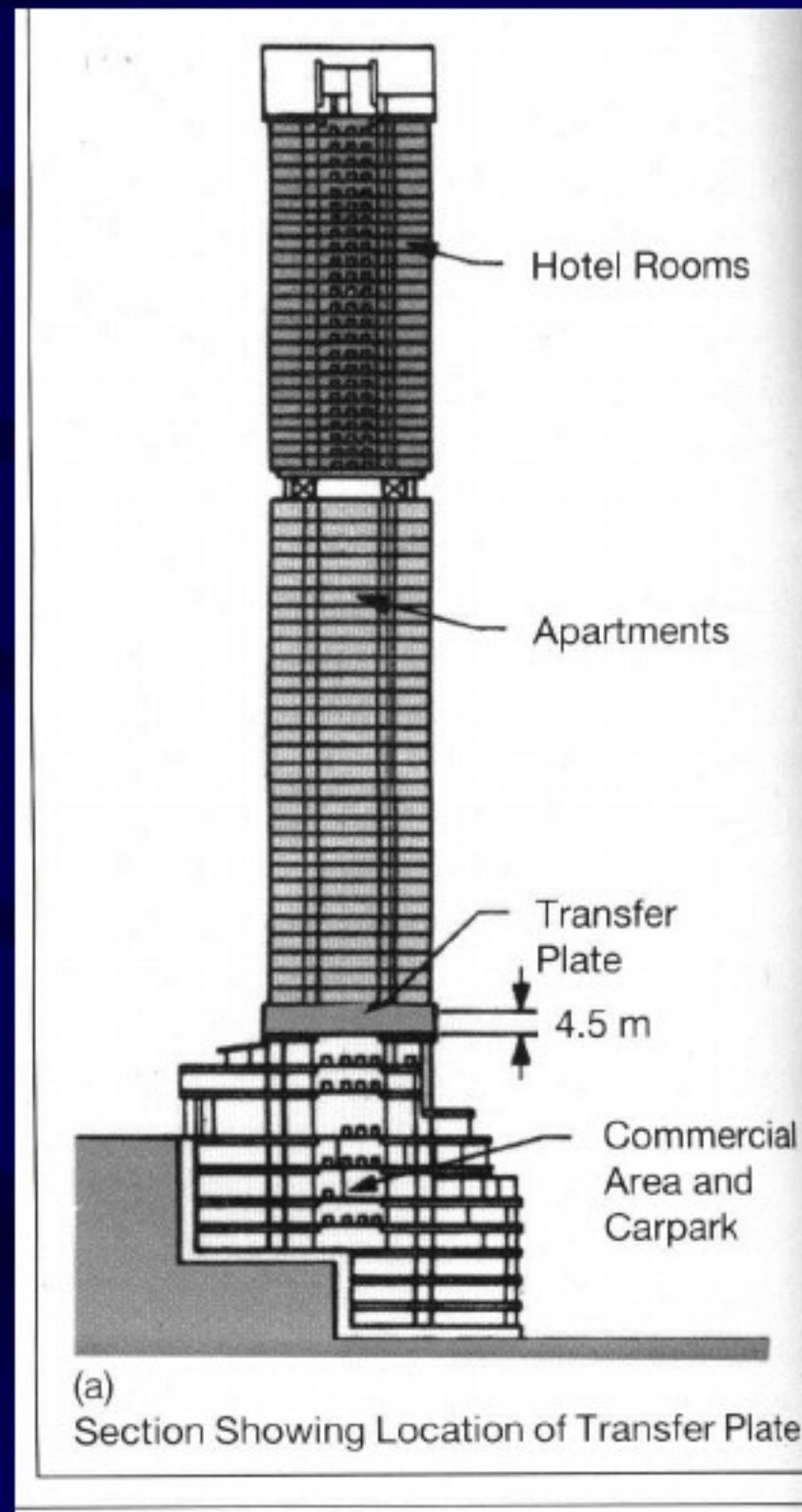
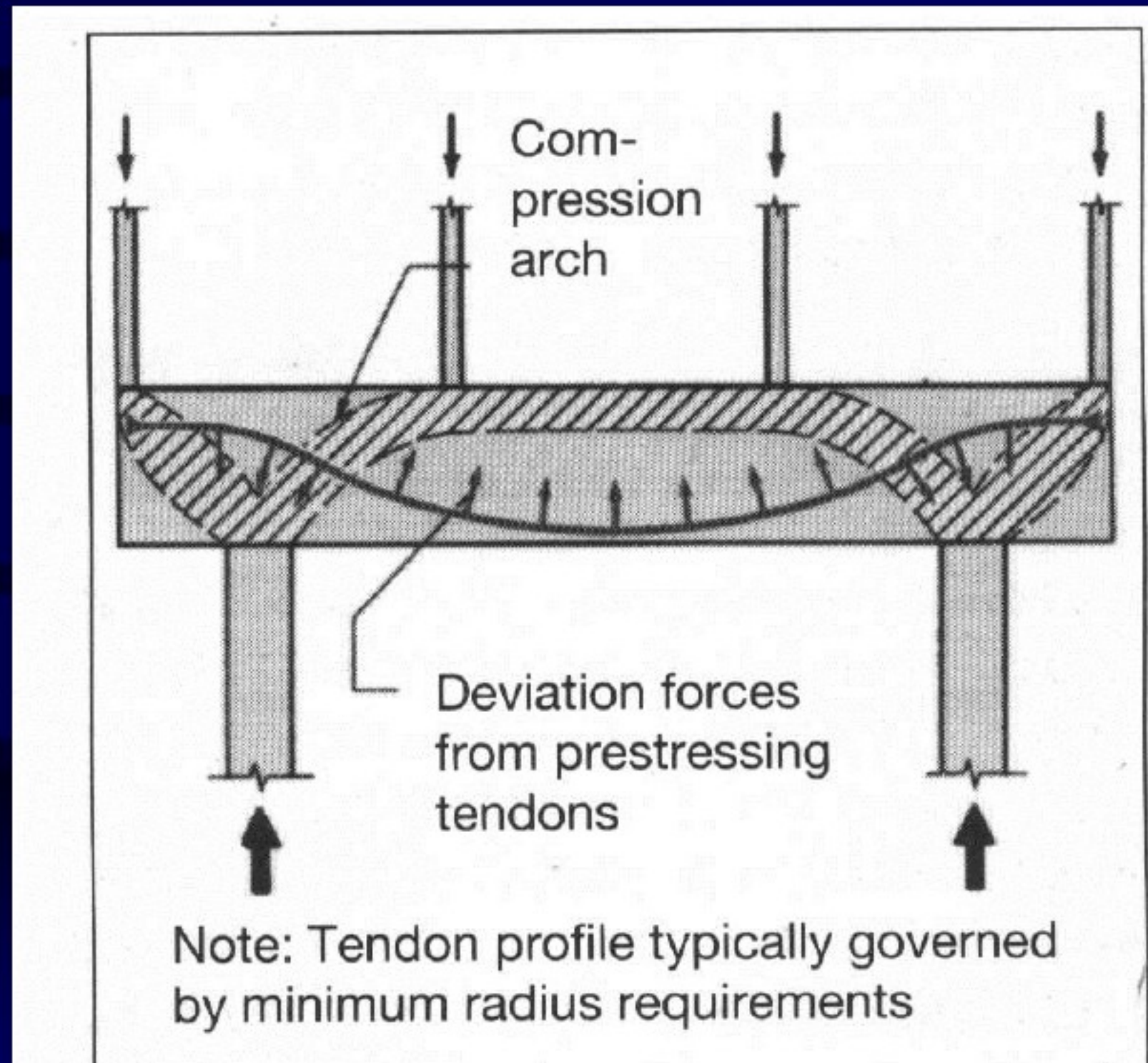


Fig. 3.2: Frames in a High-Rise Building

预应力在高层建筑中应用



预应力在高层建筑中应用



预应力在基础结构中应用

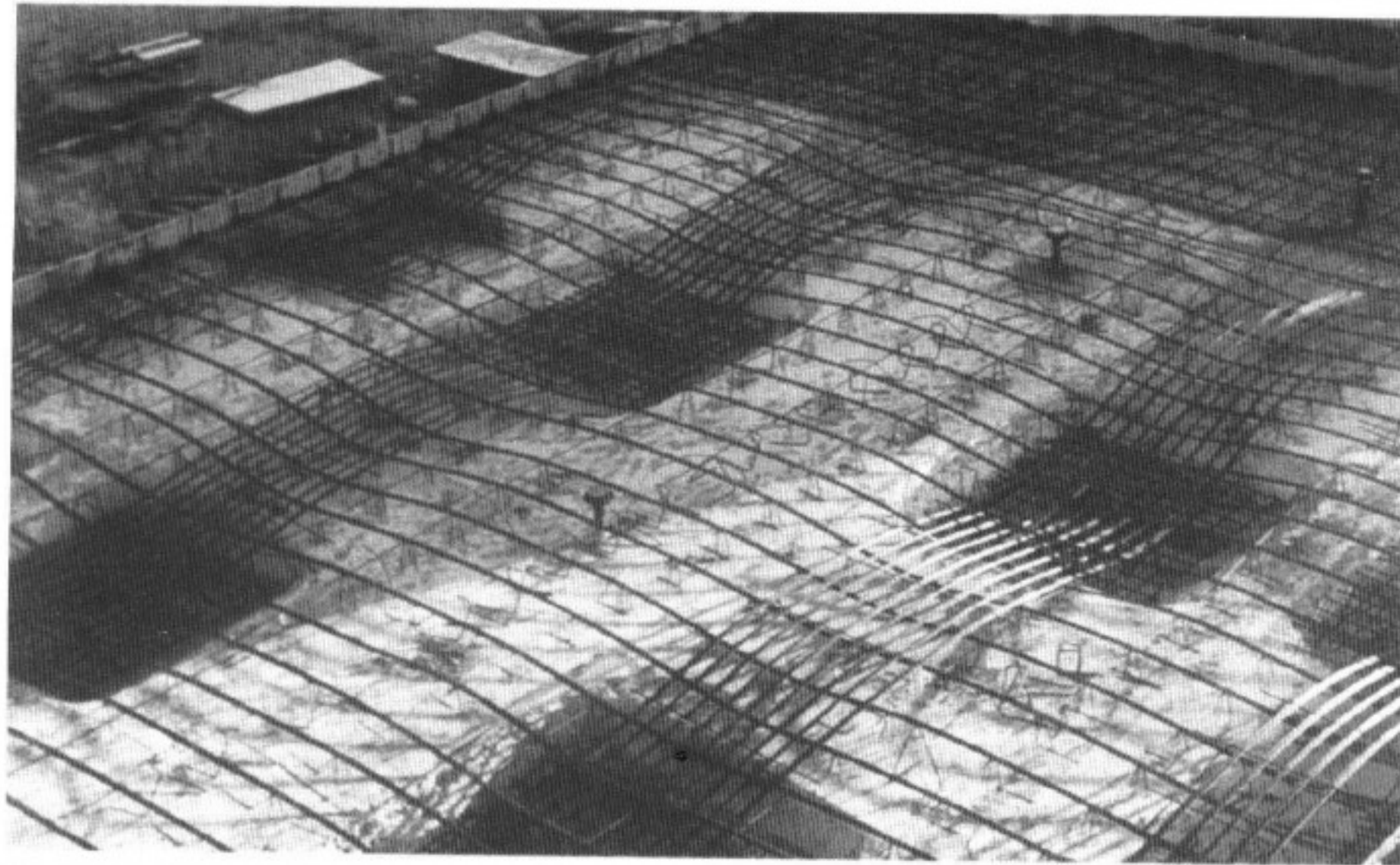


Fig. 3.15: A Post-Tensioned Raft Foundation under Construction

预应力在停车场结构中应用



Fig. 2.2: Typical Low-Rise Building under Construction

预应力混凝土拱板



有粘结与无粘结预应力框架结合



常州广化桥





南京中信实业银行

南京中信银行办公楼预应力楼面





南京金丝利国际娱乐城

预应力钢棒支撑的张拉



上海新国际展览中心预应力钢棒支撑结构



超长预应力混凝土楼面后浇带



马鞍山地税办公楼预应力楼面





昆山市科技文化博览中心



昆山市科技文化博览中心



昆山市科技文化博览中心

昆山科技博览中心预应力楼面





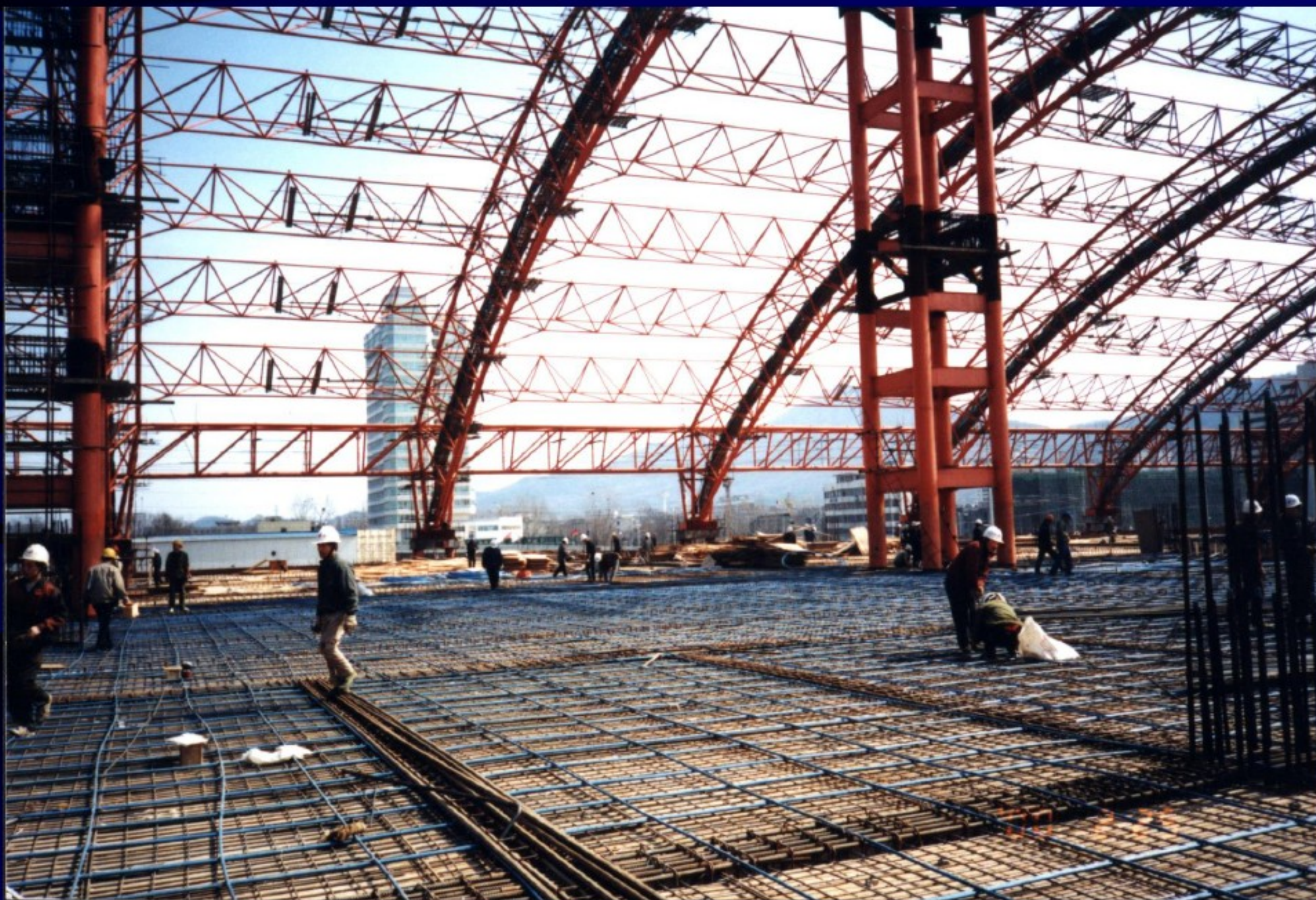
南京国际展览中心



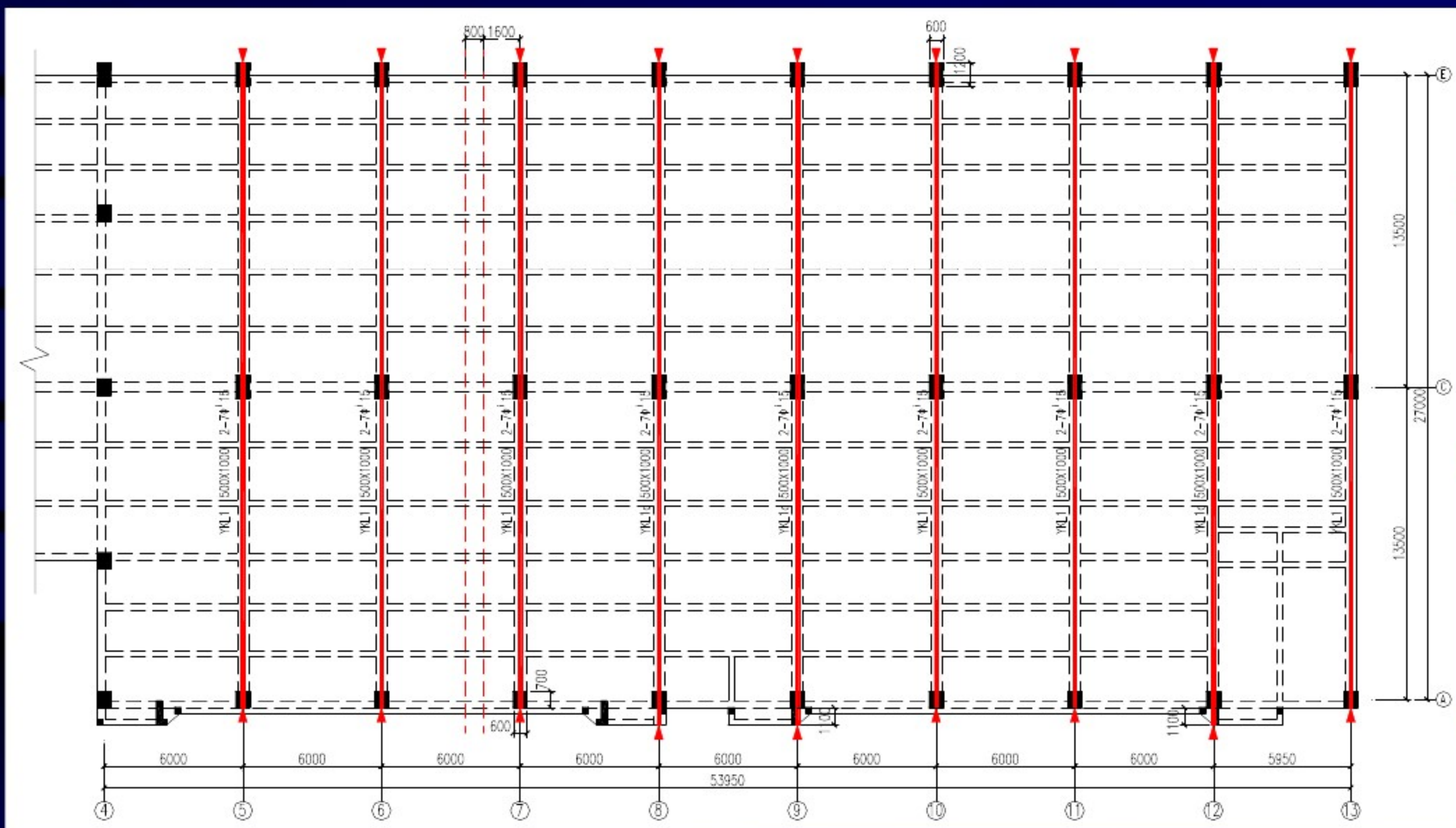
南京国际展览中心



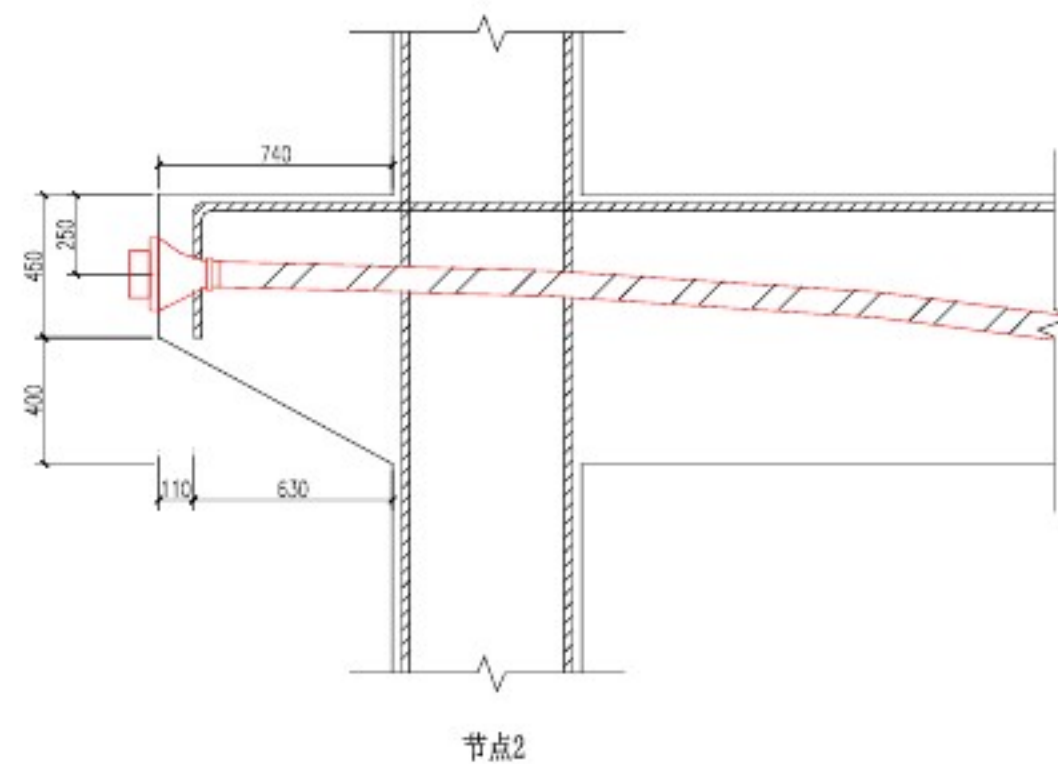
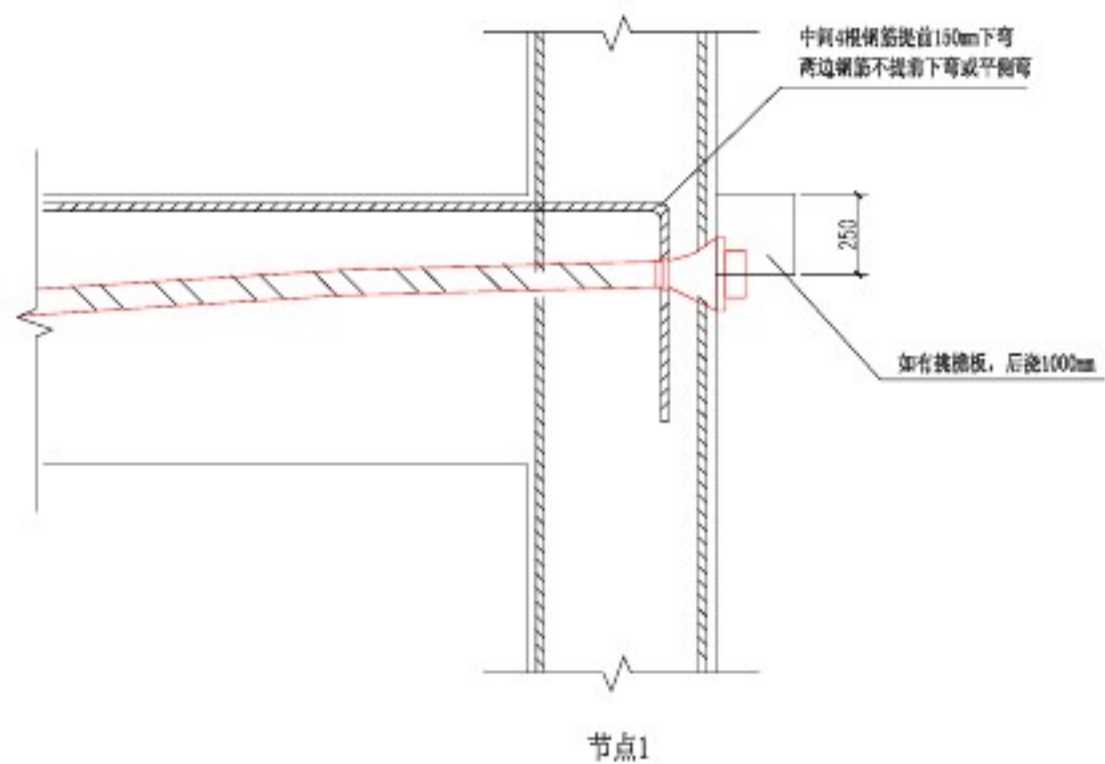
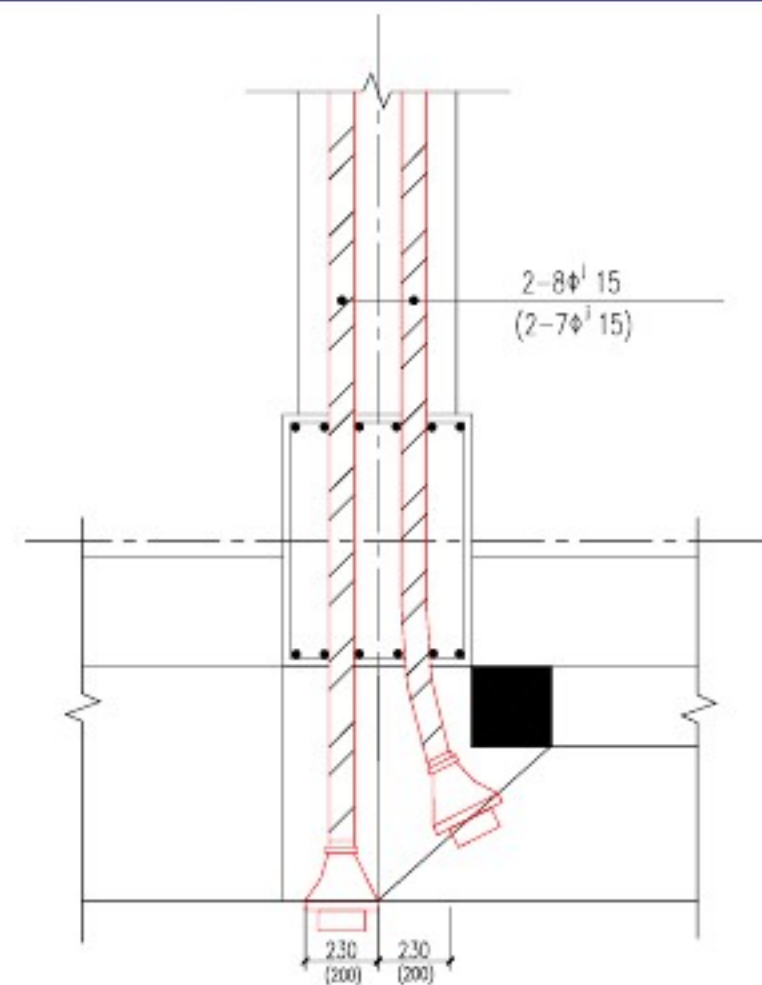
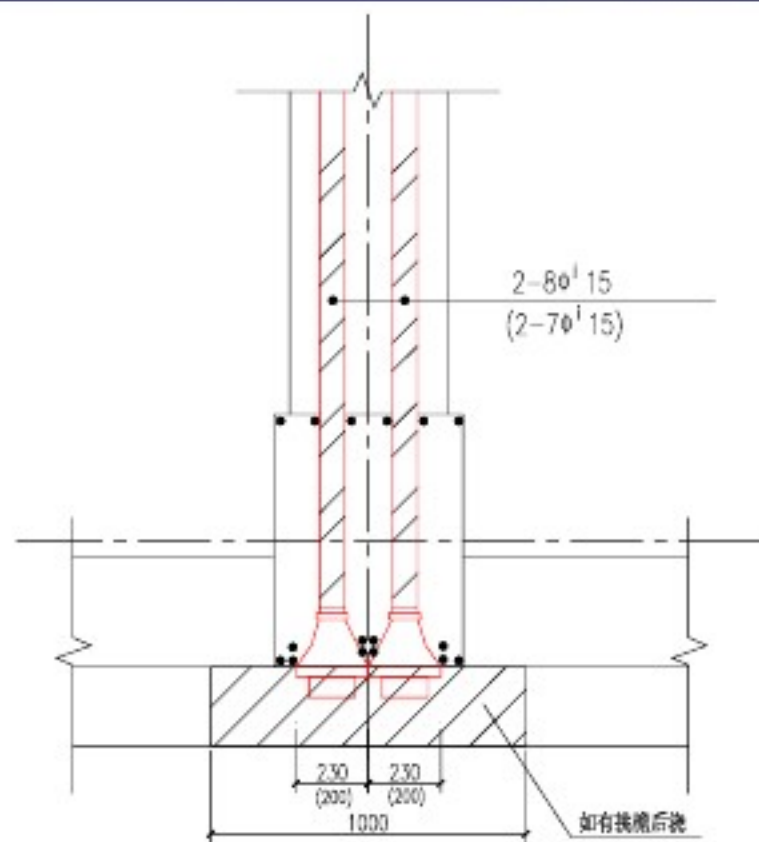
南京国际展览中心



南京国际展览中心



某预应力框架结构平面布置图



预应力梁端部构造大样图









图 6-5 水平孔道一



图 6-6 竖直孔道三



真空辅助压浆后的效果





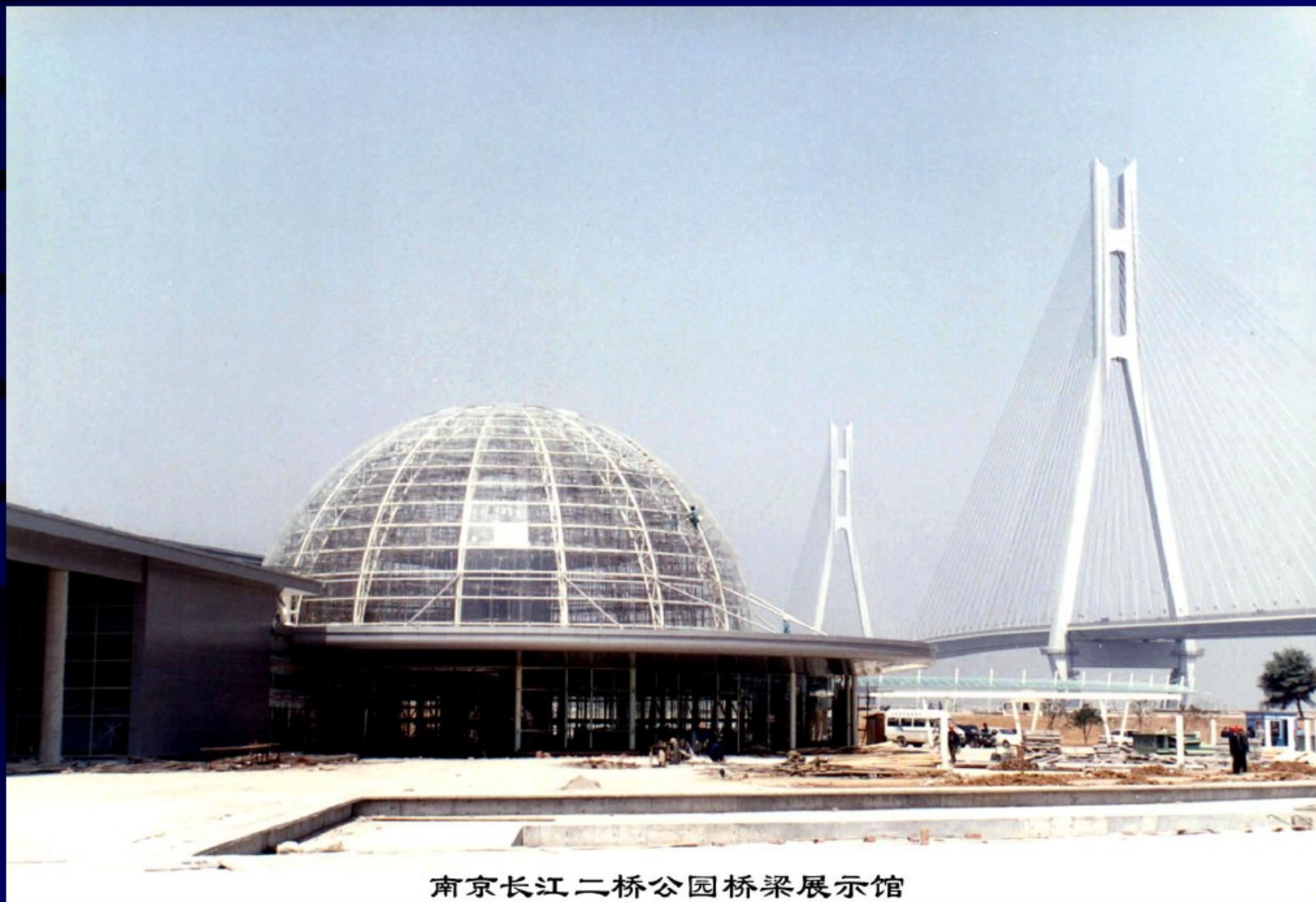
南京长江二桥



南京长江二桥预应力索塔试验



南京长江二桥



南京长江二桥公园桥梁展示馆



苏州齐门桥



北京西客站主站房工程



东台热电厂供热管线专用悬索桥



珠海保税区东大门



南京世纪塔工程



南京世纪塔工程



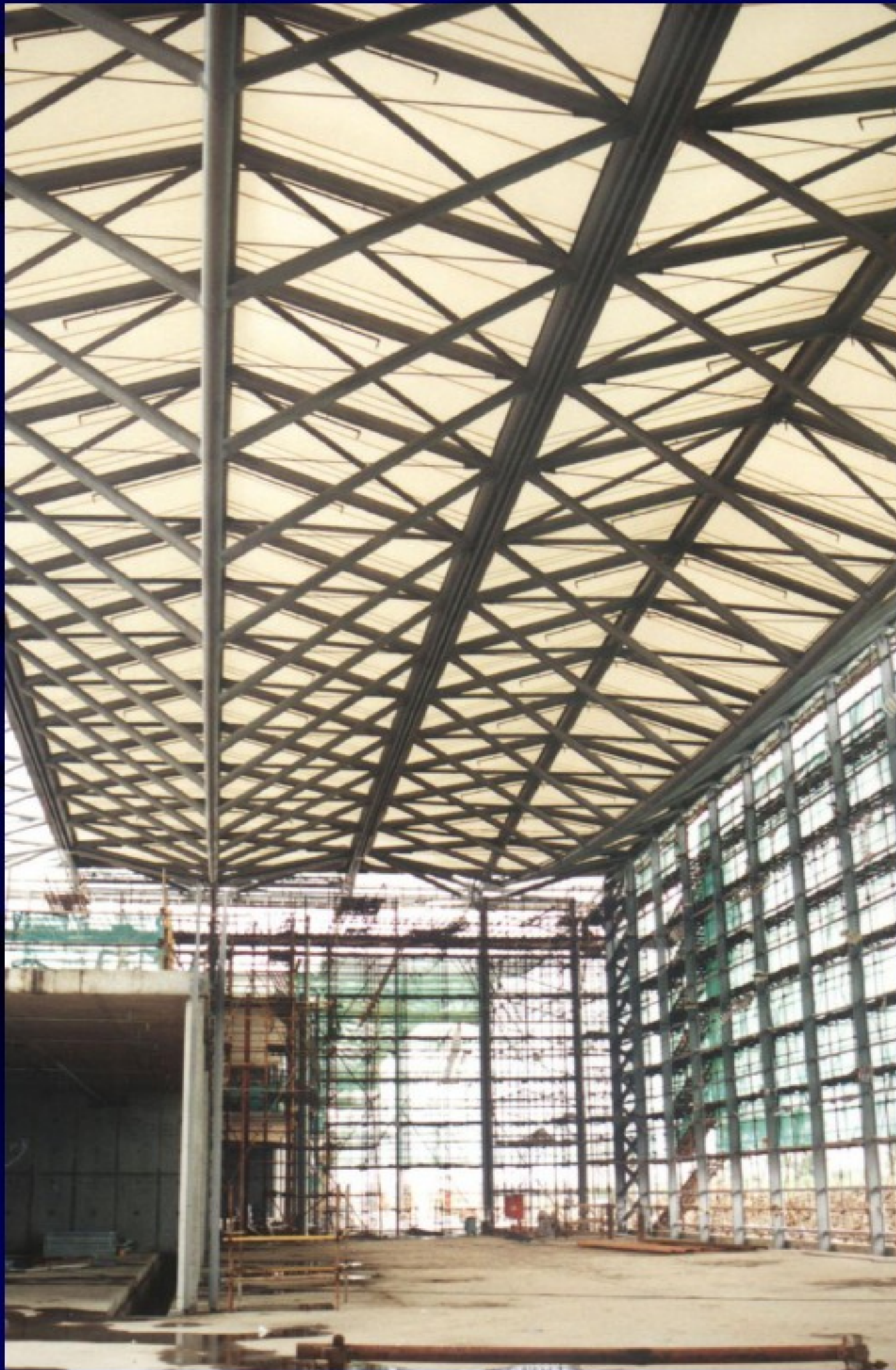
南京世纪塔工程



临沂市第一污水处理厂沉淀池



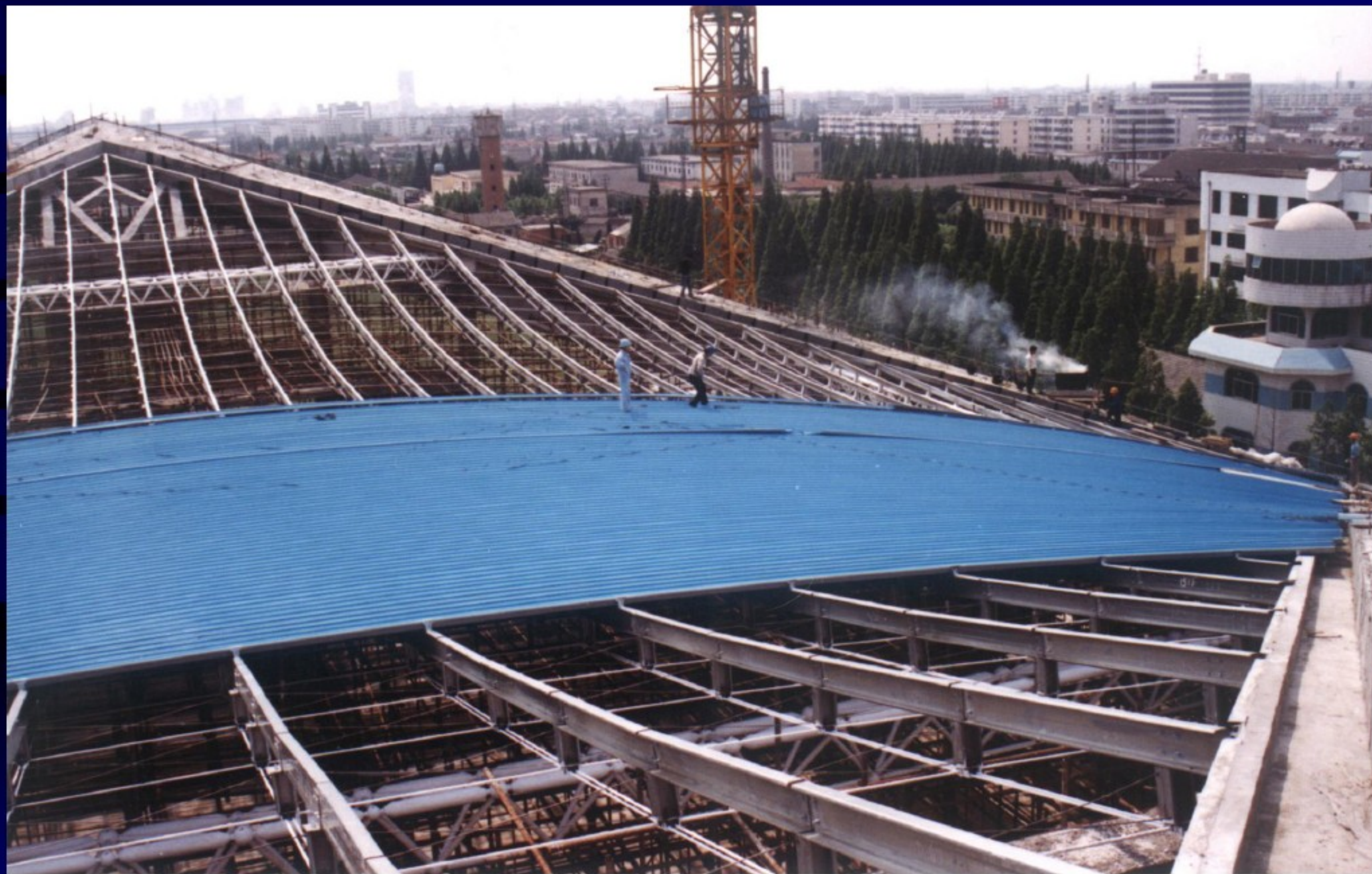
南京国际展览中心斜拉悬挑雨篷



上海新国际博览中心



苏州紫兴纸业公司站台雨蓬工程



泰州师范体育馆



南京文化艺术中心



中山大学珠海校区风雨操场



中山大学珠海校区风雨操场

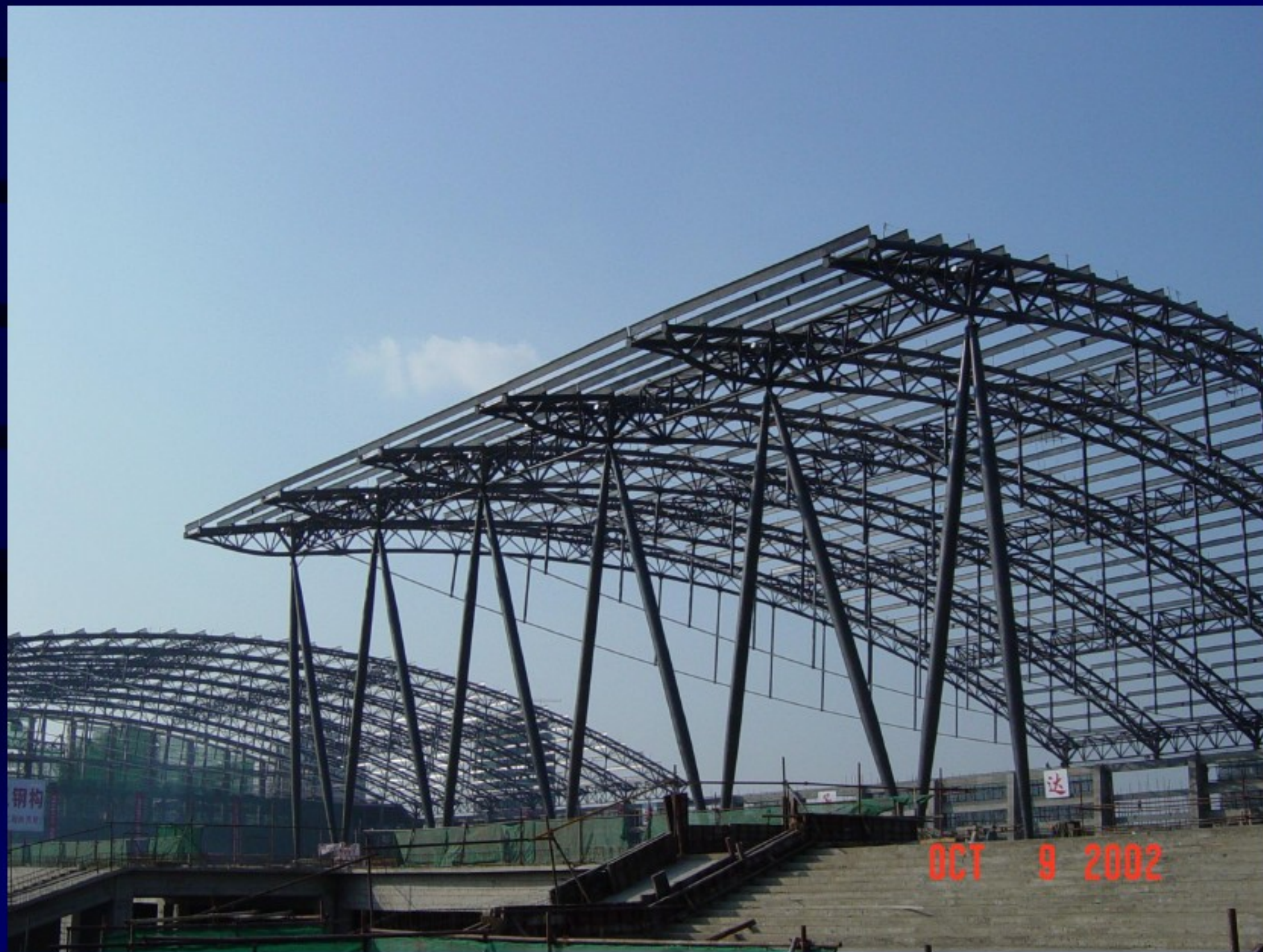
张弦桁架穿索



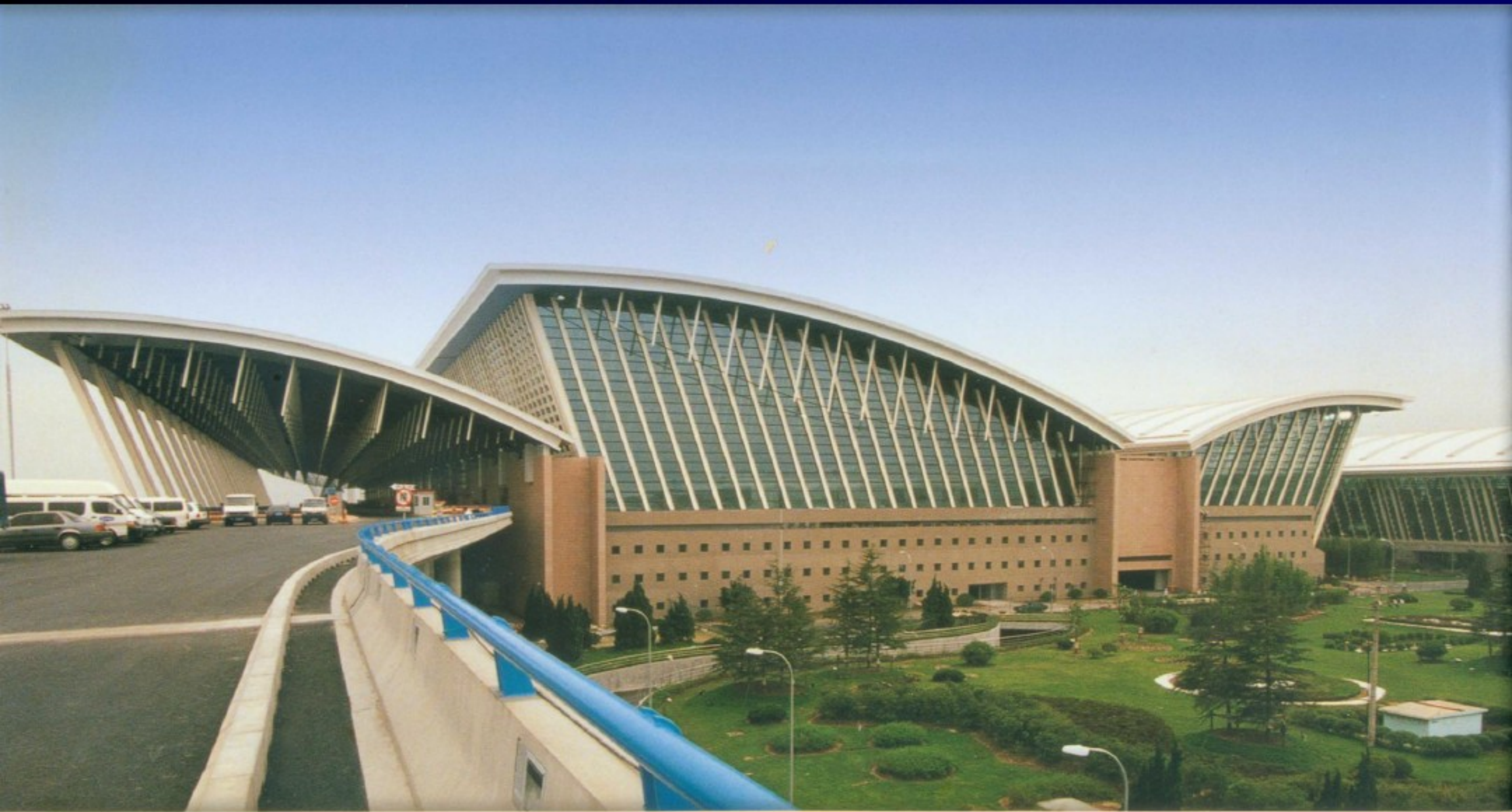
张弦桁架起吊



张弦桁架就位



上海浦东国际机场



广州国际会议展览中心



广州国际会议展览中心的钢屋盖为跨度26.5m的张弦钢拱架，下弦为337 ϕ 7拉索。



钢屋盖的安装方法采用累计滑移法，逐榀拼装，吊运至屋盖顶端，安装两榀钢拱架间的水平撑后，累计滑移。







中山大学珠海校区风雨操场



中山大学珠海校区风雨操场

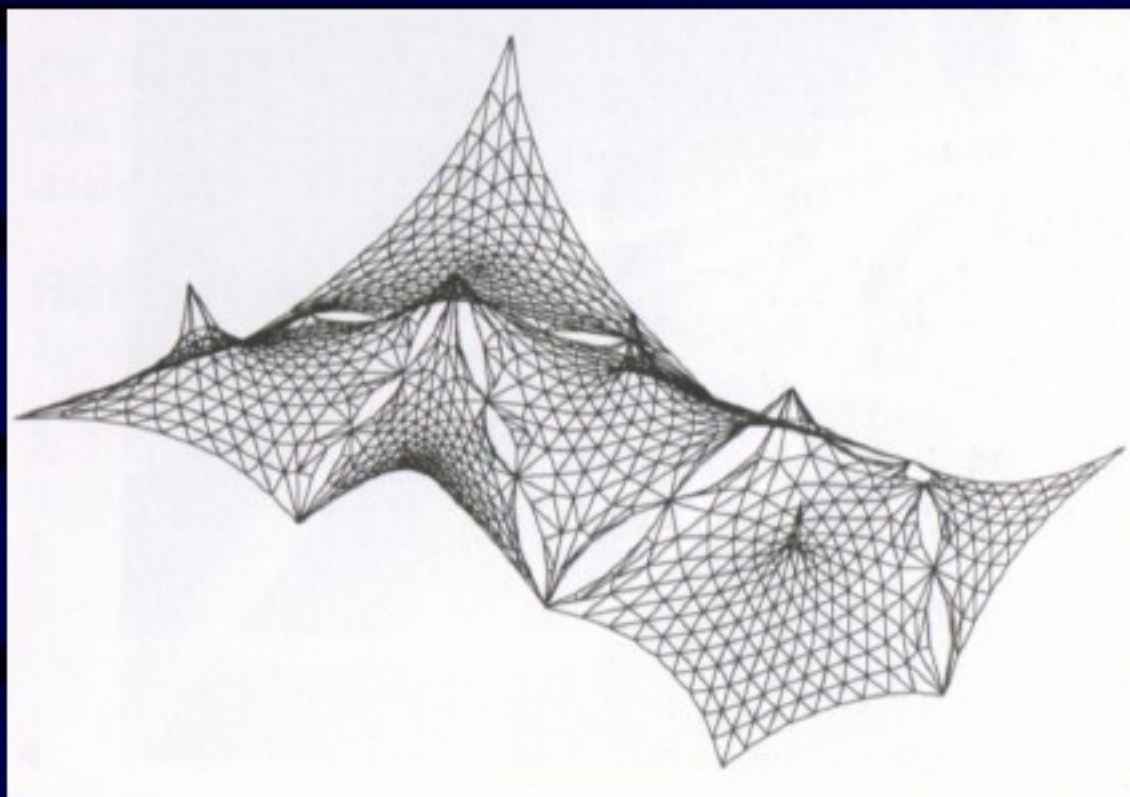


江苏省电视塔



珠海口岸广场、联检大楼

2.张拉膜结构





青島體育場

3. 索网结构 (CableNet Structure)



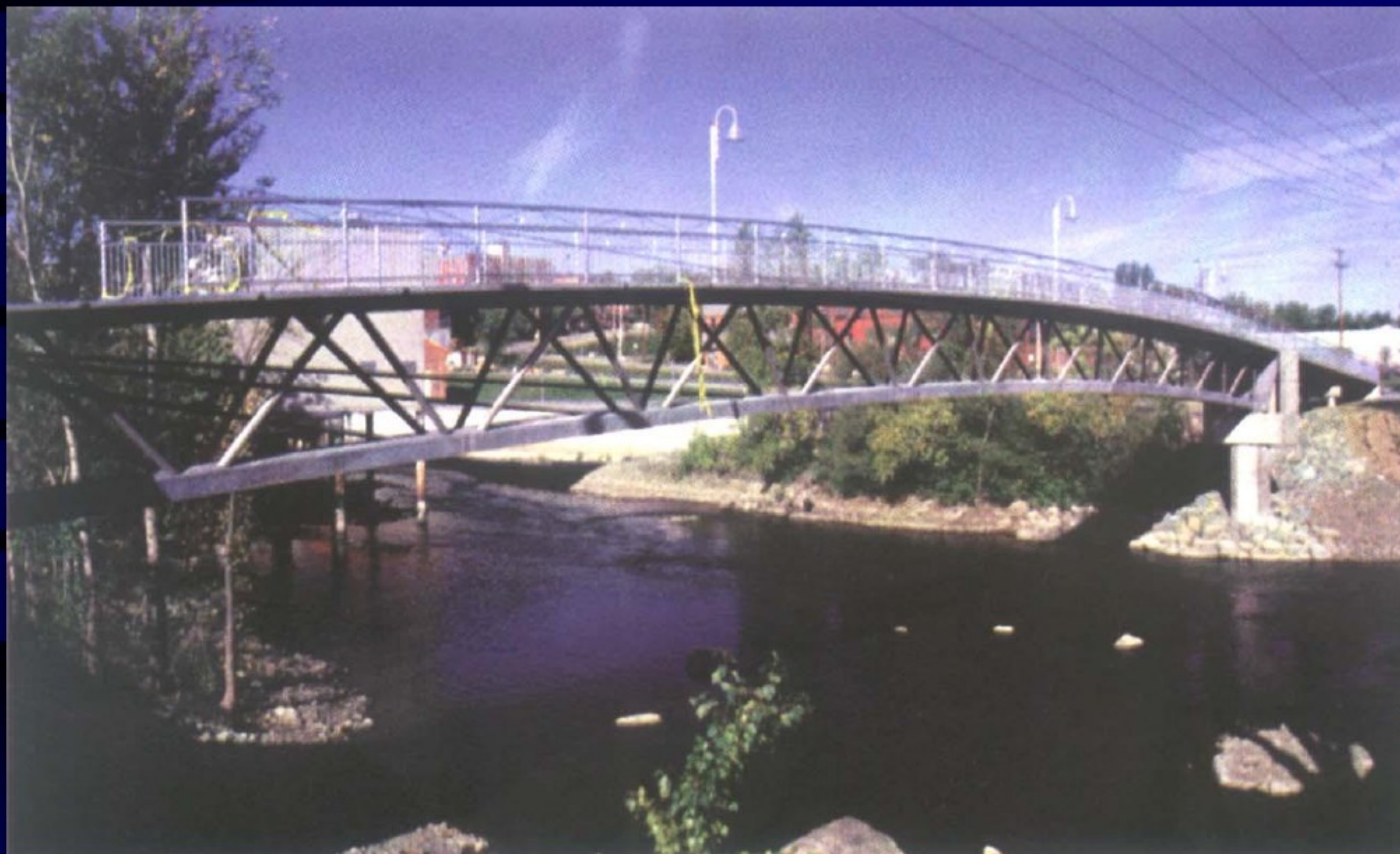
慕尼黑体育中心 1972年奥运会



30 11:21 AM





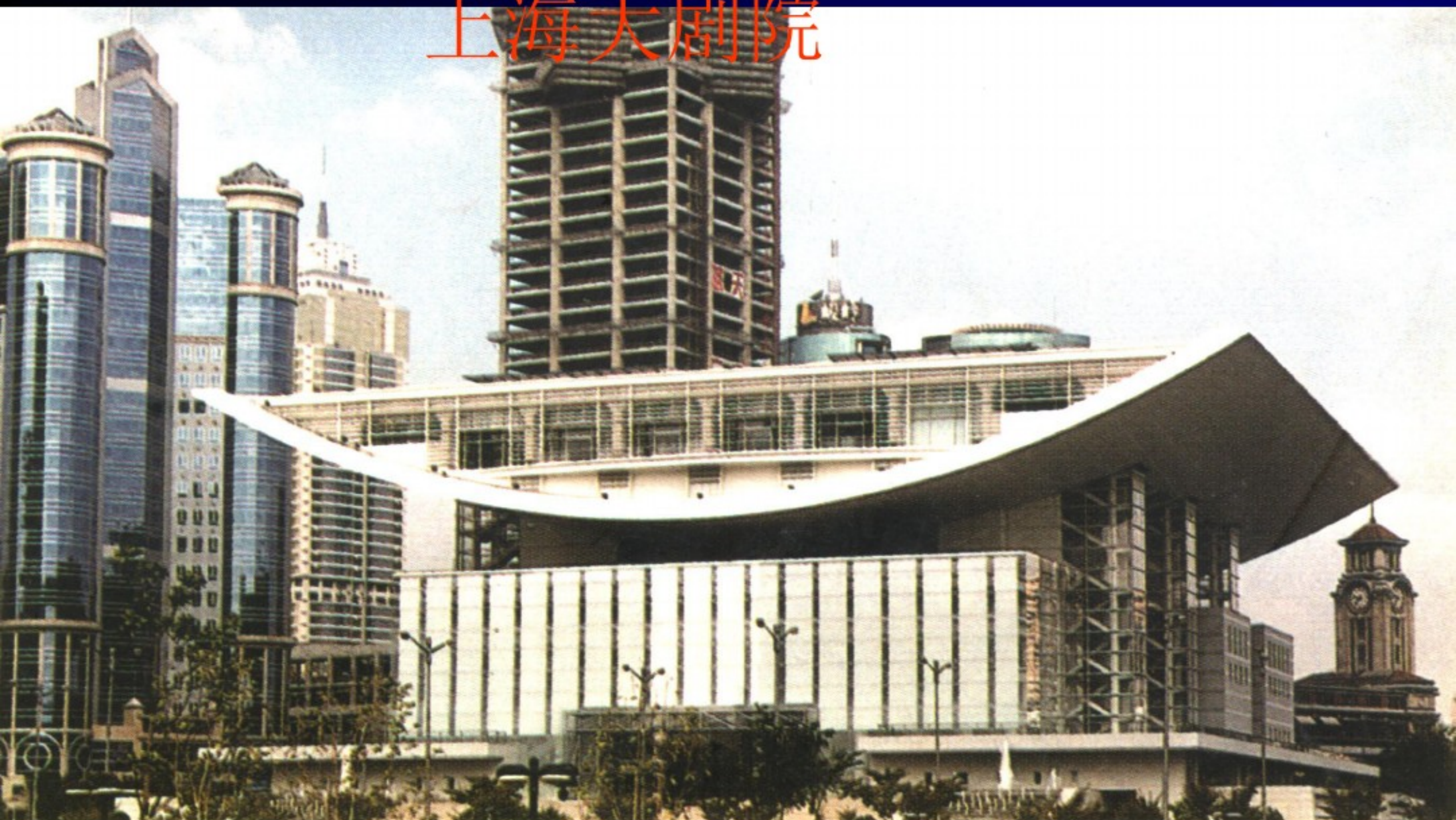


加拿大魁北克省的sherbrooke人行天桥

新庄立交



上海大剧院



上海大剧院的屋盖采用钢结构的形式，整个屋盖长100米，宽90米，高11.4米，重6075吨，呈月牙形上反拱。



采用LSD-200型千斤顶（共计44台），四吊点提升，提升系统由液压泵站提供动力，采用计算机进行同步控制。

(3) 工程实例二



威海体育场采用张拉膜结构，其内环梁为一长轴205m，短轴143m，短轴方向高，长轴方向低，呈马鞍面的钢管结构劲性环梁，钢管为 $\phi 950 \times 20$ ，由前后结构索吊在34根钢立柱上，形成稳定结构。内环梁的安装采用整体提升方法。



跨过泰晤士河的人行桥。她连接圣彼得大教堂与正在建造新的缘故现代艺术馆。



西班牙的Corunna市，跨过Molina大街的一座城市步行桥



西班牙Rontevedra市中心Lerez河上的一座斜拉桥



爱尔兰的都柏林Liffey河上的人行桥



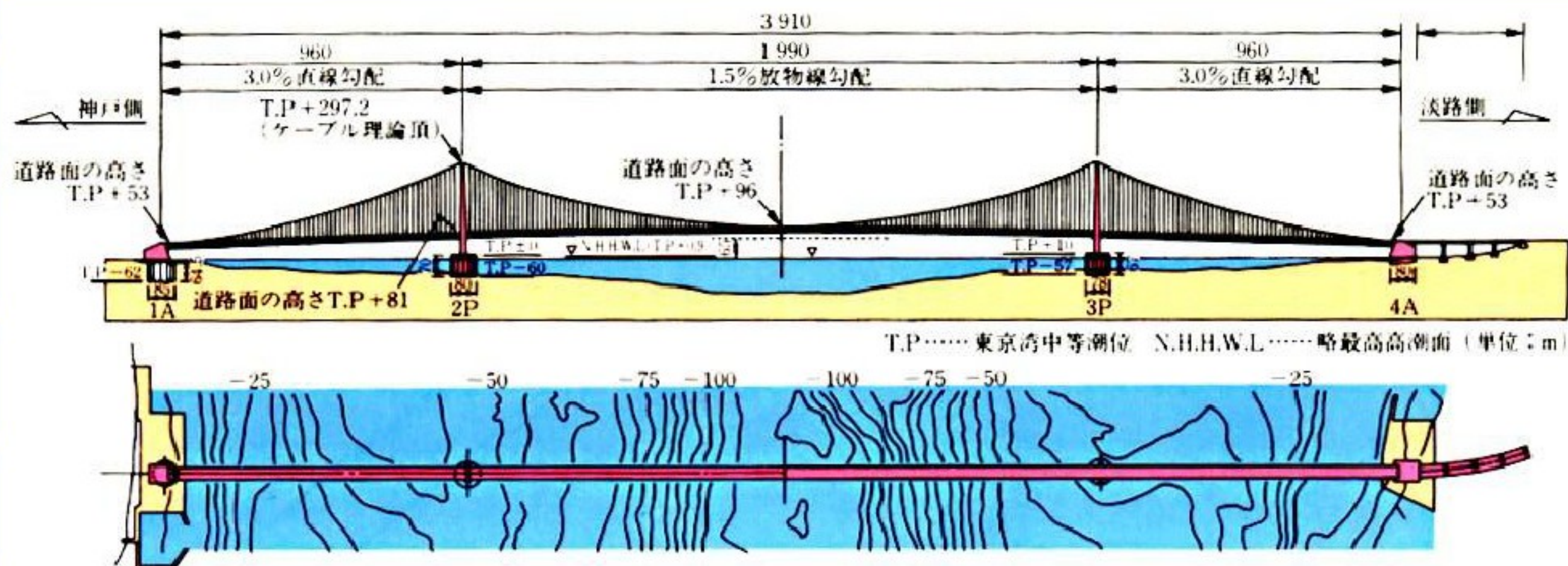
巴黎塞纳河上由城市中心到著名的Louvre艺术馆之间架设的一座人行桥



拉克—爱—查开桥
(Ruck-A-chuky)



九龙山通天桥（空间索桁架结构）



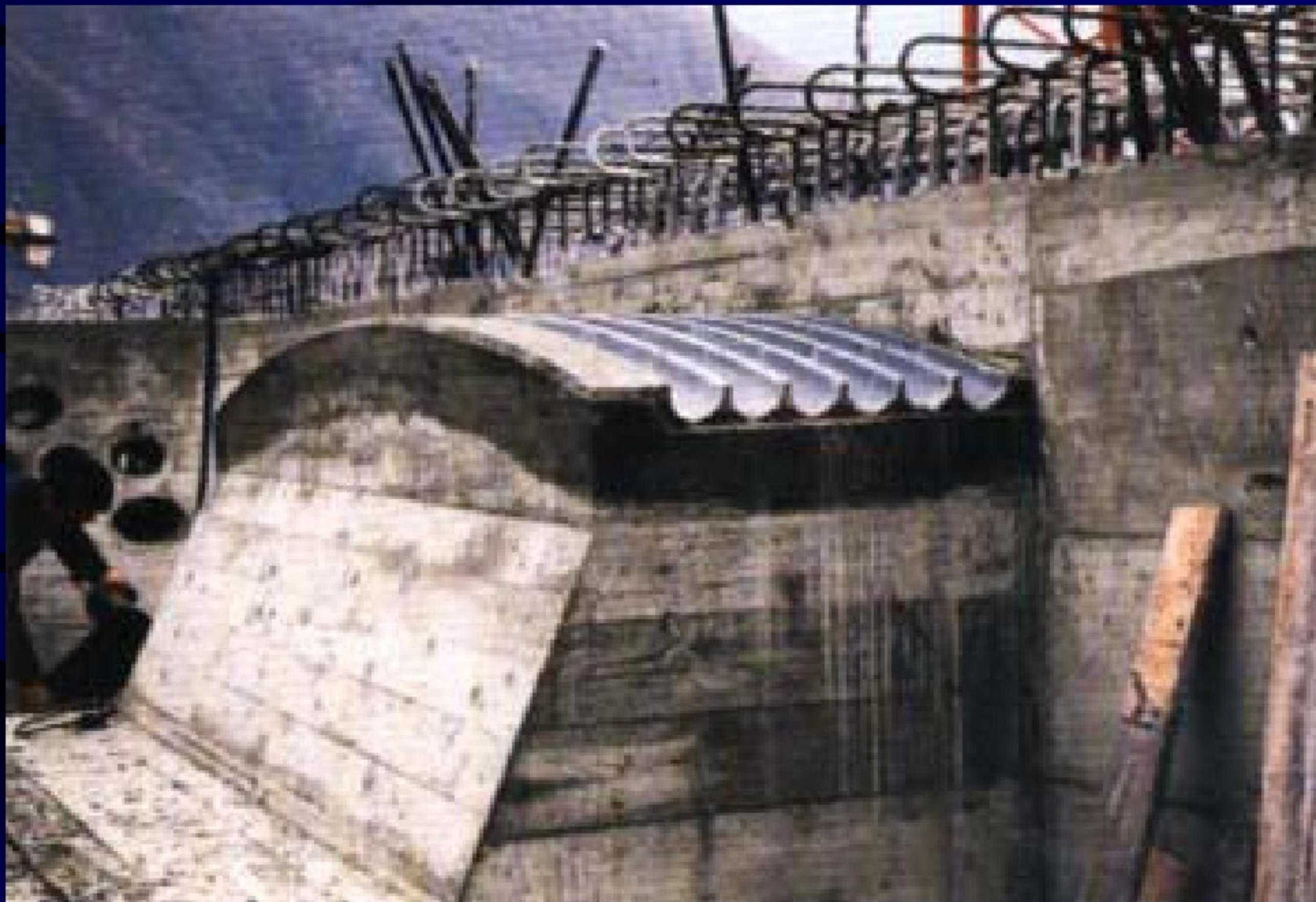
明石海峡大桥纵断面



体外预应力筋在桥梁中的应用



体外预应力筋在桥梁中的应用

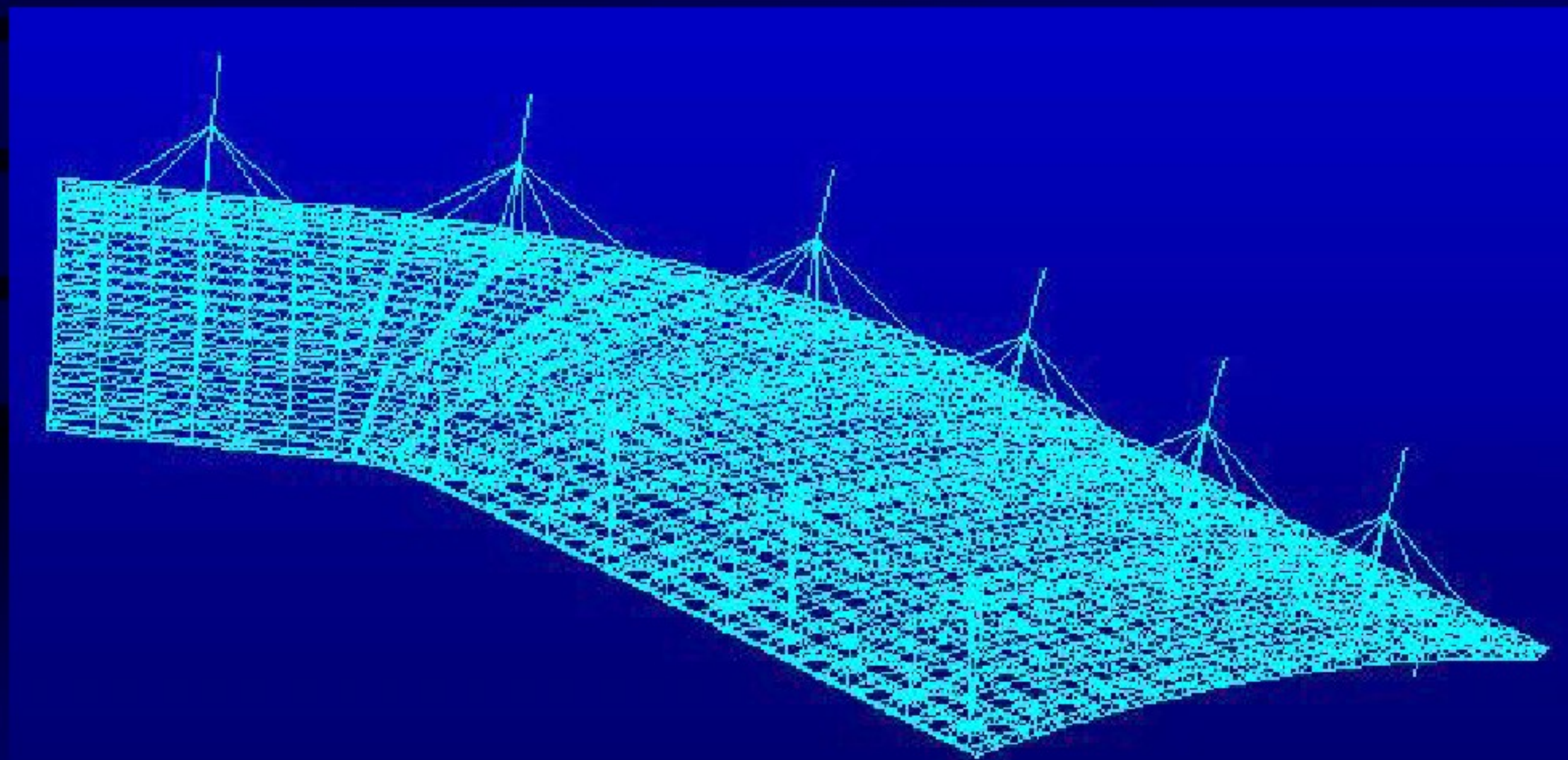


体外预应力筋在桥梁中的应用



结束

郑州会展中心之展览中心



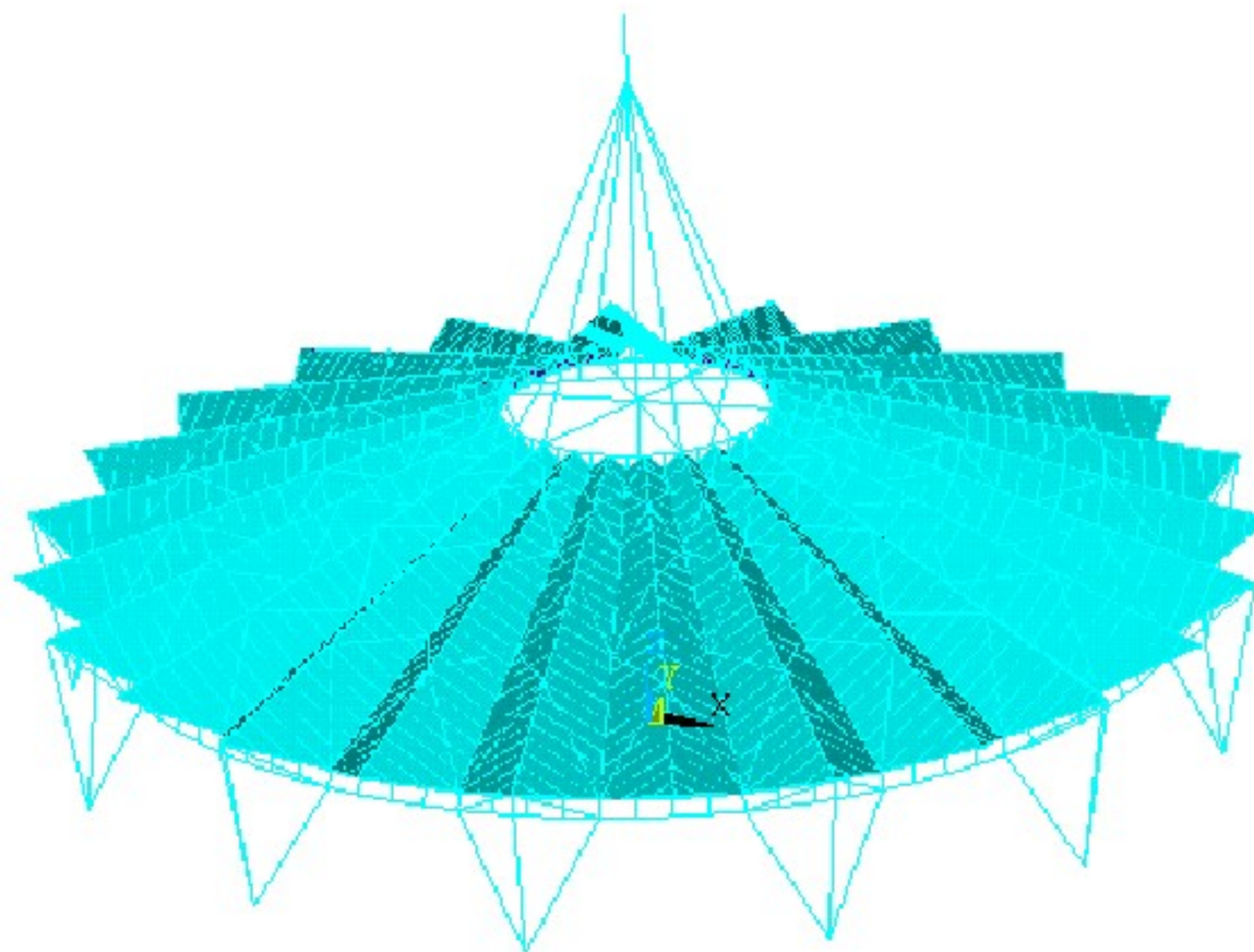
郑州会展中心之会议中心

1
ELEMENTS

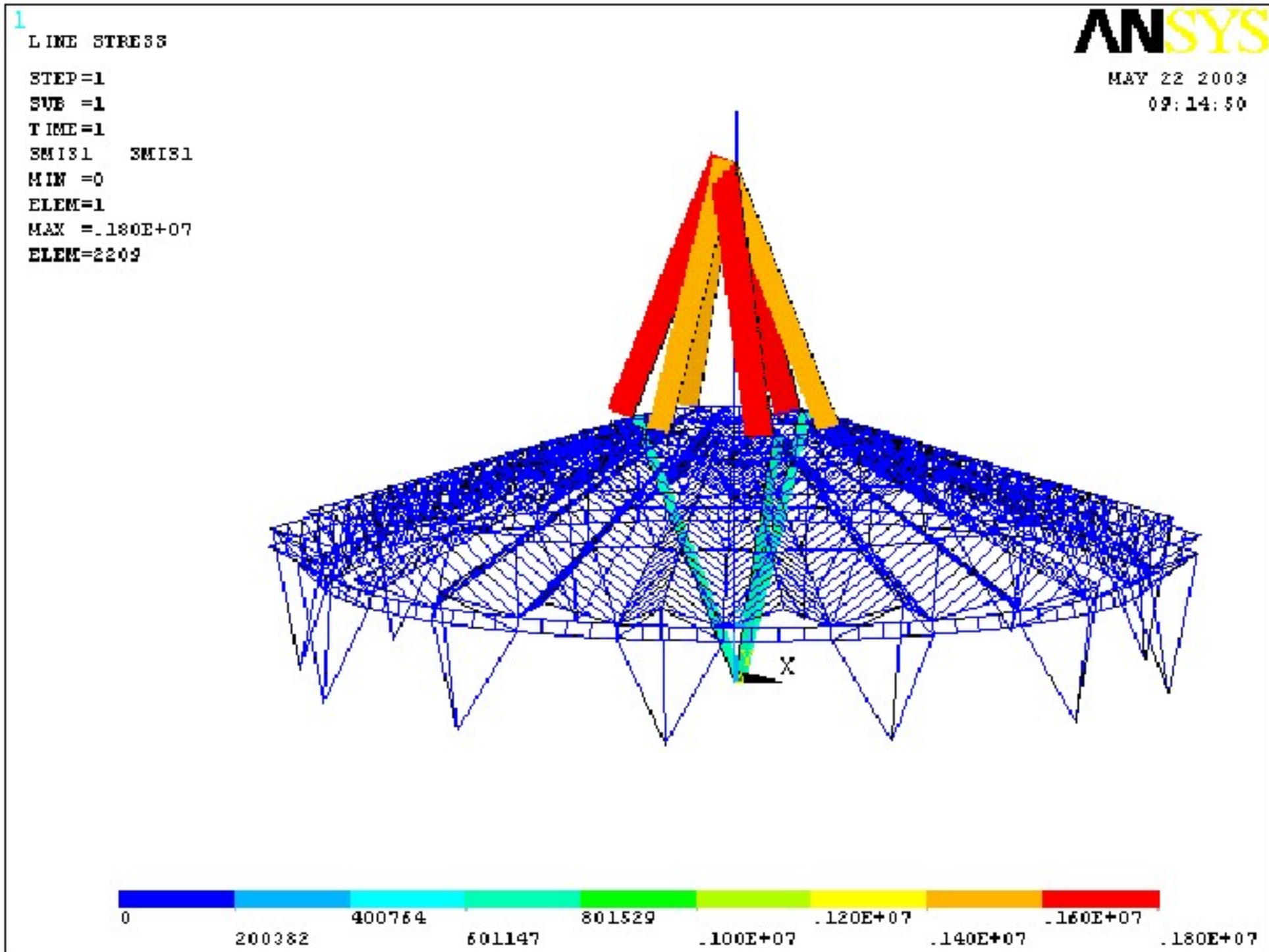
ANSYS

MAY 19 2003

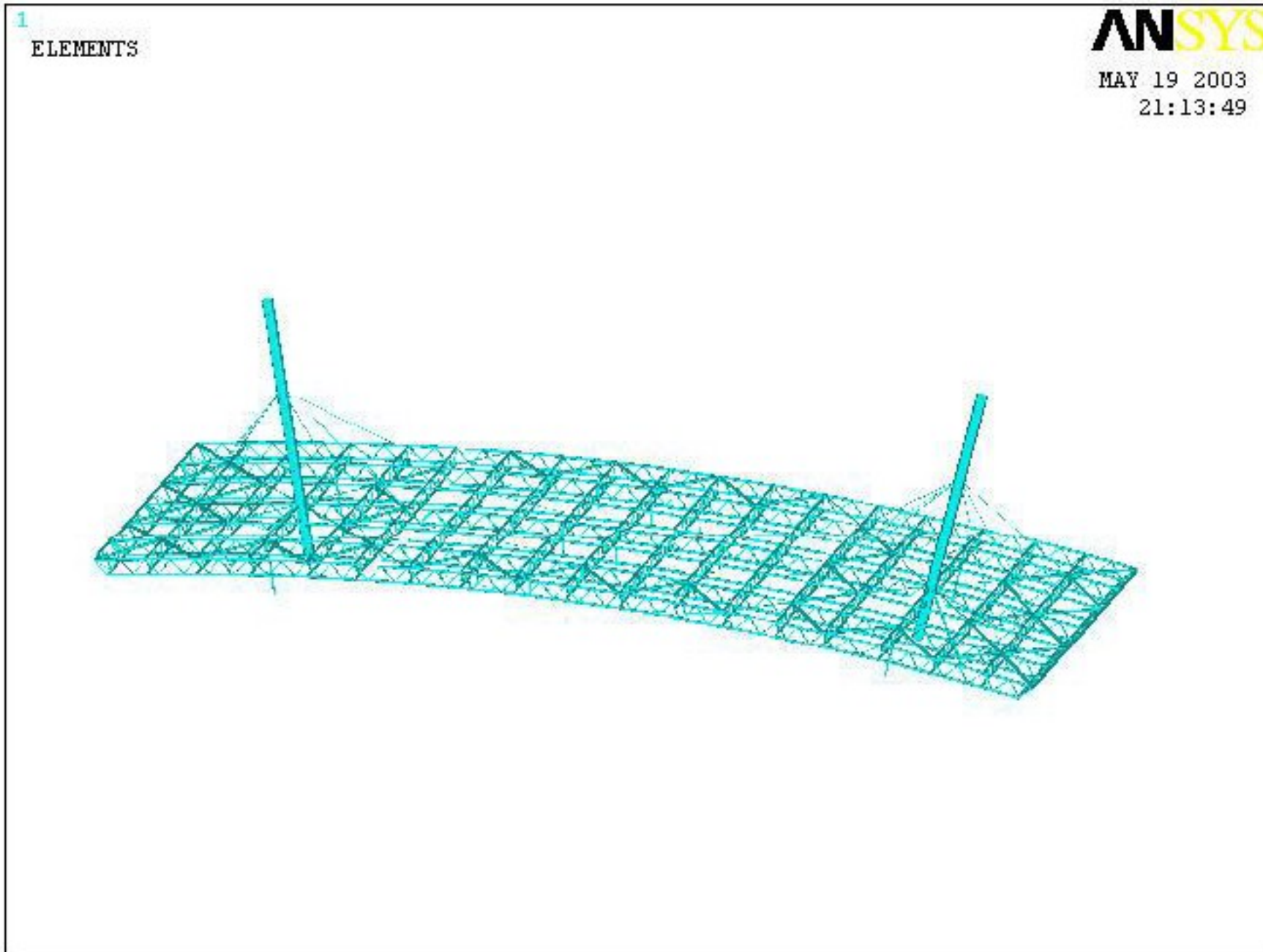
16:01:36



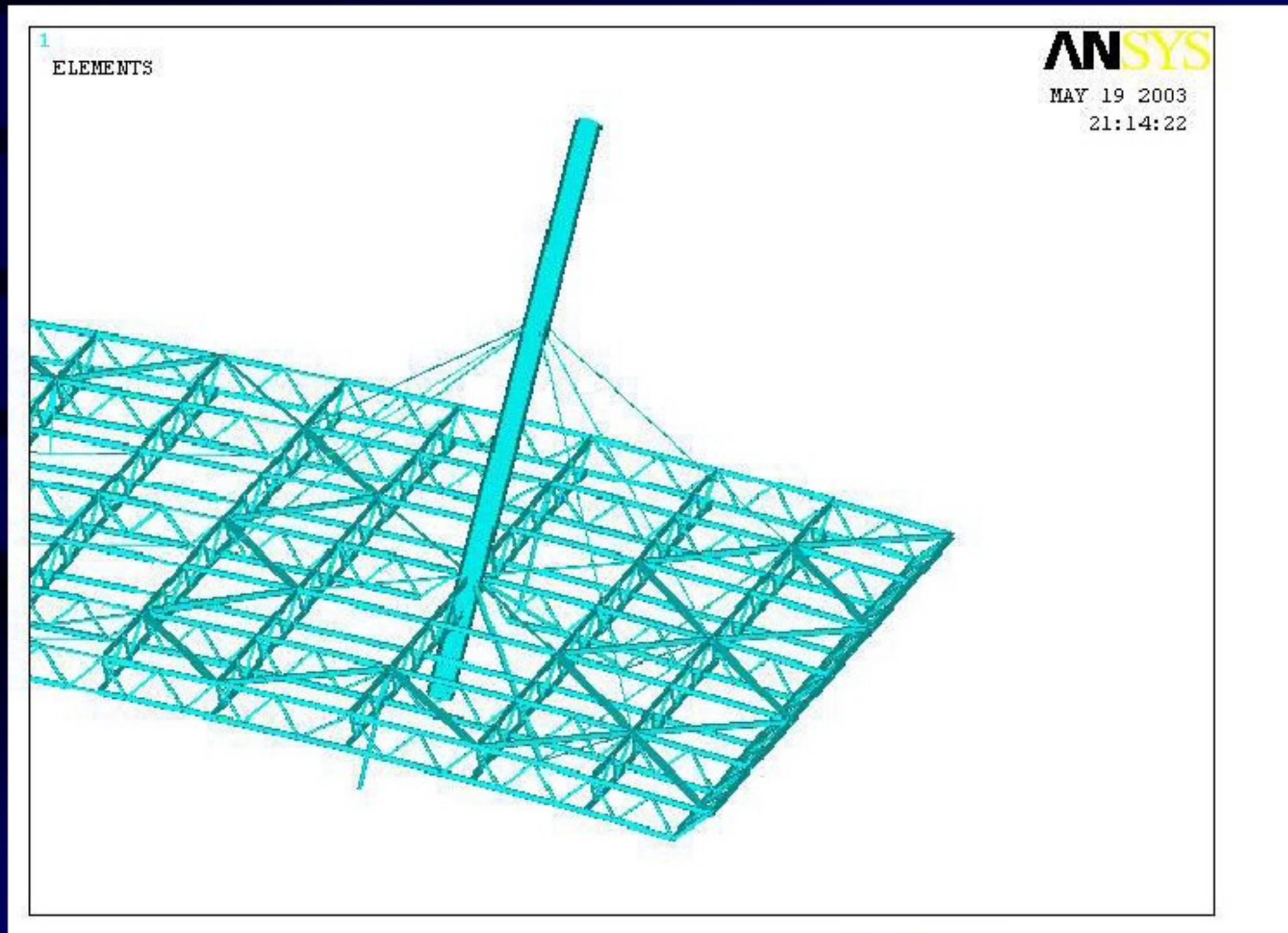
会议中心结构布置



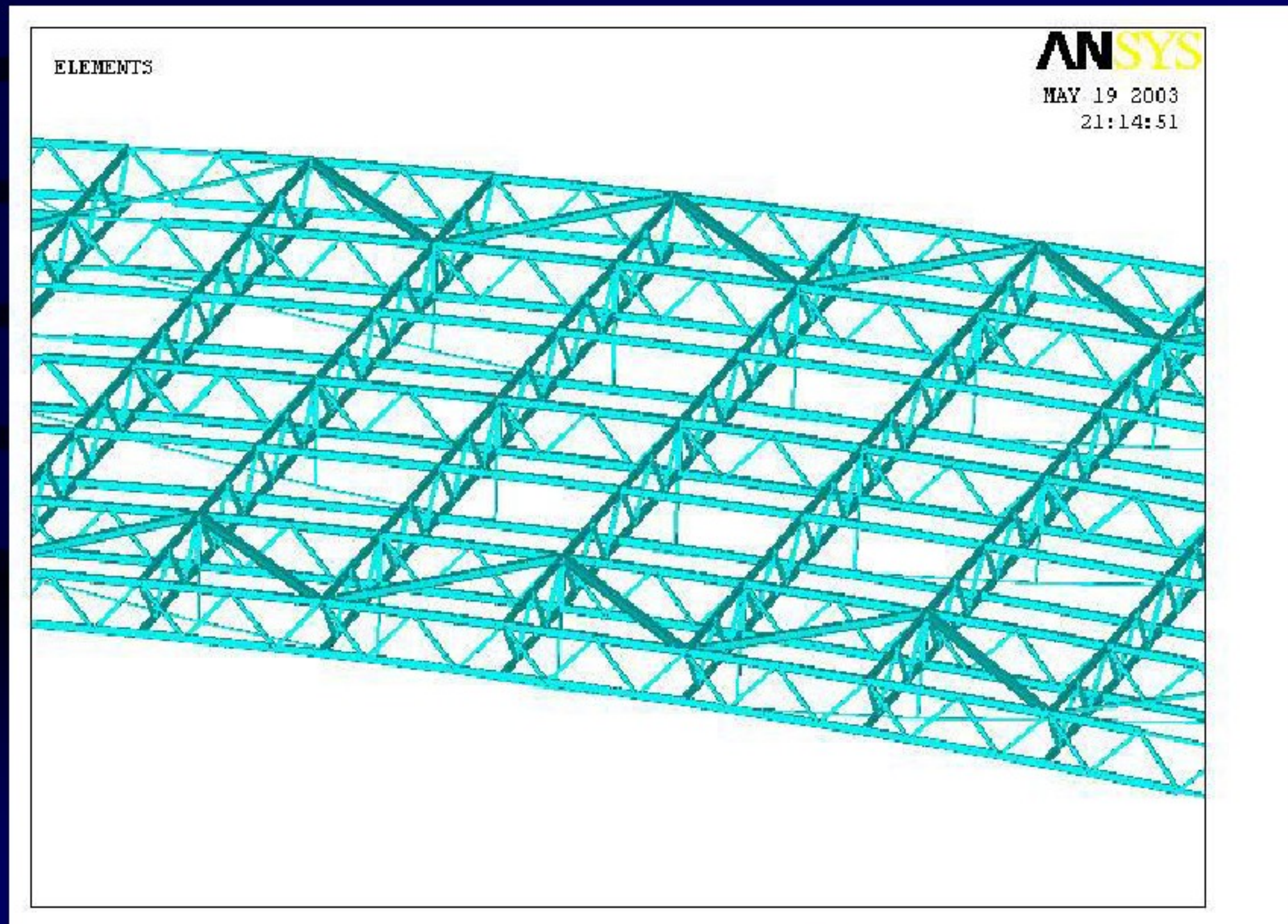
展览中心标准结构单元



展览中心桅杆一角

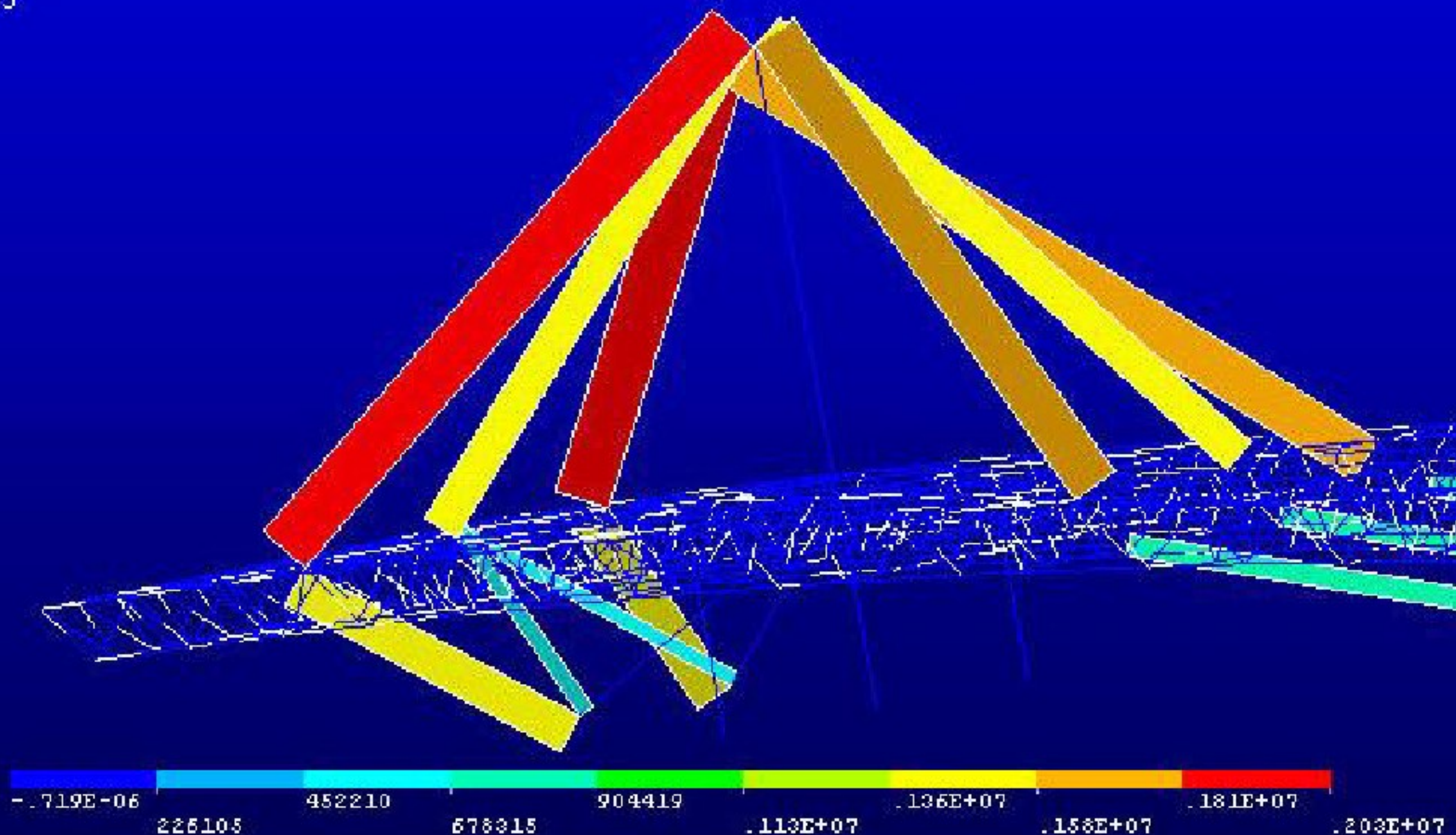


张弦平面桁架

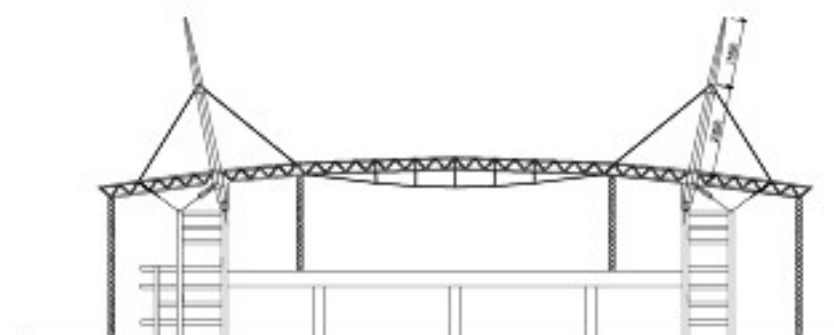
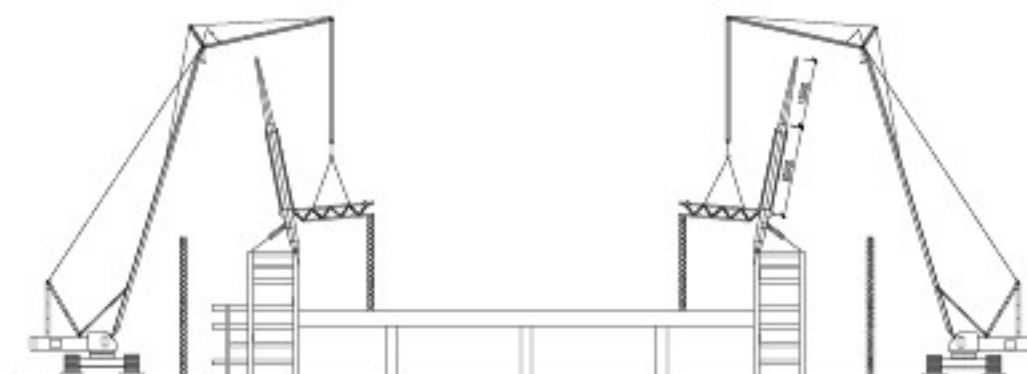
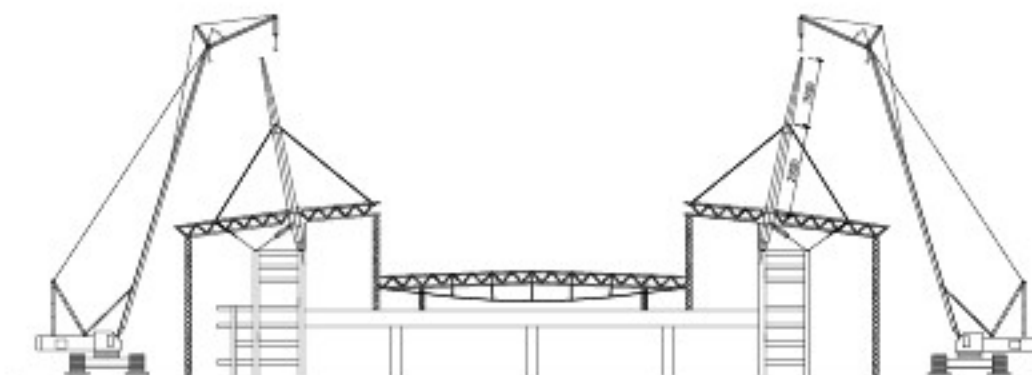
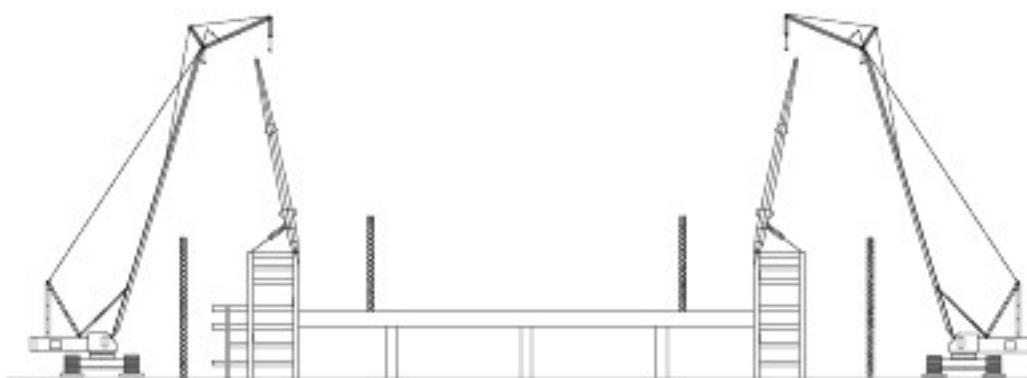
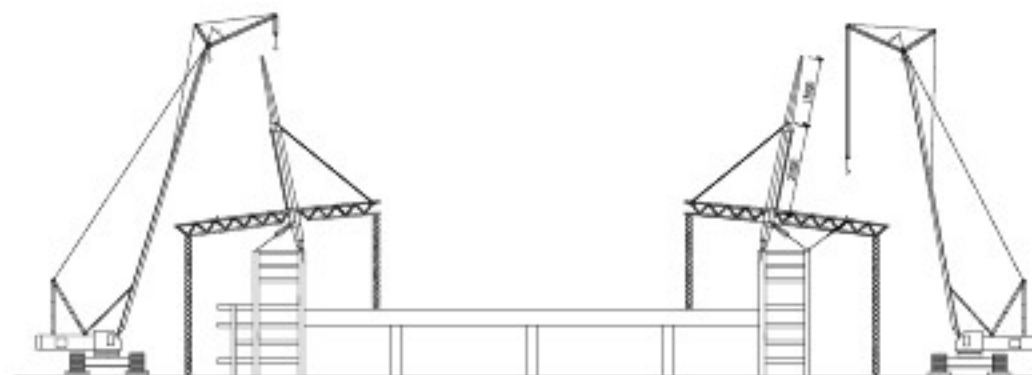


展览中心桅杆附近结构布置

63



展览中心施工顺序



张弦桁架张拉阶段计算简图

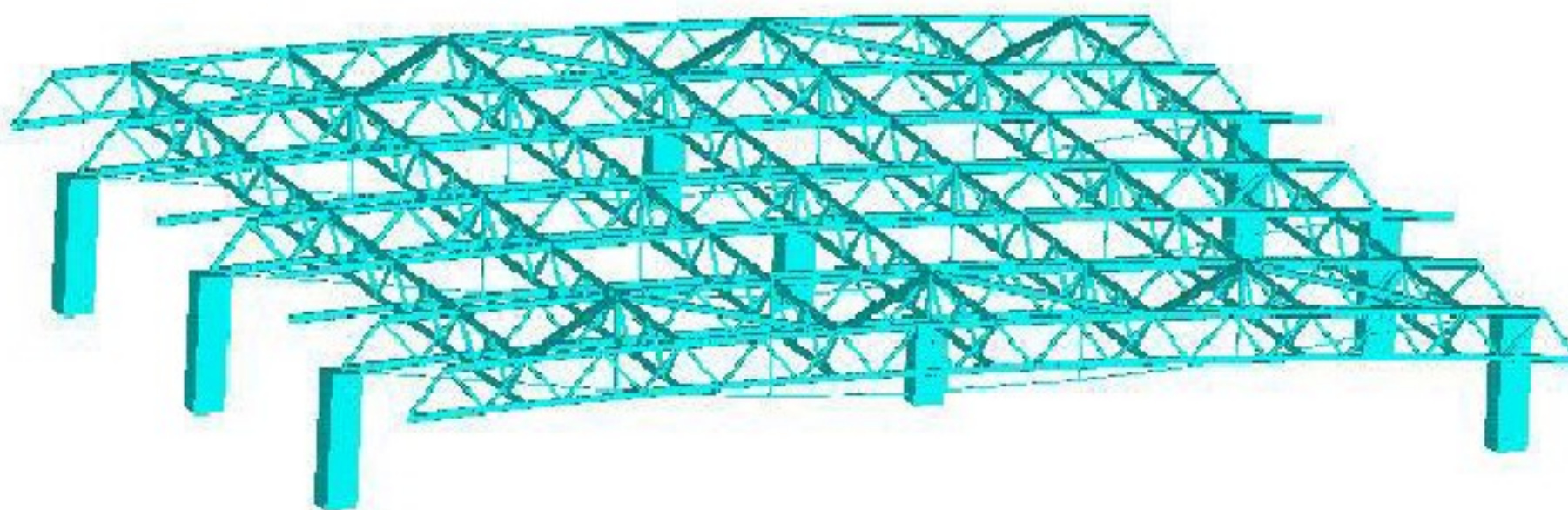
1

ELEMENTS

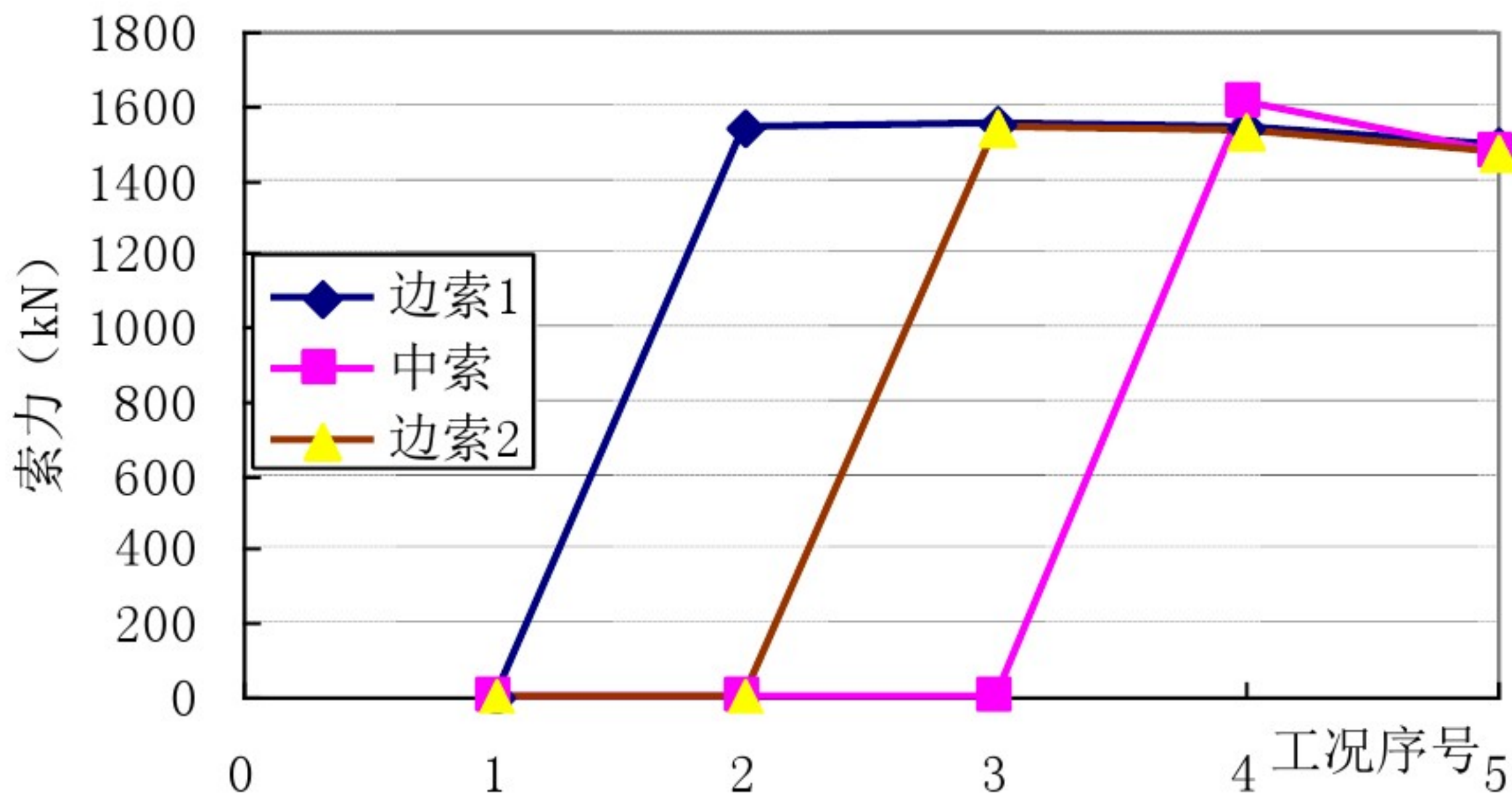
ANSYS

MAY 21 2003

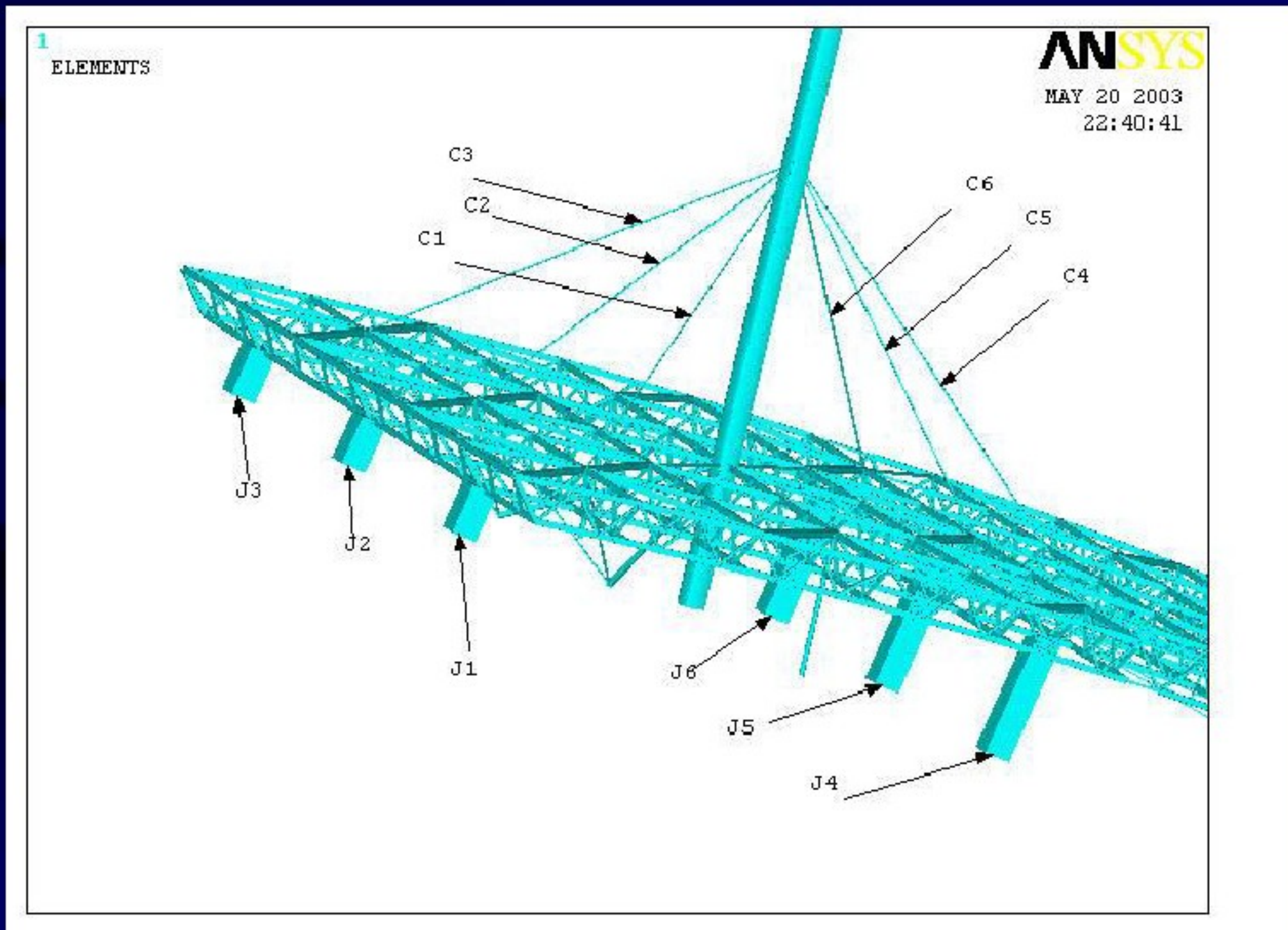
14:05:16



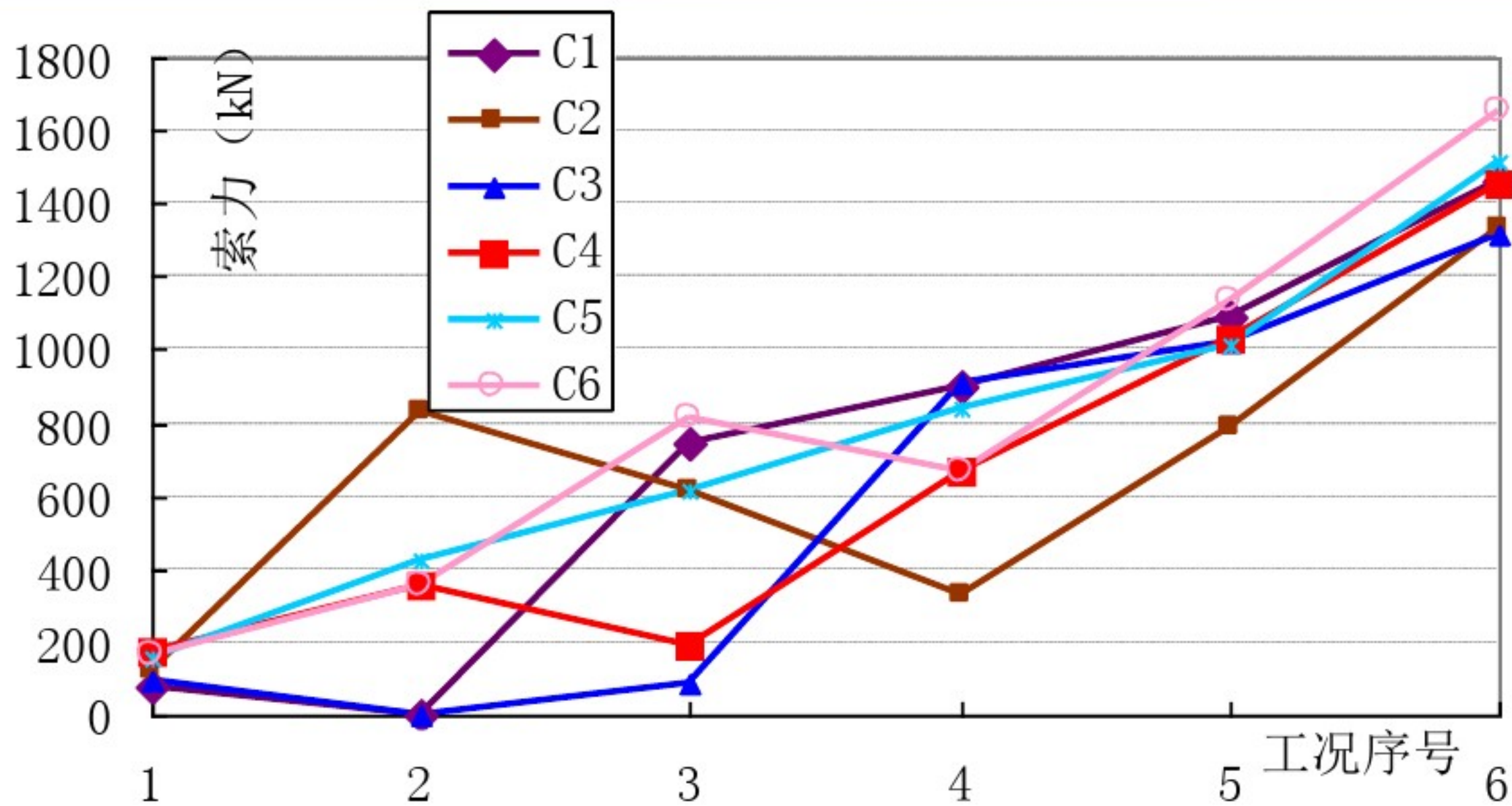
张弦桁架索力变化



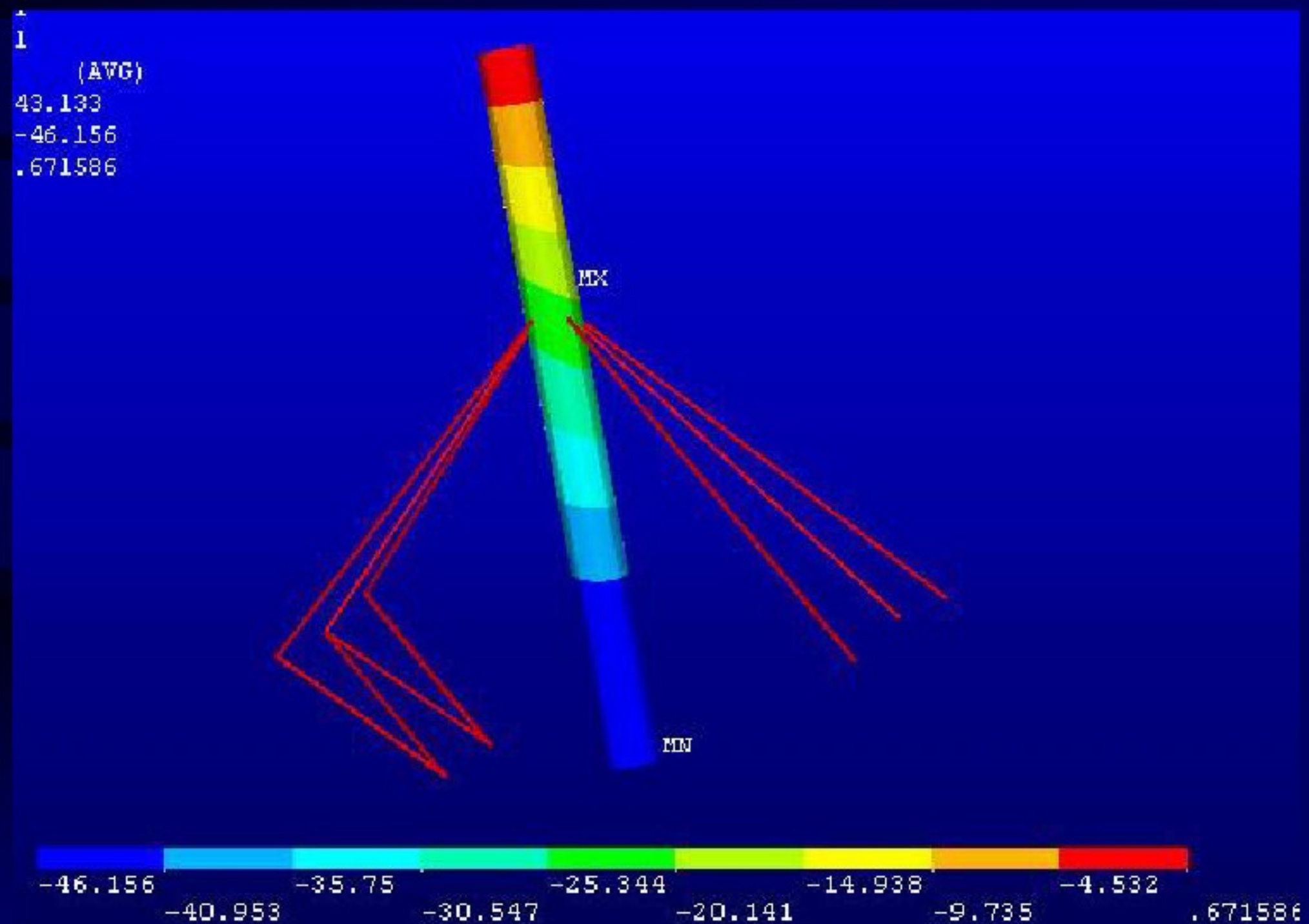
斜拉索张拉计算简图



斜拉索索力的变化



使用阶段桅杆应力分布



张弦桁架的特点

- 张弦桁架的整体刚度来自于刚性桁架、柔性拉索以及张弦桁架的几何形体三个方面，表现为介于刚性结构和柔性结构之间的半刚性结构特征：

(1) 自平衡性

- 自平衡体系指存在一个或多个应力回路，在平衡过程中荷载的效应可相互抵消并减少“流失”的结构体系。无疑，自平衡体系可减少力的传递路线，使力和力流的分布合理，边缘效应较小，从而使结构获得较好的力学性能，提高结构效率。
- 张弦桁架结构的刚性构件为拱形立体桁架，将在支座处产生很大的水平推力，其下弦索的引入可以形成一个大的应力回路和若干小的应力回路，从而抵消大部分的水平推力，减少对下部结构抗侧性能的要求，并使支座受力明确，易于设计与制作。

(2) 自适应性

- 自适应能力是结构自我减少物理效应、反抗变形的能力，在不增加结构材料的前提下，借助外荷载或外部作用的效应或某种控制机构或附加结构来提高结构的效率。对张弦桁架来说，就是借助于对下弦索施加预应力来提高结构的效率。
- 自适应结构通常具有较强的非线性，但与传统非线性结构不同：在加载过程中，结构逐步增加抵抗外荷载的能力，调节并重新分布结构的刚度。

(3) 非线性

- 张弦桁架结构的自适应性决定了它是一种具有较强非线性性状的结构，其直观表现为荷载与结构响应呈非线性，但非线性的描述却并不直观和简单，结构的几何方程中包含了应变的高阶量；其次，拉索初应力对结构刚度的贡献不可忽略，应反映在结构的几何刚度矩阵中；第三，结构在荷载的作用过程中的平衡方程应该在新的平衡位置中建立，以准确描述结构的受力状态。

(4) 抗震性

- 根据历史资料，还没有见到大跨度屋盖在地震中破坏的记载，这是由于大跨度结构自重轻、刚度好，所受的震害要小于其它的结构。研究表明大跨空间结构均具有良好的动力特性和抗震性能。张弦桁架结构的自适应性决定了其具有良好的抗震性能，下弦索的被动控制作用可提高结构平面内刚度，降低动力荷载作用下的结构反应，保持结构稳定性能，有效地消除地震作用的不利影响。

张弦桁架保持平面外稳定的原理

- 由于劲性拱形桁架的存在，使张弦桁架结构既不同于一般的张拉柔性结构体系，也不同于传统的刚性结构体系。结构整体形状的保持既不完全依赖索的应力状态，又受索应力状态的重要影响，其形状稳定性介于柔性结构体系和刚性结构体系之间
- 有两方面的有利因素对保证结构平面外稳定性具有重要的影响

张弦桁架保持平面外稳定的原理

- 下弦索中合适的张力是保证张弦桁架结构平面外稳定性最重要的因素之一
- 结构自重因素对其影响

