

# 现代施工技术

## 钢结构施工

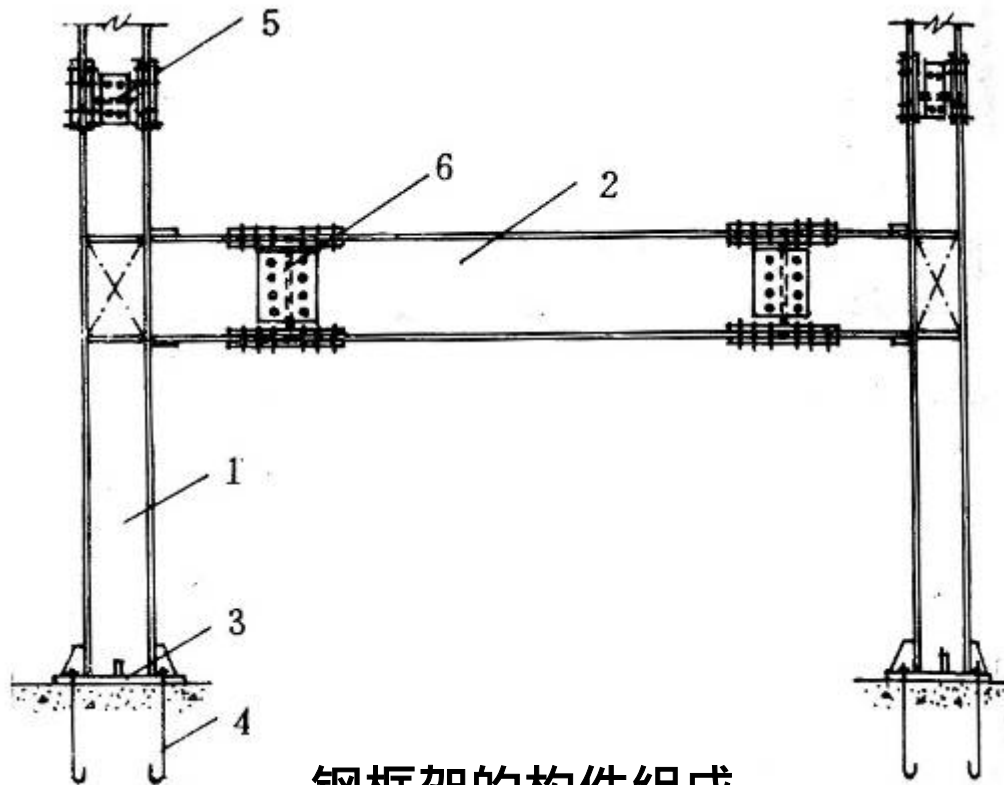




# 现代钢结构工程施工

- ◆ 钢构件工厂制作篇
- ◆ 钢结构现场安装篇

# 钢构件工厂制作



钢框架的构件组成

1 - 柱段；2 - 梁段；3 - 钢柱脚；4 - 地脚螺栓；5 - 柱与柱拼接连接；6 - 梁与梁拼接连接

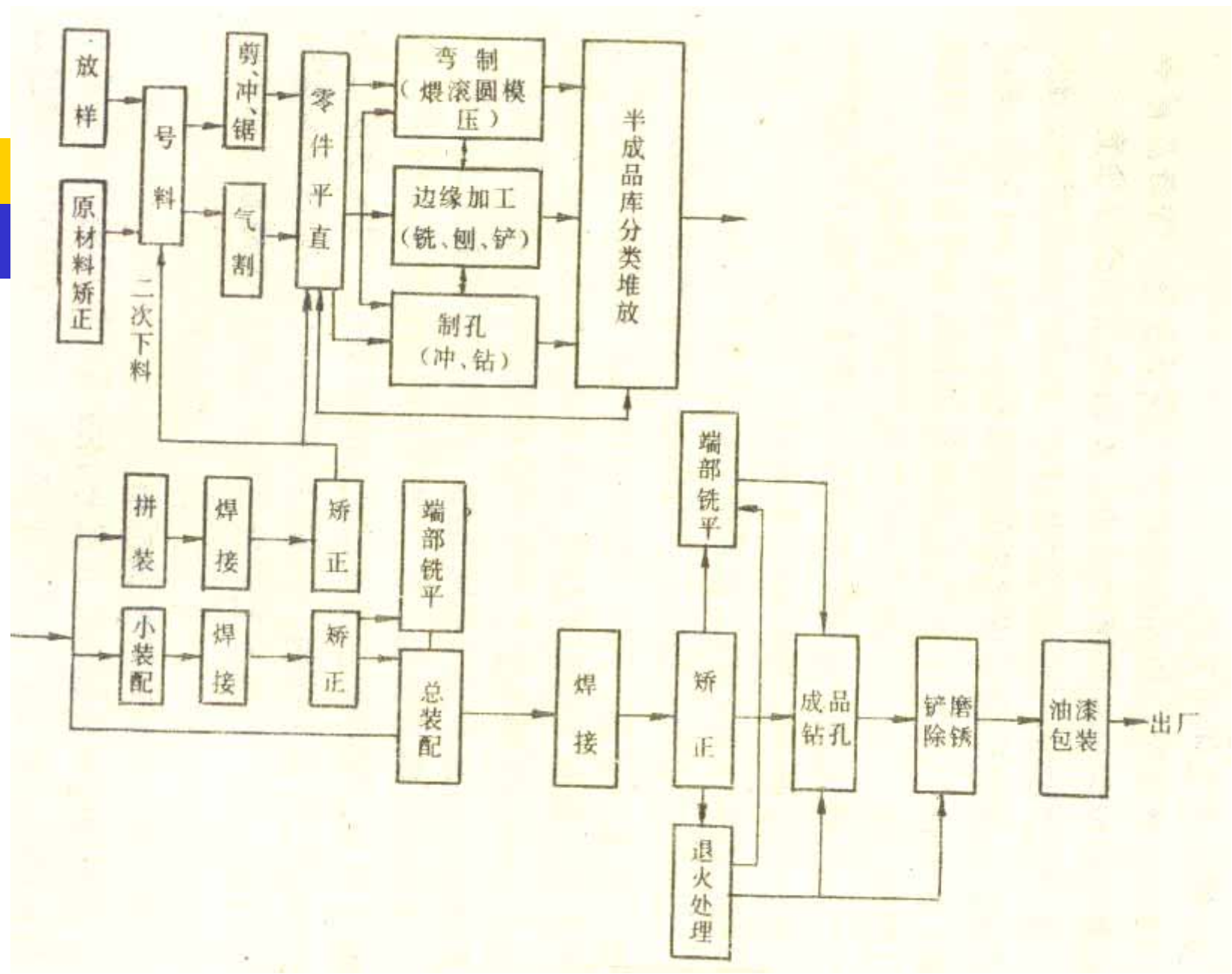
钢框架分柱段、中间梁段解体制作。柱段上带短梁。



◆钢构件在工厂加工制作的基本流程

◆钢结构施工详图设计（深化设计）

编制制作施工指导书 购入原材料和矫正 放样、号料和切割 边缘加工和制孔 小装配、焊接和矫正 总装配、焊接和矫正 端部加工和摩擦面处理 除锈和涂装 验收和发运。





日本泷上工业是爱知县最大的钢结构构件加工厂，图为生产管理科，负责钢结构的深化设计。目前国内施工详图（常称为深化设计图）由钢结构制造厂或施工单位编制，其内容一般包括：构件安装布置图、分解到每一构件的加工详图，甚至细化到每一块钢板尺寸的加工详图，还可增加安装节点图。





**钢构件工厂加工前，用计算机辅助放样**

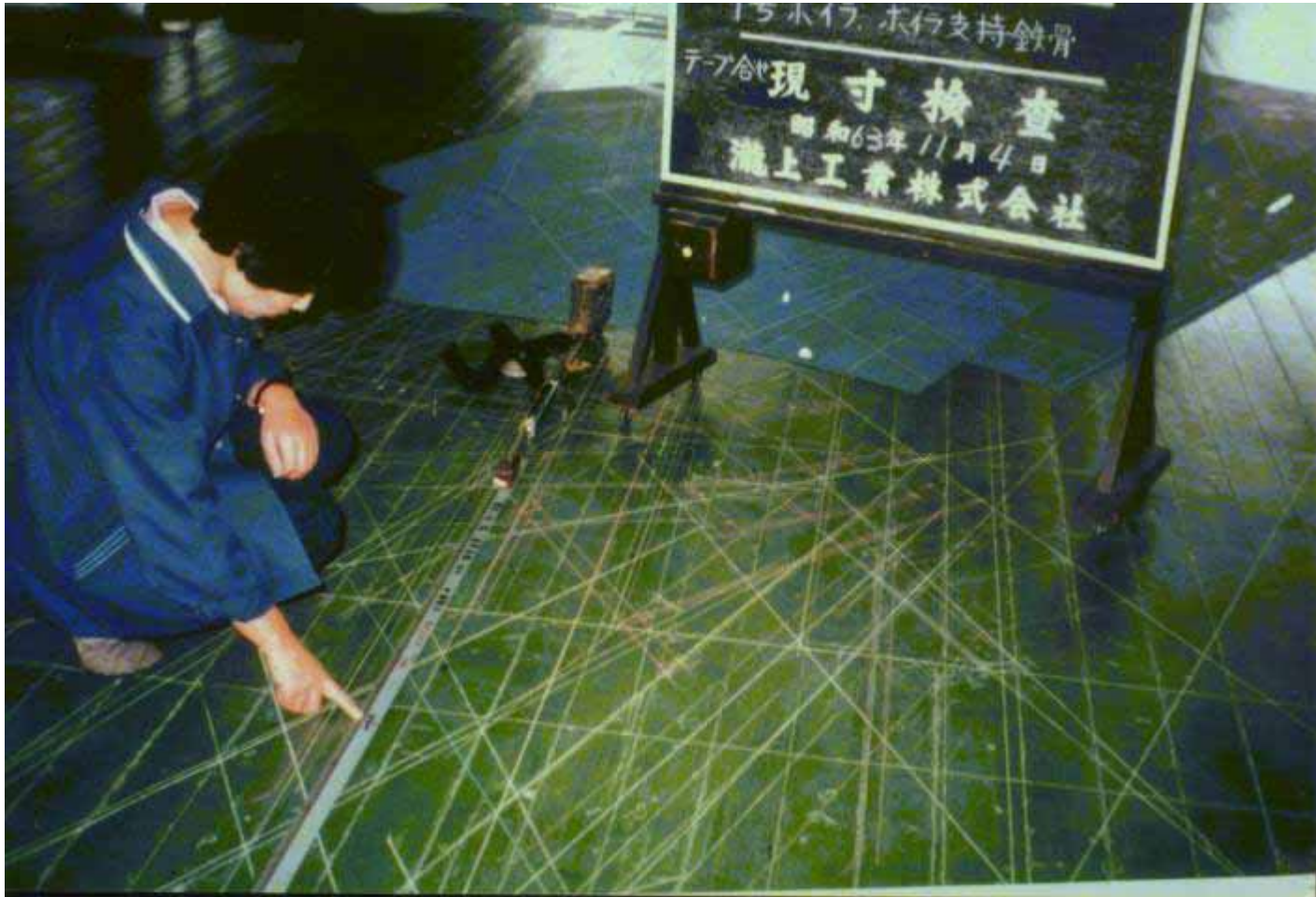


用计算机辅助放样后，在硫酸纸上打印  
钢结构节点板的样板，用于号料





用计算机辅助放样后，打印样带



◆在20世纪80年代的放样是在生产管理科有一块大的足尺放样地坪，用于对复杂钢构件的放样，供设计人员检查。钢尺端部用弹簧拉力计拉紧。



◆ 放样是整个钢结构制作工艺中的第一道工序，也是至关重要的一道工序

◆ 放样的工作内容有：核对图纸的安装尺寸和孔距；以1:1的大样放出节点；核对各部分尺寸；制作样板和样杆作为下料、弯制、铣、刨、制孔的依据

◆ 依靠计算机技术和数字化技术的进步，最近钢结构制作的放样将采用三维计算机辅助放样系统技术。在过去，钢构件的制作放样是由熟练的放样工在样板房里用长尺和样板依照施工详图放制大样，在放样的过程当中，复核设计图是非常重要的。现在，足尺放样可以在办公室的计算机上完成。改进的计算机辅助放样系统为一个基于三维模型的交互处理系统，将设计计算功能分离出去，只要读取CAD设计施工详图，输入必要的参数，然后再运行程序，样板就生成了，同时生成与之配套的数控切割设备、数控钻孔设备、焊接机器人和预拼装系统的数据、产品的管理信息、制造文件和其他的生产过程需要的各种信息。





◆轧制成型的H型钢等原材料的进场分类堆放及进入库管理。



对于特殊规格的焊接H型钢，其翼缘和腹板均采用钢板切割成条状，焊接成型。钢板条的切割可用数控切割机





**数控切割机进行焊接H型钢的翼缘和腹板条的自动切割。**



用半自动气割对翼缘钢板端部焊接所需坡口  
进行加工





**用带锯进行钢管的切割**



◆最近管桁架在大型空间钢结构中应用增多，图为南京国际展览中心的钢管桁架节点，采用相惯线焊接。



钢管与钢管的相贯线连接，其管端的成形采用计算机控制，自动气割成型。





图为由计算机控制自动气割成型的相贯线切口。



图为由计算机控制自动气割机进行相贯线切割。



**最新的数控划线技术可将待切割的钢板用磁力吊摆放到数控设备的工作平台上，用电视探头搜寻钢板块两个角上的标记点，数控设备关联的电脑来识别钢板的位置，并进行坐标转换，最后数控划线设备可以用锌粉在钢板上划线**



◆ 焊接H型钢在焊接前，将下料的腹板和翼缘板在组对机上进行正确点焊组对。





◆ 在流水生产线上用电渣埋弧焊进行H型钢的焊接成型





◆制孔时，对于小批量的孔，采用样板划线钻孔；对于大批量的孔，采用模板制孔。制孔可采用单孔钻或群孔钻。



钻孔时，可用数控钻床群钻成孔。



◆数控钻孔技术已开始钢结构制造中得到应用。可用计算机总体控制一台或两台钻机的坐标，自动搜寻操作范围内的零件，有多个钻头安装在钻机上同时进行钻孔。当一个钻头损坏或孔径改变时，设备可自动更换钻头。



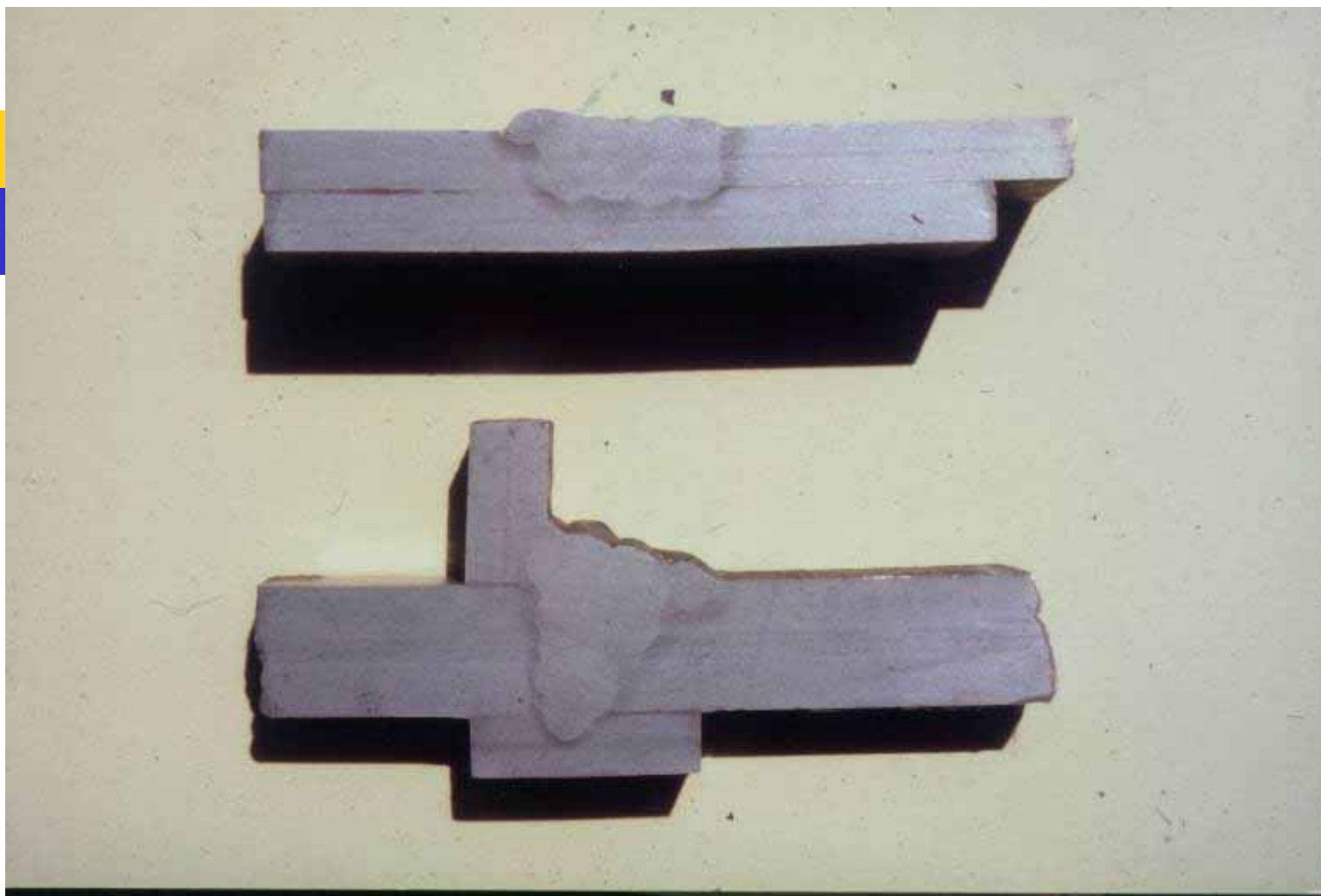


在工作台上对梁柱节点进行小组拼，照片中为box柱





在工作台上对梁柱节点进行小组拼，照片中为box柱



焊缝的质量特别重要，在焊接要领书中应有详细的焊缝设计，包括焊缝高度、道数、间隙。



一个工程的钢构件制作，一般指定焊接人员，设计人员到厂对焊工进行焊接水平考核，图为试样的弯曲试验





完成小组拼后，再进行大组拼。图为采用二氧化碳气体保护焊焊接。



管桁架一般在工厂完成分段制作，段长控制在20m以内，便于运输。



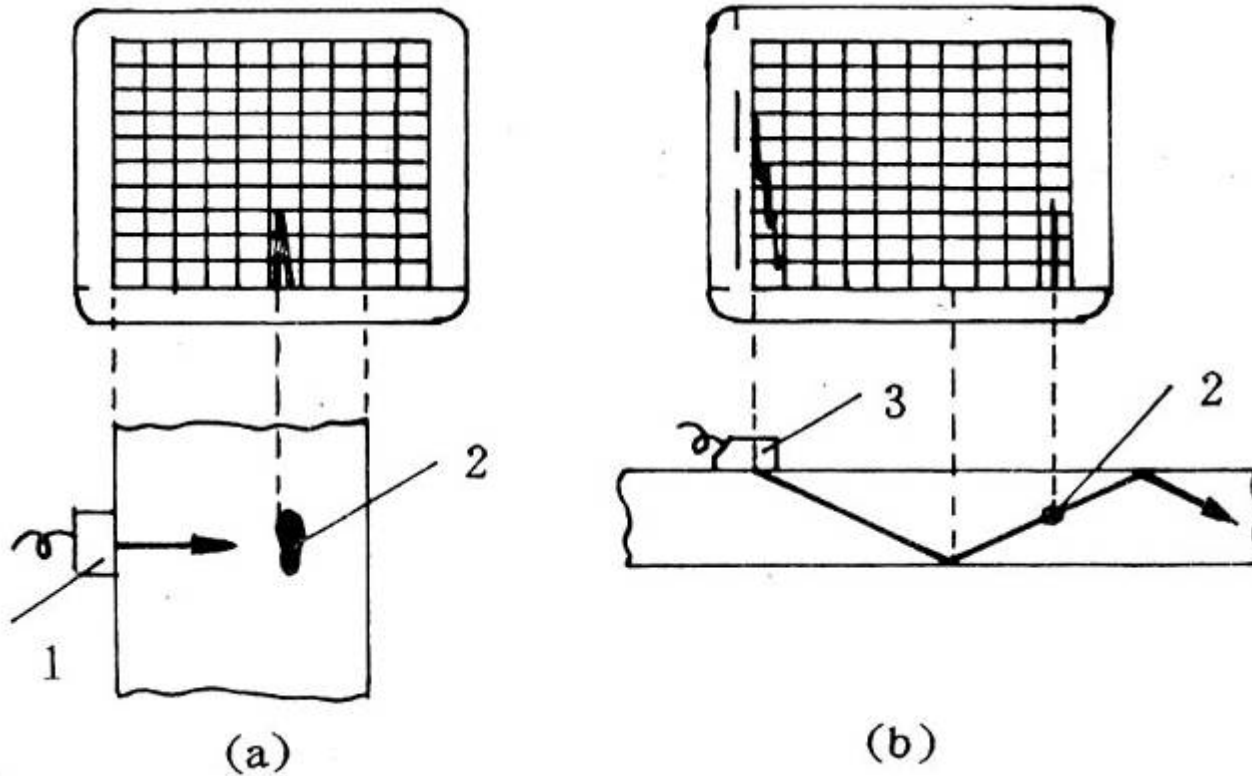


焊接后，由专职的检查人员对焊缝进行焊接质量检查。图为用超声波对box柱的焊缝进行探伤检查。





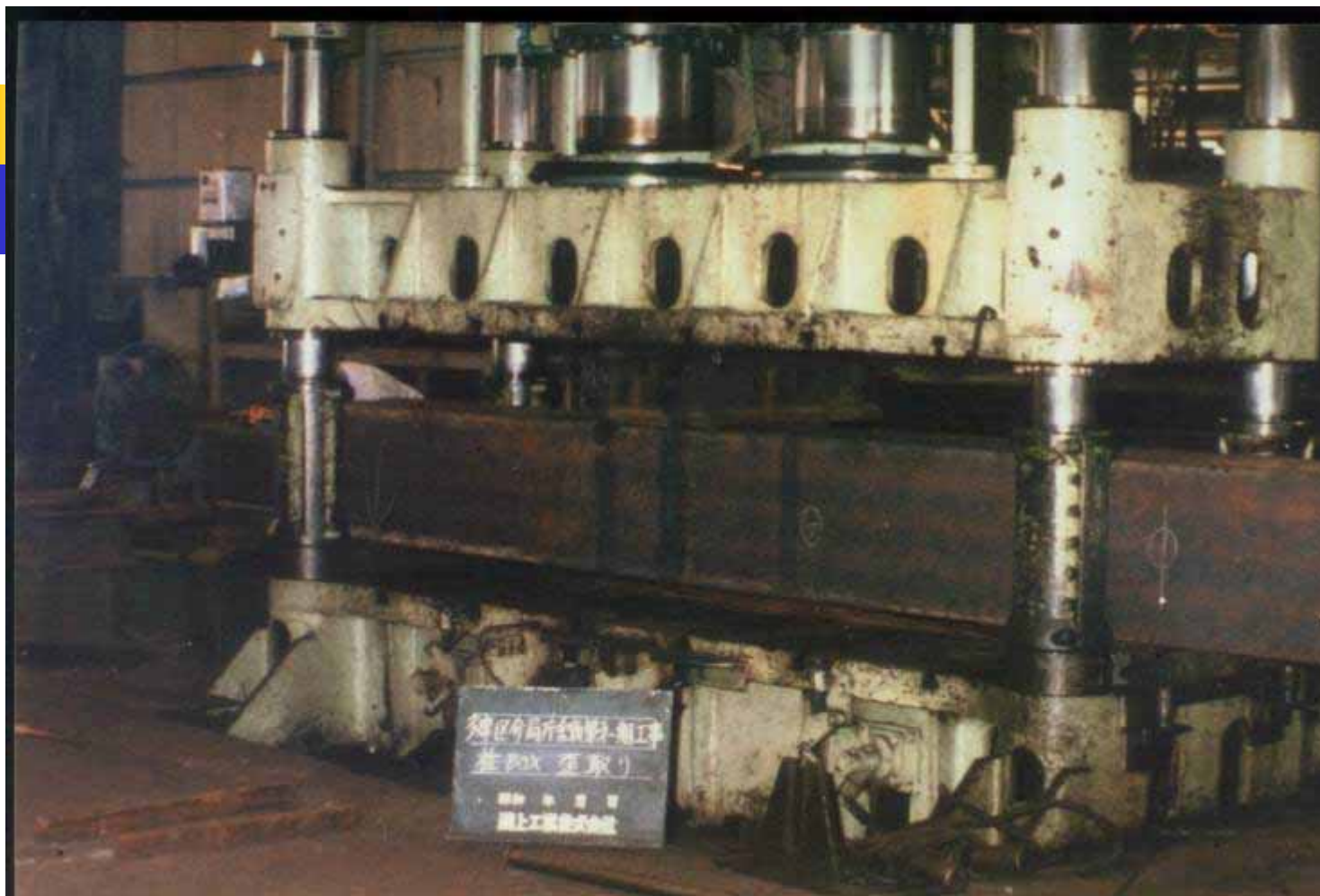
图为用超声波钢柱的焊缝进行探伤检查。



## 超声波探伤

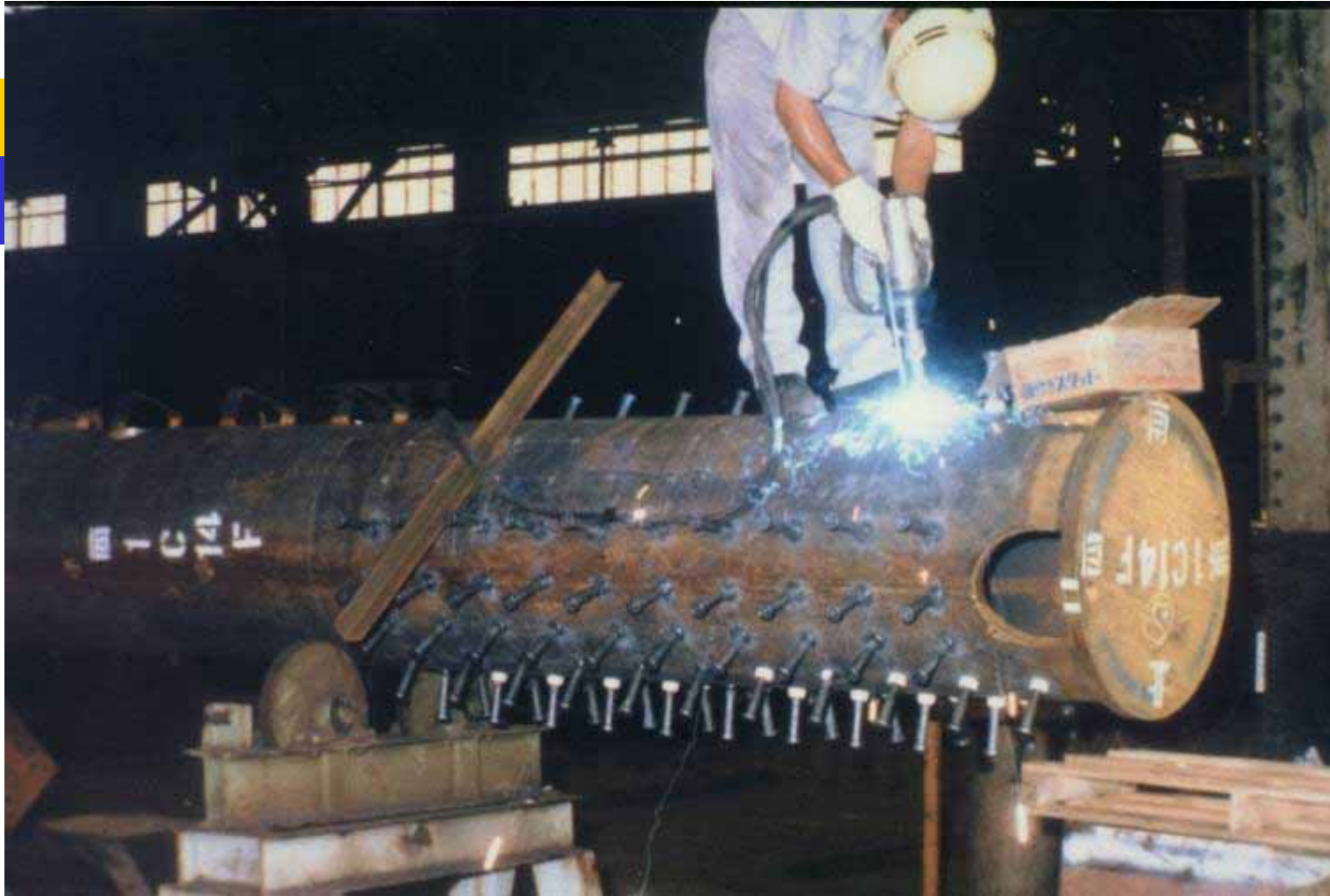
1 - 直探头；2 - 焊接缺陷；3 - 斜探头

超声波探伤分垂直探伤和斜角探伤。



焊接后，构件有焊接变形，可压机上进行整形。





对于钢柱埋入地下室砗内的部分，为增加与砗的结合，用栓钉焊将栓钉焊在柱身上。



钢构件在出厂前必须按设计要求进行表面的喷丸除锈。



钢构件表面除锈的方法分为喷射、抛射除锈和手工或动力工具除锈两类，构件的除锈方法与除锈等级应与设计文件采用的涂料相适应。手工除锈中，St2为一般除锈，St3为彻底除锈；喷、抛射除锈中Sa2为一般除锈，Sa3为彻底除锈。涂刷高性能涂料如富锌涂料时，对底层表面除锈质量要求较高，应采用抛丸彻底除锈。如表面涂刷常规的油性涂料，因其湿润性和浸透性较好，可采用手工和动力工具除锈。





钢构件出厂前，按设计要求在表面除锈后，喷涂防锈底漆。



柱段及中间梁段构件加工成型后，设计人员到厂对构件尺寸进行预验收。





钢构件焊接成型后，对钢构件的表面进行喷丸除锈，并进行防锈的涂装。为保证漆膜的厚度，可用测试仪器进行检测。





涂装漆膜测厚仪，其黄铜片为用于标定厚度的标准片。



钢结构构件制作厂有较大的露天堆场，堆放已加工的钢构件。



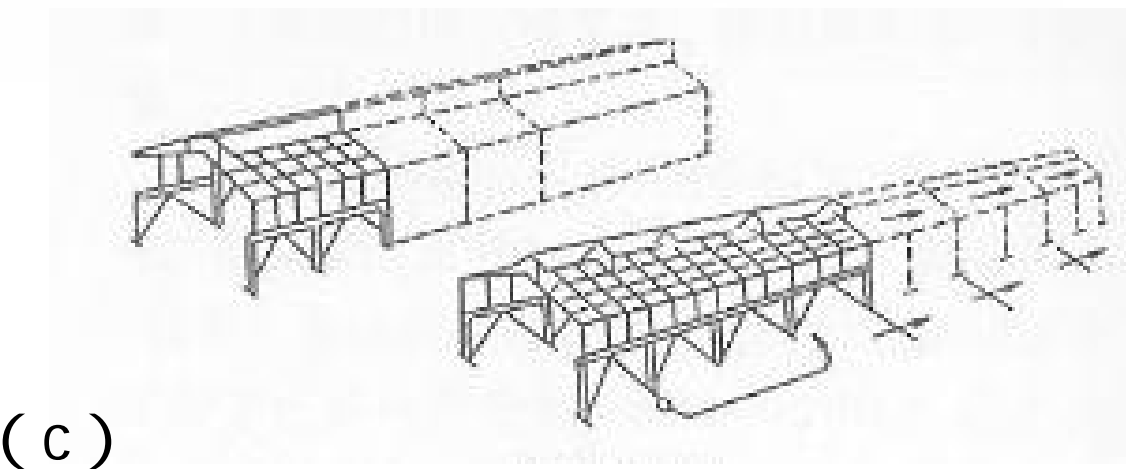
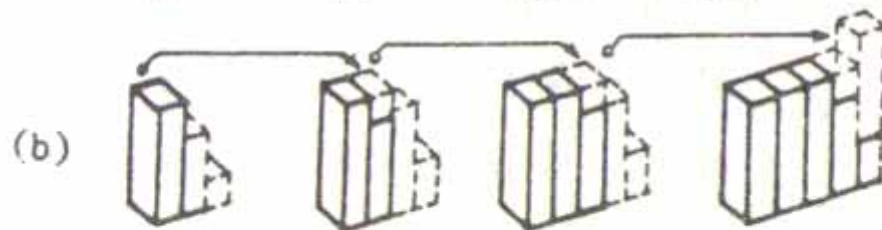
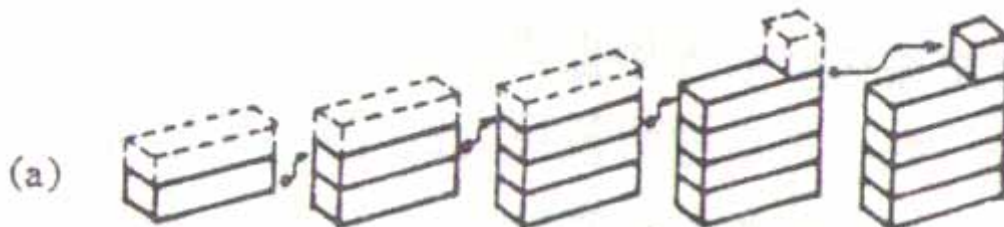
钢构件间采用的高强螺栓连接是摩擦型连接，其摩擦面要做处理，以确保其接触处表面的抗滑移系数达到设计要求（一般为0.45~0.55）。摩擦面处理通常采用喷砂（丸）、酸洗（化学处理）、人工打磨等三种基本方法。





钢构件制作完成后，出厂前做全面检查，打上编号及标识。

# 钢结构现场安装



(a) 分层安装法

(b) 分单元退层安装法

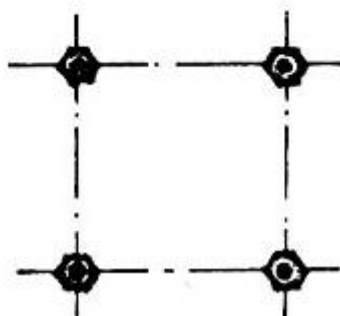
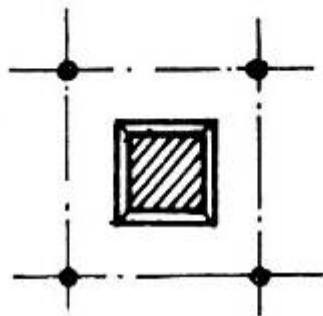
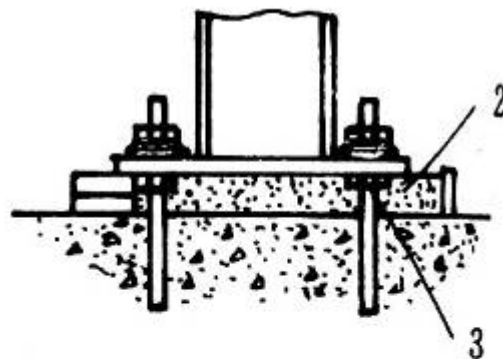
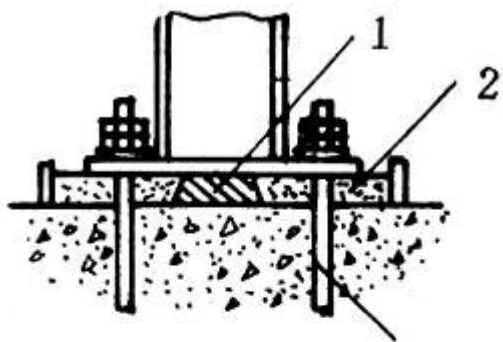
(c) 分段安装



## 房屋钢结构在施工现场安装的基本流程

编制现场安装施工组织设计 施工基础和支承面 钢构件运输和吊装机械到场 钢构件安装和临时固定 测量校正 连接和固定 安装偏差检测和涂装。





## 钢柱脚的安装方法

1 - 钢垫板；2 - 细石混凝土（无收缩灌浆料）；3 - 调节螺母



日本名古屋的NHK  
放送中心  
为高层钢  
框架结构。



钢结构现场安装时，中间梁段运至现场。





中间梁两侧的柱段已安装，在短梁上各站立一人，配合安装中间梁段。在梁下方两侧，有作业安全脚手架。



安装工人骑跨在短梁上，先安装腹板的连接板。





中间梁的制作精度要求高，长度的误差直接影响安装。

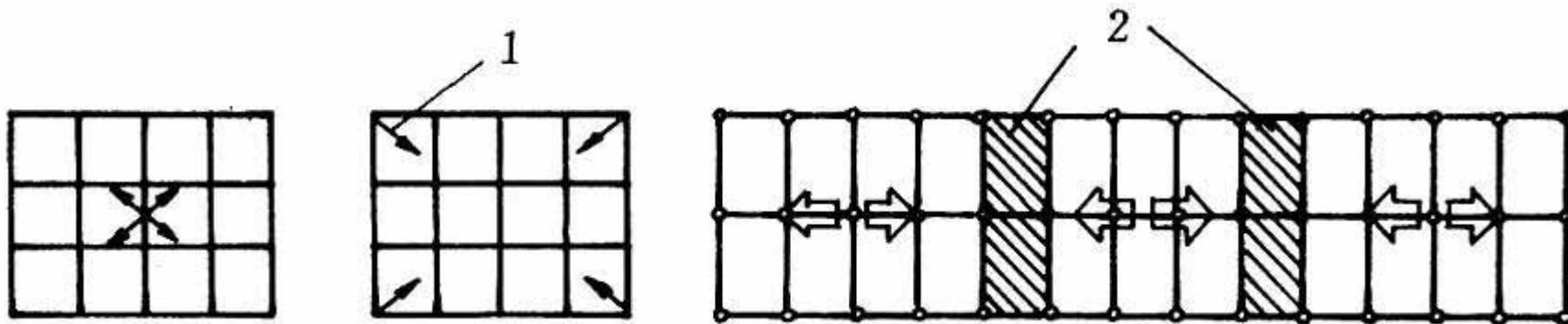




两端工人集中在  
一侧，共同安装  
连接腹板，由于  
柱段安装时产生  
内倾，影响中间  
梁段的插入安装。



安装工人转移至下节柱连接处，松动临时安装固定高强螺栓，使柱段略外倾。



## 柱网中焊接顺序与方向安排

1 - 焊接方向；2 - 调节焊接收缩量跨

钢框架构件间焊接拼装时，总的要求对称。



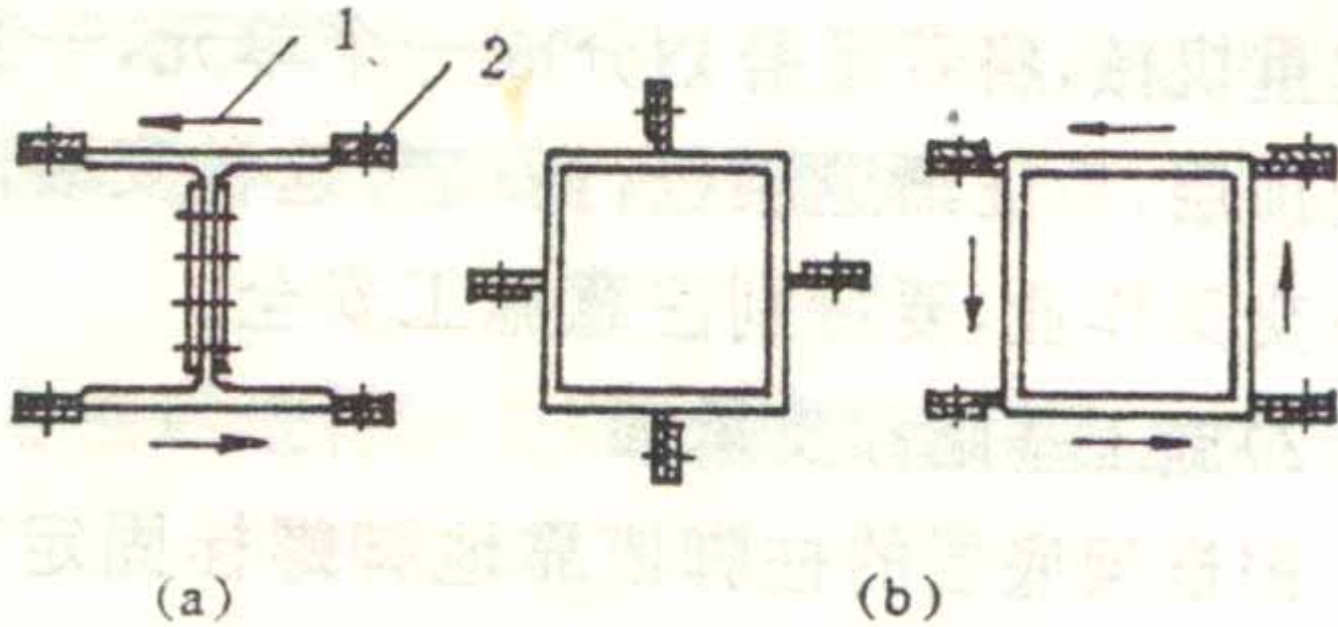


图 6.89 柱与柱接头的焊接方向

1—焊接方向；2—安装螺栓

柱段与柱段间焊接拼装时，总的要求也为对称。



日本东京都  
办公大楼为高度  
达262m的超高  
层钢结构，由  
100多个施工单  
位参与施工。



图为主要施工单位的鹿岛建设现场项目部。





从一个塔楼遥望另一个塔楼，钢结构构件由四台俯仰臂架式塔机进行安装。

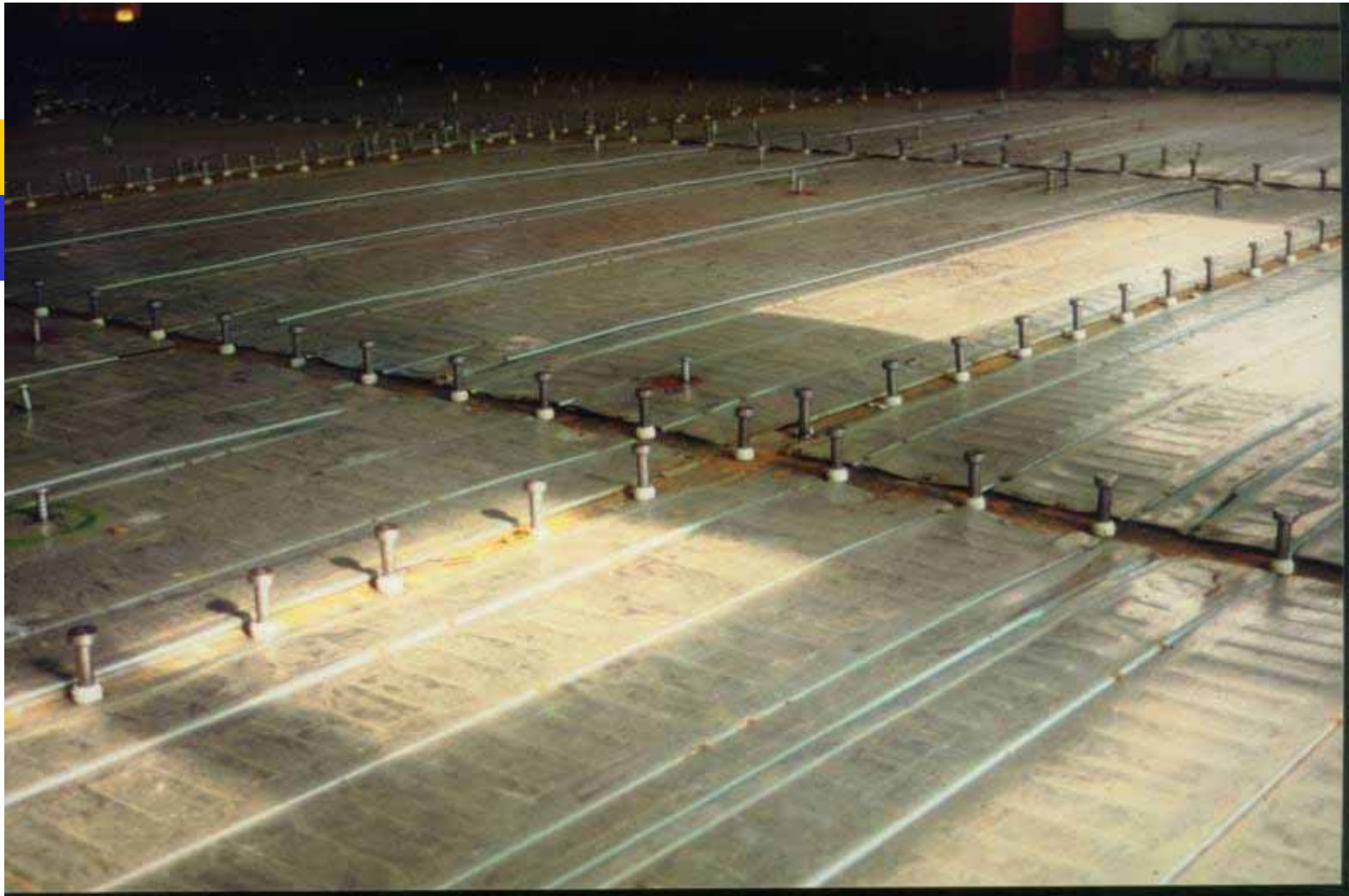


市民广场的议事厅大楼的钢构件由名古屋的泷上工业制作。



外墙采用预制壁板，挂在钢结构上，柱段与柱段的连接采用高强螺栓连接。





砼楼板的底模采用压型钢板作永久性模板，钢梁的翼缘部位焊栓钉，使钢梁与砼楼板共同工作。



多层的商场采用钢框架结构，安装速度快，方便。图为位于名古屋的在建商场。



图为采用综合吊装法进行钢构件的吊装，其带短梁的柱段在吊装中。





柱段吊装  
后，紧接着  
吊装中间梁  
段。

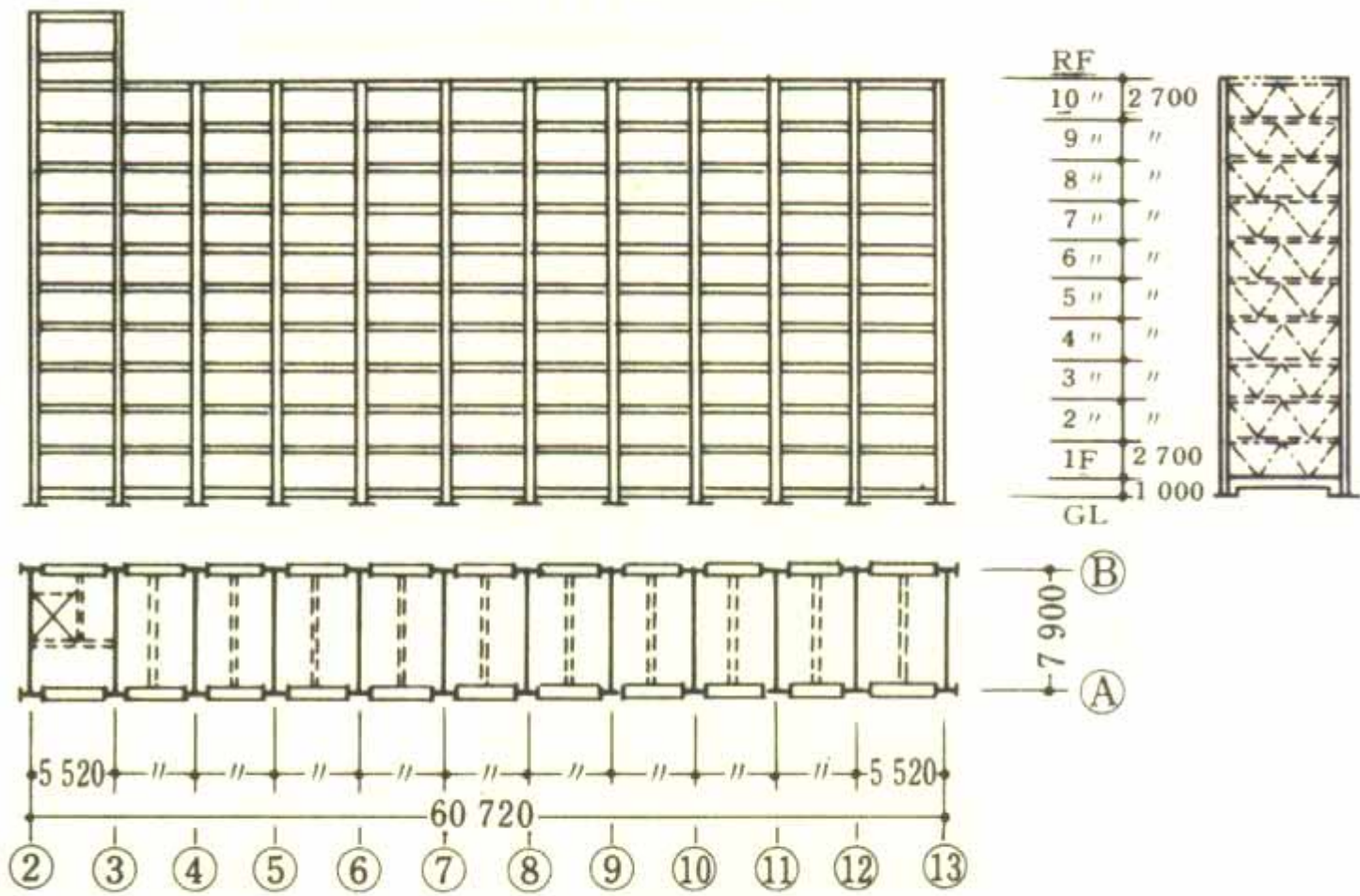


钢结构也能应用于小高层住宅，图为日本名古屋正在施工的钢结构住宅立面效果图。



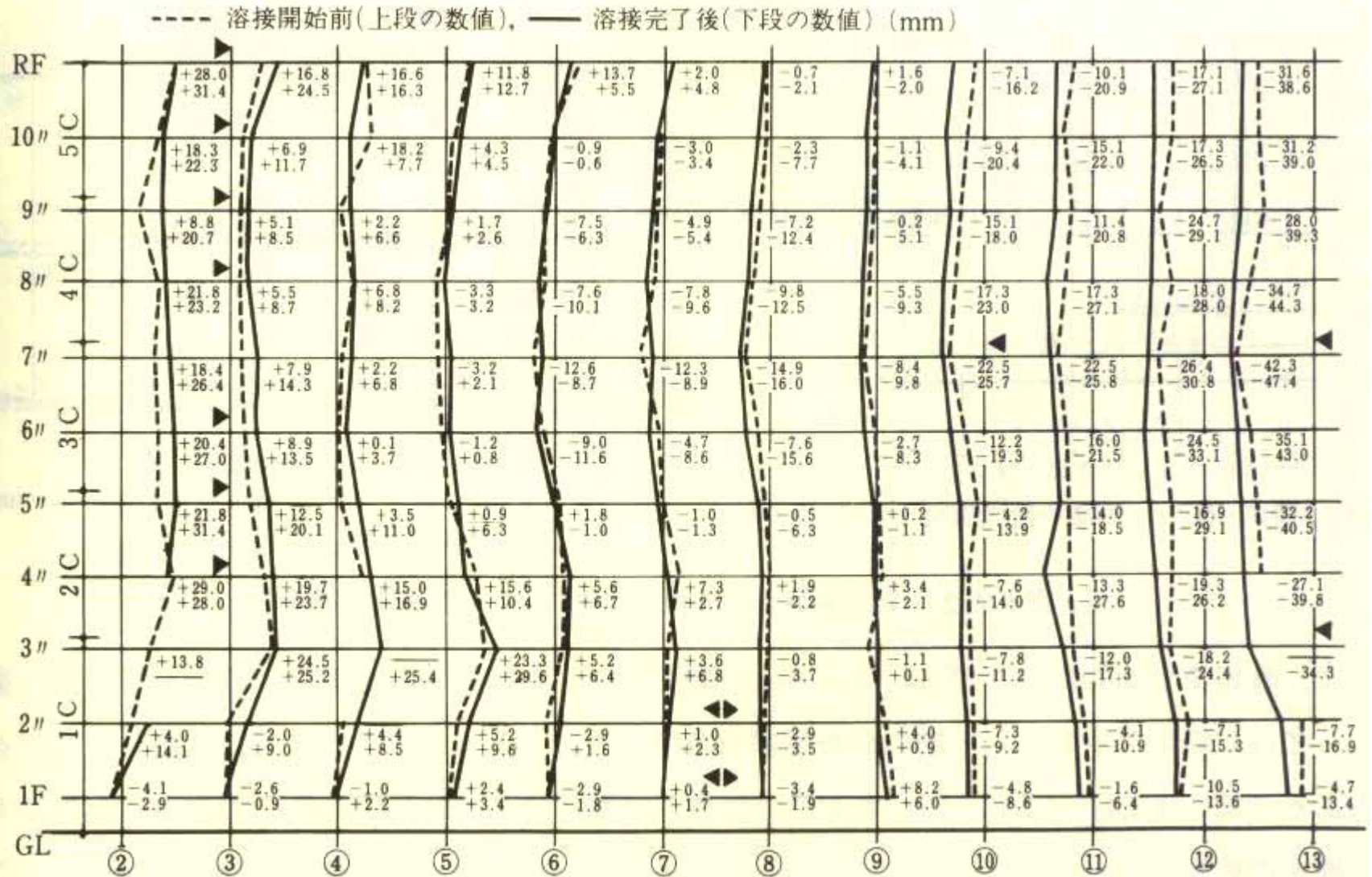
由日本五洋建设施工的钢结构住宅正用退层综合吊装法进行吊装。





中高層鉄骨建築物

◀ 溶接のスタート位置



建物の溶接前・後の柱の位置



位于名古屋  
东山动物园的消  
防了望塔兼观光  
塔高160m，为  
钢结构塔。

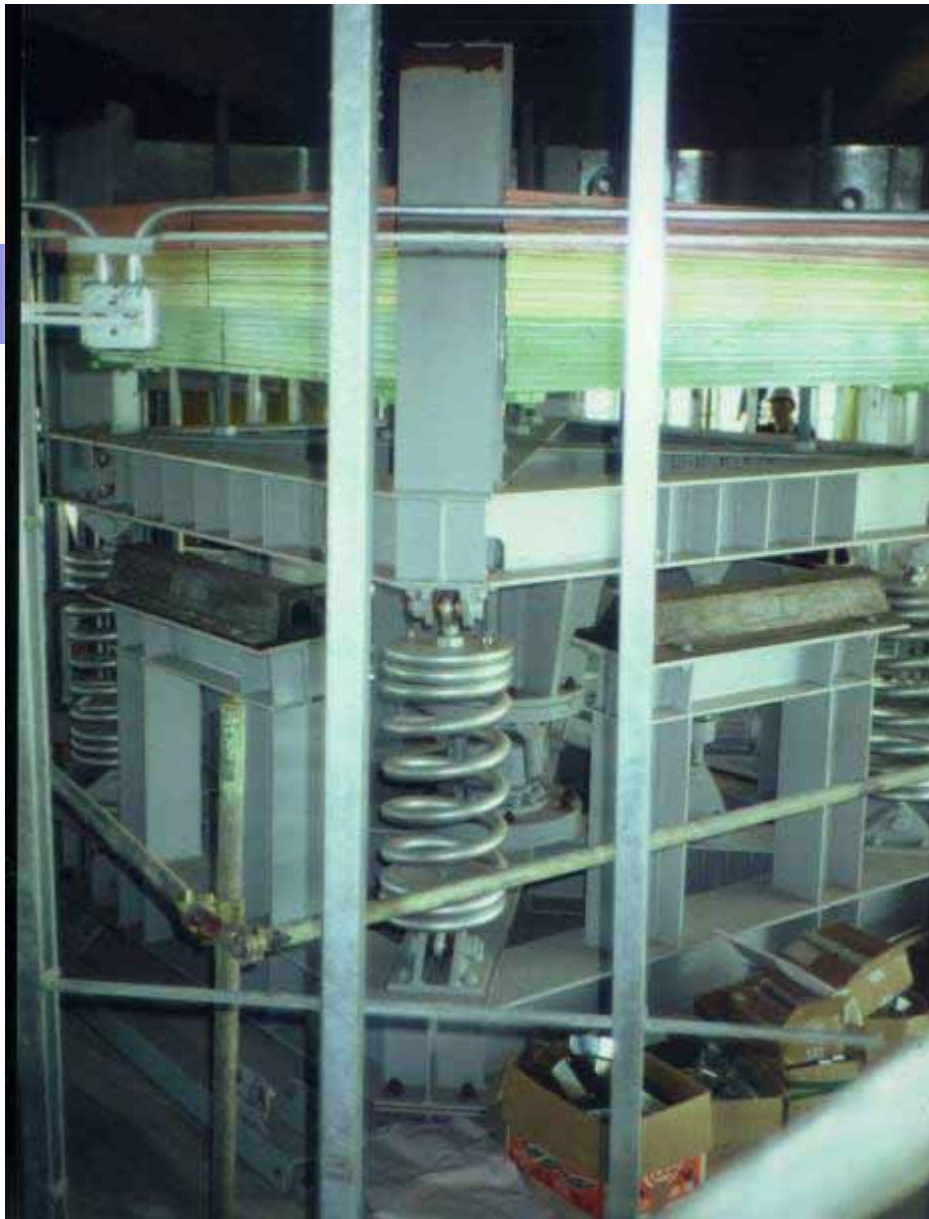




**暴露在外部的钢结构采用不锈钢管件，玻璃幕墙作围护。**



施工中塔吊  
附着在钢结构  
塔身上。



在名古屋的望塔顶部采用了结构控制技术，由日本三菱重工研制的结构位移控制装置安装在塔顶，重达几吨的钢板安放在弹簧和液压阻尼组合的支座上，在大风时，能有效控制塔顶的侧向位移量。





位于南京鼓楼的紫峰大厦采用混凝土核心筒外钢框架结构。



日本东京植物园的温室为钢结构，采用双层网壳结构。





位于名古屋港口的咖啡厅为不锈钢管的落地拱，其独特的造型形成视觉冲击力。





轻钢结构厂房一直以安装速度快，平方米用钢量低，经济性好受到欢迎，并大量应用。



**2007年7月发生在南京的某轻钢厂房整体坍塌事故，施工人员一死一重伤，该事故提醒应对钢结构的安装安全引起足够重视。**





南京的青少年宫采用全钢结构体系。





南京的全民健身中心的高层主体结构采用全钢框架结构。



楼面采用压型钢板做模板，并浇筑混凝土。





压型钢板与钢梁采用栓钉焊连接。





焊接完成的栓钉。



复杂钢结构节点。