

建筑与安装经验谈

高层建筑外脚手架

曾肇河 编著

中国建筑工业出版社

建筑与安装经验谈

高层建筑外脚手架

曾肇河 编著

中国建筑工业出版社

本书以三个高层建筑工程实例为主，总结了这三个工程脚手架设计、计算、施工的经验。其中包括扣件式钢管脚手架、桥式脚手架、外挑式脚手架的设计、计算、荷载试验、搭设、拆除、安全措施、管理制度及常用悬挑架的计算。并介绍了目前国内外常用高层建筑外脚手架系统、悬挑架形式及方案选择。

本书可供从事建筑施工的工程技术人员、管理人员、操作人员参考。

* * *

责任编辑 余永祯

建筑与安装经验谈

高层建筑外脚手架

曾肇河 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 6⁵/₈ 字数: 148千字

1987年8月第一版 1987年8月第一次印刷

印数: 1—24,390册 定价: 0.96元

统一书号: 15040·5280

目 录

绪 论	1
一、高层建筑施工的特点	1
二、高层建筑外脚手架系统	2
(一) 扣件式钢管脚手架系统	2
(二) 插接式钢框脚手架系统	3
(三) 桥式脚手架系统	4
(四) 双翼式脚手架系统	5
(五) 挂架——吊篮脚手架系统	7
三、悬挑架形式	11
(一) 斜撑钢管加吊杆	11
(二) 三角形钢架	13
(三) 下撑式挑梁钢架	13
(四) 下撑式空间钢架	13
四、外脚手架方案选择原则	14
第一章 扣件式钢管脚手架	18
一、工程概况	18
二、外脚手架方案	18
三、扣件式钢管脚手架的稳定分析	25
(一) 传力特点	25
(二) 计算假定和简图	26
(三) 扣件式钢管格构式柱的计算长度	27
(四) 荷载计算	35
(五) 几何特性	37

(六) 截面验算	39
(七) 偏心距 e_0 和水平支反力	41
(八) 立杆基础和排水处理	42
(九) 风荷载对钢管脚手架的影响	49
(十) 大柔度杆在小偏心距 e_0 下的偏心压缩计算	53
(十一) 小结	56
四、下撑式挑梁钢架的计算和设计	57
(一) 纵梁计算	58
(二) 挑梁计算	61
(三) 梁支座的计算	64
(四) 转角设计	66
(五) 连接设计	68
(六) 下撑式挑梁钢架荷载试验	74
(七) 现场安装误差的处理和验算	81
五、材质要求	83
六、标准步架及其附墙	84
七、脚手架与环境的关系	87
八、脚手架的搭设和拆除	88
九、安全措施及规定	91
十、高层建筑外脚手架的管理	92
十一、结语	95
第二章 桥式脚手架	96
一、工程概况及其外脚手架选择	96
二、桥式脚手架的构造	96
(一) 桥式脚手架的组合	96
(二) 立柱构造	97
(三) 横桥构造	97
(四) 立柱横桥连接节点做法	101
(五) 立柱、横桥的材料表	103

三、外脚手架的布置	107
四、桥式脚手架与环境的关系	109
五、桥式脚手架的计算	112
(一) 计算假定和简图	112
(二) 计算长度的取法	112
(三) 荷载计算	113
(四) 截面几何特性	117
(五) 中柱计算	118
(六) 角柱在XZ平面弯曲时的稳定性	122
(七) 横桥计算	125
六、桥式脚手架的搭设、使用和拆除	137
七、安全措施	139
第三章 外挑式脚手架	142
一、挑楼概况	142
二、施工方案选择	143
(一) 桥式脚手架立柱平台方案	144
(二) 扣件式钢管正交杆系方案	144
(三) 工字钢挑撑方案	145
(四) 三角形挂架方案	145
(五) 扣件式钢管桁架外挑方案	146
(六) 挑楼施工顺序安排	146
三、扣件式钢管桁架整体抗倾覆验算	147
(一) 桁架平面布置	147
(二) 桁架荷载、整体抗倾覆验算及其措施	148
四、扣件式钢管桁架外挑部分设计	155
(一) 荷载计算	155
(二) 内力分析	160
(三) 截面验算	163
(四) 构造设计	166

五、扣件式钢管桁架荷载试验	167
六、挑楼外脚手架的构造和安全措施	169
七、搭设和拆除顺序	173
八、几点启示	175
第四章 常用悬挑架的计算	177
一、上吊式扣件钢管桁架计算	177
(一) 工程简况	177
(二) 荷载计算	177
(三) 计算简图和内力分析	179
(四) 截面验算	186
(五) 几点补充说明	189
二、三角形钢架计算	189
(一) 工程简况	189
(二) 荷载计算	190
(三) 计算简图和内力分析	192
(四) 截面验算	193
三、下撑式空间钢架计算	195
(一) 工程简况	196
(二) 荷载计算	196
(三) 计算简图和内力分析	197
(四) 截面验算	200
参考文献	203

绪 论

几年来，随着我国国民经济持续稳定的大幅度增长，城市建设迅速发展。为了缓和城市用地紧张与人口稠密的矛盾，各地的高层建筑越来越多。可以预见，伴随着我国四个现代化的进程，各式各样的高层建筑将进一步地发展。

自五十年代以来，我国的有关专家和工程技术人员，对于高层建筑设计、施工中的一系列问题，进行了广泛而深入地研究，卓有成效地解决了高层建筑设计、施工的许多重大课题。然而，作为高层建筑施工的重要组成部分——外脚手架的设计和使用的研究却不多。外脚手架在建筑施工中与工程的工期、造价、现场文明，作业人员的生命安全都具有十分密切的关系。近年来，由于高层建筑外脚手架设计、搭设和使用不当，倒塌事故屡有发生，已经引起有关领导部门和工程技术界的关注。

一、高层建筑施工的特点

高层建筑施工的特点是体积大、层数多、露天作业多，高空作业多，因而产生一系列的矛盾。譬如，在投影面积相同的施工场地上，建造一个十层以上的建筑物与建造一个五～六层的建筑物相比，四周施工场地就相对狭窄，水平和垂直交通运输相对紧张。因此，不得不在有限的地面和高空空间内集中施工机具和操作人员，以满足工程施工和进度的需要。于是，机具、人员的分布密度相对增大。其结果是，一

方面在高空中操作的人员，心理上自然产生危险感；另一方面伴随施工高度的增加，上部施工高空坠落物的影响范围扩大，在地面上的机具设施以及进行材料、构件、模板清理和运送的人员，增加了遭受打击的可能性。

高层建筑外脚手架的方案选择、设计和使用就是从这些特点出发，根据工程的实际情况，考虑技术上，材料、设备供应上的可能，进行多因素、多层次的协调，最后选择出适用、可行、经济、安全的方案。

二、高层建筑外脚手架系统

目前，国内、外常用的高层建筑施工外脚手架系统主要有：扣件式钢管脚手架系统、插接式钢框脚手架系统、桥式脚手架系统、双翼式脚手架系统、挂架——吊篮系统等。

（一）扣件式钢管脚手架系统

我国自六十年代以来，开始推广扣件式钢管脚手架（图1-2），用于高度为20m左右的房屋建筑和构筑物的施工，已经取得了较大的进展。有了一定的经验，并拥有相当数量的钢管和扣件。经过设计和使用证明，从地面向上搭设总高度不超过40m是可行的，安全的。对于超过40m以上的建筑物或构筑物，采取吊撑、悬挑钢架等措施，可以解决40~100m及100m以上高度的建筑物或构筑物的外脚手架的搭设、使用问题。

扣件式钢管脚手架适用于多种外形形状的建筑物和构筑物，安全感好，节省木材。用于外脚手架的钢管和扣件，可以组成多种结构形式，如扣件式钢管井字架、扣件式钢管桁架、扣件式钢管台模支架、墙模和柱模龙骨、楼模支撑等。一材多用，无弃损，储料待用时间少，周转次数多，显示出

许多优越性。

但是，扣件式钢管脚手架用于高层建筑，搭设和拆除耗用工时多，劳动强度大，材料占用流动资金多，具有自身难以克服的弱点。

（二）插接式钢框脚手架系统

插接式钢框脚手架又叫门式脚手架或钢框架组合式脚手架。其标准单元和组合形式如图1a) b)。其主要承力构件

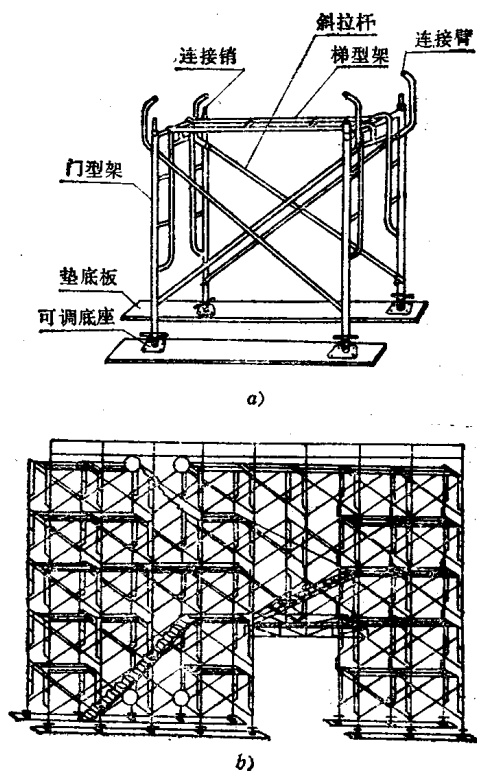


图 1 插接式钢框脚手架

a) 标准单元; b) 组合形式

是门形框架，门形件两边的上部用薄壁钢管焊有两个月形件，以增强门形框架刚度，并兼作人员上下的梯子。插接式钢框脚手架是用普通钢管材料制成标准件，在施工现场组合而成。其基本单元是由一对门形框架，两付十字支撑杆，一块钢踏步板和四个连接插头组合而成如图1(a)。若干基本单元通过连接插头在竖向叠加成为一个多层框架；在水平方向，用十字支撑和钢踏步板使相邻单元连成一个整体，再搭上斜梯、扶栏立杆和横杆，则组合成上下步架相通的外脚手架如图1(b)。

插接式钢框脚手架的搭设高度一般不超过45m，水平方向的尺寸不限。门形框架的宽度即外脚手架的宽度约为1.2m。附墙拉撑点的设置沿垂直方向最大间距6m，水平方向最大间距为8m。若拉撑件分开设置，其间距以不超过1m为宜。

与扣件式钢管脚手架一样，插接式钢框脚手架的标准件在工厂批量生产，造价低廉。这种脚手架还具有使用安全，周转次数多，组合形式变化多样等优点。除附墙件埋入墙体部分以外，没有一次性损耗材料。构造简单，操作方便，单件最重不超过10kg，比扣件式钢管脚手架的钢管最重件轻一半多。部件种类不多，小型轻便，便于运输、堆放、装卸。深受操作人员的欢迎。

插接式钢框脚手架在美国、日本等国得到普遍应用。近年来，在广州、深圳开始推广使用，并有厂家批量生产标准件。可以预料，这种脚手架将在我国的建筑工程施工中广泛运用。

(三) 桥式脚手架系统

桥式脚手架是由北京第三建筑公司的工程技术人员和工

人师傅，在常用的双柱式高车龙门架启示下，于一九七六年试制应用成功的。十年来，各地在推广运用过程中，不断地发展和完善。桥式脚手架就是用不同规格的角钢焊接成底座立柱、标准立柱和标准横桥、辅助横桥和端部横桥等组合件。根据建筑物的需要选择高度和跨度图(2-1)。一般当搭设高度不超过20m时，横桥跨度可达到16m；当搭设高度为20~40m时，横桥跨度为10~12m。并且，随着搭设高度的增加，立柱和附墙设施均应进行设计。

桥式脚手架适用于低层建筑、多层建筑和高层建筑。搭设和拆除容易，使用方便，用工少，搭设和拆除机械化或半机械化程度较高，操作人员劳动强度低。与上述两种外脚手架系统相比，占用流动资金少，是建筑施工较好的工具式脚手架。

可是，桥式脚手架目前尚未由工厂批量生产，各施工单位使用的都是自行制作的，加工质量差异较大。附墙连接随建筑物结构体系的不同而异，通用性不强。立柱、横桥的组合尺寸与建筑物的模数不尽相符，立柱、横桥的尺寸划分有待改进。建筑物外形凹凸起伏变化较大时，需在横桥上搭设挑架。横桥上附设的挑架通用性也较低。阳台、雨篷悬挑大于1m时，桥式脚手架立柱附墙不便依托，且难以满足使用要求。

(四) 双翼式脚手架系统

双翼式脚手架是由四肢格构式柱的标准节用螺栓连接组成塔身。塔身底座放于混凝土基础上，并与其上的预埋螺栓相连接。沿垂直方向每隔7m将塔身用窗托臂或墙托臂固定于建筑物的窗或墙上。搭设高度为40~100m，载重300kg，如图2所示。

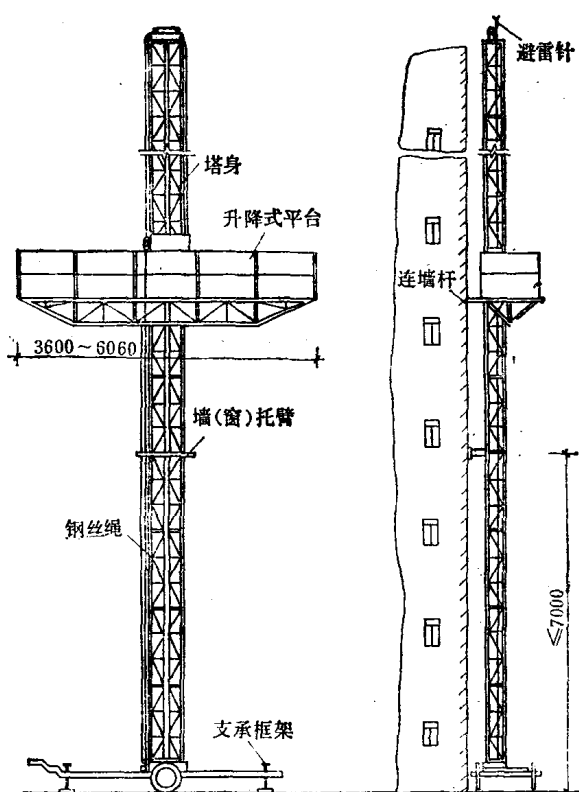


图 2

这种脚手架的操作平台是一个格构式空间桁架，由中间平台、两侧各一个平台现场组装而成，升降式平台操作平台顶面是钢板网。从塔身外侧可以由一翼通行至另一翼。单翼长度3030mm，宽度1160mm。双翼外侧设有安全栏杆，以挂安全网。安置塔身时，为了避开雨棚、阳台、牛腿、垛子及挑檐等横向凸出部分，又有利于在翼上进行施工操作。因

此，在双翼内侧翼面下设有连墙杆，在连墙杆上铺设轻型脚手板，就可以对上述部位进行作业了。

升降式平台上配备有导向轮，可使其沿塔身的导向装置平稳地上升或下降。用电动机进行升降运动。此外，还设计有防止意外事故发生的安全装置。

双翼式脚手架升降灵活，节约劳动力，减轻劳动强度，具有较高的机械化程度。尤其适用于40m以上翻修工程的外装修作业。用于新建工程也是很理想的。可是，一个建筑物的周边同时布置双翼式脚手架，需要的个数多，投资较大。若分流水段施工周转使用，又难以满足工期要求。这种脚手架在苏联等国应用较多。

（五）挂架——吊篮脚手架系统

挂架和吊篮广泛用于低层、多层，工业厂房和民用房屋等建筑物的施工。各地区创造了许多种类的挂架和吊篮。挂架因内挂、外挂、砌筑和装修不同的用途而有所不同。吊篮有用型钢焊接成箱形构架的，也有用三角形型钢桁架和杉槁绑扎成吊篮的。既有手动的，也有电动的。无论是挂架，还是吊篮都因建筑物或构筑物的形式不同而异。现在挂架——吊篮脚手架系统，在高层建筑结构工程和装修工程外沿施工中用的也比较多。

用型钢焊接成三角形钢架，悬挂于建筑物主体结构上，每两榀钢架之间再搭设桁架式工作平台，并随主体结构施工进度逐渐向上提升，既作支模、电焊等的操作平台，又作围护安全设施使用，这称挂架脚手架，简称挂架。如图3（a）所示，挂架使用的关键是悬挂方式要牢固可靠。应视主体结构形式设计确定。若主体结构为现浇钢筋混凝土墙体，则预埋钢筋挂环或特制铁埋件；若主体结构为预制（或现浇）

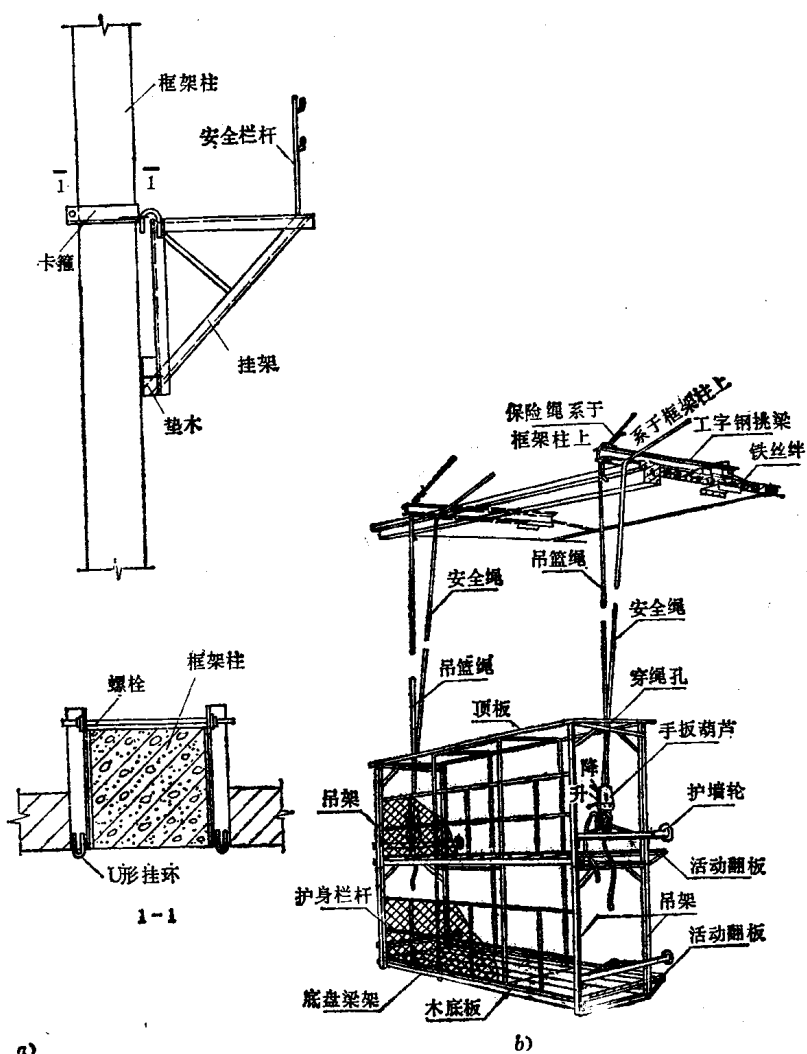


图 3 挂架——吊篮脚手架

a) 挂架; b) 吊篮透视图

钢筋混凝土柱，则设置卡箍，卡箍上再焊接挂环。每根柱挂两个三角形钢架。卡箍可以设计成定型卡具，周转使用。如图3(a)1-1剖面所示。不论采用那一种挂环，其步距为1200~1400mm，水平最大间距不超过6000mm。

吊篮是用型钢焊接成顶面和侧面都开口的箱形钢构架。长度为3000~4000mm，有效宽度1000mm，高度为2000mm。既可以是单层，也可以设计为双层。一般吊篮由两个吊架、底盘、护身栏杆、顶板、悬挂系统和升降系统组成。如图3(b)所示。当建筑物主体结构施工到顶之后，在顶梁、柱、剪力墙等位置预埋铁件或设置卡箍，向外悬挑型钢梁，以便挂吊篮进行外部装修作业。吊篮随工程进度而逐渐向下降落。

以上介绍的是挂架和吊篮分开设置，前者服务于结构工程，后者则服务于装修工程。也可以在三角形钢架外侧下部绑扎杉槁，组成矩形构架。结构施工阶段将型钢固定于每层楼楼板上或梁上，并外挑以悬挂吊篮。随主体结构上升时用塔吊或倒链往上提升。结构工程完成后，则悬挂于屋顶挑出的型钢梁，以进行装修工程施工。如图4所示。

在施工过程中，吊篮随主体结构上升后，按照有关安全规定，在建筑物首层周围搭设宽度5000mm，网眼大小50×50mm的安全网。以上每隔三~四层楼又需架设一次。可在转角处、窗口位置设置安全网支架或支杆，挑出宽度不少于2m，且外口高于里口。如图5(a)(b)所示。支搭完好后的安全网能承受160kg的冲击荷载，则符合要求。其他脚手架系统也要根据具体情况，挂不同形式和规格的安全网。

挂架——吊篮脚手架的机械化程度较高，减轻劳动强度，节约大量的人工和架料，占用流动资金比其他脚手架系统少

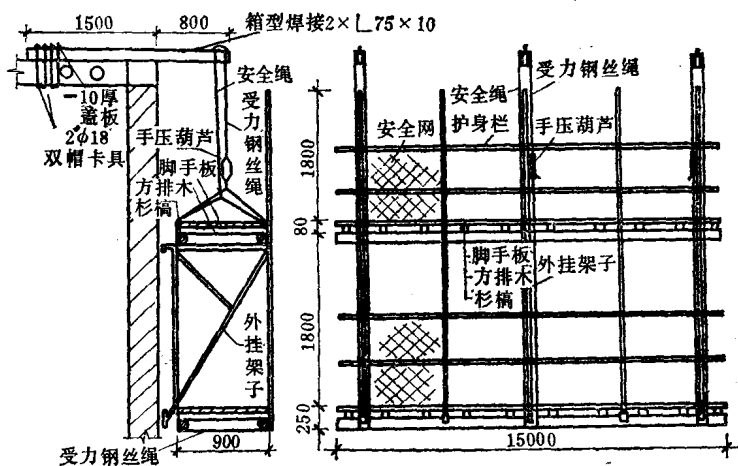


图 4 双层两用吊篮脚手架

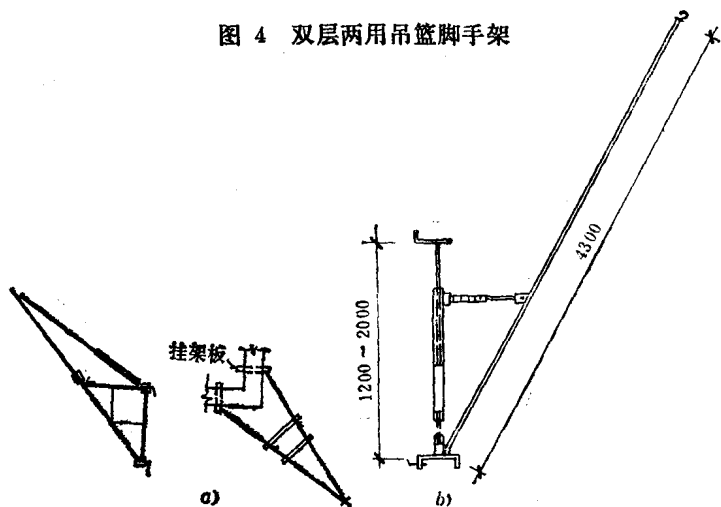


图 5 安全网支架

a) 墙角三角支架; b) 窗口支架