

中等专业学校试用教材

施工技术

(上、下册)

饶 勃 主编

中国建材工业出版社

一九九二年

中等专业学校试用教材

施工技术

(上、下册)

饶 勃 主编

中国建材工业出版社

一九九二年

内 容 简 介

本书较系统而又详细地介绍了建筑工程中各主要工程的施工工艺、原理和方法。全书分上、下两册，上册包括：土方与爆破工程，桩基、沉井及地下连续墙，砌筑工程，钢筋混凝土工程，预应力混凝土工程。下册包括：结构安装工程，防水工程，装饰工程，滑模与爬模工程，大模板工程，升模工程，冬期施工。

全书在介绍理论知识的同时，还总结了中建总工司近期在国内外施工中的先进经验，介绍了地下连续墙、大孔径灌注桩、多功能门型脚手架、组合钢模板、硬架支模、钢筋气压焊、整体预应力、爬模、高级装饰等先进的施工技术。

本书依据新的规范和法定计量单位编写，已被城乡建设环境保护部选为职工中专试用教材。本书既可作为建筑专业师生的教学用书，也可作为土木建筑设计、施工人员的学习和参考用书。

施工技术（上、下册）

饶 勃 主编

中国建材工业出版社出版 新华书店经销

北京仰山印刷厂印刷

787×1092 1/16 开本 49 印张 1, 160 千字

1992 年 8 月第一版 1992 年 8 月第一次印刷

印数 1—2, 930 册

ISBN 7-80090-005-3/TU·6 定价：32 元

绪 论

建筑施工技术是“建筑施工与管理”专业的一门重要的专业课程。它的主要研究对象是建筑工程中主要工种工程施工的工艺原理和施工方法，同时还要研究保证工程质量和施工安全的技术措施。

通过对“施工技术”这门课程的讲授，使学生能够根据工程结构、性质、要求、以及施工条件，因地制宜地选择相应的施工方案，采取有效的保证工程质量和安全生产的技术措施，全面而高效能地完成建筑安装任务。

建筑施工技术课是一门综合性很强的技术课。它与建筑工程测量、建筑材料、建筑机械、建筑电工、房屋建筑学、工程力学、工程结构、施工组织与管理、施工预算等课程有着密切的关系。它们既相互联系，又相互影响。因此，要学好建筑施工技术课，还应当学好上述这些课程。

建筑施工技术课又是一门实践性较强的专业课。因此，要学好这门课程，必须采取理论联系实际的教学方法。除了课堂授课外，还应根据课程教学的进程和施工现场的实际情况，及时组织学生到工地进行参观和讲解，以加深学生对课堂讲授内容的理解，加强直观教学的效果，必须充分利用幻灯、电影、电视录象等电化教学的手段来提高学生对这门课程学习的积极性。

根据培养目标的要求，在教学过程中，除了讲授施工理论外，还应当加强实践性教学的环节，对学生加强实际技能的训练，从而提高施工技术课的教学质量和培养学生实际工作的能力。

建国30多年来，由于党和国家的关心和帮助，在广大建筑施工战线上的工程技术人员、领导、干部和工人群众的共同努力下，我国的建筑施工技术有了较大的进步和发展。主要表现在施工工艺和施工机具两方面有了新的发展和创新。

首先在施工工艺方面：

1、混凝土现浇施工工艺有了迅速的发展。近几年来，随着我国“四化”建设和城市改革的深入，高层建筑和多层建筑增多，因此，“液压滑升模板”和“大模板”的施工工艺得到广泛的运用和推广。由于采用了滑模和大模板施工新工艺，简化了施工程序、缩短了工期、改善了劳动条件、节约了大量的木材、同时又提高了建筑物的整体性和抗震能力。

2、混凝土预制构件的生产工艺不断地提高和完善。如混凝土材料后台上料由原来的手工操作改变成半自动化或自动化生产线。节省了劳动力，改善了劳动条件，提高了产量；预应力混凝土空心板由台座法生产改为挤压成型，或由原有的模具改制为拉模工艺，提高效率几倍；混凝土的养护工艺由坑槽蒸汽养护改为立窑或隧道窑连续蒸养，由湿热法养护改为干热法养护，提高了生产效率，节省了能源；特别是预应力混凝土有很大发展，既有采用高强钢筋生产大型构件，又创造了使用简单设备和低碳冷拔钢丝的中小型构件，使预应力技术深入发展到县、镇和乡、队企业，为推广和发展预应力混凝土开创

目 录

上 册

第一章 土方与爆破工程	(1)
第一节 土的分类及其工程性质.....	(1)
一、土的工程分类.....	(1)
二、土的工程性质.....	(2)
第二节 场地平整.....	(7)
一、的场地平整的土方量计算.....	(7)
二、土方调配.....	(21)
三、场地平整施工.....	(23)
第三节 基坑(槽)开挖.....	(28)
一、施工排水和降低地下水位.....	(28)
二、基坑(槽)开挖.....	(40)
第四节 填土与压实.....	(56)
一、影响填土压实的因素.....	(56)
二、填方的压实方法.....	(58)
三、回填土施工.....	(60)
第五节 爆破工程.....	(63)
一、爆破的基本知识.....	(63)
二、爆破材料.....	(65)
三、药包量的计算.....	(70)
四、起爆方法.....	(72)
五、爆破方法.....	(78)
六、爆破安全技术.....	(86)
第二章 桩基、沉井及地下连续墙	(91)
第一节 钢筋混凝土预制桩的施工.....	(92)
一、钢筋混凝土桩的预制.....	(92)
二、打入桩的施工.....	(94)
三、静力压桩.....	(100)
四、水冲沉桩.....	(102)
五、试桩.....	(102)
第二节 灌注桩施工.....	(103)
一、钻孔灌注桩.....	(104)
二、打拔管灌注桩.....	(108)

三、爆扩灌注桩·····	(110)
四、混凝土的浇注·····	(112)
五、灌注桩的质量问题·····	(112)
六、承台施工·····	(113)
第三节大直径挖孔灌注桩·····	(114)
一、挖孔桩的设计构造与特点·····	(114)
二、施工程序及方法·····	(116)
三、质量标准及安全措施·····	(119)
第四节沉井施工·····	(120)
一、沉井的分类·····	(121)
二、沉井的构造·····	(121)
三、沉井的制作·····	(122)
四、沉井的下沉·····	(126)
五、沉井的封底·····	(128)
第五节地下连续墙·····	(128)
一、地下连续墙的施工程序及其施工方法·····	(129)
二、护壁泥浆循环工艺·····	(137)
第三章砌筑工程·····	(142)
第一节砌筑用的脚手架·····	(142)
一、外脚手架·····	(142)
二、里脚手架·····	(150)
三、脚手架的安全措施·····	(150)
第二节垂直运输设备·····	(151)
一、井架·····	(151)
二、龙门架·····	(153)
三、附壁式升降机·····	(153)
第三节砖砌体施工·····	(155)
一、施工准备工作·····	(155)
二、砖墙的组砌形式与连接·····	(155)
三、砖砌体的砌筑·····	(158)
第四节中小型砌块施工·····	(166)
一、施工准备·····	(166)
二、中小型砌块的规格和排列要求·····	(167)
三、施工工艺·····	(168)
四、砌块施工要点及质量要求·····	(168)
第四章钢筋混凝土工程·····	(170)
第一节模板工程·····	(170)
一、对模板工程的基本要求·····	(170)
二、模板工程的分类·····	(170)

三、木模板·····	(170)
四、模板设计·····	(174)
五、组合钢模板·····	(176)
六、整体式钢模板安装的允许偏差·····	(208)
七、现浇模板的拆除·····	(208)
八、其它模板简介·····	(209)
第二节 钢筋工程·····	(212)
一、钢筋的分类、检验与验收·····	(212)
二、钢筋的冷拉·····	(215)
三、钢筋的冷拔·····	(220)
四、钢筋的焊接·····	(221)
五、钢筋配料单的编制·····	(228)
六、钢筋的加工·····	(234)
七、钢筋绑扎与安装·····	(237)
八、钢筋的代换·····	(238)
第三节 混凝土工程·····	(241)
一、混凝土施工工艺分析·····	(241)
二、混凝土的制备·····	(242)
三、混凝土的运输·····	(245)
四、混凝土浇灌与振捣·····	(249)
五、混凝土的养护·····	(258)
六、混凝土强度的检测与质量验收·····	(261)
七、混凝土质量事故的发生及其防治·····	(263)
第四节 钢筋混凝土预制构件的制作·····	(265)
一、现场就地制作钢筋混凝土预制构件·····	(266)
二、预制厂制作钢筋混凝土构件·····	(268)
三、预制构件的质量检查与验收·····	(278)
第五节 钢筋混凝土工程的安全技术·····	(279)
第五章 预应力混凝土工程 ·····	(280)
第一节 先张法·····	(281)
一、台座·····	(282)
二、张拉机具设备·····	(287)
三、先张法施工工艺·····	(293)
四、折线张拉工艺简介·····	(297)
第二节 后张法·····	(298)
一、锚具和预应力筋的制作·····	(300)
二、张拉机具设备及其检验·····	(314)
三、后张法施工工艺·····	(328)
第三节 电热法·····	(343)

一、电热法的基本原理及其适用范围	(343)
二、钢筋电热法伸长值的计算	(343)
三、电热设备的选择	(346)
四、电热拉张工艺	(348)
第四节 无粘结预应力施工工艺	(349)
一、无粘结预应力束的制作	(350)
二、无粘结预应力施工工艺	(354)
第五节 整体预应力结构的施工	(356)
一、整体预应力板柱结构的施工	(357)
二、整体预应力框架结构的施工	(363)

下 册

第六章 结构安装工程	(381)
第一节 起重机械	(381)
第二节 构件吊装的准备工作	(417)
第三节 单层工业厂房的结构安装	(420)
第四节 结构构件的吊装验算	(447)
第五节 多层房屋结构的安装	(459)
第六节 大板房屋结构的安装	(472)
第七节 结构安装工程的安全技术	(496)
第七章 屋面及地下防水工程	(499)
第一节 卷材屋面	(500)
第二节 细石混凝土屋面	(510)
第三节 油膏嵌缝涂料屋面	(518)
第四节 瓦屋面	(521)
第五节 地下防水工程及堵漏	(526)
第八章 装饰工程	(538)
第一节 抹灰工程	(538)
第二节 饰面工程	(554)
第三节 楼地面工程	(564)
第四节 罩面板和花饰工程	(581)
第五节 裱糊工程	(585)
第六节 刷浆、油漆和玻璃工程	(589)
第九章 大模板建筑施工	(602)
第一节 概述	(602)
第二节 大模板的构造与计算	(603)
第三节 大模板建筑的施工	(627)
第四节 大模板建筑施工的质量与安全技术	(636)
第十章 液压滑升模板与爬模施工	(640)

第一节	液压滑升模板的滑升原理和构造·····	(640)
第二节	滑模施工工艺·····	(654)
第三节	液压滑升模板的设计·····	(667)
第四节	滑模技术在工程中的应用·····	(673)
第五节	爬模施工简介·····	(693)
第六节	滑模施工的安全技术·····	(700)
第十一章	升板法施工·····	(702)
第一节	提升设备·····	(702)
第二节	升板施工工艺·····	(705)
第三节	提升阶段柱的稳定·····	(718)
第四节	升板提模法与升板滑模法·····	(723)
第十二章	冬期施工·····	(726)
第一节	砖石工程和冬期施工·····	(726)
第二节	混凝土工程的冬期施工·····	(729)

第六章 结构安装工程

结构安装工程，就是指将装配式结构建筑物的各种构件，按照设计部位和标高，采用机械的施工方法在现场进行安装，从而完成一幢建筑物（或构筑物）骨架的整个施工过程。

装配式建筑结构，是建筑业实现“三化”的重要途径之一。它对节约木材，保证质量，加快进度，改善劳动条件有着明显的经济效果。因此，正确掌握结构的安装方法，对多、快、好、省地完成施工任务将起着重要的作用。

装配式结构安装的施工特点是：

- 1、预制构件类型多少，影响到预制构件在现场的平面布置和安装进度。
- 2、预制构件的尺寸、重量、安装高度，是选择起重机械的重要依据。
- 3、构件的质量（外形尺寸、埋设件位置、强度），影响到安装的质量和进度。
- 4、预制构件的平面布置随安装方法、起重机械的不同而异。
- 5、构件在运输和安装起吊时，因构件支点或吊点不同引起的构件内力，可能不同于构件使用荷载作用下的内力，甚至相反。所以必须进行安装强度验算，必要时采取加固措施，才能确保构件在运输和起吊中不被损坏。
- 6、构件安装一般在高空进行，构件重，体积大，工作面窄，稍一疏忽易发生工伤事故，因此，必须加强安全措施。

根据以上施工特点，在拟定结构安装方案时，应着重解决以下几个方面问题：

- 1、作好安装前的准备工作。
- 2、合理选择起重机械。
- 3、拟定构件安装工艺及结构安装方法。
- 4、确定起重机开行路线与构件平面布置。

第一节 起重机械

起重机是结构安装工程中必不可少的安装机械。常用的有自行杆式起重机（如履带式起重机、轮胎式起重机、汽车式起重机）、塔式起重机以及桅杆式起重机等。在实际施工中，应当根据建筑结构的特点、现场施工条件以及吊装的施工方法等合理选用上述起重机械，以充分发挥机械的生产效率，保证工程质量，加快施工进度。

一、桅杆式起重机

桅杆式起重机，大都本着因地制宜、就地取材的原则在现场制作。这类机械的特点是制作简单、装拆方便、能在较狭窄的现场使用，且起重量及起重高度都较大。一般木桅杆起重量可达196kN，起吊高度可达25m；金属桅杆起重量可达980kN以上，起吊高度可达60m；桅杆式起重机还可不受电源的限制，无电源的地方，可用人工绞磨进行起吊。其它起重机械不能安装的特殊工程和重大构筑物或大型设备（如超高、超重）都可

用桅杆式起重机来进行安装。

(一) 类型及构造

1、独脚拔杆

是由拔杆，起重滑轮组，卷扬机，缆风绳和锚碇组成，如图6-1所示。

独脚拔杆使用时，拔杆应保持一定的倾角($\leq 10^\circ$)，以便在吊装时，构件不致撞碰拔杆。拔杆的稳定，主要靠缆风绳。缆风绳数量一般为6~12根，但至少不少于4根。缆风绳与地面的夹角 α 一般为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，角度过大则对拔杆产生较大的轴向压力。

缆风绳多用钢丝绳。根据拔杆制作材料的不同，拔杆可分为以下几种：

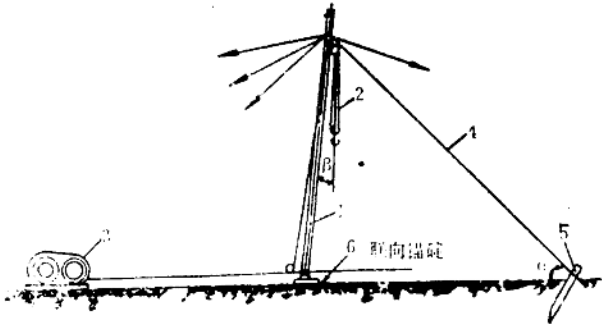


图 6-1 独脚拔杆

1—拔杆； 2—起重滑轮组； 3—卷扬机；
4—缆风绳； 5—锚碇； 6—拖子

(1) 木独脚拔杆，通常用一根圆木做成，起重高度为8~25m，起重量为29.4~196kN之间。起重量大时，也可用2~3根圆木绑在一起的组合截面，作为一根拔杆使用。木拔杆的各部分构造见表6-1。

表6-1 木拔杆初步选择参考表

起重能力 (kN)	拔杆高度 (m)	圆木梢径 (cm)	缆风绳直径 (mm)	滑 车 组			卷扬机拉力 (kN)
				钢丝绳直径 (mm)	定滑轮数	动滑轮数	
30	8.5	20	15.5	11.5	2	1	10.0
	11.0	22					
	13.0	22					
	15.0	24					
50	8.5	24	15.5	15.5	2	1	30.0
	11.0	26	20.0				
	13.0	26	20.0				
	15.0	27	20.0				
100	8.5	30	21.5	17.6	3	2	30.0
	11.0	30					
	13.0	31					

注：表中数值系按滑轮组偏心距 $e=0.2m$ 计算而得。

为了避免吊装时结构件碰击拔杆，在拔杆顶上设置枕木(如图6-2(a)所示)。独脚拔杆移动时，是用卷扬机拖动拔杆根部，为减少地面摩阻力，拔杆底部有拖子。构造如图6-2(b)所示。

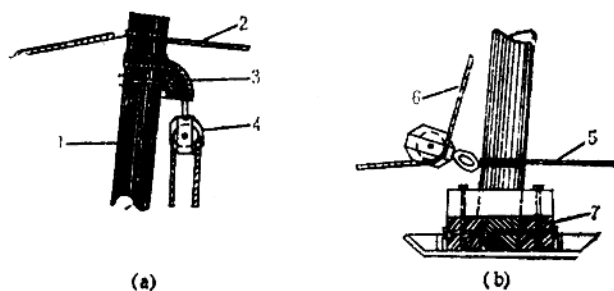


图 6-2 木拔杆细部构造

1—拔杆；2—缆风绳；3—枕头木；4—定滑轮；5—通向锚碇的拉绳；6—起重绳；7—抱子

(2) 钢管独脚拔杆，适用于起重量不超过300kN，起重高度不超过30m的情况。选用尺寸参见表6-2。

表6-2

钢管桅杆尺寸和起重量

起重量 (kN)	桅杆高度 (m)					
	8	10	15	15	20	30
30	152/6	152/6	219/8	299/9	351/10	426/10
50	152/8	168/10	245/8	299/11	351/11	426/10
100	194/8	194/10	245/10	299/13	351/12	426/10
150	219/8	219/10	273/8	325/9	351/14	426/12
200	245/8	245/10	299/10	325/10	377/10	426/14
300	325/9	325/9	325/9	325/12	377/12	426/14

注：最大许可挠曲为200。

(3) 金属格构式独脚拔杆，由四根角钢和横向、斜向缀条（角钢或扁钢）联系

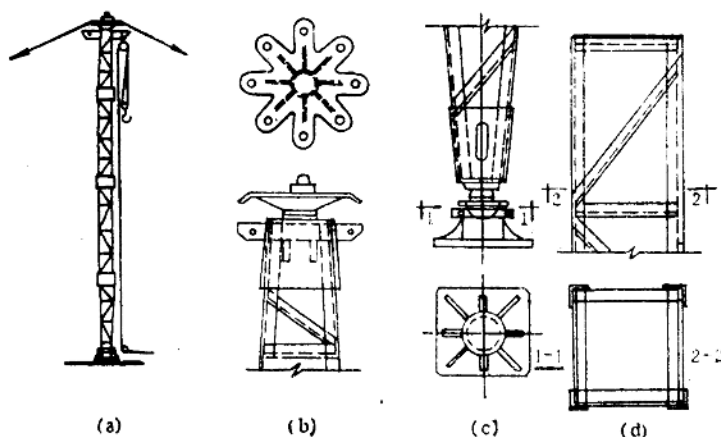


图 6-3 金属格构式拔杆构造
(a)全貌；(b)杆顶；(c)基座；(d)中间段

而成，截面一般为方形，整根拔杆由多段拼成，可根据需要调整拔杆高度。构造如图6-3所示。金属格构式拔杆、起重量可达1000kN以上，起重的高度可达70~80m，拔杆轴向力很大，因此对支垫要求较高，一般要经过计算。

这种拔杆的缆风绳，滑轮组，与拔杆

的连接采用在拔杆顶部焊接吊环，并用卡环连接。缆风绳必须经过计算，一般要穿滑轮组，用卷扬机或倒链施加主拉力。缆风绳的另一端均用水平锚碇固定。

金属格构式拔杆选用材料规格，一般应进行计算，也可参考表6-3进行选用，然后再加以验算。

2、人字拔杆

是用两根圆木或钢管，用钢丝绳绑扎或铁件锻接而成。如图6-4所示。

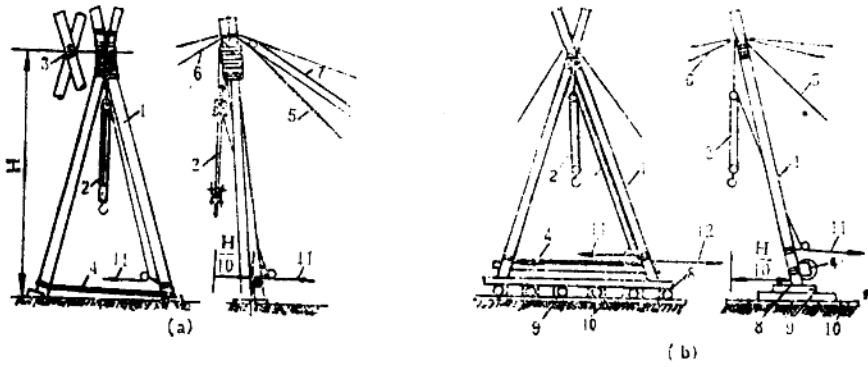


图 6-4 人字拔杆

(a) 固定式人字拔杆；(b) 带木拖的人字拔杆

1—拔杆；2—起重滑车组；3—螺栓；4—绊脚绳或横拉木；5—后缆风；6—前缆风；7—背索滑车组；8—木拖子；9—滚筒；10—道板；11—通向卷扬机；12—至锚碇

表6-3 金属格构式拔杆选用参考表

分 类		1	2	3	4	5	6	7	8
拔杆 截面 (cm)	中间	120×120	120×120	90×90	100×100	65×65	65×65	75×75	45×45
	端部	80×80	80×80	60×60	70×70	35×35	45×45	45×55	25×35
角钢 截面 (mm)	主肢	L150×150 ×12	L130×130 ×12	L90×90 ×12	L100×100 ×12	L75×75 ×10	L75×75 ×12	L100×100 ×12	L65×65 ×8
	缀条	L65×65×6	L65×65×6	L50×50×5	L50×50×5	L50×50×5	L50×50×5	L50×50×5	L30×30×4
Q-起重 量 (kN)		Q H G	Q H G	Q H G	Q H G	Q H G	Q H G	Q H G	Q H G
H-拔杆 高度 (m)		500 45 150	400 45 155	200 40 101	250 40 97	100 35 46	15 30 44	300 30 54	500 30 22
G-拔杆 自重 (t)		550 40 130	450 40 138	250 32 86	300 35 87	120 30 40	20 25 37	360 22.5 44	100 22.5 18
			500 35 129	270 30 84	350 30 77	140 27.4 38	25 20 30	380 15 33	150 15 13
			550 30 113	290 25 71	400 25 71	170 22.5 32	30 15 23		
			600 25 105	300 22 69	450 20 61	190 20 30			
			650 20 88	330 15 54		220 15 23			

人字拔杆上部两杆的绑扎点，离杆顶至少60cm，并用8#铅丝捆扎。起重滑轮组和

缆风绳均应固定在交叉点处。拔杆的前倾度，每米不得超过10cm。两杆下端要用钢丝绳或钢拉杆拉住，长度约为主杆长度的1/2~1/3。缆风绳数量，应根据起重量，起重高度决定。直立的人字拔杆，前后各一根；向前倾斜的，可在后面用两根（左、右各一根），必要时，前面再增加一根；起重量较大时，可在后面设置滑轮组缆风绳。人字拔杆的起重索通过一根杆底的导向滑轮，为保持稳定，另一根杆底要用钢丝绳扣牢。人字拔杆的参考尺寸见表6-4。

吊装过程中，严禁调整拔杆的前倾度或挪动拔杆，以免发生事故。

表6-4 木人字拔杆规格性能资料

拔杆起重量 (kN)	拔杆高度 (m)	木料规格			缆风直径 (mm)	起重滑车数			卷扬机 起重机 (kN)	
		圆木直径 (cm)	方木边长 (cm)	长度 (m)		钢丝绳直径 (mm)	滑车门数			
							定滑车	动滑车		
30	6	16		7	15.5	12.5	2	1	15	
45	5				6	15.5	15.5	2	1	20
100	3.2				4	15.5	17.5	3	2	30
60	7	20		8	15.5	19.5	2	1	30	
110	5				6	15.5	19.5	3	2	30
190	6	30		10	19.5	24.0	3	3	50	
310	7				8	24.0	24.0	5	4	50
140	13.7	30×30		15	19.5	21.5	3	2	50	
210	10.8				12	21.5	24.0	3	3	50
320	4.4				10	24.0	24.0	5	5 4	50

注：1、拔杆组合尺寸为：吊钩与拔杆底脚的水平距离等于1/10拔杆交叉中心到地面的高度；拔杆两脚间距等于1/2拔杆交叉中心到地面的高度。2、后缆风3根，前缆风2根，与地面交角为30°。

3、悬臂拔杆

在独脚拔杆的中部或2/3高处，装上一根起重杆，即成悬臂拔杆。悬臂起重杆可以回转和起伏，可以固定在某一部位，也可以根据需要上下升降。悬臂拔杆的类型和节点构造如图6-5所示。

4、牵缆式拔杆起重机

此起重机是在独脚拔杆的根部装上一可以回转和起伏的吊杆而成，如图6-6所示，它比独脚拔杆工作范围大，而且机动灵活。

牵缆式拔杆起重机起重量在50kN以下时，大多用圆木做成，用来吊装一般小型构件；起重量在100kN左右时，用无缝钢管做成，拔杆高度可达25m，用于一般工业厂房构件的吊装；大型牵缆式拔杆起重机，起重量可达600kN，起重高度达80m，拔杆和吊杆均系角钢组成的格构式截面，这种拔杆用于重型工业厂房的吊装或高炉安装。

吊杆和拔杆的连接有两种形式：一种是吊杆直接接在底盘上，吊杆转动时，拔杆不动，由设在吊杆顶两侧的拉绳牵动吊杆旋转；另一种是将吊杆与拔杆连接在一个转盘

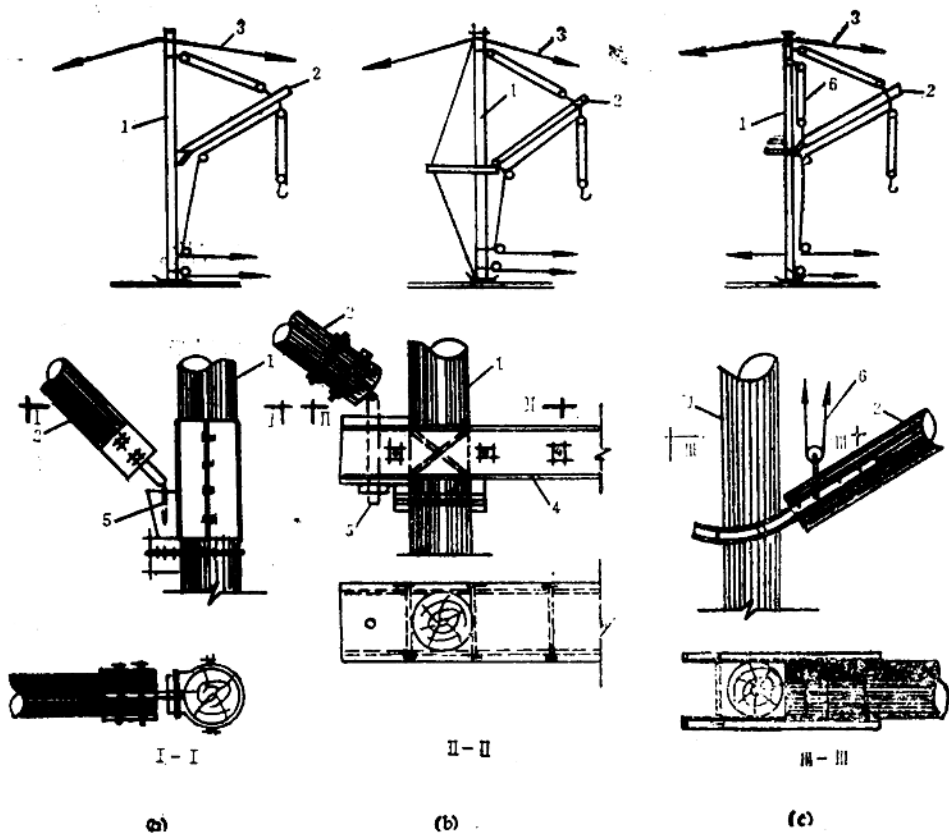


图 6-5 悬臂拔杆和节点构造

(a) 一般形式；(b) 带有加劲杆；(c) 起重杆可升降

1—拔杆；2—悬臂起重杆；3—缆风绳；4—槽钢；5—销子；6—升降悬臂杆的滑车组

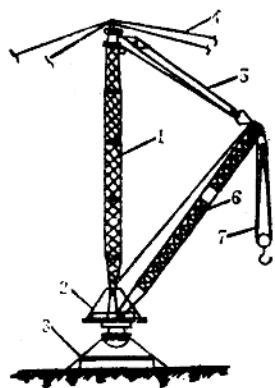


图 6-6 牵缆式拔杆起重机
1—拔杆；2—转盘；3—底座；
4—缆风绳；5—起伏滑车组；
6—吊杆；7—起重滑车组

上，由卷扬机牵动转盘旋转，带动拔杆和吊杆同时旋转，这时缆风绳必须通过活动装置连在拔杆顶上，当拔杆转动时，缆风绳保持不动。这种起重机需要较多的缆风绳，至少不少于6根。

(二) 独脚拔杆的竖立

1、独脚拔杆的竖立

独脚拔杆竖立前，先做好各项准备工作，如拔杆的拼接，钢丝绳的穿绕，缆风绳的绑扎，锚碇及卷扬机的设置等，并经过仔细检查，才能着手竖立。

工地上常用的拔杆竖立方法有以下几种：

(1) 拖拉法。高度不大，重量较轻的拔杆，可用缆风绳作拖拉绳，用卷扬机直接将拔杆竖立起来。如图6-7 (a) 所示。

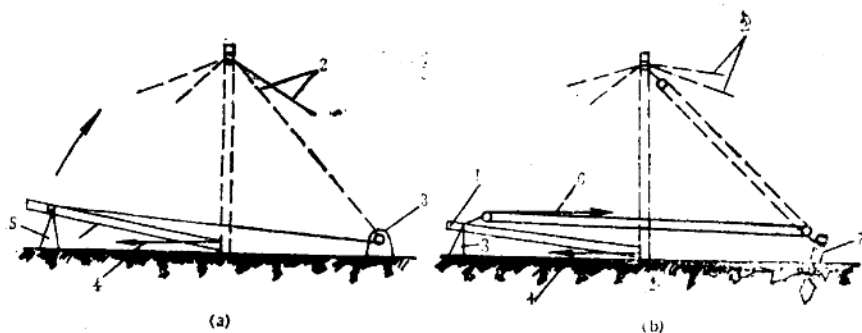


图 6 7 拖拉法

1—拔杆； 2—缆风绳； 3—卷扬机； 4—拉绳； 5—支座； 6—起重滑车组； 7—木锚桩

高度较高，重量较大的拔杆，可用滑轮组的起重绳作为拖拉绳，将动滑轮绑在距拔杆脚约6~10m处的地锚上，用卷扬机将拔杆竖起。如图6-7 (b) 所示。

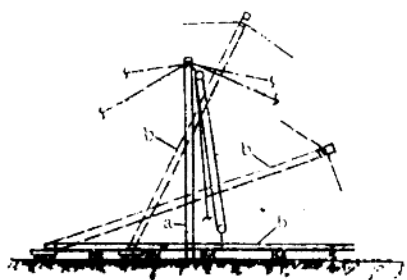


图 6 - 8 滑行法

拔杆在竖立过程中，会向拖拉方向滑移，必须在相反的方向设置拉绳（小拔杆用绳索，较大拔杆用滑轮组），将拔杆底脚拉住。拔杆头应尽量垫高，以减少开始竖立时的起扳力。

(2) 滑行法。拔杆高、重量大时，可用一根轻型辅助拔杆将大拔杆滑行吊起，如图6-8所示。

先在安装地点竖一辅助拔杆a，其长度为大拔杆b的一半加3~3.5m。将拔杆b平置于地面，使其重心靠近a，并在底部安好拖子，a的起重滑轮组连于b的重心上1~1.5m，开动卷扬机，并相应放松缆风绳，拔杆b随拖子沿地面滑至安装位置最后最收紧缆风绳。

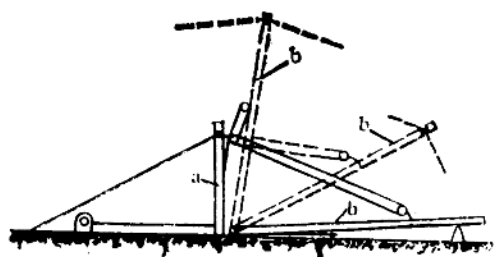


图 6 - 9 旋转法

(3) 旋转法。如图6-9所示。将大拔杆b的下端固定于辅助拔杆a的附近，顶端略加垫高。用a的起重滑轮组将b绕着下端支点c旋转上升，同时，用缆风绳稳住拔杆b，以免倾倒。当b升起与地面成 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 角时，开动卷扬机，调整缆风绳，将杆顶拉至安装位置即可。辅助拔杆a的高度，约为b的 $1/3 \sim 1/4$ 。拔杆竖立后，即收紧缆风绳，并固定于锚碇上。

(4) 倒杆法。如图6-10所示。用拉杆或滑轮组将辅助拔杆上端与大拔杆相连，形成直角三角形，辅助拔杆的另一面用滑轮组与锚碇和卷扬机相连。开动卷扬机，在扳倒拔杆a的同时，拔杆b自水平位置上升。当a转动 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 时，开动卷扬机用缆风绳将

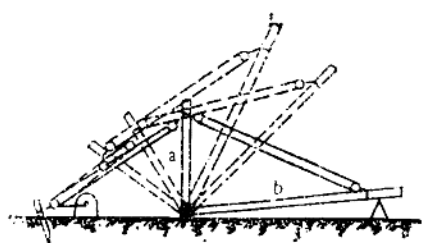


图 6-10 倒杆法

大拔杆拉至安装位置。辅助拔杆a的高度，约为b的 $1/3 \sim 1/4$ 。为防止竖立过程中向后滑移，拔杆b的底部要系好绳索，并连接到锚碇上。拔杆b升起时，升起的另一面，要用缆风绳控制，以防起扳过快，使拔杆b向上升起的方向倾倒。

2、独脚拔杆的移动

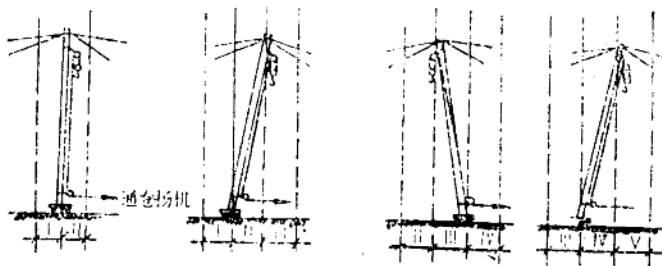


图6-11 拔杆的移动

独脚拔杆移动时，可按图6-11所示的步骤进行：先将后缆风绳慢慢放松，同时收紧前缆风绳，使杆顶向移动的方向倾斜，倾斜的角度最好不大于 10° ，然后，用卷扬机拖拉拔杆下部，向前移动至杆顶向后倾斜约 10° 。如此反复动作即可将拔杆移至所需的位置。

二、自行杆式起重机

自行杆式起重机机动灵活，操作方便，并且起重量、起吊高度都较大，能够满足一般单层工业厂房和多层（五层以下）工业与民用建筑结构的安装要求，是一种比较适用的起重机械。

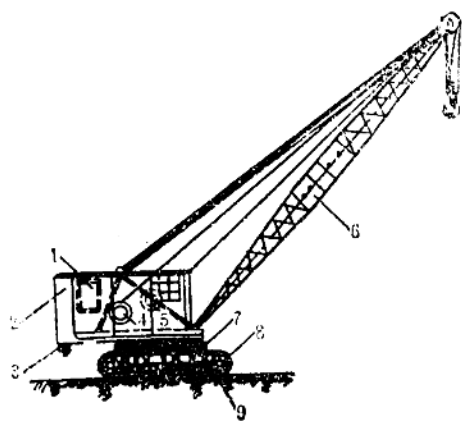


图 6-12 履带式起重机

1—发动机；2—车身；3—平衡重；4—起重杆卷扬机；5—起重卷扬机；6—起重杆；7—回转盘；8—履带；9—下部支架

（一）履带式起重机的类型及性能

1、构造及特点

履带式起重机的构造如图 6-12 所示。它主要由动力装置、传动装置、回转机构、行走机构、卷扬机、操作系统、起重杆、滑车组等组成。

履带式起重机操作灵活，使用方便，本身能回转 360° ，在一般平整坚实的道路上可以行驶和工作，目前，是结构安装工程中的主要起重机械。

2、型号及起重性能

在工业厂房结构吊装中，常用的起重机有国产 W₁-50，W₁-100，W