

起重吊装技术手册

下 册

杨 文 渊 编

人 民 交 通 出 版 社

起重吊装技术手册

下 册

杨 文 渊 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书根据当前国内外起重吊装技术的发展情况,着重介绍国内常用的各种起重吊装设备(包括部分进口的新型起重及打桩设备)和钢、木、装配式钢筋混凝土结构吊装技术,并将必要的计算公式、数据予以图表化。

本书下册包括钢结构、装配式钢筋混凝土结构和木结构的吊装,对于桥梁结构的吊装、打桩机具的架设和打桩方法等作了重点介绍。此外,对渡槽、钢塔、钢筋混凝土长电杆等特大构件的吊装设备和方法也有详尽的介绍,可供公路、铁路、房建、水利、冶金、工矿企业等部门的结构吊装和设备架设从业人员、大专院校师生以及起重吊装培训班学员参考。

起重吊装技术手册

下 册

杨文渊 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 19.75 字数: 490千

1981年12月 第1版

1981年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—9,750册 定价: 3.85元

目 录

第二篇 建筑结构吊装

第十章 钢结构的吊装	1
10-1 钢结构堆放场	1
一、钢结构堆放场的选择	1
二、钢结构堆放场面积的概略计算	1
三、钢结构堆放方法及实例	2
四、设立堆放场的准备工作	4
10-2 钢结构吊装准备	4
一、钢结构吊装前的准备工作	4
二、结构绑扎的常用及专用吊索	7
三、钢结构吊装时的各种绑扎方法	8
四、吊装桁架时保证稳定性的计算	11
10-3 钢结构吊装方法	14
一、钢结构吊装方法	14
二、柱子的吊装	14
三、吊车梁的吊装	16
四、钢桁架的吊装	22
五、檩条及支撑的吊装	22
六、钢结构的组合吊装	22
10-4 钢结构就位校正和固定	28
一、钢结构安装校正和固定	28
二、柱子的校正和固定	28
三、吊车梁与钢轨的校正和固定	30
四、桁架与檩条的检查校正	31
五、安装接头的最后固定及实例	31
10-5 大跨径网架屋盖的整体吊装	33
一、网架屋盖及其整体吊装	33
二、多机抬吊法整体吊装网架屋盖	33
三、桅杆吊升法整体吊装网架屋盖	33
四、提升机提升法安装网架屋盖	37
五、滑模顶升法整体安装网架结构	38
第十一章 装配式钢筋混凝土结构的吊装	39
11-1 构件的堆放	39

一、构件堆放场的选择	39
二、构件堆放面积的利用	39
三、构件堆放方法及实例	39
11-2 构件的检查和运输	42
一、预制构件检查的主要内容	42
二、构件运输的注意要点	42
三、构件的装运方法	42
11-3 吊装准备及专用吊具	46
一、结构吊装的准备工作	46
二、结构吊装专用吊具	46
11-4 构件的拼装	50
一、构件拼装方法和要求	50
二、构件拼装法的实例	51
11-5 构件的绑扎和起吊	52
一、基本要求	52
二、预制构件设置吊环的形式、位置和承吊能力	52
三、钢筋混凝土柱的绑扎	53
四、钢筋混凝土梁的绑扎	57
五、预应力混凝土屋架梁的绑扎	57
六、装配式钢筋混凝土板及梯段的绑扎和起吊	57
七、大型预制块的绑扎起吊	57
11-6 装配式结构吊装方法	62
一、吊装起重机械的采用	62
二、柱子的吊装方法	63
三、柱子的临时固定和脱钩	64
四、柱子的校正法	65
五、重型柱子的吊装	65
六、吊车梁的吊装	71
七、桁架的吊装	74
11-7 装配式钢筋混凝土结构安装接头的最后固定	78
一、安装接头的最后固定方法	78
二、装配式钢筋混凝土结构安装的允许偏差	86
第十二章 木结构的吊装	87
12-1 木结构堆放场地	87
一、木结构的制备和堆放要求	87
二、堆放场的布置实例	88
12-2 木结构吊装的准备工作	88
一、安装位置的准备	88
二、吊装木结构时的绑扎	90
12-3 木结构吊装方法	93

一、木屋架安装位置的允许偏差	93
二、木屋架的一般吊装法	93
三、弧形桁架的吊装	94
四、弧形桁架三铰拱的吊装	95
五、弓背三铰拱的吊装	95
12-4 木结构的临时固定和校正	95

第三篇 渡槽及桥梁结构吊装

第十三章 装配式钢筋混凝土渡槽的吊装	97
13-1 渡槽吊装的特点和主要内容	97
一、渡槽及其吊装特点	97
二、渡槽吊装的主要内容	97
13-2 装配式渡槽的绑扎方法	98
一、绑扎方法的基本要求	98
二、渡槽槽身绑扎法	98
三、拱式渡槽的绑扎方法	99
四、装配式排架的绑扎(吊点)位置	99
13-3 渡槽的吊装方法和实例	100
一、渡槽吊装方法的比较	100
二、在地面上进行渡槽的吊装	100
三、在槽墩或槽身上进行渡槽的吊装	102
四、渡槽下部结构—槽墩的吊装方法	104
五、渡槽构件安装的允许偏差	105
第十四章 桥梁结构的吊装	106
14-1 桥梁结构吊装特点和主要内容	106
14-2 打桩常用机具设备	106
一、桩锤的种类	106
二、落锤的型式、用途及其操作方法	106
三、单动及双动汽锤的区分、用途和工作原理	107
四、柴油机桩锤及其技术特性	108
五、电动振动打(拔)桩锤及其技术特性	111
六、各种桩长、桩重及桩锤选择	111
七、标准木桩架	112
八、一般钢结构桩架	112
九、柴油打桩机桩架的技术规格	113
十、起重机式桩架	114
十一、新型桩锤和打桩机架	115
十二、浮式打桩架	124
十三、桩架高度的计算	126

十四、打桩用其它设备	127
14-3 打桩方法	129
一、桩架的安装法	129
二、水上打桩架的安装法	132
三、打桩脚手架的搭建	132
四、预制桩的移运、绑扎和起吊	133
五、插桩及打桩	136
六、打桩时的允许偏差	138
七、拔桩设备及其应用	139
14-4 装配式钢筋混凝土桥跨的吊装	141
一、装配式钢筋混凝土桥跨及其吊装特点	141
二、用架桥机整孔或分片架设预制桥跨	142
三、用人字桅杆架设钢筋混凝土预制梁桥跨	148
四、用千斤顶及钢导梁架设预制梁桥跨	149
五、用联合架桥机架设预制梁桥跨	153
六、用顶推法架设预应力混凝土连续梁桥跨	156
七、用悬臂法吊装预制桥跨	162
八、钢筋混凝土桁架拱桥的吊装	163
14-5 钢桥跨结构的吊装	169
一、钢桥跨结构吊装方法的分类和选择	169
二、钢桥跨结构的整孔架设	170
三、在满布脚手架上拼装钢梁	172
四、半悬臂拼装和悬臂拼装钢梁	174
五、用拖拉法架设钢梁	178
六、用浮运法架设钢梁	183

第四篇 其它类型结构吊装及安全技术

第十五章 其它类型结构的吊装	188
15-1 电杆、钢塔结构的吊装	188
一、电杆、钢塔结构吊装特点	188
二、预制钢筋混凝土电杆的吊装	188
三、用滑移升起法吊装输电钢塔	189
四、用倒杆翻转法吊装输电钢塔	190
五、用倒杆翻转法吊装高无线电杆、无线电钢塔	191
六、用倒杆翻转法整体吊升彩色电视塔	192
七、几种吊装方法的比较	195
15-2 备件、管件的吊装	195
一、备件、管件的吊装特点	195
二、用吊索调节平衡的吊装法	195

三、用机具调节平衡的吊装法	196
四、用临时加固构件的吊装法	198
五、用空中翻身的吊装法	198
第十六章 起重吊装安全技术	200
16-1 指挥信号	200
一、指挥信号的类别和重要性	200
二、手势信号	200
三、色旗信号	201
四、口笛信号	201
16-2 索具及起重机械的安全操作	202
一、绳索及起重工具	202
二、起重机的安全操作	203
三、高空作业安全要求	204
16-3 防止触电和触电急救	205
一、触电事故和防止触电	205
二、触电急救	207
16-4 金属气割的安全防爆	209
一、气割（或气焊）用气体的基本特性	209
二、氧气瓶爆炸的原因和使用安全要求	210
三、乙炔发生器爆炸原因和使用安全须知	211
四、对电石运输、储存和使用的安全措施	212
五、操作时的安全技术要求	212
16-5 常见起重吊装方法正误对比图说	213

附 录

附录 I 运输车辆性能规格	222
附表 I-1 国产载重汽车性能规格	222
附表 I-2 国产越野汽车（载重）性能规格	225
附表 I-3 国产自卸汽车性能规格	226
附表 I-4 国产牵引汽车性能规格	227
附表 I-5 国产挂车技术规格	228
附表 I-6 国外出产的几种载重汽车外形	230
附表 I-7 国外出产载重汽车性能规格	232
附表 I-8 国外出产自卸汽车性能规格	236
附表 I-9 拖拉机性能规格	240
附表 I-10 平板车技术规格	241
附录 II 几种新型塔吊及其技术性能	241
附表 II-1 几种轻型塔吊的主要技术性能	242
附表 II-2 几种自升式塔吊的主要技术性能	245

附录III 国产H系列钢滑车规格和使用选择	247
附表III-1 滑车的型式代号	248
附表III-2 滑车直径与钢丝绳直径的关系	248
附表III-3 几个国家采用的滑车用绳轮比	249
附表III-4 H系列滑车安全系数	249
附表III-5 H系列各型滑车外形、技术规格	250
附录IV 常用材料及技术标准	256
附表IV-1 钢材断面积及理论重量计算公式	256
附表IV-2 热轧圆钢、方钢及六角钢重量表	257
附表IV-3 钢筋面积表	258
附表IV-4 钢筋重量表	258
附表IV-5 扁钢规格重量表	259
附表IV-6 常用各种金属板重量表	260
附表IV-7 热轧等边角钢表	260
附表IV-8 热轧不等边角钢表	262
附表IV-9 热轧工字钢表	263
附表IV-10 热轧普通槽钢表	264
附表IV-11 起重机钢轨及轻轨重轨表	265
附表IV-12 铆钉规格及铆钉(或螺栓)排列距离	268
附表IV-13 型钢最小弯曲半径	270
附表IV-14 管子、板材、圆钢的最小弯曲半径	270
附表IV-15 安装螺栓时必要的扳手空间	271
附表IV-16 常用焊缝标记方法	272
附表IV-17 型钢对接接头标准	273
附表IV-18 国产焊条的机械性能	275
附表IV-19 焊条用量计算参考表	276
附表IV-20 钢筋焊接长度与焊缝规定	277
附表IV-21 钢筋符号、等级、强度表	278
附录V 数学用表及单位换算	279
附表V-1 平方、立方、平方根、立方根、圆周长、圆面积、倒数	279
附表V-2 三角函数($0^{\circ}\sim 90^{\circ}$)	282
附表V-3 三角形公式表	286
附表V-4 平面图形及公式	288
附表V-5 立体图形及公式	290
附表V-6 半径为R的圆弧长、矢高、弦长及弓形面积	294
附表V-7 各种形体的重心	296
附表V-8 常用计量单位换算表	300
附表V-9 中国线规与英、美、德线规对照表	303
附录VI 常用字母、标准代号	304
附表VI-1 汉语拼音字母	304

附表VI-2 拉丁字母	304
附表VI-3 希腊字母	304
附表VI-4 国内部分标准代号	305
附录VII 起重吊装常用名称对照表	305

第二篇 建筑结构吊装

第十章 钢结构的吊装

10-1 钢结构堆放场

一、钢结构堆放场的选择

1. 集中式的堆放场:

建筑钢结构通常在专门工厂或修配厂内制造, 然后运达工地, 最后进行装配(使之成为大件)及起吊安装。

当上述加工厂距离工地现场很远, 且工程规模巨大时, 宜采用集中式的堆放场, 将结构分类存放, 并进行吊装前的准备工作。

对于必须经过拼装后使用的堆放场所, 应尽可能位于拼装工作场地附近, 以减少场内运输。

2. 分散式的堆放场:

结构加工厂接近施工场所, 或直接在工地现场制造, 构件直接运达各安装对象的附近, 并应尽可能地堆放于吊装用起重机工作范围内, 这样就可避免或大大减少多余装卸工作量。

二、钢结构堆放场面积的概略计算

1. 堆放场面积估算, 可按下列公式粗略估计。

$$F = \frac{Q}{q_c} K$$

式中: F ——堆放场面积(米²);

Q ——同时堆放和加工的结构重量(吨);

q_c ——包括通道在内的堆放场面积上每平方米的平均单位负荷吨数; 根据不同结构构件的重量 $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ 而定, 不同结构构件在每1平方米的面积 $q_1, q_2, \dots, q_n$ 上面有不同的单位负荷吨数, 由下式算得:

$$Q = \frac{Q_1 q_1 + Q_2 q_2 + \dots + Q_n q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}$$

(式中 $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q$)

K ——分类场地用和装卸工作用的必要的面积计算系数, 采用1.10~1.20。

2. 堆放场面积概估参考数据, 如表10-1所示。

钢结构构件堆放场面积参考表

表10-1

类 别	钢 结 构 构 件 名 称	计入通道的单位负荷 (吨/米 ²)
柱	5吨以内的轻型实体柱	0.60
	15吨以内的格状结构中型柱	0.325
	15吨以上的重型柱	0.65
吊 车 架	10吨以内的竖放	0.50
	10吨以上的竖放	1.00
桁 架	3吨以内的 (竖放)	0.10
	3吨以内的 (平放)	0.06
	3吨以上的 (竖放)	0.13
	3吨以上的 (平放)	0.07
其 他	檩条、构架、连接杆件(实体)	0.50
	格状檩条	0.17
	储液或钢板	1.00
	煤气罐的部分节段	0.30

三、钢结构堆放方法及实例

1.堆放注意要点，择要列如表10-2。

钢结构堆放注意要点

表10-2

项 目	堆 放 方 法 及 其 注 意 要 点
堆垛方式	在堆放场内堆成堆架存放，应防止乱堆、零散不齐
堆垛间距	堆垛之间须留出必要的通道，一般可为2米宽
堆垛高度	应不大于2米，以保证安全。易于滚动的钢管单件的堆放，可为上小下大，或具备护栏，以防滚落
检查分类	堆放场对运到的结构，应检查标号，按标号分类及其是否成套，并检查加工中是否有漏检的毛病，吊装前有准备地予以事先消除缺陷
堆垛位置	同一标号的结构放在一个范围内，每堆垛除留通道外，在堆放场全长中，每隔一定堆垛（比如每隔四垛）留一块空地，以便按次将构件供给安装用起重机械分类时有活动余地

2.堆放方法示例，如表10-3所示，一般堆置方法考虑到堆放场构件的运输装卸和保证构件的不受压坏变形等。

3.堆放场的布置形式：为便于构件装卸运输，一般均设置在铁路、公路或专用公路近旁的沿线，重型构件放置要接近输送装卸线，轻型结构构件则放在距铁路或公路线较远处，主要根据具体情况部署，但任何条件下都必须考虑到装卸用起重机械的技术特性，最大限度地发挥有效伸距及其吊重作用。表10-4所示为采用不同的起重机械装卸结构的平面布置型式举例。

钢结构堆放方法示例

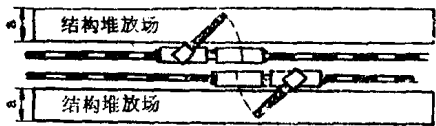
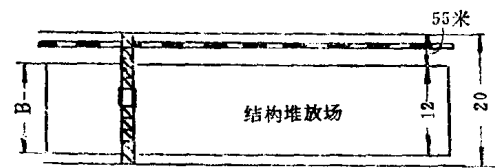
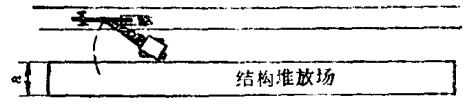
表10-3

类别	构件堆放方法示意图	说明
柱		1. 柱子应放在木垫板上 2. 分层以木垫板间隔，垫的位置均匀以免变形
重型柱 和 吊车梁		1. 重型柱和吊车梁，较方便的存放方法是将其侧面倒放 2. 重型柱的柱与柱之间，应酌留空隙以便捆扎
桁架	1-垫板； 2-立柱； 3-铁路	1. 存放屋架和屋架梁时，须在地上埋置立柱(每隔2~3米左右)并用斜撑撑固 2. 屋架和屋架梁斜靠于立柱放置

注：钢结构大量运送常以铁路支线运输，少量用载重汽车运输。图示系按堆放场沿铁路供应线近旁的示例（指柱及吊车梁）

钢结构堆放场布置型式示例

表10-4

类 型	堆放场布置型式示意图	说 明
铁路近旁堆放场 (铁路式起重机卸料)		堆放场宽度 a , 视起重机起重臂伸距大小而定, 如用门式起重机卸料时, 堆放场宽度 B , 比起重机开行路线的轨距要小4.5~5米, 以保持运输列车在起重机下通行所必要的宽度和考虑到补充通道的条件
铁路近旁堆放场 (门式起重机卸料)		
沿道路运送结构用杆式起重机从汽车上卸料		

四、设立堆放场的准备工作

设立堆放场的准备工作, 是起吊安装钢结构所必需的重要内容, 根据一般要求, 仅在完成下列准备工作后, 始能进行安装作业。

1. 清理场地及平整堆放场地;
2. 根据工程规模, 铺设专用线路, 以及建筑施工所需的可利用的永久房屋和结构场 (仓库、机修车间、消防设备或消防车库等);
3. 准备运送和吊装、装卸用机械及起重设备;
4. 扩大拼装用地 (堆放场的一部分或专门的拼装台) 与埋设竖直堆放构件用立柱及其支撑部分;
5. 把电力、水和压缩空气 (使用风动工具时) 引到需要地点, 以便供应使用 (在使用自行式空气压缩机时, 则不必考虑统一供给压缩空气管路输送)。

10-2 钢结构吊装准备

一、钢结构吊装前的准备工作

结构吊装到设计位置前, 首先要具备符合技术质量要求的基础支承面, 并准备好安装接头。

在吊装作业时, 为达到安装接头合缝的高度精确, 对基础高度及其平面位置都应用水平仪和经纬仪校正和划线。

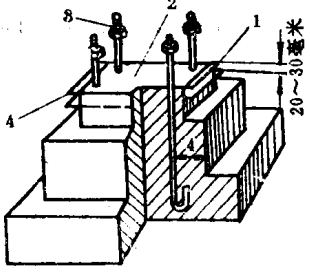
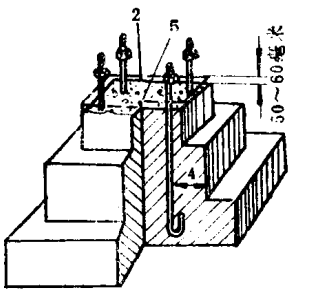
灌筑基础 (对支承面) 的准备工作, 一般采用表10-5所示的方法进行。

在灌筑基础支承面时, 应在一定的允许误差范围内, 以保证安装工作质量, 表10-6可供一般参考, 遇有特殊要求时, 按规定精确度要求办理。

为使地脚螺栓的位置准确可靠, 确保安装质量, 可采用金属样板法; 为防止螺栓在装置

灌注基础(支承面)的准备方法

表10-5

类 别	方 法 图 式	方 法 说 明
基础一直灌注到顶		1. 预埋地脚螺栓, 基础表面灌注到设计标高以下20~30毫米 2. 在基础设计标高处设置用角钢或槽钢制导架(样架), 测准其标高, 然后以导架为依据用水平尺校验铺筑水泥砂浆, 并使基础表面压实抹平
预留标高, 安装时做足		1. 预埋地脚螺栓, 基础灌注距设计标高50~60毫米处 2. 当柱子吊装就位后, 再在支承钢板下浇注水泥浆 3. 吊装时, 可先在地脚螺栓上划标高准线, 以便调整钢垫板及柱子的准确高度

图中: 1-槽形钢, 2-设计高度的表面, 3-地脚螺栓及其螺母, 4-预埋螺栓部分, 5-柱子安装所需灌注的混凝土

灌注基础支承面的容许误差值

表10-6

序 号	误 差 名 称	容 许 误 差 值
1	支承面的误差 (基础一直灌注到顶): (1) 高度 (2) 倾斜(角的正切值)	2毫米 1/1000
2	支承钢板或支承配件上部表面的误差: (1) 高度 (2) 倾斜(角的正切值)	1.5毫米 1/1500
3	地脚螺栓的位移: (1) 位置在结构的范围以内 (2) 位置在结构的范围以外	5毫米 10毫米
4	地脚螺栓伸出支承表面长度部分的误差	20毫米
5	地脚螺栓螺纹长度的误差	只允许加长

柱靴时碰损螺纹, 最好是采用锥形套帽, 作临时维护, 如表10-7所示。

吊装结构前的准备工作, 还包括: 确定并标出结构重心, 检查构件有无变形, 予以矫正和清除污垢、积雪、泥土等; 此外, 须检查夹板、撑角板、安装板条等是否齐备; 检查安装孔和钩扎用角钢, 以及修整损坏的接头和在吊装的构件上划出中线的准线, 测定的上部标高。表10-8系吊装柱子时的实例说明。

除上述外, 在准备工作中, 对安装工人在安装结构上装置梯子、脚手架、安装台等, 并在起吊前将其固定于结构上, 这些工作均在安装地点进行。

螺栓埋置样板及锥形套帽

表10-7

方 法	图 示	说 明
装置地脚螺栓时样板的使用法		在样板上划出准线，于样板的穿孔内固定地脚螺栓位置 图中， 1-横向轴线，2-纵向轴线， 3-地脚螺栓，4-龙门板， 5-横板，6-柱， 7-基础
锥形套帽及地脚螺栓在支承板外情形		利用锥形保护螺纹套帽〔它能同时有利于对准靴孔套帽尖端〕将地脚螺栓固定在支承板以外〕的办法，可使柱子的吊装就位和最后固定校正工作更为方便 图中， 1-垫板上的槽钢，2-柱靴， 3-钢柱，4-基础， 5-地脚螺栓

吊装柱子时标高的划定方法

表10-8

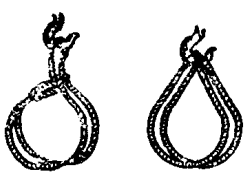
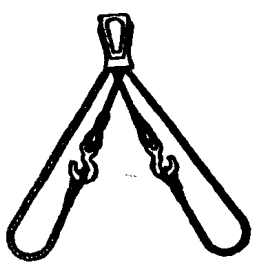
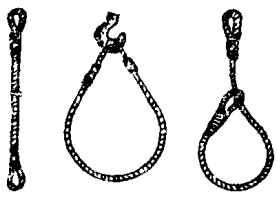
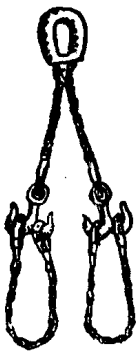
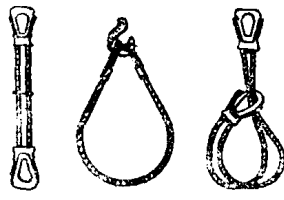
方 法	图 示	说 明
吊装钢柱时标高及轴线的划定方法		吊装钢柱前，须先在柱的底部划出轴线 a 及 b，用以校正柱子的平面位置，另在柱子的上部划出轴线 c 及 d，用以校正柱子的铅直及桁架与撑杆的装置。此外，再以适当的距离 h_1 划出准线 I，用以核对桁架的位置和吊车梁托座的标高 当吊装时，对规定的吊点，亦即捆扎起吊位置，也应予以标出，便于吊装时按规定吊点起吊

二、结构绑扎的常用及专用吊索

1. 常用吊装的绳索（吊索或称千斤绳）：已在第一章第1-7节分别列述，兹再补充列如表10-9所示的几种类型，以供参考。

常用吊索类型及图示

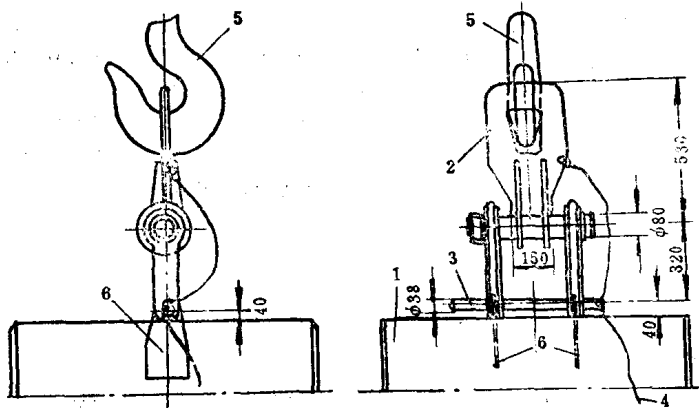
表10-9

序号	名 称	图 示	序号	名 称	图 示
1	万能吊索		4	带有吊钩和套环的轻便吊索	
2	带有两个套环的轻便吊索		5	带有双钩和附加带有套环的简单吊索	
3	带有两个铸件套环的轻便吊索				

2. 专用吊索：为适应吊装结构的特殊需要，保证安全和提高工作进度与节省工时，常常使用特制的专用吊索。这些吊索的型式多种多样，各具特点。

半自动化吊索型式和用途

表10-10

名称	图 示	说 明
起吊钢柱等用的特制半自动化专用吊索		在钢结构安装中，和其它装配式结构的吊装一样，对于吊索的绑扎与解脱是一项重要的工序，它对高空作业安全和所需工时的影响很大。为此采用一种特制的半自动化吊索，就可以在未建立脚手架的结构上，找不到做解开吊索工作的地方，达到自动解开吊索的目的 方法是在构件安置就位后，用联系着特制销子的拉绳把销子松开和拔出就可解开吊索 图中：1-柱（+字断面）；2-吊索；3-销子；4-拔出销子用的拉绳；5-起重机的吊钩；6-焊在柱上的板条