

全国**安全员**岗位培训教材

建设工程安全生产技术与管理实务

——建筑安装工程

中国安装协会 组织编写

中国建筑工业出版社



全国安全员岗位培训教材

建设工程安全生产技术与管理实务
——建筑安装工程

中国安装协会 组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程安全生产技术与管理实务——建筑安装工程/中国安装协会组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 4

全国安全员岗位培训教材
ISBN 978-7-112-20361-1

I. ①建… II. ①中… III. ①建筑工程-安全生产-岗位培训-教材②建筑安装工程-安全生产-岗位培训-教材 IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 012906 号

本书是中国安装协会组织国内多家大型安装企业组织编写的安全生产便携手册, 内容主要分两部分, 第一部分建筑机电工程施工安全技术与管理通用要求; 第二部分专业工程施工安全技术与管理要求。

本书适合安装工程人员安全生产培训教材, 也可作为相关专业大中专院校学生参考使用。

责任编辑: 张磊 郦锁林

责任设计: 李志立

责任校对: 李美娜 姜小莲

全国安全员岗位培训教材 建设工程安全生产技术与管理实务——建筑安装工程 中国安装协会 组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9 1/4 字数: 224 千字

2017 年 5 月第一版 2017 年 5 月第一次印刷

定价: 29.00 元

ISBN 978-7-112-20361-1

(29799)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



本书编委会

主 编：刘世岩

副 主 编：孙 晖

参加编写人员：（按姓氏笔划排列）

丁民坚 王治宇 朱宝吉 毕浦良 张国祥

胡 马 费岩峰 徐建龙 韩胜祥 童洪滨

曾庆江 傅会伦

前 言

党的十八届五中全会和《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》明确提出，要牢固树立安全发展观念，加强全民安全意识教育，实施全民安全素质提升工程。

安全是什么？对于一个人来说，安全是健康和幸福；对于一个家庭来说，安全是和睦与安乐；对于一个企业来说，安全是发展和壮大；对于国家，安全就意味着伟大和强盛。

作为建筑行业，特别是机电安装行业，安全风险存在于施工生产的全过程，如何通过风险进行识别、评估、管理和控制，将风险限制在安全的范围内，消除风险可能带来的隐患，是我们保证安全的重要管理手段。任何发展都不能以牺牲人的生命为代价，这是我们安全生产工作必须坚持的红线。

为全面提高安装企业特别是安全管理人员的风险辨识、隐患排查治理、事故应急处置等安全管理能力，推动企业加强安全文化建设，进一步提升全行业的安全文明素质，我们编写了本书。本书共分为两大章，内容包含了机电工程通用安全及专业安全技术和管理要求。

本书由中国安装协会组织编写，得到北京市设备安装工程集团有限公司、上海市安装工程集团有限公司、浙江省工业设备安装集团有限公司、陕西建工安装集团有限公司、盛安建设集团有限公司、中建一局集团安装工程有限公司等相关单位领导和工作人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢！

本书的谬误之处在所难免，恳请各位专家和读者给以批评指正。

目 录

1 建筑机电工程施工安全技术与管理通用要求	1
1.1 预留预埋阶段安全管理	1
1.1.1 预留预埋施工概述	1
1.1.2 预留预埋阶段安全技术措施	1
1.2 吊装及运输工程	2
1.2.1 概述	2
1.2.2 垂直吊装	9
1.2.3 水平运输	15
1.2.4 卸料平台操作	16
1.2.5 大型设备吊装专项安全技术方案	19
1.3 中小型机具及手持电动工具安全使用	21
1.3.1 概述	21
1.3.2 套丝机	22
1.3.3 砂轮锯	23
1.3.4 卷扬机	23
1.3.5 台钻	24
1.3.6 电焊机	24
1.3.7 登高车	26
1.3.8 咬口机	26
1.3.9 剪板机	26
1.3.10 折板机	27
1.3.11 液压铆钉钳	27
1.3.12 电动剪	27
1.3.13 卷圆机	27
1.3.14 手持电动工具	27
1.4 施工现场临时用电	29
1.4.1 概述	29
1.4.2 施工现场临时用电施工组织设计简介	30
1.4.3 施工现场临时用电管理及电工、用电人员管理	31
1.4.4 外电防护及接地、接零、防雷的一般要求	37
1.4.5 施工配电系统及现场照明	38
1.5 明火作业及电气焊施工	43

1.5.1	概述	43
1.5.2	电气焊设备及施工人员	46
1.5.3	重点部位明火作业	51
1.5.4	特殊场所明火作业	54
1.6	脚手架工程	58
1.6.1	概述	58
1.6.2	扣件式钢管脚手架	61
1.6.3	门式钢管脚手架	65
1.6.4	碗扣式钢管脚手架	69
1.6.5	特殊悬挑、挂、吊脚手架	76
1.6.6	移动式脚手架	83
1.6.7	附着式升降脚手架	84
1.6.8	其他脚手架施工技术	91
1.6.9	脚手架搭设、拆除专项安全技术方案	92
1.7	应急救援管理	94
1.7.1	概述	94
1.7.2	火灾事故应急救援技术	95
1.7.3	触电事故应急救援技术	96
1.7.4	高处坠落事故应急救援技术	96
1.7.5	物体打击、机械伤害事故应急救援技术	97
1.7.6	急性中毒事故应急救援技术	97
1.7.7	坍塌事故应急救援技术	98
1.7.8	事故报告	98
2	专业工程施工安全技术与管理要求	100
2.1	建筑给水排水及采暖工程	100
2.1.1	概述	100
2.1.2	竖向管道安装	100
2.1.3	水平管道安装	103
2.1.4	管道系统试压、调试与试运行	105
2.2	建筑电气及智能建筑工程	109
2.2.1	建筑电气工程	109
2.2.2	智能建筑工程	110
2.2.3	防雷接地施工	111
2.2.4	线槽及线管安装	113
2.2.5	电缆敷设	115
2.2.6	灯具、开关及附属设备安装	116
2.2.7	配电箱、柜的安装	118
2.2.8	机房设备安装	120

- 2.2.9 送电调试与试运行 121
- 2.3 通风空调工程** 126
 - 2.3.1 概述 126
 - 2.3.2 风管制作 127
 - 2.3.3 风管安装 127
 - 2.3.4 管道保温 128
 - 2.3.5 通风空调设备安装 128
 - 2.3.6 通风空调系统调试 129
- 2.4 电梯工程** 130
 - 2.4.1 概述 130
 - 2.4.2 施工准备 132
 - 2.4.3 电梯安装安全技术规定 132
 - 2.4.4 梯井内无脚手架施工 134
 - 2.4.5 电梯调试和试运行 134
 - 2.4.6 电梯维修安全技术 136
 - 2.4.7 故障（紧急）情况下的安全规定 137
 - 2.4.8 电梯大、中修理工程安全规定 137
 - 2.4.9 电梯拆除安全技术规定 138

1 建筑机电工程施工安全技术与管理通用要求

1.1 预留预埋阶段安全管理

1.1.1 预留预埋施工概述

机电安装工程的预留预埋施工主要包括配合测量、结构、给水排水、通风空调、电气安装等专业。在整个工程的施工中，各专业工种必须相互协调配合，才能使整个工程安全有序地进行，如果其中某一个专业只考虑本专业的工作，势必会影响其他专业的工作，同时本专业工作也将无法持续进行。这将给整个机电安装工程施工带来巨大损失，这种损失不仅局限于工期上，也会造成安全、经济、质量上的损失。因此，施工中，各专业工种协调配合，严格按施工程序施工是做好预留预埋阶段安全施工的重要前提。

1.1.2 预留预埋阶段安全技术措施

预留预埋阶段的主要危险源是：交叉作业、高处作业、临边作业、洞口作业、电焊作业、沟坑内作业等。

1) 上下交叉作业时，不得在同一垂直面上下同时作业，当无法避免时，要设置可靠的隔离防护措施。

2) 禁止作业人员在防护栏杆、平台下方休息。

3) 严禁作业人员在楼层板的模板没有完全支设好时就上到平台作业，如果必须进行作业，应协调配合土建做好安全措施，防止坠落事故发生。

4) 临边、洞口作业前，必须检查临边的防护栏杆是否设置齐全牢固，是否挂好安全网。不具备设置防护栏、安全网条件时，应设置安全绳。高处作业必须系挂安全带。

5) 高处作业使用的工器具必须放入工具袋，随用随取；高处作业所使用的材料、配件等必须搁置平稳可靠不得有掉落的风险。严禁上下抛掷物料、工器具，防止落物伤人事故发生。

6) 上下平台应走安全通道。安全通道未设置完时，应使用梯子上下，严禁攀爬脚手架上下。

7) 焊接、气割操作须遵守焊工安全操作规程。

8) 不得利用脚手架、轨道、龙门架或电梯井架等作为电焊机的接地地线。

9) 进行焊接作业，必须有专人全过程实行动火监护，防止焊渣掉落到安全网上损坏安全网或造成火灾。

10) 夜间加班作业必须有充足的照明，并且要同时配备手电筒。

11) 在进出现场的途中必须集中精力，随时注意脚下、头顶、身侧有无异常，不要踩

踏预留孔洞口的覆盖物，不要靠近孔洞口、不要走堆放废弃材料的周边，经过施工中的楼梯等通道时注意楼梯侧边。不要踩踏施工中楼梯的模板上面。

12) 遇到大雨、大雾、六级及以上的大风等气候恶劣的天气，不得进行高处作业也不得进行电焊作业。

13) 电器的电源取接、电器维修与更换等必须有持证电工进行。

14) 所有配电箱内的漏电保护器每天在上下班前必须由专业电工予以检查试验，确认其动作灵敏可靠，当作业过程中漏电保护器掉闸，不得强行合闸，必须由电工查明原因消除故障之后才能合闸使用。

15) 冬、雨期施工，必须按冬、雨期施工措施进行。

16) 使用切割机前应先检查机器是否完好，锯片是否符合要求，空载运行无异常后按操作说明正确使用，运行过程中发生异常时立即停机检查，排除故障后方可继续使用。

17) 沟坑内施工应依据土质情况，做好护坡等防止坍塌的专项安全技术措施。

1.2 吊装及运输工程

吊装及运输工程是建筑机电安装施工必不可少的重要环节。起重吊装作业是指使用起重设备将被吊物提升或移动至指定位置，并按要求安装固定的施工过程；吊装工程相关的运输作业一般是指吊装前使用运输工具将被吊物移动至起吊点的施工过程。

1.2.1 概述

1. 吊装及运输工程施工特点、难点

1) 吊装及运输工程概述

建筑安装工程中暖通与空调、给水排水、消防、变配电、动力照明等系统涉及大量的重型设备，如空调箱、风机、消声器、大型阀部件、锅炉、冷水机组、冷却塔、水泵、分集水器、柴油发电机组、环控电控柜等，其垂直吊装和运输过程存在较大风险和不确定性。而机电设备是整个建筑工程的“心脏”部分，不仅功能重要且价格昂贵，设备吊装顺利与否，关系到整个工程能否顺利竣工，因此做好大型设备的吊装和二次运输工作至关重要。

2) 设备吊装施工特点、难点

(1) 工程实物量多，吊装周期长、工期紧，立体交叉作业难以避免，对各工种交叉配合作业的安全防护措施要求较高。

(2) 部分设备单体质量大，在空中逗留时间长，安全风险较大，对起重器具、设备吊耳的安全性和吊装区域的清场率要求较高。

(3) 超高层建筑的预留孔吊装作业，往往伴随钢结构和玻璃幕墙施工单位同时多维立体交叉施工，相互干扰因素多。

(4) 受高楼风及各类环境干扰因素大，吊装难度高，安全性难以保证。

(5) 超高层建筑的高空易形成雾霾，阻碍吊机视线，导致指挥讯号不清。

(6) 地下室设备一般通过预留孔吊装进入，对起重司机的操作技能、司索工的个体安全防护和机械设备的安全管理等要求较高。

(7) 部分设备定制加工周期长,且常伴有工程变更和设计修改,导致部分设备在超高层建筑的外幕墙封闭后进场,只能通过预留口吊装,易对幕墙结构产生破坏并造成危险。

(8) 结构安装阶段现场环境较差,多工种交叉配合作业,导致设备运输的障碍物较多,对运输方式的采用、起重器具的选择和场地的清理等要求较高。

2. 常用的索具吊具

1) 麻绳

(1) 麻绳的性能与用途

麻绳具有质地柔韧、轻便、易于捆绑、结扣及解脱方便等优点,但其强度较低,一般麻绳的强度,只为相同直径钢丝绳的10%左右,而且易磨损、腐烂、霉变。

麻绳在起重作业中主要用于捆绑物体;起吊500kg以下的较轻物件;当起吊物件或重物时,麻绳拉紧物体,以保持被吊物体的稳定和在规定的位置上就位。

(2) 麻绳的种类

按制造方法,麻绳分为土法制造和机器制造两种。

土法制造麻绳质量较差,不能在起重作业中使用。

机制麻绳质量较好,它分为吕宋绳、白棕绳、混合绳和线麻绳四种。

(3) 麻绳的许用拉力计算

麻绳正常使用时允许承受的最大拉力为许用拉力,它是安全使用麻绳的主要参数。由于工地无资料可查,为满足安全生产,方便现场计算,麻绳的许用拉力一般采用以下经验公式估算:

$$S = \frac{45d^2}{K} \quad (1-1)$$

式中 S ——许用拉力(N);

d ——麻绳直径(mm);

K ——安全系数。

麻绳的安全系数 K 的取值,作一般吊装用时取 ≥ 3 ,吊索及缆风绳用时取 ≥ 6 ,重要起重吊装用时取10,旧绳使用时必须按新绳的50%许用拉力计算。

2) 钢丝绳

钢丝绳具有断面相同、强度高、弹性大、韧性好、耐磨、高速运行平稳并能承受冲击荷载等特点,是吊装中的主要绳索,可用作起吊、牵引、捆扎等。

(1) 钢丝绳的构造特点和种类

钢丝绳按捻制的方法分为单绕、双绕和三绕钢丝绳三种,双绕钢丝绳先是用直径0.4~3mm,强度140~200kg/mm²的钢丝围绕中心钢丝拧成股,再由若干股围绕绳芯拧成整根钢丝绳。双绕钢丝绳钢丝数目多,挠性大,易于绕上滑轮和卷筒,故在起重作业中应用的一般是双绕钢丝绳。

① 按照捻制的方向钢丝绳分为同向捻、交互捻、混合捻等三种。

② 钢丝绳按绳股数及一股中的钢丝数多少可分为6股19丝、6股37丝、6股61丝等。日常工作中以6×19+1、6×37+1、6×61+1来表示。在钢丝绳直径相同的情况下,绳股中的钢丝数愈多,钢丝的直径愈细,钢丝愈柔软,挠性也就愈好。根据国家行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ 276—2012),吊索宜采用6×37型钢丝绳制

作成环式或 8 股头 (图 1-1)。

③ 钢丝绳按绳芯不同可分为麻芯 (棉芯)、石棉芯和金属芯三种。用浸油的麻或棉纱绳芯的钢丝绳比较柔软, 容易弯曲, 同时浸过油的绳芯可以润滑钢丝, 防止钢丝生锈, 又能减少钢丝间的摩擦, 但不能受重压和在较高温度下工作。

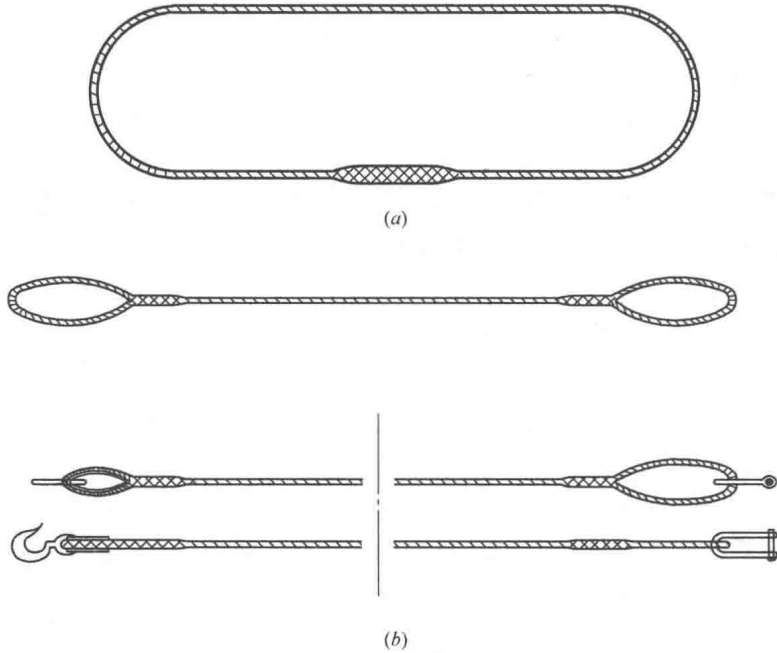


图 1-1 吊索
(a) 环状吊索; (b) 8 股头吊索

(2) 钢丝绳的安全负荷

① 钢丝绳的破断拉力

所谓钢丝绳的破断拉力即是将整根钢丝绳拉断所需要的拉力大小, 也称为整条钢丝绳的破断拉力, 用 S_p 表示, 单位: 千克力。

求整条钢丝绳的破断拉力 S_p 值, 应根据钢丝绳的规格型号从金属材料手册中的钢丝绳规格性能表中查出钢丝绳破断拉力总和 $\sum S$ 值, 再乘以换算系数 ϕ 值。即:

$$S_p = \sum S \cdot \phi \quad (1-2)$$

实际上钢丝绳在使用时由于搓捻的不均匀, 钢丝之间存在互相挤压和摩擦现象, 各钢丝受力大小是不一样的, 要拉断整根钢丝绳, 其破断拉力要小于钢丝绳破断拉力总和, 因此要乘一个小于 1 的系数, 即换算系数 ϕ 值。

破断拉力换算系数如下:

当钢丝绳为 $6 \times 19 + 1$ 时, $\phi = 0.85$

当钢丝绳为 $6 \times 37 + 1$ 时, $\phi = 0.82$

当钢丝绳为 $6 \times 61 + 1$ 时, $\phi = 0.80$

用查表来求钢丝绳破断拉力, 虽然计算较准确, 且必须要先查清钢丝绳的规格型号等, 再查有关手册进行计算。但工地上临时急用时, 往往不知道钢丝绳的出厂说明规格,

无手册可查，无法利用上述公式计算时，可利用以下公式估算：

$$S_p = d^2 / 2 \quad (1-3)$$

式中 d ——钢丝绳的直径（英分）。

为了便以应用，以上公式可用口诀“钢丝直径用英分，破断负荷记为吨，直径平方被二除，即为破断负荷数”帮助记忆。

② 钢丝绳的允许拉力和安全系数

为了保证吊装的安全，钢丝绳根据使用时的受力情况，规定出所能允许承受的拉力，叫钢丝绳的允许拉力。它与钢丝绳的使用情况有关，可通过计算取得。

钢丝绳的允许拉力低于了钢丝绳破断拉力的若干倍，而这个倍数就是安全系数。钢丝绳的安全系数见表 1-1。

钢丝绳安全系数 K 值表

表 1-1

钢丝绳用途	安全系数	钢丝绳用途	安全系数
作缆风绳	3.5	作吊索时弯曲	6~7
缆索起重机承重绳	3.75	作捆绑吊索	8~10
手动起重设备	4.5	用于载人的升降机	14
机动起重设备	5~6		

(3) 钢丝绳破坏及其原因

① 钢丝绳的破坏过程

钢丝绳在使用过程中经常受到拉伸、弯曲，钢丝绳容易产生“金属疲劳”现象，多次弯曲造成的弯曲疲劳是钢丝绳破坏的主要原因之一。

② 钢丝绳破坏原因

造成钢丝绳损伤及破坏的原因是多方面的。概括起来，钢丝绳损伤及破坏的主要原因大致有四个方面：

- 截面积减少：钢丝绳截面积减少是因钢丝绳内外部磨损、损耗及腐蚀造成的。
- 质量发生变化：钢丝绳由于表面疲劳、硬化及腐蚀引起质量变化。
- 变形：钢丝绳因松捻、压扁或操作中产生各种特殊形变而引起钢丝绳变形。
- 突然损坏。

(4) 钢丝绳的报废

钢丝绳在使用过程中会不断地磨损、弯曲、变形、锈蚀和断丝等，不能满足安全使用时应予报废，以免发生危险。

(5) 钢丝绳的安全使用与管理

为保证钢丝绳使用安全，必须在选用、操作维护方面做到下列几点：

- ① 选用钢丝绳要合理，不准超负荷使用。
- ② 经常保持钢丝绳清洁，定期涂抹无水防锈油或油脂。钢丝绳使用完毕，应用钢丝刷将上面的铁锈、脏垢刷去，不用的钢丝绳应进行维护保养，按规格分类存放在干净的地方。在露天存放的钢丝绳应在下面垫高，上面加盖防雨布罩。
- ③ 钢丝绳在卷筒上缠绕时，要逐圈紧密地排列整齐，不应错叠或离缝。

3) 化学纤维绳

化学纤维绳又叫合成纤维绳。目前多采用涤纶、尼龙、维尼纶、乙纶、丙纶等合成纤维成。化学纤维绳具有重量轻、质地柔软、耐腐蚀、有弹性、能减少冲击的优点，它的吸水率只有4%，但对温度的变化较敏感。在吊运表面光洁的零件、软金属制品、磨光的销轴或其他表面不许磨损的物体时，应使用化学纤维绳。

4) 链条

链条有片式链和焊接链之分：片式链条一般安装在设备中用来传递动力；焊接链是一种起重索具，常用来做起重吊装索具。此处只介绍焊接链条。

焊接链的特点：焊接链挠性好，可以用较小直径的链轮和卷筒，因而减少了机构尺寸。但焊接链的缺点不可忽略，它弹性小，自重较大，链环接触处易磨损，不能随冲击载荷运动，运行速度低，安全性较差等。

当链条绕过导向滑轮或卷筒时，链条中产生很大的弯曲应力，这个应力随 D （滑轮或卷筒直径）与 d （链条圆钢直径）之比 D/d 的减少而增大。因此，要求：

人力驱动： $D \geq 20d$

机械驱动： $D \geq 30d$

5) 卡环

卡环又叫卸扣或卸甲，用于吊索、构件或吊环之间的连接，它是起重作业中用得广泛且较灵便的拴连工具。卡环分为销子式和螺旋式两种，其中螺旋式卡环比较常用。

卸扣与索具的安装方式见图 1-2。

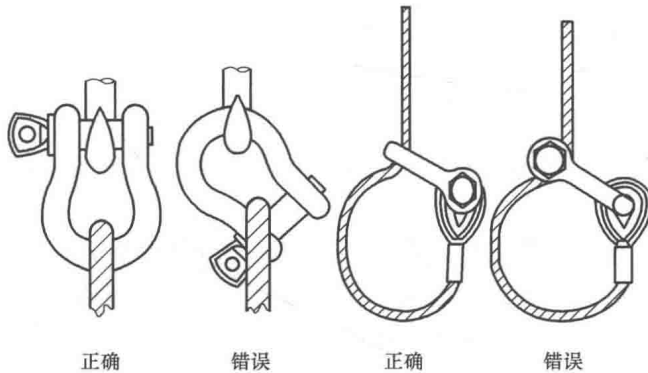


图 1-2 卸扣与索具安装

6) 吊钩

吊钩、吊环平衡梁与吊耳是起重作业中比较常用的吊物工具。它的优点是取物方便，工作安全可靠。

(1) 在起重吊装作业中使用的吊钩、吊环，其表面要光滑，不能有剥裂、刻痕、锐角、接缝和裂纹等缺陷。

(2) 吊钩不得补焊。

7) 钢丝绳夹

钢丝绳夹又称卡扣。钢丝绳夹主要用来固定钢丝绳末端或将两根钢丝绳固定在一起。常用的有骑马式绳夹、U形绳夹、L形绳夹和压板式绳夹，其中骑马式绳夹的应用比较广

泛。选择绳夹时，必须使 U 形螺栓的内侧净距等于钢丝绳的直径。使用绳夹的数量和钢丝绳的直径有关，直径大的应多用。

8) 几种特制吊具

根据现场施工要求以及设备的特殊形体，有时需要制作一些专门的吊具，以满足起重吊装的需要。常用的几种特制吊具主要有三脚架吊具、可调杠杆式吊具和起吊平放物体吊具等。

3. 常用的起重机具

1) 千斤顶

千斤顶是一种用比较小的力就能把重物升高、降低或移动的简单机具，结构简单，使用方便。它的承载能力，可从 1~300t。每次顶升高度一般为 300mm，顶升速度可达 10~35mm/min。

千斤顶按其构造形式，可分为三种类型：即螺旋千斤顶、液压千斤顶和齿条千斤顶，前两种千斤顶应用比较广泛。

(1) 千斤顶不准超负荷使用。

(2) 千斤顶工作时，要放在平整坚实的地面上，并要在其下面垫枕木、木板或钢板来扩大受压面积，防止塌陷。

(3) 几台千斤顶同时作业时，要动作一致，保证同步顶升和降落。

2) 手拉葫芦

手拉葫芦又称倒链或神仙葫芦，可用来起吊轻型构件、拉紧扒杆的缆风绳，及用在构件或设备运输时拉紧捆绑的绳索。它适用于小型设备和重物的短距离吊装，一般的起重量为 5~10kN，最大可达 20kN。倒链具有结构紧凑、手拉力小、使用稳当、携带方便、比其他的起重机械容易掌握等优点，它不仅是起重常用的工具，也常用做机械设备的检修拆装工具，因此是使用颇广的简易手动起重工具。

3) 起重桅杆

起重桅杆也称抱杆，是一种常用的起吊机具。它配合卷扬机、滑轮组和绳索等进行起吊作业。这种机具由于结构比较简单，安装和拆除方便，对安装地点要求不高、适应性强等特点，在设备和大型构件安装中，广泛使用。

起重桅杆为立柱式，用绳索（缆风绳）绷紧立于地面。绷紧一端固定在起重桅杆的顶部，另一端固定在地面锚桩上。拉索一般不少于 3 根，通常用 4~6 根。每根拉索初拉力约为 10~20kN，拉索与地面成 30°~45° 夹角，各拉索在水平投影面夹角不得大于 120°。

起重桅杆可直立地面，也可倾斜于地面（于地面夹角一般不小于 80°）。起重桅杆底部垫以枕木垛。起重桅杆上部装有起吊用的滑轮组，用来起吊重物。绳索从滑轮组引出，通过桅杆下部导向滑轮引至卷扬机。

桅杆的分类：起重桅杆按其材质不同，可分为木桅杆和金属桅杆。木桅杆起重高度一般在 15m 以内，起重量在 20t 以下。木桅杆又可分为独脚、人字和三脚式三种。金属桅杆可分为钢管式和格构式。钢管式桅杆起重高度在 25m 以内，起重量在 20t 以下。格构式桅杆起重高度可达 70m，起重量高达 100t 以上。

4) 电动卷扬机

卷扬机是指用卷筒缠绕钢丝绳或链条提升或牵引重物的轻小型起重设备，又称绞车。

卷扬机可以垂直提升、水平或倾斜拽引重物。电动卷扬机是卷扬机中的一种，是由电动机作为动力，通过驱动装置使卷筒回转的卷扬机。

电动卷扬机种类较多，按照卷筒分有单筒和双筒两种；按照传动方式分又有可逆齿轮箱式和摩擦式；按起重量分有 0.5t、1t、2t、3t、5t、10t、20t 等。电动卷扬机主要由卷筒、减速器、电动机和控制器等部件组成。电动卷扬机由于起重能力大，速度变换容易，操作方便和安全，因此在起重作业中是经常使用的一种牵引设备。

电动卷扬机的固定方法，通常采用的方法有：固定基础法、平衡重法和地锚法。

使用电动卷扬机应注意以下安全事项：

(1) 卷筒上的钢丝绳应排列整齐，如发现重叠和斜绕时，应停机重新排列。严禁在转动中用手、脚拉踩钢丝绳。钢丝绳不得完全放出，最少应保留三圈。

(2) 钢丝绳不得打结、扭绕，在一个节距内断线超过 10% 时，应予更换。钢丝绳应加强日常保养，严禁浸水和接触腐蚀性物品，应定期涂刷保护油，达到报废标准应立即报废。

(3) 使用前应检查卷扬机的离合器、制动器是否灵敏可靠，外露皮带、齿轮等传动装置、防护罩是否齐全，设备紧固措施是否牢固，有无验收合格牌和安全警示牌等。

(4) 作业中，任何人不得跨越钢丝绳。物件提升后，操作人员不得离开卷扬机。休息时物件或吊笼应降至地面。

(5) 工作中要听从指挥人员的信号，信号不明可能引发事故。严禁超载使用。

(6) 不得直接吊装不明重量和高温的物体，对于有棱角的物体要加护板。

(7) 作业完毕、应将料盘落地、关锁电箱。作业中如遇停电情况，应切断电源，将提升物降至地面。

5) 地锚

地锚又称锚桩、锚点、锚锭、拖拉坑，起重作业中常用地锚来固定拖拉绳、缆风绳、卷扬机、导向滑轮等，地锚一般用钢丝绳、钢管、钢筋混凝土预制件、圆木等作埋件埋入地下做成。

地锚是固定卷扬机必需的装置，常用的形式有：桩式地锚、平衡重法和坑式地锚。

6) 滑轮及滑轮组

在建筑安装工程中，广泛使用滑轮与滑轮组，配合卷扬机、桅杆、吊具、索具等，进行设备的运输与吊装工作。

(1) 滑轮的分类

① 按制作材质分有木滑轮和钢滑轮。

② 按使用方法分有定滑轮、动滑轮以及动、定滑轮组成的滑轮组。

③ 按滑轮数多少分有单滑轮、双滑轮、三轮、四轮以至多轮等多种。

④ 按其作用分有导向滑轮、平衡滑轮。

⑤ 按连接方式可分为吊钩式、链环式、吊环式和吊梁式。

(2) 使用滑轮的安全注意事项

① 选用滑轮时，轮槽宽度应比钢丝绳直径大 1~2.5mm。

② 使用滑轮的直径，通常不得小于钢丝绳直径的 16 倍。

1.2.2 垂直吊装

建筑安装工程垂直吊装一般为设备吊装，通常是利用建筑物上的塔吊、流动式起重机（如履带式起重机、汽车式起重机、轮胎式起重机）和自制设备（如桅杆）等进行吊装。

1. 常用的吊装机械

1) 塔式起重机

塔式起重机又称塔吊。动臂装在高耸塔身上部的旋转起重机。作业空间大，主要用于房屋建筑施工中物料的垂直和水平输送及建筑构件的安装。由金属结构、工作机构和电气系统三部分组成。金属结构包括塔身、动臂和底座等。工作机构有起升、变幅、回转和行走四部分。电气系统包括电动机、控制器、配电柜、连接线路、信号及照明装置等。

塔式起重机的安全要求：

(1) 塔吊金属结构焊缝不得开裂，金属结构不应有塑性变形，连接螺栓、销轴质量符合要求，钢丝绳不得有断股、断丝数不得超标，基部严禁积水。

(2) 吊装施工时指挥信号应明确，确保信息畅通，关键楼层、部位应派专人监控。

(3) 塔吊的专用开关箱应满足“一机一闸一漏一箱”的要求，漏电保护器的额定动作电流应不大于 30mA，额定动作时间不超过 0.1s。司机室里的配电盘不得裸露在外。

2) 履带式起重机

履带式起重机起重量为 15~300t，一般常用为 15~50t。因其行走部分为履带，因而被称为履带式起重机。

履带式起重机操作灵活，使用方便，车身能 360°回转，并且可以载荷行驶，越野性能好。但是机动性差，长距离转移时要用拖车或用火车运输，对道路破坏性较大，起重臂拆接烦琐，工人劳动强度高。

履带式起重机的安全要求：

(1) 行走道路要求坚实平整，对周围环境要求宽阔，不得有障碍物。

(2) 禁止斜拉、斜吊和起吊地下埋设或凝结在地面上的重物。

(3) 建筑外总体施工时，使用履带式起重机应垫板，并与基坑保持安全距离。

3) 汽车式、轮胎式起重机

常见的汽车式起重机为 8~50t。汽车式起重机是在汽车底盘的基础上增加起重机构、支腿、电气系统和液压系统等组成。其最大的优点是机动性好，转移方便，支腿及起重臂都采用液压式，可大大减轻工人的劳动强度，因而在建筑安装工程中使用较广泛。但是其超载性能差，越野性能也不如履带式起重机，对道路的要求更高，使用时整机倾覆的风险较大。

轮胎式起重机利用轮胎式底盘行走的动臂旋转起重机。其动力装置是采用柴油发动机带动直流发电机，再由直流发电机发出直流电传输到各个工作装置的电动机。行驶和起重操作在一起，行走装置为轮胎。起重臂一般为格构式、箱形伸缩式，并配备液压支腿。轮胎式起重机的优点是轮距较宽、稳定性好、车身短、转弯半径小，可在 360°范围内工作。但其行驶时对路面要求较高，行驶速度较汽车式慢，不适于在松软泥泞的地面上工作。近年来的发展趋向是大型化、高效、安全、减轻自重，进一步提高起重性能和行驶机动性。

汽车式、轮胎式起重机的安全要求：