

技工学校教材

汽轮机设备安装工艺学

华东电力建设局上海技工学校编

电力工业出版社

内 容 提 要

本书主要以国产12.5万千瓦和20万千瓦汽轮机为例讲述汽轮发电机安装的基本工艺理论和工艺要求。全书共分七章,包括汽轮机安装前的准备、汽轮机本体的安装、发电机的安装、调速保护及油系统的安装、辅助设备的安装、管道的安装以及汽轮发电机组的调试启动和停机。

本书为电力建设技工学校汽轮机安装专业课教材,同时也可供汽轮机安装工人培训和从事汽轮机安装的专业人员参考。

技工学校教材

汽轮机设备安装工艺学

华东电力建设局上海技工学校编

*

电力工业出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 18印张 410千字

1982年7月第一版 1982年7月北京第一次印刷

印数0001—9620册 定价1.45元

书号 15036·4304

前 言

随着我国电力工业的不断发展,以高参数、大容量、中间再热式汽轮发电机组为主的火力发电机组正愈来愈多地安装和投运。现代电站建设由于具有规模大、交叉作业多和工期短的特点,因而对汽轮发电机组安装的要求愈来愈高。为此熟悉和掌握汽轮发电机组安装的基本理论和工艺要求,对电站的建设与投产是极为重要的。

本书以上海汽轮机厂12.5万千瓦汽轮机和哈尔滨汽轮机厂20万千瓦汽轮机为主,讲述汽轮发电机组安装的基本理论和工艺。全书共七章,主要内容有:汽轮机安装前的准备、汽轮机本体的安装、发电机的安装、调速保护及油系统的安装、辅助设备的安装、管道的安装以及汽轮发电机组的启动调试。各章还附有思考题。

本书由华东电力建设局上海技工学校康德编写,由安庆电力建设技术学校干丕华主审。参加审稿工作的还有:安庆电力建设技术学校周世华、毛保明,湖北电力建设技工学校焦方豪、张开良,江苏电力建设技工学校李群林,西北电力建设技工学校高维和,第二电力建设工程局一处沈晓惠以及华东电力建设局上海技工学校沈锡璜等。

本书在编写过程中还得到许多单位和同志的热情帮助,在此一并致谢。

最后,恳切希望读者对书中缺点和错误批评指正。

编 者

1981年12月

目 录

前 言

第一章 汽轮机安装前的准备	1
第一节 施工组织准备	1
第二节 起重工作	5
第三节 垫料、涂料及填料	19
第四节 垫 铁	20
第五节 安装设备部件的清扫与维护	23
第六节 安装钳工基本工艺	24
第二章 汽轮机本体的安装	35
第一节 基础的验收和垫铁布置	35
第二节 台板及轴承座的安装	38
第三节 汽缸的检查及组合	50
第四节 汽缸的安装	52
第五节 轴承的安装	65
第六节 转子的安装	67
第七节 转子找动平衡	94
第八节 喷嘴组和隔板的安装	99
第九节 汽封间隙的检查和调整	108
第十节 推力轴承的安装	113
第十一节 通汽部分间隙的检查和调整	119
第十二节 汽缸扣大盖	121
第十三节 轴承扣盖和盘车装置的安装	131
第十四节 汽缸保温及二次灌浆	134
第十五节 汽轮机安装工序举例	137
第三章 发电机的安装	145
第一节 发电机安装前的准备	145
第二节 发电机的安装	148
第三节 励磁机的安装	156
第四节 发电机空气冷却器的安装	157
第五节 氢冷发电机氢系统的安装	158
第六节 水内冷发电机水冷系统的安装	160
第四章 调速保护及油系统的安装	166
第一节 调速保护系统安装的基本要求	166
第二节 旋转阻尼液压调速系统及保护装置的安装	166

第三节 机械液压式调速系统及保护装置的安装	187
第四节 油系统的安装	202
第五章 辅助设备的安装	214
第一节 凝汽器的安装	214
第二节 除氧器、加热器及抽气器的安装	219
第三节 离心泵的安装	221
第四节 轴流泵的安装	231
第六章 管道的安装	238
第一节 弯管	238
第二节 管道附件放样和制作	241
第三节 阀门的检修和支吊架的制作	244
第四节 管道的安装	248
第七章 汽轮发电机组的调整、启动与停机	258
第一节 辅机分部试运转及管路冲洗	258
第二节 真空系统严密性试验	261
第三节 油循环	262
第四节 保护装置的试验	264
第五节 调速系统的试验和调整	266
第六节 汽轮机的启动和停机	275

第一章 汽轮机安装前的准备

第一节 施工组织准备

现代电站建设具有规模大、交叉作业多、工期短等特点，施工前组织工作的好坏，直接影响整个安装工程的安全、质量和进度。为此，必须根据设计图纸、规定的施工期限、各项技术经济指标、施工单位的技术水平、施工机械的配备情况以及现场条件等因素，做好施工组织设计。

施工组织设计应包括以下主要内容：

(1) 说明部分：包括编制整个施工组织设计的依据、大型设备吊装方案、起重机械的选择和计算、设备进行预检修及组合的场地等。

(2) 设备安装的进度计划：规定机组和部件安装的程序、各程序所需劳动力以及主要设备安装、分部试运行和整套试运行的控制日期。

(3) 各主要设备安装的技术措施和工艺卡片。

(4) 起重和安装用的设备、运输工具、安装材料与施工机具清单以及起重方法示意图。

(5) 厂区平面布置图：包括仓库、检修场、组合场临时建筑物、交通运输路线以及电源、压缩空气和氧气、乙炔等各种能源的管道布置等。

汽轮机安装的施工组织是电站施工组织设计的一个组成部分，必须符合以上各项原则，并根据汽机工地的具体情况，作出施工进度、劳动力组织、场地布置、机具配备、施工技术组织和施工用具等各项安排。

一、施工进度

汽轮机施工进度的安排应考虑下列因素：设备投产日期、土建移交安装日期、汽机房行车安装完毕投入使用的日期、主要设备及管材的到货日期和主要加工件的完成日期。

汽轮机安装的主要控制进度为：

预检修预组合结束→汽机房行车安装试验完毕，交付使用→凝汽器组合结束→台板就位→汽机扣大盖→发电机静子就位→主蒸汽、主给水、抽汽等主要汽水管路安装完毕→调速系统安装完毕→油循环→辅机分部试转及管路冲洗→整套试转→并网发电。

二、劳动组织

根据施工进度合理地组织和安排劳动力，避免窝工或人工不足，这对安装质量和速度具有重要意义。图1-1为某电站安装国产30万千瓦机组的劳动力曲线。

人员组织和技术力量主要根据工作量的大小、技术要求的高低和安装任务的轻重缓急进行调配。

三、场地布置

汽机安装的施工场地包括组合场、检修场、弯管场和堆放场等。一般布置在汽机房扩

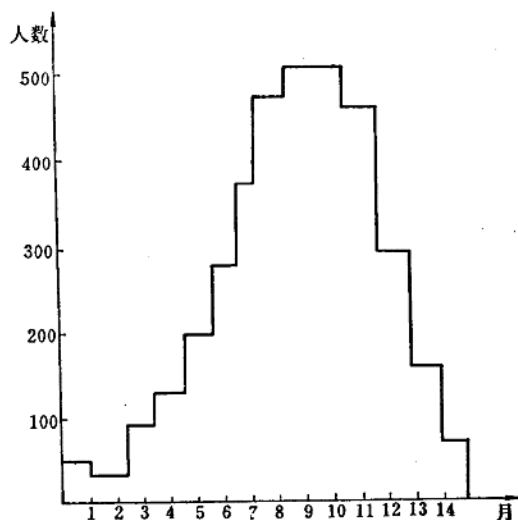


图 1-1 劳动力曲线

建端的延伸地区，并与专用铁路线相邻，以便运输；施工场上应配备足够的起重设备，一般采用门式吊，如图 1-2 所示。

目前大机组安装中的弯管、支吊架制作和阀门检修通常均由专门的工厂预先弯制装配好，然后运至施工现场。

工具房的布置要求靠近施工现场，汽机本体的工具房一般设在汽轮机基础平台上。施工现场还应配备好台虎钳、砂轮机、钻床等必须的设备。

四、施工技术组织

施工前必须认真地核对图纸、学习制造厂和设计单位提供的技术资料

料，了解设备的构造特点以及熟悉汽、水、油各管路系统等。

制造厂和设计单位供给的技术资料应包括：厂房布置图，汽、水、油等管路系统的管路安装图，汽轮机及其各主要部件结构图，汽轮机调速系统图及其说明书，机组的热力系

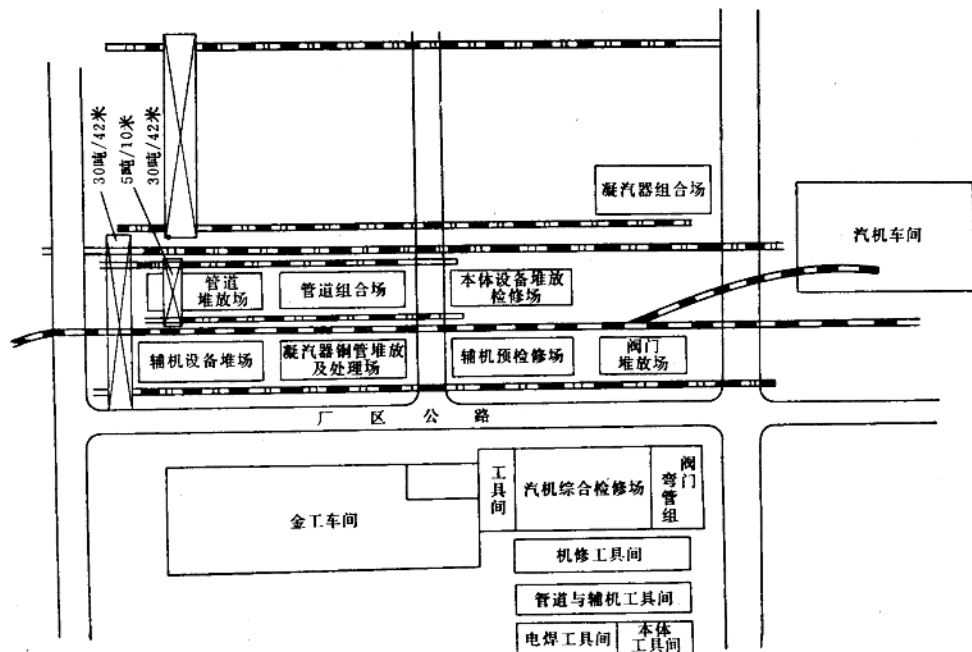


图 1-2 汽轮机施工场地布置

统图, 汽轮机设备供货清册, 汽轮发电机基础尺寸图以及给水泵凝结水泵等各主要辅机安装图和汽轮机出厂记录。

安装中所需要的材料、机具设备应依照已审定的设计图纸提出预算, 需要编制预算的材料和设备可分为三类: 第一类是安装用材料和设备, 如管子、型钢、支吊架和大中型阀门等; 第二类是消耗性材料, 如棉纱、棉布、汽油、电焊条、氧气、乙炔、垫料和研磨料等; 第三类是专用机具和工具。

五、施工专用工具及机具

汽轮发电机组的安装过程中需要一些专用工具, 设备到达现场后就需要检查制造厂是否供应, 否则应即自制, 几种必需的专用工具如下:

1. 起吊汽缸的工具

起吊汽缸时应根据汽缸结构使用专用的起吊工具, 图1-3为起吊上海汽轮机厂12.5万千瓦汽轮机汽缸的工具, 它包括紧定螺钉、调节套筒和钢丝绳等。

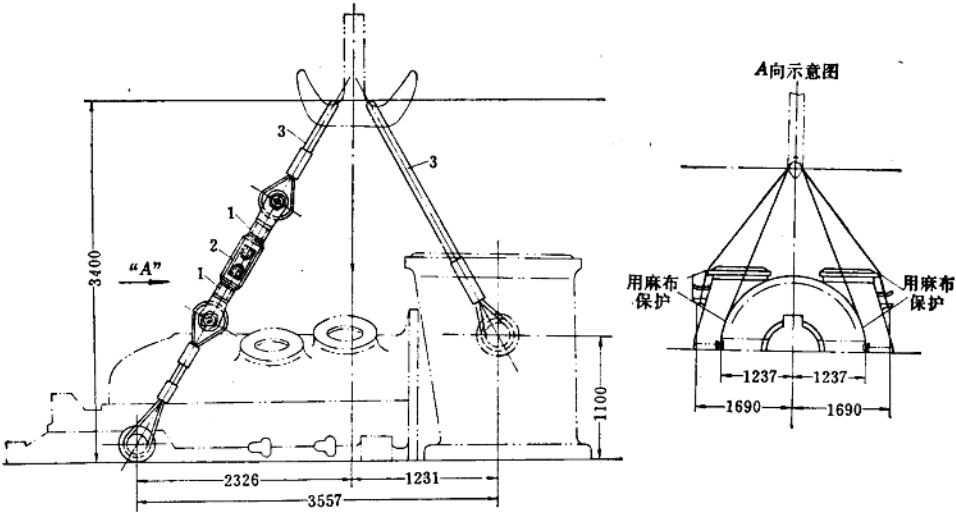


图 1-3 起吊汽缸工具
1—紧定螺钉, 2—调节套筒, 3—钢丝绳

2. 起吊转子的工具

起吊转子的工具通常由横梁、链条及钢丝绳等组成, 如图1-4所示。

3. 安放转子的搁架

安放转子的搁架可以根据转子的具体情况, 做成木搁架或钢搁架, 搁架必须牢固坚实, 架高应保证最后一级叶片距离地面200~300毫米, 图1-5为用型钢焊制的安放转子的搁架。

4. 吊轴工具

吊轴工具俗称铁马, 如图1-6所示, 用来轻微抬起轴颈, 以检查轴承下瓦或将下瓦取出加垫片。

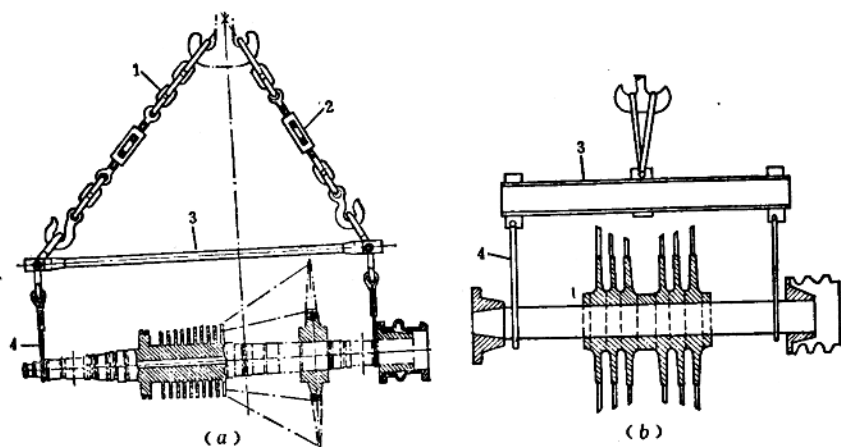


图 1-4 起吊转子工具
(a) 高压转子起吊; (b) 低压转子起吊
1—链条; 2—调节套筒; 3—横梁; 4—钢丝绳

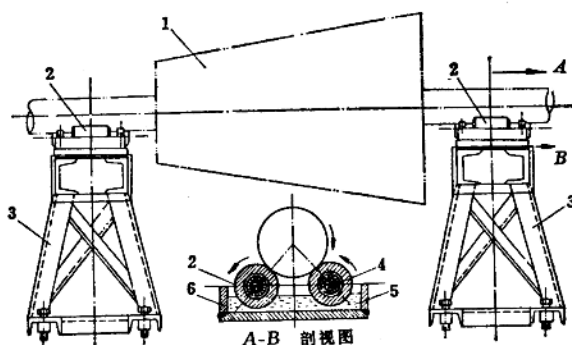


图 1-5 安放转子的搁架
1—转子; 2—铜滚筒; 3—型钢; 4—滚动轴承; 5—润滑油; 6—支承油盘

轻微抬起轴颈时禁止使用行车，这是因为汽缸上盖扣好后，内部间隙很小，使用行车太危险；而且行车被长时间占用，将会影响其他工作进度。

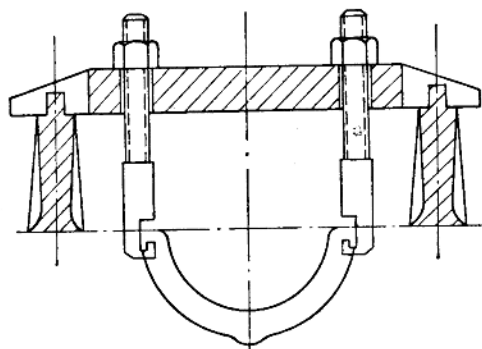


图 1-6 吊轴工具

使用铁马时，抬轴高度一定要小于汽缸内部轴封等最小间隙，若最小间隙为0.4毫米，则抬起的最大高度最好不超过0.3毫米，因此使用时须用千分表准确地监视。

汽轮机的专用工具随汽轮机构造特点而异，制造厂供给件也不一样。表 1-1 所列的工具要由现场自制，在安装开始前应准备妥当。

在汽轮机安装现场还需根据所装机组的特点配备好一些专用机具，表 1-2 为某

电站安装国产30万千瓦汽轮机时用的专用机具。

表 1-1 汽 轮 机 安 装 专 用 工 具

名 称	用 途	名 称	用 途
转子搁架	安放转子用	测量空气间隙工具	测量发电机空气间隙
隔板架	安放隔板用		
假 轴	找隔板和转子中心用	铰孔工具大小专用扳手	靠背轮铰孔用
拉钢丝架子	拉钢丝找中心用	平尺、平板	找 平 用
靠背轮找正工具	靠背轮找中心用	短 轴	发电机穿转子用
螺丝千斤顶	找平找正用		

表 1-2 汽 机 专 用 机 具

名 称	规格及型号	备 注	名 称	规格及型号	备 注
立式钻床	$\phi 25, \phi 38$	管 道 用	移动式空压机	0.6米 ³ /时	塑料焊接, 喷漆用
台式钻床	$\phi 13$		螺旋千斤顶	10吨	
立式砂轮机	$\phi 300$		液压千斤顶	100吨	
手提砂轮机		辅机水压用	电动胀管器		凝汽器用
手电钻	$\phi 13, 500$ 转/分		手动坡口机	$\phi 57 \sim \phi 89$	
软轴砂轮机			滤 油 机		
电动水泵	250公升/厘米 ²	冷却器水压用	铣削动力头	4千瓦、7千瓦	油循环用 管 道 用
手 撒 泵	60公升/厘米 ²		冷弯管机	$\phi 108$	
电动葫芦	5吨				

第二节 起 重 工 作

在汽轮机的整个安装过程中, 设备的装卸、运送、组合等, 都离不开起重工作, 正确地组织起重工作, 合理的选择和使用起重设备, 对安装的安全、质量和速度都有着重大的影响。汽轮机安装中常用的起重用具和设备有:

一、起吊用绳索

1. 麻 绳

麻绳性软、轻便、容易绑扎, 但强度较低、磨损较快、受潮后容易腐烂, 且新旧麻绳强度差别很大。使用旧麻绳时, 其破断拉力应按新麻绳的40~60%考虑, 所以只有当起重重量较小时才用麻绳。麻绳由处理过的大麻编织而成。常用麻绳有三股、四股、九股, 如图1-7所示。

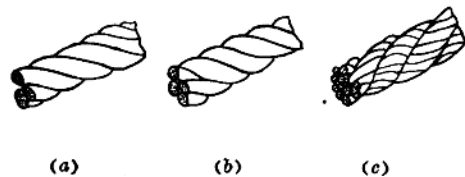


图 1-7 麻绳的种类
(a)三股; (b)四股; (c)九股

麻绳还分油浸麻绳和白坯(即不油浸)麻绳, 油浸麻绳不易腐烂, 但强度比白坯麻绳降低10%左右, 吊装作业中一般不采用油浸麻绳。

选用麻绳时, 必须根据下式进行强度验算:

$$p \leq \frac{S_b}{K} \quad (1-1)$$

式中 p ——允许起吊重量(公斤);
 S_b ——麻绳破断拉力(公斤);
 K ——麻绳的安全系数,由表(1-3)查得。

表 1-3 麻绳的安全系数

使用情况	安全系数 K
一般起吊作业	5
缆风绳	6
千斤绳	6~10
绑扎绳	10

2. 钢丝绳

钢丝绳是用优质高强度碳素钢制成,它的柔韧性较好、拉力强度高、耐磨损,适用于起吊重大物件。

钢丝绳常用规格一般为直径 6.2~83 毫米,先把钢丝绕成股,再以六股绞成钢丝绳,钢丝绳中间绞有一股绳芯,绳芯用油浸剑麻或棉纱纤维等制成,它的作用是使绳子

具有韧性、塑性。同时绳芯可吸收一部分润滑油,在工作过程中绳芯中的油能从内部渗出,油润钢丝,减少磨损,并防止钢丝锈蚀。

常用的钢丝绳有 $6 \times 19 + 1$, $6 \times 37 + 1$, $6 \times 61 + 1$ 等几种型号。6 代表有 6 股,19 代表每股有 19 根钢丝,1 代表钢丝绳中有 1 根绳芯。

(1) 钢丝绳的强度计算。钢丝绳的破断拉力与每根钢丝面积的总和及抗拉强度成正比,即

$$S_b = \frac{\pi d_i^2}{4} n \sigma_b \psi = n F_i \sigma_b \psi \quad (1-2)$$

式中 S_b ——钢丝绳的破断拉力(公斤);
 d_i ——钢丝绳中每一根钢丝的直径(毫米);
 n ——钢丝绳中钢丝的总根数;
 σ_b ——钢丝的抗拉强度(公斤/毫米²);
 F_i ——每根钢丝的断面积(毫米²);
 ψ ——钢丝绳中钢丝捻绕不均匀而引起的受载不均匀系数,对于 $6 \times 19 + 1$ 的钢丝绳 $\psi = 0.85$; 对于 $6 \times 37 + 1$ 的钢丝绳 $\psi = 0.82$; 对于 $6 \times 61 + 1$ 的钢丝绳 $\psi = 0.80$ 。

例:试求 $6 \times 37 + 1$ 钢丝绳,当钢丝绳的直径 $d = 28$ 毫米,钢丝的直径 $d_i = 1.3$ 毫米,抗拉强度 $\sigma_b = 170$ 公斤/毫米² 时的破断拉力 S_b 。

解:根据给出的钢丝绳规格,可求出钢丝数为: $n = 6 \times 37 = 222$,并选取 $\psi = 0.82$,代入式(1-2)得:

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{\pi d_i^2 n \sigma_b \psi}{4} \\ &= \frac{3.14 \times 1.3^2 \times 222 \times 170 \times 0.82}{4} = 41050 \text{ (公斤)} \end{aligned}$$

在起吊过程中,钢丝绳除受拉应力外,还受有弯曲和扭转应力等,根据这些因素,钢丝绳的允许拉力可按下式计算:

$$p_k = \frac{S_b}{K} \quad (1-3)$$

式中 p_k ——钢丝绳的允许拉力(公斤);

K ——安全系数,当钢丝绳用于绑扎时 $K=10$,用于拖拉时 $K=3.5$,用于起重时 $K=5 \sim 6$ 。

选择钢丝绳直径时,可根据钢丝绳工作拉力及安全系数 K 求出破断拉力 S_b ,再根据 S_b 查表,找出所需钢丝绳直径。

例:一水箱净重 $G=4000$ 公斤,若用2根钢丝绳系结垂直起吊,钢丝标称抗张力为150公斤/毫米²,问需用多大直径的钢丝绳?

解:一根钢丝绳平均受力为:

$$p = \frac{G}{2} = \frac{4000}{2} = 2000 \text{ (公斤)}$$

选安全系数 $K=10$,则整条钢丝绳的破断力为:

$$S_b = p_k K = 2000 \times 10 = 20000 \text{ (公斤)}$$

根据此破断力查有关手册即可得到钢丝的直径为22毫米。

根据力学分析,当物体静止不动或以等速上升时,绳索在垂直方向的拉力等于物体的重量。当物体以加速度上升时,根据公式 $F - mg = ma$,所以 $F = m(g + a) = \frac{G}{g}(g + a) = G\left(1 + \frac{a}{g}\right)$,即除物体的自重外,绳索还额外受到一个载荷 $\frac{a}{g}G$ 的作用,式中 $\left(1 + \frac{a}{g}\right)$ 叫做动力系数 $K_{动}$ (手动时取1,机械驱动取1.1~1.5)。为此,在起吊计算时,必须将物体的重量由 G 增加到 G_1 ($G_1 = K_{动}G$),然后再依次计算。

(2)使用钢丝绳时的注意事项。钢丝绳在使用时应注意:

- 1) 钢丝绳在使用时不允许呈锐角折曲、被夹被砸,或发生扁平松股现象;
- 2) 钢丝绳穿用的滑车,其滑轮边缘不应有破裂现象且滑轮槽应大于钢丝绳的直径;
- 3) 钢丝绳在机械运动中要避免与其他物件相触发生摩擦,尤其不允许直接接触棱角物体和带电物体;

4) 存放钢丝绳时,要放在干燥的库房内,当存放时间较长时,应在存放前涂好油,然后卷放在木架上;

5) 钢丝绳在使用过程中会不断磨损,甚至断丝。当磨损严重,断丝较多,不能满足安全使用要求时应予报废。

3. 绳索的正确系结方法

在起吊工作中,绳索系结的正确与否,直接关系到起吊的安全。绳索系结的方法应根据不同的用途系成各种不同的绳结。所系绳结应符合系结方便、连接牢固解开容易以及受力越大绳结收缩得越紧等原则。常用系结方法如图1-8所示。

二、吊环与吊钩

1. 吊环

吊环是起吊时的一种固定工具,如图1-9所示。利用吊环来起吊汽轮机的隔板及轴瓦等设备,不仅钢丝绳的系结方便,而且起吊安全。吊环在使用前,应检查其螺丝杆部位是

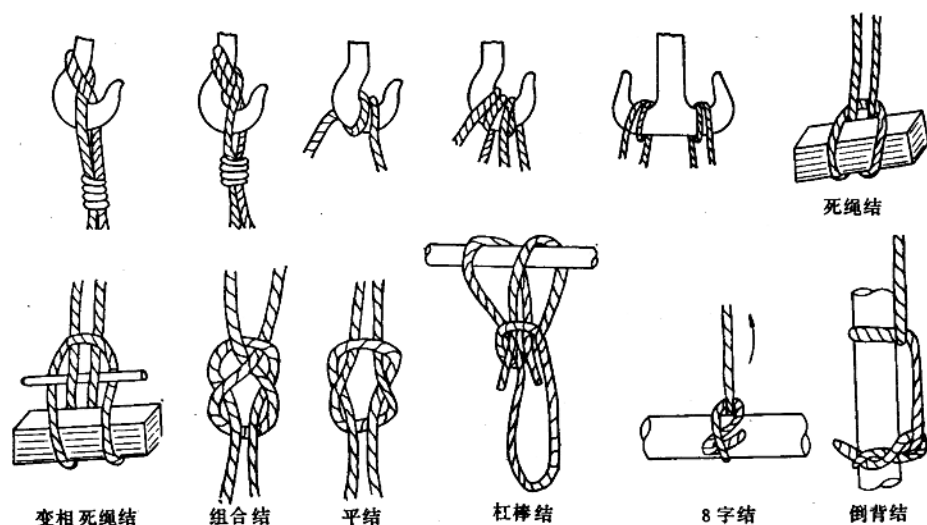


图 1-8 绳索的系结

否弯曲变形，丝扣是否准确，丝牙是否损坏。吊环拧入螺孔时，一定要拧到螺丝杆根部。对于两个以上的吊点，使用吊环时钢丝绳之间的夹角不应超过 60° ，以防吊环受过大的水平力而变形断裂。

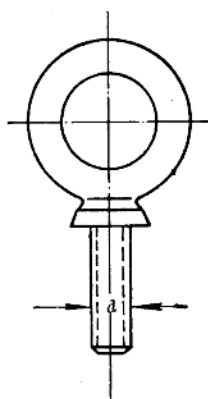


图 1-9 吊环

吊环的允许荷重可根据吊环丝杆直径的大小由表1-4查得。

2. 吊钩

吊钩分单钩和双钩两种，如图1-10所示。单钩是常用的起重工具之一，它通常配置在小型的普通滑车上，与钢丝绳组接成各种吊索。

使用吊钩时应检查吊钩表面是否光滑无裂纹。吊钩上应有制造厂的铭牌，否则必须经过计算和试验来确定吊钩的安全载荷。单钩的安全载荷可根据尺寸从表1-5中查出。

表 1-4 吊 环 的 允 许 荷 重

丝杆直径 d (毫米)	允许荷重 (公斤)		丝杆直径 d (毫米)	允许荷重 (公斤)	
	垂直吊重	夹角 60° 吊重		垂直吊重	夹角 60° 吊重
M12	150	90	M22	900	540
M16	300	180	M30	1300	800
M20	600	360	M36	2400	1400

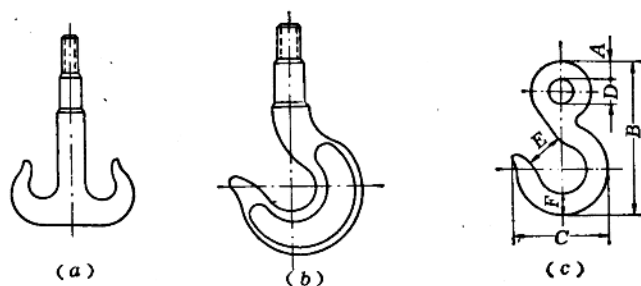


图 1-10 吊钩
(a)双钩；(b)单钩；(c)单钩

表 1-5 单 钩 尺 寸 和 允 许 载 荷

安全载重量 (公斤)	单 钩 尺 寸 (毫米)						安全载重量 (公斤)	单 钩 尺 寸 (毫米)					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
500	7	114	73	19	13	19	3750	18	257	73	48	48	51
750	9	133	86	22	25	25	4500	19	282	86	51	51	54
1000	10	146	98	25	29	32	6000	22	330	98	54	54	64
1500	12	171	109	32	32	35	7500	24	356	109	57	57	70
2000	13	191	121	35	35	37	10000	27	394	121	64	64	79
2500	15	216	140	38	38	41	12000	33	419	140	72	72	88
3000	16	232	152	41	41	48	14000	34	456	152	83	83	95

3. 8 字 钩

8 字钩为起吊设备零件的常用工具之一。其容许载荷按表1-6选择。

表 1-6 8 字 钩 和 允 许 载 荷

8 字钩圆钢直径 d (毫米)	钩 环 直 径 a (毫米)	允 许 载 荷 (公斤)	简 图
10	40	75	
15	50	175	
20	60	300	
25	65	550	
30	70	850	
35	80	1200	
40	90	1500	
45	100	2000	
50	110	2500	
60	120	4000	
65	130	4500	
70	130	5500	

三、卸 卡

卸卡用于钢丝千斤绳与滑车组等的固定或钢丝千斤绳与各种设备的连接。卸卡主要由弯环和横销两部分组成。按弯环形状卸卡可分为直环形和马蹄形两种，如图1-11所示。卸

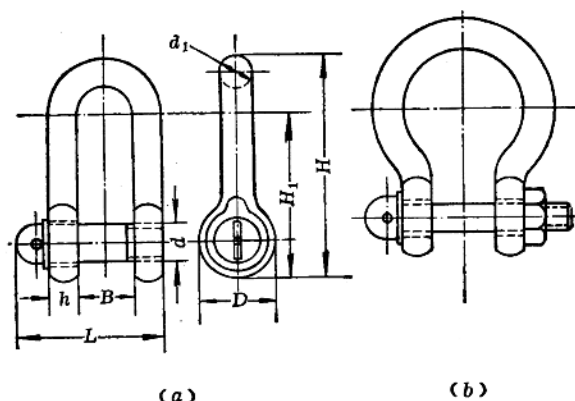


图 1-11 卸卡示意图

(a) 直环形; (b) 马蹄形

卡的承载能力与横销直径 d 、弯环部分直径 d_1 有关。直环形带丝扣的卸卡，其允许荷重可近似用下式进行估算，即

$$p = 6.4 d_{\text{平均}}^2 \quad (1-4)$$

式中 p —— 允许荷重 (公斤);

$d_{\text{平均}}$ —— 横销与弯环直径的平均值, $d_{\text{平均}} = \frac{d + d_1}{2}$ (毫米)。

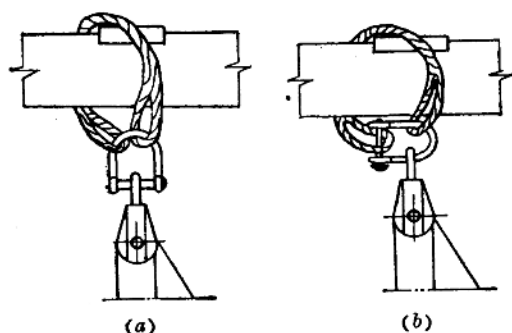


图 1-12 卸卡使用示意图

(a) 正确; (b) 错误

卸卡在使用时，必须注意其受力的方向，如图1-12所示。表1-7为卸卡的规格及允许荷重。

四、滑车

滑车根据其作用，可分定滑车和动滑车两类。定滑车如图1-13所示，滑轮安装在固定位置的轴上，用来改变绳索及拉力的方向。显然，定滑车既不能改变绳索的速度也不省力。因而定滑车单独使用时都用作转向和平衡之用。动滑车可分为省力滑车和

增速滑车两种，如图1-14所示。为了既能改变受力方向又能省力，在实际应用中常把定滑车和动滑车配合起来使用，构成滑车组，如图1-15所示。组成滑车组时必须遵照下面原则：

(1) 如果定滑轮和动滑轮数目之和为偶数，则固定到耳环上的绳索的两端（末端和施力端）应在同一个滑车上，如图1-16(a)、(c)所示；

(2) 如果定滑轮和动滑轮数目之和为奇数，则绳索的两端应在不同的滑车上，如图1-16(b)、(d)所示；

表 1-7

卸卡的各种规格及允许荷重

卸卡号码	允许负荷 (公斤)	钢索最大直径 (毫米)	卸卡各部尺寸 (毫米)							
			D	H	H ₁	L	B	d	d ₁	h
0.2	200	4.7	15	49	35	35	12	M8	6	6
0.3	330	6.5	19	63	45	44	16	M10	8	8
0.5	500	8.5	23	72	50	55	20	M12	10	10
0.9	930	9.5	29	87	60	65	24	M16	12	12
1.4	1450	13	38	115	80	86	32	M20	16	16
2.1	2100	15	46	133	90	101	36	M24	20	20
2.7	2700	17.5	48	146	100	111	40	M27	22	22
3.3	3300	19.5	58	163	110	123	45	M30	24	24
4.1	4100	22	66	180	120	137	50	M33	27	27
4.9	4900	26	72	196	130	153	58	M36	30	30
6.8	6800	28	77	225	150	176	64	M42	36	36
9.0	9000	31	87	256	170	197	70	M48	42	42
10.7	10700	34	97	284	190	218	80	M52	45	45
16.0	16000	43.5	117	346	235	262	100	M64	52	52

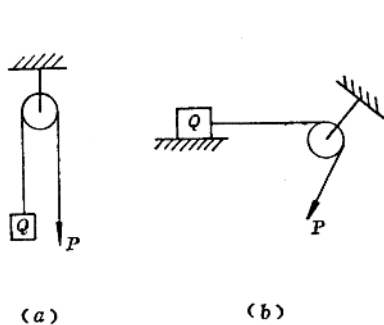


图 1-13 定滑轮示意图

(a) 定滑轮; (b) 转向滑轮

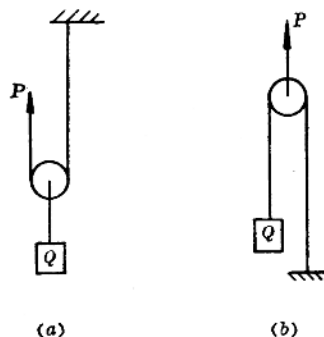


图 1-14 动滑轮示意图

(a) 省力滑轮; (b) 增速滑轮

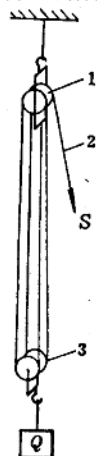


图 1-15 滑轮组示意图

1—定滑轮; 2—绳索; 3—动滑轮

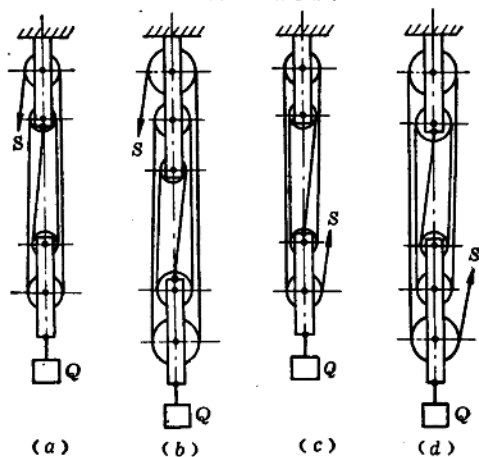


图 1-16 滑轮组原理图

(3) 滑车组绳索负荷支线的数目总是等于滑轮数目。

在确定加到绳索的施力端所需的力时, 要考虑它的效率。如果绳索的施力端是从定滑车中引出的, 则施力端的力可由下式求出:

$$S = \frac{Q}{n\eta} \quad (1-5)$$

式中 S —— 滑车组施力端的力 (公斤);

Q —— 被吊起的重量 (公斤);

n —— 滑车组滑车数目;

η —— 滑车组效率。

如果绳索的施力端是从动滑车中引出的, 则施力端的力由下式求出:

$$S = \frac{Q}{(n+1)\eta} \quad (1-6)$$

滑车组的联接方式、效率和所需拉力, 可按表1-8选择。

表 1-8 滑车组的联接方式及其主要性能

滑车组绳数	单绳	双绳	三绳	四绳	五绳	六绳	七绳	八绳	九绳	十绳
滑车组联接方式 (综合摩擦系数 $E = 1.04$)										
滑车组效率 η	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.85	0.83	0.82
出端头拉力 S	$1.04Q$	$0.53Q$	$0.36Q$	$0.28Q$	$0.23Q$	$0.19Q$	$0.17Q$	$0.15Q$	$0.13Q$	$0.12Q$

起重过程中必须准确地选择滑车和滑车组, 不得超载。滑轮直径的大小, 轮槽的宽窄应与配用的钢丝绳直径相适应。如果滑轮直径过小, 钢丝绳将会因弯曲半径过小而受损伤; 轮槽太窄, 钢丝绳过粗时, 不仅会使轮槽边缘受挤而损坏, 而且钢丝绳亦将损伤。滑车使用前应检查各部分是否良好, 使用过程中应定期对滑车的轮轴加润滑油, 以减少轴承磨损, 防止生锈。

五、千斤顶

安装工作中, 当需将负载顶起和移动较小距离时, 例如汽缸和轴承座的找平找正等, 常用千斤顶。它也可用来将一个零件压入另一个零件中, 或从另一个零件上取下来, 例如靠背轮、转子等等零件的拆装。