

中等专业学校交流讲义

热 力 設 备 安 装

北京电力学校热力設備教研室編

只限学校內部使用



中国工业出版社

书中首先扼要介绍热力设备安装所用起重设备的结构和性能以及安装时须进行的焊接工作；接着叙述锅炉机组、汽轮发电机组、汽水管道和辅助机械的安装。最后说明热力设备安装结束时的试运行及安装工作的组织和施工设计等。关于安装的保安技术则编入书末附录中。部分资料系由吉林电力学院供给。

本书可作中等专业学校热动力装置专业的教学用书。

热力设备安装

北京电力学校热力设备教研室编

*

中国工业出版社出版（北京修门内大街10号）

（北京市书刊出版事业许可出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092毫米·印张7³/₁₆·字数148,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,137·定价(9-4)0.69元

统一书号：15165·911（水电—189）

目 录

諸言	3
第一章 起重工作	8
第一节 鋼絲繩、滑車、絞車	9
第二节 起重机械	21
第三节 基本安装起重机械的选择	40
第二章 焊接工作	43
第一节 焊接工作概述	43
第二节 焊接的基本工艺	44
第三节 焊接质量检查	52
第三章 鍋炉机组的安装	58
第一节 鍋炉机组安装的方法和工序	58
第二节 鍋炉鋼架的安装	60
第三节 鍋炉汽鼓的安装	66
第四节 受热面的安装	70
第五节 鍋炉水压試驗	84
第六节 空气預热器的安装	87
第七节 鏈条炉排的安装	91
第八节 烘炉、煮炉及蒸汽严密性試驗	93
第四章 汽輪发电机组的安装	99
第一节 基础的检查、验收与安装的准备	99
第二节 凝汽器的安装	104
第三节 机座、下汽缸和軸承座的就位与安装	109
第四节 轉子的就位与找正	139
第五节 隔板的安装与找正	148
第六节 通汽部分間隙的检查与調整	151

第七节	軸封間隙的檢查和調整	152
第八节	汽輪机最后組装与二次澆灌	155
第九节	发电机的安裝	161
第十节	調速油系統的安裝	175
第五章	管道安裝	181
第六章	輔助机械的安裝	193
第七章	全套設備試运行	204
第八章	安裝的組織工作	210
第一节	安裝工地的临时建築物	211
第二节	安裝工地的能源供应	217
第三节	安裝工作計劃和安裝技术文件	222
附录	安裝工作中的保安技术	224

緒 言

随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展，为了满足工农业生产战线上的持续跃进和全国人民物质生活上日益增长的需要，对电力工业提出了更高的要求。为了高速度发展电力工业必须兴建大量的发电站，而在火力发电站的基本建设中，热力设备的安装占着非常重要的地位，因为这些设备安装质量的高低及安装速度的快慢，对整个电站的建设，起着决定性的作用。

现代热力设备的特点是：结构复杂，体积大，重量重，这样就决定了它不可能在制造厂中装配成完整的汽轮机组或锅炉机组，而只能制造成个别的零件、元件、组件，在以后安装的地方再组装成整个的汽轮机组和锅炉机组，否则在运输上会遇到极大的困难。这种用来完成汽轮机和锅炉设备的总装配和总安装施工工作，称它为“热力设备的安装”。

由于运来安装工地的热力设备包括有很大数量的个别零件，而且有时这些零件常常不是在同一工厂制造，在安装工地的装配过程中是首先把它们局部地相互连接起来，然后再进行最后就位和安装，因此热力设备安装工作，不但是热力设备制造和装置工作中的最后一个阶段，也是一个最主要的阶段。

解放前我国仅有为数极少的火力发电站，机组的容量小、参数低，辅助机械和附属设备极不完备，制造和安装的工艺精度都不高，安装过程中多半是手工业的施工方式，一般只使用滑车，绞车及临时装置的扒杆作为施工机械，根本

談不上機械化，效率極低，施工期限拖得很長，一台很小的鍋爐就需安裝半年到一年，而安裝質量卻非常低劣。即使這樣，電站的安裝工作，仍需要由國外廠商來承包，我們自己還沒有獨立安裝熱力設備的基建隊伍和技術經驗。

解放後在中國共產黨的正確領導下，在蘇聯和其他各兄弟國家的無私援助下，培養了大批的施工隊伍，掌握了較為完整的施工技術，並取得了豐富的施工經驗，我們現在不僅能安裝一般的機組，同時對於高溫高壓的大容量機組，也同樣能夠獨立施工。比如一台生產量為230噸/時的鍋爐，僅金屬的重量就達1,000噸左右，零件有25,000個以上，鍋爐本體的高度達30米以上。對於安裝這樣形體龐大而結構複雜的設備。我國的電業工人成功的學習了蘇聯的先進施工方法——組合安裝法。

目前對於一些大型鍋爐，我們已經能夠使組合率達到90%甚至95%，大部分的爐嚮也都採用了預先砌築或預先澆制，安裝時成塊吊裝的方法，所有這些都大大的縮短了安裝工期，降低了安裝費用，提高了施工質量。特別是1958年大躍進以來，在總路綫、大躍進、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，廣大職工羣眾，大搞技術革新和技術革命，在熱力設備安裝方面，積累了许多新的成功經驗；如土建，安裝平行交叉作業，擴大組合率，快速找正，以及其它許許多多的先進施工方法和技术措施，这样就提高了施工機械化程度，改善了工人的劳动条件，加快了電站的建設速度。充分說明了在黨的領導下，發動羣眾，大搞技術革新与技術革命運動，在各項事業中是一定会不斷取得輝煌胜利的。

近代熱力設備的容量和蒸汽参数不斷提高，設備的結構也逐漸複雜，同時也出現了更多更複雜的輔助設備和調節設

备，这就对安装工作在施工工艺及施工組織方面，提出了許多新的要求。同时党和政府不断要求我們在高质量快速度施工的同时，还必须解决消除工人的笨重体力劳动問題。这就必須大力提高施工机械化程度。因此在施工过程中的起吊运输工作就显得特別重要，需要采用现代化的巨型机械设备及大型安装起重机械。这些设备的应用能够提高施工机械化程度，簡化安装工艺过程，改善劳动条件，縮短安装工期。

在热力设备安装中，鍋炉安装工作量是最大的，因为它有很多零件，大部分都是各种管子，联箱，金属結構等。在这种情况下，需要进行大量的零件間的相互配合連接工作，即使是目前采用了組合安装的方法，在安装过程中仍要花費很多的劳动力和占用較长的時間。要根本改变这种情况，必須采用所謂“装配式”的蒸汽鍋炉，将巨大的組合件預先在制造厂中装配好，在安装工地只是进行这些組合件的相互配合連接工作，这就大大改善了工地的安装条件。为使鍋炉的制造和安装工作提高到新的技术水平，組合式鍋炉已是目前鍋炉制造中的主要发展方向。

需要特別提出的是，汽輪机的部件也很复杂龐大，同时汽輪机的安装工艺精确度要求非常高，动静部分之間的間隙配合有时要小到 $0.01 \sim 0.02$ 毫米，这就要求我們認真負責的进行施工，任何微小的质量不合格，都将会导致設備投入运行时的重大事故。因此汽輪机的安装是一項极其細致的工作。

在发电厂热力系統中，有着大量的汽水管，在热力设备安装中，管道的安装工作量很大，要求也很严，特别是高温高压机組越来越多，出現了許多厚壁管与合金鋼管，对管道的安装工艺提出了更高的要求。由于管道安装对整个工程

有着直接影响，因此，目前都广泛的組織专门的工地来进行这项工作。

鍋炉，汽輪机本体部件之間的連接，主机主炉与輔助設備之間的連接，全厂热力系統汽水管道的連接，大都采用焊接方式，一套热力設備的安装中会有成千上万个焊口，焊接质量的好坏影响着設備的强度与严密性的高低，因此焊接工艺就成了热力設備安装中的主要工艺之一。

热力設備的安装工作是一个极其龐大、复杂的工艺过程。要想順利的进行这项工作，必須进行細致的組織工作，制訂詳細可靠的技术措施，作好各項准备工作。因此在安装热力設備时总要預先制定安装的施工組織設計，在安装組織設計中具有这样一些主要内容：安装工作的进程表，起重机械的計算和選擇，鍋炉，汽輪机各部件的安装工艺程序，个别組件和部件的装配和安装的工艺卡片，起重工作图，安装中所需各种能源的供应計劃，安装用具和設備簡图等。

从以上的情况分析，我們可以看出，热力設備安装所包括的主要工作內容是：安装前的組織及准备工作，鍋炉机組，汽輪发电机机組的装配及安装，管道及輔助設備的安装，安装过程中的起重和焊接，质量檢查和驗收，以及安装結束时的試运行工作。

綜上所述我們知道了热力設備的安装在整个电力工业建設中的重要意义，也說明了掌握热力設備安装的知識和技能的必要性，本課程的任务，就是帮助我們学习有关热力設備安装的基本知識，因此本課程將討論以下几方面的內容：

1. 安装的起重工作；
2. 焊接工作；
3. 鍋炉机組的安装；

4. 汽輪发电機組的安裝；
5. 管道安裝；
6. 輔助設備的安裝；
7. 全套設備試運行；
8. 安裝的施工組織和施工組織設計。

以上這些內容還沒有能夠包括熱力設備安裝的各个方面，同時受到時間和篇幅所限，在所討論的各節中只談到主要的工藝程序和要求，具體的安裝方法談得不多。因此這門課程只能給大家一個有關安裝的基礎知識；起一個引導作用，它的不足之處，則有待大家在實習過程中去實踐。向工人學習，以擴大和充實我們的安裝知識，提高我們的安裝技能。

第一章 起重工作

設備或部件的移動和起吊，總稱為起重工作。進行起重工作所使用的索具、機構和裝置總稱為起重設備。

在熱力設備安裝過程中，隨著機組容量逐漸增大，設備部件的單個重量也都有很大增加，特別是採用組合安裝方法之後，大部分的零件及部件都預先在地面上組合成組合件，其重量就更有所增加，起重工作就顯得更為重要，它成為安裝工作中的主要工序之一。在整個安裝過程中，幾乎任何一項安裝工作，都是離不開起重工作的。正確的組織起重工作，合理的選擇起重設備，對熱力設備的快速安裝有着決定性的意義。

隨著熱力設備的容量日益增大和安裝技術的不斷進步，起重設備也跟着複雜起來。在安裝小型設備時，使用桅杆；滑車，手搖絞車等簡單設備是適宜的。但現代大容量機組最重部件可達60噸，甚至更重。在這種情況下，完成安裝起重工作就需要各種型式的現代化大型起重設備。

在安裝工地上起重工作的主要內容是：

1. 設備到達後的卸除，及由卸貨台往倉庫、或由倉庫到組合場的轉運工作；
2. 在組合過程中的搬運起吊工作；
3. 組合件的搬運及起吊就位工作。

上述的每一項工作都需要專門的起重設備和工具來完成。這些設備的型式很多，需要研究的問題也很多，本書僅就其中的一些主要問題加以討論。

第一节 鋼絲繩、滑車、絞車

一、鋼絲繩

是起重工作中最常用的工具，它有較好的柔韌性，便于打結，并具有抵抗動力載荷的性能，與麻繩相比，具有更高的強度，因而適用於起吊重大物件，故廣泛應用於起重設備。

起重用的鋼絲繩是用高級碳鋼制成的。鋼絲直徑為0.4~1.2毫米，是先把鋼絲繞成股，通常以六股絞成鋼絲繩，在鋼繩中間絞有一股麻芯，麻芯的作用是使繩子具有韌性、塑性及抵抗動力負荷的性能。同時麻芯可吸收一部分潤滑油，以防止鋼絲繩內部生銹。在工作過程中，麻芯中的油可稍往外漬，起潤滑作用，減少磨損。有些鋼絲繩是用鍍鋅鋼絲作成的，以防生銹。但在鍍鋅時不免要引起鋼絲退火，因而使許用拉力降低約10%，並使成本增加，但可延長其使用壽命。

鋼絲繩允許之最大拉力可按下列式計算：

$$S = \frac{P}{K} \text{ 公斤} \quad (1-1)$$

式中 S ——鋼絲繩允許之最大拉力，公斤；

P ——拉斷整個鋼絲繩，所需的拉力，公斤。（可根據不同的鋼絲繩查表。）

K ——安全係數，用於綁扎繩 $K=10$ ；用於拖拉繩 $K=3.5$ ；用於其它工作情况可查表。

在選擇鋼絲繩直徑時是根據鋼繩工作拉力 S 及安全係數 K 求出拉斷力 P （即 $P=SK$ ）；根據 P 由表中求出所需要的鋼絲繩。

對於拴系的繩索各分支最大工作拉力的計算（圖1-1）。

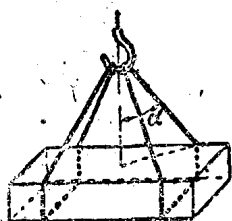


图 1-1 计算绳索图示

$$S_p = C \frac{Q}{n} \text{ 公斤} \quad (1-2)$$

式中 S_p ——作用于各分支绳上的最大工作拉力，公斤；

Q ——所要吊起的重量，公斤；

n ——拴系绳索之分支根数；

C ——随角度 α 之大小而改变

的系数。 $C = \frac{1}{\cos \alpha}$ ， α 为绳索与垂直方向的夹角。

由系数 C 与 α 的关系中可以看出，当 α 增加时工作拉力 S_p 将大大增加，因之一般规定夹角 α 不得大于 60° 。

α	0°	15°	30°	45°	60°
C	1	1.03	1.15	1.42	2.0

在进行各项设备安装时，钢丝绳是一项非常重要的起重工具，其工作条件较繁重，使用时必须正确的维护保养，以保证使用安全及增加使用寿命。因此必须注意以下各点：

(1) 钢丝绳不能呈锐角折曲，及由于被碰而发生扁平松股现象。

(2) 为防止钢丝绳生锈及使用时减少磨损，钢丝绳必须定期涂抹无水份的油脂。使用的钢丝绳每隔一个半月抹一次，存放的钢丝绳每隔 6 个月抹一次。油脂的成份是：煤焦油 68%；松香 10%；沥青 10%；凡士林 7%；石墨 3%；石蜡 2%。

(3) 不得使绳子在工作时与其它物件碰撞摩擦，特别是边缘尖锐的金属结构及建筑物等。

(4) 不許鋼絲繩和電焊導線相接觸。

二、滑車

滑車同鋼絲繩一樣，是起重工作中使用最廣泛和最重要的工具之一。

使用滑車的目的是為了減少移動物體所需要的力量，或者改變承載繩、拖拉繩的受力方向。滑車的起重量可由0.5~2.5噸。其滾輪數目可以由1~5個。起重量越大，滾輪數目也就較多。其構造如圖1-2所示。

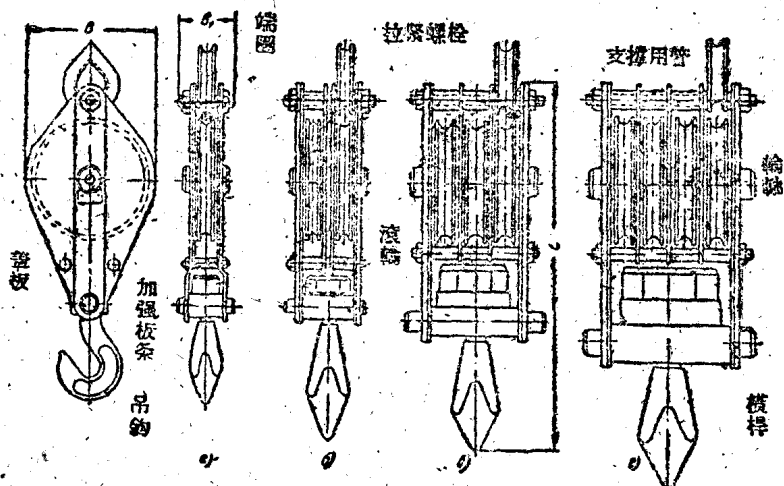


圖 1-2 滑輪

a—單滑輪；b—雙滑輪；c—三滑輪；d—四滑輪。

在安裝過程中需要選擇起重用滑車。選擇時除確定起重量外，還需要根據所用鋼絲繩直徑確定滾輪的尺寸。滾輪的繩槽應大於鋼絲繩直徑1~3毫米。為了既能改變受力方向又能省力，在實際應用中是把定滑輪與動滑輪配合使用，構成滑輪組。因為在安裝工作中，若以單獨滑輪用絞車傳動，絞車

之起重量就需等于起重物之重量。在安装热力设备时, 这样笨重巨大的絞車是不适宜的, 所以安装时多使用滑輪組。起吊重物时滑輪組牵引绳端之拉力 S 为:

$$S = \frac{Q}{n\eta} \text{ 公斤} \quad (1-3)$$

式中 Q ——重物之重量, 公斤;

n ——滑輪組中滾輪数目或承载绳的分支数目;

η ——滑輪組效率。

$$\eta = \frac{1}{nx^n} \times \frac{x^n - 1}{x - 1} \quad (1-4)$$

式中 x ——每个滾輪的阻力系数;

带鋼套管的滾輪 $x = 1.04$;

带滾珠軸承的滾輪 $x = 1.03$ 。

实际应用时, 不同数目的滑輪組每根绳负担的荷重与起吊物重 Q 之关系参閱图1-3。

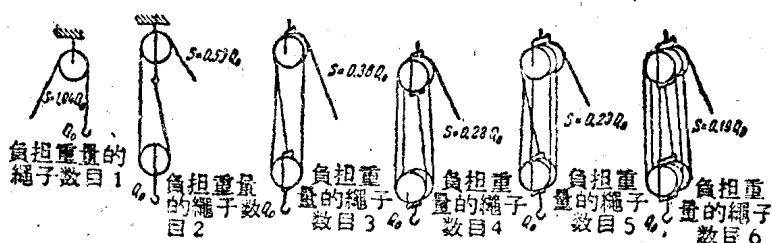


图 1-3 滑輪組系統图

当絞車之起重量已确定, 导向滑車之数目也已确定的情况下, 起吊重量为 Q , 这时所需要滑輪組的数目可按下式計算:

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

式中 K ——为一系数。

Q 根据 K 由表 1-1 中查出应需要滑輪組绳数。

表 1-1

滑輪組系数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
系 数 K	导 向 滑 車 数	0	0.96	1.88	2.76	3.62	4.44	5.21	5.96	6.69	7.28
		1	0.92	1.81	2.65	3.47	4.26	5.00	5.72	6.42	7.09
		2	0.88	1.73	2.55	3.33	4.09	4.80	5.49	6.17	6.80
		3	0.85	1.66	2.44	3.20	3.92	4.61	5.27	5.91	6.53

整个滑輪組在起吊重物时所需要绳索长度可按下列式計算。

$$L = n \left(H + \frac{\pi d}{4} \right) + l + m \pi D, \text{ 米。} \quad (1-5a)$$

式中 L ——欲求之绳索长度，米；

n ——滑輪組绳数；

H ——定滑輪中心离地面之高度，米；

d ——滾輪直徑，米；

l ——牵引绳由上滑輪至絞車之长度，米；

m ——绳子接在絞車滾筒上，应有之最低圈数，一般为 1.5；

D ——絞車滾筒直徑，米。

用来改变绳索方向的滑車称为导向滑車。作用在导向滑車上的合力 Q ，决定于作用在绳上的力 S 及绳索間的夹角 α 。(图 1-4) 此力可按下列式計算：

$$Q = KS \text{ 公斤} \quad (1-6)$$

式中 K ——与 α 角有关的系数，其值如表 1-2。

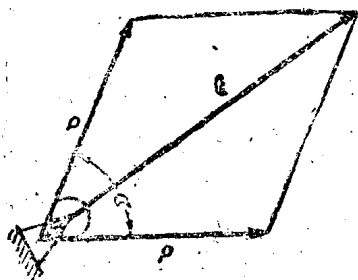


图 1-4 作用于导向滑車上的力示意图

表 1-2

Q度	0°	30°	45°	60°	90°
K	2.0	1.94	1.84	1.73	1.41

实际应用导向滑車时，除了按上式計算的載荷选择滑車外，还应考虑固定点的牢固性。

三、絞車

在进行起重工作时絞車是用以产生拉力的設備，目的是使重物得以上升或水平移动。

安装工作中用的絞車，按驱动方式分：

1. 手动絞車；
2. 机动絞車。

按滾筒数目分为单筒、双筒和三筒的电动絞車。后两种絞車为各种起重机专用。

在安装工作中，几乎完全应用带齿輪傳动裝置的絞車。

絞車的主要构成部分是：

1. 支持絞車的构架；
2. 纏繞繩索的滾筒；
3. 將主軸的回轉傳給滾筒的傳动裝置；

4. 驅動絞車的動力(手動或機動);

5. 防止滾筒倒轉的制動裝置。

在手動絞車(圖1-5)中, 滾筒和傳動齒輪裝在用架子和絞車機座連接起來的兩夾板之間。上面繞着繩索或鋼索的滾筒, 用手柄通過齒輪的傳動來使它轉動。手動絞車, 在安裝工作中用來牽引物件, 拉緊繩索和供其它操作之用。

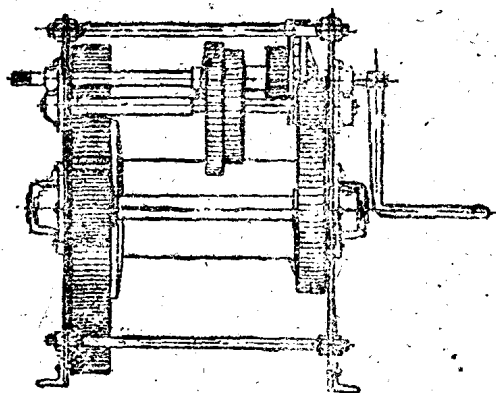


圖 1-5 手動絞車

手動絞車的起重量自0.5噸、10噸不等。安裝中最常用的手動絞車起重量為1.5、3和5噸。

為保證絞車的安全工作, 手動絞車必須有可靠的制動裝置。在舊式手動絞車中, 裝有棘輪和制動銷及帶式制動器, 以備松繩時開車之用。現在的手動絞車多裝置自動制動器。最廣泛應用的為螺旋式自動制動器, 其構造示於圖1-6中。

電動絞車應用在許多起重機械上, 使用滑車組來做起吊工作, 和水平移動物件。

電動絞車的起重量一般為0.5~5噸其技術特性見表1-

3。