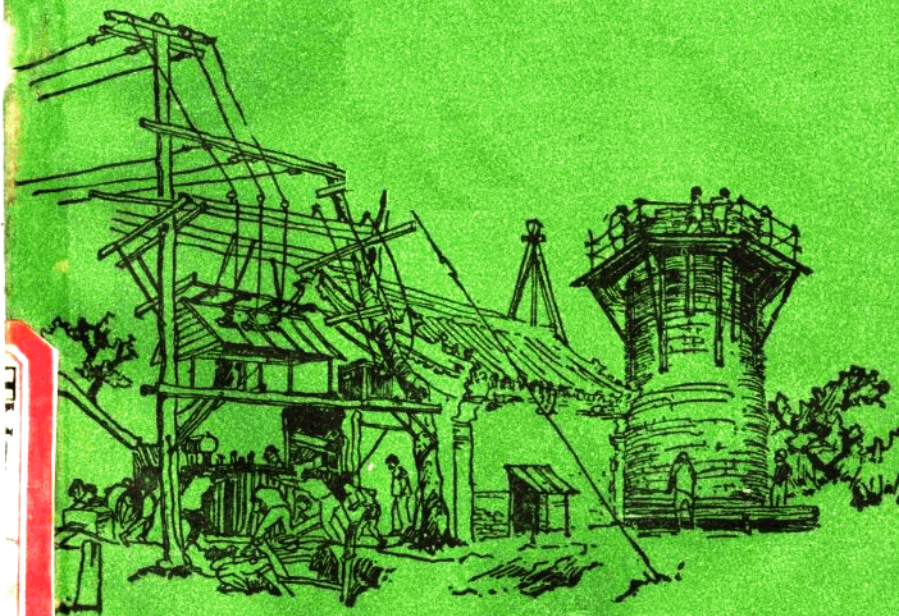


清華大學燃料綜合利用試驗電廠叢書

第 5 冊

汽輪機和發電機的安装

電廠建設者集体編写



水利電力出版社

目 录

第一章 汽机的热力系統介紹	3
第二章 安裝前的准备工作	4
第1节 設備材料的購置和工具的准备	4
第2节 施工工艺問題	6
第3节 动力来源及加工某些零件的設備	8
第4节 現場布置	9
第5节 劳动力和技术力量的配备	11
第三章 运输、起重和組裝	14
第1节 汽机組合安裝及运输方案	14
第2节 起重和运输	15
第3节 組裝問題	24
第四章 輔助設備的安裝	28
第1节 凝汽器	28
第2节 乏汽管	29
第3节 疏水器	33
第4节 抽气器的安裝	34
第5节 凝結水泵及循环水泵的安裝	35
第6节 汽輪发电机組表計的安裝	42
第五章 汽輪机油系統的安裝	45
第1节 油系統的簡單介紹	45
第2节 油管路安裝中所用的工具和材料	49
第3节 油管路的安裝	51
第4节 油箱的安裝	58
第5节 質量檢查	59
第六章 管道和閘門的安裝	60
第1节 电厂一般管道的布置及其注意事項	60
第2节 管道施工	63
第3节 管道的保溫和防凍	68
第4节 閘門的拆卸、安裝和清洗	70
第5节 閘門的檢驗和研磨	73
第6节 閘門的質量审查和維護注意事項	76

內 容 提 要

本書敘述了2000瓩汽輪发电机的起重、運輸和組裝工作；介紹了汽輪機輔助設備、凝汽器、乏汽管、疏水器、抽氣器、凝結水泵和循環水泵的安裝過程，以及整個油系統管道的施工。

本書比較全面地總結了安裝過程中所碰到的實際問題，作者考慮到農村建廠的具體條件，多介紹土辦法，多用圖來說明問題。

小型火電廠和燃料綜合利用電廠的汽輪發電機安裝人員，只要具有高中畢業的文化水平和略懂汽機知識，都可閱讀本書。

清華大學燃料綜合利用試驗電廠叢書

第 5 冊

汽輪機和發電機的安裝

電廠建設者集體編寫

*

1813R392

水利電力出版社出版（北京西郊科學院二里溝）

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 2 $\frac{1}{2}$ 印張 * 55千字

1958年12月北京第1版

1958年12月北京第1次印刷(0001—15,100冊)

統一書號：15143·1424 定價(第9類)0.26元

第一章 汽机的热力系統介紹

汽輪機是利用鍋爐送來的蒸汽推動輪機轉動的原動機，由它帶動發電機轉動發出電來。一般汽機本身稱為本體，其附屬設備統稱為輔機。本廠系統較簡單（沒有回熱器和除氧器），輔機只有油箱、輔助油泵、手搖泵、凝汽器、凝結水泵、循環水泵、疏水箱、抽氣器、冷油器等。

汽輪機的热力系統包括下列各組成部分：

1. 新汽系統：是從鍋爐引來的新汽管路，除主要部分通往汽機本體做功外，一部分通往汽封，以防止空氣漏入；一部分用來驅動輔助油泵和抽氣器；還有一部分用於循環水泵啟動、抽真空和疏水噴射器用。

2. 疏水系統：除汽機本身的乏汽凝結水外，其他蒸汽凝結成的水都稱為疏水。這里包括新蒸汽管道疏水，汽輪機本體疏水和抽氣器疏水。

3. 循環水系統：為了使乏汽凝結成水和冷卻軸承用過的油，所以，需用水來冷卻，這些水統稱循環水。本廠是用一台循環水泵自小河取水，主流經凝汽器把乏汽冷卻，用過的水排到小河下游。循環水中的一小部分引到冷油器冷卻潤滑油，一部分送給化工車間用。

4. 凝結水系統：乏汽在凝汽器中凝結的水和一部分疏水，經凝結水泵打入抽氣器，送到給水箱做為鍋爐給水。

5. 空氣管路系統：為了保證凝汽器中的真空，所以用射汽抽氣器不斷從凝汽器抽出漏入的空氣，也可用凝結水泵平衡管和循環水泵啟動抽真空管。

6. 油系統：為保證軸承潤滑及調速用油，故設油系統。詳細情況可參看第五章“汽輪機油系統的安裝”。

第二章 安裝前的准备工作

第1節 設備材料的購置和工具的准备

為了使新廠在建廠准备中了解需要準備些什麼材料、工具，現將清華大學燃料綜合利用試驗電廠汽機安裝過程中所用的工具、材料介紹一下。

一、起重工具：

絞磨：一個，規格10噸；

千斤頂：4～5噸，4～5個；

鋼絲繩：1吋粗，300公尺長；

粗麻繩：1吋粗，兩根（每根長30公尺）；

倒鏈：3噸的2個；1～2噸的2個；

細麻繩：綁架子用，粗 $\frac{1}{4}$ 吋；重10公斤；

滑輪：8吋單滑輪兩個；4吋單滑輪兩個；6吋雙滑輪兩個；8吋4輪滑車兩個；

繩扣： $\frac{3}{4}$ 吋粗的5～6公尺長的2～3根； $\frac{1}{2}$ 吋粗的5～6公尺長的2～3根；

卡環：1吋的5個； $\frac{1}{2}$ 吋的5個；

鐵滾子：1～2公尺長的15根（用無縫鋼管即可）；

鉛絲：6～8號，重100公斤（綁架子用）；

大錘：14～16磅的兩個；

扒杆木料：小頭直徑為9吋，長9公尺的兩根；

杉槁杆：小頭直徑6吋，長6～9公尺的15～20根；

脚手板：15~20块；

撬棍：1吋粗，1.5~2公尺長的4~5根；

釘子：2~3个；

枕木：規格20×20×300公分30~40根。

二、电焊、气焊設備：

电焊：电压为220或380伏的电焊設備一套；

气焊：气焊設備一套。

三、普通鉗工工具：

鉗工工作台、双虎鉗工作台一台；管鉗工作台一台；

活扳手：6吋的兩把；12吋的10把；15吋的兩把；18吋的兩把；

死扳手： $\frac{1}{2}$ 吋~1吋的各兩把；

套管扳手：一套；

手錘：1.5~2磅的共需10把；

手鋸：4~6把；鋸条400根；

木錘：兩把；

銼：平銼10把；圓銼3~4把；半圓銼2~3把；

鑿子：共需10把；

管鉗：12吋的1把；24吋的1把；36吋的1把；

画規：兩個；

刮刀：三角刮刀2~3把；

中心冲子：兩個；

解錐：大小共需4把；

鋼板尺：12吋的3把；

鋼卷尺：2公尺長的需4~5盒；

扳牙、絲錐：大小不同的各需1套；

直角尺1把；手剪1把。

四、本体所需工具：

框形精密水平仪：長200公厘，精密度1公厘/公尺，1个；

角度精密水平仪：長110~120公厘，精密度30秒，1个；

千分表：两个；

外徑千分尺：0~50公厘1个；

塞尺：最薄片为3絲的一把；

对輪找中心的工具1套；

大死扳手：与地脚螺釘相配的需兩把。

五、管路、油系統等所需的材料：

棉絲20公斤；煤油20公斤；机油15公斤；黄油10公斤；魚油半斤；黑鉛粉4兩；紅丹粉1兩；漆片1斤；酒精2斤；白鉛油10磅；麻絲2斤；雞毛墊紙4~5張；橡皮墊2~3張。

六、泵类的找正工具每个泵要用一套。

以上所列出的工具、材料單仅供新厂建設者参考。

第2节 施工作业問題

一、施工工艺

施工工艺問題包括施工工程順序的安排、施工采用的方式及方法。下面主要講述兩種作业法。

1. 平行作业法：对于汽輪发电機組及其輔助設備的安裝通常是采用平行作业法。因为各种設備的安裝可以同时进行，以充分使用劳动力和縮短工期。例如，在我們的建厂过程中，汽机还未运到之前，我們就开始主蒸汽管的弯管和閥門的研磨工作；在汽机运到之后，这些工作已做得差不多了。这样就可抽出部分人力去作主机工作。同样，在主机就位找正的同时，就开始油系統管路的弯管及其它輔助設備的安裝，如油箱、冷

油器及抽气器等的安裝。

平行作业的原則：

(1) 在师傅及劳动力足够，而且施工現場允許的条件下，尽可能采用平行作业。但是，不宜盲目扩大帶棚的施工現場，因为这样將增加工棚的建造費用。对于某些可以不在現場进行工作(如弯管及磨閥門工作)的，尽量避免在現場工作，以免彼此影响工作。

(2) 平行作业應該以汽輪机和发电机为主，其它的輔助設備为輔进行。

可以同时进行平行作业的具体內容：

(1) 汽輪机与发电机的平行作业；

(2) 汽輪机与其輔助設備的平行作业；

(3) 各輔助設備的平行作业，如凝汽器、凝結水泵、循环水泵、抽气器、疏水器等，可以同时进行安裝；

(4) 上下汽缸的找中心和測量隔板中心的工作可以同时进行；实际上即使是在进行某一設備的安裝时也是可以平行工作的。

裝卸現場的布置及注意事項：

(1) 設備應該順厂房內到厂房外的方向按順序进行安裝，如我厂的布置就先安油箱，然后安汽机，最后安电机。

(2) 起重工具应預先做好計劃，滿足工程进度的需要。如在汽机盖大盖时，就不能把起吊汽包排在同一時間，这样在技术力量上和工具上都能充分利用。

(3) 大設備如汽机、发电机、凝汽器、循环水泵等，如何吊进厂房，应首先进行周密細致的考虑，必須根据厂房的具体条件，确定裝卸的場所。

(4) 电焊、气焊設備的使用，必須有計劃的进行安排和分

配；首先应滿足重点工程的需要，特别是在工程进入安裝的后期，管路的工作量增加，对电气焊就要求更加妥善的安排，不致影响整个工程的进度。我們解决这个問題时，是要施工單位預先提出技术要求，然后根据整个工程情况分配人力。

2. 組合安裝法：汽輪机、发电机及凝汽器和管路的安裝部分，可以考虑組合进行。組合安裝可大大縮短工期，但是必須視現場情况的可能。例如在运输汽輪机本体的途中，我們考虑到冲击力的影响，或者是桥梁負重能力的不足，特采用了汽輪机上、下缸分批运到現場的办法，而不采用整体組裝。此外，由于限于原来庙宇的高度不能在室內合盖，于是我們就在汽机房門口合盖，然后再就位。这样的具体情况在安裝前必須考虑全面。另外，管路的法蘭、閥門必須要相互配合，并先选好螺釘構成組件，便于成套安裝。

我們在安裝过程中很多机件是采用組合安裝的，如汽机本体等就是由制造厂裝好后直接运来的。这对技术条件和設備条件稍差的地方來說是省事的，也能保證質量，但运输要求較高。

第3节 动力来源及加工某些零件的設備

在电厂建設过程中，需要一定的动力來滿足焊接、机械加工、照明、抽水等的需要。

1. 焊接：电厂施工中無論是鍋炉或是汽、水、油管路，都有大量焊口；因此电焊在施工过程中相当重要。清华大学燃料綜合利用試驗电厂施工过程中共使用了28千伏安 380 伏及23.5 千伏安380伏电焊机各一台；在缺少电力的地方，建議采用220 伏电焊机一台，这样可以减少施工电源及电焊設備。

2. 机床加工：在購置的設備中，不可能每一个零件都合乎要求，有的要重新加工一下，有的在施工过程中要变动一下設

計方案，因此在施工中最好備有車床、鑽床及砂輪各一部，共需電 8 瓩(380 伏電壓)。在條件較差的地方，可用土法代替加工或請附近工廠幫助。

3. 電鑽：用于汽機、電機的定位鉗打孔及臨時需要打孔之地點，如果在廠家已經打好定位鉗孔及保溫罩，則可不用電鑽。電鑽的價值較高，能用手搖鑽代替的可備手搖鑽。

4. 氧氣：在電廠施工中氣焊、氣切的工作量很大，消耗氧氣很多。在市場上氧氣較缺的情況下，在施工中應盡量節約氧氣，可用手鋸或鑽床代替，或者用電焊代替部分氣焊。

第 4 節 現場布置

整個電廠的安裝工地有很多種工作在同時進行，因此必須劃分出各個工作場地，整個汽機安裝工地應劃分出以下幾個場地：

- (1) 汽機房；
- (2) 彎管工場；
- (3) 鉗工工場；
- (4) 材料倉庫；
- (5) 工具房；
- (6) 工地辦公室；
- (7) 機修工場。

鉗工工場里應設置若干台虎鉗和管鉗，進行鋸管、銼管、套扣等工作。這裡還要進行管子的焊接，因此，場地要大一些。

彎管工場在把各種大小長短的管子彎成所需形狀時，要預先加熱。管子在燒以前，必須灌滿干砂子，而且要打緊。因此，場中必須設有架子、梯子等以便灌砂（房子不高的話架在房頂也可）。這個工場離汽機房遠一點關係不大，所以可以選擇一

块足够大的地方，注意一开始就把材料运到这里。

現場布置应注意的几个問題。

一、施工方便：各个工作場所的划分应以工作方便为原则，注意避免相互妨碍工作。

1. 应有通往各个工場的的道路，尤其是通往汽机房的道路，应能使汽机及电机的部件运到汽机房。为了达到这个目的，我們在主厂房的側牆开了一个大門，这样运送汽机等就很方便了。

2. 临时建筑物不得妨碍施工，工場不能設在以后要施工的地方(临时工場可以考虑設在施工較晚的地方)。

3. 工具房設在离鉗工場和汽机房近一些的地方，以便取还工具。

二、保安防火問題：

1. 工地周圍应設鉄絲網或者用竹籬笆代替，外人不能随便进入工地，門口設保卫人員(保卫人員还要在工地周圍巡視)，提防坏人破坏。所有工作人員应一律配帶电厂工作証。

2. 工地周圍应有环形路，这是考虑到施工方便和防火問題而設置的。

3. 汽机房周圍应設置鉄絲網，汽机房內除安裝汽机的人員以外，其它电厂工作人員也一律不能入內。因为汽机是很精密的机器設備，其中不能掉入一点微小的东西，否則以后就会发生問題。汽机房設保卫人員一人。

4. 工地应設置消防水源或其它消防設備。

5. 电焊、气焊場地周圍，不能堆放易燃物，如煤油等。

三、厂內应有水源，供生产、生活、消防用。我厂的水源是由厂旁的小河用水泵抽水供給的，农村中如电力不足，可用鍋駝机或其他工具抽水。

四、材料仓库不应设在潮湿的地方，因为有些材料设备不能受潮湿。

場地分配见图2-1。

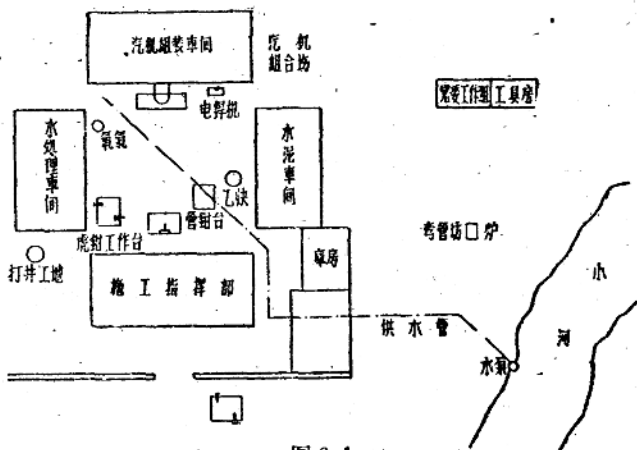


图 2-1

第5节 劳动力和技术力量的配备

整个电厂的安裝对劳动力的需要是很多的，而且在安裝过程中，会有时需要得多一些，有时需要得少一些。因此必須在安裝前全面考虑工程的安排进度，一共需要多少劳动力，各个时候需要多少，怎么解决，根据各地的具体情况，訂出一个配备計劃；否則在工程进行中，有时就会窩工，有时就要缺乏人力，这就要影响到工程的进度和建設的投资。

我校 2,000 瓩燃料綜合利用試驗电厂是在兩個月的時間里建成的，这样对劳动力和技术力量的需要就要多一些，因为各項工作都要齐头并進。下面簡單介紹一下我們配备劳动力的情况。

在参加电厂的安装工作前，所有的安装工人都要经过一次短期的培训。由培训的教师把安装中应注意的事项及保安条例等做详细的讲解，如有可能时，最好还进行一些参观。使安装人员了解自己的任务和工作性质。

在施工开始后，组成安装队，队下面再分成组，所有的劳动力都由队部统一调配。由于技术力量的关系，在工作中不可能一个队或一个组都搞同样的工作，往往是三、五个人在一起搞，并且每天所搞的工作都可能是不同的。这样就要求每个人对各种工作都稍会一些，才能很快的完成生产任务。具体组织情况以后章节还有说明。

劳动力的分配主要是看工程进度、技术要求全面计划以及当时的具体情况而定。

1. 根据日期：在开始安装时，可能发生设备尚未运到，或者设备虽到，但技术力量不足不能进行安装的情况，这时可以抽调一些人力去做准备工作及其他的工作。在我们的施工过程中，主机部分还没有运到时，就将大部分人力调去搞弯管、研磨阀门等工作。再抽少部分人做些主机安装的准备工作，如起重用的道木、扒杆、绞磨等，这样在主机一到时就可以马上进行起吊等工作了。

在主机运到之后，组装机位等工作需要较多的人力，这时就可以从管道工地和阀门工地调些人力来搞这项工作。

2. 根据工作量的需要：在正式进行安装的时候，大部分都是平行作业，而每一部分工作所需要的人力不同。这时就要根据工作量的需要来分配人力。可能同一样工作每天需要的人不同，可以在前一天就做好劳动力的分配计划。

在施工过程中，每个师傅负责一摊工作，每天开一次工作总结会，由各个摊提出下一天需要多少人。这样就便于劳动力

充分利用，这种方法是比較好的。当然这个方法要和总的計劃相配合才能更好地完成整体的任务。

3. 根据技术要求：有些工作为了更好更快的进行，就要求有一定技术和經驗的人去作。这时分配劳动力时就要考虑这点，分配得好就会使生产任务完成得更好更快。

4. 根据全盤計劃来分配劳动力：对于急需要完工、对整个建厂工作影响很大的工作，应首先滿足劳动力的要求。

5. 技术力量的分配：根据各項工作的技术要求来配备技术力量。技术要求較高的应多配备一些师傅。如汽机的找正、对中心工作的要求等技术高些的就要多配备些师傅。对于技术要求低的工作，可以少配备一些技术力量。如疏水管道、排水管等。

建厂工作不是一兩天就能完成的工作，因此，在安裝施工期間，必需制定严格的工作制度。

1. 在分配劳动力的时候，應該照顧每个人的工作性質，因为在搞安裝的过程中每个工人都受到了一定的訓練，对安裝工作有了一定的掌握，因此不能把这部分較熟練的人調走搞旁的工作。再有这一部分对自己所搞的前一部分工作比較熟悉，如換上新手還要先摸几天底才能正常工作，这都是工程所不能允許的。

2. 工作制可以根据人力的多少和任务的完成情况来確定三班制还是兩班制：一般在人力比較充沛的情況下，可以考慮三班制，每班8小时工作。这样可以日夜不停地工作，也很便于人力的休息。如果人力不能按三班制来分配的話，也可以考慮兩班制的工作。在这种情况下，工作人員的工作時間就比較長，每天要工作12小时。工作時間較長就應該考慮工間休息的問題。工間休息可以适当的多一些，这样不致使工人疲勞。同时

还可保证工程的质量和进度。在我们施工过程中，因为同学比较多，劳动力充沛所以三班制比较好。但是师傅比较少，按三班制就分配不过来，所以师傅们都是两班调的。

工作制度的掌握也是灵活的，如果必要时可以加班突击任务，不过在一般正常工作的情况下最好不加班。

第三章 运输、起重和组裝

清华大学燃料综合利用試驗电厂是为农村建立的一个示范电厂，因为利用了旧建筑物，所以在机组安装中遇到了一些独特的問題。

为了縮短建厂日期，大部分組裝工作是在制造厂进行的，机器試轉后就不再全部拆散，而是部分組合运到厂里。因此組裝、运输与一般电厂不同，下面主要介紹一下在組裝、运输及起重工作中遇到的一些問題。

第1节 汽机組合安裝及运输方案

由于汽機車間是利用一个旧庙的大殿作厂房的，屋頂极低(3.2公尺)，而汽机本身高度为2公尺左右，若要开大盖，則本身高度在2.8公尺，因而在室內起吊是极困难的。因此我們在安裝中采用了組合安裝的办法，也就是汽机在制造厂試驗好后，不再全部拆开，整体运来进行安裝。对这个問題我們考虑了兩個方案。

一、轉子和下缸(包括隔板)用軸瓦固定好做为一个整体运输。我們采用这个办法的原因是：(1)到工地后可进行一部分間隙(隔板間隙等)的檢查，如有問題，尚可及时校正。(2)能利用現有运输設備。我們是用一輛載重为10吨的卡車来运送

大型設備的。采用这个方案后,会增加組合安裝的工作量,但在師傅們的指导下,用土办法也順利的进行了起吊工作,把上缸单独运来在車間外面进行盖大盖的工作。

二、整个汽机在厂家試驗后就整个运到电厂。这样到工地后不必起吊,只要从車上拖下来送入汽機車間,就沒有組裝汽机本体的問題,只要进行就位和靠背輪对中等工作就行了。这个办法在技术力量缺乏的条件下更为方便,但对起重及运输的要求較高。

我們在考虑这两个方案时,也曾考虑到农村中的运输問題,在交通不太方便的地方,可用大型拖拉机或牽引車等来运汽机和发电机(下面放上滾子或拖車)。各地可根据具体情况来解决运输問題。

关于发电机运输的問題,由于要求較低,所以可以采用整体运输的办法。

第2节 起重和运输

一、运输路綫及运输工具的选择

在考虑运输路綫之前,首先应看一下由設備制造厂到建厂工地之間,可能利用几种运输工具,要走哪一条路綫,路綫的远近及好坏,裝卸的次数等都要考虑到,进行方案比較,做出决定。

1. 运输工具的选择: 不同类型机組重量各不相同,这里將水利电力部北京修造厂出品的2,000瓩机組介紹一下。

上汽缸: 5 吨

下汽缸: 6 吨

轉子: 2 吨

发电机定子帶底座: 6 ~ 7 吨

发电机轉子:

2 吨

所以,一定要找載重量較大的車,有了这种車,下汽缸就可以与轉子組裝;发电机也可以組裝好了一起运到工地。如有較大馬力的拖拉機,也可將機組裝在拖車上拖到現場。

当工地現場离車站較近时,可以用人工拖(当機組很重,沒有任何足以運載它的机械工具的时候,路即使远,也可用这种方法)。这种方法就是在路上鋪上枕木(或脚手板),用滾筒放在枕木与架子之間,用人工拖動。

2. 運輸路綫的选择: 首先考虑火車站到电厂工地的道路一共有几条, 每条路的寬度如何, 路面如何, 有几座桥, 这些桥的寬度及負重能力如何。

二、運輸及裝車过程中的注意事項

1. 裝車时, 汽机及电机的首尾方向要參攷拉入車間时首尾的位置。这样, 可以从車上卸下来就拉进車間去而不用調头。因为在工地上場地小, 起重工具不全, 使機組調头是比較困难的。如果方向不搞对, 須用机械起重工具調过头来。

2. 裝上車后要墊的平, 放的穩, 一定要將机器牢固地固定在車上, 以免顛波使机器損坏。

三、起重工具的準備和檢查

起重工作所用的工具大致有:

1. 絞磨: 1 个(10吨);
2. 倒鏈: 3 吨的兩個, 1 吨的兩個;
3. 鋼絲繩: 直徑 1 吋, 長約 300 公尺;
4. 麻繩: 直徑为 25 公厘的 60 公尺;
細麻繩共要 10 公斤(綁架子用);
5. 滑車: 單輪: 大小 2 个,
雙輪: 大小 4 个,