

120728



水力發電站 机电設備的安裝

苏联 A. H. 岡查羅夫著

施 蕊 初譯



教師參考室

電力工業出版社

陳列圖書不得携出室外

3
733

內 容 提 要

本書對水力發電站機電設備的安裝作了簡明的敘述。

書中論述了安裝機電設備的工藝過程和主要的操作方法，同時還引述了有關安裝機電設備的技術標準和參考資料。

本書可供安裝水电站機電設備的技工和技術人員參考。

А. Н. ГОНЧАРОВ

ПАМЯТКА СЛЕСАРЯ ПО МОНТАЖУ
ГИДРОСИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1954

水力發電站機電設備的安裝

根據蘇聯國立電力出版社1954年莫斯科版翻譯

施 忠 初譯

567S86

電力工業出版社出版(北京前門外大街26號)

北京市書刊出版業營業登記證出字第0001號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

187×109 $\frac{1}{2}$ 32開本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 88千字

1957年5月北京第1版

1957年5月北京第1次印刷(0001—3,600冊)

統一書號: 15036·494 定價(第10類)0.60元

目 录

第一章 安装工作的一般问题	3
第 1 节 水力机组型式的简述	3
第 2 节 安装竖轴式水力机组的一般程序	7
第 3 节 安装水力机组的快速方法	9
第 4 节 设备的验收及其安装的准备	13
第 5 节 水力机组安装地点的验收	15
第 6 节 安全技术的基本条例	16
第二章 安装工作的种类	20
第 7 节 起重运输工作	20
第 8 节 钳工工作	31
第 9 节 装配工作	39
第 10 节 装配和安装零件、构件及机械时的校正工作	44
第 11 节 机械化的钳工装配工具	45
第三章 竖轴混流式水轮机	48
第 12 节 安装的工艺程序	48
第 13 节 基础部分和埋入部分的安装	50
第 14 节 工作零件和机构的安装	60
第 15 节 找正水轮机中心	69
第 16 节 水轮机的导轴承和辅助机构	70
第四章 竖轴转叶式水轮机	74
第 17 节 安装的工艺程序	74
第 18 节 埋入部分的安装	75
第 19 节 导水机构的安装	82
第 20 节 工作轮的装配和安装	84
第 21 节 水轮机轴和水轮机顶盖	91
第五章 速度自动调整器	94

第 22 节	調整器的結構	94
第 23 节	混流式水輪機調整器的安裝	96
第 24 节	轉叶式水輪機調整器的安裝	98
第六章	懸垂式發電機	100
第 25 节	裝配和安裝的組織工作	100
第 26 节	轉子的裝配	102
第 27 节	下支架和靜子的安裝	107
第 28 节	轉子和上支架的安裝	111
第 29 节	止推軸承的安裝	113
第 30 节	找正發電機中心和機組軸的联接	116
第 31 节	水力機組公共軸綫的檢查	118
第 32 节	安裝發電機的結束阶段	119
第七章	傘式發電機	121
第 33 节	結構的特点	121
第 34 节	下支架和止推軸承的安裝	121
第 35 节	轉子的裝配和安裝	123
第 36 节	找中心的特点	125
第 37 节	上支架和励磁系統的安裝	125
第八章	機組的調整工作和起動試驗	126
第 38 节	調整工作和起動試驗的程序	126
第 39 节	起動機組的准备工作	127
第 40 节	機組的試運轉	129
第 41 节	機組在無負荷和帶負荷運轉時的試驗	130

第一章 安裝工作的一般問題

第 1 节 水力机組型式的簡述

近代水电站內的水力机組，是由裝上速度自动調整器的水輪机和發电机組成的。另外，为了保証水力机組的正常运转和便于安裝与檢修，在水电站內还裝备有其他一系列的輔助机构。

水輪机是一种把水能变为机械能的發动机，然后經過發电机再把来自水輪机的机械能轉变成电能。

按水輪机工作輪的結構和水力特性水輪机可分为：

1. 混流式水輪机；
2. 槳叶式或螺槳式水輪机；
3. 轉叶式水輪机；
4. 水戽式水輪机。

水戽式水輪机，通常用在流量小而水头高的(自300—1700公尺)水电站內，由于近代应用得不广，所以在本書內不研討它的安裝問題。

混流式水輪机(圖1)的特点是把由輪緣所包圍的工作輪上的輪叶按軸徑向安置。变更水輪机的功率可轉动导叶改变流过水輪机的流量来完成。

槳叶式或螺槳式水輪机具有按徑向裝置的且紧固在工作輪輪殼上的各个槳叶。变更水輪机的功率也同样可轉动导叶来实现。螺槳式水輪机最好只在一定的狭小的情况下，即在負荷不变的情况下运转，因此这种水輪机沒有得到广泛的采用。它的安裝方法和轉叶式水輪机的安裝方法相同，可是

由于沒有轉動工作輪輪叶的機構，所以在安裝時十分簡單。

轉叶式水輪機（圖2）是從槳葉式（螺旋式）水輪機進一步發展而來的，它的特点就是當工況一旦發生改變時，工作輪的輪叶能自動的轉動，因此這種水輪機在各種不同的功率和不同的水頭下運轉時具有很高的效率。我們可以同時轉動工作輪的輪叶和導叶，即進行流量的雙重調節來變更水輪機的功率。

豎軸式水輪機是由下列一些主要零件所組成的（圖1）：導水的水輪機室，對中型和大型的水輪機築有混凝土的或金屬的渦殼1，工作輪2，帶有軸承的水輪機軸3，導水機構4，吸出管5以及速度自動調整器6等。

豎軸式水力發電機有二種主要的型式：懸垂式的和傘式的，它們的區別在於止推軸承和導軸承的佈置。

在懸垂式水力發電機內（圖1），止推軸承位於轉子的上方，並緊固在裝於靜子外殼上的上支架上。發電機的下導軸承裝在下支架內，而發電機的上導軸承則裝在上支架內或和止推軸承聯在一起。

在傘式水力發電機內，止推軸承位於轉子的下方，並緊固在下支架上或裝在下支架內。導軸承和止推軸承的輪轂相聯。上導軸承照例是沒有的。

最近在許多水電站內採用止推軸承裝置在水輪機頂蓋上的發電機（圖2），這是傘式水力發電機進一步發展的結果。這種型式的發電機在結構上較簡單而且大大地減低了機組的高度。

豎軸式發電機是由靜子、轉子、下支架、上支架、止推軸承、勵磁機、副勵磁機以及發電機的傳動擺等主要構件所組成的。

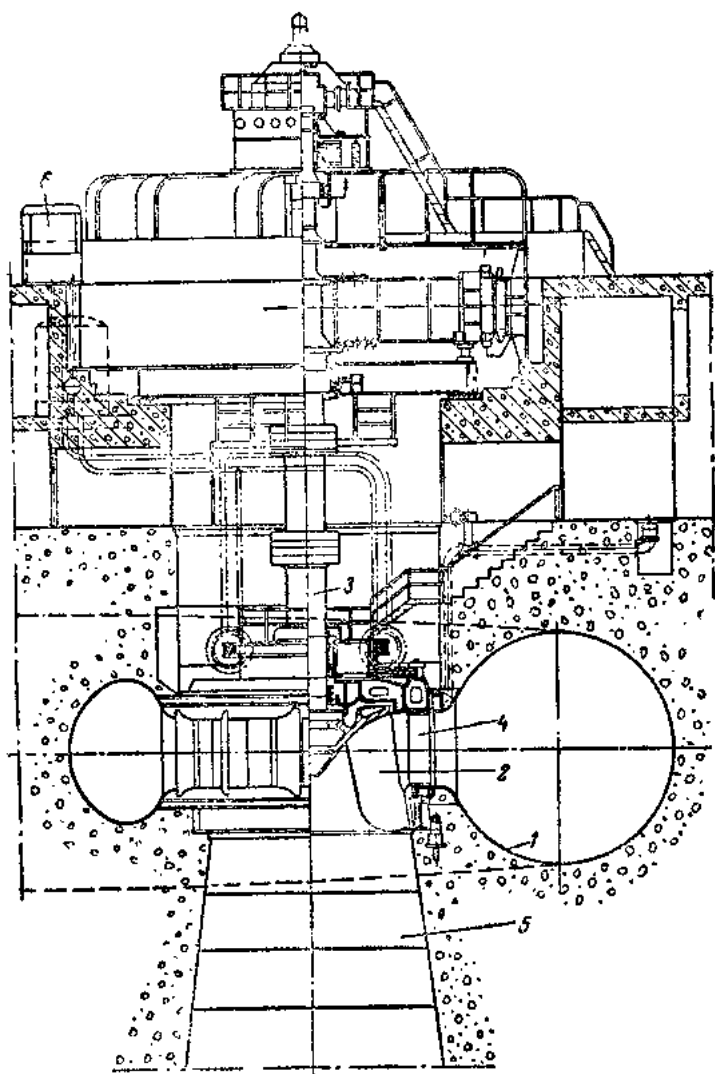


圖 1 混流式水輪機和懸垂式發電機的水力機組

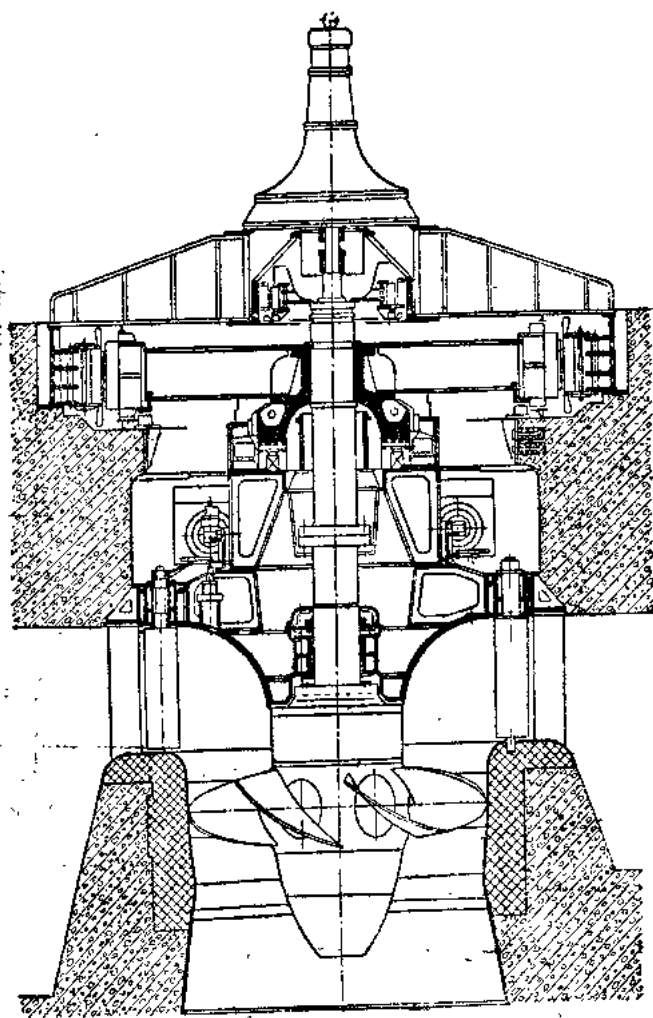


圖 2 轉叶式水輪机和傘式發電機的水力机组

第 2 节 安裝豎軸式水力机組的一般程序

为了保証水力机組能够長期的和可靠的運轉，在安裝時，應遵守下面的規則：

1) 應嚴格地按照工作圖樣、裝配圖樣和安裝圖樣，以及安裝工作的工藝程序進行裝配和安裝零件與構件；

2) 應遵守所有設計的安裝標高和安裝尺寸、旋轉零件和固定零件之間的間隙以及其他在圖樣內或工作細則內所示的制造工廠的技術指示。

能够決定并保証豎軸式水力机組安裝工作質量的主要技術條件有：

1) 在裝配和安裝時應精確地校正零件，并妥當地把它們固定起來；

2) 在安裝机組時，應使它的垂直軸綫和設計的軸綫準確地重合；

3) 在密封裝置和軸承內不允許有挾住机組轉子的現象；

4) 導水機構能够平穩地工作，在它的機構內不允許有餘隙，并且當導葉閉合時應具有一定的嚴密性；

5) 軸承和止推軸承的溫度的波動應不超過制造工廠所標誌的溫度限值；

6) 机組在運轉時，由於轉子找中心不够準確及工作輪或發電機轉子的不平衡而在支座和零件上引起的振動應不超過容許的限值。

根據水力机組的結構和制造工艺的特點，以及由於龐大的尺寸和重量，所以大型水輪機和發電機不能在制造工廠內進行完整的裝配和試驗。許多構件和機構（水輪機的導水機構，發電機的轉子等）亦不能在工廠內進行完整的裝配；就

是連檢查性的裝配也不能進行。因此大型水力機組第一次完整的裝配和起動是在安裝地點上進行的，由於這個緣故就要求安裝人員不僅要完成裝配、安裝、檢查及緊固零件和構件的安裝作業，而且還要進行一系列的檢查性的裝配構件和鉗工性質的修整零件的製造工廠的作業。機組軸的垂直佈置亦使零件和構件的安裝及它們相互位置的檢查發生一定的困難。

所有這些水力機組的安裝特點都要求每個安裝人員應具有高度的熟練技能。安裝水力設備的班長和普通鉗工不僅應完成給予他們的各個安裝作業，而且還要非常認真地去熟悉設備的結構，熟悉所要安裝的設備的製造和安裝的工藝，能夠進行裝配鉗工的工作，修整工作以及起重運輸工作（起重的），並且還要知道測量工具的使用方法和具有測量間隙和安裝尺寸的技能。

安裝人員在工作時最重要的要素有下面幾條：

- 1) 每個工人在它的指定的工作地區內應有個人的紀律，並且應確切地知道自已的責任；
- 2) 班內每個同志應知道自已的任務，並且班內所有工人的工作應密切地互相配合；
- 3) 進行工作時，無論對工藝程序，或工作中的安全方法都應預先解釋清楚。

大型水力機組的安裝過程無論是按工作的特性和工作範圍，或按完成的日期都可分成三個主要的不同階段：

- 1) 安裝工作的準備和組織；
- 2) 零件和構件的組合裝配和檢查性裝配；
- 3) 將零件和構件裝到工作位置上。

第 3 节 安裝水力机組的快速方法

在建造近代的水电站中，由大型水力机組的安裝工作的實踐証明，在所有的安裝阶段內的組織問題对安裝工作的施工日期和安裝工作的期限起着决定性的作用。因此早在开始安裝設備以前，就必须做好安裝的准备工作和組織工作，并拟定今后的机組安裝过程。

保証实现先进的快速安裝工作法，則有下列主要組織条例和生产規則：

1) 利用同时安裝机組的另件和構件及若干机組的方法保量地扩大工作面；

2) 將建筑工作和电气安裝工作以及水力机組的安裝工作同时进行；

3) 利用在安裝場和裝配場上預先組合裝配另件和構件来縮減在机組壑坑口內的安裝工作环节；

4) 大量使用大型的構件(組合的)来安裝机組；

5) 尽量地簡化安裝工作的工艺过程；

6) 要使起重运输、裝配和調整工作全部机械化；

7) 使用大量的悬捆和安裝零件与構件用的設備和裝置；

8) 在每个机組上和每个工作班內必須正确地配置安裝人員，同时無論在工作开始时，或直接在進行工作的过程中都应給予正确的指导。

过去照例仅在完成了机器厂房的建筑工作和裝上了永久的桥式起重机之后才开始安裝机組。但是根据修建水电站的經驗証明，在大多数的情况中，水力机組安裝的完成時間亦是电站开始加入运行的日期。因此这样的安裝程序無疑地会拖延水电站开始运行的日期。

为了縮減安裝設備的总的工作時間，設備的安裝必須在機器厂房的建築工作結束之前就開始，并运用一切方法使建築工作和安裝工作互相配合起来达到同时完工。要达到这样的配合主要是使机組外圍混凝土塊的澆筑工作和埋入部分及基础部分的安裝工作併列进行，并把埋入部分和基础部分的安裝工作和澆筑混凝土工作与機器厂房的建築工作一起进行，这样能够使机組的安裝工作的总期限縮短2—3个月。如果把機器厂房的建築工作和水輪机及發電机的工作機構的安裝工作同时进行也能使安裝工作的期限減少若干時間。

在安裝埋入部分和基础部分时，如果缺乏永久的大型起重机时，則对于工作的相互配合是不方便的，同时由于天气的影响，在机組零件上塵垢的有害作用，以及需要在若干層內进行工作的緣故，所以要求一些可靠的安全技术措施。只有周密的組織建築工作和安裝工作并規定一切必要的保护措施才能消除这些缺点。

扩大水力机組的裝配和安裝的工作面应按下面的一些方向进行：

1)使設備的大量構件和機構的組合裝配在水輪机豎坑外的基本安裝場上或輔助安裝場上进行；

2)將每个机組的水輪机、調整器、輔助設備以及發電机的安裝工作尽量的併列进行；

3)在多机組的水电站上，几个机組的安裝工作必須同时进行。

由于扩大了安裝的工作面，所以在機器厂房內或在它的外面应具有或設置必需的輔助安裝場，以供大量構件和機構进行組合裝配之用，并同时在安裝場上和水輪机豎坑內增加起重機構和其他起重裝置的数量。

为了使机组的零件和构件的装配与安装配合起来，以及縮減在壑坑內的安裝時間，要求在裝設机组機構的地点上儘可能采用預先在安裝場上組合裝配好的構件(組合的)。

安裝班和个别工人的組織工作，是決定所有安裝作業是否有成效的一个十分重要的因素。每班的工作人員应当固定，并应按技术水平适当地挑选工人。班和班之間，不应来回調動人員。各班人員最合理的組成如下：7級班長1个，6—5級鉗工2个，4級鉗工2—3个以及3級鉗工2个。班內工人的人數不宜太多，因为班長自己也在一起工作，因而对領導人數較多的工作班是有困难的。

在安裝水力机组时，由于安裝工作的多样性，所以每个工作班的工作一般都应固定：如安裝水輪机和調整器，裝配發電机的轉子，以及安裝軸承和止推軸承等。这样的安排工作班就能积累某种工作的經驗和評定工人的成績，以达到提高安裝工作的質量并快速地完成个别另件、機構以及整个机组的安裝工作的目的。

安裝工作的質量和完成的期限在很大程度上視安裝人員对所安裝的設備的結構、工艺及运行的特性和所采取的安裝方法的了解程度而定。因此安裝人員必須預先熟悉將要安裝的設備的特点、它的工作圖样、工作方法以及最重要的安裝作業。

在开始安裝机组的各个機構以前，必須向每个班詳細地說明关于機構的特性、特点、時間的指标以及進行安裝作業的合理而又安全的方法。班內每个工人对工作量、工作定額以及完工日期应有明确的概念。同时安裝工作的領導者应根据工作地点推荐每个工作班人員最合理的配置，并將安裝構件的零件、工具、材料、安裝和起重運輸用的設備和裝置以及起

设备的各个部分的安装工作计划必须划分为每个工作班的任务。因此根据工艺进度表和水轮机及发电机每月的安装工作总计划确定各个零件和构件的安装期限，并编制每班的工作进度表(圖3)。同时必须采取一切的办法——及时的准备工作地点，供给必需的零件、工具、材料和设备等来保证如期完成这些工程进度。不仅工作的领导者每天要检查各班进度表的执行情况，而且各个班自己亦须检查。检查时必须指出各个班在工作中的缺点，并布置明天工作时的改进措施。每个班的验收工作一定要仔细地進行，必须合法地而且令人满意地完成验收工作。

为了加速完成安装作业并提高安装工作的质量，必须大量地使用供悬挂和安装零件及构件用的特殊设备和特殊装置。这些设备和装置的制造费用在安装的过程中是足够补偿的。使用起重运输设备是最适宜的，因为这些设备能够消除用许多复杂的绳索来悬挂机组的笨重零件和构件，并在就地起重和装设构件时能够大大地减轻和简化零件的吊取及校正。这样的设备就是：无需绳索就能吊起零件用的吊环和吊起水轮机工作轮、轴、发电机的转子等构件的各种型式的横梁以及其他的装置。

第 4 节 设备的验收及其安装的准备

在开始安装设备以前，先把运到水电站上的水力机组的零件和构件保存在工地的仓库内，然后按工作的进度一件一件的把它们运到安装场上。大而沉重的零件和机构可放在露天的场上或放在木棚下面，但小的和坚固的零件则应放在关闭的仓库内。

在装卸及移动零件和构件时，必须十分小心地进行，不

使零件碰伤或损坏它的包装。对轴、轴承、止推轴承、发电机转子及其他具有配合面或摩擦表面的零件，以及发电机的绕组和它的零件等的保护必须加以特别注意。在装卸沉重的和笨重的零件时，为了加速并简化这些工作，必须使用起重运输装置。

在仓库内，要把零件按机组和构件的种类分别安置，以便很清楚地能看到它们的标记。在小零件上应放上具有标记的牌子。

把所有包装的和不上包装的设备放到露天的场上或不是木地板的室内时，必须把它们放在木制的垫板上，使零件的底部不碰到地面。同时还应采取一些保护零件的措施，特别是对零件的精制部分，因为这些地方最容易生锈。

在存放机组的大型零件时（基环、座环及工作轮室等），绝不允许大型零件发生变形，在摩擦表面上（导叶和转叶式水轮机工作轮的轴颈，水轮机和发电机轴的轴颈等）应塗以浓的润滑油，包上石腊纸，并用木盒子把它们封闭起来。为了防止轴上的法兰盘生锈，因此在法兰盘上应塗以浓的润滑油或瀝青漆。轴承的轴瓦部分（硫化橡皮）用潮湿的鲍花包裹起来，并把它装在箱内放到关闭的仓库内，而且和暖气设备相距应不小于1.5公尺。应该有系统地检查包装的状态并使鲍花保持一定的湿度。轴承的木质胶垫轴瓦和导叶轴颈的轴套应放在干燥而温暖的室内，并用石腊纸把它们包装起来。将各种型式的测量仪器从零件和机械上取下，并加以包装放入关闭的温暖的仓库内。

在开始安装以前，必须仔细地检查放在仓库内的主要设备和辅助设备的全套零件。检查时应根据制造工厂的清单核对，并应查明设备的所有零件是否已完全运到了建筑场上。

根据安裝領導者的指令和要求，把設備一件一件地从倉庫內運到安裝場和裝配場上。這時應按照裝配和安裝的工藝過程按期地輸送零件。

在安裝場和裝配場上安置設備時，應考慮到場地的最合理地使用，這就要求在安裝過程的每個階段中周密地考慮零件和構件的佈置。為了保證這個程序，應根據每個安裝階段和起重機工作範圍的指示繪制主要零件和構件的佈置圖。

在安裝場上應該清潔和洗淨零件，並加以技術上的視察。視察和檢查零件時必須特別注意在法蘭盤、摩擦面和接觸表面上有無碰傷、壓痕、銹痕以及其他的損壞。所發現的缺點必須立刻予以去除。每種機構的零件和構件都應該按照製造工廠的說明書進行視察和檢查。這時對整體運到的機構應按工長的指示在裝設以前或在安裝和校正後進行視察和檢查。

第 5 節 水力機組安裝地點的驗收

在機器房內，機組的佈置是由它的垂直軸綫和標高來決定的。建築人員應按照設計圖樣將安裝機組用的這些原始資料清楚地劃出在基礎上。在平面圖內機組垂直軸綫的位置，是由它的主軸綫的交點來決定，而這些主軸綫則是由測量者利用固定在基礎上部的金屬壓板上的分度綫來確定的。機組的標高可利用埋在基礎內的金屬銷釘或鉚釘頭上的水準基點來檢查。

待基礎工程完工並拆除模板後由土建方面交給安裝人員以便安裝機組。基礎的驗收工作就是根據安裝圖樣來檢查它的幾何尺寸和基礎對機組的軸綫和水準基點的相對位置是否相符。