

中等技术学校教材

水电站动力设备的安装

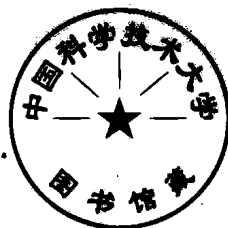
长春水利电力专科学校編

水利电力出版社

內 容 提 要

本书是水利电力部教育司組織編写的中等技术学校教材之一，供动力装置专业及其他有关专业用。本书內容是按照我国水电站建設的情况和将来的发展来安排的，着重敘述了水电站大型輻向軸流式水輪机、轉桨式水輪机、悬吊型发电机及其管路系統和輔助设备安装工作的組織和安装方法，簡略地敘述了机組安装过程中的起重架設工作，并适当地增加了小型电站的水輪机、发电机及其輔助设备的安装方法。

本书除作为中等技术学校教材外，也可供水电安装工作人員参考。



水电站动力设备的安装

长春水利电力专科学校編

*

2171 S 659

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业许可证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店北京科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 1/32开本 * 6 1/2印張 * 180千字

1959年9月北京第1版

1959年9月北京第1次印刷(0001—3,090册)

統一书号：15143·1748 定价(第9类)0.95元

前 言

在党的鼓足干劲，力争上游，多、快、好、省地建设社会主义的总路线光辉照耀下，我国工农业生产以万马奔腾之势向前发展，工农业生产的发展和不断的技术革新要求供给丰富、廉价的动力，因此建立强大的电力工业基地，供给工业建设和广大农村的大量廉价的电，对促进和加速我国社会主义建设事业有着极大的意义。

现代化的水电站建设采用了最先进的技术，以便在保证水电站建设质量的前提下，缩短工期。特别是在具有决定性的阶段——机电安装阶段——更为重要。为此，安装工程人员必需合理地组织劳动力和安装工艺，采用世界上及我国的最先进的技术成就和施工方法、施工经验，在保证机组安装质量的条件下，大大地缩短安装工期，使电站早日投入运转，加速我国社会主义建设。

随着水电事业的进一步发展，迫切要求水电专业教育事业来个大跃进，以适应我国水电建设事业日益发展对技术干部的需要。在党提出的教育必须为无产阶级政治服务，“教育必须与生产劳动相结合”的教育方针的指导下，我校水力动力装置专业毕业班同学直接参加了水电站的机组全部安装工作，同学们从生产劳动实践中学到了很多新的实用的知识和一些先进安装工作经验。这为编写本书打下了一个良好的基础。

本书是在我校党总支的领导下和动力专业科教改核心小组的指导下，根据我校水力动力装置专业的教育计划和教学大纲由十九名同学和部分教师集体编写，最后由教师审阅整理的。在编写中并得到东北勘测设计院机电组范鸿炎同志的帮助，谨此致谢。

本書內容是按照我國水電站建設的情況和將來的發展來安排的，着重敘述了水電站大型輻向軸流式水輪機、轉槳式水輪機、懸吊型發電機及其管路系統和輔助設備安裝工作的組織和安裝方法，簡略地敘述機組安裝過程中的起重架設工作，並適當地增加了小型電站的水輪機，發電機及其輔助設備的安裝方法。

本書可作為水電站機電安裝工程隊工程技術人員、中等專業學校及專科學校有關專業學生的主要參考資料。

在編寫過程中，力求體現黨的教育方針，以及教材應有的科學系統完整性，語言精煉內容正確性，但由於參考書籍貧乏，又加編寫人這方面知識狹淺，因而，書中無論內容、結構、用詞、文法都會存在問題，甚至錯誤，望讀者批評指正，編寫人將不勝感謝。

長春水利電力專科學校動力專業科
水電站動力設備安裝編寫小組

1959年5月5日

目 录

第一章 安装工程的一般問題	5
§1-1 安装水力机組的一般規程	5
§1-2 水力机組的安装特点	5
§1-3 安装工程的施工条件	6
§1-4 施工前的准备	13
第二章 设备的清洗和起重架設工作	17
§2-1 安装前对设备的清洗	17
§2-2 起重架設器具与起重架設工作	20
第三章 輻向軸流式水輪机安装	28
§3-1 水輪机基本部件及其用途	28
§3-2 輻向軸流式水輪机埋設部件安装	30
§3-3 輻向軸流式水輪机工作机构的安装	45
第四章 轉槳式水輪机的安装	57
§4-1 埋設部分的下部部件安装	60
§4-2 埋設部分的上部部件安装	67
§4-3 工作机构的安装	71
第五章 悬吊型水輪发电机安装	84
§5-1 水輪发电机的型式和构造	84
§5-2 水輪发电机安装前的施工組織及准备工作	85
§5-3 定子安装	86
§5-4 轉子組合安装	93
§5-5 机架組合安装	111
§5-6 軸承安装	114
§5-7 风系統的安装	119
§5-8 主軸手动試運轉	121
§5-9 励磁机及同期发电机的安装	127
第六章 机組轉子測中心和主軸联接	128
§6-1 測水輪机轉子的中心	128

§6-2	水力机组的主轴联接	134
§6-3	水力机组转子测中心	136
第七章	辅助设备的安装	141
§7-1	导水机构接力器的安装	141
§7-2	调速机及复原机构安装	144
§7-3	集油槽及漏油槽安装	148
§7-4	压油装置的安装	151
§7-5	油系统中主要设备的安装	156
§7-6	压缩空气系统中, 主要设备的安装	157
§7-7	水泵安装	158
§7-8	蝴蝶阀安装	159
第八章	管路系统的配制与安装	162
§8-1	概述	162
§8-2	管路及其附件的制作	170
§8-3	管路安装	182
第九章	水轮机、调速机及辅助设备验收启动试验	188
§9-1	概述	188
§9-2	水轮机引水设备充水前的试验和检查	189
§9-3	水轮机引水设备充水后的试验和检查	192
§9-4	水轮机空转时启动调整和试验	193
§9-5	水轮机带负荷调整与试验	194
§9-6	发电机的启动调整(机械部分)	196
第十章	农村小型水电站机电设备安装	200
§10-1	小型水轮机的安装	200
§10-2	小型发电机的安装	208
§10-3	调速机构的安装	213
§10-4	传动机构的安装	217
§10-5	调整与试验	219
§10-6	电气设备的安装	220

第一章 安装工程的一般問題

§1-1 安装水力机組的一般規程

为了保証水力机組能够长期和可靠的运行，在安装时应遵守下列規則：

1. 应严格的按照工作图紙、装配图紙和安装图紙、以及安装工作的工艺程序进行零件和部件的装配与安装；

2. 应严格遵守所有設計的安装标高和安装尺寸、旋轉零件和固定零件之間間隙，以及其他图紙內或工作規則內制造厂所示的技术指示。

每个安装人員在工作时要注意下列問題：

1. 每个工人在指定的工作地区內应有个人的紀律，并应确切地知道自己的責任；

2. 班內每个同志应知道自己的任务，并且班內所有工人的工作应密切地互相配合；

3. 工作前，无论对工艺程序，或工作中的安全方法都应預先了解清楚。

大型水力机組的安装过程无论是按工作的特性和工作范围，或按完成的日期都可分成三个主要的不同阶段：

1. 安装工作的准备和組織；

2. 零件和构件的組合装配和檢查性装配；

3. 将零件和构件装到工作位置上。

§1-2 水力机組的安装特点

大型水力机組不是成批生产，而是根据每一个电站的河流参数，水力樞紐結構、电力需要情况等专门向厂家訂貨。所以同一規格的水力机組数，多数是不超过該电站机組台数。因此安装水

力机組的技术作业对每个水电站是各不相同的。

水力机組和其他动力机組不同，由于它的结构和制造工艺的特点，以及他的龐大尺寸和重量关系，所以大型水輪机和发电机不能在制造厂内进行完整的装配和試驗。因为技术上不可能将高达20~30米，直徑15~20米的机組在制造厂的生产場地上装配起来。

至于在制造厂作水力机組試驗的問題，在每一个別的情况下，需要有水流和差不多与水电站建筑相似的专门水力建筑，这在技术方面是做不到的。而在条件上也是不允許的。

在制造厂内只能进行些个别部件和机构的最必要的装配工作和在技术上有可能作到的試驗。完整的装配各个机构的校正以及水力机組的綜合性試驗，都需在安装工地进行，故要求安装人員要有装配、安装、檢修和試驗等較高的技术水平。

水力机組安装是多工种的联合作业，因此必須有周密細致的施工組織才能提前完成任务。

§1-3 安装工程的施工条件

安装工程决不是单纯地将各部机件简单的堆积和拼湊在一起，从表面上看是一个完整的物体就算完成任务，而是要求它能安全、可靠、平稳地运行。因此必須具备一定条件才能开工。

一、施工圖

水力机械安装时的位置与各部机件的相互关系是根据設計院与制造厂的圖紙来确定的。沒有施工圖紙是不能进行施工的。

施工圖包括：

1. 厂房总圖 总平面图与总断面圖及总縱剖面圖；
2. 总装配圖 表明机組各部件的相互关系和技术要求；
3. 分装配圖 表明各零件的相互关系和技术要求；
4. 零件圖 表明各个零件的结构和尺寸。

二、設計預算

預算是通过編制的手續按着各种預算定額和指标計算出工程的新建、改建、或复建、及扩大等建設的全部費用。它是属于該項工程的設計文件之一，在工程和国家經濟建設中是很重要的。

1. 預算的重要性

1) 預算是确定工程造价的唯一文件，包括全部工程和分項工程的总費用，是建設銀行的撥款文件，是施工单位进行經濟核算、簽定包工合同等的主要根据。

2) 預算是編制計劃的正确資料，国家可以用預算編制基本建設和进行投資；根据預算，施工单位可以合理地动用資金。

3) 預算是提高設計的主要措施。設計的好坏与經濟价值有很大关系，这样即可促使設計人員尽量縮減經費，而且还要保證質量，从而加强設計人員的經濟观点。在設計中一定要符合現有的施工可能性，尽量就地取材，以便达到国家节省投資的目的。

4) 預算是巩固經濟核算制的重要因素。按預算来編制施工計劃，可使工程人員对每一項工程都能精打細算，設法降低工程成本，滿足最大限度的節約。

2. 一般編制过程

預算是随着整个設計阶段的不同而編制的，随着設計阶段的进展而加深加精。

1) 在初步設計阶段編制总概算。当初步設計被批准时，总概算这笔費用則成为該項工程撥款的最高限額，也是編制年度基本計劃(施工进度、技术供应、劳动力供应)和簽訂包工合同的基本根据，也可作为初期工程准备工作。

2) 在技术設計阶段編制总預算。預算費用比概算費用少，因为概算对工程量估計不准确，一般都偏高，并且概算定額也比預算定額高，概算自然費用也多。因此預算为施工的真正費用指标，是建設銀行撥款的依据，也是正式施工計劃的依据。沒有特殊原因是不能超过这一指标定額的。

3. 确定工程費用

工程費用总的分两大部分——直接費用和間接費用。

1) 直接費用为一切直接属于水力工程建筑与安装的施工費用。包括下列各項：

(1) 工人基本工資 工人每月直接拿到的工資。

(2) 材料費用 材料原價、包裝費、手續費、運輸費、採購費和保管費等。

(3) 施工機械使用費，包括不變費用和可變費用。

不變費用、不因施工地點、條件的不同發生大的變化。包括機械搬運費、拆卸及安裝費、修理與管理費、折舊與大修費、潤滑與研磨等輔助材料費。

可變費用 因施工地點條件變化而有較大的變化。包括工人工資、燃料、動力、水、電等費。

2) 間接費用服务于全部建設中，不是用到每個產品上，而是用在全部生產過程中的一種雜項費用。包括下列各項：

(1) 行政管理費 行政人員的基本工資、輔助工資、工資附加費、辦公費、差旅費、取暖費等。

(2) 其他間接費用 工人輔助工資、工資附加費、工具使用費、勞保技安費、福利費等。

設計預算是根據國家定額計算出來的，得出的是直接費用；間接費用可用直接費用乘上一個百分數得到（這個百分數是國家規定的）。

三、施工組織設計

施工組織設計是由設計部門來作或由施工部門技術人員來作。是施工指導唯一的文件，是設計中重要的組成部分。它的任務有二：

1. 保證國民經濟計劃中所規定的整個建設工程及其組成部分的竣工期限及開始利用期限。

因為電力工業是先行工業，對整個國民經濟建設計劃起着保

証作用，它的竣工提早或延遲直接影响其他工业的生产，所以必須保證水电站按时或提前完成。

2. 以不超过一定数量的劳动力、資金及物資来进行施工。

以更少的投資、兴建更多的企业、在保證質量条件下降低成本。

3. 編制施工組織設計基本原則

1) 应无条件地遵守国民經济計划中所規定的施工期限及交付利用期限；

2) 根据工程量大小，施工期限，确定劳动力；

3) 选择最有效的最先进的快速施工方法和合理的施工程序；

4) 考虑設備、施工机械、工具、材料的到貨和供应情况；

5) 最合理地安排劳动力的組織、分工和調配；

6) 合理地布置施工場地，尽量减少临时設施的需要量；

7) 考虑减低成本的措施計划，保證經濟、節約；

8) 考虑安全措施，即达到又多、又快、又好、又省、又安全的措施。

4. 施工組織設計的内容

1) 工程内容(如机电安装)。

2) 施工方法(尽量采用快速施工方法)：

(1) 条件具备时，可采用大的起吊安装单元(組合的)或整体吊入方法进行安装，减少在机組基础位置上的安装作业；

(2) 尽可能使起重、装配、調整工作全部机械化；

(3) 建筑工作和电气工作及水力机組的安装工作同时进行，即平行交叉流水作业；

(4) 尽量簡化安装工作的工艺过程，及創造安装工具。

3) 質量标准：安装質量不好，会給机組运行带来很大的危害，如振动、摩損以及发生事故等，所以应按施工圖紙上技术要求和允許公差值来进行安装工作和檢查驗收。

4) 技术文件：

(1) 隱蔽工程檢查記錄 竣工后看不到的工程 (打到混凝土

中)称为隱蔽工程。这部分工程在隱蔽前一定要有一份詳細記錄,交給技术檢查部門、甲方、厂家代表,經同意后,方准打設混凝土;

(2)部分工程驗收单 某一分項工程完成后,交給甲方檢查,甲方給乙方一个驗收单,乙方可拿驗收单到銀行取款;

(3)測定記錄 各部件安装完后,要有詳細的測定記錄,記錄上应附有草图,标明測定位置、工具、单位、温度等。根据他来確定安装是否合乎質量要求,做为将来运轉的原始資料;

(4)竣工图 由于施工图的不完善或錯誤,不能进行施工时,乙方可向甲方提出意見,經過設計部門或厂家批准,可将施工方法加以修改(机械設備不能完成的設計也要修改)。这样施工情况与原圖紙不符,可按实际情况画一張竣工图。竣工图可供給該机組有关的施工人員和甲方及运行人員,以便施工、檢查和运行;

(5)統計表报 每項工程完工后要作出該項工程所用的人工、材料及施工机械等統計表报;

(6)工程決算 从決算中可知工程实际造价,是否降低成本,如節約很多,国家可进行修改定額,同样多的錢可增加建設項目;

(7)工程总结 工程結束經過总结,可发现施工过程中的优缺点,从而找出經驗和教訓。

5)技术保安措施:

安装工程不仅需要多快好省地施工,而且要安全施工。加强保安措施,这体现出我們国家社会主义制度的优越性。厂房的建筑工程,金属結構物、电气设备和水力机組设备的安装工作同时进行,在这样一个复杂的、机械化的、交叉施工作业中,工作的安全方法問題和防止不幸事故发生的問題(人为事故、机械設備事故、失火等)具有特別重要的意义。

因此絕不允許一个未受过安全个工作法訓練的工人进行任何工作,对故意違犯安全技术規程的工人給予应有的处分。使工人建

立先安全后施工，不安全不施工的安全第一的思想。

因此每个安装队、组、班都应建立技术保安组织，并设置保安设施。

建立健全的切合实际的安全技术规程，并组织工人学习；每项工程安装时都应遵守安全技术规程，作业前要向工人讲明本工程的安全注意事项和措施（参阅安全技术规程或安全手册规定）。

6) 施工场地布置：

施工场地布置原则

(1) 工地运输费用必须越少越好（即材料运输的吨公里数最小）；

(2) 临时工程成本必须最低；

(3) 合乎劳动保护和技术保安要求；

(4) 遵守防火规则；

(5) 要使工人在工地上往返损失的时间最少，又须保证以最合理地布置各种仓库、起重设备、工厂和机械化装置，因此，必须合理地选择运输工具和铺设工地运输道路。

要降低临时工程成本，首先必须力求减少临时工程量，可尽量利用永久性房屋、建筑物、上下水道网和电力供应网，利用准备拆除的旧有房屋或利用新建房屋的一部分作临时仓库工厂；其次临时水道和电缆的长度应尽量缩短，临时水道的断面也应最小；另外临时工程的结构应该是可装可拆的，以便本工程结束后，可移往其他工地再用。

要符合技术保安和防火规程，必须将仓库放在适当位置上，房屋间距要合乎规定，施工场地保持一定大小，成立消防站，一切仓库都应设有方便的通道，保证有循环式道路，无尽头死道，铁路线和公路线最好不相交。

要很好的为工人服务，就必须把必要的行政管理房屋和生活福利设施放在最合理地方。

场地布置应作几个方案进行比较，选择其中最好的一个。

施工场地布置具体的条件

(1) 建設工程总平面图 表明一切拟建的永久性房屋和建筑物；在施工場地的平面图中，应标明地形变化的等高綫，这是正确决定倉庫位置和鋪設工地运输道路所必須的。

(2) 一切已有的和拟建的地下管道位置 不使临时建筑物和倉庫与地下管道相碰。

(3) 建筑材料、設備零件的一覽表及其数量，以及在工地上計劃儲存量。

(4) 施工进度(施工指示图) 这是規定各种材料耗用順序和存放設備所必須的。

(5) 全部倉庫和临时建筑物一覽表及其面积和尺寸。

7) 施工管理和劳动力的确定

施工管理必須在未展开工作前拟定出一些管理制度。如专責制度、工作程序、計劃执行制度、交接班制度、交接驗收制度，按图施工制度等。

(1) 专責分工制度 組长和技术員明确分工，組长照顧全面，技术員負責技术和質量上的問題；在小組內更要明确分工，专人负责工具保管、材料領退、保安专責、原始記錄等，使得事事有人管，不致紊乱；

(2) 交接班制度 两班或三班制要建立这种制度。

① 組长和技术員提前十分鐘进入現場了解情况。

② 工人进入現場后进行各項工作专責交接。

③ 白班工作組必須为夜班准备工具、材料。

④ 工作方法和步驟进行詳細交待，技术員填写交接班卡片，写明夜班必須进行的工作，及对任何一班提出意見。

(3) 計劃进度指示图 未开工前由組长和技术員制定計劃草案后交小組全体討論，由技术員填写工程进展情况，激发大家工作热情。

(4) 下班后十分鐘會議 抽出短時間开会总结当天工作中的优缺点，以便推动工作。

除了各种制度外，其他各方面的配合也是安装中的主要关

鍵，如安裝中時常發生急需零件的配制、材料工具的供應和事務工作密切的配合。

關於勞動力的確定，可按下列式計算：

$$\text{直接施工工人數} = \frac{\text{不均衡係數} \times \text{時間定額}}{\text{有效工日}}$$

式中 不均衡係數是考慮勞動力組織情況而定的，是個大於 1 的數；

時間定額是以工程量查施工定額得來的，單位為工日；

有效工日是在施工期限內，考慮幾班制的有效工作日。

至於管理人員人數是根據直接參加施工人數的百分之幾來考慮。這個百分數是由國家規定的。

5. 施工組織設計編制

施工組織設計書中應具有下面幾個部分：

1) 工程說明

(1) 工程地點

(2) 工程項目

(3) 工程總進度

2) 施工場地布置總平面圖。

3) 工程總進度表。

4) 施工方法及質量標準。

5) 保安措施。

6) 勞動力組成。

7) 材料工具和使用機械的供應計劃。

§1-4 施工前的準備

1. 設備的檢查、驗收和處理

設備到貨後根據到貨單進行設備的數量、規格、質量的檢查，然後進行放置。

大而沉重的零件和構件可放在露天場地或棚里，在設備接地處用方木墊好；對小的和精密的零件應放置在倉庫內保存。

裝卸和搬運零件時必須十分小心，並應按施工前後順序和種類分別堆放，不准碰傷和損壞零件，並防止生銹。

在安裝工程開工前，應仔細檢查放在倉庫內的主要設備和輔助設備的全部零件是否符合質量標準，設備是否完全到貨。如有不符合質量標準的零件，必須進行處理。然後按施工順序一件一件地運到、並排列在安裝場地上，以便安裝。

2. 施工機械設備材料的準備

在安裝前必須把安裝所用的起重、安裝工具和測量儀器等（一般的和特殊的）全部準備好，以便開工使用，不然會產生窩工現象。

施工用的起重機、動力設備和風、水、電等設備都應準備好。

施工用的各種鋼材、木料、油類、焊條等材料要在安裝前準備好，否則會停工待料。

3. 安裝場地的準備和安裝地點的驗收

根據機組容量大小、施工进度表，施工人員的組織和有關施工設備的配合（起重機、風、水、電等設備的布置），可將機組大部件組合場地（轉子、定子、機架、水輪機等組合場地和軸承研磨場地）布置在廠房中間或兩端。應盡量減小組合場地的面積，但要保證安裝方便；應減少起重機吊運次數和距離；也要使安裝場地到倉庫及對外交通方便。

在廠房內，機組的布置是由它的垂直軸綫和標高來決定的。土建人員應按着設計圖紙將安裝機組用的這些原始資料清楚的劃在基礎上。在平面上機組垂直軸綫的位置，是由它的 x 、 y 綫的交點來確定的，而 x 、 y 綫是由測量者利用固定在基礎上部的金屬壓板的分度綫來確定的。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。

基礎的驗收工作就是根據建築圖紙來檢查它的幾何尺寸和基礎對機組軸綫和標高的相對位置是否符合。驗收後應擬訂驗收書。

驗收机組基础时应檢查：

1)基础建筑物对厂房壁和相邻机組軸綫的相对位置的准确性；

2)基础对它自己的縱軸綫和橫軸綫的尺寸的准确性；

3)基础板和埋入零件下面的基础支承面的高度应当比基础板和埋入零件的設計标高低40~50毫米；为安装垫板和补澆混凝土用；

4)地脚螺絲孔对机組軸綫的相对位置，及其間距和深度的准确性；

5)埋設的管道位置的正确性；

6)澆第一期混凝土时留給埋固部件的空間尺寸和位置是否准确。

4.工程进度表的編制

工程进度表可以指导工程有条不紊的按时完成任务，并督促及时解决問題。

工程进度表根据施工組織設計来編制，編制的依据如下：

- 1)考虑工程工人人数、来源和工期；
- 2)考虑施工方法及施工机械数量；
- 3)考虑到貨日期，施工机械，工具和材料的供应時間；
- 4)影响安装工程的其他工程(如土建工程)的完工時間；
- 5)施工地点的气候条件。

工程进度表的内容包括：

- 1)工程项目；
- 2)施工日期；
- 3)施工机械；
- 4)施工人員組織。

5.工程任务单

为加强計劃管理，保証按計劃施工，实行分項工程驗收，保証質量，激发工人劳动热情和節約材料及工具使用量而頒发工程任务单給各个施工組(班)。