

1000至10000瓩水电站

定 型 設 計

說 明 書

水利电力部北京勘测设计院編

水利电力出版社

編 者 的 話

今年四月間我們為了支援各地中小型水電站的建設，曾編制並出版了一套100~1000瓩水電站的定型設計，及100瓩以下水電站設計的參考資料。隨著全國工農業大躍進形勢的發展，各地水電站建設的規模愈來愈大，以前所編制的定型設計已不能滿足需要。為了迎接今冬明春更大的建設中型水電站的高潮，我們組織了北京勘测設計院，在上海水電設計院參加下編制了這套定型設計，供各地參考試用。

編制這套設計時，考慮到各地在水電站建設中對廠房和機電部分的參考資料方面比較缺乏，而對一般水工建築物如壩、閘、渠道等已具有相當經驗，所以在設計中對於一般水工建築物只作了布置示意圖，沒有進行具體設計。而對廠房、管道和機電部分則作了比較詳細的設計。設計所達到的深度，在廠房和管道方面基本上可以滿足施工要求，機電部分亦能滿足選擇設備、向製造廠家訂貨等要求。因此這套設計基本上可以滿足各地在中型水電站建設中關於廠房和機電部分的設計、施工及訂貨等參考的需要。

為了使這套定型設計的內容更加充實，同時也需要及早編制出來供各地使用，我們決定將水電站設計中有關的比較專門的問題，如水能規劃，地質勘测等，另外編成參考資料。這些資料不久即可編成，與本設計配合起來使用將更加方便。

這一設計的階段性基本上是貫徹一次設計的原則，除一些不易決定的條件以外，一般都盡量達到施工詳圖的深度。但由於水電工程受客觀條件影響較大，許多部分加以定型還有困難，因此，對前池、調壓井等部分均未作定型設計，尚待進一步研究補充。至於廠房、管道等方面在設計中都盡量作出說明，同時將主要的設計方法列為附錄，並附了一個示例，這樣，各地在使用中可以因地制宜，靈活掌握。

1000~10000瓩水電站的規模不算很小，牽涉的面較廣，問題也較複雜。如上所述，這套設計只包括廠房、管道和機電部分，對建設水電站來說仍是不夠的。我們建議各省（區）水利電力勘测設計部門能夠早日結合本地區的情況，並以這套設計為基礎，早日編制一些補充設計資料，以供專縣幹部參考使用。此外，對中型電站中一些新的問題，如電站與已成水庫相結合，以及電站的操作管理等也應廣泛地注意和研究，隨時總結經驗。我們相信，通過今冬明春的建設高潮，各地中型水電站的設計水平一定會得到進一步的提高。

在這次設計中，曾吸取了過去編制定型設計的經驗，考慮了就地取材，降低造價和降低安全系數等問題，但仍感有不足之處，尤其對士洋結合的精神體現得還不夠，為此希望各地在應用這套設計的過程中能更好地依靠黨委的領導，更多地發揮羣眾的積極性和創造性，使建設出來的水電站真正符合多、快、好、省的精神。

最後各地同志在應用這套設計時，請將所發現的問題、意見和疑問等函寄北京市六鋪炕水利電力部北京勘测設計院水電站定型設計組。

編 者 1958年8月25日

目 錄

第一章 前言	4
第二章 应用范围	5
第三章 水文、地形及地質	6
第一节 水文情况	6
第二节 地形情况	6
第三节 地質情况	6
第四章 工程布置	8
第一节 总体布置	8
第二节 厂房布置	9
第五章 主要机电设备及布置	10
第一节 水輪机	10
第二节 发电机	13
第三节 調速器与机組自动化	15
第四节 閘門与蝴蝶閘	15
第五节 厂內起重机	17
第六节 主变压器	17
第七节 主机设备布置的說明	17
第六章 附屬机械设备及布置	20
第一节 通风及采暖	20
第二节 机組的供水与排水系統图	20
第三节 水泵室集水井及供水排水布置图	21
第四节 油处理	21
第五节 压气系統	21
第七章 电气部分	22
第一节 主結綫	22
第二节 主要电气设备选择及短路电流的計算	23
第三节 厂用电	23
第四节 二次回路	24
第五节 照明与电纜	25
第六节 厂內电气设备的布置	25
第七节 变电站	25
第八节 电气主結綫單元結綫的选择及电气设备材料的估計	26
第八章 設計示例	26
第一节 已知数据	26

第二节 水工設計.....	27
第三节 机电設計.....	29
附件一 計算方法說明書.....	32

附件二 水輪機設備图册

附 图 水工 26个	} 共計59个图, 散裝在紙袋內, 图紙目录詳見紙袋封面
机械 17个	
电气 16个	

第一章 前 言

在总路綫的光輝照耀下，全国人民迅速地以热火朝天的革命干劲掀起了工农业大跃进的高潮，随着工农业的大跃进，中小型水电站的建設，不但在数量上飞跃地增加，而且在水电站的装机容量方面也不断地提高，許多地方已在筹划建設容量在一万瓩左右的中型水电站，为了适应这种新的形势，我們特提出这套 1000~10000 瓩水电站的定型設計，以供各地参考使用。

定型設計內单机組容量为 630~5000 瓩，設計中采用了双机組的佈置型式，水电站的全部装机容量为 1000~10000 瓩，若水电站拟采用一台机組或采用多于兩台机組时，建站者可根据設計規定稍加修改即可，設計中所用的材料，絕大部分可就地解决。

本定型設計的重点是水电站厂房及压力水管等結構物及机电设备的選擇与佈置，并根据需要与条件对設計深度在水工与机电方面作了不同的考虑。厂房与压力水管設計的大部分都达到施工图的深度；机电部分設計能达到提出机电设备訂貨計劃及配合厂房水下土建部分施工的深度。至于机电部分的全部施工設計以及水輪机、发电机、調速器及配电设备等底脚螺絲埋設位置，則需在设备訂貨后，机器的型式与尺寸确定之后，才能完成。

定型設計根据造成水头的方法分为河床式(图水工02)坝后式(图水工03)及引水式(图水工04)三种示意性的水电站佈置型式，建站者可根据当地河谷的地形条件及河流落差分佈的性質(指河流落差是比較集中的还是分散的)确定开发方案。

为了使建設水电站的工作同志对于整个水力樞紐有一全面的概念，在这套設計中我們按以上所說三种型式佈置了六种示意性的方案，表示出各个建筑物的相关位置。更为了使地方水电工作同志們能够很快地掌握这套定型設計，在定型設計后面作了一个設計示例，用来说明本定型設計的使用方法。在示例中对于前池电气主結綫之選擇都作了較詳細的介紹，供作参考。

为便于使用定型設計的同同志根据各地不同的情况灵活掌握本設計，我們特將水工結構物的設計計算方法以及設計过程中所采用的机电设备系列，设备配套表，尺寸及技术数据整理成爲設計方法說明書，及水輪机设备图册作为定型設計之附件供作参考；但应声明：水輪机图册是根据一些零散的資料整編成的，由于目前水輪机设备的系列产品設計尙未完成，因此，其中的尺寸与数据只能作为参考，精确的尺寸数据应以将来有关單位完成的系列产品設計为准。

定型設計特别是图册中重复使用了一些已成的設計圖紙。重复使用时，根据情况，作了某些修改，所重复使用的圖紙資料：有水輪机及水輪发电机系列表(一机部一局与八局編)、水輪机图册(复制苏联国家农业电气化設計院 T-449 图册中的一部分)、W-900 型調速器外形图(复制哈尔滨濱电机厂与重庆水輪机厂的圖紙)、平板木閘門标准設計(淮委設計院)特此提出，表示敬意。

本定型設計沒有包括建設 1000~10000 瓩水电站所需設計的全部問題，所未包括的問題如下：建站前的地形地質勘测与調查，水能规划(即确定电站的装机容量工作水头

範圍，運行方式等)一般的水工建築物(如攔河壩，隧洞，渠道，閘等)以及某些水電站特用的結構物(如調壓塔，前池，鋼筋混凝土管道等)。以上這些問題有些是地方上已能解決的，有些今後將陸續得到解決(我部勘測設計總局所編中小河流水能規划摺閱即將出版)。其次是本定型設計中結構物不同方案的問題，如本定型設計中只包括了彎尾水管及圓筒式的發電機機墩，但在各具體條件下，可能採用直尾水管及井字樑式的發電機機墩更合適一些。這些雖均未作出具體設計。但因與本定型設計關係較密切，在設計說明書中均作了安排，例如介紹其解決方法或參考資料等。

第二章 應用範圍

這套定型設計適用於水頭3~90公尺，單機組引用流量1.02~29.3秒公方，單機組容量為630~5000瓩。設計中採用了雙機組的布置形式，若使用者欲建一台機組或者多於兩台機組的水電站，則可根據為雙機組所規定的尺寸，減小或加大即可。因此，這套定型設計還可適用於10,000瓩以上的水電站。

若水電站的水頭低於3公尺，而水電站容量仍大於1000瓩，此時仍然可以使用本定型設計(選用Z592-LH-200或Z592-LH-250型水輪機，廠房布置圖仍可參照水工03及09圖)，不過該時水輪機的出力及轉數將隨水頭降低而減少，發電機型號也相應變化，此時水輪機的出力與轉數可參照水輪機通用特性曲線(見圖冊-11圖)確定，發電機的型號可參照系列表(圖冊-06圖)選定。當水輪機出力選定後，若發現單機容量太小，則可考慮多設機組數目或再加大水輪機轉輪直徑。若採用增設機組數目的辦法時，則仍可使用本定型設計。

這套設計的重點為廠房建築物。在廠房的布置上考慮了金屬蝸壳及混凝土蝸壳兩種。在型式上考慮了立軸及橫軸兩種。這套定型設計適用於河床式、壩後式及引水式水電站。一般平原地區落差較小的灌溉渠道上宜採用河床式的布置型式。在山區引水渠道的大落差或河道的瀑布處及山谷中的中小型水庫上修建水電站時，可採用壩後式及引水道式的布置型式。

在這套定型設計中規定河床式水電站的廠房為軟基，壩後式及引水道式廠房的基础為岩石基础，兩種廠房基础的最大壓應力為20~26噸/平方公尺。若建站處的地基承載力小於本設計的壓應力時，應加大廠房基础。至於地形條件，在本設計中不作具體的規定，各地可根據實際情況處理即可。

定型設計電氣部分的高壓開關設備，均選用成套配電裝置(開關櫃)，並按照KCG型開關櫃(北京電機廠產品)的尺寸進行的廠房布置。如果使用定型設計時，採用了其他型式的開關設備(如磚間隔裝配式配電裝置或其他新的布置型式)，廠房布置仍可不變，僅在地板上預留孔及預埋零件的位置需根據實際情況作個別調整。

定型設計的電氣主結綫單元結綫圖中已包括各種發電機容量所配用的主要電氣設備名稱及規格，基本上可滿足提設備訂貨單的要求。但因水電站所用的電器產品種類較多，定型設計中不可能全部包括進去。此外，新產品不斷試制成功，所以在使用定型設計時尚應備有電器產品樣本(一機部銷售局印)及各電器、電機製造廠的產品樣本(需分別與各

厂联系索取，一般每年底各厂都出版下一年的产品样本)。

定型設計所附的电器产品价格，是參照“1958年电机产品目录及价格”(1958年3月一机部編)确定的出厂价格(不包括运费)。由于电器设备的定价尚未統一，因此該价格仅供参考之用。至于水輪机，立式发电机，蝴蝶閘，調速器的价格，目前更缺乏統一与合理的計算方法，定型設計中只將代用型号的设备价格(各电站原来向哈尔滨电机厂訂貨时的合同价格)列出，供参考用。估算这些设备的价格时，可注意水輪机、发电机及蝴蝶閘等设备的價格大致与其重量成正比。

机电设备的供应一般需要通过本省、市的計劃部門解决，本定型設計中不再贅述。

第三章 水文、地形及地質

第一节 水文情况

河道的水文情况对于水电站的建設有着非常巨大的影响，不了解它就不可能合理的而又在技术上正确地进行水电站的建設，为了应用这套定型設計，就必须知道河道的过水量以及它的变化情况，进而确定取得水头的方式，确定裝机容量，选择水輪机型号及厂房建筑物等。該項工作希望建設水电站的工作同志要慎重研究确定，以免造成浪費。

第二节 地形情况

我国土地广大，地形条件千变万化，在本定型設計中不易提出具体規定，建設水电站者可根據当地条件按照本設計所規定的各部高程开挖(或圍填)即可。在选用本定型設計时，希望提供以下地形資料：

水电站樞紐建筑物地区附近1/1000地形图；

厂房建筑物附近1/200的地形图及地質縱橫剖面图。

在地形图上要詳細註明地貌情况，根据以上資料以作总体布置，确定厂房的位置及提供开挖图等用。

第三节 地質情况

对于拟建水电站地区所必要进行的地質工作如下：

在主要建筑物的范围内至少要布置1~3个勘探点，勘探点最好按直綫布置，以便繪制主要的地質剖面图，在进行勘探时，要求提出主要建筑物地段的地質構造，岩石性質和人文地質条件等，根据这些資料，參照本定型設計所規定的要求，选择水电站建筑物。

这套定型設計的地質条件，參照我国已建成的中小型水电站的資料規定如下：

河床式水电站的基础为軟基，基础土壤假定为砂質粘土，在地表以下2公尺处的地基承载力为2公斤/平方公分，土壤容重等于1.7吨/立方公尺，内摩擦角为 18° ，摩擦系数取0.3。实际上由于各地地形与地質条件相差很大，各地基础承载力也不相同，如地势較陡，可能將厂房基础作在原地面以下不深的地方，則承载力較小，地势平緩的地方，則基础可能作在原地面以下較深的地方，承载力就較大，若設 σ_0 为地表以下2公尺处的承

載力，以公斤/平方公分計，則基礎埋設深度 h 公尺處的承載力可按下式計算：

$$\sigma_h = \sigma_0 + K \gamma_w (h - 2)$$

係數 K 按以下數值採用：

砂 $K = 0.25$

砂壤土，干粘壤土和粘土粉砂 $K = 0.20$

塑性粘壤土、粘土和粉砂 $K = 0.15$

地基承載力 σ_0 的數值，應按地質條件確定，若地質資料缺乏，則可參照下表進行地基承載力的初步估算。

σ_0 的數值可按規範採用(正常運轉情況下的數值)，如下表所示：

土 壤 名 稱	容 許 壓 力 (公斤/平方公分)	附 注
I、粘土類土壤		
堅硬狀態的粘土	6~2.7	視孔隙率而定
塑性狀態的粘土	3.3~1.0	
堅硬狀態的粘壤土	3.3~2.5	
塑性狀態的粘壤土	2.8~1.0	
II、砂土類土壤(石英砂)		
含水很少的砂壤土	3.3~2.7	視密度而定
含水的砂壤土	2.7~1.6	
含水很少的粉狀砂	3.3~2.9	
含水的粉狀砂	2.5~2.1	
飽水的粉狀砂	1.6~1.2	
含水很少的細砂	3.7~2.5	
含水的砂和飽水的砂	2.9~1.6	
中等顆粒的砂(與含水量無關)	4.2~3.3	
礫石砂與粗砂(與含水量無關)	5.5~4.2	
III、小卵石類和礫石類土壤		
空隙中填有砂的小卵石類土壤和碎石類土壤	7.1	視粘粘土填料的稠度而定
空隙中填有粘土的小卵石類土壤和碎石類土壤	4.6~2.9	
中結晶岩形成的礫石類土壤和石屑層類土壤	5.9	
由沉積岩形成的礫石類土壤和石屑層類土壤	3.3	

按上式計算的實際地基承載力若小於本定型設計的最大的壓應力時，則必須加大廠房的基础。

坝后式及引水式水电站的基础为硬基，基础假定为半风化的花岗岩或輝綠岩，基础承載力为10公斤/平方公分，比重为2.94，容重等于2.44吨/立方公尺，粘着力为0.2公斤/平方公尺，摩擦系数等于0.6，若遇有軟基，則必須加大厂房基础，若地基岩石破碎，則必須加以处理(如灌漿等)。

第四章 工程布置

第一节 总体布置

这套定型设计，根据造成水头的方法，分为以下三种布置型式：

河床式水电站：在这种水电站中，厂房和挡水建筑物位于同一断面上，而且厂房还起着挡水建筑物的作用。

这种型式的水电站通常适用于这样的场合，即所选定的渠道或河流断面具有足够的宽度，因而两岸毋须开挖过多的土方就可将所有的建筑物安排下来。

根据水头及其建站处的地形条件不同，在这种水电站的建筑物组合中，可能包括有厂房和泄水建筑物，或者除厂房和泄水建筑物外还有土坝（如图水工02）。

主要建筑物——厂房和泄水建筑物——应该布置在河床最稳定而遭受冰、泥沙、植物等的危害作用又最小之处。

坝后式水电站：如果河道中布置水电站有困难，则可将水电站的厂房布置在坝的下游（如图水工03），在这种情况下，水是经过一段引水道，将水引至厂房，这样厂房就不起挡水建筑物的作用了。

这套设计中考虑了两种不同坝型的水电站布置方案，若河床基础条件较差，水库挡水建筑物采用土坝时，则水电站厂房的布置（如图水工03），在进水口建一进水塔，通过坝体所埋的管道将水引至厂房。若河床基础条件较好，通常小型水库上采用块石重力坝，则水电站厂房的布置（如图水工03）进水口布置在坝的上游侧，通过坝体所埋的管道，将水引至厂房。

坝后式水电站还有其他的一些布置型式，如在平原河流上，河道具有河弯，而且根据地形条件，若把水电站的全部建筑物布置在同一个断面上又会使工程复杂，并且使工程量加大，那么这种情况，最好在坝上游开挖一条渠道，把河弯取直，把水电站的厂房布置在渠道的末端，在这种情况下，坝及溢洪道仍布置在原来的河床上，水电站的厂房也起着挡水建筑物的作用。裁弯取直的渠道，应能通过水电站的设计流量。

引水式水电站：在引水式水电站中，水头是由引水设备所造成的，这些引水设备是顺着河流的方向而建筑在河流的一岸，其坡降则比河流的坡降为小。这样在引水道的末端就造成了水头，它的大小等于所利用河段的天然落差与引水道落差的差数。

引水式水电站的建筑物，通常包括有引水渠道、前池、压力水管及厂房等建筑物（见图水工04）。

河流具有河弯，而且在弯段上滩多流急，坡降较陡，在这种情况下，选用引水式水电站，将河弯取直，把落差集中在一个地方加以利用。

总之，通常在选择河流的水能开发方式时，应根据水文、地形及地质条件进行可能的方案比较，同时也应该考虑到建筑物的工程量，施工的方便及运转的条件，使所选用的方案为最好的方案。

第二节 厂房布置

作为水力枢纽主要建筑物的厂房，要特别注意它的布置及它与其他建筑物联系的问题，首先这种联系必须要保证运转方便、施工容易，造价最低，在不同的条件下，应当根据各地的具体条件选定厂房的型式。在这套设计中，我们基本上考虑了两大类布置型式，即低水头河床式厂房和高中水头的坝后式及引水式厂房。

低水头河床式厂房，厂房和进水口成一体，厂房本身和泄水建筑物、挡水建筑物并列，在进水口闸门和厂房之间并没有中间的引水建筑物，这种类型的水电站厂房利用的落差为3至5.5公尺。

高水头坝后式及引水式厂房，在厂房和进水口之间有一段引水建筑物，这种引水建筑物可能是压力水管，也可能是压力隧洞，引水道的末端以镇墩与厂房相联接，镇墩的设计，考虑到进水方向由 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，因此这种厂房布置既适合于坝后式的布置型式，也适合于引水道式水电站的布置型式。这种水电站厂房利用的落差为5.8至90公尺，由于水轮机型式的不同，还考虑了立轴及横轴两种布置型式。

电站的厂房，由于水下部分结构复杂，工程质量要求较高，因此在厂房的全部造价中，水下部分要占百分之90以上。故设法降低水下部分的造价，有着非常重大的意义。一个合理的厂房布置，不但要求结构简单，而且要求布置恰当，便于运转及管理。

由于设备的性质不同，因而应留的空间，结构的布置也就不同，我们在布置时考虑了以下的一般原则。

水上部分按双机组进行布置，电气及机械设备均较简单，水上部分作发电机室用，全部仪表设在该楼层，为了使运转人员操作管理方便，则所有仪表均布置在发电机附近，并能保证输电线，很便利的通往厂房外面，在配电盘的前面，留有1.5公尺的空地以便操作。发电机的引出线，用钩固定在发电机层地板下面，通过地板引至配电盘。

发电机层的过道一般规定为1.5公尺，若吊车所吊之最大件不符合要求时，则可加大空间，机组的间距按金属蜗壳及混凝土蜗壳确定为6~8公尺，要求蜗壳与蜗壳之间留1公尺的间隔。另外在厂房之一端留有一个机组的空间，作为安装间。

为了安装方便，在厂房内设有吊车，吊车的容重，根据机械设备的最大件确定为5~30吨。厂房的高度，根据吊车吊起设备的最长之部件所需要之高度确定为9.5公尺。

厂房大门根据设备的最大部件确定，上部门窗牆壁等，我们没进行设计，各地可根据具体情况建造。

水电站的全部电气设备均安装在厂房内，因此厂房不许被水淹没，设计中规定最高水位比发电机层地板低0.8公尺，则发电机层高程为

$$F_n = F_{max} + 0.8 \text{公尺}$$

式中 F_n ——发电层地板高程(公尺)；

F_{max} ——下游最高洪水位(公尺)。

水下部分：厂房水下部分包括水轮机层及尾水管，这是水电站厂房全部设备的基础，合理的布置水下部分，对于建筑费用的降低，有着决定性的作用。

水轮机层内设有厂用变压器、励磁盘等，并有油管路，另外还要求有空气压缩机室，电气储藏室，材料间，集水井及水泵室等，为了变压器的检修：在安装间的下层还

留有变压器坑。根据发电机所留空间的要求，水轮机层之空间足以满足需要，不另加大厂房。

在布置下部结构的平面位置时，我们使其外型轮廓与上部结构布置相吻合，并尽量使上部结构如牆柱等筑在下部结构上。

下部结构的型式，根据水轮机及尾水管的尺寸决定，在这套定型设计中，横轴蜗壳式水轮机厂房没有单独的水轮机层，厂房结构型式最简单，除机电设备底座采用钢筋混凝土外，其他均采用砖石砌体，造价较低。

在这套设计中，对于厂房的主要构件，我们都作了详细的计算，并提供了必要的图纸，一般的，特别是一些零星的，如孔井之盖板，木楼梯、块石擋土牆等，我们没有进行设计，使用这套定型设计者，可在施工中加以补充。

在一般水利工程中通常不采用的引水管，我们作了些工作，压力水管采用的材料有木管及钢管两种，水管直径按照各种水轮机的水头及出力，应用经验公尺进行计算，水管的设计深度相当于施工详图阶段的深度，钢管由于资料缺乏，我们仅对管径及其管壁厚度进行了计算。

对于镇墩，我们假定地形坡度的变化由 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，水头组合间隔为25公尺，以其最不利的情况，设计了一组，并提供了必要的图纸。

第五章 主要机电设备及布置

本章对主要机电设备的作用、系列、型号及注意事项作了扼要的介绍。

第一节 水轮机

1. 概述 本定型设计中所选用的水轮机，是根据一机部最近所制定的系列，并参照国内已有的产品作了部分修正。所选用的水轮机共16种，适用范围如下：

水 头	3~90公尺
流 量	0.98~29秒公方
(每台机引用)	
单机容量	630~5000瓩

当水电站的水头变化范围、装机容量、机组数目确定后(根据水能计算)，即可在图册附表(本定型设计的附件)中查出水轮机，发电机调速器及厂内起重机的型号，技术数据及机组外形尺寸(但应注意图册中所附机器尺寸只能作参考用，该尺寸与订购机器设备的尺寸可能稍有出入)。

此外为了应急，在机组系列产品设计未完成之前，对16种水轮机都各找到一种我国已生产过的水轮机组当代理型号，按该代理型号即可向原生产厂家索取制造图纸，在当地组织生产与供应。代理型号的尺寸，出力，转速与系列产品均稍有出入，详见图册中的附表。

2. 水轮机型号说明 过去水轮机的型号多采用俄文字母表示，为适应大跃进的要求，各种机电设备都陆续在改用新型号(即以拼音字母首与数码组成的型号)，新型号

今后將成为唯一的型号。目前正处于新旧型号交替的时期，新型号尚未被人们熟悉，同时为了利用过去刊印的资料、蓝图、产品样本，故在本定型设计中同一种设备都注有新旧两种型号。

在使用时，希尽量使用新型号，但旧型号也通用。

以下介绍水轮机的新旧型号。

水轮机的型号用三段表示，各段之间以短横道“-”相隔开。

第一段代表轴系，其中字母代表水轮机型式，以该型式名的拼音第一字母表示。字母后的号码代表水轮机转轮模型试验的次序号，号码越大者表示越新式的转轮。

代 号		代 表 意 义	例
中 国	苏 联		
F	Φ(P或PO)	辐轴流式(法蘭西斯式)	F123, F13, F82
X	ПP	旋桨式	X592 X510
XZ	ПPK	半转桨式	XZ10, XZ245, XZ510,
Z	K(ПK)	转桨式(卡普蘭式)	Z592, Z510

第二段第一字母表示主轴的立臥：

代 号		代 表 意 义
中 国	苏 联	
L	B	立 轴
W	Г	臥 轴

第二段第二字母表示水轮机进水室的型式：

代 号		代 表 意 义	与第一字母的 组 合 示 例
中 国	苏 联		
K	O	开 式	LK
H	B	混 凝 土 蜗 壳 式	LH
J	M	金 属 蜗 壳 式	LJ, WJ
Y	Φ	圓 筒 机 壳 式	WY

第三段数字表示以公分计的转轮直径(D_1)。

例如 XZ510-LH-180即表示510型半转桨式水轮机，立轴混凝土蜗壳，转轮直径180公分。

3. 定型设计中所采用的水轮机 定型设计中所采用的水轮机型号，使用范围，对应的新型号与代用型号，详见表一，其详细技术数据见图册(本定型设计附件)。

关于水轮机与发电机、调速器的配套问题，详见图册附表，此处不再叙述。

表一 单机容量为 630~5000 瓩 (定型设计内所选用) 水轮机的使用范围表

图号中机組部 套表内的圖号	新 型 号	代 用 型 号	代 表 型 号 原 使 用 地 点	水 輪 机 旧 型 号	水 头 范 围 (公 尺) 每 分 鐘 轉 數	水 輪 机 出 力 范 围 (瓩) 每 分 鐘 轉 數
41, 42	Z592-LH-200	PK310-BB-180	北京釣魚台	Π1592-EB-200	4 4.75 5.5 150 187.5	530 685 850 150 187.5
43, 44, 45	Z592-LH-250	PK310-BB-180	北京釣魚台	Π1592-BB-250	3 3.75 4.75 5.5 100 125 125	530 745 1085 1340 100 125 125
10, 11, 12, 13	XZ510-LH-180	PK310-BB-180	北京釣魚台	PK310-BB-180	5.8 7.8 10.9 14 16 214 250 300 333.3	600 1000 1700 2500 3000 214 250 300 333.3
12, 3, 4	F123-LH-140	Φ365-BM-143	四川上觀(1)	Φ123-BB-140	13 15.2 20 28 187.5 214 250	1000 1250 1900 3100 187.5 214 250
5, 6	F123-LH-160	Φ365-BM-143	四川上觀(1)	Φ123-BB-160	16 20 27 37 187.5 214 250	1750 2400 3700 6000 187.5 214 250
7, 8, 9	F123-LH-200	Φ365-BM-230	四川上觀(2)	Φ123-BB-200	16 19.5 24.5 30 150 166.7 187.5	2700 3700 5000 7000 150 166.7 187.5
26	F300-WJ-84	重慶水輪机厂已作定型設計	四川上觀(2)	Φ300-ΓM-84	18 25 428	593.5 973 428
29, 30, 31	F123-WJ-71	重慶水輪机厂已作定型設計	四川上觀(2)	Φ123-ΓM-71	23 28 32 40 500 600 600	610 840 1076 1423 500 600 600
27, 28	F13-WJ-59	Φ119-ΓM-59	云南以里河乐里村	Φ13-ΓM-59	55 80 750	540 900 750
32, 33, 34, 35	F82-WJ-59	重慶水輪机厂已作定型設計	新疆烏拉提	Φ82-ΓM-59	40 64 90 750 1000	600 1200 2000 750 1000
36, 37, 38	F82-WJ-71	Φ212-BM-66.5	四川下觀	Φ82-ΓM-71	36 55 90 600 750	700 1350 2900 600 750
39, 40	F82-WJ-84	Φ263-BM-64.7	四川下觀	Φ82-ΓM-84	36 50 78 90 500 600 750	1000 1750 3200 4000 500 600 750
14~19	F123-LJ-100	Φ313-BM-126	河南清潭	Φ123-EM-100	30 41 45 428 500	4750 2750 3100 428 500
20	F123-LJ-140	Φ263-BM-134 Φ313-BM-154.2	安徽傅子嶺(2) 北京模式口	Φ123-EM-140	28 31.5 45 300 333.3	3100 4900 6100 300 333.3
21, 22, 23	F82-LJ-100	Φ216-BM-100a	安徽傅子嶺(1)	Φ82-EM-100	35 52 70 90 428 500 600	1500 2600 4000 6000 428 500 600
24, 25	F82-LJ-140	PO82-EM-140	云南水福子	Φ82-EM-140	40 47.5 58 300 333	3500 4300 6000 3000 333

附注: 1. 以上数据, 基本上是根据苏联列宁格勒金礦工厂中型水輪机性能曲线圖集查出;

2. 水輪机共 16 种, 9 种轉輪直徑。其与发电机的配合, 請按圖号各册附表, 册 12—1 图;

3. 代用型号是过去已生产过或已有制造圖紙的机器型号, 在水輪机系列設計未完成之前, 它可暫代替其左圖的新型号水輪机。

4. 蜗壳 为了节省钢材, 当水电站水头在35公尺以下时, 轉輪直徑在 140 公分及以上的水輪机采用混凝土蜗壳, 水头较高时才选用金属蜗壳(鋼板焊接或鑄鋼結構)。不过目前設計中仍在研究將使用混凝土蜗壳的水头提高到50公尺。蜗壳的尺寸見图冊(冊-05图)。

5. 尾水管(又名吸出管) 本定型設計中, 臥軸机組一律用直尾水管, 而立式机組一律采用了弯尾水管, 其尺寸見图冊(冊-04图)。

弯尾水管的优点是可减少厂房水下土石方开挖量。但混凝土弯尾水管的模板形狀不規則, 不易制作, 施工也不方便, 特别是当水輪机轉輪直徑較小时更加不便。故在地形、地質条件許可厂房水下土石方有較深的开挖时, 仍以选用直尾水管为宜。

立式机組采用直尾水管的布置, 可參见图冊(冊-03-18图)。

6. 導軸承潤滑 水輪机的導軸承一律采用油潤滑。但在能經常保証純潔不含雜質的潤滑水源时, 也可考虑讓制造厂供应水潤滑導軸承的水輪机。

7. 水輪机的通用特性曲線 本定型設計的图冊中附有ПЛ592, ПЛ510, PO123, PO82等四种水輪机的通用特性曲線。当需要詳細研究在各种工作条件(水头, 負荷, 轉輪直徑与轉速)变化时, 其所选水輪机的效率 η 及空蝕系数 σ 以便进一步肯定水輪机选择的合理性时, 才用得着該特性曲線。

一般仅为了选择中、小型水輪机的型号与尺寸, 决定其安裝高程, 則查图冊中的附表即可解决。通用特性曲線的使用方法可參閱該曲線前所附的利用通用特性曲線进行水輪机选择的說明。

第二节 發电机

1. 定型設計中所采用的發电机 本定型設計中所选用的发发电机也是根据一机部最近所制定的系列。共計十种容量等級, 單机容量由630~5000瓩, 轉速由150~1000轉/分。根据发发电机系列規定630瓩以上者, 电压一律为6300伏。发发电机規格如图冊-12-(1)表所示。

发电机的选择是在水輪机选定之后才进行的, 发电机的容量, 轉数及主軸的立臥均与水輪机相配合。按图冊附表选水輪机时, 发发电机型号一併选定。

2. 发电机的型号說明 发电机的型号也用三段表示, 各段之間以短橫綫相隔。

第一段代表发电机的型式。各字母代表的意义如下: T——同期; S——水輪发发电机; W——臥軸。

表 2

代 号		代 表 意 义	例
中 国	苏 联		
TSW(TZ)	TC, MC	臥軸同期水輪发 电机 立軸同期水輪发 电机	TSW 140/59-6
TS	BTС		TS 325/29-20
	BTCH(空心軸)		

第二段的分数代表发电机定子铁芯的尺寸，其中，分子代表定子铁芯外径 Φ_1 （公分），分母代表定子铁芯的长度 L （包括通风槽在内）。此外， Φ_1 有时用机座号碼表示，每一号碼对应于一个 Φ_1 值； L 也有用铁芯段数表示的，每一段长度为5公分，計包括铁芯長4公分，通风槽1公分。

第三段代表磁极数目 p ，发电机的同期轉数 $n = \frac{6000}{p}$ 。

例如，TZ140/59-6，即代表臥軸同期水輪发电机，定子铁芯外径140公分，長59公分，6极(1000轉/分)。又如，TS325/29-20，即代表立軸同期水輪发电机，定子铁芯外径325公分，長29公分，20极(300轉/分)。

在水輪发电机系列表(册-06图)內，发电机型号仅有第一段与第二段的分子(如TS-260)，这时單发电机型号尚不能代表发电机的規格。因此，这时尚需同时补充說明其容量与轉数。

3. 发电机的通风 一般条件下，发电机容量在3000瓩以下者均采用管道式通风（即冷风由室外直接进入发电机內，热风經排风道排出厂外），容量在3000瓩以上，同时轉数在200轉/分以上且空气內含尘土較多者，才采用密闭式通风（冷却空气在发电机內循环，由水冷却器將热风冷却）。

但在气温特別炎热，潮湿，或空气內含风沙甚多，或在沿海地区（空气內含有鹽分者），为避免发电机繞圈絕緣受損害，則以选用密闭式通风为宜。

采用密闭式通风时，可向发电机制造厂提出要求只裝一个冷却器，（过去普通是环绕定子外壳四周裝四个），如此佔地面积小，便于布置。

4. 励磁机 容量在1700千伏安（1360瓩）及以下者采用高速直流电机（以三角皮帶拖动）作励磁机，1700千伏安以上用同軸励磁机。

5. 下机架 TS-215系列的立式发电机沒有下机架，采用手刹車，見图册中册-07图。

TS-260及以上的立式发电机全有下机架，架上裝有刹車块，由调速器的压油裝置內的压油操作，在停机前刹車及安裝与拆卸发电机时使用。

6. 与水輪机的配套 低水头（10公尺以下）水电站水輪机与发电机的配套存在两个問題尚未妥善解决。

其一—是容量1500瓩以下采用低速（150, 125轉/分）发电机經濟上不够合理。今后將可能增加齒輪將水輪机加速，改用高速发电机。

另一个問題是水輪机頂蓋外径 D_2 大于发电机定子空腔直徑 Φ_2 （見图册附表五，編号第10, 11, 41, 42, 43, 44等6項），頂蓋与轉輪不能从发电机經過吊到发电机层檢修。檢修水輪机轉輪只能在机墩圓筒內进行，不甚方便。解决的办法除了加大发电机机座号之外，則需改变发电机机墩的形式（采用井字梁），并要求把水輪机頂蓋作成兩半体，如此水輪机轉輪可在水輪机层地面上进行檢修。

7. 水輪发电机的飞逸轉速 n_y 及轉動慣量 GD^2 n_y 与 GD^2 是設計水輪发电机的重要依据，且对于每个电站有不同的要求。

訂制发电机时，应向制造厂提出 n_y 与 GD^2 的具体数字。 n_y 可計算如下：

$$n_y = k \frac{\sqrt{H}}{D_1} \text{轉/分}$$

其中 n'_{ig} ——單位飛逸轉數，查圖冊，附表(五)；

$H_{最大}$ ——水電站最大的工作水頭(公尺)；

D_1 ——水輪機轉輪直徑；

k ——計入發電機風扇及摩擦等損失後的修正係數， $k=0.9\sim 0.95$ 。

DO^3 則根據水輪機的調節保證計算結果提出(計算方法詳見附件，設計方法說明書)。

第三節 調速器與機組自動化

1. 概說 調速器是水輪機的附屬設備，但又是水電站操作與控制的中心樞紐。容量稍大的機組，人力操作不能勝任時，則得依靠調速器來進行機組啟動停車，增、減負荷，合理分配並聯運行各機組間的負荷等操作，並對機組自動化及機組運行的穩定性發生很大的影響。調速器的製造比較精細，造價較高，約可與中、小型水輪機自身價格相比擬。

機組自動化，減少電站運行人員是今後發展的方向，調速器及自動化元件價格貴及供應困難是暫時現象，因此定型設計應為今後電站改造自動化打好基礎。

定型設計中共採用KЭ-350, W-900, PO-40等三種調速器，前二者是半自動化的調速器，國內已有產品(參見圖冊-08圖)PO-40為全自動化的調速器型，PO-40調速器可替代KЭ-1000與KЭ-3000型調速器，外形尺寸緊湊，目前哈爾濱電機廠正在進行試制準備。

2. 調速器分期裝設的問題 設計中根據電站機組大小的不同自動化水平規定為兩種。小發電機(機座號在260以下者)採用W-900型調速器，達到半自動化，即調速器可以自動控制機組，適應負荷的變化，減輕運轉人員的疲勞與緊張；但每台機仍需有人值班，進行開車，停車及緊急停車等操作(等該調速器增加緊急停車用的電磁鐵後，遇機組過速，水輪機導軸承潤滑水中斷及調速器壓油槽油壓事故下降時，即可自行緊急停車)。在此半自動化的條件下，仍可省去很多性能尚不穩定且價格昂貴的自動化元件，如電磁閥等。

對於大發電機(定子鐵芯外徑為325公分及425公分者)其水輪機系與PO-40型調速器相配用，可以實現全自動化。鑒於自動化的實現還需要經過一段過程，因此本設計中只為PO-40調速器預留了位置，並要求接力器上附有鎖定裝置，而對機組自動化並未進行詳細設計。

此外當電站加入電力系統，並且負荷變化很少時，為了節省電站投資，可考慮電站內只裝一台調速器，如此有調速器的機組則擔任負荷的變化部分，另一台機經常以固定負荷運行。以外為了節省投資，並考慮到將來改自動化的可能性，可只採用壓油裝置與接力器，以人工來控制機組，這樣由於不用調速器頭部機構每台機即可暫時省1~2.5萬元，並可減輕供應設備的負擔。

第四節 閘門與蝴蝶閥

1. 概說 在隧洞或鋼管的首端一般均設有閘門，根據其作用可將閘門分成三類。

(1)檢修閘門：閘門僅供檢修隧洞時堵水用，一般只能在閘門前後水壓平衡時在靜水中下降。閘門可由鋼結構或鋼筋混凝土結構作成，若是堰頂開孔，則可用木閘門。

(2)在動水中關閉的閘門：能夠在閘下流水時進行關閉，而不發生震動，防止壓力

水管爆破时造成损失。閘門下降关闭时，启閉机仍施以阻力，减低下降速度。閘門結構本身与检修閘門相差不多，仅为了加大閘門向下的压力，閘門底部形状要考究，閘門的止水装置设在閘門的下游侧，下降时閘頂部可承受水压力，仅在水压力不足时，才將閘身加重。

(3) 快速閘門：能够在2~5分鐘内关闭，防止机組飞逸。其結構与能在动水中关闭的閘門之区别主要在启閉机的容量，因快速閘門是自由降落的，仅当閘門快到閘檻时才刹车，以防碰伤閘身。

蝴蝶閘是装在水輪机蜗壳进口前的鋼管上，能够快速关闭的閘門，其作用有以下几点：

(1) 防止机組飞逸：当水輪机导水装置发生故障，通过水輪机的水流无法控制时，可紧急闭蝴蝶閘，如此还要求蝴蝶閘用压油装置供压油去操作，以便在发电厂因机組飞逸断絕电源时，能在兩分鐘内关闭蝴蝶閘。

(2) 增加电站运行的灵活性：当电站有数台机組时，若需检修某机組时，只需將該机組前的蝴蝶閘关闭即可进行检修，不影响其他机組发电。

(3) 当隧洞供防洪、灌溉、发电综合利用时，装蝴蝶閘增加施工与泄水之便利：当电站利用隧洞的分叉支洞发电时，在机組未安装完毕时，可不影响隧洞导流及泄水。当电站全部停止工作时，也不影响向下游放水(供工业与灌溉用)，因为无需关闭隧洞进口之閘門。

对于中小型水电站来讲，一般在引水道进口装閘門比在水輪机前装蝴蝶閘要经济。

此外，根据近年来苏联及我国一些水电站运行的經驗来看，水头在50公尺以下的压力鋼管很少发生过爆破事故。水輪机导水叶折断螺絲大部分折断，且发生超速的可能性很少。因此没有必要对防止鋼管爆破及防飞逸采取过于保守的办法。

2. 建議 对双机組的水电站，若水头小于50公尺，则不論引水管是單元式或是分叉管式的，均不設置快速閘門与蝴蝶閘，仅在进水管口設置能在动水中关闭的閘門。

仅在水电站采用分叉引水管，用电负荷的重要性较大，电站内一台机組进行检修，仍不許全厂停止供电时或当樞紐中只有一条隧洞全厂停止工作，仍得通过隧洞向下游泄水时，才在分叉管上装蝴蝶閘。此时蝴蝶閘的操作，采用一般交流电动机驱动即可。根据以上情况厂房定型設計中均未考虑布置蝴蝶閘，需要时，蝴蝶閘可装在厂外，并專修建蝴蝶閘室。

在引水管口有能在动水中关闭的閘門后，水輪机少数导水叶折断螺絲折断后，即可依靠进口关闭，进行机組检修。閘門的启閉以用电动为宜。

3. 進水口检修閘門 采用平面木閘門，淮委設計院曾作过平面木閘門的标准設計(見图册)，孔口寬在4公尺以下，水压力在7.0吨/公尺²以下，閘門型式有定輪及滑动式两种，在这种标准設計中有詳細的运用及制造說明，此种閘門配用的启閉机是普通常見的螺杆式启閉机。

4. 尾水閘 尾水閘門是在检修机組时攔擋下游尾水的。本設計原有尾水閘門都用迭梁，在小跨度 $L=2$ 公尺左右，水头不高(3公尺左右)，采用木迭梁，迭梁厚15公尺高25公分重量輕，起吊方便，只要两个人就可以完成。同时在搬运中也方便，在跨度较大及水头較高时，也可以采用木迭梁，但有时由于水浮力可能放不到閘底需要加一定的压力，同时