

灌溉系統中的裝配式 水工建築物

B. M. 阿波洛索夫 著

水利出版社

灌溉系統中的裝配式 水工建築物

B. M. 阿波洛索夫 著
米 孝 和 等譯
周 傳 耀 校

水

II

58

水利出版社

1958年4月

灌溉系统中的装配式水工建筑物

原 著 名	СТРОИТЕЛЬСТВО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ СБОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ (НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ)
原 作 者	[苏联]В.М.АПОЛЛОСОВ
原 出 版 者	СЕЛЬХОЗГИЗ
原出版年份	1954
译 者	齐东海 米孝和 刘鐸荣 閻晋垣 熊一中 吳宗盛 李玉琦 周世昌
校 者	周傳耀
出 版 者	水利出版社(北京西郊科学路二里溝) 北京市書刊出版業營業許可証出字第080号
印 刷 者	水利电力出版社印刷厂(北京西城成方街13号)
发 行 者	新华書店

235千字 插表2頁 插图3頁 787×1092 1/25开 11 17/25印張

1958年4月第一版 北京第一次印刷 印数1—1,700

統一書号: 15047·139 定价: (10)1.60元

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

1958年4月

序

完成大規模的水利工程所必需的条件，就是采用最完善的施工方法和組織方法，包括建筑的机械化和工業化。不然，不僅不可能獲得高的工程質量，就是降低造价、縮短工期和縮減人力也都不可能。但是，能不能有效地采用現代化的建筑方法，在極大的程度上取决于所建造的建筑物的結構能不能適合于工業化施工方法的特性。采用这种方法的主要前提，就是能不能在制造厂內制造建筑物的構件。在工業和民用建筑中，采用裝配式結構的地方已經相当普遍，从而保證了施工方法和工作組織的工業化。但是在水利建筑工程方面，其中也包括灌溉建筑工程，由于裝配式結構的設計大大地落后于生活的需要，因而使工業化施工方法的推廣遭到了極大的困难。这种缺点在建筑大型的水工建筑物时还不很容易感触到，这是因为这里的工程量虽然龐大，但都集中在不大地区內，因而使我們易于采用生產率高的机械設備、周密地監督工作的質量、集中地完成准备工作和輔助工作、以及制造半成品（混凝土）、模板、鋼筋骨架等。

但是，應該清楚地看到，即便在这种情况下，采用裝配式結構的建筑物仍有其重要意义。例如，对裝配式混凝土壩的建筑就比对整体混凝土壩的建筑容易推行工業化的施工方法。

当設計非裝配式建筑物的个别結構部分时，裝配化原則的运用有其重要意义。例如，土壩边坡的裝配式鋪面板，渠道的鋪面，水电站和抽水站的裝配式厂房等。

在灌溉系統上，中小型建筑物的数量以数万計。对于这类建筑物，一定要采用裝配式結構，否則，就不可能按現代的施工組織水平來建造它們。自然，水利工程設計机关在这方面所進行的工作，应当集中在数量龐大但規模很小的裝配式建筑物的設計方面，例如：農庄

間和農庄內部灌溉系統上的建築物、公路上的小孔橋和涵管等；只有在個別情況下，才單獨編制較大型建築物（例如渡槽）的設計。應該注意到，從事于灌溉方面研究工作的研究院僅有中亞細亞灌溉科學研究院（САНИИРИ）。這個研究院曾經為小型的灌溉建築物設計了鑲面板結構，並且採用了專門為了在現場製造這種鑲面板而設計出來的機械。但是，該院所主持的在創造合理的裝配式結構這方面的工作，直到現在，在施工上還沒有得到廣泛的應用。

這種對待裝配式結構設計的态度，是決不能容忍的。水利建設事業正在繼續不斷地發展着，工期是緊迫的，而工程量是龐大的，這一切都要求採用這種結構型式（這種型式就是裝配式結構），只有這樣，才能保證以最高度的機械化和最小量的勞動力按期完工和獲得高的質量。

由以上說明可知，不僅僅對小型建築物，同時也對大型的、個別的建築物（壩、引水樞紐、水閘、水門、倒虹吸管及其他），馬上廣泛地展開高質量的裝配式結構的創造工作是何等的重要了。因此，應該利用目前已有的個別的裝配式結構的設計，其中有過去在全蘇低水頭壩設計競賽大會上所提出的和審查過的設計（Т.Л. 瓦爾霍托夫和К.В. 依萬諾夫等工程師的得獎設計）和斯維利水電工程的裝配式結構水電站廠房的設計等。

下頓河的灌溉系統建設管理局（頓河羅斯托夫水利建設局），在1951~1952年內，在第一期下頓河的灌溉面積上，曾做過大量的裝配式的小型建築物。大型和中型的建築物是以整體混凝土建造的。

裝配式結構可以採用各種材料——混凝土、鋼筋混凝土、木材、金屬。在草原地帶的條件下，混凝土和鋼筋混凝土裝配式結構是優越的，但是，在適當的條件下，用木料和金屬做成的裝配式結構也有不小的價值。

裝配式的鋼筋混凝土比整體的鋼筋混凝土，其主要的優點是：
1）大大地減少了木材的消耗量，這是由於模板的周轉次數增加了，或是由於在製造廠集中製造大批的鋼筋混凝土構件時，以金屬模板代替了木模板、以及不需要腳手架；2）裝配式結構建築所需勞動力

少；3）制造厂所制造的構件，其鋼筋混凝土的質量高；4）用裝配式結構代替整体鋼筋混凝土結構以及采用高度技術來制造鋼筋混凝土拼塊（包括采用高標号水泥、振搗、真空作業、混凝土的蒸汽养护、預加应力鋼筋等）的結果，獲得了材料（水泥和鋼筋）使用上的經濟；5）裝配式建築物施工地点的工作組織直接被簡化了等。

1954年8月20日，曾頒布了蘇共中央委員會和蘇聯部長會議所制訂的“关于發展供建筑用的裝配式鋼筋混凝土結構和構件的生產”的決議。在这个決議中，為了保證大大地增加裝配式鋼筋混凝土結構的生產量及其在所有建筑部門的應用，規定了一項廣泛的實施綱領。其中，擬定在1955~1956年內建造402個裝配式產品的制造厂和200個制造工地；對那些完全可以由裝配式鋼筋混凝土建筑成的結構物及其構件列出了丰富的表冊；責成相应的主管机关加强裝配式鋼筋混凝土結構和構件規格的統一和標準化的工作，制訂一系列新的結構，對膨脹水泥在裝配式建筑中廣泛採用的可能性進行研究，並在1954年內在全蘇的鋼筋混凝土科學研究院之下附設一專門設計裝配式建築物的設計局；此外，在該綱領中還指出了能以保證大量降低金屬材料和木材消耗的措施，及其他等。

為了實現決議中所列舉的各項措施，屢次撥出大量的資金。因為在我們的建設中，包括農田水利在內，對於迅速而有成效地應用裝配式結構的這一點說來，該項決議的全部重要性是無法估計的。目前，對擴大裝配式水工建築物的設計範圍和加快設計速度、組織構件制造厂的工厂網、在灌溉和排水渠道上大量修建裝配式結構、在設計和建造大型水工建筑時廣泛地改用裝配式的原則、以及對大大降低農田水利建設的成本和提高其質量等，都已創造了一些有利的條件。

采用快速流水作業方法与裝配式結構建筑有密切的联系。这个方法在工業建筑、民用建筑以及在道路建筑上已經得到了廣泛的推行。在水利事業建設上，快速流水方法的运用應該尽可能快地和大規模地实行，因為裝配式結構建築物的一切优点如果离开快速流水的建筑和安裝方法就会得不到利用，而成为毫無意义的了。关于这个方法的實質和它在裝配式水工建築物建筑條件下的利用特点，將在以後詳加論

表 1 某些灌溉系统的混凝土和钢筋混凝土工程量和建筑物数量

建 筑 对 象	灌溉面积 实 量 (千公顷)	建 筑 物 数 量								在一个 公頃面 積上混 凝土及 鋼筋混 凝土工 程量 (公方)	在一個 公頃面 積上混 凝土及 鋼筋混 凝土工 程量 (公方)	
		在干 渠上 (在一千公 頃面積上)	在農庄之 間及在農 庄之內 (在一千公 頃面積上)	在農庄之 間及在農 庄之內 (在一千公 頃面積上)	在地段 配水渠 (在一千公 頃面積上)	在地段配 水渠系上 (在一千公 頃面積上)	在全部 灌溉系 (在一千公 頃面積上)	在全部灌 溉系統上 (在一千公 頃面積上)	在全部灌 溉系統上 (在一千公 頃面積上)			
在以 B. И. 列寧命名的 伏尔加頓运河区内第一 期的10万公頃土地 的灌溉工程(不包括 干綫渠道)	100.0	—	647	6.47	15,012	150.12	15,659	156.59	20,213	202.13	1.29	
南烏克蘭运河区內的灌 溉系統	93.5	23	0.246	2,147	22.8	19,504	208.6	21,674	231.8	23,402	250.32	1.08
包括在伏尔加河流域一 百萬公頃灌溉土地內 的灌溉系統	32.0	21	0.66	272	8.51	5,578	174	5,871	174.31	10,402	325.06	1.78
在一千公頃灌溉面積上 的平均混凝土和鋼筋 混凝土的工程量和建 筑物的数量(实量)*	1.0	—	—	—	13.5	—	178	—	191.5	—	234	1.22

* 不包括干渠上建筑物在内的大致数字。

述。

以上說明了关于在水利事業建設上所進行的大規模的工作。在这里土方工作（渠道、土堤、平整地面和其他）是主要的。渠道上建筑物的建造在工程量上所占的比重較小，但是，在灌溉系統的全部建設上，这些建筑物的意义很大，因为它的施工比土方工程复雜很多；此外，灌溉系統上的建筑物很多，而且分散在很廣的面積上（表1）。

从表1中看出，平均在每一千公頃灌溉面積上，大約計有191.5个建筑物（不包括干渠上的），一个建筑物的工程量平均为1.22公方混凝土和鋼筋混凝土。除去新灌溉面積外，在苏联欧洲部分的草原和森林地区內的引水灌溉面積上和利用当地徑流的灌溉系統上，在按新式灌溉系統改建的灌溉系統上，最后，在烏克蘭、別洛魯西亞和其他加盟共和國內正在建造的灌溉系統上，都正在兴建着規模更大的建筑物。

顯而易見，从以上所說的水工建筑物建筑的特性（很大的数量，在一个建筑物上的工程量較小，工期較短）看來，采用最現代化的裝配式結構和最完善的快速流水作業法是很需要的，而且是不可避免的。

目 錄

第 一 篇

裝配式水工建築物、拼塊制造厂、快速流水作業法、裝配式建築的經濟

第 一 章	裝配式水工建築物	13
	混凝土和鋼筋混凝土裝配式水工建築物概說	13
	建築物的構件——拼塊	16
	裝配式建築物的幾種特殊拼塊	23
	裝配式混凝土和鋼筋混凝土建築物	30
	整體結構劃分為單個拼塊的裝配式建築物	36
	特殊型式的拼塊	40
	管狀的裝配式建築物	49
	裝配式水工建築物結構的設計特點及其優越性	53
第 二 章	混凝土及鋼筋混凝土裝配式構件的中心制造厂	57
	混凝土和鋼筋混凝土構件的中心制造厂	58
	原料基地	73
第 三 章	裝配式水工建築物的快速流水施工法	75
	快速流水作業法在裝配式水工建築物工程中的應用	78
第 四 章	建造裝配式灌溉建築物的幾個經濟問題	80

第 二 篇

裝配式建築物的混凝土和鋼筋混凝土構件的制造

第 五 章	裝配式建築物的混凝土和鋼筋混凝土構件制造厂的生產	84
	木材和金屬制的模型	84
	鋼筋工作	91
	混凝土的制备	105
	制备混凝土的機械設備	113
	厂內運輸作業	116

	制件的澆注.....	121
	制造装配式建筑物構件的連續流水及固定流水作業法.....	121
第 六 章	制造装配式建筑物構件时混凝土的搗固.....	122
	振动法.....	122
	真空作業法.....	129
	离心作業法.....	139
	混凝土和鋼筋混凝土構件的預加应力.....	141
第 七 章	混凝土的加快結硬.....	148
	在正常压力下制成品的蒸汽养护.....	149
	高压釜中制成品的蒸汽养护.....	152
	加速混凝土結硬的其他方法.....	157

第 三 篇

灌溉系統中装配式水工建築物的建造

第 八 章	装配式建筑物構件的运 輸.....	160
	各种运输方式的比較及其应用的可能性.....	161
	运输建筑物構件所使用的运输設備的基本数据.....	163
	各种运输工具生產率的計算.....	170
	構件（拼塊）的验收和裝卸.....	172
	运输中防止構件损坏的措施.....	175
第 九 章	建造装配式水工建筑 物的工作組 織.....	176
	工作内容和完成它所使用的流水方法.....	176
	用流水方法完成工程以及一項建筑工程的流水作業圖表.....	179
	劳动力的組織。工作隊和專業組.....	180
	装配式建築物的冬季施工組織.....	181
第 十 章	装配式建築物的建筑安裝工作.....	183
	建筑和安裝工作的設備的選擇.....	183
	土方工程和完成它的方法.....	189
	安裝用的机械設備.....	196
	安裝工程的輔助机械.....	204
	在灌溉系統中建造装配式村鎮房屋和輔助性房屋时使用的安裝工具.....	207
	安裝装配式灌溉建築物时使用的吊具.....	209
	装配式建筑物構件的安裝.....	215
	装配式建築物構件的臨時固定方法.....	218

構件（拼塊）安裝後的校正工作.....	220
接頭的型式及其裝接工作.....	222
接頭的混凝土澆灌工作.....	227
其他工作，各種工程的配合.....	230
裝配式建築物的冬季施工.....	233
第十一章 安裝方案的編制	236
安裝設備生產率的計算和建築物結構安裝時間的計算.....	236
用快速流水法建造單個建築物的計算實例.....	240
在各個灌溉系統中建築物施工的快速-流水作業組織.....	254
參考文獻	266

第 一 篇

裝配式水工建築物、拼塊制造厂、快速 流水作業法、裝配式建筑的經濟

第一章 裝配式水工建築物

混凝土和鋼筋混凝土裝配式水工建築物概說

整体式混凝土和鋼筋混凝土結構的主要特点是建造这种結構所用的材料（混凝土）要在建築物所在的地点、甚至就在其軀体的外廓綫以內來制备，因此，建築物的施工組織由于一些条件的限制而大大地复杂化。这些条件主要是：

a) 流态混凝土澆注工作以及其他工序的進度，应与流态混凝土的初凝時間和上次澆注的混凝土的硬化時間相協調。

因此，流态混凝土澆注在所建造的建築物体内不應該迟于它制备后的 1 ~ 2 小时，同时，混凝土强度緩慢的增長，也妨碍着建築物个别部分的混凝土的澆注進度，因而，建築物的任何部分，只有在所規定的已經不以小时而以日來計算的時間滿期时，才能承受外部載荷的作用；

6) 流态混凝土的澆注（不采取特殊的保护方法），只能在周圍空气的温度在零度以上时進行（平均 $+15^{\circ}\text{C}$ ）；

b) 为了使混凝土在建築物內形成設計的外形，必須預先制造和在当地安裝專門的模型——模板，在采用整体混凝土的条件下，模板

的構造是很笨重的，需要消耗大量的木料（1公方混凝土所需木料達0.15立方公尺），有時占建築物造價的30%。由於混凝土必須在模板內滯留一定的時間，因而拖延了建築物的運用期限。

此外，混凝土和鋼筋混凝土結構所要求的堅固性、密實性和其他的質量，在很大程度上依賴於確切地遵守混凝土施工技術規範，在野外的條件下，這個規範往往被違背，而對工作的執行情況組織仔細的檢查有時也不是容易辦到的。

因此，混凝土和鋼筋混凝土建築物施工方法的工業化遇到了很大的困難，特別是在灌溉工程的條件下，施工方法的工業化更難以做到。擺脫這項困難的唯一出路，就是把整體式建築物改變成裝配式建築物。

裝配式混凝土和鋼筋混凝土建築物與整體式的混凝土和鋼筋混凝土建築物不同，這種建築物的構造被分割成數量不等的單個部分（構件、拼塊），在製造廠里容易製造，在建築物的修建地點也容易搬運和安裝。

為了構件的製造、運輸和安裝簡易和價廉，故儘可能使其外形簡單，減少拼塊個別形狀的數量、限定單個構件的重量，使之適應所採用的運輸工具載重能力的限度。

當製造混凝土和鋼筋混凝土構件（拼塊）時，須使之具有異常規則的形狀，以期使制成以後根本不需要再加以修飾，或者縱然加以修飾，工作量也必須很小。

用其他材料（木材、金屬）建造的裝配式建築物，基本上也有與混凝土和鋼筋混凝土裝配式建築物一樣的特點（分割成許多單獨的構件、製造方法的工業化、便於運輸和安裝等）。

整體式混凝土和鋼筋混凝土水工建築物在構造上的主要缺點之一，就是為了保證所要求的穩定性，其主要的部分不得不過於沉重。加之，作用於這些部分上的外力又給這種穩定性造成了一些極端不利的條件。

結果，在所有混凝土的水工建築物內（除去高水頭的以外），混凝土所具有的很高的抗压性能被利用得微乎其微，安全係數竟達到

20~30 (法定的安全系数僅为 2~3)。

在所有的情况下, 当以建筑物的自重來保証它本身的穩定时, 則必然不能充分利用混凝土这种建築材料的抗压性能。

因此, 用填以土、砂、礫石的空心的、箱形的、或骨架的構件來代替建筑物的沉重部分 (閘墩、护底、擋土牆、桥梁和渡槽的支座和边墩、溢流壩及其他) 是非常合算的。

結果, 混凝土的消耗量为整体結構混凝土工程量的35~40%。

在制造裝配式結構时, 高質量的而經濟的拼塊的生產, 在極大程度上依賴于采用高强度的混凝土和鋼筋。这种强度的增高, 引起了鋼筋混凝土建築物的体積、重量和成本的顯著减小。因此采用活性較高的 (高标号的——譯注) 水泥是很合理的, 并且在很多情况下也是必需的。結果, 水泥、鋼材和惰性材料 (碎石和砂) 的消耗量减少, 特别是当采用預加应力鋼筋时减少得更多。

在表 2 中所列的是关于民用房屋的樓板和工業房屋的屋頂在 1 平方公尺面積上混凝土和鋼筋消耗量的实例 (根据工業建筑中央研究院和其他設計机关的資料)。

表 2 房屋的樓板和屋頂 1 平方公尺面積上鋼筋和水泥的消耗量

結 構 的 構 件	金屬消耗量		混凝土消耗量	
	公 斤	%	公 方	%
<u>民用房屋的樓板</u>				
具有裝配式鋼筋混凝土板的金屬梁	24	100	0.08	100
鋼筋混凝土板和大梁	16	67	0.11	138
鋼筋強度較高的裝配式鋼筋混凝土护壁板和大梁	8.5	35	0.07	88
由高强度混凝土和鋼筋 (預加应力) 制成的裝配式鋼筋混凝土护壁板 (加厚的)	1.7	7	0.04	50
<u>工業房屋的屋頂</u>				
鋼結構	79	100	—	—
普通整体混凝土	27	34	0.16	100
無預加应力的裝配式混凝土	27	34	0.16	100
預加应力裝配式混凝土	19	24	0.13	86
預加应力高强度混凝土的裝配式鋼筋混凝土	4	5	0.07	44

表 2 中所列出的虽然是有关工业及民用建筑物的指标，但是，关于在装配式结构中应用强度较高的混凝土和钢筋（特别是预加应力钢筋）是非常有效的这一结论，也完全适用于灌溉工程。

当设计装配式水工建筑物时，应该考虑到上述的情况。

具有接缝是装配式混凝土和钢筋混凝土结构的特点，整个建筑物的坚固性和整体性取决于接缝填塞得是否坚固。所以应该认为接缝是建筑物主要部分之一，因而与浇筑接缝有关的全部工作都要尽可能仔细地进行。

建筑物的构件——拼块

作为建筑物构件的拼块可按不同的特征来分类。主要的分类方式是按拼块的形状和用途来划分。此外，还可按重量、尺寸、基本材料的变态（例如，由重混凝土、轻混凝土、特轻混凝土——多孔混凝土——和他种混凝土制成的混凝土拼块）、钢架特性、正面表面的形状、承载能力等来分类。

苏联农业部全苏水利土壤改良工程设计院（Гипроводхоз）、国立南高加索灌溉工程和农村电站设计院（Закгипроводхлопка）、国立南方水利土壤改良工程设计院（Южгипроводхоз）、以及顿河罗斯托夫水利建设局等曾经制订了一些农庄内外灌溉系统上装配式建筑物所用拼块的设计资料，今将这些资料加以整理，并作出装配式建筑物拼块的分类（表 3、4 和 5）。从比较这些表的结果中得知，在最后三个机关的建筑物设计中，其拼块的型式和标准尺寸的数目比苏联农业部全苏水利土壤改良工程设计院所设计的减少很多。

由于拼块的型式和标准尺寸的数量减少，因而大大地简化了和便利于拼块的制造，而且也同样便利于水工建筑物建造的施工组织。

图 1 所示为苏联农业部全苏水利土壤改良工程设计院所设计的拼块的构造。图 2 所示为国立南方水利土壤改良工程设计院和顿河罗斯托夫水利建设局所设计的建筑物的构造，并说明了拼块的布置。在图的第二部分（即在图 2a 中）还说明了个别拼块的构造。