

水工建筑物施工中 连续浇灌混凝土的经验

技術科学碩士 П. С. 涅帕罗日尼 著

水利出版社

目 錄

緒 論	1
1. 現代間歇生產的混凝土工厂	1
2. 現代混凝土工厂的缺點	6
3. 混凝土的連續澆灌法	7
I. 連續生產的混凝土工厂的設備	8
1. 工厂的總體布置	8
2. 配料機	12
3. 連續工作的混凝土攪拌機	15
4. 電氣結綫綫路	18
II. 在連續生產的混凝土工厂的試運轉中所進行的研究	25
1. 研究的項目與方法	25
2. 配料機工作準確度的校核	28
3. 量水準確度的校核	29
4. 攪拌均勻性的測定	30
5. 控制試件的試驗結果	31
6. 不同類型工厂的技術經濟比較指標	32
7. 結 論	34
III. 混凝土的連續運輸與澆灌	34
1. 應用傳送帶運輸混凝土的方案	34
2. 傳送帶工作的缺點	39
3. 傳送帶的改進	42
4. 自動化連續工作的混凝土澆灌機	46
5. 連續澆灌混凝土的原則方案	50
6. 在冬季混凝土的連續澆灌	55
參考文獻	58

緒 論

現代水工建築需要澆灌大量的混凝土。在規模宏大的工程中，混凝土需要量每年以數百萬公方計。

同時，水工建築的特點是不論惰性材料供應基地的遠近，都要求在工地或在工地附近拌制混凝土。

因此就必須改訂混凝土攪拌設備和混凝土工廠現行的標準設計方案，並研討配料與攪拌機組的新型結構。

1. 現代間歇生產的混凝土工廠

現在已經制定和採用着的兩種主要類型的混凝土攪拌設備[●]的標準設計方案：混凝土攪拌機成直綫形布置和巢形布置。

不論攪拌機組的規模、數量及其生產率的大小如何，上述原則性的設計方案仍舊不變。

按照水力發電設計院的標準設計，混凝土攪拌機為正面布置的組合式（裝配式）混凝土工廠，如圖 1 所示。這種直立式工廠的高度約為 40 公尺，工廠的承重構架及傳送帶的通

● 混凝土攪拌設備是現代混凝土工廠的一部分，現代混凝土工廠還包括骨料倉庫，水泥倉庫，廠內材料運輸設備及許多輔助設備。此後，作者在本書中將稱混凝土攪拌設備為混凝土工廠，並稱流態混凝土為混凝土，這種稱法，因為在有關文獻中常常遇到，所以沿用不變。

廊是由金屬制成的。工厂由数个标准的組合段所組成，标准組合段裝有兩個具有傾斜的攪拌鼓筒的混凝土攪拌机。每个攪拌机的容量为 2.2~2.4 公方。

按照所要求的生產率，混凝土工厂可由一个、兩個或三个組合段組成，或即相应地具有 60、120 或 180 公方/小时混凝土的生產率。

混凝土工厂共分五層，各層都有其独自的任务。

甲、裝有頂部結構的第五層上，接受运入的材料并把材料配送給工厂各組合段的裝料斗；

乙、第四層上，配置有裝料斗，其有效容積能保證工厂連續生產 2~3 小时；

丙、配料間位于第三層，在配料間進行骨料、水泥及水的配料；

丁、攪拌間位于第二層，攪拌机即設置在攪拌間內；

戊、在第一層里把拌制好的混凝土卸到輸送工具上去。

拌制混凝土用的骨料沿傾斜的皮帶輸送机(傳送帶)送至工厂的第五層上。骨料經由金屬制的漏斗進入帶寬为 1,000 公厘的特制帶式傳送給料器。

骨料从傳送給料器經由具有閘門的特制的漏斗進入移动的可逆式傳送帶，帶寬为 1,000 公厘，再从傳送帶卸入工厂的各个裝料斗中去。

水泥自水泥倉庫借螺旋輸送器、升送机或壓縮空气輸送机送入工厂第五層的裝料斗中去。

骨料与水泥从裝料斗(經由配料的螺旋輸送器)自动地進入相应的各配料器，就在那里把材料按需用量秤好。

工厂的每一个組合段都裝有一套自动化的配料裝置，配料裝置由以下各种設備組成：

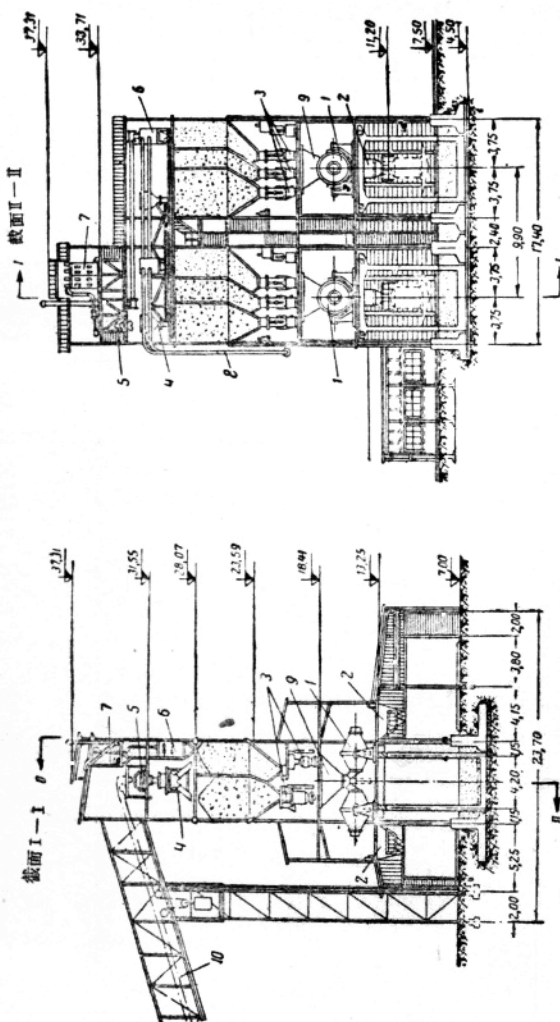


圖 1 分段直立型自动化組合式混凝土工厂

1—容量为2,400公升的混凝土搅拌机; 2—混凝土加料斗; 3—自动配料器; 4—滚动的可逆式傳送帶; 5—可逆的帶式給料器; 6—除塵器; 7—吸入過濾器; 8—水泥輸送管; 9—攪拌機裝料斗; 10—傳送帶。

甲、用來依次秤量三種粒徑的骨料（砂、細礫石與粗礫石）的組合式重量配料器；

乙、用來依次秤量二種粒徑（細碎石與粗碎石）的組合式重量配料器；

丙、水泥重量配料器；

丁、量水箱。

全部配料器排成兩列，把秤好的材料送往攪拌機的集中裝料斗。

接運混凝土的運輸路線應按與工廠縱向中心綫成垂直的方向鋪設，以保證工廠各段能單獨卸料與裝運混凝土。

機械安裝工程托拉斯所設計的齊姆良水力樞紐工程的混凝土工廠，可作為攪拌機採用巢形布置的現代自動化混凝土工廠的實例（圖 2 及 3）。

混凝土工廠由兩個組合段組成，其中各裝有 4 台混凝土攪拌機，每台容量為 2.4 公方。

工廠建築物為兩座五層的八面型塔樓，高約為 30 公尺。建築物的構架是金屬制裝配式的。

根據所要求的生產率，工廠可由一個、兩個或更多的組合段組成。與此相應，如工廠是單一的組合段時，其生產率為 120 公方/小時；如是兩個組合段時為 240 立方公尺/小時等等。

混凝土工廠的攪拌機如採用巢形布置就可能只用一套裝料斗與配料器來供各組合段所有 4 台攪拌機用。

骨料與水泥的裝料斗的容量要算好使工廠能連續生產兩小時。

混凝土骨料借兩架傾斜的、帶寬 800 公厘的皮帶運輸機（傳送帶）送到置于工廠第五層上的裝料斗中去。

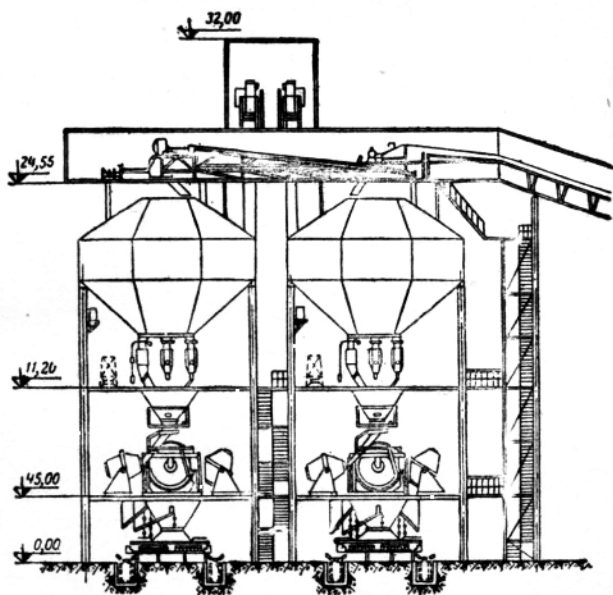


圖 2 攪拌機作渠形布置的混凝土工厂的橫截面

水泥自水泥倉庫借螺旋輸送器、升送機或壓縮空氣輸送機送到裝料斗中去。

工厂的第三層上，在每個組合段的裝料斗的下方設有配料間，其中裝備着 7 個配料器：一個用于水泥，二個用于砂料，三個用于粗骨料，一個用于水。

全部配料器都裝有電力壓縮空氣傳動裝置，并由操縱台控制。

攪拌間設置在工厂的第二層上。

把拌制好的混凝土卸入裝料斗中，裝料斗的卸料孔裝有

滾動式啓閉閘門。

工厂的全部設備均由中心操縱台控制。

工厂的每一組合段都設有 3 个操縱台：一个設在位于裝料斗上面的料斗間（在料斗間進行骨料及水泥裝料斗的裝料工作），一个設在配料間，而另一个則設在攪拌間。

特設的自动控制裝置系統可以保證工厂各機組間協同動作。

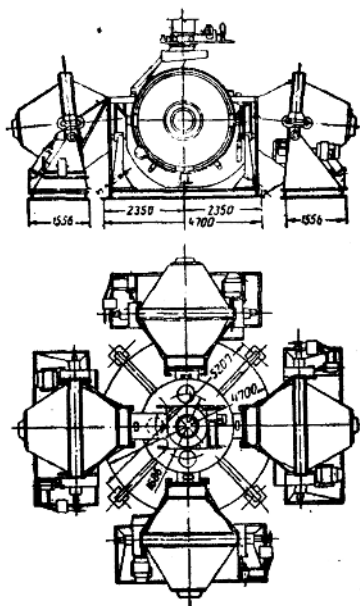


圖 3 攪拌機作巢形布置的混凝土工厂

2. 現代混凝土工厂的缺点

現代間歇生產的組合式混凝土工厂是施工時期內設立的一項輔助企業，它是由一些既很複雜又很笨重的結構物組成的，而且這些結構物還存在有許多嚴重缺點。

現代間歇生產的混凝土工厂是按單階式修建的，在這種情況下拌合成混凝土所需的全部材料將被升送至高設在配料器上面的各裝料斗中去。

這種單階式的結構形式，除了使工厂的外廓過大外，還

要耗費掉大量的電力，因為運輸機械把大量的材料升送至數十公尺的高處時要用大量的電力。

甚至當混凝土的組成材料（水泥、水、砂和粗骨料）應用自動配料時，現代的混凝土工廠也不能保證混凝土的質量合乎要求。這是由於自動重量配料器得不到秤量水泥與骨料所需要的準確度。此外，由於混凝土攪拌機的容量較大，必須同時秤量及拌合為數頗多的材料，以致不能保證獲得品質均一的混凝土。

在現代占地甚廣的大型建築工程中，由於混凝土攪拌設備笨重龐大，不可能把間歇生產的混凝土工廠的攪拌間布置在澆灌地點附近，於是就必須在很長的距離內運輸混凝土。因此，就不可能實行澆灌混凝土的連續流水施工（包括混凝土的拌制、運輸及澆灌入建築物各注塊中）。這種情況使得送入建築物注塊中的混凝土質量大大變壞，儘管在攪拌間所拌制好的混凝土的質量還是很好的。

3. 混凝土的連續澆灌法

雖然近年來連續的自動工藝過程在所有工業部門中都已廣泛應用，但它在建築工程中直到現在除了運輸各種材料的傳送帶之外，尚未見採用。建築工程特別是大型建築工程，完全有可能採用自動化的連續生產過程，這種方法可為進一步降低工程造價、改進工程質量及簡化工程施工開辟道路。

連續生產過程可以成功地應用於混凝土工程上。

採用連續生產過程的混凝土工廠，其規模將比具有同樣大小的生產率、但為間歇生產的混凝土工廠要小。連續工作

的混凝土攪拌機在構造上可較間歇工作的混凝土攪拌機更為簡單。

過去由於未能解決如何保證準確而連續配料的問題，以致在組織混凝土連續拌制方面所作的嘗試，沒有獲得成效。目前，這一問題已得到了令人滿意的解決。

由於這種工廠所占的空間不大，故有可能把它修建在澆灌地點附近的地方，這樣便縮短了運輸混凝土的距離，並可組織混凝土的連續輸送，且可把它澆灌到建築物的各個注塊中去。整個系統還可以自動化。因而嚴整的連續澆灌混凝土的施工方法可以較現時所採用的混凝土工程施工方法組織得更為完善。

斯維爾建築工程托拉斯鑒於採用連續澆灌混凝土的方法有着重大的意義，因而曾在實際施工中採用這種方法，並且証實了這種方法是絕對有效的。下面敘述一下斯維爾建築工程托拉斯所進行的混凝土連續拌制、運輸及澆灌的施工情況，並根據它所取得的經驗提出了一些原則性的施工方案。

I. 連續生產的混凝土工廠的設備

1. 工廠的總體布置

斯維爾建築工程托拉斯在修建斯維爾河上的大型水電站時，曾設計並制出了一套混凝土施工設備，且建立了一座自動化連續生產的混凝土工廠，工廠的生產率為 120 公方/小時。

工廠是分兩排建造的，每排生產率各為 60 公方/小時。

工厂建筑首先要把裝料斗、配料間的料斗与連續工作的配料机按工厂的总生產率安裝起來。

工厂混凝土攪拌間和干混合料傳送帶則是分排建造的。在修建工厂第二排时，混凝土攪拌間与輸送干混合料的傳送帶通廊是由增設下述补充設備而擴建成的：

甲、第二台干混合料傳送帶；

乙、連續工作的混凝土攪拌机，其生產率为 60 公方/小时；

丙、已經拌制好的混凝土的卸料斗；

丁、工厂第二排的操縱台。

工厂兩排設備都進行生產时，可以同时拌制兩種不同标号的混凝土。

工厂的生產率可依混凝土的需用量，在下列範圍內变动：15、30、45、60、90、120 公方/小时。

自动化連續生產的混凝土工厂簡圖如圖 4 所示。

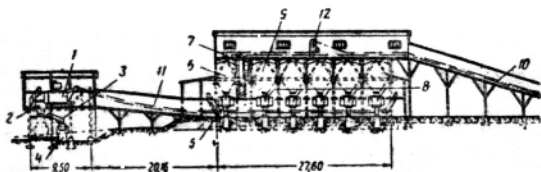


圖 4 自动化連續生產的混凝土工厂簡圖

1—連續工作的混凝土攪拌机； 2—混凝土裝料斗； 3—將混凝土送入混凝土泵的斜槽； 4—混凝土泵； 5—連續工作的水泥自动配料器； 6—水泥裝料斗； 7—將水泥送入裝料斗的螺旋輸送器； 8—連續工作的砂、礫石自动配料器； 9—砂与礫石裝料斗； 10—輸送砂与礫石的傾斜傳送帶； 11—干混合料傳送帶； 12—自动卸料小車。

骨料被輸送并卸入工厂的裝料斗中，从裝料斗經過帶有啓閉閥門的漏斗而落到傳送帶的皮帶上，再由此將它們送到

傾斜的傳送帶上去。骨料从傾斜的傳送帶傳送到水平的分配傳送帶上，并借助于分配傳送帶而將配料間的料斗式漏斗裝滿。

材料經由配料間的料斗式漏斗落入連續工作的自动配料机，在那里按其重量進行配料。

每种配合比的混凝土都有着自己的料斗与配料机。

秤好的材料从配料机連續不断地落在干混合料傳送帶的皮帶上，这样便在皮帶上形成一層接連不断的配好的材料。

干混合料傳送帶在每个配料机的下面循序經過。皮帶从最后的一个配料机下面穿出后，上面便堆着一層組成混凝土的全部材料的干混合料。

混凝土組成材料的干混合料落入連續工作的混凝土攪拌机中，并在其中与由特設的量水箱所供应的水一同拌和。拌好的混凝土連續不断地卸入卸料斗，然后卸入运输工具內。

配料間是由裝配式金屬構架組合成的，在構架上支承着 6 个金屬的料斗式漏斗。其中 5 个为裝骨料用的，其余 1 个为裝水泥用的。用于裝骨料的料斗的容量各为 50 公方。

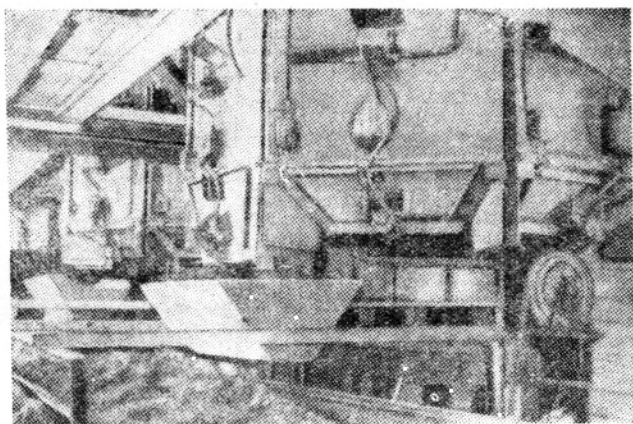
在每个料斗式漏斗的下面都設有一个連續工作的配料机，其生產率均为 200 噸/小时。

兩台帶寬为 1,400 公厘的干混合料傳送帶在配料机秤量室的下面經過。

混凝土攪拌間是由裝配式金屬構架組成的，在構架上裝設有兩台連續工作的混凝土攪拌机，其生產率均为 60 公方/小时。

在混凝土攪拌机旁边設有拌好的混凝土的卸料斗，卸料

甲



乙

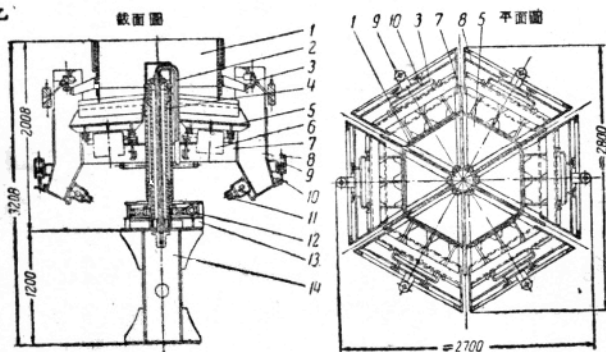


圖 5 連續工作的配料机

甲) 配料間的全貌; 乙) 主要尺寸与零件: 1—旋轉料斗; 2—風管;
3—秤量機構; 4—支承部分; 5—振動底板; 6—电磁振動器; 7—叶
輪; 8—秤量室; 9—閉合閥門的伺服电动机; 10—秤量室閥門;
11—开啓閥門的伺服电动机; 12—蜗杆減速器; 13—減速器底座;
14—机座。

斗帶有壓縮空氣的滾動式啓閉閥門。

在混凝土攪拌間里還配置有制備塑化劑溶液的設備。

2. 配 料 机

自動化連續工作的配料機（圖5）其機身呈六面形，配料機為料斗1與6個稱量室8所組成，稱量室由單獨的功率為1.5瓩的電動機帶動，並圍繞一公共軸旋轉。

各個稱量室均懸掛在由兩個杠杆構成的秤杆上。杠杆可在安裝於特設懸臂上面的支座上擺動，懸臂則固定在料斗的側壁上。

旋轉料斗的下部分為6個倉，用底板5自下蓋上，底板自料斗底向外突出250公厘。振動器6固定在底板上，振動器具有兩種振幅。

配料機料斗側壁開有幾個出料孔，其尺寸各為650×250公厘。

稱量室具有閥門10，用壓縮空氣傳動的伺服電動機9與11來啓閉閥門。

稱量材料系按兩個連續的步驟進行：“粗稱”與“精稱”。

在配料機的裝料斗上沒有特設的閥門。為了防止材料經側壁上無閥門的出料孔自由傾出，將料斗下面的底板自料斗側壁向外突出一些，突出寬度等於出料孔的高度。這種料斗出料孔的構造可保證材料在底板上能堆成自然傾斜角的料堆而不致從出料孔自由傾出。當配料機進行工作時，固定在料斗底板下的振動器即自動開動，使底板上的材料急速地落入稱量室中。

秤量室在進入其中的材料的作用下逐漸向下沉落，并使帶有杠杆的秤杆轉動（秤量室是懸挂在秤杆上的）。當進入秤量室中的材料大約達到需要量的 90~95% 時，轉動的杠杆即作用于粗秤終止的控制开关上使其斷路，并且借此改變振動器的振幅。由于振幅減弱，減少了材料進入秤量室的強度，此時便開始進入秤足至全部分量的過程。

當一份材料秤足規定分量時，由于秤杆的杠杆繼續轉動了一個不大的角度，以致使振動器斷路。由于配料機料斗某一倉的底板停止振動，材料即停止進入秤量室，至此秤量過程便告完畢。

上述關於材料粗秤與精秤的全部工序是在配料機作旋轉運動的過程中進行的。

當配料機轉過 180° 時，滿載的秤量室即進入在它下面通過的一台干混合料傳送帶的範圍以內。此時，開啓秤量室底板的伺服電動機的气門接觸點即被合上，底板打開，并將材料卸于干混合料傳送帶在運轉中的皮帶上。

秤量室完全倒空后，閉合秤量室底板的伺服電動機的气門接觸點又被合上，底板關閉，并繼續進行下一次的秤量工作。

配料機秤量室中心點的圓周速度與干混合料傳送帶的纜速度相一致。因此，當傳送帶的皮帶移動的長度等于秤量室中心點圓周上兩秤量室間的弧長后，下一秤量室才開始卸料。這樣可保證在傳送帶的皮帶上得到一層連續而均勻分布的業經準確地秤量好的材料。

配置四種速變的電動機使工廠能在配料機作不同速度的轉動時，以不同的生產率進行生產。配料機的生產率是借轉動操縱台上的電鍵而改變的。

配料机的構造要保証能够同时將多种不同配合比的材料分別經兩台干混合料傳送帶送出，而在各条皮帶上秤量不同分量的材料时，不需要变换調節器。

为了要在第一及第二台干混合料傳送帶上得到不同配合比的材料，每个秤量室都裝有兩組振動器接触点 A 与 B。這兩組接触点是裝在秤量杠杆的不同轉动角度上的。

当秤量室轉过第一个半周(180°)时，振動器由 A 組(粗秤与精秤)接触点接通和切断，A 組接触点裝在秤量杠杆的轉动角度 α 上，此角度与第一种应秤取的重量相符合。A 組接触点切断后，秤好分量的材料即倒在第一台干混合料傳送帶上。

当秤量室轉过第二个半周(180°)时，振動器由 B 組接触点接通和切断，B 組接触点裝在秤量杠杆的轉动角度 β 上，此角度与第二种应秤取的重量相符合。B 組接触点切断后，秤好分量的材料即倒在第二台干混合料傳送帶上。

配料机的电力結綫綫路可以使配料机能够为完成上述效用而自动工作。

配料机构造的这种特性，使得工厂可以同时生產兩種不同标号的混凝土。

配料机的構造对于拌制混凝土所需的每一种干料都是一样的。

一台配料机的生產率可按下式來确定：

$$W = \frac{v \gamma z n \varphi}{m},$$

式中 z ——配料机秤量室的数目；

n ——配料机每分鐘的轉数；

v ——一个秤量室的容量；

m ——秤量室循环工作中一个秤量室配料一次的持續

時間；

φ ——秤量室的充盈系数；

γ ——配料机中所裝材料的容重(大約为 1.6 公斤/公升)；

$z=6$ ； $n=1$ 轉/分鐘； $v=200$ 公升； $m=0.5$ 分鐘；

$\varphi=0.85$ 。

將上述数值代入公式，則配料机的生產率为：

$$W = \frac{200 \times 1.6 \times 6 \times 1 \times 0.85}{0.5} = 3,264 \text{ 公斤/分鐘}$$

或
$$\frac{3,264}{1,000} \times 60 = 200 \text{ 噸/小时。}$$

研究結果指出，配料机也可以在固定状态（不旋轉）下進行工作，但此时生產率要降低二分之一。

圖 5 中，甲）为工厂配料間的全貌。圖的下方可以看見干混合料傳送帶上已配好的混凝土組成材料的干混合料。

3. 連續工作的混凝土攪拌机

連續工作的混凝土攪拌机（圖 6）是一个水平地裝置在支承滾輪上的圓柱形鼓筒，其直徑为 1,500 公厘，支承滾輪則裝置在堅固的机架上。鼓筒借單獨帶動的齒輪轉動，在支承滾輪上旋轉。圖 6 中，甲）所示为已安裝好的混凝土攪拌机。

在鼓筒內加有兩道連續的并向右方迴旋的螺旋面 A_1 与 A_2 （圖 7），其外徑 $D=1,500$ 公厘，內徑 $d=900$ 公厘，螺距 $t=1,000$ 公厘。

当鼓筒旋轉时，材料即借助于螺旋面沿着鼓筒朝卸料口推進。