

86.1811057

YFM

泥浆下钻孔和灌注砼 建造深置墩柱的实验

М.Г.叶非莫夫 О.А.法尔加鲁斯托夫 著

建筑工程出版社

140547

泥浆下鑽孔和灌注桩 建造深置墩柱的實驗

周天、周學禮著 人民交通出版社編譯

交通出版社
圖書部

交通出版社

泥漿下鑽孔和灌注砂 深置墩柱的實驗

郭 成 舉 譯

建築工程出版社出版

• 1956 •

內容提要 本書介紹關於利用地下深埋岩石層的巨大承載能力以建造荷載很大的人工基底的新方法的實驗室的及野地的研究結果。

並敘述基礎及基底科學研究所在生產條件下進行泥漿下鑽孔和灌注砼以建造兩座深置墩柱的研究。

本書的內容和結論，可供從事設計及建造基礎及基底方面工作的工程師及技術人員參考。

原本說明

書 名 ОПЫТ БУРЕНИЯ И БЕТОНИРОВАНИЯ
ПОД ГЛИНИСТЫМ РАСТВОРОМ ДЛЯ
ОПОР ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ
著 者 М. Г. Ефремов С. А. Тер-Галустов
出 版 者 Государственное Издательство Литературы
по строительству и Архитектуре
出版地點 及 日期 Москва—1953

泥漿下鑽孔和灌注砼建造 深置墩柱的實驗

郭 成 舉 譯

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南礼士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052号）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號 323 53千字 737×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 $2\frac{3}{8}$ 總頁

1956年8月第1版 1956年8月第1次印刷

印數：1—4,000冊 定價（19）0.38元

目 錄

前 言	4
一 鑽 孔	7
(一) 初步研究和實驗工作的任务	7
(二) 對於泥漿的要求及其規格	9
(三) 当地粘土質量的試驗室研究	12
(四) 泥漿的參數及調製方法和試驗分析用的儀器	14
(五) 測定泥殼厚度的實驗	18
(六) 測定靜剪應力和有關質量及播散性的因素	20
(七) 粘土及泥漿的試驗室研究和試坑中所作實驗的結論	22
(八) 用化學藥品及水泥處理泥漿的實驗結果	25
(九) 地質及水文地質条件	29
(十) 鑽孔設備、調製泥漿及使泥漿循環用的設備	31
(十一) 鑽進、整理井孔以備灌注砂、洗井	33
(十二) 研究泥漿下鑽孔以建造深置墩柱問題的結論	39
二 灌注砂	42
(一) 灌注砂的方法和提出研究的問題	42
(二) 灌注砂用的設備	43
(三) 砂的成分配合及材料	49
(四) 灌注砂工作的實施	51
(五) 墩柱及砂質量的檢驗	62
(六) 研究泥漿下灌注砂深置墩柱的各項問題的結論	70
結 語	73

前 言

我國工業生產的高度水平，創造了以工業方法興建建築物和應用建築工程中先進技術的有利條件。在建築工程科學研究機構的面前，出現了一系列的嚴重問題，其中包括一項探討和發掘種種足以提高建築工作的機械化水平、降低建築成本和能夠在困難的地質條件下興建建築物的新的施工方法的重要問題。特別具有重大意義的，是要研究出一種利用深埋的（30~60 公尺）、用現有工作方法很難達到的岩石層的高度承載能力，以建造荷載很大的人工基底的合理化方法。

由於此，基底及基礎科學研究所曾按照 C. A. 德爾加魯斯托夫工程師的建議，研究出一種先以轉盤式鑽機鑽成直徑 1~2 公尺的井孔，然後在泥漿下灌注砼以建造深置墩柱的方法。

這種方法，正如該所的研究工作所指出，使人們在設置沉箱、沉井和打樁都極端困難的時候，有可能在深埋 30~60 公尺以下的堅強岩石層之上設置墩柱。

當非岩石土壤內由於有石灰岩夾層、亂石、木材遺骸及其他雜物因而不可能打樁時，以本法建築墩柱，用以代替埋置較淺的樁基，亦屬適宜。

基底及基礎科學研究所在 1950 年舉行的生產性實驗，是在幾個直徑各為 2 公尺、深度不足 3 公尺的試坑，和兩個直徑各為 1 公尺、深度為 9.1 及 18.3 公尺的井孔中，在泥漿下灌注砼。1951 年研究了兩根在這些井孔中灌注砼而築成的實驗用墩柱的整體性，並檢驗了砼的質量及其與土壤的接觸情形。研究工作的進行，是

在硿中作取心鑽探，以所取心樣作試驗，以及將深 4 公尺以內的墩柱出土，並將硿擊碎加以觀察檢驗。

實驗的結果確定，所獲得的硿質量很高，沒有混雜粘土和形成粘土夾層的情形，而硿與土壤的接觸也良好。

舉行實驗工作時，也曾研究了鑽孔的工藝，規定出對於井底的剖面 and 清潔程度的規範，並作出清洗井底的方法。同時也確定了粘土泥漿的必要質量，以保證井壁穩固，同時又不容許那一層不容易很好地為硿排擠掉的泥殼太厚。對於送入井孔中的硿拌合料影響泥漿的作用，亦曾加以確定。

在泥漿下灌注硿做成兩根實驗用墩柱的創舉，不僅在建造等截面（全部高度上）深置墩柱這一目的上值得注意，而且對於建造那些具有加寬底面的墩柱來說，亦具有很大的意義。鐵道部也在研究這種墩柱，在那裏，它們被叫做“寬底樁”。

在泥漿下灌築兩根墩柱所獲得的經驗，也可以利用在建造那種須按曼可夫斯基鑽孔——沉入支撐法來貫穿的礦井井筒，而有必要堵塞為泥漿所佔有的成形空間的時候。這種堵塞工作本是極其困難的，因為在現時所用的方法之下，粘土泥漿不能夠完全被排除掉，常和水泥砂漿混雜起來，以致堵塞物的必需強度及不透水性都沒有保證。

更進一步，在泥漿下灌注硿的方法也可以應用在礦井成形工作的本身。還在 1947 年間，煤炭工業部的某一設計機構就曾編製了一項組織這種工作的設計。

建造實驗用墩柱的試驗工作，是由基底及基礎科學研究所在特種礦井建築工程公司土爾斯克建築工程管理局在石切金諾城的建築工場中舉行的。

實施鑽孔和研究粘土泥漿的工作由 C. A. 德爾加魯斯托夫工程師領導，灌注硿的工作由 M. T. 葉菲莫夫工程師領導。試驗工作

由技術科學碩士Б. И. 帕保夫作一般指導。

有關深置墩柱的全部問題，在基底及基礎科學研究所進行研究；參加研究者，除了上述幾位之外，還有Г. Л. 密特維傑夫教授、Н. А. 羅傑斯脫文斯基、Н. М. 索科洛夫和Х. Р. 哈基莫夫三位技術科學碩士。

鑽孔裝備的選擇和設計，曾由煤炭工業和石油工業的專家，Г. И. 曼可夫斯基、М. М. 安德烈也夫、В. И. 伊凡諾夫和М. И. 莫羅佐夫參加意見。

本書第一章——“鑽孔”，由С. А. 德爾加魯斯托夫執筆，第二章——“灌注砂”，由М. Г. 葉菲莫夫執筆。

一 鑽 孔

(一) 初步研究和實驗工作的任务

基底及基礎科學研究所在研究莫斯科各高層房屋基底位置問題的時候，曾經有過一種在泥漿下鑽孔和灌注砂以建造墩柱的意圖。

要建造這種墩柱，必須選用特殊的鑽孔裝備，並研究出灌注砂的方法，以期獲得堅固密實而且不夾雜粘土的砂，並使砂和土壤緊密地相貼合。

因此，研究所就在選擇和設計鑽孔裝備方面和在泥漿下鑽孔和灌注砂的工藝的研究試驗方面，做了大量工作。

選擇鑽孔裝備的困難是：應用於石油工業的和地質鑽探的机具，祇能用來鑽成直徑很小的井孔，而應用於煤礦工業的机具，因為是用來鑽直徑為 4~6 公尺的礦井的，則既極端沉重，而又不便運輸。

現在，研究所決定選用一種 БУ-40 型鑽機，這種鑽機可以用來穿鑿直徑 1~2 公尺的井孔，直達 60 公尺的深度，並且可以在建築工場範圍內很方便地搬運。使用這種机具在中等土壤中鑿孔時，每鑽出一立方公尺泥土的預計費用，根據研究所的計算，約為 100 盧布——正和下沉箱時每一立方公尺泥土的標準單價相同。

1948 年，基底及基礎科學研究所德爾加魯斯托夫工程師在莫斯科進行的試驗室實驗及半生產性實驗，是在容量為 0.02 至 0.40 立方公尺的不同形狀的模型板中，預先填充粘土泥漿，然後用豎向抽提導管法（提管法）經由漏斗管灌注水泥砂漿及砂。泥漿具有不

同的比重($\gamma=1.10\sim1.25$)和不同的粘滯度(按 СІВ-5 型儀器測得的時間為 21 至 25 秒),它們都是在興建這種墩柱的生產條件下可能遇到的。

這些實驗指出,掌握泥漿下灌注的工作,以獲得單位體積重量為 2,200~2,300 公斤/立方公尺的堅固砂(標號 $R_{28}=150\sim200$ 公斤/平方公分),並且不致在砂中混入粘土顆粒或在砂層間形成粘土夾層,在原則上是可能的。

根據 1948 年的實驗,可以得出結論如下:

1. 在所有各次實驗中,水泥砂漿或砂從泥漿中攫取的粘土,都祇有極微量(按重量為 0.75~1.4%),不足以降低砂漿或砂的強度。

並未發現有形成結核的、或是水泥砂漿和砂層間夾層的個別混入的粘土顆粒。

2. 砂及砂漿在泥漿中灌注和攤展的過程,與在水中相同。

3. 從水下及泥漿下灌注的類似的整體中取立方體試件作試驗,結果說明抗壓強度及單位體積重量都大致相同。

4. 根據所作實驗室實驗的結果,可以認為,在進行生產時在泥漿下灌注砂,同樣也可以獲致肯定的效果。

以這些結論為根據,決定舉行一項鑽成直徑為 1.0 公尺、深 15~20 公尺的井孔並灌注砂的實驗工作。由於到實施實驗工作的時候為止,研究所還沒有找到如上所述的那種合理類型的鑽孔裝置,鑽孔工作是用一套從“特種礦井建築工程公司”撥來的、原來用以穿鑿直徑 6 公尺的礦井的机具來進行的。

實驗工作的任務,是要全面研究在生產條件下鑽孔和在泥漿下灌注深置墩柱的各項問題。為了這一任務,必須:

1) 研究用正向洗井法鑽鑿大口徑井孔的轉盤鑽探工藝,以期適合於深置墩柱的建造;

2) 查明是否有可能在生產條件下保證在鑽孔過程中和停止

泥漿循環之後孔壁恆屬穩固；確定出泥漿隨着地質條件及水文地質條件的不同而必需的最佳參數；

3) 尋出一種在鑽孔完畢時核驗井底清潔程度的方法，以及當貫穿粘土地層時，在灌注之前清除產生在井底上的所謂“垢膩”的方法；

4) 確定出鑽孔完畢並停止泥漿循環後在井底產生的泥漿懸液中稠質泥膏沉澱層的厚度，以及隨着泥漿在井孔中處於靜止狀態的時間而異的、不同高度上泥漿參數的變化情形；

5) 確定出用提管法在泥漿中灌注時能夠使泥漿順利地被排擠掉，並保證能夠獲得脫水率很小的穩定泥漿（濾出係數小，泥殼厚度降至最低）的最佳參數（比重、粘滯度、靜剪應力、濾出性、沉澱率、穩定性等）；

6) 查明是否有可能在生產條件下，使墩柱全部高度上的砂都能獲得優良的質量，層次間沒有粘土夾層，並使墩柱與基底能嚴密地相接觸；

7) 確定墩柱側面的性質，以及墩柱側面與岩石相接觸的情形，因為在鑽孔過程中井壁上必然會產生泥殼；

8) 了解砂灌注工作的被迫停頓，泥漿在砂工作縫表面上形成沉澱層的影響，以及在工作縫地點的砂的質量；

9) 核驗泥漿中混入水泥對於泥漿各項參數發生變化的影響，以期確定回收泥漿重行使用的可能性；

10) 了解泥漿對於砂與鋼筋間粘着作用的影響。

上述一系列問題，在大小淺孔中和在鑽鑿正式井孔並灌注砂的過程中，均曾加以研究。這些研究的結果，將在後文中敘述。

（二）對於泥漿的要求及其規格

保管在鑽孔技術方面已有很多經驗，任何不遵照泥漿規格，錯

誤地估計泥漿質量的意義，或者對其質量不作基本的檢查控制，都可能在鑽孔過程中引起紛擾、困難以至於事故。

為了要在短期內鑽鑿比較淺的、約 20~50 公尺深的井孔，有必要研究深置墩柱附近的泥漿，確定它們的最佳參數，並作出決定，是否施工人員可以採用當地產的粘土材料（粘土或砂質粘土）。

假如說在鑽鑿礦井豎井及石油井時，井壁是否穩固，鑽出的岩心是否能夠完全取至地面，是否需做永久的井筒支撐，以及消除氣水共存和噴出現象等問題，均決定於所用泥漿的質量的話，那末在鑽鑿用以建造深置墩柱的井孔時所用的泥漿，還必須滿足一系列補充的要求。這種泥漿的質量必須保證：

1. 在砂墩柱側面與井壁（岩石）接觸地點所產生泥殼的厚度盡量減小（脫水性小的泥漿具有這樣的機能）；

2. 鑽出的岩心能和貫穿粘土層時所形成的垢膩一起完全取至地面；

3. 鑽孔完畢並停止泥漿循環之後，有可能用繼續洗井的方法徹底清除泥漿沉滓和岩石殘屑；

4. 在泥漿中灌注砂時，能夠獲得砂的應有質量；

5. 在被迫停止灌注砂的場合，有可能用繼續洗井和循環的方法完全除去在工作縫處所形成的粘土薄層；

6. 鋼筋與砂粘着良好。

如所週知，採用播散很粗的粘土時，做成的泥漿具有很大的脫水性，很多沉澱，過大的粘滯度，以及其他；此時井壁上將產生很厚的泥殼。

在採用不很穩定的、靜剪應力很小的泥漿的場合，停止泥漿循環後將因較粗土粒在井底上沉澱而造成鑽具被擠住的現象，結果必須在恢復鑽進之前用鑽具修刮井底。

在進行研究時，曾考慮了鑽深孔時藉化學處理來改進泥漿質

量的已有經驗。

但在舉行實驗時，曾發生一系列與泥漿下鑽孔並灌注砂以建造深置墩柱一事相關的、完全沒有預料到的問題。

直至在石切金諾舉行實驗時為止，關於在泥漿下鑽孔的技術指示和規範都還沒有出版，因此祇好根據石油工業部在 1949 年

鑽鑿石油井及礦井時所用泥漿的規格 表 1

泥漿的參數	按照鑽 石油井 的標準	按照鑽 鑿礦井 的標準	按照蘇 聯石油 工業部 1949年 3月31 日技術 會議的 決議	摘自H. H.夏佐 夫教授 著“石 油井的 鑽鑿”	摘自庫 利契辛 及伏茲 特維基 教授著 “鑽探”	附 註
結構粘滯度(分泊)	2~4	—	—	2~4	—	—
用 CHB-5 測定的表觀粘 滯度(秒)	16~24	25~32	20~22	18~20	—	—
靜剪應力(毫克/平方公 分)	20~80	—	20~50	40~60	—	—
濾出性(立方公分/晝夜)	200~400	250~300	在30分 鐘內不 超過25 ~30立 方公分	100~200	在30分 鐘內不 超過20 立方公 分	—
沉澱渣滓(%)	5	3~4	—	不超過5	不超過5	—
穩定性	0.03	—	—	不超過 0.02	不超過 0.05	—
含砂量(%)	3~4	2~3	不超過4	不超過3	6以下	以標準泥 漿為準
進行真空吸濾時生成泥殼 的厚度(公厘)	—	2~4	—	—	—	—
拉新泥殼所需的力(公斤/ 平方公分)	—	200~ 300	—	—	—	—
比重(克/立方公分)	—	1.10~ 1.25	—	1.12~ 1.35	1.10~ 1.25	標準泥漿 的比重

3月31日發出的關於改善泥漿質量的已有決定來進行工作。

除此以外，也採用了煤炭工業部全蘇礦井建築施工組織及機械化研究所出版的，關於在莫斯科近郊煤礦區應用泥漿鑽鑿礦井的暫行細則。

為了以數值來比較那些在鑽鑿石油井及礦井之中推介應用的泥漿最佳參數起見，特從各原始文件中摘錄泥漿的規格，如表一所示。

(三) 當地粘土質量的試驗室研究

在鑽鑿實驗用井孔之前，曾預先舉行了一系列關於當地粘土及泥漿質量的初步研究。

調製泥漿用的粘土是從位於石切金諾郊外1.5公里的克來斯托夫礦場運到實驗工場的。

測定這種粘土和取自實驗工場內試坑中的粘土的物理——力學性能的結果，見表二所列。

按照試驗分析的結果，克來斯托夫粘土的液限等於47.5%，撮捻限等於18%，塑性指數計為29.5；比重為2.76克/立方公分。從表中看出，粘土顆粒（粒徑小於0.005公厘）的含量為52.6%。根據由全蘇礦井建築施工組織及機械化科學研究所得來的資料，石切金諾粘土的化學組成如下： SiO_2 —65~60%， Al_2O_3 —22.68%， CaO —7%， MgO —3.5%， H_2O —10.25%。

根據這些資料，克來斯托夫粘土，以其在實驗工場內即將開始工作時的狀態為準，按化學組成、真性粘土顆粒含量和塑性限來看，可算是一種適合調製泥漿用的標準粘土。

石切金諾實驗工場的粘土，按照分析的結果，其液限為42.7%，撮捻限為18.9%，塑性指數為23.8；比重為2.7克/立方公分；小於0.005公厘的顆粒的含量為26%，塵土顆粒含量為18%。從並列

当地粘土的物理—力学性能的测定结果

表 2

順序 號數	1950年進 行分析的 日期	試驗 室編 號	取 樣 深 度(公尺)	取 土 處 數	按標準及 技術規範 6~48土 壤分類	顆粒級配(公厘) (用移液管法)										塑性極 限(%)		塑 性 指 數	比重 γ (克/立方公分)	
						>10	10~5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.10	0.10~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005	液限			塑限
1	六月 十三日	1942	—	1	克萊斯托夫 礦場黏土	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.8	0.8	9.7	23.7	6.2	52.6	47.5	18.0	29.5	2.76
2	十月 二十二日	4045	1.0	5	石切金諾實 驗工場黏土	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.2	50.3	18.0	26.0	42.7	18.9	23.8	2.70

比較的分析結果可以知道，實驗工場的粘土的質量是不如克來斯托夫粘土的。

(四) 泥漿的參數及調製方法和試驗分析用的儀器

為了查明是否能夠以克來斯托夫粘土製成合用的泥漿起見，曾選取試樣，並用以調製泥漿。關於某幾種試製泥漿的參數的資料，如表三所列。

除了使用容量為 4.0 立方公尺的 T2-II2-4 型雙輪調漿機進行機械調製外，也曾進行手工調漿，調製的方法是預先將粘土浸濕，並浸在少量水中經過較長的時間（1~2 晝夜），然後添加按計算需要而尚未加足的水量。經仔細調研和攪拌，即成良好的粘土泥漿。以這些方法製成的泥漿，均經物理-力學性能測定，測定用的儀器是一整套的 БИП-1 型流動式野地試驗室，為石油工業部檢驗量具工廠(КИИ)出品(圖 1)。

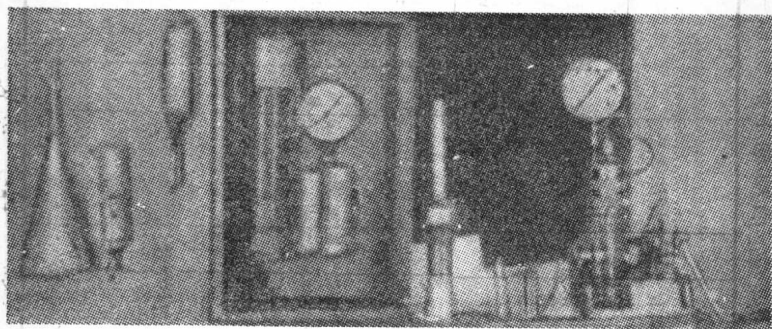


圖 1 流動式野地試驗室

在石切金諾的野地實驗工作的情形下，曾測定泥漿的下列各項參數：比重、表觀粘滯度、含砂量、一晝夜沉澱率、穩定性、30 分鐘析水量(濾出係數)、一晝夜析水量、泥殼厚度和靜剪應力。

表 3 泥漿測定的實驗參數

順序 號數	1950年舉行 實驗的日期	泥漿 的比重 (克/立方公分)	以CIB-5 測定的粘 滯度(秒)	含砂量 (%)	穩定性	一晝 夜內 所生 的沉 澱 (%)	以BTP -1儀器 測定的 30分鐘 析水量 (立方 公分)	一晝 夜內 析水 量 (立 方公 分)	泥 厚 度 (公厘)	BTP-1 儀器內 的壓力 (公斤/平 方公分)	始剪 应力 ϕ (克/平 方公 分)	附 註
1	五月 二十五日	1.12	18.0	2.0	0.01	3	28	290	2.0~3.0	2.0	0.0068	泥漿係以克來 斯托夫粘土用 容量約4立方 公分的調漿機 製成
2	五月 二十六日	1.14	17.5	1.5	0.02	3	25~30	250	2.5	1.0~0.5	0.01	同上
3	五月 二十七日	1.10	16.5	1.0	0.04	5	36	350	3.5	1.5	0.015	泥漿係溝內所 取 $\gamma=1.2$ 的 原漿加水調製 而成
4	五月 三十日	1.20	22.0	2.5	0.01	2	26	270	4~5	1.5	0.034	泥漿係從溝內 取得
5	八月五日及 八月十五日	1.22	18.0	0.00	0.06~0.10	3~5	28~29	350	3.5	1.0~1.5	0.03	泥漿係以實驗 工場當地產粘 土製成