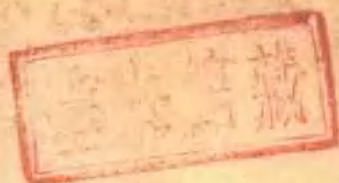


123906



大体积混凝土的运输

A. П. 叶列明 著



水利出版社

557

5/4416

K-1

123906

大体积混凝土的运输

A.П.叶列明 著

周景星 等译

水利出版社

1957年7月

本書敘述了水電站建設以及其他水工建築物(主要是中型和大型的)施工中所採用的大體積混凝土運輸的方法。

書中論述了所採用的設備的型式和性能，並列舉了已經達到的生產指標的資料

本書可供從事於水電站和水工建築物施工以及設計的工程師和技術員作參考，亦可供建築學院水工系學生作教科書用。

本書的主要譯者為周景星，趙文源，陸昌甫和何夢麟等，在翻譯過程中並得到清華大學土木系施工教研組同志的幫助和支持。

大體積混凝土的運輸

原書名 TRANСПОРТ МАССОВОГО БЕТОНА
原著者 А. П. ЕРЕМИН
原出版處 ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
原出版年份 1952年
譯者 周景星等
出版者 水利出版社(北京和平門內北新華街35號)
北京市書刊出版業營業許可證出字第080號
印刷者 水利出版社印刷廠(北京西城成方街13號)
發行者 新華書店

242千字 787×1092 1/25開 10 24/25印張
1957年7月第一版 北京第一次印刷 印數1—1,200
統一書號: 15047.56 定價: (10)1.50元

目 錄

前 言	1
第一章 用門架式和吊杆式起重機運送混凝土	3
1—1 概 况	3
1—2 門架式起重機構造的特點	3
1—3 固定式和自行式吊杆起重機的特點	14
1—4 安裝起重機用的棧橋	37
1—5 在壩和船閘中用吊杆式和門架式起重機澆注混凝土的組織	48
1—6 從混凝土工廠到起重機的混凝土運送系統和運輸方法的選擇	60
1—7 關於採用移動的門架式及吊杆式起重機的補充資料	73
第二章 用纜式起重機運送混凝土	76
2—1 採用纜式起重機的特點	76
2—2 纜式起重機的型式、構造和設備	79
2—3 纜式起重機的實例	102
2—4 在壩體澆築工程中用纜式起重機運送混凝土	107
2—5 在澆築船閘和船塢時用纜式起重機來運送混凝土	122
2—6 在橋梁、橋墩澆築工程中應用纜式起重機來運送混凝土	126
2—7 從工廠到纜式起重機的混凝土運送方法	130
2—8 從混凝土攪拌機向混凝土攪車卸料的工作	139
2—9 纜式起重機的生產率	146
2—10 用纜式起重機運送混凝土時的輔助機械和設備	151
2—11 纜式起重機的操縱和承重索的垂度、跳動現象和纜式起重機的再 皮使用	152
第三章 用泵壓送混凝土	156
3—1 概 况	156
3—2 臥式混凝土泵	159
3—3 混凝土輸送管	167
3—4 用混凝土泵澆築建築物的方法	172
3—5 泵運混凝土稠度和成分的特點	191
3—6 用泵壓送混凝土時的施工特點	200
3—7 用泵壓送混凝土的組織和管理	208

第四章 用汽車运送混凝土.....	234
4—1 概 况	234
4—2 运送拌好的混凝土和干料的汽車	235
4—3 用汽車运送混凝土的經驗	252
4—4 用汽車运送和卸出混凝土的一些特点	258
附 錄	266

前 言

在偉大的十月革命之后，遵循弗·依·列寧和約·維·斯大林的創議，在我國大規模地开展了大中小型水力發電站的建設。水力發電站包括壩、厂房結構、前池、隧洞、渠道、閘閘以及其他的重要建築物，它們因形狀和工程量的不同，具有多种型式。

建設現代化大型水力發電站，需要數十萬、甚至數百萬公方的混凝土和鋼筋混凝土，例如在第一個斯大林五年計劃年代中建成的列寧第聶泊水力發電站的主要建築物就澆了180萬公方的混凝土。按初步估計的材料，古比雪夫和斯大林格勒水電站建築物需要澆注約1,000萬公方的混凝土。

目前，我國除了在伏爾加河、第聶泊河和阿姆河上修建大型建築物外，還正在修建几十个不同容量的水力發電站，這些水力發電站都能按照黨和政府在我國經濟發展計劃中所規定的工期完成各項建築工程。

每年，我國在水工建築物和工業建築物中澆注的混凝土和鋼筋混凝土的總量，約達1,000萬公方，這樣的工程量，相應地要求有效組織各種施工過程（混凝土的制備、運輸和澆注），並要消耗大量的物資。每年混凝土工程的總值達數十億盧布。其中僅把混凝土從攪拌站運送到澆注地點一項，就要花費數百萬盧布。

因此，對混凝土運送方法或運輸機械的結構作任何改善，都會帶來很大的經濟效果。

作者在本書中主要闡明了各種運送和澆注混凝土用的機械（循環式運輸——吊杆式起重機，門架塔式起重機，纜式起重機，汽車及一種連續運輸——混凝土泵）以及在水工建設中所用的各種方法。

這些方法都是用來運送大量混凝土的。本書中不包括用斗車、手

雜車、井式升降機及其他簡單的運輸設備運送少量混凝土的方法。

本書中也不包括另一種連續運輸法——皮帶運輸法，因為作者認為這種設備雖然基本上適於運送大量混凝土，但覺得這種設備的現有結構型式已經陳舊，工藝也欠完善。

書中引用了很多本國和外國的、能代表各種施工條件和不同組織方法的水工建設的實例和經驗材料。

在改善混凝土的運送和改進採用的設備方面，領導蘇聯大型水工建設的工程師們和學者們，在自己的著作中都提出了新的施工組織方法，例如建築列寧第聶泊水力發電站的工程師А.В.維溫捷爾，Б.Е.維捷涅耶夫，И.И.卡達洛夫和Г.С.韋謝洛克，建設下斯維爾水力發電站的工程師Г.О.格拉夫基沃和Н.Н.魯克尼茨基，建築齊爾齊克水力發電站和修復第聶泊水力發電站的工程師И.И.卡達洛夫，建築莫斯科運河的工程師С.Я.茹克，建築上伏爾加水电站的工程師В.Д.儒林。

作者在本書中引用了很多本國和外國在水电站建築、橋梁建築和其他建築工程中運用前述運送和澆注混凝土的機械的資料，但是不能認為書中所述的資料就已包羅無遺。混凝土施工組織的設計師們可以從這些材料中選用那些對自己有用的指標和方法，以便直接應用或用以校核所採用的施工方案。

為了提高總的工作效率和降低施工造價，我們的設計師和施工員們應不斷地創造更完善而強大的新型設備並採用先進的混凝土運送方法。

作者

第一章

用門架式和吊杆式起重機運送混凝土

1—1 概 況

通常能迴轉 360° 的懸臂式或吊杆式起重機，廣泛用作運送和澆注混凝土的機械。這種起重機能夠控制懸臂或吊杆最大外伸長度範圍內的建築面積。當起重機能夠移動時，它所控制的建築面積，成一個狹長的矩形，現代最常用的起重機有下列型式：

1. 門架塔式單懸臂起重機；
2. 門架式雙懸臂起重機；
3. 門架式起重機；
4. 繆纜式桅杆起重機；
5. 斜撐式桅杆起重機；
6. 鐵路式起重機；
7. 履帶式起重機；
8. 挖土機式起重機；
9. 汽車式起重機。

除桅杆式起重機外，所有其他型式的起重機都是可以移動或自動行走的。懸臂及吊杆的外伸幅度及其起重量，都互有聯繫，變動的範圍很大。

1—2 門架式起重機構造的簡單特性

門架式起重機是由于它有金屬門架而得名。把起重機裝置在門架上，是為了增加向建築物高處運送物料（其中包括混凝土）的能力。

門架式起重機按其本身構造，可以分為下列三種：

1. 門架塔式單懸臂起重機。
2. 門架式起重機。
3. 門架式雙懸臂起重機。

這三種起重機，都能自行移動，以改變吊杆運送物料的外伸長度，且都容許鐵路平台車或汽車通過門架。上述前兩種型式可迴轉 360° ，第三種型式是不迴轉的，但可改變運送物料的外伸長度，把物料送到兩側去。

門架式全迴轉起重機的特点是起重量和外伸長度都很大。吊杆的旋轉環支承在門架的上層鋼架上。門架的主要功用是增加物料的運送高度，作為起重機的移動車架及容許車輛在起重機下沿門架的移動軸綫通過。

門架塔式單懸臂起重機是蘇聯設計師在戰後根據過去使用塔式起重機的經驗設計成的，可以在水工建設中用來澆注混凝土；所以，它

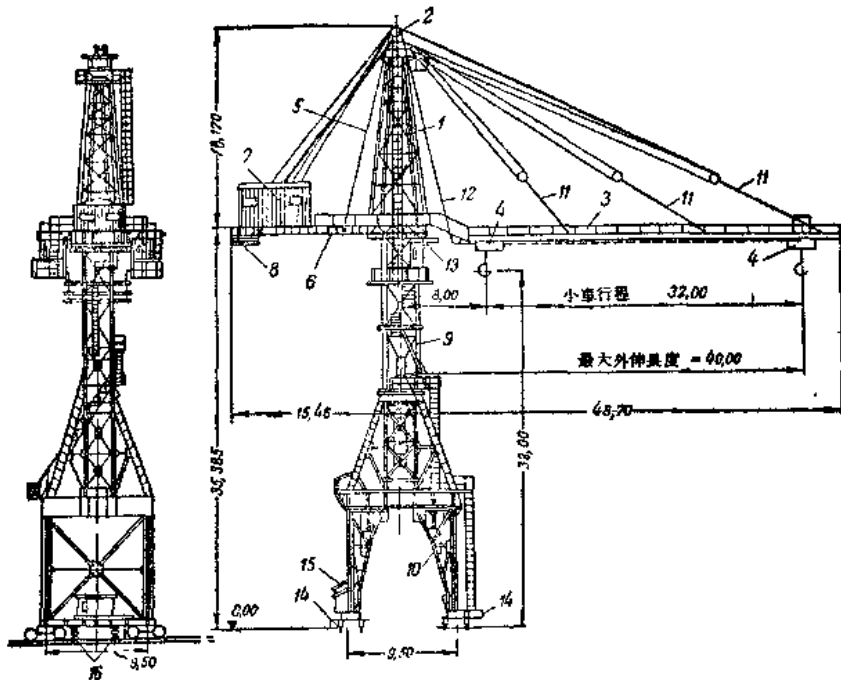


圖1—1 起重量10噸的門架塔式單懸臂起重機圖

具有相当大的起重量及吊杆外伸长度（圖1—1）。

門架式起重機 与吊杆式起重機有很多共同之处。前者宛如把吊杆式起重機从履帶或輪子上拆下，再裝到高的移动門架（腿架）上去一样。但是这种起重機的参数較大（圖1—2）。門架式起重機原來是在船塢及港口中应用的。在船塢中用來造船；在港口中用來裝卸貨物。

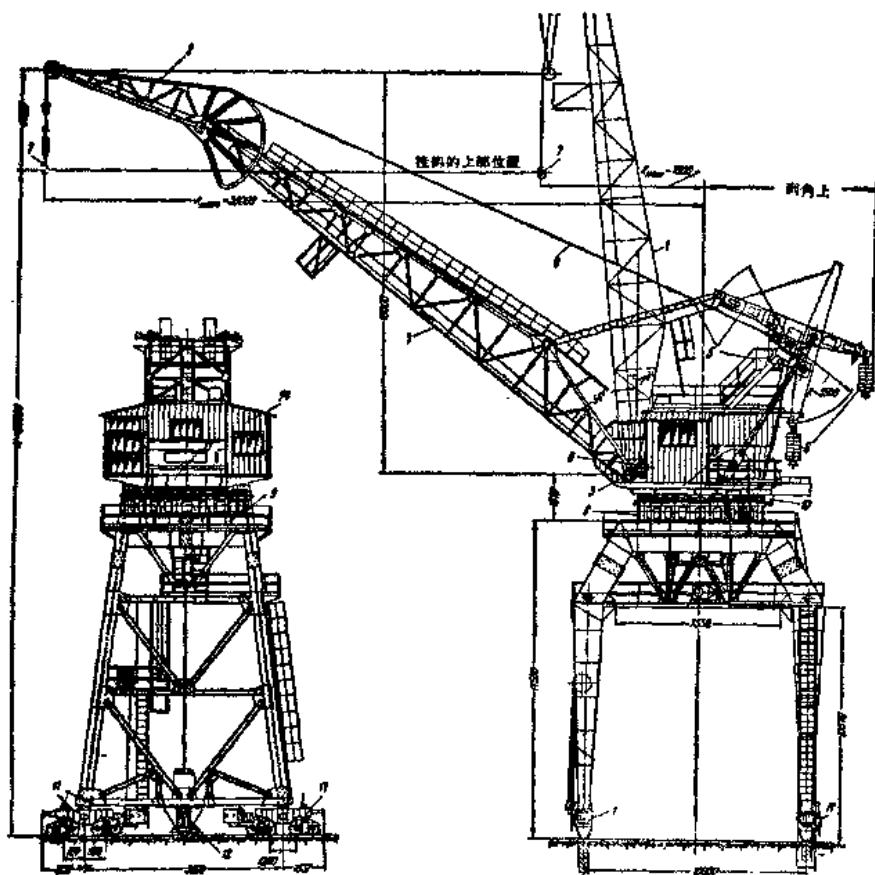


圖1—2 起重量10噸的門架式起重機圖

門架式雙懸臂起重機（或稱為**鉗式起重機**）裝置在門架上，兩邊的懸臂是固定的，不能迴轉。这种起重機較前述全迴轉式的起重高度、起重量及外伸長度為大（圖1—3）。

制，因为把空桶送回时要白白地消耗时间。如果用門架式起重机，則可用車輛把空桶送回，保証不断地把混凝土供給起重机。

2.在参数选择适当时能控制主要澆注范围的門架式起重架，較纜式起重机灵活，生產率也較高。

3.当澆注長的混凝土壩时，特别是河流甚寬时，采用纜式起重机，因跨度增大將顯著地增加机械的造价（因塔的高度、纜的直徑、發动机的功率都增加），同时空桶的行駛距离也会增加。至于門架式起重机，工作前綫加長了，只是增加了混凝土运送綫路的長度。

4.纜式起重机的構造及特点，常常是各不相同的，所以需要单独設計制造，通常都难于重复使用。不似門架式起重机具有标准型式，到处都能使用，并且裝拆也比較簡單。

5.纜式起重机运轉时，价高的纜索磨損很快；当自高处放下物料时，起重索会發生回跳現象。当河岸地形不良时，裝設纜式起重机的支座以及鋪設开行起重机的路基都很困难，并且費用也要增加。

6.在运送混凝土、模板及鋼筋到現場时，門架式起重机的司机可直接看到工作地点，准确地把物料放在需要的地点。但对于纜式起重机，司机是在河岸的塔上，在多数情况下要用灯光或鈴声等信号進行操作。

門架式起重机在应用上的主要缺点如下：

1.当建筑物較高及澆注体積較大时，需要建筑供起重机沿壩移动的鋼棧桥。由于棧桥支墩只能留在混凝土壩体内，这就要損失一部分金屬。

2.要求混凝土工厂与棧桥建筑在同一高程上，否則需要增加輔助設備，以便把混凝土轉运到沿棧桥行駛的車輛中去。

3.在起重机及棧桥下面的那部分混凝土难于澆注，需要另用特別的設備。

4.沿壩澆注混凝土，要随棧桥架設的長度而進行；沿寬度澆注混凝土，在个别情况下需要架設第二座平行的棧桥。与此相反，移动的纜式起重机在开始工作时，即能控制整个澆注面積。

5.起重机的价格較高，自重較大。当用門架式起重机來澆注混凝土

土壩時，它能同時控制整個工作前綫。壩的寬度及所採用的分配混凝土的方法決定着平行棧橋的數目（一座或是兩座），並且也決定着起重機的外伸長度。棧橋路基高程的選擇，對於起重機生產率的利用具有重要的意義。

在壩的高度較小、且起重機在某一高程上用正常外伸長度可以控制整個建築物高度時，用門架式起重機澆注混凝土可以不設棧橋；或者用門架式起重機澆注到某一高程，另一較高的部分再用別種型式的設備來澆注。

上述前兩種起重機，目前正在蘇聯大型水工建設中應用，在上斯維爾水電站的築壩工程中是用門架式起重機，在伏爾加-頓運河工程中也是用的門架式起重機。

a) 門架式單懸臂起重機

澆注混凝土的起重量 10 噸的塔式起重機。這種起重機是成批生產的，專門供水工建築物澆注混凝土之用（圖 1—1）。塔架的上部是迴轉部分 1 和塔首 2，前者支承在不動的塔身結構上。

塔的上部迴轉部分和懸臂 3 鉸接，懸臂 3 下掛有帶掛鉤的小車 4，與懸臂相對的是平衡杆 6，其上有機械室 7，下面系有平衡重 8，吊杆及平衡杆是分別用三根鋼索 11 及兩根鋼索 5 系結在塔首上的。

吊杆系統，平衡杆及懸吊機構，可以一起圍繞着塔的垂直軸迴轉 360°，這是靠 4 個輪子支在轉盤上迴轉的；轉盤安裝在塔身不迴轉部分 9 上，塔的下部有門架 10，可通過裝有混凝土及別種材料的車輛。

起重機用四個帶有球形支座的支腳，支在四個行走小車上，每個小車有四個輪子。料桶的容量為 3 公方時，起重機可把混凝土吊送到其行駛路綫任一側 40 公尺的水平距離內，在垂直面上，可吊送到鉄軌面以上 32 公尺高處；向下可達鉄軌面以下 15 公尺；這時起重機本身自呈穩定，在吊杆全部外伸範圍內，起重量為 10 噸。

在吊杆的水平桁架上，帶有掛鉤的小車可在距塔軸綫 8 公尺以外的 32 公尺範圍內移動。小車是由牽引絞車拉動牽引索 12 而移動的，物料是由起重絞車拉動起重索 12 而吊起的。小車移動邊緣處，裝有自

勁杠杆断路器。

塔身的上部結構，可借迴轉機構旋轉任意角度。迴轉機構裝在起重機的迴轉部分上，并与不动部分 13 的支承齒盤相咬合。

在操縱室 7 里集中了牽引絞車、起重絞車、迴轉機構及一切操作用的電力設備。操縱室設在平衡架上，可以使起重機司機很好地看到料桶的掛鉤和卸料地點，以及起重機活動的所有方位。自地面到操縱室安裝有梯子和平台。

移動塔身的四輪小車 14，軌距為 1 公尺，小車之間的距離為 9.5 公尺。每輛小車有單獨的電動機帶動兩個主動輪，小車上裝有防止被風吹動的錨件，當起重機停下來時，即自動地與軌條扣緊。操縱起重機是在操縱室里進行的，它裝在門架 15 的下部梁上。

用四個各為 200 噸的油壓起重架 16 將小車抬高并加以轉動，即可將澆注混凝土的起重機迴轉 90°。

起重機的技術性能見表 1—1；根據它的性能，當用料桶向建築物運送混凝土時，每小時平均能有 7 個半循環。起重機每個輪子上的荷重是 20 噸。

起重機可以在塔身迴轉的同時升吊物料；但不能同時移動小車，移動小車是在塔身迴轉以前或以後進行的。為了觀察起重機的工作情況，在操縱室里設有一個能反應小車動作的模型儀。

澆注混凝土的起重機可以改裝成安裝水力機械設備用的起重機，改裝時把原來不動的懸臂拆去，將原有的索具及滑輪組改為可在垂直面上圍繞支承杆末端的鉸迴轉的吊杆，并將運送料桶的小車及其軌條從懸臂上拆卸下來。安裝用的起重機，起重量為 10~40 噸，相應的外伸長度為 8~4 公尺，相應的起重高度為 32~67 公尺。改裝後的起重機，也可用來澆注混凝土。

必須指出，起重機的自重很大（316 噸），安裝複雜，每小時的澆注次數也有限；這些指標降低了起重機的利用效益。因此，需要進一步改進起重機的構造，以減少其自重和成本，同時採取措施以提高其澆注次數。

表1—1

起重量 10 噸的塔式起重机的性能

項	目	数值	項	目	数值
在全部外伸長度时的起重量	(噸)	10	物料上升	(噸)	5
吊杆在小車移动範圍內的外伸長度	(公尺)	8.40	小車移动	(噸)	0.54
高度:			电动机功率:		
在軌面以上的起重高度(公尺)		32	物料上升	(瓩)	50
在軌面以下的下放高度(公尺)		15	小車移动	(瓩)	11
速度:			起重機迴轉	(瓩)	30
料桶上升	(公尺/秒)	0.33	起重機移动(四部电动机)(瓩)		4×3
小車帶桶移动	(公尺/秒)	0.7	防止滑动的錨件	(瓩)	4×3
起重機移动	(公尺/秒)	0.14	起重機总重	(噸)	317
吊杆的旋轉(角速度)	(轉/分)	0.4	其中:		
絞車牽引力:			平衡重	(噸)	50
			金屬結構	(噸)	184

製造厂: 列寧格勒基洛夫工厂。

注: 該厂还生產塔高較上述起重機矮 4.5 公尺的同型塔式起重機。

6) 門架式起重機

起重量為 10 噸的門架式起重機 是為港口裝卸貨物而設計的, 就性能來說, 這種起重機適于為水工建築物澆注混凝土。

起重機可迴轉 360°, 可循軌道行駛, 門架(腿架)下容許單行或雙行運輸車通過。

起重機吊杆外伸長度可達 30 公尺, 在全部外伸長度範圍內, 起重量可達 10 噸, 故可保證吊送容量為 3.5 公方的料桶。

料桶可離軌面上升 30 公尺, 向下可達 15 公尺(圖 1—2)。起重機的迴轉機構, 裝置在高 14.53 公尺的移动門架上。通過單行或雙行運輸車的門架, 兩者的迴轉機構在構造上是一樣的。

吊杆 1 在傾斜角為 7°~54° 的垂直面內轉動。這樣能保證其外伸長度為 7.5 公尺到 30 公尺。在吊杆末端有一個與它在同一平面內的迴轉象鼻架 2, 末端有掛鉤 7。吊杆的鉸鏈 3, 固結在操縱室 13 的水平框架上; 并用固定在支撐架上的繩索 4 拉住吊杆。在吊杆的下部裝有一對對稱的杠杆 5 (或稱曲柄) 及平衡重 6; 曲柄的作用是改變吊杆

及象鼻架的斜度。此时挂钩 7 仍沿水平方向移动。

曲柄，是用电动机经过轴及齿轮传动系统带动的。料物的升降用绞车 8 及其电动机来完成。

起重机的迴转机构用滚轴支持在转盘 9 上，转盘固定在门架的顶部。起重机的迴转是由电动机带动装在齿圈上的小旋轉齒輪 10 进行的。

起重机的门架用四辆四轮小车 11 支放在中心距为 10 公尺的轨道上。小车上装有传动装置，16 个轮子中有 8 个是主动轮。当起重机停止工作时，防止起重机被风吹动的机构 12 就自动地将门架固定在轨道上。

起重机沿轨道移动，在门架上面迴转，物料的升降和吊杆倾斜角的改变，都集中在操纵室 14 中进行；操纵室中装有电动机及传动机构。

起重机的技术性能见表 1—2。

起重量为 3 吨的门架式吊杆起重机与前一种在结构上很类似。吊

表 1—2 起重量为 10 吨的门架式起重机的性能(1950 年型式)

项	目	数值	项	目	数值
最大外伸长度时的起重量	(吨)	10	吊杆上升	(吨)	11
吊杆外伸长度:			起重机移动(四部发动机)	(吨)	4×7.5
最大	(公尺)	30	自动固定	(吨)	5.0
最小	(公尺)	7.5	起重机线路的转弯半径	(公尺)	500
在轨道以上的最大起重高度	(公尺)	30	行駛輪的直徑	(公厘)	500
在轨道以下的最大下放高度	(公尺)	15	軌型 I _a		
速度:			起重索的直徑	(公厘)	24
物料上升	(公尺/秒)	0.6	在非工作情况下輪上最大压力	(噸)	21
起重机迴轉	(轉/分)	1.1	在工作情况下輪上最大压力	(噸)	17.5
物料水平移动的平均速度	(公尺/秒)	0.37	在非工作情况下起重机总重量	(噸)	194
起電機迴轉	(公尺/秒)	0.5	其中:		
电动机功率:			门架和小車重	(噸)	65.8
物料上升	(瓩)	80	迴轉部分重	(噸)	122.5
起電機迴轉	(瓩)	24	三相电流		380伏

制造厂: 列宁格勒基洛夫工厂

杆最大外伸長度 22 公尺，最小 6 公尺，門架下可以通过一列标准軌距的運輸車。

这种起重机可以吊送 1 公方的料桶，还可吊运模板、鋼筋及其他材料。

除上述起重机外，全苏起重运输机械制造科学研究所还設計了若干种結構相同、而有曲柄机构的門架式吊杆起重机：

起重量 (噸)	外伸長度 (公尺)	門架下通过的綫路数
5	25	1 和 2
10	30	1 和 2, 低的鋼架
10	30	1 和 2, 正常鋼架
15	30	1
15	30	2

上述起重机，按其性能來說，適于作港口的裝卸工作。如果在結構上作下列改变，則能更有效地用來为水工建築物澆注混凝土：

a) 复雜的象鼻架應該用正常的加長吊杆來代替，因为挂鈎沒有水平移动的必要；

6) 曲柄可用升降吊杆的絞車來代替；

8) 提高上部結構的迴轉和物料的升降速度；

r) 减低自重到最低限度。

表 1—3 起重量为 3 噸的門架式吊杆起重机的性能 (1950 型式)

項 目	数值	項 目	数值
最大外伸長度时的起重量 (噸)	3	起重机迴轉 (轉/秒)	2
吊杆外伸長度:		門架移动 (公尺/秒)	0.5
最大 (公尺)	22	电动机功率:	
最小 (公尺)	6	物料上升 (瓩)	39
在軌面以上的最大起重高度 (公尺)	22.6	吊杆上升 (瓩)	7.5
在軌面以下的下放高度 (公尺)	12.4	起重机迴轉 (瓩)	16
速度:		斗工作情況下輪上最大压力 (噸)	18.9
物料上升 (公尺/秒)	1.2	工作情況下輪上最大压力 (噸)	15.9
物料下放 (公尺/秒)	1.3	軌型 I A	
物料水平移动的平均速度 (公尺/秒)	0.66	斗工作时起重机全部重量 (噸)	83

制造厂: 列宁格勒基洛夫工厂