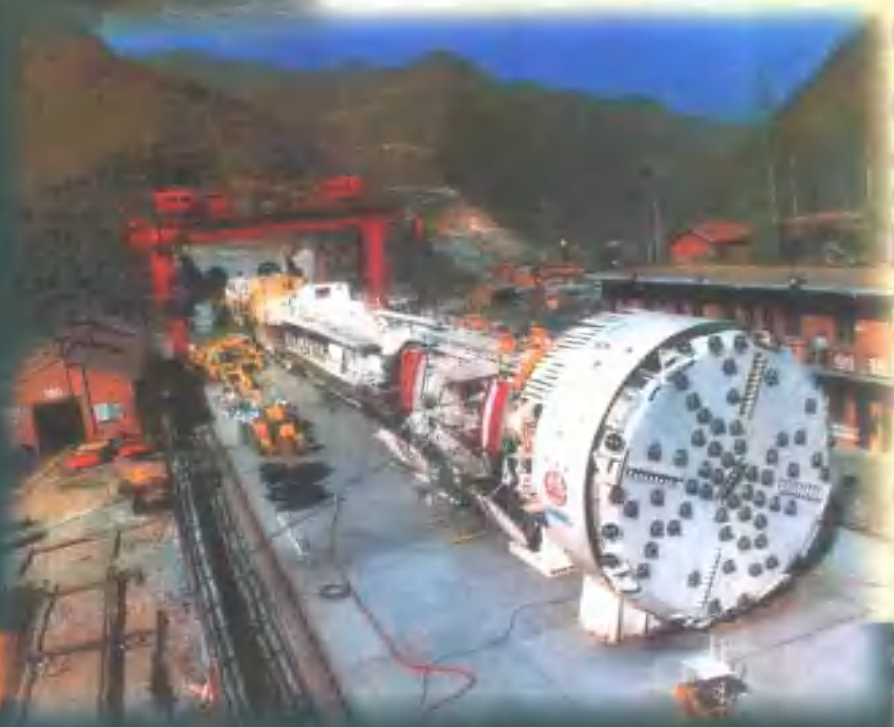


高等学校教材

桥隧线工程机械

西南交通大学 唐经世 编著
交通部公路科学研究所 郭 诚



中国铁道出版社

QIAOSUIXIAN GONGCHENG JIXIE

高等学校教材

桥隧线工程机械

西南交通大学 唐经世 编著
交通部公路科学研究所 郭 诚

中国铁道出版社

2003年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书分五篇十九章,即桥梁工程机械、隧道与地下工程机械、线路工程机械、高速铁路工程机械、高等级公路主要路面施工机械五篇。

本书是高等学校教材,供高校土木、机械工程专业学生阅读,亦可供从事工程机械的施工、使用、管理、修理、制造、设计、研究的相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥隧线工程机械/唐经世,郭诚编著. —北京:中国铁道出版社,2003.1

高等学校教材

ISBN 7-113-04853-6

I. ①桥... II. ①唐...②郭... III. ①桥涵工程-工程机械
②隧道工程-工程机械③道路工程-工程机械 IV. U4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 066513 号

书 名:桥隧线工程机械

作 者:唐经世 郭诚 编著

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:程东海 时博 编辑部电话:(市)010-51873099,(路)021-731699

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:27 插页:3 字数:672千

版 本:2003年1月第1版 2003年1月第1次印刷

印 数:1 3000册

书 号:ISBN 7-113-04853-6/U·1385

定 价:44.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话:(市)010-51873169 (路)021-73169

本书为国家教育部高等学校教材重点建设专门项目,可作为高校普通本科学生专业课学习的教材,尤其适用于应用技术类大学本科、大学高职高专相关专业作为教材。

我以年逾古稀高龄,以心中的至诚,敬献此书给相关从业者和那在峨眉山麓刻苦攻读的莘莘学子。

唐经世

2002.10

前 言

自从1999年年初以来,中国铁路建设等方方面面一片兴旺发达景象,真可谓政通人和,百废待兴。这三四年里,我被铁道部科技司等单位一次又一次地邀入机械设备的方案研讨、方案论证、方案审定、技术设计审查和科研成果鉴定以及招标议标等各项工作之中,一次次被卷入那么大的群体的火热的生产实践之中。在为“红花”们充当“绿叶”的过程之中,我深受教益。与此同时,西南交通大学成都总校、峨眉分校两地先后四届土木工程试点班的“工程机械”、“施工技术”课程又分派给我这70岁的老人。接踵而来的是分校的校长、总校的教务处长们要求我给学校、给学子们“留”一本书,出一本适宜广大土木工程专业学生学习的教材。

今日出书,谈何容易。

但眼看着土木工程专业学生使用机械专业学生用的教材或别的代用教材,实在于心不忍,只有勉力为之。

在多次教学实践的基础上,我认为本教材的特色当如下:

应该是有所继承的——毕竟我们有多部图书与高校教材的写书出书经验,又在教学实践中一次又一次不断地提高改进,也就应该立足于已有教材的基础之上。

应该是推陈出新的——内容应当不断去旧取新。只可惜现实生活中盛行保密之风,国内相互封锁,使得教材的素材来之不易。

应该是点面结合的——切忌全书皆泛泛而谈。毕竟土木工程相关专业的学生也是有深厚的基础知识的,何况毕业后还要深入了解工程机械。再说,此书也应可以作为机械工程相关专业用作专业课教材。

应该是分析性的、既定性又定量的——学后,除对机械的总体结构、作业特点有所认识外,还应对各种机械的主参数有清晰的概念,能评点、分析、优选不同的工程机械。

我国北方广大地区严重缺水,南水北调工程已迫在眉睫。我国人口众多,干线铁路运输能力已经饱和或已近饱和。我国各大城市地面交通拥挤,交通堵塞严重。凡此种种,呼唤早日修建南水北调(地下或地上)引水工程,呼唤早日修建高速铁路,呼唤早建多建各中心城市的地下铁道与有轨交通。因此,本书的重点,理所当然地放在盾构机械、掘进机、凿岩机械和高速铁路造运架梁的各种机械设备方面。

2002年仲夏的日日夜夜,酷热难当。我已风烛残年,老迈之躯,身患多种老年性疾病,精力、眼力、记忆力均非往年。因此,迟迟未能动笔而又常想辍笔。思想犹豫之时,又想到教材对于学子、对于学习的重要性,想到“人是要有点精神的”这句名言,在这100个集中精力整理素材的日子里,鼓舞激励我的是学校领导和广大学子们的殷切期望和学生们对知识的渴求。

精诚所至,金石为开。

唐经世

2002年8月

鸣谢:我深深感谢多年来协助我的电脑操作员范艳、赖晓英,你们的辛勤劳动促成了本书的出版。

目 录

第一篇 桥梁工程机械

第一章 架梁机械	1
第一节 概述	1
第二节 单梁机臂筒支式架桥机	3
第三节 双梁机臂筒支式架桥机	19
第四节 架桥机主要技术性能	25
第二章 基础工程机械	28
第一节 钻孔方法	28
第二节 KPG-3000 型液压工程钻机	31
第三节 潜水钻机	35
第四节 振动打桩机	37
第五节 柴钻打桩锤	40
第六节 液压打桩机	47
第七节 KTY-3000A 型动力头工程钻机	49
第三章 悬索桥专用工程机械	54
第一节 主缆挤紧机	54
第二节 缆载起重机	57
第三节 主缆缆丝机	61

第二篇 隧道与地下工程机械

第四章 液压凿岩机械	65
第一节 概述	65
第二节 液压凿岩机的工作原理	66
第三节 冲击机构的钻构设计与主参数的关系	67
第四节 瑞典 ATLAS COPCO 液压凿岩机	68
第五节 芬兰 TAMROCK 液压凿岩机	77
第六节 液压凿岩台车	81
第七节 主要钻术参数	87
第五章 装岩机械	90
第一节 概述	90
第二节 装岩机的工作装置及其操纵	93
第三节 隧道工程用的装岩机械	99

第六章 运输车辆	107
第一节 概述.....	107
第二节 矿车与梭式矿车.....	107
第三节 蓄电池机车.....	108
第四节 自卸汽车.....	110
第七章 盾构机械及顶管技术	113
第一节 盾构与盾构法.....	113
第二节 普通盾构.....	115
第三节 特种盾构.....	116
第四节 插刀盾构.....	122
第五节 盾构的导向与纠偏(方向调整).....	123
第六节 盾构主要技术参数的确定.....	126
第七节 当代的土压平衡盾构结构.....	134
第八节 顶管技术.....	139
第八章 掘进机	151
第一节 概述.....	151
第二节 Jarva 开式全断面掘进机	154
第三节 Robbins 开式全断面掘进机	171
第四节 Wirth 开式全断面掘进机	181
第五节 Wirth 双护盾式全断面掘进机	208
第六节 Robbins 双护盾式全断面掘进机	221
第七节 Wirth 扩孔机	229
第八节 综述.....	234
第九节 Tamrock & V-AB 臂式掘进机.....	252

第三第 线路工程机械

第九章 铺轨机械	259
第一节 概述.....	259
第二节 DP-28 型第轨机	259
第三节 长征 II 型铺轨机.....	262
第四节 PGX-30 型第轨机	263
第五节 第轨机主要技术参数与设计要点.....	264
第十章 铺碴捣固清第机械	267
第一节 配碴第形机.....	267
第二节 道碴捣固机.....	269
第三节 道碴清第机.....	272
第十一章 第轨打磨焊第设备	275
第一节 钢轨打磨.....	275
第二节 第轨焊接设备.....	275

第十二章 其他线路工程机械	278
第一节 动力稳定机.....	278
第二节 接触网架线车.....	279
第三节 公铁两用装载挖掘机.....	279
第四节 路基整治机.....	279

第四第 高速铁路工程机械

第十三章 高速铁路架运造梁机械与设备	284
第一节 郑州大方公司之 450 t 架梁机	284
第二节 中铁大桥集团公司之 600 t 架梁机	295
第三节 意大利 Nicola 公司之 550 t 吊运架一体式架梁机	299
第四节 秦沈客运专线架梁运梁机械主参数.....	305
第五节 运梁车.....	307
第六节 移动支架法建造桥梁.....	313
第七节 高速铁路 750 t 级架梁机械最优总体方案之一 种	317
第十四章 高速铁路铺轨机组	327
第一节 概述.....	327
第二节 奥地利 SVM1000S 型铺轨机组	327
第三节 PC—NTC 型铺轨机组	327
第四节 TCM60 型铺轨机组	327
第十五章 高速铁路道岔吊运铺轨机械	332
第一节 概述.....	332
第二节 芬兰 DESEC TL50 型道岔吊运铺机	332
第三节 意大利 AMECA T28 型道岔吊运铺机	336
第四节 法国 GEISMAR 道岔吊运铺机	338

第五篇 高等级公路主要路面施工机械

第十六章 概述	344
第十七章 沥青混合料搅拌设备	345
第一节 间断强制式沥青混合料搅拌设备.....	345
第二节 滚筒连续式沥青混合料搅拌设备.....	372
第三节 双层滚筒连轨式搅拌设备.....	374
第四节 沥青混合料搅拌设备的选择与使用综合评价.....	376
第十八章 沥青混合料(多功沥)摊铺机	379
第一节 概述.....	379
第二节 摊铺机的基本结构与技术性能.....	379
第三节 自动调平控制系统.....	396
第四节 摊铺机的选择和应用.....	401

第十九章 稳定土材料拌和机械	404
第一节 概述.....	404
第二节 稳定土路拌机械.....	405
第三节 稳定土厂拌设备.....	413
第四节 专用碎土设备.....	419
主要参考文献	421

第一篇 桥梁工程机械

第一章 架梁机械

第一节 概 述

在桥梁墩台施工完毕后,架设桥梁则视梁的结构型式、梁跨、机具情况与工地实际情况而有多种不同的方法,常因地制宜选用其最快速最经济的方法。

钢桁梁除可悬臂安装外,还有膺架架梁、拖拉架梁、顶推架梁、浮运架梁、龙门桁车架梁、大块杆件安装架梁等方法。

梁跨 40 m 以下者,多用预应力钢筋混凝土梁分片架设。交通建设离不开架设大量的铁路桥、公路桥、立交桥、跨线桥等,而铁路桥多数梁跨在 40 m 以下,就需要一批架梁机械。本章重点讲述铁路架梁机械。

将钢筋混凝土梁从就地灌注改为在工厂预制,运至工地架设,可以节省工地临时辅助结构(模板、脚手架)和附属建筑(钢筋加工工场、混凝土搅拌工场等),提高梁的制造质量,缩短工期。因此,有重大技术经济意义。

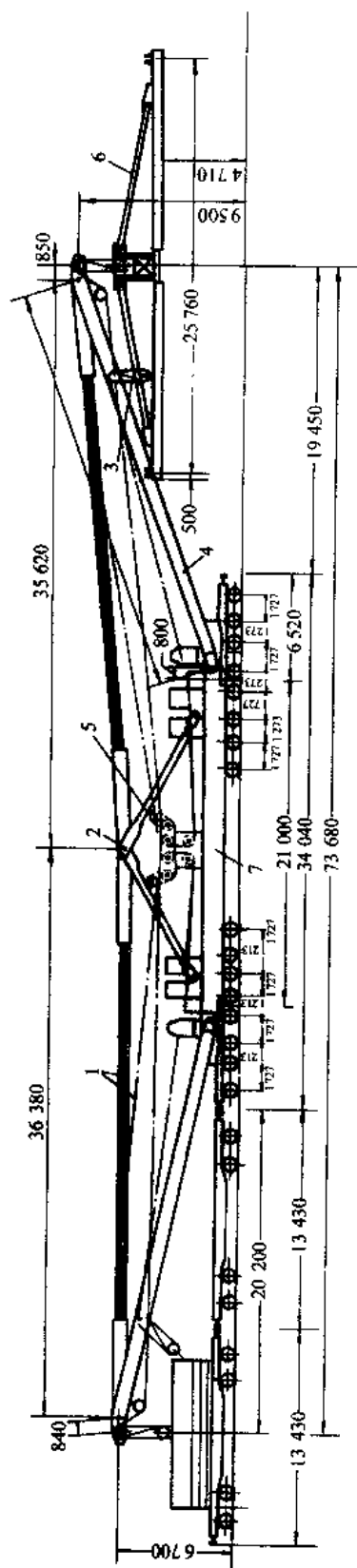
我国解放初期,曾经使用起重量为 800 kN 的板梁式双悬臂架桥机。它能分片架设跨度 16 m 以内的钢筋混凝土梁与整孔架设跨度 32 m 以内的钢板梁。但自重较大,起重臂不能起落,适应性较差。以后改用起重量为 650 kN 与 800 kN 的双悬臂构架式架桥机,后者起分片架设跨度 24 m 以内的钢筋混凝土梁或整孔架设跨度 32 m 以内的钢板梁。

50 年代中期以后,预应力钢筋混凝土梁在我国大量使用,梁跨从 23.8 m 增加到 31.7 m,每片梁的重量也相应由 780 kN 增加到 1 127 kN,因吊具重约 172 kN,因此,要求架桥机起重能力为 1 300 kN。

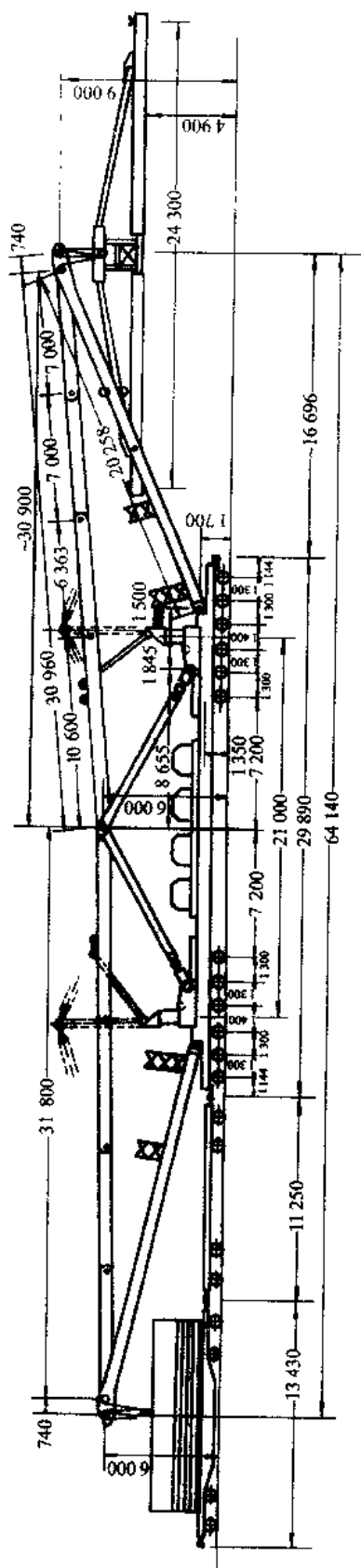
1958 年和 1959 年,先后设计制造了两种起重能力为 1 300 kN 的构架式架桥机。前者称为 130-58 型,能分片架设跨度为 32 m 的预应力钢筋混凝土梁与整孔架设跨度为 40 m 的钢板梁;后者称为 130-59 型,仅能分片架设跨度为 32 m 的预应力混凝土梁。这两种架桥机从总体上,只是将原 650 kN 与 800 kN 构架式架桥机相似放大。图 1—1 与图 1—2 分别为 130-58 型与 130-59 型架桥机。

前述的几种架桥机,板梁式也好,构架式也好,其架桥方法都是一样的,即采用悬臂架梁。其前悬臂经铁扁梁吊起待架的一片梁,同时其后悬臂吊起相近重量的平衡重以保持全机的纵向平衡,然后用机车顶推到桥头,到位后落梁移梁。

这样的施工方法,最大的问题是作业不安全:它的轴重大,如 130-59 型架设 31.7 m 预应力钢筋混凝土梁时,前转向架虽为六轴转向架,每个轴轴重仍高达 392 kN,比一般列车(按 220 kN 设计)大得多;它的重心高,梁高加吊具高度铁机臂必须扬起作业;因受到轨距的限制,横向尺寸小,它必须吊着梁和平衡重运行到位,而横向稳定性又如此之差,作业时不得不将桥头路基充分压实,密排铁枕以加固轨道基础。即使如此,有时还是不能保证作业安全而发生倾覆事故。



1—起臂钢丝绳;2—中央铰;3—副钩;4—机臂;5—伸缩节;6—扁担;7—机架



有鉴于此,从1966年起研制一种架桥机。它的基本特点,就是利用已完工的墩台作为机臂的前支点,架桥机先到位,架好机臂前支点,再移梁到架桥机上,然后简支架梁的分两步架梁方法,从而增加了横向稳定性,保证了施工安全。

第二节 单梁机臂简支式架桥机

一、66型架桥机

66型架桥机由一号车、二号车、运梁机动平车、3辆运梁专用平车及换装龙门吊组成,如图1-3所示。

(一)一号车

一号车是架桥机的主体,由机臂、0、1、2号柱、吊梁小车两台、吊轨小车两台,装在1、2号柱上的升降油缸,2号柱上的机臂摆头油缸,1号柱上的机臂摆头装置、交、直流司机室,车体与六轴转向架、液压系统,制动系统,一、二号车之间的过桥装置、0号柱摘挂、平衡重等部件组成,如图1-4所示。

1. 机臂及支柱:机臂是架梁时承重的主梁,用16Mn低合金钢焊接成箱形截面,全长53.5 m,分成两段,前段34 m,后段19.5 m,用45号钢M24精制螺栓拼接,长途运行时可以拆卸。悬臂状态时,机臂支承在1、2号柱上,1号柱受压,2号柱受拉,0号柱处于自由悬挂状态;简支架梁时,由1、0号柱支承。1、2号柱分别装有升降油缸4个和2个,在架梁时机臂可升高320 mm,以利供梁作业;在运行时,可下降240 mm,使架桥机重心降低,提高运行安全性,便于通过隧道。当1号柱油缸不动,单独下降2号柱油缸,还可使机臂前端上翘。2号柱另装有2个油缸,左右拉动机臂尾部,而1号柱则设有机臂转动小车(旁承),机臂能以1号柱为中心左右转动,使曲线架梁时,前端0号柱可以对位。0号柱有一个基本节和四个活动节,以便架设各种跨度梁时调整高度;并在机臂前端臂内设有0号柱摘挂装置,以便架最后一孔梁时把活动节卷起,支承在桥台顶或路基上。机臂上翼缘上设两股轨道,供两个吊梁小车行走。另在机臂下翼缘上装两台吊轨小车,以机臂下翼缘为轨道,可铺设长度为25 m的轨排。

2. 车体及其他设备:一号车车体是整个架桥机承重部分,1、2号柱直接与车体大梁连接,传递机臂作用力。一号车总重约2800 kN(包括车后部8 m范围内的380 kN的平衡重),为了减小轴重,选用六轴转向架。车体左右侧各设有交、直流司机室,交流司机室设有控制台,以便由一个人集中控制架桥机各部动作;直流司机室通过硅整流,变交流为直流,控制架桥机行驶。在车体上设三组液压控制阀和一个控制台,以控制架桥机各液压油缸。车辆制动采用大连东风型机车制动系统。

(二)二号车

二号车是架桥机动力车,与一号车联挂,由机器室机架,车体,3、4号柱,三轴转向架等组成,如图1-5所示。

机器室内设BV₂-300型柴油发电机组两台,作为整个架桥机电源;0.9 m³/min空气压缩机两台,供架桥机自行和架桥列车运行时制动系统用。这些机器设备安装在钢结构机架上,机架又由3、4号柱支承在二号车车体上。在机器室机架后端设悬臂扒杆一组,以便将前两个拖梁小车吊起,让第二片梁通过二号车进入一号车后,再放下拖梁小车,并拖到机动平车上换装梁片。二号车转向架为三轴转向架,每根轴上设有46 kW直流电动机一台和牵引减速箱一组,可由操作人员在一号车直流司机室控制。

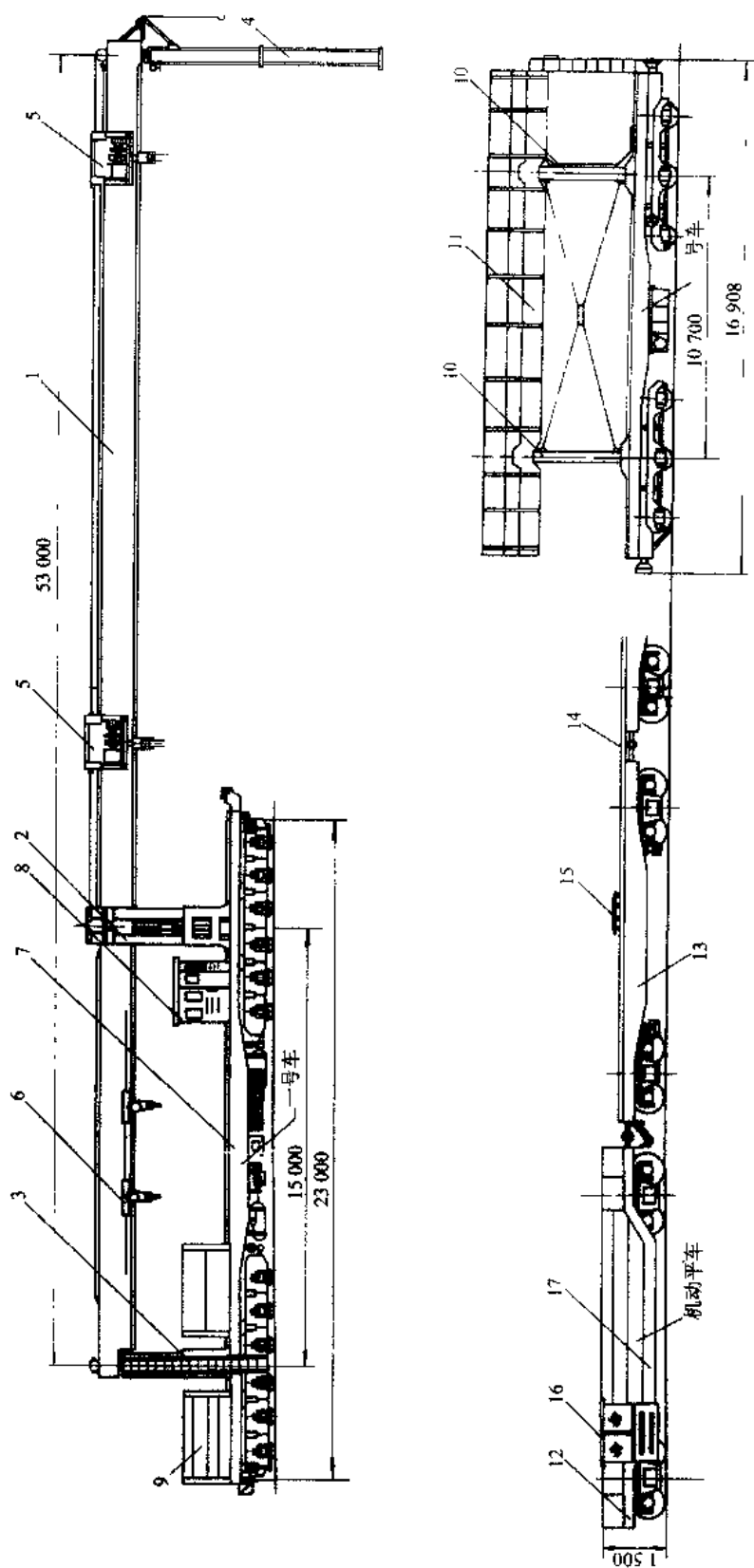


图 1—3 66 型架桥机的主要组成设备

1—机臂; 2—1 号柱; 3—2 号柱; 4—0 号柱; 5—吊梁小车; 6—吊钩小车; 7—一号车底架; 8—司机室; 9—活动平衡重; 10—3、4 号柱; 11—机器室; 12—机动平车; 13—运梁专用平车; 14—过桥装置; 15—拖梁小车; 16—机动平车司机室; 17—凹型机动平车架

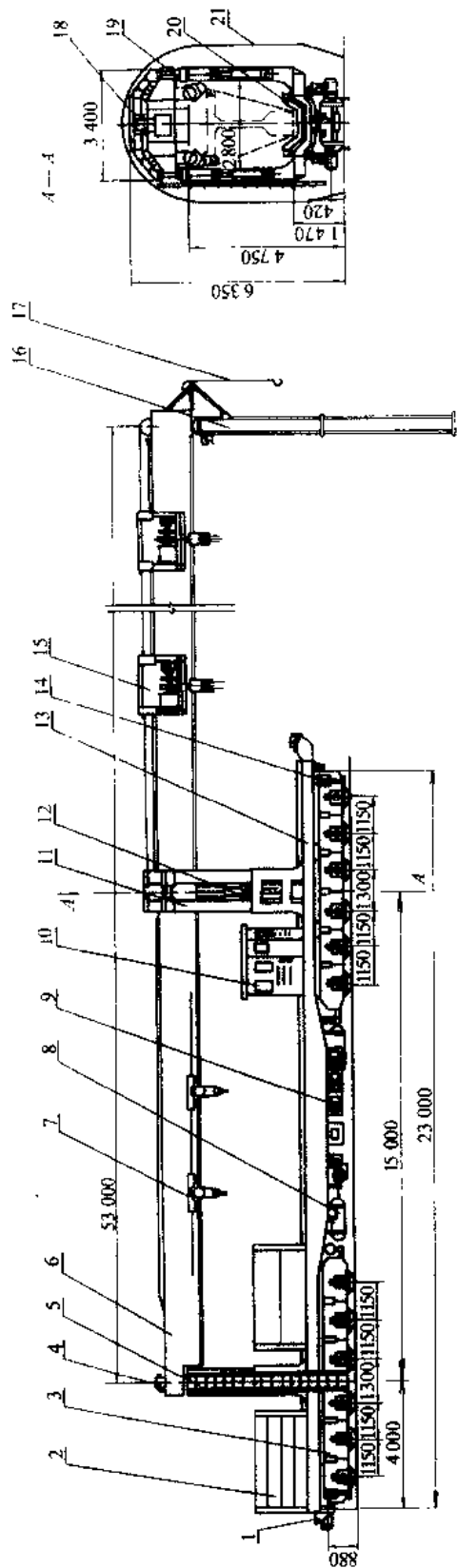
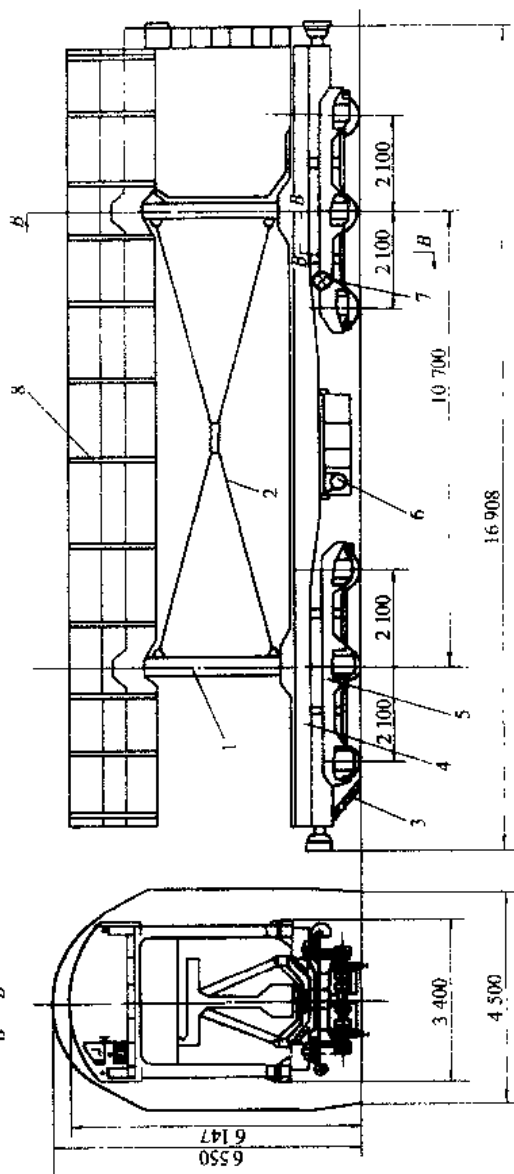


图 1-4 66 型架桥机 号 4
1—过桥装置;2 活动平衡重;3 六轴转向架;4 2 号柱;5 2 号柱及油缸;6 机臂;7 铺轨小车;8—气制动系统;
9—10 号车电气系统;10—司机室;11—1 号柱;12—1 号柱升降油缸;13—1 号车手制动装置;15 吊梁小车;
16—0 号柱;17—0 号柱折叠机构;18—机臂转头心盘;19—机臂转头旁承;20 地梁小车;21 橡胶滚轮

B—B



3—4 号柱;2 斜拉杆;3 撒砂装置;
4—车架;5 转向架;6—气制动系统;
7—手制动装置;8—机器室

图 1-5 66 型架桥机 号 4

(三)机动平车

机动平车组由三辆经过改造的 N6 平板车和一辆凹型车组成,是架桥机运梁的专用车辆。平板车上设有拖梁小车运行轨道,车辆联结处设有车辆过桥装置,供拖梁小车载着梁片过渡。凹型车为有动力装置的专用车辆,设有 BV₂-300 型柴油发电机组一台,作行走动力。三辆平板车中的二辆平板车上各设两台 46 kW 直流电机和减速箱。另有 75 kW 柴油发电机组一台,供机动平车交流系统用电,0.9 m³/min 空压机二台和硅整流柜一套。操纵室设在凹型车前端,内有操纵装置和电气控制台。机动平车可在曲线半径 ≥ 300 m、坡度 $\leq 16\%$ 的线路上行驶。

换装龙门吊设在桥位后 200~300 m 处,架在正线两侧的临时轨道上,横跨正线。设置地点尽可能选在直线、平坡和挖方地段,以利供梁。两个龙门吊的间距按梁长而定,即 31.7 m 梁为 27 m,23.8 m 梁为 19.5 m,16 m 梁为 12 m。

66 型架桥机经过工地使用,证明简支架梁法是成功的,同时也暴露了该机还存在的缺点,即:

1. 机臂不能伸缩,悬臂行走时轴重过大;
2. 六轴转向虽减轻轴重,但固定轴距过长(5.9 m),容易掉道;
3. 车辆和设备较多,操作比较复杂;
4. 车辆之间的过桥装置,由于重车端部下降,形成台阶,拖梁小车不能顺利道过。

在 1969~1970 年间以 66 型架桥机的单向单机臂方案和结构为基础,进行了改进设计,在 1970 年制成一批胜利型 1 300 kN 架桥机。

二、胜利型(战斗型)架桥机

胜利型架桥机在 66 型架桥机基础上的主要改进点是:

(1)设备简化,参看表 1—1,将 66 型二号车上的动力设备全部装在一号车上,取消二号车;原机动平车及平车等共四辆合并为二号运梁机动平车一辆。

(2)机臂改为前后伸缩式,长途运行时机臂伸出长度为 25 m,架梁时伸出长度为 38 m。机臂伸缩用吊梁小车的行走卷扬机操纵,未增加设备。

(3)一号车转向架改为前五轴后四轴,后转向架是心盘承重、前桥向架是旁承承重缩混合式方案,既减缩固定轴距,改善运行条件,在一定程度上克服了掉道问题,又减轻了前转向架转重,缩臂行走时为 260 kN,全伸臂行走为 312 kN,而 66 型行走时为 307.5 kN。

(4)取消车辆间过桥装置。在二号车前缩(与一号车缩挂端)设顶梁扁担,扁担两端由油缸升降。运梁时,梁片后端压在一个前梁小车上,前端置于顶梁扁担上。当一、二号车联挂后,梁前卷顶高,使一号车上的一个前梁小车进入梁底,落下顶梁扁担,梁缩缩前在此小车上,进行拖梁。当梁后端拖到二号车缩缩时,梁前缩也到达机臂下并吊起,一号车上的拖缩小车空出并拖到后端承梁,这样,拖梁小车就没有在一、二号车辆之间过桥的问题。

(5)解体缩装比较方便,不需其他起重机械配合,3 h 内即可完成。组装后可在梁限-1 甲内架设 23.8 m 梁。

(6)由于设备简化,架梁作业程序也相应地简化了。架梁速度较快,架设 31.7 m 梁,每孔平均为 3 h30 min。

表 1—1

设备项目	66 型	胜利型
车 辆	6 辆	2 辆
电 动 机	38 台	24 台
发 电 机	3 台,共 475 kW	1 台,120 kW
轴 承 总 数	180 套	120 套
一、二号车总重	3 800 kN	3 100 kN

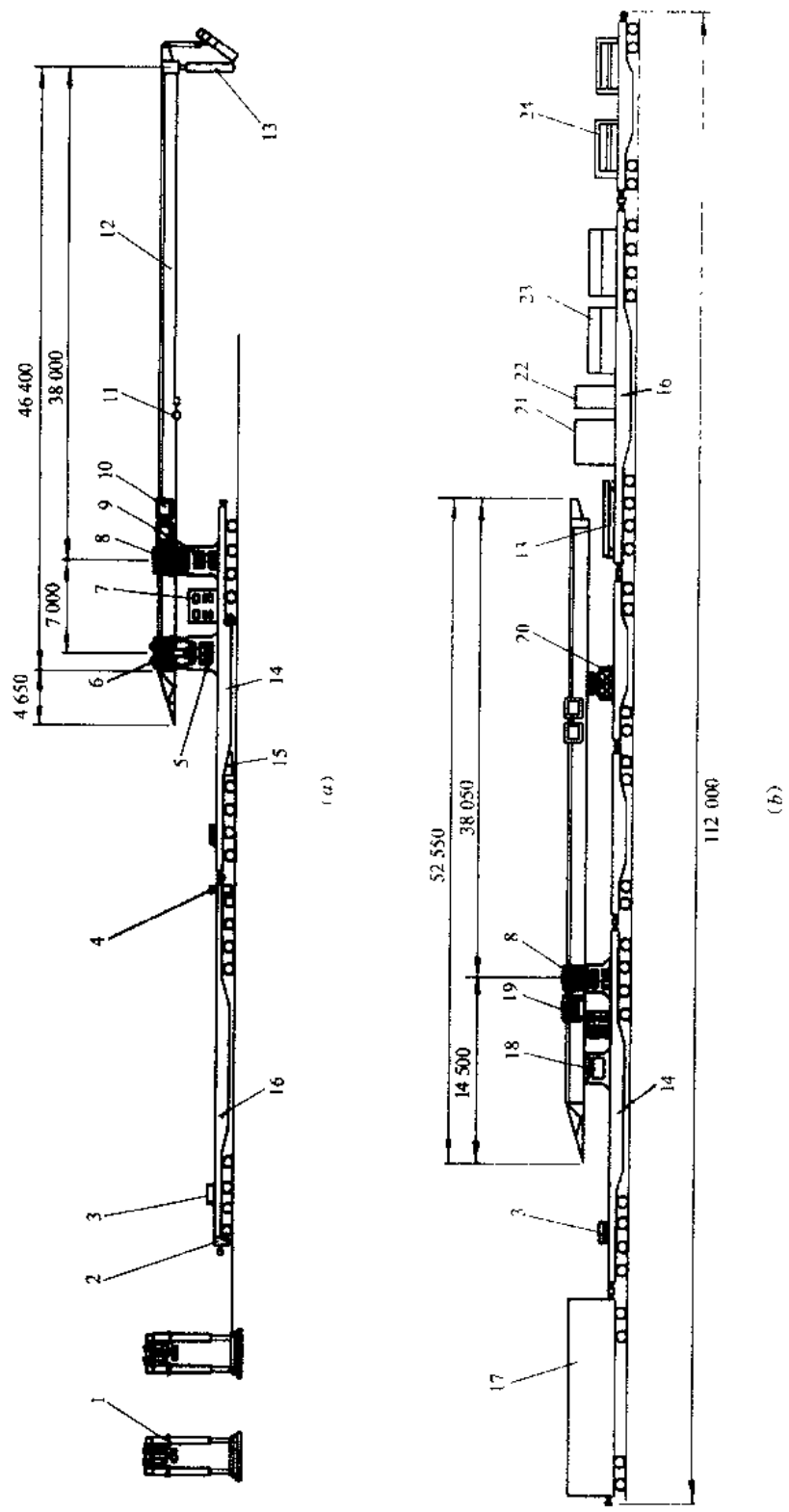


图 1—6 胜利型 130t 架桥机示意图

(a) 准备作业位置; (b) 运输位置。

1—换装龙门吊; 2—司机室; 3—拖梁小车; 4—油缸活塞升降的顶梁扁担(油压千斤顶); 5—2 号柱升降与机臂摆动液体装置; 6—2 号柱; 7—司机室; 8—1 号柱; 9—1 号柱升降液体装置; 10—吊梁小车; 11—辅轨小车; 12—机臂; 13—0 号柱; 14—1 号车(主车); 15—平衡重; 16—2 号车(机动平车); 17 备品 4 及随运人员乘务 4; 18 2 号柱柱根; 19—2 号柱柱顶; 20—回送用承托机臂的专用转架; 21—龙门吊梁抽发电机; 22—配电盘; 23—换装龙门吊柱腿; 24—换装龙门吊顶部

(7)胜利型的机械化、电气化的程度较高,制造加工质量较好。但是,胜利型架桥机本身仍不能横移梁,仍需在墩顶上三次横移梁片,工作量较大;机身仍较高,在隧限-1甲限界内只能架设23.8 m梁片;机臂长53 m,通过较小半径的曲线隧道较为困难等,尚待改进。

胜利型架桥机由主机(一号车)、机动平车(二号车)及龙门吊三大部分构成,如图1—6所示,现将其结构及性能分述如下。

(一)一号车

如图1—6所示,1号柱位于车架前部,柱上承受的全部压力经车架传到五轴转向架上。

胜利型架桥机车体底架的心盘距由66型的15 m改为20 m,2号柱前移,不再位于后转向架心盘上方的底架上,而与1号柱间距仅7 m,从而缩短机臂长度,并有利于机臂在悬臂运行时,沿1、2号柱缩回。

机臂:为一全长52.55 m、宽1 m、高1.3 m的箱形焊接结构,其断面尺寸如图1—7所示。

为减轻机臂重量,机臂用16 Mn钢制造。滚轮滚动面为了增加耐磨性,另焊有100 mm宽的45号扁钢。机臂能前后伸缩、上下点头、左右摆头以及垂直升降。

1号柱:机臂穿过1号柱,由安装在1号柱上的平衡轮支承,如图1—8所示。

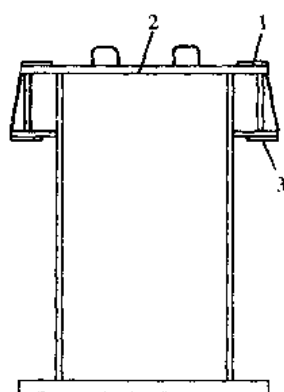


图1—7 胜利型架桥机
机臂断面示意图

1—吊梁小车行走轮及2号柱上导向轮的滚动面;2—1号柱心盘位置;
3—1号柱平衡轮滚动面。

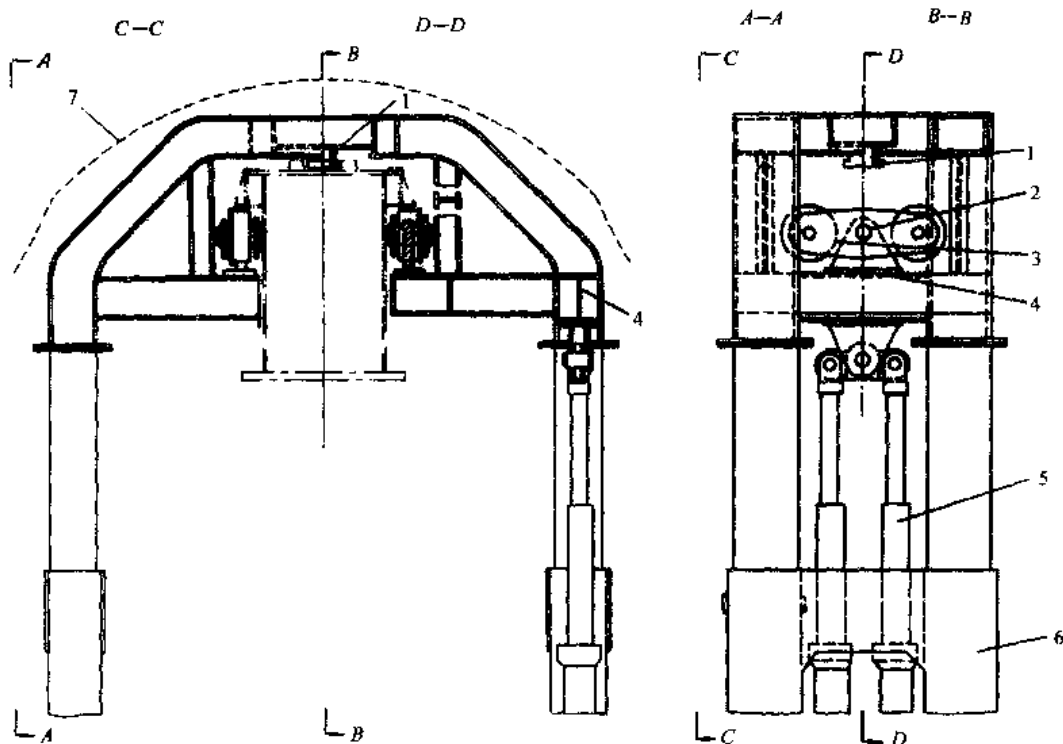


图1—8 胜利型架桥机的1号柱

1—中心盘;2—支承销;3—平衡轮;4—横梁;5—二级柱塞油缸;6—柱根;7—隧限-2。