

钢筋混凝土离心管结构

四川省建筑工程局《钢筋混凝土离心管结构》编写组

中国建筑工业出版社

钢筋混凝土离心管结构

四川省建筑工程局《钢筋混凝土离心管结构》编写组

中国建筑工业出版社

钢筋混凝土离心管结构，是由预制厂采用机械化集中生产离心管件和节点，然后在现场组合拼装的新结构。书中主要介绍单层工业厂房中应用的钢筋混凝土离心管结构，内容包括：管结构的发展和应用，车床式离心机等设备，管件的生产工艺，管柱和管屋架的设计、计算、拼装和吊装等，并附有圆管柱的计算图表。

本书可供土建设计和施工人员参考。

钢筋混凝土离心管结构

四川省建筑工程局《钢筋混凝土离心管结构》编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米^{1/16} 印张：9 1/2 字数：231 千字

1977年12月第一版 1977年12月第一次印刷

印数：1—25,930 册 定价：0.73 元

统一书号：15040·3415

前 言

钢筋混凝土离心管结构是在无产阶级文化大革命中发展起来的一种新的建筑结构，是由预制厂采用机械化集中生产离心管件和节点，然后在现场组合拼装。它可以减少现场工作量，比较适合当前运输和起重条件，能够提高建筑工业的标准化、工厂化和机械化水平。

文化大革命以前，个别工程中也有采用管柱结构的，但未得到发展。在波澜壮阔的无产阶级文化大革命中，基本建设战线一些单位的工人、干部和技术人员，贯彻独立自主、自力更生的方针，围绕管件生产的离心工艺和管结构的问题，进行多次试验研究，于一九六七年研制成功一种新的车床式离心机并改进了原有的托轮式离心机，改革了制管工艺，陆续建成一条从钢筋骨架成型到离心制管机械化和半自动化的生产工艺。这就促进了管结构的推广和应用。

本书着重介绍车床式离心机生产的管柱和管屋架的设计、生产、拼装和吊装经验。由于我们在管结构的生产和施工中积累的经验不够，书中缺点和错误在所难免，请读者指正。

本书由四川省建筑工程局水泥制品厂、四川省建筑科学研究所主编。编写过程中，得到冶金工业部第一冶金建设公司和第十七冶金建设公司、湖北玉业建筑设计院、马鞍山钢铁设计院、江苏省基建局预制厂、江苏省第三建筑公司、南京工学院等单位的大力支持，在此表示感谢。

4A113102

目 录

前 言	
第一章 概述	1
第二章 离心设备、杆件制作和混凝土质量检验	6
第一节 离心设备	6
第二节 离心工艺特性及其对混凝土的质量要求	12
第三节 离心制度	12
第四节 杆件制作工艺	14
第五节 杆件质量标准和混凝土强度检验	21
第三章 管柱的设计	27
第一节 管柱的选型	27
第二节 管柱的构造	31
第三节 管柱的计算	43
第四章 管屋架的设计	61
第一节 管屋架的选型	61
第二节 管屋架的构造	63
第三节 管屋架的计算	69
第五章 构件拼装	72
第一节 杆件堆放和运输	72
第二节 构件拼装	74
第六章 构件吊装	82
第一节 管柱吊装	82
第二节 管屋架吊装	86
附录一 计算例题	90
附录二 管柱截面力学特征	105
附录三 圆管柱计算图表	112

第一章 概 述

一九五九年，原建筑工程部第一建筑工程局在四川德阳水泥制品厂制管车间，首次采用了配有10吨桥式吊车的双肢管柱。一九六五年，四川某厂的个别车间又一次采用了管柱。一九六七年后，在无产阶级文化大革命推动下，全国各地在许多单层工业厂房中采用了管结构。据统计，现已建成近200万平方米的管结构厂房，其中采用最多的是管柱，其次是管屋架。管柱通常有单肢和双肢两种形式，个别车间也有采用四肢的。单肢管柱一般用于设有3~5吨吊车（或无吊车）、轨顶标高为6~8米、柱距为6米的单跨和多跨厂房，也已用于设有15吨吊车的边柱。双肢管柱已用于吊车吨位为5~50吨、轨顶标高6~12米、柱距6~9米的工业厂房。管柱一般用于机械厂的机修、金工、装配、铸造、焊接等车间和材料储备仓库，其次是用于某些冶金厂的炼钢、轧钢等车间，也有用于具有腐蚀性酸洗车间的。管屋架的跨度为12~30米，既用于构件防水屋面，也用于保温隔热屋面，此外在带有2吨以下悬挂吊车的仓库中也已采用。管结构如图1-1、1-2所示。

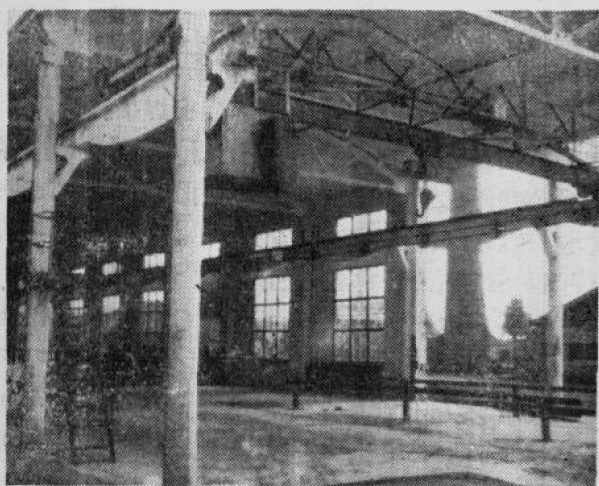


图 1-1 单肢管柱

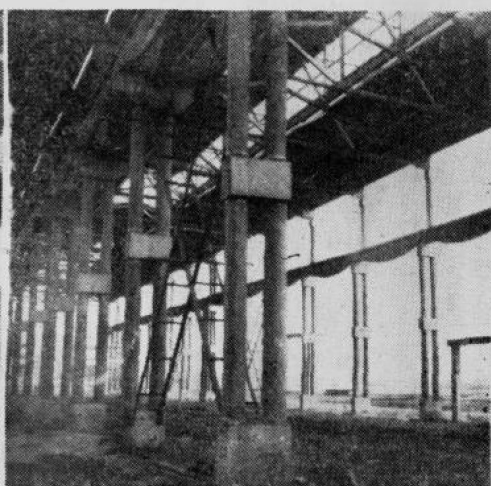


图 1-2 双肢管柱

在多层工业厂房中，目前已开始采用管框架结构。某仓库工程采用二层管框架，下层柱网为 6×7.5 米，上层为 6×15 米，层高为4米左右，已经建成投产；又某厂房为三层管框架车间，柱网为 6×5 米，层高为3.5~5米，上下管柱的连接采用现浇接头，梁柱连接为明牛腿钢板焊接，如图1-3所示。

有些管框架厂房楼面荷载已用到每平方米1200公斤。每平方米建筑造价约为60多元。

高层框架的柱子基本上是小偏心受压构件，一般也需要现浇节点，且其层高、柱距模数较规律，因此，采用管柱特别适合。

在塔桅结构和特种结构中也使用了管结构。一九七〇年建成了一个80米高的电视塔，下段55米高的塔架由钢筋混凝土管件构成，如图1-4所示。由于电视塔主要承受风荷载，

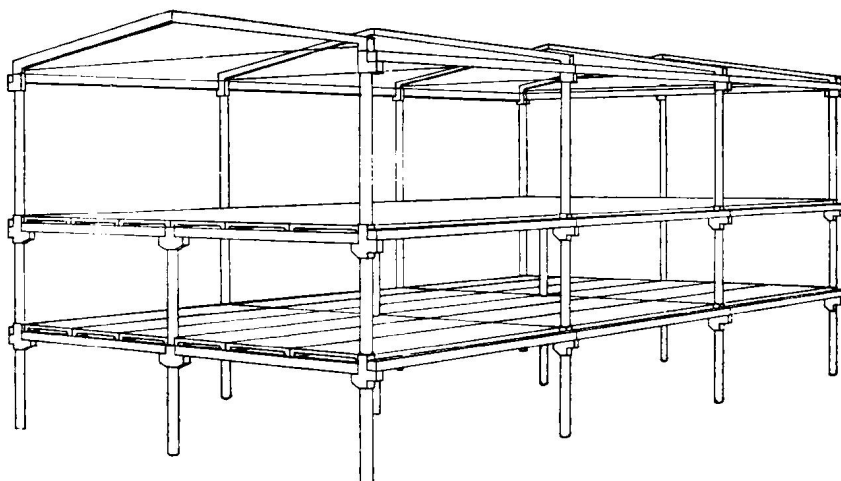


图 1-3 管框架

选型时为减少结构的风阻力, 选用了圆管塔架。平面为正六边形, 结构的外形轮廓为三次抛物线形。六根塔柱从下至上选用外径320~150毫米的圆管, 腹杆选用外径 150 毫米的小圆管。沿塔身高度每隔 5.5~7.8 米 设置一道现浇钢筋混凝土圈梁, 使塔架的整体性得到加强, 并便于消除管件的制作和安装误差。塔架节点的构造是在塔柱上端将预留的钢筋伸入圈梁内锚固, 而其下端则预留一个钢环与圈梁上的预埋钢板焊接。计算时, 考虑在风荷载作用下按悬臂空间铰接桁架进行计算, 全部垂直荷载由塔柱共同承受, 并考虑节点偏心及风荷载作用下局部弯矩对塔柱的影响。它与钢塔架比较, 可节省钢材 30%, 降低造价 40%, 而且省去了钢塔架必须经常进行的维护工作。

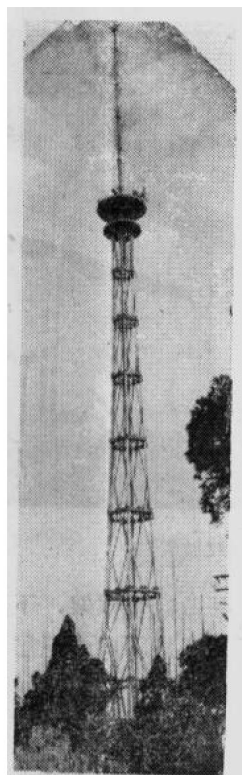


图 1-4 80米管架电视塔

一九七二年, 在某厂建成一89米高的天然气尾气回收烟囱塔架, 如图1-5所示。塔身为方锥形, 底层平面尺寸为 7.924×7.924 米。沿塔身高度每隔 7 米左右设置一道横杆。节点采用钢环坡口对焊连接。塔柱自下而上选用外径为400~150毫米的管子, 腹杆选用外径为 150 毫米的圆管。在施工时先安装一节钢烟囱, 再吊装一层塔架; 烟囱和塔架互相支撑, 逐层往上吊装, 节约了大量的脚手架材料。与钢塔架比较可以节约钢材30~50%, 工期缩短三分之一。

一九七六年某厂建成了一座30米高 100 吨的管架水塔, 如图 1-6所示。塔架平面为正六边形。沿塔身高度每隔 4~6 米设置一道现浇钢筋混凝土圈梁, 以保证塔架的整体刚度。塔柱选用外径为 400 毫米的圆管组成。节点构造与电视塔基本相同, 但要求有可靠的刚性连接。

计算时考虑在风荷载作用下将空间刚架分解为平面单跨多层刚架进行计算, 全部垂直荷载由塔柱共同承受, 并用一般的结构力学方法来验算它的整体变形。在施工时所有模板

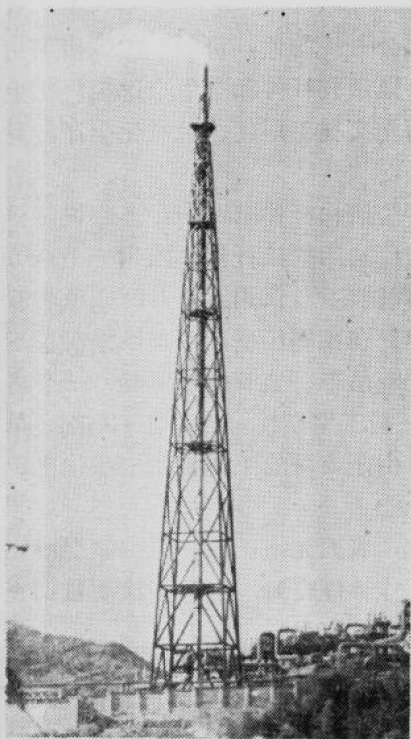


图 1-5 89米天然气尾气回收烟囱塔架

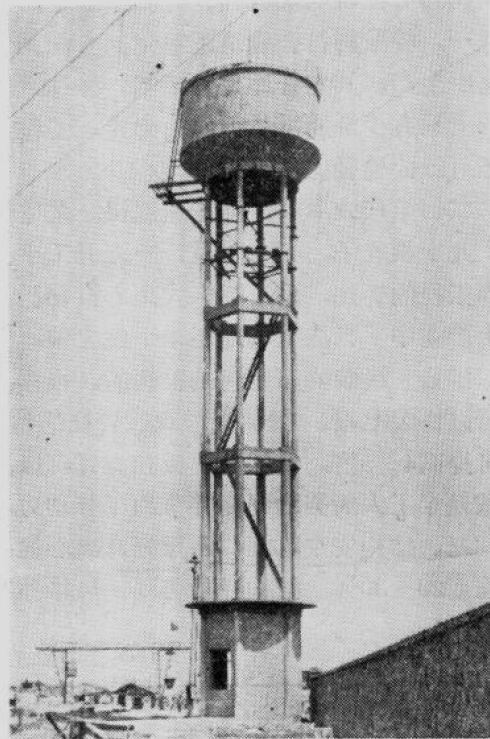


图 1-6 管架水塔

均取自承式，支承于塔柱上，逐层往上施工，不另搭脚手架。全部施工材料的垂直运输由一台履带吊车完成。

一九七六年在某厂9米柱距的露天栈桥上采用了5吨空腹桁架式管吊车梁。如图1-7所示。它的上弦为 400×400 毫米、内孔200毫米的方管，下弦为 180×180 毫米、内孔60~80毫米的方管；腹杆为预应力芯棒；上弦与腹杆的连接采用插入式节点，其余节点均为现浇。

这种梁式桁架具有梁与桁架两种作用，上弦承受弯矩和轴力，下弦和腹杆假定仅承受轴力，杆件的内力按一次超静定结构求解。它的技术经济指标与鱼腹式吊车梁大体相同。当跨度愈大时经济效果愈好。

近几年来各地厂区的管道支架、原材料输送栈桥的支柱等采用管柱的陆续增多。在工业厂房的基础工程中也大量的采用了管桩。

大量的工程实践证明，这种

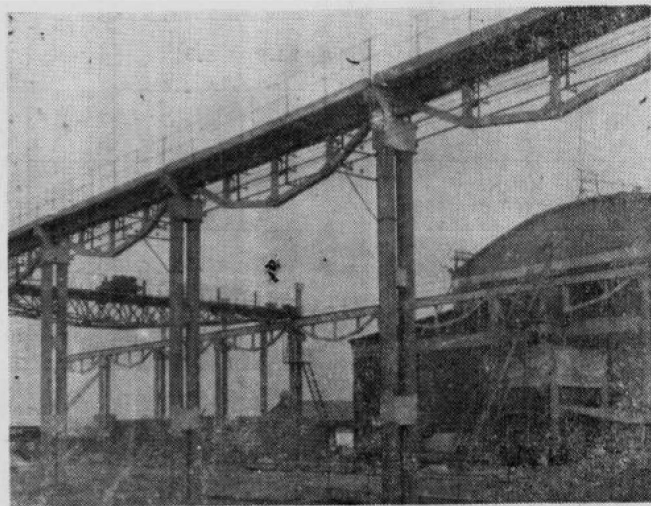


图 1-7 管吊车梁

新结构具有独特的优越性。可归纳如下：

一、管结构符合建筑工业化的方向。它的主要部分——管件，可以在工厂里采用离心法集中生产。其它杆件也可预制。经过试验研究，可以做到杆件和节点全部工厂化生产，现场上只有少量的拼装工作。为建筑工程主要承重构件实现工厂化、机械化生产，提供了一条可行的途径。

二、生产效率高，施工速度快。采用机械化生产管结构杆件时，一台离心机每台班可生产几十根管子，相当于月产一万五千平方米左右的厂房的管柱杆件。四川一个八万平方米的工程的管柱，采用车床式离心机，配置两个钢模周转生产，仅用五个月时间就将管子全部生产完毕。当施工场地还未平整之前，管柱就已提前在预制厂生产，待场地平整后就可立即拼装。拼装的速度也是很快的，根据某工程用30吨吊车拼装管柱的经验，一个班组一天可以拼装七根。据调查，双肢管柱的生产效率比一般工字型柱可提高2~3倍，单肢管柱可提高4~5倍。现场的模板和支撑可以大量减少。由于大量的工作都用机械化生产，因而减轻了工人的劳动强度并节约了劳动力。

三、结构安全可靠，质量好。离心混凝土较密实，表面光滑，较一般捣制混凝土可提高强度20~30%。结构轻巧美观，风格独特，结构工作性能良好。经过多次质量调查，一

管柱与工字型柱的技术经济指标比较表

表 1-1

柱 型	截 面 尺 寸 $b \times h, \phi \times \delta$ (mm)	吊车 吨位	轨高 (m)	内 力			混 凝 土		钢 材		木 材		备 注
				N (t)	M (t-m)	Q (t)	m^3	%	kg	%	m^3	%	
工 字 柱	350×600 $b_i=60, h_i=60$	5 (梁 吊)	7.6	18.13	5.1	1.55	1.1	100	149	100	0.90	100	两跨15米中 柱为双肢管柱
管 柱	$\phi 400 \times 60$ 均 匀 配 筋			18.13	5.1	1.55	0.806	73.4	130	87.4	0.20	22.2	
管 柱	$\phi 400 \times 60$ 不 均 匀 配 筋			18.13	5.1	1.55	0.806	73.4	113	76.0	0.20	22.2	
工 字 柱	350×600 $b_i=60, h_i=60$	5 (桥 吊)	6.6	24.97	6.51		1.19	100	175.8	100	0.904	100	三跨18米均 为单肢管柱
管 柱	$\phi 400 \times 80$ 均 匀 配 筋			24.97	6.51		0.95	79.8	179.0	102	0.20	22.1	
管 柱	$\phi 400 \times 80$ 不 均 匀 配 筋			24.97	6.51		0.95	79.8	158.5	90	0.20	22.1	
工 字 柱	400×800 $b_i=100, h_i=150$	15	11	19.5	13.69	2.168	3.23	100	332.2	100	1.20	100	一跨18米 双肢管柱
管 柱	2 $\phi 400 \times 70$ 双肢中距550			19.5	13.69	2.168	2.60	80.5	295.3	89	0.30	25	
工 字 柱	400×800 $b_i=100, h_i=150$	30	9	59.8	34.3	3.28	3.55	100	382.6	100	1.19	100	一跨18米 一跨24米 双肢管柱
管 柱	2 $\phi 400 \times 80$ 双肢中距900			59.8	34.3	3.28	2.95	83.0	336.5	88	0.297	25	

注：1.柱距均为6米；

2.工字型柱混凝土为300号，管柱混凝土配300号，经离心后可提高为400号，按离心混凝土强度验算截面强度。

般管柱均未发现裂缝，使用情况是良好的。对吊车超负荷试验和实测结果证明，它的轨顶位移值都在设计限值以内，有重点地对 100 多榀管屋架进行的检查证明，其中预应力管屋架，一般都还保持着明显的反拱，拼装节点均未发现裂缝。这些充分说明，管结构的强度、刚度及抗裂性是良好的，是一种能够保证工程质量的新结构。

四、材料用量省。采用管结构，除大量节约木材外，还可节省混凝土和钢材。对于节约钢材问题，有的地区认为一般比工字型柱可节约钢材 15~20%，也有的地区认为，要多费钢材 10% 以上。我们认为：这种差异与结构选型、计算方法、设计取值以及构造配筋是否合理等有密切关系，解决得好，是可以节省钢材的。

技术条件相同的几种管柱和工字型柱、管屋架和一般屋架的技术经济指标的对比分析，如表 1-1 和表 1-2。

管屋架技术经济指标比较表

表 1-2

屋架名称	跨 度 (m)	荷 载 (kg/m ²)	混 凝 土			钢 材 用 量		自 重		备 注
			标 号	m ³	%	kg	%	t	%	
三角形屋架 G146	12	230	300	1.128	100	303.0	100	2.82	100	无 天 窗
管 屋 架	12	230	400	0.79	70	174.8	57.6	1.98	70	无 天 窗
三角形屋架 G146	15	230	300	1.539	100	387.3	100	3.85	100	无 天 窗
管 屋 架	15	230	400	1.05	68.5	315.1	81.5	2.63	68.4	无 天 窗
折线形屋架 GB301	18	220	300	1.66	100	378.69	100	4.13	100	有 天 窗
管 屋 架	18	210	400	1.38	83	317.6	81	3.45	83.7	有 天 窗
折线形屋架 GB301	24	220	300	2.73	100	580.7	100	6.82	100	有 天 窗
管 屋 架	24	210	400	1.95	71.5	517.7	89	4.90	71.0	有 天 窗
折线形屋架	30	220	400	3.90	100	1006.0	100	9.75	100	有 天 窗
管 屋 架	30	210	400	3.14	80.5	643.3	64.3	7.84	80.4	有 天 窗

注：管屋架木材用量根据工程分析仍可比现浇屋架节省 70% 以上。

根据上表分析，管柱与工字型柱比较，可节约木材 70% 以上，节约钢材约 10%，节约混凝土 20% 左右。如采用方管柱，其钢材节约的效果更显著。管屋架与其同类型屋架相比，节约三大材料的效果与管柱也是大体相同的。

各地对管结构开展了大量的试验研究工作，取得了许多宝贵的科研成果，使管结构得到不断地改进和完善。如单肢管柱大偏心受压均匀配筋改为不均匀对称配筋，实腹牛腿改为空腹牛腿，大吨位吊车双肢管柱平面外的弯矩考虑上下柱各肢共同参加分配等。同时还大量地采用了在管肢上预留孔洞插入腹杆的插入式节点，在某些工程中则开始采用了预制肩梁的做法，从而进一步减少了现场工作量，简化了拼装节点和加快了工程进度。

目前，管结构已得到大面积的推广使用，设计、构造和施工也得到不断的改善。

第二章 离心设备、杆件制作和混凝土质量检验

第一节 离 心 设 备

离心成型工艺是利用旋转着的钢模带动混凝土混合物同时运动而产生离心力，使混合物在离心力作用下均匀分布挤向钢模内壁并达到密实。

根据钢模形状，用离心法可以制作圆形、方形或多边形等各种空心杆件，其管腔一律为圆孔。

离心成型采用的设备是离心机。根据驱动钢模方式的不同，目前国内的离心机主要有车床式和托轮式两种。

在车床式离心机上，钢模是由主传动轴上的拨块拨动钢模旋转的；在托轮式离心机上，则通过托轮与钢模跑道（即轮箍）之间的摩擦力来使钢模旋转。

两种离心机各有优点：车床式离心机转速较高，产品比较密实，可立即翻转脱模，劳动条件较好和场地整洁；托轮式离心机则设备制作比较简单，可一次离心多根杆件，对产品规格的适应性也较强。

托轮式离心机在成型时存在较大的噪音，托轮与轮箍间的金属磨损也较大，车床式离心机也不同程度地存在着这种缺点。近年来出现一种用柔性高强的传动胶带和轮箍的摩擦以带动钢模旋转的新离心机，它的优点是无噪音和磨损小，大大减轻了维修工作。

一、车床式离心机

车床式离心机外貌见图2-1。它的构造如图2-2，由电动机和皮带减速机构1、变速机构2、机头3、主轴4、托轮5和尾座6等部件组成。

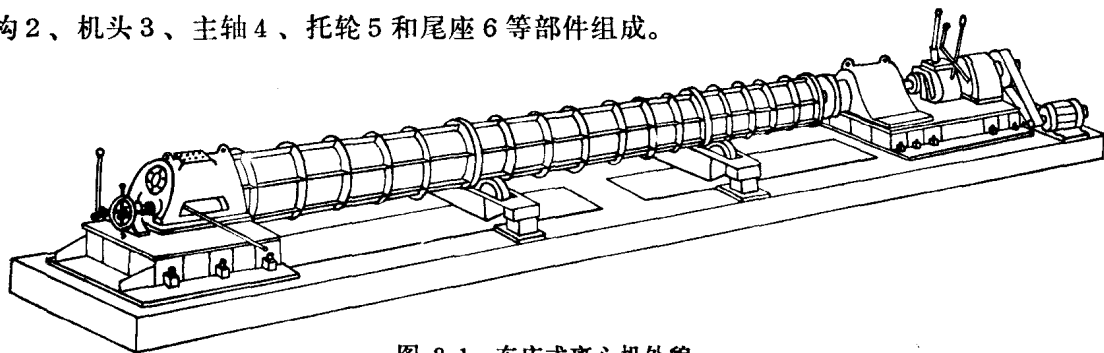


图 2-1 车床式离心机外貌

钢模的一端支承在机头主轴上，另一端支承在尾座的从动副轴上，与车床加工长轴一样，轴的一端用卡盘卡住，另一端用尾架的顶针顶起。因此，这种离心机称为“车床式离心机”。

启动电动机后，经过三角皮带一级减速，传入变速机构，由弹性联轴节使主轴旋转。装在主轴上的拨盘，通过两拨块使钢模以同步转速旋转。在变速机构中，操纵离合器和排挡杆，从一档过渡到五挡，使钢模的旋转从低速逐步达到高速。成型完毕，移开尾座，便可将钢模吊走。

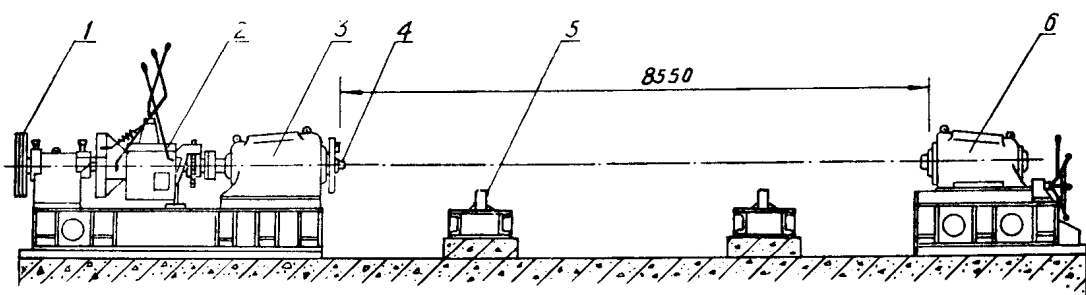


图 2-2 车床式离心机构造

1—皮带减速机构；2—变速机构；3—机头；4—主轴；5—托轮；6—尾座

变速机构由解放牌 C_A-10 型离合器、变速箱和手刹车组成。变速箱有五个排挡，拆除倒挡。各挡转速分配如表 2-1。手刹车是在杆件离心完毕，克服惯性用的，应注意成型后不能刹车过早，以免造成安全事故。

车床式离心机转速分配表

表 2-1

变 速 箱	挡 位	I	II	III	IV	V
	速 比	6.24	3.32	1.5	1	0.8
管径400毫米、长8米 (或 9米)离心机	计算直径及传动比	160:381=1:2.38				
	主轴转 速(转/分钟)	98.2	184	322	613	755
管径600毫米、长12米 离 心 机	机 头 齿 轮 传 动 比	$\frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{36}{27} \times \frac{42}{21} = 1.31 \times 2$				
	主轴转速(转/分钟)	90	174	374	560	700

机头主轴支承在球轴承上，后端装有止退轴承，用来承受钢模重量及离心力在主轴锥体部分所引起的轴向推力。主轴前端有拨盘，上面装有两拨块，用来拨动钢模旋转。主轴端头为锥形，可插入钢模端部卡盘的锥孔内，起定心和支承作用。

沿钢模长度方向，可设置2~4个托轮，支承在钢模的跑道位置上，以减少钢模的弯曲变形。在离心过程中，要严格保证每个托轮与钢模跑道的接触良好，否则，可用楔形塞铁通过调节螺栓调整它的间隙量。钢模的中心与两托轮中心的连线所形成的夹角，一般应控制在80~110度的范围内。

尾座构造与机头大体相同。尾座在后机座的燕尾槽内，可用螺旋推进器作轴向移动。离心成型时，两侧有楔形塞铁锁紧。底面还设置安全螺栓，以防止轴向松动。

动力系统、机头及尾座均装在两个用型钢焊接的底座上，并同托轮的底座，以同一回转中心线安装在钢筋混凝土基础上。为了防止离心时产生激烈振动，基础总重约为最大离心重量的十倍左右，并以尽量深埋为宜。

安装离心机时，应保证前后主副轴轴线一致，并用焊接底座下的楔铁调整轴线的偏差。偏差值应控制在2毫米以内。

放上钢模后，将托轮组上的托轮紧挨钢模跑道放好。待埋置地脚螺栓的混凝土达到一定强度后，即可调整试车。

目前，车床式离心机生产离心杆件的最大直径为400毫米，长度8~9米。为适应建设

事业发展的需要，已设计有直径 600 毫米、长12米的新车床式离心机。
车床式离心机主要技术性能见表 2-2。

车床式离心机主要技术性能 表 2-2

项 目		单 位	管径400毫米,长8米 离 心 机	管径600毫米,长12米 离 心 机	备 注
离心转速	最 小	转/分	98.2	90	
	最 大		755	700	
离心时变速挡数		挡	5	5	拆 除 倒 挡 即 回 转 半 径
主 轴 中 心 高		毫米	650	580	
顶 针 间 距 离		毫米	8400	12306	
托 轮 组		个	2	3(中间附设压轮)	
电 机	型 号		JO-73-4	JO ₂ -82-4	
	功 率	千瓦	28	40	
	转 速	转/分	1440	1470	
全 机 重 量		吨	2.5	4	不包括钢模
外形尺寸	长	毫米	12100	16140	(压轮装置高) 3524.7
	宽	毫米	1900	2650	
	高	毫米	973	1169	

二、托轮式离心机

托轮式离心机外貌见图2-3。构造如图2-4，由电动机 1、皮带减速机构 2、驱动托轮 3、连接驱动托轮的驱动轴 4、活动托轮 5 和连接相邻一组活动托轮的副轴 6 等部分组成。驱动托轮与活动托轮共同装在机座 7 上。离心机的驱动装置由绕线型转子异步电动机、三角皮带、大小皮带轮及驱动轴构成。

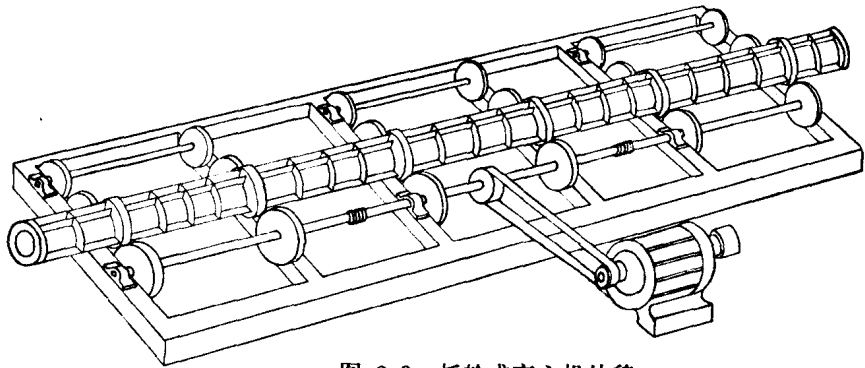


图 2-3 托轮式离心机外貌

为减少钢模的弯曲变形，可根据钢模长度来设置托轮组，两托轮组的间距，一般为 2~3米。

钢模支承在主动托轮和活动托轮上，由驱动托轮靠摩擦力带动钢模旋转。因此，从图 2-4的侧向视图中可以看出，托轮旋转时，钢模的线速度与托轮线速度相等，而钢模的角速度（或转速）则与它的跑道的直径成反比，图中钢模转速 $n < n'$ 。

托轮式离心机转速，从低速到高速过渡，常用机械变速和电动机调速两种方法进行。

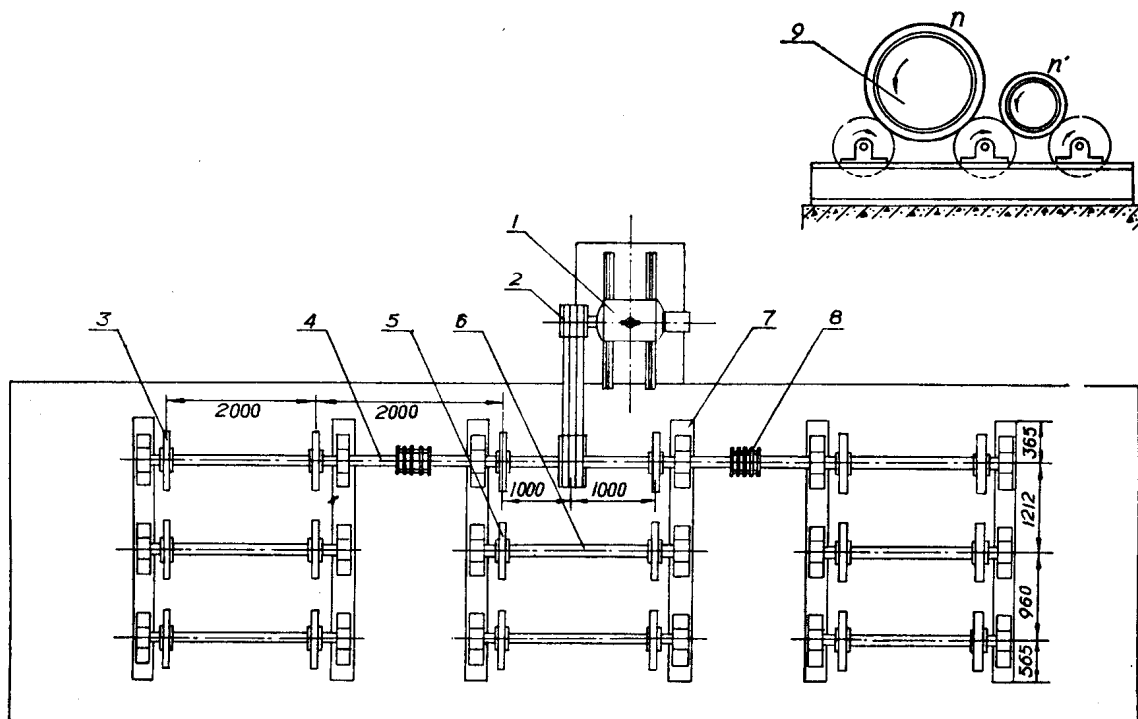


图 2-4 托轮式离心机构造

1—电动机；2—皮带减速机构；3—驱动托轮；4—驱动轴；5—活动托轮；6—副轴；7—机座；
8—联轴节；9—钢模

为了保证钢模在高速旋转时不致脱离托轮，必须将钢模中心与两托轮中心连线组成的夹角，控制在 $80 \sim 110$ 度的范围内。

托轮式离心机主要技术性能见表2-3。

托轮式离心机主要技术性能

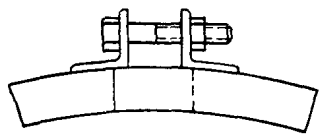
表 2-3

项	目	单 位	规 格	备 注
调 速 范 围	最 小	转/分	100	
	最 大		420	
托 轮 组		个	6	6×3
托轮直径		毫米	600	
钢模跑道直径		毫米	视钢模直径而定	
皮带减速传动比			$260:600=1:2.31$	
电 机	型 号		JR	
	功 率	千瓦	55	
	转 速	转/分	980	
全 机 总 重		吨	10	不包括钢模
外 形 尺 寸	长	毫米	14000	
	宽	毫米	4000	
	高	毫米	853	

三、钢模

车床式离心机与托轮式离心机采用的钢模基本相同。

钢模模壳可用10毫米厚的钢板弯成所要求的尺寸，或将无缝钢管剖开制成。方钢模的模壳用四块钢板拼成，它的制作较圆钢模方便。模壳外侧需设置跑道（即轮箍），并焊上纵横加劲肋以增加钢模的刚度。



钢模分上下两个半模，用“上”形高强螺栓把上下两半模连接起来。上下模结合处为企口合缝，起密封和定位作用。

钢模的跑道，可用圆钢拍扁成条或用厚合金钢板弯成半圆后焊于钢模上。为减少离心时产生振动和响声，跑道两半圆的接缝，应做成斜口，并保证密合，如图 2-5 所示。

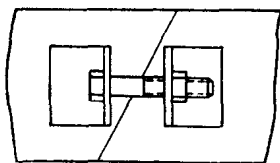


图 2-5 钢模跑道做法

1. 车床式离心机钢模构造

车床式离心机钢模构造如图 2-6。钢模两端设有卡盘 1，用以支承在离心机两端的主副轴上。卡盘的外径上有锥形槽，与钢模内壁上的锥形圈 2 相配。卡盘的中间，是一个锥形孔，与离心机主副轴端的锥体相配，保证钢模与离心机主副轴以同一轴线旋转。卡盘上装有两拨块 3，被离心机主轴拨盘上的拨块拨动后，即使钢模以同步速度旋转。

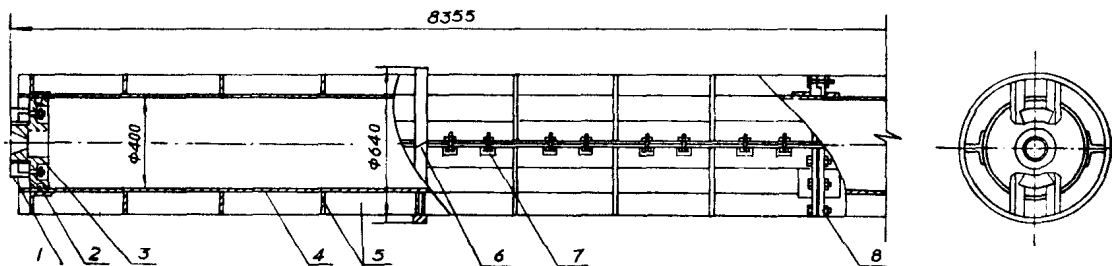


图 2-6 车床式离心机钢模构造

1—卡盘；2—锥圈；3—拨块；4—管壁；5—加劲肋；6—跑道；7—上形螺栓；8—钢模接头

考虑到被隔离层占去的厚度，钢模的直径，应按所需的管径放大 3 毫米左右。

2. 托轮式离心机钢模构造

由于钢模直接支承在两托轮间成型，钢模两端可不设卡盘，而设水圈（堵头板）以控制杆件的壁厚并防止混凝土从两端流失。水圈可套在钢模端部，并用螺栓固定，如图 2-7。如钢模仅用于制作管结构杆件，由于杆件长度不固定，且往往在两端有预留钢筋伸出，可将水圈放在钢模中要成型杆件的端部处。除此之外，不论圆模、方模，均与车床式离心机钢模的构造相同。

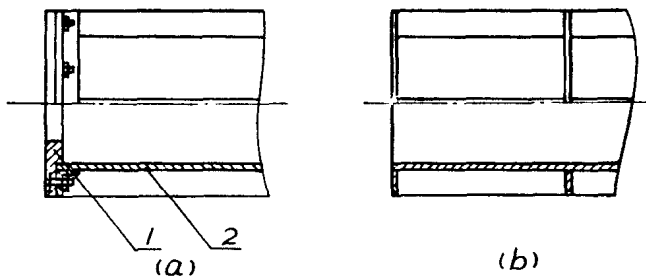


图 2-7 托轮式离心机钢模端部构造

1—水圈；2—钢模

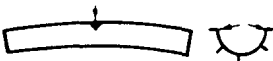
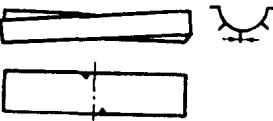
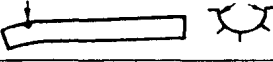
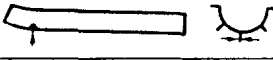
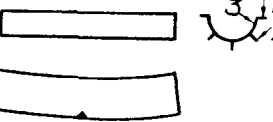
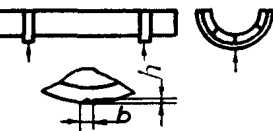
3. 钢模的校正

钢模在制作和使用过程中，会产生弯曲变形。当变形值大于钢模长度的千分之一时，高速离心会产生强烈振动，影响离心杆件质量，同时影响机械正常运转。此时，必须对钢模进行校正。校正方法有顶压法和乙炔火焰烤直法两种，一般以同时采用两种方法较好。

顶压法是用荷载或外力作用在变形处，使钢模产生反向变形，取消荷载或外力，钢模便可校直。乙炔火焰烤直法是利用金属材料热胀冷缩的原理进行的。校正钢模的火烤法如表2-4所示。

火焰烤直法一览表

表 2-4

序	弯曲情况	弯曲烤点示意图	说明
1	四角低 中间高		在内壁弯点处烤
2	四角高 中间低		在背部弯点纵肋上烤
3	一对角高 另一对角低 (扭曲)		在弯点交叉处烤，若弯点都在中间，则应对称地烤
4	某点突拐		在突拐点上烤，方法同 1
			在突拐点上烤，方法同 2
5	平面弯曲		在钢模中间角钢的弯点 1 上烤。如仍未校直，再在 2 及 3 的位置补烤
6	跑道处半圆缩拢		将跑道外圆割一开口，尺寸为 $b=15\sim 25$ 毫米， $h=5\sim 15$ 毫米，用电焊堆焊，跑道再加工。或直接在跑道外圆上及两侧面用火烤

每处烤点为一个等腰三角形，边长30~70毫米，视弯曲程度选用。每处烤红约15分钟，火焰由底边向顶点移动，如图2-8所示。加热时，火力应集中、迅速而均匀。每个烤点最多只能烤三次，烤三次后可紧靠烤点两侧另选新点。加热完毕，在空气中冷却到与气温一致时，才能观察到收缩变形的大小。此外，也可于烤后，在烤点上加荷顶压，使钢模迅速校直。

钢模跑道和托轮的表面要求光滑并呈圆形。由于跑道和托轮的摩擦损耗，每隔一定时间，跑道或托轮的表面就会凹凸不平，当凹凸的深度超过 ± 0.3 毫米时，应及时把它车圆，以防在离心过程中钢模跳动。

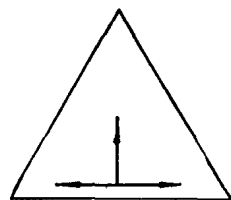


图 2-8 烤点烤法

第二节 离心工艺特性及其对混凝土的质量要求

混凝土混合物是由粗细骨料、水泥和水搅拌成的。由于每种材料的颗粒体积和容重不同，在离心过程中它们产生的离心力也不同（离心力 $F=mr\omega^2$ ，式中 m ——颗粒的质量； r ——旋转半径； ω ——旋转角速度）。颗粒质量最重的粗骨料，离心过程中产生的离心力最大，最容易挤向杆件外壁，细骨料次之。水最轻，产生的离心力最小，故聚集于离心杆件的内壁。这样，离心后混凝土的内部结构即产生分层现象。由于离心后聚集在杆件内壁的多余水分被排出，降低了混凝土的原始水灰比，从而提高了混凝土的强度。对离心后混凝土内部结构呈现粗细骨料的分层以及原始水灰比显著降低的现象，是离心混凝土的主要工艺特性。

正常的离心混凝土分层现象，是不可避免的，它可提高混凝土的强度和密实度，但分层过度又会降低混凝土的质量。特别当离心制度选择不当时，如加速度过大或离心时间过长等，混凝土完成上述外分层现象后，在离心力作用下将会使骨料间的水泥砂浆继续分层离析，产生内分离现象，亦即水泥和细骨料进一步从水中析出，使骨料周围形成水膜。这样，硬化后在骨料颗粒之间即形成空隙，从而降低混凝土的强度和密实度。

为了避免产生严重的分层现象，特别是内分层现象，以保证混凝土质量，必须按适当的离心制度进行操作，并选择合适的混凝土原材料和配合比。

离心混凝土，要求有较好的粘塑性及和易性，坍落度一般控制在2~4厘米左右；不应采用干硬性混凝土；可采用比振动混凝土稍高的砂率，对于没有抗渗要求的管件，砂率也不必过高，通常用28~30%左右；粗骨料的粒径，不得大于管件壁厚的1/3，且以不超过25毫米为宜；不宜采用火山灰质水泥，而应采用普通水泥或矿渣水泥，因为火山灰质水泥的保水性好而泌水性差，离心过程中不易析出水分，使离心后混凝土容易产生塌坍和剥落的现象。

第三节 离心制度

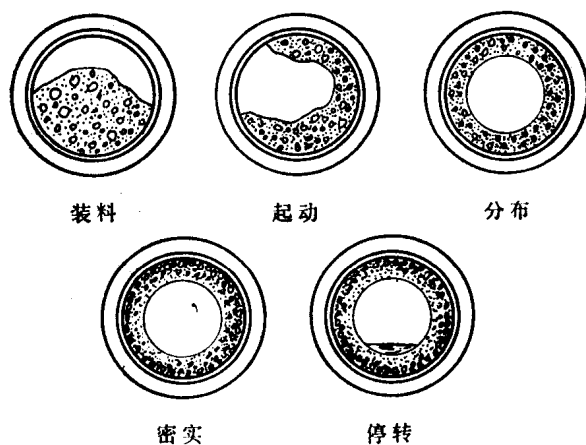


图 2-9 混凝土离心成型过程

混凝土离心过程包括分布与密实两个阶段，如图2-9所示。

混凝土离心成型，需要控制一定的离心加速度(a)和离心时间(t)，而加速度 a 在成型过程中由离心转速决定。

一、离心转速的选择

1. 分布阶段转速

混凝土分布阶段的转速，应能使钢模产生的离心力等于或稍大于混凝土的自重力，从而使混凝土在钢模内分布于模壁四周而不致塌落。即