

971832

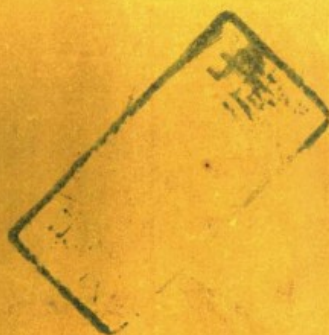
● 高等学校教学用书 ●

TH210.2  
7434F2

起  
版·

# 起重机课程设计

(修订版)



GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

# 起重机课程设计

(修订版)

北京科技大学 陈道南 盛汉中 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

高等学校教学用书

起重机课程设计

(修订版)

北京科技大学 陈道南 盛汉中 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街盖楼院北巷33号)

新华书店总店科技发行所发行

河北香河县第二印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 18.75 插页 6 字数 446 千字

1993年10月第一版 1993年10月第一次印刷

印数1~6000册

ISBN 7-5024-1248-8

TF·295 (课) 定价9.80元

## 再 版 前 言

本书于1983年11月印出第一版，为更好地与《起重运输机械》教材配合使用，而进行修订工作。

随着科学技术的进步和机械制造业的发展，起重机械的许多基础部件已陆续完成了产品的换代，并推动了主机的更新。为了反映这些最新技术成果，本书在修订过程中，尽量将有关内容充实到了本书的附录资料之中。同时，补充的这些附录资料，也是为了满足课程设计的要求，尽量减少学生在完成课程设计时查阅有关的手册等参考资料。

本书的修订工作，基本上由原编者进行，只有稍许变动。修订完成后，在主编单位北京科技大学主持下，于1991年10月召开了审稿会。在会上得到了华东冶金学院章永生同志和中南工业大学邝允河同志的大力支持，他们并对初稿提出了许多的修改意见和建议，在此向他们及曾对本书提出过宝贵意见的同志们表示衷心的感谢。

因编者的教学经验和水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，希望广大读者批评指正。

编 者  
1993年2月

## 前 言

本书是按1978年冶金机械专业起重运输机械课程教学大纲的要求编写的。在编写过程中，冶金院校讲授该课程的教师曾对本书的编写大纲和内容安排进行过讨论。该书的初稿1981年由北京钢铁学院负责印刷并供各有关院校试用了1~2次。现根据有关院校在试用中提出的意见又作了必要的修改。

本书的前七章以通用桥式起重机的设计实例为主线，分章介绍这种起重机设计全过程的有关问题，如桥式起重机的设计任务书的拟订；起重机设计需要用到的一些规范和资料；桥式起重机各组成部分的设计计算和绘图的方法、步骤等。为了使有关院校在设计题目方面有选择的余地，又在第八章较系统地介绍了龙门起重机的设计方法和计算实例。

本书是一本指导学生进行“起重机课程设计”的教学用书，附有必要的参考图和标准资料。它可与机械工业出版社1982年出版的《起重运输机械》（陈道南、过玉卿、周培德、盛汉中合编）教材配合使用，以便通过理论学习和课程设计练习能较全面地掌握起重机械的设计知识和技能。在设计题目和内容份量方面如果作适当的调整，本书也可作为冶金机械或其他有关专业学生毕业设计的指导和参考用书。

本书由北京钢铁学院陈道南、盛汉中同志主编，武汉钢铁学院过玉卿同志主审。各章的编写分工是：东北工学院周培德同志编写第一、二、四章及附录资料部分；过玉卿同志编写第三、八章；陈道南同志编写第五、六章；盛汉中同志编写第七章。

本书在编写过程中，冶金院校讲授起重机课程的教师，以及机械工业部起重运输机械研究所张遐年和周显德工程师对本书的编写提了许多宝贵的意见和建议；在全书整理和定稿工作中又得到了武汉钢铁学院冯秀清同志和北京钢铁学院郭启扬同志的具体帮助。在此一并向他们表示谢意。

因编者的教学经验和水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，希望同志们批评指正。

编者

1982年6月

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1
第一节 学习起重机课程设计的目的 .....	1
第二节 起重机课程设计任务书 .....	1
第三节 起重机课程设计的方法和步骤 .....	5
第四节 起重机课程设计的要求 .....	7
<b>第二章 起重机的载荷、材料和许用应力</b> .....	9
第一节 载荷的计算 .....	9
第二节 载荷的组合 .....	14
第三节 疲劳计算的等效载荷 .....	15
第四节 起重机的材料 .....	16
第五节 材料的许用应力和安全系数 .....	22
<b>第三章 金属结构基本构件和连接的计算</b> .....	31
第一节 轴向受力杆件的计算 .....	31
第二节 受弯杆件的计算 .....	33
第三节 受扭构件的计算 .....	48
第四节 连接的计算 .....	52
<b>第四章 桥式起重机小车的总体设计</b> .....	60
第一节 设计小车的基本原则和要求 .....	60
第二节 起重机小车的构造 .....	60
第三节 起重机小车的布置方案 .....	63
第四节 起升机构的传动方案 .....	66
第五节 小车运行机构的传动方案 .....	72
第六节 起重小车的计算例题 .....	74
第七节 小车的布置图 .....	86
第八节 小车计划图 .....	91
<b>第五章 桥式起重机小车的部件设计</b> .....	94
第一节 卷筒部件的设计 .....	94
第二节 吊钩装置的设计 .....	102
第三节 小车架的设计 .....	110
<b>第六章 桥式起重机大车运行机构的设计</b> .....	118
第一节 设计的基本原则和要求 .....	118
第二节 机构的传动方案 .....	118
第三节 大车运行机构的计算例题 .....	121
第四节 大车运行机构的布置图 .....	128
<b>第七章 桥式起重机箱形梁式桥架结构的设计</b> .....	129
第一节 箱形梁式桥架结构的构造 .....	129

第二节	桥架结构的设计要求 .....	138
第三节	桥架结构设计的有关资料 .....	139
第四节	箱形结构主梁的计算 .....	143
第五节	箱形结构端梁的计算 .....	149
第六节	桥架结构的主要焊缝计算 .....	153
第七节	桥架结构的计算例题 .....	154
第八节	桥架计划图 .....	163
<b>第八章</b>	<b>门式起重机的设计 .....</b>	<b>166</b>
第一节	门架的结构型式 .....	166
第二节	门架主要尺寸的确定 .....	167
第三节	门式起重机的载荷及其组合 .....	167
第四节	箱形结构门架的强度验算 .....	172
第五节	门架的刚度计算 .....	175
第六节	门架的稳定性计算 .....	177
第七节	箱形变截面支腿折算惯性矩 .....	179
第八节	主梁相对于下横梁的合理位置 .....	179
第九节	“L”型支腿、箱形单主梁门式起重机设计计算例题 .....	180
附录	.....	223
参考文献	.....	291

# 第一章 概 论

## 第一节 学习起重机课程设计的目的

学生在学习本课程之前，应学过机械制图、理力、材力、机械原理和机械零件及其课程设计等课程内容，基本上掌握一般机器零部件的设计方法；同时对桥式起重机、龙门起重机和旋转起重机等典型起重机的构造型式、工作原理和机构计算等也有了初步的了解。本课程设计的目的是综合运用以前学过的基础理论知识，对整体起重机的主要部分进行设计，学习设计方法，熟悉零件的工艺性、机器装配和安全技术等方面的知识，培养分析问题和解决问题的能力。

## 第二节 起重机课程设计任务书

设计任务书主要是提出设计的根据和要求。较完善的设计任务书一般包括以下内容：

- 1) 起重机的用途和应用范围；
- 2) 起重机的型式、机构及特征；
- 3) 起重机的设计参数：如起重量、起升高度、跨度、工作级别、工作速度等；
- 4) 外形与构造草图；
- 5) 生产能力；
- 6) 动力来源；
- 7) 技术经济指标，预计成本和预计设计与制造期限等。

此外，对于通用起重机或较复杂的专用起重机应有与国内外现有同类起重机的比较和结论。对于专用起重机应有与其它机械设备的关系和所占空间的限制等等。

一般较简单的设计任务书不一定包括以上所述的全部内容，只需提出起重机的使用情况 and 设计要求即可。

本书以桥式和门式起重机为例介绍设计任务书的编制问题。

在桥式和门式起重机的设计任务书中应给出的设计原始条件为：起重机的设计参数、起重机的工作条件和其它要求。

起重机的设计参数是指：起重量 $Q$  (t)、跨度 $L$  (m) 和悬臂长度、起升高度 $H$  (m)、起升速度 $v_r$  (m/min)、小车运行速度 $v_c$  (m/min) 和工作级别等。

起重机的工作条件是指：有无电源（交流或直流）、工作地点（室内或室外）、最大行程以及工作环境（温度、湿度、有无煤气或酸气）等。

其它要求：如起重机所占空间的限制、司机室的型式（敞开式或封闭式）、司机室的位置（在桥梁中间或一端）、司机室的高度、操纵方式（手动、电动，遥控）等。

对于起重机的桥架和门架型式以及机构传动方式，在设计任务书中可作规定（对于通用起重机），也可以不作规定，由设计者自行决定。



在桥式和门式起重机设计任务书中，最主要而且必不可少的就是各设计参数；至于其它的设计要求和工作条件，有则提，无则不提。在编制桥式和门式起重机的设计任务书时，应注意以下几点：

1) 起重量 $Q$ 应选自GB783—87规定的起重量标准数列，并等于或稍大于需要一次搬运的最大起重量。对于吊钩式起重机，额定起重量即正常工作条件下允许的最大起重量。如果经常搬运的物品重量大小悬殊，可以设置二套起升机构。副钩的起重量通常为主钩起重量的 $1/6\sim 1/4$ ，亦应当符合标准。

GB783—87所规定的起重量 $Q$  (t) 系列：

0.1; 0.125; 0.16; 0.2; 0.25; 0.32; 0.4; 0.5; 0.63; 0.8; 1; 1.25; 1.6; 2; 2.5; 3.2; 4; 5; 6.3; 8; 10; (11.2); 12.5; (14); 16; (18); 20; (22.5); 25; (28); 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (71); 80; (90); 100; (112); 125; (140); 160; (180); 200; (225); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900); 1000 (括号中参数应尽量避免选用)。

对于抓斗、电磁、两用、三用的桥式起重机及相应的门式起重机和装卸桥的起重量系列为 (GB773—65): 5; 10; 15; 20 (t)。

对于抓斗或电磁盘桥式和门式起重机，其额定起重量是指承载钢丝绳上作用的最大重量，即包括被吊的物品重量和抓斗或电磁盘自重的总和。

2) 桥式起重机的跨度 $L$ 和最大起升高度 $H$ 应符合相应的国标规定 (见表1-1和表1-2)。门式起重机的跨度 $L$ 一般在 $10\sim 40$ m之间，每边悬臂长度根据使用要求可取为跨度的 $1/5\sim 1/3$ ，龙门起重机的起升高度 $H$ 当作一般装卸用时可取 $8\sim 15$ m；而作特殊用途时可根据使用要求来决定。

表 1-1 桥式起重机的跨度 $L$ (m)(摘自GB790—65)

厂房跨度 $L$		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
起 重 机 跨 度 $L$	起重量	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	—
	$Q=3\sim 50t$	(7)	(10)	(13)	(16)	(19)	(22)	(25)	(28)	(31)	—
	$Q=80\sim 250t$	—	—	—	16	19	22	25	28	31	34

注：1.当厂房吊车梁上需留有安全走道时， $3\sim 50t$ 起重机按括号内数字选取；

2.同一跨间内有两层起重机时，表内数值只适用于上层起重机，下层起重机跨度值应为 $0.5$ m的整数倍。

3) 桥式和门式起重机的起升速度 $v$ ，一般在 $8\sim 20$ m/min之间。重级工作级别的速度取较高值，中级或轻级工作级别的取较低值。起重量较大的起重机，起升速度一般在 $1\sim 4$ m/min之间。

4) 桥式和门式起重机的小车运行速度 $v$ ，一般在 $30\sim 50$ m/min范围内比较合适。跨度大的，可取较高值；否则取较低值。但特殊用途的，如集装箱龙门起重机和装卸桥的小车运行速度可以更高。

5) 桥式起重机的大车运行速度 $v$ ，一般均小于 $90\sim 120$ m/min，通常在 $75\sim 90$ m/min之间较合适。过慢则降低生产率，过快则起动和制动时冲击振动过大。如果起重机的行程长，可以快些；行程短则宜慢些。门式起重机的大车运行速度一般取 $30\sim 80$ m/min之间，

可视工作需要来定。

表 1-2 桥式起重机的起升高度 $H(m)$ (摘自GB791—65)

主动起重量(t)		3~50		80		100		125		160		200		250	
起升高度(m)	主钩	12	16	20	30	20	30	20	30	24	30	19	30	16	30
	副钩	14	18	22	32	22	32	22	32	26	32	21	32	18	32

注：1.桥式抓斗起重机的起升高度为16m和22m；

2.当桥式起重机的起升高度超过上述规定时，称为大起升高度起重机。

6) 起重机每小时的生产率应满足车间的生产要求。起重机的生产率一般可按起重机各机构的额定工作速度、各机构的平均工作行程，并按各机构不同时动作的条件，推算出每一次搬运所需的工作时间，再加上估计的装卸辅助时间，便可以确定每一个工作循环所需的时间，进而算出起重机的生产率。

7) 对于一般用途的桥式和门式起重机，整个起重机和金属结构的工作级别一般与主起升机构的工作级别一致。通用桥式起重机大车运行机构的工作级别与主起升机构相同，取 $M_5 \sim M_6$ 或 $M_7$ 级；而小车运行机构的工作级别多数为 $M_5 \sim M_6$ ，少数为 $M_1 \sim M_4$ 。这是根据一般的使用情况统计的结果得出的。对于专用的桥式起重机和门式起重机，如果生产操作情况是固定的，则应根据实际工作情况来确定其各机构的工作级别。

8) 设计任务书应附有简图(例如图1-1)。用以表明安装所设计的桥式起重机的厂房尺寸和起重机轨道的位置，并表示所设计的这台起重机所占有的空间位置和吊钩的极限尺寸等。一般规定，起重机的最高点与厂房顶的距离不能小于100mm，端梁最外端距墙壁或柱子的距离不能小于60mm；司机室的最外边与起重机轨道中心线的水平距离不小于1m。

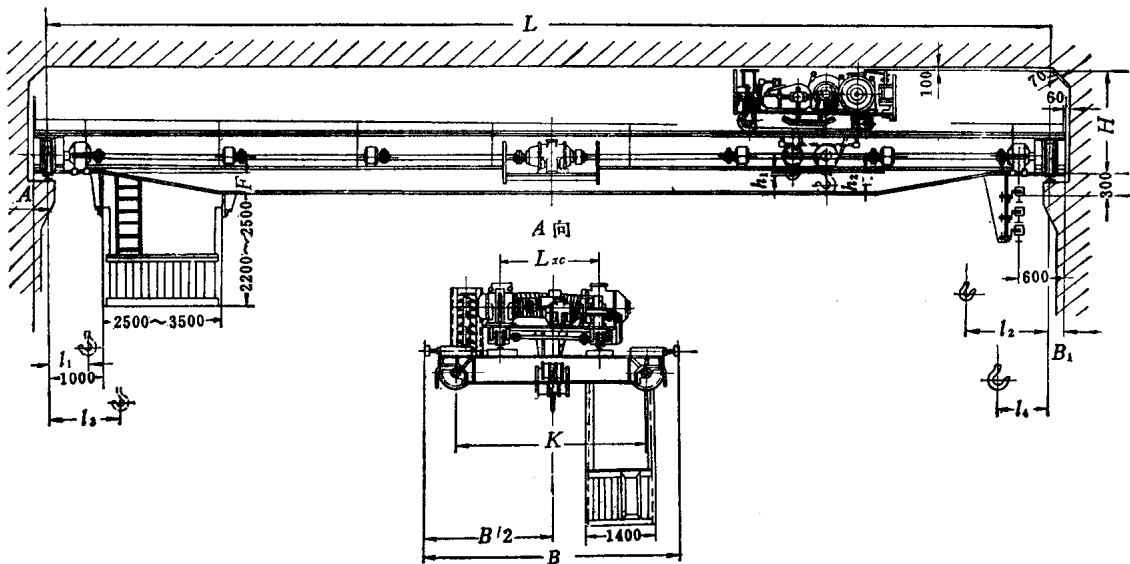


图 1-1 桥式起重机所占的空间位置

$l_1, l_2, l_3, l_4$ —主、副吊钩水平极限位置； $h_1, h_2$ —主、副吊钩最高极限位置； $H, F, B, B_1$ —起重机尺寸； $L$ —跨度； $L_{xc}$ —小车轨距； $K$ —大车轮距

表 1-3 起重机课程设计题目

题号	起重量 t	跨 度 m	工作 级别	起升高度 m	起升速度 (机构工 作级别) m/min	小车运 行速度 m/min	大车运 行速度 m/min	大车运行 传动方式	桥架主梁 型 式	估计质量 (不大于) t	
										小 车	起重机
1	5	10.5	A <sub>5</sub>	8	11 (M <sub>5</sub> )	40	90	分别传动	箱形梁	2.6	10.5
2		13.5		8							12.2
3		16.5		10							14.3
4		19.5		10							16.7
5		22.5		12							19.1
6		25.5		12							23.5
7		28.5		14							26.7
8		31.5		14							29.6
9	5	10.5	A <sub>7</sub>	8	15 (M <sub>7</sub> )	40	110	分别传动	箱形梁	3.0	11.1
10		13.5		8							12.8
11		16.5		10							14.9
12		19.5		10							17.3
13		22.5		12							19.8
14		25.5		12							24.2
15		28.5		14							27.4
16		31.5		14							30.3
17	8	10.5	A <sub>5</sub>	8	8 (M <sub>5</sub> )	40	90	分别传动	箱形梁	4.0	12.8
18		13.5		8							14.6
19		16.5		10							16.8
20		19.5		10							19.2
21		22.5		12							21.8
22		25.5		12							26.4
23		28.5		14							29.7
24		31.5		14							32.7
25	8	10.5	A <sub>7</sub>	8	16 (M <sub>7</sub> )	40	110	分别传动	箱形梁	5.6	13.1
26		13.5		8							14.9
27		16.5		10							17.1
28		19.5		10							19.4
29		22.5		12							22.1
30		25.5		12							26.7
31		28.5		14							29.9
32		31.5		14							33.0
33	12.5	10.5	A <sub>5</sub>	8	8 (M <sub>5</sub> )	45	85	分别传动	箱形梁	5.3	17.8
34		13.5		8							19.3
35		16.5		10							21.4
36		19.5		10							25.3
37		22.5		12							27.8
38		25.5		12							33.2
39		28.5		14							35.6
40		31.5		14							38.8
41	12.5	10.5	A <sub>7</sub>	8	16 (M <sub>7</sub> )	45	110	分别传动	箱形梁	6.0	19.6
42		13.5		8							21.4
43		16.5		10							23.7

续表 1-3

题号	起重量 t	跨 度 m	工作级别	起升高度 m	起升速度 (机构工 作级别) m/min	小车运 行速度 m/min	大车运 行速度 m/min	大车运行 传动方式	桥架主梁 型 式	估计重量 (不大于) t	
										小 车	起重機
44		19.5		10							27.9
45		22.5		12	16						30.6
46	12.5	25.5	A <sub>1</sub>	12		45	110	分 别 传 动	箱 形 梁	6.0	34.7
47		28.5		14	(M <sub>1</sub> )						38.5
48		31.5		14							41.9

说明: 1.大车运行机构的工作级别与起升机构相同, 小车运行机构的工作级别一律为M<sub>1</sub>级;

2.表中所列速度要求, 在计算后所得的实际数值可允许有±15%的偏差;

3.桥架型式可由箱型梁改为四桁架, 大车运行机构传动方式可由分别传动改为高速集中传动 (由指导教师决定)。如设计时间不够可不设计桥架。

至于吊钩两边距轨道的极限位置, 要视实际的需要和可能来规定, 一般来说越能靠边越好。对于龙门起重机也应提出表明使用场地的地形, 以及各种固定设施等情况的简图。

9) 司机室位置的确定主要考虑司机视野的广度和操作的方便。一般均安装在桥架和门架的一端; 对于大跨度的起重机, 也有安装在跨中的; 根据工艺要求, 司机室亦可设计成随小车一起移动的。这些在设计任务书中也要加以说明。

10) 对于为工厂设计的有专门用途的桥式和门式起重机, 应有使用起重机工艺过程的说明以及厂房的完整视图。

11) 对于室外工作的起重机, 还要提出最大风压、雪压等。

12) 在设计任务书中, 必要时还应提出起重机的运输问题。它与起重机的构造、采用什么运输工具以及制造厂与使用地点之间的路程等有关 (如用铁路运输、考虑途经隧洞时, 则对于大的起重机结构件要根据铁路运输的要求设计成数段来运输, 不能超高、超宽、过长)。

按照以上所述起重机设计任务书的编制方法, 并参考现有桥式起重机的设计参数, 今拟出一组课程设计题目于表1-3中。如以门式起重机作课程设计题目时, 其设计参数可以根据实际需要来确定, 这里不作规定。

表1-3中列出48台桥式起重机的设计原始数据。

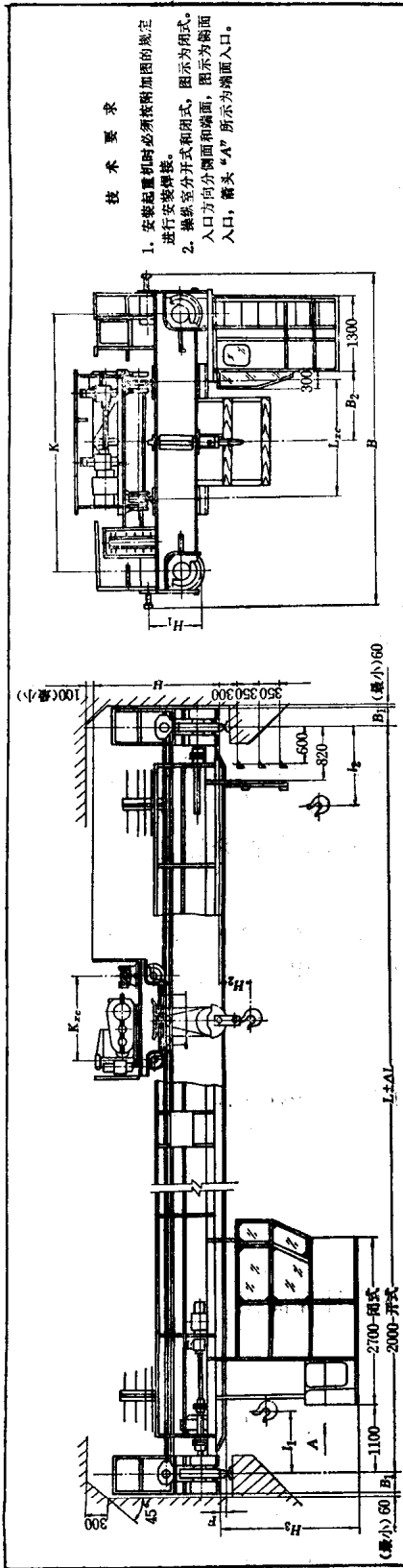
桥式起重机的总体布置如图1-2。学生在设计时可不画这样的总图, 仅画小车图和桥架结构图即可。

对课程设计工作量的一般要求为:

- 1) 计划图 (即设计装配图) 2~3张;
- 2) 零件图1~2张;
- 3) 设计计算说明书一份, 其中包括若干布置图和计算简图。

### 第三节 起重机课程设计的方法和步骤

因为起重机课程设计的主要目的是通过学习整台机器的设计方法与步骤, 提高学生分析问题和解决问题的能力。所以, 其主要内容在于起重机的技术设计, 即绘制计划图和编制设计计算说明书。在作课程设计时, 应多注意结构构造的设计工作, 即根据其计算得出的主要尺寸和选好的标准件, 确定出起重机的整体结构和各部件的构造。



**技术要求**

1. 安装起重机时必须按附图面的地点进行安装焊接。
2. 操纵室分开式和闭式，图示为闭式。入口方向为侧面和端面，图示为侧面入口，箭头“A”所示为端面入口。

机构名称		起升机构		运行机构		小车		桥	
起重量	t	10							
起升速度	m/min	7.71				2300			
工作级别		M5		M5		M5		M5	
起升高度	m	16		1400		4050		5000	
电动机		YD 6x19-14-1601		50HZ 380V					
钢丝绳		6x19-14-1601		140					
总工作力	N	17800				18kg/m		140	
滑轮直径	mm	φ400				φ340		φ340	
滑轮直径	mm	φ400				φ90		φ100	
滑轮直径	mm	φ400				φ90		φ100	
电动机		JZ R42-8				17R42-6		17R42-6	
电动机		16				3.5		7.5	
电动机		715				915		550	
电动机		40.17				22.4		16.24	
电动机		YD WZ-300/251				YD WZ-200/100		YD WZ-200/251	
电动机		320				40		200	
电动机		MV-251				MZD-100		MV-251	
电动机		Lx10-31				Lx10-11			

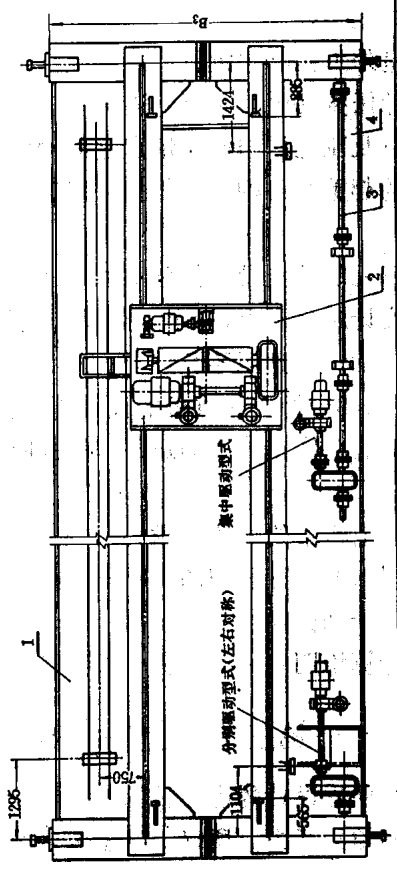


图 1-2 桥式起重机总图

1—电气部分；2—起重小车；3—大车运行机构；4—桥架结构

对于零部件的设计，应尽量选用标准零部件。对于非标准部件，应作一个非标准部件的计划图和分析出某些标准零部件的设计条件。如时间许可，应绘出1~2个零件的施工图。

起重机课程设计的概略步骤如下：

- 1) 选择机构传动方案，作零部件、机构和金属结构（学时少时可不作）的计算，同时绘制布置图。在计算与制图过程中，要边算、边画和边修改，即所谓“三边”设计；
- 2) 绘制总计划图和部件计划图；
- 3) 绘制零件图；
- 4) 整理设计计算说明书。

按照起重机课程设计时间为160学时和题目为箱形梁结构桥式起重机，拟定出设计计划进度表如下（表1-4）。

表 1-4 课程设计计划进度表

设计阶段	计 算 和 绘 图	时 数	参阅本书章节
第一阶段：机构计算	初步确定起升机构，小车和大车运行机构的传动方案，并进行各机构的计算和零部件计算	26 (20) <sup>①</sup>	一~四 六
第二阶段： 小车总体设计 小车部件设计 <sup>②</sup>	绘制小车布置图 绘制小车计划图，电机和制动器等可以适当简化画出 绘制小车架负荷图 绘制部件图 <sup>③</sup> 和零件图，验算主要零件	42 (66) 24 (54)	四 五
第三阶段： 桥架设计 <sup>③</sup> （一）	确定桥架主要尺寸，选择主梁断面并验算。绘草图布置 桥架各部分尺寸，选择端梁断面并验算	14 (0)	t
第四阶段： 桥架设计（二） 桥架设计（三）	绘制大车运行机构布置图、端梁草图 绘制主梁的计划图 <sup>③</sup> ，并作相应的计算	10 (0) 27 (0)	六~七 七
技术总结	整理图纸和设计计算说明书	15 (18)	一~七
	课程设计答辩	2 (2)	

①根据教师指定绘制部件图。可绘制卷筒组、吊钩组、车轮组等。并验算这些部件中的主要零件，如轴承、轴等；

②桥架主梁计划图及验算可作也可以不作；

③括弧内的时数，适用于不作桥架设计的情况。

#### 第四节 起重机课程设计的要求

课程设计要像进行正式设计那样，以高度的责任感，严肃认真，一丝不苟的态度进行设计，充分发挥主观能动性，通过课程设计树立起正确的设计思想和良好的工作作风。

课程设计中应深入研究现有的资料和典型结构，并充分利用国家标准规范；既不盲目抄袭，也不脱离实际的“闭门造车”；应该在学习和继承的基础上调查研究，进行改造和创新。

设计中还应考虑所选用的零部件工艺性要好，易装拆、检修，操作方便和使用安全。

此外，还要注意减少材料的消耗，降低机器的重量和成本，为国家节省投资。

在设计各阶段，应认真阅读指定的资料、图纸，并按按时完成各阶段的设计任务。

对于设计计算说明书及设计图纸，则要求做到设计计算与作图正确，字体（仿宋体）端正和图面整洁。

## 第二章 起重机的载荷、材料和许用应力

起重机的自重及其工作可靠性在很大程度上与载荷和材料许用应力的计算正确性有关。所以在起重机的机构零件和结构构件的设计计算时，必须考虑载荷的实际数值和作用情况，以便确定出与各种强度计算方法相适应的计算载荷；同时，还应根据具体工作条件来确定材料的许用应力或安全系数。

本章在引用现行设计规范和工厂的数据资料的基础上，概述下列几方面的内容：起重机（以桥式和门式起重机为主）的各种外载荷的确定方法；按照不同计算要求的外载荷组合情况；机构零件和结构构件在进行疲劳计算时的等效载荷的确定方法；起重机常用材料以及相应于强度和疲劳计算的材料许用应力或安全系数的确定。

### 第一节 载荷的计算

作用在桥式和门式起重机上的外载荷有：起重量载荷、自重载荷、风载荷、机构在不稳定运动状态时（起动或制动）引起的惯性动力载荷、起重机运行通过不平的轨道接头时引起的冲击载荷、起重机运行歪斜啃轨时产生的车轮的侧向载荷、缓冲器的碰撞载荷等。此外，在某些特殊场合下还要考虑起重机参加某种工艺性操作引起的载荷和在安装及运输过程中引起的载荷、冰雪载荷、温度变化载荷以及地震载荷等。

根据我国的情况，对于一般的移动起重机地震载荷和冰雪载荷可不予考虑。而安装和运输载荷取决于安装和运输工具及方法，可根据具体情况进行计算。

下面对上述几种常见的外载荷确定方法分别加以说明。

#### 一、起重量载荷

起重量载荷就是指起重机工作时起升的额定的（最大的）物品质量的重力。如果起重机具有可更换的取物装置（包括抓斗和起重电磁铁等），则这些取物装置的质量也应包括在额定起升质量之内。当起升高度大于50m时，钢丝绳的质量也应包括在内。

#### 二、起重机自重载荷

起重机的自重载荷是指起重机的结构、机构和电气设备等的重力。起重机的自重及其在各部分的分配，在设计起重机前是个未知数。因此，开始设计时可以先参照工作参数接近的同类型现有起重机的自重作初步估计，经过初步设计计算后再加以修正。自重的分配应根据金属结构的型式而定，对于桁架结构，可将其自重分配在桁架的节点上；对于箱形梁式实体结构，可将梁的自重视为均布载荷。起重机的一些机械电气设备以及司机操纵室等的自重，根据其布置在主梁上的情况，可视为均布载荷（如滑电线等）或集中载荷。

桥式和门式起重机的有关自重数据详见第七章和第八章。

#### 三、风载荷

室外工作的桥式和门式起重机应考虑以任意方向的水平力作用的风载荷。风载荷  $P_f$  可按式进行计算：



$$P_s = q \Sigma C F_q + q F_w \quad (N) \quad (2-1)$$

式中  $q$ ——计算风压 ( $N/m^2$ )，见表2-1；

$C$ ——风力系数，见表2-2；

$F_w$ ——被起升物品的有效迎风面积 ( $m^2$ )，可按表2-3中近似值选用；

$F_q$ ——起重机各部分的有效迎风面积：

$$F_q = \varphi F \quad (m^2)$$

$F$ ——起重机各部分轮廓在垂直于风向平面上的投影面积 ( $m^2$ )；

$\varphi$ ——起重机金属结构面积充实率，即构件净面积与轮廓面积之比，取：型钢制的桁架结构， $\varphi=0.3\sim0.6$ ；钢管桁架结构， $\varphi=0.2\sim0.4$ ；实体板结构， $\varphi=1.0$ ；机械设备， $\varphi=0.8\sim1.0$ 。

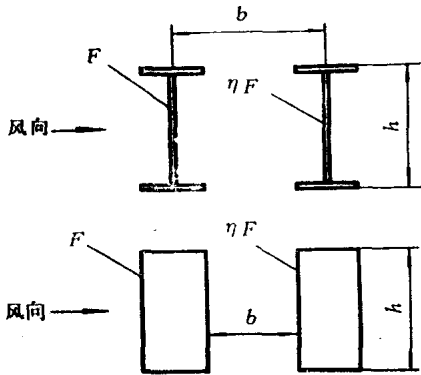


图 2-1 结构沿风向重叠时的迎风面积的确定

当两个或两个以上的结构并列而迎风面积相互重叠时 (图2-1)，第二个和第二个以后的迎风面积因被前面的结构遮挡而减小，其减小后的迎风面积用表 2-4 所列的折系数  $\eta$  来考虑。

三角形断面空间桁架的迎风面积，可取其一片平面桁架有效迎风面积的1.25倍。矩形断面空间桁架沿顶角方向的迎风面积可取其长边迎风面积的1.2倍。

#### 四、动载荷

所谓动载荷是指起重机的机构在不稳定运动状态(起动加速或制动减速)时引起的振

表 2-1 起重机的计算风压 ( $N/m^2$ )

地 区	工作状态计算风压		非工作状态计算风压														
	$q_1$	$q_2$	$q_n$ <sup>①</sup>														
内 陆	100	150 <sup>②</sup>	$(500\sim600)K_h$														
沿 海 <sup>③</sup>	150	250	$(600\sim1000)K_h$														
台湾省及南海诸岛	150	250	1500 $K_h$														
离地(海)面高度 (m)	≤10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
高度修正系数 $K_h$	陆上 $(\frac{h}{10})^{0.3}$		1.0	1.23	1.39	1.51	1.62	1.71	1.79	1.86	1.93	1.99	2.05	2.11	2.16	2.20	2.25
	海上及海岛 $(\frac{h}{10})^{0.2}$		1.0	1.15	1.25	1.32	1.38	1.43	1.47	1.52	1.55	1.58	1.61	1.64	1.67	1.69	1.72

①在峡谷地区或其它有特殊要求的地区，风压按当地情况考虑；

②沿海地区一般是指大陆上离海岸线距离小于100km的地区；

③海上航行的船用起重机和浮游起重机，在起重机整个高度上均取 $q_n=1500N/m^2$ 。