

# 起重与搬运

## 安全工程学

北京经济学院劳动保护系编

# 起重与搬运

安全工程学

一九八〇年九月

## 内 容 提 要

本书分为两大部分，第一部分首先介绍各类起重机械的工作原理，在此基础上着重分析各类起重机械常见事故；各零部件安全检验的方法和标准；起重机械运行的安全技术要求以及对起重机械设计、制造、使用进行安全监督检查的必要知识；起重机械验收方法和技术条件。并用较大的篇幅介绍国内、外起重机安全装置的设计、使用内容；从人机学的观点对司机室提出劳动保护要求。第二部分介绍厂内运输安全技术。

书中附有数十幅事故照片。

本书为劳动保护系教材，同时可供厂矿企业安技人员自学之用，也可供起重运输机械设计、制造、使用人员参考。

## 前 言

起重运输机械在国民经济生产中占有重要地位，在现代化的工矿企业中广泛的采用起重运输机械。它是提高劳动生产率，改善劳动条件的有力手段。但是，由于设计、制造、使用过程中不符合安全要求，也常常造成较大的人身和设备事故。为确保安全生产，搞好劳动保护工作，我们编写了《起重与搬运安全工程学》。

本书第一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十二、十三、十四章由孙桂林编写，第十一章由周万鹏编写。

由于我们水平有限，书中缺点、错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

一九八〇年九月

# 目 录

## 概 述

第一节 起重机械的分类..... ( 1 )

第二节 起重机的主要参数和工作类型（制度）..... ( 1 )

## 第一篇 桥式起重机的安全技术

第一章 起升机构的安全技术..... ( 6 )

第一节 起升机构的主要型式及工作原理..... ( 6 )

一、起升机构的主要型式..... ( 6 )

二、起升小车的构造..... ( 7 )

第二节 小车“三条腿”及打滑的检验..... ( 8 )

一、小车“三条腿”..... ( 8 )

二、小车三条腿的检验..... ( 8 )

三、修理方法..... ( 9 )

四、小车打滑、车体扭斜..... ( 10 )

五、小车运行机构安装标准..... ( 11 )

第三节 取物装置的安全检验..... ( 12 )

一、吊钩的安全检验..... ( 12 )

二、抓斗的安全检验..... ( 20 )

三、起重电磁吸盘的安全检验..... ( 21 )

第四节 滑轮与卷筒的安全检验..... ( 23 )

一、滑轮..... ( 23 )

二、滑轮的安全检验..... ( 24 )

三、滑轮组..... ( 24 )

四、卷筒的安全检验..... ( 26 )

第五节 钢丝绳的安全检验..... ( 30 )

一、钢丝绳的种类..... ( 30 )

二、钢丝绳的静力计算和选用..... ( 32 )

三、捆绑绳的安全要求..... ( 35 )

四、钢丝绳的近似算法..... ( 37 )

五、钢丝绳的安全检验和更新标准..... ( 38 )

第六节 滚动轴承的安全检验..... ( 40 )

一、滚动轴承的分类及型号表示方法..... ( 40 )

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 二、滚动轴承的选用原则             | ( 42 )  |
| 三、滚动轴承的安装和拆卸            | ( 42 )  |
| 四、滚动轴承的安全检验             | ( 44 )  |
| 第七节 联轴节的安全检验            | ( 45 )  |
| 一、齿形联轴节                 | ( 45 )  |
| 二、齿形联轴节的安全检验            | ( 45 )  |
| 第八节 电动葫芦的安全检验           | ( 46 )  |
| 一、TV 型电动葫芦              | ( 47 )  |
| 二、CD 型电动葫芦              | ( 48 )  |
| 三、电动葫芦的安全检验             | ( 51 )  |
| <b>第二章 减速器与制动器的安全技术</b> | ( 53 )  |
| 第一节 减速器的选用与安全检验         | ( 53 )  |
| 一、传动比                   | ( 53 )  |
| 二、减速器的种类                | ( 54 )  |
| 三、减速器的选择                | ( 58 )  |
| 四、减速器的安全检验              | ( 69 )  |
| 五、减速器漏油的检验              | ( 72 )  |
| 六、减速器的检验                | ( 73 )  |
| 七、减速器的润滑                | ( 73 )  |
| 第二节 制动器的安全检验            | ( 74 )  |
| 一、制动器的分类                | ( 74 )  |
| 二、瓦块式制动器                | ( 74 )  |
| 三、制动器的选用                | ( 82 )  |
| 四、制动器的安全检验与调整           | ( 85 )  |
| 第三节 瓦块式制动器的验算           | ( 92 )  |
| 一、短行程电磁瓦块式制动器           | ( 92 )  |
| 二、长行程电磁瓦块式制动器           | ( 95 )  |
| 三、液压推杆和液压电磁制动器          | ( 95 )  |
| 第四节 制动器的发热验算            | ( 96 )  |
| 一、W散的计算方法               | ( 96 )  |
| 二、W制的计算方法               | ( 97 )  |
| <b>第三章 起升机构的总体计算</b>    | ( 99 )  |
| 第一节 电动机和减速器的选用          | ( 99 )  |
| 一、按静功率初选电动机             | ( 99 )  |
| 二、减速器的选择                | ( 99 )  |
| 第二节 起动时间的验算             | ( 100 ) |
| 第三节 电动机的发热验算            | ( 102 ) |
| 第四节 制动器的选择与制动时间的验算      | ( 104 ) |
| 一、制动器的选择                | ( 104 ) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 二、制动时间的验算                     | (104) |
| 第五节 联轴节的选择                    | (104) |
| <b>第四章 运行机构安全技术</b>           | (115) |
| 第一节 运行机构的型式                   | (115) |
| 一、分别驱动                        | (115) |
| 二、集中驱动                        | (115) |
| 三、蜗轮减速器——开式齿轮的驱动装置            | (116) |
| 四、减速器——链轮的驱动装置                | (116) |
| 第二节 链传动的选用和安全技术检验             | (117) |
| 一、链传动的选用                      | (117) |
| 二、链传动的安全检验                    | (120) |
| 第三节 车轮的安全检验                   | (121) |
| 一、车轮                          | (121) |
| 二、车轮的安全检验                     | (121) |
| 第四节 轨道的安全检验                   | (122) |
| 一、轨道                          | (122) |
| 二、轨道的安全检验                     | (124) |
| 第五节 大车啃道的检修                   | (125) |
| 一、啃道的迹象                       | (125) |
| 二、啃道的特征与原因分析                  | (126) |
| 三、防止啃道的措施                     | (129) |
| 四、啃道的检查                       | (130) |
| 五、啃道的修理                       | (131) |
| 第六节 运行机构的总体验算                 | (133) |
| 一、运行阻力                        | (133) |
| 二、运行机构电动机的选择                  | (136) |
| 三、减速器的选择                      | (138) |
| 四、起动时间的验算                     | (138) |
| 五、电动机过载能力的验算                  | (140) |
| 六、电动机发热验算                     | (141) |
| 七、制动器的选择                      | (141) |
| 八、打滑验算                        | (142) |
| 九、减速器的强度验算                    | (145) |
| 十、联轴器的选择                      | (145) |
| <b>第五章 桥（龙门）式起重机金属结构的安全检验</b> | (146) |
| 第一节 桥式起重机金属结构                 | (146) |
| 一、结构型式                        | (146) |
| 二、梁的强度、刚度验算                   | (151) |
| 第二节 龙门起重机的金属结构                | (152) |

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| 第三节 桥式起重机金属结构的安全检验·····         | ( 153 )        |
| 一、安装质量检验·····                   | ( 153 )        |
| 二、金属结构裂纹的安全技术检验·····            | ( 159 )        |
| 三、其他安全技术检验·····                 | ( 160 )        |
| 第四节 箱形主梁变形的检修·····              | ( 160 )        |
| 一、箱形主梁的几何形状与变形·····             | ( 160 )        |
| 二、主梁下挠对起重机使用性能的影响·····          | ( 161 )        |
| 三、箱形主梁变形的检验方法·····              | ( 161 )        |
| 四、主梁下挠的原因·····                  | ( 162 )        |
| 五、箱形主梁变形的修理·····                | ( 163 )        |
| <b>第六章 桥式起重机电路图与电器安全技术·····</b> | <b>( 175 )</b> |
| 第一节 起重机电路图·····                 | ( 175 )        |
| 一、定子电路·····                     | ( 175 )        |
| 二、转子电路·····                     | ( 176 )        |
| 三、控制电路·····                     | ( 176 )        |
| 四、凸轮控制器电路图·····                 | ( 177 )        |
| 五、磁力控制屏的电路图·····                | ( 179 )        |
| 第二节 电器安全技术检验·····               | ( 182 )        |
| 一、电动机·····                      | ( 182 )        |
| 二、接触器·····                      | ( 183 )        |
| 三、凸轮控制器·····                    | ( 184 )        |
| 四、制动电磁铁·····                    | ( 184 )        |
| 五、过电流继电器·····                   | ( 185 )        |
| 第三节 电路故障的安全技术检验·····            | ( 185 )        |
| 一、定子电路故障的安全技术检验·····            | ( 185 )        |
| 二、转子电路故障的安全技术检验·····            | ( 185 )        |
| 三、控制电路故障的安全技术检验·····            | ( 186 )        |
| 四、判断整机电路故障时应该注意的几个问题·····       | ( 186 )        |
| 第四节 电器设备的安全技术要求·····            | ( 187 )        |
| <b>第七章 桥（龙门）式起重机的安全操作·····</b>  | <b>( 188 )</b> |
| 第一节 安全操作总则·····                 | ( 188 )        |
| 第二节 作业前的安全检查·····               | ( 189 )        |
| 第三节 作业中的安全守则与安全技术·····          | ( 189 )        |
| 第四节 作业完毕应遵守的事项·····             | ( 191 )        |
| 第五节 桥式起重机的特殊操作技术·····           | ( 191 )        |
| 一、兜翻·····                       | ( 191 )        |
| 二、游翻·····                       | ( 191 )        |
| 三、带翻·····                       | ( 192 )        |
| 四、双吊起重机的操作·····                 | ( 192 )        |

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 五、用两台起重机同时起吊一个物体.....           | ( 192 ) |
| 第六节 司机培训.....                   | ( 192 ) |
| 一、实习和司机的培训.....                 | ( 192 ) |
| 二、实习和司机的考试.....                 | ( 193 ) |
| 三、考试方法.....                     | ( 193 ) |
| 第七节 桥 ( 龙门 ) 式起重机的润滑.....       | ( 192 ) |
| 一、润滑原则.....                     | ( 193 ) |
| 二、润滑的种类.....                    | ( 193 ) |
| 三、润滑点的分布.....                   | ( 194 ) |
| 四、润滑注意事项.....                   | ( 194 ) |
| 五、润滑表.....                      | ( 194 ) |
| 第八章 桥式起重机常见事故的原因分析及故障的排除方法..... | ( 196 ) |
| 第一节 桥式起重机常见事故的原因分析.....         | ( 196 ) |
| 一、操作者的原因.....                   | ( 196 ) |
| 二、指挥信号不统一、上下配合不协调.....          | ( 197 ) |
| 三、违章作业.....                     | ( 197 ) |
| 四、机械故障.....                     | ( 197 ) |
| 五、电器故障.....                     | ( 197 ) |
| 六、安全装置不齐备或失灵.....               | ( 198 ) |
| 七、常见事故的分析.....                  | ( 198 ) |
| 第二节 桥式起重机常见故障及排除方法.....         | ( 198 ) |
| 一、机械故障及其排除方法.....               | ( 198 ) |
| 二、电器故障及其排除方法.....               | ( 203 ) |
| 三、控制线路的故障及其排除方法.....            | ( 205 ) |

## 第二篇 自行式动臂起重机安全技术

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| 第九章 汽车式、轮胎式起重机安全技术.....                      | ( 206 ) |
| 第一节 汽车式、轮胎式起重机的分类.....                       | ( 206 ) |
| 第二节 汽车式、轮胎式起重机的技术性能.....                     | ( 207 ) |
| 一、Q51型汽车式起重机的技术性能.....                       | ( 207 ) |
| 二、Q 2 — 8 型汽车式起重机的技术性能.....                  | ( 207 ) |
| 三、QL 2 — 8 型轮胎式起重机的技术性能.....                 | ( 210 ) |
| 四、QL 3 — 16 型轮胎式起重机的技术性能.....                | ( 211 ) |
| 第三节 动力传动系统图.....                             | ( 213 ) |
| 一、Q51型汽车式起重机动力传动系统图.....                     | ( 213 ) |
| 二、Q 2 — 8 型汽车式起重机动力传动系统图.....                | ( 217 ) |
| 三、QL 3 — 16 型 轮 胎 式 起 重 机 动 力 传 动 系 统 图..... | ( 221 ) |
| 第四节 工作机构.....                                | ( 224 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 一、起升机构                  | ( 224 ) |
| 二、变幅机构                  | ( 239 ) |
| 三、回转机构                  | ( 233 ) |
| 四、轮胎式起重机的行走机构           | ( 236 ) |
| 五、以安全为主要职能的液压元件         | ( 237 ) |
| 第五节 汽车式、轮胎式起重机的稳定性与安全   | ( 239 ) |
| 一、稳定性与安全                | ( 239 ) |
| 二、动态稳定性计算               | ( 240 ) |
| 三、静态稳定性计算               | ( 242 ) |
| 第六节 自行式动臂起重机常见事故及原因分析   | ( 244 ) |
| 一、事故概况                  | ( 244 ) |
| 二、典型事故分析                | ( 246 ) |
| 第七节 汽车式、轮胎式起重机安全技术      | ( 249 ) |
| 一、安全作业的一般要求             | ( 249 ) |
| 二、安全操作规程                | ( 250 ) |
| <b>第十章 塔式起重机安全技术</b>    | ( 252 ) |
| 第一节 塔式起重机的分类            | ( 252 ) |
| 一、按旋转方式分类               | ( 252 ) |
| 二、按变幅方式分类               | ( 253 ) |
| 三、按起重量分类                | ( 254 ) |
| 第二节 常用塔式起重机的技术性能        | ( 254 ) |
| 一、QT1—6 型塔式起重机的技术性能     | ( 254 ) |
| 二、QT60/80 型塔式起重机的技术性能   | ( 255 ) |
| 三、QT4—10 型自升式塔式起重机的技术性能 | ( 259 ) |
| 第三节 塔式起重机的工作机构          | ( 260 ) |
| 一、起升机构                  | ( 260 ) |
| 二、变幅机构                  | ( 263 ) |
| 三、回转机构                  | ( 266 ) |
| 四、运行机构                  | ( 268 ) |
| 五、自升式塔式起重机顶升机构          | ( 269 ) |
| 第四节 塔式起重机安装与拆卸的安全技术     | ( 271 ) |
| 一、路基和轨道的安全检查            | ( 271 ) |
| 二、塔式起重机竖立与地锚            | ( 272 ) |
| 三、地锚的埋设                 | ( 273 ) |
| 第五节 塔式起重机稳定性与安全         | ( 276 ) |
| 一、载重稳定性                 | ( 276 ) |
| 二、非工作状态的稳定性             | ( 277 ) |
| 第六节 塔式起重机的验收            | ( 278 ) |
| 一、无负荷试验                 | ( 278 ) |

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| 二、静负荷试验.....                  | ( 288 ) |
| 三、动负荷试验.....                  | ( 288 ) |
| 第七节 塔式起重机常见事故及原因分析.....       | ( 288 ) |
| 第八节 自升式塔式起重机的安全技术.....        | ( 281 ) |
| 一、概述.....                     | ( 281 ) |
| 二、自升式塔式起重机的分类.....            | ( 282 ) |
| 三、QT4—10型自升式塔式起重机的安装型式.....   | ( 283 ) |
| 四、安装与顶升的安全技术要求.....           | ( 283 ) |
| <b>第十一章 门座起重机及其安全技术</b> ..... | ( 285 ) |
| 绪论.....                       | ( 285 ) |
| 第一节 门座起重机的结构及其安全技术.....       | ( 286 ) |
| 一、门架结构及其安全技术.....             | ( 286 ) |
| 二、运行机构及其安全技术.....             | ( 288 ) |
| 三、起升机构及其安全技术要求.....           | ( 292 ) |
| 四、变幅机构及其安全技术.....             | ( 292 ) |
| 五、旋转机构及其安全技术.....             | ( 308 ) |
| 第二节 门座起重机的稳定性与安全.....         | ( 313 ) |
| 一、载重稳定性.....                  | ( 313 ) |
| 二、自重稳定性.....                  | ( 315 ) |
| 第三节 门座起重机安全运行.....            | ( 316 ) |
| 一、常见事故.....                   | ( 316 ) |
| 二、门座起重机安全操作规程.....            | ( 316 ) |
| <b>第十二章 起重机的安全装置</b> .....    | ( 319 ) |
| 第一节 夹轨器与锚固装置.....             | ( 319 ) |
| 第二节 缓冲器.....                  | ( 341 ) |
| 第三节 防冲撞装置.....                | ( 347 ) |
| 第四节 防偏斜装置和偏斜指示装置.....         | ( 349 ) |
| 第五节 止振装置.....                 | ( 355 ) |
| 第六节 限位器.....                  | ( 358 ) |
| 第七节 起重量限制器和称量装置.....          | ( 361 ) |
| 第八节 起重力矩限制器.....              | ( 270 ) |
| <b>第十三章 起重机司机室与劳动保护</b> ..... | ( 382 ) |
| 第一节 司机室的设计原则.....             | ( 382 ) |
| 第二节 司机室的型式和构造.....            | ( 384 ) |
| 第三节 司机室的细部结构.....             | ( 388 ) |

## 第三篇 厂内运输安全技术

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| <b>第十四章 厂内运输安全技术</b> ..... | ( 392 ) |
|----------------------------|---------|

|     |                   |         |
|-----|-------------------|---------|
| 第一节 | 厂内运输概述.....       | ( 392 ) |
| 第二节 | 厂内搬运装卸安全技术.....   | ( 393 ) |
| 第三节 | 厂内铁路运输安全技术.....   | ( 396 ) |
| 第四节 | 厂内无轨车辆运输安全技术..... | ( 399 ) |
| 第五节 | 连续输送机的安全技术.....   | ( 401 ) |
|     | 事故照片.....         | ( 402 ) |
|     | 参考文献.....         | ( 409 ) |

# 起重机械及其安全技术

## 概 述

起重机械是现代化工（矿）业企业中，实现生产机械化、自动化，减轻体力劳动，提高劳动生产率的重要工具和设备。

但是，起重机械在作业过程中由于违章作业和安全检查不够，也常常发生一些设备和人身事故，为确保起重机械的安全运行，必须研究起重机械的安全技术，它应包括起重机械设备的—般结构和工作原理、安全检查和合理的安全操作。

### 第一节 起重机械的分类

起重机械的职能是把它所服务空间内的物品或人员，从一个地点吊运到另一个地点。这一任务是依靠起重机械各机构运动来完成的。根据起重机械的运动机构可把起重机械分为单动作（一个起升机构）和复杂动作（两个以上机构）的起重机械（见表1）。单动作的起重机械主要指千斤顶和绞车，复杂动作的起重机可分为桥式类型起重机和旋转类型起重机。

### 第二节 起重机的主要参数和工作类型（制度）

起重机械的主要参数：

Q——起重量（吨）

H——起升高度（米）

$v$ ——工作速度（米/分）

L——跨度（或幅度）（米）

外形尺寸和工作类型

起重机工作类型，是表示起重机工作的繁重程度和载荷变化的参数。在设计和使用起重机时，必须首先确定其工作类型。

#### 一、起重量

起重量是指被起吊的额定载荷加上取物装置（吊钩装置除外）的重量，单位是吨。起重量国家已系列化，表2是起重量系列。

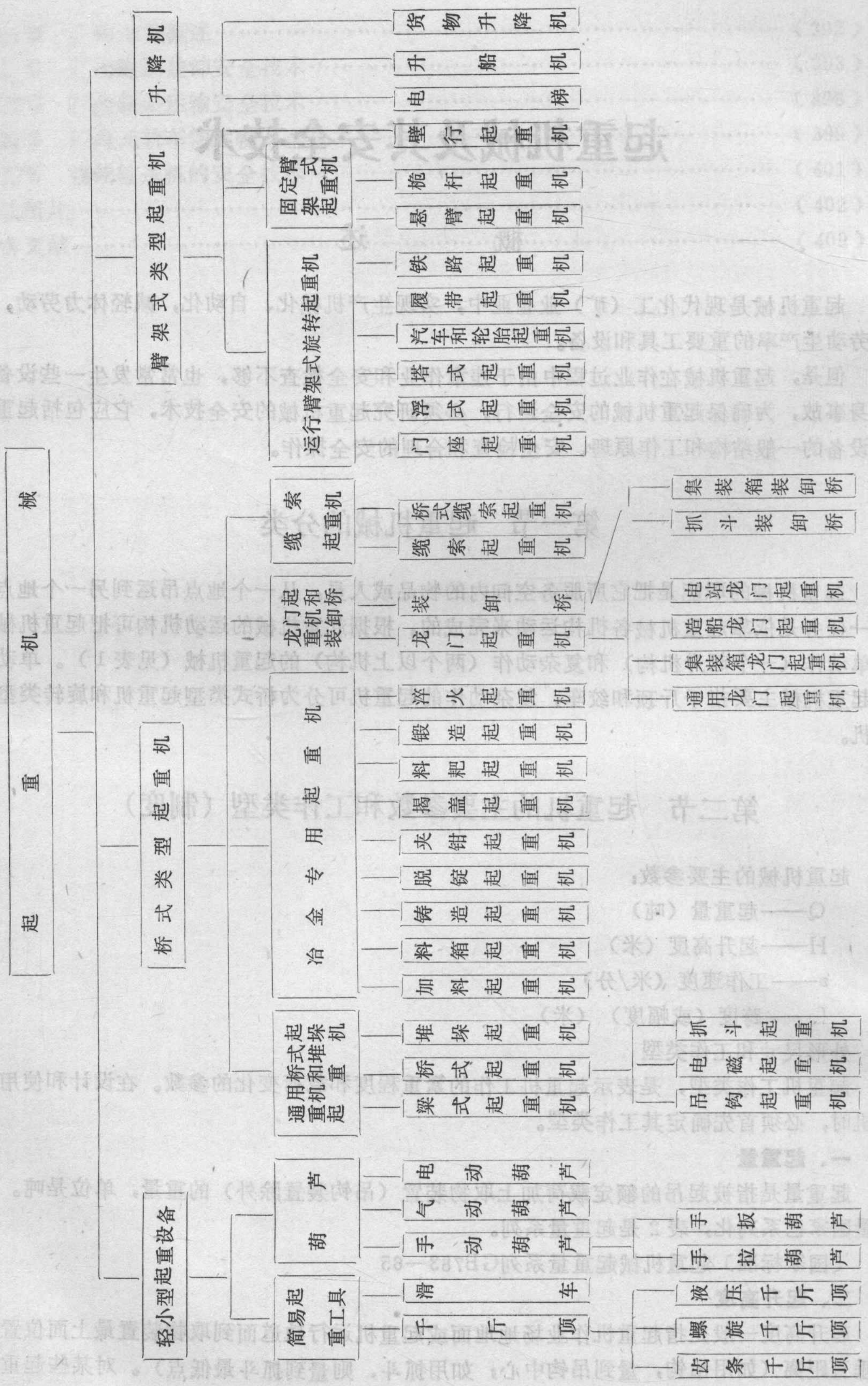
〔国家标准〕起重机械起重量系列GB783—65

#### 二、起升高度

起升高度一般是指起重机作业场地地面或起重机运行轨道面到取物装置最上面位置时的垂直距离（如用吊钩，量到吊钩中心；如用抓斗，则量到抓斗最低点）。对某些起重机

起重机械的分类和基本参数

表 1



（如门座起重机），取物装置要深入到起重机运行轨道以下作业时，则总扬程应包括起升高度和下放深度。

起重机械起重量系列（GB783—65） 单位吨 表 2

|     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |    |     |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|
| —   | —    | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —   | —   | —   | —   | —   | 0.05 | —  | —   |
| 0.1 | —    | —   | —   | —   | —   | —   | 0.25 | —   | —   | —   | —   | —   | 0.5  | —  | 0.8 |
| 1   | 1.25 | —   | 1.5 | —   | 2   | —   | 2.5  | —   | 3   | —   | 4   | —   | 5    | 6  | 8   |
| 10  | 12.5 | —   | 16  | —   | 20  | —   | 25   | —   | 32  | —   | 40  | —   | 50   | 63 | 80  |
| 100 | 125  | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250  | 280 | 320 | 360 | 400 | 450 | 500  | —  | —   |

对于桥式起重机起升高度已标准化，从12米起，每加 2 米为一级，至36米。

三、工作速度

起重机的工作速度包括起升、变幅、旋转和运行四个机构的工作速度。

起升速度指吊钩（或其他取物装置）的上升速度，单位为“米/分”。

变幅速度指从最大幅度变到最小幅度所需要的时间，单位为“秒”。也有用“米/分”表示的。

旋转速度是指回转式起重机每分钟的转数。单位为转/分。

运行速度是指起重机的行走速度，单位为米/分。对自行式起重机，则以“公里/时”表示，对于浮游式起重机即为航行速度，单位为节（1 节 = 1 海里（浬）/时 = 1.852 “公里/时”）。

工作速的选择应与工作行程相适应。在正常运行时，应使机构能达到稳定运动。如果起动和制动的加速度为j，行程为S，则工作速度应满足下式：

$$v \leq \sqrt{S \cdot j}$$

协同工作机构的速度应该协调，在选择工作机构速度时，还应考虑到两个协同工作机构的总功率N = N<sub>1</sub> + N<sub>2</sub>为最小，这样最经济。

直接为生产工艺服务的起重机，其工作速度还应满足工艺过程的要求。

桥式类型起重机的工作速度，起升速度v<sub>起</sub>一般在“20米/分”左右；小车运行速度v<sub>小车</sub>一般在“50米/分”左右；大车运行速度v<sub>大车</sub>一般在“120米/分”左右。

由于工业技术的不断发展，要求起重机的工作速度也越来越高，目前桥式类型起重机的车速最高可达120~260 “米/分”，提升机速度可达“200米/分”。

四、跨度（或幅度）

跨度是指桥式类型起重机大车运行车轮轨道中心线之间的距离，单位为“米”。

对动臂起重机幅度是指起重机吊钩中心线到起重机回转中心线之间的水平距离，单位为“米”。

五、工作制度

起重机工作类型。是表示起重机工作的繁重程度和载荷变化的参数。在设计和使用起重机时，必须首先确定其工作类型。

我国现行标准把起重机分为五类；手动为一类型；动力驱动起重机机构工作类型分为：轻型、中型、重型、特重型、四类（见表3）。从表中可以看出起重机机构工作类型和起重机的吨位大小是两个不同的概念。起重机械的各机构工作类型可以各不相同。

表中系数的计算方法：  
机构的工作延续时间率：

$$JC\% = \frac{\text{机构一个工作循环内的运转时间}}{\text{机构一个工作循环的总时间}} \times 100\%$$
$$= \frac{t_{\text{工作时间}}}{t_{\text{工作时间}} + t_{\text{间歇时间}}} \times 100\%$$

表4是起重机机构工作类型分类表  
表5是起重机机构载荷率划分表  
在选用起重机时必须注意工作制度的类型。否则将会影响起重机的正常运行和使用期限。

起重机的各零部件都是根据工作制度选用或设计的，虽然起重量相同，但工作制度不同，电动机功率亦不相同。如10吨桥式起重机， $JC = 25\%$ 的起升电动机功率  $N_{25\%} = 16kW$ ，型号为  $JZR_242-8$ ，而  $JC = 40\%$ 的起升电动机功率  $N_{40\%} = 23.5kW$ ，型号为  $JZR_252-8$ 。

其他零件部件和电器设备都有一个工作制度的问题。如在选用轴承时，可根据工作制度选择不同使用寿命的轴承。一般推荐：

- $JC = 15\%$  选用使用寿命  $h > 4000 \sim 8000$  小时的轴承；
  - $JC = 25\%$  选用使用寿命  $h > 8000 \sim 14000$  小时的轴承；
  - $JC = 40\%$  选用使用寿命  $h > 14000 \sim 30000$  小时的轴承。
- 如果把使用寿命短的轴承使用在重型工作制度的起重机上，那么轴承就会很快磨损。

所以在选用起重机时一定要注意工作制度必须与工作环境相符合。

起重机机构工作类型的设计标准

表 3

| 工作类型  | 划 分 指 标                             |                   |                |                   |
|-------|-------------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|
|       | 工 作 忙 闲 程 度                         |                   | 载 荷 变 化 程 度    |                   |
|       | 起重机年工作总小时数<br>$T_{\text{总}}$ (小时/年) | 机构运转时间率<br>$JC\%$ | $n_{\text{循}}$ | $n_{\text{机}}$    |
| 轻 级   | 1000                                | 15                | 5              | $\frac{30}{20}$   |
| 中 级   | 2000                                | 25                | 10             | $\frac{60}{40}$   |
| 重 级   | 4000                                | 40                | 20             | $\frac{120}{80}$  |
| 特 重 级 | 7000                                | 60                | 30             | $\frac{240}{160}$ |

注：1.在起重机工作循环周期中，机构运转时间所占的百分比，称为该机构的运转时间率。  
2. $n_{\text{循}}$ ——起重机一个工作小时内的的工作循环数（一年内的平均数）。  
3. $n_{\text{机}}$ ——机构每小时开动次数，分子适用于起升机构，分母适用于运行、旋转和变幅机构。 $n_{\text{机}} = n_{\text{循}} \cdot n_{\text{开}}$ ， $n_{\text{开}}$ 为起重机一个工作循环周期内机构的开动次数，起升机构取 $n_{\text{开}} \approx 6$ ；运行、旋转和变幅机构 $n_{\text{开}} \approx 4$ 。  
4.对在一般条件下工作的起重机，周围环境温度取为 $-25 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；对在高温下工作的起重机（如各类冶金专用起重机），周围环境温度取为 $45 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

起重机机构工作类型的分类

表 4

| 机构载荷率 | 工 作 忙 闲 程 度                                |                                                   |                                           |
|-------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|       | 轻 闲                                        | 中 等                                               | 繁 忙                                       |
|       | 工作时间短、停歇时间长<br>$t_{\text{总}} < 500$ (小时/年) | 不规则、间断工作<br>$t_{\text{总}} = 500 \sim 2000$ (小时/年) | 接近连续、循环工作<br>$t_{\text{总}} > 2000$ (小时/年) |
| 小     | 轻 级                                        | 轻 级                                               | 中 级                                       |
| 中     | 轻 级                                        | 中 级                                               | 重 级                                       |
| 大     | 中 级                                        | 重 级                                               | 特 重 级                                     |

注： $t_{\text{总}}$ ——机构一年工作总时数。

机构载荷率的划分

表 5

| 机构载荷率 | 机 构                                                    |                             |                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|
|       | 起 升 机 构                                                | 非 平 衡 变 幅 机 构               | 旋 转、运 行、平 衡 变 幅 机 构                                  |
| 小     | 偶尔吊额定载荷、经常吊相当于 $\frac{1}{3}$ 的额定载荷                     | 非工作性变幅或工作性变幅（大部带轻载、很少带满载变幅） | $\frac{t_{\text{起}}}{t_{\text{工}}} < 0.15$           |
| 中     | 吊额定载荷机会较多、但经常吊相当于 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 的额定载荷 | 工作性变幅（带各种大小载荷变幅）            | $\frac{t_{\text{起}}}{t_{\text{工}}} = 0.15 \sim 0.25$ |
| 大     | 经常吊额定载荷                                                | —                           | $\frac{t_{\text{起}}}{t_{\text{工}}} > 0.25$           |

注：1. $t_{\text{起}}$ ——机构的平均起动时间（秒）；  
2. $t_{\text{工}}$ ——机构开动一次的平均工作时间。