

起重机钢结构制造工艺

付荣柏 编著 夏宏身 审



- 钢结构的变形规律
- 钢结构的变形控制
- 钢结构变形的火焰矫正
- 制造工艺实例
- 钢结构的检测

352286

起重机钢结构制造工艺

付荣柏 编著

夏宏身 审



中国铁道出版社

1991年·北京

内 容 简 介

本书介绍门式、桥式起重机钢结构制造技术。全书主要包括：起重机械钢结构技术要求；工艺装备；结构变形规律及控制，火焰矫正变形；制造、研配工艺，具体制造实例；结构及焊接质量的检测等。

本书供从事起重机钢结构设计、科研、特别是生产和维修人员阅读，也可供其他行业从事钢结构制造的技术人员参考。

9.65/69



起重机钢结构制造工艺

付策柏 编著，夏宏身 审

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 陈晓东 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168毫米1/32 印张：10.375 插页：1 字数：266千

1991年8月 第1版 第1次印刷

印数：1—2500册

ISBN7-113-00993-X/TH·31 定价：5.60元

目 录

第一章 概 论	1
第一节 起重机钢结构的种类和特点.....	1
第二节 起重机钢结构技术要求.....	10
第二章 工艺装备	24
第一节 吊 具.....	24
第二节 胎 具.....	32
第三节 其他工艺装备.....	38
第三章 梁的变形规律	43
第一节 箱形梁焊接弯曲变形计算.....	43
第二节 箱形梁焊接收缩变形.....	53
第三节 影响盖板和腹板波浪变形因素.....	59
第四节 主梁的温度变形规律.....	64
第五节 自重引起的主梁下挠.....	75
第四章 梁的变形控制	78
第一节 主梁腹板下料预拱估算.....	78
第二节 预拱度曲线.....	81
第三节 焊接方法对主梁变形的影响.....	91
第四节 焊接 I 字梁变形控制.....	93
第五节 箱形梁焊接变形控制.....	96
第六节 桥架变形控制	101
第五章 梁的制造工艺	107
第一节 钢材预处理	107
第二节 板材的切割和拼接	110
第三节 箱形主梁半成品组装与焊接	125
第四节 箱形主梁整体组装焊接	129
第五节 梁的可拆接头处理	137

第六节 梯形主梁工艺要点	141
第七节 端梁工艺要点	147
第六章 其他构件的制造工艺	154
第一节 小车架工艺	154
第二节 支腿工艺要点	168
第三节 门式起重机下横梁工艺要点	175
第七章 桁架制造工艺	187
第一节 型材预处理及备料	187
第二节 地样线及定位胎	188
第三节 T形杆件	189
第四节 桁架整体组装与焊接	191
第八章 桥架组装及门腿研配	196
第一节 通用桥式起重机桥架组装	196
第二节 主端梁栓接桥架的组装特点	201
第三节 门式起重机桥架组装	208
第四节 门腿研配	222
第九章 制造工艺实例	241
第十章 钢结构变形的火焰矫正	267
第一节 火焰矫正的原理及基本参数选择	267
第二节 火焰矫正的操作方法与注意事项	274
第三节 箱形梁和工字梁的火焰矫正	279
第四节 桥架变形的火焰矫正	289
第十一章 检 测	293
第一节 检测工具及仪器	293
第二节 桥架的检测	302
第三节 走行梁和支腿的检测	314
第四节 小车架检测	318
第五节 焊接质量的检测	322
附 录	324
参考文献	325

第一章 概 论

起重机钢结构是起重机的重要组成部分，约占起重机总重量的40~90%，制造成本占总成本的1/3以上。钢结构制造质量是评价起重机整体质量最重要的因素之一。掌握起重机钢结构的制造工艺，对于保证起重机产品的质量、提高生产效率、降低生产成本具有十分重要的意义。

第一节 起重机钢结构的种类和特点

桥式类型起重机是应用最为广泛的一种起重机，其钢结构在制造技术上很具有典型性。掌握了它的制造技术，对于其他起重机的钢结构（例如臂架，塔架等）的制造都可借鉴，不难举一反三。

桥式类型起重机钢结构可分为桥架、门架和小车架等。

一、桥 架

通常把桥式起重机的主梁与端梁等部件组成的结构称为桥架。门式起重机和装卸桥等主梁和上横梁等部件组成的上部结构也称为桥架。

（一）正轨箱形梁桥架

正轨箱形梁桥架系由两根主梁和两根端梁构成。主梁外侧分别设有走台（图1-1）。

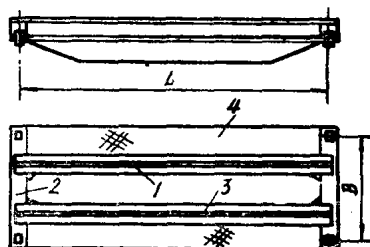


图1-1 正轨箱形梁桥架

1——主梁；2——端梁；3——轨道；4——走台。

钢结构的特点：

1. 主梁与端梁通过连接板

焊接在一起形成刚性结构。为运输方便在端梁中间设有接头，通过连接板和角钢使用螺栓连接。这种结构运输方便，安装容易。

2. 小车轨道通过焊在主梁上的压板固定于盖板中央，故称正轨箱形梁。这种主梁上部焊缝较多，制造过程中主梁变形量较大。

3. 工艺性好、主梁、端梁等部件可采用自动焊接，生产效率高。尤其箱形梁桥架比四桁架的高度小，适用于厂房和仓库内使用。

（二）偏轨箱形梁桥架

偏轨箱形梁桥架是由两根偏轨箱形梁和两根端梁构成，钢结构的特点：

1. 小车轨道是安装在上盖板边缘主腹顶处（图 1—2）。小车轮压直接作用在主腹板上。

2. 偏轨箱形梁的高度与正轨箱形梁一样，但高、宽比很接近 $H:B=1\sim1.2$ 。这种结构形式，主梁的刚度比正轨箱形梁大。主梁在制造过程中，焊接下挠变形量也较小。

3. 由于偏轨箱形梁系宽形梁，可以省掉走台，使制造简化。

（三）偏轨空腹箱形梁桥架

偏轨空腹箱形梁桥架的结构与偏轨箱形梁桥架基本相似，只是副腹板上开设许多带镶边的矩形孔洞（图 1—3）。

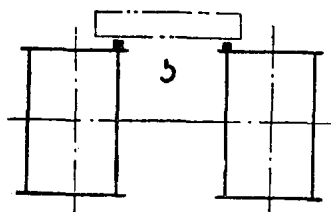


图 1—2 偏轨箱形梁桥架

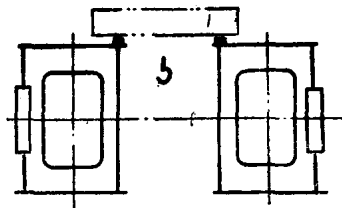


图 1—3 偏轨空腹箱形梁桥架

钢结构的特点：

1. 偏轨空腹箱形梁由于在副腹板开孔，既能减轻自重，又

能使梁内通风散热，对梁内放置运行机构和电气设备提供了有利条件，同时增加梁内亮度，便于维修。桥架外观也颇为美观。

2. 制造比偏轨箱形梁麻烦费工

偏轨空腹箱形梁结构在冶金起重机上应用较多。

(四) 单主梁桥架

单主梁桥架采用一根主梁。与小车轮的布置相应，主要有垂直反滚轮单主梁、水平反滚轮单主梁和梯形单主梁（参见图 1—4）。

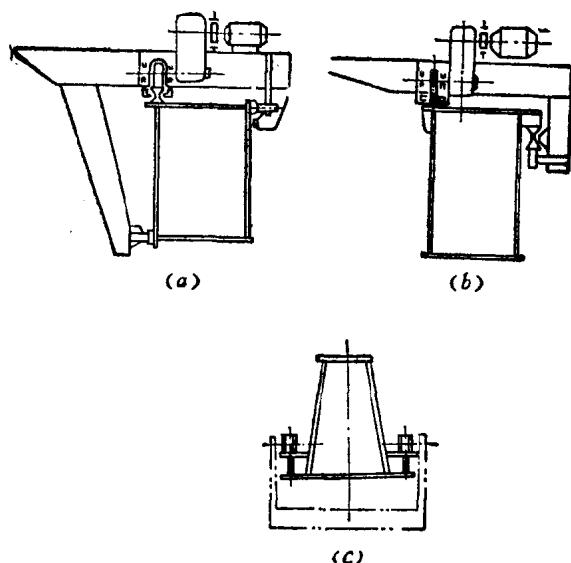


图 1—4 单主梁截面形式
(a) 水平反滚轮主梁，(b) 垂直反滚轮主梁，
(c) 对称轨道梯形主梁。

1. 垂直反滚轮单主梁，主梁制造工艺性同偏轨箱梁一样。用户使用维修方便。但小车的垂直轮压较大，适用于起重量较小的起重机。

2. 水平反滚轮主梁，小车的垂直轮压始终等于小车及载荷重，适用于起重量较大的起重机。缺点是吊钩一侧的水平滚轮不

便于维修和更换。

3. 对称轨道的梯形主梁,由一根主梁代替两根主梁的作用。虽然梁的截面大些,但比双梁制造成本要低得很多。

这种结构形式适用于起重量较大,跨度较大的门式起重机或装卸桥。

(五) 四桁架桥架和单腹板开式桥架

四桁架桥架是由主桁架、辅助桁架、上水平桁架和下水平桁架以及箱形端梁构成,横截面设置斜支承以保持空间结构几何不变(图1—5)。上水平桁架表面一般都铺有走台板。在桥架适当部位配置机电设备。

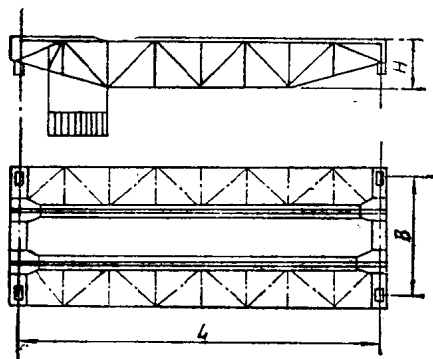


图1—5 四桁架桥架

钢结构特点:

1. 四桁架桥架比一般其他形式的双梁桥架轻。
2. 四桁架桥架制造时焊接变形较小,容易控制。
3. 四桁架桥架杆件较多,制造工作量较大。
4. 四桁架桥架占空间较大,厂房高度要求较大。

除大跨度门式起重机或装卸桥采用四桁架结构外,其他应用已日趋减少。

单腹板开式结构桥架在技术要求上与四桁架式桥架有很多共同处。其特点是自重小、制造简便,但由于水平刚度和抗扭刚度

小，上翼缘主焊缝开裂比较普遍，现已很少生产。

（六）主端梁栓接桥架

电葫芦单梁桥式起重机现多采用焊接Ⅱ形梁（或模压Ⅱ形梁），下部焊接Ⅰ字钢的结构形式。对上述桥架及起重量为5～125t的双梁偏轨箱形梁桥式起重机，主梁与端梁可采用螺栓连接（图1—6）。

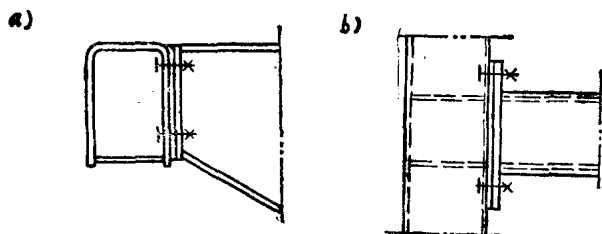


图 1—6 主端梁栓接桥架

钢结构特点：

1. 主梁、端梁单独制造，便于机械化生产，生产效率高，成本低。

2. 运输较方便，尤其海上运输，占空间小，运费低。

这种结构形式在国外应用比较普遍，如德国德马克公司威特起重机厂生产的5～125t通用桥式起重机就采用这种结构形式。

二、门 架

门架包括上部结构——桥架、下部结构——支腿、拉杆和走行梁（下横梁）等。常见的有以下几种。

（一）电葫芦单主梁门式起重机门架

其上部结构为桁架（或模具压制Ⅱ形梁），下部焊一根Ⅰ字钢，以便悬挂电葫芦（图1—7）。其结构简单，制做容易。

（二）小车式单主梁门式起重机门架

根据支腿的结构形式不同分为两种：

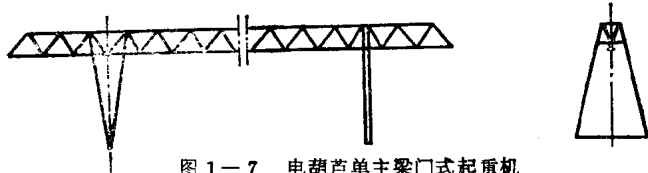


图 1—7 电葫芦单主梁门式起重机

1. L型单主梁门架。上部结构为单主梁；支腿制成 L 形，截面为箱形，支腿与主梁、支腿与走行梁连接均采用法兰对接（图 1—8）。

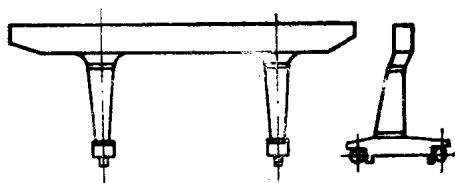


图 1—8 L型单主梁门架

2. C型单主梁门架。上部结构为单主梁，支腿制成 C 形，截面为箱形。支腿与主梁、支腿与走行梁连接均采用联接板栓接（图 1—9）。

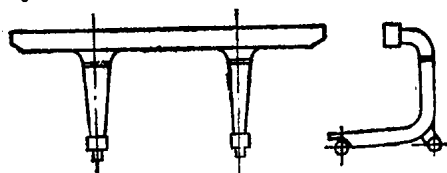


图 1—9 C型单主梁门架

（三）双梁门式起重机门架

其上部结构与桥式起重机的双主梁桥架基本相似，如图 1—10 所示。门架支腿结构形式与主梁结构形式是相协调的，当主梁采用桁架式，则支腿也相应采用桁架式的。通常主梁采用箱形结构，支腿采用箱形或管形结构。

（四）装卸桥门架

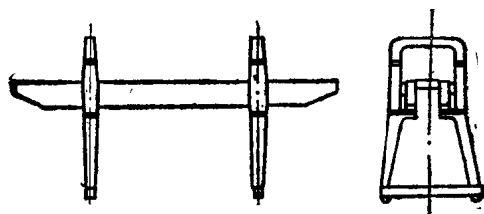


图 1—10 双梁门式起重机门架

装卸桥与门式起重机并无严格区别，它们的结构和受力情况相似。装卸桥钢结构的特点是跨度较大 ($L > 35\text{m}$)；门架有两种支腿：一条为刚性支腿，另一条为挠性支腿（图 1—11）。装卸桥门架有两种形式：

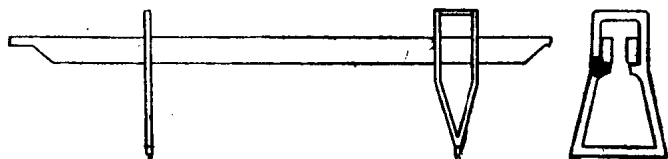


图 1—11 箱形装卸桥门架

1. 板结构形式，如箱形截面结构和梯形截面结构等。
2. 桁架结构形式，这种结构自重轻、制造过程焊接变形小。

三、小 车 架

小车架由于外形比桥架小，通常把它当成一个独立部件来生产。

小车架按结构形式，可分为两种，一种是双梁起重机小车架，另一种是单主梁起重机小车架。

双主梁起重机小车架如图 1—12 所示，由纵梁 1、2、3 和走行梁 4、5 组成。纵梁多为焊接的箱形梁或 I 字梁。走行梁为焊接的箱形梁。纵梁和走行梁也可采用模压型，如图 1—13 所示，小车轮轴承直接嵌入在梁的两端，结构较轻。尺寸较大的小车架，需按运输要求分段制造，采用螺栓或铆接联接。小车架上的

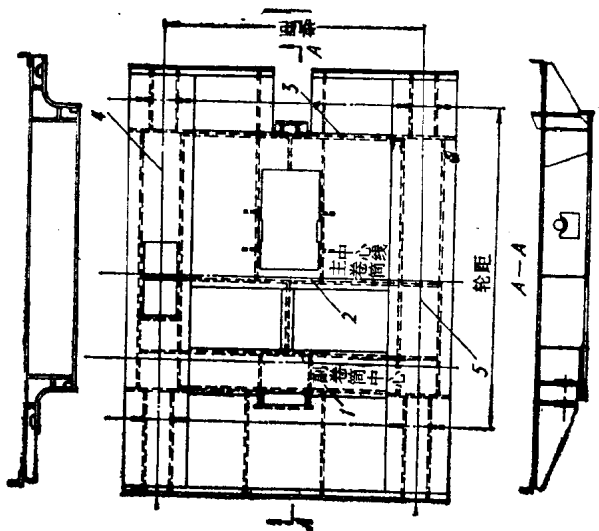


图 1-12 双主梁式小车架
1、2、3、4——纵梁，4、5——走行梁。

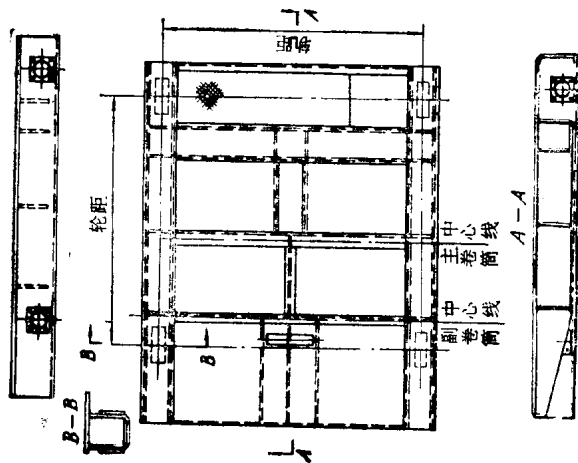


图 1-13 横压双主梁式小车架

电动机、减速机、制动器和轴承等支座，通常先加工，装配时焊接。

单主梁门式起重机小车根据起重机车轮支承情况可有多种形式。最常见的垂直反滚轮式如图 1—14 所示。这种小车架可分成两部分：上部车架和下部支腿。支腿上座板与小车架非吊具侧下部用螺栓联接。水平反滚轮式小车架与垂直反滚轮式小车架结构相似，但支腿在小车架吊具一侧，如图 1—15 所示。

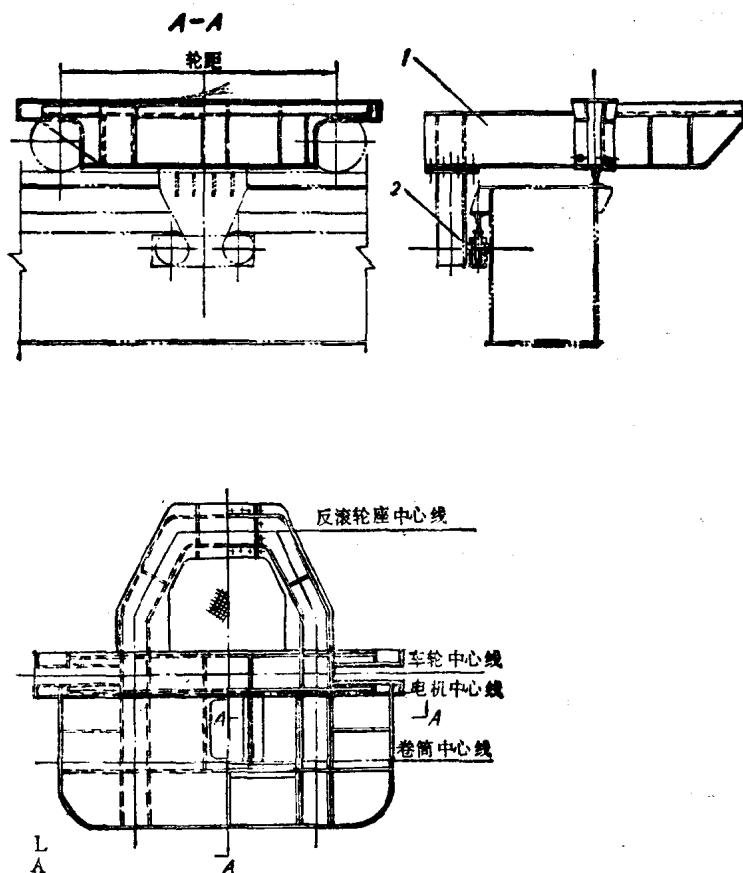


图 1—14 垂直反滚轮式小车架
1 —— 上部车架；2 —— 支腿。

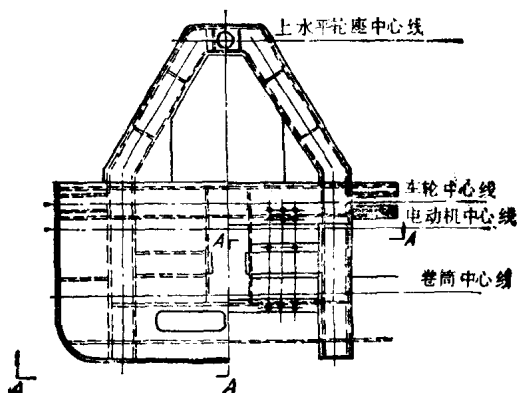
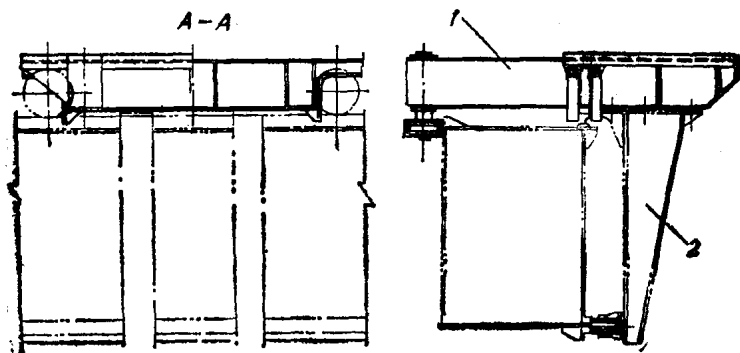


图 1—15 水平反滚轮式小车架
1 ——上部车架，2 ——支腿。

第二节 起重机钢结构技术要求

一、桥架、门架的技术要求

(一) 主梁上拱度及上翘度

主梁沿梁长方向以跨端连线为基准，跨中的预制向上拱起值称为跨中上拱度，简称主梁上拱度，用“ F ”表示，如图 1—16

所示。门式起重机和装卸桥等起重机的跨外悬臂部分，沿悬臂长度方向，同样以跨端（支腿处）连线为基准，悬臂端向上翘起值称为主梁悬臂端上翘度，简称主梁上翘度，用“ F' ”表示。

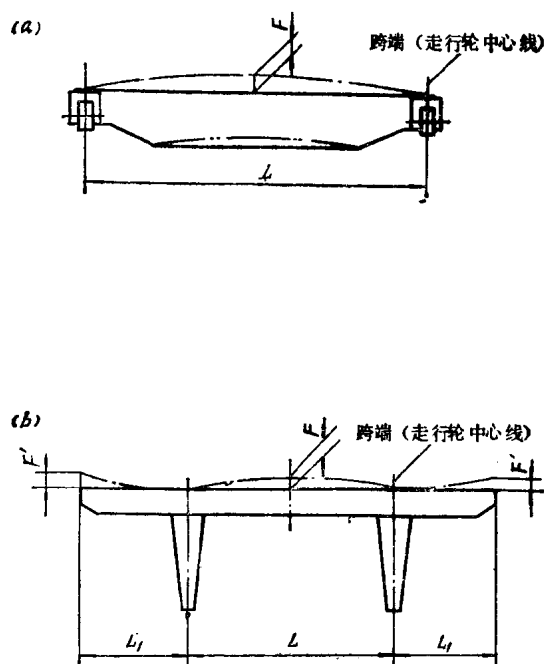


图 1—16 主梁上拱度
(a) 桥式起重机桥架；(b) 门式起重机门架。

主梁制造时，从下料开始就要制出上拱度和上翘度，不允许强制起拱（翘）。如若主梁的上拱度是靠主梁下部焊缝集结力形成的，则主梁经过长期使用及自然时效，焊接形成的局部纤维收缩逐渐伸长，内应力消失，而形成主梁下挠。选择制造主梁上拱度各国标准都不一样（参见表 1—14）。如果设计时，主梁的刚度较大，焊缝尺寸较小，主梁上拱值可取得小些。联邦德国德马克公司威特起重机厂桥式起重机偏轨箱形梁较正轨箱形梁刚度大，焊缝尺寸又较小，焊接内应力小，该公司起重机制造标准中

规定重型起重机主梁上拱度为 $F = \frac{0.3L}{1000} \sim \frac{L}{1000}$ 。我国《通用桥式起重机技术条件》JB1036-82、《单主梁门式起重机》JB3186-82和《双梁通用门式起重机技术条件》JB4102-86等三个标准中规定桥架组装后，主梁上拱度 $F = \left(\frac{0.9}{1000} \sim \frac{1.4}{1000}\right)L$ ，主梁悬臂端翘度 $F' = \left(\frac{0.9}{350} \sim \frac{1.4}{350}\right)L_1$ 。

(二) 主梁水平弯曲

主梁水平弯曲是指主梁在水平方向的弯曲，用“ f ”表示，如图1-17所示。当主梁向走台侧弯曲为外弯，以“+”号表示；相反主梁向吊具方向弯曲为内弯，以“-”号表示。

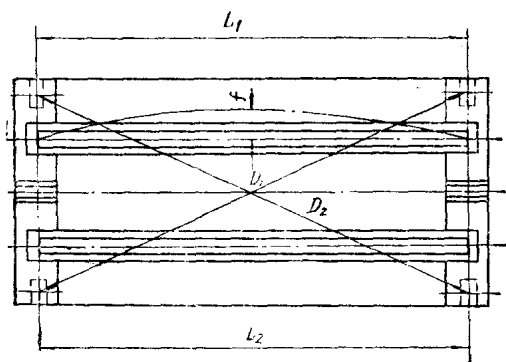


图1-17 主梁水平弯曲

我国《通用桥式起重机技术条件》JB1036-82中规定，桥架组装后，主梁允许水平弯曲 f ：正轨箱形梁 $f \leq \frac{L_3}{2000}$ ，其中 L_3 为实测距离。 $Q \leq 50t$ 的正轨箱形梁只允许凸弯向走台侧①。对于偏轨箱形梁、单腹板及桁架，前者由于梁宽，水平刚性较大，较易控制水平弯曲，后两种型式考虑到小车轨距及小车轨道中心线对梁腹板中心线的偏移差不得过大，铺设走台对水平弯曲的影响也较小，规定允许水平弯曲：当 $L \leq 19.5m$ 时， $f \leq 5mm$ ； $L > 19.5m$ 时， $f \leq 8mm$ （不分弯曲方向）。JB3186-82规定单主梁吊钩门式起重机主梁允许水平弯曲 $f \leq \frac{L_2}{2000}$ （ L_2 为主梁全长），最大不