

# 非标准机械设计 实例详解



► 车洪麒 张素辉 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 非标准机械设计 实例详解

车洪麒 张素辉 编著



机械工业出版社

# 前 言

这本书是我一生心血的主要结晶。我是一名老工程师，一生从事过门类不同的多种机械的设计工作。在设计过程中，对于每一个设计项目，都留下了较为详尽的设计笔记。退休之后，在整理这些设计笔记时，我萌生了将它们整理成书的想法。我想，这样的书，对于从事机械设计的同行，特别是年轻的同行，以及对机械设计专业的大学生们也许会有所帮助。

书中介绍的设计实例均经过实际考验。在成书的过程中，我根据机械工业发展的新成就，对原来的设计又进行了改进和提高，有的则是进行了重新设计。

从事科技工作不能墨守成规，而应大胆创新，所以我在设计工作中总是努力追求创新，尽最大努力使自己的设计更先进、更完美。如本书摊铺机中的滚动履带、卷染机中的交流电动机-磁粉离合器传动，均有一定的创新意义。

书中各实例的电气系统均由张素辉先生设计，相关内容也由他编写。作者在编写过程中参阅了大量相关文献，在此向文献的作者表示感谢。在机械工业出版社编辑的大力支持下本书才得以出版，在此，我要向他们致以衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，希望读者批评指正。

车洪麒

# 目 录

## 前言

### 第 1 例 塑胶运动场地摊铺机设计 ..... 1

- 1.1 设计项目简介 ..... 1
- 1.2 设计前期的准备工作 ..... 2
  - 1.2.1 观摩塑胶跑道手工摊铺施工 ..... 2
  - 1.2.2 召开摊铺机设计研讨会 ..... 2
  - 1.2.3 考察公路沥青摊铺机的摊铺施工 ..... 2
  - 1.2.4 搜集与设计有关的资料 ..... 3
- 1.3 设计的主导思想——摊铺机性能的确 定 ..... 3
  - 1.3.1 必须具有完整的摊铺功能 ..... 3
  - 1.3.2 既能摊铺透气型颗粒塑胶, 也能摊铺混合型塑胶 ..... 3
  - 1.3.3 具有混料的功能 ..... 4
  - 1.3.4 关于是否采用水平感测仪来控制摊铺表面平整度的思考 ..... 4
  - 1.3.5 机器的生产效率 ..... 4
- 1.4 设计方案的确定 ..... 4
- 1.5 主要技术参数的确定 ..... 5
- 1.6 机器的部件划分与总体布局设计 ..... 6
- 1.7 机器的部件设计 ..... 7
  - 1.7.1 机身部件设计及计算 ..... 7
  - 1.7.2 履带传动部件设计及计算 ..... 18
  - 1.7.3 车轮起落传动部件设计及计算 ..... 28
  - 1.7.4 摊铺部件设计及计算 ..... 37
  - 1.7.5 混料部件设计及计算 ..... 46
  - 1.7.6 摇臂起吊部件设计及计算 ..... 54
- 1.8 总装配图的绘制 ..... 59
- 1.9 电气控制系统设计 ..... 59
  - 1.9.1 主电路 ..... 62
  - 1.9.2 控制电路 ..... 63

### 第 2 例 MA209B 型大卷装卷染机设计 ..... 65

- 2.1 设计项目简介 ..... 65
- 2.2 设计前的准备工作 ..... 66
  - 2.2.1 对用户进行技术调研 ..... 66
  - 2.2.2 针对最大卷绕直径问题, 收

集国外大卷装卷染机的资料 ..... 66

- 2.3 设计的指导思想 ..... 67
  - 2.3.1 适应国内市场需求, 设计卷径为 1200mm 的卷染机 ..... 67
  - 2.3.2 针对 MA209A 型卷染机的缺陷, 改进设计 ..... 67
- 2.4 主要技术参数 ..... 67
- 2.5 机器的总体设计 ..... 68
- 2.6 机器的部件划分 ..... 68
- 2.7 主机结构设计 ..... 69
  - 2.7.1 确定两卷布辊中心距 ..... 69
  - 2.7.2 确定浴槽容积 ..... 70
  - 2.7.3 浴槽外形尺寸设计 ..... 70
  - 2.7.4 主机结构设计 ..... 71
  - 2.7.5 全机简图设计 ..... 72
- 2.8 机器的部件设计 ..... 74
  - 2.8.1 机械传动部件设计 ..... 74
  - 2.8.2 浴槽部件设计 ..... 108
  - 2.8.3 密封门部件设计 ..... 111
  - 2.8.4 卷布辊部件设计 ..... 121
  - 2.8.5 前扩幅架部件设计 ..... 127
  - 2.8.6 后扩幅架部件设计 ..... 129
  - 2.8.7 扩幅架气动牵引部件设计 ..... 135
  - 2.8.8 检测辊部件设计 ..... 154
  - 2.8.9 下导布辊部件设计 ..... 159
  - 2.8.10 外扩幅架部件设计 ..... 164
  - 2.8.11 机架部件设计 ..... 169
  - 2.8.12 汽水管路部件设计 ..... 178
  - 2.8.13 染料桶部件设计 ..... 180
  - 2.8.14 电气控制系统设计 ..... 182
- 2.9 全机总图绘制 ..... 187

### 第 3 例 磁粉离合器的应用设计与改进设计 ..... 190

- 3.1 概述 ..... 190
- 3.2 磁粉离合器的基本结构和工作原理 ..... 190
- 3.3 磁粉离合器的工作特性 ..... 191
  - 3.3.1 励磁电流—转矩特性 ..... 191
  - 3.3.2 滑差速度—转矩特性 ..... 192

3.3.3 励磁电流—转速特性 .....	192	4.6.1 机器的部件组成及总体布局 .....	215
3.3.4 机械特性 .....	193	4.6.2 机械传动系统设计方案的 确定 .....	215
3.4 磁粉离合器的用途及应用中传动 机构的设计 .....	193	4.6.3 提高蒸呢过程的自动化程度 .....	216
3.4.1 卷绕机构的张力自动控制 .....	193	4.6.4 抽汽系统的改进 .....	216
3.4.2 放卷过程的恒张力自动控 制机构 .....	194	4.7 机器的部件设计 .....	216
3.4.3 收卷过程的恒速度自动控 制机构 .....	195	4.7.1 机架部件设计 .....	216
3.4.4 卷绕机构收卷时恒速度与放卷 时恒张力自动控制 .....	195	4.7.2 蒸呢辊筒部件设计 .....	217
3.4.5 缓冲起动与缓冲制动及过载保 护等自动控制机构 .....	196	4.7.3 加压辊部件设计 .....	228
3.5 磁粉离合器的选用 .....	197	4.7.4 进布机构设计 .....	230
3.5.1 连续滑差运转时主要技术参 数的确定 .....	197	4.7.5 导布辊部件设计 .....	233
3.5.2 间歇滑差运转时主要技术参 数的确定 .....	199	4.7.6 衬布辊部件设计 .....	236
3.6 磁粉离合器应用中的电气控制 系统设计 .....	201	4.7.7 出布机构设计 .....	240
3.6.1 卷绕机构的恒速度、恒张力 自动控制系统设计 .....	201	4.7.8 机械传动部件设计 .....	246
3.6.2 缓冲起动与缓冲制动及过载 保护等方面的电气控制系统 设计 .....	202	4.7.9 抽汽管路部件设计 .....	253
3.7 磁粉离合器的改进设计 .....	203	4.7.10 进汽回水管路部件设计 .....	255
3.7.1 应用中发现的主要问题及分析 .....	203	4.7.11 气动控制系统设计 .....	261
3.7.2 内转子结合件轴承室密封的 改进设计 .....	205	4.7.12 电气系统设计 .....	262
3.7.3 改变内转子的结构设计, 根除 内冷漏水问题 .....	210	4.8 蒸呢机的设计过程和总图设计 .....	265
3.7.4 采用聚氨酯 O 形密封圈, 解决 外冷漏水问题 .....	210	4.8.1 蒸呢机的设计过程 .....	265
3.7.5 改变内转子结合件轴向定位 方法, 降低装配难度 .....	211	4.8.2 MB441A 型蒸呢机总图设计 概述 .....	265
3.7.6 改进左、右外转盘轴承的密 封设计 .....	211	<b>第 5 例 液体成品自动称重包装 输送生产线设计 .....</b>	<b>267</b>
<b>第 4 例 MB441 型蒸呢机设计 .....</b>	<b>212</b>	5.1 设计项目简介 .....	267
4.1 项目简介 .....	212	5.2 生产线的总体设计 .....	267
4.2 机器设计的技术条件 .....	212	5.2.1 生产线的功能及技术条件 .....	267
4.3 主要技术参数 .....	213	5.2.2 生产线的组成 .....	267
4.4 机器的工作原理 .....	214	5.2.3 装配图设计 .....	268
4.5 设计的指导思想 .....	215	5.3 生产线的部件设计 .....	272
4.6 机器的总体设计 .....	215	5.3.1 液体成品输出流量自动控制 部件的设计 .....	272
4.6.1 机器的部件组成及总体布局 .....	215	5.3.2 电子秤部件设计 .....	272
4.6.2 机械传动系统设计方案的 确定 .....	215	5.3.3 工作台部件设计 .....	272
4.6.3 提高蒸呢过程的自动化程度 .....	216	5.3.4 滚柱输送机设计 .....	273
4.6.4 抽汽系统的改进 .....	216	5.3.5 气动控制系统设计 .....	279
4.7 机器的部件设计 .....	216	5.3.6 生产线的程序控制过程与电气 控制系统设计 .....	281
4.7.1 机架部件设计 .....	216	<b>第 6 例 微机控制二元粉料配料称 量机设计 .....</b>	<b>288</b>
4.7.2 蒸呢辊筒部件设计 .....	217	6.1 项目简介 .....	288
4.7.3 加压辊部件设计 .....	228	6.2 机器设计的技术条件 .....	288
4.7.4 进布机构设计 .....	230	6.3 机器的总体设计 .....	289
4.7.5 导布辊部件设计 .....	233		
4.7.6 衬布辊部件设计 .....	236		
4.7.7 出布机构设计 .....	240		
4.7.8 机械传动部件设计 .....	246		
4.7.9 抽汽管路部件设计 .....	253		
4.7.10 进汽回水管路部件设计 .....	255		
4.7.11 气动控制系统设计 .....	261		
4.7.12 电气系统设计 .....	262		
4.8 蒸呢机的设计过程和总图设计 .....	265		
4.8.1 蒸呢机的设计过程 .....	265		
4.8.2 MB441A 型蒸呢机总图设计 概述 .....	265		

6.3.1	配料称量机结构形式的选择	289	<b>第7例 螺旋混料输送机设计</b>	330	
6.3.2	机器工作原理的设计	289	7.1	项目简介	330
6.3.3	机器的组成	289	7.2	螺旋混料输送机设计的技术条件	330
6.3.4	配料称量机结构示意图设计	290	7.3	螺旋混料输送机概述	331
6.4	机器的部件设计	291	7.4	螺旋混料输送机工作原理	331
6.4.1	料仓部件设计	291	7.5	螺旋混料输送机部件设计	332
6.4.2	进料闸阀部件设计	293	7.5.1	混料输送体积流量计算	332
6.4.3	振动给料器部件设计	295	7.5.2	漏斗设计	333
6.4.4	隔振圈部件设计	308	7.5.3	料槽设计	335
6.4.5	料斗部件设计	310	7.5.4	螺旋设计	335
6.4.6	输送管部件设计	314	7.5.5	轴承座机构设计	343
6.4.7	机架部件设计	314	7.5.6	传动系统设计	349
6.4.8	气动控制系统设计	314	7.6	螺旋混料输送机总图设计	357
6.4.9	电气控制系统设计	319	<b>参考文献</b>	360	
6.5	机器总图绘制	327			

# 第 1 例 塑胶运动场地摊铺机设计

## 1.1 设计项目简介

塑胶运动地面，包括塑胶跑道、塑胶球类场地等，是 20 世纪 60 年代西方发达国家首先研制成功的新技术。我国于 1979 年研制成功，并通过了国家鉴定。1993 年，我国制定了 GB/T 14833—1993《塑胶跑道》国家标准。目前，塑胶运动地面已为各城市体育场馆普遍采用，并且已普及到大中专学校。

但是，这一先进技术的施工，在我国却长期处于手工操作的原始阶段。其弊病是：劳动强度大、生产效率低、人工消耗大、产品质量不稳定。为改变这种状况，某企业决定进行塑胶运动场地摊铺机的设计。该企业于 2001 年完成了设计前期的准备工作，于 2002 年完成设计，于 2003 年与一家机械厂合作，将样机试制成功。

SYTJ—244 型塑胶运动场地摊铺机照片如图 1-1 所示。

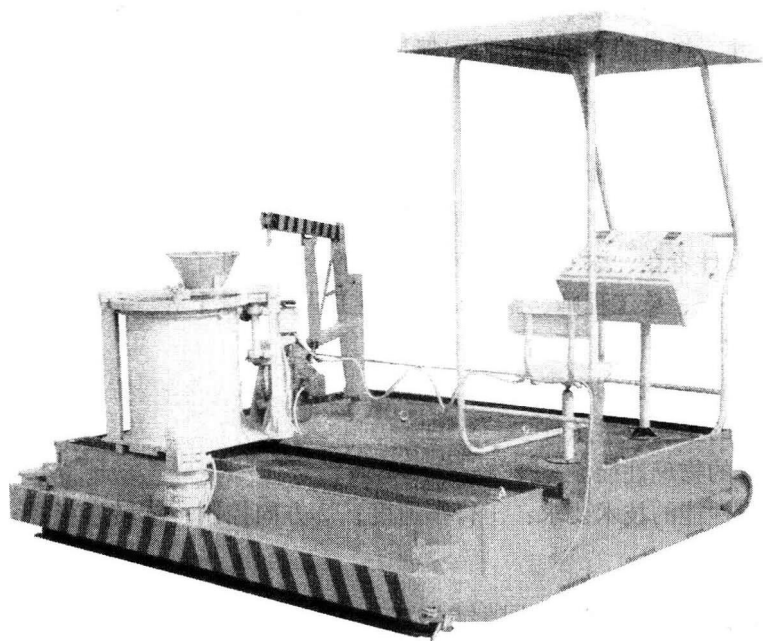


图 1-1 SYTJ—244 塑胶运动场地摊铺机照片

塑胶运动场地摊铺机的设计与其它机械设计不同，它没有典型设计的资料可参考。机器的结构和传动，是按照摊铺施工的工艺要求自主研发成功的。其中滚动履带和螺旋混料转子的设计，可以说是一项技术创新。

## 1.2 设计前期的准备工作

### 1.2.1 观摩塑胶跑道手工摊铺施工

塑胶跑道的机械化摊铺施工,是由手工摊铺施工发展而来的。两者施工前对地面、基础的要求和施工后对摊铺层的质量要求相同。另外,手工施工的人员配置、手工施工的生产效率,是机械化施工的重要参考资料,因此也是摊铺机设计的重要资料。所以到施工现场观摩手工摊铺施工,对摊铺机的设计来说,是必做的前期准备工作。

在观摩之前,要先拟订调研提纲,把观摩中要着重了解的问题一一列出,防止观摩时有所疏漏。这些问题是:

- 1) 摊铺前施工场地地面概况及要求。
- 2) 塑胶跑道手工摊铺施工工艺过程,特别是底胶的摊铺过程和操作方法。
- 3) 手工摊铺所使用的工具。测绘草图。
- 4) 混料搅拌机的结构、工作原理、生产效率和动力消耗。
- 5) 混料配方、操作过程、技术要求。
- 6) 手工摊铺的人员配置和生产效率。
- 7) 摊铺层的技术要求。

实际上,通过施工现场观摩手工摊铺施工所了解的情况,比如混料效率、摊铺效率、摊铺耙的形状及尺寸、料桶的容积等资料,都是以后设计工作的重要依据。

### 1.2.2 召开摊铺机设计研讨会

在我国从事塑胶运动场地摊铺施工的队伍中,活跃着一批有丰富的施工经验和熟练技术的科技人员和工人。为了更好地完成摊铺机的设计,听取他们的意见和建议是十分必要的。因此,摊铺机的设计者在一家专门从事摊铺施工的企业召开了“摊铺机设计研讨会”。参加会议的人员有副厂长、总工程师、施工队长、施工队技术骨干等。

通过这次研讨会,明确了下列若干问题:

- 1) 施工单位对摊铺机的需求情况。
- 2) 塑胶跑道的主要技术条件。
- 3) 摊铺材料的物理性能。
- 4) 对摊铺机性能的技术要求:①行车速度;②方向控制;③转弯半径;④摊铺厚度和摊铺宽度;⑤摊铺效率。

### 1.2.3 考察公路沥青摊铺机的摊铺施工

公路沥青的摊铺与塑胶跑道的摊铺有许多相似之处,所以设计者又对公路沥青摊铺机的摊铺施工进行了现场考察。着重了解了以下几个问题:

- 1) 测定了公路沥青摊铺机的摊铺车速。
- 2) 了解了摊铺厚度和宽度,以及摊铺厚度的检测方法。
- 3) 了解了摊铺机的连续供料方法。
- 4) 考察了摊铺机的料槽及刮板的结构,从而了解了其摊铺厚度的控制原理。



5) 考察并了解了摊铺机的摊铺面自动控制系统及其工作原理。此功能可使摊铺机随地面的起伏变更摊铺厚度,从而保证摊铺层表面平整。

6) 绘制了摊铺机、供料车联合作业草图。

这次考察,对设计工作具有重要意义。在此项塑胶运动场地摊铺机的设计中,料槽的设计、铲料压光板的设计,都得益于这次考察的启发。

#### 1.2.4 搜集与设计有关的资料

尽量多地搜集与设计有关的资料,是设计准备工作的重要内容。这项设计,搜集到的资料如下:

- 1) 中国国家标准 GB/T 14833—1993《塑胶跑道》。
- 2) 国际田径联合会 (IAAF) 400m 标准跑道记号平面图。
- 3) 塑胶篮球场场地规格 (平面图)。
- 4) 塑胶排球场场地规格 (平面图)。
- 5) 塑胶网球场场地规格 (平面图)。
- 6) 保定市长城体育设施有限公司企业标准《塑胶运动地面 (手工) 摊铺施工方法与过程》。
- 7) 一份公路沥青摊铺机使用说明书。

### 1.3 设计的主导思想——摊铺机性能的确定

经过前期的准备工作,可知即将设计的摊铺机应满足以下要求。

#### 1.3.1 必须具有完整的摊铺功能

塑胶材料的摊铺是塑胶跑道摊铺施工中最重要作业,劳动强度大,占用劳力多。摊铺机的作用之一,就是要把人力从繁重的劳动中解放出来。它应该像公路沥青摊铺机那样,机器开过去即可铺出塑胶地面,而不应该是先由人工来摊铺,再用机器把摊铺层刮平到一定的厚度。摊铺机必须能完整地去完成塑胶摊铺的全部作业。

#### 1.3.2 既能摊铺透气型颗粒塑胶,也能摊铺混合型塑胶

据资料介绍,一般的摊铺机只能摊铺复合型颗粒塑胶,而不能摊铺混合型塑胶。其原因是:在混合型塑胶中,橡胶颗粒所占的比例比较少,胶体粘度低,流动性好,当摊铺机行驶速度较低时,摊铺层的边界和厚度都难以控制,橡胶颗粒的均匀性也难以控制。

虽然有上述难度,但在北方地区,混合型塑胶应用十分广泛,所以还是应该努力攻克这一难关。可以从以下几方面着手解决:

1) 适当提高摊铺机行车速度。混合型塑胶之所以适合人工摊铺,其原因在于人工摊铺时速度高。据观察,人工摊铺时,摊铺耙的拉动速度可达  $0.5 \sim 1\text{m/s}$ 。只要使摊铺机的行驶速度稍大于胶体的流动速度,就可实现机械化摊铺。

2) 控制料槽中料位的高度,降低胶体的自然流动速度,使之与摊铺机的行驶速度相适应。流体的自然流动速度与其落差成正比,所以只要把料槽中的料位控制在适当

的高度上,就可以把它的自然流速降下来,使之与摊铺机的行车速度相适应,实现机械化摊铺。

3) 加强料槽与地面接触的严密性,以保证摊铺材料不越界,使摊铺层边界整齐。

### 1.3.3 具有混料的功能

实现机械化摊铺,关键的难题是供料问题,而解决这一问题的唯一合理的方法,就是使摊铺机具有混料的功能。

一个13~15人的施工队,人工摊铺混合型塑胶,每日的摊铺面积可达1800~2000m<sup>2</sup>,每日塑胶的用量是18~20t。这么大的用量,在人工摊铺时,都是由设在施工场地附近的搅拌机混料,用专用的摊料车推到施工场地,倾倒在地面上,再进行人工摊铺。根据作业面积不同,每次施工都要由2~5辆推料车往返奔跑供料,是一项极繁重的体力劳动。

最后设计者确定的方案是:在摊铺机上设计一个混料装置,混料后供自己使用。而原料的供应办法则是:大宗的用料,施工前按每次混料用量分成小包装,沿摊铺路线摆放,随用随取;用量小的原料,则放在摊铺机上,现用现称。

这个方案既解决了供料问题,也节省了搅拌机、推料车等设备,将推料工从繁重的劳动中解放出来。

### 1.3.4 关于是否采用水平感测仪来控制摊铺表面平整度的思考

据资料介绍,德国巴斯夫(BASF)公司的机械铺装机采用了水平感测仪,因而摊铺的场地十分平整。

在即将设计的摊铺机上是否也采用此项技术?如果采用,机器的技术含量会有所提升。但经过与施工部门商讨,最后还是决定不予采用。其理由是:

1) 成本较高。这项技术的原理是:由水平仪把摊铺机所经过路面的起伏状况检测出来,并变成数字信号输入微机,由微机控制液压系统或机械系统,使摊平器(本机是铲料压光板)相应地升降,从而使摊铺厚度发生相应的变化,使摊铺层表面保持平整。这一系列的控制系统成本较高,不利于产品销售。

2) 按国家标准,摊铺场地的沥青或混凝土基础表面对平整度、坡度都有严格要求,而摊铺后的要求与此相同,所以只要能保证摊铺层厚度均匀,即可达到国家标准的要求。

3) 摊铺材料是胶状体,具有一定的流动性,有从高处流向低处的趋向,有微弱的自动趋平的功能。

### 1.3.5 机器的生产效率

摊铺效率,按相当于一个15人的施工队人工摊铺的生产效率设定,为2000m<sup>2</sup>/日。占用劳力6人:驾驶机器1人,操纵混料机构1人,配料1人,供料2人,机动1人。

## 1.4 设计方案的确定

1) 机身由两条履带支承和驱动,与地面形成大面积的接触,使机身能稳定行驶,从而

保证摊铺面的平整度达到国家标准的要求。

2) 两履带由两台滑差电动机分别驱动, 而不采用液压马达驱动。因为液压系统工作时会产生大量的热量, 温升很高, 夏季不能保证正常运转。

3) 在两履带的传动链上设置一个电磁离合器, 以保证直行时两履带同步运行。

4) 设计滚动履带以减少动力消耗, 并解决滑动履带的易磨损问题。

5) 参考沥青摊铺机的设计, 设计料槽和铲料压光板, 解决摊铺塑胶难题。

6) 摊铺厚度的调节机构, 应设计标尺和指针, 并设计调节手柄, 使调节方便准确。

7) 铲料压光板在摊铺时应作与前进方向垂直的横向往复运动, 其作用是:

①像一把割肉的刀, 不停地前后运动, 把摊铺层从料槽割出来;

②压光压实摊铺层表面(只对颗粒复合型塑胶)。

8) 设计车轮及其起落传动机构, 用于转移场地时支承机身。车轮不设动力, 移动时由其它车辆牵引或人力推动。

车轮起落的传动机构, 不另设电动机驱动, 而是借用横向往复运动的动力来驱动。

9) 设计混料机构, 解决供料问题。混料桶的桶底应设有闸门, 以便控制排料速度。料筒的下方设有滚轮, 使料桶能沿料槽的全长移动, 实现均匀布料。

10) 铲料压光板应设电热板加热, 防止摊铺材料粘结。加热温度应进行恒温自动控制。

11) 行车速度由滑差电动机控制器控制, 速度可调, 有数码显示, 可实现自动恒速行驶。

12) 机器应设有一个工作平台, 其作用是:

①供操作人员活动;

②存放摊铺用原材料。

13) 设计一个起吊机构, 便于清理混料转子时起吊之用。

## 1.5 主要技术参数的确定

1) 摊铺宽度: 2.44m (2条跑道宽度); 1.22m (1条跑道宽度)。

2) 摊铺厚度: 5~30mm (可调)。

3) 行驶速度: 0.6~5m/min (无级调速, 自动恒速控制, 数显)。

4) 摊铺速度: 1~3m/min (受混料效率限制)。

5) 混料效率: 100L/min。

6) 铲料压光板横向往复运动:

频率: 80~100次/min;

幅度: 30mm。

7) 机器的外形尺寸:

长 2600mm;

宽 2440mm;

高 400mm。

说明：设计时对于运输中关于外形尺寸的限制了解不清，造成装车超宽。样机制成后，完善设计时变更了长度尺寸为 2300mm，但样机仍保持原来尺寸。

## 1.6 机器的部件划分与总体布局设计

综合上述关于机器的功能、机器的设计方案及主要技术参数等诸问题的初步设想，确定了摊铺机的部件如下：

### 1. 机身部件

机身是机器的主体，其它部件均安装在这个部件上。机身部件由上下两层框架结构件组成：下层为机架，是由槽钢焊接而成的长方形框架；其两侧的后端各伸出一个支架，称为伸臂；上层为工作台，是由角钢焊接而成的网格式框架，上面铺设花纹钢板。

### 2. 履带及其传动部件

两条履带分别环绕在机架的左右侧边框上。而履带的两套传动系统，则分别安装在机架的长方形框架的空档的两侧。

### 3. 车轮及其起落传动部件

车轮共计四件：两转向车轮安装在前横梁的后面；两非转向车轮安装在后横梁的前面。车轮起落传动机构，则安装在机架与工作台之间的空档中。

### 4. 摊铺部件

“摊铺”是摊铺机工作的最后一环，所以安装在机器的最后端——两伸臂的端部。其横向往复运动的传动机构，则安装在该部件的内部。

### 5. 混料部件

由料槽、混料桶及传动机构组成。料槽安装在摊铺部件的前面，以便为摊铺机供料。料槽也由伸臂支承。混料桶的底板安装在料槽的上方，并设有滚轮，可沿料槽的全长移动。混料转子的传动机构安装在混料桶的底板上，随着底板移动。

### 6. 起吊部件

起吊部件安装在机器的左前角位置，以防止影响机器的驾驶和混料作业。其立柱套筒的底部固定在机架上，上部固定在工作台上。

### 7. 电气控制部件

电气控制箱，即机器的操纵台，安装在机器的右前角。一般情况下，机器靠右侧行驶，操纵台放在右前角，便于控制行车路线。

### 8. 总体布局特征

通过上述介绍可以看到，履带的传动系统、车轮及其起落传动系统、横向往复运动传动系统均封闭在机器内部，既缩小了机器的外形尺寸，增大了外露的作业面积，又使机器显得整齐美观。

而部件安装的排列顺序，由前至后依次为操纵、混料、供料、摊铺，与摊铺机的运转程序谐调一致。

机器的总体布局如图 1-2 所示。

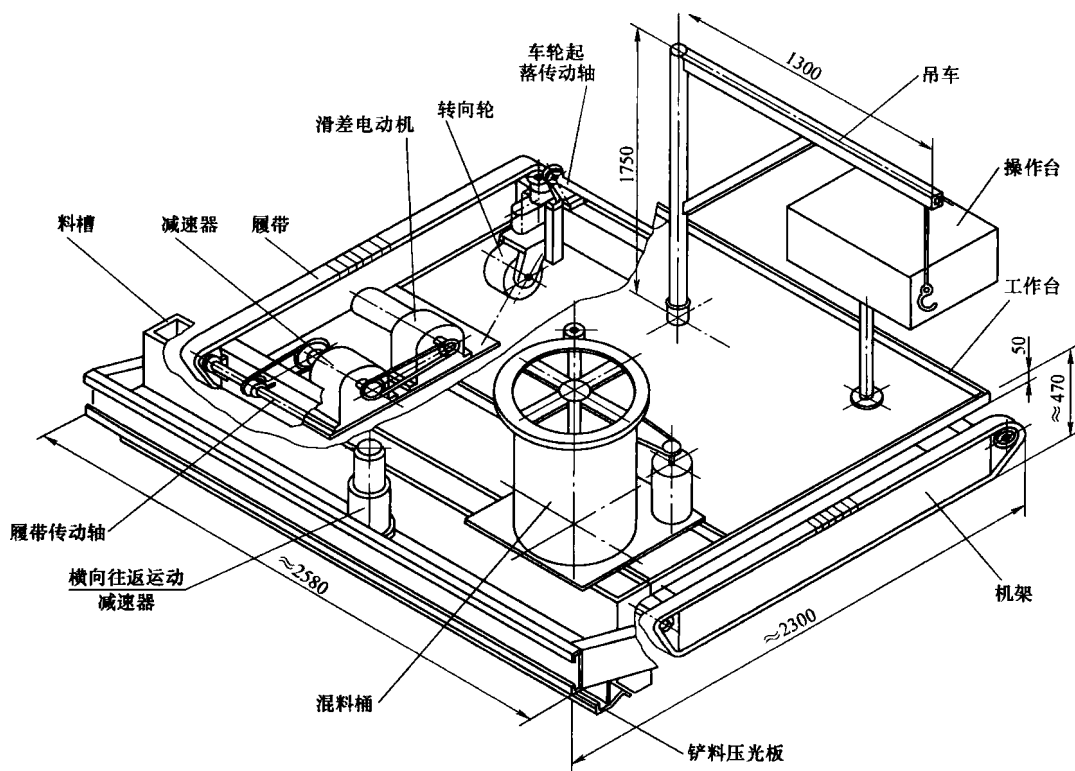


图 1-2 机器总体布局

## 1.7 机器的部件设计

### 1.7.1 机身部件设计及计算

#### 1. 机身部件的结构

机身部件主要由以下几部分组成（机身部件装配图如图 1-3 所示）。

(1) 机架结合件（见图 1-4） 机架是由 16# 槽钢焊接而成的长方形框架，长 1600mm，宽 2420mm。其左右边梁是履带环绕位置，下平面是履带轨道（见图 1-4B—B 视图）。前横梁距两侧 140mm 处是前轮导轨，安装转向车轮。后横梁距两侧 140mm 处是后轮导轨，安装非转向车轮。在距机架中心线 380mm 处的两侧，各焊接一个桁架，用来支撑工作台的中部。桁架与左右边梁的底边用角钢相连，构成了履带传动系统的滑差电动机与减速器的安装底座。因此，机架为网格式结构，从而具有足够的刚度完成摊铺施工工作。

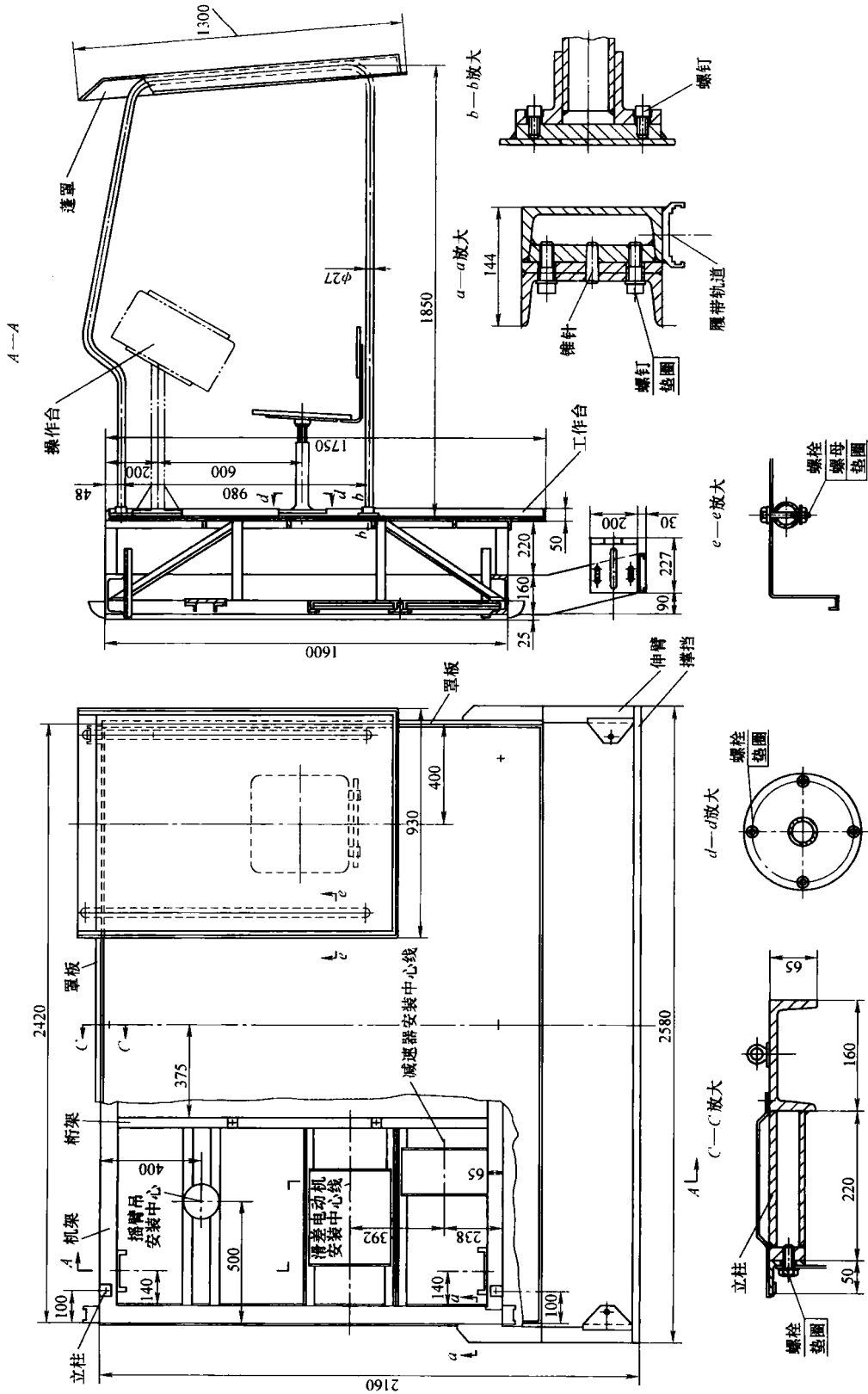


图 1-3 机身部件装配图

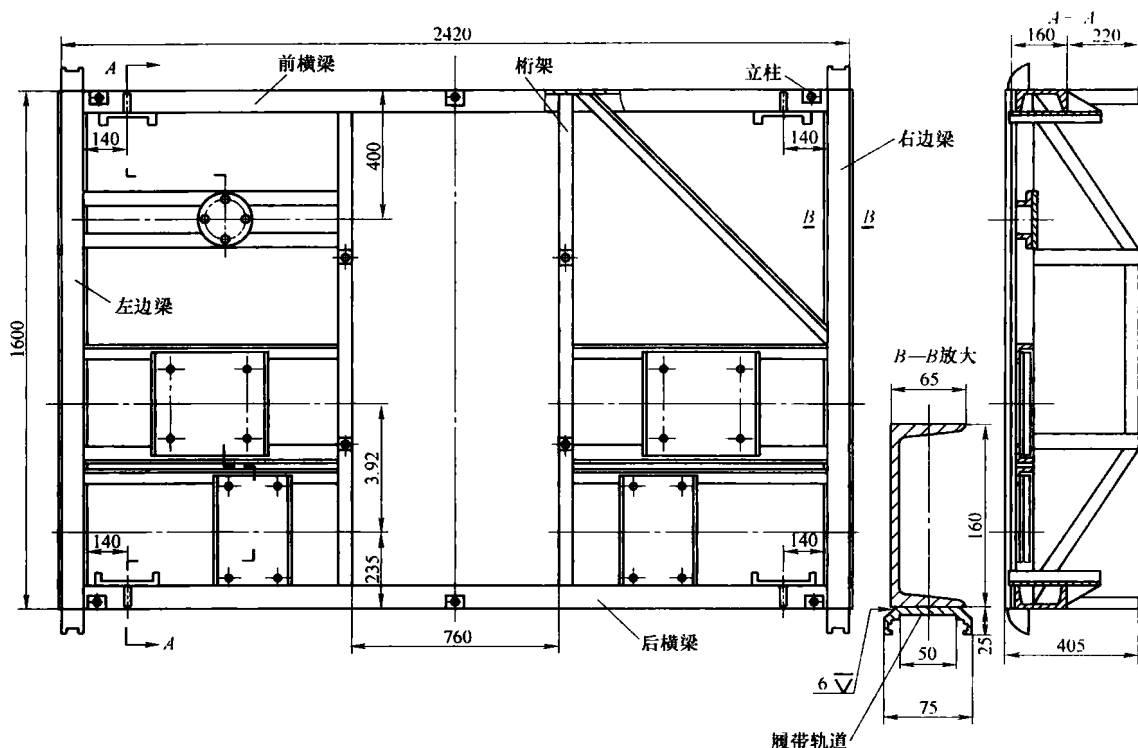


图 1-4 机架结合件

在左右边梁的后部安装伸臂，用螺栓紧固，用锥销定位（见图 1-3a—*a* 视图）。在前后横梁的上平面上各焊三件立柱（见图 1-3C—*C* 视图）。立柱高 220mm，端面有螺孔，用来紧固工作台。

机架是摊铺机最重要的部件，加工精度十分重要，对保证机器运行的稳定性和摊铺质量起着关键作用。其加工精度可按比普通机床床身的精度低 2 级来要求。履带导轨的直线度、平面度、两导轨的平行度均按 GB/T 1184—1996 的 9 级精度来要求。

(2) 工作台结合件 工作台是由角钢焊接而成的长方形网格格式框架，上面铺花纹钢板，用螺钉紧固。工作台是操作人员的工作场所，也用来存放摊铺原料。在工作台的右前角安装着操作台，并设有座椅和蓬罩，均用螺钉紧固，必要时可以拆卸。工作台用 10 个 M12 × 30 螺钉与机架紧固成一个整体，使机身部件的刚度得到很大提高。

(3) 左、右伸臂 左伸臂和右伸臂也是用 16# 槽钢和钢板焊接而成的，像两条臂膀向后伸出，上面安装料槽和摊铺部件。其端部 200mm × 227mm 的加工面（见图 1-3A—*A* 视图）是摊铺部件的安装基准面，并且是调整摊铺层厚度的调整螺杆的安装位置。所以伸臂安装时，对两伸臂的平行度和等高度、定位槽的位置度和平行度等均有较高的要求。在检测合格后用螺钉紧固，用锥销定位。

(4) 其它零件 属机身部件的零件，还有撑挡、座椅、蓬架、蓬罩、罩板等。撑挡的作用是把两伸臂连成一体，提高其刚度。由于这些零件是外观件，所以设计时应注意使它们轻便、美观。

## 2. 机架主要零件强度计算

在机架设计时，所面临的几个问题是：机架应采用什么结构？用什么材料？截面尺寸多大？

在通常的情况下，当产品批量较大时，往往采用铸铁件或铸钢件。铸件成本较低，但生产周期较长，所以当产品批量不大时，更多地是采用型钢焊接件。

机架也采用了型钢焊接件。设计的槽钢焊接机架如图 1-4 所示。之所以选用槽钢，其理由是：①槽钢具有很高的抗弯强度；②槽钢在高度方向尺寸较大，便于经过焊接或机械加工与其它零件连接；③机架是机器最底层的零件，槽钢重量较大，可提高机器运行的稳定性，而这又是保证摊铺质量的重要条件。

那么，应该选用多大截面的槽钢来制造机架呢？设计者初步选定的是 16#槽钢，因为它的截面尺寸与滚动履带的尺寸相适应。前已介绍，机架的左、右边梁是履带的环绕位置，而且其下平面还要加工成履带轨道。履带板的宽度为 62mm，而 16#槽钢的腿宽度  $b$  为 65mm。

但是 16#槽钢能否承受其所受的载荷呢？于是进行了机架主要零件的强度计算。

(1) 左边梁与左伸臂装配后强度计算 经过一系列辅助计算，左边梁与左伸臂在装配后所承受的载荷数值、作用点的位置及载荷的来源如图 1-5 所示。

1) 计算简图：

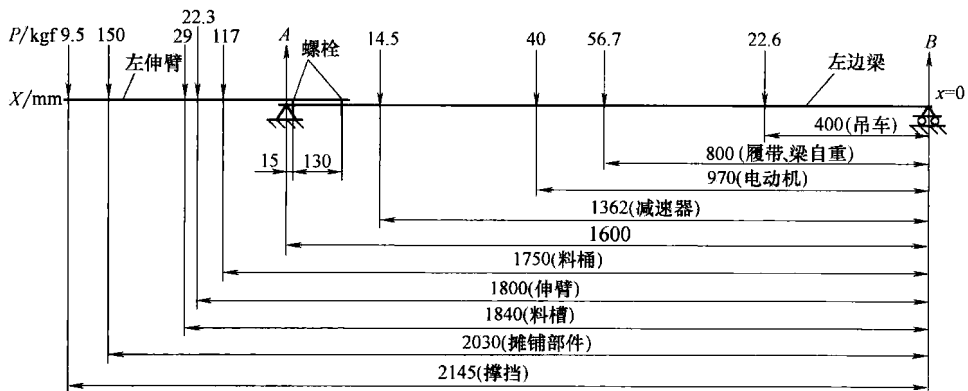


图 1-5 左边梁左伸臂受力图

2) 求支反力  $R_A$  及  $R_B$ ：

由图 1-5 可知，左边梁与左伸臂为简支梁，其平衡条件为： $\Sigma Y=0$ ， $\Sigma M_A=0$ ， $\Sigma M_B=0$ 。

由  $\Sigma M_B=0$  得：

$$R_A = \frac{9.5 \times 2145 + 150 \times 2030 + 29 \times 1840 + 22.3 \times 1800 + 117 \times 1750}{1600} \text{kgf} + \frac{14.5 \times 1362 + 40 \times 970 + 56.7 \times 800 + 22.6 \times 400}{1600} \text{kgf} = 460.048 \text{kgf}^{\text{①}}$$

由  $\Sigma M_A=0$  得：

① 本书中力的单位多用工程单位 kgf，它与 N 的换算关系为  $1 \text{kgf} = 9.80665 \text{N}$ 。



$$R_B = \frac{22.6 \times (1600 - 400) + 56.7 \times (1600 - 800) + 40 \times (1600 - 970) + 14.5 \times (1600 - 1362)}{1600} \text{kgf} -$$

$$\frac{117 \times (1750 - 1600) + 22.3 \times (1800 - 1600) + 29 \times (1840 - 1600) + 150 \times (2030 - 1600) + 9.5 \times (2145 - 1600)}{1600} \text{kgf}$$

$$= 1.552 \text{kgf}$$

校核计算值的正确性:

由  $\Sigma Y = 0$  得  $\Sigma P = R_A + R_B$ 。

$$\Sigma P = (9.5 + 150 + 29 + 22.3 + 117 + 14.5 + 40 + 56.7 + 22.6) \text{kgf} = 461.6 \text{kgf}$$

$$R_A + R_B = (460.048 + 1.552) \text{kgf} = 461.6 \text{kgf}$$

所以, 计算值是正确的。

由上面计算可知, 几乎全部载荷都作用在支座 A 上。

3) 求左伸臂在各受力截面承受的弯矩和剪力, 并求最大弯矩和最大剪力:

由图 1-5 可以直观地看出左伸臂承受的弯矩和剪力远大于左边梁, 所以应首先校核左伸臂的强度。

由图 1-5 可看到, 左伸臂安装到左边梁上之后, 成为悬臂梁。其最大弯矩与最大剪力, 必然发生在左侧的紧固螺钉所在的截面。此截面的 X 坐标值为:  $X = (1600 - 15) \text{mm} = 1585 \text{mm}$ 。

求弯矩的一般法则是: 弯矩在数值上等于作用于梁截面左段或右段诸外力对此截面形心的力矩的代数和。

根据此法则, 计算各受力截面的弯矩 M:

$$X = 2145 \text{mm 截面: } M = 0$$

$$X = 2030 \text{mm 截面: } M = -9.5 \times (2.145 - 2.03) \text{kgf} \cdot \text{m} = -1.09 \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$X = 1840 \text{mm 截面: } M = -9.5 \times (2.145 - 1.84) \text{kgf} \cdot \text{m} - 150 \times (2.03 - 1.84) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$= -31.4 \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$X = 1800 \text{mm 截面: } M = -9.5 \times (2.145 - 1.8) \text{kgf} \cdot \text{m} - 150 \times (2.03 - 1.8) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$- 29 \times (1.84 - 1.8) \text{kgf} \cdot \text{m} = -38.9 \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$X = 1750 \text{mm 截面: } M = -9.5 \times (2.145 - 1.75) \text{kgf} \cdot \text{m} - 150 \times (2.03 - 1.75) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$- 29 \times (1.84 - 1.75) \text{kgf} \cdot \text{m} - 22.3 \times (1.8 - 1.75) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$= -49.48 \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$X = 1585 \text{mm 截面: } M = -9.5 \times (2.145 - 1.585) \text{kgf} \cdot \text{m} - 150 \times (2.03 - 1.585) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$- 29 \times (1.84 - 1.585) \text{kgf} \cdot \text{m} - 22.3 \times (1.8 - 1.585) \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$- 117 \times (1.75 - 1.585) \text{kgf} \cdot \text{m} = -103.56 \text{kgf} \cdot \text{m}$$

求剪力的一般法则是: 剪力在数值上等于作用于梁截面左段或右段诸外力的代数和。

求各受力截面剪力 Q:

$$X = 2030 \sim 2145 \text{mm}, Q = -4.5 \text{kgf}$$

$$X = 1840 \sim 2030 \text{mm}, Q = -(9.5 + 150) \text{kgf} = -159.5 \text{kgf}$$

$$X = 1800 \sim 1840 \text{mm}, Q = -(9.5 + 150 + 29) \text{kgf} = -188.5 \text{kgf}$$

$$X = 1750 \sim 1800 \text{mm}, Q = -(9.5 + 150 + 29 + 22.3) \text{kgf} = -210.8 \text{kgf}$$

$$X = 1585 \sim 1750 \text{mm}, Q = -(9.5 + 150 + 29 + 22.3 + 117) \text{mm} = -327.8 \text{kgf}$$

由以上计算可知, 左伸臂承受的最大弯矩  $M_{\max} = 103.56 \text{kgf} \cdot \text{m}$ , 危险截面在  $X =$