


宋伟刚 主审

# 带式输送机实用技术

DAISHI SHUSONGJI SHIYONG JISHU

金丰民 王 瑀 张荣建 陈 富 编著  
邢 军 薛 成 金铁兴

 冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

# 带式输送机实用技术

编 著 金丰民 王 瑀 张荣建 陈 富  
邢 军 薛 成 金铁兴  
主 审 宋伟刚

北 京  
冶金工业出版社  
2012

## 内 容 提 要

本书是由国内带式输送机生产规模最大的北方重工输送设备分公司组织编写的工业技术类专著。全书由3大部分组成：第1部分是带式输送机各组成部件——输送带、托辊组、滚筒组、驱动装置、拉紧装置、清扫器和附属装置等的结构原理、种类及设计方法；第2部分是带式输送机的重要技术参数计算、竖向曲线段和加卸料轨迹的计算；第3部分是带式输送机的布置设计、机架选型、安装调试、操作使用与维修保养等知识。

本书可供相关专业工程技术人员进行带式输送机系统设计、制造与应用时参考，也可供高等学校相关专业的师生阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

带式输送机实用技术/金丰民等编著. —北京: 冶金工业出版社, 2012. 2

ISBN 978-7-5024-5828-7

I. ①带… II. ①金… III. ①带式输送机—基本知识  
IV. ①TH222

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 008050 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 宋 良 张耀辉 美术编辑 彭子赫 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5828-7

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销

2012 年 2 月第 1 版, 2012 年 2 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 20.5 印张; 488 千字; 310 页

59.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿信箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 序

带式输送机是散状物料输送中最重要的连续输送设备，广泛应用于矿山（特别是大型露天矿）、冶金、电力、建材、化工、粮食及港口等部门。近年来，随着科学技术的迅猛发展以及国民经济发展的需要，长距离、大带宽、高带速、大运量的带式输送机已成为带式输送机发展的主流。与其他运输设备相比，带式输送机作为散状物料运输设备具有输送距离长、运量大、效率高、能耗低、运营成本低等优势，而且易于实现自动化和集中控制，因此已在许多场合替代了其他运输工具。例如：大型露天矿采用半连续开采工艺，用带式输送机替代了汽车；在水电站建设中采用带式输送机输送砂石料，建设成本大大降低；而大型高产高效煤矿的井下开采，带式输送机则已成为煤炭综采机电一体化技术与装备中的关键一环。

北方重工集团公司是我国带式输送机生产规模最大的制造企业，掌握了带式输送机核心设计和制造技术，拥有先进的加工制造和检验设备，先后为宝钢二、三、四期工程，日照港煤码头二期工程，小龙潭露天煤矿，秦皇岛港煤码头五期工程，大渡河水电站和龙滩水电站等数十个国家重点建设工程装备了带式输送机设备；为印度 Reliance 电厂设计和制造了单机长度达 14.2km 的长距离带式输送机，是目前国内自行设计和制造的单机长度最大的带式输送机，为我国散料输送行业的发展和技术进步做出了应有贡献。

本书由北方重工集团公司输送设备分公司组织编写，参加编写的人员长期从事带式输送机设计和制造工作，具有丰富的带式输送机设计、制造、安装与维护经验。本书对带式输送机多年的设计及制造经验进行了归纳总结，汇集了国外带式输送机的设计计算方法和国内最先进的研究成果。书中除了讲述带式输送机组成部件的结构原理、种类以及选择与设计计算方法等，还介绍了带式输送机的布置设计、安装与调试以及操作、使用和维护等内容，是一本内容比较全面的著作。

相信本书的出版，将会丰富我国相关领域的专业技术资源，对从事带式输送机系统设计、制造与应用的工程技术人员不无裨益，同时，对于高等学校相关专业的师生，也是一部比较适用的参考书。

中国重型机械协会 带式输送机分会 副理事长

中国机械工程学会物流工程分会连续输送技术专业委员会 主任委员

太原科技大学教授



2011年11月

# 前 言

散料输送与装卸设备是现代工业和现代物流业不可或缺的技术装备，是国家装备制造业的重点产品。带式输送机是散料输送与装卸的重要设备，已广泛应用于大型露天煤矿和金属矿、煤炭和矿石码头、火电站、水电站建设工程、钢铁厂原料场以及建材、化工、粮食等众多国民经济行业，是上述行业国家重点建设工程的重大技术装备之一。带式输送机与其他散状物料运输设备相比，具有输送距离长、运量大、效率高、能耗小、运营成本低等优势，而且易于实现自动化和集中控制，因此在许多场合替代了其他运输工具。带式输送机已成为煤炭综采机电一体化技术与装备中的关键设备，是当前急需重点突破的重大技术装备。

本书是由国内带式输送机生产规模最大的制造厂（北方重工输送设备分公司）组织编写的专著。全书由3篇16章构成。第1篇介绍带式输送机的部件，包括带式输送机系统概述，散状物料的特性和可输送性，输送带、托辊组、滚筒组、驱动装置、拉紧装置、清扫器和附属装置等的结构原理、种类以及选择与设计方法；第2篇是带式输送机的设计计算，包括带宽、带速和输送量计算，带式输送机的功率与张力计算，竖向曲线段、带式输送机的加料和卸料轨迹的计算；第3篇是带式输送机的应用，包括带式输送机的布置设计、机架的种类与选择、输送机的安装与调试、带式输送机的操作、使用与保养。

本书包含了北方重工输送设备分公司多年的带式输送机设计、制造、安装与运行的经验，由金丰民、王瑀、张荣建、陈富、邢军、薛成和金铁兴共同编写。德国福伊特驱动技术有限公司北京代表处经理唐民也参加了本书的编写。

需要提醒读者注意的是：本书除给出推荐的参数选择与设计计算方法外，还介绍了带式输送机发展过程中有影响的设计计算方法，为保持原始文献的准确性，未对书中的符号做统一处理。

东北大学宋伟刚教授审阅了全书，并提出了许多宝贵意见，同时对本书的编排进行了指导。在此向其表示感谢。在本书编写过程中，参考了大量相关著作，对所引用文献的作者表示感谢。

由于作者水平所限，疏漏之处难免，恳请读者批评指正。

作 者

2011年12月

# 目 录

## 第 1 篇 带式输送机的部件

<b>1 带式输送机系统概述</b> .....	3
1.1 带式输送机系统的组成 .....	3
1.2 带式输送机的种类和特点 .....	4
1.2.1 带式输送机的种类 .....	4
1.2.2 带式输送机的特点 .....	9
1.3 设计依据、布置形式与装卸载方式 .....	9
1.3.1 设计依据 .....	9
1.3.2 带式输送机的布置形式 .....	10
1.3.3 装卸载方式 .....	10
1.3.4 带式输送机外围空间 .....	13
<b>2 散状物料的特性和可输送性</b> .....	16
2.1 颗粒性质 .....	16
2.1.1 颗粒的尺寸 .....	16
2.1.2 散状物料的密度 .....	17
2.1.3 物料的堆积角 .....	18
2.1.4 物料的其他特性 .....	19
2.2 散状物料参数 .....	20
<b>3 输送带</b> .....	37
3.1 输送带的结构与种类 .....	37
3.1.1 输送带的结构 .....	37
3.1.2 输送带的种类 .....	39
3.1.3 输送带型号并表示 .....	42
3.2 输送带的性能与选择 .....	43
3.2.1 刚度/负载支承 .....	43
3.2.2 抗冲击性能 .....	43
3.2.3 成槽性 .....	44
3.2.4 环境因素对输送带性能的影响 .....	44
3.2.5 输送带覆盖层厚度 .....	46
3.2.6 输送带的安全系数 .....	49

3.2.7	输送带的选择依据	56
3.2.8	输送带的选择过程	57
3.2.9	输送带的寿命估算	57
3.3	输送带的接头方法	58
<b>4</b>	<b>托辊组</b>	<b>62</b>
4.1	托辊组的结构和种类	62
4.1.1	托辊组的作用和结构	62
4.1.2	托辊组的种类	62
4.1.3	前倾托辊组的防跑偏原理	65
4.1.4	与带宽对应的辊长	65
4.1.5	托辊的回转部分质量	66
4.2	托辊的布置设计	68
4.2.1	垂度	68
4.2.2	托辊组间输送带垂度的计算	68
4.2.3	托辊间距的推荐值	69
4.2.4	按轴承承载能力计算托辊间距	70
4.2.5	按等垂度原则计算托辊组间距	71
4.2.6	头尾过渡段托辊间距确定	72
4.2.7	多托辊组过渡段的计算	73
4.3	托辊的选择计算	77
<b>5</b>	<b>滚筒组</b>	<b>84</b>
5.1	滚筒组的结构和尺寸	84
5.2	滚筒组直径确定	87
5.2.1	滚筒组直径确定原则	87
5.2.2	最小推荐滚筒直径确定	87
5.2.3	输送带面压要求的最小滚筒直径	89
5.3	滚筒组的材料与制造工艺	92
5.3.1	材质及许用应力和工艺要求	92
5.3.2	载荷条件确定	93
5.3.3	滚筒组刚度与强度条件	94
5.3.4	滚筒覆盖胶	95
5.4	轴的刚度和强度的计算	97
5.4.1	滚筒组轴承座中心支距	97
5.4.2	轴的挠度、转角和应力	98
5.5	筒皮与辐板的计算	99
5.5.1	筒皮	99
5.5.2	辐板	102
5.6	轮毂的尺寸和强度计算	106

5.7 胀套联接的计算 .....	108
5.7.1 胀套联接最小螺栓拧紧力矩计算 .....	109
5.7.2 胀套额定负荷 .....	114
5.8 轴承寿命计算及轴承型号确定 .....	115
5.8.1 轴承寿命计算 .....	115
5.8.2 轴承型号确定 .....	116
5.9 全焊类型传动滚筒组的结构尺寸设计 .....	116
5.9.1 原始计算参数 .....	116
5.9.2 结构设计参数确定 .....	118
<b>6 驱动装置、制动器与逆止器 .....</b>	<b>127</b>
6.1 驱动装置概述 .....	127
6.2 电动机、减速器和联轴器 .....	128
6.2.1 电动机 .....	128
6.2.2 减速器 .....	128
6.2.3 联轴器 .....	132
6.3 液力耦合器 .....	134
6.3.1 限矩型液力耦合器 .....	134
6.3.2 勺斗型液力耦合器 .....	135
6.3.3 阀控充液式液力耦合器 .....	137
6.4 逆止器 .....	138
6.4.1 逆止器的种类 .....	138
6.4.2 逆止器的安装 .....	140
6.4.3 逆止器的选用计算 .....	140
<b>7 拉紧装置 .....</b>	<b>142</b>
7.1 拉紧装置的作用 .....	142
7.2 拉紧装置的种类 .....	142
7.2.1 螺旋拉紧装置 .....	142
7.2.2 垂直重锤拉紧装置 .....	143
7.2.3 车式重锤拉紧装置 .....	144
7.2.4 绞车拉紧装置（拉紧滚筒固定型） .....	146
7.2.5 绞车自动拉紧 .....	147
7.3 拉紧行程与拉紧力 .....	148
7.3.1 拉紧行程的确定 .....	148
7.3.2 拉紧力的计算 .....	152
<b>8 清扫器和附属装置 .....</b>	<b>155</b>
8.1 清扫器 .....	155
8.1.1 输送带清扫器的形式 .....	155



8.1.2	输送带清扫器的位置 .....	157
8.1.3	滚筒清扫器 .....	157
8.1.4	空载段输送带的清扫装置 .....	157
8.1.5	新型输送带清扫器 .....	158
8.2	带式输送机的附属装置 .....	159
8.2.1	气候保护装置 .....	159
8.2.2	撒料保护装置 .....	159
8.2.3	输送带称量装置 .....	160
8.2.4	取样装置 .....	160
8.3	保护装置 .....	160
8.3.1	跑偏保护装置 .....	160
8.3.2	带速检测保护装置 .....	161
8.3.3	输送带纵向撕裂保护装置 .....	162
8.3.4	溜槽堵塞检测装置 .....	162
8.3.5	紧急停车装置 .....	162
8.3.6	物料检测装置 .....	163
8.3.7	自动喷雾洒水系统 .....	163
8.3.8	金属杂物检测装置 .....	163
<b>第 2 篇 带式输送机的设计计算</b>		
<b>9</b>	<b>带宽、带速和输送量 .....</b>	<b>167</b>
9.1	带宽与带速 .....	167
9.1.1	确定带宽需要考虑的因素 .....	167
9.1.2	带速 .....	169
9.1.3	带速与带宽之间的关系 .....	171
9.2	带式输送机输送能力的计算 .....	172
9.2.1	带式输送机的输送能力 .....	172
9.2.2	物料截面积计算 .....	172
9.2.3	输送量计算 .....	174
<b>10</b>	<b>带式输送机的功率与张力计算 .....</b>	<b>181</b>
10.1	概述 .....	181
10.2	带式输送机的传动理论 .....	184
10.2.1	摩擦传动原理 .....	184
10.2.2	单滚筒传动装置的牵引力 .....	186
10.2.3	双滚筒传动牵引力的分配 .....	186
10.3	运行阻力的计算 .....	188

10.3.1	主要阻力	189
10.3.2	模拟摩擦系数 $f$ 的确定	189
10.3.3	附加阻力	192
10.3.4	提升阻力	195
10.3.5	特种阻力	195
10.4	驱动电动机的功率计算与驱动装置的位置确定	200
10.4.1	驱动功率	200
10.4.2	驱动装置的特点与配置	202
10.4.3	启动、制动和逆止	203
10.5	输送带张力和拉紧力	206
10.5.1	传递滚筒圆周力所需的最小输送带张力	206
10.5.2	限制输送带垂度的最小输送带张力	207
<b>11</b>	<b>竖向曲线段</b>	<b>216</b>
11.1	竖向凹弧曲线段	216
11.1.1	凹弧段曲率半径的确定	216
11.1.2	曲线段稳定运行阻力计算	217
11.2	竖向凸弧曲线段	219
11.2.1	凸弧段曲率半径计算	219
11.2.2	凸弧段部分的托辊距	221
11.2.3	凸弧段运行阻力计算	222
11.3	输送带翻转	223
<b>12</b>	<b>带式输送机的加料和卸料</b>	<b>225</b>
12.1	输送带加料	225
12.2	转载、加料溜槽和导料槽	227
12.2.1	物料的转载	227
12.2.2	加料溜槽	230
12.2.3	导料槽	231
12.2.4	加料溜槽和导料槽的结构设计	233
12.3	输送机卸料轨迹求解	234
12.3.1	正常物料轨迹的计算及作图	235
12.3.2	轨迹作图	238
<b>第3篇 带式输送机的应用</b>		
<b>13</b>	<b>带式输送机的布置设计</b>	<b>245</b>
13.1	滚筒布置的尺寸关系	245

13.1.1	头部驱动滚筒包角布置计算	245
13.1.2	地面驱动滚筒支架的设计	246
13.1.3	头部探头滚筒及增面滚筒的中心高与倾角关系	247
13.2	带式输送机最高几何尺寸	247
13.3	吊挂托辊组吊挂中心距及槽角计算	251
<b>14</b>	<b>机架</b>	<b>255</b>
14.1	固定输送机机架	255
14.1.1	头部机架	255
14.1.2	尾部机架	256
14.1.3	改向滚筒支撑架	258
14.1.4	中间架	259
14.1.5	支腿	261
14.1.6	分层板	263
14.1.7	挡风板	264
14.1.8	输送带护罩	264
14.2	可移动式输送机机架	265
14.2.1	可移动式输送机机架的组成	265
14.2.2	输送机前端传动机头	266
14.2.3	返回站/尾站	269
14.2.4	中间部分模块	270
14.2.5	引桥	271
14.2.6	中间给料站	272
14.3	机架的计算	272
14.3.1	计算的基本内容	272
14.3.2	中间架梁架计算实例	273
<b>15</b>	<b>输送机的安装与调试</b>	<b>275</b>
15.1	安装	275
15.1.1	安装准备	275
15.1.2	整机安装	275
15.1.3	部件安装	277
15.1.4	安装后的检查	286
15.2	输送机的调试	287
15.3	吊运及保管	291
15.3.1	货物到达现场后的装卸和运输	291
15.3.2	现场的存放和保管	291
15.3.3	安装期间的存放和保管	293
15.3.4	安装后至验收前期间的维护	294

---

<b>16 输送机的操作、使用与调整</b> .....	295
16.1 安全操作的要求.....	295
16.2 安全技术操作规程.....	295
16.3 设备安全检查.....	296
16.4 维修、润滑与清扫.....	302
16.4.1 维修.....	302
16.4.2 润滑.....	303
16.4.3 油液性能测定.....	304
16.4.4 清扫.....	305
16.5 输送机调整.....	305
16.5.1 导料槽的调整.....	305
16.5.2 拉紧滚筒的调整.....	306
16.5.3 裙板的调整.....	307
16.5.4 输送带清扫器的调整.....	307
<b>参考文献</b> .....	310

---

# 第 1 篇

---

## 带式输送机的 部 件



# 1 带式输送机系统概述

## 1.1 带式输送机系统的组成

带式输送机是最重要的散状物料输送与装卸设备，广泛用于矿山、冶金、建材、化工、电力、食品加工等工业领域。在煤矿、金属矿、钢铁企业、港口、水泥厂等地点都可以看到带式输送机的大量应用。带式输送机不仅能够输送散状物料，还可以输送成件物料。依使用地点、工作环境、输送物料种类等的不同，带式输送机的设计和应用也有很大的差别。图 1-1 是典型的带式输送机系统的组成。

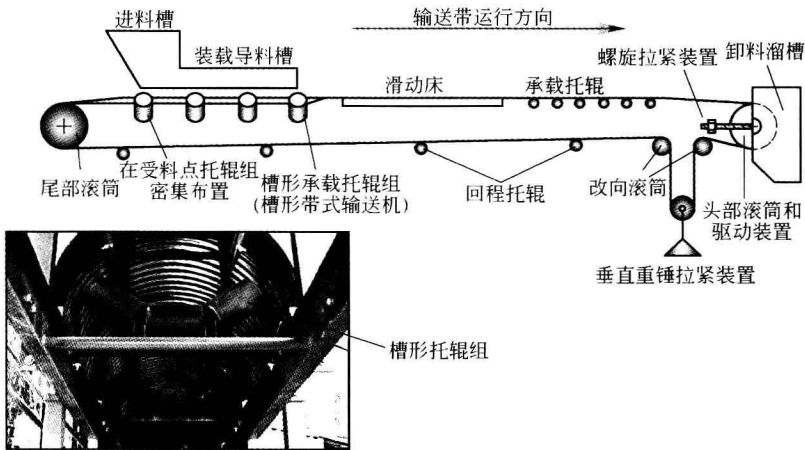


图 1-1 典型带式输送机系统的组成

输送带作为带式输送机的牵引和承载构件，绕经头部传动滚筒和改向滚筒形成一个环形，上下输送带由托辊支承以限制挠曲垂度，拉紧装置（重锤或螺旋拉紧）为其正常运行提供所需的张力。工作时驱动装置驱动传动滚筒，通过传动滚筒和输送带之间的摩擦力带动输送带运行，物料装在输送带上和输送带一起运动。带式输送机一般是在端部卸载，当采用专门的卸载装置时，也可在中间卸载。

槽形带式输送机的上段输送带利用槽形托辊支承，称为上分支或承载段或重段。下段输送带由平托辊（或 V 形托辊）组支承，称为下分支或回程段或空段。根据需要使用，输送机上、下分支都可用来完成输送工作。为减小物料对输送带的冲击，保持料流平稳，近年来也使用缓冲床及滑动床。通常，带式输送机还设有进料槽、导料槽、卸载溜槽以实现装卸和卸料时的物料导流。

带式输送机各主要组成部件及其基本功能为：

(1) 驱动装置。驱动装置是给输送机系统提供驱动力的装置，有开式和闭式两种。开式驱动装置由电动机通过高速联轴器（或液力耦合器）、制动器、减速器、低速联轴器、逆止器

等组成；闭式驱动装置采用电动滚筒驱动，将电动机、减速器均放置在滚筒空腔内。

(2) 滚筒。滚筒分传动滚筒和改向滚筒两类。传动滚筒一般采用光面滚筒，但长距离输送机多采用胶面滚筒，它是传递动力的主要部件；改向滚筒用来改变输送带的运行方向和增加传动滚筒的围包角。

(3) 输送带。作为物料的承载件和牵引件，输送带承受物料的区域称为承载段，返回区段称为空载段。常用的带芯材料有棉帆布、尼龙帆布、钢丝绳。

(4) 托辊。托辊分承载托辊、空载托辊、过渡托辊、调心托辊及缓冲托辊等几类。承载托辊用来支承输送带及其物料，使之稳定运行；空载托辊用来支承空载段输送带；过渡托辊设置在滚筒与第一组承载托辊之间，使输送带从槽形过渡到平形，以减少输送带的附加应力；调心托辊用来调节输送带的跑偏；缓冲托辊安装在装料处，以减少物料对输送带的冲击，从而提高输送带的使用寿命。

(5) 拉紧装置。常用的拉紧装置有螺杆拉紧、重锤拉紧、自动和固定绞车拉紧、液压张紧装置等几种，其作用是使输送带保持必要的张力，以防止输送带与传动滚筒打滑，并控制输送带的挠度。

(6) 清扫器。清扫器有承载面清扫器和空载段清扫器两类。承载面清扫器用来清扫粘在输送带承载面上的物料；空载段清扫器用来防止物料卷入滚筒。

(7) 机架。机架分头架、尾架、中间架及支腿、拉紧装置架、驱动装置架等几大部分。它是带式输送机的骨架。

(8) 溜槽（料斗）、导料板。溜槽（料斗）起物料转接和储存的作用，可容纳停机时堆积的物料，物料通过溜槽下方的导料板落到输送带上。

(9) 制动器、逆止器。对上运输送机，为防止有载状态停车时逆行，输送机上设有制动器和逆止器。另外在工艺流程需要时，也设有制动器。

(10) 保护装置。为确保输送机系统的安全运行，各机均设有电流保护装置、温度检测装置、输送带纵向撕裂检测装置、速度检测装置、溜槽堵塞开关、跑偏保护装置、输送带打滑检测装置、紧急停机开关、拉紧重锤限位开关、金属检测装置、清除混入物料中铁件的带式除铁器、各种行程限位开关以及启动电铃等多种电气保护装置。

有的输送系统要求各机根据工艺流程需要，在有载时进行流程切换。为此，系统设有卸料小车、旋转溜槽和切换挡板。在控制上，由中央控制室集中流程控制和监视，并根据装卸工艺流程的组合实现联动运转、顺序延时停机和故障紧急停机。为维修调整方便，在机侧设有操作箱，箱内设有“联动-单机”转换开关。当转入“单机”状态时，可由操作人员对单机直接启动。

现代化的输送机系统对防尘具有更高的要求。为此，在各转接处设有洒水、集尘装置，输送机沿线设有防风罩或挡风板。系统是由单机组成的，对在输送机系统中工作的操作工和修理工来说，既要立足于自己分管的单机，又要了解系统间的相互联系。单机又是由许多部件组成的，只有做好各部件的日常维护保养，使其处于良好的工作状态，才能确保设备安全运行。

## 1.2 带式输送机的种类和特点

### 1.2.1 带式输送机的种类

根据带式输送机使用场所、工作环境、技术性能及输送物料种类等方面的不同，现场



所采用的输送机种类也不同。目前除较多采用的通用带式输送机外，还有多种新型结构的特种带式输送机，其中具有代表性的主要有：大倾角带式输送机（深槽带式输送机、花纹带输送机、波纹挡边带式输送机以及压带式输送机等）、管状带式输送机、气垫带式输送机、平面转弯带式输送机、线摩擦带式输送机等。

带式输送机有多种分类方式，具体如下：

(1) 按用途分类，有通用输送机、移动式输送机、井下输送机、露天矿用固定式和移动式输送机、特种结构输送机（移置式输送机、装载机用转载输送机、大倾角输送机）等。图 1-2 为短距离厂内输送机，其可以完成水平，上运或下运；图 1-3 为可逆带式输送机，其用于双向输送物料；图 1-4 为悬臂输送机，其通常安装在堆料机上，并可回转，以实现排土或布料；图 1-5 为门架支撑的高架输送机，其通常配合其他散料处理设备共同使用，例如在水电建设中的应用；图 1-6 为可移置带式输送机的标准中间架，该机架设置在轨枕上，便于移置。

(2) 按运输物料的类别分类，有一般松散物料用的输送机、坚硬物料用的输送机以及单件物料用的输送机等。

(3) 按运输输送带承载段的位置分类，有输送带承载段在上面的输送机、输送带承载

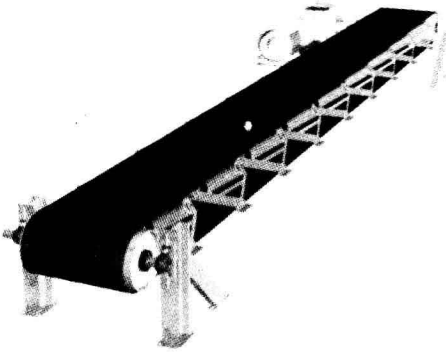


图 1-2 短距离厂内输送机

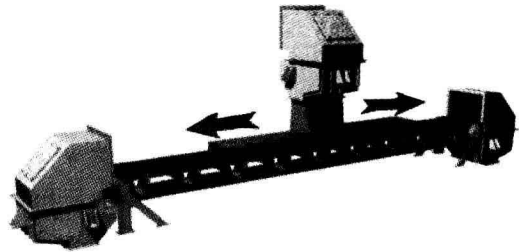


图 1-3 可逆带式输送机

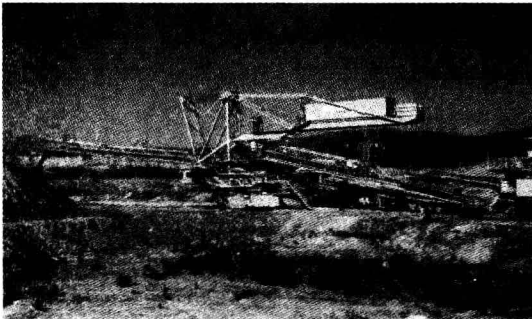


图 1-4 悬臂输送机

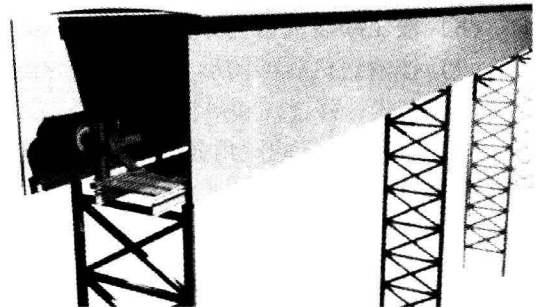


图 1-5 门架支撑的高架输送机