

散状物料带式输送机

〔美〕 输送设备制造商协会联合会 编

Belt Conveyors for Bulk Materials

机械工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍带式输送机的用途、特点、经济分析；散状物料的特性和输送性能；带式输送机的技术分析、设计计算、部件选择、新型部件及结构特征、布置安装要求以及生产操作、维修和安全等。书中还介绍了带式输送机应用程序控制器、计算机和多路传输等自动控制方面的最新资料。

本书可供机械、冶金、煤炭、电力、化工、建材、港口及粮食等部门从事散状物料输送的技术人员使用，也可供科研人员和大专院校师生参考。

Belt Conveyors for Bulk Materials (SECOND EDITION)

Prepared by the Engineering Conference of the Conveyor
Equipment Manufacturers Association
CBI Publishing Company, Inc. Boston, Massachusetts (1979)

散状物料带式输送机

(第二版)

〔美〕输送设备制造商协会技术联合会编
《散状物料带式输送机》翻译组译

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

金堂县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张16 $\frac{3}{4}$ ·字数385千字

1985年10月北京第一版·1985年10月成都第一次印刷

印数：0,001—3,490 · 定价4.00元

统一书号：15033·6051

译者的话

带式输送机已在我国各工业部门得到广泛应用。随着现代化建设事业的发展，带式输送机的应用必将进一步扩大。同时，对正确地设计、制造和运用带式输送机以及改进它的技术性能和结构的要求，也必然越来越迫切。

本书提供的带式输送机基本理论比较完整；技术数据比较齐全实用；并介绍了很多新技术和新结构方面的内容。为从事带式输送机设计、制造、运行和维护工作的人员提供了系统的基础理论和较完善的实用技术资料。

本书由杨德政、谭永年、刘希义、柳鸿元等同志翻译。柳鸿元、刘乃锡、邵宝华等同志校订。全书由杨德政同志总校。

1984年7月

前 言

《散状物料带式输送机》一书的第一版，经过多年连续发行之，输送设备制造商协会（CEMA）董事会委任一指导委员会来指导编写修订本（第二版）的工作。该委员会经调查研究确定了修改和补充的内容和范围，以提高新版本的影响和价值，并且选定了一个由输送设备制造商协会成员公司中第一流的带式输送机工程师组成的技术委员会协助进行这项工作。他们经过深入的研究，并取得管理机构的批准，开始进行新版本的编写工作。技术委员会的一项重要任务，是在所编写的书中为那些对带式输送机设计不甚精通的技术人员提供设计带式输送机用的基本技术数据。

《散状物料带式输送机》一书的第二版，对第一版进行了较多修改和补充，但仍保持了第一版在书本设计、内容和插图等方面的优点。

本版对目录编排作了改进，使读者能够很容易地了解本书的全部内容，并能顺利地找到每个题目的位置。

技术委员会花了很大精力，把每个专题的所有有关内容汇编在一起。例如，将输送带张力、动力和驱动技术的全部内容按最有效的顺序汇编在第六章内。因此，第六章的篇幅显得大了一些。

除了在内容上作了许多改进以外，第二版还在某些章节中增加了新内容。例如，将带式输送机日益广泛地作为散状物料远距离输送的重要工具列进了第一章，即在第二版中把带式输送机的使用条件、实例和经济分析均汇编在第一章内。在第十二章中写进了程序控制器、计算机和多路传输等新技术在带式输送机系统现代自动控制方面应用的最新资料。本版第十三章是重新编写的，增加了有关操作、维修和安全方面的极为重要的内容。

本书增加了新内容，扩大了使用范围，并使那些对经济分析和各种成本计算感兴趣的读者以及负责操作、维修和安全工作的人员有所裨益。

引 言

在本书第一版出版后的几年中，带式输送机作为一种输送散状物料的工具有了很大的发展，并在工业中已占有支配地位。采矿工业以及许多其他大规模的基础材料工业越来越要求带式输送机具有更大的输送能力和相当复杂的具有更大规模的带式输送机系统并采用程度更高的自动控制。

在操作性和性能规格方面不断改进的同时，对基本投资的经济合理性和运行、维修的有关费用有了更严格的工业要求。由于设备、劳动力和能源的费用发生了根本的变化，带式输送机更加适用于长距离和大运量的输送。此外，目前各国都在强调节能、环境保护和安全等问题，故带式输送机的其他许多优点也更为重要了。

工艺上的改进更加满足了在用途上、性能上和经济上日益提高了的要求。输送带的有效宽度、正常运行速度和容许张力的改进已引起了一场无声的革命。机械部件，诸如托辊、传动机构、滚筒及许多附属装置也进行了改进，提高了性能和使用寿命。最近，在自动控制应用方面以及在计算机、多路传输线路及电气工程 and 设备的许多现代技术应用方面都已得到了发展。

在本书的第一版中，输送设备制造商协会已阐明，编写本书的目的是为了使其成员的经验和技术知识能够在设计和制造性能良好的带式输送机方面有所帮助，并能提供设计所需的基础数据和基本原理，以解决一般带式输送机的问题，使其具有良好的性能。在上述目标和方针的指导下，输送设备制造商协会修订出版了《散状物料带式输送机》一书的第二版。修订版提供了大量现代高性能复杂系统的实例资料，并包括了关于经济评价和结论方面的建议和指南。在第二版中，对带式输送机设计技术和工程数据的叙述，无论在技术上和文献资料上都是最新的。由于增加了操作、维修和安全这一章而扩大了篇幅和内容范围。此外，本书还附有“国际单位制（SI）的使用指南”。

目 录

第一章 带式输送机的一般用途和经济学	1
一、多种物料的输送	1
二、输送能力范围广	2
三、对输送线路的适应性	2
四、加料、卸料及堆料能力	4
五、工艺功能	7
六、可靠性及有效性	8
七、环境保护方面的优点	9
八、安全	9
九、劳动力费用低	9
十、动力费用低	10
十一、维修费用低	10
十二、长距离输送	10
十三、投资决策——带式输送机与卡车的对比	17
第二章 设计依据	21
一、输送机的布置	21
二、第三章至第十三章的摘要	25
第三章 散状物料的特性和可输送性	28
一、物料特性	28
第四章 输送能力、带宽和带速	39
一、带宽	39
二、粒度条件	39
三、带速	40
四、带式输送机的输送能力	41
五、标准边脚距离条件下的槽形输送带的载料面积	41
六、标准边脚距离条件下的平形输送带的载料面积	43
七、带式输送机的输送能力表及其用法	43
第五章 带式输送机的托辊	47
一、对托辊的要求	47
二、托辊分类	47
三、带式输送机托辊的一般型式	47
四、托辊间距	51
五、托辊的选择	53
六、托辊的额定负荷	55
七、输送带的调心	57
第六章 输送带张力、功率和驱动技术	60
一、所需功率	60

二、输送带张力的计算	60
三、输送设备制造商协会的功率公式	73
四、同传动滚筒关联的技术特性	73
五、驱动装置的布置	78
六、输送带的最大张力和最小张力	79
七、张力的分配关系和托辊间的输送带垂度	80
八、加速作用力和减速作用力	98
九、加速作用力和减速作用力的分析	100
十、设计依据	101
十一、输送机功率的确定——图解法	103
十二、输送带张力和功率的计算实例	106
十三、带式输送机的驱动设备	131
十四、逆止器	134
十五、制动器	135
十六、制动器和逆止器的联合使用	137
十七、加速、减速和转矩控制装置	138
十八、制动条件的确定(减速计算)	140
第七章 输送带的选择	146
一、输送带的组成要素	147
二、输送带类别及其用途	151
三、输送带接头	152
四、输送带的选择	154
第八章 滚筒和轴	163
一、带式输送机的滚筒	163
二、轴	170
第九章 竖向曲线段	174
一、竖向凹弧曲线段	174
二、竖向凸弧曲线段	183
第十章 输送带的拉紧装置、清扫器和附属装置	187
一、输送带的拉紧装置	187
二、清扫器	190
三、带式输送机的附属装置	194
第十一章 带式输送机的加料和卸料	198
一、向输送带加料	198
二、加料溜槽和导料槽	200
三、给料机	205
四、输送带的卸料	208
五、卸料设备	211
六、犁式卸料器	214
七、卸料轨迹	215
第十二章 电动机和控制装置	228
一、电动机的选择	228

二、转矩特性	228
三、降压启动	232
四、加速时间和启动频率	234
五、反馈制动	234
六、绕线转子电动机	235
七、变速驱动装置	236
八、工作环境和温升	236
九、电动机的外壳	237
十、带式输送机系统的电气联锁	237
十一、带式输送机系统的计算机控制和多路传输	239
第十三章 操作、维修和安全	243
一、操作	243
二、维修	243
三、安全	246
附录一 SI 单位的使用指南	249
一、换算系数	249
二、质量、力和重量的米制单位	251
三、关于带式输送机的输送带张力和功率计算中的 SI 单位	252
四、常用单位换算	255
五、输送带张力的对比值	255
六、带速的对比值	256
附录二 专用术语符号表	257

第一章 带式输送机的一般用途和经济学

有关带式输送机的知识对所有的工程师、经营管理人员和负责选择搬运散状物料设备的人员都是很感兴趣的。本书基本上是一本设计手册，但在第一章将向读者介绍带式输送机的各种用途及其在各种不同工作条件下的优点。

由于带式输送机比较经济，操作安全、可靠，具有多方面的适应性及生产能力实际上不受限制等优点，因此在散状物料搬运作业中处于特殊优越的地位。此外，由于带式输送机能完成使物料在各工序之间连续流动的工作，因此具有多种工艺功能。近来，由于带式输送机符合环保要求，因此比其他的运输方法更优先被用户选用。

同其他运输方法相比，带式输送机的主要特点是需要的劳动力少和能耗低。几年前在一些不使用带式输送机的地方，由于生产费用惊人地增加，使带式输送机的应用置于非常有利的地位，这种情况在几年前是预想不到的。

带式输送机制造厂一贯认为，应通过各种设计改进以及提供各种性能优越的部件来满足工业的需要。安全可靠是带式输送机当前的突出问题，因而采用了更加坚固耐用的输送带，大大改进了的机械零件，高度复杂的电气控制和一些安全装置。

本章介绍了带式输送机的一些优点。它们在完成工厂内部散状物料输送方面的各种功能可能比其他搬运方法好或更有创造性。本章还列举了一些长距离带式输送系统的实例。长距离带式输送机系统之所以被广泛采用，是因为它们具有如可靠、安全以及输送每吨物料的费用低等一系列重要优点。

一、多种物料的输送

可被输送物料的粒度只受输送带宽度的限制。物料范围可以从很细的各种粉状化学



图1-1 54英寸带式输送机向上倾斜运送大块磨蚀性矿石

物质到大块的矿石、石块、煤或纸浆木料（见图 1-1）。能以最小的落差输送精细筛分过的或易碎的物料。由于橡胶输送带具有较高的抗腐蚀性和耐磨性，在输送强腐蚀性或强磨损性物料（如铝矾土及烧结矿）时维修费用比较低。

如果采用其他方法输送可能引起粘结或堵塞的物料，用带式输送机输送常常能获得成功。甚至一些热物料（如铸造车间型砂、焦炭、烧结矿及铁球团矿等）也能用带式输送机输送。

二、输送能力范围广

目前常用带式输送机的每小时输送能力普遍超过实际的需要（见图 1-2）。带式输送机还可经济地用于工厂内各生产部门之间物料的输送，其输送能力变化很大，有时可小到象小小的细流。

带式输送机可根据需要以小时计或日计的连续工作，没有装料、卸料或空回程的时间损失。由于带式输送机的加料和卸料是自动化的，因此不需要安排计划和调度。操作工人的费用差别很小，与输送能力的大小无关。但是在年输送吨位增加时，每吨物料的总费用则显著降低，在本章后面将说明这些经济问题。

基于上述原因，带式输送机能够输送用其他运输方法费用很高，甚至是不可能实现的散状物料量。

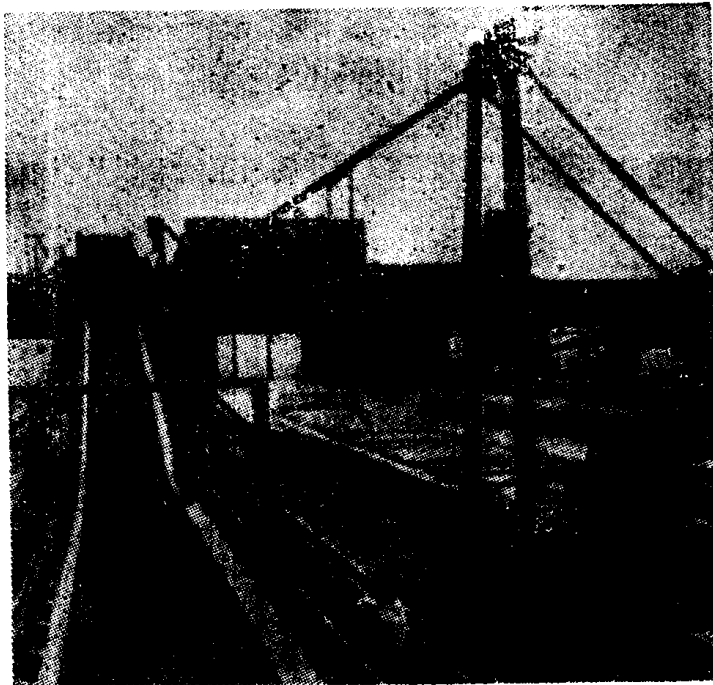


图1-2 装在大型装煤装置上的96英寸带式输送机

三、对输送线路的适应性

带式输送机系统可使所输送的物料在所要求的加料点和卸料点之间经过的距离为最



图1-3 反馈带式输送机跨越自然地形把煤从煤矿沿直线线路向下输送到预处理厂

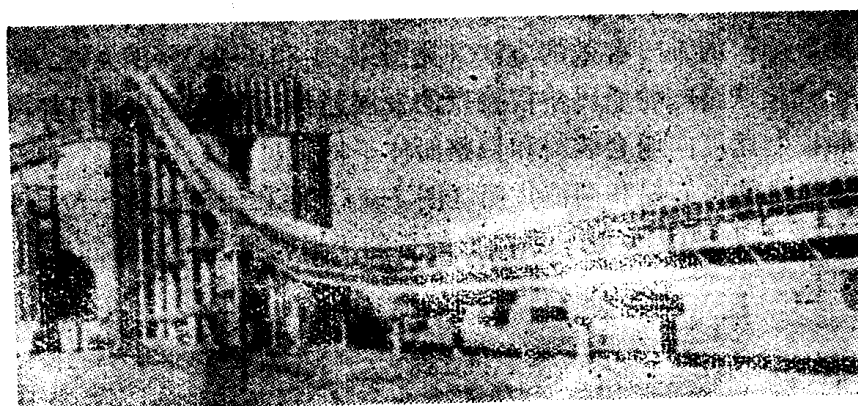


图1-4 盖在输送带上的瓦楞铁罩用于气候防护和环境保护

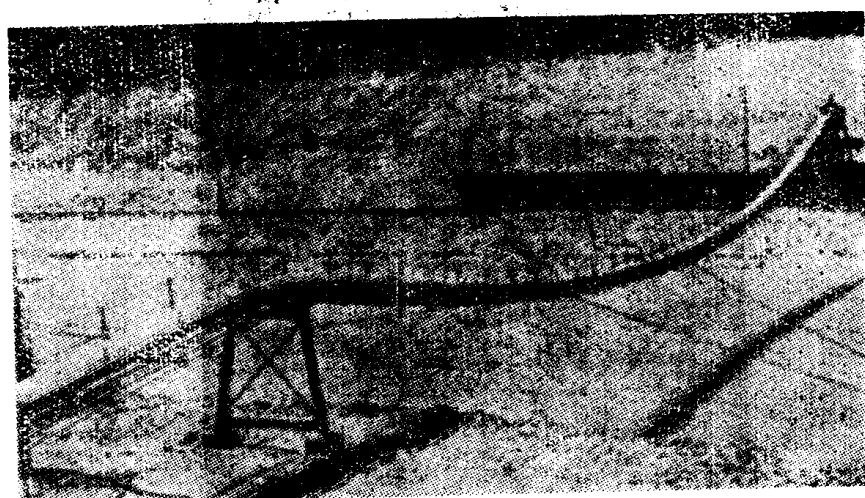


图1-5 钢索浮桥作为带式输送机跨越河流的支架

短。它们能通过坡度为 30~35% 的自然地形，而卡车运输坡度的有效极限为 6~8% (见图 1-3)。带式输送机可装有防止灰尘扩散到周围大气里去和防止气候影响的装置。这些装置能经济地为物料的连续流动提供条件，并能避免在厂内和其它拥挤地区，铁路和公路运输所迁到的干扰、延误和安全事故。

带式输送机的运输线路是十分灵活的，线路长度根据需要可一再延伸。在一些露天开采作业中，数千英尺的带式输送机能随采掘工作面的推进在矿场台阶上横向移动。

四、加料、卸料及堆料能力

带式输送机可根据工厂工艺流程的要求，非常灵活地从一点或多点受料，也可以向多点或几个区段卸料。当同时在几个点加料 (见图 1-6) 或沿带式输送机长度方向上的任一点通过均匀给料设备向输送带给料 (图 1-7) 时，带式输送机就成为一条主要输送干线。

带式输送机在料堆下面的巷道里特别有用，它可以从那里取料，在需要的地方也可以把各堆物料进行混合 (见图 1-8)。物料可以简单地从任一输送机的头部卸出 (见图 1-9)，也可通过犁式卸料器或移动卸料车沿输送带长度方向的任一点卸料 (见图 1-10)。

带式输送机与其堆料机和取料机相配合，已经成为大规模堆取散状物料 (如煤、矿石、铁燧岩球团矿等) 的唯一有效的方法 (见图 1-11 和 1-12)。图 1-12 所示的联合堆取料机说明了现代化铁路与轮船码头衔接点的发展趋势。甚至连装船机都配备了带式输送机，以便按照控制速度向船仓装料和调整船体平衡 (见图 1-13)。

装有带式输送机的自卸船和湖泊货船 (图 1-14) 能在任何码头，包括那些没有卸船设备的码头卸货 (图 1-15)。这些系统的卸货能力通常比几台抓斗卸船机的卸货能力

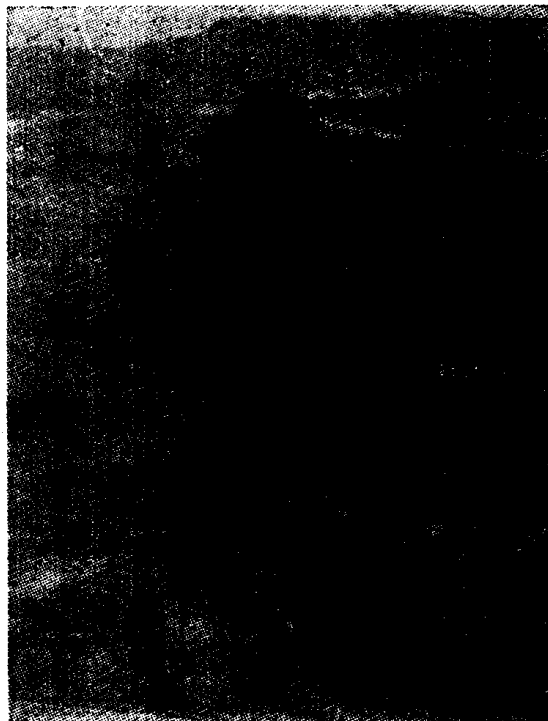


图1-6 露天矿内多个加料站向倾斜带式输送机供矿



图1-8 在料堆下面巷道中的多台给料机能有效的进行取料和混合



图1-9 通过输送机头部滚筒卸料



图1-7 带有给料机的轨道式移动漏斗沿带式输送机全长给料

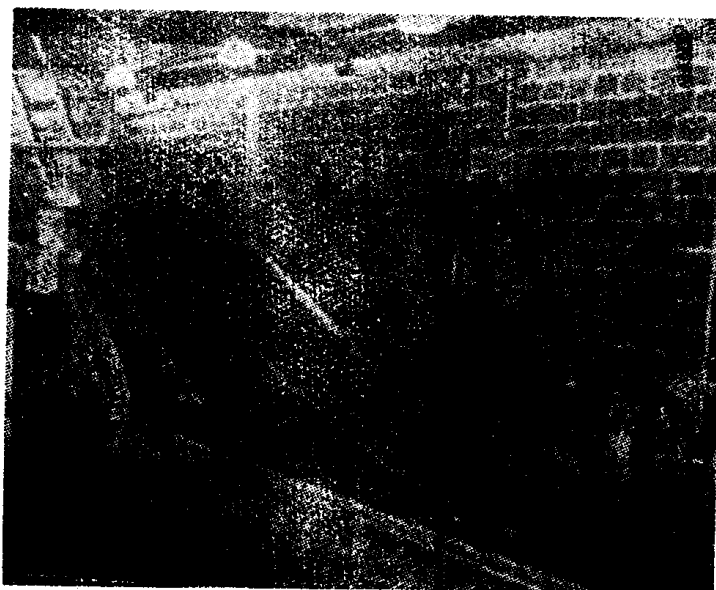


图1-10 带灰尘密封装置的电动卸料车向料仓布煤

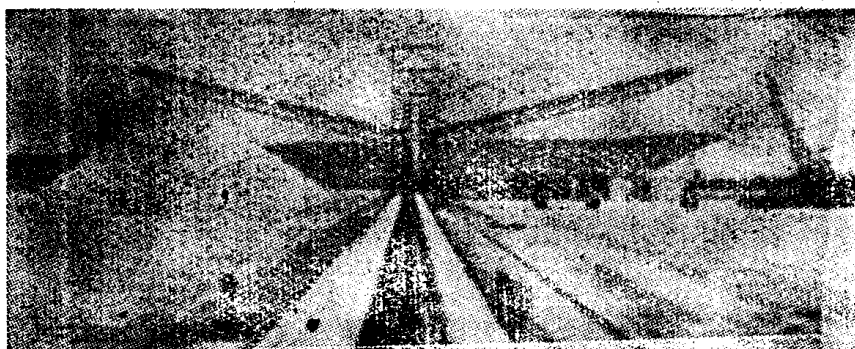


图1-11 双臂堆料机可向給料输送机两侧中任一侧的大型料堆卸料

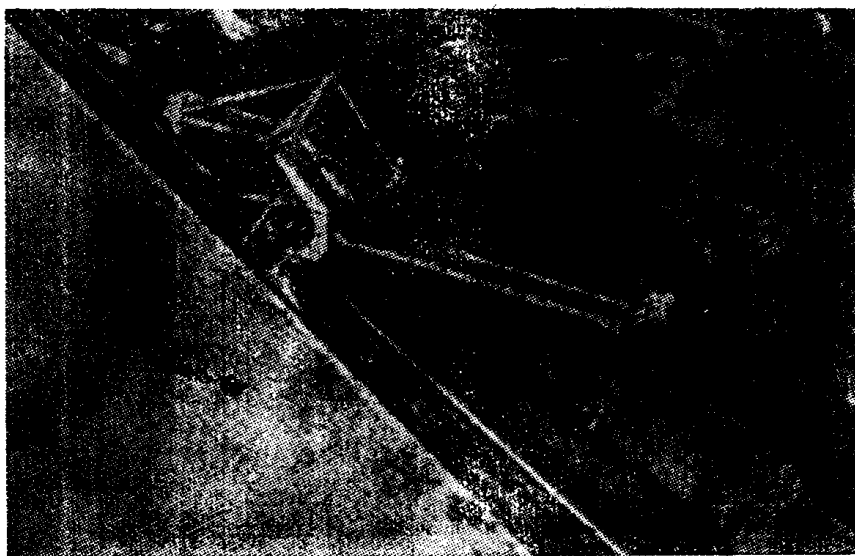


图1-12 联合堆取料机连续、大量地向装船输送机系统供料



图1-13 往复带式输送机在大湖上向矿石船装铁燧岩球团矿并进行船体平衡

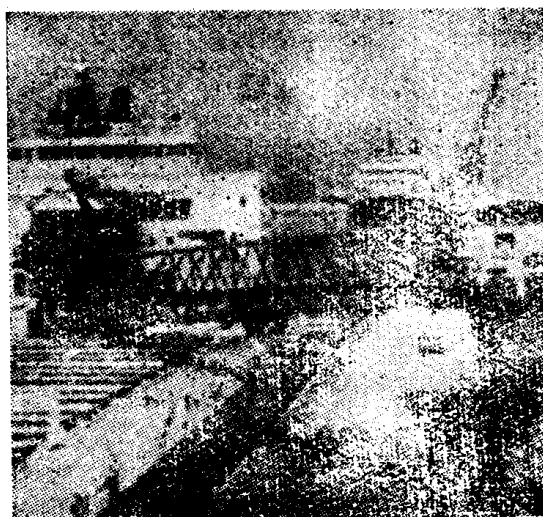


图1-14 装有 78 英寸卸料输送机的自卸船以 10,000 吨/时的能力从船上卸下铁球团矿



图1-15 轨道式卸船机向钢铁公司的 60 英寸输送机系统供料



图1-16 V 形犁式卸料器从平型带式输送机上刮卸型砂

还要大，而且船只留港时间短，劳动力及其他作业费用低。

与上述大型卸料系统相比，有些物料（例如铸造型砂）可根据使用要求在指定的位置按需要量从输送带上刮卸物料（图 1-16）。

五、工 艺 功 能

虽然带式输送机一般用于输送和分配物料，但它也可和一些辅助设备配合完成工艺流程的不同阶段的许多功能。当向料堆分层铺料和从料堆取出物料时，可使物料混合得很均匀（见图 1-17）。几种不同的物料可按比例连续地汇集到一条共用的集料输送带上。

被运物料可通过取样装置取得精确的试样，取样装置能在物料从一条输送带流向另一条输送带时从物料流中截取试样。磁性物质可以从物料中清除。物料在带式输送机上

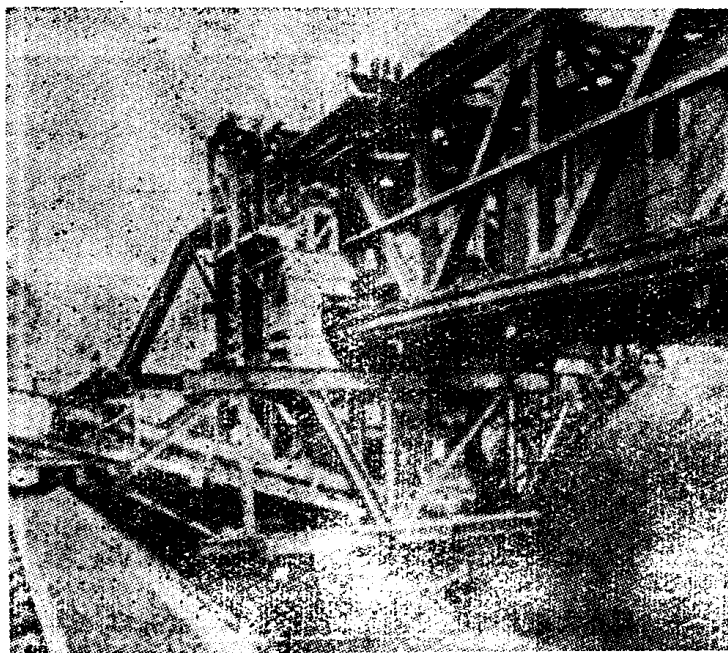


图1-17 在钢铁厂用桥式斗轮取料机提供混匀的铁矿石

输送时可以连续而精确地称量或分类、挑选及喷水。在许多情况下，这一类操作由于采用了带式输送机不仅使工作更为有效，而且是唯一可行的方法。

六、可靠性及有效性

带式输送机的可靠性已为所有工业领域几十年使用的经验所证明。带式输送机的运行极为可靠，在许多需要连续运行的重要生产单位，如在发电厂内煤的输送，钢铁厂和水泥厂散状物料的输送，以及港口内船舶装卸散状物料等，在这些地方停机损失是巨大的。

不论在什么时候，带式输送机都是通过按钮操纵的（见图 1-18）。必要时，它们可

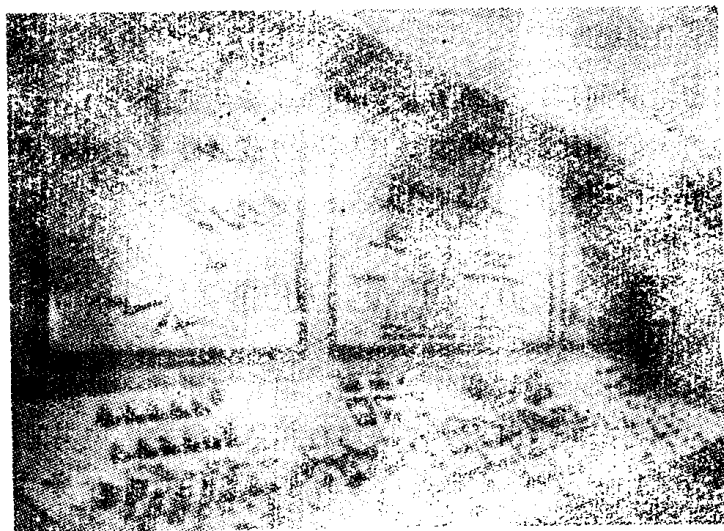


图1-18 操作者从控制中心通过模拟显示盘和按钮操纵台对整个输送机系统进行控制

以而且常常是一班接一班的连续工作。带式输送机可以罩起来,使机体和所输送的物料不受风雨的影响,而风雨则往往使卡车和其他一些运输方式的运行受到阻碍。

七、环境保护方面的优点

与输送散状物料其他方式相比,带式输送机在环境保护方面是更令人满意的,它既不污染空气又没有噪声。带式输送机常被封闭在机罩里,必要时还可架设在地面交通混乱和危险地区的上空,也可以装在小型隧道内(见图 1-19)。此外,带式输送机不会散出灰尘和碳氢化合物来污染空气。在各转运站,灰尘被密封在转运溜槽里,必要时还可以用适当的装置把灰尘收集起来。地面上的带式输送机系统还可以设计成与风景相协调的外形,使环境不受损害,安静而无污染(见图 1-20)。

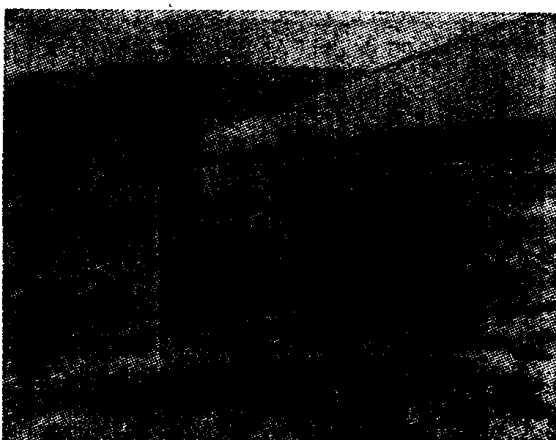


图1-19 完全密封在架空通廊内的输送机安全地输送负荷,避免了来自公路或铁路交通的各种干扰



图1-20 采用混凝土支架结构的地面输送机系统具有与地貌相协调的外观

八、安 全

用带式输送机输送具有很高的安全性,需要的生产人员很少,与其他运输方式相比发生事故的机会也比较少。不会因大块物料掉下来砸伤人或由于大型笨重的车辆操纵失灵而引起事故。各种大型车辆不论在公路上运行,还是在接近居民点的地区运行都是负有社会性责任的。带式输送机对于粗心大意的人来说不像其他输送散状物料的方式那样经常发生事故。输送机本身可通过装在设备上的机械和电气安全装置进行过载和误动作自动保护。

九、劳动力费用低

带式输送机系统运送每吨散状物料所需的劳动工时在所有运输散状物料的工具中通常是最低的。像其他劳动强度低的高度自动化作业一样,带式输送机的生产费用也很低,