

带式输送技术的最新发展

M. A. Alspaugh Overland Conveyor Co., Inc. MINExpo 2004

拉斯维加斯, 内华达州 美国, 9, 27, 2004

摘要： 粒状材料运输要求带式输送机具有更远的输送距离、更复杂的输送路线和更大的输送量。为了适应社会的发展 输送机需要在系统设计、系统分析、数值仿真领域向更高层次发展。传统水平曲线和现代中间驱动的应用改变和扩大了带式输送机发展的可能性。本文回顾了为保证输送机的可靠性和可用性而运用数字工具的一些复杂带式输送机。

关键字： 带式；输送机；系统设计；数字工具

1 前言

虽然这篇文章的标题表明在皮带输送机技术中将提出“新”发展，但是提到的大多思想和方法都已存在很长时间了。我们不怀疑被提出一些部件或想法将是“新”的对你们大部分人来说。所谓的“新”就是利用成熟的技术和部件组成特别的、复杂的系统。“新”就是利用系统设计工具和方法汇集一些部件组成独特的输送机系统 并解决大量粒状原料的装卸问题，“新”就是在第一次系统试验(委任)之前利用日益成熟的计算机技术进行准确节能计算机模拟。同样 本文的重点是特定复杂系统设计及满足长距离输送的要求。这四个具体课题将覆盖

- 托辊阻力
- 节能
- 动力分散
- 分析与仿真

1.1 节能

减小设备整体电力消费是所有项目的一个重要方面 皮带输送机是也不例外。虽然与其他运输方法比较皮带输送机总是运输大吨位高效率的手段，但是减少带式输送机的功率消耗的方法还是很多的。皮带输送机的主要阻力组成部分有

- 托辊阻力
- 托辊与皮带的摩擦力
- 材料或输送带弯曲下垂引起的阻力
- 重力

这些阻力加上一些混杂阻力组成输送材料所需的力。在一台输送长度 400 米的典型短距离输送机中, 力可以分为如图 1 所示的几个部分 图中可以看出提升力所占比例最大 而阻力还是占绝大部分。

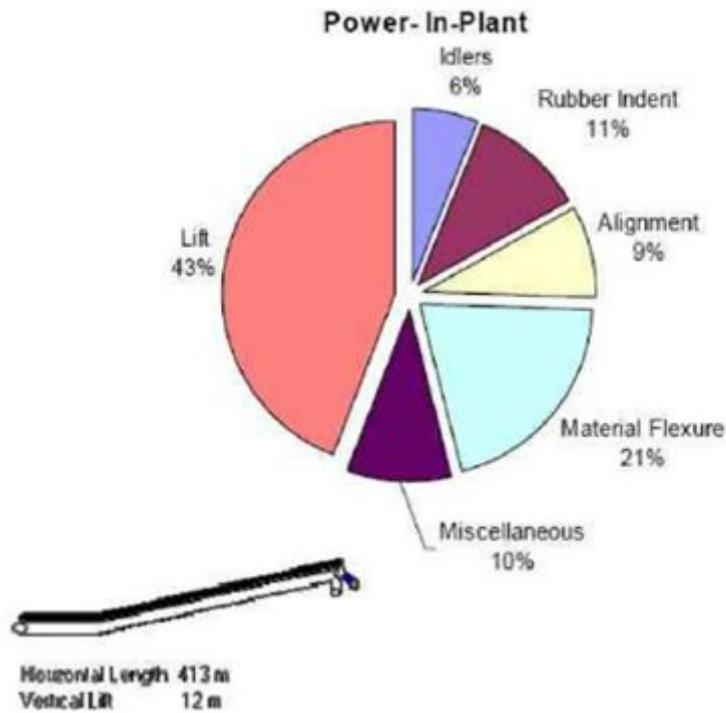


图 1

在高倾斜输送带中如矿用露天倾斜输送带 所受力可分解为图 2 所示的几个部分 其中提升力仍占巨大比例。由于重力是无法避免的 因此没有好的方法减少倾斜式输送机所受力。

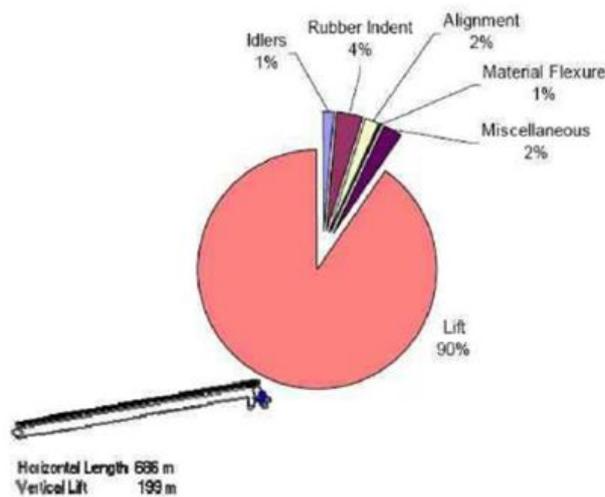


图 2

但是在长距离陆上输送机中 所受力更趋向图 3 所示的几个部分。不难看出摩擦力几乎是所受力的全部。这种情况下考虑主要受力才是最重要的。

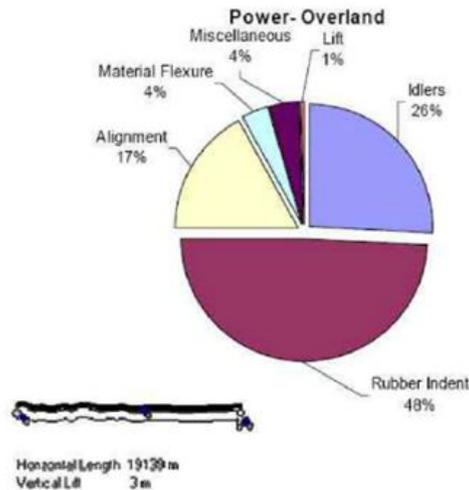


图 3

力量演算具体是超出本文的范围之外 但是值得一提的是 在过去几年对所有四个区域橡胶凹进、对准线和材料或者传送带弯曲等方面的重要研究都在进行。并且 虽然在处理每特定区域时大家有不同意见通常对整体项目经济是必要和重要的是被大家接受的。

在 2004 个 SME 年会上 MAN Takraf 的 Walter Kung 介绍了题为“Henderson 粗糙矿石输送系统一回顾组装、起动和操作”²。这个项目在 1999 年 12 月被实施并且包括一个 24 公里(3 飞行)陆上转达的系统替换地下矿碾碎路轨货车使用系统。

最长的传动机在这个系统(PC2)是 16.28 公里长与 475m 升距。最重要的事实是提供的功率(4000 千瓦在 1783 mtph 和 4.6 m/s)的 50% 被要求用来转动一条空载的带子 因此输送系统的效率是很重要的。需密切注意托辊、传送带盖子橡胶和对准线。用文件说明有关的效率的差别是的一种方法 使用“相等的摩擦系数 f ”的 22101 标准定义作为比较主要抵抗的总数的另一种方法。过去象这样典型输送装置的综合设计噪音系数大约是 $0.016f$ 。MAN Takraf 正估计他们对力的敏感达到到 0.011 的 f 超过 30%的削减。这在减少设备建造成本上做出了重大贡献。通过六次的实际动态测量显示价值 0.0075 甚至比期望值低 30%。Kung 先生强调这将在仅仅用电费用一项上每年减少费用 10 万美元。

当然最高效率的材料运输方式是从一点到下一点的直线输送。但是 由于自然和认为障碍的存在我们在长距离输送过程中直接直线输送的可能性越来越小。第一台水平弯曲输送机已在很多年前安装使用 但它今天似乎关于安装的每台陆上传动机在方向至少有一个水平变化。并且今天的技术允许设计师相对地容易地调整这些曲线。这套运输机由 E. J. O’ Donovan & Associates 设计由 Continental Conveyor Ltd of Australia 公司承建 长达 9 千米的输送距离 4 台 1500 千瓦电机驱动运输能力达 6000 mtph。Yodak 矿位于美国怀俄明州粉河流域 是记录中最古老的连续经营的煤矿 自 1923 年运营至今。它一般运用坡面(图 7)从新的矿坑到装置 756m (2, 482 ft) 与 700m (2, 300 ft) 水平的半径。这表明由于水平轮的应用输送机不需要设计太长³。

如通过没有水平曲线线路 另一项产业 隧道挖掘 就不能使用带式输送机了。隧道就想象废水和运输那样的基础设施在全世界有。移动隧道粪肥的最有效率的方法通过把推进的输送装置和隧道机器的后部连接起来。但是这些隧道极少是直的。

这里有一个例子 西班牙 10.9m 直径隧道的在巴塞罗那之下作为地铁(火车)引伸项目一部分。大陆输送机有限公司安装了前 4.7km 传动机如图 8 和 9 所显示和最近接受合同安装第二台 8.39 公里

输送机。

另一个例子，肯珀建设边境时建设一个直径 3.6 米长 6.18 公里的隧道作为大都市圣路易斯的下水道区。鲍姆加特纳隧道将装有 600 毫米宽的用 4 个中间运动用带子系住的 6.1 公里输送装置。

2 管状输送装置

如果常规输送机不能满足必须的输送要求，带式输送机的一种管状输送机是不错的选择。它最简单的描述，管状输送机就是由管状橡胶管和空转辊组成。这种设计具有其他传送方式的优点，更有自己的特点。

托辊可以在各个方向传力允许更复杂的曲线输送。这些曲线可以是水平或垂直或混合形式。这样的输送机输送带与托辊之间的重力和摩擦力保证原料在输送管道内。

管状输送机的另一个好处可以输送粉状原料并且可以减少溢出浪费，因为材料是在管道内部。一个典型的例子是环境效益和适应性特好的美国犹他州地平线矿。这个长 3.38 公里的管状输送机由 ThyssenKrupp Robins 安装通过一个国家森林并且横断了 22 个水平段和 45 个垂直段。

另一种由常规衍变来的是 Mesto 绳索输送机，MRC 通常以缆绳传送带著名。这个产品以长途输送著名，在距澳大利亚 30.4 公里的沃斯利铝土矿上应用的输送带是最长的单个飞行输送机。在钢绳输送机上，驱动装置和运载媒介是分离的。

这种驱动与输送装置的分离允许输送有小半径的水平弯曲，这种设计优于根距张紧力和地势的传统设计。

有时材料需要被提升或下降而常规输送机被限制在 16—18 度附近的倾斜角度内。但是带式输送机的非传统衍变不管是在增加角度还是平直方面都是相当成功的。

大角度输送机

第一台大角度输送机由 Continental Conveyor & Equipment Co. 公司生产，非常利用常规输送机零部件，图 16 构成。当原料在两条带子之间输送时，被称为三明治输送装置。

Continental 公司的第 100 套大倾角输送装置采用独特的可平移式设计，作为 Mexican de Canenea 的堆过滤垫。

3 垂直式输送装置

第二种立式输送装置展现的是一种非常规的带式装置，它可以实现垂直输送动力分散。在最近过去的一段时间里，一种最有趣的发展是电力沿输送道路的分配。看到输送机驱动装置安装在收尾末端让尾端驱动完成输送带的拉紧输送工作。但是现在的发展观念是把驱动安装在任何需要的位置。

在带式输送机上多个位置安装动力源的想法已经存在很长一段时间了。第一次应用是 1974 年安装在美国 Kaiser 煤矿。紧接着是在地下煤矿中得到应用，而且长臂开采法也越来越体现它的优越性。采矿设备的效率和能力也得到巨大改善。矿工们也开始寻找大的矿区从而减少移动大型采矿设备的次数及时间。矿井宽度和矿井分格长度都得到增加。

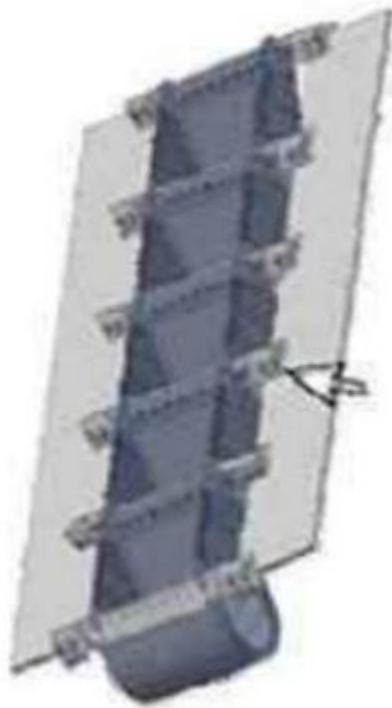


图 4。

当矿井分格长度增加后 输送问题开始出现。接近 4-5 千米的输送长度所需要的电力和输送带的强度比以前地下煤矿需要的大很多。问题是大号的高电力驱动装置安装及移动困难。虽然胶带技术能够满足胶带所需强度要求 它意味着需要比钢铁更重要的强度及加硫处理。由于长臂开采法的盘区传动机经常推进和后退 矿工需要经常增加或取消滚筒的正传与逆转。而且硫化结合需要长期维护以保证强度 因而失去的产品生产时间在一个完全盘区中是很严重的。现在需要超过风险 并且中间驱动的应用限制了输送带的伸长及张紧这样就允许纤维胶带在长距离输送机中应用。

现今中间驱动技术被很好的接受并越来越广泛的应用于地下煤矿中。世界范围内的许多矿把这项技术整合到现在和未来矿业计划当中来增加他们的整体采矿效率和效益 6。

所示的张紧图显示了中间驱动的重大好处。这种平面前驱的输送机有简单的皮带张力分布如黑色线条所示。虽然平均皮带张力在每个周期期间只约为最大值的 40% 但必须围绕最大估量值附近。黑色线条的急剧回落表示顶头滑轮要求的总扭矩和力量来启动输送机。

将受力分解到两个地点 红线 当总功率基本相同的情况下 皮带张力差不多减少 40%。因此更小的输送带和更小的电源组可以得到运用。为了进一步扩展这种方式 增加第二中间驱动 绿线皮带峰顶张力进一步下降。隧道产业也迅速采用这种技术并且把这项技术提高到更好的水平 更复杂更先进。但挖隧道最需要的是水平曲线的进步。

通过中间驱动的一种应用例如 Baumgartner 隧道如前图所描述 皮带张紧力可以通过在重要的地点安装战略驱动来控制 从而实现输送带的小曲线换向。

绿色投影区域代表弯曲结构的地点。蓝色线条代表输送带运载面 粉红色线条代表输送带返回面。可以发现在弯曲半径最小 750 米时输送带运载面和返回面所受张紧力均达到最小。

尽管到目前为止 这项技术陆上输送机中没有广泛的应用 一些倾向于水平曲线的技术却得到发展。图显示了南美洲的一条长 8.5 千米硬岩层输送带 它需要 4 个中间驱动来实现 4 段 2000 米半径的曲线转向。

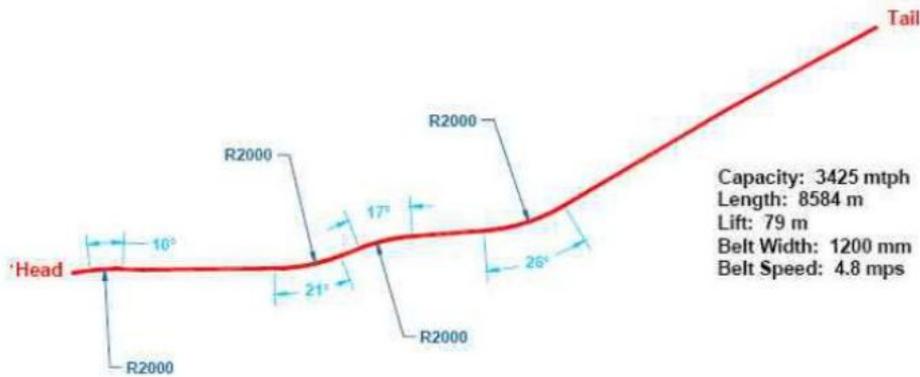


Figure 5- 平面图

显示在弯曲段有与没有驱动时输送带的张紧力比较。分散驱动的优点在 MRC 缆绳输送带中也得到应用。然而张紧运载的绳索有别于负载传送带 安装中间驱动更加容易 输送的原料不用离开运载输送带的表面。张紧运载的绳索与输送带分开足够的距离 便利在安装中间驱动后继续工作。

参考文献

- [1]“Belt Conveyors for Bulk Materials”, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 5th Edition, 1997
- [2]Kung, Walter, “The Henderson Coarse Ore Conveying System-A Review of Commissioning, Start-up, and Operation”, Bulk Material Handling by Belt Conveyor 5, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., 2004
- [3]Goodnough, Ryne, “In-Pit Conveying at the Wyodak Mine- Gillette, Wyoming”, Bulk Material Handling by Belt Conveyor 5, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., 2004
- [4]Neubecker, I., “An Overland Pipe Conveyor with 22 Horizontal and 45 Vertical CurvConnectingCoaMine with Rail Load Out”, Bulk Solids Handling, Vol. 17 (1997), No 4
- [5]Crewdson, Steve, “Vertical Belt System at Pattiki 2 Mine”, Bulk Material Handling BeltConveyo5,Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., 2004.
- [6]Alspaugh, Mark, “The Evolution of Intermediate Driven Belt Conveyor Technology”, BuSolHandling”, Vol. 23 (2003) No.3
- [7]O’Donovan, E.J., “Dynamic Analysis- Benefits for all Conveyors”, Conveyor Belt Engineering for the Coal and Mineral Mining Industries, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., 1993.