

目录

摘要	I
ABSTRACT	II
前言	3
第 1 章螺旋输送机介绍	4
1.1 螺旋输送机的历史	4
1.2 螺旋输送机的发展趋势	7
1.3 国内外螺旋输送机对比	8
1.4 螺旋输送机分类	10
1.5 螺旋输送机的应用范围	11
第 2 章螺旋输送机的结构及工作原理	12
2.1 螺旋式输送机的结构	12
2.1.1 螺旋	12
2.1.2 轴	15
2.1.3 轴承	17
2.1.4 料槽	17
2.2 螺旋输送机工作原理	18
第 3 章螺旋输送机的设计与参数选用	20
3.1 螺旋输送机的设计方法	20
3.1.1 螺旋输送机现代设计方法	21
3.1.2 螺旋输送机的常规设计	23
3.2 螺旋输送机的设计计算	23
3.2.1 输送物料的运动分析	23
3.2.2 螺旋输送机设计参数的确定	27
3.2.3 螺旋输送机外形及尺寸	36
3.2.4 螺旋输送机外形长度组合及各节重量	37
3.2.5 螺旋输送机驱动装置	40
3.2.6 螺旋输送机轴承选择	47
3.2.7 螺旋输送机进出料口装置	47
第 4 章 螺旋输送机的安装使用及维护	50

4.1 螺旋输送机安装技术条件	50
4.2 螺旋输送机的使用与维护	51
总结	53
致谢	54
参考文献	56

前言

经过四年的学习，大学的最后也是最重要的一项——毕业设计开始了。作为对大学四年学习的总结，毕业设计既考察了我们对所学知识的掌握，也是对我们能否灵活运用所学理论知识解决实际问题的检验。通过四年的理论学习我们掌握了一定的理论知识，但只有通过实践，我们才能对这些知识融会贯通，在使用时才能够得心应手。因此，毕业设计是我们毕业前的最关键的一环，也是我们走向工作岗位的模拟训练，对我们有着非常重要的意义。因此，我会像在学习中通过自身努力和勤勉好问解决难题一样，我会认真的配合老师、同学和工人师傅，认真的搞好这次毕业设计，在毕业前交出一份令人满意的答卷。

我这次设计所选的题目是螺旋输送机设计，主要设计螺旋片，输送机进出料口，驱动装置，减速器等主要零部件的设计计算及相关零件的校核。综合运用了机械工程材料，机械制造工艺，极限配合，机械制图等方面的知识，所以能从各个方面检查所学知识。

螺旋输送机作为冶金、建材、化工、粮食及机械加工等部门广泛应用的一种连续输送设备。其结构简单、横截面尺寸小、密封性好、可以中间多点装料和卸料、操作安全方便以及制造成本低等优点使其拥有广泛的应用。

在毕业前，利用毕业设计这次机会，在老师耐心的指导下，利用自己在大学所学的书本知识和实习结合，参阅了大量的相关书籍和资料，对螺旋输送机进行了设计，就我个人而言，对螺旋输送机螺旋进行设计和计算，以及对驱动装置进行了分析和选择。由于时间仓促和本人水平有限，在设计过程中会有缺点和不合理的地方，恳请老师给予宝贵的意见，并给予批评和指正。

第 1 章螺旋输送机介绍

1.1 螺旋输送机的历史

中国古代的高转筒车和提水的翻车，是现代斗式提升机和刮板输送机的雏形；17世纪中，开始应用架空索道输送散状物料；19世纪中叶，各种现代结构的输送机相继出现。

螺旋输送机的发展，分为有轴螺旋输送机和无轴螺旋输送机两种型式的发展过程。有轴螺旋输送机由螺杆，U型料槽，盖板，进，出料口和驱动装置组成，一般还有水平式，倾斜式和垂直式三种；而无轴螺旋输送机则采用螺杆改为无轴螺旋，并在U型槽内装置有可换衬体，结构简单，物料由进料口输入经螺旋推动后由出料口输出，整个传输过程可在一个密封的槽中进行。一般来讲，我们平常所指的螺旋输送机都指有轴型式的螺旋输送机。而对许多输送比较困难的物料，人们一直在寻求一种可靠的输送方法，而无轴螺旋输送机则是一种较好的解决方法。

从17世纪中叶，开始应用架空索道输送散状物料，到1887年，螺旋输送机由阿基米德发明，后来得到改进，在工业上广泛用来输送散状、固体物料，随后经过了很长时间的的发展过程，逐渐研制出了一系列的螺旋输送机，使得螺旋输送机有了长足的发展。

GX型螺旋输送机是出现较早的一种螺旋输送机，也是我国最早定型生产的通用性生产设备。它以输送粉状、粒状、小块状物料为主，不适宜输送易变质的，粘性的易结块的物料和大块的物料，因为这些物料容易粘在螺旋上而随之旋转，或在吊轴承处产生堵料现象，给物料输送过程带来很大的不便。GX型螺旋输送机的优点主要是节能、降耗显著，其头部、尾部轴承移至壳体外，具有防尘密封性好，噪声低，适应性强，操作维修方便，进、出料口位置布置灵活等；缺点是动力消耗大，机件磨损快，物料在运输时粉碎严重。

LS型螺旋输送机是在GX型输送机的基础上修改设计的新一代螺旋输送机，LS型螺旋输送机特点是结构新颖，性能可靠，技术指标先进，适用范围广泛，节能降耗显著。

另外，LS型螺旋输送机还有多种系列的输送机产品。LSS系列螺旋输送机、LSY型螺旋输送机、LSF系列螺旋输送机都是在LS型螺旋输送机的基础上逐渐发展形成的。

LSS系列水平螺旋输送机是一种固定装置的机械输送设备。LSY型是一种非基础固定式螺旋输送机，它可以实现水平、倾斜、垂直全方位和任意姿态的连续输送。它的实用性和先进性尤其体现于能适应山区、平原各种野外流动作业，也适用于化工、冶金工业企业和造纸、建筑工程等行业。

LSF系列螺旋输送机是在LS型螺旋机的基础上改进的，其结构新颖，技术指标先进。总体而言，该机头部和尾部轴承移到壳体外部，消除了由于密封不严漏料而降低轴承寿命的可能性：中间吊轴承采用滚动、滑动可以互换的两种结构，均设防尘密封装置，密封性强，耐磨性好；螺旋叶片的表面涂有耐磨材料，增强了叶片的耐磨性：传动部分采用摆线针轮减速机，使得整机噪音低，适应性强，操作维修方便。

TLSS系列螺旋输送机具有结构简单、密封性能好，无粉尘、噪声低，能多点送料、卸料等特点，适用于各行业的粉状或颗粒的输送。该螺旋输送机横截面可设计成U形和圆形两种，圆形截面输送机还可作为垂直输送用。该机广泛用于面粉、粮油、饲料行业水平物料的输送，并可在其出料端增设料封装置，形成TLSSF型料封螺旋输送机，在进料口左侧或右侧增设吸风口，专门用于输送粉碎后的物料。

在各种LS系列输送机的基础上，也研制出了一些其他系列和类型的螺旋输送机。

JT型螺旋输送机，是一种按工艺布置需要有单机单驱动(或重叠式，分体双驱动)，带夹套的全密封型螺旋输送机。它具有结构紧凑合理，占地面积小，密封性好，工艺布置灵活等优点，适用于输送要求冷却或加热的有毒、易挥发及具有腐蚀性或怕被污染的物料，如三聚氰胺、1H口等，可以水平输送温度低于250℃的物料，可广泛应用于化工、医药、食品、轻工等行业。

MLG管式螺旋给料输送机是一种等同采用国际标准的螺旋输送机，其特点是变螺距，给料量稳定，具有一定的锁风效果。输送机长度在特定范围内可由用户指定选用，用作料仓底部给料设备时，一般采用倾斜布置，基本可消除物料自流(即冲料)现象。MLG管式螺旋给料输送机可用于生料、煤粉、水泥等粉状物料的给料和短距离输送。

YS型圆筒螺旋输送机，可设计成水平式、倾斜式、垂直式三种类型。FX系列螺旋输送机广泛用于盐、化工等行业粉状物料的输送及提升，而且可以垂直输送替代斗式提升机。

随着运输机械的发展，还出现一些新型的特殊用途的螺旋输送机，如可弯曲螺旋输送机，螺旋管输送机，大倾角螺旋输送机，成件物品螺旋输送机，热交换式螺旋输送机，微粉螺旋输送机，新型冷却螺旋输送机等。

可弯曲螺旋输送机可实现空间可弯曲输送物料，有水平型，垂直型，还可以布置成其他型式。可弯曲螺旋输送机的螺旋体心轴为可挠曲材料，输送线路可根据需要按空间曲线任意布置，避免物料转载，不设中间轴承，阻力小，当机壳内进入过多的物料或有硬块物料时，螺旋体会自由浮起，不会产生卡堵现象；噪音小。

螺旋管输送机也称滚筒输送机，其为螺旋输送机的一种变态形式，为内螺旋输送机。在其圆筒形机壳内焊有连续的螺旋叶片，机壳与螺旋叶片一起转动，加入的物料由于离心力和管壁的摩擦力的作用随机壳一起转动并被提升，然后在物料的重力下，又沿螺旋面下滑，实现物料的向前移动。如同不旋转的螺杆沿着转动的螺母做平移运动一样，达到输送物料的目的。

螺旋管输送机工作时没有卡壳、阻塞现象，对谷物破碎小，适于输送含杂较多的谷物、经烘干机处理后的热谷物以及谷物种子。如果在螺旋管壁上销上不同直径的孔眼，还可在输送的同时完成物料的筛分工作。

大倾角螺旋输送机输送原理是，由于大倾角螺旋输送机的螺旋转速较高，物料在它的推动下，产生较大的离心力，倾角越大，转速越高，离心力也越大。这种离心力足以使物料克服它与螺旋叶片之间的摩擦力而被压向螺旋叶片的周围，呈环状分布。被压向螺旋叶片周围的物料与输送管内壁形成了新的摩擦阻力，当这种阻力达到足够大时，便能克服物料本身重力及其它力所引起的下滑力，在螺旋叶片的推动下，物料又克服它与螺旋叶片间的和它与输送管内壁间的两个摩擦阻力，从而以比螺旋转速较低的旋转速度上升，直到出料口卸出。

热交换式螺旋输送机，广泛用于化工、粮食加工以及矿物处理等行业，如冷却锅炉炉渣、冷却矿渣、加热干燥多种化工产品以及粮食或饲料等，是一种特殊的高效热交换器，同时也起输送物料作用，并完成对物料的搅拌、混合、冷却、加热或干燥等工艺。

输送微粉的微粉螺旋输送机，具备合理的螺旋轴结构，有很好的密封性能，稳定的微

粉原料的输送速率，能减少悬料及降低过冲量。微粉输送技术已用于设计微粉螺旋输送机上，并且在玻璃纤维池窑拉丝配料生产线上得以应用，经生产运行，达到输送微粉原料的目的，满足了生产的需求。

成件物品螺旋输送机可以对成件、大型物料进行输送，它由两根相互平行的表面焊有左、右旋螺旋形钢条的两根钢管组成，输送距离较长的可以分为几断。

螺旋扒谷机(4, 61, 由螺旋喂料机构与倾斜移动式螺旋输送机组合而成。喂料机构主要有两种结构形式，一种型式是螺旋体一半为左旋，一半为右旋，工作时自两侧向中心汇集物料；第二种型式是螺旋体只有一个旋向，但是可以上下左右移动，以扩大扒谷范围，减少移动次数。

对转螺旋输送机，其输料管与螺旋体都旋转，但旋转方向相反。这种新颖的垂直螺旋输送机填充率高达70-90%。当螺旋体转速与输料管以一定的转速相配时，可观察到物料并无旋转运动而只有垂直上升运动。它的工作原理不能再用单一颗粒受到离心力的作用来说明，而应对整个物料柱的运动进行分析。在这方面还需要作进一步研究。

复式螺旋输送机，同一料槽内装上转向相反的两个螺旋体，加上驱动装置，就构成了复式螺旋输送机。它能同时完成两种不同物料的输送，并且占地面积小，相对空间尺寸也小。

双向螺旋输送机，同一螺旋轴上的两半节上，分别焊有左旋叶片和右旋叶片，这是双向螺旋输送机的主要特点。它可以向两个方向同时输送同一种物料，即将物料从两端集向中心，或从中部进料后输向两端。

变螺距螺旋输送机，这种螺旋输送机的螺距沿前进方向是变化的。叶片焊接或由疏渐密，或由密渐疏，适合港口卸船用或饲料工业中作配料设备用。

1.2 螺旋输送机的发展趋势

一方面是螺旋输送机的功能多元化、应用范围扩大化，如高倾角带输送机、管状螺旋输送机、空间转弯螺旋输送机等各种机型；另一方面是螺旋输送机本身的技术与装备有

了巨大的发展，尤其是长距离、大运量、高带速等大型螺旋输送机已成为发展的主要方向，其核心技术是开发应用于螺旋输送机动态分析与监控技术，提高了螺旋输送机的运行性能和可靠性。目前，在煤矿井下使用的螺旋输送机已达到表 1 所示的主要技术指标，其关键技术与装备有以下几个特点：

- (1)设备大型化。其主要技术参数与装备均向着大型化发展，以满足年产 300~500 万 t 以上高产高效集约化生产的需要。
- (2)应用动态分析技术和机电一体化、计算机监控等高新技术，采用大功率软启动与自动张紧技术，对输送机进行动态监测与监控，大大地降低了输送带的动张力，设备运行性能好，运输效率高。
- (3)采用多机驱动与中间驱动及其功率平衡、输送机变向运行等技术，使输送机单机运行长度在理论上已有受限制，并确保了输送系统设备的通用性、互换性及其单元驱动的可靠性。
- (4)新型、高可靠性关键元部件技术。如包含 CST 等在内的各种先进的大功率驱动装置与调速装置、高寿命高速托辊、自清式滚筒装置、高效贮带装置、快速自移机尾等。如英国 FSW 生产的 FSW1200/（2~3）×400（600）工作面顺槽螺旋输送机就采用了液粘差速或变频调速装置，运输能力达 3000 t/h 以上，它的机尾与新型转载机（如美国久益公司生产的 S500E）配套，可随工作面推移而自动快速自移、人工作业少、生产效率高。

1.3 国内外螺旋输送机对比

我国螺旋输送机的主要性能与参数已不能满足高产高效矿井的需要，尤其是顺槽可伸缩螺旋输送机的关键元部件及其功能如自移机尾、高效储带与张紧装置等与国外有着很大差距。

- (1)装机功率 我国工作面顺槽可伸缩螺旋输送机最大装机功率为 4×250 kW，国外产品可达 4×970 kW，国产螺旋输送机的装机功率约为国外产品的 30%~40%，固定螺旋输送机的装机功率相差更大。
- (2)运输能力 我国螺旋输送机最大运量为 3000 t/h，国外已达 5500 t/h。
- (3)最大输送带宽度 我国螺旋输送机为 1400 mm，国外最大为 1830 mm。

(4)带速 由于受托辊转速的限制,我国螺旋输送机带速为 4m/s,国外为 5m/s 以上。

(5)工作面顺槽运输长度 我国为 3000 m,国外为 7300m。

(6)自移机尾 随着高产高效工作面的不断出现,要求顺槽可伸缩螺旋输送机机尾随着工作面的快速推进而快速自移。国内自移机尾主要依赖进口,主要有 2 种:(a)随转载机一起移动的由英国 LONGWALL 公司生产的自移机尾装置。(b)德国 DBT 公司生产的自移机尾装置。前者只有一个推进油缸,后者则有 2 个推进油缸。LONGWALL 公司生产的自移机尾用于在国内带宽 1.2 m 的输送机上,缺点是自移机尾输送带的跑偏量太小,纠偏能力弱,刚性差。德国生产的自移机尾在国内使用效果优于前者,水平、垂直 2 个方向均有调偏油缸,纠偏能力强。因此,前者还需完善,后者则需研制。但对自移机尾的要求是共同的,既要满足输送机正常工作时防滑的要求,又要满足在输送机不停机的情况下实现快速自移。

(7)高效储带与张紧装置 我国采用封闭式储带结构和绞车红紧为主,张紧小车易脱轨,输送带易跑偏,输送带伸缩时,托辊小车不自移,需人工推移,检修麻烦。国外采用结构先进的开放式储带装置和高精度的大扭矩、大行程自动张紧设备,托辊小车能自动随输送带伸缩到位。输送带易跑偏,不会出现脱轨现象。

(8)输送机品种 机型品种少,功能单一,使用范围受限,不能充分发挥其效能,如拓展运人、运料或双向运输等功能,做到一机多用;另外,我国煤矿的地质条件差异很大,在运输系统的布置上经常会出现一些特殊要求,如弯曲、大倾角 ($>25^\circ$) 直至垂直提升等,应开发特殊型专用机种螺旋输送机。

可靠性、寿命上的差距

(1)输送带抗拉强度 我国生产的织物整芯阻燃输送带最高为 2500 N/mm,国外为 3150 N/mm。钢丝绳芯阻燃输送带最高为 4000 N/mm,国外为 7000 N/mm。

(2)输送带接头强度 我国输送带接头强度为母带的 50%~65%,国外达母带的 70%~75%。

(3)托辊寿命 我国现有的托辊技术与国外比较,寿命短、速度低、阻力大,而美国等使用的新型注油托辊,其运行阻力小,轴承采用稀油润滑,大大地提高了托辊的使用寿命,并可作为高速托辊应用于螺旋输送机上,使用面广,经济效益显著。我国输送机托辊寿命为 2 万 h,国外托辊寿命 5~9 万 h,国产托辊寿命仅为国外产品的 30%~40%。

(4)输送机减速器寿命 我国输送机减速器寿命 2 万 h，国外减速器寿命 7 万 h。

(5)螺旋输送机上下运行时可靠性差

控制系统上差距

(1)驱动方式 我国为调速型液力耦合器和硬齿面减速器，国外传动方式多样，如 BOSS 系统、CST 可控传动系统等，控制精度较高。

(2)监控装置 国外输送机已采用高档可编程序控制器 PLC，开发了先进的程序软伯与综合电源继电器控制技术以及数据采集、处理、存储、传输、故障诊断与查询等完整自动监控系统。我国输送机仅采用了中档可编程序控制器来控制输送机的启动、正常运行、停机等工作过程。虽然能与可控启（制）支装置配合使用，达到可控启（制）动、带速同步、功率平衡等功能，但没有自动临近装置，没有故障诊断与查询等。

(3)输送机保护装置 国外螺旋输送机除安装防止输送带跑偏、打滑、撕裂、过满堵塞、自动洒水降尘等保护装置外，近年又开发了很多新型监测装置：传动滚筒、变向滚筒及托辊组的温度监测系统；烟雾报警及自动消防灭火装置；纤维织输送带纵撕裂及接头监测系统；防爆电子输送带秤自动计量系统。这些新型保护系统我国基本处于空白。而我国现有的打滑、堆煤、溜煤眼满仓保护，防跑偏、超温洒水，烟雾报警装置的可靠性、灵敏性、寿命都较低。

1.4 螺旋输送机分类

(1) 螺旋输送机的螺旋叶片有实体螺旋面型、带式螺旋面型及叶片螺旋面型三种，实体螺旋面称为 S 制法，其螺旋节距 GX 型为叶片直径的 0.8 倍，LS 型适用于输送粉状和粒状物料。带式螺旋面又称 D 制法，其螺旋节距与螺旋叶片直径相同，适用于输送粉状即小块物料。叶片式螺旋面应用较少，主要用于输送粘度较大和可压缩性物料，在输送过程中，同时完成搅拌、混合等工序，其螺旋节距约为螺旋叶片直径的 1.2 倍。

(2) 螺旋输送机的螺旋叶片有左旋与右旋两种旋向。

(3) 螺旋输送机的类型有水平固定式输送机、垂直式螺旋输送机。水平固定式螺旋输送机是最常用的一种型式。垂直式螺旋输送机用于短距离提升物料，输送高

度一般不大于 8m，螺旋叶片为实体面型，它必须有水平螺旋喂料，以保证必要的进料压力。

(4) LS、GX 型螺旋输送机物料出口端，应设置 $1/2 \sim 1$ 圈反向螺旋片，防止粉料堵塞端部轴承。在出口管上端无螺旋片。

1.5 螺旋输送机的应用范围

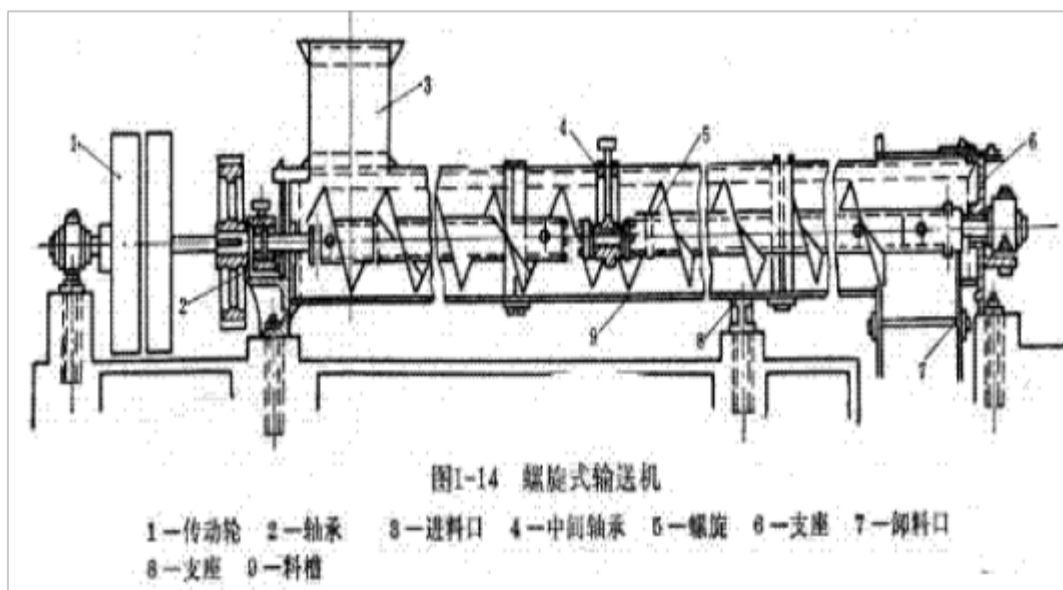
螺旋输送机广泛应用于粮食工业、建筑材料工业、化学工业、机械制造业、交通运输业等国民经济各部门中。

螺旋输送机主要用于输送各种粉状、粒状、小块状物料，所输送的散粒物料有谷物、豆类、面粉等粮食产品，水泥、粘土、沙子等建筑材料，盐类、碱类、化肥等化学品，以及煤、焦炭、矿石等大宗散货。螺旋输送机不宜输送易变质的、粘性大的、块度大的及易结块的物料。除了输送散粒物料外，亦可利用螺旋输送机来运送各种成件物品。

螺旋输送机在输送物料的同时可完成混合、搅拌、冷却等作业。在港口，螺旋输送机主要用于卸车、卸船作业以及仓库内散粒物料的水平 and 垂直输送。利用与物料直接接触的水平螺旋轴将物料逐层从车厢两侧卸下的螺旋卸车机在国内港口已有多年的成功使用经验。由水平螺旋输送机、垂直螺旋输送机以及相对螺旋取料装置组成的螺旋卸船机，已成为一种较为先进的连续卸船机型，日益广泛地应用于国内外散货专用码头。螺旋输送机在港口除直接用于卸船作业以及输送物料外，常利用其裸露的螺旋具有收集物料的功能而作为其他类型卸船机的取料装置。

第 2 章螺旋输送机的结构及工作原理

2.1 螺旋式输送机的结构

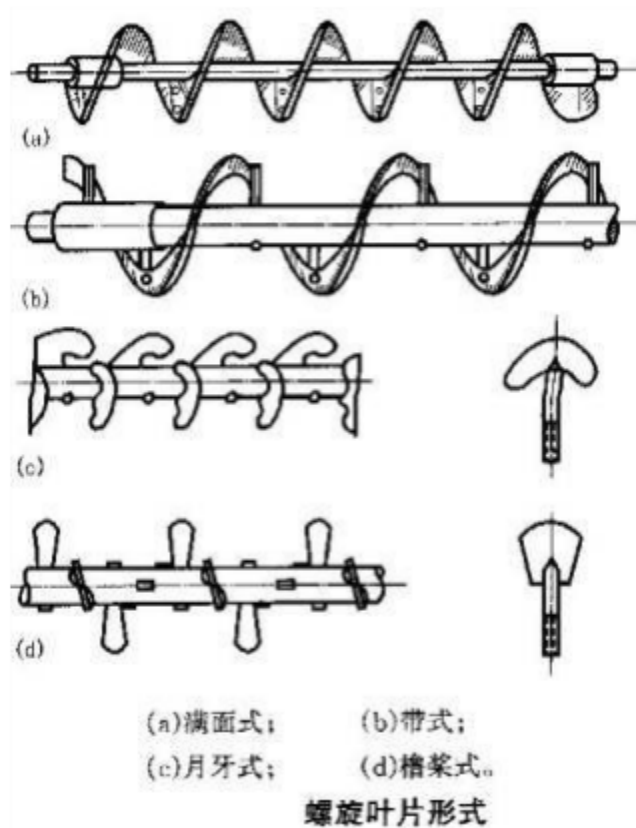


螺旋式输送机的结构如图所示：

主要由料槽 9，轴承 2、4，螺旋 5，进料口 3 和出料口 7 所组成。

刚性的螺旋体通过头、尾部和中间部位的轴承支承于料槽，形成可实现物料输送的转动构件，螺旋体的运转通过安装于头部的驱动装置实现，进出料口分别开设于料槽尾部上侧和头部下侧。出料口可沿机器的长度方向安装多个，并用平板闸门启闭，只有其中一个卸料，传动装置可以装于槽头或槽尾

2.1.1 螺旋



螺旋体是螺旋输送机实现物料输送的主要构件，它由螺旋叶片和螺旋轴两部分构成。常用的叶片有满面式(实体式)和带式两种形式。按叶片在轴上的盘绕方向不同可分为右旋和左旋两种(逆时针盘绕为左旋，顺时针盘绕为右旋)。螺旋体输送物料方向由叶片旋向和轴的旋转方向决定，具体确定时，先确定叶片旋向，然后按左旋用右手、右旋用左手的原则，四指弯曲方向为轴旋转方向，大拇指伸直方向即为输送物料方向，如图所示。同一螺旋体上如有两种旋向的叶片，可同时实现两个不同方向物料的输送。螺旋轴通常采用直径 30~70mm 的空心钢管。

螺旋体的主要规格尺寸为叶片直径 $D(\text{mm})$ 、轴直径 $d(\text{mm})$ 和螺距 $s(\text{mm})$ ，系列直径见表。螺旋叶片通常采用简易制造法，即用 1.5~4.0mm 厚的薄钢板冲压或剪切成带缺口的圆环，将圆环拉制成一个螺距的叶片，然后将若干个单独的叶片经焊接或铆接于螺旋轴形成一个完整的螺旋叶片。如图 5—19，圆环的尺寸(下料尺寸)用下面的公式计算：

$$R = \frac{l(D-d)}{2(L-l)}$$

$$r = \frac{l(D-d)}{2(L-l)}$$

$$\alpha = \frac{2\pi R - L}{2\pi R} \cdot 360^\circ$$

式中：R——圆环外圆直径（mm）； $\sqrt{(\pi D)^2 + S^2}$

r——圆环内圆直径（mm）； $\sqrt{(\pi d)^2 + S^2}$

α ——圆环的缺角（°）；

L——一个螺距叶片外螺旋线的长度 L=

l ——一个螺距叶片内螺旋线的长度，
(mm)；

$$l = \dots$$

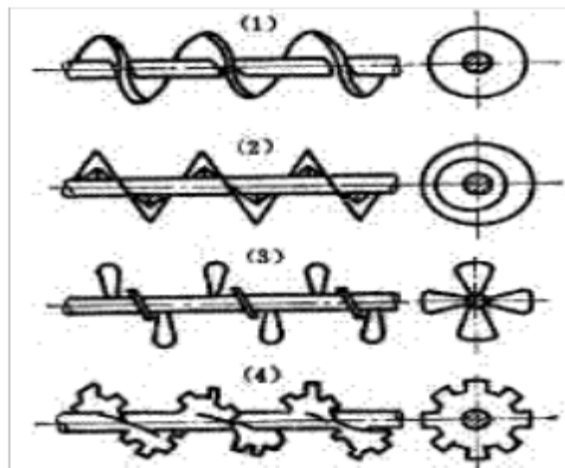
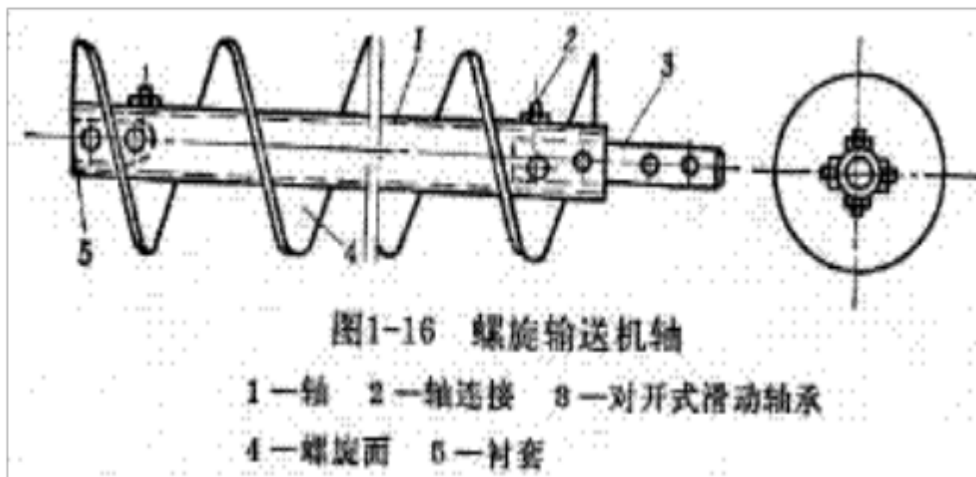


图1-15 螺旋形状

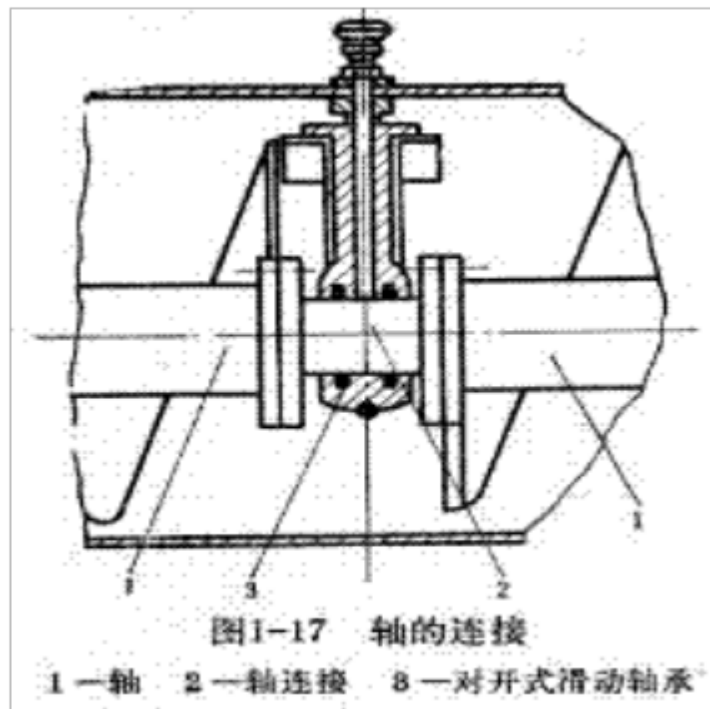
当运送干燥的小颗粒或粉状物料时，宜采用实体螺旋，这是最常用的型式。运送块状的粘滞性的物料时，宜采用带式螺旋。当运送韧性和可压缩性的物料时，宜采用叶片式或成型的螺这两种螺旋往往在运送物料的同时，还可以对物料进行搅拌，揉捏及混合等工艺操作。

螺旋叶片大多是由厚 4~8 毫米的薄钢板冲压而成的，然后互相焊接或铆接到轴上。带式螺旋是利用径向杆柱把螺旋带固定在轴上。有些螺旋是用宽的钢带经过链形轧辊轧成的一个没有接头的整螺旋体。在一根螺旋轴上，有时可以一半是右旋的，一半是左旋的。这样可将物料同时从中间输送到端或从两端输送到中间，根据需要进行设计。螺旋的螺距有两种，对于 GX 型螺旋输送机，实体螺旋其螺距等于直径的 0.8 倍；带式螺旋其螺距等于直径。

2.1.2 轴



可以是实心的或是空心的，它一般由长 2~4 米的节段装配而成，通常采用钢管制成的空心轴，因在强度相同情况下，它的重量要小得多，而且互相连接也方便。轴的各个节段的连接，可以利用轴节段 3 插入空心轴的衬套 5 内，以螺钉 2 固定连接起来，



这些圆轴还可用作中间轴承和头部轴承的颈部。这种方式可使结构紧凑，但装卸较麻烦，大型的螺旋输送机，则是采用法兰连接。采用一段两端带法兰的短轴 2 与螺旋轴 1 的端法兰接起来，这种连接方法，装卸容易，但径向尺寸相对大一些。

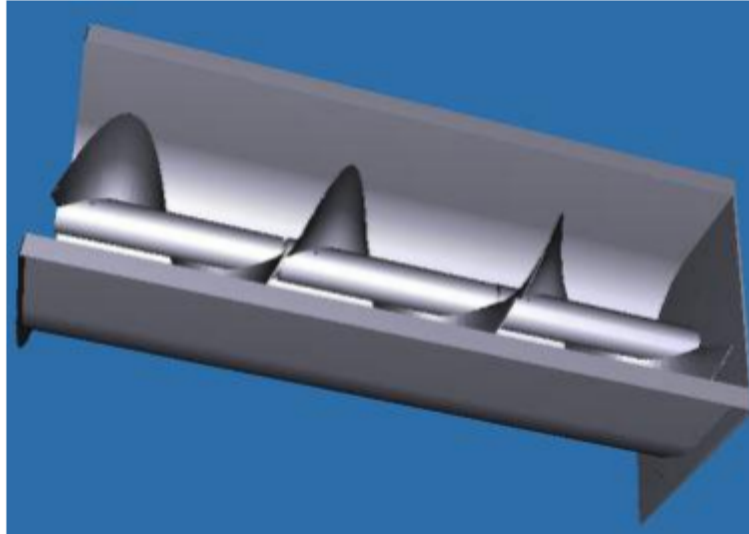
2.1.3 轴承



轴承是安装于机槽用于支承螺旋体的构件，按其安装位置和作用不同可分为头部轴承和中间轴承。头部应装有止推轴承，以承受由于运送物料之阻力所产生的轴向力，一般放在送物料的前方。当轴较长时，应在每一中间节段内装一吊轴承，用于支撑螺旋轴，吊轴承一般采用对开式滑动轴承。

2.1.4 料槽

它是由 3~8 毫米厚的（3）料槽。



垂直快速螺旋输送机料槽横断面为圆形，通常采用薄壁无缝钢管制成。不锈钢或薄钢板制成园筒或带有垂直侧边的 U形槽，为了便于连接和增加刚性，在料槽的纵向边缘及各节段的横向接口处都焊有角钢，料槽有时也用木板制成，其半圆形槽底包有铁片，每隔 2~3 (米) 设支架一个，槽用可拆卸的盖子盖在上面。料槽的内直径要稍大于螺旋直径，使两者之间有一间隙。螺旋和料槽制造、装配愈精确间隙可愈小。这对减少磨损和动力消耗非常重要，一般间隙为 6. 0~9. 5 毫米。

2.2 螺旋输送机工作原理

当螺旋轴转动时，由于物料的重力及其与槽体壁所产生的摩擦力，使物料只能在叶片的推送下沿着输送机的槽底向前移动，其情况好像不能旋转的螺母沿着旋转的螺杆作平移运动一样。物料在中间轴承的位移，则是依靠后面前进着的物料的推力。所以，物料在输送机中的运送，完全是一种滑移运动。为了使螺旋轴处于较为有利的受拉状态，一般都将驱动装置和卸料口安放在输送机的同一端，而把进料口尽量放在另一端的尾部附近。

旋转的螺旋叶片将物料推移而进行输送，使物料不与螺旋输送机叶片一起旋转的力是物料自身重量和螺旋输送机机壳对物料的摩擦阻力。螺旋输送机旋转轴上焊的螺旋叶片，叶片的面型根据输送物料的不同有实体面型、带式面型、叶片面型等型式。螺旋输送机的螺旋轴在物料运动方向的终端有止推轴承以随物料给螺旋的轴向反力，在机长较长

时，应加中间吊挂轴承。

第 3 章螺旋输送机的设计与参数选用

目前，在工程上，螺旋输送机的设计还主要是依靠工程技术人员凭借经验，依靠传统的设计方法来进行设计工作，设计工作量大，而且繁琐。

3. 1 螺旋输送机的设计方法

随着现代化工业的不断发展，螺旋输送机已经成为国民经济各部门生产过程中的重要组成部分，正朝着长距离、大运量、高速度方向发展。为了使输送机安全可靠地运行，其结构系统必须具有良好的静、动态特性，传统的设计方法已不能满足设计要求，必须采用现代设计方法对输送机系统进行设计。

传统的机械设计方法是以经验、感性、静态手工式劳动为基础的一种设计方法，包括下列各种方法：

类比设计方法：类比设计方法是基于与旧有的同类或相似的机器作比较而进行新机器设计的一种设计方法。依据这种方法，在设计之前，首先要以工艺对设备所提出的性能要求为依据，同时参照旧有的类似机器设备，依靠经验估计，针对旧有设备的缺点加以改进，从而拟定出一个或几个新的设计方案，进而分析比较，择其较好的方案或集中诸方案的优点做出最终的设计方案。显然，它是基于设计者的经验积累进行局部创新而形成的一种设计方法。这种设计方法的设计工作量很大，设计周期很长。现仍被广泛采用。

试算法：此法是以一定的理论公式为依据，在一定的技术条件下算得相应的参数值，若所得结果不理想，则改变技术条件，重新计算，循环往复，直至获得感性认为是理想的结果。它的计算工作量也很大，且难于取得真实的理想结果。但在计算工具不足的情况下，目前国内仍大量采用。

表格法：它是根据一定的理论公式，参照常用的尺寸系列和材料参数，预制出系统表格，以供设计时使用，此法减少工作量，提高设计速度。但是这个方法难取得理想的结果。

图算法：此法的原理与表格法相同，但有不同于表格法。图算法是使用按一定的比例尺绘制成的专用图线—诺模图来进行设计。其计算工作量大大减少，所计算的结果要比表格法改进许多。

3 .1 .1 螺旋输送机现代设计方法

现代设计方法是一个科学的、理性的、动态的和计算机化的过程。它采用当代的技术手段和方法来提取最合理的数据，使设计的结果达到最优。依据这种方法，首先对设计的各种原始数据进行分析，取得有利的信息，得出最经济合理的参数；然后，在设计过程中进行

各种性态和指标分析，确定出设计对象的全部数据；最后，评价、测试和诊断设计的质量及可能出现的问题，并确定出相应的对策。

科学类比与相似分析：科学类比与传统设计方法中类比设计法的区别，在于科学类比把某些现代化分析方法引入进来，从而构成一种类比推理方法，使得旧有的类比法由低级上升到高级阶段。根据类比过程所侧重的因素之不同，科学类比法有以下几种：因果类比、对称类比、协变类比、综合类比等。通过科学类比，可对设计对象的总体结构及其各组成部分的相互关系，有一个明确的了解，以便进行下一步的系统分析。

相似分析是属于科学类比法范畴。为了避免大量的重复性劳动，对于同类的设计对象，可采用相似分析和计算，比如采用量纲分析法等等，确定设计对象与参考对象的结构、参数之间的数学模型关系，获得新设计对象的有关参数。

系统分析与动态系统分析：这里系统，都是指动态系统。系统分析就是把设计对象当作一个完整的系统，然后将其分成若干个子系统和构成子系统的元素，进而进行分析和综合，确定每一个系统和元素的输入、输出，以及它们之间如何转换等等。机器中的一切零件、部件和传动系统都理解为系统，它们均通过边界与其毗邻的系统相分离，又通过输入信号和输出信号与毗邻的系统相联系，此即系统工程在设计中的应用。

有限元设计：目前，有限元设计方法是应用很多很广泛的一种方法。有限元设计方法是根据变分原理求解数学物理问题的一种数值计算方法。它能整体、全面、多工况随意组合，进行静力、动力、线性和非线性分析，对完成复杂结构或自由度系统的分析十分有效。有限元能针对机械实际使用机构边界条件进行定量的分析计算，并提供丰富的、反映实际工况的计算结果，并可配有丰富的动态图形显示功能。国内外已涌现出大量有关有限元分析的成熟软件，这将促使有限元法的不断推广和应用。对于复杂的结构物体，可视其当作为由有限个单元体的组合体来研究，其中各单元体之间只在有限个节点处相连接。

在有限元分析法中，为了减少计算工作量，近年来发展了一种边界元法。它把域内控制方程变换成边界上的积分方程，再通过边界离散化处理转化成代数方程来求解。这样，既可以使问题的维数降低，又可使计算精度提高，而且其数学原理简单易懂。有限元分析方法多应用于结构计算和场域计算。

计算机辅助设计(CAD)：随着市场竞争的加剧，不仅要求缩短产品更新换代周期，而且还要求产品由原来的单一产品、大批量生产模式，转向多品种、高质量、小批量生产模式。传统的人工设计方式已经不能适应这种变化的要求。随着计算机技术的迅速发展，已有各种性能良好的计算机硬件及外围设备陆续问世。计算机技术也有很大的提高，发展了数据库技术，开发了大量的图形软件。这些都促进了 CAD技术的应用和发展。目前美国、德国、日本等一些大公司都广泛应用 CAD方法进行机械方面的设计。我国也已开发多种 CAD系统，各大中型企业也都相继采用 CAD方法进行机械的设计计算与绘图。今后 CAD技术的应用在广度和深度方面会有更大的发展。

模块化设计：模块化设计是工程设计的发展方向之一。它根据模块化原则，设计一些基本模块单元，通过不同的组合形成不同的产品，已满足用户的多种需求。模块化设计以功能分析为基础，将机器上同功能的基本单元、复合单元、，设计成不同用途、不同功能的模块。选用不同模块进行组合可形成各种不同类型和规格的通用和专用机器。采用模块化设计，不仅是一种设计方法的改革，同时会影响到整个机械行业的技术、生产和管理。目前，模块化设计在我国工程机械设计时也有了初步应用。

仿真设计：国内外近年来在机械设计中采用了动态仿真设计新方法，即用计算机对机构与结构在各种工况下承受载荷进行运行状态及随时间变化过程仿真模拟，得到仿真输出参数和结果，以此来估计和推断实际运行的各种数据，并在对机器进行动态分析计算时用。除了这种承受载荷和结构响应的动态仿真外，还有一种就是动画仿真。由于大多机械在工作过程中，工作场地会有去多障碍物，如房屋、桥梁、树木等。如果没有实现设计好路线，可能会造成一定的损失，在这种情况下，国外一些企业做出了一些模拟现实软件，可以模拟整个工程的运行过程。

目前，现代设计方法已经在许多领域得到运用。动态设计、优化设计、计算机辅助设计是现代设计方法的核心。可以说，现代设计法远远胜过传统设计法，它将广泛应用在各个科技领域。它的发展和推广使用，将对我国科学技术的进步起着重要的促进作用。

3 .1 .2 螺旋输送机的常规设计

目前，我国有两种定型产品，即 LS 型和 GX 型螺旋输送机。LS 型螺旋输送机是 GX 型螺旋

输送机的更新换代产品，其所有参数均等效采用 IS01050-75 及 DIN 15261 — 1986 标准，设计制造遵循 ZBJ 81005 — 88《螺旋输送机》（新标准为 JB/T 7679-95《螺旋输送机》）171。总之，螺旋输送机的常规设计方法还是以从标准或设计选用手册为基准，在结合以前的设计经验来进行设计。在设计前需要掌握足够的设计依据和经验，如果不具备足够的设计经验，即使采用先进的设计方法，其设计效果也不会很好。同时还要强调系统设计的重要性。

3.2 螺旋输送机的设计计算

(一) 螺旋输送机设计参数的确定

螺旋输送机的这些基本参数都是影响输送能力的因素。由于物料在螺旋输送机中的运动状况、允许的物料输送量及速度是由物料特性所决定的，所以轻的、松散的和非磨琢性的物料与重的磨琢性物料相比，可以在u形槽内装得满一些，转轴的转速也可高些。最大推荐轴转速为上极限转速，对于大多数螺旋输送机来说，所选定的螺旋轴的工作转速约为最大推荐轴转速的一半。下面来具体的分析这些参数的确定。

3.2.1. 输送物料的运动分析

物料在旋转输送机中的运动，不随螺旋体转动，而只在旋转的螺旋叶片推动下沿螺旋向前移动。物料颗粒在输送过程中，物料的运动由于受旋转螺旋的影响，物料的运动并非单纯的沿轴线作直线运动，而是在一直复合运动中沿螺旋轴运动，是一个空间运动。

当螺旋面的升角 α 在展开的状态时，螺旋线用一条斜直线来表示，则旋转螺旋面作用于半径为 r （离螺旋轴线的距离）处的物料颗粒A上的力为 F 。由于磨擦的原因， F 的方向与螺旋线的法线方向偏离了 θ 角。此力可分解为切向分力 P_t 和法向分力 P_n 。如图2.1所示。

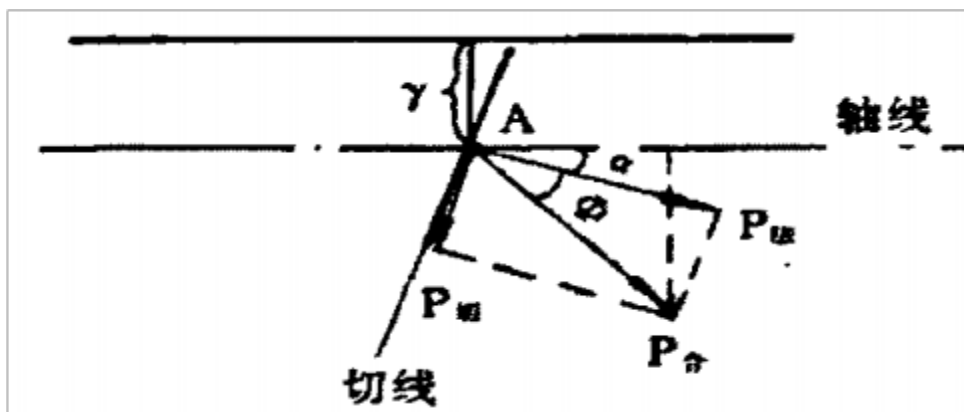


图3—5 物料颗粒受力分析图

图中 ϕ 角是由物料对螺旋面的摩擦角 P 及螺旋表面粗糙程度决定的。对于一般冲压形成或经过很好加工的螺旋面，可以不考虑螺旋表面粗糙程度对 ν 角的影响，此时可取 $\phi \approx \alpha$ 。

物料颗粒 A 在合力 $P_{\text{合}}$ 的作用下，在料槽中进行复杂的运动，即具有圆周速度和轴向速度，其合成速度 $V_{\text{合}}$ ，图 2.2 表示了其速度的分解。

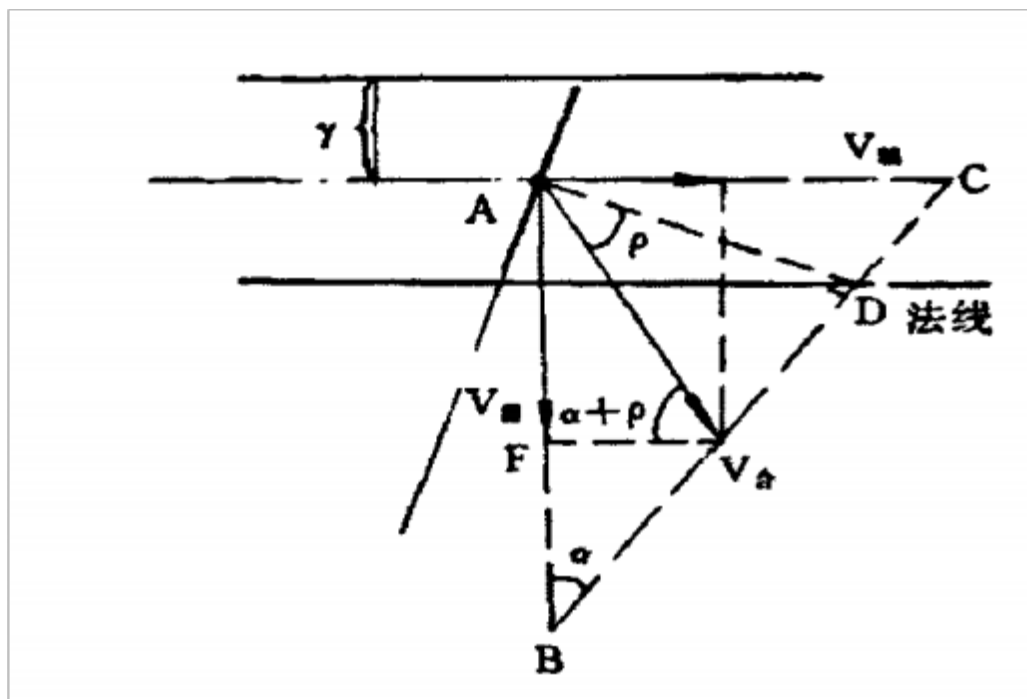


图3—6 物料颗粒速度分解图

若螺旋的转数为n，处于螺旋面上的被研究物料颗粒A的运动速度，由图中三角形ABC

可得：

$$V_{\text{合}} \cos \beta = AB \sin \alpha \quad (3-1)$$

$$\text{因为 } AB = \frac{2\pi rn}{60}, \text{ 所以 } V_{\text{合}} = \frac{2\pi rn}{60} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \rho} \quad (3-2)$$

$$\text{圆周速度为 } V_{\text{圆}} = V_{\text{合}} \sin(\alpha + \beta) = \frac{2\pi rn}{60} \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta) \sin \alpha}{\cos \rho} \quad (3-3)$$

以摩擦系数 $\mu = \operatorname{tg} \rho$ 代入上式，得：——

$$\text{由于 } \operatorname{tg} \rho = \mu = \frac{s}{2\pi r} \quad (3-4)$$

$$V_{\text{圆}} = \frac{2\pi rn}{60} \cdot \frac{\sin \alpha \sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}$$

$$\frac{s}{2\pi r}, \text{ 以及 } \sin \alpha = \frac{s}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}, \quad \cos \alpha = \frac{2\pi r}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}$$

因此，将上述各式代入并经过换算，便可以求得物料颗粒的圆周速度计算公式：

$$V_{\text{圆}} = \frac{sn}{60} \cdot \frac{\pi + \mu}{\left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2 + 1} \quad (3-5)$$

式中s—螺旋的螺距(m)；n—螺旋的转数(rpm)；r—研究的物料颗粒离轴线的半径距离

(m)； μ —物料与螺旋面的摩擦系数， $\mu = \operatorname{tg} \rho$ 。

若使公式 $V_{\text{圆}}$ 对r求一次导数，并令其值 $\frac{dV_{\text{圆}}}{dr} = 0$ ，便可求出存在 $V_{\text{圆}}$ 最大值的半径为

$$r_{\text{圆max}} = \frac{\mu + 1 + \mu^2}{2\pi} \cdot s \quad (3-6)$$

同样，根据图示的速度分解关系，可得物料颗粒的轴向输送速度的计算公式：

$$V_{\text{轴}} = V_{\text{合}} \cos(\alpha + \beta) = \frac{sn}{60} \cdot \frac{1 - \mu \frac{s}{2\pi r}}{\left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2 + 1} \quad (3-7)$$

以摩擦系数 $\mu = \tan \phi$ 代入上式得: $V_{\text{合}} = \frac{2\pi rn}{60} \cdot \sin \alpha (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$
 由于 $\tan \alpha = \frac{s}{2\pi r}$, 以及 $\sin \alpha = \frac{s}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}$, $\cos \alpha = \frac{2\pi r}{\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2}}$

因此, 将上述各式代入并经过换算, 便可以求得物料颗粒的轴向速度计算公式:

$$V_{\text{轴}} = V_{\text{合}} \cos(\alpha + \beta) = \frac{sn}{60} \cdot \frac{1 - \mu \frac{s}{2\pi r}}{\left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2 + 1} \quad (3-8)$$

从上式可以看出, 在一定的转速下螺距 s 在某一范围内物料可以得到较好的轴向输送速度, 螺距过大或者过小, 都会影响物料的轴向速度。

3.2.2 螺旋输送机设计参数的确定

I 原始资料

输送物料为水泥, 粉状磨琢性较大, 其生产量为 $Q=10\text{t/h}$ 。输送距离为 $L=10\text{m}$, 室温水平

输送。物料松散密度为 $\rho = 1.25\text{t/m}^3$ 。

表3—2 螺旋输送机内物料

物料名称	煤粉	水泥	生料	碎石膏	石灰
松散密度, t/m^3	0.6	1	1.1	1.3	0.9
填充系数	0.4	0.25~0.33	0.28~0.33	0.25~0.3	0.35~0.4

材料阻力系数 w	2	2.2	1.8	2	
------------	---	-----	-----	---	--

II 螺旋叶片直径

$$\text{螺旋直径可初步按下式计算: } D > K_{2.5} \frac{Q}{\varphi \rho C} (m) \quad (3-9)$$

式中 Q —— 输送能力, t/h;

K —— 物料特性系数, 常用物料的 K 值见下表3-1;

Ψ —— 填充系数, 见表3-1;

C —— 倾斜系数, 见表3-2。

表3-3 常用物料的填充、特性、综合系数

物料的粒度	物料的磨琢性	物料的典型例子	推荐的填充系数 φ	推荐的螺旋面 型式	特性系数 K	综合系数 A
粉状	无磨琢性 半磨琢性	面粉、石墨、石灰 纯碱	0.35~0.40	实体螺旋面	0.0415	75
粉状	磨琢性	干炉粉、水泥、 石膏粉、白粉	0.25~0.30	实体螺旋面	0.0565	35
粒状	无磨琢性 半磨琢性	谷物、锯木屑、泥煤、 颗粒状食盐	0.25~0.35	实体螺旋面	0.0490	50
粒状	磨琢性	造型土、型砂、砂、 成粒的炉渣	0.25~0.30	实体螺旋面	0.0500	30
小块 $a < 60\text{mm}$	无磨琢性 半磨琢性	煤、石灰石	0.25~0.30	实体螺旋面	0.0537	40
小块 $a < 60\text{mm}$	磨琢性	卵石、砂岩、干炉渣	0.20~0.25	实体螺旋面或 带式螺旋面	0.0645	25
中等及大块 $a > 60\text{mm}$	无磨琢性 半磨琢性	块煤、块状石灰	0.20~0.25	实体螺旋面或 带式螺旋面	0.0600	30
中等及大块 $a > 60\text{mm}$	磨琢性	干粘土、硫矿石、焦炭	0.125~0.20	实体螺旋面或 带式螺旋面	0.0795	15
团状	粘性、易结块	含水的糖、淀粉质的团	0.125~0.20	带式螺旋面	0.0710	20

表3-4 倾斜系数表

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文, 请访问:

<https://d.book118.com/725004101043011140>