

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50431 – 2020

带式输送机工程技术标准

Technical standard for belt conveyor engineering

2020 – 06 – 09 发布

2021 – 03 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 联合发布
国家市场监督管理总局

中华人民共和国国家标准

带式输送机工程技术标准

Technical standard for belt conveyor engineering

GB 50431 - 2020

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 1 年 3 月 1 日

中国计划出版社

2020 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2020 年 第 147 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《带式输送机工程技术标准》的公告

现批准《带式输送机工程技术标准》为国家标准,编号为 GB 50431-2020,自 2021 年 3 月 1 日起实施。其中,第 7.2.2、8.1.3、8.2.4、8.3.3、8.5.3、8.7.1、9.1.1、9.5.1、11.2.4、11.6.1 条为强制性条文,必须严格执行。原《带式输送机工程设计规范》(GB 50431-2008)同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2020 年 6 月 9 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2017 年工程建设标准规范制修订及相关工作计划〉的通知》(建标〔2016〕248 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语和符号、主要参数、运行阻力、输送带张力和驱动功率、启动和停机、下运带式输送机、主要部件、安全保护装置、整机布置、电气和控制、优化设计和动态性能评价、附属设备、消防和环保、工程施工、工程验收等。

本标准修订的主要技术内容是:

1. 总则中的适用范围,增加了水平转弯带式输送机、U 型带式输送机和管状带式输送机的工程设计以及带式输送机工程施工和工程验收的内容。

2. 符号一章修订为术语和符号,并增加了术语一节。

3. 主要参数:

(1)增加了带式输送机的理论输送量和设计输送量的关系计算及普通带式输送机 4 托辊和 5 托辊托辊组的理论输送量计算方法;

(2)增加了 U 型带式输送机理论输送量和设计输送量的计算方法;

(3)增加了管状带式输送机理论输送量和设计输送量的计算方法及管状带式输送机填充系数的规定;

(4)增加了 U 型带式输送机和管状带式输送机带速的要求;

(5)增加了 U 型带式输送机和管状带式输送机允许输送物料的最大粒度要求。

4. 运行阻力：

(1)增加了普通带式输送机的运行总阻力、主要阻力、附加阻力、特种阻力和提升阻力按区段分别计算方法；

(2)增加了水平转弯带式输送机、U 型带式输送机和管状带式输送机的各种阻力计算方法；

(3)将主要特种阻力和附加特种阻力合并为特种阻力；

(4)修改了物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力计算方法；

(5)增加了凸弧段附加弯曲阻力计算方法；

(6)增加了输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力计算方法；

(7)增加了缓冲床摩擦阻力计算方法。

5. 启动和停机一章中增加了物料在输送带上不发生相对滑动的校核方法。

6. 输送带：

(1)对输送带选用原则进行了修订，并将输送带并入主要部件一章；

(2)增加了地面栈桥和隧道内带式输送机输送带的选型要求；

(3)增加了管状带式输送机输送带的选型要求；

(4)增加了按输送带接头特征和接头疲劳强度计算输送带安全系数的方法；

(5)删除了附录中关于钢丝绳芯输送带和多层织物芯输送带接头计算的规定。

7. 主要部件：

(1)增加了管状带式输送机滚筒长度的规定；

(2)增加了水平转弯带式输送机转弯段托辊组的布置和型式的规定；

(3)增加了 U 型带式输送机托辊组的布置、型式、间距及托辊长度的规定；

(4)增加了管状带式输送机托辊组的布置、型式、间距及托辊长度的规定；

(5)增加了对水平转弯带式输送机转弯段机架和管状带式输送机机架的要求。

8. 安全保护装置:

(1)修改了输送线路中安全保护装置强制性条文的内容;

(2)增加了管状带式输送机安全保护的规定。

9. 整机布置:

(1)增加了带式输送机允许最大倾角的规定;

(2)增加了普通带式输送机和水平转弯带式输送机的槽形过渡段长度计算方法;

(3)增加了 U 型带式输送机受料段布置、槽形过渡段长度、凸弧段最小曲率半径的规定;

(4)增加了管状带式输送机受料段和槽形过渡段的布置及长度、水平转弯段及竖向曲线段的布置和计算方法;

(5)增加了普通带式输送机和水平转弯带式输送机凸弧段最小曲率半径的计算方法;

(6)增加了水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机的水平转弯段布置及最小曲率半径的规定。

10. 电气和控制一章中增加了智能控制一节,并将电气保护和通信合并为一节。

11. 将优化设计及动态分析一章改名为优化设计和动态性能评价,并取消分节。

12. 将辅助设备一章改名为附属设备。

13. 将消防与粉尘防治一章改名为消防和环保,并增加了噪声和光电污染控制一节。

14. 增加了工程施工一章,包括一般规定、施工、试运转内容。

15. 增加了工程验收一章,包括工程划分、工程验收内容。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国煤炭建设协会负责日常管理,由中煤科工集团沈阳设计

研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司(地址:辽宁省沈阳市沈河区先农坛路12号,邮编:110015)。

本标准主编单位:中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司

本标准参编单位:北京起重运输机械设计研究院有限公司

东北大学

太原科技大学

中国矿业大学

中煤邯郸设计工程有限责任公司

中煤科工集团北京华宇工程有限公司

华北电力设计院有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

四川省自贡运输机械集团股份有限公司

力博重工科技股份有限公司

北京约基工业股份有限公司

北方重工集团有限公司

衡阳运输机械有限公司

安徽盛运重工机械有限责任公司

中煤建筑安装工程集团有限公司

中煤第九十二工程有限公司

浙江双箭橡胶股份有限公司

中德(扬州)输送工程技术有限公司

宝科机械股份有限公司

本标准主要起草人员:孙 晓 张振文 宋伟刚 张尊敬

孟文俊 龚欣荣 张 媛 刘文军

施佳音 张占彪 张光伟 张继平

李晨曦 李铁东 鲍久圣 张宝宝

李玉瑾 邵建华 韩 萍 李洪森

高晓军 高 勇 张晓华 汪 玉

郑红满	程正觉	肖俊	沈会民
李志刚	吴善兴	闫发尧	陈洪亮
杨培林	张万山	张锐	周 啟
王 霞	宋冠霆		
本标准主要审查人员:王 鹰	葛世荣	李 镜	毛 君
王荣相	于 岩	范 强	董万江
史爱民	陈建平	张祥彤	刘伯宽
赵 亮	黄家贫		

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	主要参数	(15)
3.1	输送量	(15)
3.2	带速	(24)
3.3	带宽	(24)
4	运行阻力	(27)
4.1	运行阻力	(27)
4.2	传动滚筒圆周力	(46)
5	输送带张力和驱动功率	(49)
5.1	输送带张力	(49)
5.2	输送带各特征点的张力计算	(52)
5.3	电动机功率	(53)
5.4	驱动功率分配	(54)
5.5	拉紧力	(54)
6	启动和停机	(55)
6.1	惯性力	(55)
6.2	启动加速度	(56)
6.3	停机减速度	(57)
7	下运带式输送机	(59)
7.1	一般规定	(59)
7.2	启动和制动	(60)

8	主要部件	(62)
8.1	输送带	(62)
8.2	滚筒	(71)
8.3	托辊组	(75)
8.4	机架	(84)
8.5	驱动装置	(87)
8.6	拉紧装置	(88)
8.7	制动和逆止装置	(89)
8.8	清扫器	(90)
9	安全保护装置	(92)
9.1	一般规定	(92)
9.2	紧急开关	(92)
9.3	输送带保护	(92)
9.4	料流检测装置	(93)
9.5	下运带式输送机 and 管状带式输送机保护	(93)
10	整机布置	(95)
10.1	一般规定	(95)
10.2	受料	(96)
10.3	卸料	(97)
10.4	过渡段	(98)
10.5	曲线段	(106)
10.6	输送带翻转装置	(117)
10.7	转载站和驱动站	(118)
10.8	栈桥和隧道	(118)
11	电气和控制	(120)
11.1	供电电源	(120)
11.2	配电	(120)
11.3	单机控制	(120)
11.4	集中控制	(121)

11.5	智能控制	(122)
11.6	电气保护和通信	(122)
12	优化设计和动态性能评价	(123)
13	附属设备	(125)
14	消防和环保	(127)
14.1	消防	(127)
14.2	粉尘防治	(127)
14.3	清扫	(128)
14.4	噪声和光电污染控制	(128)
15	工程施工	(129)
15.1	一般规定	(129)
15.2	施工	(130)
15.3	试运转	(133)
16	工程验收	(136)
16.1	工程划分	(136)
16.2	工程验收	(136)
附录 A	普通带式输送机输送带承载物料的理论横截面积	(138)
附录 B	托辊载荷计算	(144)
	本标准用词说明	(146)
	引用标准名录	(147)
	附:条文说明	(149)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Main parameters	(15)
3.1	Belt conveyor capacities	(15)
3.2	Belt speeds	(24)
3.3	Belt widths	(24)
4	Resistances to motion of belt conveyor	(27)
4.1	Resistances to motion of belt conveyor	(27)
4.2	Peripheral force required on the driving pulley	(46)
5	Belt tensions and driving power	(49)
5.1	Belt tensions	(49)
5.2	Tension calculation at belt's each feature spot	(52)
5.3	Power of drive motor	(53)
5.4	Driving power distributions	(54)
5.5	Take-up forces	(54)
6	Starting and stopping	(55)
6.1	Inertial forces	(55)
6.2	Starting acceleration	(56)
6.3	Stopping deceleration	(57)
7	Declined belt conveyors	(59)
7.1	General requirements	(59)
7.2	Starting and braking	(60)

8	Main components	(62)
8.1	Belts	(62)
8.2	Pulleys	(71)
8.3	Idlers	(75)
8.4	Frames	(84)
8.5	Drive devices	(87)
8.6	Belt takeups	(88)
8.7	Brakes and backstops	(89)
8.8	Cleaners	(90)
9	Safety protection devices	(92)
9.1	General requirements	(92)
9.2	Emergency switches	(92)
9.3	Conveyor belt protections	(92)
9.4	Material flow detectors	(93)
9.5	Protections of declined belt conveyor and pipe belt conveyor	(93)
10	System arrangements	(95)
10.1	General requirements	(95)
10.2	Receiving material	(96)
10.3	Discharging material	(97)
10.4	Transition sections	(98)
10.5	Curves	(106)
10.6	Belt turnovers	(117)
10.7	Transfer stations and drive stations	(118)
10.8	Galleries and tunnels	(118)
11	Electrical and controls	(120)
11.1	Power supply	(120)
11.2	Power distribution	(120)
11.3	Single machine control	(120)

11.4	Centralized control	(121)
11.5	Intelligent control	(122)
11.6	Electrical protections and communication	(122)
12	Optimal designs and dynamic performance evaluations	(123)
13	Accessories	(125)
14	Firefighting and environmental protection	(127)
14.1	Firefighting	(127)
14.2	Dust prevention and control	(127)
14.3	Cleaning	(128)
14.4	Noise and light pollution control	(128)
15	Engineering construction	(129)
15.1	General requirements	(129)
15.2	Construction	(130)
15.3	Test running	(133)
16	Engineering acceptance	(136)
16.1	Engineering division	(136)
16.2	Engineering acceptance	(136)
Appendix A	Theoretical cross-sectional areas of the material on the belt of ordinary belt conveyor	(138)
Appendix B	Calculation of idler load	(144)
	Explanation of wording in this standard	(146)
	List of quoted standards	(147)
	Addition;Explanation of provisions	(149)

1 总 则

1.0.1 为统一和规范带式输送机工程设计、施工和验收,确保工程质量,保障安全生产,做到技术先进和经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于普通带式输送机、水平转弯带式输送机、U型带式输送机和管状带式输送机的工程设计、施工和验收。

本标准不适用于钢丝绳牵引、气垫等特殊带式输送机的工程设计、施工和验收。

1.0.3 带式输送机输送散状物料的堆积密度宜为 $0.50\text{t}/\text{m}^3 \sim 2.80\text{t}/\text{m}^3$,物料温度不宜高于 60°C ,工作环境温度宜为 $-25^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 。当超出上述范围时,应采取相应的措施。

1.0.4 带式输送机工程设计、施工和验收除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 普通带式输送机 ordinary belt conveyor

水平面投影为直线的带式输送机。

2.1.2 水平转弯带式输送机 horizontal curve belt conveyor

水平面投影有曲线段的带式输送机。

2.1.3 U型带式输送机 U-shape belt conveyor

由数个托辊组成多边形托辊组支承,部分或全部长度的输送带呈U形横截面的带式输送机。

2.1.4 管状带式输送机 pipe belt conveyor

由数个托辊组成多边形托辊组支承,输送带呈圆形横截面的带式输送机。

2.1.5 理论输送量 theoretical capacity

带式输送机在最大允许承载量时,单位时间输送物料的理论体积或质量。

2.1.6 设计输送量 design capacity

工程设计要求带式输送机单位时间输送物料的体积或质量。

2.1.7 大型带式输送机 large-sized belt conveyor

同时具有总驱动功率不小于1500kW、输送量不小于3000t/h、长度不小于1500m中的两项及以上特征的带式输送机。

2.1.8 小型带式输送机 small-sized belt conveyor

同时具有总驱动功率不大于75kW、输送量不大于500t/h、长度不大于200m中的两项及以上特征的带式输送机。

2.1.9 长距离带式输送机 long distance belt conveyor

长度不小于3000m的带式输送机。

2.1.10 短距离带式输送机 short distance belt conveyor

长度不大于 80m 的带式输送机。

2.1.11 复杂带式输送机 complex belt conveyor

同时具有三个及以上变坡段、有水平转弯段、多点驱动单元或制动单元、长度不小于 1500m 中的三项及以上特征的带式输送机。

2.1.12 高速带式输送机 high speed belt conveyor

带速不小于 5m/s 的带式输送机。

2.1.13 输送带跑偏检测装置 belt misalignment detector

检测输送带运行中横向位移量超限的装置。

2.2 符 号

2.2.1 横截面积、输送量：

A —— 输送带承载物料的理论横截面积；

A_1 —— 输送带承载物料的上部横截面积；

A_2 —— 输送带承载物料的中部横截面积(4 托辊、5 托辊)；

A_3 —— 输送带承载物料的下部横截面积(2 托辊~5 托辊)；

A_N —— 设计输送量输送带承载物料的横截面积；

A_{TC} —— 曲线段中间托辊承载物料的横截面积；

A_{TI} —— 内曲线侧托辊承载物料的横截面积；

A_{TO} —— 外曲线侧托辊承载物料的横截面积；

I_m —— 带式输送机每秒设计质量输送量；

Q —— 设计输送量；

Q_m —— 理论质量输送量；

Q_v —— 理论体积输送量。

2.2.2 几何特征、物料特性：

a_0 —— 上分支托辊组的间距；

a_U —— 下分支托辊组的间距；

A_{Gr} —— 清扫器与输送带的接触面积；

- b ——输送带承载物料的有效宽度；
- b_1 ——导料槽的宽度；
- b_2 ——管状输送带搭接宽度；
- b_3 ——输送带内曲线和外曲线边缘间的宽度；
- b_s ——支承在侧辊上的输送带部分的宽度；
- b_{we} ——管状输送带搭接宽度与实际管径之比；
- B ——带宽；
- d_0 ——滚筒轴承的内径；
- d_1 ——物料的最大粒度；
- d_B ——输送带的织物芯层厚度或输送带的钢丝绳直径；
- d_g ——管状带式输送机的名义管径(外径)；
- d_m ——物料的平均粒度；
- d_R ——托辊直径；
- d_s ——管状带式输送机的实际管径(外径)；
- D ——滚筒直径；
- D_i ——第 i 个滚筒的直径；
- D_{Tr} ——滚筒直径基准值；
- h_i ——区段 i 的高差；
- h_{k0} ——输送带两侧边缘构成的平面与槽底托辊上母线的距离；
- h_{k1} ——输送带两侧边缘构成的平面与滚筒上母线的距离；
- $h_{r, \max}$ ——输送带在两相邻托辊组间的最大垂度；
- h_{Tr} ——滚筒上母线与槽底托辊上母线平面的距离；
- l_2 ——承载托辊组下侧辊的长度(4 托辊、5 托辊)；
- l_3 ——承载托辊组中间辊的长度(3 托辊、5 托辊)；
- l_b ——导料槽长度；
- l_{bi} ——受料段加速区的导料槽长度；
- l_{bo} ——受料段加速区外的导料槽长度；
- l_c ——曲线段托辊组的间距；

l_i ——区段 i 的长度；
 l_1 ——托辊组内曲线侧托辊与输送带的接触长度；
 l_N ——输送带安装附加行程；
 l_O ——托辊组外曲线侧托辊与输送带的接触长度；
 $l_{o,1}$ ——上分支 0~1 区段的长度；
 $l_{o,2}$ ——上分支 1~2 区段的长度；
 l_p ——托辊窗框板的间距；
 l_{pt} ——管状带式输送机过渡段的最小长度；
 $l_{u,1}$ ——下分支 0~1 区段的长度；
 $l_{u,2}$ ——下分支 1~2 区段的长度；
 l_s ——直线段托辊组的间距；
 l_{Sbn} ——缓冲床段的长度；
 l_{Sp} ——拉紧滚筒的拉紧行程；
 l_t ——输送带翻转段的最小长度；
 $l_{Td,min}$ ——槽形过渡段的最小长度基准值；
 L ——带式输送机长度(头尾滚筒中心线间的展开长度)；
 L_1 ——管状带式输送机的总长度；
 L_s ——两曲线段间的直线段最小长度；
 R_1 ——凸弧段曲率半径；
 R_2 ——凹弧段曲率半径；
 R_3 ——水平转弯段最小曲率半径；
 R_{min} ——最小曲率半径；
 t ——输送带厚度；
 t_1 ——输送带的钢丝绳间距；
 W ——U 形输送带的开口尺寸；
 α ——凸弧(凹弧)段对应的圆心角；
 α_c ——水平转弯段对应的圆心角；
 α_{ei} ——区段 i 的水平转弯段对应的圆心角；
 γ ——托辊组内曲线侧的抬高角；

δ ——带式输送机的倾角；
 δ_i ——区段 i 的倾角；
 ε ——托辊前倾角；
 ε_i ——区段 i 的托辊前倾角；
 Δl_{Td} ——过渡段的附加长度；
 θ ——物料的动堆积角；
 λ ——槽形托辊组的槽角；
 λ_1 ——槽形托辊组下侧辊的槽角(4 托辊、5 托辊)；
 λ_2 ——槽形托辊组下侧辊的槽角(加长托辊侧)；
 λ_3 ——槽形托辊组上侧辊的槽角(增加的托辊侧)；
 ρ ——散状物料的堆积密度；
 φ ——输送带在传动滚筒上的围包角。

2.2.3 运动参数、功率、效率：

a ——输送带平均加(减)速度；
 a_B ——制动停机减速度；
 f_{p1} ——输送带 1 阶固有频率；
 f_{pn} ——输送带 n 阶固有频率；
 f_r ——托辊的转动频率；
 g ——重力加速度；
 v ——带速；
 v_0 ——给料到输送带运行方向的速度分量；
 P_A ——传动滚筒轴功率；
 P_M ——驱动电动机总功率；
 η ——制动轮到传动滚筒的传动效率；
 η_1 ——驱动系统电动工况时的传动效率；
 η_2 ——驱动系统发电工况时的传动效率。

2.2.4 张力、阻力、力矩、强度：

E_0 ——输送带的拉伸刚度；
 $E_{L,GK}$ ——输送带纵向弹性模量；

- F —— 滚筒上输送带的平均张力；
 F_1 —— 输送带在滚筒绕入点的张力；
 F_2 —— 输送带在滚筒绕出点的张力；
 F_A —— 带式输送机运动体的总惯性力；
 F_{bA} —— 受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力；
 $F_{bA.o.i}$ —— 上分支区段 i 的受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力；
 $F_{bA.u.i}$ —— 下分支区段 i 的受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力；
 F_B —— 制动停机制动力；
 F_{BE} —— 减力停机时传动滚筒上的驱动圆周力；
 F_{C1} —— 凸弧段起点的输送带张力；
 F_{C2} —— 凸弧段终点的输送带张力；
 F_{Ch} —— 水平转弯段输送带的最大张力；
 $F_{Ch1.o.i}$ —— 上分支区段 i 的水平转弯段起点的输送带张力；
 $F_{Ch2.o.i}$ —— 上分支区段 i 的水平转弯段终点的输送带张力；
 $F_{Ch1.u.i}$ —— 下分支区段 i 的水平转弯段起点的输送带张力；
 $F_{Ch2.u.i}$ —— 下分支区段 i 的水平转弯段终点的输送带张力；
 F_e —— 输送带的许用张力；
 F_f —— 受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
 $F_{f.o.i}$ —— 上分支区段 i 的受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
 $F_{f.u.i}$ —— 下分支区段 i 的受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
 F_g —— 计算固有频率处输送带张力；
 F_{gl} —— 受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
 $F_{gl.o.i}$ —— 上分支区段 i 的受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；

- $F_{gl,u,i}$ ——下分支区段 i 的受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
- F_H ——主要阻力；
- $F_{H,i}$ ——区段 i 的主要阻力；
- $F_{H,o}$ ——上分支的主要阻力；
- $F_{H,o,i}$ ——上分支区段 i 的主要阻力；
- $F_{H,u}$ ——下分支的主要阻力；
- $F_{H,u,i}$ ——下分支区段 i 的主要阻力；
- F_i ——输送带运行方向上第 i 点的张力；
- F_{i-1} ——输送带第 $i-1$ 点的张力；
- $F_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $i-1$ 点到第 i 点区段的运行阻力；
- F_{lc} ——输送带绕经滚筒的弯曲阻力；
- $F_{lc,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带绕经滚筒的弯曲阻力；
- $F_{lc,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带绕经滚筒的弯曲阻力；
- F_{l0} ——滚筒上输送带绕入点张力与绕出点张力和滚筒旋转部分所受重力的矢量和；
- F_{max} ——输送带稳定运行的最大张力；
- F_{min} ——输送带稳定运行的最小张力；
- F_N ——附加阻力；
- $F_{N,o}$ ——上分支的附加阻力；
- $F_{N,o,i}$ ——上分支区段 i 的附加阻力；
- $F_{N,u}$ ——下分支的附加阻力；
- $F_{N,u,i}$ ——下分支区段 i 的附加阻力；
- F_p ——输送带的成管阻力；
- F_{Pt} ——犁式卸料器的摩擦阻力；
- $F_{Pt,o,i}$ ——上分支区段 i 的犁式卸料器的摩擦阻力；
- $F_{Pt,u,i}$ ——下分支区段 i 的犁式卸料器的摩擦阻力；
- F_r ——输送带清扫器的摩擦阻力；
- $F_{r,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带清扫器的摩擦阻力；

$F_{r,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带清扫器的摩擦阻力；

F_R ——输送带的刚性阻力；

F_{RF} ——输送带与托辊轴向摩擦所产生的平衡力；

F_S ——特种阻力；

F_{Sbn} ——缓冲床的摩擦阻力；

$F_{Sbn,o,i}$ ——上分支区段 i 的缓冲床的摩擦阻力；

$F_{Sbn,u,i}$ ——下分支区段 i 的缓冲床的摩擦阻力；

F_{Sk} ——输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力；

$F_{Sk,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力；

$F_{Sk,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力；

$F_{S,o}$ ——上分支的特种阻力；

$F_{S,o,i}$ ——上分支区段 i 的特种阻力；

F_{SP} ——拉紧滚筒的拉紧力；

F_{St} ——提升阻力；

$F_{St,i}$ ——区段 i 的提升阻力；

$F_{St,o}$ ——上分支的提升阻力；

$F_{St,o,i}$ ——上分支区段 i 的提升阻力；

$F_{St,u}$ ——下分支的提升阻力；

$F_{St,u,i}$ ——下分支区段 i 的提升阻力；

$F_{S,u}$ ——下分支的特种阻力；

$F_{S,u,i}$ ——下分支区段 i 的特种阻力；

F_t ——非传动滚筒的轴承阻力；

$F_{t,o,i}$ ——上分支区段 i 的非传动滚筒轴承阻力；

$F_{t,u,i}$ ——下分支区段 i 的非传动滚筒轴承阻力；

F_T ——水平转弯段输送带张力产生的水平向心力；

F_{TC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的水平向心力；

F_{TI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的水平向心力；

F_{TNC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的法向力；
 F_{TNI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的法向力；
 F_{TNO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的法向力；
 F_{TO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的水平向心力；
 F_{TP} ——托辊组上输送带的总轴向力；
 F_{TPC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的轴向力；
 F_{TPI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的轴向力；
 F_{TPO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的轴向力；
 F_{Tr} ——稳定运行传动滚筒的圆周力；
 F_{TrA} ——启动工况传动滚筒的圆周力；
 F_{TrB} ——制动工况传动滚筒的圆周力；
 F_U ——运行总阻力；
 $F_{U,o,1}$ ——上分支 0~1 区段的运行阻力；
 $F_{U,o,2}$ ——上分支 1~2 区段的运行阻力；
 $F_{U,o,i}$ ——上分支区段 i 的运行阻力；
 $F_{U,u,1}$ ——下分支 0~1 区段的运行阻力；
 $F_{U,u,2}$ ——下分支 1~2 区段的运行阻力；
 $F_{U,u,i}$ ——下分支区段 i 的运行阻力；
 F_{WB} ——输送带沿托辊轴向的下滑力；
 F_{wc} ——凸弧段的附加弯曲阻力；
 $F_{wc,o,i}$ ——上分支区段 i 的凸弧段附加弯曲阻力；
 $F_{wc,u,i}$ ——下分支区段 i 的凸弧段附加弯曲阻力；
 F_{wh} ——水平转弯段的附加阻力；
 $F_{wh,i}$ ——区段 i 的水平转弯段的附加阻力；
 $F_{wh,o}$ ——上分支水平转弯段的附加阻力；
 $F_{wh,u}$ ——下分支水平转弯段的附加阻力；
 $F_{wh,o,i}$ ——上分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力；
 $F_{wh,u,i}$ ——下分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力；
 F_{WM} ——物料沿托辊轴向的下滑力；

$F_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的托辊前倾摩擦阻力；

$F_{\epsilon,O,i}$ ——上分支区段 i 的托辊前倾摩擦阻力；

$F_{\epsilon,U,i}$ ——下分支区段 i 的托辊前倾摩擦阻力；

k ——输送带的平均应力；

$k_{K,max}$ ——输送带边缘的最大应力；

$k_{k,a,max}$ ——非稳定运行条件下输送带边缘的最大应力；

$k_{k,zul}$ ——过渡段输送带边缘的许用应力；

k_M ——输送带中心区域的应力；

k_N ——输送带名义拉断强度或拉伸强度；

k_t ——输送带接头的基准疲劳强度；

M ——逆止装置的额定逆止力矩；

M_B ——制动轮的制动力矩；

Δk ——输送带边缘的应力与输送带中心区域的应力差。

2.2.5 质量、惯量、载荷、压力：

$J_{D,i}$ ——驱动单元第 i 个转动部件的转动惯量；

J_f ——飞轮的转动惯量；

J_i ——第 i 个滚筒的转动惯量；

m_D ——带式输送机转动部件转换到输送带上直线运动的等效质量；

m_f ——飞轮转换到输送带上直线运动的等效质量；

$m_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $i-1$ 点到第 i 点区段的运动体的等效质量；

m_L ——带式输送机运动体直线运动的等效质量；

P_{Bp} ——输送带许用比压；

P_{Bs} ——钢丝绳芯输送带钢丝绳下的许用比压；

P_{Gr} ——清扫器与输送带间的压强；

P_{Os} ——上分支托辊静载荷；

P_{Om} ——上分支托辊动载荷；

p_{Sk} ——输送带与密封裙板间的单位长度的有效正压力；

P_{Us} ——下分支托辊静载荷；
 P_{Um} ——下分支托辊动载荷；
 q_b ——输送带单位长度的质量；
 q_G ——输送带上物料单位长度的质量；
 $q_{G,i}$ ——区段 i 的输送带上物料单位长度的质量；
 $q_{G,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带上物料单位长度的质量；
 $q_{G,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带上物料单位长度的质量；
 $q_{R,i}$ ——区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量；
 q_{RO} ——上分支托辊转动部分单位长度的质量；
 $q_{RO,i}$ ——上分支区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量；
 q_{RU} ——下分支托辊转动部分单位长度的质量；
 $q_{RU,i}$ ——下分支区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量。

2.2.6 系数、无量纲参数：

c_1 、 c_2 、 c_3 —— 计算系数；
 c_K ——基于输送带边缘应力确定的最小接头疲劳强度系数；
 c_{Rank} ——侧压力系数；
 c_{Schb} ——受料段加速区内物料扰动引起的附加阻力系数；
 c_{Td} ——槽形过渡段的最小长度系数；
 c_ϵ ——前倾阻力计算系数；
 $c_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的前倾阻力计算系数；
 C ——附加阻力系数；
 C_0 ——滚筒直径系数；
 e ——自然对数的底；
 f ——模拟摩擦系数；
 f_0 ——基准模拟摩擦系数；
 f_1 ——管径修正系数；
 f_2 ——输送带拉伸强度修正系数；
 f_3 ——温度修正系数；
 f_a ——托辊的工况系数；

f_c ——水平转弯段的模拟摩擦系数；
 f_d ——托辊的冲击系数；
 f_e ——托辊的载荷系数；
 f_i ——区段 i 的模拟摩擦系数；
 f_R ——托辊的运行系数；
 f_{RMBT} ——滚筒上输送带张力利用率；
 i ——飞轮或制动轮至传动滚筒的传动比；
 i_i ——第 i 个转动部件至传动滚筒的传动比；
 k_1 ——托辊转动部分的质量转换到托辊圆周上直线运动的计算系数；
 k_2 ——逆止装置工况系数；
 k_3 ——曲线段托辊组的间距系数；
 k_C ——中间托辊上输送带重力分配系数；
 k_{IC} ——内曲线侧托辊上输送带重力分配系数；
 k_O ——外曲线侧托辊上输送带重力分配系数；
 k_P ——犁式卸料器的刮板系数；
 $k_{t,rel}$ ——输送带接头相对基准疲劳强度系数；
 k_{wc} ——水平转弯段的附加阻力系数；
 n ——固有频率阶数；
 n_D ——带式输送机的驱动单元数；
 n_O ——上分支区段数；
 n_P ——输送带成管次数；
 n_U ——下分支区段数；
 S ——输送带的安全系数；
 S_0 ——基于输送带接头特征的安全系数；
 S_1 ——基于输送带运行条件的安全系数；
 S_{min} ——相对于输送带最小名义拉断强度的最小安全系数；
 $z_{R,i}$ ——区段 i 的托辊组数量；
 $z_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的前倾托辊组数量；

- ε_0 ——输送带弹性伸长和永久伸长综合系数；
- ε_1 ——托辊组间的输送带屈挠率；
- μ ——传动滚筒与输送带间的摩擦系数；
- μ_0 ——输送带与托辊间的当量摩擦系数；
- μ_{01} ——当量摩擦系数；
- μ_1 ——物料与输送带间的摩擦系数；
- μ_2 ——物料与导料槽侧壁间的摩擦系数；
- μ_3 ——输送带清扫器与输送带间的摩擦系数；
- μ_4 ——缓冲床与输送带间的摩擦系数；
- μ_5 ——输送带与密封裙板间的摩擦系数；
- π ——圆周率；
- φ_1 ——理论输送量的利用率；
- φ_2 ——填充系数；
- φ_{St} ——倾斜输送时输送带承载物料的理论横截面积缩减系数。

3 主要参数

3.1 输 送 量

I 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机

3.1.1 普通带式输送机的理论输送量应按下列公式计算：

$$Q_V = 3600 \varphi_{St} A v \quad (3.1.1-1)$$

$$Q_m = 3600 \varphi_{St} A v \rho \quad (3.1.1-2)$$

式中： Q_V ——理论体积输送量(m^3/h)；

Q_m ——理论质量输送量(t/h)；

φ_{St} ——倾斜输送时输送带承载物料的理论横截面积缩减系数；

A ——输送带承载物料的理论横截面积(m^2)；

v ——带速(m/s)；

ρ ——散状物料的堆积密度(t/m^3)。

3.1.2 普通带式输送机的设计输送量应按下列公式计算：

$$Q = \varphi_1 Q_V = 3600 \varphi_{St} A_N v \text{ 或 } Q = \varphi_1 Q_m = 3600 \varphi_{St} A_N v \rho \quad (3.1.2-1)$$

$$A_N = \varphi_1 A \quad (3.1.2-2)$$

式中： Q ——设计输送量(m^3/h 或 t/h)；

φ_1 ——理论输送量的利用率，应根据工程的工艺要求、物料特性等因素确定，宜为 0.7~1.0，当供料连续、均匀，且为直线输送时，可取较大值，当供料量波动较大时，宜取小值；

A_N ——设计输送量输送带承载物料的横截面积(m^2)。

3.1.3 普通带式输送机输送带承载物料的理论横截面积，应根据输送带承载物料的有效宽度、承载托辊的数量、托辊长度、槽角及

物料的动堆积角等确定。水平输送时,应按下列公式计算:

1 输送带承载物料的理论横截面积应按下式计算:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (3.1.3-1)$$

式中: A_1 ——输送带承载物料的上部横截面积(m^2);

A_2 ——输送带承载物料的中部横截面积(4 托辊、5 托辊)(m^2);

A_3 ——输送带承载物料的下部横截面积(2 托辊~5 托辊)(m^2)。

2 输送带承载物料的理论横截面积可按本标准附录 A 取值。

3 单托辊输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.3-1),应按下式计算:

$$A = A_1 = b^2 \frac{\tan\theta}{6} \quad (3.1.3-2)$$

式中: b ——输送带承载物料的有效宽度(m);

θ ——物料的动堆积角($^\circ$),与物料的特性、带速及带式输送机的长度等有关,宜比静堆积角小 $5^\circ \sim 15^\circ$,有些物料可能小 20° 。无动堆积角实测数据时,可按物料的静堆积角的 $50\% \sim 75\%$ 近似计算或按表 3.1.3 选取。高带速、长距离的带式输送机宜取小值。

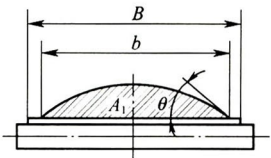


图 3.1.3-1 单托辊输送带承载物料的理论横截面积示意图

B —带宽(m)

表 3.1.3 一般特性物料的堆积角

物料的特性	流动性	静堆积角 ($^\circ$)	动堆积角 θ ($^\circ$)
粒度均匀、非常小的圆颗粒、非常干或含水率 非常高的物料,如砂、混凝土浆等	非常好	10~19	5

续表 3.1.3

物料的特性	流动性	静堆积角 (°)	动堆积角 $\theta(^{\circ})$
圆形、干燥光滑的颗粒,如整粒的 谷物和豆类等	好	20~25	10
规则、粒状的物料,如化肥、砂石、洗过的砾石等	一般	26~29	15
不规则、颗粒状或块状的物料, 如无烟煤、黏土等		30~34	20
通常物料,如大多数矿石、烟煤、石块等		35~39	25
不规则、黏性、纤维状的物料,如木屑、甘蔗渣等	差	>40	30

注:表中数据基于正常工作条件下的推荐值。

4 2 托辊输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.3-2),应按下列公式计算:

$$A_1 = b^2 \cos^2 \lambda \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-3)$$

$$A_3 = \frac{b^2}{4} \cos \lambda \sin \lambda \quad (3.1.3-4)$$

式中: λ ——槽形托辊组的槽角(°)。

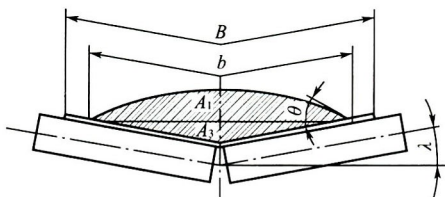


图 3.1.3-2 2 托辊输送带承载物料的理论横截面积示意图

5 3 托辊输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.3-3),应按下列公式计算:

$$A_1 = [l_3 + (b - l_3) \cos \lambda]^2 \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-5)$$

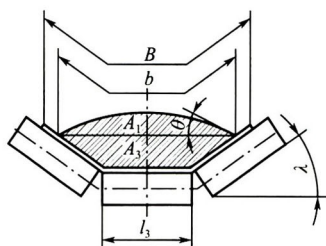


图 3.1.3-3 3 托辊输送带承载物料的理论横截面积示意图

$$A_3 = \left(l_3 + \frac{b - l_3}{2} \cos \lambda \right) \frac{b - l_3}{2} \sin \lambda \quad (3.1.3-6)$$

式中: l_3 ——承载托辊组中间辊的长度(3 托辊、5 托辊)(m)。

6 4 托辊输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.3-4), 应按下列公式计算:

$$A_1 = [2l_2 \cos \lambda_1 + (b - 2l_2) \cos \lambda]^2 \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.3-7)$$

$$A_2 = \left(2l_2 \cos \lambda_1 + \frac{b - 2l_2}{2} \cos \lambda \right) \frac{b - 2l_2}{2} \sin \lambda \quad (3.1.3-8)$$

$$A_3 = l_2^2 \cos \lambda_1 \sin \lambda_1 \quad (3.1.3-9)$$

式中: l_2 ——槽形托辊组下侧辊的长度(4 托辊、5 托辊)(m);

λ_1 ——槽形托辊组下侧辊的槽角(4 托辊、5 托辊)(°)。

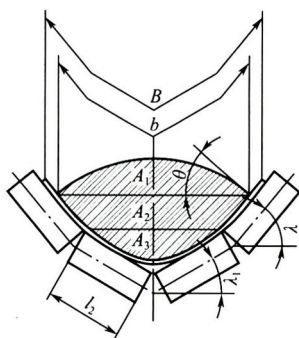


图 3.1.3-4 4 托辊输送带承载物料的理论横截面积示意图

7 5 托辊输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.3-5),应按下列公式计算:

$$A_1 = [l_3 + 2l_2 \cos\lambda_1 + (b - l_3 - 2l_2) \cos\lambda]^2 \frac{\tan\theta}{6} \quad (3.1.3-10)$$

$$A_2 = \left(l_3 + 2l_2 \cos\lambda_1 + \frac{b - l_3 - 2l_2}{2} \cos\lambda \right) \frac{b - l_3 - 2l_2}{2} \sin\lambda \quad (3.1.3-11)$$

$$A_3 = (l_3 + l_2 \cos\lambda_1) l_2 \sin\lambda_1 \quad (3.1.3-12)$$

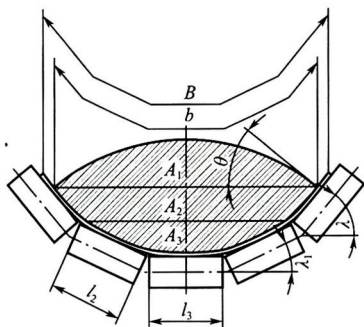


图 3.1.3-5 5 托辊输送带承载物料的理论横截面积示意图

8 输送带承载物料的有效宽度应按下列公式计算:

1) 当 $B \leq 2\text{m}$ 时:

$$b = 0.9B - 0.05 \quad (3.1.3-13)$$

2) 当 $B > 2\text{m}$ 时:

$$b = B - 0.25 \quad (3.1.3-14)$$

式中: B ——带宽(m)。

3.1.4 倾斜或具有倾斜段的普通带式输送机,应计入输送带承载物料的上部理论横截面积减小的因素,并应符合下列规定:

1 当带式输送机稳定运行、均匀给料、倾斜输送粒度小的物料,并且线路中带式输送机的最大倾角 δ_{\max} 不大于物料的动堆积角 θ 时,输送带承载物料的理论横截面积的缩减系数应按下式

计算：

$$\varphi_{\text{St}} = 1 - \frac{A_1}{A} \left(1 - \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} \right) \quad (3.1.4)$$

式中： δ ——带式输送机的倾角($^\circ$)，应取线路中的最大倾角；

θ ——物料的动堆积角($^\circ$)，应取物料实际的动堆积角值。

2 当输送一般特性物料、采用 3 托辊的托辊组、槽角 35° 、动堆积角 $15^\circ \sim 25^\circ$ 时，不同倾角的物料理论横截面积缩减系数可按表 3.1.4 选取。

表 3.1.4 倾斜输送时输送带承载物料的理论横截面积缩减系数 φ_{St}

倾角 $\delta(^\circ)$	物料的动堆积角 $\theta(^\circ)$		
	15	20	25
	缩减系数 φ_{St}		
0~2	1.00	1.00	1.00
4	0.99	0.99	0.99
6	0.98	0.98	0.99
8	0.96	0.97	0.98
10	0.93	0.96	0.97
12	0.90	0.94	0.95
14	0.84	0.91	0.93
16	—	0.87	0.91
18	—	0.82	0.88
20	—	0.69	0.85
22	—	—	0.80
24	—	—	0.73
25	—	—	0.63

注：本表适用于带式输送机倾角 δ 不大于物料的动堆积角 θ 。

3.1.5 水平转弯带式输送机的理论输送量和设计输送量，应符合下列规定：

• 20 •

1 直线段的理论输送量和设计输送量,应按本标准第 3.1.1 条~第 3.1.4 条的规定计算;

2 水平转弯段输送带承载物料的理论横截面积,应根据托辊数量、托辊槽角、托辊组内曲线抬高角等因素计算确定;

3 水平转弯带式输送机的设计输送量,应根据水平转弯段输送带承载物料的横截面积确定。

II U 型带式输送机

3.1.6 U 型带式输送机的理论输送量,应根据输送带承载物料的理论横截面积、带速、带式输送机倾角确定,并按下列公式计算:

1 U 型带式输送机的理论输送量:

$$Q_v = 3600 \varphi_{st} A v \quad (3.1.6-1)$$

$$Q_m = 3600 \varphi_{st} A v \rho \quad (3.1.6-2)$$

2 U 型带式输送机的设计输送量:

$$Q = \varphi_1 Q_v = 3600 \varphi_{st} A_N v \text{ 或 } Q = \varphi_1 Q_m = 3600 \varphi_{st} A_N v \rho \quad (3.1.6-3)$$

$$A_N = \varphi_1 A \quad (3.1.6-4)$$

式中: φ_1 ——理论输送量的利用率,取值应符合第 3.1.2 条的规定。

3.1.7 U 型带式输送机输送带承载物料的理论横截面积,应根据输送带承载物料的有效宽度、承载托辊数量、输送带上部开口尺寸及物料的动堆积角等确定,并宜按下列公式计算:

1 U 型带式输送机输送带承载物料的理论横截面积(图 3.1.7),宜按下列公式计算:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (3.1.7-1)$$

$$A_1 = W^2 \frac{\tan \theta}{6} \quad (3.1.7-2)$$

$$A_2 = \left(b - \frac{1}{2} \pi W \right) \frac{W}{2} \quad (3.1.7-3)$$

$$A_3 = \pi W^2 / 8 \quad (3.1.7-4)$$

式中: W —— U 形输送带的开口尺寸(m), 宜为带宽的 $1/3 \sim 1/2$;
 π —— 圆周率。

2 输送带承载物料的有效宽度, 宜按本标准式(3.1.3-13)、式(3.1.3-14)计算确定。当 U 形横截面内设内挡辊时, b 值宜适当减小。

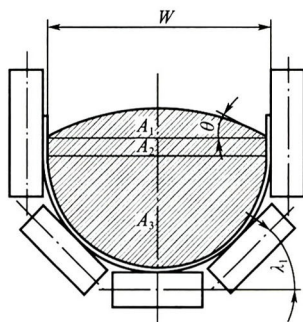


图 3.1.7-5 托辊 U 形输送带承载物料的理论横截面积示意图

III 管状带式输送机

3.1.8 管状带式输送机的理论输送量和设计输送量, 应按下列公式计算:

1 管状带式输送机的理论输送量:

$$Q_v = 3600 A v \quad (3.1.8-1)$$

$$Q_m = 3600 A v \rho \quad (3.1.8-2)$$

2 管状带式输送机的设计输送量:

$$Q = \varphi_1 Q_v = 3600 A_N v \text{ 或 } Q = \varphi_1 Q_m = 3600 A_N v \rho \quad (3.1.8-3)$$

$$A_N = \varphi_1 A \quad (3.1.8-4)$$

式中: φ_1 —— 理论输送量的利用率, 应根据工程工艺要求、物料特性等因素确定, 宜取 $0.85 \sim 1.00$ 。

3.1.9 管状带式输送机输送带承载物料的理论横截面积(图

3.1.9),应根据输送带成圆形的实际管径、输送带厚度、填充系数确定,并按下列公式计算:

$$A = \varphi_2 \pi \left(\frac{d_s}{2} - t \right)^2 \quad (3.1.9-1)$$

$$d_s = \frac{B}{\pi + b_{we}} \quad (3.1.9-2)$$

$$b_{we} = b_2 / d_s \quad (3.1.9-3)$$

式中: φ_2 ——填充系数;

d_s ——管状带式输送机的实际管径(外径)(m);

t ——输送带厚度(m);

b_{we} ——管状输送带搭接宽度与实际管径之比,宜为 $1/3 \sim 1/2$;

b_2 ——管状输送带搭接宽度(m)。

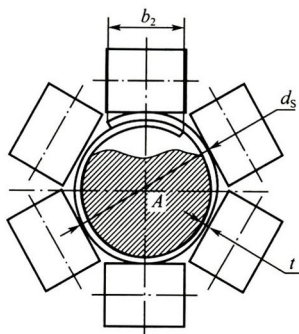


图 3.1.9 管状输送带承载物料的理论横截面积示意图

3.1.10 管状带式输送机的填充系数,应根据名义管径、物料最大粒度和粒度组成确定。常用一般特性物料宜按下列规定选取:

1 当物料最大粒度不大于名义管径的 $1/3$,且大块含量不超过 30% 时,填充系数宜为 75% ;

2 当物料最大粒度为名义管径的 $1/2$,且大块含量不超过 20% 时,填充系数宜为 $50\% \sim 60\%$;

3 当物料最大粒度为名义管径的 $2/3$,且大块含量不超过

15%时,填充系数宜为 40%~50%;

4 当给料不均匀、输送线路复杂、具有水平转弯和垂直曲线布置时,填充系数宜适当降低。

3.2 带 速

3.2.1 带式输送机带速的选择应符合下列规定:

1 带式输送机的带速,应根据带式输送机工艺要求、环境条件、物料特性、物料粒度及组成、带式输送机长度、带宽等因素确定;

2 长距离和大型带式输送机宜选择较高的带速;

3 有特殊要求的带式输送机可根据工程要求确定。

3.2.2 普通带式输送机的带速应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。水平转弯带式输送机的带速应满足转弯段不撒料的工作条件。

3.2.3 管状带式输送机的带速应符合本标准第 3.2.1 条的规定,并应根据工艺布置、工作条件、名义管径等因素确定。同时,具有下列两项特征的,宜降低带速:

1 水平转弯段对应的圆心角大于或等于 45°;

2 水平转弯段布置复杂;

3 织物芯输送带的水平转弯曲率半径小于名义管径的 300 倍,钢丝绳芯输送带的水平转弯曲率半径小于名义管径的 700 倍;

4 工作环境温度低于-10℃。

3.3 带 宽

I 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

3.3.1 普通带式输送机和水平转弯带式输送机的带宽,应根据带式输送机设计输送量、带速和输送物料的粒度确定。带宽应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。

3.3.2 普通带式输送机和水平转弯带式输送机的带宽选择,应符

合下列规定：

1 根据本标准第 3.2 节的规定初选带速。

2 根据带式输送机承载托辊组托辊数量、槽角和物料的动堆积角计算带宽,或按本标准附录 A 确定带宽。

3 根据输送物料的粒度校核带宽：

1)根据物料最大粒度和粒度组成、物料的动堆积角等因素校核带宽。动堆积角为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$,不同带宽输送常用物料的允许最大粒度,可按表 3.3.2 选取。

表 3.3.2 带式输送机的带宽与输送常用一般特性
物料的允许最大粒度范围(mm)

带宽 B	物料中大块的含量(质量百分率)			
	10%	20%	50%	100%
500	140~90	130~80	120~70	100~50
650	210~110	190~100	160~90	120~65
800	270~130	250~120	220~110	150~80
1000	340~160	300~150	260~140	180~100
1200	390~200	350~190	300~170	220~130
1400	450~230	400~220	340~200	260~150
1600	500~260	450~240	380~220	290~180
1800	550~290	480~270	420~240	320~200
2000	580~320	500~300	450~260	350~230
2200	600~350	520~320	480~290	380~260
≥ 2400	620~380	550~360	500~330	410~280

注:1 物料的动堆积角为 20° 时选大值,为 30° 时选小值。

2 输送岩石类物料时宜选小值。

2)带宽为 1.6m 及以下的带式输送机,可按下列公式校核带宽：

①未经筛分的物料,当大块含量在 10%以内时：

$$B \geq 2d_1 + 0.2 \quad (3.3.2-1)$$

②经过筛分的物料：

$$B \geq 3d_m + 0.2 \quad (3.3.2-2)$$

③输送物料最大粒度不宜大于 0.5m。

式中： d_1 ——物料的最大粒度(m)；

d_m ——物料的平均粒度(m)，系物料的最大粒度和最小粒度的平均值。

3)输送岩石类坚硬物料时：

①当大块含量超过 10%时，最大粒度不宜超过 0.4m；

②当大块含量超过 20%时，最大粒度不宜超过 0.35m。

II U型带式输送机

3.3.3 U型带式输送机允许输送物料的最大粒度，应根据物料粒度及组成确定，可按表 3.3.3 选取。

表 3.3.3 U型带式输送机的带宽与输送常用一般特性
物料的允许最大粒度(mm)

带宽 B	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
物料大块含量 $\geq 30\%$	90	120	160	200	240	280	320	320
物料大块含量 $< 30\%$	150	200	260	320	320	320	360	360

注：表中的数值为输送带开口尺寸 W 等于带宽的 1/3 时的推荐值。

III 管状带式输送机

3.3.4 管状带式输送机允许输送物料的最大粒度，宜符合下列规定：

1 当输送物料的大块含量不超过 30%时，最大粒度宜小于名义管径(外径)的 1/3；

2 当输送物料的大块含量不超过 20%时，最大粒度宜小于名义管径(外径)的 1/2；

3 当输送物料的大块含量不超过 15%时，最大粒度宜小于名义管径(外径)的 2/3。

3.3.5 管状带式输送机的带宽应根据名义管径确定，并宜符合现行行业标准《钢丝绳芯管状输送带》HG/T 4224 和《织物芯管状输送带》HG/T 4225 的有关规定。

4 运行阻力

4.1 运行阻力

I 普通带式输送机

4.1.1 普通带式输送机的运行总阻力计算,应符合下列规定:

1 运行总阻力应包括下列内容:

- 1)主要阻力;
- 2)附加阻力;
- 3)特种阻力;
- 4)提升阻力。

2 运行总阻力应按下式计算(图 4.1.1 为上下分支区段划分示例):

$$F_U = \sum_{i=1}^{n_O} F_{U,o,i} + \sum_{i=1}^{n_U} F_{U,u,i} = F_H + F_N + F_S + F_{St} \quad (4.1.1)$$

式中: F_U ——运行总阻力(N);

n_O ——上分支区段数;

$F_{U,o,i}$ ——上分支区段 i 的运行阻力(N);

n_U ——下分支区段数;

$F_{U,u,i}$ ——下分支区段 i 的运行阻力(N);

F_H ——主要阻力(N);

F_N ——附加阻力(N);

F_S ——特种阻力(N);

F_{St} ——提升阻力(N)。

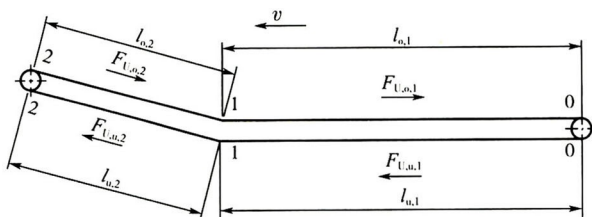


图 4.1.1 稳定运行工况各区段的运行阻力示意图

$l_{o,1}$ —上分支 0~1 区段的长度; $l_{o,2}$ —上分支 1~2 区段的长度;

$l_{u,1}$ —下分支 0~1 区段的长度; $l_{u,2}$ —下分支 1~2 区段的长度;

$F_{U,o,1}$ —上分支 0~1 区段的运行阻力; $F_{U,o,2}$ —上分支 1~2 区段的运行阻力;

$F_{U,u,1}$ —下分支 0~1 区段的运行阻力; $F_{U,u,2}$ —下分支 1~2 区段的运行阻力

4.1.2 普通带式输送机的主要阻力,包括托辊旋转阻力、输送带压陷滚动阻力、输送带弯曲阻力和物料内摩擦阻力,应按下列公式计算:

1 简化计算时:

$$F_H = Lfg[q_{RO} + q_{RU} + (2q_B + q_G)\cos\delta] \quad (4.1.2-1)$$

$$q_G = \frac{Q}{3.6v} \quad (4.1.2-2)$$

式中: L ——带式输送机长度(头尾滚筒中心线间的展开长度)(m);

f ——模拟摩擦系数;

g ——重力加速度,取 9.81m/s^2 ;

q_{RO} ——上分支托辊转动部分单位长度的质量(kg/m);

q_{RU} ——下分支托辊转动部分单位长度的质量(kg/m);

q_B ——输送带单位长度的质量(kg/m);

q_G ——输送带上物料单位长度的质量(kg/m);

δ ——带式输送机的倾角($^\circ$);

Q ——设计输送量(t/h);

v ——带速(m/s)。

2 按区段分别计算时:

1)主要阻力:

$$F_H = F_{H,0} + F_{H,u} = \sum_{i=1}^{n_o} F_{H,o,i} + \sum_{i=1}^{n_u} F_{H,u,i} \quad (4.1.2-3)$$

2) 区段 i 的主要阻力:

$$F_{H,i} = l_i f_i g [q_{R,i} + (q_B + q_{G,i}) \cos \delta_i] \quad (4.1.2-4)$$

式中: $F_{H,o}$ ——上分支的主要阻力(N);

$F_{H,u}$ ——下分支的主要阻力(N);

$F_{H,o,i}$ ——上分支区段 i 的主要阻力(N);

$F_{H,u,i}$ ——下分支区段 i 的主要阻力(N);

$F_{H,i}$ ——区段 i 的主要阻力(N);

l_i ——区段 i 的长度 (m);

f_i ——区段 i 的模拟摩擦系数;

$q_{R,i}$ ——区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量(kg/m);

$q_{G,i}$ ——区段 i 的输送带上物料单位长度的质量(kg/m);

δ_i ——区段 i 的倾角($^{\circ}$)。

3 当带式输送机下分支输送物料时,下分支输送物料段的主要阻力应按上分支输送物料的规定进行阻力计算。

4.1.3 普通带式输送机的模拟摩擦系数应根据输送物料特性、输送带类型、带式输送机参数及工作环境等条件确定,并应符合下列规定:

1 模拟摩擦系数宜按表 4.1.3 选取;

2 当采用低滚动阻力输送带时,模拟摩擦系数可适当减小。

表 4.1.3 模拟摩擦系数 f 推荐值

线路布置及运行工况	工作条件	模拟摩擦系数 f
水平、上运及下运为电动运行工况	固定的带式输送机,托辊转动灵活,物料的内摩擦系数小	0.016~ ≤0.020
	工作环境良好,实际输送量为理论输送量的70%~110%;物料的内摩擦系数中等,上分支为3托辊,托辊槽角为30°,带速为5m/s,环境温度约为20℃,托辊轴承采用迷宫式密封,托辊直径(108~159)mm,上分支托辊组间距(1.0~1.5)m,下分支托辊组间距约为3.0m	0.020

续表 4.1.3

线路布置及运行工况	工作条件	模拟摩擦系数 f
水平、上运及下运为电动运行工况	运行条件差,多灰、输送含水率高或黏性的物料,带式输送机安装条件差,物料的内摩擦系数大,承载托辊组槽角大于 30° ,带速大于 5m/s ,环境温度低于 20°C ,输送带张力低,输送带覆盖层厚,上分支托辊组间距大于 1.5m ,下分支托辊组间距大于 3.0m	$>0.020\sim 0.030$
下运为发电运行工况	制造、安装正常	$0.012\sim 0.016$

4.1.4 普通带式输送机附加阻力的计算应符合下列规定:

1 附加阻力应包括下列内容:

- 1) 受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力;
- 2) 受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力;
- 3) 输送带绕经滚筒的弯曲阻力;
- 4) 非传动滚筒的轴承阻力;
- 5) 受料段输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力。

2 附加阻力应按下列公式计算:

$$F_N = F_{N,o} + F_{N,u} \quad (4.1.4-1)$$

$$F_{N,o} = \sum_{i=1}^{n_O} F_{N,o,i} = \sum_{i=1}^{n_O} (F_{bA,o,i} + F_{f,o,i} + F_{lc,o,i} + F_{t,o,i} + F_{Sk,o,i}) \quad (4.1.4-2)$$

$$F_{N,u} = \sum_{i=1}^{n_U} F_{N,u,i} = \sum_{i=1}^{n_U} (F_{bA,u,i} + F_{f,u,i} + F_{lc,u,i} + F_{t,u,i} + F_{Sk,u,i}) \quad (4.1.4-3)$$

式中: $F_{N,o}$ ——上分支的附加阻力(N);

$F_{N,u}$ ——下分支的附加阻力(N);

$F_{N,o,i}$ ——上分支区段 i 的附加阻力(N);

$F_{N,u,i}$ ——下分支区段 i 的附加阻力(N);

$F_{bA,o,i}$ ——上分支区段 i 的受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力(N);

$F_{bA,u,i}$ ——下分支区段 i 的受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力(N),当下分支不受料时,
 $F_{bA,u,i} = 0$;

$F_{f,o,i}$ ——上分支区段 i 的受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N);

$F_{f,u,i}$ ——下分支区段 i 的受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N),当下分支不受料时, $F_{f,u,i} = 0$;

$F_{lc,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带绕经滚筒的弯曲阻力(N);

$F_{lc,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带绕经滚筒的弯曲阻力(N);

$F_{t,o,i}$ ——上分支区段 i 的非传动滚筒轴承阻力(N);

$F_{t,u,i}$ ——下分支区段 i 的非传动滚筒轴承阻力(N);

$F_{Sk,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力(N);

$F_{Sk,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力(N),当下分支不受料时, $F_{Sk,u,i} = 0$ 。

3 受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力应按下式计算:

$$F_{bA} = I_m(v - v_0) \quad (4.1.4-4)$$

式中: F_{bA} ——受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力(N);

I_m ——带式输送机每秒设计质量输送量(kg/s);

v_0 ——给料到输送带运行方向的速度分量(m/s),与卸料到输送带上的角度、物料特性、物料与溜槽摩擦系数有关,当溜槽卸料到输送带上的方向与输送带运行方向的夹角为 $45^\circ \sim 90^\circ$ 时,可取 $v_0 = 0$ 。

4 受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力,应根据

导料槽侧板上的平均压力、物料与导料槽侧板的接触面积和摩擦系数确定,并按下列公式计算:

1) 当受料段托辊组为 3 托辊布置时(图 4.1.4):

① 当给料到输送带的速度分量 v_0 为 $0 \leq v_0 \leq v$, 且 $b_1 > l_3$ 时,受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力应按下列公式计算:

$$F_f = c_{Schb} \cdot c_{Rank} \left[\frac{2I_m}{1000(v + v_0)\rho} - (b_1^2 - l_3^2) \frac{\tan\lambda}{4} \right]^2 \frac{1000\rho g l_{bi} \mu_2}{b_1^2} \quad (4.1.4-5)$$

$$l_{bi} > \frac{v^2 - v_0^2}{2g\mu_1} \quad (4.1.4-6)$$

$$c_{Rank} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\theta}{2} \right) \quad (4.1.4-7)$$

式中: F_f ——受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N);

c_{Schb} ——受料段加速区内物料扰动引起的附加阻力系数;

c_{Rank} ——侧压力系数;

ρ ——散状物料的堆积密度(t/m^3);

b_1 ——导料槽的宽度(m);

l_3 ——承载托辊组中间辊的长度(m);

λ ——槽形托辊组的槽角($^\circ$);

l_{bi} ——受料段加速区的导料槽长度(m);

μ_2 ——物料与导料槽侧壁间的摩擦系数,取 0.5~0.7;

μ_1 ——物料与输送带间的摩擦系数,取 0.5~0.7;

θ ——物料的动堆积角($^\circ$),应取输送物料的实际动堆积角。

② 当给料到输送带的速度分量 v_0 为 $0 \leq v_0 \leq v$, 且 $b_1 \leq l_3$ 时,按 $l_3 = b_1$ 代入式(4.1.4-5)计算。

2) 当受料段托辊组为 2 托辊布置时:

将承载托辊的长度 $l_3 = 0$ 代入式(4.1.4-5)计算。

3) 当受料段托辊组为单托辊布置时:

将承载托辊的长度 $l_3 = b_1$ 代入式(4.1.4-5)计算。

4) 当受料段托辊组为 5 托辊等其他布置形式时:

- ① 物料与导料槽侧壁的接触高度, 可根据设计体积输送量和受料段内物料的平均速度 $(v + v_0)/2$ 确定;
- ② 料流作用到导料槽侧壁上的压力, 可乘以 c_{Schb} 和 c_{Rank} ;
- ③ 根据导料槽侧板上的平均压力、物料与导料槽侧板的接触面积和摩擦系数计算摩擦阻力。

对于常规设计的带式输送机, 可取 $c_{Schb} c_{Rank} = 1$ 。

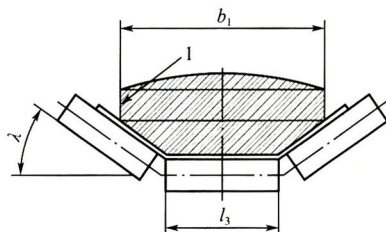


图 4.1.4 托辊的导料槽横截面示意图

1—导料槽侧壁

5 输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力应符合下列规定:

1) 当多点受料或导料槽较长时:

$$F_{Sk} = 2\mu_5 \cdot p_{Sk} \cdot l_b \quad (4.1.4-8)$$

式中: F_{Sk} ——输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力(N);

μ_5 ——输送带与密封裙板间的摩擦系数, 可取 1;

p_{Sk} ——输送带与密封裙板间的单位长度的有效正压力 (N/m), 可取 (30~50) N/m;

l_b ——导料槽长度(m), 为带式输送机所有导料槽的总长度。

2) 单点受料的带式输送机、长距离带式输送机或输送带与密封裙板间不接触时, 可忽略不计。

6 输送带绕经滚筒的弯曲阻力应按下列公式计算:

当采用织物芯输送带时:

$$F_{lc} = 9B \left(140 + 0.01 \frac{F_1 + F_2}{2B} \right) \frac{t}{D} \quad (4.1.4-9)$$

当采用钢丝绳芯输送带时：

$$F_{lc} = 12B \left(200 + 0.01 \frac{F_1 + F_2}{2B} \right) \frac{t}{D} \quad (4.1.4-10)$$

式中： F_{lc} ——输送带绕经滚筒的弯曲阻力(N)；

F_1 ——输送带在滚筒绕入点的张力(N)；

F_2 ——输送带在滚筒绕出点的张力(N)；

t ——输送带厚度(m)；

D ——滚筒直径(m)。

7 非传动滚筒轴承阻力应按下列式计算：

$$F_t = 0.005d_0 \frac{F_{10}}{D} \quad (4.1.4-11)$$

式中： F_t ——非传动滚筒的轴承阻力(N)；

d_0 ——滚筒轴承的内径(m)；

F_{10} ——滚筒上输送带绕入点张力与绕出点张力和滚筒旋转部分所受重力的矢量和(N)。

4.1.5 普通带式输送机的特种阻力计算，应符合下列规定：

1 特种阻力应包括下列内容：

- 1) 托辊前倾摩擦阻力；
- 2) 受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力；
- 3) 输送带清扫器的摩擦阻力；
- 4) 犁式卸料器的摩擦阻力；
- 5) 缓冲床的摩擦阻力；
- 6) 凸弧段的附加弯曲阻力。

2 特种阻力应按下列公式计算：

$$F_S = F_{S,o} + F_{S,u} \quad (4.1.5-1)$$

$$\begin{aligned} F_{S,o} &= \sum_{i=1}^{n_0} F_{S,o,i} \\ &= \sum_{i=1}^{n_0} (F_{\epsilon,o,i} + F_{gl,o,i} + F_{r,o,i} + F_{Pt,o,i} + F_{Sbn,o,i} + F_{Wc,o,i}) \end{aligned} \quad (4.1.5-2)$$

$$\begin{aligned}
F_{S,u} &= \sum_{i=1}^{n_U} F_{S,u,i} \\
&= \sum_{i=1}^{n_U} (F_{\epsilon,u,i} + F_{gl,u,i} + F_{r,u,i} + F_{Pt,u,i} + F_{Sbn,u,i} + F_{Wc,u,i})
\end{aligned}
\tag{4.1.5-3}$$

式中: $F_{S,o}$ ——上分支的特种阻力(N);

$F_{S,u}$ ——下分支的特种阻力(N);

$F_{S,o,i}$ ——上分支区段 i 的特种阻力(N);

$F_{S,u,i}$ ——下分支区段 i 的特种阻力(N);

$F_{\epsilon,o,i}$ ——上分支区段 i 的托辊前倾摩擦阻力(N);

$F_{\epsilon,u,i}$ ——下分支区段 i 的托辊前倾摩擦阻力(N);

$F_{gl,o,i}$ ——上分支区段 i 的受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N);

$F_{gl,u,i}$ ——下分支区段 i 的受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N), 当下分支无导料槽时, $F_{gl,u,i} = 0$;

$F_{r,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带清扫器的摩擦阻力(N);

$F_{r,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带清扫器的摩擦阻力(N);

$F_{Pt,o,i}$ ——上分支区段 i 的犁式卸料器的摩擦阻力(N);

$F_{Pt,u,i}$ ——下分支区段 i 的犁式卸料器的摩擦阻力(N), 当下分支无犁式卸料器时, $F_{Pt,u,i} = 0$;

$F_{Sbn,o,i}$ ——上分支区段 i 的缓冲床的摩擦阻力(N);

$F_{Sbn,u,i}$ ——下分支区段 i 的缓冲床的摩擦阻力(N), 当下分支无缓冲床时 $F_{Sbn,u,i} = 0$;

$F_{Wc,o,i}$ ——上分支区段 i 上凸弧段附加弯曲阻力(N);

$F_{Wc,u,i}$ ——下分支区段 i 上凸弧段附加弯曲阻力(N)。

3 托辊前倾摩擦阻力应按下列公式计算:

1) 区段 i 的托辊前倾摩擦阻力:

$$F_{\epsilon,i} = \frac{z_{\epsilon,i}}{z_{R,i}} l_i c_{\epsilon,i} \mu_0 |\sin \epsilon_i| \cos \delta_i g (q_B + q_{G,i}) \tag{4.1.5-4}$$

式中: $F_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的托辊前倾摩擦阻力(N);

$z_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的前倾托辊组数量;

$z_{R,i}$ ——区段 i 的托辊组数量;

l_i ——区段 i 的长度(m);

$c_{\epsilon,i}$ ——区段 i 的前倾阻力计算系数;

μ_0 ——输送带与托辊间的当量摩擦系数,当槽角 $\lambda > 5^\circ$ 时,取 0.5;

ϵ_i ——区段 i 的托辊前倾角($^\circ$)。

2) 前倾阻力计算系数应根据托辊组的布置及物料堆积几何状态确定,宜按下式计算:

① 当托辊组为 3 等长托辊、槽角为 $20^\circ \sim 45^\circ$ 、物料的实际输送量为理论输送量的 70%~110% 时:

$$c_{\epsilon} = 0.5 - \frac{45 - \lambda}{150} \quad (4.1.5-5)$$

式中: c_{ϵ} ——前倾阻力计算系数。

② 当托辊组为 2 托辊,且无载荷时: $c_{\epsilon} = \cos \lambda$ 。

4 受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力,应按下列公式计算:

1) 当托辊组为 3 托辊布置时:

① 当 $b_1 > l_3$ 时:

$$F_{gl} = c_{Rank} \left[\frac{I_m}{1000 v \rho} - (b_1^2 - l_3^2) \frac{\tan \lambda}{4} \right]^2 \frac{1000 \rho g l_{bo} \mu_2}{b_1^2} \quad (4.1.5-6)$$

式中: F_{gl} ——受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力(N);

l_{bo} ——受料段加速区外的导料槽长度(m)。

② 当 $b_1 < l_3$ 时:

将 $l_3 = b_1$ 代入式(4.1.5-6)计算。

2) 当托辊组为 2 托辊布置时:

将 $l_3 = 0$ 代入式(4.1.5-6)计算。

3) 当托辊组为单托辊布置时:

将 $l_3 = b_1$ 代入式(4.1.5-6)计算。

5 输送带清扫器的摩擦阻力应按式计算:

$$F_r = \mu_3 P_{Gr} A_{Gr} \quad (4.1.5-7)$$

式中: F_r ——输送带清扫器的摩擦阻力(N);

μ_3 ——输送带清扫器与输送带间的摩擦系数,取 0.6~0.7;

P_{Gr} ——清扫器与输送带间的压强(N/mm²),输送带工作面的刮板清扫器取 0.03N/mm²~0.10N/mm²,输送带非工作面的空段清扫器取 0.01N/mm²~0.03N/mm²;

A_{Gr} ——清扫器与输送带的接触面积(mm²)。

6 犁式卸料器的摩擦阻力应按式计算:

$$F_{pt} = Bk_p \quad (4.1.5-8)$$

式中: F_{pt} ——犁式卸料器的摩擦阻力(N);

k_p ——犁式卸料器的刮板系数(N/m),可取 1500N/m。

7 缓冲床的摩擦阻力应按式计算:

$$F_{Sbn} = l_{Sbn} \mu_1 g (q_B + q_G) \quad (4.1.5-9)$$

式中: F_{Sbn} ——缓冲床的摩擦阻力(N);

l_{Sbn} ——缓冲床段的长度(m);

μ_1 ——缓冲床与输送带间的摩擦系数,宜按表 4.1.5 参数选择。

表 4.1.5 橡胶面输送带与不同材料的缓冲床间的摩擦系数 μ_1

缓冲床滑动面材料	摩擦系数 μ_1
钢铁	0.64~0.84
聚乙烯	0.56
聚氨酯	0.60~0.67

当计算缓冲床摩擦阻力时,在缓冲床区段不再重复计算主要阻力。

8 凸弧段的附加弯曲阻力可按下式计算：

带式输送机凸弧段(图 4.1.5)，在输送带的张力作用下托辊上的正压力增大，运行阻力增加，凸弧段的附加弯曲阻力可按下式计算：

$$F_{wc} = f(F_{C1} + F_{C2}) \sin(\alpha/2) \quad (4.1.5-10)$$

式中： F_{wc} ——凸弧段的附加弯曲阻力(N)；

F_{C1} ——凸弧段起点的输送带张力(N)；

F_{C2} ——凸弧段终点的输送带张力(N)；

α ——凸弧段对应的圆心角(°)。

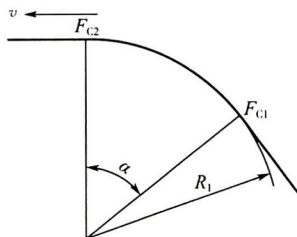


图 4.1.5 凸弧段示意图

R_1 —凸弧段曲率半径

4.1.6 提升阻力，对布置复杂的倾斜带式输送机应按区段分别计算，并应按下列公式计算：

1 区段 i 的提升阻力：

$$F_{St,i} = h_i g (q_B + q_{G,i}) \quad (4.1.6-1)$$

$$h_i = l_i \sin \delta_i \quad (4.1.6-2)$$

2 带式输送机的提升阻力，为上分支和下分支的提升阻力之和：

$$F_{St} = F_{St,o} + F_{St,u} = \sum_{i=1}^{n_o} F_{St,o,i} + \sum_{i=1}^{n_u} F_{St,u,i} \quad (4.1.6-3)$$

式中： $F_{St,i}$ ——区段 i 的提升阻力(N)；

h_i ——区段 i 的高差(m)；

- l_i ——区段 i 的长度(m);
 δ_i ——区段 i 的倾角($^{\circ}$),上运为“+”,下运为“-”;
 $F_{St,o}$ ——上分支的提升阻力(N);
 $F_{St,u}$ ——下分支的提升阻力(N);
 $F_{St,o,i}$ ——上分支区段 i 的提升阻力(N);
 $F_{St,u,i}$ ——下分支区段 i 的提升阻力(N)。

II 水平转弯带式输送机

4.1.7 水平转弯带式输送机的运行总阻力计算,应符合下列规定:

1 运行总阻力应包括下列内容:

- 1) 主要阻力;
- 2) 附加阻力;
- 3) 特种阻力;
- 4) 提升阻力;
- 5) 水平转弯段的附加阻力。

2 运行总阻力应按下式计算:

$$F_U = \sum_{i=1}^{n_O} F_{U,o,i} + \sum_{i=1}^{n_U} F_{U,u,i} = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_{Wh} \quad (4.1.7-1)$$

式中: F_{Wh} ——水平转弯段的附加阻力(N),为所有水平转弯段的附加阻力之和。

3 运行总阻力,除水平转弯段应计算附加阻力外,其他阻力应按本标准第 4.1.1 条~第 4.1.6 条的规定计算。

4 水平转弯段的附加阻力,应根据水平转弯段的曲率半径、曲线段对应的圆心角、托辊组的形式及内曲线抬高角等因素确定。区段 i 的水平转弯段的附加阻力可按下式计算:

$$F_{Wh,i} = k_{wc} F_{H,i} \quad (4.1.7-2)$$

式中: $F_{Wh,i}$ ——区段 i 的水平转弯段的附加阻力(N);

k_{wc} ——水平转弯段的附加阻力系数,当曲率半径较大、曲

线段对应的圆心角较小时,可取 0.02~0.10;

$F_{H,i}$ ——区段 i 的主要阻力(N),将水平转弯段按直线段计算时的阻力。

III U 型带式输送机

4.1.8 U 型带式输送机的运行总阻力的计算,应符合下列规定:

1 运行总阻力应包括下列内容:

- 1)主要阻力;
- 2)附加阻力;
- 3)特种阻力;
- 4)提升阻力;
- 5)水平转弯段的附加阻力。

2 运行总阻力应按下式计算:

$$F_U = \sum_{i=1}^{n_U} F_{U,o,i} + \sum_{i=1}^{n_U} F_{U,u,i} = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_{Wh} \quad (4.1.8-1)$$

3 运行总阻力,除水平转弯段应计算附加阻力外,其他阻力应按本标准第 4.1.1 条~第 4.1.6 条的公式计算。

4 U 形横截面区段的主要阻力及凸弧段的附加弯曲阻力的模拟摩擦系数,宜按表 4.1.8 选取。

表 4.1.8 U 型带式输送机的模拟摩擦系数 f 推荐值

线路布置及运行工况	工作条件	模拟摩擦系数 f
水平、上运及下运,电动运行工况	固定的带式输送机,托辊转动灵活,物料的内摩擦系数小	0.02~<0.03
	工作环境良好,实际输送量为理论输送量的 70%~110%;物料的内摩擦系数中等,带速为 5m/s,环境温度约为 20℃,托辊轴承采用迷宫式密封,托辊直径为(108~159)mm,上分支托辊间距为(1.0~1.5)m,下分支托辊间距约为 3.0m	0.03

续表 4.1.8

线路布置及运行工况	工作条件	模拟摩擦系数 f
水平、上运及下运, 电动运行工况	运行条件差, 多灰、输送含水率大或黏性的物料, 带式输送机安装条件差, 物料的内摩擦系数大, 带速大于 5m/s, 环境温度低于 20℃, 输送带张力低, 输送带覆盖层厚, 上分支托辊间距大于 1.5m, 下分支托辊间距大于 3.0m	$>0.03 \sim 0.035$
下运为发电运行工况	制造、安装正常	0.012~0.016

5 U 型带式输送机水平转弯段的附加阻力, 应根据水平转弯段的曲率半径、曲线段对应的圆心角等因素确定。区段 i 的水平转弯段的附加阻力可按式计算:

$$F_{wh,i} = k_{wc} F_{H,i} \quad (4.1.8-2)$$

式中: k_{wc} ——水平转弯段的附加阻力系数, 当水平转弯段的上分支或下分支为普通 U 形横截面时, 可取 0.3~0.5。

IV 管状带式输送机

4.1.9 管状带式输送机运行总阻力计算, 应符合下列规定:

1 运行总阻力应包括下列内容:

- 1) 主要阻力;
- 2) 附加阻力;
- 3) 特种阻力;
- 4) 提升阻力;
- 5) 输送带的刚性阻力;
- 6) 输送带的成管阻力;
- 7) 水平转弯段的附加阻力。

2 运行总阻力应按式计算:

$$F_U = \sum_{i=1}^{n_O} F_{U,o,i} + \sum_{i=1}^{n_U} F_{U,u,i} = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_R + F_P + F_{wh} \quad (4.1.9)$$

式中： F_R ——输送带的刚性阻力(N)；

F_P ——输送带的成管阻力(N)。

4.1.10 管状带式输送机的主要阻力，应按本标准式(4.1.2-1)～式(4.1.2-4)计算，其模拟摩擦系数应根据输送带类型、拉伸强度、名义管径、运行工况及工作环境温度确定，并宜按下式计算：

$$f = f_0 f_1 f_2 f_3 \tag{4.1.10}$$

式中： f_0 ——基准模拟摩擦系数，宜按表 4.1.10-1 和表 4.1.10-2 取值；

f_1 ——管径修正系数，宜按表 4.1.10-3 取值；

f_2 ——输送带拉伸强度修正系数，宜按表 4.1.10-4 取值；

f_3 ——温度修正系数，宜按表 4.1.10-5 取值。

表 4.1.10-1 聚酯和聚酰胺织物芯输送带的基准模拟摩擦系数 f_0

线路布置及运行工况	工作条件	f_0
水平、上运及下运，电动运行工况	工作环境良好，制造及安装良好，低带速，物料内摩擦系数小	0.030
	工作环境良好，制造及安装良好，物料内摩擦系数中等	0.035
	运行条件差，多尘，环境温度低，高带速，安装不良，托辊质量差，物料内摩擦系数大	$>0.035 \sim 0.045$
下运为发电运行工况	制造、安装正常	$0.020 \sim 0.028$

注：本表适用于聚酯和聚酰胺织物芯输送带的最大层数：

- 1 名义管径(100～150)mm，2 层。
- 2 名义管径(200～250)mm，3 层。
- 3 名义管径 300mm，4 层。
- 4 名义管径 350mm，5 层。
- 5 名义管径 400mm，6 层。

表 4.1.10-2 钢丝绳芯输送带的基准模拟摩擦系数 f_0

线路布置及运行工况	工作条件	f_0
水平、上运及下运,电动运行工况	工作环境良好,制造及安装良好,低带速,物料内摩擦系数小	0.035
	工作环境良好,制造及安装良好,物料内摩擦系数中等	0.038
	运行条件差,多尘,环境温度低,高带速,安装不良,托辊质量差,物料内摩擦系数大	$>0.038 \sim 0.050$
下运为发电运行工况	制造、安装正常	$0.022 \sim 0.030$

注:1 本表适用于名义管径 250mm 及以上、拉伸强度 ST1250(6+6)及以下。

2 当名义管径小于 250mm 时,不宜采用钢丝绳芯输送带。

表 4.1.10-3 管径修正系数 f_1

名义管径 d_k (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450~850
f_1	1.40	1.25	1.10	1.00	0.97	0.95	0.90	0.80

表 4.1.10-4 钢丝绳芯输送带拉伸强度修正系数 f_2

输送带规格	ST500~ST800	ST1000~ST1250	ST1400~ST1600	ST1800~ST2000	ST2500~ST3150
f_2	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15

注:1 本表适用于标准输送带厚度和标准横向刚度。当厚度增加,横向刚度值加大, f_2 应相应加大。

2 当名义管径大于 400mm 时,大拉伸强度输送带对拉伸强度修正系数 f_2 的影响较小。

表 4.1.10-5 温度修正系数 f_3

环境工作温度(℃)	0~-5	-10	-15	-20	-25	-30
f_3	1.00	1.05	1.10	1.15	1.23	1.30

注:本表适用于工作环境温度低,并按常温确定基准模拟摩擦系数 f_0 时的最大修正值。

4.1.11 管状带式输送机的附加阻力、特种阻力和提升阻力,应按本标准第 4.1.4 条~第 4.1.6 条的公式计算。其中,特种阻力中凸弧段的附加弯曲阻力的模拟摩擦系数,宜按本标准第 4.1.10 条的规定选取。

4.1.12 管状带式输送机水平转弯段的附加阻力,应根据水平转弯段的曲率半径、输送带的平均张力、曲线段对应的圆心角等因素确定,并应符合下列规定:

1 水平转弯段的附加阻力应按下列公式计算:

1) 水平转弯段的附加阻力:

$$F_{Wh} = F_{Wh,o} + F_{Wh,u} = \sum_{i=1}^{n_o} F_{Wh,o,i} + \sum_{i=1}^{n_u} F_{Wh,u,i} \quad (4.1.12-1)$$

2) 上分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力:

$$F_{Wh,o,i} = \frac{F_{Ch1,o,i} + F_{Ch2,o,i}}{2} (\pi/180) \alpha_{ci} f_c \quad (4.1.12-2)$$

3) 下分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力:

$$F_{Wh,u,i} = \frac{F_{Ch1,u,i} + F_{Ch2,u,i}}{2} (\pi/180) \alpha_{ci} f_c \quad (4.1.12-3)$$

式中: $F_{Wh,o}$ ——上分支水平转弯段的附加阻力(N);

$F_{Wh,u}$ ——下分支水平转弯段的附加阻力(N);

$F_{Wh,o,i}$ ——上分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力(N);

$F_{Wh,u,i}$ ——下分支区段 i 的水平转弯段的附加阻力(N);

$F_{Ch1,o,i}$ ——上分支区段 i 的水平转弯段起点的输送带张力(N);

$F_{Ch2,o,i}$ ——上分支区段 i 的水平转弯段终点的输送带张力(N);

α_{ci} ——区段 i 的水平转弯段对应的圆心角($^{\circ}$);

f_c ——水平转弯段的模拟摩擦系数, $f_c = f$, 并宜按本标准第 4.1.10 条的规定选取;

$F_{Ch1,u,i}$ ——下分支区段 i 的水平转弯段起点的输送带张力(N);

$F_{Ch2,u,i}$ ——下分支区段 i 的水平转弯段终点的输送带张力(N)。

2 当水平转弯段与凸弧段或凹弧段重叠布置时,附加阻力的计算应符合下列规定:

- 1) 当水平转弯段内含有凹弧段时,只计算水平转弯段的附加阻力,凹弧段附加阻力可忽略不计;
- 2) 当凸弧段内含有水平转弯段时,只计算凸弧段的附加弯曲阻力;
- 3) 当水平转弯段内含有凸弧段时,只计算水平转弯段的附加阻力;
- 4) 当水平转弯段与凸弧段部分重叠时,只计算一次重叠部分的水平转弯段的附加阻力;
- 5) 曲线段(凸弧段、水平转弯段)的模拟摩擦系数,应按本标准第 4.1.10 条的规定选取。

4.1.13 管状带式输送机输送带的刚性阻力,应根据管状带式输送机的名义管径、输送带结构等确定,可按下式计算:

$$F_R = L_1 f d_g g / 75 \quad (4.1.13)$$

式中: L_1 ——管状输送带的总长度(m),为上分支与下分支输送带为管状的总长度;

f ——模拟摩擦系数,宜按本标准第 4.1.10 条的规定选取;

d_g ——管状带式输送机的名义管径(外径)(mm);

75——换算系数 $\left(\frac{\text{m} \cdot \text{mm}}{\text{kg}}\right)$ 。

4.1.14 管状带式输送机输送带的成管阻力,应根据名义管径、输送带参数和成管次数确定。单个入口的成管阻力可按表 4.1.14 选取。

表 4.1.14 单个入口的成管阻力推荐值

名义管径 d_g (mm)	成管阻力 F_P (N)
100	450
150	550

续表 4.1.14

名义管径 d_g (mm)	成管阻力 F_p (N)
200	650
250	750
300	850
350	950
400	1050
450	1150
500	1250
560	1350
600	1450
630	1500
700	1640
800	1840
850	1940

4.2 传动滚筒圆周力

4.2.1 带式输送机传动滚筒所需圆周力应按下列规定计算：

1 布置简单的带式输送机，传动滚筒在稳定运行时所需圆周力应按满载计算。

2 复杂带式输送机，传动滚筒所需圆周力应按下列工况分别计算：

1)空载；

2)满载；

3)水平段、上运段或微倾斜(3° 以内)的下运段有载，其他区段空载；

4)下运段有载，其他区段空载。

3 带式输送机稳定运行发电工况或某一工况传动滚筒总圆周力为负值时,应按本标准第 7 章的有关规定计算。

4 带式输送机连续稳定运行传动滚筒圆周力为正值,而某一工况为负值时,应按正值的最大值和负值的最大绝对值分别计算,并应取两者最大值。

5 根据上述各工况条件计算各工况的圆周力(传动滚筒所需圆周力)。

6 圆周力的最大值应根据满载长期运行、空载运行、短暂运行及出现频次、持续时间等工况及本条第 2 款第 3 项和第 4 项中最不利工况出现的概率和持续时间确定。

4.2.2 传动滚筒所需总圆周力等于带式输送机的运行总阻力,总圆周力的计算应符合下列规定:

1 带式输送机所需总圆周力应按下列公式计算:

1) 普通带式输送机:

$$F_{Tr} = F_U = F_H + F_N + F_S + F_{St} \quad (4.2.2-1)$$

式中: F_{Tr} ——稳定运行传动滚筒的圆周力(N)。

2) 水平转弯带式输送机:

$$F_{Tr} = F_U = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_{Wh} \quad (4.2.2-2)$$

3) U 型带式输送机:

$$F_{Tr} = F_U = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_{Wh} \quad (4.2.2-3)$$

4) 管状带式输送机:

$$F_{Tr} = F_U = F_H + F_N + F_S + F_{St} + F_R + F_P + F_{Wh} \quad (4.2.2-4)$$

2 当普通带式输送机长度大于 80m,布置简单,仅一个受料点时,总圆周力可按下列公式计算:

$$F_{Tr} = CF_H + F_S + F_{St} \quad (4.2.2-5)$$

3 当水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机布置简单,仅一个受料点时,总圆周力可按下列公式计算:

$$F_{Tr} = CF_H + F_S + F_{St} + F_{Wh} \quad (4.2.2-6)$$

式中： C ——附加阻力系数，宜按表 4. 2. 2 或图 4. 2. 2 选取。

表 4. 2. 2 附加阻力系数 C

L (m)	80	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	≥ 2000
C	1. 92	1. 78	1. 58	1. 45	1. 31	1. 25	1. 20	1. 17	1. 14	1. 12	1. 10	1. 09	1. 06	1. 05

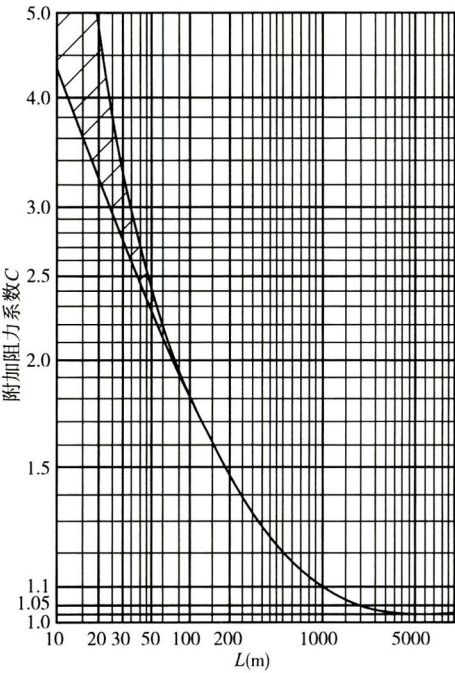


图 4. 2. 2 带式输送机长度与附加阻力系数关系曲线

5 输送带张力和驱动功率

5.1 输送带张力

5.1.1 输送带张力应符合下列规定：

1 在启动、稳定运行和制动工况时，输送带与传动滚筒间不应打滑；

2 输送带在相邻两托辊组间的垂度不应超过允许值。

5.1.2 输送带在传动滚筒绕入点的张力和绕出点的张力，应满足启动、稳定运行、制动等运行工况条件的要求，并应符合下列规定：

1 启动工况时，输送带的张力应按下列公式计算：

1) 上运和水平输送的带式输送机及运行总阻力为正值的下运带式输送机，传动滚筒的圆周力(图 5.1.2-1)，应按下列公式计算：

$$F_{\text{TrA}} = F_1 - F_2 \quad (5.1.2-1)$$

$$\frac{F_1}{F_2} \leq e^{\mu\varphi} \quad (5.1.2-2)$$

$$F_2 \geq F_{\text{TrA}} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-3)$$

式中： F_{TrA} ——启动工况传动滚筒的圆周力(N)；

F_1 ——输送带在滚筒绕入点的张力(N)；

F_2 ——输送带在滚筒绕出点的张力(N)；

e ——自然对数的底；

μ ——传动滚筒与输送带间的摩擦系数，稳定运行工况时，宜按表 5.1.2 选取；

φ ——输送带在传动滚筒上的围包角(rad)。

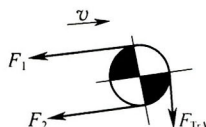


图 5.1.2-1 启动工况圆周力为正值的输送带张力

表 5.1.2 传动滚筒与橡胶面输送带间的摩擦系数 μ

运行条件	传动滚筒覆盖面形式			
	无覆盖面	人字形或菱形沟槽的橡胶覆盖面	人字形或菱形沟槽的聚酯覆盖面	人字形或菱形沟槽的陶瓷覆盖面、有间隙
干燥	0.35~0.40	0.40~0.45	0.35~0.40	0.40~0.45
潮湿(清洁的水)	0.10	0.35	0.35	0.35~0.40
潮湿(污浊泥土砂、黏土)	0.05~0.10	0.25~0.30	0.20	0.35

注:对于覆盖层为 PVC 的输送带,摩擦系数宜减小约 10%。

2) 运行总阻力为负值的下运带式输送机,传动滚筒的圆周力(图 5.1.2-2),应按下列公式计算:

$$F_{TrA} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-4)$$

$$\frac{F_2}{F_1} \leq e^{\mu\varphi} \quad (5.1.2-5)$$

$$F_1 \geq F_{TrA} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-6)$$

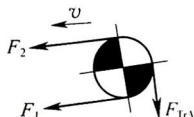


图 5.1.2-2 启动工况圆周力为负值的输送带张力

2 稳定运行工况时,输送带的张力应按下列公式计算:

- 1) 上运和水平输送的带式输送机及运行总阻力为正值的下运带式输送机, 传动滚筒绕出点的输送带张力应按下式计算:

$$F_2 \geq F_{Tr} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-7)$$

- 2) 运行总阻力为负值的下运带式输送机, 传动滚筒绕入点的输送带张力应按下式计算:

$$F_1 \geq F_{Tr} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-8)$$

式中: F_{Tr} —— 稳定运行传动滚筒的圆周力(N)。

3 制动工况时, 输送带的张力应按下列公式计算:

- 1) 上运和水平输送的带式输送机及运行总阻力为正值的下运带式输送机, 传动滚筒的圆周力(图 5.1.2-3), 应按下列公式计算:

$$F_{TrB} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-9)$$

$$\frac{F_2}{F_1} \leq e^{\mu\varphi} \quad (5.1.2-10)$$

$$F_1 \geq F_{TrB} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-11)$$

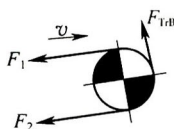


图 5.1.2-3 制动工况圆周力为正值的输送带张力

- 2) 运行总阻力为负值的下运带式输送机, 传动滚筒的圆周力(图 5.1.2-4), 应按下列公式计算:

$$F_{TrB} = F_2 - F_1 \quad (5.1.2-12)$$

$$\frac{F_2}{F_1} \leq e^{\mu\varphi} \quad (5.1.2-13)$$

$$F_1 \geq F_{TrB} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad (5.1.2-14)$$

式中： F_{TrB} ——制动工况传动滚筒的圆周力(N)。

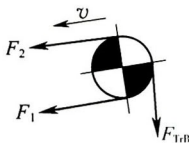


图 5.1.2-4 制动工况圆周力为负值的输送带张力

4 多滚筒及多点驱动时,输送带在各传动滚筒的绕入点和绕出点的张力,应符合本条第 1 款~第 3 款的规定。

5.1.3 输送带在允许最大垂度条件时,最小张力应按下列公式计算:

1 上分支:

$$F_{\min} \geq \frac{(q_G + q_B)a_O g}{8h_{r,\max}} \quad (5.1.3-1)$$

2 下分支:

$$F_{\min} \geq \frac{q_B a_U g}{8h_{r,\max}} \quad (5.1.3-2)$$

式中： F_{\min} ——输送带稳定运行的最小张力(N)；

a_O ——上分支托辊组的间距(m)；

a_U ——下分支托辊组的间距(m)；

$h_{r,\max}$ ——输送带在两相邻托辊组间的最大垂度,取 0.01~0.02,稳定运行工况时,取 0.01。

当下分支输送物料时,下分支允许最大垂度应按承载物料条件计算。

5.2 输送带各特征点的张力计算

5.2.1 输送带各特征点的张力,应根据带式输送机的布置及各区段的长度和走向、传动滚筒的数量和布置、驱动和制动特性、拉紧装置的类型和布置及带式输送机运行工况确定。

5.2.2 输送带在允许最大垂度条件时,输送带相邻两特征点的张

力应按下列公式计算：

1 稳定运行工况时：

$$F_i = F_{i-1} + F_{(i-1) \sim i} \quad (5.2.2-1)$$

式中： F_i ——输送带运行方向上第 i 点的张力(N)；

F_{i-1} ——输送带第 $i-1$ 点的张力(N)；

$F_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $i-1$ 点到第 i 点区段的运行阻力(N)。

2 非稳定运行工况时(重锤拉紧形式)：

$$F_i = F_{i-1} + F_{(i-1) \sim i} \pm m_{(i-1) \sim i} a \quad (5.2.2-2)$$

式中： $m_{(i-1) \sim i}$ ——输送带第 $i-1$ 点到第 i 点区段的运动体的等效质量(kg)；

a ——输送带平均加(减)速度(m/s^2)。

5.2.3 大型和复杂带式输送机的输送带宜按黏弹性体计算。

5.3 电动机功率

5.3.1 带式输送机稳定运行时,传动滚筒轴功率应按下列式计算：

$$P_A = \frac{F_{Tr} v}{1000} \quad (5.3.1)$$

式中： P_A ——传动滚筒轴功率(kW)。

5.3.2 驱动电动机功率计算应符合下列规定：

1 带式输送机为电动工况运行时,应按下列式计算：

$$P_M = \frac{P_A}{\eta_1} \quad (5.3.2-1)$$

2 带式输送机为发电工况运行时,应按下列式计算：

$$P_M = P_A \eta_2 \quad (5.3.2-2)$$

式中： P_M ——驱动电动机总功率(kW)；

η_1 ——驱动系统电动工况时的传动效率,应根据驱动系统各组成部分效率确定,取 0.85~0.95；

η_2 ——驱动系统发电工况时的传动效率,取 0.95~1.00。

3 当极端工况传动滚筒圆周力为最大时,应根据极端工况出

现的持续时间、频率,确定电动机功率。

4 复杂带式输送机的传动滚筒轴功率可采用迭代计算方法,可按现行国家标准《带式输送机设计计算方法》GB/T 36698 的规定计算。

5.4 驱动功率分配

5.4.1 带式输送机所需驱动功率的分配,应符合下列规定:

1 驱动单元分配,应根据带式输送机的驱动功率、输送带张力、布置空间条件和供电条件等因素,通过技术和经济比较确定;

2 长距离及大功率带式输送机,宜采用多驱动单元;

3 长距离带式输送机可采用中间摩擦驱动、中间滚筒驱动等多点驱动方式。

5.4.2 带式输送机驱动单元的配置应根据工艺布置、负载等条件确定。多个驱动装置的带式输送机宜采用等功率分配法,并宜采用下列配置:

1 单滚筒驱动:1:1;

2 双滚筒驱动:1:1、2:1、2:2;

3 3 滚筒驱动:1:1:1、2:1:1、2:2:1、2:2:2。

5.5 拉 紧 力

5.5.1 带式输送机拉紧滚筒的拉紧力,应按下式计算:

$$F_{SP} = 2F \quad (5.5.1)$$

式中: F_{SP} ——拉紧滚筒的拉紧力(N);

F ——滚筒上输送带的平均张力(N)。

5.5.2 带式输送机输送带的拉紧力,应符合下列规定:

1 带式输送机在启动、稳定运行、停机等各种工况下,应满足输送带垂度和输送带不打滑的要求;

2 大型及复杂带式输送机,应满足张力波动时拉紧随动和相应特性的要求。

6 启动和停机

6.1 惯性力

6.1.1 带式输送机启动加速和减速停机时,惯性力应按下列式计算:

$$F_A = \pm (m_L + m_D) a \quad (6.1.1)$$

式中: F_A ——带式输送机运动体的总惯性力(N);

m_L ——带式输送机运动体直线运动的等效质量(kg);

m_D ——带式输送机转动部件转换到输送带上直线运动的等效质量(kg);

a ——输送带平均加(减)速度(m/s^2)。

6.1.2 带式输送机启动和停机时,运动体直线运动的等效质量应按下列公式计算:

1 当下分支不输送物料时:

$$m_L = (2q_B + q_G + k_1 q_{RO} + k_1 q_{RU}) L \quad (6.1.2-1)$$

2 当上分支和下分支输送物料,并按区段分别计算时:

$$m_L = \sum_{i=1}^{n_O} (q_B + q_{G,o,i} + k_1 q_{RO,i}) l_i + \sum_{i=1}^{n_U} (q_B + q_{G,u,i} + k_1 q_{RU,i}) l_i \quad (6.1.2-2)$$

式中: k_1 ——托辊转动部分的质量转换到托辊圆周上直线运动的计算系数,取 0.9;

$q_{G,o,i}$ ——上分支区段 i 的输送带上物料单位长度的质量(kg/m);

$q_{G,u,i}$ ——下分支区段 i 的输送带上物料单位长度的质量(kg/m);

$q_{RO,i}$ ——上分支区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量(kg/m);

$q_{RU,i}$ ——下分支区段 i 的托辊转动部分单位长度的质量(kg/m);

l_i ——区段 i 的长度(m)。

6.1.3 带式输送机转动部件转换到输送带上直线运动的等效质量,应按下列公式计算:

1 转动部件总等效质量:

$$m_D = 4 \sum_{i=1}^{n_D} \frac{J_{D,i} i_i^2}{D_i^2} + 4 \sum_{i=1}^{n_D} \frac{J_i}{D_i^2} \quad (6.1.3-1)$$

2 当加装飞轮时,飞轮的转动惯量:

$$J_f = \frac{m_f D_i^2}{4 i^2} \quad (6.1.3-2)$$

式中: n_D ——带式输送机的驱动单元数;

$J_{D,i}$ ——驱动单元第 i 个转动部件的转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$),当驱动单元加装飞轮时,应包括飞轮的转动惯量;

i_i ——第 i 个转动部件至传动滚筒的传动比;

D_i ——第 i 个滚筒的直径(m);

J_i ——第 i 个滚筒的转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$);

J_f ——飞轮的转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$);

m_f ——飞轮转换到输送带上直线运动的等效质量(kg);

i ——飞轮至传动滚筒的传动比。

6.2 启动加速度

6.2.1 带式输送机启动加速度应符合下列规定:

1 带式输送机长度为(200~500)m 时:

1) 带式输送机为电动运行工况,平均加速度不应大于

0.3m/s^2 ;

2) 下运带式输送机,平均加速度不宜大于 0.2m/s^2 。

2 带式输送机长度超过 500m 或复杂带式输送机电动运行工况时,平均加速度不宜大于 0.1m/s^2 。

3 带式输送机的启动加速时间不应小于输送带张力波传递一周时间的 5 倍。

6.2.2 带式输送机启动加速度应满足物料在输送带上不发生相

对滑动的限制条件。当输送细粒物料时,宜按下式进行校核:

$$a \leq (\mu_1 \cos \delta_{i,\max} - \sin \delta_{i,\max}) g \quad (6.2.2)$$

式中: μ_1 ——物料与输送带间的摩擦系数,取 0.5~0.7;

δ_i ——区段 i 的倾角($^\circ$),上运时取“+”,下运时取“-”。

6.3 停机减速度

6.3.1 带式输送机停机减速度应符合下列规定:

1 带式输送机停机时,平均减速度不宜大于 0.3m/s^2 ;

2 大型和长距离带式输送机停机时,平均减速度不宜大于 0.2m/s^2 ;

3 布置复杂的长距离带式输送机停机时,平均减速度不宜大于 0.1m/s^2 ;

4 带式输送机的停机减速时间不应小于输送带张力波传递一周时间的 5 倍。

6.3.2 带式输送机自由停机时,平均减速度应按下式计算:

$$a = \frac{F_U}{m_L + m_D} \quad (6.3.2)$$

6.3.3 上运带式输送机,当采用减力停机时,传动滚筒驱动圆周力应按下式计算:

$$F_{BE} = -(m_L + m_D)a + F_{Tr} \quad (6.3.3)$$

式中: F_{BE} ——减力停机时传动滚筒上的驱动圆周力(N)。

6.3.4 当带式输送机采用增惯停机时,宜在驱动装置高速轴加装飞轮。飞轮转换到输送带上直线运动的等效质量应按下式计算:

$$m_f = \frac{F_{Tr}}{a} - (m_L + m_D) \quad (6.3.4)$$

6.3.5 水平或微倾斜带式输送机,当满载自由停机时间过长时,应采用制动停机方式。制动停机制动力和制动力矩应按下列公式计算:

1 制动停机制动力应按下式计算:

$$F_B = (m_L + m_D)a_B - F_U \quad (6.3.5-1)$$

式中: F_B ——制动停机制动力(N);

a_B ——制动停机减速度(m/s^2)。

2 当制动轮设在高速轴时,制动轮的制动力矩应按下式计算:

$$M_B = \frac{F_B D}{2i} \eta \quad (6.3.5-2)$$

式中: M_B ——制动轮的制动力矩($N \cdot m$);

i ——制动轮至传动滚筒的传动比;

η ——制动轮到传动滚筒的传动效率。

6.3.6 大型和长距离带式输送机,应对紧急停机或事故停机采取可控制动等安全措施。

7 下运带式输送机

7.1 一般规定

7.1.1 下运带式输送机在稳定运行工况传动滚筒圆周力为负值时,圆周力应根据下列运行工况计算:

1 满载为发电运行工况;

2 下运段满载,上运段、水平段或微倾斜下运段空载,圆周力绝对值为最大负值的发电运行工况;

3 空载为电动运行工况;

4 上运段、水平段和微倾斜下运段满载,下运段空载,圆周力为最大值的电动运行工况;

5 根据第2款和第4款的极端工况出现的概率和持续时间确定计入的工况;

6 按第1款和第2款的发电运行工况及第3款和第4款的电动运行工况分别计算圆周力;

7 模拟摩擦系数应按本标准第4.1.3条的规定选取。

7.1.2 下运带式输送机在发电运行工况和制动工况传动滚筒圆周力的计算应根据给料量的波动情况计入输送量超载系数。

7.1.3 驱动电动机的功率计算应符合下列规定:

1 按本标准第7.1.1条第1款的发电运行工况计算,并按第2款的运行工况校核电动机过载能力;

2 按本标准第7.1.1条第3款的电动运行工况计算,并按第4款的运行工况校核电动机过载和启动能力;

3 采用动力制动时,电动机过载能力应按制动工况校核,制动圆周力应按本标准第7.1.4条的规定计算。

7.1.4 制动圆周力的计算应符合下列规定:

1 工作制动圆周力,应按本标准第 7.1.1 条第 1 款的发电运行工况计算,并按第 2 款的发电运行工况计入输送量超载系数进行校核;

2 带式输送机处于静止状态时,安全制动圆周力应按本标准第 7.1.1 条第 2 款的发电运行工况计算,并应计入输送量超载系数和安全制动安全系数,安全制动安全系数不应小于 1.5。

7.1.5 输送带的拉紧力应符合下列规定:

1 应满足各种工况下输送带在传动滚筒或制动滚筒上不打滑;

2 输送带与滚筒之间的摩擦系数应按最不利工作条件确定;

3 当各工况所需拉紧力相差较大时,宜采用拉紧力可调的拉紧装置。

7.2 启动和制动

7.2.1 下运带式输送机的启动应符合下列规定:

1 应设超速控制;

2 由驱动电动机拖动时,应采取平稳启动措施;

3 启动加速度应符合本标准第 6.2 节的规定。

7.2.2 下运带式输送机必须设制动装置,并应满足紧急停机时安全停机的要求。在最不利工况下,制动装置应符合下列规定:

1 工作制动应满足带式输送机减速停机的要求;

2 安全制动应满足带式输送机安全可靠停机的要求。

7.2.3 制动装置的布置和功能应符合下列规定:

1 发电工况的下运带式输送机,制动器宜设在输送机尾部;

2 负值圆周力绝对值大的下运带式输送机,制动装置应具有逐渐加大制动力矩和平稳停机的制动性能;

3 制动圆周力应按本标准第 7.1.4 条第 1 款和第 2 款计算,当两种工况的工作制动圆周力相差较大时,宜采用能自动控制减速度的制动系统。

7.2.4 制动装置应符合下列规定：

- 1 制动力应满足工作环境和使用条件的要求；**
- 2 应具有可调节制动力的功能；**
- 3 机械摩擦式制动装置应进行发热校验计算，许用温度应根据制动装置的技术条件和工作环境条件确定；**
- 4 停机制动可采用可控减速装置，当带速降到预定值后，宜采用机械摩擦式制动装置停机。**

8 主要部件

8.1 输送带

I 输送带选择

8.1.1 输送带的选择应符合下列规定：

- 1 最小拉伸强度；
- 2 良好的成槽性；
- 3 上下覆盖层最小厚度；
- 4 抗撕裂、抗物料冲击和耐磨损；
- 5 工作环境条件。

8.1.2 输送带的类型应根据带式输送机长度、输送量、输送带张力、物料特性、受料条件、工作环境条件等选择，并应符合下列规定：

1 短距离带式输送机宜采用聚酯或聚酰胺织物芯输送带，长距离、大运量等张力大的带式输送机，应采用钢丝绳芯输送带等拉伸强度较高的输送带；

2 输送块状物料或含有块料较多时，宜采用上覆盖层厚度大或抗冲击、抗撕裂性能好的输送带；

3 无特殊要求时，多层织物芯输送带的最大芯层数不宜超过6层。

8.1.3 煤矿井下带式输送机必须采用矿井用阻燃输送带。

8.1.4 地面栈桥或隧道的带式输送机应根据建筑物的封闭形式、可燃粉尘散发情况选择输送带类型，并应符合下列规定：

1 当栈桥或隧道为封闭结构，输送的物料具有可燃粉尘聚集，并有爆炸性危险时，应采用一般用途阻燃输送带；

2 当栈桥或隧道为敞开式、半敞开式结构或通风良好时，可

采用普通用途输送带。

8.1.5 带式输送机的工作环境温度或输送的物料温度,超出本标准第 1.0.3 条的规定时,宜按下列规定选择:

- 1 工作环境温度低于 -25°C 时,宜选用耐寒输送带;
- 2 物料温度高于 60°C 时,宜选用耐热输送带。

8.1.6 管状带式输送机的输送带应具有良好的弹性、横向刚性和抗疲劳性,应满足成管状运行的横向刚度和正常运行的要求,并应符合现行行业标准《钢丝绳芯管状输送带》HG/T 4224 和《织物芯管状输送带》HG/T 4225 的规定。

II 覆盖层的确定

8.1.7 输送带覆盖层的厚度应根据输送物料的堆积密度、最大粒度及粒度组成、磨琢性及磨损性、冲击性,以及输送带工作循环时间等因素确定,并应符合下列规定:

- 1 在规定的正常使用期内,芯层不会因覆盖层磨损而暴露;
- 2 多层织物芯输送带,上覆盖层与下覆盖层的厚度之比不宜

大于 3 : 1;

3 煤矿用织物整芯阻燃输送带,上下覆盖层厚度应符合现行行业标准《煤矿用织物芯阻燃输送带》MT/T 914 的规定;

- 4 当输送特殊物料时,覆盖层厚度应根据物料特性确定。

8.1.8 织物芯输送带覆盖层的最小厚度应根据输送物料特性和工作条件确定。上覆盖层和下覆盖层的最小厚度基准值宜为 1mm~2mm,并应根据表 8.1.8-1 的物料特性和工作条件,按表 8.1.8-2 的评价值确定输送带上覆盖层附加厚度值。

表 8.1.8-1 输送带上覆盖层附加厚度评价值

物料特征及工作条件		评 价 值
受料条件(A)	有利	1
	正常	2
	不利	3

续表 8.1.8-1

物料特征及工作条件		评 价 值
受料频率(B)	低	1
	中	2
	高	3
最大粒度(C)	小	1
	中	2
	大	3
堆积密度(D)	小	1
	中	2
	大	3
磨琢性(E)	低	1
	中	2
	高	3

表 8.1.8-2 输送带上覆盖层最小附加厚度(mm)

评价值总和(A+B+C+D+E)	覆盖层附加厚度基准值
5~6	0~1
7~8	1~3
9~11	3~6
12~13	6~10
14~15	>10

8.1.9 钢丝绳芯输送带覆盖层的最小厚度应根据输送物料特性和工作条件确定,并应符合下列规定:

1 普通用途钢丝绳芯输送带应符合现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770 的规定,上覆盖层和下覆盖层的最小厚度基准值不应小于钢丝绳直径的 70%,且不得小于 4mm(不包括横向加强层的厚度),上覆盖层最小厚度应根据物料特性和工

作条件,按表 8.1.8-1 和表 8.1.8-2 的工作条件和评价价值确定上覆盖层附加厚度值;

2 矿井用钢丝绳芯阻燃输送带上的覆盖层和下覆盖层厚度,不宜小于现行国家标准《矿井用钢丝绳芯阻燃输送带》GB 21352 的规定。

8.1.10 输送带覆盖层性能应根据输送物料特性和工作条件等因素选择,并应符合下列规定:

- 1 根据物料特性和工作条件,按表 8.1.10 选择覆盖层性能;
- 2 当物料的磨琢性大、工作条件恶劣时,应选择耐磨性能好的覆盖层;
- 3 当输送特殊特性物料或在特殊环境下工作时,覆盖层性能应根据物料特性和环境条件确定。

表 8.1.10 输送不同种类物料的输送带覆盖层性能

工作条件	带芯类型	覆盖层性能			
		等级代号	拉伸强度(MPa)	拉断伸长率(%)	磨耗量(mm ³)
强磨琢性、冲击性大的岩石类大块物料	钢丝绳芯	H	≥24	≥450	≤120
	织物芯				
高磨琢性物料	钢丝绳芯	D	≥18	≥400	≤100
	织物芯				
	一般用途 织物芯阻燃		≥17	≥450	≤175
中度磨琢性和冲击性的中小块物料,一般工作条件	钢丝绳芯	L	≥15	≥350	≤200
	织物芯				
	一般用途 织物芯阻燃		≥14	≥400	≤200

续表 8.1.10

工作条件	带芯类型	覆盖层性能			
		等级代号	拉伸强度 (MPa)	拉断伸长率 (%)	磨耗量 (mm ³)
煤矿井下工作条件	矿井用钢丝绳芯阻燃	—	≥ 15	≥ 350	≤ 200
	矿井用织物叠层阻燃	—	≥ 14	≥ 350	≤ 200
	矿井用织物整芯阻燃	—	≥ 10	≥ 350	≤ 200

注：1 钢丝绳芯输送带覆盖层的等级代号及相关物理性能，依据现行国家标准《钢丝绳芯输送带 第1部分：普通用途输送带的设计、尺寸和机械要求》GB/T 28267.1 和《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770 的有关规定。

2 织物芯输送带等级代号及相关物理性能，依据现行国家标准《普通用途织物芯输送带》GB/T 7984 和《输送带 具有橡胶或塑料覆盖层的普通用途织物芯输送带规范》GB/T 32457 的有关规定。

3 矿井用阻燃输送带等级代号及相关物理性能，依据现行国家标准《矿井用钢丝绳芯阻燃输送带》GB 21352、现行行业标准《煤矿用织物叠层阻燃输送带》MT 830 和《煤矿用织物芯阻燃输送带》MT/T 914 的规定。

4 一般用途阻燃输送带等级代号及相关物理性能，依据现行国家标准《一般用途织物芯阻燃输送带》GB/T 10822 的规定。

Ⅲ 输送带接头

8.1.11 输送带接头形式应根据输送带类型和参数选择，并应符合下列规定：

- 1 钢丝绳芯输送带应采用硫化接头；
- 2 多层织物芯输送带宜采用硫化接头；
- 3 织物整芯输送带可采用机械接头。

8.1.12 输送带硫化接头应符合下列规定：

- 1 多层织物芯输送带宜采用阶梯式接头，接头应平整光滑，

最小接头长度应根据输送带拉伸强度和层数确定；

2 钢丝绳芯输送带硫化接头级数和最小接头长度应根据输送带的拉伸强度确定，并应符合现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770 的有关规定；

3 特殊结构及性能的输送带，接头形式及接头长度宜按输送带生产厂的技术要求确定。

8.1.13 大型或输送带拉伸强度大的倾斜带式输送机，宜在设计文件中注明输送带接头的技术要求，并宜在施工前进行接头强度试验。

IV 输送带安全系数

8.1.14 输送带的安全系数，应根据输送带类型、工作条件、接头特性以及带式输送机启动、制动性能确定，并应符合下列规定：

1 根据输送带类型及带式输送机启动和制动性能确定：

1) 输送带的安全系数，宜根据输送带名义拉断强度和输送带稳定运行的最大张力计算：

$$k_N \geq \frac{F_{\max}}{1000B} S \text{ 或 } \frac{1000k_N B}{F_{\max}} \geq S \quad (8.1.14-1)$$

式中： k_N ——输送带名义拉断强度或拉伸强度(N/mm)， k_N 为输送带强度系列标称值；

F_{\max} ——输送带稳定运行的最大张力(N)；

S ——输送带的安全系数(为相对于输送带名义拉断强度的安全系数)；

B ——带宽(m)。

2) 钢丝绳芯输送带的安全系数，当带式输送机采取可控软启动和可控制动措施时，宜取5~7；其他驱动方式时，可取7~9。

3) 聚酰胺和聚酯织物芯输送带的安全系数，当带式输送机采取可控软启动和可控制动措施时，宜取9~10；其他驱动方式时，可取10~12。

- 4) 棉织物芯输送带的安全系数, 宜取 8~9。
- 5) 管状带式输送机的聚酰胺和聚酯织物芯输送带, 安全系数不宜小于 12。
- 2 根据输送带接头特征和接头疲劳强度计算确定:
 - 1) 输送带安全系数宜按下式计算:

$$S = S_{\min} \frac{k_N}{k_{N,\min}} \quad (8.1.14-2)$$

式中: S_{\min} —— 相对于输送带最小名义拉断强度的最小安全系数;

$k_{N,\min}$ —— 输送带最小名义拉断强度(N/mm)。

- 2) 相对于输送带最小名义拉断强度的最小安全系数宜按下式计算:

$$S_{\min} = \frac{k_{N,\min}}{k} \quad (8.1.14-3)$$

$$k = \frac{F_{\max}}{1000B} \quad (8.1.14-4)$$

式中: k —— 输送带的平均应力(N/mm), 为输送带单位宽度的张力平均值。

- 3) 在稳定运行条件下, 输送带的最小名义拉断强度 $k_{N,\min}$, 应根据输送带边缘的最大应力 $k_{k,\max}$ 及输送带接头的基准疲劳强度系数 $k_{t,\text{rel}}$ 确定, 并按下列公式计算:

输送带的最小名义拉断强度:

$$k_{N,\min} = \frac{k_{t,\min}}{k_{t,\text{rel}}} \quad (8.1.14-5)$$

输送带接头的最小基准疲劳强度:

$$k_{t,\min} = c_k k_{k,\max} S_0 S_1 \quad (8.1.14-6)$$

式中: $k_{t,\min}$ —— 输送带接头的最小基准疲劳强度(N/mm);

$k_{t,\text{rel}}$ —— 输送带接头相对基准疲劳强度系数, 为输送带接头的基准疲劳强度 k_t 与输送带名义拉断强度 k_N 的比值, 宜按表 8.1.14-1 选取;

c_k —— 基于输送带边缘应力确定的最小接头疲劳强度系

数,织物芯输送带取 1;钢丝绳芯输送带,水平转弯段和垂直曲线段取 1,槽形过渡段取 1.25,当通过详细计算确定槽形过渡段输送带边缘张力时,可取 1;

$k_{k,\max}$ ——输送带边缘的最大应力(N/mm),为输送带截面张力分布不均匀时输送带边缘的单位宽度的最大张力;

S_0 ——基于输送带接头特征的安全系数,宜按表 8.1.14-2 选取;

S_1 ——基于输送带运行条件的安全系数,宜按表 8.1.14-3 选取。

4)具有上运段和下运段的带式输送机,当给料不均匀,在非稳定运行条件下出现极端应力时,输送带接头的最小基准疲劳强度 $k_{t,\min}$ 应满足下列条件要求:

$$k_{t,\min} \geq 1.1c_k k_{k,a,\max} \quad (8.1.14-7)$$

否则,输送带接头的基准疲劳强度应按下式计算确定:

$$k_t = 1.1c_k k_{k,a,\max} \quad (8.1.14-8)$$

式中: $k_{k,a,\max}$ ——非稳定运行条件下输送带边缘的最大应力(N/mm)。

表 8.1.14-1 输送带接头相对基准疲劳强度系数 $k_{t,rel}$ 参考值

输送带类型	结构参照标准	输送带拉伸强度 k_N (N/mm)	接头结构 及标准	相对基准疲劳 强度系数 $k_{t,rel}$
单层织物芯输送带	GB/T 7984	630~3150	指接接头	0.35
双层或厚芯层 织物芯输送带	GB/T 7984	200~2000	带中间抗拉体	0.35
双层以上织物芯 输送带	GB/T 7984	315~3150	阶梯接头	0.30
单层织物芯输送带	GB/T 31256	800~3150	GB/T 31256	0.35

续表 8.1.14-1

输送带类型	结构参照标准	输送带拉伸强度 k_N (N/mm)	接头结构 及标准	相对基准疲劳 强度系数 $k_{t,rel}$
双层织物芯输送带	GB/T 31256	800~1600	GB/T 31256 带中间抗拉体	0.30
钢丝绳芯输送带	GB/T 28267.1 GB/T 28267.2 GB/T 28267.3 GB/T 9770	1000~5400	GB/T 28267.4	0.45
钢丝绳芯输送带	GB/T 28267.1 GB/T 28267.3 GB/T 9770	<1000 >5400	GB/T 28267.4	0.45

注:1 强度系数 $k_{t,rel}$ 基准值不适用于老化或已使用的输送带接头。

2 标准号名称:

《普通用途织物芯输送带》GB/T 7984;

《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770;

《输送带 具有橡胶或塑料覆盖层的地下采矿用织物芯输送带规范》GB/T 31256;

《钢丝绳芯输送带 第1部分:普通用途输送带的设计、尺寸和机械要求》GB/T 28267.1;

《钢丝绳芯输送带 第2部分:优选带型》GB/T 28267.2;

《钢丝绳芯输送带 第3部分:井下用输送带的特殊安全要求》GB/T 28267.3;

《钢丝绳芯输送带 第4部分:带的硫化接头》GB/T 28267.4。

表 8.1.14-2 基于输送带接头特征的安全系数 S_0

项 目	特 征 分 类		
空气中的粉尘	正常	无尘	灰尘较多
防止太阳辐射	正常	良好	中等
温 度	中等	18℃ ~ 22℃	<10℃ 或 >30℃

续表 8.1.14-2

项 目	特 征 分 类		
工作空间	正常	宽敞	窄小
工人技能	正常	很好	中等
接头材料质量	正常	很好	接近保质期
硫化设备质量	正常	很好	中等
安全系数 S_0	1.1	降低至 1.0	增大至 1.2

表 8.1.14-3 基于输送带运行条件的安全系数 S_1

项 目	特 征 分 类		
预期使用寿命	正常	短	高
故障造成的损坏	正常	低	高
化学和物理因素对应力的影响	正常	低	高
启动/停止次数	$>3/d \sim <30/d$	$\leq 3/d$	$\geq 30/d$
输送带循环频率(循环次数)	$>2/h \sim <60/h$	$\leq 2/h$	$\geq 60/h$
安全系数 S_1	1.7	降低至 1.5	增大至 1.9

8.2 滚 筒

8.2.1 带式输送机滚筒的最小直径应根据输送带类型和张力确定,并应符合下列规定:

1 滚筒直径基准值应按下式计算:

$$D_{Tr} = C_0 d_B \quad (8.2.1-1)$$

式中: D_{Tr} ——滚筒直径基准值(mm);

C_0 ——滚筒直径系数,棉织物芯输送带取 80,聚酰胺织物芯输送带取 90,聚酯织物芯输送带取 108,钢丝绳芯输送带取 145;

d_B ——输送带的织物芯层厚度或输送带的钢丝绳直径(mm)。

2 传动滚筒和其他滚筒的直径,应根据圆整后的滚筒直径基准值 D_{Tr} 、滚筒上输送带张力利用率 f_{RMBT} 和滚筒组别,按表 8.2.1 选取。

表 8.2.1 稳定工况最小滚筒直径基准值(无摩擦面层)(mm)

滚筒 直径 基准值 D_{Tr}	$f_{RMBT} = \frac{k_{B,max}}{k_N} \times 8 \times 100\%$											
	>100% 滚筒组别			>60%~100% 滚筒组别			>30%~60% 滚筒组别			≤30% 滚筒组别		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
400	500	400	315	400	315	250	315	250	200	250	250	200
500	630	500	400	500	400	315	400	315	250	315	315	250
630	800	630	500	630	500	400	500	400	315	400	400	315
800	1000	800	630	800	630	500	630	500	400	500	500	400
1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	630	500	630	630	500
1250	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	800	630
1400	1600	1400	1000	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1600	1800	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1800	2000	1800	1250	1800	1400	1250	1400	1250	1000	1250	1250	1000
2000	2200	2000	1400	2000	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1250	1000

注:1 f_{RMBT} — 滚筒的张力利用率。

2 $k_{B,max}$ — A 组滚筒条件下,滚筒处输送带的最大应力(N/mm),为输送带最大张力在带宽上的平均值。

3 k_N — 输送带名义拉断强度或拉伸强度(N/mm)。

4 A 组—传动滚筒和在较高输送带张力区内的其他滚筒;B 组—在较低输送带张力区的改向滚筒;C 组—围包角不大于 30°的改向滚筒。

3 传动滚筒直径宜根据滚筒表面比压进行核算:

$$D \geq \frac{F_1 + F_2}{1000 P_{Bp} B} \quad (8.2.1-2)$$

$$D \geq \frac{(F_1 + F_2) t_1}{1000 P_{Bs} B d_B} \quad (8.2.1-3)$$

式中： D ——滚筒直径(mm)；
 F_1 ——输送带在滚筒绕入点的张力(N)；
 F_2 ——输送带在滚筒绕出点的张力(N)；
 P_{Bp} ——输送带许用比压(N/mm²)，可由输送带制造厂提供，无资料时，钢丝绳芯输送带可取 0.6N/mm²，织物芯输送带可取 0.4N/mm²；
 P_{Bs} ——钢丝绳芯输送带钢丝绳下的许用比压(N/mm²)，可由输送带制造厂提供，无资料时，可取 1.2N/mm²；
 B ——带宽(m)；
 t_1 ——输送带的钢丝绳间距(mm)；
 d_B ——钢丝绳芯输送带的钢丝绳直径(mm)。

8.2.2 滚筒的长度应根据带宽确定，并应符合下列规定：

1 普通带式输送机、水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机的滚筒长度，应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的规定；

2 管状带式输送机的滚筒长度应根据管径及带宽确定，宜按表 8.2.2 选取。

表 8.2.2 管状带式输送机的管径、带宽与滚筒长度的匹配关系(mm)

名义管径 d_g	带宽 B	滚筒长度
100	360	500
150	600	750
200	800	950
250	1000	1150
300	1100	1300
350	1300	1600
400	1600	2000
450	1700	2000
500	1850	2200

续表 8.2.2

名义管径 d_g	带宽 B	滚筒长度
560	2000	2400
600	2250	2600
630	2350	2800
700	2450	2900
800	2900	3400
850	3100	3600

8.2.3 滚筒的覆盖面应根据滚筒的类型及工作条件确定,并应符合下列规定:

1 传动滚筒应有覆盖面,宜采用橡胶覆盖面,特殊要求时,可采用镶嵌陶瓷材料等覆盖面;

2 传动滚筒的覆盖面应有人字形沟槽或菱形沟槽,双向运行的传动滚筒应采用菱形沟槽;

3 工作环境条件较差或与输送带承载面接触的改向滚筒,应采用橡胶覆盖面;

4 寒冷环境条件下的胶面滚筒,其橡胶覆盖面的性能应满足低温工作环境条件的要求。

8.2.4 煤矿井下带式输送机滚筒的橡胶覆盖面应采用阻燃材料。

8.2.5 滚筒的载荷应按下列规定确定:

1 传动滚筒的扭矩和合张力,应按带式输送机稳定运行工况的最大载荷计算;

2 改向滚筒合张力,应按带式输送机稳定运行工况的最大载荷计算;

3 长距离和复杂带式输送机的滚筒载荷,除按稳定运行工况计算外,还应按最不利工况、制动力矩或逆止力矩条件,对滚筒强度和刚度进行校核。

8.2.6 滚筒的质量指标、设计寿命等性能,应根据带式输送机的

工作条件确定,并不应低于现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。

8.3 托 辊 组

I 一 般 规 定

8.3.1 带式输送机托辊组形式应根据带式输送机类型、输送的物料特性、工作条件选择,并应符合下列规定:

1 普通固定式带式输送机可采用固定托辊组,水平和倾角较小的上运或下运带式输送机,上分支和下分支可采用吊挂托辊组;

2 移置式和半移动式带式输送机应采用吊挂托辊组;

3 带式输送机的受料点应设缓冲装置,当输送大块物料或岩石类物料时,缓冲装置支架或吊架宜具有减振缓冲功能;

4 带式输送机的槽形过渡段应设过渡托辊组;

5 短距离带式输送机可设调心托辊组,固定式长距离带式输送机宜设部分前倾托辊组,下分支可设反 V 形等托辊组;

6 带式输送机凸弧段,当张力较大时宜设槽角渐变的托辊组;

7 工作环境温度较低或输送黏性物料时,下分支宜设梳形托辊组;

8 多雨地区室外设置的带式输送机,宜设防雨罩,当无防雨罩时,槽角大于 50° 的托辊宜采用防水托辊;

9 带式输送机的水平转弯段,宜采用托辊组内曲线侧抬高或增加托辊、增大托辊槽角等形式,托辊组抬高角或托辊槽角应便于调整。

8.3.2 托辊的选择应符合下列规定:

1 托辊的直径应根据带速选择,并应符合表 8.3.2 的规定。

2 托辊的长度应根据带式输送机的类型、带宽和托辊组托辊的数量确定。

表 8.3.2 托辊直径允许的带速值

托辊直径 (mm)	带速(m/s)														
	0.8	1.0	1.25	1.6	2.0	2.25	2.5	3.15	3.55	4.0	4.5	5.0	5.6	6.3	7.1
63.5	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
102	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—
108	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—	—	—
127	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—
133	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—	—
152	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—
159	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—
168	—	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—
194	—	—	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—
219	—	—	—	—	—	—	—	√	√	√	√	√	√	√	√

3 当托辊承受载荷较大时,托辊的轴承应按本标准附录 B 的规定计算托辊承载能力或计算托辊轴承预期寿命 L_{10} 。

4 托辊的密封形式应根据带式输送机工作环境条件选择,当带式输送机工作条件恶劣时,托辊轴承密封结构应选用性能良好的密封。

5 临近医院、学校、机关、住宅区等噪声控制区,宜采用低噪声托辊。

6 托辊的质量指标、设计寿命等性能,应根据带式输送机工作条件确定,并不应低于现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。

8.3.3 煤矿井下用带式输送机托辊的缓冲圈(环)等非金属材料,应采用阻燃材料。

II 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

8.3.4 普通带式输送机和水平转弯带式输送机的托辊长度,应根

据带宽、托辊组横截面参数和托辊的数量确定。当托辊组为 1 托辊~3 托辊时,托辊长度应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定;当托辊组为 4 托辊和 5 托辊时,应根据托辊组横截面的参数确定。

8.3.5 普通带式输送机和水平转弯带式输送机的托辊组间距,应根据带式输送机输送量、输送带张力、托辊承载能力、输送带垂度及在带式输送机的安装位置确定,并应符合下列规定:

1 缓冲托辊组的间距应根据输送量、物料的堆积密度和粒度确定,宜为上分支标准段托辊组间距的 30%~50%,当输送量大、物料堆积密度和粒度大或落料高差较大时,宜为缓冲托辊直径的 1.2 倍~1.5 倍;

2 标准段托辊组的间距,上分支宜为 1.0m~1.5m,下分支宜为 3.0m~6.0m,长距离或输送带张力较大的带式输送机,可增大托辊组间距;

3 上分支凸弧段的托辊组间距,应根据托辊承载能力和输送带张力确定,宜为标准段的 50%;

4 水平转弯带式输送机水平转弯段的托辊组间距,宜为直线段托辊组间距的 50%~100%。

8.3.6 水平转弯带式输送机水平转弯段的托辊组形式,应根据带式输送机布置、水平转弯段的曲率半径和输送带张力确定,并应符合下列规定:

1 水平转弯段的承载托辊组宜采用下列形式:

1)托辊组内曲线侧抬高并可调(3 托辊)[图 8.3.6-1(a)];

2)托辊组内曲线侧的托辊加长[图 8.3.6-1(b)];

3)托辊组内曲线侧增加 1 个托辊[图 8.3.6-1(c)];

4)槽形托辊组的槽角增大到 $45^{\circ}\sim 65^{\circ}$;

5)托辊组内曲线侧的托辊前倾;

6)托辊组采用 4 托辊或 5 托辊;

7)整体摆动式吊挂托辊组[图 8.3.6-1(d)]。

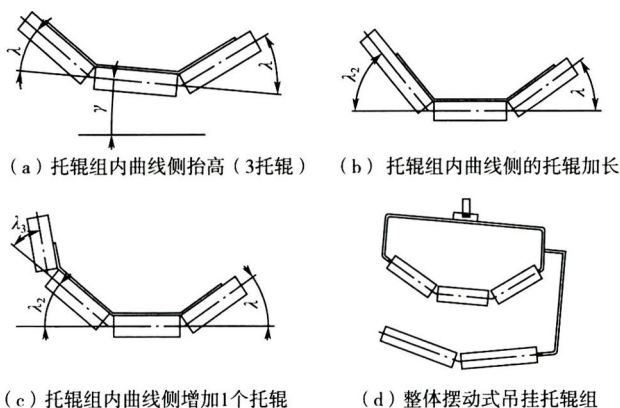


图 8.3.6-1 水平转弯段承载托辊组的形式示意图

γ —曲线段托辊组内侧抬高角; λ_2 —槽形托辊组下侧辊的槽角(加长托辊侧);

λ_3 —槽形托辊组上侧辊的槽角(增加的托辊侧)

2 水平转弯段的回程托辊组宜采用下列形式:

- 1) 托辊组内曲线侧抬高并可调(3托辊)[图 8.3.6-2(a)];
- 2) 托辊组内曲线侧抬高并可调(2托辊)[图 8.3.6-2(b)];
- 3) 托辊内曲线侧抬高并可调(单托辊)[图 8.3.6-2(c)];
- 4) 托辊组内曲线侧的托辊加长[图 8.3.6-2(d)];
- 5) 托辊组内曲线侧的托辊前倾。

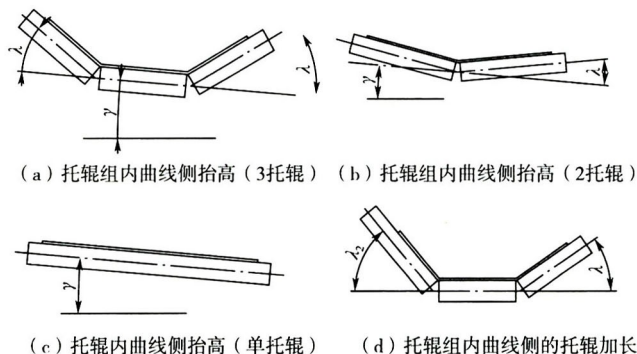


图 8.3.6-2 水平转弯段回程托辊组的形式示意图

Ⅲ U 型带式输送机

8.3.7 U 型带式输送机托辊组的托辊长度,应根据带宽、输送带 U 形横截面尺寸、托辊数量等确定,宜按表 8.3.7 选择。

表 8.3.7 U 型带式输送机托辊的长度 (mm)

带宽 B	输送带开口 尺寸 W	托辊直径	托辊长度	槽形托辊组 托辊的数量
500	250	63.5、76、89	145	4
	167		95、190	4
650	325	76、89、108	195	4
	217		125、250	4
800	400	89、108、133、159	160	5
	267		120、300	5
1000	500	108、133、159、168、194	200	5
	333		140、315	5
1200	600		240	5
	400		170、380	5
1400	700		280	5
	467		200、450	5
1600	800		320	5
	533		220、500	5
1800	900	133、159、168、194、219	360	5
	600		240、550	5
2000	1000		400	5
	667		260、600	5

8.3.8 U 型带式输送机托辊组的形式和间距应符合下列规定:

1 水平转弯段的上分支,托辊组应采用 U 形横截面,并宜采用 5 托辊或 4 托辊,直线段的上分支,可采用普通带式输送机托辊

组形式；

2 水平转弯段的下分支,可采用本标准第 8.3.6 条第 2 款水平转弯带式输送机的转弯段托辊组形式,直线段的下分支,宜采用普通带式输送机托辊组形式；

3 水平转弯段托辊组的间距宜为直线段托辊组间距的 50%~70%。

IV 管状带式输送机

8.3.9 管状带式输送机的托辊组布置应符合下列规定：

1 标准段托辊组,当设在托辊窗框板一侧时(图 8.3.9-1),相邻两个托辊边角距离宜为 4mm~6mm;当设在托辊窗框板两侧时(图 8.3.9-2、图 8.3.9-3),托辊端部在窗框板上的投影应部分重叠；

2 过渡段托辊组的布置和槽角,应便于输送带由平形至管状或由管状至平形间的平稳过渡；

3 受料段缓冲托辊组的间距应符合本标准第 8.3.5 条的有关规定。

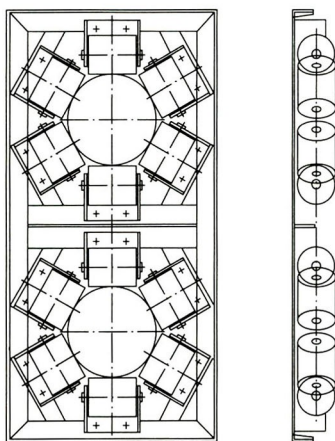


图 8.3.9-1 在窗框板一侧布置的正六边形托辊组示意图

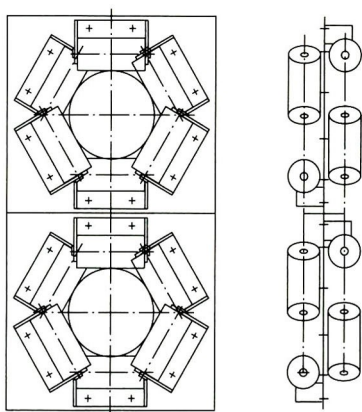


图 8.3.9-2 在窗框板两侧布置的正六边形托辊组示意图

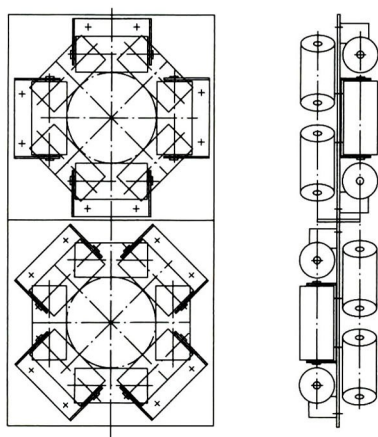


图 8.3.9-3 在窗框板两侧布置的正八边形托辊组示意图

8.3.10 管状带式输送机的托辊长度,应根据名义管径、托辊组形式及托辊的数量确定,并应符合下列规定:

1 当托辊组设在托辊窗框板一侧时,托辊长度应根据管状带式输送机的实际管径(外径)确定,宜按表 8.3.10 选择。

表 8.3.10 管状带式输送机的托辊长度(mm)

名义管径 d_g	托辊直径	正六边形,单侧 布置时托辊长度	正六边形,两侧 布置时托辊长度	正八边形,两侧 布置时托辊长度
100	63.5、76	50	100	90
150	76、89	80	140	130
200	76、89	110	180	160
250	89、108、133	140	210	180
300~350	108、133、 159、194	175	250	205
		195	290	240
400		225	330	270
450		240	370	300
500	133、159、 194、219	280	400	330
560		315	440	370
600		340	480	390
630		350	500	400
700		395	550	440
800	159、194、219	450	620	480
850		480	650	500

2 当托辊组设在托辊窗框板两侧并采用等长托辊时,托辊长度宜按表 8.3.10 选择。

3 受料段及过渡段的托辊长度应根据托辊组的布置和带宽确定。

8.3.11 管状带式输送机托辊组的间距应符合下列规定:

1 直线段托辊组的间距应根据输送的物料特性确定,并宜按表 8.3.11 选取。

表 8.3.11 管状带式输送机直线段托辊组的间距 l_s 推荐值

名义管径 d_g (mm)	物料的堆积密度 $\rho(t/m^3)$		
	<0.8	1.2	>1.6
	托辊组间距(mm)		
100	1200	1000	1000
150	1700	1500	1300
200	1800	1600	1500
250	1900	1700	1600
300	2000	1800	1700
350	2100	1900	1800
400	2200	2100	1900
450	2250	2150	1950
500	2300	2200	2000
560	2350	2250	2050
600	2400	2300	2200
630	2450	2350	2250
700	2500	2400	2300
800	2600	2500	2400
850	2700	2600	2500

2 曲线段托辊组的间距应根据曲线的类型及曲率半径确定，并应符合下列规定：

- 1) 曲线段托辊组的间距宜按直线段间距的 60%～80% 选取；
- 2) 布置复杂的管状带式输送机，当采用织物芯输送带时，曲线段托辊组的间距应根据曲线类型及曲率半径确定，并宜按下式计算：

$$l_c = k_3 l_s \quad (8.3.11)$$

式中: l_c ——曲线段托辊组的间距(m);

k_3 ——曲线段托辊组的间距系数,宜按图 8.3.11 选取;

l_s ——直线段托辊组的间距(m)。

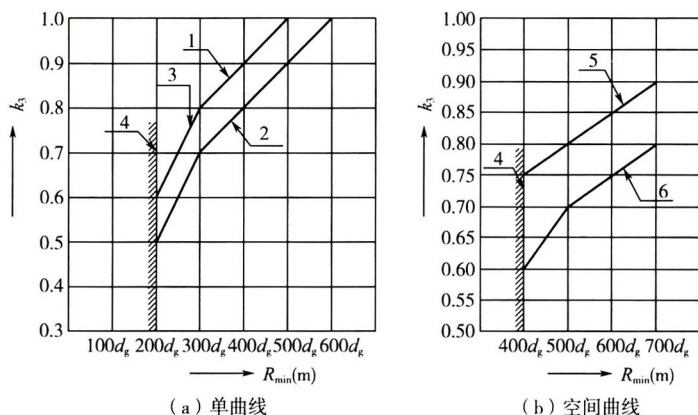


图 8.3.11 织物芯输送带曲线段托辊组的间距系数

R_{min} ——最小曲率半径;1—凹弧;2—凸弧;3—单向水平转弯;

4—限制临界线;5—水平转弯+凹弧;6—水平转弯+凸弧

8.4 机 架

I 一般规定

8.4.1 带式输送机机架应符合下列规定:

- 1 输送工艺的要求;
- 2 带式输送机部件布置、安装和调整的要求;
- 3 带式输送机载荷的要求;
- 4 工作条件和环境条件的要求。

8.4.2 带式输送机钢结构构件的防锈与涂漆,应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。特殊环境使用的带式输送机应满足相应环境条件的防腐要求。

II 普通带式输送机

8.4.3 普通带式输送机的头架和尾架形式应符合下列规定:

- 1 固定式带式输送机的头架宜采用三角形结构；
- 2 用于运输困难场所的头架和尾架，宜采用可拆式组合机架；
- 3 移置式带式输送机 and 半移动式带式输送机的头架，应采用滑橇式(图 8.4.3-1)或驮运式(图 8.4.3-2)，尾架应采用滑橇式(图 8.4.3-3)。

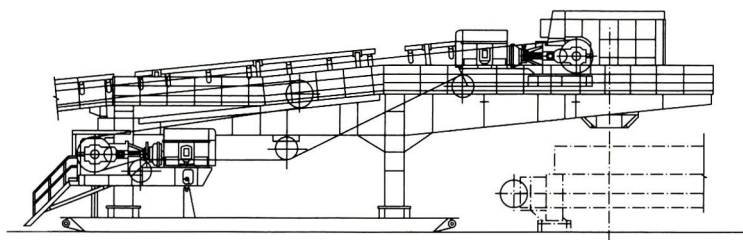


图 8.4.3-1 滑橇式机头站示意图

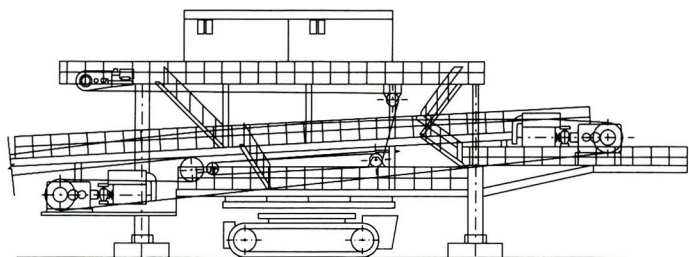


图 8.4.3-2 履带车驮运式机头站示意图

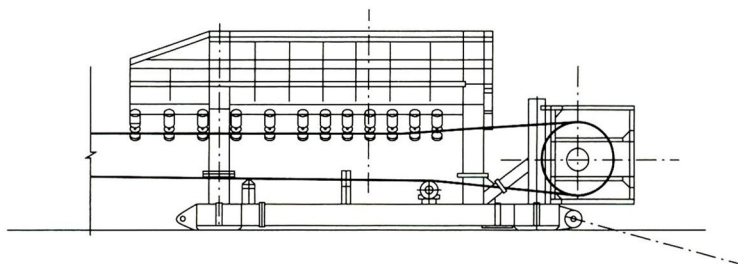
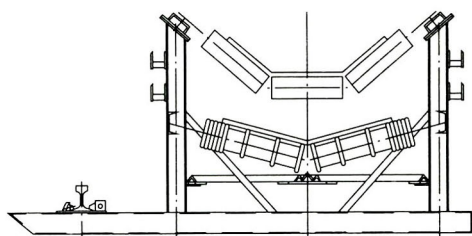


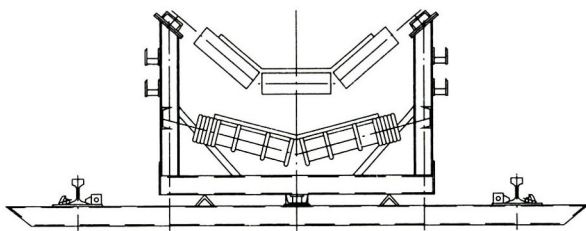
图 8.4.3-3 滑橇式机尾站示意图

8.4.4 普通带式输送机的中间架形式应符合下列规定：

- 1** 固定式带式输送机宜采用固定式中间架；
- 2** 井下巷道等特殊工作条件的带式输送机，可采用吊挂式、绳架式中间架；
- 3** 移置式带式输送机和半移动式带式输送机，应采用滑橇式中间架(图 8.4.4-1、图 8.4.4-2)。



(a) 单轨滑橇式中间架示意图



(b) 双轨滑橇式中间架示意图

图 8.4.4-1 移置式带式输送机滑橇式中间架示意图

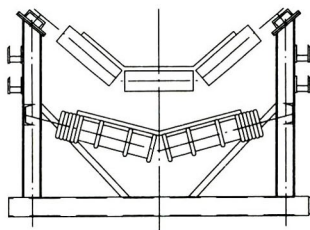


图 8.4.4-2 半移动式带式输送机滑橇式中间架示意图

Ⅲ 水平转弯带式输送机 and U 型带式输送机

8.4.5 水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机,头架和尾架的形式应符合本标准第 8.4.3 条的有关规定。

8.4.6 水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机,转弯段中间架的形式应根据带式输送机布置、参数和托辊组形式确定,并应便于托辊组的调整。

Ⅳ 管状带式输送机

8.4.7 管状带式输送机的头架和尾架形式应符合本标准第 8.4.3 条的有关规定。

8.4.8 管状带式输送机过渡段的中间架形式应便于托辊组的调整,并应满足输送带平形与管状之间平稳过渡的要求。

8.4.9 管状带式输送机的托辊窗框板应便于托辊的布置、安装和调整。

8.5 驱 动 装 置

8.5.1 带式输送机驱动装置应符合下列规定:

1 应具有良好的启动性能,并应能在各种工况下可靠地启动;

2 多机驱动时,应具有良好的电动机功率平衡功能。

8.5.2 带式输送机驱动装置形式应根据带式输送机的参数和性能确定,并应符合下列规定:

1 驱动功率 37kW 及以下的带式输送机,可采用电动机与减速器直联驱动装置;

2 驱动功率 45kW 及以上的带式输送机,宜采用电动机、限矩型液力耦合器、减速器驱动装置;

3 功率较小的带式输送机或布置受限的单滚筒驱动的小型带式输送机,可采用电动滚筒或外装式减速滚筒驱动装置;

4 大型、长距离及布置复杂的多机驱动带式输送机,应采用变频调速装置、液粘软启动装置、调速型液力耦合器等具有可控软

启动功能的驱动装置。

8.5.3 在爆炸和火灾危险环境下的带式输送机驱动装置及电气设备,应符合爆炸和火灾危险环境电力装置防爆规定。

8.5.4 带式输送机驱动装置的布置,应根据带式输送机的工艺布置、设备安装、维修及供电系统条件等确定,并应符合下列规定:

1 驱动装置的位置应根据带式输送机满载稳定运行工况的上分支和下分支阻力分布确定,并应有利于降低输送带张力;

2 上运带式输送机的驱动装置宜设在带式输送机头部;

3 下运带式输送机的驱动装置宜设在带式输送机尾部;

4 复杂工况的带式输送机驱动装置的位置,应根据运行工况、技术经济合理性确定。

8.5.5 移置式带式输送机和半移动式带式输送机的驱动装置,应采用浮动式独立的驱动装置架。

8.6 拉紧装置

8.6.1 拉紧装置应根据带式输送机的张力分布、驱动装置位置和性能、线路布置等确定,并应符合下列规定:

1 应满足输送带各种工况下拉紧力的要求;

2 应满足输送带垂度的要求;

3 应满足传动滚筒与输送带之间不打滑的要求;

4 拉紧滚筒的移动范围,应符合各种工况和环境下输送带伸缩量的要求。

8.6.2 拉紧装置形式应符合下列规定:

1 长度不大于 50m 的短距离带式输送机宜采用螺旋拉紧装置,长度大于 50m 并有安装空间时宜采用垂直式重锤拉紧装置;

2 长距离带式输送机宜采用塔架重锤式拉紧装置、电动绞车拉紧装置、自动拉紧装置或塔架重锤式与电动绞车组合式等拉紧装置;

3 倾角较大的上运带式输送机可采用尾部重载车式拉紧

装置；

4 复杂带式输送机宜采用重锤式或自动式拉紧装置。

8.6.3 拉紧滚筒的拉紧行程应根据输送带的弹性伸长量和永久伸长量及输送带安装的附加行程等确定,并应按下式计算:

$$l_{Sp} \geq (\epsilon_0 + \epsilon_1)L + l_N \quad (8.6.3)$$

式中: l_{Sp} ——拉紧滚筒的拉紧行程(m);

ϵ_0 ——输送带弹性伸长和永久伸长综合系数,棉织物芯及聚酰胺多层织物芯输送带可取 0.018~0.023,聚酯多层织物芯输送带可取 0.013~0.018,钢丝绳芯输送带可取 0.002,或按输送带制造厂推荐值选取;

ϵ_1 ——托辊组间的输送带屈挠率,取 0.001;

l_N ——输送带安装附加行程(m),棉织物芯、聚酯及聚酰胺多层织物芯输送带取 1m~2m,钢丝绳芯输送带取一个接头制作总长度再加 0.5m~1.0m,当带式输送机采用螺旋拉紧时, $l_N = 0$ 。

8.6.4 拉紧装置的布置应根据带式输送机长度、动态特性和输送带张力分布确定,并应符合下列规定:

1 拉紧装置宜设在带式输送机稳定运行工况下输送带最小张力处或靠近传动滚筒处;

2 短距离带式输送机或倾角较大的上运带式输送机,拉紧装置宜设在带式输送机尾部;

3 螺旋拉紧装置宜设在带式输送机尾部;

4 重锤车式拉紧装置应减小拉紧系统附加阻力。

8.7 制动和逆止装置

8.7.1 倾斜带式输送机制动装置和逆止装置应符合下列规定:

1 可能发生逆转的上运带式输送机应设常闭式制动装置或逆止装置,大型上运带式输送机应同时设制动装置和逆止装置;

2 倾斜带式输送机制动装置的制动力矩,不得小于带式输送

机所需制动力矩的 1.5 倍；

3 上运带式输送机制动装置的制动力矩，应满足带式输送机在额定载荷停机时最大逆止力矩的要求。

8.7.2 长距离、大型及高带速的水平或微倾斜带式输送机应设制动装置。

8.7.3 滚筒轴上逆止装置的额定逆止力矩应按下列公式计算：

$$M = k_2 (F_{St} - F_H) \frac{D}{2} \quad (8.7.3)$$

式中：M——逆止装置的额定逆止力矩(N·m)；

k_2 ——逆止装置工况系数，取 1.5～2.0，当每天停机不超过 3 次～4 次时，取低值，否则取高值；

F_{St} ——提升阻力(N)，应取最不利工况的最大提升阻力；

F_H ——主要阻力(N)，按本标准第 4.1 节的公式计算，其中模拟摩擦系数取 0.012～0.016。

8.7.4 带式输送机逆止装置的布置应符合下列规定：

1 上运带式输送机的逆止装置，宜设在头部滚筒轴、减速器输出轴或传动滚筒轴处，当逆止力矩较小时可设在减速器高速轴处；

2 当一台带式输送机设有多台逆止装置时，宜采用力矩均衡型逆止装置，当逆止装置之间不能实现均衡受力时，每台逆止装置的逆止力应按带式输送机所需总逆止力确定，并应验算与逆止装置相连的减速器输出轴或传动滚筒轴及其连接件的强度。

8.7.5 大型及复杂带式输送机制动停机时，应对输送带进行打滑验算。

8.8 清 扫 器

8.8.1 带式输送机的清扫器应根据物料特性选择，输送黏性或粉状物料时，宜设多道输送带清扫器。

8.8.2 带式输送机应设空段清扫器，应设在尾部输送带的回程

段,或可能有物料进入输送带与滚筒之间的回程段。

8.8.3 当带式输送机工作条件较差或输送黏性物料时,宜在与输送带承载面接触的滚筒处或可能有物料粘附的其他滚筒处设滚筒清扫器。

9 安全保护装置

9.1 一般规定

9.1.1 带式输送机应设下列安全保护装置：

- 1 带式输送机人行道侧的拉绳保护装置；
- 2 输送大块或坚硬物料的钢丝绳芯输送带的纵向撕裂保护装置；
- 3 输送带跑偏检测装置；
- 4 输送带打滑检测装置；
- 5 长距离及复杂带式输送机拉紧装置的限位保护装置。

9.1.2 带式输送机宜设下列安全保护装置：

- 1 溜槽堵塞检测装置；
- 2 大型带式输送机制动装置的开闭检测装置；
- 3 电动、液压等动力拉紧装置的张力检测装置；
- 4 6级及以上大风侵袭危险或沿海地区的室外带式输送机防止输送带翻转的保护装置；
- 5 长距离带式输送机具有地址编码系统识别位置的拉绳保护装置。

9.2 紧急开关

9.2.1 带式输送机的驱动站应设紧急停机按钮。

9.2.2 带式输送机的拉绳保护装置应具有人工复位功能。拉绳保护装置的间距不宜超过60m，并宜每3m~6m设一组托绳环。

9.3 输送带保护

9.3.1 输送带打滑检测装置的功能应符合下列规定：

1 大型长距离带式输送机,应采用对带式输送机启动、稳定运行和制动工况全过程检测的输送带打滑检测装置。

2 输送带允许的滑差率应根据输送带张力、带速等条件确定。输送带张力较大的带式输送机宜按下列规定选取:

1)报警信号:速度滑差率大于或等于8%;

2)停机信号:速度滑差率大于或等于8%,且运行时间大于或等于20s,或速度滑差率大于或等于12%,且运行时间大于或等于5s。

9.3.2 输送带跑偏检测装置的布置应符合下列规定:

1 输送带跑偏检测装置宜设在带式输送机头部、尾部、凸弧段或凹弧段两侧机架上;

2 采用固定式托辊组的长距离带式输送机,宜在中间段增设跑偏检测装置;

3 机长较短或采用吊挂式托辊组的带式输送机,可在机头和机尾处设输送带跑偏检测装置。

9.3.3 输送带纵向撕裂保护装置应设在受料点等输送带易撕裂处。

9.3.4 采用张力大的钢丝绳芯输送带的带式输送机,宜设接头监测装置。

9.4 料流检测装置

9.4.1 设有自动洒水设施的带式输送机应设料流检测器。

9.4.2 带式输送机宜设防物料堵塞溢料的溜槽堵塞检测器。堵塞检测器应满足振动、灰尘和潮湿工作条件的要求。

9.5 下运带式输送机和管状带式输送机保护

9.5.1 圆周力为负值的下运带式输送机,应采取超速保护和断电保护措施。

9.5.2 下运带式输送机的超速保护应符合下列规定:

1 当下运带式输送机发生超速并达到一级限定值时,应自动停止向带式输送机给料,当超速达二级限定值时应自动制动减速停机;

2 超速限定值应根据设备的具体参数确定,一级超速值不宜大于额定速度的 105%,二级超速值不宜大于额定速度的 110%。

9.5.3 当电控系统故障或断电时,下运带式输送机应自动进入紧急制动停机工况。

9.5.4 管状带式输送机的安全保护应符合本标准第 9.1 节~第 9.5 节的有关规定,并应设下列安全装置:

- 1 防止瞬间料流过大的料流控制装置;
- 2 防止大块物料进入管状输送带的安全装置;
- 3 在输送带绕入滚筒前避免输送带发生折叠的输送带张开装置;
- 4 受料点出口处宜设防胀管装置;
- 5 宜设防输送带扭转装置。

10 整 机 布 置

10.1 一 般 规 定

10.1.1 带式输送机输送物料的允许最大倾角,应根据输送的物料种类及特性、带式输送机参数、输送带类型和工作条件确定,并宜符合下列规定:

1 带式输送机输送散状物料的允许最大倾角,可按现行国家标准《连续搬运设备 散状物料分类、符号、性能及测试方法》GB/T 35017 的推荐值选取;

2 普通带式输送机,采用光面输送带,输送常用一般特性散状物料时:当槽角不大于 35° 时最大上运倾角可取 17° ,当槽角为 45° 及以上时最大上运倾角可增大,下运时最大倾角宜减小;

3 U 型带式输送机采用普通输送带,输送常用一般特性散状物料时,最大上运倾角可取 25° ;

4 管状带式输送机的最大上运倾角可取 30° ;

5 严寒和寒冷工作环境的带式输送机,宜降低受料段的倾角。

10.1.2 带式输送机线路布置应符合下列规定:

1 宜减少中间转载环节;

2 转载站、驱动站及输送线路,应避开山体滑坡、崩塌、岩溶、泥石流、采空区等不良工程地段及受洪水和内涝水患威胁的地段;

3 应充分利用地形,少占农田、减少占地;

4 应满足环保的要求;

5 线路布置和维修道路应便于设备安装和维修,长距离带式输送机可设机上移动式检修车。

10.2 受 料

I 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

10.2.1 带式输送机受料段的布置应符合下列规定：

1 向带式输送机供料设备的供料量应与带式输送机设计输送量相适应；

2 高带速或输送块状物料时，受料段宜水平或微倾斜布置，当需倾斜布置时，应采取加长导料槽等措施；

3 受料段不宜设在带式输送机的槽形过渡段、凸弧段或凹弧段。

10.2.2 导料槽的布置应符合下列规定：

1 导料槽长度应根据带速、物料特性、溜槽的卸料角度确定，导料槽最小长度应大于物料在输送带上加速到稳定运行的距离，不宜小于输送带运行 1.2s 的长度，并不小于 3m；

2 当带式输送机多点受料，且受料点间的距离较小时，可在受料点间全长设导料槽，当受料点间距大于 10m 时，受料点可单独设导料槽。

II U 型带式输送机

10.2.3 U 型带式输送机的受料段布置应满足物料在受料段稳定运行和便于输送带过渡到 U 形的要求，并应符合下列规定：

1 受料段应布置在直线段；

2 受料段缓冲托辊的槽角宜为 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ；

3 受料段倾斜布置时倾角不宜大于 16° ，当输送流动性物料时，导料槽长度宜加长。

III 管状带式输送机

10.2.4 管状带式输送机的受料段应满足物料在受料段稳定运行和便于输送带过渡到管状的要求，并应符合下列规定：

1 受料段应布置在直线段；

2 输送流动性好的细颗粒物料时，受料段的倾角不宜大

于 5° ;

3 受料段倾斜布置时倾角不宜大于 16° , 当输送流动性好的物料时导料槽长度宜加长。

10.2.5 向管状带式输送机的给料量应均匀。

10.3 卸 料

10.3.1 带式输送机卸料设备的形式应根据工艺要求、物料特性及带式输送机参数确定, 并应符合下列规定:

1 犁式卸料器应符合下列规定:

1) 带速不宜超过 3.15m/s ;

2) 不宜用于卸载大于 75mm 的块状物料和磨琢性大的物料;

3) 输送带接头应平滑。

2 卸料车等移动式卸料器宜设在带式输送机水平段, 带速不宜超过 5m/s 。

3 可逆配仓带式输送机应水平布置。

10.3.2 溜槽的形式和布置应根据带式输送机设计输送量、物料特性和工作条件确定, 并应符合下列规定:

1 溜槽倾斜段的横截面尺寸不宜小于 1.5 倍的物料最大粒度;

2 溜槽的布置应避免物料垂直下落到输送带上, 当输送块状、硬度大、磨琢性大的物料或带速大于 3.15m/s 时, 溜槽内应设耐磨衬板;

3 卸料高度大、布置复杂的溜槽, 应优化溜槽结构形式, 宜采用曲线溜槽;

4 大型溜槽应设检查门, 其位置应便于人员接近和观察;

5 当输送含水率高的物料、黏性物料或工作环境温度较低时, 溜槽应采取防粘、防堵措施。

10.4 过渡段

I 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机

10.4.1 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机的槽形过渡段最小长度 l_{Td} (图 10.4.1-1 和图 10.4.1-2),应根据输送带类型、张力利用率、滚筒上母线与槽形托辊组的相对位置确定,并应符合下列规定:

1 根据输送带张力利用率宜按表 10.4.1-1 和表 10.4.1-2 选取。

表 10.4.1-1 滚筒上母线位于槽底托辊上母线平面时的 l_{Td} 推荐值

托辊槽角($^{\circ}$)	张力利用率(%)	织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
20	<60	$1.2B$	$2.8B$
	$60\sim90$	$1.6B$	$3.2B$
	>90	$1.8B$	$4.0B$
35	<60	$1.8B$	$3.6B$
	$60\sim90$	$2.4B$	$5.2B$
	>90	$3.2B$	$6.8B$
45	<60	$2.4B$	$4.4B$
	$60\sim90$	$3.2B$	$6.4B$
	>90	$4.0B$	$8.0B$

注:张力利用率为输送带实际张力与许用张力的比率(%)。

**表 10.4.1-2 滚筒上母线高于槽底托辊上母线平面的
距离为槽深 h_{k0} 的 $1/2$ 时的 l_{Td} 推荐值**

托辊槽角($^{\circ}$)	张力利用率(%)	织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
20	<60	$0.6B$	$1.0B$
	$60\sim90$	$0.8B$	$1.6B$
	>90	$0.9B$	$2.0B$

续表 10.4.1-2

托辊槽角(°)	张力利用率(%)	织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
35	<60	1.0B	1.8B
	60~90	1.3B	2.6B
	>90	1.6B	3.4B
45	<60	1.3B	2.3B
	60~90	1.6B	3.2B
	>90	2.0B	4.0B

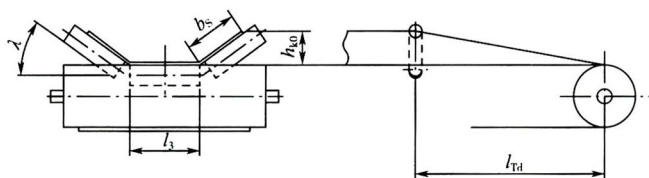


图 10.4.1-1 滚筒上母线位于槽底托辊上母线平面示意图

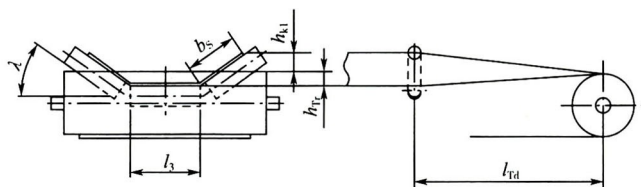
 l_3 —承载托辊组中间辊的长度

图 10.4.1-2 滚筒上母线高于槽底托辊上母线平面示意图

2 根据滚筒与槽形托辊组的相对位置,宜按下列公式计算:

$$l_{Td, \min} = c_{Td} h_{kl} \quad (10.4.1-1)$$

$$h_{kl} = h_{k0} - h_{Tr} \quad (10.4.1-2)$$

式中: $l_{Td, \min}$ ——槽形过渡段的最小长度基准值(托辊组为 2 托辊和 3 托辊)(m);

c_{Td} ——槽形过渡段的最小长度系数,聚酯和聚酰胺织物芯输送带取 8.5,钢丝绳芯输送带取 14;

h_{k1} ——输送带两侧边缘构成的平面与滚筒上母线的距离(m);

h_{k0} ——输送带两侧边缘构成的平面与槽底托辊上母线的距离(槽深)(m);

h_{Tr} ——滚筒上母线与槽底托辊上母线平面的距离(m)。

3 根据槽形过渡段输送带中心区域的应力(单位宽度的张力)大于0和输送带边缘的应力不超过许用值的限制条件,宜按下式计算:

1) 织物芯输送带:

$$l_{Td, \min} = \sqrt{\frac{h_{Tr}^2 + 2b_S^2 - 2b_S(h_{Tr}\sin\lambda + b_S\cos\lambda)}{(\Delta k/E_{LGK} + 1)^2 - 1}} \quad (10.4.1-3)$$

2) 钢丝绳芯输送带:

$$l_{Td, \min} = \frac{-c_2 + \sqrt{c_2^2 - 4c_1c_3}}{2c_1} \quad (10.4.1-4)$$

$$c_1 = (\Delta k/E_{LGK} + 1)^2 - 1 \quad (10.4.1-5)$$

$$c_2 = 2(\Delta k/E_{LGK} + 1)(\Delta l_{Td}\Delta k/E_{LGK}) \quad (10.4.1-6)$$

$$c_3 = (\Delta l_{Td}\Delta k/E_{LGK})^2 - [h_{Tr}^2 + 2b_S^2 - 2b_S(h_{Tr}\sin\lambda + b_S\cos\lambda)] \quad (10.4.1-7)$$

$$\Delta l_{Td} = 90(h_{k0} - h_{Tr}) \left(1 - \frac{h_{Tr}}{3h_{Tr, \max}} \right) \quad (10.4.1-8)$$

式中: b_S ——支承在侧辊上的输送带部分的宽度(m);

Δk ——输送带边缘的应力与输送带中心区域的应力差(N/mm)
(图 10.4.1-3);

E_{LGK} ——输送带纵向弹性模量(N/mm);

c_1 、 c_2 、 c_3 ——计算系数;

Δl_{Td} ——过渡段的附加长度(m);

$h_{Tr, \max}$ ——滚筒上母线与槽底托辊上母线平面的最大距离标称值(m),取 $h_{Tr, \max} = h_{k0}/3$ 。

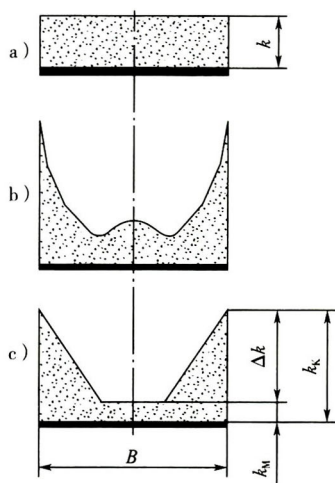


图 10.4.1-3 槽形过渡段输送带应力分布示意图

k_K —输送带边缘的应力

- a) 槽形过渡段外的应力均匀分布; b) 槽形过渡段的应力不均匀分布
(实际应力分布); c) 简化的槽形过渡段的应力分布

3) 过渡段输送带的应力差(输送带单位宽度的张力差)(图 10.4.1-3), 宜按下列公式计算:

$$\Delta k = k_{k,zul} - k_M \quad (10.4.1-9)$$

$$k_{k,zul} = \frac{k_N k_{t,rel}}{c_K \cdot S_0 S_1} \quad (10.4.1-10)$$

$$k_M = \frac{Bk - b_S k_{k,zul}}{B - b_S} \geq 0 \quad (10.4.1-11)$$

式中: $k_{k,zul}$ ——过渡段输送带边缘的许用应力(N/mm);

k_M ——输送带中心区域的应力(N/mm);

k_N ——输送带名义拉断强度或拉伸强度(N/mm);

$k_{t,rel}$ ——输送带接头相对基准疲劳强度系数, 宜取 0.30 ~ 0.45, 见本标准第 8.1.14 条;

c_K ——基于输送带边缘张力确定的最小接头疲劳强度系数, 织物芯输送带取 1, 钢丝绳芯输送带取 1.25, 当通过详

细计算确定槽形过渡段输送带边缘应力时可取 1;

S_0 ——基于输送带接头特征的安全系数,取 1.0~1.2,标准值为 1.1,见本标准第 8.1.14 条;

S_1 ——基于输送带运行条件的安全系数,取 1.5~1.9,标准值为 1.7,见本标准第 8.1.14 条;

k ——输送带的平均应力(N/mm)。

4 槽形过渡段的最小长度,当没有特殊要求时,宜按本条第 1 款选择,或取本条第 2 款、第 3 款中的最大值。

II U 型带式输送机

10.4.2 U 型带式输送机槽形过渡段的最小长度,应根据输送带类型及张力利用率、滚筒上母线与 U 形托辊组的相对位置确定(图 10.4.2-1、图 10.4.2-2),并应符合下列规定:

1 滚筒上母线宜位于 U 形托辊组圆心处所在平面(图 10.4.2-2)。

2 当滚筒处输送带的张力利用率不大于 60%时,槽形过渡段的最小长度宜按表 10.4.2 的数值选取。当输送带的张力利用率大于 60%时,应计算确定。

3 当尾部受料时,尾部槽形过渡段的最小长度应符合下列规定:

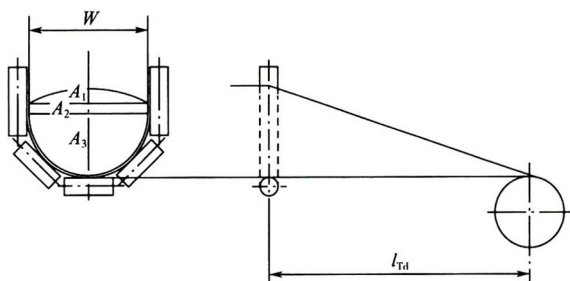


图 10.4.2-1 滚筒上母线位于 U 形托辊组槽底
托辊上母线平面(5 托辊)示意图

W —U 形输送带的开口尺寸; A_1 —输送带承载物料的上部横截面积;

A_2 —输送带承载物料的中部横截面积; A_3 —输送带承载物料的下部横截面积;

l_{Td} —槽形过渡段的最小长度

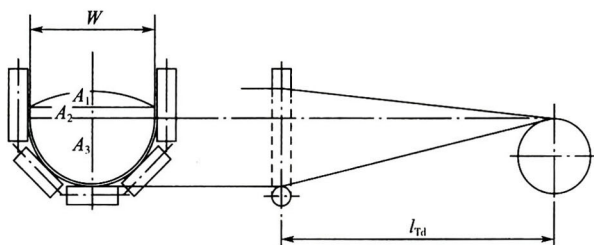


图 10.4.2-2 滚筒上母线位于 U 形托辊组圆心处
所在平面(5 托辊)示意图

- 1) 槽形过渡段的最小长度应计入受料段导料槽的长度；
- 2) 尾部滚筒至受料段第一组缓冲托辊组的最小距离，应符合第 10.4.1 条关于槽形过渡段最小长度的规定；
- 3) 受料段导料槽的长度应符合第 10.2.2 条的规定；
- 4) 受料段导料槽至输送带呈 U 形横截面的长度，应根据导料槽结构、输送带类型和张力确定。

表 10.4.2 U 型带式输送机槽形过渡段的最小长度 $l_{Td, \min}$ 的推荐值

滚筒上母线 平面的相对位置	张力利用 率(%)	聚酯、聚酰胺织物芯 输送带		钢丝绳芯输送带	
		W		W	
		B/2	B/3	B/2	B/3
U 形托辊组槽底	≤60	2.1B	2.4B	6.5B	7.5B
U 形托辊组圆心处	≤60	1.7B	2.1B	5.5B	6.5B

Ⅲ 管状带式输送机

10.4.3 管状带式输送机过渡段的布置应符合下列规定：

- 1 头部上分支的头部滚筒上母线平面宜位于管状输送带顶面[图 10.4.3(a)]；
- 2 头部分支的改向滚筒上母线平面宜位于管状输送带底面[图 10.4.3(b)]或管状输送带中心[图 10.4.3(c)]；

3 尾部滚筒上母线平面宜位于上分支管状输送带中心[图 10.4.3(d)],尾部滚筒下母线平面宜位于下分支管状输送带中心[图 10.4.3(e)];

4 受料段至管状输送带第一窗框板间应为直线段。

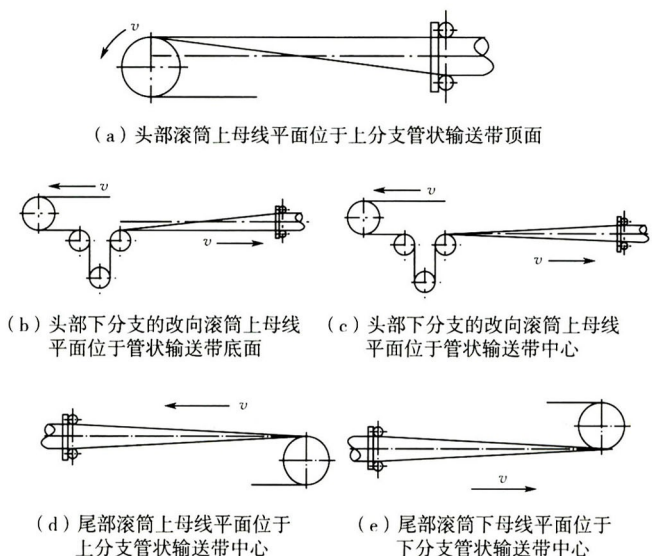


图 10.4.3 滚筒母线平面与管状输送带的相对位置示意图

10.4.4 管状带式输送机过渡段的最小长度(图 10.4.4-1~图 10.4.4-3)应根据输送带类型和名义管径确定,并应符合下列规定:

1 过渡段的最小长度应根据输送带类型确定,宜按表 10.4.4 选取。

2 当尾部受料时,尾部槽形过渡段的最小长度应符合下列规定:

- 1) 槽形过渡段的最小长度应计入受料段导料槽的长度;
- 2) 尾部滚筒至受料段第一组缓冲托辊组的最小距离,应符合第 10.4.1 条关于槽形过渡段最小长度的规定;

- 3) 受料段导料槽的长度宜符合第 10.2.2 条的规定；
- 4) 受料段导料槽至输送带呈管状横截面的长度，应根据名义管径、导料槽的结构和输送带张力确定。

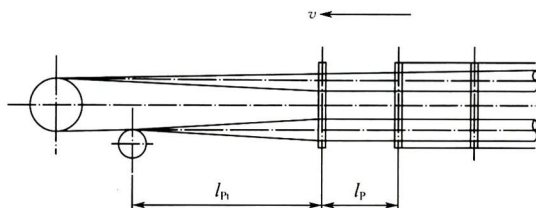


图 10.4.4-1 头部下分支改向滚筒过渡段的最小长度示意图

l_{P1} — 管状带式输送机过渡段的最小长度； l_P — 托辊窗框板的间距

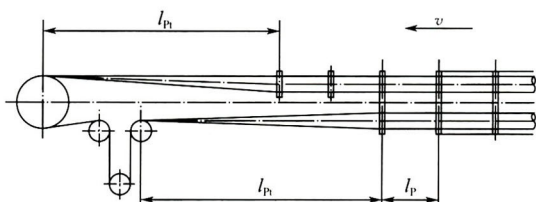


图 10.4.4-2 头部滚筒及下分支改向滚筒过渡段的最小长度示意图

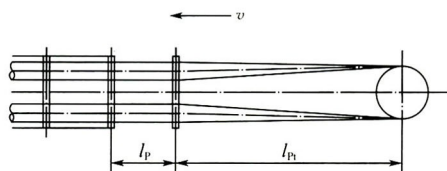


图 10.4.4-3 尾部滚筒过渡段的最小长度示意图

表 10.4.4 管状带式输送机过渡段的最小长度推荐值 (mm)

输送带类型	过渡段的最小长度 l_{P1}
聚酰胺织物芯	$25 d_g$
聚酯织物芯	$30 d_g$
芳纶织物芯	$35 d_g$
钢丝绳芯	$(60 \sim 70) d_g$

注： d_g 为管状带式输送机的名义管径(外径)。

10.5 曲线段

I 普通带式输送机

10.5.1 普通带式输送机的凸弧段布置应根据输送带的类型和带宽确定,并应符合槽形输送带通过凸弧段时输送带中间部分不隆起和输送带边缘应力不超过许用值的要求。凸弧段最小曲率半径应按下列公式计算:

1 当根据输送带类型和带宽确定时,宜按下列公式计算:

1) 织物芯输送带:

$$R_1 \geq (38 \sim 42) B \sin \lambda \quad (10.5.1-1)$$

2) 钢丝绳芯输送带:

$$R_1 \geq (110 \sim 167) B \sin \lambda \quad (10.5.1-2)$$

式中: R_1 ——凸弧段曲率半径(m)。

2 当以输送带中心区应力为零时,宜按下式计算(2托辊和3托辊):

$$R_1 = \frac{b_s \sin \lambda E_{L GK}}{1000 k_N k_{1, rel}} S_0 S_1 \quad (10.5.1-3)$$

式中: b_s ——支承在一个侧辊上的输送带部分的长度(mm);

$E_{L GK}$ ——输送带纵向弹性模量(N/mm);

S_0 ——基于输送带接头特征的安全系数;

S_1 ——基于输送带运行条件的安全系数。

3 对于张力较大的带式输送机或在输送带高张力区的凸弧段,宜选用较大的曲率半径。

10.5.2 普通带式输送机的凹弧段,在各种工况下,输送带不应抬起脱离托辊或出现输送带边缘松弛皱曲现象。凹弧段最小曲率半径应按下式计算:

$$R_2 \geq \frac{F_i}{q_B g \cos \delta_i} \quad (10.5.2)$$

式中: R_2 ——凹弧段曲率半径(m);

F_i ——输送带运行方向上第 i 点的张力(N),取最不利工况条件下第 i 个凹弧段张力的最大值;

δ_i ——区段 i 的倾角($^\circ$),第 i 个凹弧段的最大倾角。

II 水平转弯带式输送机

10.5.3 水平转弯带式输送机水平转弯段的布置,应根据输送线路的要求和输送带张力等确定,并应符合下列规定:

1 在水平转弯段前和转弯段后宜设直线过渡段,直线过渡段宜设 4 组~7 组槽角或内曲线侧抬高角渐变的过渡托辊组;

2 水平转弯段输送带的横向偏移量不应超过允许值,并不应撒料;

3 水平转弯段外曲线侧的输送带不应脱离托辊;

4 当转弯段设输送带防跑偏挡辊时,与挡辊接触的输送带不应发生折曲变形。

10.5.4 水平转弯带式输送机水平转弯段的最小曲率半径(图 10.5.4-1),应根据工艺布置、托辊组形式及抬高角度、输送带张力等条件确定,并应符合下列规定:

1 水平转弯段的最小曲率半径宜按下列公式计算:

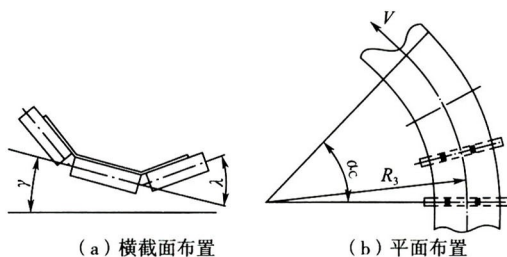


图 10.5.4-1 3 托辊的托辊组水平转弯段的布置示意图

1) 最小曲率半径可根据水平转弯段力的平衡条件计算:

$$R_3 = \frac{F_{Ch}}{gq_B\mu_{01}} e^{\frac{(q_B + q_{R0})\mu_0\alpha_c}{q_B\mu_{01}}} \quad (10.5.4-1)$$

式中: R_3 ——水平转弯段最小曲率半径(m);

F_{Ch} ——水平转弯段输送带的最大张力(N),宜按带式输送机

稳定运行工况的空载、重载等不利载荷条件计算；

μ_{01} ——当量摩擦系数，按转弯段空载计算；

μ_0 ——输送带与托辊间的当量摩擦系数，当采用光面钢托辊时宜取 0.20~0.35，采用 PVC 输送带或工作条件恶劣时宜取小值，橡胶输送带可取大值；

α_c ——水平转弯段对应的圆心角(rad)。

2) 当量摩擦系数 μ_{01} 与托辊的槽角 λ 和内曲线抬高角 γ 有关，

当托辊组采用 3 托辊时，可按下式计算或按表 10.5.4 选取：

$$\mu_{01} = \frac{k_{lc} [\mu_0 \cos(\lambda + \gamma) + \sin(\lambda + \gamma)]}{\cos(\lambda + \gamma) - \mu_0 \sin(\lambda + \gamma)} + \frac{k_c (\mu_0 \cos \gamma + \sin \gamma)}{\cos \gamma - \mu_0 \sin \gamma} + \frac{k_o [\mu_0 \cos(\lambda - \gamma) - \sin(\lambda - \gamma)]}{\cos(\lambda - \gamma) + \mu_0 \sin(\lambda - \gamma)} \quad (10.5.4-2)$$

式中： k_{lc} ——内曲线侧托辊上输送带的重力分配系数，应通过计算确定，可取 0.3；

k_c ——中间托辊上输送带的重力分配系数，应通过计算确定，可取 0.4；

k_o ——外曲线侧托辊上输送带的重力分配系数，应通过计算确定，可取 0.3；

γ ——托辊组内曲线侧的抬高角(°)。

表 10.5.4 3 托辊的托辊组当量摩擦系数 μ_{01} 值(转弯段空载时)

槽角 $\lambda(^{\circ})$	抬高角 $\gamma(^{\circ})$	当量摩擦系数 μ_0	当量摩擦系数 μ_{01}
30	0	0.20	0.2422
		0.35	0.4319
	3	0.20	0.3106
		0.35	0.5114
	5	0.20	0.3580
		0.35	0.5679
	7	0.20	0.4071
		0.35	0.6278

续表 10.5.4

槽角 $\lambda(^{\circ})$	抬高角 $\gamma(^{\circ})$	当量摩擦系数 μ_0	当量摩擦系数 μ_{01}
35	0	0.20	0.2624
		0.35	0.4730
	3	0.20	0.3376
		0.35	0.5634
	5	0.20	0.3902
		0.35	0.6288
	7	0.20	0.4450
		0.35	0.6994
40	0	0.20	0.2904
		0.35	0.5316
	3	0.20	0.3754
		0.35	0.6393
	5	0.20	0.4354
		0.35	0.7192
	7	0.20	0.4990
		0.35	0.8075
45	0	0.20	0.3300
		0.35	0.6186
	3	0.20	0.4294
		0.35	0.7552
	5	0.20	0.5011
		0.35	0.8606
	7	0.20	0.5783
		0.35	0.9818

续表 10.5.4

槽角 $\lambda(^{\circ})$	抬高角 $\gamma(^{\circ})$	当量摩擦系数 μ_0	当量摩擦系数 μ_{01}
50	0	0.20	0.3879
		0.35	0.7553
	3	0.20	0.5102
		0.35	0.9459
	5	0.20	0.6008
		0.35	1.1027
	7	0.20	0.7014
		0.35	1.2956
60	0	0.20	0.6255
		0.35	1.4681
	3	0.20	0.8627
		0.35	2.1480
	5	0.20	1.0620
		0.35	2.9652
	7	0.20	1.3151
		0.35	4.6241

2 水平转弯段的最小曲率半径宜按水平向心力的平衡条件校核:

1) 输送带水平向心力作用在每个托辊上输送带的向心力、法向力和轴向力:

① 输送带水平向心力(图 10.5.4-2):

$$F_T = \frac{F_{ch} a_0}{R_3} \quad (10.5.4-3)$$

② 托辊上输送带的向心力(3 托辊)(图 10.5.4-3):

$$F_{T1} = \frac{l_1}{B} F_T \quad (10.5.4-4)$$

$$F_{TC} = \frac{l_3}{B} F_T \quad (10.5.4-5)$$

$$F_{TO} = \frac{l_0}{B} F_T \quad (10.5.4-6)$$

式中: F_T ——水平转弯段输送带张力产生的水平向心力(N);

a_0 ——上分支托辊组的间距(m);

F_{TI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的水平向心力(N);

F_{TC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的水平向心力(N);

F_{TO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的水平向心力(N);

l_1 ——托辊组内曲线侧托辊与输送带的接触长度(m);

l_3 ——承载托辊组中间辊的长度(m);

l_0 ——托辊组外曲线侧托辊与输送带的接触长度(m);

B ——带宽(m)。

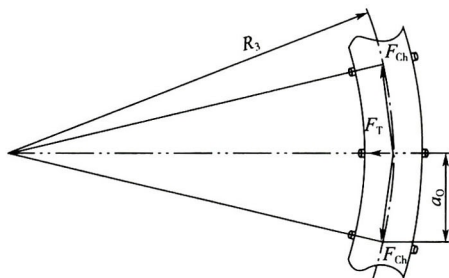


图 10.5.4-2 水平转弯段输送带张力产生的向心力示意图

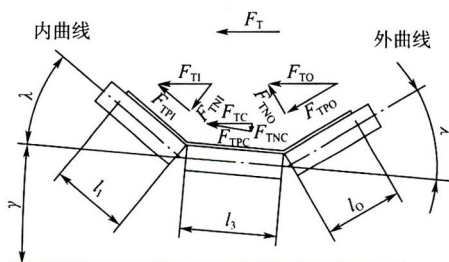


图 10.5.4-3 托辊上输送带张力产生的水平力、法向力和轴向力示意图

③托辊上输送带的法向力(垂直于托辊上输送带平面方向):

$$F_{\text{TNI}} = F_{\text{TI}} \sin(\lambda + \gamma) \quad (10.5.4-7)$$

$$F_{\text{TNC}} = F_{\text{TC}} \sin \gamma \quad (10.5.4-8)$$

$$F_{\text{TNO}} = F_{\text{TO}} \sin(\lambda - \gamma) \quad (10.5.4-9)$$

④托辊上输送带的轴向力(托辊与输送带接触平面方向):

$$F_{\text{TPI}} = F_{\text{TI}} \cos(\lambda + \gamma) \quad (10.5.4-10)$$

$$F_{\text{TPC}} = F_{\text{TC}} \cos \gamma \quad (10.5.4-11)$$

$$F_{\text{TPO}} = F_{\text{TO}} \cos(\lambda - \gamma) \quad (10.5.4-12)$$

⑤托辊组上输送带的总轴向力:

$$F_{\text{TP}} = F_{\text{TPI}} + F_{\text{TPC}} + F_{\text{TPO}} \quad (10.5.4-13)$$

式中: F_{TNI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的法向力(N);

F_{TNC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的法向力(N);

F_{TNO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的法向力(N);

F_{TPI} ——托辊组内曲线侧托辊上输送带的轴向力(N);

F_{TPC} ——曲线段托辊组中间托辊上输送带的轴向力(N);

F_{TPO} ——托辊组外曲线侧托辊上输送带的轴向力(N);

F_{TP} ——托辊组上输送带的总轴向力(N)。

2)托辊组内曲线侧抬高(图 10.5.4-4),在输送带和物料重力及输送带向心力的作用下,输送带与托辊的轴向摩擦所产生的平衡力:

$$\begin{aligned} F_{\text{RF}} = & \mu_0 \left[\left(\frac{l_1}{B} a_0 q_B + 1000 A_{\text{TI}} a_0 \rho \right) g \cos(\lambda + \gamma) + F_{\text{TNI}} \right] + \\ & \mu_0 \left[\left(\frac{l_3}{B} a_0 q_B + 1000 A_{\text{TC}} a_0 \rho \right) g \cos \gamma + F_{\text{TNC}} \right] + \\ & \mu_0 \left[\left(\frac{l_0}{B} a_0 q_B + 1000 A_{\text{TO}} a_0 \rho \right) g \cos(\lambda - \gamma) - F_{\text{TNO}} \right] \end{aligned} \quad (10.5.4-14)$$

式中: F_{RF} ——输送带与托辊轴向摩擦所产生的平衡力(N);

A_{T1} ——内曲线侧托辊承载物料的横截面积(m^2),应通过计算确定,亦可采用分配系数确定;

ρ ——散状物料的堆积密度(t/m^3);

A_{TC} ——曲线段中间托辊承载物料的横截面积(m^2),应通过计算确定,亦可采用分配系数确定;

A_{T0} ——外曲线侧托辊承载物料的横截面积(m^2),应通过计算确定,亦可采用分配系数确定。

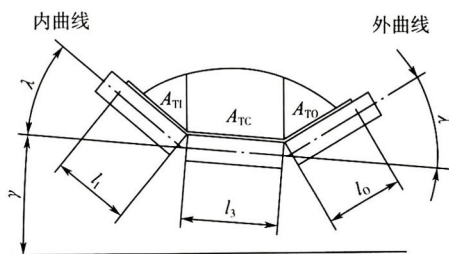


图 10.5.4-4 托辊上物料和输送带重力分布示意图

3) 输送带沿托辊轴向的下滑力:

$$F_{WB} = \frac{q_B a_0 g}{B} [l_1 \sin(\lambda + \gamma) + l_3 \sin \gamma - l_0 \sin(\lambda - \gamma)] \quad (10.5.4-15)$$

4) 物料沿托辊轴向的下滑力:

$$F_{WM} = 1000 \rho a_0 g [A_{T1} \sin(\lambda + \gamma) + A_{TC} \sin \gamma - A_{T0} \sin(\lambda - \gamma)] \quad (10.5.4-16)$$

式中: F_{WB} ——输送带沿托辊轴向的下滑力(N);

F_{WM} ——物料沿托辊轴向的下滑力(N)。

5) 输送带与托辊轴向摩擦所产生的平衡力、输送带沿托辊轴向的下滑力和物料沿托辊轴向的下滑力之和,不应小于输送带张力作用在托辊组上的总轴向力:

$$F_{RF} + F_{WB} + F_{WM} \geq F_{TP} \quad (10.5.4-17)$$

3 最小转弯半径按输送带外缘许用应力限制条件校核:

$$R_3 = \frac{1000E_{\text{LGK}}B^2}{2(F_e - F_{\text{Ch}})} \quad (10.5.4-18)$$

$$F_e = 1000Bk_N/S \quad (10.5.4-19)$$

式中: E_{LGK} ——输送带纵向弹性模量(N/mm);

F_e ——输送带的许用张力(N),为输送带的名义拉断力与输送带安全系数的比值;

k_N ——输送带名义拉断强度(N/mm);

S ——输送带的安全系数。

4 最小转弯半径根据输送带不离开侧面托辊的限制条件校核:

$$R_3 = \frac{0.5F_{\text{Ch1}} \tan(\lambda - \gamma)}{gq_B} + \left[\left(\frac{0.5F_{\text{Ch1}} \tan(\lambda - \gamma)}{gq_B} \right)^2 + \frac{2000E_{\text{LGK}}k_0B^2 \sin(\lambda - \gamma)}{3gq_B} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10.5.4-20)$$

式中: F_{Ch1} ——上分支水平转弯段起点的输送带张力(N)。

5 最小转弯半径应取式(10.5.4-1)、式(10.5.4-18)、式(10.5.4-20)中的最大计算值。当转弯段布置困难时宜采取下列措施:

- 1) 加大内曲线抬高角 γ ;
- 2) 转弯段设前倾托辊;
- 3) 改变托辊组形式;
- 4) 在下分支两托辊组之间加压辊;
- 5) 转弯段前面增设线摩擦驱动。

III U型带式输送机

10.5.5 U型带式输送机的凸弧段,应符合输送带中间部分不隆起、输送带边缘应力不超过许用值的要求。凸弧段最小曲率半径宜按下列公式计算:

1 织物芯输送带:

1) 当 $W = B/2$ 时,

$$R_1 \geq 45B \quad (10.5.5-1)$$

2)当 $W = B/3$ 时,

$$R_1 \geq 51B \quad (10.5.5-2)$$

2 钢丝绳芯输送带:

1)当 $W = B/2$ 时,

$$R_1 \geq 180B \quad (10.5.5-3)$$

2)当 $W = B/3$ 时,

$$R_1 \geq 203B \quad (10.5.5-4)$$

10.5.6 U型带式输送机的凹弧段,在各种工况下输送带不应脱离托辊且不应出现输送带边缘松弛皱曲现象。凹弧段最小曲率半径应符合本标准第 10.5.2 条的规定。

10.5.7 U型带式输送机水平转弯段的最小曲率半径,应满足输送带边缘应力不超过许用值、输送带外曲线侧不离开托辊的要求,并应根据输送带类型、输送带张力及曲线类型确定。最小曲率半径不宜小于表 10.5.7 的推荐值。

表 10.5.7 输送带开口尺寸 W 为 $B/3$ 时水平转弯段最小曲率半径推荐值

曲线类型		最小曲率半径	
		聚酯、聚酰胺织物芯输送带	钢丝绳芯输送带
单个水平曲线		$40B$	$170B$
S形曲线		$45B$	$180B$
空间曲线	水平曲线+凹弧	$45B$	$180B$
	水平曲线+凸弧	$50B$	$200B$

注:1 水平曲线:水平投影为曲线。

2 S形曲线:水平投影为“S”形曲线。

3 凹弧:垂直投影为凹形曲线。

4 凸弧:垂直投影为凸形曲线。

5 空间曲线:同一曲线段中同时具有水平曲线和垂直曲线(凸弧或凹弧)。

IV 管状带式输送机

10.5.8 管状带式输送机曲线段的布置和曲率半径,应根据输送线路布置、输送带类型、名义管径确定,并应符合下列规定:

1 在水平转弯段内不宜布置凸弧,当不能避免时,凸弧曲率半径应尽量大,并应远离头部;

2 凸弧段和凹弧段的最小曲率半径不应小于表 10.5.8-1 的规定;

3 水平转弯段最小曲率半径,应根据输送带类型、名义管径、转弯段对应的圆心角等确定,不应小于表 10.5.8-2 的规定。

表 10.5.8-1 管状带式输送机垂直曲线段最小曲率半径推荐值

输送带类型	凸弧段	凹弧段
聚酯织物芯、聚酰胺织物芯	$400d_g$	$300d_g$
钢丝绳芯	$800d_g$	$700d_g$

注: d_g 为管状带式输送机的名义管径。

表 10.5.8-2 管状带式输送机水平转弯段最小曲率半径推荐值

输送带类型	名义管径 d_g (mm)	最小曲率半径 (mm)			
		水平转弯段对应的圆心角 (°)			
		$\leq 25^\circ$	$25^\circ \sim 50^\circ$	$50^\circ \sim 75^\circ$	$75^\circ \sim 100^\circ$
聚酰胺织物芯	150~300	$300 d_g$	$400 d_g$	$500 d_g$	$600 d_g$
	350~500	$400 d_g$	$500 d_g$	$600 d_g$	$700 d_g$
聚酯织物芯	150~300	$400 d_g$	$500 d_g$	$600 d_g$	$700 d_g$
	350~500	$500 d_g$	$600 d_g$	$700 d_g$	$800 d_g$
芳纶织物芯	150~300	$500 d_g$	$600 d_g$	$700 d_g$	$800 d_g$
	350~500	$600 d_g$	$700 d_g$	$800 d_g$	$900 d_g$
钢丝绳芯	150~300	$700 d_g$	$800 d_g$	$900 d_g$	$1000 d_g$
	350~500	$800 d_g$	$900 d_g$	$1000 d_g$	$1100 d_g$

注:1 聚酯和聚酰胺织物芯输送带水平转弯段对应的最大圆心角不宜超过 100° 。

2 钢丝绳芯输送带水平转弯段对应的最大圆心角不宜超过 90° 。

10.5.9 管状带式输送机曲线段之间的连接应符合下列规定:

1 当水平转弯段为“S”形布置时,两曲线段间宜通过直线段连接;当两曲线段直接连接时,连接点应为两个圆弧的切点;

2 当凸弧和凹弧相邻布置时,两曲线段间应通过直线段连接,直线段的最小长度宜按下列公式计算:

聚酯和聚酰胺织物芯输送带:

$$L_s \geq 50d_g \quad (10.5.9-1)$$

钢丝绳芯输送带:

$$L_s \geq 100d_g \quad (10.5.9-2)$$

式中: L_s ——两曲线段间的直线段最小长度(mm)。

10.6 输送带翻转装置

10.6.1 中距离及以上的固定式带式输送机或下分支输送物料的固定式带式输送机,宜设输送带翻转装置。

10.6.2 输送带翻转装置的类型(图 10.6.2)和翻转段长度,应根据输送带类型、输送带宽度、横向刚度、弹性特性及带速确定,并应符合下列规定:

1 当翻转装置位于下分支低张力区范围时,宜按表 10.6.2 选取,当输送带横向刚度大、在高张力区时,应核算翻转段长度;

2 当翻转装置位于下分支低张力区范围时,应采取避免输送带下垂措施。

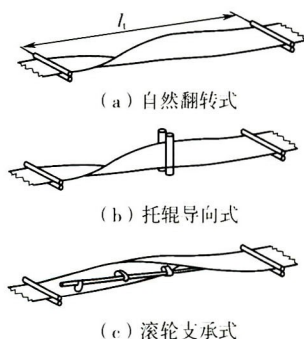


图 10.6.2 输送带翻转装置的类型示意图

l_1 — 输送带翻转段的最小长度

表 10.6.2 输送带翻转装置允许带宽及翻转段最小长度 l_t

输送带翻转装置类型	允许的最大带宽 (mm)	输送带类型		
		棉帆布	聚酯	钢丝绳芯
自然翻转式	1200	8B	10B	—
托辊导向式	1600	10B	12.5B	22B
滚轮支承式	2400	—	10B	15B

10.7 转载站和驱动站

10.7.1 转载站的布置应降低物料的卸载落差,并应便于物料的转载和溜槽等设备的安装与检修。

10.7.2 驱动站的布置应便于设备安装和检修,室内净高度应满足设备安装要求,不应小于 2500mm。

10.7.3 钢结构转载站或驱动站的平台及防护栏杆,应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的规定。

10.7.4 转载站和驱动站应设起重装置。起重装置的布置应便于滚筒、驱动装置等主要部件的安装和维修,起重装置的提升高度应满足设备起吊的要求。

10.8 栈桥和隧道

10.8.1 带式输送机的栈桥形式应根据工艺布置、环境条件确定。可采用封闭式、半敞开式、敞开式及模块化栈桥。栈桥和隧道的布置应符合下列规定:

1 单台带式输送机栈桥当采用敞开式结构时应在单侧或双侧设人行道,当双侧设人行道时,人行道净宽度不宜小于 700mm;

2 长距离带式输送机,当设巡检车时可不设人行通道;

3 带式输送机栈桥或隧道的净高度不应小于表 10.8.1 的规定,当隧道为拱形结构时,拱脚的高度不宜小于 1.8m;

4 当 3 台及以上带式输送机并列布置时,栈桥或隧道的净高度宜适当增大。

表 10.8.1 带式输送机栈桥和隧道的最小净空尺寸(mm)

建筑物类型及参数			最小净高度	人行道最小净宽度	检修道最小净宽度
栈桥和隧道	单台	$B\leq 1400$	2200	700	500
		$B>1400$	2500	800	600
	双台	$B\leq 1400$	2200	1000 (中间人行道)	500
		$B>1400$	2500	1200 (中间人行道)	600

10.8.2 半敞开式及敞开式栈桥应根据气候条件、环境条件及安全要求确定,并应符合下列规定:

1 敞开式栈桥的带式输送机宜设防雨罩,防雨罩观察窗应便于观察物料运行情况;

2 带式输送机人行道的外侧应设防护栏杆,防护栏杆应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的规定。

10.8.3 带式输送机栈桥跨越道路或设备时,应符合下列规定:

1 当带式输送机跨越铁路或道路时,安全限界、栈桥下的净高度应符合现行国家标准《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12 和《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的有关规定;

2 当跨越设备或通道时,应设防止物料撒落的安全防护设施。

10.8.4 长距离带式输送机,当无横向立交通道时,应在带式输送机上设跨线桥。跨线桥斜梯的净宽度不宜小于 600mm,相邻跨线桥间的距离不宜大于 300m。

10.8.5 带式输送机封闭式栈桥和隧道应在人行道侧设安全出口。安全出口之间的距离不应大于 150m,当在隧道内设安全出口有困难时可设人员躲避室。

11 电气和控制

11.1 供 电 电 源

11.1.1 同一带式输送机系统宜采用同一电源供电。当输送系统有中间料仓缓冲时,可根据工艺系统控制分工确定。

11.1.2 重要部位的大型带式输送机工程系统宜采用双回路电源供电。

11.1.3 地面带式输送机的供电,可采用 10kV、6kV、0.66kV、0.38kV 电压等级;煤矿井下带式输送机的供电,可采用 10kV、6kV、3.3kV、1.14kV、0.66kV 等电压等级。

11.2 配 电

11.2.1 带式输送机的过负荷和短路保护应根据启动特性确定。

11.2.2 带式输送机的控制电器,应满足温度、湿度、海拔高度、腐蚀、粉尘、爆炸、振动等环境的要求。

11.2.3 送电、变电和配电电气装置的接地设计,应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

11.2.4 爆炸和火灾危险环境下的带式输送机配电,应符合爆炸和火灾危险环境电力装置的防爆规定。

11.2.5 带式输送机栈桥、转载站、驱动站、控制站及沿线的防雷,应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

11.3 单 机 控 制

11.3.1 带式输送机应具有就地启动、停止和紧急停机的控制功能。

11.3.2 驱动电机为电动运行工况的带式输送机驱动系统,应能在紧急状态下断开电源停机,并应使制动装置在规定时间内实现制动。

11.3.3 紧急停机用开关设备应采用非自动复位式。

11.3.4 驱动电机处于发电运行工况的带式输送机驱动系统,宜采用电气和机械联合制动方式。

11.3.5 带式输送机安全保护系统应符合本标准第 9 章的规定。

11.3.6 多机驱动的带式输送机系统应具有电动机功率自动平衡控制功能。

11.4 集中控制

11.4.1 简单的带式输送机系统可采用小型可编程序控制器或继电器控制。

11.4.2 由多台带式输送机组成的输送系统,宜采用可编程序控制器为主机的集中控制,并应设上位计算机。

11.4.3 上位计算机应能实现对系统电气设备的状态监视和参数显示,并应能实现生产数据的统计和文件管理。

11.4.4 带式输送机系统应合理优化可控启动和制动系统,满足带式输送机各种运行工况的要求。

11.4.5 集中控制系统的上位计算机主控系统及控制分站应设不间断电源,应急时间不应少于 30min。

11.4.6 带式输送机系统的联锁控制应简单、安全、可靠。

11.4.7 带式输送机系统的启动和停止程序应按工艺要求确定。带式输送机系统中任何一台设备故障停机时,应立即使来料方向的带式输送机停机,并停止向输送系统给料。当带式输送机系统中间有料仓时,可根据工艺流程分系统控制。

11.4.8 带式输送机系统启动预告时,应能就地因故取消启动程序。

11.4.9 带式输送机系统的集中控制系统应具备联锁及单机操作

转换功能,并可实现集中联锁控制和单机就地控制。

11.4.10 带式输送机集中控制系统应采取下列安全措施:

- 1 应设启动预告信号,启动预告时间不应少于 10s;
- 2 应设事故报警信号;
- 3 宜在机旁设就地/集中控制选择开关。

11.5 智能控制

11.5.1 智能控制的带式输送机输送系统和装备,宜采用智能传感器、智能设备和智能控制系统。

11.5.2 智能控制的带式输送机输送系统,应实现启停优化控制、功率平衡控制、集中控制、无人值守和远程监测等功能。

11.5.3 智能控制的带式输送机输送系统,应具备对生产参数、设备状态、工作量统计等信息采集、分析和存储功能,并应设相关检测控制设备和软件,应满足产能分析、故障诊断的要求。

11.5.4 智能控制的带式输送机输送系统的监控设备、通信网络接口、数据格式宜统一。

11.5.5 智能控制的带式输送机输送系统应设完善的视频监控系统,并宜与故障诊断系统联动。

11.5.6 智能控制的带式输送机输送系统应根据各个环节的生产信息,自动分析并调整工作状态。

11.5.7 智能控制的带式输送机输送系统应具有在特殊情况下人工介入的功能。

11.6 电气保护和通信

11.6.1 带式输送机驱动系统应有完善的电气保护。主回路应有电压、电流表指示器,并应有断路、短路、漏电、欠压、过流(过载)、缺相、接地保护。

11.6.2 带式输送机系统应设生产调度通信。

12 优化设计和动态性能评价

12.0.1 大型带式输送机工程系统宜进行设计优化,可采用方案对比、数学优化等方法。

12.0.2 具有下列主要特征的带式输送机宜进行动态性能评价:

- 1 多点驱动或制动;
- 2 输送线路有多个变坡段,有明显的上坡和下坡区段变化;
- 3 在不同工况下运行阻力存在明显差异。

12.0.3 带式输送机动态性能评价宜包括下列内容:

1 根据启动和停机过程输送带上各点的瞬态位移和张力的,评价输送带的张力分布;

2 根据启动和停机过程拉紧装置瞬态的位移和张力的,评价拉紧行程和拉紧力以及拉紧装置的功率需求;

3 根据启动和停机过程传动滚筒与输送带的瞬态实际摩擦系数和动态张力比,评价出现打滑的可能性;

4 根据启动和停机过程驱动装置瞬态输入力(矩)、加速度变化率及速度曲线,评价驱动装置可用性与设定启动、停机过程的合理性。

12.0.4 带式输送机动态性能评价时,应根据带式输送机不利工况,对下列设计参数和布置进行改进或调整设计:

- 1 调整驱动装置;
- 2 在适当的位置增设制动装置;
- 3 调整拉紧装置的形式、拉紧力或位置;
- 4 必要时在驱动装置上增设飞轮;
- 5 对驱动装置和制动装置采取控制措施;
- 6 改变停机方式。

12.0.5 高带速和大型带式输送机、工况复杂的带式输送机,宜对驱动装置和输送带的振动频率、机架或栈桥固有振动频率、驱动装置基础固有振动频率、旋转部分的转动频率等进行分析计算,并应采取避免带式输送机发生共振的措施。

12.0.6 带式输送机宜采取下列措施避免托辊转动频率与输送带横截面固有频率相近发生共振:

- 1 采取增大托辊直径;
- 2 改变托辊间距或采用不等间距布置;
- 3 改变拉紧力。

13 附属设备

13.0.1 带式输送机系统的附属设备应根据物料特性和工程需要确定。可设金属探测器、除铁器、物料计量装置、采样装置、输送带接头及输送带更换设备。

13.0.2 金属探测器和除铁器的布置应符合下列规定：

1 金属探测器和除铁器应设在输送系统起点的带式输送机上；

2 除铁器宜设在带式输送机头部卸料滚筒处或带式输送机受料段出口处；

3 除铁器下方的滚筒或托辊应采用防磁材料。

13.0.3 输送带硫化器的形式和性能应符合下列规定：

1 电热硫化器形式和性能应根据输送带类型和参数确定；

2 煤矿井下或具有爆炸性气体危险场所应采用防爆电热硫化器；

3 输送带硫化作业地点应便于输送带的硫化作业，当在低温环境下硫化作业时应采取保温措施。

13.0.4 带式输送机系统的计量装置形式和布置应符合下列规定：

1 计量装置的形式应根据物料特性、工作条件及输送系统对计量精度的要求确定，宜选用电子皮带秤或核子皮带秤等计量装置；

2 电子皮带秤的安装应符合现行国家标准《连续累计自动衡器(皮带秤)》GB/T 7721 的有关规定，并宜根据计量精度的要求设皮带秤校验装置；

3 电子皮带秤的布置及相关托辊组的形式应满足电子皮带

秤的技术要求；

4 核子皮带秤的安全防护应符合现行国家标准的有关规定；

5 工作条件差、采用吊挂等柔性托辊、精度要求不高，且物料粒度均匀、含水率及化学成分相对稳定时，可采用核子皮带秤。

13.0.5 带式输送机采样装置的形式及安装位置，应根据工程要求和物料特性确定。

14 消防和环保

14.1 消 防

14.1.1 工业场地内带式输送机工程系统应设完整的消防给水系统,各建(构)筑物消防设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

14.1.2 露天设置的长距离带式输送机,当远离居民区、学校等建筑物,且没有特殊要求时,沿线可不设室外消防给水系统。

14.1.3 带式输送机的主要建(构)筑物的灭火器配置,应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

14.1.4 寒冷地区的消防给水管路应采取防冻措施。

14.2 粉 尘 防 治

14.2.1 带式输送机的工作环境及环境含尘浓度,应符合现行国家职业卫生标准《工业企业设计卫生标准》和《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》的有关规定。

14.2.2 输送易起尘物料时,在带式输送机受料和卸料处,应采取密封抑尘和除尘措施。根据物料特性及工艺要求,可采用湿式除尘、干式除尘或干式与湿式联合除尘等方式。当工艺不允许对物料加湿时,应采用干式除尘。

14.2.3 带式输送机的喷雾抑尘系统应设在输送系统的起尘处。喷雾抑尘的用水量,应根据除尘装置形式、物料含水率、物料特性及输送量确定。

14.2.4 机械除尘装置的选择,应根据除尘设备的净化效率、入口含尘气体浓度、运营费用、工作可靠性及操作管理方便性等确定。

14.2.5 除尘系统宜采用自动控制,并宜与工艺设备联动。具有爆炸危险场所的除尘装置应满足防爆要求。

14.2.6 寒冷环境条件下,有可能发生冰冻的喷雾除尘系统应采取防寒防冻措施。

14.3 清 扫

14.3.1 带式输送机栈桥和转载站地面的积尘宜采用机械或水力冲洗清扫,并宜设专用冲洗管道。寒冷或缺水地区宜采用机械式负压清扫。

14.3.2 地面冲洗的污水宜自流排泄,并应在楼板孔洞周围和伸缩缝处做防水处理。污水应经处理后重复利用或达标排放。

14.4 噪声和光电污染控制

14.4.1 带式输送机空载运行噪声及噪声测定,应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。

14.4.2 带式输送机系统的噪声控制,应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 和《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

14.4.3 带式输送机输送系统照明应控制夜间照明的亮度和范围,避免造成光电污染。

15 工程施工

15.1 一般规定

15.1.1 带式输送机的现场施工应符合下列规定：

- 1 质量管理体系、质量控制与检验制度应健全；
- 2 施工应执行相应的现行国家施工技术标准；
- 3 施工组织设计应经批准，施工现场应有经审批的专项施工方案、安全技术交底等技术文件；
- 4 特种作业人员持证上岗。

15.1.2 带式输送机工程设计文件应齐全，并应有图纸会审纪要文件。工程施工应具备下列工程设计施工图和设备技术文件：

- 1 输送机设备工艺系统图、平面布置图、剖面图、设备基础图等；
- 2 建筑物、供配电及控制、照明、消防及供水管路、维修道路、排水等工程施工图；
- 3 输送机及配套设备的安装及使用说明书。

15.1.3 设备开箱检验应符合下列规定：

- 1 包装应完好，随机技术文件应齐全；
- 2 设备和材料名称、型号、规格和数量应与设备装箱清单相符，并具有产品合格证书；
- 3 随机备件、易损件及专用工具与设备装箱清单相符；
- 4 设备应无变形、损伤和锈蚀；
- 5 钢结构的焊接应有规定的焊缝质量检查记录、预装检查记录和质量合格证明文件。

15.1.4 设备安装工程的检查验收，应使用经计量检定、校准合格的计量器具。

15.1.5 当设计文件需要修改时,应有设计变更通知。

15.1.6 设备安装前应应对基础进行交接验收,并应符合下列规定:

1 应根据工程设计施工图及设备基础、建筑结构的支承等实测资料,确定带式输送机系统主要设备的纵横向中心线和基准标高,并应将其作为设备安装的基准;

2 安装前,应对设备基础参数检查复测,未经验收合格的基础不得进行设备安装。

15.1.7 设备安装应按规定的程序进行,并应符合下列规定:

1 相关各专业、工种之间应进行交接检验;

2 上一道工序未经检验确认,不得进行下一道工序施工。

15.1.8 设备的二次灌浆应符合下列规定:

1 设备基础二次灌浆宜采用专用灌浆材料,当采用混凝土灌浆时,其强度应比基础混凝土强度高一级;

2 设备安装的二次灌浆及其他隐蔽工程,在隐蔽前应进行验收,并应形成验收文件。

15.1.9 设备运输和吊装时,应合理选择吊点操作。

15.1.10 设备的预埋件应符合下列规定:

1 驱动装置预埋地脚螺栓位置及中心距允许偏差不应超过 $\pm 2\text{mm}$,地脚螺栓的标高允许偏差应在 $0\sim +20\text{mm}$ 以内;

2 地脚螺栓应在预留孔的二次灌浆混凝土强度达到设计强度的75%以上时拧紧,且各螺栓的拧紧力应均匀;

3 垫铁表面应平整,垫铁之间及垫铁与基础之间接触应良好,无松动现象,各层垫铁的点焊应满足设计要求。

15.2 施 工

15.2.1 工程施工现场应符合下列规定:

1 施工临时设施应符合安全规定;

2 临时建筑、道路、供电、水源、照明等应满足工程施工要求;

3 工程施工应有消防、防尘、防雨及排污措施,并应满足环保

要求；

4 跨越公路、铁路、建筑物、河流、高压线等障碍物时，应有交叉作业施工措施和安全措施。

15.2.2 带式输送机的安装应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595 的有关规定。

15.2.3 固定式带式输送机纵向中心线与基础实际轴线距离的偏差不应大于 20mm。

15.2.4 直线布置的固定式带式输送机的头架、尾架、中间架及支腿的安装，应符合下列规定：

1 机架中心线与带式输送机纵向中心线的偏差不应大于 3mm；

2 机架中心线的直线度，在任意 25m 长度内的偏差不应大于 5mm；

3 机架横截面的顶面与底板间两对角线长度之差不应大于两对角线长度平均值的 $3/1000$ ；

4 支腿对安装平面的垂直度不应大于机架支腿高度的 $2/1000$ ；

5 中间架的宽度偏差不应大于 1.5mm，高度偏差不应大于托辊组间距的 $2/1000$ ；

6 机架连接处的横向和竖向偏差均不应大于 1mm。

15.2.5 滚筒的安装应符合下列规定：

1 滚筒横向中心线与带式输送机纵向中心线的偏差不应大于 3mm；

2 滚筒轴线与带式输送机纵向中心线的垂直度不应大于滚筒轴线长度的 $2/1000$ ；

3 滚筒轴线与水平面的平行度不应大于滚筒轴线长度的 $1/1000$ 。

15.2.6 托辊组的安装应符合下列规定：

1 托辊组横向中心线与带式输送机纵向中心线的偏差不应

大于 3mm;

2 除调心或过渡托辊组外,托辊上母线平面应位于同一平面上或同一半径的弧面上,且相邻三组托辊上母线平面的相对高差不应大于 2mm;

3 托辊应转动灵活,其水平度不应超过 $2/1000$ 。

15.2.7 缓冲床的安装应符合下列规定:

1 缓冲条表面平整无破损,缓冲条间平行;

2 缓冲床纵向中心线与带式输送机纵向中心线的偏差不应大于 3mm,应与受料口的位置对正;

3 缓冲条上表面宜比相邻托辊上表面低 10mm~20mm,缓冲床两端的托辊组与相邻缓冲条的距离宜为 250mm;

4 可调槽角的缓冲床应与相邻托辊组的槽角相同。

15.2.8 安全保护装置、制动装置和逆止装置应灵敏、动作准确、安全可靠。

15.2.9 拉紧装置的安装应符合下列规定:

1 垂直框架式或水平车式拉紧装置,拉紧滚筒的松动行程宜为全行程的 $20\% \sim 40\%$;当采用聚酰胺、聚酯等织物芯输送带或带式输送机长度大于 200m,及电动机直接启动或对制动有要求时,拉紧滚筒的松动行程可取小值;

2 液压、绞车或螺旋拉紧装置应工作可靠,可调整行程不应小于总拉紧行程,松动行程不应小于 100mm。

15.2.10 清扫器的刮板或滚刷与输送带的接触长度不应小于带宽的 85% 。

15.2.11 管状带式输送机安装,其转弯段曲率半径及过渡段长度应满足设计要求。过渡段托辊组的安装应保证托辊表面与输送带接触良好。

15.2.12 水平转弯带式输送机转弯段托辊架的长孔与中间架孔的装配,应满足转弯段内移距渐变要求。

15.2.13 输送带接头的施工应符合下列规定:

1 钢丝绳芯输送带应采用硫化法接头,接头形式、尺寸应符合现行国家标准《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770 的有关规定或满足输送带制造厂的要求;

2 织物芯输送带采用硫化法接头时,接头尺寸、硫化工艺及程序应符合国家有关标准的规定或按输送带制造厂的要求,当采用冷粘等其他接头方法时,应满足相应接头工艺及输送带制造厂的要求;

3 输送带接头硫化前应对硫化机性能进行检查,硫化接头的处理、硫化压力、冷预压、升温时间、硫化温度、硫化时间应满足硫化工艺的要求。

15.2.14 长距离和倾角大的带式输送机输送带的展放,应设置预防输送带非正常下滑的安全装置。

15.2.15 大跨度栈桥或模块化栈桥的组装,应校核跨间连接结合面定位精度,并应有相应的吊装方案。

15.2.16 带式输送机的施工应设定绿色施工目标,并应建立绿色施工管理制度。

15.2.17 带式输送机的绿色施工应符合现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 的规定。

15.2.18 输送带接头硫化作业应配备职业健康防护用品。硫化接头产生的废弃物应及时回收处理。

15.2.19 带式输送机试运转期间,配套的喷雾、除尘设施应具备投入使用条件。

15.3 试 运 转

15.3.1 带式输送机试运转应具有批准的试运转调试方案及安全措施。

15.3.2 带式输送机试运转前应对设备进行全面检查及清理,并应符合下列规定:

1 带式输送机沿线及通道无影响设备运转的障碍物,并应清

除输送带、溜槽、滚筒等部件上的异物；

2 带式输送机每个结构件的安装位置和紧固应满足技术要求；

3 转动部件转动应灵活；

4 减速器、各类轴承、油箱的润滑油或油脂等应满足技术要求；

5 供电系统、控制系统、照明系统、信号系统及安全保护监测系统的性能应可靠，并应满足技术要求；

6 设备安全防护设施、消防设施应满足技术要求。

15.3.3 带式输送机空载试运转应符合下列规定：

1 电动机应进行独立运转检查，运转方向应正确，驱动单元应进行独立检查，其发热、漏油、振动、噪声、制动性能等指标应满足技术要求；

2 单机应进行间歇空载运转，逐步延长运行时间，直至输送带旋转一个周期或连续运转 30min 以上，所有运动部件应转动灵活，运行应平稳；

3 管状带式输送机的空载试运转，应根据管状带式输送机长度和转弯段数量以及输送带运行状况调整，确定空载试运转的连续运转时间；

4 带式输送机空载试运转，应满足输送带跑偏或扭转不超出标准规定的范围、启动制动运行可靠、输送带在滚筒上不打滑的要求；

5 带式输送机系统应首先对单机分别进行空载试运转，然后再进行系统空载试运转；

6 普通带式输送机、水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机连续空载试运转时间不宜少于 2h，管状带式输送机不宜少于 4h，长距离带式输送机连续空载试运转时间不宜少于 2 个回转循环周期。

15.3.4 带式输送机有载试运转应符合下列规定：

- 1 应在空载试运转调试合格后进行。
- 2 物料的加载应逐渐增加,直至满载正常运行。
- 3 带式输送机各部件有载试运转的连续运转时间不应少于 2h;长距离带式输送机连续有载试运转时间不宜少于 2 个回转循环周期,满载试运转连续时间不应少于 8h。

4 有载试运转应符合下列规定:

- 1)转载部位应无堵料和撒料现象。
- 2)输送带应在输送机的全长范围内对中运行,输送带中心线与带式输送机中心线的偏差应符合下列规定:
 - ①普通带式输送机、水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机的直线段的偏差不应大于表 15.3.4 的规定。

表 15.3.4 输送带中心线与带式输送机中心线的偏差(mm)

带宽 B	$B \leq 400$	$400 < B \leq 800$	$800 < B \leq 1800$	$B > 1800$
中心线偏差	$\leq \pm 25$	$\leq \pm 40$	$\leq \pm 75$ 或 $\leq \pm 5\% B$ (取小值)	$\leq \pm 100$ 或 $\leq \pm 4\% B$ (取小值)

- ②管状带式输送机输送带搭接中心的偏转量不宜大于 20° 。
- 3)驱动装置、制动装置、拉紧装置运转应正常。
- 4)滚动轴承温度不应超过 80°C ,温升不应超过 40°C ,滑动轴承温度不应超过 70°C ,温升不应超过 35°C 。

16 工 程 验 收

16.1 工 程 划 分

16.1.1 带式输送机安装工程的质量检验应根据工程的类别和属性确定,可划分为分项工程、分部工程和单位工程。

16.1.2 分项工程应根据设备用途、设备类别及大型设备部件进行划分。对在工艺系统中输送距离较短、不具备独立功能、中间输送环节的带式输送机,可划为分项工程。

16.1.3 分部工程应根据工程的专业划分,并宜按下列原则划分:

- 1 同一车间、同一工艺流程的设备可划分为一个分部工程;
- 2 由多台带式输送机组成的输送系统,系统中所有输送机及其设备的机械安装,可划分为一个分部工程;
- 3 分部工程的单台设备的机械安装宜为一个分项工程。

16.1.4 单位工程应根据工程规模、功能独立性质进行划分,并宜按下列原则划分:

- 1 对同一车间机电设备的安装工程,可划分为一个单位工程,或同一车间内同一流程机电设备安装工程划分为一个单位工程;
- 2 长距离带式输送机的安装工程可整体划分为一个单位工程;
- 3 单位工程的机械安装可作为分部工程。

16.2 工 程 验 收

16.2.1 带式输送机的工程验收应符合下列条件:

- 1 应具有验收条件、验收程序及验收标准的文件;
- 2 转载系统应满足有载试运转和工程验收的要求;

3 在规定的验收考核时间内,带式输送机累计工作小时数和小时输送量或总计输送量应满足验收文件的要求。

16.2.2 带式输送机工程验收程序应符合下列规定:

- 1 带式输送机工程验收应按验收文件规定的程序进行;
- 2 工程质量验收应在预验收合格的基础上,按分项工程、分部工程、单位工程进行;
- 3 单位工程完成后应提交工程竣工报告;
- 4 工程质量不满足要求,且经处理或返工后仍不能满足安全、使用功能要求的不得验收;
- 5 带式输送机工程验收合格后应签署验收文件。

16.2.3 带式输送机验收文件应包括下列内容:

- 1 竣工图;
- 2 设计变更和修改的有关文件;
- 3 重要工序的施工记录;
- 4 隐蔽工程施工及验收记录;
- 5 钢结构工程验收记录及文件;
- 6 重要焊接部位的焊接检查记录;
- 7 主要材料、构件、部件检验试验报告;
- 8 附属机电设备和管线安装施工及验收记录;
- 9 试运转记录;
- 10 重大技术问题及处理的文件;
- 11 其他有关资料。

附录 A 普通带式输送机输送带承载 物料的理论横截面积

A. 0. 1 普通带式输送机等长 3 托辊输送带承载物料的理论横截面积可按表 A. 0. 1 选取。

表 A. 0. 1 等长 3 托辊输送带承载物料的理论横截面积 (m²)

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
500	20	0. 01448	0. 01678	0. 01918	0. 02175	0. 02454
	25	0. 01655	0. 01877	0. 02110	0. 02358	0. 02627
	30	0. 01842	0. 02055	0. 02278	0. 02515	0. 02773
	35	0. 02006	0. 02208	0. 02420	0. 02646	0. 02891
	40	0. 02145	0. 02335	0. 02535	0. 02748	0. 02978
	45	0. 02257	0. 02435	0. 02621	0. 02820	0. 03036
650	20	0. 02659	0. 03068	0. 03498	0. 03955	0. 04451
	25	0. 03043	0. 03437	0. 03851	0. 04291	0. 04769
	30	0. 03386	0. 03763	0. 04158	0. 04579	0. 05036
	35	0. 03684	0. 04041	0. 04415	0. 04814	0. 05247
	40	0. 03934	0. 04269	0. 04620	0. 04994	0. 05400
	45	0. 04134	0. 04445	0. 04771	0. 05119	0. 05496
800	20	0. 04161	0. 04804	0. 05477	0. 06194	0. 06973
	25	0. 04761	0. 05380	0. 06029	0. 06721	0. 07471
	30	0. 05298	0. 05890	0. 06510	0. 07171	0. 07888
	35	0. 05766	0. 06326	0. 06914	0. 07540	0. 08219
	40	0. 06158	0. 06684	0. 07235	0. 07823	0. 08460
	45	0. 06470	0. 06960	0. 07472	0. 08019	0. 08612

续表 A.0.1

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
1000	20	0.06813	0.07844	0.08925	0.10076	0.11325
	25	0.07798	0.08790	0.09830	0.10938	0.12140
	30	0.08677	0.09623	0.10614	0.11670	0.12817
	35	0.09437	0.10330	0.11267	0.12265	0.13348
	40	0.10069	0.10905	0.11782	0.12716	0.13729
	45	0.10567	0.11342	0.12154	0.13019	0.13958
1200	20	0.09973	0.11487	0.13075	0.14766	0.16602
	25	0.11414	0.12872	0.14399	0.16028	0.17795
	30	0.12700	0.14091	0.15548	0.17102	0.18787
	35	0.13814	0.15129	0.16506	0.17975	0.19568
	40	0.14742	0.15973	0.17263	0.18638	0.20130
	45	0.15475	0.16617	0.17813	0.19088	0.20471
1400	20	0.13894	0.15981	0.18168	0.20499	0.23028
	25	0.15905	0.17911	0.20014	0.22255	0.24687
	30	0.17695	0.19607	0.21610	0.23745	0.26062
	35	0.19240	0.21044	0.22935	0.24951	0.27137
	40	0.20521	0.22207	0.23975	0.25858	0.27902
	45	0.21525	0.23085	0.24720	0.26463	0.28354
1600	20	0.18416	0.21167	0.24051	0.27125	0.30459
	25	0.21082	0.23726	0.26498	0.29451	0.32657
	30	0.23452	0.25971	0.28610	0.31422	0.34474
	35	0.25495	0.27870	0.30359	0.33012	0.35891
	40	0.27185	0.29403	0.31728	0.34205	0.36893
	45	0.28505	0.30555	0.32703	0.34992	0.37477

续表 A. 0. 1

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
1800	20	0. 23572	0. 27080	0. 30757	0. 34675	0. 38927
	25	0. 26985	0. 30355	0. 33888	0. 37652	0. 41737
	30	0. 30017	0. 33225	0. 36587	0. 40171	0. 44059
	35	0. 32627	0. 35651	0. 38821	0. 42198	0. 45863
	40	0. 34782	0. 37604	0. 40562	0. 43714	0. 47134
	45	0. 36460	0. 39066	0. 41797	0. 44708	0. 47867
2000	20	0. 29251	0. 33611	0. 38180	0. 43050	0. 48333
	25	0. 33486	0. 37675	0. 42065	0. 46745	0. 51822
	30	0. 37250	0. 41238	0. 45417	0. 49872	0. 54705
	35	0. 40491	0. 44251	0. 48192	0. 52391	0. 56948
	40	0. 43169	0. 46679	0. 50357	0. 54277	0. 58531
	45	0. 45256	0. 48498	0. 51896	0. 55517	0. 59447
2200	20	0. 36753	0. 42154	0. 47814	0. 53847	0. 60392
	25	0. 42078	0. 47261	0. 52692	0. 58481	0. 64762
	30	0. 46795	0. 51720	0. 56882	0. 62383	0. 68353
	35	0. 50837	0. 55471	0. 60328	0. 65503	0. 71120
	40	0. 54152	0. 58467	0. 62989	0. 67808	0. 73038
	45	0. 56706	0. 60680	0. 64844	0. 69283	0. 74099
2400	20	0. 44442	0. 51014	0. 57902	0. 65243	0. 73209
	25	0. 50879	0. 57190	0. 63803	0. 70852	0. 78500
	30	0. 56590	0. 62592	0. 68882	0. 75586	0. 82860
	35	0. 61495	0. 67147	0. 73071	0. 79385	0. 86235
	40	0. 65532	0. 70801	0. 76323	0. 82208	0. 88594
	45	0. 68658	0. 73517	0. 78610	0. 84038	0. 89927

续表 A.0.1

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
2600	20	0.53577	0.61415	0.69629	0.78384	0.87883
	25	0.61340	0.68858	0.76737	0.85134	0.94246
	30	0.68210	0.75350	0.82834	0.90810	0.99464
	35	0.74086	0.80800	0.87836	0.95335	1.03472
	40	0.78894	0.85140	0.91686	0.98663	1.06233
	45	0.82582	0.88329	0.94352	1.00771	1.07736
2800	20	0.62790	0.72028	0.81709	0.92027	1.03222
	25	0.71887	0.80753	0.90043	0.99945	1.10690
	30	0.79948	0.88374	0.97205	1.06617	1.16829
	35	0.86858	0.94787	1.03097	1.11954	1.21564
	40	0.92529	0.99913	1.07653	1.15901	1.24851
	45	0.96902	1.03704	1.10834	1.18432	1.26677

A.0.2 普通带式输送机 2 托辊输送带承载物料的理论横截面积
可按表 A.0.2 选取。

表 A.0.2 2 托辊输送带承载物料的理论横截面积 (m^2)

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
500	20	0.01701	0.01917	0.02143	0.02384	0.02645
	25	0.01918	0.02119	0.02329	0.02553	0.02797
	30	0.02085	0.02268	0.02460	0.02665	0.02887
	35	0.02195	0.02359	0.02531	0.02714	0.02912
650	20	0.03043	0.03428	0.03833	0.04264	0.04732
	25	0.03432	0.03791	0.04167	0.04568	0.05003
	30	0.03729	0.04057	0.04401	0.04767	0.05164
	35	0.03926	0.04220	0.04527	0.04855	0.05210

续表 A. 0. 2

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
800	20	0.04772	0.05377	0.06011	0.06687	0.07421
	25	0.05382	0.05945	0.06535	0.07164	0.07847
	30	0.05849	0.06363	0.06902	0.07476	0.08099
	35	0.06158	0.06618	0.07100	0.07614	0.08171
1000	20	0.07680	0.08654	0.09675	0.10763	0.11944
	25	0.08662	0.09569	0.10518	0.11531	0.12629
	30	0.09414	0.10241	0.11108	0.12033	0.13035
	35	0.09911	0.10652	0.11428	0.12254	0.13152
1200	20	0.11277	0.12708	0.14207	0.15805	0.17539
	25	0.12720	0.14050	0.15445	0.16931	0.18544
	30	0.13823	0.15038	0.16311	0.17668	0.19141
	35	0.14554	0.15641	0.16780	0.17994	0.19312
1400	20	0.15563	0.17537	0.19606	0.21811	0.24204
	25	0.17554	0.19390	0.21315	0.23366	0.25592
	30	0.19076	0.20753	0.22510	0.24383	0.26416
	35	0.20085	0.21585	0.23157	0.24833	0.26651
1600	20	0.20538	0.23143	0.25874	0.28783	0.31941
	25	0.23165	0.25588	0.28128	0.30835	0.33772
	30	0.25174	0.27387	0.29706	0.32178	0.34859
	35	0.26505	0.28485	0.30559	0.32771	0.35170
1800	20	0.26202	0.29525	0.33008	0.36721	0.40749
	25	0.29553	0.32645	0.35885	0.39338	0.43085
	30	0.32116	0.34939	0.37898	0.41051	0.44472
	35	0.33814	0.36339	0.38986	0.41807	0.44868

续表 A.0.2

带式输送机参数		物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
带宽 $B(\text{mm})$	槽角 $(^{\circ})$	10	15	20	25	30
2000	20	0.32554	0.36683	0.41011	0.45624	0.50628
	25	0.36718	0.40559	0.44585	0.48875	0.53531
	30	0.39903	0.43410	0.47086	0.51003	0.55254
	35	0.42012	0.45150	0.48438	0.51943	0.55747

A.0.3 普通带式输送机单托辊输送带承载物料的理论横截面积可按表 A.0.3 选取。

表 A.0.3 单托辊输送带承载物料的理论横截面积 (m^2)

带宽 B (mm)	物料的动堆积角 $\theta(^{\circ})$				
	10	15	20	25	30
500	0.00470	0.00715	0.00971	0.01243	0.01540
650	0.00841	0.01278	0.01736	0.02224	0.02754
800	0.01319	0.02005	0.02723	0.03489	0.04320
1000	0.02123	0.03227	0.04383	0.05615	0.06952
1200	0.03118	0.04738	0.06436	0.08245	0.10209
1400	0.04303	0.06538	0.08881	0.11379	0.14088
1600	0.05678	0.08628	0.11720	0.15016	0.18592
1800	0.07244	0.11008	0.14953	0.19157	0.23719
2000	0.09000	0.13677	0.18578	0.23801	0.29469

附录 B 托辊载荷计算

B. 0. 1 托辊静载荷可按下列公式计算：

1 上分支托辊(不包括凸弧段)：

$$P_{Os} = f_e a_0 (q_G + q_B) g \quad (\text{B. 0. 1-1})$$

2 下分支托辊(不包括凸弧段)：

$$P_{Us} = f_e a_U q_B g \quad (\text{B. 0. 1-2})$$

式中： P_{Os} ——上分支托辊静载荷(N)；

f_e ——托辊的载荷系数，见表 B. 0. 1；

P_{Us} ——下分支托辊静载荷(N)。

表 B. 0. 1 托辊的载荷系数表

托辊组形式	f_e
单托辊	1. 0
2 托辊	0. 63
3 托辊	0. 8

B. 0. 2 托辊动载荷可按下列公式计算：

1 上分支托辊：

$$P_{Om} = P_{Os} f_R f_d f_a \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

2 下分支托辊：

$$P_{Um} = P_{Us} f_R f_a \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

式中： P_{Om} ——上分支托辊动载荷(N)；

f_R ——托辊的运行系数，见表 B. 0. 2-1；

f_d ——托辊的冲击系数，见表 B. 0. 2-2；

f_a ——托辊的工况系数，见表 B. 0. 2-3；

P_{Um} ——下分支托辊动载荷(N)。

表 B. 0. 2-1 托辊的运行系数

每天运行时间 $T(\text{h})$	f_K
$T < 6$	0. 8
$6 \leq T \leq 9$	1. 0
$9 < T \leq 16$	1. 1
$T > 16$	1. 2

表 B. 0. 2-2 托辊的冲击系数

物料粒度 $d_1(\text{mm})$	带速 $v(\text{m/s})$								
	2. 0	2. 5	3. 15	4. 0	4. 5	5. 0	5. 6	6. 3	7. 1
$d_1 \leq 100$	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 02	1. 05	1. 09
$100 < d_1 \leq 150$ 的块料	1. 02	1. 03	1. 06	1. 09	1. 11	1. 13	1. 17	1. 23	1. 28
细料中有 少量大块, 且 $150 < d_1 \leq 300$	1. 04	1. 06	1. 11	1. 16	1. 19	1. 24	1. 30	1. 39	1. 51
块料中有 少量大块, 且 $150 < d_1 \leq 300$	1. 06	1. 09	1. 14	1. 21	1. 27	1. 35	1. 45	1. 57	1. 73
$150 < d_1 \leq 300$ 的块料	1. 20	1. 32	1. 57	1. 90	2. 09	2. 30	2. 60	2. 94	3. 50

表 B. 0. 2-3 托辊的工况系数

工作条件	f_a
正常工作和维护条件好	1. 00
输送有腐蚀或磨琢性物料	1. 10
输送磨琢性较高的物料	1. 15

B. 0. 3 按式(B. 0. 1-1)、式(B. 0. 1-2)、式(B. 0. 2-1)和式(B. 0. 2-2)计算后,应取最大值选择上分支和下分支托辊。对凸弧段或非标设计段托辊载荷应进行专门计算分析。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业企业标准轨距铁路设计规范》GBJ 12
- 《厂矿道路设计规范》GBJ 22
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3
- 《连续累计自动衡器(皮带秤)》GB/T 7721
- 《普通用途织物芯输送带》GB/T 7984
- 《普通用途钢丝绳芯输送带》GB/T 9770
- 《带式输送机》GB/T 10595
- 《一般用途织物芯阻燃输送带》GB/T 10822
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《矿井用钢丝绳芯阻燃输送带》GB 21352
- 《钢丝绳芯输送带 第1部分:普通用途输送带的设计、尺寸和机械要求》GB/T 28267.1
- 《钢丝绳芯输送带 第2部分:优选带型》GB/T 28267.2
- 《钢丝绳芯输送带 第3部分:井下用输送带的特殊安全要求》GB/T 28267.3
- 《钢丝绳芯输送带 第4部分:带的硫化接头》GB/T 28267.4

《输送带 具有橡胶或塑料覆盖层的地下采矿用织物芯输送带规范》GB/T 31256

《输送带 具有橡胶或塑料覆盖层的普通用途织物芯输送带规范》GB/T 32457

《连续搬运设备 散状物料分类、符号、性能及测试方法》GB/T 35017

《带式输送机设计计算方法》GB/T 36698

《工业企业设计卫生标准》

《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》

《钢丝绳芯管状输送带》HG/T 4224

《织物芯管状输送带》HG/T 4225

《煤矿用织物叠层阻燃输送带》MT 830

《煤矿用织物芯阻燃输送带》MT/T 914

中华人民共和国国家标准

带式输送机工程技术标准

GB 50431 - 2020

条文说明

编制说明

《带式输送机工程技术标准》GB 50431-2020，经住房和城乡建设部 2020 年 6 月 9 日以第 147 号公告批准发布。

本标准是在《带式输送机工程设计规范》GB 50431-2008 的基础上修订而成，上一版的主编单位是中煤国际工程集团沈阳设计研究院，参编单位是北京起重运输机械研究所、沈阳矿山机械(集团)有限公司、唐山冶金矿山机械厂、中煤邯郸设计工程有限责任公司、东北大学、中国矿业大学、太原科技大学、中煤国际工程集团北京华宇公司、国电华北电力设计院工程有限公司、中冶京诚工程技术有限公司，主要起草人员是张振文、王宝林、张尊敬、宋伟刚、于学谦、徐坚、杨明华、艾文太、马培忠、张铁军、张庆民、孙晓、闫发尧、王永本、董光中、刘建华、杨金莲、张宝宝、晋松田、张绍元、邵建华、郭晓放、李洪森、韩刚、孟文俊。

本次修订的主要技术内容是：1. 修订普通带式输送机；2. 增订水平转弯带式输送机、U 型带式输送机和管状带式输送机的工程设计及带式输送机工程施工与工程验收标准。重点修订内容包括：1. 大运量、长距离的水平转弯带式输送机有关布置、阻力计算；2. U 型带式输送机有关布置、输送能力和阻力计算；3. 管状带式输送机有关布置、输送能力和阻力计算；4. 消防与粉尘防治、噪声和光电污染控制等。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了我国带式输送机工程设计、设备制造、工程施工和工程验收的实践经验，参考了国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048、德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101、

美国 CEMA《散状物料带式输送机》等国外带式输送机的技术法规和技术标准。目前,国内外尚无水平转弯带式输送机、U 型带式输送机和管状带式输送机的工程技术标准供参考,编制组借鉴国内外带式输送机实践经验,并对相关技术资料进行了分析总结,为本标准的编制提供了有力的技术支撑。

为便于广大施工、监理、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《带式输送机工程技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(157)
2	术语和符号	(158)
2.1	术语	(158)
2.2	符号	(158)
3	主要参数	(159)
3.1	输送量	(159)
3.2	带速	(161)
3.3	带宽	(162)
4	运行阻力	(163)
4.1	运行阻力	(163)
4.2	传动滚筒圆周力	(167)
5	输送带张力和驱动功率	(168)
5.1	输送带张力	(168)
5.2	输送带各特征点的张力计算	(168)
5.3	电动机功率	(169)
5.4	驱动功率分配	(169)
5.5	拉紧力	(170)
6	启动和停机	(171)
6.1	惯性力	(171)
6.2	启动加速度	(171)
6.3	停机减速度	(172)
7	下运带式输送机	(173)
7.1	一般规定	(173)
7.2	启动和制动	(173)

8	主要部件	(175)
8.1	输送带	(175)
8.2	滚筒	(178)
8.3	托辊组	(179)
8.4	机架	(182)
8.5	驱动装置	(183)
8.6	拉紧装置	(183)
8.7	制动和逆止装置	(184)
8.8	清扫器	(185)
9	安全保护装置	(186)
9.1	一般规定	(186)
9.2	紧急开关	(186)
9.3	输送带保护	(186)
9.4	料流检测装置	(187)
9.5	下运带式输送机 and 管状带式输送机保护	(187)
10	整机布置	(189)
10.1	一般规定	(189)
10.2	受料	(196)
10.3	卸料	(197)
10.4	过渡段	(198)
10.5	曲线段	(199)
10.6	输送带翻转装置	(202)
10.8	栈桥和隧道	(203)
11	电气和控制	(204)
11.1	供电电源	(204)
11.2	配电	(204)
11.3	单机控制	(205)
11.4	集中控制	(205)
11.5	智能控制	(206)

11.6	电气保护和通信	(206)
12	优化设计和动态性能评价	(207)
13	附属设备	(209)
14	消防和环保	(210)
14.1	消防	(210)
14.2	粉尘防治	(210)
14.3	清扫	(211)
14.4	噪声和光电污染控制	(211)
15	工程施工	(212)
15.1	一般规定	(212)
15.2	施工	(212)
15.3	试运转	(212)
16	工程验收	(214)
16.1	工程划分	(214)
16.2	工程验收	(214)
附录 B	托辊载荷计算	(215)

1 总 则

1.0.1 带式输送机是重要和关键的散状物料输送设备,编制本标准的目的是统一和规范带式输送机工程设计、施工和验收,以满足我国带式输送机工程需要。

本标准参照了国内带式输送机及输送带等部件有关标准,同时借鉴了国际标准和国外先进标准及国内外设计实践经验,以使本标准技术先进、经济合理、安全可靠和实施可操作。

1.0.2 本标准的适用范围除普通带式输送机外,增加了水平转弯带式输送机、U型带式输送机和管状带式输送机的工程设计,以及带式输送机工程施工和验收的内容。

1.0.3 本标准规定了带式输送机输送物料的适用范围,当输送物料的堆积密度、物料温度及工作环境温度超出本标准规定的范围时,应根据工程要求、工作条件和物料特性采取相应的措施。

“带式输送机”为本标准中涉及的普通带式输送机、水平转弯带式输送机、U型带式输送机和管状带式输送机的统称。

1.0.4 带式输送机在我国的应用极为广泛,带式输送机工程除应符合本标准的规定外,还应执行带式输送机现行有关国家标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

本标准中的术语在现行国家标准中已有规定的不再单独列出,仅对标准中特有的术语或相关专业术语标准中已有相同术语但与本标准中的概念或定义角度有差异的列出。

2.1.1 普通带式输送机系指输送线路的水平面投影为直线、槽角为 45° 以下的带式输送机。

2.1.2 水平转弯带式输送机系指输送线路的水平面投影有曲线段的固定式带式输送机。水平转弯带式输送机除包括水平转弯段(水平面或倾斜面转弯段)外,还包括水平转弯段内含有凹弧或凸弧段的垂直曲线特征的带式输送机。

2.2 符 号

本标准所用符号参照了现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》GB/T 17119-1997、《带式输送机设计计算方法》GB/T 36698-2018、国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989、德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的常用符号,上述没有规定的采用习惯用法。由于符号较多,采用分类分组说明。

3 主要参数

3.1 输 送 量

I 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

3.1.1 普通带式输送机的理论输送量为物料在输送带上具有最大允许承载量时单位时间输送物料的理论体积或质量。理论输送量与带式输送机水平输送时输送带承载物料的理论横截面积、带速及倾斜输送时输送带承载物料的上部横截面积减少等因素有关。

3.1.2 普通带式输送机的设计输送量系指根据工程的要求,带式输送机单位时间内输送物料的实际体积或质量。设计输送量受带式输送机供料方式、线路布置、输送能力储备要求等条件影响。设计输送量通常小于理论输送量,以保证带式输送机在给定条件下完成输送量的要求。

本标准对设计输送量与理论输送量的关系用理论输送量的利用率表示。理论输送量的利用率为设计输送量的输送带承载物料的横截面积与理论横截面积的比值,亦可称为理论输送量的平均利用率。因受供料设备能力变化等影响,输送带承载物料的实际横截面积是波动的,设计输送量的输送带承载物料的横截面积为某时间段的平均值。为避免撒料,输送带承载物料的横截面积的最大值不宜超过理论横截面积。

3.1.3 本标准增加了普通带式输送机 4 托辊和 5 托辊输送带承载物料的理论横截面积的计算方法。

输送物料的动堆积角与物料的流动性、粒度及组成、形状、含水率等因素有关,还与带式输送机的带速、机长等参数有关。设计应根据工作条件、带式输送机具体参数等因素确定。通常工作条件下,一般特性物料的动堆积角可按表 3.1.3 选取,并应根据带式

输送机具体参数进行修正。如高带速或长距离带式输送机或输送流动性好的物料时宜取小值。

表 3.1.3 参照了美国 CEMA《散状物料带式输送机》(*Belt Conveyors for Bulk Materials*)的推荐值。其他物料可参照现行国家标准《连续搬运设备 散装物料分类、符号、性能及测试方法》GB/T 35017-2018 的规定取值。

3.1.4 倾斜输送物料时,受物料重力、内摩擦角等因素的影响,输送带承载物料的上部理论横截面积将减小。当带式输送机正常运行,均匀给料,输送物料的粒度小时,缩减系数 φ_{st} 应按式(3.1.4)计算。

式(3.1.4)系参照国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989 和德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定制订的,适用于带式输送机最大倾角不大于物料的动堆积角。当带式输送机倾角大于或等于物料的动堆积角时,只有中部(4 托辊和 5 托辊)和下部横截面积存在。式(3.1.4)中的动堆积角取值应与式(3.1.3-2)、式(3.1.3-3)、式(3.1.3-5)、式(3.1.3-7)、式(3.1.3-10)的动堆积角有区别。第 3.1.3 节的公式是考虑物料特性和带式输送机长度等因素偏保守的安全值。按式(3.1.4)计算物料的理论横截面积缩减系数时,应采用实际的物料动堆积角值,以避免采用偏保守的动堆积角,使倾斜带式输送机的装料横截面积计算值过小。

3.1.5 水平转弯带式输送机的理论输送量和设计输送量的计算,除水平转弯段外,其他与普通带式输送机相同。在水平转弯段,当托辊组形式不变时,托辊组内曲线抬高,输送带承载物料的横截面积有可能比直线段小,特别是转弯半径较小的带式输送机,应校核水平转弯段物料的理论横截面积。

II U 型带式输送机

3.1.6 U 型带式输送机的理论输送量和设计输送量的计算方法与普通带式输送机相同。

3.1.7 U形输送带横截面布置通常用于水平转弯段,以获得较小的曲率半径。输送带承载物料的理论横截面积,由输送带承载物料的上部横截面积、中部横截面积和下部横截面积共3部分组成。由于U形截面的开口宽度相对较小,根据输送带的成槽性,下部横截面积宜按半圆进行计算。

U形输送带的开口尺寸宜为带宽的 $1/3 \sim 1/2$ 。条件允许时,宜采用较大的开口尺寸,以获得较大的横截面积。

III 管状带式输送机

3.1.8 管状带式输送机的理论输送量为物料在管状输送带内具有最大允许承载量(输送带承载物料的理论横截面积)时,单位时间输送物料的理论体积或质量。管状带式输送机的设计输送量为工程要求的输送量,是根据物料供给情况及能力储备要求等条件,计入理论输送量的利用率后的单位时间输送物料的体积或质量。

3.1.9 管状带式输送机输送带承载物料的理论横截面积,系指输送带呈圆形的净面积并计入填充系数后的横截面积,是根据带式输送机实际管径、输送带厚度、填充系数的计算值。

3.1.10 管状带式输送机的填充系数,系指承载物料的理论横截面积与圆形横截面积的比值。为计算方便,填充系数值可根据物料的粒度情况按名义管径选取。填充系数的规定系参考国内外制造厂的实践经验确定的。

3.2 带 速

3.2.1 带速是影响带式输送机性能和经济性的重要参数,是提高带式输送机输送量的途径。在国内外,一般采用较高的带速,以 $5.0\text{m/s} \sim 6.0\text{m/s}$ 为多,高的达 10.0m/s 。长距离和大型带式输送机采用较高的带速,目的是取得较好的经济性。

3.2.3 管状带式输送机的带速可按普通带式输送机的规定选取。提高带速是发展趋势,但当水平转弯布置复杂、曲率半径较小时,宜降低带速。

3.3 带 宽

I 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机

3.3.1 带宽是影响带式输送机经济性的重要参数,带宽的选择不仅要满足单机参数的合理性,还应考虑带式输送机系统的通用性和技术合理性,应综合比较选择带宽和带速。

3.3.2 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机在初选带宽后应按物料粒度校核:

(1)表 3.3.2 的数值综合考虑了物料的最大粒度和粒度组成、动堆积角等因素的影响。不同的物料在粒度组成相同,但其动堆积角不同时,其允许的最大粒度亦不同。同一带宽和大块物料的含量相近的情况下,物料的动堆积角越大,允许物料粒度相对越小,以避免撒料。

根据实践经验,较大的带宽虽然理论上可输送较大的物料粒度,但过大的粒度会加剧对受料点托辊的冲击和输送带的磨损。

(2)当按式(3.3.2-1)、式(3.3.2-2)进行计算时,选用值不宜超过表 3.3.2 推荐的允许粒度范围。

II U型带式输送机

3.3.3 表 3.3.3 中 U型带式输送机允许输送物料的最大粒度为开口尺寸 W 等于带宽的 $1/3$,输送常用一般特性物料,动堆积角为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 时的推荐值。

III 管状带式输送机

3.3.4 管状带式输送机允许输送物料的最大粒度与物料粒度及粒度组成有关。输送物料的大块含量越大,则要求管径越大。

4 运行阻力

4.1 运行阻力

I 普通带式输送机

4.1.1 普通带式输送机的运行总阻力计算,本标准修改为按区段分别计算运行阻力,以适应带式输送机的布置和工况越来越复杂的要求,并将主要特种阻力和附加特种阻力合并为特种阻力。

阻力的分段计算是对具有相同参数的区段(如相同的倾角 δ_i 、模拟摩擦系数 f_i 、物料单位长度的质量 $q_{G,i}$ 和托辊旋转部分单位长度的质量 $q_{R,i}$ 等)进行的阻力计算。为计算方便,从带式输送机的尾部到头部按顺序进行编号。脚标“ i ”为区段的序号,脚标“ o ”为上分支,“ u ”为下分支,0、1、2为带式输送机线路特征点(图4.1.1)。

4.1.2 普通带式输送机的主要阻力发生在整个输送长度上。本标准增加了按区段分别计算主要阻力的方法。

(1)式(4.1.2-1)系参照国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989及现行国家标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》GB/T 17119-1997(等同于采用ISO 5048:1989)的计算方法,可用于布置简单的普通带式输送机阻力计算。

式(4.1.2-3)、式(4.1.2-4)参照了德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011的按区段分别计算主要阻力的方法,适用于线路布置复杂的普通带式输送机。

(2)在带式输送机线路中含有上运段和下运段时,应根据带式输送机的载荷情况、极端载荷工况,如供料不均匀,输送线路中部

分有载、部分空载等,分别计算主要阻力。

(3)模拟摩擦系数是包括托辊旋转阻力、输送带压陷阻力、输送带的弯曲阻力和物料内摩擦阻力等的综合模拟摩擦系数。当输送带垂度相对较大时,输送物料的挤压阻力会占较大比例。当已测知托辊的转动阻力和压陷滚动阻力时,亦可以此估算带式输送机的主要阻力。承载区段输送带的压陷滚动阻力和托辊转动阻力之和,正常情况为主要阻力的 50%~85%,平均值为 70%。空载区段约为主要阻力的 90%。

4.1.3 模拟摩擦系数是计算主要阻力的重要参数,特别是对提升阻力较小的长距离带式输送机尤为重要。由于模拟摩擦系数影响因素较多,应根据带式输送机的技术参数、运行工况、物料特征及工作条件等因素确定。表 4.1.3 参照了国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989 的规定。

4.1.4 普通带式输送机的附加阻力是带式输送机某些区域上的摩擦阻力和惯性阻力。本标准将附加阻力修改为按上分支和下分支进行分区段分别计算。

(1)受料段物料的惯性阻力和物料与输送带间的摩擦阻力[式(4.1.4-4)]、输送带绕经滚筒的弯曲阻力[式(4.1.4-9)、式(4.1.4-10)]、非传动滚筒的轴承阻力[式(4.1.4-11)]的计算,采用国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989 的规定。

对受料段加速区内物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力计算[式(4.1.4-5)~式(4.1.4-7)],修改为采用德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定。

(2)对于某些带式输送机,输送带绕经滚筒的弯曲阻力和非传动滚筒轴承阻力与其他附加阻力相比较小时,可忽略不计。

(3)本标准参照现行国家标准《带式输送机设计计算方法》

GB/T 36698-2018 的规定,增加了输送带与导料槽密封裙板间的摩擦阻力计算方法。单点受料及长距离带式输送机可忽略不计。当多点受料或导料槽较长时采用。

4.1.5 普通带式输送机的特种阻力只有在采用相关布置或装置时产生。本标准参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定,将特种阻力修改为按区段分别计算。对受料段加速区外物料与导料槽侧壁间的摩擦阻力计算,改为按德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定计算。

本标准参照现行国家标准《带式输送机设计计算方法》GB/T 36698-2018 的规定,增加了缓冲床的摩擦阻力和凸弧段的附加弯曲阻力计算方法。

4.1.6 带式输送机的提升阻力是倾斜带式输送机提升物料的阻力。对复杂带式输送机,本标准将提升阻力修改为按区段分别计算。应根据带式输送机空载、满载、部分有载等不同运行工况,对上分支和下分支的各区段分别计算提升阻力,取各段之和。

II 水平转弯带式输送机

4.1.7 水平转弯带式输送机直线段部分的阻力计算与普通带式输送机相同,水平转弯段的阻力除按直线段的计算方法计算外,还应加上水平转弯段的附加阻力。

水平转弯段的附加阻力受线路布置、张力、托辊形式等多种因素影响,条件较好时,可按式(4.1.7-2)估算。当水平转弯段曲率半径较小(不大于 1000m)、曲线段对应的圆心角较大时,应通过详细计算确定。

III U 型带式输送机

4.1.8 U 型带式输送机直线段的运行总阻力计算与普通带式输送机相同,仅在 U 形横截面区段的主要阻力和凸弧段的附加弯曲阻力计算时,模拟摩擦系数 f 值宜按表 4.1.8 选取。另外,水平转

弯段的阻力应在按直线段阻力计算的基础上加上水平转弯段的附加阻力。

水平转弯段的附加阻力,除受曲率半径、曲线段对应的圆心角、曲线段张力等因素影响外,还与 U 形横截面托辊组形式有关。普通 U 形横截面系指本标准图 3.1.7 中所示的形式。

IV 管状带式输送机

4.1.9 管状带式输送机运行总阻力中的主要阻力、附加阻力、特种阻力、提升阻力的计算方法与普通带式输送机基本相同。由于管状带式输送机的特殊结构,增加了输送带的刚性阻力、成管阻力及水平转弯段的附加阻力。

4.1.10 管状带式输送机主要阻力的模拟摩擦系数与普通带式输送机不同,应根据输送带类型、拉伸强度、名义管径、运行工况及工作环境温度等确定。在表 4.1.10-1~表 4.1.10-5 中,环境温度低系指低于 -5°C ,高带速系指不小于 5m/s 。

4.1.11 管状带式输送机凸弧段的附加弯曲阻力,计算公式按普通带式输送机规定计算,但模拟摩擦系数应按管状带式输送机的规定选取。

4.1.12 管状带式输送机的水平转弯段往往与凸弧段或凹弧段重叠布置,应根据不同布置计算凸弧段的附加弯曲阻力或水平转弯段的附加弯曲阻力,并根据重叠情况进行取舍。

4.1.13 管状带式输送机输送带的刚性阻力是在输送带强制成管时,由于输送带的横向刚性产生对托辊组的反弹力,增大了管状带式输送机的运行阻力,增加值即为刚性阻力。式(4.1.13)是在不同管径的输送带横向刚性为标准值时的经验公式。由于不同管径所采用的输送带芯层材料、拉伸强度、覆盖层厚度可能不同,同一管径的输送带横向刚性会有差异,而小管径的输送带横向刚性差异可能更大。因此,当输送带横向刚性与标准值差异较大时,应根据名义管径、输送带结构和横向刚性实际指标对刚性阻力进行修正。

4.1.14 管状带式输送机输送带的成管阻力或称入口阻力,是输送带由平形变为管状时的能量损失。成管阻力与管径有关,管径越大则成管阻力越大。表 4.1.14 中的数值由下式计算并修正得出:

$$F_p = (0.2d_g + 25)gn_p \quad (1)$$

式中: n_p ——输送带成管次数或入口次数,为输送带从平形到管状的总次数,当上分支与下分支均为管状时, $n_p = 2$ 。

4.2 传动滚筒圆周力

4.2.1 复杂带式输送机因布置和运行工况复杂,为保证带式输送机在任何工况下安全可靠地运行,应根据带式输送机线路的倾角及起伏情况,分别计算各种工况的传动滚筒所需圆周力(所有传动滚筒圆周力之和),并根据各工况可能出现的频率、时间长短及对运行的影响确定传动滚筒所需圆周力,避免对复杂带式输送机的圆周力取值过大造成浪费。

4.2.2 传动滚筒所需圆周力 F_{Tr} 为所有传动滚筒圆周力的总和,等于带式输送机运行总阻力 F_U 。本标准式(4.2.2-1)~式(4.2.2-4)适用于所有长度的带式输送机。当带式输送机长度较长、布置较简单时,附加阻力在全部阻力中占比很小,亦可按式(4.2.2-5)~式(4.2.2-6)简化计算。

附加阻力系数的定义为:

$$C = \frac{F_H + F_N}{F_H} \quad (2)$$

$$F_N = (C - 1)F_H \quad (3)$$

表 4.2.2 中附加阻力系数 C 值为基于理论输送量利用率为 $0.7 < \varphi < 1.1$ 、模拟摩擦系数为 0.025 的基准值。

5 输送带张力和驱动功率

5.1 输送带张力

5.1.1 输送带张力应满足带式输送机在任何工况时,输送带与传动滚筒间不打滑和相邻两托辊组间的输送带垂度的要求。

5.1.2 输送带最小张力应在启动工况、稳定运行和制动工况下符合式(5.1.2-1)~(5.1.2-14)的规定。

5.1.3 输送带的垂度为输送带在两托辊组间的下垂量与托辊组间距的比值,输送带的最小张力应满足输送带垂度的要求。大型及复杂带式输送机在稳定运行工况的垂度 h_r 宜限制在0.01以下。小型带式输送机输送带的垂度可限制在0.02以下。非稳定运行工况的带式输送机允许有较大的垂度,但应保证输送机不撒料。本标准将式(5.1.3-1)和式(5.1.3-2)修改为忽略带式输送机倾角的影响。

5.2 输送带各特征点的张力计算

5.2.2 输送带相邻两点的张力计算公式(5.2.2-1)和(5.2.2-2)为输送带相邻两特征点的计算,不适用于输送带在传动滚筒或制动滚筒的绕入点与绕出点之间的张力计算。非稳定运行工况的输送带张力分布规律与拉紧装置的形式和位置有关,式(5.2.2-2)适用于重锤式恒张力拉紧。

5.2.3 长距离大型带式输送机及线路倾角起伏多变的复杂带式输送机输送带各特征点张力,传统的设计是将输送带按刚体计算,计算得出的输送带张力与实际有差异,宜将输送带按黏弹性体计算和分析,以使设计经济合理,避免带式输送机出现运行事故。

5.3 电动机功率

5.3.2 驱动电动机所需功率是带式输送机在稳定运行工况,并考虑驱动系统传动效率等因素的计算值,应根据下列情况确定:

(1)驱动系统传动效率主要包括减速器、耦合器及联轴器的传动效率和多机驱动功率不平衡等驱动系统的综合效率。驱动系统传动效率值系根据国际标准《连续搬运设备 带承载托辊的带式输送机 运行功率和张力的计算》ISO 5048:1989 的规定制订的。

驱动系统传动效率要根据驱动系统联轴器和减速器传动效率、多机驱动功率不平衡系数等各组成部分的效率综合确定。如采用鼠笼型电动机配液力耦合器时,应另计入液力耦合器的效率。对多机驱动功率不平衡系数,采用鼠笼型电动机配调速型液力耦合器时,功率不平衡系数可取 0.95;采用变频调速等可控启动系统时,功率不平衡系数可取 0.97~0.98。传动效率 η_1 不考虑电压降的影响,根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052-2009 的规定,以及电动机本身对供电电压的允许波动范围,通常情况下可不考虑电压降对驱动系统传动效率的影响。特殊地区当电压波动较大,并可能超出电动机的供电电压允许范围时,可计入电压降的影响系数。

(2)特殊工作条件的电动机的功率计算应根据工作温度、海拔高度等工作条件确定。

(3)对线路布置和运行工况复杂的带式输送机应分析极端工况出现的可能性。在极端工况下,有可能出现电动机功率需求最大的情况,设计应根据极端工况发生概率和出现的持续时间,合理选择电动机功率。

5.4 驱动功率分配

5.4.1 带式输送机驱动单元的分配应通过技术和经济比较确定。驱动装置的布置应尽量降低输送带的最大张力。长距离带式输送

机经过方案比较可采用多点和多种形式的驱动方式,以降低输送带的最大张力。

5.4.2 在一条带式输送机上配置同种型号的驱动单元,可减少功率不平衡等因素的影响,便于部件的互换和维修。随着驱动控制技术的进步,为降低输送带张力也可在一条输送机上采用不等功率分配。

5.5 拉 紧 力

5.5.1 拉紧滚筒的拉紧力是指输送带作用在拉紧滚筒上的合张力。拉紧力的大小取决于拉紧装置的类型、位置以及带式输送机不同工况对拉紧力的需求。

5.5.2 带式输送机输送带的拉紧力应满足带式输送机在任何工况下输送带最小垂度和输送带不打滑的基本要求。大型及复杂带式输送机在某些工况下张力波动较大,拉紧的响应速度应满足带式输送机对张力的基本要求,以保证带式输送机的正常工作。

6 启动和停机

6.1 惯性力

6.1.1 带式输送机启动加速和减速停机的惯性力为输送带、物料等直线运动体和托辊、滚筒和驱动单元等转动部件转换到输送带上直线运动的等效质量之和与加(减)速度的乘积。

6.1.2 带式输送机直线运动体等效质量的计算公式(6.1.2-1)适用于下分支不输送物料的简化计算。当托辊为不等间距布置或下分支输送物料时应按区段分别计算。公式中计算系数 k_1 为将托辊转动部分的质量转换到托辊圆周上直线运动的等效质量的计算系数。

6.1.3 带式输送机转动部件的等效质量 m_D 是驱动装置的电动机、高速轴联轴器、耦合器、制动轮、减速器、低速轴联轴器、逆止装置、飞轮及滚筒等转动部分的转动惯量(不含托辊)转换到输送带上直线运动的等效质量。对于液力耦合器、液粘等启动装置,在传动滚筒尚未转动时电动机及耦合器泵轮就已经启动,计算时可忽略这部分的等效质量。

6.2 启动加速度

6.2.1 控制带式输送机启动加速度的目的是改善带式输送机的启动性能和降低输送带的动张力。带式输送机启动时,长度越长等效质量越大,动力现象越复杂。长距离带式输送机,特别是布置复杂、倾角变化较大的复杂带式输送机,平均加速度应严格控制。

带式输送机的启动加速时间还应考虑输送带张力波传递循环周期的影响,为避免出现过大的动载荷,宜适当延长启动时间。

6.2.2 带式输送机启动加速度,除达到降低输送带的动张力外,

应满足物料在输送带上不滑动的限制条件。

6.3 停机减速度

6.3.1 带式输送机停机减速度系指在满载正常停机时的要求。带式输送机长度越长、布置越复杂,带式输送机减速度应越小。由多条带式输送机组成的大输送量的输送系统,在正常停机时宜控制每条带式输送机的停机时间趋于一致,避免转载部位因带式输送机停机时间不同造成溢料。

6.3.2 带式输送机自由停机系指切断带式输送机驱动电动机电源后,由带式输送机本身运行阻力消耗运动能量的停机方式。适用于自由停机时间满足要求的带式输送机。

6.3.3 带式输送机减力停机为逐渐减小带式输送机驱动力的停机方式。如上运带式输送机,当自由停机时间小于规定值时,需通过逐渐减小带式输送机驱动力延长停机时间,以保证规定的减速度值。

6.3.4 带式输送机增惯停机是带式输送机自由停机时间小于规定值时,在驱动装置高速轴加装惯性飞轮,利用飞轮惯量延长停机时间减小减速度,是为避免电力故障使减力停机失效而采用的停机方式。

6.3.5 带式输送机制动停机是用于自由停机时间超过规定值时,带式输送机需施加制动力的停机方式。

6.3.6 大型或长距离带式输送机工况复杂,惯性力大,在紧急停机时(如拉绳开关动作等)应控制带式输送机的停机时间。当带式输送机发生事故断电时,也应采取控制制动时间的措施,避免紧急制动出现设备安全事故。

7 下运带式输送机

7.1 一般规定

7.1.1 下运带式输送机正常稳定负载运行传动滚筒圆周力为负值时,应根据线路布置对各种工况进行计算。输送带各点的张力计算应根据不同的计算目的(计算凹弧段的飘带或皱曲等)采用不同的工况组合。同时,在同一工况下可分别对各区段的阻力分别计算。对于线路布置复杂(有上运和下运段)的带式输送机,输送带特征点的张力极限值(最大值或最小值)应对可能发生的各种工况分别进行计算,然后进行比较确定。

7.1.2 下运带式输送机的圆周力对输送量的波动敏感,带式输送机超载会引起超速,严重时可能发生飞车等恶性事故。因此,应考虑带式输送机超载的影响,并采取均衡给料措施。

7.1.5 确定拉紧装置位置时,应注意电动运行工况与发电运行工况下传动滚筒上输送带松边和紧边位置的改变。当各工况所需拉紧力相差较大时,采用拉紧力可调的拉紧装置,有可能降低输送带的强度等级。

7.2 启动和制动

7.2.2 本条为强制性条文,必须严格执行。下运带式输送机达到一定角度,满载停机容易发生失速超速,必须设制动装置。制动装置应有工作制动和安全制动两个功能。工作制动装置应在最不利的工况下可靠地控制带式输送机制动停机。安全制动是带式输送机在最不利的工况停机后,能保持足够的制动力使带式输送机处于安全可靠的停机状态。同时,制动装置应保证在故障等紧急停

机时安全停机。

7.2.4 制动装置应能实现制动力可调,以满足下运带式输送机的特殊需要,保证带式输送机的安全运行。

8 主要部件

8.1 输送带

I 输送带选择

8.1.2 短距离带式输送机的输送带张力较小,织物芯输送带可满足要求。而聚酯或聚酰胺织物芯输送带比棉织物芯输送带伸长率小、拉伸强度高,宜优先采用。输送带张力大的带式输送机应采用拉伸强度较高的输送带。

钢丝绳芯输送带的拉伸强度高,一般无横向承拉构件,容易被金属件、坚硬物料划伤撕裂。当输送堆积密度大的块状物料或受料点物料的直接落差较大时,容易出现输送带的纵向撕裂事故。为保证输送带运行的可靠性,除在受料点采取措施避免或减少撕裂事故发生外,宜对输送带的选型提出抗冲击、防撕裂的要求。

多层织物芯输送带应有合理的层数。层数过少,输送带成槽性差,易引起撒料。层数过多,输送带厚度和刚度增大,不利于运转的稳定性并易引起脱层。根据国内外的实践经验,织物芯输送带的层数宜为3层~6层,最多不宜超过8层。

8.1.3 本条为强制性条文,必须严格执行。煤矿井下为易燃易爆工作环境,为保证设备和人身安全,煤矿井下使用的带式输送机必须采用适用于煤矿井下特殊环境的矿井用阻燃输送带。

8.1.4 煤矿、洗煤厂、电厂、码头等栈桥或隧道内的带式输送机,应根据工作场所建筑物封闭情况和可燃粉尘聚集及散发情况选用输送带。输送的物料具有可燃粉尘聚集,不易散发,并有爆炸危险的封闭式栈桥或隧道,应采用一般用途阻燃输送带,如现行国家标准《一般用途织物芯阻燃输送带》GB/T 10822-2014 等规定的输送带,其他情况可采用普通用途输送带。

8.1.5 输送带在寒冷环境条件下工作时,普通输送带的覆盖层易出现变硬、表面龟裂,甚至发生输送带在滚筒上打滑的事故。设计时宜根据寒冷环境的工作条件提出工作温度要求,采用相应温度等级的耐寒输送带,以保证设备可靠运转。

8.1.6 管状带式输送机的机头和机尾段,输送带需要从平形向圆形过渡或圆形向平形过渡。要求输送带应具有良好的弹性、横向刚性,在输送带的搭接边缘应有良好的弹性及耐磨性,以满足管状输送带不塌管,两组托辊组之间输送带搭接边缘不张开的要求。

II 覆盖层的确定

8.1.7 输送带覆盖层的厚度应考虑物料特性和工艺要求等因素的影响。堆积密度大、粒度大或磨琢性大的物料,对输送带的划裂损坏大,应选用较厚的上覆盖层。短距离带式输送机在卸料点单位时间内受物料冲击的频率高,宜适当加大上覆盖层厚度,以保证输送带在规定使用期内不会出现覆盖层过早磨损损坏。

为减小输送带的运行阻力,下覆盖层厚度不宜过大。多层织物芯输送带上覆盖层与下覆盖层厚度比不宜超过 3,以避免产生横向起拱。对于钢丝绳芯输送带可不限制这个比值。

输送油性、酸性、碱性和温度较高等特殊物料的输送带,覆盖层厚度应根据物料特性、工作条件及要求确定。

8.1.8 织物芯输送带覆盖层的最小厚度应在基准值 1mm~2mm 的基础上加上表 8.1.8-2 规定的覆盖层附加厚度。表 8.1.8-1 和表 8.1.8-2 的数值系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定制订的。

8.1.9 钢丝绳芯输送带覆盖层的最小厚度应在最小厚度基准值的基础上,加上按表 8.1.8-2 的评价值确定的覆盖层附加厚度值。当钢丝绳芯输送带覆盖层内设有预埋线圈等检测保护元件或横向加强层时,覆盖层的最小厚度应考虑增加保护元件或加强层后厚度增加的因素。

8.1.10 输送带覆盖层性能包括覆盖层拉伸强度、拉断伸长率、磨

耗量等。表 8.1.10 中的磨琢性物料系指具有尖锐棱边和尖角的物料,在输送过程中由于撞击、划割等原因易使输送带损伤撕裂的物料。岩石类物料主要是磨琢性对输送带的划裂危害。

Ⅲ 输送带接头

8.1.11 输送带硫化接头的强度利用率高、接头光滑、寿命长,橡胶输送带宜首先采用硫化接头。钢丝绳芯输送带应采用硫化接头。

机械连接接头由于接头强度利用率低,一般只用于水平布置、输送带长度频繁变化的织物整芯输送带。

8.1.12、8.1.13 输送带接头是输送带的薄弱环节,是影响输送带安全系数的关键部位。为保证接头的可靠性,应由输送带制造厂或专业人员严格按接头技术要求进行施工。输送带拉伸强度不小于 4000N/mm 和输送带的安全系数低于 6 的大型或倾斜带式输送机宜进行接头强度试验。为保证带式输送机的安全可靠运行,必要时可采用输送带在线监测装置对接头状况进行检测。

Ⅳ 输送带安全系数

8.1.14 输送带安全系数关系到带式输送机的安全、投资和运营费用,应根据带式输送机的具体条件合理确定。德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 将钢丝绳芯输送带设计安全系数由 DIN 22101-1982 规定的 $6.7\sim 9.5$ 调整为按输送带运行条件和接头特征等因素确定,安全系数降低到 6.7 以下。随着启动、制动性能的提高及输送带接头参数和技术的改进,国外正在运行的一些长距离带式输送机,钢丝绳芯输送带安全系数最低已降到 $4.5\sim 5.5$ 。

我国钢丝绳芯输送带的接头规定和质量要求已采用了国际先进的技术标准,当采用有效的可控软启动、制动和拉紧技术时,钢丝绳芯输送带安全系数宜取 $5\sim 7$,聚酰胺和聚酯织物芯输送带的安全系数宜取 $9\sim 10$ 。

本标准参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的

带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011,增加了根据输送带接头特征和输送带运行条件计算安全系数的方法。

8.2 滚 筒

8.2.1 滚筒最小直径的计算公式和表 8.2.1 的规定系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定制订的。滚筒最小直径是依据输送带接头的使用寿命应达到输送带预期寿命确定的,以避免过小的滚筒直径造成输送带过早的失效。同时,应根据输送带的许用比压验算传动滚筒的直径。

按式(8.2.1-1)计算滚筒直径基准值 D_{Tr} , 并根据圆整后的基准值、滚筒的张力利用率,参照图 1 确定滚筒的组别,按表 8.2.1 选取传动滚筒或其他滚筒的直径。

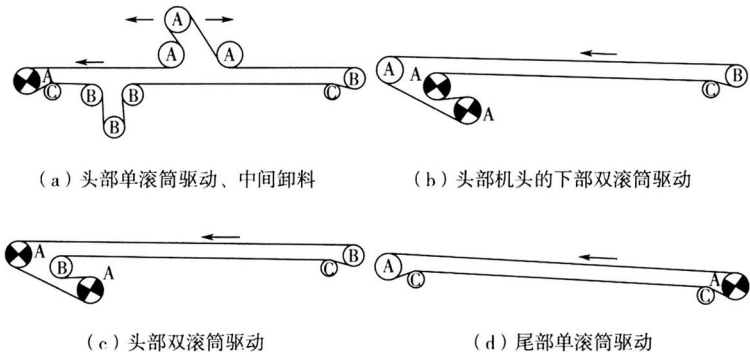


图 1 滚筒组别示意图

8.2.2 滚筒的长度与带式输送机类型有关,普通带式输送机、水平转弯带式输送机、U 型带式输送机的滚筒长度系列基本相同,应按现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595-2017 的规定执行。管状带式输送机的滚筒长度取决于输送带宽度,表 8.2.2 的滚筒长度值综合考虑了与输送带宽度的合理匹配,并兼顾了现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595-2017 的规定。

8.2.3 传动滚筒覆盖面的作用是增加滚筒与输送带之间的摩擦系数,同时可减少滚筒表面粘料。胶面覆盖面滚筒适用于圆周力较大、工作环境条件差、环境温度较低的工作条件。根据需要亦可采用耐磨性较好的镶嵌陶瓷块等表面形式。传动滚筒覆盖面的沟槽应考虑滚筒旋转方向性。双向运行的带式输送机应为菱形沟槽。

8.2.4 本条为强制性条文,必须严格执行。煤矿井下具有煤尘和爆炸性气体危险,滚筒的胶面材料应采用阻燃材料制造。

8.2.5 滚筒的载荷通常按带式输送机稳定运行工况计算。输送距离长、提升高度大、输送线路布置复杂的带式输送机,滚筒受力情况复杂。因此,在按稳定运行工况的载荷计算选型后,还应按最不利工况的载荷条件对滚筒进行强度校核。

8.3 托 辊 组

I 一般规定

8.3.1 带式输送机托辊组形式应根据带式输送机类型、工作条件等选择。

(1)吊挂托辊组具有柔性和自调重心功能,适用于移置式、半移动式带式输送机。但在下运的上分支,吊挂托辊组中间辊的前移造成侧辊后倾,同样上运的下分支托辊组侧辊后倾,对防止输送带的跑偏不利。因此,倾角较大的带式输送机应考虑上述因素的不利影响,宜采取将吊挂托辊组的中间托辊进行定位等措施。

(2)前倾托辊组对输送带跑偏起到纠偏作用,但托辊的前倾也增加了输送带的磨损和功率消耗。托辊的前倾角度越大,对输送带的磨损越严重。因此,前倾角不宜大于 3° 。长度300m以上的带式输送机不宜全部采用前倾托辊组,宜在头部、尾部或适当位置设部分前倾托辊组。

(3)带式输送机受料点的缓冲托辊组的作用是缓冲物料对输送带的冲击。大块物料或岩石类物料对输送带和托辊的冲击大,

应设缓冲托辊组、缓冲床等缓冲装置。缓冲托辊组支架或吊架也宜采用减振措施。

(4)长距离带式输送机输送带的张力较大,槽形过渡段需要长度大,过渡托辊组能适应输送带槽角的变化,避免输送带悬空过大造成撒料或增大槽形托辊组负载。

(5)恶劣的工作条件下,带式输送机下分支输送带和托辊易粘物料,并容易造成输送带跑偏。采用梳形托辊组或螺旋托辊组,可防止物料粘结在托辊上。

多雨地区室外设置的托辊的工作条件恶劣,宜采取设防雨罩等防护措施。否则,宜对大槽角的托辊提出防水要求,以保证托辊的预期使用寿命。

(6)水平转弯带式输送机的水平转弯段通常采用托辊组内曲线侧抬高和托辊前倾等措施来平衡输送带张力引起的向心力,以保证带式输送机正常运行。

(7)输送带偏移会加剧输送带覆盖层磨损、输送带边缘退化、多层输送带分层和托辊磨损。物料的偏载会导致撒料及环境污染,应根据带式输送机参数采取相应的防跑偏措施。

8.3.2 托辊选择包括托辊的直径、长度、密封形式及承载能力验算等。托辊最小直径应满足带速要求,表 8.3.2 是以托辊转数不超过 600r/min 为基础计算的。

托辊的承载能力验算主要针对一些输送量超过 3000t/h、输送带质量较大或托辊间距较大的带式输送机。预期托辊轴承寿命 L_{10} 与托辊的载荷、带速、托辊直径有关,是对带式输送机托辊的寿命评价方法。

根据环保要求,临近学校、住宅区等区域宜采用低噪声托辊以满足环保要求。

8.3.3 本条为强制性条文,必须严格执行。煤矿井下为具有爆炸性煤尘和气体的危险场所,带式输送机托辊的缓冲圈、圆环等非金属材料,应符合井下防爆环境条件规定。

II 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

8.3.5 普通带式输送机和水平转弯带式输送机托辊组间距,应根据下列因素确定:

(1)输送带和物料单位长度的质量、托辊额定载荷、输送带垂度、带式输送机输送量、输送带张力和托辊的位置。

(2)托辊组在输送带的高张力区,托辊间距可增大,但应满足托辊额定承载能力和输送带垂度的要求。

(3)带式输送机的凸弧段和水平转弯段托辊组间距宜适当减小。

8.3.6 水平转弯带式输送机水平转弯段的托辊组应起到平衡输送带向心力的作用。根据带式输送机的布置参数,宜采用托辊组内曲线侧抬高、深槽托辊组、多托辊、托辊前倾、吊挂等形式,以实现平衡输送带张力引起的向心力。

III U型带式输送机

8.3.7 U型带式输送机输送带承载物料的横截面形状与普通带式输送机不同,托辊的长度不同,宜根据带宽、物料的横截面及托辊的数量按表 8.3.7 选取。

8.3.8 U型带式输送机托辊组的形式应根据直线段或转弯段的需要确定。转弯段的上分支托辊组应采用 U 形横截面,下分支可采用水平转弯带式输送机的托辊组形式。

IV 管状带式输送机

8.3.9 管状带式输送机的托辊组,当托辊设在窗框板一侧时,相邻两个托辊间的间隙应有安全距离,并不应过大,以避免输送带边缘嵌入两个托辊间造成损坏。当托辊设在窗框板两侧时,托辊加长有利于输送带的安全运行。

过渡段(含成形段)的输送带从滚筒的平形至管状的范围,托辊组槽角宜采用渐变等布置形式,以利于输送带在平形与管状间的平稳过渡。但在尾部的受料段导料槽范围内,托辊组的布置应符合受料段布置的要求。

8.3.10 管状带式输送机输送带呈管状横截面的标准段托辊长度,取决于管状带式输送机名义管径、托辊的布置形式及数量。过渡段(成形段)的托辊长度应根据托辊组横截面的参数确定。

8.3.11 管状带式输送机直线段和曲线段托辊组的间距系指输送带呈管状时相邻两托辊组的距离。

8.4 机 架

I 一般规定

8.4.1 带式输送机机架包括头架、尾架、中间架、驱动装置架、拉紧装置架等。机架应满足工程输送工艺、地面工作条件及气候等条件的要求。

II 普通带式输送机

8.4.3 带式输送机的头架和尾架是用于支承滚筒并承受输送带张力的钢结构,应根据带式输送机类型及参数确定机架类型。

1 三角形头架和尾架的结构简单、受力好,固定式带式输送机宜优先选用。

3 移置式和半移动式带式输送机需经常移设,头架和尾架应具有良好的整体可移性,并应满足在恶劣地面条件下移设的要求。

8.4.4 固定式中间架结构简单,适用于固定不动的带式输送机。移置式带式输送机移设频繁,当有轨道式受料漏斗车或卸料车等移动设备跨越在上面行走时,需采用双轨滑橇式中间架。当跨越的移动设备为履带式行走机构时,可采用单轨滑橇式中间架。半移动式带式输送机通常采用无轨道的滑橇式中间架,以方便搬迁。

III 水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机

8.4.6 水平转弯带式输送机和 U 型带式输送机,直线段中间架的形式与普通带式输送机相同。转弯段托辊组采用便于平衡输送带张力引起的向心力的结构形式,其配套中间架应便于托辊组的调整。

IV 管状带式输送机

8.4.8 管状带式输送机上分支的机头过渡段,输送带由管状向平

形过渡,尾部过渡段输送带由平形向管状过渡。当尾部受料时,输送带由受料段的槽形向管状过渡。过渡段的中间架形式应满足不同位置 and 不同布置的要求,并应便于托辊的调整,以利于输送带平稳过渡。

8.5 驱动装置

8.5.2 带式输送机驱动装置形式应根据输送机性能要求确定。

(1)电动机与减速器直联驱动装置系统简单,但启动电流大,启动加速度大,可用于小功率带式输送机。

(2)驱动功率 45kW 到 500kW 是限矩型液力耦合器常用范围,是应用广泛经济适用的驱动形式。永磁变频电动机与滚筒直联驱动,由于取消了减速器、液力耦合器等传动环节,提高了传动效率、节能、占地面积小,宜用于大中型带式输送机。

(3)长距离和布置复杂的带式输送机的工况复杂,应采用变频调速等有较好的可控启动和制动性能的驱动装置。

8.5.3 本条为强制性条文,必须严格执行。带式输送机在具有爆炸和火灾危险环境工作时,为保证带式输送机安全运行,驱动装置及电气设备应具有防爆性能。

8.5.4 带式输送机驱动装置的布置应有利于降低输送带的张力,同时应考虑供电及维修等现场条件。

8.5.5 移置式和半移动式带式输送机需经常进行移设,头架及尾架受地面条件和移设的影响容易变形,驱动装置固定在机架上容易造成驱动装置及滚筒间的连接故障,甚至损坏,应采用浮动支撑形式,以避免机架变形对驱动装置产生影响。

8.6 拉紧装置

8.6.1 拉紧装置的作用是拉紧输送带,保证输送带在稳定运行、启动和制动各种工况下的张力要求,避免输送带在滚筒上打滑,保证输送带在托辊组之间的垂度不超过允许值。

8.6.2 拉紧装置的形式包括重锤式拉紧、固定式拉紧、自动式拉紧装置等形式。

(1)重锤式拉紧为恒张力拉紧,结构简单,在各种运行工况下拉紧力保持不变。重锤式拉紧装置包括垂直式重锤拉紧和塔架重锤式拉紧。垂直式重锤拉紧装置系指拉紧装置直接设在带式输送机下部。塔架重锤式拉紧装置为拉紧重锤布置在带式输送机旁侧塔架上,适用于拉紧行程较长的长距离带式输送机。为了降低拉紧塔架高度,往往采取电动绞车与重锤拉紧组合式拉紧形式。

(2)固定式拉紧装置包括螺旋拉紧装置、固定式电动绞车拉紧装置等,拉紧滚筒位置在各种工况下保持不变。螺旋拉紧装置的拉紧力一般通过丝杠手动调整,受螺旋拉紧装置最大行程的限制,仅用于短距离带式输送机。

(3)自动式拉紧装置包括自动式电动绞车和自动式液压拉紧等,能根据带式输送机启动、稳定运行、制动等工况的不同张力要求,自动调整输送带拉紧力。

8.6.3 拉紧滚筒的拉紧行程用于补偿输送带伸长、更换滚筒时放松输送带、储备输送带以及重新接头时所需的附加行程。长距离带式输送机,当采用可控启制动装置并经过分析计算时可减小拉紧行程。长距离带式输送机采用钢丝绳芯输送带时,应根据工作条件考虑输送带的热伸长量影响、带式输送机加速或减速过程中输送带伸长量的变化影响,以避免拉紧装置移动范围超限造成碰撞事故。

8.6.4 长距离带式输送机的拉紧装置可根据张力分布设多点拉紧。重锤车式拉紧装置从拉紧滚筒到拉紧重锤环节的滑轮较多,应采取措施减小拉紧系统的附加阻力。

8.7 制动和逆止装置

8.7.1 本条为强制性条文,必须严格执行。上运带式输送机达到一定角度,在满载停机时逆转力矩会导致输送带逆转。制动装置

或逆止装置应起到防止输送带逆转,避免恶性事故发生的作用。

制动装置是倾斜带式输送机停机时通过制动闸的作用保证上运时输送带不发生逆转,下运时安全停机的安全装置。逆止装置是上运带式输送机停机时防止输送带逆转的安全装置。上运倾角越大停机时输送带逆转的危险性越大,大型上运带式输送机应同时设逆止装置和制动装置,以确保安全。

8.7.2 长距离、大输送量带式输送机的惯性力大,自由停机时间长,有可能超过允许停机时间,应通过制动装置来调整停机时间。微倾斜带式输送机一般指倾角 3° 以内的带式输送机。

8.7.4 逆止装置应在任何工况下起到防止输送带逆转的安全作用。当一条带式输送机设有多台逆止装置时,没有力矩均衡性能或均衡性能不可靠的逆止装置可能仅单台受力或受力不均,因此,每台逆止装置应按整条带式输送机所需逆止力矩选型,避免逆止装置逆止力矩过小,过载损坏,致使逐个失效出现飞车安全事故。采用具有力矩均衡性能的逆止装置,目的是使多台逆止装置尽量均匀受力,保证可靠性。

8.8 清 扫 器

8.8.1 由于输送物料特性、气候条件等因素影响,输送带承载面易出现粘料现象,特别是输送黏性物料或在寒冷工作条件下,输送带粘料更为严重,不仅造成环境污染,也加剧输送带的磨损和跑偏,应根据物料特性及工作条件采用不同结构和类型的输送带清扫器。

8.8.2 输送带回程段有可能发生物料撒落到输送带上,空段清扫器可避免物料进入滚筒与输送带之间,造成滚筒磨损和输送带损坏。

8.8.3 寒冷工作条件下或输送黏性物料时,物料易粘在输送带上并易粘在与输送带承载面接触的滚筒面上。滚筒清扫器可清扫滚筒的粘料以避免滚筒表面损坏或输送带跑偏。

9 安全保护装置

9.1 一般规定

9.1.1 本条为强制性条文,必须严格执行。为保证带式输送机安全运行,本条规定了带式输送机应设的安全保护装置。拉绳保护装置应设在人行道侧全长范围内,以便于人员操作。

9.1.2 本条规定根据带式输送机的性能参数和工作环境条件,推荐装设的带式输送机安全保护装置。

长距离带式输送机的拉绳保护装置数量多,采用地址编码故障位置识别系统,便于对某个拉绳保护装置的动作或故障进行快速位置识别。

9.2 紧急开关

9.2.2 拉绳保护装置应便于人员操作和安全。为了减少钢丝绳下垂造成误动作,应设托绳环,为便于人员操作,拉绳保护装置的间距不宜太大。

9.3 输送带保护

9.3.1 输送带保护装置包括输送带打滑检测装置、输送带跑偏检测装置和输送带纵向撕裂保护装置等。输送带打滑检测装置应根据带式输送机的性能参数采用相应检测方式。

大型长距离带式输送机的输送带张力较大,输送带打滑有可能造成安全事故,而且带式输送机启制动时容易发生输送带打滑,应采用同时检测传动滚筒和输送带速度的对比式打滑检测装置对带式输送机的启动、稳定运行、制动工况进行全过程检测,保证带式输送机在各种工况下的安全可靠运行。

短距离及张力较小的小型带式输送机可采用仅检测输送带速度的打滑检测装置,检测和判断稳定运行时是否打滑。

9.3.2 输送带跑偏检测装置的作用是检测输送带跑偏(横向偏移)是否超限。当输送带跑偏超过一定值时,跑偏检测装置发出报警信号或停机信号,避免带式输送机发生安全事故。输送带跑偏检测装置的位置应设在输送带易跑偏或输送带跑偏易造成危险的地方。

9.3.4 输送带接头是输送带最薄弱的环节。倾斜角度较大、张力大的上运带式输送机应加强输送带接头的状态检测,并宜设输送带接头动态检测装置,以便于及时发现安全隐患,避免断带事故发生。

9.4 料流检测装置

9.4.1 对湿式除尘自动洒水系统设料流检测器是为了避免无料洒水造成环境和设备污染。对多台长距离带式输送机系统,有时需根据料流的位置实施启动和制动顺序控制,需通过料流检测器对料流情况进行检测。

9.4.2 带式输送机特别是高带速及大运量的带式输送机,瞬间流量较大,如发生溜槽堵塞将对系统造成严重后果。因此,设溜槽堵塞检测装置是为了避免溜槽堵塞的恶性事故发生。

9.5 下运带式输送机和管状带式输送机保护

9.5.1 本条为强制性条文,必须严格执行。驱动力矩为负值的下运带式输送机(电动机为发电运行工况)易发生飞车事故,应设超速保护装置。另外,在断电状态下也应采取保护措施,避免发生带式输送机超速飞车事故。

9.5.2 下运带式输送机的超速限定值应根据电动机发电运行工况的工作特性曲线及电气保护系统确定。

当发出一级超速信号并停止向带式输送机給料后,应在物料

卸载一定数量后再逐渐减速。因此,一级超速限定值宜取小值,并应控制超速,避免发生二级超速造成停机影响生产。在一级超速解除,带速降至不大于额定速度后,再重新给料。

当发出二级超速信号时,应能安全制动停机,避免造成设备及相关设施发生破坏。二级超速限定值与一级超速限定值的差值不宜太小。

9.5.4 管状带式输送机除应符合本章第 9.1 节~第 9.5 节规定的保护外,还应根据其特点设防瞬间料流过大及超限大块等安全保护装置。由于给料不均匀或超限大块进入管状输送带后易造成胀管事故,在受料点出口处物料进入管状前宜采取措施防止物料超载或大块等原因造成输送带胀管。为了防止管状带式输送机扭转,在托辊结构、安装位置、前倾角度等方面应采取措施,避免输送带扭转超过允许值。

10 整 机 布 置

10.1 一 般 规 定

10.1.1 带式输送机输送物料的允许最大倾角系指在空载情况下,将物料卸到输送带上能平稳输送的角度。允许最大倾角受输送物料特性(堆积密度、粒度及组成、含水率、静堆积角及流动性等)、带式输送机布置及参数(物料负载情况、导料槽长度及角度)和环境条件等多种因素影响,有时为了提高运行的可靠性,采取将导料槽加长和减小导料槽角度等措施。物料的静堆积角越大,输送物料的倾角也越大。在一定条件下,托辊槽角越大,则输送倾角亦越大。此外,输送物料的倾角还与外部环境条件及输送带承载面表面形状和材料特性有关。光面输送带系指输送带承载面为无任何凸起的平面输送带。

在寒冷地区,低温环境条件下的输送带表面变硬,摩擦系数降低,向倾斜布置的空载带面上卸料时,物料易下滑,受料段布置宜考虑低温的影响。

常用一般特性散状物料系指未经筛分的中等块度、内摩擦系数中等的一般特性散状物料,如硫酸铝、页岩、石灰石、矿山剥离物、原煤等。散状物料特性可参照现行国家标准《连续搬运设备散状物料分类、符号、性能及测试方法》GB/T 35017-2018 的规定。普通带式输送机输送的常用散状物料特性见表 1。

表 1 常用散状物料特性表

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	最大允许倾角 推荐值(°)
暗色岩,块	Trap Rock, Lumps	1.6~1.76	30~44	—
白铅矿,干的	White Lead, Dry	1.2~1.6	30~44	—

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m^3)	静堆积角 ($^\circ$)	最大允许倾角 推荐值($^\circ$)
白云石,粉末	Dolomite, Pulverized	0.74	41	—
白云石,块状	Dolomite, Lumpy	1.44~1.6	30~44	22
板岩,磨碎的,3.15mm	Slate, Ground, 1/8"	1.31~1.36	45	—
板岩,压碎的,12.5mm	Slate, Crushed, 1/2"	1.28~1.44	28	15
大豆,完整的	Soybean, Whole	0.72~0.8	21~28	12~16
大理石,压碎的, 12.5mm 及以下	Marble, Crushed, 1/2" and under	1.28~1.52	30~44	—
大米,有壳的	Rice, Hulled	0.72~0.78	19	8
矾土,干,研磨过的	Bauxite, Dry, Ground	1.09	20~29	20
矾土,原矿	Bauxite, Mine Run	1.06~1.44	31	17
高岭土,75mm 及以下	Kaolin Clay, 3" and under	1	35	19
铬,原矿(铬铁矿)	Chrome, Ore (Chromite)	2.00~2.24	30~44	—
硅酸铝(红柱石)	Aluminum Silicate (Andalusite)	0.78	30~44	—
硅酸铅,颗粒状	Lead Silicate, Granular	3.68	40	—
花岗岩,残屑,12.5mm	Granite, Screenings, 1/2"	1.28~1.44	20~29	—
花岗岩,块状, 38mm~75mm	Granite, Lumps, 1 1/2" to 3"	1.36~1.44	20~29	—
滑石,12.5mm	Talcum, 1/2"	1.28~1.44	20~29	—
黄铁矿,小球	Pyrite, Pellets	1.92~2.08	30~44	—

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	最大允许倾 角推荐值(°)
灰,煤,干的, 75mm 及以下	Ashes, Coal, Dry, 3" and under	0.56~0.64	45	—
灰,煤,湿的, 75mm 及以下	Ashes, Coal, Wet, 3" and under	0.72~0.80	45	—
混凝土,灰渣	Concrete, Cinder	1.44~1.60	—	12~30
焦炭,煤屑,6mm 及以下	Coke, Breeze, 1/4" and under	0.40~0.56	30~44	20~22
焦炭,松散的	Coke, Loose	0.40~0.56	30~44	18
磷酸钾,干的,氯化物	Potash, Dry (Muriate)	1.12	20~29	—
磷酸钾,盐(钾盐)	Potash, Salt (Sylvite)	1.28	20~29	—
磷酸钠	Sodium Phosphate	0.8~0.96	37	—
磷酸三钠,粉状	Trisodium Phosphate, Pulverized	0.8	40	25
磷酸三钠,颗粒状	Trisodium Phosphate, Granular	0.96	30~44	11
磷酸盐,化肥	Phosphate, Acid, Fertilizer	0.96	26	13
磷酸盐岩,粉末状	Phosphate Rock, Pulverized	0.96	40	25
磷酸盐岩,破碎的	Phosphate Rock, Broken	1.2~1.36	25~29	12~15
硫化铁矿,铁	Pyrites, Iron	2.16~2.32	20~29	—
硫化亚铁,0.15mm 筛孔	Ferrous Sulfide, 100 Mesh	1.7~1.9	30~44	—

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	最大允许倾 角推荐值(°)
硫化亚铁, 12.5mm	Ferrous Sulfide, 1/2"	1.9~2.2	20~29	—
硫酸铝	Aluminum Sulfate	0.72~0.93	32	17
硫酸锰	Manganese Sulfate	1.12	30~44	—
硫酸铅, 粉状	Lead Sulfate, Pulverized	2.95	45	—
硫酸铜(青石)	Copper Sulfate (Bluestone)	1.20~1.52	31	17
硫酸亚铁	Ferrous Sulfate	0.8~1.2	30~44	—
硫酸盐, 粉末状	Sulfate, Powdered	0.88	30~44	21
硫酸盐, 块状, 75mm 及以下	Sulfate, Lumps, 3" and under	0.88	30~44	18
炉渣, 熔炉, 颗粒状, 干的	Slag, Furnace, Granular, Dry	0.96~1.04	25	13~16
铝酸钠, 磨碎的	Sodium Aluminate, Ground	1.15	30~44	—
氯化钾, 小球	Potassium Chloride, Pellets	1.92~2.08	30~44	—
氯化镁(菱镁矿)	Magnesium Chloride (Magnesite)	0.53	40	—
煤, 褐煤	Coal, Lignite	0.59~0.72	38	22
煤, 无烟煤, 块状, 12.5mm	Coal, Anthracite, Sized, 1/2"	0.78~0.98	27	16
煤, 烟煤, 开采的, 原矿	Coal, Bituminous, Mined, Run of Mine	0.72~0.88	38	18

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	最大允许倾角 推荐值(°)
煤,烟煤,开采的, 0.425mm 筛孔及以下	Coal, Bituminous, Mined, 50 Mesh and under	0.80~0.86	45	24
煤,烟煤,开采的, 大小分类的	Coal, Bituminous, Mined, Sized	0.72~0.88	35	16
煤,烟煤,开采的, 松散的	Coal, Bituminous, Mined, Slack	0.69~0.80	40	22
煤渣,高炉	Cinders, Blast Furnace	0.91	35	18~20
煤渣,碳	Cinders, Coal	0.64	35	20
锰矿石	Manganese Ore	2~2.24	39	20
面粉,小麦	Flour, Wheat	0.53~0.64	45	21
钼,矿石	Molybdenum, Ore	1.71	40	—
钼矿粉末	Molybdenite Powder	1.71	40	25
泥灰土(黏土)	Marl (Clay)	1.28	30~44	—
镍(硫酸钴矿石)	Nickel (Cobalt Sulfate Ore)	1.28~2.4	30~44	—
硼砂块,38mm~50mm	Borax Lumps, 1 1/2" to 2"	0.88~0.96	30~44	—
硼砂块,50mm~75mm	Borax Lumps, 2" to 3"	0.96~1.12	30~44	—
硼酸钙	Borate of Lime	0.96	30~44	—
膨润土,0.15mm 筛孔	Bentonite, 100 Mesh	0.80~0.96	42	20
膨润土,天然的	Bentonite, Crude	0.54~0.72	42~44	—
膨胀页岩,黏土或 青砂石板岩	Expanded Shale, Clay or Slate Lightweight Aggregate	0.56~0.96	30~45	23

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m ³)	静堆积角 (°)	最大允许倾 角推荐值(°)
铅矿, 3.15mm	Lead Ore, 1/8"	3.2~4.33	30	15
氢氧化铝	Aluminum Hydrate	0.21~0.32	34	20~24
氢氧化钠, 片状	Caustic Soda, Flakes	0.75	29~43	—
沙子, 堆积的, 干燥的	Sand, Dry Bank, Dry	1.44~1.76	35	16~18
沙子, 二氧化硅, 干燥的	Sand, Silica, Dry	1.44~1.6	20~29	10~15
砂岩, 破碎的	Sandstone, Broken	1.36~1.44	30~44	—
石膏, 残屑, 12.5mm	Gypsum, Screenings, 1/2"	1.12~1.28	40	21
石膏, 块, 38mm~75mm	Gypsum, Lumps, 1 1/2" to 3"	1.12~1.28	30	15
石灰, 含水的, 粉末	Lime, Hydrated, Pulverized	0.51~0.64	42	22
石灰, 卵石	Lime, Pebble	0.85~0.89	30	17
石灰, 岩土, 生的	Lime, Ground, Unslaked	0.96~1.04	43	23
石灰石, 破碎的	Limestone, Crushed	1.36~1.44	38	18
石英, 12.5mm	Quartz, 1/2"	1.28~1.44	20~29	—
石英, 结块, 38mm~75mm	Quartz, Lumps, 1 1/2" to 3"	1.36~1.52	20~29	—
水泥, 波特兰	Cement, Portland	1.5	30~44	20~23
碎石, 鹅卵石	Gravel, Pebbles	1.44~1.6	30	12
碎石, 干, 有棱角	Gravel, Dry, Sharp	1.44~1.6	30~44	15~17
钛铁矿, 原矿	Ilmenite, Ore	2.24~2.56	30~44	—
碳, 黑, 粉末	Carbon, Black, Powder	0.06~0.11	30~44	—

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m^3)	静堆积角 ($^\circ$)	最大允许倾 角推荐值($^\circ$)
碳,黑,压制成丸	Carbon, Black, Pelleted	0.32~0.40	25	—
碳,有活性的,干, 细小的	Carbon, Activated, Dry, Fine	0.13~0.32	20~29	—
铁矿石	Iron Ore	1.6~3.2	35	18~20
铁矿石,小球	Iron Ore, Pellets	1.86~2.08	30~44	13~15
铜,原矿	Copper, Ore	1.92~2.40	30~44	20
土,湿,含有黏土	Earth, Wet, Containing Clay	1.6~1.77	45	23
土,挖掘的,干	Earth, As Excavated, Dry	1.12~1.28	35	20
硝酸铵	Ammonium Nitrate	0.72~0.99	30~44	—
硝酸钾,12.5mm	Potassium Nitrate, 1/2"	1.22	20~29	—
硝酸钠	Sodium Nitrate	1.12~1.28	24	11
锌矿,压碎的	Zinc Ore, Crushed	2.56	38	22
玄武岩	Basalt	1.28~1.68	20~28	—
氧化铝	Aluminum Oxide	0.96~1.92	29	—
氧化铅,粉状	Lead Oxide, Pulverized	3.2~4	30~44	—
氧化锌,重的	Zinc Oxide, Heavy	0.48~0.56	45	—
氧化锌,轻的	Zinc Oxide, Light	0.16~0.24	45	—
页岩,破碎的	Shale, Broken	1.44~1.6	20~29	—
页岩,压碎的	Shale, Crushed	1.36~1.44	39	22

续表 1

物料名称	物料名称(英文)	堆积密度 (t/m^3)	静堆积角 ($^\circ$)	最大允许倾角 推荐值($^\circ$)
玉米, 去壳的	Corn Shelled	0.72	21	10
云母, 磨碎的	Mica, Ground	0.21~0.24	34	23
黏土, 干, 块状	Clay, Dry, Lumpy	0.96~1.20	35	18~20
黏土, 砖块, 干, 细粒	Clay, Brick, Dry, Fines	1.20~1.92	35	20~22
长石, 残渣	Feldspar, Screenings	1.9~2.2	38	18
长石, 块状	Feldspar, Lumps	1.44~1.6	34	17
磷酸盐, 重的, 磨碎的	Phosphate, Triple Super, Ground	0.8~0.88	45	30
重晶石, 粉末	Barite, Powder	1.92~2.88	30~44	—
铸造垃圾, 旧砂芯等	Foundry Refuse, Old Sand Cores, etc.	1.12~1.6	30~44	—

10.1.2 带式输送机输送系统应通过优化减少输送机台数。根据国家要切实保护耕地、合理利用土地和工业占地的要求,线路布置应尽量避免或少占农田。可通过采用深槽、U型、管状带式输送机和直线、水平曲线、大倾角布置或组合布置,实现布置紧凑、占地少的目的。

输送线路的转载站、驱动站等重要建筑物应避开有安全隐患的不良工程地段,避免地质灾害的影响。当长距离带式输送机需穿越有可能出现塌陷危险的地段时,中间架宜采用便于调整的半移动式等结构。对需架空的栈桥,应采用便于调整的结构和采取安全措施。

10.2 受 料

I 普通带式输送机和水平转弯带式输送机

10.2.1 带式输送机输送块状物料或采用高带速时,受料段的倾

斜布置易出现物料滚动和撒落等安全隐患,应采取安全措施。

带式输送机受料段包括导料槽、缓冲托辊组等,为保证导料槽、缓冲托辊组与输送带的正常工作,受料段应避免过渡段。

10.2.2 导料槽的作用是引导物料落入输送带上平稳达到正常带速。导料槽长度系指从受料中心到导料槽终点的长度。导料槽长度取决于带速和物料流进入导料槽时在输送带运行方向的分速度,垂直受料或在倾斜段受料时应加大导料槽长度。

II U型带式输送机

10.2.3 U型带式输送机的受料段设在直线段有利于物料在受料段稳定运行。受料段缓冲托辊的槽角与普通带式输送机相同。

III 管状带式输送机

10.2.4 受料段微倾斜布置时,有利于管状带式输送机稳定料流,并有利于受料段出口以后的过渡段(管状的成形段)输送带形成管状。

10.2.5 管状带式输送机为封闭式管状输送,给料量不均匀会使管状输送带的物料横截面积超限,造成胀管等故障。应在给料环节采取防超量措施,保证给料量均匀,避免瞬间超量给料。

10.3 卸料

10.3.1 犁式卸料器为固定式定点卸料,为减少物料对输送带和犁式卸料器的磨损,带速不宜过高,并不宜卸载大块物料或磨琢性大的物料。

移动式卸料车为设在带式输送机上并在轨道上行走的卸料设备。当移动式卸料车为自移式时,水平布置有利于在轨道上行走。可逆配仓带式输送机为在轨道上往返行走的移动卸料设备,水平布置有利于在轨道上行走。

10.3.2 溜槽横截面尺寸与物料特性及输送量有关。高带速带式输送机,特别是大输送量的带式输送机,应根据卸载物料流轨迹确定带式输送机卸料处溜槽的横截面尺寸,避免料流对溜槽的水平

冲击,保证卸料流的流畅。

在低温环境下工作或输送黏性物料时,物料易粘在溜槽内壁上造成溜槽横截面减小或发生堵塞,应在溜槽内壁设防粘耐磨衬板。严寒地区必要时采取加热措施,避免物料冻粘在溜槽内壁上。

10.4 过渡段

I 普通带式输送机 and 水平转弯带式输送机

10.4.1 带式输送机槽形过渡段的长度系指滚筒中心线与相邻标准段槽形托辊组中心线之间的距离。在过渡段输送带从滚筒处的平形变成槽形,输送带边缘的单位宽度的张力(边缘的应力)比输送带中心区高,边缘伸长率比输送带中心区大。如输送带边缘的应力过大,输送带边缘将被永久性拉长,可能产生塑性变形,不仅对输送带的对中运行造成不利影响,同时还有可能降低输送带使用寿命。槽形过渡段的布置应使输送带边缘的最大应力不超过输送带许用应力值,滚筒上母线与槽底托辊上母线平面的距离宜适当增加,以减小输送带边缘应力或减小槽形过渡段的长度。

表 10.4.1-1 与表 10.4.1-2 的数值系参照美国 CEMA《散状物料带式输送机》的规定制定的较为安全的推荐值,当没有特殊要求时宜推荐采用。

本标准参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定,增加了槽形过渡段最小长度的计算方法。式(10.4.1-1)是槽形过渡段最小长度基准值计算方法,工程设计不应小于这一基准值。式(10.4.1-3)、式(10.4.1-4)系根据槽形过渡段输送带中心区应力大于 0、输送带边缘的应力不超过许用值的计算方法,应取最大计算值。

钢丝绳芯输送带槽形过渡段最小长度的计算公式(10.4.1-4)系参照现行国家标准《带式输送机设计计算方法》GB/T 36698-2018 确定的。式(10.4.1-4)~式(10.4.1-7)是对德国工业标准

《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》
DIN 22101-2011 的计算公式进行求解而成。

DIN 22101-2011 的计算公式为：

$$l_{Td, \min} = \frac{\sqrt{l_{Td, \min}^2 + h_{Tr}^2 + 2b_s^2 - 2b_s(h_{Tr}\sin\lambda + b_s\cos\lambda)} - \Delta l_{Td}\Delta k/E_{LGK}}{\Delta k/E_{LGK} + 1} \quad (4)$$

II U型带式输送机

10.4.2 U型带式输送机的槽形过渡段系指滚筒中心线与相邻U形横截面托辊组中心线之间的距离。从滚筒的输送带为平形到侧辊呈90°的U形横截面的过渡段内,托辊组槽角可从15°~75°递增。

当尾部受料时,尾部槽形过渡段的长度应包括滚筒至受料段缓冲托辊组的过渡段、受料段导料槽和导料槽至输送带呈U形横截面的成形段。表10.4.2的数值不包括尾部受料时受料段的长度。

III 管状带式输送机

10.4.3 管状带式输送机头部与尾部的过渡段,滚筒母线平面与管状输送带的相对位置应有利于减小输送带边缘应力,避免输送带边缘应力超限,并有利于输送带的平稳过渡。

10.4.4 管状带式输送机过渡段的最小长度系指滚筒中心线至管状输送带呈圆形的第一个窗式框架上托辊中心线的距离。过渡段最小长度应有利于管带的平稳过渡。

尾部受料段包括滚筒至受料段缓冲托辊组的过渡段、受料段导料槽和导料槽至输送带呈圆形的成形段。表10.4.4的数值不包括尾部受料时受料段的长度。

10.5 曲线段

I 普通带式输送机

10.5.1 普通带式输送机的凸弧段,槽形输送带边缘产生附加伸

长,输送带中心相对压缩,分别以正伸长和负伸长与输送带张力所产生的伸长叠加。凸弧段半径应足够大,避免输送带边缘的应力超限。

参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定,本条增加了以输送带中心区应力为零时,凸弧段最小曲率半径计算方法。

10.5.2 普通带式输送机凹弧段,在槽形输送带中心区出现附加伸长,边缘出现相对压缩。凹弧段的布置应满足输送带在任何工况下不抬起。式(10.5.2)参照了德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定,将弧段张力改为弧段上输送带的最大张力 F_t ,在凹弧段无物料的情况下,在启动、稳定运行等各种工况条件的计算值,按最不利条件选取凹弧段曲率半径。

因输送带为黏弹性体,按经验公式计算的凹弧段曲率半径值与实际需要有可能差异较大,设计宜根据带式输送机布置尽量采用较大的曲率半径,以改善工作条件。对空间窄小、布置困难的小型带式输送机或移动设备(堆取料机、卸料车等)上的带式输送机,可根据布置条件确定,当小于计算值时应采取安全措施。

II 水平转弯带式输送机

10.5.3 水平转弯带式输送机的水平转弯段系指带式输送机线路的水平投影为曲线的区段,包括水平转弯段内含有竖向曲线(凸弧或凹弧)的区段。

为保证输送带的正常运行,水平转弯段的两端宜有抬高角渐变的直线过渡段,在转弯段前,过渡托辊组槽角或内曲线侧抬高角要逐渐增大,转弯段后逐渐减小,以保证输送带从直线段向转弯段或转弯段向直线段的平滑过渡。

10.5.4 水平转弯段最小曲率半径受多种因素影响,与输送带张力、托辊组间距、托辊组槽形结构、托辊组抬高角度、物料的堆积密度、输送带特性、带速、加料条件和工况条件等有关。为保证带式

输送机正常工作,需满足输送带外曲线侧的输送带应力不超过输送带许用应力、内曲线侧输送带的应力不宜小于零、外侧托辊上的输送带不离开托辊、输送带横向偏移不超过允许值的要求。由于影响因素较多,仅按某个条件计算可能偏差较大,设计时应综合评价影响因素,安全合理选择曲率半径,有条件时应选择较大的曲率半径。水平转弯段的托辊组有多种形式,作为示例,仅给出 3 托辊的托辊组曲率半径计算公式。

水平转弯段最小曲率半径计算公式系根据国内和国外的设计和实践经验制订的经验公式。为了安全,式(10.5.4-1)是按转弯段上空载及 F_{ch} 按稳定运行时最不利的工况条件的最大张力计算的。式(10.5.4-14)按外侧托辊上的输送带不离开托辊的限制条件计算,否则,输送带与外侧托辊的轴向摩擦力为 0。

式(10.5.4-18)中的输送带纵向弹性模量 E_{LGK} 亦可用输送带的拉伸刚度 E_0 表示:

$$E_0 = 1000BE_{LGK} \quad (5)$$

式中: E_0 ——输送带的拉伸刚度(N);

B ——带宽(m);

E_{LGK} ——输送带纵向弹性模量(N/mm)。

根据经验,转弯的适宜度可用输送带内曲线和外曲线边缘间的宽度 b_3 (输送带两外缘间距离)与水平转弯段最小曲率半径 R_3 的比值 $\varphi_3 = R_3/b_3$ 进行评价。

(1)以满足水平转弯段水平向心力的平衡条件为限制条件时:

比值 $\varphi_3 > 900$ 时,通常为适宜的转弯半径。

(2)以满足输送带的许用应力为限制条件时:

比值为 $900 > \varphi_3 > 400$ 时,通常为较困难的转弯半径。

(3)当不能满足水平转弯段的任一个限制条件时,比值 $\varphi_3 < 400$,通常为转弯困难的转弯半径。仅可在短距离带式输送机上应用,但应采取有效措施。

III U 型带式输送机

10.5.5 U 型带式输送机凸弧段的最小曲率半径系指输送带为

U形横截面时的曲率半径。式(10.5.5-1)~式(10.5.5-4)以织物芯输送带的伸长率0.8%,钢丝绳芯输送带的伸长率0.2%为基础计算。对张力较大的带式输送机或在输送带高张力区的凸弧段宜选用较大的曲率半径值。

10.5.7 U型带式输送机水平转弯段的最小曲率半径与输送带张力、托辊组结构、输送带特性、工况条件等有关。表10.5.7的数据为正常情况的经验值,当输送带张力较大时应计算确定,并尽量采用较大的曲率半径。

IV 管状带式输送机

10.5.8 管状带式输送机的曲线段包括水平转弯曲线段和垂直曲线段(凸弧或凹弧)。在水平转弯段内应避免出现凸弧,以防止管带扭曲。

对于输送距离较长、多处连续弯曲、布置复杂的管状带式输送机,水平转弯段的曲率半径应尽量大,并减小转弯角度,相邻两个曲线段宜尽量对称布置;较大的转弯角度(水平转弯段对应的圆心角)应尽量远离头部;当布置复杂的曲线段接近头部时,宜尽量设凹弧。

10.5.9 管状带式输送机的水平转弯段的两曲线段间为“S”形布置时,或凸弧与凹弧两曲线段连接时,在曲线段间设直线段有利于输送带稳定运行。

10.6 输送带翻转装置

10.6.1 采用输送带翻转装置的目的是在下分支将与物料接触的输送带承载面翻转到上面,避免输送带承载面与下分支托辊接触,有利于带式输送机的清洁并减少下分支托辊的粘料和磨损,减少环境污染。由于翻转装置需要一定的空间尺寸,宜用于中距离及以上的固定式带式输送机。当下分支也输送物料时,翻转装置的主要作用是实现回程段用输送带的承载面输送物料。

10.6.2 翻转装置设在带式输送机机头和机尾的下分支。输送带

翻转装置翻转段的长度系指输送带翻转 180° 所需长度。一般在输送带翻转装置的前后,各设一组由平托辊组成的水平夹辊,以便为输送带翻转定位,翻转段的长度亦为两夹辊之间的长度。翻转装置常用形式有自然翻转式、托辊导向式和滚轮支承式。自然翻转式在翻转过程中不需任何装置。表 10.6.2 的数值系参照德国工业标准《连续搬运设备 输送散状物料的带式输送机 计算及设计基础》DIN 22101-2011 的规定制订的。

10.8 栈桥和隧道

10.8.1 带式输送机栈桥形式应根据带式输送机布置、地形条件及气候条件等因素确定。模块化栈桥系指在工厂整体制造,现场快速安装的封闭式栈桥。

带式输送机栈桥和隧道的净空尺寸系参照煤炭、电力及其他有关设计标准,并依据现行国家标准的最低要求制订的,各行业可根据系统具体要求和条件确定,但不应小于表 10.8.1 规定的最小净空尺寸。栈桥或隧道的净高度系指垂直栈桥或隧道地面的净高度。

10.8.5 带式输送机封闭式栈桥和隧道设安全出口是防火安全的需要。安全出口之间的距离应保证人员最大的逃生距离不超过 75m。当山区等地形复杂的带式输送机设隧道安全出口困难时,可每 150m 设一处人员躲避室。

11 电气和控制

11.1 供 电 电 源

11.1.1 对同一带式输送机系统的各设备,如由多个电源供电,任一电源故障都会影响该输送系统的正常工作,为提高系统的可靠性,对同一个输送系统宜采用单一的电源供电。

11.1.2 对一些重要的大型带式输送机系统,采用双回路供电可保证设备可靠运行。任一回路故障时,另一回路可保证设备正常运转。

11.1.3 地面及煤矿井下增加了 3.3kV 供电电压等级是根据生产企业的实践确定的。

11.2 配 电

11.2.1 熔断器作为短路保护时,应根据其特性及电动机启动情况确定。采用过负荷保护时,保护装置的动作时间应能躲开启动电流非周期分量衰减时间。

11.2.2 对移置式带式输送机等输送机,当控制电器设备安装在头架上时,应考虑振动的影响,并采取必要的措施防止控制电器误动作对人员和设备造成损害。

11.2.3 现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 对低压电气装置的接地装置和保护导体有明确规定,本标准取消了原来的电气设备的结构部件和构架之间的连接表面关于保护导体连接的规定。

11.2.4 本条为强制性条文,必须严格执行。爆炸和火灾危险环境下的带式输送机配电具有防爆功能是保证配电设备安全的强制性要求,应严格执行。

11.3 单 机 控 制

11.3.1 带式输送机解除联锁时,应具备就地启动和停止控制的功能,同时应在机旁控制箱上设置紧急停机按钮,便于设备检修和调试。

11.3.2 对电动运行工况的带式输送机驱动系统,在紧急状态下,用紧急停机开关或拉绳保护装置断开电源停机能避免故障扩大,保障安全。而对于处于发电运行工况的驱动系统应根据工程实际情况确定。

11.3.3 采用非自动复位式开关设备,主要是为了确保安全,在故障未排除之前,避免其他地方操作造成安全事故。

11.3.4 处于发电运行工况的带式输送机驱动系统,在停机时受物料输送量、带速、下运角度等影响,所需制动力可能较大,仅采用机械制动可能会造成设备的损坏和物料下滑,宜采用电气和机械联合制动减速停机。

11.3.6 随着带式输送机输送系统的长度和输送能力的增加,多机驱动系统的应用越来越多,多机驱动功率平衡控制已经成为保证系统正常运行的必要条件。

11.4 集 中 控 制

11.4.2 可编程序控制器具有逻辑控制能力,可实现实时控制,抗干扰能力强、使用方便。带式输送机工程输送系统具有多条带式输送机时,宜采用可编程序控制器。

11.4.3 上位计算机可代替模拟盘,功能更完善。

11.4.4 随着带式输送机长度和输送量的增加,工况也越来越复杂,应合理优化启动和制动系统,优化系统设备选型,在满足工况要求的前提下,实现精细化控制,以满足复杂工况的要求,保证系统的安全运行。

11.4.5 上位机系统和控制分站设不间断电源,可保证系统事故

停电时能继续对输送系统设备状态的监测,保存各种运行参数。

11.4.6 连锁控制可采用多种启动和停止方式,应能适合工艺要求 and 运行的需要。

11.4.7 为避免物料堆积,输送线路中任一设备故障停机时,应使来料方向的带式输送机立即停机,并应保证设备和人员的安全。

11.4.9 带式输送机系统应能就地解除连锁,以便就地调试带式输送机。

11.4.10 启动预告信号一般采用音频信号,带式输送机距离较长时,可沿线分段设启动预告信号。事故信号便于人员随时了解设备运行状态,保障安全。直接作用方式紧急停机控制回路可更可靠地保障设备及人身安全。

11.5 智能控制

本节为新增内容。随着智能化控制技术在散料输送系统工程中的逐步普及运用,建设高效、绿色环保、高安全性的带式输送机输送系统已经成为各企业的发展方向。增加本节内容是为了努力推进带式输送机输送系统的智慧化水平。

11.6 电气保护和通信

11.6.1 本条为强制性条文,必须严格执行。带式输送机驱动系统应有完善的电气保护,这是设备安全运行的需要。

11.6.2 带式输送机系统是企业的—个重要生产环节,大多数没有单独的管理机构。随着技术进步,减少人员或无人化管理是发展方向。本节取消了原行政通信的要求。

12 优化设计和动态性能评价

12.0.1 为达到技术经济合理,宜对大型带式输送机工程设计进行优化,寻求最佳参数搭配和合理的结构设计,降低运营费用。

12.0.2~12.0.4 在进行带式输送机功率和张力的计算时,通常将输送带按刚体考虑,带式输送机启动和停机工况的输送带张力计算值与实际情况有可能存在较大的差异。带式输送机动态性能评价是将输送带按黏弹性体(或弹性体)考虑,并综合计入驱动装置的机械特性与控制方式、各运动体的质量分布、线路各区段的坡度变化、运行阻力、输送带初始张力、输送带垂度变化、拉紧装置形式、位置和拉紧力等因素的作用,计算带式输送机非稳定运行过程中输送带各点随时间的推移所发生的速度、加速度及张力的变化,分析带式输送机在启动和停机过程中可能出现的动态危险和不安全之处,提出设计改进和调整措施,给出最优的设计和参数。

动态危险和不安全环节主要有:输送带峰值高张力;可能出现不利工况的输送带低张力;拉紧装置的位移超出设计行程,位移的响应速度不满足动态要求、输送带在传动滚筒上打滑等。

12.0.6 带式输送机输送带与托辊的共振是指输送带的横断面振动固有频率与托辊转动的频率相近而发生共振,从而引起带式输送机共振,加速托辊和机架的破坏。避免共振设计是使输送带的固有频率与作为振源的托辊的激振频率避开。避免输送带与托辊共振设计,主要是针对带式输送机满载稳定运行工况,个别情况需考虑空载稳定运行工况。

(1)带式输送机避免共振应满足下列条件:

①低带速带式输送机:

$$\frac{f_r}{f_{p1}} < 1 \quad (6)$$

式中: f_r ——托辊的转动频率(Hz);

f_{p1} ——输送带 1 阶固有频率(Hz)。

②高带速带式输送机:

$$\left| \frac{f_r}{f_{pn}} - 1 \right| > 0.15 \quad (7)$$

式中: f_{pn} ——输送带 n 阶固有频率(Hz)。

(2)托辊的转动频率宜按下式计算:

$$f_r = \frac{v}{\pi d_R} \quad (8)$$

式中: d_R ——托辊直径(m)。

(3)输送带的横截面振动固有频率宜按下列公式计算:

上分支:

$$f_{pn} = \frac{n}{2a_0} \sqrt{\frac{F_g}{q_G + q_B}} \quad (9)$$

下分支:

$$f_{pn} = \frac{n}{2a_U} \sqrt{\frac{F_g}{q_B}} \quad (10)$$

式中: n ——固有频率阶数, $n=1, 2, 3, 4, \dots$;

F_g ——计算固有频率处输送带张力(N)。

13 附 属 设 备

13.0.3 电热硫化器应根据输送带类型、参数及工作条件确定。硫化器加热板应满足输送带接头尺寸、压力、温差及温升的技术要求。

煤矿井下及有爆炸气体和粉尘危险环境工作场所,应采用防爆电热硫化器,并便于拆装、搬运和操作。

13.0.4 电子皮带秤计量精度比核子皮带秤高,但对环境及安装条件要求严格,维护量比核子皮带秤大。当工作条件恶劣、带式输送机长度较短或采用吊挂等柔性托辊时,可选用核子皮带秤。

电子皮带秤的托辊组应采用性能良好的托辊,其径跳宜小于 0.2mm,动平衡宜为 G6.3 级。

14 消防和环保

14.1 消 防

14.1.1 工业场地内带式输送机工程系统设完整的消防给水系统是防火安全的需要。消防设施应根据火灾发生的危险性进行配置,并应符合现行国家标准和行业标准的有关规定。

14.1.2 工业场地外的长距离带式输送机发生火灾的可能性较小,当火灾发生时不会造成大范围蔓延及危害,且采用消防给水灭火方式的及时有效性较差。从经济性、有效性考虑,当没有特殊要求时,长距离带式输送机线路沿线可不设消防给水系统。

14.1.4 在严寒地区消防给水管路易产生冻结,应采取防冻措施。可在固定地点设地下防冻快速启闭装置。

14.2 粉 尘 防 治

14.2.1 现行国家职业卫生标准《工业企业设计卫生标准》对工业场所提出了基本卫生要求。现行国家职业卫生标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》规定了工作场所空气中粉尘容许浓度的要求。带式输送机在设计中应采取相应措施,满足工作环境卫生及粉尘浓度的要求。

14.2.2 输送含水率较低的物料,在转载过程中易产生粉尘,应在转载环节设抑尘除尘装置。除尘应采用以预防为主的综合防治措施,以满足环保的要求。

14.2.3 带式输送机的喷雾抑尘系统采用直径 $10\mu\text{m}$ 及以下的微雾(亦称干雾)抑尘。微雾抑尘宜用于捕集和抑制细小颗粒粉尘。

14.3 清 扫

14.3.1、14.3.2 带式输送机转载站、栈桥地面的水力冲洗供水位置应便于清洗作业。地面冲洗的污水应进行处理,达标后排放或重复利用,以避免环境污染。

14.4 噪声和光电污染控制

14.4.1 现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595-2017 规定了带式输送机空载运行时整机噪声的最大值和带式输送机运行时的噪声控制要求,带式输送机工程系统设计应满足该标准的要求。

14.4.2 现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013 提出了对工业企业噪声控制限值、噪声控制、隔声设计和消声设计的要求,带式输送机工程系统设计应满足该标准要求。

15 工 程 施 工

15.1 一 般 规 定

15.1.1 本条是对带式输送机的现场施工单位、特种作业人员等的基本要求,是带式输送机在安装施工过程中应遵循的共同规定。

15.1.2 带式输送机工程设计文件应齐全,以满足工程施工的基本要求。

15.1.3 本条规定了设备开箱检查验收的要求,以保证工程顺利安装。

15.1.6 设备安装前对基础进行检查验收是安装前应做好的重要工作,以保证设备安装的质量。

15.2 施 工

15.2.1 工程施工现场应满足施工必备的基础条件要求,以保证施工的顺利进行,保证环保施工和安全施工。

15.2.4 本条规定了直线布置的固定式带式输送机头架、尾架、中间架及其支腿的安装精度要求。

15.2.5 本条规定了各类滚筒的安装精度要求。

15.2.6~15.2.12 这几条针对几种不同类型的带式输送机及其部件的施工特点做出了相应规定。

15.2.16 带式输送机的绿色施工应有目标和管理制度。

15.3 试 运 转

15.3.2 带式输送机试运转前,应对设备进行全面检查,符合要求后方可进行试运转。

15.3.3 输送机空载试运转应遵照试运转程序和要求进行。连续

空载试运转时间是保证有载试运转的基本要求。长距离带式输送机除满足连续空载试运转时间规定外,还应考虑由于输送机长度较长回转循环周期较长的因素,最少不宜少于 2 个回转循环周期。

15.3.4 带式输送机有载试运转是设备验收的前提,本条规定了有载试运转的程序和要求。

16 工 程 验 收

16.1 工 程 划 分

16.1.2~16.1.4 这几条规定了工程划分原则。参考现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 的规定和借鉴了设备安装工程划分的通常做法制订的。

16.2 工 程 验 收

16.2.1 本条规定了带式输送机的工程验收前提条件及要求。

16.2.2、16.2.3 这两条规定了带式输送机工程的验收程序和验收文件的要求。

附录 B 托辊载荷计算

B. 0. 1~B. 0. 3 托辊载荷计算适用于普通带式输送机、水平转弯带式输送机、U 型带式输送机、管状带式输送机的平形及槽形托辊组的托辊载荷计算。

下分支托辊静载荷和动载荷计算公式为下分支不承载物料的工况条件。

S/N:155182 · 0754



统一书号: 155182 · 0754

定 价: 44.00 元