

②
10-15

装载机, 斗轮堆取料机, 技术参数

斗轮堆取料机主参数的选用

李毅民

TH243.101

斗轮堆取料机作为重要的散料装卸设备现已广泛用于港口、电厂、冶金企业等大型原料场。随着市场经济的不断深入发展,作为设备的生产企业与用户对设备的各项性能指标更加重视。因此,合理的设计与选用主参数对实现设计功能,满足使用要求是至关重要的。通过合理选用主参数将使设备更加完善,避免在主参数方面产生不必要的合同纠纷,提高设备的质量,满足用户的使用要求。

1 斗轮堆取料机的主参数

斗轮堆取料机的主参数是满足现场堆取料作业时所必须的斗轮堆取料机自身参数的集合,是设备设计的重要依据与设备验收的量纲。

斗轮堆取料机的主参数也是设备最基本的参数,如堆取料能力、斗轮直径、回转速度等等。主参数通常应经供需双方充分讨论后在合同中明确规定,是合同的一个重要组成部分。主参数的变更应由供需双方协商同意后修改合同变更。主参数应从满足使用要求与设计制造能够实现两个方面考虑,最终的目的是使设备性能,主参数正确良好,达到用户现场使用满意。

2 主参数的设计与选用

(1) 斗轮堆取料机的能力

斗轮堆取料机的能力是设备最重要的参数,根据设备类型与工况不同又分为堆

料能力与取料能力。

取料能力是指斗轮堆取料机单位时间内所能挖取物料的多少,单位用 t/h 表示,在实际使用中又分为最大取料能力与平均取料能力。

最大取料能力是指斗轮在挖掘物料时所具有的瞬时最大能力,最大取料能力表示设备取料能力的峰值。

平均取料能力是指在取料作业时,在规定的标准形状料堆上连续工作一定的时间(通常大于 4 小时),操作者根据规定的操作程序和方法进行操作,设备在这段时间可以达到的平均取料速度或平均每小时取料量。平均取料能力与料堆形状、设备类型、调速控制方式、操作方法等因素有关。

堆料能力是指设备在堆料工况时的能力,单位用 t/h 表示。设备常注明最大堆料能力。

最大堆料能力是指在堆料工况悬臂皮带机的最大通过量。

取料能力与堆料能力是供需双方共同制订的重要参数,其中平均取料能力关系到设备在较长一段时间范围内设备完成总取料量的多少,或取走一定的物料量所花费的时间。它影响设备总的使用效果。最大取料能力是设备在取料作业时的峰值,在系统设计中应考虑各个环节允许最大取

料能力的物料流量通过。最大堆料能力要求地面皮带机所送来的物料流量小于或等于最大堆料能力,否则,有可能使设备在堆料时过载。

斗轮堆取料机堆取料能力的确定与系统设计、设备运转率要求等多方面因素有关,涉及领域较广。

(2) 物料特性

物料特性是指斗轮堆取料机所输送的物料的特性。不同的物料对设计与制造设备有不同的影响。这些特性应由买方确定并作为验收的依据。

1) 物料的品种

物料的品种指煤、铁矿石、石灰石等斗轮堆取料机所输送的物料。不同的物料其磨损设备的程度也不同,对各转载点的卸料情况及斗轮切削力都有影响。设计中要考虑这一参数。

2) 物料的粒度

物料的粒度是指物料最大长度方向尺寸。粒度主要影响斗轮切削力的设计并考虑各转载点的堵塞,合同中应明确规定。

3) 含水量

含水量通常用含水量与总质量的百分比表示。对于斗轮堆取料机所堆取的物料含水量不能过高,物料含水量过高会影响正常卸料。

4) 自然安息角

自然安息角是由物料间相互摩擦系数决定的,即 $f = \tan \alpha$, α 为料堆表面与水平面所形成的夹角,自然安息角主要影响料堆形状。

5) 物料密度

物料密度是指堆取的松散物料的密度,单位为 t/m^3 ,物料密度是设计斗轮与皮带机的重要依据。

(3) 料堆

1) 料堆长度

料堆长度一般是由现场根据贮料量及地理环境确定,对于设备本身影响其走行距离的因素主要有给定的电缆卷筒的电缆长度,洒水除尘系统供水槽的长度,满足上述两条要求则长度不受其它方面的限制。

2) 料堆高度

为设计方便通常以钢轨踏面为基准,料堆高于钢轨踏面的部分称为轨上高度,料堆低于钢轨踏面的部分称为轨下高度,两者的和为总料堆高度。一般作为用户总是希望贮料量大,即总料堆高度大,但在实际的使用中由于受综合几何尺寸的限制,轨上高度与轨下高度都不可过高,否则将影响设备的正常运行。

料堆轨上高度过高时会影响设备的堆料与取料作业的正常进行,因悬臂后铰点的高度位置与悬臂长度的限制,当料堆过高时会使悬臂皮带上仰角过大,堆料作业时物料下滑。在取料作业状态下,当料堆过高时会使每层进尺次数减少,并产生悬臂前下部与料堆相碰,影响设备的取料效率。

料堆的轨下高度也不能过高,这是由于在取最底层物料时,若轨下高度过高会使悬臂下俯角度过大,使悬臂皮带上物料下滑。其次是在同样的高度位置取料时,当回转的角度位置较小,悬臂头部接近走行钢轨基础时,悬臂前端的下部或斗轮传动装置与轨道基础斜坡相碰,而无法取到斜坡附近的物料。国内部分料场采用配置推土机的补救方法来解决此问题。

影响料堆高度的最主要因素是悬臂长度,其次是斗轮直径。因此应综合考虑料堆高度,使料场与设备相互适应,设计中应充分布置好各几何尺寸。

(4) 斗轮直径

斗轮直径通常是由最大取料能力来决定的,直径与最大取料能力有下列关系:

$$d = 0.17 \sqrt{Q/\gamma} \quad \text{m} \quad (1)$$

式中: d ——斗轮直径, m;

Q ——最大取料能力, t/h;

γ ——物料密度, t/m³。

上述关系式中 $Q/\gamma > 1500$ 时, 所计算得出的直径偏大。斗轮直径的大小还与卸料区几何尺寸、皮带机架的尺寸等因素有关, 过大的斗轮直径会加大设备自重, 增加制造成本。

(5) 斗轮转速

斗轮转速可由下式计算:

$$n = k_v \frac{42.298}{\sqrt{D}} \quad \text{r/min} \quad (2)$$

式中: n ——斗轮转速, r/min;

k_v ——速度系数, $k_v = 0.3 \sim 0.5$;

D ——斗轮直径, m。

速度系数 k_v 的取值方法根据物料特性来决定, 当物料密度小, 较松散时取大值。当物料密度大粘性大时取小值。影响斗轮转速的主要原因是卸料状况, 当转速过高时会发生料斗未卸完料而转过卸料区的问题。通常取煤炭时 k_v 为 0.4, 取铁矿石时 k_v 为 0.35 即可。考虑料斗的磨损问题, 斗轮切削的线速度限制在 $V \leq 5\text{m/s}$ 。

(6) 皮带速度

皮带速度由皮带宽度、物料粒度、物料磨损性来决定。带速的选择可参考表 1。

表 1 带速的选择

物 料 特 性	B mm		
	500、650	800、1000	1200、1400
	v m/s		
无磨损性或磨损性小的物料, 如原煤、盐	0.8~2.5	1.0~3.15	1.0~4.0
有磨损性的中小块物料, 如矿石、砾石、炉渣	0.8~2.0	1.0~2.5	1.0~3.15
有磨损性的大块物料, 如大块矿石	0.8~1.6	1.0~2.0	1.0~2.5

(7) 皮带宽度

皮带的宽度与皮带的速度共同决定皮带机的输送能力。悬臂皮带机的输送能力应满足堆料与取料两种工况的要求。皮带的宽度可根据皮带上物料的截面积公式计算得出, 见图 1。

图 1 中 B 为皮带的宽度, l_3 为托辊长度, θ 为动安息角, λ 为皮带槽角。

物料截面积可由下式得出:

$$F = S_1 + S_2 \quad (3)$$

$$S_1 = [l_3 + (b - l_3) \cos \lambda]^2 \frac{\text{tg} \theta}{6} \quad (4)$$

$$S_2 = [l_3 + \frac{(b - l_3)}{2} \cos \lambda] [\frac{(b - l_3)}{2} \sin \lambda] \quad (5)$$

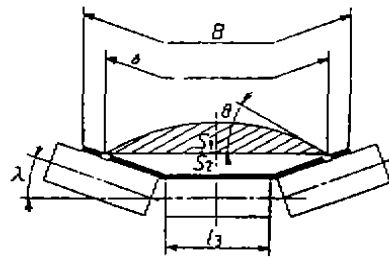


图 1 物料截面积

$$b = 0.9B - 0.05 \quad \text{m} \quad (6)$$

由于斗轮堆取料机悬臂皮带机为倾斜工作,所以截面积有下式:

$$F = K(S_1 + S_2) \quad (7)$$

$$K = 1 - \frac{S_1}{S} (1 - K_1) \quad (8)$$

$$K_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} \quad (9)$$

式中:F——物料截面积, m^2 ;

K——倾斜系数;

θ ——动安息角;

λ ——槽角;

δ ——俯仰角度,按最大角度计算。

根据上式计算后最终确定皮带宽度 B。

(8) 俯仰速度

堆取料机或取料机的俯仰速度是斗轮轴中心绕悬臂后铰点转动的线速度,堆料机的俯仰速度是悬臂皮带机前部改向滚筒轴中心绕悬臂后铰点转动的线速度。在俯仰角度范围内俯仰速度通常都是变化的,这种变化是机构本身决定的。实际设计中常限制俯仰的最高速度,在不影响设备自身的工作效率的情况下,应尽可能使俯仰速度降低,这是由于俯仰系统整体几何尺寸大,自重也较重,俯仰速度低可减小启、制动及运行时设备的振动,并减小冲击载荷,有利于提高机械传动件及钢结构的使用寿命,并可降低俯仰驱动装置电动机的功率。一般俯仰速度限制在 $4 \sim 8\text{m}/\text{min}$ 。俯仰的最高速度应在 $8\text{m}/\text{min}$ 以下。较长悬臂的设备最高俯仰速度可取高值。中型设备最高俯仰速度应选 $5\text{m}/\text{min}$ 左右。

(9) 俯仰角度

俯仰角度是悬臂纵向中心线与过悬臂后铰轴中心线水平面的夹角。当悬臂前部高于此平面时称为上仰角度或正角度,低于此平面时称为负角度或下俯角度。悬臂

水平时俯仰角度为零度。

俯仰角度工作范围的确定首先要考虑能使悬臂皮带机正常工作,即在上下极限角度位置上物料不下滑。根据这个原则,通常斗轮堆取料机俯仰角度在 $-15^\circ \leq \alpha \leq +15^\circ$ 范围内。对粒度大且均匀的松散物料 $|\alpha|$ 应取更小值。

俯仰角度还与堆料与取料状态下的料堆高度,悬臂后铰点的位置有关。取料时下俯角度以斗轮可以挖掘到料场底部物料为限。堆料状态上仰角度以斗轮下部或悬臂下部与规定的料堆高度位置留有 1m 左右间隙为宜。一般上仰角度与下俯角度的绝对值不相等。

如果用户要求悬臂在回转或走行时过料堆,可取俯仰角度大于 $+15^\circ$,但此时设备自身不应发生干涉,并不进行堆料或取料作业。

(10) 回转角度

回转角度是指悬臂纵向中心线与地面皮带机前进方向中心线在水平面投影所形成的夹角。取料机因不存在尾车的干涉问题回转角度可达 $\pm 180^\circ$ 。一般堆取料机或堆料机由于尾车梁的限制,回转角度仅在 $\pm 110^\circ$ 范围内。由于取料机回转角度范围大,在实际使用中可前进取料,使用的角度范围大约为 $-10^\circ \sim -90^\circ$ 与 $+10^\circ \sim +90^\circ$,也可后退取料,使用的角度范围是 $-90^\circ \sim -170^\circ$ 与 $+90^\circ \sim +170^\circ$ 。堆取料机正常取料的角度范围大约在 $-10^\circ \sim -90^\circ$ 与 $+10^\circ \sim +90^\circ$ 。堆取料机的 $-90^\circ \sim -110^\circ$ 与 $+90^\circ \sim +110^\circ$ 角度范围一般仅用于堆料,不宜用于取料。这是因为斗轮取不到 $-110^\circ \sim -170^\circ$ 与 $+110^\circ \sim +170^\circ$ 范围内的物料,当斗轮在 $-90^\circ \sim -110^\circ$ 与 $+90^\circ \sim +110^\circ$ 范围取料时斗轮体推料回转会产生过载。斗轮堆取料机工作的角度范围由自身几何形状与料场布置情况决定。

(11) 回转半径

当悬臂水平时从斗轮轴线到回转中心的垂直距离或悬臂前部改向滚筒轴线到回转中心的垂直距离称为回转半径。

堆取料机回转半径可按斗轮可取到相邻设备基础下的物料来确定如图 2。取料时堆取料机 SR 的斗轮可取到堆料机 S 基础下的物料,堆料机的回转半径可按当悬臂在最高位置时物料可流到相邻设备基础下面为宜。如果堆料机要求具有菱形布料的均化功能。回转半径应根据均化要求适当加长。同一料场两侧的设备都是堆取料机时,回转半径可采用两设备基础中心距的 $\frac{1}{2}$,但此时在取料作业中会经常出现物料塌方,使斗轮堆取料机经常过载。

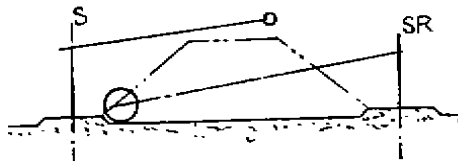


图 2 回转半径的确定

(12) 回转速度

回转速度是指悬臂绕回转中心运动的转速,斗轮堆取料机或取料机在取料状态时回转速度影响取料能力与效率。回转速度不影响堆料能力。

为提高斗轮堆取料机或取料机的取料效率,回转装置常采用调速回转,回转速度按下式规律变化:

$$n = n_0 / \cos\varphi \quad (10)$$

式中: n ——回转速度, γ/min ;

n_0 ——回转角度为零度时的转速, γ/min ;

φ ——回转角度。

采用上述规律调速时,当 $\varphi = 90^\circ$ 时 n

为无穷大,这在实际应用中是不可能的。为此应限制最高回转速度使设备从某一角度位置开始到 90° 速度不变。一般限定斗轮在回转时线速度小于或等于 $30\text{m}/\text{min}$,也有的回转速度设计在小于 $0.15\gamma/\text{min}$ 。回转速度 n_0 常根据取料能力的大小来确定。由于斗轮堆取料机自重较大,回转体部分绕回转中心的转动惯量非常大,限定最高回转速度可缩短启、制动的的时间,并减小冲击与振动,使设备运行更加平稳。

堆料机回转装置一般不进行调速。回转速度可比堆取料机或取料机的回转速度低一些。

(13) 轮压

轮压是制造商与用户商定的单个车轮对钢轨的作用载荷。对同一质量的设备轮压的大小可通过调整车轮的数量来解决。轮压的大小还会影响钢轨的强度与型号的选择、基础的土建设计。通常斗轮堆取料机最大轮压限制在 250kN 以内,过大的轮压会增大土建的投资,而过小的轮压使驱动轮容易产生打滑。轮压除考虑竖直载荷外还应考虑水平方向的载荷。

(14) 轨道中心距

斗轮堆取料机走行两钢轨中心线的垂直距离称为轨道中心距。轨道中心距通常按 $1/5$ 倍的回转半径来设计,对侧三支点支承的走行装置轨道中心距可按 $1/4$ 倍的回转半径来设计。轨道中心距对设备本身主要影响其稳定性,故轨道中心距不可过小。当轨道中心距过大时会多占用料场的有效利用面积,影响场地的利用率。轨道中心距还与设备自身几何布置需要与料场设备布置需要有关。

(15) 走行速度

走行速度是斗轮堆取料机在钢轨上运行时的速度。走行速度的确定与设备类型、取料进尺距离有关。走行速度又分为

调车速度与工作速度。调车速度常取 30m/min,其原因与回转速度相同。堆料工作速度要求不高,通常小于 30m/min。取料工作速度一般取 7m/min。对于大车进尺每次走行距离特别小的设备,取料工作速度可按下式取:

$$v = 10 \cdot t \quad \text{m/min} \quad (11)$$

式中: v ——工作速度, m/min;

t ——大车每次进尺量, m。

取料工作速度一般不宜过高,原因是当工作速度过高时停车位置误差较大,取料每次进尺量不准,取料能力在每一进尺时变化较大。

若堆料作业要进行均化时,堆料机的走行速度可按下式设计:

$$(v_0 - v_1)/v_1 = (v_0 + v_2)/v_2 \quad (12)$$

式中: v_0 ——地面皮带机带速, m/s;

v_1 ——堆料机前进速度, m/s;

v_2 ——堆料机后退速度, m/s。

均化作业时堆料机将连续走行。按上式的速度运行可使堆料机前进与后退时堆到料场上沿轨道长度上的物料的线密度相等。

3 小结

斗轮堆取料机主参数的选用是关系到供需双方的重大问题,因此在签订合同前应详细进行讨论,共同确认每一项参数。斗轮堆取料机系单件小批量产品,每一用户的物料、现场布置、使用工况等等都各有不同,应针对不同用户的特点,正确确定每一参数,最终使设备达到合同规定的参数要求,满足用户现场的使用,避免给供需双方造成不必要的经济损失。

(上接第 9 页)

——可缩短轧制工艺;

——减少生产线长度,减少投资。

这些原则利用接近成品形状优势,同时,将所需的异型坯尺寸大小减到最小值。

目前异型坯连铸连轧生产线,大部分为技术改造项目,新增异型坯连铸机,改造均热炉及轧机,在轧线上减少开坯机等。

6 推广与开发接近成品形状连铸连轧技术看法

6.1 生产大纲及生产装备的合理配置

生产装备配置要与生产大纲、经济规模结合,连轧机组的生产能力较高,一般年产量在 100 万吨以上,可高达近 300 万吨,即可配上两套以上连铸机。若年产量在 50 万吨左右时,选用一台炉卷轧机,或加

一台粗轧机时,可大大减少投资。

6.2 严格要求炼钢质量,保证生产出无缺陷的连铸坯,为获得优质电弧炉炼钢原料,应开发直接还原铁装置,以及炉外精炼等。

6.3 加强国内开发能力

国外可以成套地提供薄板坯及异型坯连铸连轧装备。我国薄板坯连铸机的研制及工艺试验工作也取得了进展,连轧技术我国已基本上掌握,建造中国式的薄板坯连铸连轧是有可能的。但是,因为资金等问题,开发速度较慢,其中大部分专有技术尚未申报专利,这影响着与国外厂商的竞争,应加强组织管理工作,并从政策上给予支持。

参考文献(略)