国内外移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范标准部分差异性研究

大连华锐重工集团股份有限公司装卸机械制造事业部　李毅民　张　毅

摘　要: 针对技术规范问题对国内外移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范重要的四个标准进行了分析与描述,阐明主要差异点和使用存在的问题,对移动式散料连续搬运设备设计制造商在设计制造和出口同类设备时具有较重要的指导意义。

关键词: 移动式散料连续搬运设备; 钢结构; 设计规范; 差异性; 研究; 堆取料机; 装卸船机

Study on difference of standards applied in the design rule of steel structures for domestic and foreign mobile continuous bulk material handling machinery

Li Yimin & Zhang Yi

Abstract: The four important standards applied in the design rule for steel structures for domestic and foreign mobile continuous bulk material handling machinery are analyzed and described aiming at the issue of technical specification, and the main differences and problems existing in application are elaborated, with important guiding significance for designer and manufacturer of mobile continuous bulk material handling machinery to design, manufacture and export similar equipment.

Key words: mobile continuous bulk material handling machinery; steel structures; design rule; difference; study; stacker and reclaimer; ship loader and ship unloader

1　概述

近年,我公司装卸机械出口出现迅猛态势,目前已有多批次堆取料机、装卸船机项目出口到亚洲、澳洲、南美、非洲等地区与国家。在设备出口的供货过程中出现了采用不同标准与规范的问题,而在执行不同标准与规范时出现了不同的计算方法与设计方法的差异，这些差异最终导致成本的变化或增加,加重了企业制造的成本负担,甚至削弱了利润,且较容易发生亏损现象。为此,标准的执行在企业商务合同执行中起到极其重要作用。为较全面的理解目前国际上主要执行的设计标准与规范，文章将从应用角度分析各标准部分的区别与差异，对设备的合同签订和设备的设计会起到积极借鉴作用。

2　装卸机械设计规范标准

目前，国内外移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范标准主要包括四个标准：中华人民共和国机械行业标准 JB/T 8849-2005《移动式散料连续搬运设备 钢结构设计规范》Mobile Equipment for Continuous Handling of Bulk Materials Part1：Rules for The Design of Steel Structure（ISO 5049-1：1994，MOD）;国际标准 ISO 5049/1：1994 2.移动式散料连续输送设备 钢结构设计规范 Mobile Equipment for Continuous Handling of Bulk Materials Part1：Rules for The Design of Steel Structure；欧洲物料搬运协会标准 FEM SECTION Ⅱ：1997 连续散料输送移动设备设计规范 Rules for the Design of Mobile Equipment for Continuous Handling of Bulk Materials；澳大利亚标准 AS4324.1-1995 连续散料输送移动设备 钢结构设计总要求 Mobile equipment for continuous handling of bulk materials Part1：General requirements for the design of steel structure 。上述四个标准全部是用来指导移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范的标准。

中华人民共和国机械行业标准 JB/T 8849-2005《移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范》与国际标准 ISO 5049/1：1994 2.《移动式散料连续输送设备钢结构设计规范》基本一致,其中较小的区别见 JB/T 8849-2005 的附录 A（资料性附录）《本标准与 ISO 5049 和 JB/T8849-1999 技术性差异及其原因》。

在四个标准中以澳大利亚标准 AS4324.1-1995 最为复杂，其次是欧洲物料搬运协会标准 FEM SECTION Ⅱ：1997,相对简单的标准是国际标

准 ISO 5049/1:1994 2.。事实上,四个标准由一个标准衍生而来,即 FEM 2 131-01/1978。

四个标准的应用对象主要是堆取料机、装卸船机、挖掘机及刮板取料机等。四个标准的核心在于载荷的计算、载荷的组合、疲劳的计算、循环次数、屈曲计算及稳定性计算等。四个标准的目的在于统一对载荷的定义和计算方法等,为散料装卸机械技术和商务上的统一认识建立一个共识的概念。

在 JB/T8849-2005 附录 A(资料性附录)《本标准与 ISO 5049 和 JB/T 8849-1999 技术性差异及其原因》并未说明关于载荷及载荷组合等重要环节 JB/T8849-2005 与 ISO 5049 存在差异。所以,就认同文中所涉及到的内容里 JB/T8849-2005 等同于 ISO 5049,差异性表格里不列出 JB/T8849-2005 所对应内容,只列出其他三个标准之间对应点之差异点。其他标准的差异将在下文重点逐一描述,文中重大差异和重要区别将以★注明。

所有标准内容上的差异都与 ISO 5049 做对比。由于 JB/T8849-2005 主要由 ISO 5049/1:1994 2.转换而来,在此不做相关对比说明与描述。

3 三个标准总体的差异性

3.1 应用范围的差异(见表 1)

表 1 应用范围差异

范畴	ISO 5049/1: 1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
应用范围	确定载荷大小、载荷种类以及载荷组合(主要载荷、附加在和与特殊载荷)建立了规范,当设计移动式连续搬运设备钢结构时,规范中的这些载荷必须量化。	确定设计时必须考虑的载荷与载荷组合,强度和稳定性条件。	规定了移动式连续散料搬运设备,包括预定进行类似功能的设备和机器的结构的一般要求,设计载荷和特殊要求。
应用设备	堆料机 装船机 取料机 堆取料机 连续卸船机 其他设备 斗轮挖掘机 铲运车 刮板取料机 混合轮胎式或履带式堆取料机 轨上移动式带式输送机	堆料机 装船机 取料机 堆取料机 连续卸船机 其他设备 挖掘机 铲运车 链板取料机 轮胎式履带式堆料机和/或取料机	挖掘机 堆料机 取料机 堆取料机 装船机 卸船机
适用	业主、供货商	设计审查工程师、业主、购买人、管理机构、供货商	设计审查工程师、业主、购买人、管理机构、供货商

(待续)

国内外移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范标准部分差异性的研究(续)

大连华锐重工集团股份有限公司装卸机械制造事业部　李毅民　张　毅

摘　要: 针对技术规范问题对国内外移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范重要的四个标准进行了分析与描述，阐明主要差异点和使用存在的问题,对移动式散料连续搬运设备设计制造商在设计制造和出口同类设备时具有较重要的指导意义。

关键词: 移动式散料连续搬运设备; 钢结构; 设计规范; 差异性; 研究; 堆取料机; 装卸船机

Study on difference of standards applied in the design rule of steel structures for domestic and foreign mobile continuous bulk material handling machinery

Li Yimin & Zhang Yi

Abstract: The four important standards applied in the design rule for steel structures for domestic and foreign mobile continuous bulk material handling machinery are analyzed and described aiming at the issue of technical specification, and the main differences and problems existing in application are elaborated, with important guiding significance for designer and manufacturer of mobile continuous bulk material handling machinery to design, manufacture and export similar equipment.

Key words: mobile continuous bulk material handling machinery; steel structures; design rule; difference; study; stacker and reclaimer; ship loader and ship unloader

3.2 载荷与载荷组合的差异性

3.2.1 设备与部件的工作级别(见表 2)

表 2　设备与部件的工作级别

范 畴	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
结构与机构的分类	未划分结构与机构的分类与载荷。	划分了结构与机构的分类与载荷	未划分结构与机构的分类与载荷。
	无利用级别、载荷谱、工作级别描述。	利用级别 载荷谱系数 整个各个机构的工作级别。 计算各个机构的载荷谱系数，确定载荷谱等级、工作级别、利用级别。别设计计算各个机构的寿命及应力等。在实际设计中可以根据欧洲物料搬运协会的其他相关标准（FEM SECTION Ⅰ）设计与选型机构与配套件。	无利用级别、载荷谱、工作级别描述。但在载荷中单列出了疲劳载荷。在载荷组合中设有疲劳载荷组合 F/I。所以，是四个标准中最为复杂的载荷组合。
特 点		引用了欧洲物料搬运协会的其他标准（FEM SECTION Ⅰ）中的工作级别、机构的载荷谱、利用级别等。对降低最终的使用寿命具有一定的意义。	
存在问题		在散料机械设计中对于寿命超过 50000 小时如何理解与处理，超过 8000000 循环次数如何计算的问题。	

(1)采用 FEM 标准,对某些堆取料机常用各个机构工作级(建议级别)见表 3。

(2)采用 FEM 标准,对某些小型料场设备则可以降低相应的级别,见表 4。

表 3　　堆取料机常用各机构工作级

机 构	总使用时间	利用级别	载荷谱级别	工作级别
斗轮机构		T8	L4	M8
悬臂皮带机		T8	L3,L4	M8
回转机构		T8	L4	M8
俯仰机构		T5	L4	M7
走行机构		T6	L4	M8

表 4　　小型料场设备各机构工作级

机 构	总使用时间	利用级别	载荷谱级别	工作级别
斗轮机构		T8	L4	M8
悬臂皮带机		T8	L3,L4	M8
回转机构		T8	L4	M8
俯仰机构		T5	L3	M7
走行机构		T6	L3	M7 混匀堆 M8

不同行业不同用户其设备或机构的级别将有所不同,如码头相应的级别就比较高,而电厂与钢厂相对于港口则级别相应的就比较低。

(待续)

(上接第 27 页)

4　试验论证

准备样件，对产生过磨齿根的齿轮件再次进行投料,数量 100 件,按照“磨前滚刀的选择校验方法”和“蜗杆砂轮的修整规范”分别进行滚刀选配和砂轮修整。加工后对齿轮件进行检测,没有出现磨齿根现象,如图 4 所示,并经齿轮检测仪对齿轮精度进行检测,检测结果符合要求。

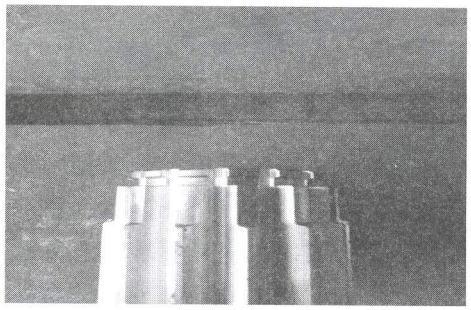

图 4　修整后无磨齿根现象

5　结论

综上所述,齿形加工是齿轮加工的关键,其方案的选择取决于多方面的因素,蜗杆砂轮磨齿,磨齿根的原因是“磨前滚刀选择不合理”和“蜗杆砂轮修整精度不够”造成的。通过制定“磨前滚刀的选择校验方法”和“蜗杆砂轮的修整规范”,并按规范进行操作,可以避免磨齿根问题。

参考文献

[1]袁哲俊等编.齿轮刀具手册.北京:新时代出版社
[2]肖本贤等.YKA7232 型数控蜗杆砂轮磨齿机控制系统设计,制造技术与机床
[3]刘会英等编.机械原理,机械工业出版社
[4]蜗杆砂轮磨齿机 YK7232 使用说明书

3.2.2 载荷构成的差异

表 4

代号	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
主要载荷	主要载荷		
	自重载荷		
	自重载荷是指所有固定和可拆结构部分的重力，即工作期间总是出现的机械和电器设备以及支承结构的载荷。	自重载荷由所有在机器上的量和位置不变且永久作用在设计的结构或构件上的载荷组成。可视为基本上等同于 ISO 5049 的自重载荷。	自重载荷处于完美状态的机器和活动零件的质量（总是出现在运行中）的综合组成。可视为基本上等同于 5049 的自重载荷。
	物料载荷：输送机和取料机携带的载荷组成		
	无取料装置由 m^3/h 决定		
	1）有流量限制器时按照限制器流量确定； 2）无限制器时按照最大截面乘以速度计算，物料动安息角 20°°。 3）多单元递接系统下游单元流量具有上游输送单元相同的流量运能； 4）多单元递接系统中所有下游流量运能要大于或等于第一单元的能力。	由 m^3/h 和最大密度加以确定 有限制时按照受到限制载荷计算。无限制时按照最大截面乘以速度引起的设计能力计算。截面积按照 ISO 5048 计算动安息角 20°	输送机物料横断面积，m^2 与 物料密度的乘积，γ t/m^3。 $F=S_x \times \gamma$ γ-合同规定的最大密度。 S_x AS4324.1-1995规定的计算方法。 ★（偏大）
	有取料装置		
	无能力限制器时设计生产能力是 1.5 倍的额定满斗容量乘以最大卸料次数。系数 1.5 考虑了斗子可能多添装的容积。 有能力限制器时为限制器的能力。 输送机载荷的动载系数 1.1	等同于 ISO 5049 的相应物料载荷，不过考虑加到皮带机上的动态载荷要乘以 1.1 的系数。	主要载荷F t/m 必须利用下式加以计算： $F = \frac{Q_{th}}{V_c \times 3600}$ 式中：Qth = 理论产量，t/h，利用 AS4324.1-1995 规定的计算方法计算。
	取料装置的载荷		
	对于斗轮 所有装料斗 1/4 个料都充满度为 100%	同 ISO 5049	标准未描述，按照 AS4324 附录 G 参考计算或与用户约定。
	对于链斗： --- 所有与工作面接触的料斗 其中 1/3 料斗充满度 1/3； ---所有与工作面接触的料斗 其中 1/3 料斗充满度 2/3； ---所有与工作面接触的料斗 其中 1/3 料斗充满度 100%。	同 ISO 5049	同 ISO 5049

续表 4

代号	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
	主要载荷		
主要载荷	料斗中的物料（ISO 5049 中此条应归属于取料装置中的载荷里）		
	料斗中的物料等于密度乘以体积（充满到料斗边缘）	料斗内的物料重量通过密度乘以体积（满溢）获得。	挖掘装置内物料质量（AS4324.1 第 3.3.5 条）
	积垢载荷		
	输送机积垢载荷：物料的 10%； 斗轮上的 5cm 厚物料载荷； 链斗上的积垢载荷按取料装置上的载荷的 10%设计。并均匀分布在整个臂架上。	输送机积垢载荷：物料的 10%； 斗轮上的 5cm 厚 最大密度物料载荷。	输送机积垢载荷： 物料的 10%； 斗轮上的 5cm 厚 物料载荷； 较粘物料为斗轮上的 10cm 厚 物料载荷。对铲斗链，等同于 5049 均匀分布活载荷的 10%。
	正常挖掘阻力与侧向力		
	正常挖掘阻力		
	按照集中载荷计算。作用在斗轮的切削圆上。链斗则作用在工作面接触部分的 1/3 处的点上。	挖掘力作为集中载荷计算。作用在斗轮的切削圆上。链斗则作用在工作面接触部分的 1/3 处的点上。	考虑集中载荷作用在切削环的最不利点； 斗轮无需扣除斗内物料载荷作用力。★（偏大）
	从电动机的额定功率、齿轮的传动效率、切削刃圆周速度和提升物料所需要的功率及（链斗）驱动链斗所需功率而求得。	挖掘力是作用在切削圆或斗链方向的正常挖掘力有驱动电机的标称功率，传动齿轮的效率，切削边的圆周速度和提升物料所需的功率获得。	满载保护设定值对应功率值乘以不确定系数。
	正常侧向力		
	0.3 倍的正常挖掘阻力	0.3 倍的正常挖掘阻力	不扣除提升斗内物料的功率的挖掘阻力 0.3 倍和基于回转或走行计算阻力的大值。（偏大）
	输送机上的作用力		
	计算时尽可能考虑 皮带张力 链斗张力的影响。	只要对结构有影响计算时必须考虑皮带张力链斗张力等。	结构必须设计成能承受与输送机构件相关的由于皮带张力、链条张力等引起的力的效应。
	永久性动载荷效应		
	在设备设计中一般加减速度小于 $0.2m/s^2$ 不予考虑	挖掘动态效应，转载点转载动态效应、机械转动、振动给料机等仅考虑局部效应。加减速度小于 $0.2m/s^2$ 不予考虑。加速度与惯性力引起的载荷使得循环次数低于 2×10^4 其效应考虑为附加载荷。	根据 AS4324.1 表 3.3.9 进行计算，并给出相应的动态效应系数。
	设备倾斜载荷		
	设备在倾斜面工作时所受理分解成平行与垂直与工作面的两个载荷。	工作面倾斜时重力转化成平行于工作面与垂直于工作面的载荷。为计算要增加 20%。	由于工作平面引起的设计载荷，以规格书确定最大倾斜为基准。一般不超过 20%。

续表 4

代号	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
附加载荷	附加载荷		
	工作时风载荷		
	$q=v_w^2/1600$ $q=0.25kN/m^2$ $v_w=20m/s=72km/h$	$q=(\rho V_s^2)/2$ q 空气动力风压，kN/m^2；V_s设计风速 m/s；ρ空气密度 常取 1.225 kg/m^3。等同于 ISO 5049	风载荷必须按照澳大利亚标准AS 1170.2计算。 除均匀风载荷之外，还必须考虑非均匀风载荷。
	其它风载描述在此省略	其它风载在此省略	
	冰雪载荷		
	在积垢载荷中已经考虑，用户未规定特殊天气不做考虑。	温带地区已经在积垢载荷中考虑恶劣气候在合同中规定。	合同要求的情况下，则必须考虑由于雪、冰和冰雹引起的载荷。
	温度载荷		
	特定条件下考虑温度载荷	特殊地区或膨胀系数不同时	在某些情况下（例如：在同一部件内采用膨胀系数非常不同的材料；整个结构可能存在很大的温差等情况下）需要考虑由于温度效应引起的载荷。
	非正常挖掘阻力与侧向阻力		
	斗轮电机启动转矩或力矩限制转矩计算。 1）斗轮与链斗没有加载 只按照电动机启动转矩计算 2）斗轮或链斗加载 按照电机启动转矩的功率减去提升功率计算。 3）非正常挖掘侧向阻力按照非正常挖掘阻力 0.3 倍计算。	由加载到斗轮或链斗上的电机启动转矩计算。 a) 斗轮与链斗不承载：不考虑提升与移动物料所需功率，只按照电动机启动或停止转矩计算。 b) 斗轮与链斗承载满载：挖掘力可减少到提升功率与移动物料的功率。 异常侧向挖掘力为异常挖掘力的 0.3 倍。	非正常正向切削力： 采用斗轮机构过载保护设定值对应的功率乘以不确定系数，对设计而言，斗轮上最大的异常挖取力无需扣除提升斗内物料所需的力的等效力。 一般地可以达到2倍FEM计算值。★（偏大） 非正常侧向切削力： 基于回转功率和走行功率计算。★（偏大）
	摩擦阻力与运行阻力		
	a）只需要在摩擦阻力影响的长度范围内计算摩擦阻力 立式止推轴承球轴承 μ=0.10 滑动摩擦构件 μ=0.25 b）计算运行阻力的摩擦力 设备车轮 μ=0.03 履带车轮 μ=0.10 履带与地表 μ=0.60	等同于 ISO 5049	**摩擦** (a) 枢轴和球形轴套0.15 (b) 滑动摩擦构件0.25. **运行** 车轮：滚动阻力0.03； 从动车轮与轨道之间牵引力 0.25. 履带：履带车轮 0.10; 履带与地表0.6； 履带陷于泥沼时 0.9

续表 4

代号	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
附加载荷	附加载荷		
	设备偏斜运动产生的垂直于轨道的侧向力		
	Hy=λN λ-----系数 N ----- 计算零件应力时产生最大应力的轮压值。平衡架取轮压之和。计算支腿时取最大支腿支反力。5049 图 3 图 4	Hy=λVy Vy 为车轮或台车的最大载荷。一般不超过 0.2 倍垂直轮压。	按根据 AS4324.1 标准计算，一般不超过 0.2 倍垂直轮压。
	非经常性动载荷。		
	在寿命期限内启制动次数少于 2×10^4 按照附加载荷计算。小于工作风载荷时则惯性力可以忽略。	等同于 ISO 5049 若惯性力为必须考虑的力，则可忽略风效应。	非永久性动态载荷效应引起的惯性力作用效果小于风力可忽略不计。非永久性动态效应超过风力的情况下，若考虑强度，则风力可以忽略不计。

续表 4

代号	ISO 5049/1：1994 2	FEM SECTION Ⅱ:1997	AS4324.1-1995
特殊载荷	特殊载荷		
	溜槽的堵塞		
	由物料堵塞产生的物料再扣除料槽内的正常运行时物料并按照动安息角计算。按照实际的散料重力来计算。	溜槽堵塞物料的重量应按溜槽容积计算，并且考虑静安息角。要扣除正常工作时溜槽中的物料。溜槽堵料载荷就是实际的物料重量。	溜槽堵料： 计算溜槽内物料、静安息角物料以及平台上的物料。
	斗轮或链斗在工作面上的停顿		
	有安全装置时按照安全装置载荷限定的 1.1 倍计算。无安全装置时按照满载停顿载荷计算。	斗轮装置或悬臂的静止载荷带有安全装置时按照安全装置的 1.1 倍计算。无安全装置时按照满载静止载荷计算。	AS4324.1-1995 中 无斗轮或链斗在工作面上停顿的载荷。
	安全装置故障		
	指物流限制器出现故障后物料的载荷计算按照 ISO 5049/1：1994 2 内容计算。	a）无取料装置，按照最大截面乘以速度计算载荷。 b）有取料装置按照都的标称能力乘以最大卸料次数的 1.5 倍 。	特殊活载荷(FF)（其每个单位均为 t/m）必须利用下式加以计算： FF =Sm×γ 式中：Sm输送机上物料的横断面积，m^2，γ合同规定最大松密度，t/m^3。Sm在AS4324.1-1995附录中有说明★（偏大）
	走行机构的锁定		

	对于轨道设备，台车的锁定时假定车轮不再转动，台车与轨道之间存在滑动摩擦系数位 0.25.任何车轮锁定时最大摩擦力不超过 0.25 摩擦系数。	运行装置的堵塞考虑发生故障时台车与轨道之间存在 0.20 的摩擦系数 。所有的堵塞按照在轨道上打滑计算。	走行轮卡阻：★ 抗滑移系数0.33，计算走行驱动力和惯性力，计算后的实际数值将比前两个标准要大许多，接近FEM的2倍。（偏大）
特殊载荷	**斗轮机遇斜面侧向碰撞**		
	最大侧面碰撞力由回转安全联轴器确定或若按动能计算 假定理论制动距离为 30cm。	碰撞斜坡产生的碰撞力由回转安全联轴器确定或若按动能计算 假定理论制动距离为 30cm。	侧向碰撞： 回转与走行时计算驱动及惯性载荷的和。
	设备非工作风载荷		
	见 ISO 5049 table 3 Wind speed and aerodynamic pressures	见：FEM2 表 T2-1.3.6 OUT OF SERVICE AERODYNAMIC WIND PRESSURE 等同于 ISO 5049	作用在机器上的风载荷必须按照 AS 1170.2 以许用应力方法的基本风速(Vp)为基准加以计算。
	缓冲器载荷		
	速度超过 0.5m/s 时计算缓冲器碰撞力。	速度低于 0.7m/s 不考虑缓冲器效应。超过 0.7m/s 考虑缓冲器效应，动能计算为额定速度的 0.7Vt 数值上。结构上因缓冲器引起的载荷按缓冲器的减速度计算。	以额定运行速度和以均匀减速度到零速从接触点到缓冲器全部组合压缩的总能量（包括驱动系统的旋转能量）和驱动力。
	地震载荷		
	合同有规定时按照特殊载荷计算	通常无需进行计算，但当地法律法规有规定按照法规执行。	地震效应引起的载荷必须按照 AS 2121 计算并且称为特殊载荷。
	安装载荷		
	某些情况下，需要计算安装时的自重载荷的应力。	通常，安装载荷小于运行载荷特殊情况则要进行计算其强度。无风时按照Ⅰ类载荷计算，有风则按照Ⅲ类载荷计算应力。	必须考虑可能由于安装或称量施加的载荷。必须使机器免受由于具有 AS 1170.2 中所提到的强度的风引起的移动危险。

在表 4 中，各个标准之间的相似或相同载荷的定义都有着不同程度的差异，其中的 ISO 5049/1：1994 2 相对于 FEM SECTION Ⅱ:1997 差异相对比较小。而 AS4324.1-1995 相对于 ISO 5049/1：1994 2 与 FEM SECTION Ⅱ:1997 差异性就很大。更多的 ISO 5049/1：1994 2 与 FEM SECTION Ⅱ:1997 差异在此不做更细致的描述。在此，就 AS4324.1-1995 相对于 ISO 5049/1：1994 2 差异做进一步的补充如下：

（1）**关于松散物料密度**（ bulk density）

澳洲标准 AS4324.1-1995 的 3.1 松散物料密度中描述为设备材料强度和稳定性的计算必须以被搬运物料最大可能的松散物料密度为基准。容积的计算必须以被搬运物料最小可能的松散物料密度为基准。AS4324.1-1995 的附录 H 中单独列出一章为运送物料的密度作来为设计时的参考值。

实际上，在设计中 AS4324.1-1995 标准就要求斗轮的体积能力、皮带的输送体积能力先按照小密度

确定其体积能力，然后再用大密度计算其结构域机构的强度、功率以及整机的稳定性。这样，当现场松散物料的密度达到最大值时其设备的实际能力会非常大。设备的设计与制造的成本也会

大大增加。否则，当松散物料密度大时强度、功率及稳定性会计算不能通过。

松散物料密度是设备载荷的重要决定因素。

松散物料密度是设计制造与业主需要重点讨论的重大事项。松散物料密度会给成本带来重大影响。

松散物料密度在合约签订之前需要约定，合同签订后合同不变更时松散物料密度不可随意变更。松散物料密度变更时将需要同时变更设计周期与制造周期。

（2）关于澳洲标准 AS4324.1 与 ISO 5049/1：1994 2 等同的几个载荷分量变化情况

在澳洲标准 AS4324.1-1995 中：

斗轮上粘料的积垢载荷为 10cm 厚物料载荷。载荷数值要比 ISO 5049/1：1994 2 加大 100%。正常挖掘阻力、正常侧向力、非正常挖掘阻力与侧向阻力、走行机构的锁定、皮带上的物料等都要比 ISO 5049/1:1994 2 定义的要增大大约 100%。甚至增加到 ISO5049 标准计算方法结果的 1.5 到 2 倍。

澳洲标准 AS4324.1 中非正常侧向切削力是基于回转功率和走行功率的计算。

走行机构的锁定在 AS 4324 中采用的方法假设这些载荷是由于一台正在运行的机器一侧突然受阻并在 300 mm 内停止的某个动态事故产生的。此时，需要考虑事故，包括惯性效应的动力学。通过对比，ISO 5049 只考虑不对称施加摩擦限制传动力时的准静态情况。

缓冲器载荷的原则是轨道式机器应安装有缓冲器，机器能在以大车全速（100%）碰撞缓冲器情况下不发生事故。缓冲器碰撞载荷中既要考虑惯性力，还要考虑电机的传动力。

（3）关于澳洲标准 AS4324.1-1995 与 ISO 5049/1：1994 2 对比增加的几个载荷分量情况

澳洲标准 AS4324.1 新增的触地力。并分别按照斗轮或悬臂 10%、20%及 100%触地力进行计算。这一工况的引入对强度计算、稳定性计算是一个十分恶劣的工况。无形中加大了设备的制造成本，也加大了设计的计算工作量。

塌方掩埋荷载是指斗轮在取料过程中因料堆的塌方导致大量的物料落到斗轮和悬臂上导致设备的载荷的增加，在 AS4324.1 标准中称作为额外载荷。额外载荷的具体数值等要在合同附件或技术规格书中与业主约定。

斗轮装置脱落荷载是澳洲标准AS4324.1中对于堆取料机十分重大的载荷。载荷的产生是由于斗轮整体、或斗轮体与料斗、或斗轮减速机与电机脱落导致的悬臂上的载荷的变化，以及对设备的整体与局部的强度、稳定性的影响。这种载荷情况所包含的动机是由于有关几个这种事故经历造成的结果。斗轮装置脱落载荷计算后通常不能通过，需考虑防脱落措施或者是与第三方审查公司交涉。

臂架端头的碰撞（正面碰撞）载荷是对整机的强度与稳定性影响较大的载荷。一般取可能出现的走行与回转驱动力和惯性力之和的大值。ISO 5049 要求考虑惯性效应或者传动转矩而不是两个都考虑。AS 4324 包括强调回转和非回转两个机构运行的载荷情况。

安装和称量载荷。是安装期间或称量期间施加的载荷。在安装期间，必须使机器免受由于具有 AS 1170.2 中所提到的强度的风引起的移动危险。整机或回转以需称重，考核重心和重量。

维修载荷。必须考虑可能在特殊维修作业（例如：更换回转支承、更换台车）期间产生的载荷。在维修期间，必须使机器免受由于具有AS 1170.2 中所提到的强度的风引起的移动危险。

3.2.3 疲劳载荷

对于疲劳估算，AS 4324、ISO 5049 和 BG 所有这些规范都要求应该考虑正常工作载荷(AS 4324 和 ISO 5049 为情况 I 或 BG 规范为情况 H)。但是，如何组合疲劳载荷分量的详细标准变化相当大，特别是 ISO 5049 所涉及的这一问题非常简短。在 AS 4324 中，有关如何考虑疲劳载荷的陈述要清晰得多。

AS 4324 规定了应该考虑的各个载荷分量并建议针对任何规定的机器用这些分量产生可表示正常运行时发生的周期变动的载荷情况谱。

就疲劳载荷而言，AS 4324 还在另一个方面不同，这是因为所采用的疲劳载荷修改系数只考虑了挖掘载荷和物料活动载荷的可变性。因此，疲劳当量值小于适于工况 I 强度验算的相应最大值。

3.2.4 载荷组合

与 ISO 5049 及 FEM 一样，源于这两个标准的 AS 4324 对不同的载荷分量应该视为在组合中如何作用提供了指南。AS 4324 标准的表 3.7 中概

括了 38 个载荷分量的 22 种合成的载荷组合以及有关安全系数和稳定裕度的相关资料。因为 AS 4324 中包括的载荷分量数量较多，所以该表比 ISO 5049 中相应的表的内容更多、更复杂。其中还包括了疲劳载荷组合→载荷工况 F/I，为疲劳载荷的组合。

3.3 结构材料使用上的差异性

和大多数其他结构标准不同，由于承认材料在一些散料搬运设备结构件中相对通用，所以 AS 4324 允许使用高强度结构钢。

但是，由于也承认这种钢对焊接处的脆性断裂和疲劳更敏感，所以使用高强度材料(规定为极限拉伸强度超过 550 MPa 或屈服强度超过 450 MPa 的材料)与对足够韧性要求结合起来。

在结构件的破坏可能会影响整个机器安全或人身安全的情况下，或者在可靠性尤为重要的情况下，超过550 MPa极限抗拉强度或超过450 MPa实际屈服强度的材料性能必须通过对取自构件制造时实际采用的材料试样进行试验加以确定。所需的试验必须符合相关的澳大利亚标准，并且必须包括能确定以下性能的试验：

(a) 在低于(*T*design – 15°C)和0°C温度下的摆锤式冲击能。

(b) 在低于(*T*design – 15°C)和0°C温度下的摆锤试验试样上韧性断裂区的百分比。

(c) 20°C时的极限抗拉强度。

(d) 20°C时的屈服强度。

(f) 20°C时的延伸率。

(g) 20°C时的面积收缩率。

材料的这些实验会加大设备制造的成本与周期。

3.4 关于设备的能力

设备的能力是指移动散料设备所具有的输送能力。如堆料能力、取料能力等。

在 ISO 5049 与 FEM 中并未直接描述设备的能力问题，在 AS 4324 也未直接对设备的输送能力进行描述。但是，AS 4324 在散料密度计算、载荷计算、活载荷计算等多处的计算方法不同于 ISO 5049 与 FEM，其结果会直接改变着最后所完成设计的设备的实际的能力。

AS 4324 设计原则导致皮带运输能力和斗轮能力都特别大，大约是采用其他标准所设计设备输送能力的两倍左右。

相对的就有设备的几何尺寸、自重、驱动功率等都变大。

3.5 澳洲标准 AS 4324.1 的冗余设计思想

相对于其他标准，澳洲标准 AS 4324.1 的冗余设计思想主要表现在俯仰系统的拉杆、钢丝绳卷扬系统与液压油缸系统。其原则是一个拉杆破坏了、一个钢绳断了、一个油缸故障了设备仍可以维持在原处而不会出现设备倾覆等重大事故的发生。这些冗余设计的思想在实现时会产生一些负面的作用。如实现困难或无法实现；加大设备制造成本或牵扯到相关其它零部件规格尺寸过大等问题。

3.6 机器的质量和重心。

澳洲标准 AS 4324.1 要求机器制造完成后，必须精确确定刚竣工的机器的质量和重心。

订购规格书应该推荐所使用的称重方法和竣工机器的实际质量和质量分布的范围和检定。整个机器的称重或至少机器上部结构的称重是最佳方法。称重设备和技术应该确保精度为 1%。

如果制造质量超过静态载荷计算时所用质量大于 5%的话，则必须重新验算应力。

必须以所测量的载荷为基准重新验算稳定性。如果未满足稳定性要求的话，则必须对机器重新配重。

3.7 关于若干载荷计算的可行性存在质疑

其他相关标准中没有特殊增加载荷，而澳洲标准 AS 4324.1 增加了许多特殊的载荷。如斗轮装置脱落载荷、斗轮或悬臂触地、缓冲器全速碰撞并吸收惯性与驱动载荷、侧向碰撞载荷、正面碰撞载荷。在某些产品设计中即使增大成本也难以实现或不能实现。这些需要与第三方详细沟通与研究。

载荷的解读与理解因多方面原因容易出现差异。所以，某些载荷尚需尽早与第三方沟通达成形成共识的解读。

4、标准执行的潜在风险

和执行其它标准与规范不同。澳洲标准 AS 4324.1 的严格性会造成设计与制造各个阶段的成本与周期的变化。而成本与周期是构成商业风险的总和。往往一个工况或一个工况下某个系数的

差异就能导致设计方案的重大变化。任何可能的设计参数与形式的变更都有潜在的危机发生的可能。甚至，某些危机会无法补救。

5、正确认识澳大利亚 AS 4324.1-1995 标准应用

澳大利亚标准第 1 部分 AS 4324.1 于 1995 年 9 月出版。澳大利亚标准委员会用了大约 18 年时间才逐渐制定和重新起草完成。

AS 4324 标准比以前的规范更严格、更精确，而在某些方面更保守。

1)第一个原则是以机器设计和制造时包括某种结构改变通常所花费的成本远比发生事故或故障后维修或更换机器少得多的概念为基准。

2)第二个基本原则是在绝大多数情况下，让机器依靠电气保护装置实现其整个结构的完整性是不明智的。对于某些种类的机器，设计一种在不依靠电气保护装置能幸存的实际可行的结构是不可能的。为完全避免对依靠任何形式的电气保护的依赖，提供所需的附加结构件相对会简单和廉价。

3）第三个基本原则并且可能是最重要的基本原则就是，对于故障可能会对生命或人员全身安全，特别是机器操作人员造成重大危害的结构件而言，适于采用更保守的方法。

澳洲 AS 4324.1-1995 标准是由众多业主或用户提出来的，从使用者的思想出发，参考欧洲工程师们编写的 ISO 与 FEM 标准，经澳洲的学者教授们改编与添加部分内容，接受多年现场的事故与经验教训，广泛征得业主讨论形成的，偏重于安全的且略偏离工程的，采用此标准设计制造设备成本高昂的，用于澳洲矿山与码头的移动式散料连续搬运设备—钢结构设计规范—标准。AS4324.1 更多的内容是一个安全标准而不是一个设计标准，设备的安全性需要政府部门的审核通过，设备才能投入运行。澳洲 AS 4324.1-1995 标准强调的是严肃性而非先进性，标准的出发点更多的是考虑现场设备运行时设备与人员的可靠与安全。澳洲 AS 4324.1-1995 标准的执行中澳洲的业主会充分提供必要的设计时间与审查时间。为产品的设计提供较充裕与必要的资金支持来保证设计质量。

澳大利亚 AS 4324.1-1995 标准执行的认识：

澳大利亚 AS 4324.1-1995 标准是移动式散料连续搬运设备设计与制造的圣经，是进入澳洲的规范与许可，是市场准入证与检验标准，是第三方审查与检验的依据，代表着高成本，代表着设计制造商技术的全公开。

出口澳洲产品具有强制性，必须执行；

出口澳洲产品在制度上就已经确立了其标准的严肃性；

设计与制造产品和第三方审查公司就该标准交流的长期性。从签约到设计，再到制造，最后再到安装与调试等；总时间最长需要几年时间。合同执行是在与第三方设计审查的争吵中完成。

执行该标准时所有设计方的技术与文件需要向第三方审查公司全部公开；

设备安装调试验收时的称重真实、正确性检验；

执行澳大利亚 AS 4324.1-1995 标准是接受向澳洲出口的一种必须的供货模式。

执行时容易在技术与经济上容易进入一个循环的怪圈里，工作需要慎重行事。

出口澳洲连续散料输送移动设备是执行澳洲 AS 4324.1-1995 标准的开始，是遵守澳洲国家规则的开始，是进入澳洲市场的前提条件。从连续散料输送移动设备进入澳洲市场开始就不能脱离 AS 4324.1-1995 标准的要求与约束。

6、出口移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范采用设计标准的建议

除非设备应用在澳洲本土或设备应用在澳洲以外甲方是澳洲客户。否则，原则上不采用澳洲标准 AS4324.1-1995《移动式散料连续搬运设备钢结构设计规范》设计散料装卸机械。

移动式散料连续搬运设备欧洲的客户应以 FEM 标准应为重要首选用标准。

移动式散料连续搬运设备出口到世界上其他国家的客户应尽可能选用国际标准，即 ISO 5049/1：1994 2. 《移动式散料连续搬运设备 钢结构设计规范》。

参考文献 Reference

1、JB/T 8849-2005 中华人民共和国机械行业标准
移动式散料连续搬运设备 钢结构设计规范（iso 5049-1：1994，MOD）
2、ISO 5049/1：1994 2.
Mobile Equipment for Continuous Handling of Bulk Materials
Part1：Rules for The Design of Steel Structure
3、FEM SECTION Ⅱ:1997
Rules for the Design of Mobile Equipment for Continuous Handling of Bulk Materials
4、AS4324.1-1995 Mobile equipment for continuous handling of bulk materials
Part 1: General requirements for the design of steel structure
5、New Australian Standard for Continuous Bulk Materials Handling Machines
1996 National Conference on Materials handling