

中华人民共和国国家标准

GB/T 21152—2018
代替 GB/T 21152—2007

土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法

Earth-moving machinery—Wheeled or high-speed rubber-tracked machines—
Performance requirements and test procedures for brake systems

(ISO 3450:2011, MOD)

2018-12-28 发布

2019-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	5
4.1 制动系统要求	5
4.2 共用部件	5
4.3 制动操纵系统	5
4.4 行车制动系统	6
4.5 辅助制动系统	6
4.6 停车制动系统	6
4.7 静液压制动系统	6
4.8 联合制动和转向功能的系统	6
4.9 储能器的性能和报警装置	7
4.10 带电子控制系统的制动系统	7
4.11 设计为牵引拖车的机器	7
4.12 机器使用说明和标签	7
4.13 制动驻坡能力估算	8
5 试验条件	8
5.1 整体测试参数	8
5.2 一般测试条件	9
5.3 试验道路	9
5.4 机器测试配置	9
6 性能试验	10
6.1 通则	10
6.2 制动操纵机构	10
6.3 储能系统	10
6.4 保持性能	10
6.5 制动性能	12
6.6 替代试验	13
7 试验报告	13
附录 A(资料性附录) 专用地下矿用机械	15
附录 B(资料性附录) 坡度的制动能力计算方法	19
参考文献	20

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 21152—2007《土方机械 轮胎式机器 制动系统的性能要求和试验方法》。本标准与 GB/T 21152—2007 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 增加了标准的范围(见第 1 章);
- 增加了部分引用文件(见第 2 章);
- 增加了部分术语(见第 3 章);
- 增加了一般要求(见第 4 章);
- 增加了附录 A(资料性附录);
- 增加了附录 B(资料性附录)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 3450:2011《土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法》。本标准与 ISO 3450:2011 存在的有关技术性差异已编入正文中并在它们所涉及的条款的外侧页边空白处用垂直单线标识,主要差异如下:

- 第 2 章中删除了“ISO 6165、ISO 7133 和 ISO 8811”三个引用文件。因为这三个文件未被规范性引用,将其移到参考文献。
- 第 4 章悬置段修改为“注:这个条款的要求适用于本标准范围内的所有机器。所有制动系统的设计、构建和安装都尽可能减少污染。”因为此条为悬置段而且不含要求。
- 4.1.1 由“所有机器应配置行车制动系统、辅助制动系统和停车制动系统”修改为“机器应配置行车制动系统和停车制动系统,可安装辅助制动系统。按机器的预期使用,在所有行驶、装载、加速、越野和坡道条件下,各制动系统均应是有效的。”因为与 GB 25684.1 保持一致。
- 4.1.4 中删除了“对于单轮压路机和组合式压路机的制动系统应对所有的车轮和滚筒施加制动”,因为这条要求不符合国内市场的产品技术水平。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 8595—2008 土方机械 司机的操纵装置(ISO 10968:2004, IDT)
- GB/T 10913—2005 土方机械 行驶速度测定(ISO 6014:1986, MOD)
- GB/T 21153—2007 土方机械 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度(ISO 9248:1992, MOD)
- GB/T 21154—2014 土方机械 整机及其工作装置和部件的质量测量方法(ISO 6016:2008, IDT)
- GB/T 34353—2017 土方机械 应用电子器件的机器控制系统(MCS) 功能性安全的性能准则和试验(ISO 15998:2008, IDT)

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国土方机械标准化技术委员会(SAC/TC 334)归口。

本标准负责起草单位:徐工集团工程机械有限公司江苏徐州工程机械研究院、三一重工股份有限公司、天津工程机械研究院有限公司。

本标准参加起草单位:内蒙古北方重型汽车股份有限公司。

本标准主要起草人:赵斌、李亮辉、贾晓雯、杨颖、孔山中、邓艳芳、吴继霞、裴洁。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 21152—2007。

土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法

1 范围

本标准规定了轮式和高速橡胶履带式土方机械的行车制动系统、辅助制动系统和停车制动系统的最低性能要求和试验方法,以便对这些制动系统进行统一的评定。

本标准适用于以下在工地或在矿山上作业或在道路上行驶的土方机械:

- ISO 6165 定义的自行橡胶轮胎式土方机械;
- ISO 6165 和 ISO 8811 定义的自行压路机和回填压实机;
- ISO 7133 定义的铲运机;
- ISO 6165 定义的遥控轮式或橡胶履带式机器;
- 橡胶轮胎式土方机械的派生机械;
- 最高行驶速度不小于 20 km/h 的橡胶履带式土方机械。

本标准不适用于步行控制的土方机械(见 ISO 17063)或行驶速度小于 20 km/h(见 ISO 10265)的钢质或橡胶履带式土方机械。地下采矿专用机械并不在本标准规定的范围内,但是本标准通过对一些制动性能的修改和添加,一般的规定可以适用于这些机器(参见附录 A)。

注:本标准出版时,还没有制定专门用于地下采矿专用机械的国际标准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 6014 土方机械 行驶速度测定(Earth-moving machinery—Determination of ground speed)

ISO 6016 土方机械 整机及其工作装置和部件的质量测量方法(Earth-moving machinery—Methods of measuring the masses of whole machines, their equipment and components)

ISO 9248 土方机械 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度(Earth-moving machinery—Units for dimensions, performance and capacities, and their measurement accuracies)

ISO 10968 土方机械 司机的操纵装置(Earth-moving machinery—Operator's controls)

ISO 15998 土方机械 应用电子器件的机器控制系统(MCS)功能性安全的性能准则和试验(Earth-moving machinery—Machine-control systems (MCS) using electronic components—Performance criteria and tests for functional safety)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制动系统 **brake system(braking system)**

使机器制动和(或)停车的所有零部件的组合。包括操纵机构、制动传动装置、制动器,如装备了限速器,也包括在内。

3.1.1

行车制动系统 service brake system

用于将机器制动并停车的主制动系统。

3.1.2

辅助制动系统 secondary brake system

在行车制动系统失效时,使机器制动的系统。

3.1.3

停车制动系统 parking brake system

使已制动住的机器保持原地不动状态的系统,如适用,停车制动系统也可能成为辅助制动系统的一部分。

3.1.4

静液压制动系统 hydrostatic brake system

静液压或其他类似的驱动传动系统用于满足一个或多个制动系统的要求。

3.1.5

制动系统零部件 Braking system components

3.1.5.1

制动操纵机构 brake control

由司机直接操作的机构,其产生一个传递给制动器的作用力。

3.1.5.2

制动传动系统 brake actuation system

位于操纵机构与制动器之间,并将两者功能连接起来的所有零部件。

3.1.5.3

制动器 brake(brakes)

直接施加一个力来阻止机器运动的装置。

注:不同类型的制动包括摩擦式、机械式、电动式、再生设备和静液压式或其他流体的型式。

3.1.5.4

共用部件 common component

在两个或多个制动系统中执行同一种功能的部件。

示例:踏板,阀。

3.1.5.5

限速器 retarder

通常用于控制机器速度的能量吸收装置。

3.2

静液压驱动系统 hydrostatic drive system

静液压系统中液压马达用于驱动车轮或履带以推动和减慢机器运动。

3.3

机器测试质量 machine test mass

机器的工作质量,包括下列各项最重的组合:司机室、机棚、或带有全部组件和安装件的司机保护结构(如果需要)、制造商规定的工作装置,包括司机和按 ISO 6016 规定充满液体的各系统(例,对制动具有最不利影响的机器配置和行驶方向)。

注 1:对于压路机,洒水器宜装满水。

注 2:对于半牵引自行式铲运机、牵引拖车和所有类型的自卸车,机器测试质量也将包括制造商说明书上规定的最大极限载荷。对于所有其他机器,有效载荷不包括在内。

3.4

制动距离 stopping distance*s*

从制动操纵机构动作开始(比如司机操作制动器)到完全停车时止,机器在试验道路上驶过的距离。

注 1: 它的单位是米。

注 2: 除非明确规定,不考虑司机的响应时间,但考虑系统的响应时间。

3.5

平均减速度 mean deceleration*a*

从制动操纵机构动作开始的瞬间到完全停车时止,机器速度变化率的平均值。

注: 平均减速度可由下式确定:

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

式中:

a ——平均减速度,单位为米每二次方秒(m/s²);

v ——制动器动作前的瞬间机器的速度,单位为米每秒(m/s);

s ——制动距离,单位为米(m)。

3.6

磨合 burnishing

使机器制动器摩擦表面达到良好状态的处理方法。

3.7

制动系统压力 brake system pressure

制动操纵机构处的流体压力。

3.8

制动器工作压力 brake application pressure

在制动器上测定的流体压力。

3.9

可调制动 modulated braking

可通过操作制动操纵机构,连续地或渐进地增、减制动力的性能。

示例: 制动系统根据制动操纵的单一和重复移动,允许制动力随时增大和减少。

3.10

试验道路 test course

机器进行试验的路面。

注: 参见 5.3。

3.11

冷制动 cold brakes

包含摩擦元件的制动系统,制动器状态如下:

——制动器不工作已超过 1 h,性能测试除外(见第 6 章);

——在测量制动盘或制动鼓外表面温度时,制动器已冷却到 100 °C 以下;

——对于全封闭制动器,包括油浸制动器,在最靠近制动器的壳体外表面所测得的温度低于 50 °C,或在制造商规定的范围内。

3.12

机器最大速度 maximum machine speed

机器最大速度按 ISO 6014 或等同的标准确定。

3.13

反向节流 back throttling

向静液压或其他类似的驱动系统施加轻微的向前或向后动力以便保持机器静止的动作。

3.14

派生土方机械 derivative earth-moving machine

由不同的配置或布置生成的具有土方机械特征的其他土方机械。

示例：非自行装载情况，机器前置装载机设备，后置自卸车设备。

3.15

安全状态 safe state

在机器控制系统故障之后，受控设备，控制过程或系统自动或手动停止，或切换到防止意外发生的模式或防止存储能量的潜在危险释放模式。

3.16

自卸车 dumper

自行的履带式或轮式机器，具有敞开的车厢，用来运输、卸载或摊铺物料，自卸车由其他的装卸车进行装料。

[ISO 6165]

注：对于半牵引自卸车，见 ISO 7132:2003，图 3、图 16 和图 20。

3.16.1

刚性车架自卸车 rigid-frame dumper

具有刚性车架，用车轮或履带转向的自卸车。

[ISO 6165]

注：刚性车架和铰接车架自卸车在 ISO 7132:2003 中被说明，图 1 和图 2，图 8 和图 9，图 14 和图 15，图 18 和图 19。

3.16.2

铰接车架自卸车 articulated-frame dumper

具有铰接车架，并用该车架进行转向的自卸车（轮式机械）。

[ISO 6165]

注：刚性车架和铰接车架自卸车在 ISO 7132:2003 中被说明，图 1 和图 2，图 8 和图 9，图 14 和图 15，图 18 和图 19。

3.17

拖车 trailer

具有一个或多个轴的运输机械，根据其设计，适用于与自行式机械相连接。

3.18

充分发出的减速度率 fully developed deceleration rate

是机器在规定的恒定斜坡上，具有规定机器测试质量，路面条件及初始（减速前）机器行驶速度，能够产生的最大连续减速度。

3.19

专用地下矿用机械 purpose-built underground mining machine

可能有一个高度较低的侧面和附带着拖车，用于地下工作而设计的专用土方机械。

示例：地下自卸车、伸缩式自卸车、铲运机、连续斗、运煤机、电源车、支架搬运车、人员运输车、装载机。

3.20

机器控制系统 machine control system; MCS

需要实现系统功能的组件包括：传感器、信号处理单元、监控器、控制器和执行器或这些元件的

组合。

注：系统的范围不仅限于电子控制器，还通过完整系统的机器关联功能被定义，因此通常由电子的、非电子的和连接设备组成。这可以包括机械的、液压的、光学的或气动元件或系统。

[ISO 15998]

4 一般要求

注：这个条款的要求适应于本标准范围内的所有机器。所有制动系统的设计、构建和安装都尽可能减少污染。

4.1 制动系统要求

4.1.1 机器应配置行车制动系统和停车制动系统，可安装辅助制动系统。按机器的预期使用，在所有行驶、装载、加速、越野和坡道条件下，各制动系统均应是有效的。

行车、辅助和停车制动系统不必是三个独立的系统，可共用通用的元件或功能。

4.1.2 所有制动系统(包括静液压系统)不应包含如离合器或换档变速器等可脱开装置，因为他们会导致制动器失效。按照以下 a) 和/或 b) 的系统除外：

- a) 任何用于寒冷天气启动时断开行车制动和辅助制动动力源的装置，在脱开之前应使停车制动器工作。
- b) 用于故障机器移动的停车制动器断开(解除)装置应置于操作台之外，除非其可以再施加制动。

4.1.3 所有机器应具有至少一根轴的每个车轮(或等同物)的相等额定容量的行车制动器。带有半拖车单元的自卸车和自行式铲运机在牵引机器的至少一根轴上和每个半拖车单元的一根轴上装有制动器。

4.1.4 对于压路机，行车制动和辅助制动应适用于所有动力驱动的压轮和车轮。分体式压轮的每个压轮有相同的标称制动转矩。

4.1.5 如果停车制动器拟用于停止机器缓速运动，停车制动系统应允许在行驶期间制动停车制动器。

4.2 共用部件

行车、辅助和停车制动系统可以使用共用部件，在这种情况下，机器的制动性能应该满足 4.5 和 4.7 中对辅助制动系统的要求。除了轮胎、轮毂和履带以外，如果制动系统中任一零部件失效，制动性能应与表 3 一致。

共用制动操纵机构失效时，以下情况可以被接受。如果有一个可用来操纵行车制动与辅助制动系统的联合工作的共用制动操纵机构(手柄、踏板等)失效，机器应具有另一种动态制动(如能动态制动的停车制动)，动态制动应根据表 3 规定的辅助制动器(辅助试验条件下)制动距离 120% 内停车。动态制动可以自动产生，无需调整，如果自动产生，应同时或提前给司机一个提示。

4.3 制动操纵系统

所有制动系统操纵机构在司机操纵位置上都应能够使用。停车制动系统操纵机构也应该这样布置，除非立即重新施加，否则一旦施加就不能自动释放。

符合 ISO 10968 规定的制动操纵系统可以避免意外激活制动操纵系统。

制动操纵系统应设计成在正常操作过程中能够避免意外实施或解除。满足本标准要求的特定设计的自动制动系统也不能排除在外。

制动系统操纵机构的布置应符合 ISO 10968 的规定，如不满足，应提供解说操纵机构布置的指导性

标志(如使用符号)。制动踏板和静液压制动系统操纵机构显而易见,不需要指导性的标志。

在正常的操作(机器的启动、停止或正常行走操纵)过程中,制动控制系统应避免或减小任何意外的制动性能(偶然的制动实施,解除或间歇的制动性能等)。

用于行车、辅助及停车制动的电器控制系统、电气设备及电子元件应符合 ISO 15998 的规定。

当司机使用至少一只手来保持对机器转向装置的控制时,应能够实行驶车或辅助制动的操作。

4.4 行车制动系统

所有机器都应满足第 6 章规定的行车制动性能要求,行车制动系统对机器最大速度大于 6 km/h 应该有可调制,如果行走模式的速度限制在小于或等于 6 km/h,则不需要可调制。

如果其他系统由行车制动系统提供动力,则在该系统中的任何故障都应视为行车制动系统的故障。

4.5 辅助制动系统

如适用,所有机器都应满足第 6 章规定的对辅助制动的性能要求,辅助制动系统应对机器最大速度大于 20 km/h 有可调制。

4.6 停车制动系统

所有机器都应满足第 6 章规定的对停车制动的性能要求。

使用停车制动后,停车制动系统不应该依靠一个可被用尽的能源资源或司机的持续动作来维持(如手或脚的作用),停车制动系统可以使用共用部件,来满足 6.4 和表 2 的要求。不论制动元件的磨损还是任何形式的泄漏,停车制动操纵都应根据制造商的技术规范的要求与表 2 一致。

注:机械弹簧不被认为是一种可耗尽的能量资源,液压驱动系统的回油节流,不满足停车制动要求,因为向后油门调节需要持续的司机行为。

要求只有在操作人员的动作下,才能够释放停车制动。停车制动器在正常启动期间或失去能量时不得自动释放。

停车制动器可自动制动(如弹簧或控制系统启动),此时,在车辆处于停止状态和发动机关闭之后,停车制动器应自动制动或保持制动。

配有停车制动自动检测能力的机器,在非驾驶员操作的情况下,不会自行驱动。

4.7 静液压制动系统

配有静液压制动系统的机器,行车和辅助制动应该分别符合 4.4 和 4.5 的要求。

典型的静液压制动系统有一个可耗尽的动力供应,不能满足 4.6 规定的停车制动的要求。

行车制动应用应该通过下面的一种方法获得:

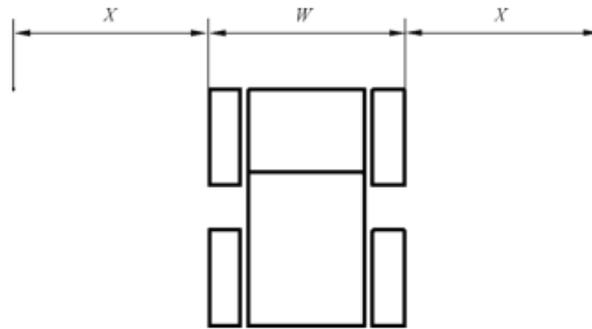
- 一种单独控制的操纵;
- 脚从驱动踏板移动到制动踏板;
- 在采取制动行为的开始,用手或脚释放驱动控制并将其移动到空挡或反向驱动位置。

可在行车制动系统上增加一个附加的制动系统,用于机器蠕动运动时控制机器。不管坡度,可用液压节流阀或类似的驱动传动系统(反向节流),保持机器静止。

4.8 联合制动和转向功能的系统

如果制动系统具有联合制动和转向功能用在辅助制动系统,在依据第 6 章辅助制动系统制动距离测试时,机器应维持可控性。

当维持表 3 规定的辅助制动距离时,如图 1 所示,机器任一側均不能转向边界线 X 外侧。



当 $W \leq 2 \text{ m}$, $X = 1.25 W$;

当 $W > 2 \text{ m}$, $X = 2 \text{ m}$, 这是为了限制机器转向时超出公共道路交通线宽度要求。

说明:

W —— 机器包括轮胎或履带的宽度, 单位为米(m);

X —— 边界线宽度, 单位为米(m)。

图 1 辅助制动的边界条件

4.9 储能器的性能和报警装置

如果储备的能量(如储能容器,蓄能器)用于行车制动系统,则该储能系统应该配备一个低能报警装置。警告信号发生后,第三次实行驶车制动应用中的残余压力,应足够满足表 3 中提供的适用于机器辅助制动性能的要求。

报警装置应通过发出连续的(如稳定地或脉冲地)可视报警和/或声讯报警信号,有效引起司机的注意。该项要求对指示压力或真空度的仪表不适用。

4.10 带电子控制系统的制动系统

制动系统的电控系统应该满足制造商通过危险评估方法确定的安全状态要求,电子控制系统应满足 ISO 15998 规定的安全状态的要求。

如果设计的最大机器速度限制在小于 6 km/h , 当任一制动系统使机器在表 3 规定的制动距离范围内制动时,就满足这些安全状态要求。

满足本标准要求的机器制动系统也达到了 ISO 15998 规定的土方机器制动系统的安全概念,需对制动器机器控制系统进行风险评估,确定当任何单一电气和/或电子机器控制系统失效时,制动功能满足本标准制动性能要求。

注: ISO 15998 也要求机器控制系统的附加测试来验证它的性能和失效模式。

4.11 设计为牵引拖车的机器

本标准中适用于机器行车、辅助及停车制动的所有性能要求均适用于牵引拖车。

如果测试时含机器和拖车的组合装置的重量,包括规定的拖车负荷,牵引机器的制动系统满足行车、辅助和停车制动的要求,则拖车或者被牵引装置不需要制动器。

如果适用,需要评估牵引制动系统来防止出现“功耗”。

4.12 机器使用说明和标签

4.12.1 一般原则

根据制造商设计规格,制动控制系统的操作限制,如果适用,应包括在下列一项或几项内容中:

- 操作手册；
- 指令信号；
- 机器监视显示器。

示例： 停车制动操作注意事项：制动系统默认条件下，制动或减速操作特征可能自动更改产生新的制动性能特征，比如变速箱自动切换空挡或由于推动停车制动对停车制动的潜在破坏。

如果制动器或机器的制造商建议制动器磨合，制动器磨合方法应包括在机器的操作手册或维修手册中。

配备了限速器的机器，制造商应提供以下说明：

- a) 在操作手册中，当加载的机器在机器制造商指定的特定斜坡下坡时，机器最大速度和/或传动齿轮处于啮合；
- b) 一种指令信号或机器监视显示器包含 a) 指定的信息，位于司机室和易于司机看见的地方。

显示下坡的减速能力的指令信号或机器监视显示器在百分比上不应超过行车和停车制动的最小制动保持性能。（见 6.4.2）

4.12.2 制动系统和定期检验说明书

制动的信息可以在手册、标签或其他手段提供，在操作台还应提供这些信息受限制的注意事项。如果制动系统和周期性验证说明由机器制造商提供，应该包括如下内容：

- a) 日常制动检查方法说明：
 - 一种验证行车和停车制动器功能的方法；
 - 如果行车和/或停车制动器的检查方法不包含在内，提供验证辅助制动器功能的方法。
- b) 运行期间、定期或后期维护制动验证说明：
 - 验证行车和停车制动器功能的方法，包括验收标准；
 - 验证辅助制动器功能的方法。

说明中应通知用户如果行车、辅助或停车制动器不能按日常制动检查方法，运行期间、定期或后期维护制动验证说明中规定的规格或性能要求运行，机器应立即停止运行直至符合要求。制动系统的周期性验证说明，可能会给出不同于本标准规定的测试条件，以允许用户开展其他测试或验证。

4.12.3 设计为牵引拖车的机器的附加说明

如适用，土方机械制造商应在机器手册或标签中提供机器的允许拖车牵引能力信息以及任何其他适用的拖车牵引说明或预防措施。如果提供，所提供的信息则应包括最大非制动拖车牵引负载以及机器的有效负载和牵引负载的最大组合。

4.13 制动驻坡能力估算

制动驻坡能力定义了将一台机器停止和保持在斜坡上的制动系统的能力。制动器实际可停止及保持机器在某一斜坡上的能力会由其他因素受到限制，如道路条件、坡度、速度、负载或机器制造商的技术规格。

附录 B 给出了制动驻坡能力的计算方法。

5 试验条件

5.1 整体测试参数

在进行性能测试时，应遵守制造商规定的注意事项。涉及制动系统的所有参数，包括轮胎尺寸和压力、制动器调整、报警点和制动系统的压力都应在制造商规定的范围内。在任一性能试验中，都不应对

制动系统进行人工调整,如防止制动性能削弱或改善制动性能的调整。

进行测量的仪器的精度和单位应符合 ISO 9248 的规定。

表 2 和表 3 中给出的性能要求,应在制动系统的行车极限条件下进行单站和保持试验。这些要求应通过物理测试或替代方法进行验证,包括物理测试数据的计算和推导计算。验证方法应按照第 7 章的规定记录在试验报告中。

替代制动性能试验方法见 6.4.3 和 6.6。

注:液压制动系统通常不会受制动磨损极限的影响。

5.2 一般测试条件

如果机器传动系统可以选择变速比,应选择与规定的试验速度相应的变速挡位进行制动试验。在完全停车之前可将动力脱开。

行车制动系统性能试验中不应使用限速器,限速器可在辅助制动系统性能试验中使用。液压或类似的驱动系统不属于限速器。

对具有可选多轴驱动的机器,在进行制动系统性能试验时,非制动的可选驱动轴应脱挡。

工作装置(铲刀、铲斗、推土板等)应置于制造商建议的运输位置上。

试验前允许对制动器进行磨合与调整。磨合应按机器使用说明书和/或机器维修手册的规定进行,或咨询机器或制动器的制造商。

在试验前,机器应运转直到发动机油、传动箱油和机器中的液体,达到制造商规定的正常工作温度。机器的试验速度应当是制动操纵机构动作之前的瞬间测定的速度。

制动保持性能试验应在动力传动系统脱开的状态下进行,除液压或类似的驱动系统,发动机转速最低时(如发动机怠速或停止),应启动动力传动系统。

当进行振动压路机试验时,所有试验均应在无振动状态下进行。

当静液压制动被用于行车制动时,行车制动系统的制动和保持性能(如反向节流)试验应在发动机运行的状态下进行。

应记录第 7 章试验报告所需的全部数据。

5.3 试验道路

试验道路地基应充分压实,地面应坚硬、干燥。地面的湿度不应影响制动试验有不良影响。

试验道路的横向坡度不应大于 3%。

行驶方向的坡度不应大于 1%,或符合特定的试验要求。对于大于 32 000 kg 的刚性车架自卸车,铰接车架自卸车和自行式铲运机,其试验道路应具有行驶方向向下(9±1)%的坡度。

进入试验道路前的引导路段应具有足够的长度,并应平整、坡度均匀,以便保证机器在制动之前达到需要的速度。

5.4 机器测试配置

除在静液压制动系统上进行的行车制动和辅助制动系统的制动距离试验外,其他试验应在冷制动器条件下进行。

超过 32 000 kg 机器测试质量的刚性车架自卸车,铰接车架自卸车和自行式铲运机,变速箱应保持在一个挡位,发动机不超过制造商规定的最大引擎的转速,每分钟的转数(r/min)或频率(min⁻¹)。

所有制动试验都应在下述状态下进行:机器配置(不包括 5.1 规定的行车限制要求)最不利于机器制动;机器测试质量与机型匹配。

注:在 3.3 定义里,所有的自卸车和自行式铲运机的机器测试质量包括制造商规定的最大载荷。

记录适用的轴载分布,并记录测试报告的结果(见第 7 章)。

6 性能试验

6.1 通则

如适用,下列性能试验应在本标准范围内所有机器及所有制动系统上按照第5章规定的试验条件下进行。制动保持和操作力应按照第7章的规定进行测量和报告。

注:6.3的规定不适用于不配备储能装置(如:贮能器或蓄能器)的行车制动系统。

6.2 制动操纵机构

在性能测试过程中,控制力不得超过表1中给出的值。

表1 性能试验时制动系统操纵机构的最大操作力

操纵机构类型		施加的最大操作力 N
手指操作(轻触手柄和开关)		20
手操作	向上	400
	向下、侧向、前后	300
脚踏板(脚踝控制)		350
脚踏板(腿控制)		600

6.3 储能系统

6.3.1 行车制动系统的恢复能力

发动机速度控制机构应使发动机达到最大的转速或频率,制动器工作压力应在靠近制动器处测定。行车制动系统按下述方法操作以后,能够供给的压力不应低于第一次全行程制动操作时测得压力的70%:

- 自卸车、自行式铲运机和轮式挖掘机,以每分钟4次的速率操作12次;
- 对于所有其他机器,以每分钟6次的速率操作20次。

6.3.2 辅助制动系统的能力

如果行车制动系统的储能系统用于辅助制动系统,储能系统应在切断电源及机器停车的情况下满足以下要求:

- 如适用,频率为 ≤ 1 s开和1 s关下5个全行车制动应用之后,行车制动系统储能系统的剩余容量应满足表3中规定的辅助制动制动性能要求。全行车制动应用应满足表1的力级要求。

6.3.3 测试性能

用于行车制动的储能系统应达到4.9给出的试验要求。

试验过程中,报警装置应在辅助制动系统自动动作前报警。

通过合适的试验方法减少行车制动系统的储能。

6.4 保持性能

6.4.1 通则

所有机器都应进行前进和后退两个方向的试验。

对于静液压或类似的驱动系统,可以使用反向节流以满足行车制动系统保持性能的条件,如果使用的话,应记录在试验报告中。

6.4.2 行车和停车制动

5.2 规定的机器的动力传动,行车和停车制动系统应能根据表 2 的要求在斜坡上保持固定。

表 2 行车和停车制动保持性能

制动	机器种类	坡度/%
行车制动	刚性车架自卸车和铰接车架自卸车的机器测试质量 $>32\ 000\ \text{kg}$	20
	压路机(自行式、驾乘式振动钢轮、静压钢轮、橡胶轮胎)	20
	刚性车架自卸车、铰接车架自卸车、半拖自卸车和他们的牵引拖车的组合的机械测试质量 $\leq 32\ 000\ \text{kg}$	25
	所有其他土方机械、包括自行式铲运机	25
停车制动	刚性车架自卸车、铰接车架自卸车、自行式铲运机和他们的牵引拖车的组合	15
	压路机(自行式、振动、刚性轮胎、静胎、橡胶轮胎)	20
	半牵引自卸车	20
	所有其他土方机械	20

6.4.3 制动保持性能试验

制动保持性能试验可在以下任一情况下进行:

- 在指定的斜坡和防滑表面的试验场;
- 在一个有防滑表面的倾斜平台上;
- 在行驶方向坡度不大于 1% 的试验跑道上,对已制动停车、变速箱空挡的机器施加一拉力。

此情况,拉力应为接近地面的水平拉力以达到表 2 规定的斜坡最小等效拉力,等效拉力应以牛顿为单位:

- 当坡度为 15% 时,数值上等于以千克为单位的机器测试质量的 1.46 倍;
- 当坡度为 20% 时,数值上等于以千克为单位的机器测试质量的 1.92 倍;
- 当坡度为 25% 时,数值上等于以千克为单位的机器测试质量的 2.38 倍。

跟斜坡试验相比拉力试验具有局限性。受轴荷分布的影响,机器在斜坡上的保持性能可能改变,可能发生溜车。

- 用机器的推进系统来模拟一个静态的等效力,并通过下述推进试验证明表 2 要求的保持性能。

把机器放在一个水平面上。为推进系统提供表 2 中给出的生成适用于机器的等效制动保持要求的能量。试验中记录推进系统的输出,同时制动保持试验中车轮速度没有动作。

测量间接参数,如可用于随附计算(如齿轮比,轮胎尺寸)的转矩/压力/电流,以确定地面力输出。制动试验报告中应记录测量参数相关的计算及制动保持性能。如果应用了与表 2 保持要求等效的推进系统牵引力,制动系统抵抗住运动,则认为保持性能验证成功。在满足表 2 保持性能要求前,轮胎或履带在测试过程中运动则认为制动保持性能失效。

6.4.4 停车制动作为辅助制动时的耐久性试验

如果停车制动系统作为辅助制动系统的一部分,在适合机器的机器测试质量(见 3.3)及水平表面没有调整停车制动的情况下,停车制动器应满足表 2 规定的保持性能要求,按照 6.5 规定的机器试验速度的动

态停止性能要求。对于压路机,停车制动耐久性试验要经过 5 次停止。使用停车制动器时允许轮胎锁定。

6.5 制动性能

6.5.1 通则

所有机器均应进行表 3 给出的制动距离试验。如适用,制动应满足下列机器试验速度之一,公差在 2 km/h 范围内:

- 对于机器测试质量 $\leq 32\,000$ kg 的刚性车架自卸车和铰接车架自卸车,在机器最大速度的 80%或 32 km/h 的制动,以较大者为准(机器测试质量 $> 32\,000$ kg 的自卸车见 6.5.5);
- 对于机器最大速度 < 32 km/h 的机器,以最大速度制动;
- 对于所有其他机器,机器最大速度的 80%或 32 km/h 处制动,取较大者。

行车及辅助制动系统制动距离试验应从冷制动开始,在机器向前方行驶时进行,即沿试验道路的正、反方向各进行一次,两次制动的时间间隔最少为 10 min。

制动距离和机器速度应取行车制动和辅助制动系统两次试验(在试验道路的正、反方向各进行一次)的平均值,并按照第 7 章的内容填写试验报告。

6.5.2 行车制动系统

行车制动系统应在表 3 中规定的机器类型的制动距离内制动。

6.5.3 辅助制动系统

辅助制动系统应在表 3 中规定的机器类型的制动距离内制动。

注:国家或其他法规,选取更严格的。

如果机器装有限速器,可在本试验之前和试验中间使用。

在行车制动系统中的任何单一故障时,辅助制动系统应进行试验,以测量机器的停止。在本次试验中,修改行车制动系统或使用等效的方法来模拟最不利的行车制动系统的单一故障。

表 3 制动性能

机器种类	最大制动距离 S m	
	行车制动	辅助制动
铲运机、刚性车架自卸车、铰接车架自卸车的机器测试质量 $\leq 32\,000$ kg 和任意质量 ^a 的半牵引自卸车	$\frac{v^2}{44} + 0.1(32 - v)$	$\frac{v^2}{30} + 0.1(32 - v)$
铲运机、刚性车架自卸车、铰接车架自卸车的机器测试质量 $> 32\,000$ kg	$\frac{v^2}{48 - 2.6\alpha}$	$\frac{v^2}{34 - 2.6\alpha}$
压路机	$\frac{v^2}{150} + 0.2(v + 5)$	$\frac{v^2}{75} + 0.4(v + 5)$
所有其他土方机器,包括带负载的牵引拖车	$\frac{v^2}{160} + 0.2(v + 5)$	$\frac{v^2}{80} + 0.4(v + 5)$
v——初始速度,单位为 km/h;		
α——8%~10%的测试坡度。		
^a 速度大于 32 km/h 时,删除公式中 0.1(32 - v)部分。		

6.5.4 除机器测试质量 $>32\,000\text{ kg}$ 的刚性车架和铰接车架自卸车的所有机器的热衰减试验

除机器测试质量 $>32\,000\text{ kg}$ 的刚性车架和铰接车架自卸车外,本试验应在所有机器上进行。

在最大或接近最大减速度,且轮胎和履带没有滑动时,应用和释放行车制动器,完成4个连续制动。每次制动后,应使用机器最大加速度尽可能快地恢复6.5.1要求的机器测试速度。应对连续的第5次制动进行测定,制动距离不应大于表3中所指制动距离的125%。

6.5.5 机器测试质量 $>32\,000\text{ kg}$ 的刚性车架和铰接车架自卸车的制动试验

试验应在机器测试质量 $>32\,000\text{ kg}$ 的刚性车架和铰接车架自卸车上进行,试验道路按5.3的规定。

变速挡位应使发动机转速不超过制造商规定的最大转速,即每分钟的转数(r/min)或频率(min^{-1})。

行车制动系统应以不小于 $(50\pm 3)\text{ km}/\text{h}$ 的机器速度,或者如低于此值时,则以机器最大速度,进行5次制动试验。每次制动的间隔为 $10\text{ min}\sim 20\text{ min}$,每次制动距离均不应超过表3的规定。

辅助制动系统应以 $(25\pm 2)\text{ km}/\text{h}$ 的机器速度进行单次制动试验。如果机器装有限速器,可在本试验之前和试验中间使用。制动距离不应超过表3的规定。

6.6 替代试验

6.6.1 实验室试验

对于能够在实验室环境中再现的制动系统功能,替代实验室试验可用于确定行车、辅助和停车制动性能。实验室试验设备应能够产生同安装在机器上制动器一样的操作环境。测试系统应设置为能够在扭矩水平上通过制动器保持力和制动器制动力承受和测量扭矩。实验室试验系统应通过与历史机器试验数据关联的方式进行验证。

对于行车制动和辅助制动系统,应能重复制动器的动态负荷以满足本标准规定的冷制动停止性能要求。应按照第7章中规定的要求测量数据并记录在测试报告中。

对于停车制动系统,应按照第7章中规定的要求测量最大制动保持转矩并记录在试验报告中。

6.6.2 静液压或类似行走驱动机器的替代辅助制动试验

对于使用除静液压或类似的推进驱动外的辅助制动器的机器上,传动系中的驱动马达减速力应移除。或者,马达和终传动可在制动距离试验开始前与传动系断开。

如果很难去除推进电机的制动力或很难从传动系脱开电机和齿轮传动,辅助制动系统可进行如下试验。

机器静止,含传动系公差下的运动、变量马达设置为最大位移、机械传动装置设置在最低转速时,在满额定压力时启用辅助制动器,并推动驱动系统,正向和反向交替进行。除制动/传动零部件传动系公差外,机器应在小于 $30\text{ mm}/\text{s}$ 蠕动运动时机器保持静止。

7 试验报告

试验报告应包含以下内容:

- a) 参考的标准;
- b) 测试时间及地点;
- c) 机器类型;

- d) 机器制造商；
- e) 机器型号和编号；
- f) 制动系统的状态(例如:新的、已运转 1 000 h,按制造商规定等)；
- g) 试验机器的质量和轴荷分配(kg)；
- h) 制造商认可的机器最大测试质量和轴荷分配；
- i) 如适用,压轮尺寸、轨道尺寸、轮胎尺寸、标定层数、花纹型式和压力(MPa)；
- j) 制动器种类(例如:盘式或鼓式、手控或脚控)；
- k) 制动系统形式(例如:机械式或液压式)；
- l) 试验道路的路面(例如:沥青的、混凝土的或泥土的)；
- m) 试验道路的纵向坡度和横向坡度；
- n) 全部制动试验和保持试验的结果以及,如适用,替代制动保持的计算或方法；
- o) 在进行制动试验后,行车制动系统储备能量(见 6.3.1)的百分比按下式计算：

$$p = \frac{p_2}{p_1} \times 100$$

式中：

- p ——用百分比表示的剩余压力；
 - p_1 ——第一次制动时制动系统压力；
 - p_2 ——其后制动时测定的制动系统最低压力。
- p) 操作力大小(见 4.3 和 6.2)；
 - q) 机器最大水平速度,机器试验速度(km/h)；
 - r) 使用作为制动系统之一的静液压制动系统进行试验；
 - s) 如适用,停车制动耐久性试验的结果(见 6.4.4)；
 - t) 如适用,评估报告及支撑信息,证明最大制动磨损不会影响制动性能结果；
 - u) 如适用,制动驻坡能力估算,轮胎类型,轮胎压力,测得的轮胎滚动半径及充分发出的减速度率。

附录 A
(资料性附录)
专用地下矿用机械

警示——地下开采是世界范围内监管最严的工作之一。要求非常规范。本附录有关专用地下矿用机械的一般制动性能。由于地下采矿法规的规范性,有必要研究区域性地下开采的要求,机器应在符合区域监管要求下使用。

A.1 通则

本附录介绍了用于地下矿用制动系统的建议。本标准中的主体规定应仅适用于本附录补充及修改的专用地下矿用机械。设计为地面作业的机械若在地下使用,应经制造商和最终用户评估。

任何制动系统上均不应安装可使应用位置处制动保持的装置,除非当设备操作人员不再接触制动驱动装置时,制动保持解除。

注:煤和瓦斯开采应用区域要求信息在 A.12 给出。

A.2 术语和定义

最大减速

在制动试验运行期间产生的最大减速值。

A.3 制动系统控制器(见 4.3)

根据 ISO 10968,停车制动控制器应为主要控制器。形状及颜色应区别于其他控制器。

注:应用停车制动控制器时所需的操作动作有不同的区域性要求。典型的地下开采应用程序采用推停车制动器的动作停车制动。然而有地区需要用拉的动作。

A.4 行车制动系统(见 4.4)

A.4.1 停车制动性能

辅助制动制动距离 S 的推荐公式见式(A.1),单位为 m,

$$S = \frac{vt}{3,6} + \frac{v^2}{26a} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

v —— 初始速度,单位为千米每小时(km/h);

t —— 时间,指 0.35 s;

a —— 平均减速度,单位为米每二次方秒(m/s^2)(= 0.28 g 或 2.75 m/s^2)。

表示 20% (11.3°) 坡度时推荐使用 28% 的制动效率。如果使用了 20% 的制动效率,推荐使用 12.3% 坡度(7°)。

测试制动性能时,机器应在设计斜坡上至少保持 0.75 m/s 的充分发出的减速度率。如果机器应用于超过 20% 的坡度,最小制动效率应大于 8%,以机器使用的最大坡度百分比表示。

A.4.2 保持性能

加上 20% 的安全因素,行车制动应能在最大设计坡度上使机器静止(无蠕动运动)。

A.5 辅助制动系统(见 4.5)

除当辅助制动器 $t=1\text{ s}$, $a=0.18\text{ g}$ 或 1.77 m/s^2 外,辅助制动制动距离 s 的推荐公式为式(A.1),单位为 m。

测试制动性能时,机器应在设计斜坡上至少保持至少 0.45 m/s^2 充分发出的减速度率。

静液压制动系统不应作为辅助制动器。

限速器不宜在辅助制动系统性能试验中使用。

专用地下矿用机械的辅助制动器可不调节就使用。

如果辅助制动器自动应用,应在应用前警示操作者。如果自动制动器与辅助制动系统分离,其性能应该至少与辅助制动器的性能相同。

A.6 停车制动系统(见 4.6)

加上 20% 的安全因素,行车制动器应能在最大设计坡度上使机器静止,最小设计坡度为 25%。停车制动无论以下哪种情况,停车制动应自动运行:操作者停止发动机或由于其他原因发动机停止(如发动机自动保护系统运行)。当发动机停止运行时,停车制动器应在发动机停止转动后 2 s 内响应。

如果停车制动器已自动应用,应可由操作者通过特定操作解除。

机器应配置连锁系统,防止停车制动器应用时机器行驶。可提供制动器日常试验程序或系统停车制动(如 4.12.2)。可配置紧急状况下挪移机器的装置。应提供机器检索说明来解释释放停车制动器的程序。

自动停车制动器应包括一司机驾驶室装置,无需关闭设备就可手动应用制动器,并且无需启动设备就能解除及重新应用停车制动器。停车制动如果制动器手动释放,当机器重新启动时制动器应自动重新启动。可使用一装置,防止制动器手动应用前机器重新启动。停车制动试验过程中,静液传动系统应断开。

停车制动应只能通过控制器解除,解除时不应运行其他设备功能,也就是说此控制器专门针对停车制动系统。停车制动保持性能可在实际斜坡上进行验证,或者在水平地面上停车制动器运行状态下拖拽机器进行验证。

A.7 静液压制动系统(见 4.7)

对于配置静液压传动装置的机器,不应回油节流以满足保持性能标准。行车制动保持时,当有蠕动运动时,停车制动器可在维修时使用。

A.8 设计为牵引拖车的机器(见 4.11)

如果牵引机的制动器不能满足行车、辅助和停车制动器的要求,如果适用,当测试时使用机器和拖车质量加上牵引机和拖车的总有效载荷,牵引拖车应配备作用于每个拖车车轮的,制动装置为系统的一部分。如果拖车是设计为在所有工况下车轮均匀负载,则制动器只需要作用于要满足制动要求的车轮。

拖车制动器应作用在车轴的两侧。

拖车的行车制动器,辅助制动器和停车制动器应被设计为不能作为牵引机制动器独立应用。牵引机的停车制动控制应适用于机器的停车制动器和配备的任何牵引拖车。

拖车的停车制动系统应设计为当拖车与牵引机断开时,停车制动系统自动应用。

如果拖车没有停车制动器,拖车需要设置保持自己固定的一种方法(不推荐使用轮挡)。机器/拖车组合应只在前进方向进行测试。

A.9 一般试验条件(见 5.2)

限速器不应在行车和辅助制动试验中使用。所有的机器都应该在 5.3 中描述的试验道路上试验。

A.10 性能测试(见第 6 章)

A.10.1 保持性能(见 6.4)

推荐使用的行车制动保持性能见 A.4.2。

推荐使用的停车制动保持性能见 A.6 停车制动。

A.10.2 制动性能(见 6.5)

A.10.2.1 行车制动器(见 6.5.2)

推荐使用的行车制动器制动性能见 A.4.1。专用地下矿用机械的制动性能试验如下:

- a) 机器向前行驶和向后倒车运动速度一样,如铲运机(装、运、卸):
 - 最大测试质量及最大指定有效载荷下 5 次向前行驶停止;
 - 最大测试质量及最大指定有效载荷下 5 次倒车停止;
 - 最大测试质量无载荷下 5 次向前行驶停止;
 - 最大测试质量无载荷下 5 次倒车停止。
- b) 机器主要做向前行驶,如自卸车或带拖车的机器:
 - 最大测试质量及最大指定有效载荷下 5 次向前行驶停止;
 - 最大测试质量无载荷下 5 次向前行驶停止。

试验时应以最大速度的 80% 下开展。

停止间要有间隔,最大间隔时间为 10 min。

应记录峰值减速。

A.10.2.2 辅助制动器(见 6.5.3)

推荐使用的辅助制动器制动性能见 A.5。

专用地下矿用机械的制动性能试验如下:

- 最大测试质量及最大指定有效载荷下 3 次向前行驶停止;
- 最大测试质量无载荷下 3 次向前行驶停止。

试验时应以最大速度或 25 km/h 下开展,以最小速度为准。停止间要有间隔,最大间隔时间为 10 min。

A.11 试验报告(见第 7 章)

一些地区要求应有充分发出的减速度率报告。

A.12 煤/瓦斯开采应用

警示——高瓦斯矿井,如煤矿,比其他矿山监管更严格。监管机构要求的法律要求和认证,需要进行广泛地研究。

在澳大利亚,在煤矿使用的制动器对于任何暴露的表面通常有 150 °C 的最大允许制动温度。

在美国,MSHA(矿场安全和健康管理局)要求服务和紧急制动器性能相同。

附录 B

(资料性附录)

坡度的制动能力计算方法

坡度的制动能力(BSC)可以通过充分发出的减速度率计算,在刹车性能测试中用加速度计测量。坡度的制动能力是指制动器制动并保持机器的能力,不是机器的坡度作业能力。在特定区域机器在坡度上作业时,需要考虑其他因素(见 4.13)。

坡度的制动能力,在一定百分比斜率的坡度上使机器制动,可以使用式(B.1)和测量的充分发出的减速度率 DR 计算:

$$BSC = \{ [(DR + b) \cdot MR \cdot TR] - SR \} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

DR —— 制动减速度率,充分发出的减速度率,以 gs 表示,其中 g 指减速度率,公式中取米每二次方秒除以 9.8;

b —— 机器是评估或测试用坡度,公式中取坡度除以 100;

SR —— 坡度上预期的减速度率,以 gs 表示,制动停车率,(主要制动器的典型预期减速度率为 $0.06g \sim 0.08g$; 辅助制动器为 $0.03g \sim 0.04g$);

MR —— 机器的质量比,在测试过程中,根据本标准划分的工作现场的机器质量、实际的机器质量包括选配及修改的机器的有效载荷的质量比;

TR —— 轮胎的半径比,在测试过程中,根据本标准及工作现场的机器的轮胎半径比,从而允许选配不同的轮胎。

式(B.1)可应用于行车制动和辅助制动系统,根据特定的制动系统使用合适的预期减速度率。

示例 1: 20 t 轮式装载机行车制动器的坡度的制动能力,与行车制动测试过程中使用的机器质量一样($MR = 1.0$),轮胎($TR = 1.0$),坡度一样($b = 0$),测量的制动减速度率为 $0.5g$:

$$BSC = \{ [(0.5 + 0) \times 1.0 \times 1.0] - 0.06 \} \times 100 = 44\%$$

示例 2: 100 t 自卸车辅助制动器的坡度的制动能力,自卸车运载超过额定载荷 10% ($MR = 0.91$),轮胎比标准轮胎大 3% ($TR = 0.97$),测量的制动减速度率为 $0.25g$,坡度 b 为 0:

$$BSC = \{ [(0.25 + 0) \times 0.91 \times 0.97] - 0.03 \} \times 100 = 19\%$$

参 考 文 献

- [1] GB/T 19929—2014 土方机械 履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法(ISO 10265:2008, IDT)
- [2] GB/T 25604—2010 土方机械 装载机 术语和商业规格(ISO 7131:2007, MOD)
- [3] GB/T 25605—2010 土方机械 自卸车 术语和商业规格(ISO 7132:2003, MOD)
- [4] GB/T 25609—2010 土方机械 步行操纵式机器的制动系统性能要求和试验方法(ISO 17063:2003, IDT)
- [5] ISO 6165 土方机械 基本类型 术语(Earth-moving machinery—Basic types—Identification and terms and definitions)
- [6] ISO 7133 土方机械 自行式铲运机 术语和商业规格(Earth-moving machinery—Tractor-scrapers—Terminology and commercial specifications)
- [7] ISO 8811 土方机械 压路机和压实机 术语和商业规格(Earth-moving machinery—Rollers and compactors—Terminology and commercial specifications)
- [8] SABS 1589 The braking performance of trackless underground mining machines—Load haul dumpers and dump trucks
- [9] CAN/CSA-M424.3-M90 (R2007) Braking Performance—Rubber-Tired, Self-Propelled Underground Mining Machines
- [10] EN 1889-1 Machines for underground mines—Mobile machines working underground—Safety—Part 1: Rubber tyred vehicles
- [11] MSHA website: <http://www.msha.gov>
- [12] SAE J1329 Minimum Performance Criteria for Braking Systems for Specialized Rubber-tired, Selfpropelled Underground Mining Machines
- [13] SAE J1472:2006 Braking Performance—Rollers
- [14] ECE R-13 Rev 1 Add 12 Rev 5 Annex 18, Special Requirements to be applied to the safety aspects of complex electronic vehicle control systems
- [15] USA 30 Code of Federal Regulations, Part 57, Safety and health standards—Underground metal and nonmetal mines
- [16] USA 30 Code of Federal Regulations, Part 75, Mandatory safety standards—Underground coal mines
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器
制动系统的性能要求和试验方法

GB/T 21152—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年1月第一版

*

书号: 155066 · 1-61842

版权专有 侵权必究



GB/T 21152-2018