



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102674103 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 201210163584. 5

CN 101670965 A, 2010. 03. 17,

(22) 申请日 2012. 05. 22

CN 102249133 A, 2011. 11. 23,

(73) 专利权人 天津豪雅科技发展有限公司

审查员 张冀兴

地址 300384 天津市华苑产业区梓苑路 6 号
1 幢 3030 室

(72) 发明人 刘培

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 刘立春

(51) Int. Cl.

G01M 1/00 (2006. 01)

B66B 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101670965 A, 2010. 03. 17,

CN 101226096 A, 2008. 07. 23,

CN 2378367 Y, 2000. 05. 17,

CN 101082530 A, 2007. 12. 05,

CN 1696040 A, 2005. 11. 16,

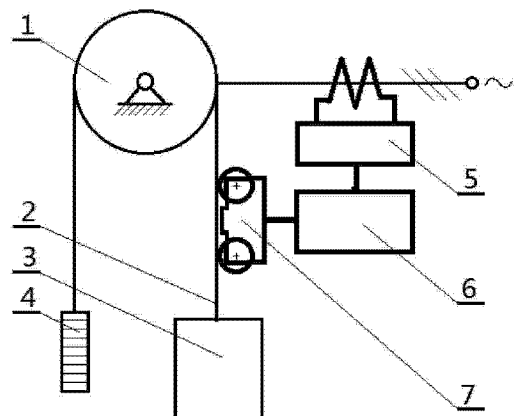
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

电梯平衡系数的检测方法

(57) 摘要

一种电梯平衡系数的检测方法, 通过检测电梯空载上行功率 N_s 、下行功率 N_x 、上行速度 V_s 、下行速度 V_x , 依据曳引式电梯运行原理与运行中能量传递关系, 应用上述检测数据以及数据库, 经计算得到平衡系数的数值。实施检测时电梯不需要加载负荷, 其测试装置的现场安装方便快捷, 现场作业时间通常约 10 分钟, 省时省力; 检测结果与按电梯检验规则的测试值一致。



1. 一种电梯平衡系数检测方法,其特征在于,它由以下步骤实现:

(1) 将电能检测装置接入电梯驱动电机的电源线上,将速度检测装置接入电梯轿厢运行的机械传动构件上;

(2) 以电梯空载工况从底层至顶层全程往返运行,实时测量并记录轿厢和对重运行到同一水平位置时的轿厢上行速度数据与下行速度数据、驱动电机上行功率数据与下行功率数据;

(3) 依据曳引式电梯运行原理与运行中能量传递关系,应用上述检测数据与被测试电梯的基本参数,按下式计算得到平衡系数的数值;

$$K = \frac{N_x}{QgV_x(2-\eta)}$$

式中:K——被测试电梯的平衡系数

N_x ——空载轿厢下行,运行到与对重同一水平位置时,电机运行功率,W;

V_x ——空载轿厢下行,运行到与对重同一水平位置时,轿厢速度,m/s;

Q——额定载荷,kg,从被测试电梯的基本参数得到;

g——重力加速度,取 9.81m/s^2 ;

η ——传动效率,轿厢空载工况驱动电机运行功率数值与电梯负载的运行功率数值之间的系数,按以下两种方式得到:

对于广泛使用的采用无齿轮曳引机的电梯,以及采用圆柱齿轮曳引机、行星齿轮曳引机、皮带传动曳引机的电梯,按下式计算:

$$\eta = 1 - \frac{N_s V_s - N_x V_x}{N_s V_x + N_x V_s}$$

式中: N_s ——空载轿厢上行,运行到与对重同一水平位置时,电机运行功率,W;

V_s ——空载轿厢上行,运行到与对重同一水平位置时,轿厢速度,m/s;

式中其它符号表达同前式;

对于采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯,通过“选择样梯检测,建立起蜗轮蜗杆电梯空载下行传动效率数据库”的技术方案实施,检测时根据被测试电梯的曳引机具体参数,从数据库查找对应的 η 数值。

2. 根据权利要求1所述的电梯平衡系数检测方法,所述对驱动电机上行功率与下行功率数据的测量,其特征在于,使用适用范围在 $5 \sim 60\text{Hz}$ 的交流宽频功率测量装置,通过驱动电机的电源线采集运行功率的信息。

3. 根据权利要求1所述的电梯平衡系数检测方法,所述对轿厢上行速度与下行速度数据的测量,其特征在于速度检测装置通过对电梯限速器钢丝绳的线速度测量,采集轿厢运行速度的信息。

4. 根据权利要求1所述的电梯平衡系数检测方法,所述对轿厢上行速度与下行速度数据的测量,其特征在于速度检测装置通过对电梯曳引钢丝绳的线速度测量,将检测数值除以钢丝绳曳引比,得到轿厢运行速度信息。

5. 根据权利要求1所述的电梯平衡系数检测方法,所述对轿厢上行速度与下行速度数据的测量,其特征在于速度检测装置通过测量驱动电机的转速,按 GB/T10059-2009 规定的公式计算:

$$V_s = \frac{D \pi n_s}{60 D i I \times 1000} \quad V_x = \frac{D \pi n_x}{60 D i I \times 1000}$$

式中： V_s ——轿厢上行速度，m/s； V_x ——轿厢下行速度，m/s；
 n_s ——电机上行转速，r/min； n_x ——电机下行转速，r/min；
 D ——曳引轮节径，mm； i ——钢丝绳曳引比；
 I ——曳引机速比。

电梯平衡系数的检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电梯平衡系数的检测方法,更具体地说,它涉及一种通过测试曳引式电梯的运行功率与运行速度来计算电梯平衡系数的方法。

背景技术

[0002] 国家标准 BG7588-2003 对平衡系数的定义为:“平衡系数,即额定载重量及轿厢质量由对重或平衡重平衡的量。”

[0003] 现行的电梯技术标准与电梯检验规则采用的测试方法是:轿厢分别装载额定载重量 30%、40%、45%、50%、60% 作上、下全程运行,当轿厢和对重运行到同一水平位置时,记录电机的电流值,绘制电流-负荷曲线,以上下运行曲线的交点确定平衡系数。

[0004] 上述通过电梯逐级加载运行,记录电机的电流值,绘制电流-负荷曲线图确定平衡系数的检测方法,优点是技术成熟,检测结果可靠;缺点是比较费时费力,现场作业时间通常超过 1 小时,约为整梯试验检测工作量的三分之一。

[0005] 由于现行的上述电梯平衡系数检测方法比较费时费力,近年来无载平衡系数测试技术应运而生,取得了一些研究成果,例如安徽省特种设备检测院研发的通过检测曳引轮两侧钢丝绳张力确定平衡系数的方法、辽宁石油化工大学研发的静态两侧重量差测量方法、德国 TUV 公司 ADIASYSTEM 电梯检测系统的平衡系数检测方法等。由于采用了无载荷测试,省去了反复搬运砝码的环节,目前尚存在的问题是,其测试数据为电梯静态工况数据,与现行电梯检验规则采用的动态测试数据存在差异,以及实施检测时其测试装置的安装不便捷等,限制了推广应用。

[0006] 中国专利公开号 CN101670965A,公开日是 2010 年 3 月 11 日,名称为“电梯平衡系数的检测方法”中,公开了通过检测电机空载匀速上行转矩 T_{up} 与电机空载匀速下行转矩 T_{down} ,用公式 $(T_{up}+T_{down}) * i/R/Q/2$ 计算平衡系数的技术方案(i 为曳引比, R 为曳引轮半径, Q 为额定载荷)。此检测方法的不足之处,一是经理论分析与实际检测验证,其检测结果往往会出现 20% 以上误差,原因是电梯载荷传递到电机,中间有不同的机械机构,传动效率可能不同,而且正向(空载下行,电机通过机械机构拖动电梯负载)与反向(空载上行,电梯负载通过机械机构拖动电机)的传动效率有的相差巨大,例如广泛使用的蜗轮蜗杆曳引机,正向传动效率约 60%-80%,反向传动效率约 0%-40%。此检测方法没有充分考虑到传动效率对检测结果的影响。其二是对电机转矩的检测,其提出的“完全通过变频器自带的电机转矩检测功能来实现”,检测精度不能满足 GB/T10059-2009《电梯试验方法》的要求。

发明内容

[0007] 本发明的目的就是克服现有技术的不足,并为此提供一种通过测试曳引式电梯运行功率与运行速度来计算电梯平衡系数的方法,其检测作业方便快捷,检测结果精度较高。

[0008] 本发明通过下述技术方案予以实现:

[0009] 将电能检测装置接入驱动电机的电源线上,将速度检测装置接入轿厢运行的机械传动构件上;以电梯空载工况从底层至顶层全程往返运行,实时测量并记录轿厢和对重运行到同一水平位置时的轿厢上行速度数据与下行速度数据、驱动电机上行功率数据与下行功率数据;依据曳引式电梯运行原理与运行中能量传递关系,应用上述检测数据与被测试电梯的基本参数,经计算得到平衡系数的数值。

[0010] 电梯平衡系数的数值计算,可以应用下式:

[0011]
$$K = \frac{N_x}{QgV_x(2-\eta)} \dots\dots\dots\text{式(1)}$$

[0012] 式中:K——被测试电梯的平衡系数

[0013] N_x ——空载轿厢下行,运行到与对重同一水平位置时,电机运行功率,W;

[0014] V_x ——空载轿厢下行,运行到与对重同一水平位置时,轿厢速度,m/s;

[0015] Q——额定载荷,kg,从被测试电梯的基本参数得到;

[0016] g——重力加速度,取 9.81m/s^2 ;

[0017] η ——传动效率,轿厢空载工况驱动电机运行功率数值与电梯负载的运行功率数值之间的系数,按以下两种方式得到:

[0018] (1) 对于广泛使用的采用无齿轮曳引机的电梯,以及采用圆柱齿轮曳引机、行星齿轮曳引机、皮带传动曳引机的电梯,按下式计算:

[0019]
$$\eta = 1 - \frac{N_x V_s - N_s V_x}{N_s V_x + N_x V_s} \dots\dots\dots\text{式(2)}$$

[0020] 式中: N_s ——空载轿厢上行,运行到与对重同一水平位置时,电机运行功率,W;

[0021] V_s ——空载轿厢上行,运行到与对重同一水平位置时,轿厢速度,m/s;

[0022] 式中其它符号表达同式(1)。

[0023] (2) 对于采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯,通过“选择样梯检测,建立起蜗轮蜗杆电梯空载下行传动效率数据库”的技术方案实施,检测时根据被测试电梯的曳引机具体参数,从数据库查找对应的 η 数值。

[0024] 所述的电梯平衡系数检测方法中对驱动电机上行功率与下行功率数据的测量,可以使用适用范围在 5 ~ 60Hz 的交流宽频功率测量装置,通过驱动电机的电源线采集运行功率信息。

[0025] 所述的电梯平衡系数检测方法中对轿厢上行速度与下行速度数据的测量,可以通过对电梯限速器钢丝绳的线速度测量,采集轿厢运行的速度信息;或者通过对电梯曳引钢丝绳的线速度测量,将检测数值除以钢丝绳曳引比,得到轿厢运行速度信息;还可以通过测量驱动电机的转速,按 GB/T10059-2009 规定的公式计算:

[0026]
$$V_s = \frac{Dn_s}{60DII \times 1000} \quad V_x = \frac{Dn_x}{60II \times 1000}$$

[0027] 式中: V_s ——轿厢上行速度,m/s; V_x ——轿厢下行速度,m/s;

[0028] n_s ——电机上行转速,r/min; n_x ——电机下行转速,r/min;

[0029] D——曳引轮节径,mm; i——钢丝绳曳引比;

[0030] I——曳引机速比。

[0031] 本发明与现有技术相比的优点是:

[0032] (1) 本检测方法需要的检测数据只有电梯空载运行功率与运行速度 2 项,都可以在被测试电梯运行现场直接测量。

[0033] (2) 电梯运行功率与运行速度测量的测试技术与测试装备目前在行业中已经很成熟,有相应的技术标准 / 规范遵循,测量精度有保障。

[0034] (3) 实施检测时电梯不需要加载负荷,其测试装置的现场安装方便快捷,现场作业时间通常约 10 分钟,省时省力。

[0035] (4) 测试结果准确,得到的平衡系数测试值与按电梯检验规则测试的结果一致。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明的原理示意图。

[0037] 图中:1. 电梯曳引机,2. 钢丝绳,3. 轿厢,4. 对重,5. 电能测量装置,6. 检测数据处理系统,7. 速度测量装置。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0039] 如图 1 所示,本发明的电梯平衡系数检测方法包括如下步骤:通过速度测量装置 7 对电梯钢丝绳 2 的线速度测量,换算出电梯轿厢 3 的运行速度;通过电能测量装置 5 实时采集电梯曳引机 1 的功率信息;检测数据处理系统 6 收集测试数据,依据曳引式电梯运行原理与运行中的能量传递关系,经计算得到平衡系数的数值。上述“依据曳引式电梯运行原理与运行中的能量传递关系”,包括以下内容:电梯对重系统与电梯轿厢系统的重量差为电梯空载时驱动载荷,轿厢空载上、下运行时摩擦阻力相等方向相反,利用电梯空载上、下运行时电机功率的变化与运行速度求解电梯运行效率 η ;利用电梯空载下行时的下行功率 N_x 、下行速度 V_x 与运行效率 η 的物理关系式,求解电梯空载时的驱动载荷;空载时驱动载荷即电梯对重系统与电梯轿厢系统的重量差,再除以电梯额定载重量,得到电梯平衡系数值。电梯检测方法所述计算公式的建立及推导如下:

[0040] a) 电梯轿厢空载下行时,电机处于电动状态,其运行功率为:

$$[0041] \quad N_x = KQgV_x + KQgV_x(1 - \eta) \dots\dots\dots \text{式 (3)}$$

[0042] b) 电梯轿厢空载上行时,电机处于发电制动状态,其运行功率为:

$$[0043] \quad N_s = KQgV_s - KQgV_s(1 - \eta) \dots\dots\dots \text{式 (4)}$$

[0044] c) 在式 (3) 与式 (4) 中, K 、 η 二项是未知数,其余的 Q 、 g 、 N_x 、 N_s 、 V_x 、 V_s 六项是电梯参数或测试数据,为已知数。通过式 (3) 与式 (4),联列为二元方程组:

$$[0045] \quad \begin{cases} N_s = KQgV_s - KQgV_s(1 - \eta) \\ N_x = KQgV_x + KQgV_x(1 - \eta) \end{cases}$$

[0046] 整理求解,得:

$$[0047] \quad \eta = 1 - \frac{N_x V_s - N_s V_x}{N_s V_x + N_x V_s} \dots\dots\dots \text{式 (2)}$$

$$[0048] \quad K = \frac{N_x}{QgV_x(2 - \eta)} \dots\dots\dots \text{式 (1)}$$

[0049] d) 对于采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯,由于蜗轮蜗杆的正向(空载下行,电机通过机

械机构拖动电梯负载)与反向(空载上行,电梯负载通过机械机构拖动电机)传动效率相差较大,直接应用式(2)会引入计算误差。考虑到相同品牌/规格的采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯,其空载下行 η 的数值具有一致性,故采用通过“选择样梯检测,建立起蜗轮蜗杆电梯空载下行传动效率数据库”的技术方案实施,技术难度小,简单实用。

[0050] 实施例 1

[0051] 电梯参数:额定载重量 $Q=1600\text{kg}$,额定速度 $V=3\text{m/s}$,起升高度 $H=56\text{m}$ 、18 层 18 站,钢丝绳曳引比 $i=2$,永磁同步曳引机。

[0052] 检测方法:

[0053] a) 将交流宽频功率测量装置,通过钳型电流传感器与电压输入端子接入曳引电机的电源线,以采集曳引电机运行功率的信息;将光电式位移测量装置置于曳引钢丝绳,以采集电梯轿厢运行速度与行程的信息。

[0054] b) 以电梯空载工况从底层至顶层全程往返运行,选择电梯轿厢运行至起升高度的 $1/2$ 位置时刻所对应的测试数据,分别是: $N_x=25102\text{W}$ 、 $N_s=16288\text{W}$ 、 $V_x=2.886\text{m/s}$ 、 $V_s=2.889\text{m/s}$ 。

[0055] c) 应用式(1)、式(2)计算, $k=0.457$ 。

[0056] 此电梯按 GB/T10059-2009 规定的方法检测,平衡系数 $K=0.456$ 。

[0057] 实施例 2

[0058] 电梯参数:额定载重量 $Q=2000\text{kg}$,额定速度 $V=1\text{m/s}$,起升高度 $H=26\text{m}$ 、8 层 8 站,钢丝绳曳引比 $i=1$,蜗轮蜗杆曳引机型号 MT180、速比 $I=50:2$,拖动方式为 AC-2,电机功率 22kW 。

[0059] 检测方法:

[0060] a) 首先要建立起常用品牌/规格的蜗轮蜗杆电梯空载下行传动效率数据库,方法是选择样梯,按 GB/T10059-2009 规定的方法确定平衡系数值,代入式(1)计算出 η 值。下表是数据库的其中一部分:

[0061] 采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯空载下行数据表

[0062]

序号	曳引机 型号	载荷 kg	速度 m/s	减速比	电机功率 kW	拖动 方式	η %
09-01	MT160	630	1.0	38:1	5.5	VVVF	64.1
09-02	MT160	630	1.75	25:1	11	VVVF	65.8
09-03	MT160	800	1.0	38:1	7.5	VVVF	64.4
09-04	MT160	1000	1.0	38:1	11	VVVF	64.8
09-05	MT180	2000	1.0	50:1	22	AC-2	61.2
...

[0063] b) 通过功率测量装置采集曳引电机运行功率信息;通过光电式位移测量装置采集电梯轿厢运行速度与行程信息;当轿厢运行至起升高度的 $1/2$ 位置时刻所对应的测试数据,分别是: $N_x=12480\text{W}$ $V_x=0.96\text{m/s}$ 。

[0064] c) 从数据库的《采用蜗轮蜗杆曳引机的电梯空载下行 η 数据表》,查得此型号/规

格对应的 $\eta=61.2\%$ 。

[0065] d) 应用式(1)计算, $K=0.477$ 。

[0066] 此电梯按 GB/T10059-2009 规定的方法检测, 平衡系数 $K=0.485$ 。

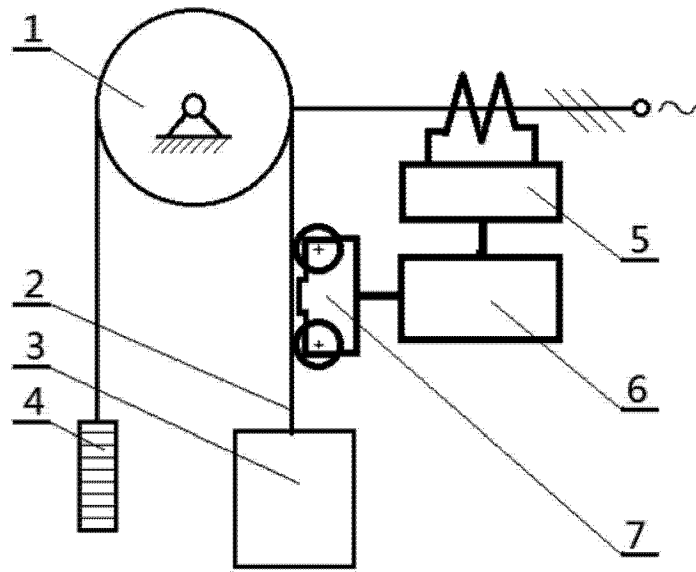


图 1