

高速电梯机械系统振动的分析与计算

苏林林

西继迅达(许昌)电梯有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i4.2043

[摘要] 近年来,随着城市化进程的加快和城市人口的不断增长,现代城市中高层建筑物也在逐渐增多。而电梯的出现使得人们的上下出行变得更加方便,而随着时间的推移,人们对电梯的运行速度也提出了更高的要求,在此背景下高速电梯应运而生。高速电梯中的机械系统振动问题是高速电梯的关键,本文就高速电梯机械系统振动进行分析。

[关键词] 高速电梯; 机械系统振动; 计算

随着电梯运行速度的增加,也带来一系列的问题,给电梯系统中的某些安全部件带来了冲击,除此以外,电梯速度的加快,电梯振动时产生的噪音也影响到了乘客的舒适感。因此,加强对高速电梯机械系统振动的分析与计算具有重要意义。

1 高速电梯机械系统工作原理及振动原因

1.1 工作原理

通过立足于电梯的实际使用情况,可以将高速电梯分为升降与维护这两种工作系统,在前者当中电梯曳引轮通常情况下是依靠电动机的带动从而使得电梯能够完成正常运行,电梯轿厢、对重则分别通过曳引钢绳牵引与其两端相连接,而当电动系统进行变速运转时则需要由电梯减速器充分发挥其曳引作用,带动曳引轮进行转动,在曳引钢绳和曳引轮互相摩擦之下会产生一种强大的牵引力,而这种牵引力正是电梯能够正常升降的关键。在后者当中,主要负责定期检测和维修管理电梯系统,完成电梯及其运行的有效控制使其能够实现长久的安全、稳定运行。

正式展开业务实施,实施过程中需要对工程量、工程套价等内容进行详细的审计与核对,并做好协调工作,从而形成审计报告;将审计报告提交给业主,作为工作结果以便取得劳动报酬,同时需要展开资料交接;在一段时间后审计机构需要对服务进行回访,最终将该审计项目形成完成的档案,并进行归档管理。而工程造价司法鉴定操作程序与结算审计存在很大的差异,其主要分两个阶段进行,在第一阶段鉴定人的工作主要是搜集工程造价鉴定所需的信息,主要通过委托受理、现场收集证据、查阅信息、质询等方式展开,鉴定后需要形成鉴定报告的初稿,将初稿提交给当事人,由当事人对初稿进行分析后提出异议,避免其中存在不合理、不规范等情况,从而完善终稿,最终由法庭决定是否作为判决证据。

3.2.4 成果的体现方式存在很大的差异。

工程造价结算审计完成后只会形成一个结果,形成这个结果过程中虽然会存在差异,但是审计人员往往会在合同以及法律规定基础上与业主展开协商,最终形成统一意见,而且完成审计后,审计报告上需要委托人以及审计单位的签字,而签字则代表双方认同结果,但最终在定案表环节还会对产生变化,所以最终的结果是定案表上体现的内容。而在工程造价司法鉴

1.2 振动原因

受众多因素的影响,高速电梯机械系统在工作当中时常会发生不同程度的振动。譬如说钢丝绳松紧不均匀、螺栓紧固轿厢架和轿壁时出现松动,或者是由于电梯轿厢出现不平衡、抱闸调节以及减速器密封圈出现松动等原因均会导致高速电梯机械系统出现振动。因此电梯运维人员在维修和管理高速电梯的过程当中,还需要结合实际情况对电梯机械系统出现振动的原因进行科学判断,从而采取行之有效的方法解决振动问题,在保障电梯能够正常、高速运行的同时有效提升乘客的乘梯舒适度。

2 建立高速电梯机械系统振动模型

2.1 力学模型

通过对高速电梯机械系统进行简化之后,我们可以发现高速电梯系统当中的自由度总共有七个,而从 x_1 依次排列一直到 x_5 均代表的是振动线位移,振动角位移共有两个,分别用 θ 和 ϕ 表示。假设向上的振动线位移为正位移,逆时针的振

定过程中结果不仅只有一个,诉讼双方提供的信息资料会存在一定的差异,而且双方对于结果的理解也会存在差异,鉴定单位需要根据结果的证据从专业角度对结果做出合理与合法的解释即可,其结果不需要得到原告与被告的认可,直接由法官进行判定。

4 结束语

综上所述,在工程建设过程中,造价人员需要正确理解工程造价结算审计以及工程造价司法鉴定才能保障两者得到合理利用,才能在工程造价控制以及解决经济纠纷上发挥有效的作用,从而维护经济秩序以及法律权威,实现建筑行业的健康稳定发展。

[参考文献]

- [1]姚忠民.浅谈工程造价结算审计与工程造价司法鉴定的区别[J].门窗,2017,41(7):98.
- [2]何建宏,王军,温修春,等.基于三角模糊数层次分析法的工程造价司法鉴定人综合素质评估研究[J].工程管理学报,2018,32(5):35-39.
- [3]俞木兵,丁翔.工程造价司法鉴定典型问题分析——以安徽某具体案件为例[J].建筑经济,2018,39(8):75-78.

动角位移也为正位移,则使用向量的方式即可从广义上对高速电梯系统的坐标进行表示。

2.2 数学模型

在进行高速电梯系统振动微分方程组的推导过程当中,本文选择使用朗格拉日法,使用分别代表动能与位能的 T 和 U ,以及用于保温能量散失函数的 D 即可建立起电梯系统的振动微分方程组:在这一公式当中, Q_i 代表的是干扰力也就是电梯系统外部的激振力。为了能够对其进行进一步简化,在假设, Q_i 即干扰力的值为零的情况下,这一振动微分方程则能够被简化成,在这一公式当中电梯系统的质量用 M 表示,电梯系统的刚度用 K 表示,而电梯系统的阻尼矩阵则用 C 表示, F 则代表着激励阵。在 Q_i 值为零的情况下,也就是并没有额外的载荷作用会在电梯系统运行时施加其中,但此时电梯系统想要进入到一个平稳的运行阶段或是进行静止停靠,其仍然需要利用一个加速启动或是减速制动的过程,而电梯系统的激励正是其在加速启动、减速制动中出现的刚体运动惯性力,在此用 F 阵进行表示。电梯在刚体运动中的位置和时间构成的函数就是刚度矩阵当中的元素,而刚体运动预设的加速度则与这些元素有着极为紧密的关系。

3 求解高速电梯时变系统振动响应

3.1 程序编制求解

位于曳引轮两侧位置处的钢丝绳长度会随着电梯轿厢的实际运行位置而发生相应变化,不仅如此,位于张紧装置两侧的平衡链长度也同样会随着电梯轿厢的实际运行位置而发生相应的变化,因此我们可以得知从 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_5 均会在高速电梯运行时,随着轿厢运行高度的变化而出现相应变化。但 k_0 、 k_4 、 k_m 并不会如此,也就是说无论轿厢运行高度如何变化,均始终保持不变。在本文构建的电梯时变系统当中并不始终存在封闭解析解,因此在对高速电梯时变系统程序编制进行求解的过程当中,将通过对时变系统进行离散处理,也就是将表示连续时间的 t 将其离散成 kT ($k=0, 1, 2, 3, \dots, N$),使的时变系统能够被分解成众多时不变瞬时系统,此时时变参数将会在采样时刻 kT 下被改变,但如果两个采样时刻相邻,则时变参数同样保持不变。即 kT 至 $(k+1)T$ 范围之内, $F(t)$ 与 $F(kT)$ 相等并且均为常数阵,而 $A(t)$ 则与 $A(kT)$ 相等并且均为常数阵。

3.2 状态方程计算

考虑到分析数值的简便性,本文选择而是用状态空间描述法表示电梯系统的状态放生,假设状态向量为 Y ,那么 \dot{Y} 与 Y 相等。使用状态方程进行表示即为 $\dot{Y}=A(t)Y+BF(t)$,而在这一公式当中,之后通过利用相关算法即可完成电梯轿厢振动加速度的计算并绘制出相关的曲线。在这一算法当中,首先会给定初始状态 $X(0)$ 及实际工况,之后形成质量矩阵 M 以及刚度矩阵 B 和阻尼矩阵 C 并对 M^{-1} 进行求解,此时需要将时变模

型离散成 N 个时不变模型,其中 T 为时间间隔并假设 k 的值为 1,此时需要判断 k 是否小于 N ,如果 k 比 N 大则可以直接从 X_{final} 当中将用于表示轿厢振动位移于速度的值直接取出,并完成振动加速度的计算和相关曲线图的绘制。但如果 N 确实大于 k 则需要形成刚度矩阵 $K(kT)$ 并形成,其实需要进行 $X=A(kT)X+BF(t)$ 的求解,将 $X(0)$ 或是 $X((k-1)T)$ 作为初始值,将最后的求解结果增添到 X_{final} 当中并再次进行 k 与 N 的大小判断,直至 k 大于 N 为止。由于篇幅有限本文将不对计算过程进行详细论述。通过计算后我们可以得知当电梯载重较大且进行上升运行的过程当中,前二阶的电梯系统固有频率基本保持在 4Hz 到 8Hz 之间,此时人体能够非常敏感地察觉到振动,并且有着强烈的不适感。而电梯在保持匀速运行的过程的当中,电梯系统虽然同样会出现振动,但基本以第一阶固有频率的自由振动为主,轿厢在运行过程中即使其高度不断发生变化,但基本上不会影响到电梯系统的固有频率。电梯系统的高阶固有频率表现出良好的稳定性,因此想要保障乘客在乘梯过程中具有较高的舒适度还需要通过尽可能将电梯在运行时产生的振动加速度降至最低,才能够有效实现这一目的。

电梯系统在进行刚体运动时受到惯性力的激励作用影响,此时电梯的振动状态不仅有自由振动,同时也存在瞬时强迫振动,而人体在此时也同样能够敏感地察觉到振动加速度。由于高速电梯在启动过程当中产生的振动加速度往往会比较大,因此人体此时的乘梯舒适度最低,而通过后期的实际运行测验当中也确实验证了这一点。在实验过程中,工作人员通过对系统固有频率以及电梯在承受较大载荷并进行上升运动时其产生的最大加速度值进行测算,发现当电梯运行大约五米高时,系统固有频率大约为 2.52Hz,而系统的瞬时固有频率则在 5.3Hz 左右,计算得出电梯最大加速度值为 $0.2m/s^2$,进一步验证了电梯系统的低阶振动模态导致系统出现振动响应,并影响了乘客的乘梯舒适度。

4 结束语

总而言之,电梯在进行高速运行时不可避免地会产生一定的自由振动,但随着电梯载荷不断加重,振动的速度越来越大,并开始会产生较大的噪音,在很大程度上影响了人们的乘梯舒适度。

[参考文献]

- [1]张聚,杨庆华,周国斌,等.高速电梯机械系统振动的分析与计算[J].机电工程,2015(04):58.
- [2]于德介,喻进辉,陈炳炎,等.高速电梯机械系统 KED 分析与动态性能优化[J].应用力学学报,2015(02):69.
- [3]武丽梅,巩煜琰,李雪枫.曳引式电梯机械系统垂直振动动态特性分析与计算[J].机械设计与制造,2015(10):36.