

建筑振动荷载标准 理解与应用

STANDARD UNDERSTANDING AND APPLICATION OF
BUILDING VIBRATION LOAD

徐建 等 编著

中国建筑工业出版社

建筑振动荷载标准理解与应用

徐 建 等 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑振动荷载标准理解与应用/徐建等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-112-22033-5

I. ①建… II. ①徐… III. ①建筑结构-结构振动-荷载-标准-研究-中国 IV. ①TU311.3-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 060857 号

国家标准《建筑振动荷载标准》GB/T 51228—2017 已经正式颁布实施, 为了使工程技术人员尽快准确地应用该标准, 由标准主要起草人员编写了《建筑振动荷载标准理解与应用》。本书重点介绍了标准编写原则、国内外相关标准状况、制定的依据和适用范围、基本概念和使用方法, 并对标准应用中应该注意的问题进行了阐述。本书不仅是标准应用的指导教材, 也是从事工程振动控制技术人员的重要参考书。

本书可供从事工程振动控制设计、施工、产品制造的工程技术人员使用, 也可供高等院校师生参考。

责任编辑: 刘瑞霞 咸大庆

责任设计: 李志立

责任校对: 焦 乐

建筑振动荷载标准理解与应用

徐 建 等 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13¼ 字数: 329 千字

2018 年 6 月第一版 2018 年 6 月第一次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-22033-5
(31928)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《建筑振动荷载标准理解与应用》编写委员会

主 编：徐 建

编 委：万叶青 张同亿 杨宜谦 黎益仁 陈 炯
周建军 余东航 尹学军 杨 俭 于跃平
张德友 钱则刚 冯延雅 朱大勇 陈 骝
张洪波 胥 畅 王建刚 江山红 徐衍林
王永国 丁奇生 曹雪生 王伟强 高星亮
邵晓岩 胡明祎 黄 伟 宫海军 徐学东
何正法 李图学 毕 成 李永录 陆 锋
曲高君 夏 巍 王林春 李正良 晏致涛
余仲元 付承云 刘鹏辉 王 巍 徐敏杰
李志和 顾卫东 余尚江 彭晓辉 王洪领
赵玉兰 严 乐 王卫东 姜 涌 高 霖
刘福海 黄晓毅 李 剑 罗秀珍

《建筑振动荷载标准理解与应用》编写分工

- 第一章 概述
徐建、胡明祎、朱大勇、万叶青、黄伟、曹雪生
- 第二章 基本规定
徐建、万叶青、张同亿、杨俭、曹雪生
- 第三章 旋转式机器
周建军、余东航、于跃平、张德友
- 第四章 往复式机器
余东航、黎益仁、钱则刚、张洪波、宫海军
- 第五章 冲击式机器
尹学军、杨俭、万叶青、高星亮、王伟强、邵晓岩
- 第六章 冶金机械
李图学、徐学东、毕成、张尚斌、胥畅
- 第七章 矿山机械
冯延雅、余仲元、丁奇生
- 第八章 轻纺机械
江山红、王永国
- 第九章 金属切削机床
王建刚、赵玉兰、史康云
- 第十章 振动台
万叶青、杨俭、黎益仁、张洪波
- 第十一章 人行振动
杨宜谦、张同亿、刘鹏辉、王巍
- 第十二章 轨道交通
杨宜谦、刘鹏辉
- 第十三章 施工机械
徐衍林、夏巍

前言

国家标准《建筑振动荷载标准》GB/T 51228—2017 已经颁布实施，本标准是新编制的国家标准，有许多内容工程技术人员还不熟悉，为了使工程技术人员更好地掌握和应用新标准，由标准编写组主要起草人根据标准编制的背景材料、标准条文、相关国内外标准分析等编写了本书。

本书强调了实用性，按照标准的编写次序，着重介绍了标准的编制依据、基本概念、国内外相关标准情况、应用方法等，并对标准应用中应注意的问题进行了阐述。

本书主要包括：标准编写的原则与主要内容，国内外标准概论，振动荷载确定的基本规定，旋转式机器、往复式机器、冲击式机器、冶金机械、矿山机械、轻纺机械、金属切削机床、振动台、人行振动、轨道交通、施工机械等振动荷载的确定。

本书在编写过程中，得到了中国建筑工业出版社的大力支持，本书的编写还参考了一些作者的著作和论文，在此一并致谢！

书中不妥之处，敬请批评指正。



2017 年 12 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 标准编写的原则与过程	1
第二节 标准编制主要内容	2
第三节 国内外振动荷载标准概论	7
第二章 基本规定	16
第一节 基本原则	16
第二节 荷载组合	19
第三节 振动荷载测量	23
第三章 旋转式机器	33
第一节 汽轮发电机组和重型燃气轮机	33
第二节 旋转式压缩机	38
第三节 通风机、鼓风机、离心泵、电动机	39
第四节 离心机	42
第四章 往复式机器	45
第一节 往复式压缩机、往复泵	45
第二节 往复式发动机	59
第五章 冲击式机器	71
第一节 锻锤	71
第二节 压力机	76
第六章 冶金机械	89
第一节 冶炼机械	89
第二节 轧钢机械	93
第七章 矿山机械	96
第一节 破碎机	96
第二节 振动筛	105
第三节 磨机	106
第四节 脱水机	108
第八章 轻纺机械	109
第一节 纸机和复卷机	109
第二节 磨浆机	114
第三节 纺织机械	116
第九章 金属切削机床	119
第一节 机床的分类	119

第二节	机床加工过程中的振动问题	121
第三节	金属切削机床的振动荷载	123
第四节	机床振动的防止和消减	128
第十章	振动台	130
第一节	概述	130
第二节	液压振动台	131
第三节	电动振动台	136
第四节	机械振动台	140
第十一章	人行振动	143
第一节	公共场所人群密集楼盖	143
第二节	人行天桥	157
第十二章	轨道交通	170
第一节	交通环境振动的特性	170
第二节	轨道交通振源概述与列车动荷载模拟	177
第三节	轨道交通振动荷载	192
第十三章	施工机械	195
第一节	概述	195
第二节	桩工机械	195
第三节	筒式柴油打桩机	196
第四节	振动沉拔桩锤	198
第五节	液压偏心力矩可调振动沉拔桩锤	200
第六节	导杆式柴油打桩机	201
第七节	蒸汽动力打桩锤	201
参考文献		203

第一章 概 述

第一节 标准编写的原则与过程

根据住房和城乡建设部《关于印发 2014 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标 [2013] 169 号文) 的要求, 为贯彻国家技术经济政策、生态环境保护等要求, 住房和城乡建设部决定编制国家标准《建筑振动荷载标准》。该标准由中国机械工业集团有限公司会同有关设计、科研、生产和教学单位共同编制而成。该标准适用于机械、冶金、轻工、纺织、建材、石油、化工等行业工业工程常用动力设备振动荷载的确定。

2014 年 7 月 4 日, 国家标准《建筑振动荷载标准》编制工作第一次工作会议在国机集团总部召开。会议成立了国家标准《建筑振动荷载标准》编制组, 徐建担任主编, 来自业内 32 家单位的 59 名技术负责人和业务骨干参与编制工作。

在本标准编制过程中, 编制组开展了专题研究, 进行了广泛的调查分析, 总结了近年来我国在振动设计中振动荷载确定的实践经验, 与相关标准进行了协调, 与国际先进标准进行了比较和借鉴, 在此基础上以多种方式进行了广泛讨论, 于 2015 年 9 月完成标准征求意见稿, 并在全国广泛征求意见。

根据专家意见, 编制组修改完善, 并形成了标准的送审稿。于 2016 年 8 月在北京召开标准送审稿审查会。

根据审查会意见, 经过反复讨论、修改、充实, 最后经审查定稿。

本标准共分 14 章 3 个附录, 主要内容包括: 总则、术语和符号、基本规定、旋转式机器、往复式机器、冲击式机器、冶金机械、矿山机械、轻纺机械、金属切削机床、振动台、人行振动、轨道交通、施工机械等。

本标准主编单位: 中国机械工业集团有限公司

本标准参编单位: 中国汽车工业工程有限公司、中国中元国际工程有限公司、中国铁道科学研究院、北方工程设计研究院有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司、中国寰球工程公司、合肥通用机械研究院、中国重型机械研究院股份公司、隔而固(青岛)振动控制有限公司、中国第二重型机械集团公司、合肥工业大学、重庆大学、中国昆仑工程公司、中国机械工业建设集团有限公司、机械工业第六设计研究院有限公司、合肥水泥研究设计院、中国轻工业长沙工程有限公司、中国电子工程设计院、中国联合工程有限公司、中机国际工程设计研究院有限责任公司、中冶建筑研究总院有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、哈尔滨电站设备成套设计研究所有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、大连机床集团有限责任公司、青岛科而泰环境控制技术有限公司、中建材(合肥)粉体科技装备有限公司、中央军委后勤保障部工程兵科研三所、安阳锻压机械工业有限公司。

第二节 标准编制主要内容

一、基本规定

1. 基本原则

- (1) 建筑振动荷载，应根据设计要求采用标准组合值作为代表值。
- (2) 建筑振动荷载可按照某种原则，简化成等效静力荷载进行计算。
- (3) 建筑振动荷载应明确荷载最大值或荷载历程曲线、作用位置及方向、作用有效时间以及作用有效频率范围等。
- (4) 对于正常使用极限状态，应根据不同设计要求选取代表值。
- (5) 在计算结构振动响应的加速度、速度、位移和结构变形时，可采用振动荷载效应标准值或组合值。
- (6) 在进行结构裂缝验算时，可采用振动荷载的等效静力荷载效应的标准组合值。
- (7) 对于承载能力极限状态的结构强度验算可采用振动荷载效应组合值与静力荷载效应的基本组合值。
- (8) 结构疲劳强度验算可采用振动荷载效应组合值与静力荷载效应的标准组合值。

2. 荷载组合

- (1) 建筑振动荷载作用效应组合，应符合下列规定：
 - 1) 静力计算时，等效静力荷载应取可变荷载。在与静力荷载组合时，应采用基本组合。当荷载的动力系数确定后，可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定计算。
 - 2) 静力荷载与振动荷载的效应组合，应采用标准组合，当振动荷载标准值、组合值系数、频遇值系数和准永久值系数确定后，可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定计算。
 - 3) 动力计算时，振动荷载与振动荷载的效应标准组合，应采用标准组合。
- (2) 多振源建筑振动荷载作用效应组合，应符合下列规定：
 - 1) 当两个周期振动荷载作用时，振动荷载效应组合的最大值，可按下列公式计算：

$$S_{vmax} = S_{v1max} + S_{v2max} \quad (1.2.1)$$

式中： S_{vmax} ——两个振动荷载效应组合的最大值；

S_{v1max} ——第 1 个振动荷载效应的最大值；

S_{v2max} ——第 2 个振动荷载效应的最大值。

- 2) 当多个周期振动荷载或稳态随机振动荷载作用时，振动荷载均方根效应组合值，可按下列公式计算：

$$S_{vg} = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{vgi}^2} \quad (1.2.2)$$

式中： S_{vg} —— n 个振动荷载均方根效应的组合值；

S_{vgi} ——第 i 个振动荷载效应的均方根值；

n ——振动荷载的总数量 ($n \geq 3$)。

3) 当冲击荷载起控制作用时, 振动荷载效应组合, 可按下列公式计算:

$$S_{Ap} = S_{vmax} + \alpha_k \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{vai}^2} \quad (1.2.3)$$

式中: S_{Ap} ——当冲击荷载控制时, 在时域范围上效应的组合值;

S_{vmax} ——冲击荷载效应在时域上的最大值;

α_k ——冲击作用下的荷载组合系数, 可取 1.0。

(3) 当采用等效静力方法分析时, 振动荷载计算的动力系数, 可按下列公式计算:

$$\beta_d = 1 + \mu_d \quad (1.2.4)$$

$$\mu_d = \frac{S_d}{S_j} \quad (1.2.5)$$

式中: β_d ——振动荷载的动力系数;

μ_d ——振动荷载效应比;

S_d ——振动荷载效应;

S_j ——静力荷载效应。

3. 振动荷载测量

(1) 振动荷载测试时, 测试方法的选择宜符合下列规定:

1) 振动荷载测试宜采用直接测试法。

2) 当无法直接测试设备振动荷载时, 可采用振动荷载间接测试法。

3) 对于旋转机械, 振动荷载可根据动平衡试验结果乘以经验系数的方法计算。

(2) 振动荷载测量数据分析, 应符合下列规定:

1) 稳态周期振动分析时, 宜采用时域分析方法, 将测量信号中所有幅值在测量区间内进行平均; 亦可采用幅值谱分析的数据作为测量结果。每个样本数据宜取 1024 的整数倍, 并应进行加窗函数处理, 频域上的总体平均次数不宜小于 20 次。

2) 冲击振动分析时, 宜采用时域分析方法, 应选取 3 个以上的连续冲击周期中的峰值, 经比较后选取最大的数值作为测量结果。

3) 随机振动分析时, 应对随机信号的平稳性进行评估; 对于平稳随机过程宜采用总体平滑的方法提高测量精度; 当采用 FFT 或频谱分析时, 每个样本数据宜取 1024 的整数倍, 并应进行加窗函数处理, 频域上的总体平均次数不应小于 32 次。

4) 传递函数或振动模态分析时, 应同时测量激振作用和振动响应信号; 当输入与输出信号的凝聚函数在 0.8~1.0 区间内时, 可取分析的传递函数。

5) 每个测点记录振动数据的次数不得少于 2 次, 当 2 次测量结果与其算术平均值的相对误差在 ±5% 以内时, 可取其平均值作为测量结果。

二、工业机械的振动荷载

1. 旋转式机器

(1) 汽轮发电机组与重型燃气轮机

汽轮发电机组和重型燃气轮机作用在基础上的振动荷载, 可分为横向、纵向以及竖向振动荷载, 与作用在基础上的机器转子质量、机器设计额定运转速度时的角速度以及计算振动荷载转速时的角速度等有关。

(2) 旋转式压缩机

旋转式压缩机的振动荷载,可分为横向、纵向以及竖向振动荷载,与机器转子的质量和机器的工作转速等有关。

(3) 离心机

离心机的振动荷载,与离心机旋转部件总质量、离心机旋转部件总质量对离心机轴心的当量偏心距、离心机的工作角速度以及离心机工作转速等有关。其中,卧式、立式离心机的振动荷载,可分为横向、纵向以及竖向振动荷载。

(4) 通风机、鼓风机、离心泵、电动机

通风机、鼓风机、离心泵、电动机的振动荷载,可分为横向、纵向以及竖向振动荷载,与旋转部件的总质量、转子质心与转轴几何中心的当量偏心距以及转子转动角速度等有关。

2. 往复式机器

(1) 往复式压缩机、往复泵

往复式压缩机、往复泵在进行振动荷载计算时,应先确定往复式机器的运动质量,主要包括曲柄—连杆—活塞机构各部分的运动质量。

往复式机器的振动荷载,主要包括旋转不平衡质量引起的扰力以及往复运动质量引起的扰力。旋转运动不平衡质量惯性力可只计入一谐波,往复运动质量惯性力可只计入一谐波和二谐波,更高谐波可忽略不计。

(2) 往复式发动机

一般情况下,往复式发动机的振动荷载,宜取工作转速最大值时的扰力和扰力矩;当某一转速的扰力可能使基础产生共振时,应取该转速时的扰力值。

3. 冲击式机器

(1) 锻锤

锻锤的振动荷载,与锻锤作用时间、打击后与砧座一起运动部件的总质量有关。

(2) 压力机

主要包括热模锻压力机、通用机械压力机、液压压力机和螺旋压力机振动荷载的确定。热模锻压力机的振动荷载主要分为起始阶段和机构运行阶段。通用机械压力机的振动荷载主要包括冲裁阶段和机构运行阶段。螺旋压力机锻压阶段的振动荷载包括竖向振动荷载和水平振动扭矩。

4. 冶金机械

(1) 卷筒驱动装置的振动荷载,与卷筒等旋转部件的总质量、卷筒等旋转部件的当量偏心距以及卷筒的工作角速度有关。

水渣转鼓装置的振动荷载,是指作用在转鼓中心处的横向振动荷载,与转鼓等旋转部件的总质量、转鼓等旋转部件的当量偏心距、转鼓的工作角速度以及转鼓内物料的总质量有关。

转炉炉体的振动荷载,主要包括钢水激振所形成的振动荷载和转炉切渣时的振动荷载。转炉倾动装置的振动荷载,主要包括转炉倾动装置在转炉正常冶炼状态时的振动力矩和转炉倾动装置事故时的振动力矩。

钢包回转台的振动荷载,主要包括钢包取放时回转台一侧加载所致的振动力矩以及钢

包回转台启动、制动时的振动力矩。

(2) 轧钢机械

可逆轧机与连续轧机的振动荷载，主要包括轧机咬入时的冲击荷载、轧件稳态轧制时的冲击荷载、轧机抛钢时的冲击荷载以及连轧过程中的倾翻力矩。

锯机刀片锯切时对刀槽的振动荷载，可由锯片的振动与锯槽侧壁引起的正压力之间的关联系数乘以锯片的振动幅值进行计算。

滚切式剪机分为定尺剪和双边剪，其产生的振动荷载主要与轧件厚度、上下剪刀当量剪切角、轧件的弹性模量、剪刀侧向相对间隙以及压板侧向相对距离等有关。

矫直机对基础产生的振动荷载峰值、电机工作时矫直振动力矩峰值以及减速器和齿轮座工作力矩可根据与事故荷载力矩峰值、电机额定力矩等的关系进行取值。

开卷机及卷取机稳定开卷和卷取时设备的振动荷载，主要与卷筒、带卷等旋转部件的总质量，卷筒、带卷等旋转部件的当量偏心距以及卷筒的工作角速度有关。卷取机产生张力阶段以及卷取结束失去张力阶段使主传动系统产生的扭转振动荷载，可根据主传动系统额定输出力矩的定量关系选取。电机的峰值振动荷载，可根据与事故荷载、电机额定力矩间的关系选取。减速机工作时对基础产生的力矩，可取输入力矩减去输出力矩。机架对基础产生的振动荷载峰值，可根据与事故荷载、电机额定力矩间的关系选取。

5. 矿山机械

(1) 破碎机

颞式破碎机的振动荷载，主要包括简摆颞式和复摆颞式破碎机的振动荷载，分为水平和竖向振动荷载，主要与偏心轴偏心部分质量、连杆质量、动颞（包括齿板）的质量、平衡块的质量、偏心轴的偏心距、平衡块质心至破碎机主轴中心线的距离、偏心轴转动角速度以及偏心轴转速有关。

圆锥破碎机的振动荷载为水平振动荷载，主要与锥体部分（主轴和活动锥）的总质量、平衡块的质量、破碎机中心线至锥体部分质心的距离、破碎机中心线至平衡块质心的距离以及主轴回转角速度有关。

旋回破碎机产生水平的振动荷载，主要与锥体部分（主轴和活动锥）的总质量、齿轮偏心轴套的总质量、破碎机中心线至锥体部分质心的距离、破碎机中心线至齿轮偏心轴套质心的距离、主轴转动角速度、主轴长度以及主轴转动偏角有关。

锤式和反击式破碎机主要分为单转子型和双转子型，其中，单转子型振动荷载主要与转子回转部件的质量、转子的角速度以及当量偏心距有关。双转子型振动荷载由作用在转子一旋转中心处的振动荷载和作用在转子二旋转中心处的振动荷载叠加而成。

实际工程中，辊式破碎机的振动荷载，一般可忽略不计。

(2) 振动筛

振动筛的振动荷载，可由设备的扰力计算值与设备的扰力标准值进行组合计算。

对于竖向设置单层减振弹簧的振动筛，作用在支撑结构上的振动荷载标准值，可由振动筛稳态工作时筛箱的振幅与筛箱下部弹簧的总刚度相乘计算；对于竖向设置双层减振弹簧的振动筛，作用在支撑结构上的振动荷载标准值，可由振动筛下部刚架在稳态工作时的振幅与刚架下部弹簧的竖向或水平总刚度相乘计算。

振动筛坐落于结构楼层上，且梁第一频率密集区内最低自振频率计算值大于设备的

振动频率时, 振动筛的等效竖向振动荷载, 可由设备重力荷载、物料重量与动力系数进行计算。

(3) 磨机

作用在磨机两端中心线处的水平振动荷载, 可由磨机内碾磨体及物料的总重乘以相应系数得到。

球磨机、棒磨机、管磨机、自磨机、半自磨机等一个支点的竖向振动荷载, 分为竖向和瞬时荷载。其中, 竖向振动荷载由磨体支点的最大反力和磨机支撑装置的重力叠加计算; 瞬时振动荷载由磨体支点的最大反力乘以相应系数得到。

(4) 离心脱水机

化工、石化用离心脱水机的等效竖向振动荷载, 可由设备、物料总重乘以相应系数得到。

6. 轻纺机械

(1) 纸机和复卷机

纸机各组成部分和复卷机的振动荷载, 可取各类辊、缸和纸卷在线旋转时其质量偏心引起的离心力, 作用于旋转部件的轴承中心。单个旋转部件所产生的振动荷载, 指旋转部件作用在纸机或复卷机一侧支架上的振动荷载, 主要与旋转部件的质量、旋转部件的质量偏心距以及对应于纸机或复卷机计算车速时旋转部件的角速度有关。

竖向和沿纸页运行水平向的振动响应计算时, 单个旋转部件的振动荷载, 可分为所计算旋转部件作用在纸机或复卷机一侧支架上的竖向振动荷载和所计算旋转部件作用在纸机或复卷机一侧支架上沿纸页运行方向的水平向振动荷载, 与对应于纸机或复卷机计算车速时该旋转部件的振动圆频率和所计算旋转部件的初始相位角相关。

(2) 磨浆机

磨浆机各旋转部件的振动荷载, 主要与所计算的旋转部件的质量、所计算的旋转部件的质量偏心距、所计算的旋转部件的动平衡精度等级、对应于计算转速时该旋转部件的角速度以及对应于磨浆机最大设计转速时该旋转部件的角速度有关。磨浆机在计算竖向和水平向振动响应时, 各旋转部件的振动荷载, 主要与对应于计算转速时该旋转部件的圆频率和所计算旋转部件的初始相位角有关。

(3) 纺织机械

纺织机械的振动荷载可按有梭织机和剑杆织机进行查表计算, 当无法查表时, 可通过织机的车速, 织机设计车速下的振动荷载以及织机的设计车速进行计算。

7. 金属切削机床

车床、铣床、刨床、磨床的振动荷载可按型号进行查表; 钻床的振动荷载, 可根据钻床的完好程度、钻件的厚度、钻进速度的快慢等因素在一定范围内取值。

三、振动试验台的振动荷载

1. 液压振动台

液压振动台单个激振器作用于基础上的振动荷载, 可按 $1/3$ 倍频程频率查表计算。

2. 电动振动台

电动振动台作用于基础上的振动荷载, 根据设备的隔振装置设置情况 (未带隔振装置

和带隔振装置), 按照 1/3 倍频程频率查表计算。

3. 机械振动台

机械振动台的振动荷载, 主要根据当运动部件和被试试件质量为 100kg 时, 机械振动台的振动荷载进行折算。

四、人行振动的振动荷载

1. 公共场所人群密集楼盖

人群自由行走的竖向振动荷载, 主要根据第 n 阶振动荷载频率的动力因子、单人的重量、振动荷载频率、第 n 阶振动荷载频率的相位角、所考虑的振动荷载频率阶数、总时程以及人群的总人数进行计算。

人群有节奏运动的竖向振动荷载, 主要根据第 n 阶振动荷载频率的动力因子、振动荷载频率、第 n 阶振动荷载频率的相位角以及人群有节奏运动的协调系数进行计算。

2. 人行天桥

人行天桥的人行振动荷载应包括竖向人行振动荷载、纵桥向人行振动荷载和横桥向人行振动荷载。人行振动荷载应采用均布荷载, 单位面积的人行振动荷载主要与人行天桥上单个行人行走时产生的振动荷载、人行荷载频率、等效人群密度以及荷载折减系数有关。

五、轨道交通的振动荷载

轨道交通列车的竖向振动荷载由作用在两侧钢轨上的荷载列组成, 荷载排列与列车轮对排列相同。作用在单根钢轨上的列车竖向振动荷载, 主要与单边静轮重、对应某一频率的振动荷载幅值、振动圆频率、列车通过时的实际最高速度、列车簧下质量、轨道几何高低不平顺的波长以及轨道几何高低不平顺的矢高进行计算。

六、施工机械的振动荷载

筒式柴油打桩机、振动沉拔桩锤、导杆式柴油打桩机以及蒸汽动力打桩锤的振动荷载计算。

第三节 国内外振动荷载标准概论

一、序言

在工程建设领域的振动标准体系大致可以分为三类: (1) 地震与工程抗震设计标准; (2) 风荷载与抗风设计标准; (3) 人为振动及振动控制设计标准等。抗震抗风方面的标准起步较早, 现今较为成熟, 早已编制出系列设计标准和规范。而工程振动标准在很长一段时期里都只是在一些专项设计的标准里, 分布较为零散, 要求不统一。

为了规范设计行为, 完善工程振动标准化体系, 工程振动技术标准体系框架可以分为三个层次 (图 1.3.1)。

在标准框架的第一层面是工程技术基础标准, 包括《工程振动设计统一标准》, 《工程振

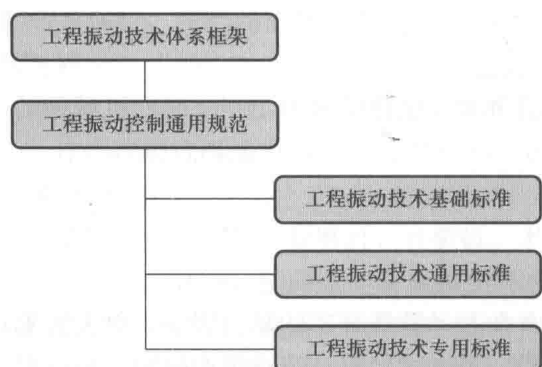


图 1.3.1 工程振动技术标准体系框架

冲击式机器、冶金机械、矿山机械、轻纺机械、金属切削机床、振动台、人行振动、轨道交通、施工机械 11 大类振动设备的振动荷载。

二、国内标准

1. 测量方法方面的标准

- (1) 中国标准《人体对振动的响应测量仪器》GB/T 23716—2009.
- (2) 中国标准《城市区域环境振动测量方法》GB 10071—88.
- (3) 中国标准《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355—2005.
- (4) 中国行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170—2009.
- (5) 行业标准《铁路环境振动测量》TB/T 3152—2007.
- (6) 地方标准《城市轨道交通（地下段）列车运行引起的住宅室内振动与结构噪声限值及测量方法》DB31/T 470—2009.

2. 结构设计方面的规范

- (1) 国家标准《隔振设计规范》GB 50463—2008.
- (2) 国家标准《多层厂房楼盖抗微振设计规范》GB 50190—93.
- (3) 国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040—96.
- (4) 国家标准《石油、石化和天然气工业特种用途汽轮机》GB/T 28574—2012.
- (5) 国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1—2010.
- (6) 行业标准《火力发电厂土建结构设计技术规程》DL 5022—2012.
- (7) 行业标准《火力发电厂辅助机器基础隔振设计规程》DL/T 51.88—2004.
- (8) 行业标准《通风机振动检测及其限值》JB/T 8689—1998.
- (9) 行业标准《石油、化学和气体工业用轴流、离心压缩机及膨胀机—压缩机》JB/T 6443.1—4—2006.

3. 振动评价方面的标准

- (1) 国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452—2008.
- (2) 国家标准《爆破安全规程》GB 6722—2003.
- (3) 国家标准《卧姿人体全身振动舒适性的评价》GB/T 18368—2001.
- (4) 国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070—88.

动术语和符号标准》GB/T 51270—2018,《建筑工程容许振动标准》GB 50868—2013,《建筑振动荷载标准》GB 51228—2017。作为工程振动设计的输入条件,振动荷载的取值至关重要。本标准的振动荷载主要考虑人为作用的振动作用效应,特别是大型设备基础振动荷载的确定就显得尤为重要,振动荷载也是主动隔振的先决条件。《建筑振动荷载标准》的编制完成,统一了振动荷载的技术要求,该标准包括了旋转式机器、往复式机器、

- (5) 国家标准《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355—2005.
- (6) 国家标准《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337—2008.
- (7) 国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348—2008.
- (8) 国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118—2010.
- (9) 行业标准《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》SL47—94.
- (10) 行业标准《水电水利工程爆破施工技术规范》DL/T 5135—2001.
- (11) 行业标准《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》DL/T 5389—2007.
- (12) 行业标准《镇(乡)村建筑抗震技术规程》JGJ 161—2008.
- (13) 行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170—2009.
- (14) 地方标准《农村民居建筑抗震设计规程》DB11/T 536—2008.
- (15) 地方标准《城市轨道交通(地下段)列车运行引起的住宅室内振动与结构噪声限值及测量方法》DB31/T 470—2009.
- (16) 地方标准《地铁噪声与振动控制规范》DB11/T 838—2011.
- (17) 地方标准《城市轨道交通(地下段)列车运行引起的住宅室内振动与结构噪声限值及测量方法》DB31/T 470—2009.

4. 由国际标准转化来的国家标准

(1) 动平衡等级标准

1) GB/T 9239.1—2006, 机械振动-恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分: 规范与平衡允差的检验, Mechanical vibration-Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state-Part 1: Specification and verification of balance tolerances.

2) GB/T 9239.2—2006, 机械振动-恒态(刚性)转子平衡品质要求 第2部分: 平衡误差, Mechanical vibration-Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state-Part 2: Balance errors.

3) GB/T 6557—2009, 机械振动-挠性转子机械平衡的方法和准则, Mechanical vibration-Methods and criteria for the mechanical balancing of flexible rotors.

(2) 振动评估

1) 在旋转部件上测量的轴振标准

① GB/T 11348.1—1999, 机械振动 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第1部分: 总则, Mechanical vibration of non-reciprocating machines-Measurements on rotating shafts and evaluation criteria-Part 1: General guidelines.

② GB/T 11348.2—2012, 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第2部分: 功率大于50MW, 额定工作转速1500r/min、1800r/min、3000r/min、3600r/min 陆地安装的汽轮机和发电机, Mechanical vibration-Evaluation of machines vibration by measurements on rotating shafts-Part 2: Land-based steam turbines and generators in excess of 50 MW with normal operating speeds of 1500r/min, 1800r/min, 3000r/min and 3600r/min.

③ GB/T 11348.3—2011, 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第3部分: 耦合的工业机器, Mechanical vibration-Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts-Part 3: Coupled industrial machines.