

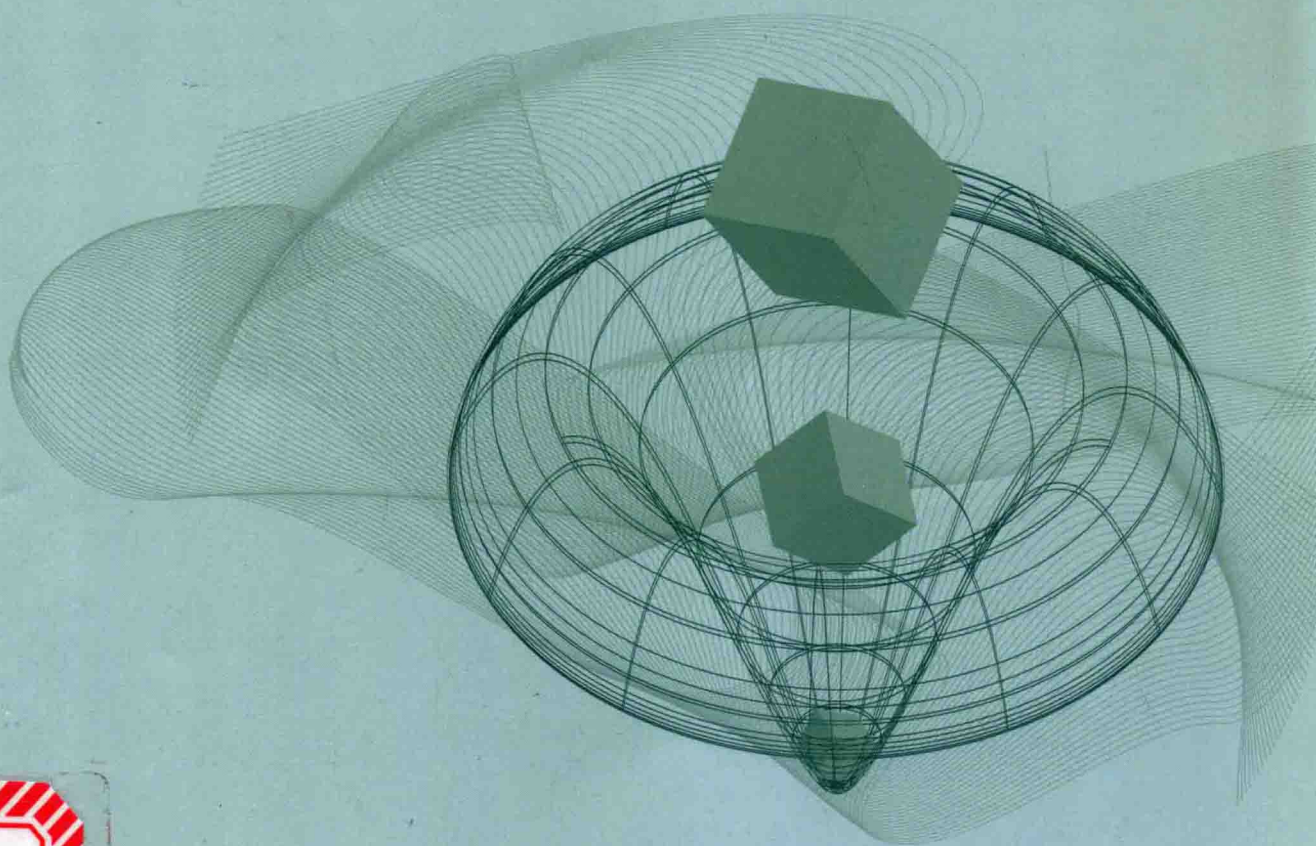
国家科技基础条件平台建设项目
“全国分析检测人员能力培训与考核体系”成果

全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)系列培训教材

ATM 012.1

金属材料落锤、撕裂试验技术

张 庄 主编



中国质检出版社
中国标准出版社



全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)

全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)系列培训教材

ATM 012.1

金属材料落锤、撕裂试验技术

系列培训教材

张 庄 主编

中国质检出版社

中国标准出版社

北 京

内 容 提 要

本书系《全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)系列培训教材》之一。

本书依据全国分析检测人员能力培训委员会《ATM 012.1 金属材料落锤、撕裂试验技术考核与培训大纲》编写,包括金属材料落锤、撕裂试验技术的基础知识、设备与操作、标准方法及数据处理四个部分。

本书涵盖了从事金属材料落锤、撕裂试验技术工作的检测人员需要掌握的理论、仪器和实践的基本知识,并附有思考题,可作为检测人员的培训教材。也可供企业、科研、商检、质检等部门检测人员及相关院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

ATM 012.1 金属材料落锤、撕裂试验技术/张庄主编.
—北京:中国质检出版社,2012.10
ISBN 978-7-5026-3667-8

I. ①A… II. ①张… III. ①金属材料-跌落试验②金属材料-撕裂强度-试验 IV. ①TG115.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 230291 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 2.75 字数 62 千字
2012 年 10 月第一版 2012 年 10 月第一次印刷

*

定价 15.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)

主 任 吴波尔

副主任 刘卓慧 吴学梯 张 泽

编 委 (按姓氏笔画排序)

马晋并 方 向 王海舟 乔 东 庄乾坤 许增德
宋桂兰 张渝英 李文龙 葛红梅

全国分析检测人员能力培训委员会(NTC) 系列培训教材编写审定委员会

总 编 审 张渝英

副总编审 王海舟 乔 东

常务编审 符 斌

编 审 (按姓氏笔画排序)

马燕文	马振珠	于世林	邓 勃	邓星临	邓志威	王春华
王福生	王 滨	王 蓬	王光辉	尹 明	田 玲	白伟东
刘虎威	刘国詮	刘丽东	刘咸德	刘 正	刘 英	刘卫平
刘 挺	傅若农	江超华	再帕尔	吕 杨	吴牟天	吴惠勤
吴淑琪	吴国平	冯先进	孙素琴	孙泽明	齐美玲	朱衍勇
朱跃进	朱林茂	朱生慧	朱锦艳	朱 斌	汪正范	汪聪慧
李 冰	李小佳	李丛笑	李红梅	李华昌	李重九	李继康
李寅彦	李国会	李万春	李美玲	沈学静	沈建中	佟艳春
牟世芬	杨啸涛	杨春晟	邹汉法	罗立强	罗倩华	张 中
张 庄	张之果	张学敏	张锦茂	张伟光	张克顺	张东生
张夕虎	张慧贤	林崇熙	谢孟峡	者冬梅	周志恆	周巍松
周艳明	郑国经	卓尚军	屈文俊	贾云海	柯以侃	柯瑞华
柯晓涛	陈江韩	陈吉文	胡国栋	胡净宇	胡洛翡	胡晓燕
赵 雷	徐经纬	徐友宣	徐本平	高怡斐	高宏斌	高介平
谭晓东	郭永权	侯红霞	崔秋红	蒋士强	蒋仁贵	蒋子江
梁新帮	陶 琨	黄业茹	詹秀春	蔡文河	臧慕文	魏若奇

《全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)系列培训教材》

序

分析测试技术作为科技创新的技术基础、国民经济发展和国际贸易的技术支撑,环境保护和人类健康的技术保障,正受到越来越多地关注,而分析测试体系的建设在科技进步和经济发展中正发挥着举足轻重的作用。国家科技部从1999年以来先后组织建设并形成了分析测试方法体系、全国检测资源共享平台,大型仪器共享平台,标准物质体系以及应急分析测试体系等分析测试相关的基础条件平台。2005年在科技基础条件平台建设中,又启动了《机制与人才队伍建设——全国分析测试人员分析测试技术能力考核确认与培训系统的建立与实施》的项目。从而形成了“人员、方法、仪器、标准物质、资源”等组成的完整系统的分析测试平台体系。

为加强分析检测人员队伍的建设,确保分析检测人员技术能力的培训与考核工作的科学性、规范性、系统性和持续性,完成国家科技基础条件平台建设的相关任务。中华人民共和国科学技术部、国家认证认可监督管理委员会等部门共同推动成立了“全国分析检测人员能力培训委员会”(简称“NTC”),负责对分析检测人员技术能力的培训与考核工作。

NTC的宗旨是为提高我国分析检测人员整体的检测能力和水平,促进分析检测结果的准确性和可靠性,为国家科技进步、公共安全、经济社会又好又快地发展服务。

NTC依据国家相关法律法规,按照分析检测的相关国际和国家标准、规范等开展培训工作,遵循客观公正、科学规范的工作原则开展考核工作。

NTC的分析检测技术的分类系以通用分析测试技术为基点,兼顾专用技术,根据相关学科分类标准及分析检测技术设备原理划分,

形成每项技术分别覆盖材料、环境资源、食品以及能源等领域化学成分和性能表征的分析测试技术能力分类系统,首批纳入了 58 项技术。

每项分析检测技术由四个技术部分组成,即分析检测技术基础、仪器与操作技术、标准方法与应用以及数据处理。

通过相关技术四个部分考核的技术人员将由全国分析检测人员能力培训委员会颁发分析检测人员技术能力证书。证书是对分析检测人员具备相关分析检测技术(方法)或相关部分的技术能力的承认,可以胜任相关分析检测岗位的检测工作;该证书可作为计量认证、实验室认可、相关认证认可以及大型仪器共用共享的能力证明。

为规范各项技术考核基本要求,委员会正式发布了各项技术的考核培训大纲。为便于培训教师、分析检测人员进一步理解大纲的要求,在 NTC 的统一领导下,由 NTC 秘书处负责组织成立了培训教材编审审定委员会,系统规划教材的系统设置方案、设计了教材的总体架构、与考核相结合规定了每项技术各部分内容的设置,并分别组织了各项技术分编委会,具体负责各项技术培训教材的编写,NTC 拥有《NTC 系列培训教材》的著作权,并指定该套教材为由 NTC 组织的分析检测人员技术能力培训的唯一指定教材,并将其专有出版权授予中国质检出版社(中国标准出版社),由其出版发行,以服务于全国分析检测人员的技术培训与考核工作。

全国分析检测人员能力培训委员会

2011 年 5 月

NTC 通用理化性能分析检测能力技术分类

1 ATC——化学分析测试技术

- ATC 001 电感耦合等离子体原子发射光谱分析技术
- ATC 002 火花源原子发射光谱分析技术
- ATC 003 X 射线荧光光谱分析技术
- ATC 004 辉光放电发射光谱分析技术
- ATC 005 原子荧光光谱分析技术
- ATC 006 原子吸收光谱分析技术
- ATC 007 紫外-可见吸收光谱分析技术
- ATC 008 分子荧光光谱分析技术
- ATC 009 红外光谱分析技术
- ATC 010 气相色谱分析技术
- ATC 011 液相色谱分析技术
- ATC 012 毛细管电泳分析技术
- ATC 013 固体无机材料中碳硫分析技术
- ATC 014 固体无机材料中气体成分(O、N、H)分析技术
- ATC 015 核磁共振分析技术
- ATC 016 质谱分析技术
- ATC 017 电感耦合等离子体质谱分析技术
- ATC 018 电化学分析技术
- ATC 019 物相分离分析技术
- ATC 020 重量分析法
- ATC 021 滴定分析法
- ATC 022 有机物中元素(C、S、O、N、H)分析技术
- ATC 023 酶标分析技术

2 ATP——物理检测技术

- ATP 001 金相低倍检验技术
- ATP 002 金相高倍检验技术
- ATP 003 扫描电镜和电子探针分析技术
- ATP 004 透射电镜分析技术
- ATP 005 多晶 X 射线衍射技术
- ATP 006 俄歇电子能谱分析技术
- ATP 007 X 射线光电子能谱分析技术

ATP 008 扫描探针显微分析技术
ATP 009 密度测量技术
ATP 010 热分析技术
ATP 011 导热系数测量技术
ATP 012 热辐射特性参数测量技术
ATP 013 热膨胀系数测量技术
ATP 014 热电效应特征参数测量技术
ATP 015 电阻性能参数测量技术
ATP 016 磁性参数测量技术
ATP 017 弹性系数测量技术
ATP 018 声学性能特征参数测量技术
ATP 019 内耗阻尼性能参数测量技术
ATP 020 粒度分析技术
ATP 021 比表面分析技术
ATP 022 热模拟试验技术

3 ATM——力学性能测试技术

ATM 001 拉伸试验技术
ATM 002 弯曲试验技术
ATM 003 扭转试验技术
ATM 004 延性试验技术
ATM 005 硬度试验技术
ATM 006 断裂韧度试验技术
ATM 007 冲击试验技术
ATM 008 疲劳试验技术
ATM 009 磨损试验技术
ATM 010 剪切试验技术
ATM 011 压缩试验技术
ATM 012 撕裂试验技术
ATM 013 高温持久、蠕变、松弛试验技术

《ATM 012.1 金属材料落锤、撕裂试验技术》

编 委 会

主 编 张 庄

编 委 (按姓氏笔画排序)

王永超 王春华 何兴利

周巍松 姜福堂

前 言

本培训教材遵照全国分析检测人员能力培训委员会 2009 年 12 月发布的 ATM 012.1 金属材料落锤、撕裂试验技术考核与培训大纲要求编写。其目标是使接受培训的人员达到：

了解金属材料动态撕裂、铁素体钢落锤撕裂及铁素体钢无塑性转变温度落锤试验的基本概念及基础理论知识；了解摆锤式冲击试验机与落锤试验机的基本结构与工作原理；了解摆锤式冲击试验机与落锤试验机的检定项目及相关要求；掌握金属材料动态撕裂试验方法、铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法与铁素体钢落锤撕裂试验方法；掌握摆锤式冲击试验机与落锤试验机的实际操作技术；掌握金属材料动态撕裂、铁素体钢落锤撕裂及铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验的测量数据的结果处理方法。

要求受训人员具有一定的金属材料力学性能的基础知识，具备初步的摆锤冲击试验机、落锤试验机及相关设备使用的能力。了解数据处理的基础知识。

培训内容：

- 1 金属落锤、撕裂试验技术基础；
- 2 金属落锤、撕裂试验设备与操作；
- 3 金属落锤、撕裂试验技术标准方法与应用；
- 4 金属落锤、撕裂试验测定结果计算及数据处理。

本书使用对象为工厂、研究所、学校、检验检疫、环境等领域实验室检测人员。作为有关部门培训分析检测人员的教材，可供企业、科

研以及商品检验部门参考和使用,也可供相关院校师生参考。

本书在全国分析检测人员能力培训委员会的指导下,组织各方面的专家撰写,在编写过程中,得到各相关行业专家、全国分析检测人员能力培训委员会秘书处等单位的领导和分析工作者的积极支持。在此谨致感谢。

编 者

2012 年 10 月

目 录

1 金属落锤、撕裂试验技术基础知识	1
1.1 金属落锤、撕裂试验技术的分类	1
1.2 金属落锤、撕裂试验技术的特点	1
1.3 标准方法	1
1.3.1 金属材料动态撕裂试验	1
1.3.2 铁素体钢无塑性转变温度落锤试验	1
1.3.3 铁素体钢落锤撕裂试验的基本原理	1
2 金属落锤、撕裂试验设备与操作	2
2.1 摆锤冲击试验机	2
2.1.1 摆锤冲击试验机基本结构	2
2.1.2 摆锤冲击试验机工作原理	3
2.1.3 摆锤冲击试验机操作技术	4
2.1.4 摆锤冲击试验机维护保养	4
2.1.5 日常校准检查	4
2.1.6 检定项目及相关要求	4
2.1.7 期间核查	6
2.2 落锤试验机	6
2.2.1 基本结构(试验机主机架、各系统和部件)	6
2.2.2 工作原理	11
2.2.3 试验机操作技术	11
2.2.4 试验机维护保养	12
2.2.5 检定项目及相关要求	12
3 金属落锤、撕裂试验技术标准方法	14
3.1 金属材料动态撕裂试验方法	14
3.1.1 试验标准	14
3.1.2 适用范围	14
3.1.3 术语	14
3.1.4 试样要求及要点	14
3.1.5 对试验设备的要求	15

3.1.6	试验程序及操作要点	16
3.1.7	纤维断面率的测试技术	16
3.1.8	试验报告	16
3.2	铁素体钢无塑性转变温度落锤试验方法	16
3.2.1	试验标准	16
3.2.2	适用范围	17
3.2.3	术语	17
3.2.4	试样要求及要点	17
3.2.5	对试验设备的要求	18
3.2.6	试验要求	18
3.2.7	试验程序及操作要点	19
3.2.8	试验结果的评定	19
3.2.9	试验报告	19
3.3	铁素体钢落锤撕裂试验方法	20
3.3.1	试验标准	20
3.3.2	适用范围	20
3.3.3	术语	20
3.3.4	试样要求及要点	20
3.3.5	对试验设备及仪器的要求	21
3.3.6	试验程序及操作要点	21
3.3.7	试验结果的评定	21
3.3.8	试验报告	23
4	金属落锤、撕裂试验测定结果的数据处理	24
	思考题	25
	附录 落锤、撕裂试验机主要设备厂商及其产品一览表	28
	参考文献	29

金属落锤、撕裂试验技术基础知识

本章重点针对金属落锤、撕裂试验技术的分类、特点以及相关基础知识方面进行讲述。

1.1 金属落锤、撕裂试验技术的分类

金属落锤、撕裂试验技术的分类是根据试验方法的不同，分为金属材料动态撕裂、铁素体钢落锤撕裂和铁素体钢无塑性转变温度落锤试验三种试验技术。

1.2 金属落锤、撕裂试验技术的特点

a. 金属材料动态撕裂试验特点为采用冲击的方法或落锤的方法冲击动态撕裂试样，记录冲断时的动态撕裂能，测量断口的纤维断面率等随温度的变化，为一种考察金属材料动态断裂抗力的方法。

b. 铁素体钢无塑性转变温度落锤试验特点为采用落锤试验机将试样打断，不计算冲断试样的能量，记录试样发生脆断时的最高温度。

c. 铁素体钢落锤撕裂试验特点为针对铁素体钢，采用落锤试验机将试样打断，不计算冲断试样的能量，只测量其断口的剪切面积百分比。

1.3 标准方法

1.3.1 金属材料动态撕裂试验

按照 GB/T 5482—2007《金属材料动态撕裂试验方法》，使具有一定尺寸和特殊缺口的试样在确定的温度下，由试验机对试样（以三点弯曲受力形式，）一次加载冲断，测量其所吸收的能量及纤维断面率。

1.3.2 铁素体钢无塑性转变温度落锤试验

根据 GB/T 6803—2008《铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法》，对一组给定的试样，分别在选定的一系列温度下施加单一的冲击载荷，测定试样断裂时的最高温度。

1.3.3 铁素体钢落锤撕裂试验的基本原理

根据 GB/T 8363—2007《铁素体钢落锤撕裂试验方法》，用一定高度的落锤或摆锤一次性冲断处于简支梁状态的试样，并评定试样断面上剪切面积百分数。

金属落锤、撕裂试验设备与操作

本章目的是要求学员了解摆锤式冲击试验机与落锤试验机的基本结构、检定项目及相关要求，掌握摆锤式冲击试验机与落锤试验机的操作技术、维护保养、期间核查和日常检查方法。

2.1 摆锤冲击试验机

2.1.1 摆锤冲击试验机基本结构

大能量摆锤冲击试验机的摆锤结构以 C 型锤为主。摆锤支撑结构上为简支梁形式。如图 2-1。

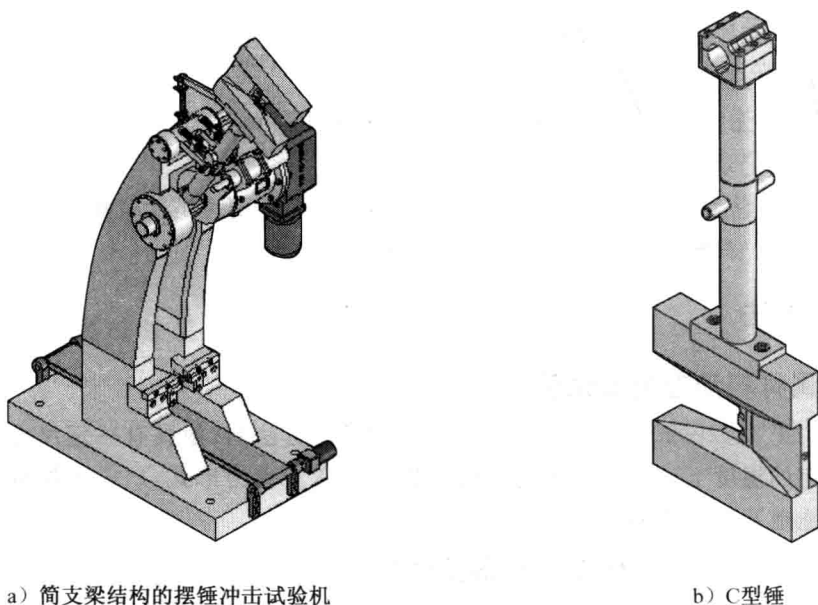


图 2-1 摆锤冲击试验机基本结构图

设备的主要结构分为主机架、摆锤、钳口组合、挂摆机构、动力系统、电控系统、能量采集系统七个部分。

主机架装配有主轴，将摆锤固定在主轴上，摆锤才可绕主轴自由旋转，完成举摆、冲击等动作。

摆锤具有一定的质量、一定的摆长。当其绕主轴扬起一定的角度时就具有一定的势

能。这样具有一定势能的摆锤冲击下来时，势能转变为动能，冲击试样完成一次冲击试验。

钳口组合是由垂直钳口与水平支撑以一定结构组成，完成试样支撑的工作。当试样受摆锤冲击时，在钳口和摆锤的共同作用下断裂、弯曲、变形。（金属材料动态撕裂试验用冲击机的钳口组合有别于夏比冲击机）

挂摆机构的作用是在一定的位置稳定挂住摆锤，使其具有一定的势能。并能在冲击开始时无任何阻力下迅速脱摆，使摆锤自由冲击试样。

动力系统是提供动力完成举摆、冲击、落摆动作。

电控系统完成上述所有动作的电气控制。

能量采集系统记录一个冲击过程的势能的损失，即试样的冲击吸收功。

2.1.2 摆锤冲击试验机工作原理

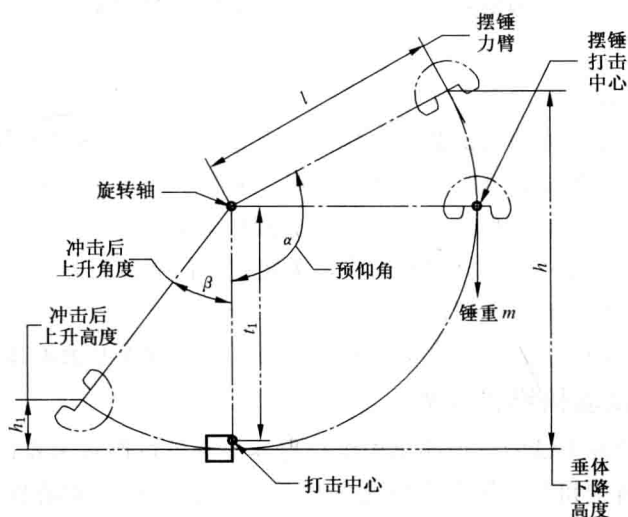


图 2-2 摆锤冲击试验机工作原理图

摆锤冲击试验机的工作原理图如图 2-2 所示，当摆锤从垂直位置升到一定的高度时（预仰角），即具有一定的势能：

$$E_0 = hgm$$

由三角函数关系 $h = l(1 - \cos\alpha)$ 得

$$E_0 = l(1 - \cos\alpha)gm$$

式中： E_0 为初始势能； h 为摆锤初始状态质心高度（假设打击中心与质心重合）； m 为摆锤质心处的质量； α 为预仰角； l 为摆锤力臂。

同理，冲断试样后，摆锤剩余能量：

$$E_1 = h_1gm, h_1 = l(1 - \cos\beta), E_1 = l(1 - \cos\beta)gm$$

式中： E_1 为一次冲断试样后剩余势能； h_1 为摆锤冲断试样后，未返回前质心最高点的位置（假设打击中心与质心重合）； β 为摆锤打断试样后，继续前进的最大角度。

试样的冲击吸收功： $K_V = E_0 - E_1$

$$K_V = lgm(\cos\beta - \cos\alpha), M = lgm$$

$$K_V = M(\cos\beta - \cos\alpha)$$

在初始位置 (α), 具有一定势能的摆锤自由向下摆动, 与试样接触, 冲击试样, 试样吸收一定的能量断裂或弯曲变形, 剩余能量带动摆锤继续向前、向上仰起一定的角度 (β)。初始势能与剩余能量之差即为试样的冲击吸收功。

2.1.3 摆锤冲击试验机操作技术

2.1.3.1 试验机操作步骤

- 试样准备: 试样的准备一般包括试样的切取、试样的加工、缺口的压制、试验前的样品准备, 如果进行不同温度试验, 试样升降温的准备等;
- 按照设备使用说明书对摆锤冲击试验机进行日常检查。试验机检查包括动作是否正常、各零部件使用状态是否正常、空打时试验机的零点是否合格;
- 满足要求后方可按说明书的操作步骤进行摆锤冲击试验;
- 在做高、低温试验时除了按标准要求操作外, 且要注意送样设备要与试样一起保温, 避免送样设备与试样间的温差过大, 从而改变试样应有的温度。

2.1.3.2 安全规范

首先严格执行使用说明书安全注意事项。

摆锤冲击试验机是一种动载试验机, 摆锤最大速度为 $4.0 \sim 8.5 \text{ m/s}$ 。断后试样飞行速度往往高于此速度, 因此试验机一定要有防护罩。另外, 除现场试验操作人员外, 试验机周边 1 m 的范围内不允许有其他人员存在。试验操作人员在送样时不得让身体的任何部位暴露在摆锤运动的路线内。当完成送样动作, 关闭防护门后方可对试验机进行冲击动作操作, 并在摆锤摆动未停止前不得打开防护门。

进行高、低温试验时注意人身安全, 避免冻伤、烫伤等不必要的损伤。

2.1.4 摆锤冲击试验机维护保养

- 首先根据摆锤冲击试验机说明书中维护保养部分进行设备保养;
- 经常检查设备的钳口、锤刃部件是否磨损、是否粘销, 如磨损更换部件, 如粘销进行清除;
- 应检查钳口跨距是否符合相关标准规定 (因为一般试验机经过大量试验或较大能量试验可能跨距会发生变化, 即跨距变大, 钳口磨损也会造成跨距变大);
- 由于动载荷试验往往会使得设备上的螺钉松动, 因此应从新紧固地脚螺钉、钳口螺钉、锤刃等。

2.1.5 日常校准检查

试验前需完成对设备的日常检查:

- 机械部件检查: 锤刃、钳口、跨距检查, 是否满足 GB/T 5482—2007 要求; 满足 GB/T 5478—2007《金属材料动态撕裂试验方法》要求;
- 电控系统检查: 举摆、落摆、安全销 (无安全销该项工作免)、冲击、自动挂摆等动作检查;
- 安全防护系统检查;
- 零点检查 (必要时进行空气阻力、磨擦力检查)。

2.1.6 检定项目及相关要求

摆锤式冲击试验机的参考依据是 JJG 145—2007《摆锤式冲击试验机》。