

《压力管道小径管对接接头超声检测工艺》 团体标准编制说明

标准编制组

2024 年 2 月

1. 标准制定修订的必要性与意义

化工生产装置中，压力管道的应用非常广泛，其焊接质量直接关系到生产装置的安全运行，在投入使用前必须按要求进行无损检测确定其焊接质量等级。在压力管道无损检测中，经常会碰到外径 25～89mm 的小径管对接接头的检测问题，且这类小管有些承受高温高压介质；有些承载易燃易爆易中毒危险化学品，更有些介质为剧毒介质。对此类小径管对接接头的无损检测常用的检测方法为射线检测，射线检测时多采用双壁双影椭圆成像法。由于小径管透照截面厚度变化很大，属于大厚度比试件。透照时为了提高宽容度往往采用短时间高电压参数，导致了射线灵敏度下降，对比度下降。因此采用射线检测方法，对此类对接接头缺陷的检出存在一定的漏检率，特别是裂纹的漏检率较高。在实际现场开展检测工作时，很多此类管道处于困难位置，射线检测难度非常大。而采用超声小径管对接接头检测方法，不仅检测速度快，成本低，且不受时间和地点限制。而且由于超声检测固有的特点，对裂纹，未熔合等面积性缺陷检测灵敏度高，检出率高，对设备安全运行提供了有效的技术保证。但是又由于小径管本身的特殊性，管壁曲率大，探头耦合不好，反射面能量损失较大；壁薄，探头前沿对检测影响较大；超声检测受主观影响很大，对检测人员的个人素质要求也比较高。由于小径管超声检测工艺易受到各种主观和客观因素的影响，所以为了能够在使用过程中尽量减少误判并让探伤工艺的适用性得以提升，探头的选择尤为重要。为满足小径管内外壁曲率大，管壁薄的特点，应使用高阻尼，短前沿，杂波少，指向性好，分

辨率高的探头。选择的余地不大，不外乎三中，线聚焦、双斜聚焦、平直单晶片探头。直接接触线聚焦探头制作难度大，要专用试块，检测时技术难点多，一般很少使用。平直晶片短前沿探头由于晶片尺寸小，超声横波指向性就变差，反射杂波多，分辨率差，容易漏检。为了改善提升探头的指向性，提高分辨率和灵敏度，一般采用较高的检测频率 4-5MHZ，但还是难以有效的解决上述问题。通过制作一种介于线聚焦探头和平直晶片探头之间的探头，既有部分线聚焦功能，又有平直晶片探头的可操控性，也就是晶片自带曲率的短前沿曲率探头。（例如：需检测 $\Phi 89 \times 6\text{mm}$ 的焊接接头，可以把晶片烧制成 $\Phi 89$ 的半圆弧型，贴合晶片一侧楔块也加工成 $\Phi 89$ 的半圆弧型。）这种探头既有线聚焦探头的部分特点，如能量相对集中，分辨率和灵敏度高，杂波少，指向性好的特点，又有单晶探头的可操作性，无需另制作对比试块。可以有效解决这一问题。

目前有《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第 2 部分：A 型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）两部行业标准涉及小径管对接接头的超声波检测工艺，但均有一定的局限性无法单独覆盖小径管对接接头的超声波检测，因此制定压力管道小径管对接接头超声检测工艺标准十分必要，对规范化工生产装置的压力管道检测具有重要意义。

2 标准制定工作简况

2.1 任务来源

本标准曾在 2023 年由内蒙古精广通科技有限公司提出作为企业标准进行了公示。

本标准依据内蒙古石油和化学工业协会团体标准管理办法，经申请批准于 2024 年 1 月作为团体标准立项。

2.2 标准编制单位

标准起草单位为内蒙古精广通科技有限公司、宁夏鲁银工程检测有限公司、内蒙古自治区特种设备检验研究院巴彦淖尔分院、内蒙古自治区特种设备检验研究院乌海分院、山东泰思特检测有限公司、包头市金安无损检测有限责任公司、中国成达工程有限公司。

2.3 主要起草人：

张忠胜、朱伟明、李海洋、苗东升、储波、李松涛、侯小伟、程义和、崔金升、侯永勋、刘德鑫、王亮

2.4 主要工作过程

标准的编制单位组织有关研究人员成立标准制定工作组，于 2022 年 3 月启动本标准的制定相关工作。

主要工作内容如下：

(1) 标准制定工作组的成立

成立标准制定工作组，工作组通过讨论和研究，制定出相应的工作计划。

(2) 标准制定的准备工作

根据标准参编单位总结化工装置压力管道检测工作中的需求和经验，结合各单位检测工作开展的实际情况。提出标准的主要参数和技术要求，进行意见征求和论证。

（3）标准草案的编制

起草组专家以认真负责、科学规范、客观公正、实事求是的态度，按照制定标准的科学性、先进性和可操作性的原则，结合《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）等国内相关基础标准与各检测单位检测规程等技术文件的有关内容，确定了检测的具体参数和标准的主要内容，同时组织各检测单位开展对比实验验证检测方法的可靠性，通过广泛征求意见，形成了企业标准，于2022年5月公布。根据企业标准的使用情况结合自治区的化工生产装置压力管道管理的具体需要进一步整理，形成了标准草案。

（4）标准报审稿的形成

标准草案在进一步向化工生产装置压力管道管理、检测的专家征求意见，经过讨论和进一步的分析研究后，2024年2月形成了报审稿。

2.5 起草组组成成员及其所做的主要工作

起草组组成人员：张忠胜、朱伟明、李海洋、苗东升、储波、李松涛、侯小伟、程义和、崔金升、侯永勋、刘德鑫、王亮。

主要工作如下：

张忠胜、侯小伟、程义和、王亮：标准项目的提出和标准编写的组织；

朱伟明、苗东升、李松涛、刘德鑫：标准中检测方法方面内容的编写；

李海洋、储波、崔金升、侯永勋：标准涉及的对比实验；

3 标准编制原则和标准主要内容

本标准依据《标准化工作准则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）规定的要求进行编写完成。

3.1 制订原则

科学性：本标准结合国内现行标准《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）等国内相关行业标准中与化工生产装置压力管道小径管对接接头的超声波检测有关的内容，同时考虑到化工装置压力管道技术管理的实际需求。保证了小径管对接接头的超声波检测相关方法的科学、准确和统一。

先进性：围绕化工生产装置压力管道检测方法的实际需要，提出针对外径25~89mm的小径管对接接头的检测方法和焊接接头质量分级指标，明确焊接缺陷的判定方法，更好的规范小径管对接接头的焊接质量控制，规范了小径管对接接头超声波检测，属国内领先。

可操作性：为强化标准可操作性，针对外径25~89mm的小径管对接接头检测的特点，按照压力管道的通用习惯，规定了具体的焊接

接头质量分级指标，测试方法全部为现行国家标准或行业惯例。对数据处理和结果判定，按照当前普遍采用的方法，进行了明确规定。

本标准的制定，统一了外径 25~89mm 的小径管对接接头检测的 A 型脉冲反射法技术要求，规范了化工生产装置压力管道对接接头的质量控制，标准的实施将更加科学地促进和指导压力管道对接接头焊接的质量管理，有效提升化工生产装置运行的可靠性。

3.2 制定标准依据的技术性规范

GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 27664.1 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第 1 部分：仪器

GB/T 27664.2 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第 2 部分：探头

DL/T 820.1 管道焊接接头超声波检测技术规程 第 1 部分：通用技术要求

DL/T 820.2-2019 管道焊接接头超声波检测技术规程 第 2 部分：A 型脉冲反射法

JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范

JB/T 9214 无损检测 A 型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法

NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求

NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

3.3 主要编制内容说明

3.3.1 标准的内容

本标准规定了压力管道小径管对接接头超声检测工艺，内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、检测位置及探头移动区、扫查方法、外径25~32mm的小径管对接接头的检测、外径32~89mm的小径管对接接头的检测、焊接缺陷的判定九个章节。

3.3.2 标准内容说明

3.3.2.1 适用范围

鉴于压力管道的范围是外径25mm以上，所以将本标准的范围定义为外径25~89mm的小径管对接接头的超声检测方法及其检测结果的判定，参照《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）确定不适用于铸钢、壁厚大于18mm奥氏体不锈钢等粗晶材料的焊接接头、也不适用奥氏体和珠光体的异种钢焊接接头。

3.3.2.2 检测工艺

根据《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）的规定，确定检测工艺的基本技术参数，同时总结了检测单位作业指导书和技术要求，对检测方法进行了统一规定。

由于《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）的范围存在区别，所以将检测方法分为了外径25~32mm的小径管对接接头的检测、外径32~89mm的小径管对接接头的检测，保证检测方法均有行标依据，确保了可操作性。

3.3.2.3 焊接接头质量分级与缺陷的判定

按照《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）没有质量分级，所以结合工作习惯对制定了焊接接头质量分级具体技术指标。

同时根据工作经验提出了焊接缺陷的判定方法，为检测结果的运用提供了依据。

3.3.2.4 对比试验验证

为验证本标准的科学性和准确性，专门设计了对比试验，将采用本标准检验方法的结果与其他常规检验方法进行比对。

通过存在特定缺陷的试块，首先通过射线检测（RT）对缺陷进行定性、定量判定，而后由不同检测单位的检测人员，依据本标准进行检测和缺陷判定，检测结果与射线检测结果进行对比。

经检测结果的比对分析，本标准检测方法的检测分析结果基本满意。

4 采标情况及其他检索到标准的关系

本标准对检测的基本原理和主要仪器、探头的规定，主要采用了

《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）的相关小径管的要求。检测方法是对《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）的方法的汇总。

新创了外径25~32mm的小径管对接接头的质量分级，对焊接缺陷的判定方法也是结合经验新创，故本标准发布实施后，将为小径管对接接头的检测提供更加全面、切合实际的技术指导。

5 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相冲突的现行法律、法规和强制性国家标准。

6 贯彻标准的措施建议

本标准作为小径管对接接头焊接质量管理的技术支撑，建议在化工装置压力管道施工和检测中广泛使用，组织特种设备相关单位进行标准的宣贯学习，在各类媒体进行广泛的宣传，充分发挥标准对特种设备安全的保障作用。

7 标准属性

属于内蒙古自治区石油和化学工业协会团体标准。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

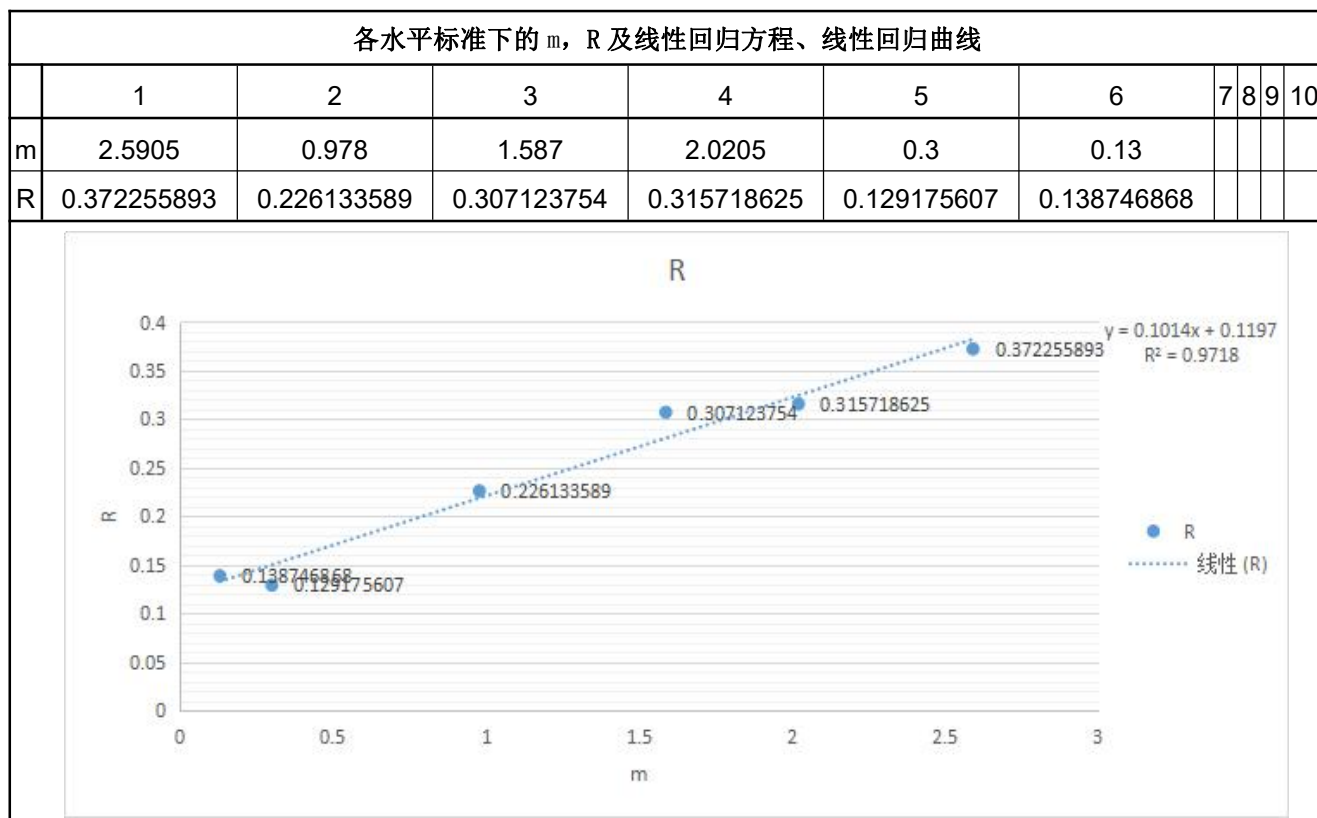
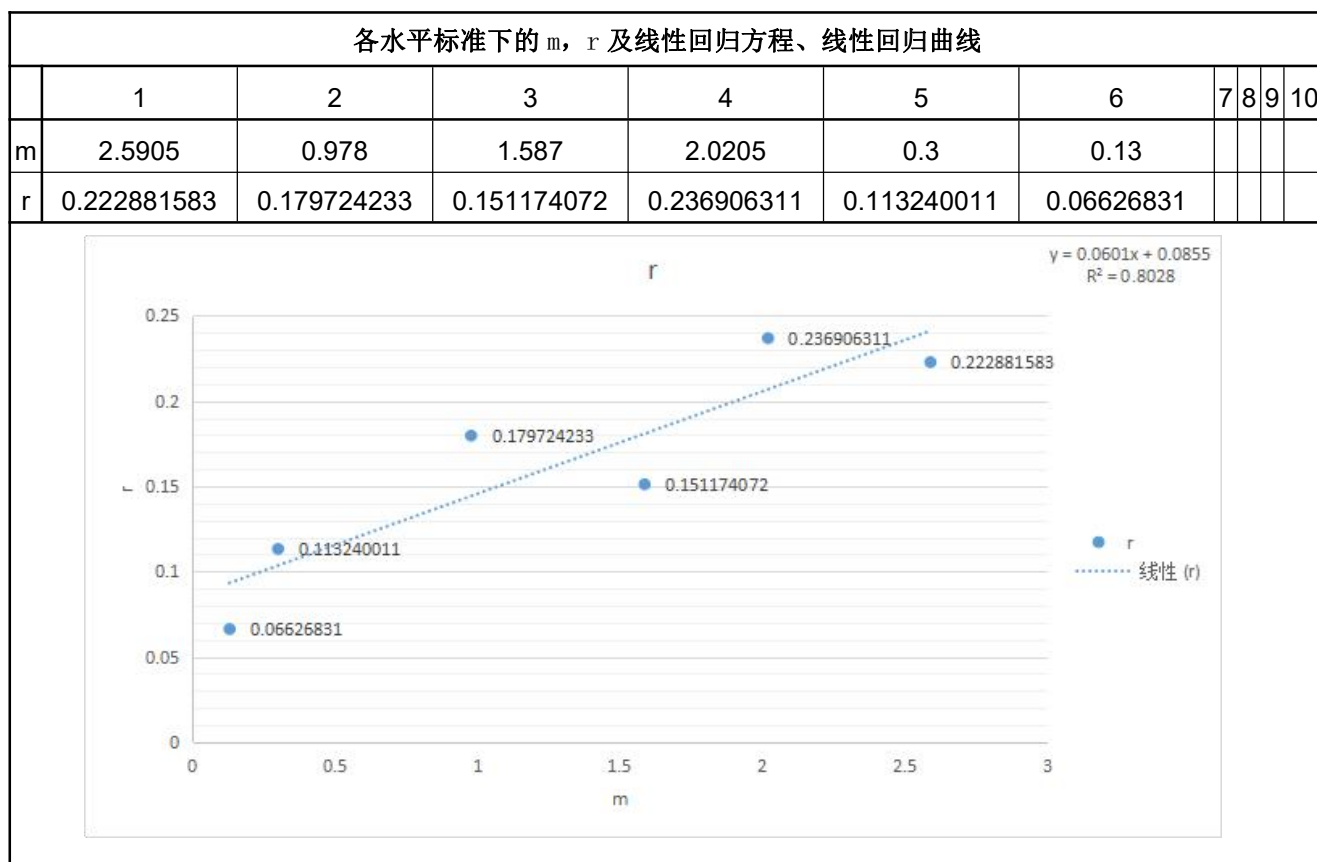
无。

9 废止现行有关标准的建议

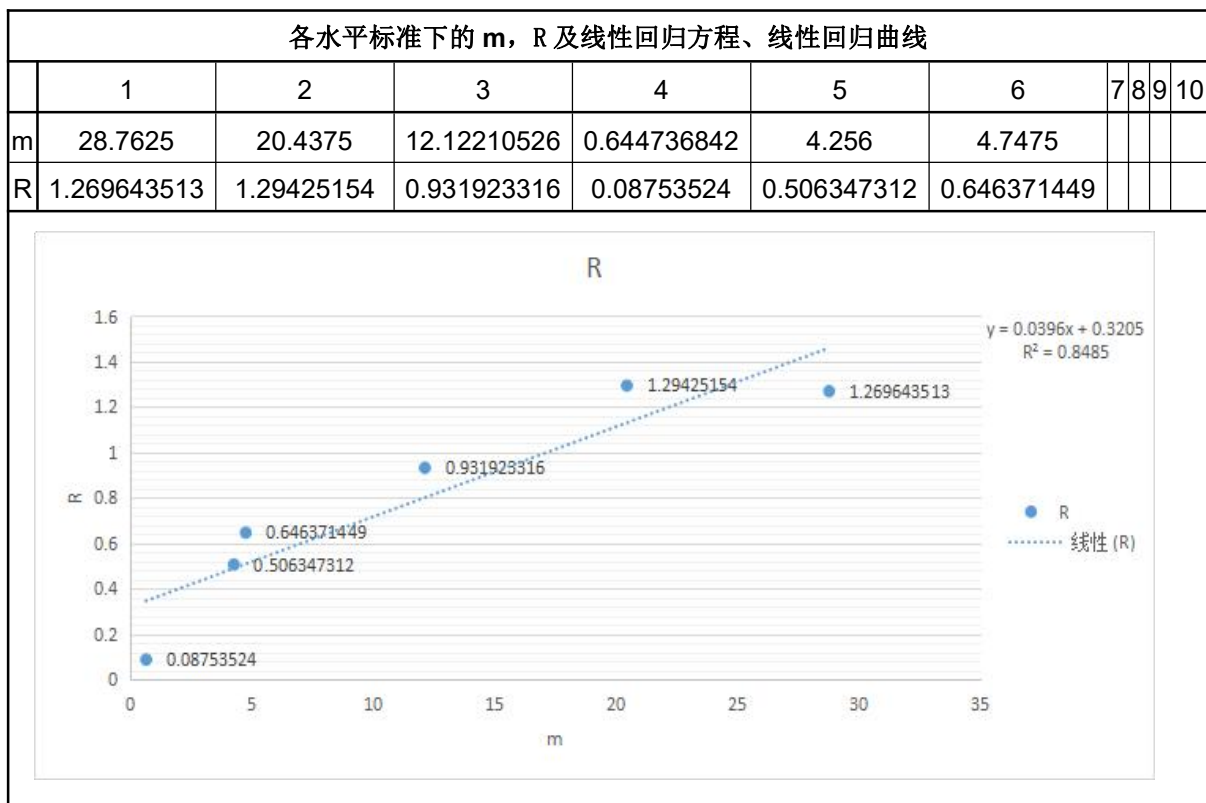
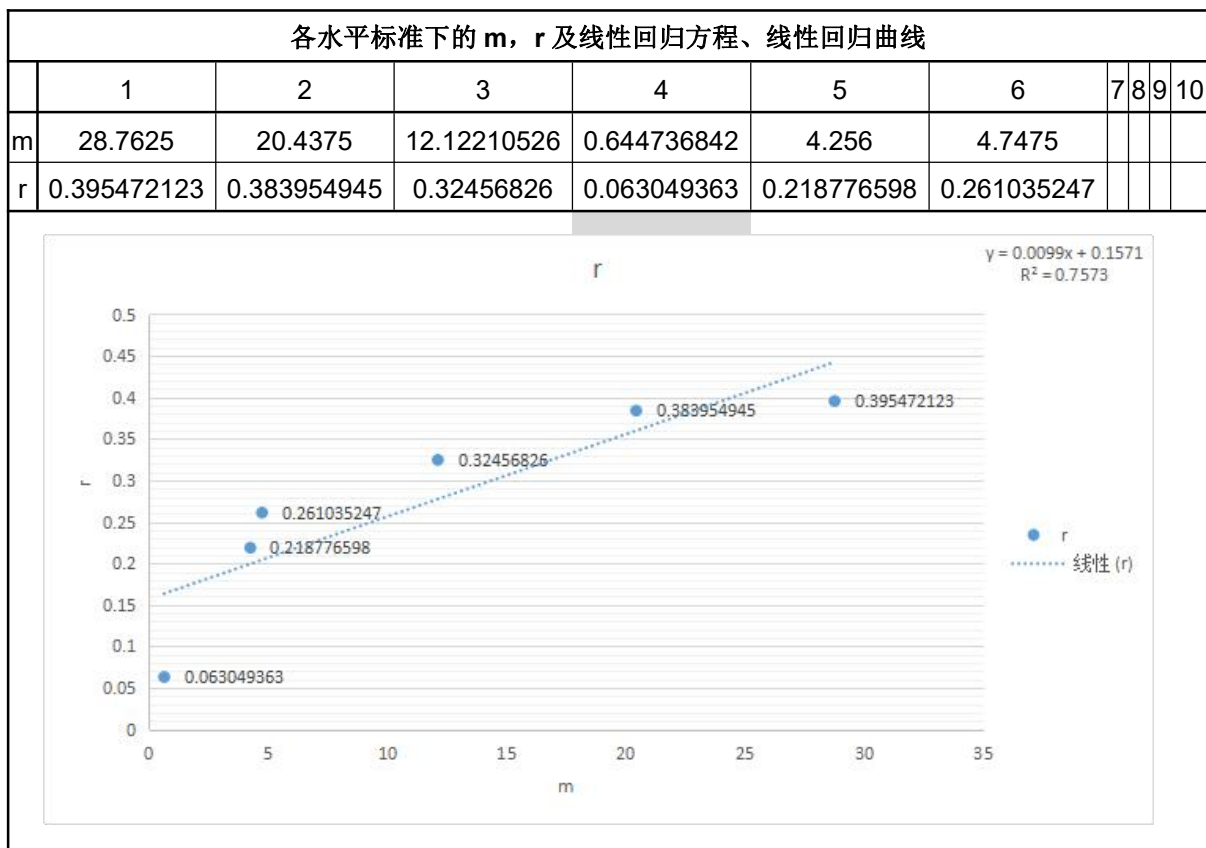
无。

对比实验结果

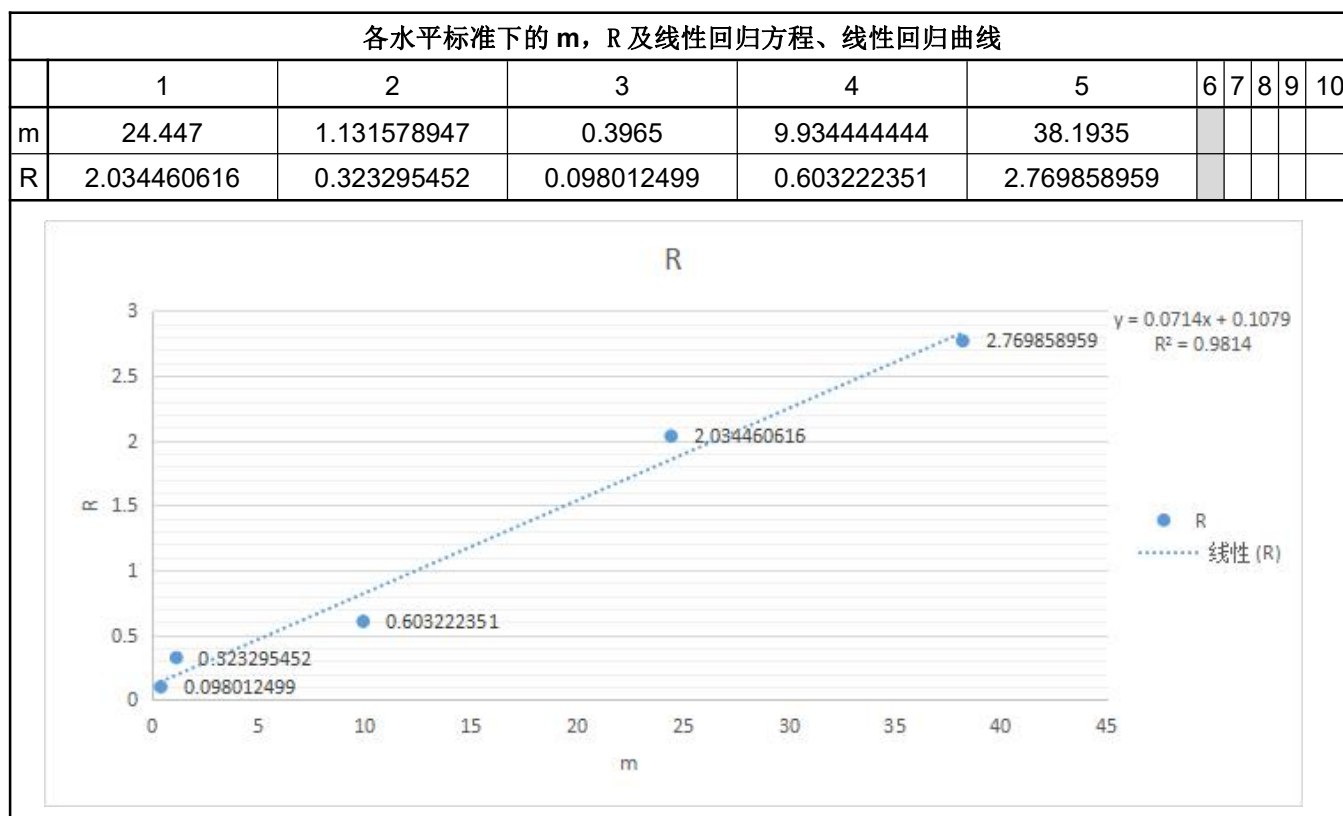
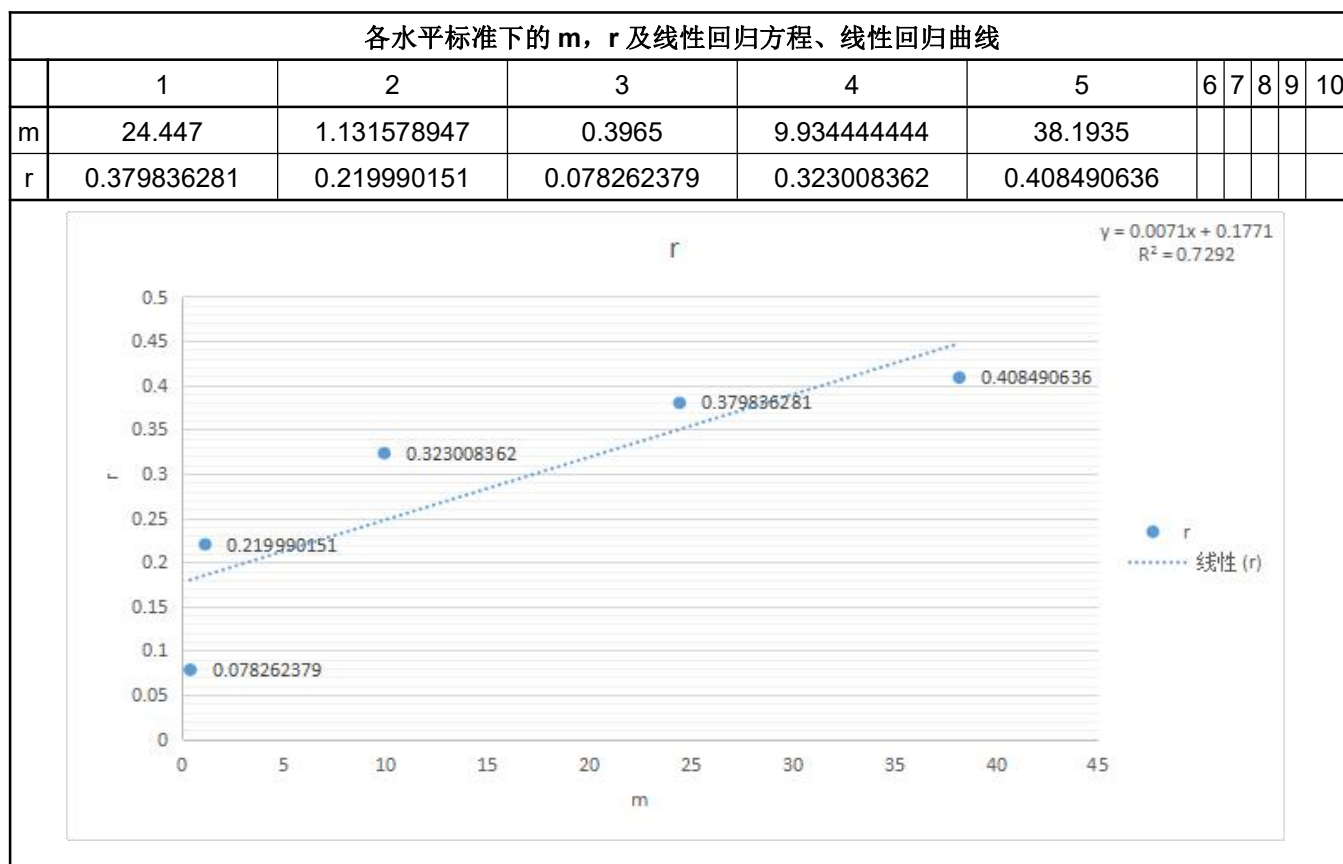
Mn



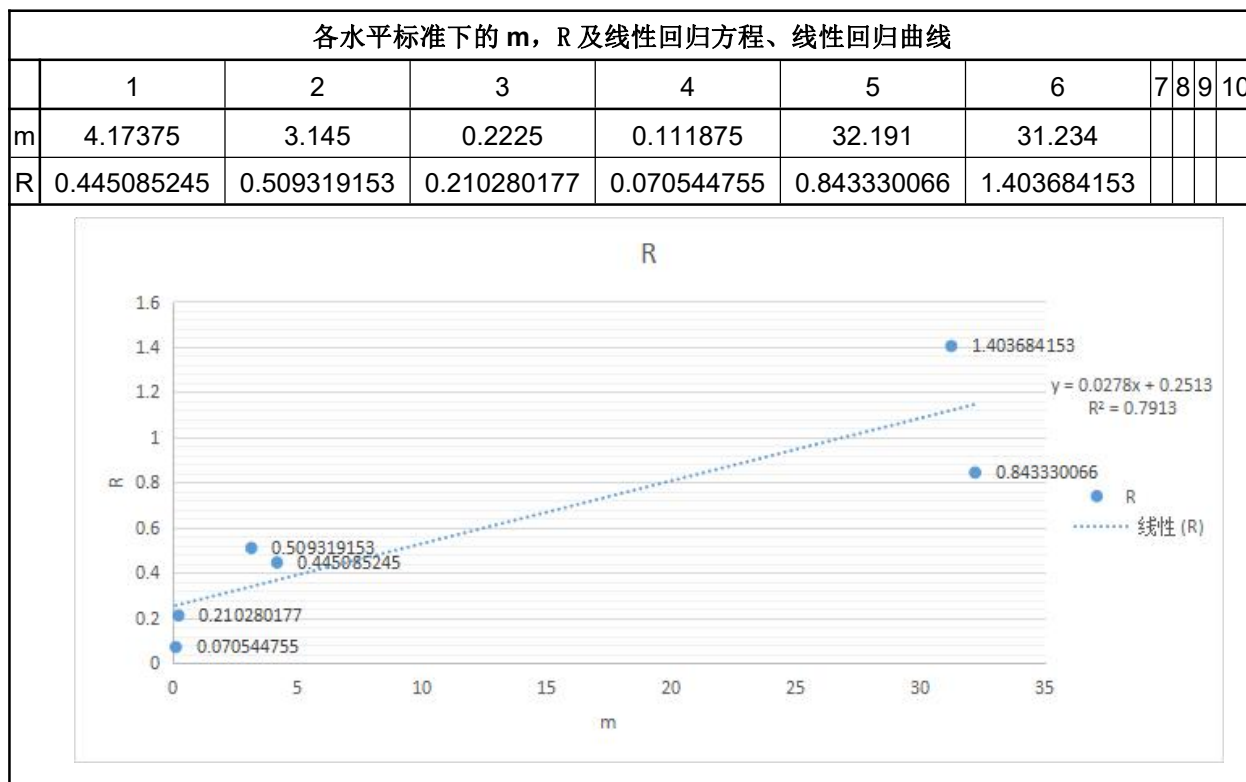
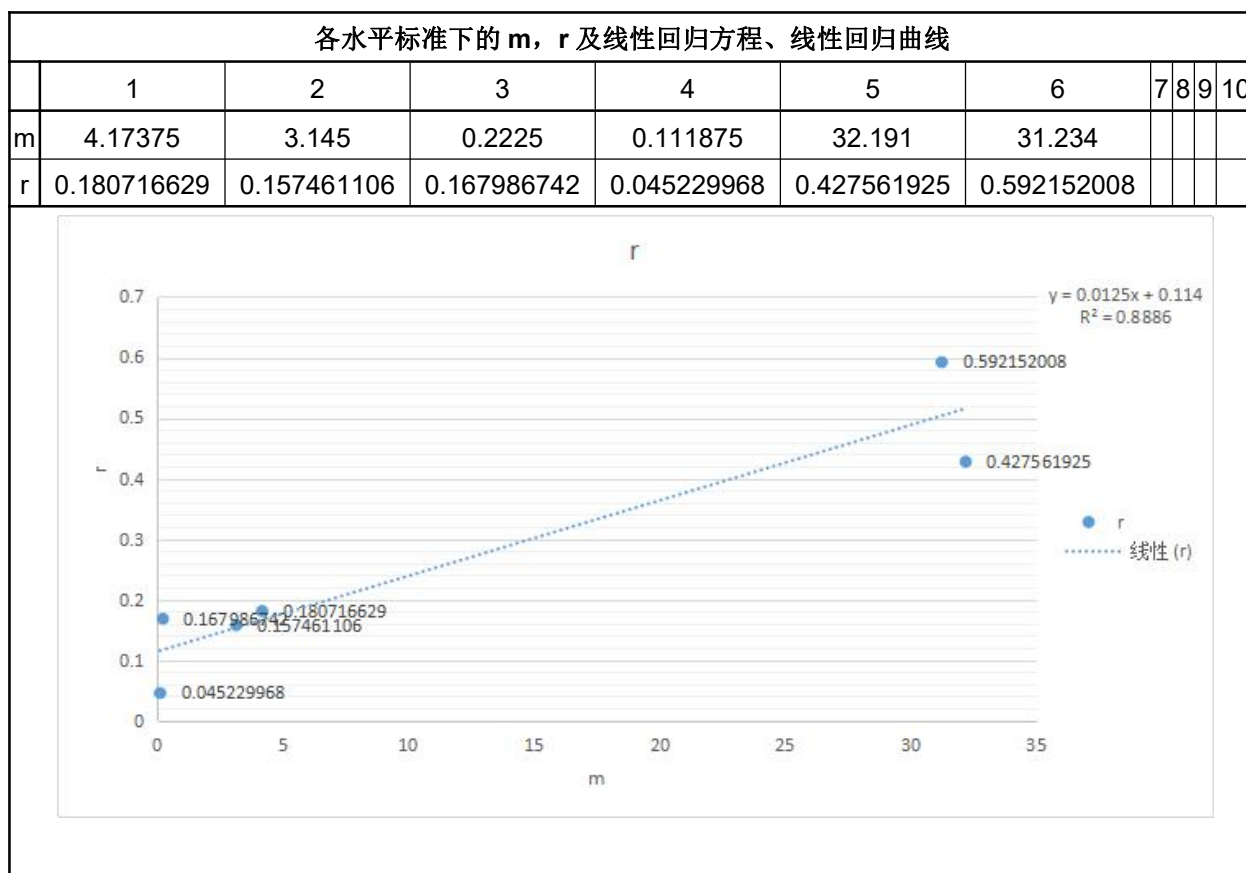
Cr



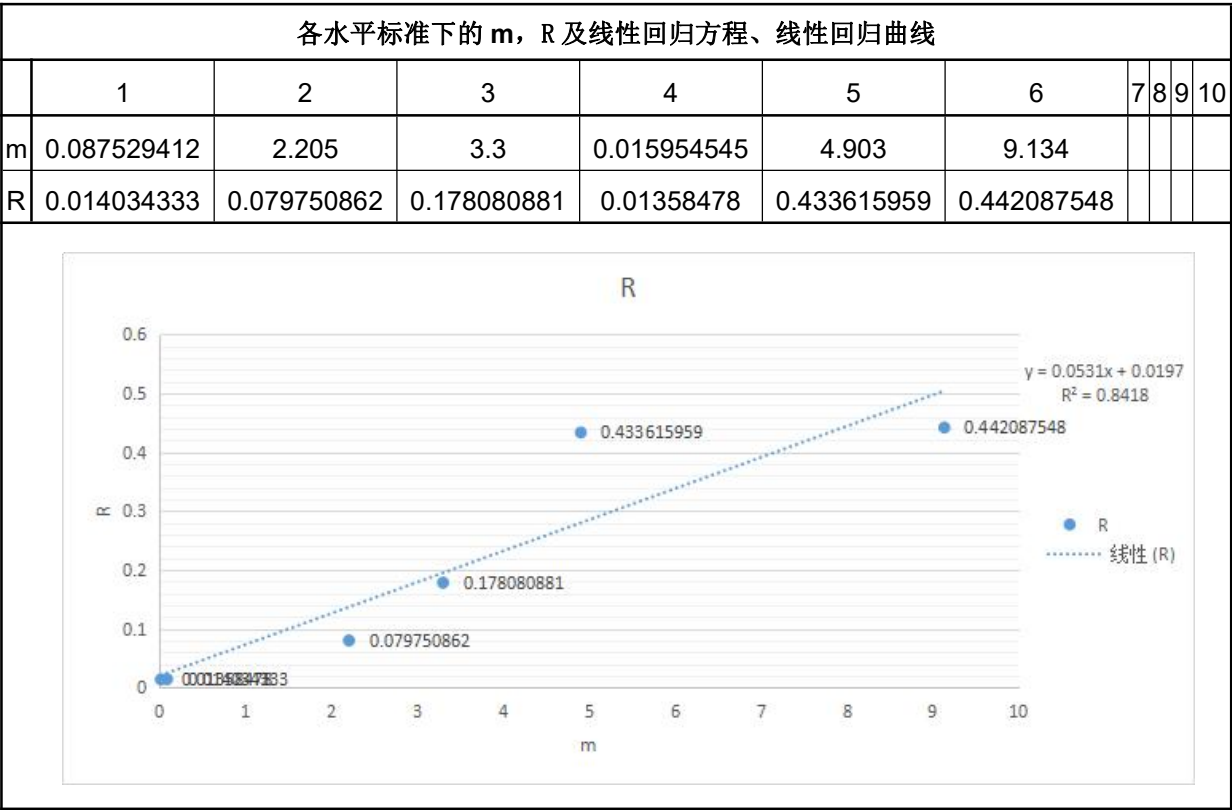
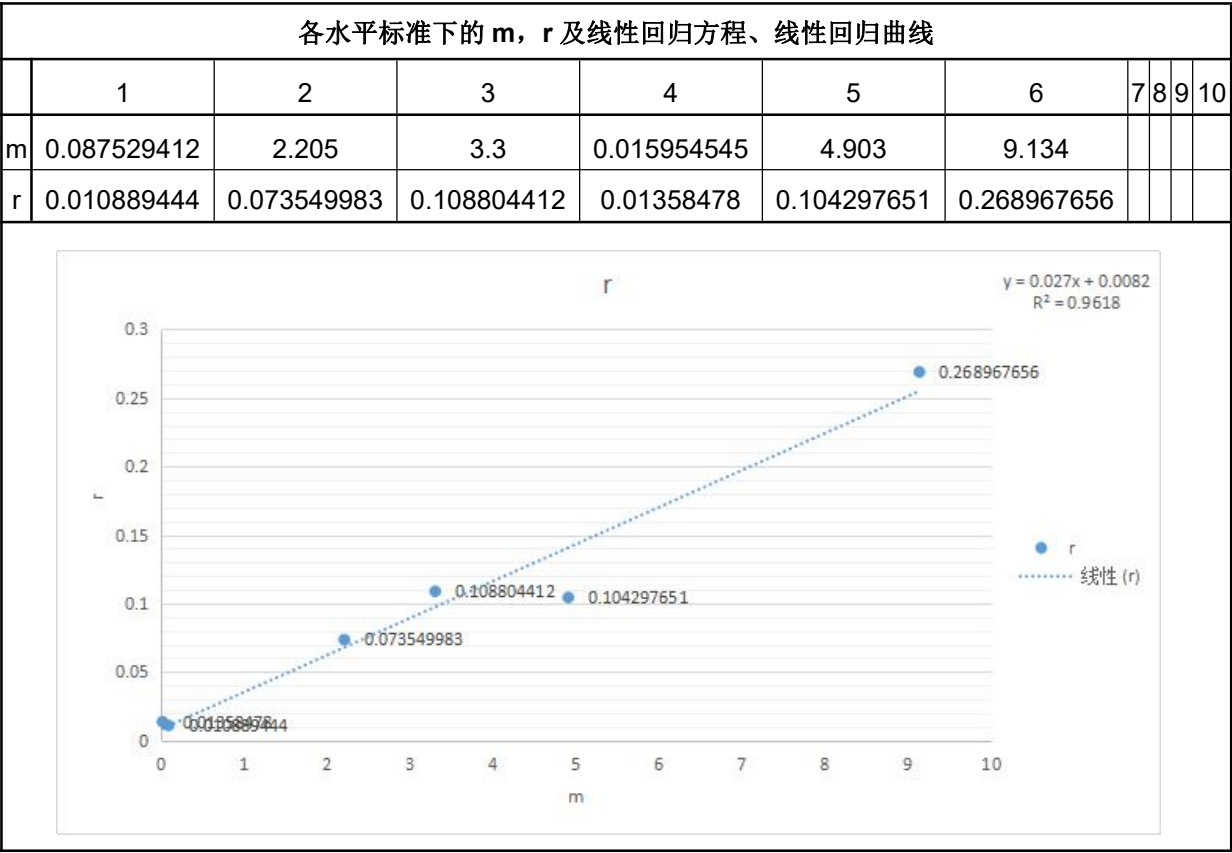
Ni



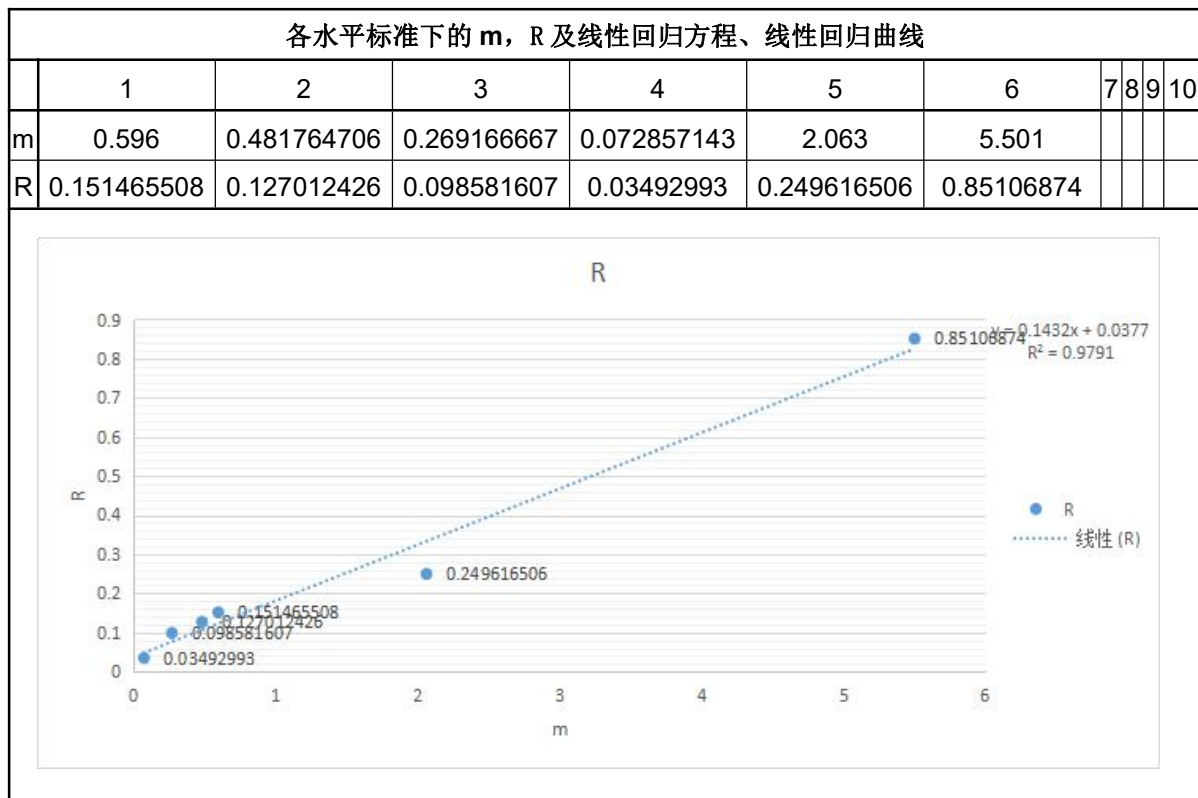
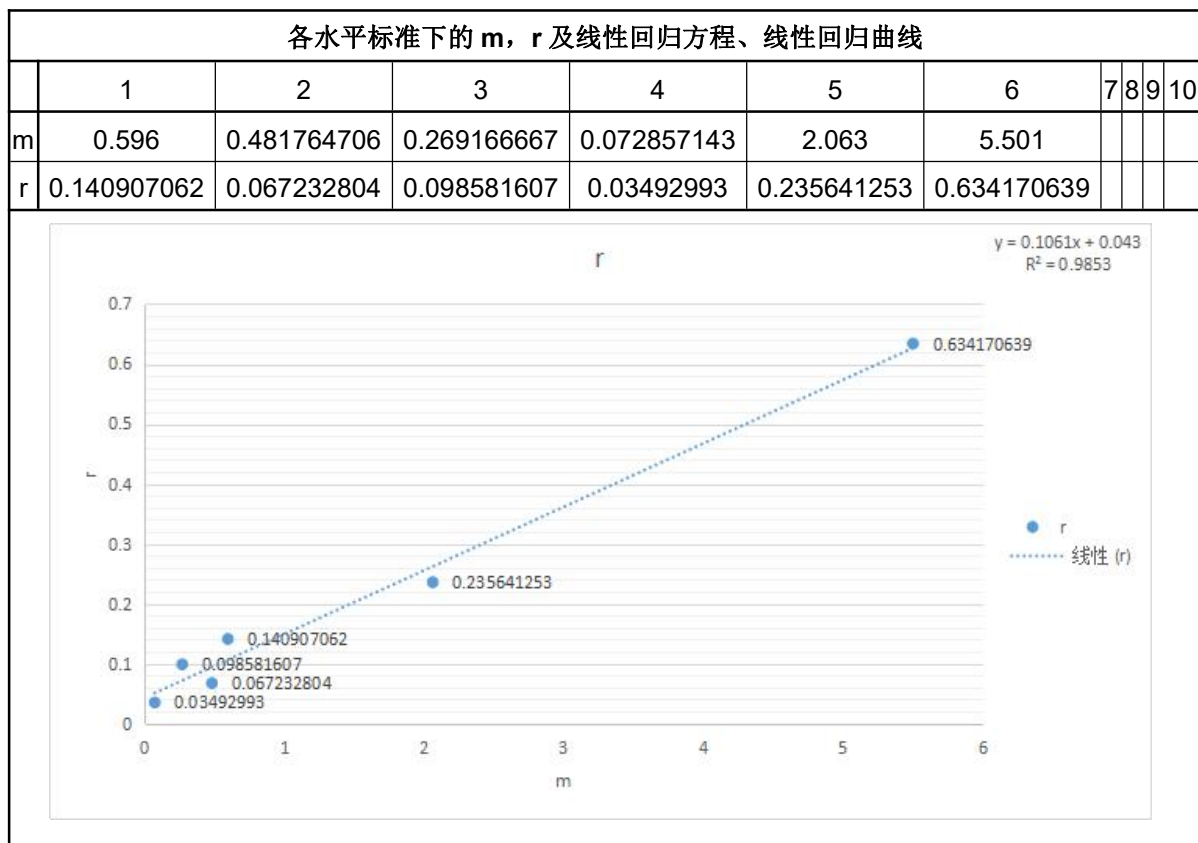
Cu



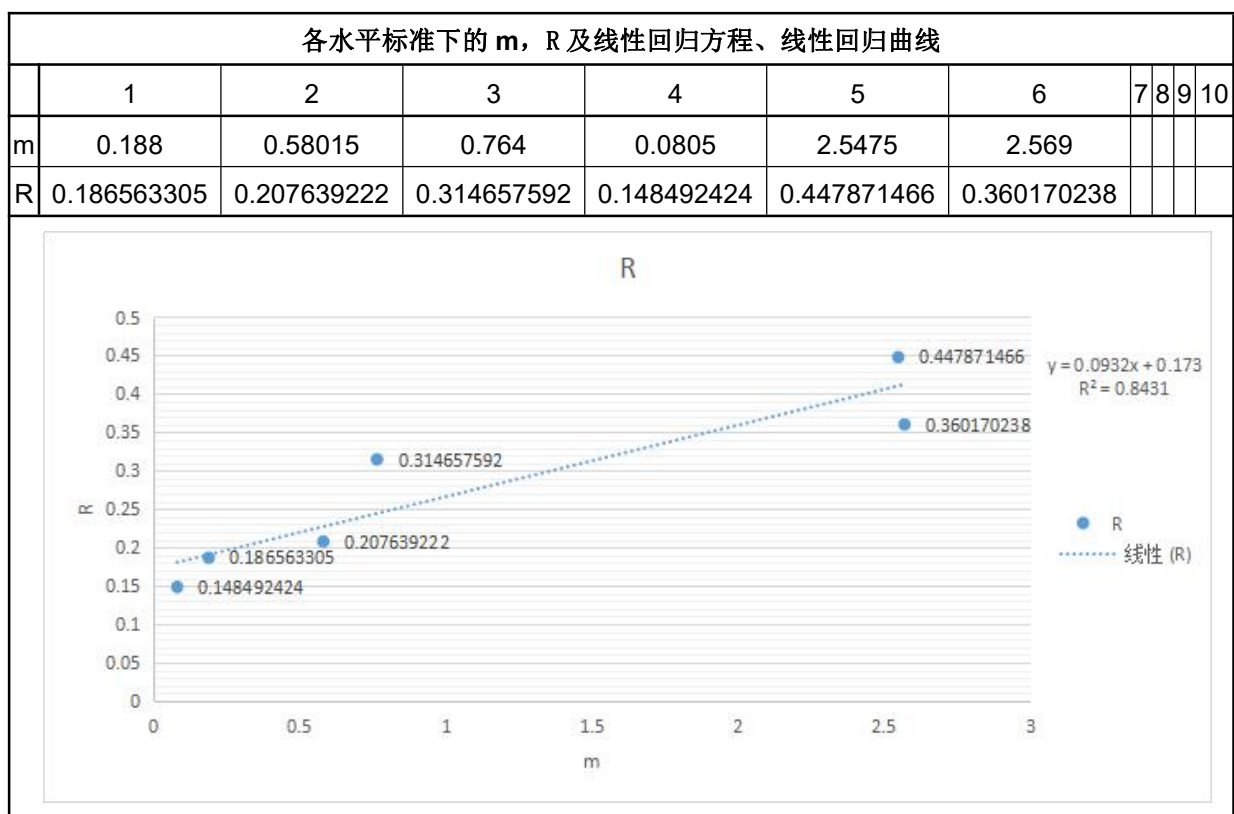
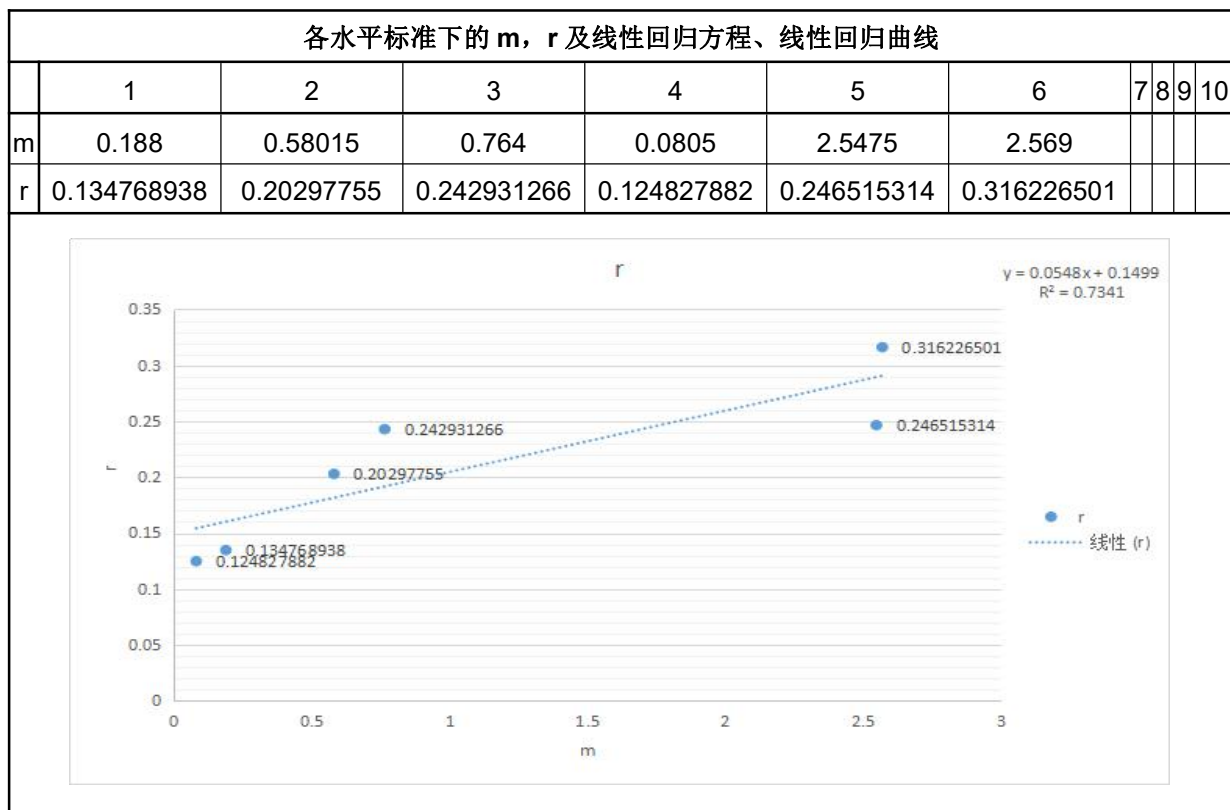
Mo



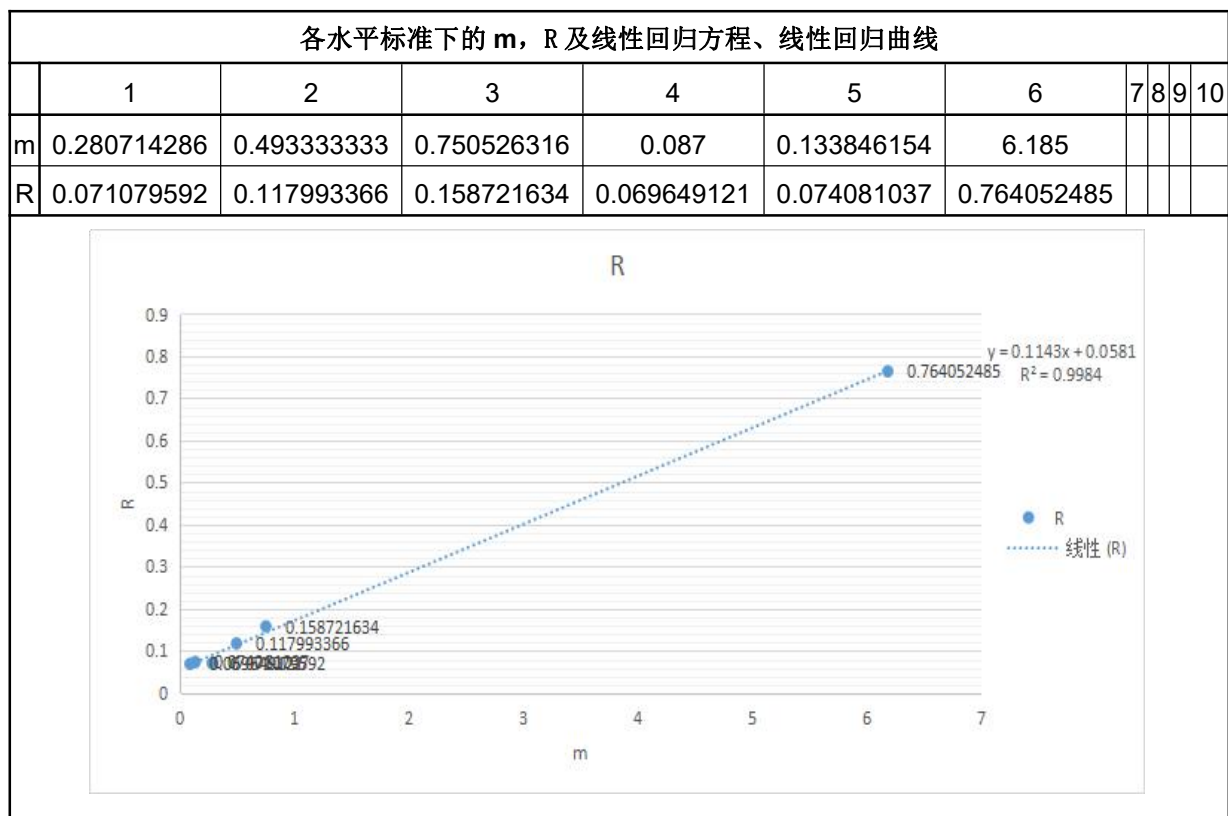
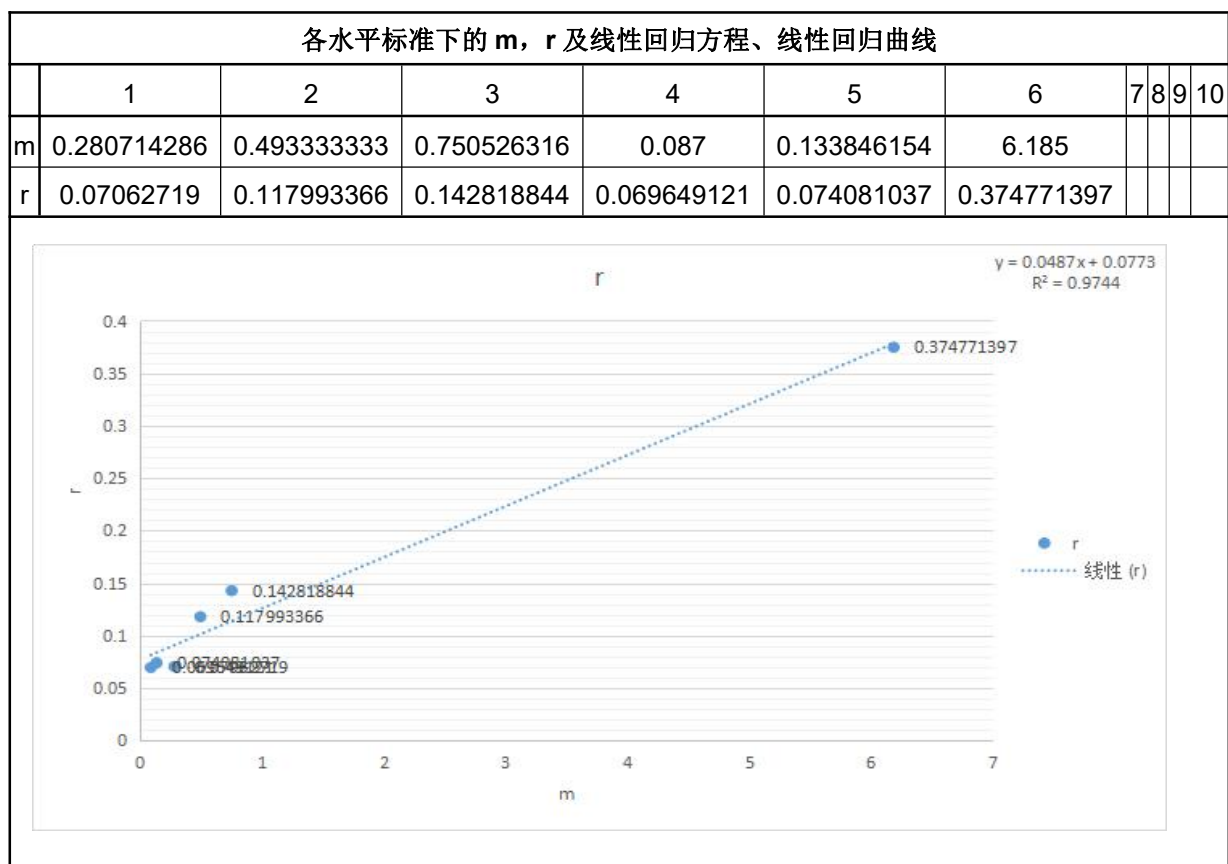
V



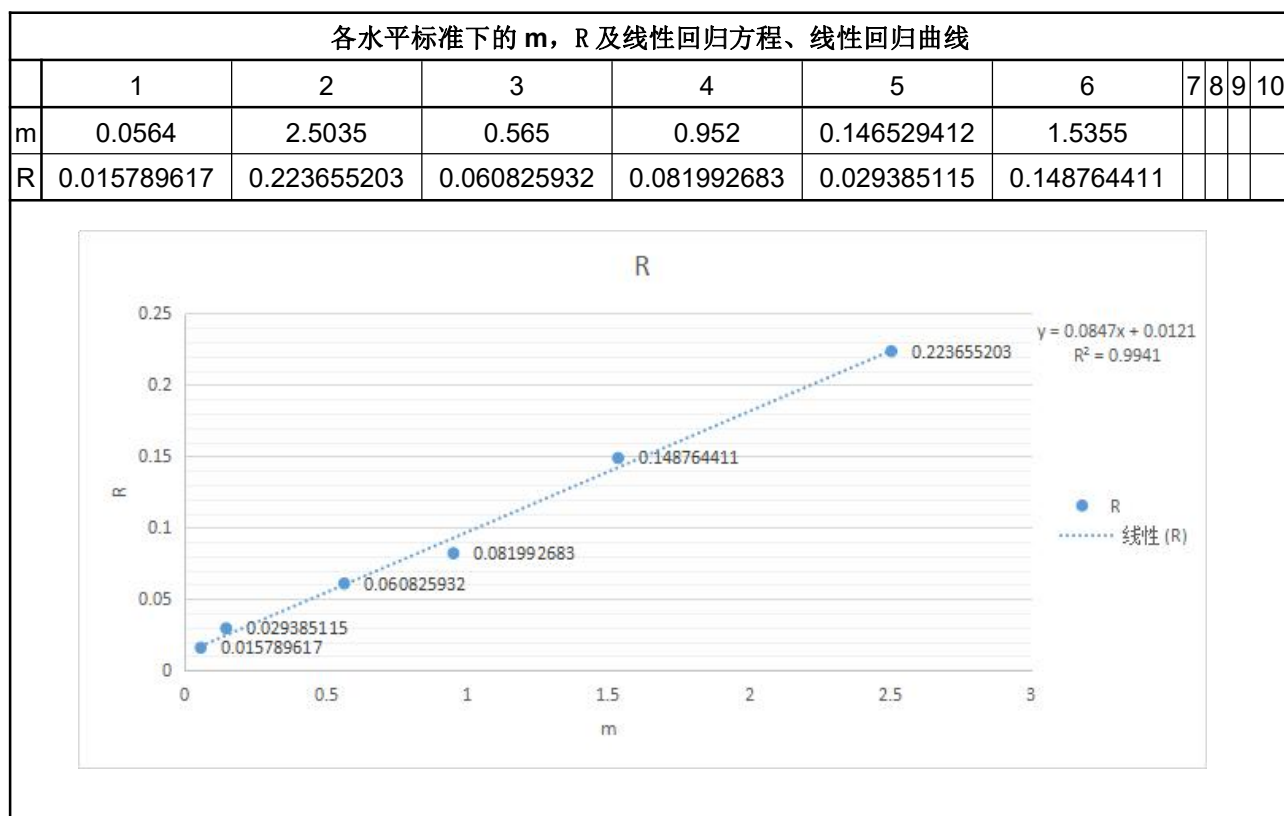
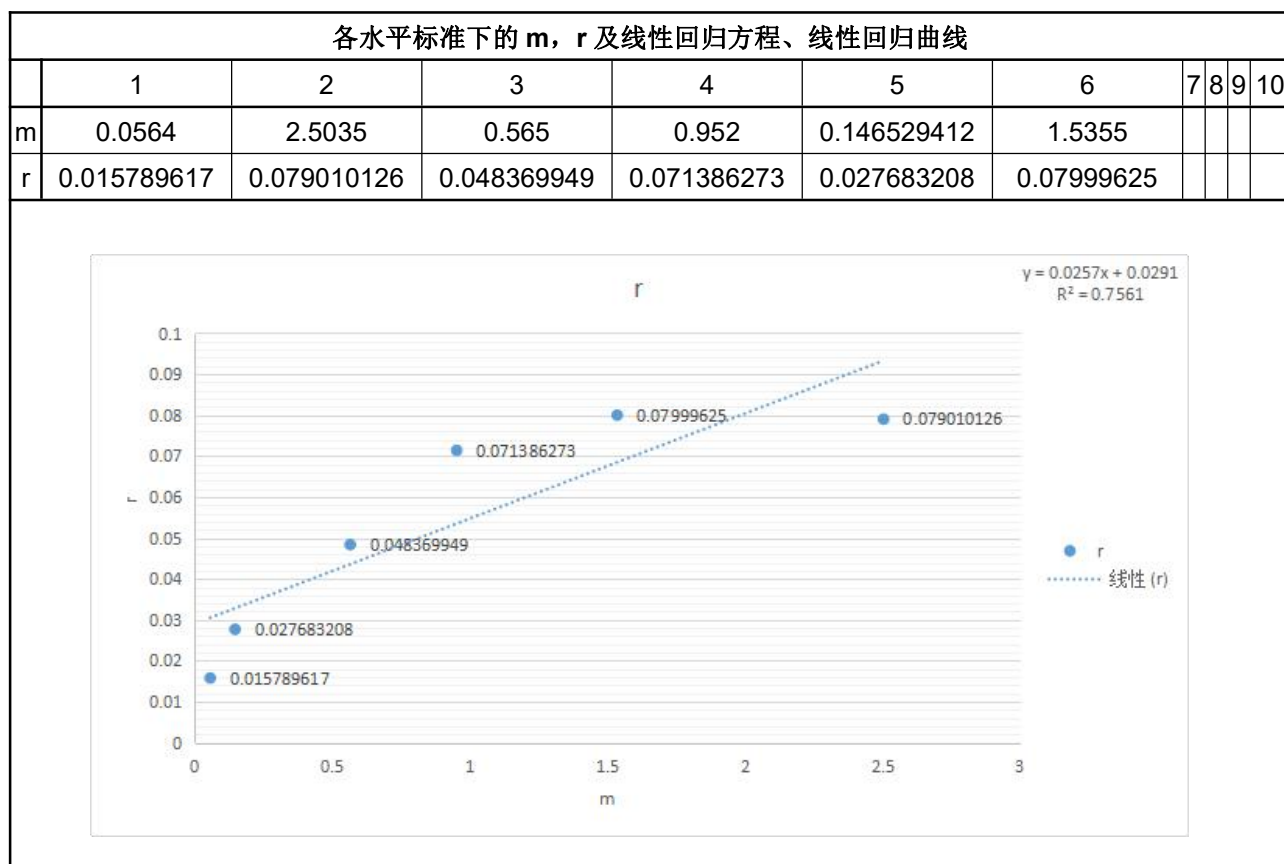
Ti



W



Nb



3.试验结果

序号	元素	含量范围 m/%	重复性 r	再现性 R
1	钛(Ti)	0.080~2.56	$r=0.0548m+0.1499$	$R=0.0932m+0.173$
2	钒(V)	0.073~5.501	$r=0.1061m+0.043$	$R=0.1432m+0.0377$
3	铬(Cr)	0.645~28.76	$r=0.0099m+0.1571$	$R=0.0396m+0.3205$
4	锰(Mn)	0.13~2.59	$r=0.0601m+0.0855$	$R=0.1014m+0.1197$
5	镍(Ni)	0.396~38.19	$r=0.0071m+0.1771$	$R=0.0714m+0.1079$
6	铜(Cu)	0.110~32.19	$r=0.0125m+0.114$	$R=0.0278m+0.2513$
7	铌(Nb)	0.056~2.50	$r=0.0257m+0.0291$	$R=0.0847m+0.0121$
8	钨(W)	0.087~6.18	$r=0.0487m+0.0773$	$R=0.1143m+0.0581$
9	钼(Mo)	0.016~9.13	$r=0.027m+0.0082$	$R=0.0531m+0.0197$

附件 3：标准草稿征求意见情况汇总

征集到并已采纳的修改意见

1. 建议本标准的适用范围限定为化工生产装置金属材料的检测；
2. 规范性引用文件应删除与检测方法无关的 GB/T 222 、GB/T 223.79、GB/T 36226 ；
3. 限制样品制备为直径或最小边长应不小于 50mm，对某些试件无法达到；
4. 检测分析不需要规定每个样品的检测数量；
5. 不必规定每次的测量时间，按使用说明书要求操作即可；
6. 对有怀疑的数据，不需要规定具体的分析方法；
7. 精密度实验样品的参数对具体检测无影响，不需要列入本标准。