

**SL**

**中华人民共和国行业标准**

**P**

**SL 156~165—95**

---

**水工(专题)模型试验规程**

**Test regulation for special hydraulic model**

**1995-07-21 发布**

**1995-07-21 实施**

---

**中华人民共和国水利部 发布**

中华人民共和国行业标准

# 水工(专题)模型试验规程

SL 156~165—95

主编单位：中国水利水电科学研究院

批准部门：中华人民共和国水利部

中国水利水电出版社

1995 北 京

中华人民共和国行业标准  
**水工（专题）模型试验规程**  
SL 156~165—95

\*

中国水利水电出版社出版、发行  
(北京三里河路6号)  
北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

\*

850×1168 毫米 32 开本 4 印张 103 千字  
1995 年 12 月第一版 1995 年 12 月北京第一次印刷  
印数 0001—2160 册

\*

书号 1580124·22  
定价 13.00 元

# 中华人民共和国水利部

## 关于发布《水工（常规）模型试验规程》 SL 155—95 和《水工（专题）模型试验 规程》SL 156～165—95 的通知

水科技 [1995] 267 号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市水利（水电）厅（局）：

根据部 1994 年水利水电技术标准制（修）订计划，由部科学技术司主持，南京水利科学研究院主编的《水工（常规）模型试验规程》和中国水利水电科学研究院主编的《水工（专题）模型试验规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《水工（常规）模型试验规程》SL 155—95

《水工（专题）模型试验规程》SL156～165—95

本标准自发布之日起生效，在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告部科学技术司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九五年七月二十一日

# 前 言

《水工(专题)模型试验规程》SL156~165—95 系根据水利部技术监督委员会,技监办〔1994〕06 号文通知编制的。

本规程主编单位:中国水利水电科学研究院

本规程参编单位:南京水利科学研究院、长江科学院

规程编制工作自 1994 年 5 月召开分工协调会到 1995 年 5 月完成规程报批稿,约一年时间。在编写过程中,曾将规程和条文说明征求意见稿发送有关规划设计、科研、院校等 25 个单位征求意见。根据各单位返回的 18 份书面意见,对规程和条文说明的征求意见稿进行了修改和补充后提出了送审稿。水利部科技司于 1995 年 3 月在北京召开审查会。

参加本规程审查单位:中国水利水电科学研究院、南京水利科学研究院、长江科学院、黄委会水利科学研究院、西北水利科学研究院、松辽委水利科研所、天津院水利科研所、清华大学、河海大学、武汉水利电力大学。

会后按审查意见进行修改和补充,完成报批稿。

本规程包括 12 个专题规程,每个《专题》规程均附有相应的条文说明,对规程的一些条文作必要的解释,并简要的阐述条文规定的主要依据及使用条文应注意的问题。

水工(专题)模型试验规程在国内是第一次编制,虽组织专家多次讨论,编制者尽最大的努力,但仍难免存在一些不足之处,敬请读者和有关领导批评指正。

# 目 次

## 前 言

水流空化模型试验规程 SL156—95 .....	1
掺气减蚀模型试验规程 SL157—95 .....	7
水工建筑物水流压力脉动和流激振动模型 试验规程 SL158—95 .....	12
闸门水力模型试验规程 SL159—95 .....	17
冷却水工程水力、热力模型试验规程 SL160—95 .....	22
航道水力模型试验规程 SL161.1—95 .....	28
船闸水力模型试验规程 SL161.2—95 .....	33
水电站有压引水系统模型试验规程 SL162—95 .....	38
施工导流模型试验规程 SL163.1—95 .....	44
施工截流模型试验规程 SL163.2—95 .....	49
溃坝模型试验规程 SL164—95 .....	53
滑坡涌浪模型试验规程 SL165—95 .....	58
附加说明 .....	62
条文说明 .....	64

# 滑坡涌浪模型试验规程 SL165—95

## 1 总 则

**1.0.1** 为统一滑坡涌浪试验研究方法和技术要求,提高试验成果的科学性、准确性和可靠性,特编制本试验规程。

**1.0.2** 本规程适用于库区、河道、湖泊、海边等岸坡下滑时的涌浪模型试验。亦适用于通航河道的滑坡涌浪试验。

**1.0.3** 应根据试验任务要求编写试验研究大纲,包括:工程(或课题发展)概况、试验研究目的和要求、工程设计方案和必备资料、模型设计和试验研究方法、试验设备和量测仪器、试验研究进度计划、预期成果目标及试验研究负责人员和参加人员等。

**1.0.4** 本规程应遵循《水工(常规)模型试验规程》SL155—95和有关标准。

## 2 相 似 准 则

**2.0.1** 应满足几何相似、水流运动相似和动力相似,遵循佛劳德相似准则。

**2.0.2** 滑坡体载体应满足几何相似和块体的比重相似。

**2.0.3** 河道和岸坡应满足阻力相似。

## 3 试验设备和量测仪器

**3.0.1** 滑坡涌浪模型试验应在水工整体模型或专用水池中进行。

**3.0.2** 滑坡体载体可设计成滚轮车式或面滑动式。

**3.0.3** 载体的滑距宜设计成可调控形式,以调整滑速。载体应有

自控脱钩的牵引装置。

**3.0.4** 试验使用的量测仪器，凡属市场购置，应有国家或行业技术监督部门颁发的合格证，且其技术指标符合试验测试要求。

**3.0.5** 自行研制的仪器仪表，应经相应的技术监督部门鉴定合格，方可使用。

**3.0.6** 试验用的主要量测仪器有：

(1) 滑速测量：光电传感器、电触点式等电动的滑速测量装置；

(2) 浪高测量：浪高仪、多点波高仪等；

(3) 流速测量：各式流速仪等；

(4) 压力测量：压力传感器、多点压力仪等。

**3.0.7** 其他测量水位、流量的常规仪器设备，数据采集用的二次仪表等，应遵循《水工（常规）模型试验规程》的规定。

## **4 模 型 设 计**

**4.0.1** 滑坡涌浪试验模型，应遵循 2.0.1~2.0.2 条相似准则，按佛劳德模型定律设计模型。

**4.0.2** 根据试验任务、工程规模、试验场地、设备和测试技术等条件，在满足相似条件的前提下，合理选择模型比尺，确定模型范围，选定滑坡体的滑动模拟方式。

**4.0.3** 滑坡体应按地质方面所提供的滑坡体位置、体积、重量和外形进行模拟。

**4.0.4** 滑坡体的滑动面，按地质剖面图滑弧面、倾斜面或变坡滑面模拟。

**4.0.5** 滑坡体的牵引、卸放宜设计成带有减速器、电动卷扬自动起吊，且可调整滑距及自动脱钩的牵引装置，以及能显示整个滑动过程的自动记录装置。

**4.0.6** 河道、水库、湖泊地形及建筑物的模型设计，应遵循《水工（常规）模型试验规程》的规定。

## 5 模型制作与安装

- 5.0.1 应绘制模型总体布置图、结构物模型详图、测点布置图，并提出模型加工及安装要求。
- 5.0.2 滑坡体应根据相似条件选取合适材料制作，分块尺寸宜考虑装、卸方便。
- 5.0.3 滑坡体下滑装置，应布置足够的测速点，以提高测速过程的精度，并能反映瞬时最大滑速。
- 5.0.4 滑坡体起吊架应坚固稳定。
- 5.0.5 浪高和流速测量的感应器应选定好位置，安装牢固。
- 5.0.6 压力感应器应布置于大坝挡水面和其他建筑物等需要测量涌浪压力的适当位置。
- 5.0.7 为测量涌浪爬高，宜在建筑物和岸坡面等适当位置，布置倾斜液面计或绘制高程标志。
- 5.0.8 模型制作安装完成后，应进行检查与校核，并有完整记录。
- 5.0.9 水库、湖泊、河道和建筑物模型制作要求，应符合《水工（常规）模型试验规程》规定。

## 6 试验内容和方法

### 6.0.1 试验方法：

- (1) 将制作成的滑坡体块按原型滑坡体形状装配于滑坡载体上；
- (2) 调试滑动吊、卸控制装置；
- (3) 率定测量滑坡体测速的设备和仪器；
- (4) 在与模型上测量时的同温条件下，率定浪高仪、压力传感器等；
- (5) 调试量测漫坝流量的设备；

(6) 水库充水(库区滑坡), 河道泄流(河道滑坡) 均应按要求调控好水位及流量;

(7) 必要时应进行多种滑坡方案的比较试验。

#### **6.0.2 观测内容:**

(1) 进行滑坡涌浪试验, 采集滑速、涌浪高度、涌浪爬高、动水压力和漫坝流量等数据;

(2) 进行滑坡涌浪波态录像。

**6.0.3** 其他常规测量应遵循《水工(常规)模型试验规程》的规定。

## **7 资料整理与分析**

**7.0.1** 整理出包括滑坡体特征值和滑坡涌浪高度、涌浪爬高、涌浪压力、漫坝流量、涌浪传递速度, 相对水深和滑坡体滑速变化等试验成果表。

**7.0.2** 绘制不同滑坡体的涌浪高度与滑速的关系曲线。

**7.0.3** 绘制各滑坡方案, 滑坡涌浪沿程衰减的过程线。

**7.0.4** 绘制各滑坡方案, 各点动水压力与涌浪高度的变化关系曲线。

**7.0.5** 绘制各滑坡方案, 涌浪爬高与涌浪高度变化的关系曲线。

**7.0.6** 绘制各滑坡方案, 漫坝水量与坝前涌浪高度的关系曲线。

**7.0.7** 绘制各滑坡方案, 各测点涌浪高度与佛劳德数的关系曲线。

**7.0.8** 整理出各滑坡方案, 岸坡、建筑物处涌浪爬高的淹没范围和照片。

**7.0.9** 绘制各组滑坡方案, 涌浪对通航船只影响的范围图。

**7.0.10** 绘制各组滑坡方案, 滑坡体崩入河中堆积体的位置和形状图, 计算出堆积方量。

**7.0.11** 有关资料整理的其他要求按《水工(常规)模型试验规程》的规定。

## 8 报 告 编 写

- 8.0.1 阐明滑坡涌浪模型设计和制作的特点。
- 8.0.2 描述滑坡体的形状、方量、位置、滑速和地质特征。
- 8.0.3 阐明滑坡体、滑动面的模拟与制作及其相似程度。
- 8.0.4 阐明模型上滑坡体滑速测量方法及其相似性。
- 8.0.5 阐明涌浪高度、压力、流速测点布局的合理性及其测试数据的可靠性。
- 8.0.6 阐明涌浪漫坝水量的测量方法及量测精度。
- 8.0.7 论述涌浪爬高、浪压力对工程和岸边工业、农业、居民生活等安全的影响。
- 8.0.8 论述涌浪漫坝对下游河道、建筑物及两岸工业、农业、人民生活造成的影响。
- 8.0.9 分析滑坡涌浪对河道航运的影响。
- 8.0.10 分析崩入河道的滑坡堆积体对通航的影响。
- 8.0.11 论证重要地区涌浪爬高淹没范围的危害程度，并提出减免危害的措施。
- 8.0.12 报告应对滑坡涌浪可能造成的危害性及其预防措施，提出定量或定性的结论性意见。
- 8.0.13 有关报告编写的其他要求，应遵循《水工（常规）模型试验规程》的规定。

---

## 附加说明

主 编 单 位：中国水利水电科学研究院

参 编 单 位：南京水利科学研究院、水利部长江科学院

主要起草人：庞昌俊 黄种为 许玉林 周名德  
何益源 张声鸣 陈永奎

中华人民共和国行业标准

**水工(专题)模型试验规程**

**SL 156~165—95**

条文说明

# 目 次

水流空化模型试验规程 SL156—95 .....	66
掺气减蚀模型试验规程 SL157—95 .....	70
水利建筑物水流压力脉动和流激振动模型	
试验规程 SL158—95 .....	74
闸门水力模型试验规程 SL159—95 .....	83
冷却水工程水力、热力模型试验规程 SL160—95 .....	88
航道水力模型试验规程 SL161.1—95 .....	97
船闸水力模型试验规程 SL161.2—95 .....	100
水电站有压引水系统模型试验规程 SL162—95 .....	103
施工导流模型试验规程 SL163.1—95 .....	106
施工截流模型试验规程 SL163.2—95 .....	110
溃坝模型试验规程 SL164—95 .....	114
滑坡涌浪模型试验规程 SL165—95 .....	118

# 滑坡涌浪模型试验规程 SL165—95

## 1 总 则

**1.0.1~1.0.2** 滑坡涌浪模型试验规程, 虽是根据国内已进行的水库和河道滑坡涌浪模型试验和计算方面的经验编制, 但亦适用于湖泊、海洋岸坡坍滑的涌浪模型试验研究。

**1.0.3** 当进行有船舶通行的河道滑坡涌浪模型试验时, 鉴于涌浪和滑坡体进入河道的堆积体对船舶通航有影响, 故必须结合交通部门有关航运方面的规程统一考虑。

## 2 相 似 准 则

**2.0.1** 遵循佛劳德相似准则。即表明各主要水力要素仍然符合下列模型比尺的关系。

长度比尺:  $L_r$ ;

流速比尺:  $V_r = L_r^{\frac{1}{2}}$ ;

流量比尺:  $Q_r = L_r^{\frac{5}{2}}$ ;

时间比尺:  $T_r = L_r^{\frac{1}{2}}$ ;

糙率比尺:  $n_r = L_r^{\frac{1}{6}}$ 。

**2.0.2** 关于滑坡体在保证几何相似的同时还应保证重量的相似:

重量比尺:  $G_r = L_r^3$

**2.0.3** 主要是考虑到阻力对漫坝流量的行进速度和涌浪爬坡高度的影响。

## 3 试验设备与量测仪器

**3.0.2** 当滑坡体的滑动采用滚轮车式时, 则需注意滚轮直径要

小，应尽量使滑坡体底部与河床之间缝隙较小，以保证滑坡体下滑迎水面的推力相似。当采用面滑动式时，则应注意摩擦阻力的问题，可适当采取光面或园珠等减阻措施。

**3.0.3~3.0.6** 关于量测仪器：凡已成为商品出售的量测仪器，均必须有经过国家或行业计量鉴定的合格证书。单位自制或兄弟单位内销的专用仪器，必须通过率定和鉴定，具有合格证书或相应的证明文件。测量使用的一次、二次和数据采集系统的仪表检定（校验）周期一般为1~2年。

## **4 模 型 设 计**

**4.0.1~4.0.2** 按佛劳德模型定律设计模型，包括河道、水库地形、大坝等建筑物及滑坡体。宜采用正态模型，是因滑坡涌浪在向前传播时，受到岸坡边界和建筑物等的绕射和折射影响，因此，如采用变态模型则会导致浪的失真。

**4.0.3~4.0.7** 由于地形、地貌、地质情况一般较为复杂，岸坡坍塌同时还受气候条件和环境条件的影响，因此，要将滑坡体的方量、重量、形状、滑速、滑动面和滑动方式等弄得很清楚，很准确十分困难，这对地质人员来说也有一定难度。针对这种实际情况，滑坡涌浪模型试验，一般是根据设计方面提供的滑坡地质图来设计模型滑坡体。在保证体积、重量和外形相似的条件下，一般采取滑坡体整体下滑，在原型这种可能性存在，但机遇不大，模型上这样做主要是如果滑速相似，则可获得最大涌浪值，便于分析滑坡可能造成的最大的危害性。至于滑坡体是采取整体还是分块（散体），是采用刚性的还是柔性的，是不透水的还是透水材料的，这可根据情况设计，但必须保证总的重量、体积和外形的相似。关于滑坡体位置，模型试验中应做地质图中的位置。但是为了扩大滑速范围，模型上可以合理的提高或降低滑坡体位置，以获得同一滑坡体不同滑速时的涌浪资料，以此来解决原型滑坡体滑速难以计算准的问题。这主要是针对工程生产试验任务的滑坡

涌浪模型试验而言。

## 5 模型制作与安装

**5.0.1** 滑坡体不论是采用混凝土、水泥砂浆块、砂袋，都可用铅块或铁砂配重，来模拟整块滑坡体的重量相似。

**5.0.2** 滑坡体滑速测量，要求点感应器布置密些，重点是获得最大瞬时滑速。

**5.0.5~5.0.6** 关于浪高、流速、压力感应量测点位置的选定，应考虑到工程需要和资料分析方便等要求。浪高感应器的安装应注意朝向滑坡体方向，且垂直于水面，必须考虑到可量到负波与正波的全程范围。压力感应器的安装应注意感应器面与被测点建筑物面齐平。可测河道基流流速，致于涌浪传播速度一般用计算获得。

## 6 试验内容与方法

**6.0.1** (4)试验前对浪高仪和压力传感器的率定，应在与模型上测量时的同温条件下进行。是为了防止温度影响测量误差。

**6.0.1** (5)关于漫坝流量的测量，由于漫坝流量系非恒定流，即使采用电测方法，也难以测准。可以采用容积法，测量漫坝的总的水量，亦可采用水位计，测量漫坝洪水的水位变化过程，用以分析滑坡涌浪漫坝对下游的影响。

**6.0.2** (1)对水库、河道两岸离滑坡体较近的地域，有工区、工厂、矿山，名胜、旅游景点等重要保护区，则涌浪爬高与障碍物和岸坡糙率有关，故宜对糙率和房屋等障碍物予以模拟。

## 7 资料整理与分析

**7.0.1~7.0.8** 滑坡涌浪属于孤立波，涌浪（波）是由滑坡体的

冲击、推挤水体形成的，涌浪的大小直接受滑坡体重量、滑速和滑坡体前额形状的阻水面积相关，而是第一个波最大。因此，资料整理与分析均是以最大波高为主，也有称之为最高涌浪。每个滑坡体方案均有各自在某一特定点的最高涌浪值。最高涌浪是资料分析的重点，因它对工程的影响大。

**7.0.9** 是对通航河道的滑坡涌浪试验而言，则要求测出滑坡涌浪与推进距离和时间的变化关系，即涌浪随距离的衰减过程和随时间的衰减过程，以便结合船模试验，分析各种船型能否航行的时间和距离（范围）。

**7.0.10** 主要是指总崩坍入河中的堆积体位置方量和形状。总的目的是要探明滑坡体进入河中的总量是否淤积航道，使实际水深小于船舶吸水深度而碍航。

## **8 报 告 编 写**

**8.0.1~8.0.6** 要求报告应对模型设计、制作，测点布置、测量方法等方面阐明其正确性和合理性。进而可以论证测量资料的可靠性。

**8.0.7~8.0.10** 要求在模型实测资料整理分析的基础上，就滑坡涌浪对坝体、周围建筑物，上、下游河道通航，两岸涌浪爬坡淹没范围等方面进行论述，说明危害程度。

**8.0.11** 对工程生产任务，这是报告的重点。通过滑坡涌浪模型试验获得的成果，针对工程实际提出具体而鲜明的结论。

SL 156~165—95

书号：1580124·22

定价：13.00 元