

水利部国际合作与科技司 编

水利技术标准汇编

水利水电卷

勘测试验方法



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



水利技术标准汇编

水利水电卷

勘测试验方法

主 编	俞衍升	郑 贤	张国良
副主编	李新军	乔世珊	汪易森
	周学文	董在志	杨诗鸿



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利技术标准汇编
水利水电卷·勘测试验方法

*

中国水利水电出版社出版、发行
(北京市三里河路6号 100044)
北京市地矿印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 57印张 1346千字
2002年6月第一版 2002年6月北京第一次印刷
印数 0001—2100册

*

书号 155084·109
定价 148.00元

凡购买本规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社水利水电技术标准咨询服务中心负责调换
版权所有·侵权必究

《水利技术标准汇编》编委会

主 任：索丽生

副主任：高安泽 何文垣 董哲仁 陈厚群

委 员：矫 勇 高而坤 吴季松 张红兵 周 英 俞衍升
焦居仁 冯广志 李代鑫 赵春明 郑 贤 刘雅鸣
程回洲 唐传利 张国良 宁 远 刘松深 汤鑫华
曹征齐 刘建明 陈明忠 许新宜 李赞堂 王 勇
庞进武 赫崇成

《水利技术标准汇编》分卷名称及分卷主编

- | | |
|-------------|----------------|
| 一、综合卷 | 主编：陈明忠 |
| 二、水文卷 | 主编：刘雅鸣 |
| 三、水资源水环境卷 | 主编：吴季松 刘雅鸣 |
| 四、水利水电卷 | 主编：俞衍升 郑 贤 张国良 |
| 五、防洪抗旱卷 | 主编：赵春明 |
| 六、供水节水卷 | 主编：吴季松 冯广志 |
| 七、灌溉排水卷 | 主编：冯广志 |
| 八、水土保持卷 | 主编：焦居仁 |
| 九、农村水电及电气化卷 | 主编：程回洲 |
| 十、综合利用卷 | 主编：张红兵 |

《水利技术标准汇编》编辑工作组

主 编：董哲仁

执行主编：陈明忠 李赞堂 刘咏峰 黄会明 董在志

工作人员：(按姓氏笔画为序)

王 艺 王晓玲 宁堆虎 刘经和 刘鹏鸿

匡少涛 孙长福 朱晓原 许荷香 何定恩

吴 剑 李文明 李怡庭 杨诗鸿 陆建华

陆桂林 孟繁培 郭孟卓 曹 阳 黄会明

程光明 董在志 董侬生 鲁兆荣 窦以松

熊 平

总 编 辑：王国仪 穆励生

中心主任：黄会明

责任编辑：许荷香 陆桂林 曹 阳 黄会明

封面设计：王 艺

版式设计：孟繁培

责任印制：孙长福

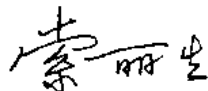
序

新中国成立后，特别是改革开放 20 多年来，水利标准化工作得到了长足的发展。已编制发布的现行有效的水利技术标准已达 392 项，其中国家标准 51 项，行业标准 341 项，另外尚有 120 项技术标准在编。各地和有关企业结合实际需要，还编制了相关的地方和企业水利技术标准，这些标准基本上覆盖了水利建设和发展的主要技术领域，初步满足了当前水资源合理开发、高改利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理对水利技术标准的需要。《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）的发布实施，对进一步强化政府职能，确保水利建设工程的质量和安 全，促进建设工程技术进步，提高建设工程经济效益和社会效益具有重要意义，也为水利工程建设领域，迎接加入世贸组织的机遇和挑战提供了技术支撑。2001 年 5 月，水利部正式批准发布了《水利技术标准体系表》。该体系表作为水利技术标准制修订的中长期规划，为未来一定时期内水利技术标准的制修订工作提供了依据。该体系表的全面实施，将进一步提高水利技术标准在大江大河大湖治理、节约用水和提高用水效率、水环境保护、跨流域和跨地区调水、水土保持生态系统建设、西部地区和城市水利建设、水利信息化等方面的覆盖率，为新时期水利工作提供强有力的技术保障。

当前，水利工作进入了新的时期，党中央国务院高度重视水利工作，十五届五中全会把水资源作为重要的战略资源，强调要以水资源可持续利用支持经济社会的可持续发展，加大了

对水利建设的投资力度，水利建设的任务十分繁重。加入世贸组织后，我国的水利建设事业也将按照国际准则，全面走上国际舞台。为确保我国水利建设事业的持续健康发展，顺应社会主义市场经济的要求，进一步与国际接轨，水利标准化工作作为一项不可替代的基础性技术工作，将发挥至关重要的作用。

部国科司组织力量，在广泛征求专家和用户意见的基础上，以现行有效的水利技术标准为主体，同时收录部分与水利行业密切相关的其他行业技术标准，进行整理，汇编出版《水利技术标准汇编》，既可方便水利行业职工使用，促进水利技术标准的贯彻实施，又为全面研究、改进水利标准化工作和提高水利标准化水平创造条件，因而是一项十分有意义的工作。全国水利战线的广大领导干部和技术人员，要切实提高标准化意识，严格按照标准组织设计、施工和管理，严把质量关，同时要与违反技术标准的行为作斗争，特别要加大对违反强制性标准行为的处罚力度，为保质保量地完成新时期的治水任务，造福人类而努力奋斗。



二〇〇一年十二月二十五日

前 言

水利标准化工作作为强化政府宏观调控的基础和手段，是水利行业的主要技术保证。多年来，在有关单位和部门的支持和帮助下，水利标准化工作得到了很大的发展。

在新的世纪，党中央、国务院把水资源同粮食、油气资源一起列为国家的重要战略资源，将水资源问题摆在突出位置，提出了新时期的治水方针与目标，我国水利标准化工作和水利事业一样，正面临着难得的发展机遇和更大的挑战。为了贯彻执行党中央、国务院的治水方针，以水资源的可持续利用支撑国民经济和社会的可持续发展，实现水利现代化，我们对水利技术标准和与水利行业密切相关的技术标准进行了汇编，出版《水利技术标准汇编》（下称《汇编》），以满足广大水利技术人员的实际工作需要。

本《汇编》收录了《水利技术标准体系表》所列标准以及直接为水利建设服务的主要相关技术标准。本《汇编》只收录现行有效的技术标准，不收录标准报批稿或送审稿。所录标准的发布日期截止为2001年12月31日。以后，将每年出版年度汇编本作为本《汇编》的补充。本《汇编》采用《水利技术标准体系表》的三维结构框架，按专业门类维度，划分为十卷。其中由于“水资源”门类中标准数量较少，将它与“水环境”合并。对其他重要相关标准的题录，列入本《汇编》的附录。

由于本《汇编》所录技术标准跨越的年度长，涉及的门类多，而各时期和各门类标准的编写格式大多不统一，因此《汇编》中基本保持标准文本的原貌；此外，部分标准中的计量单位个别不符合法定计量单位，请使用时注意。

由于汇编工作量很大，我们工作中难免有考虑不到的地方，请大家提出批评指正！

编 者

2002年1月

目次

序	索丽生
前言	编者
水利水电工程钻孔压水试验规程 SL25—92	1
水利水电工程钻孔抽水试验规程(试行)	
DLJ203—81 SLJ1—81	37
土工试验方法标准 GB/T50123—1999	64
工程岩体试验方法标准 GB/T50266—99.....	248
土工试验规程 SL237—1999	305
水利水电工程岩石试验规程 SL264—2001	761

水利水电工程钻孔压水 试 验 规 程

SL25—92

主编单位：东北勘测设计院

批准部门：水利部
能源部

施行日期：1992 年 12 月 1 日

中华人民共和国水利部
能源部

关于颁发 SL25—92《水利水电工程
钻孔压水试验规程》的通知

水规〔1992〕54号

为提高压水试验技术水平，适应对外开放和国际交流与合作，根据《标准化法》积极采用国际标准的要求，委托东北勘测设计院负责对 SDJ16—78《水利水电工程钻孔压水试验规程》进行修订，经审定批准为水利行业标准，并予以发布。标准的代号与名称为：SL25—92《水利水电工程钻孔压水试验规程》，该标准自一九九二年十二月一日起实施。考虑到专业工作需要，原《规程》到一九九三年十二月一日起作废。

各单位在实施过程中如有问题和建议请函告水利水电规划设计总院。规程由水利电力出版社出版发行。

1992年6月25日

目 次

1 总则	4
2 基本规定	4
3 试验设备	5
4 现场试验	6
5 试验资料整理	7
附录 A 管路压力损失测定	8
附录 B 活塞抽吸洗孔法	9
附录 C 混凝土塞位灌制法	10
附录 D 用压水试验成果计算岩体渗透系数	10
附录 E 钻孔压水试验记录格式	11
附加说明	14
条文说明	15

1 总 则

1.0.1 钻孔压水试验是一种在钻孔内进行的岩体原位渗透试验。钻孔压水试验的主要任务是测定岩体的透水性,为评价岩体的渗透特性和设计防渗措施提供基本资料。

1.0.2 本规程采用吕荣试验作为常规性的压水试验方法。

1.0.3 本规程适用于水利水电工程地质勘察中的压水试验工作。

2 基 本 规 定

2.1 试验方法与试段长度

2.1.1 钻孔压水试验一般随钻孔的加深自上而下地用单栓塞分段进行。采用金刚石钻进岩石完整、孔壁稳定的孔段,也可在连续钻进一定深度(不超过40m)后,用双栓塞分段进行压水试验。

2.1.2 试段长度一般为5m。

含断层破碎带、强透水带等的孔段,应根据具体情况确定试段长度。同一试段不应跨越透水性相差悬殊的两种岩层。

相邻试段应互相衔接,可少量重叠,但不应漏段。

2.1.3 单栓塞试验的试段长度为栓塞底部至孔底的长度。残留岩芯可计入试段长度之内。

双栓塞试验的试段长度为上栓塞底部至下栓塞顶部的长度。

2.2 压力阶段与压力值

2.2.1 压水试验一般按三级压力、五个阶段〔即 $p_1-p_2-p_3-p_4(=p_2)-p_5(=p_1)$, $p_1 < p_2 < p_3$ 〕进行。 p_1 、 p_2 、 p_3 三级压力一般分别为0.3MPa、0.6MPa和1MPa。

2.2.2 当试段位于基岩面以下30m范围内或岩体软弱时,应适当降低试验压力,以防止试验时岩体抬动、破坏。

2.2.3 逐级升压至最大压力值后,如该试段的透水率小于1Lu,可不再进行降压阶段的试验。

2.2.4 试段压力是指作用于试段内的实际平均压力。

当用安设在与试段连通的测压管上的压力表测压时,试段压力按式(2.2.4-1)计算:

$$p = p_p + p_z \quad (2.2.4-1)$$

式中 p ——试段压力,MPa;

p_p ——压力表指示压力,MPa;

p_z ——压力表中心至压力计算零线的水柱压力,MPa。

当用安设在进水管上的压力表测压时,试段压力按式(2.2.4-2)计算:

$$p = p_p + p_e - p_s \quad (2.2.4-2)$$

式中 p_s ——管路压力损失, MPa;

其余符号与式(2.2.4-1)相同。

2.2.5 压力计算零线的确定方法如下:

2.2.5.1 当地下水位在试段以下时,压力计算零线为通过试段中点的水平线。

2.2.5.2 当地下水位在试段以内时,压力计算零线为通过地下水位以上试段中点的水平线。

2.2.5.3 当地下水位在试段以上时,压力计算零线为地下水位线。

2.2.6 管路压力损失的确定方法如下:

2.2.6.1 当工作管内径一致,且内壁光滑度变化不大时,管路压力损失可用式(2.2.6)计算:

$$p_s = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.2.6)$$

式中 λ ——摩阻系数, $\lambda = 2 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4}$ MPa/m;

L ——工作管长度, m;

d ——工作管内径, m;

v ——管内流速, m/s;

g ——重力加速度, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。

2.2.6.2 当工作管内径不一致时,管路压力损失应根据实测资料确定。实测方法参见附录A。

2.3 试验钻孔

2.3.1 压水试验钻孔的孔径为 59~150mm。

2.3.2 压水试验钻孔宜采用金刚石或合金钻进,严禁使用泥浆钻进。在碳酸盐类地层钻进时,应选用合适的冲洗液。

试验钻孔的套管脚应止水。

2.3.3 在同一地点(一般指 10m 以内)布置两个以上钻孔时,应先钻压水试验钻孔。

3 试 验 设 备

3.1 止水栓塞

3.1.1 目前使用的栓塞有气压式、水压式、单管顶压式、双管循环式等类型,可根据具体条件选择。气压式和水压式栓塞止水的可靠性较好,宜优先选用。

3.1.2 止水栓塞的基本要求是:

(1) 止水可靠,操作方便。

(2) 栓塞长度不小于 7 倍钻孔孔径。

3.2 供水设备

3.2.1 在有条件的地方宜采用自流供水法进行试验。

3.2.2 试验用的水泵应符合下列要求：

3.2.2.1 在 1MPa 压力下，流量能保持 100L/min。

3.2.2.2 压力稳定，出水均匀，工作可靠。

往复式水泵出口应安装容积大于 5L 的稳压空气室。

3.2.3 滤水器上应有 1~2 层孔径小于 2mm 的过滤网。滤水器至水池底部的距离不小于 0.3m。供水调节阀门应灵活可靠，不漏水，且不宜与钻进共用。

3.3 量测设备

3.3.1 压力量测设备有试段压力计和压力表等。试段压力计能直接测定试段压力，宜优先选用。

试段压力计应可靠耐用，适于野外操作。

压力表应反映灵敏，卸压后指针回零。压力表的工作压力应保持在极限压力值的 1/3~3/4 范围内。

3.3.2 流量计应能在 1.5MPa 压力下正常工作，量测范围为 1~100L/min，并能测定正向和反向流量。

3.3.3 水位计应灵敏可靠，不受孔壁附着水或孔内滴水的影响。

水位计的导线应经常检测，并据此修正水位测量成果。

3.3.4 试验用的仪表应专门保管，不得与钻进共用，并定期进行校正。

4 现场试验

4.1 操作程序

4.1.1 试验工作包括洗孔、下置栓塞隔离试段、水位测量、仪表安装和压力、流量观测等步骤。

4.1.2 在试验开始前，应对各种设备、仪表的性能和工作状态进行检查，发现问题立即处理。

4.2 洗孔

4.2.1 一般的孔段采用压水洗孔法。采用压水法洗孔时，洗孔钻具应下到孔底，流量应达到水泵的最大出力。

岩粉堵塞较严重的孔段或拟进行双栓塞压水试验的孔段，宜采用活塞抽吸洗孔法。活塞抽吸洗孔法的操作步骤参见附录 B。

4.2.2 洗孔至孔口回水清洁，肉眼观察无岩粉时即可结束。

4.3 试段隔离

4.3.1 下塞前应对压水试验工作管进行检查,不得有破裂、弯曲、堵塞等现象。接头处应采取严格的止水措施。

4.3.2 采用气压式或水压式栓塞时,充气(水)压力应比最大试验压力(p_3)大0.2~0.3MPa,在试验过程中充气(水)压力应保持不变。

4.3.3 栓塞定位要准确,并应尽量安设在岩石较完整的部位。

4.3.4 当栓塞隔离无效时,应采取移动栓塞、起塞检查、更换栓塞或灌制混凝土塞位等措施加以处理。移动栓塞时只能向上移,其范围不应超过上一次试验的塞位。灌制混凝土塞位的方法参见附录C。

4.4 水位观测

4.4.1 试验前应观测试段的地下水位,观测工作一般在试段隔离后,在工作管内进行。

4.4.2 水位观测每隔5min进行一次。当水位下降速度连续两次均小于5cm/min时,观测工作即可结束,用最后的观测结果确定压力计算零线。

4.4.3 水位观测过程中如发现承压水或多层水等现象时,观测工作应遵照专门规定进行。

4.5 压力和流量观测

4.5.1 打开排气阀,然后向试段送水,待充分排气,排气阀连续出水后,再将其关闭。

4.5.2 调整调节阀,使试段压力达到预定值并保持稳定,然后进行流量观测。

4.5.3 流量观测工作每隔1或2min进行一次。当流量无持续增大趋势,且五次流量读数中最大值与最小值之差小于最终值的10%,或最大值与最小值之差小于1L/min时,本阶段试验即可结束,取最终值作为计算值。

将试段压力调整到新的预定值,重复上述试验过程,直到完成该试段的试验。

4.5.4 在降压阶段,如出现水由岩体向孔内回流的现象,应记录回流情况,待回流停止,流量达到第4.5.3条规定的标准后方可结束本阶段试验。

4.5.5 在试验过程中,应对附近可能受影响的井、硐、孔、泉等进行水位或流量观测。

4.5.6 在压水试验结束前,应认真检查原始记录是否齐全、正确,如有缺项应及时补充,错误应及时纠正。

5 试验资料整理

5.0.1 试验资料整理包括校核原始记录,绘制 $P-Q$ 曲线,确定 $P-Q$ 曲线类型和计算试段透水率等步骤。

当需要根据压水试验成果计算岩体渗透系数时,可参考附录D的公式进行。

5.0.2 绘制 $P-Q$ 曲线时,应采用统一比例尺,即 P 轴坐标1mm代表0.01MPa, Q 轴坐

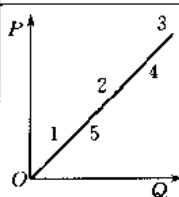
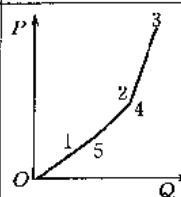
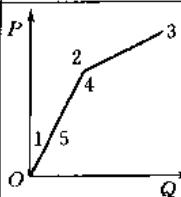
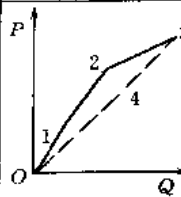
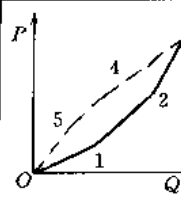
标 1mm 代表 1L/min。

曲线图上各点应标明序号,并依次用直线相连,升压阶段用实线,降压阶段用虚线。

5.0.3 P — Q 曲线分为五种类型,即: A 型(层流型)、B 型(紊流型)、C 型(扩张型)、D 型(冲蚀型)和 E 型(充填型)。

根据升压阶段 P — Q 曲线的形状以及降压阶段 P — Q 曲线与升压阶段 P — Q 曲线之间的关系,确定试段的 P — Q 曲线类型。 P — Q 曲线的类型及曲线特点见表 5.0.3。

表 5.0.3 P — Q 曲线类型及曲线特点表

类型名称	A (层流) 型	B (紊流) 型	C (扩张) 型	D (冲蚀) 型	E (充填) 型
P — Q 曲线					
曲线特点	升压曲线为通过原点的直线,降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向 Q 轴,降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向 P 轴,降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向 P 轴,降压曲线与升压曲线不重合,呈顺时针环状	升压曲线凸向 Q 轴,降压曲线与升压曲线不重合,呈逆时针环状

5.0.4 试段透水率的单位为吕荣 (Lu)。1Lu 的定义为当试段压力为 1MPa 时,每米试段的压入流量为 1L/min。

5.0.5 试段透水率采用最大压力阶段(第三阶段)的压力值(p_3)和流量值(Q_3)按式(5.0.5)计算:

$$q = \frac{Q_3}{l} \cdot \frac{1}{p_3} \quad (5.0.5)$$

式中 q ——试段的透水率, Lu;

l ——试段长度, m;

Q_3 ——第三阶段的计算流量, L/min;

p_3 ——第三阶段的试段压力, MPa。

试段透水率取两位有效数字。

5.0.6 每个试段的试验成果,用试段透水率和 P — Q 曲线的类型符号(加括号)表示如 0.23 (A)、12 (B)、8.5 (D) 等等。

5.0.7 压水试验记录应采用统一的格式(附录 E)。

附录 A 管路压力损失测定

A0.1 当使用钻杆作为单管柱栓塞的工作管,且钻杆内径与接头内径不相同,应实测管路压力损失。据此编制出每米钻杆,每副接头在不同流量下的压力损失图表。