,

中华人民共和国国家标准

工程岩体试验方法标准

GB/T 50266—99

条 文 说 明

制 订 说 明

本标准是根据国家计委计综[1986]2630 号文的要求，由电力工业部负责主编，具体由电力工业部水电水利规划设计总院会同成都勘测设计研究院、中国水利水电科学研究院、长沙矿冶研究院、煤炭科学研究院、武汉岩体土力学研究所、长江科学院、黄河水利委员会勘测规划设计院、昆明勘测设计研究院、东北勘测设计院和铁道科学研究院西南研究所等单位共同编制而成，经建设部 1999 年 1 月 22 日以建标[1999]25 号文批准，并会同国家质量技术监督局联合发布。

在本标准的编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了 40 多年来国内各部门的大量实验数据，综合分析了国内外已有的岩石试验规程，吸收了新的科研成果和国外先进技术，并广泛征求了全国有关单位的意见。最后由电力工业部会同有关部门审查定稿。

鉴于本标准系初次编制，在执行过程中，希望各单位结合工程实践和科学研究，认真总结经验，注意积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交水电水利规划设计总院(北京市安德路六铺炕，邮政编码 100011)，以供今后修订时参考。

本《条文说明》仅供国内有关部门和单位执行本标准时使用。

电力工业部

一九九七年二月

目　　次

1　总　　则 ……（5）
2　岩块试验 ……（6）
2.1　含水率试验 ……（6）
2.2　颗粒密度试验 ……（6）
2.3　块体密度试验 ……（7）
2.4　吸水性试验 ……（8）
2.5　膨胀性试验 ……（8）
2.6　耐崩解性试验 ……（9）
2.7　单轴抗压强度试验 ……（9）
2.8　单轴压缩变形试验 ……（10）
2.9　三轴压缩强度试验 ……（10）
2.10　抗拉强度试验 （10）
2.11　直剪试验 ……（11）
2.12　点荷载强度试验 ……（11）
3　岩体变形试验 ……（12）
3.1　承压板法试验 ……（12）
3.2　钻孔变形试验 ……（13）
4　岩体强度试验 ……（15）
4.1　岩体结构面直剪试验 ……（15）
4.2　岩体直剪试验 ……（16）
5　岩体应力测试 ……（17）
5.1　孔壁应变法测试 ……（17）
5.2　孔径变形法测试 ……（17）
5.3　孔底应变法测试 ……（18）
6　岩体原位观测 ……（19）
6.1　地下洞室围岩收敛观测 ……（19）

6.2 钻孔轴向岩体位移观测 …… (20)
6.3 钻孔横向岩体位移观测 …… (20)
7 岩石声波测试 …… (22)
7.1 岩块声波速度测试 …… (22)
7.2 岩体声波速度测试 …… (22)

1 总　　则

1.0.1　岩石试验的成果，既取决于岩石本身的特性，又受试验方法、试件形态、测试条件和试验环境等的影响。本标准就上述内容作了统一规定，有利于提高岩石试验成果的质量，增强同类岩石试验成果的可比性。

1.0.2　本条规定了本标准的适用范围。考虑到各行业对工程岩体试验技术标准的特殊要求，各行业可根据自己的经验和要求，在本标准的基础上，制定适应本行业的具体试验方法标准。

2 岩块试验

2.1 含水率试验

2.1.1 岩石含水率是试件在105～110℃下烘至恒量时所失去的水的质量与试件干质量的比值，以百分数表示。

(1)岩石含水率试验，主要用于测定粘土岩类岩石在天然状态下的含水率。其它试验要求的烘干试件，仍按试验规定的烘干标准执行。

(2)对于含有结晶水矿物的岩石，含水率试验应降低烘干温度，在未取得充分论证之前，对这类岩石的含水率试验，可用烘干温度60±5℃，或者用抽气干燥缸在真空压力表读数为100kPa及23～60℃的温度范围内使之干燥。

2.1.5 本试验采用称量控制，将试件反复烘干至称量达到恒量为止。如果在对某些岩石作了烘干研究，取得论证后，也可改用时间控制。

2.2 颗粒密度试验

2.2.1 岩石颗粒密度是岩石固相物质的质量与其体积的比值。该试验即为原比重试验。

2.2.2 本条对试件作了以下规定：

(1)颗粒密度试验的试件采用块体密度试验后的试件破碎成岩粉，其目的是减少岩石不均一性的影响。

(2)试件粉碎后的最大粒径，应不含闭合裂隙。国内外有关规定中，除个别采用最大粒径不超过0.125mm外，绝大多数规定过0.25mm筛。根据实测资料，当最大粒径为1mm时，对试验成果影响甚微。根据我国现有的技术条件，本试验规定岩石粉碎成岩粉

后，需全部通过 0.25mm 筛孔。

2.2.4 本标准只采用容积为 100ml 的短颈比重瓶，是考虑了岩石的不均一性和我国现有的实际条件。

2.2.6 纯水密度可查物理手册；煤油密度应实测。

2.3 块体密度试验

2.3.1 岩石块体密度是试件质量与试件体积的比值。根据岩石的含水状态，岩石块体密度可分为干密度、饱和密度和湿密度等。选择试验方法时应注意：

(1)选择岩石块体密度的试验方法时，主要应考虑试件制备的难度和水对岩石的影响。

(2)对于粘土类岩石，将试件置于熔蜡中会引起含水率的变化；若先烘干试件，又将产生干缩，使试件体积缩小，都会使岩石块体密度受到影响，这是蜡封法测定粘土类岩石块体密度的最大弱点。高分子涂料法可在常温下封闭试件，可以确保试验过程中试件含水率和试件体积恒定不变，在取得经验的基础上，允许用高分子涂料法代替蜡封法测定岩石块体密度。

2.3.2 用量积法测定岩石块体密度，能适用于制成规则试件的各类岩石，方法简易，计算成果准确，而且不受试验环境的影响，但采用量积法时，应保证试件制备具有足够的精度。

2.3.3 蜡封法一般用不规则试件，试件表面有明显棱角或缺陷时，对测试成果有一定影响，因此试件应加工成浑圆状。

2.3.7、2.3.8 用量积法测定岩石块体密度时，对于具有干缩湿胀的岩石，试件体积量测在烘干前进行，避免试件烘干对计算密度的影响；用蜡封法测定岩石块体密度时，应掌握好熔蜡温度，温度过高容易使蜡液浸入试件缝隙中，温度低了会使试件封闭不均，不易形成完整蜡膜。因此，本试验规定的熔蜡温度略高于石蜡的熔点(约 57℃)。石蜡密度变化较大，在进行蜡封法试验时，需对石蜡的密度测定，其方法与岩石块体密度试验中水中称量法相同。

2.3.10 鉴于岩石属不均质体，并受节理裂隙等结构面的影响，不可能使同组岩石的每个试件试验成果都一致。在试验成果中，应列出每一试件的试验值，不必求平均值。

2.4 吸水性试验

2.4.1 岩石吸水率是试件在大气压力和室温条件下吸入水的质量与试件固体质量的比值，以百分数表示；岩石饱和吸水率是试件在强制状态下的最大吸水量与试件固体质量的比值，以百分数表示。

2.4.2 试件形态对岩石吸水率的试验成果有影响，不规则试件的吸水率可以为规则试件的两倍多，这和试件与水的接触面积大小有很大关系。本试验规定用单轴抗压强度试验试件作为吸水性试验的标准试件，只有在试件制备有困难时，才允许采用不规则的浑圆形试件。采用单轴抗压强度试验试件作为本试验的标准试件，是因为岩石的吸水性能和单轴抗压强度对岩石的风化程度及岩石中微裂隙的发育程度较为敏感，采用抗压试件使资料成果更趋完整。

2.4.6 本条说明同第 2.3.10 条的说明。

2.5 膨胀性试验

2.5.1 岩石膨胀性试验是测定天然状态下含易吸水膨胀矿物岩石的膨胀性质，如粘土岩类岩石，其它岩石也可采用本标准。主要包括下列内容：

(1)岩石自由膨胀率是岩石试件在浸水后产生的径向和轴向变形分别与试件直径和高度之比，以百分数表示。

(2)岩石侧向约束膨胀率是岩石试件在有侧限条件下，轴向受有限荷载时，浸水后产生的轴向变形与试件原高度之比，以百分数表示。岩石膨胀压力是岩石试件浸水后保持原形体积不变所需的压力。

2.5.6 侧向约束膨胀率试验仪中的金属套环高度不应小于试件

高度与二块透水板厚度之和。不得由于金属套环高度不够，引起试件浸水饱和后出现三向变形。

2.5.9 岩石膨胀压力试验中为使试件变形始终不变，应随时调节所加的荷载：采用杠杆式加压系统，应随时调整法码重量；采用螺杆式加压系统，应随时调整测力钢环或压力传感器的读数。膨胀压力试验仪必须进行各级压力下仪器自身变形的率定，并在加压时扣除仪器变形，使试件变形始终为零。

2.5.10 本条说明同第 2.3.10 条的说明。

2.6 耐崩解性试验

2.6.1 岩石耐崩解性试验是测定试件在经过干燥和浸水两个标准循环后，试件残留的质量与原质量之比，以百分数表示。岩石耐崩解性试验主要适用于粘土岩类岩石和风化岩石，对于坚硬完整岩石一般不需进行此项试验。

2.7 单轴抗压强度试验

2.7.1 岩石单轴抗压强度试验是试件在无侧限条件下，受轴向力作用破坏时，单位面积上所承受的荷载。本试验采用直接压环试件的方法来求得岩石单轴抗压强度，也可在进行岩石单轴压缩变形试验的同时，测定岩石单轴抗压强度。

2.7.3 鉴于圆形试件具有轴对称特性，应力分布均匀，而且试件可直接取自钻孔岩心，在室内加工程序简单，本试验推荐圆柱体作为标准试件的形状。

2.7.9 加荷速度对岩石强度测定有一定影响。本试验所规定的每秒 0.5～1.0MPa 的加荷速度，与当前国内外习惯使用的加荷速度一致。在试验中，可根据岩石强度的高低选用上限或下限，对软弱岩石，加荷速度宜再适当降低。

2.7.10 本条说明同第 2.3.10 条的说明。

2.8 单轴压缩变形试验

2.8.1 岩石单轴压缩变形试验是测定试件在单轴压缩应力条件下的纵向及横向应变值，据此计算岩石弹性模量和泊松比。本试验采用电阻片法测定岩石试件的变形参数，也可采用千分表或其它量测元件测定岩石变形，在计算中应将变形换算成应变。

2.8.5 试验时宜采用分点测量，这样有利于判断试件受力状态的偏心程度，以便及时调整试件位置。

2.8.6 本试验用两种方法计算岩石弹性模量和泊松比，即岩石平均弹性模量与岩石割线弹性模量及相对应的泊松比。根据需要，也可确定任何应力下的岩石弹性模量和泊松比。在试验成果中，应列出每一试件的试验值，不必求平均值。

2.9 三轴压缩强度试验

2.9.1 岩石三轴压缩强度试验是测定一组岩石试件在不同侧压条件下的三向压缩强度，据此计算岩石在三轴压缩条件下的强度参数。本试验采用等侧压条件下的三轴压缩试验，是指适用于三向应力状态中的特殊情况，即 $\sigma_2 = \sigma_3$ 。在进行三轴压缩试验的同时，应进行岩石单轴抗压强度、抗拉强度试验。

2.9.5 侧压力值的选定，主要依据三轴试验机的性能和岩石性质。试件采取防油措施的原因，是为了避免因油液渗入试件而影响试验成果。

2.10 抗拉强度试验

2.10.1 岩石抗拉强度试验是在试件直径方向上，施加一对线性荷载，使试件沿直径方向破坏，间接测定岩石的抗拉强度。本试验采用劈裂法进行抗拉试验，属间接拉伸法。

2.10.5 垫条可采用直径为 4mm 左右的钢丝或胶木棍，其长度应大于试件厚度。垫条的硬度应与试件硬度相匹配，垫条硬度过

大，易对试件发生贯入现象；垫条硬度过低，垫条本身将严重变形，两者都影响试验成果。凡试件最终破坏未贯穿整个试件截面，而是局部脱落，应视为无效试件。

2.10.6 本条说明同第 2.3.10 条的说明。

2.11 直 剪 试 验

2.11.1 岩石直剪试验是将同一类型的一组岩石试件，在不同的法向荷载下进行剪切，根据库伦表达式确定岩石的抗剪强度参数。本试验采用应力控制式的平推法直剪试验。对于完整坚硬的岩石，宜采用三轴试验。

2.11.9 预定应力或预定压力，一般是指工程设计应力或工程设计压力。在确定试验应力或试验压力时，还应考虑岩石或岩体的强度、岩体的应力状态以及设备的精度或出力。

2.11.12 当剪位移量不大时，剪切面积可直接采用试件剪切面积，当剪位移量过大而影响计算精度时，应采用最终的重叠剪切面积；确定剪切阶段特征点时，按现在常用的有比例极限、屈服极限、峰值强度，在提供抗剪强度参数时，必须提供抗剪断的峰值强度参数值。

2.12 点荷载强度试验

2.12.1 岩石点荷载强度试验是将试件置于上下一对球端圆锥之间，施加集中荷载直至破坏，据此求得岩石点荷载强度和其各向异性指数。

2.12.7 点荷载试验仪的加荷球端圆锥压头的顶角应为 60°，球端曲率半径为 5mm。

2.12.8 当试件中存在弱面时，加荷方向应分别垂直弱面或平行弱面，以求得各向异性岩石的最大和最小的点荷载强度。

2.1.9 修正指数 $m=2(1-n)$，其中 n 为 $\log P \sim \log D_0^2$ 关系曲线的斜率。

3 岩体变形试验

3.1 承压板法试验

3.1.1 本条说明了该试验的适用范围。

(1)承压板法岩体变形试验是通过刚性或柔性承压板施力于半无限空间岩体表面,量测岩体变形,按弹性理论公式计算岩体变形参数。

(2)本试验采用圆形承压板,特殊情况下,允许采用方形或矩形承压板,但应分别采用相应的计算公式计算,并在试验记录中加以说明。

(3)采用刚性承压板或柔性承压板,可按岩体强度和设备拥有情况选用,坚硬完整岩体宜用柔性承压板,半坚硬和软弱岩体宜用刚性承压板。

(4)本试验适用于在试验平洞或井巷中进行。在露天进行试验时,反力装置可采用地锚法或压重法,但必须注意试验时的环境温度变化,以免影响试验成果。

3.1.2 在开挖试验平洞时,应采取防震措施,尽可能减少岩体的扰动。一般可采用打防震孔或小药量爆破等方式。利用勘探平洞或井巷进行试验时,应清除岩体表面受爆破扰动的岩层。

3.1.9 本条规定了试验必要的仪器和设备。

3.1.12 布置测表时,对均质完整岩体,板外测点可按平行和垂直试验洞轴线布置;对有明显结构面的岩体,可按平行和垂直主要结构面走向布置。

3.1.13 为缩短混凝土的养护期,可在混凝土中加适量的速凝剂。一般采用的速凝剂有氯化钙、氯化钠等。

3.1.14 逐级一次循环加压时,每一循环压力应退零,使岩体充分

回弹。当加压方向与地面不相垂直时，考虑安全的原因，允许保持一小压力，这时岩体回弹是不充分的，所计算的岩体弹性模量值可能偏大，应在记录中预以说明。

柔性承压板中心孔法变形试验中，当承压板直径大于 80cm 时，由于岩体中应力传递至深部，需要一定时间过程，稳定读数时间应适当延长，各测表应同时读取变形稳定值。应注意保护钻孔轴向位移计的引出线，不得有异物掉入孔内。

3.1.15 当试点距洞口的距离大于 30m 时，一般可不考虑外部气温变化对试验值的影响，但必须避免由于人为因素（人员、照明、取暖等）造成洞内温度变化幅度过大。通常要求试验期间温度变化不宜大于±1℃。当试点距离洞口较近时，还应采取设置隔温门等措施。

3.1.17 本条规定了试验成果整理的内容，现就在成果整理时应注意的主要问题作如下说明：

当测表因量程不足而需调表时，必须读取调表前后的稳定读数值，并在计算中减去稳定读数值之差。如在试验中，因掉块等原因引起碰动，也可按此方法进行。

刚性承压板法试验，应用 4 个测表的平均值作为岩体变形计算值。当其中 1 个测表因故障或其它原因被判断为失效时，应采用另一对称的 2 个测表的平均值作为岩体变形计算值，并予以说明。

3.2 钻孔变形试验

3.2.1 岩体钻孔变形试验是通过放入岩体钻孔中的压力计或膨胀计，施加径向压力于钻孔孔壁，量测钻孔径向岩体变形，按弹性理论公式计算岩体变形参数。

3.2.2 由于钻孔变形试验的探头依靠自重在钻孔中上下移动，本试验只适宜在铅直孔中进行试验，要求孔斜不超过 5°。为使钻孔孔壁平直光滑，宜采用金刚石钻头钻进。当孔壁存在长度大于加压段1/3、深度大于1cm的空穴或在孔壁有尖锐的岩块存在时，都可

能使橡皮囊破裂，凡遇此类情况，均应进行处理，然后进行试验。

3.2.3 为合理地布置测点，应对钻孔岩心进行全面的地质描述，特别要注意钻孔岩体中软弱部位情况的描述。

3.2.5 钻孔变形试验适用于孔内能注满水的钻孔，如果钻孔漏水严重，则应进行灌浆，待水泥浆凝固后再钻孔，然后注水进行试验。

3.2.7 试验的最大压力应根据岩体强度、工程设计需要和仪器设备条件确定。

4 岩体强度试验

4.1 岩体结构面直剪试验

4.1.1 岩体结构面直剪试验是将同一类型岩体结构面的一组试体，在不同的法向荷载下进行剪切，根据库伦表达式确定岩体结构面的抗剪强度参数。岩体结构面直剪试验可分为：在结构面未扰动情况下进行的第一次剪断，通称抗剪断试验；剪断后，沿剪断面继续进行剪切的试验，通称抗剪试验。

4.1.3 本条规定了试体的规格和制备要求。

(1)试体可分为方形(矩形)体和楔形体，本试验推荐方形(矩形)体。在结构面倾角比较陡等特殊情况下可采用楔形体，但在制备试体时，应采取必要措施，防止试体下滑；在试验过程中，应保持法向应力不变。

(2)对于具有一定厚度粘土充填的弱面，为能在试验中可以承受较大的法向荷载，而不致挤出夹泥，可采用加大剪切面积的措施。

(3)对于具有一定厚度粘土充填的膨胀性大的结构面，在试体制备时，可采用限制夹泥膨胀的措施。一般可用：切断地下水来源，尽量避免试体在制备过程中浸泡在水中；在试体顶部，浇筑与试体面积相同的、厚约 10cm 的钢筋混凝土盖板，待初凝后在其上部施加预定法向荷载，然后向下切割使试体成型；通过在试体内部或外部埋设锚筋对试体施加锚固力，预加锚固力的大小，一般以能限制夹泥膨胀为限，在切割试体时，应注意不使锚固力损失，在对试体施加预定法向荷载后，应及时拆除锚筋。

4.1.10 斜向荷载施力方向与剪切面的夹角 α 一般可在 12°～25°范围内选用。

4.1.13 最大法向应力的确定除考虑预定施加应力的大小外，还应考虑所施加的应力不宜引起结构面中充填物挤出。

对于具有含水率大的高塑性充填物的结构面，法向荷载要分级缓慢施加，否则会因剧烈触变而破坏其结构，影响试验成果。本标准对不同性质的结构面，分别规定了各自达到压缩稳定的时间，使试验的固结阶段应满足剪切前结构面在预定应力作用下，其中的孔隙水压力能够全部消散。按照本标准规定，可以认为基本达到固结。试验中，应绘制法向位移与时间对数关系曲线，据此估测主固结时间 t_{100}。

4.1.14 本标准采用的分级连续施加剪切荷载相当于排水剪，按所规定的剪切速率达到峰值强度的全部剪切历时，一般超过固结曲线所确定的 t_{100} 的 6 倍。对于具有含水率大的高塑性充填物的结构面，可以降低剪切速率，以满足要求。

4.1.15 当结构面中可能有多个剪切面时，试后对剪切面的描述要首先确定实际剪切面。试件通常都沿着凝聚力最小的面剥离，合理地确定实际剪切面，能正确地评价结构面的性质及其抗剪强度参数。实际剪切面一般可按剪切面中擦痕的长度和分布情况，或泥面的连续性及其厚度加以确定。

4.1.16 由于平推法和斜推法二种试验方法的最终成果无明显差别，本标准将二种试验方法并列，一般可根据设备条件和经验选用。

4.2 岩体直剪试验

4.2.1 岩体直剪试验是将同一类型岩体的一组试体，在不同法向荷载下进行剪切，根据库伦表达式确定岩体本身的抗剪强度参数。对于完整坚硬的岩体，宜采用室内三轴试验。

4.2.2 剪切缝的宽度，一般为推力方向试体长度的 5%，能够满足一般岩石的要求。

4.2.6 试验过程中，应及时记录试体中的响声和试体周围裂缝开展的情况，以作成果整理时参考。

5 岩体应力测试

5.1 孔壁应变法测试

5.1.1 孔壁应变法测试是采用孔壁应变计，量测套钻解除后钻孔孔壁的岩石应变，按弹性理论建立的应变与应力之间的关系式，求出岩体内某点的空间应力。本测试适用于各向同性岩体的应力测试。

5.1.2 如需测试原岩应力时，测点深度应超过应力扰动影响区。在地下洞室中进行测试时，测点深度应超过洞室直径(或相应尺寸)的 2 倍。

5.1.3 由于工程区域构造应力场、岩体特性及边界条件等对应力测试成果有直接影响，因此要注意收集上述有关资料。

5.1.7 套钻钻孔的最终深度，应使测试元件安装位置超出孔底应力集中影响区。这样得到的读数，并据以计算该点岩体应力时，才不致引起很大误差。

5.1.8 解除后的岩心如不能在 24h 内进行围压试验时，应立即包封，防止干燥。在进行围压试验时，应注意不得移动测试元件位置，以保证测试成果的准确性。

5.1.9 为保证测试精度，在同一钻孔内测试次数不应少于 3 次。当测试数据离散性较大时，应增加测试次数。

5.2 孔径变形法测试

5.2.1 孔径变形法测试是采用孔径变形计，量测套钻解除后的钻孔孔径变化，按弹性理论建立的孔径变化与应力之间的关系式，求出岩体某点的应力。需测求岩体空间应力时，应采用 3 个钻孔交会测试，即实交会法。特殊情况下，可采用虚交会法，但应予以说明。

5.3 孔底应空法测试

5.3.1 孔底应变法测试是采用孔底应变计，量测套钻解除后的钻孔孔底岩面应变，按弹性理论公式计算岩体内某点的应力。需测求岩体空间应力时，应采用 3 个钻孔交会测试。

6 岩体原位观测

6.1 地下洞室围岩收敛观测

6.1.1 地下洞室围岩收敛观测是用收敛计量测围岩表面两点在连线(基线)方向上的相对位移,即收敛值。本标准也适用于岩体表面两点间距离变化的观测。

6.1.2 本条规定了观测断面和观测点的布置原则。

(1)根据实测资料分析,一般情况下,当开挖掌子面距观测断面 1.5～2.0 倍洞径后,“空间效应”即掌子面的约束作用所产生的影响基本消除。因此,要求测点埋设应尽可能接近掌子面,距掌子面不宜大于 1.0m。

(2)“时间效应”是指在掌子面约束作用解除后,收敛值随时间的延长而增大的现象。

(3)测点宜布置在位移较大的部位。

6.1.7 本条规定了观测的步骤。对观测过程中应注意的问题作如下说明:

(1)观测应由固定的人员进行操作,以减少人为误差。

(2)所有观测资料,应在 24h 以内进行整理,并对异常数据作出相应分析、判断和处理建议。

(3)第一次观测时间应尽早进行,宜在掌子面开挖后立即埋设测点并进行观测。

(4)观测时间间隔应根据开挖情况和收敛值变化的大小来确定,一般在洞室开挖或支护后的半月内,每天应观测 1～2 次;当掌子面推进到距观测断面大于 2 倍洞径的距离后,每 2 天观测 1 次;当变形稳定后,长期观测一般每月观测 1～2 次。

当在观测断面附近进行开挖时,爆破前后均应观测1次;在观

测断面进行支护或加固处理时，应增加观测次数。

当测值出现异常时，应增加观测次数，以便正确地进行险情预报和获得关键性资料。

6.1.8 采用收敛计观测的围岩位移，只是两个测点间的距离变化，若需求出各测点的位移，可以通过近似计算求得。在选择计算方法时，应考虑方法的假定是否接近所测洞室的实际情况。

6.2 钻孔轴向岩体位移观测

6.2.1 钻孔轴向岩体位移观测是通过钻孔轴向位移计量测孔壁岩体不同深度与钻孔轴线方向一致的位移。

6.2.7 本条说明同第 6.1.7 条的说明。

6.3 钻孔横向岩体位移观测

6.3.1 本条说明了该观测方法的适用范围。

(1)钻孔横向岩体位移观测是通过测斜仪量测孔壁岩体不同深度与钻孔轴线垂直的位移。

(2)本观测方法采用单向伺服加速度计式滑动测斜仪。

(3)当采用双向伺服加速度计式滑动测斜仪和固定式测斜仪时，可参照本标准。

6.3.2 测孔应有足够的深度，以保证至少有 5m 以上的导管位于滑动面以下的稳定的岩体内，以便得到可靠的位移测量基准点。假如测斜管底端以下的岩体发生移动，则必须采用其它精确的测量方法，并在孔口设基准点。

6.3.6～6.3.7 本条规定了测斜管安装的要求。对安装过程中应注意的问题作如下说明。

(1)应尽量使测斜管速接成一直线。当深度大于 30m 时，应采用测扭仪测定导槽的扭曲度，以备校正计算位移值。

(2)浆液固化后的力学性质宜与钻孔周围岩体的力学性质相似，为此应预先进行浆液配比试验。

(3)在岩体位移突变段,可用砂或其它措施充填测斜管与钻孔孔壁间隙,以防止由于岩体位移过大造成测斜管的折裂或剪断,保证测头顺利通过。

(4)观测间距,一般指测头上下两组导轮之间的距离,这样可使每一测段测量结果衔接。

(5)每次观测时,测头应严格保持在相应深度的同一位置上,并由固定人员进行操作。

(6)所有观测资料,应在 24h 以内整理,并对异常数据作出相应分析、判断和处理。

7 岩石声波测试

7.1 岩块声波速度测试

7.1.1 岩块声波速度测试是测定超声波的纵、横波在试件中传播的时间，据此计算岩块声波速度。

7.1.5 采用直透法布置换能器时，需将换能器安放在试件的两个端面上，使换能器的中心在试件的轴线上；平透法的两换能器应布置在试件的同一侧面；采用切变振动模式的换能器测横波时，收发换能器的振向必须保持一致。换能器置于试件上后，应将多余的凡士林或黄油挤出，以减少耦合介质对测试成果的影响。

7.1.6 由于岩块不是均质体，并受节理裂隙等结构面的影响，因此同组岩块每个试件的试验成果不可能完全一致。在整理测试成果时，应引出每一试件的测试值，不必求平均值。

7.2 岩体声波速度测试

7.2.1 岩体声波速度测试是利用电脉冲、电火花、锤击等方式激发声波，测试声波在岩体中的传播时间，据此计算声波在岩体中的传播速度。

7.2.6 孔间穿透测试时，两钻孔在同一平面且互相平行时，孔内任意深度的距离等于两孔口中心点的距离，否则必须进行孔距校正。在仰孔中测试时，应使用止水设备。两测点间距较大或岩体破碎时，岩体表面测试宜采用锤击振源，孔间测试宜采用电火花振源。

7.2.8 在测试过程中，可按下列原则和方法判别横波；

(1)在岩体介质中，横波出现在纵波之后，它们的速度之比约

$\frac{V_p}{V_s}=\frac{t_s}{t_p}\geqslant 1.7$。

(2)接收到的纵波频率应大于横波频率($f_p > f_s$)。

(3)横波的振幅应比纵波的振幅大($A_s > A_p$)。

(4)采用锤击法时,改变锤击的方向;采用换能器发射时,改变发射电压的极性。此时,接收到的纵波相位不变,横波相位改变180°。

(5)反复调整仪器放大器的增益和衰减挡,在萤光屏上可见到较为清晰的横波,然后加大增益,可较准确测出横波初至时间。

(6)利用专用横波换能器测定横波。