

湖北省水利信息化施工技术指南

湖北省水利厅

2021 年 8 月

前 言

参照 SL1—2014《水利技术标准编写规定》的要求，编制本指南。

本指南共分 8 章和 6 个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、信息采集设备施工、网络通信设备施工、电源设备施工、防雷与接地施工、设备运行环境施工等。

本指南批准部门：湖北省水利厅

本指南主持机构：湖北省水利厅科技与对外合作处

本指南编制单位：湖北省水利水电科学研究院

湖北金浪勘察设计院有限公司

本指南主要起草人：李咏霞 汤文华 向舒华 申寒冬 孙文玲

代春兰 王小平 熊 骥 刘棋成

目次

1 总则	1
2 术语	3
3 基本规定	6
3.1 一般规定	6
3.2 施工技术准备.....	7
4 信息采集设备施工.....	9
4.1 一般规定	9
4.2 雨量监测	9
4.3 液位监测	11
4.4 流量监测	19
4.5 压力监测	31
4.6 墒情监测	33
4.7 闸位监测	35
4.8 水质监测	37
4.9 工程安全监测.....	41
4.10 视频监控	83
4.11 遥测终端机.....	84
4.12 基础安装	85
5 网络通信设备施工.....	87
5.1 一般规定	87
5.2 卫星通信设备.....	87
5.3 无线网桥	87
5.4 机柜机架设备.....	88
5.5 光缆敷设	89
6 电源设备施工.....	104
6.1 一般规定	104

6.2 交流电源	104
6.3 直流电源	105
6.4 太阳能供电系统.....	107
6.5 配电缆敷设.....	107
7 防雷与接地施工.....	110
7.1 一般规定	110
7.2 防雷接地装置.....	110
7.3 其他接地要求及其施工.....	120
8 设备运行环境施工.....	122
8.1 一般规定	122
8.2 机（站）房装饰装修.....	122
8.3 配电系统	126
8.4 空调系统	128
8.5 给水排水系统.....	130
8.6 综合布线	131
8.7 电磁屏蔽系统.....	134
附录 A 雨量、水位、流量监测仪器安装示意图.....	138
A.1 部分雨量计安装示意图	138
A.2 部分水位观测仪器安装示意图	139
A.3 部分流量观测仪器安装示意图	142
附录 B 变形监测仪器安装考证表及示意图.....	143
B.1 表面变形观测仪器安装考证表.....	143
B.2 内部变形观测仪器安装考证表.....	149
B.3 挠度观测仪器安装考证表.....	158
B.4 裂缝和接缝观测仪器安装考证表.....	160
B.5 基岩位移观测仪器安装考证表.....	166
B.6 部分内部变形观测仪器安装埋设示意图.....	167
B.7 部分裂缝和接缝观测仪器安装埋设示意图.....	170
附录 C 渗流监测仪器安装考证表及示意图.....	172
C.1 孔隙水压力计安装考证表.....	172
C.2 测压管安装考证表	178

C.3	堰上水位仪（计）安装考证表.....	179
C.4	部分渗流压力和渗流量观测仪器安装埋设示意图.....	181
附录 D	力、应力应变、压力及温度监测仪器安装考证表	184
D.1	力、应力应变观测仪器安装考证表	184
D.2	压力观测仪器安装考证表	192
D.3	温度观测仪器安装考证表	194
附录 E	光缆吊线及其他设备的接地电阻值要求.....	196
附录 F	光纤线路避雷线接地电阻要求及延伸线（地下部分）长度	197

1 总 则

1.0.1 为规范湖北省水利信息化施工，统一技术要求，提高建设和管理水平，制定本技术指南。

1.0.2 本指南适用于新建、扩建或改造的水利工程信息化施工。水利工程信息化施工包括信息采集设备施工、网络通信设备施工、电源设备施工、防雷与接地施工和设备运行环境施工等。

1.0.3 信息化施工应按国家及相关部门发布的有关环境保护、节能减排和劳动安全与工业卫生等方面的标准和规范，并结合具体情况，制定相应管理细则。

1.0.4 下列文件中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本指南，然而，鼓励根据本指南达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

GB/T 50138	水位观测标准
GB/T 12897	国家一、二等水准测量规范
GB/T 12898	国家三、四等水准测量规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
GB 50150	电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
GB 50168	电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
GB 50169	电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
GB 50172	电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范
GB 50198	民用闭路监视电视系统工程技术规范
GB 50303	建筑电气工程施工质量验收规范
GB 50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50462	数据中心基础设施施工及验收规范

GB 50601	建筑物防雷工程施工与质量验收规范
GB/T 50312	综合布线系统工程验收规范
GB 51171	通信线路工程验收规范
GB 51199	通信电源设备安装工程验收规范
SL 317	泵站设备安装及验收规范
SL 364	土壤墒情监测规范
SL 400	水利水电工程机电设备安装安全技术规程
SL 439	水利系统通信工程验收规程
SL 531	大坝安全监测仪器安装标准
SL 537	水工建筑物与堰槽测流规范
SL651	水文检测数据通信规约
SL588	水利信息化项目验收规范
SZY204	水资源监测设备现场安装调试
SZY206	水资源检测数据传输规约
DL/T 5178	混凝土坝安全监测技术规范
DL/T 5259	土石坝安全监测技术规范

1.0.5 信息化施工除应符合本指南规定外，尚应符合国家现行有关标准和规定。

2 术 语

本指南 1.0.4 条所引用规范确立的和以下术语和定义适用于本指南。

2.0.1 物联网通信技术 Internet of things communication technology

通过信息传感设备，按约定的协议，将任何物体与网络相连接，物体通过信息传播媒介进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监管等功能。

2.0.2 自动化仪表 automation instrumentation

对被测变量和被控变量进行测量和控制的装置和仪表系统的总称。

2.0.3 传感器 transducer

接受输入变量的信息，并按一定规律将其转换为同种或别种性质输出变量的装置。

2.0.4 转换器 converter

接受一种形式的信号并按一定规律转换为另一种信号形式输出的装置。

2.0.5 变送器 transmitter

输出为标准化信号的传感器。

2.0.6 变形 deformation

因荷载作用而引起结构形状或尺寸的改变为变形，结构任一点的变形为位移。

2.0.7 垂直位移 vertical displacement

垂直于水平面的位移，即通常的铅直向位移和竖向位移。

2.0.8 渗流 seepage

水通过土（岩）体孔（裂）隙流动。

2.0.9 渗流压力 seepage pressure

渗入建筑物及地基内而产生的水压力。

2.0.10 孔隙水压力 pore water pressure

水在土体孔隙内形成的水压力。

2.0.11 土壤墒情监测站 monitoring stations for soil moisture

土壤墒情基本监测站和临时监测站的统称，简称墒情站。

2.0.12 数据中心 data center

专指为集中放置和充分利用电子信息系统设备并能保证正常运行环境的场所。可以是一幢建筑物或其中的部分，包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区等。

2.0.13 UPS 一体化机柜 UPS Integrated Cabinet

将数据中心基础设施产品进行深度整合，包含 UPS、配电、制冷、机柜、消防等多个子系统，通过监控系统对全部系统实现统筹管理。

2.0.14 接地极 grounding electrode

埋入地中并直接与大地接触的金属导体称为接地极，分为水平接地极和垂直接地极。

2.0.15 自然接地极 natural grounding electrode

可利用作为接地用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建筑的基础、金属管道和设备等。

2.0.16 接地电阻 ground resistance

在给定频率下，系统、装置或设备的给定点与参考点之间的阻抗称为接地阻抗，接地电阻为其实部，工频时为工频接地电阻。

2.0.17 保护接地 protective ground

电气装置的金属外壳、配电装置的构架和线路杆塔等，由于绝缘损坏有可能带电，为防止其危及人身和设备的安全而设的接地。

2.0.18 接地网 grounding grid

由垂直和水平接地极组成的具有泄流和均压作用的网状接地装置。

2.0.19 等电位接地网 equipotential grounding grid

由水平导体纵横连接构成的各节点处于等电位的接地网，其最终与土壤中接地网相连接。

2.0.20 外部防雷装置 external lightning protection system

用于防护直击雷的防雷装置，由接闪器、引下线和接地装置组成。

2.0.21 内部防雷装置 internal lightning protection system

用于减小雷电流在所需防护空间内产生的电磁效应的防雷装置，由屏蔽导体、等电位连接件和电涌保护器等组成。

2.0.22 电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

2.0.23 电缆线路 cable line

由电缆、附件、附属设备及附属设施所组成的整个系统。

2.0.24 电缆导管 cable ducts

电缆本体敷设于其内部受到保护和在电缆发生故障后便于将电缆拉出更换用的管子。有单管和排管等结构形式，也称为电缆管。

2.0.25 电缆支架 cable bearer

用于支持和固定电缆，通常由整体浇注、型材经焊接或紧固件联接拼装而成的装置。

2.0.26 电缆桥架 cable tray

由托盘（托槽）或梯架的直线段、非直线段、附件及支吊架等组合构成，用以支撑电缆具有连续的刚性结构系统。

2.0.27 电缆构筑物 cable buildings

专供敷设电缆或安置附件的电缆沟、浅槽、隧道、夹层、竖（斜）井和工作井等构筑物。

2.0.28 遥测终端机 telemetry terminal meter

能自动完成水文参数的采集、存储、编码及传输控制，并通过传输信道，自动完成数据传输的仪器。

3 基 本 规 定

3.1 一 般 规 定

3.1.1 信息化施工前，应具备下列工程及设备图样、技术文件和设备的材料要求：

- 1 施工图及技术要求；
- 2 与施工有关的建筑结构及布线、管路图；
- 3 制造商提供的设备及零部件和备件清单、设备及部件装配图、基础图、设备安装使用说明书、安装专用工器具等应由供货厂家、施工单位、建设单位共同进行进场验收，技术文件应齐全、无误，并应做记录；
- 4 有产品合格证及进场记录。

3.1.2 施工方应明确设备安装检测所采用的检测仪器清单。

3.1.3 施工前应对设备材料进行全面清理、检查和保护，对与施工有关的部件配合进行标记，同时对滑动面应清除毛刺并涂润滑油，对码放可能发生碰撞的设备进行隔护。

3.1.4 施工前，预留的孔、洞、基础预埋件、布线预埋管等的位置、尺寸、规格、走向等应满足设计要求。施工后，产生的尺寸误差应满足设计及相关标准的要求。有封堵要求的孔、洞应封堵严密。

3.1.5 消防用信息化设备安装详见专项设计及施工规范。

3.1.6 施工中的安全及防火、隔爆措施、劳动及环境保护措施应符合国家现行有关标准的规定。

3.1.7 施工现场不宜进行有水作业，无法避免时应做好防护，作业结束时应及时清理施工现场。

3.1.8 对改建、扩建工程的施工，需改变原建筑物结构及超过原设计荷载时，必须具有确认荷载的设计文件。

3.1.9 室内堆放的施工材料、设备和物品的重量不得超过堆放处楼板的荷载。

3.1.10 工程所有材料、设备和装置的装运方式和储存环境应符合产品说明书的规定。

3.1.11 施工中，施工单位应保证施工质量，做到安全、文明施工，并满

足下列要求：

1 应按设计要求进行施工，不得擅自修改设计。施工过程中发现设计文件及图样有错误时，应及时提出意见和建议；

2 应对施工质量进行检验并记录，编写施工日志。施工日志应真实、完整地记录施工、检验、试验数据及异常情况处理等。对隐蔽部件（部位）的施工质量，应在部件（部位）隐蔽前进行检验并做好记录，合格后方可继续施工；

3 遇到重大问题应及时反馈给监理工程师，由监理工程师组织项目法人、设计、制造、施工单位讨论解决；

4 施工的主要设备及材料如需变更，应经过监理工程师、设计和项目法人的书面批准；

5 现场设备、工器具及材料定点摆放整齐，保持场地整洁，通道通常并应进行标识和记录；

6 应按安全控制标准及措施保证施工安全。

3.1.12 隐蔽工程施工结束前应检查和清理施工余料和杂物，验收合格后方可进行封闭，并应有现场施工记录和相应的影像资料。

3.1.13 施工结束后，施工单位应及时移交施工资料。施工资料应与现场实际一致。

3.1.14 监视和测量设备应按规定的时间间隔或在使用前进行校准和（或）验证。

3.2 施工技术准备

3.2.1 信息化施工前，监理工程师应组织项目法人、设计、制造、施工等单位进行技术交底。

3.2.2 信息化施工前，施工单位应对复杂、关键的施工工作编制施工技术方案。

3.2.3 监理工程师应组织项目法人、设计、制造、施工等单位对施工组织设计进行审查，批准后，由监理工程师发布开工令，施工单位方可进场开始正式施工。

3.2.4 信息化施工前，施工单位及准备工作应满足下列要求：

1 应按施工组织设计的要求配齐人员、施工工器具及检验仪器、

仪表等；

- 2 施工人员应接受技术和安全培训，特种作业人员应持证上岗；
- 3 施工人员应熟悉 3.1.1 条规定的有关图样和技术文件；
- 4 应参加监理工程师组织的对与信息化施工有关的土建工程查验，并接受土建施工单位提交的与施工有关的基准线、基准点和水准标高点等；
- 5 应对施工工作面及场地进行清理和布置，并符合施工要求。

4 信息采集设备施工

4.1 一般规定

4.1.1 信息采集设备施工项目包括雨量监测、液位监测、流量监测、压力监测、墒情监测、闸位监测、水质监测、工程安全监测、视频监控、遥测终端机等设施设备和安装基础的施工。

4.2 雨量监测

4.2.1 雨量信息一般采用翻斗式雨量计、虹吸式雨量计、声波式雨量计和称重式雨量计等进行监测。

4.2.2 雨量计的安装示意图见附录 A.1，其安装和调整应符合下列基本要求：

1 雨量计安装基座应平整、稳固，雨量计与基座或雨量计与支承杆法兰盘之间、基座或支承杆与地面之间应采用不锈钢地脚螺栓牢固连接，能保证雨量计在暴风雨中不发生抖动或倾斜。

2 雨量计应当安置在比较开阔和风力较弱的空地上，障碍物与雨量计的距离不应少于障碍物与雨量计承雨口高差的两倍。一般安置在观测场内地面或固定支承杆上，承雨口距地面高度不低于 70 厘米。基座应留有排水道出口和电缆通道。

3 安装基面和雨量计的承雨口须保持水平，水平度的允许偏差为 $\pm 1.0^\circ$ 。

4 安装完毕后应进行调试试验，保证雨量计处于正常工作状态，记录并整理成果。

4.2.3 在室内进行翻斗式雨量计的组装和检查应符合下列要求：

1 翻斗安装前须防止碰伤翻斗轴的轴尖及翻斗两端的弧型引水尖，并且在任何情况下都不要用手指触摸翻斗的内壁，避免污损翻斗。安装好的翻斗应能灵活自如地转动，此时翻斗轴与 2 个轴套之间的游动间隙约为 0.3mm。

2 安装翻斗支架及调整支架水平应使水平泡中的气泡居于中心位置。

3 检查干簧管是否完好或各连接点是否可靠接触，应将干簧管调

整至最佳耦合位置。

4 重复数次用人工注水试验应检查翻斗翻转次数与计量器次数是否一致，同时检查翻斗排水计量误差应在允许偏差 $\pm 4\%$ 以内。

5 应检查仪器输出信号是否正常。

4.2.4 室外安装调试翻斗式雨量计应符合下列要求：

1 安装固定好翻斗式雨量计后，应调整承雨口水平。

2 调整翻斗支架水平。应取下不锈钢外筒，再次检查和调整翻斗支架上的水平泡的气泡是否居于中间位置。

3 安装输出信号线。应将仪器底座的过线孔通过地埋防护管埋入地下，同时用密封堵料将过线孔密封。

4 应根据出厂检验记录绘制出的雨强与准确度的关系曲线图进行模拟降水试验。

5 应进行试验数据清零和雨量计初始化数据设置。

4.2.5 虹吸式雨量计安装和调整应符合下列要求：

1 虹吸式雨量计安装时，应对其零点和虹吸点进行检查。观察自记笔是否停在自记值零线上、自记笔尖移动是否灵活，调试检查虹吸管位置是否正常。

2 承水器下端口与浮子室进水管口位置应调整适宜，浮子室侧管与虹吸管衔接紧密，不可漏水漏气。应使底盘和承雨口水平，浮子及自计钟的中心线竖直。

3 结合注水试验检查浮子室底部、顶盖水平，顶部直柱与浮子直杆平行，浮子直杆、浮子室顶盖中间小孔、导向支架栋梁孔应在一条直线上。并检查笔杆根部固定情况，确保长时间运行不松动。

4.2.6 声波式雨量计安装和调整应符合下列要求：

1 声波式雨量计安装时须检查雨量计是否水平。

2 应检查电源线和信号线路连接是否正确、紧固，防止脱落松动。

3 应进行开关量输出的调试。结合注水试验检查雨量计计数器与注水次数是否一致。

4 应进行雨量计的通信输出测试。

5 雨量计调试完毕后，应对雨量计的累计雨量清零。

4.2.7 称重式雨量计安装和调整应符合下列要求：

- 1 安装前应检查雨量计不得有渗漏水现象。
- 2 称重式雨量计在安装过程中应注意对于降水传感器的保护设置，以实现称重式雨量计的准确合理安装。
- 3 重复数次人工注水试验，进行现场测试校正雨量计。

4.3 液 位 监 测

4.3.1 水位信息一般采用浮子式水位计、投入式水位计、气泡式水位计、超声波式水位计、雷达式水位计、激光式水位计、声波式水位计和电子水尺等进行监测，并需要设置水尺和水准点；油位信息一般采用油位计（磁翻板式液位计）进行监测；污泥界面一般采用污泥界面计进行监测。

4.3.2 浮子式水位计

- 1 浮子式水位计应安装在水位测井内，安装示意图见附录 A.2.1。
- 2 设备安装要求
 - 1) 以测井中心为基准参考点，将水位计底板放在工作平台上。
 - 2) 将悬索与平衡锤固定或锁紧，慢慢将平衡锤放至井底。
 - 3) 悬索另一端绕于水位轮，留长 1m~1.5m，剪断后与浮子固定或锁紧。
 - 4) 将浮子慢慢沉放入测井，直至接触水面为止。
 - 5) 将悬索挂于水位轮上直至平衡。
 - 6) 调节水位计底板使浮子、平衡锤与测井内壁应保持不小于 3cm 的距离。
 - 7) 如浮子、平衡锤、悬索及水位轮一切正常，可紧固水位轮及水位计底板。
 - 8) 校对水位时，将悬索提起，使之稍微离开水位轮，用手缓慢拨转水位轮，直至与水尺水位相符，再将悬索放回水位轮。
- 3 设备调试要求
 - 1) 将信号传输电缆一端接水位传感器；另一端接遥测终端机。
 - 2) 检查遥测终端机所采集数据是否和浮子式水位计机械或电显示数据一致。
 - 3) 顺时针和逆时针多次转动水位轮，模拟水位计输出不同的水位数据，在全量程的高、中、低位逐一检查遥测终端机每次

所采集数据是否和水位计机械或电子显示数据一致。

- 4) 以上检测数据准确无误后将水位轮拨转至与水位尺水位相符的位置。

4.3.3 投入式水位计

1 投入式水位计传感器应安装并固定在最低水位处，其引线也应固定，有条件的可用金属管或塑料管保护。

2 安装要求

- 1) 检查水位计探头及数据传输电缆外观有无破损；
- 2) 采用悬吊的方式将压力式水位计探头及数据传输线缆放入水位测井或相应测量容器的底部；
- 3) 在水位测井或测量容器的顶部将数据传输电缆固定；
- 4) 敷设数据传输线缆，用钢管保护，妥善接地，接入相关现地单元；
- 5) 压力水位计通气管要固定，不能扭曲和变形，防水防尘，保持畅通。

3 调试要求

- 1) 将压力式水位计的数据传输线缆接入采集单元；
- 2) 检查压力式水位计的零点数据输出（压力探头未放入水中数据输出）；
- 3) 将压力式水位计放到安装点，人工测得水位数据减去此时压力水位计数据，得到水位基数。此时测得稳定的水位数据加上水位基数，应该是当前水位值；
- 4) 将压力式水位计的探头提起一定距离，待测量数据稳定后，此时检测的数据应该是原数据减去提起的距离，检查数据是否与输出数据值一致；
- 5) 用以上方法测量压力探头在不同水位高度的数据输出是否与人工测量值一致。

4.3.4 气泡式水位计

1 气泡式水位计压力气管出气口应安装并固定在最低水位处，其压力气管也应固定，有条件的可用金属管或塑料管保护。气泡式水位计安装示意图见附录 A.2.2。

2 安装要求

- 1) 检查气泡式水位计气管外观有无破损及变形;
- 2) 旋开带有过滤网接头的并帽并套在通气管上, 并帽上带有螺纹的一端朝向通气管的端口, 将通气管的一端插在接头的锥管孔内, 并用双板手将通气管的端口和并帽旋紧, 然后将PVC管或镀锌自来水管套在通气管上加以保护, 将出气端放在死水位以下的位置固定且顺流, 敷设保护管(内有气管)到相关现地单元位置, 敷设时应注意不要损坏或扭绞气管, 气管的任何地方都不能有成直角的急剧弯曲;
- 3) 将气泡式水位计的通气管接入传感器气路端口, 出气口与水流保持垂直。

3 调试要求

- 1) 将气泡式水位计的数据传输线缆接入遥测终端机;
- 2) 在各连接点表面上涂上肥皂沫, 启动气泡式水位计的检漏功能, 检查各节点是否有冒泡现象, 如有则将该接点处拧紧后再试, 直至检查结束;
- 3) 通过遥测终端机所测数据与水位进行比测。测试方法同投入式水位计。

4.3.5 超声波水位计

1 超声波水位计应垂直安装在待测水面之上。从超声波水位计探头到水面之间, 应保证探头的发射角内不能有障碍物。

2 安装要求

- 1) 连接好超声波水位计端的数据传输线缆, 并按要求将其密封好, 以防雨水进入仪器带电部分。将连接好的线缆穿入悬臂钢管内部以起到保护的作用。
- 2) 使用安装法兰将超声波水位计探头在悬臂前端固定牢靠, 将安装好探头的悬臂伸到观测水面位置并固定。
- 3) 将数据线缆另一端接入遥测终端机。
- 4) 安装支架侧臂与安装支架之间要有支撑杆, 要求侧臂与支撑杆能够旋转、放下, 便于检修。

3 调试要求

- 1) 将超声波水位计上电，待测量稳定后，人工测量水面到超声波水位计探头的距离，检查人工测量值是否与输出数据值一致。
- 2) 改变超声波水位计探头到待测水面的高度，用以上方法检测探头在不同高度时的数据输出是否与人工测量值一致。之后，按照操作手册将数据值设置为水位值。

4.3.6 雷达式水位计

1 雷达式水位计应垂直安装在待测水面之上。从雷达水位计探头到水面之间，应保证探头的发射角内不能有障碍物。雷达式水位计安装示意图见附录 A.2.3。

2 安装要求

- 1) 连接好雷达水位计端的数据传输线缆，并按要求将其密封好，以防雨水进入仪器带电部分。将连接好的线缆穿入悬臂钢管内部以起到保护的作用。
- 2) 使用安装法兰将雷达水位计探头在悬臂前端固定牢靠，将安装好探头的悬臂伸到观测水面位置并固定。
- 3) 将数据线缆另一端接入遥测终端机。
- 4) 安装支架侧臂与安装支架之间要有支撑杆，要求侧臂与支撑杆能够旋转、放下，便于检修。

3 调试要求

- 1) 将雷达水位计上电，待测量稳定后，人工测量水面到雷达水位计探头的距离，检查人工测量值是否与输出数据值一致。
- 2) 改变雷达水位计探头到待测水面的高度，用以上方法检测探头在不同高度时的数据输出是否与人工测量值一致。之后，按照操作手册将数据值设置为水位值。

4.3.7 激光式水位计

1 激光式水位计应垂直安装在待测水面之上。从激光水位计探头到水面之间，应保证探头的发射角内不能有障碍物。

2 安装要求

- 1) 连接好激光水位计端的数据传输线缆，并按要求将其密封好，以防雨水进入仪器电器部分。将连接好的线缆穿入悬臂钢管

内部以起到保护的作用。

- 2) 使用安装法兰将激光水位计探头在悬臂前端固定牢靠，将安装好探头的悬臂伸到观测水面位置并固定。
- 3) 将数据线缆另一端接入遥测终端机。
- 4) 安装支架侧臂与安装支架之间要有支撑杆，要求侧臂与支撑杆能够旋转、放下，便于检修。

3 调试要求

- 1) 将激光水位计上电，待测量稳定后，人工测量水面到激光水位计探头的距离，检查人工测量值是否与输出数据值一致。
- 2) 改变激光水位计探头到待测水面的高度，用以上方法检测探头在不同高度时的数据输出是否与人工测量值一致。之后，按照操作手册将数据值设置为水位值。

4.3.8 声波式水位计

1 声波式水位计的声波导管应延伸至最低水位处。如果施工时实际水位过高，无法将声波导管延伸至最低水位处，可先将声波导管安装至实际水位，满足当前水位测量要求，待有条件时，再将声波导管延伸至最低水位处。

2 安装要求

- 1) 铺设声波导管。将声波导管沿建筑物外墙或者岸坡尽可能平直地铺设至既定安装水位。
- 2) 铺设在建筑物外墙或者岸坡的声波导管与安装在固定杆的导管连接时必须注意连接点的平滑与密封。
- 3) 连接声波导管与测量仪器（声波发生器与接收器）。连接时必须保证连接点的密封性。
- 4) 完成水位计的调试后，应使用水泥砂浆覆盖声波导管，防止导管腐蚀、损坏或移位。

3 调试要求

- 1) 将声波式水位计的数据传输线缆接入采集单元；
- 2) 将声波式水位计上电，待测量稳定后，人工测量水面到水位计之间的声波导管长度，检查人工测量值是否与输出数据值一致。

3) 按照操作手册设置水位值与测量值的对应关系。

4.3.9 电子水尺

1 电子水尺应在水位测井的井壁、河道的边坡上垂直或倾斜贴壁安装。

2 电子水尺是由传感器和变送器组成。固定传感器可用镀锌钢管或槽钢外加防护罩，由于电子水尺是单元规格量程，应根据现场实际情况分段梯阶安装。传感器安装完成后将传感器导线与变送器连接。

3 将安装好的变送器按照产品说明书进行必要的参数设置（基础水位高程、传感器长度、类型等），使输出的数据与实际水位值相同。

4.3.10 水尺的设置

1 水尺面宽不宜小于 5cm。水尺刻度应清晰，最小刻度应为 1cm，误差不应大于 0.5mm，当水尺长度在 0.5m 以下时，累积误差不得超过 0.5mm；当水尺长度在 0.5m 以上时，累积误差不得超过长度的 1%。数字应清楚且大小适宜，数字的下边缘应靠近相应的刻度处。刻度、数字、底板的色彩对比应鲜明，且不易褪色和剥落。

2 水尺的布设应符合下列规定：

1) 水尺设置的位置应便于观测人员接近和直接观读水位。

2) 水尺观读范围，应高于测站历年最高水位 0.5m 以上、低于测站历年最低水位 0.5m 以下。

3 对设置的水尺应统一编号，水尺编号的标识应清晰直观。

4 当发现水尺变动或在整理水位观测结果时发现水尺零点高程有疑问，就及时进行校测。

5 水尺零点高程应记至 1mm。当对计算水位无特殊要求时，其采用值可记至 1cm。

4.3.11 水准点的埋设

1 测站水准点分基本水准点和校核水准点两种。基本水准点是永久性高程控制点，每站设置 1 个。基本水准点设在测站附近历年最高洪水位以上（或坝顶附近山体处）不易损坏的地方，要求水准点牢固耐久，便于引测，妥善养护，长期稳定，有条件时宜设成暗标。水准点可设在基岩或稳定的永久性建筑物上，也可设在土中。设在土中，底层最小入土埋深宜为 1.2~1.5m。

2 校核水准点主要用来引测水尺零点高程和其他设施高程，每站设置 1 个。校核水准点根据需要在便于引测的地点设置，一般设成明标。校核水准点上端一般由混凝土水准标体和顶端中央镶嵌的水准标志构成，下端浇筑混凝土底座。埋设的最小入土深度可按基本水准点的规定执行。

3 水准点设置由标底座、标体、水准标志等组成。标底座尺寸为 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，砼强度等级为 C25；标体尺寸为上部 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，下部 $700\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，砼强度等级为 C25；标体高度根据地质状况确定，一般为 $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$ 。

4 水准标志可用陶瓷、玻璃钢、坚硬岩石或者不易腐蚀的金属制作。

5 水准点埋设时，应在水准点外围挖防护沟，暗标应在水准点标石顶预设指示盘，在正北方向 1.4m 地面上埋设指示碑；明标水准点的标石顶端应露出地面埋设，可用混凝土预制件或砖、石等设置水准点保护井，并盖上井盖。

6 基本水准点应 $5 \sim 10$ 年校测一次，稳定性较差或对水位精度要求较高的测站应 $3 \sim 5$ 年校测一次；校核水准点应每年校测一次。当有变动迹象时，应及时校测。

4.3.12 油位计（磁翻板式液位计）的安装与调整

1 在使用前应该先用校正磁翻板式液位计钢将零位以下的小球设置成红色，其它球设置成白色，方便观察；

2 板式液位计测量的介质内部不应该含有固体杂质或者磁性物质等，以避免对浮子造成卡阻，导致测量不准确性；

3 在底法兰装入磁性浮子，重端带磁性一端向上，不能倒装；

4 磁翻板液位计的安装位置，应该避开或者远离物料介质进出口处，避免因物料流体局部区域的急速变化而影响液位测量的准确性；

5 磁翻板液位计当配有远传配套仪表的时候需要做到如下几点：

- 1) 应该使远传配套仪表紧贴液位计主导管，并且用不锈钢抱箍固定，不可使用铁质材质；
- 2) 远传配套仪表零位与液位计零位指示处在同一水平线上；
- 3) 远传配套仪表与显示仪表连线，需单独穿保护管敷设或者用屏蔽二芯电缆敷设；

- 4) 接线盒进线孔敷设后，一定要密封良好，以避免雨水、潮气等侵入而使远传配套仪表不能正常工作，接线盒在检修或者调试完成后要及时盖上。

6 必须要垂直安装，磁翻板液位计与容器引管之间应该装有球阀，以便于检修和清洗；

7 应该根据测量介质的情况，不定期的清洗主导管清除杂质以避免对浮子造成卡阻，导致测量不准确；

8 对于超过一定长度的液位计，最好中间增加法兰或者耳攀作固定支撑，以增加强度和克服自身重量；

9 在调试的时候应该先打开上部引管阀门，然后再缓慢开启下部阀门，让介质平稳进入主导管（运行中应该避免介质急速冲击浮子，引起浮子剧烈波动，影响显示的准确性），观察磁性红白球翻转是不是正常。然后关闭下引管阀门，打开排污阀，让主导管内的液位下降。根据这个方法操作三次，属于正常情况的，就可以投入运行（但腐蚀性等特殊液体除外）；

10 磁翻板液位计的安装其他要求：

- 1) 磁浮子安装要求：为了避免运输途中磁浮子在浮筒内滑动撞击受损，磁翻板液位计在出厂前，应用尼龙带将浮子固定在浮筒边。在安装前打开下法兰，再将磁浮子重端也就是带磁性的一端向上放进浮筒内，注意不能倒装。
- 2) 阀门安装要求：磁翻板液位计与容器之间应装有阀门，以便清洗和检修时可随时切断物料。
- 3) 浮筒内外环境要求：磁翻板液位计筒体周围不允许有磁体靠近，尤其禁止使用铁质卡箍，否则会影响液位计正常工作；且介质内不应含有固体杂质或磁性物质，避免对浮子构成卡阻。可根据介质情况，定期清洗浮筒，清除内部杂质。
- 4) 运用前应先校正磁钢将零位以下的翻片置成红色，其它翻片置成银白色。
- 5) 磁翻板液位计投入运行时，应先打开上引液管阀门，然后慢慢开启下引液管阀门，让液体介质平稳流入，避免液体介质带着浮子急速上升，造成翻片翻转失灵或翻乱（如遇此现象，

可用磁钢进行校正)。

- 6) 顶装磁翻板液位计安装要求：对于顶装式磁翻板液位计在安装时，液位计护导管和主体导管必须保持垂直且在同一垂直线上，浮球连杆不能弯曲，必须挺直装入。
- 7) 防腐型磁翻板液位计安装要求：由于浮筒与法兰衔接处采用独特的密封结构，需借助专用的工具装配，保证密封可靠性。

4.3.13 污泥界面计的安装与调整

- 1 避免变送器受阳光直射；避免使变送器产生过多震动；
- 2 如果情况允许，应将变送器安装于稍稍高于操作者平视水平的位置，这样将会有利于操作者可以非常舒服地浏览前部面板和进行控制操作；
- 3 为变送器箱体的开启和维护留出足够的空间；
- 4 应将传感器安装在易于触及的位置，方便对传感器进行定清洗和维护；
- 5 应避免将传感器安装在气泡较多的位置；
- 6 传感器的探头应该背向工艺介质流向，探头的安装位置与池壁以及池中设备的距离应有足够远，防止回波中过多干扰信号影响测量值得准确性和稳定性；
- 7 对于幅流式沉淀池，传感器可安装在刮泥机桥架上；
- 8 对于平流式沉淀池，传感器可安装在沉淀池平面的中间部位；
- 9 对于高密度沉淀池，传感器可安装在池顶混凝土结构上。

4.4 流量监测

4.4.1 明渠流量可采用定点式声学多普勒流速仪、雷达表面流速仪、超声波时差法流速仪和堰槽测流等进行监测。

4.4.2 管道流量信息一般采用电磁式流量计、超声波流量计和压差式流量计等进行监测。

4.4.3 流量监测设备的安装和调整应符合下列基本要求：

- 1 在规定的直管段最小长度范围内，不得设置其他取源部件或检测元件，直管段管子内表面应清洁，并应无凹坑和凸出物。
- 2 在节流件的上游安装温度计时，温度计与节流件间的直管段距

离应符合下列规定：

- 1) 当温度计插套或套管直径小于或等于 $0.03D$ (D 为管道内径) 时, 不应小于 $5D$ 。
- 2) 当温度计插套或套管直径在 $0.03D$ 和 $0.13D$ 之间时, 不应小于 $20D$ 。

3 在节流件的下游安装温度计时, 温度计与节流件间的直管段距离不应小于管道内径的 5 倍。

4 节流装置在水平和倾斜的管道上安装时, 取压口的方位应符合下列规定：

- 1) 测量气体流量时, 应在管道的上半部。
- 2) 测量液体流量时, 应在管道的下半部与管道的水平中心线成 $0^\circ \sim 45^\circ$ 夹角的范围内。

5 孔板或喷嘴采用单独钻孔的角接取压时, 应符合下列规定：

- 1) 下游侧取压孔轴线, 分别与孔板或喷嘴上、下游侧端面间的距离, 应等于取压孔直径的 $1/2$ 。
- 2) 取压孔的直径宜为 $4\text{mm} \sim 10\text{mm}$, 上、下游侧取压孔的直径应相等。
- 3) 取压孔的轴线应与 管道的轴线垂直相交。

6 孔板采用法兰取压时, 应符合下列规定：

- 1) 上、下游侧取压孔的轴线分别与上、下游侧端面间的距离, 当直径比大于 0.60 且直径小于 150mm 时, 应为 $25.40 \pm 0.50\text{mm}$; 当直径比小于或等于 0.60 或直径比大于 0.60 且直径大于或等于 150mm 和小于或等于 1000mm 时, 应为 $25.40 \pm 1.00\text{mm}$ 。
- 2) 取压孔 的直径宜为 $6\text{mm} \sim 12\text{mm}$ 之间, 上、下游侧取压孔的直径应相等。
- 3) 取压孔的轴线, 应与管道的轴线垂直才交。

7 孔板采用 D 和 $D/2$ 取压时, 应符合下列规定：

- 1) 上游侧取压孔的轴线与板上游侧端面间的距离应等于 $D \pm 0.10D$; 下游侧取压孔的轴线与孔板上游侧端面间的距离, 当直径比小于或等于 0.60 时, 应等于 $0.50D \pm 0.02D$; 当直径比

大于 0.60 时，应等于 $0.50D \pm 0.01D$ 。

2) 取压孔的轴线应与管道轴线垂直相交。

3) 上、下游侧取压孔的直径应相等。

8 采用均压环取压时，取压孔应在同一截面上均匀设置，且上、下游侧取压孔的数量应相等。

9 皮托管、文丘里式皮托管和均速管等流量检测元件的取源部件的轴线，应与管道轴线垂直相交。

4.4.4 定点式声学多普勒流速仪的安装和调整

1 定点式安装基座应符合下列技术要求：

1) 安装基座的设计应方便声学多普勒流速仪的安装维护。

2) 垂向代表线法流量测验，声学多普勒流速仪可安装在水下基座或锚定的水面浮标上。基座应具备保持声学多普勒流速仪处于垂直状态的可调整装置。

3) 水平方式流量测验，仪器可安装在河岸、桥墩或其他建筑物侧壁上，保证换能器处于水平状态。仪器安装的高度宜通过分析确定。

2 来用定点方式进行流量测验，信号线、电源线的连接处应采取水密措施。

4.4.5 雷达表面流速仪的安装和调整

1 雷达传感器采用金属抱箍固定于横杆或竖杆上

2 雷达的水平波束宽度是 5.5° ，当目标与天线的距离越远时，波束形成的椭圆形检测区域就越大。

3 雷达流速仪用于河流和渠道的非接触式表面流速测量时，流速仪安装在河流、渠道等水体上方（安装高度大于 0.5m），沿水面夹角约 $45^\circ \sim 60^\circ$ 方向向水面发射雷达信号。

4.4.6 超声波时差法明渠流量计的安装和调整

1 设备安装示意图见附录 A.3.1，安装要求如下：

1) 安装支架：在符合测流要求的断面固定超声波换能器安装支架。超声波换能器安装支架应在安装位置无水条件下施工，河道施工通常采用围堰法，渠道中施工既可采用围堰法也可在关闸停水条件下施工。支架可用标号不低于 C25 的混凝土

浇注在河床上，混凝土固化时间应不少于 72 小时。

- 2) 安装换能器：对于单声道或多声道时差法流速仪的超声波换能器应按照应用手册指定的编号、角度和距离要求分别安装于测流断面的左右岸，时差法测流是由一对换能器构成一个测流单元的，每对换能器应安装在同一水平面上。
- 3) 安装水位计：对选定的水位计类型可参照水位计安装要求进行安装。
- 4) 电缆连接：电缆连接包括换能器、水位计和主机，分电源线 and 信号线两部分。电缆连接应按照仪器随机说明书要求认真核对后进行连接。
- 5) 布线：超声波换能器及水位计与主机的连接电缆均应采用屏蔽电缆，布设在户外的电缆应放置于镀锌钢管内进行保护，室内部分可用 PVC 管进行保护。户外电缆应穿管埋地，埋地深度在南方无冻土地区应不小于 20cm，需穿过河道的电缆应沿河床布设过河。
- 6) 仪器主机放置：仪器主机可放置在室内或室外，室内可放置在桌上也可挂壁，挂壁安装应能承受 40kg 挂重主机不脱落，主机放在室外时需外加密封机箱。所有与主机的连线必须在线头处夹装与线径相匹配的冷压头。

2 调试步骤及试验要求

- 1) 仪器所有连线应按照说明书要求正确连接，接线应牢固。
- 2) 在确认仪器连线正确无误后方可给仪器上电，上电后应严格按照仪器说明书要求进行各项参数设置。
- 3) 信号测试：在确认仪器所有接线均完成的条件下，可进行超声波测量信号测试，测试的目的是保证每对超声波测流换能器均能稳定测得流速，如出现失测现象，可调整每对换能器的角度直至每对换能器均能稳定测得流速。
- 4) 在高、中、低不同水位条件下用超声波时差法流速仪对断面流量进行 3 次以上的测量，每次测量结果均与同水位条件下用走航式 ADCP 或流速仪法测得的流量进行结果比较，误差均在 $\pm 5\%$ 以内的超声波时差法流速仪可正式投入使用，否则，

应重新设置超声波时差法流速仪的配置参数，直至测量结果满足比测精度要求方可正式投入使用。

4.4.7 堰槽测流的施工应满足下列要求：

1 测流堰安装要求

- 1) 堰槽中心线应与河渠轴线完全重合，两边呈对称布置。垂直流向的堰板应竖直，迎水壁面应光滑平整。各部分装置应准确牢固，且不致因水流和温度的变化而腐蚀变形。
- 2) 应做好基础处理，保证安装质量，不致因各种原因而发生倾覆、滑动、断裂、沉陷和漏水情况。为防止可能发生的下游冲刷，必要时可建造消能池。消能池以下的河床和岸边宜用块石护砌。
- 3) 堰顶应经常保持良好的光洁度，距堰顶上下游最大水头距离以内应平整光滑。现场浇筑的堰，其堰顶应采用优质水泥抹面，或用优质不腐蚀材料整饰表面。
薄壁堰的堰口宜用工厂加工的整体金属构件，并嵌于混凝土中。堰板可用不锈钢、低碳钢或铸铁等材料制做。薄壁堰的堰顶表面光洁度应相当于滚轧金属板或刨平、砂磨并涂漆的木板的光洁度。
- 4) 堰安装后应进行竣工测量，经验收合格后方可使用。各部位尺寸的允许偏差应符合下列规定：
 - a. 堰顶宽的允许偏差为该宽度的 0.2%，且最大绝对值不大于 0.01m。
 - b. 堰顶的水平表面允许倾斜偏差为堰顶水平长度的 0.1%的坡度。
 - c. 堰顶长度的允许偏差为该长度的 0.5%。
 - d. 控制断面为三角形或梯形的横向坡度允许偏差为该坡度的 0.1%~0.2%。
 - e. 堰的上下游纵向坡度的允许偏差为该纵向坡度的 1%。
 - f. 堰高的允许偏差为设计堰高的 0.2%，且最大绝对值不应大于 0.01m。
- 5) 测流堰的初期勘测报告、设计任务书、工程质量检查验收报

告等有关竣工资料，水头测量仪器设备的使用说明，水准测量成果以及管理操作规程等有关资料应建立档案，存档保存。

- 6) 薄壁堰的堰板顶部厚度规定为 $1\sim 2\text{mm}$ ，堰顶向下游的倾斜面与堰顶的夹角不小于 45° 。堰口宜用耐腐蚀的金属制作，并涂油、蜡或树脂等之类的保护层，以保持平整光滑。小型薄壁堰可用整块钢板加工后在现场安装，大型薄壁堰须在现场安装混凝土基座，然后将加工好的堰板镶嵌在混凝土中。
- 7) 薄壁堰应与河槽岸壁垂直。堰板与岸壁和河底的交界面应不漏水，堰能经受最大流量而不致变形或损坏。
- 8) 各类型宽顶堰的制作应符合 SL 537—2011 的要求。

2 测流槽安装要求

- 1) 各类测流槽应严格按照规定建造安装，安装要求见 SL 537-2011 附录 G.3 节。
- 2) 按本指南规定安装的测流槽，应对设计参数进行检测。
- 3) 符合要求的测流槽可按给定的公式计算流量，其流量系数可不进行检定。当发现在结构和安装方面与规范规定有偏离时，应在现场用体积法或流速仪法等方法精确测定流量，并与按公式计算的流量进行校验。

3 水头测量

- 1) 水头测量应在各类标准堰所规定的断面位置上进行。上下游水头观测，宜设置在堰槽的同一岸。
- 2) 薄壁堰的水头测量断面设置在堰顶上游 $4\sim 5$ 倍最大水头处。当堰顶宽 b 与行近河槽宽 B 之比 $b/B \geq 0.5$ 时，行近河槽的长度至少应为槽宽的 10 倍；当 $b/B < 0.5$ 时，可适当缩短。宽顶堰的上（下）游水头测量断面，应设置在距堰顶上（下）游 $3\sim 4$ 倍最大水头处。
- 3) 测流槽上游水头应在收缩段上游足够远的地点进行观测，以便消除水位下降的影响，但又应充分靠近测流槽，以保证观测断面和喉道之间的能量损失可忽略不计。水头测量断面宜设置在进口渐变段前缘上游 $3\sim 4$ 倍最大水头之间的一段距离内。

- 4) 水头测量宜采用自记设备, 当水头变幅小于 0.5m 或要求记测至 1mm 的小型堰槽, 可采用针(钩)形水位计。只有在观测精度要求不高或其他特殊情况下, 方可设立直立式或其他形式的水尺进行人工测记。自记水位计的安装和调整应满足 4.3 节中的相关规定。
- 5) 采用浮子式自记水位计时, 除执行 GB/T 50138—2010 的有关规定外, 还应符合下列要求:
 - a. 连通管的进水口应与行近河槽正交平接, 管口下边缘与槽底齐平。连通管宜水平埋设, 接头处要严防渗漏, 管的内壁应光滑平整, 并做防护处理。
 - b. 连通管的进水口, 宜设适合的多孔管帽, 以减弱水流扰动和防止泥沙输入, 但应避免由此产生水流滞后现象。
 - c. 静水井口缘应超出最大设计水头 0.3m, 井底应低于进水管下边缘 0.3m。
 - d. 井口大小应与观测仪器和清淤要求相适应。浮筒和平衡锤与井壁的距离不应小于 75mm, 两者也应保持适当的间隔。
- 6) 应在堰附近的适当位置设立基本水准点, 用来测定水头零点的高程。水准点高程应从国家统一的水准基面接测, 不具备条件时可采用假定基面。

4.4.8 管道电磁流量计的安装和调整

1 注意事项

- 1) 安装电磁流量计时要求前后必须有直管段, 现场安装的前后直管段建议最低的要求是前直管段不小于 $10D$ (D 管道直径), 后直管段不小于 $5D$, 以保证进入测量管的流体的流态充分发展。
- 2) 安装时要防止对工艺管道增加过大的应力, 特别是在高温高压管道上, 如无法避免应安装弯管以释放应力。
- 3) 分体式电磁流量计传感器与转换器之间的接线, 必须用规定的屏蔽电缆, 不得使用其他电缆代替。而且信号电缆必须单独穿在接地保护钢管内, 与其他电源严格分开。另外, 信号电缆和励磁电缆越短越好。

- 4) 为便于电磁流量计的检修, 应在仪表前后安装截止阀或旁路管道以方便仪表安装拆卸。
- 5) 尽量避开强振动环境和强腐蚀性气体的场所, 以免造成电极与管道间绝缘的损坏。

2 安装要求

- 1) 应尽量安装在干燥通风之处, 避免日晒雨淋。
- 2) 传感器可以水平和垂直安装, 但应该确保避免沉积物和气泡对测量电极的影响, 电极轴向保持水平为好。垂直安装时, 流体应自下而上流动。
- 3) 传感器不能安装在管道的最高位置, 容易积聚气泡。
- 4) 确保流量传感器在测量时, 管道中充满被测流体, 不能出现非满管状态。如果管道存在非满管或是出口有放空状态, 传感器应安装在一根虹吸管上。
- 5) 为保证测量的稳定性, 应在传感器的前后设置直管段, 其长度由下图给出。如做不到则应采用稳流器或减小测量点的截面积。
- 6) 为避免负压, 传感器不能安装在泵的进水口。安装要注意流向要求。
- 7) 安装地点应尽可能选择测量点前有足够的直管段, 进口直管段应 $\geq 5d$ (d 为传感器公称口径), 出口直管段 $\geq 3d$; 插入式进口直管段应 $\geq 20d$, 出口直管段 $\geq 7d$ 。
- 8) 当出口为放空状态时, 传感器不应安装在管道放空处, 应安装在较低处。传感器安装在管道下方处时, 应保证传感器内被液体充满, 不能出现空管状态。
- 9) 如果有几个传感器需要按顺序串联在同一管道上, 每个传感器之间的距离至少应为 2 个传感器的长度。如果两个以上的传感器彼此并行安装, 传感器的距离必须大于 1m。

3 传感器的接地措施

- 1) 从电磁流量计的工作原理和流量感应信号电流的回路来分析, 传感器和转换器的接地端必须与被测介质同电位。
- 2) 接地。以大地为零电位, 减少外界干扰。一般情况下, 工艺

管道都是金属管，本身都是接地的，这点要求很容易满足。但是在外界电磁场干扰较大的情况下，电磁流量计应另行设置接地装置，接地线采用截面大于 5mm^2 的多股铜线，传感器的接地线绝不能接在电机或其他设备的公共地线上，以避免漏电流的影响。接地电阻应不小于 10Ω 。

- 3) 传感器在塑料管道上或在有绝缘衬里的管道上安装，传感器的两端应安装接地环或接地法兰或带有接地电极的短管，如下图：
- 4) 传感器在金属管道上安装，应接地。
- 5) 应使管内流动的被测介质与大地短路，具有零电位，否则，电磁流量计无法正常工作。

4.4.9 管道外夹式管道超声波流量计的安装和调整

1 反射式安装

时差式换能器在安装时，一组换能器可以安装在管道的同侧，超声波需要借助于对面的管道壁反射。

2 直射式安装

直射式安装时，一组换能器安装在管道的对侧，这种安装方式超声波束的声程最短，可以提高信号强度，当管道和液体的声导性能差时，要考虑使用直射式安装。塑料材质管道必须采用直射式安装。

3 安装要求

- 1) 选择满足至少上游直管段 $10D$ (D 管道直径)，下游 $5D$ 的位置。
- 2) 安装换能器的位置能够保证管道始终满管。
- 3) 不能直接安装在能够产生压降设备的下游。
- 4) 管道的口径和仪表编程一致，管道外径必须精确实际测量。
- 5) 换能器安装在垂直管道时，流体方向应为自下而上；当现场条件不具备时，可以考虑自上而下，但必须保证管道内的背压且管道内液体处于满管状态。
- 6) 远离管道焊缝，不可将换能器安装在焊缝上。
- 7) 换能器不能安装于水平管道的 6 点或 12 点位置，防止沉积物或聚集的气体对信号传输产生影响。

- 8) 除去管道表面容易剥落的油漆、铁锈、水垢等杂物，保障和换能器接触的管道面平整不会存在气泡。如果管道的涂漆非常质密的，无需完全清除掉，只需保证表面光滑平整。
- 9) 探头安装前，管道一定要具有一定的条件，才能继续探头的后续安装。
 - a. 选定满足直管段的位置，管道内必须保证充满介质，没必要停止介质流动。
 - b. 安装探头间距处理管道表面除去表面的油脂、砂砾、腐蚀、铁锈、疏松的油漆等，使用研磨块处理管道，使和探头接触的管道表面干净平滑。研磨的区域要比探头的发射/接收面略大。
- 10) 反射式探头盒定距棒安装：把一个探头盒上的固定螺钉紧固定在定距棒的“REF”位置的孔中，把另一个探头盒上的固定螺钉紧固定在定距棒的相应数字位置的孔中，这个数字在变送器中自动给出“index”值。把耦合剂涂到探头的发射/接收面，从一端中心连接涂抹到另一端，宽度大于 1/4"。把探头小心地推入探头盒内，开始不要接触管壁，推到末端再压倒管道上，探头的前端要紧靠在探头盒末端的锥形辊上。
- 11) 直射式安装：直射式安装时需要保证一对探头必须在管道的两侧完全成 180° 正对，为了正确的定位一对探头，需要借助随机提供的聚酯薄膜定位条。直射式探头盒定距棒安装过程和反射式安装步骤相同，直到两个探头盒都按照“REF”和“index”固定好。再按如下步骤实施：
 - a. 在第二个探头盒底部的锥形辊中心描一个点，在探头盒另外一端画一条直线，然后拆掉探头盒，借助定距棒过点画一台垂直于端面线的直线，把聚酯定位条缠绕在管道上，左边沿和探头盒端线平齐。
 - b. 聚酯定位条缠绕在管道上，至少有 3" 的搭接，保证和管道贴紧，不要歪斜，在搭接的地方作一个标记。把定位条拿出来放到一个平面上，精确测量两个标记中间的距离，在中心位置画一条直线，或使用对折的方式。利用中线把第二个探

头盒定位在第一个探头盒的管道对侧。

4.4.10 管道插入式超声波流量计的安装和调整

1 测量点要选择距上游 10 倍直径（10D）、下游 5 倍直径（5D）以内的均匀直管段，该范围内没有任何球阀、弯头、变径等干扰流场的装置。

2 在水平管段上，传感器应安装在管道的 9 点和 3 点钟位置，应避开 6 点、12 点的位置，以免管道底部沉淀物或管道上部的气泡、气穴引起信号的衰减。

3Z 法安装确定另一侧的安装点的方法：利用原配抱箍（或其他带状边沿均匀的物体），围绕管道一圈，拉紧，使重合部分边沿对齐。用记号笔沿着抱箍边沿划一圈。知找好一侧的安装点，然后用卷尺测量半个周长的弧面距离，做上标记，即为另一侧的基点，从基点起测量一个安装距离，即为另一侧的安装位置。

4 两探头贴合面的中线必须与管道中心线平行。

5 传感器安装方式

- 1) 安装本类流量传感器时管网必须停流，测量点管道必须截断后接入流量传感器。
- 2) 连接流量传感器的管道内径必须与流量传感器相同，其差别应在 $\pm 1\%$ 以内。
- 3) 测量液体时安装位置必须充满液体。
- 4) 剥净安装段内保温层和保护层，并把换能器按装处的壁面打磨干净。避免局部凹陷，凸出物修平，漆锈层磨净。
- 5) 对于垂直设置的管道，若为单声道传播时间法仪表，换能器的安装位置应尽可能在上游弯管的弯轴平面内，以获得弯管流场畸变后较接近的平均值。
- 6) 换能器安装处和管壁反射处必须避开接口和焊缝。
- 7) 换能器安装处的管道衬里和垢层不能太厚。衬里、锈层与管壁间不能有间隙。对于锈蚀严重的管道，可用手锤震击管壁，以震掉壁上的锈层，保证声波正常传播。但必须注意防止击出凹坑。
- 8) 换能器工作面与管壁之间保持有足够的耦合剂，不能有空气

和固体颗粒，以保证耦合良好。

9)多普勒法夹装式换能器安装有对称安装和同侧安装两种方法。

对称安装适用于中小管径管道（通常 $D < 600\text{mm}$ ）和含悬浮颗粒或气泡较少的液体；同侧安装适用于各种管径的管道和含悬浮颗粒或气泡较多的液体。

4.4.11 管道压差式流量计的安装和调试

1 节流装置的安装

- 1) 节流件应与管道同心，不同心度不得超过 $0.015D$ ($1/\beta - 1$) 的数值。
- 2) 其前端面必须与管道轴线重直，不垂直度不得超过 $\pm 1^\circ$ 范围。
- 3) 密封垫应尽量薄，且不应凸入管道内壁。
- 4) 如必须装调节阀，建议安装在下游至少 $5D$ 以外。
- 5) 节流装置上下游要保证有足够的直管段长度。在测量准确度要求较高的场合，应将节流装置和上游侧 $10D$ 及下游侧 $5D$ 长的测量管先行组装，检验合格后再接入主管道。

2 差压信号管路的安装

- 1) 导压管应按被测流体的性质和参数使用耐压、耐腐蚀的材料，其内径不得小于 6mm ，长度最好在 16m 以内，可视流体的性质而定。
- 2) 导压管应垂直或倾斜敷设，其倾斜度不得小于 $1:12$ 。黏度较高的流体，其倾斜度还应增大。
- 3) 为了避免差压信号传送失真，正、负压导压管应尽量靠近敷设。严寒地区导压管应有防冻措施。
- 4) 安装节流装置的主管道水平或倾斜时，测液体流量取压口应开在主管道的中心轴线下且与中心轴线的夹角 $\geq 45^\circ$ ，变送器应装在主管道的旁边或下方如需安装在主管道的上方应在导压管的最高点装集气器或排气阀，以便收集和定期排出信号管路中的气体。

3 接线

信号线不要与电源线一起穿金属管或放在同一线槽中，也不要靠近强电设备附近通过。

4.5 压力监测

4.5.1 压力信息一般采用压力变送器进行监测。

4.5.2 压力监测设备的安装和调整应符合下列基本要求：

- 1 压力取源部件的安装位置应选在被测物料流束稳定的位置。
- 2 压力取源部件与温度取源部件在同一管段上时，应安装在温度取源部件的上游侧。
- 3 压力取源部件的端部不应超出设备或管道的内壁。
- 4 当检测带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊物料的压力时，在垂直和倾斜的设备和管道上，取源部件应倾斜向上安装，在水平管道上宜顺物料流束成锐角安装。
- 5 在水平和倾斜的管道上安装压力取源部件时，取压点的方位应符合下列要求：
 - 1) 测量气体压力时，应在管道的上半部。
 - 2) 测量液体压力时，应在管道的下半部与管道的水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内。

4.5.3 液压式压力变送器的安装与调整

- 1 测量液体压力时，取压点应在工艺管道的下半部与工艺管道的水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内。
- 2 变送器的安全地点，应尽量远高大功率的电器设备，以避免电磁感应的干扰。
- 3 变送器设有接地螺钉，接地导线必须牢固，且接地电阻不大于 2Ω 。
- 4 传感器的电缆不能损伤，否则造成损坏；探头部分严禁摔碰，否则容易造成芯片损坏。
- 5 严禁将尖硬的东西伸入压力输入孔；传感器的膜片不能用手等任何东西碰撞，否则会造成永久性损坏。
- 6 露天安装时，应尽量把变送器置于通风干燥处，避免强光直射和雨淋。
- 7 使用膜片裸露结构（即齐平膜）型压力传感器时，应定期清洗，以免引起误差。
- 8 传感器的量程不应过小，安装位置会对零点输出产生影响，在

变送器安装结束后，应对零点输出进行调节。

9 在测量高温介质时，请使用引压管或其他冷却装置，把温度降至变送器使用温度范围内。

4.5.4 水压式压力变送器的安装与调整

1 取压口的位置选择

- 1) 避免处于管路弯曲、分叉及流束形成涡流的区域。
- 2) 当管路中有突出物体（如测温元件）时，取压口应取在其前面。
- 3) 当必须在调节阀门附近取压时，若取压口在其前，则与阀门距离应不小于 2 倍管径；若取压口在其后，则与阀门距离应不小于 3 倍管径。
- 4) 对于宽广容器，取压口应处于流体流动平稳和无涡流的区域。

总之，在工艺流程上确定的取压口位置应能保证测得所要选取的工艺参数。

2 连接导管的铺设

- 1) 连接导管的水平段应有一定的斜度，以利于排除冷凝液体或气体。
- 2) 导管应向测压仪表方向倾斜；当被测参数为较小的差压值时，倾斜度可再稍大一点。此外，如导管在上下拐弯处，则应根据导管中的介质情况，在最低点安置排泄冷凝液体装置或在最高处安置排气装置，以保证在相当长的时间内不致因在导管中积存冷凝液体或气体而影响测量的准确度。

3 压力传感器安装注意事项

- 1) 为了保证水管道压力传感器不受被测介质侵蚀或粘度太大、结晶的影响，应加装隔离装置；
- 2) 为了保证水管道压力传感器不受被测介质的急剧变化或脉动压力的影响，加装缓冲器。尤其在压力剧增和压力陡降，最容易使压力仪表损坏报废，甚至弹簧管崩裂，发生泄漏现象；
- 3) 为了保证水管道压力传感器不受振动的影响，压力仪表应加装减振装置及固定装置；
- 4) 为了保证水管道压力传感器不受被测介质高温的影响，应加

装充满液体的弯管装置；

- 5) 专用的特殊仪表，严禁他用，也严禁在没有特殊可靠的装置上进行测量，更严禁用一般的压力表作特殊介质的压力测量；
- 6) 在安装使用之前，要进行计量检定，以防压力仪表运输途中震动、损坏或其它因素破坏准确度。

4.5.5 气压式压力变送器的安装与调整

- 1 测量气体压力时，取压点应在工艺管道的上半部。
- 2 压力取源部件的安装位置，应选择在工艺介质流束稳定的管段。
- 3 压力取源部件与温度取源部件在同一管道上时，压力取源部件应安装在温度取源件的上游侧，压力取源部件的端部不应超出工艺设备和工艺管道的内壁。

4 对于测量的介质是高温的，必须安装冷凝器，冷凝器的长短根据温度和介质而定，冷却到传感器能够接受的范围。

5 在垂直工艺管道上测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时，取源部件应倾斜向上安装，与水平线的夹角应大于 30° ，在水平工艺管道上宜顺流束成锐角安装。

6 压力变送器安装位置应光线充足，操作和维护方便，不宜安装在振动、潮湿、高温、有腐蚀性和强磁场干扰的地方，否则会严重影响测量结果和变送器的寿命。

7 压力变送器安装位置应尽可能靠近取源部件。测量低压的变送器的安装高度宜与取压点高度一致，尤其是测量液体介质和可燃性气体介质。

8 测量气体介质压力时，变送器安装位置宜高于取压点，测量液体压力时，变送器安装位置宜低于取压点，目的在于减少排气、排液附加设施。压力变送器安装方式除直接安装于工艺管道上的方式外，通常为分离安装方式，可在现场制作立柱支架，采用 U 形螺栓卡设，也可采取墙板支架安装方式，无论何种安装方式，压力变送器应垂直安装，仪表接线盒的电缆入口不应朝上。

4.6 墒情监测

4.6.1 墒情信息一般采用导管式传感器或探针式传感器等进行监测。

4.6.2 固定埋设导管式传感器安装步骤与要求

- 1 固定埋设导管式传感器分有护管安装和无护管安装两种类型。
- 2 有护管传感器的安装应满足下列规定：
 - 1) 需要安装支架的，应调整支架保持平稳。
 - 2) 根据采集深度选择合适长度的护管。
 - 3) 利用土钻或敲击方式将护管按采集深度分段压入土层，将护管中土壤取出并分层取土样，用于测定其土壤水文、物理常数。
 - 4) 重复上述步骤，直至将护管按采集深度要求压入土中，同时使护管顶部高出地面不小于 20cm。
 - 5) 应保证护管垂直，护管与土壤间要保持严密接触，不应存有缝隙。
 - 6) 将护管的内壁和顶部擦拭干净，将防水堵头置入护管底部并拧紧，在管顶按要求安装密封顶盖。
 - 7) 将传感器放置在护管中，按要求放置干燥剂防潮，再将连接电缆与接口控制器连接，扣上顶盖，完成安装。
 - 8) 现场联机检查，确认监测仪器工作正常。
 - 9) 具体安装步骤与要求，应参阅相应的产品说明书。
- 3 无护管传感器的安装应满足下列规定：
 - 1) 利用土钻钻孔，取出土壤，注意取土过程中，保持土钻垂直。
 - 2) 分层取土样，直到取土深度满足设备的安装深度要求，用于测定其土壤水文、物理常数。
 - 3) 均匀用力将传感器按压入到孔洞中，注意土壤和传感器间要保持严密接触，不应存有缝隙，直到传感器安装到位，安装完成。
 - 4) 现场联机检查，确认监测仪器工作正常。
 - 5) 具体安装步骤与要求，应参阅相应的产品说明书。

4.6.3 固定埋设探针式水平插入的传感器

- 1) 传感器平行于地面安装，按照安装剖面开挖、仪器定位、仪器埋设、现场联机检查、原状土回填等步骤进行。
- 2) 安装前应检查探针及传输连接线是否正常。

- 3) 安装的开挖平面与四周相邻物体间距不小于 1m, 开挖范围不应小于 1.0m (长) × 0.5m (宽); 应同时在各采集深度层分别取土样, 用于测定其土壤水文、物理常数, 挖出的原状土按顺序分层放置。
- 4) 传感器在开挖剖面上应分层埋设, 为避免上层传感器影响水分自然下渗干扰下层监测仪器数据, 各层传感器埋设时应在垂直方向上错开, 相邻层水平间距宜错开 30cm 左右。
- 5) 在插入原状土内之前, 应先用模拟探针 (引导探针) 插入或采用安装器安装, 模拟探针或安装器的尺寸不应大于传感器实际探针尺寸。
- 6) 安装时应保持探针水平, 使探针完全插入到原状土内, 防止探针与原状土接触不实, 影响测量精度。
- 7) 连接线在线槽中不宜拉得太紧, 避免回填土沉降后, 将传感器连接线拉断。
- 8) 传感器安装完毕后, 经现场联机检查, 确认传感器工作正常后再进行原状土回填操作。分层回填原状土, 传感器周围的原状土应分层压实。
- 9) 应及时检查安装区域, 若回填土发生沉降, 应适当给予补充并进行压实处理。
- 10) 具体安装步骤与要求, 应参阅相应的产品说明书。

4.7 闸位监测

4.7.1 闸位信息一般采用自收缆式闸位计、齿轮式闸位计和联轴式闸位计等进行监测。

4.7.2 自收缆式闸位计

- 1 在闸门上方的适当位置安装一块厚度不小于 4mm 的安装支板, 安装支板水平面一定要保持水平, 在安装支板上加工四个固定螺孔和两个测绳过孔。
- 2 螺孔的位置一定要确保传感器测量轮的绳槽中心面与测绳在测量全程内的运动轨迹在一个垂直平面上, 然后将传感器支架固定在安装支板上, 将测量轮装在传感器伸出轴上。

- 3 测绳一端固定在闸门适当位置，测绳另一端绕过测量轮上的绳槽后，固定在重锤上。
- 4 测绳长度要保证在闸门关闭时，在测量轮重锤一侧的长度约为 0.5m，如果测绳与测量轮不在同一垂直平面上，可以松开测量轮上的紧固螺钉，轴向微调测量轮在传感器伸出轴上的位置，以保证在测量过程中测绳不脱槽。

4.7.3 齿轮式闸位计

- 1 传感器伸出轴通过齿轮直接与起闭机卷扬轴或小齿轮轴连接。通过此连接方式，安装调整方便，安装高度调整范围大。并可根据需要扩大或缩小传感器的圈数。
- 2 在启闭机的安装轴上打紧固螺孔，将带轴法兰盘固定在安装轴上。
- 3 按照传感器支架安装孔的尺寸要求，在安装轴的下方适当位置安装一块水平的安装支板。
- 4 将齿轮分别套在传感器伸出轴和法兰盘接头上，并拧紧螺钉，使其两个齿轮咬合完好。然后将传感器支架固定在安装支板上，并拧紧螺丝。

4.7.4 连轴式闸位计

1 采用弹性联轴器安装方式，传感器伸出轴通过联轴器直接与起闭机卷扬轴或小齿轮轴连接。

- 1) 在启闭机的安装轴上打三个 M5 深 20mm 的螺孔，将带轴法兰盘固定在安装轴上。
- 2) 按照传感器支架安装孔的尺寸要求，在安装轴的下方适当位置安装一块水平的安装支板。
- 3) 将传感器支架固定在安装支板上，注意一定要使传感器伸出轴与安装轴尽量保持同轴度，当高度或不同轴度太大时，可在支架下方增加垫块来调整。然后紧固四个安装地脚螺钉。
- 4) 将弹性联轴器分别紧固在传感器的伸出轴和连接法兰上即可。

2 采用偏心轴器安装方式：传感器伸出轴通过偏心联轴器直接与起闭机卷扬轴或小齿轮轴连接。

- 1) 在启闭机的安装轴上打三个 M5 深 20mm 的螺孔，将偏心法

兰盘固定在安装轴上。注意要将偏心法兰的中心孔与安装轴的中心尽量保持同心。

- 2) 按照传感器支架安装孔的尺寸要求, 在安装轴的下方适当位置安装一块水平的安装支板。
- 3) 将传感器支架固定在安装支板上, 注意一定要使传感器伸出轴与安装轴尽量保持同轴度, 当高度或不同轴度太大时, 可在支架下增加垫块来调整。然后紧固四个安装地脚螺钉。
- 4) 将偏心联轴器另一头套在传感器伸出轴上, 拧紧传感器伸出轴端的偏心联轴器的紧固螺钉。

4.8 水质监测

4.8.1 水质信息可采用浮船式水质自动监测站和站房式水质自动监测站等进行监测。

4.8.2 浮船式水质自动监测站

1 浮船式水质自动监测站, 由浮体平台(船体、浮柱、防撞装置等)、预处理单元、分析单元、控制单元和辅助单元(供电单元、视频监控单元、安防单元等)等组成。

2 安装要求

- 1) 安装前应对浮柱、防撞装置、踏板等外围组件进行组装, 浮柱、防撞装置等船体组件应紧固安装, 保证浮船可抵御 8 级大风;
- 2) 浮船站吊装前应检查船体组件安装是否牢固, 吊具与船体的连接是否可靠, 确保吊装工作安全进行;
- 3) 浮船牵引操作应符合行船安全要求, 保证浮船平稳、安全抵达监测点位;
- 4) 根据现场水深、流向等水文条件选择合适的锚定方式; 锚应选择防腐蚀、耐磨损材料, 锚链应保证足够的强度, 锚链长度宜介于最大水深的 1.2~1.5 倍之间。

3 设备安装

- 1) 浮船是水质监测仪器的安装载体, 浮体可采用聚乙烯、不锈钢等耐腐蚀、抗生物沾附材料。浮船储备浮力满足观测设备、

操作人员和辅助工作设施的要求。浮标平台应合理配重保证平台姿态稳定，满足监测设备正常工作要求。

- 2) 用于安装蓄电池及数据采集、传输设备的浮标内腔，应采用密封结构，防护等级应不低 IP67。水质传感器采用水下安装方式，可通过连接杆或安装井布置在浮船底部，置于水下 0.5~1.0m。水质传感器随着水位变化而与浮动平台共同上下浮动，应确保传感器在浸没前提下终处于水下平流层。
- 3) 浮船通过锚固方式系留，系留长度确保水位变幅条件下平台姿态正常为准，避免系留过长导致平台漂移或与其他物体碰撞。抛锚缆绳可为不锈钢丝缆绳或锚链，长度根据监测地实测水位及历史水位变幅调整，锚体可为普通无杆锚或霍尔锚，浮船本体和钢丝缆绳连接可采用必要措施(如万向转扣装置)防止缆绳缠绕。
- 4) 远离陆地、无水面供电条件，可采用太阳能供电。太阳能电池板功率、蓄电池容量应确保在最不利日照条件下连续工作 30d。

4 防护要求

- 1) 浮船周围应安装护栏防止外物侵入，护栏维护时可方便拆装；
- 2) 浮船本体上应必要防侵入、碰撞的警示标识和警示灯标，如有必要可设置 GPS 卫星定位系统用于设施的定位管理；
- 3) 浮船本体还应配备必要防撞防搁浅设施。

4.8.3 站房式水质自动监测站

1 站房式水质自动监测站分为固定式、简易式和小型式三种类型，均由监测站房、采水单元、配水单元、分析单元、质控单元、留样单元、控制单元和辅助单元等组成。

2 安装要求

- 1) 机柜布局按照配水方向，分析仪器摆放顺序依次应为常规五参数、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、总氮及其他设备；
- 2) 应预留扩展参数的安装与接入空间；
- 3) 柜体应放置于平整坚实地面，避免设备在运行过程中遭受较大震动；小型站应做好墩基设计与建设工作，保证不影响进样

和排水；

- 4) 柜体与仪器不应有电位差，机柜间不应有电位差，应就近接入等电位接地网；
- 5) 柜体内部按照水电隔离原则进行布置，标识明确、布线美观；
- 6) 柜体或支撑架与各仪器的连接及固定部位应受力均匀、连接可靠，必要时具备减振措施。

3 集成管线连接

- 1) 集成管路连接 应做到水电分离、标识清晰、流向明确、设计合理，便于维护；
- 2) 采水管路的管径、水压和水量应满足车站正常运行的要求；
- 3) 管路应选择化学稳定性好、不改变水样代表性的材质，应有足够的强度；
- 4) 预处理系统须严格执行相关技术规范，结合在线监测仪器对水样的要求，在不改变水样代表性的前提下，可采用沉淀、过滤、匀化等预处理方式；
- 5) 当水体浊度较大，不能满足仪器测量时，预处理单元可切换至旁路系统，旁路系统不应改变水样代表性；
- 6) 管路应布设整齐，连接可靠，安装高度利于排空；
- 7) 管路上的配套部件应易于拆卸和清洗；
- 8) 主管路采用串联方式，无阻拦式过滤装置；仪器之间的管路采用并联方式，每台仪器配备各自的水样杯，任何仪器的配水管路出现故障不能影响其他仪器的测试；
- 9) 站房内原水管路应设置人工取样口；
- 10) 管道的配水管线铺设要科学合理，便于检修，进水管、配水管、清洗管、排水管应用明显标识进行区分。

4 电气连接

- 1) 电缆和信号管线等应加保护套管，敷设科学合理，并在电缆和管线两端标注明显标识；控制单元应标注电气接线图，电缆线路的施工应满足 GB 50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的相关要求；
- 2) 控制柜配电装置应对各分析仪器、采水泵、留样器等单独配

电并接地，安装独立的漏电保护开关，确保某一设备出现故障时，不影响其他仪器正常工作；

- 3) 敷设电缆不宜交叉，应避免电缆之间及电缆与其他硬物体之间的摩擦;固定时,松紧应适当;塑料绝缘、橡皮绝缘多芯控制电缆的弯曲半径，不应小于其外径的 10 倍。电力电缆的弯曲半径应符合 GB 50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的相关要求；
- 4) 控制电缆与电力电缆交叉敷设时，宜成直角；当平行敷设时，其相互间的距离应符合设计文件规定;在电缆槽内，控制电缆与电力电缆应用金属隔板隔开敷设；
- 5) 信号线路敷设应尽量远离强磁场和强静电场，防止信号受到干扰；
- 6) 应根据采水泵功率选择合适的电缆线，同时应符合国标 GB/T 5023《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》的相关要求。

5 数据传输与通信线路连接

- 1) 水站控制单元与各分析仪器采用总线连接,可采用一主多从，电气连接采用 RS-232/485 或者 TCP/IP 总线形式；
- 2) 信号线应采用双绞屏蔽电缆，具有抗干扰能力，信号传输距离应尽可能缩短，以减少信号损失；信号线应与电力电缆分离。

6 集成配套设备安装

- 1) 应安装电力稳压设备，保障系统供电稳定（浮船站除外）；
- 2) 应安装不间断电源设备，断电后至少能保证仪器完成一个测量周期和数据上传，且待机不少于 1h（浮船站除外）；
- 3) 应能够将清洁水或压缩空气送至采样头，消除采样头单向输水形成的淤积,防止藻类生长聚集和泥沙沉积（浮船站除外）；
- 4) 管路中阀门等部件应安装在便于检修、观察和不受机械损坏的位置。

7 分析仪器安装要求

- 1) 常规五参数应原水测量，不进行任何预处理；

- 2) 氨氮、高锰酸盐指数、总磷、总氮及其他仪器取样管至取样杯之间的管路长度不应超过 2m;
- 3) 自动分析仪器工作所需的高压气体钢瓶, 应有固定支架, 防止钢瓶跌倒;
- 4) 仪器高温、强辐射等部件或装有强腐蚀性液体的装置, 应有警示标识;
- 5) 仪器应安装通讯防雷模块。

8 辅助设施安装

- 1) 自动灭火装置安装应牢固且朝向仪器方向, 应有效辐射所有分析设备(浮船站除外);
- 2) 留样器可根据设置条件进行自动留样, 留样后自动密封(浮船站除外);
- 3) 视频监控设备应安装在合适的位置, 可监视设备的整体运行情况, 观察取水单元工作状况, 水位、流向等水文情况, 同时也可观察水站院落、站房、供电线路等周边环境, 并能够远程查看视频图像信息;
- 4) 安装站房门禁系统, 可自动记录站房出入情况并上传平台。

4.9 工程安全监测

4.9.1 工程安全监测包含表面变形观测、内部变形观测、挠度观测、裂缝和接缝观测、基岩位移观测、渗流压力观测、渗流量观测、力、应力应变观测、压力观测、温度观测和环境量观测等。环境量观测仪器设备的安装技术要求见第 4.2、4.3 节及相关标准规范。各种观测仪器埋设前必须经过率定。

4.9.2 表面变形观测

1 表面变形观测包括表面垂直位移(沉降)观测和表面水平位移观测, 可通过在坝面设置测点及坝端设置基点(包括水准基点、起测基点和校核基点、工作基点)用相关仪器进行观测。混凝土坝也可采用真空激光准直仪进行表面变形观测, 采用静力水准仪进行表面垂直位移观测, 以及采用引张线仪进行表面水平位移观测。

2 测点和基点安装应符合下列要求:

- 1) 埋设时, 应使立柱铅直, 仪器基座水平。同一批测点和基点(工作基点和校核基点)强制对中(归心)底盘中心应位于一条视准线上。
- 2) 测点和基点与被测体应牢固结合, 其底座埋入土层的深度应不小于 0.5m, 冰冻区应深入冰冻线以下。
- 3) 位于护坡上的测点和基点应防止护坡块石对柱(墩)体挤压。
- 4) 强制对中(归心)底盘宜采用二期混凝土施工, 二期混凝土与一期混凝土应牢固结合。
- 5) 在安装过程中应对测点和基点采取保护措施, 防止雨水冲刷和人为碰撞。

3 测点和基点安装的准确度, 各测点偏离视准线的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$, 测点顶部底盘调准水平倾斜度允许偏差为 $\pm 4'$, 测点强制对中底盘的对中允许偏差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。工作基点和校核基点顶部底盘调准水平倾斜度允许偏差为 $\pm 1'$, 强制对中(归心)底盘的对中允许偏差为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

4 测点和基点安装完成及混凝土终凝后, 即可确定其初始值(或基准值)。其测定方法及准确度应符合下列要求:

- 1) 用水准仪引测基点高程。土石坝按 GB/T 12897 规定的国家二等水准测量方法执行, 但其闭合允许偏差取 $\pm 0.72\sqrt{n}\text{ mm}$ (n 为测站数, 下同); 混凝土坝按 GB/T 12897 规定的国家一等水准测量方法执行, 但其闭合允许偏差取 $\pm 0.15\sqrt{n}\text{ mm}$ 。
- 2) 用水准仪观测测点高程。土石坝按 GB/T 12898 规定的国家三等水准测量方法执行, 但其闭合允许偏差取 $\pm 1.4\sqrt{n}\text{ mm}$; 混凝土坝按 GB/T 12897 规定的国家一等水准测量方法执行, 但其闭合允许偏差取 $\pm 0.15\sqrt{n}\text{ mm}$ 。
- 3) 用视准线法测量水平位移时, 可采用活动觇标法或小角度法。观测时宜在视准线两端各设固定测站, 分别观测其靠近的位

移测点与视准线的偏离值。

a. 用活动觇标法观测增设的工作基点，其允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ （取两倍中误差）；观测位移测点时，每测回的允许偏差为 $\pm 4\text{mm}$ （取两倍中误差），测回数不得少于两个。

b. 用小角度法观测横向水平位移时，应采用 J_1 级经纬仪。测微器两次重合读数之差不应超过 $0.4''$ ；一个测回中，正倒镜的小角值较差不应超过 $3''$ ；同一测点，各测回小角值较差不应超过 $2''$ 。

4) 用三角网前方交会法观测增设工作基点（或测点）的横向水平位移时，应用 J_1 级经纬仪和全圆测回法，且不少于4个测回。各项限差要求：半测回归零差 $\pm 6''$ ；二倍视准差的互差 $\pm 8''$ ；各测回的测回差 $\pm 5''$ 。

5 测点和基点安装过程中应做好安装考证，其考证表格式见附录 B.1.1 条。

6 真空激光准直系统安装的技术应符合下列要求：

- 1) 测墩底部应与被测坝体牢固结合，测墩顶部安装平面应水平，同排（沿坝轴线方向）各测墩安装平面应位于同一高程上，且应位于准直线上。
- 2) 一段管道焊接完成后应作平直度检查，不平直度的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。安装后及正式投入运行前应彻底清洁真空管道内壁。
- 3) 每段管道的中部用管卡固定在支墩上，其余支墩设滚杠。管道和支墩之间设可调装置。
- 4) 激光点光源的小孔光栏和激光探测器应与两端点测墩牢固结合，并使之相对位置不变。
- 5) 波带板应垂直于准直线，其中心应位于准直线上。
- 6) 测点箱应与测墩牢固结合，测点箱与测墩之间应设可调装置。测点箱和法兰短管之间采用内外焊方式。长管道的焊接可采用坡口对焊。测点箱与两侧管道间应设置软连接段。
- 7) 管道系统所有的接头部位，均应设密封法兰。法兰上设橡胶密封槽，用真空橡胶密封。

- 8) 管道系统安装完成后, 充气加压至 0.15MPa , 进行密封检查。
- 9) 真空泵、各测点仪器和真空管道安装完成并密封后, 应进行漏气率检查, 漏气率应小于 120Pa/h 。
- 10) 调整激光源、波带板翻转机构及接收端位置, 使其满足要求。

7 真空激光准直系统的安装准确度应符合下列要求:

- 1) 各测墩中心与准直线的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$; 各测墩安装平面高程允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。
- 2) 真空管道轴线与准直线的允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。
- 3) 波带板中心与视准线的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$, 靠近光源的测点的允许偏差为 $\pm (3\sim 5)\text{mm}$ 。

8 真空激光准直系统安装完毕后, 即可测定各测点的初始值或基准值。观测前应先启动真空泵, 使管道内真空度降至 66Pa 以下。应观测两个测回, 每测回中两半测回读数之差不应大于 0.3mm 。应分别取各测点两测回读数的算术平均值作为垂直位移和横向水平位移的初始值或基准值。

9 真空激光准直系统安装过程中应做好安装考证, 其考证表格式见附录 B.1.2 条。

10 引张线仪安装的技术应符合下列要求:

- 1) 安装各测点处保护箱、浮船水箱以及固定读数尺的槽钢。
- 2) 安装滑轮、定位卡以及各测点上的读数尺。安装滑轮时, 应使滑轮槽的方向及高度与定位卡的 V 形槽一致, V 形槽槽底应水平, 方向与测线一致。安装读数尺时, 其零点宜位于下游侧, 尺面应水平, 其分划线应平行于线体, 安装位置可根据尺长和位移量的变化范围确定。
- 3) 安装、调整线体时, 将钢丝穿过已安装在端点支架上的滑轮, 可调整滑轮轴左右移动钢丝, 使其位于读数尺中部。同时调整滑轮顶部高程, 各测点浮船将钢丝托起后, 使钢丝与每测点处读数尺尺面的高度大致相等。安装中不可折损钢丝。
- 4) 安装后, 使线体处于自由状态下, 用读数显微镜观测各测点起始值。再将线体轻轻拉向一侧后放松, 线体在测量范围内应自由。线体稳定后的读数与初始值之差不应超过 0.15mm 。

- 5) 测量并记录各测点钢板尺尺面和 V 形槽底部高程。测量并记录各测点间距。
- 6) 在线体的中心测点, 轻轻将线体向上、下游侧各拉开 20mm 后固定, 用读数显微镜测量各测点的位移值, 与理论值比较, 误差不应超过 0.3~0.5mm。
- 7) 引张线安装完成后, 安装各测点及端点的保护箱装置。
- 8) 保护管和测点保护箱应封闭防风。
- 9) 引张线仪中用于测量的金属材料均应作防锈处理。
- 11 引张线仪的安装准确度应符合下列要求:
 - 1) 两端点连线应与坝轴线平行, 其不平行度允许偏差为 $\pm 0.1^\circ$ 。
 - 2) 各测点应位于两端点的视准线上。各测点与两端点间距测定的相对中误差不应大于 1/1000。
 - 3) 读数尺尺面不水平度允许偏差 $\pm 1^\circ$, 分划线与线体的不平行度允许偏差 $\pm 1^\circ$ 。
 - 4) 读数尺尺面和 V 形槽底部高程测定中误差限值 $\pm 1.0\text{mm}$ 。线体应高于读数尺尺面 0.3~3.0mm (具体尺寸根据不同的仪器确定)。
 - 5) 左边、右边缘读数差和钢丝直径之差不应超过 0.3~0.5mm。两个测回观测值之差不应超过 0.15mm (当使用两用仪、两线仪或放大镜观测时, 不应超过 0.3mm)。
- 12 引张线仪的安装初始值或基准值的确定应符合下列要求:
 - 1) 第一次观测前, 应检查、调整全线设备, 使浮船和线体处于自由状态, 并将线体调整到高于测读尺 0.3~3mm 处, 固定定位卡。
 - 2) 一测次应观测两测回 (从一端观测到另一端为一测回)。应在若干部位轻微拨动线体, 待其静止后再观测下一测回。
 - 3) 读数时先调整仪器, 分别照准线体两边缘读数, 取平均值, 作为第一个测回的观测值。同样再获得第二个测回的观测值。取两个测回观测值的平均值作为该测点的初始值或基准值。
- 13 引张线仪安装过程中应做好安装考证, 其考证表格式见附录

B.1.3 条。

4.9.3 内部变形观测

1 内部变形观测包括垂直位移（沉降）和水平位移观测。

垂直位移（沉降）观测，土石坝中可采用水管式沉降仪和电磁式沉降仪；混凝土坝中可采用静力水准仪。水平位移观测，土石坝中可采用引张线式水平位移计和测斜仪。混凝土坝中可采用引张线仪。沉降管安装埋设示意图见附录 B.6.1。水管式沉降仪和引张线式水平位移计安装埋设示意图见附录 B.6.2。测斜仪安装埋设示意图见附录 B.6.3。

2 水管式沉降仪埋设的技术应符合下列要求：

1) 水管式沉降仪坑式埋设时基床面开挖的操作应符合下列要求：

- a. 大坝填筑高程超过仪器埋设高程 1.0~1.2m（粗粒料坝体采用上限）后，用反铲开挖出一条自上游第一个测点至观测房的沟槽。槽宽根据仪器测点数量确定，一般宽度宜大于 2.0m。
- b. 沟槽底坡度不小于 1%~3%（预计测点及沿线坝体沉降量较大时取上限）。对于粗颗粒料坝体，应以过渡层形式人工压实，整平基床；对于细粒料坝体，应注意避免超挖。

2) 水管式沉降仪非坑式埋设时基床面开挖的操作应符合下列要求：

- a. 非坑式铺设方法的工序为：修建观测房→铺设仪器及管线基床面→安装沉降仪传感器和管路→回填坝料→碾压机械恢复正常施工。
- b. 当坝面填筑接近仪器埋设高程时，在堆石体中沿仪器埋设管线铺一层宽度不小于 200cm，厚度不小于 40cm 的细料，细料的两侧仍铺设堆石料。正常碾压后，在细料条带上按设计要求的均匀坡度开挖小沟槽，槽深不大于 20cm。

3) 水管式沉降仪的传感器及测量管路安装的操作应符合下列要求：

- a. 传感器应水平地安放在基床面上，并测记传感器的不水平度及安放位置的坐标（高程、桩号与坝轴距）。
- b. 将测量管路平铺在基床面上，并分别与传感器底部的 3 个

接口牢固连接。

c. 测量管路引至观测房后应按测点顺序排列，然后将自各测点引出的进水管与测量系统上的测量管连接。其通气管应固定在高于观测房地面 50cm 以上的位置且管口向下。其排水管道出口应固定在观测房的地面排水孔（沟）处，排水应通畅及时。

d. 测量管路的液体供应箱顶高程应高于传感器安装基床高程 1.0~1.5m。

e. 向安装的传感器充水时，应仔细排除进水管、测量系统阀门、测量板（柜）上量管内的气泡。

f. 在安装埋设过程中，应仔细保护传感器和测量管路。传感器周围应浇筑 10cm 厚的 C40 以上的钢筋混凝土。然后传感器及测量管路周围 20cm 范围内应回填粒径小于 2mm 的中粗砂，然后回填 40cm 厚的粒径小于 100mm 的坝料，再回填 60cm 厚的粒径小于 400mm 的坝料，其后方可回填原坝料。回填料采用人工压实，其压实密度应与原坝料的相同或相近。

g. 粗颗粒料坝体中回填时，应以过渡层形式人工压实，回填至传感器或管路顶部以上 1.8m；细粒料坝体中回填时，采用原坝料回填，人工压实至传感器或管路顶面以上 1.5m 时，方可正常碾压施工。

3 水管式沉降仪埋设的准确度应符合下列要求：

- 1) 沉降仪测头埋设位置与设计值的允许偏差：埋设高程差的为 $\pm 20\text{mm}$ ；埋设桩号差的为 $\pm 500\text{mm}$ ；埋设坝轴距差的为 $\pm 500\text{mm}$ （若与水平位移结合埋设，则为 $\pm 20\text{mm}$ ）。
- 2) 沉降仪测头位置的混凝土基床不平整度允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，不水平度允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ 。
- 3) 沉降仪管路基床的不平整度允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ，坡度与设计值的允许偏差为 $\pm 1\%$ 。
- 4) 观测房地面高程及测量台（柜）安装高程与设计值的允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

4 水管式沉降仪埋设完成后，应从观测房端由测量管路（进水管）

向测头注入蒸馏水，直到完全充满管路。待管路水位稳定 10min 后，应测读测量台量管水位。重复上述步骤，两次读数差不大于 2mm 时，应取其平均值作为沉降仪的起始值。在取得沉降仪安装起始值的同时应测量观测房地面（或观测房变形标点）高程，作为观测房高程的起始值。高程测量可采用水准仪，参照国家三等水准测量 GB 12898 方法进行，但闭合差允许偏差为 $\pm 1.4\sqrt{n}$ mm（ n 为测站数）。

5 水管式沉降仪安装过程中应做好埋设考证，其考证表格式见附录 B.2.1 条。

6 电磁式沉降仪埋设的技术应符合下列要求：

- 1) 电磁式沉降仪的管道及沉降环的埋设方法有钻孔、坑式和非坑式埋设。
- 2) 钻孔埋设法适用于已建坝，其对钻孔的技术应符合下列要求：
 - a. 钻孔直径不小于 150mm，倾斜度小于 1° 。
 - b. 应采用干钻法钻进，以免破坏钻孔周围坝体。
 - c. 钻孔回填时，回填料与周围介质应符合反滤及密度要求。
- 3) 坑式埋设法适用于在建坝，其操作应符合下列要求：
 - a. 大坝填筑之前，在坝底钻孔，钻孔应深入基岩 1.5~2.0m（在软基上埋设沉降管时应根据应力变形计算结果，钻孔深度应大于沉降变形影响高程以下 5m），孔径大于沉降管外径 20mm。
 - b. 用钢板将钻孔覆盖，确保坝料土体不进入钻孔内。
 - c. 分层填筑坝料，当填筑高度达到 2~3m 时，确定沉降管位置挖坑至钢板，坑底尺寸不宜太大，以能站两个人便于操作接长沉降管为宜。
 - d. 将覆盖在沉降管埋设位置的钢板取出，将一节底部封闭的沉降管放入钻孔中，应保持沉降管垂直。
 - e. 当沉降管位于岸坡位置时，为了防止因坝体变形将沉降管剪断，接近岸坡的 1m 范围内，宜在沉降管外侧套一根壁厚大于 4mm 的镀锌钢管。在坝基建基面部位应设置一个沉降环。

- f. 用砂浆灌入钻孔，将沉降管固定。用专用工具将沉降管盖好，防止土料进入沉降管。
 - g. 若在黏土中埋设，可将挖出的坝料回填坑内，用小型机械或人工夯实（沉降管周围 25cm 范围内须人工夯实）并应保持沉降管垂直。若在堆石中埋设，回填到坑内的填料应根据设计要求，在周围一定范围内填筑细料并夯实。第一节沉降管埋设并将埋设坑回填完成后，将保护钢板覆盖在沉降管口位置。
 - h. 第一节沉降管埋设以后，坝体每向上填筑 1.5~2.0m，重复上述程序。挖坑时应细心，防止将已埋设的沉降管挖断或损伤。
 - i. 沉降管连接应使用专用接头。
 - j. 当沉降管埋设到大坝表面后，管口宜设保护墩保护，孔口加盖板且加锁。沉降管埋设过程中及埋设完成后均应认真保护，防止杂物掉入管内。
- 4) 非坑式埋设法适用于在建坝，其操作应符合下列要求：
- a. 大坝填筑之前，在坝底钻孔，钻孔深度及孔径见 3) 项 a 列项。
 - b. 将一节底部封闭的沉降管放入钻孔中，应保持沉降管垂直。当沉降管位于岸坡位置时，对沉降管的保护见 3) 项 e 列项。
 - c. 在坝基建基面部位应设置一个沉降环。
 - d. 心墙中的沉降管周围填筑坝料时，应有专人保护沉降管，沉降管周围 50cm 范围内人工夯实，不断修正沉降管铅直度，确保沉降管倾斜不大于 1°。沉降管周围 50cm 以外可以由机械碾压施工。如在堆石中埋设沉降管时，沉降管周围应使用细粒料回填夯实。
 - e. 当填筑面接近沉降管顶端约 10cm 时，可将上面一节沉降管接上。重复上述步骤，埋设其后的沉降管。
 - f. 当沉降管埋设到大坝表面后，管口保护同 4) 项 j 列项。
- 5) 沉降管底部应有密封盖。沉降管之间的连接部位应按设计预留间隙。沉降管连接处外部应包扎无纺布。

- 6) 应按设计间隔将沉降环套在沉降管外部。
- 7) 沉降管口应有明显的标志且有专门的保护装置, 沉降管口保护装置应加盖加锁。
- 8) 埋设过程中应对沉降管道和沉降环仔细保护, 不应脚踏、挤压和撞击。

7 电磁式沉降仪埋设准确度应符合下列要求:

- 1) 钻孔埋设的沉降管道竖直的允许偏差为 $\pm 1\%$ 。坑式及非坑式埋设的沉降管道竖直的允许偏差为 $\pm 0.5\%$ 。
- 2) 沉降环高程测定的允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

8 电磁式沉降仪沉降管安装完成后, 应及时测量管口高程和管底高程, 同时用电磁式沉降仪测头测量沉降环(测点)的位置, 并依管口高程换算成沉降环(测点)的高程。管口及各沉降环(测点)的高程为其起始值。坑式和非坑式埋设, 每接长一根管道, 都应进行管口和沉降环(测点)高程测量。

管口高程测量的要求同水管式沉降仪的观测房地面高程的要求(见第4款)。用电磁式沉降仪测头测量, 应平行测定两次, 其读数差不大于 2mm 。

9 电磁式沉降仪沉降管道埋设过程中应做好埋设考证, 其考证表格格式见附录 B.2.2 条。

10 静力水准仪安装的技术应符合下列要求:

- 1) 静力水准仪安装的操作应符合下列要求:
 - a. 将静力水准仪固定在参考墩和观测墩上, 并将通水管连接好。
 - b. 给通水管加压进行漏气检查, 压力可控制在 $0.3\sim 0.4\text{MPa}$ 。
 - c. 给通水管抽气约 15min , 再由供水系统将蒸馏水充满通水管, 并仔细排除管内气泡。
 - d. 控制进水阀缓慢地给容器进水, 应避免水滴沾到浮子上, 并仔细排除三通管道接头和容器内气泡。同时测量参考点水准仪读数, 达到预定值时, 停止进水。等待数分钟后再通过调节观测点底座的螺杆使水准仪读数在预定值内, 然后连接通气管。

- 2) 静力水准仪安装过程中, 应对仪器、管路和电缆仔细保护。
通水管的铺设应尽量平直, 避免呈浪形起伏。通水、通气管应有保护(温)措施。

11 静力水准仪安装准确度应符合下列要求:

- 1) 各仪器墩墩面高程与设计值的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 2) 仪器墩的桩距及坝轴距与设计值允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 3) 墩面不水平度允许偏差 $\pm 0.5^\circ$ 。
- 4) 观测墩与参考墩墩面高差不应超过 2mm 。

12 静力水准仪安装调试完成后应立即测量各测点的安装高程, 按照国家二等水准测量 GB 12897 方法进行, 沉降量中误差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。同时测定各测点静力水准仪的显示值, 应平行测定两次, 其读数差不大于 1mm , 取其算术平均值作为初始值或基准值。

13 静力水准仪安装过程中应做好安装考证, 其考证表格式见附录 B.2.3 条。

14 引张线式水平位移计安装的技术应符合下列要求:

- 1) 引张线式水平位移计随坝体填筑埋设, 其操作应符合下列要求:
 - a. 宜与水管式沉降仪成组埋设, 埋设方法也分坑式埋设与非坑式埋设两种。
 - b. 坑式埋设时的操作应符合下列要求:
 - 当坝体填筑到埋设高程以上约 $1.0\sim 1.2\text{m}$ 时, 进行测量放线定位, 并开挖至埋设高程以下约 30cm 处。沟槽的尺寸、沟槽底坡度及对基床的要求同水管式沉降仪的。
 - 根据测点位置以及测点间的距离, 合理配置保护管、伸缩接头、不锈钢丝。每个测点准备的不锈钢丝长度宜大于自测点至观测房内墙 $3\sim 5\text{m}$, 且将每个测点的不锈钢丝分别盘绕, 每根不锈钢丝上应有标牌, 注明测点号。
 - 将保护钢管、伸缩接头沿仪器埋设轴线布设完毕后, 从观测房一端的保护管开始装配不锈钢丝, 通过孔口装置→保护管→伸缩接头→架线板轴承→将不锈钢丝用专用接头固定在锚固板上→将伸缩接头夹紧→伸缩接头套在保护钢管外部。

重复该步骤，直到最上游一个测点。

——用测量仪器确定锚固测点位置后，在测头埋设处浇筑厚约 10cm 的混凝土基床，并用水平尺校准测头的水平。测头周围现浇 10cm 厚 C40 钢筋混凝土保护。混凝土凝固后方可拆模，拆模后应进行养护。

——粗颗粒料坝体中埋设时，以过渡层形式人工回填压实至测头或管路顶部以上 1.8m。细粒料坝体中埋设时，回填原坝料，人工压实至测头或管路顶面以上 1.5m 时，方可正常碾压施工。仪器周围的混凝土凝固后方可回填测头部位。

——仪器测量系统安装。仪器管线安装结束且仪器周围坝料回填完毕后，按厂家说明书将各个测点的不锈钢丝对号连接在测量系统上。确认无误后，在每个测点的钢丝上预挂砝码，对不锈钢丝进行预拉。不锈钢丝预拉荷载为正常测量荷载的 1.2 倍，预拉荷载的加荷时间 60min。

——观测房初始坐标确定。观测房设在下游坝坡时，应在观测房上设置变形标点，在两岸设置工作基点，采用视准线法（或三角网法）测量观测房上标点的坐标。观测房设在两岸时，在基岩上设置固定标点，埋设完成后即进行标点坐标测量。

——仪器起始值确定。不锈钢丝经过三次加荷预拉后，将荷载减为正常测量荷载（正常测量荷载值由厂家给出）进行测量，每加荷一次稳定 30min 后读数，直到两次测量读数差小于 3mm，两次测量读数的平均值即为仪器起始读数。将该读数记入仪器埋设考证表。

c. 非坑式埋设（表面埋设法）是在坝面填筑到距埋设高程约 30cm 时，进行测量放线定位，其埋设操作要点参见 4.9.3 条 2 款 2) 项和本款中 1) 项 b 列项。

d. 在细颗粒料中，直接整平压实至埋设高程。在粗颗粒料中，应以反滤层形式填平补齐压实至埋设高程。压实密度应与周围坝体的相同，并保持基床面平整。

e. 在基床面上安装保护管、伸缩接头、锚固板和架线板轴承，

应使保护管在一条直线上。从观测房一端的保护管开始装配不锈钢丝（引张线），经伸缩接头的架线板轴承，至测点位置的伸缩接头上将不锈钢丝牢固地固定在锚固板上。将各测点的不锈钢丝汇集到固定标点的测量装置上，并对引张线施加适当张力。

f. 检查安装过程的各个环节无误并测试正常后，方可回填。先在测点位置的锚固板处立模浇筑一个包裹锚固板的混凝土（或钢筋混凝土）体（墩），块体尺寸宜为厚 35cm，长 50cm，高 50cm。浇筑混凝土时，应避免砂浆进入伸缩接头与保护管之间的缝隙。混凝土墩拆模后，边养护，边人工仔细回填，其压实密度与周围坝体的相同。回填压实管线土料时应避免保护管移位。管线经过细料部位时，可回填原坝料。管线经过粗粒料部位时，应以反滤形式回填压实，靠近测点部位周围用细粒料回填压实。回填厚度超过仪器及保护管道顶面 1.5m（细料部位）或 1.8m（粗料部位）以上时，方可进行大坝正常施工。

g. 在观测房位置设置位移标点，采用视准线法或三角网法测量位移标点的起始位置。

- 2) 安装过程中应仔细保护引张线的不锈钢丝及其他部件，不锈钢丝应盘绕，不应弯折打结，其他部件不应摔摄、碰撞、受损。

15 引张线式水平位移计埋设的准确度应符合下列要求：

- 1) 位移计测头埋设位置与设计值的允许偏差，埋设高程的为 $\pm 20\text{mm}$ ；埋设桩号的为 $\pm 500\text{mm}$ ；埋设坝轴距的为 $\pm 20\text{mm}$ 。
- 2) 位移计测头位置基床不平整度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，不水平度允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ 。
- 3) 位移计管路基床的不平整度允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ，坡度与设计值的允许偏差为 $\pm 1\%$ 。
- 4) 观测房地面高程与设计值的允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ，观测房标点的坝轴距与设计值的允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

16 引张线式水平位移计埋设的起始值确定应符合下列要求：

- 1) 埋设调试完成后, 按设计对各测点引张线施加张力 30min 后测记各测点读数, 然后卸载、加载重复测定, 两次读数差不超过 3mm 时, 取其平均值作为引张线式水平位移计的起始值。
- 2) 获取起始值后, 应同时测量观测房位移标点的起始位置(坐标)。顺河向水平位移(坝轴距)测量中误差限值为 $\pm 2.0\text{mm}$ 。垂直位移(高程)测量可参照国家三等水准测量 GB 12898

方法进行, 但闭合差允许偏差为 $\pm 1.4\sqrt{n}\text{mm}$ (n 为测站数)。

17 引张线式水平位移计埋设过程中应做好埋设考证, 其考证表格式见附录 B.2.4 条。

18 用于观测大坝水平位移的测斜仪依其测试方法不同分为活动式测斜仪和固定式测斜仪。

19 活动式测斜仪的安装主要是指测斜管的埋设, 其埋设方法分为钻孔埋设和随填筑埋设, 两种方式的测斜管安装准确度要求基本相同, 其安装的技术应符合下列要求:

- 1) 钻孔埋设测斜管的操作应符合下列要求:
 - a. 将连接好的测斜管用人力或机械拉住两根安全绳, 对正施测方向, 缓缓地沉放入孔底。当钻孔中有水或泥浆时, 沉放过程中应向测斜管内充以适量的水。将测斜管上端用夹具固定在钻孔中心, 并将导槽严格对准施测方位。
 - b. 钻孔的回填材料依测斜管周围介质、地下水情况及测斜管与钻孔间的间隙来选择。如测斜管周围为砂、砾石, 宜采用灌浆方式将测斜管周围回填密实。如测斜管周围为岩石, 可用 M15~M20 水泥砂浆回填。如测斜管周围为土料时, 可用风干的膨润土泥球回填。
 - c. 埋设过程中, 应仔细保护好测斜管及其接头, 不应挤压弯折和践踏, 也不应接触高温物体。
 - d. 测斜管埋设完成后, 在正式测量前, 应用测斜仪模具从管口往管底试放一次, 测斜仪模具应在管内上下运行自如。
 - e. 在施工过程中, 管口应设临时保护措施。埋设完成后管口

应设钢保护管和可靠的保护装置。

2) 测斜管随填筑埋设的操作应符合下列内容:

- a. 坝体填筑前钻孔埋设坝基部分测斜管的,其埋设操作要点同本款 1) 项 a~c 列项。直接坐落在基岩或基础上测斜管,首节测斜管预埋于长、宽、高约 50cm×50cm×40cm 的 C20 混凝土块中心,按设计要求定位。
- b. 坝体填筑过程中,测斜管随填筑面升高接续,保持管口高于填筑面 1m 以上。接长测斜管时,应使导槽严格对正,不应偏扭,每节管沉降伸缩段长度不大于 10~15cm。当预计预留沉降量不满足要求时,应缩短单节测斜管长。管接头应有密封措施和反滤保护。测斜管周围设醒目标志,并严加防护,避免施工损坏。
- c. 施工过程中管周围 1m 内应避免机械直接碾压、振冲。当填筑面升高 50~100cm 后,清除管周围填料至上次填筑面以下约 10cm,底面操作面不小于方圆 1.1m,放坡 1:0.5~1:1,按设计填料和密度人工填筑至略高于大坝填筑面。依此类推。
- d. 施工过程中管口应设临时保护措施。观测前应先用测斜仪模具从管口往管底试放一次,模具应在管内上下运行自如;观测时应同时测记管口高程。
- e. 埋设完成后管口应设永久保护装置,观测时应测记管口高程;若坝体沉降致使管上露过长,影响保护装置,应及时截除多余部分,并记录。

20 活动式测斜仪的测斜管埋设准确度应符合下列要求:

- 1) 钻孔倾斜度允许偏差 $\pm 0.5^{\circ}$ 。
- 2) 测斜管导槽扭角允许偏差 $\pm 0.2^{\circ}/\text{m}$,累计的允许偏差限为 $\pm 15^{\circ}$ 。
- 3) 钻孔或直埋时的测斜管上端口导槽与施测方位允许偏差为 $\pm 1^{\circ}$ 。

21 活动式测斜仪测斜管埋设完成并稳定 24h 后,便可确定其起(初)始值。确定方法如下:用测斜仪测头从测斜管底自下向上,每隔 50cm (或 100cm) 一个测点,逐点测定。应平行测定两个测次,两次读

数差，伺服加速度计式测斜仪的不大于 0.2mV ；振弦（式）测斜仪的不大于 1Hz （或 2kHz^2 ）；电阻应变片式测斜仪的不大于 $3\mu\epsilon$ 。将测斜仪反方向再按上述方法测定，得到反方向测值。取正、反向测值的平均值为该测点的起（初）始值。

22 活动式测斜仪测斜管埋设过程中应做好埋设考证，其考证表格式见附录 B.2.5 条。

23 固定式测斜仪是将测斜仪固定在测斜管内设定测点，宜采用遥测或自动测量的方式，监测被测点水平位移的连续变化。测斜管的安装见 19 款，测斜管安装准确度要求见 20 款。

1) 固定式测斜仪安装埋设的技术应符合下列要求：

a. 第一套（安装于管最底部的）测斜仪安装好底部、上部支撑管和吊装绳索，调正方向，测斜仪导向轮沿管导向槽缓慢放入测斜管，人工牵拉吊装绳索将测斜仪悬置于测斜管中，使上部支撑管露出测斜管顶口约 $10\sim 15\text{cm}$ 后固定绳索，以便于其上的仪器连接。测读测斜仪输出信号，确认其工作正常。

b. 将安装好上部支撑管的第二套测斜仪调正方向后，与第一套测斜仪上部支撑管铰接，保持支撑管与测斜仪轴线平直后，人工牵拉吊装绳索，重复上项操作。依此类推。

2) 固定式测斜仪埋设过程中，应仔细地保护好测斜仪及电缆，安装完成后，吊装绳索与电缆一道捆绑，留待检修之用。

24 固定式测斜仪组中各测斜仪埋设高程允许偏差为 $\pm 5\text{cm}$ 。

25 测定固定式测斜仪各测头读数，若连续 3 次读数差小于 $1\%\text{FS}$ ，取其平均值作为该测点的起（初）始值。

26 固定式测斜仪在埋设过程中应做好埋设考证，其考证表格式见附录 B.2.6 条。

27 倾角计（或倾斜仪）传感器直接安装埋设在被监测测点上。安装埋设方式主要有随填筑埋设、钻孔安装和表面安装。

28 倾角计随填筑埋设的技术应符合下列要求：

a. 用水泥砂浆或树脂胶将仪器基准板固定在埋设基面上，同时调整定位销的方位与被测方位一致。

- b. 在有风化层或完整性较差的岩石表面埋设基准板时，应用锚杆或钢管桩将基准板基座与被测量介质连成一体。
- c. 仔细地测定测点坐标及观测到传感器稳定的起（初）始读数后，安装基准板保护罩。

29 当观测地下岩体结构等位置的转动位移时，可用钢管埋设到经灌浆扫孔后的钻孔中，将基准板固定在钢管顶部，钢管应竖直，基准板应水平，并与钢管牢固结合。当观测建筑物的转动位移时，选择水平面或制备水平面作为基面，基准板直接固定在此表面上。钻孔和表面安装倾角计的方向与被测转动倾向一致，其安装准确度同随填埋设的。

30 倾角计埋设准确度应符合下列要求：

- 1) 埋设基面不平整度允许偏差 $\pm 1\text{mm}$ ，水平度允许偏差 $\pm 2^\circ$ 。
- 2) 钢管倾斜度允许偏差 $\pm 1^\circ$ 。
- 3) 仪器基准板水平度允许偏差 $\pm 1^\circ$ ，定位销方位角允许偏差 $\pm 3^\circ$ 。

31 倾角计基准板埋设固定后，测定传感器读数，若连接 3 次读数差小于 1%FS，取其平均值作为该测点的起（初）始值。

32 倾角计在埋设安装过程中应做好埋设考证，其考证表格式见附录 B.2.7 条。

33 混凝土坝内部水平位移观测所用的引张线仪的安装见 4.9.2 条第 10 款～第 13 款。

4.9.4 挠度观测

1 挠度观测，对于土石坝，通常是指面板堆石坝中的面板的挠度观测，可采用斜坡测斜仪观测，也可采用水管式沉降仪观测面板下面的垫层的沉降，经换算获得相应该部位的面板的挠度；对于混凝土坝，挠度观测通常采用垂线坐标仪。

2 斜坡测斜仪安装主要是指测斜管的安装，测斜管安装埋设示意图见附录 B.6.3，其技术应符合下列要求：

- 1) 对于安装在混凝土面板表面的测斜管，可用人力或机械拉住两根安全绳将测斜管轻轻地自坝顶往坝脚施放至趾板上的保护墩，并使管外标记线朝上。外标记线经初步检查合格后，

测斜管底端插入保护墩预留孔内。再用钻孔倾斜仪探头测量测斜管底端导槽方位。合格后，向孔内注入水泥砂浆或树脂胶将测斜管底端固定。然后自下向上用专用的半圆形卡具卡住测斜管，并用膨胀螺栓将管卡固定在混凝土面板上。在测斜管固定过程中，应不断地用钻孔倾斜仪探头测量导槽方位，如偏差超标，应及时纠正。

- 2) 对于安装在混凝土面板下面的测斜管，在面板浇筑前，将其安置固定在经压实的垫层面上。然后参照本款 1) 项的方法和程序将测斜管固定在保护墩内和垫层上。
 - 3) 斜坡式测斜管安装固定后，应用斜坡测斜仪模具从管口往管底试放一次，模具应在管内上下畅通无阻。
 - 4) 对安装在面板表面上的测斜管安设保护装置。对安装在面板下面的测斜管，在面板浇筑过程中，应对测斜管严加保护。
 - 5) 在斜坡式测斜管管口设钢保护管和可靠的保护装置。在施工过程中管口应设临时保护措施。
 - 6) 斜坡测斜仪安装过程中，应仔细保护好测斜管及其接头，不应挤压弯折和践踏，也不应接触高温。
- 3 斜坡测斜仪安装准确度应符合下列要求：
- 1) 被测面板坡度允许偏差为 $\pm 1^\circ$ ，不平整度允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。垫层坡度允许偏差为 $\pm 1.5^\circ$ ，不平整度允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
 - 2) 斜坡测斜管连接时，导槽与施测方位允许偏差为 $\pm 0.3^\circ/\text{m}$ ，累计的允许偏差限值为 $\pm 15^\circ$ 。
 - 3) 斜坡测斜管上端口及底端口导槽与施测方位允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。测斜管轴线与坝轴线垂直度允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。
- 4 斜坡测斜仪安装完成后，安装在面板下面的测斜管需在面板混凝土达到终凝后即可进行起始值测定。用测斜仪从管底自下向上，每隔 50cm（或 100cm）一个测点，逐点测定，应平行测定两次。其两次读数差，伺服加速度计式斜坡测斜仪的不应大于 0.2mV；振弦式斜坡测斜仪的不大于 1Hz（或 3kHz²）。取其平均值作为该测点的起始值。
- 5 斜坡测斜仪安装过程中，应做好安装考证，其考证表格式见附录 B.3.1 条。

6 采用水管式沉降仪观测面板的挠度的安装标准可参照内部垂直位移观测（4.9.3 条第 2 款～第 5 款）的执行。

7 垂线坐标仪（包括正、倒垂线）安装的技术应符合下列要求：

- 1) 正垂线安装需待坝顶悬线装置预埋件固定后，先用不锈钢丝进行预安装，以便调整固定点位置。确认无误后，正式用不锈钢丝安装，用专用夹具将垂线固定在垂线悬挂装置上，垂线下端连接重锤，并将重锤放入油桶内。
- 2) 倒垂线安装，采用固定锚块时，应以水泥浆或水泥砂浆将锚块浇固在钻孔保护管底。钻孔保护管应保持平直和防止漏水。下保护管前，可在钻孔底部先放入少量水泥浆（高于钻孔底部约 0.5m），保护管下到孔底后，宜略提起（不应提出水泥浆面）并用钻机或千斤顶加以固定。然后准确测定保护管的倾斜度。若偏斜过大，应加以调整，直到满足设计要求，方可向钻孔内注入水泥砂浆。待水泥砂浆凝固后，拆除固定保护管的钻机或千斤顶。最后再次测定保护管的倾斜度，并据此确定倒垂锚块的埋设位置。倒垂锚块就位后，向其周围注入水泥浆或水泥砂浆，将锚块固定。
- 3) 倒垂线浮体组的安装，应使浮子水平，连杆竖直，浮子应位于浮桶中心，并处于自由状态。若采用恒力浮子，应使整个浮子没入液体中，但不可触及浮桶底部。若采用其他类型浮子，则应调整到设计浮力。
- 4) 防风筒的中心线宜和垂线一致。
- 5) 垂线（或临时垂线）安装后，依坐标仪量程预估位移确定坐标仪底盘安装位置，并按坐标仪安装说明安装垂线坐标仪底盘及垂线坐标仪。垂线坐标仪底盘应调整水平，步进马达型及光学垂线坐标仪的导轨应平行于检测方向，其他电容式、电感式、光学（CCD）等型式的垂线坐标仪的轴线应平行或垂直于坝轴线。
- 6) 垂线坐标仪安装过程中，应仔细保护好垂线、垂线坐标仪及其接长电缆。垂线线体应绕盘存放、搬移和安装，不应弯折和接触锋利物件。电缆连接后应及时归整固定，加以必要保

护，引至观测房。

8 垂线坐标仪（包括正、倒垂线）安装准确度应符合下列要求：

- 1) 正垂线与坝面控制标点强制对中底盘中心线距离为 $85\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ，底盘对中允许偏差为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。
- 2) 倒垂线钻孔和钻孔保护管的倾斜度以其最终有效孔（管）径控制。有效孔（管）径应大于 75mm ，并宜依地质条件和结构计算确定。
- 3) 垂线坐标仪底盘水平度允许偏差 $\pm 0.1^\circ$ ，垂线坐标仪导轨或轴线与坝轴线平行或垂直允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

9 垂线坐标仪（包括正、倒垂线）安装并调试完成后，对某条垂线各测点自上而下或自下而上在最短时间内逐点测定，每测次应观测两测回，两测回读数差不大于 0.15mm ，取其平均值作为该测点的初（起）始值。

10 垂线坐标仪（包括正、倒垂线）安装过程中，应做好埋设考证，其考证表格式见附录 B.3.2 条。

4.9.5 裂缝和接缝观测

1 土石坝裂缝宜采用土位移计观测，面板堆石坝的混凝土面板的接缝及周边缝宜采用测缝计（单向或根据需要组装成两向或三向）观测，或采用专门的三向测缝计观测。混凝土坝的裂缝和接缝宜采用专门的小量程测缝计观测。土位移计安装埋设示意图见附录 B.7.1。测缝计（单向）安装埋设示意图见附录 B.7.2。三向测缝计安装埋设示意图见附录 B.7.3。

2 用土位移计观测土石坝裂缝的埋设技术应符合下列要求：

- 1) 土位移计的埋设操作应符合下列要求：
 - a. 在垂直于裂缝的两侧将锚固板平行于裂缝打入土体的预定深度，锚固板平面应与缝面平行，锚固板的位移计固定端应位于同一个垂直于裂缝的平面内。
 - b. 将位移计垂直于裂缝地安装于锚固板的位移计固定端，调节位移计连杆，使其拉开，预留其闭合开度，并测记位移计的读数。
 - c. 小心地回填坑槽（井），锚固板和位移计周围应用木榔头

轻轻击实，并使回填土体的含水率和密度与原土体的基本一致。回填至位移计以上 50cm 后，可用人工夯实方法回填。

d. 位移计电缆沿坑槽（井）壁上引至电缆沟，回填完毕后，测记位移计读数。

2) 在埋设过程中，应仔细地保护位移计和电缆。

3) 当裂缝位于表面或混凝土结构与土体结合面时，可参照上述方法安装位移计，但应注意下列内容：

a. 若仪器外露，则应设置仪器保护装置。

b. 对于已建坝，可在混凝土结构物上设置一个位移计固定端。

对于在建坝，可在混凝土结构物上预埋一个位移计固定端。

3 土位移计的埋设准确度，与裂缝垂直的允许偏差为 $\pm 1^\circ$ ；埋设高程的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

4 土位移计埋设后，在环境量基本不变情况下，连续测读数日，取其稳定读数作为土位移计埋设的起（初）始值。不同型式的土位移计埋设的起（初）始值测试和确定方法应符合下列要求：

1) 振弦式位移计用相应的频率接收仪测定。每测次平行测定两次，其测读数差不大于 1Hz （或 2kHz^2 ）。现场埋设前频率为零位移频率，埋设后稳定读数为初始频率，依此确定埋设起（初）始位移。

2) 电位器式位移计用相应分辨力的万用表或分辨力满足要求的仪表测定，每测次应平行测定两次，其读数差不大于 2mV 。

5 土位移计埋设过程中，应做好埋设考证，不同形式土位移计的埋设考证表格式见附录 B.4.1 条。

6 用于混凝土面板堆石坝周边缝和面板接缝开度观测的单向测缝计安装技术应符合下列要求：

1) 单向测缝计的安装操作应符合下列要求：

a. 在面板或趾板上安装固定支座（架）。

b. 安装好测缝计，调节接长杆（连杆）位置，拉开测缝计，使其预留可能的开合间距（或约 $1/3 \sim 1/2$ 量程位置）。

c. 测记测缝计读数。

2) 在安装过程中，应仔细地保护测缝计和电缆。安装完毕后，

应及时安装仪器保护罩。

7 混凝土面板堆石坝单向测缝计安装准确度，其埋设位置（空间坐标）的允许偏差为 $\pm 20\text{cm}$ ；测缝计与面板平行度的允许偏差为 $\pm 1^\circ$ ；测缝计与周边缝或接缝的垂直度的允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

8 混凝土面板堆石坝单向测缝计安装完毕应进行连续测读，取其环境量基本不变时的稳定读数作为起（初）始读数。不同型式传感器起（初）始读数的测定方法同 4.9.5 条 4 款。

9 混凝土面板堆石坝单向测缝计安装过程中应做好安装考证，不同型式的测缝计的安装考证表格式见附录 B.4.1 条。

10 混凝土面板堆石坝周边缝电位器式两向或三向测缝计安装的技术应符合下列要求：

1) 两向或三向测缝计安装的操作应符合下列要求：

- a. 将测缝计的两个固定支座分别固定在趾板和面板安装基面预埋的固定螺栓上。
- b. 安装测缝计支座和测缝计，借助两平板，使一只测缝计垂直于面板；另一只或两只测缝计位于平行于面板的同一平面内。调节接长杆（连杆），拉开测缝计，使其预留可能的闭合间离（或约 $1/3 \sim 1/2$ 量程的位置）。
- c. 准确测量两向或三向测缝计的起始长度，对于三向测缝计，还应准确测量位于趾板一侧的两测缝计端点的间距。
- d. 测记测缝计起始读数。

2) 在安装过程中，应仔细地保护测缝计和电缆。

11 混凝土面板堆石坝电位器式两向或三向测缝计安装的准确度，其埋设位置（空间坐标）的允许偏差为 $\pm 200\text{mm}$ ；测缝计与面板平行度的允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。测缝计与面板的垂直度的允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

12 混凝土面板堆石坝电位器式两向或三向测缝计的安装起始值确定应符合下列要求：

- 1) 两向或三向测缝计的起始长度和趾板一侧两测缝计端点间距应采用游标卡尺测量，应平行测定两次，其读数差不超过 0.1mm 。
- 2) 各向测缝计的起始读数的确定同 4.9.5 条 8 款单向测缝计。

13 混凝土面板堆石坝两向或三向测缝计在安装过程中,应做好安装考证,不同型式的测缝计的安装考证表格式见附录 B.4.2 条。

14 混凝土面板堆石坝旋转电位器式三向测缝计安装的技术应符合下列要求:

- 1) 安装传感器固定支架。借助两平板,使支架的坐标板平面垂直于面板平面。
- 2) 将 3 只传感器安装固定在坐标板上,并将其钢丝引出和固定在钢丝固定支架上。各传感器的钢丝宜拉至预先设置的可能的闭合长度(或约 $1/3-1/2$ 量程),测记传感器读数。
- 3) 准确测量 3 只传感器的钢丝初始长度及 3 只传感器之间的距离。

15 混凝土面板堆石坝旋转电位器式三向测缝计安装的准确度应符合下列要求:

- 1) 埋设位置(空间坐标)的允许偏差为 $\pm 20\text{cm}$ 。
- 2) 传感器固定支架坐标板平面与面板平面不垂直度允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。
- 3) 钢丝固定支架与面板平面不垂直度允许偏差为 $\pm 10^\circ$ 。

16 混凝土面板堆石坝旋转电位器式三向测缝计安装的起始值的确定应符合下列要求:

- 1) 三向测缝计的 3 只传感器的钢丝起始长度和 3 只传感器间的距离应用游标卡尺测量,应平行测定两次,其读数差不超过 0.05mm 。
- 2) 三向测缝计安装完毕应进行连续测读,取其环境量基本不变时的稳定读数作为起始读数。采用相应检测仪测读,每次应平行测定两次,其读数差不超过 0.05mm 。

17 混凝土面板堆石坝旋转电位器式三向测缝计在安装过程中应做好安装考证,其考证表格式见附录 B.4.3 条。

18 混凝土坝(结构物)裂缝和接缝观测的测缝计安装技术应符合下列要求:

- 1) 测缝计安装的操作应符合下列要求:
 - a. 当测缝计直接安装在混凝土表面时,首先在垂直于裂缝或

接缝的两侧置入地脚螺栓，然后安装固定支架，再将测缝计安装在固定支架上；调整加长杆的长度，使测缝计处于适当的张开位置上；最后装上仪器保护罩。

b. 当测缝计安装在过水的混凝土表面时，可在垂直于裂缝或接缝的仪器埋设位置上开凿一个深约 20cm 的坑槽（对于在建坝，可在埋设位置上将捣实的混凝土挖深约 20cm 的坑槽）；然后将除加长杆弯钩和仪器凸缘盘外全部用多层塑料布包裹的测缝计放入坑槽中，并将其临时固定；再调整加长杆长度，使测缝计处于适当的张开位置上；填入混凝土，并加强混凝土养护。

c. 当测缝计埋设在混凝土内坝缝时，首先在先浇混凝土块上垂直于缝面预埋测缝计套筒；当电缆须从先浇块引出时，应在模板上设置储放仪器和电缆用的储藏箱；将接缝处长约 40cm 的电缆包上绝缘胶带；当后浇块混凝土浇至高出仪器埋设位置 20cm 时，振捣压实后挖去混凝土，露出套筒，打开套筒盖，取出填塞物，安装测缝计，并使之处于适当的张开位置上，回填混凝土。

d. 当测缝计埋设在基岩与混凝土交界面上时，首先在基岩中垂直于交界面造一孔径大于 9cm、深度为 50cm 的孔，在孔中填入大半孔膨胀水泥砂浆，将带有加长杆的套筒压入孔中，使套筒口与孔口平齐，将套筒内填满棉纱，螺纹口涂上机（黄）油，旋上筒盖；待混凝土浇至高出仪器埋设位置约 20cm 时，挖去捣实的混凝土，打开套筒盖，取出填塞物，旋上测缝计，并使之处于适当的张开位置上，回填混凝土。

2) 安装（埋设）过程中，应仔细保护测缝计和电缆。

19 混凝土坝（结构物）裂缝或接缝测缝计安装准确度应符合下列要求：

1) 安装位置（空间坐标）的允许偏差为 $\pm 20\text{cm}$ 。

2) 仪器轴线与裂缝和接缝的不垂直度允许偏差为 $\pm 2^\circ$ 。

20 混凝土坝（结构物）测缝计安装的起（初）始值，应在现场安装固定后测定。回填混凝土的，应在安装固定后 24h 测定。

振弦式测缝计的起（初）始值用分辨力为 0.1Hz 的振弦频率测定仪测读，应平行测读两次，其读数差不大于 0.2Hz。也可用分辨力为 0.1kHz 的频率模数测读仪读数，应平行测定两次，其读数差不大于 2kHz。

差动电阻式测缝计的起（初）始值用最小读数为 0.01% 差动电阻数字指示仪测读，应平行测读两次，其读数差不大于 0.02%。

21 混凝土坝（结构物）测缝计安装过程中应做好安装考证，其安装考证表格式见附录 B.4.4 条。

4.9.6 基岩位移观测

1 基岩位移一般采用变位计观测。变位计的类型主要有钢弦式、电位器式、电容式和差动电阻式。

2 变位计安装的技术应符合下列要求：

1) 变位计埋设操作应符合下列要求：

- a. 依次组装锚栓、连接杆、可调节连杆和传感器，并套上保护管。在保护管上从锚栓尾部至可调节杆的长度内每 2m 作一个标记。仪器组装时应根据正装或反装的不同组装方法和测量方式测记变位计起始长度。
- b. 将排气管放至孔底就位。
- c. 根据钻孔柱状图，将组装好的构件（含一孔多只变位计）整体放入孔内，并确认已按设计要求就位。
- d. 在外护筒旁将注浆管插入钻孔中，再将多点变位计和注浆管固定好，用速干膨胀水泥将外护筒四周和孔口封闭。
- e. 采用粒径小于 1mm 的清洁中粗砂与 500 号水泥，按水灰比 0.5: 1.0 配制砂浆，向孔内注浆，排气管内会不断有空气排出，直至排气管中开始回浆，停止注浆。拆除注浆设备，堵住注浆管和排气管。
- f. 埋设完成后，测记传感器读数。

2) 在仪器埋设过程中应保护仪器及其电缆。

3 变位计埋设的准确度，系指锚栓底部深度测量的准确度，对于垂直钻孔，宜用测绳测量，其深度的允许偏差为 $\pm 2\text{cm}$ 。对于斜孔，可用钻杆长度计量，其深度的允许偏差为 $\pm 5\text{cm}$ 。

4 变位计埋设完毕锚栓锚固后，在环境量基本不变情况下，观测数日，取其稳定读数作为变位计埋设的起（初）始值。不同型式变位计的起（初）始值的测试和确定方法应符合下列要求：

- 1) 振弦式变位计用相应的频率接收仪测定。每测次平行测定两次，其测读数差不大于 0.1Hz。现场埋设前频率称为零位移频率，埋设后稳定读数为初始频率，依此确定埋设初始位移。
- 2) 电位器式变位计用相应分辨力的万用表或分辨力满足要求的仪表测定，每测次应平行测定，其读数差不大于 2mV。
- 3) 电容式变位计用电容式读数仪测定。每测次应平行测定两次，其测读数差不大于 2 个电容比。
- 4) 差动电阻式变位计用比例电桥测定，每测次平行测定两次，其读数差不大于 2 个电阻比。

5 变位计埋设过程中应做好埋设考证，不同型式变位计的埋设考证表格式见附录 B.5 节。

6 其他形式仪器和传力杆的安装埋设可见 4.9.6 条第 2 款～第 5 款的原则。

4.9.7 渗流压力观测

1 渗流压力观测依观测仪器设备不同，可分为孔隙水压力计（以下简称渗压计）观测和测压管观测。渗压计安装埋设示意图见附录 C.4.1。测压管安装埋设示意图见附录 C.4.2。

2 渗压计埋设的技术应符合下列要求：

- 1) 渗压计的埋设分为钻孔埋设、坑式埋设和测压管内安装。
- 2) 钻孔埋设时对钻孔应符合下列要求：
 - a. 钻孔直径取决于埋设渗压计的数量及封孔材料，宜采用 $\Phi 108 \sim 146\text{mm}$ 。
 - b. 钻孔倾斜度，一般要求 100m 内不大于 1° ，特殊部位，要求 100m 内不大于 0.5° 。
 - c. 钻孔应用干钻钻进，当钻进十分困难时，可用少量润滑水，但在埋设渗压计上下各 1m 范围内不允许使用润滑水，当碰到坍（缩）孔时，应用套管跟进，严禁泥浆固壁。

- d. 对各土层应仔细描述；测记初见水位及稳定水位；钻至埋设底高程以下 0.5m 后，清孔；埋设前应提供钻孔柱状图。
- 3) 钻孔埋设操作应符合下列要求：
- a. 在水中将渗压计装上透水石，然后小心地提出水面，移入孔内，匀速下放。
- b. 干孔埋设时，渗压计承压膜应朝上。
- c. 按设计高程将渗压计置于厚度约 1.0m 的集水反滤砂中。其上用泥球封孔（周围介质为塑性土），厚度不宜小于 4.0m。然后回填填料。
- d. 在埋设回填过程中应严格控制下料量和速度，避免架空，并使之初步密实。缓慢提拔套管，并控制填料表面距套管底端。0~0.5m。回填完成后，向孔内注入适量水，并将孔口加以保护。
- 4) 坑式埋设法的操作应符合下列要求：
- a. 在坝内埋设，当填筑面高程超出测点埋设高程约 0.3m 时，在测点部位挖坑，坑深约 0.4m（其平面尺寸以操作方便和减少开挖为度），采用砂包裹体法将渗压计平卧于坑内就地埋设。砂包裹体应以水饱和。当在基岩面制坑（含手钻造孔）困难时，也可用钻机钻孔埋设。
- b. 渗压计就位后，采用薄层铺料、专门压实的方法回填，并控制填料含水率及干密度与周围坝体一致。渗压计以上的填方安全覆盖厚度应不小于 1.0m。
- c. 渗压计的连接电缆可沿坝面开挖沟槽敷设，当横穿防渗体时，应加阻水环。电缆在沟槽内应呈 S 形布设。
- 5) 混凝土坝施工期孔（洞）式埋设应符合下列要求：
- a. 在混凝土浇筑层面埋设渗压计，应在浇筑下一层混凝土时，在埋设位置层面预留一个深 30cm、直径 20cm 的孔。在孔内铺一层细砂，将渗压计竖直向上，放在砂垫层上。用细砂将渗压计埋好，孔口放一盖板，再浇筑混凝土。
- b. 在基岩面上埋设渗压计，应在埋设的基岩位置上钻一深 100cm、直径 5cm 的集水孔，孔内填以细砾，将裹有渗压计

（平置）的砂包放在集水孔顶部，使渗压计位于建基面上。用砂浆封住砂包，待砂浆凝固后即可浇筑混凝土。

c. 在水平浅孔内埋设渗压计，应在埋设部位钻一个孔深 50cm、直径 15~20cm 的浅孔。如孔无透水裂隙，可根据需要，在孔底套钻一个孔径 3cm 的小孔，在小孔内填人细砾，在大孔内填细砂，将渗压计平埋在细砂中，孔口盖上盖板，并用水泥砂浆封住，待砂浆凝固后即可填筑混凝土。

d. 在坝基深孔内埋设渗压计，深孔直径不小于 100mm，先向孔内填人 40cm 厚的粒径约为 10mm 的砾石，然后将装有渗压计的细砂包吊入孔底。再在其上填 40cm 厚的细砂，然后再填 20cm 厚的粒径为 10~20mm 砾石。再在余孔段灌人水泥膨润土或防缩水泥砂浆。

e. 渗压计埋设完成后，按设计要求铺设电缆，并应就近引人观测廊道。

6) 在测压管内采用吊装法安装应符合下列要求：

a. 依测压管深度，选用似 $\phi 1.5\sim 2.5\text{mm}$ 的不锈钢钢丝绳悬吊渗压计，将其放至设计高程。

b. 在管口固定钢丝绳。

c. 管口应留有通气孔。

d. 孔口应加以保护。

3 渗压计的埋设安装准确度应符合下列要求：

1) 钻孔埋设的，当埋设深度不大于 70m 时，其埋设高程的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；当埋设深度大于 70m 时，其埋设高程的允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。

2) 坑（洞、孔）式埋设的，不同坝型不同坝高的埋设高程允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；但用于土石坝监测的渗压计埋设高程，宜通过附近沉降测点的沉降增长，对其埋设高程做相应修正。

3) 测压管内安装的，当在测压管内安装深度不大于 70m 时，其安装高程的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；安装深度大于 70m 时，其安装高程的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

4 不同型式渗压计的起始值确定应符合下列要求：

- 1) 振弦式渗压计的零压频率（无温度气压修正的）或零压频率模数（有温度气压修正的），应在现场渗压计就位约 0.5h 后测记。当钻孔埋设渗压计位于水下时，应先将渗压计于水下就位约 0.5h 后测记该水位下渗压计的输出频率或频率模数值，再提出水面，并测记零压频率或频率模数值，然后用上述测值反算渗压计承受水头，与实测水位（头）比较，其允许偏差为 $\pm 1\%$ 。零压频率用分辨力为 0.1Hz 的振弦频率测定仪测读，应平行测定两次，其读数差不大于 1Hz。零压频率模数用分辨力为 0.1kHz^2 的读数仪测读，应平行测定两次，其读数差不大于 2kHz^2 。
- 2) 差动电阻式渗压计的零压电阻比的测定方法同振弦式渗压计的，采用最小读数为 0.01% 的差动电阻式数字指示仪测读，应平行测定两次，其读数差不大于 0.02%。
- 3) 压阻式渗压计的零压电压的测读方法同振弦式渗压计的，采用准确度 0.005% 的电压表测读，应平行测定两次，其读数差不大于 0.2mV。

5 渗压计埋设过程中，应做好埋设考证，不同型式渗压计的埋设考证表格式见附录 C.1 节的孔隙水压力计安装考证表。测压管内的埋设考证表格式参照钻孔法的相应型式渗压计的埋设考证表格式制定。

6 测压管埋设的技术应符合下列要求：

- 1) 测压管的埋设分为钻孔法和预埋法两种。
- 2) 钻孔法埋设时对钻孔的要求同 4.9.7 条 2 款 2) 项。
- 3) 钻孔法埋设测压管的操作应符合下列要求：
 - a. 按设计要求接好测压管。下管前先在孔底填约 20cm 厚的反滤料，然后将测压管悬吊顺直，缓缓下放，直到反滤料顶面。
 - b. 测压管就位后，测记管底高程和管水位，并回填管外反滤料，逐层捣实，直至花管顶端以上 20cm 处或设计要求的进水段高度。
 - c. 反滤料以上用膨胀土泥球封孔，封孔时应用特制漏斗严格控制泥球人孔数量和速度，泥球不得“架空”。封孔厚度不宜

小于 6.0m。封至设计高程后，若孔内水位低于此高程，应向管内注水，至水面超过泥球段顶面，使泥球吸水膨胀。

d. 封孔泥球顶面以上，可用原坝料回填，但应逐层捣实，使其干密度大于孔周土体干密度。

e. 测压管封孔回填完成后，应按规范要求，做灵敏度检验，合格后，安设管口保护装置。

f. 在混凝土坝体或岩体内钻孔埋设测压管时，可采用给水钻，不应套管跟进。测压管花管周围用粗砂或细砾料作反滤料，导管段用水泥砂浆或水泥膨润土浆封孔回填，集水料与封孔料之间用 20cm 厚细砂过渡。

4) 在建混凝土坝坝基扬压力观测可采用预埋法，其操作应符合下列要求：

a. 在测点位置用手风钻打孔，孔径 50mm，孔底距建基面不大于 1.0m。

b. 将测压管下端插入钻孔中，并用预埋插筋（ $\Phi 20\text{mm}$ ）焊接拉筋（ $\Phi 20\text{mm}$ ）固定，使之竖立；高度取决于第一层混凝土浇筑厚度，宜为 100~150cm。

c. 随混凝土施工时，上接测压管每层管不宜过长，其长度依现场施工机械、施工方法而定。

d. 在测压管埋设上接过程中，应保持管子直立，管口应加盖保护。大坝施工完成后，管口应埋设永久保护装置。

7 测压管的埋设准确度应符合下列要求：

1) 钻孔法埋设测压管的准确度由钻孔倾斜度和高程量测决定。

钻孔倾斜度不应大于 1° 。特殊部位不应大于 0.5° 。高程（由孔口以下深度换算）量测准确度，两次读数差不应大于 10mm。

2) 预埋法埋设测压管的准确度，测压管倾斜度 100m 内不应大于 1° 。高程测量准确度，可按国家四等水准测量方法进行，

但闭合允许偏差为 $\pm 2.8\sqrt{n} \text{ mm}$ （ n 为测钻数，下同）。

8 测压管的起始值确定应符合下列要求：

1) 钻孔法埋设测压管的起始值为埋设后的管口高程，可按国家

四等水准测量方法进行,但闭合允许偏差为 $\pm 2.8\sqrt{n}$ mm。

- 2) 预埋法埋设测压管的起始值,当埋设过程中需测读管水位时,为上接管的管口高程。当埋设过程中不需测读管水位时,为终接管的管口高程。上接管和终接管的管口高程的测量方法和准确度同钻孔法的。

9 测压管的埋设过程中应做好埋设考证记录,考证表格式见附录 C.2 节。

4.9.8 渗流量观测

1 渗流量观测所需的辅助设施——量水堰或测速沟槽的设置遵照 SL 551 及 DL/T 5178 的规定执行。

2 采用水尺或测针量测堰上水头时,其安装技术要点及安装准确度要求遵照 SL 551 及 SL 601 的规定执行。

3 采用电测水位仪(计)测量堰上水头时,安装示意图见附录 C.4.3,其安装的技术应符合下列要求:

- 1) 振弦式堰上水位仪的安装应符合下列要求:
 - a. 将切槽管(静止井)置于堰板上游 3~5 倍堰上水头的堰槽侧墙处,就位于堰上水位在重力浮子所要求的位置上,并保持管身竖直后,固定在堰槽侧墙上。
 - b. 测记传感器零位读数后,小心地将组件放入切槽管(静止井)中,直到盖子牢固地安放在切槽管上部。
 - c. 安装完成后,测记传感器读数。当有堰上过流时,应将水位仪测试水头值与量测水头值比较,并使之满足要求。
- 2) 电容感应式堰上水位仪的安装应符合下列要求:
 - a. 在量水堰土建施工时,按设计在堰板上游 3~5 倍堰上水头处预埋一根引水管,引水管应与堰槽侧墙垂直,并保持水平。
 - b. 在引水管外侧预埋堰上水位仪安装底座,底座应保持水平。
 - c. 对已建量水堰,则可按上述要求钻孔埋设引水管和底座。
 - d. 引水管入水口应加拦污网。底座(板)的高程应使堰上水

位仪的量程满足使用要求。

e. 待混凝土固化后，将堰上水位仪安装在底座上，再用水管接头将引水管与水位仪接通并密封，然后用水准尺调平水位仪。

f. 安装完成后，先进行传感器安装方向（接线线路）检验，将浮子与屏蔽管脱开，测试水位仪电容比，当接线线路正确时，电容比大于 3.8；当接线线路错误时，电容比小于 0.6，应在测读装置处将 PA、PB 线调换。然后进行水位仪起始读数检验，即使量水堰水位仪内液面与量水堰堰口齐平时，其电容比应在 3.8 左右，否则应再次调整仪器底板高程，使之满足为止。

4 不同型式水位仪（计）安装准确度应符合下列要求：

1) 振弦式堰上水位仪的堰口及仪器高程测量可按国家三等水准

测量方法进行，但闭合允许偏差为 $\pm 1.4\sqrt{n}$ mm。切槽管的

倾斜度允许偏差为 $\pm 10^\circ$ 。

2) 电容感应式堰上水位仪的堰口及底座（或基础）高程的测量方法及准确度同振弦式堰上水位仪的。引水管的水平度及其与堰槽侧墙的垂直度允许偏差为 $\pm 1'$ 。水位仪底座的水平度允许偏差为 $\pm 5'$ 。

5 不同型式水位仪（计）起（初）始值确定应符合下列要求：

1) 振弦式堰上水位仪起始频率模数值，应在现场将传感器挂上重力浮子，在无水情况下，静置约 0.5h 后测记。用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测试，平行测定两次，其读数差不大于 2kHz^2 。

2) 电容感应式堰上水位仪初始输出电容比，应在现场安装完成接通量水堰渗流水约 0.5h 后测记，用分辨力为 0.05%FS 的电容比指示仪测试，应平行测定两次，其允许偏差为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

6 堰上水位仪（计）安装过程中应做好安装考证记录，安装考证表格式见附录 C.3 节。

4.9.9力、应力应变观测

1 力、应力应变观测包括钢筋应力、锚杆应力、锚索（杆）力及结构（构筑）物应变观测，分别采用钢筋计、锚索（杆）测力计及应变计和无应力计观测。

2 钢筋计安装的技术应符合下列要求：

1) 钢筋计的安装分为螺纹连接法、坡口焊接法及对焊机焊接法。

a. 螺纹连接法的安装要点为：将安装钢筋计的钢筋截取适当长度（一般不小于 1m），其一端加工与钢筋计端（内）螺纹适配的（外）螺纹。钢筋计安装前，应对内外螺纹用 95% 的酒精或其他挥发性溶剂进行清洗，再在螺纹表面涂适量厌氧胶或强力胶后旋紧。钢筋计与钢筋可靠连接后，按设计进行绑扎定位。

b. 坡口焊接法的安装要点为：钢筋计在钢筋加工场预先焊接，焊接时应将钢筋与钢筋计连接杆对中对正，采用坡口法焊接。与钢筋计配接的钢筋长度不宜小于 1m。

c. 对焊机焊接法的安装要点为：在现场于安装钢筋计的位置将钢筋截下相应的长度，将钢筋计与钢筋对中对正后进行焊接。焊接过程中用湿棉纱包裹仪器，且不断浇水降温，直至焊接完成后钢筋冷却到环境温度为止，焊缝附近发黑之前切忌浇冷水。焊接过程中，用接收仪表量测仪器温度，并控制低于仪器的温度使用范围上限。

d. 采用焊接的对接口质量应进行抽检。

2) 其他应注意的问题应包括下列内容：

a. 当所选择的钢筋计连接杆的直径与钢筋直径差异过大时，应考虑截面面积的换算。

b. 钢筋计周围浇筑的混凝土应采用人工捣实。

3 钢筋计的安装准确度应符合下列要求：

1) 钢筋计安装高程允许偏差为 $\pm 10\text{cm}$ 。

2) 钢筋计连接杆与钢筋对正错位允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

3) 钢筋计安装平面位置允许偏差为 $\pm 5\text{cm}$ ，角度允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。

4 不同型式钢筋计的起始值或初始值的确定应符合下列要求:

- 1) 振弦式钢筋计的起始值采用分辨力不低于 0.1Hz 的频率读数仪测读, 应平行测定两次, 其读数差不大于 2Hz ; 或采用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测读, 应平行测定两次, 读数偏差不大于 2kHz^2 ; 带测温功能的钢筋计的起始温度, 应平行测定两次, 读数差不大于 0.5°C 。
- 2) 差动电阻式钢筋计的起始值采用分辨力不低于 0.01% 的电阻比读数仪测读, 起始电阻比应平行测定两次, 其读数差不大于 0.02% , 起始电阻读数差不大于 0.1Ω , 起始温度读数差不大于 0.5°C 。
- 3) 初始值的确定原则是, 在常规混凝土中宜取钢筋计埋设 $12\sim 24\text{h}$ 后的测值作为初始值。当钢筋计和应变计一同埋设时, 可考虑和应变计同时测取初始值。当设计有特殊要求时, 按设计要求确定。

5 钢筋计安装过程中应做好安装考证, 不同型式钢筋计的埋设考证表格见附录 D.1.1 条。

6 锚杆应力计安装的技术应符合下列要求:

- 1) 锚杆应力计的焊(连)接及其他应注意的问题参见 4.9.9 条第 2 款。
- 2) 按设计孔深及方位造孔, 孔径应大于锚杆应力计最大直径, 孔全长内的弯曲应小于孔半径。钻孔应清洗干净, 且孔壁不应沾染油污。
- 3) 锚杆应力计的安装及锚头灌浆埋设操作应符合下列要求:
 - a. 按设计要求的长度裁截锚杆, 连接锚杆应力计。当锚杆应力计与锚杆采用螺纹连接方式时, 宜在锚杆一端加工适配于锚杆应力计的螺纹。如采用焊接螺纹接头的方式, 则裁截锚杆时应计人螺纹接头长度, 并且螺纹接头与锚杆应保持同轴, 焊接时应水冷降温。
 - b. 锚杆应力计组装后应进行现场检测, 检测合格后将锚杆缓慢送入钻孔。顺送锚杆时应注意锚杆应力计不受弯矩影响, 且随之送入钻孔的仪器电缆和排气管不得受损。仪器就位后

锚杆根部应与孔口平齐。

c. 仪器就位后应进行检测, 确认仪器合格后进行锚头灌浆。灌浆水泥砂浆配合比可采用灰砂比为 1.0 : 1.0~1.0 : 1.2, 水灰比为 1.0 : 2.5~1.0 : 2.6。灌浆压力应符合设计规定。停止吸浆后持续约 10min 即可结束。

7 锚杆应力计的安装准确度应符合下列要求:

- 1) 锚杆应力计与锚杆对正(错位)的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 2) 安装方位应满足设计规定。

8 锚杆应力计的初始值, 宜以锚杆应力计安装 12h 后或水化热基本稳定时的测值作为初始值。参数的确定见第 4 款。

9 锚杆应力计的安装过程中应做好安装考证, 不同型式锚杆应力计的安装考证表格式参见附录 D.1.1 条的钢筋计埋设考证表。

10 锚索(杆)测力计安装的技术应符合下列要求:

1) 锚索(杆)测力计安装操作应符合下列要求:

- a. 在安装锚索(杆)测力计的孔口制作一个面积足够的混凝土安装平面基座。然后在基座面上安装孔口垫板。再将传力板安装在垫板上。最后安装测力计。安装过程中, 应使与测力计承载面接触的表面与受力索(杆)轴线垂直。
- b. 安装张拉机具和锚具, 检查测力计位置, 确认合格后进行预紧和张拉。对于锚索式测力计, 在安装张拉机具和锚具时, 应检查并确保每股钢索均衡受力。
- c. 测力计安装就位并获得起始值后, 进行分级张拉, 每级张拉均应做一次观测记录。张拉至最后一级荷载后进行稳定观测, 每次间隔 5min, 直至最后连续 3 次测值之差小于额定输出值的 1%时视为稳定。进入稳定观测后, 应及时锁定并测记稳定值, 稳定期的观测频率应根据荷载变化速率确定。
- d. 一般工作和观测锚索(杆)张拉程序相同, 有特殊要求的可根据需要设计张拉程序。当工作锚索(杆)影响观测锚索(杆)受力时, 应首先对观测锚索(杆)进行张拉加荷。

2) 锚索(杆)测力计的焊(连)接及其他应注意的问题参见 4.9.9 条第 2 款。

- 11 锚索（杆）测力计的安装准确度应符合下列要求：
- 1) 锚索（杆）测力计承载面与锚索（杆）垂直度允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ 。
 - 2) 锚索（杆）测力计承载孔与锚索（杆）同心度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 12 锚索（杆）测力计起始值的确定应符合下列要求：
- 1) 振弦式锚索（杆）测力计安装就位后，在张拉前用分辨力不低于 0.1Hz 振弦频率读数仪测读，起始频率应平行测定两次，其读数差不大于 2Hz ；或采用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测读，平行测定两次，读数偏差不大于 2kHz^2 ；带测温功能的测力计的起始温度应平行测定两次，其读数差不大于 0.5°C 。
 - 2) 差动电阻式锚索（杆）测力计安装就位后，在张拉之前用分辨力不低于 0.01% 的电阻比读数仪测读锚索（杆）测力计各传感器，应平行测定两次。其读数差：电阻比不大于 0.02% ；起始电阻不大于 0.2Ω ；起始温度不大于 0.5°C 。
- 13 锚索（杆）测力计安装过程中应做好埋设考证，不同型式锚索（杆）测力计的埋设考证表格式见附录 D.1.2 条。
- 14 应变计安装的技术应符合下列要求：
- 1) 混凝土应变计埋设应注意的要点：仪器周围回填的混凝土应剔除 8cm 以上大骨料，并用人工振捣密实；混凝土下料应距仪器 1.5m 以上，振捣器与仪器距离应大于振捣影响半径且不小于 1.0m ；埋设时应保持仪器正确位置和方向。不同组合应变计埋设要点为：
 - a. 单向应变计的埋设，宜在混凝土振捣后及时于设计位置人工造孔或槽埋设，孔径或槽宽及深（长）应根据应变计尺寸确定，一般孔径或槽宽宜取应变计直径的 5 倍以上，但不小于 8cm ，深（长）宜比仪器长 5cm 以上。
 - b. 双向应变计的埋设与单向的基本相同。两应变计的方位按设计确定，其轴线应保持垂直，相距 $80\sim 100\text{mm}$ 。
 - c. 应变计组的埋设，可采用预埋锚杆或带锚杆的预制混凝土

块的方式来固定应变计组支座的位置和方向。当混凝土填筑达到应变计埋设层面时，将事先固联应变计的支座按设计方位埋设在锚杆上并可靠定位。混凝土填筑过程中，应采用直径或长宽大于 124cm、高 60cm 的特制井圈或无底木箱进行保护，并随混凝土填筑面的升高逐步抬升井圈或木箱，直至完成应变计组埋设。

d. 无应力计的埋设时，将应变计固定于无应力计筒内，并使筒的大口向上（视埋设部位和埋设习惯，也可向下）固定于埋设位置。筒内混凝土应人工填筑、捣实。

- 2) 岩体应变计埋设时，先在岩体上造孔或槽，在满足埋设要求前提下，其横截面尺寸应尽可能地小，成孔或成槽应冲洗干净，避免沾染油污；然后按设计安置应变计，应变计中间部位应嵌套隔离材料；再向孔或槽内填灌水泥砂浆，水泥砂浆配合比推荐灰砂比为 1.0 : 1.0 ~ 1.0 : 1.2，水灰比为 1.0 : 2.5 左右；宜采用膨胀性能稳定的微膨胀水泥，或在水泥中加入少量膨胀剂；孔或槽填充应密实。不同组合的应变计的埋设要点为：

a. 岩体单点应变计的埋设与混凝土应变计的相似，可参照本条 1) 项。

b. 岩体多点应变计组的埋设，可按设计要求，加工相应的联杆，将各应变计串接（俗称“蜈蚣式”）后埋入孔内相应的监测层位上。

- 3) 钢结构应变计的安装应符合下列要求：

a. 钢结构表面应变计的安装，首先依应变计的结构尺寸设计安装定位夹具，并将定位夹具固定于钢结构表面被测部位；然后将应变计安装在定位夹具上，当采用焊接方法固定定位夹具时，应在夹具冷却至常温后安装应变计；应变计安装后，宜加保护罩保护。

b. 钢结构埋入式应变计埋设于混凝土内部钢结构件表面，其安装方法与钢结构表面应变计的基本相同，但应加保护罩保护。

- 4) 土石坝土体应变计的安装参照测缝计。
- 15 应变计安装的准确度应符合下列要求：
- 1) 应变计安装层位或坐标与设计值的允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。
 - 2) 应变计或应变计组安装角度允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。
- 16 应变计起始值的确定方法应符合下列要求。
- 1) 振弦式应变计的起始值确定：
 - a. 不受其他因素影响的应变计，安装后即进行起始值测定。采用分辨力不低于 0.1Hz 的振弦频率读数仪测读，应平行测读两次，起始频率的读数差不大于 2Hz ；或采用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测读，平行测定两次，读数偏差不大于 2kHz^2 ；带测温功能的应变计的起始温度应平行测定两次，其读数差不大于 0.5°C 。
 - b. 受混凝土水化热影响的应变计，在安装后 48h 内应加密测次，宜间隔 $2\sim 4\text{h}$ ，当最后连续3次的前后测值之差小于仪器额定输出的 1% 时，以3次测值的算术平均值作为起始值。或以应变计安装 24h 后的第一次测值作为起始值。测读方法同上。
 - 2) 差动电阻式应变计的起始值确定要求：
 - a. 不受其他因素影响的应变计，安装后即进行起始值测定。采用分辨力不低于 0.01% 的电阻比读数仪测读，应平行测读两次。其读数差：起始电阻比的不大于 0.02% ；起始电阻的不大于 0.2Ω ；起始温度的不大于 0.5°C 。
 - b. 受混凝土水化热影响的应变计，在安装后 48h 内应加密测次，宜间隔 $2\sim 4\text{h}$ ，当最后连续3次的前后测值之差小于仪器额定输出的 1% 时，以3次测值的算术平均值作为起始值。或以应变计安装 24h 后的第一次测值作为起始值。测读方法同上。
- 17 应变计安装过程中应做好埋设考。

4.9.10 压力观测

- 1 孔隙水压力计的安装见 4.9.7 条第 2 款～第 5 款。

2 压力计安装的技术应符合下列要求:

1) 混凝土浇筑过程中的压力计埋设要点为:

- a. 水平压力观测的压力计可在混凝土内直接定位埋设,也可在尚未硬化的混凝土内埋设。首先在混凝土浇筑至埋设高程且初凝前,按设计观测的水平压力方向的垂直方向开挖埋设槽(槽深为承压膜半径,槽宽约仪器厚度的2~3倍);然后将仪器置于槽中间,侧面回填水泥砂浆并用粗细适当的木条捣实;在下一序混凝土浇筑前,应先将仪器上余部分周围人工填筑混凝土,人工捣实,振捣器应距仪器1.5m外作业。
- b. 垂直和斜向压力观测的压力计应在混凝土浇筑至埋设高程以上0.5m后和初凝前挖坑埋设。首先在埋设部位挖一个深0.5m、底面方圆约仪器埋设尺寸3倍左右、边坡1:0.5~1:1的坑;再在已确定的仪器埋设位置制备相应的水平或斜面,将面凿毛并冲洗,在平面或斜面上铺设5~10mm厚的强度高于混凝土的水泥砂浆(建议水灰比1:2.5);初凝后,再于其上铺一层稠水泥砂浆;然后将压力计承压面贴于稠浆上原位旋压,排除浆中气泡并挤出多余砂浆;确定就位后,采用适当的装置固定并加以约10kg的压重,保持仪器正确的位置和方向,持续约12h;小心地去除固定装置,之后用剔除80mm以上粗骨料的混凝土回填,并人工轻轻捣实;下一序混凝土浇筑时,振捣器作业范围应距仪器1.5m外。

2) 土石填筑过程中压力计的埋设要点为:

- a. 土石填筑过程中压力计埋设宜采用坑式埋设法。当填方高程超过埋设高程至某预计高度(土方为1.0~1.2m,石方为1.2~1.5m)时,在测点位置挖坑至埋设高程,坑底面积约1m²(以便于埋设操作为度)。在坑底制备仪器埋设平面,仪器就位后,将开挖的土料或石料筛除粒径大于5mm的粗粒料,分层回填并夯实至填方同等密度。水平压力观测的压力计埋设参见本款1)项a列项,其回填方法同上。
- b. 压力计非坑式埋设时,在填方高程尚余一次填筑层厚(填土方20~30cm,填石方依设计确定)时,填土方可采用人工

填筑并夯实至仪器埋设高程以上,然后铲削至仪器埋设高程,制备仪器埋设平面并埋设仪器。堆石体应采用分层填筑方式,自下而上依粗、中、细料之序,逐层填筑、压实至仪器埋设高程,制备仪器埋设平面,上铺 3~5cm 的中细砂后埋设仪器。仪器上方土石填筑宜在周围填筑前人工填筑,分层实施,填料的级配、含水率、密度等与相邻填方接近,直至仪器上方填方达到土方 1.2m 以上、石方 1.5m 以上的安全覆盖厚度后,方可恢复正常的填筑施工。

c. 土压力计组的埋设可采用分散埋设方式,测点间距应小于 1.0m。

- 3) 接触面压力计埋设时,应根据被测接触面和填料的性质,参照混凝土浇筑过程和土石填筑过程中的压力计埋设方法进行埋设。界面土压力计埋设时应考虑压力计两面刚度不同,埋设时应将承力面向上。

- 4) 岩体、土体或混凝土体中压力计的钻孔或切槽埋设要点为:

a. 钻孔埋设方式仅适用于界面式压力计埋设,一般不推荐此种埋设方式。钻孔直径应比界面式压力计大 3~5 cm,其埋设方法参见 4.9.7 条。孔底应铺填约 20cm 厚中细砂,压力计安放至孔底。钻孔封填料依被监测体性质而定,并尽可能与之接近。

b. 人手可触及的切槽内埋设压力计时,被测接触面的整平,可参照混凝土浇筑过程中和土石填筑过程中的压力计埋设方法进行。将压力计抵紧于被侧面后,按槽体相同材料浇筑回填。回填夯实、振捣时应注意仪器保护。

c. 深切槽内测垂直压力的压力计埋设可参照本项第一列项。

d. 深切槽内测侧向(水平)压力的压力计埋设时,首先根据切槽宽度,制作比槽宽小 30~50mm 的钢筋笼,将气缸体固定于钢筋笼上,使活塞轴线与被侧面垂直;再将尾部具有和气缸活塞端接口适配的螺纹压力计旋固于活塞端,并使其承压面比钢筋笼侧框缩进约 10mm;将电缆线及送气管固定于钢筋笼内,笼内配以足够重物后,将笼平稳、缓慢地吊装至

槽底；定位符合设计要求后，开启空气压缩机，将压力计抵紧在被测面，进行回填作业。

3 压力计的安装准确度应符合下列要求：

- 1) 混凝土浇筑过程中和土石填筑过程中安装的压力计，其埋设高程的允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；埋设时有方向要求的压力计安装角度的允许偏差为 $\pm 2^\circ$ 。
- 2) 其他方式安装的压力计安装高程允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ ；有方向要求的压力计安装角度允许偏差为 $\pm 5^\circ$ 。

4 压力计起始值的确定应符合下列要求：

- 1) 起始值的测定时刻为，需辅助抵紧装置的压力计，应在其就位后抵紧前测定；其他安装方式的压力计，如无水、浆外力作用，在其就位后测定；如有水浆作用，则在其就位前测定。
- 2) 振弦式压力计的起始值采用分辨力不低于 0.1Hz 的振弦式读数仪测读，应平行测定两次，其起始频率读数偏差不大于 3Hz ；或采用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测读，平行测定两次，其读数偏差不大于 2kHz^2 ；带测温功能的压力计的起始温度应平行测定两次，其读数差不大于 0.5°C 。
- 3) 差动电阻式压力计的起始值采用分辨力不低于 0.01% 的电阻比读数仪测读，应平行测定两次，其读数偏差：起始电阻比的应不大于 0.05% ，起始电阻的应不大于 0.3Ω ，起始温度的应不大于 0.5°C 。

5 压力计的安装过程中，应做好安装考证，不同型式的压力计的埋设考证表格式见附录 D.2 节。

4.9.11 温度观测

1 温度计的安装依工程性状及其工作环境分为钻孔法、填筑法、钢缆吊装法及外置法。各种方法的适（使）用条件及安装技术应符合下列要求：

- 1) 钻孔法适用于已建坝及在建坝的坝基中温度计的安装，其操作要点为：
 - a. 钻孔至设计高程以下约 0.2m ，若孔深小于 3.0m ，可将温

度计及其电缆捆扎在与钻孔深度相当的细木条上，小心地放至孔底；若钻孔深度大于 3.0m，宜在温度计底端加适当配重，送入钻孔中，并在孔口将电缆固定。

b. 如同一钻孔中不同高程埋设多只温度计，宜将温度计按设计间距在埋设前捆扎好。

c. 温度计就位后，进行回填封孔，回填料的性状应与周围介质的相当。

2) 填筑法适用于在建坝土石和混凝土填筑过程中温度计的安装，可直接在设计部位埋入温度计。在土石中埋设时，温度计周围及其上部 1.0m 范围内应采用人工填筑；在混凝土中埋设时，振捣棒应离开温度计不小于 1.0m。铜电阻式和振弦式温度计宜在外壳缠绕纱带予以保护。观测钢筋混凝土温度的温度计可固定在钢筋网上，并适当加以保护。

3) 钢缆吊装法适用于水库水温观测，将温度计及电缆按设计高程固定于钢缆上，钢缆下端配以足够重的重块并坐落于河床上，钢缆上端固定并收紧。

4) 外置法适用于气温和室温观测，用于气温观测的温度计应安装于离地面 1.5m 的百叶箱内，同时还应满足其他气象观测条件；用于室温观测的温度计应悬置于室内空气中（不应直接接触墙面）。

2 温度计的安装高程的允许偏差为 $\pm 5\text{cm}$ 。

3 温度计初始值的确定应符合下列要求：

1) 振弦式温度计采用分辨力不低于 0.1Hz 的振弦读数仪测读，应平行测定 2 次，初始频率读数差不大于 0.5Hz ；或采用分辨力为 0.1kHz^2 的频率模数读数仪测读，平行测定 2 次，读数偏差不大于 2kHz^2 。

2) 铜电阻式温度计采用分辨力不低于 0.01% 电阻读数仪测读，应平行测定 2 次，初始电阻读数差不大于 0.10Ω 。

3) 热敏电阻温度计采用分辨力不低于 0.1°C 的温度读数仪表测读，应平行测定 2 次，初始温度读数差不大于 0.5°C ；或采用相应准确度的万用表测读初始电阻，应平行测定 2 次，其读数差

不大于标称电阻（25℃时电阻值）的 0.1%。

4 温度计的安装过程中，应做好安装考证，不同型式温度计的安装考证表格式见附录 D.3 节。

4.10 视频监控

4.10.1 视频监控设备安装施工前对施工区域的有关情况和使用的材料、补建和设备的检查应按照 GB 50198—2011《民用闭路监视电视系统工程技术规范》的有关规定执行。

4.10.2 前端设备安装前应按下列要求进行检查：

1 将摄像机逐个通电进行检测和粗调，在摄像机处于正常工作状态后，方可安装。

2 检查云台的水平、垂直转动角度，并根据设计要求定准云台转动起点方向。

3 检查摄像机防护套的雨刷动作。

4 检查摄像机在防护套内的紧固情况。

5 检查摄像机座与支架或云台的安装尺寸。

6 对数字式（或网络型）摄像机，安装前还需按要求设置网络参数、管理参数。

7 检查云台控制解码器的设置是否正确，是否能够正确传送与接收控制信号。

4.10.3 摄像机的安装应符合下列规定：

1 在搬动、架设摄像机过程中，不得打开镜头盖。

2 在高压带电设备附近架设摄像机时，应根据带电设备的要求确定安全距离。

3 在强电磁干扰环境下，摄像机的安装应与地绝缘隔离。

4 摄像机及其配套装置安装应牢固稳定，运转应灵活。应避免破坏，并与周边环境相协调。

5 从摄像机引出的电缆宜留有 1m 的余量，不得影响摄像机的转动，摄像机的电缆和电源线均应固定，并不得用插头承受电缆的自重。

6 摄像机的信号线和电源线应分别引入，外露部分用护管保护。

7 先对摄像机进行初步安装，经通电试看、细调，检查各项功能，

观察监视区域的覆盖范围和图像质量，符合要求后方可固定。

8 当摄像机在室外安装时，应检查其防雨、防尘、防潮的设施是否合格。

4.10.4 支架、云台、控制解码器的安装应符合下列规定：

1 根据设计要求安装好支架，确认摄像机、云台与其配套部件的安装位置合适。

2 解码器固定安装在建筑物或支架上，留有检修空间，不能影响云台、摄像机的转动。

3 云台安装好后，检查云台转动是否正常，确认无误后，根据设计要求锁定云台的起点、终点。

4 检查确认解码器、云台、摄像机联动工作是否正常。

5 当云台、解码器在室外安装时，应检查其防雨、防尘、防潮的设施是否合格。

4.10.5 声音采集和报警控制设备在室外安装时，应检查其防雨、防尘、防潮的设施是否合格。

4.10.6 视频编码设备的安装应符合下列规定：

1 确认视频编码设备和其配套部件的安装位置符合设计要求。

2 视频编码设备宜安装在室内设备箱内，应采取通风与防尘措施。如果必须安装在室外时，应将视频编码设备安装在具备防雨、防尘、通风、防盗措施的设备箱内。

3 视频编码设备固定安装在设备箱内，应留有线缆安装空间与检修空间，在不影响设备各种连接线缆的情况下，分类安放并固定线缆。

4 检查确认视频编码设备工作正常，输入、输出信号正确，且满足设计要求。

4.11 遥测终端机

4.11.1 遥测终端机安装要求和技术指标

1 遥测终端机应遵循节约线缆、操作方便，同时应在传输信号质量良好、尽量远离电磁干扰源、无滴水、无强震动的场所进行安装。

2 遥测终端机安装时机箱应有良好的接地，接地电阻应 $\leq 5\Omega$ ，接地线应选用截面积 $\geq 4\text{ mm}^2$ 黄绿双色铜芯线，接地线两端均应用螺栓进行

固定。

3 遥测终端机应确保在断电的情况下进行接线。

4.11.2 遥测终端机安装步骤

1 根据安装要求确定遥测终端机安装的位置。

2 固定遥测终端机。在选定的安装位置用膨胀螺丝将遥测终端机固定在墙上或预制的水泥墩上。

3 连接接地线。将遥测终端机机箱接地螺栓与地网接地极用接地线连接，接地线用镀锌钢管进行保护，户外部分应将保护管埋于地面 20cm 以下处，室内部分应沿墙壁引到遥测终端机。

4 遥测终端机接线。在确保给遥测终端机断电的情况下按照遥测终端机说明书进行接线。

4.11.3 遥测终端机调试步骤及试验要求

1 接通电源。如果是交流电供电，首先应合上交流电源的空气开关，再合上遥测终端机的电源开关，完成供电；如果是太阳能（蓄电池）供电，则合上遥测终端机的电源开关，完成供电。

2 配置参数。配置内容包括站号、传感器类型、数据采集间隔、数据存储间隔等各项参数，具体需配置的参数应按照所在水资源管理信息系统的数据上传和存储要求进行配置。

3 按照与遥测终端机连接的各个水资源监测设备的试验要求观察遥测终端机每次采集到的数据与比测数据是否符合误差要求，符合要求则可以投入正常使用，否则，应检查相应设备本身以及与遥测终端机的连接是否存在问题，如有问题，则排除相关问题直至合格。

4.12 基础安装

4.12.1 除水下和管道上的仪器设备外，仪器设备一般安装在立杆和支架上。

4.12.2 单杆支架适用需要安装的仪器设备较多、非膨胀土地区、野外无人值守模式管理的固定采集站点。架杆材质要求坚硬稳固、不易生锈变形，抗风雨侵蚀，埋入土壤部分支架应加固。立杆应设置直角型金属支架，用于搁置和固仪器设备箱，支架距地面高度不低于 2.5m。支架应选用坚硬稳固、不易生锈变形的金属材质，所用钢材应经过热镀锌处理。

4.12.3 当需要安装的仪器设备较多,或在鄂北岗地和江汉平原西北边缘土壤有膨胀土的地区,野外无人值守模式管理的固定固定采集站点宜选用双杆支架结构。架杆材质要求坚硬稳固、不易生锈变形,抗冻胀耐腐蚀,能抗雨雪、风沙侵蚀。立杆设置支架平台,用于搁置和固定仪器设备箱,平台距地面高度不低于 2.5m。支架平台应选用坚硬稳固、不易生锈变形的金属材质,所用钢材应经过热镀锌处理。

4.12.4 直立矮桩式支架适用于有人值守、庭院式管理模式的固定采集站点。支架应选用抗冻胀耐腐蚀、不易生锈变形的金属材质。支架顶端应设置支架平台,用于搁置和固定仪器设备箱,平台距地面高度宜为 0.7~1m。支架平台应选用坚硬稳固、不易生锈变形的金属材质,所用钢材应经过热镀锌处理。

5 网络通信设备施工

5.1 一般规定

5.1.1 网络通信设备施工包括无线通信设备和有线通信设备的施工。

5.1.2 无线通信设备包括卫星通信设备和无线网桥的安装施工，其他无线通信设备的施工参见相关标准规范。

5.1.3 有线通信设备安装主要包含机架设备的安装和光缆敷设，综合布线的相关要求见 8.8 节。

5.2 卫星通信设备

5.2.1 设备安装

- 1 参照卫星通信机有关资料文件，记录设备编号。
- 2 打开卫星通信机底部的卡槽盖板，装入卫星通信卡，记录 ID 卡卡号。
- 3 将馈线的一端与卫星天线连接，将卫星天线及支架固定在机箱的顶端，并调整卫星天线相应位置。天线应尽量避免遮挡物。
- 4 将卫星通信机安装在机箱相应的位置。
- 5 将馈线穿过机箱的线孔，另一端与卫星通信机连接好。
- 6 将卫星通信机的数据通信线缆与遥测终端机相连。

5.2.2 设备调试

- 1 检查卫星通信机各种线缆是否连接正确。
- 2 将卫星通信机上电，等待卫星通信机自检并搜寻卫星信号。

5.3 无线网桥

5.3.1 主设备安装

- 1 设备远离金属物体和不利因素，如：暖气、空调管、大的天花板构架，建筑上部构造和主电源线等。
- 2 设备安装应牢固，紧固各接口螺丝。
- 3 内置天线的设备，天线面板应调整好方向和上下倾角，并紧固好固定角度螺丝。在设备接收信号不好时，应调整设备方向角度和上下倾角，使软件检测的信号强度达到最大值后，再紧固固定角度螺丝。

4 外接天线的接口，连接线与设备接口应对准螺丝口并紧固。

5 设备接地应使用随机配套的接地铜鼻子和接地线，接地线应使用 6mm^2 的专用黄绿接地线。

5.3.2 定向天线（扇区天线）安装

1 扇区天线安装时，应保证扇区天线的主要角度朝向对端设备。同一面扇区天线需要覆盖多个远端时，应保证扇区天线的正面朝向多个远端中间点，并兼顾较远的远端。

2 扇区天线在安装时，左右方向上应该垂直，误差控制在 $\pm 1^\circ$ 以内。

3 正确设定天线的上下倾角，保证扇区天线垂直波瓣能够覆盖对端。同一面扇区天线需要覆盖多个远端时，应保证天线垂直波瓣的中心方向，朝向多个远端中间点，并兼顾较远的远端。

4 多个天线同时安装时，天线之间要有足够的隔离，隔离度要保证在 30dB 以上。对于现场而言，宜使天线之间在垂直方向上隔离，即上部天线的下沿需高于下部天线上沿至少 3cm。多天线背靠背安装或垂直交错安装是错误的方式。

5.3.3 全向天线在安装时，金属抱杆与天线主体部分尽量不要重叠，以免导致金属抱杆遮挡全向天线主体部分导致信号发射受影响。金属抱杆与天线重叠部分最大不超过 5cm。

5.3.4 馈线连接天线、馈线连接设备的接口需要制作防水，以免长时间使用后接口进水导致信号衰减。

5.4 机柜机架设备

5.4.1 机柜机架安装

1 机柜、机架安装位置应符合设计要求,并应牢固、可靠。

2 机柜、机架 上的各种零件不得脱落或损坏，漆面不应有脱落，各种标识应完整、清晰。

3 机柜、机架、配线设备箱体、电缆桥架及线槽等设备的安装应牢固。

5.4.2 设备安装

1 设备安装位置应符合设计文件要求，端接设备的连接应符合现

行国家标准 GB 50312《综合布线系统工程验收规范》中规定的各类缆线传输距离的要求。

2 设备安装应牢固,可靠,四周应预留使用和维护空间。

3 设备应通过接地线与等电位网连接,机柜或机架内宜配置防静电手环。

5.4.3 设备调试

1 设备调试前应做好下列准备工作:

1) 应按设计要求检查已安装设备的规格、型号、数量;

2) 应由施工单位提供设备安装区域的电气验收文件;

3) 供电电源的电流,电压应满足设备技术文件要求或设计要求;

4) 对有源设备应逐个进行通电检查。

2 设备调试应由相关专业技术人员根据设计文件要求和设备技术资料进行。

5.5 光 缆 敷 设

5.5.1 光缆路由的选择

1 线路路由施工测量应以批准的设计和规划部门批准的红线为依据。当有路由变更时应办理路由变更手续。

2 线路施工测量时应核定通信线路穿越铁路、公路、河流、湖泊、大型水渠、地下管线等障碍的具体位置和保护措施。

3 线路施工测量时应核定防腐蚀、防白蚁、防强电、防雷等地段的长度以及保护措施。

4 直埋光缆线路施工测量时,应随地形测量地面距离;管道光缆线路应测量人(手)孔中心间的距离;架空杆路应测量两电杆间的直线距离。

5 直埋光缆与其他建筑设施间的最小净距应符合表 5.5.1-1 的规定。

6 架空通信线路与其他设施接近、交越时,其间隔距离应符合下列规定。

1) 杆路与其他设施的最小水平净距应符合表 5.5.1-2 的规定。

2) 架空光缆架设高度不应低于表 5.5.1-3 的规定。

3) 架空光缆交越其他电气设施的最小垂直净距不应小于表

5.5.1-4 的规定。

7 直埋光缆接头坑人（手）孔应安排在地势较高、较平和地质稳固之处，应避开水塘、河渠、道路及接头等有可能受到扰动的地点。

表 5.5.1-1 直埋光缆与其他建筑设施间的最小净距

名称	平时 (m)	交越时 (m)
通信管道边线（不包括人手孔）	0.75	0.25
非同沟的直埋通信光缆	0.5	0.25
埋式电力电缆（交流 35kV 以下）	0.5	0.5
埋式电力电缆（交流 35kV 及以上）	2.0	0.5
给水管（管径小于 300mm）	0.5	0.5
给水管（管径 300mm-500 mm）	1.0	0.5
给水管（管径大于 500 mm）	1.5	0.5
高压油管、天然气管	10.0	0.5
热力、排水管	1.0	0.5
燃气管（压力小于 300kPa）	1.0	0.5
燃气管（压力 300kPa 及以上）	2.0	0.5
其他通信线路	0.5	—
排水沟	0.8	0.5
房屋建筑红线或基础	1.0	—
树木（市内、村镇大树、果树、行道树）	0.75	—
树木（市外大树）	2.0	—
水井、坟墓	3.0	—
粪坑、积肥池、沼气池、氨水池等	3.0	—
架空杆路及拉线	1.5	—

- 注：1.直埋光缆采用钢管保护时，与水管、燃气管、输油管交越时的净距可降低为 0.15m。
2.对于杆路、拉线、立大树和高耸建筑，还应考虑防雷要求。
3.大树指直径 0.3m 及以上的树木。
4.穿越埋深与光缆相近的各种地下管线时，光缆应在管线下方通过并应采取保护措施。
5.最小净距达不到上表要求时，应采取行之有效的保护措施。

表 5.5.1-2 杆路与其他设施的最小水平净距表

其他设施名称	最小水平净距 (m)	备注
消火栓	1.0	指消火栓与电杆距离
地下管、缆线	0.5~1.0	包括通信管、缆线与电杆间的距离
火车铁轨	地面杆高的 4/3 倍	—
人行道边石	0.5	—
地面上已有其他杆路	地面杆高的 4/3 倍	以较长标高为基准。其中, 对 500kV~750kV 输电线路不小于 10m, 对 750kV 以上输电线路不小于 13m
市区树木	0.5	缆线到树干的水平距离
郊区树木	2.0	
房屋建筑	2.0	缆线到房屋建筑的水平距离

注: 在地域狭窄地段, 拟建架空光缆与已有架空线路平行敷设时, 若间距不能满足以上要求, 杆路共享或改用其他方式敷设光缆线路, 应满足隔距要求。

表 5.5.1-3 架空光缆架设高度表

名称	与线路方向平行时		与线路方向交越时	
	架设高度 (m)	备注	架设高度 (m)	备注
市内街道	4.5	最低缆线到地面	5.5	最低缆线到路面/轨面
市内里弄 (胡同)	4.0		5.0	
铁路	3.0		7.5	
公路	3.0		5.5	
土路	3.0		5.0	
房屋建筑物	—	—	0.6	最低缆线到屋脊
			1.5	最低缆线到房屋平顶
河流	—	—	1.0	最低缆线到最高水位时的船桅顶
市区树木	—	—	1.5	最低缆线到树枝的垂直距离
郊区树木	—	—	1.5	
其他通信导线	—	—	0.6	一方最低缆线到另一方最高线条

表 5.5.1-4 架空光缆交越其他电气设施的最小垂直净距表

其他电气设备名称	最小垂直净距 (m)		备注
	架空电力线路 有防雷保护设备	架空电力线路 无防雷保护设备	
10 kV 以下电力线	2.0	4.0	最高缆线到电力线条
35kV 至 110kV 电力线 (含 110kV)	3.0	5.0	
110kV 至 220kV 电力线 (含 220kV)	4.0	6.0	
220kV 至 330kV 电力线 (含 330kV)	5.0	—	
330kV 至 500kV 电力线 (含 500kV)	8.5	—	
500kV 至 750kV 电力线 (含 750kV)	12.0	—	
750kV 至 1000kV 电力线 (含 1000kV)	18.5	—	
供电线接户线	0.6		—
霓虹灯及其铁架	1.6		—
电气铁道及电车滑接线	1.25		—

注：1.供电线为被覆线且最小净距不符合表要求时，光缆应在供电线上方交越。

2.光缆与供电线交越时，跨越档两侧电杆及吊线安装应做加强保护装置。

3.通信线应架设在电力线路的下方位置，应架设在电车滑接线和接触网的上方位置。

5.5.2 光缆敷设一般规定

1 光缆线路的走向、端别应符合设计要求。分歧光缆的端别应与主干光缆的端别相对应。

2 光缆敷设前应进行配盘，配盘应满足下列规定：

1) 光缆的规格、型号和结构应符合设计规定和路由实际状况。

2) 光缆配盘时应综合考虑，确定合理接头点位置：

a. 直埋光缆接头，应安排在地势平坦、地质稳固的地方；

b. 光缆接头应避开水塘、河渠、桥梁、沟坎、快慢车道、交通道口等地点，不得设在桥上、跨越道路、铁路、河流等跨越范围内；

c. 理式与管道交界处的接头应安排在人孔内；

d. 架空光缆接头，宜安排在杆旁 2m 以内或杆上。

3) 光缆配盘结果应按本指南表 E.0.1-3 的格式记录。

3 光缆敷设的重叠、增长和预留长度可结合工程实际情况按照表 5.5.2-1 确定。

表 5.5.2-1 光缆预留长度要求及增长参考值

项目	敷设方式			
	直埋	管道	架空	水底
光缆接头每侧预留长度	5m~10m	5m~10m	5m~10m	
光缆人手孔内自然弯曲增长		0.5m~1m		
光缆缆沟或管道内弯曲增长	7‰	10‰		按实际
架空光缆弯曲增长			7‰~10‰	
地下局站内每侧预留	5m~10m, 可按实际需要调整			
地面局站内每侧预留	10m~20m, 可按实际需要调整			
因水利、道路、桥梁等建设规划导致的预留	按实际需要			

4 光缆敷设安装的最小曲率半径应符合表 5.5.2-2 的规定。

表 5.5.2-2 光缆最小曲率半径

光缆外护层形式	无外护层或 04 型	53、54、33、34 型	333 型、43 型
静态弯曲	10D	12.5D	15D
动态弯曲	20D	25D	30D

注：D 为光缆外径。

5 光缆在各类管材中穿放后，管孔应封堵严实。

6 光缆敷设中应保证其外护层的完整性，并应避免扭转、打小圈和浪涌等现象发生。

7 光缆敷设完毕，应保证光纤或缆线良好，光缆端头应做密封防潮处理，不得浸水。对有气压维护要求的光缆应加装气门端帽，充干燥气体进行单段光缆气压检验维护。

8 直埋光缆金属外护层对地绝缘电阻的竣工验收指标应符合本指南第 5.5.14 条 7 款的规定。

5.5.3 敷设直埋光缆

1 光缆在沟底应自然平铺，不得有绷紧腾空现象。

2 光缆同沟敷设时应平行排列，不得重叠或交叉，缆间的平行净距不应小于 100mm。

3 光缆在坡度大于 20°，坡长大于 30m 的斜坡地段宜采用“S”形敷设。

4 理式光缆穿越保护管的管口处应封堵严密。

5 理式光缆进入人（手）孔处应按设计采取保护措施。光缆铠装保护层应延伸至人孔内距第一个支撑点约 100mm 处。

6 直埋光缆线路的下列地点应埋设光缆标石：

- 1) 光缆接头、转弯点、预留处。
- 2) 长途塑料管道的人（手）孔点及塑料管道开断点及接头点，埋式人（手）孔的位置。
- 3) 敷设防雷排流线的起止点，同沟敷设光缆的起止点，架空光缆与直埋光缆交接点。
- 4) 穿越障碍物点，直线段落较长，利用前后两个标石或其他参照物寻找光缆路由有困难的地方，直线段落间隔不应大于 200m。
- 5) 装有监测装置的地点。
- 6) 需要埋设标石的其他地点。

7 当利用固定的标志来标识光缆位置时，可不埋设标石。

8 标石的埋设应符合下列规定：

- 1) 标石应埋设在光缆的正上方。接头处的标石应埋设在缆(管)接头处的路由上，转弯处的标石应埋设在线路转弯处两条直线段延长线的交叉点上。
- 2) 标石应当埋设在不易变迁、不影响交通与耕作的位置。当不宜埋设标石时，可在附近增设辅助标记，以三角定标方式标定光缆位置。
- 3) 标石有字的一面应面向公路，监测标石应面向光缆接头，转弯标石应面向光缆转角较小的方向。
- 4) 标石应按不同规格确定埋设深度，普通标石应埋深 600mm、出土 400mm；长标石应埋深 800mm、出土 700mm。标石周围土壤应夯实。

9 标石的颜色、字体应满足设计要求，设计无特殊要求时，标石地面上的部分应统一刷白色，标石的符号、编号应为白底红色正楷字，字体应端正。

10 标石的符号、编号格式应一致，长途光缆的标石编号应以中继段为编号单元，按传输方向由 A 端至 B 端编排。

11 特殊地段应按设计要求在线路上方 300mm 处铺设标志带。

5.5.4敷设架空光缆

1 架空光缆敷设后应自然平直，并保持不受拉力、应力，无扭转，无机械损伤。

2 光缆挂钩程式的选用应符合表 5.5.4 的规定。光缆挂钩的卡挂间距应为 500mm，允许偏差为 ± 30 mm。挂钩在吊线上的搭扣方向应一致，挂钩托板应齐全、整齐。

表 5.5.4 光缆挂钩程式表（mm）

挂钩规格	用于光缆的外径	用于吊线的规格	挂钩自重（N/只）
25	<12	7/2.2	0.36
35	12~17	7/2.2	0.47
45	18~23	7/2.2	0.54
55	24~32	7/2.6	0.69
65	>33	7/3.0	1.03

3 在电杆两侧的第一只挂钩应各距电杆 250mm，允许偏差为 ± 20 mm。

4 布放吊挂式架空光缆应在每 1 根~3 根杆上做一处伸缩预留。伸缩预留在电杆两侧的扎带间应下垂 200mm。伸缩预留弯在过杆处应安装保护管。

5 光缆经十字吊线或丁字吊线处应安装保护管。

6 架空光缆在吊线接头处应进行吊扎。

7 采用其他架设方法架挂光缆时，应按设计要求。

8 架空杆路的施工应符合 GB 51171 的相关规定。

5.5.5敷设墙壁光缆

1 墙壁光缆的敷设应符合下列规定：

1) 不宜在墙壁上敷设铠装或油麻光缆。

2) 墙壁光缆离地面高度不应小于 3m，在有过街楼的地方穿越，缆线不应低于过街楼底的高度，跨越街坊、院内道路等应采用钢绞线吊挂，其缆线最低点距地面应符合本指南表 5.5.1-3 的规定。

3) 墙壁光缆与其他管线的最小间距应符合设计要求。

- 2 敷设吊线式墙壁光缆应符合下列规定：
 - 1) 吊线式墙壁光缆使用的吊线程式应符合设计要求。
 - 2) 吊线在墙壁上应水平敷设，各种终端、中间支持物应装设牢固，横平竖直，各支撑点应水平。
 - 3) 平行墙面的吊线在墙壁上终端固定物距墙角不应小于 250mm，墙上支撑的间距宜为 8m~10m，终端固定物与第一只中间支撑物的距离不应大于 5m，光缆挂钩的选用及卡挂应符合本指南第 5.5.4 条 2 款的规定。
 - 4) 与墙面垂直的吊线，应用 U 型拉攀在墙壁上做终端。
- 3 敷设卡钩式墙壁光缆应符合下列规定：
 - 1) 光缆以卡钩式沿墙壁敷设时，应在光缆上加套塑料管予以保护。
 - 2) 应根据设计要求选用卡钩。卡钩应与光缆、保护管外径相匹配。
 - 3) 墙壁光缆的卡钩间距要求与杆路架空的挂钩间距要求相同。转弯两侧的卡钩间距应为 150mm~250mm，两侧距离应相等。
- 4 敷设钉固式墙壁光缆应符合下列规定：
 - 1) 不得在外墙使用木塞钉固光缆。
 - 2) 钉固螺丝应在光缆的同一侧。

5.5.6 敷设管道光缆

- 1 当设计未指定孔位时，孔位选择应从下而上，从两侧往中间，逐层使用。光缆在各相邻管道段所占用的孔位应相对一致，当需改变孔位时，其变动范围不宜过大，并应避免由管群的一侧转移到另一侧。
- 2 在管孔内敷设光缆时，应根据设计规定一次性敷设数根塑料子管，子管敷设完成后应按设计要求封堵管口。
- 3 子管不得跨人（手）孔敷设，子管在管孔内不得有接头。
- 4 子管在人（手）孔内伸出长度宜为 200mm~400mm；本期工程不用的管孔及子管管孔应按设计要求封堵。
- 5 人（手）孔内的光缆应按设计固定方式固定牢靠，光缆宜用塑料软管保护。
- 6 敷设后的光缆应无扭转、无交叉，无明显刮痕和损伤。

- 7 光缆敷设后，管孔和塑料子管均应按设计要求封堵。
- 8 光缆出管孔 150mm 内不得弯曲。
- 9 管道光缆在人孔预留长度及固定方式应按设计要求。
- 10 人（手）孔内的光缆应安装光缆识别标志或标牌。

5.5.7 引上光缆

- 1 光缆引上管的材质、规格、安装地点应符合设计要求。
- 2 引上保护管应符合下列规定：

- 1) 引上管在地面以上应为直管，地面以下应为弯型保护管过渡，地面以上的保护管高度不小于 2500mm，地面以下的弯型保护管深度宜在 600mm～800mm，引上管的管口应封堵。
- 2) 电杆引上时，地面上的保护管应分别在距保护管上端管口 150mm 处和距地面 300mm 处用 4.0mm 钢线绑扎 6 圈～8 圈。
- 3) 墙壁引上时，地面上的保护管应分别在距保护管上端管口 150mm 处和距地面 300mm 处用 U 型卡卡固。

3 穿放引上光缆时，引上管内应视引上管管径穿放数根塑料子管，塑料子管伸出引上管上端口不应小于 300mm，在引上管下端口塑料子管应延伸至人（手）孔内或地下直埋光缆沟底。塑料子管管口应做封堵处理。有地线的引上杆，地线与引上管应一并绑扎并引至地线棒。

4 光缆在引上保护管上方的电杆部分应每间隔 500mm 绑扎固定，始末端固定绑扎线距引上管上端管口和吊线间隔应各为 150mm。

5 光缆在引上保护管上方的电杆处应垫胶皮垫进行绑扎固定，光缆引上后应做伸缩弯。

6 在人（手）孔内的引上光缆应按光缆的走向在人（手）孔的孔壁上开钻孔洞，并按设计要求将光缆固定在人（手）孔内，做好余留，封堵孔洞。

5.5.8 光缆交接箱安装

1 光缆及尾纤、跳纤、适配器在光缆交接箱内的安装位置、路由走向及固定方式应符合设计要求，并应符合交接箱产品说明书的要求。

2 架空光缆交接箱应安装在 H 杆的工作平台上，工作平台的底部距地面应不小于 3m，且不应影响道路通行。

3 墙壁光缆交接箱的安装应坚实、牢固，交接箱底部距地面高度

应符合设计要求。

4 落地式光缆交接箱的安装位置、安装高度、防潮措施等应符合设计要求。箱体安装应牢固、安全、可靠,箱体的垂直允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

5 光缆引入交接箱应排列绑扎整齐,弯曲处应满足曲率半径要求,交接箱号、光缆编号、纤(线)序的漆写(印)应符合设计要求。

6 编扎好的成端应在交接箱内固定,漆面应完好,并应进行绝缘测试。

7 交接箱内跳线(纤)应摆放合理、整齐,无接头且不应影响模块支架开启。

8 交接设备的地线应单独设置接地装置,不得利用拉线或避雷线入地。地线的接地电阻不应大于 10Ω 。

5.5.9分线设备的安装

1 分线设备的安装方式、地点与型号应符合设计要求。

2 分线设备在电杆上安装时,应装在电杆的局方侧;同杆设有过街分线设备时,其过街的分线设备应装在局的反方向侧。

3 分线盒在电杆上安装时,盒体的上端面应距吊线 720mm ;水泥电杆安装无卡固装置的分线盒时,应衬垫背板或背桩件。

4 室外墙壁安装分线盒时,盒体的下端面应距地面 $2800\text{mm}\sim 3200\text{mm}$;室内分线盒的安装应符合设计要求。

5 分线箱安装在电杆上时,10对 \sim 30对的分线箱固定穿钉眼应在吊线下方 800mm 处;一排接线端子25对 \sim 50对分线箱的固定穿钉眼应在吊线下方 1000mm 处。分线箱的地线应单独设置接地装置,不得利用拉线或避雷线入地。地线的接地电阻应符合本指南附录E的规定。

6 分线设备安装后,应将其设计编号写在分线设备的表面,字体应端正、大小应均匀。

7 壁龛式分线盒的安装应根据设计要求,箱体、箱内、接续部件的装置应牢固、合理、防潮。

8 上杆钉(条)宜装在线路方向的一侧,以不妨碍交通为原则,应向分线设备,自下而上数第一个上杆钉距地面 800mm ,其余的间隔 500mm ,左右交替装设。上杆钉在电杆上形成的夹角应为 120° 。水泥杆上杆钉应用抱箍固定,抱箍紧固后,应露出丝扣 $5\text{mm}\sim 15\text{mm}$ 。

9 分线设备的尾巴电缆外护层应完好、无损伤；成端线把的编扎应整齐、出线均匀，把线出线与端子连接应牢固、良好；分线箱(盒)体与尾巴电缆(或保护管)焊接应完好、整齐、焊球圆而光滑。

10 光纤分纤箱的安装应符合接入网相关要求或设计要求。

5.5.10 光缆的接续与封装

1 光缆程式、纤序、端别、两端光缆的预留长度及绑扎固定、接头盒的安装位置以及光纤的接续方式应符合设计规定。

2 光缆接续应测量光纤接头损耗，并做记录。

3 光纤熔接接头衰减应符合设计规定或表 5.5.10 的规定。

表 5.5.10 光纤接头衰减限值

光纤类别	接头衰减（dB）				测试波长 （nm）
	单纤（dB）		光纤带光纤（dB）		
	平均值	最大值	平均值	最大值	
G.652	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤0.38	1310/1550
G.655	≤0.08	≤0.14	≤0.16	≤0.55	1550
G.657	≤£0.04	≤0.12	≤0.12	≤0.38	1310/1550

注：1.单纤平均值的统计域为中继段光纤链路的全部光纤正反向接头损耗。
2.光纤带光纤的平均值统计域为中继段内全部光纤正反向接头损耗。
3.单纤冷接衰减应不大于 0.2dB/个。
4.最大值为统计域内光纤接头损耗的平均值+2σ 值，即统计域内有 95%的接头损耗包含在最大值以内。

4 光纤预留在接头盒内的光纤盘上时，其曲率半径不应小于 30mm，且盘绕方向应一致，无挤压、松动。带状光缆的光纤接续后应理顺，不得有 S 弯。

5 直埋光缆应按设计安装对地绝缘监测装置。

6 光缆加强芯在接头盒内应固定牢固，金属构件电气连接及光缆金属护层的连接应符合设计要求。

7 光缆接头套管（盒）的封装应符合下列规定：

1) 接头套管（盒）的封装应符合产品使用说的工艺要求，并应符合设计要求。

2) 热可缩套管加热应均匀，热缩完毕应原地冷却后再搬动，可

开启式接头盒，安装的螺栓应均匀拧紧、无气隙。

- 3) 封装完毕，应测试检查并做好记录，需要做地线引出的应符合设计要求。

8 直埋光缆接头前、后均应测量光缆金属护层的对地绝缘。直埋光缆对地绝缘监测装置应按设计规定及产品说明引接。

9 架空光缆接头盒的安装应符合下列规定：

- 1) 从两侧进光缆的接头盒应安装在电杆附近的吊线上，立式接头盒应安装在电杆上。光缆接头盒安装应牢固、整齐，两侧应做预留伸缩弯。
- 2) 光缆接头处的预留光缆应按设计规定的方式盘留。预留光缆应安装在接头两侧的邻杆上，光缆过杆处应加保护套管，光缆盘留半径应符合本指南表 7.3.2-2 规定。盘留方式可采用预留支架方式或光缆收线储存盒的方式。

10 管道光缆接头盒在人（手）孔内的安装方式、安装位置、光缆盘留长度和方式应符合设计要求。光缆固定后的曲率半径应符合本指南表 7.3.2-2 规定。接续完成后，光缆接头盒及盘留光缆应固定牢固、美观整齐，并不应影响人孔中其他光缆接头的安放。

11 埋式光缆接头盒宜采用双向进缆方式，接头坑宜为梯形，宽度不宜小于 2.5m，光缆在接头坑内的预留方式应满足设计要求。接头坑宜位于路由前进方向的右侧，深度应符合直埋光缆的埋设深度要求，坑底应平整无碎石，应铺 100mm 的细土或沙土并踏实；接头盒上方应覆盖厚约 200mm 的细土或沙土后，盖上水泥盖板或砖或采用其他防机械损伤的措施进行保护。光缆预留的盘留应整齐，对地绝缘监测装置引出位置应一致。

5.5.11 敷设安装局内光缆

1 进局应用非延燃型光缆。当未采用非延燃型光缆时，应按设计要求采取阻燃措施。

2 进局光缆的布放应符合下列规定：

- 1) 进局光缆的管孔使用安排和在进线室托架上的位置应符合设计要求。其在托架上应排放整齐，不应重叠、交错、上下穿越和蛇形排放；所有转角的曲率半径应符合本指南第 5.5.2

条 4 款的规定。

- 2) 进线室的管孔及局前人孔内通往进线室侧的管孔应做堵塞。
- 3) 进局光缆的外护层应完整，无可见的损伤；横放的光缆接头应依次排列，接头任一端距光缆转弯处不应小于 2m。
- 4) 进线室的光缆应按设计要求做好编号和标识，进、出局光缆区分应明显、无误。

3 局内光缆预留应符合设计要求。

4 光缆在进线室内处于易受外界损伤的位置时，应按设计采取保护措施。

5 局内光缆在经过的走线架、拐弯点、上线柜、每层楼开门处等位置时，均应绑扎固定，并应排列整齐。上下走道或爬墙的部位应垫胶管。

5.5.12 光缆成端安装

1 光缆余留长度及在进线室或机房中的盘放位置应符合设计要求，并应远离热源，光缆曲率半径应符合本指南第 5.5.2 条 4 款规定，成端光缆和光缆接头套管（盒）应固定牢固。

2 光缆应在光纤配线架或单设的光缆终端盒内作终端，并应在光纤配线架内绑扎固定。光缆内的金属构件应与光纤配线架保护接地装置连接，并应接触良好，接地装置至机房防雷接地排的接地线的规格、型号应符合设计要求。接地线布放时应短直，多余的线缆应截断，不得盘缠。

3 光纤成端应按纤序规定与尾纤熔接。

4 预留在光纤配线架盘纤盒中的光纤及尾纤应有足够的盘绕半径，并应盘放稳固、不应松动。

5 光纤成端后，光纤号应有明显的标识。

6 尾纤在机架内的盘绕应大于规定的曲率半径要求。

7 终端接头引出的尾缆（单芯尾纤）所带的连接器，应按设计要求插入光配线架（分配架）；暂时不插入光配线架（分配架）的连接器，应盖上端帽。

5.5.13 光纤线路防雷

1 防雷措施及防雷地段应符合设计要求。

2 在雷害特别严重的郊外、空旷地区敷设架空光缆时，应按设计装设架空地线。架空光缆的分线设备及用户终端应有保安装置。

3 光缆线路与孤立大树、杆塔、高耸建筑、行道树、树林等易引雷目标及其他接地体的净距应符合设计要求或按设计要求采用消弧线、避雷针等措施。

4 光缆防雷保护接地装置的接地电阻应符合设计要求。

5 防雷排流线与光缆的垂直间隔应为 300mm。单条排流线宜位于光缆的正上方，双条排流线之间的间隔不应小于 300mm，并不应大于 600mm。排流线接头处应连接牢固。排流线的连续布放长度不应小于 2km。

6 光缆接头处两侧金属构件不应作电气连通。

7 局站内或交接箱处的光缆金属构件应接防雷地线。

8 电杆装设避雷线应符合下列规定：

- 1) 水泥电杆有预留避雷线穿钉的应从穿钉螺母向上引出一根 4.0mm 线径的钢线并高出杆顶 100mm，应在杆根部的地线穿钉螺母处接出 4.0mm 线径的钢线入地。
- 2) 水泥电杆无预留避雷线穿钉的，应在水泥杆顶部凿孔沿水泥杆内孔壁穿放 4.0mm 钢线至杆根并按要求延伸，4.0mm 钢线高出杆顶 100mm，并应用 3.0mm 钢线捆扎，顶部凿孔在地线安装后，应用水泥封堵。
- 3) 木杆上装设避雷线可直接用卡钉沿木杆钉固，卡钉间距应为 500mm。木杆顶部伸出长度及底部延伸长度应与水泥电杆相同。
- 4) 利用拉线做避雷线时，4.0mm 钢线一端应高出电杆 100mm，在距杆顶 100mm 处应用 3.0mm 钢线捆扎，且每间隔 500mm 捆扎一次，4.0mm 钢线另一端压入拉线抱箍内并与其良好接触。4.0mm 钢线在木杆上宜用卡钉卡固。
- 5) 在与 10kV 以上高压输电线交越处，电杆应安装放电间隙式避雷线，两侧电杆上的避雷线安装应断开 50mm 间隙。
- 6) 避雷线的地下延伸部分应埋在地面 700mm 以下，4.0mm 钢线延伸线的接地电阻及延伸长度应符合本指南附录 F 的要求。

9 架空光缆线路的吊线应按设计要求间隔接地，吊线接地应符合

下列规定：

- 1) 吊线利用预留地线穿钉做地线时，应将光缆屏蔽层用 4.0mm 钢线与安装在吊线上的地线夹板连接，并将 4.0mm 钢线沿电杆引至电杆的预留孔与预留地线穿钉连接入地。在杆根部的地线穿钉螺母处应接出 4.0mm 线径的钢线入地；
- 2) 吊线利用拉线做地线时，吊线应经地线夹板用 4.0mm 钢线与拉线抱箍连接，通过拉线入地。光缆金属屏蔽层应通过地线夹板用 4.0mm 钢线与吊线连接。
- 3) 吊线直接入地式地线，吊线应通过地线夹板与 4.0mm 钢线地线连接，并垂直沿电杆每间隔 500mm 用 3.0mm 钢线捆扎，木杆用卡钉卡固，直接入地。

10 线路吊线及其他设备的接地电阻值应符合本指南附录 E 的规定。

5.5.14 光缆测试

1 光缆中继段竣工测试指标应符合设计规定，并应包括下列内容：

- 1) 中继段光纤线路衰减系数及传输长度；
- 2) 中继段光纤通道总衰减；
- 3) 中继段光纤后向散射曲线；
- 4) 直埋光缆线路对地绝缘电阻。

2 中继段光纤偏振模色散系数、色度色散应按设计要求测试。

3 光缆中继段竣工测试应做记录。

4 中继段光纤线路衰减宜采用后向散射法测试，衰减系数值应为双向测量的平均值。

5 中继段光纤后向散射曲线应有良好线形且无明显台阶，接头部位应无异常线形。光时域反射仪打印光纤后向散射曲线应清晰无误。

6 中继段光纤通道总衰减宜测量光纤通道任一方向的总衰减(dB)，应包括光纤线路损耗和两端连接器的插入损耗。总衰减应符合设计规定。

7 直埋光缆金属外护层对地绝缘电阻的竣工验收指标不应低于 $10\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ ，其中允许 10% 的单盘光缆不应低于 $2\text{M}\Omega$ 。

6 电源设备施工

6.1 一般规定

6.1.1 信息化电源设备施工包括交流电源、直流电源、太阳能供电系统安装施工和配电线缆敷设。

6.1.2 本章节交流、直流电源施工仅包括通电检验环节内容。

6.1.3 网络通信设备使用的电源设备必须满足当地的抗震设防要求。

6.2 交流电源

6.2.1 不间断电源（UPS）

1 不间断电源设备的测试应检验下列项目，指标应满足设计要求：

- 1) 输入电压；
- 2) 输出电压；
- 3) 稳压精度；
- 4) 输出波形；
- 5) 谐波含量；
- 6) 频率精度；
- 7) 市电与不间断电源（UPS）的转换时间；
- 8) 过载能力；
- 9) 蓄电池电压。

2 当出现不间断电源（UPS）输入电压过高、输出电压过低、输出过压、输出欠压、过流、欠流、过载、短路、蓄电池欠压、熔断器熔断等现象时，自动保护电路动作应准确，并应能发出声光告警信号。

3 本地和远程监控接口性能应正常。

6.2.2 逆变电源

1 逆变设备应检测下列项目，并应符合设计要求。

- 1) 输入直流电压；
- 2) 输出交流电压；
- 3) 稳压精度；
- 4) 输出波形；
- 5) 谐波含量；

- 6) 频率精度。
- 2 多台设备并联工作时应有自动均分负载功能。
- 3 当逆变设备出现输入过压、输入欠压、输出过压、输出欠压、过流、欠流、过载、短路、蓄电池欠压、熔断器熔断等现象时，自动保护电路动作应准确，并能发出声光告警。
- 4 本地和远程监控接口性能应正常。

6.3 直流电源

6.3.1 整流设备通电检测

- 1 通电前检查交流引入线、输出线、信号线、机柜内配线连接应正确，所有螺钉不得松动，输入、输出无短路，绝缘电阻值应满足要求。
- 2 接通交流电源，检查三相电压值应符合要求。观察通电后模块显示器信号、指示灯应正常。
- 3 整流设备应检测下列项目，指标应符合设计要求：
 - 1) 输入交流电压、电流；
 - 2) 输出直流电压、电流；
 - 3) 输出限流、均流特性，自动稳压及稳压精度；
 - 4) 浮充、均充电压值和自动转换；
 - 5) 电池充电限流值；
 - 6) 输出过流保护值；
 - 7) 输出杂音电平。
- 4 整流设备输出杂音指标值应符合表 6.3.1 规定。
- 5 供电时应工作稳定。
- 6 输出应能自动稳压、稳流。
- 7 整流模块应能多块并联工作，其不平衡度应满足设计要求。
- 8 监控模块告警门限参数、管理参数的设置应满足设计要求，并应检测下列项目：
 - 1) 交流输入过压、欠压、缺相告警；
 - 2) 直流输出过压、欠压、输出过流、欠流告警；
 - 3) 蓄电池欠压告警；
 - 4) 充电过流告警；

- 5) 负载过流告警；
- 6) 输出开、短路告警；
- 7) 模块熔丝告警；
- 8) 自动保护电路动作准确，声光告警电路工作正常。

表 6.3.1 整流设备输出杂音指标值

标准电压 (V)	电宿设备受电端子电压变动范围 (V)	电源杂音电压 (mV)						
		衡重杂音	峰—峰值杂音		宽频杂音 (有效值)		离散杂音 (有效值)	
			频段 (kHz)	指标	频段 (kHz)	指标	频段 (kHz)	指标
—48	—40~ —57	≤2	0~20000	≤200	3.4~150	≤50	3.4~150	≤5
					150~30000	≤20	150~200	≤3
							200~500	≤2
							500~30000	≤1
—24	—19~ —29	≤2	0~20000	≤200	3.4~150	≤50	3.4~150	≤5
					150~30000	≤20	150~200	≤3
							200~500	≤2
							500~30000	≤1
240	192~285		0~20000	≤1200	—	—	—	—

6.3.2 直流—直流变换设备通电检测

- 1 直流—直流变换设备应检测下列项目，指标应符合设计要求。
 - 1) 输入电压；
 - 2) 输出电压；
 - 3) 稳压精度；
 - 4) 限流性能；
 - 5) 输出杂音电平。
- 2 多台直流变换设备并联工作时，应有自动均分负载性能，其不平衡度应符合设计要求。
- 3 当出现变换设备故障、过压、欠压、过流、欠流、开路、短路、熔断器熔断等现象时，自动保护电路动作应准确，并能发出声光告警。
- 4 本地和远程监控接口性能应正常。

6.4 太阳能供电系统

6.4.1 太阳能电池方阵安装应符合下列规定：

1 太阳能电池方阵支架尺寸、规格、数量应满足工程设计要求，所用金属材料应经过防腐处理；太阳能电池型号、规格、数量应满足工程设计要求，并应有合格证；

2 太阳能电池极板不得有损坏、裂纹及内部正负极金属线开路现象；

3 太阳能电池方阵支架底座应平直牢固，方向、尺寸、强度应满足工程设计要求。

6.4.2 太阳能电池方阵支架应安装接地和防雷装置。

6.4.3 太阳能电池子阵之间电源线连接方式应满足工程设计要求。进入室内的线缆应采用屏蔽电缆，布放整齐，走向合理，进入机房入口处前屏蔽层应就近接地，芯线应安装相应电压等级的避雷器。进线孔应进行防渗水处理。

6.4.4 在正常的气象条件下，检查太阳能电池的开路电压、短路电流应符合工程设计要求。

6.4.5 太阳能电池控制器检验应符合下列规定：

1 太阳能电池应能接入蓄电池组，并应自动为蓄电池组浮充电、均充电；

2 太阳能电池能量不足时，蓄电池组应自动接入为负载供电；

3 太阳能电池及蓄电池能量不足时，应发出警示信号，并应启动其他供电方式；

4 在额定电流的条件下，直流供电回路电压降不得大于 0.5V。

6.4.6 系统监控器检验应符合下列规定：

1 当母线电压低于或高于门限电压时，太阳能方阵应自动逐个加入或撤除太阳能电池子阵；

2 直流配电单元应根据太阳能电池能量大小自动接入或部分撤除太阳能电池子阵。

6.4.7 本地和远程监控接口性能应正常。

6.5 配电线缆敷设

6.5.1 线缆端头与配电箱、柜应连接牢固、可靠，接触面搭接长度不应小

于搭接面的宽度。

6.5.2 电缆敷设应符合下列规定：

- 1 应在绝缘测试合格后敷设；
- 2 应排列整齐、捆扎牢固、标识清晰，不得有扭绞、压扁和保护层断裂等现象；
- 3 端接处电缆长度应留有余量；
- 4 在转弯处，敷设电缆的弯曲半径应符合表 6.5.2 的规定；

表 6.5.2 电缆最小允许弯曲半径

序号	电缆种类	最小允许弯曲半径
1	无铅包钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	10D
2	有钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	20D
3	聚氯乙烯绝缘电力电缆	10D
4	交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	15D
5	多芯控制电缆	10D

注：D 为电缆外径。

6.5.3 电缆接入配电箱、柜时，应符合下列规定：

- 1 应捆扎固定；
- 2 接入配电箱、柜电缆的弯曲半径应大于电缆最小允许弯曲半径；
- 3 电缆最小允许弯曲半径应符合本指南表 6.5.2 的要求。

6.5.4 电源线与设备的连接应符合下列规定：

- 1 电源线成端连接时，应在电源线端头处套上绝缘套管；
- 2 截面面积在 6mm^2 以下的单股电源线可与设备直接连接；
- 3 多股电源线及截面面积在 6mm^2 以上的单股电源线端头应加装镀锡连接器；连接器尺寸与导线线径应吻合，压（焊）接牢固；连接器与设备的接触部分应平整。

6.5.5 隔墙内穿线管与墙面板应有间隙，间隙不宜小于 10mm。安装在隔墙上的设备或装置应整齐固定在附加龙骨上，墙板不得受力。

6.5.6 电缆应按设计要求编号，颜色应符合下列规定：

- 1 保护线（PE 线）应为黄绿相间色；
- 2 中性线（N 线）应为淡蓝色；
- 3 L1 相线应用黄色，L2 相线应用绿色，L3 相线应用红色。

6.5.7 电缆桥架、线槽和保护管的敷设应符合设计要求和现行国家标准 GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》的有关规定。在活动地板下敷设时，电缆桥架或线槽底部不宜紧贴地面。

6.5.8 铁架安装位置、规格、长度应满足设计要求。铁架安装位置左右允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。水平铁架应成一条直线，与地面应保持平行，水平度每米误差不应大于 2mm 。垂直铁架应与地面应保持垂直，垂直度误差不应大于 0.1% 。

6.5.9 连固件连接应牢固、平直、无明显弯曲；电缆支架应安装端正、牢固，间距均匀。

6.5.10 吊挂安装应整齐、牢固，与地面保持垂直。

6.5.11 铁架漆面应保持完整、清洁。

7 防雷与接地施工

7.1 一般规定

7.1.1 根据信息化设备所安装的位置，水利信息化防雷与接地系统应包括建筑物和构筑物的防雷与接地施工。机（站）房、中控室、数据中心建筑物及设备的防雷接地按照建筑物防雷与接地施工要求进行施工。室外安装的信息采集设备的立杆、支架的防雷接地施工按照构筑物防雷与接地施工要求进行施工。

7.1.2 防雷与接地系统施工及验收除应满足设计要求外，尚应符合现行国家标准 GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》、GB 50343《建筑物电子信息系统防雷技术规范》和 GB 50601《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》的有关规定。

7.1.3 水利信息化设施接地施工所涉及的安保接地、信号工作接地、屏蔽接地、防静电接地、浪涌保护器接地、建筑物防雷接地、交流工作接地、直流工作接地等按共用一组接地装置实施。

7.2 防雷接地装置

7.2.1 接闪器施工要求

1 接闪器由下列一种或多种设施组合而成：

- 1) 独立接闪杆
- 2) 架空接闪线、架空接闪网
- 3) 安装在建筑物上的接闪杆、接闪带或接闪网。

2 接闪杆安装在地面或屋面及女儿墙上时，针管与基座采用带螺栓或铁脚连接，底板及地脚螺栓或底板铁脚应预埋，且地脚螺栓或底板铁脚至少有两个与基座内的钢筋可靠焊接。地脚螺栓用双螺母固定。针管之间用穿针连接好后再行焊接。

3 接闪杆安装在金属构架上时，可直接将底板与构件焊接。杆管与底板用 $100\text{mm} \times 50\text{mm} \times 6\text{mm}$ 的加劲肋焊接固定或螺栓固定。

4 明敷接闪带采用焊接或卡固。水平敷设时，支架间距 1m ，转弯处 0.5m 。支架（支持卡子）采用预埋固定。

5 接闪杆的顶端宜做成半球状，其弯曲半径最小为 4.8mm ，最大至

12.7mm。

6V 型折板内钢筋作防雷装置安装时，利用 V 型折板内钢筋做接闪带暗装，此插筋与吊环应和网筋绑扎，通长筋应和插筋、吊环绑扎。折板接头部位的通长筋的端部预留钢筋头，便于与引下线连接。等高多跨搭接处通长筋与通长筋应绑扎，不等高多跨搭接处通长筋用 $\phi 8$ 圆钢连接焊牢。绑扎或焊接的间距为 6m。

7 玻璃幕墙和通长铝合金窗的防雷安装时，应考虑与其附近的圈梁或柱子内钢筋跨焊或卡夹器连接。

8 在伸缩缝/沉降缝处两侧用截面积大于等于 50mm^2 钢材跨接，形成弓形。

9 平屋顶上所有凸起的金属构筑物或管道等，均应与接闪带连接。

10 接闪器应热镀锌和涂漆（利用钢筋混凝土构件作接闪器除外）。安装在腐蚀性较强的环境时，接闪器应加大截面或采取其他防腐措施。

7.2.2 引下线施工要求

1 明装的引下线的防腐措施与接闪器相同。沿建筑物、构筑物外墙敷设时，应经最短的路径接地。结合建筑艺术要求暗敷时，其截面需加大一级。

2 利用消防梯、钢柱等建、构筑物的金属件作引下线时，各部件之间均应连成电气通路。

3 采用多根引下线时，为了便于测量接地电阻以及检查引下线、接地线的连接状况，宜在各引下线距地面 $0.3\text{m}\sim 1.8\text{m}$ 之间设置断接卡。

4 当利用混凝土内的钢筋、钢柱作自然引下线并同时兼作基础接地体时，可不设断接卡，但被利用作引下线的钢筋应在室内外的适当地点设置供测量、接人工接地体和作等电位联结用的连接板。当仅利用钢筋作引下线，接地采用人工接地体时，应在每根引下线距地面不低于 0.3m 处设置接地体的连接板。当采用埋于土壤中的人工接地体时，应设断接卡，其上端与连接板或钢柱焊接。连接板处宜有明显标志。

5 供测量接地电阻用的连接板应布置在建筑物接地网的最外缘。检测点伸入接地网内部时，将造成较大的测量误差。必要时，应在户外适当地点设置接地测量井。

6 在易受机械损伤的地方，地面上约 1.7m 至地下 0.3m 的一段接地

线应采取暗敷或加镀锌角钢、耐日光老化的改性塑料管或橡胶管等加以保护。

7 引下线的连接可采用焊接或卡固。连接板和钢板应热镀锌。

8 引下线水平敷设时支架间距 1m~1.5m, 垂直敷设时 1.5m~2.0m, 转弯处 0.5m~1m。

9 明敷引下线与接地装置连接时, 在地面以上应加保护罩。

7.2.3 接地线安装应符合下列规定

1 接地线(体)的连接应采用焊接, 焊接必须牢固无虚焊。接至电气设备上的接地线, 应用镀锌螺栓连接; 有色金属接地线不能采用焊接时, 可用螺栓连接、压接、热剂(放热焊接)方式连接, 用螺栓连接时应设防松螺帽或防松垫片, 其接触面应进行处理。

2 接地体(线)的焊接应采用搭接焊(焊接处应进行防腐处理), 其搭接长度必须符合下列规定:

- 1) 扁钢为其宽度的 2 倍(且至少 3 个棱边焊接);
- 2) 圆钢为其直径的 6 倍;
- 3) 圆钢与扁钢连接时, 其长度为圆钢直径的 6 倍;
- 4) 扁钢与钢管。扁钢与角钢焊接时, 为了连接可靠, 除应在其接触部位两侧进行焊接外, 并应焊以由钢带弯成的弧形(或直角形)卡子或直接由钢带本身弯成弧形(或直角形)与钢管(或角钢)焊接。

3 接地体(线)为铜与铜或钢与钢的连接工艺采用热剂焊时, 其熔接头必须符合下列规定:

- 1) 被连接的导体必须完全包在接头里;
- 2) 要保证连接部位的金属完全熔化, 连接牢固;
- 3) 热剂焊接头的表面应平滑;
- 4) 热剂焊的接头应无贯穿性的气孔。

7.2.4 接地线的连接

1 接地导体的连接应牢固可靠, 保证其电气连续性符合要求, 并应符合下列要求:

- 1) 钢接地导体连接处应焊接。如采用搭接焊, 其搭接长度必须不小于扁钢宽度的 2 倍或圆钢直径的 6 倍;

- 2) 采用铜或铜覆钢材的接地导体应采用放热焊接方式连接。
- 3) 架空线路 PEN 导体的连接,可采用与相导体相同的连接方法。
- 4) 潮湿的和有腐蚀性蒸汽或气体的房间内,接地系统的所有连接宜焊接。
- 5) 如不能焊接可采用螺栓连接,但应采取可靠的防锈措施。

2 接地导体与接地体的连接应牢固,且有良好的导电性能。这种连接应采用放热焊接、压接器、夹具或其他机械连接器。机械接头应按厂家的说明书安装。若采用夹具,则不得损伤接地极或接地导体(线)。用螺栓连接时应设防松螺帽或防松垫片。仅靠锡焊连接的那种连接件或固定件,不能提供可靠的机械强度。

3 接地导体与管道等伸长接地极的连接处宜焊接。如焊接有困难,可用管卡,但应保证电气连续性符合要求。连接处应选择在人员便于接近处。当管道等因检修而可能断开时,应使接地系统的接地电阻值仍能符合要求。管道上的表计和阀门等连接处均应设置符合要求的跨接线。

4 带金属外壳的插座,其接地触头和金属外壳应有可靠的电气连接。

5 电力设备每个保护接地部分应以单独的接地线与接地干线相连接。严禁在一条接地线上串接几个需要接地的部分。

6 当利用钢筋混凝土体中的钢筋作为接地系统时,各钢筋混凝土体之间必须连接成电气通路并保证其电气连续性符合要求。

7 利用穿线钢管作接地线时,引向电气设备的钢管与电气设备间,应有可靠的电气连接。

8 当利用串联的金属构件作为接地线时,金属构件之间应以截面不小于 100mm^2 的钢材焊接。

9 在土壤中,应避免使用裸铜线作为接地极引入线,宜用钢材与基础钢筋连接,避免引起电化学腐蚀。

10 接地线不得有机械损伤;接地线穿越墙壁、楼板时应加装保护套管;接地线在有化学腐蚀的位置应采取防腐措施;在跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处,接地线应弯成弧状,弧长宜为缝宽的 1.5 倍;接地线的连接宜采用焊接,焊接应牢固、无虚焊,焊接部位应进行防腐处理。

7.2.5 数据中心区域内外露的不带电的金属物必须与建筑物进行等电位连

接。接地装置设置形式应符合设计要求，焊接应无虚焊。连接处不应松动、脱焊、接触不良，并应采取防腐措施。接地体埋设位置和深度应符合设计要求。接地引下线应固定牢固。接地电阻值无法满足设计要求时，应采取物理或化学降阻措施。

7.2.6等电位连接施工要求

- 1 金属管道的连接处一般不需加跨接线。
- 2 给水系统的水表需加跨接线，以保证水管的等电位联结和接地的有效。
- 3 装有金属外壳排风机、空调器的金属门、窗框或靠近电源插座的金属门、窗框以及距外露可导电部分伸臂范围内的金属栏杆、吊顶龙骨等金属体需做等电位联结。
- 4 一般场所离人站立处不超过 10m 的距离内如有地下金属管道或结构即可认为满足地面等电位的要求，否则应在地下加埋等电位带。
- 5 等电位联结内各联结导体间的连接可采用焊接，焊接处不应有夹渣、咬边、气孔及未焊透情况；也可采用压接，这时应注意接触面的光洁、足够的接触压力和接触面积；也可采用熔接。在腐蚀性场所应采取防腐措施，如热镀锌或加大导线截面等。
- 6 等电位联结端子板应采取螺栓连接，以便拆卸进行定期检测。
- 7 金属导体、电缆屏蔽层、金属穿线管及桥架、机房屏蔽网等在进入机房处应做等电位联结。
- 8 采用屏蔽电缆时，其屏蔽层应在两端做等电位联结并接地，当系统要求只在一端做等电位联结时，应采用两层屏蔽，其外屏蔽层应在两端接地。
- 9 等电位联结线采用搭、焊接要求
 - 1) 扁钢的指接长度不应小于其宽度的 2 倍，三面施焊（当扁钢宽度不同时，搭接长度以宽的为准）。
 - 2) 圆钢的搭接长度不应小于其直径的 6 倍，双面施焊（当直径不同时，搭接长度以直径大的为准）。
 - 3) 圆钢与扁钢连接时，其搭接长度不应小于圆钢直径的 6 倍，双面施焊。
 - 4) 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时，应紧贴 3/4 钢管表面，或

紧贴角钢外侧两面，上、下两侧施焊。

10 除埋设在混凝土中的焊接接头外，应有防腐措施。

- 1) 当等电位联结线采用不同材质的导体连接时，可采用熔接法进行连接，也可采用压接法，压接时压接处应进行热搪锡处理。
- 2) 等电位联结线在地下暗敷时，其导体之间的连接禁止采用螺栓压接。
- 3) 等电位联结用的螺栓、垫圈、螺母等应进行热镀锌处理。
- 4) 等电位联结线应有黄绿相间的色标，在等电位联结端子上应刷黄色底漆并标以黑色记号，其符号为“∟”。
- 5) 对建筑物内塑料管的处理：塑料管是不导电的，它不传导电位，等电位联结时不需对其作联结，但对金属管道系统中的小段塑料管需作跨接。
- 6) 对每个电源进线的处理：每个电源进线都需做各自的总等电位联结，所有总等电位联结系统之间应就近互相连通，使整个建筑物电气装置处于同一电位水平上。
- 7) 对于暗敷的等电位联结线及其连接处电气施工人员应做隐蔽记录及检测报告。对于隐蔽部分的等电位联结线及其连接处，应在竣工图上注明其实际走向和部位。
- 8) 为保证等电位联结的顺利施工和安全运行，电气、土建、水、暖等施工和管理人员需密切配合。管道检修时，应在断开管道前预先接通跨接线，以保证等电位联结的始终导通。

7.2.7 信息化设备的等电位联结安装

- 1 等电位联结端子板用铜板制作。
- 2 等电位联结线与金属管道连接时，如与抱箍和管道接触处需刮拭干净，安装完毕
- 3 后刷防护漆。实施完毕后需测试导电的连续性，导电不良的接触处需做跨接线。金属管道与连接件焊接后需做防锈处理。
- 4 金属门、窗、电梯轨道、金属地板、设施管道、电缆桥架等内部大尺寸导电物的等电位联结宜暗敷，在定位后、装饰层和抹灰层之前进行。如附近有钢柱时，将连接导体直接焊接或螺栓连接于钢柱和门和

窗框上进行等电位连接。如附近有圈梁或混凝土柱时，将连接导体的一端利用预埋 25×4 的镀锌扁钢或 $\phi 10$ 的圆钢和 $100 \times 30 \times 3$ 的钢板做成的搭连板焊接，且与圈梁或混凝土柱焊接，另一端与导电物焊接或螺栓连接。连接须距离最短。对电子设备的机架或外壳、电力线及通信线的线芯等，则不能按上述方法直接做等电位连接，须需要采用电涌保护器（SPD）做等电位联结。

5 采用电源线路的 PE 线作放射式接地：为信息设备设置专用的配电回路和 PE 线，并与其他配电回路、PE 线及装置外导电部分绝缘，可显著降低干扰，信息设备配电箱 PE 母排宜用绝缘导线直接接至总接地母排。

6 采用网格式接地（水平等电位联结）时，等电位金属网格可采用宽 $60\text{mm} \sim 80\text{mm}$ ，厚 0.6mm 紫铜带在架空地板下明敷，无特殊要求时，网格尺寸不大于 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，紫铜带可压在架空地板下。信息设备的电源回路和 PE 线以及等电位联结网格宜与其他供电回路（包括 PE 线）及装置外可导电部分绝缘。

7 采用水平和垂直局部等电位联结时，每层楼内的 IT 设备均设等电位联结网格，该网格与电气装置的外露可导电部分及装置外可导电部分做多次联结，以实现楼层间垂直等电位联结。等电位金属网格可采用宽 $60 \sim 80\text{mm}$ 、厚 0.6mm 紫铜带在架空地板下明敷，无特殊要求时，网格尺寸不大于 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，紫铜带可压在架空地板下。此方式宜与接地母干线结合应用，接地母干线宜与柱子钢筋、金属立面等屏蔽件每隔 5m 连接一次。

8 为减少联结线阻抗，可将接地母排延伸为接地母干线，需联结的金属结构和管道应就近与接地母干线联结，接地母干线可沿外墙内侧敷设，对于大型信息系统建筑物，应沿外墙内侧敷设成环形，宜采用截面不小于 50mm^2 的铜导体。

9 接地母干线可采用裸导体或绝缘导体（推荐用铜质材料），接地母干线在整个通路，上应易于接近和维护，裸导体在固定处或穿墙处应有绝缘保护以防被腐蚀。

10 成排的 IT 设备长度超过 10m 时，宜在两端与等电位网格或接地母排连通。

信息化系统的所有外露导电物应建立一等电位联结网络，同时该网络与接地装置可靠连接。可采用焊接、熔接或压接；焊接、熔接或压接的金属表面应进行处理，使金属表面裸露；连接处应无毛刺、明显伤痕，安装应平整、连接牢固；连接处应进行防腐处理。

7.2.8 电源线路防雷施工

1 当采用屏蔽电缆时，应至少在两端并宜在防雷区交界处做等电位联结；当系统要求只在一端做等电位联结时，应采用两层屏蔽，外层屏蔽与等电位联结端子板连通。

2 所有进入建筑物的金属套管应与接地母排联结。

3 为使电涌防护器两端引线最短，电涌防护器（SPD）宜安装在配电箱或信息系统的配线设备内，SPD 连接线全长不宜超过 0.5m。

4 多处电源进线的等电位连接线的安装时，首先在室内或室外利用 40×4 的镀锌扁钢做成环形导体，室内宜明敷。在支撑点或过墙处应有为了防腐的绝缘防护。再将总等电位联结端子板相互连通，然后就近与环形导体连通。

7.2.9 电涌保护器（SPD）的安装应符合下列规定：

1 安装 SPD 时，安装位置和使用环境应符合技术要求；

2 SPD 应安装在各防雷区界面处，并宜靠近建筑物入口及被保护设备安装。从室外引来的线路，SPD 宜靠近屏蔽线末端安装。

3 电源线路 SPD 的安装应符合下列规定：

1) SPD 宜装设在配电箱内，并宜装设隔板。当配电箱内安装有困难时，可在配电箱近旁设置电涌保护箱，并应缩短引线；

2) SPD 接入主电路的引线应短而直，不应形成环路。上引线（引至相线或中性线）和下引线（引至 PE 线或 PEN 线）的长度和应小于 0.5m，否则应采取减少电感的措施（如采用电缆接线、V 形接线或采用多根接地线并在多处接地等方式）。

3) 当在线路上多处安装 SPD 时，各组 SPD 间的最小距离应参照厂家说明，当无准确数据时，电压开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 10m，限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5m。

4) 带有接线端子的电源线路浪涌保护器应采用压接；带有接线

柱的浪涌保护器宜采用线鼻子与接线柱连接。当 SPD 安装于界面附近的被保护设备处时，至该设备的线路应能承受所发生的电涌电压及电流，且线路的金属保护层或屏蔽层宜首先在界面处做一次等电位联结。

4 SPD 的上引连接线和接地线一般采用多股铜线，按连接至电气或电子系统以及不同的试验类别的电涌保护器，其每相 SPD 连接导体最小截面的规定见 GB 50057-2010。

5 应保证电涌保护器的差模和共模限制电压的规格与被保护系统的要求相一致。

6 对于同时接有电源终端和信号终端 SPD 的信息技术设备，应当注意两个端口之间的配合问题。应注意合理选择信号线和电源线的敷线路径，减小各条线路之间的回路尺寸，从而减小电感；最好是同一个入口连接点。电源终端 SPD 和信号终端 SPD 连接到共用接地等电位联结带的引线要最短，最好将电源 SPD 和信号 SPD 装于一个单元，形成“多用途 SPD”，或称“一体化组合防雷器”，从而避免在设备的两个进线端口之间造成不可接受的电位差。

7 接至电子设备的多接线端子电涌保护器，为将其有效电压保护水平减至最小所必需的安装条件。

8 为防感应耦合，安装时应注意满足以下附加措施：

- 1) 接至电涌保护器保护端口的线路不要与接至非保护端口的线路敷设在一起；
- 2) 接至电涌保护器保护端口的线路不要与接地导体敷设在一起；
- 3) 从电涌保护器保护侧接至需要保护的电子设备的线路应尽可能短或加以屏蔽。

7.2.10 配电系统 SPD 安装

1 在 LPZ0_A 区或 LPZ0_B 区与 LPZ1 区交界处应安装 I 级分类试验的浪涌保护器或限压型浪涌保护器；其后各分区交界处应安装限压型浪涌保护器。使用直流电源的信息设备，视其工作电压要求，宜安装适配的直流电源波涌保护器。

2 SPD 的安装数量，应根据被保护设备的抗扰度水平和系统雷电防护分级确定。

3 SPD 的安装方式应根据所在低压配电系统的接地方式确定。
SPD 应有过电流保护装置，且与上一级的备用保护器相匹配。

4 选用的 SPD 最大持续工作电压应大于不同接地型式的配电系统最大持续工作电压；暂时过电压应大于低压系统的暂时过电压；电压保护水平应根据被保护设备的电涌耐受和系统的标称电压确定，其末级保护水平必须低于被保护对象波涌电压的耐受能力。

5 各级电源线路 SPD 实际泄放的浪涌电流不应超过自身的标称放电电流。

6 浪涌保护器连接导线应尽量短，其长度不宜大于 0.5m。当电压开关型浪涌保护器至限压型浪涌保护器之间的线路长度小于 10m。限压型浪涌保护器之间的线路长度小于 5m 时，在两极浪涌保护器之间应加装退耦装置。当浪涌保护器具有能量自动配合功能时，浪涌保护器之间的线路长度不受限制。

7 浪涌保护器各接线端应分别与配电箱内线路的同名端相线连接。浪涌保护器的接地端与配电箱的保护接地线（PE）接地端子板连接，配电箱接地端子板应与所处防雷区的等电位接地端子板联结。

8 带有接线端子的电源线路浪涌保护器应采用压接；带有接线柱的浪涌保护器宜采用线鼻子与接线柱连接。

7.2.11 信号线路及天馈线路 SPD 安装

1 天馈线路浪涌保护器，宜安装在收/发通信设备的射频出、入端口处。

2 信号线路浪涌保护器 SPD 应连接在被保护设备的信号端口上。浪涌保护器 SPD 输出端与被保护设备的端口相连。浪涌保护器 SPD 也可以安装在机柜内，固定在设备机架上或附近支撑物上。

3 信号线路采用 RJ11、RJ45 和其他接口组成的线路应串接安装 SPD，仅有接线柱组成的接口应并接安装 SPD。

4 信号线路浪涌保护器 SPD 接地端宜采用截面积不小于 1.5mm^2 的铜芯导线与设备机房内的局部等电位接地端子板连接，接地线应平直。

5 天馈线路浪涌保护器 SPD 应串接于天馈线与被保护设备之间，宜安装在机房内设备附近或机架上，也可以直接连接在设备馈线接口上。

6 天馈线路浪涌保护器 SPD 的连接端应采用截面积不小于 6mm^2

的铜芯导线就近接到 $PZ0_A$ 区或 $LPZ0_B$ 区,与 $LPZ1$ 区交界处的等电位接地端子上。

7 浪涌保护器 SPD 应安装牢固。接地线应平直。

8 由室内引至室外或室外引至室内的信号线路两端应安装 SPD。

7.2.12 信息化设备的 SPD 安装

安装应牢固,接线应可靠,电涌保护器两端连接导线应短而直,不要形成环路、急弯或扭折;电涌保护器两端连接导线长度不宜大于 0.5m;当受条件限制电涌保护器两端连接导线长度大于 0.5m 时,可采用 V 形接线方式;安装多级电涌保护器时,间隙型电涌保护器(T1 型)和限压型电涌保护器(T2 型)之间的线缆长度不宜小于 10m;两级限压型电涌保护器(T2 型)之间的线缆长度不应小于 5m。

7.3 其他接地要求及其施工

7.3.1 电子设备接地:

1 有些电子设备要求相对地电位的参考电压,为了正确地运行,此参考电压由功能接地导体(即信号接地导体)提供。功能接地导体可采用金属带,扁平编织线和具有圆形截面的电缆,对于高频运行的设备,宜优先采用宽度与厚度比不小于 5:1 的金属带或扁平编织线,并尽可能短的连接。

2 功能接地导体未规定颜色标识。因此,接地导体规定的黄/绿色组合的颜色标识不适用于功能接地导体,相同的颜色标识推荐用于整个装置中的每根功能接地导体的端部。

3 联结环形网络导体的截面和安装。用于等电位联结环形网络导体应有以下最小的尺寸:

1) 铜带截面: $30\text{mm} \times 2\text{mm}$;

2) 铜棒直径: 8mm。

3) 裸导体在支撑处和通过墙体处应防腐蚀。

4 接地母线可自建筑物内的总接地端子(MET)作延伸,并以最短捷的路径接至 MET。当用于电子信息设备的等电位联结系统时,可设置为闭合环形接地母线。

7.3.2 防静电接地

1 接地导体必须有足够的机械强度，连接良好，一般与其他接地系统共用接地，如采用专设静电接地体，每处对地电阻值要求不大于 1000Ω ，在山区等土壤电阻率较高的地区，也不应大于 1000Ω 。

2 注油设备的所有金属体都应接地。注油前，用跨接线与贮油设备连接后接地。注油时，贮油设备与注油设备用连接线连接。注油后，先卸主油管，后拆跨接线和连接线。油槽车的底盘上应有金属链条，行驶时另一端与大地接触。对于转轴上的静电，采用导电性润滑油或导电滑环、碳刷接地。

3 移动的导电容器或器具有可能产生静电危害时应接地。当利用与导电地板、导电工作台和其他接地物体相连接的方法不能确保其可靠接地时，必须采用可挠的铜线将其直接接地。利用工具操作或检修这类设备时，工具也应可靠接地。

4 计算机房一般采用接地的导静电地板。当其与大地之间的电阻在 100 以下时，可防止静电危害。

5 在有可能发生静电危害的房间里，工作人员应穿导静电鞋（例如皮底或导静电橡胶底鞋），并应使导静电鞋与导静电地板之间的电阻保持在 $10^4\Omega\sim 10^6\Omega$ 以下。

6 防静电接地端子与接地支线的连接，应采用下列方式：

1) 固定设备宜采用螺栓连接。

2) 有振动、位移的物体，应采用挠性线连接。

3) 移动设备及工具，应采用电瓶夹头、鳄式夹钳、专用连接夹头或磁力连接器等器具连接，不应采用接地线与被接地体相缠绕的方法。

7 防静电接地线不得利用电源中性导体；不得与防直击雷地线共用。

8 设备运行环境施工

8.1 一般规定

8.1.1 设备运行环境施工主要包括室内装饰装修、配电系统安装、空调系统安装、给排水系统安装、综合布线、电磁屏蔽系统安装。UPS 一体化机柜已将 UPS、配电、综合布线、电磁屏蔽、视频、监控、制冷、机柜、消防等多个子系统基础设施产品按相关规程规范进行了深度整合，已形成独立完整的机（站）房，只需进行机柜机架安装，见本指南 5.4 章相关条款。设备运行环境涉及的防雷接地施工见本指南第 7 章相关条款，网络通信设备施工见本指南第 5 章相关条款，视频监控设备施工见本指南 4.10 节相关条款。

8.1.2 施工前经检查，机（站）房建筑、装修已完工并应符合工程设计要求。屋顶不得漏水，屋内墙体和地面不得渗水。

8.1.3 机（站）房地面应平整，水平误差每米不应大于 2mm。地槽、预留孔洞、预埋钢管、螺栓等位置、规格应符合设备安装要求。地槽盖板应严密、坚固，地槽内不得有渗水。

8.1.4 采用市电供电的机（站）房，电源应引入。

8.1.5 电力室、电池室、发电机室等建筑应符合现行国标 GB50016《建筑设计防火规范》的有关规定。

8.1.6 机（站）房内应配备有效的消防灭火器材，并设置火灾自动报警系统。

8.1.7 在经常发生水灾地区的通信局（站），电源设备应设置在当地警戒水位线以上的机（站）房内或采取其他防水灾措施。

8.1.8 机（站）房内的装修材料应采用非延燃材料，洞孔的封堵和地槽盖板应由非延燃材料制作。

8.1.9 机（站）房内严禁存放易燃、易爆等危险物品。

8.2 机（站）房装饰装修

8.2.1 机（站）房装饰装修应包括吊顶、隔墙、地面、活动地板、内墙、顶棚、柱面、门窗等作业的施工及验收。

8.2.2 机（站）房装饰装修施工宜按由上而下、由里到外的顺序进行。

8.2.3吊顶点固定件位置应按设计标高及安装位置确定。

8.2.4吊杆和龙骨的安装间隙与连接方式应符合设计要求。预埋吊杆或预设钢板，应在吊顶施工前完成。未做防锈处理的金属吊挂件应除锈，并应涂不少于两遍防锈漆。

8.2.5吊顶内空间表面的防尘涂覆不得起皮或龟裂。

8.2.6吊顶板上铺设的防火、保温、吸音材料应符合设计要求，包封应严密，板块间应无明显缝隙，固定应牢固。

8.2.7 吊顶板应表面平整、边缘整齐、颜色一致，图案或布置应符合设计要求，不得有变色、翘曲、缺损、裂缝、腐蚀等缺陷。

8.2.8吊顶与墙面、柱面、窗帘盒的交接应紧密、美观。

8.2.9吸顶安装的各种设备、装置与吊顶板面应紧密搭接。

8.2.10安装吊顶板前应完成吊顶上隐蔽工程的施工及验收。

8.2.11对于不安装吊顶的楼板应按设计进行防尘涂覆和保温处理。

8.2.12安装的隔墙应包括金属饰面板隔墙、轻钢龙骨隔墙和玻璃隔墙等非承重轻质隔墙及实体隔墙。

8.2.13隔墙施工前应按设计要求划线定位。

8.2.14轻钢龙骨隔墙安装应符合下列要求：

1 隔墙的沿地、沿顶及沿墙龙骨位置应准确，安装应牢固；

2 竖龙骨及横向贯通龙骨的安装应产品说明书的要求；

3 有耐火极限要求的隔墙安装应符合下列规定：

1) 竖龙骨的长度应小于隔墙的高度 30mm，上下应形成 15mm 的膨胀缝；

2) 隔墙板应与竖龙骨平行铺设；

3) 如隔墙板应与竖龙骨平行铺设。

4 隔墙两面墙板接缝不得在同一根龙骨上，安装双层墙板时，面层与基层的接缝不得在同一根龙骨上。隔墙内填充的材料品种与规格应符合设计要求，并应充满、密实、均匀。

8.2.15 非阻燃材料装饰面板隔墙安装应符合下列要求：

1 衬层内表面应做防火处理；

2 粘接剂应根据装饰面板性能或产品说明书要求确定；

3 粘接剂应满涂、均匀；

4 饰面板粘接应牢固，对缝图案应符合设计规定。

8.2.16金属饰面板隔墙安装应符合下列要求：

1 金属饰面板表面应无压痕、划痕、污染、变色、锈迹，界面端头应无变形；

2 竣工验收前不宜揭掉保护膜；

3 隔墙不到顶时，上端龙骨应按设计要求与顶棚或梁、柱固定；

4 板面应平直，接缝宽度应均匀、一致。

8.2.17玻璃隔墙的安装应符合下列要求：

1 隔墙不到顶时，上端龙骨应按设计要求与顶棚或梁、柱固定；

2 安装玻璃的槽口应清洁，下槽口应衬垫软性材料；

3 玻璃之间或玻璃与扣条之间嵌缝灌注的密封胶应饱满、均匀、美观；

4 填塞的弹性密封胶条应牢固、严密，不得起鼓和缺漏；

5 竣工验收前在玻璃上应粘贴明显标志。

8.2.18防火玻璃隔墙安装应符合下列要求：

1 防火玻璃及骨架材料应符合设计要求；

2 安装除应符合本指南第 8.2.17 条的相关规定外，尚应符合产品说明书的要求。

8.2.19 隔墙与其他墙体、柱体的连接缝隙应填充阻燃密封材料；

8.2.20实体隔墙的砌砖体应符合现行国家标准 GB 50203《砌体结构工程施工质量验收规范》的有关规定，抹灰及饰面应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.21地面施工应包括下列内容：原建筑地面处理、不安装活动地板房间的饰面砖、石材、地毯等地面面层材料的铺设、涂覆防尘、防潮涂料、防静电地面施工。

8.2.22地面施工宜在隐蔽工程、吊顶工程、墙面与柱面的抹灰工程完成后进行。

8.2.23地面施工按设计要求铺设的防潮层或保温层，应做到均匀、平整、牢固、无缝隙。

8.2.24饰面砖、石材、地毯等面层材料的铺设应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.25水泥地面上涂覆防尘涂料应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.26自流坪地面施工应符合现行国家标准 GB/T 50589《环氧树脂自流平地面工程技术规范》的有关规定。

8.2.27防静电地面施工应符合现行国家标准 GB 5094《防静电工程施工与质量验收规范》4 的有关规定。

8.2.28活动地板的铺设应在其他室内装修施工及设备基座安装完成后进行。

8.2.29建筑地面应干燥、坚硬、平整、不起尘。活动地板下空间的原建筑表面应进行清洁处理并做防尘涂覆，涂覆面不得起皮或龟裂。

8.2.30活动地板铺设前，应按设计标高及位置准确放线。沿墙单块地板的最小宽度不宜小于整块地板边长的 $1/4$ 。

8.2.31活动地板铺设时应随时调整水平，遇到障碍物或不规则墙面、柱面时应按实际尺寸切割，相应位置应增加支撑部件。

8.2.32铺设风口地板和开口地板时，现场切割地板的切割面应光滑、无毛刺，并应进行防火、防尘处理。

8.2.33在原建筑地面铺设保温材料的品种、规格应符合设计要求，铺设应严密、平整，粘接牢固。

8.2.34在搬运、储藏、安装活动地板过程中，应做好装饰面和边角的保护，并保持装饰面的清洁。

8.2.35在活动地板上安装设备时，应对地板装饰面进行防护。

8.2.36内墙、顶棚及柱面的处理应包括表面涂覆、壁纸及织物粘贴、装饰板材安装、饰面砖或石材等材料的铺贴。

8.2.37工程中的抹灰施工应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.38表面涂覆、壁纸或织物粘贴、饰面砖或石材等材料的铺贴应在墙面隐蔽工程完成后、吊顶板安装及活动地板铺设之前进行。

8.2.39表面涂覆、壁纸或织物粘贴、饰面砖或石材等材料的铺贴及施工质量应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.40金属饰面板安装应牢固、平直、稳定，与墙面、柱面应保留 50mm

以上的间隙，并应符合本指南第 8.2.16 条的有关规定。

8.2.41 其他饰面板的安装应按本指南第 8.2.15 条执行，并应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.42 门窗及其他施工应包括门窗、门窗套、窗帘盒、暖气罩、踢脚板等制作与安装。

8.2.43 各类门的安装应符合下列规定：

- 1 安装位置应符合设计要求，并应平整、牢固；
- 2 开闭方向应符合设计要求；
- 3 推拉门与门框接缝应严密、推拉灵活；
- 4 平开门与门框接缝应严密、开闭自如；
- 5 自由门与门框的缝隙应一致。

8.2.44 玻璃安装应按本指南第 9.2.17 条的有关规定执行。

8.2.45 门窗框与洞口的间隙应填充弹性材料，并用密封胶密封，密封处应严密、均匀和美观。

8.2.46 门窗安装除应执行本指南外，尚应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。

8.2.47 门窗套、窗帘盒、暖气罩、踢脚板等制作与安装应符合现行国家标准 GB 50210《建筑装饰装修工程质量验收规范》的有关规定。其装饰面应光洁、平整、色泽一致、线条顺直、接缝严密，不得有裂缝、翘曲和损坏。

8.3 配 电 系 统

8.3.1 设备运行环境的配电系统的施工及验收应包括电气装置、照明装置的施工。

8.3.2 电气装置的安装应牢固可靠、标志明确、内外清洁。安装垂直度允许偏差宜为 $\pm 1.5\%$ ；同类电气设备的安装高度，在设计无规定时应一致。

8.3.3 配电箱、柜落地安装时应设基座。安装前，应按接线图检查内部接线。活动基座与地面应安装牢固。配电箱、柜与基座也应安装牢固。

8.3.4 表面安装的电气设备及装置应符合下列要求：

- 1 明装的接线盒和分线盒应整齐，并保持在同一水平线上，与工

作面安装应牢固。安装结束后，盒内应无残留物。盖板应整齐、严密。

2 暗装的接线盒和分线盒应安装牢固，盖板应紧贴安装工作面。安装结束后，盒内应无残留物。

8.3.5开关、插座应按设计位置安装，接线应正确、牢固。不间断电源插座应与其他电源插座有明显的形状或颜色区别。

8.3.6当采用工业连接器作为电源接口时，应将各个连接器固定安装。

8.3.7隐蔽空间内安装电气装置时应留有维修通道和空间。

8.3.8特种电掘配电装置应具备有效的、便于观察的标志，并注明频率、电压等相关参数。当电子信息设备采用直流电源供电时，配电装置也应具备有效的、便于观察的标志。

8.3.9不间断电源及其附属设备安装前应依据随机提供的资料，检查电压、电流及输入输出特性等参数，并应在符合设计要求后进行安装。安装及接线应正确、牢固。

8.3.10 蓄电池组的安装应符合设计及产品技术文件要求。蓄电池组重量超过楼板荷载时，在安装前应按设计对楼板采取加固措施。

8.3.11 含有腐蚀性物质的铅酸类蓄电池，安装时必须采取佩戴防护装具以及安装排气装置等防护措施。

8.3.12 电池汇流排裸露的必须采取加装绝缘护板的防护措施。

8.3.13柴油发电机的基座应牢靠固定。安装柴油发电机时，应采取抗振、减噪和排烟措施。柴油发电机应进行连续负荷试运行，无故障后方可交付使用。

8.3.14电气装置与各系统的联锁应符合设计要求，联锁动作应正确。

8.3.15电气装置之间应连接正确，在检查接线连接正确无误后应进行通电试验。

8.3.16吸顶灯具底座应紧贴吊顶或顶板，安装应牢固。

8.3.17嵌入式灯具安装时，灯具应固定在吊顶板预留洞（孔）内专设的框架上。灯具直单独吊装，灯具边框外缘应紧贴吊顶板。

8.3.18灯具安装位置应符合设计要求，成排安装时应整齐、美观。

8.3.19专用灯具的安装应按现行国家标准 GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》的有关规定执行。

8.4 空调系统

8.4.1 空调系统施工应包括空调系统设备安装、风管与部件制作与安装、系统调试。

8.4.2 空调系统的施工及验收，除应执行本指南外，尚应符合现行国家标准 GB 50738《通风与空调工程施工规范》与 GB 50243《通风与空调工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.4.3 空调系统的管道、设备、部件及管道的标识制作与安装应符合设计要求。

8.4.4 空调设备安装前，应根据设计要求，完成空调设备基座的制作与安装。

8.4.5 空调设备安装时，在机组与基座之间应采取隔振措施，且应固定牢靠。

8.4.6 空调设备的安装位置应符合设计要求，还应满足冷却风循环空间要求。

8.4.7 分体式空调机，连接室内机组与室外机组的气管和液管，应按设备技术要求进行安装。气管与液管为硬紫铜管时，应按设计位置安装存油弯和防振管。

8.4.8 专用空调机组安装应符合下列规定：

- 1 采用下送风时，送风口与底座、地板或隔墙接缝处应采取密封措施；

- 2 与冷却水管道连接处，应采取防漏和防结露措施。

8.4.9 组合式空调机组，设备与风管的连接处宜采用柔性连接，并应采取加固与保温措施

8.4.10 空调系统风管部件应包含风阀、风罩、风口、过滤器、消声器等部件。

8.4.11 镀锌钢板制作风管应符合下列规定：

- 1 表面应平整，不应有氧化、腐蚀等现象。加工风管时，镀锌层损坏处应涂两遍防锈漆；

- 2 风管接缝宜采用咬口方式。板材拼接咬口缝应错开，不得有十字拼接缝；

- 3 风管内表面应平整光滑，在风管安装前应对内表面进行清洁处

理；

4 对于用角钢法兰连接的风管，风管与法兰的连接应严密，法兰密封垫应选用不透气、不起尘、具有一定弹性的材料，紧固法兰时不得损坏密封垫；

5 风管法兰制作应符合设计要求，并按现行国家标准 GB 50243《通风与空调工程施工质量验收规范》的有关规定执行。

8.4.12矩形风管符合下列情况之一的应采取加固措施：

- 1 无保温层的长边边长大于 630mm；
- 2 有保温层的长边边长大于 800mm；
- 3 风管的单面面积大于 1.2m^2 。

8.4.13金属法兰的焊缝应严密、熔合良好、无虚焊。法兰平面度的允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ ，孔距应一致，并应具有互换性。

8.4.14风管与法兰的铆接应牢固，不得脱铆和漏铆。风管管口处翻边应平整、紧贴法兰，宽度不应小于 6mm。法兰四角处的咬缝不得开裂和有孔洞。

8.4.15风管支架、吊架在安装前应进行防锈处理，其明装部分应增涂一遍面漆。

8.4.16固定风管时，不宜在风管连接处、风阀安装处及传感器的安装点设置固定支架。

8.4.17风管及相关部件安装应牢固可靠，安装完成后应进行相关工序检验。

8.4.18 防火阀、风口、过滤器、消声器应按设计位置安装，并应安装可靠，过滤器应便于更换。

8.4.19防火阀应符合现行国家标准 GB 15930《建筑通风和排烟系统用防火阀门》有关的规定。防火阀应有产品合格证。

8.4.20防火阀安装应牢固可靠、启闭灵活、关闭严密。阀门驱动装置动作应正确、可靠。

8.4.21动调节阀的安装应牢固可靠、启闭灵活、调节方便。

8.4.22电动调节阀应能在全程范围内自由调节，且安装牢固。电动阀执行器动作应准确、可靠、调节灵活。

8.4.23新风口应安装过滤网、防护罩（网），排风口应安装防护罩（网）。

8.4.24保温宜在风管安装工序检验合格后进行，并应符合设计要求。

8.4.25风管安装完成后,应根据风管的设计压力进行漏风量测试,并做相应记录,并应符合现行国家标准 GB 50243《通风与空调工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.4.26空调系统调试应在空调设备、新风设备安装调试合格后进行。先进行空调系统设备单机调试,单机调试完毕后应根据设计指标进行系统调试。

8.5 给水排水系统

8.5.1给水排水系统工程应包括空调系统给水、排水和循环冷却水管道系统的施工及验收。

8.5.2给水排水和循环冷却水管道的施工及验收,除应执行本指南外,尚应符合现行国家标准 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.5.3给水排水系统内的水泵、定压装置、供水装置、换热装置、供冷设备、供热设备、冷却设备的安装,除应按设计要求做好防漏措施外,尚应符合现行国家标准 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.5.4机房内管道安装应符合下列要求:

- 1 管道安装应符合设计要求;
- 2 安装在机柜附近的管道,避免有接口,如无法避免,连接方式应采用焊接、粘接或熔接,不得采用法兰连接、丝接、卡套连接;
- 3 贴近机柜部位安装的管道应采取防水措施;
- 4 非金属排水管道宜在地板下安装,不宜敷设在机柜上方;
- 5 冷却水、冷凝水管道应采取保温措施。

8.5.5管径不大于 100mm 的镀锌管道宜采用螺纹连接,螺纹的外露部分应做防腐处理;管径大于 100mm 的镀锌管道可采用焊接、法兰连接或卡套式专用管件连接,焊接处应采取防腐处理。

8.5.6铜管煨弯时,弯曲半径应符合现行国家标准 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.5.7管道支架、吊架、托架的安装,应符合下列规定:

- 1 支架、吊架在安装前应做防锈处理;

2 固定支架与管道安装应牢固可靠；

3 在建筑结构上安装管道支架、吊架时，应做荷载验算，且不得破坏建筑结构。

8.5.8冷凝水排水管道的坡度，应符合设计的规定，并应坡向排泄方向。

8.5.9冷热水管道在安装前后应进行防腐处理。

8.5.10冷热水管道安装完毕应先进行压力试验，试验合格后进行保温施工。

8.5.11管道保温应符合下列要求：

1 保温材料的材质及规格，应符合设计要求；

2 保温层铺设应平整、密实；

3 防潮层应紧贴在保温层上，并应密封良好；

4 表面层应光滑平整、不起尘。

8.5.12室内地面应坡向地漏处，坡度不应小于 3‰；地漏顶面应低于地面 5mm。

8.5.13空调加温给水管应做通水试验，试验时应开启间门，检查各连接处及管道，不得渗漏。

8.5.14给水、冷却水管道应做压力试验，试验方法应符合现行国家标准 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.5.15 排水管应做灌水试验，流水应畅通且不得渗漏，并应符合现行国家标准 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.6 综合布线

8.6.1 信息化工程综合布线系统施工及验收应包括线缆敷设、配线设备和接插件的施工与验收。

8.6.2综合布线施工及验收除应执行本指南外，尚应符合现行国家标准 GB 50312《综合布线系统工程验收规范》的有关规定。

8.6.3线缆的敷设应符合下列规定：

1 线缆敷设前应对线缆进行外观检查；

2 线缆的布放应自然平直，不得扭绞，不宜交叉，标签应清晰；弯曲半径应符合表 8.6.3-1 的规定；

表 8.6.3-1 线缆弯曲半径与线缆外径之比

线缆种类	弯曲半径与线缆外径之比
4 对非屏蔽对绞电缆	$\geq 4D$
4 对屏蔽对绞电缆	$\geq 8D$
主干对绞电缆	$\geq 10D$
光缆	$\geq 10D$
预端接线缆	$\geq 10D$

注：D 为线缆外径。

- 3 在终接处线缆应留有余量，余量长度应符合表 8.6.3-2 的规定；

表 8.6.3-2 线缆终接余量长度（mm）

线缆种类	配线设备端	工作端
对绞电缆	500~1000	10~30
光缆	1000~3000	
预端接线缆	1000~3000	

- 4 设备跳线应插接，并应采用专用跳线；
- 5 从配线架至设备间的线缆不得有接头；
- 6 线缆敷设后应进行导通测试。

8.6.4 当采用屏蔽布线系统时，屏蔽线缆与端头、端头与设备之间的连接应符合下列规定：

- 1 对绞线缆的屏蔽层应与接插件屏蔽罩完整、可靠接触；
- 2 屏蔽层应保持连续，端接时宜减少屏蔽层的剥开长度，与端头间的裸露长度不应大于 5mm；
- 3 端头处应可靠接地，接地导线和接地电阻值应符合设计要求。

8.6.5 信号网络线缆与电源线缆及其他管线之间的距离应符合 8.6.5-1 和表 8.6.5-2 的规定。

表 8.6.5-1 对绞电缆与电力电缆最小净距（mm）

条 件	范 围		
	380V		
	<2kV · A	2kV · A~5kV · A	>5kV · A
对绞电缆与电力电缆平行敷设	130	300	600
有一方在接地的金属槽道或钢管中	70	150	300
双方均在接地的金属槽道或钢管中	10	90	150

表 8.6.5-2 电缆、光缆暗光敷设与其他管线最小净距（mm）

管线种类	平行净距	垂直交叉净距
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
给水管	150	20
煤气管	300	20
压缩空气管	150	20

8.6.6在插座面板上应用颜色、图形、文字按所接终端设备类型进行标识。

8.6.7对绞线在与 8 位模块式通用插座相连时，应按色标和线对顺序进行卡接。插座类型、色标和编号应符合表 8.6.7 的规定，两种双绞线线序在同一布线工程中不得混用。

表 8.6.7 插座类型、色标和编号

T568A 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕
T568B 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕

8.6.8预端接系统各端接设备连接应可靠，预端接系统的测试应符合现行国家标准 GB 50312《综合布线工程验收规范》中光缆的各项指标要求。

8.6.9走线架、线槽和护管的弯曲半径不应小于线缆最小允许弯曲半径，敷设应符合现行国家标准 GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》的有关规定。

8.6.10对于上走线方式，走线架的敷设除应符合现行国家标准《建筑电气

工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定和设计要求外，还应符合下列规定：

1 走线架、线槽如采用支架安装，支架应安装牢固，走线架、线槽与支架间螺栓，走线架、线槽与连接板间螺栓应紧固、无遗漏；

2 线槽采用机柜顶部安装时，线槽与机柜间应按厂家说明书或设计要求可靠连接，线槽连接板螺栓应紧固、无遗漏；

3 走线架、线槽内敷设光缆时，对尾纤应用阻燃塑料设置专用槽道，尾纤槽道转角处应平滑、呈弧形；尾纤槽两侧壁应设置下线口，下线口应做平滑处理；

4 光缆的尾纤部分应用软线绑扎；

5 走线架吊架应垂直、整齐、牢固。

8.6.11在水平、垂直桥架和水平、垂直线槽中敷设线缆时，应对线缆进行绑扎。对绞线缆、光缆及其他信号电缆应根据线缆的类别、数量、缆径、线缆芯数分束绑扎。绑扎间距不宜大于 1.5m，间距应均匀，松紧应适度。垂直布放线缆应在线缆支架上每隔 1.5m 固定。

8.7 电磁屏蔽系统

8.7.1 设备运行环境电磁屏蔽系统的施工应包括屏蔽壳体、屏蔽门、各类滤波器、截止通风波导窗、屏蔽玻璃窗、信号接口板及配套电磁屏蔽装置等项目的施工和屏蔽效能的检测。

8.7.2安装电磁屏蔽室的建筑墙地面应坚硬、平整，并应保持干燥。

8.7.3屏蔽结构体安装前，围护结构内的预埋件、管道施工及预留孔洞应完成。

8.7.4施工中所有焊接应牢固、可靠；焊缝应光滑、致密，不得有熔渣、裂纹、气泡、气孔和虚焊。焊接后应对全部焊缝进行除锈、防腐处理。

8.7.5所有屏蔽设备在屏蔽界面的内外应粘贴安全使用警示标志。

8.7.6电磁屏蔽室施工时不宜与土建、水电专业同时施工。

8.7.7电磁屏蔽结构体施工应包括组装式电磁屏蔽室、自撑式电磁屏蔽室和直贴式电磁屏蔽结构体的施工。

8.7.8组装式电磁屏蔽室结构体的施工应符合下列规定：

1 应按设计要求核对壁板的规格、尺寸和数量；

- 2 在建筑地面上应铺设防潮、绝缘层；
- 3 对壁板的连接面应进行导电清洁处理；
- 4 壁板拼装应按设计要求或产品技术文件的顺序进行；
- 5 安装过程应保证导电衬垫接触良好，接缝应密闭可靠。

8.7.9自撑式电磁屏蔽室结构体的施工应符合下列规定：

- 1 焊接前应对焊接点进行清洁处理；
- 2 应按设计位置进行地梁、侧梁、顶梁的拼装焊接，并应随时校核尺寸；焊接宜为电焊，梁体不得有明显的变形，平面不平度不应大于 3/1000；
- 3 壁板之间的连接应为连续焊接；
- 4 在安装电磁屏蔽室装饰结构件时应进行点焊，不得将板体焊穿。

8.7.10直贴式电磁屏蔽室结构体的施工应符合下列规定：

- 1 应在建筑墙面和顶板上安装龙骨，安装应牢固、可靠；
- 2 应按设计将壁板固定在龙骨上；
- 3 壁板在安装前应先对其焊接边进行导电清洁处理；
- 4 壁板的焊缝应为连续焊接。

8.7.11旋转电磁屏蔽门施工应符合下列规定：

- 1 在焊接或拼装门框时，不得使门框变形，门框平面不平度不应大于 2/1000；
- 2 门框安装后应进行操作机构的调试和试运行，在无误后进行门扇安装；
- 3 安装门扇时，门扇上的刀口与门框上的簧片接触应均匀一致。

8.7.12平移电磁屏蔽门的安装应符合下列规定：

- 1 焊接后的变形量及间距应符合设计要求。门扇、门框平面不平度不应大于 1.5/1000，门扇对中位移不应大于 1.5mm。
- 2 在安装气密电磁屏蔽门扇时，应保证内外气压囊压力均匀一致，充气压力不应小于 0.15MPa，气管连接处不应漏气。

8.7.13滤波器安装应符合下列规定：

- 1 在安装滤波器时，应将壁板和滤波器接触面的油漆清除干净，滤波器接触面的导电性应保持良好的；应按设计要求在滤波器接触面放置导电衬垫，并应用螺栓固定、压紧，接触面应严密；

2 滤波器应按设计位置安装；不同型号、不同参数的滤波器不得混用；

3 电源滤波器与信号滤波器应分开安装，并应保持 2m 以上的距离，且不得混合安装；

4 滤波器两端电缆线应吊挂标识牌；

5 滤波器的支架安装应牢固可靠，并应与壁板有良好的电气连接。

8.7.14截止波导通风窗施工应符合下列规定：

1 波导芯、波导围框表面油脂污垢应清除，并应用锡钎焊将波导芯、波导围框焊成一体；焊接应可靠、无松动，不得使波导芯焊缝开裂；

2 截止波导通风窗与壁板的连接应牢固、可靠、导电密封；采用焊接时，截止波导通风窗焊缝不得开裂；

3 通风风管与截止波导通风窗连接宜采用非金属软连接，连接孔应在截止波导窗围框的上端，不得在截止波导通风窗芯体上打孔。

8.7.15电磁屏蔽玻璃安装应符合下列规定：

1 电磁屏蔽玻璃四周外延的金属网应平整无破损；

2 电磁屏蔽玻璃四周的金属网和电磁屏蔽玻璃框连接处应进行去锈除污处理，并应采用压接方式将二者连接成一体。连接应可靠、无松动，导电密封应良好；

3 安装电磁屏蔽玻璃时用力应适度，电磁屏蔽玻璃与电磁屏蔽壳体的连接处不得破碎。

8.7.16电磁屏蔽室内的配电、空气调节、给水排水、综合布线、监控及安全防范、防雷与接地、消防、室内装饰装修等专业施工应在电磁屏蔽结构体自检测合格后进行，施工时不得破坏屏蔽层结构体。

8.7.17所有穿越电磁屏蔽结构体的管、线应按设计要求进行安装连接，不得自行开孔直接穿越连接。

8.7.18同一信号接口板上的信号转接座应有标识区分线路的名称；不同信号接口板应有区分的识别标识。

8.7.19室内装饰装修固定点宜采用过渡方式与屏蔽体连接固定，不得在屏蔽结构体穿孔直接螺栓连接。

8.7.20空调系统与屏蔽体连接应在调试完毕后做好保温处理，结露装置排水口应保证在最低点并畅通。

8.7.21其他专业施工结束后应按各专业的设计要求进行试运行,确认与电磁屏蔽转接装置连接牢固、正确。

8.7.22电磁屏蔽结构体应按设计要求进行良好接地,接地电阻应符合设计要求。

8.7.23屏蔽接地线与屏蔽结构体连接点应接近电源滤波器,安装位置固定,距离应小于 200mm。

8.7.24电磁屏蔽室安装完成后应用电磁屏蔽检漏仪对所有接缝、屏蔽门、截止波导通风窗、滤波器等电磁屏蔽接口件进行连续检漏,不得漏检,不合格处应修补至检漏合格。

8.7.25电磁屏蔽室的全频段检测应符合下列规定:

1 电磁屏蔽室的全频段检测应在屏蔽结构体完成后,室内装饰前进行;

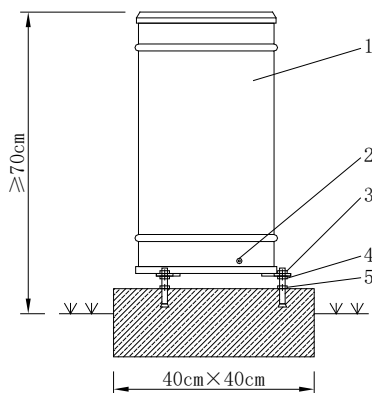
2 在自检中应分别对电磁屏蔽门、结构体接缝、波导窗、滤波器等所有接口点进行电磁屏蔽效能检测,检测指标均应满足设计要求。

8.7.26电磁屏蔽室内的配电、空气调节、给水排水、综合布线、监控及安防、防雷与接地、消防、室内装饰等专业施工结束后,应进行屏蔽效能综合自检,并应满足设计要求。

附录 A 雨量、水位、流量监测仪器安装示意图

A.1 部分雨量计安装示意图

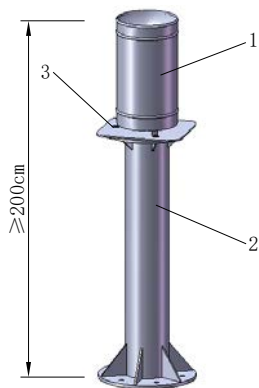
A.1.1 翻斗式、虹吸式和称重式雨量计室外地面及屋面安装示意图见图 A.1.1。



1—雨量计；2—外筒锁紧螺钉；3—上锁紧螺母；4—调高支撑螺母；5—螺栓锁紧螺母

图 A.1.1 翻斗式、虹吸式和称重式雨量计室外地面及屋面安装示意图

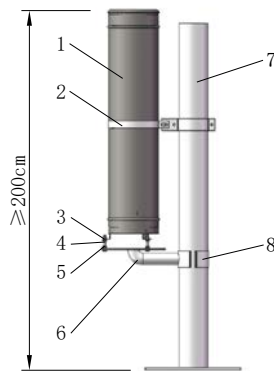
A.1.2 翻斗式、虹吸式和称重式雨量计室外杆式安装示意图见图 A.1.2。



1—雨量计；2—镀锌钢管；3—锁紧螺母、螺栓

图 A.1.2 翻斗式、虹吸式和称重式雨量计室外杆式安装示意图

A.1.3 声波式雨量计室外杆式安装示意图见图 A.1.3。



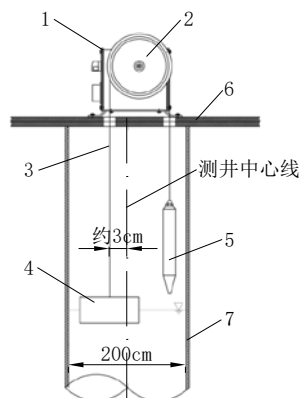
1—声波雨量计；2—雨量计固定抱箍；3—锁紧螺母；

4—调平螺母；5—螺栓；6—雨量计支架；7—镀锌钢管；8—雨量计支撑抱箍

图 A.1.3 声波式雨量计室外杆式安装示意图

A.2 部分水位观测仪器安装示意图

A.2.1 浮子式水位计安装示意图见图 A.2.1。

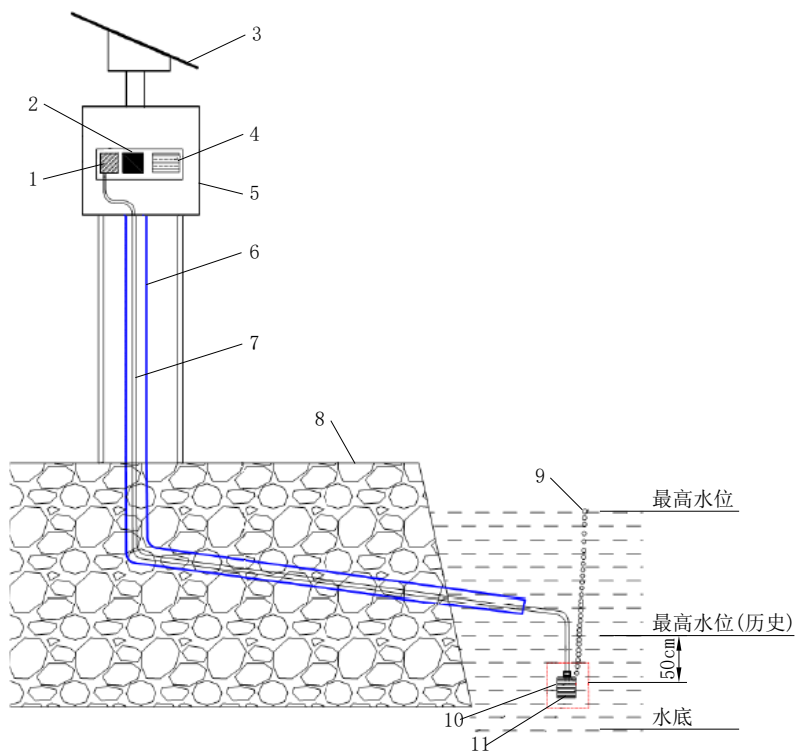


1—浮子式水位计；2—水位轮；3—悬索；

4—浮子；5—平衡锤；6—测井平台；7—测井

图 A.2.1 浮子式水位计安装示意图

A.2.2 气泡式水位计安装示意图见图 A.2.2。



1—气泡式水位计；2—太阳能充电电池；3—太阳能电池板；

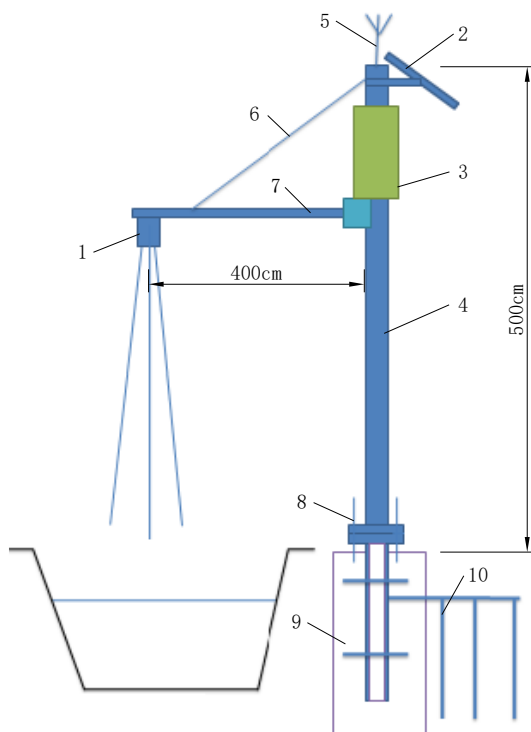
4—RTU 控制器；5—设备箱；6—保护管（镀锌钢管 DN50）；

7—测试气管（3/8"）；8—堤坝；9—气泡；10—气容；11—气管探头

注：气管探头在水下位置一定要固定，否则会影响测试值的准确性和稳定性。

图 A.2.2 气泡式水位计安装示意图

A.2.3 雷达式水位计安装示意图见图 A.2.3。

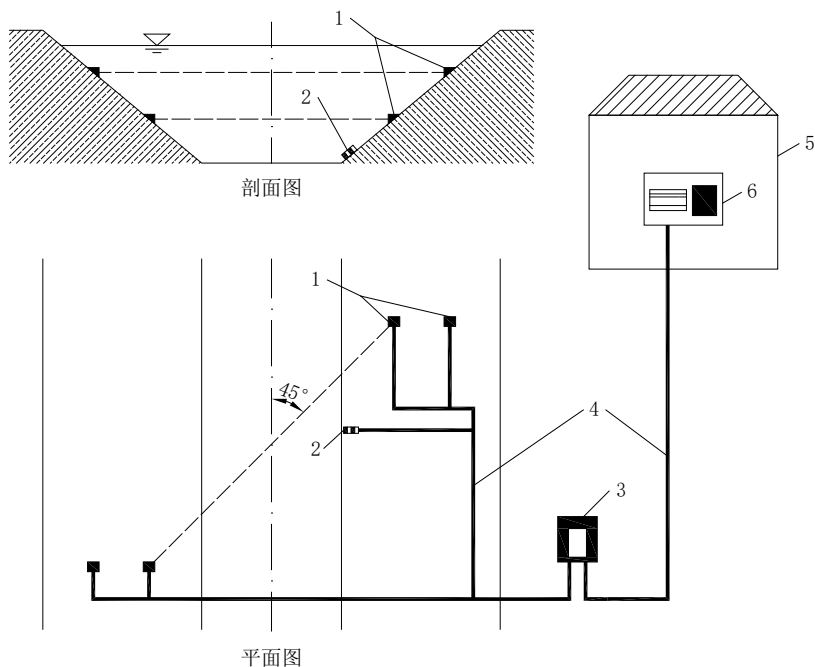


- 1—雷达式水位计；2—太阳能电池板；3—设备箱；
4—立杆（镀锌钢管）；5—避雷针；6—钢索；7—镀锌钢管 DN50；
8—地脚螺栓；9—混凝土基础（80cm×80cm×120cm）；10—接地网

图 A.2.3 雷达式水位计安装示意图

A.3 部分流量观测仪器安装示意图

A.3.1 超声波时差法流量观测仪器安装示意图见图 A.3.1。



1—换能器；2—水位计；3—电子单元；4—电缆及保护管；

5—控制机房；6—设备箱（含测控单元和供电单元）

图 A.3.1 超声波时差法流量观测仪器安装示意图

附录 B 变形监测仪器安装考证表及示意图

B.1 表面变形观测仪器安装考证表

B.1.1 测点和基点的安装考证表格式见表 B.1.1-1～表 B.1.1-7。

表 B.1.1-1 水准基点安装考证表

工程或项目名称						
引据起测 基点情况	编号		形式		位置	
	高程（m）		接测距离（m）		基础情况	
水准基点编号			桩号（m）		坝轴距（m）	
安装日期			天气		气温（℃）	
测定日期			高程（m）		天气	
安装示意图及说明						
技术负责人：			校核人：	安装及填表人：	日期：	
监理工程师：						
备注						

表 B.1.1-2 起测基点安装考证表

工程或项目名称						
引据水准 基点情况	编号		形式		位置	
	高程（m）		接测距离（m）		基础情况	
起测基点编号			桩号（m）		坝轴距（m）	
安装日期			天气		气温（℃）	
测定日期			高程（m）		天气	
安装示意图及说明						
技术负责人：			校核人：	安装及填表人：	日期：	
监理工程师：						
备注						

表 B.1.1-3 垂直位移测点安装考证表

工程或项目名称										
引据起测 基点情况	编号			形式				位置		
	高程（m）			接测距离（m）				基础情况		
测点 编号	安装日期			安装位置		初始值测定日期			初始高程 （m）	备注
	年	月	日	桩号（m）	坝轴距 （m）	年	月	日		
1										
2										
3										
安装示意图及说明										
技术负责人：		校核人：		安装及填表人：		日期：				
监理工程师：										
备注										

表 B.1.1-4 校核基点安装考证表（视准线法）

工程或项目名称								
引据水准基 点情况	编号		形式				位置	
	高程（m）		接测距离（m）				基础情况	
起测基点编号			桩号（m）				坝轴距（m）	
安装日期			天气				气温（℃）	
测定日期			高程（m）				天气	
安装示意图及说明			强制归心底盘安置方法及日期：					
技术负责人：			校核人：		安装及填表人：		日期：	
监理工程师：								
备注								

表 B.1.1-5 工作基点安装考证表（视准线法）

工程或项目名称						
引据水准基点情况	编号		形式		位置	
	高程（m）		接测距离（m）		基础情况	
起测基点编号			桩号（m）		坝轴距（m）	
安装日期			天气		气温（℃）	
测定日期			高程（m）		天气	
安装示意图及说明		强制归心底盘安置方法及日期：				
技术负责人：校核人：安装及填表人：日期：						
监理工程师：						
备注						

表 B.1.1-6 水平位移测点安装考证表（视准线法）

工程或项目名称											
引据起测基点情况	编号			形式			位置				
	高程（m）			接测距离（m）			基础情况				
测点编号	安装日期			安装位置			初始值测定日期			初始高程（m）	备注
	年	月	日	桩号（m）	坝轴距（m）	偏离视准线（m）	年	月	日		
1											
2											
3											
安装示意图及说明											
技术负责人：校核人：安装及填表人：日期：											
监理工程师：											
备注											

表 B.1.1-7 表面位移测点安装考证表（全站仪法或前方交汇法）

工程或项目名称																	
引据 工作 基点 情况	编号					形式				位置							
	高程（m）					接测距高（m）				基础情况							
测点 编号	安装日期			安装位置		水准测量				全站仪法或前方交会法测量							
	年	月	日	桩号 （m）	坝轴距 （m）	测量日期			初始高 程（m）	测量日期			初始测值 （m）		备 注		
						年	月	日		年	月	日	纵向	横向			
1																	
2																	
3																	
安装示意图 及说明																	
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：																	
监理工程师：																	
备注																	

B.1.2 真空激光准直系统安装考证表格式见表 B.1.2。

表 B.1.2 真空激光准直系统安装考证表

工程或项目名称							
定线仪器型号及编号					测距仪器型号及编号		
激光器端点	桩号 (m)		坝轴距 (m)		激光器点光源高程 (m)		
激光接收端	桩号 (m)		坝轴距 (m)		波带板中心高程 (m)		
真空系统	长度 (mm)		内径 Φ (mm)		系统真空密封性 (Pa/h)		
安装日期			天气		气温 (℃)		
测量日期			上游水位 (m)		下游水位 (m)		
测点编号	桩号 (m)	坝轴距 (m)	波带板中心高程 (m)		初始垂直位移 (mm)	初始横向水平位移 (mm)	
1							
2							
3							
安装示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

B.1.3 引张线仪安装考证表格式见表 B.1.3。

表 B.1.3-1 大坝引张线仪安装考证表

工程或项目名称											
定线仪器型号及编号					测距仪器型号及编号						
读数仪型号及编号											
固定端	桩号 (m)		坝轴距 (m)		V 形槽底部高程 (m)						
重锤端	桩号 (m)		坝轴距 (m)		V 形槽底部高程 (m)						
	锤重 (kg)										
线体	长度 (m)		直径 (mm)		线体材质						
安装日期				天气				气温 (℃)			
测量日期				上游水位 (m)				下游水位 (m)			
测点 编号	桩号 (m)	坝轴距 (m)	读数尺 (m)	第一测回 (mm)			第二测回 (mm)			初始值 (mm)	
				线体上 游边缘	线体下 游边缘	均值	线体上 游边缘	线体下 游边缘	均值		
1											
2											
3											
安装示意图 及说明											
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:			日期:				
监理工程师:											
备注											

B.2 内部变形观测仪器安装考证表

B.2.1 水管式沉降仪埋设考证表格式见表 B.2.1。

表 B.2.1 水管式沉降仪埋设考证表

工程或项目名称					
测点编号		仪器编号		生产厂家	
仪器型号				量程 (mm)	
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
埋设区域		管路长度 (m)		管路坡度 (%)	
测点基床不平整度 (mm)		测点基床不水平度 (°)		管路基床不平整度 (mm)	
埋设完成后测量台量管起 (初) 始读数 (mm)	第一次		第二次	平均	
观测房基准点起 (初) 始高程 (m)					
观测日期		天气		气温 (℃)	
埋设日期	自 年 月 日 至 年 月 日				
埋设示意图及说明					
技术负责人: 校核人: 安装及填表人: 日期:					
监理工程师:					
备注					

B.2.2 电磁式沉降仪沉降管道埋设考证表格式见表 B.2.2-1 和表 B.2.2-2。

表 B.2.2-1 电磁式沉降仪沉降管道埋设考证表（钻孔埋设法）

工程或项目名称							
沉降管编号		沉降管型号与材质		生产厂家			
测头型号		量程（m）		生产厂家			
测头常数（mm）		沉降管内径（mm）		沉降管外径（mm）			
埋设区域		接管根数		沉降环数			
沉降管位桩号（m）		坝轴距（m）		地面高程（m）			
钻孔直径（mm）		钻孔倾斜度（%）		孔底高程（m）			
埋设日期		天气		气温（℃）			
上游水位（m）			下游水位（m）				
埋设完成后孔口高程（m）			埋设完成后管底高程（m）				
埋设完成后各沉降环（测点）读数（m）	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	……
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 B.2.2-2 电磁式沉降仪沉降管埋设考证表（坑式或非坑式埋设）

工程或项目名称												
沉降管编号					沉降管型号与材质				生产厂家			
测头型号					量程（m）				生产厂家			
测头常数（mm）					沉降管内径（mm）				沉降管外径（mm）			
埋设区域					接管根数				沉降环数			
沉降管位桩号（m）					坝轴距（m）				地面高程（m）			
接管 编号	沉降环 编号	埋设日期			管口埋设 高程（m）	沉降环 埋设深度 （m）	沉降环 埋设高程 （m）	坝体填 土高程 （m）	回填干 密度 （g/cm ³ ）	备注		
		年	月	日								
1 号	1 号											
2 号												
埋设示意图 及说明												
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：												
监理工程师：												
备注												

B.2.3 静力水准仪安装考证表格式见表 B.2.3。

表 B.2.3 静力水准仪安装考证表

工程或项目名称					
观测（参考）点编号		仪器生产厂家			
传感器系数 K (mm/Hz ² , kHz ² , 电容比)		仪器编号		量程 (mm)	
观测墩埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
观测敏感面不水平度 (°)		参考数埋设高程 (m)		参考数敏感面不水平度 (°)	
测点埋设起始读数 (mm)	第一次	第二次	平均	测点埋设 起始高程 (m)	
埋设日期		天气		气温 (°C)	
上游水位 (m)			下游水位 (m)		
埋设示意图及说明					
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：					
监理工程师：					
备注					

B.2.4 引张线式水平位移计埋设考证表格式见表 B.2.4。

表 B.2.4 引张线式水平位移计埋设考证表

工程或项目名称						
测点编号		仪器生产厂家				
伸缩接头一编号		锚固板编号			不锈钢丝长度 (m)	
测点高程 (m)		桩号 (m)			坝轴距 (m)	
测头基床不平整度 (mm)		测头基床不水平度 (°)			管路基床不平整度 (mm)	
观测房位移标点起始水平位移 (mm)		观测房位移标点起始高程 (m)			观测房位移标点桩号	
位移计埋设起始读数 (mm)						
埋设日期			天气		气温 (℃)	
上游水位 (m)			下游水位 (m)			
埋设示意图及说明						
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：						
监理工程师：						
备注						

B.2.5 活动式测斜仪钻孔埋设考证表格式见表 B.2.5-1; 随填筑埋设考证表格式见表 B.2.5-2。

表 B.2.5-1 活动式测斜仪钻孔埋设考证表

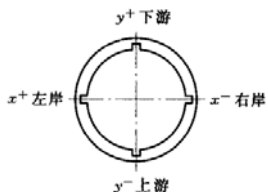
工程或项目名称													
测斜孔编号						测斜管型号				生产厂家			
测头型号						测头编号				生产厂家			
传感器系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)										测点间距 L (mm)			
孔口高程 (m)						柱号 (m)				坝轴距 (m)			
开口直径 (mm)						终孔直径 (mm)				孔底高程 (m)			
钻孔倾斜度 (°)						孔周介质				回填材料			
测斜管连接方式						导槽与施测方位 累计偏差 (°)				槽口方向			
埋设日期						天气				气温 (°C)			
始测日期						天气				气温 (°C)			
气压 (kPa)						上游水位 (m)				下游水位 (m)			
测点 深度 (m)	测头测读数 R (mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)								测点 偏移 (mm)	测点起 (初)始 值 (mm)	备注		
	(+) 向			(-) 向			$2R_0$	ΔR					
	R_1	R_2	R_{cp}^+	R_1	R_2	R_{cp}^-							
	(1)	(2)	(3)= [(1)+(2)] /2	(4)	(5)	(6)= [(4)+(5)] /2	(7)=(3)+ (6)	(8)= [(3)- (6)]/2	(9)= $K \times L \times (8)$	(10)= $\Sigma(9)$			
埋设示意图及说明													
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:							
监理工程师:													
备注													

表 B.2.5-2 活动式测斜仪随境航埋设考证表

工程或项目名称												
测斜孔编号				测斜管型号				生产厂家				
测斜仪编号				测斜仪型号				生产厂家				
传感器系数 K (mm/mV, Hz2, kHz2, $\mu\epsilon$, ...)							测点间距 L (mm)					
建基面高程 (m)				桩号 (m)				坝轴距 (m)				
钻孔直径 (mm)				孔底高程 (m)				孔周介质				
钻孔倾斜度 ($^{\circ}$)				钻孔回填材料				埋设日期				
测斜管连接方式				导槽与施测方位 偏差 ($^{\circ}$)				槽口方向				
1 号上接管管长 (m)				倾斜度 ($^{\circ}$)				管口高程 (m)		埋设日期		
2 号上接管管长 (m)				倾斜度 ($^{\circ}$)				管口高程 (m)		埋设日期		
.....					
n 号上接管管长 (m)				倾斜度 ($^{\circ}$)				管口高程 (m)		埋设日期		
起 (初) 始值观测日期				天气				气温 ($^{\circ}\text{C}$)				
上游水位 (m)				下游水位 (m)				管口高程 (m)				
测点 深度 (m)	测头测读数 R (mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)								测点 偏移 (mm)	测点起 (初) 始值 (mm)	备注	
	(+) 向			(-) 向			$2R_0$	ΔR				
	R_1	R_2	R_{cp}^{+}	R_1	R_2	R_{cp}^{-}						
	(1)	(2)	(3)=[(1) +(2)]/2	(4)	(5)	(6)=[(4)+(5)]/2	(7)=(3) +(6)	(8)=[(3)- (6)]/2	(9)= $K \times L$ $\times (8)$	(10)= $\Sigma(9)$		
埋设示意图及说明												
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:						
监理工程师:												
备注												

B.2.6 固定式测斜仪埋设考证表格式见表 B.2.6。

表 B.2.6 固定式测斜仪埋设考证表

工程或项目名称					
测斜孔编号		测斜管型号		生产厂家	
测头型号		生产厂家			
管口高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
开孔直径 (mm)		终孔直径 (mm)		孔底高程 (m)	
钻孔倾斜度 (°)		孔周介质		回填材料	
测斜管连接方式		导相与施测方位累计偏差 (°)		槽口方向	
埋设日期		天气		气温 (°C)	
始测日期		天气		气温 (°C)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
测点 编号	仪器标定系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)	埋设高程 (m)	起 (初) 始读数 (mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)	测点偏移 (mm)	测点起 (初) 始值 (mm)
埋设示意图及说明					
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:	日期:
监理工程师:					
备注					

B.2.7 倾角计埋设考证表格式见表 B.2.7。

表 B.2.7 倾角计埋设考证表

工程或项目名称						
倾角计型号			生产厂家			
测点编号			测头编号			
量程 (°)						
传感器系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)			初始读数 (mV, Hz ² , kHz ² , $\mu\epsilon$, ...)			
安装埋设位置	高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
监测方向						
埋设日期		天气		气温 (°C)		
始测日期		天气		气温 (°C)		
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)		
埋设示意图及说明						
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：						
监理工程师：						
备注						

B.3 挠度观测仪器安装考证表

B.3.1 斜坡测斜仪安装考证表格式见表 B.3.1。

表 B.3.1 斜坡测斜仪安装考证表

工程或项目名称											
测斜断面编号				测斜管型号				生产厂家			
测头型号				测头编号				生产厂家			
传感器系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , ...)						测点间距 L (mm)					
上端口高程 (m)				桩号 (m)				坝轴距 (m)			
下端口高程 (m)				坝轴距 (m)				安装部位			
面板坡度偏差 (°)				面板不平整度 (mm)				垫层坡度偏差 (°)			
垫层不平整度 (mm)				测斜管导槽积偏 (°)				槽口方向			
上端口导槽与施测方位偏差 (°)						下端口导槽与施测方法偏差 (°)					
埋设日期				天气				气温 (°C)			
面板浇筑完成时刻											
始测时刻				天气				气温 (°C)			
气压 (kPa)				上游水位 (m)				下游水位 (m)			
测点 深度 (m)	测头测读数 R (mV, Hz ² , kHz ² , ...)								测点 偏移 (mm)	测点起 始值 (mm)	备注
	(+) 向			(-) 向			$2R_0$	ΔR			
	R_1	R_2	R_{cp}^+	R_1	R_2	R_{cp}^-					
	(1)	(2)	(3)=[(1) +(2)]/2	(4)	(5)	(6)=[(4) +(5)]/2	(7)=(3)+(6)	(8)=[(3)-(6)]/2	(9)= $K \times L$ $\times (8)$	(10)= $\Sigma(9)$	
埋设示意图及说明											
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:					
监理工程师:											
备注											

B.3.2 垂线坐标仪（包括正、倒垂线）安装考证表格式见表 B.3.2。

表 B.3.2 垂线坐标仪安装考证表

工程或项目名称							
垂线编号		坐标仪型式		仪器生产厂家			
垂线直径（mm）		垂线材质		垂线生产厂家			
坝面孔口高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）			
坝面标点编号		标点高程（m）		标点坝轴距（m）			
标点对中误差（mm）		标点底盘中心线与垂线距高（mm）					
钻孔孔口高程（m）		钻孔直径（mm）		钻孔深度（m）			
钻孔倾斜度（°）		保护管倾斜度（°）					
埋设日期		天气		气温（℃）			
测点编号	1 号	2 号	3 号			
仪器编号							
传感器系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , ...)							
测点高程（m）							
仪器底盘水平度（°）							
初（起）始 读数 （mm）	S_1						
	S_2						
	S_{cp}						
观测日期		天气		气温（℃）			
上游水位（m）		下游水位（m）		备注			
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注	坐标仪导轨或轴线与坝轴线平行或垂直偏差：						

B.4 裂缝和接缝观测仪器安装考证表

B.4.1 不同型式土位移计的安装考证表格式见表 B.4.1-1 和表 B.4.1-2。

表 B.4.1-1 振弦式位移计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号		仪器编号		生产厂家	
传感器系数 K (mm/mV, kHz ²)		量程 (mm)		出厂零位移读数 (Hz, kHz ²)	
埋设日期		天气		气温 (℃)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
埋设方向		锚固板间距 (mm)		仪器与裂缝不垂直度 (°)	
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
埋设前频率 (Hz, kHz ²)		安装调整后频率 (Hz, kHz ²)		安装调整后相应位移 (mm)	
安装埋设完成后频率 (Hz, kHz ²)			安装埋设完成后相应位移 (mm)		
埋设示意图及说明					
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：					
监理工程师：					
备注					

表 B.4.1-2 电位器式位移计安装考证表

工程或项目名称							
测点编号		仪器编号		生产厂家			
仪器常数 K (mm)		仪器常数 C (mm)		量程 (mm)		电源电压 (V)	
埋设日期		天气		气温 (℃)			
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设方向		锚固板间距 (mm)		仪器与裂缝不垂直度 (°)			
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (mm)			
埋设前输出电压 (V)		安装调整后输出电压 (V)		安装调整后开度 (mm)			
埋设完成后输出电压 (V)				埋设完成后开度 d_0 (mm)			
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

B.4.2 不同型式的两向或三向测缝计的安装考证表格式见表 B.4.2-1 和表 B.4.2-2。

表 B.4.2-1 振弦式两向或三向测缝计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号			生产厂家		
安装高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
安装日期		天气		气温 (℃)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
安装方向		垂直于面板	平行于面板①		平行于面板②
仪器编号					
传感器系数 K (mm/Hz ² , kHz ²)					
仪器量程 (mm)					
安装前频率 (Hz, kHz ²)					
安装调整后频率 (Hz, kHz ²)					
安装完成后频率 (Hz, kHz ²)					
测缝计起始开度 (mm)					
仪器与面板的不平行度或不垂直度 (°)					
安装示意图及说明					
技术负责人:		校核人:	安装及填表人:	日期:	
监理工程师:					
备注					

表 B.4.2-2 电位器式两向或三向测缝计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号			生产厂家		
安装高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
安装日期		天气		气温 (℃)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
安装方向		垂直于面板	平行于面板①		平行于面板②
仪器编号					
仪器常数 K (mm)					
仪器常数 C (mm)					
仪器量程 (mm)					
电源电压 (V)					
仪器与面板的不平行度或不垂直度 (°)					
安装前输出电压 (V)					
安装调整后输出电压 (V)					
安装完毕输出电压 (V)					
测缝计初始长度 (mm)					
测缝计初始开度 (mm)					
趾板侧两测缝计端点间距 (mm)					
安装示意图及说明					
技术负责人: _____ 校核人: _____ 安装及填表人: _____ 日期: _____					
监理工程师: _____					
备注					

B.4.3 旋转电位器式三向测缝计的安装考证表格式见表 B.4.3。

表 B.4.3 旋转电位器式三向测缝计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号			生产厂家		
高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
安装日期		天气		气温 (°C)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
安装方向		1—P	2—P		3—P
仪器编号					
传感器系数 K (mm/字)					
仪器量程 (mm)					
安装前传感器读数 (字)					
安装调整后传感器读数 (字)					
安装完单传感器读数 (字)					
传感器钢丝初始长度 (mm)					
Z 轴传感器间距 h (mm)		Y 轴传感器间距 S (mm)			
坐标板与面板不垂直度 (°)		钢丝固定支架与面板不垂直度 (°)			
安装示意图及说明					
技术负责人:		校核人:		安装及填表人: 日期:	
监理工程师:					
备注					

B.4.4 测缝计安装考证表格式见表 B.4.4。

表 B.4.4 测缝计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号		仪器编号		生产厂家	
传感器系数 K (mm/mV, Hz ² , kHz ² , 电阻比)			量程 (mm)	零位移读数 (Hz, kHz ² , mV, 电阻比)	
埋设部位	<input type="checkbox"/> 混凝土表面 <input type="checkbox"/> 过水混凝土表面 <input type="checkbox"/> 混凝土内坝缝 <input type="checkbox"/> 基岩与混凝土交界面				
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
仪器轴线与裂缝或接缝 (缝面) 不垂直度 (°)					
安装 (埋设) 前读数 R_1 (Hz, kHz ² , mV, 电阻比)					
安装 (埋设) 固定后读数 R_0 (Hz, kHz ² , mV, 电阻比)					
安装完毕混凝土回填 24h 后读数 R (Hz, kHz ² , mV, 电阻比)					
埋设日期		天气		气温 (°C)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
埋设 24h 测读日期		天气		气温 (°C)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
上覆混凝土厚度 (m)					
埋设示意图及说明					
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:	
监理工程师:		日期:			
备注	差动电阻式测缝计的传感器系数为其最小读数 f 。				

B.5 基岩位移观测仪器安装考证表

B.5.1 不同型式变位计的埋设考证表格式见表 B.5.1。

表 B.5.1 变位计埋设考证表

工程或项目名称					
测点编号			生产厂家		
孔口高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
钻孔走向		钻孔倾角 (°)		钻孔深度 (m)	
孔底高程 (m)		开孔孔径 (mm)		终孔孔径 (mm)	
出厂接线长度 (m)		电缆型号		电缆长度 (m)	1 号 2 号
埋设日期		天气		气温 (°C)	
气压 (kPa)		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
变位计编号	1 号	2 号	3 号	4 号	
变位计型号					
量程 (mm)					
传感器系数 K (mm/Hz ² , kHz ² , mV, 电容比, 电阻比)					
变位计长度 (m)					
埋设前读数 (Hz, kHz ² , mV, 电容比, 电阻比)					
埋设后读数频率模数 (mV, 电容比, 电阻比)					
初始变位 d_0 (mm)					
埋设示意图及说明					
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:	
				日期:	
监理工程师:					
备注					

B.5.2 表 B.5.1 中将振弦式、电位器式、电容式及差动电阻式合并为一张表, 使用时应针对所采用的仪器型式分列。

B.6 部分内部变形观测仪器安装埋设示意图

B.6.1 沉降管安装埋设示意图见图 B.6.1。

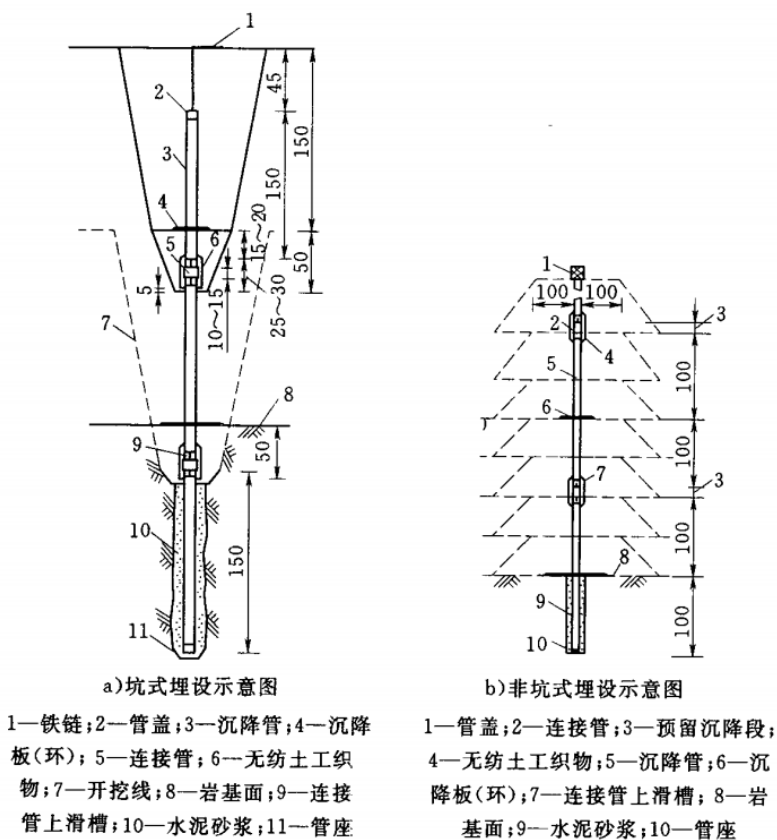
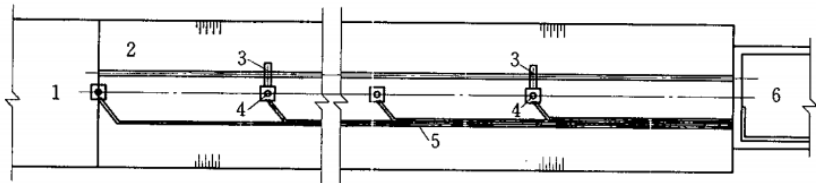


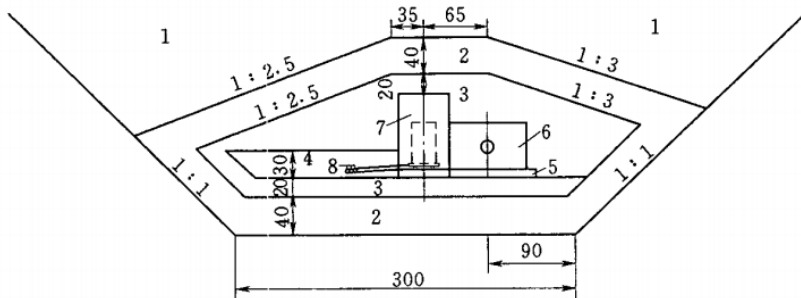
图 B.6.1 沉降管坑式埋设与非坑式埋设示意图 (单位: cm)

B.6.2 水管式沉降仪和引张线式水平位移计安装埋设示意图见图 B.6.2-1 和图 B.6.2-2。



1—垫层料（或心墙）；2—过渡料；3—水平位移计锚固板；
4—水管式沉降测头；5—管线；6—监测房

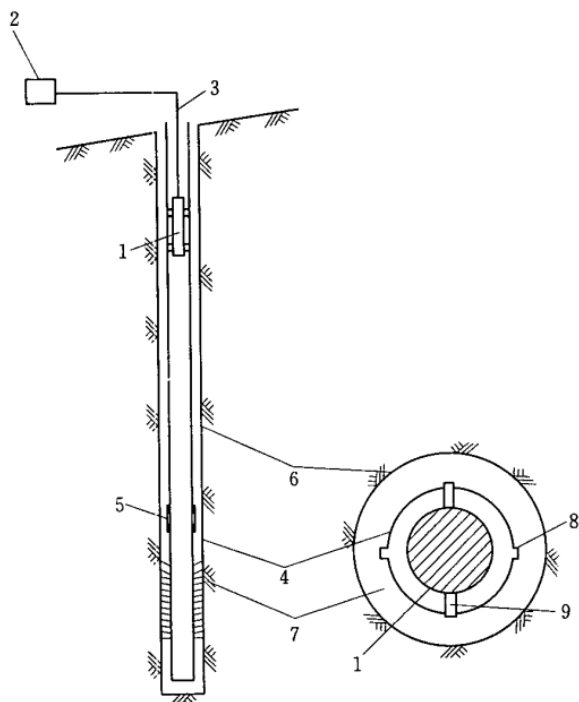
图 B.6.2-1 水管式沉降仪和引张线式水平位移计安装埋设平面示意图



1—堆石料；2—保护用过渡料；3—保护用垫层料；4—细砂；5—素混凝土基座；
6—水平位移计；7—水管式沉降仪；8—管线

图 B.6.2-2 水管式沉降仪和引张线式水平位移计安装埋设横剖面示意图(单位:cm)

B.6.3 测斜管安装埋设示意图见图 B.6.3。

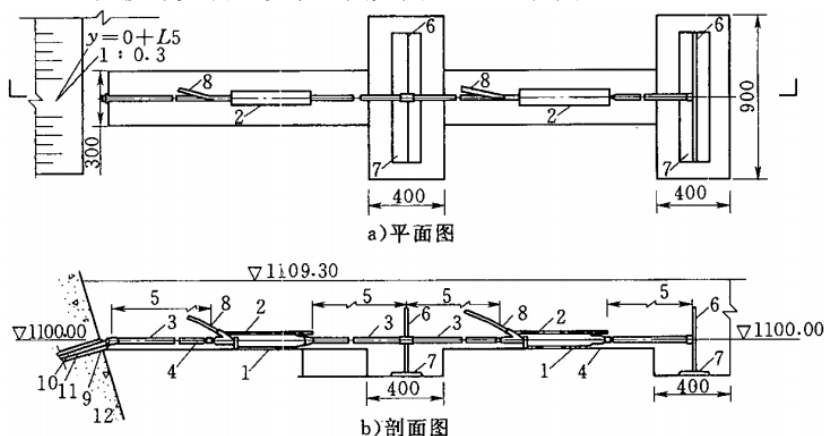


1—测头；2—测读仪；3—电缆；4—测斜管；5—管接头；
6—钻孔；7—水泥或砂填充；8—导槽；9—导轮

图 B.6.3 测斜管钻孔埋设示意图

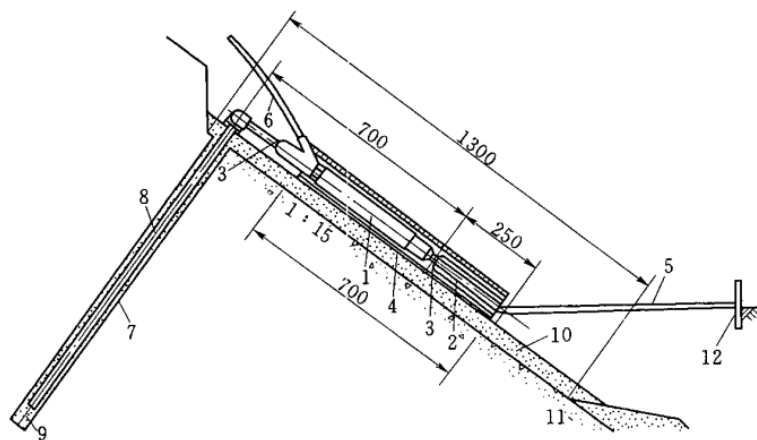
B.7 部分裂缝和接缝观测仪器安装埋设示意图

B.7.1 土位移计安装埋设示意图见图 B.7.1-1 和图 B.7.1-2。



- 1—位移计；2—保护钢管；3—塑料保护管；4—铰；5—拉杆；
6—锚固板；7—垫板；8—电缆；9—钻孔；10—锚固钢筋；
11—充填水泥砂浆；12—混凝土

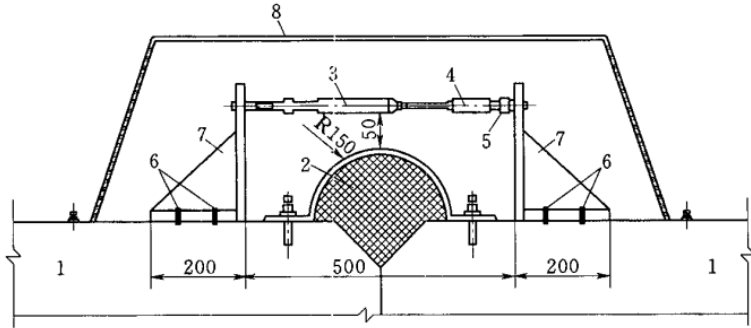
图 B.7.1-1 土位移计坑式埋设示意图 (单位: mm)



- 1—位移计；2—拉杆；3—铰；4—保护钢管；5—锚固板；6—电缆；7—钻孔；
8—锚固钢筋；9—回填砂浆；10—砂浆垫层；11—混凝土垫层；12—现场焊接

图 B.7.1-2 土位移计表面埋设示意图 (单位: mm)

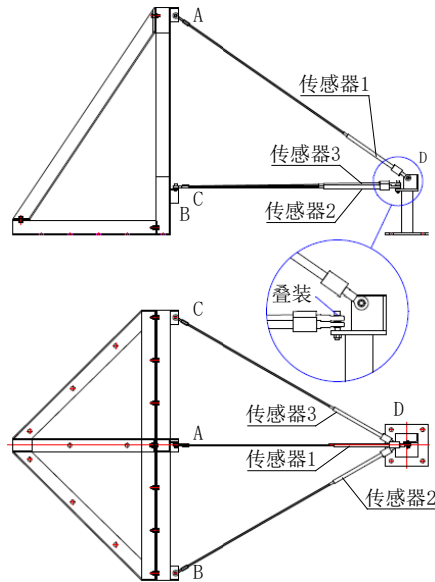
B.7.2 测缝计（单向）安装埋设示意图见图 B.7.2。



1—面板；2—接缝止水；3—测缝计；4—调整套；5—万向接头；
6—固定螺栓；7—支座；8—保护罩

图 B.7.2 测缝计（单向）安装埋设示意图

B.7.3 三向测缝计安装埋设示意图见图 B.7.3。



注：图中每支测缝计的具体安装方式参考图 B.7.2。

图 B.7.3 三向测缝计安装埋设示意图

附录 C 渗流监测仪器安装考证表及示意图

C.1 孔隙水压力计安装考证表

表 C.1-1 振弦式孔隙水压力计埋设考证表（钻孔法）

工程或项目名称							
钻孔编号		钻孔直径 (mm)		初见水位 (m)		稳定水位 (m)	
测点编号		测头编号		生产厂家			
传感器系数 K (kPa/Hz ² , kHz ²)				量程 (MPa)		测头内阻 (Ω)	
电缆长度 (m)		电缆长度标记 (m)			~		
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)			
现场室内读数 (Hz, kHz ²)		孔内水深 (m)		人孔前读数 (Hz, kHz ²)			
就位后读数 (Hz, kHz ²)		零压读数 (Hz, kHz ²)		埋设完毕读数 (Hz, kHz ²)			
埋设日期		气温 (°C)		气压 (kPa)			
天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

表 C.1-2 振弦式孔隙水压力计埋设考证表（埋入法）

工程或项目名称							
测点编号		测头编号		生产厂家			
传感器标定系数 K (kPa/Hz ² , kHz ²)				量程 (MPa)		测头内阻 (Ω)	
电缆长度 (m)		电缆长度标记 (m)			~		
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)			
埋设前读数 (Hz, kHz ²)		零压读数 (Hz, kHz ²)		埋设完毕读数 (Hz, kHz ²)			
埋设日期		气温 (°C)		气压 (kPa)			
天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 C.1-3 差动电阻式孔隙水压力计埋设考证表（钻孔法）

工程或项目名称							
钻孔编号		钻孔直径 (mm)		初见水位 (m)		稳定水位 (m)	
测点编号		测头编号		生产厂家			
量程 (MPa)		出厂线长 (m)		电线型号			
电缆接长 (m)		接长电缆长度标记 (m)	~			接长电缆型号	
最小读数 f (kPa/0.01%)					0℃时电阻值 R_0' (Ω)		
温度修正系数 b (kPa/℃)					温度系数 a' (℃/ Ω)		
埋设高程 (m)		柱号 (m)		坝轴距 (m)			
埋前电阻比 Z_0				埋前电阻值 R_0 (Ω)			
埋后电阻比 Z_t				埋后电阻值 R_t (Ω)			
埋设日期		气温 (℃)		气压 (kPa)			
天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 C.1-4 差动电阻式孔隙水压力计埋设考证表（埋入法）

工程或项目名称							
测点编号		测头编号		生产厂家			
量程（MPa）		出厂线长（m）		电线型号			
电缆接长（m）		接长电缆长度标记（m）		~	接长电缆型号		
电线接头型式及个数			截水环数量		截水环间距（m）		
最小读数 f （kPa/0.01%）					0℃时电阻值 R_0' （ Ω ）		
温度修正系数 b （kPa/℃）					温度系数 a' （℃/ Ω ）		
埋设高程（m）		桩号（m）			坝轴距（m）		
埋前读数 Z_0 （电阻比）				埋前电阻值 R_0 （ Ω ）			
埋后读数 Z_t （电阻比）				埋后电阻值 R_t （ Ω ）			
埋设日期		气温（℃）			气压（kPa）		
天气		上游水位（m）			下游水位（m）		
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 C.1-5 压阻式孔隙水压力计埋设考证表（钻孔法）

工程或项目名称							
钻孔编号		钻孔直径 (mm)		初见水位 (m)		稳定水位 (m)	
测点编号		测头编号		生产厂家			
传感器系数 K (kPa/mV)					量程 (MPa)		
电缆长度 (m)		接长电缆长度标记 (m)			~		
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)			
现场室内电压 (mV)		孔内水深 (m)		入孔前电压 (mV)			
就位后电压 (mV)		零压电压 (mV)		埋设完毕电压 (mV)			
埋设日期		气温 (°C)		气压 (kPa)			
天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

表 C.1-6 压阻式孔隙水压力计埋设考证表（埋入法）

工程或项目名称							
测点编号		测头编号		生产厂家			
传感器系数 K (kPa/mV)				量程 (MPa)			
电缆长度 (m)		接长电缆长度标记 (m)		~	截水环数量		
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)			
埋前电压 (mV)		零压电压 (mV)		埋设完毕电压 (mV)			
埋设日期		气温 (°C)		气压 (kPa)			
天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)			
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

表 C.1-7 混凝土坝施工期渗压计孔（洞）式埋设考证表

工程或项目名称							
测点编号		测头编号		生产厂家			
量程（MPa）		出厂线长（m）		电缆型号			
电缆接长（m）		接长电缆长度标记（m）	～		接长电缆型号		
电缆接头型式及个数				电缆走向			
传感器系数 K （kPa/Hz ² ，kHz ² ，电阻比，mV）				0℃时电阻值 R_0' （Ω）			
传感器温度修正系数 b （kPa/℃）				温度系数 a' （℃/Ω）			
埋设部位	<div><input type="checkbox"/>混凝土浇筑层面<input type="checkbox"/>混凝土与基岩交界面</div> <div><input type="checkbox"/>水平浅孔<input type="checkbox"/>坝基深孔</div>						
埋设高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）			
埋设前读数 （Hz，kHz ² ，电阻比，mV）			零压读数 （Hz，kHz ² ，电阻比，mV）				
埋设完成后读数 （Hz，kHz ² ，电阻比，mV）			封孔砂浆混凝土凝固后读数 （Hz，kHz ² ，电阻比，mV）				
埋设前电阻（Ω）			埋设后电阻（Ω）				
埋设日期		气温（℃）		气压（kPa）			
天气		上游水位（m）		下游水位（m）			
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

C.2 测压管安装考证表

表 C.2-1 测压管埋设考证表（钻孔法）

工程或项目名称							
钻孔编号		钻孔直径 (m)		初见水位 (m)		稳定水位 (m)	
测点编号		桩号 (m)		坝轴距 (m)		埋设部位	
管底高程 (m)		管口高程 (m)		管长 (m)		管内径 (mm)	
透水段结构和长度 (m)					管材		
透水材料		透水材料底、顶高程 (m)			~		
封孔材料		封孔材料底、顶高程 (m)			~		
埋设日期		天气		上游水位 (m)		下游水位 (m)	
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

表 C.2-2 测压管埋设考证表（预埋法）

工程或项目名称							
钻孔编号		桩号 (m)		坝轴距 (m)		建基面高程 (m)	
钻孔直径 (mm)		钻孔深度 (m)		孔底高程 (m)		钻孔方法	
测压管管材		管径 (mm)		架立方法			
首根管管长 (m)		倾斜度 (°)		管口高程 (m)		埋设日期	
1 号上接管管长 (m)		倾斜度 (°)		管口高程 (m)		埋设日期	
.....							
终根上接管管长 (m)		倾斜度 (°)		管口高程 (m)		埋设日期	
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

C.3 堰上水位仪（计）安装考证表

表 C.3-1 振荡式堰上水位仪安装考证表

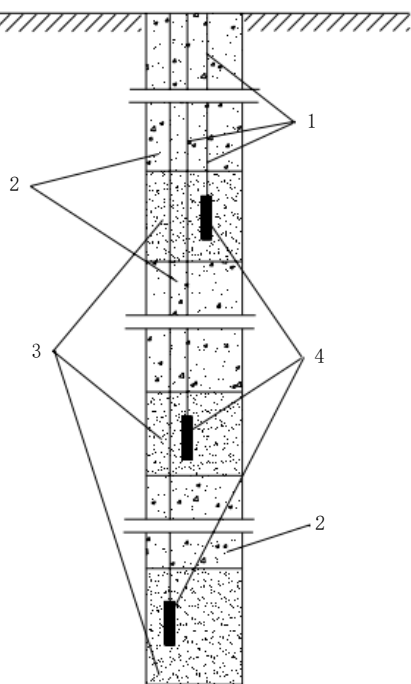
工程或项目名称							
量水堰编号		桩号（m）		坝轴距（m）		堰口高程（m）	
传感器编号				生产厂家			
传感器系数 （mm/kHz ² ）				传感器厂家系数 （mm/kHz ² ）		量程（mm）	
传感器零位读数 （kHz ² ）				传感器零位温度（℃）			
安装后传感器读数 （kHz ² ）				安装后传感器温度（℃）			
水位仪顶高程（m）				水位仪组件长（m）		水位仪底高程 （m）	
安装日期			天气		气温（℃）		水温（℃）
上游水位（m）					下游水位（m）		
安装示意图及说明	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>安装示意图：</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>说明：</p> <p>安装后测试计算堰上水头为 mm</p> <p>实际量测堰上水头为 mm</p> </div> </div>						
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 8.3-2 电容感应式堰上水位仪安装考证表

工程或项目名称							
量水堰编号		桩号(m)		坝轴距(m)		堰口高程(m)	
传感器编号				生产厂家			
传感器系数(mm)				传感器厂家系数(mm)		量程(mm)	
安装前传感器零压输出 (电容比)				安装后传感器初始电容比输出值 (电容比)			
安装日期			天气		气温(℃)		水温(℃)
上游水位(m)				下游水位(m)			
安装示意图及说明	<div> <div>安装示意图:</div> <div>说明:</div> <div>安装后测试计算堰上水头为 mm</div> <div>实际量测堰上水头为 mm</div> </div>						
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

C.4 部分渗流压力和渗流量观测仪器安装埋设示意图

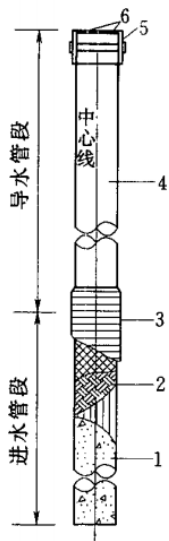
C.4.1 渗压计安装埋设示意图见附录 C.4.1。



1—渗压计电缆；2—水泥砂浆；3—干净粗砂；4—渗压计

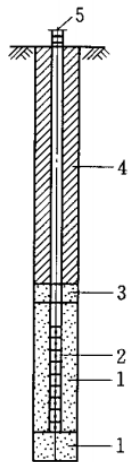
图 C.4.1 深孔渗压计安装埋设示意图

C.4.2 测压管结构示意图见图 C.4.2-1，测压管安装埋设示意图见图 C.4.2-2。



1—进水孔；2—土工织物过滤层；3—外缠铅丝；4—金属管或硬工程塑料管；5—管盖；6—电缆出线及通气孔

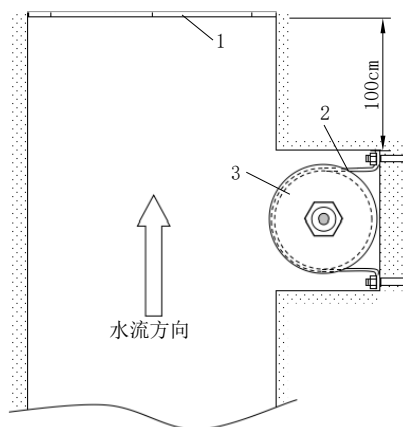
图 C.4.2-1 测压管结构示意图



1—中粗砂反滤；2—测压管；3—细砂；4—封孔料；5—管盖

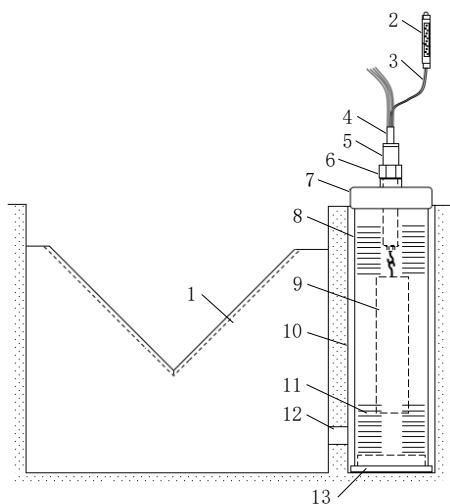
图 C.4.2-1 测压管安装埋设示意图

C.4.3 电测水位仪（计）安装示意图见图 C.4.3-1 和图 C.4.3-2。



1—堰板；2—防污管箍；3—电测水位计

图 C.4.3-1 电测水位仪（计）安装示意图（平面图）



1—堰板；2—干燥管；3—通气管；4—通气电缆；5—传感器；6—调整锁紧螺栓；7—承载盖；
8—防污管；9—浮筒；10—安装孔；11—透水栅；12—连通管（ $\phi 50\text{mm}$ ）；13—底板基座

图 C.4.3 电测水位仪（计）安装示意图

附录 D 力、应力应变、压力及温度监测仪器安装考证表

D.1 力、应力应变观测仪器安装考证表

D.1.1 不同型式钢筋计的埋设考证表格式见表 D.1.1-1 和表 D.1.1-2。

表 D.1.1-1 振弦式钢筋计埋设考证表

工程或项目名称							
测点编号		生产厂家					
传感器编号		仪器型号			仪器量程 (MPa)	压	
出厂编号		仪器长度 (mm)				拉	
传感器系数 K (MPa/Hz ² , kHz ²)		温度补偿系数 (MPa/℃)			线圈内阻 (Ω)		
埋设高程 (m)		桩号 (m)			坝轴距 (m)		
埋设方向		接线长度 (m)			钢筋计连接方式		
起始读数	f_0 (Hz, kHz ²)		绝缘电阻 (MΩ)		安装前		
	T_0 (℃)				安装后		
埋设日期		气温 (℃)			混凝土入仓温度 (℃)		
天气		上游水位 (m)			下游水位 (m)		
埋设后观测时间 (月 日 时)							
埋设后测试	f_i (Hz, kHz ²)						
	T_i (℃)						
埋设示意图及说明							
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:		日期:	
监理工程师:							
备注							

表 D.1.1-2 差动式电阻式钢筋计埋设考证表

工程或项目名称							
测点编号		生产厂家					
传感器编号		仪器型号			仪器量程 (MPa)	压	
出厂编号		仪器长度 (mm)			拉		
传感器系数 K (MPa/0.01%)		温度系数 a' (°C/Ω)			0°C时电阻值 R_0' (Ω)		
温度补偿系数 (MPa/°C)		接线长度 (m)			埋设方向		
埋设高程 (m)		桩号 (m)			坝轴距 (m)		
钢筋计焊接方式							
起始读数	Z_0		绝缘电阻 (MΩ)	安装前			
	R_0/T_0 (Ω/°C)			安装后			
埋设日期		气温 (°C)			混凝土入仓温度 (°C)		
天气		上游水位 (m)			下游水位 (m)		
埋设后观测时间 (月 日 时)							
埋设后测试	Z_i						
	R_i/T_i (Ω/°C)						
埋设示意图及说明							
技术负责人: 校核人: 安装及填表人: 日期:							
监理工程师:							
备注							

D.1.2 不同型式锚索（杆）测力计的埋设考证表格式见表 D.1.2-1 和表 D.1.2-2。

表 D.1.2-1 振弦式锚索（杆）测力计安装考证表

工程或项目名称					
仪器型号				生产厂家	
仪器尺寸（mm）		仪器量程（mm）		接线长度（mm）	
传感器序号		1	2	3	4
测点编号					
传感器编号					
出厂编号					
传感器系数 K （kN/Hz ² ，kHz ² ）					
温度补偿系数（kN/℃）					
线圈内阻（Ω）					
绝缘电阻 （MΩ）	安装前				
	安装后				
起始读数	f_0 （Hz，kHz ² ）				
	T_0 （℃）				
稳定后读数	f_i （Hz，kHz ² ）				
	T_i （℃）				
埋设高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）	
埋设日期		天气		气温（℃）	
上游水位（m）			下游水位（m）		
埋设示意图及说明					
技术负责人：		校核人：	安装及填表人：	日期：	
监理工程师：					
备注					

表 D.1.2-2 差动电阻式锚索（杆）测力计安装考证表

工程或项目名称					
仪器型号				生产厂家	
仪器尺寸（mm）		仪器量程（kN）		接线长度（m）	
传感器序号		1	2	3	4
测点编号					
传感器编号					
出厂编号					
传感器系数 f （kN/0.01%）					
温度系数 a' （ $^{\circ}\text{C}/\Omega$ ）					
0 $^{\circ}\text{C}$ 时电阻值 R_0' （ Ω ）					
温度补偿系数 K （kN/ $^{\circ}\text{C}$ ）					
绝缘电阻 （ $\text{M}\Omega$ ）	安装前				
	安装后				
起始读数	Z_0				
	R_0 （ Ω ）				
	T_0 （ $^{\circ}\text{C}$ ）				
稳定后读数	Z_i				
	R_i （ Ω ）				
	T_i （ $^{\circ}\text{C}$ ）				
埋设高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）	
埋设日期		天气		气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	
上游水位（m）			下游水位（m）		
埋设示意图及说明					
技术负责人：		校核人：		安装及填表人：	
				日期：	
监理工程师：					
备注					

D.1.3 不同型式应变计（含无应力计）的埋设考证表格式见表 D.1.3-1～表 D.1.3-4。

表 D.1.3-1 振弦式应变计（含无应力计）安装考证表

工程或项目名称							
测点编号		生产厂家					
传感器编号		仪器型号		仪器量程（ $\mu\epsilon$ ）		压	
出厂编号		标距（mm）				拉	
传感器系数 K （ $\mu\epsilon/\text{Hz}^2$ ， kHz^2 ）		温度补偿系数（ $\mu\epsilon/^\circ\text{C}$ ）		线圈内阻（ Ω ）			
埋设高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）			
埋设方向		接线长度（m）					
埋设日期		气温（ $^\circ\text{C}$ ）		混凝土入仓温度（ $^\circ\text{C}$ ）			
天气		上游水位（m）		下游水位（m）			
起始读数		f_0 （Hz， kHz^2 ）		绝缘电阻（ $\text{M}\Omega$ ）		安装前	
		T_0 （ $^\circ\text{C}$ ）				安装后	
埋设后观测时间 （ 月 日 时）							
埋设后读数		f_i （Hz， kHz^2 ）					
		T_i （ $^\circ\text{C}$ ）					
埋设示意图及说明							
技术负责人：		校核人：		安装及填表人：		日期：	
监理工程师：							
备注							

表 D.1.3-2 振弦式应变计组安装考证表

工程或项目名称										
仪器型号						生产厂家				
标距 (mm)						量程 ($\mu\epsilon$)		压		
接线长度 (m)								拉		
传感器序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
测点编号										
传感器编号										
出厂编号										
传感器系数 K ($\mu\epsilon/\text{Hz}^2$, kHz^2)										
温度补偿系数 ($\mu\epsilon/^\circ\text{C}$)										
线圈内阻 (Ω)										
埋设高程 (m)										
桩号 (m)										
坝轴距 (m)										
埋设方向										
绝缘电阻 ($\text{M}\Omega$)	安装前									
	安装后									
起始读数	f_0 (Hz, kHz^2)									
	T_0 ($^\circ\text{C}$)									
稳定后读数	f_i (Hz, kHz^2)									
	T_i ($^\circ\text{C}$)									
埋设日期		天气					气温 ($^\circ\text{C}$)			
上游水位 (m)		下游水位(m)					混凝土入仓温度 ($^\circ\text{C}$)			
埋设示意图及说明										
技术负责人: _____ 校核人: _____ 安装及填表人: _____ 日期: _____										
监理工程师: _____										
备注										

表 D.1.3-3 差动电阻式应变计（含无应力计）安装考证表

工程或项目名称							
测点编号			生产厂家				
传感器编号			仪器型号			压	
出厂编号			标距（mm）			拉	
传感器系数 f （ $\mu\epsilon/0.01\%$ ）			温度系数 a' （ $^{\circ}\text{C}/\Omega$ ）		0 $^{\circ}\text{C}$ 时电阻值 （ Ω ）		
温度补偿系数（ $\mu\epsilon/^{\circ}\text{C}$ ）			接线长度（m）		埋设方向		
埋设高程（m）			桩号（m）		坝轴距（m）		
埋设日期			气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）		混凝土入仓温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）		
天气			上游水位（m）		下游水位（m）		
起始读数		Z_0		绝缘电阻 （ $\text{M}\Omega$ ）	安装前		
		R_0/T_0 （ $\Omega/^{\circ}\text{C}$ ）			安装后		
埋设后观测时间 （ 月 日 时）							
埋设后读数		Z_i					
		R_i/T_i （ $\Omega/^{\circ}\text{C}$ ）					
埋设示意图及说明							
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：							
监理工程师：							
备注							

表 D.1.3-4 差动电阻式应变计组安装考证表

工程或项目名称											
仪器型号				生产厂家							
标距 (mm)						量程 ($\mu\epsilon$)		压			
接线长度 (m)								拉			
传感器序号		1	2	3	4	5	6	7			
测点编号											
传感器编号											
出厂编号											
传感器系数 f ($\mu\epsilon/0.01\%$)											
温度系数 α' ($^{\circ}\text{C}/\Omega$)											
0 $^{\circ}\text{C}$ 时电阻值 R' (Ω)											
埋设高程 (m)											
桩号 (m)											
坝轴距 (m)											
埋设方向											
绝缘电阻 ($\text{M}\Omega$)	安装前										
	安装后										
起始读数	Z_0										
	R_0/T_0 ($\Omega/^{\circ}\text{C}$)										
稳定后读数	Z_1										
	R_1/T_1 ($\Omega/^{\circ}\text{C}$)										
埋设日期		天气					气温 ($^{\circ}\text{C}$)				
上游水位 (m)		下游水位 (m)					混凝土入仓温度 ($^{\circ}\text{C}$)				
埋设示意图及说明											
技术负责人:		校核人:		安装及填表人:				日期:			
监理工程师:											
备注											

D.2 压力观测仪器安装考证表

表 D.2-1 振弦式压力计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号			生产厂家		
传感器编号			出厂编号		仪器型号
仪器量程（MPa）			仪器尺寸（mm）		接线长度（m）
传感器系数 K （MPa/Hz ² ，kHz ² ）			温度补偿系数 （MPa/℃）		线圈内阻 （Ω）
埋设高程（m）			桩号（m）		坝轴距（m）
埋设方向			埋设区域		绝缘电阻（MΩ）
起始读数	f_0 （Hz，kHz ² ）		埋设后读数	f_i （Hz，kHz ² ）	
	T_0 （℃）			T_i （℃）	
埋设日期		天气		气温（℃）	
上游水位（m）			下游水位（m）		
埋设示意图及说明					
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：					
监理工程师：					
备注					

表 D.2-2 差动式压力计安装考证表

工程或项目名称						
测点编号			生产厂家			
传感器编号			出厂编号			仪器型号
仪器量程 (MPa)			仪器尺寸 (mm)			接线长度 (m)
传感器系数 K (MPa/0.01%)			温度系数 α' (°C/Ω)			0°C时电阻值 R_0' (Ω)
温度补偿系数 (MPa/°C)			接线长度 (m)			绝缘电阻 (MΩ)
埋设高程 (m)			桩号 (m)			坝轴距 (m)
埋设日期			天气			气温 (°C)
上游水位 (m)					下游水位 (m)	
起始读数	Z_0		埋设后读数	Z_i		
	R_0 (Ω)			R_i (Ω)		
	T_0 (°C)			T_i (°C)		
埋设示意图及说明						
技术负责人： 校核人： 安装及填表人： 日期：						
监理工程师：						
备注						

D.3 温度观测仪器安装考证表

表 D.3-1 振弦式温度计安装考证表

工程或项目名称						
测点编号		生产厂家				
传感器编号		出厂编号		仪器型号		
仪器量程（℃）		仪器尺寸（mm）		接线长度（m）		
传感器系数 K （℃/Hz ² ，kHz ² ）		线圈电阻（Ω）		绝缘电阻（MΩ）		
埋设高程（m）		桩号（m）		坝轴距（m）		
起始读数 f_0 （Hz，kHz ² ）		起始读数 f_i （Hz，kHz ² ）				
埋设日期		天气		气温（℃）		
上游水位（m）				下游水位（m）		
埋设示意图及说明						
技术负责人：校核人：安装及填表人：日期：						
监理工程师：						
备注						

表 D.3-2 铜电阻式温度计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号		生产厂家			
传感器编号		出厂编号		仪器型号	
仪器量程 (°C)		仪器尺寸 (mm)		接线长度 (m)	
温度常数 K (°C/Ω)		0°C时电阻值 R_0' (Ω)		绝缘电阻 (MΩ)	
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
起始读数 R_0 (Ω)		埋设后读数 R_i (Ω)			
埋设日期		天气		气温 (°C)	
上游水位 (m)	下游水位 (m)				
埋设示意图 及说明					
技术负责人:	校核人:		安装及填表人:		日期:
监理工程师:					
备注					

表 D.3-3 热敏式温度计安装考证表

工程或项目名称					
测点编号		生产厂家			
传感器编号		出厂编号		仪器型号	
仪器量程 (°C)		仪器尺寸 (mm)		接线长度 (m)	
温度常数 K (°C/Ω)		0°C时电阻值 R_0' (Ω)		绝缘电阻 (MΩ)	
埋设高程 (m)		桩号 (m)		坝轴距 (m)	
起始读数 T_0 (R_0) (°C)		埋设后读数 T_i (R_i) (°C)			
埋设日期		天气		气温 (°C)	
上游水位 (m)			下游水位 (m)		
埋设示意图 及说明					
技术负责人:	校核人:		安装及填表人:		日期:
监理工程师:					
备注					

附录 E 光缆吊线及其他设备的接地电阻值要求

E.0.1 交接箱地线接地电阻不应大于 10Ω 。

E.0.2 用户保安器接地电阻不应大于 50Ω 。

E.0.3 其他线路设备接地电阻不应大于表 E.0.3 中的数值。

表 E.0.3 光缆吊线及其他设备的接地电阻值要求

土质		普通土	砂砾土	黏土	石质土
土壤电阻率					
接地电阻 (Ω) ($\Omega\cdot m$)		100 以下	101 ~300	301~500	500 以上
设备名称					
架空光缆吊线，全塑电缆屏蔽层		20	30	35	45
电杆避雷线		80	100	150	200
分线箱	10 对以下	30	40	50	67
	11 对~20 对	16	20	30	37
	21 对以上	13	17	24	30

附录 F 光纤线路避雷线接地电阻要求及延伸线（地下部分）
长度

表 F 光纤线路避雷线接地电阻要求及延伸线（地下部分）长度

土质	一般电杆避雷线要求		与 10kV 电力线交越杆避雷线要求	
	电阻（Ω）	延伸（m）	电阻（Ω）	延伸（m）
沿泽地	80	1.0	25	2
黑土地	80	1.0	25	3
黏土地	100	1.5	25	4
砂砾土	150	2	25	5
砂土	200	5	25	9