



CECS 98 : 98

中国工程建设标准化协会标准

# 浆体长距离管道输送工程设计规程

Design code of long distance pipeline  
engineering for slurry transportation

中国建筑资讯网  
WWW.SINOAECC.COM

中国工程建设标准化协会标准

浆体长距离管道输送工程  
设计规程

CECS 98 : 98

主编单位：冶金部长沙冶金设计研究院

审查单位：中国工程建设标准化协会工业给水排水委员会

批准单位：中国工程建设标准化协会

批准日期：1998年3月2日

1998年 北京

# 前 言

现批准《浆体长距离管道输送工程设计规程》，编号为 **CECS 98 : 98**，供各有关单位使用。在使用过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见及有关资料寄交中国工程建设标准化协会工业给水排水委员会（北京市和平街北口中国寰球化学工程公司，邮编：100029）。

本规程主编单位：冶金部长沙冶金设计研究院

参 编 单 位：大连液力机械总厂

北京有色冶金设计研究总院

主要起草人：丁宏达 郑庶瞻 郑 州

郎作坤 刘德忠

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

中国工程建设标准化协会

1998年3月2日

# 目 次

1	总则	(1)
2	术语	(3)
3	输送工艺	(5)
3.1	一般规定	(5)
3.2	浆体调质与贮存	(5)
3.3	浆体接收	(7)
4	浆体输送泵站	(9)
4.1	泵站的设置原则	(9)
4.2	输送主泵及其附件	(9)
4.3	主泵站配置及辅助工艺设施	(10)
5	管线	(12)
5.1	管道线路选择	(12)
5.2	管道敷设	(13)
5.3	管道材料	(15)
5.4	管径选择	(16)
5.5	管道水力和强度计算及稳定性要求	(16)
5.6	管道腐蚀控制	(18)
5.7	管道焊缝检验与试压	(18)
5.8	管道维修	(18)

6	配套设施 .....	(19)
6.1	一般规定 .....	(19)
6.2	供配电 .....	(19)
6.3	供排水与消防 .....	(20)
6.4	通信与自动化 .....	(20)
6.5	总图与道路.....	(21)
6.6	土建与穿跨越设施 .....	(21)
6.7	生产管理与生活福利设施.....	(22)
7	试验及其数据应用.....	(23)
7.1	一般规定 .....	(23)
7.2	试样 .....	(23)
7.3	试验方法 .....	(24)
7.4	试验数据的应用 .....	(25)
附录 A	本规程用词说明 .....	(27)

WWW.SINOPEC.COM

中国建筑资讯网

# 1 总 则

**1.0.1** 浆体长距离压力输送管道工程设计应符合国家有关方针、政策和法令。为使工程达到技术先进、经济合理和运行可靠的要求，特制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于固液两相高浓度拟均质流浆体长距离压力管道输送新建工程的设计。对于改扩建工程，可参照本规范执行。

**1.0.3** 浆体长距离压力管道输送工程设计除应遵守本规程外，还应符合国家现行有关标准和规范的要求。对位于地震、湿陷性黄土、永冻地区和其他特殊条件下的工程设计，应参照有关规范和规程执行。

**1.0.4** 浆体长距离压力管道输送工程设计应符合下列各项要求：

1 符合所服务的主体工程建设或物料输送的总体规划。建设规模分期和使用年限应与之相适应；

2 采用符合国情的新工艺、新设备和新材料；

3 应依据国家环保法满足环境保护和国土利用要求，“三废”应加处理和综合利用，设施布置应尽量不占和少占农田，管线应尽可能避免穿越文化古迹保护区和生态保护敏感地段；

4 供电供水等级应与所服务的主体工程相适应；

5 自动化水平与通信要求应根据工艺特点、操作水平、外部条件和投资情况合理确定。

**1.0.5** 浆体长距离压力管道输送工程设计，视其工程规模、设计阶段、项目组成的重要性，应具有下列相应的基础资料：

1 所服务主体工程项目有关工艺及输送量、工作制度、服务年限等基本资料；

2 被输送物料及浆体性质和参数的资料，包括物化性质、浆体沉降浓缩和脱水参数、水力输送参数和流变特性、对管

道和设备的磨损腐蚀性以及污水处理等试验资料；

3 输送起点及中途各站用水水源、水量、水质和保证率等资料、供电电源资料，以及供水协议和供电协议等；

4 工程设施所在地区与管线沿线地形测量、工程地质、气象、水文等资料；

5 工程设施与管线占地、拆迁以及穿跨越铁路、公路、河流等与有关部门的协议文件资料；

6 环境影响评价资料；

7 水价、电价、输送物料价、土地价、地方材料价以及工资、贷款利率、税收等经济数据和有关经济政策等。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

## 2 术 语

### 2.0.1 长距离输送 Long Distance Transportation

指超过 10km 运距的浆体浓度不变的输送方式。

### 2.0.2 高浓度输送 High Concentration Transportation

指拟均质流浆体对应的浓度,不能以重量浓度绝对值划分。不同物料不同粒径其高浓度介限不同。

### 2.0.3 批量输送 Batching Transportation

浆体管道系统非连续输送形式之一,其工况为浆体和水交替输送,但不间断停运。

### 2.0.4 间断输送 Uncontinual Transportation

浆体管道系统非连续输送形式之一,其工况亦为浆体和水交替输送,但每一次浆批和水批之后停运一段时间。

### 2.0.5 密闭输送 Close Transportation

输送系统的一种连接方式,前一段管道直接连接到下一段主泵入口端并提供一定的入口压力。

### 2.0.6 开式输送 Open Transportation

输送系统的另一种连接方式,前一段管道的浆体先进入下一段的贮槽,由喂料泵将贮槽中的浆体喂入下一段主泵并提供一定的入口压力。

### 2.0.7 加速流 Slack Flow

当管道敷设的坡度大于水力摩阻损失的坡度且下游管端具有余压时,管道内会产生浆体的加速流动,而使管道成不满流。

### 2.0.8 上限粒径 Maximum Particle Size

通过全部粒状物料 95%重量的筛孔孔径表示的物料粒径。

### 2.0.9 首站 Initial Station

浆体长距离管道输送系统的起始站,包括浆体的调质和贮存

设施、第一座泵站和控制中心等。

#### **2.0.10 中间泵站 Intermediate Pump Station**

管道系统的中间加压泵站。

#### **2.0.11 阀站 Valve Station**

管道系统中间设置的消能减压阀门和孔板等设施的站房。

#### **2.0.12 终点站 Terminal**

管道系统终端设置的站房，包括浆体接收和后处理设施。

#### **2.0.13 站控系统 Station Control System**

对站内工艺设备与辅助设施实行自动控制的系统。

#### **2.0.14 监控与数据采集系统 Supervisory Control And Data Acquixiton System (SCADA)**

对管道全线各站实行遥测、遥信、遥控和遥调的系统。

#### **2.0.15 浆体水击 Waterhammer on Flow of Solid-Liquid Suspension**

浆体瞬时不稳定流产生的压力波动。

#### **2.0.16 拟均质流 Pseudohomogenous Flow**

沉降性浆体在一定流速、浓度和粒度条件下所形成的管道断面各点浓度分布基本一致的流动状态。

## 3 输送工艺

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 浆体管道输送工程的建设规模和服务年限可根据下述情况进行确定：

当作为单独的综合运输工程项目建设时，应在可行性论证基础上确定；

当作为主体工程的配套运输项目时，应与所服务的主体工程相适应。

**3.1.2** 输送系统的最大输送能力应以所提供的年输送量为依据，对连续、批量和间断输送方案进行技术经济比较后，择优确定。输送能力宜有 5%~10% 的富余量。

**3.1.3** 浆体长距离管道应采取定浓度、定流量的输送方式。

**3.1.4** 输送浓度应根据浆体的浓缩特性、流变特性、输送的稳定性及优化水力参数等因素确定。输送浓度的波动不宜超过  $\pm 3\%$ 。

**3.1.5** 设计浆体流量按年输送物料干量和作业率计算，其波动范围按工作流速允许的变化范围确定。

**3.1.6** 输送工艺系统的流程设计和设施配备须满足正常连续输送运行、批量或间断输送运行和必要时的事故操作运行等作业要求，并依可靠的试验资料或类似系统运行资料选取设计参数。

**3.1.7** 输送工艺系统的配置宜优先采用密闭输送方式。在条件允许时，宜同时考虑开式输送的可能。

### 3.2 浆体调质和贮存

**3.2.1** 浆体应满足设计的物料粒径及其分布、浆体浓度、设计流量及酸碱度 (pH) 等要求。输送系统应设置浆体的调质和贮存设

施。

**3.2.2** 浆体调质和贮存包括下列部分：

- 1 浆体通过安全筛；
- 2 浆体的浓缩或造浆；
- 3 浆体的贮存；
- 4 调整 pH 值；
- 5 冲洗水除氧；
- 6 浆体质量测控；
- 7 浆体的转输。

**3.2.3** 在浆体管道输送系统的浓缩设施或贮槽之前应设安全筛，筛除大于上限粒径的物料。当主体工程设有磨料系统时，筛上粗物料宜返回主体工程的细磨设备进行再磨处理。如无磨料系统，筛上粗物料的处理，应在技术经济比较论证的基础上确定是否在首站设置专用的细磨设施或另行处置。

安全筛设备宜采用高频振动细筛。

**3.2.4** 当主体工艺的浆体浓度未达到输送所需浓度要求时，应设浆体浓缩设施。浓缩设施的设计应满足输送浓度和溢流水水质的要求。当一级浓缩不能满足溢流水质要求时，可采用多级浓缩、分流浓缩或投加絮凝剂等处理方法。

**3.2.5** 浓缩设备的规格和数量应根据浆体静态沉降试验或半工业性浓缩试验资料计算表面负荷，并在复核浓缩设备处理干物料负荷能力的基础上确定。

**3.2.6** 浓缩设备的排浆底流泵应设调速装置和浓度控制仪表。底流泵的排出管应设置返回浓缩设备的旁路。

**3.2.7** 浆体管道系统的首站应设浆体贮槽。贮槽有效容积宜取 8~24h 的浆体输送量。首站贮槽的座数不宜少于 2 座。

**3.2.8** 首站浆体贮槽宜配置带调速装置的电动搅拌装置，并应有在贮满浆体时从静止状态安全启动的措施。

**3.2.9** 当输送物料具有磁团聚特性且影响水力输送参数时，应在

首站浓缩设施和试验环管之间设置脱磁设备。

**3.2.10** 当输送管道采用钢质管道时浆体的 pH 值应满足下列要求：煤浆 pH=7~9，其它浆体 pH=9~11。

**3.2.11** 浆体管道的冲洗水应投加除氧剂。除氧剂宜采用亚硫酸钠溶液。

**3.2.12** pH 值调整剂和除氧剂的投加点分别为浆体贮槽入口和贮存冲洗水水池排出管中。

**3.2.13** 由浆体贮槽向输送主泵供给浆体应设置喂料泵喂料，并不小于 0.3MPa 的喂入压头。

**3.2.14** 底流泵和喂料泵宜采用离心浆体泵，且应设置备用泵。

**3.2.15** 输送主泵喂料之前，应设置用于浆体质量测控的试验环管系统。试验环管应采用与输送管道相同材质和外防腐处理的管道。环管内径应取用输送主管道中最小壁厚处的内径。环管的连接方式、弯管转角及曲率半径应与输送主管道一致。环管长度不宜少于 250m。

**3.2.16** 试验环管上应装设差压计、腐蚀探针及短管、浓度计、温度计、流量计、底床探测器及取样器等。

**3.2.17** 经试验环管检测，质量不合格的浆体应返回重新调制。

### 3.3 浆体的接收

**3.3.1** 浆体的接收设施包括浆体接受贮槽、浓缩设施、转输底流泵、清管器接收装置和其他倒装设施等。

**3.3.2** 浆体接收贮槽其工艺设计要求与首站的浆体贮槽相同。除采用带电动搅拌装置的贮槽外，还可采用局部流态化装置的静态贮仓。

**3.3.3** 浆体管道的终端宜设三个出口通道。主通道直接接入过滤设施的分配槽，非主通道接入浆体贮槽和水的澄清浓缩设施。

**3.3.4** 澄清浓缩设施应满足接收浆体管道冲洗水及混浆段浆体和过滤滤液的处理要求。其浓缩底流应满足过滤设施的给料要求，

溢流水应满足排放或再利用要求。

**3.3.5** 浆体转输泵应采用离心式浆体泵，并设置备用泵。

**3.3.6** 终点站的减压消能装置宜采用陶瓷孔板，不应采用闸门调节消能。

**3.3.7** 终点站应设清管器的接收装置。

## 4 浆体输送泵站

### 4.1 泵站的设置原则

**4.1.1** 浆体输送泵站的个数应根据不同工况的水力计算结果确定。在设备性能允许、技术论证经济合理的前题下，宜尽量减少泵站的数量。

**4.1.2** 第一座泵站宜设于浆体输送系统的首站。

**4.1.3** 中间泵站的位置应按主泵的允许使用压力并结合泵站的地形、地质情况及交通、供水、供电等条件进行确定。

**4.1.4** 最后一级泵站的位置宜考虑不致引起终端余压过大，当无法避免时，亦应尽可能减少产生加速流的管段长度和加速流强度，简化减压消能措施。

### 4.2 输送主泵及其附件

**4.2.1** 浆体输送主泵应根据表征浆体磨蚀性的米勒数及拟定的压力等级并经技术经济比较选择泵的类型。

对同一系统宜尽可能选用同一种类型的主泵。

**4.2.2** 输送主泵的使用工作压力应按批量输送、间断输送、连续输送及必要的事故操作工况进行核算确定，并留有一定压力余量。

**4.2.3** 当系统为多级加压泵站时，主泵的选型应考虑泵的冲洗水和水封水对浆体浓度的稀释造成的不利影响。当不可避免时，根据影响的程度，确定采取保持浆体浓度在允许范围的相应对策。

**4.2.4** 输送主泵的喂入压力应按以下数值取用：

对容积式浆体泵不小于  $0.3\text{MPa}$ ；

对水隔离泵不小于  $0.15\text{MPa}$ 。

**4.2.5** 闭式输送系统中间泵站的主泵工作压力，应充分考虑和利

用不同工况的喂入压力。

**4.2.6** 输送主泵宜采用电动机驱动。当缺乏电源并经论证设置自备电源不合理时，可选用柴油机驱动。

**4.2.7** 输送主泵应设置备用泵，按泵的故障率和检修时间确定备用率。备用泵不宜少于一台。

**4.2.8** 输送主泵应设调速装置。调速装置的选择应经技术经济比较确定。多台并联工作主泵所需调速装置的数量应按可能运行的工况进行确定。

**4.2.9** 高压浆体输送主管道上的高压阀门应采用耐磨蚀的球阀、柱塞阀等全贯通阀门。启闭方式应采用电动式。露天设置的阀门应具有全天候防护能力。中低压浆体管道上可采用其它型式的浆体阀，但主泵喂入管道上不得采用胶管阀。

**4.2.10** 在输送主泵排出端的主管道上应设置清管器投入装置。中间泵站的主泵入口端及终点站应设置清管器的接收装置和安全溢流阀。

**4.2.11** 联轴器和皮带传动装置应装设安全防护设施。

**4.2.12** 以容积泵作为主泵时，排出端主管道上应设超压安全装置和流量脉动缓冲装置。

### 4.3 泵站配置及其辅助工艺设施

**4.3.1** 泵站平面布置应符合下列要求：

- 1 主泵基础间的距离不小于 2.5m；
- 2 主泵机组超出基础部分的周围净宽度不小于 1.5m；
- 3 辅助设备之间及其周围的净宽度不小于 1.0m；
- 4 低压配电盘前的通道宽度不小于 1.5m；
- 5 高压开关柜应与机器间隔开；
- 6 泵站应设检修场地；
- 7 泵站机器间的平面尺寸宜符合建筑模数要求。

**4.3.2** 泵站应设起重设施，其起重量可按最大部件重量确定。起

重设备型式应满足安装和检修要求。

**4.3.3** 泵站机器间主跨的净高度应按起吊物底部与跨越物顶部之间的距离不小于 **0.5m** 的条件确定，但不应小于 **4.5m**；机器间可设偏跨，其净高度不应小于 **3.0m**。

**4.3.4** 泵站机器间主跨的大门尺寸宜按汽车运载最大设备或部件直接进入的要求确定。

**4.3.5** 首站应设事故池，并配备浆体回收设施。

**4.3.6** 开式输送系统的中间泵站和密闭输送系统有开口的中间泵站需设置浆体贮槽，其有效容积可按上一管段浆体量确定。开式输送系统的中间泵站的冲洗水设施应配备除氧装置。

**4.3.7** 中间泵站应设置必要的备品备件库房、维修站和生活设施。

**4.3.8** 当管道系统可能产生加速流工况时，应设置减压孔板站。孔板站的布置应满足操作和检修要求。

# 5 管 线

## 5.1 管道线路选择

**5.1.1** 管道线路选择应经过多方案比较后确定,选择的原则应符合下列要求:

- 1 线路力求顺直以减少线路长度和避免转弯过多;
- 2 线路选择应避免经过地形起伏过大地区,尽量减少泵站数量和加速流的产生;
- 3 线路选择应同障碍物的穿跨越工程结合考虑,力求避免与天然和人工障碍物交叉。当必须与河流、湖泊等水域及公路、铁路等道路交叉时,应尽可能利用现有穿跨越设施;
- 4 线路选择应充分考虑动力、供水、运输等因素。尽量选择电、水等供应较方便和靠近现有交通道路的线路;
- 5 线路不得通过城市市区、城市水源、变电站、机场、车站、海港码头、军事区及重点文物和自然保护区。当受条件限制必须通过时,应采取有效保护措施并征得有关部门批准;
- 6 线路不宜通过厂矿企业地区。如必须通过时,应取得这些部门的同意并应符合其规划与发展。在通过农田时亦应结合农田水利等规划进行设计;
- 7 线路应尽可能避开滑坡、崩塌、沉陷、泥石流、沼泽等地质不良地区、地震烈度大于七度地区的活动断裂带及人口稠密区。当受条件限制必须通过时,应采取可靠防护措施。

**5.1.2** 线路与输电和通信线路、公路、铁路,以及其他用途管线平行敷设时,应考虑下列间距要求:

- 1 管线与架空高压输电线平行敷设时,其间距不应小于电杆的高度,并要考虑杂散电流的影响,符合国家现行标准《钢质管

道及储罐防腐蚀工程设计规范》的规定；

2 管线与埋地通信电缆平行敷设时，最小平面间距不宜小于 10m。为本管线服务的且同时施工的埋地通信电缆，其间距不受此限制，但应满足维修要求；

3 管线与铁路平行敷设时，其间距宜大于 15m；

4 管线与 I、II 级公路平行敷设时，其间距不宜小于 10m。对于受限制的与公路平行的局部管段，在加强保护措施并征得同意后，可埋设在公路肩边线以外的公路用地范围内；

5 管线与其他管道平行敷设时，最小间距不宜小于 10m 当条件限制需设在 10m 以内时，应采取加强保护措施。

5.1.3 管线选择时应保证管线纵坡不大于浆体沉积物滑动坡度，最大可取 15%。此坡度也可通过管线的停机启动试验或斜置透明管试验求得。

## 5.2 管道敷设

5.2.1 浆体长距离管道应优先采用地下埋设方式。对于条件特殊的局部地段，可采用土堤埋设、地上敷设和水上敷设等方式。在厂区、站区内部的管道或穿越铁路公路等管道还可采用地沟和涵管敷设等方式。

5.2.2 埋设管道的埋深应考虑农田耕作深度、地面负荷、土壤保温等因素合理确定。冰冻地区管顶复土厚宜为 0.8~1.2m。为防止冻结，管道应埋设在冰冻深度以下。对于岩石地区或特殊条件地区，可小于上述复土厚，但应采取必要的保护措施。

5.2.3 管沟底宽应等于管道外径加附加宽度余量。附加宽度余量与地质条件和施工方法等有关，可取 0.5~1.0m；管沟边坡由土壤性质等确定，在沟深小于 5m 时，可按表 5.2.3 选定。

表 5.2.3 管沟边坡坡度选择

土壤类别	边坡坡度 (高 : 宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
中密砂土	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.5
中密碎石粘土	1 : 0.5	1 : 0.67	1 : 0.75
老黄土	1 : 0.1	1 : 0.25	1 : 0.33
井点降水的软土	1 : 1	—	—
硬质土	1 : 0	1 : 0	1 : 0

**5.2.4** 管沟回填时应留有沉降余量，胸腔应予夯实，特殊地段还应分层夯实。回填后复原地貌，保护耕植层和防止水土流失，同时应注意复垦。

**5.2.5** 埋地管道沿线应设置坚固易辨认的里程桩、转角桩和其他管道标志。

**5.2.6** 管道采用土堤敷设时，应根据自然条件和土壤类别确定堤高和堤宽，管顶复土厚宜为 **1m**，堤顶宽宜为 **1m**。

**5.2.7** 土堤阻挡水流排泄时，应设泄水孔或涵洞排水。

**5.2.8** 管道跨越道路或水域采用架空敷设时，应考虑不妨碍交通和航行。

**5.2.9** 管道从地下或水下穿越道路和河流时，宜垂直于道路轴线和河流主槽。特殊情况下，交角不应小于 **60°**。穿越道路设施应根据道路等级采取加厚管壁、设置套管和涵管等方式。穿越河流时，管道宜尽可能埋设于河床稳定层内。

**5.2.10** 寒冷地区架空管道经热工计算温降过大或可能冻结时，应考虑保温措施，必要时还应考虑伴热防冻措施。

**5.2.11** 管道转角可使用煨弯弯头，弯头转角角度不得大于 **45°**，转角曲率半径对于管径等于或小于 **300mm** 的管道应不小于管道外径的 **18** 倍。对于管径为 **350~400mm** 的管道应不小于管道外径的 **21~27** 倍。

## 5.3 管道材质

**5.3.1** 浆体长距离压力管道宜采用钢管。厂区和站区内部或距离不长的输送管道以及有特殊要求的局部管段，亦可采用铸铁管和内衬铸石或其他耐磨蚀材料的管道。

**5.3.2** 钢管材质应符合下列要求：

- 1 屈强比不大于 0.85；
- 2 含碳量不大于 0.25%；
- 3 含硫和含磷量均不大于 0.045%；
- 4 施工环境温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，应提出韧性要求。

**5.3.3** 钢管性能规格应满足现行国家标准《承压流体输送螺旋钢管》、《输送流体用无缝钢管》等，在采用石油钢管时应满足《石油天然气输送用螺旋埋弧焊钢管》和《石油天然气输送管道用直缝电阻焊钢管》。

**5.3.4** 所用钢管及管道附件最低屈服强度与焊缝系数见表 5.3.4。

表 5.3.4 钢管及管件最低屈服强度与焊缝系数

钢管种类	钢号或钢种	最低屈服强度 $\sigma_s$ (MPa)	焊缝系数 $\Phi$
承压流体输送用螺旋缝埋弧焊钢管	16Mn Q235 (A3)	325 235	0.9
输送流体用无缝钢管	16Mn 20	325 245	1.0
石油天然气输送用螺旋缝埋弧焊钢管和直缝电阻焊钢管	S205 S240 S290 S315 S360 S385 S415 S450 S480	205 240 290 315 360 385 415 450 480	1.0
符合 API 的管材	X-52 X-60	360 415	1.0

## 5.4 管径选择

**5.4.1** 管径的选择应结合水力计算结果进行。在保证不小于安全运行的输送流速的条件下，综合考虑管线投资和经营费进行方案优化比较后确定。

**5.4.2** 管径宜选用标准管径。如无合适标准管径，也可在落实制造厂商后选用非标准管径或选用小一级的标准管径。

**5.4.3** 输送管道的最小管径不应小于 100mm。当按设计输送量在连续输送条件下计算的管径小于 100mm 时，应采用等于 100mm 的管径按间断或批量方式输送。

## 5.5 管道水力和强度计算及稳定性要求

**5.5.1** 浆体长距离压力管道输送应选取合适的固体物料粒度、浆体浓度（粘度）、流速和摩阻损失等参数，使浆体接近于拟均质流状态。

流态以管顶以下 0.08 倍管内径处的浓度  $C$  与管中心浓度  $CA$  之比来区别，当  $C/CA > 0.5$  时为接近拟均质流状态。

$$C/CA = 10^{-(1.8W/KBU)} \quad (5.5.1)$$

式中  $W$ ——固体物料上限粒径  $d_{95}$  颗粒的沉降速度；

$K$ ——修正卡门常数， $K=0.36$ ；

$B$ ——伊斯梅尔系数， $B=1$ ；

$U$ ——摩阻流速  $U = V \sqrt{f/8}$ ；

$V$ ——输送流速，(m/s)；

$f$ ——管道摩阻系数。

**5.5.2** 适于浆体输送的粒料上限粒径和输送重量浓度。见表

5.5.2。

表 5.5.2 浆体输送可采用的上限粒径和重量浓度

固体粒料	上限粒径 $d_{95}$ (mm)	重量浓度%
煤	1.5	50%
砂	1.0	60%
石灰石	0.295	65%
磷灰石	0.295	60%
铜精矿	0.208	65%
铁精矿	0.147	65%

**5.5.3** 输送流速应在淤积临界流速上另加 0.2~0.3m/s。

**5.5.4** 设计的管道摩阻损失应增加 15%的安全量。

**5.5.5** 管道动压力应依据敷设管道的纵剖面图高程,考虑系统在正常运行、停机冲洗和再启动状况下不同浆、水置换位置分析得出。管道任一处的内压不应小于 0.3MPa。

**5.5.6** 管道静压力分析应按各种不利状态,特别应按在浆、水置换时和事故停机时产生的静压来确定。

**5.5.7** 管道壁厚应根据压力变化分段计算,并能承受最大动压力和静压力,另外还需附加服务年限内抗磨蚀的管壁厚。

**5.5.8** 承压管壁厚度由下式计算:

$$E_r = \frac{PD}{2K\Phi\sigma_s} \quad (5.5.8)$$

式中  $E_r$ ——管道计算承压壁厚 (mm);

$P$ ——设计最大承受压力 (MPa);

$D$ ——管道外直径 (mm);

$K$ ——设计系数,一般地区取 0.72,城镇郊区和站区内取 0.6;

$\Phi$ ——焊缝系数(见表 5.3.4);

$\sigma_s$ ——材料最低屈服强度 (MPa)(见表 5.3.4)。

**5.5.9** 应对管道系统可能产生的水击状态进行分析,并对水击时

管壁承压强度进行复核计算。此时允许将管材最低屈服强度提高10%。

**5.5.10** 对于可能产生加速流的管段应考虑适当增加管壁抗磨蚀厚度或采取设置耐磨蚀内衬等措施。

**5.5.11** 埋地钢管外径与壁厚之比不宜大于110。当大于110时应对其径向稳定性进行验算，最大不得超过140。

## 5.6 管道腐蚀控制

**5.6.1** 输送管道的外部防腐蚀设计应采用外防腐蚀绝缘层与阴极保护措施，并应符合国家现行标准《钢质管道及储罐防腐蚀工程设计规范》和《埋地钢管道强制电流阴极保护设计规范》等。阴极保护站宜与泵站、阀站和通信站合建。

**5.6.2** 输送管道应采用第3.2.11条和第3.2.12条所规定的措施进行内防腐。

## 5.7 管道焊缝检验与试压

**5.7.1** 焊缝质量采用无损探伤法进行检验。分段试验合格的管段接口焊缝应全部进行射线照像。焊缝质量级别应符合国家现行标准《长输管道线路工程施工及验收规范》要求。

**5.7.2** 管道工程完工后，应分段进行强度试压和严密性试验。分段长度不宜超过10km，试压介质采用水，强度试验压力不得小于设计压力的1.25倍，持续稳压时间不得少于4h。

对于经射线检验连接焊口合格的分段，全线接通后不再进行全线试压。

## 5.8 管道维修

**5.8.1** 应配置管道沿线巡视检查的人员和机动设施，及时发现事故，进行抢修

**5.8.2** 抢修设施宜配备有速冻装置的抢修车。

## 6 配套设施

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 当浆体长距离压力输送管道的配套设施可与所服务的主体工程的配套设施合用时，应不再单独设立。

**6.1.2** 各种配套设施在设计容量等方面应与管道输送工艺相适应。

**6.1.3** 设计各种配套设施时除应满足工艺要求外，还应分别符合各配套专业现行国家和部门颁发的规范和标准中的有关规定。

### 6.2 供配电

**6.2.1** 浆体管道系统的首站、加压泵站、阀站和终点站的电源尽可能利用地区或主体工程的电力系统供电。个别地段无可利用电源时，可设自备电源或单独建设专用供电线路和变电站供电。

**6.2.2** 首站、加压泵站、阀站及终点站供电电源的可靠性应与所服务的部门或主体工程中供给输送物料的主要车间的电源可靠性相同。必要时应设保安电源或不间断电源(UPS)，提供紧急照明、报警和关键控制仪表的用电。

**6.2.3** 管道沿线的检修电源当不能利用现有电源就地供电时，应配置移动式供电装置。

**6.2.4** 各站的变配电所的电压和设备供电电压宜符合下列规定：

- 1 变配电所的电源电压为  $6\sim 35\text{KV}$ ；
- 2 主泵供电电压为  $10\text{KV}$ 、 $6\text{KV}$  或  $380\text{V}$ ；
- 3 其他辅助设施用电电压为  $380\text{V}$  和  $220\text{V}$ 。

## 6.3 供排水与消防

**6.3.1** 管道系统各站的供水应尽可能利用所服务的主体工程的水源或当地可资利用的水源。当无条件时，可就近自建水源。

**6.3.2** 管道冲洗应利用首站供水水源对首站至第一座加压泵站间的管段的冲洗水。在中间各站均宜设置可容纳1至2倍下一管段冲洗所需水量的贮水池。

**6.3.3** 各站区可循环使用的生产废水宜设立必要的循环系统。

**6.3.4** 各站区宜设污水处理设施。

**6.3.5** 各站区应设置消防设施，其设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》的要求。

## 6.4 通信与自动化

**6.4.1** 浆体长距离压力输送管道长途通信传输可采用光纤、数字微波、同轴电缆和卫星通信等方式。应根据地区条件和经济技术因素比较确定。

**6.4.2** 管道系统的通信设施应具有调度电话、行政电话、巡线及应急通信和数据通信等功能。

**6.4.3** 对管线的巡线、维修和事故抢修的通信宜设无线移动式装置。

**6.4.4** 数据传输系统应符合如下规定：

1 数据信号速率根据数据传输量及水击控制要求确定，应等于或大于9600bps；

2 传输方式应为半双工或全双工及同步或异步的串行传输；

3 信道误码率应小于 $10^{-6}$ ；

4 应用备用信道。

**6.4.5** 管道系统为密闭输送时宜集中控制，并采有计算机监控和数据采集系统(SCADA)。设远控站站控系统和控制中心计算机系统及数据传输网络系统。

**6.4.6** 管道系统在密闭输送时各站应具有如下调节性能：

1 根据输送量的变化和水力计算结果，由中心监控系统指令向站控系统发出指令，控制出站压力和流量（流速），在首站还需控制粒度、浓度、磨蚀量和泵的吸入压力等参数；

2 调控主泵机组运行台数；

3 配合主泵机组运行状况，调控配套设施运行。

**6.4.7** 监控系统应对下列参数进行检测：

浆体流量、浓度、含氧量、pH 值、粒度、磨蚀量、浆体管道冲洗与启动时浆与水的界面位置、主泵吸入和排入压力、电机温升、主泵轴承温升、贮槽液位，以及辅助系统状况等。

应对下列情况发出报警信号：

贮槽液位超限、流量超限、吸入压力超低、排出压力超高、粒度超大、浓度超出上下限、含氧量超值、pH 值超低、停电、主泵机组故障（电机温升和主泵轴承温升超高）、出站调节阀失调和阀站内阀门故障等。

## 6.5 总图与道路

**6.5.1** 各站站址及站内总图布置应满足浆体管道输送工艺流程和管理的要求，并应布置紧凑，减少占地，方便职工生活。

**6.5.2** 通信微波塔应远离变电站和发电机房，宜设立在交通方便的地区。

**6.5.3** 站区内各建筑物间应满足防火间距以及设备运输和管线布置的要求。

**6.5.4** 站外管线生产监测和维护抢修的道路应尽量利用地区现有道路。如确需新建时，不宜低于四级。站内道路宜采用中级路面。

## 6.6 土建与穿跨越设施

**6.6.1** 浆体长距离输送管道工程的房屋建筑可采用砖混结构。

**6.6.2** 建筑抗震应按有关规定设防。对于大功率机泵应考虑减震和消声等措施。

**6.6.3** 水面宽不小于 40m 的大中型穿越设施以及总跨度不小于 100m 的大中型跨越设施的位置与建设方案应进行技术经济论证选定。

**6.6.4** 大型跨越工程可采用悬缆管、斜拉管、悬索管桥和其他形式管桥等；中型跨越工程可采用拱管、轻型托架与桁架管桥等；小型跨越工程可采用梁式管、拱管、八字刚架式与复壁管等。需经技术比较选定。

**6.6.5** 浆体长距离管道工程的穿跨越设施设计可参照现行国家标准《原油长输管道穿越跨工程设计规范》进行。

## **6.7 生产管理与生活福利设施**

**6.7.1** 浆体长距离管道工程的生产管理和生活福利设施，应尽可能的依托所服务的主体工程统一设置，或依托社会解决。当无法依托时，可考虑自行设置必要的生产管理和生活福利设施。

**6.7.2** 各中间泵站可设置必要的生产值班室、倒班宿舍和材料与备件仓库等。

## 7 试验及其数据应用

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 对于浆体长距离输送管道工程的主要设计参数,应由小型试验和半工业试验确定。

**7.1.2** 浆体长距离管道输送工程主要设计参数如下:

#### 1 粒状物料与浆体物性参数:

粒料密度、粒径及其分布、颗粒形状系数、颗粒沉降速度、粒料硬度、粒料化学成份、水和土壤的 pH 值及离子含量、浆体浓度(重量的和体积的)、浆体最大沉降浓度、浆体 pH 值、浆体流变特性(粘度或刚度系数、屈服切应力)、浆体磨损度(米勒数)、浆体的腐蚀率、浆体静止沉积层下滑角、浆体比热与导热系数;

#### 2 管道输送工程设计参数。

淤积临界流速、管道摩阻损失、管道磨损率、管道中浆体温度、管道停输和再启动性能、管道沿线有代表性的土壤电阻率、管道加速流和水击的压力变化。

### 7.2 试样

**7.2.1** 试样包括待输送的固体粒状物料试样、制浆用水试样及制出的浆体试样。各种试样均应按取样标准取样,并应具有充分的代表性。

**7.2.2** 对实验室小型试验,固体粒料的取样数量不少于 20Kg,水样的取样数量不少于 20L。管道水力参数的半工业试验取样数量视试验规模而定,并应考虑浆体循环使用时粒料细化后更换的可能。

**7.2.3** 当在条件限制下不可能取得与被输送物料相同的粒料与

浆体时，可用代用的粒料与浆体进行试验，代用料和浆体的主要特性应与原被送的粒料和浆体相近。

## 7.3 试验方法

**7.3.1** 粒状物料和浆体的特性参数在实验室内用小型试验测定。测定的方法应参照有关标准选取，力求所用仪表简单、方法简便、耗时较少。

**7.3.2** 可用表 7.3.2 所列试验方法测定固体粒状物料和浆体的特性参数：

表 7.3.2 固体粒状物料和浆体的特性参数测定方法

测定项目	测定方法
固体粒状物料	
密度	密度瓶法或蜡封法
粒径及其分布	筛析法、水析法或激光分析仪法
颗粒形状系数	沉降法
硬度	硬度计法
化学成份	化学分析法
颗粒沉降速度	沉降法
浆体及其介质	
水的 pH 值	pH 计法
水的离子含量	化学分析法
浆体浓度	体积重量法
浆体 pH 值	pH 计法
浆体最大沉降浓度	静置沉降法
流变特性	毛细管或旋转粘度计法
浆体沉积层水下滑动角	斜置透明管法
浆体磨损度	密勒法
浆体腐蚀率	失重法

**7.3.3** 管道输送设计参数的半工业试验宜用系列环管法进行。所用系列管道的管径数目不少于**3**种。试验用最大管径不宜小于工程设计管径的**1/2**，在条件限制时也不得小于**1/2.5**。如果有条件进行工业性试验时可用与设计管径相同管道进行试验。

**7.3.4** 试验用管道材质和粗糙度应与工程设计管道一致。

**7.3.5** 可用表**7.3.5**所列方法测定半工业环管试验的各输送设计参数：

表 7.3.5 输送设计参数测定方法

输送设计参数	测定方法
流量	容积法或流量计法
流速	按流量测定值换算
沉积临界流速	透明管观察法或测淤传感器法
管道摩阻损失	压差法
管道磨蚀率	短管失重法
浆体温度	温度计法
管道停输和再启动性能	电机电流法
管道沿线土壤电阻率	电导仪法

**7.3.6** 环管试验中浆体不断循环使用时，如其中粒状物料会产生细化，应及时进行浆体的更换。

**7.3.7** 环管试验中浆体温度应保持相对稳定。

**7.3.8** 环管试验中测定磨蚀率时，应采取除氧措施，准确地模拟工程管道运行时的磨蚀条件。

## 7.4 试验数据的应用

**7.4.1** 对半工业性环管试验所取得的淤积临界流速，管道摩阻损失和管道磨蚀率，须进行规模放大，放大到设计工程管径下的参数方可采用。

**7.4.2** 试验所测定的淤积临界流速、管道摩阻损失的放大宜采取

系列模型放大原理，用作图或数学模型等方法放大到工程管道的规模。

**7.4.3** 环管试验中测定短管失重磨蚀率时，应提供稳定磨蚀率作为设计参数。

**7.4.4** 当试验浆体温度与工程实际温度不同时，应对参数的温度修正。对于管道摩阻损失和淤积临界流速应分别取用可能发生的低温状态和高温状态作为设计状态。

WWW.SINOEC.COM

中国建筑资讯网

## 附录 A 本规程用词说明

本规程条文中要求严格程度的用词说明如下：

一、表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”；

二、表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”；

三、表示允许稍有选择，在条件许可时应首先这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

WWW.SINOAE.COM

中国建筑资讯网