

中华人民共和国行业标准

P

SD 266—88

# 土坝坝体灌浆 技 术 规 范

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND

1988—05—04 发布

1988—05—04 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部  
关于颁发《土坝坝体灌浆技术规范》的通知

(88)水管字第 1 号

各省、自治区、直辖市水利(水电)厅(局),各流域机构,各有关单位:

近年来我国采用灌浆方法加固土坝坝体,消除隐患,控制渗流,收到了显著的效果,也积累了丰富的经验。为了加强对坝体灌浆的技术管理,提高灌浆质量和工艺水平,我部组织有关省水利厅(局)、流域机构编写了《土坝坝体灌浆技术规范》编号为 SD266 k 88 现予颁发,请各地按照执行。

本《技术规范》的内容,多属各地灌浆经验总结,在有些方面尚不够成熟,随着灌浆技术的发展,有待进一步完善和提高。各地在执行过程中应注意积累资料,发现问题请将意见随时寄送部水管司。

1988 年 5 月 4 日

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND  
目 次

前 言..... (3)

第一章 总则..... (3)

第二章 灌浆前的准备工作..... (3)

第三章 灌浆设计..... (4)

第四章 灌浆施工..... (6)

第五章 灌浆观测..... (8)

第六章 灌浆质量检查和验收 ..... (10)

附录一 土坝隐患探测常用仪器表 ..... (11)

附录二 土坝灌浆机械性能规格表 ..... (11)

附录三 土坝坝体劈裂式灌浆最大允许灌浆压力的计算 ..... (12)

附录四 浆液试验仪器设备表 ..... (13)

附录五 坝体劈裂灌浆不利情况下的坝体稳定性验算 ..... (13)

附录六 观测记录和成果表 ..... (14)

附录七 土坝坝体灌浆验收报告书格式 ..... (16)

# 前 言

土坝坝体灌浆是加固土坝(堤)的一项重要技术措施,50 年代开始,多采用充填式灌浆,从 70 年代中期起发展了劈裂灌浆新技术,在国内上千座水库土坝坝体防渗加固中收到良好效果。为了使土坝坝体灌浆有章可循,1981 年水利电力部水利管理司委托山东、浙江、安徽、湖南等省水利(水电)厅和黄河水利委员会共同起草了《土坝坝体灌浆技术规范》,并于 1982 年、1983 年两次主持召开审稿会,组织国内灌浆工程技术专家和有实践经验的灌浆工程技术人员讨论修改。之后,由山东省水利科学研究所讨论稿的基础上,吸收了近几年迅速发展的土坝坝体(土堤)灌浆技术和新的研究成果,完成了《土坝坝体灌浆技术规范》第三稿。水利管理司于 1986 年 10 月主持召开了第三次审稿会,对第三稿进行了认真的讨论、修改,1987 年报部审批。

《土坝坝体灌浆技术规范》已经水利部批准,做为部颁标准,颁发各地按照执行。

## 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 凡采用灌浆方法,以消除土坝坝体隐患、提高坝体防渗能力和稳定性的灌浆工程,均应遵守本规范。

**第 1.0.2 条** 本规范适用于坝高 50m 以下的均质土坝和宽心墙坝,土堤可参照执行。

**第 1.0.3 条** 土坝坝体灌浆可以处理以下问题:

一、土坝坝体碾压不实,密实度普遍较差。  
二、土坝坝体内有渗漏通道、软弱层,坝后坡浸润线出逸点过高,发生洒湿现象或渗透破坏(管涌、流土)现象。

三、土坝坝体由于不均匀沉陷而产生的裂缝(不包括滑坡裂缝)。

四、土坝分段分层施工,质量差的结合部位容易产生水力劈裂的情况。

五、坝体和其它建筑物(如放水洞、闸墙)结合不好,存在空隙和接触冲刷。

六、坝体内存在生物洞穴,如蚁穴、鼠洞、獾洞及腐烂树根等。

**第 1.0.4 条** 土坝坝体灌浆分为充填式灌浆和劈裂式灌浆。充填式灌浆适用于处理性质和范围都已确定的局部隐患;劈裂式灌浆适用于处理范围较大,问题性质和部位又都不能完全确定的隐患。

**第 1.0.5 条** 土坝坝体灌浆必须勘探、设计、施工三方面密切配合,并根据土坝坝体的具体情况,因地制宜地选择灌浆方法和施工工艺,做到安全可靠,经济合理,保证质量。

**第 1.0.6 条** 土坝坝体灌浆,一般应在水库低水位期进行,以加速泥浆固结,保证土坝安全。

**第 1.0.7 条** 在灌浆前,应对参加灌浆的人员进行技术培训。要求主要技术人员能全面了解灌浆设计和掌握施工技术规范,能及时发现和处理问题。技术工人应熟练掌握操作规程,能及时排除机械故障。

## 第二章 灌浆前的准备工作

### 第一节 一般规定

**第 2.1.1 条** 灌浆前应全面、仔细、及时做好各项准备工作,包括:搜集资料,进行隐患探测和分析,做好灌浆设计,准备好灌浆材料、机具。

**第 2.1.2 条** 土坝灌浆设计需要搜集的资料包括:

- 一、已建土坝的地质、设计和施工资料。
- 二、土坝历年的各种观测整编分析资料。
- 三、土坝施工和运行期间出现的问题,如:塌坑、裂缝、洞穴、坝后坡渗透变形、湿润带及滑坡等。

第二节 隐患勘探

**第 2.2.1 条** 土坝坝体隐患勘探可分为普遍性勘探和针对性勘探。从坝面上不能确定隐患的性质和范围时,应采用普遍性勘探;从坝面上大致可以确定隐患的性质和范围时,可采用针对性勘探。

**第 2.2.2 条** 勘探方法宜采用不损伤坝体的物探法。包括:电测深剖面法、电阻率法、自然电场法、激发极化法等。上述几种方法一般是结合使用。物探法采用的仪器和适用条件参考附录一。

**第 2.2.3 条** 如有必要,勘探坝体隐患也可采用损伤坝体的钻探、井探、槽探等方法。

检查坝体的土质、密实度、含水量、软弱层时,可采用钻探方法。

如需直观检查坝体的裂缝、内部洞穴和坝体质量时,可采用井探法。如较浅又较长时,也可采用槽探法。

钻孔、探井、探槽的位置和深度应经过认真论证和设计后方可进行勘探。

**第 2.2.4 条** 在进行勘探时,应按要求及时记录、取样、描绘和照相。待取得资料后,应处理好钻孔、探井、探槽,不得留下人为缺陷。

**第 2.2.5 条** 土坝坝体隐患勘探不宜采用注水试验的方法。如需掌握坝体灌浆压力和吃浆量,可作灌浆试验。

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND  
第三节 灌浆物料、机具的准备

**第 2.3.1 条** 土料是土坝坝体灌浆的主要材料,土料性质应满足灌浆设计要求和本规范的规定,料场储量应不少于需要量的 2~3 倍。

**第 2.3.2 条** 其它灌浆材料的准备:制浆用水一般为不含过量杂质的淡水。如灌浆设计有特殊要求,还应备够其它材料如:水泥、水玻璃、膨润土及化学药物等。

**第 2.3.3 条** 灌浆机具选择,根据灌浆工程的规模、工程量、进度及操作人员的素质等条件综合考虑,应选择工作性能可靠、轻便耐用的灌浆机具。

**第 2.3.4 条** 灌浆机具包括:动力、运料、造孔、制浆、输浆、控制及量测等设备。型号可参考附录二。

灌浆的关键设备及易损机具,如灌浆机(泥浆泵)、注浆管及输浆管等,应有备用。

灌浆所用的动力应有充分保证,必要时应有备用动力。

第三章 灌浆设计

第一节 一般规定

**第 3.1.1 条** 灌浆设计必须在搜集资料和勘探隐患的基础上进行综合分析,提出灌浆处理方案,并论证灌浆方案的可行性、可靠性和经济合理性。

**第 3.1.2 条** 灌浆设计一般包括以下内容:基本资料分析,勘探试验报告,灌浆可行性、可靠性和经济合理性的论证,灌浆技术参数设计,灌浆设计平面布置图、纵剖面布置图、特殊部位设计图、观测设备布置图,概预算及经济效益分析,施工及管理问题说明等。

**第 3.1.3 条** 土坝坝体灌浆施工概算可参考有关定额及实际灌浆工程定额。因灌浆的不可预见性较大,概预算的不可预见费应略高于一般规定。

第二节 劈裂式灌浆设计

**第 3.2.1 条** 当坝体质量普遍不好,坝体外部有裂缝、塌陷、浸润线出逸点过高、坝后坡出现大面积湿润,坝体有明显渗漏或坝体内部有较多隐患,可按劈裂式灌浆设计。

**第 3.2.2 条** 劈裂式灌浆是运用坝体应力分布规律,用一定的灌浆压力,将坝体沿坝轴线方向劈裂,同时灌注合适的泥浆,形成铅直连续的防渗泥墙,堵塞漏洞、裂缝或切断软弱层,以提高坝体的防渗能力,同时通过浆、坝互压和湿陷,使坝体内部应力重分布,提高坝体变形稳定性。

**第 3.2.3 条** 劈裂灌浆应按河槽段、岸坡段、弯曲段和其它特殊坝段的不同情况分别进行设计。

**第 3.2.4 条** 在河槽段,一般沿坝轴线(或稍偏上游)单排布孔。如果坝体普遍碾压不好时,可双排(或三排)布孔。

终孔距离:在河槽段孔深大于 15m 时,可采用 10m 左右;孔深小于 15m 时,可采用 5m 左右。适宜孔距也可通过灌浆试验确定。

在岸坡段、弯曲坝段布孔,应适当缩小孔距,可参照充填式灌浆布孔,或通过试验确定。  
**第 3.2.5 条** 造孔深度应大于隐患深度 2~3 m。如副排孔处无隐患,孔深约为相应主排孔深的 1/3。

**第 3.2.6 条** 泥墙设计厚度可采用 5~20 cm,应根据土坝土质、碾压质量、隐患性质和坝高等情况合理确定。当坝体(或心墙)的渗透系数大于或等于  $10^{-4}$  cm/s,或坝体存在上、下游贯通的水平砂层时,应专门计算泥墙的厚度,并进行渗透破坏验算和专门试验研究。

**第 3.2.7 条** 泥墙的设计干容重,可根据不同的土坝,不同的灌浆方法和浆液中粘粒含量的多少提出要求,灌浆 1 年以后应为 1.4~1.6t/m<sup>3</sup>(指重粉质壤土和粉质壤土)。

**第 3.2.8 条** 灌浆压力系指注浆管上端孔口压力。最大允许灌浆压力可在现场试验确定,也可用公式计算,计算公式见附录三。

**第 3.2.9 条** 对灌浆土料和浆液物理力学性能的要求分别见表 3.2.9—1、表 3.2.9—2。

表 3.2.9—1 灌浆土料选择表

项 目	劈裂式灌浆	充填式灌浆
塑性指数(%)	8~15	10~25
粘粒含量(%)	20~30	20~45
粉粒含量(%)	30~50	40~70
砂粒含量(%)	10~30	<10
有机质含量(%)	<2	<2
可溶盐含量(%)	<8	<8

表 3.2.9—2 浆液物理力学性能表

项 目	劈裂式灌浆	充填式灌浆
容 重(t/m <sup>3</sup> )	1.3~1.6	1.3~1.6
粘 度(s)	20~70	30~100
稳定性(g/cm <sup>2</sup> )	0.1~0.15	<0.1
胶体率(%)	>70	>80
失水量(cm <sup>3</sup> /30min)	10~30	10~30

**第 3.2.10 条** 如有特殊要求,浆液中可掺入下列外加剂:

一、为提高泥浆的流动性,可掺入少量的水玻璃,掺量可占干土重的 0.5%~1.0%,最佳用量可通过试验确定。

二、为加速浆液凝固和提高后期强度,可掺入适量水泥,水泥掺量可为 15%左右,必要时应通过试验确定。

三、如结合灌浆消灭白蚁,在浆液中可掺入少量灭蚁药物,但要防止污染水源。

四、为提高泥浆的稳定性和泥浆的后期强度,可掺入适量膨润土。

**第 3.2.11 条** 每孔每次平均灌浆量,以孔深计每米孔深控制在 0.5~1m<sup>3</sup>,每孔灌浆次数应在 5 次以上。

**第 3.2.12 条** 为保证灌浆期坝坡安全,应对灌浆期坝体沿轴线全线劈开的最不利情况进行坝坡稳定性验算。验算方法见附录五。若稳定安全系数小于或等于 1 时,应改进灌浆工艺,如:延长各序各次灌浆间隔时间,改善浆液性质,增加稠度等。

### 第三节 充填式灌浆设计

**第 3.3.1 条** 当坝体存在局部裂缝及洞穴等,可按充填式灌浆设计。

**第 3.3.2 条** 充填式灌浆是利用浆液自重将浆液注入坝体隐患处,以堵塞洞穴和裂缝。灌浆孔一般布置在隐患处或附近,按多排梅花形布孔,终孔距离可为 1~2 m。

**第 3.3.3 条** 造孔深度应超过隐患 1~2 m。

**第 3.3.4 条** 注浆管上端孔口压力应小于  $4.9 \times 10^4 \text{ Pa}$  (0.5kgf/cm<sup>2</sup>)。

**第 3.3.5 条** 对浆液和浆料的物理力学性质的指标要求,见表 3.2.9—1 和表 3.2.9—2。每米孔深每次灌浆量可为 0.3~0.5 m<sup>3</sup>。若已知洞穴很大,可适当增加灌浆量和提高浆液稠度。

## 第四章 灌浆施工

### 第一节 施工准备

**第 4.1.1 条** 制浆和灌浆机械的布置,应考虑灌浆泵容量的大小,输浆距离的远近,扬程高低和料场位置等因素,尽量满足施工干扰少、搬迁次数少以及电源和交通方便等原则。

**第 4.1.2 条** 灌浆施工前应确定好观测点位置,埋设好必要的观测设备。并应准备好观测和试验仪器以及观测记录表和成果表。可参见附录四、附录六。

**第 4.1.3 条** 灌浆施工前应做灌浆试验。选有代表性坝段,按灌浆设计进行布孔、造孔、制浆、灌浆。观测灌浆压力、吃浆量及泥浆容量、坝体位移和裂缝等。试验孔不少于 3 个。试验结束后应分析资料,总结经验,修改参数,完善和熟练灌浆工艺,然后方可全面施工。

**第 4.1.4 条** 灌浆所用土料和浆液都应进行试验。土料试验包括:颗粒分析、有机质含量及可容盐含量等;浆液试验包括:容重、粘度、稳定性、胶体率及失水量等。试验用仪器设备见附录四。

### 第二节 造 孔

**第 4.2.1 条** 首先按设计要求布孔,然后按要求造孔。造孔必须按序进行,一般要求 2~3 序。

**第 4.2.2 条** 造孔应保证铅直,偏斜不得大于孔深的 2%。应用干法造孔,不得用清水循环钻进。

**第 4.2.3 条** 作好造孔的记录和描述,如发现特殊情况时,应详细记录并分析处理。

### 第三节 制 浆

**第 4.3.1 条** 应采用专用机械制浆。如灌浆量少时,也可以采用人工制浆,但土料应先在泥浆



池内浸泡数小时,搅拌成浆,通过过滤筛清除大颗粒和杂物,灌浆前再通过 35 孔/ $\text{cm}^2$  的过滤筛。

**第 4.3.2 条** 浆液各项指标应按设计要求控制。灌浆过程中浆液容重和输浆量应每小时测定 1 次并记录,浆液的稳定性和自由析水率 10 天测 1 次,如浆料发生变化,应随时加测。

#### 第四节 灌 浆

**第 4.4.1 条** 劈裂式灌浆应先灌河槽段,后灌岸坡段和弯曲段。

充填式灌浆应先灌上游排孔,再灌下游排孔,后灌中间排孔。

**第 4.4.2 条** 劈裂式灌浆应采用孔底注浆全孔灌注的方法;充填式灌浆应采用分段灌注方法,由下至上,下套管分段灌注,段长可为 5~10m。

**第 4.4.3 条** 灌浆开始先用稀浆,经过 3~5min 后再加大泥浆稠度。若孔口压力下降和注浆管出现负压(压力表读数为 0 以下),应再加大浆液稠度,浆液的容重应按技术要求控制。

**第 4.4.4 条** 在灌浆中,应先对第一序孔轮灌,采用“少灌多复”的方法。待第一序孔灌浆结束后,再进行第二序孔,第二序孔灌浆结束后,再进行第三序孔。

**第 4.4.5 条** 每次最大灌浆量应按设计要求控制,每孔灌浆次数应通过试验确定,一般为 5~10 次。

**第 4.4.6 条** 岸坡坝段或弯曲坝段的劈裂式灌浆,可采用加密孔距,减小灌浆压力和 1 次灌浆量,轮灌或几孔同时灌注,增加复灌次数的方法。

**第 4.4.7 条** 作好灌浆记录,并绘制图表。格式见附录六的表(一)至表(四)。

#### 第五节 灌浆综合控制

**第 4.5.1 条** 灌浆综合控制是保证灌浆期间坝体安全和灌浆质量的重要措施。综合控制包括:灌浆量控制,灌浆压力控制,横向水平位移控制,裂缝开展宽度控制。综合控制施行于灌浆过程的始终。

**第 4.5.2 条** 两次灌浆间隔时间不应少于 5d。

**第 4.5.3 条** 孔口压力,应控制在设计最大允许灌浆压力以内。

**第 4.5.4 条** 在灌浆时,坝顶上、下游两坝肩处横向水平位移的允许量应根据试验确定,一般控制在 3cm 以内,要求在停灌后能基本复原。

**第 4.5.5 条** 充填式灌浆应尽量避免坝面出现裂缝;劈裂式灌浆应尽量推迟和限制坝面出现裂缝,裂缝限制宽度应根据灌浆试验确定,一般控制在 3cm 以内,要求在停灌后坝体裂缝能基本闭合。

#### 第六节 灌浆结束标准及封孔

**第 4.6.1 条** 当浆液升至孔口,经连续复灌 3 次不再吃浆时,即可终止灌浆。

**第 4.6.2 条** 劈裂式灌浆封孔。当每孔灌完后,可将注浆管拔出,注满容重大于  $1.5\text{t}/\text{m}^3$  的稠浆,如果浆面下降,可继续灌注稠浆,直至浆面升至坝顶不再下降为止。

**第 4.6.3 条** 充填式灌浆封孔。当每孔灌完后,待孔周围泥浆不再流动时,将孔内浆液取出,扫孔到底,用直径 2~3cm、含水量适中的粘土球分层回填捣实。均质土坝可向孔内灌注稠浆或用含水量适中的制浆土料捣实。

#### 第七节 灌浆出现问题的处理

**第 4.7.1 条** 裂缝处理

一、当坝面出现纵向裂缝后,应分析发生原因,如果是湿陷缝,可以继续灌浆,如果是劈裂缝,应加强观测,当裂缝发展到控制宽度时,应立即停灌,待裂缝基本闭合再灌。

二、当坝面出现横向裂缝时,应立即停灌检查。如果裂缝深度较浅,可以开挖用粘土回填夯实后继续灌浆,如果裂缝较深,可用稠浆灌注裂缝,先灌上游,再灌下游,后灌中间。

三、当弯曲坝段出现裂缝时,应立即停灌。改在坝顶上游坝肩处沿裂缝布孔,按照多孔轮灌的方法灌注稠浆堵住裂缝。待处理好后再按第 4.4.6 条的方法进行灌浆。

#### 第 4.7.2 条 冒浆处理

一、坝顶和坝坡冒浆,应立即停灌,挖开冒浆出口,用粘性土料回填夯实。钻孔周围冒浆,可采用压砂处理,而后再继续灌浆。

二、白蚁洞冒浆,应先在冒浆口压砂堵塞洞口,再继续灌浆。

三、水下坝坡或土坝与其它建筑物接触带冒浆,可采用稠浆间歇灌注。

#### 第 4.7.3 条 串浆处理

一、当第一序孔灌浆时,发现相邻孔串浆,应加强观测、分析,如确认对坝体安全无影响,灌浆孔和串浆孔可同时灌注,如不宜同时灌注,可用木塞堵住串浆孔,然后继续灌浆。

当灌浆后期,相邻孔串浆,说明已形成连续的泥墙,可减少 1 次灌浆量。

二、如浆液串入测压管或浸润线管,在灌浆结束后,再补设测压管或浸润线管。

#### 第 4.7.4 条 塌坑处理。在塌坑部位挖出部分泥浆,回填粘性土料,分层夯实。

第 4.7.5 条 隆起处理。发现坝坡隆起时,应立即停灌,分析原因。如确认不是与滑坡有关的隆起,待停灌 5~10d 后可继续灌浆,并注意监测。

#### 第 4.7.6 条 机械故障处理

一、缩孔卡钻,应以预防为主,改进钻具,将大钻头改为卡杆钻头。也可用倒链或打倒锤将钻杆拔出。

二、灌浆泵不吸浆,应检查泵和吸浆管是否漏气和堵塞。前者应更换易损件,后者应疏通管道,严格泥浆过筛,提高浆液质量。

三、压力表读数增大不进浆,说明输浆管堵塞,应先用水冲洗管路,同时严格泥浆过筛,保证浆液的合理指标。

四、应采用有保护装置的压力表,以防失灵。发现压力表失灵,应立即更换。

五、注浆管堵塞,应将其提起,用稀浆冲开。

## 第五章 灌浆观测

### 第一节 目的和要求

第 5.1.1 条 为保证土坝坝体灌浆质量和坝体安全,检验灌浆效果,在灌浆期间应进行观测。

第 5.1.2 条 灌浆观测项目包括常规项目和特殊项目。常规项目有表面变形、内部应力及渗流观测等。特殊项目有土坝坝体位移、灌浆压力、裂缝、冒浆及泥浆固结观测等。

第 5.1.3 条 在灌浆过程中,应有专门观测人员负责观测工作,全面控制灌浆质量,及时发现和解决问题。

第 5.1.4 条 灌浆观测应充分利用已有的观测设备,必要时可增设永久的和临时的观测设备。

第 5.1.5 条 灌浆观测与灌浆控制应密切配合,协调一致。相关的项目和标点,宜同时观测,以便于分析。观测资料应及时整理,随时掌握灌浆期间坝体的情况。

第 5.1.6 条 观测点的设置及观测方法等除本规范规定外,均可参照《水工建筑物观测工作手



册》(水利电力部水利管理司,水利电力出版社,1978年)规定进行。

## 第二节 坝体变形观测

**第 5.2.1 条** 坝体变形观测分水平位移(横向、纵向)、竖向位移(沉陷)和坝面变形观测,具体观测项目应根据不同需要进行。

**第 5.2.2 条** 横向水平位移观测。可沿坝轴线方向每隔 10~20m 设一组观测标点,每组至少分别在坝顶上、下游坝肩处各设一个观测标点,标点可用木桩或混凝土桩。在灌浆期间,每天观测 1~2 次,非灌浆期间,每 5 天观测 1 次。

**第 5.2.3 条** 在土坝的岸坡段灌浆时,有可能发生纵向水平位移,必要时也应观测。

**第 5.2.4 条** 竖向位移观测。竖向位移桩应与水平位移桩结合,并同时进行观测,以便进行资料分析。在灌浆前,至少应观测 2 次。在灌浆期间,每天观测 1~2 次,非灌浆期间每 5 天观测 1 次。

**第 5.2.5 条** 坝面变形观测。为掌握灌浆对土坝断面的影响,可在河槽段和有严重隐患的坝段,参照第 5.2.2 条的规定进行坝面变形观测。

## 第三节 渗流观测

**第 5.3.1 条** 测压管和浸润线管观测。在灌浆期间,应对灌浆孔附近的测压管和浸润线管,每隔 1~2h 观测 1 次,在灌浆结束 1 个月后,再按正常规定时间观测。

**第 5.3.2 条** 应在灌浆前后和灌浆期间进行渗流量的对比观测,以检查灌浆效果。

**第 5.3.3 条** 当坝下游坡存在湿润区时,应在灌浆前后和灌浆期间注意观测其部位、面积及含水量,记录并绘图,用以判断灌浆效果。

## 第四节 灌浆压力和灌浆量观测

**第 5.4.1 条** 灌浆压力观测。在注浆管上端安装压力表,压力表精度  $0.1\text{kgf/cm}^2$ ,在灌浆过程中,应随时观测压力变化,并应注意记录瞬时最大压力,对照坝体位移和裂缝张开宽度,合理控制灌浆压力。

**第 5.4.2 条** 土坝灌浆量一般采用泥浆泵流量进行控制,重要工程的灌浆量观测,可以使用流量计。每孔每次灌浆量及总灌浆量皆应准确记录,每次灌浆量不得超过设计允许值,以便控制灌浆质量。

## 第五节 裂缝和冒浆观测

**第 5.5.1 条** 裂缝观测内容包括:裂缝位置、宽度、长度、走向、深度、错距和裂缝发生历时、开展速度等。正在灌浆的坝段每天观测 1~2 次。如裂缝发展较快,应加强观测。非灌浆坝段每 5 天观测 1 次。要做好观测记录,并绘制在平面图上。

**第 5.5.2 条** 冒浆观测。在灌浆期间要有专人经常巡视坝坡、坝面。如发现冒浆,应及时处理,同时应记录和描述,并绘制在平面图上。

## 第六节 其它观测

**第 5.6.1 条** 在特殊情况下,应进行下列项目的观测:

一、用电测仪测定被灌入坝体的浆液液面,了解液面上升高度和速度,以便控制灌浆质量。

二、用测压管及孔隙水压力计,测定浆液的孔隙水压力及其消散过程,了解泥浆固结程度和对坝体稳定性的影响。

三、在坝体内部设置土压力计和孔隙水压力计,了解灌浆坝体应力和孔隙水压力的变化,分析灌浆的效果,指导灌浆施工。并为提高土坝坝体灌浆技术积累科学数据。

## 第六章 灌浆质量检查和验收

### 第一节 质量检查

**第 6.1.1 条** 质量检查可以分为灌浆过程的中间检查和灌浆结束后的最终检查。前者是为灌浆质量控制而进行的阶段性检查,后者是为验收和鉴定提供依据。

**第 6.1.2 条** 中间质量检查的主要内容包括:按设计要求检查布孔,造孔,工艺操作,浆液性能,综合控制情况,各孔终止灌浆达到的标准,灌浆中出现的问题和处理情况等。

**第 6.1.3 条** 最终质量检查的主要内容包括:坝体内部的质量(泥墙厚度、密度、连续性、均匀性),坝面裂缝,浸润线出逸点,渗流量变化情况等。

**第 6.1.4 条** 最终质量检查方法,主要是分析资料 and 进行观测,并配合钻孔,探井取样测定。钻探宜在灌浆结束 1 年后进行。

**第 6.1.5 条** 质量检查应全面完整地搜集资料,及时准确地进行记录,作为工程验收的依据,并应归入技术档案。

**第 6.1.6 条** 质量检查由灌浆施工单位负责进行。施工单位应提出质量检查报告,并应接受工程管理部门和设计部门的监督和抽样检查。

### 第二节 验 收

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND

**第 6.2.1 条** 灌浆结束后,由施工单位作好准备,并向主管部门提出申请验收报告,由工程主管部门组织验收委员会(或小组)进行验收。

**第 6.2.2 条** 验收委员会(小组)成员应由主管部门、工程管理、设计、施工及财务部门代表组成。必要时邀请同行专家参加。

**第 6.2.3 条** 劈裂灌浆的验收应在灌浆结束 1 年以后进行。充填式灌浆或小型土坝灌浆验收时间,根据情况可以提前。

**第 6.2.4 条** 验收时,设计、施工管理单位应提出下列文件资料:灌浆工程竣工报告;技术总结;设计、施工文件及图纸;施工决算;物资设备消耗及移交清册;施工、观测的原始资料及整理分析成果;中间质量检查和最终质量检查报告;由管理部门提出的灌浆效果和效益证明。

**第 6.2.5 条** 土坝坝体灌浆的验收内容:

- 一、土坝灌浆是否达到设计效果。
  - 二、灌浆设计及施工是否合理。
  - 三、质量控制和质量检查是否满足要求。
  - 四、经费使用是否得当。
  - 五、是否有遗留问题和其它问题。
  - 六、对移交和管理的意见。
- 验收后提出验收报告书。格式见附录七。

附录一 土坝隐患探测常用仪器表

序 号	名 称	型 号	用 途	产 地
1	积分式激发极化仪	SDJ—3 型	探测坝基、坝体、软土夹层	山东电讯十一厂
2	极化自动补偿电位仪	DDC—2Z 型	探测坝体裂缝、管涌、通道、白蚁洞穴	山东省聊城地区电子研究所
3	甚低频电磁仪	DDS—2 型	探测坝基岩溶、裂隙带	重庆地质仪器厂

附录二 土坝灌浆机械性能规格表

(一)钻机

钻机型号	钻进深度 (m)	开孔直径 (mm)	终孔直 径(mm)	主轴允许 倾角(°)	配套电机 功率(kW)	卷扬能 力(kg)	重量 (kg)	生产厂家
XJ—100A 型 钻机	100	110	75	90°~75°	7.5	1000	4000	山东省泰安市水利机械厂
Z15 型 锥探机	15	25~30					300	山东省泰安市水利机械厂
XV300—2 型 回转钻机	300	110	75	0°~90°	柴油机 20PS	2000	900	山东省泰安市水利机械厂
HD24—1 型 全液压锥探机	打锥速度 480m/h	24~30						湖北省洪湖县水利工 程机械厂
HD12—1 型 全液压锥探机	打锥速度 720m/h	26~28						湖北省洪湖县水利工 程机械厂
ZK24 型 锥孔机	锥孔速度 750~900 m/h	32~35			柴油机 15PS		2700	河南黄河机械制造厂
QZ—10 型 打锥机	10~14	36			柴油机 12PS			安徽省全椒水利机械厂

(二)泥浆泵

机械品名	规 格	流 量 (m³/h)	压 力 (kgf/cm²)	口 径 (mm,入/出)	配套电机功率 (kW)	产 地
单缸泥浆泵	BW—120	7.2	13	25/50	柴油机 2.9(4 马力)	无锡探矿机械厂
双缸泥浆泵	2DN—6/30	6	30	54/40	10	本溪水泵厂
双缸泥浆泵	2DN—15/40	15	40	75/50	30	本溪水泵厂
双缸泥浆泵	110/60	6.6	60	50/38	15	北京机械厂
双缸泥浆泵	BW—200/40	12	40	89/51	17	山东泰安水利机械厂
单缸泥浆泵	HB—50/15	3	15	64/51	4	山东泰安水利机械厂
单缸泥浆泵	HB—80/10	5	10	64/51	4	山东泰安水利机械厂
三缸泥浆泵	BW—250/50	15	50	63.5/38	15	湖南衡阳探矿机械厂
砂浆泵	HB—50/15	3	15		4	安徽全椒水利机械厂
灌浆机组	PN—3	6	25~30		柴油机	湖北洪湖县水利工程机械厂
双缸泥浆泵	BW—250				14.7(20 马力)	
	BW—200	7.5	40	37/65	柴油机 14.7(20 马力)	无锡探矿机械厂

(三) 泥浆搅拌机

机械品名	型 号	容 量 (L)	配套电机功 率(kW)	搅拌转速 (r/min)	造浆量 (m³/h)	重 量 (kg)	产 地
泥浆搅拌机	J100	280	10	400~70	6	800	山东泰安市水利机械厂
泥浆搅拌机	J200	550	13	400~70	12	1000	山东泰安市水利机械厂
泥浆搅拌机	WJ60	150	7	530	3.6	700	山东泰安市水利机械厂
灰浆搅拌机		100	1.7	30		300	石家庄新生工厂
灰浆搅拌机	HJ200	200	2.8	34	3	730	石家庄新生工厂
灰浆搅拌机	HJ—04	400	6	32	3	600	石家庄新生工厂
泥浆搅拌机	WJG	280	17	400~700	6	1700	山东泰安市水利机械厂
泥浆搅拌机	80—1	280	17	520	6	1900	山东泰安市水利机械厂
泥浆搅拌机	WJG	280	17	520	6	1900	山东泰安市水利机械厂
泥浆搅拌机	80—2	280	17	520	6	1900	山东泰安市水利机械厂
单桶打浆机	D—12	550	17	420	12	550	安徽全椒水利机械厂
单桶打浆机	D—8	380	13	420	8	350	安徽全椒水利机械厂

附录三 土坝坝体劈裂式灌浆最大允许灌浆压力的计算

灌浆压力系指注浆管上端孔口压力。灌浆施工时应控制在最大允许灌浆压力以下。最大灌浆允许压力  $\Delta P$  用下式计算。

$$\Delta P = a\sigma_3 - \sigma_2 + \sigma_t - \gamma' h$$
(1)

式中  $\sigma_3$  **kk** 作用在钻孔平面上, 劈裂点处的最小主应力;  
 $\sigma_2$  **kk** 沿钻孔平面劈裂点处三向应力状态的中间主应力; 在河槽段  $\sigma_2 = \mu(\sigma_1 + \sigma_3)$  ;  
 $\mu$  **kk** 泊松比, 一般可取 0.35~0.40;  
 $\sigma_1$  **kk** 三向应力状态的最大主应力, 近似取 0.9 倍土柱重;  
 $\sigma_t$  **kk** 土的单轴抗拉强度, 由试验确定;  
 $a$  **kk** 圆孔应力集中系数, 可取 2.2~2.5;  
 $h$  **kk** 全孔灌浆时注浆管高度;  
 $\gamma'$  **kk** 浆液容重。

或用下式估算:

$$\Delta P = \gamma H + \sigma_t - \gamma' h$$
(2)

式中  $\gamma$  **kk** 坝体土的容重;  
 $H$  **kk** 计算点以上的坝高;  
其他符号含义同上。

附录四 浆液试验仪器设备表

序号	名 称	规 格	用 途	数量	备 注
1	泥浆比重计	1002 型天平式	测量泥浆容重	2 套	上海地质仪器厂生产
2	泥浆含砂量	1004 型沉淀式	测定泥浆中砂粒和未被分散的物质	1 套	上海地质仪器厂生产
3	泥浆粘度计	1006 型漏斗式	测量泥浆粘度	1 套	上海地质仪器厂生产
4	泥浆静切力仪	1007 型圆筒式	测定泥浆静切力和触变性	1 套	上海地质仪器厂生产
5	泥浆失水量仪	1009 型	测定泥浆标准失水量	1 套	上海地质仪器厂生产
6	量 筒	250ml	测定泥浆稳定性	4 只	
7	量 筒	100ml	测定泥浆胶体率	4 只	
8	移液管	100ml	移动液体	2 只	
9	比重瓶	50ml	测定泥浆容重及泥浆水土比	2 只	
10	天 平	称量 200g 感量 0.01g		1 台	
11	秒 表		测定粘度静切力时用	1 只	
12	闹 钟		试验计时用	1 只	
13	铝 盒	Φ30mm	测含水量	20 只	
14	滤 纸			5 合	
15	搪瓷杯	Φ60mm	盛泥浆	4 只	
16	温度计	50°	测水温	1 只	

附录五 坝体劈裂灌浆不利情况下的坝体稳定性验算

劈裂灌浆,坝体沿轴线劈裂很长,且浆液未固结,视为最不利情况,应进行坝体稳定性验算。

1. 总应力法:主要用于上游无水,坝体没有稳定渗流情况下。

计算公式如下:

$$K = \frac{R(\sum W_i \cos a_i + \text{tg} \varphi_i + \sum C_i L_i)}{R \sum W_i \sin a_i + R' E}$$

式中  $W_i$   $\text{k k}$  土条重量,  $W_i = \gamma_i b_i h_i$  ;

$h_i$   $\text{k k}$  土条高度;

$b_i$   $\text{k k}$  土条宽度;

$\gamma_i$   $\text{k k}$  土条容重;

$a_i$   $\text{k k}$  过土条中心线的重力线与过此条底面中点的半径的夹角;

$L_i$   $\text{k k}$  土条宽度对应的弧长( $L_i = b_i \cos a_i$ );

$E$   $\text{k k}$  劈裂缝中浆液对滑动体的压力的合力,用泥浆柱压力图面积表示(按三角形计),

$$E = \frac{\gamma' (h')^2}{2}$$

$\gamma'$   $\text{k k}$  浆液容重;

$h'$   $\text{k k}$  滑裂面以上泥浆柱高度;

$R$ — $\text{k}$  滑弧半径;

$R'$   $\text{k k}$  滑弧圆心到泥浆柱压力图合力线的垂距;

$C_i、\varphi_i$   $k k$  分别为坝体土固结饱和快剪和不固结饱和快剪强度指标(视情况而定)。

2. 有效应力法:适用于上游蓄水且灌浆前坝体内形成稳定渗流的情况,计算公式如下:

$$K = \frac{R\{\sum [W_i \cos a_i - (\mu_i - \gamma_w Z_i) b_i \sec a_i] \operatorname{tg} \varphi'_i + \sum C'_i L_i\}}{R \sum W_i \sin a_i + R' E}$$

式中:  $\mu_i$   $k k$  土条滑动面上孔隙水压力;  
 $C'_i、\varphi'_i$   $k k$  分别为土条有效固结饱和快剪和不固结饱和快剪强度指标;  
 $Z_i$   $k k$  条快底面中点至坝坡外水位的垂直高度;  
 $\gamma_w$   $k k$  水的容重;  
其他符号含义同前。

附录六 观测记录 and 成果表

坝体灌浆钻孔记录表(一)

工程名称:设计孔深:

钻孔机具:钻孔编号:

孔口高程:钻孔日期:

孔位桩号:钻孔人员:

实钻孔深:

深度 (m)	高程 (m)	土料 分类	颜色	密度	进尺 速度	掉钻 情况	备 注

- 填表说明:
- 1. 钻孔编号表示出序号和孔号,如两序孔,5号则填2—5;
  - 2. 进尺速度:慢、较慢、一般、较快、快;
  - 3. 钻孔机具:机钻、土钻;
  - 4. 土料分类:按土工试验分类;
  - 5. 密度:不密、较密、密、很密。

坝体灌浆记录表(二)

工程名称:钻孔桩号:

始灌日期:钻孔编号:

复灌次数:终灌日期:

用泵型号:

孔 深:

灌浆负责人:



日期  月  日	终灌时期			泥 浆		单位吸浆量 (m³/m)	孔口压力 (Pa)			水土比	备 注
	开始	终止	延续时间	灌入量	容重		最大	最小	一般		

- 填表说明：
- 1. 延续时间＝终止时间－开始时间；
  - 2. 有时孔内产生负压，输浆管被压扁，在孔口压力最小栏内应填“k”字；
  - 3. 复灌次数：第一次灌浆结束后，停数天（一般设计为5天）后再进行灌浆，这样为复灌1次，灌浆次数减1即为复灌次数；
  - 4. 孔口压力：1kgf/cm²＝9.8×10⁴Pa。

坝 体 灌 浆 汇 总 表（三）

工程名称：

序 号	桩 号	孔 号	孔 深 (m)	孔口压力 (Pa)		泥 浆		注入浆量 (m³)	干土重量 (t)	单 位 干土重量 (t/m)	备 注
				最大	平均	容 重 (t/m³)	水土比				

- 填表说明：
- 1. 孔口压力平均值和泥浆容重应按加权平均计算；
  - 2. 单位干土重＝干土重/孔深；
  - 3. 干土重＝ $\frac{\text{土颗粒比重}}{\text{土颗粒比重}-1} \times (\text{泥浆容重}-1) \times \text{泥浆总方数}$ ；
  - 4. 孔口压力：1kgf＝9.8×10⁴Pa。

坝 体 灌 浆 汇 总 表（四）

工程名称：

孔序	进尺	注入浆量 (m³)	耗水量 (m³)	干土重 (t)	占总土量 (%)	单 位 用土量 (t)	备 注
孔数							
—							
—							
—							
—							

- 填表说明：
- 1. 表中第一栏横线上为孔序号，横线下为该孔序数的总孔数；
  - 2. 进尺、注入浆量、耗水量、干土重均为相应序孔的和，各序之和相加为合计数；
  - 3. 耗水量＝ $(1-\frac{\text{每立方米泥浆含干土重}}{\text{土粒比重}}) \times \text{泥浆总方数}$ ；

4. 单位用土量:单位孔深注入的土量。

累计沉降量表(五)

工程名称:		单位:mm				
桩号	××年	月 日	月 日	月 日	月 日	备注
	0+×××					

累计位移量表(六)

工程名称:		单位:mm				
桩号	××年	月 日	月 日	月 日	月 日	备注
	0+×××					

填表说明:  
在观测坝坡位移量时,测点远离轴线为正,反之为负。

附录七 土坝坝体灌浆验收报告书格式

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND  
(一)封面

(×××土坝坝体灌浆验收报告书编号)  
工程名称:  
工程主管单位:  
灌浆施工单位:  
组织验收单位:  
验收时间及地点:

(二)正文 页

1. 灌浆工程说明
- (1)工程一般情况;

(2)工程存在问题处理方案,选择灌浆方案的理由;

(3)灌浆设计的简要说明和技术指标;

(4)施工情况说明;

(5)灌浆工程完成情况;

(6)批准单位和时间,施工单位和施工时间;

(7)预决算;

(8)其它。
2. 灌浆工程的质量、效果、效益的意见;

- 3. 对灌浆工程设计、施工和管理运用的意见；
- 4. 灌浆工程遗留问题及处理意见；
- 5. 对移交工作的意见；
- 6. 灌浆工程有关附件；
- 7. 灌浆工程验收委员会成员签字；
- 8. 工程主管部门意见     年     月     日；
- 9. 组织鉴定单位意见     年     月     日。

YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND-YND