

水利电力部水利水电建設总局审定

水工建筑物
隧洞水泥灌浆
施工技术試行规范

1963 北 京

水利电力部水利水电建設总局审定

水 工 建 筑 物
隧 洞 水 泥 灌 浆
施 工 技 术 試 行 規 范

中 国 工 业 出 版 社

1963北 京

水利电力部水利水电建設总局审定

水 工 建 筑 物
隧洞水泥灌浆
施工技术試行规范

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南甯路）

中国工业出版社出版（北京修驛園路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印張 $1^5/16$ ·字数18,000

1963年10月北京第一版·1964年5月北京第二次印刷

印数3,921—9,333·定价(科五)0.14元

*

統一书号: 15165·2630(水电-342)

前 言

本规范是根据水利电力部1958年11月所編“水工建築物地基和隧洞水泥灌浆工程暫行施工技术规范”(征求意见稿)和大跃进以来我国在隧洞灌浆工程中积累的成熟經驗，由我局組織編制和审定的。

规范中所列遵守性条文，均須遵照执行，如因情况特殊，难于执行时，应先征得我局同意。其他建議性和参考性的条文，可結合当地具体条件，加以研究采用。为了更好地結合施工实践經驗与实际情况，各单位可根据本规范的精神，并結合具体条件，制訂必要的补充規定，在本单位內执行，并报我局备案。

为了进一步完善本规范，各地在試用过程中，請随时将发现的問題和有关建議，逕寄北京北新华街 35 号我局技术处，以便統一研究和修訂。

水利电力部水利水电建設总局

1963 年 2 月

目 录

第一章 总则	1
第二章 灌浆材料与灌浆设备	3
第一节 灌浆材料的选用	3
第二节 灌浆材料的室内试验	5
第三节 灌浆设备	6
第三章 钻孔和冲洗	7
第一节 钻孔的位置、方向和施工程序	7
第二节 钻孔的深度、直径和质量要求	8
第三节 冲洗工作	8
第四章 压水试验和灌浆	9
第一节 准备工作	9
第二节 压水试验	9
第三节 灌浆方法和施工次序	10
第四节 灌浆压力、吸浆量和水灰比的变换	10
第五节 灌浆的结束和封孔	12
第六节 特殊处理	12
第五章 质量检查、施工记录和工程验收	14
附录一 隧洞衬砌变形测量装置	17
附录二 技术文件格式	18
表1.隧洞钻孔班报表	18
表2.隧洞灌浆班报表	19
表3.隧洞灌浆记录表	20
表4.隧洞压水试验记录表	21
表5.隧洞灌浆孔成果一览表(附钻孔位置图)	22
表6.隧洞灌浆检查孔成果一览表(附检查孔位置图)	24
表7.隧洞灌浆综合剖面图	26

第一章 总 則

一、本规范适用于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ級水工隧洞的回填灌浆和固結灌浆工程的施工，Ⅳ級和Ⅳ級以下的水工隧洞和預应力衬砌隧洞的回填灌浆、固結灌浆和开挖前的岩石固結灌浆等工程的施工，可参考使用。

二、回填灌浆对各种类型衬砌的水工隧洞都是必要的。固結灌浆仅在設計上认为需要时才进行。

三、灌浆施工前，設計单位应提供如下基本資料：

(一)隧洞地质纵剖面图及有关工程地质水文地质資料和文件；

(二)灌浆类型、孔位布置、灌浆深度的施工詳图和施工說明书等；

(三)灌浆材料、极限灌浆压力、浆液配合比以及质量要求等。

四、隧洞开挖和衬砌施工中，設計和施工单位应根据施工实况，充实和編制以下資料，作为灌浆施工的依据：

(一)隧洞实际开挖纵横断面图、地质展示图、隧洞周圍岩石断层、褶皱、裂隙等情况，以及开挖中发生的塌方、超挖等的位置和尺寸；

(二)岩石的渗透性、地下水埋藏条件、侵蝕性及其动态变化情况；

(三)隧洞开挖、衬砌和灌浆等工序相互之間的关系及施工部署；

(四)隧洞衬砌情况包括：衬砌类型、浇筑程序、埋設物

和有关质量事故等情况。

五、施工单位必須按已批准的設計文件施工。施工前应按照設計文件，对隧洞的开挖、衬砌、施工条件等进行实地了解与研究，編制施工措施計劃。发现問題即应与勘测設計单位商討解决。

六、隧洞回填灌浆工作，建議当衬砌混凝土达到設計强度70%以上时进行。为避免坍塌和地下水的侵蝕，但也应在衬砌完成以后2个月內完成。

七、固結灌浆，应根据隧洞周圍岩石情况，在回填灌浆結束7~14天以后进行。

八、固結灌浆，应在整个隧洞断面混凝土衬砌完成后进行。

九、采用装配式衬砌的隧洞，建議尽早进行灌浆工作；灌浆次序按第五十八条規定。

十、隧洞衬砌采用鋼板护面时，除应在衬砌混凝土背后进行回填灌浆外，并应进行鋼板与混凝土接触面的回填灌浆。采用的灌浆压力，必須經過具体核算。灌浆时，所用压力不得超过設計要求的最大压力。

十一、隧洞灌浆工程施工前，应进行技术交底；施工中应貫徹安全生产的方針，执行安全技术措施的規定，遵守劳动保护法令，以不断改进操作技术和改善劳动条件。

十二、为便于掌握和使用，本规范条文分为三类：

(一)必須遵守的条文：条文均以肯定語气写出，并附有“必須”、“不得”或“应”等字样；

(二)建議性条文：条文均以建議性語气写出，并附有“建議”、“不宜”等字样；

(三)参考性条文：条文中附有“最好”、“可”等字样。

第二章 灌浆材料与灌浆设备

第一节 灌浆材料的选用

十三、隧洞灌浆所采用的水泥品种及标号，应根据灌浆目的及地下水的侵蚀程度等，由设计单位确定。掺合料及外加剂的使用，必须通过试验确定。

十四、隧洞灌浆的浆液，应满足下列条件：

(一)浆液能紧密充填所要求范围内的岩石裂隙及其与混凝土衬砌之间的缝隙、空隙等；

(二)浆液灌入岩层及隧洞衬砌背后空隙所形成的结石，应满足设计所要求的强度、抗渗性、耐久性和整体性。

十五、灌浆材料的物理及力学性质应经试验鉴定，并应符合“水工建筑物混凝土及钢筋混凝土工程施工技术暂行规范”(1960年水利电力部技术委员会审定)的规定。

十六、水泥应按品种、标号和出厂日期分批贮藏在干燥封闭室内，防止受潮和沾污。

十七、隧洞回填灌浆所用的水泥标号，不应低于300号。固结灌浆所用的水泥标号，不应低于400号。

十八、在有集中渗透水流入隧洞的情况下，建议采用速凝性及膨胀性水泥，或在普通硅酸盐水泥中掺入氯化钙或水玻璃等速凝剂，其掺入量应通过试验决定。

十九、为了节约水泥，在回填灌浆中遇有大量吸浆的情况时，可以加入天然或人工的砂、石粉、粉煤灰、磨细矿渣及粘土等材料，掺入量应通过试验决定。

二十、掺合料必须不溶于水，并对水泥的凝结和硬化不

产生有害影响。掺合料最优加入量应通过試驗确定。灌浆浆液不应因使用掺合料而产生分离沉淀現象和使浆液結石强度低于設計要求。

二十一、回填灌浆的第一次序孔的灌浆中，采用水泥砂混合浆液时，砂的粒徑应根据隧洞衬砌背后空隙情况及灌浆泵的性能等因素选定。砂的最大粒徑建議不超过 3 毫米。其掺用量以不致引起浆液分层沉淀为标准，但最大不得超过水泥重量的 250%。在含砂量較大的混合浆液中，为了防止浆液产生分离和沉淀，可掺用不超过水泥重量 5% 的高塑性粘土。

二十二、在大空洞的回填灌浆中，建議先填毛石、砾石等，随之灌入浆液。在回填灌浆时，如对浆液結石强度无特殊要求，为了改善浆液性能和节约水泥，在商得設計单位同意后，可以在水泥浆中掺用砂壤土或粘性土，其掺入量应通过試驗确定。粘性土的顆粒組成应符合下列要求：

· 粘粒(粒徑小于 0.005 毫米)含量占 15~30%；粉砂(粒徑为 0.05~0.005 毫米)含量占 35~60%；砂粒(粒徑为 1.0~0.05 毫米)含量占 10~40%。

二十三、固結灌浆应采用水泥浆或水泥砂浆（見第六十九条），并可掺用外加剂，但不得使用粘土作为掺合料。

二十四、固結灌浆时，为了調整和改善水泥浆的物理、化学性能，使其适应被灌地区的特性和便利施工，可按下列規定掺用外加剂。

(一)为了加速水泥浆的凝結，可采用速凝剂如氯化鈣、水玻璃等。

氯化鈣应以水溶液状态在濃浆內掺用，其最大渗量以无水氯化鈣重量計，不宜大于水泥重量的 4%，其最优掺量应通过試驗決定；

(二)为了提高浆液的分散性和在裂隙內的扩散能力,延緩水泥浆的凝結時間,可采用塑化剂和加气剂。塑化剂的掺入量当水灰比 ≤ 2 时为0.2%;当水灰比为 $2 \sim 10$ 时为0.4%(按塑化剂有效物质含量占水泥重量的百分数計算)。加气剂的掺入量約为0.01~0.02%。

塑化剂和加气剂可同时应用。

塑化剂及加气剂的最适宜的掺入量应通过試驗确定;

(三)为了提高水泥浆的均匀性和流动性,防止水泥浆或混合浆液的分离沉淀,可在浆液中掺入膨潤土或粘粒含量高的胶质粘土,其最大掺入量不得大于水泥重量的5%。最适宜的掺入量及当地粘土能否使用应通过試驗确定。

第二节 灌浆材料的室内試驗

二十五、在施工前,試驗室应配合設計与施工进行灌浆材料的鉴定及灌浆浆液配合比的室内試驗工作,以便更合理地使用灌浆材料,提高灌浆工作质量。

二十六、灌浆材料試驗工作的主要内容,应包括:

- (一)鉴定各种灌浆材料的质量;
- (二)測定各种浆液性能;
- (三)各种浆液的处理方法試驗;
- (四)測定灌浆浆液結石的性能。

二十七、各种灌浆材料(包括水泥、水、掺合料和外加剂等)性能的測定結果,应符合現行規定或設計所提出的技术指标要求。

二十八、灌浆浆液性能的主要試驗項目可包括:

- (一)浆液結石的强度和容重;
- (二)浆液結石的透水性和稳定性;

(三)浆液的粘度;

(四)浆液的析水率、沉淀速度和浆液分层沉淀离析的可能性等。

第三节 灌浆设备

二十九、浆液拌和机在整个灌浆过程中，应保证迅速拌和，以获得均匀的浆液，其生产率应和灌浆泵的生产率相适应。

三十、灌浆泵应有足够的排浆量，并能在最大浆液稠度时正常工作。灌浆泵的压力应大于最大设计压力，以保证灌浆工作顺利地进行。

三十一、灌浆管路必须能承受最大灌浆压力，灌浆前应以不小于 1.5 倍最大灌浆压力做耐压试验。管路的直径应使浆液流动通畅，不致发生沉淀堵塞。

三十二、每台灌浆泵与每一个灌浆孔都应装有压力表，压力表的刻度单位，应根据所要求的压力大小确定。安装后与使用前须检查其准确程度。

压力表的误差不得大于 5 %。

压力表与管路应以油盅连接，以防止浆液进入压力表。

三十三、灌浆结束或中断时，必须将灌浆设备内余留的沉积物彻底冲洗干净。

三十四、所有灌浆设备应有备用，以避免和减少因设备故障而造成灌浆中断的质量事故。

三十五、机械运转中，必须在机械转动、摩擦传动、皮带传动等部位安装保护网或防护罩，以确保安全。

第三章 钻孔和冲洗

第一节 钻孔的位置、方向和施工程序

三十六、隧洞灌浆钻孔的位置，由設計規定。在鋼筋混凝土衬砌中，应在衬砌前留有預留孔或預留管。混凝土衬砌，可等衬砌完成后按規定的位置钻孔。鋼板护面衬砌应在衬砌前，在規定的位置上設置帶有絲扣的管帽和預留灌浆管。

預留孔或預留管内徑应大于50毫米，預留孔(管)深度距岩石面的距离应大于5厘米。

注：預留孔可在混凝土澆筑时，在規定的位置插入直径稍大于50毫米的木棒，待混凝土拆模后，拔出木棒即成。

三十七、鋼板护面衬砌时，鋼板与混凝土接触面的钻孔和灌浆，应在混凝土与岩石面的回填灌浆后，經檢查确定空隙的具体位置后进行。

三十八、隧洞灌浆钻孔开孔实际位置与設計位置的偏差，不得超过10厘米。

三十九、隧洞回填灌浆钻孔的方向，应与衬砌面垂直。固結灌浆钻孔的方向，应按設計規定（主要根据岩石层理或裂隙状况决定），其誤差不得超过5度。

四十、钻孔应一次钻至設計深度。遇有破碎岩层等特殊情況，必需分段灌浆时，則应在前一段灌浆結束，浆液已經凝固，并具有一定的强度以后，才能进行更深一段的钻孔和灌浆。

四十一、隧洞灌浆的钻孔和灌浆，应按逐漸加密法进

行，第一次序灌浆孔的距离，应为設計孔距的两倍或4倍。

第二节 钻孔的深度、直径和质量要求

四十二、隧洞灌浆中回填灌浆孔的深度，应钻入岩石20~30厘米；固結灌浆孔的深度按設計規定。

四十三、钻孔的开孔直径，建議不小于50毫米，最終孔径不小于32毫米。

四十四、钻孔时，不得使用岩石軟化剂或其他妨碍水泥硬化的化学溶液。

四十五、钻孔时对于預留孔或預留管等，应妥加保护，不得随意损坏或将絲扣磨損，并不得将衬砌內的应力鋼筋或其他埋設件毁坏。

四十六、所有钻孔應該統一編号，已钻好的钻孔应用木塞塞住，妥加保护，以防止污物进入。

第三节 冲洗工作

四十七、灌浆前应冲洗钻孔，冲洗工作应进行到冲出的水完全澄清时为止。

钻孔冲洗工作，建議采用压缩空气和清水交替进行。冲洗水的压力不得高于灌浆压力。

四十八、为提高灌浆效果，如設計上对岩石裂隙冲洗有特殊要求时，則冲洗的方法及其可能性应根据試驗确定。

四十九、当采用压力水冲洗时，由于可能改变隧洞周圍岩石的天然結構条件，应加强观测及采用有效措施，以防止可能引起衬砌的变形。

第四章 压水試驗和灌浆

第一节 准备工作

五十、压水試驗及灌浆工作开始之前，对所用的机具、仪表等，应檢查其可靠性和正确性，并应进行試运转。

五十一、隧洞混凝土衬砌中如存在裂缝、砂眼、蜂窩等缺陷，并可能影响灌浆工作时，应在灌浆前加以补救。

五十二、隧洞場方段或超挖处，如衬砌面与岩石面之間存在着深度达1米以上的空隙时，应根据不同部位在衬砌前或混凝土澆筑时填入毛石、砾石等，并安装回填灌浆管。

五十三、在岩层强烈破碎，渗透水流較大的隧洞段中，为了避免地下水流进灌浆区段和降低灌浆区段地下水的压力，应在灌浆段与集中渗水段之間設置隔水槽，并钻一排排水孔。排水孔可按环形輻射方向布置。一般可先将渗透水由面集中到点，再将水引出。

五十四、隧洞灌浆应作好隧洞內的排水、清污和运输等工作。当灌浆与隧洞开挖、衬砌等工作平行作业时，更应作好廢水、廢浆的排除工作，以免妨碍施工和影响工程质量。

第二节 压水試驗

五十五、为了了解岩层的渗透性能，隧洞固結灌浆前，应选择有代表性的钻孔作压水試驗。

作压水試驗钻孔的数量，一般应占灌浆孔总孔数的10%。

五十六、压水試驗应在冲洗工作完成后进行。

試驗所采用的压力根据具体情况确定，但应低于灌浆压

力，并按一个压力阶段进行。为了便于相互比較，一个灌浆区域内最好采用统一的压力标准。

压水試驗須待吸水量稳定并繼續30分钟始可結束。試驗結束，即应根据試驗結果核算岩石单位吸水量。

五十七、回填灌浆可不必进行压水試驗工作。

第三节 灌浆方法和施工次序

五十八、隧洞灌浆应先做回填灌浆，后做固結灌浆。同一横断面上的灌浆工作，应由下而上对称地进行；灌浆作业应沿隧洞軸綫方向按逐漸加密的次序进行。

当隧洞軸綫具有10度以上的坡度时，灌浆应从最低一端开始。

五十九、各次序灌浆間的間隔時間，不得早于36~48小时。

六十、固結灌浆应优先考虑使用循环式灌浆法。回填灌浆可采用純压式灌浆法。

六十一、当岩石裂隙不均匀时，必須进行单孔灌浆。

六十二、采用多孔灌浆法，应符合下列条件和要求：

- (一)各钻孔的岩石单位吸水率相近似；
- (二)灌浆泵的生产率大于各孔吸浆量的总和；
- (三)多孔灌浆孔数不宜超过4孔；
- (四)灌浆管路布置方式应采用并联法；
- (五)为便于分析資料，各灌浆孔最好位于同一断面上。

第四节 灌浆压力、吸浆量和水灰比的变换

六十三、隧洞灌浆压力，随着灌浆种类和灌浆作用而不同，应根据隧洞衬砌型式及岩石性质由設計規定。

六十四、回填灌浆压力，应由小到大逐渐增加。

固結灌浆，在岩石裂隙很少的情况下，根据衬砌設計强度和岩石性质，应一开始就用尽可能大的灌浆压力；当岩石裂隙甚为发育时，应用逐渐增加压力的方法达到最大灌浆压力。

六十五、回填灌浆应采用較稠的浆液，其水灰比建議分为4:1，2:1，1:1，0.8:1，0.6:1，0.5:1，0.4:1等七种比級。第一次序孔灌浆中浆液的起始水灰比(重量比)可采用2:1或1:1，第二次序孔及以后的各孔則可采用4:1或2:1。

六十六、固結灌浆中，浆液的水灰比分为10:1，5:1，3:1，2:1，1.5:1，1:1，0.8:1，0.6:1，0.5:1，0.4:1等十种比級。不論岩石单位吸水率的大小，浆液的起始水灰比皆应采用10:1。

灌浆浆液的水灰比，在一般情况下，应由稀到濃逐步改变，不应越級改变。

六十七、灌浆过程中，当灌浆压力保持不变，而吸浆量均匀地减少时，或当吸浆量不变，而压力均匀地升高时，均应保持这种灌浆情况，并不得改变浆液的水灰比。

六十八、固結灌浆时，当某一水灰比的浆液的灌入量已达600升，而压力及吸浆量沒有改变，或改变不显著时，均应将水灰比加濃一級。回填灌浆时，在某一水灰比下灌浆已經持續30分钟，而压力及吸浆量沒有改变，或改变不显著时，才可將水灰比加濃一級。

六十九、固結灌浆或回填灌浆中的第二次序孔和以后的灌浆孔的灌浆中，一般不宜采用水泥砂浆灌注。但在岩石裂隙較大或回填較大空隙时，当灌入大量浆液后仍不能达到設計压力或吸浆量不見减少时，可考虑使用含砂較少的浆液，但砂的粒徑不应大于1毫米。砂的粒徑和掺入量应通过試驗

决定。

七十、由于变换水灰比不当而使吸浆量急剧减少时，应立即变回到原来的水灰比，采用原来水灰比后，若仍不能恢复原有吸浆量时，应改用初始水灰比灌注或以清水洗孔。

七十一、灌浆过程中应注意隧洞的变形观测，若发现因灌浆压力过高引起隧洞周围岩石或衬砌的变形，即应降低灌浆压力，并由施工、设计等部门共同研究，采取有效的措施进行补救。

第五节 灌浆的结束和封孔

七十二、回填灌浆时，在设计所规定的极限压力下停止吸浆后，始可结束灌浆。

固结灌浆时，当停止吸浆，或吸浆量在较长时间內保持稳定，且不超过0.4升/分时，再继续以最大灌浆压力灌注30分钟以上，即可结束灌浆。

七十三、对于隧洞顶部的灌浆孔，灌浆结束的方法为：先将孔口止浆阀关闭后再行停机，以免浆液流出，并需停歇24小时以后才能拆除孔口装置。

七十四、灌浆结束后，建议采用膨脹水泥調制成水灰比不大于0.5:1的干稠水泥砂浆(1:2)封孔。

七十五、若灌浆孔兼作回填灌浆及固结灌浆用时，则应待两种灌浆完毕后才能封孔。

七十六、灌浆孔结束灌浆后若仍有地下水渗出，应重作防渗灌浆，直至无水渗出后才能封孔。

第六节 特殊处理

七十七、回填灌浆开始时，如有清水或稀浆从衬砌的冷