

中小型水库丛书



土坝沕浆



水利电力出版社

PDG

前 言

在英明领袖华主席抓纲治国战略决策指引下，在全国农田基本建设会议的精神鼓舞下，一个大搞农田水利建设的新高潮已经到来。为了适应当前水利运动形势的发展，更好地为农业学大寨、普及大寨县作出贡献，我们通过对一些中小型水库和部分大型水库土坝的调查研究，在总结群众性土坝灌浆工作经验的基础上，编写了《土坝灌浆》一书。

书中重点叙述采用灌浆方法处理土坝坝体、裂缝、洞穴、渗流隐患、坝基坝头渗漏，以及坝体与建筑物接触淘刷等问题，并选用一些工程实例来分别说明灌浆方法、工艺、材料、效果等，以供广大基层水利工作人员、农民技术员阅读。

参加本书编写工作的有：水利电力部水利调度研究所、山东省水利科学研究所、广东省水利科学实验所、安徽省滁县地区水利局、河北省水利科学研究所、山西省水利科学研究所等单位的同志。由于我们政治、业务水平有限，再加调查研究不够，写作时间又很仓促，书中错误之处恳请广大读者批评指正，以便再版时进行修正。

编 者

1977年12月

目 录

前 言

第一章 概说	1
第二章 土坝坝体灌浆	5
第一节 土坝坝体灌浆概述	5
第二节 土坝裂缝灌浆	14
第三节 坝体洞穴灌浆	21
第四节 粗颗粒填土坝体的防渗灌浆	24
第五节 松堆坝体灌浆	27
第三章 坝基、坝头灌浆	30
第一节 坝基灌浆	30
第二节 坝头灌浆	48
第三节 坝体与建筑物接触灌浆	51
第四章 灌浆材料及浆液	55
第一节 灌浆材料的选择	56
第二节 泥浆	60
第三节 水泥浆	65
第四节 土、水泥浆	66
第五节 掺粗料及速凝材料的浆液	73
第五章 灌浆设备及技术操作	76
第一节 造孔设备	76
第二节 造浆设备	83
第三节 灌注设备	87
第四节 孔口及孔内装置设备	92
第六章 灌浆施工工艺	97
第一节 施工组织	97
第二节 现场布置	99
第三节 灌注施工方法	102
第四节 现场施工程序及技术控制	106
第五节 灌浆中常出现的问题及处理方法	115
第六节 质量检查及效果分析	118

第一章 概 说

建国以来，在毛主席革命路线指引下，在建设社会主义总路线的光辉照耀下，我国人民坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗的革命精神，掀起了一次又一次的群众性的兴修水利高潮。如今，七万多座大中小型水库，星罗棋布地遍及全国各地，为抗御水旱灾害，发展农田灌溉，促进工农业生产的发展，发挥了很大作用。

在水利建设中，由于大搞群众运动，充分发挥广大群众的干劲、智慧和创造性，已建的水库工程大多数质量好，运行正常。但是，由于修正主义路线的干扰和破坏，还存在重大轻小，重建轻管，忽视质量等错误倾向，致使有些水库工程在安全方面存在某些问题，不仅效益得不到充分发挥，而且还潜存着失事的危险。在影响水库安全的有关问题中，土坝的安全问题极为突出。各地人民群众为排除修正主义路线的干扰和破坏，提高水库工程建设质量和管理水平，在水库安全方面也做了许多工作，其中，用灌浆方法处理土坝的各种隐患，取得了迅速的发展。

灌浆就是用压力把浆液压入坝体或坝基内部的裂缝、洞穴、孔隙中或在灌浆时被压力所挤开的浆路中，压入的浆液胶结或固结后就能达到防渗或加固的目的。以前，灌浆曾被一些人认为是一种“洋”方法，在他们看来，灌浆只能由机械化的专业队伍进行，用于处理大型水利工程的岩石、砂卵石地基和混凝土坝坝体，或用于江河堤防加固处理也可取得

一定成果，但是对于采用灌浆方法处理土坝隐患是否有效，有人却一直持怀疑态度。无产阶级文化大革命以来，随着农业学大寨群众运动的普及深入开展，对于处理中小型水库病险情的要求更趋迫切。广大群众破除迷信，解放思想，认真贯彻“领导干部、技术人员、工人”和“科研、生产、使用”两个三结合，大搞群众性的科学实验，经过不断地总结和推广，为土坝灌浆闯出了一条广阔的新路。

山东省牟平县水道公社广大群众大破“灌浆神秘论”，在公社党委领导下，在有关部门的协助下，组织了40人的灌浆队伍，利用简单设备，自1975年11月起，只用了两个月的时间就处理好了库容110万立米的生花庵水库土坝。该土坝建成后，曾多次出现裂缝、塌陷，坝后漏水也比较严重，十年来一直采取限制蓄水措施，不能充分发挥工程效益。最后经过灌浆处理，坝后渗漏才消失，使土坝加固取得了良好效果。烟台地区推广生花庵水库的经验，在不到一年的时间内，全地区就用灌浆方法成功地处理了近40座病险库。

灌浆技术一旦被群众所掌握，就获得了更加广泛的发展。过去被认为这不能灌，那也不能灌的很多框框被冲破了。大量工程实践表明，对于土坝所存在的一些隐患，诸如裂缝、孔洞、特别是渗漏，不论是坝体渗漏，或是坝基渗漏、绕坝渗漏和涵洞漏水，只要对症下药，采用灌浆处理得当，则大多可以取得较好的效果。例如，广东省新兴县共成水库，库容5120万立米，均质土坝，坝高36米。由于填土质量差，水库蓄水后，土坝下游坡渗水出逸点高，坡面湿润，局部已形成“牛皮胀”。他们曾采用上游坡加修粘土斜墙和下游坡导渗排水等措施处理，未能完全解决问题，多年来一直是控制低水位运用。自1973年至1975年，进行了坝体灌浆处

理。经处理后，坝后异常渗漏已经消失，改善了土坝的稳定安全状态，如图 1-1 所示。又如山东省历城县狼猫山水库，库容 1272 万立方米，由于施工时清基不彻底，长期以来坝基渗漏严重，渗流量达 1 立米/秒以上。1972 年，在县委领导下，组成了百余人的亦工亦农的施工队伍，进行了坝基帷幕灌浆处理。1973 年在库满溢洪情况下，坝基渗漏现象全部消失，当地群众高兴地称赞说：灌浆处理把“漏汤勺”变成了“聚宝盆”，见图 1-2。山东、广东两省的水利科学研究所，坚持与工农群众相结合，与生产实践相结合的开门办科研的方向，认真总结群众经验，使土坝灌浆在这两省得以迅速发展。

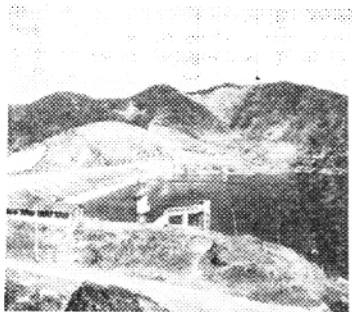


图 1-1 共成水库坝体
灌浆处理后全景

目前各地群众在土坝灌浆施工中，大搞技术革新，土法上马，土洋结合，创造了很多简易可行的灌浆机具，在灌浆技术上也不断有所前进。由于用灌浆方法处理土坝隐患，具有灌浆技术不难掌握，灌浆设备可以土洋结合，灌浆施工占用劳力少且可全年进行施工，还可在水库控制运用条件下进行施工等优点，一般能取得经济而有效的结果。因此，土坝灌浆这一方法深受群众欢迎，日益得到推广和发展。

通过土坝灌浆的实践和总结，也促使有关灌浆概念的认识取得了深化和发展。认识到在土坝坝体中，灌浆除了可以对已有的裂缝、洞穴起充填作用外，还可以通过适当控制灌浆压力，使之挤开坝体中的土料，形成浆路，当灌入的浆液

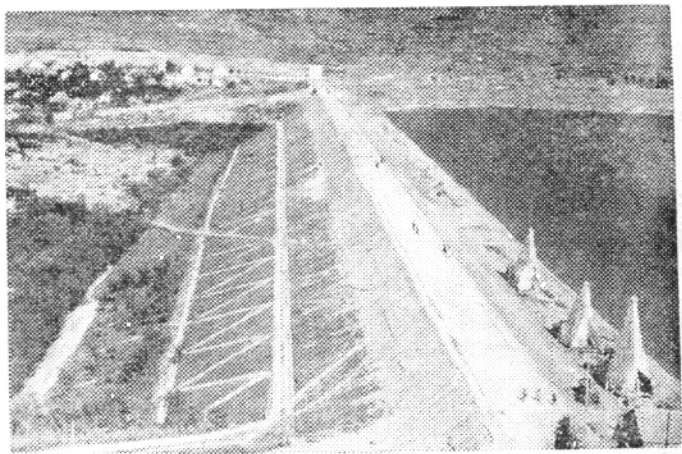


图 1-2 狼猫山水库坝基灌浆现场

凝结后，即形成通称的“浆脉”或“结石脉”。一般说来，只要压力控制得当，这样做不但不会破坏坝体的稳定性，却能使坝体取得加固和防渗的效果。认识的深化又能动地促进了灌浆实践的发展。

然而，广泛地采用灌浆方法处理土坝的时间还不长，因而在实践上和理论上都还不够成熟，有待今后不断总结提高。加之，土坝隐患情况各不相同，灌浆处理又是隐蔽性工程，因此，只有依靠群众，摸清情况，采取适当措施，才能使土坝灌浆处理取得多、快、好、省的效果。

第二章 土 坝 坝 体 灌 浆

土坝坝体，由于设计或施工的不合理，或者因水库运用过程中受到渗透水流、风浪淘刷、地震以及动物掏洞等破坏作用，都可能发生裂缝、孔洞或不正常渗水等病险情。如果不及时处理，恶化下去就会危及土坝安全。

用开挖回填方法处理土坝病险情，虽然从技术上来说是可行的，但是在实际上由于工程量太大和渡汛困难等原因而难于实施，以致往往拖延病险库的处理工作。以往，有些工程曾采用灌浆方法处理土坝裂缝，但是对其效果如何，一直存在着争议。无产阶级文化大革命以来，各地群众通过大量的工程实践，使坝体灌浆技术在实践上和理论上都取得了突破，证明用灌浆方法处理土坝隐患可以获得经济而有效的结果。

本章第一节讨论有关土坝坝体灌浆的几个概念问题；其后，通过列举工程实例，分节介绍坝体裂缝、洞穴、渗水和松堆坝体的灌浆处理方法及其效果。

第一节 土坝坝体灌浆概述

一、土坝坝体的可灌性和灌浆的挤压作用

以往的灌浆概念，是在砂卵石层和岩石层灌浆的实践上建立起来的。认为，灌浆是在不破坏地层原有结构的前提下，

通过压力将浆液压入地层中原有的孔隙或裂隙中，使其达到防渗或加固的目的。从这一概念出发，只有在浆液材料的粒径尺寸小于被灌地层的孔隙或裂隙时，该浆液对被灌地层才是可灌的，否则，就是不可灌的。例如，对于颗粒细于中砂的地层来说，则无论是水泥浆或粘土浆，认为都是不可灌的。虽然在地基灌浆中，这一有关可灌性的概念一再被证实，但是，绝不能机械地套用这一概念，来否定用砂壤土、壤土或粘土填筑的土坝坝体的可灌性。

土坝坝体是可灌的，也就是说可以用灌浆方法来处理土坝坝体隐患，这是由两方面的因素所决定的。一方面是那些需要进行处理的土坝坝体内部往往存在有可以灌入浆液的裂缝或孔洞；另一方面是在一定的条件下，可以允许通过压力挤开坝体内的土料形成浆路，灌入浆液。当采用灌浆方法处理填筑质量较差的土坝时，这两种因素往往是共同起作用的。

填筑质量不好的土坝坝体，经常因沉陷不均而产生裂缝。坝体裂缝大多可在坝面上见到，有时也可能见不到。例如，心墙坝的顶部如铺设有保护层，则心墙的裂缝就不一定反映到坝顶上来。除了裂缝以外，坝体内部还可能因施工控制不严，渗流长期淘刷或动物掏洞等原因而产生局部集中的孔洞。一些土坝坝体内部裂缝和孔洞的存在是使它们具有可灌性的一个因素，而用浆液充填这些裂缝和孔洞则正是加固处理所要达到的目的。各地的开挖检查情况表明，土坝坝体内肉眼可见的宽度或直径大于0.5毫米的裂缝或孔洞，都可以通过灌浆处理得到良好的充填。图 2-1 即为山东省岳庄水库土坝坝体灌浆后的裂缝充填情况。

像这样主要以充填裂缝或孔洞为目的的土坝坝体灌浆，

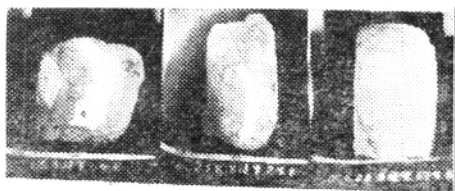


图 2-1 岳庄水库土坝坝体裂缝灌浆充填情况

它与岩层裂缝灌浆的差别，在于浆液对被灌体所产生的挤压作用的影响不同。浆液在压力作用下灌入裂缝，就必然会对裂缝两侧的被灌体产生挤压作用，使被灌体产生变形。在控制灌浆压力使不致破坏被灌体的前提下，挤压作用的影响大小，主要取决于被灌体的性质。由于岩石和混凝土都是脆性的连续介质，因而在岩层灌浆和混凝土坝的接缝灌浆中，灌浆使岩层或混凝土体产生的变形都是很小的。例如在混凝土坝的接缝灌浆中，允许接缝变形一般控制在 $0.5\sim 0.8$ 毫米以内。而在土坝坝体灌浆中，由于土体是塑性的分散介质，它的可压缩性要比岩石或混凝土大得多，因而挤压作用的影响也要大得多。根据一些工程的资料，在裂缝或洞穴两侧的土坝坝体，因受到灌浆压力的挤压作用而被压密，其影响范围可达 $30\sim 100$ 厘米。然而，如果土体是处在完全饱和的状态下，则土体的压密必须伴随着孔隙水的排出，这需要一定的时间过程。在这种情况下，灌浆对土坝坝体的挤压密实作用就会小得多。实际上，一些工程的实测资料表明，对于用碾压法或水中填土法修建的土坝坝体，即使在蓄水运用多年以后，坝体填土的饱和度也很少达到百分之百，这就为灌浆对坝体产生挤压密实作用创造了条件。

对于填筑质量差但又不存在集中孔洞的土坝坝体，可以

利用灌浆压力的作用，挤开坝体中土料，形成浆路，灌入浆液，达到加固土坝的目的。灌浆压力如果过大，就会破坏被灌体；但如果压力不足，则又影响灌浆效果。所以，如何适当地控制灌浆压力一直是灌浆施工中的一个重要课题。在岩石灌浆中，往往把不容许发生地表变形作为控制灌浆压力的一个主要标准，这是由于岩石是脆性的连续介质的缘故。在砂卵石层灌浆中，虽然理论上也以不破坏地层原有结构为前提，但实际上，在灌浆过程中，在一定范围内或程度上，地层的局部变形或松动，土料颗粒的局部移动都是容许的，而在地层中的薄弱环节处挤出浆路的情况也屡见不鲜。如北京市密云水库，在白河主坝坝基砂卵石层灌浆试验后曾挖井检查，发现有多条浆脉结石存在。浆脉厚度达2~3厘米，主要出现在天然密度较低的地层中。浆脉的总厚度远大于地层表面的抬动，说明浆脉的挤入使其两侧地层得到了压密。虽然这样，在砂卵石层坝基灌浆中，从避免浪费浆液的经济角度出发，一般还是要求防止出现挤出浆路的情况。而在土坝坝体灌浆中，则是有意识地通过适当的控制使之挤出浆路以加固土坝。

坝体灌浆所挤出的浆路除了发生在填土质量薄弱的环节处外，还往往分布在沿坝轴线方向延伸的、接近铅垂或稍有倾斜的平面上。这是由土坝的应力条件所决定的。因为在这样的平面上坝体的法向应力最小，所以当受到灌浆压力作用时，坝体最容易从这里被挤开。正是这一特点使坝体灌浆有可能形成防渗帷幕。对于密实度不是很高并且不是完全饱和的坝体来说，只要适当地控制灌浆压力，可以做到既挤出浆路又不破坏土坝的稳定。这时，挤出浆路的影响只是使浆路两侧一定范围内的坝体填土得到压密，而整个坝体不发生位

移或者只发生不危及坝体安全的、很小的位移。

对于大多数需要进行加固处理的土坝来说，上述两种关于坝体可灌性的因素往往都是起作用的。在压力较低时，灌入坝体的浆液主要起充填作用，而随着压力的升高，挤压作用的影响也就增大。很多工程的坝体灌浆效果的检查资料都证明了这一点。图 2-2 为两座水库土坝坝体灌浆处理后从开

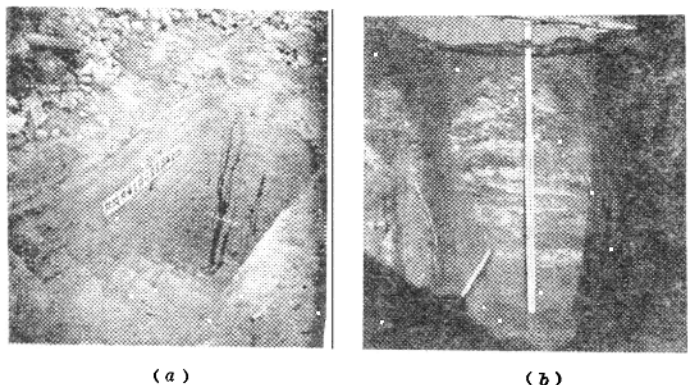


图 2-2 土坝坝体灌浆检查坑剖面
(a)共成水库；(b)生花庵水库

挖检查坑中反映的浆液充填情况。从图上可以看到，所灌入的浆液以浆路形式存在于坝体中，浆路延伸稍有曲折，但主要分布在与坝轴线平行并接近铅垂的平面上。共成水库土坝坝体内的浆路下宽上窄，在深 3.7 米处宽 25 厘米，可以看到有数条近于平行的浆路存在，从其颜色的不同，可判断浆路是多次挤入的。生花庵水库土坝坝体内的主浆路宽 0.3~0.7 米，浆路中包含有原坝体填土土块，说明在灌浆前坝体内已存在有土块架空现象。

二、浆液在土坝坝体内的析水固结

灌入坝体内的泥浆浆液能否析水固结，取得强度和防渗性，是决定灌浆效果好坏的重要因素。对水泥浆和水泥粘土浆来讲，虽然主要是依靠水泥的凝固取得强度的，但浆液初凝以前的析水情况同样将影响凝固后的浆体结石性能和灌浆效果。浆液的析水可分为自由析水、压力析水和固结析水三种。析水过程的快慢和效果则取决于析排条件，即浆液的析水条件和周围土体的排水条件。

在自重作用下，浆液中的固体颗粒沉淀析水，称为自由析水。在灌浆压力作用下，浆液中的部分水分经由周围土体的孔隙排走，称为压力析水。这两种析水作用在地基灌浆和坝体灌浆中都存在，这在有关灌浆的技术文献中都有过介绍。而在土坝坝体灌浆中，特别当采用泥浆时，固结析水作用将是十分重要的。

坝体灌浆施灌期间，在灌浆压力作用下，浆液在挤压周围土体的同时发生压力析水。当撤除灌浆压力后，周围土体将反过来挤压浆路，使浆液发生固结析水，进一步排出水分，固结密实。从一些工程中曾观测到，在停止施加灌浆压力后，已灌入坝体的浆液呈现有反压力，说明固结析水现象确实是存在的。固结析水现象，实质上就是压力析水现象的继续，但其作用的时间较长，因而对析水性能较差的浆液来说，它的意义就显得更为重要。在压力析水和固结析水的相继作用下，有可能使浆液充填体达到一定密实度并与原坝体较好地结合起来。各地土坝灌浆后的开挖检查资料表明，土坝坝体灌浆所形成的浆路（浆液充填体）的干容重可达 $1.4 \sim 1.7$ 克/立方厘米，大致相当于或略高于原坝体填筑土的干容

重。浆路与原坝体填土结合紧密，形成了整体，说明那种顾虑浆液析水后可能与原坝体填土脱开，产生缝隙的耽心是不必要的。

为了使浆液充填体取得足够的密实度，就需要具备较好的析排条件。析的条件包括浆液本身的析水性能和灌浆压力大小两方面。对于土坝坝体灌浆来说，在满足施工对浆液稳定性要求的前提下，选用制浆土料时，还应该考虑浆液析水性的要求；同时，在满足施工对浆液流动性要求的前提下，应该多用稠浆。如果片面地追求浆液的稳定性，采用粘性过高的土料制成泥浆，就有可能因为析水性太差而延缓浆液的固结。在这种情况下，如果浆液中再掺入水泥，则有可能在浆液尚未充分析水前即出现凝固现象，使浆液充填体的干容重偏小。此外，一定的灌浆压力对促使浆液析水固结也是十分必要的。

排的条件是指浆液充填体周围原坝体填土的吸水、排水条件。当原坝体填土的饱和度很低时，它可以很快地吸收浆液所析出的水分。这时，如果坝体填土的干容重很低，吸水可以导致填土的湿陷，加速坝体的沉陷；如果坝体填土的干容重较高，则吸水有可能导致填土的膨胀，进一步挤压浆液促使浆液固结。在坝体填土饱和度很高的情况下，浆液所析出的水分需要通过原坝体而向外排出，排水的快慢取决于坝体填土的透水性和坝体的排水条件。所以，各地虽有在水库高水位下进行坝体灌浆的成功实例，但是，从改善坝体的排水条件出发，在可能的情况下，坝体灌浆仍以在水库水位较低时进行为宜。

为了使土坝坝体灌浆能够得到良好的效果，要求在掌握坝体状况，明确灌浆处理所要解决的问题的基础上，通过全

面分析浆液灌入坝体后的析排条件,来选取适宜的浆液材料,灌浆压力和合理的灌浆施工方法。

三、灌浆对土坝坝体的影响及其控制

“灌浆这方法,又是压力又是水,弄不好可能会破坏土坝坝体的。”有些同志存在这种思想顾虑,主要是由于对灌浆作用了解不够造成的。如果对压力和水控制不当,固然可能破坏土坝,但它们是进行灌浆处理所必不可少的,关键在于控制得当,限制它们的破坏作用,发挥它们的有利作用。从另一方面来说,在确保土坝稳定的前提下,灌浆对坝体的局部破坏作用往往是容许的。在有些情况下,灌浆处理正是通过局部破坏质量较差的原坝体而造成质量较高的新坝体。

在坝体灌浆按正常次序逐孔进行的情况下,灌浆压力和浆液析水对坝体的影响,一般说来是局部的和暂时的,只要控制得当,是不会破坏坝体稳定的。工程实例也证明了这一点。在进行过灌浆处理的土坝中,绝大多数取得了良好效果,只有个别工程由于灌浆处理的设计或施工不当,而使处理效果不明显。迄今为止,尚未见到由于灌浆而使土坝坝体稳定遭到破坏的情况。实践表明,灌浆对土坝坝体某种程度或暂时性的破坏作用并不是十分严重的问题。虽然这样,但为了在确保坝体安全的前提下取得良好的灌浆效果,强调施工控制的重要性在任何时候都是必要的。

由于灌浆轴线大多布置在坝轴线附近,灌浆处理的部位主要位于浸润线以下,因而,对于已经蓄水运用的土坝来说,浆液析水可能增加坝体含水量的作用范围是不大的。对于尚未蓄水或控制蓄水的土坝,它的作用大致与水库蓄水的作用相当,有助于提前暴露坝体质量上的隐患。其实,单

从提高灌浆质量来说，也要求在保证良好的灌入情况下，尽量采用稠浆；而在土坝坝体灌浆中，由于它本身的特点决定了没有必要采用稠度过稀的浆液。实际施工中采用最多的浆液稠度为1:1（水:干土，重量比，下同）左右，很少采用稀于2:1的浆液。只有在处理未经蓄水的干松的坝体填土时，考虑到浆液析水可使填土湿陷，有利于坝体沉陷变形的早日稳定，才可以适当地多灌一些稀浆。

一定的灌浆压力，对于使浆液灌入坝体和浆液析水固结，都是必要的。但是，压力过大有可能破坏坝体的稳定。为了防止破坏坝体稳定，在以充填作用为主的坝体裂缝、洞穴灌浆中，广泛采用低压复灌法，即控制较低的灌浆压力，而用复灌来促使浆液充填体析水，并保证其与坝体的良好结合。然而，实践表明，适当提高灌浆压力有利于取得良好的处理效果，而在进行土坝坝体帷幕灌浆时，则更是挤开浆路所必需的。在土坝坝体中，挤开浆路所需的压力总是小于破坏坝体稳定所需要的压力，粗略地说来，前者小于静止土压力，而后者则相当于被动土压力。因此，从概念上说，完全可能通过控制灌浆压力，使其既能达到土坝坝体帷幕灌浆的目的，又不致破坏坝体的稳定。坝体灌浆所容许的最大压力与填土质量，灌浆段的深度，浆液浓度和灌浆段的长度等因素有关，最好针对具体工程情况通过现场灌浆试验确定。在整个灌浆施工期间，只要对灌浆压力进行严格的控制，同时注意监视坝体的变形情况，就能够确保土坝坝体的安全。工程实例还表明，在灌浆期间，坝体发生几厘米的水平位移一般是容许的。

除了灌浆压力直接作用的影响外，灌浆所造成的坝体孔隙水压力的升高也可能影响坝体稳定，但是它的影响不会大

于前者，虽然它起作用的时间可能由于坝体排水条件的限制而稍长。在坝体填土饱和度很高而排水条件又很不利的情况下，可以灌注水泥粘土浆，并加强对灌浆压力的控制，以减少灌浆压力对坝体稳定的不利影响。

迄今为止，在土坝坝体灌浆施工中，经常遇到的现象并不是由于压力过高而造成的坝体的抬升、开裂，而是坝体浸水沉陷所造成的坝顶、坝坡的下沉。有些土坝在灌浆压力不大时就出现了坝体裂缝，其实这只是坝体原有隐患的暴露，而不是坝体破坏的征兆。这里有两种可能：一种可能是坝体原先已存在裂缝，但在坝面反映不明显，经过灌浆使裂缝开展明显化了；另一种可能是，坝体原先并不存在裂缝，而是由于沉陷不均匀导致坝体应力的重新分布，使得局部地区的法向应力显著减小，在灌浆压力作用下，就在这些地方挤开坝体，产生了裂缝。如果发生这种现象时，要查明情况，分析原因，只要能排除不是由于超压所造成的坝体滑动，就可以在采取适当措施（如回填裂缝口阻止冒浆）后继续施灌，最终取得良好的效果。若是不分析产生裂缝的原因，就此停止灌浆，显然是不能解决问题的。至于因此而否定土坝坝体灌浆的可能性，则更是毫无根据的。

第二节 土 坝 裂 缝 灌 浆

一、干 缩 裂 缝 灌 浆

一般说来，由于难以施加必要的压力，表层的灌浆效果往往是较差的。但是，对于干缩裂缝这一特定情况，由于裂缝两侧填土具有良好的吸水性（可能还有膨胀性），可以保证浆液的析水固结，以致于无压自流灌浆对干缩裂缝处理也