



第四章 排水工程

4.1 一般规定

4.1.1 基本原则

1. 排水设施震后修复、加固的安全等级和使用年限应与建（构）筑物原设计相匹配，新建的建（构）筑物的安全等级和设计使用年限应按现行相关规范和标准执行。

2. 建（构）筑物修复的抗震设防烈度应不低于原设计的标准和现行相关抗震设计规范的规定，加固、重建的建（构）筑物的抗震设计应按调整后的《中国地震动参数区划图》执行，并相应确定抗震设防烈度。

3. 对新建和重建大型污水处理工程及排水主要干线工程应根据“中华人民共和国主席令”（第九十四号）（1997年12月29日）、在四川地区还应遵循“四川省人民政府令”（第78号）（1996年3月4日）进行场地地震安全性评价。

4.1.2 排水工程修复与重建基本技术措施

1. 排水工程建（构）筑物应根据震后应急危险度的评估结果，制定相应的修复措施。

建（构）筑物除存在对排水安全及人员安全有重大隐患外，一般修复应在地震（含余震）基本平息以后进行修复。

2. 排水设备应根据受损情况、使用功能和达到系统运行所需时间，分别采用复位、修复、更换、重建等不同的方法进行震后恢复处理。

3. 重建工作应符合灾后恢复重建规划要求，并结合城市供水设施建设和改造进行。

4. 重建工程设计应考虑地震损坏后的应急措施设置，设备的选型应利于灾后尽快修复和更换，自控系统必须具备人工控制措施。

5. 对遭受地震严重破坏的污水处理厂或污水处理、污水提等建（构）筑物，或修复成本过高，或经过地震灾害危险性评估认定原场地不适宜建厂的，应进行重建。

6. 对于遭受地震破坏严重或修复成本过高的排水管道应进行重建。重建工作应在灾后恢复重建规划的指导下进行。

7. 排水管道重建应根据管道受损情况，选择合适的管材和检查井结构型式。管道接口、基础和回填土密实度，应根据规范并结合管道受损情况确定。

4.1.3 规范和标准

排水工程修复、加固和重建必须遵循下列规范和标准：

建筑抗震设计规范

GB50011-2001



建筑抗震加固技术规范	JGJ116-98
混凝土结构加固设计规范	GB50367-2006
构筑物抗震设计规范	GB50191-93
室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范	GB50032-2003
水工建筑物抗震设计规范	DL5073-2000
建筑物移位纠倾增层改造技术规范	CECS225:2007
办公建筑设计规范	JGJ67-2006
民用建筑设计通则	GB 50352-2005
屋面工程技术规范	GB50345-2004
建筑内部装修设计防火规范	GB50222-95（2001年版）
公共建筑节能设计标准	GB 50189-2005
建筑物防雷设计规范	GB50057-94
建筑灭火器配置设计规范	GB50140-2005
建筑设计防火规范	GB50016-2006
室外排水设计规范	GB50014-2006
建筑给水排水设计规范	GB50015-2003
泵站设计规范	GB/T50265-97
给水排水管道工程施工及验收规范	GB50268-97
城市防洪工程设计规范	CJJ50-92
埋地排水用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管管道工程技术规程	CECS223: 2007
埋地给水排水玻璃纤维增强热固性树脂夹砂管	
管道工程施工及验收规程	CECS129: 2001
埋地聚乙烯排水管管道工程技术规程	CECS164: 2004
埋地硬聚氯乙烯排水管管道工程技术规程	CECS122: 2001
城镇污水处理厂污染物排放标准	GB18918-2002
给水排水工程埋地矩形管管道结构设计规程	CECS145: 2002
采暖通风与空气调节设计规范	GB50019-2003
10kV及以下变电所设计规范	GB50053-94
供配电系统设计规范	GB50052-95
低压配电设计规范	GB50054-95
通用用电设备配电设计规范	GB50055-93
电力装置的继电保护和自动装置设计规范	GB50062-92
工程建设标准强制性条文（城市建设部份）	建标[2000]202号
其余国家和地方现行的相关技术规范、标准和规程	

4.2 应急阶段基本技术措施



4.2.1 排水管道

震后应尽快查明排水管道受损情况，保证管道和排放口畅通，避免城市遭受内涝和污水浸泡。确定管道漏损位置可以结合平时运行管理的经验，根据震后管道内水质、水量发生较大变化的情况，逐步缩小疑似损坏范围，找出漏损点。管道受损情况的全面、准确判定最好采用带摄像头的设备，对疑似损坏管道进行逐条检查。

管道疏通时，必须注意安全。在余震平息前，不得采用井下人工作业，应采用机械或高压射水疏通。

对因管道折断或地面坍塌导致管道或排放口处堵塞处，应采取临时措施抽升排放。

在管道和处理厂恢复运行前，禁止工业废水排入市政排水管道。有毒有害工业废水应就地设置应急储存设施，以保证环境的安全。

4.2.2 污水处理厂（站）及排水泵站

地震灾害会导致污水处理厂（站）、排水泵站受损，须进行抢修才能恢复运行。

抢修前首先应对受损建（构）筑物进行应急危险程度评估，评估方法：建筑物部分按照《建筑抗震鉴定标准》GB 50025进行，构筑物部分可参照《室外给水排水工程设施鉴定标准》GB J43进行，并应满足《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》规定。

评估结果分为三类：危险、警告和可继续使用。判定为危险的建（构）筑物不允许人员进入，可能采取的措施是撤除；判定为警告的建（构）筑物可进入，但不能长时间停留，待后续抗震鉴定后可采取加固改造或拆除的措施；判定为可继续使用的建（构）筑物一般无震害或震害较轻，经过修复即可使用。

正确判断污水处理系统受损情况，及时对造成系统停运的关键设备如提升设备、曝气设备、消毒设备、厂站内变配电设备等进行抢修，以便尽快恢复系统运行。在不能马上全面恢复系统运行时，应首先恢复提升、消毒设备的运行，或采取临时提升和消毒措施，污水须经过消毒后再应急排放。

对采用紫外线消毒的处理厂，在系统恢复运行前，应采取在提升泵房吸水井投加二氧化氯消毒粉或漂白粉措施。

抢修作业时，必须注意施工安全。进入检查井和提升泵房吸水井必须采取通风措施，严禁单人作业。

余震平息前，不得进入检查井和排水管道内作业。

应根据排水工程受损情况，尽快采购或调运必须的应急设备和材料，如：潜水泵、发电机、疏通设备、塑料管道、消毒粉等。



4.2.3 过渡性安置区

过渡性安置区应设置集中的排水收集系统，并做到雨、污分流。污水收集后，应尽量排入城市污水管道；条件不具备时，应设置小型净化装置、沼气净化池或化粪池，出水应经消毒后外排。排放点的设置应符合环保部门的要求，尤其要避免对饮用水水源造成污染。

4.3 排水管渠系统

4.3.1 抗震鉴定

1. 排水管渠的抗震鉴定应按《室外给水排水工程设施抗震鉴定标准》GBJ43—82执行，并应符合《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032—2003的规定。

2. 排水管渠的抗震鉴定，应着重检查管道沿线的场地、地基土质和水文地质情况，管道的埋深和管内排放的水质、水量变化，管材和接口构造等。

3. 抗震鉴定后，鉴定单位应出具相应的鉴定报告和结论，对不符合抗震鉴定标准、抗震设计规范规定的应结合城镇排水规划、管网布局、使用功能、当地的实际条件及修复、加固难易等因素，通过技术经济比较，提出相应的修复、加固或重建等抗震减灾对策。

4. 排水管渠的震害

排水管渠的震害主要有以下几种：

- (1) 因山体滑坡、泥石流、场地以及不均匀沉降引起的震害；
- (2) 因地震断层地表破裂、地面变形引起的震害；
- (3) 因管渠结构抗震设计不足所引发的震害；
- (4) 因地震反应过大，引起管渠的破坏。

5. 震后排水管渠受损状态

根据现场调查及检测，排水管渠受损主要有以下几种：

- (1) 管道开裂；
- (2) 管道折断；
- (3) 接口拉脱、错位；
- (4) 管件损坏；
- (5) 无筋砌体的检查井及沟渠裂缝；
- (6) 管道受损与其埋深有关，浅埋的管道受损较重；
- (7) 管道受损与管径、管截面刚度有关，管径小、管截面刚度小的管道受损较重。

4.3.2 修复与加固方法



1. 排水管渠的修复与加固原则

(1) 排水管渠的修复和加固工程应根据地震鉴定后所确定的项目进行。

(2) 管道修复、加固具体方法因管材不同而异，应遵循各种管材的有关规范、技术规程的规定。

(3) 排水管渠的修复加固或重建应根据管渠受损程度及管材、接口、基础是否符合抗震要求等综合因素确定。

2. 管渠检漏

震后应对管渠全面检漏，检漏重点为：

- (1) 主干管；
- (2) 不良地基地段；
- (3) 敷设在河堤、穿越河道、铁路、重要交通干线地段；
- (4) 管道敷设年代已久的地段。

管道检漏由专业人员现场调查、观察，可根据震后管道及检查井内水质、水量发生较大变化的情况，逐步缩小疑似损坏范围，找出漏损点，并结合使用带摄像头的检漏设备检测。

3. 排水管渠的修复与加固技术措施

(1) 排水管网系统间或系统内，各干管之间应尽量设有连接管。不符合要求时，可结合各排水系统的重要性，逐步增设连通管。

(2) 位于地基土为可液化土地段的管道，应符合下列要求：

- 1) 圆形管道应配有钢筋，设有管基及柔性接口。
- 2) 无筋砌体的矩形或拱形管道，应有良好的整体构造，基础应设有整体底板并宜配有钢筋。

对现有已施工和正在运营的排水管道，提高其抗不均匀沉陷的适应能力，可采用增设管道基础（135°或180°砼管基础）。施工时应采用跳跃式施工顺序，每施工段长度为半管长的长度，段与段之间应设联结钢筋（直径14~18mm）伸入每段的锚固长度不小于500mm。

(3) 对于管道地基的抗液化措施，应根据管道的使用功能、地基的液化等级，按表4-1的规定选择采用。

表4-1 管道地基的抗液化措施

液化等级 管道类别	液化等级		
	轻微	中等	严重
污水主干管	D	C	B+D
一般管	不处理	D	C

注：B——部分消除地基液化沉陷。



C——减小不均匀沉陷、提高管道结构对不均匀沉陷的适应能力。

D——提高管道结构适应不均匀沉陷的能力。

(4) 当抗震鉴定加固烈度为8度、9度时,敷设在地下水位以下的圆形管道,应配有钢筋并设有管基。不符合要求时,对下列情况的管段应采取加固措施:

1) 与其他工业或市政设施管、线立交处;

2) 邻近建筑物基底标高高于管道内底标高,管道破裂将导致建筑物地基土层流失时(亦可对建筑物地基采取防护加固)。

(5) 过河倒吸虹管的上端弯头处应设有柔性连接。不符合要求时,当场地为III类或地基土夹有软弱粘性土、可液化土层时,应增设。

(6) 对于下列排水管道,应按国家现行的《室外给水排水和煤气热力工程抗震设计规范》进行抗震验算。当其强度或变形不符合要求时,应采取加固措施:

1) 敷设于水源防护地带的污水或合流管道;

2) 排放有毒废水的管道;

3) 敷设在地下水位以下的具有重要影响的排水干管。

(7) 对于因地基土液化及不均匀沉降造成的管道破坏,除修复或更换管道外,对地基土液化地段或严重不均匀沉降的软弱土层地段,应进行处理,具体处理方法可采用水泥土搅拌法或高压喷射注浆法,详见《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2002及其他相关施工手册。

(8) 对因地震断层地表变形引起的管渠破坏,除对管渠进行修复或更换外,对管渠穿越断层段应按《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032进行设计与施工。

(9) 管道开裂、接头渗漏时,应根据管道的管材、损害程度及部位等因素确定修补方法。

对管道一般开裂的排水管道,当其不影响水流条件时,可采用C20砼包封,包封断面为 $(400\text{mm}+D_{\text{外}}) \times (400\text{mm}+D_{\text{外}})$,包封段长度为 $(1000\text{mm}+\text{裂缝管段长度}+1000\text{mm})$ 。

(10) 对损坏严重、难以修复的管材及管件应更换,更换应按照各种管材的施工敷设要求进行。

(11) 对排水管道的接口拉脱、错位,应进行纠偏,然后用C20砼包封,包封断面为 $(400\text{mm}+D_{\text{外}}) \times (400\text{mm}+D_{\text{外}})$,包封段长度为 $(1000\text{mm}+\text{接口段长度}+1000\text{mm})$ 。

(12) 无筋砌体的检查井及沟渠裂缝可采用压力灌浆法进行修复。压力灌浆的做法是用空气压缩机或手压泵将粘合剂灌入砌体裂缝内,将开裂的砌体重新粘合在一起。有关压力灌浆方法及粘合剂配方详见《地震灾后建筑修复加固与重建技术手册》或其他施工手册。



(13) 当管道发生明显沉陷时, 应对管道进行更换和整坡处理。

(14) 管道修复、加固后, 还应采取相应措施消除由于地震造成的各种外部因素。

4.3.3 重建技术

1. 重建原则

(1) 地震中被毁城镇需整体移址重建时, 排水管渠系统随之移址重建。

(2) 对于不能进行修复加固, 或修复加固成本高、没有修复加固价值的排水管渠, 需进行重建。

(3) 对于因滑坡、泥石流等次生灾害造成的管渠破坏, 可采用改线重建的方法。

(4) 敷设年代已久的管道应逐步拆除重建。

(5) 重建应先严重后一般。震后严重影响排水系统畅通的管段、严重影响排水的瓶颈管段, 应先安排重建。

2. 重建技术

(1) 在抗震鉴定、调查分析的基础上, 确定重建范围和重建方案, 编制排水管渠重建计划。

(2) 排水管渠系统的重建应符合灾后重建规划要求, 并结合城市道路、给水管网等设施的建设和改造进行。

(3) 排水管渠平面位置和高程, 应根据地形、土质、地下水位、道路情况、原有的和规划的地下设施、施工条件以及维护管理方便等因素综合考虑确定。

(4) 排水管渠的布置应避开或远离断层, 同时要避开地震时可能发生崩塌、大面积滑坡、泥石流、地裂和错动等危险地段。

(5) 管渠材质、管渠构造、管渠基础、管渠接口, 应根据排水水质、断面尺寸、土质、施工条件、抗震性能、价格、使用年限及维护等因素进行选择。

(6) 排水管管材、接口

综合上述因素, 排水管管材、接口按以下原则选择:

当管径 $\leq 500\text{mm}$ 时, 可采用双壁波纹塑料管(PVC-U、PE), 橡胶圈柔性接头;

当管径 $> 500\text{mm}$ 时, 采用钢筋混凝土管, 橡胶圈柔性接头。

在山区敷设的管道, 考虑运输、施工方便, 管径 $\leq 800\text{mm}$ 时, 可采用双壁波纹塑料管(PVC-U、PE), 橡胶圈柔性接头。

不采用陶土管或其他易碎管道。

(7) 管道在下列部位应设置柔性接头及变形缝:

1) 地基土质突变处;

2) 穿越铁路及其他重要的交通干线两端;



3) 承插式管道的三通、四通、大于45°的弯头等附件与直线管段连接处。

(8) 当设防烈度为7度且地基土为可液化地段或设防烈度为8度、9度时, 泵的进、出管上宜设置柔性连接。

(9) 排水过河倒虹管(非顶管), 不论采用何种管材均应用混凝土包封并适当配置构造钢筋。

(10) 排水管穿越铁路或主要交通干线应采用套管形式, 套管管材可采用钢管或钢筋混凝土管。

(11) 排水管穿过液化土地段时应应对液化土进行处理, 处理方法可采用水泥搅拌桩或高压喷射注浆。

(12) 排水管穿越断层地段时应采用现浇钢筋混凝土管渠, 同时离断层两端一定距离处应设柔性接头。

(13) 污水管道和附属构筑物应保证其密实性, 防止污水外渗和地下水入渗。

(14) 排水管渠与其他地下管渠、建(构)筑物等相互间的位置应符合下列要求:

1) 敷设和检修管道时, 不应互相影响。

2) 排水管道损坏时, 不应影响附近建(构)筑物的基础, 不应污染生活饮用水。

(15) 各个系统或系统内的干管间应适当设置连通道, 可用于当下游发生破坏时, 作临时排水之用; 污水干管应设事故排出口。

(16) 排水渠道, 应采用混凝土或钢筋混凝土结构。

(17) 检查井、阀门井结构材料应采用钢筋混凝土或高密度聚乙烯。

(18) 排水管道重建应考虑管道检漏设备和疏通设备的采购

(19) 重建排水管渠的设计、施工应符合国家现行的有关规范、标准、技术规程的规定。

4.4 污水处理厂(站)及排水泵站

4.4.1 构(建)筑物抗震鉴定及修复加固的一般规定

1. 震害分析

污水处理厂(站)和排水泵站(以下简称厂站)的建(构)筑物在地震中的破坏情况与给水工程厂站类似, 如: 框架结构填充墙开裂和倒塌、框架结构梁柱裂缝、砖混结构墙体开裂等, 厂站内的建筑物地震破损的程度相对较轻, 厂站



图4-1 某加药间的墙体破坏

内的构筑物的上部结构也有不同程度的震损，图4-1为某污水处理厂加药间的墙体破坏情况。污水处理厂的大型建（构）筑物通常设有变形缝，从图4-2可以看



图4-2 某水池变形缝损坏

到，地震时由于缝两边的结构位移不一致，不仅缝内的填充材料遭到损坏，两部分池墙在强烈碰撞下也已损坏。



2. 厂站在地震后首先应进行应急危险度评估。应急危险度评估主要依靠技术人员的经验以及简单的测试工具和仪器，短时间内对建（构）筑物进行快速的危险度评价，初步评定和分类筛选建（构）筑物的破坏程度，满足震后对建（构）筑物的快速评定要求。

3. 对应急评估判定为危险和警告的建（构）筑物，应进行抗震鉴定，抗震鉴定应遵照《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95、《室外给水排水工程设施抗震鉴定标准》GBJ43—82执行，并应符合《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032—2003的规定。

4. 建筑物的抗震鉴定要求参照《地震后建筑物修复加固与重建手册》执行。

5. 震后的抗震鉴定应委托具有相应资质的检测鉴定机构、科研院所、高等院校和设计单位进行。

6. 抗震鉴定应按调整后的《中国地震动参数区划图》为依据进行。根据构筑物的特点，构筑物的地震破坏程度可划分为基本完好（含完好）、轻微破坏、中等破坏、严重破坏、垮塌五个等级。其划分标准如下：

（1）基本完好： 承重结构完好；个别非承重结构轻微破坏；附属构件有不同程度破坏。

（2）轻微损坏： 个别承重结构轻微裂缝；个别非承重结构明显破坏；附属构件有不同程度破坏。

（3）中等破坏： 多数承重结构轻微裂缝，部分明显裂缝；个别非承重结构严重破坏。

（4）严重破坏： 多数承重结构破坏或部分垮塌。

（5）垮塌： 多数承重结构垮塌。

7. 抗震鉴定完成后，鉴定单位应出具相应的鉴定报告和结论，并根据不符合鉴定要求的程度、部位对结构整体安全性和抗震性能影响的大小，结合使用功能、城市规划和加固难易等因素，通过技术经济比较，提出相应的维修、加固、改造或重建等抗震减灾对策。

8. 根据构筑物的破坏程度，可按表4-2采取相应的处理措施。

表4-2 构筑物破坏程度及处理措施

破坏程度	处理措施
基本完好	一般不需修理即可使用
轻微破坏	不需修理或需稍加修理，仍可继续使用
中等破坏	需一般修理，采取安全措施并经加固后方可使用
严重破坏	需大修或重建
垮塌	需拆除



9. 地震中遭到山体崩塌、滚石、泥石流等地质灾害损坏的厂站，应对其山崖采取削方、剥离、锚固、清理等技术措施，消除其威胁及影响。

10. 对局部损坏较严重的构（建）筑物原则上宜拆除受损部分并采用原构（建）筑物相同的建筑材料和结构形式进行修复。

11. 对厂站中个别受损严重的构（建）筑物，可根据其受损严重程度采取局部修复或拆除重建等措施。

4.4.2 厂站系统破坏程度检查与评估

1. 厂站系统破坏程度评估

(1) 厂站地貌改变或泥石流、崩塌等次生灾害使系统全部毁损而完全失去原厂站处理功能。

(2) 地震烈度使构（建）筑物及设备彻底毁损而完全失去厂站的全部功能。

(3) 构（建）筑物、处理设备，供电系统、管道系统不同程度受到破坏，暂时丧失或影响厂站原有功能，但经修复即可恢复和部分恢复厂站原有功能。

2. 供电系统的检查及评估

在地震后厂站内电气与自控系统损坏现象：

(1) 在大地震发生时，由于上级电气系统受损或破坏，或者由于保护系统检测到异常，自动切除负荷，会发生大面积长时间停电，因而使厂站失去供电电源，导致无法运转。

(2) 发生强烈地震时，导致厂站主要电气设备如主变压器、开关柜等设备主体出现位移、扭转、变形、倾倒、绝缘支柱断裂、裂纹等损害。

(3) 由于地震时墙体的倒塌、天棚跌落等造成电气设备设施损坏。

(4) 地震造成部分电缆特别是控制电缆、信号电缆受损。

(5) 现场控制箱、柜连接接头、端子松动、脱落，导致控制操作失灵、失效。

(6) 部分检测仪表受损，失准、失效。

3. 机械设备的检查与评估

震后机械设备损坏主要表现在结构和功能上，对受损设备可以分成四类。

I类：设备结构完好无损坏，只存在位移和位移过程中带来的紧固定位系统损坏而影响正常运行。

II类：结构基本完好，只有小量变形和损伤，而未影响结构强度，经校正后即可投入正常运行。

III类：结构受损，但经修补、加固后不影响正常使用或者基本恢复设备原有功能又可连续使用。

IV类：结构严重损坏，已无法使用，或修补后虽然可以勉强运转但严重影响



原有功能和在运行中存在有安全隐患。

4. 管道系统检查与评估

先对地面管道进行检查，再进行地下管道检查。损坏管件为刚性结构性破坏时，应进行修补或更换；破坏为柔性位移性破坏时，一般经校正修复后即可恢复运行。

管道检查包括管路上的联络设备（如阀门）、支墩及与各构（建）建筑物之间的连接处。内容如下：阀门有无漏水和破裂、支墩是否有效，与构（建）建筑物连接处有无松动、渗漏或脱落。

管道的破坏除被直接被砸损坏外，主要是位移造成损坏，地下管道由于受地下土壤周边的约束，所以通常较地面管道破坏轻微。

5. 化验、检测与仪表设备的检查与评估

（1）化验设备一般由玻璃器皿为主组成，地震的直接外力机械性破坏，造成化验设备严重损坏。

（2）地震的外力机械性破坏同样造成精密检测仪器严重破坏，破坏程度从影响测量精度到完全不能使用。

（3）在线仪表除外力机械性破坏外，尚存在有外电源失电、短路等所造成的破坏，所以损坏面很大。

4.4.3 构（建）筑物修复和加固方法

1. 建筑物修复和加固方法

建筑物修复和加固可以参考《地震灾后建筑修复加固与重建技术手册》中的相关内容进行。

2. 构筑物修复和加固方法

本节所称构筑物指厂站中的各种水池、泵房和井类。地震后经检查评估属轻微破坏、中等破坏或虽属严重破坏但具有修复和加固价值的构筑物可按下列方法进行修复和加固：

（1）对在地震中受坍塌土体挤压或地面变形等原因引起倾斜且具修复价值的构筑物，可采取掏土、射水、降水等技术措施进行纠偏复位，设计、施工应遵照《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》CECS225：2007的有关规定。

（2）对厂站中个别受损严重的构筑物，可根据其受损严重程度采取局部修复或拆除重建等措施。

（3）对局部损坏严重的构筑物原则上宜拆除受损部分并采用原构筑物相同的建筑材料和结构形式进行修复：

1) 局部受损构筑物，可将受损部分凿去，将创面刷洗干净，充分润湿但无积水，浇筑新混凝土前在创面上刷一层水泥素浆，再用比原混凝土强度等级高一级的微膨胀混凝土灌注，加强养护不少于14昼夜；



2) 受损严重的构件, 应拆除重新布筋浇筑, 个别被拉断的钢筋可采用焊接或植筋予以补充和加强。

(4) 对基本完好或局部轻微损坏或出现中等破坏的构筑物可采取下列针对性技术措施, 加固方法和实施要点可参照《地震灾后建筑修复加固与重建技术手册》的相关部分:

1) 构筑物的底版、壁板、梁、柱上的细小裂缝对构件的耐久性有影响时, 可采取化学灌浆进行修复, 以增强混凝土的整体性, 防止钢筋锈蚀;

2) 构筑物主要受力构件上出现结构性裂缝, 对构筑物或构件承载力有影响时, 可通过粘贴钢板或粘贴碳纤维复合材等补强措施进行加固处理;

3) 化学注浆、粘贴碳纤维材料、粘钢必须由专业施工队伍施工。

(5) 构筑物中的非承重墙受到破坏的, 可视破坏轻重程度分别对待:

1) 破坏较轻, 仅出现少量裂缝, 不影响墙体稳定的, 可仅对裂缝采取注浆等方法进行修补;

2) 破坏较重, 裂缝较多, 但不影响墙体稳定的, 可采用面层加固砖墙体法或加钢筋砂浆墙垛等措施进行加固或局部拆除重砌等措施;

3) 对破坏严重, 裂缝较多, 影响墙体稳定的, 须拆除重新砌筑。与承重构件间拉结筋断裂或原无拉结筋的, 需通过植筋等措施加强墙体与承重构件间的连接。不同材料的墙体, 应根据其长度、高度、厚度等不同情况分别按各自的规范或标准图要求在墙内设置构造柱、拉结筋、墙带以及墙顶的稳定构造措施;

4) 地震中, 非承重墙体(如构筑物内的导流墙等)局部倒塌的, 应重新砌筑, 并在墙内设置构造柱及顶部设置拉梁等必要的稳定构件。

4.4.4 机电设备的修复和更换

设备的修(恢)复和更换, 首先应能尽快的在第一时间满足城、镇(乡)污水处理的基本要求, 然后再按进度需要进行完善。

1. 电气系统的修复、加固与更换

(1) 在电气系统恢复运行前, 应首先对变配电站、配电室等建筑物受损情况进行评估, 以确定建(构)筑物能否继续使用或经修复加固后继续使用。

(2) 震后恢复污水处理功能、设备抢修、检修等都需要对厂站快速恢复供电。如果地震对外部电网的损害不大, 应尽量争取使用原供电网络进行供电。如原供电网络不能满足供电, 应尽快采用临时措施, 如寻求第二电源、临时电源或采用柴油发电机组应急供电, 力求尽快对厂站恢复供电。

(3) 变压器的震后修复。变压器作为厂站电气系统的主要元件其震害表现一般为位移、扭转、脱落轨道、倾倒、顶部绝缘瓷瓶破坏、散热器或外壳受损等, 震后应对变压器受损程度进行检查, 对受损部位进行修复、更换。震后的变压器须进行电气性能检测, 对通过检测可继续使用的变压器要进行复位、基础修复处



理。

(4) 开关柜设备的震后修复。开关柜设备由于外壳的保护作用,如果没有大质量的建筑构件和坠落物的撞击,一般不会受到太大的损害,但可能出现基础断裂、移位、变形、联接电缆松动、脱落等损害。修复时须清理建筑碎块,检查设备受损状况,检查柜内电气元件受损情况,对设备进行复位,检查和紧固联接缆线,对受损的电气元件进行修复和更换,检查工作接地和安全接地系统是否良好,做必要的电气性能检测。

(5) 厂站内配电电缆线路、控制电缆线路的震后修复。厂站电缆线路的震害表现一般为电缆沟、电缆托盘托架的垮塌、变形、脱落,电缆绝缘层的损害,电缆与设备接头松动、脱落等。修复时须对电缆线路沿线进行检查,对电缆与设备的接头进行检查、加固,对损害不能继续使用的电缆进行更换。

(6) 厂站内检测仪表的震后修复。污水厂内通常设有一些流量、压力、液位、pH、DO、ORP等现场检测仪表。地震发生时这些检测仪表可能受到损坏或损害,一般表现为仪表支撑体松动、脱落、仪表连接电缆脱落、断线、仪表失准、失灵等。修复时须对仪表安装状况进行检查、复位,对电气、管道联接进行检查,对仪表进行校准。对受损不能继续使用的仪表进行更换。

2. 机械设备的修复、加固与更换

对受损程度 I、II 类设备只需进行按原样正位固定和作少量修理后即可投入运行;对 III 类设备应进行认真修补,确保基本上达到设备的原有功能后投入运行,以后可根据具体情况决定更换与否;对于 IV 类设备原则上不能使用,立即更换或用相似设备暂时取代。如设备暂时无法更换需带病运行的应在严格的监测下进行运行并从速更换。

3. 管道系统的修复与更换

(1) 管道之间的连接处应进行修复,防止渗漏。

(2) 管道本身的破坏根据破坏程度首先作针对性的修补或更换,震情稳定以后再进行完善。

(3) 管道与构筑物连接处进行止漏与稳(固)定。

(4) 管道位移处进行复位、固定。

(5) 管线上受损阀门进行修复或更换。

(6) 修复或更换管道上必要的基本仪表,如压力表和流量计等以确保满足城、镇(乡)排水系统的基本要求。

4. 污水处理的化验设备与仪表的恢复

根据损坏程度编制修理和购置清单。应首先满足污水处理过程中最基本要求设备和仪表。

4.4.5 修复加固期内防止污水污染环境的对策与措施



1. 当处理后污水不能满足受纳水体环境的最低要求时, 应采用临时手段予以解决, 一般可首选投加药剂的加强一级处理方法。
2. 根据震后污水量情况调整处理系统运行工况以适应。
3. 应根据环境允许的容量条件, 编制处理系统的构(建)筑物修复和加固计划。任何一种处理设施如有一座以上损坏时, 不应同时进行修复和加固, 应轮流修复和加固。在轮换修复和加固期间, 由于其负荷增加需对其加强监测和管理。
4. 对正在修复和加固的处理构筑物的前后处理设施应加强监测和管理。
5. 加强消毒过程管理
 - (1) 处理后污水排放前必须进行加强消毒并严密监测。
 - (2) 在当疫病发生期内应配合卫生和防疫部门, 进行针对性药物消毒。
 - (3) 增加污泥消毒处理。消毒剂首选石灰, 也可采用其它药剂。
6. 加强污泥贮存和运输管理, 并应有人专管, 禁止污泥乱堆乱放, 防止二次污染。
7. 化验、检测设备、仪表受损时必须加强人工检测, 并及时更换和购置有关设备或借助相关部门的设备能力。
8. 在外电源未恢复供电时, 利用时间对厂站内的设备进行全面检查和修复, 为电源最短时间恢复厂站污水处理准备条件。

4.4.6 重建

1. 重建及原则

以下情况需进行重建。

- (1) 地震中被毁城镇需整体移址重建时, 厂站系统随之移址重建。
- (2) 地震中因地貌变化或被次生灾害所毁被埋, 使构(建)筑物全部破坏或虽然部分破坏, 但存在有致命的安全隐患时, 需移址重建。
- (3) 由于地震烈度大于设计时考虑的烈度或其他原因造成构(建)物全面破坏时, 但经有关鉴定机构鉴定认可地质条件许可建设厂站时可进行原地重建。
- (4) 单体构(建)筑物严重破坏, 无法修复, 或加固成本经比较不经济时, 应对该构筑物进行单体重建。
- (5) 厂站重建必须满足所在地调整后的地震烈度的抗震要求和规划, 并必须按照有关的规程、规范及建设程序进行。

2. 重建技术

- (1) 本节中的厂站包括污水处理厂、污水泵站、雨水泵站及合流污水泵站内各种构筑物及辅助建筑物。
- (2) 重建应贯彻“小震不坏、中震可修、大震不倒”的抗震设计方针。
- (3) 厂站选址应满足下列条件:



- 1) 避开地震断裂带，选择对抗震有利的地质、地形、地貌的地段；
- 2) 不受滑坡、危岩、泥石流等地质灾害的地段；
- 3) 历史上最大地震破坏烈度不超过9度的地段；
- 4) 不受洪水淹没、冲刷的地段；
- 5) 经地质勘察适宜建筑的地段。

(4) 建筑设计应力求形体简单、整齐，避免复杂平面、长悬挑、宽门脸、高女儿墙、高塔楼等不利抗震的建筑造型。

(5) 结构设计应慎用底框结构；建筑物纵横向应适量、对称设置抗侧力构件；注重“强柱弱梁、强剪弱弯、更强节点”的设计理念。

(6) 厂站内各构（建）筑物应采用表4-3所列的结构形式：



表4-3 构（建）筑物结构形式

项目	子项	结构形式	备注
污水处理厂站及排水泵站	污水提升泵房	下部钢筋混凝土结构，上部框架结构	底板、壁板、柱、梁、板全现浇
	雨水提升泵房		
	沉砂池	钢筋混凝土结构	整体现浇
	初淀池		
	二淀池		
	曝气池		
	生化池		
	滤池		
	污泥浓缩池		
	污泥消化池		
	污泥泵房	框架结构	整体现浇
	污泥脱水机房		
	污泥堆棚		
	配电室		
	管理综合楼		
	机修、仓库	框架或砖混	框架现浇（注）
	食堂、值班宿舍		
	门卫室		
	围墙	砖墙加配筋扶壁柱和压顶	扶壁柱间距3.0~3.6m

（注）：①当采用砖混结构时，±0.00以下采用M10水泥砂浆砌MU10实心页岩砖，±0.00以上采用M7.5混合砂浆砌MU10实心页岩砖；

②按规范设置的DQL、GZ、GL、QL及屋盖梁、板采用全现浇结构；

③所用石料强度等级不得低于MU30。

（7）厂站重建应按国家、地方的现行规范和标准执行。

（8）厂站的设计、施工图审查、施工及监理各环节的实施程序均应按国家的相关规定执行。

4.5 排放口

4.5.1 抗震鉴定

1. 地震后首先应进行应急危险度评估。应急危险度评估主要依靠技术人员的经验以及简单的测试工具和仪器，短时间内对排放口进行快速的危险度评价，初步评定破坏程度，满足震后对排放口的快速评定要求。

2. 对应急评估判定为危险和警告的排放口，应进行抗震鉴定，抗震鉴定应



按《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95、《室外给水排水工程设施抗震鉴定标准》GBJ43—82执行，并应符合《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032—2003的规定。

3. 抗震鉴定主要检查排放口和排水管沿线的场地和地基情况、排放口的整体布置、穿管处堤岸结构及防渗、管材和接口等是否符合现行抗震设计规范。

4. 抗震鉴定应按调整后的《中国地震动参数区划图》为依据进行。根据排放口构筑物的特点，地震破坏程度可划分为基本完好（含完好）、轻微破坏、中等破坏、严重破坏、垮塌五个等级。其划分标准如下：

（1）基本完好： 承重结构完好；个别非承重结构轻微破坏；附属构件有不同程度破坏。

（2）轻微损坏： 个别承重结构轻微裂缝；个别非承重结构明显破坏；附属构件有不同程度破坏。

（3）中等破坏： 多数承重结构轻微裂缝，部分明显裂缝；个别非承重结构严重破坏。

（4）严重破坏： 多数承重结构破坏或部分垮塌。

（5）垮塌： 多数承重结构垮塌。

5. 抗震鉴定完成后，鉴定单位应出具相应的鉴定报告和结论，并根据不符合鉴定要求的程度、部位对结构安全性和抗震性能影响的大小，结合使用功能、城市规划和加固难易等因素，通过技术经济比较，提出相应的维修、加固、改造或重建等抗震减灾对策。

6. 根据破坏程度，可按表4-4采取相应的处理措施。

表4-4 破坏程度及处理措施

破坏程度	处理措施
基本完好	一般不需修理即可使用
轻微损坏	不需修理或需稍加修理，仍可继续使用
中等破坏	需一般修理，采取安全措施并经加固后方可使用
严重破坏	需大修或重建
垮塌	需拆除重建

4.5.2 修复和加固

1. 排放口工程设施包括污水排放口、雨水排放口以及排放管需穿越的堤岸等相关工程。

2. 排放口工程为城市重要基础设施，修复、加固应按设防烈度提高1度采取构造措施。工程修复、加固应符合《水工建筑物抗震设计规范》DL5073—2000和《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032-2003的规定。

3. 排放口发生泥石流、泥砂堵塞时，应首先清掏排放口影响范围内的受纳



水体，保证排水能及时、顺畅地排除。

4. 混凝土结构震损排放口出现细小裂缝时，应采用压力注浆修补，注浆材料可采用环氧树脂类液剂。混凝土结构出现较大裂缝时，可视裂缝的宽度，采用微膨胀细石混凝土或混凝土灌缝，并在混凝土中掺加早强剂。

5. 混凝土结构震损排放口发生局部塌落或破损时，应采用比原设计高一个等级的混凝土浇筑修补。用于修补的混凝土应具有微膨胀性，并掺加早强剂。修补时应先将原结构表面凿毛，对素混凝土支承结构，还应先进行植筋，保证新浇混凝土与原结构连接可靠。

6. 震损排放口结构发生倾斜时，应采取可靠措施进行纠倾，纠倾施工应参照《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》CECS225:2007执行。

7. 震损排放口为砌体结构时，对震害较轻的部位，采用水泥砂浆进行灌缝等修补，对破坏较严重和严重的部位，进行局部拆除，重新砌筑修复。修复的标准应不低于原设计的要求，水泥砂浆的强度宜比原设计提高一个等级。

8. 排水管穿越堤岸时应保证堤岸的安全和满足防渗的要求。震后穿越处的堤岸发生损坏时，应立即在堤岸临水侧进行围堰和排水，避免发生管涌和更大的次生灾害，然后抢修堤岸。堤岸加固、修复应按《堤防工程设计规范》GB50286—98执行，加强防渗处理，并符合《水工建筑物抗震设计规范》DL5073—2000的规定。

9. 排放口的管道修复、加固技术措施按4.3.3的内容实施。

4.5.3 重建技术

1. 排放口位置、形式和出口流速，应根据受纳水体的水质要求、水体的流量、水位变化幅度、水流方向、波浪状况、稀释自净能力、地形变迁和气候特征等因素确定，并要取得当地卫生主管部门和航运部门的同意。

2. 排放口的工程场地应选择在对抗震有利的地段，避开地震时可能发生崩塌、滑坡、泥石流和震陷等对抗震不利和危险的地段。排放口的位置不宜设在大于9度的设防烈度区。

3. 排放口工程为城市重要基础设施，并且修复、加固较为困难，排放口工程的抗震设防类别应为乙类。

4. 排放口应采取防冲刷、消能、加固等措施，并视需要设置标志。

5. 排放口形式

(1) 污水排放口：为使污水与河水较好混合，同时为避免污水沿滩漫流污染环境，污水排放口一般采用淹没式。

(2) 雨水排放口：为防止河水倒灌，雨水排放口一般采用非淹没式；当排放口标高高于水体水面很多时，应设单级或多级跌水设施消能，以防止冲刷。

6. 排放口工程的重建应严格按照《堤防工程设计规范》GB50286—98执行，



并符合《水工建筑物抗震设计规范》DL5073-2000和《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032-2003的规定。

7. 排放口的地基持力层应稳定密实，并满足抗冲刷的要求。排放口宜采用混凝土或钢筋混凝土结构。

8. 排放口排水管穿越堤岸处应采用柔性连接。

接P72 十、施工尚应符合国家现行的有关规范、标准、技术规程的规定。

4. 6日本阪神-淡路地震中排水系统震后恢复实例

日本阪神-淡路7.3级大地震给以大阪神户地区为中心的广大范围内的处理厂、管渠等的排水管道造成了很大的灾害。排水管道受灾，与电力、天然气、给水管道等生命线系统不同，即使管渠受到一些损坏，还是可以排水。由于停水使排水量减少，即使不经处理厂处理也可以排出，所以使问题立即严重化的情况较少。但是，随着给水管道的恢复以及城市活动生活正常化，排水量就会增加，所以在地震之后应立即采取各种应急措施，尽早恢复下水道的处理功能。

1. 污水处理厂的应急及恢复

在此次地震中，兵库县、大阪府以及京都府的102个污水处理厂中有43个厂受灾。表4-5列举的兵库县8个处理厂受灾情况特别严重，影响到了其处理能力。

表4-5 兵库县的8个处理厂震害情况

地名	设施名称	日处理能力 (万 m^3/d)	服务区 人口 (万人)	主要震害
神户市	东滩处理厂	22.50	34.60	·穿越运河导管 破损 ·流入管道断裂

·水处理设施损坏



				·办公楼倾斜 ·管廊浸水
	中部处理厂	7.70	12.80	水处理设施 损坏
	西部处理厂	16.15	26.40	地下泵房浸 水
西宫 市	枝川净化中 心	12.60	17.40	·流出渠破损 ·沉砂搅拌机损 伤 ·消化池损伤
尼崎 市	东部第一净 化中心	7.90	5.00	污泥搅拌机 损伤
	东部第二净 化中心	82.40	5.20	终沉池送水 管破损
芦屋 市	芦屋污水处 理厂	5.1175	8.40	·厂内送水管破 损 ·出口破损
兵库 县	武库川上游 净化中心	7.10	12.40	污泥搅拌机 破损

其中受灾最严重的是建造于填土地基上的东滩处理厂。该厂为神户最大的设施，处理能力为22.5万m³/d，当时流入的水量为7~8万m³/d，服务区人口34.6万人。虽然曝气池、电器及机械设备的破坏较轻，但管道和附属构筑物破坏较重，导致污水处理厂长时间不能运行。在处理厂内，由于地基下沉，面向处理厂的鱼



崎运河护堤，发生了2~3m的滑动以及1m左右的下沉到处可见，场内管道很多都遭到损坏。刚开始是初沉池的进水管接口处有4处断裂，水处理设施池体的接口处等渗漏，污泥浓缩池、消化池周围的配管折损等，设施和管道的连接部分出现多处受损。此外，初沉池的进水管开裂，初沉池刮泥机的链条脱离等，东滩处理厂完全丧失了处理功能。

震后初期只做杀菌处理后就排放，之后考虑到给水管恢复后生活用水的流量增加，所以将宽30m的鱼崎运河用H型的钢板桩隔开，改造成长达160m的临时沉淀池，实施沉淀处理。该临时工程于1995年1月21日开始，2月7日完成，之后就开始了简易的沉淀处理，并于3月20日开始絮凝沉淀处理，3月27日开始运河的疏通和污泥脱水处理。5月1日开始高级处理。随着污水量的增加及气温的上升，将出现恶臭及导致海洋污染，考虑采取其他措施，于9月7日撤除了河道上的临时设施。

2. 排水管渠以及检查井的受灾和灾害对策

污水干线的埋置深度大，给处理能力造成影响的灾害比较少。调查对象的32条干线83.9km中有27条干线共4.5km受损。由于神户高速铁路大开站的崩塌而使滨崎污水干线和深江水管桥内的管道受损，在凹陷处设置了旁道管。另外，在土沙堵塞的生田低区干线，暂时向还在施工中的共同沟排水。受破坏程度严重的葺合滩污水干线，使用金属板进行修补。

雨水干管（渠）受损长达6.3km，如把需要改造的地方称为严重破坏，需用灰浆等进行轻微修补的称作轻微破坏，则管渠有562处严重破坏、451处轻微破坏，检查井有194处严重破坏、938处轻微破坏。到1995年5月末为止进行的应急修复中，堵塞50件，损伤354件，泥沙堆积13件，共计417件。此外，东滩处理区决定利用受灾恢复，推进雨污分流，将合流管作为雨水管使用。

承插管震害大部分是接头被拉脱，采用的是将拔脱部分再压回去的方法；对破损的管道，是将破损的部分切断换上新管；此外，对开裂部分还采用包敷的方法。

3. 排水设备的受灾和灾害应对

排水管设备原本是由个人进行修缮的，但由于市民的咨询蜂拥而至，因此在神户市管工事业协同联盟设置了专业人士的介绍和咨询的窗口。截至1995年5月底，共受理了5023件。神户市管工事业协同联盟、排水局、工作人员直接受理的总计14464件。多为排水管的破损和卫生间的堵塞。另外，神户市管工事业协同联盟



在对给水供水装置进行应急恢复的时候，同时检查了排水设备。24名工作人员共对1639户进行了检查，受理管道55处，共对121处作了应急修复。

中国城镇水网
www.chinacitywater.org