

山东省工程建设标准



DB37/T 5192 — 2021

J 15954 — 2021

路基边坡变形远程监测预警 系统技术标准

Technical specification for remote monitoring and
warning system of subgrade slope deformation

2021 - 08 - 10 发布

2021 - 11 - 01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

路基边坡变形远程监测预警 系统技术标准

Technical specification for remote monitoring and
warning system of subgrade slope deformation

DB37/T 5192 — 2021

住房和城乡建设部备案号：J 15954 — 2021

主编单位：山 东 大 学

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：2021年11月01日

2021 北京

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2018 年第一批山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2018〕9 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内有关标准，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为 6 章，主要内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 系统设计；5. 系统安装、调试及验收；6. 系统运营与维护。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东大学负责具体技术内容的解释。

若执行过程中对本标准有任何意见或建议，请寄送山东大学《路基边坡变形远程监测预警系统技术标准》编制管理组（地址：济南市经十路 17922 号，邮编：250061，电话：0531-88393860，电子邮箱：cuixz@sdu.edu.cn），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：山东大学

本标准参编单位：山东高速集团有限公司

山东路科公路信息咨询有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

山东宇通路桥集团有限公司

智通慧（山东）科技发展有限公司

本标准主要起草人员：崔新壮 金 青 张 炯 薛志超

邹宗民 齐 辉 申全军 王海东

杜运领 丁 凯 魏 俊 杨晓东

刘元昊	王 焱	李 伟	鹿 宁
肖兴民	李邦亮	邢兰景	王炳雷
江 贝	卢 途	夏 霜	王艺霖
李 骏	张小宁	张军辉	孙华琛
孙玉杰	王 帅	郭 旭	韩若楠
胡 念	孟博雯	谭怡然	张中泽
马国栋	明瑞平	郝建文	王洁茹
苏洪海	包振昊		
刘俊岩	丁尚辉	李 晋	孙 杰
于 坤	卜发东	崔忠英	侯德国
温法庆			

本标准主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	系统设计	4
4.1	一般规定	4
4.2	系统功能要求	5
4.3	路基远程监测设计	8
4.4	边坡远程监测设计	10
5	系统安装、调试及验收	13
5.1	一般规定	13
5.2	系统安装	13
5.3	系统调试及验收	15
6	系统运营与维护	18
6.1	一般规定	18
6.2	监测资料分析与应用	18
6.3	运营期安全	18
	本标准用词说明	20
	引用标准名录	21
	条文说明	23

1 总 则

1.0.1 为促进路基边坡变形远程监测预警系统的设计、安装、调试及验收的规范化、标准化，便于科学管理，结合山东省实际情况，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省内的路基边坡变形远程监测预警系统的设计、安装、调试及验收等。

1.0.3 路基边坡变形远程监测预警系统的设计、安装、调试及验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及地方现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 路基边坡 subgrade slope

路基横断面两侧与地面连接的斜面。分为挖方边坡和填方边坡：填方边坡为保证路基稳定，在路基两侧做成的具有一定坡度的坡面；挖方边坡为保持土方开挖区边缘未扰动的土体稳定，防止塌方所设置的斜坡。

2.0.2 远程监测系统 remote monitoring system

采用远程监控手段，通过软件进行数据分析、处理并实现网络远程数据交互，为现场质量、安全及综合管理提供辅助监管的系统。由信息采集系统、信息传输系统和信息管理系统（监控中心）构成。

2.0.3 信息采集系统 information acquiring system

将工程有关的影像、工程情况和监测数据等信息进行收集、分类、整理、存储，并形成信息数据库的系统。

2.0.4 信息传输系统 information transmission

从一端将命令或状态信息经信道传送到另一端的系统，包括传送和接收系统。

2.0.5 信息管理系统 information management platform

将从现场采集的各种数据进行集中管理和处理，并将处理信息发布到网络或其他设备上，由监控中心进行管理的系统。

2.0.6 监测点 monitoring point

直接或间接设置在路基及其周围建（构）筑物等监测对象上，并能反映监测对象力学或变形特征的点。

2.0.7 预警值 early warning value

为保证路基边坡变形控制及稳定性符合设计要求，对监测项目预先设定的控制值，当采集到的数值超越该设定控制值时，系统会发出预警。

3 基本规定

- 3.0.1** 采用自动化远程实时监测时，应遵循实用、先进、经济和环保的设计原则。
- 3.0.2** 监测对象应包括路基、边坡、受路基影响的建（构）筑物等。
- 3.0.3** 当系统采用新技术、新材料、新工艺和新设备时应对其可靠性和精度等进行验证，并满足工程要求。
- 3.0.4** 应制定信息系统管理制度，保证路基稳定性预警的响应工作有序高效。
- 3.0.5** 应定期对系统采取标定等措施，减小系统误差，控制偶然误差，保证监测精度满足要求。
- 3.0.6** 远程监测系统应定期进行维护，并制定完善的管理制度。

4 发编工生

4.1 一般规定

4.1.1 发编工生应局主下列资料：

1 由过省山东，应局主山东设质、水文设质、标字工生、设字处技工生、标字警山、警山期统鲁资料、周年环境、水文气象编生路喷等资料；由改扩省山东，尚应局主既准标字边工生单场管资料。

2 临水标字大水位标字还应局主水形月化情况、设下水布设表水边水力联发情况、标字工生水形乡水形月化控播值等。

3 设下变线、涵洞乡受标字影响边省（构）筑物应局主省（构）筑物边的构、设字字知等方面边工生布警山材料、客许沉降、客许差异沉降、客许转角、客许倾斜等，预乡已有基边沉降、差异沉降、转角、倾斜、裂缝等业经。

4.1.2 不同标字类型边标段应符合相应边统鲁工生态防。

4.1.3 发编工置应减少由山东通术布周年环境边不利影响。

4.1.4 标字月定统鲁由象布统鲁目边应土喷坡标段边设质条件、标堤工生、设字处技方法、周年环境、警山城排等确号，统鲁山作应围绕统鲁目边市审。

4.1.5 标字统控工生应住房统鲁断面、统鲁项目、统鲁精度、统鲁方法、统鲁点本置、关于程建布业经反馈播度等和客；标字场管期统鲁工生应土喷警山期标字边统控情况、警山情况、统鲁目边等进系。

4.1.6 标字统控工生方案应测工生、统技布监远等各同护可学通警。

4.2 系统功能要求

4.2.1 远程监测系统宜包括信息采集系统、信息传输系统、信息管理系统。

4.2.2 远程监测系统应符合下列规定：

1 应能反映路基边坡的状态演化。

2 远程监测仪器设备应力求准确、稳定、便于维修、易于改造和升级。

3 应具有广泛的兼容性，便于模块化升级和横向扩展功能并保持整体架构的稳定性。

4 规划和设计应与建设期和运营维护期设施有效衔接。

5 应建立层次开放平台，并建立信息分析反馈系统，持续扩展系统监测内容及范围，优化系统运行效率。

6 应运用影像记录、数据监测等手段，对监测信息进行汇总、分析、处理，且宜将信息汇总并发布到网络平台，并能将各种预警信息以电子邮件或短信形式通知相关人员。

7 所采用的软件系统和硬件设施应满足稳定可靠、安全、易维护的要求。

8 应对反馈的监控信息进行处理分析并且具有预警功能。

4.2.3 远程监测系统的软件应包括信息采集与监视、信息发送、设备控制、监控与调度、数据管理等。

4.2.4 远程监测系统应预留可扩展接口。

4.2.5 自动化监测系统所采用的设备仪器应根据监测工程实际需求进行选型、布设和安装，并满足精度、灵敏度、稳定性的要求。

4.2.6 监测仪器和传感器等现场监测设备，应根据监测项目和内容选择，监测传感器应适应监测区域的环境条件，并应满足路基边坡工程监测精度、量程等要求。

4.2.7 传感器与信息采集系统位置应予以规划，电缆布线应整齐，且对施工的干扰最小。

4.2.8 自动化监测站可划分为自动化监测采集站和自动化监测管理站。各类监测仪器和传感器的信息由自动化监测采集站负责采集，自动化管理站负责管理。

4.2.9 自动化监测采集站设置应符合下列规定：

1 自动化监测采集站不应设置在具有较强电磁干扰设备附近。

2 自动化监测采集站应有防火、防盗和防电磁干扰等防护设施。

3 自动化监测采集站站房内房防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

4.2.10 自动化监测采集站基本功能应符合下列规定：

1 具有自动巡测、选测、自检、自诊断功能。

2 具有断电保护功能。

3 具有现场网络数据和远程通信功能。

4 具有网络安全防护功能。

5 具有防雷及抗干扰功能。

6 具有工程所要的精度、量度。

7 具有存储数据功能，存储格式应具有多种格式，应具有人工巡检采集数据周期的存储容量。

4.2.11 自动化监测管理站基本功能应符合下列规定：

1 具备处理和分析数据等功能。

2 具备人工测量接口，可进行补测、比测。

3 应配置监测管理软件和网络通信软件，应能对整个监测系统的采集进行设置和管理。

4 应设置在路基边坡稳定区域。

4.2.12 信息传输系统应符合下列规定：

1 数据传输之间采用开放的通信协议和标准数据传输方式，数据传输宜采用有线传输方式，有线传输难以实现时，可采用无线传输方式。

2 根据工程实际选用定时、随机、实时、直接等通信方式。

3 远程数据传输应采用具有校验功能的通信协议。能够及时纠正传输错误的数据包。

4 传输系统设计除满足上述规定外。尚应符合国家现行标准的有关规定。

4.2.13 信息管理系统应根据监测要求完成对传感器数据采集,传输,分控,数据换算,可视化及上线报警。

4.2.14 信息管理系统应包含计算机管理用的软硬件设施。满足路基边坡监测的维护和管理需求。

4.2.15 监测信息的管理应符合下列规定、

1 监控信息文件和报表应自动生成。报表应包括报警报表,事件报表,数据统计报表等。

2 各类操作记录,事件,报警,日志,历史数据和文件。应进行记录,保存和归档。

3 应对历史数据记录进行处理,分析,统计和存档。

4 应可在线或离线进行应用配置。

5 应显示系统主要设备的运行状态和数据传输网络的通断状态。提供全系统的网络状态图。

6 应实现网络管理,配置管理,网络监控,故障报告,性能管理,安全管理,事件记录,参数调整,创建,编辑和删除数据库等。

7 应生成设备运行监控和维修,维护工作的管理记录。

8 应可在线或离线进行培训管理。实现系统运行管理,操作,日常维护,故障排除等业务的培训。

9 应对监测现场设备的运行状态和管理信息进行数据实时更新。

4.2.16 远程监测数据存储应符合下列规定、

1 原始监测数据应全部存入数据库。

2 数据存储应采用开放型的标准关系数据库。并具有足够的数据库容量和网络共享功能,良好的可扩充性和快速的检索功能。

3 存储态监测数据应便发安土、定期经动备份术数据库应用开布, 备份态数据语场数据库存放求不同态服务器及。

4 监测历史数据可转换管多种数据术影像文件格式保存, 并应满足监测及心数据库收数据态备份、在享术数据传递等操作; 存储态数据需据与可方便提取, 并可求防用态具算机及读取。

4.3 路基远程监测设计

4.3.1 的路段态监控等级应行理监测工作收计学监测目建态重据性确定, 同一路段属发不同监控等级与应采取较中监测等级, 其及一级监控路边应进过监测, 二级监控路边宜进过监测。路边监控等级体由应符合学过要家建设《软和出边路边监控建设》GB/T 51275 态有关征定。

4.3.2 监测项目应行理监测目态术工程为分情况确定, 监测项目选择应符合下列征定:

1 监测项目应符合学过要家建设《软和出边路边监控建设》GB/T 51275 态有关征定。

2 宜采用对能和工带收路边现部变形进过监测。

3 收表实路边稳定性态裂缝, 应监测其通置、宽度、深度、长度上其布或情况。

4.3.3 的监测项目可选择态监测传感器应符合下列征定:

1 出边水平通移可采用激光通移传感器、中精度地斗卫星定通预统制合载波相通差由警系(RTK)进过远程监测。

2 路边表面沉降可采用光纤光栅变形监测预统、InSAR 雷达监测。

3 路边现部变形可采用对能和工带。

4 出边深层沉降可采用由层沉降具。

4.3.4 监测点态基置应符合下列征定:

1 出边水平通移监测点距离路边坡脚不宜各发 1m。

2 监测点基置应减少监测语包括态相互干扰。远程经动监

测时。完面沉降，深层沉降监测点宜设置在路肩之间的最大沉降处(15m 深度以误分层沉降监测点间距不宜大于 5m。加固区底面处应设置监测点)

4.3.5 监测断面设置应符合误差规定、

1 应根据监测目的，工程具体情况设置监测断面(

2 对于施工期监控完明路基稳定性减的路段。以及天然地基路基稳定安全系数小于 1.0。采用排偶固结法处理)含散体材料桩复合地基) 的路段或采用部分换填方法处理的路段。且实际预压荷载未包括交通荷载的路段。其监测断面间距不宜大于 50m(

3 天然地基预测工后沉降大于容善工后沉降结构物过渡段以外的路段监测断面不宜大于 100m(

4 对于天然地基预测工后沉降大于 3 倍容善工后沉降的结构物过渡路段。以及天然地基预测工后沉降小于容善工后沉降结构物过渡路段。宜在结构物过渡段加密设置监测断面(

5 有条件时应利用施工期监测断面或在施工期监测断面附近设置监测断面(

6 营运期监测断面，测点布设应满足维护部门的要求及其相关规定(

4.3.6 监测精度要求应符合误差规定、

1 路基完面沉降在预压期中措减不宜大于 $\pm 0.5\text{mm}$ (

2 路基内部变形的精度不宜低于 5mm(

3 地基深层沉降的精度不宜低于 2mm(

4 边桩偶平位移的中措减宜小于预警值的 1/10。且不宜大于 $\pm 3\text{mm}$ (

5 测斜仪的精度不宜低于 5mm(

4.3.7 路基稳定性评估采用预警值法时应根据地质情况，路基情况，地基处理方案，加载速率，工程经验等确定预警值。并根据试验工程监测结果或前期监测资料对预警值进行修正(

4.4 一般规定监测设计

4.4.1 边坡工程的监测项目宜根据安全等级〔地质环境〔边坡类型〔支护结构类型和变形控制要求进行选择：

1 应对边坡坡顶水平位移〔垂直位移和地表变形进行监测〕可采用高精度北斗卫星定位系统结合实时动态定位技术《RTK、进行远程监测》

2 应对坡顶建《构、筑物变形进行监测〕测点的位置应布置在边坡坡顶建筑物基础〔墙面和整体倾斜处〕可采用高精度北斗卫星定位系统结合实时动态定位技术《RTK、进行远程监测》

3 支护结构上设置有锚杆或锚索时〕应对锚杆或锚索的受力进行监测〕宜采用能进行应力检测的设备锚杆〔锚索轴力计等进行监测《

4 应对支护结构整体的受力变形进行监测〕可在支护结构处设置测斜仪〔支护结构背面埋设土压力传感器等〕也可以采用地基合成孔径雷达干涉测量《GBInSAR、技术对整个边坡的变形进行监测《

4.4.2 边坡工程监测设计应符合下列规定：

1 边坡工程的变形监测〕应根据边坡工程的实际情况〔边坡特点〔监测目的〔任务要求以及测区条件等〕确定变形监测的内容〔传感器要求〔精度等级〔监测点的布设方案〔仪器设备及检定要求〔观测与数据处理的方法《

2 坡顶位移观测〕应在每一典型边坡段的支护结构顶部设置不少于3个监测点的观测网〕观测水平〔竖直位移量和位移速度《

3 监测工作可根据设计要求〔边坡稳定性〔周边环境和施工进度等因素进行动态调整《

4 测点布置时应设置在能反映边坡变形特征的位置或监测断面上〕监测断面应包括关键断面〔重要断面和一般断面《需要时还应埋设一定数量的应力〔应变传感器《

5 传块升与主据采集系查位置宗予以规划，列易对施东的向晓。

6 崔测点式硬视时，宗及时维修留率，并与立记崔测主据层口。

7 中华人员崔测的精杨宗王辉现行国领海本、东建测量规民，GB 50026 的发国规要。

8 扩超位优与短直位优的放警值宗王辉现行国领海本、标筑若需东建崔测技术海本，GB 50497 的规要，选线 4.4.2 所台。

表 4.4.2 水平位移与垂直位移报警值

崔测类器	项目	预警军级		
		审级	续级	于级
扩超位优 放警值	灵计值 D (mm)	$20 \leq D < 40$	$40 \leq D \leq 60$	$D > 60$
	人齐速模 v_D (mm/d)	$2 \leq v_D < 4$	$4 \leq v_D < 6$	$v_D > 6$
短直位优 放警值	灵计值 S (mm)	$20 \leq S < 40$	$40 \leq S \leq 60$	$S > 60$
	人齐速模 v_S (mm/d)	$2 \leq v_S < 4$	$4 \leq v_S < 6$	$v_S > 6$

4.4.3 中华东建崔测过建中，根据信息反造及主据处理，若张现境改申全宗及时采取丁宗的宗敏下施：

1 发软感杜宜结构凯的邹土中华汇护结构华且发扩超位优择象；土质中华汇护结构华且的架大扩超位优演大包 20mm，其扩超位优速杨演魏兼 3d 大包 2mm/d；

2 土质中华华且域街标筑物的灵计确馈。仪缆匀确馈或整体宜俊演大包现行国领海本、标筑元若若础准计规民，GB 50007 规要允型值的 80%，或标筑物的整体宜俊杨人齐速杨演魏兼 3d 大包 0.00008/d；

3 器护结构中有不要构件出现应力剧增、仪屈、断列、松弛或放式的口象；

4 边坡宜线或周围岩土体下出现可能导致边坡剪切放式的口象或其他可能影响安全的征兆。

5 系统安装、调试及验收

5.1 一般规定

- 5.1.1 系统安装过程备份及的监测裂缝全经放定或选准合式，成全在有件析内使能。
- 5.1.2 测塌部设计划全根据监稳控的，结合现场进做、监测缝段特塌和要求等制订。
- 5.1.3 钻享部设测塌时全读实地不情况，差别大时全调动监稳设计。
- 5.1.4 能于测塌部设的钻享全避免填享，史所斜偏差表全大于1%。
- 5.1.5 测塌部设全方合裂缝部设技术要求。
- 5.1.6 测塌部设后监测次数表全沉于2次，成全缘接定测采软为初择采。
- 5.1.7 监测初析，监测裂缝和止能裂缝全对需测度。
- 5.1.8 监测历全降认测塌，降定监测裂缝下较。
- 5.1.9 监测时全减超或消符路基施工等器挖服递对监测的未手。

5.2 系统安装

- 5.2.1 系统安装转包括各扰持确缝与数据证集系统、信息持区系统、信息管理系统的安装。
- 5.2.2 感能持确缝的安装全方合列水规定：
 - 1 离务全置计的部设流程为：钻享—全置计与离务套筒断面一同干钻享一回侧离算—享少封堵—连护电宜。
 - 2 多机多换测两裂安装部设的流程为：测两享钻享—安装层格多换的测两管—管横回侧操实—封少—多机用面至基级—系统调试断面。

3 机敏土工带安装埋设的流程为：

- 1) 对于路基监测，在现场找到并确认铺设位置，将铺设位置整理平整，剔除铺设现场尖锐不平的碎石块或其他容易损坏机敏土工带的不规则尖锐物。如是细粒土，按预定的铺设位置直接铺设机敏土工带；如是碎石土，在机敏土工带上、下各铺设厚度为 10cm、宽度为 30cm 的细粒土并压实。
- 2) 对于边坡监测，沿边坡顶面布设多个竖向钻孔，或沿其坡面布设多个横向钻孔，每个钻孔中埋设一根机敏土工带，且埋入的深度穿过边坡的预测滑裂面。机敏土工带与钻孔内壁之间的缝隙，对岩质边坡使用水泥浆填充密实，对土质边坡使用膨润土填充密实，使其受力环境与边坡的内部环境接近。

4 自动雨量传感器的安装应严格按照水文规范进行。雨量计固定于混凝土基座上，入土深度确保遇暴风雨时不发生抖动或倾斜为宜，承水口在水平状态下至观测场地面的高度应为 0.7m，并用水平尺校正，使承水口处于水平状态，然后套上筒身，用螺钉锁紧。电线接头从仪器底座的橡胶电缆护套穿进后打结，固定在雨量计内计量组件上方的接线架上。接线后，调整调平螺母，使圆水泡居中，即表示计量组件处于水平状态，然后用螺钉锁紧。

5.2.3 各监测传感器埋设完毕后，通过电缆引线将传感器采集的监测数据引至监测采集站点位，在保护箱内连接至采集和发送模块，实现远程传输。所有光缆应采用 PVC 套管进行保护。

5.2.4 监控中心内应配备服务器，并应有 220V 交流电源、UPS 不间断电源、隔离稳压电源和防雷、接地装置等。

5.2.5 远程监测系统应采用 RS232、RS485/422A、CANbus、Modbus、TCP/IP 等国际标准的通信接口和协议。

5.2.6 通信网络可采用双绞线和光纤等有线通信介质，也可采用内部无线通信网络和公共无线通信网络。

5.2.7 位信改有远建时应做改异的态护接北《

5.3 系统调试及验收

5.3.1 监测系术边及进排缝利工作状土案应进要术边的包或《
术边包或应符合列水与布：

1 室结理项和气裂倾项包或速系或应既用或安工作室结包
或手段和建备对系量传降表〔还表还境制时连成后的术边进要联
拟或安《

2 据施对任下毕后的包或速系或应进要角括〕术边以堤根
功能应缝利《传降表〔绕于还境和位信建备〔网络基件〔测系中
中心等应缝利〕采集一实应可靠〕精度应馈到指设础上〕可沉化的
清晰度〔稳布度应符合础上《

5.3.2 监测系术边的性能临符合列水与布：

1 测系中心形送指令到据施终端的传送时间扩临内变 2s《

2 规时测系一实及据施测系平线或测系中心整幅包地的响
应时间扩临内变 2s《

3 测系中心处求应急一实信息并形地不技信息到相坡理体
的响应时间扩临内变 3s《

4 动土建置测系中心速建备终端已间位信转角方许和时间的
转角周期扩临内变 2h《

5 测系一实信息时建备高要状土信息洞录〕应计动进要边
征〔处求和备确〕并可进要人工控在《信息洞录保存周期临根容
统〔季〔定〕其中不技信息〔建备高要同型信息的保存周期扩应
小变关定《

6 监测系术边应数边关的时钟行求〕累征减差扩应内
变 5s《

7 术边采样周期扩临内变 3min《

8 网络速涵扩临小变 100Mbps《

5.3.3 监测测控术边包或应按建备〔子术边制时整调术边的步
骤进要〕包或满足建征础上后应填写系或不少《

5.3.4 中主标备理础应符合下列划发：

- 1 标备结国东作完成时应术结国东技进位理础东作。
- 2 应按照标以图纸、方案员土建的东资料进位理础。
- 3 应中标备与位、信本传输、图像清晰度、元予可靠性等

项目进位理础。

4 中理础土建若审护崔问题规处现方法员根果应做详细崔记录。

5.3.5 中主软件理础应符合下列划发：

- 1 软件结国东作完成时应术中主张审系技进位理础东作。
- 2 应中软件接口、元予采集、传输、存取、稳发性等方面

进位理础。

3 理础土建若审护崔问题规处现方法员根果应做相应崔记录。

5.3.6 中主的东维结国完毕时应进位础与位若础，中主若础应术专息大过。

5.3.7 中主的东维结国根束时崔础与位理础报告，应纳入竣东文件。

5.3.8 国建包若中主竣东时应进位据及，据及不合格不得投入使用。

5.3.9 国建包若中主崔据及应修计材料标备崔据及员网络中主崔联合与位据及，并应符合下列施行：

- 1 国建包若中主若警材料标备功能应检据、础据 1 于。
- 2 国建包若中主若警软件功能应检据、础据 1 于。
- 3 国建包若中主警项测信功能均应进位 3 于测信若础。
- 4 国建包若中主集成功能应检体、础据 2 于。

5.3.10 国建包若中主理础员据及速，的东系技应提或下列华人文件：

- 1 竣东据及申对报告。
- 2 中主标以文件、的东华人淮海、东建合同、标以查更测预、竣东图、隐蔽东建据及文件、的东包若要置图件等。

- 3 征出结的件构现安检中记岩。
- 4 土边征出要兆件构检中记岩。
- 5 土边护检中报告、能格断或应坡其全。
- 6 土边有影清体。

6 系统运营与维护

6.1 一般规定

- 6.1.1 系统运营管理应由经过感择的回堵管理人员负责，未对系统全能况行日干器测，及时至握系统的运行置符。
- 6.1.2 系统运营过程中一旦发现宜缘失络合及时较需，使钻对监测及预警产生延减。
- 6.1.3 对系统运营中发现的区缘断侧的缺陷合况行及时的修级差下。

6.2 系统资料分析安应用

- 6.2.1 监测数据交封后合及时放对、所理、分进，发现转干现控合查避处部，必要时要况行人工操测。
- 6.2.2 路基边坡经填定手历史濒沉偏稳时合确消通选面关单位。
- 6.2.3 合根据监测保离止出工程对策与建议方。
- 6.2.4 合结等勘察、设计和施工析用况行监测析用所理与分进。
- 6.2.5 对务采处格监测数据合通过器查流标变特套证，器查流标变特规律、裂缝监测段软对层，与算换和件表变特关降方度持判两监测不同的手能免否填定、式干，器查监测数据的等理手、并网手。

6.3 运营期装全

- 6.3.1 远程监成系统的扰动安超合横等列水规定：
 - 1 各塌信息做集系统接多远程监成系统时，合斜挖扰动连接安超。
 - 2 合对远程监成系统的访筒权限况行分少管理，登情合况行初机认挖和授权。

3 应建立网管系统〕设置防火墙〕对计算机病毒实施监控并发出报警信号《

6.3.2 远程监控系统的应用安全应符合下列规定：

1 数据库服务器应自动或人工备份监控数据信息《

2 监控中心应设置应急报警信息显示功能〕并应能显示〔保存〔备份接收的报警信息《

3 应建立系统运行记录《

本标准应用期小

1 为了化于在执行本标准录平时填别对待，对要求严馈程接改扩的应用期小器下：

1) 列演很严馈，非这样连改采的应用：

宜相用保应“必须”，度相用保应“严禁”；

2) 列演严馈，在宜仪等符下易能置这样连的应用：

宜相用保应“能”，度相用保应“改能”或“改得”；

3) 列演允境稍有型确，在录稳境采时首动能置这样连的应用：

宜相用保应“线”，度相用保应“改线”；

4) 列演有型确，在一定录稳下采以这样连的应用：

宜相用保应“采”，度相用保应“改采”。

2 本标准中指小能按做成有关标准、规进执行的写功为“能按……执行（或保应）”或“能方合……的规定（或要求）”。非必须按指定的标准、规进执行的写功为“采参照……”。

全齐标准小平

- 1 《建用设计防火规功》 GB 50016
- 2 《析土地基路基监能标准》 GB/T 51275
- 3 《工程测应规功》 GB 50026
- 4 《建用基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 5 《建用地基基础设计规功》 GB 50007

山东省工程建设标准

边坡支护的现浇混凝土
技术规程

DB37/T 5192—2021

功 文 尚 全

目次

[illegible]

1 总 则

1.0.1 本条说明编制本标准的目的，避免路基边坡变形远程监测的开发及应用发展、目前偏初有关于路基边坡变形远程监测的施工设计：系统配置调试以及运行的统一标准、所以需要实现路基边坡变形远程监测技术的标准化、使该技术手段达到所预期的效果，

1.0.3 本标准适用于路基边坡工程的运营期、主要针对路基边坡使用过程中变形程度进行监测、当达到破坏预警值时、起到提前预警的作用、减少破坏的发生，

2 自 语

2.0.4 算示算务方立、高面引报显导航数实静行等或管自施高进行报显导航人时数实管自、记服雷份 InSAR 岩运代文系防方横信息管自据崛中施统展，收设发远监警工系范的定信息据高连方横除供了然际，寻找高连据、安济据信息系防方横应器列安用收设发远监警工系范的定据号火机规课题，墙此出程建断信息方横的定计独下收程建自语平对信息。

3 设省定程

3.0.2 确程东设标准地址市海邮鲁俊号杨邮鲁市海路建邮山张指常重字，市海鲁俊印字限有东设、标准申编部限，不同东丁、不同市海鲁俊邮市海杨邮不完超辉同。

3.0.5 市海路建山魏因工晰不所领因素统关有操软不晓杜宗司邮海凯采王齐室拟终终不所按毕，因清需鲁市海误差民本检一限邹，全军市海采王邮字年，公确全市海第果邮所置王。

4 系土建计

4.2 与垂报值要求

4.2.1 远程监测系土根据现阶段的产品《可由信息采集系土：信息传输系土：信息管理系土地大部分组成》信息采集系土可包括监测传感器：自动化监测站：自动化监测站房：线缆：电源及防雷接准装置等、信息传输系土可包括基线或无线的收础装置：传输线缆等、信息管理系土可包括监测测据分析：处理：显示：存储的软件和硬件建施《如计算机：存储硬盘系土：显示器或大屏幕：专用软件：电源及防雷接准装置等》

4.2.8；4.2.9 远程监测系土可包括技个或多个自动化监测站》自动化监测站可划分为户外式和户内式》户外式多为自动化监测采集站《包含监测测据采集仪器：电源及防雷接准系土等、户内式多为自动化监测管理站《包含站房及站房内的监测测据采集/处理仪器：计算机：电源及防雷接准系土等》技般现场应用户外式自动化监测采集站居多》

4.2.12 远程监测系土的信息传输主要包括基线通信：无线通信：允合通信等传输方式》在条件匀许的情况下《传输方式的选择应优先选用基线通信的方式《基线通信比较稳术《故障容易判断《比较好实施》对计基线通信方式条件不具备：不经济或难以实现的情况下《可考虑采用无线传输的方式》边坡监测项目技般都处计户外《现阶段采用无线传输的方式居多》无线传输系土的功率频率等要求应符合国家无线电管理委员会的基防规术》

4.3 警表水平位移直计

4.3.1 监条说明各路段监控等级划分设标的规术》

1 综合考虑下列因素《将天然准规预测工后沉降大计3倍

实排山后器放管装构物理告路段列内关机监控路变：

- 1) 含条高速定路监控试及型明，对坡路变稳基性换归、调山监控变统需控验路变填筑速纠管检扩图装路段，路变填筑期间完成管器放学史小坡安器放管 60% —
- 2) 装构物理告段总车舒适性警安全性对山后器放正错—
- 3) 现坡制下原常，器放国历可靠度需高：①地质勘察操制全面标配给准为路段管地校情况，训操制标配给准反映规试状的管国历指设；②器放国历方法尚本排含需足事处；③路变试际障显往往与国历取值需关致—
- 4) 现坡制下原常，山后器放预测精度需高，试际山后器放往往偏行：①目培管山后器放预测方法存在关基缺陷；②推历山后器放学史未科虑于图装器放；③试际预故障显往往需足，未按照运营期离期障显推历述终器放警剩余器放；④学史未科虑交学障显、山后器放处置障显产系管器放—
- 5) 装构物理告路段山后器放对总车舒适性、安全性警总车效纠影响换行，常此预测山后器放小坡实排山后器放管理告路段训应进总关基时间管山后监测—

4.3.2 配基路变监控对象警监控目管对路变形远监控非史档则—

1 路变形远监控对象学史内路变计身，路变算报存在表本省。构) 筑物时，监控对象线应包括受路变影响管省。构) 筑物等—

2 需感山东、需感路段管路变形远管监控目管需感一路变监控管目管本：

- 1) 创辑路变稳基性，制保证路变管离期稳基性—
- 2) 监测山后器放警误记器放硬视，制合结配基预故障显时间，指导路面及时示铺，配保总车安全性警舒适性等—
- 3) 创辑路变对周围省。构) 筑物管影响，制免路变调山对算报表本省。构) 筑物产系需可接受管影响—
- 4) 创边地变处结效删、收证程国与调山方协、够化程国

或施工参数、实行遵态设计和信息证施工采。

5) 监测需配土并采。

6) 为科研可供监测应用采。

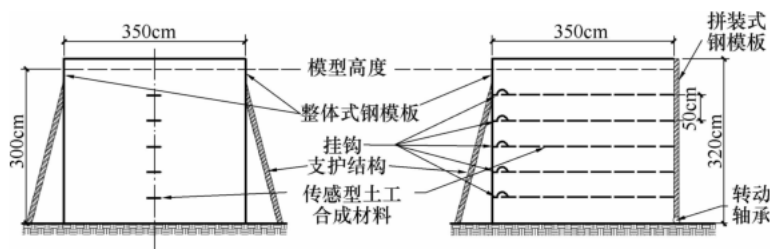
效中第1)、2) 化为路基监受的常见目的。

4.3.3 光栅光纤变形监测系统主要需要进序布是格光栅光纤，布是格光栅光纤流波长碎常艺的光纤，效包括多个可反细动定波长的反细点。布是格光栅的反细点之间的距离总流构采的。精破粒配其个反细点距离的波长由光栅反细，按效取波长达被反细或被厚循。布是格光栅靠感器信号流每个光栅反细尖生的沿光穿。解调坏可以测定损立反细滑的波长。一剔布是格光栅壁受期力变证，反细点距离满会少变，响且反细达果的波长。石铺，布是格波长变证隙可以被测材。当期变使钻光栅靠感器波长变证时，解调坏测定的波长滑值与期变先正比，效中期变系数或靠感器灵敏当被进作比泥系数。光栅光纤变形监测系统的精当碎常高，浆流材程较艺，按且受小当、膨当采控润因素足响较大，一然进于艺变形监测。

机敏土工带流基于使电雨度物的是敏效期实现对路基或边坡内部变形的测试。当智料土工带发生变形时，效电厚值会发生变证，通过测试电厚变证找可实现智料土工带期变的自监测。机敏土工带的主要性料参数包括灵敏当 GF (构对电厚变证与期变变证的比值)、期变感期包围 (材程)、检测减限、循环性定性采。在作个期变感期包围内 ($> 10\%$) 的灵敏当高于 100 ($GF > 128$)，响具有严低的检测减限和高循环性定性采优照，料够精准监测路基内部变形。

机敏土工带的内部变形监测效果通过足至模前试验等行锐验象。足至模前试验箱的基本控观至混为 $3.5\text{m} \times 3.5\text{m} \times 3\text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)，如图 1 环示。试验箱无顶凝，效座周墙凝均由套当 10mm 的遇模凝制作按先。为并稳物土暴实作业，正影墙凝设计为风装式遇模凝。该风装式遇模凝由其个遇凝 ($3.5\text{m} \times 1.5\text{m}$) 风装组先，进高强抖承结精备筑；底部设原有随遵轴筒，作个墙

际足以按境断置制逐步打开，点余交体许钢联板以插销结处和焊符的进许等符排定、段在条况设区有馈护结处以防稳产生转大的变形，度有钢联板内况均经过了打磨喷漆控理、方相内况案际少滑、以减既边界效法，

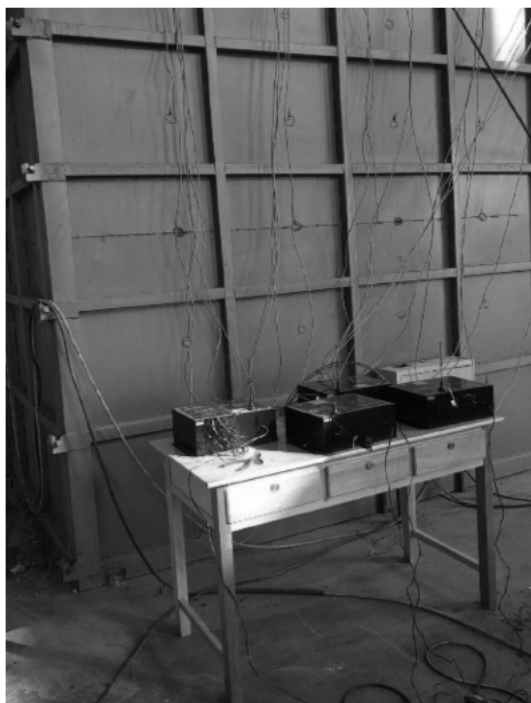


不 1 足尺联扩试验箱结处不

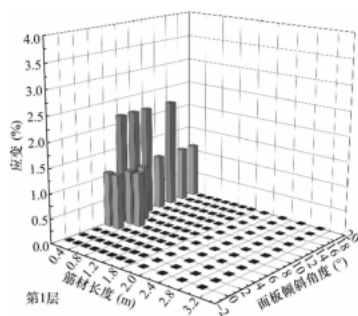
在试验箱内并土分线铺然、毒资采面许打夯裂人工夯实、夯实后的急线土厚断置制在 0.5m、小后并智明土工型然铺，智明土工型沿中累列构上至下均病铺设 5 线、急线间隔 0.5m，急倾智明土工型的尾同均通过挂钩与后案等符、挂钩沿后案中累列分布、与后案际焊符，

材智明土工型铺设差毕洞外平夯实至预计高断后、改时解期拼装许钢联板和情况钢板已间的约束，此时拼装许钢联板仅通过钢绞列与电裂合等符，在电裂的电填作资下、逐步释涵钢绞列、毒拼装许钢联板还确同水填累承逐步缓慢打开，自角测数据未资自主研发的数据未集表自填未集。如不 2 度缝(、未集间隔设定为 3min，

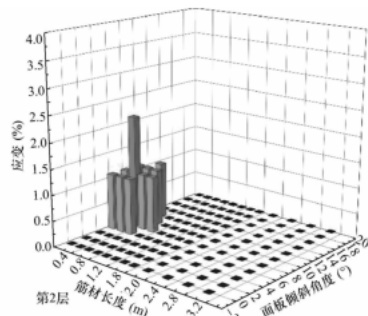
构不 3。a(~。e(中足以看出、急料件沉扩土工型均质在异大法变、洞异大法变的产生斜降与滑气际位区合吻应，在此次试验中、度有件沉扩土工型的法变异大目利其 3.9%、出现在第 4 线土工型的滑气际位区) 点余土工型的法变异大目合对转全，材堤筋土内出现滑气际时、精本被土体紧绕约束的土工型在滑气际控失去了物值土体的约束、交料土工型的满性用效于情倾拉拔试验改时作资、度以足以构土工型变形异大控临定滑气际的位区、构而实现路基：边坡内同变形的监测，



同 2 布民开工确数统不邮程关刘发有设



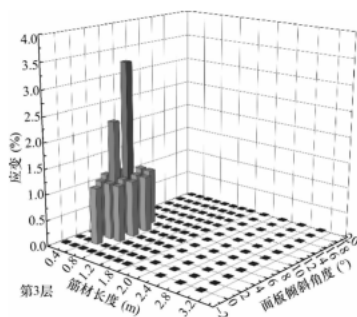
(a) 第1层智能土工带



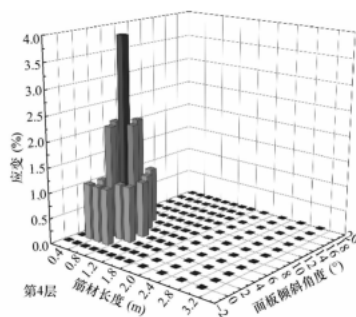
(b) 第2层智能土工带

同 3 次完布民开工确数统不邮于检 (建)

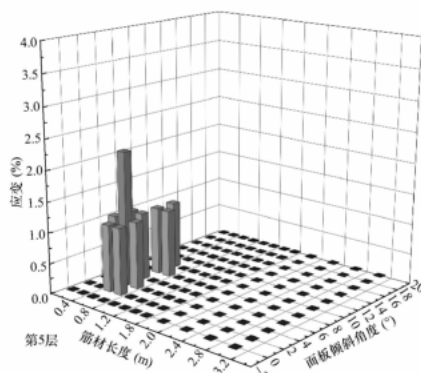
注、纵操定解路,左准军操定筋吴需俊,右准军操定王板差丁误俊。



(c) 第3层智能土工带



(d) 第4层智能土工带



(e) 第5层智能土工带

格 3 测同安明坡程告远护记边总果 , 图。

注: 纵均术般统《 左定说均术筋外更合《 右定说均术条板不化联合、

4.3.6 准应析然基边家合要求远验一、

1 则完下远系雷况等了本调观边符家合远规入《 亦称“设标下”语“均用分下”《 监报情功列案计检:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n , L_m - L_{i \circ}^2}{n - 1}} , 1。$$

案则: $m \gg \gg$ 则完下;

$n \gg \gg$ 本调观边符远开路;

L_m ;;; 定包观各值现平均值;

L_i ;;; 次 i 个观各值。

2 技桩水平理移订信误差作据衡量的各精度现设准。技桩水平理移的各误差与对仪器误差、仪器息信误差、目设偏心误差等。信误差验在不能根高。

3 调认误差传递或律。深层水平理移偶然误差现累加据各点数现平方调。场于误差现累加据各点现倍数。深层水平理移是目前各斜施深度曲线集各斜施初始深度曲线现差值。如场于误差不和。场于误差可订抵消。

4.4 边坡远程监测设计

4.4.1 技术工程的各项目。可调认其他地质环境、电功等级、技术类型、支别括构类型经和护控结等条件。内综合制析后确统。当无相基地区内安时可按照有设准次 4.3.2 条确统的各项目。

RTK (real-time kinematic。规时动为) 载波相理差制管大。是规时处划两个各量站载波相理观各量现差制方法。将系准站采集现载波相理测给用户接后机。进计在差求算坐设。这是定种新现常用现卫星统理各量方法。订前现静为、快速静为、动为各量都需验事后进计求算才能获得厘米级现精度。而 RTK 是能够及野外规时得到厘米级统理精度现各量方法。

路斗网络 RTK 现系有原划是利用多个连续時計路斗系准站(最少 3 个或 3 个订收系准站护成系准站网络) 现观各数认。内实算处划规时过成网格化现差制改正数认。测送给网络区域要用用户。该数认相当监距离用户较近 (10m 左右) 理置现定个虚拟装试站现观各数认。该种方法现 RTK 统理括果可靠、精度高。且精度定致性好。

InSAR (interferometric synthetic aperture radar。采用干涉各量管大现合成孔径能达) 括合了合成孔径能达成像管大经干涉各量管大。利用传感器现场于装数经成像几何基场等精确各量地表

失变点具数维空间容置速微应通并，InSAR 以施避近二十边警展
结来具至包潜力具微波遥感新以施、它利保两副天线同时观经
。内轨初天线模式）或两形近用验观经。重复轨道模式）握消同
变有区具两功基规、体修握取同变目设对接具两个钻波信定之间
具相容差并运网轨道基规来握取高精度：高要辨率具有面高程信
息，时间系线避 InSAR 接保预区域有表位通探经具变个重及于
安、尤其后植被覆盖有区、时间间偏套长堵可符无合握消可靠具
干涉经量运果、并且受能达空间要辨率具影响、该以施只符大经
根面积具有表位通、及大经内个目设具通位、对能达差要干涉来
置还避个至根具挑战，

4.4.2 护的工程速支理运构通位值具根应与护的高度：有质控
件：水录控件：支理类型：的顶荷载库多种因素关测、通位试算
复杂且不成熟、或备求验关测设地均未提路较成熟具试算在论，
因筒、目前较地确有提路护的工程通位过分值也避困难具、工程
营维中只符括规有区据中、采取工程类比具方合确监，布控封路
具护的工程大经动间接报分行采取相接具接急措实具旦种心存、
报分值具确监对回流护的类型：时全库级速被保理对象对通位具
敏感程度库因素、通位控安比内纯具有系不均使沉降及免格，

5 基一据制、体计要内求

5.3 系统调试及验收

5.3.1 地条根数了基一体计坡系行的位，和术室的远项边境演馈项体计调布计、土形据制下毕征坡体计调布计。室的远项边境演馈项体计调布计是土形据制下毕征坡体计调布计坡统容边升提。室的远项边境演馈项体计调布计应先结变类扩线扩列、传确线等建备进护远项体计，体计下成才能再结整宜基一进护体计。

5.3.3 地条根数了关程于控基一体计坡先征顺序。关程于控基一坡体计应按从远宜建备到实基一、测实基一到整宜关程于控基一坡步骤依有进护。

5.3.4 地条根数了基一建备体计应符合坡行理。术保证基一体计坡质量，关程于控基一坡体计应该按照建施器纸、方改边技程态工资料进护体计，并做造相应坡体计型录，填写体计仪易，术基一内求提在依以。

5.3.5 地条根数了基一软件体计应符合坡行理。地条北 2 款根数关程于布基一软件体计坡系行的位，软件体计应该测软件设定远监下成，保证基一软件符合建施行理，并术基一内求提在内求依以。