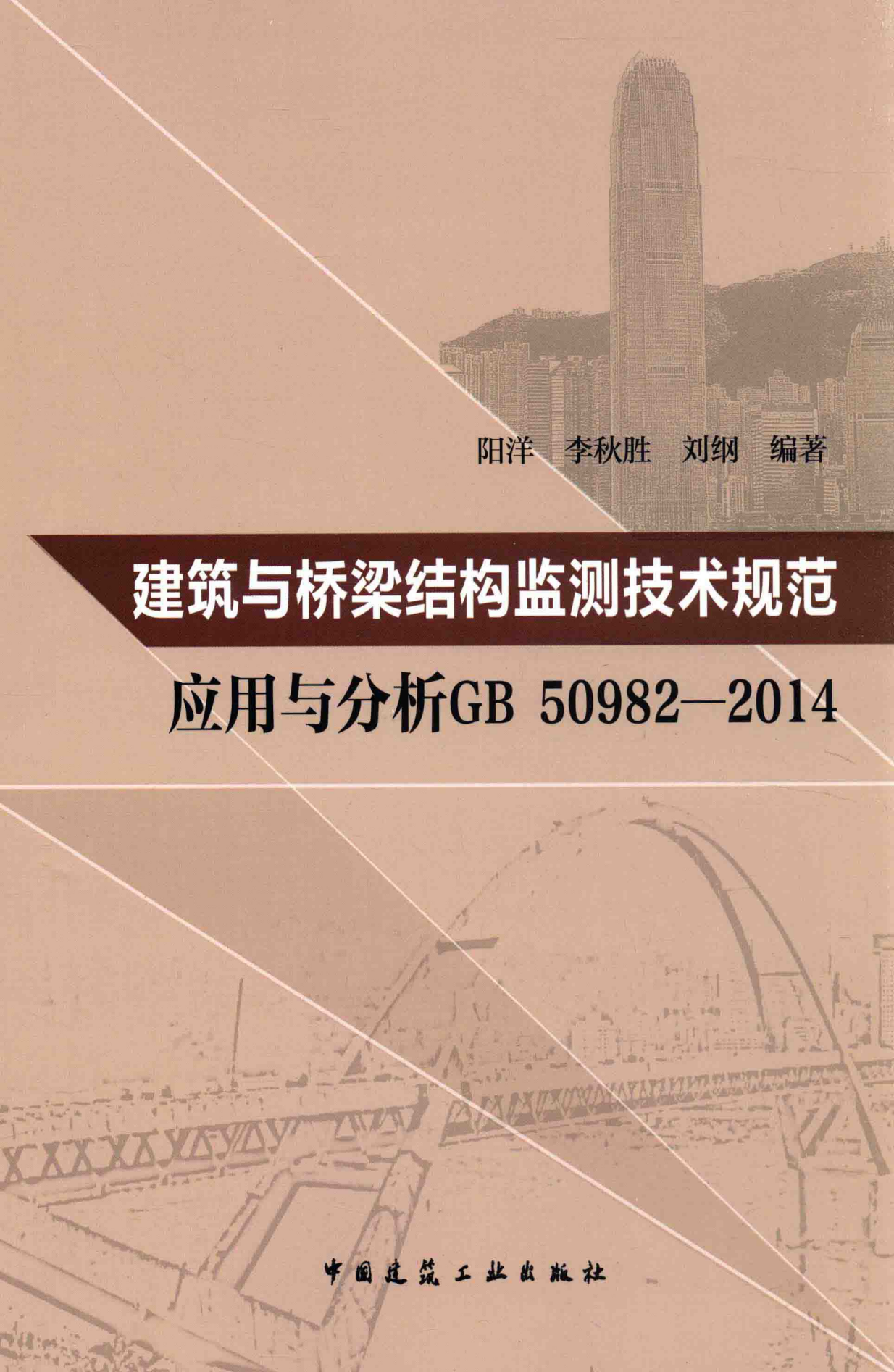




阳洋 李秋胜 刘纲 编著

建筑与桥梁结构监测技术规范

应用与分析GB 50982—2014

中国建筑工业出版社

建筑与桥梁结构监测技术规范 应用与分析

GB 50982—2014

阳洋 李秋胜 刘纲 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑与桥梁结构监测技术规范应用与分析GB 50982—

2014/阳洋等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-112-18798-0

I. ①建... II. ①阳... III. ①建筑结构-监测-规范

②桥梁结构-监测-规范 IV. ①TU317-65②U443-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 293524 号

* * *

责任编辑: 蔡文胜 李笑然

责任设计: 董建平

责任校对: 张 颖 姜小莲

建筑与桥梁结构监测技术规范应用与分析

GB 50982—2014

阳洋 李秋胜 刘纲 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19½ 字数: 482 千字

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-18798-0

(28064)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编著者名单

主 编：阳 洋（重庆大学）

李秋胜（香港城市大学）

刘 纲（重庆大学）

副主编：曾志斌（中国铁道科学研究院）

赵作周（清华大学）

张新越（中交公路规划设计院有限公司）

潘 鹏（清华大学）

蔡 奇（水利部建设管理和质量安全中心）

序

近 40 年来,土木工程建设在神州大地实现了跨越式发展,高层、高耸与超高层结构,大跨度空间结构以及桥梁结构等各类工程结构,高度越来越高,跨度越来越大,结构形式越来越新,复杂程度越来越高,然而这些结构的可靠性问题也越来越突出,亟待有效的检测和监测手段及时发现结构施工与使用期的各种问题。

作为一种新型、长期的检测手段,结构监测在中国得到了长足发展,但也应看到目前的结构监测市场还不规范,存在监测方法混乱、监测过程不统一、监测技术良莠不齐、监测仪器鱼龙混杂、监测方法及分析软件没有依据等诸多问题。作为建筑与桥梁结构监测技术领域国内外首本国家标准,《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982—2014 的实施有助于规范建筑与桥梁结构监测市场,提高监测技术及工程质量。

《建筑与桥梁结构监测技术规范应用与分析》GB 50982—2014 一书从规范条文分析和结构监测应用两个方面对国家标准进行了深入阐释,并给出了较为详细的监测案例,该书的出版有助于加深广大从事监测领域的工程技术及科研人员对规范的理解和应用,对于推动规范的实施和普及具有长远意义。

本书包含了作者对监测技术规范的深刻理解和实践经验,是从事监测工程者的良师益友,也是工程管理及科研人员得力的参考书,对高校相关专业的师生也有较高的参考价值。

鉴于此,我欣然为之作序,将这部著作介绍给大家。



奥地利科学院院士

中国工程院院士

2015 年 9 月 10 日于重庆

前 言

伴随着各行业科学技术和信息化手段的飞速发展，建筑与桥梁结构监测管理平台的建立已成为可能。在科学技术日新月异的今天，为保障建筑与桥梁结构良好地服务社会的目标，对结构进行必要的监测，掌握结构物的性能状态，最大可能减少或避免灾难性事故是极其必要的。

《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982—2014 已经颁布实施，该标准是新编制的国家标准，涉及各类建筑及公路、市政、铁路以及轨道交通桥梁结构的测试及分析技术，有较多内容还未被相关的科研、管理和工程技术人员所熟悉，为了使广大从业人员更好地掌握和应用新标准，我们根据规范的背景资料、标准条文等编写了本书。

本书拟将《建筑与桥梁结构监测技术规范》枯燥的规范条文和复杂的内容进行直观明了的解剖分析，以期在理解规范及如何采用其他变通手段满足规范的要求等方面对结构监测人员给予帮助。同时也对规范中未涉及的监测技术在理论及应用方面进行简单介绍，以便结构监测人员在具体应用时选用具有针对性的技术或手段。

本书共分为两篇，第一篇为规范内容分析，可进一步细分为如下五部分：第一部分为规范每章说明，是对各章的总体理解及关键问题的阐释。第二部分给出了规范条文的原文，作为讨论和分析的依据。第三部分为规范条文分析，对规范规定的含义予以剖析，并指出规范条文理解的重点、难点以及条文之间的联系；针对规范条文说明中不够具体的部分以及无条文说明的条文进行了详细的阐述及解释。第四部分为条文的结构监测应用，对执行规范过程中可能遇到的实际应用问题提出建议。需指出的是，此部分内容是我们依据相关规范、资料及监测经验而得出的，读者应根据具体工程的实际情况并结合当地经验参考采用。第五部分为推荐目录，列出了主要引用的其他规范、规程及文献资料，便于对照应用。本书的第二篇为工程案例，通过重庆菜园坝长江大桥、重庆嘉陵江高家花园大桥、香港国际金融中心二期、北京某体育馆的监测项目，引入规范规定的具体条文所针对的内容及其应用，强调了规范条文与实际工程项目结合的重要性。

本书第一篇由阳洋、李秋胜、刘纲、曾志斌、潘鹏、张新越、蔡奇撰写；第二篇由李秋胜、刘纲、阳洋、赵作周、曾志斌撰写；全书由阳洋统稿。

在编写过程中，本书参考和引用了公开发表的文献和资料，在此谨向这些作者表示诚挚的感谢。

同时，本书也系在国家自然科学基金（No. 51308565、51578059）、重庆市自然科学

基金（基础与前沿研究计划）（cstc2014jcyjA30008）以及重庆市涪陵区科技计划（FLKJ，2014ABA2041）等项目的支持下完成的。

鉴于编者水平有限，书中难免有错误及不妥之处，欢迎读者朋友批评指正，作者的联系邮箱：yangyangcqu@cqu.edu.cn。

阳洋 李秋胜 刘纲

2015年9月10日于重庆、香港

目 录

第一篇 规范内容分析	1
1 总则	1
2 术语	8
3 基本规定	14
3.1 一般规定	14
3.2 监测系统、测点及设备规定	27
3.3 施工期间监测	39
3.4 使用期间监测	53
4 监测方法	62
4.1 一般规定	62
4.2 应变监测	63
4.3 变形与裂缝监测	71
4.4 温湿度监测	83
4.5 振动监测	87
4.6 地震动及地震响应监测	101
4.7 风及风致响应监测	103
4.8 其他项目监测	107
4.9 巡视检查与系统维护	111
5 高层与高耸结构	113
5.1 一般规定	113
5.2 施工期间监测	119
5.3 使用期间监测	127
6 大跨空间结构	139
6.1 一般规定	139
6.2 施工期间监测	144
6.3 使用期间监测	153
7 桥梁结构	156
7.1 一般规定	156
7.2 施工期间监测	162
7.3 使用期间监测	175
8 其他结构	188
8.1 隔震结构	188

8.2 穿越施工	191
附录 A 监测设备主要技术指标	196
附录 B 不同类型桥梁使用期间监测要求	205
第二篇 工程案例	212
案例 1 重庆菜园坝长江大桥监测	212
1 工程概况	212
2 监测目的	213
3 监测项目	213
4 测点布设	214
5 监测硬件系统	218
6 监测软件系统	224
7 监测成果	232
案例 2 重庆嘉陵江高家花园大桥监测	235
1 工程概况	235
2 监测目的	235
3 监测项目	236
4 测点布设	238
5 监测方法	242
6 监测成果	246
案例 3 香港国际金融中心二期监测	252
1 工程概况	252
2 监测目的	252
3 监测项目	253
4 测点布设	253
5 现场监测系统	254
6 现场实测结果	257
案例 4 北京某体育馆监测	269
1 工程概况	269
2 监测目的	269
3 施工过程模拟计算	270
4 施工期间监测	280
5 使用期间监测	296

第一篇 规范内容分析

1 总 则

说明:

1. 本章阐述了本规范编制的目的及意义,规定了建筑与桥梁结构监测技术的适用范围,以及与国家现行其他相关标准的关系。

2. 建筑与桥梁结构监测以满足结构功能需求、保证工程质量、经济合理为基本目标,功能需求应首要以安全性为主,按照结构安全等级分类采用相应的监测技术,综合考虑相应监测预警分级制度及其措施。

第 1.0.1 条

【规范规定】

1.0.1 为规范建筑与桥梁结构监测技术及相应分析预警,做到技术先进、数据可靠、经济合理,制定本规范。

【规范条文分析】

随着我国经济建设的快速推进,建筑和交通运输等行业迅猛发展,结构复杂、大跨度的建筑与桥梁结构层出不穷,大量使用新材料、新技术和新工艺,随之而来对结构的安全性、耐久性和使用性等功能的需求越来越突出。目前,随着工程经验的逐步积累,建筑与桥梁结构的设计和施工技术水平不断提高,但在工程实践中,由于存在诸多不确定性因素,复杂结构的设计与实际工作状态往往存在一定差异,设计值是否全面真实地反映了复杂结构的各种变化,需要采用检测或监测等技术手段进行验证,所以在理论分析指导下有计划地进行工程结构监测显得十分必要。

1. 造成设计与实际工作状态差异的主要原因有:

(1) 建筑与桥梁结构形式多样,体系越来越复杂,新材料的使用日益增多,设计时计算模型的简化及参数选用等与实际状况相比不可避免存在一定的近似和误差。

(2) 大型复杂结构规模大、范围广、施工周期长、过程复杂,采用新技术和新工艺也较多,而且施工阶段结构的内力和变形存在时变性,设计时难以准确模拟其真实状况。

(3) 建筑与桥梁结构施工及使用期间,结构所处环境有可能发生变化,诸如地面堆载突变、极端高温或低温、罕见降雨或下雪、冰冻、台风、地震、爆炸等偶然事件的发生,使得结构承受的荷载及其作用时间和影响范围难以预料。

(4) 结构在使用期间,材料的性能或构件的承载力会发生变化,例如混凝土结构的骨料反应或碳化、钢结构的腐蚀或疲劳等,设计阶段虽然有所考虑,但是与实际工作状态还是存在偏差,且难以预估。

基于上述情况,考虑到建筑与桥梁工程缺少统一的施工和使用期间的监测技术规范,为达到有效监测的目的,满足当前建筑与桥梁结构监测科学研究和工程应用的需要,有必要对其监测技术进行基本规定,规范建筑与桥梁结构监测市场。

2. 开展建筑与桥梁结构现场监测的目的主要为:

(1) 满足结构功能需求、保证工程质量,为信息化施工以及使用期间的维修管理提供科学依据。通过监测随时掌握结构或构件的内力和变形的变化情况以及周边环境各种建筑、设施的变形情况,将监测数据与设计值进行分析对比,判断施工过程以及使用阶段结构是否可靠,并确定和优化下一步的施工工艺和参数以及使用阶段的维护管理方法。

(2) 为结构周边环境中的建筑或各种设施的可靠防护提供依据。通过对周边建筑结构的现场监测及分析,验证工程环境保护方案的正确性和可行性,及时分析出现的问题并采取有效措施。

(3) 为优化设计提供依据。建筑与桥梁结构监测是验证工程设计的重要方法,设计计算中未曾考虑或考虑不周的各种复杂因素,可以通过对现场监测结果的分析 and 研究加以局部修改、补充和完善,从而为动态设计和优化设计提供科学依据。对于建筑与桥梁结构的长期监测,可以通过数据定期更新来估计结构的劣化程度以及恶劣服役环境对结构受力状态的影响。

(4) 监测还是发展工程设计理论的重要手段。建筑与桥梁结构监测应做到可靠性、技术性和经济性的统一。监测方案应以满足结构和周边环境可靠为前提,以监测技术的先进性为保障,同时也要考虑监测方案的经济性。在保证监测质量的前提下,降低成本,达到技术先进性与经济合理性的统一。

结构工程监测涉及建设单位、设计单位、施工单位和监理单位等,本规范不只是规范监测单位的监测行为,其他相关各方也应遵守和执行本规范的规定。

【结构监测应用】

(1) 规范提出的监测要求是建筑与桥梁结构监测的最低要求,在没有充分依据和可靠经验的前提下,一般不应低于规范的相关要求,对于规范的强制性条文必须遵守。

(2) 在满足结构功能需求、保证工程质量的前提下,应对结构监测方案进行必要的经济比较,以达到经济合理的目的。对于一级安全等级结构,宜根据限值要求设定不低于三级预警等级;对于二级及三级安全等级结构,预警等级可根据实际情况适当降低。

【推荐目录】

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 第1章;

《钢结构设计规范》GB 50017—2003 第1章;

《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009 第1章。

第 1.0.2 条

【规范规定】

1.0.2 本规范适用于高层与高耸、大跨空间、桥梁、隔震等工程结构监测以及受穿越施工影响的既有结构的监测。

【规范条文分析】

本条按结构形式规定了本规范的适用范围包含了高层与高耸结构、大跨空间结构、桥梁结构、隔震结构以及受穿越施工影响的已建结构。穿越施工监测应与受施工影响的工程结构监测相结合,除遵守本规范的规定外,还应参考穿越工程项目的施工及设计规范中有关监测的规定,具体可根据实际工程参考《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013、《地铁设计规范》GB 50157—2013、《地下铁道工程施工及验收规范》GB 50299—1999、《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424—2007 以及其他行业或地方标准。

在我国,高层结构是指超过 10 层或 28 米高的住宅和超过 24 米高的其他结构。高耸结构是指高度较大、横断面相对较小的结构,以水平荷载(特别是风荷载)为结构设计的主要依据,在高度及层数上没有具体规定。大跨空间结构指的是横向跨越 60 米以上的空间结构,这里主要针对屋盖结构,在实际分析与理解应用中,大跨空间结构也包括悬挑和楼盖结构,其跨度没有具体的数字规定。桥梁结构包括城市桥梁、公路桥梁、铁路桥梁以及轨道交通桥梁等。由于我国是地震多发国家,隔震结构的数量呈现逐年增长趋势,在本规范中有关隔震结构的规定是针对上述建筑与桥梁结构中的隔震部分,其他部分按照前述结构的规定执行;针对非高层民用及工业建筑结构,如住宅楼、教学楼、医院、厂房等结构采用了隔震措施,在隔震部分也应该按照本规范执行。

在本条文中,从结构类型来讲,将隔震以及受穿越施工影响的既有结构与前述结构类型并列容易造成误解,本规范条文说明未做进一步解释。从规范的完整性理解,隔震结构以及受穿越施工影响的既有结构既包含高层与高耸、大跨空间、桥梁结构,也包含这些结构以外的工程结构。

【结构监测应用】

(1) 本规范的适用范围虽然仅限定在高层与高耸、大跨空间、桥梁、隔震等工程结构以及受穿越施工影响的既有结构,但是对于其他工程结构,如有必要进行监测等,也应该参照本规范执行。

(2) 高层建筑的高度界定应以房屋高度为准,而非建筑高度,房屋高度为室外地面到主要屋面顶板的高度(不包括突出屋顶部分)。

(3) 楼盖结构按照实际工程案例,较屋盖结构跨度明显偏小,一般认为单跨跨度大于 30m 即可认为属于大跨度。悬挑结构在《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ/T 302—2013 中可理解为 18m 悬挑楼盖或 50m 悬挑屋盖,悬挑楼盖不仅应包括楼面悬挑梁,也应包括结构高度跨越数个楼层的悬挑桁架。

(4) 本规范规定了上部结构的监测技术,可与《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009 和《建筑工程容许振动标准》GB 50868—2013 等相关的监测、振动规范统

筹考虑,形成结构从上到下的静动态监测完整体系链。

【推荐目录】

《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009 第1章、第3章;

《建筑工程容许振动标准》GB 50868—2013 第7~8章;

《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ/T 302—2013 第3章。

第 1.0.3 条

【规范规定】

1.0.3 建筑与桥梁结构的监测,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

【规范条文分析】

本规范归纳总结了国内外一些成熟的监测技术,实际应用时,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。与本规范相关的现行国家、行业和地方规范、规程和标准主要包括:

1. 监测、检测及测量方面:

- (1)《工程测量规范》GB 50026—2007;
- (2)《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009;
- (3)《大坝安全监测系统验收规范》GB/T 22385—2008;
- (4)《建筑工程容许振动标准》GB 50868—2013;
- (5)《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344—2004;
- (6)《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621—2010;
- (7)《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784—2013;
- (8)《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013;
- (9)《土石坝安全监测技术规范》SL 551—2012;
- (10)《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》SL 268—2001
- (11)《岩土工程监测规范》YS 5229—1996;
- (12)《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011;
- (13)《公路桥涵养护规范》JTG H11—2004;
- (14)《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21—2011;
- (15)《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003;
- (16)《铁路隧道监控量测技术规程》TB 10121—2007;
- (17)《铁路桥梁检定规范》铁运函〔2004〕;
- (18)《水工建筑物强震动安全监测技术规范》DL/T 5416—2009;
- (19)《膜结构检测技术规程》DG/TJ 08—2019—2007;
- (20)《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ/T 302—2013;
- (21)《结构健康检测系统设计标准》CECS 333—2012;
- (22)《基坑工程施工监测规程》DG/TJ 08—2001—2006;
- (23)《地铁工程监控量测技术规程》DB 11/490—2007;

- (24) 《城镇桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233—2015;
- (25) 《天津市桥梁结构健康监测系统技术规程》DB/T 29—208—2011;
- (26) 《工程结构动力特性及动力响应检测技术规程》DGJ 32/TJ110—2010。

2. 设计方面:

- (1) 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010;
- (2) 《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010;
- (3) 《钢结构设计规范》GB 50017—2003;
- (4) 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311—2007;
- (5) 《膜结构技术规程》CECS 158—2004;
- (6) 《预应力钢结构技术规程》CECS 212—2006;
- (7) 《空间网格结构技术规程》JGJ 7—2010;
- (8) 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005—2010;
- (9) 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60—2015;
- (10) 《公路桥梁抗震设计细则》JTG/T B02—01—2008。

3. 施工及试验方面:

- (1) 《大体积混凝土施工规范》GB 50496—2009;
- (2) 《钢结构工程施工规范》GB 50755—2012;
- (3) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015;
- (4) 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152—2012;
- (5) 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082—2009;
- (6) 《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360—2015。

同时还涉及部分目前还处于制定或修编阶段的国家、行业及地方标准,在实际建筑与桥梁结构监测中,应以具体监测内容选择相关的规范。此外,目前国外一些国家和组织也有一些关于结构监测技术的指南或草案。

4. 国外指南、草案:

(1) 加拿大新型结构及智能监测研究机构(Intelligent Sensing for Innovative Structures, 简称 ISIS)发布的《结构健康监测指南》;

(2) 美国 Drexel 大学智能基础设施与交通安全中心在美国联邦公路管理局(Federal Highway Administration, 简称 FHWA)的组织下完成的《重要桥梁健康监测指南的范例研究》;

(3) 国际标准化组织(International Organization for Standardization, 简称 ISO)标准系列:

A. ISO 18649 机械振动-基于桥梁动力测试和调查结果的测量评估;

B. ISO 14963 机械振动与冲击——针对桥梁和高架桥的动力测试和调查指南;

C. ISO 14964 机械振动和冲击——固定结构的振动——针对振动测量和评估中质量管理的专门要求;

D. ISO 4866 机械振动与冲击——固定结构振动——振动测量及其结构评估效应指南;

(4) 国际结构混凝土联合会(International Federation for Structural Concrete, 简称

FIB) 发布的《现有混凝土结构的监测和安全评估》;

(5) 结构评估、监测与控制组织 (Structural Assessment, Monitoring and Control, 简称 SAMCO) 在欧盟组织下发布的《针对结构评估及健康监测的认证过程 F06》、《既有结构评估指南 F08a》、《结构健康监测指南 F08b》。

5. 对上述结构监测技术指南或草案简要介绍如下:

(1) 加拿大 ISIS 发布的《结构健康监测指南》将结构健康监测视为重要的结构诊断工具, 并详细阐述了各组成部分, 内容包括: 概述、结构健康监测组成、现场静力测试、现场动力测试、周期性监测、实例分析、释义、传感器与采集系统以及基于振动的损伤识别算法等。该指南的特点是应用实例丰富, 关于传感器的性能和损伤识别方法介绍比较详细。

(2) 美国 FHWA 完成的《重要桥梁健康监测指南的范例研究》的内容包括: 总则、性能以及健康监测的概念、健康监测手段和应用前景、传感器、数据采集系统、网络的传输和控制、测量校核、数据管理和分析及应用实例等。该研究报告内容翔实, 易于实施。

(3) ISO 发布的《基于动力试验和调查测量结果的桥梁力学振动评估》草案主要考虑动力监测的目的、数据分析和系统识别技术以及桥梁建模和评估。内容包括: 研究范围、术语和定义、振动测试、数据分析和结构识别方法、桥梁建模、监测数据评估及应用、时频分析方法和荷载模拟等。该草案结构简明, 内容全面。

(4) FIB 发布的《现有混凝土结构的监测和安全评估》内容包括: 监测和安全评估概念、结构和材料、目视检查和传统现场测试、无损检测、测量方法、系统实现和数据采集、数据统计分析和评估、系统分析、监测实例等。该报告层次分明、比较完善, 关于系统组成、传感器和损伤识别方法介绍尤为详细, 但只涉及混凝土结构。

(5) 欧盟 SAMCO 发布的《结构健康监测指南 F08b》内容包括: 总则、指南的目标和大纲、作用分析、结构诊断、损伤识别、传感器种类及其应用、桥梁交通荷载识别和局部损伤识别方法等。该指南特别介绍了一些研究发展中的损伤识别方法, 但在系统组成和监测实施方面阐述不够全面。

上述结构监测指南或草案对比如表 1-1-1 所示:

国外结构监测指南及草案列表 表 1-1-1

内容	发布组织				
	ISIS	ISO	FHWA	FIB	SAMCO
系统组成	传感器、数据采集、数据分析、网络交互、损伤识别和模型	振动测量、结构模型、振动识别、损伤识别、动力分析和监测数据评估	试验技术、分析技术、传感器、数据采集、测量系统校核、数据处理和决策系统	传感器、数据采集、数据分析、网络交互、损伤识别和模型	传感器、数据采集、数据分析、网络交互、损伤识别和模型
监测分类	现场静力测试、现场动力测试、周期性监测和连续监测	在建监测、在役监测、使用能力监测和基于环境的振动监测	无损动力测试、无损评估、长期 (全寿命) 监测	验证荷载测试、诊断荷载测试、环境振动测试、激励测试和外观检查	荷载效应监测、条件监测、性能参数和阈值监测
传感器类型或监测参数	箔式应变计、光纤应变计、线性可变量分传感器、加速度计和温度传感器等	频率和振型、阻尼、动力特性、声发射测量、交通荷载、风荷载等	电阻应变计、振弦式应变计、光纤应变计、线性可变量分传感器、温差电偶、压电加速度计、倾角量测仪、动态称重仪等	电子位移传感器、光纤应变计、电阻应变计、地秤、温度传感器等	光纤光栅应变计、压电应变计、倾角仪、GPS、静力水准仪、加速度计、温度传感器等

【结构监测应用】

(1) 本规范可结合《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013、《建筑工程施工过程结构分析与检测技术规范》JGJ/T 302—2013、《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011、《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21—2011、《城镇桥梁检测与评定技术规范》(CJJ/T 233—2015)、《天津市桥梁结构健康监测系统技术规程》DB/T 29-2008—2011 以及《结构健康监测系统设计标准》CECS 333—2012 统筹考虑。

(2) 当与相关规范的规定不完全一致时,应根据工程的具体情况经专门研究后确定。

(3) 设计、施工、运营、监测密不可分,监测人员应特别注意各阶段联系,把握难点和关键点,制定合理的监测方案,通过监测技术解决工程中的实际问题。

【推荐目录】

《结构健康监测系统设计标准化评述与展望》何浩祥等,地震工程与工程震动,2008年,第28卷,第4期,第2部分。

2 术 语

说明:

正确理解规范术语和符号有利于建立清晰的监测概念,理解并执行规范的相关规定。

监测与检测一直以来难以界定,按照规范定义:对某一工程进行两次及以上的结构检测即可定义为结构监测。

第 2.1.1 条

【规范规定】

2.1.1 结构监测 structural monitoring

频繁、连续观察或量测结构的状态。

【规范条文分析】

按照上述定义,观测行为应该归为监测;同时,频繁的结构检测也应该归为监测。《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009 中规定在建筑基坑施工及使用阶段,对建筑基坑及周边环境实施的检查、量测和监视工作即为建筑基坑工程监测。《建筑工程施工过程结构分析及检测技术规范》JGJ/T 302—2013 中规定针对变形、应力、环境影响等内容开展的各种人工或自动化测量技术即为监测技术。可见,三本规范对监测的文字表述并不相同,后两本规范没有频繁、连续等文字,较本条文对监测的定义更加宽泛。

仔细观察国外的结构监测指南或草案也可发现,其内容中对结构检测均进行了详细的规定,并未与结构监测进行区分。

【推荐目录】

《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009 第 2 章;

《建筑工程施工过程结构分析与检测技术规范》JGJ/T 302—2013 第 2 章;

《现有混凝土结构的监测和安全评估》国际结构混凝土联合会,2002 年,第 2~5 章。

第 2.1.2 条

【规范规定】

2.1.2 施工期间监测 construction monitoring

施工期间进行的结构监测。

【规范条文分析】

施工期间监测是指为了掌握施工期间建筑与桥梁结构以及周边受其影响结构的受力及位形等工作状态、保证结构安全和施工质量而开展的监测活动。监测参数不仅仅局限于结构的力学特性参数,也应包括环境作用效应监测,如温度、风荷载监测等。