



T/CECS G XXXX: 2017

中国工程建设协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路大跨度拱桥施工监控 技术规程

(征求意见稿)

Technical specification for construction monitoring of Highway
Long Span Arch Bridge

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

征求意见稿

中国工程建设协会标准

公路大跨度拱桥施工监控技术规程

Technical specification for construction monitoring of Highway Long
Span Arch Bridge

T/CECS G:

主编单位：四川省交通勘察设计研究院有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX 年 XX 月 XX 日

XXXX 出版社

公 告

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》(建标协字[2020]23 号)和《2020 年第二批中国工程建设标准化协会标准(CECS G)制修订项目计划》(中建标公路[2020]150 号)的要求,由四川省交通勘察设计研究院有限公司承担《公路大跨度拱桥施工监控技术规程》(以下简称“本规程”)的制订工作。

编制组总结了公路大跨度拱桥近年施工监控经验,经深入调查研究、广泛收集资料、认真总结经验,在现行交通行业行业推荐性标准《公路桥梁施工监控技术规程(JTG/T 3650-01-2022)》的基础上,以补充和细化拱桥施工监控技术为目的,完成了本规程的编写工作。

本规程分为 7 章、2 篇附录,主要内容包括总则、术语和符号、基本规定、控制计算、施工监测、数据分析与反馈、监控成果及要求,附录 A (资料性附录)监测常用记录表格、附录 B (资料性附录)监控测点布置参考。

本规程由中国工程建设标准化协会公路专业委员会归口管理,由四川省交通勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请函告本规程日常管理组,中国工程建设标准化协会公路分会(地址:北京市海淀区西土城路 8 号;邮编:100088;电话:010-62079839;传真:010-62079983;电子邮箱:shc@rioh.cn),或四川省交通勘察设计研究院有限公司(地址:四川省成都市青羊区太升北路 35 号;邮政编码:610017;电子邮箱:54881770@qq.com),以便修订时参考。

主 编 单 位: 四川省交通勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位: 中铁大桥科学研究院有限公司

西南交通大学

交通运输部公路科学研究院

贵州高速公路集团有限公司

重庆交通大学

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

征求意见稿

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	基本规定	5
4	控制计算	7
4.1	一般规定	7
4.2	计算参数	7
4.3	设计符合性计算	8
4.4	施工模拟计算	8
4.5	施工跟踪计算	9
4.6	参数敏感性分析	9
4.7	大型临时设施控制计算内容	10
5	施工监测	11
5.1	一般规定	11
5.2	应力监测	11
5.4	线形监测	13
5.5	索力监测	15
5.3	温度监测	16
5.7	风速、风向监测	17
5.8	连续性观测	17
6	数据分析与反馈控制	18
6.1	一般规定	18
6.2	监测数据分析	19
6.3	控制容许偏差	20
6.4	反馈控制	21
7	监控成果及要求	23
附录 A	监测常用记录表格	25
附录 B	监控测点布置参考	30
B.1	应力测点布置	30
B.2	线形测点布置	33
	本规程用词说明	36

1 总则

1.0.1 为更好地规范和指导公路大跨度拱桥施工监控工作，在现行行业标准的基础上，补充和细化拱桥施工监控技术内容，制定本规程。

【条文说明】

现行的交通行业推荐性标准为《公路桥梁施工监控技术规程》JTG/T 3650-01-2022，该规程对拱桥施工监控的相关技术要求进行了规定，但限于行业标准的定位和要求，相关规定不够详细。为了更好地指导公路大跨度拱桥施工监控工作，本规程将在现行行业标准的基础上进行补充和细化。

1.0.2 跨径在 100 米及以上的公路拱桥应开展施工监控工作。

【条文说明】

拱圈成拱方法主要有悬臂、转体、支架三类施工方法。悬臂、转体施工通常要用到缆索吊装、斜拉扣挂系统，对于含索结构的多次超静定结构，施工工艺较复杂，施工安全风险较高。而采用支架施工的拱桥，对于中小跨度采用常规支架即可，工艺较简单；当跨度较大时，结构多采用含吊索的梁拱组合体系，而部分上承式拱桥采用斜拉扣挂成拱的拱架上现浇，同样的采用了索结构，工艺较复杂，施工安全风险也较高。经过对国内几十家施工监控从业单位的调研，跨径 100 米及以上的拱桥，一般施工程序多、工艺较复杂，安全风险也较高，因此有必要实施规范的施工监控工作。对于跨径 100 米以下的拱桥，根据其施工工艺及施工加载程序的复杂程度，可以参照本规程实施监控。

1.0.3 公路大跨度拱桥施工监控应采用可靠的理论、方法、仪器设备。

1.0.4 公路大跨度拱桥施工监控宜积极推广使用数字化、智能化、物联网等新技术。

【条文说明】

目前在自适应控制理论、大数据、智能监测系统和智能决策系统的支持下，拱桥监控可以做到智能化。采用基于物联网技术的智能监测系统可以实现几何和物理监测数据的实时采集，实时监测数据可自动进入数据库，供决策系统调用；决策系统依据实时监测数据，采用自适应控制理论修正模型，预测误差对目标状态的影响，提出调控措施建议。智能化是桥梁施工监控今

后的发展方向之一，极大地减少了人工投入，提高了监测精度和实时性，减少了人为失误。

1.0.5 公路大跨度拱桥施工监控除应符合本规程规定外，尚应符合《公路桥梁施工监控技术规程（JTG/T 3650-01-2022）》及国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术语

2.0.1 施工监控 construction monitoring and control

为控制桥梁结构施工过程的结构状态，实现成桥结构内力状态与几何状态目标而进行的控制计算、施工监测、数据分析与反馈控制等工作的总称。

2.0.2 控制计算 calculation for controlling

为获得桥梁施工过程结构内力状态和几何状态，对桥梁结构进行的设计符合性计算、参数敏感性分析、施工跟踪计算、成桥计算。

2.0.3 反馈控制 feedback control

分析已成结构状态信息，与预控数据进行比较，找出偏差并分析原因，提出后续施工阶段反馈控制参数，使桥梁结构达到预期目标的工作总称。

2.0.4 施工监测 construction measurement

在桥梁施工过程中，对结构内力状态、几何状态和环境参数进行的现场测量。

2.0.5 设计符合性计算 checking calculation of design

在桥梁施工实施前，根据设计文件，对桥梁主体结构施工过程及成桥状态进行的内力与线形计算分析，计算结果与设计计算结果进行比对，校核设计参数与施工阶段关键控制参数的正确性。

2.0.6 预拱度 predetermined camber

为抵消桥梁主要受力构件在施工过程中荷载、体系转换及运营阶段活载及收缩、徐变作用下产生的挠度，而在施工或制造时所预留的与位移方向相反的几何量。

2.0.7 安装线形 installed line

构件在安装过程中新建节段自由端连接而成的线形。

2.0.8 几何状态 geometry state

桥梁结构或构件的高程、位置、线形、构形等。

2.0.9 内力状态 internal force state

桥梁结构或构件的应力、索力等状态。

2.0.10 参数敏感性分析 sensitivity analysis of structure parameter

识别影响成桥状态主要结构参数的结构静（动）力结构响应分析。

2.0.11 施工模拟计算 simulation calculation for construction stage

为获得桥梁各个施工阶段结构内力状态和几何状态，根据现场相关实验成果，采用与实际结构相同的物理参数和几何参数，详细模拟各施工步骤结构响应的计算。

2.0.12 施工跟踪计算 real time structural response analysis in construction control

在施工控制中，按预测、施工、实测、参数修正的循环控制，实时模拟各施工步骤结构响应的计算。

2.0.13 控制容许偏差 tolerances in construction control

在施工控制中，结构受力状态和几何状态的施工监测值与施工过程模拟计算值之间的最大容许差值。

2.0.14 大型临时设施 large temporary structures

为了施工拱桥主体结构而设置的大型临时结构，如斜拉扣挂系统，缆索吊装系统，顶推导梁等。

3 基本规定

3.0.1 大跨度拱桥施工监控应依据正式设计文件和经批复的施工组织设计进行。

【条文说明】

项目建设期间，如相关技术标准或规范有更新，由建设方决定是否采用新的标准或规范进行监控工作；设计文件、施工组织设计应为经过审查后的正式文件。

3.0.2 大跨度拱桥施工监控应包括控制计算、施工监测、数据分析与反馈控制。

3.0.3 大跨度拱桥施工监控的范围应包含主体结构和与主体结构受力相关的大型临时设施。

【条文说明】

拱桥的施工常常需要借助其他大型的临时设施，如斜拉扣挂系统、转盘系统，拱桥的施工安全与大型临时设施密切相关，因此要保证主体结构应力、变形处于安全范围内，大型临时设施的整体内力和变形也应处于安全范围内，对其关键构件的内力、变形等的施工监控至关重要，也是监控工作的一部分。

3.0.4 大跨度拱桥施工监控应确保施工过程中监控对象的应力和变形处于安全范围内。

【条文说明】

拱桥施工过程中的结构应力、变形应符合现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》中对于短暂状况的相关要求，同时应符合现行《公路桥涵施工技术规范》的相关要求，此外尚应符合国家及行业其他相关标准、规范及设计文件的要求。

3.0.5 大跨度拱桥施工监控应采取线形与内力双控的控制方法。采用悬臂法施工的混凝土拱桥，如双控难以实现时，可采取应力控制为主、线形控制为辅的控制方法。

【条文说明】

拱桥施工过程中的拱圈线形直接影响成桥状态的内力分布，随着施工监

控理论和监控手段的提高，目前已经做到拱圈线形与内力同时控制的方法；采用悬臂法施工的混凝土拱桥，由于在施工过程中出现部分截面拉应力超过规范值，为确保施工安全和拱圈全断面受力，需采取以应力控制为主，通过调整或拆除部分扣索方法，改善拱圈受力，拱圈线形可通过设置预抬量予以保证。

征求意见稿

4 控制计算

4.1 一般规定

4.1.1 控制计算应包括设计符合性计算、施工模拟计算、施工跟踪计算和参数敏感性分析。

4.1.2 控制计算应按照设计符合性计算、施工模拟计算、施工跟踪计算的顺序进行，参数敏感性分析在以上三个控制计算中均可进行。

4.1.3 设计符合性计算可不对大型临时设施进行计算，但应考虑其对主体结构的影响。

4.1.4 施工模拟计算和施工跟踪计算应对主体结构和大型临时设施同时进行计算。

4.1.5 控制计算应采用可靠的理论方法和计算软件。对跨度大于 300m 的拱桥，应计入几何非线性影响。

【条文说明】

大跨度拱桥施工控制计算应采用行业内通用、可靠的理论方法与软件。根据调研结果以及参考《公路钢管混凝土拱桥设计规范》的规定，当拱桥主跨超过 300 米后，其几何非线性对结构承载力以及稳定性影响显著，不容忽视，需要考虑。

4.1.6 控制计算宜采用杆系模型，必要时应增加局部精细化分析。

【条文说明】

我国拱桥形式多样，随着国民经济的发展，一些景观独特的异型拱桥越来越多，构造也越来越复杂。针对一些复杂节点，如拱梁结合部、连拱结合部、钢混结合段（拱、梁）等受力复杂又关键的部位，应进行精细化分析，确保施工安全。

4.2 计算参数

4.2.1 计算参数应能准确反应结构实际情况，包含材料参数、几何参数、荷载参数、施工工艺参数、环境参数。

【条文说明】

材料参数包含材料弹性模量、容重、强度、收缩徐变、线膨胀系数、混凝土龄期等；几何参数包含坐标、高程、结构尺寸等；荷载参数包含恒载、

汽车荷载、预应力、临时荷载、风荷载、温度荷载等；施工工艺参数包含施工方法、施工周期、临时约束、体系转换方案等；环境参数包含风向、风速、温度等。

4.2.2 结构的材料参数、几何参数、荷载参数、环境参数应通过现场测量的方法得到；施工工艺参数应按照实际的施工组织进行。

【条文说明】

材料参数如弹模、强度通过试验室测量的方法得到；材料容重应根据设计图文件提供的材料用量进行换算，对钢结构桥梁，应计入焊缝重量。焊缝重量按设计文件取值，如设计文件未提供焊缝重量，可按钢结构重量的1.0%~1.5%计算。现场测量、试验室无法直接获取计算参数，应通过计算分析结合测试、试验等手段，采用参数识别的方法获取，如混凝土收缩徐变系数等监控所需参数。

4.3 设计符合性计算

4.3.1 设计符合性计算应依据设计文件及选取的合理计算参数，考虑施工过程，进行主体结构强度、刚度、稳定性计算，其结果应与设计计算结果进行比对，完成主要成果的校核，确认计算模型及参数的正确性。

【条文说明】

设计符合性计算的目的是确认监控模型的正确性，同时对设计成果进行校核，对设计计算及施工步骤提出优化建议。拱桥施工阶段的稳定性往往较低，因此施工监控应对施工过程中的稳定性进行计算。

4.3.2 设计符合性计算内容应包含：

- 1 重要的临时荷载及其效应；
- 2 施工过程及成桥状态拱圈、刚性系梁、桥道梁等主要构件的内力和线形，关键施工阶段主要结构的稳定性；
- 3 吊杆、系杆理论张力，吊杆、系杆及钢构件的无应力制造参数；
- 4 拱圈、刚性系梁、桥道梁等主要构件的预拱度；
- 5 支座预偏量。

4.4 施工模拟计算

4.4.1 施工模拟计算应依据施工组织设计确定的施工顺序和施工荷载，根据相关试验成果，修正计算模型和计算参数，进行施工过程计算。

【条文说明】

本条引用《公路桥梁施工监控技术规程（JTG/T 3650-01-2022）》4.2.2条，施工模拟计算的目的是得到各施工阶段及成桥状态的结构内力和变形等控制计算目标数据，计算时施工过程模拟与经审查后的施工组织文件一致，所用参数应根据现场试验确定。

4.4.2 施工模拟计算内容与设计符合性计算内容一致。

4.5 施工跟踪计算

4.5.1 施工跟踪计算是在施工过程中按预测、施工、实测、参数修正的循环控制过程进行的施工阶段计算，其目的是验算各施工阶段结构的安全性及线形，并发布监控指令、进行内力和线形调控。

4.5.2 施工跟踪计算应在设计符合性计算模型的基础上进行，结合实际的施工过程、施工方法、施工周期、临时结构、临时施工荷载等，采用真实的计算参数进行分析计算。

4.5.3 施工跟踪计算应包含以下内容：

- 1 重要临时荷载及其效应；
- 2 施工过程及成桥状态拱圈、刚性系梁、桥道梁等主要构件的内力和线形，关键施工阶段主要结构的稳定性；
- 3 吊杆、系杆施工张拉力，吊杆、系杆及钢构件的无应力状态参数调控量；
- 4 拱圈、刚性系梁、桥道梁等主要构件的安装线形；
- 5 合龙仿真分析；
- 6 支座预偏量。

4.6 参数敏感性分析

4.6.1 参数敏感性分析宜在设计符合性计算的基础上进行，分析参数变化对计算结果的影响程度。

4.6.2 参数敏感性分析方法宜采用单因素分析法进行。

【条文说明】

敏感性分析方法可分为单因素分析法和多因素分析法，对于桥梁施工监控，推荐采用单因素分析方法，即将计算模型中某一个参数发生合理幅度的变化，分析其引起的结构的内力、位移变化量，确定该参数的影响程度。该

方法能够清晰的获得某参数对结构效应的影响程度，以便更好的指导施工跟踪过程中对各参数的控制要求。

4.6.3 敏感性分析的参数应包含重量、弹性模量、张拉控制力、构件制造误差、温度、收缩徐变等。

4.7 大型临时设施控制计算内容

4.7.1 采用转体施工的大跨度拱桥，应针对涉及施工主体安全的大型临时设施进行以下计算：

- 1 扣索和锚索索力；
- 2 扣塔主要构件内力、变形及稳定性；
- 3 转动体上、下盘的局部分析；
- 4 转动体系稳定性。

4.7.2 采用斜拉扣挂施工的大跨度拱桥，应针对涉及施工主体安全的大型临时设施进行以下计算：

- 1 扣索和锚索索力；
- 2 扣塔主要构件内力、变形及稳定性；
- 3 挂篮系统主要构件内力和变形；
- 4 挂篮系统前、后支点反力；
- 5 挂篮系统突然坠落情况下，整体结构安全性验算；
- 6 悬拼、悬浇系统抗风稳定性。

4.7.3 采用顶推法施工的大跨度拱桥，应针对涉及施工主体安全的大型临时设施进行以下计算：

- 1 支架内力、变形及稳定性；
- 2 导梁内力及变形。

4.7.4 采用分环分段浇筑施工的大跨度拱桥，宜针对涉及施工主体安全的大型临时设施进行以下计算：

- 1 支（拱）架施工预拱度；
- 2 拱圈分段浇筑长度与浇筑顺序计算；
- 3 支（拱）架安装和拆除计算；
- 4 支（拱）架、劲性骨架拱的强度、变形及稳定性验算。

5 施工监测

5.1 一般规定

5.1.1 施工监测是施工监控的反馈环节，应与施工跟踪计算相互校验，形成闭环控制。

5.1.2 施工监测内容应包括结构应力、线形、索力、温度等，其中线形监测包括高程与轴线。

【条文说明】

大跨度拱桥结构体系多变、施工方法繁多，除上述监测内容外，可根据监控计算的结果增加监测内容。如风速、风向，设置支座的拱桥支反力等。监测部位应包括拱座、拱圈、刚性系梁、拱上建筑及涉及结构主体安全的大型临时设施的控制断面。

5.1.3 施工监测应根据施工方法和监控计算结果，确定合理的测点布置、监测工况、监测频次。

5.1.4 对温度变化敏感的参数，宜选择在温度相对稳定的时段进行监测，且应快速完成。

【条文说明】

温度对线形、应变测试结果影响明显，宜在温度相对稳定的夜间进行，在温度相对稳定的阴雨天也可进行。为减少温度变化对测试的影响，监测宜在 2 小时内完成。

5.1.5 施工监测设备的类型、数量、精度应能满足施工监控的需要。

5.1.6 施工监测宜考虑与运营监测的相互衔接。

5.2 应力监测

5.2.1 应力监测部位应包括拱圈、刚性系梁、拱上建筑、刚性吊杆及涉及主体结构安全的大型临时设施的关键构件。

【条文说明】

拱座通常为大体积混凝土，应力水平一般较低，对于受力较大的拱座，根据需要可进行应力监测。

5.2.2 应力监测断面应符合以下规定：

- 1 拱圈监测断面至少应包括拱脚、L/4、拱顶、飞燕式拱桥“V”构斜腿

的根部、柔性系杆拱及连拱拱桥还应对每跨桥墩的墩底布置应力监测断面。

2 刚性系梁监测断面应包括端部及跨中。

3 刚性吊杆监测断面应包括两端锚头及吊杆中部。

4 拱上建筑监测断面应包括高度在 20 米及以上的拱上立柱底部、吊杆横梁的吊点与跨中。

5 涉及施工主体安全的大型临时设施的监测断面应包括扣塔、支架及拱架的控制断面。

【条文说明】

根据跨径的不同，拱上立柱高度差距明显，对于比较高的拱上立柱，施工期应力控制设计的拱上立柱，宜在立柱底部截面布置应力测试断面，结合监控经验，建议对高度 20 米及以上的立柱进行监控。中、下承式拱桥的吊杆横梁，宜对弯矩最大的部位布置应力测试断面，对于双拱肋拱桥，应在横梁跨中布置测试断面，对于三拱肋拱桥，应在中央拱肋吊点布置测试断面。测试横梁个数不宜少于 3 个。

5.2.3 应力测点宜对称布置在测试断面的上、下缘位置，一个断面应力测点不宜少于 4 个。

【条文说明】

扣塔、墩柱、拱上立柱应力测点宜布置在断面的四个角区；箱形断面拱圈或主梁的应力测点宜布置在腹板的上、下缘；钢管（箱）混凝土拱圈应力测点宜布置在钢管（箱）的顶、底缘。拱肋外包或内部填充的混凝土，可根据监控计算情况布置应力测点；桁架式结构 H 型弦杆和腹杆应力测点宜布置在杆件上、下翼缘处，箱型杆件宜布置在顶、底板处。测点的具体布置可参考附录 B。

5.2.4 主体构件应力监测工况与频次应符合表 5.3.1 要求。

表 5.2.1 应力监测工况与频次要求

主要构件		监测工况	监测断面
拱圈	悬臂法施工	每个拱段拼接定位及松扣后	拱圈各控制断面
		每批扣、锚索张拉后	
		合龙前后	
		扣、锚索解除前后	
	转体施工	转体体系试转前	拱圈各控制断面
		转体施工过程中	拱圈各控制断面
		合龙前后	拱圈各控制断面
	支架法施工	支架拆除前后	拱圈各控制断面

	顶推法施工	拱肋拼装完成、顶推过程中及顶推完成后	拱圈各控制断面
		每批吊杆张拉阶段、吊杆调索阶段	拱圈各控制断面
		支架拆除阶段	拱圈各控制断面
	—	每批拱上立柱、刚性系杆、桥道梁等结构施工完成后	拱圈各控制断面
	—	每批吊杆、系杆张拉与调整前后	拱圈各控制断面
	—	重大临时荷载变化前后	拱圈各控制断面
	—	二期恒载加载前后	拱圈各控制断面
刚性系梁		支架拆除前后、顶推过程中及顶推完成后	系梁各控制断面
		每批吊杆张拉阶段、吊杆调索阶段	系梁各控制断面
		体系转换前后	系梁各控制断面
		二期恒载加载前后	系梁各控制断面
拱上建筑		拱上立柱在相应跨桥道梁架设前后	拱上立柱各控制断面
		二期恒载加载前后	拱上立柱各控制断面
吊杆横梁		在相应跨主梁架设前后	横梁各控制断面
		二期恒载加载前后	横梁各控制断面

5.2.5 涉及结构主体安全的大型临时设施，应力监测工况与频次应符合以下要求：

1 悬臂法施工的拱桥，在缆索系统试吊时，每个加卸载工况应对塔架进行应力监测；每次扣、锚索张拉前后，应对扣塔进行应力监测；

2 其它方法施工的拱桥，根据大临设施的受力特点及施工工序，对主要受力工况进行应力监测。

5.2.6 应力监测宜采用自动化监测的方式，应变传感器分辨率应不大于 $1\mu\epsilon$ ，其使用寿命应满足施工监控的要求；与运营期共用的传感器，其使用寿命应满足运营期健康监测的要求。

5.3 线形监测

5.3.1 线形监测部位宜包括拱座、拱圈、刚性系梁、桥道梁、拱上建筑及涉及主体结构安全的大型临时设施的关键构件。

5.3.2 线形监测断面应符合以下规定：

1 拱座位移监测应包含拱座竖向、横向、纵向位移，位移测点宜布置在拱座顶面四角。

2 采用悬臂法施工的主拱圈线形监测断面应位于每个节段的前端，采用转体、顶推、支架施工的拱桥线形监测断面应包含拱脚、 $L/8$ 、 $L/4$ 、 $3L/8$ 、拱顶以及拱上立柱与吊杆对应断面。

3 刚性系梁线形监测断面宜布置在每个吊点处，且应包含梁端、 $L/8$ 、

L/4、3L/8、跨中断面。

4 桥道梁线形监测断面宜布置在每个立柱或吊点处，且应包含梁端、L/8、L/4、3L/8、跨中断面。

5 成桥后桥面线形监测断面宜布置在每个立柱或吊点处，且间距宜不大于 25 米。

6 中、下承式拱桥的吊点横梁线形监测断面宜布置在横梁跨中及吊点处，测试数量不宜少于 3 个。

7 采用斜拉扣挂系统施工的拱桥，应在扣塔顶横桥向两端至少各布置 1 个监测断面；采用其它方法施工的拱桥，可根据大临结构的受力特点及对主体结构线形的影响布置监测断面。

【条文说明】

对于分离式拱座的位移监测，每一个拱座在拱座顶面四角均应布置位移测点。对于桁式拱桥，宜在每片拱肋的上、下弦布置线形测点，飞燕式拱桥“V”构线形监测断面应位于斜腿拱段的前端。

5.3.3 线形测点的布置应能反映高程、轴线偏位和扭转，具体可参见附录 B1。

5.3.4 线形监测工况与频次应符合表 5.4.1 要求。

表 5.4.1 线形监测工况与频次要求

主要构件		监测工况	监测断面
拱座		有重大荷载变化的工况，且每月不少于一次	拱座监测断面
拱圈	悬臂法施工	每个节段拼接定位后或者立模后	拱圈前两节控制断面
		扣、锚索张拉后	拱圈前三节控制断面
		合龙前后	拱圈全部控制断面
		扣、锚索解除前后	拱圈全部控制断面
	转体施工	转体体系试转前后	拱圈全部控制断面
		转体施工过程中	拱圈前端线形实时跟踪
		合龙前后	拱圈全部控制断面
	支架法施工	支架拆除前后	拱圈全部控制断面
	顶推法施工	拱肋拼装完成、顶推过程中及顶推完成后	拱圈各控制断面
		每批吊杆张拉阶段、吊杆调索阶段	拱圈各控制断面
		支架拆除阶段	拱圈各控制断面
	—	拱上立柱、桥道梁施工前后	拱圈全部控制断面
	—	每批吊杆、系杆张拉与调整前后	拱圈全部控制断面
	—	重大临时荷载变化前后	拱圈全部控制断面
	—	二期恒载加载前后	拱圈全部控制断面
刚性系梁		在支架拆除前后	系梁各控制断面

	每批吊杆、系梁预应力张拉与调整前后	系梁各控制断面
	体系转换前后	系梁各控制断面
	二期恒载加载前后	系梁各控制断面
拱上建筑	拱上立柱在相应跨桥道梁架设前后	拱上立柱各控制断面
	二期恒载加载前后	拱上立柱各控制断面
吊杆横梁	在相应跨桥道梁架设前后	横梁各控制断面
	二期恒载加载前后	横梁各控制断面

5.3.5 涉及结构主体安全的大型临时设施，线形监测工况与频次应符合以下要求：

1 悬臂法施工的拱桥，在缆索系统试吊时，每个加卸载工况应对扣塔偏位进行监测；每次扣锚索张拉前后，应对扣塔偏位进行监测；

2 其它方法施工的拱桥，根据大临设施的受力特点及施工工序，对主要受力工况进行线形监测。

5.3.6 拱座位移，拱圈、刚性系梁及拱上建筑线形，涉及主体安全的大型临时设施位移宜采用全站仪测试，其测距分辨率不宜低于 1mm+1ppm，测角精度不宜低于 0.5"；高程测量宜采用水准仪测试，其精度要求不应低于 0.1mm；测量仪器精度应满足施工监测需要。

5.4 索力监测

5.4.1 索力监测方法

吊杆、系杆、扣索和锚索索力监测可采用频谱法、压力传感器法、磁通量法、初动法。

【条文说明】

长细比较大的吊杆索力可用频谱法或初动法进行测试。短吊杆索力、系杆索力、斜拉扣挂施工用的钢绞线扣索索力和锚索索力，宜用压力传感器进行测试。压力传感器具有精度高、测试速度快且受环境干扰小等优点，但价格相对较高，安装及拆卸均较为复杂，一般需要定制。频谱法测试索力简便高效，但对于长细比较小的吊杆及系杆，测试精度较低、受环境干扰大。施工监控中可根据实际情况，几种方法结合使用。

5.4.2 索力监测工况与频次应符合表 5.5.1 要求。

表 5.5.1 索力监测工况与频次要求

主要构件	监测工况	监测断面
吊杆	吊杆张拉后	前后三对吊杆索力
	体系转换后	全部吊杆索力

	二期恒载加载后	全部吊杆索力
系杆	系杆张拉后	系杆索力
	系杆张拉力调整	系杆索力
	二期恒载加载后	系杆索力

5.4.3 采用斜拉扣挂体系施工的扣索和锚索索力的监测工况与频次应符合以下要求：

- 1 施工拱圈的过程中，每节段施工完成后，宜测试当前拱段与相邻 3 个节段的扣索索力和锚索索力；
- 2 拱圈合龙前、后，应测试全桥扣索和锚索索力。

5.5 温度监测

5.5.1 温度监测部位宜包括环境温度，拱圈、刚性系梁、拱上建筑及涉及主体结构安全的大型临时设施的关键构件。

5.5.2 跨径在 300m 以上的拱桥，至少应在拱脚、L/4 和拱顶的拱圈高度和宽度方向上布置温度测点，以获取拱圈断面沿截面高度、宽度方向的温度梯度和沿长度方向的分布模式。

【条文说明】

大跨度拱桥拱圈在施工过程中，拱圈轴线受温度梯度影响显著。根据现有研究和现场监测结果，温度梯度沿跨径方向差异较大，因此至少在拱脚、L/4 和拱顶断面布设温度传感器。

5.5.3 温度监测宜采用温度-应力一体化传感器，温度监测断面与应力监测一致。

【条文说明】

温度传感器和应力传感器独立设置时，应在应力监测断面处布置温度测点，每个断面不少于 2 个温度测点。对于线形对温度变化敏感的大跨度拱桥，可根据需要适当增加温度测点。测点的具体布置可参见附录 B。

5.5.4 温度监测工况与频次

- 1 在应力监测的同时测试相应测点的温度。
- 2 线形、索力测量时，应测试相应结构的温度。
- 3 主拱、刚性系梁及桥道梁合龙前应加密结构温度监测频率。

5.5.5 温度监测宜采用自动化监测的方式，传感器分辨率不应大于 0.1℃，其使用寿命应满足施工监控的要求；与运营期共用的传感器，其使用寿命应满

足运营期健康监测的要求。

5.6 风速、风向监测

5.6.1 主拱跨径在 300 米及以上，或桥位处于峡谷地带、台风影响区的拱桥，应进行风场监测。

5.6.2 风速、风向监测设备应满足施工监控监测的要求。

5.7.3 风速、风向监测设备宜布置在能反映风环境特性的位置，全桥布置 1 个风速、风向仪。

5.6.4 风速、风向监测宜采用自动化设备，在施工监控期间保持全天候工作，与线形测量同步采集。

5.7 连续性观测

5.7.1 连续性观测的目的是为了确定合龙口的几何形态，为预制合龙段的配切指令及合龙时机提供依据。

5.7.2 拱圈合龙前，宜对合龙口的相对高差、长度、温度进行至少 24 小时连续观测，平均观测时间间隔宜 1~2 小时。

5.7.3 刚性系梁或桥道梁合龙前，宜对合龙口的相对高差、长度、温度进行至少 24 小时连续观测，平均观测时间间隔宜 2~3 小时。

5.7.4 成桥后，宜选择温差较小的 1 天，对拱圈、刚性系梁、拱上建筑关键部位应力、线形、温度测点及关键吊杆、系杆索力进行 24 小时连续观测。平均观测时间间隔宜 2~3 小时。

【条文说明】

监测参数变化大的情况下，宜适当缩短时间间隔；温度相对稳定的夜间或阴雨天，结构变形受温度影响较小的时间段，可适当增大时间间隔。

6 数据分析与反馈控制

6.1 一般规定

6.1.1 数据分析与反馈控制的基础资料应包含：材料、荷载、结构内力状态、结构几何状态、环境参数，以及其他对施工过程结构状态有影响的主要参数。

【条文说明】

本条给出了数据分析与反馈控制工作所需具备的基础数据，其中材料参数主要包括材料的密度、弹性模量、混凝土收缩徐变参数等；荷载主要包括临时荷载的位置及大小；结构内力状态主要包括结构的应力、索力等；结构几何状态主要包括结构标高、线形、变形等；环境参数主要包括温度、风、环境湿度等。对施工过程状态有影响的参数主要指施工工序、临时施工措施等。

6.1.2 数据分析应能识别当前桥梁结构内力状态、几何状态，并能判别桥梁施工状态是否处于预控状态。当桥梁施工状态偏离预控状态时，应预测桥梁施工误差对后续施工过程结构受力状态与几何状态的影响。

【条文说明】

(1) 桥梁结构内力状态、几何状态等识别的主要目的是，判断当前工况下，结构实际状态（如标高、线形、内力等）与模拟计算预测的理论状态是否相符、或结构实际状态与理论状态间存在的误差。

(2) 通过将现场监测数据与依据施工过程模拟计算事先制定的预控目标状态数据比较分析，判断桥梁施工是否处于预控状态（误差限值范围）。

(3) 当桥梁施工过程偏离预控目标状态时，首先需要分析误差偏大的原因，其次需要对其误差的影响程度进行分析，重点是对下一阶段施工目标状态的影响分析及最终目标的影响分析，从而为是否对桥梁施工过程预控数据或施工工艺进行调控提供决策依据。

6.1.3 反馈控制应根据数据分析的结论，确定是否发出安全预警，决定是否对施工过程预控数据或施工工艺实施调整。

【条文说明】

(1) 对施工过程预控数据或施工方案是否实施调整或变更须根据桥梁施工误差影响预测分析结果进行判断。与施工工艺关系不大的误差影响，可以

通过调整施工过程预控数据实现调控；对关系到施工工艺甚至施工方案的误差，则需要变更既有施工工艺或方案。

6.1.4 反馈控制应将应力和线形控制在设计及国家相关标准、规范要求范围内。

6.2 监测数据分析

6.2.1 监测数据在用于数据分析前，应考虑表 6.2.1 中所列因素的影响。

表 6.2.1 影响因素

监测数据类型	分类	影响因素
荷载	—	临时荷载位置及大小
		结构几何尺寸变化
内力状态	混凝土结构应力	弹性模量
		水化热
		体系温差与构件截面温度梯度
		收缩徐变
	钢结构应力	体系温差与构件截面温度梯度
		结构不同构件间温差的影响
	索力	截面抗弯刚度
		吊杆、系杆约束条件
		无应力索长
		结构体系温差
几何状态	结构线形与位移监测	材料容重
		材料弹模
		混凝土收缩徐变
		体系温差与构件截面温度梯度
		临时荷载位置及大小
		风荷载
		涉及主体结构安全的大型临时设施的变形

6.2.2 监测数据的准确性需进行分析与识别，可按照第 6.2.1 条中所列因素，通过桥梁施工过程模拟计算分析与现场监测数据的差值进行分析与识别。

【条文说明】

(1) 桥梁施工过程的实测参数准确性受测试环境、测试精度等多种因素的影响，其真实性需要结合模拟计算与现场实际情况进行分析、修正与识别，以便为桥梁状态识别与反馈控制提供准确、可靠的实测数据。例如，在某一大气温度下测得的相关数据需要将其换算到标准温度。

(2) 结构体系温差与构件截面温度梯度一方面难以避免，另一方面，对大跨度拱桥几何状态、受力影响很大。对于一天来讲，可以通过限制监测

时间（如晚上 10 点至次日凌晨日出前温度稳定时段进行标高、位移（变形）测量）可规避一定程度温度变化的影响，但对于一年来讲，难以做到在相同温度下进行测量，所以，需要将在非设计温度（控制基准温度）下实测到的数据换算到设计温度时的数据，为反馈控制使用。

（3）对于结构不同部件间温差的影响，主要体现在桥梁主体结构与附属结构之间存在温度差。

（4）桥梁施工过程模拟计算是监测数据真实性识别的基础，所以，要求计算模型必须符合桥梁施工过程实际，能够反映结构的真实受力状态与几何状态，分析采用的基准参数（如温度）应正确、统一。

（5）对于难以采用理论手段分析的影响因素，如混凝土水化热对应变（应力）测试的不利影响，可选择混凝土温度稳定后的应变值作为初始值，采用增量法计算结构应力。

6.3 控制容许偏差

6.3.1 大跨度拱桥施工过程中，结构受力状态和几何状态的施工监测值与施工过程模拟计算值之间的容许偏差不宜超过下列限值：

1 应力容许偏差限值

1) 混凝土结构应力：计算值不大于 10MPa 时：不超过 $\pm 2.0\text{MPa}$ ，且拉应力不应超过现行规范限值；计算值大于 10MPa 时： $\pm 20\%$ ，且不超过 $\pm 3.0\text{MPa}$ 。

2) 钢结构应力：计算值不大于 60MPa 时：不超过 $\pm 6.0\text{MPa}$ ；计算值大于 60MPa 时： $\pm 10\%$ ，且不超过 $\pm 10.0\text{MPa}$ 。

2 桥梁索力容许偏差限值

1) 吊杆索力： $\pm 10\%$ ；

2) 系杆索力： $\pm 5\%$ ；

3) 扣锚索索力： $\pm 10\%$ ，采用转体施工的 $\pm 3\%$ 。

3 几何状态容许偏差限值

1) 悬臂拼装主拱圈高程：跨径不大于 60m 时： $\pm 20\text{mm}$ ；跨径大于 60m 时： $\pm L/3000$ ，且不大于 50mm；

2) 悬臂拼装主拱圈轴线偏位：跨径不大于 60m 时：10mm；跨径大于 60m 时： $L/6000$ ，且不大于 40mm；

3) 劲性骨架施工主拱圈高程： $\pm L/3000$ ，且不大于 50mm；

4) 劲性骨架施工主拱圈轴线偏位：跨径不大于 60m 时，劲性骨架安装阶段： $L/6000$ ，且不大于 40mm，混凝土浇筑阶段：不大于 10mm；跨径大于 60m 时： $L/6000$ ，且不大于 40mm；

5) 悬臂浇筑主拱圈高程：跨径不大于 60m 时： $\pm 20\text{mm}$ ；跨径大于 60m 时： $\pm L/3000$ ，且不大于 30mm；

6) 悬臂浇筑主拱圈合龙相对高差：跨径 L 不大于 100m 时， $\pm 20\text{mm}$ ；跨径大于 100m 时， $\pm L/5000$ ；

7) 钢管混凝土拱圈高程： $\pm L/3000$ ，且不大于 50mm。

8) 钢管混凝土拱圈轴线偏位：跨径不大于 60m 时，钢管拱肋安装阶段： $L/6000$ ，且不大于 50mm，混凝土浇筑阶段：不大于 10mm；跨径大于 60m 时： $L/6000$ ，且不大于 50mm；

【条文说明】

以上所列参数容许偏差限值系根据桥梁结构特点、已有桥梁施工监控参数容许偏差取值、目前测试水平，结合多次的调研与项目实践验证，并结合现行《公路桥涵施工技术规范》提出。桥梁建成后的容许偏差控制则以控制目标为基准，可按照《公路工程质量检验评定标准》等现行规范相关规定执行。

6.3.2 成桥误差控制精度要求应满足现行《公路工程质量检验评定标准》中的相关要求。

6.4 反馈控制

6.4.1 监测数据与模拟计算结果之间的误差应通过动态控制主动纠偏。

6.4.2 监测数据与模拟计算结果之间的误差超过本规程 6.3.1 条的限值时，应采取可靠方法进行误差分析与状态识别。

6.4.3 监测数据与模拟计算结果之间的误差超过本规程 6.3.1 条的限值时，应在本规程 6.4.2 工作的基础上，借助施工过程模拟计算模型，对桥梁结构受力安全和线形变化、以及误差对施工监控目标实现的影响进行分析，并采取反馈控制措施。

6.4.4 几何状态误差超过本规范第 6.3.1 条的限值，且在本阶段可调整时，可采取下列调控措施：

- 1 针对拱圈，可调整安装线形、预制线形或扣索索力等；
- 2 针对刚性系梁，可调整吊杆无应力长度；

3 针对桥道梁，可调整安装线形、预制线形、拱上立柱长度或吊杆无应力长度。

4 针对拱圈轴线，可通过侧向风缆进行调整；对于无法设置侧向风缆的拱圈，应在法兰盘上垫塞钢板进行调整。

6.4.5 几何状态误差超过本规范第 6.3.1 条的限值，且在本阶段不可调时，应以当前施工状态为基础，根据第 6.4.2 条误差影响分析结果，对后续的施工状态数据进行反馈控制。

【条文说明】

本条主要针对混凝土拱圈悬臂浇筑施工的情况，如混凝土拱圈悬臂施工过程中立模或安装标高等。

6.4.6 大跨度拱桥施工过程的应力状态误差超过本技术规程第 6.3.1 条限制值时，在保证主体结构安全的前提下，可采取下列调控措施：

- 1 调整临时荷载大小及其位置。
- 2 调整扣索索力、施工工序、工艺。
- 3 调整临时辅助设施，改善后续施工中结构受力。

【条文说明】

桥梁施工过程结构受力超过限值原因很多，例如：量测失真；临时荷载超限或位置不正确；桥梁结构施工过程分析不全面深入，导致局部高应力未纳入控制，施工工序或工艺不合理；桥梁结构设计本身与所采取的施工方法不完全匹配，缺少相应的辅助措施；施工监控技术与施工管理差，导致结构控制性受力部位失控，或未及时监测到结构受力，或监测到结构不利受力状态但未得到及时处置等。

6.4.7 当结构的线形或内力误差超出限值且无法按上述方法调整时，应专题研究处理。

6.4.8 当预测到的气温、雪载、风载等超过设计和规范限值时，应及时发布监控指令并提出应对措施。

【条文说明】

气温（高温、低温）、雪载、风载等施工监控限值是为了确保桥梁施工过程结构安全，根据桥梁所处环境条件和施工过程模拟计算，事先确定的桥梁正常施工环境条件。

7 监控成果及要求

7.0.1 施工监控成果应包括施工监控方案、设计符合性计算报告、施工监控指令、施工监控阶段报告及施工监控总报告。

【条文说明】

施工监控指令为监控工作的重要组成部分，本条在《公路桥梁施工监控技术规范（JTG/T 3650-01-2022）》7.0.1的基础上增加了施工监控指令。

7.0.2 施工监控方案宜包括工程概况、主要施工方法、监控依据与目标、监控计算内容、监测内容、监测设备、监测频次、调控方法、监控实施组织体系、监控工作保证措施、应急方案等内容。

【条文说明】

本条在《公路桥梁施工监控技术规范（JTG/T 3650-01-2022）》7.0.2的基础上，根据目前多座拱桥实际包括的内容做了相应调整，以便更好的适用于大跨度拱桥的施工监控工作。

7.0.3 设计符合性计算报告宜包括工程概况、计算依据、计算模型、施工过程计算、运营阶段计算、结论与建议等内容。

【条文说明】

本条在《公路桥梁施工监控技术规范（JTG/T 3650-01-2022）》7.0.3的基础上，对设计符合性计算增加了结论与建议，以便更好的判断与设计成果对比情况。

7.0.4 施工监控指令宜包含桥梁施工信息、当前桥梁结构状态评价、下阶段施工调控参数与措施、预警信息等内容。

7.0.5 施工监控阶段报告宜包括工程概况、监控依据、监控内容、几何状态监控、内力状态监控、阶段施工异常情况分析与处理，本阶段工作总结及下阶段工作建议等内容。

【条文说明】

本条引用《公路桥梁施工监控技术规范（JTG/T 3650-01-2022）》7.0.4，施工监控阶段报告主要是监控单位将每周或每月的施工监控情况进行汇总技术内容，向委托方或其他参建方提供成果资料。

7.0.6 施工监控总报告宜包含工程概况、监控依据与目标、监控内容、控制计算、施工监控成果、结论及建议等内容。

【条文说明】

本条引用《公路桥梁施工监控技术规程（JTG/T 3650-01-2022）》7.0.5。施工监控总报告是在监控工作完成后，对整个施工监控过程的总结和分析，内容包括对结构的线形、应力(应变)等参数进行计算、监测、分析、反馈控制等技术内容汇总，向委托方提供成果资料。

征求意见稿

附录 A 监测常用记录表格

施工监控过程中，监测原始数据应用记录表格的形式存档备查。为便于数据追溯及与后期管养相结合，记录表格形式及所含内容应标准化。施工监测常用记录表格可用以下格式：

表 A-1 应力（应变）记录表

工程名称					工程部位				
设备名称及编号					测试日期及时间				
天气状况					环境温度				
测试工况									
测试 断面	测点 编号	传感 器编 号	应变 ($\mu\epsilon$) 或 频率	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	测试 断面	测点 编号	传感 器编 号	应变 ($\mu\epsilon$) 或频率	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
测点布置示意及说明图									

表 A-2 高程记录表

工程名称			工程部位		
设备名称及编号			测试日期及时间		
天气、温度			风速、风向		
测试工况					
测试断面	测点编号	实测高程（m）	测试断面	测点编号	实测高程（m）
测点布置示意及说明图					

表 A-3 几何测量记录表

工程名称		工程部位		
设备名称及编号		测试日期		
天气、温度		风速、风向		
测试工况				
测试部位	测点编号	实测坐标 (m)		
		X	Y	Z
测点布置示意及说明图				

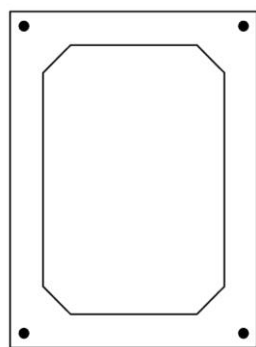
[illegible]

[illegible]

附录 B 监控测点布置参考

B.1 应力测点布置

B.1.1 大跨度拱桥墩柱、拱上立柱多为矩形断面，应力测点一般布置在矩形的四个角区，布置如图 B.1.1 所示。

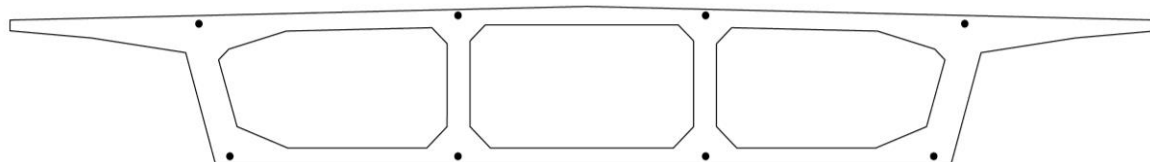


● 应力测点

图 B. 1. 1 混凝土矩形断面应力布置示意图

B.1.2 桥道梁应力测点

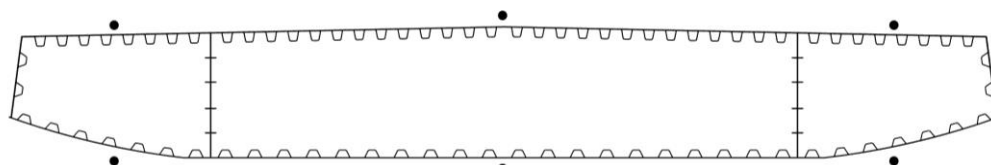
1 大跨度拱桥混凝土箱形断面主梁，应力测点一般布置在腹板的上、下缘及中室顶、底板，每个测试断面测点不宜少于 4 个，布置如图 B.1.2 所示。



● 应力测点

图 B. 1. 2 混凝土箱形断面主梁应力测点布置示意图

2 大跨度拱桥钢箱梁主梁常采用预制拼装，应力测点一般布置在顶、底板，每个测试断面测点不宜少于 4 个，布置如图 B.1.3 所示。



● 应力测点

图 B. 1. 3 钢箱主梁典型断面应力测点布置示意图

B.1.2 拱圈应力测点

1 大跨度拱桥箱形断面拱圈，应力测点一般布置在腹板的上、下缘，布置如图 B.1.4 所示。

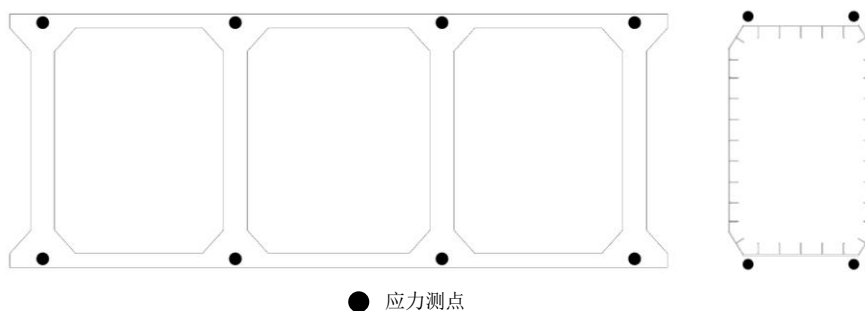


图 B. 1. 4 箱形拱圈断面应力测点布置示意图

2 大跨度拱桥钢管混凝土拱圈断面形式多样，根据混凝土与钢管的填充关系，分为混凝土外包式和混凝土填充式；根据钢管根数，有单管式、双管式、多管式。双管式拱圈一般为哑铃型断面，多管式拱圈一般为钢管通过缀板连接成桁架式结构，有三角形断面或者四边形断面。图 B.1.5、B.1.6 为混凝土钢管拱圈典型断面形式应力测点布置图。



图 B. 1. 5 外包混凝土钢管断面应力测点布置示意图

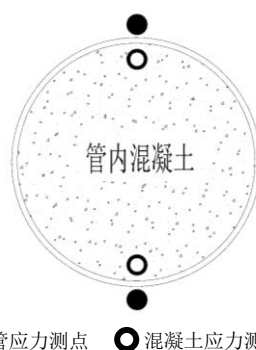


图 B. 1. 6 混凝土钢管拱断面应力测点布置示意图

4 桁架式结构是由杆件逐步拼装形成，杆件主要承受轴向荷载。超大跨度拱桥拱圈和主梁均有此类结构应用，用万能杆件拼装的斜拉扣挂体系索塔和缆索吊装索塔也属于此类结构。桁架式结构应力测点主要布置在应力较大的弦杆和腹杆上，杆件主要有箱型断面和 H 型断面，典型断面应力测点布置如图 B.1.7 所示。

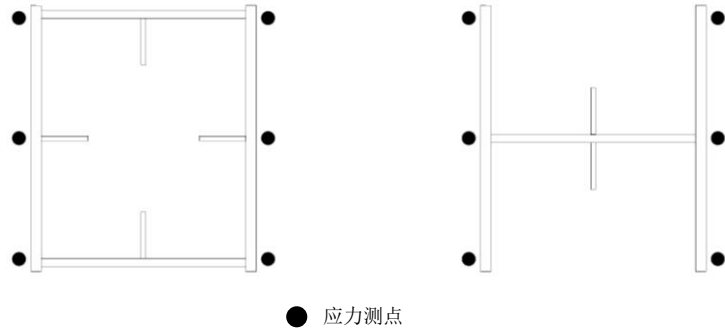


图 B. 1. 7 桁架结构杆件断面应力测点布置示意图

征求意见稿

B.2 线形测点布置

B.2.1 大跨度拱桥墩柱线形测点一般在节段顶端，拱座线形测点在拱座顶面，一般断面测点布置如图 B.2.1 所示。

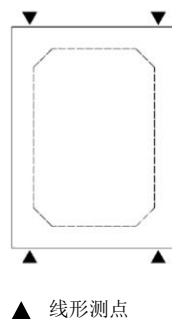


图 B. 2. 1 墩柱等线形测点布置示意图

B.2.2 拱圈线形测点

1 大跨度拱桥混凝土拱圈，包括先形成钢管混凝土劲性骨架后外包混凝土的拱圈和钢箱混凝土拱圈，断面均较宽，线形测点的布置应能反应轴线和扭转效应的情况。一般断面测点布置如图 B.2.2 所示。

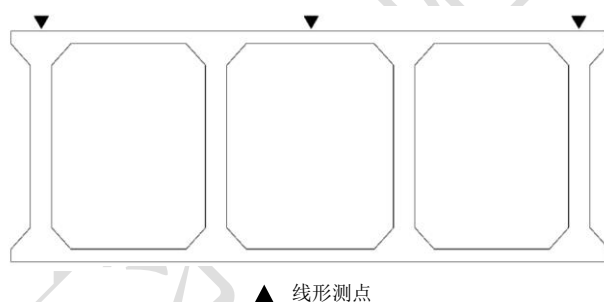


图 B. 2. 2 混凝土拱圈断面线形测点布置示意图

2 大跨度拱桥钢管混凝土拱圈线形测点一般布置形式

- 1) 单肢和哑铃型钢管混凝土拱圈，线形测点布置在断面顶缘；
- 2) 先安装单肢钢管，再用缀板连接成整体的多管式拱圈，应先在每个单肢钢管断面顶缘布置线形测点，多管连接成整体后，再在断面顶缘重新布置线形测点。前后线形测点应保证部分测点点位重合；
- 3) 整体安装的多管式拱圈，在断面顶缘布置线形测点。

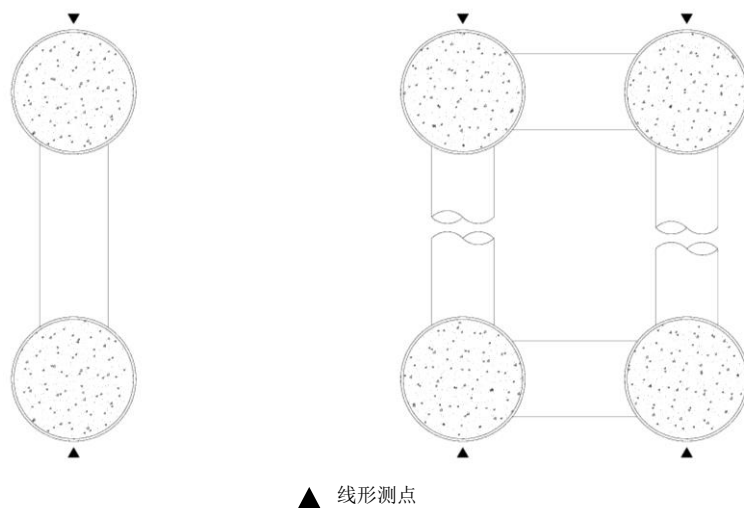


图 B. 2. 3 钢管混凝土拱圈断面线形测点布置示意图

B.2.3 主梁线形测点

1 大跨度拱桥箱型断面主梁均较宽，线形测点的布置应能反应轴线和扭转效应的情况。一般断面测点布置如图 B.2.4 所示。

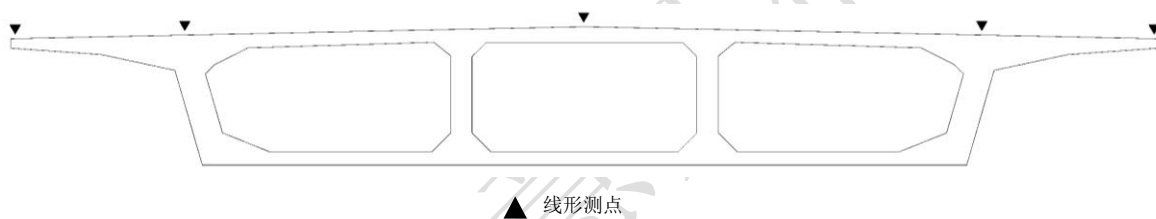


图 B. 2. 4 箱型断面主梁线形测点布置示意图

征求意见稿

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

征求意见稿