



T/CECS G XXXX: 202X

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路混凝土索塔技术状况评定标准

Standard for Assessment of Concrete Cable Towers for Highway Bridges

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

中国工程建设标准化协会标准

公路混凝土索塔技术状况评定标准

Standard for Assessment of Concrete Cable Towers for Highway Bridges

T/CECS G: XXX-XX-2026

主编单位：中路高科交通检测检验认证有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2026年XX月XX日

征求意见稿

人民交通出版社股份有限公司

北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2022 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路〔2022〕91 号）的要求，由中路高科交通检测检验认证有限公司等承担《公路桥梁混凝土索塔运营状况评定标准》（以下简称“本标准”）的制订工作。

编写组在总结公路桥梁十余年来工程经验和相关科研成果的基础上，以完善和细化索塔检查和评估技术为核心，完成了本标准的编写工作。

本标准分为 7 章、1 篇附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 综合评估方法、5 检查与监测、6 养护方案、7 技术管理，附录 A 经常检查记录表。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由中路高科交通检测检验认证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，请函告本标准日常管理组，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 XX（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；传真：010-62079556；电子邮箱：shenlin1618@163.com），以便修订时研用。

主 编 单 位： 中路高科交通检测检验认证有限公司
温州信达交通工程试验检测有限公司

参 编 单 位： 北京交通大学
江苏苏通大桥有限责任公司
太原科技大学
太原理工大学

主 编：
主要参编人员：

主 审：
参与审查人员：
参 加 人 员：

目次

1 总则	3
2 术语	4
3 基本规定	5
4 综合评估方法	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 技术状况评定标准.....	6
4.3 监测评定标准.....	9
4.4 综合评定与分级.....	10
5 检查与监测	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 经常检查.....	12
5.3 定期检查.....	13
5.4 应急检查.....	14
5.5 结构监测	14
6 养护方案	15
6.1 一般规定	15
6.2 预防性养护	15
6.3 修复养护	16
6.4 应急养护	17
6.5 养护效果后评估	17
7 技术管理	19
7.1 技术档案管理.....	19
7.2 信息化管理.....	20
附录 A 经常检查记录表	21
用词说明	23

1 总则

1.0.1 为规范公路桥梁混凝土索塔的技术状况评定、检查监测、养护维修及技术管理工作，保障索塔结构安全运营，制定本规程。

条文说明

本规程的编制旨在填补这一空白，规范索塔技术状况评定的流程、指标和方法，建立“检查-监测-评估-养护”的闭环管理体系，为养护决策提供科学依据，保障索塔结构长期安全稳定运营。

1.0.2 本规程适用于公路桥梁混凝土索塔（包括悬索桥、斜拉桥混凝土索塔）的技术状况评定、检查监测、养护维修及技术管理工作。不适用于钢索塔主体结构及临时施工索塔（含永久性索塔的施工临时支撑结构）。

1.0.3 公路桥梁混凝土索塔评定除应符合本规程的规定外，应符合国家和行业现行有关标准的规定。

条文说明

本规程引用的《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）、《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）等标准，是公路桥梁养护领域的基础性、通用性标准，本规程在条款设置、指标确定等方面均与这些标准保持一致，同时针对索塔的专项特点进行细化和补充，避免出现标准冲突。

2 术语

2.0.1 混凝土索塔 (Concrete Cable Tower)

公路桥梁中以混凝土为主要受力结构的索塔，包括实心塔、空心塔、混合截面塔等类型，承担主缆或斜拉索的竖向荷载、水平荷载等。

2.0.2 索塔结构健康监测 (Structural Health Monitoring)

通过在索塔关键部位布设传感器，持续采集环境、作用、结构响应与结构变化定量数据，运用数据分析技术实现结构状态实时监控、异常预警及性能评估的技术手段。

2.0.3 索锚固构造 (Cable Anchorage Structure)

索塔中用于承受并传递主缆或斜拉索索力的关键结构或装置，包括但不限于锚固区混凝土、预应力系统、锚垫板、锚固螺栓及连接件等。

2.0.4 静止裂缝 (Static Cracks)

形态、尺寸和数量连续3个月及以上稳定不再发展的裂缝。

2.0.5 活动裂缝 (Active Cracks)

宽度在现有环境和工作条件下始终不能保持稳定，易随着结构构件的受力、变形或环境温、湿度的变化而时张时闭的裂缝。

2.0.6 尚在发展的裂缝 (Propagating Cracks)

形态、尺寸或数量在3个月内持续发展，且发展速率未趋于稳定的裂缝。

2.0.7 结构健康度 Pylon Health Index

通过监测数据和检查结果，对索塔结构健康状态进行分级评价的指标，分为I级（基本完好）、II级（轻微异常）、III级（中等异常）、IV级（严重异常）四个等级，对应不同的预警级别。

3 基本规定

3.0.1 索塔技术状况评定应遵循“全面检查、科学监测、分级评定、动态管理”的原则，结合经常检查、定期检查、专项检查、应急检查的结果，综合判定技术状况等级。

3.0.2 索塔综合等级评定工作主要包括资料收集、现场检查、监测数据核查、指标计算、等级评定、养护建议等环节，评定工作流程如图1所示。

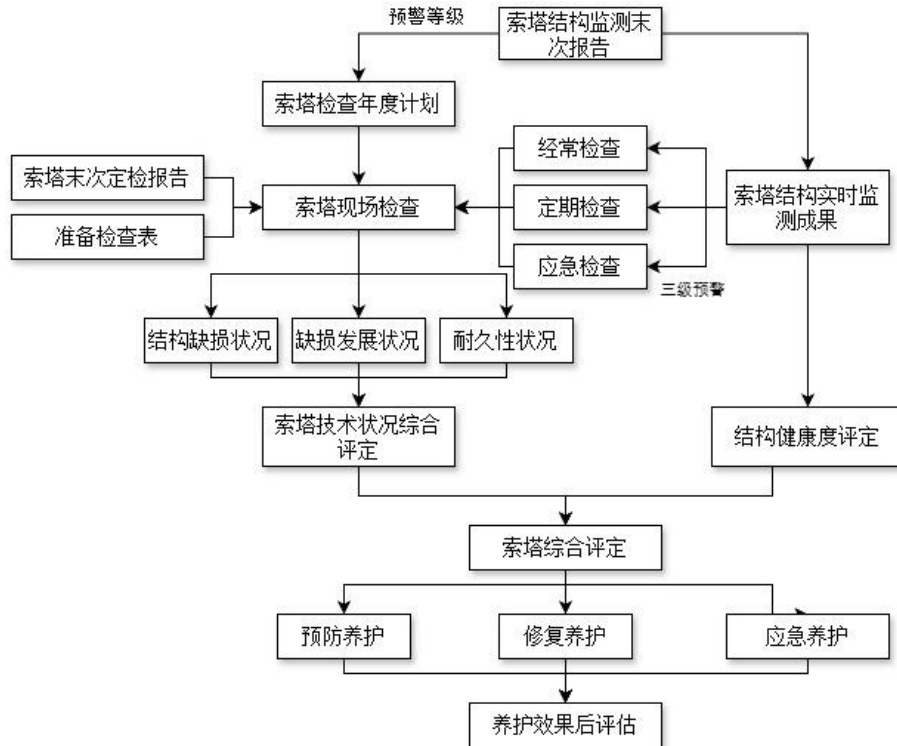


图 1 索塔综合等级评定工作流程

条文说明

本条规定了索塔技术状况综合评定的核心环节和工作流程，明确了“资料收集-现场检查-监测数据核查-指标计算-等级评定-养护建议”的闭环流程，与图 1 的工作流程相互呼应。

3.0.3 索塔技术状况评定应划分评定单元，每个评定单元应包含塔柱、横梁、索锚固构造、基础等关键部位，确保评定覆盖索塔全部核心结构。

条文说明

本条明确了索塔技术状况评定的单元划分原则，核心是“覆盖全部核心结构”。索塔的关键部位包括塔柱、横梁、索锚固构造、基础等，这些部位是索塔的主要受力构件，其病害直接影响结构安全，因此需作为独立的评定单元。

4 综合评估方法

4.1 一般规定

4.1.1 索塔综合评估采用分层加权融合，包括结构健康度分值与技术状况评定分值。

条文说明

本条明确了索塔综合评估的核心方法——分层加权融合，即将结构健康度分值与技术状况评定分值结合，实现“监测数据”与“现场检查结果”的互补验证。

4.1.2 索塔技术状况评定应按结构性缺损、缺损发展状况和耐久性状况依次开展。

条文说明

本条明确了索塔综合评估的核心方法——分层加权融合，即将结构健康度分值与技术状况评定分值结合，实现“监测数据”与“现场检查结果”的互补验证。

4.1.3 索塔监测的健康度评级分为 I 级（基本完好）、II 级（轻微异常）、III 级（中等异常）和 IV 级（严重异常）。

条文说明

本条明确了索塔监测健康度的分级标准，分为 I-IV 级，与 2.0.6 条“结构健康度”定义保持一致，同时对应后续 4.3.4 条的预警级别。健康度分级的依据是监测数据的超限情况，参考《公路桥梁结构监测技术规程》（JT/T 1037）的相关规定，结合索塔的结构特点，将健康度分为“基本完好、轻微异常、中等异常、严重异常”四个等级，为后续综合评定提供明确的量化指标。

4.2 技术状况评定标准

4.2.1 索塔的技术状况评估对应的评定标度见表 1。

表 1 索塔缺损状况评定原则

评定项目	评定标度			
	0	1	2	3
结构性缺损	完好	轻度缺损	中度缺损	严重缺损
缺损发展状况	完好	趋向稳定	发展缓慢	发展较快
耐久性状况	完好	较多轻度缺损	较多中度缺损	较多严重缺损

条文说明

本条明确了索塔缺损状况的评定标度（0~3 级），对应“完好、轻度缺损、中度缺

损、严重缺损”四个等级，为后续结构性缺损、缺损发展状况、耐久性状况的评定提供统一的标度标准。

4.2.2 结构性缺损主要针对由于设计或施工失误造成的结构性缺陷或在外部作用下，产生的结构性损伤，评定分级标准见表 2。

表 2 结构性缺损状况评定原则

评定等级		结构性缺损标度		
		钢筋锈蚀	裂缝	螺栓锈蚀
0	完好	无	无裂缝或个别裂缝或宽度小于 0.1mm	无
1	轻度缺损	个别钢筋有轻度锈蚀，无明显截面损失	少量裂缝或宽度介于 0.1-0.15mm	表面防护劣化
2	中度缺损	局部钢筋有轻度锈蚀或个别钢筋锈蚀深度不大于 0.5mm	少量裂缝或宽度介于 0.15-0.3mm	锈蚀或轻度漏油
3	严重缺损	大面积钢筋轻度锈蚀或个别钢筋锈蚀深度大于 0.5mm	较多裂缝或宽度大于 0.3mm	大量漏油、断裂、脱落

4.2.3 缺损发展状况主要是发现病害变化趋势对结果的影响，评定分级标准见表 3。

表 3 缺损发展状况评定原则

评定标度		缺损发展状况标度
0	完好	无病害
1	趋向稳定	已产生的病害进行 2 次及以上的检测中，发现该裂缝在未进行维修加固的条件下仍维持原样或未发生较明显的改变。
2	发展缓慢	2 次及以上检测结果表明某种病害的特征或属性在一段时间内在发生变化，但是变化特征较小，对结构安全、材质使用功能的影响在不断增大，且不可忽略。
3	发展较快	2 次及以上检测结果表明某种病害的特征或属性在一段时间内在不断发生变化，且变化较为明显，对结构安全、材质使用功能的影响在日益增大。

4.2.4 耐久性依据目视可发现的病害或防护性能的降低程度，评定分级标准见表 4。

表 4 耐久状态标度及评定标准

评定等级		耐久性损伤标度		
		锈蚀裂缝	剥落露筋	表面析出物
0	完好	无	无	无

1	轻度 缺损	局部出现顺筋锈蚀裂缝，缝宽不大于 0.1mm，且导致锈蚀开裂的主筋数量不大于 5%	无	小范围析出物，析出物面积不大于构件面积的 10%
2	中度 缺损	顺筋锈蚀裂缝较多，缝宽基本在 0.1~1.0mm，且导致锈蚀开裂的主筋数量不大于 10%	出现箍筋锈蚀导致的剥落；或主筋局部有锈蚀导致的剥落，在控制截面上主筋出现锈蚀剥落的数量不大于 5%	析出物较多，析出物面积在构件面积的 10%~30%
3	严重 缺损	出现大面积、严重锈蚀裂缝，部分裂缝缝宽大于 1.0mm，或导致锈蚀开裂的主筋数量大于 10%	主筋锈蚀导致较大面积剥落，在控制截面上出现锈蚀剥落的主筋数量大于 5%	大面积析出物，析出物面积大于构件面积的 30%

注：表中控制截面包括索塔根部、锚固区、横梁与塔柱连接部位等关键受力截面。

4.2.5 索塔技术状况指数应按式（1）计算。

$$DE = \max\{\sum(DE_{ij})/3\} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,3) \quad (1)$$

式中： DE_{ij} 为索塔第 i 个构件第 j 个状况的标度。其中， $j=1$ ，为结构性缺损状况； $j=2$ ，为缺损发展状况， $j=3$ ，为耐久性状况。 n —索塔构件数量，具体根据施工节段确定，即每个施工节段为单独一个构件，横梁作为一个构件。

条文说明

本条明给出了索塔技术状况指数（DE）的计算公式，核心是通过对每个构件的三大状况（结构性缺损、缺损发展状况、耐久性状况）标度求和取平均值，再取所有构件的最大值作为索塔的技术状况指数，确保评定结果能反映索塔的最不利状态。

4.2.6 当任一单项评定标度达到 3 时，则索塔技术状况指数直接认定为 3。

4.2.7 索塔技术状况分级界限值见表 5。

表 5 技术状况指标等级及得分

技术状况指数 DE	等级	得分数值 S_{mon}
[0,1/3]	1	10
(1/3,1]	2	8
(1,5/3]	3	5
(5/3,7/3]	4	3
(7/3,3]	5	0

4.3 监测评定标准

4.3.1 索塔结构监测应按照《公路桥梁结构监测技术规程》（JT/T 1037）的要求开展。

条文说明

本条明确了索塔结构监测的依据标准——《公路桥梁结构监测技术规程》（JT/T 1037），确保监测工作的规范性和专业性。索塔结构监测是实现“动态管理”的关键手段，其监测内容、监测频率、数据处理等均需符合该规程的要求。

对于已布设健康监测系统的索塔，按照《公路桥梁结构监测技术规程》（JT/T 1037）的要求开展监测工作；对于未布设监测系统的索塔，可根据索塔的技术状况等级、服役年限、周边环境等因素，逐步布设监测系统，重点监测塔顶偏位、关键截面应变、裂缝宽度等核心指标。

4.3.2 结构健康监测可分为实时监测、月度监测和年度监测。开展技术状况评定前查阅结构监测系统或数据报告，核查上一期评定以来结构响应和结构变化指标报警级别为二、三级的构件现状并分析原因。

条文说明

本条明确了索塔结构监测的分类（实时监测、月度监测、年度监测），并强调了监测数据在技术状况评定中的作用——核查上一期评定以来的报警构件现状，分析报警原因，体现监测系统数据和结论在技术状况中的价值和意义。

4.3.3 索塔监测指数按公式（2）计算。

$$PHI = \max\{(PHI_{1D}, PHI_{2D}, \dots, PHI_{rD})\} \quad (2)$$

式中： PHI —索塔监测指数；

PHI_{rD} —为第 r 个索塔监测指标的超限级别。其中， D 为监测内容（1=塔顶偏位；2=关键界面应变，3=裂缝宽度）。

4.3.4 索塔健康度与预警级别评定依据见表 6。

表 6 索塔健康度与预警级别评定标准及得分

超限阈值	预警级别	健康度等级	得分数值 S_{ins}
小于有限元分析及监测统计确定水平；缺乏长期数据，可取小于 0.6 倍设计值	未超限	I级 (基本完好)	10

有限元分析及监测统计确定；缺乏长期数据，达到0.6倍设计值	一级	II级 (轻微异常)	8
达到0.8倍设计值	二级	III级 (中等异常)	4
达到设计值或1个月内出现10次以上二级超限	三级	IV级 (严重异常)	0

条文说明

本条参照《公路桥梁结构监测技术规程》(JT/T 1037)，明确了索塔健康度与预警级别、得分数值的对应关系，建立了“监测数据超限-预警级别-健康度等级”的联动机制，为后续综合评定提供量化依据。

4.4 综合评定与分级

4.4.1 索塔综合评定建立索塔监测健康度与技术状况等级的对应关系，实现双向校准。

条文说明

本条明确了索塔综合评定的核心原则——“双向校准”，即结构健康度（基于监测数据）与技术状况等级（基于现场检查）相互验证，避免单一评估手段的局限性。例如，若健康度为II级（轻微异常），但现场检查发现索塔存在中度缺损（技术状况等级3级），需重新核查监测数据和现场病害，分析差异原因（如监测数据未捕捉到隐蔽病害、现场检查存在误判），确保综合评定结果的准确性；若健康度为IV级（严重异常），无论现场检查结果如何，均需优先按严重异常处置，体现“安全优先”的原则。

4.4.2 索塔综合得分采用分层加权融合，将技术状况评定分值与监测健康度分值合并，得到综合评定值。

$$S_{com} = \omega_1 S_{mom} + \omega_2 S_{ins} \quad (3)$$

式中： ω —权重系数，推荐 $\omega_1=0.6$ ， $\omega_2=0.4$ 。

条文说明

本条明确了索塔综合评定的核心原则——“双向校准”，即结构健康度（基于监测数据）与技术状况等级（基于现场检查）相互验证，避免单一评估手段的局限性。

权重系数的确定，基于编制组的工程实践和试验研究：现场检查能够反映结构

的表观病害和耐久性状况，范围全面，权重设置较高（0.6）；监测数据具有实时性、量化性，能够反映索塔的内部受力状态和变形情况，是对现场检查数据的补充，权重设置为 0.4。该权重系数可根据索塔的服役年限、技术状况等级灵活调整，例如，老旧索塔可适当提高现场检查的权重，新建索塔可保持推荐权重。

4.4.3 索塔综合评定等级养护对策见表 7。

表 7 综合评定等级养护对策

综合评定等级	综合得分区间	检测方案	养护对策
一级	[9.2~10]	健康监测	预防养护
二级	[6.8~9.2)	经常检查+健康监测	正常保养
三级	[3.6~6.8)	经常检查+健康监测	修复养护
四级	[0~3.6]	应急检查+健康监测	应急养护

4.4.4 当健康度等级为Ⅲ、Ⅳ级时，直接判定索塔技术状况为 5 类，启动专项检测与专家研判。

条文说明

本条明确了健康度等级为Ⅲ、Ⅳ级时的特殊处置要求，即直接判定索塔技术状况为 5 类，启动专项检测与专家研判，体现“安全优先、快速响应”的原则。

5 检查与监测

5.1 一般规定

5.1.1 索塔检查分为经常检查、定期检查、应急检查三类，检查工作应符合本规程及相关标准要求，确保检查数据真实、准确。

5.1.2 索塔检查频率应结合索塔结构监测成果进行动态调整。

条文说明

本条明确了索塔检查频率的动态调整原则，核心是“结合结构监测成果”，体现“动态管理”的理念。索塔的结构状态是不断变化的，监测数据能够实时反映结构的异常情况，因此检查频率需根据监测成果调整，避免“一刀切”的固定频率。

5.2 经常检查

5.2.1 索塔经常检查频率应基于上一次定期检查评定的技术状况等级，按照表 8 要求开展相应工作。

表 8 索塔经常检查周期

检查部位	技术状况等级			
	1 类	2 类	3 类	4 类及以上
混凝土塔体内部	1 次/6 月	1 次/4 月	1 次/2 月	1 次/月
索塔根部	1 次/6 月	1 次/4 月	1 次/2 月	1 次/月
锚固构造	1 次/6 月	1 次/4 月	1 次/2 月	1 次/月
塔内检修通道	1 次/6 月	1 次/4 月	1 次/3 月	1 次/月
塔内机电、照明系统	1 次/4 月	1 次/3 月	1 次/2 月	1 次/月
除湿系统（如有）	1 次/3 月		1 次/月	

条文说明

1 检查频率与《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》（JTG/T 5122）的规定保持一致。

2 混凝土塔体内部检查的具体范围包括塔壁、横梁等。

5.2.2 经常检查内容包括：

1 桥塔有无异常变位，锚固区是否有开裂、水渍，有无渗水现象。

2 混凝土结构有无缺损、裂缝、剥落、露筋、钢筋锈蚀。

3 钢结构涂装是否粉化、脱落、起泡、开裂，钢结构是否锈蚀、变形、裂缝；螺栓是否缺失、损坏、松动；钢与混凝土连接是否完好。

4 检修通道是否有涂层劣化，结构锈蚀、断裂，构件缺失。

5 塔内机电、照明系统是否有运行不正常的情况；电梯是否在国家强检有效期内。

6 除湿系统（如有）是否工作正常，塔内空气湿度是否满足设计要求。

7 对上一检查周期内结构监测系统发出预警的部位进行现场复核，确认病害实际情况。

5.2.3 经常检查应近距离目测并结合辅助工具，对索塔各部位进行全面排查，重点记录病害位置、类型、范围及发展趋势，填写本规程附录 A 的《索塔经常检查记录表》，并附影像资料。

条文说明

本条明确了健康度等级对经常检查的影响，建立“监测预警-现场核查-频率调整”的联动机制。健康度 I 级（基本完好）时，按正常周期检查；健康度 II 级及以上（异常状态）时，需重点核查监测部位及周边区域，确认病害情况后，按高一等级的周期执行，体现“预警优先、精准检查”的原则。

5.2.4 健康监测评定健康度等级为 I 级时，按正常周期开展经常检查。健康度为 II 级及以上时，下一次经常检查应对监测部位及附近区域重点核查，核实确认后可按表 8 中高一级对应的周期执行。

5.3 定期检查

5.3.1 定期检查频率和要求应符合《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）规定，检查范围应覆盖索塔全部构件。

条文说明

本条明确了定期检查的频率和要求，核心是“符合《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）规定，覆盖全部构件”。定期检查是索塔技术状况评定的核心依据，需全面、详细地排查所有构件的病害，包括表观病害、隐蔽病害（如锚固区内部分裂缝）等。

5.3.2 健康监测评定健康度为 III 级时，应在 24 小时内完成专项检查，并结合检查结果调整定期检查周期和检查内容。

条文说明

本条明确了健康度Ⅲ级时的专项检查要求，即“24小时内完成专项检查，调整定期检查周期和内容”。健康度Ⅲ级（中等异常）表明索塔存在明显的结构异常，需快速开展专项检查，精准识别病害的类型、范围和严重程度，为后续养护决策提供依据。

5.4 应急检查

5.4.1 应急检查应在发生地震、台风、洪水、碰撞等突发事件后立即开展，重点检查结构是否出现断裂、变形、脱落等严重损伤，评估结构安全状态。

条文说明

突发事件主要指地震、大风、洪灾、火灾、船舶撞击或其他不可预见的自然及人为异常事件等。

应急检查的重点是“快速识别严重损伤”，如塔身断裂、锚固失效、基础沉降等，无需进行详细的病害量化检测，核心是判断索塔是否存在即时安全隐患，为交通管制、应急处置提供依据。检查方法可采用无人机、望远镜等快速检测手段，确保检查人员的安全。

5.4.2 健康监测评定健康度为Ⅳ级应立即启动应急检查，根据事件严重程度确定检查范围和深度，及时出具应急评估报告。

条文说明

应急检查的范围和深度，根据事件严重程度确定，例如，若监测数据显示塔顶偏位超限，需重点检查塔身是否存在裂缝、锚固区是否失效；应急评估报告需在检查完成后24小时内出具，明确结构安全状态、应急处置建议，为多部门协同处置提供依据。

5.5 结构监测

5.5.1 索塔结构监测参数包括但不限于：塔顶偏位、关键截面应变、裂缝宽度等。

5.5.2 索塔健康度等级为Ⅲ、Ⅳ级时，应立即启动预警机制，通知养护管理单位和相关部门，及时开展检测和处置工作。

6 养护方案

6.1 一般规定

6.1.1 索塔养护方案分为预防性养护、修复养护、应急养护三类，应遵循“预防为主、防治结合、动态养护”的原则。

条文说明

本条明确了索塔养护方案的分类（预防性养护、修复养护、应急养护）和核心原则（预防为主、防治结合、动态养护），体现“主动养护、精准养护”的理念。索塔的养护工作应立足“预防”，通过预防性养护延缓病害发展，减少修复养护和应急养护的频次，降低养护成本，延长索塔使用寿命。

6.1.2 索塔养护方案应根据经常检查、定期检查、应急检查与结构监测等的结果综合考虑。

6.2 预防性养护

6.2.1 索塔预防性养护是以延缓索塔性能过快衰减、保证目标使用寿命、提升索塔常规防灾能力为目的的主动防护工程。

6.2.2 预防性养护主要针对综合评定为一、二级的索塔，应结合经常检查结果，按表9的要求开展预防性养护和日常保养工作。

表9 索塔预防性养护建议表

检查部位	经常检查核心发现	养护建议
混凝土塔体	塔身表面有少量尘土、污渍	每6个月开展1次表面除尘保洁；
	细小裂缝（宽度 $\leq 0.15\text{mm}$ ，静止裂缝）	标记追踪，记录裂缝发展情况；
	细小裂缝（宽度 $\leq 0.15\text{mm}$ ，活动或发展裂缝）	表面封闭处理，加密观测
	涂层粉化、起皮	局部涂层补涂
索塔根部	表面有少量尘土、污渍	表面清洁；疏导排水系统；
	细微裂缝（宽度 $\leq 0.15\text{mm}$ ）	标记追踪观察；
索锚固构造	表面少量尘土、污渍	清洁锚固区污渍；
	个别螺栓轻微锈蚀	除锈并涂防护层，检查紧固状态；
	涂层褪色或起皮	钢构件涂层补涂；

	锚固区细微渗水痕迹	查找渗水来源，封堵渗水通道；
检修通道/机电系统	通道轻微锈斑但结构完好	通道清洁维护；设备常规保养
	爬梯、检修平台构件轻微锈蚀	通道涂层补涂；每6个月开展1次
除湿系统（如有）	系统工作正常，表面有少量尘土、污渍	设备常规清洁；滤网定期更换
	系统运行不稳定、湿度波动超标	设备参数校准；检查管路密封性；

6.3 修复养护

6.3.1 索塔修复养护是以结构和附属设施出现的明显病害或部分丧失服务功能为对象开展的工程处治，恢复结构功能。

6.3.2 修复养护主要针对索塔综合评定为三级的索塔，应结合定期检查结果，按表10的要求开展修复养护工作。

表 10 索塔修复养护措施建议表

检查部位	定期检查核心发现	养护建议
混凝土塔体内部	表面细小裂缝（ $\leq 0.2\text{mm}$ ）	裂缝表面封闭；
	裂缝宽度 0.2-0.5mm、露筋局部锈蚀	裂缝压力注浆，表面修复，钢筋除锈
	裂缝宽度 $> 0.5\text{mm}$ （贯通）、露筋严重锈蚀、剥落面积 $> 15\%$	结构承载力验算，化学灌浆，混凝土修补，必要时加固；
索塔根部	表面剥落（面积 $\leq 5\%$ ）、轻微裂缝无渗水、连接轻微松动	标记病害并追踪观察；
	表面剥落面积 5%-15%、裂缝渗水、钢筋锈蚀、连接松动	破损混凝土修补；连接部位重新紧固；
	露筋空洞、裂缝贯通、连接失效、基础沉降超标	基础加固处理；结构修补+连接系统更换；沉降监测加密
索锚固构造	焊缝裂纹	焊缝补焊
	焊缝开裂严重、锚具破损、混凝土开裂	锚具系统更换，混凝土裂缝注胶封闭，必要时加固设计；
塔内检修通道/机电系统	构件局部锈蚀、设备偶发故障、电梯部件老化	设备故障部件更换；电梯老化部件更新；系统调试
	构件多处锈蚀/变形、设备频繁故障	锈蚀/变形构件更换；机电系统深度检修；电梯全面维保+强检；
	构件断裂、设备瘫痪、电梯无法运行	通道紧急抢修/重建；机电系统全面更换；电梯大修/更换；
除湿系统（如有）	系统运行不稳定、湿度波动超标	设备参数校准；检查管路密封性；
	系统局部故障、湿度持续超标	故障部件更换；系统全面检修；

6.4 应急养护

6.4.1 索塔应急养护是出现重大安全隐患或在突发情况下造成桥梁损毁、中断、产生重大安全隐患等，为较快恢复桥梁安全通行能力而实施的应急性抢通、保通、抢修。

6.4.2 应急养护主要针对索塔综合评定为四级的索塔，应结合应急检查结果，按表 11 的要求启动的应急养护工作。应急养护可包含抢通、抢修等多种紧急措施。

表 11 应急养护措施表

检查部位	应急检查常见场景	应急检查核心发现	养护建议
全索塔	中强度地震、暴雨洪涝、大风（8-10 级）	表面破损扩大、非结构性裂缝发展	临时封闭非必要区域；裂缝临时封闭；设备紧急抢修；
	强地震、特大暴雨、台风（≥10 级）、船撞	结构性裂缝发展、局部构件变形	全面封闭危险区域；临时支撑加固；裂缝紧急处理；锚固系统应急调整；
	特大地震、严重撞击、结构突发失稳	构件断裂；裂缝贯通；锚固失效塔；体偏位超限	立即封闭桥梁；紧急卸载荷载；临时加固抢险；启动结构安全评估；
索锚固构造	索体突发振动、锚具异响	锚具破损、焊缝开裂、锚固力急剧下降	紧急张拉锁定锚具；焊缝临时补焊；更换破损锚具部件；实时应力监测
索塔根部	基础冲刷、地面塌陷	根部混凝土大面积破损、露筋严重、连接失效、沉降加速	沙袋堆筑防护基础；临时支撑加固；破损部位紧急修补；沉降实时监测
塔内机电/电梯系统	电力中断、设备故障导致人员被困	电梯停运、照明失效、通风中断	紧急救援被困人员；启用备用电源；故障设备抢修；安全通道疏通
除湿系统（如有）	电力中断、系统故障、湿度超标	系统局部故障、湿度持续超标	故障部件更换；系统全面检修；

6.4.3 应急养护实施完成后，1 个月内开展专项检查，3 个月内通过监测数据验证处治效果，确保结构状态恢复至对应健康度等级。

6.5 养护效果后评估

6.5.1 养护实施完成后，应建立养护效果验证机制，形成“养护—后评估”的闭环管理。

条文说明

本条明确了养护效果后评估的机制和要求，核心是“建立闭环管理”，养护实施后，通过专项检查和监测数据验证，评估养护效果，为后续养护计划调整提供依据。养护效果后评估是提升养护工作科学性的重要手段，能够总结养护经验，优化养护措

施，避免重复养护或养护不到位。

征求意见稿

7 技术管理

7.1 技术档案管理

7.1.1 索塔养护应按照“一桥一档”要求建立桥梁养护技术档案，档案应包括纸质文件和电子档案，确保完整、准确、可追溯。

条文说明

本条明确了索塔养护技术档案的建立要求，即“一桥一档”，涵盖纸质和电子档案，确保档案的完整、准确、可追溯。索塔技术档案是索塔全生命周期管理的重要依据，能够反映索塔的设计、施工、检查、监测、养护等全过程信息，为技术状况评定、养护决策提供支撑。

“一桥一档”要求每座桥梁的索塔单独建立档案，避免不同桥梁的资料混淆；纸质档案和电子档案同步留存，电子档案便于查询和备份，纸质档案确保资料的安全性和可追溯性。

7.1.2 索塔技术档案资料宜逐步实现数字化存储与管理，建立数据库并定期备份；应科学分析、利用养护数据，为养护决策提供数据支撑。

条文说明

本条明确了技术档案的数字化管理要求，即“建立数据库、定期备份、数据分析”，适应信息化养护的发展趋势。

7.1.3 索塔基础资料宜包括下列内容：

- 1 索塔设计施工图及竣工图，结构计算分析报告；
- 2 施工过程中的试验检测及科研资料；
- 3 施工工程事故处理资料；
- 4 施工全过程的结构位移和变形测试资料；
- 5 观测或监测点资料；
- 6 交工、竣工验收资料。

7.1.4 索塔检查与评定资料宜包括初始检查结果、日常巡查记录、经常检查结果、定期检查报告、特殊检查报告、养护对策、养护计划、交通量统计等技术资料，以及检查的时间、实施人员、检测设备参数、照片及多媒体材料等资料。

7.1.5 其它资料可包括自然灾害、灾害事故等特殊事件的具体情况、损害程度、应

急措施、处治方案和结果等。

7.1.6 应将索塔评定结果及时录入数据库，更新技术状况等级；数据库应向养护管理单位、监管部门开放查询权限，实现信息共享。

7.2 信息化管理

7.2.1 宜建立索塔养护信息化管理平台，整合检测数据、监测数据、养护记录等信息，实现可视化管理。

7.2.2 信息化管理平台应具备下列功能：

- 1 数据采集与存储：支持检测设备数据自动上传、手动录入，实现数据长期存储；
- 2 数据分析与预警：对监测数据进行实时分析，异常数据自动预警；
- 3 技术状况评定：根据检测数据自动生成技术状况等级评定结果；
- 4 养护计划生成：根据评定结果和养护规范，自动生成养护建议和计划；
- 5 档案查询与统计：支持档案检索、数据统计及报表生成。

附录 A 经常检查记录表

附表 A 索塔经常检查记录表

桥梁名称		索塔编号 /位置	
监测系统 预警等级:		检查天气	
检查方式	<input type="checkbox"/> 目视检查 <input type="checkbox"/> 望远镜观测 <input type="checkbox"/> 无人机巡查 <input type="checkbox"/> 其他: _____		
检查范围	<input type="checkbox"/> 塔身 <input type="checkbox"/> 锚固区(索夹/锚头) <input type="checkbox"/> 基础(承台/桩基外露部分) <input type="checkbox"/> 附属设施 (爬梯/平台/防护网) <input type="checkbox"/> 其他: _____		
部件名称	缺损类型	缺损范围	处置建议 保养措施意见
塔身	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 损坏 <input type="checkbox"/> 露骨 <input type="checkbox"/> 露筋 <input type="checkbox"/> 裂缝 <input type="checkbox"/> 麻面 <input type="checkbox"/> 渗水 <input type="checkbox"/> 积水		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 跟踪观测 <input type="checkbox"/> 专项检测 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 养护小修 <input type="checkbox"/> 日常保养
索塔根部	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 损坏 <input type="checkbox"/> 露骨 <input type="checkbox"/> 露筋 <input type="checkbox"/> 裂缝 <input type="checkbox"/> 麻面 <input type="checkbox"/> 冲刷剥落		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 跟踪观测 <input type="checkbox"/> 专项检测
锚固构造	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 涂层开裂 <input type="checkbox"/> 脱空 <input type="checkbox"/> 螺栓缺失 <input type="checkbox"/> 钢 板锈蚀 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 紧固维护 <input type="checkbox"/> 专项检测 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 养护小修 <input type="checkbox"/> 日常保养
塔内检修 通道	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 涂层脱落 <input type="checkbox"/> 钢板锈蚀 <input type="checkbox"/> 螺栓缺失		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 维修处置 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 日常保养 <input type="checkbox"/> 专项维修
塔内机电	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 运行异常 <input type="checkbox"/> 停止运行 <input type="checkbox"/> 缺失 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 维修处置 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 专项维修
排水设施	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 堵塞 <input type="checkbox"/> 破损 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 维修处置 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 养护小修 <input type="checkbox"/> 日常保养
照明系统	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 缺失 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 维修更换 <input type="checkbox"/> 及时清理 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 养护小修 <input type="checkbox"/> 日常保养
其他			<input type="checkbox"/> 无需处理 <input type="checkbox"/> 跟踪观测 <input type="checkbox"/> 专项检测 <input type="checkbox"/> 追踪观察 <input type="checkbox"/> 养护小修 <input type="checkbox"/> 日常保养
整体状况 评价	<input type="checkbox"/> 良好(无异常) <input type="checkbox"/> 一般(轻微异常, 无需紧急处理) <input type="checkbox"/> 较差(存在明显异 常, 需跟踪) <input type="checkbox"/> 危险(严重异常, 需立即处置)		
检查、记录人		索塔技术状 况评定等级	检查日期
桥梁养护工程师			

说明：病害缺损范围应详细记录病害的位置、范围。

征求意见稿

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对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：
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：
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：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，采用“可”。

征求意见稿

征求意见稿