

上海市城市高架道路养护技术手册

2007. 1.

前言

为使高架道路养护技术更加规范化、标准化、具体化，便于养护工作人员的工作，上海市市政工程管理处、上海市土木工程学会在《上海市高架道路养护技术规程》（SZ-27-2003）基础上，编制了体现近年来上海高架道路养护经验，应用一定先进技术成果，具有较强实用性和可操作性的本技术手册，以利提高高架道路养护技术水平。在编写过程中，编制组成员参考了有关规范、规程，并广泛征求了有关专家的意见，经反复修改完成了本手册。

本手册共分 10 章，其主要内容包括概述、总体要求、高架道路的检查和技术状况评定、桥面系和上、下部结构及引道养护、附属设施养护、高架道路设施保洁、养护作业安全管理、异常气候及突发性事故的处理、设施技术资料管理、附录、参考文献等。按照《上海市城市高架道路养护技术规程》（SZ-27-2003）的有关规定，手册中收集了上海市高架道路养护工程技术和管理工作制度、实用表格、高架道路的常见病害及对策措施。编制中力求实用，便于使用人员阅读和操作。

本手册实施过程中，如有意见或建议，请寄至上海市淮海西路 343 号 K 座上海市市政工程管理处，邮政编码 200030。

本手册主编单位、参编单位及主要起草人名单：

主编单位：上海市市政工程管理处 上海市土木工程学会

参编单位：同济大学土木工程学院 上海市政养护管理有限公司 上海高架养护管理有限公司

主要起草人：袁文平 孙羹尧 陈惟珍 冯永华 李良杰 徐俊 商国平 金昌哲 孙素梅 徐亦敏

目 录

1. 概述	1
1.1 编制目的	1
1.2 适用对象与范围	1
2. 总体要求	2
2.1 高架道路养护的工作范围	2
2.2 高架道路的养护要求	2
2.3 高架道路养护工程分类	3
3. 高架道路的检查和技术状况评定	5
3.1 一般规定	5
3.2 高架道路管理单元划分及构件编号的原则	6
3.3 经常性检查	9
3.4 常规定期检测	10
3.5 结构定期检测	11
3.6 特殊检测	12
3.7 高架道路技术状况的评定办法	13
4. 桥面系养护	21
4.1 一般规定	21
4.2 沥青混凝土面层	21
4.3 钢筋混凝土铺装层	24
4.4 防撞墙、隔离墩	25
4.5 桥面伸缩装置	27
4.6 防撞墙伸缩缝	30
4.7 防水层	31
4.8 排水设施	32
5. 上、下部结构及引道养护	34
5.1 一般规定	34
5.2 钢筋混凝土与预应力结构养护	34
5.3 钢结构养护	43
5.4 组合结构养护	49
5.5 支座养护	50
5.6 墩台及引道	53
6. 附属设施养护	57

6.1 一般规定	57
6.2 声屏障	57
6.3 绿化	59
6.4 防眩屏	61
6.5 其他设施	62
7. 高架道路设施保洁	64
7.1 一般规定	64
7.2 道路保洁	64
7.3 其他设施保洁	65
8. 养护作业安全管理	67
8.1 一般规定	67
8.2 交通安全措施	68
8.3 流动作业要求	69
9. 异常气候及突发性事故的处理	70
9.1 一般规定	70
9.2 异常气候	70
9.3 突发性事故	73
10. 设施技术资料管理	78
10.1 一般规定	78
10.2 信息的组成	78
附录 A 常规巡视检查表格	80
附录 B 高架道路构件损坏评价分级	88
附录 C 运用 BCI 评分方法评估的计算示例	94
附录 D 高架道路养护维修作业安全保护区布置	98
参考文献	102

1. 概述

1.1 编制目的

为使高架道路养护技术更加规范化、标准化、具体化，便于养护工作人员的工作，在《上海市高架道路养护技术规程》（SZ-27-2003）基础上，编制体现近年来上海高架道路养护经验，应用一定先进技术成果，具有较强实用性和可操作性的技术手册，以利提高高架道路养护技术水平。

1.2 适用对象与范围

本手册适用于上海从事城市高架道路养护维修的相关管理人员和工程技术人员、现场操作人员等。高架道路养护范围主要包括主体结构和附属设施。

2. 总体要求

2.1 高架道路养护的工作范围

2.1.1 高架道路是城市中大容量、长距离、快速交通的道路，属城市快速路，是由连续的桥梁形式所构成的机动车专用道路。它具有以下特点：

- 1 全封闭性。是全部由桥梁结构组成的城市快速路，交通流连续；
- 2 距离长，通行速度快。主要解决大流量长距离的过境、到达交通，通过合理的匝道或立交形式与路网连接。设计车速为 60~80 km/h；
- 3 既包含了桥梁结构的全部特性，又具有与高速公路相似的一些特点。高架道路因受到城市道路标准的局限，在平面线型、车道宽度、转弯半径、匝道布置等不能满足高速公路的要求，其最高限速比高速公路低。

2.1.2 高架道路养护范围，包括主体结构（上部结构、下部结构、桥面系）和附属设施，包括对其检查、检测和评定，养护工程及档案资料管理。

- 1 上部结构主要包括：梁、伸缩装置、桥面铺装、防撞墙、中央隔离墩、桥面排水设施等；
- 2 下部结构主要包括：盖梁、支座、立柱、基础（承台）、桩基。
- 3 附属设施主要包括：引道、声屏障、防眩屏、照明设施（路灯、景观灯）、监控设施、交通设施、绿化设施，以及高架道路投影内包含的其他设施（地面道路除外）。

2.1.3 高架道路养护遵循的规范、规程主要有以下几种：

- 1 城镇道路养护技术规范（CJJ36-2006）；
- 2 城市桥梁养护技术规范（CJJ99-2003）；
- 3 城市道路养护技术规程（DGJ108-92-2000）；
- 4 上海市城市桥梁伸缩缝装置养护维修技术规程（SZ-03-98）；
- 5 城市桥梁技术状况鉴定准则（SZ-19-2002）；
- 6 上海市城市高架道路养护技术规程（SZ-27-2003）；
- 7 上海城市桥梁钢结构防蚀技术指南（SZ-33-2003）；
- 8 上海市政道路机电系统维护技术规程（SZ-39-2004）。

2.2 高架道路的养护要求

2.2.1 高架道路养护管理包括三大内容：信息管理、检测评估和养护维修。

2.2.2 应保持高架道路及附属设施常年处于良好状态，结构安全、设施完好、路面平整、排水通畅。确保行车安全、畅通，提供舒适、整洁、良好的服务水平。

1 高架道路属城市快速路系统，对路面行驶质量要求较高。道路平整度及抗滑性能应满足快速路的技术要求，照明设施、交通设施等附属设施应保持完好；

2 各种标志应安全牢固、齐全清晰，高架道路下的通道应满足城市道路限高标准，并按规定采取防撞措施。

2.2.3 养护管理单位应收集、提取、存储和更新道路路网管理的所有必要的文档和信息，确保高架道路的相关信息记录正确、完整齐全，以便有效地作出对设施养护、维修、检测、加固等方面计划。

1 静态资料。在验收接管时就应该获取包括设计文件、施工图纸（竣工图）、施工日记、照片、材料试验报告和全部施工记录，并进行规范的管理。

2 动态资料。应做好设施检查、检测计划与实施情况记录。常规定期检测和特殊检测应提交完整的书面报告。

3 其他资料。发生大中修和加固工程，应详细记录施工的日期、部位、方法、工艺。并及时更新静态数据内容。

4 文档管理可采用手工存档记录和数据库系统。书面的档案形式作为重要的备份，与此同时应加快推进数据库信息化管理进程，逐步实行文档管理电子化、数据化、多媒体化。

2.2.4 高架道路的检测和评定，应根据《城市桥梁养护技术规范》等相关规范的要求，制定高架道路检查和检测评定的具体办法。

1 根据检查、检测的结果对高架道路的技术状态进行评定；

2 分析产生病害的原因，并根据病害可能导致的后果，制定相应的技术措施；

3 提出设施的改善建议。

2.2.5 应积极运用“四新”（新技术、新工艺、新材料、新设备）技术，提高机械化养护作业程度，提高工效、确保质量。作业时应有醒目的安全标志，满足高架道路施工有关的作业规定。

1 高架道路是城市交通重要路网，必须采取高效、快速的施工方法，大力推广机械化作业。

2 高架道路的一般养护作业在夜间进行。为了确保作业人员和社会车辆司乘人员的安全，可以分段全封闭施工。但不论是全封闭施工，还是半封闭施工或流动作业，都必须符合高架道路施工作业规定。

2.3 高架道路养护工程分类

2.3.1 根据高架道路养护工程性质划分为一般养护、重点养护、中修工程、大修工程四类。

1 一般养护——以保洁、修补轻微损坏为主，使设施保持经常性完好状态。一般养护主要包括：高架道路及附属设施的保洁，局部损坏的小修，如路面坑塘、进水口缺失、声屏障破损等。

2 重点养护——为满足特定要求所采取的工程性措施。重点养护主要包括：高架道路缺陷的改

造与功能完善，如增设声屏障、增设防眩屏等。

3 中修工程——高架道路设施局部较大损坏，需及时修复以恢复原结构功能。中修工程一般涉及到结构维修，但修复范围仅限于局部，如盖梁加固、立柱加固、部分伸缩装置调换等。

4 大修工程——高架道路设施损坏较为严重，需及时进行修理加固，以发挥其原有功能及作用。大修工程为结构性维修工程，修复范围大。如大规模道路路面改造、同一路段多处梁体加固维修等。

3. 高架道路的检查和技术状况评定

3.1 一般要求

3.1.1 为保证高架道路长期处于结构安全、设施完好、整洁美观的状态，应确保高架道路的检查、检测工作的正常开展。

3.1.2 高架道路的检查、检测主要分为：经常性检查（日常巡视检查、月度检查）、定期检测（常规定期检测、结构定期检测）和特殊检测三大类。

3.1.3 高架道路的检查、检测频率，不得低于《城市桥梁养护技术规范》、《上海市高架道路养护技术规程》的要求。

3.1.4 对高架道路实施的检查、检测与技术状况评定，应能客观地反映设施现状，科学地提供养护依据，保证高架道路的安全运营，完成设计寿命期的预定功能。

3.1.5 养护管理单位应长期积累高架道路检查、检测与技术状况评定的信息数据；积累管理经验。结合高架道路信息系统，为发展设计、养护及管理理论提供参考。高架道路信息系统见图 3.1.5 所示。

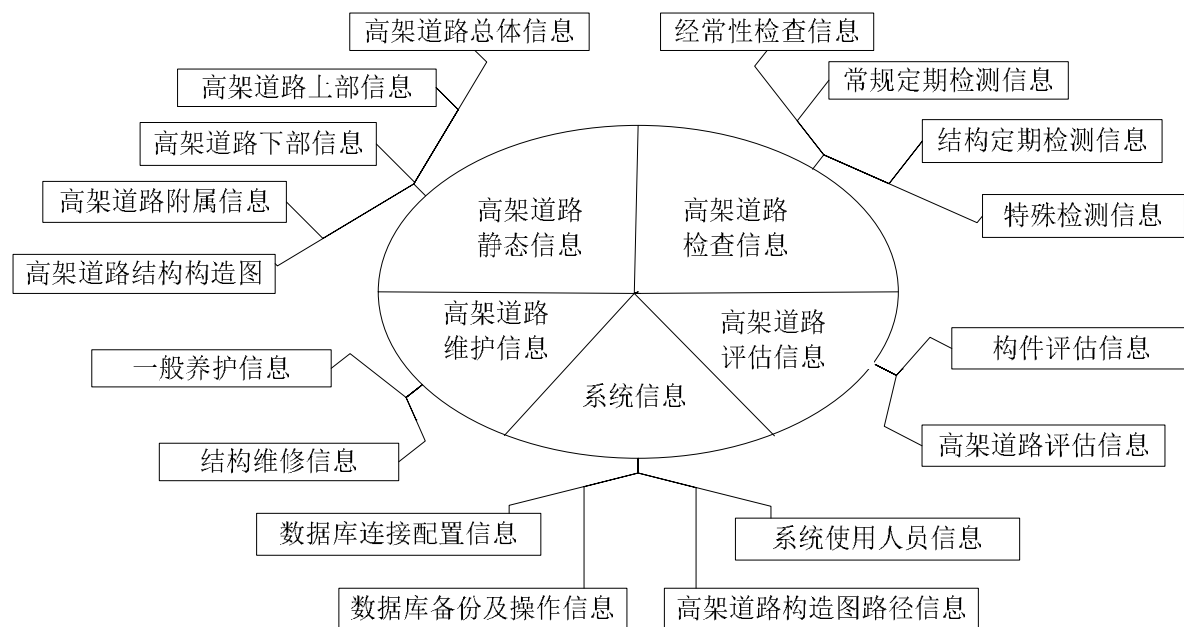


图 3.1.5 高架道路管理信息系统的数据源分析

3.1.6 养护管理单位每年度应编写包括交通运行状况、应急事件处置情况、设施、设备各项运行技术指标、设施完好状况、设施结构安全检查、检测数据、养护工程完成情况以及设施当前存在的主要问题与解决设想等方面内容的《高架道路设施安全运行技术综合报告》。

3.2 高架道路管理单元划分及构件编号的原则

3.2.1 高架道路管理单元划分的原则

高架道路的墩柱及其下部基础结构比较统一，主要的区别在上部主梁。根据受力特点，上海市高架道路的上部可分为简支梁、连续梁和悬臂+挂孔三大类。根据主梁结构形式及材料不同，这三大类又可分为若干个小类，如图 3.2.1 所示。表 3.2.1 列出了截止 2003 年底上海高架道路上部结构管理单元数的分类统计。

相同桥型的上部结构具有较多的共同点，如受力特点、几何形状、病害特征等。按桥型分管理单元既能保证系统的通用性和灵活性，又具备必要的针对性，对于高架道路的养护是有利的。

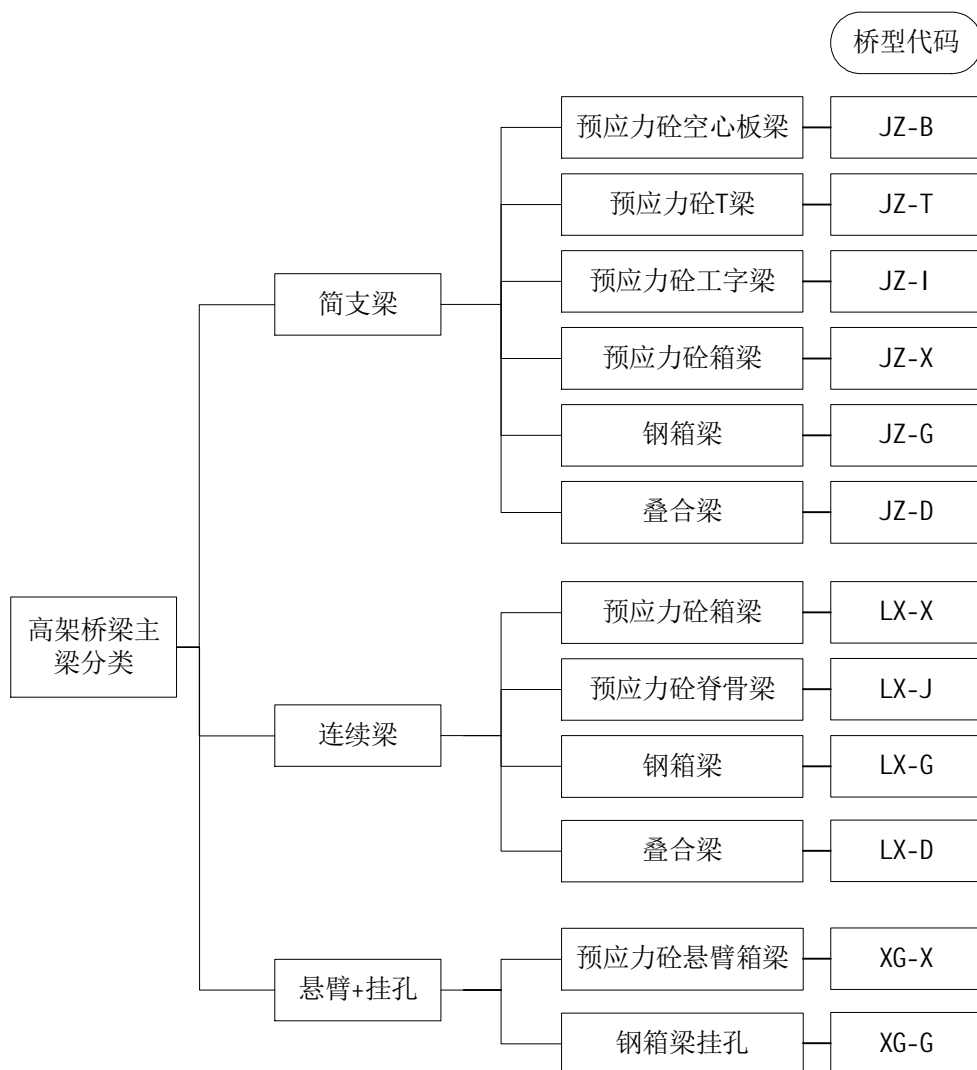


图 3.2.1 高架道路主梁的分类

表 3.2.1 高架道路上部结构分类统计

		简支						连续				悬臂+挂孔	总计
		JZ-B	JZ-I	JZ-X	JZ-G	JZ-D	JZ-T	LX-X	LX-J	LX-G	LX-D	XG	
主线	沪闵高架	106			7	1	18			1	5		138
	内环高架	940	58	42	1	5	38	23	10	2	4	1	1124
	南北高架	45		188				14					247
	延安高架	166		29	1	4	46	63		1	1	5	316
匝道	沪闵高架	26											26
	内环高架	357		4			4		2			2	369
	南北高架			93				11					104
	延安高架	110		14			1	41		1	1	2	170
立交	共和新路	18						11					29
	延安中路			81				7					88
	延安西路	10			1					16	10		37
	漕溪路	13	8		2	4		15					42
	天目路	37		26				16					79
	鲁班路	26		20				12					58
总计		1854	66	497	12	14	107	213	12	21	21	10	2837

注：以上统计未含逸仙路高架及南北高架延伸段

3.2.2 高架道路管理单元划分的具体方法

1 简支梁单元划分和编号：高架道路简支梁部分采用了连续板技术，一般 4~5 个桥跨一联，因此单元划分以伸缩缝至伸缩缝为一个单元，单元中的每一墩柱一个编号，每一跨梁一个编号。

2 连续梁单元划分和编号：以每一联为一个单元，单元中的每一墩柱一个编号，每一跨梁一个编号。如图 3.2.2-1

3 悬臂+挂孔单元划分和编号：一个悬臂+挂孔的组合为一个单元，单元中的每一墩柱一个编号，悬臂、与挂孔相接处的牛腿、挂孔需分别编号。如图 3.2.2-2

4 纵断面编号：由里程少到多。墩编号和桥跨编号按照设计文件中的里程桩号增加方向进行编号。墩从 0 开始，墩与台适用同一种编号系统；桥跨从 K1 开始。简支梁、连续梁、悬臂+挂孔的纵向编号。如图 3.2.2-3、3.2.2-4、3.2.2-5 所示。

5 横断面编号：由左到右（面向里程增加方向）。横向的编号视主梁形式而定，空心板因为没有横隔板，只需对梁编号，而 T 梁和箱梁对梁编号后还要对横隔板进行编号，具体编号方法，如图 3.2.2-4、3.2.2-5 所示。

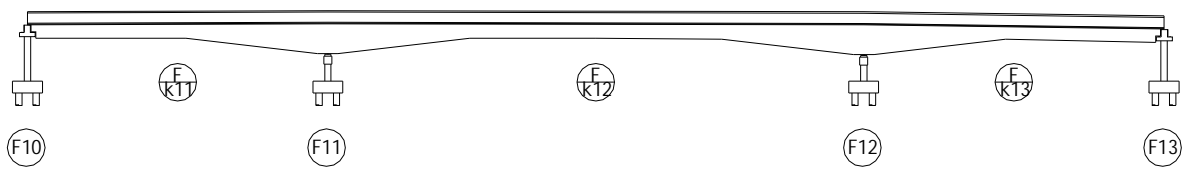


图 3.2.2-1 连续梁的墩跨编号

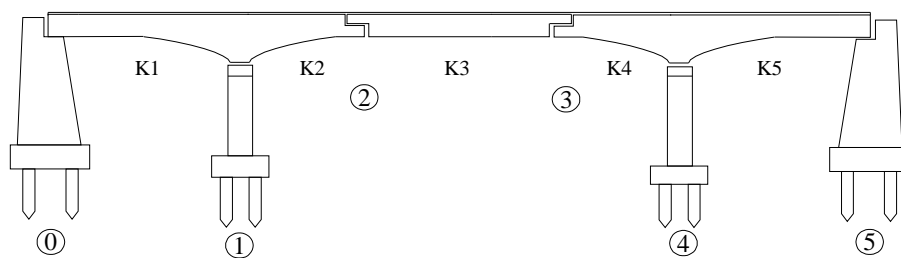


图 3.2.2-2 悬臂+挂孔的墩跨编号

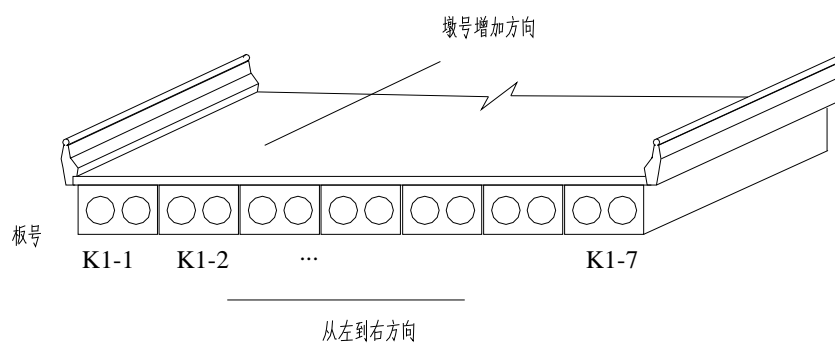


图 3.2.2-3 空心板梁的构件编号

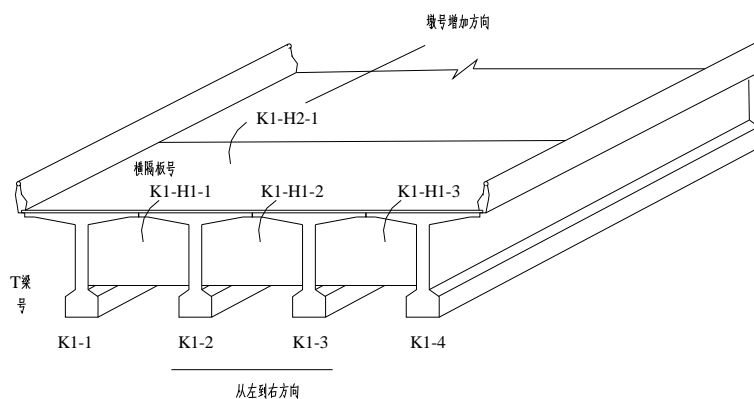


图 3.2.2-4 T 梁的构件编号

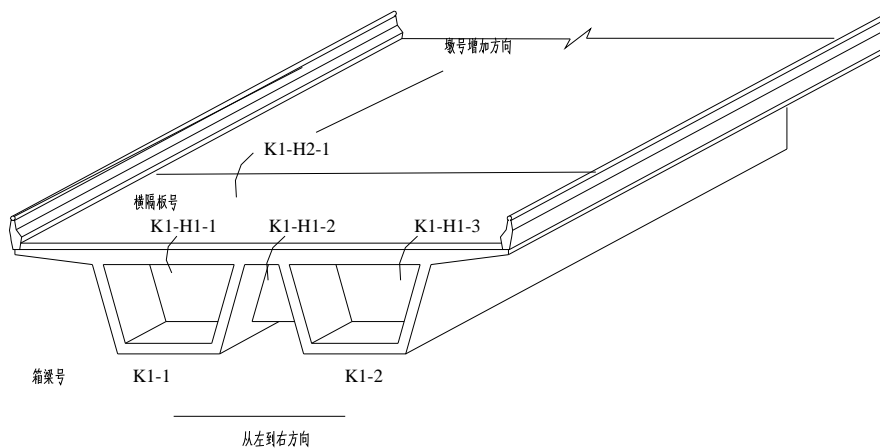


图 3.2.2-5 箱梁的构件编号

3.2.3 高架道路管理单元的编号原则

为了便于与已建立的上海市高架道路管理系统相兼容，高架道路管理单元编号采用与其相同的编号原则。管理单元编号由四个字段组成，第一个字段表示单元所属高架名称，用汉语拼音的首字母表示；第二个字段表示施工标段号，用标段数字编号表示；第三个字段代表管理单元功能类型编号，主线省略这一字段；最后一个字段为里程增加方向上的单元编号。编号原则示例如图3.2.3。

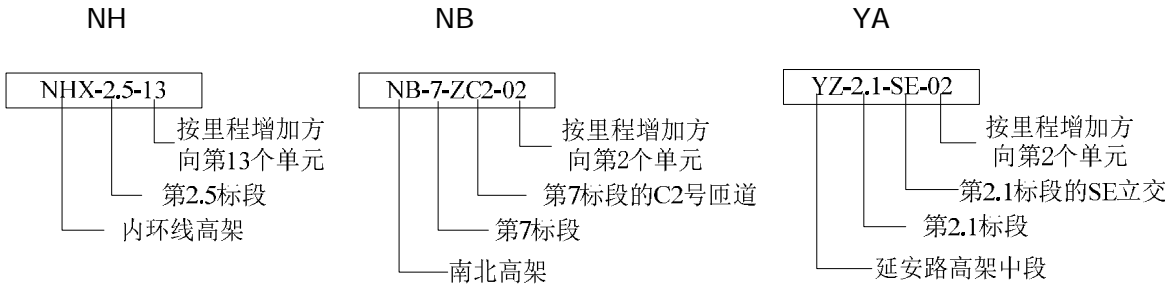


图 3.2.3 “管理单元编号” 字段图解

3.3 经常性检查

3.3.1 说明及一般要求

- 1 经常性检查分为日常巡视检查（高架道路桥面日常巡视、地面保护区日常巡视）和月度检查。
- 2 日常巡视检查是针对较明显的设施缺陷检查。主要对高架道路路面、结构异常突变、养护施工作业情况、重要附属设施外观及保护区范围内危害高架道路的情况进行日常巡检。
- 3 月度检查是针对日常巡视中发现的问题，对病害部位进行较为仔细的检查、分析研究，根据判断提出处理办法、措施，并结合部分常规定期检测要求，对设施重要部分进行循环检查。

3.3.2 检查要求和方法

- 1 日常巡视检查
 - (1) 日常巡视分为高架道路桥面日常巡视；地面保护区日常巡视
 - (2) 桥面日常巡视每天一次；地面保护区日常巡视每三天一次。
 - (3) 养护管理单位应安排具有一定工作经验的专职巡视人员在白天进行。以目测为主及时掌握高架道路的路面保洁状况、坑塘、伸缩装置、防撞墙、栏杆、隔离墩、防撞水箱、防眩板、声屏障、电箱盖等附属设施的情况，并做好设施外观明显缺陷的情况报表。雨天或灾害性天气，加强巡视，发现危险因素，及时报告。及时掌握地面保护区域内的人行道板、隔离栏杆、排水立管、窞井等设施损坏状况和违章搭建、违章设置广告、易燃易爆物品违规事件等，并做好巡视情况报表。
- 2 月度检查

(1) 养护管理单位应由主任工程师组织养护管理、技术人员采取目测、并使用常规仪器设备和工具进行检查。

(2) 对日常巡视中发现的病害和问题，进行较为细致的检查。

(3) 根据常规定期检测要求，对设施重要部分如桥面系、上部结构、下部结构进行的循环检查。每年度应保证每个单元检查到二次。

(4) 主任工程师可根据设施动态变化情况、病害易发期及汛期、雨季、冰冻等特殊情况决定其他检查内容。

(5) 检查中发现危及结构安全或其他严重问题要及时上报业主和行业管理单位，提出作特殊检测的建议。月度检查内容见附录 A 附表 A-4。

3.3.3 检查内容

1 桥面部分 见附录 A 附表 A-1、A-2。

2 地面所属区域及保护区周巡视内容见附录 A 附表 A-3。

3.4 常规定期检测

3.4.1 说明一般要求

1 常规定期检测是设施养护管理单位对设施完好状况、设施结构安全状况、设施当前存在的主要问题的全面检查。主要是针对设施结构当前的缺陷、结构技术状况动态数据及日常养护实施效果的全面检查。

2 常规定期检测每年度进行一次。并须以书面报告形式及必要的影像资料，对设施的运行技术状况做出评定。

3 常规定期检查是编写《高架道路年度设施安全运行技术综合报告》和制定年度养护维修计划的重要依据。

3.4.2 检查要求和方法

1 常规定期检测应由总工程师负责，组织专职桥梁养护或经验丰富的工程技术人员进行，必要时可委托专业检测单位共同参加。

2 检测前应制定相应的检测计划和实施方案。检测完毕后，应提供完整的检测报告。

3 常规定期检测以目测为主，辅以必要的测量仪器、设备，如望远镜、照相机、裂缝观测仪及探查工具等。并必须接近或进入各部件仔细检查其功能及材料的缺损状况。

4 常规定期检测应校核、对比、分析设施的各类检查数据，提出解决病害的措施。检查中发现损坏严重、危及结构安全或难以判断其损坏程度和原因的其他严重问题时，要及时上报业主和行业管理单位，提出作特殊检测或专项检查、试验的要求，并采取相应的紧急措施。

3.4.3 检查内容

- 1 桥面系：桥面铺装、防撞墙、中心分隔墩、伸缩装置、排水系统、护栏等；
- 2 上部结构：主梁、主桁架、横梁、横向联系、主节点、挂梁、联结件等；
- 3 下部结构：支座、盖梁、墩柱等。

高架道路匝道、立交巡视检查内容见附录 A 附表 A-3。

高架道路定期检查内容见附录 A 附表 A-4。

3.5 结构定期检测

3.5.1 说明及一般要求

1 结构定期检测是指对高架道路结构状况、结构的性能与承载能力，施工时发生过重大问题采取过补救办法的部位、设施结构大修过的部位、以及进行相关指标调研所采取的专业检查。

2 结构定期检测一般每 6~10 年一次。认定缺损原因和推荐适当的消除措施，包括养护、维修、加固措施或建议特殊检查。

3 结构定期检测应由有相应资质的专业单位承担，检测单位须制定详细的方案并由行业管理主管部门审批，检测单位负责人应具有 5 年以上城市桥梁专业工作经验。

3.5.2 检查要求和方法

1 结构定期检测应由业主或行业管理单位组织委托专业检测单位进行，养护管理单位配合。

2 结构定期检测前，业主或行业管理单位应邀请设计单位、施工单位、技术咨询单位的专家会商，确定结构定期检测常规项目外的其他补充项目，制定详尽的检查计划。检测完毕后，应提供完整的检测报告。

3 结构检查应采用目视，测量仪器、设备，专门检测仪器检查检测，必要时委托专业试验单位对部分结构或部件材料进行材料试验，或进行专项现场试验。

4 结构检查应校核、对比、分析设施设计指标、以往积累的设施检查资料，评定设施的安全技术状况，提出解决病害的措施。

5 检查中发现损坏严重、危及结构安全或难以判断其损坏程度和原因等其他严重问题要及时上报业主和行业管理单位，提出作特殊检测的建议。必要时应召开专门会议，采取紧急措施。

6 检查时应查阅历次检测报告和常规定期检测中提出的建议，根据常规定期检测的结果，深入进行设施构件的检测，通过材料取样试验确认材料特性、退化的程度和退化的性质，分析确定病害的原因，以及对结构性能和耐久性的影响，检测的重点应集中在设施的上部结构及基础。通过综合检测评定，确定具有潜在退化可能的高架道路构件，提出相应的养护措施。

3.5.3 检查内容

结构定期检测内容应以常规定期检测的结果为基础，其具体内容见附录 A 附表 A-5。

3.6 特殊检测

3.6.1 说明及一般要求

1 特殊检测是指设施遭受洪水、地震、风灾和超重车辆违法行驶侵害，经常性检查及定期检测中发现有危及设施安全运行及难以判明损坏原因的重大问题，或者为满足管理的特别需求（荷载提级、通行重车等），由专业人员依据一定的物理、化学检测手段，并辅以现场和实验测试等特殊手段对设施及构件进行的详细检测的应急检查。

2 特殊检测应查明设施遭受侵害后是否产生严重病害，病害的原因、受损程度、影响范围和实际承载能力，确定设施或主要构件的技术状态，分析受损后所造成的后果、潜在缺陷可能给结构带来的危险，并提出相应的技术补救措施。

3 特殊检测应由行业管理单位、设计单位、施工单位、专业检测单位、养护管理单位组成的专门小组进行。检查过程中也可邀请科研单位、工程咨询单位共同参加，或委托其实施某些专项检测工作。

4 特殊检测一般由现场检查和实验室测试分析两大部分组成，包括材料检测、计算分析评估和荷载试验三方面的工作。

5 特殊检测没有固定的检测周期。高架道路在下列情况下应进行特殊检测：

（1）高架道路遭受车辆严重撞击、地震、风灾、火灾、化学剂腐蚀、车辆荷载超过设计限载的车辆通过等特殊灾害造成结构损伤；

（2）定期检测中发现难以判明可能危害高架道路安全的病害和问题；

（3）为提高或达到设计承载等级而需要进行修复加固、改建、扩建的高架道路；

（4）超过设计年限，需延长使用的高架道路；

（5）定期检测中，被评定为 D 级或 E 级部分的高架道路；

（6）定期检测中发现加速退化的设施构件需要补充检测的高架道路。

3.6.2 检查要求和方法

1 特殊检测应根据设施破损状况和性质，采用相应的仪器设备以及现场勘探、试验等特殊手段和科学方法，查明设施病害原因、破损程度和承载能力，确定设施的技术状态，提出相应的加固、改善措施。

2 特殊检测的检查方法可参见表 3.6.2。

3 特殊检测结束后应作出检查报告，检查报告一般包括检查的组织、时间、背景、检查内容及手段和方法；检查过程、检测数据、结果分析和设施技术状况评价等。

表 3.6.2 不同情况下的特殊检测方法参考

需特殊检查的情况		检查项目		
		地震	超重车辆行驶	严重撞击
(1) 在地震、超重车辆行驶、车辆严重撞击之后 (2) 决定对其改造、加固之前	上部	落梁、支座损坏、错位	梁、桥面板裂缝、支座损坏、承载力测定	被撞构件及联系部位破坏、支座破坏
	下部	沉陷、倾斜位移、圯工破坏、抗震墩破坏	墩台裂缝沉陷	墩台位移
(3) 定期检查难以判明损坏原因、程度及整个设施的技术状况时 (4) 设施技术状况在不合格或 D 级以下的 (5) 超过设计年限使用		(1) 结构验算 (2) 静载、动载试验 (3) 用精密仪器对病害进行现场调查和实验分析 1) 混凝土裂缝外观及显微调查、混凝土碳化鉴定、氯化试验、湿度调查、强度测试、结构分析 2) 钢筋位置、锈蚀状态调查、预应力钢筋现状及灌浆管道状况、空隙情况调查 3) 桥面防水层状况调查 4) 桥面铺装状况调查		

3.6.3 检查内容

主要是所发现的危及高架道路安全运行及难以判明损坏原因的重大问题的发生部位和设施本身的关键部位。

3.7 高架道路技术状况的评定办法

3.7.1 说明及一般要求

1 高架道路技术状况评定要通过对高架道路的桥面系、上、下部结构、附属设施及地面相关设施的一系列检查，结合检测、监测、试验得出的各项具体指标，并将各类指标与设计指标、行业规范、技术要求进行对照，作出年度设施技术状况及运行功能的结论性意见。

2 道路主线安全性评估宜以伸缩缝与伸缩缝之间一个路段作为一个评定单元；上、下匝道以整个匝道为一个评定单元；立交以每个叉道为一个评定单元。

3 对每个评定单元内的所有设施，根据构件功能的重要程度确定权重；根据缺损程度（大小、多少或轻重）确定标度；根据缺损发展变化状况（趋向稳定、发展缓慢、发展较快等三方面）确定级数，以累计评分方法对此单元作出评定。

4 根据各单元的评定情况，作出整个被检高架道路的安全性评估。

5 权重、标度、级数可参照交通部《桥梁各部件权重及综合评定方法》，亦可邀请专家、行业管理单位、养护管理单位资深工程师，根据不同的结构类型确定各部件的权重和打分方法。

3.7.2 技术状况评定的主要检查、检测评价指标

1 路面行驶质量评价指标

(1) 国际平整度指数 (IRI)

- (2) 路面损坏状况指数 (PCI)
- (3) 路面抗滑性能指数摆值 (BPN) 或横向力系数 (SFC)
- (4) 引道沉降最大纵坡差、最大错台量

2 上、下部结构

- (1) 外观
- (2) 立柱沉降值
- (3) 结构材料强度
- (4) 混凝土碳化深度
- (5) 混凝土氯离子含量
- (6) 钢筋锈蚀程度
- (7) 体外预应力索状况
- (8) 承载能力状况

3 钢结构

- (1) 现场焊缝
- (2) 构件形态
- (3) 防腐涂装层

3.7.3 主要评价指标及检查、检测常用方法

1 路面行驶质量评价指标:

- (1) 国际平整度指数 (IRI)、路面损坏状况指数 (PCI)、可直接使用多功能探测车进行;
- (2) 路面抗滑性能指数摆值 (BPN) 或横向力系数 (SFC) 可以分别采用摆式仪测定和偏转轮拖车法测定;
- (3) 引道沉降最大纵坡差可采用精密水准仪测量道路实际纵坡;
- (4) 最大错台量可直接用平尺板靠量。

2 上、下部结构

(1) 外观:

1) 安排具有 5 年以上桥梁养护管理经验的工程师和具有 8 年以上技术人员、技术工人进行检查;

2) 检查时要详细记录各部位病害的位置、规模、程度,并做好照相或影像资料。

(2) 立柱沉降值:可采用精密水准仪进行测量,测量前要先设定好测量控制网,保证数据正确性,并将测得的实际绝对标高与原沉降资料进行比较,得出设施的实际沉降量。

(3) 结构材料强度:可采用取样试验室试验、回弹仪检测、超声波检测等方法。

(4) 混凝土碳化深度:可采用酚酞试剂现场测试方法。

(5) 混凝土氯离子含量:可采取现场取样试验室试验或快速氯离子测定仪现场测定方法。

(6) 钢筋锈蚀程度:可采取外观检查及采用钢筋锈蚀探测仪探测的综合方法。

(7) 体外预应力索状况：可采取外观检查及利用环境随机振动法测得索力。

(8) 承载能力状况，可采取以下几种方法：

1) 实物调查比较法

通过对被检定设施的长期观测, 根据设施通过的车辆荷载, 测定车辆通过时设施各主要部位的挠度、应变、应力和裂缝开展情况等数据, 然后对这些数据进行统计分析, 从而得出设施可以承受的荷载等级。

2) 结构检算法

对被检定的设施结构进行检查, 然后将检查得到的有关资料和检测结果, 运用桥梁结构计算理论及有关的经验系数进行分析计算, 从而评定出设施的安全承载能力。

3) 荷载试验法

将等于或稍大于实际需要通过高架道路的荷载值作为试验荷载, 实测设施各主要部位在荷载作用下的结构反应, 如应力、应变、挠度、裂缝开展等数值。通过分析比较, 从而评定出设施的安全承载力。

3 钢结构

(1) 现场焊缝：可采取人工观察、抽样进行超声波焊缝探伤仪探测。

(2) 构件形态：可采取人工观察和硬度比较仪测定的综合方法。

(3) 防腐涂装层：可采取人工观察、手工具检测, 漆膜仪测定漆膜厚度等综合方法。

3.7.4 评价指标的参考标准

国家标准、行业标准、设计标准及相关的技术标准。

3.7.5 BCI 评分法及其使用

1 BCI 评分法介绍

《城市桥梁养护技术规范》中规定 II ~ V 类养护的城市桥梁技术状况的评估方法采用 BCI 评分方法, 这是一种基于目视检测的桥梁状态评估法, 同样可适用于高架道路。这里采用的 BCI 评分方法又称为分层加权法, 采用层次分析法把影响桥梁状态的因素条理化、层次化, 建立起多层的层次关系结构模型, 即根据常规定期检测的损坏状况及其扣分值, 逐级、分层加权, 最终得到桥梁各部分以及全桥的 BCI。其层次关系如图 3.7.5 所示。

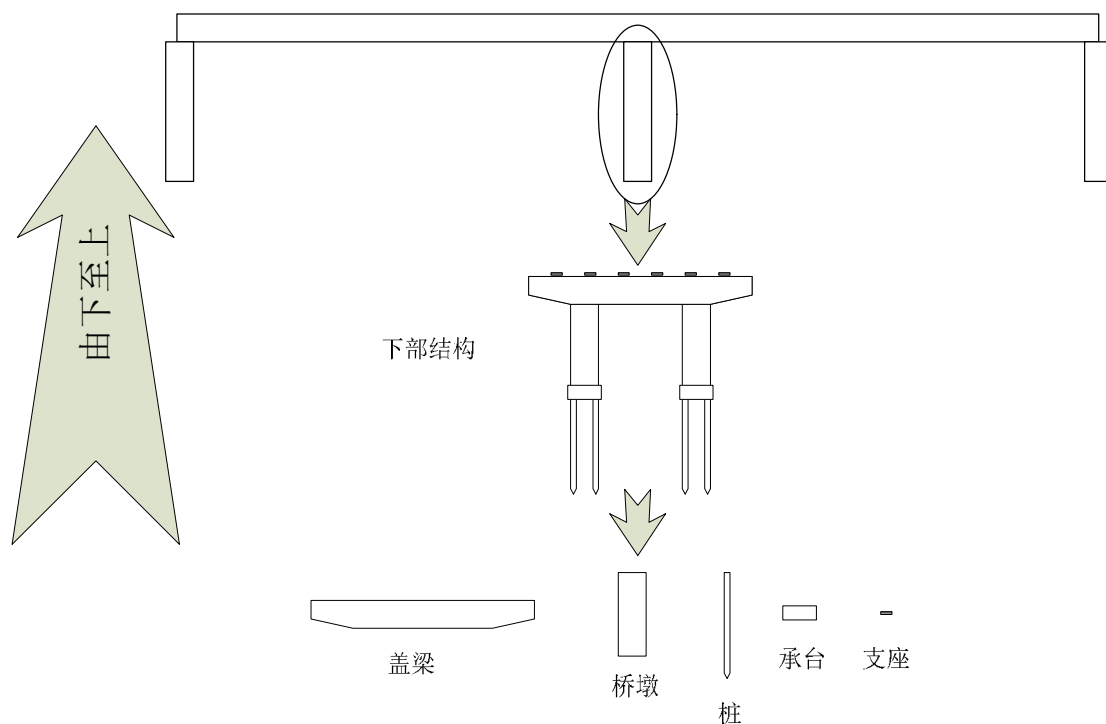


图 3.7.5 桥梁 BCI 评估中的层次关系

2 BCI 评分法的优点:

该方法与以往的评定方法相比，具有以下优点：

(1) 概念明确、方法简单，病害类型具体化，在底层的扣分项上，针对具体的构件病害程度进行，增强了外观调查的客观性。

(2) 不需要对桥梁各部分的损坏进行现场评分，仅需要对各部分的损坏状况进行现场描述和记录，降低了对定期检测人员的要求，使得一般的养护人员经过简单培训便可从事定期检测的工作。

(3) 能考虑不同桥梁类型的特点。不同的桥梁类型，由于其组成不同、受力特点不同，所以权重也不相同。

(4) 评定方法详细到构件，评定过程可以准确反映具体的损坏部位，便于根据数据的积累监视桥梁状况的恶化过程，使得养护人员不仅知道整个桥梁的综合状况，也能了解桥梁具体组成部分的损坏状况。

(5) 在维修策略上直接考虑评分较低的底层参评构件，即维修策略针对较低层构件，有利于确定维修优先级，特别有助于维修效益——养护维修投入分析，很适用于桥梁网络级信息管理系统。

(6) 该方法已经嵌入上海市高架道路信息管理系统的评估模块中，具体的评估可由系统自动完成。

3 BCI 评分方法具体操作程序

- (1) 由有经验的桥梁技术人员对桥梁及各部件进行定期检测；
- (2) 在定期检测现场，检测人员根据规范规定的用文字描述的定性和定量的检测表格，对桥梁各个细部构件的各种损害类型的程度状况进行检测判断；
- (3) 在桥梁信息管理系统中，将各细部构件的各种损害类型的检测判断结果转换为扣分值，再通过评估系统的 BCI 计算模型，计算出相应的权重，并综合得到桥梁各细部构件的 BCI 评分；
- (4) 系统根据各细部构件的 BCI 评分，由下至上，先部位再综合，逐层计算桥面系、上部结构、下部结构的 BCI 评分，直至计算出桥梁的总体得分；
- (5) 最后根据全桥评估的总分划定桥梁的技术状况等级。

1) 桥面系状况指数 BCI_m

首先计算桥面系的技术状况，采用桥面系状况指数 BCI_m 表示，桥面系共 6 项要素：桥面铺装、伸缩装置、排水系统、人行道、栏杆和桥头平顺。

根据这 6 个要素的损坏扣除分值，按（式 3.7.5-1）计算 BCI_m 值：

$$BCI_m = \sum_{i=1}^6 (100 - MDP_i) \cdot w_i$$

$$MDP_i = \sum_j DP_{ij} \cdot w_{ij} \quad (\text{式 3.7.5-1})$$

式中：

i —— 桥面系的评估要素，即 i 表示桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和栏杆；

DP_{ij} —— 桥面系第 i 类要素中第 j 项损坏的扣分值；

w_{ij} —— 桥面系第 i 类要素中第 j 项损坏的权重，由式 $w = 3.0m^3 - 5.5m^2 + 3.5m$ 计算而得。

其中 μ 根据第 j 项损坏的扣分 DP_{ij} 占桥面系第 i 类要素中的所有损坏扣分值比

$$\text{例} \left(m = \frac{DP_{ij}}{\sum_j DP_{ij}} \right) \text{计算而得；}$$

MDP_i —— 桥面系第 i 类要素中损坏的总扣分值；

w_i —— 第 i 项要素的权数，见表 3.7.5-1；

表 3.7.5-1 桥面系各要素权重值

评估要素	权重	评估要素	权重
桥面铺装	0.3	排水系统	0.1
桥头平顺	0.15	人行道	0.1
伸缩装置	0.25	护栏	0.1

2) 上部结构状况指数 BCI_s

高架道路上部结构的技术状况采用上部结构状况指数 BCI_s 表示, BCI_s 可根据高架道路各跨的技术状况指数 BCI_k 按 (式 3.7.5-2) 计算而得:

$$BCI_s = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m BCI_k$$

$$BCI_k = \sum_{l=1}^{n_s} (100 - SDP_{kl}) \cdot w_{kl} \quad (\text{式 3.7.5-2})$$

$$SDP_{kl} = \sum_x DP_{klx} \cdot w_{klx}$$

式中:

- x —— 表示高架道路第 k 跨上部结构中构件的损坏类型;
- DP_{klx} —— 表示高架道路第 k 跨上部结构 I 构件的损坏类型 x 时的扣分值;
- w_{klx} —— 表示高架道路第 k 跨上部结构中 I 构件的损坏类型 x 时的权重, 由式 $w = 3.0m^3 - 5.5m^2 + 3.5m$ 计算而得。其中 μ 根据第 x 项损坏的扣分 DP_{klx} 某构件

$$\text{所有损坏扣分值的比例} \left(m = \frac{DP_{klx}}{\sum_x DP_{klx}} \right) \text{ 计算而得;}$$

SDP_{kl} —— 构件 I 的综合扣分值;

w_{kl} —— 构件 I 的权数, 见表 3.7.5-2;

n_s —— 第 k 跨上部结构的构件数;

BCI_k —— 第 k 跨上部结构技术状况指数;

m —— 高架道路跨数;

BCI_s —— 高架道路的上部结构技术状况指数。

表 3.7.5-2 高架道路上部结构各构件权重值

	构件类型	权重		构件类型	权重
梁桥	主梁	0.6	桁架桥	桁片	0.5
	横向联系	0.4		主节点	0.1
悬臂+挂梁	悬臂梁	0.6		纵梁	0.2
	挂梁	0.2		横梁	0.1
	挂梁支座	0.1		联结系	0.1
	防落梁装置	0.1	拱桥	主拱圈(桁)	0.7
刚构桥	主梁	0.8		横向联系	0.3
	横向连结	0.2			

3) 下部结构技术状况数 BCI_x

高架道路下部结构的技术状况的评估应逐墩(台)计算墩台技术状况数 BCI_x , 然后根据 BCI

λ 计算整个桥梁下部结构的构状况指数 BCI_x ，按（式 3.7.5-3）计算：

$$BCI_x = \frac{1}{m+1} \sum_{l=0}^m BCI_l$$

$$BCI_l = \sum_{I=1}^{n_l} (100 - IDP_{Il}) \cdot w_{Il} \quad (\text{式 3.7.5-3})$$

$$IDP_{Il} = \sum_y DP_{Ily} \cdot w_{Ily}$$

式中：

y —— 表示高架道路第 λ 墩（台）中构件 I 的损坏类型；

DP_{Ily} —— 表示高架道路第 λ 墩（台）中构件 I 的损坏类型 y 时的扣分值，见 2.6.2 节的评分标准表；

w_{Ily} —— 表示高架道路第 λ 墩（台）中构件 I 的损坏类型 y 时的权重，由式

$$w = 3.0m^3 - 5.5m^2 + 3.5m \text{ 计算而得。其中 } \mu \text{ 根据第 } y \text{ 项损坏的扣分 } DP_{Il}$$

占某构件所有损坏扣分值的比例 $m = \frac{DP_{Ily}}{\sum_y DP_{Ily}}$ 计算而得；

m —— 高架道路跨数

IDP_{Il} —— 构件 I 的综合扣分值；

w_{Il} —— 构件 I 的权数，见表 3.7.5-3 ；

n_l —— 第 λ 墩（台）的桥梁构件数；

BCI_l —— 第 λ 墩（台）技术状况指数；

BCI_x —— 高架道路的下部结构技术状况指数。

表 3.7.5-3 高架道路下部结构各构件权重值

	构件类型	权重		构件类型	权重
桥墩	盖梁	0.1	桥台	台帽	0.1
	墩身	0.3		台身	0.3
	基础	0.3		基础	0.3
	冲刷	0.2		耳墙（翼墙）	0.1
	支座	0.1		锥坡	0.1
				支座	0.1

4) 整个高架道路的技术状况数 BCI

整个高架道路的技术状况数 BCI 根据桥面系、上部结构和下部结构的技术状况指数，由下式计算：

$$BCI = BCI_m \cdot w_m + BCI_s \cdot w_s + BCI_x \cdot w_x \quad (\text{式 } 3.7.5-4)$$

式中： w_m 、 w_s 、 w_x —— 桥面系、上部结构和下部结构的权重，见表 3.7.5-4；

表 3.7.5-4 高架道路结构组成部分权重值

高架道路部位	权重
桥面系	0.15
上部结构	0.40
下部结构	0.45

4 运用 BCI 评分方法评估的计算示例见附录 C。

3.7.6 评价指标的参考标准

- 1 国家标准、行业标准、设计标准及相关的技术标准。
- 2 高架道路技术状况评分标准参考

根据规范，高架道路技术状况等级划分要区分高架道路养护级别，且高架道路的检测与养护须根据高架道路技术状况等级来确定，具体规定如表 3.7.6-1。

表 3.7.6-1 高架道路技术状况评分标准与养护级别

养护级别	技术状况等级		评定指标	检测或养护措施
I 类	合格级		结构完好或结构构件有损伤，但不影响桥梁安全	保养、小修
	不合格级		结构构件损伤，影响结构安全	立即限制交通、组织特殊检测，立即修复
II ~ V 类	A	完好	$BCI \leq 90 \sim 100$	日常保养
	B	良好	$BCI \leq 80 \sim 89$	日常保养、小修
	C	合格	$BCI \leq 66 \sim 79$	专项检测后保养、小修
	D	不合格	$BCI \leq 50 \sim 65$	特殊检测后进行中修或大修工程
	E	危险	$BCI < 50$	立即限制交通，组织特殊检测后进行大修、加固或改扩建工程

各种类型桥梁有下列情况之一时，即可直接评定为不合格级桥或 D 级桥，见表 3.7.6-2。

表 3.7.6-2 评定为 D 级桥的情况

编号	病 害 情 况
1	预应力梁产生受力裂缝，且裂缝宽度超过规范限值
2	钢结构节点板及连接铆钉、螺栓损坏 20% 以上 钢箱梁开焊 钢结构主要构件有严重扭曲、变形、开焊，锈蚀削弱截面积 10% 以上
3	墩、台、桩基出现结构性断裂缝，裂缝有开合现象 倾斜、位移、沉降变形危及桥梁安全
4	关键部位混凝土出现压碎 压杆失稳、变形现象
5	结构永久变形大于设计规范值
6	结构刚度达不到设计标准要求
7	支座错位、变形、破损严重，已失去正常支承功能
8	承载能力下降达 25% 以上（需通过桥梁验算检测得到）
9	上部结构有落梁和脱空趋势或梁、板断裂
10	钢—混凝土组合梁的桥面板发生纵向开裂，支座和梁端区域发生滑移或开裂
11	预应力索失效、锚具损坏

高架道路构件损坏评价分级见附录 B 附表 B-1、B-2、B-3。

4 桥面系养护

4.1 一般规定

4.1.1 高架道路的桥面系是指：高架道路的沥青混凝土面层、混凝土铺装层、梁间上部接缝、防撞墙、隔离墩、伸缩装置、排水设施等。

4.1.2 高架道路的桥面系发现的各类病害应及时养护维修，并尽可能按照设计标准维修，使用的材料和施工质量须符合养护要求，使桥面系经常保持结构完好无损坏、整洁、美观。

4.1.3 路面系病害修理前后应记录修补日期、时间、气象资料和维修责任人，同时尽可能采集音像资料。

4.1.4 路面病害修理，不论面积大小，都必须使用压路机及时碾压、整平，但使用大型压路机械时严禁采取振动碾压。

4.2 沥青混凝土面层

4.2.1 说明及一般要求

1 沥青混凝土面层的病害一般有坑塘（见图 4.2.1-1）、龟裂（见图 4.2.1-2）、起砂、松散、车辙（见图 4.2.1-3）和纵、横向贯通裂缝（见图 4.2.1-4）。

2 桥面修补凿边整齐、垂直，其边线与路中心线平行或垂直；

3 由于混凝土铺装层的破碎而引起的沥青面层出现的病害，应先修复混凝土铺装层，再修复沥青混凝土面层；

4 要确保材料质量，冷补料要有粘性无松散；热拌混合料应拌和均匀，外观色泽一致，无明显油团、花白或烧枯，到现场温度不得低于 110℃；

5 压路机碾压顺序应先边后中，缓慢、匀速行进，时速不得大于 5km/h。不得在碾压层上调头、转向或突然刹车，大型压路机械严禁振动碾压；

6 碾压成型的沥青混凝土面层在冷却到常温后方可开放交通。紧急情况如需提前开放交通，应采取相应的技术措施。

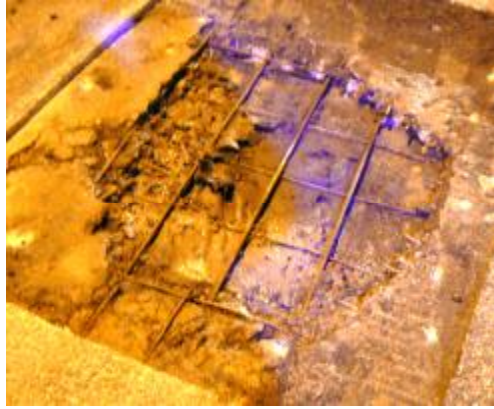


图 4.2.1-1 坑塘



图 4.2.1-2 龟裂



图 4.2.1-3 沥青混凝土铺装层车辙



图 4.2.1-4 横裂缝

4.2.2 养护维修方法

1 面层坑塘

- (1) 零星挖补要做到圆洞方补、湿洞干补、浅洞深补；
- (2) 挖补时，先要清除杂物，用吸尘器吸净砂尘，然后涂刷沥青粘结剂；
- (3) 摊铺沥青混合料，摊铺要及时，厚薄要均匀，整平、碾压完毕后，撒上石膏粉。

2 龟裂、起砂、松散、车辙

(1) 面层表面出现大面积网状裂缝、松散、车辙现象，须铣刨旧路面，铣刨厚度不小于最小面层厚度；

(2) 铣刨时，边线切割应与路中心线平行或垂直，边口齐整。铣刨后要清除杂物，用吸尘器吸净砂尘，然后涂刷沥青粘结剂；

(3) 加罩沥青混合料面层，铺新料后迅速整平、碾压，接缝处要加强碾压，直至接茬平顺，完毕后，撒上石膏粉。

3 横向贯通裂缝

(1) 横向贯通裂缝一般都是混凝土铺装层产生裂缝所引起的。应采取早发现、早处理的原则修理；

(2) 对于宽度小于 1cm 的裂缝，可以直接用沥青嵌缝胶嵌缝修理；修理时，应先勾缝，用吸尘器吸净砂尘，然后嵌入嵌缝胶；

(3) 对于宽度 1cm~2cm 的裂缝，应打开裂缝处豁口，观察下部混凝土铺装层损坏情况。混凝土铺装层损坏严重的，应先修复混凝土铺装层；混凝土铺装层损坏不严重的，可以沿裂缝将桥面切割成规则的形状，然后用沥青混和料修理；

4 纵向贯通裂缝

(1) 发现纵向贯通裂缝，应及时对主梁进行检查并分析研究裂缝产生原因(支座支点不平、空隙,板梁横向剪力键破坏等均可引起桥面纵向裂缝)；

(2) 根据分析后的处理意见进行修复。

4.2.3 质量要求 见表 4.2.3。

表 4.2.3 沥青面层修补质量要求

项目	质量要求及允许偏差	检验方法
切割 凿边	1、 切割整齐，四周修凿垂直不斜，深度不小于 3cm，杂物清除彻底	用尺量 目测
铺筑	1、 面层厚度 0, +5mm 2、 表面粗细均匀，无细裂缝，碾压紧密，无明显轮迹	用尺量
平整度	平整度不大于 5mm	3m 直尺

接边	1、封边密实，无起壳、松散 2、与平石相接不得低于平石，高不得大于 5mm 3、新老接边紧密、平顺齐直，不得低于原面层，高不得大于 5mm	1m 直尺
横坡度	与原面层横坡相一致，不得有潭水	目测

4.3 钢筋混凝土铺装层

4.3.1 说明及一般养护要求

- 1 钢筋混凝土铺装层的常见病害一般为破损、裂缝、起拱;
- 2 钢筋混凝土铺装层修补时，对破损部分的翻挖要彻底，清理后的修补面周边的钢筋混凝土应有足够的强度，基底必须干燥;
- 3 钢筋混凝土铺装层大面积的起拱，造成钢筋混凝土铺装层与桥面产生间隙，应先采用自流平水泥浆液，处理下部间隙，再进行破损修理;
- 4 钢筋网片采取电焊的，焊接长度要求为钢筋直径的 5 倍，采取绑接的，搭接长度要求为钢筋直径的 10 倍。钢筋网片的网格交叉点应绑扎牢固，或用电焊点焊。

4.3.2 养护维修方法

1 破损

(1) 用混凝土破碎机械（配空气压缩机）翻挖掉破损部分，并用小锤对周边混凝土进行密实度、强度试探，清除病害点松散的石料，直至满足要求。用空气压缩机和吸尘器将浮灰吹清、吸净，干燥底面;

(2) 检查铺装层中的钢筋网，如发现钢筋网损坏的必须补筋。补筋的规格应符合设计要求，接头的搭接或焊接都应符合相关技术要求;

(3) 浇筑混凝土要振捣密实，表面处理应保持粗糙，以便与沥青混凝土面层粘合。

2 裂缝

(1) 用小锤对裂缝周边混凝土进行密实度、强度试探，只要能满足要求，尽量减少处理宽度，放线定位;

(2) 先用混凝土切缝机按定位线样对裂缝上部进行切割。切割时，要注意保护好中间的钢筋，然后用混凝土破碎机械（配空气压缩机）进行翻挖，边角处用人工凿清，清除废料，用吸尘器将砂尘吸净，干燥底面;

(3) 浇筑自流平混凝土，表面处理应保持粗糙，以便与沥青混凝土面层粘合。

3 起拱

起拱是指梁体混凝土铺装层与桥面脱离拱起的病害。通常是由于梁体与连续板结构的混凝土

土铺装层伸缩不一致，两者间的粘结受剪破坏，铺装层受梁体释放的收缩力挤压而拱起。

(1) 切断起拱面的钢筋，用混凝土破碎机械（配空气压缩机）进行初步翻挖；

(2) 形成工作面后，用小锤对起拱面周边混凝土与桥面脱离情况进行试探，确定整个翻挖面，放线定位；

(3) 用混凝土切缝机按定位线样对翻挖面进行切割，然后用破碎机（配空气压缩机）进行翻挖，清除废料，用吸尘器将砂尘吸净，干燥底面；

(4) 起拱病害的其他处理方法：

1) 按原设计结构恢复

①重新布置铺装层钢筋网，钢筋的规格应符合设计要求，接头的搭接或焊接应符合相关规范要求；

②浇筑自流平混凝土，表面处理应保持粗糙，以便与上层沥青混凝土面层粘合。

2) 加装伸缩装置（详见 4.5 桥面伸缩装置）

4.3.3 质量要求 见表 4.3.3

表 4.3.3 铺装层维修质量要求

序号	项目	质量要求及允许偏差	检验方法
1	切割、凿边	1、切割整齐，四周修凿垂直不斜，杂物清除彻底	目测
2	铺筑	1、面层厚度-1mm，+2mm 2、表面粗细均匀，无细裂缝	用尺量 目测
3	接边	1、封边平整、密实，无松散 2、不高于周边混凝土	目测
4	强度	开放交通时，须达到设计强度的 80%	回弹仪

4.4 防撞墙、隔离墩

4.4.1 说明及一般养护要求

1 防撞墙、隔离墩常见病害有擦痕、麻面、剥落、裂缝、露筋、破损、碎裂、断裂等，都应及时进行修补。

2 隔离墩的病害一般由车辆事故引起。小块碎裂可采取混凝土修理方法，发生两处缺角或断裂的要立即更换。

3 发现防撞墙出现原因不明的结构裂缝要引起高度重视，并以书面形式向业主报告，加强裂缝观察，判明原因后再作修理。

4.4.2 养护维修方法

1 擦痕、麻面、剥落、毛细裂纹

(1) 此类病害属于表面缺陷，一般采取水泥砂浆人工涂抹法修理。

(2) 维修时,应清除病害点的表面浮灰,将拌和好的砂浆或新型浆体材料直接涂抹、涂刷到修补部位,然后进行养生。

2 非贯通裂缝

(1) 非贯通裂缝一般采用环氧砂浆填补方法修理。

(2) 沿缝边 5~10mm 划线定位,用手提角向砂轮切割缝边混凝土,将裂缝扩大成槽形豁口;

(3) 用钢丝刷刷清废料,再用空压机吹净,用丙酮刷洗缝槽。然后用环氧砂浆填充封闭裂缝。

(4) 细小裂缝可以用新型渗透性浆液直接涂刷。

3 贯通裂缝

(1) 此类病害很少,一般按照原设计恢复。

(2) 沿缝边 5cm 划线定位,用手提角向砂轮切割缝边混凝土,深度要求大于 3cm,用空压机带风镐破碎裂开的混凝土,将缝间宽度扩大到 5cm;

(3) 用钢丝刷刷清缝间废料,再用空压机吹净,用丙酮清洗钢筋和混凝土修补结合面,然而立模;

(4) 浇注混凝土将其震捣密实,抹平顶面。最后铺盖草包或麻袋湿水养生。

4 露筋

(1) 此类病害高架道路上很普遍,一般也采取水泥砂浆人工凿补法修理。

(2) 维修时,应先沿裸露钢筋边缘,凿除因锈蚀而损坏的混凝土至裸露钢筋的根部;

(3) 用刮刀,手锤,钢刷等工具铲敲掉钢筋表面的锈皮膨胀部分,然后再用钢丝刷、砂皮打磨钢筋。

(4) 用钢丝刷刷清表面浮灰,用丙酮清洗钢筋和混凝土修补结合面,在钢筋上涂上环氧涂层,干燥后将拌和好的砂浆直接修补抹平;

(5) 铺盖草包或麻袋湿水养生。

(6) 如遇连续的大面积的露筋,按照上述方法修补后,应用色调与混凝土基本吻合的涂料对修补部位进行涂装。

5 混凝土碎裂、破损

(1) 可采用普通混凝土、环氧混凝土或聚合物混凝土修补,修补材料、外掺剂、级配等都需符合规范标准。

(2) 因为修补料用量很少,一般采用手工拌和,拌和时要严格按照配合比,准确称量、拌和均匀,并控制好水灰比;

(3) 修理时遇钢筋时,应按 4.4.2-4 方法修理。

6 隔离墩错位

用撬棒校正隔离墩的线形、位置,直线段和曲线段要保持和顺。

4.4.3 质量要求 见表 4.4.3

表 4.4.3 防撞墙、隔离墩维修质量要求

项目	质量要求及允许偏差	检验方法
切割或凿边	1、切割或修凿深度符合要求，边线垂直不斜	目测
修补面处理	1、杂物清除干净，2、钢筋锈蚀处理彻底 3、丙酮清洗不遗漏	目测
修补表面	1、表面平整无细裂缝，与周边混凝土接边密实 2、高差 0，+2mm	用短直尺靠量 目测

4.5 桥面伸缩装置

4.5.1 说明及一般养护要求

1 高架道路的伸缩装置主要有橡胶板式伸缩缝和型钢伸缩缝两种形式。先期建成的高架道路，鉴于当时伸缩装置制造技术的社会水平，采用的是橡胶板式伸缩缝。由于橡胶板式伸缩缝的病害多，使用寿命短，目前计算伸缩量在 8cm 内的高架道路伸缩装置绝大部分都采用了型钢伸缩缝。

2 橡胶板式伸缩缝的病害有螺栓松动、橡胶板老化断裂、弹跳、扭曲、过渡段混凝土碎裂等。型钢伸缩缝的病害相对较少，常见的主要是橡胶止水带破损，过渡段混凝土碎裂。（图 4.5.1-1 所示为伸缩装置过渡段混凝土碎裂，图 4.5.1-2 所示为伸缩装置橡胶板缺损）

3 伸缩装置外观应平整顺直、牢固完整、无破损、无漏水、伸缩功能正常，过渡段混凝土应完好不破损。

4 型钢伸缩缝每月须进行 2~3 次清缝，橡胶板式伸缩缝每半年须进行 1 次清缝保养。清缝保养过程中，应检查橡胶止水带完好情况，发现有破损、脱落，应按要求记录病害位置，作业结束后，将记录交给当班负责人，由当班负责人将记录送交上一级管理者。

5 由于伸缩装置直接承受车辆的荷载和冲击碾压，病害蔓延、扩大的发展速度很快，因此发现伸缩装置的各类病害，都应及时进行修理。



4.5.1-1 过渡带混凝土碎裂



4.5.1-2 橡胶板缺损

4.5.2 养护维修方法

1 型钢伸缩缝清缝

- (1) 采取人工清缝养护。应根据伸缩缝止水带的形状，制作具有一定柔韧性的手工具进行清缝；
- (2) 清缝时要小心保护止水带，用力要适中，不得硬剔杂物，应轻轻扒拉橡胶止水带内的垃圾、硬块，然后用扫帚扫清，尽可能使用吸尘器将垃圾吸净。

2 橡胶板式伸缩缝保养

- (1) 清缝方法同上，用专用手工具剔除止水带内的垃圾、硬块，然后用扫帚扫清，有条件可采用吸尘器吸清；
- (2) 用手工具，轻轻打开伸缩缝固定螺栓的橡胶帽，用套筒扳手慢慢旋紧螺栓，注入牛油，盖上橡胶帽；
- (3) 用套筒扳手慢慢旋紧螺栓过程中，发现螺栓滑牙、松动，应按要求记录损坏的螺栓位置，

注入牛油，盖上橡胶帽；

(4) 同时检查橡胶伸缩缝橡胶板完好情况，发现有损坏，应按要求记录病害位置，按时上报。

3 橡胶止水带局部开裂，穿孔修补

(1) 应彻底清除修补范围内的积泥、杂物，用蘸有甲苯溶剂的棉纱擦净待补橡胶条表面；

(2) 剪取大小合适的丁基腻子胶片，在其两粘合表面涂以气囊胶水，须等待数分钟至指触干燥；

(3) 将丁基腻子片敷贴于待补处，再稍加按压，然后在修补处表面再涂一层气囊胶水，保持洁净至指触干燥。

4 橡胶止水带较大范围破裂修补

(1) 橡胶止水带较大范围破裂，应采用两层材料粘贴修补；

(2) 可先用自行车内胎（厚 0.5mm）粘贴修补，再覆贴丁基腻子片、涂气囊胶水、粘贴，工艺与 4.5.2.3 相同。

5 橡胶止水带老化或出现大范围破裂

更换橡胶止水带。

6 过渡段混凝土碎裂

(1) 一般可采用 C40 钢纤维混凝土修补。

(2) 其他应按 4.3.2 方法修理。

(3) 整体损坏，则应整体更换。

7 橡胶板式伸缩缝螺栓滑牙松动

(1) 橡胶板式伸缩缝安装是靠螺栓锚固的，固定螺栓在车辆长期冲击反复作用下，螺栓逐渐滑牙，直至螺栓松动。

(2) 维修时，先卸掉一到二组螺栓（10 只左右），翻去 3~4m 橡胶块，重新焊接新螺栓，然后再安装橡胶块，紧固螺栓，在预留孔内注入牛油，盖上橡胶盖帽。

8 橡胶块老化断裂、弹跳、扭曲

(1) 此类病害是橡胶块因在紫外线长期作用下，逐步老化所致。

(2) 维修时，也是先卸掉一到二组螺栓（10 只左右），拆去发生损坏的橡胶块，然后换上新的橡胶块，紧固螺栓，在预留孔内注入牛油，盖上橡胶盖帽。

9 伸缩缝改建

(1) 伸缩缝改建必须要专门设计，施工时伸缩缝间隙必须上下贯通，不得有杂物留在缝隙中。

(2) 推荐的改建方法：橡胶板式伸缩缝改建成型钢伸缩缝。此方法从 2001 年起已经得到推广应用。

1) 在梁体上种植钢筋，充分凝固后，焊接型钢伸缩缝；

2) 用封箱带贴封型钢表面，在钢筋上涂刷专用胶水，充分干燥，约 20 分钟；

3) 现场拌制橡胶混凝土。主剂、凝固剂、专用石料比例要符合橡胶混凝土配制要求；

4) 浇筑橡胶混凝土，表面处理应保持平整光洁；

5) 橡胶混凝土凝固后, 撕去封箱带, 安装橡胶止水带。

(3) 加装型钢伸缩缝 (钢筋混凝土)

- 1) 在梁体上种植钢筋, 充分凝固后, 焊接型钢伸缩缝;
- 2) 焊接钢筋网片, 用封箱带贴封型钢表面;
- 3) 浇筑钢纤维早强混凝土, 表面处理应平整光洁;
- 4) 混凝土凝固后, 撕去封箱带, 安装橡胶止水带。

4.5.3 质量要求见表 4.5.3

表 4.5.3 伸缩装置养护维修改建质量要求

序号	类型	检查项目	质量要求及允许偏差	检验方法
1	型钢	橡胶止水带	1、无积泥、积水和嵌入异物 2、无破裂、穿孔	目测和手工探测
2		型钢外观	1、平直无翘曲 2、与过渡段材料连结牢固无松动 3、与防撞墙连结处密贴不漏水	目测和手工探测
3		过渡段	1、与型钢连结牢固无松动 2、与型钢接缝处高差 $\leq 2\text{mm}$ 3、与桥面接缝处高差 $\leq 5\text{mm}$ 4、平整、密实、无碎裂	目测和尺量
1	橡胶板式	橡胶板块缝间	1、无积泥、积水和嵌入异物 2、无破裂、穿孔	目测和手工探测
2		橡胶板外观	1、平整, 与桥面高差 $\leq 5\text{mm}$ 2、无翘曲、松动、断裂 3、与固定钢板连结密贴 4、与防撞墙连结密贴不漏水	目测和尺量
3		螺栓	1、不滑牙、松动 2、栓孔内牛油充足 3、盖帽完好密闭	目测
4		过渡段	1、与型钢连结牢固无松动 2、与固定钢板连结牢固不松动 3、与桥面接缝处高差 $\leq 5\text{mm}$ 4、平整、密实、无碎裂	目测和尺量

4.6 防撞墙伸缩缝

4.6.1 说明及一般养护要求

- 1 防撞墙伸缩缝的病害主要是由于混凝土结构的收缩、膨胀和不均匀移动引起的伸缩缝拉裂。
- 2 防撞墙伸缩缝的病害会使高架道路在雨天, 大量雨水流向地面, 影响地面行车安全, 因此, 一旦发现要及时处理。
- 3 一般情况, 每年冬季应进行一次全面养护。

4.6.2 养护维修方法

1 缝宽小于 6cm 的处理方法

(1) 一般采用 AM-111 型聚氨酯建筑嵌缝密封胶（黑色）和 M990 型聚氨酯建筑嵌缝密封胶（乳白色）。

(2) 维修时，先剔除原伸缩缝表面材料，表面材料下的原有泡沫或其他填充料可以作一定保留，但必须保证修补缝宽度 2/3 的表面修补深度。如填充料不足，可用聚苯乙烯泡沫板补充；

(3) 用角向砂轮机打磨防撞墙粘结表面，去除粘结表面原有粘结料的残留物，用吸尘器吸净缝间尘埃；

(4) 用丙酮刷拭粘结表面，在缝两边粘贴胶带，先挤入约一半厚度的嵌缝胶，待固化到一定程度后，再挤入后一部分的嵌缝胶，刮平即可。

2 缝宽大于 6cm

(1) 一般采用加装橡胶缝的方法。

(2) 先剔除原有伸缩缝的缝间材料，在防撞墙上钻孔种植螺栓；

(3) 安装橡胶缝，然后压上固定镀锌钢板，在螺栓上加上垫圈，旋紧螺帽。

4.6.3 质量要求见表 4.6.3

表 4.6.3 防撞墙伸缩缝维修改建质量要求

序号	类型	检查项目	质量要求及允许偏差	检验方法
1	聚氨酯密封胶	缝间处理	1、泡沫板填充密实 2、粘结面干净 3、深度符合要求	目测和手工检测
2		密封胶外观	1、密实、平整、光滑 2、缝两侧整洁，无填充料残留物 3、与防撞墙接缝处高差 0、+3mm	目测和尺量
1	橡胶缝	螺栓种植	1、垂直、牢固、不歪斜 2、两侧位置平行、对应正确	目测和手工检测
2		橡胶缝外观	1、平整，无扭曲 2、压板连结密贴	目测
3		压板	平整、垂直	目测
4		螺帽	紧固适当，不漏垫圈，无滑牙、松动	目测手工检测

4.7 防水层

4.7.1 说明及一般养护要求

1 高架道路防水层大部分是由 2mm 防水涂层和 2cm 细粒式沥青混凝土组成，损坏原因一般是由于铺装层损坏的病害引起。

2 采取防水涂层工艺施工，涂刷时，厚度应均匀一致，一道涂层涂刷完毕，必须待其干燥结膜后，再进行下道涂层的施工。

3 铺装层大面积修理，可以按照原设计的防水层结构修理，也可以应用新颖防水设计及工艺。

4 新颖防水层种类很多，有环氧结构胶、稀浆封层、环氧隔离层等，应综合考虑工况条件和可操作性等实际情况来选用。

4.7.2 养护维修方法

1 涂刷防水层以前，必须将基层清扫干净，对损坏的部分进行割除，割除的面积要大于损坏面积，常规做法是在四周扩大 20cm；

2 防水涂层应采用耐久性、延伸率、粘结性、不透水性较好和耐热度较高的防水涂料，一般采用 851 焦油聚氨酯防水涂料。

3 细粒式沥青混凝土铺筑可按 4.2.2 中的方法进行。

4.7.3 质量要求见表 4.7.3

表 4.7.3 防水层质量要求

序号	类型	检查项目	质量要求及允许偏差	检验方法
1	涂刷防水层	基底处理	1、泡沫板填充密实 2、粘结面干净 3、深度符合要求	目测
2		涂刷	1、密实、平整、光滑 2、缝两侧整洁，无填充料残留物 3、与防撞墙接缝处高差 0、+3mm	目测
1	沥青混凝土	同 4.2.3	同 4.2.3	同 4.2.3

4.8 排水设施

4.8.1 说明及一般养护要求

1 高架道路桥面系的排水设施主要有雨水口、过水口、排水立管组成。

2 桥面系的排水设施应经常养护，雨水口、过水口一般应保证每月 2~3 次的清捞频率；排水立管一般应保证每两月 1 次的疏通频率；汛期前、汛期中要增加频率。

3 雨水口的井盖发现缺失应立即补上，盖板发生碎裂、缺角或结构发生沉陷、崩坏，应及时更换、修复。

4 发现立管渗漏、破损均要及时维修更换。

5 要经常清捞汇水面积大的高架道路外侧接水漏斗，防止满溢。

4.8.2 养护维修方法

1 进水口

(1) 养护采取人工清捞方法，可根据进水口的底槽尺寸制作相应的手工具，进行清捞。

(2) 清捞时，打开进水口盖，用专用手工具，清除进水口内的垃圾、淤泥。底槽清捞要彻底不

留余泥，刮清进水口的齿板；

(3) 清捞结束后，覆盖进水口盖，并须保证其平整、密贴，发现进水口盖或结构有损坏，要做好记录，作业结束后将记录交给当班负责人，由当班负责人送交上一级管理者。

2 过水口

(1) 养护采取人工清捞方法，可根据过水口的孔径制作相应的手工具，进行清捞。

(2) 清捞时，用专用手工具，分别在隔离墩两侧扒拉，要贯通隔离墩，同时要扫清过水口外的垃圾，保证过水口附近的道路干净。

3 排水立管

(1) 一般采用专用高压冲水车冲疏，冲水最大压力控制在 $14\text{kg}/\text{cm}^2$ 内。

(2) 冲疏时，在进水口内轻轻插入冲水管，边冲边提拉冲水管，慢慢进入，冲疏结束后要覆盖好进水口盖，并须保证其平整、密贴；

(3) 发现堵塞，不要强行捅堵。要做好记录，作业结束后将记录交给当班负责人，由当班负责人送交上一级管理者，以便及时安排维修。

(4) 立管接头渗漏，可采用塑料焊接材料焊接修理，管道破损应直接更换管道。

4.8.3 质量要求 见表 4.8.3

表 4.8.3 桥面系排水设施质量要求

项 目	质量要求及允许偏差	检验方法
进水口	1、槽底清洁，齿板间无残留物，周边无垃圾、淤泥 2、进水口盖完好无碎裂、缺失 3、进水口盖安放垂直、平整不歪斜，其平面应略低于桥面。	目测
过水口	孔内清洁，外部无残留垃圾	目测
立管	1、管道畅通，不渗漏， 2、接水漏斗无满溢，	目测

5 上、下部结构及引道养护

5.1 一般规定

5.1.1 上、下部结构包括主梁、横隔板、支座、墩、台等。引道是指高架道路匝道中填土部分的道路。

5.1.2 上、下部结构及引道应经常保持完好，发现病害或损坏应及时修复；发现不明原因的损坏，要及时会同有关技术人员进行研究，找出原因，采取措施。

5.1.3 上、下部结构及引道上的各种标志标牌应安装牢固、位置正确，齐全、鲜明、清晰。

5.1.4 在高架道路上通行的车辆应符合限载要求，不允许超重车辆过桥。

5.1.5 在经常性检查与常规定期检测时，应用醒目颜色标记发现的病害，并在相关检测表格上记录病害的位置、面积、严重程度。

5.1.6 上、下部结构及引道加固时，应考虑结构今后的可检性与可修性，不宜采用可能影响结构可检性和可修性的加固措施。常用加固方法一般有如下几种：

- 1 扩大或增加原结构构件截面，以提高原结构的强度和刚度。
- 2 以新的结构代替旧的应力不足的结构。
- 3 改变原结构的受力体系，使原结构受力更合理。
- 4 对原结构施加外应力（如预应力），改变原结构的受力形态，达到提高桥梁刚度和强度的目的。

5.2 钢筋混凝土与预应力混凝土结构养护

5.2.1 混凝土结构中常出现以下几种病害：

- 1 混凝土表面缺陷，包括蜂窝、麻面、剥落、白化、层析、碳化、碱骨料反应等；
- 2 混凝土裂缝，按照其成因可分为结构裂纹和非结构裂纹。
- 3 钢筋锈蚀，包括预应力筋锈蚀以及预应力锚具的锈蚀。产生钢筋锈蚀的原因有两种，一种是由于混凝土开裂后，水分侵入导致的钢筋锈蚀，即先裂后锈；另一种是因为保护层太薄或施工时因露筋等缺陷引起的钢筋锈蚀。钢筋锈蚀体积膨胀导致混凝土开裂或表面混凝土成块脱落，即先锈后裂。

5.2.2 混凝土表面缺陷养护维修方法

1 蜂窝 见图 5.2.2-1

- (1) 蜂窝是指由于混凝土局部疏松，砂浆少，石子多，石子之间出现空隙，形成蜂窝状孔洞的

现象。

(2) 修复时应先将病害位置混凝土的松散部分清除，再用高标号混凝土或水泥砂浆填补。

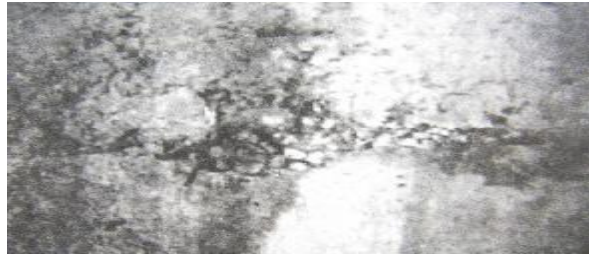


图 5.2.2-1 混凝土表面局部蜂窝

2 麻面 见图 5.2.2-2

(1) 麻面是指混凝土表面局部缺浆、粗糙，或因灌注时气泡在混凝土表面未排除，拆模后形成有许多小凹坑的现象。

(2) 修复时应先将病害位置混凝土的松散部分清除，再用高标号混凝土或水泥砂浆填补。



图 5.2.2-2 混凝土表面麻面

3 剥落 见图 5.2.2-3

(1) 是指由于混凝土表面水泥砂浆流失，使粗骨料外露、脱落的现象。剥落一般发生在混凝土表层品质较差的部位，通常不很深。剥落也可能是由于钢筋锈蚀膨胀产生的压力、车辆荷载或其它撞击力的作用造成的。

(2) 修复时应先将病害位置混凝土的松散部分清除，再用高标号混凝土或水泥砂浆填补。



图 5.2.2-3 混凝土剥落

4 沉淀物 见图 5.2.2-4

(1) 沉淀物表现在以下几个方面：

- 1) 白花——一种盐的沉积物；
- 2) 渗出物——一种从混凝土孔隙中排出的液体或胶状物（见图 5.2.2-4）；
- 3) 碳酸盐结晶物——悬挂在混凝土表面的晶体，形状象冰柱。



图 5.2.2-4 混凝土表面渗出物

(2) 沉淀物是由于水从混凝土中渗出，其中溶解的化合物随着水的干燥挥发而凝结在混凝土

表面形成的。

(3) 修复时应找出渗水的原因，作有针对性的处理。如重做防水层，完善桥面防排水措施等。当无法确定渗水原因时，应进行特殊检测，再根据检测结果进行有针对性的修复。

5 层析 见图 5.2.2-5

(1) 层析是构件受盐雾或海水侵袭，构件内钢筋锈蚀膨胀，导致钢筋与附近外层混凝土分离的现象。

(2) 修复时应先将病害位置松散混凝土清除。再对露出钢筋表面除锈，并用丙酮清洗，最后用高标号混凝土或水泥砂浆填补，同时还应采取必要的防水措施。

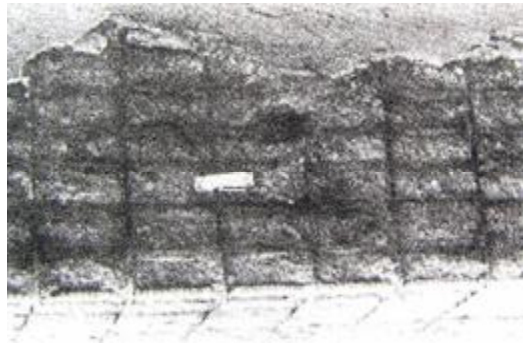


图 5.2.2-5 混凝土层析

6 碱骨料反应 见图 5.2.2-6

(1) 碱—骨料反应是指某些成份的骨料与水泥中的碱性物质发生反应，产生具有膨胀性的碱性二氧化硅胶体，在潮湿的环境下这种胶体的膨胀导致混凝土的开裂和退化。

(2) 对于发生一般碱—骨料反应的混凝土结构，目前一般采取隔绝外界水源的方法进行处理。即用硅烷涂层处理混凝土表面，使混凝土表面憎水，同时混凝土内部水蒸气又可向外散发，可在短期内降低混凝土内部湿度，从而显著延缓碱骨料反应的发生。

(3) 对于发生严重碱—骨料反应的混凝土结构，需采取加固措施。对特别严重的，则应及时更换混凝土构件。



图 5.2.2-6 混凝土碱骨料反应

5.2.3 混凝土裂缝养护维修方法

1 裂缝为混凝土桥最常见的病害现象，是导致混凝土内部钢筋腐蚀的主要原因，裂缝还可能造成预应力筋的锈蚀，致使预应力构件破坏。裂缝一般都伴随有钢筋生锈及混凝土白化等退化现象。裂缝无论宽窄，均会对桥梁的耐久性产生影响。钢筋混凝土桥梁的各种常见裂缝如图 5.2.3-1 所示。根据开裂成因可将混凝土裂缝分为结构裂缝和非结构裂缝两类。

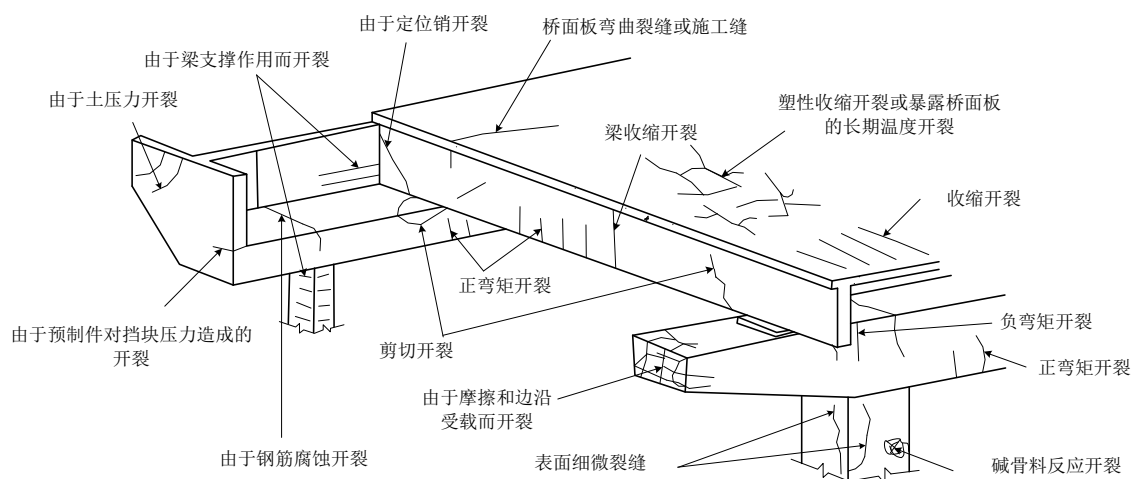


图 5.2.3-1 钢筋混凝土桥梁的各种常见裂缝

2 混凝土结构裂缝包括

- (1) 弯曲裂缝，一般表现为垂直裂缝，通常出现在弯矩最大的混凝土受拉区。
- (2) 剪切裂缝，又称斜裂缝，是由于主拉应力超过混凝土抗拉强度而造成。
- (3) 断开裂缝，受拉构件在荷载作用下产生的，沿正截面展开的裂缝。
- (4) 局部应力裂缝，主要出现在支座、悬臂梁挂梁梁端、牛腿等处受到较大局部应力的部位，如图 5.2.3-2 所示。

(5) 受压构件的裂缝，主要出现在混凝土重力式桥墩墩身底截面、墩台帽局部等位置。

(6) 预应力混凝土锚下应力集中引起裂缝。预应力梁在张拉时，若混凝土强度未达到一定要求，或锚下配置抗裂钢筋不足时，会在距锚具一定距离产生顺预应力钢筋方向的纵向裂缝。

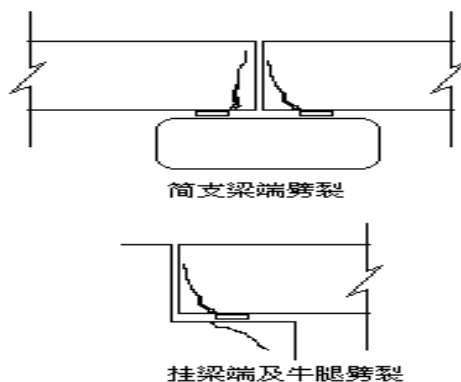


图 5.2.3-2 局部应力裂缝

2 混凝土非结构裂纹包括：

(1) 温度裂缝。混凝土结硬过程中产生的水化热、阳光照射、年温差及周围温度变化等原因均可引起温度裂缝。

(2) 收缩裂缝。包括化学收缩、干燥收缩、塑性收缩、自收缩、碳化收缩裂缝等。一般裂缝细小，无固定规律。

(3) 施工裂缝。施工过程中，前一批混凝土与后一批混凝土时间相隔较长，或水灰比、坍落度相差较大，两批混凝土不能融为一体，会引起施工裂缝。

(4) 碱—骨料反应裂缝。碱骨料反应产生的胶体膨胀形成的裂缝。

(5) 钢筋锈蚀引起的裂缝，如图 5.2.3-3 所示。由于钢筋锈蚀产物对周围混凝土产生膨胀应力，导致保护层混凝土开裂、剥离，形成的沿钢筋纵向的裂缝。

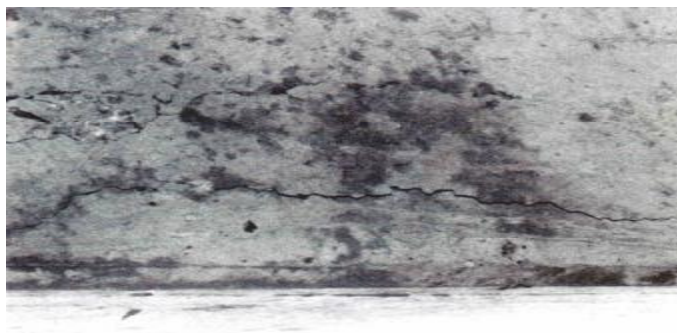


图 5.2.3-3 钢筋锈蚀引起开裂

3 裂缝的检测与养护维修方法

(1) 发现裂纹应先用粉笔勾画裂缝形状并拍照；再用读数显微镜量测裂缝宽度，用卷尺量裂缝长度(精确到 0.1mm)，并初步判断开裂原因；最后将检测资料及时纳入信息管理系统。

(2) 修补裂缝时，如裂缝宽度在表 5.2.3 限值的范围内，可进行封闭处理，一般涂抹水玻璃或

环氧树脂以及新型的裂缝修补液。当裂缝宽度大于表 5.2.3 中的限值时，应采取压力灌浆法灌注环氧树脂胶。裂缝发展严重时，应进行特殊检测，并根据检测结果采取合理的加固措施。

表 5.2.3 钢筋混凝土与预应力混凝土梁式桥的最大裂缝宽度限值

结构	裂缝部位		最大裂缝宽度限值（mm）
普通钢筋混凝土梁	主筋附近竖向裂缝		≤0.25
	腹板斜向裂缝		≤0.30
预应力混凝土梁	梁体	竖向裂缝	不允许
		纵向裂缝	≤0.20
	横隔板		≤0.30

5.2.4 钢筋锈蚀养护维修方法

- 1 检查钢筋锈蚀以目视检查为主，常规定期检测时还应抽检碳化深度和氯化物含量。
- 2 当发现有氯化物但外观无明显锈蚀时，可在混凝土表面涂刷硅烷，以阻止水和氯化物的侵入，而允许混凝土中水蒸汽逸出；
- 3 当发现碳化严重但外观无明显锈蚀时，可在混凝土表面涂上一层良好水泥粉底，再涂刷一层丙烯酸涂料，以有效地阻止二氧化碳的侵入；
- 4 当检测发现混凝土内部钢筋锈蚀时，应首先进行结构分析评估结构的剩余承载力，确定是否需要采取特殊措施或支护。
- 5 修复时应首先沿钢筋敲掉混凝土保护层，暴露出钢筋的锈蚀部分。如果钢筋严重锈蚀，截面损失 1/4 以上，应切除严重锈蚀部分，再将剩余部分焊接相连。钢筋表面应彻底除锈，并用掺加防锈剂的清水清洗干净。接着对混凝土表面进行适当的凿毛处理，并清除松散材料，最后填补混凝土。
- 6 当发现预应力混凝土结构开裂，并且钢筋锈蚀时，应通过特殊检测对预应力钢筋的锈蚀状况进行评估，如发现锈蚀，可采用阴极保护、重新碱化、涂刷硅烷等方法进行修复。

5.2.5 常见钢筋混凝土结构与预应力混凝土结构养护

- 1 简支梁
 - (1) 空心板梁的常见病害除 5.2 节所述内容外，还常出现以下病害：
 - 1) 桥面纵向裂缝，以及因裂缝导致的桥面渗水，钢筋锈蚀。
 - 2) 在匝道和立交及高坡度处梁体蠕动、伸缩缝顶死。
 - (2) 空心板梁出现纵向裂缝可能由于以下两种原因造成：
 - 1) 板下支座松动，脱空。应首先修复支座，再清除铰缝内混凝土及其杂物，然后浇注 SCM 无收缩免振捣高强水泥灌浆料。
 - 2) 板间铰缝连接薄弱，在重型车辆通过时，铰缝中混凝土松动脱落。可采用贴碳纤维布加固法、粘贴钢板法等方法进行加固补强。
 - 3) 空心板梁出现梁体蠕动、伸缩缝顶死是由于约束不足造成的。发现这种病害须首先用吊车，

千斤顶等设备将梁体复位，然后增加支座约束。修复这种病害应聘请专业桥梁施工队或有经验的承包商。

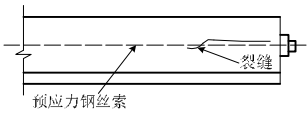
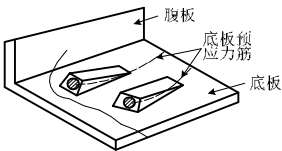
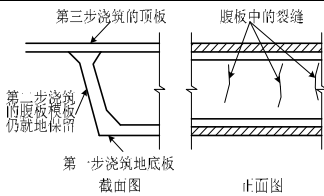
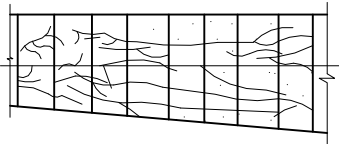
2 T形梁与工形梁养护

- (1) T梁和工形梁常出现以下病害：
- 1) 预制T梁或工形梁横隔梁接缝开裂损坏；
 - 2) 预制T梁或工形梁翼板接缝处开裂损坏；
 - 3) T梁跨中腹板下缘弯曲裂缝；
 - 4) T梁支座附近腹板斜裂缝。
- (2) 针对上述几种典型病害，除应在施工时给予足够重视外，可采用5.2节中的方法进行养护。

3 混凝土箱梁

- (1) 混凝土箱梁常见病害列于表5.2.5中。

表 5.2.5 混凝土箱梁的常见裂缝

序号	裂缝种类与发生部位	图示	主要特征与发生原因
1	先张法梁端锚固处的裂缝		(1) 裂缝均起始于张拉端面，宽度约为 0.1mm 左右，长度一般只延伸至扩大部分的变截面处 (2) 由于在两组张拉钢筋之间梁端混凝土处于受力区使梁端易发生水平裂缝 (3) 因锚头处应力集中和锚头产生的楔形作用而使锚头附近产生细小水平裂缝
2	后张法梁梁端（或其他部位）锚固处的裂缝		(1) 通常发生在梁端或预应力筋锚固处裂缝比较短小，与钢丝束方向垂直，在锚固处时与梁纵轴多呈 30° ~45° (2) 运营初期有所发展，但不严重，以后会趋于稳定 (3) 主要由于端部应力集中，混凝土质量不良所致
3	腹板收缩裂缝		(1) 大多在脱模后 2~3h 内发生，裂缝通常从上梁肋到下梁肋，整个腹板裂通，宽度一般为 0.2~0.4mm，施加预应力后大多会闭合 (2) 多为混凝土收缩或温差所致，如极低的外界温度与混凝土混合料的温差，使应力分布不匀
4	底板裂缝		箱梁底板上发生不规则裂缝，由于梁横向受力性能与横向不变形截面显得有很大的不同，即由于腹部与底板受力不匀所致

5	箱梁弯曲裂缝		<p>(1) 混凝土抗拉能力不足，将导致裂缝的产生。在分段式箱梁中，一般出现在接缝内或接缝附近，梁底裂缝可达 0.1~0.2mm</p> <p>(2) 弯曲裂缝一般很小，结构不受损伤，但在外荷载反复作用（汽车动力荷载及温度梯度）下裂缝有可能会扩大</p>
---	--------	--	---

4 连续梁

(1) 经常检查、定期检查及特殊检查时，应针对 5.2 节指出的混凝土桥结构常见的一些缺陷进行观察测试。在日常巡检时，不应忽视对箱体内的检查。

(2) 连续梁桥建成三年内每半年或每年，其后每年应检查受拉区的裂缝和其他缺陷。连续梁受拉区主要是：

1) 中间支座及其附近区段的上翼和中性轴以上的腹板；对箱形梁而言，就是顶板和中性轴以上的腹板。

2) 跨中区段的中性轴以下的部分；对箱形梁而言，就是底板和中性轴以下的腹板。

(3) 建成三年内，每季度于平均最高及最低温度时，检测连续梁各跨跨中挠度、整体线型及高程的变化，有异样变化或承载力不足时，应了解和分析原因，进行处理。而建成后第四年起，则可每年于平均最高与最低气温时各检测一次。

5 混凝土悬臂梁

混凝土悬臂梁的特征病害包括 T 构牛腿斜裂缝，挂梁端部斜裂缝等。混凝土悬臂梁除应按混凝土结构养护方法进行养护外，还应加强对 T 构牛腿及挂梁端部裂缝的检测。

5.3 钢结构养护

5.3.1 钢结构常见病害包括以下几类：

1 涂层病害引起的锈蚀。此类病害的表现及原因列于表 5.3.1-1 中。

表 5.3.1-1 油漆退化现象及其原因

油漆退化	现 象	主 要 原 因
变 色	涂层原来的颜色变化	颜料的种类； 紫外线、热、酸、碱和污染物影响； 铅元素防锈涂料在硫化氢气体中变黑。
褪 色	有光泽色颜料变淡，失去本来颜色的状态	有机颜料受紫外线的影响； 硫化氢气体（对淡色影响较多）。
白垩化	构成涂层表面的展色剂风化、失去粘结颜料的力，表面出现白粉状化合物，呈逐渐消耗下去的状态。	颜料和展色剂的种类； 紫外线、热和风雨的影响。
膨 胀	涂层下的水分或浸透的水分膨胀，当其张力大于涂层的粘结力和凝聚力时，就将涂层像船帆那样鼓胀起来。	涂层下面含锈； 水份及粘在被涂面的溶水性物质。

开 裂	随着涂层脆化，由于应力和冲击产生裂缝 小裂纹为涂层表面的轻微裂纹； 大裂缝为达到被涂底面的裂缝	厚涂料； 涂层干燥不充分； 涂料系列（涂层的硬度有关）。
剥 离	涂层的粘结性能降低，从底面或从涂层的层间剥离的状态（如图 5.3.1-1）	涂料的种类； 涂上层涂料的间隔时间（长期放置）； 大气污染物质（SO ₂ 等）； 风向、温度、湿度和结露的影响； 焊接处附近残留碱性物质。
因碱性引起的涂层恶化	由于从桥面板混凝土裂缝处漏水，其附近的涂层局部剥离或生锈的状态。 （在边梁部位及梁端部位较多）	桥面板漏水； 混凝土的碱性； 涂料的粘结性； 基体表面不良。



图 5.3.1-1 油漆剥落

2 变形。钢结构变形的原因可以概括如下：

（1）超载：桥梁自重增加，支座坏死不能自由伸缩引起温度内力增加或支座沉陷引起恒载内力变化，过桥车辆超重或者桥面路况不佳造成冲击力加大等，都会使得构件受力超出正常范围。

（2）车辆撞击：薄壁钢结构截面遭受车辆的撞击易引起永久变形，严重时还会降低结构承载能力。最常见的是由于超高车辆在高架道路下通过时对钢结构下翼缘或腹板造成撞击，或在桥面上车辆撞击立交桥孔的钢梁。

（3）屈曲：屈曲是指结构或构件丧失了整体稳定性或局部稳定性。这种破坏的突然性使得失稳破坏更具有危险性。

（4）锈蚀：严重锈蚀将引起构件截面削弱，致使受力偏心，发生永久弯曲变形。板间锈胀造成板件永久鼓包变形。钢构件的锈蚀见图 5.3.2-2。

（5）火灾

3 裂缝。

钢结构开裂成因如下：



图 5.3.2-2 钢构件的腐蚀

- (1) 疲劳荷载超过疲劳极限，这是导致钢结构开裂的主要原因；
- (2) 由于环境降温使钢材断裂韧性降低，导致钢构件开裂。

4 接头松动

钢结构螺栓松动或缺失可能是由于连接板和紧固件的腐蚀、过度振动、超应力、开裂或单个紧固件失效造成。

5.3.2 涂层病害与钢结构锈蚀的养护维修方法

1 病害检查

- (1) 检查内容包括涂层厚度、涂层病害以及钢构件锈蚀程度。
- (2) 检查涂层厚度可采用电子漆膜测厚仪。
- (3) 检查涂层病害和钢构件锈蚀时应重点检查以下部位：
 - 1) 涂层受阳光照射及易于磨损处，包括钢梁外侧，支座及伸缩缝位置等。
 - 2) 易渗水积灰的位置，包括伸缩缝，钢梁下翼缘，采用螺栓连接的构件缝隙等位置。
- (4) 为评定钢结构锈蚀严重程度，按表 5.3.2-2 对钢构件的锈蚀程度分级。

表 5.3.2-2 钢构件的锈蚀分级

锈蚀程度		症状描述
A 级	良好	构件基本没有锈蚀，涂层漆膜还有光泽；构件可有少量锈点。
B 级	局部锈蚀	构件基本没有锈蚀，面漆有局部脱落，底漆完好；个别构件有少量锈点，或构件边缘、死角、缝隙、隐蔽部分有锈蚀。
C 级	较严重	构件局部腐蚀，面漆脱落面积达 20%左右，底漆也有局部锈透，其基本金属完好，应进行维护准备工作。
D 级	严重	构件锈蚀面积达 40%左右，面漆大片脱落，但基本金属没有破坏，应立即进行维护工作。
E 级	特别严重	基本金属已有锈蚀，应立即测量构件断面削弱程度，计算是否需要更换或采取加固等措施。

2 修复方法

如果钢结构锈蚀程度已经达到E级，必须采取外贴钢板等方法补强截面。对锈蚀程度为A～

D 级的钢构件可按旧漆膜处理、钢材表面处理、选择涂层、涂层修复四个步骤予以修复。

(1) 旧漆膜处理。漆膜处理方法有碱水清洗（5%~10% NaOH 溶液）、涂脱漆剂、涂脱漆膏（配方：碳酸钙 CaCO_3 6~10 份，碳酸钠 Na_2CO_3 4~7 份，水 80 份，生石灰 1~15 份混成糊状；或清水 1 份，土豆淀粉 1 份，50% 浓度氢氧化钠 NaOH 水溶液 4 份，边搅拌边拌和，再加 10 份清水搅拌 5~10min）等。

(2) 钢材表面处理。表面处理是保证涂层质量的基础，表面处理包括除锈和控制钢材表面的粗糙度。钢结构主要采用喷砂，并辅以手工和机械工具除锈。除锈程度应符合现行国家标准（GB 8923-88）的要求，如表 5.3.2-3 中所列，手工除锈表面处理不宜低于 St3 级，只有对附着力强的油漆涂层允许放宽到 St2 级；喷砂除锈在无腐蚀性环境下不应低于 Sa1 级，一般除锈处理要达到 Sa2 级，重腐蚀环境下表面除锈处理最低要达到 Sa2.5 级。

表 5.3.2-3 SIS 标准规定及要求

除锈方法	等级	操 作	要求
手工或电 动工具	St1	用钢丝刷清理	
	St2	用铲、刷、磨工具将疏松氧化皮、浮锈及污垢除去后，再用毛刷、压缩空气等将表面清理	处理后表面具有淡淡的金属光泽
	St3	同上处理，但更为彻底	处理后表面具有较明显的金属光泽
喷砂	Sa1	采用快速轻度喷砂，将疏松氧化皮、浮锈及油污垢异物除去	
	Sa2	采用中度喷砂，除去绝大部分氧化皮、浮锈及油污垢异物，再用毛刷、压缩空气将表面清理	处理后表面呈金属灰色
	Sa2.5	采用较彻底喷砂，完全除去氧化皮、锈和油污垢异物，再用毛刷、压缩空气彻底将表面清理，仅允许有极少量点锈或纹锈存在	处理后表面呈近似灰白色金属面
	Sa3	非常彻底喷砂处理，完全除去氧化皮、锈和异物，再用毛刷、压缩空气彻底清理表面	不留任何异物，处理后表面呈均匀白色金属光泽

(3) 涂层选择

1) 涂层选择包括涂层材料品种选择、涂层结构选择和涂层厚度确定。

2) 涂层结构由底漆、腻子、2 道底漆（中间漆）和面漆组成。第一层底漆保证可靠的粘结，起防锈、防腐、防水作用；第二层腻子起平整表面和嵌缝的作用；第三层 2 道底漆起填补腻子细孔的作用，中间漆则是保证底漆和面漆的牢固粘结；第四层面漆是保护底漆，并使表面获得要求的色泽，起装饰效果；第五层罩光面漆起增加光泽和耐蚀等作用。漆膜厚度会影响防锈效果，一般应不小于 200 μm ，腐蚀性环境中漆膜应适当加厚。

3) 涂层材料品种选择取决于使用条件。在一般大气及工业大气侵蚀条件下，可选用防锈漆；在有腐蚀性介质环境中应选用防腐漆，并要求涂层有较好的耐候性能。具体使用时可参照《城市桥梁钢结构防蚀技术指南》（22-33-2003）选取相应的涂层品种。

(4) 涂层施工。涂层质量与作业操作有很大关系，一般涂刷中要注意下列事项：

1) 除锈完毕应清除基层上杂物和灰尘，在 8h 内尽快涂刷第一道底漆。如遇表面凹凸不

平，应将第一道底漆稀释后往复多次涂刷，使其浸透入凹凸毛孔深部，防止孔隙部分再生锈。

2) 避免在 5℃ 以下和 40℃ 以上以及太阳光下直晒，或 85% 湿度以上情况下涂刷，否则易产生起泡、针孔和光泽下降等病害。

3) 底漆表面充分干燥以后才可涂刷次层油漆，间隔时间一般为 8~48h。第二道底漆尽可能在第一道底漆完成后 48h 内施工，以防第一道底漆漏涂引起生锈；对于环氧树脂涂刷，如漆膜过度硬化易产生漆膜间附着不良，必须在规定时间内做上面一层涂料。

4) 涂刷各道油漆前，应用工具清除表面砂粒、灰尘。对前层漆膜表面过分光滑或干后停留时间过长的，适当用砂布，水砂纸打磨后再涂刷上层涂料。

5) 一次涂刷厚度不宜太厚，以免产生起皱、流淌现象；为求膜厚均匀，应做交叉覆盖涂刷。

6) 稀释剂在满足操作需要情况下应尽量少加或不加，稀释剂掺用过多会使漆膜厚度不足，密实性下降，影响涂层质量。稀释剂使用必须与漆类型配套。

7) 焊接、螺栓连接处，边角处容易漏涂，在涂刷前应对上述部位进行预涂装。

5.3.3 钢结构变形养护维修方法

1 钢结构变形的处理方法有冷矫正法、热矫正法、更换或加固等。无论是用冷矫正法、热矫正法矫正钢结构的变形，在矫正过程中承受应力的构件都会发生应力重分配，影响结构体的力学性能。

2 矫正钢结构变形的维修工程必须由专业的施工单位负责施工。

5.3.4 钢结构开裂的养护维修方法

1 钢结构开裂的检测

(1) 一般易出现裂缝的位置如图 5.3.4 中所示。检测的重要部位为拉应力较集中的部位、焊接的搭件上或焊缝端点。

(2) 对特殊结构形式以及跨度超过 100m 的钢桥易出现裂缝的部位应每隔 5 年进行一次超声波裂纹探伤。

(3) 检测之前应对可疑的表面进行清洁，当发现裂缝应记录其在构件和结构上所处的位置、裂缝的长度和方向。

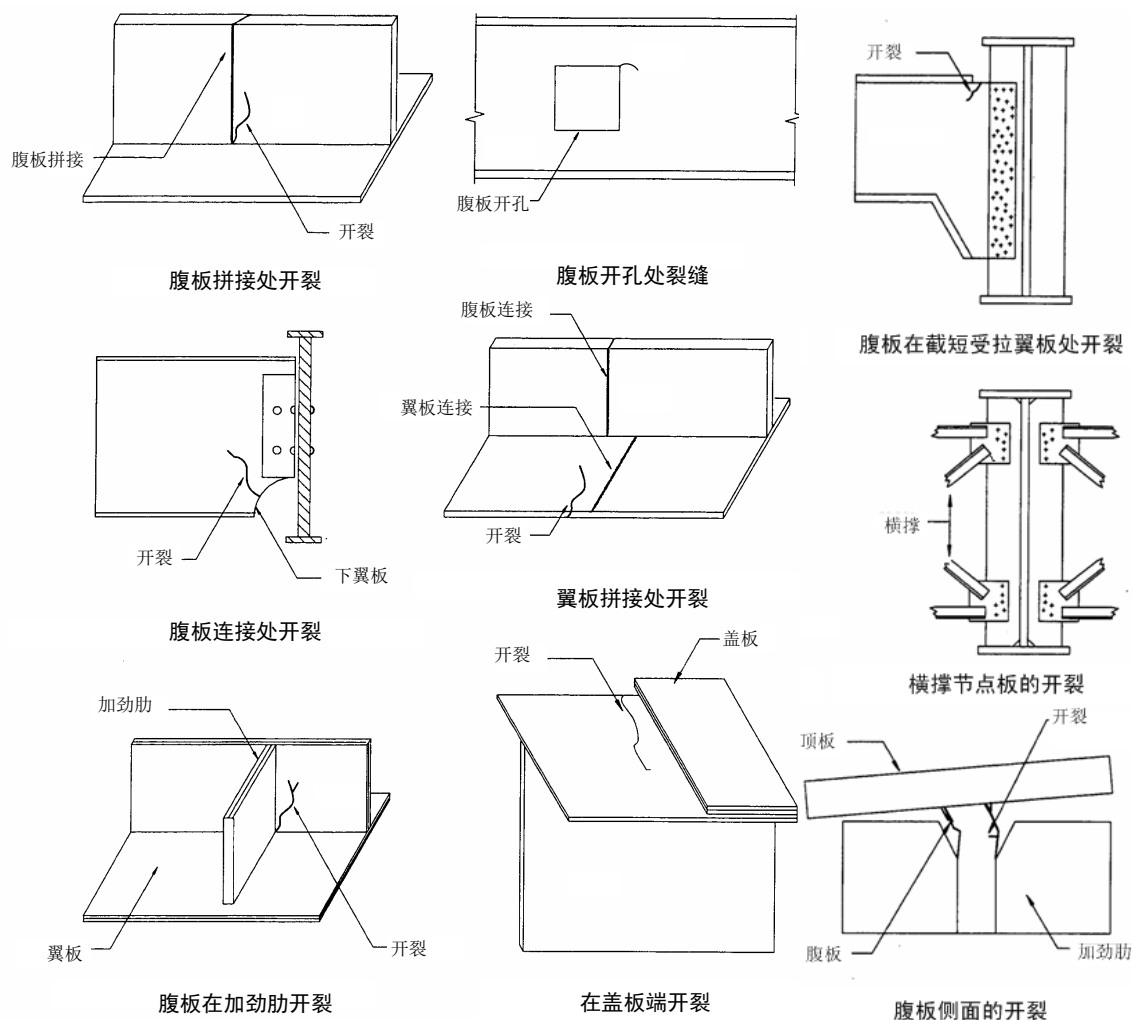


图 5.3.4 钢结构中常见裂缝的位置

2 开裂的修复

- (1) 修复裂缝时必须首先通过断裂力学分析确定是否可以忍受拟采取的某项修补措施。
- (2) 在裂纹较小或活载应力较小，经分析裂缝不会继续扩展的地方不需采取修复措施，但应加强检测频率。
- (3) 在某些情况下，可以通过在裂纹端部钻孔来阻止其进一步扩展。孔洞直径应不小于板厚，具体尺寸应根据计算确定。

(4) 在开裂截面附近增设盖板，增大构件截面积，减少开裂处应力以阻止裂纹扩展。

(5) 开裂也可由重新焊接加以修补。但焊接过程会降低钢构件的承载能力，采用这种方法预先应进行可行性研究。

5.3.5 接头松动与缺失的养护维修

- 1 接头松动有时通过肉眼是观察不到的，用锤子敲击是一种常用的确定接头松动的方法。
- 2 发现连接松动应予以更换，步骤如下：
 - (1) 设置保障操作安全的工作台和栅栏。暂时中止行人通过，并尽量减少活载。

- (2) 去除螺栓。
- (3) 用相同规格的螺栓更换。

5.3.6 常见的钢梁养护

1 钢箱梁

钢箱梁的特征病害如下：

- (1) 箱梁顶板加劲肋焊缝开裂，可按照 5.3.2 节有关内容进行修复。
- (2) 箱梁内积水锈蚀，发现这种病害应首先找出积水来源，封堵水源后按 5.3.2 节有关内容进行有针对性的防蚀处理。

2 钢悬臂梁

因挂孔处冲击作用较大，局部应力较集中，钢悬臂梁端牛腿处可能出现裂纹。如不及时发现将导致事故发生。钢悬臂梁养护应加强对牛腿以及挂梁在伸缩缝处的检测，当发现裂纹后应首先进行结构分析，找出最佳的维修方案。

5.4 组合结构养护

5.4.1 说明及一般养护要求

1 组合结构的病害特点

(1) 高架道路常见的组合结构为钢-混凝土组合板梁与钢-混凝土组合箱梁。不管是简支梁或连续梁，均为 RC（混凝土）板或 PC（预应力混凝土）板与钢结构由剪力键结合成一体。因此组合结构在养护时，混凝土板或预应力混凝土板的缺陷检查、分析评估以及缺陷处理方式，应遵照前述的混凝土结构所采取的处置方法；同样，钢结构的缺陷检查、处理应遵照前述的钢结构相应的处置方法。

(2) 钢-混凝土组合板梁，受剪力钉（栓钉）的局部作用会产生其特有的裂纹形式，如 5.4.1-1 所示鱼骨状开裂。它发生在梁式桥板的端部。在钢-混凝土组合箱梁中，由于横向宽度较大，也可能在靠栓钉附近产生纵向或斜向裂纹。对于预制拼装的结合板的现浇混凝土带区内或预应力板的锚固位置均会产生或可能产生裂纹分布。这些局部裂纹分布易于连续，进而形成破碎带。

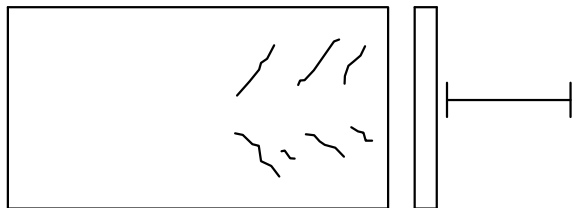


图 5.4.1-1 钢-混凝土组合梁梁端 RC 板的鱼骨形裂纹

- (3) 在钢梁上除产生一般钢结构构造裂纹外，还可能出现焊接剪力钉焊趾裂纹，如 5.4.1-2 所

示。

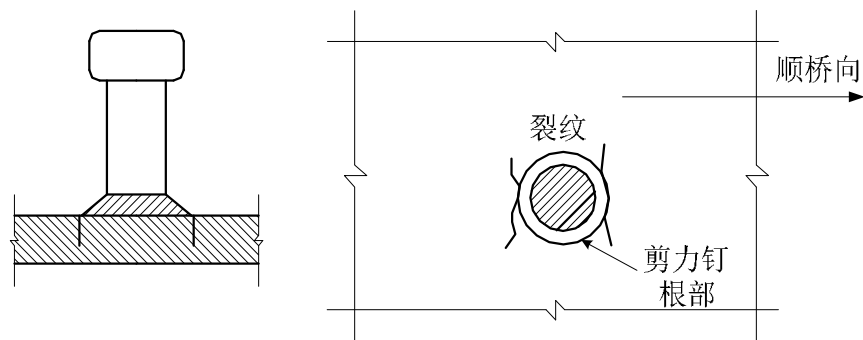


图 5.4.1-2 栓钉焊趾裂纹

2 钢-混凝土组合梁中钢结构及混凝土桥面板的检查、保养及维修除应符合本节各条的规定外，尚应满足钢结构以及混凝土结构的单独规定。

3 钢-混凝土组合梁桥面板不得有纵向裂缝。应每季度检查一次，必要时应拆除部分铺装层以便观测。如发现纵向裂缝，应对其宽度、长度、位置、密度及发展程度等详细记录，并及时采取加固措施。

5.4.2 养护维修方法

1 桥面横向裂缝可每季度检查一次。在连续钢-混凝土组合梁支座及其附近的桥面板，不应有裂缝和渗漏水。如发现有裂缝和渗漏水部位，应封闭裂缝并重做防水层。

2 每年度应检查一次支座及梁端区域。钢-混凝土组合梁结合面不得有相对滑移和开裂。当梁端有相对滑移时，应及时修复。跨中区域桥面板压裂、压碎、磨损，应及时加固修复。

3 剪力连接件的作用之一是防止钢梁与混凝土桥面板之间的相对分离，即“掀起”。有“掀起”时混凝土铺装层会出现鼓出、破损等现象，“掀起”导致钢-混凝土组合作用降低，应当予以重视。滑移和“掀起”可由专门的单位进行定期检测。压型钢板钢-混凝土组合桥面板支撑处及板肋不得变形，板肋与连接件附近的混凝土不得有疲劳裂缝。剪力连接件加固方法可以在桥面板原连接件位置处凿眼，直到能够将剪力连接件补焊到钢梁的翼缘上为止，然后用不低于桥面板混凝土强度等级的细石混凝土将凿眼灌实。

4 每年应检查一次结构尺寸及线形，不得有超过规定的变形。可采取下列几种方法加固超标变形：

- (1) 加铺或重铺钢筋混凝土桥面层，加铺时应验算增加的自重；
- (2) 钢梁补强；
- (3) 施加体外预应力。

5.5 支座养护

5.5.1 说明及一般养护要求

1 支座应定期检查和保养，并应符合下列要求：

- (1) 支座各部分应保持完整、清洁、有效、梁跨能自由活动。；
- (2) 支座每年应对其检查清扫保养一次，每年冬季应清除积雪和冰块。各部分每两年涂刷油漆一次。
- (3) 固定支座每两年应检查锚栓牢固程度。支承垫板应保持平整密贴，接合螺栓紧密无松动；
- (4) 活动支座每两年应检查自由变形能力。无异物填充、橡胶老化等会妨碍主梁伸缩、增加结构内力的病害。

2 当支座出现缺陷或发生故障时，首先要进行原因分析，然后及时进行维修或更换，以保证结构的安全和正常运营。在支座日常检查和养护过程中，若出现以下病害情况，应采取相应的措施进行维修：

(1) 梁支点承压不均匀时，应进行调整。调整时可用千斤顶将上部梁顶起，然后移动支座调整其位置。在矫正支座位置以后，应徐徐下落上部构造，以避免桥孔结构倾斜或变位，同时注意千斤顶的工作状态是否均衡。顶升调整时可采用楔子辅助，以保证上部结构能恢复原位。

(2) 发现支座上板翘起、扭曲、断裂，应予更换或补充。焊缝开裂应予维修加固。支座更换时，可采用 5.5.2 所述顶升法施工。

(3) 如要抬高支座，可采用捣注砂浆垫层、加入钢板垫层或预制钢筋混凝土垫块的办法。

(4) 如果橡胶支座已老化、变质而失效，需要及时更换。

3 盆式橡胶支座的缺陷类型包括钢件裂纹和变形、钢件脱焊、锈蚀、聚四氟乙烯滑板磨损、支座位移超限、支座转角超限和锚栓剪断等。

(1) 钢件裂纹和变形是指盆式橡胶支座钢件中出现肉眼可见的裂纹，以及支座钢板在荷载作用下发生翘曲。

(2) 钢件脱焊是指支座焊接件及不锈钢板与基层钢板之间的焊缝脱焊。

(3) 聚四氟乙烯滑板磨损是指盆式橡胶支座中由于聚四氟乙烯板与不锈钢滑板之间平面滑动所产生的磨损。磨损程度可用测量聚四氟乙烯板的外露高度来表示，如图 5.5.1-1 。

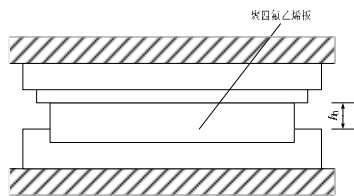


图 5.5.1-1 聚四氟乙烯板板的外露高度

(4) 支座位移超限是由于设计或安装不当造成支座聚四氟乙烯板滑出不锈钢板板面范围。

(5) 支座转角超限是由于设计或安装不当造成支座转角超过相应荷载作用下最大的预期设计转角。支座转角应由盆式橡胶支座顶、底板之间的最大和最小间隙求出，如图 5.5.1-2 所示。

(6) 当支座脱空需要矫正或是支座更换时，通常需要将梁体顶升。

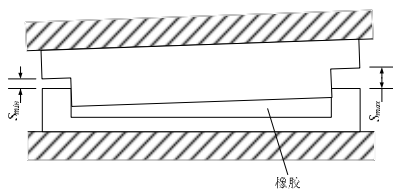


图 5.5.1-2 盆式橡胶支座转动最大及最小间隙

5.5.2 养护维修方法

1 盆式橡胶支座

(1) 盆式橡胶支座应设置防尘罩，防止尘埃落入或雨雪渗入支座内。支座外露部分应定期涂防锈漆进行保护。防尘罩应保持清洁和经防蚀处理，防止橡胶老化变质失去弹性。

(2) 清除支座附近的杂物及灰尘，并用棉丝仔细擦净不锈钢滑板表面的灰尘。

(3) 松动锚栓螺母，清洗上油后拧紧，防止螺母锈死。

(4) 检查支座锚栓有无剪断，支座橡胶密封圈有无龟裂和老化。

(5) 检查支座相对位移是否均匀，并逐个检查支座位移量。

(6) 常用顶升处理方法有：

1) 整体抬升起重气袋法。起重气袋是采用耐磨、耐老化、耐疲劳的优质橡胶与高强度抗弯钢丝帘布经特殊加工制成的。其要求的操作空间很小，只需 3cm，工作压强小，抬举量大，使用操作方便。用起重气袋进行支座脱空作业，可以很顺利地整体抬升半幅桥或整幅桥进行支座调整，此法简单方便。

2) 液压千斤顶顶升更换支座法。利用支座前搭设的排架，以排架横梁作支承，用千斤顶将主梁（或板）顶起，使支座脱空不受力，然后检查调整或更换。调整完毕或新支座正确就位后，落梁（板）到使用位置。

2 板式橡胶支座

(1) 板式橡胶支座的缺陷类型包括橡胶老化开裂、钢板外露、不均匀鼓凸与脱胶、脱空、剪切超限和支座位置串动等。具体如下：

1) 开裂是指板式橡胶支座表面形成的龟裂裂纹。一般板式橡胶支座经过一定使用年限后，均会出现表面的龟裂裂纹，但裂纹宽度及深度均不大。

2) 钢板外露是指由于橡胶龟裂或支座制作不佳使板式橡胶支座内部的钢板裸露。

3) 不均匀鼓凸与脱胶发生在橡胶与钢板粘结破坏时。通常板式橡胶支座在荷载作用下，钢板之间的橡胶向外发生均匀的凸起属正常现象。当橡胶与支座内加劲钢板粘结不良，在荷载作用下就会发生钢板与橡胶脱胶，引起不均匀的鼓凸。

4) 脱空是指板式橡胶支座与底面及支承垫石顶面之间出现的缝隙大于相应边长的 25%，见 5.5.2-1。局部脱空一方面造成支座压应力增加，另一方面支座脱空部分与外界空气接触，容易产生橡胶老化。

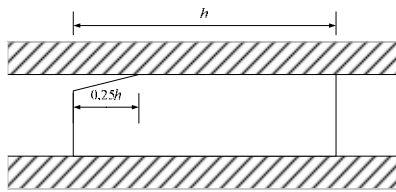


图 5.5.2-1 板式橡胶支座局部脱空

5) 剪切超限是指板式橡胶支座在最高及最低温度条件下的最大恒载剪切变形 $\tan \alpha > 0.45$, 见 图 5.5.2-2。



5.5.2-2 板式橡胶支座剪切超限

6) 支座位置串动是由于支承垫石不平, 造成支座局部承压, 引起支座位置错动, 严重时可能会造成个别支座脱落。

5.6 墩台及引道

5.6.1 说明及一般养护要求

- 1 高架道路墩台应及时清除青苔、杂草、荆棘和污垢, 保持表面清洁。
- 2 墩台表面部分有严重风化和损坏时, 应清除损坏部分后用与原结构物相同材料补砌。要求新老部分结合牢固, 色泽和质地与原砌体基本一致。
- 3 当混凝土表面发生侵蚀剥落, 蜂窝麻面等病害时, 应及时将周围凿毛洗净, 用水泥砂浆抹平。
- 4 立交桥靠近机动车道的桥墩, 宜在桥墩四周浇筑混凝土护墩。
- 5 梁式桥墩台顶面没有设流水坡或坡面凹凸不平、有裂缝时, 应及时补填水泥砂浆或混凝土, 并做成横向坡度。

5.6.2 养护维修方法

1 独柱式桥墩养护

(1) 独柱式桥墩由承台、柱式墩身和盖梁组成。对于上部结构为连续箱形截面, 墩身直接与梁相接。柱式桥墩一般由 C20~C30 的钢筋混凝土构件组成。

(2) 独柱式桥墩常见病害有如下几类:

- 1) 桥墩损坏的主要形式是出现裂缝。常见的裂缝有水平裂缝、竖向裂缝及网状裂缝等。
- 2) 在受到突然外加荷载, 如在交通车辆或船只的意外撞击等外力作用下, 桥墩可能产生局部破坏, 混凝土桥墩会发生混凝土脱落与剥离。

3) 混凝土桥墩除常年受干燥、潮湿、寒暑等气候条件的影响外,还受到废气、废水、酸、碱、高温等作用,从而产生裂缝、剥落、锈蚀等病害。此外,材料随使用时间的增长还会老化。

4) 桩基不均匀下沉而引起盖梁上的不均匀受力,导致盖梁出现垂直裂缝

(3) 针对上述不同类型的缺陷采用下列方法进行处理维修:

1) 贯通裂缝整治。当桥墩出现贯通裂缝时,为防止裂缝的继续发展,使之能正常使用,可用钢筋混凝土箍带或钢筋进行加固。加固时,一般在墩身上、中、下加三道箍带,其间距大致相当于桥墩侧面的宽度。每个箍带的宽度,则根据裂缝情况和大小而定,常为桥墩高度的 1/10 左右,厚度采用 10~20cm。当桥墩损坏严重,如有严重裂缝及大面积表面破损、风化和剥落时,则可采用围绕整个桥墩设置钢筋混凝土护套的方法进行加固。

2) 表面局部修补。当圯工表面局部损坏、脱落不太严重时,可以将破损部分清除,凿毛洗净,然后用水泥砂浆分层填补至需要厚度,并将表面抹平。当损坏深度和范围较大时可在新旧混凝土结合处设置牵钉,必要时挂钢筋网,立好模板浇灌混凝土。见图 5.6.2。

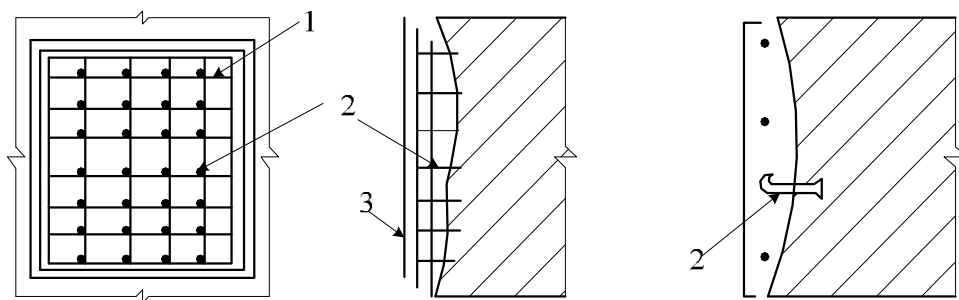


图 5.6.2 混凝土缺损修补

图例: 1、钢筋网 $\Phi 8\text{mm}\sim 12\text{mm}$; 2、牵钉间距不大于 50cm; 3、模板

3) 表面风化整治。圯工表面风化、剥落、蜂窝麻面,可加 M10 水泥砂浆防护。如用手工抹浆,则先将风化剥落表层彻底凿毛,用水冲洗干净并保持湿润,然后分层抹浆,每层为 10~15mm,总厚度一般为 20~30mm。压力喷浆适用于面积较大的抹面。

4) 网状裂缝整治。网状裂缝产生的原因是由于混凝土内部水化热和外部气温变化的影响或日照影响而产生的温度拉应力;还有可能是由于混凝土干燥收缩而引起。网状裂缝一般为非受力裂缝,对桥墩本身应力无多大影响,一般无须修补。在桥墩顶部或容易积水处,为防止因冻胀而使裂缝逐渐扩大,可用环氧树脂砂浆修补。

5) 碰撞整治。首先检查墩身混凝土损坏情况:受伤面积及范围、所在部位形状及深度,碰伤处高程。然后检算裂缝是否超限,桥墩偏心是否超限,根据情况确定其是否安全。最后做出相应的处理,严重时更换桥墩。

2 门式桥墩

门式桥墩与独柱式桥墩相似,也主要由承台、柱式墩身和盖梁组成。一般有两排或两排以上

的柱式桥墩，如上部结构为连续箱形截面，墩身直接与梁相接。门式桥墩所产生的病害也与独柱式相仿，可参照上节内容进行维修补强处理。

3 桥台

上海市高架道路桥台基本上采用非挡土式轻型桥台。其构成自上而下为钢筋混凝土台帽，台身及地面以下的承台，支承于沉入桩或钻孔灌注桩等桩基上。除收缩裂缝外，台帽通常很少出现裂缝。不过也有由于桥体过重或台背填土受污水侵蚀影响，土体膨胀导致护墙开裂。对于上海高架桥台的养护内容如下：

(1) 圬工砌体长期受大气影响，雨水侵蚀而发生灰缝脱落的，应重新勾缝。

(2) 圬工砌体镶面部分严重风化和损坏时，应予更换。通常用石料或混凝土预制块补砌，其新老接茬面应粘结牢固，色泽和质地与原砌体基本一致。

4 引道高填土

在高架道路与地面交通衔接处有一段两侧由挡墙组成，中间用特制土填实，高出地面一定高度的部分，俗称高填土。高填土不仅承受着高架车辆荷载的作用，而且还承受中间填土主动土压力和被动土压力的影响，同时受到地基沉降影响。

(1) 高填土主要缺陷的类别：

1) 在高架车辆荷载以及内部土压力的作用下，会产生过大的侧向压力，导致高填土挡墙外移。

2) 由于高架道路污水渗透，致使土体膨胀变形，引起外侧挡墙变形。

3) 由于内外温差影响、局部应力集中以及施工质量不良等原因产生裂纹。

4) 由于高填土产生不均匀沉降，致使引道路面沉陷，引道与主线衔接处不够平整、顺适，致使产生“桥头跳车”现象。

5) 圬工砌体挡墙表面风化剥落。

(2) 高填土出现变形的针对性养护措施：

1) 由于填土遇水膨胀而变形，应挖去膨胀土，检修排水设施，切断渗水源，填以砂砾土等渗水性填料，修好损坏部位。

2) 若由于冻胀原因使挡墙产生缺陷，应及时挖去冻土，填以碎石、砂砾等渗水性材料，并封闭表面，使其不渗水，修好损坏部位。

3) 由于砌筑不良而发生变形，应凿去或拆除变形部分，重新砌筑或浇注。

4) 由于砌筑填缝不实，挡墙有空洞的，可在空洞部位附近，开凿通眼，以压浆机压注水泥砂浆或环氧树脂修补。

(3) 高填土裂缝整治方法：

1) 裂缝在一定限值内时，应进行封闭处理，一般涂刷水玻璃或环氧树脂；裂缝超过极限值时，应采用压力灌浆法灌注环氧树脂胶，确保裂缝不再扩展和延长。

2) 砌石圬工出现通缝或错缝不足时，应拆除部分石料，重新砌筑。

3) 由于基础不均匀沉降而产生的自下而上的裂缝，应先加固基础，再视裂缝发展程度确定

灌缝还是加固。

4) 裂缝已贯通挡墙, 可用钢筋混凝土围带或钢箍进行加固。

(4) 高填土发生水平位移或倾斜的加固方法:

1) 首先挖去填土。

2) 加厚挡墙。增加挡墙横断面尺寸和自重, 并使挡墙与地面牢固结合为一整体, 藉以抵抗水平推力。

3) 更换成内摩阻角大的填料, 减小土压力。

4) 如果挡墙的位移尚未稳定, 可在挡墙后增设摩阻板, 以制止挡墙继续位移。

(5) 圯工砌体挡墙表面风化剥落的处理:

1) 深度在 3cm 以内的, 可用 M10 以上的水泥砂浆修补;

2) 深度超过 3cm, 损坏面积较大的, 应浇注混凝土层予以裹覆。

6 附属设施养护

6.1 一般规定

- 6.1.1 高架道路附属设施是指：声屏障、绿化、防眩屏、交通标志、标线、标牌、高架编号、诱导器、防撞水箱、龙门架、照明灯、景观灯、电器箱等。
- 6.1.2 附属设施应保持设施整洁，对影响交通安全的损坏必须在 2 小时内修复，对一时难以及时处理的应进行简易处置，确保交通安全和畅通。
- 6.1.3 附属设施的表面要经常保持整洁、齐整。各种箱盖完好、无缺损；各种立柱应竖直并稳定；金属构件表面的油漆完好；绿化生长良好，枝条不影响行车或遮挡交通标志；各类交通标志、标线清晰、内容正确完整。
- 6.1.4 附属设施应每日进行巡视检查，发现损坏、缺损应及时修复。
- 6.1.5 附属设施每年必须进行一次全面的安全性检查，确保附属设施安全渡过汛期和台风季节。

6.2 声屏障

6.2.1 说明及一般养护要求

1 声屏障的类型分类：高架道路的声屏障由于投运时期的不同，主要分为三类：

- (1) 单层卡普龙板式声屏障，高度 2.8~2.9m。
- (2) 双层玻璃卡普龙中空式声屏障，高度 2.5~2.7m。
- (3) 多孔吸声彩板和可开启玻璃窗结合式声屏障，高度 2.8m。

2 声屏障安装分类：

- (1) 采用加强筋与防撞墙主筋焊接的方法进行安装。
- (2) 利用化学螺栓将底座与防撞墙锚固的方法进行安装。

3 常见病害

- (1) 声屏障板材的开裂、破损（如图 6.2.1 所示）。
- (2) 声屏障立柱、嵌条的扭曲、变形、缺损。
- (3) 声屏障竖向倾斜。
- (4) 声屏障底座松动、变形，与防撞墙连接处，混凝土爆裂。
- (5) 紧固件（插销、锁扣）变形、失效。

4 病害原因分析

- (1) 声屏障板材受气候的影响（紫外线照射老化、暴风雨影响破损）。
- (2) 受车辆事故的影响，如车辆燃烧、撞击等影响，发生变形、破损。

- (3) 受行车荷载震动影响，发生螺丝松动、构件磨损。
- (4) 受社会因素影响，发生构件被盗，声屏障受损。
- (5) 高架道路结构缺陷，在有伸缩处无伸缩设计。因与高架道路伸缩不一致，声屏障受拉或受压破坏。



图 6.2.1 声屏障开裂

6.2.2 养护维修方法

1 底座

声屏障底座在受到车辆撞击或强台风的作用下，可能会发生锚固钢筋被拉出，底座钢板变形等损坏，底座的损坏直接影响声屏障的安全使用。修理方法如下：

(1) 拆除连接的声屏障屏体和骨架，清理损坏的底座，凿除防撞墙表层混凝土，深度需确保主筋全部露出。

(2) 在主筋上焊接锚固钢筋，锚固钢筋可采用 4 根 $\Phi 16$ 双面全焊。锚固钢筋与底座钢板连接也采用双面全焊，钢板厚度宜采用 20 mm。

(3) 修复被凿除的防撞墙混凝土，并进行养护。

(4) 根据底座处防撞墙的损坏情况，可采用化学螺栓锚固和马鞍式钢板锚固进行修复。

2 骨架

声屏障骨架发生缺损，应立即依照原构件进行原样修复。发生变形，应对变形构件进行矫正，如构件为受力骨架构件应进行更换，锚固构件如无破损，可以再次使用。

3 屏体

声屏障屏体多为卡普隆、玻璃或彩钢板式。如发生损坏或变形都应进行更换。更换时，使用吊升装置时应防止坠落事故的发生。

4 零星部件

对缺失、缺损的螺栓、嵌条、铆钉等零星小构件需及时进行补齐、更换。

声屏障检修如图 6.2.2。

6.2.3 质量标准

- 1 声屏障板体竖直，倾斜度不得大于声屏障高度的 0.5%。
- 2 声屏障表面平整，两屏平整差不得大于 3mm。
- 3 声屏障高度一致，两屏高差不得大于 5mm。



图 6.2.2 声屏障检修

6.3 绿化

6.3.1 说明及一般养护要求

- 1 上海高架绿化种类主要为黄馨、蔷薇、海桐、火棘、红刺梅、绿刺梅等。
- 2 上海高架绿化的安装类型：
 - (1) 内环、南北高架为花篮托架与横铁杆连接型式。
 - (2) 延安高架为花篮托盆固定防撞墙顶型式、花篮通过不锈钢螺栓外挂型式、花篮托架与护栏预埋铁用直接焊接型式。
 - (3) 沪闵高架为托架与护栏大刀片直接焊接型式、扁铁托架外挂型式。
- 3 绿化应定期浇水、施肥、修剪，预防和控制病虫害，确保绿化成活率。发现植物死亡或病虫害及时更换、治病、除虫。
- 4 应定期对盆架及挂件进行安全检查和油漆养护。
- 5 做好花盆、花架及挂件的保洁工作，做到表面无污垢。
- 6 高架绿化枝条不得影响交通安全，枝冠投影竖直面不宜超过防撞墙内侧 20cm，植株高度不宜超过 80cm。

6.3.2 养护方法

- 1 浇水与排水

高架绿化的浇水工作应根据季节、天气、土壤等情况进行浇水，保持土壤的有效水分；一般高架绿化浇水采用洒水的方式。为防止盆内土壤流失，禁止采用压力水进行浇水；高架绿化底盆不得积水，在汛期、台风和梅雨季节应进行及时排水，防止植物根部泡水死亡。

2 施肥

高架绿化必须保证一年四次的根部施肥，并应根据植物生长、土壤情况进行相应调整。

- (1) 1、2 月份可采用菜饼或豆饼经发酵后与营养土一起施入盆中，作为基肥改善土壤；
- (2) 3、4 月份选用复合肥及花卉专用肥进行一次根部施肥，并松土、浇水；
- (3) 5、6 月份再进行一次复合肥及花卉专用肥的根部施肥并进行尿素和磷酸二氢钾的叶部施肥；
- (4) 7、8 月份植物生长的水分和养分需求仍然旺盛，应及时追肥。9 月份为防止发生秋梢，可根据实际情况减少施肥。

3 松土与加土

(1) 高架绿化深度达不到陆地绿化 30cm 的要求，应根据实际情况做到不漏松，以不影响植物的主要根系生长为原则。

(2) 高架绿化加土周期不得大于 3 年，应分阶段、分批加补营养土。

4 修剪

(1) 高架绿化为保持景观的相对一致性，应遵循“花后修剪为主，平常修剪为辅”的修剪原则。

(2) 修剪应根据高架悬挂绿化栽种时间、品种、生长势强弱不同区别对待。

1) 冬季根据盆体植株情况，从基部去除枯枝、弱枝。每盆给予保留 25~30 枝健康的枝条，多余枝条从基部给予彻底剪除。保留下来的枝条，在总修剪高度内进行交叉性的层次感修剪。

2) 春季由于有新梢生出，应及时将部分老枝在短截剩下的枝杆上及基部彻底剪除，这需要不间断的多次修剪，最后定枝，每盆 25~30 枝。

3) 夏季可将部分骨架枝条进行短截强修剪。防撞墙上的绿化宜在 30~40cm 处短截，有护栏杆绿化 50~60cm 处短截。

4) 对影响交通安全的绿化必须及时修剪。

5 病虫害防治

高架绿化病虫害防治工作贯彻“预防为主、综合治理”的方针，在病虫害的高发季节加强监控，发现有病虫害的苗子及时进行防治，将其消灭在萌芽之中。全年做好二次病虫害的普遍防治工作外，应对蔷薇等新品种进行病虫害的跟踪和预防工作。

6 保洁

高架部分绿化直接安装在防撞墙顶部，在交通的影响下，花盆的污垢较多，应进行不低于每月一次的花盆保洁，同时应加强雨后的保洁工作。

7 除草

高架绿化的除草是一项重要工作，直接影响高架绿化的景观效果，应根据实际情况及时进行除草工作。

8 移盆

长期处于立交桥的桥阴下的绿化植物，生长受到影响，不利于高架绿化的整体效果。因此每季必须进行不少于一次的移盆工作。

6.3.3 质量标准

- 1 绿化成活率必须保持在 98%以上，无缺株和严重病虫害，枝叶无枯黄。
- 2 绿化盆架及挂件安装牢固，无脱焊松动，无锈蚀，无锈水流挂。
- 3 盆架、花架及构件表面整洁无污垢。
- 4 绿化枝条不影响行车安全。

6.4 防眩屏

6.4.1 说明及一般养护要求

- 1 高架防眩屏的缺失会影响行车安全，特别是弯道处，因此发生损坏必须及时修复。
- 2 高架道路防眩屏的型式：底板为镀锌钢板或镀锌槽钢，上部采用 600×250mm 墨绿色波浪形耐紫外线塑板，安装用的螺丝、螺帽紧固件材质为不锈钢。屏板中心间距为 400mm，转角为 25°，顶部高度离地面 1.5~1.7m。
- 3 高架道路防眩屏的常见病害有屏体碎裂、破损、缺失；屏体倾斜、弯曲；螺帽或螺栓松动、缺失；底钢板变形、断裂。

6.4.2 养护维修方法

1 屏体碎裂、破损、缺失

屏体碎裂、破损、缺失的病害一般都是受车辆撞击引起，发现这些病害应采取直接更换予以修复。

2 屏体倾斜、弯曲

屏体倾斜、弯曲一般是由于屏体处于的工况条件或材质问题引起，发现这些病害应直接更换予以修复。

3 螺帽或螺栓松动、缺失

发现螺帽松动应及时旋紧，缺失的要及时补齐。发现螺栓松动应重新埋设或更换予以修复。

4 底钢板变形、断裂

发现底钢板变形、断裂，应将其拆卸更换予以修复，拆卸下的底钢板可带回养护基地整形、修理，作为今后备用。

6.4.3 质量标准

- 1 防眩屏屏板应竖直，倾斜度不大于 0.5%H（H 为屏板全高）。

- 2 线性顺直，高度偏差不大于 5mm，水平偏差不大于 5mm。
- 3 屏体及紧固件无缺失，屏体无缺角、裂缝、倾斜、弯曲。
- 4 底钢板无变形、断裂。

6.5 其他设施

6.5.1 说明及一般养护要求

- 1 高架道路附属设施中的其他设施主要为交通设施和景观灯光。
- 2 高架道路上的交通标志标牌必须清晰、明亮，其规格符合《道路交通标志和标线》（GB/T50283-99）的要求。防撞水箱、诱导器、设施编号牌应保持齐全，发生损坏、缺失要及时维修。
- 3 景观灯光亮灯率不得低于行业标准，亮灯期间必须有专职电工值班。
- 4 电气箱盖的金属表面无锈蚀，油漆应光泽。

6.5.2 养护维修方法

- 1 交通标志、标牌。
 - （1）交通标志、标牌每年需进行不少于一次的专项检查，桥面的交通标线每三年必须进行一次全面漆划。
 - （2）由于车轮摩擦引起的标线局部缺失，应在 10 天内修复，由于养护施工引起的标线缺损，隔天必须恢复。
- 2 防撞水箱
 - （1）防撞水箱一般由三个水箱组成，内部放置了水袋，由塑料绳捆绑成一个整体。
 - （2）防撞水箱的安放位置必须符合要求，应安放在下匝道或立交分道口斑马线上，距匝道口防撞墙端部 2~5m 处。
 - （3）发现防撞水箱因受外力发生位移现象，应及时移正到规定位置；发现被撞破损，应及时更换，更换后必须用绳子仍将三个水箱捆扎成一个整体。
 - （4）每半年应检查一次内置水袋情况，水袋堆积高度应超过水箱高度的 2/3，由于蒸发等原因造成水袋高度不足时，必须补充新的水袋或对原来的水袋补水。
 - （5）水箱口盖子应封闭，发生缺损应及时补齐。
- 3 诱导器
 - （1）诱导器自然脱落或受撞击损坏后，应及时补充、更换，确保交通设施完好。
 - （2）每年度应采取抽样方法对诱导器的反光性能进行一次检测，及时更换不符合要求的诱导器。
- 4 电气箱盖
 - （1）铁制电气箱盖应每年进行一次油漆。油漆时先清除锈蚀层，直至露出金属光泽表面，然后，

涂刷红丹防锈底漆一度，丙烯酸面漆二度。

(2) 对脱落、变形的电箱盖因首先进行矫正，矫正后如电箱盖达不到封闭作用，必须进行更换。

5 设施编号牌

目前设施编号牌有两种形式：油漆编号和玻璃钢编号牌，都为白底红字。油漆编号应每年涂刷一次。玻璃钢编号牌在受到撞击等外力破坏时，应及时更换。

6 景观灯光

(1) 高架的景观灯光类型分为：紫光灯（延安、南北高架路）、发光护栏（延安高架路西段）、隔离墩中心照明景观灯（延安高架路中段）、绿化景观灯（沪闵高架路）。

(2) 景观灯光维修以更换损坏灯具、电器配件为主，维修后的灯、器具的安装位置应符合设计要求，允许偏差 5mm。

6.5.3 质量标准

- 1 交通标志、标牌，安装牢固不歪斜，标线明亮清晰。
- 2 防撞水箱外观整洁，位置正确，水袋充足。
- 3 诱导器外观整洁不歪斜，反光性能满足要求。
- 4 电气箱盖除锈油漆，漆层无气泡、无流挂、无起壳。
- 5 玻璃钢编号牌无缺失；油漆编号牌，无油漆流挂、漫边，字迹清晰。
- 6 灯杆安装牢固不歪斜，底座螺栓及立杆无锈蚀，灯具完好，亮灯率确保 97%。

7 高架道路设施保洁

7.1 一般规定

7.1.1 高架道路设施保洁主要包括高架道路桥面（含匝道、立交）、结构设施的涂装层及安装在高架道路上的附属设施。

7.1.2 高架道路桥面应经常保持清洁，沟底无尘泥，无小垃圾堆，路面无明显杂物。雨后无淤积、泥带、积水现象。

7.1.3 高架道路的附属设施保洁包括防撞墙、隔离墩、栏杆、声屏障、诱导器、移动门、缓冲水箱、隔离水箱和各类箱盖等。见图 7.1.3。

7.1.4 养护单位应按设施量配备充足的清扫、清洗保洁机械设备。



图 7.1.3 声屏障保洁

7.2 道路保洁

7.2.1 说明及一般养护要求

- 1 桥面清扫以机械为主，机械清扫留下的死角，可以以人工辅助清扫。
- 2 桥面每天的保洁覆盖率应达到 100%，雨后要增加保洁力度。
- 3 桥面边线冲洗每月不少于二次，雨后或连续阴雨天气要增加冲洗次数。
- 4 为防止清扫作业产生的灰尘污染环境，危及社会车辆的行车安全，清扫机械应配备降尘装置，并保证降尘措施的有效性。

7.2.2 保洁方法及过程控制

- 1 保洁车辆出车前，应先检查车况、喷水降尘装置、警示灯牌是否符合要求。
- 2 保洁车辆作业时必须开启喷水降尘装置、警示灯牌，不得跳扫、漏扫。
- 3 清扫道路边线时，车速不得大于 5~8km/h，清扫道路中心分隔墩边线时，车速不得大于 10km/h。
- 4 桥面清扫后的垃圾不得随意倾倒，应运至指定地点进行处理。
- 5 当桥面受到油类物质、化学药品污染或冰雪天采用融雪剂除雪后，应冲洗干净，必要时使用中和剂或其他材料清洗后再用水冲洗干净。

7.2.3 质量要求 见表 7.2.3

表 7.2.3 高架道路桥面保洁质量要求

序号	检查项目	质量要求
1	果皮、纸屑塑膜废弃物	路面 1000m 范围内小于 4 片
2	雨后路面潭水	路面 1000m 范围内小于 1m
3	雨后黄带、砂层	2 天后路面边线、中心无明显黄带、砂层

7.3 其他设施保洁

7.3.1 说明及一般养护要求

- 1 其他设施保洁应根据各类附属设施的结构、材料等实际情况，采用不同的保洁方式，尽可能提高机械化作业程度。
- 2 附属设施整体保洁的内容多，范围广，因此，须利用夜间交通量最小的时段，采取封闭高架道路局部路段循环保洁的方法进行，一般控制每路段 10km 左右。
- 3 附属设施中的栏杆、诱导器、移动门、缓冲水箱、隔离水箱、各类箱盖、声屏障、防眩屏、防撞墙、隔离墩，保洁频率为每月三次。雨后要对污染严重的部位增加保洁次数。
- 4 防撞墙、隔离墩保洁频率一般为每年二次。
- 5 结构设施的涂装层保洁主要分为立柱和梁体两部分，保洁频率一般为每年二次。
- 6 保洁过程中，发现设施部件损坏，应当向班负责人反映。当班负责人应做好书面记录，事后递交设施巡视管理部门。

7.3.2 保洁方法

- 1 栏杆保洁采取人工擦洗方法，擦洗时要保证栏杆周体全部擦洗到，另外不能忽视栏杆的脚座，尤其是片式脚座，应将抹布穿入片间进行来回擦拭。
- 2 诱导器、移动门和各类箱盖等也采取人工擦洗方法，必要时使用中性清洁剂清洗，保证其整洁并不影响其使用功能。诱导器保洁时要防止用力过度，影响迎面角度。移动门保洁时要检查开闭功能，注意构件的完好情况。各类箱盖保洁不得采用冲水清洗。
- 3 缓冲水箱和隔离水箱可以采取人工擦洗或机械冲洗的方法进行，缓冲水箱保洁时要注意水

箱位置，发现偏位的及时纠正。隔离水箱保洁时要同时做好水箱的线形调整。

4 声屏障保洁一般有两种方法：污染程度一般的，采取纯人工擦拭的方法；污染程度严重的，采取机械冲洗、人工擦拭相结合的方法，每月必须进行一次清洁剂清洁：保洁过程一般流程为机械冲洗、人工使用中性清洁剂擦拭、再进行机械冲洗，最后人工擦拭干净。遇到开启式声屏障，人工擦拭时须开启声屏障，同时清洗外侧的玻璃屏面，保洁结束后，要对开启插销进行一一检查，保证玻璃屏面处于关闭位置。

5 防眩屏保洁方法同上。人工保洁时，要防止用力过度而影响防眩屏的垂直度，采取机械冲洗要派人检查、纠正垂直度。

6 防撞墙、隔离墩等混凝土结构保洁采用机械冲洗方法。污染程度一般的，采取冲水车边行驶边冲洗的方法进行；污染程度严重的，应采用人工使用专业清洗机冲洗的方法。人工冲洗时，要保持压力均匀，要做到排状冲洗，不得跳冲漏冲。

7 结构设施的涂装层采取机械冲洗，另应视污染程度，添加中性清洁剂清洗，必要时人工配合加以擦拭。

7.3.3 质量要求 见表 7.3.3

表 7.3.3 高架道路附属设施保洁质量要求

序号	名称	质量标准
1	栏杆	无明显积尘、油漆鲜明
2	诱导器	无污渍、积尘
3	移动门、	无积尘、油漆鲜明
4	缓冲水箱	位置正确，无积尘
5	隔离水箱	线形和顺、无积尘
6	各类箱盖	无污渍、积尘、油漆鲜明
7	声屏障	无污渍、积尘、屏面明亮
8	防眩屏	无污渍、积尘、垂直不歪斜
9	防撞墙	表面无泥尘、污垢、净面均匀
10	中心隔离墩	表面无泥尘、污垢、净面均匀
11	涂装层	无明显积尘、污垢和流淌污渍、表面光亮，

8 养护作业安全管理

8.1 一般规定

8.1.1 针对高架道路养护作业的特殊性，养护单位应编制养护作业安全指导书，安全指导书应包括以下内容：

- 1 规范安全保护区的布置，包括半封闭交通安全保护区和全封闭交通安全保护区；
- 2 明确人员配备必要的安全设备；
- 3 对各类专职封道人员进行必要的安全交底；
- 4 对各类在安全保护区内作业人员进行必要的安全交底；
- 5 明确何种条件下需要暂定养护作业。

8.1.2 养护作业应设置必要的安全保护区。安全保护区应与通行车辆的车道明确区分，做到施工区与非施工区严格分开，主要采取以下措施：

- 1 应设置明确的交通标志和采取有效的安全措施；
- 2 作业区外围应采取必要的防护措施，防止坠落物或飞溅物伤及行人及车辆；
- 3 施工机具及材料必须置于安全保护区内。

8.1.3 加强对进入安全保护区作业人员的管理，防止意外发生。主要应采取以下措施：

- 1 应由专职安全管理人员对施工作业安全进行监督和交通疏导；
- 2 必须对养护作业人员进行安全教育和技术培训；
- 3 养护作业人员不得随意进出安全保护区，更不准随意变更安全保护区域；
- 4 养护作业人员应配备安全设施，主要包括具有反光功能的安全标志服、安全帽；从事电焊、切割、登高等特殊作业的施工人员应配备从事该工作的必备安全设施。

8.1.4 在发生迷雾、暴雨、台风、冰雪天气等恶劣气候时，应暂停养护作业。夜间施工时应按图 8.1.4 设置防护标志。



图 8.1.4 夜间作业灯光防护

8.2 交通安全措施

8.2.1 交通安全措施应以严格的安全防范与合理的交通疏导相结合为原则。在制定安全措施时既要考虑作业人员，又要考虑安全保护区外的车辆通过时的安全性和便利性。

8.2.2 半封闭交通安全保护区的布置

养护作业时的安全保护区共分为六个区域，按顺序分别为：警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区、终止区。

1 警告区（如图 8.2.2 所示）：警告区段应有显示前方正在进行作业的规范化的标志牌，警告区的长度应不小于 100m，并限速 20km/h。各标志牌之间的距离为 21m，标志牌应符合国家有关规定。



图 8.2.2 施工作业警告区

2 上游过渡区的长度按表 8.2.2-1 的规定取用。

表 8.2.2-1 上游过渡区长度表

限制车速 (km/h)	关闭车道宽度 (m)				
	2.5	3.5	3.75	7.5	11.25
15		10	13	20	30
20	10	10	15	25	35
40	30	30	40	70	100
60	60	60	90	150	240
80	120	180	210	300	480

3 缓冲区：位于上游过渡区及作业区之间的区段，为防止驾驶员一旦失误直接闯入作业区而设置的缓冲路段，其长度见表 8.2.2-2，缓冲区与上游过渡区应设路障。

表 8.2.2-2 缓冲区长度表

限制车速 (km/h)	15	20	40	60	80
缓冲区长度 (m)	30	40	80	120	100

4 养护维修作业区：作业区应留有人员和机具、材料等的出入口，出入口应设置作业区下游的末端，作业区两侧应有防护栏等防护与隔离措施。

5 下游过渡区和终止区：车辆驶离作业区旁侧的狭窄车道路段后，在标志牌的诱导下变换车道，恢复至原车道行驶，其长度视具体情况而定。

8.2.3 全封闭交通时的安全保护措施

1 在施工作业保护区前方的上引道入口处设置指示“前方施工，车辆禁入”等内容的标志并布置纠察。

2 在施工作业保护区前方的下引道出口处设置指示“前方施工，车辆禁入”等内容的标志并布置封交指示车辆及纠察，让主车道上的车辆由下引道行驶至旁侧道路。

8.3 流动作业要求

8.3.1 流动作业是指清扫车、牵引车、洒水车、冲水车、绿化养护车、吊车、登高车等施工车辆的行走作业。

8.3.2 车辆在流动作业时，必须遵守以下规定：

- 1 车辆必须开启双跳灯、警示灯或箭嘴式导向灯牌；
- 2 车辆不得随意变道、调头、倒车和逆向行驶；
- 3 车辆作业时，必须限速行驶，推荐限速如下：

- (1) 清扫车限速 5~10km/h；
- (2) 牵引车限速 20km/h；
- (3) 洒水车限速 10km/h；
- (4) 冲水车限速 5~10km/h；
- (5) 绿化养护车限速 5~10km/h；
- (6) 吊车、登高车等施工车辆限速 20km/h。

8.3.3 随车人员在流动作业时必须遵守以下规定：

- 1 一般不允许随车人员下车；
- 2 特殊情况，人员必须在车辆前方内侧作业，完成一段作业后，人员向前移动，施工车辆随即向前移动，确保施工作业空间；
- 3 下车作业人员必须特别加强自我保护意识，切勿随意走动。

流动作业安全保护区布置见附录 D 图 D-4。

9 异常气候及突发性事故的处理

9.1 一般规定

9.1.1 为确保上海市城市高架道路的正常、安全运行，必须建立异常气候、突发性事故的预防预警、应急处理的机制，实现防范系统化、决策科学化、指挥智能化、保障统筹化。

9.1.2 异常气候及突发性事故的处理一般包括：预警准备机制、应急启动机制、应急响应机制、后期处理机制等。

9.1.3 为了应对突发性事故（撞车、火灾、危险品泄漏等）和异常气候（雾天、冰雪、台风、暴雨等）造成的险情，应事先健全各级防灾组织，并规定各自的责任，有条件应进行模拟操作。

9.1.4 建立与灾害防治工作相适应的防灾害抢险指挥系统、抢险组织联络网。联络网应包括上级及有关抗灾、防灾领导组织，交警、消防、气象等有关单位。

9.1.5 应根据不同类型的自然灾害和突发性事故，按事先制订的经有关部门批准的各种排障、清理、抢险等应急预案和工作程序、紧急措施予以实施。

9.1.6 建立防灾抢险专用仓库，储备抢险抗灾及疏通交通的各类物资，并建立相应的台帐。对某些数量大、不宜多存的物资事先联系好定点的供应商，保证遇到突发性事故和灾害时及时供应。对抢险物资必须做好储备、更新、补充等管理工作。

9.1.7 高架道路上发生车辆故障、翻车、货物散落，管理部门应及时会同交警等有关部门赶赴现场进行处理，并安排牵引车及工程抢险车等清理事故现场，恢复交通以及修复被破坏的设施、设备。

9.1.8 在异常气候（雾天、冰雪、台风、暴雨等）过后，高架道路管理部门应迅速组织人力进行检查，及时清除障碍物，修复被破坏的设施、设备。

9.1.9 应急事件处置完毕后，应对处置情况进行事后评估。后评估应包括外部环境，事件叙述，人、机、材使用，应急预案处置优缺点等。并在总结后修正应急预案。

9.2 异常气候

9.2.1 异常气候分级 见表 9.2.1

1 一般（IV 级）蓝色级预警信息，由高架道路运行养护管理单位视情发布预警信息，宣布启动相应预案，并上报上海市市政工程管理处快速路应急指挥中心，上海市市政工程管理处快速路应急指挥中心应向上海市市政工程管理局应急指挥中心上报。

2 较大（III 级）黄色级、重大（II 级）橙色级，由上海市市政工程管理局、区（县）人民

政府按权属管理原则，视情发布预警信息，宣布启动相应预案，上报市应急办。

3 特大（Ⅰ级）红色级，由市应急办发布预警信息，宣布启动相应预案，上报建设部城市桥梁重大事故应急指挥小组，向下通知上海市市政工程管理局应急指挥中心启动相应预案。

表 9.2.1 异常气候分级表

事故类别	一般（Ⅳ级） 蓝色	较大（Ⅲ级） 黄色	重大（Ⅱ级） 橙色	特大（Ⅰ级） 红色
台风	24h 内可能受热带低压影响，平均风力可达 6 级以上，或阵风 7 级以上；或者已经受热带低压影响，平均风力为 6~7 级，或阵风 7~8 级并可能持续。	24h 内可能受热带风暴影响，平均风力可达 8 级以上，或阵风 9 级以上；或者已经受热带风暴影响，平均风力为 8~9 级，或阵风 9~10 级并可能持续。	12h 内可能受强热带风暴影响，平均风力可达 10 级以上，或阵风 11 级以上；或者已经受强热带风暴影响，平均风力为 10~11 级，或阵风 11~12 级并可能持续。	6h 内可能或者已经受台风影响，平均风力可达 12 级以上，或者已达 12 级以上并可能持续。
暴雨		6h 降雨量将达 50mm 以上，或者已达 50mm 以上且降雨可能持续。	3h 降雨量将达 50mm 以上，或者已达 50mm 以上且降雨可能持续。	3h 降雨量将达 100mm 以上，或者已达 100mm 以上且降雨可能持续。
大雾			6h 内可能出现能见度小于 200m 的浓雾，或者已经出现能见度小于 200m 的浓雾且可能持续。	2h 内可能出现能见度小于 50m 的强浓雾，或者已经出现能见度小于 50m 的强浓雾且可能持续。
冰雹			6h 内可能出现冰雹伴随雷电天气，并可能造成雹灾。	2h 内出现冰雹伴随雷电天气的可能性极大，并可能造成重雹灾。
雪灾		12h 内可能出现对交通或农业有影响的降雪。	6h 内可能出现对交通或农业有较大影响的降雪，或者已经出现对交通或农业有较大影响的降雪并伴有积雪，且可能持续。	2h 内可能出现对交通或农业有很大影响的降雪，或者已经出现对交通或农业有很大影响的降雪并伴有 5cm 以上积雪，且可能持续。
道路结冰		12h 内可能出现对交通有影响的道路结冰。	6h 内可能出现对交通有较大影响的道路结冰。	2h 内可能出现或者已经出现对交通有很大影响的道路结冰。

9.2.2 雾天

1 出现雾后，应在交通情报板上及时显示“雾天慢行”，并根据能见度情况显示限速要求，必要时应封闭交通。

2 监控人员加强路况数据统计，并对交通运行情况加强监视，力求最早发现拥堵原因，并及时调度牵引排堵力量进行交通疏通，确保交通畅通。

3 牵引排堵力量按交通最高峰状况配置，加强牵引后备力量，做到发生事故及时到达，及时排堵。

4 养护人员加强设施巡视，如发现抛锚或事故车辆应立即通知牵引车进行牵引，发现影响交通安全的设施损坏立即进行抢修。

9.2.3 冰雪天

1 应根据气象资料和高架道路各路段的结构特点，行车条件，交通特点等情况，制定应对冰雪天的应急预案。

2 进入冬季（12 月 1 日）前，应更新应急预案，明确应对冰雪天的指挥系统、抢险组织联络网，落实应急队伍、应急物资和应急设备。

3 应急队伍应包括上高架道路进行人工除冰的施工人员和使用抢险设备的各类驾驶员等。

4 应急物资应包括扫帚、铁镐、铁锹、草包、手套、雨衣、盐等。

5 应急设备应包括清扫车、洒盐车、封道车、牵引车、吊车等。

6 当气温低于 0℃，但降雪量不大，仅少量积雪时宜采用清扫除雪：

（1）6：00～22:00 动用清扫车，对高架主线、上下匝道的积雪进行循环清扫，并通过监控系统向行驶车辆发出限速指令；

（2）22:00～凌晨 6:00 逐段关闭高架道路（以两个同向上下匝道为一个路段）、清扫匝道及主线上的积雪。

清扫时，扫雪方向与行车方向一致，车速应控制在 5km/h。清扫宜采取先匝道后主道的方法，首先确保在同一方向有一条车道畅通。

7 当气温低于 -6℃，降雪量较大，路面开始结冰，道路通行条件趋于恶化时，宜采用融化冰雪的方法：

封锁高架道路所有的上匝道，出动洒水车洒盐水或洒水车喷洒融雪剂，严格控制盐用量。消冰盐用量和使用条件按表 9.2.3 规定：

表 9.2.3 消冰盐参考用量表

桥面气温(℃)	结构类型	消冰盐类型	用量(g/m ²)
0~-6	混凝土结构	NaCl	25
≤-6	混凝土结构	3:1 的 NaCl 和 CaCl ₂ 混合液	20
0~-9	钢结构	尿素	16

应标定各个洒盐车的喷洒速度与施工车速，喷洒时行车速度不宜超过 8km/h。

9.2.4 暴雨、台风

1 管理单位必须在汛期前成立防汛抗台领导小组，并制定防汛通讯联络网。

2 汛期前应对高架的排水设施进行一次全面疏通，包括进水口、过水口、排水管、集水井、地面下水道、地面窨井等设施，确保排水畅通。

3 汛期前应对高架附属设施（包括路牌、防噪屏等设施）、变电站、防汛仓库进行全面安全检查，如发现有隐患立即整改处理。

4 中央监控室每天收听气象广播、气象警报，并做好记录，当收到暴雨台风消息后立即通知防汛抗台领导小组责任人，接收行业管理部门指令后立即启动预案，实时收听气象情况，并对潮汛、台风的风速、走向、影响范围等资料进行详细记录。

5 在暴雨、台风降临时，做到加强巡视，检查暴雨、台风对设施的损害情况及高架道路的运

行情况，发现险情及时处置，并立即向行业管理部门通报。

6 所有防汛人员到岗就位，采取轮班休息，24 小时守岗，做到水不退人不撤。

7 当台风来临时，应及时在信息情报板发出警告信息（如“台风，减速慢行”等），并按表 9.2.4 规定显示限速要求。

表 9.2.4 信息情报板的限速要求

风速(m/s)	风中限速(km/h)	风雨中限速(km/h)	备 注
19	60	50	1. 风速为 20 分钟平均风速。 2. 风速大于 21m/s 时，禁止货运车在高架道路上行驶。
21	50	40	
23	40	30	
25	封路	封路	

9.3 突发性事故

9.3.1 交通事故

1 高架道路养护管理部门实行 24h 值班制，当接到事故报告，牵引车应在 15 分钟内赶到现场及时牵引事故车辆，并做好事故清场工作。

2 一般、较大交通事故的处理

（1）一般事故指肇事情况影响了某一个方向的某一车道通行，已引起交通拥堵、发生人员轻伤、发生一定面积污染或设施损坏的事故。

（2）较大事故指肇事情况影响了整个一个方向或两个方向的通行，已引起交通拥堵或堵塞、发生人员重伤或死亡、发生大面积污染或设施严重损坏的事故。

中央监控室接到事故报告后，及时安排抢险人员及相应的抢险设备于 15 分钟内赶赴现场。抢险人员到达现场后，全力配合交警部门做好交通排堵和伤员抢救工作。牵引车将肇事车辆牵走后，抢险人员一般情况下于 1 小时内将现场清理完毕。对交通事故引起的设施损坏，牵引人员对肇事者进行处理或登记，记录车主、车牌、驾驶员姓名和事件经过。管理部门及时安排作业人员做好设施修复工作。

3 重、特大交通事故的处理

重大交通事故是指死亡 3 人以上、重伤 11 人以上、对桥梁、隧道、高架道路构造物的结构造成严重破坏或交通中断。

中央监控室接到事故报告后，及时安排抢险人员及相应的抢险设备于 15 分钟内赶赴现场。抢险人员到达现场后，全力配合交警部门做好交通疏导和伤员抢救工作，必要时封闭交通。养护公司根据设施损坏的种类和程度通知业主，并及时安排作业人员做好设施修复工作。结构损伤严重

的，还应邀请专家团对病害进行技术会诊或委托专业设计。对于重特大交通事故，中央监控室应在两小时内写出书面报告报业主等相关单位。

9.3.2 地震

1 中央监控室收到地震信息后，应立即通知应急处置领导小组，并了解地震的震中距离、震级等信息。

2 应急处置领导小组立即启动应急预案，组织抢险队伍，有序进行人员疏散及处置方案，并对高架设施进行全面巡视。

3 中央监控室通过各种通讯工具及时与应急处置领导小组与抢险队伍保持联络。应急抢险队伍 24 小时在基地待命，随时准备应对设施损坏的抢险工作。

4 巡视人员在震时 24 小时连续对高架及附属设施（包括变电站设施）进行巡视，一旦发现险情立即通知应急处置领导小组，启动应急队伍抢险。可行驶车辆停放在空旷场地，以保证抢险专用。

5 应急处置领导小组立刻组织有关技术人员检查大桥主结构受损程度，如发现结构有明显损坏，根据情况会同公安交警控制车辆通行，确保行车安全，不使损失扩大，同时报业主决策；如高架道路结构有较大损伤，则采取果断措施请示有关部门提出封闭高架交通的要求，迅速提出进一步行动方案。

6 地震停止后，立即进行安全检查和修复工作。

9.3.3 火灾

1 当中央监控室发现高架道路上行驶的车辆发生火灾，应立即通知应急处置领导小组并迅速启动应急抢险队伍和调度抢险车辆。与此同时，通知交警维持交通和拨打“119”联系消防部门，请示援助。

2 接到行驶中车辆火灾的信息，应急抢险队伍应立即赶赴现场。如是车辆货物起火，抢险人员到达现场即刻疏散车上人员并采取灭火措施，维护现场秩序，控制火势发展；如是车辆内部起火，应立即疏散车上人员，指定人员用灭火器对油箱降温，防止油箱爆炸。

3 火灾现场的抢险工作，应绝对听从消防部门和公安交警的现场指挥，切忌盲目行动，如翻动起火货物或车辆内部发动机罩盖等，以免扩大火势或造成不必要的伤亡。

4 火灾事故抢险完毕后，应组织人员清理现场，做好事故、事件的情况记录，并上报业主和有关部门。事后对使用过的消防设备立即给予增补整理，保证设备完好齐全。

9.3.4 危险品泄漏

1 中央监控室发现装有危险品车辆上高架道路或接到各类事故发生的报告，应立即通知应急抢险队伍赶赴现场，查看事故对高架环境因素的影响程度，采取有效的抢险措施，与此同时，通知交警维持交通和拨打“119”联系消防部门，请示援助。

2 应急抢险队伍发现车辆泄漏的化学品或其他危险品，应立即隔离车道，不得擅自处理，待消防等有关专业部门统一处理。

3 遇到事故严重影响高架道路交通时，中央监控室应立即利用可变情报板发布信息，并提示原因。

4 中央监控室发现车辆有大量散件货物跌落或其他大批污染物飞扬，应立即指挥应急抢险队伍赶赴现场，清除散落货物或其他污染物，确保高架道路畅通，整洁、美观，并妥善保管散件货物，主动联系失主。

5 遇到各类事故，应急队伍接到指令后，应确保 15 分钟到现场，并立即清除影响交通的物件。如遇设施严重受损或重大事故，应先维持秩序，保护现场，听从交通管理等职能部门的指挥，尽可能保持交通。中央监控室同时通知值班人员、交通管理部门到现场，做进一步处理，同时立即向业主和上级公司汇报。

9.3.5 结构受损

1 上海的高架道路是由连续的桥梁形式所构成的通行机动车的专用道路，桥面通行快速交通的同时，桥下的地面道路作为城市主干道也有较高的交通流量。因此，在日常运营中，高架道路的立柱、盖梁甚至部分主梁都易受到行驶车辆的撞击，引起结构受损，从而影响设施结构安全。

2 结构受损的突发事件信息通过监控信息系统、巡视车、牵引车、交警、电话、市民反映等渠道来收集。

3 一般情况：肇事车辆对结构非正面碰撞造成设施挫伤，拉伤，且仅其混凝土保护层发生碎裂，剥落现象。对此情况，养护单位立即安排力量修补，确保设施完好。

4 重大情况：结构受肇事车辆正面碰撞或被撞后结构的主筋出现破坏、发生深度超过混凝土保护层的裂缝等情况。对此，养护单位应立即上报业主，用无损检测仪器对设施病害进行检测，用测量仪器对设施进行一段时期的连续观测。明确修补方案后，由养护单位实施。

5 特大情况：设施被撞后，出现歪斜、断裂、贯穿性裂缝，并有进一步损坏的趋势。对此情况，养护单位应立即上报业主和相关单位，用支撑设备控制结构的进一步损坏，用无损检测仪器对设施病害进行检测，用测量仪器对设施进行连续观测，对交通安全有影响的则根据实际情况提出限载或暂时控制交通的建议，并组织专家会制定专项方案后实施。

6 高架道路结构被撞应急流程见图 9.3.5

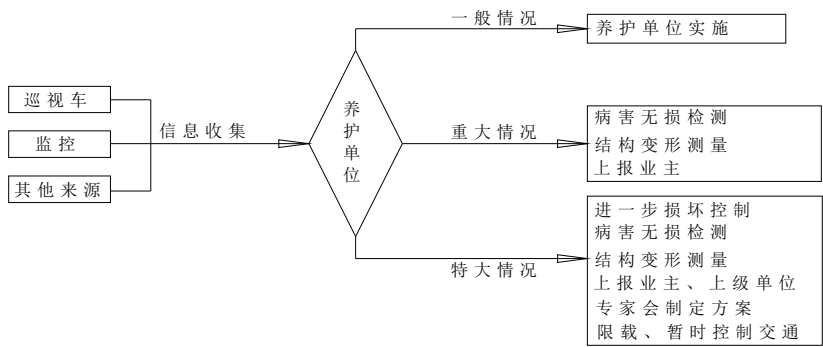


图 9.3.5 高架道路结构被撞应急流程示意图

9.3.6 突发性事件分级 详见表 9.3.6

1 一般（IV级）蓝色级预警信息，由城市桥梁、隧道、高架道路运行养护管理单位视情发布预警信息，宣布启动相应预案，并向市市政管理处应急指挥中心上报。市市政管理处应急指挥中心应向市市政工程工程管理局应急指挥中心上报。

2 较大（III级）黄色级、重大（II级）橙色级，由市市政局、区（县）人民政府按权属管理原则，视情发布预警信息，宣布启动相应预案，上报市应急办。

3 特大（I级）红色级，由市应急办发布预警信息，宣布启动相应预案，向上报建设部城市桥梁重大事故应急指挥小组，向下通知市市政工程管理局应急指挥中心启动相应预案。

表 9.3.6 突发性事件分级表

序号	事故类别	一般（IV级） 蓝色	较大（III级） 黄色	重大（II级） 橙色	特大（I级） 红色
1	路面系损坏	大面积损坏，严重影响交通。	路面系塌陷，损坏严重；交通通行中断。	路面系严重塌陷，短期内无法修复；交通中断和人员伤亡。	
2	主体结构损坏	结构部分损坏，严重影响交通。	结构损坏较重，对交通通行造成较大影响，可能危及车辆和市民安全。	结构严重损坏，危及设施安全，交通中断；部分设施、桥跨坍塌。	1、高架道路的结构损坏严重，严重威胁设施安全。 2、高架道路坍塌导致死亡和失踪人员 30 人以上。
3	附属设施损坏	部分损坏，严重影响交通。	损坏较重，对交通通行造成较大影响，可能危及车辆和市民安全。	损坏严重，交通中断。	
4	附属管线损坏	部分损坏，严重影响交通。	管线严重损坏，对路面造成严重破坏；周边地区交通受到严重影响，部分交通中断。	管线断裂，对路面造成完全损坏，短时期内无法修复；大面积交通中断。	
5	由交通事故引发设施损坏及人员伤亡	1、重伤 1~2 人。 2、轻伤 3 人以上。 3、财产损失不足 3 万元。 4、对高架道路设施造成的损坏情况较轻。 5、轻微影响交通。	1、死亡 1~2 人。 2、重伤 3 人以上 10 人以下。 3、财产损失 3 万元以上不足 6 万元。 4、对高架道路设施造成的损坏情况较重。 5、影响车辆通行情况较为严重。	1、死亡 3 人以上。 2、重伤 11 人以上。 3、死亡 1 人，同时重伤 8 人以上。 4、死亡 2 人，同时重伤 5 人以上。 5、财产损失 6 万元以上。 6、对高架道路构造物的结构造成严重破坏。 7、交通中断。	1、死亡和失踪人员 30 人以上。
6	地震	烈度Ⅳ度（含）以下，有明显震感，基本无人员伤亡。	烈度Ⅴ~Ⅵ度，有人员伤亡，造成一定的经济损失。	烈度Ⅶ度，有重大人员伤亡，造成重大经济损失。	烈度Ⅷ（含）以上，有重大人员伤亡，造成重大经济损失。
7	火灾事故（含社会安全事件）	发生火灾，部分设施损坏，影响交通。	发生火灾，造成大面积设施损坏，严重影响交通。	发生火灾，设施损坏严重，造成交通长时间中断。	发生火灾，设施结构严重损坏，造成交通完全中断。

8	爆炸事故（含社会安全事件）		发生爆炸，造成大面积设施损坏，严重影响交通。	发生爆炸，设施损坏严重，造成交通长时间中断。	发生爆炸，设施结构严重损坏，造成交通完全中断。
9	化学品泄漏事故（含社会安全事件）		发生化学品泄漏，严重影响交通，威胁车辆和人员安全。	发生化学品泄漏，交通长时间中断，造成人员伤亡。	发生化学品泄漏，交通完全中断，造成重大人员伤亡。

10 设施技术资料管理

10.1 一般规定

10.1.1 良好完整的信息资料是高架道路有效管理和养护的必备条件，为此，高架道路养护管理单位对管辖范围内的高架道路应保留一份完整、精确的记录。管理养护实际需要而没有图档资料的，应通过现场调查，补绘图纸。

10.1.2 信息资料应包含高架道路的积累信息（包括结构的完整历史，损伤以及对设施的所有加固和修理）。记录还应提供结构承载能力信息，包括确定限载吨位值的计算方法。

10.1.3 信息资料分成通常不会改变的基础数据、现场检测的历史更新数据和从基础数据及检测数据推得的数据三大类。

10.1.4 为了有效利用相关的信息和数据，养护管理单位应建立相应的信息管理系统，该系统应包含以下主要功能：能反映高架道路设施实际情况的静态信息；能反映高架道路不断更新、变更的动态信息；能反映高架道路相关的统计数据信息；能对高架道路积累的各类养护运行信息的查询。

10.2 信息的组成

10.2.1 图纸资料

- 1 施工方案图：清楚可读的反映施工情况或养护维修方案的图纸。
- 2 加工与施工详图：经批准用于施工或修理的加工详图。
- 3 最终的竣工图纸：应显示设施完工状态，并带有负责、记录人员的个人签名。

10.2.2 使用的规范

高架道路信息记录应该包含建造时所使用规范名称的完整复件。使用一般技术规范的地方，应包含所插进的特殊技术条款。一般技术规范的版本和日期应记入记录。

10.2.3 通讯记录

包括所有永久信件、留言条、项目完成的公告、建造过程中日志、电话留言和所有其它直接与高架道路相关的信息，并应按时间顺序列出。

10.2.4 照片及影像资料

包括工程施工和重要养护施工作业过程中所记录的施工照片及影像资料，并能显示设施设备重要特征或工程缺陷问题。

10.2.5 材料与试验

- 1 材料证明：在施工中采用材料的类型、等级和质量的所有证明，如混凝土坍落度和其它

制造者的证明；

- 2 材料试验数据: 施工中采用的材料无损检测和实验室试验的报告；
- 3 荷载试验数据: 工程的现场荷载试验的报告。

10.2.6 其他静态信息资料

- 1 设施名称: 设施规划、设计时对设施的命名。
- 2 结构编号: 由养护管理部门赋予结构的正式编码号。
- 3 建造年份: 设施建造年份或重建与改建的年份。
- 4 设施位置: 精确的设施地理位置。
- 5 结构描述: 简短的关于结构类型的永久数据。包括结构类型, 承台类型, 桩基类型。
- 6 桥跨数量及跨长: 高架道路的跨数和精确到 cm 的每跨跨长。
- 7 设施长度: 精确到 cm 的高架道路长度。
- 8 道路宽度: 包括防撞墙厚度的整个桥面宽度及平面布置。
- 9 桥面结构: 桥面磨耗层的类型和厚度以及防水层的类型。
- 10 防撞栏: 防撞栏的材料、类型和几何尺寸。
- 11 设施荷载: 设施规划、设计时要求达到的荷载。
- 12 交叉特征: 列出设施跨越的设施以及主要障碍, 例如跨越铁路、江河等。

10.2.6 动态信息资料

1 养护和维修历史: 应包含从设施投运开始按时间顺序发生的养护和修理的完整记录, 包括诸如日期、项目描述、承包商、成本、合同编号和其它项目相关的明细数据。

2 涂层历史

设施使用的表面保护涂层的施工方法、涂层厚度、类型等历史变更信息。

3 重大事件记录

应收录高架道路发生的各类重大事故及重大突发事件发生的细节, 包括日期、事故描述、损坏和修理构件的编号以及调查报告。

4 交通数据

应记录车流量历年变化及分析情况, 包括设备自动检测和组织专人定期在高架道路进行的交通量观测资料。

5 检测历史

应记录高架道路的所有检测信息, 包括日期, 检测类型, 原始检测报告及采集到的相关数据。

附录 A 常规巡视检查表格

附表 A-1 高架道路主桥面日巡视内容

高架名称：

天气： 晴、阴、雨、雪

序号	检查内容	病害内容、损坏部位、缺陷情况							备注
1	桥面铺装	裂缝							
		坑槽							
		波浪							
		拥包							
		其他							
2	伸缩装置	过渡段碎裂							
		错台							
		型钢跳动							
		翘起、断裂							
		积泥							
		其他							
3	进水口	缺盖							
		损坏							
		堵塞							
		歪斜							
		其他							
		错位							
		锈蚀							
		其他							

续附表 A-1 高架道路主桥面日巡视内容

高架名称：

天气： 晴、阴、雨、雪

序号	检查内容	病害内容、损坏部位、缺陷情况							备注
4	防撞墙	碎裂							
		缺角							
		露筋							
		擦痕							
		其他							
5	隔离墩	断裂							
		缺角							
		露筋							
		擦痕							
		其他							
6	移动门	未关闭							
		构件损坏							
		倾斜、倾倒							
		其他							
7	声屏障	玻璃碎裂							
		构件损坏							
		嵌条损坏							
		晃动							
		其他							

续附表 A-1 高架道路主桥面日巡视内容

高架名称：

天气： 晴、阴、雨、雪

序号	检查内容	病害内容、损坏部位、缺陷情况							备注
8	栏杆	损坏							
		脚柱脱落							
9	防眩屏、标牌	缺损							
		歪斜							
		其他							
10	缓冲水箱、诱导器、各类箱盖	缺损							
		错位							
		其他							
11	情报板、限速板	失亮							
		缺字							
		内容不正确							
		其他							

巡视人：

巡视日期：

附表 A-2 地面所属区域及保护区周巡视表

高架名称:

天气: 晴、阴、雨、雪

序号	检查内容	病害内容、损坏部位、缺陷情况							备注
1	窨井、进水口	结泥超标							
		堵塞							
		缺盖							
		损坏							
		其他							
2	下水道	结泥超标							
		堵塞、满溢							
		其他							
3	立柱	裂缝							
		碎裂							
		露筋							
		其他							
4	道路	裂缝							
		坑槽							
		波浪							
		拥包							
		其他							

续附表 A-2 地面所属区域及保护区周巡视表

高架名称:

天气: 晴、阴、雨、雪

序号	检查内容	病害内容、损坏部位、缺陷情况							备注
5	人行道	碎裂							
		缺损							
		沉陷							
		其他							
6	隔离栏杆	缺损							
		歪斜							
		锈蚀							
		其他							
7	绿化	脏乱							
		死亡							
		缺损							
		病虫害							
		其他							
8	设施被侵害等	环境脏乱差							
		设施被占用							
		设施区域有非法 施工							
		其他							

巡视人:

巡视日期:

附表 A-3 高架道路匝道、立交巡视表

高架名称:

天气: 晴、阴、雨、雪

序号	匝道名称	病害详细情况	序号	匝道名称	病害详细情况
1	娄山关路北下匝道		21	石门一路南上匝道	
2	娄山关路南上匝道		22	西藏路北上匝道	
3	虹许路北下匝道		23	西藏路南下匝道	
4	虹许路南上匝道		24	福建路北上匝道	
5	虹许路北上匝道		25	福建路南下匝道	
6	虹许路南下匝道		26	延安东路北上匝道	
7	虹井路南上匝道		27	延安东路北下匝道	
8	沪青平公路北下匝道		28	延安东路南下匝道	
9	虹桥机场专用下匝道		29	江西路南上匝道	
10	茂名南路北上匝道				
11	茂名南路南下匝道			延中立交 8 只	
12	华山路北下匝道		1	南北东侧进延安南侧	
13	华山路南上匝道		2	南北东侧进延安北侧	
14	江苏路北下匝道		3	南北西侧进延安南侧	
15	江苏路南上匝道		4	南北西侧进延安北侧	
16	江苏路北上匝道		5	延安南侧进南北东侧	
17	江苏路南下匝道		6	延安南侧进南北西侧	
18	凯旋路北下匝道		7	延安北侧进南北东侧	
19	凯旋路南上匝道		8	延安北侧进南北西侧	
20	石门一路北下匝道				

检查内容: 1 桥面铺装, 2 伸缩缝, 3 进水口, 4 防撞墙, 5 隔离墩, 6 移动门, 7 声屏障, 8 栏杆, 9 防眩屏、标牌, 10 缓冲水箱、诱导器、各类箱盖, 11 情报板、限速板, 12 其他

巡视人:

巡视日期:

附表 A-4 高架道路定期检查表

高架道路名称					
路段名称			养护单位		桩位编号
序号	部件名称	缺损位置	缺损状况 (类型、性质、范围、程度)		照片或简图 (编号/年)
1	挡墙				
2	立柱				
3	承台、基础				
4	混凝土主梁				
5	混凝土盖梁				
6	钢结构				
7	重要支座				
8	桥面铺装				
9	引道				
10	伸缩缝				
11	防撞墙、隔离墩				
12	栏杆				
13	进水口				
14	立管				
15	地面下水道窰井				
16	调治构造物				
17	其他				
检查日期			检查人		
检查 综合 意见	<div style="text-align: right;">报告人: 日期:</div>				
审定 意见	<div style="text-align: right;">审定人: 日期:</div>				

附录 B 高架道路构件损坏评价分级

附表 B-1 上部结构各构件损坏评价分级

	损坏类型	定义	损坏评价					说明
钢结构物	变色起皮	钢结构物表面油漆变色或漆皮隆起	程度		无	0-30%	>30%	变色起皮的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
	剥落	钢结构物表面油漆剥落	程度		无	0-10%	>10%	剥落的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
	一般锈蚀	钢结构物表面出现锈斑	程度		无	0-10%	>10%	一般锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
	锈蚀成洞	钢结构物生锈并被洞穿	程度		无	1 个	1 个以上	“无”指钢结构物没有出现锈蚀成洞；“1 个”指钢结构物局部位置出现 1 个锈蚀成洞；“大量”指钢结构物出现 1 个以上的锈蚀成洞*
	焊缝裂纹	钢结构物上的焊缝出现裂纹	程度		无	少量	严重	“无”指焊缝没有裂纹；“少量”指焊缝裂纹≤10%；“严重”指焊缝有>10%的裂纹
	焊缝开裂	钢结构物上的焊缝开裂	程度		无	少量	严重	“无”指焊缝没有出现开裂；“少量”指焊缝有≤10%的开裂；“严重”指焊缝有>10%的开裂*
	铆钉损失	钢结构物上的铆钉损坏或丢失	程度		无	0-20%	>20%	损失的铆钉数占所有铆钉总数的比例*
	螺栓松动	钢结构物上的螺栓出现松动	程度		无	少量	大量	“无”指没有螺栓出现松动；“少量”指≤20%螺栓出现松动；“大量”指>20%螺栓出现松动*
PC 或 RC 梁式构件	表面网状裂缝	梁表面出现网状裂缝	程度	无	0-3%	3-10%	>10%	网状裂缝的总面积占整个梁底表面积的百分比
	混凝土剥离	梁表面混凝土破裂脱落	程度	无	0-1%	1-2%	>2%	混凝土剥离的总面积占整个梁底表面积的百分比
	露筋锈蚀	梁表面混凝土脱落后露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	程度	无	0-1%	1-2%	>2%	出现露筋锈蚀的总面积占整个梁底表面积的百分比*
	梁体下挠	梁体向下弯曲	程度		无	轻微	明显	“无”指梁体没有出现下挠；“轻微”指梁体出现轻微下挠但不超过允许值；“明显”指梁体明显下挠超过允许值*
	结构裂缝	梁体由于受力而产生的裂缝	程度		无	明显	严重	“无”指没有出现结构裂缝；“少量”指结构裂缝未超过允许值；“大量”指结构裂缝超过允许值*
	裂缝处渗水	梁体裂缝处有渗水痕迹	程度		无	轻微	严重	“无”指裂缝处没有渗水痕迹；“轻微”指裂缝处轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指裂缝处严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显
横向联系	横隔板网裂面积	横隔板表面网状裂缝的面积	程度	无	0-10%	10-20%	>20%	横隔板网裂总面积占整个横隔板表面积的百分比
	横隔板剥落露筋	横隔板表面混凝土剥落露出内嵌的钢筋	程度	无	0-5%	5-10%	>10%	横隔板剥落露筋总面积占整个横隔板表面积的百分比
	连接件脱焊松动	连接件从焊接处脱落而产生松动	程度	无	0-5%	5-10%	>10%	产生脱焊松动的连接件数占所有连接件总数的百分比
	连接件断裂	连接件出现断裂	程度	无	0-5%	5-10%	>10%	产生断裂的连接件数占所有连接件总数的百分比
	梁体异常振动	梁体出现非正常的振动	程度		无	轻微	严重	“无”指梁体没有异常振动；“轻微”指梁体有轻微的异常振动，这种振动不易被感知；“严重”指梁体出现明显的异常振动*
防落梁装置	有无落架趋势	由于防落梁装置的作用而使桥梁结构有或无落架的趋势	程度		无	有	严重	“无”指桥梁结构没有落架的趋势；“有”指桥梁结构有落架的趋势，但暂时还没有危及桥梁结构的安全；“严重”指桥梁结构有落架的趋势，且严重危及桥梁结构的安全*

	牛腿表面 损伤	防落梁装置的牛腿表面被损坏	程度		无	剥离	锈蚀	“无”指牛腿表面没有损伤；“剥离”指牛腿表面混凝土破损脱落，但没有露出内嵌的钢筋；“锈蚀”指牛腿表面混凝土破损脱落，露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀
	伸缩缝处 渗水	防落梁伸缩缝处有渗水的痕迹	程度		无	轻微	严重	“无”指伸缩缝处没有渗水痕迹；“轻微”指伸缩缝处轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指伸缩缝处严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显
	钢锚板	防落梁装置上起锚固作用的钢板	程度		完好	锈蚀	锈蚀且削弱截面	“完好”指钢锚板没有出现任何损坏；“锈蚀”指钢锚板锈蚀不严重，只是表面出现锈斑；“锈蚀且削弱截面”指钢锚板锈蚀严重，锈蚀位置因生锈腐蚀而变薄

附 B-2 下部结构各构件损坏评价分级

	损坏类型	定义	损坏评价					说明
台帽盖梁	网状裂缝	台帽盖梁表面产生网状裂缝	程度	无	0-3%	3-10%	>10%	网状裂缝的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
	混凝土剥离	台帽盖梁表面混凝土破裂脱落	程度	无	0-1%	1-2%	>2%	混凝土剥离的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
	露筋锈蚀	台帽盖梁表面混凝土脱落后露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	程度	无	0-1%	1-2%	>2%	露筋锈蚀的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
	结构裂缝	台帽盖梁由于受力而产生的裂缝	程度		无	明显	严重	“无”指没有出现结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许限值；“严重”指结构裂缝宽度大于允许限值
	裂缝处渗水	台帽盖梁裂缝处有渗水痕迹	程度		无	轻微	严重	“无”指裂缝处没有渗水痕迹；“轻微”指裂缝轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指裂缝严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显
墩台身	墩身水平裂缝	桥墩或桥台表面出现与水平面大致平行的裂缝	程度		无	非贯通	贯通	“无”指墩身没有水平裂缝；“非贯通”指墩身的水平裂缝没有相互连接形成环绕整个墩身的水平贯通裂缝；“贯通”指一定数量的墩身水平裂缝相互连接形成环绕整个墩身的水平贯通裂缝
	墩身纵向裂缝	桥墩或桥台表面出现与水平面大致垂直的裂缝	程度		无	非贯通	贯通	“无”指墩身没有纵向裂缝；“非贯通”指墩身的纵向裂缝没有相互连接形成至上而下贯通整个墩身的裂缝；“贯通”指一定数量的墩身纵向裂缝相互连接形成至上而下贯通整个墩身的裂缝
	墩台成块脱落	墩台表面混凝土成块破损并脱落	程度	无	0-1%	1-2%	>2%	墩台成块脱落的总面积占整个墩台身表面积的百分比
	框架式节点	桥墩或桥台身上框架式的节点构件	程度		完好	微裂	贯通	“完好”指框架式节点没有出现任何损坏；“微裂”指框架式节点上出现轻微的裂缝；“贯通”指框架式节点上出现贯通的裂缝
	桥墩位置	桥墩或桥台的位置形态	程度		正确	倾斜	严重倾斜	“正确”指桥墩位置形态一切正常；“倾斜”指桥墩出现一定的倾斜，但无倾覆的危险；“严重倾斜”指桥墩倾斜严重，有倾覆的危险*
支座	支座固定螺栓	用于固定支座的螺栓	程度		完好	松动	锈蚀	“正确”指支座固定螺栓没有出现任何损坏；“松动”指支座固定螺栓出现松动；“锈蚀”指支座固定螺栓产生锈蚀
	钢支座	钢材料类支座	程度		完好	松动	锈蚀	“完好”指钢支座完好，没有出现任何损坏；“松动”指钢支座出现松动；“锈蚀”指钢支座产生锈蚀
	橡胶支座	橡胶材料类支座	程度		完好	变形	开裂	“完好”指橡胶支座没有出现任何损坏；“变形”指橡胶支座变形超过设计允许值；“开裂”指橡胶支座有裂缝
	支座底板混凝土	支座底部的水泥混凝土板	程度		完好	锈蚀	碎裂	“完好”指支座底板混凝土没有出现任何损坏；“锈蚀”指支座底板混凝土破损脱落，露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀；“碎裂”指支座底板混凝土破损严重，开裂成碎块
	支承稳定性	支座的支承稳定性	程度		稳定	不稳	落梁危险	“稳定”指支座对梁的支承很稳定；“不稳”指支座对梁的支承不是很稳定，有一定的松动；“落梁危险”指支座对梁的支承很不稳定，有落梁的危险*

基础	混凝土桩	桥梁基础下混凝土桩的情况	程度		完好	直径减小	锈蚀	“完好”指混凝土桩完好无损；“直径减小”指混凝土桩被损坏而使其直径减小，但未露钢筋；“锈蚀”指混凝土桩被损坏露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀
	基础移动	桥梁基础的位置形态	程度		无	倾斜	坍塌变形	“无”指基础没有出现任何移动；“倾斜”指基础出现轻微倾斜，但还没有出现坍塌变形；“坍塌变形”指基础倾斜严重，出现坍塌变形*
耳背翼墙	剥离脱落	耳墙、台背、翼墙表面的混凝土破损脱落	程度		无	轻微	严重	“无”指耳背翼墙表面的混凝土没有剥离脱落；“轻微”指耳背翼墙表面的混凝土剥离脱落 $\leq 20\%$ ；“严重”指耳背翼墙表面的混凝土出现 $>20\%$ 面积剥离脱落
	翼墙前结合处	翼墙与桥台结合处情况	程度		完好	开裂	脱开	“完好”指翼墙与桥台结合处完好；“开裂”指翼墙与桥台结合处出现开裂，但没有完全脱开；“脱开”指翼墙与桥台结合处完全脱开
	挡土功能	耳墙、台背、翼墙挡土功能的情况	程度		完好	失去部分	完全散失	“完好”指耳背翼墙挡土功能完好；“失去部分”指耳背翼墙失去部分挡土功能；“完全散失”指耳背翼墙完全失去挡土功能
	翼墙大贯通缝	贯通整个翼墙的裂缝	程度		无	少量	大量	“无”指翼墙没有出现大贯通缝；“少量”指翼墙出现 1~5 个贯通缝；“大量”指翼墙出现超过 5 个的大贯通缝

附 B-3 桥面系各构件损坏评价分级

	损坏类型	定义	损坏评价					说明
桥面铺装	网裂或龟裂	桥面产生交错的网状裂缝,把桥面分割成网状的碎块	程度	无	0-3%	3-10%	>10%	网裂或龟裂的总面积占整个桥面铺装面积的百分比
	碎裂或破碎	桥面出现成片裂缝,缝间路面已裂成碎块	程度	无	0-3%	3-5%	>5%	碎裂或破碎的总面积占整个桥面铺装面积的百分比
	坑槽	桥面材料散失后形成凹坑,但没有贯穿桥面	程度	无	0-3%	3-5%	>5%	坑槽总面积占整个桥面铺装面积的百分比
	洞穴	桥面开裂或破损形成贯穿桥面铺装层的洞穴	程度	无	1 个	2 个	3 个	洞穴总面积占整个桥面铺装面积的百分比
	波浪及车辙	桥表面有规则的纵向起伏或局部拥起及沿轮迹处的路表凹陷	程度	无	0-3%	3-10%	>10%	出现波浪及车辙的总面积占整个桥面铺装面积的百分比
	桥面贯通横缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向可能贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	程度		无	半贯通	贯通	裂缝在垂直于桥面道路中线方向的贯通程度
	桥面贯通纵缝	与桥面道路中线大致平行并且在纵向可能贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	程度		无	半贯通	贯通	裂缝在平行于桥面道路中线方向的贯通程度
桥头平顺	桥头沉降	桥梁与道路连接处形成高差	程度		无	轻微	明显	“无”指桥梁与道路连接平顺,目测不出高差;“轻微”指桥梁和道路连接有高差,高差未超过《城市桥梁养护技术规范》中 5.2.6 条限值;“严重”指桥梁和道路连接有高差,高差超过《城市桥梁养护技术规范》中 5.2.6 条限值
	台背下沉值	道路路面在桥梁台背回填处出现沉降的深度	程度	无	0-2cm	2-5cm	>5cm	道路路面在桥梁台背回填处出现沉降的深度
伸缩缝	接缝处铺装碎边	桥梁接缝处桥面边缘出现破碎损坏	程度		无	轻微	严重	“无”指桥梁接缝处桥面边缘没有破损;“轻微”指桥梁接缝处桥面边缘有 10 个以内小于 0.1m ² ,深度小于 2cm 的破损;“严重”指桥梁接缝处桥面边缘有 10 个以上或有面积大于 0.1m ² ,深度大于 2cm 的破损
	钢材料翘曲变形	伸缩缝内的钢材料构件产生不均匀应变而形成非正常的弯曲或扭曲变形	程度		无	轻微	严重	“无”指钢材料没有翘曲变形;“轻微”指钢材料≤1cm 的翘曲变形,这种变形基本上不影响该构件原有的功能;“严重”指钢材料有>1cm 的翘曲变形,这种变形严重影响甚至破坏了该构件原有的功能
	伸缩缝处异常声响	伸缩缝结构在车辆经过时发出非正常声响	程度		无	轻微	严重	“无”指伸缩缝在车辆经过时没有异常声响;“轻微”指伸缩缝在车辆经过时发出不太明显的异常声响;“严重”指伸缩缝在车辆经过时发出很明显的异常声响
	缝内沉积物阻塞	垃圾泥土等杂物进入伸缩缝造成伸缩缝阻塞	程度		无	少量	严重	“无”指几乎没有杂物进入伸缩缝内;“少量”指伸缩缝内有少量的杂物;“严重”指伸缩缝内有大量的杂物并造成伸缩缝严重阻塞
	接缝处高差	车辆在驶经桥梁接缝时产生跳跃和冲击	程度		无	轻微	明显	“无”指桥梁伸缩装置与桥面(路面)连接平顺,目测不出高差;“轻微”指桥梁伸缩装置与桥面(路面)有高差,高差未超过《城市桥梁养护技术规范》中 5.2.6 和 5.2.9 条的限值;“明显”指桥梁伸缩装置与桥面(路面)有高差,高差超过《城市桥梁养护技术规范》中

								5.2.6 和 5.2.9 条的限值
	结构缝宽	伸缩缝在设计时预留的正常缝宽	程度		正常	略有变化	卡死	“正常”指伸缩缝宽为设计时预留的正常缝宽；“略有变化”指伸缩缝宽与设计时预留的正常缝宽相比有>2cm的变化；“卡死”指伸缩缝宽几乎为零，伸缩缝两侧的桥梁构件紧密地接触在一起
	螺帽松动	带螺栓的伸缩缝装置中原本紧固的螺帽产生松动	程度		无	1~5 个	>5 个	产生螺帽松动的螺栓数量
排水系统	泄水管阻塞	垃圾泥土等杂物进入泄水管造成泄水管阻塞	程度	无	0-5%	5-20%	>20%	被阻塞的泄水管数占所有泄水管总数的百分比
	残缺脱落	排水设施残缺不全或脱落	程度	无	0-5%	5-20%	>20%	残缺脱落的排水设施数占所有排水管总数的百分比
	桥面积水	桥面雨水不能及时排走而形成积水	程度		无	个别处	多处	“无”指桥面没有积水现象；“个别处”指桥面只有一处积水现象；“多处”指桥面有两处以上积水现象
	防水层	设置于桥面铺装内的水泥或沥青混凝土的防水结构层	程度		完好	渗水	渗水	“完好”指防水层完好，从桥梁梁底来看没有渗水的痕迹；“渗水”指防水层有轻微的渗水，从桥梁梁底来看在个别位置有不太明显的渗水痕迹；“漏水”指防水层渗水，从桥梁梁底来看在多处位置有渗水的痕迹并且渗水量较大
栏杆或护栏	松动错位	原本固定在桥面的栏杆或护栏产生松动或位置错位	程度	无	轻微	中等	严重	“无”指栏杆或者护栏位置完全正常，没有松动或者错位现象；“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件松动或错位，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指栏杆或护栏有≤20%的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定的安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有 20% 以上的构件松动或错位，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患*
	丢失残缺	栏杆或护栏的构件损坏后丢失使得栏杆或护栏残缺不全	程度	无	轻微	中等	严重	“无”指栏杆或护栏完好，没有构件丢失或者残缺；“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件丢失或残缺，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指栏杆或护栏有≤20%的构件丢失或残缺，不仅影响美观而且存在一定的安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有 20% 以上的构件丢失或残缺，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患*
	露筋锈蚀	钢筋混凝土材料的栏杆或护栏表面水泥混凝土剥落露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀	程度	无	0-5%	5-10%	>10%	产生露筋锈蚀的构件数占所有栏杆或护栏构件总数的百分比
人行道铺装	网裂	人行道面产生交错裂缝，把人行道铺装分割成网状的碎块	程度	无	0-10 %	10-20%	>20%	网裂总面积占整个人行道面积的百分比
	塌陷	人行道铺装脱空下陷	程度	无	0-5%	5~10%	>1%	塌陷总面积占整个人行道面积的百分比
	残缺	人行道铺装破碎并材料散失	程度	无	0-5%	5~10%	>1%	残缺总面积占整个人行道面积的百分比

附录 C 运用 BCI 评分方法评估的计算示例

C.1 桥面系 BCI 计算

C.1.1 以“桥面铺装”项为例：

1 各项损坏状况及扣分值

	损坏类型	程度	扣分值
桥面铺装	网裂和龟裂	3%~10%	15
	波浪及车辙	<3%	5
	坑槽	无	0
	碎裂或破碎	3%~10%	65
	洞穴	无	0
	桥面贯通横缝	半贯通	5
	桥面贯通纵缝	半贯通	5

2 计算各损坏类型的权重

1) 计算总的扣分值： $\sum_i DP_i = 15 + 5 + 0 + 65 + 0 + 5 + 5 = 95$

2) 网裂和龟裂的比重： $m_{ij} = \frac{DP_j}{\sum_j DP_j} = 15/95 = 0.16$

3) 网裂和龟裂的权重计算：

$$\begin{aligned}
 w_{ij} &= 3.0m_{ij}^3 - 5.5m_{ij}^2 + 3.5m_{ij} \\
 &= 3.0 \times 0.16^3 - 5.5 \times 0.16^2 + 3.5 \times 0.16 \\
 &= 0.42
 \end{aligned}$$

4) 扣分值计算： $DP_{ij} \times w_{ij} = 15 \times 0.42 = 6.32$

其他计算结果如下表：

损坏类型	单项扣分值 DP_{ij}	比重 m_{ij}	权重 w_{ij}	$DP_{ij} \times w_{ij}$
网裂和龟裂	15	0.16	0.42	6.32
波浪及车辙	5	0.05	0.16	0.80
坑槽	0	0.00	0.00	0.00
碎裂或破碎	65	0.68	0.78	50.7
洞穴	0	0.00	0.00	0.00
桥面贯通横缝	5	0.05	0.16	0.80
桥面贯通纵缝	5	0.05	0.16	0.80
$MDP_i = \sum_j DP_{ij} \times w_{ij}$ 合计	15			59.4

3 桥面铺装的评分

$$BCI_{qmpz} = 100 - MDP_i = 100 - 59.4 = 40.6$$

4 桥面系其他部分

评分值的计算过程与桥面铺装相同。假设桥面系其他各部分的评分值为 80，即：

桥头平顺: $BCI_{qtps} = 80$

伸缩缝: $BCI_{ssf} = 80$

泄水管: $BCI_{xsg} = 80$

人行道: $BCI_{rxd} = 80$

栏杆: $BCI_{lg} = 80$

5 桥面系的评分

$$\begin{aligned}
 BCI_m &= \sum_{i=1}^6 (100 - MDP_i) \cdot w_i \\
 &= BCI_{qmpz} \times 0.3 + BCI_{qtps} \times 0.15 + BCI_{ssf} \times 0.25 + BCI_{xsg} \times 0.1 + BCI_{exd} \times 0.1 + BCI_{lg} \times 0.1 \\
 &= 40.6 \times 0.3 + 80 \times 0.15 + 80 \times 0.25 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 \\
 &= 68.2
 \end{aligned}$$

C.2 上部结构 BCI s 计算（以悬臂加挂梁结构为例）

C.2.1 各项损坏状况及扣分值（以防落梁装置为例）

	损坏类型	程度	扣分值
防落梁装置	有无落梁趋势	有	35
	牛腿表面损伤	剥离	25
	伸缩缝处漏水	轻微	15

C.2.2 计算各损坏类型的权重

1 计算总的扣分值:

$$\sum_x DP_{klx} = 35 + 25 + 15 = 75$$

2 有无落梁趋势的比重: $m_{klx} = \frac{DP_{klx}}{\sum_x DP_{klxj}} = 35/75 = 0.47$

3 权重计算:

$$\begin{aligned}
 w_{klx} &= 3.0m_{klx}^3 - 5.5m_{klx}^2 + 3.5m_{klx} \\
 &= 3.0 \times 0.47^3 - 5.5 \times 0.47^2 + 3.5 \times 0.47 \\
 &= 0.74
 \end{aligned}$$

4 扣分值计算:

$$DP_{klx} \times w_{klx} = 35 \times 0.74 = 25.92$$

其他计算结果如下表：

损坏类型	单项扣分值 DP_{klx}	比重 m_{klx}	权重 w_{klx}	$DP_i \times w_{klx}$
有无落梁趋势	35	0.47	0.74	25.92
牛腿表面损伤	25	0.33	0.67	16.67
伸缩缝处漏水	15	0.20	0.50	7.56
合计 $SDP_{kl} = \sum_x DP_{klx} \times w_{klx}$	75			50.1

C.2.3 防落梁装置的评分

$$BCI_{flzz} = 100 - SDP_{kl} = 100 - 50.1 = 49.9$$

C.2.4 其他构件

1 假设上部结构其他构件的评分为：

悬臂梁： $BCI_{xbl} = 80$

挂梁： $BCI_{gl} = 80$

挂梁支座： $BCI_{glzz} = 80$

2 本跨上部结构评分

$$\begin{aligned}
 BCI_k &= \sum_{l=1}^{n_k} (100 - SDP_{kl}) \cdot w_{kl} \\
 &= BCI_{flzz} \times 0.1 + BCI_{xbl} \times 0.6 + BCI_{gl} \times 0.2 + BCI_{glzz} \times 0.1 \\
 &= 49.9 \times 0.1 + 80 \times 0.6 + 80 \times 0.2 + 80 \times 0.1 \\
 &= 77
 \end{aligned}$$

C.2.5 全桥上部结构评分

每一跨上部结构评分计算的过程相同。取各跨评分的平均值，即得全桥上部结构评分。

C.3 下部结构计算 BCI_x 计算

C.3.1 各项损坏状况及扣分值（以翼墙为例）

	损坏类型	程度	扣分值
翼墙	剥离脱落	轻微	10
	翼墙前结合处	开裂	15
	挡土功能	失去部分	25
	翼墙大贯通缝	少量	15

C.3.2 计算各损坏类型的权重

1 计算总的扣分值： $\sum_y DP_{Ily} = 10 + 15 + 25 + 15 = 65$

2 剥离脱落的比重： $m_{Ily} = \frac{DP_{Ily}}{\sum_x DP_{Ily}} = 10 / 65 = 0.15$

3 权重计算:

$$\begin{aligned}w_{1ly} &= 3.0m_{1ly}^3 - 5.5m_{1ly}^2 + 3.5m_{1ly} \\&= 3.0 \times 0.15^3 - 5.5 \times 0.15^2 + 3.5 \times 0.15 \\&= 0.419\end{aligned}$$

4 扣分值计算:

$$DP_{1ly} \times w_{1ly} = 10 \times 0.419 = 4.19$$

其他计算结果如下表:

损坏类型	单项扣分值 DP_{1ly}	比重 m_{1ly}	权重 w_{1ly}	$DP_{1ly} \times w_{1ly}$
剥离脱落	10	0.15	0.42	4.19
翼墙前结合处	15	0.23	0.55	8.27
挡土功能	25	0.38	0.70	17.58
翼墙大贯通缝	15	0.23	0.500.55	8.27
$IDP_{1l} = \sum_y DP_{1ly} \times w_{1ly}$ 合计	65			38.3

C. 3. 3 翼墙的评分

$$BCI_{yq} = 100 - IDP_{1l} = 100 - 38.3 = 62.8$$

C. 3. 4 其他构件

假设下部结构其他构件的评分为:

台帽: $BCI_{tm} = 80$

台身: $BCI_{ts} = 80$

基础: $BCI_{jc} = 80$

锥坡: $BCI_{zp} = 80$

支座: $BCI_{zz} = 80$

1 桥台的评分

$$\begin{aligned}BCI_l &= \sum_{l=1}^{n_l} (100 - IDP_{1l}) \cdot w_{1l} \\&= BCI_{yq} \times 0.1 + BCI_{tm} \times 0.1 + BCI_{ts} \times 0.3 + BCI_{jc} \times 0.3 + BCI_{zp} \times 0.1 + BCI_{zz} \times 0.1 \\&= 62.8 \times 0.1 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.3 + 80 \times 0.3 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 \\&= 78.3\end{aligned}$$

2 计算下部结构得分值

假设: 桥墩 $BCI_{qd} = 80$, 则下部结构评分:

$$\begin{aligned}BCI_x &= BCI_l \times 0.5 + BCI_l \times 0.5 \\&= 78.3 \times 0.5 + 80 \times 0.5 \\&= 79.2\end{aligned}$$

C. 4 全桥 BCI 计算

$$\begin{aligned}BCI &= BCI_m \times 0.15 + BCI_k \times 0.4 + BCI_x \times 0.45 \\&= 68.2 \times 0.15 + 77 \times 0.4 + 79.2 \times 0.45 \\&= 76.67\end{aligned}$$

附录 D 高架道路养护维修作业安全保护区布置

- D.1.1 在高架道路养护维修作业区上游最小 1600m 的范围内可变信息板上显示施工标志和限速标志；在上游过渡区起点至下游过渡区终点之间应放置锥形交通路标；在缓冲区与工作区交界处应布设路栏。过渡区设置见附录 D 图 D-2。保护区内其它安全设施可以视具体情况而定。
- D.1.2 采用全封闭施工时，养护维修作业区的布置应与下匝道位置相结合。作业安全保护区及车道布置示例参见附录 D 图 D-1、图 D-3。
- D.1.3 立交区进出口匝道养护维修作业区的布置，应根据工作区在匝道上的具体位置和匝道的长度而定，当匝道长度比规定的警告区最小长度短时，作业保护区最前端的交通标志可设置于匝道的起点处。
- D.2.4 流动养护维修作业时，可按实际条件作适当简化作业区的布置，流动养护维修作业安全保护区布置示例参见附录 D 图 D-4。

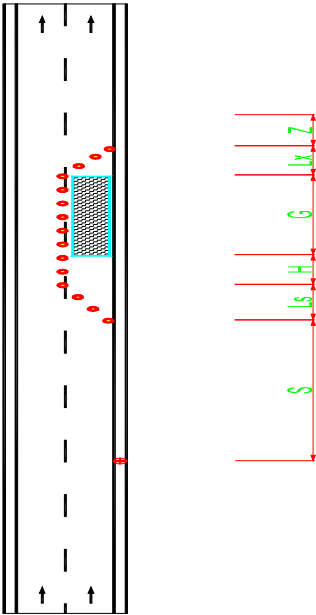


图 D-1 高架道路养护维修作业安全保护区布置示意图

S——警告区

Ls——车道封闭上游过渡区

H——缓冲区

G——工作区

Lx——下游过渡区

Z——终止区

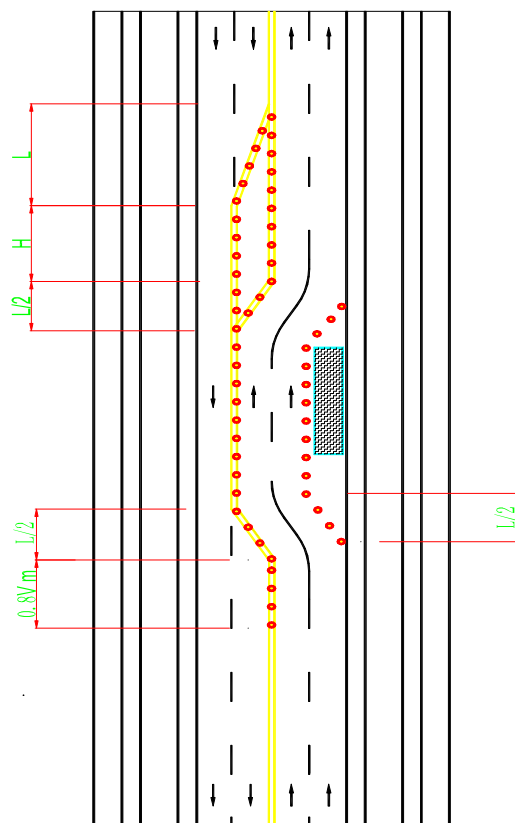


图 D-2. 过渡区设置示意图

1. 每车道封闭上游合并车道过渡区的最小长度 L 应按公式计算：

$$L = \begin{cases} \frac{V^2 W}{155} & (V \leq 60 \text{ km/h}) \\ 0.625 V W & (V > 60 \text{ km/h}) \end{cases}$$

式中 L ——合并车道过渡区，m；

V ——养护维修工作区路段车速，km/h；

W ——所关闭车道的宽度，m。

2. 每车道封闭上游变换车道过渡区的最小长度取 $0.5L$ 。
3. 每车道下游过渡区的长度宜取 $0.5L$ 。
4. 双向两车道的道路上，其中一车道封闭施工，另一车道采用双向通行，此时过渡区的长度最大取 30m 。

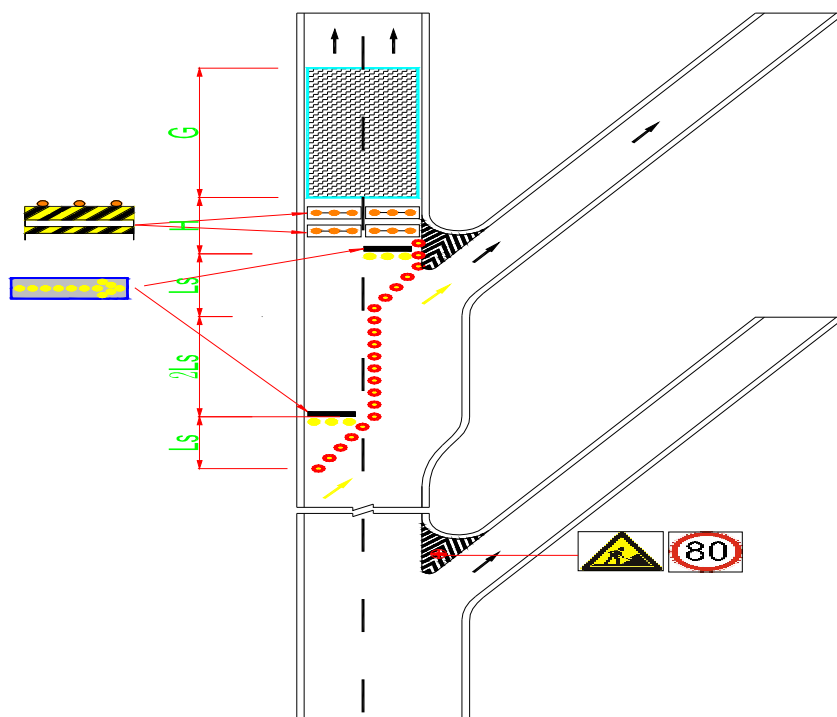


图 D-3 高架道路完全封闭养护维修作业区布置示意图

1. 工作区内有上匝道时，应把上匝道关闭；
2. 施工车辆出入作业区时，应有专人指挥；
3. 夜间养护维修作业时，应保证养护维修作业区的照明；
4. 该图适用于长期定点养护维修作业和短期定点养护维修作业。

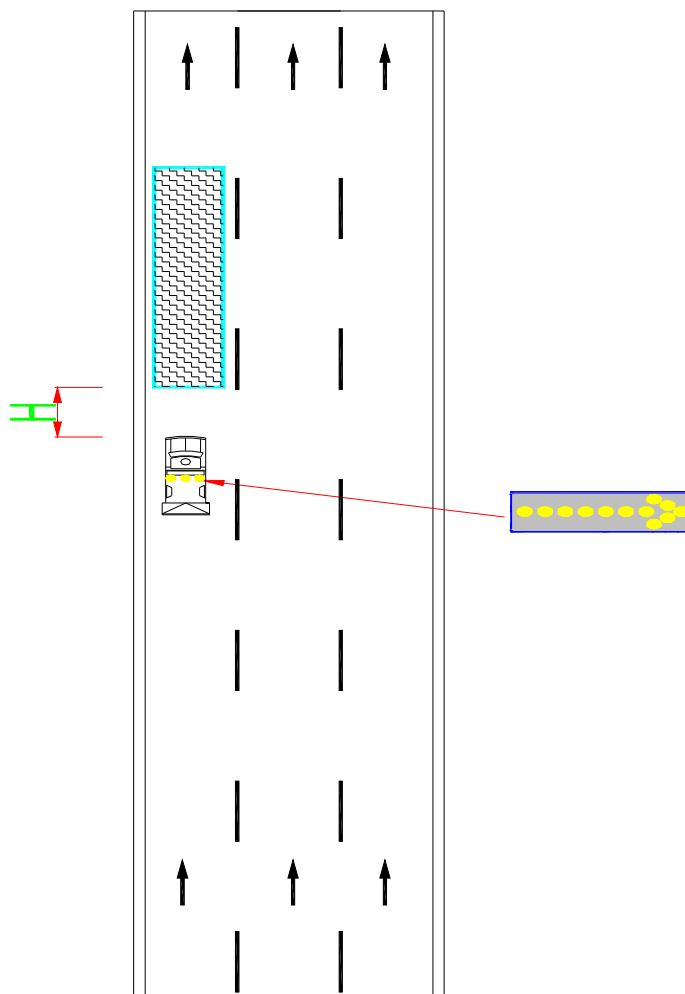


图 D-4 流动养护维修作业安全保护区布置示意图

参考文献

- 1、袁文平、陈惟珍、钱寅泉主编《上海城市桥梁养护手册》 2006.3.
- 2、黄兴安主编《道路与桥梁工程质量通病防治手册》 中国建筑工业出版社 2002
- 3、上海市市政工程管理局、上海市土木工程学会主编，上海市工程建设规范《城市桥梁工程施工质量验收规范》（DGJ08-117-2005）