

铁路桥隧病害 检查观测方法

高 鹤 江
刘 修 炜 编

中 国 铁 道 出 版 社

1987年·北京

内 容 简 介

本书主要包括：铁路桥隧的观测检查制度、必要的检查设备、桥隧各部分病害的检查方法、水流状态的观测，限界的检查以及检查所必需的工具，对桥梁的检定和试验也作了扼要的介绍。

全书共六章，其中第三章第一节至第四节为刘修炜编写，其余各章节为高鹤江编写。

本书可供桥隧养护工人、工班长、领工员学习用书，也可供基层技术人员参考。

铁路桥隧病害检查观测方法

高鹤江 刘修炜 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 于宗远 封面设计 李 达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 印张：7.875 字数：170千

1987年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5,000册 定价：1.50元

目 录

第一章 检查制度	1
第一节 桥隧检查工作的重要意义和要求	1
第二节 检查制度	2
第二章 检查设备	9
第一节 简单台阶	9
第二节 墩台检查设备	9
第三节 梁拱检查设备	11
第四节 隧道检查架	24
第三章 桥梁病害检查方法	29
第一节 桥面检查	29
一、桥上线路	29
二、护轨各部的检查	40
三、桥枕和护木	42
第二节 钢结构检查	44
一、钢结构防锈	44
二、钢梁裂纹检查	50
三、铆钉的检查	52
四、高强度螺栓检查	55
五、钢梁焊缝裂纹检查	61
六、杆件弯曲检查	62
七、钢梁纵断面及平面检查	66
八、梁跨中心线与线路中心线检查	68
第三节 圯工梁拱及墩台检查	69
一、裂纹检查	69
二、梁拱、墩台的混凝土质量检查	82

三、圯工梁状态检查	91
四、墩台变位（沉降、位移、倾斜）检查	91
五、船只（或船队）、排筏碰撞桥墩后的检查 和碰撞力的估算	101
六、墩台基础检查	103
第四节 支座检查	106
一、支座类型检查	106
二、固定支座设置位置检查	106
三、支座位移观测	107
四、支座病害检查	111
五、板式橡胶支座检查	112
第五节 桥下净空检查	115
一、对桥下净空的要求	115
二、桥梁净空的检查	118
第六节 桥梁承载力、挠度、刚度、应力测试及检算	119
一、梁跨挠度测量	119
二、梁跨及支座位移测量	129
三、应力测试	130
四、振动试验	135
五、桥梁承载力检算	141
第七节 桥梁水流状态观测	145
一、水位观测	146
二、河床断面测量	148
三、基础冲刷测量	153
四、洪水通过情况的观测	154
五、结冰及流水情况观测	161
第八节 临时性桥检查	162
第九节 严寒地区桥梁的检查	164
第十节 防护设备、河流调节建筑物及附属设备的 检查	165
第四章 涵渠病害检查	166

一、涵身裂损、变形、冻害的检查	166
二、净空检查	167
三、河道排水检查、出入口铺砌裂损冲刷检查	168
四、防水层及沉降缝的检查	168
五、洞口墙及防护设备状态的检查	169
六、渡槽、倒虹吸管漏水、变形、侵限检查	169
第五章 隧道病害检查	170
第一节 隧道检查的重点	170
第二节 隧道观测系统	171
一、平面观测系统	172
二、立面观测系统	173
三、山坡滑动观测	173
第三节 衬砌裂损变形检查	177
一、一般检查方法	177
二、衬砌裂损的表述方法	179
三、衬砌常见裂纹（缝）	180
四、衬砌裂损的原因	182
五、围岩压力的量测	187
第四节 隧道漏水及冻害检查	191
一、隧道漏水程度的划分	191
二、隧道漏水水源的判别	192
三、漏水的检查观测	193
四、隧道漏水的水质化验	195
五、冻害观测	198
第五节 检查记录及衬砌病害展示图	200
第六节 隧道内有害气体的测定	201
一、对运营隧道通风的要求	202
二、有害气体浓度的测定	203
第六章 桥隧限界检查	208
第一节 桥隧限界的有关规定	208
一、机车车辆限界	208

二、货物装载限界	208
三、直线建筑接近限界	216
四、桥梁建筑限界	218
五、隧道建筑限界	220
第二节 桥隧限界检查方法	223
一、横断面法	223
二、综合断面法	225
三、轨 迹 法	229
四、摄 影 法	231
第三节 建筑限界的管理	233
一、建筑限界的管理	233
二、综合最小限界的管理	240
三、施工限界管理	240

第一章 检查制度

第一节 桥隧检查工作的重要意义和要求

“检查”是做好桥隧大修、维修工作的重要手段。对桥隧建筑物进行周密检查的目的、是详细了解桥隧建筑物在运营中所发生的变化，及时发现病害和分析病害原因，并据以采取有效防治措施，合理安排大修、维修工作；积累技术资料，系统地掌握桥隧设备状态，以便正确规定建筑物的使用条件；使设备经常保持完好状态，保证列车安全和不间断地运行。所以对桥隧建筑物的检查是桥隧维修工作中极其重要的组成部分。

检查工作必须细致认真。因为建筑物病害发生的初期，一般来说变异是比较微小的，不集中精力，不认真负责往往不易发现。也只有及时发现病害，才能把它消灭在萌芽时期。

检查工作必须定期不间断地进行。因为微小的变异，只能在多次的观测中得到正确的判断。例如墩台下沉的观测中，如发现在一次测量中有 $1 \sim 2\text{mm}$ 下沉是不能定性的，因为仪器的精密程度，测量人员和方法等都会有一定的误差，但当连续多次观测中连续有同向的变异时，则可肯定墩台在下沉。

检查工作必须强调资料的积累和整理。要将多次资料绘制图表及时进行比较，才能正确判别有无病害，或分析病害的发展趋势。只有经过较长时期资料的积累、整理和分析，才能找出它的规律，才能正确掌握病害发展的趋向，找出原

因，据以采取不同的措施，做到有的放矢，对病害整治才能取得预期效果。

例如：某桥有二个桥墩发现有下沉，用多年定期观测资料绘制了下沉和时间关系曲线图，如图 1—1—1。

其中 A 墩下沉与时间曲线坡度一直很陡，说明下沉还将继续；B 墩曲线坡度由开始较陡，随时间已逐渐变平，说明下沉已渐趋缓和走向稳定，预计不会再有急剧的变化。

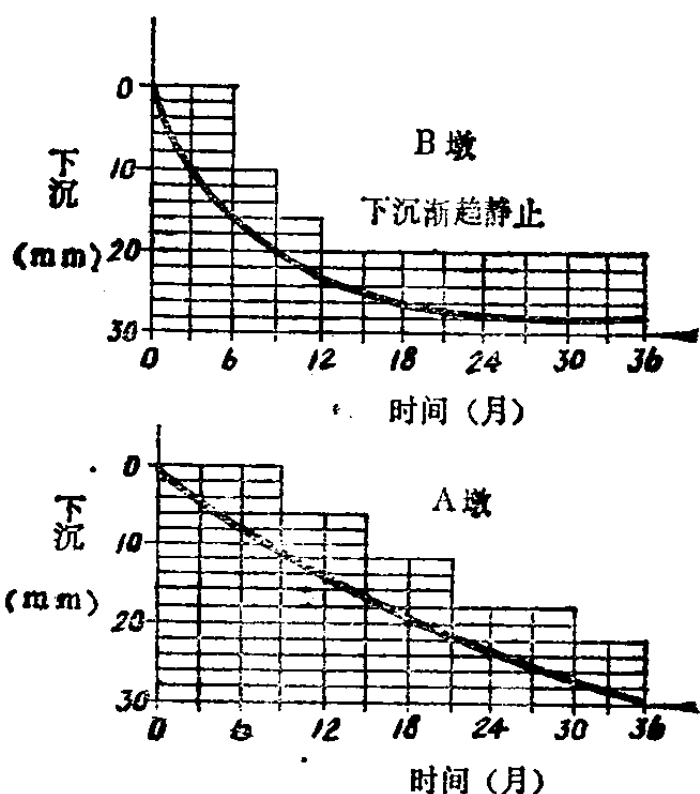


图 1—1—1 墩台下沉和时间曲线

又例如：对某孔栓焊梁上拱度多次测量的资料进行了分析比较，发现该梁上拱度逐渐减小，经检查证实，系由于节点高强度螺栓松动所致。在重新全面拧紧高强度螺栓后，该孔梁上拱度未再发生变化。

检查工作必须强调质量。认真执行检查不能只靠增加检查遍数，而应做到事先作专门研究，使检查工作具有科学性；要做到程序化、系列化，要分级分类分项地进行；对定检时间、参加人员、使用工具、仪表、检查对象、检查内容、病害描述与分析、定性定量的结论到最后立档备查等都要作出具体规定，以达到少而精的理想效果。

第二节 检 查 制 度

为了保证检查工作能认真、及时地进行，在养护工作中

已形成了如下的一些制度。

一、经常监视

桥隧建筑物的经常监视由担任巡守工作的桥梁工、隧道工或桥隧工负责。巡守人员应严格遵照工务段的规定，巡回检查桥隧建筑物各部分，河道及桥梁和隧道两端各30m范围内的线路，特别着重检查建筑物容易发生变化和对行车安全有直接影响的部位；监视列车通过时建筑物的状态；并将发现的病害及处理情况记入交接班登记簿内，以确保行车安全。同时，还应遵照上级的指示，进行专项的一般观测工作，如监视已发现病害，观测水位和洪水、流冰、漂浮物通过桥孔的情况等。当发现钢轨折断、路基沉陷、路堑边坡坍塌、护锥滑动、基础冲空和建筑物局部严重裂损变形等直接危及行车安全的病害时，应立即采取保证行车安全的措施并报告车站及工区。

二、经常检查

经常检查由工长、领工员、工务段负责人分别进行。主要目的是系统地了解建筑物的一般技术状态，发现病害做到及时消灭；调查需要修理的工作量；检查和指导大维修工作的进行。检查内容包括桥隧建筑物各部分，如线路、桥面、梁拱、支座、墩台、涵身、翼墙、端墙、护锥、护底、河床、调节河流建筑物及防护设备；明峒、棚架、洞口、衬砌、洞内外排水设施等。

工长每月应对设有巡守的桥隧建筑物及其他重要桥隧建筑物（由工务段规定）检查一遍，必要时全面检查一遍；在每座桥隧建筑物维修时，应组织工人进行一次全面检查。

领工员每月内应有计划地对管辖范围内的重点桥隧建筑物进行检查，每季全面检查一遍。

工务段负责人应有计划地检查长大、重要及严重病害的

桥隧建筑物，每季一遍。

每次检查结果，应填入检查记录簿，发现的主要病害应及时向上级报告，并详细记入桥隧登记簿或桥隧卷宗。

三、春秋季节大检查及桥隧状态评定

春季大检查，是在春融或汛前对桥隧建筑物进行一次全面的检查。重点是流冰过桥的安全，上游水库的情况，排水的疏浚，调节河流建筑物及防护设备的状态等。

秋季大检查是对桥隧建筑物的技术状态进行全面细致的检查，彻底查明各种病害发生和变化的情况，并分析其原因，据以拟定防治对策和安排桥隧大维修工作。

春秋季节大检查由工务段根据铁路局或铁路分局的布置组织进行。工务段负责人至少应亲自检查长大及重要的桥隧建筑物，铁路分局及铁路局派员重点参加。

桥隧建筑物状态评定由工务段组织工人、技术人员和领导干部三结合小组进行。结合秋季大检查每年对桥隧建筑物进行一次状态评定，一般以座为单位，特大桥也可以孔为单位。若某一座桥隧有桥隧建筑物状态评定标准（见表1—2—1）所列失格标准之一时，即评为“失格”桥隧。通过评定，可以了解桥隧的全面技术状态以及“失格”桥隧的主要病害项目和失格原因。

检查和评定结束，工务段应按规定向上级报送有关资料，并将主要的病害加以整理编入桥隧卷宗。

四、特别检查

对于特别长大的、构造复杂的、有严重病害或新型结构的桥隧建筑物，除进行经常检查和春秋季节定期检查外还应进行特别检查。

特别检查一般由铁路局桥梁检定队协同工务段进行，必要时应由铁路局组织检查或报请铁道部组织检查。

桥隧建筑物状态评定标准

表1—2—1

分类	病害项目	单位	失格标准类别	附 注
桥 面	1—1 桥枕失效	根	(1) 有连续两根失效 (2) 钢轨接头处四根中有失效者 (3) 整孔失效率达25%及以上	桥枕状态达到《工务规则》第141条规定条件之一时为失效桥枕
	1—2 未按规定铺设护轨	座	未按规定铺设护轨	
钢 结 构	2—1 油漆失效	孔-吨	(1) 整孔钢梁油漆失效率达50%及以上 (2) 钢梁上盖板锈蚀达50%及以上	失效指油漆脱落、露红、鼓泡、裂纹、大面积粉化、吐锈等
	2—2 主要杆件裂损和开焊	孔-处	(1) 主要杆件及节点钢料裂纹及弯曲损伤超过《工务规则》154条规定未处理(经检算许可或其他局部硬弯不影响钢梁的正常使用者除外) (2) 因受力而有发展的开焊未处理或加固	
	2—3 主要节点铆钉、螺栓松动	孔-处	(1) 纵横梁联结、主横梁联结及上承板梁上翼缘垂直肢铆钉或螺栓松动超过10%，或上翼缘垂直肢铆钉有连二松动者 (2) 栓焊梁联结点流锈或高强度螺栓欠拧、断裂、缺少超过10%	
	2—4 承载能力不足	孔	钢梁检定承载系数 $K < 1$	
	2—5 线路与梁跨中心线偏差	孔	大于或等于50mm，经检算 $K < 1$	曲线梁按线路设计中心线
	2—6 梁不能自由伸缩	孔	相邻两孔钢梁梁端、梁端与桥台挡碴墙或人行道之间顶死，使梁不能自由伸缩	

续上表

分类	病害项目	单位	失格标准类别	附 注
圯工梁拱	3—1 裂纹	孔	(1) 钢筋混凝土梁、拱、框架结构有宽度$\geq 0.3\text{mm}$的裂纹未整修。预应力混凝土梁不允许有垂直裂纹, 顺主筋方向有$\geq 0.2\text{mm}$的裂纹未整修 (2) 混凝土、砌石、砌混凝土块拱圈有连续贯通的纵向裂纹未处理	裂纹稳定并已做处理者不计
	3—2 梁拱漏水	孔	通过结构内部渗水漏水未处理	
	3—3 线路与梁跨中心线偏差	孔	大于或等于 70mm , 经检算 $K < Q$	曲线梁按线路设计中心线计, K —检定承载系数, Q —运行活载的活载系数
	3—4 梁不能自由伸缩	孔	相邻两孔圯工梁端、梁端与桥台挡碴墙或人行道之间顶死, 使梁不能自由伸缩	无支座的圯工梁或就地灌注的圯工梁两端未留缝隙者不计
临时性桥	4. 腐朽损坏	孔	(1) 木桥主要杆件表层腐朽深度大于20mm或断面的15%; 重要的接榫部位或杆件内部腐朽严重 (2) 木结构不良, 木墩台倾斜、下沉或有冻害 (3) 轨束梁串动	
桥梁限界	5. 限界不足	孔	桥梁限界侵入直线建筑接近限界(建限—1, 曲线上按规定加宽)	
支 座	6—1 支座损坏	个	上、下座板裂纹或断开, 销子、锚栓折断, 焊缝严重开裂, 活动支座失灵或辊轴、摇轴支座倾斜超限, 混凝土Π形梁上摆螺栓折断两个及以上	已采取措施加固者不计
	6—2 橡胶支座不良	个	板或橡胶支座不密贴或缺少	

续上表

分类	病害项目	单位	失格标准类别	附 注
墩台	7—1 墩台裂损与不稳定	个	(1) 滑动、下沉、倾斜、冻害、木桩露出, 混凝土及钢筋混凝土严重腐蚀与裂纹未进行处理, 危及行车安全 (2) 砌石圪工有连续贯通的砌缝、裂纹或砌块松动有开合现象	滑动、下沉、倾斜已稳定; 冻害经防寒已稳定, 不影响行车安全者不计
	7—2 浅基	个	浅基未防护及防护不良、损坏、不能保证安全渡洪者	基础不明按浅基计, 如根据多年运营的经验判断, 确认无危险时可不计
桥梁孔径	8. 桥梁孔径不足	座	(1) 桥梁孔径及桥下净空不能通过规定洪水频率(I、II级铁路的桥梁1/100, III级铁路的桥梁1/50) (2) 严重泥石流影响排洪而未整治	桥梁孔径及桥下净空通过规定洪水, 不超过《工务规则》第128条规定时可不计
涵渠	9—1 变形损坏	座	涵身严重变形、断裂、冻害影响排水或造成路基下沉者	冻害经防寒稳定者不计
	9—2 基底淘空	座	洞身基底冒水、潜流造成基底淘空未加整治	
	9—3 涵渠孔径不足	座	(1) 涵渠孔径及净空不能安全通过规定洪水频率1/50 (2) 严重泥石流影响排洪而未治理	涵渠孔径及净空通过规定洪水不超过《工务规则》第128条的规定时可不计
附属设备	10—1 防护及调节河流设备严重失修	处	护锥、护基、护底、端墙、翼墙、丁坝、导流堤等坍塌, 冲毁, 严重破损, 影响安全渡洪	
	10—2 河道变迁	座	危及桥涵及桥头路基的安全	
	10—3 栏杆、人行道、安全检查设备严重失修	座	危及人身安全	丢失者限期补齐, 可暂时不计

续上表

分类	病害项目	单位	失格标准类别	附 注
隧 道	11—1 严重漏水	m	拱部有漏水、边墙有漏水， 隧底漏水侵入道床、冬季结 冰侵限	拱部漏水不成 线者不计
	11—2 衬砌或仰 拱变形损坏	m	裂缝、错牙、变形、下沉并 有发展	已稳定者不计
	11—3 坍方落石	m	山洞内落石，喷锚衬砌与模 注衬砌掉块，洞门仰坡有坍 方落石危及行车安全	
	11—4 通风不良	座	有害气体浓度超过容许值	
	11—5 限界不足	座	隧道限界侵入直线建筑接近 限界（建限—1，曲线按规 定加宽）	

需要进行特别检查的桥隧建筑物及其检查办法，由铁路局规定。

特别检查的内容包括：

（一）专项检查：如限界检查、挠度测量、仪器测绘、基础挖验钻探以及对建筑物病害部分进行特别观测或技术检查等。

（二）检定检算：如钢梁、圬工梁拱、墩台载重能力的检定；积累分析预应力钢筋混凝土梁的运营资料；大桥及水害桥涵孔径检算及冲刷深度检算等。

（三）仪器试验：如用仪器测定桥跨结构或墩台在静载和活载作用下的实际变形、应力、位移、振动和冲击等。

第二章 检查设备

为便于维修人员进行检查和维修工作，桥隧建筑物应设置各种必要的检查设备。检查设备应安全可靠，轻便灵活。

第一节 简单台阶

为便于到涵洞、护锥、桥下及隧道洞顶进行检查，应在路堤及路堑边坡上设置台阶。台阶宽度一般为50~80cm，特大桥或高路堤可加宽至100cm。当桥涵上下游出入口有人工加固的挖方沟槽或导流堤时，应将路基坡面检查台阶筑至地面或堤顶，再以人工加固边坡上的检查台阶。

第二节 墩台检查设备

1. 为检查墩台侧面，可埋设固定的、可移动的梯子或小船。必要时可临时挂吊篮检查。吊篮可用圆钢焊制，容纳1~2人，用白棕绳悬挂在固定于梁端（靠墩台附近处）的滑车上，用小绞车绞动上下，墩身高时应设缆风绳，使之靠近墩身少受摆动影响。

对空心墩内壁可视需要设固定的检查梯及平台。

2. 墩台高度在3m以上时，墩台顶面设置围栏。围栏为栅栏式，一般高1m。立柱用圆钢、角钢或钢管埋入墩台顶帽。

3. 小跨度钢梁或钢筋混凝土梁因支座高度矮，为检查支座及墩台帽，便于穿越梁部左右侧及梁端部进行维修工作，在墩身两侧及台身外侧应设检查平台如图2—2—1。

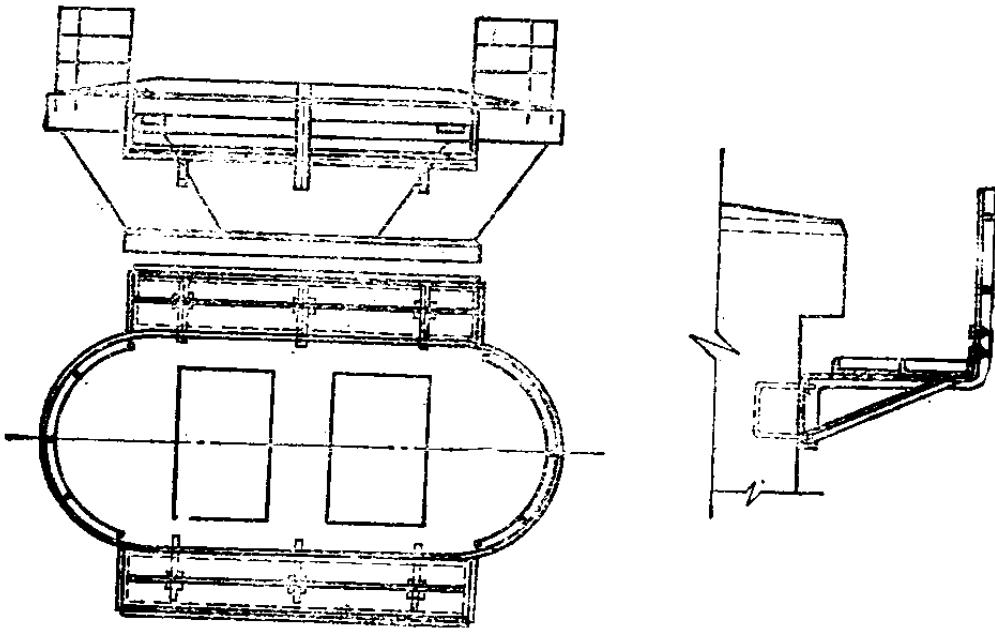


图 2—2—1 桥墩围栏和检查平台

4. 由桥面至墩台顶，一般可通过人行道的特制活动盖板，经固定的检查梯或移动的轻便梯子上下，检查梯一般采用倾斜式，垂直线路方向设置，对设有避车台处的墩台，可利用避车台的支柱设置检查梯如图 2—2—2。

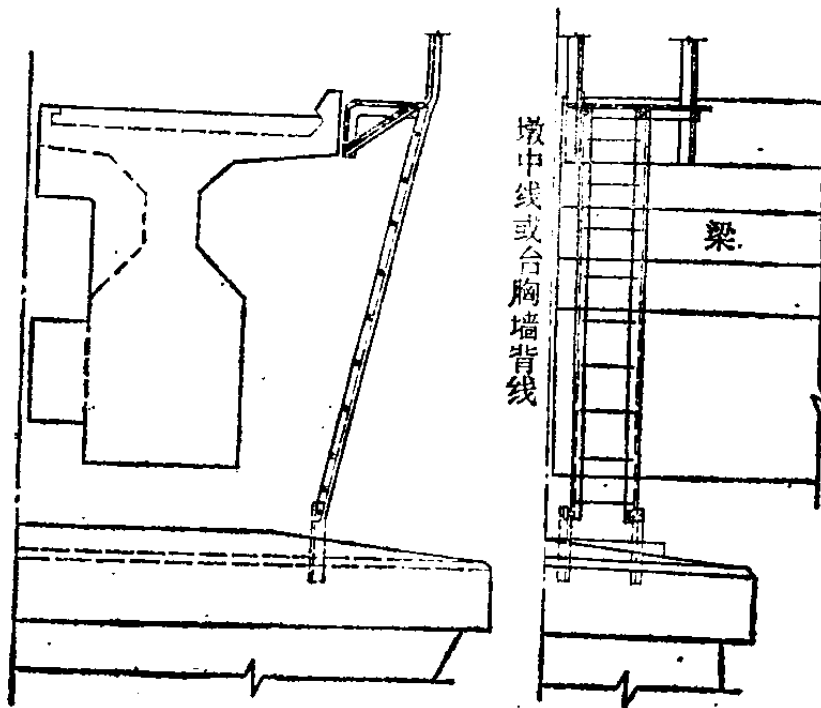


图 2—2—2 检查梯

5. 对河道中间，河床常年无水的桥墩，特别是长大的桥梁，从墩顶至河床应设固定梯子，以便从桥面下至河床，检查墩身及基础。

6. 跨线桥及无水桥墩亦可临时搭设钢管脚手架检查。

第三节 梁拱检查设备

1. 梁跨底距地面在 3 ~ 5m 以内时，可用活动梯子（竹梯或铝制梯等）检查。

2. 钢筋混凝土或预应力混凝土梁检查设备

为便于对钢筋混凝土或预应力混凝土梁裂纹或变形进行观察或维修，可采用拼装式的检查设备或固定式的检查设备。拼装式的检查设备系由临时固定于梁部的装置和在梁跨范围内能移动和进行工作的装置所组成。一般按桥梁工区范围内梁的孔数多少来配备一套或数套。对于需要经常观察，且跨度较大的梁，则应安装固定式检查设备。根据以往实践，今选述以下几种：

（1）双走行道吊篮式活动检查设备

由支架或挂钩、走行道、吊篮和滚轮等几部分组成，如图 2—3—1、2—3—2。其形式如桁梁下部滚动小车。滚轮应装弹子轴承，走行道采用工字钢（高 10~12cm）或旧钢轨（18~30kg/m）及角钢（例如 $\angle 100+100 \times 12$ ）等，

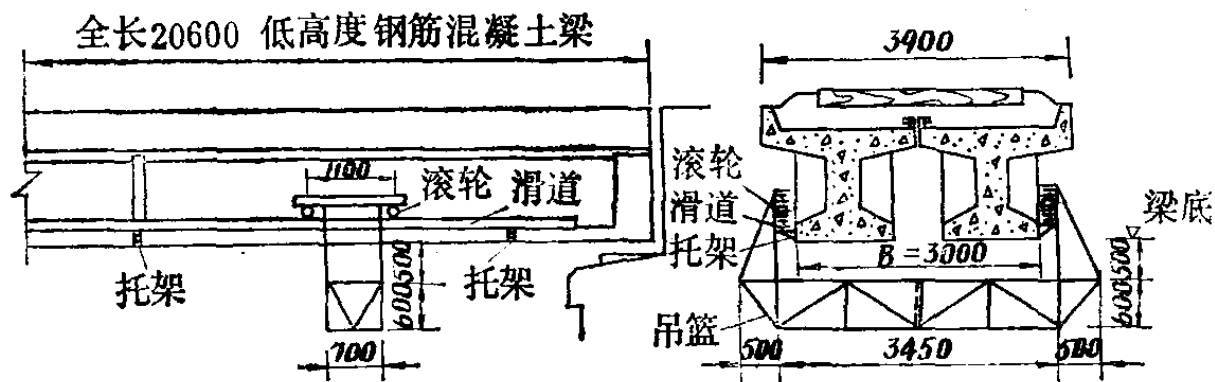


图 2—3—1 双滑道吊篮式活动检查设备举例