

钢筋混凝土防撞护栏滑模施工技术规范

2023 - 01 - 18 发布

2023 - 04 - 18 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 材料 1

5 滑模施工 2

6 质量管理及验收 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、中交路桥检测养护有限公司、中铁建投山西高速公路有限公司。

本文件主要起草人：郗宁、王永岗、李殿勤、韩世冰、郎利鹏、苗洺源、贺文军、徐犇、王明洁、柴翼翔、宋志元、韩伟、范祺、彭宇飞。

钢筋混凝土防撞护栏滑模施工技术规程

1 范围

本文件规定了钢筋混凝土防撞护栏滑模施工的术语和定义、材料、滑模施工、质量管理及验收等内容。

本文件适用于公路工程直线及曲线半径不小于500m路段的支撑式现浇钢筋混凝土防撞护栏施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滑模施工用混凝土

适用于钢筋混凝土防撞护栏滑模施工的水泥混凝土，该混凝土要求坍落度小、易出浆，坍落度一般为10mm~30mm，混凝土生产时可添加相应的外加剂，来提高混凝土的工作性能，以满足滑模施工时对混凝土的要求。

3.2

钢筋混凝土防撞护栏滑模施工工艺

采用防撞护栏滑模机设备，滑模机沿着导线连续行走，然后通过混凝土的连续供应，混凝土经模具内的振捣、挤压最终经模具出口成型的一种施工工艺。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土防撞护栏所用的粗细集料应就地取材，原材料运至现场后须取样进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

4.1.2 水泥混凝土目标配合比应满足其工作性、强度、耐久性以及经济性要求。

4.1.3 根据施工现场砂、石料的含水率确定施工配合比，使到达施工现场的混凝土坍落度宜为 10mm~30mm。

4.1.4 进行试验段施工，根据试验段施工效果、运距、气候等因素，及时进行配合比验证。

4.2 原材料技术要求

4.2.1 水泥

水泥应符合JTG/T F30的规定。

4.2.2 掺合料

矿粉、粉煤灰等掺合料应符合JTG/T F30的规定。粉煤灰宜选用Ⅰ或Ⅱ级，粉煤灰掺量宜为胶凝材料总量的10%~20%。

4.2.3 外加剂

外加应符合JTG/T F30的规定。

4.2.4 粗集料

粗集料符合JTG/T F30的规定。粗集料应采用各种硬质岩石加工的碎石，连续级配范围宜为5mm~20mm。

4.2.5 细集料

细集料应符合JTG/T F30的规定。采用洁净的Ⅱ区中砂（天然砂或机制砂），混凝土的砂率宜为38%~45%，细度模数要求宜控制在2.5~3.0。

4.2.6 水

混凝土搅拌与养生用水应符合JGJ 63的规定。

4.2.7 钢筋

钢筋应符合JTG/T F30的规定。

4.2.8 混凝土养护材料

混凝土养护材料应符合JTG/T F30的规定，并满足如下要求：

- a) 高温期施工时，宜选用白色反光面膜的节水保湿养护膜；低温期施工，宜选用黑色或蓝色吸热面膜的产品；
- b) 使用土工布进行养护时，须将防撞护栏全部包裹并及时洒水，保持混凝土表面始终处于潮湿状态。

4.3 水泥混凝土技术要求

4.3.1 现场拌合混凝土和商品混凝土的配合比要求须满足 4.1.2 要求。

4.3.2 使用商品混凝土时需提前将开盘资料报送项目部，经批准后方可生产。

4.3.3 当商品混凝土试验资料能够完整提供时（如 28 天抗压强度），须在 7 天内报送项目部。

5 滑模施工

5.1 施工准备

5.1.1 技术资料及技术交底

- a) 完成施工图纸复核，确认相关技术数据，并编制施工组织方案，确定人员、设备、施工流程；
- b) 施工前完成混凝土配合比设计、验证、审批，并编制技术交底文件，对参建施工人员进行技术交底及施工作业安排；
- c) 施工过程中，应结合工程的进度及施工组织情况，及时调整施工组织方案。

5.1.2 原材料存放

- a) 应根据配合比要求对粗（细）集料进行分仓，各级集料不得混仓；
- b) 拌合站应设置防雨棚，保证粗（细）集料含水率的稳定性，宜在拌合站配备粗（细）集料含水率自动监测系统。

5.1.3 机具设备

- a) 开工前应制定机械设备的维修和保养计划；
- b) 试验仪器使用前应进行检定和校准；
- c) 拌合站、运输工具、滑模机等机械设备使用前应测定其技术性能、工作性能和安全性能，确认合格后方可使用。

5.1.4 滑模施工现场

- a) 桥梁体系转换作业与路基施工作业完成且具备防撞护栏滑模作业技术要求，防撞护栏与桥面结合部凿毛处理已完成，且毛面干净湿润无积水；
- b) 滑模机履带行走区域应保持坚实平整、干净整洁；
- c) 拌合站、施工便道及滑模现场提前完成硬化作业，拌合站并应设置清洗污水排放管沟、积水渗水坑或清洗搅拌站的废水处理回收设备。

5.2 资源配置

5.2.1 人员培训及配置

- a) 施工前应对参建人员进行岗位培训及安全培训；
- b) 每台滑模机配备一个作业班组，具体人员配备应满足表 1 的要求。

表1 人员配备表

序号	工种	作业内容	数量（人）
1	现场调度员	现场指挥	1
2	安全员	负责现场安全	1
3	自卸车司机	驾驶自卸车	2
4	挖掘机司机	给滑模机装料	1
5	测量放样员	放线	1
6	滑模机操作手	滑模机操作	1
7	熟练瓦工及力工	修整混凝土表面	4
8	现场试验检测人员	检测现场混凝土质量	1
9	合计		12

5.2.2 机具设备要求

- a) 拌合站生产能力应满足以下要求：

- 1) 混凝土拌合站的生产能力应满足滑模施工需求，防撞护栏滑模摊铺所需拌合站的混凝土拌合生产能力按式（1）进行判定：

$$M \geq \frac{60 \times S \times v}{C} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——拌合站所有混凝土搅拌楼的每小时拌合总能力（ m^3/h ）；
 C ——考虑低坍落度混凝土搅拌难度对额定生产能力进行折减，一般取0.7~0.8；
 S ——钢筋混凝土防撞护栏的断面尺寸（ m^2 ）；
 v ——摊铺速度（ m/min ），一般取1.5 m/min 。

注：拌合站最低生产量应满足滑模机连续作业要求。

- 2) 滑模施工混凝土拌合应采用间歇式双卧轴搅拌机，拌合站应配备自动供料、称量、计量设备，配料精度应满足表2的要求；

表2 拌合站配料精度要求

材料名称	水泥	掺合料	细集料	粗集料	水	外加剂
允许误差（%）	±1	±1	±2	±2	±1	±1

- 3) 搅拌时间应根据混凝土拌合物的匀质性、粘聚性经试拌试铺确定，滑模用低坍落度混凝土搅拌时间应符合 GB 50666 的规定，推荐搅拌时间 90s。
- b) 运输车辆满足以下要求：
- 1) 配备运输车型和车辆总数应满足混凝土防撞护栏的断面尺寸、滑模速度、运距及路况要求。总运力应比总拌合能力略有富余；
- 2) 钢筋混凝土防撞护栏滑模施工宜选用车况好、装载质量大的自覆盖自卸车，也可选用其它低坍落度混凝土专用运输车辆。
- c) 每个作业班组，滑模施工所用主要机械设备应满足表3的要求。

表3 主要机械和机具配套表

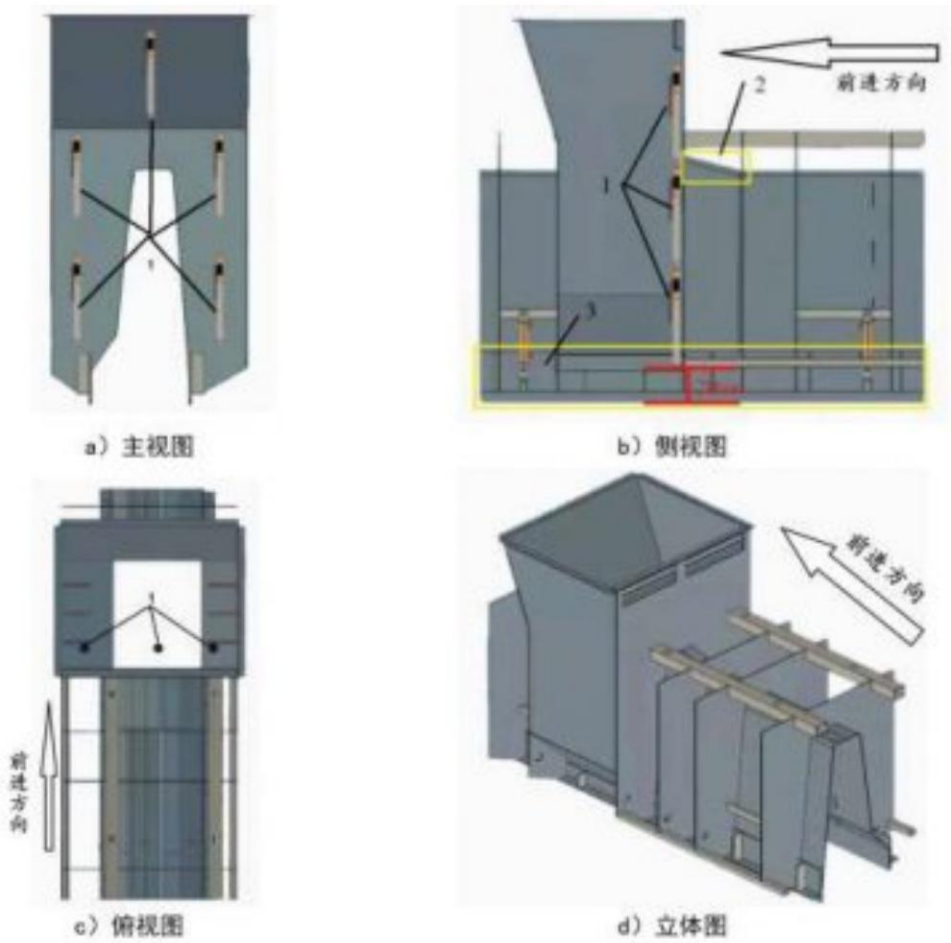
序号	设备名称	规格型号	数量（台）	作业内容
1	钢筋锯断机	根据现场实际情况选配	1	对钢筋骨架进行安装和加工
2	折弯机	根据现场实际情况选配	1	对钢筋骨架进行安装和加工
3	电焊机	根据现场实际情况选配	1	对钢筋骨架进行安装和加工
4	水准仪		1	对基准线进行测量放样
5	全站仪	±（2mm+2ppm）	1	对基准线进行测量放样
6	引线桩、紧线器及基准线	根据现场实际情况选配	100 个引线桩、3 个紧线器、1km 基准线	为滑模机提供行走轨道
7	挖掘机	小型	2	为滑模机供料

序号	设备名称	规格型号	数量（台）	作业内容
8	自卸车或低坍落度专用罐车	10m ³	3	混凝土运输
9	滑模摊铺机		1	摊铺作业
10	电动绳锯机		1	切胀缝
11	切割机	手持切割机	1	切假缝
12	移动发电机	12kW~60kW	1	滑模现场为锯缝机提供电源
13	压力式喷洒机或喷雾器	根据需要定规格和数量	1	喷洒养护剂

注：机械设备数量可根据实际情况确定，挖掘机与自卸车宜多配置一台用于备用。

d) 滑模摊铺设备基本配置要求：

- 1) 滑模机应配备螺旋或皮带输料器、振动仓、插入式高频振动器，可升降封浆板等装置；
- 2) 滑模机应采用可调频的高频振动器，竖向布置，一般选用 5 根，上端面一根，中间与下端面各两根，下方振动棒下端面距封浆板下边缘 20cm；当坍落度较低时，可选配 6 根振动棒，上、中、下各两根，滑动模具示意图应满足图 1 要求；



标引序号说明:

- 1——振动棒;
- 2——3°左右的仰角;
- 3——可升降封浆板。

图1 滑动模具示意图

- 3) 滑动模具应使用钢模板;滑动模具板面拼接处应严密不漏浆,保证防撞护栏表面光洁,边角线平顺;
- 4) 侧模下缘设置可液压调节高度的封浆板,距预埋钢筋或基础面高度宜设置为 3cm,控制漏浆;
- 5) 一般情况顶模应设置 3°左右的仰角,使得连续摊铺时混凝土在尾模板处受到一定挤压;
- 6) 滑模摊铺机应根据现场施工位置调整各传感器的机械位置;
- 7) 当滑模摊铺机出现机械故障,应紧急通知后方搅拌楼停止生产,在故障停机时间内,滑模摊铺机内混凝土尚未初凝,能够排除故障,允许继续摊铺,否则,应尽快将滑模摊铺机拖出摊铺工作面,故障排除后,重新起步摊铺。

5.3 滑模施工

5.3.1 工艺流程

钢筋混凝土防撞护栏滑模施工工艺流程见图2。

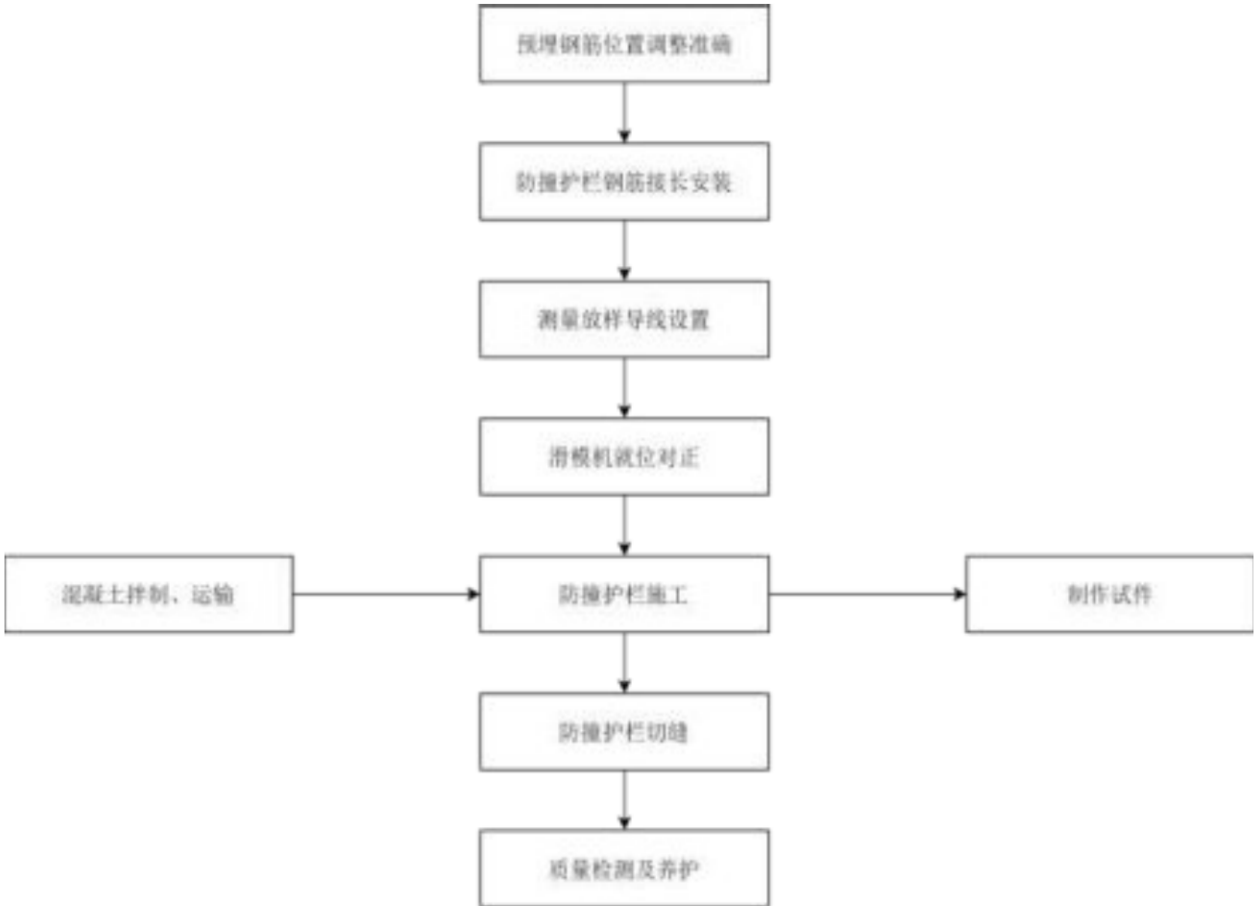


图2 钢筋混凝土防撞护栏滑模施工工艺流程

5.3.2 工艺控制要点

5.3.2.1 一般规定

- a) 滑模现场和拌合站之间应建立快速有效的通信联络，及时进行生产调度、指挥和应急处置；
- b) 路口应设立交通标志，尽量避免夜间施工，如夜间施工应保证施工照明，模板或基准线桩附近应设置警示灯或反光标志；
- c) 宜选择在晴朗天气下进行施工，不应在 6 级大风、暴雨、降雪等不利条件天气下施工作业；
- d) 特殊气候条件施工应符合 JTG/T 3650 中冬期、雨期和热期施工的规定。

5.3.2.2 钢筋加工及安装

- a) 在桥面混凝土或路面基层与防撞护栏结合部应清理干净并凿毛处理；
- b) 桥梁工程中对于偏位的预埋筋，进行校正、植筋或废除后植筋，路面工程中按照设计图纸要求打孔、安装定位钢筋；
- c) 钢筋不应有锈皮、油污等；
- d) 桥梁工程中梁顶预埋钢筋采用焊接，及时清理焊渣，焊缝表面不得有裂纹、焊瘤、夹渣；
- e) 每 5m 设钢筋安装控制点安装钢筋骨架，以控制断面钢筋为标准，保证钢筋安装准确；
- f) 以控制断面钢筋为标准，贯通顶部拉线依次进行防撞护栏钢筋的安装，以保证钢筋安装位置准确，间距均匀；
- g) 钢筋交叉点均应绑扎牢固，必要时，可用点焊焊牢；
- h) 桥梁工程中梁板预埋钢筋或路面工程中定位钢筋与钢筋骨架主筋焊接与接头应错开布置，在接头长度区间内，同一根钢筋不得有两个接头，在接头长度区间内受力钢筋接头面积应小于 50%；
- i) 钢筋骨架安装并满足以下要求：
 - 1) 钢筋骨架按设计安装绑扎；
 - 2) 钢筋骨架要确保位置及尺寸准确。

5.3.2.3 测量定位、导线设置

- a) 基准线设置完成并满足以下要求：
 - 1) 位置线应根据中桩坐标放样，放样点间距 10m（曲线段 5m）；
 - 2) 基准线采用 3mm 细钢丝绳，单根长度不超过 200m 为宜，两端使用多滑轮组紧线器张紧，拉力不小于 1.4kN，钢钎间基准线下挠度不超过 2mm。
- b) 根据设计中桩坐标用全站仪每 10m 一点（曲线段 5m）放出位置线，打眼设置导线支架，位置线距离根据滑模机型号及传感器位置确定，以便于自动导向装置搭接；
- c) 导线搭设在支架横杆上，应根据滑模机自动导向装置工作需要，合理设置与护栏水平与垂直距离。

5.3.2.4 滑模机就位对正、空滑试模

- a) 滑模机自行初步就位，调整模具高程与水平，使之符合设计位置，拧紧螺栓固定；
- b) 调整传感器应靠紧导线，固定传感器，滑模机就位对正；
- c) 滑模机沿导线空滑试模，对影响通过性的钢筋进行调整。

5.3.2.5 混凝土运输

- a) 运输允许最长时间和最长距离应按照新拌混凝土工作性损失规律确定。不满足要求的混凝土不得用于现场滑模；
- b) 每车混凝土从拌合到浇注完成的时间不应超过 90min；
- c) 自卸车、挖掘机等设备应各增加一台备用设备，保障供料连续不中断；
- d) 当混凝土供应不及时，或拌合站出现机械故障等情况时，停机等待时间不得超过当时气温下混凝土初凝时间的 2/3，超过此时间，应将滑模摊铺机开出摊铺工作面，并做施工缝。

5.3.2.6 滑模施工

- a) 在起始位置应设置钢模板，大小以刚穿过滑模机模板为度，并设置预留槽口使钢筋能够从槽口穿出，钢模板应满足图 3 的要求；将钢模板与钢筋骨架固定；

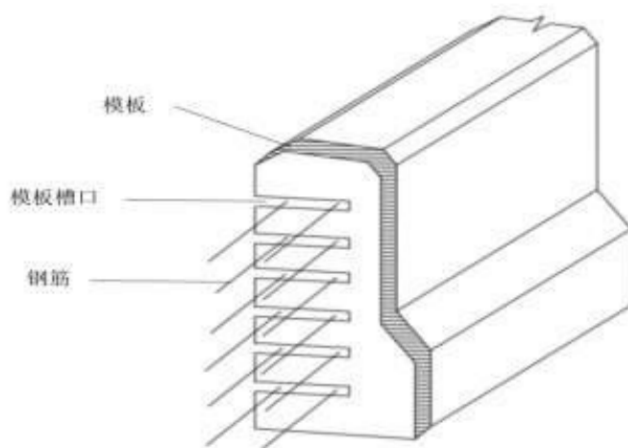


图3 起始位置钢模板示意图

- b) 开始浇筑时，滑模机浇筑行驶速度控制在 $0.4 \text{ m/min} \sim 0.5 \text{ m/min}$ 。为防止混凝土在模板内粘结，可预先在模板及贮料斗内喷洒脱模剂，保持各接触面湿润，保证开始浇筑的流畅性；
- c) 滑模摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断作业，行驶速度宜为 $0.5 \text{ m/min} \sim 1.5 \text{ m/min}$ 。操作手根据到场的水泥混凝土的实际情况，注意调整浇筑速度，水泥混凝土坍落度大时，可减少振动，浇筑速度稍快一些，防止坍塌；坍落度小时，可加大振动，浇筑稍慢一些，防止出现麻面或断裂；
- d) 振捣频率可在 $6000 \text{ r/min} \sim 11000 \text{ r/min}$ 之间调整，宜采用 9000 r/min 左右，以防止混凝土过振、欠振。机手应根据混凝土的坍落度大小调整摊铺振捣频率，最小振捣频率不得小于 6000 r/min （具体由操作手根据滑模摊铺成品外观表面光滑平整、线形流畅平顺，不出现麻面、拉裂、橘皮、隆起、塌溜边等情况实时调整）；
- e) 防撞护栏混凝土随着滑模机挤压成型并在初凝前抹灰工通过抹刀用自身浆液对其缺陷处进行修整，使其平整、致密、有光泽；
- f) 浇注混凝土施工时应配备专人对钢筋骨架进行看护，防止滑模机或其他机械、人员碰撞骨架和导线，导致骨架移位。

5.3.2.7 缩缝、胀缝及施工缝施工

- a) 缩缝施工

- 1) 缩缝使用切割机采用环切的方式进行切缝处理。宜在施工 24h 后即可进行切缝，最恰当的时间还要依据施工现场环境、温度、混凝土强度和时间增长的规律来判断。宜在养护强度达到 5MPa，原则上以切缝时缝口无啃口或毛边为准；
- 2) 切缝采用假缝形式，宽度 0.5cm、深度 2cm、间距不超过 5m。
- b) 胀缝施工
- 1) 按设计要求施工防撞护栏胀缝，设计无要求时，沿防撞护栏每隔 10m 设 10mm 宽胀缝；
- 2) 在胀缝处固定聚乙烯泡沫板等易于拆除的夹板，要求轮廓尺寸准确。混凝土终凝后，清理伸缩缝处的聚乙烯泡沫板，然后在缝表面用与周边同色高弹水泥密封，密封后按照标准养护程序进行养护；
- 3) 桥面伸缩缝相对应位置处，应对护栏伸缩缝，其间隙不应大于桥面伸缩缝的设计位移量。
- c) 施工缝施工
- 特殊情况下不能继续施工时，须设置施工缝，人工清理施工缝应满足图4的要求。当模具脱离后，初凝前须进行人工清理，清除多余的松散混凝土，断面应竖直并基本平整。在距断面10cm~15cm处安装模板，进行人工浇筑、振捣、养护、凿毛等工序。

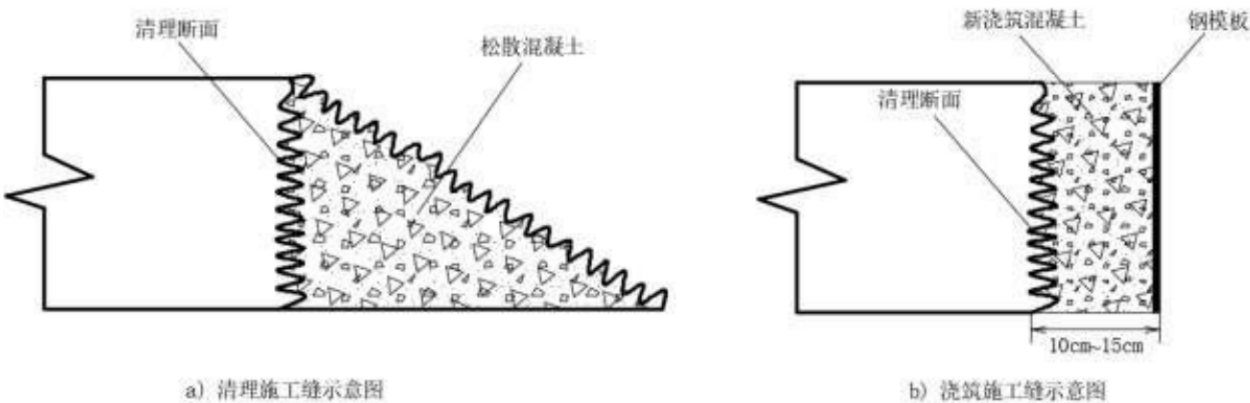


图4 人工清理施工缝示意图

6 质量管理及验收

6.1 钢筋安装实测项目

钢筋安装实测项目应满足表4所示：

表4 钢筋安装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1Δ	受力钢筋间距（mm）	两排以上排距	±5	尺量：长度≤20m时，每构件检查2个断面；长度>20m 时，每构件检查3个断面
2	箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距(mm)		±10	尺量：每构件测10个间距

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
3	钢筋骨架尺寸(mm)	长	±10	尺量：按骨架总数30%抽测
		宽、高或直径	±5	
4	弯起钢筋位置(mm)		±20	尺量：每骨架抽查30%

注：△代表关键项目。

6.2 混凝土防撞护栏实测项目

混凝土防撞护栏实测项目应满足表5所示。

表5 混凝土防撞护栏浇筑实测项目

项次	检 查 项 目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	混凝土强度(MPa)	在合格标准内	《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTGF80/1)附录D 水泥混凝土抗压强度评定
2	平面偏位(mm)	≤4	全站仪、钢尺：每道护栏200m测5处
3△	断面尺寸(mm)	±5	尺量：每道护栏200m测5处
4	竖直度(mm)	≤4	铅锤法：每道护栏200m测5处
5	预埋件位置(mm)	≤5	测每件
6	顶面平整度(mm)	10	3m 直尺测：每道护栏200m测5处
7△	钢筋保护层厚度(mm)	满足设计规范要求	钢筋探测仪：每道护栏两侧各200m测5处

注：1. 护栏长度不满200m者，按200m处理。

2. △代表关键项目。

6.3 混凝土防撞护栏外观质量

混凝土防撞护栏应符合下列规定：

- a) 护栏线形应无异常弯折、突变；
- b) 焊缝表面不得有裂纹、焊瘤、夹渣。
- c) 混凝土外观质量限制缺陷如下：
 - 1) 缺陷现象描述参照现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)编制；
 - 2) 由露筋造成的危害不仅是钢筋的锈蚀、截面削弱，还有因锈胀引起的混凝土剥落，引发更大面积的锈蚀，应严格限制出现露筋现象；
 - 3) 蜂窝、疏松的深度超过 10mm 时，其范围一般也较大，对保护层厚度削弱较多，应加以限制；

- 4) 棱线不直、翘曲不平等外形缺陷虽然不影响结构性能，但对结构功能、安装及景观效果有影响，应加以限制；
- 5) 混凝土颜色受水泥品种影响大，使用不同厂家的水泥产品会使混凝土颜色产生差异，模板表面、养护因素也有影响。另一方面，混凝土颜色随时间逐渐发生变化，颜色差异虽会影响景观效果，但并不一定表示其性能存在差异。

6.4 混凝土坍落度

入模混凝土的坍落度应保证经振动密实挤压出模后不出现重力鼓胀变形，宜为10mm~30mm。
