

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池工程

# 施 工 图 设 计

苏 交 科 集 团 股 份 有 限 公 司

二〇二三年十一月



## 环境保护设计

### 1 概述

#### 1.1 项目背景

盐淮高速公路处于盐东海积平原，区内地势平坦开阔，河网纵横，主要河流为串场河及通榆河，串场河宽 50m，通榆河宽约 100m。两侧河堤宽约 6m。通榆河大桥桥址区主要为农田、农舍及河网。本道路为双向四车道，路基宽 28m，车速 120km/h，

根据《省水利厅 省生态环境厅 省住房和城乡建设厅 关于开展集中式饮用水水源地规范化管理工作的通知》要求，由于通榆河大桥穿越通榆河伍佑水源地饮用水水源保护区，需设置桥面径流收集和处理设施，在桥面设置径流收集管，桥下设置应急池，防治危险化学品运输事故泄露对保护区水体产生污染，保护饮用水水源保护水质不受污染。

接收到本项目委托后，我公司成立项目组，收集资料和现场调查，根据通榆河大桥资料和饮用水水源保护区的保护要求，最终完成通榆河特大桥桥面径流收集和处理设施施工图设计。

#### 1.2 设计依据

##### 1.2.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年修订；
- (2) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年修订；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年修订。
- (5) 《中华人民共和国水法》（2002 年 10 月 1 日）
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（国家主席令第 87 号，2008.2.28 修订通过，2008.6.1 起施行）
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》（2000.3.20 通过）；
- (8) 《中华人民共和国河道管理条例》（2011 年 1 月 8 日修订）；
- (9) 《江苏省生态空间管控区域规划》（江苏省人民政府，苏政发[2020]1 号）
- (10) 《省水利厅 省生态环境厅 省住房和城乡建设厅 关于开展集中式饮用水水源地规范化管理工作的通知》，苏水资[2021]4 号；

##### 1.2.2 技术规范与标准

- (1) 《公路环境保护设计规范》（JTG B04—2010）
- (2) 《饮用水水源保护划分技术规范》（HJ/T 338-2007）
- (3) 《公路建设项目环境影响评价规范》（JTJ B03-2006）
- (4) 《声环境质量标准》（GB3096—2008）
- (5) 《钢结构设计规范》（GB50017-2017）
- (6) 《建筑结构荷载规范》（GB5009-2012）
- (7) 《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）
- (8) 《建筑地基基础设计规范》（GB5007-2011）
- (9) 《涂装设备通用技术条件》（JB/T 10394.1-2002）
- (10) 《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T18226-2015）
- (11) 《公路工程质量检验评定标准》（第一册土建工程）（JTG F80/1-2017）
- (12) 《公路声屏障材料技术要求和检测方法》（JT/T 646—2005）
- (13) 《道路声屏障质量检验评定》（DB32/T943-2006）
- (14) 《室外排水设计规范》（GB 50014-2006）
- (15) 《给水排水工程结构设计规范》（GB50069-2002）
- (16) 《公路排水设计规范》（JTG/T D33-2012）
- (17) 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）
- (18) 《地表水资源质量标准》（SL—94）
- (19) 《渔业水质标准》（GB11607—89）
- (20) 《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）
- (21) 《污水综合排放标准》（GB8978—1996）
- (22) 《声屏障结构技术标准》（GB/T 51335-2018）
- (23) 《噪声与振动控制工程手册》（2002.09）
- (24) 《建筑环境通用规范》（GB55016-2021）。
- (25) 《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）

- (26) 《城市道路交通工程项目规范》(GB 55011-2021)
- (27) 《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021)
- (28) 《钢结构通用规范》(GB 55006-2021)

### 1.2.3 项目文件

(1) 《盐城十三合同段通榆河特大桥竣工资料》，路桥集团公路一局三公司，2005 年 10 月 18 日。

## 2 桥面径流收集和处理系统设计

根据《江苏省生态空间管控区域规划》(江苏省人民政府，苏政发[2020]1号)，通榆河特大桥涉及通榆河伍佑水源地饮用水水源保护区，保护区详情如下：

表 2-1 饮用水水源保护区情况一览表

序号	生态空间保护区名称	县(市、区)	主导生态功能	范围		面积(平方公里)		
				国家级生态保护红线范围	生态空间管控区域范围	国家级生态保护红线面积	生态空间管控区域面积	总面积
561	通榆河伍佑水源地饮用水水源保护区	盐城市区	水源水质保护	盐城市城东水厂通榆河取水口位于伍龙河入通榆河河口南侧上溯 550 米处(120°14'49"E, 33°18'25"N)。一级保护区:取水口上游至盐淮高速北侧(约 1000 米),下游至伍龙河入通榆河河口南侧(约 550 米)通榆河水域;一级保护区水域与相对应的两岸背水坡堤脚外 100 米的范围。二级保护区:盐淮高速北侧上游至便仓(约 3800 米),伍龙河下游至伍佑港(约 950 米)通榆河水域;二级保护区水域与相对应的两岸背水坡堤脚外 1000 米的范围	上游至于大丰交界处,下游至南环路,通榆河水域及东岸纵深 1000 米陆域(伍佑港至南环路约 1800 米通榆河水域东岸纵深为 300 米),以及通榆河西岸纵深至西伏河区域	39.61	11.37	50.98

根据本项目竣工资料，通榆河特大桥涉及保护区范围为穿越通榆河伍佑水源地饮用水水源保护区二级保护区。

## 2.1 桥面径流收集

### 2.1.1 收集方案

根据本项目竣工资料，通榆河特大桥涉及保护区范围为穿越通榆河伍佑水源地饮用水水源保护区二级保护区。经与建设单位商定，确定对通榆河特大桥 K96+690~K97+436 范围内的桥面径流进行收集，收集范围共 746 长。

由于桥梁西侧 K96+690 处桥面高程高，东侧 K97+436 处高程低，所以径流收集由西到东

侧进行，对左右两幅桥梁径流采用 PVC 管分别进行收集，收集至 K97+436 后的桥面径流从附近的桥梁引至桥下，进入桥下的应急池。

具体收集方式和收集范围如下表所示：

表 2-2 通榆河大桥桥面径流收集范围一览表

序号	桥梁名称	收集范围	收集长度(m)	桥面宽度(m)	汇水面积(m <sup>2</sup> )
1	通榆河特大桥	左幅 K96+690→K97+406	716	12	8592
		左幅 K97+406←K97+436	30	12	360
		右幅 K96+690→K97+406	716	12	8592
		右幅 K97+406←K97+436	30	12	360

从 K97+406←K97+436 的径流收集管的倾向与桥梁坡度方向相反，管道坡度为 1%，具体通过调整管道吊架长度达到设计的坡度要求。

为保障桥面行车通畅、安全，防止桥面结构受降水侵蚀，桥梁在行车道边缘处设置泄水口，降落在桥面上的雨水沿路面横、纵坡度迅速排入行车道两侧的泄水口，再由泄水管向下排放。桥面两侧每隔 5m 设置一个泄水口。采用在各桥两侧泄水口下设置 PVC 管道将桥面径流收集的方案。

### 2.1.2 桥面径流收集系统水力计算

#### (1) 计算公式

$$Q = \Psi q F$$

式中：

Q——雨水设计流量，L/s；

$\Psi$ ——径流系数，根据《公路排水设计规范》(JTGT D33-2012)，沥青混凝土路面取  $\Psi = 0.95$ ；

F——汇水面积，hm。

q——设计暴雨强度，L/(s·ha)， $q = 167i$ ，采用盐城地区暴雨强度公式计算 i 值。

$$\text{暴雨强度公式: } i = \frac{16.2936 \times (1 + 0.98911 \lg P)}{(t + 14.5565)^{0.7563}}$$

式中：

P——设计重现期，年，根据《公路排水设计规范》（JTGT D33-2012），高速公路和一级公路路面和路肩表面排水取 P=5；

t——降雨历时，min， $t=t_1+mt_2$ ， $t_1$ 为坡面汇流时间， $t_2$ 为管内流行时间，m为折减系数，对于管道 m=2。

坡面汇流时间  $t_1 = 1.445 \frac{(m_1 L_s)^{0.467}}{i_s}$ ，式中：

$t_1$ ——坡面汇流时间，min；

$m_1$ ——地面粗糙度，沥青混凝土路面为 0.013；

$L_s$ ——坡面流的长度，m； $i_s$ ——坡面坡度。

管内流行时间  $t_2 = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{60v_i}$

式中：

$t_2$ ——管内流行时间，min；

$l_i$ ——第 i 管段的长度，m；

$v_i$ ——第 i 管段内的流速，m/s。

管内流速（圆管） $v = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^{2/3} \cdot i_g^{1/2}$

式中：

v——管段内的流速，m/s；

n——管段的粗糙度，塑料管为 0.010；

d——管段的直径，m；

$i_g$ ——管段的坡度。

(2) 计算结果

根据水力计算结果，收集段排水管长度、管径、坡度如图纸所示，桥两侧收集段排水管至最后一个泄水口后沿桥墩向下后至地面汇流，穿过辅道自流汇入道路旁的径流处理系统。其中，管径按《室外排水设计规范》（GB50014-2006）确定。

桥面径流收集排水管布置如下表。

表 2-3 跨通榆河主线桥梁径流收集排水管布置表

编号	敏感点	收集范围	PVC-U 管长
			规格/m
1	通榆河大桥	左幅 K96+690→K97+406	dn315/375m； dn400/260m； dn450/130
2		左幅 K97+406←K97+436	dn315/50
3		右幅 K96+690→K97+406	dn315/375m； dn400/260m； dn450/130
4		右幅 K97+406←K97+436	dn315/50

径流收集管道材质为 PVC-U，固定件采用吊架、支架、管卡固定方式。固定件材质为普通钢 Q235A，钢板厚度 6mm，现场加工制作。固定件与管道之间设置橡胶垫，橡胶垫厚 3mm。固定与桥梁结构之间采用化学螺栓连接。

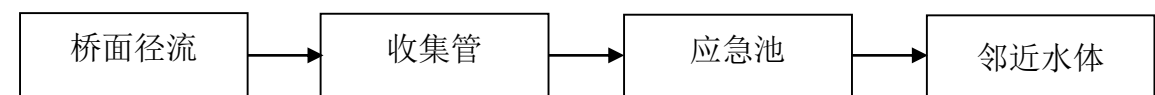
安装管道之前需对通榆河特大桥主跨及两侧既有管道先行拆除，然后再按照本次施工图实施径流收集管。既有管道拆除长度约为 580m。

2.2 桥面径流处理

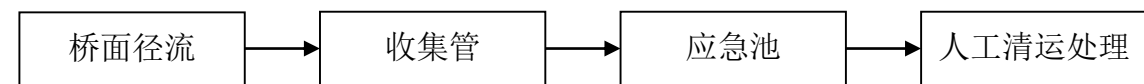
2.2.1 桥面径流处理方案

桥面径流的主要污染物是 SS 和石油类，同时存在发生危险品运输事故的风险，桥面径流处理系统需具有沉淀、隔油和蓄毒的作用。

桥面径流处理工艺采用采用平流沉淀兼应急池处理方式，其流程如下图所示。



正常状态下桥面排水处理流程图



事故状态下桥面排水处理流程图

根据径流污染特征，采用平流沉淀应急池作为桥面径流处理系统，径流由收集系统排入应急池后，经沉淀、隔油处理后就近排入邻近水体，不直接进入通榆河。平流沉淀应急池具有沉淀作用，能够去除径流中的 SS；在沉淀区末端设置隔板，可以清除漂浮在水面的浮油，降低出水中石油类含量；沉淀池采用溢流出水，并设置一定量的容积，达到满足贮存危险品事故

排水的要求，可以防范环境风险。

### 2.2.2 应急池设计

跨越通榆河特大大桥的主线桥梁共设 2 座沉淀池。沉淀区按贮存 5 年一遇暴雨前 20min 径流量计，则一个最大收集面积的桥梁部位，沉淀池的有效容积约 330m<sup>3</sup>。沉淀池尺寸采用 23m×4.5m×4.55m×1 个。

$$Q = \Psi q F \times 20 \times 60$$

目前大型槽罐运输车的容积一般为 25~35m<sup>3</sup>，上述应急池容积可以满足贮存泄漏的全部化学危险品的要求，并具有同时贮存至少 4 倍物料体积的消防排水的能力，可以起到防范环境风险的作用。

根据《室外排水设计规范》（GB50014-2006），沉淀池有效水深宜采用 2.0~4.0m，平流沉淀池每格长度与宽度之比不宜小于 4，沉淀池设计成统一尺寸如下表所示。

表 2-4 通榆河特大桥应急池

编号	敏感点	应急池位置	应急池
			长×宽×高 m×个
1	通榆河特大桥	左幅 K97+421 桥下	23m×4.5m×4.55m×1 个
2		右幅 K97+391 桥下	23m×4.5m×4.55m×1 个

应急池处于桥下桥梁跨中，可避免应急池对桥梁结构影响。位置可适当移动，以避开桥下的水渠或道路等设施。

应急池体为钢筋砼结构，设计使用年限为 50 年。环境类别和结构耐久性均参照桥梁结构。

池壁厚 250mm，底板厚 300mm。采用防水混凝土，混凝土强度等级 C30，抗渗等级 P8，池体内部 1:2 防水水泥砂浆抹面，厚 20mm。

桥下的径流收集和处理装置、应急装置尽量置于桥下，避免新征土地，减少工程对农业生态的影响，同时降低工程造价。

应急池底部地层设计承载力不小于 80KPa。遇局部有暗塘、暗沟可进行 5%灰土换填或适当移动避开。

经验算，水池的抗浮计算满足稳定性要求。应急池尾水排放至邻近水体，使桥面径流不会直接进入通榆河水体。

## 3 施工要求

### 3.1 管道安装工程

①管材在运输、装卸、搬动时应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖，严禁在烈日下曝晒。冬季施工时，管材堆放处应有防冻措施，安装应安排在白天气温较高时进行。

②管道安装前，必须按管材管件产品标准逐节进行外观检验，不合格者，严禁进行安装。

③悬吊管安装时，应先将预制好的管道用铁钩挂住，查看无误后在进行连接；连接后应迅速摆正位置，临时加以固定；待连接固化后，再紧固固定件，但不宜卡箍过紧。

管道固定件应经除锈后防腐，防腐可采用涂刷环氧煤沥青漆。焊接固定件的焊缝厚度不得小于 4mm，全长度满焊。

化学螺栓都要满足结合力、强度和植入深度的要求具体指标如下表：

化学锚栓设计参数表

项 目	单 位	数 值
锚栓规格	(mm)	M16
钻孔直径	(mm)	18
钻孔深度	(mm)	125
螺栓长度	(mm)	190
设计拉力	(KN)	25

经核实，化学锚栓间距混凝土结构后锚固技术规程（JGJ145-2013）要求。管道处于桥梁的紧急停车带，经核查，不会对桥梁结构造成破坏。

④埋地管应铺设在经开槽处理回填密实的地基上。下管时应采用可靠的吊具，平稳下沟，不得与沟壁、槽底激烈碰撞，吊装时应有两个吊点，严禁穿心吊装。

埋地管沟槽的回填从管底至管顶 0.5m 范围内，沿管道、检查井两侧必须采用人工对称、分层回填压实，严禁用机械推土回填。回填不得使用淤泥、有机物、冻土，不得含有石块、砖及其他带棱角物。回填时沟槽内应无积水。

⑤承插连接的承口应逆水流方向，插口应顺水流方向。

⑥橡胶圈连接使用的橡胶圈、润滑剂应由管材生产厂家配套提供。

⑦管道安装完毕且经检验合格后，应分别进行闭水试验和通球试验。

闭水试验：纵向排水管密闭性试验按所有泄水管同时放水计，检查排水有无渗漏。埋地

管的密闭性试验时，径流应急池中灌水深度不得小于最大有效水深。管道密闭性检验时，埋地管的接头部分应外露观察。

通球试验：将直径为管径 2/3 左右的塑料球投入管道，并注入一定量的水，塑料球应能从管道末端顺利排出，无堵塞现象。

⑧其他未尽事宜，遵照《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）要求执行。

### 3.2 钢筋砼及砌筑工程

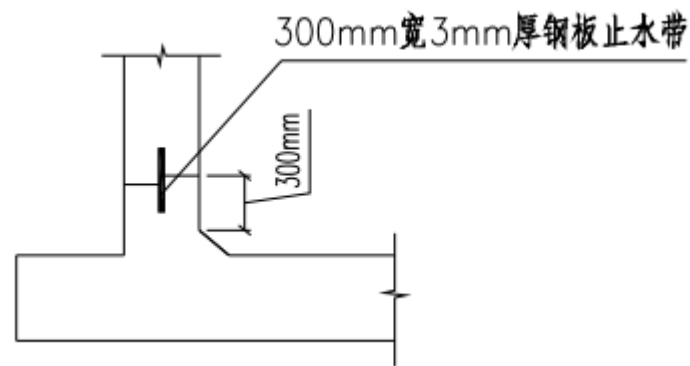
①施工单位在投标文件中应有可靠的基坑支护方案；施工中注意基坑排水。

②应注意施工时序，及时采取基坑支护措施，施工中应进行建筑物沉降观测，防止因基坑施工对桥墩和其他设施造成破坏。

③在土方开挖施工过程中，发现不明管线或构筑物应及时报告，采取相应措施，严禁野蛮施工。

④水池现浇混凝土必须振捣密实，不得漏振，不允许出现蜂窝、麻面现象，严禁发生涨模现象，混凝土浇完后应注意浇水养护；砖砌体砂浆必须饱满，表面平整，砖缝均匀。

池壁施工缝的位置可以设在底板与池壁连接的腋角上部，构造图如下图：



为提高水池的抗渗性能，池内的防水水泥砂浆抹面应分层紧密连续涂抹，每层的接缝需上下左右错开，并应与混凝土的施工缝错开。

浇注水池混凝土前应将铁梯、墙管预埋件按图预先埋设牢固，防止浇注混凝土时松动，安装附属设备之间预留孔洞亦应事先留出，不得事后敲凿。

⑤所用钢筋质量应按《钢筋混凝土用余热处理钢筋》（GB13014-2013）的有关规定，所用钢筋必须有出厂合格证书。

⑥其他未尽事宜按《混凝土结构工程施工验收规范》（GB50204-2015）、《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB50203-2019）及其他现行技术规范和标准的要求执行。

⑦为保证安全，应急池周围用高速公路隔离栅围封，同时在应急池上用防水油漆写明“应急池，水深危险，严禁嬉戏”等醒目字样。

### 4 操作运行规程

径流应急池采取溢流水运行方式。应急池运行和日常管理由桥面径流管道和应急池设施运营单位负责实施。

发现危险品运输应急事故时，应及时通知相关部门，由专业危险品处理部门，及时将应急池中的危险品清运，进行专业的危险品处理。保证危险品不会流向下游管道和地面水体，满足环评及其批复中关于不得排入生态保护区的要求。

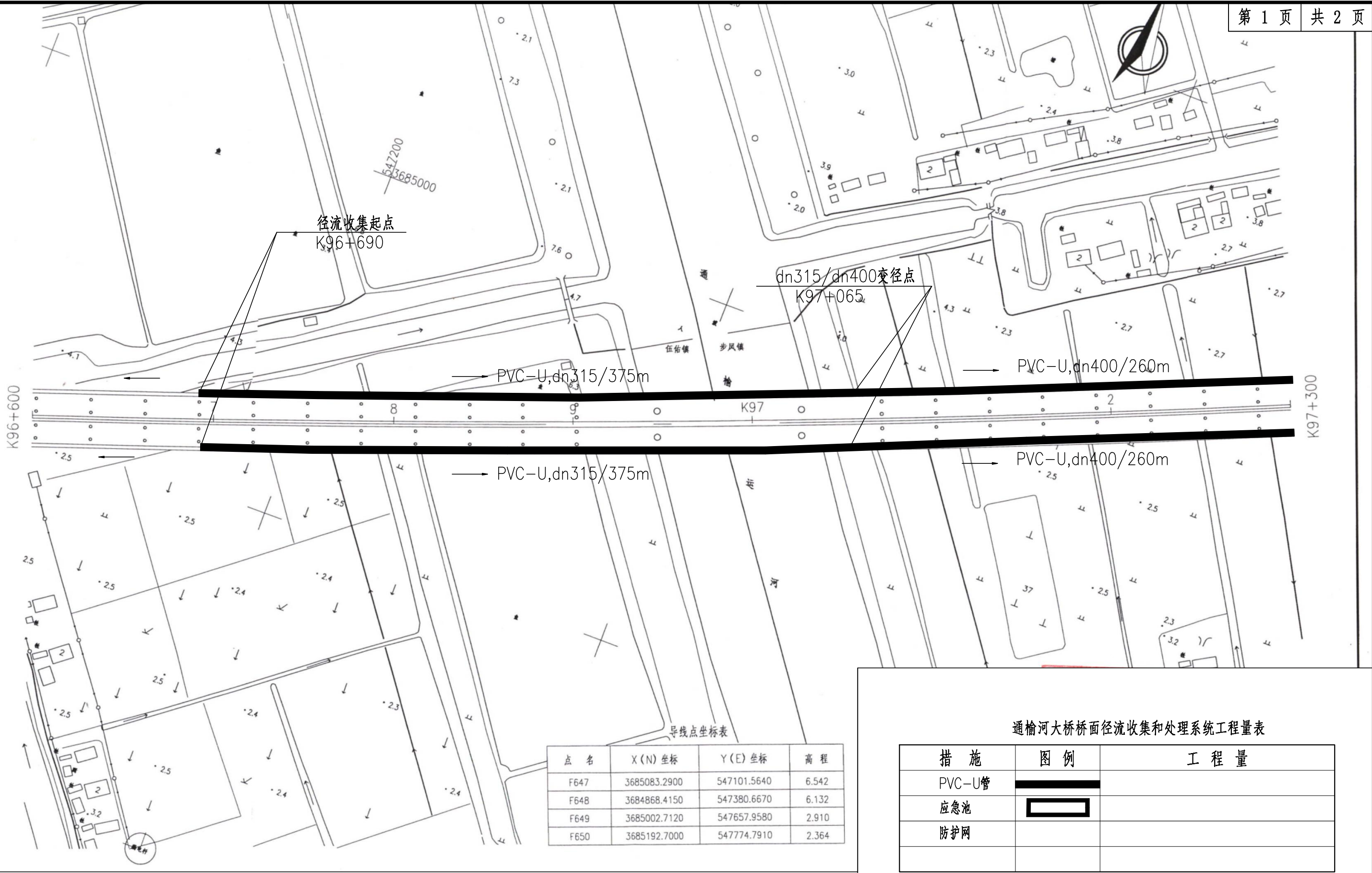
无应急情况发生时，在降雨天气，桥面径流由桥面排水管道收集汇流至应急池中，应急池按平流沉淀池设计，可以对初期雨水进行沉淀、隔油处理，满足保护区要求，桥面径流不直接进入生态保护区。应急池需 2 年清运一次。

日期

编号	敏感点	收集范围	PVC-U管长	应急池	钢丝网
			规格/m	长×宽×高m×个	m
1	通榆河	左幅K96+690→K97+406	dn315/375m; dn400/260m; dn450/130	23m×4.5m×4.55m×1个	防护网80
2		左幅K97+406←K97+436	dn315/50		封盖网25
3		右幅K96+690→K97+406	dn315/375m; dn400/260m; dn450/130	23m×4.5m×4.55m×1个	防护网80
4		右幅K97+406←K97+436	dn315/50		封盖网25
5	合计	dn315/850m; dn400/520m; dn450/260m; ;防护网160m; 封盖网50m。新增征地0亩。			
		23m×4.5m×4.55m×2个			



日期



导线点坐标表

点名	X(N) 坐标	Y(E) 坐标	高程
F647	3685083.2900	547101.5640	6.542
F648	3684868.4150	547380.6670	6.132
F649	3685002.7120	547657.9580	2.910
F650	3685192.7000	547774.7910	2.364

通榆河大桥桥面径流收集和处理系统工程量表

措施	图例	工程量
PVC-U管		
应急池		
防护网		

注：  
1、本图比例为1:2000。  
2、径流收集范围由建设单位确定。

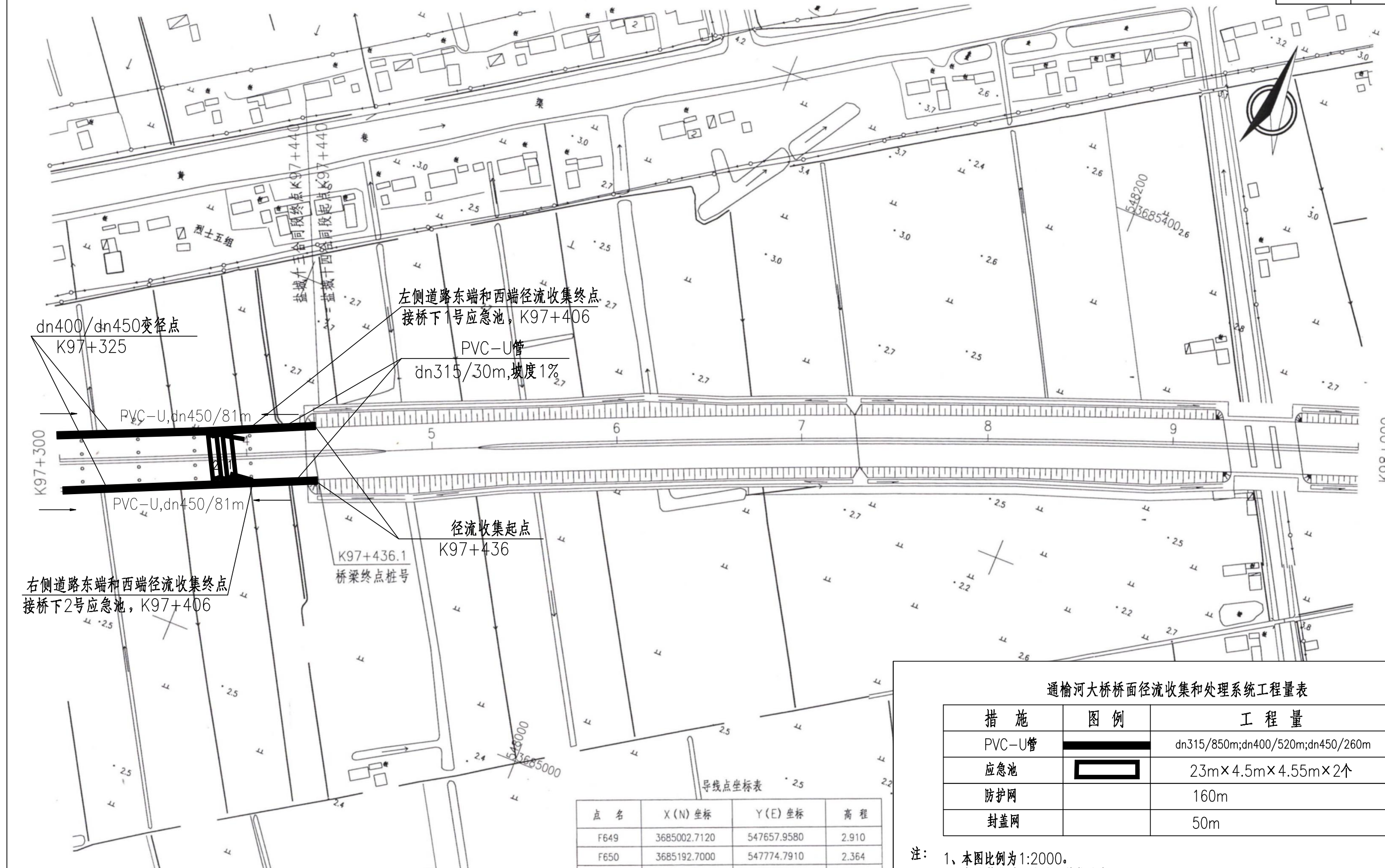
苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

通榆河特大桥桥面径流收集  
和处理系统平面布置图

设计	复核	审核	审定	图号
				S8-3

日期



左侧道路东端和西端径流收集终点  
接桥下1号应急池, K97+406

PVC-U管  
dn315/30m, 坡度1%

dn400/dn450变径点  
K97+325

PVC-U, dn450/81m

PVC-U, dn450/81m

径流收集起点  
K97+436

右侧道路东端和西端径流收集终点  
接桥下2号应急池, K97+406

K97+436.1  
桥梁终点桩号

导线点坐标表

点名	X(N)坐标	Y(E)坐标	高程
F649	3685002.7120	547657.9580	2.910
F650	3685192.7000	547774.7910	2.364

通榆河大桥桥面径流收集和处理系统工程量表

措施	图例	工程量
PVC-U管		dn315/850m; dn400/520m; dn450/260m
应急池		23m×4.5m×4.55m×2个
防护网		160m
封盖网		50m

- 注:
- 1、本图比例为1:2000。
  - 2、径流收集范围由建设单位确定。
  - 3、K97+406←K97+436收集管坡度1%，与桥梁纵坡倾向相反，可通过调节吊架长度形成。
  - 4、两应急池间距1m，进出水方向相反。中心位置距离桥墩中心位置为15m。

苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

宿淮盐高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
和处理系统平面布置图

设计

复核

审核

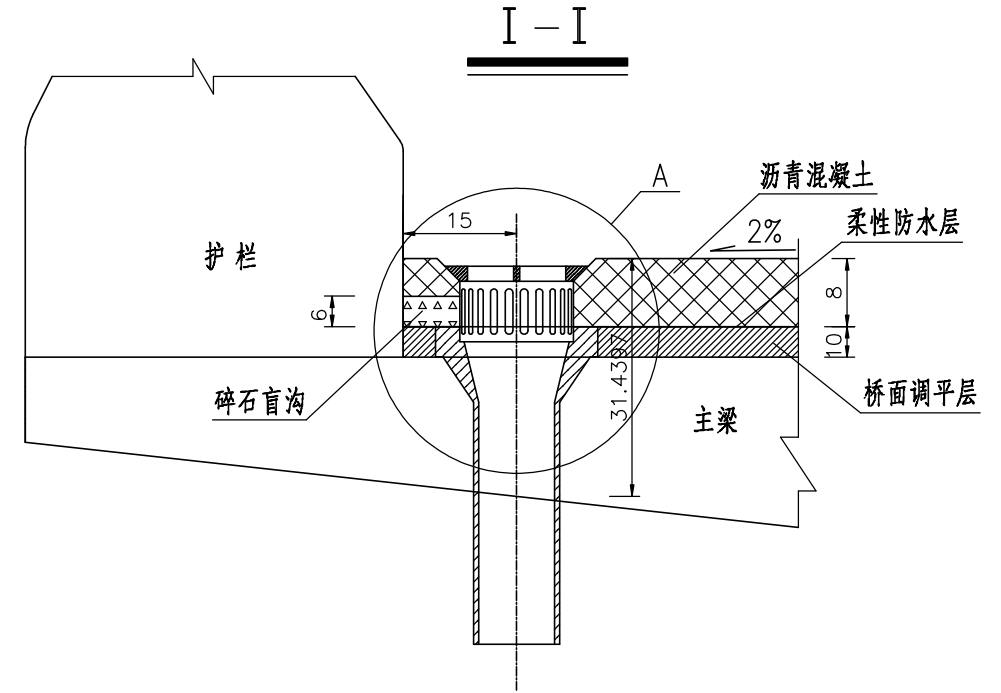
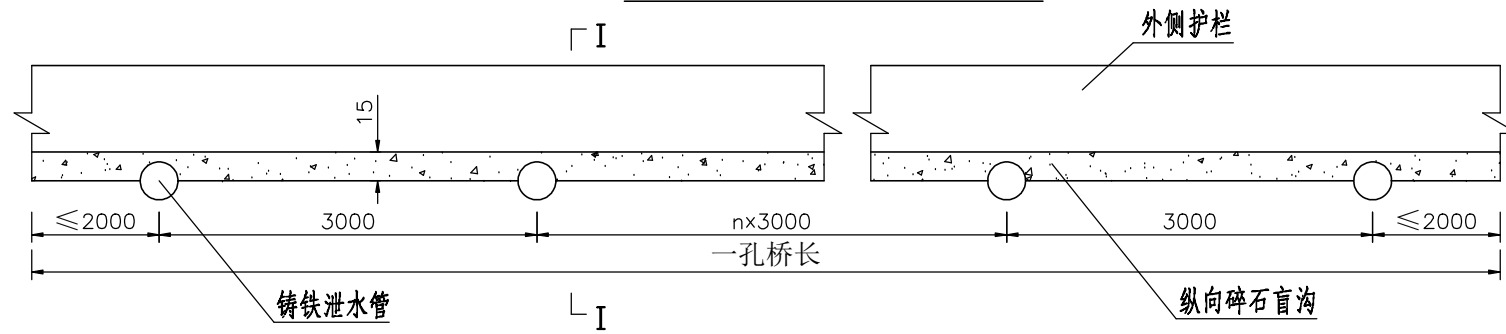
审定

图号

S8-3

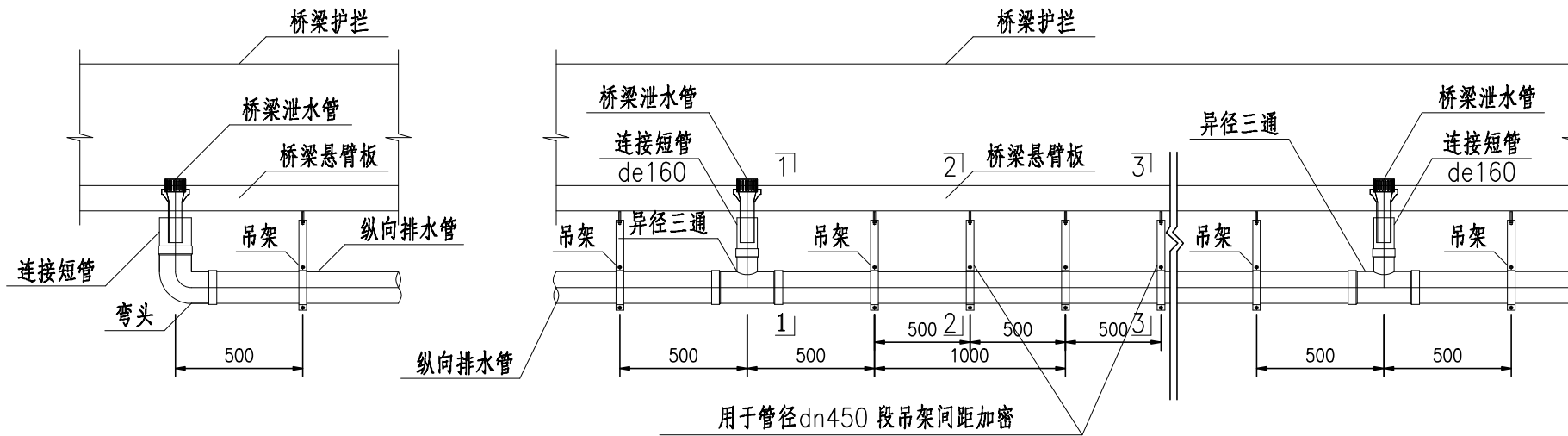
桥面泄水口管道安装布置图

泄水管及盲沟平面布置图



安装图一

安装图二



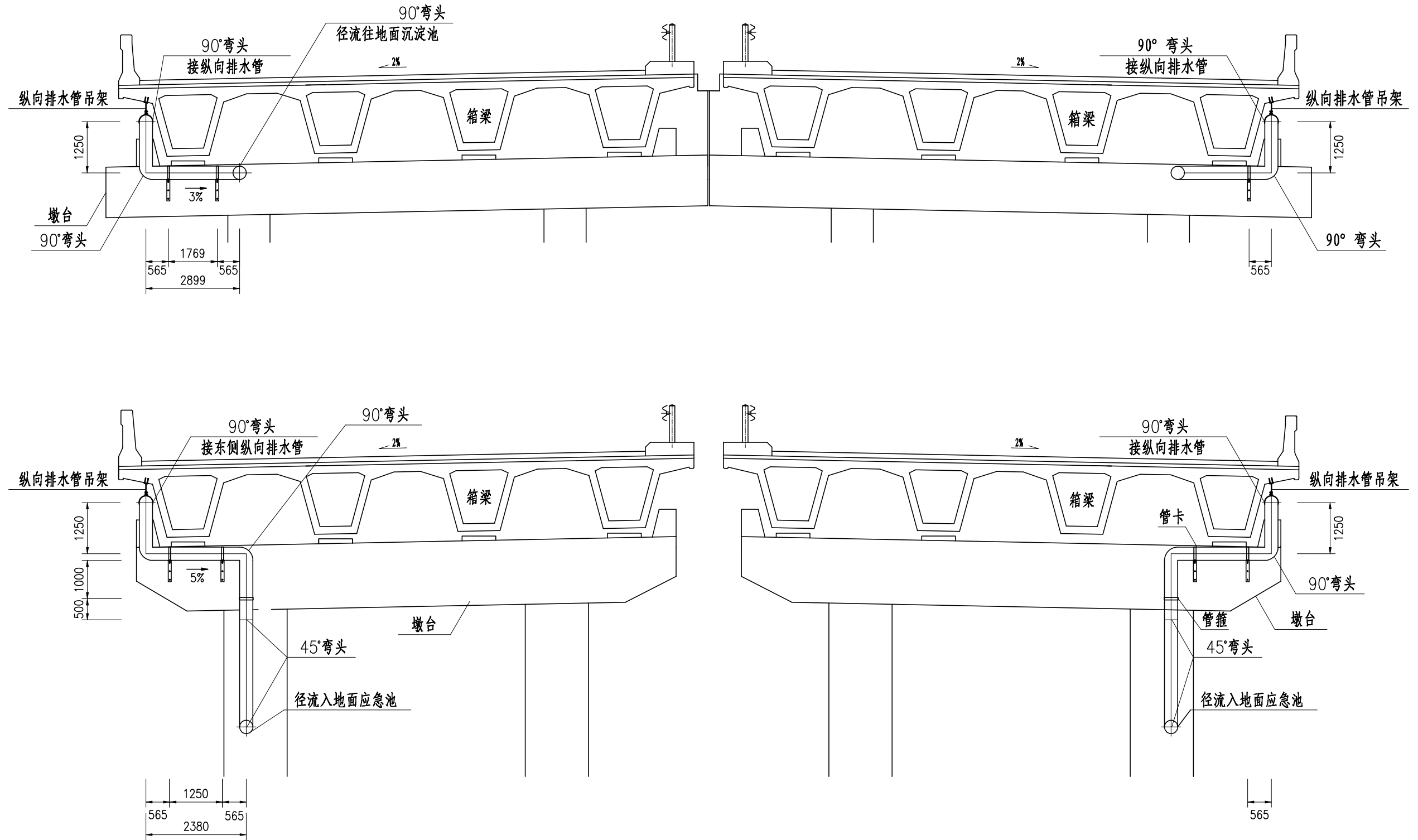
附注：

- 1、图中尺寸单位以毫米计。
- 2、安装图一适用于纵向排水管起点泄水管的连接，安装图二适用于其他收集管段的安装。泄水孔间距5m。
- 3、吊杆及管箍制作见大样图。
- 4、纵向排水管为PVC-U管，一般采用电熔承插连接；经过桥梁伸缩缝的管段两端采用橡胶圈密封连接，橡胶圈及润滑剂由管道生产厂家配套提供。
- 5、此图适用于桥梁两侧的桥面径流收集。纵向排水管连接既有桥面泄水管。
- 6、桥梁伸缩缝处需纵向管需增加伸缩管连接，共8个；
- 7、桥面径流收集系统施工完毕后应进行通水试验和通球试验。

收集系统安装材料表

名称	弯头	连接短管	异径三通	吊架	卡箍
单位	个	个	个	套	个
数量	20	300	300	1660	40

日期



附注:

- 1、图中尺寸单位标高以米计，其他以毫米计。
- 2、支架安装高度需保证管道的坡度 $\geq 0.3\%$ 。

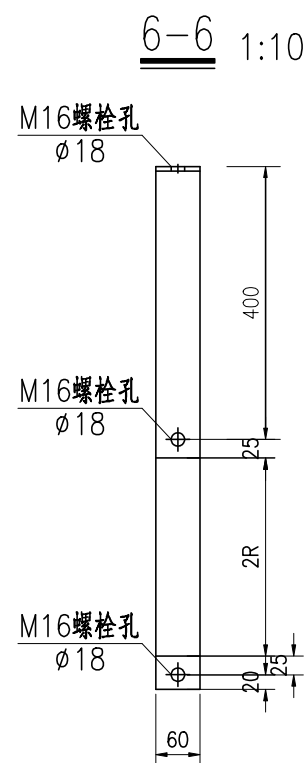
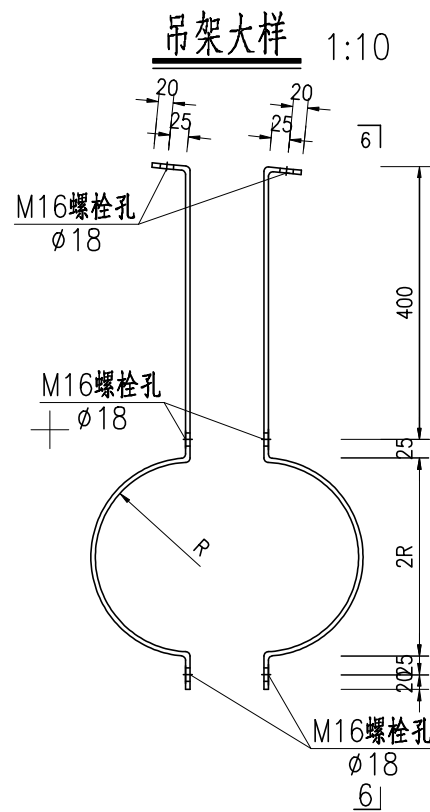
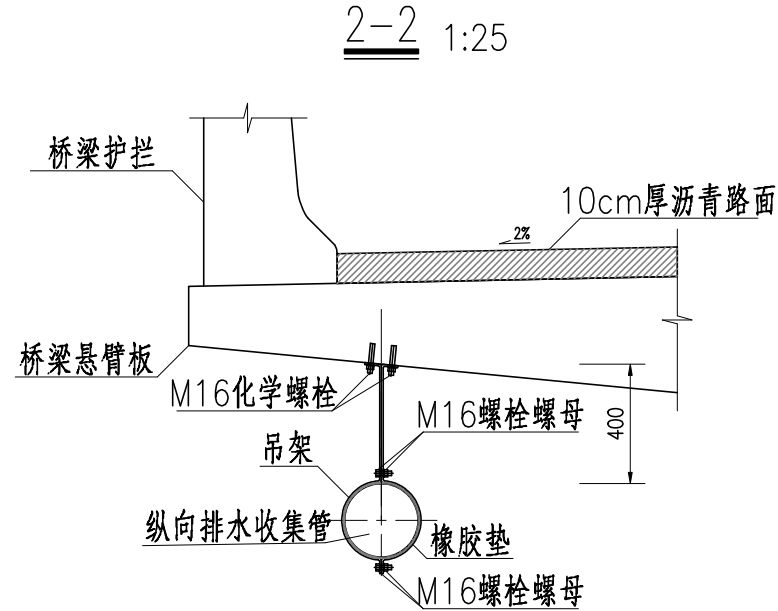
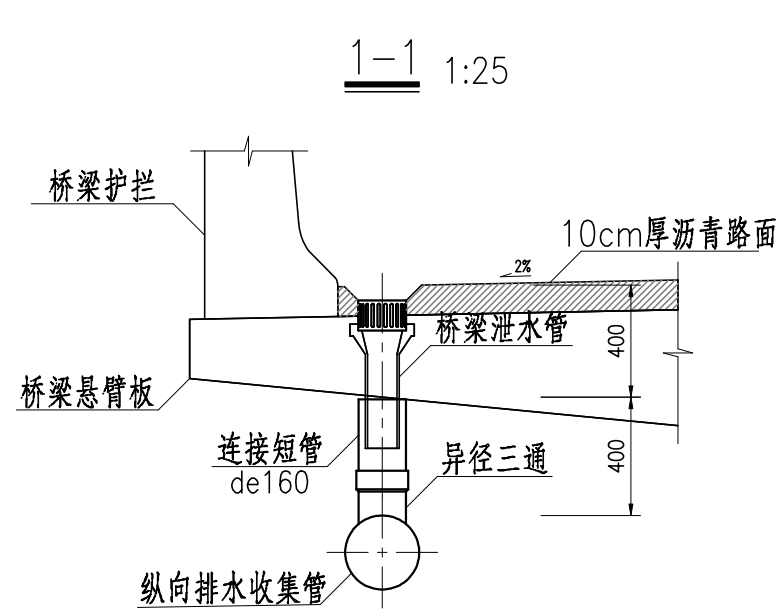
苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

桥面径流横向收集管布置图

设计	复核	审核	审定	图号
				S8-4-1

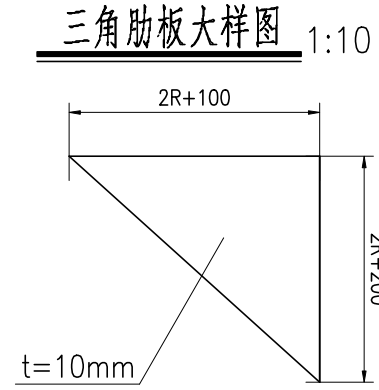
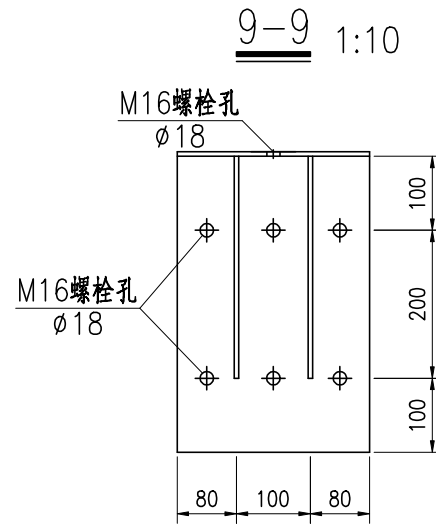
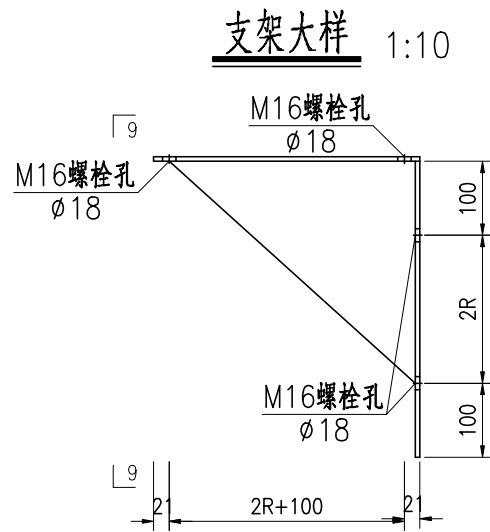
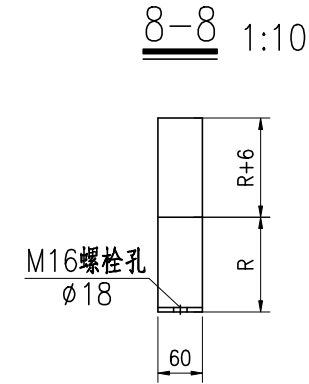
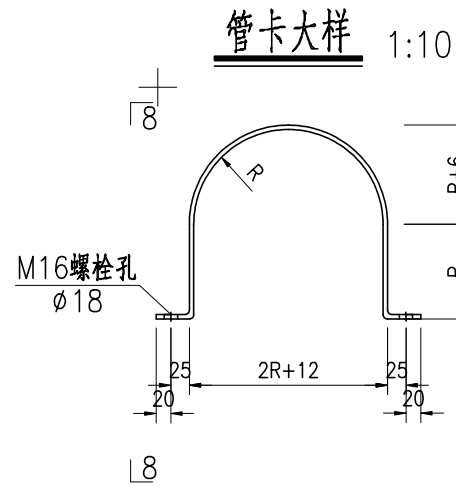
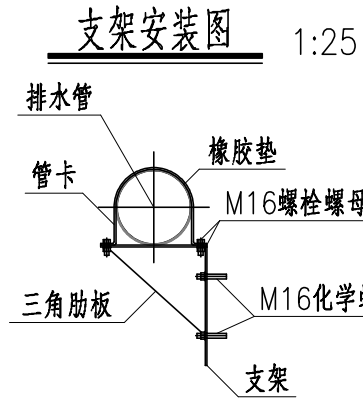
桥面径流收集管安装图



附注:

- 1、图中尺寸单位以毫米计。
- 2、吊杆及管箍由Q235A钢制作，钢板厚度6mm,所有露明铁件表面刷两道防锈漆防腐。吊架安装时内衬厚3mm橡胶垫。
- 3、图纸R为PVC-U管外半径数值加上橡胶垫的厚度之和值。
- 4、金属吊架预先防腐，所有露明铁件均刷两道防锈漆防腐。
- 5、桥梁翼缘板厚度不一致时，可以调节管道吊架长度，使管内径流顺畅流向收集终点。

桥面径流收集支架大样图



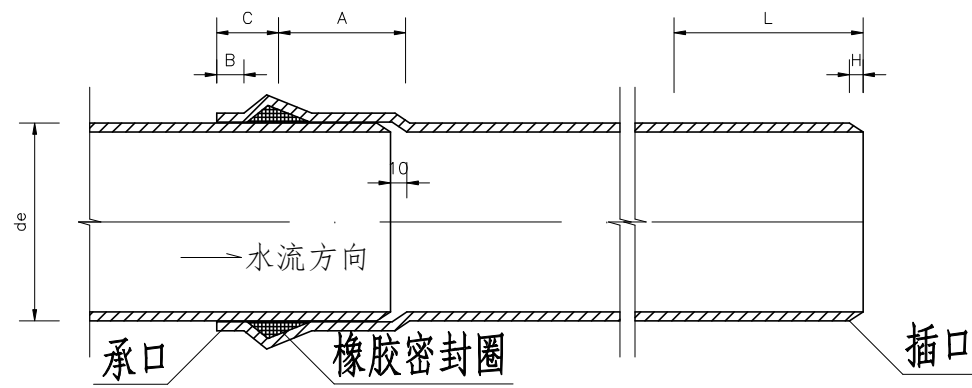
附注:

- 1、图中尺寸单位以毫米计。
- 2、支架、管卡采用普通钢现场制作，钢板厚度6mm。管卡安装时内衬厚3mm橡胶垫。
- 3、图纸R为径流收集管外半径数值加上橡胶垫的厚度之和值。
- 4、当遇到桥梁梁体高度不一致地段，可通过调整吊架长度，使得收集管和桥梁纵坡一致，或与设计坡度一致。收集管至终点之前不得出现反向坡。

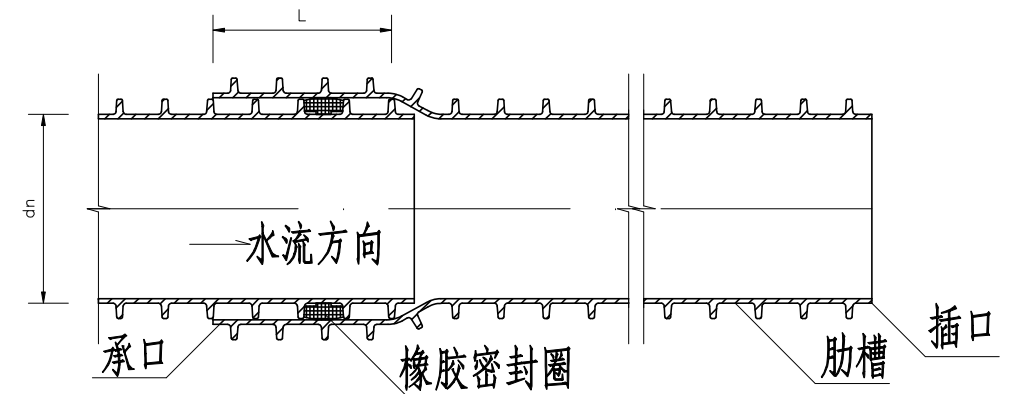
日期

日期

### 橡胶圈密封连接(平壁管)



### 橡胶圈密封连接(加筋管)



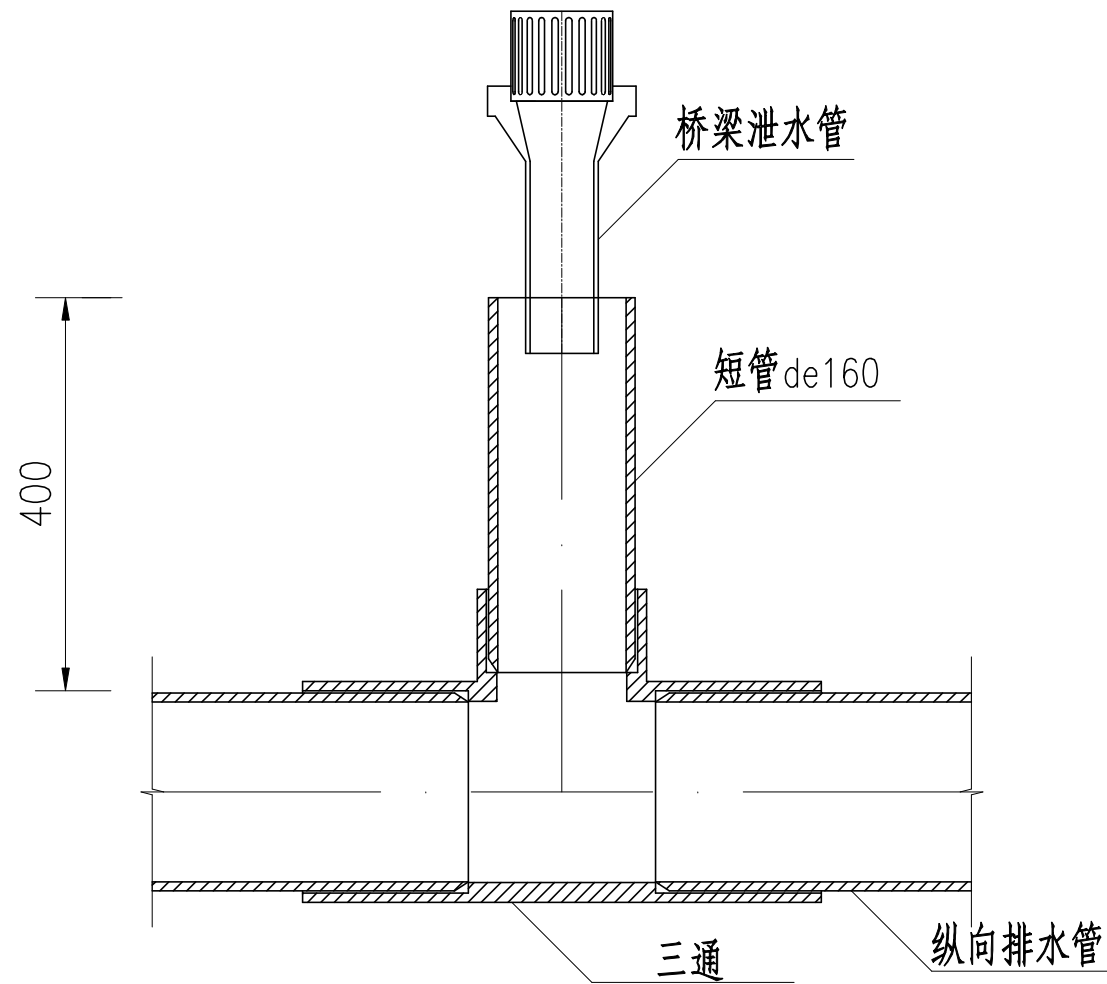
附注:

- 1、直管之间的连接采用橡胶圈密封连接。
- 2、橡胶圈及润滑剂由管道生产厂家配套提供。

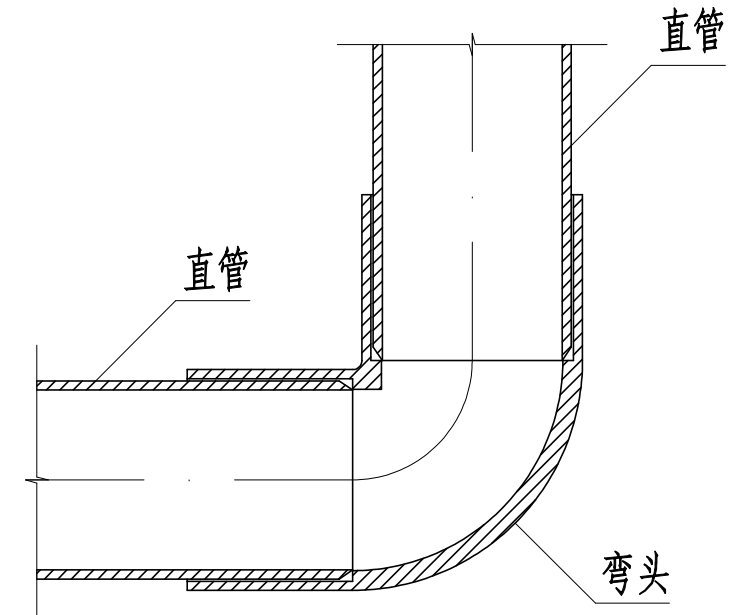
苏交科集团股份有限公司	盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池 工程施工图设计	管道连接图(橡胶圈密封连接)	设计	复核	审核	审定	图号
							S8-4-3

日期

### 胶粘连接(三通)



### 胶粘连接(弯头)



附注:

1) 直管与三通、弯头之间的连接采用胶粘连接。

2) 插口尺寸根据连接管件的承口尺寸确定。

3) 管道胶粘连接注意事项:

1) 管道连接不宜在湿度很大的环境下进行,操作场所应远离火源、防止撞击和阳光直射,在-5℃以下的环境中不宜操作。

2) 在涂敷胶粘剂之前,应先用砂纸将粘接表面打毛,并用干布擦净,粘接表面不得沾有尘埃、水迹及油污,当表面沾有油污时,应用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。

3) 用油刷蘸胶粘剂涂刷被胶粘插口外侧粘接承口内侧时,应轴向涂刷,动作迅速,涂抹均匀,涂刷的胶粘剂应适量,不得漏涂或涂抹过厚。冬季施工时,应先涂承口,后涂插口。

4) 承插口涂刷胶粘剂后,即找准方向将管子轻轻插入承口,对直后挤压,管端插入深度至少应超过标记,并保证承插借口的直度和接口位置正确,且静置2-3分钟;插接过程中,可稍做旋转,但不得超过1/4圈,不得插到底后进行旋转。

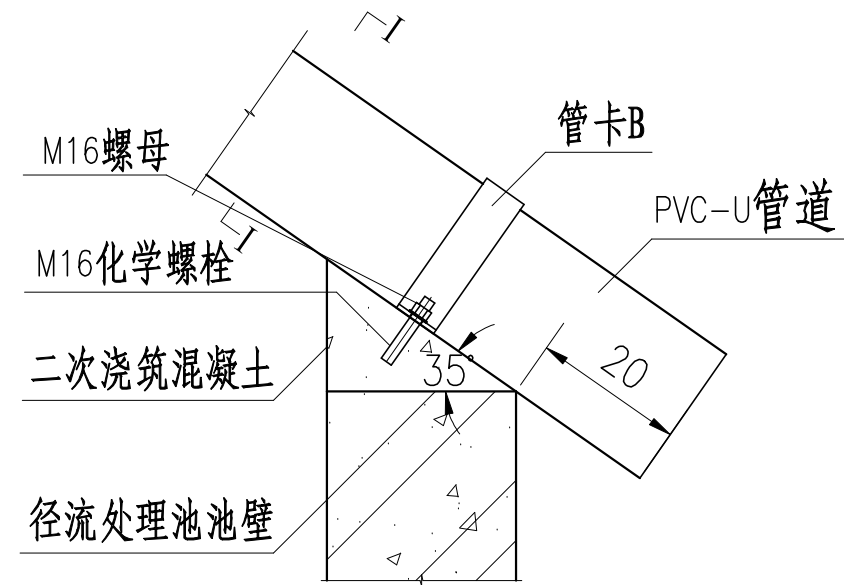
5) 承插口插接完毕后,应立即将接头处多余的胶粘剂用棉纱或干布蘸清洁剂擦拭干净,并根据胶粘剂的性能和气候条件静置至接口固化为止。



日期

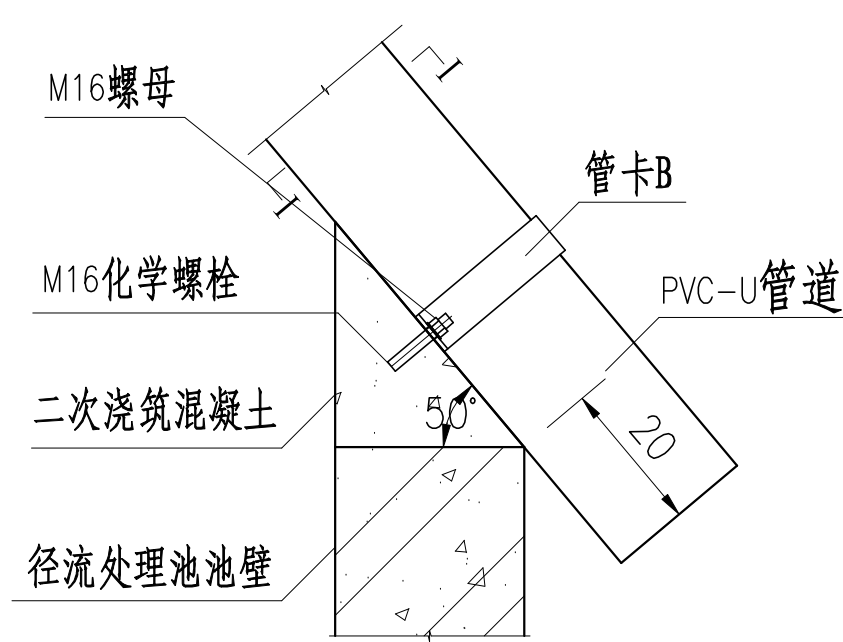
西侧进水管安装图

1:10

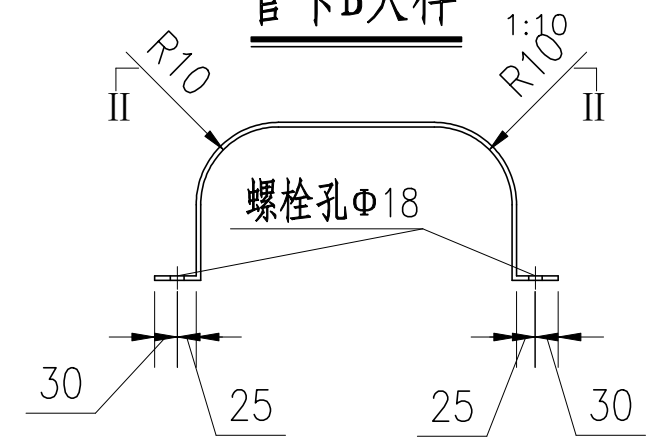


东侧进水管安装图

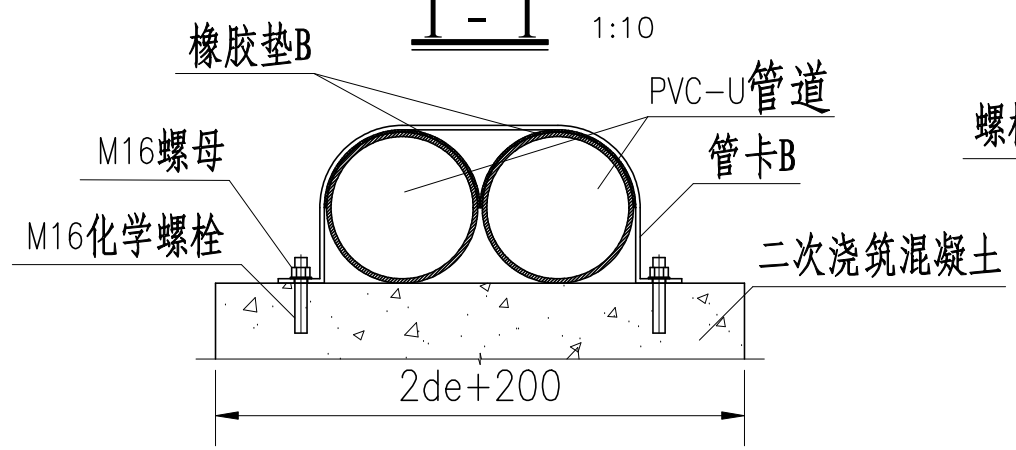
1:10



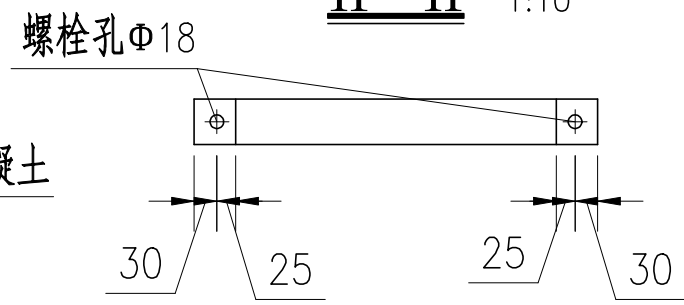
管卡B大样



I-I 1:10



II-II 1:10

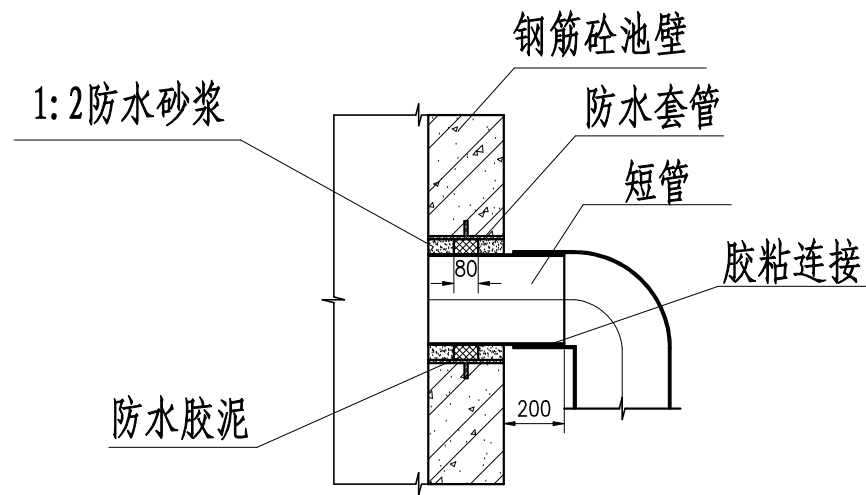


附注:

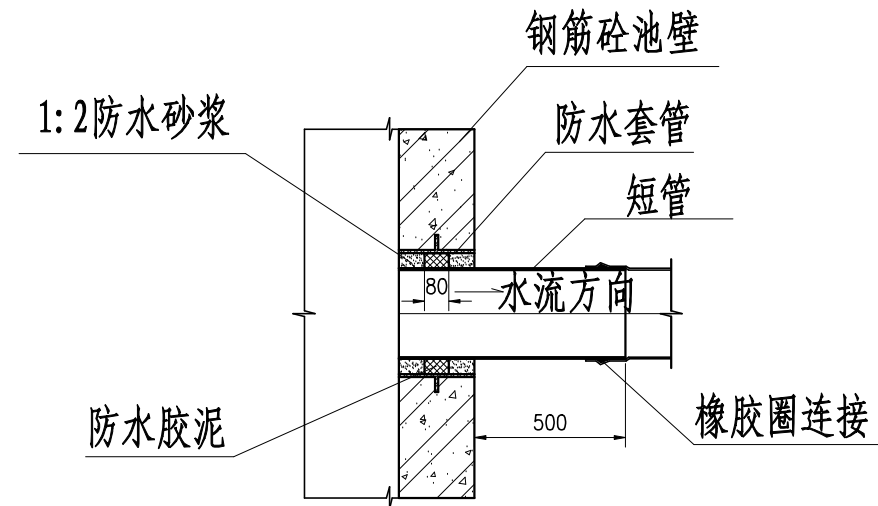
- 1、图中尺寸单位以mm计。
- 2、图中固定件适用于径流沉淀池进水管的固定。
- 3、固定件材质为普通钢Q235A型，现场加工制作。管卡采用弯折加工。图中钢板厚度均为6mm。
- 4、橡胶垫以胶粘方式包裹在管道外壁，橡胶垫厚度为3mm。

日期

管道与径流沉淀池连接图(一) 1:25



管道与径流沉淀池连接图(二) 1:25

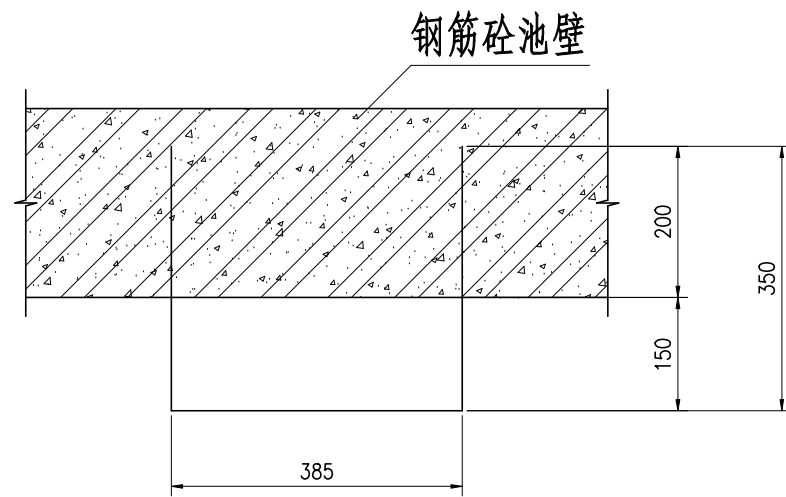


附注:

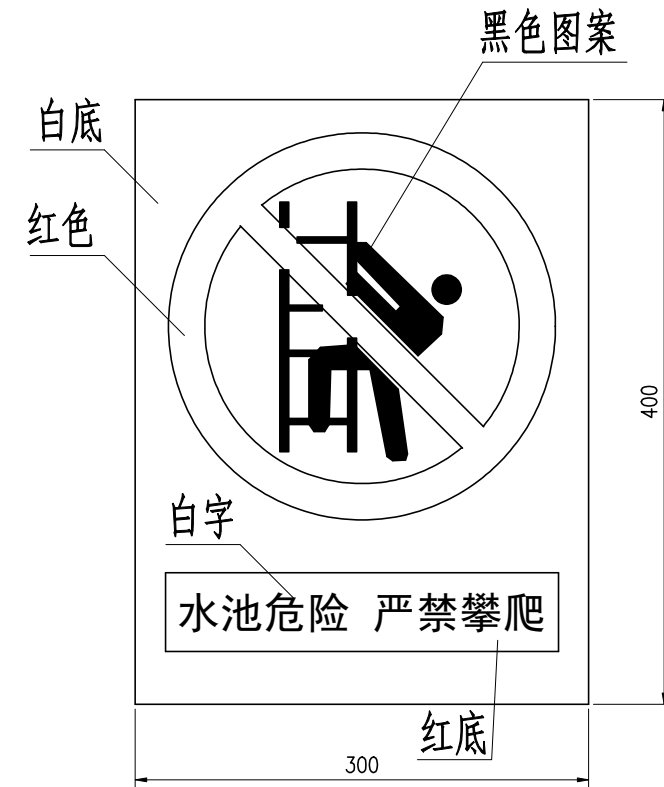
- 1、图中尺寸单位以mm计。
- 2、管道与径流沉淀池连接图(一)适用于下游管道连接方式为胶粘连接的情况；管道与径流沉淀池连接图(二)适用于下游管道连接方式为橡胶圈连接的情况；
- 3、管道与径流沉淀池连接处采用短管。进口短管采用承口形式、出口短管采用插口形式。
- 4、管道为平壁管时，与水池连接处应做粗化处理：先用毛刷或棉纱将管道表面清理干净后，均匀地涂上一层胶粘剂，紧接着在上面撒一层干燥的粗砂，固化10-20分钟。
- 5、防水沙浆内应掺入微膨胀剂。

日期

径流处理池爬梯 1:10



警示牌图样 1:5

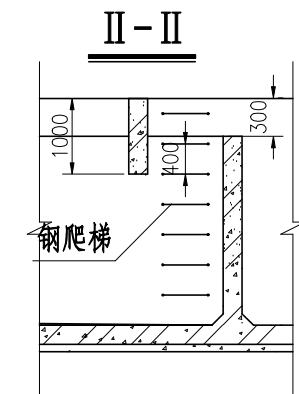
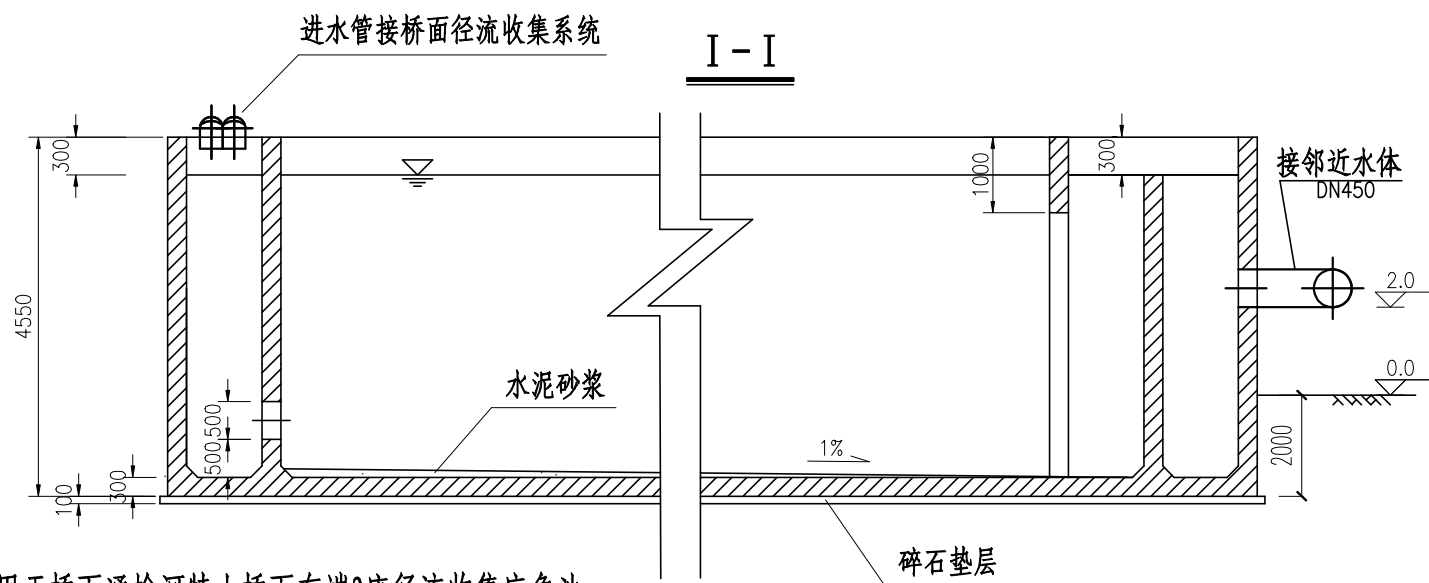
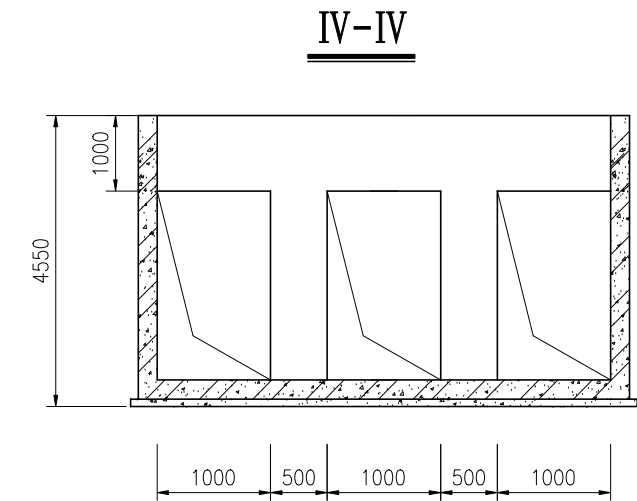
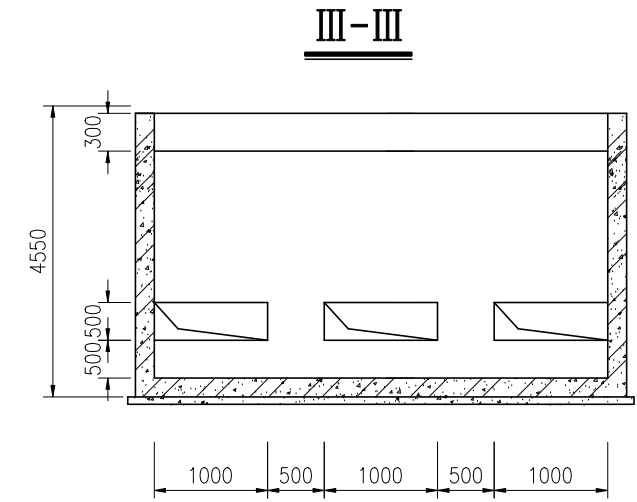
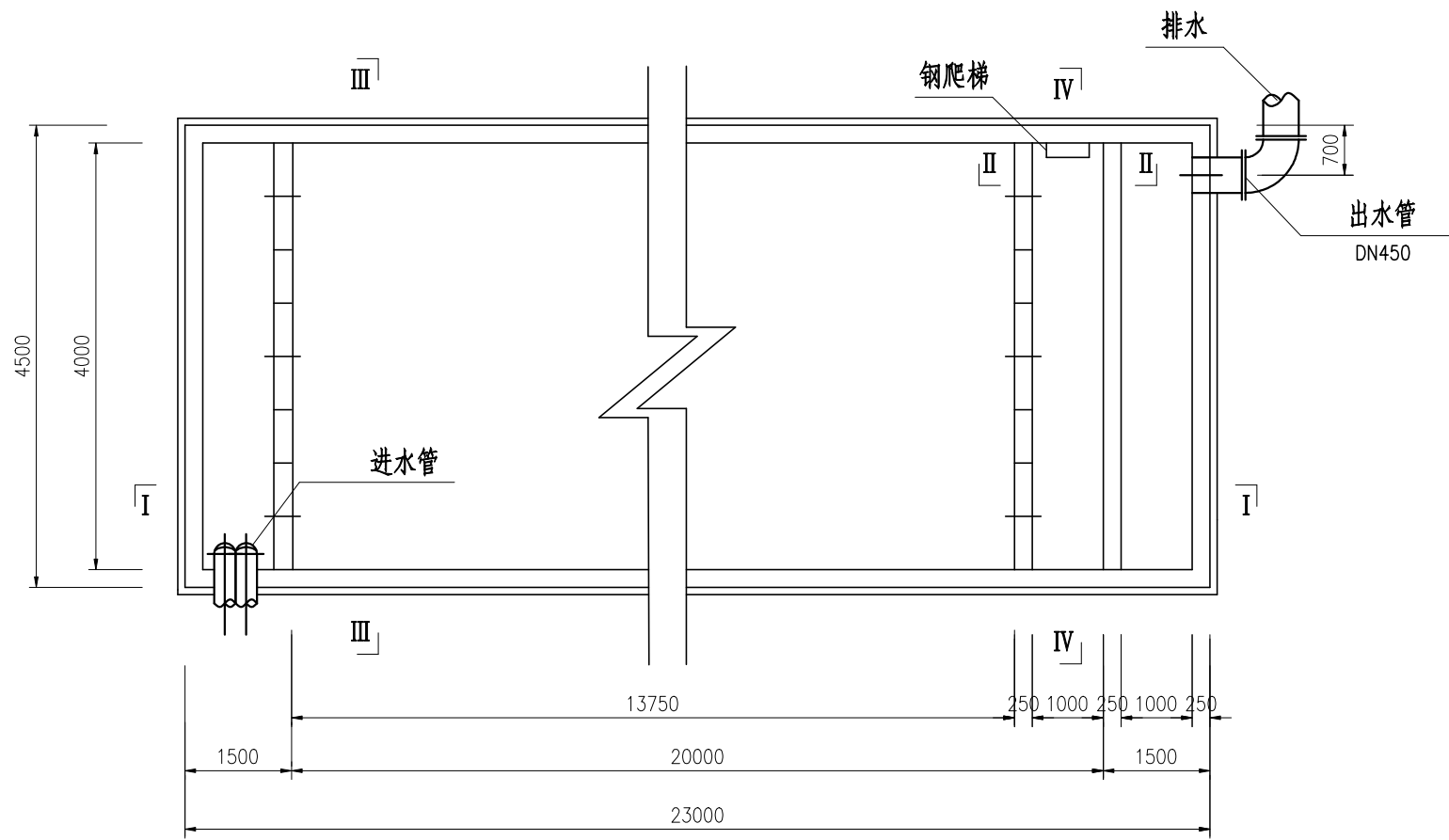


附注:

- 1、图中尺寸单位以mm计。
- 2、径流沉淀池内设爬梯。爬梯采用Φ14螺纹钢，总重13.2kg，外刷防锈漆。爬梯安装时，周围孔隙用防水砂浆封实。
- 3、警示标志牌为彩色纸质印刷、聚丙烯(PP)覆膜，以胶粘方式张贴于径流处理池四周池壁上，每池张贴4张，每面1张，共计8张。

苏交科集团股份有限公司	盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池 工程施工图设计	爬梯、警示标志设计图	设计	复核	审核	审定	图号
							S8-4-5

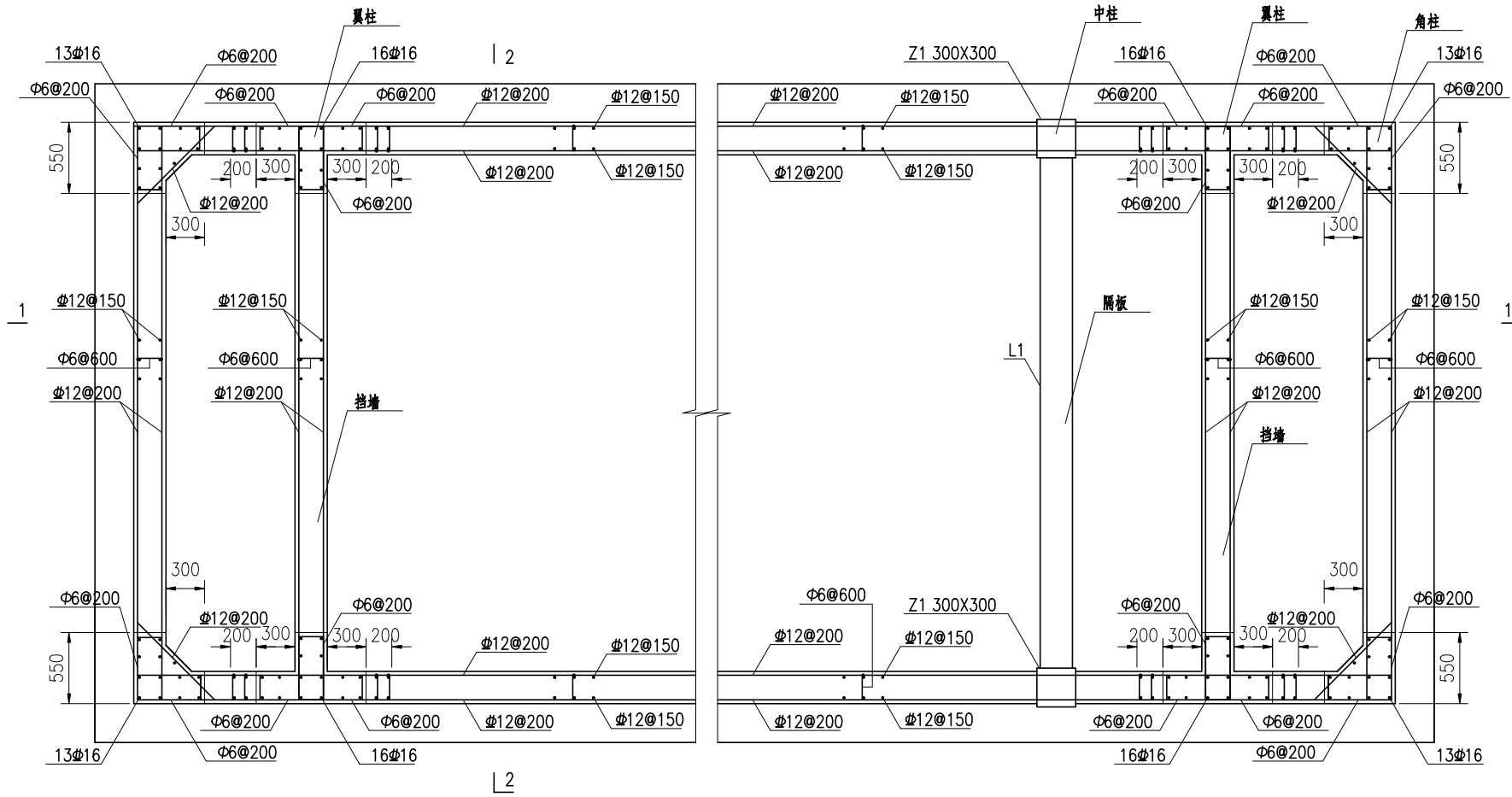
平面图



附注:

1. 本图适用于桥下通榆河特大桥下东端2座径流收集应急池;
2. 应急池为钢筋混凝土结构, 标高单位以米计, 其余尺寸以毫米计。
3. 应急池进水管接纵向排水管, 出水管接入路基边沟。均为PVC-U管;
4. 场地平整后地表标高设为0.0m。
5. 基坑开挖后应及时支护, 防止基坑坍塌。

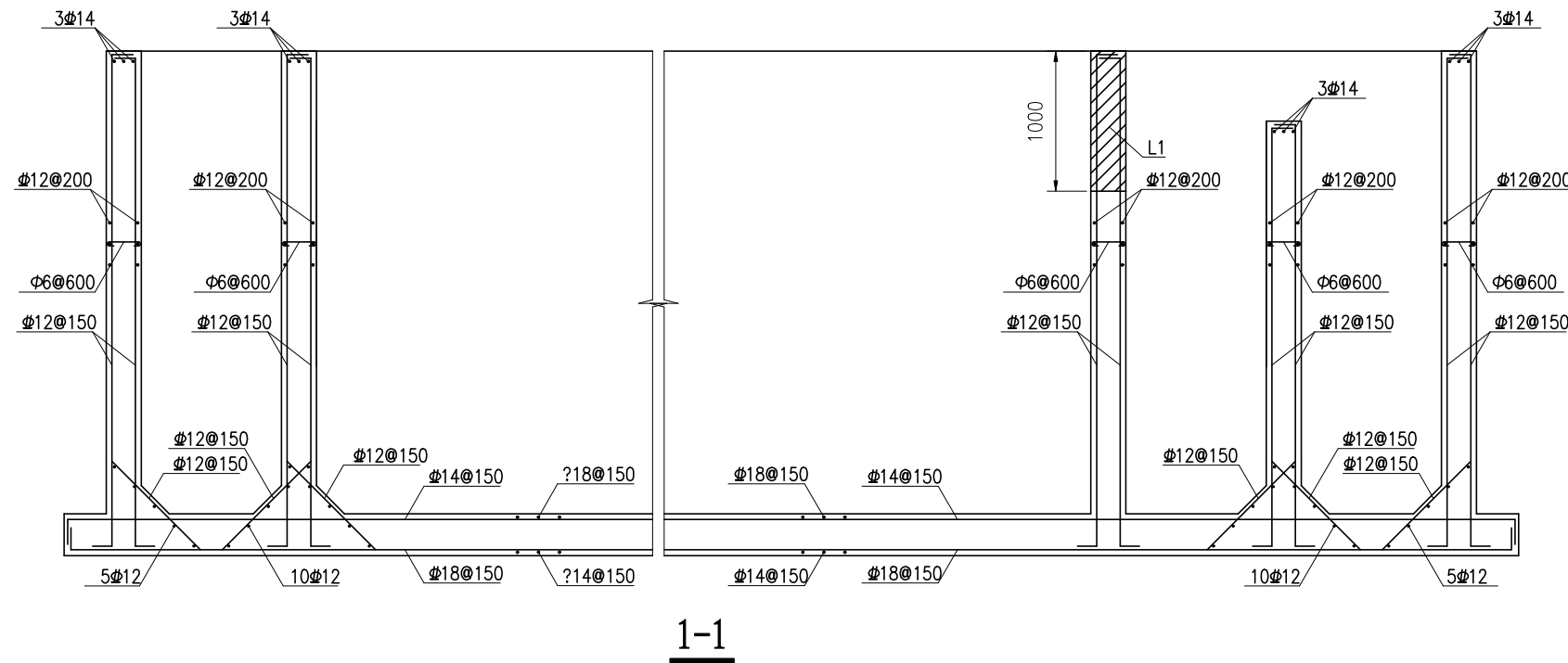
日期



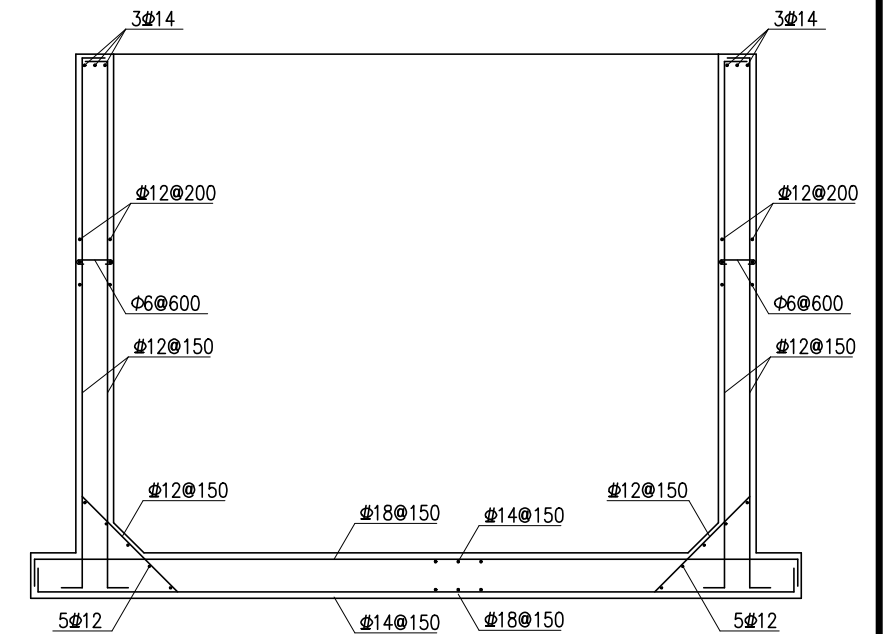
径流处理池配筋平面图

附注:

- 1、图中尺寸单位以毫米计。
- 2、遇管道穿墙洞口时，钢筋截断，局部补强钢筋，见洞口加强筋大样。
- 3、中柱Z1、隔板L1配筋见Z1、L1大样。
- 4、钢筋保护层厚度池壁为35mm，底板为40mm。
- 5、钢筋尺寸和数量见钢筋数量表。

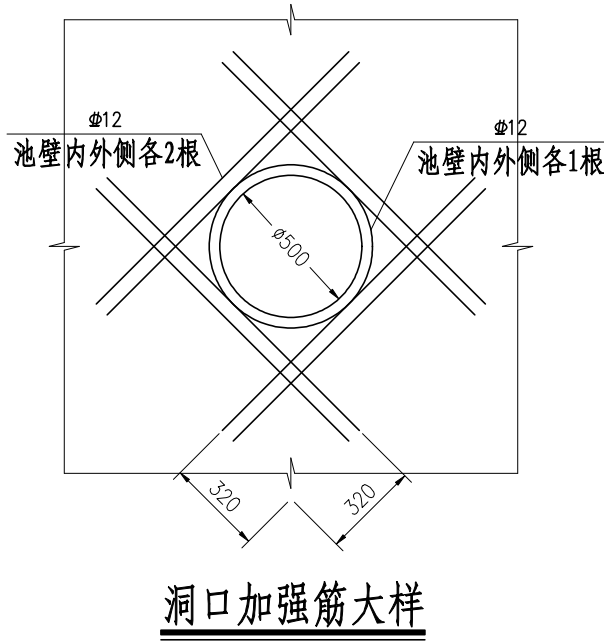
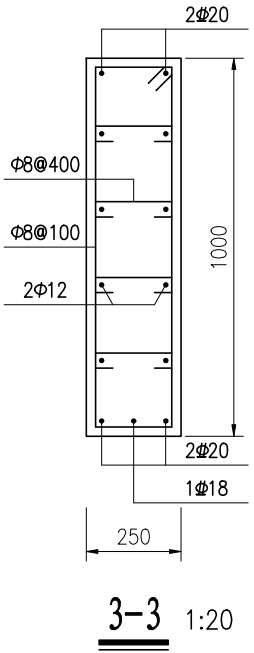
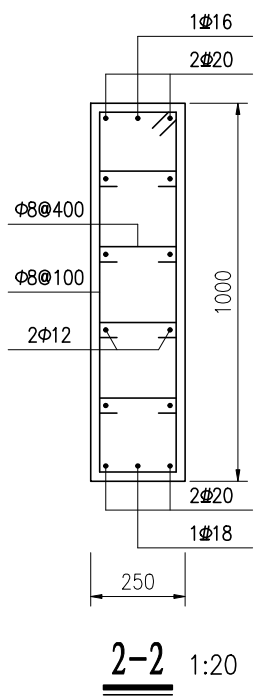
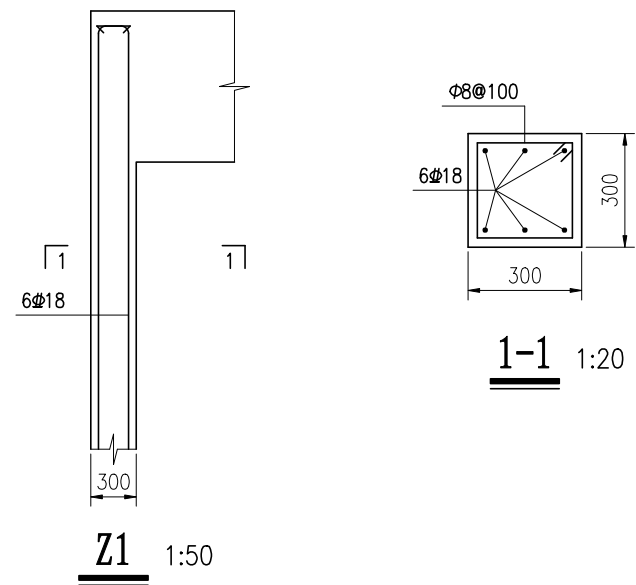
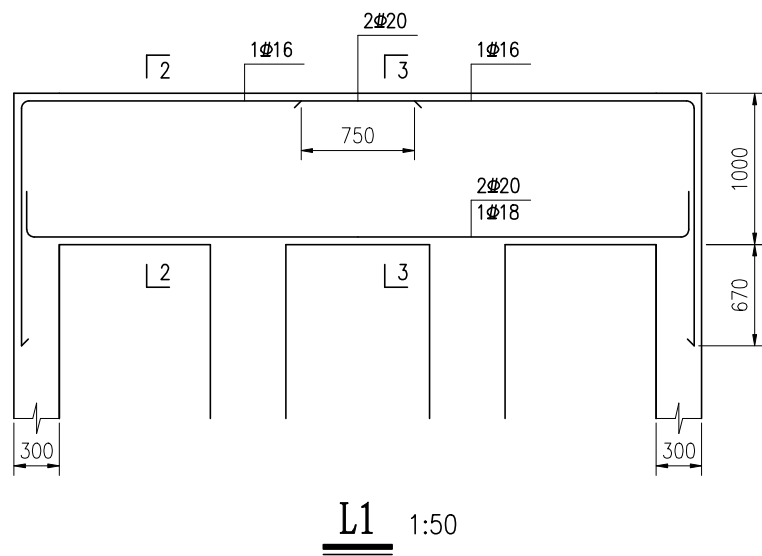


1-1



2-2

日期



附注：  
图中尺寸单位以毫米计。

沉淀池结构设计图 (二)

苏交科集团股份有限公司	盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池 工程施工图设计	330t桥面径流收集应急池结构设计图	设计	复核	审核	审定	图号
							S8-5

单个径流处理池钢筋数量表

构件名称	序号	简图	直径 (mm)	单根长 (mm)	根数	总长 (m)	每延米重 (kg)	总重 (kg)
角柱	1		Φ16	4705	52	244.66	1.578	386.08
	2		Φ6	1560	188	293.28	0.222	85.11
	3		Φ12	1586	68	145.92	0.887	129.43
中柱	4		Φ18	4705	12	56.46	1.997	112.75
	5		Φ8	1160	92	106.72	0.394	42.05
翼柱	6		Φ16	4705	80	376.4	1.578	593.96
	7		Φ16	4405	8	35.24	1.578	55.61
	8		Φ6	1560	264	411.84	0.222	91.43
底板	9		Φ14	23360	31	724.16	1.208	874.79
	10		Φ18	23360	31	724.16	1.997	1446.15
	11		Φ18	4860	154	748.44	1.997	1494.64
	12		Φ14	4860	154	748.44	1.208	904.12
池壁	13		Φ12	28220	124	3499.28	0.887	3103.87
	14		Φ12	4720	124	585.28	0.887	519.34
	15		Φ12	4705	600	2823.0	0.887	2504.0
	16		Φ6	330	640	211.20	0.222	46.89
挡墙	17		Φ12	4705	90	423.45	0.887	375.6
	18		Φ12	4720	60	283.2	0.887	251.2
	19		Φ6	330	80	26.4	0.222	5.86
隔板	20		Φ20	7760	2	15.52	2.465	38.26
	21		Φ16	3510	2	7.02	1.578	11.08
	22		Φ20	5010	2	10.02	2.465	24.70
	23		Φ18	5010	1	5.01	1.997	10.00
	24		Φ8	2460	36	88.56	0.394	34.90
	25		Φ12	4460	8	35.68	0.887	31.65
附加筋	26		Φ8	330	40	13.20	0.394	5.20
	27		Φ14	22920	6	106.08	1.208	166.13
	28		Φ14	4420	12	53.04	1.208	64.08
	29		Φ12	1650	574	947.1	0.887	840.08
	30		Φ12	1180	8	56.64	0.887	50.24
	31		Φ12	2090	2	12.54	0.887	11.13
C30砼	32		m <sup>3</sup>	98.7				

苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

330t桥面径流收集应急池结构设计图

设计

复核

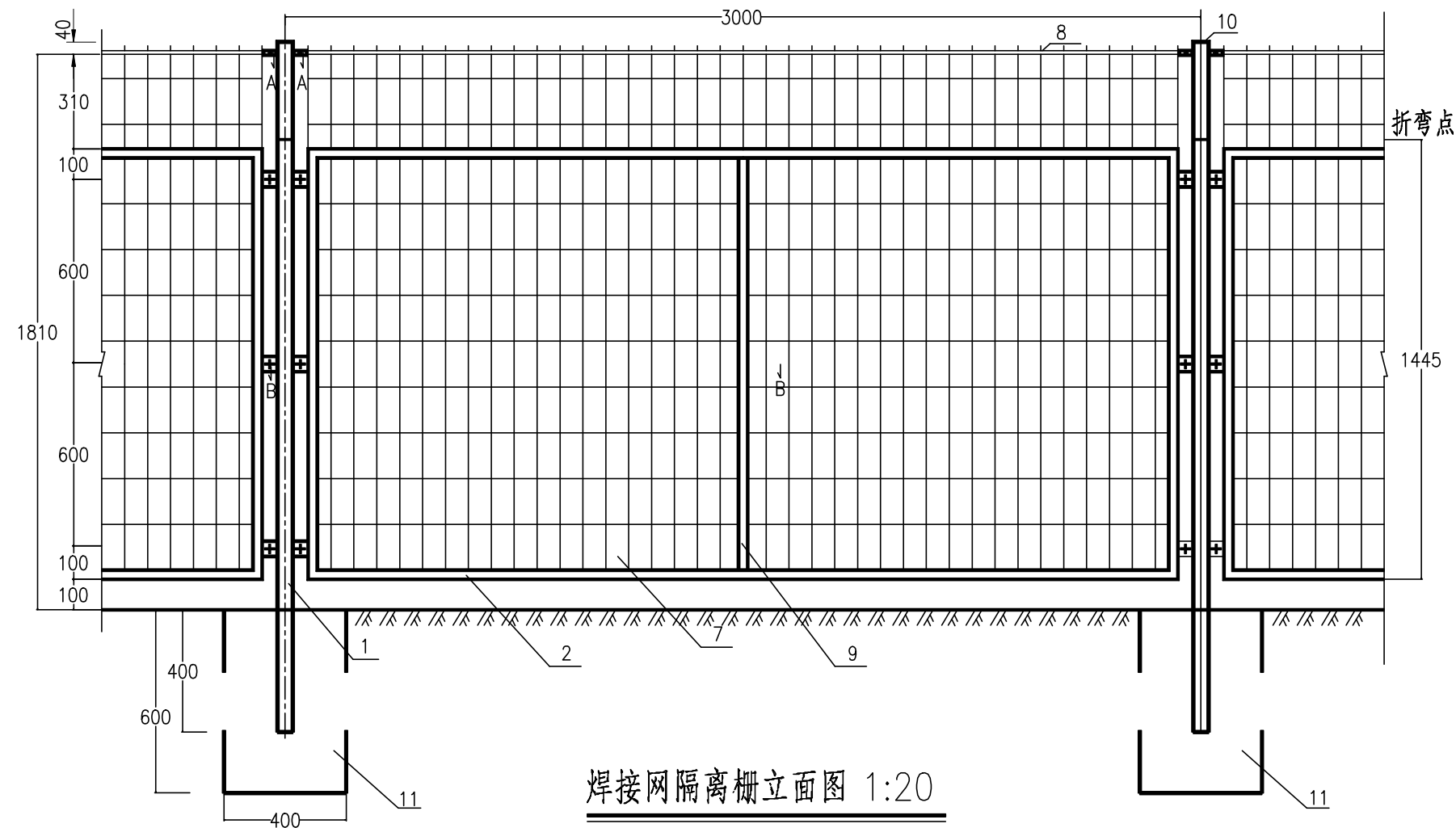
审核

审定

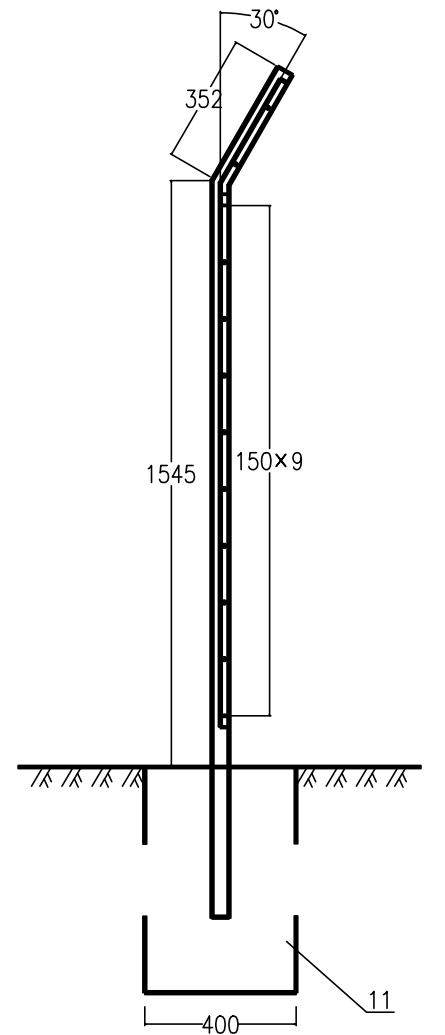
图号

S8-5

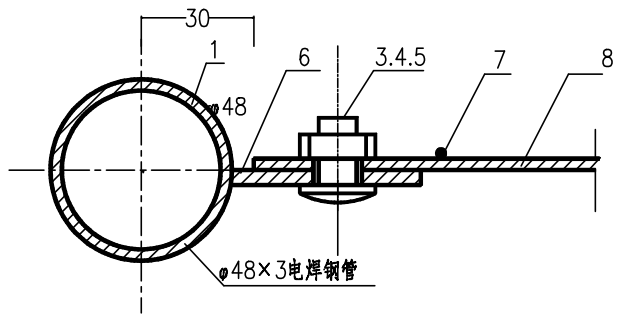
日期



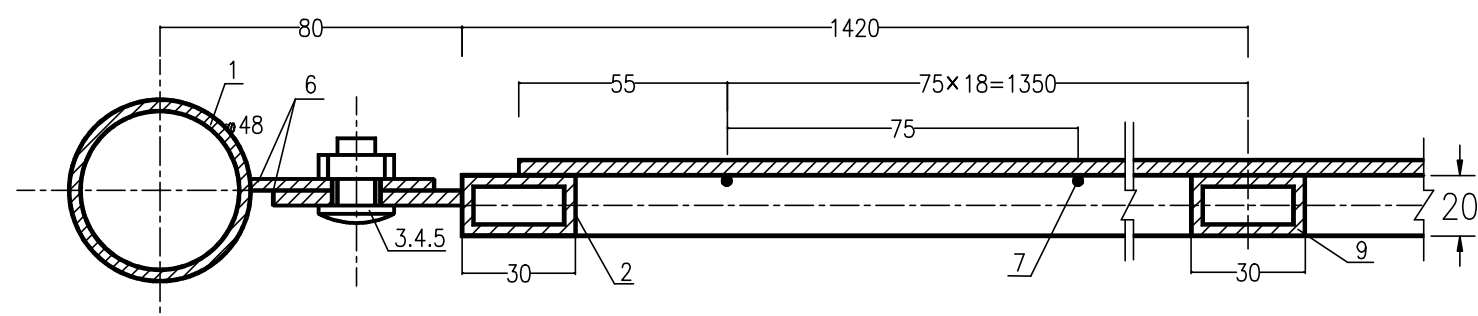
焊接网隔离栅立面图 1:20



侧面图 1:20



A-A 1:2



B-B 1:2

单片焊接网隔离栅工程材料表

名称 序号	立柱 1	边框 2	螺栓 3	螺母 4	垫圈 5	连接板 6	网片 7	上边框 8	立筋 9	立柱帽 10	基础 11		
规格	φ48×3×2297	30×20×2×8500	M8×20	M8	M8	防盗垫圈 50×40×4	φ4.0-150×75(下网片) φ4.0-150×75(上网片)	20×3×2940扁钢	30×20×2×1350扁钢	φ52×2.0	C25混凝土		
数量	1	1	8	8	8	8	14	1	1	1	1		
单件重(kg)	7.647	12.277	0.0205	0.0085	0.0023	0.0023	0.0628	7.213	1.838	1.385	1.95	0.0821	0.096
合计(kg)	7.647	12.277	0.164	0.068	0.0184	0.0184	0.879	9.051	1.838	1.385	1.95	0.0821	0.096

- 注:
- 1.本图尺寸以毫米为单位。
  - 2.除网片钢丝为一般用途低碳钢丝外，所有钢材均为Q235钢，其力学性能应符合GB700-88要求。
  - 3.施焊前，要求各单体平直并去除毛刺及锈迹。
  - 4.焊接部位要求过渡光滑，无夹渣，无虚焊，无气孔等缺陷。
  - 5.构件焊接成型后的整体曲翘度横向不得大于7mm，纵向不得大于5mm。
  - 6.连接板与立柱及网片边框在组焊时，其对称中心的最大偏斜不得超过1mm。
  - 7.所有钢构件均应作热浸锌防腐处理，先镀锌再镀塑，镀锌层厚度详见设计说明，镀塑颜色为果绿色。
  - 8.网片钢丝采用镀锌钢丝，其力学性能须符合GB/T 343-94中对镀锌钢丝的相关要求，抗拉强度为295MPa~540MPa。

苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

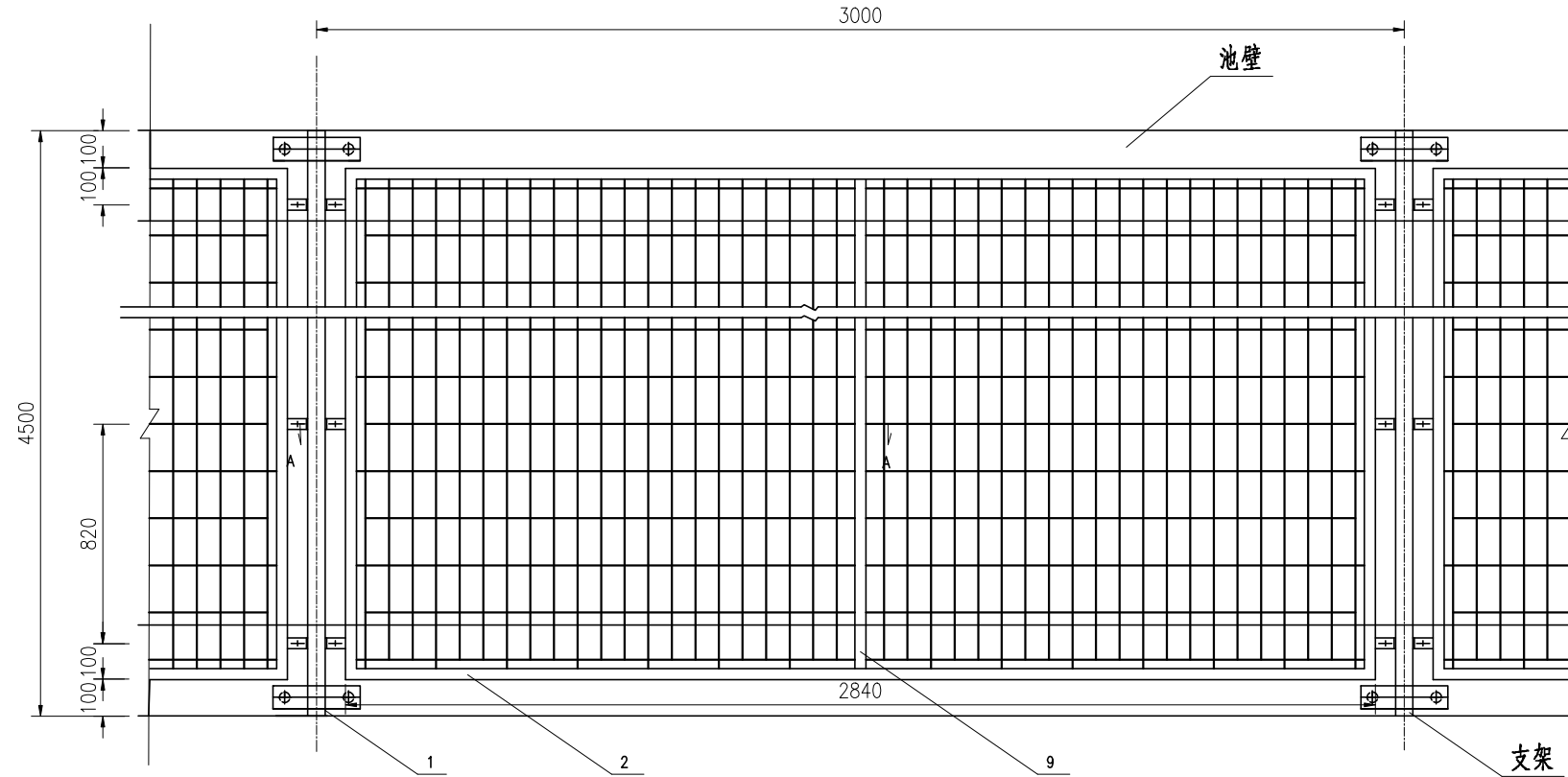
焊接网隔离栅构造图

设计	复核	审核	审定	图号
				S8-6

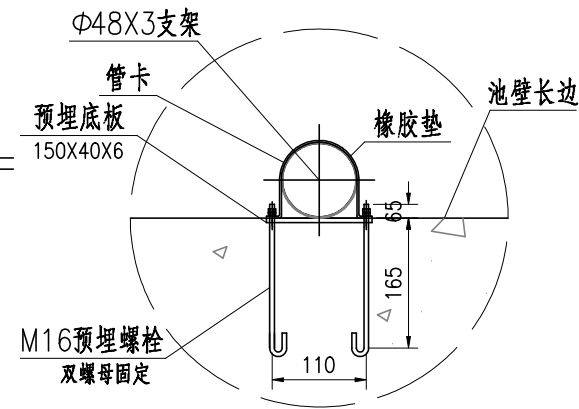


焊接网隔离栅平面图

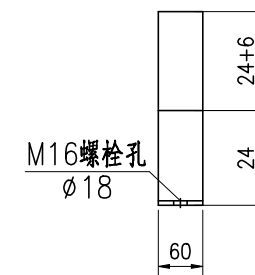
侧面图



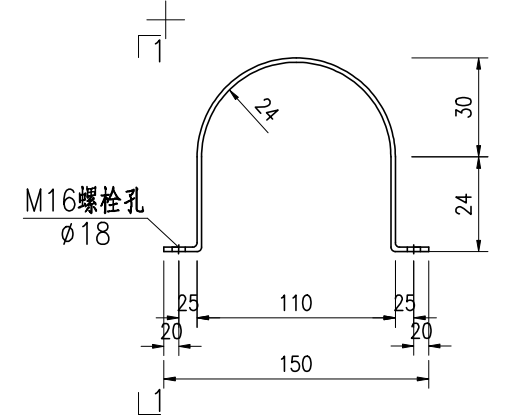
支架安装图 1:25



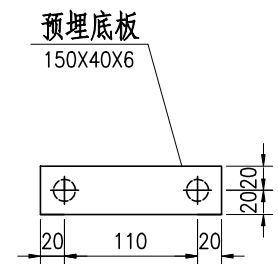
1-1 1:10



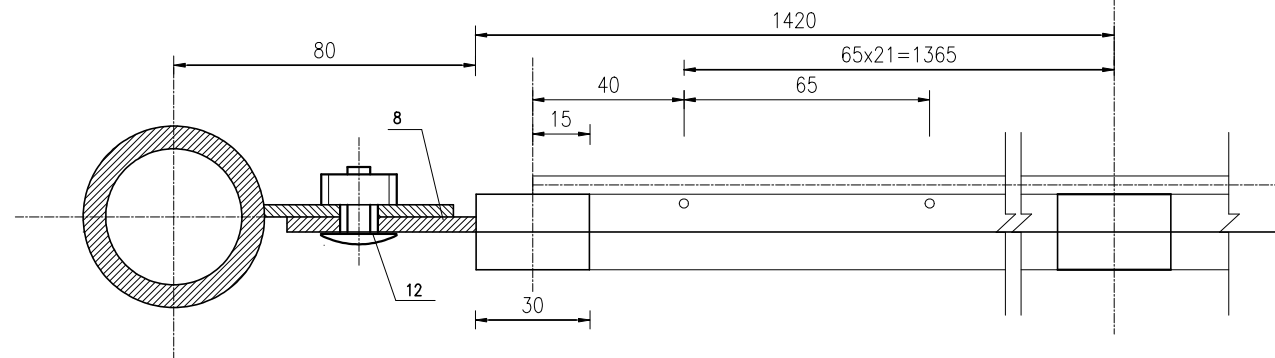
卡箍大样 1:10



底板大样



B-B



每片焊接网隔离栅工程数量表(每3米)

名称	支架	边框	方颈螺栓	螺母	垫圈	网片连接板	网片	网片加强筋	预埋底板	卡箍	预埋螺栓	螺母
序号	1	2	3	4	5	8	7	9	10	13	11	12
规格	Φ48X3X4500	30X20X2X14280	M8X20	M8	防盗垫圈	4X40X50	Φ4.0-75X150	30X20X2X4500	150X40X6	215X40X6	M16X250X2	M16X4
材料	电焊钢管	A3 矩形管	A3	A3	A3	A3 钢板	A3 钢筋	A3 矩形管	A3 钢板	A3 钢板	A3	A3
数量	1	1	24	24	24	24	1	1	18	18	18	18
单件重(kg)	15.0	22.42	0.0205	0.0085	0.002	0.0628	24.92	7.065	0.29	0.41	0.789	0.012
合计(kg)	15.0	22.42	0.492	0.204	0.048	1.508	24.92	7.065	5.22	7.38	14.21	0.216

附注:

1. 焊网钢丝要求冷拔状态, 抗拉强度不低于 $640\text{N}/\text{mm}^2$ .
2. 电焊钢管材质为20号钢, 其力学性质应符合GB/T13793-92.
3. 施焊前, 要求各单体平直并去除毛刺及锈迹.
4. 焊接部位要求过渡圆滑, 无夹渣, 无虚焊, 无气孔等缺陷.
5. 构件焊接成型后的整体曲翘度横向不得大于7mm, 纵向不得大于5mm.
6. 连接板与立柱及网片边框在组焊时, 其对称中心的最大偏斜不得超过1mm.
7. 镀塑层必须均匀亮泽, 镀层厚度为0.5-0.6mm, 颜色为果绿色.
8. 本图尺寸以mm为单位.
9. 所有露明铁件均刷两道防锈漆防腐.

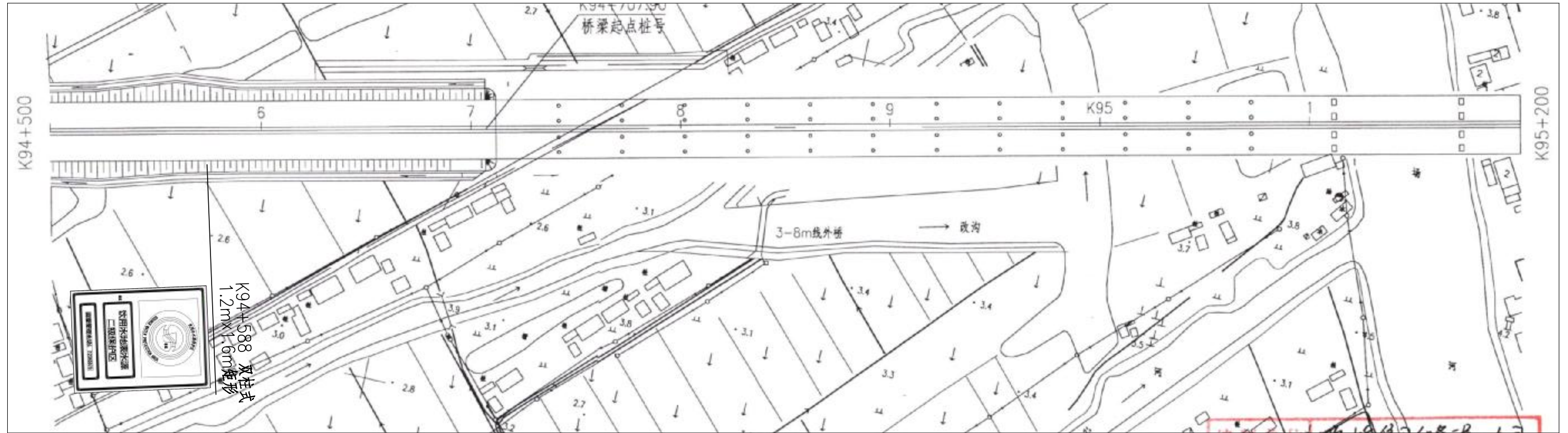
苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
工程施工图设计

应急池封盖焊接网构造图

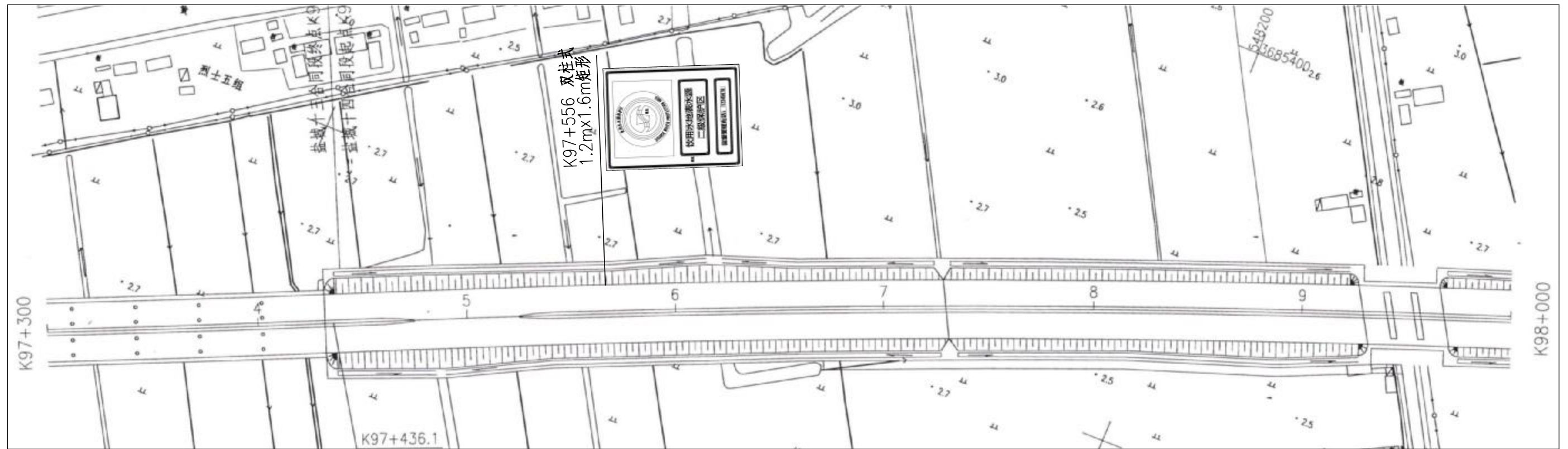
设计	复核	审核	审定	图号
				S8-7

日期



← 淮安

盐城 →



附注：  
1、本图比例为1:2000。

苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
施工图设计

环保标志平面布置图

设计	复核	审核	审定	图号
				S8-8-1

日期



附注：1、本图尺寸以mm计。

苏交科集团股份有限公司

盐淮高速通榆河大桥事故导流槽和应急池  
施工图设计

环保标志版面设计图(二)

设计

复核

审核

审定

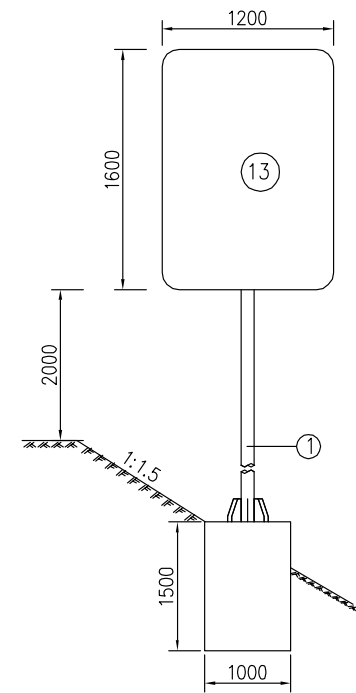
图号

S8-8-4

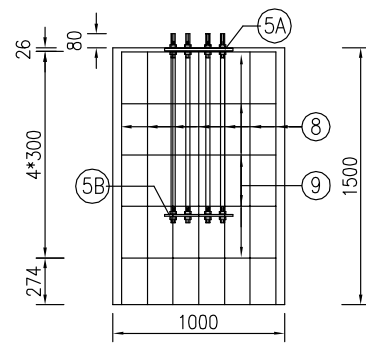
日期

工程材料数量表

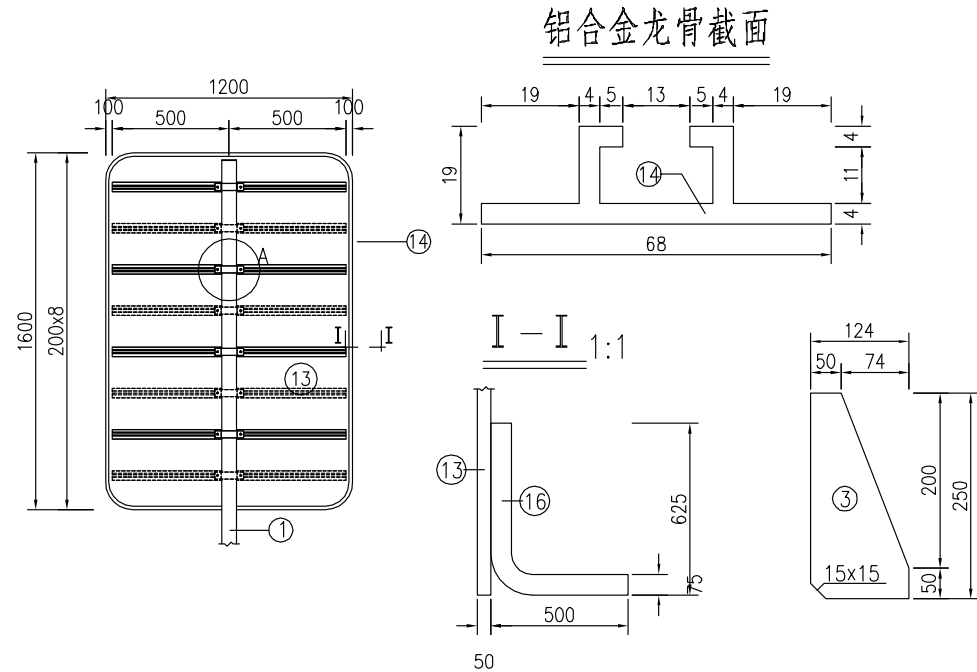
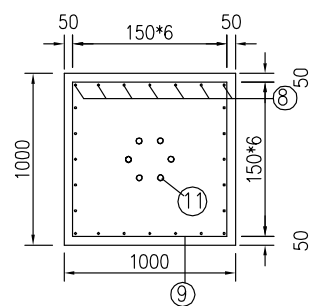
项目类别	材料名称	编号	规格型号 (mm)	单位	数量 (个)	单件重 (kg)	合计	备注
金属材料	电焊钢管	1	Φ152x8x4900	根	1	71.18	71.18	
	钢板	2	Φ400x20	块	1	19.73	60.64	基础法兰
		3	124x250x10	块	6	2.43		
		4	Φ152x5	块	1	0.72		
		5A	Φ400x10	块	1	9.86		
		5B	Φ400x5	块	1	4.93		
	抱箍	6	50x463x5	个	8	0.91	40.88	
		7	50x313x5	个	8	0.61		
	钢筋	8	Φ12x1480	根	24	1.32	40.88	
		9	Φ8x3780	根	5	1.50		
		10	Φ12x950	根	2	0.85		
	地脚螺栓	11	M24x1000	根	6	3.94	24.60	含螺母
	方头螺栓	12	M12x35	个	16	0.06		含螺母
	铝合金板	13	1200x1600x2	块	2	25.20	73.90	
铝合金龙骨	14	1000	根	8	2.10			
铝合金角铝	15	L25x20x3x5600	根	2	3.26			
铝合金沉头铆钉	16	M4	个	200	0.0005			
土工	混凝土	17	C25	m <sup>3</sup>			1.50	



基础钢筋立面图

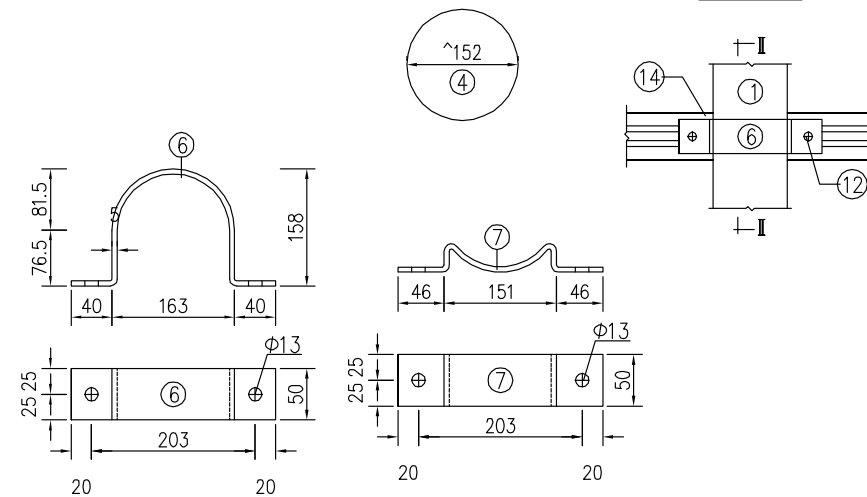


基础钢筋平面图



铝合金龙骨截面

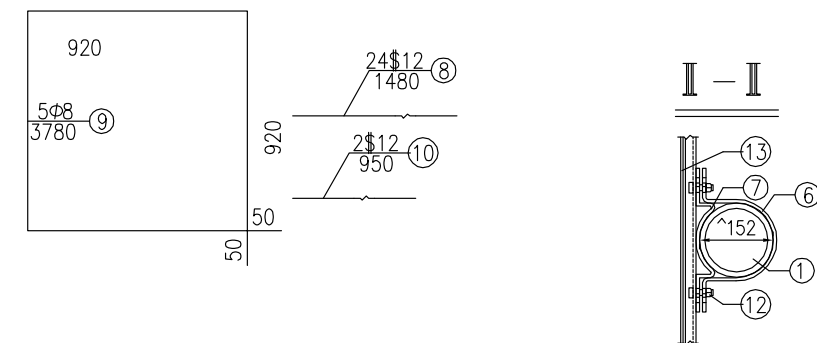
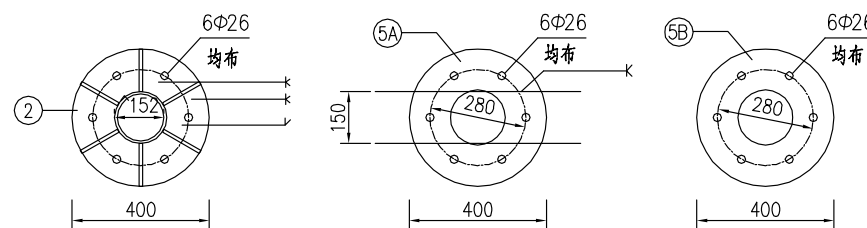
A大样



立柱法兰平面图

基础法兰平面图

锚板平面图

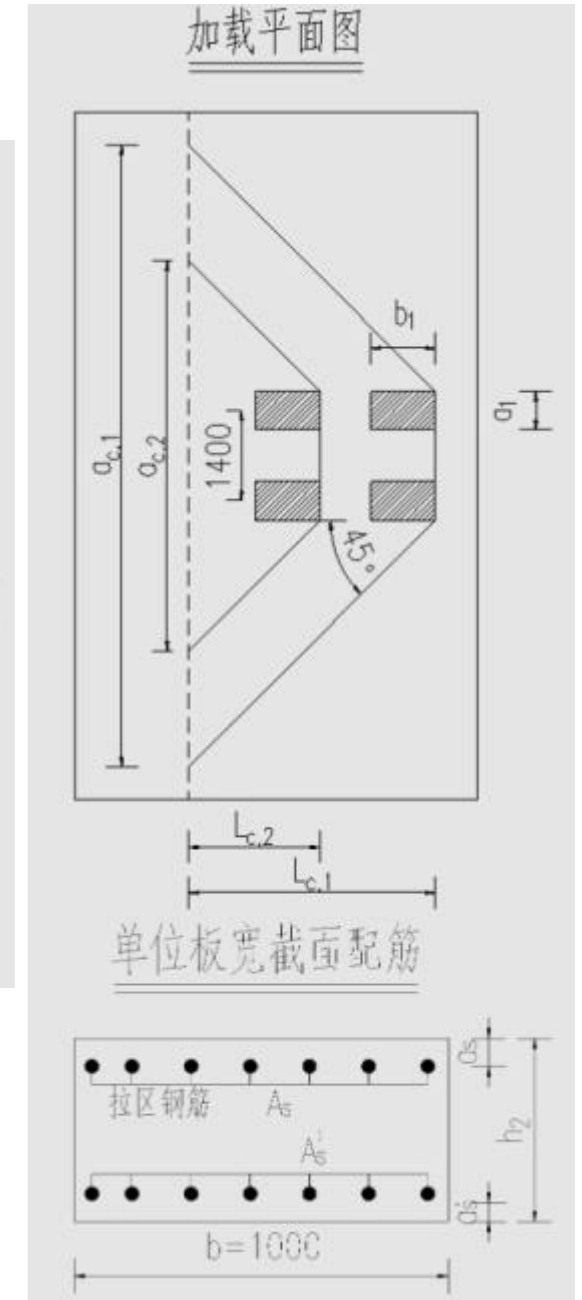
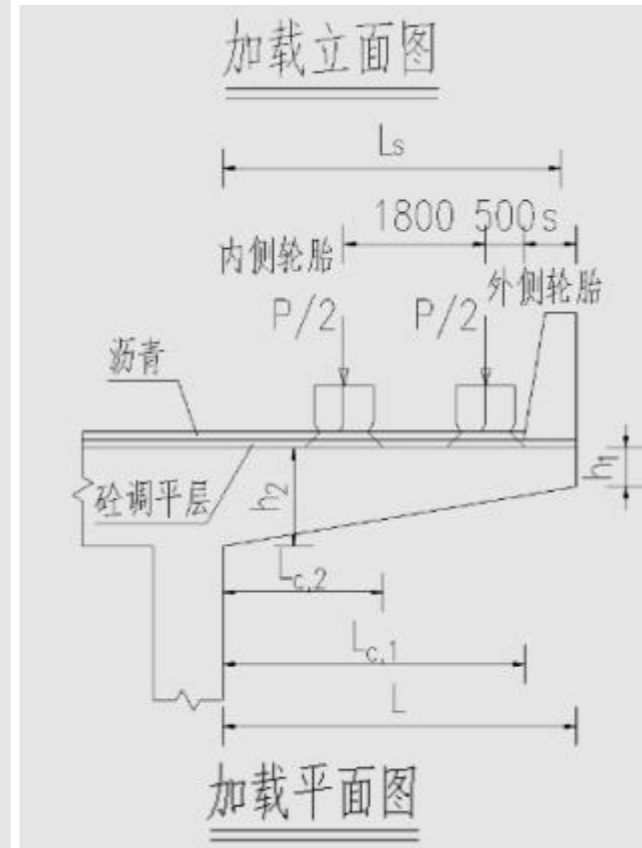


注:

1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 图中钢材除注明者外,其余均为Q235钢。
3. 焊条采用E43,焊缝均为满焊。
4. 铝合金沉头铆钉用于铆接铝合金龙骨,间距为100毫米(图中未示出)。
5. 地脚螺栓两端攻丝,分别与锚板(5B)及基础法兰(5A)连接,一根地脚螺栓配4个螺母、一个垫片,最上面的一个螺母为高强螺母,其余3个螺母为普通螺母,方头螺栓配一个螺母,10#钢筋焊接于5A#基础法兰下面。
6. 标志牌为双面板,单面板配四根龙骨。

附件一：桥梁加泄水管 2KN 验算（引桥组合箱梁悬臂 0.808m）

* 悬臂长 $L$ (mm):	808	* 防撞墙或栏杆宽 $s$ (mm):	500
* 悬臂端部高 $h_1$ (mm):	180	* 悬臂根部高 $h_2$ (mm):	250
* 沥青铺装层厚 $t_1$ (mm):	100	* 混凝土调平层厚 $t_2$ (mm):	60
* 顺桥向每延米防撞墙或栏杆重 $F_s$ (kN):	15	* 受拉钢筋重心距顶边距离 $a_s$ (mm):	50
* 受压钢筋重心距底边距离 $a'_s$ (mm):	50	* 是否为环氧树脂涂层钢筋:	否
* 受拉压主钢筋等级:	HRB400	* 受拉主钢筋直径 $d$ (mm):	12
* 受拉主钢筋根数 $n$ :	10	* 受压主钢筋直径 $d'$ (mm):	8
* 受压主钢筋根数 $n'$ :	10	* 混凝土标号:	C50
* 构件类别:	梁、板、塔、拱圈	* 是否工厂预制:	否
* 设计使用年限:	100	* 环境类别:	1类
* 安全等级:	一级		



求解：

根据已知材料分别由《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362-2018) (以下简称《预规》) 表3.1.4、3.2.3-1、3.1.5查得  $f_{cd} = 22.4(\text{MPa})$ ,  $f_{td} = 1.83(\text{MPa})$ ,  $f_{sd} = 330(\text{MPa})$ ,  $f'_{sd} = 330(\text{MPa})$ ,  $E_s = 2.0E_5(\text{MPa})$ , 查《预规》表5.2.1得  $\zeta_b = 0.53$ 。

(一)作用效应计算

(1)计算相关参数

根据已知条件, 查《公路桥涵设计通用规范》(以下简称《通规》) 表4.3.1-3得到后轮着地宽度及长度分别为600mm、200mm。

根据已知条件, 按下式计算平行于悬臂板跨径方向车轮扩散到梁顶的宽度

$$\begin{aligned} b_1 &= 600 + 2t_1 + 2t_2 \\ &= 600 + 2 \times 100 + 2 \times 60 \\ &= 920.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

根据已知条件, 按下式计算垂直于悬臂板跨径方向车轮扩散到梁顶的宽度

$$\begin{aligned} a_1 &= 200 + 2t_1 + 2t_2 \\ &= 200 + 2 \times 100 + 2 \times 60 \\ &= 520.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

根据已知条件, 按下式计算平行于悬臂板跨径方向的外侧车轮着地尺寸的外缘, 通过铺装层45°分布线的外边线至悬臂根部距离

$$\begin{aligned} L_{c,1} &= L - s - 500 + 0.5b_1 \\ &= 808 - 500 - 500 + 0.5 \times 920.0 \\ &= 268.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

外侧车轮实际加载宽度为

$$b_{c,1} = L_{c,1} = 268.0(\text{mm})$$

外侧车轮加载中心点距悬臂根部距离

$$S_{c,1} = 0.5b_{c,1} = 0.5 \times 268.0 = 134.0(\text{mm})$$

外侧车轮有效荷载值

$$Q_{c,1} = 140 \frac{L_{c,1}}{b_1} = 140 \times \frac{268.0}{920.0} = 40.8(\text{kN})$$

根据已知条件, 按下式计算平行于悬臂板跨径方向的内侧车轮着地尺寸的外缘, 通过铺装层45°分布线的外边线至悬臂根部距离

$$\begin{aligned} L_{c,2} &= L - s - 500 - 1800 + 0.5b_1 \\ &= 808 - 500 - 500 - 1800 + 0.5 \times 920.0 \\ &= -1532.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

因  $L_{c,2} = -1532.0 \leq 0$ , 说明内侧轮胎未进入悬臂板内, 仅有外侧轮胎加载

根据已知条件, 按下式计算垂直于悬臂板跨径方向的外侧车轮荷载分布宽度

$$\begin{aligned} a_{c,1} &= 2L_{c,1} + 1400 + a_1 \\ &= 2 \times 268.0 + 1400 + 520.0 \\ &= 2456.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

(2)计算顺桥向每延米恒载弯矩标准值

顺桥向每延米沥青在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g1} &= 24 \cdot 1000t_1 \frac{(L-s)^2}{2} \\ &= 24 \times 1000 \times 100 \times \frac{(808-500)^2}{2} \times 10^{-12} \\ &= 0.1(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米混凝土调平层在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g2} &= 26 \cdot 1000t_2 \frac{L^2}{2} \\ &= 26 \times 1000 \times 60 \times \frac{808^2}{2} \times 10^{-12} \\ &= 0.5(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米防撞或栏杆在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g3} &= F_s(L-0.5s) \\ &= 15 \times (808 - 0.5 \times 500) \times 10^{-3} \\ &= 8.4(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米悬臂混凝土自重产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g4} &= 26 \times 1000 \left( \frac{h_1 L^2}{2} + \frac{(h_2 - h_1) L^2}{6} \right) \times 10^{-12} \\ &= 26 \times 1000 \times \left( \frac{180 \times 808^2}{2} + \frac{(250 - 180) \times 808^2}{6} \right) \times 10^{-12} \\ &= 1.7(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(3)计算顺桥向每延米活载弯矩标准值

$$\begin{aligned} M_q &= Q_{c1} \frac{S_{c1}}{a_{c,1}} \\ &= 40.8 \times \frac{134.0}{2456.0} \\ &= 2.2(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(4)计算顺桥向每延米作用效应组合值

基本组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M &= \gamma_0 [1.2(M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4}) + 1.8(1 + 0.3)M_q] \\ &= 1.1 \times [1.2 \times (0.1 + 0.5 + 8.4 + 1.7) + 1.8 \times (1 + 0.3) \times 2.2] \\ &= 19.9(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

准永久组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M_l &= M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4} + 0.4M_q \\ &= 0.1 + 0.5 + 8.4 + 1.7 + 0.4 \times 2.2 \\ &= 11.6(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

频遇组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M_s &= M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4} + 0.7M_q \\ &= 0.1 + 0.5 + 8.4 + 1.7 + 0.7 \times 2.2 \\ &= 12.3(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(5)基本组合作用下悬臂根部抗弯承载力验算

根据已知条件,计算得到 $h_0 = h_2 - a_s = 250 - 50 = 200.0(\text{mm})$ 。受拉侧钢筋最小配筋百分率计算: $45 \frac{f_{td}}{f_{sd}} = 45 \times \frac{1.83}{330} = 0.25\%$ ,且不应小于0.20%,故取 $\rho_{min} = 0.25\%$ 。

由图示得到拉区箍筋混凝土保护层 $c = a_s - d/2 = 50 - 13.9/2(\text{外径}) = 43.0(\text{mm})$ ,查《预规》表9.1.1,最小保护层厚度 $c_{min} = 20(\text{mm})$ ,因 $c = 43.0 \geq c_{min} = 20$ ,故满足《预规》9.1.1条要求。

由图示得到压区混凝土保护层 $c' = a'_s - d'/2 = 50 - 9.3/2(\text{外径}) = 45.4(\text{mm})$ ,因 $c' = 45.4 \geq c_{min} = 20$ ,故满足《预规》9.1.1条要求。

根据已知条件,计算得到纵筋面积

$$A_s = 10 \times 113.1 = 1131.0(\text{mm}^2)$$

根据已知条件,计算得到纵筋面积

$$A'_s = 10 \times 50.3 = 503.0(\text{mm}^2)$$

实际截面配筋率

$$\rho_s = \frac{1131.0}{1000.0 \times 200.0} = 0.57\%$$

因 $\rho_s = 0.57\% \geq \rho_{min} = 0.25\%$ ,故满足规范对最小配筋率的要求。

(1)求截面受压区高度 $x$

按下式计算截面受压区高度

$$x = \frac{f_{sd}A_s - f'_{sd}A'_s}{f_{cd} \cdot 1000} = \frac{330 \times 1131.0 - 330 \times 503.0}{22.4 \times 1000} = 9.3(\text{mm})$$

$x = 9.3 < 2a'_s = 2 \times 50 = 100.0$ ,取 $x = 2a'_s = 100.0(\text{mm})$

(2)求抗弯承载力 $M_u$

按下式计算抗弯承载力

$$\begin{aligned} M_u &= f_{sd}A_s(h_0 - a'_s) \\ &= 330 \times 1131.0 \times (200.0 - 50) \\ &= 5.60E+07(\text{N} \cdot \text{mm}) = 56.0(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

因 $M_u = 56.0 \geq M = 19.9$ ,故满足承载力要求。

(六)裂缝宽度验算

(1)基本参数计算

根据已知条件,得到钢筋表面形状系数 $c_1 = 1.0$ ,长期效应影响系数

$$c_2 = 1 + 0.5 \frac{M_L}{M_S} = 1 + 0.5 \times \frac{11.6}{12.3} = 1.47$$

根据已知条件,获知与构件受力性质有关的系数 $c_3 = 1.15$ ,第一排(最外排)纵向受拉钢筋的混凝土保护层厚度

$$c = [a_s - d/2(\text{外径}), 50]_{\text{取小值}} = [50 - 13.9/2 = 43.0, 50]_{\text{取小值}} = 43.0(\text{mm})$$

根据已知条件,得到纵向受拉钢筋等效直径

$$d_e = d = 12(\text{mm})$$

根据已知条件,得到有效受拉混凝土截面面积

$$A_{te} = 2a_s 1000 = 2 \times 50 \times 1000 = 1.000E+05(\text{mm}^2)$$

纵向受拉钢筋的有效配筋率

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}} = \frac{1131.0}{1.000E+05} = 0.011$$

(2)裂缝宽度计算

根据已知条件,计算得到由作用频遇组合引起的开裂截面纵向受拉钢筋应力

$$\sigma_{ss} = \frac{M_S}{0.87A_s h_0} = \frac{12.3 \times 10^6}{0.87 \times 1131.0 \times 200.0} = 62.38(\text{MPa})$$

最后,根据下式计算裂缝宽度

$$\begin{aligned} W_{cr} &= c_1 c_2 c_3 \frac{\sigma_{ss}}{E_s} \cdot \frac{c + d_e}{0.36 + 1.7\rho_{te}} \\ W_{cr} &= 1.0 \times 1.47 \times 1.15 \times \frac{62.38}{2.0E5} \times \frac{43.0 + 12}{0.36 + 1.7 \times 0.011} \\ &= 0.077(\text{mm}) \end{aligned}$$

构件处于1类环境,查《预规》表6.4.2,得到允许裂缝宽度为 $W_{cr,allow} = 0.20$ ,因计算裂缝宽度 $W_{cr} = 0.077 \leq W_{cr,allow} = 0.20$ ,故满足规范要求。





求解：

根据已知材料分别由《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362-2018)(以下简称《预规》)表3.1.4、3.2.3-1、3.1.5查得  $f_{cd} = 22.4(\text{MPa})$ ,  $f_{td} = 1.83(\text{MPa})$ ,  $f_{sd} = 330(\text{MPa})$ ,  $f'_{sd} = 330(\text{MPa})$ ,  $E_s = 2.0E_5(\text{MPa})$ , 查《预规》表5.2.1得  $\zeta_b = 0.53$ 。

(一)作用效应计算

(1)计算相关参数

根据已知条件,查《公路桥涵设计通用规范》(以下简称《通规》)表4.3.1-3得到后轮着地宽度及长度分别为600mm、200mm。

根据已知条件,按下式计算平行于悬臂板跨径方向车轮扩散到梁顶的宽度

$$\begin{aligned} b_1 &= 600 + 2t_1 + 2t_2 \\ &= 600 + 2 \times 100 + 2 \times 60 \\ &= 920.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

根据已知条件,按下式计算垂直于悬臂板跨径方向车轮扩散到梁顶的宽度

$$\begin{aligned} a_1 &= 200 + 2t_1 + 2t_2 \\ &= 200 + 2 \times 100 + 2 \times 60 \\ &= 520.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

根据已知条件,按下式计算平行于悬臂板跨径方向的外侧车轮着地尺寸的外缘,通过铺装层45°分布线的外边线至悬臂根部距离

$$\begin{aligned} L_{c,1} &= L - s - 500 + 0.5b_1 \\ &= 2500 - 500 - 500 + 0.5 \times 920.0 \\ &= 1960.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

外侧车轮实际加载宽度为

$$\tilde{b}_{c,1} = b_1 = 920.0(\text{mm})$$

外侧车轮加载中心点距悬臂根部距离

$$S_{c,1} = L_{c,1} - 0.5\tilde{b}_{c,1} = 1960.0 - 0.5 \times 920.0 = 1500.0(\text{mm})$$

外侧车轮有效荷载值

$$Q_{c,1} = 140.0(\text{kN})$$

根据已知条件,按下式计算平行于悬臂板跨径方向的内侧车轮着地尺寸的外缘,通过铺装层45°分布线的外边线至悬臂根部距离

$$\begin{aligned} L_{c,2} &= L - s - 500 - 1800 + 0.5b_1 \\ &= 2500 - 500 - 500 - 1800 + 0.5 \times 920.0 \\ &= 160.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

因  $L_{c,2} = 160.0 > 0.0$ ,说明内侧轮胎进入悬臂板内,内外侧轮胎均加载

内侧车轮实际加载宽度为

$$\tilde{b}_{c,2} = L_{c,2} = 160.0(\text{mm})$$

内侧车轮加载中心点距悬臂根部距离

$$S_{c,2} = 0.5\tilde{b}_{c,2} = 0.5 \times 160.0 = 80.0(\text{mm})$$

内侧车轮有效荷载值

$$Q_{c,2} = 140 \frac{L_{c,2}}{b_1} = 140 \times \frac{160.0}{920.0} = 24.3(\text{kN})$$

根据已知条件,按下式计算垂直于悬臂板跨径方向的外侧车轮荷载分布宽度

$$\begin{aligned} a_{c,1} &= 2L_{c,1} + 1400 + a_1 \\ &= 2 \times 1960.0 + 1400 + 520.0 \\ &= 5840.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

根据已知条件,按下式计算垂直于悬臂板跨径方向的内侧车轮荷载分布宽度

$$\begin{aligned} a_{c,2} &= 2L_{c,2} + 1400 + a_1 \\ &= 2 \times 160.0 + 1400 + 520.0 \\ &= 2240.0(\text{mm}) \end{aligned}$$

(2)计算顺桥向每延米恒载弯矩标准值

顺桥向每延米沥青在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g1} &= 24 \cdot 1000 t_1 \frac{(L-s)^2}{2} \\ &= 24 \times 1000 \times 100 \times \frac{(2500-500)^2}{2} \times 10^{-12} \\ &= 4.8(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米混凝土调平层在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g2} &= 26 \cdot 1000 t_2 \frac{L^2}{2} \\ &= 26 \times 1000 \times 60 \times \frac{2500^2}{2} \times 10^{-12} \\ &= 4.9(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米防撞或栏杆在悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g3} &= F_s(L-0.5s) \\ &= 15 \times (2500 - 0.5 \times 500) \times 10^{-3} \\ &= 33.8(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

顺桥向每延米悬臂混凝土自重悬臂根部产生的恒载弯矩标准值按下式计算

$$\begin{aligned} M_{g4} &= 26 \times 1000 \left( \frac{h_1 L^2}{2} + \frac{(h_2 - h_1) L^2}{6} \right) \times 10^{-12} \\ &= 26 \times 1000 \times \left( \frac{100 \times 2500^2}{2} + \frac{(400 - 100) \times 2500^2}{6} \right) \times 10^{-12} \\ &= 16.2(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(3)计算顺桥向每延米活载弯矩标准值

$$\begin{aligned} M_q &= Q_{c1} \frac{S_{c1}}{a_{c1}} + Q_{c2} \frac{S_{c2}}{a_{c2}} \\ &= 140.0 \times \frac{1500.0}{5840.0} + 24.3 \times \frac{80.0}{2240.0} \\ &= 36.8(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(4)计算顺桥向每延米作用效应组合值

基本组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M &= \gamma_0 [1.2(M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4}) + 1.8(1 + 0.3)M_q] \\ &= 1.1 \times [1.2 \times (4.8 + 4.9 + 33.8 + 16.2) + 1.8 \times (1 + 0.3) \times 36.8] \\ &= 173.6(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

准永久组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M_l &= M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4} + 0.4M_q \\ &= 4.8 + 4.9 + 33.8 + 16.2 + 0.4 \times 36.8 \\ &= 74.4(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

频遇组合作用下悬臂根部弯矩值按下式计算

$$\begin{aligned} M_s &= M_{g1} + M_{g2} + M_{g3} + M_{g4} + 0.7M_q \\ &= 4.8 + 4.9 + 33.8 + 16.2 + 0.7 \times 36.8 \\ &= 85.5(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(5)基本组合作用下悬臂根部抗弯承载力验算

根据已知条件,计算得到 $h_0 = h_2 - a_s = 400 - 50 = 350.0(\text{mm})$ 。受拉侧钢筋最小配筋百分率计算:  $45 \frac{f_{td}}{f_{sd}} = 45 \times \frac{1.83}{330} = 0.25\%$ ,且不应小于0.20%,故取 $\rho_{min} = 0.25\%$ 。

由图示得到拉区箍筋混凝土保护层 $c = a_s - d/2 = 50 - 22.7/2(\text{外径}) = 38.6(\text{mm})$ ,查《预规》表9.1.1,最小保护层厚度 $c_{min} = 20(\text{mm})$ ,因 $c = 38.6 \geq c_{min} = 20$ ,故满足《预规》9.1.1条要求。

由图示得到压区混凝土保护层 $c' = a'_s - d'/2 = 50 - 18.4/2(\text{外径}) = 40.8(\text{mm})$ ,因 $c' = 40.8 \geq c_{min} = 20$ ,故满足《预规》9.1.1条要求。

根据已知条件,计算得到纵筋面积

$$A_s = 10 \times 314.2 = 3142.0(\text{mm}^2)$$

根据已知条件,计算得到纵筋面积

$$A'_s = 10 \times 201.1 = 2011.0(\text{mm}^2)$$

实际截面配筋率

$$\rho_s = \frac{3142.0}{1000.0 \times 350.0} = 0.90\%$$

因 $\rho_s = 0.90\% \geq \rho_{min} = 0.25\%$ ,故满足规范对最小配筋率的要求。

(1)求截面受压区高度 $x$

按下式计算截面受压区高度

$$x = \frac{f_{sd}A_s - f'_{sd}A'_s}{f_{cd} \cdot 1000} = \frac{330 \times 3142.0 - 330 \times 2011.0}{22.4 \times 1000} = 16.7(\text{mm})$$

$x = 16.7 < 2a'_s = 2 \times 50 = 100.0$ ,取 $x = 2a'_s = 100.0(\text{mm})$

(2)求抗弯承载力 $M_u$

按下式计算抗弯承载力

$$\begin{aligned} M_u &= f_{sd}A_s(h_0 - a'_s) \\ &= 330 \times 3142.0 \times (350.0 - 50) \\ &= 3.11E + 08(\text{N} \cdot \text{mm}) = 311.1(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

因 $M_u = 311.1 \geq M = 173.6$ ,故满足承载力要求。

(六)裂缝宽度验算

(1)基本参数计算

根据已知条件,得到钢筋表面形状系数 $c_1 = 1.0$ ,长期效应影响系数

$$c_2 = 1 + 0.5 \frac{M_l}{M_s} = 1 + 0.5 \times \frac{74.4}{85.5} = 1.44$$

根据已知条件,获知与构件受力性质有关的系数 $c_3 = 1.15$ ,第一排(最外排)纵向受拉钢筋的混凝土保护层厚度

$$c = [a_s - d/2(\text{外径}), 50]_{\text{取小值}} = [50 - 22.7/2 = 38.6, 50]_{\text{取小值}} = 38.6(\text{mm})$$

根据已知条件,得到纵向受拉钢筋等效直径

$$d_e = d = 20(\text{mm})$$

根据已知条件,得到有效受拉混凝土截面面积

$$A_{te} = 2a_s 1000 = 2 \times 50 \times 1000 = 1.000E + 05(\text{mm}^2)$$

纵向受拉钢筋的有效配筋率

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}} = \frac{3142.0}{1.000E + 05} = 0.031$$

(2)裂缝宽度计算

根据已知条件,计算得到由作用频遇组合引起的开裂截面纵向受拉钢筋应力

$$\sigma_{ss} = \frac{M_s}{0.87A_s h_0} = \frac{85.5 \times 10^6}{0.87 \times 3142.0 \times 350.0} = 89.32(\text{MPa})$$

最后,按下式计算裂缝宽度

$$\begin{aligned} W_{cr} &= c_1 c_2 c_3 \frac{\sigma_{ss}}{E_s} \cdot \frac{c + d_e}{0.36 + 1.7\rho_{te}} \\ W_{cr} &= 1.0 \times 1.44 \times 1.15 \times \frac{89.32}{2.0E5} \times \frac{38.6 + 20}{0.36 + 1.7 \times 0.031} \\ &= 0.105(\text{mm}) \end{aligned}$$

构件处于1类环境,查《预规》表6.4.2,得到允许裂缝宽度为 $W_{cr,allow} = 0.20$ ,因计算裂缝宽度 $W_{cr} = 0.105 \leq W_{cr,allow} = 0.20$ ,故满足规范要求。