

第一篇 东渡互通立交设计

第一章 概述

东渡互通立交工程位于海沧大桥东引桥与 319 国道在厦门市又称疏港路交汇处,包括主线桥(K6+520~K7+300),6 条机动车匝道桥 A、B、C、D、E、F 匝道及 2 条非机动车匝道 G、H 匝道,其中主线桥长 780m 匝道桥长 1 813m 总长 2 954m。桥梁总面积约为 41 000m²。总体布置示于图 1-1-1。主要工程数量如下 水泥混凝土 34 907m³ 沥青混凝土 4 600m³ 普通钢筋 4 910t 钢绞线 413t 钢材 551t,挖方 38 231m³ 填方 7 180m³。

第一节 自然条件

一、气候

1. 气温

厦门地处我国东南沿海,属亚热带海洋性季风气候,冬无严寒,夏无酷暑。多年平均气温 20.9℃,最热月是每年的 7 月,月平均气温 28.2℃,极端最高气温 38.5℃(1979 年 8 月 15 日),最冷月是每年的 2 月,月平均气温 12.5℃,极端最低气温 2.0℃(1957 年 2 月 12 日)。

2. 降雨

每年 2~8 月为雨季,5~7 月雨量最大,9 月至翌年 1 月为旱季。年平均降雨量为 1 188.4mm,年最多降雨量 1 771.8mm(1973 年),月平均最多降雨量 207.1mm(6 月),月平均最少降雨量 26.1mm(12 月),月极端最多降雨量 702.8mm(1958 年 7 月),日最大降雨量 239.7mm(1973 年 4 月 23 日),最大降雨强度达 88mm/h,全年日降雨量 ≥25mm 平均为 13.6 天,日降雨量 ≥50mm 的暴雨日数年平均 3.6 天。2000 年 6 月 18 日日降雨量 315.7mm 为月记录以来最大日降雨量值。

3. 风况

厦门位于副热带季风区,风向、风速季节性变化明显。每年 1~3 月多东北偏东风,4~6 月多东南风,7~9 月多东南风和东北风,10~12 月多东北风;5~8 月间常有强东南风或西南风,平均风力 3~4 级,最大风力 7~8 级,多年平均 6 级以上大风日为 30.2 天,最大大风日为 53 天,风向以东北为主,西北次之。累年最大风速为 28m/s,极端最大风速为 60m/s。

4. 雾

多年平均雾日数为 28 天,年最多雾日数为 61 天(1982 年),多出现在 1~6 月份,尤以 3~4 月最多,多发生在夜间和凌晨,但持续时间短,一般日出即散。

5. 相对湿度

每年 3~9 月较潮湿,平均相对湿度 81.2%,10 月至翌年 2 月较干燥,平均相对湿度 71.8%,多年平

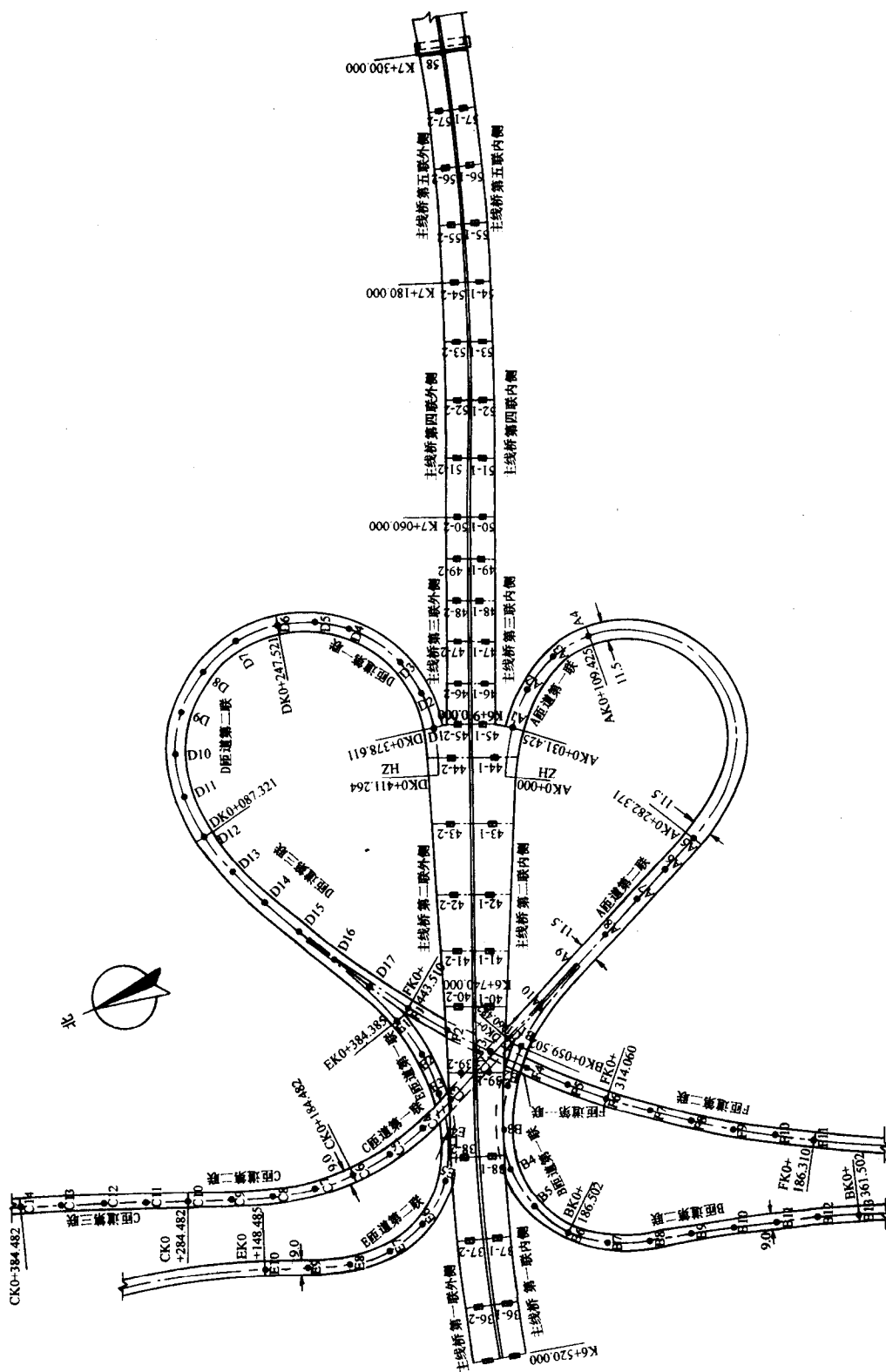


图 1-1-1 东渡互通立交平面布置图

均相对湿度 77%。

6.天气

厦门地区全年天气以雨天和阴天居多,多年平均晴天 115.4 天 阴天 75.2 天 雨天 122.8 天 连续阴天最长日数 18 天(1970 年)。

7.灾害性气候

厦门地区灾害性天气主要有台风、暴雨、寒潮、大风等。

台风 台风影响一般为每年 5~11 月份,8 月份最多。1955~1990 年在厦门登陆的热带风暴台风为 25 次 影响台风 184 次 年平均 4.8 次。台风过境一般最大风力达 11 级 瞬时风速 31~32 m/s 风向东北或西南。其中 5903 号台风(1959 年 8 月 23 日)以及 9914 号台风(1999 年 10 月 10 日)瞬时极大风速达 60m/s 给厦门人民生命财产造成了很大损失。

寒潮 强冷空气、寒潮主要集中出现在 12~2 月 强冷空气出现在 1~4 月。1952~1990 年 37 年间出现强冷空气 159 次 寒潮 26 次。另外,1999 年 12 月 23 日寒潮最低温度为 1.9℃ 为 1952 年以来同期最低温度。

二、地形及地貌

立交工程范围内除西部牛头山及东部一山丘外,地势基本平坦,地面高程在 9~17m(56 年黄海高程)之间 整个工程范围内西南高 东北低。

第二节 工程地质及地震概况

一、桥位区域地质概况

工程区域内岩性变化较大,据其成因和风化程度可划分为十一个工程地质单元体,各单元体的性质、分布范围自上而下分述如下:

- 1.杂填土 黄色、黑色 极松~稍松 主要由粘土混砖和碎石组成 堆积物混杂 厚 1~2m。
- 2.粘土 黄红、黄色 硬塑状 中压缩性土 分布有限 其下埋藏有残积亚粘土。
- 3.残积亚粘土 褐黄、灰色等多种颜色 软塑~硬塑状 厚 9.8~20m。
- 4.全风化凝灰岩 黄褐色、灰色 厚 1.60~28.60m。
- 5.强风化凝灰岩 黄褐色、灰色 厚度变化较大 厚 1.20~24.30m。
- 6.弱风化凝灰岩 深灰色、灰白色 岩层较硬 厚 0.45~10.80m。
- 7.微风化凝灰岩 深灰、青灰色 埋深 10.40~21.50m。
- 8.全风化斜长花岗斑岩 黄褐色、灰白色 厚 1.0~20.90m 埋深 1.10~25.40m。
- 9.强风化斜长花岗斑岩 褐黄色 厚 0.55~2.50m 分布局限。
- 10.弱风化斜长花岗斑岩 灰白、黄白 坚硬 厚 0.40~7.40m 埋深 1.10~11.80m。
- 11.微风化斜长花岗斑岩 灰白、青灰 质地坚硬 埋深 3.65~29.00m。

根据勘探结果分析 319 国道以东以斜长花岗斑岩及其风化物为主,以西以凝灰岩及其风化物为主。各岩土层工程力学参数建议值见表 1-1-1。

受区域构造影响,工程范围内发育有牛头山断层 F13 和 F14。F13 断层于东引桥 K6+601 以 45° 夹角与桥轴线相交 断层带宽 1~3m,主要为断层泥和断层角砾,断层带附近岩石节理、裂隙发育,岩体较破碎 完整性较差;F14 断层于 K7+086 处斜穿线路与线路夹角 20° 断。层带宽度 1~5m,为断层泥及断层角砾,断层附近岩层节理发育,岩体较破碎。两条断层均为稳定断层,对工程影响不大。

各岩土层工程力学参数建议值

表 1-1-1

岩土体名称	地层代号	风化程度	容许承载力 σ (kPa)	桩周极限摩阻力 τ (kPa)	天然湿度岩石单轴 极限抗压强度(MPa)
杂填土	Q_4^{nl}			20	
残积亚粘土	Q_4^c		210	40	
流纹质晶屑 凝灰熔岩	J_3^n	全风化	250	70	
		强风化	500	90	
		弱风化	1 500	120	20
		微风化	2 500		50
斜长花岗斑岩	R_{30}^{3d}	全风化	350	80	
		强风化	600	100	
		弱风化	3 000	140	50
		微风化	6 000		150

二、地 震

海沧大桥桥位区域属于东南沿海地震区的泉州—汕头地震活动带。由于目前东南地震活动处于大释放阶段,发生 7 级以上的强震的可能性不大,但不能排除 6 级左右强震发生的可能性。桥位区主要地震威胁来自离桥位区 50km 外的九龙江北西西向断裂带中强以上地震的影响。该区具有 6~6.9 级地震发生条件,因此划为上限 7 级的潜在震源区。

据有关文献资料记载,厦门本岛在历史上从未发生过震中地震,只是受邻区强震波及影响。根据 1:400 万《中国地震烈度区划图》(1990)本地区地震基本烈度为 VII 度。

三、工程地质对工程的影响

1. 水文地质对工程的影响

桥位区内地表水汇于仙岳路边沟中,水量较小,主要是生活废水;地下水主要为残积亚粘土中的空隙潜水及风化岩层中的裂隙水,水量也较小。根据水文分析结果,地下水对混凝土无侵蚀作用。

2. 持力层的选择

由于各处地层不一,岩层埋置深度差异较大,因此各匝道桥基础选择了不同的岩土层作为持力层。A 匝道桥以微风化花岗岩为桩基持力层;B 匝道桥以斜长花岗斑岩和微风化凝灰岩为端承桩基础持力层;C 匝道桥因从地面钻至 40m 深仍未穿透全风化花岗岩层,故采用摩擦桩;D 匝道桥基岩埋置较深,故采用端承—摩擦桩基础。

3. 断裂带对工程的影响

桩基础设计中避开了断裂带,把同一桥墩基础设置在断裂带的同一侧。桩端进入稳定的原岩土层,以避免基础受力差异性和不均匀沉降的影响。

第二章 设计方案选择

第一节 技术标准、设计规范、设计交通量

一、技术标准

1. 主线桥

1) 计算行车速度 :80km/h

2) 平曲线半径 : $\geq 900\text{m}$

3) 桥面最大纵坡 : $\leq 3\%$

4 桥面宽

① K6 + 520 ~ K6 + 700 等宽度 32m(双向 6 车道 中间带 1.5m 紧急停车带 3.0m 护栏 0.5m)。

② K6 + 700 ~ K6 + 910 变宽度为在 32m 宽基础上 两侧各按 2m 加宽与 A、D 匝道相连。

K6 + 910 ~ K7 + 300 等宽度 24.5m 双向 4 车道 中间带 1.5m 紧急停车带 3.0m 护栏 0.5m)。

2. 匝道桥

1 计算行车速度 :40km/h;

2) 桥面最大纵坡 : $\leq 5.6\%$;

3) 最小平曲线半径 :66m;

4) 桥面宽 :A、D 匝道桥面宽 11.5m, B、C、E、F 桥面宽 9.0m 均按单向双车道设计。

3. 其它

1) 设计荷载 汽车—超 20 级 挂—120(验算)

2) 抗震烈度 :设计抗震烈度为 7 度

3) 温度变化范围 :1.5 ~ 38.5℃

4 路面类型 沥青混凝土路面

二、设计规范

1. 公路路线设计规范 (JTJ 011—94)

2. 公路桥涵设计通用规范 (JTJ 021—89)

3. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范 (JTJ 023—85)

4. 公路桥涵地基与基础设计规范 (JTJ 024—85)

5. 公路工程抗震设计规范 (JTJ 004—89)

6. 公路工程技术标准 (JTJ 01—88)

7. 公路桥涵施工技术规范 (JTJ 041—89)

8. 公路路基设计规范 (JTJ 013—95)

9. 公路柔性路面设计规范 (JTJ 014—86)

10. 室外排水设计规范 (GBJ 14—87)

11. 公路排水设计规范 (JTJ 018—97)

三、设计交通量

海沧大桥工程可行性研究报告对东渡立交各个方向的交通量作了预测,2000年、2010年、2020年三个年度的预测交通量见图 1-2-1、图 1-2-2、图 1-2-3。

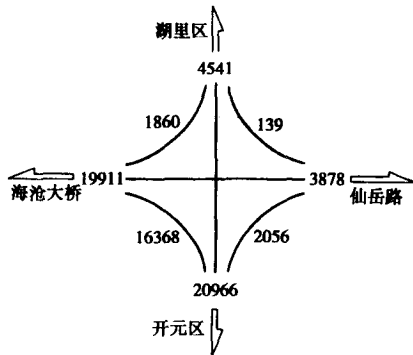


图 1-2-1 2000 年预测交通量

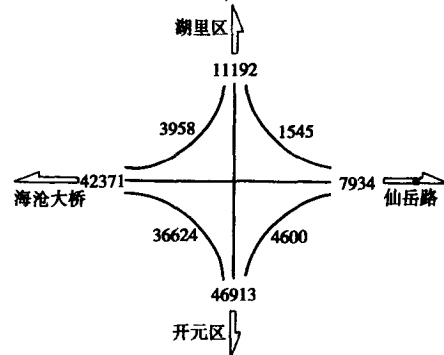


图 1-2-2 2010 年预测交通量

本设计按远景年交通量设计。在 2020 年交通量的基础上，按部分互通式立体交叉条件，对远景设计年限交通量进行分析，得出的交通量如图 1-2-4 所示。

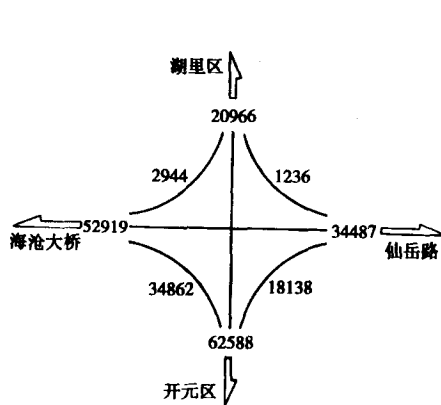


图 1-2-3 2020 年预测交通量

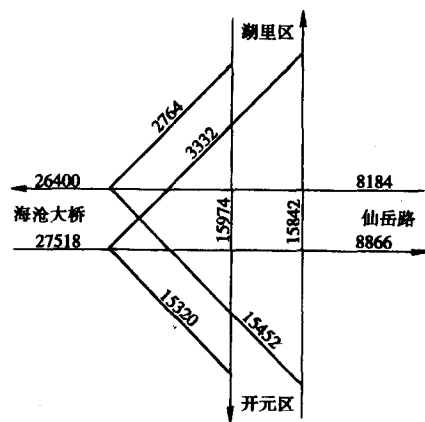


图 1-2-4 设计采用交通量

第二节 总体设计

一、总体构思

1. 立交形式

由于周边建筑密集，若设计为全互通立交，拆迁量很大，还会影响到东渡码头一期工程建设。考虑桥位附近道路网发达，仙岳路与疏港路之间的车流可以从附近道路分流，经多方比较论证后，按部分互通立交设计更为合理。

2. 匝道分合流点的选择

主线桥与疏港路两条主线交叉中心高差达 26m，从减少建筑物拆迁、避免展线过长和匝道线形流畅考虑，把分合流点移至下坡方向的 K6+920 处，这样不仅降低了立交高度，缩短了匝道长度，也使匝道线

形流畅，也减少了拆迁量和工程投资。

3.行人与非机动车道的设置

疏港路行人和非机动车辆较多，为保证行人和非机动车辆畅通，在疏港路两侧设计了独立的非机动车道系统和人行天桥，以保证行人和车辆安全。

二、平、纵、横断面设计

1.平面线形设计

平面线形采用沿主线桥左右对称布置两个环形匝道，分别接进和引出主线桥以及疏港路方向匝道。

见图 1-1-1。具体布置为：

1)主线桥去疏港路方向的匝道桥 A、B、C 匝道桥)

A 匝道桥自 $K6+877.727=AK0+000$ 引出 采用半径为 70m 的回头曲线至 $AK0+409.33$ 分离为 B 匝道桥与 C 匝道桥。B 匝道桥采用半径为 120 m 和 66.013 m 的同向卵形曲线迂回接入疏港路开元方向。C 匝道采用半径为 150 m 和 200 m 组成的反向曲线和半径为 335 m 的平曲线 接入疏港路的湖里方向。

2)疏港路进入主线桥方向的匝道桥 D、E、F 匝道桥)

F 匝道桥自疏港路开元方向 $FK0+000$ 引出 采用半径 556.898m 的平曲线至 $FK0+513.02=DK0+000$ 接入 D 匝道桥。E 匝道桥自疏港路湖里方向 $EK0+000$ 引出 采用半径为 350 m 的平曲线和半径为 67.674m 与 130m 组成的卵形曲线至 $EK0+456.6=DK0+000$ 接入 D 匝道桥。

D 匝道桥采用半径为 80m 的回头曲线至 $DK0+411.264=K6+876.573$ 接入主线桥。

3)人行道与非机动车道 G、H 匝道)

G 匝道与 H 匝道自成独立系统 布设于疏港路两侧 为地面道路。

2 纵断面线形设计

A、D 匝道桥均与主线桥相接，设计最大纵坡为 3.3%，B、C 匝道桥最大纵坡为 5.6%和 5.55%，E、F 匝道桥最大纵坡为 5.3% 和 5.1% 各匝道竖曲线半径为 1 500~3 000m 均满足技术标准的要求。

3.横断面设计

A 匝道桥和 D 匝道桥为单向双车道 路幅宽度为 11.5m(0.5m+0.5m+2×3.75m+2.5m+0.5m)，桥面净宽 10.5m。B、C、E、F 匝道桥均为单向双车道，宽度为 9m(0.5m+0.5m+2×3.5m+0.5m+0.5m) 桥面净宽 8m。

4.变速车道设计

A、D 匝道桥进出口设加减速车道。

5.横坡设计

A、B、C、D、E、F 匝道桥均为单面坡 除曲线超高渐变段外 横坡度均为 2% 主线桥横坡度为 2.0%。

6.超高与加宽设计

A、D 两条匝道桥总宽为 11.5m 桥面净宽 10.5m 包括 2×3.5m 机动车道、2×0.5m 路缘带 2.5m 紧急停车带，其中紧急停车带兼作曲线加宽之用，故不再进行曲线加宽。

B、C、E、F 均为单向双车道匝道 总宽为 9.0m 路面净宽为 8.0m。

由于匝道平曲线半径均小于不设超高的曲线半径，故均设置超高。超高以道路设计中心为旋转轴，根据半径确定横坡，其值为 3%~5%不等。

三、路基防护设计

在 B、C、E、F 匝道桥台后填方路基两侧设置直立式路肩挡土墙 与桥台相连 挡墙上设防撞墙 挖方路堑则设护面墙防护。G 匝道桥台后填方段采用直立式路肩挡土墙，挖方段采用直立式路堑挡土墙；H

匝道桥台后填方段设置直立式路肩挡土墙，挖方段设护面墙。

四、路面结构设计

1. 机动车道路面结构

- 4.0cm——中粒式沥青混凝土
- 6.0cm——粗粒式沥青混凝土
- 6.0cm——沥青碎石
- 28.0cm——5% 水泥稳定碎石
- 22.0cm——3%水泥稳定碎石

2. 非机动车道路面结构

- 3.0cm——细粒式沥青混凝土
- 6.0cm——沥青碎石
- 20.0cm——5%水泥稳定碎石

3. 人行道路面结构

- 5.0cm——彩色陶瓷人行道砖
- 2.0cm——1:3 水泥砂浆
- 6.0cm——砂垫层

第三节 桥型选择

一、主线桥

1. 桥跨布置

主线桥全长 780m 桥面宽 24.5~46m 分内、外两半幅。纵向分五联 第一联桥跨布置为 $2 \times 40\text{m} + 2 \times 50\text{m} + 40\text{m}$; 第二联桥跨布置为 $2 \times 35\text{m} + 2 \times 40\text{m} + 20\text{m}$; 第三联桥跨布置为 $5 \times 30\text{m}$; 第四、五联桥跨布置均为 $4 \times 30\text{m}$ 。

2. 主梁结构形式

第一、三、四、五联主梁采用单箱单室双向预应力混凝土连续箱梁 第二联主梁采用单箱双室双向预应力混凝土连续梁。联间主梁设牛腿过渡 桥墩不设墩帽 为使结构简单 两半幅桥箱梁完全分开 部分桥墩与梁固结。

3. 下部结构形式

桥墩均采用上大下小线型流畅的板式墩，基础为钻孔灌注桩及扩大嵌岩基础。

二、匝道桥

A、B、C、D、E、F 六条匝道全长 1 812m。A、D 匝道较宽 桥面宽 11.5m 净宽 10.5m; B、C、E、F 匝道较窄 桥面宽 9.0m 净宽 8.0m。所有匝道均位于平曲线上。因桥下道路较多 又受地下管线影响 桥跨布置较为复杂 跨径类型多 最小跨径 21m 最大跨径 35.09m。匝道桥每联均为多跨连续结构。为使整个立交桥造型美观，线条简洁，联之间设牛腿连接，每联两端及个别较矮的墩、墩梁之间设纵向活动支座，较高的中间墩则与梁固结。

1. 桥跨布置

A 匝道分两联设置，第一联起点接东引桥，第二联终点接 B、C 匝道 两联之间有约 200m 的挖方路基段。第一联桥跨布置为 $3 \times 26\text{m}$; 第二联桥跨布置为 $2 \times 25\text{m} + 3 \times 29\text{m} + 27\text{m}$ 。桥长 242m。

B 匝道分两联设置 第一联起点接 A 匝道，第二联终点接东渡路。第一联桥跨布置为 $3 \times 25\text{m} + 27\text{m} + 25\text{m}$ 第二联桥跨布置为 $7 \times 25\text{m}$ 桥长 302m。

C 匝道分三联设置 起点接 A 匝道 终点接东渡路 第一联孔跨布置为 $28\text{m} + 21\text{m} + 3 \times 25\text{m}$ ；第二、三联孔跨布置均为 $4 \times 25\text{m}$ 桥长 324m。

D 匝道分三联设置，两端分别接东引桥及 E、F 匝道桥，第一联孔跨布置为 $2 \times 23\text{m} + 35.09\text{m} + 2 \times 25\text{m}$ 第二、三联孔跨布置均为 $6 \times 26.7\text{m}$ 桥长 451.49m。

E 匝道分两联设置，两端分别接 D 匝道和东渡路。第一联孔跨布置为 $3 \times 25.5\text{m}$ ；第二联孔跨布置为 $3 \times 25.5\text{m} + 26\text{m} + 30.5\text{m} + 26\text{m}$ 桥长 235.5m。

F 匝道分两联设置 两端分别接 D 匝道和东渡路。第一联孔跨布置为 $3 \times 25\text{m} + 28\text{m} + 26.8\text{m}$ ；第二联孔跨布置为 $4 \times 25\text{m} + 27\text{m}$ 桥长 256.8m。

2. 主梁结构形式

匝道桥上部结构除 A 匝道第二联靠近 B、C 匝道的两跨和 D 匝道第 3 联靠近 E、F 匝道两跨为单箱双室截面外 余均为单箱单室截面 其中 D 匝道第一联主梁为纵向预应力混凝土连续箱梁，其它各联均为钢筋混凝土连续箱梁。A 匝道第二联和 D 匝道第三联主梁为异形梁 桥面变宽度 其余各主梁均为等宽度。

3. 下部结构形式

匝道桥桥墩墩形与东引桥相同，基础采用钻孔灌注桩基础及扩大嵌岩浅基础。

第三章 结构设计

第一节 主线桥上部结构设计

一、结构构造

1. 第 1 联 两半桥为独立箱梁 单箱单室斜腹板 梁高为 2.5m。其中 35~39 号墩间箱梁顶、底板尺寸保持不变；39~40 号墩间箱梁顶、底板宽度按线性变化 顶板宽由 15.4m 变化至 16.8m 底板宽由 6.0m 变化至 7.66m。全联顶板厚 25cm 底板厚 25cm 腹板厚 50cm，悬臂长 4.1m，悬臂端部厚 15cm 根部厚 45cm。第一联梁体构造见图 1-3-1。

2. 第 2 联 两半桥为独立箱梁 单箱双室斜腹板。40~44 号墩之间梁高为 2.5m，44~45 号墩间梁高由距 44 号墩 0.9m 处的 2.5m 变化至距 45 号墩 4m 处的 1.5m。A 匝道起点 ZH 距 44 号墩为 12.46m，D 匝道终点 HZ 距 44 号墩为 13.56m。40 号墩至 HZ 点间顶、底板宽按纵向夹角 2°线性变化 进入 A、D 匝道缓和曲线后，按缓和曲线变化。但为使东引桥梁体能与 A、D 匝道梁体顺接 在 44~45 号墩间梁体外悬臂长由 4.1m 渐变至 2.6m 使梁体线形流畅、外形美观。该段内侧边腹板和中腹板按直线设置 以便于施工；外侧腹板为缓和曲线和悬臂渐变的复合曲线，通过 AUTOCAD 作图拟合并调整而成。第二联梁体构造见图 1-3-2。

3. 第 3、4、5 联 两半桥为独立箱梁 单箱单室斜腹板 梁高为 1.5m 等截面 顶板宽 11.65m 底板宽 5.0m，悬臂长 2.925m 顶板厚 24cm 底板厚 25cm 腹板厚 50cm 悬臂端部厚 15cm 根部厚 40cm。第三联梁体构造见图 1-3-3。

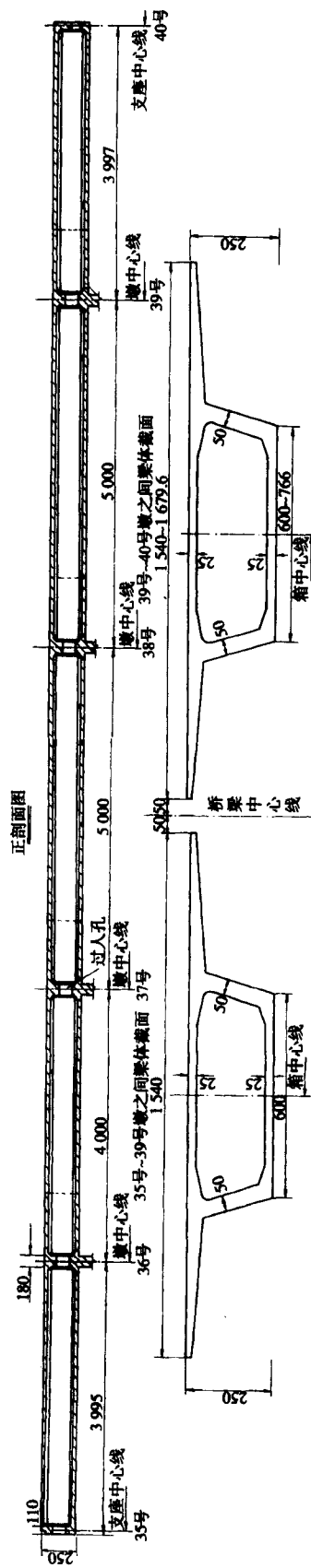


图 1-3-1 第一联梁体构造图(尺寸单位:cm)

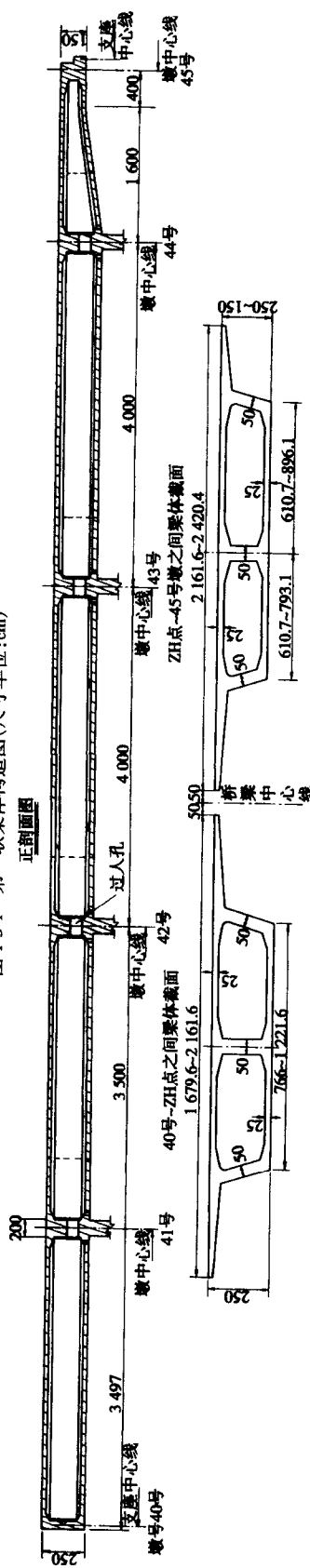


图 1-3-2 第二联梁体构造图(尺寸单位:cm)

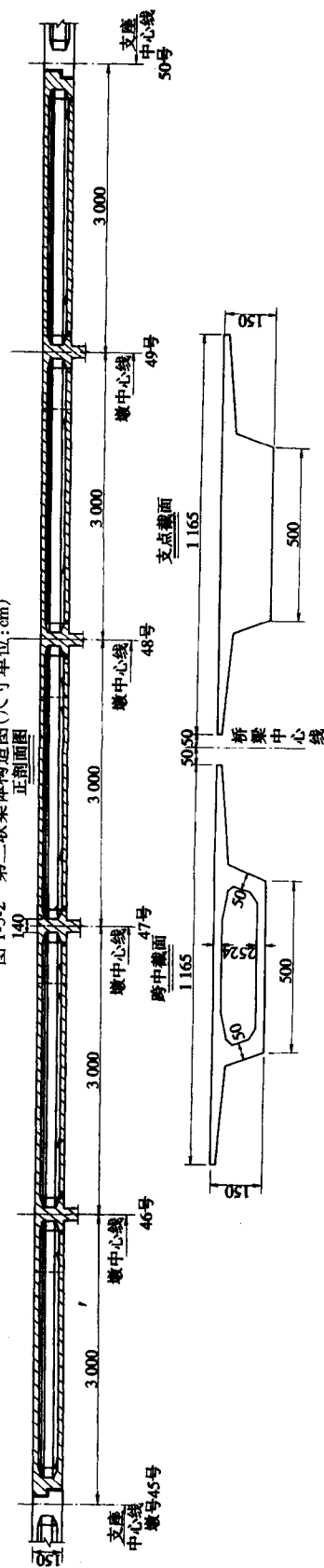


图 1-3-3 第三联梁体构造图(尺寸单位:cm)

二、预应力体系

1.纵向预应力体系

各联纵向预应力体系相同,顶、底板束采用 5-7 ϕ 5 钢绞线 ($R_y^b = 1\ 860\text{MPa}$) 腹板束采用 19-7 ϕ 5 ($R_y^b = 1\ 860\text{MPa}$)。锚具采用 OVM 群锚,在施工梁段处采用连接器接长。第 1 联腹板束每幅箱体断面为 8 束,第 2 联为 9 束 第 3、4、5 联为 6 束。第 1 联纵向预应力布置见图 1-3-4。

2.横向预应力体系

横向预应力体系采用 4-7 ϕ 5 钢绞线 ($R_y^b = 1\ 860\text{MPa}$) 钢绞线间距根据横向受力需要确定 第 1 联梁端局部为 80cm 其余为 100cm 第 2 联 40~43 号桥墩之间主梁横向预应力钢绞线间距为 100cm,43、44、45 号桥墩之间主梁横向预应力钢绞线间距为 80cm 第 3、4、5 联梁端局部为 50cm 其余为 100cm。

另在第 2 联 41~44 号桥墩之间梁体横隔板墙内布置 19-7 ϕ 5 横向预应力束。

三、设计计算原则

- 1.预应力结构纵向、横向均按部分预应力 A 类构件设计。
- 2.普通钢筋混凝土结构,控制裂缝宽度 0.15mm。

四、设计计算

1.计算模型

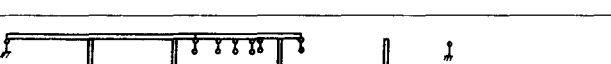
第一联 36~39 号墩为墩梁固结体系,计算模型如图 1-3-5 所示。全联共划分 78 个节点,77 个梁单元 其中 55 个桥面梁单元(单元长度 3~5m),6 个永久支承单元,27 个临时支承单元。

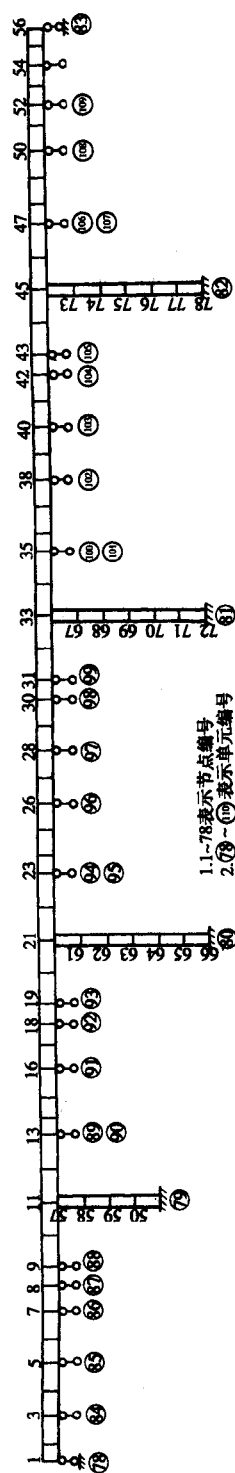
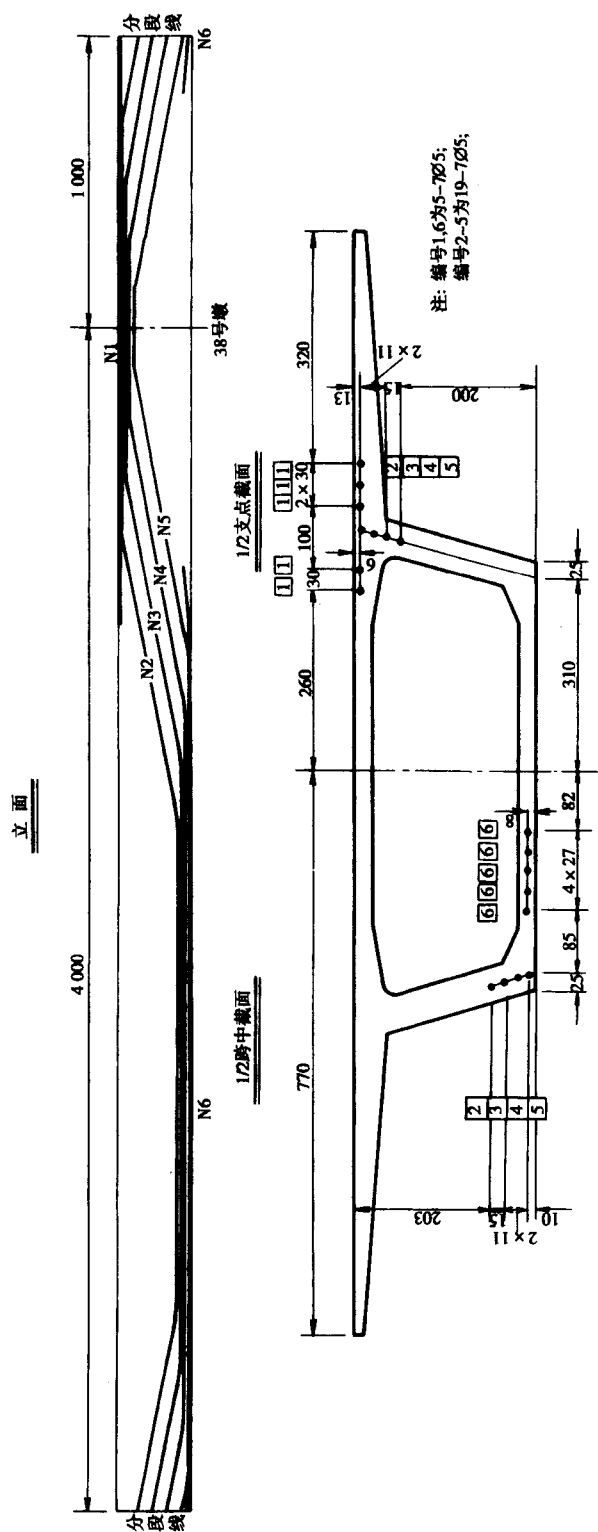
2.施工阶段划分

箱梁混凝土在梁柱式支架上现浇,梁段接缝位置距支座中心线 10.0m 采用逐孔浇筑、逐孔张拉预应力束的方法,梁内通长束在梁段接缝处以连接器连接。箱梁体施工步骤见表 1-3-1。

梁体施工步骤

表 1-3-1

序 号	简 图	内 容
1		浇筑墩身混凝土
2		安装梁柱式支架④~⑨,浇筑①~⑫单元混凝土,并张拉预应力
3		拆除④~⑨临时支架,安装梁柱式支架⑩~⑭,浇筑⑬~⑯单元混凝土,并张拉预应力
4		拆除⑩~⑭临时支架,安装梁柱式支架⑮~⑰,浇筑⑰~⑲单元混凝土,并张拉预应力
5		拆除⑮~⑰临时支架,安装梁柱式支架⑱~⑲,浇筑⑲~⑳单元混凝土,并张拉预应力
6		拆除⑱~⑲临时支架,安装梁柱式支架㉑~㉓,浇筑㉓~㉕单元混凝土,并张拉预应力
7		拆除㉑~㉓临时支架,进行桥面铺装和附属结构施工



3. 计算荷载

计算中考虑了以下荷载内力效应 恒载、活载、预应力、混凝土收缩徐变、温度力、支座沉降等。温度力分别考虑顶板升温 5℃ 和体系温差 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 两种情况。支座沉降按 1cm 计。活载偏载系数按 1.1 考虑。

4. 计算结果

正常使用极限状态箱梁控制截面弯矩列于表 1-3-2，混凝土弯曲最大压应力为 11.51MPa、最大拉应力为 -2.26MPa 满足部分预应力 A 类构件要求。第 1 联箱梁上、下缘弯曲应力包络图见图 1-3-6。

第一联各主要荷载工况控制截面弯矩 单位 :kN·m) 表 1-3-2

截面号		22	27	32	33	34	39	44	45	46	50
项 目	22	- 17 546	30 975	- 25 643	- 50 935	- 26 363	28 849	- 21 078	- 45 536	- 20 671	30 249
	27	232	- 61	- 366	468	384	45	- 294	- 379	167	91
制动力	32	- 210	76	362	- 484	- 396	- 48	301	388	- 169	- 92
	33	2 665	160	- 2 345	- 2 971	- 2 293	- 110	2 073	2 623	2 295	1 246
支座沉降工况一	34	- 2 665	- 160	2 345	2 971	2 293	110	- 2 073	- 2 623	- 2 295	- 1 246
	39	4 768	4 630	4 491	4 762	4 852	5 212	5 572	6 341	5 548	3 012
顶板升温 5℃	44	513	- 120	- 753	1 363	1 069	- 107	- 1 282	- 1 576	1 023	555
	45	- 513	120	753	- 1 363	- 1 069	107	1 282	1 576	- 1 023	- 555
体系升温 15℃	46	- 513	120	753	- 1 363	- 1 069	107	1 282	1 576	- 1 023	- 555
	50	1 930	11 012	1 993	2 012	2 050	11 006	1 919	1 981	2 500	10 757
汽车	MAN	- 5 159	- 2 924	- 7 009	- 10 641	- 7 111	- 3 165	- 5 958	- 9 907	- 6 681	- 3 373
	MIN	- 31 932	57 613	- 43 913	- 79 931	- 45 285	55 816	- 37 459	- 72 366	- 37 754	56 315
荷载组合控制值		- 63 467	73 053	- 64 021	- 84 881	- 64 021	73 053	- 64 021	- 84 881	- 64 021	65 741
截面抗弯承载力											

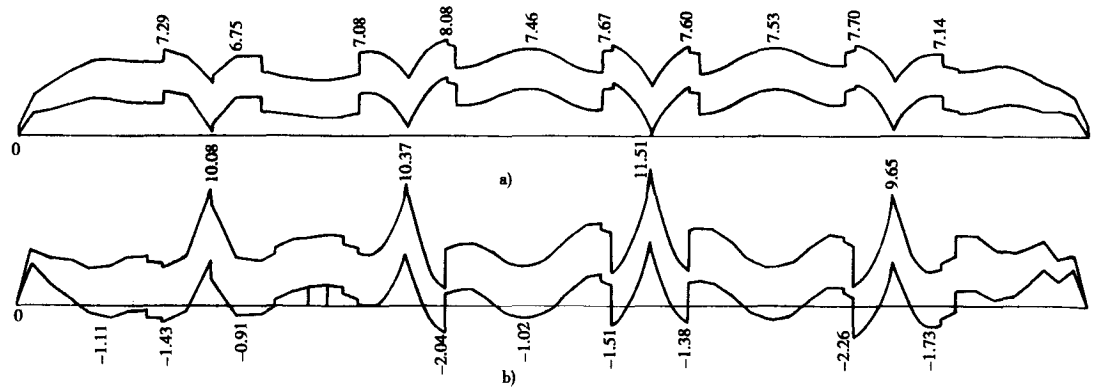


图 1-3-6 正常使用极限状态箱梁弯曲应力包络图 (数据单位 :MPa)
a)梁体上缘弯曲应力 b)梁体下缘弯曲应力

第二节 下部结构设计

一、墩身结构

东引桥和各匝道桥墩均采用了经厦门市路桥艺术工程公司进行艺术造型优化设计的花瓶式桥墩。其墩顶以下一段墩身按圆弧曲线变化，上大下小，尔后以圆曲线竖直切线至承台顶面，桥墩正面设置装饰槽，四边角设有倒角。桥墩的断面尺寸、倒角、墩顶圆弧段高度、圆弧半径及装饰槽个数等均根据墩高、跨度、桥宽等因素的不同而有所差异 不但使上、下部构造协调 而且每个桥墩的各部分尺寸均较协

调，取得了很好的艺术效果。东引桥 36 号墩身构造见图 1-3-7。

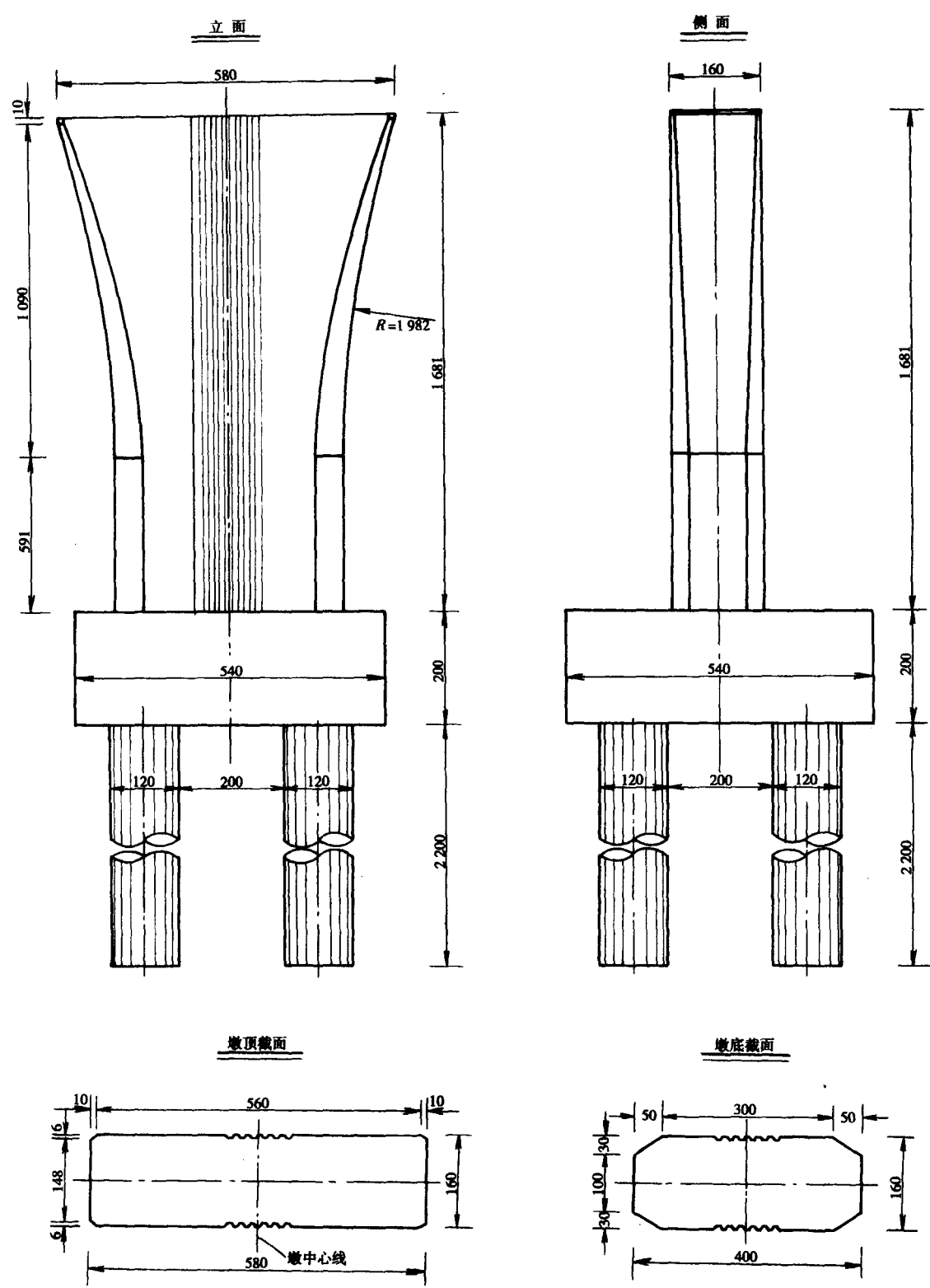


图 1-3-7 墩身构造图 (尺寸单位: cm)

二、墩身设计计算

1.墩身内力计算

36号墩墩顶和墩底的内力汇于表 1-3-3。

36号墩墩顶和墩底截面内力 表 1-3-3

项 目		序 号	墩 顶 内 力			墩 底 内 力		
			<i>N</i> (kN)	<i>Q</i> (kN)	<i>M</i> (kN·m)	<i>N</i> (kN)	<i>Q</i> (kN)	<i>M</i> (kN·m)
自重 + 预应力 + 二恒		1	11 237	405	- 3 169	13 669	405	2 990
制动力工况 1		2	53	- 429	2 894	- 53	429	3 633
制动力工况 2		3	- 53	429	- 2 894	53	- 429	- 3 633
顶板升温 5℃		4	- 186	- 81	640	- 186	- 81	- 584
体系升温 15℃		5	25	- 376	2 521	25	- 376	- 3 191
体系降温 15℃		6	- 25	376	- 2 521	- 25	376	3 191
支座沉降工况 1		7	478	- 17	259	478	- 17	2
支座沉降工况 2		8	- 478	17	- 259	- 478	17	- 2
汽 - 超 20	<i>N</i> _{max}	9	2 316	28	- 357	2 317	28	69
	<i>N</i> _{min}	10	- 265	44	- 443	- 265	44	218
	<i>M</i> _{max}	11	1 217	- 114	1 198	1 374	136	593
	<i>M</i> _{min}	12	1 360	135	- 1 476	1 133	- 113	- 557

注 表中已计入活载偏载影响

2.截面内力组合

36号墩墩顶和墩底相应轴力和弯矩的组合结果见表 1-3-4。

36号墩 内 力 组 合 表 1-3-4

组合序号	墩 顶			墩 底		
	组 合 类 型	<i>N</i> (kN)	<i>M</i> (kN·m)	组 合 类 型	<i>N</i> (kN)	<i>M</i> (kN·m)
A	① + ② + ⑤ + ⑦ + ⑨	16 899	3 598	① + ③ + ⑤ + ⑦ + ⑨	19 709	- 5 490
B	① + ③ + ④ + ⑥ + ⑧ + ⑩	11 604	- 11 136	① + ② + ④ + ⑥ + ⑧ + ⑩	14 413	11 682
C	① + ② + ④ + ⑤ + ⑦ + ⑪	15 145	7 592	① + ② + ⑥ + ⑦ + ⑪	18 209	13 580
D	① + ③ + ⑥ + ⑧ + ⑫	14 076	- 13 420	① + ③ + ④ + ⑤ + ⑧ + ⑫	16 535	- 7 965

注：表中组合值已计入荷载系数和提高系数。

3.配筋检算

从表 1-3-4 看出墩顶截面以组合 B 和组合 D 控制 墩底截面以组合 B 和组合 C 控制。36 号墩顶和墩底截面配筋见图 1-3-8。按实际配筋情况进行墩身承载力复核，复核成果见表 1-3-5。

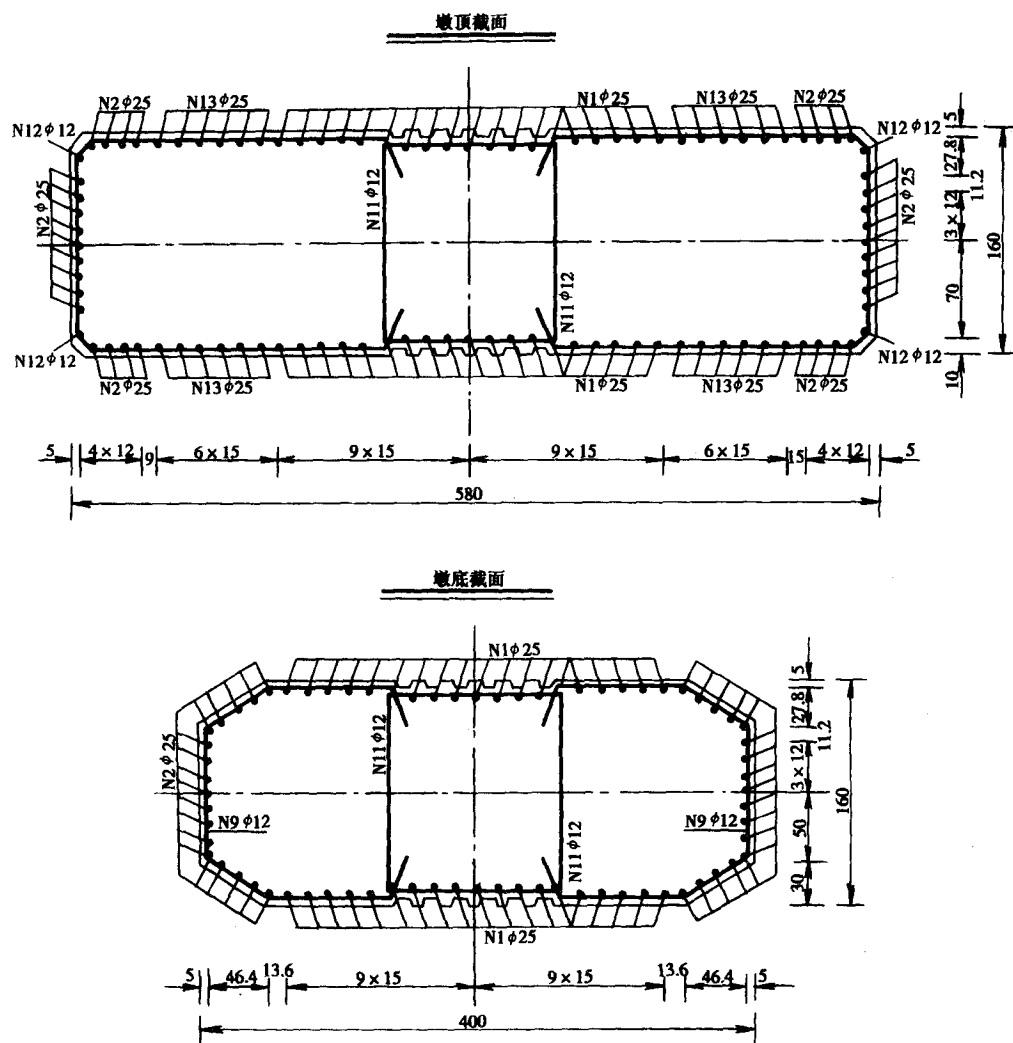


图 1-3-8 36 号墩顶和墩底截面配筋图 (尺寸单位 :mm)

36号墩截面承载力复核成果

表 1-3-5

部 位	组 合 序 号	承载力 N_R (kN)		竖向钢筋含量 u
		弯矩作用平面	垂直弯矩作用平面	
墩顶 截面	B	18 300	98 640	0.44%
	D	18 550		
墩底 截面	B	18 340	61 380	0.58%
	C	20 960		

从表 1-3-5 可知 36 号墩截面承载力均满足设计要求。此外本联上部结构地震水平力是由一联 4 个墩承受, 经计算地震力不控制墩身设计。

第三节 桥面排水系统设计

一、桥面排水系统

桥面排水系统采用了在护栏侧行车道边缘设置排水槽，把桥面水汇入排水槽后流入落水管，落水管只有悬臂下一段连接管是可见的，其余均埋置于梁体的隔墙和墩身内，最后引入地面排水系统，这样大大改善了整个立交的景观。

1. 排水槽构造

排水槽由 6mm 厚的钢板弯制而成，净宽 30cm 净高 9cm，槽口盖板厚 10mm 每块长 99.8cm 宽 33cm 每块盖板上设有 27 个 $\phi 3\text{cm}$ 小圆孔，盖板可承受一定的车轮荷载。排水槽构造见图 1-3-9。

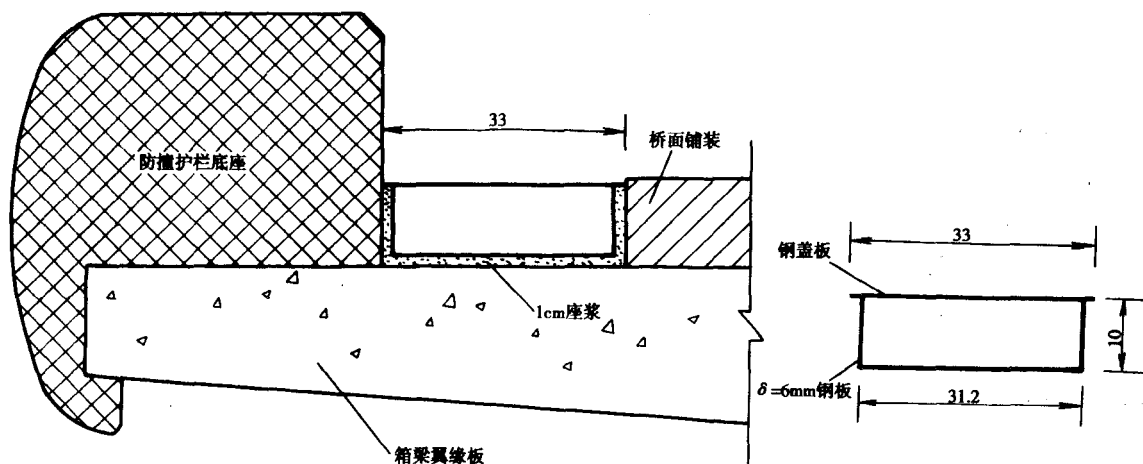


图 1-3-9 桥面排水槽构造图 (尺寸单位:cm)

2. 落水管

沿桥纵向每隔 2 孔设置一处落水管 落水管由 $\phi 18\text{cm}$ 的 PVC 连接管和 $\phi 20\text{cm}$ PVC 预埋管及弯头组成，墩内和梁体隔墙内的落水管在墩梁混凝土浇筑时预埋。落水管立面布置见图 1-3-10。

二、桥面排水槽径流量计算

桥面排水槽设计径流量按下式计算：

$$Q = 16.67 \Psi q A$$

式中： Q ——设计径流量 m^3/s ；

q ——设计重现期的平均降雨强度 mm/min ；

Ψ ——径流系数；

A ——汇水面积 km^2 。

现以主线桥第一联流程 80m 排水槽为例说明计算结果。

1. 降雨历时计算