

苏联高等教育部批准为公路学院
“桥梁与隧道”专业教科书

鋼筋混凝土橋

(設計与計算)

下 冊

技术科学副博士、副教授

Н.И. 波利万諾夫 著

人民交通出版社

苏联高等教育部批准为公路学院
“桥梁与隧道”专业教科书

鋼筋混凝土橋

(設計与計算)

下 册

技术科学副博士、副教授
H. И. 波利万诺夫 著

人民交通出版社

鋼筋混凝土橋

(設計与計算)

(下 册)

Док. Н. И. ПОЛИВАНОВ,
канд. техн. наук

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ МОСТЫ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

(Проектирование и расчет)

Допущено Министерством
высшего образования СССР
в качестве учебного
пособия для студентов и аспирантов
инженерно-строительных факультетов

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1956

本書根据苏联汽車運輸出版社1956年莫斯科俄文版本譯出

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新 華 書 店 發 行

人民交通出版社印刷厂印刷

1959年3月北京第一版 1959年3月北京第一次印刷

开本: 850×1168 1/32 印張: 8 1/2 插頁4

全書: 248,000 字 印數: 1—1700 册

統一書号: 15044·1309

定价(10): 1.40元

目 录

(下册)

第四部分 刚架桥

第十七章 刚架桥的構造	5
§ 56 刚架桥結構的特点及基本型式	5
§ 57 整体式普通鋼筋混凝土刚架桥	7
多跨刚架桥的型式	7
多跨刚架桥示例	9
§ 58 普通鋼筋混凝土單跨刚架桥	20
單跨刚架桥的型式	20
單跨刚架桥示例	21
§ 59 預应力刚架桥	24
§ 60 刚架桥柱鉸及基座的構造	35
第十八章 刚架桥的計算和設計原理	37
§ 61 刚架桥精確計算的前提	37
§ 62 刚架內力的近似計算法	39
§ 63 刚架構件的截面选定和設計	45
§ 64 刚架桥基础的計算	53
刚架桥地基的計算	53
基础底脚的計算	54

第五部分 拱 桥

第十九章 拱桥結構	57
§ 65 鋼筋混凝土拱桥的一般知識	57
§ 66 拱桥的主要类型	59
§ 67 簡單体系的拱桥	60
簡單体系拱桥的类型	61
鋼筋混凝土板拱桥	62

	具有分离肋拱的上承式简单体系桥梁的构造	73
	下承式及中承式简单体系的拱桥	81
§ 68	混合式拱桥	87
	混合式拱桥的类型	87
	系杆拱桥的构造	90
	具有刚性梁的无推力拱桥的构造	95
	具有斜吊杆的无推力拱桥构造特点	102
	上承式混合式桥的构造	104
§ 69	拱片桥	106
	拱片桥的类型	106
	拱片桥的横截面	107
	拱片桥构造示例	108
§ 70	具有劲性钢筋的拱桥	113
§ 71	装配式拱桥	117
§ 72	预应力钢筋在拱桥中的采用	128
§ 73	钢筋混凝土拱桥的特殊构造细节	132
	拱铰	132
	行车道的接缝与铰	135
§ 74	拱桥墩台的型式	137
第二十章	拱桥计算及设计原理	142
§ 75	简单体系肋拱及板拱基本尺寸的选定	142
	订定拱的路径、矢高及厚度	142
	拱轴的线形	145
	横截面沿路径长度变化的规律	148
§ 76	力在拱平面内作用时简单体系拱的计算原理	152
	无铰拱内力的精确计算法	153
	利用表格来确定无铰拱的内力	160
	确定两铰拱的内力	161
	确定三铰拱的内力	165
	选定拱截面	165
§ 77	独立的肋拱及板拱挠出其平面的计算	169
	确定由于垂直桥立面的荷载引起的内力	170

求由于偏心布置的豎荷載在无鉸板拱中引起的內力	172
求板拱中当其撓出拱平面时的应力	173
§ 78 用橫撐联結起来的双肋拱对橫向荷載的計算	174
§ 79 具有豎吊杆的系杆拱的計算	177
柔性系杆拱的計算	178
剛性系杆柔性拱的計算	180
§ 80 具有斜吊杆的拱桥計算	185
§ 81 肋拱及板拱的穩定	188
肋拱及板拱在其平面中的穩定	188
肋拱及板拱撓出其平面时的穩定	191
下承式敞口桥的拱的穩定	193
§ 82 拱片桥的計算	197
§ 83 拱桥应力調整	205
借临时鉸調整应力	206
借改移拱軸来調整应力	207
在有推力的拱桥中用液压千斤頂調整应力	210
系杆拱用液压千斤頂調整应力	212
§ 84 拱桥中混凝土徐变对內力的影响	213
§ 85 拱上結構計算特点	215
§ 86 拱桥墩台計算	220
桥墩的計算	222
桥台的計算	226

第六部分 鋼筋混凝土涵管、鋼筋混凝土桥图式规划

第二十一章 路堤下的涵管

§ 87 概述	228
§ 88 涵管構造	229
涵管構造的一般方案	229
涵管截面型式	232
进出口的型式	234
圓涵管的构造	237
矩形涵管的构造	240

河床及路堤斜坡的加固.....	242
§ 89 路堤下涵管的計算特点.....	244
第二十二章 橋梁圖式的規劃	
§ 90 橋孔的分跨和桥梁方案的拟制.....	246
§ 91 跨越大河流的桥梁图式规划示例.....	250

第四部分 剛 架 桥

第十七章 剛架桥的構造

§ 56 剛架桥結構的特点及基本型式

在剛架桥中，桥跨結構与墩台彼此剛固联成一个整体的結構。由于頂梁与柱的剛性結合产生能減輕頂梁受力的支点弯矩。在此，墩台除受压外，还要受弯，于是必須在其中加放鋼筋。采用鋼筋混凝土来建造墩台，能使混凝土圬工远較重型墩台上的結構节省。

鋼筋混凝土用量很少是剛架桥的主要优点。此外，剛架桥具有重要的运营优点。因为剛架的墩台是比較細的柱子，故当必須保証桥下行車有良好的明視度或行車道下的空間有特殊用途时（例如，为了設置汽車庫或其他生产性房屋），即可將剛架用于跨路桥及棧桥。

在桥梁中采用两种主要型式的剛架：1）有柔性柱的无鉸剛架，其柱端剛性固結于基础內（图233^a）；2）有柔性柱而在基础上为鉸支承的剛架（图233^b）。

此外，在单跨桥有时采用門式剛架（图233^b）。門式剛架通常可分有鉸及无鉸的，其柱的刚度較頂梁的超过甚多。門式剛架的重型柱通常作为与路堤銜接的擋土牆。

在公路桥梁中更常用无鉸剛架，这是由于其构造比較簡單，且对頂梁的卸載作用較大。在恒載和制动力的作用下，无鉸剛架的弯矩图示于图233^a中。此外，在剛架內还会由于溫度变化和收縮而引起很大的內力，这些內力的数值随結構物的长度增加而增大。

弯矩图的性質决定着剛架构件的外形。在无鉸剛架桥的柱中，最大弯矩发生在端部，故而柱一般做成寬度不变的。剛架頂梁的作用与連續梁的作用相同，故須加承托以便承受支点弯矩。

剛架柱的基础是鋼筋混凝土或混凝土的基座。这类基座受着豎向反力 V 、推力 H 及固結弯矩 M 的作用（见图233^a）。

无鉸剛架的主要缺点是：由于墩台的沉降及位移会引起很大的附加弯矩。因此，仅当地基构造十分安全时（岩石、打到岩层的樁等等），才准許

用无铰刚架。

在有铰刚架中，铰的设置使施工困难。此外，并使养护复杂。为了能够检查铰的构造，最好把它们敞露地布置，这一点在跨越河道的桥尤其难于实现。这个条件就限制着结构物总尺寸的合理选择。

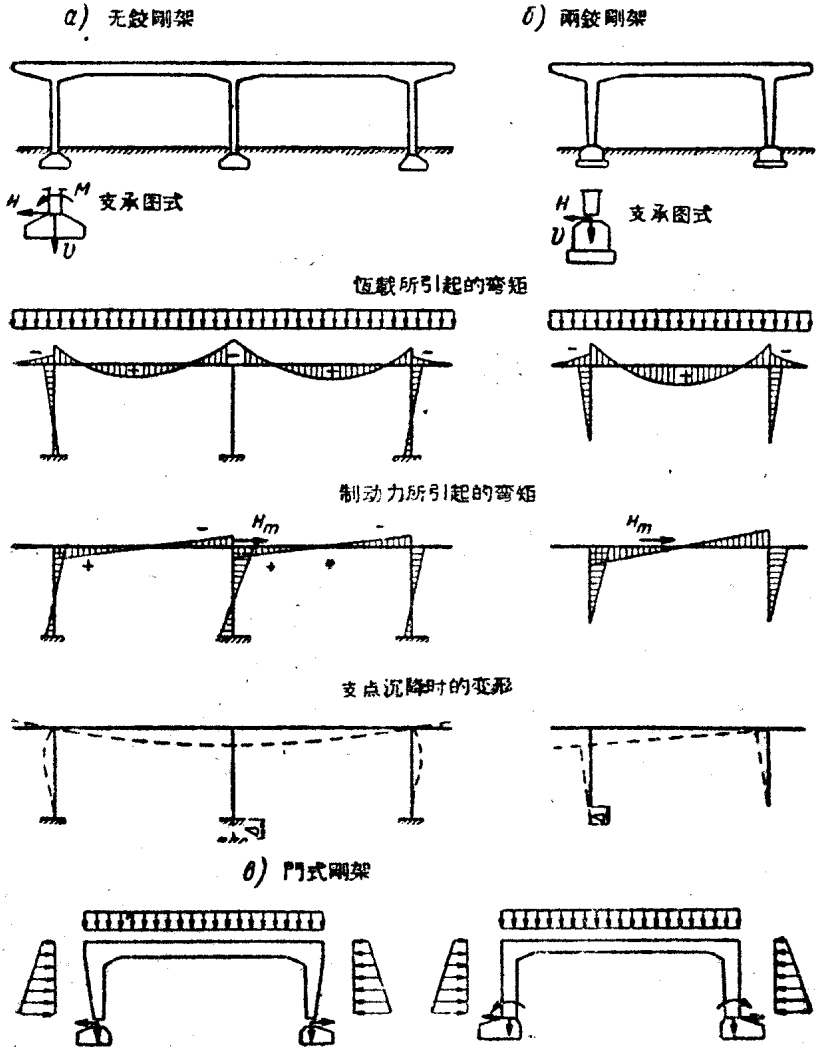


图233 刚架的基本型式

有鉸剛架的柱做成向下部逐漸縮小（見圖 233⁶），這符合按三角形規律的彎矩圖分布。頂梁則如同在有鉸剛架中一樣加做承托。有鉸剛架的基礎只承受豎向反力 V 及推力 H 的作用，因為沒有固結彎矩。

與無鉸剛架比較起來，有鉸剛架的主要優點是其對支座不均勻沉降較不敏感及因溫度變化和收縮而引起的內力較小。在單跨有鉸剛架，支座不均勻沉降（見圖 233⁶）不引起附加彎矩，因為此時剛架僅在鉸處自由轉動而呈傾斜。

門式剛架（見圖 233⁸）具有最大的剛度，因此在這種構造，由於溫度變化、收縮以及在不鉸時由於支座不均勻沉降引起特別大的內力。採用這種構造是出於特殊的淨空要求。

剛架體系的選擇由當地條件的綜合來決定：如橋下淨空、土壤性質、水的有無及水位高低、建築藝術的考慮及可能方案的經濟比較等。

當跨徑為 10~20 公尺而路堤高度為 5~8 公尺時，有柔性柱的剛架橋每 1 平方公尺結構物平面的鋼筋混凝土用量為：輕級荷載——從 0.4 到 0.55 立方公尺；重級荷載——從 0.6 到 0.8 立方公尺。在此，每 1 立方公尺鋼筋混凝土中鋼筋的用量為 120~140 公斤。

上列剛架橋及棧橋的材料用量指標是十分良好的。如改用 Cr-5 號鋼的規律變截面鋼筋及標號為 200~300 號的混凝土，則這些指標還能更加降低。

目前，剛架橋很少採用，因為尚未找到裝配式普通鋼筋混凝土剛架橋構造的合理型式。在法國建造了少數預應力鋼筋混凝土裝配式剛架結構物（見 § 59）。

尋求裝配式剛架橋的合理構造應該算作鋼筋混凝土橋發展的首要任務之一。

§ 57 整體式普通鋼筋混凝土剛架橋

多跨剛架橋的型式

在橋梁、跨路橋及棧橋中所用的多跨剛架可以做成連續或懸臂的體系（圖 234）。在劃分跨徑、訂定懸臂長度及布置鉸時，應遵循在連續或懸臂梁橋中同樣的一般考慮。此外，為了減小由於溫度和收縮所引起的附加應力，通常還得遵守一個要求——使剛架結構在斷縫間或在縱向活動鉸間的長度不超過 50~70 公尺（圖 234¹）。但在柔性柱時，就可以用長度更大的多跨連續剛架橋。剛架的跨徑為從 8~10 公尺到 25~30 公尺。

究竟選取那一種圖式取決於當地條件：橋下淨空、橋址的土質及水文特

点。当土壤比較松軟时，由于墩台有不均匀沉降的危險，悬臂图式較連續者为优。

剛架頂梁具有肋形截面。比值 $h:l$ 为 $1/14 \sim 1/20$ 。肋的間距根据經濟考虑来选定。当肋为稀疏排列时，在其間加設支于橫梁上的副縱梁（見图 234^a）。

墩台最常为一排一排的柱，柱布置在頂梁同一平面內，并与頂梁联成剛架（見图 234）。在跨越深的谷地或山峽的谷架桥中，柱的长度做成变化者（图 234^b）。

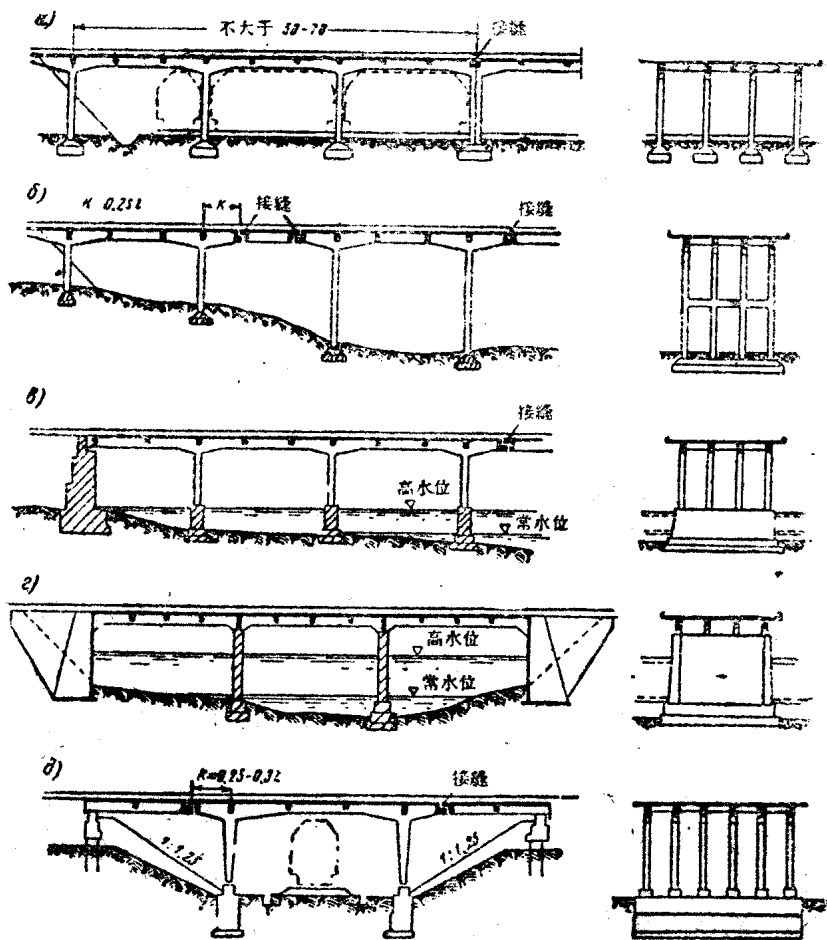


圖234 多跨剛架桥的型式

在橫橋方向，柱用橫杆聯結起來，從而構成橫向剛架；這些橫向剛架承受着垂直于立面的力（風壓力、離心力、車輪橫向撞擊等等）。柱的寬度通常為其高度的 $1/10 \sim 1/15$ 。

剛架柱支承在基礎上，當為不致沉降的岩石或其他土壤時，可以用分離的基礎（見圖234¹），而當土壤不太可靠時，則應為連續的基座（見圖234²）。在河流中，基礎頂面通常應置于高水位之上（圖234³）。在有流冰的河流內，中間墩不用穿孔構造，而以實體墩來代之，這樣就可大大增加頂梁在墩處的固結程度（圖234²）。在這種情況下，柱寬與其高度之比為 $1/8 \sim 1/10$ ，因為受彎矩作用較厲害。

在有很多個跨徑的棧橋中，為了抵消溫度和收縮的變位。靠近伸縮縫設置成對的細柱（見圖234⁴）。

當土質比較鬆軟時，由於有沉降的危險，採用柱端為鉸支承的懸臂剛架（圖234⁵）。

在剛架橋中，最常用自由懸臂來與路堤銜接（見圖234¹及6）。引板即支承在這些自由懸臂上（見圖29及30）。在此，剛架的邊柱進入路堤錐體以內。

當在與路堤銜接處設置橋台時，或在無路堤錐體時（駁岸的），頂梁端可以自由支承在重型橋台上（見圖234⁵），橋台與梁式橋的橋台相同。在這種情況下，由於中間墩及邊台的構造不一致，不均勻沉降的危險特別現實；故只有在地基足夠安全時才能用這種圖式。

有時在橋上敷設軌道（電車）而採用頂梁固結在橋台內的剛架（見圖234²），這使活載在橋路間的過渡最為平順。但是由於墩台的剛度大，在圖234²所示剛架體系內會發生很大的溫度內力。

建于鐵路和公路交叉處的剛架式公路跨路橋常為在平面上斜交的構造。斜橋較正橋複雜，因為不對稱而且構件成斜角聯結，於是鋼筋混凝土結構、支架和模板都複雜起來。斜跨路橋主要根據汽車干道或街道的路線總方向來採用，交叉角以及跨路橋構造的性質都取決於此路線的總方向。

多跨剛架橋示例

在汽車干線與鐵路交叉處的斜跨路橋的構造（蘇聯）示于圖235中。行車道寬度為13公尺，而兩邊人行道各寬0.75公尺；跨路橋有四個在順橋方向彼此一一錯開了的縱向剛架。沿着每一個橋墩的軸線，在橫向用頂梁和兩個橫樑將剛架柱聯結起來。在平面上，橫向剛架安排得與縱向剛架成一斜角——等於橋梁的斜角。橫向剛架頂梁和行車道構造分開；頂梁頂面與橫梁底

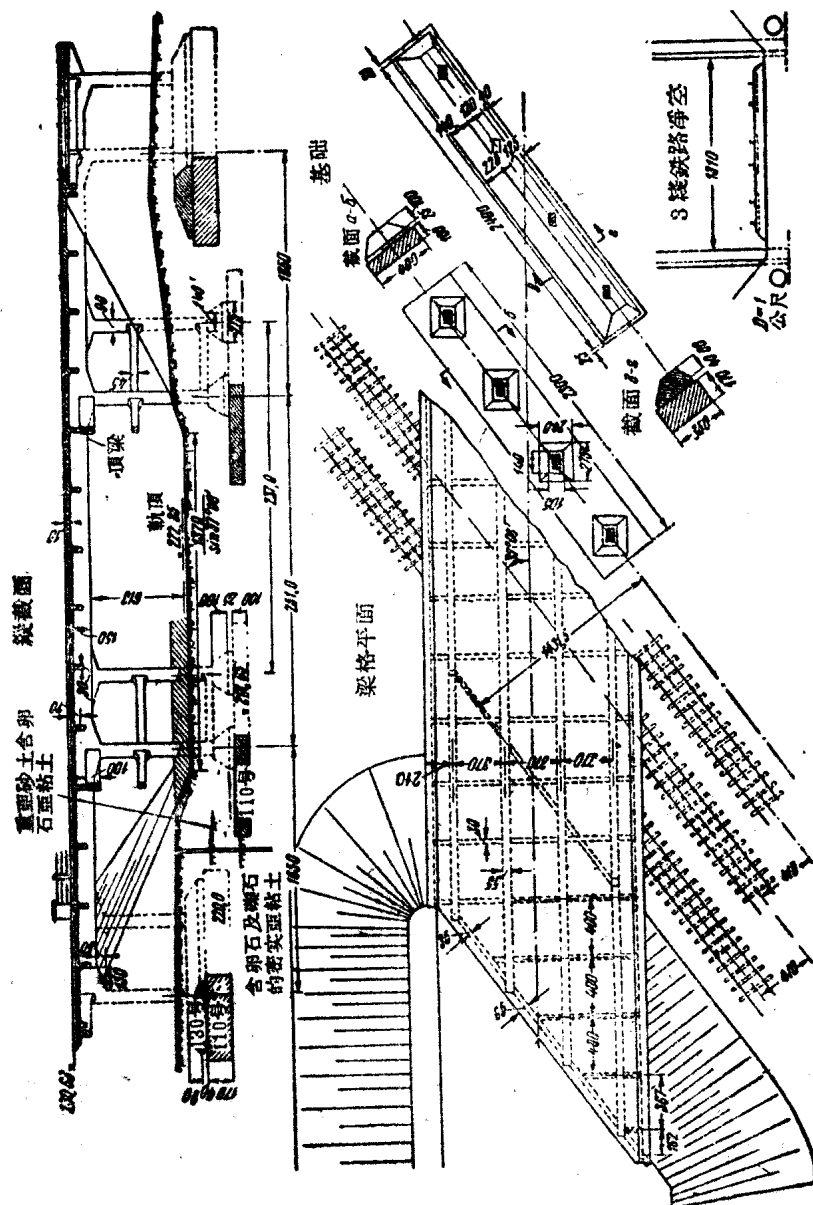


圖235 用无鉸剛架的斜剛架式跨路桥

面之間的空隙為30公分。

這樣做法就有可能採用梁成直角相交的梁格。只有橋的兩端部分是例外，在那里端頂梁對行車道橫梁及主梁斜向通過。

這座橋沒有自由懸臂，因為橋的斜度很大，懸臂構造會在結構物的端部引起很大的扭矩。剛架柱腳順橋的軸綫定向；每排柱腳支承在一個共同的基座上。

圖236表示跨路橋最重要構件的配筋詳圖。在柱與頂梁毗連處設置承托。頂梁的鋼筋直伸過去而不在凹角處彎轉，以免混凝土剝落。承托用專門的短鋼筋框起。柱的鋼筋深深地引到頂梁以內。在中間各節點的鋼筋都保持豎放；在端節點則放成輻向（見圖236）。

剛架柱腳（見圖236）的底层鋼筋為網狀。此外，沿柱腳周邊分布着專門的鋼筋。柱的鋼筋伸達底层鋼筋網，這些鋼筋的長度不大，伸出基礎頂面以上的長度僅等於做接头所需的長度。這樣，柱上部的鋼筋即可在基礎澆筑成后再行安裝，因而使施工簡化。橫向剛架上的頂梁和橫撐與剛架柱成斜角交接。由於在聯結處可能出現正負的彎矩和剪力，故頂梁中配以兩向彎起的鋼筋（見圖236節點4）。

跨路橋的端橫梁1、2及3是不等跨的連續構造（見圖235~236）。

圖237及238表示有鉸剛架的三跨跨路橋的構造。跨路橋預定用來在一條鐵路及一條公路上方通行汽車和電車交通。鐵路布置在深壑（達4公尺）內的曲綫上，因此，為了加大跨路橋下的空間及改善明視度起見，而用專門的橋跨來跨蓋路堤錐體。其中有一跨在此是為公路而設。

跨路橋的中墩為鉸支于基礎上的鋼筋混凝土柱；邊墩由於略為高出土面而做成不太高的重型橋台。

墩台的基础建于打入不大厚的軟質黃土層內的樁上。因此，剛架在柱端及邊跨內都做有鉸，借以保證墩台可能不均勻沉降時不致發生附加的彎矩。

跨路橋的高度訂定得能以保證在將來通行電氣牽引力的鐵路交通。因此，在現有的用蒸汽牽引力的鐵路淨空上方再留出60公分左右的空間，這在施工時也足以用來安裝支架的大梁，而不致中斷交通。

跨路橋的行車道淨空為13.6公尺，兩條人行道各寬2.25公尺，在橋的橫截面內布置7片中距為2.6公尺的剛架。剛架柱設有“不完全”鉸，這些鉸是將柱截面從50公分縮小到17公分而取得。這樣取得的縮小截面中配置6根直徑為30公厘^①的鋼筋；此外，并加放螺旋形間接鋼筋。柱支承在各別的

①原書此處誤印成公分——譯者

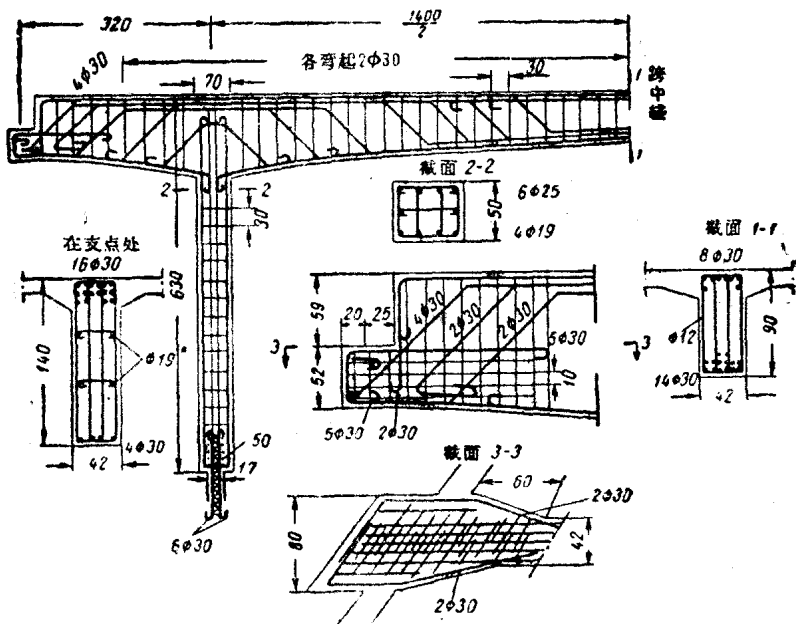


圖238 用兩鉸剛梁的斜剛架式跨路橋的剛架配筋(見圖237)

橫梁布置得与墩台平行，并与主梁相交成銳角。行車道板的所有板格具有标准形状，同时能避免与端橫梁复杂地联結（按图 235 型式）。

跨路橋剛架的配筋示于图 238。

图 239 表示在复杂的地区条件下为了加寬已有的鋼跨路橋而建造的跨路橋构造。中間墩及边墩的位置，以及行車道頂面与桥跨結構底面的标高是事先規定好了的。既然已存在着这般硬性的要求，在拟制結構物图式时，就不得不采取下列特殊措施：

在中跨內設置了鉸，这样就能使中跨及边跨內的弯矩趋于均衡，并能使結構物受墩台下土壤变形的影响較小。

建造了柔細的中部支柱，墩台的变形对这种柱不致构成危險；

与路堤的联接借鋼筋混凝土悬臂及与端柱构成整体的耳墙而达成；柱在基础处配备着鉸；填土的水平压力和制动力由端柱的鉸来負担，鉸此时为受剪；鉸性由簡便地将混凝土的截面縮小来取得。

在中間墩上的負弯矩区設計了下翼緣板，板承受着压力而容許不用承托（見图 239）。

建筑高度既小，就必需要在桥的橫截面內将梁肋排得較密；肋用橫樑