

桥梁钢结构体系及施工技术 (一)

邱式中

一、桥梁钢结构体系

(一)、钢桥的结构及其特点

1、钢桥的结构

钢桥是桥的一种型式,是指一座桥的上部结构的主要承重受力部分是由钢材制成的。

钢桥同桥一样,都是跨越河流、湖泊、海洋及一切障碍物的空中的路(摘自茅以升武汉长江大桥一文中所述),其中大跨度桥梁多为预应力钢筋混凝土桥和钢桥。

钢桥的结构沿其桥纵方向由主桥(跨越河流段)、引桥(与地面交通衔接段)组成。桥墩之间距离称为跨度,主桥跨越主通航孔段称为主跨,相邻跨为边跨(或岸跨)。例如南浦大桥,主桥为主跨 423 米的斜拉桥。

桥沿其竖向,由下部结构和上部结构组成。

1) 下部结构是由基础、承台、桥墩、支座组成。

基础:①扩大基础、人工或天然地基。

②桩基:沉入桩多为钢筋混凝土方桩或 PHC 管桩和钢管桩;灌注桩多为钻孔灌注桩。

③沉井或者地下墙等。

承台、桥墩均为钢筋混凝土结构。

支座:铰座、连杆或者刚节点。

2) 上部结构是指桥墩以上的结构。而上部结构主要承重受力部份:对梁式桥是指梁;对拱桥是指拱圈及其传力结构和桥面通道;对斜拉桥是指梁(包括叠合梁)。索:对悬索桥是指主索、锚索(边索)、竖向索和梁部分。

2、钢桥的特点

1) 钢桥的主要材料

用于钢桥的主要材料是钢板、型钢和高强度钢索。钢板多采用低合金钢,例如 16Mn、16Mng,某些部件要用铸钢(例如铰座、索鞍)和优质碳素钢(例如 45# 钢等)。近来发展了不需要油漆的耐

腐钢材品种,如美国的 A₂₄₃ 及 A₅₈₈ 号钢、日本的 SISG₃₁₁₄ 等。

2) 钢桥优缺点

钢桥由于采用高强度的材料,匀质性好,易于加工,故而构件轻、运输架设方便,为大跨度桥梁理想材料。目前,世界上桥梁结构体系中大跨度桥梁多为钢桥。例如世界上最大跨径的悬索桥明石桥为 1990 米,最大跨径的斜拉桥为 890 米的多多罗桥,最大跨径的拱桥为主跨 550 米的上海卢浦大桥,均比预应力混凝土斜拉桥及预应力混凝土拱桥跨越能力大,而梁式桥也是如此。

第二点是便于架设。这一点可在钢梁施工中,对比阐述。

钢桥的主要缺点是在大气作用下受腐蚀、易生锈、养护费用高,相比较价格昂贵了一些。

3) 钢梁的连接型式为铆接、高强螺栓和焊接以及销接等,这些都要符合规范要求。例如我国第一座自己设计的杭州钱塘江大桥,50 年代的武汉和南京长江大桥,其梁在工厂和现场拼接均为铆接;而南浦大桥、杨浦大桥,工厂内为焊接、现场拼装节点为高强螺栓连接;像卢浦大桥拱圈箱形结构,在工厂和现场均为焊接;再者江阴长江大桥,悬索的主索部份索夹与吊杆连接及吊耳与行车道板连接均为销接。

3、钢梁的主要型式

钢梁的主要型式为肋板梁、箱梁、桁架梁和叠合梁。

1) 肋板梁

采用肋板梁的梁式桥,其截面受拉受压部分均为钢材,就单跨而言,跨径不大,其整体刚度小于箱梁,对于大跨径的悬索桥、斜拉桥,其抗风动稳定性能较差,1940 年 Tacoma 悬索桥在大风中破坏,后来将肋板梁改用了抗风动性能好的箱梁结构,见图 1。

邱式中:上海市基础工程公司 教授级高工

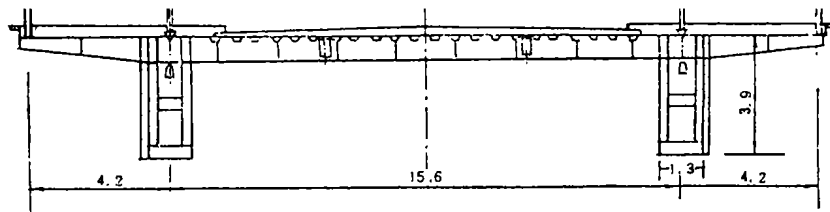


图 1 钢筋板梁图

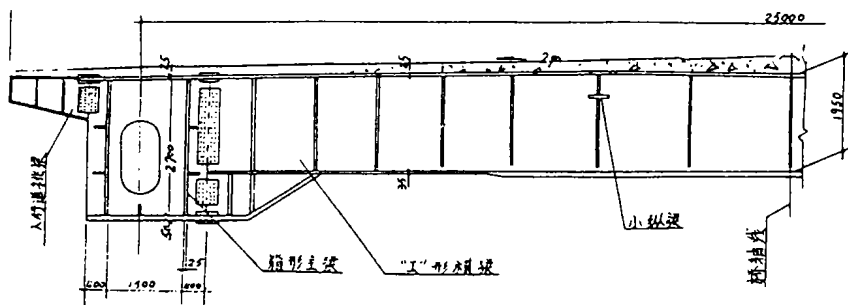


图 2 杨浦大桥叠合梁

2) 叠合梁

肋板梁或钢桁梁通过剪力传递器与钢筋混凝土桥面板结合成梁称为叠合梁。

这种梁特点是钢筋混凝土板与钢梁在垂直荷载作用下共同变弯，充分发挥钢材受拉、混凝土抗压的材料性能。同时梁的截面刚度增大，减少了钢材用量，在活荷作用下比肋板梁噪音小，因而在城市公路桥中被广泛采用，例如加拿大主跨465米的阿那西丝桥、我国的南浦大桥、杨浦大桥均为此种梁，见图2。

3、箱梁

箱梁指其截面为薄壁闭合型式的梁。同肋板

式梁比较抗弯和抗扭刚度大、整体性好，比桁梁重量轻、外形简洁美观，又可作成抗风动稳定好的风嘴流线型，因此在大跨度的斜拉桥和悬索桥中被广泛应用，见图3、4。

4、桁架梁

桁架梁是由杆系组成的空间稳定的梁结构，充分发挥钢材高强度、高弹性模量特点。垂直荷载作用在桁架节点上，杆件只产生拉压应力。由桁架组成的桁架桥，可由主桁、联结系和桥道组成，见图5。

桁架桥更适用于城市的铁路、公路两用桥，下层作为铁路桥，上层作为公路桥。如武汉长江大

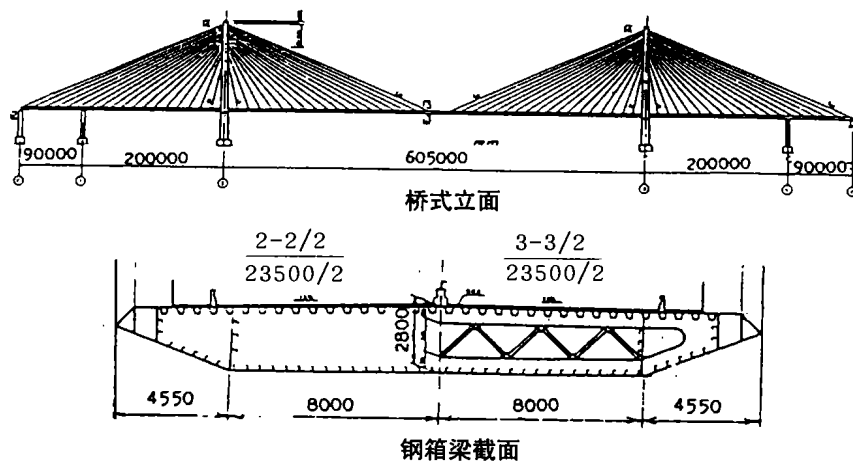


图 3 福州市青洲闽江大桥箱梁

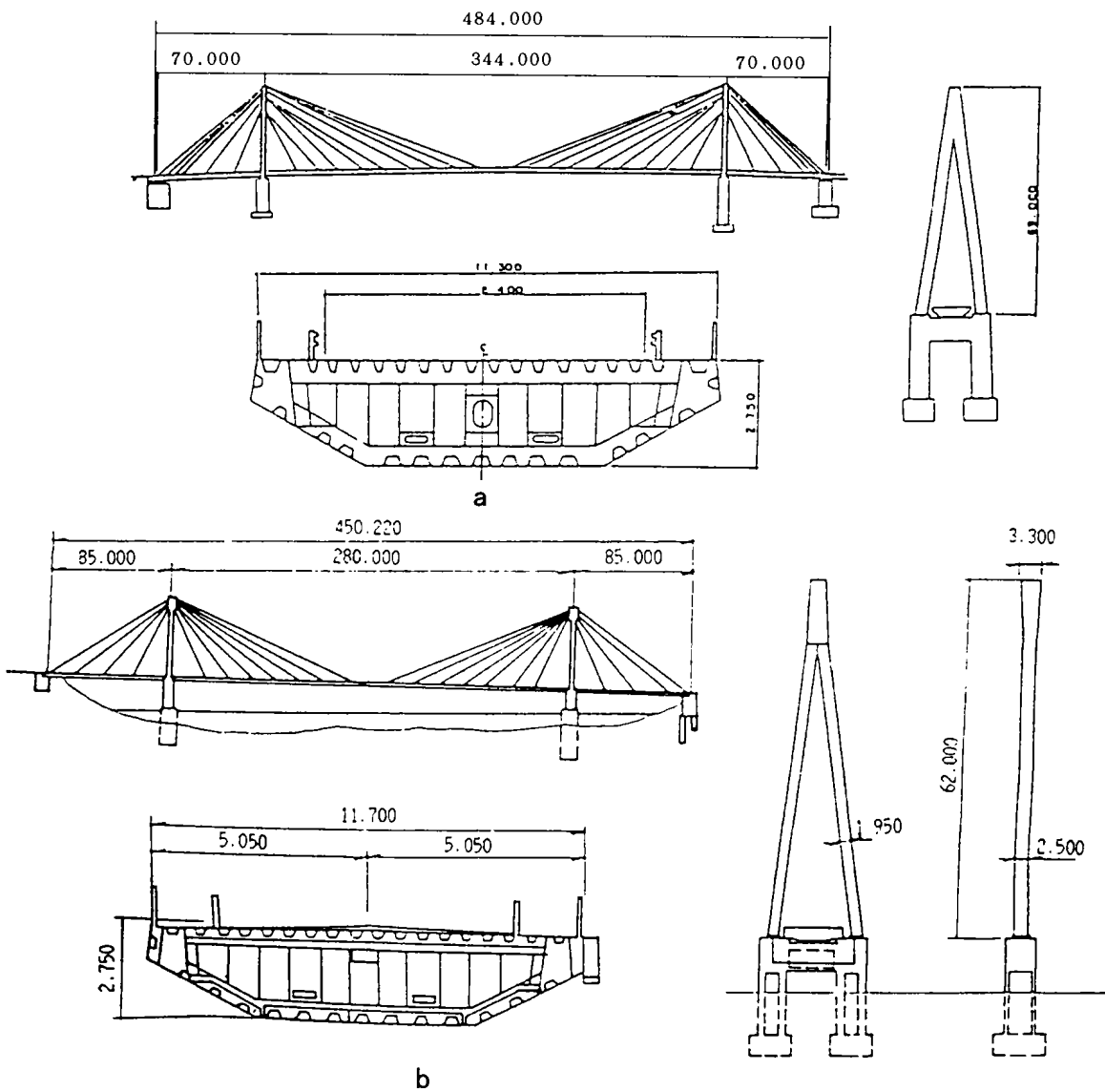


图 4 a Jindo 桥
b Dolsah 桥 箱梁图

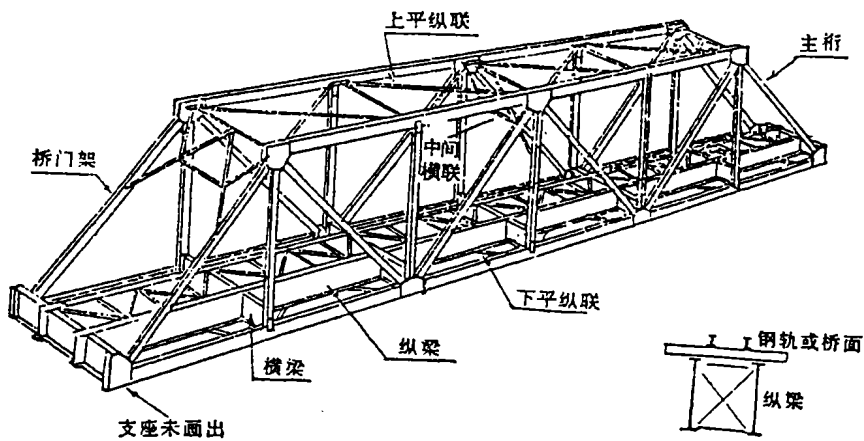


图 5 桁架桥示意图

桥、南京长江大桥便如此。

(二) 简述钢桥体系及其受力特点

钢桥体系一般分为梁式桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥。

1、梁式桥

梁式桥是用梁（肋板梁、叠合梁、箱梁或桁梁）作主要承重结构的桥梁，在垂直荷载作用下，墩台铰座只产生竖向反力。按其受力情况不同，可分为简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥等。

1) 简支梁桥

钢梁与墩台连接为铰座和连杆，对外是静定结构，垂直荷载作用下最大弯矩在跨中，支座处为零，一般适用于中小跨径桥。地基不均沉降，对梁内力无影响，若一跨破坏，邻跨不受影响，它可以分段预先制造、分跨架设。该类桥整体性较差，材料利用率不高，并有较多伸缩缝，影响车辆运营平稳，见图 6。

2) 连续梁桥

钢梁搁置于若干跨的桥墩支座上面连成一体，即在中间支座上连续通过。在垂直荷载作用下，梁身在跨中承受正弯矩，在中间支座处承受负弯矩。当跨度较大，使用荷载亦较大时，采用连续梁桥可比简支梁桥节省较多材料。连续梁桥整体性强，

而且刚度也比较大，当一跨受到损坏时，邻跨可发挥作用，对复修加固有利。连续梁桥对外是超静定结构，对基础沉降要求严格，严重时可以导致梁断裂，甚至破坏，见图 7、8。

3) 悬臂梁桥

悬臂梁桥是带有悬臂部分的简支梁桥，其特点是悬臂部分受力时产生负弯矩，并可减少简支部分正弯矩。悬臂梁有简支单悬臂和简支双悬臂两种型式。悬臂梁对外是静定结构，跨越能力比简支梁大，对基础沉降适应性强。世界上该类桥已达 549 米的跨越能力。但悬臂梁上铰结构复杂，该处伸缩缝不利于高速车辆运行，见图 9、10、11。

2、拱桥

拱桥是用拱圈、肋拱或桁拱作为桥跨主要承重结构的桥梁。在垂直荷载作用下，墩台不仅承受垂直力，而且要承受水平推力，称为推力拱桥；如在拱的两端连一系杆承受水平推力，则称为无推力拱桥。

拱桥又可分为上承式拱桥、下承式拱桥和中承式拱桥。

1) 上承式拱桥

传力部分和通道位于拱之上部称为上承式拱桥。上承式拱桥分为桁架式和肋拱式两种。图 12

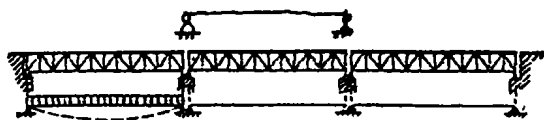


图 6 简支桁架桥

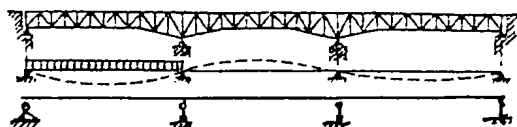


图 7 三跨连续梁桥

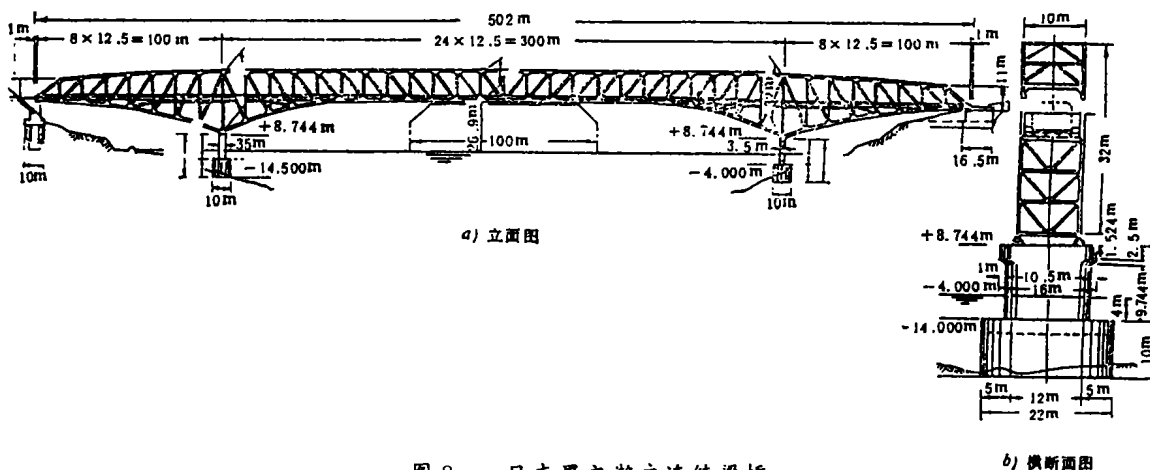


图 8 日本黑之瀬户连续梁桥

为上承式桁架拱桥，上承式拱桥均为推力拱桥。

2) 下承式拱桥

传力部分和通道位于拱之下部称为下承式拱桥。如加系杆则称为系杆式下承式拱桥。下承式拱桥无系杆为推力拱桥，有系杆为无推力拱桥，见图 13。

(未完待续)

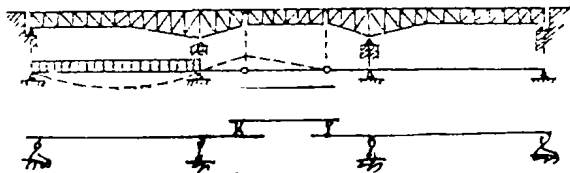


图 9 悬臂梁桁架桥

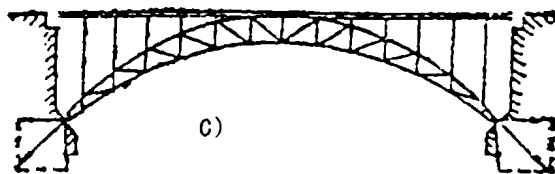


图 12 桁架式上承式拱桥

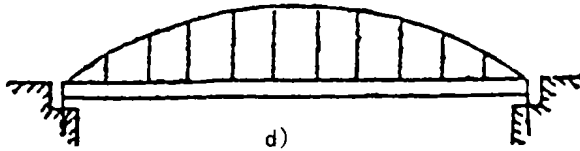


图 13 下承式拱桥

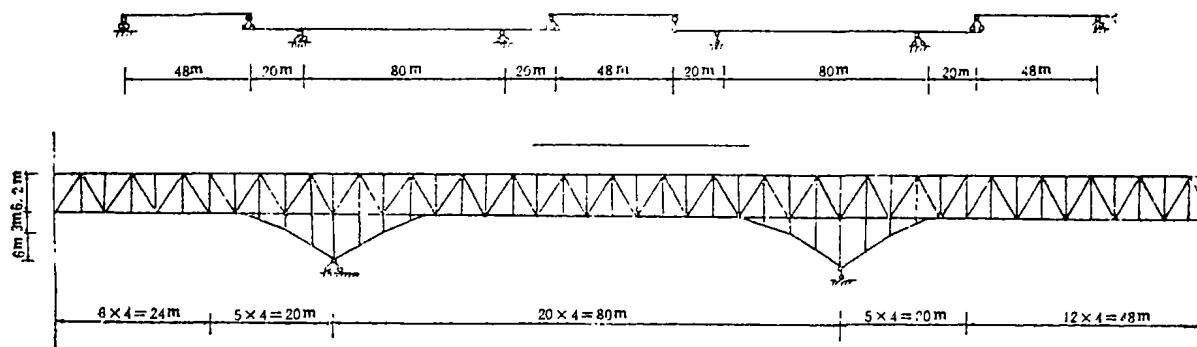


图 10 重庆牛再沱公路桥

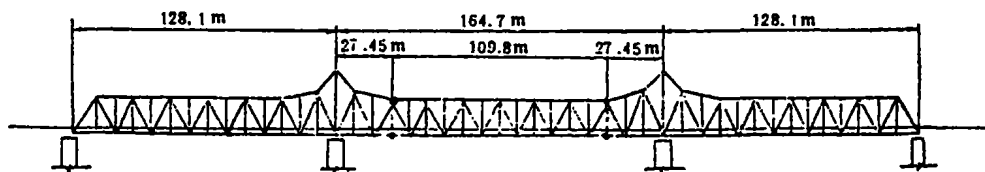


图 11 洛口黄河铁路桥

◆重要更正◆

关于红水河铁路斜拉桥缆索问题的 重要更正

《OVM 通讯》2002 年第 2 期刊登的《系杆拱桥吊杆、系杆设计寿命及相关问题》一文中对红水河铁路斜拉桥的换索问题报道有误，经向设计单位、施工运营单位、作者查询，事实是：为研究工作需要，该桥曾于 1997 年进行两根缆索的试验性换索，其余 142 根索并未更换，并非因腐蚀严重不得不全部换索的情况。差错系作者责任。特向该桥设计单位、运营单位及广大读者致歉。

《OVM 通讯》编辑部
2002 年 5 月