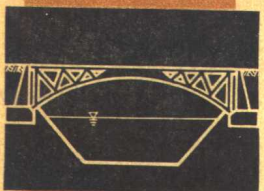
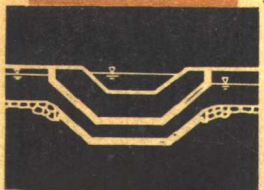
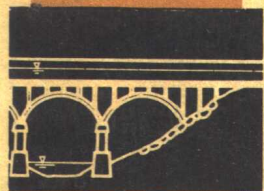
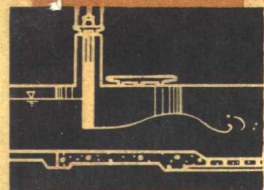


灌区水工建筑物丛书

農橋

水利出版社



灌区水工建筑物丛书

农 桥

潘炳甫 华一冬 钮雪怀

水利出版社

灌区水工建筑物丛书

农 桥

潘炳甫 华一冬 钮雪怀

*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 13 $\frac{1}{2}$ 印张 365千字

1981年1月第一版 1981年1月北京第一次印刷

印数 0001—7230册 定价 1.70元

书号 15047·4097

出版者的话

大搞灌区工程配套，是挖掘现有灌溉设施潜力，加快建设旱涝保收、高产稳产农田的一项重要措施。灌区水工建筑物面广量大，是灌溉排水工程的重要组成部分，也是灌区配套的主要内容。各地水利部门在修建灌区水工建筑物方面积累了丰富的经验，无论在建筑物的规划布置、结构型式、建筑材料、设计理论、施工工艺等方面，都不断有所创新，并在科学研究方面取得了一批新的成果。

为了总结交流经验、推广先进技术、反映科研成果，特组织编写了这套“灌区水工建筑物丛书”。丛书包括《渠首工程》、《水闸》、《闸门与启闭机》、《渡槽》、《倒虹吸管》、《涵洞》、《隧洞》、《跌水与陡坡》、《农桥》、《地下排灌工程》等十个分册。

丛书的服务对象以中专毕业的水利技术人员为主；讨论的工程规模以县办工程为主；写法以实用为主，在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、计算公式、施工要点和常用的图表，并介绍一些工程实例，便于广大读者在设计施工中应用和参考。

参加这套丛书编写工作的单位有：江苏、安徽、山东、广东、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利局，勘测设计、科研部门和有关水利院校。

为了提高书稿质量，请武汉水利电力学院农田水利工程系负责丛书的归口工作。该系陈德亮、赵文华等同志在审定书稿、减少各分册之间的重复、统一编写深度和广度等方面，做了大量的工作。

《农桥》一书是江苏省水利厅责成扬州水利学校编写的。承担编写工作的同志主要有：潘炳甫（第五、六章以及全书统稿）、华一冬（第一、三、四、八章）、钮雪怀（第二、七章），此外，

朱介富、袁建力两同志参加了部分例题的计算工作。

初稿写成后，经江苏省水利厅农田水利处、华东水利学院农田水利系水工教研室、扬州地区水利局高逸士同志等审稿，提出了修改补充意见，对提高书稿质量帮助很大。

“灌区水工建筑物丛书”中的《水闸》及《地下排灌工程》两个分册已于1980年出版，其它各个分册将根据编写进度陆续出版。为了搞好这套丛书的出版工作，使它更好地为广大读者服务，热忱希望同志们随时将有关意见和要求告诉我们。

1980年6月

目 录

出版者的话

第一章 概述	1
第一节 农桥的类型	1
第二节 桥孔布置	3
第三节 计算荷载	4
第四节 材料的容许应力与安全系数	10
第二章 装配式钢筋混凝土板桥和预应力混凝土板桥	13
第一节 装配式钢筋混凝土板桥的构造	13
第二节 铰接板桥的结构计算	16
第三节 先张法预应力混凝土板桥	29
第四节 装配式钢筋混凝土板桥上部结构的施工要点	51
第三章 三铰拱桥	55
第一节 三铰拱桥的特征与简易铰	55
第二节 三铰拱桥的设计与计算	58
第三节 三铰拱桥的施工要点	71
第四章 石拱桥	74
第一节 石拱桥的构造	74
第二节 石拱桥的设计与计算	76
第三节 石拱桥的施工要点	86
第五章 双曲拱桥	90
第一节 双曲拱桥的上部构造及其尺寸拟定	92
第二节 主拱圈的内力计算和截面应力验算	102
第三节 等截面悬链线空腹式双曲拱桥设计示例	134
第四节 双曲拱桥上部桥跨的施工	156
第六章 钢筋混凝土斜杆式桁架拱桥	172
第一节 斜杆式桁架拱桥的构造	172

第二节	斜杆式桁架拱桥截面尺寸的拟定	177
第三节	斜杆式桁架拱桥的内力计算及应力验算	180
第四节	设计示例	199
第七章	竖杆式桁架拱桥	237
第一节	竖杆式桁架拱桥的构造特点	237
第二节	竖杆式桁架拱桥的尺寸拟定	239
第三节	竖杆式桁架拱桥的结构计算	246
第四节	竖杆式桁架拱桥施工要点	273
第八章	农桥的墩台与基础	284
第一节	基础与地基	284
第二节	拱桥桥台	306
第三节	梁式桥墩台	343
附录		383

第一章 概 述

随着农田基本建设事业的大规模发展，各地修建了大量的灌渠与河沟。这些沟渠与农村道路相交处，必须兴建农桥。根据湖南省韶山灌区统计，在240公里的干渠上，共建人行桥268座，平均每0.9公里就建一座。江苏省苏北平原地区开挖的排水大沟，河面宽都在20米以上。江苏省境内为江水北调工程输水的三阳河，贯通扬州地区江都、高邮、宝应三个县，河面宽在百米以上。在这些河沟上兴建的桥梁，按其载重等级来看，大多低于公路桥梁标准，应属农桥范围，但根据已建桥梁的设计要求来看，也不亚于一般的公路桥梁。

根据四个现代化的宏伟目标，农业现代化与社、队办工业对交通运输量的要求不断增大。目前，在公社、大队的骨干道路上都要求通行汽车。因此，农桥的荷载标准将不断提高。在已建农桥中除专供行人或手扶拖拉机行驶的生产桥外，一般通行汽车的农桥实质上与单车道的公路桥相似。

地、县两级开挖的河沟，河面宽度一般都在40米以下，通常是建造单跨拱式桥或多跨梁式桥。所以，本书内容主要介绍几种单跨拱桥以及梁式桥的构造要求及其设计计算方法。

第一节 农 桥 的 类 型

一、按荷载等级分类

1. 生产桥 桥面净宽一般为2.0~2.5米。生产桥要通过人群、牛群、手扶拖拉机、牛马车等，人群荷载按250~350公斤/米²计算。需通行牛马车时，可用3.5吨牛马车作为验算荷载。

2. 拖拉机桥 桥面净宽为3.5~4.5米。一般可按旧汽-6级

或旧汽-8级的汽车荷载计算。因为东方红54型拖拉机的车辆总重为5.4吨，红旗80型拖拉机的车辆总重为11.4吨，它们与旧汽-6级或旧汽-8级的汽车荷载标准相接近。

3. 低标准公路桥 桥面净宽一般为4.5米左右，桥面两侧仅设缘石与栏杆，不专设高出桥面的人行道。在构造标准与设计要求上，常低于正式的公路桥。设计荷载一般按汽-10级(旧、新两种)或汽-15级汽车荷载计算。如桥梁的通车密度很小，也可按汽-10级或汽-15级的一辆重车作为设计荷载。如实际情况确实需要通行50吨履带车时，还要以履带-50作为验算荷载进行计算。在一般情况下，不考虑履带车行驶。

二、按上部结构的型式分类

1. 装配式钢筋混凝土梁式桥 包括铰接实心板桥、铰接空心板桥与T形梁桥几种型式。此外，还有普通钢筋混凝土和预应力混凝土之分。梁桥构造简单，施工方便，但它与其它桥型相比，钢筋用量比较大。因此，在小跨径农桥中，它是常用的桥型之一，在灌排渠上的人行便桥，选用梁桥的就更多。

2. 钢筋混凝土三铰拱桥 它与梁桥相比，钢筋用量与混凝土用量显著减少。由于拱顶采用钢筋混凝土简易铰，桥面活荷载不宜过大。目前它的适用范围是跨径为6~15米的生产桥或拖拉机桥。

3. 石拱桥 它是最古老的桥型，耐久性很好。由于石拱桥的自重较大，它要求地基土有较高的承载能力。在石料产区被广泛选用。

4. 双曲拱桥 目前在我国南方各省普遍选用。它是一种预制装配、分部组合的拱式结构，钢筋用量不多，小跨径的双曲拱桥只需配置少量的构造钢筋。双曲拱桥与同跨径的石拱桥相比，自重较轻。双曲拱桥两岸桥台必需严格控制变位。如桥台位移过大，会造成上部结构的严重破坏。

5. 桁架拱桥 它按腹杆布置形式的差别，又分成竖杆式桁架拱与斜杆式桁架拱二种型式。竖杆式桁架拱的腹杆比较少，造型

也比较美观,但斜杆式桁架拱桥的刚度与承载能力比竖杆式的大。因此,荷载等级低的农桥如拖拉机桥常选用竖杆式,对荷载等级高的桥梁常选用斜杆式。

桁架拱桥与双曲拱桥相比,它的自重要轻得多。因此,桁架拱桥更适应于地基土承载能力较低的软土地区,它可以节省较多的圬工材料,但钢筋用量则有所增加。

第二节 桥 孔 布 置

一、跨径

在平原地区,由人工开挖的河沟,农桥桥孔布置应不影响河沟原有的过水面积。河沟口宽在40米以内时,常建造单孔拱桥,拱桥跨径可大于河沟水面宽度。

灌排渠道上的农桥,要防止桥址渠坡被冲刷,因此桥孔孔径宜大于渠口宽度。如选用梁桥,可建埋置式桥台,使桥台台前溜坡与渠坡平顺连接。

在山区河沟或平原地区天然河道上建农桥时,为减少建桥费用,有时要压缩桥长,缩小桥孔。但必需按设计洪水流量和桥址河段的特性,墩台基础埋置深度以及桥头引道布置等进行全面考虑,综合比较后确定。如桥孔收缩过大,会造成上游河床壅水并淤积泥砂,使下游河床被冲刷。因此,要根据当地具体情况,观察当地已建桥梁对河道的影响,慎重选定桥梁的跨径。

二、桥下净空

在通航的河沟上,桥下净空要满足通航船舶的要求。如江苏省平原地区通航30~50吨货船的航道,桥下净空高度应不小于3.5米(从高水位起算至桥面梁底或拱顶肋底处)。通航100吨货船的航道,桥下净空高度取4.5米。

无通航要求的河沟上,桥下净空仅需满足洪水位时漂流物突出水面的高度。如梁桥的梁底应高出设计洪水位(包括壅水和浪高)50厘米。拱桥的拱脚一般宜高出设计水位,对无铰拱桥(如

双曲拱桥，石拱桥）的拱脚也允许被设计洪水位淹没，但设计洪水位应不超过拱圈矢高的 $2/3$ 。拱顶肋底至设计洪水位的净空不小于1米。

第三节 计 算 荷 载

一、荷载的分类

1.恒载 包括农桥结构各部分的自重、填土重、土压力等。关于土压力的计算，在第八章第二节拱桥桥台中，对侧土压力有较详细的叙述。

在表1-1中列出了一般常用材料的容重，供参考查用。

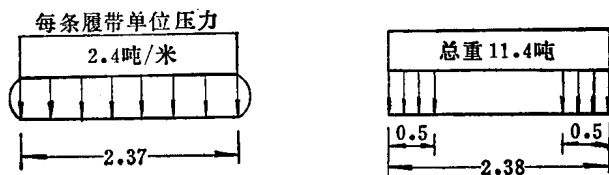
表 1-1 常 用 材 料 容 重 表

材 料 种 类	容 重 (吨/米 ³)	附 注
钢	7.85	用机器震捣的混凝土容重可取2.4吨/米 ³ 浆砌料石取2.5吨/米 ³
铸 铁	7.25	
钢筋混凝土	2.50	
混凝土或片石混凝土	2.30	
浆砌块石或料石	2.4~2.50	
浆砌片石	2.30	含水量很大的土重也可取1.8吨/米 ³ 石灰、黄砂与砾石 石灰30%、土70%
干砌块石或片石	2.10	
泥结碎(砾)石路面	2.10	
煤渣石灰填料(压实)	1.30	
填 土	1.70	
填 石	1.90	
石灰三合土	1.75	
石 灰 土	1.75	
砖 砌 体	1.80	

2.活载 包括人群荷载、汽车荷载、汽车荷载引起的冲击力、制动力、汽车荷载作用在桥台台后填土面时增加的土压力、以及拖拉机荷载、履带车荷载等。不设人行道的农桥，在用汽车

荷载或其它车辆荷载（如牛马车、拖拉机等）计算时，一般不计桥面上的人群荷载。人行便桥则按人群荷载 $250\sim 350$ 公斤/米²计算（ 350 公斤/米²用于城市郊区农村）。

在图1-1中绘出了几种农村拖拉机与胶轮马车的荷载图，供计算时参考。



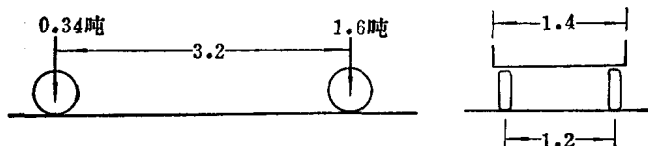
红旗80型拖拉机



东方红54型拖拉机



3.5吨马车



东风-12手扶拖拉机

图 1-1 农村拖拉机和马车荷载图（长度单位为米）

农桥选用的汽车荷载有旧汽-6、旧汽-8、新(旧)汽-10、新汽-15等几种。它们的主要技术指标规定见表1-2。设计农桥时，采用汽车排列布置的方案见图1-2、图1-3。

表 1-2 汽车荷载主要技术指标

主要技术指标	单位	旧汽-6级		旧汽-8级		旧汽-10级		新汽-10级		新汽-15级	
		加重车	标准车	加重车	标准车	加重车	标准车	加重车	标准车	加重车	标准车
一辆汽车总重量	吨	7.8	6.0	10.40	8.0	13.0	10.0	15	10	20	15
一行汽车队中车辆数目	辆	1	不限制	1	不限制	1	不限制	1	不限制	1	不限制
后轴压力	吨	5.7	4.2	7.6	5.6	9.5	7.0	10	7	13	10
前轴压力	吨	2.1	1.8	2.8	2.4	3.5	3.0	5	3	7	5
轴距	米	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
轮距	米	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8
后轮着地宽度及长度	米	0.2×0.2	0.2×0.2	0.3×0.2	0.3×0.2	0.4×0.2	0.3×0.2	0.5×0.2	0.5×0.2	0.6×0.2	0.5×0.2
前轮着地宽度及长度	米	0.15×0.2	0.10×0.2	0.15×0.2	0.15×0.2	0.2×0.2	0.15×0.2	0.25×0.2	0.25×0.2	0.30×0.2	0.25×0.2
车辆外形尺寸 (长×宽)	米	8×2.7	8×2.7	8×2.7	8×2.7	8×2.7	8×2.7	7×2.5	7×2.5	7×2.5	7×2.5

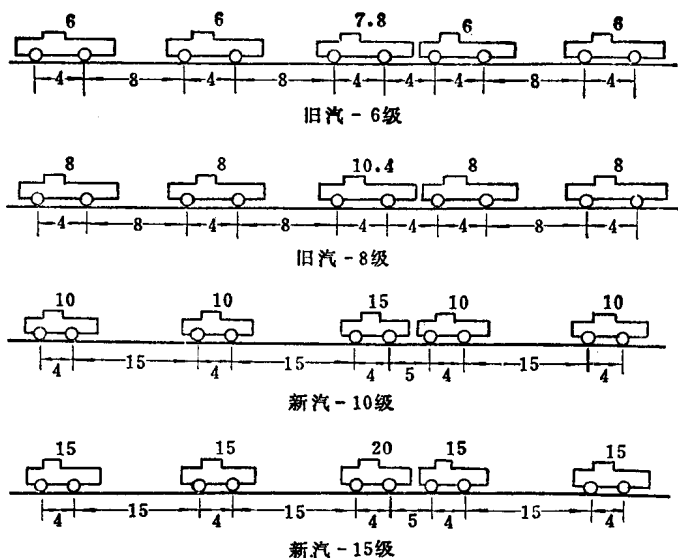


图 1-2 汽车车队的纵向排列 (单位: 长度为米, 重量为吨)

注 旧汽-10级汽车行列之布置规定与图中的旧汽-8级及旧汽-6级相同

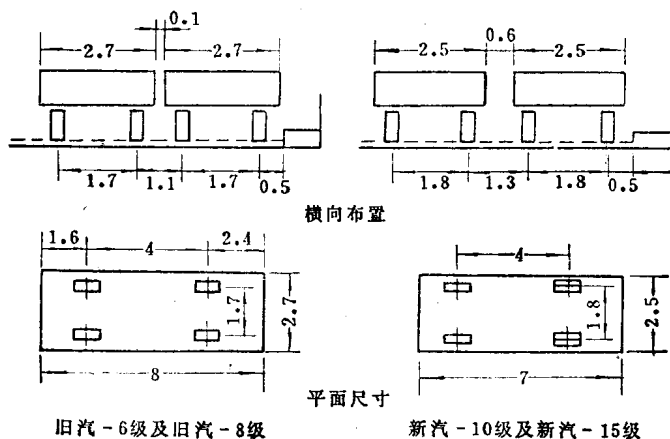


图 1-3 汽车行列的横向布置与平面尺寸 (单位: 米)

注 旧汽-10级汽车行列的横向布置与平面尺寸均与图中的旧汽-8级及旧汽-6级相同

当汽车在桥上行驶时，由于桥面不平整，会引起汽车上下振动。这种车辆荷载作用的动力影响，称为汽车荷载的冲击力。考虑冲击力后的汽车荷载，可用车辆的重量乘以冲击系数来求算。钢筋混凝土桥、混凝土桥和石拱桥的冲击系数规定如表1-3。

表 1-3 冲击系数表

结 构 种 类	跨径或荷载长度 (米)	冲击系数 ($1 + \mu$)
梁、刚构、拱上构造、桩式或柱式墩台	$L \leq 5$	1.30
	$L \geq 45$	1.00
拱桥的主拱圈或拱肋	$L \leq 20$	1.20
	$L \geq 70$	1.00

注 表中 L 为桥梁的跨径或内力影响线的荷载长度。当跨径或荷载长度在表列数值之间时，冲击系数可用直线内插法求算。

拱桥的拱顶处最小填料厚度（包括路面厚度）等于或大于50厘米（双曲拱桥为30厘米）时，可以不计冲击力。履带车荷载也不计冲击力，其荷载图见图1-4。

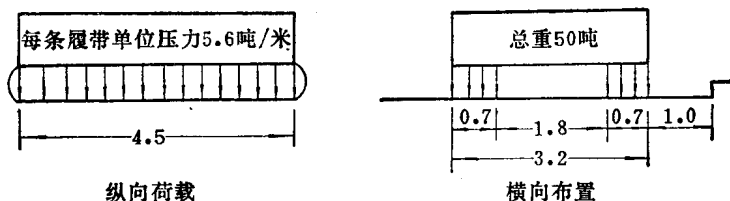


图 1-4 50吨履带车荷载图（长度单位为米）

当汽车在刹车时，车轮与路面间发生的水平滑动摩擦力称为制动力。制动力可以采用布置在荷载长度内的一行汽车车队总重的10%计算，但不小于一辆重车的30%，也不得大于一辆重车的90%。制动力的着力点与桥梁结构型式有关，拱桥的制动力着力点在桥面上，梁桥的制动力假定在支座接触面上。

3. 其它荷载 包括农桥上部混凝土结构的收缩变形和温度变形使结构内部产生的附加应力, 梁桥简易支座的摩阻力, 拱桥桥台变位时对超静定拱产生的变位应力, 上部结构施工过程中可能遇到的各种施工荷载等。

在通航河道中还必需考虑船舶以及漂流物对墩台的撞击力, 如内河六级航道顺桥轴方向通航桥跨一侧的船舶撞击力取4.5~6吨(单排钢筋混凝土桩墩), 横桥轴方向桥墩上游端的船舶撞击力取11~16吨。在验算桥梁墩台的稳定性时, 还应考虑水的浮托力。

在地震烈度8度及8度以上的地震区, 要考虑地震力。

二、荷载的组合

在农桥结构设计时, 要根据实际情况分析研究, 把可能同时出现的各种荷载和附加力合理地加以组合。荷载组合分主要组合和附加组合两种情况。

1. 主要组合 它是设计中最基本的荷载组合, 主要组合中的各项荷载由恒载与活载(汽车荷载、冲击力、制动力、人群荷载或其它车辆的荷载)组成。

2. 附加组合 它有二种情况, 第一种情况是在主要组合中加进了非经常作用的其它荷载和附加力。第二种情况是由恒载与桥面上履带车(如50吨履带车)荷载组成, 这时其它荷载可一律不计。

用荷载的附加组合计算时, 材料的容许应力可以提高。容许应力提高系数 K 见表1-4。将材料原来的容许应力乘以提高系数 K , 即可得提高后的容许应力。

三、等代荷载与内力影响线

一行汽车行列在桥上行驶时, 对桥上某一截面所产生的最大内力计算必需先作出内力影响线, 然后将汽车车队的各个集中荷载按最不利的荷载位置布置在桥面上, 将各个集中荷载乘以相应位置的影响线纵坐标的总和, 即得该截面的最大(或最小)弯矩、或剪力。这种计算比较麻烦, 尤其对较大跨径的桥梁, 计算工作

表 1-4

容许应力提高系数

荷 载 组 合	容许应力提高系数 K
主 要 组 合	1
附 加 组 合	1.25
考 虑 施 工 荷 载 时	1.30
考 虑 地 震 力 时	1.50

量就更大。为了减少计算工作量，在桥梁设计时常采用等代荷载的计算方法，所谓等代荷载，就是假设桥梁上作用有均布荷载 q ，而在这均布荷载 q 的作用下使某指定截面上产生的最大弯矩（或最大剪力值），相当于把汽车行列布置在桥面上对该截面产生的最大弯矩（或最大剪力）。这种假设的均布荷载 q 就称为等代荷载。用等代荷载计算时，只需用等代荷载 q 乘以相应区段的影响线面积。

在第五章双曲拱桥的内力计算中，将具体说明等代荷载表的使用方法。无铰拱的各种内力影响线及其等代荷载表，可在附录的图表中查得。

第四节 材料的容许应力与安全系数

根据交通部《公路桥涵设计规范》设计钢筋混凝土公路桥梁，要按容许应力法计算截面强度。对于农田水利配套建筑物中的农桥，目前一般都参照《公路桥涵设计规范》的有关规定，按容许应力法计算。但是，在汽车荷载等级较低的小跨径农桥（如拖拉机桥）的设计中，还有不少地区参照水利电力部颁发的《水工钢筋混凝土结构设计规范》，按单一安全系数计算钢筋混凝土构件截面的配筋。单一安全系数计算的配筋量比容许应力法计算的配筋量少，因此可以少用一些钢材。

本书各章节介绍的强度计算方法，以容许应力法为主。在小