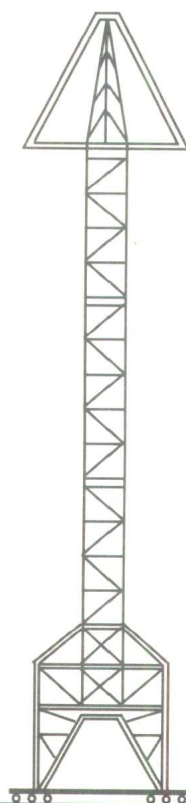


大坝施工栈桥设计

黄河水利出版社

主编 刘 新

黄河水利出版社



大坝施工栈桥设计

主 编 刘 新
副主编 吴 健 薛殿基 张国瑞
编 写 (按写作顺序)
郭孟钊 杨顺群 徐世俊
籍勇晔 巴建春 段合法
陈明非

黄河水利出版社

(豫)新登字 010 号

内 容 提 要

水电工程混凝土大坝施工栈桥是为混凝土浇筑服务的一项大型临时结构工程,与一般铁路、公路桥梁有很多不同之处。水电系统公开出版的这类书籍极少,因此,设计该大型临时工程时困难较大。为此我们将以往收集到的资料和设计方法加以总结,并结合工作中的经验,编写该书。主要内容有栈桥总体规划;栈桥荷载分析;栈桥桥面系、梁跨、支座及桥墩台的设计方法步骤,并附有实例。本书可供从事水电工程大型临建工程施工、设计人员和相关院校师生阅读。

大坝施工栈桥设计 刘新主编

责任编辑:张思敬

出 版:黄河水利出版社

(地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层)

邮编:450003

印 刷:黄河水利委员会印刷厂

发 行:黄河水利出版社

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 别:1996 年 4 月 第 1 版

印 次:1996 年 4 月 郑州第 1 次印刷

印 张:24.5

印 数:1—1700 册

字 数:593 千字

ISBN 7-80621-027-X
TV·26 定 价:35.00 元

前 言

水利水电工程建设中,大坝是一项重要的建筑物,其中混凝土坝应用尤为广泛。混凝土大坝高度在百米以上,混凝土量达数百万立方米,如何多快好省地完成大坝混凝土浇筑是一项艰巨复杂的任务。国内外经验表明,通过大坝施工栈桥加快完成混凝土浇筑是一项有效的最常用的工程措施。

大坝施工栈桥是一项大型临时结构工程,具有规模大、荷载重、结构复杂等特点,设计有一定难度。尤其国内缺乏这方面的规范和参考书,给栈桥设计更增加了困难。根据收集到的资料,结合多年从事该项设计工作的经验,编写成此书,为大坝施工栈桥的设计提供方便,减少困难,是我们出版此书的宗旨。

本书在编写过程中注意了下述几方面的问题:

一、关于设计规范的采用。此书以《铁路桥涵技术规范》TBJ2-85 为主,当规范内容仍不能满足时,选用其他专业有关规范。原因是大坝施工栈桥与铁路桥梁专业相近,同时也考虑到大坝施工为高空作业,一旦失事,损失惨重。因此栈桥设计的安全度应大一些,以《铁路桥涵技术规范》为主是适宜的。

二、编写思路。为了使读者全面掌握施工栈桥的设计,该书对栈桥的总体规划、结构选型、设计方法、设计步骤、参数选取等均给予系统介绍,并附有设计中需要的参数表。书中还附有大量例题,以便读者进一步理解有关内容,最大限度地减少设计中的困难。

三、尽量采用国内外先进技术和结构型式。例如上承式焊接钢钣梁,国内外实践表明,最常见的破坏形式为腹板在动荷载作用下的疲劳裂缝,使钢梁失去承载能力。对此,书中采用了国外有关试验成果,避免裂缝的产生,延长钢梁的寿命。在支座型式上,以往栈桥多采用钢支座,但橡皮支座已趋成熟,在公路桥梁上得到广泛应用。橡皮支座的最大优点是结构简单、安装方便,且已有定型产品,建议在大坝施工栈桥设计中也推广采用。

在编写过程中,原黄委会总工程师、技术委员会主任吴致尧、设计院副院长谈英武、武汉水利电力大学张锡智教授对成书进行了技术指导,魏振兴高级工程师审阅了本书,并提出很多宝贵意见,在此一并致以衷心谢意。

本书自 1994 年 6 月开始编写,1995 年 10 月完稿。编写中力求内容完善、实用、无误。但由于时间紧迫,水平有限,不妥甚至错误之处在所难免,欢迎批评指正。

目 录

第一章 总述	(1)
第一节 大坝施工栈桥的作用和特点	(1)
一、大坝施工栈桥的作用	(1)
二、大坝施工栈桥的特点	(1)
三、栈桥设计所需要的资料	(5)
第二节 栈桥布置	(5)
一、栈桥桥面高程确定	(5)
二、栈桥平面位置确定	(9)
三、栈桥梁跨度的确定	(9)
第三节 栈桥结构	(10)
一、桥面系	(10)
二、梁跨	(11)
三、支座	(12)
四、墩台	(12)
第二章 设计规范及荷载	(13)
第一节 设计规范及荷载组合	(13)
一、设计规范	(13)
二、荷载分类及组合	(14)
第二节 荷载分析	(17)
一、桥面自重	(17)
二、梁跨结构自重	(18)
三、起重机荷载	(18)
四、机车荷载	(31)
五、冲击荷载	(34)
六、人群荷载	(34)
七、机车制动力	(34)
八、列车摇摆力	(35)
九、风荷载	(35)
十、流水压力	(36)
十一、漂浮物撞击力	(37)
第三章 栈桥桥面设计	(38)
第一节 栈桥桥面系类型	(38)
一、起重机—机车栈桥桥面	(38)
二、起重机—汽车栈桥桥面	(38)
第二节 起重机—机车栈桥桥面系设计	(40)

一、起重机及机车轨道的轴线位置·····	(40)
二、起重机钢轨选择及其与枕木的联接·····	(40)
三、机车钢轨选择及同枕木的联接·····	(44)
四、渡线及道岔·····	(48)
五、人行道·····	(48)
六、防火台·····	(50)
七、卸料孔口·····	(50)
八、桥面到桥台过渡及桥台钢轨铺设·····	(50)
九、栈桥起拱·····	(51)
第三节 起重机—汽车栈桥桥面系设计 ·····	(51)
一、汽车和机车混合运行的桥面系·····	(51)
二、起重机—汽车桥面系·····	(52)
三、汽车行车道板设计·····	(52)
四、行车道板与梁跨的联接·····	(55)
第四节 轨枕设计 ·····	(56)
一、轨枕类型·····	(56)
二、枕木计算·····	(56)
三、计算实例·····	(60)
第四章 上承式焊接钢钣梁 ·····	(63)
第一节 上承式焊接钢钣梁的构造及计算中的假定 ·····	(63)
一、上承式焊接钢钣梁的构造·····	(63)
二、钢钣梁计算的假定·····	(65)
三、设计中的有关规定·····	(65)
第二节 荷载组合及内力计算 ·····	(71)
一、荷载组合及“跨度”的概念·····	(71)
二、恒载内力·····	(72)
三、活载内力·····	(73)
四、内力叠加及包络图·····	(74)
第三节 钢钣梁截面设计 ·····	(82)
一、需要的截面模量 W ·····	(82)
二、拟定梁高·····	(83)
三、确定腹板尺寸·····	(87)
四、确定翼缘尺寸·····	(88)
五、确定梁中心距离 B ·····	(89)
六、强度验算·····	(92)
七、刚度(竖向挠度)验算·····	(93)
第四节 变截面问题 ·····	(96)
一、主梁截面沿跨度的变化·····	(96)
二、换算应力的验算·····	(98)

三、疲劳强度验算·····	(98)
第五节 钢钣梁的联接和拼接计算·····	(100)
一、翼缘板与腹板的联接焊缝计算·····	(100)
二、翼缘板拼接对接焊缝计算·····	(101)
三、腹板拼接直焊缝计算·····	(102)
第六节 梁的稳定性验算和腹板加劲肋设置·····	(103)
一、梁的总体稳定性验算·····	(103)
二、钢钣梁的局部稳定·····	(104)
三、腹板中加劲肋的设置·····	(108)
四、端加劲肋的计算·····	(110)
五、腹板疲劳强度验算·····	(112)
六、钢钣梁倾覆稳定验算·····	(116)
第七节 平纵联计算·····	(116)
一、平纵联的腹杆体系·····	(116)
二、弦杆(主梁翼缘板)计算·····	(117)
三、斜杆计算·····	(122)
四、撑杆计算·····	(127)
五、撑杆作用力在翼缘(弦杆)引起的弯矩·····	(128)
六、上翼缘(弦杆)法向应力组合·····	(136)
第八节 横联计算·····	(136)
一、端横联支撑计算·····	(137)
二、端横联斜杆计算·····	(137)
第九节 机车梁设计实例·····	(140)
一、主梁内力计算·····	(140)
二、主梁截面计算·····	(146)
三、梁的总体稳定及加劲肋布置·····	(149)
四、其他计算·····	(150)
五、联接系设计·····	(150)
第五章 钢筋混凝土梁·····	(161)
第一节 预制普通钢筋混凝土梁·····	(161)
一、预制普通钢筋混凝土梁截面型式及尺寸拟定·····	(161)
二、内力计算·····	(163)
三、梁的变形验算·····	(170)
四、钢筋混凝土梁的构造要求·····	(173)
五、实例·····	(174)
第二节 预应力钢筋混凝土梁·····	(183)
一、预应力的工艺及锚具·····	(184)
二、预应力钢筋混凝土梁截面型式及选择·····	(190)
三、预应力钢筋混凝土简支梁设计·····	(192)

第六章 箱型梁设计与构造	(217)
第一节 概况	(217)
第二节 箱型梁设计	(217)
一、箱型梁设计主要参数	(217)
二、计算荷载	(218)
三、荷载类型	(219)
四、强度计算(按第Ⅰ类荷载)	(219)
五、疲劳强度验算	(227)
六、刚度计算	(228)
七、上拱度	(228)
八、梁侧向稳定计算	(229)
九、箱型梁的约束弯曲应力计算	(229)
十、箱型梁扭转计算	(231)
第三节 箱型梁构造	(234)
第七章 支座	(236)
第一节 支座的种类及选用	(236)
第二节 钢支座设计	(236)
一、平面钢钐支座	(236)
二、切线式钢钐支座	(237)
第三节 橡胶支座设计	(242)
一、板式橡胶支座	(242)
二、盆式橡胶支座	(262)
第八章 栈桥墩台设计	(264)
第一节 栈桥墩台的特点和类型	(264)
一、简述	(264)
二、栈桥墩台的设计特点	(264)
三、栈桥墩台的类型和选用	(265)
第二节 栈桥墩台的设计荷载与组合	(268)
一、栈桥的运行条件	(268)
二、栈桥墩台的计算荷载	(268)
三、活荷载的加载图式	(269)
四、荷载组合	(272)
第三节 重力式混凝土桥墩	(273)
一、重力式栈桥墩台的适应范围及特点	(273)
二、重力式桥墩的构造及尺寸拟定	(274)
三、现浇混凝土栈桥墩的设计与计算	(280)
四、装配式钢筋混凝土桥墩	(291)
第四节 钢结构栈桥墩	(293)
一、钢桥墩的一般介绍	(293)

二、钢桥墩的组成和构造	(294)
三、钢桥墩的结构型式	(299)
四、钢桥墩设计基本资料	(301)
五、钢桥墩设计方法	(307)
第五节 钢栈桥墩的结构计算	(337)
一、钢栈桥墩结构计算的一般概念	(338)
二、桁架特殊情况的内力分析	(338)
三、静定平面桁架的内力计算	(340)
四、超静定桁架内力计算	(348)
五、桁架内力的简化计算	(349)
附录一 梁的整体稳定系数	(356)
附录二 梁腹板局部稳定的计算	(359)
附录三 轴心受压构件的稳定系数	(361)
附录四 型钢规格及截面特性表	(366)

第一章 总 述

第一节 大坝施工栈桥的作用和特点

水电工程中混凝土大坝是一种重要的坝型,尤其重力坝,使用更为广泛。这种坝型具有安全、便于水工布置、运行维护简单等优点。我国坝工建设中,混凝土重力坝占有较大比重,据不完全统计,到 1991 年达 80 座;在已建 20 座 100m 以上高坝中,混凝土重力坝占 10 座。世界上美国、前苏联、日本使用这种坝型也比较多。瑞士的大狄克逊混凝土重力坝最大高度达 284m。国内外已建的混凝土重力坝见表 1-1-1 和表 1-1-2。从表中可以看出混凝土重力坝的显著特点是:坝体高、混凝土量大。但要完成这种体量大的高坝混凝土浇筑绝非一件容易的事,目前,世界上通常采用的混凝土浇筑方案是起重机大坝施工栈桥方案和缆机方案。国内外使用起重机大坝施工栈桥浇筑混凝土的部分工程列于表 1-1-3。

一、大坝施工栈桥的作用

(1)运输混凝土。大坝施工期间,基坑内各个坝段高低参差不齐,解决坝体混凝土的水平 and 竖直运输是完成大坝混凝土浇筑的关键问题。大坝施工栈桥通常平行于坝轴线布置,高度和宽度都比较大,栈桥上可布置重型起重机,通行机车、汽车等运输工具,坝体所需要的混凝土可沿栈桥运到各个坝段,不受坝体施工干扰。大坝施工栈桥和起重机配合起来,在平面和高程上控制了坝体的大部分,将混凝土运到大坝所需要的部位,完成大坝混凝土浇筑。

(2)大坝所需要钢筋、金属结构、机电设备及施工用的模板、机械等也是通过栈桥运到所需要的部位。

(3)栈桥上设有人行道,是现场施工人员的重要通道。

二、大坝施工栈桥的特点

大坝施工栈桥是为浇筑大坝混凝土和安装设备而建立的大型临时建筑工程,其荷载、结构型式、运用方式与普通桥梁均不相同。它的主要特点表现在以下几方面。

(1)荷载大且腿压经常变化。例如天津起重机厂生产的 TA62 型 25/10 吨塔机,总重 315t,吉林水工机械厂生产的 SDTQ1800/60 型单臂塔架门机总重 716t。而它们的腿压随着巴杆位置、风向和风速及吊物幅度的改变而在不断变化。不但竖向荷载大,水平荷载也比较大,设计中决不可忽略。

(2)桥面结构复杂。栈桥桥面有高大起重机的轨道和窄轨机车的轨道,特殊情况下还行驶汽车,当然还有人行道,所以栈桥桥面结构与铁路及公路桥梁截然不同。

(3)栈桥安全运行事关重大。栈桥高度一般 20~80m,其上又有 40~60m 高的大型起重设备,担负着大坝混凝土浇筑和设备安装,一旦栈桥失事,将造成生命财产的重大损失,影响大坝施工,延误工期,后果严重。所以对栈桥的结构安全和各种设备的正确运行,应给以足够的重视。

表 1-1-1 国外坝高 140m 以上的混凝土重力坝主要指标表

序 号	坝 名	国 家	建 成 年 份	坝 高 (m)	坝 顶 长 (m)	坝 底 宽 (m)	坝 体 积 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	水 库 库 容 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	地 震 裂 度
1	大狄克逊 Grande Dixence	瑞士	1968	284	695	225	595.7	4	6~7
2	巴克拉 Bhakra	印度	1966	226	518	333	413	98.7	8~9
3	德沃歇克 Dworshak	美国	1972	219	1002	152	497	42.8	7~8
4	托克托古尔 Toktogulb	前苏联	1978	215	300	194	320		
5	夏斯塔 Shasta	美国	1945	183	1055	173	666	56.15	8~9
6	阿尔卑惹拉 Alpe Gera	意大利	1965	175	530	106	180	0.65	7~8
7	雷维斯托克 Revelstoke	加拿大	1977~1984	175	4722	160	200	53.0	
8	大古里 Grand Coulee(初期)	美国	1942	168	1272	152	809.3	118	7~8
8	大古里 Grand Coulee(扩建)	美国	1975		1592				
9	古里 Guri	委内瑞拉	1986	162	1400	123.8	556.0	1357	7
10	奥只见 Okutadami	日本	1962	157	480	133.5	164	6.01	10~11
11	佐久间 Sakuma	日本	1956	156	294	181	112	3.27	11~12
12	小河内 Ogochi	日本	1957	149	353	131	168	1.89	11~12
13	萨诺瓦尔	印度	1988~	146					有
14	田子仓 Tagokura	日本	1960	145	462	115	199	4.94	7~8
15	安东伊瓦诺维奇 Antonivanovtzi	保加利亚	1969	145	423		42.0	2.18	
16	方坦那 Fontana	美国	1944	143.5	720	115	273.40	17.8	有
17	斯里塞拉姆 Srisailem	印度	1972	143	512		205.3	87.2	
18	底特律湖 Detroit Lake	美国	1953	141	481	108	114.7	5.6	6~7
19	草木 Kusaki	日本	1976	140	379		130	0.60	
20	有峰 Arimine	日本	1961	140	500	137.4	157	2	10~11

表 1-1-2 国内已建和在建高 80m 以上的混凝土重力坝主要指标表

序号	建设地点	工程名称	坝型	坝高 (m)	(库容) ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	装机 ($\times 10^4 \text{ kW}$)	最大坝 底宽(m)	坝顶长 (m)	混凝土工程量 ($\times 10^4 \text{ m}^3$)	建设年份
1	贵州	乌江渡	拱形重力坝	165	23.0	63.0	131	395	193.2	1970~1982
2	甘肃	刘家峡	重力坝	147	57.0	122.5	118	204 (636)	76.0	1964~1974.12
3	四川	宝珠寺	重力坝	132.0	25.5	70	95.0	524.5	232.0 (200.0)	1988~
4	云南	漫湾	重力坝	126.0	9.2	125	84	418	210.0 (153.0)	1986~1983 复工
5	河南	故县	宽缝重力坝	121	11.6	6.0	131.4	315	160.0 (147.0)	1978.7~
6	陕西	安康	重力坝	120	25.85	80	95.8	541.5	260	1976.11~1991
7	吉林	云峰*	宽缝重力坝	113.75	39.0	40/2	88	828	274	1958.12~1967.4
8	河北	潘家口	低宽缝重力坝	107.5	29.3	15	89.4	1040	280	1975.1~1980.12
9	湖北	黄龙滩	重力坝	107	11.8	15	95.5	365	98	1969.4~1975
10	河南	三门峡	重力坝	106	159	25	96	963	163	1957.4~1973.12
11	辽宁	水丰*	重力坝	106	147	63/2	82.3	899	340	1937~1943
12	广西	岩滩	宽缝重力坝	106.0	24.3	110	72.5	536	320.0 (171.7)	1983~
13	浙江	新安江	宽缝重力坝	105	220	66.25	98	460	138	1957.4~1960
14	福建	水口	重力坝	101.0	26.0	140	80	794	280.0 (180.0)	1987.1~
15	湖北	丹江口	宽缝重力坝	97	208.9	90	84.5	1121 (1353)	292.8(坝)	1958.9~1973.9
16	广东	枫树坝	空腹及宽缝重力坝	95.3	19.4	16	86.5	400	73.1	1970.8~1975.12
17	福建	安砂	宽缝重力坝	92	7.4	11.5	80.2	168	47.3	1970.12~1978.12
18	吉林	丰满	重力坝	90.5	107.8	55.4	66.4	1080	194	1937.11~1954
19	广东	牛路岭	空腹重力坝	90.5	7.79	8	68	334	40.7	1975.8~1982
20	湖南	五强溪	重力坝	87.5	42.0	120	70.4	724	300.0 (200.0)	1988 复工~
21	四川	龚嘴	重力坝	85.0	3.3	70	62	440	74.5	1966.3~1979
22	四川	铜街子	重力坝	80.0	2.44	60	76	1082	271.0	1980~

注 * 为中朝边界河流鸭绿江上的电站,两国共有;○为坝体工程量;〈〉为土坝顶长

表 1-1-3

国内外部分大坝施工栈桥主要指标

工 程 名 称	混凝土量 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	栈桥规模(m)				注
		总长	宽	高	跨距	
占比雪夫水电站大坝(前苏联)	249	1370	15.6	28	20	两种跨距
布拉茨克水电站主栈桥(前苏联)	396	1350	21.92	87.4	44	
布拉茨克水电站副栈桥(前苏联)	65	845	2 $\times$ 6	25	22	
卡霍夫水电站(前苏联)	140	1090	2 $\times$ 6	26	15 25	
奇洛基坝(美)	300	535	15.66	29.8	9.3 19.2	两种跨距
大古里一期(美)	800	915	13	49	18.30	两种跨距
斯大林格勒水电站大坝(前苏联)	183	990	13	25	26	
斯大林格勒水电站厂房(前苏联)	265	726	13	40	28	
弗里安特坝(美)	156	705	13.5	86		
契罗克(美)	52.5	532	15.7	30		
方塔纳(美)	214	305 471	17.1	69.61		
利贝坝(美)	305	200 410	11.0	84		
齐姆良水电站(前苏联)	196	710	14	26	21	
伊尔库茨克水电站(前苏联)	81	276 264	13.4	17.2 19.4	24	
故县大坝(中国)		254 191	13.1	25	21.2 15.1	两种跨距
三门峡水电站(中国)	290	471.6	13.0	45 73	20.9 18.9 15.9	三种跨距
白山水电站(中国)		326	15.5	35	14.9 15.6	两种跨距
新安江水电站(中国)	167	104 304	10 12		20	

(4)大坝施工栈桥是一项大型临建工程,随着大坝混凝土浇筑和安装工程的结束,栈桥使命即告完成。因此,栈桥除要求坚固牢靠外,还必须做到拆除方便。另外梁跨要考虑多次重复使用,梁跨的长度和重量都要考虑运输方便。

(5)栈桥设计无明确的规范依据,考虑到栈桥的重要性,参照铁路桥梁设计规范为宜。栈桥设计荷载是根据所选用的起重机、机车或汽车的规格、性能、外形尺寸及其他有关参数,进行详细分析而定的。尤其起重机荷载的分析还是比较麻烦的,只有荷载图式确定后才能进行内力分析。

(6)栈桥桥墩,在同一跨内,起重机梁、机车梁、汽车梁的高度是不相同的,相邻跨的跨度不同,梁高也不相同,因此墩帽顶部高程参差不齐,配筋也比较特殊。从墩身结构看,考虑到与相邻坝块的结合,要设键槽并进行灌浆。墩身的材料,国内多采用混凝土桥墩,国外多采用钢桥墩,也有混合桥墩,下部为混凝土,上部为钢结构。

(7)栈桥规模大、耗钢量多,一些水电工程大坝施工栈桥耗钢量见表 1-4 所示。

(8)从运行条件看,大坝施工栈桥上的设备行驶速度不快,机车或汽车不超过 15km/h,

起重机速度更慢,一般每分钟 20m 左右,最快达 30m,这和铁路、公路桥梁有明显不同。

表 1-1-4

工 程 名 称	栈桥长度(m)	耗钢量(kN)
三门峡水电站	470	20000
故县水库	445	16700
新安江水电站	408	9600
白山水电站	326	15300
布拉茨克水电站	1350	213000
卡霍夫水电站	1090	63000

三、栈桥设计所需要的资料

为进行大坝施工栈桥设计,必须先收集以下有关资料,进行综合分析。

- (1)枢纽平面布置图。
- (2)各坝段的断面图,必须具有各代表性坝段的标准断面图,例如:重力坝段、泄流底孔坝段、溢流坝段、电站坝段等。
- (3)各坝段的施工分缝分块图。
- (4)大坝施工方案。
- (5)拌和系统的平面布置图及出料高程,拌和系统到大坝之间的地形图及有关构筑物布置等。
- (6)假如栈桥过水时,还要收集有关水文资料。
- (7)气象资料。主要指风速、风压等资料。
- (8)机械设备方面的资料(主要指施工方案所选用的设备):
 - ①起重机的规格、性能、外形尺寸,如运行速度、竖向及水平腿压资料。
 - ②机车、平板车的规格、性能、外轮廓尺寸、轮压值。
 - ③汽车的规格、性能。
 - ④混凝土吊罐的有关指标。
- (9)通过栈桥的其他最大和最重构件的外形尺寸和重量。

第二节 栈 桥 布 置

栈桥布置包括栈桥高程的确定,栈桥轴线位置以及梁跨的确定等内容。分别叙述如下。

一、栈桥桥面高程确定

栈桥桥面高程的确定,着先要考虑起重机最大起吊高度能满足坝顶混凝土的浇筑。例如三门峡水电站大坝施工栈桥设计采用单线高栈桥布置形式,栈桥上的塔机可控制坝顶混凝土浇筑和设备安装,见图 1-2-1、图 1-2-3,这种布置形式简单,一次到位,省去拆装的麻烦。但栈桥高度太大,施工安装困难,栈桥施工工期长,与坝基混凝土施工有干扰。为解决这些矛盾,栈桥也可以布置成高、低双栈桥形式,栈桥高度控制在 25m 左右,栈桥本身的施工安装方便,例如故县水库大坝施工栈桥的设计就是采用高、低双栈桥形式,见图 1-2-2 和图 1-2-4。低栈桥主要完成大坝下部混凝土的浇筑以及高栈桥的施工安装;高栈桥则完成大坝上部混凝土浇筑。

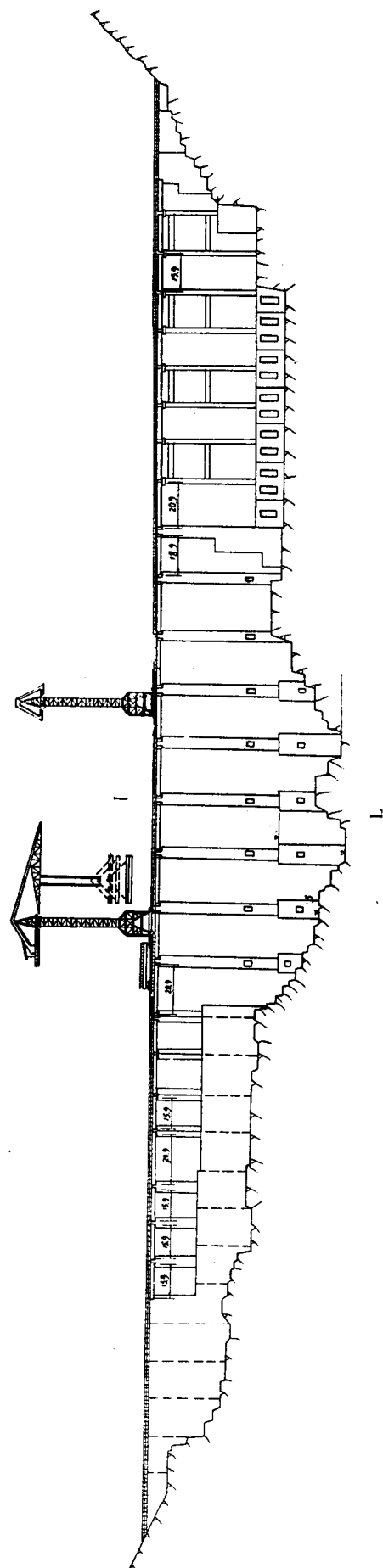


图 1-2-1 三门峡大坝施工栈桥立面图

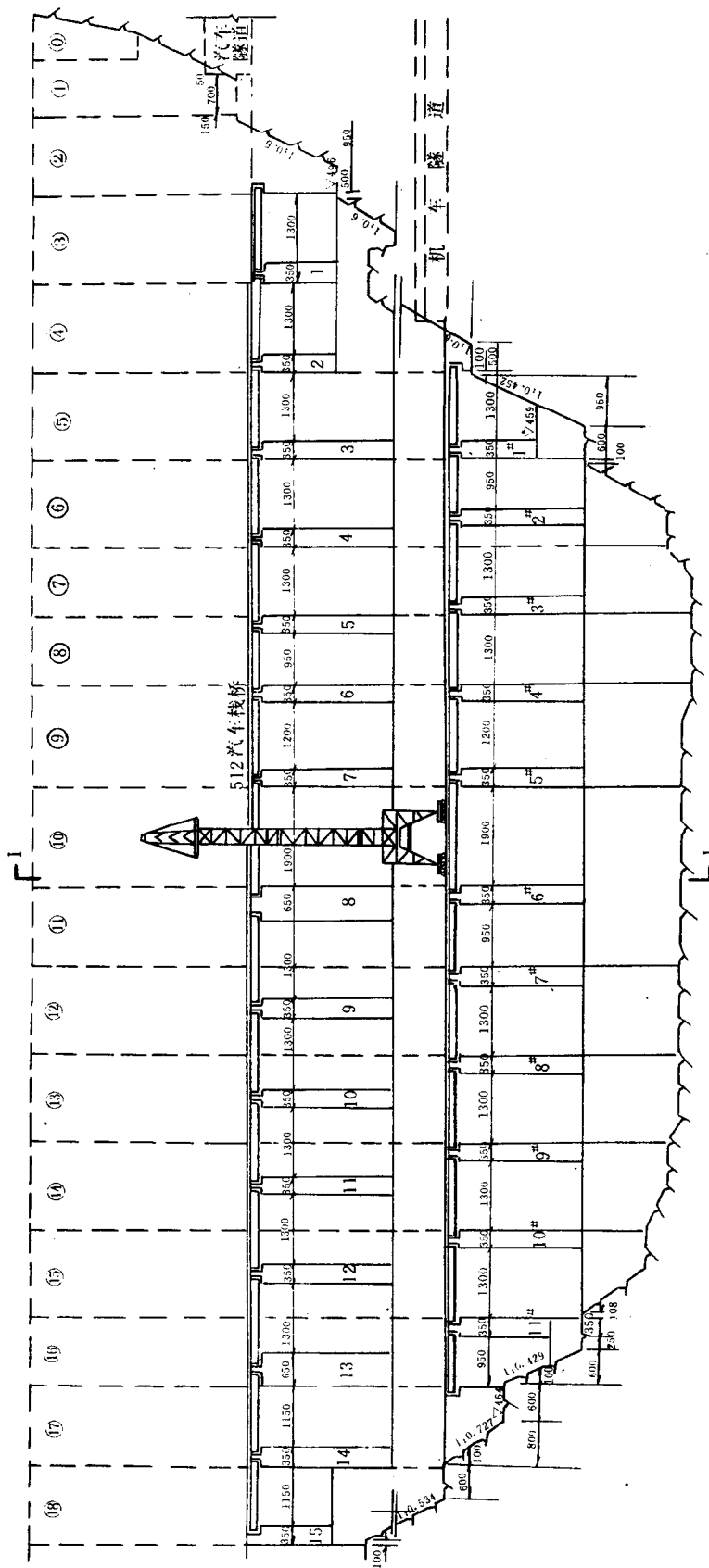


图 1-2-2 故县大坝施工栈桥立面图

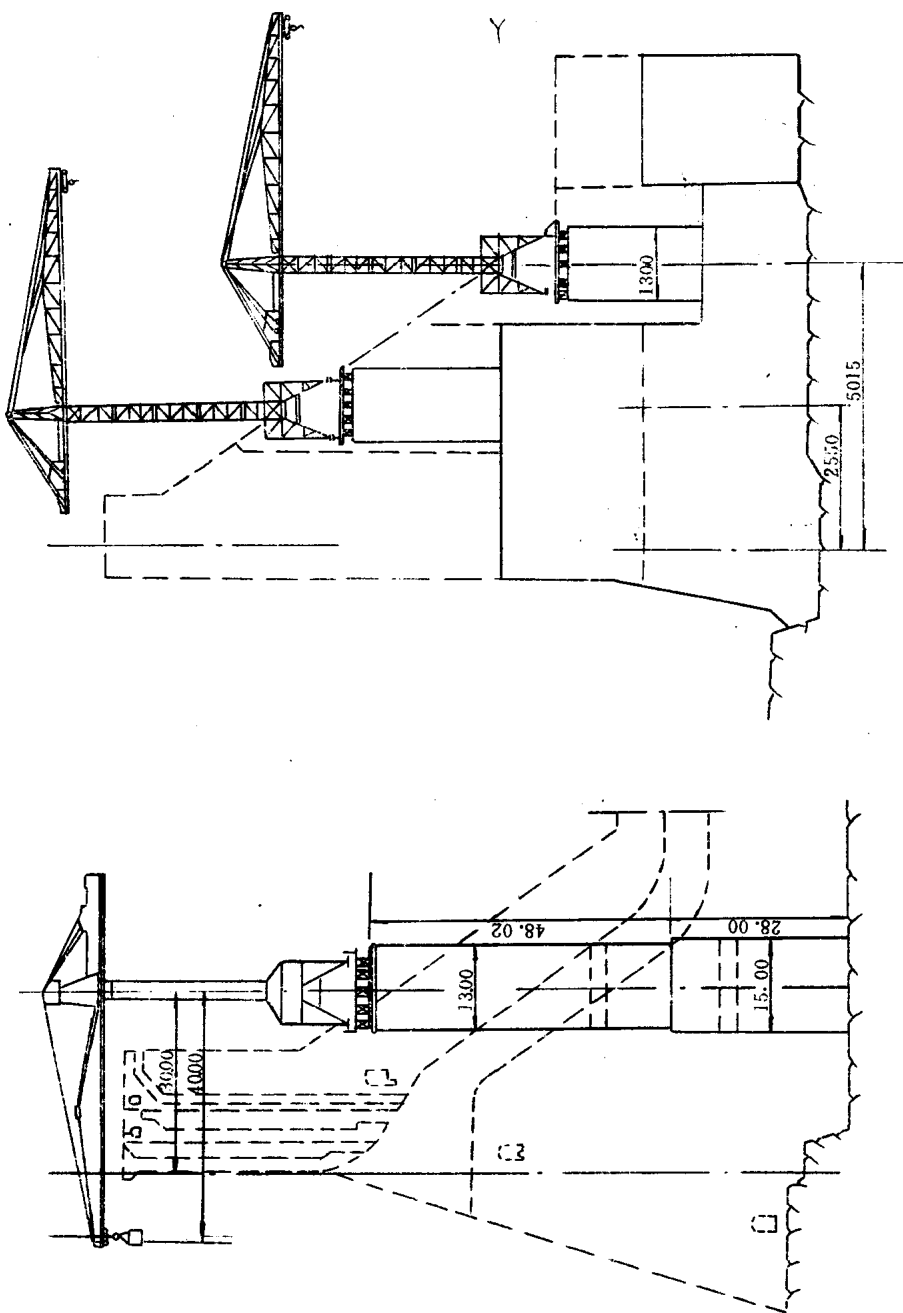


图 1-2-3 三门峡大坝施工栈桥 I-I 剖面

图 1-2-4 故县大坝栈桥 I-I 剖面