

预应力混凝土桥梁的临时工程

YUYINGLI HUNNINGTU QIAOLIANG

DE LINSHI GONGCHENG

斋藤武幸 主编

〔日〕 佐藤浩一 合著
五十岚恒夫

饶德宏 译

姚玲森 校

人民交通出版社

前 言

预应力混凝土（以下简称 PC）在日本实际应用已有近三十年的历史。在此期间，引进并发展了各种 PC 施工方法。其中 PC 桥梁的施工方法在近二十年内发生了巨大的变化。也就是说，在 PC 的创立期间，是以先张法梁和后张法预制梁为主，且施工方法仅限于在支架上现场浇筑，然而，自 1958 年神奈川县岚山桥采用就地悬臂浇筑法施工以来，在大幅度地扩大 PC 的适用范围的同时，施工方法的规模与以往的施工方法相比，也有很大的发展。

此后，随着预制块件施工法、移动式支架施工法、顶推施工法等各种新颖的 PC 桥梁施工方法的发展和它们在工程实际中的应用，使得包括在编制 PC 桥梁施工设计时的临时设备在内的施工方案种类繁多。

以前在土木工程中有“三分设计八分施工”的说法，可以想象临时工程的安排是何等的重要。

到现在为止，介绍有关 PC 的原理、设计、施工方法等的书籍已相当多，但尚无系统阐述 PC 桥梁临时工程方面的论著。

基于上述理由，作者不顾才疏学浅，以“PC 桥梁的临时工程”为题，撰写本书由理工图书社出版。

值本书出版之际，谨向理工图书社和土木技术社有关人员所给予的热情帮助表示深切的谢意，同时，在 PC 桥梁的规划、设计、施工时本书如能起到一些参考作用，则深感庆幸。

审定者 斋藤武幸

著 者 佐藤浩一、五十岚恒夫

1980 年 2 月

内 容 提 要

本书对预制梁桥、悬臂浇注梁桥、预制块悬拼、移动式脚手架、顶推施工法等预应力混凝土桥梁施工方法中临时工程的设计、施工作了详细的阐述。

本书可供从事桥梁工程的设计、施工人员及桥梁专业的师生参考。

PC橋の仮設工事

斎藤武幸 監修

佐藤浩一 共著

五十嵐恒夫

理工図書, 1980

预应力混凝土桥梁的临时工程

斎藤武幸 主编

佐藤浩一 合著

五十嵐恒夫

饶德宏 译

姚玲森 校

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张: 6.125 字数: 123 千

1988年7月 第1版

1988年7月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—11,200册 定价: 1.90元

目 录

第一章 PC 桥梁临时工程概述	1
第一节 概述	1
第二节 PC 桥梁的施工方法及临时工程概要	2
第二章 预制梁桥	11
第一节 概述	11
第二节 预备调查	11
第三节 施工方法（安装方法）的选定	11
第四节 根据所确定的施工方法编制临时工程计划	15
第五节 PC 桥梁临时工程的实例	39
第三章 就地悬臂浇筑的桥梁	49
第一节 概述	49
第二节 临时工程计划的编制程序	52
第三节 工序进度表的编制	52
第四节 架设作业车的选择	56
第五节 墩顶段支架和边跨支架	60
第六节 施工用起重机	69
第七节 施加预应力的机具	77
第八节 浇灌混凝土的机具	80
第九节 电力、给水设备	84
第十节 其他临时设备	87
第十一节 就地悬臂浇筑桥梁的临时工程实例	98
第四章 预制块件施工法	106
第一节 概述	106
第二节 预备调查	107

第三节	施工方法的选择	107
第四节	根据所决定的施工方法编制施工计划	115
第五节	预制块件施工法的临时工程实例	122
第五章	移动式支架	142
第一节	概述	142
第二节	着地式移动支架	143
第三节	活动支架	147
第四节	悬吊式移动支架	151
第六章	顶推施工法	159
第一节	概述	159
第二节	预备调查	160
第三节	施工计划	160
第四节	顶推施工法的临时工程实例	172

第一章 PC 桥梁临时工程概述

第一节 概 述

日本从1952年开始将 PC 应用于桥梁工程，当时，几乎全系小跨径的先张法梁和预制的后张法梁。其后，从国外引进的各种 PC 施工方法在国内得到了发展，目前已采用了多种锚固工艺和施工方法。现在列举所考虑的施工方法与其适用跨径间的关系如图 1-1 所示。

按施工方法和结构分类	适用跨径	20 40 10 30 50 100 150 200 250						
		m						
先张法施工	7~25 (10~20)	■	■					
后张法施工	15~50 (20~40)		■	■				
有支架施工	10~70 (15~50)		■	■				
移动式支架	20~50 (20~40)		■	■	() 内为常用跨径			
顶推施工法	30~100 (30~60)			■	■			
悬臂浇筑	50~300 (60~250)				■	■	■	■
悬臂拼装	40~150 (50~100)				■	■		
斜拉桥	40~500 (40~350)				■	■	■	■
拱桥 (悬臂施工)	80~400 (100~300)					■	■	■

图1-1 施工方法与适用跨径的关系

注：() 内系常用跨径

从图1-1可知，PC 桥梁施工方法的种类繁多，无论是预制构件，还是现浇混凝土，都有各种各样的施工方法。

因此，在制订 PC 桥的设计方案时，由于如上所述目前 PC 桥梁的施工方法种类繁多，故在事先计划时，对临时工程的方案

进行比较就更为重要。

另外，鉴于在施工中按施工计划所采用的临时工程安排还涉及到施工的难易和施工管理是否恰当，因此，在开始施工时尚须对临时工程计划进行再一次的审核。

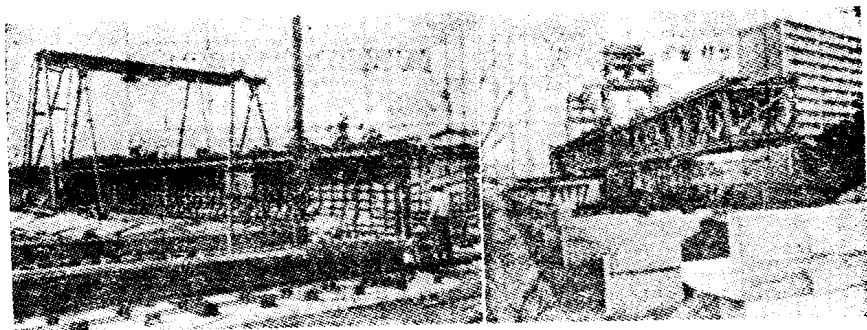
总之，无论对于设计工作者或施工工作者，必须重新认识到临时工程是控制工程质量的非常重要的因素。

由于临时工程与工程施工方法关系密切，所以，在阐述以下PC桥梁的典型施工方法概要的同时，也阐述了其临时工程的概要。

第二节 PC 桥梁的施工方法 及临时工程概要

一、后张法预制梁桥

后张法桥梁的施工方法，是在桥位附近的预制场或在不远的工厂内制作预制梁，用拖车或牵引平板车将预制梁运至安装地点，再用安装梁、汽车吊等进行架梁，尔后，现浇桥面板混凝土或接头混凝土，从而完成桥体的施工（照片1-1及1-2）。



照片1-1 后张法梁的制作

照片1-2 用安装梁架梁

施工计划的编程序有以下项目：

1. 预备调查；

2. 选定施工方法:

预制场的位置及面积, 预制梁的制作方法, 预制梁的安装方法;

3. 根据选定的施工方法编制施工计划:

预制场的布置, 装卸机械设备, 制梁台座, 模板, 钢筋工作, 预应力混凝土工作, 混凝土工作, 支架工作, 搬运工作, 安装工作, 桥面板施工或横向联结工作。

由上可知, 在采用后张法施工的情况下, 整个施工计划随预制梁的制作方法和安装方法而变化, 作为确定这些施工方法的主要因素, 应考虑架梁现场的地理和地形特点、桥梁的规模(梁的根数)、梁的重量、工期以及其他施工上的制约条件。

预制场位置的确定受安装地点的地理、地形条件的左右。预制场面积的确定, 除了考虑安装地点的地理条件外, 还应考虑桥梁的规模及工期等等。

制梁台座及模板的数量, 也应根据预制场的面积、梁的根数、工期、安装方法等来决定。

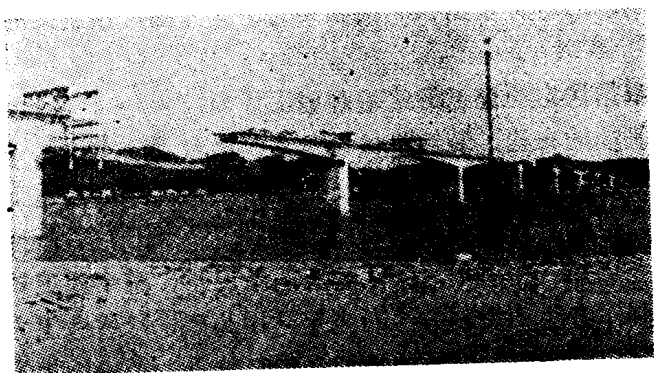
因此, 即使是在后张法预制梁桥施工的场合, 对于其临时工程来说, 根据上述各种条件, 临时设备的规模及施工方法也各有不同, 具体内容将在第二章施工实例中予以说明。

二、悬臂浇筑的桥梁

这种施工方法一般称为迪维达克施工法, 它是一面用悬出的挂篮(悬臂架桥机)浇筑混凝土, 一面将挂篮向前方推进的施工方法(照片1-3)。

因此, 采用这种施工方法在山谷间、江河湖海上架设桥梁时, 不需要搭设支架, 既经济又安全。另外, 对于道路及铁路跨线桥等不能用搭设支架法施工的桥梁, 亦可用这种施工方法在不妨碍正常交通的情况下安全地施工。

现以图 1-2 所示具有中央铰的三跨连续刚架桥为例, 来说明悬臂浇筑施工法的施工程序。



照片1-3 用悬出挂篮进行悬臂施工

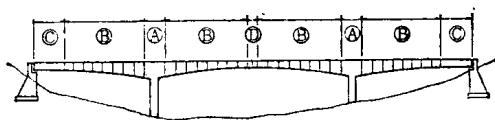


图1-2 具有中央铰的三跨刚架桥

1. 桥墩竣工后，采用支架或悬吊支架浇筑墩顶部分的梁段

①；

2. 在墩顶段上拼装悬出挂篮，当同时拼装两台挂篮的空间不够时，就拼装一台挂篮，一面施工一面前进，直至能确保拼装另一侧挂篮的最小空间之后，再拼装另一侧的挂篮；

3. 此后，在考虑左右平衡的情况下，交错地在挂篮内浇筑混凝土进行悬臂施工；

4. 用挂篮将悬臂施工部分②施工完毕后，再进入支架部分③的施工。③段一般采用搭设支架进行施工，但当搭设支架困难时，可设置临时支墩，在使反力传给临时支墩的情况下，再用挂篮进行悬臂施工；当临时支墩也无法设置时，也可在桥墩上树立塔架，用从塔架顶部吊下的吊索将边跨内的悬臂端吊住，再用挂篮进行悬臂施工。当③段较短时，亦可用悬吊支架进行施工；

5. 最后，用悬吊支架浇筑中央铰部分④。

以上系桥梁悬臂浇筑施工的标准施工程序，而用挂篮悬臂施工每一周期的工序为：

- ①挂篮前进后将其固定；
- ②安装模板，设置钢筋和预应力筋束；
- ③浇筑混凝土并养生；
- ④张拉预应力筋束。

作为悬臂浇筑桥梁的结构体系，除上述带中央铰的连续刚架桥外，尚有图 1-3 所示桥台承受上拔力且带中央铰的三孔连续梁桥、普通连续梁桥、双跨刚架桥、斜腿刚架桥等，它们的施工方法和临时设备，虽然随各自的结构体系而有所差异，但挂篮施工等大体上无多大区别。

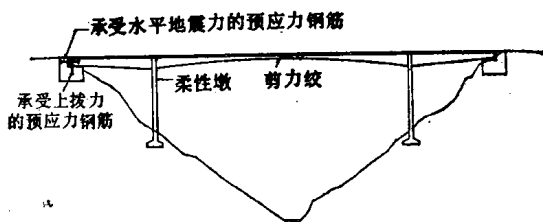


图1-3 带中央铰的三孔连续梁桥

临时设备中差别最大的是材料运输设备。从前述施工程序也可以看出，采用悬臂浇筑法时，由于在各墩顶梁段施工完成后拼装挂篮，再用挂篮依次悬臂施工，因而其施工场所总是移动的。然而，采用这种方法施工时，拼装挂篮、钢筋和预应力筋束的搬运、混凝土的运送等等施工器材搬运所用的设备无论用什么方法都是集中在一处的。另外，挂篮的台数取决于工程规模和工期的关系，墩顶梁段和边跨的支架形式，如前所述，应根据地形、地质、运输设备等来决定。

三、预制块件施工法

这种施工方法，是将连续梁等桥梁在顺桥向（桥轴向）分割

成适当长度来制作预制块件，待下部构造完成后，将块件运至安装地点进行安装，并施加预应力，使桥梁形成整体(照片1-4)。

这种施工计划的程序如下：

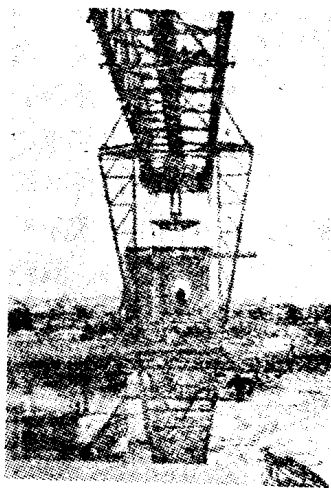
1. 进行预备调查工作；

2. 选定施工方法：

预制场的位置、面积、设备，块件的制作方法，块件的运输安装方法（包括块件接缝的类型）；

3. 根据选定的施工方法编制施工计划：

预制场的布置，装卸机械设备，制梁台座，模板设备，制作块件，墩顶梁段的施工（安装基准块件等），块件的运输及安装（包括接缝处理），边跨的现浇混凝土工作（采用部分支架的情况），中央闭合段的施工（连续梁等情况）。



照片1-4 使用安装梁的
悬臂拼装施工方法

与其他施工方法一样，在制订施工计划时，显然也要受桥型、安装地点的地理，地形条件、桥梁的规模、工期等各种条件的制约。在采用预制块件施工法的情况下，由于预制块件的重量达50~70t或更大，故在块件的运输和安装时，除应考虑上述条件外，事前必须对所拥有的机械及其附件和施工安全等作充分的考虑。

确定施工方法时，与临时设备有关的决定性因素有：

1. 预制场和存梁场：

预制场的位置（布置条件，运输安装方法）；

预制场的面积（工程规模、预制和安装施工、场内设备）；

预制场的布置（器材的进场路线、块件的运输路线、制梁台座的规模，临时建筑等各种设备的布置）；

存梁场（块件制作与安装工作的关系、临时堆放的方法）。

2. 预制块件的制作方法：

固定式制梁台座（模板固定或模板移动）；

移动式制梁台座（模板固定）。

3. 块件的安装方法：

在支架上安装（根据地形、地质等布置条件选定支架形式和安装机械）；

悬臂安装（根据布置条件、工程规模和拥有机械来决定安装方法。可选用移动式作业车、安装梁、门式起重机、汽车吊、浮吊等）。

从上可知，在采用这种施工方法的情况下，预制场地、预制方法及安装方法既因各种条件不同而各有差异，同时，它们相互之间又有密切关系，故在确定施工方法和临时设备时，应在对各种条件进行充分调查的同时，从各种角度对施工方法进行对比分析，以选定最优的施工方法。

四、用支架和移动式支架施工

在支架上现浇混凝土梁时所用的支架，形式甚多，即使在同一工地，分别使用多种类型支架的实例亦非少见。

尤其值得注意的是，为使施工中尽可能节省劳力、加快速度，最近，移动式支架的应用日趋增多。

若用钢支架作为脚手架时，通常根据其所用杆件的组合形式可分为立柱式支架、梁柱式支架以及梁式支架等。

立柱式支架的立柱可以采用单钢管支柱或装配式框架支柱。

梁柱式支架，可以根据梁的跨径、立柱的高度而采用单根的管状柱、组合柱、H形型钢或钢管等作为立柱，梁则可用工字钢、H形型钢、钢板梁、格构梁、桁架梁等。

梁式支架一般先在墩台前面安装托架或在墩台上预埋H形型钢等，以使梁跨支承在这些承座上。

从上可知，支架有多种类型，故当采用在支架上现浇的施工方法时，首先必须选定支架的形式。选择支架的形式时，应考虑布置条件、结构类型、工程规模、工期等因素，注意选择适合于上述诸条件的既安全又经济的支架形式。

在梁下空间无任何障碍且支架的支承地基良好时，一般可采用立柱式支架，这在施工上和经济上均认为有利。然而，当梁下高度较高，甚至达到10m以上时，则应与梁柱式支架作一分析比较。

当梁下与狭窄的道路或水路交叉时，为了要跨越这一部分，可应用小跨径的施工便梁。在此情况下，多采用H形型钢、工字钢或成品化的格构梁作为施工便梁，并且可应用单根的管状柱、组合柱或型钢柱作为立柱。

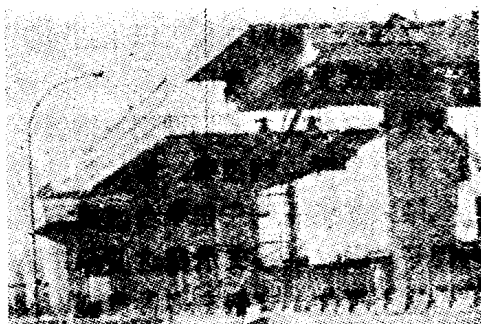
在所交叉的道路较宽或横跨江河的情况下，当必须跨越的跨度超出一般立柱间距时，或者在基础地基软弱、梁下净空甚高的场合，就必须采用大跨径的施工便梁，对此可选用大的型钢、钢板梁、格构梁、桁架梁等。

制成成品化的施工便梁，跨径虽可达30m左右，但还应仔细掌握其与挠度的关系。

上述立柱式支架、梁柱式支架、梁式支架等普通支架，虽在形式上有差别，但其施工方法都是搭设支架、拼装模板、待桥体施工后拆除模板支架、将其运至下一孔内重新进行拼装的重复作业。

可是，模板支架的每次拼装和拆除作业不但耗费劳力和时间，而且还应考虑施工作业时会给周围居民带来不安并使交通受阻。

移动式支架就是为解决这些问题而研究出来的。移动式支架大致可分为着地式移动支架、悬吊式移动支架和活动支架三种。



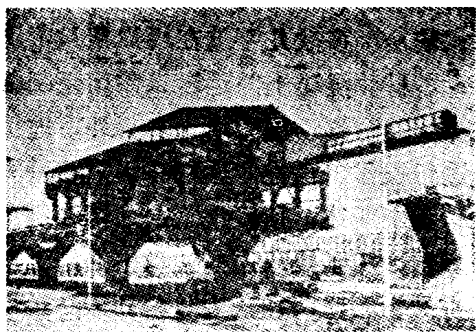
照片1-5 着地式移动支架

着地式移动支架如照片1-5所示，在支承模板

的支架梁上安装墩柱，浇筑混凝土时以墩柱承受荷重，待混凝土硬化并施加预应力后，千斤顶回油，由装置在墩柱下的车轮或平

车将支架移至下一桥孔。

悬吊式移动支架如照片1-6所示，它的构造是先在桥面上设置主梁，从主梁上悬出横梁，再由横梁吊住模板和脚手架。

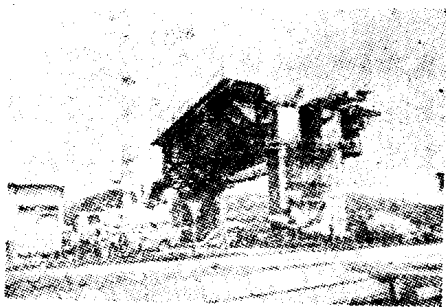


照片1-6 悬吊式移动支架

活动支架如照片1-7所示。支架梁设置在桥身下方，在梁上拼装模板框

架，在桥墩上设置托架作为梁的支承，还应在桥墩前面设置立柱，

由立柱来支承支架梁。



照片1-7 活动支架

如前所述，由于着地式移动支架在浇筑混凝土时是用墩柱从下面支承的结构，因此，作为选址条件就要求地基比较平坦且基础地基良好。

由于悬吊式移动支架是主梁位于桥的上方且从主梁悬出横梁来包围桥梁梁体的结构，因此，不但在桥梁下具有足够的净空，而且不论梁和桥墩是哪种断面形式均能进行施工。

活动支架由于支架梁架设在桥体下方，故其构造最简单。但是，为了支承支架梁而必须在桥墩上预留切槽，从而减小了桥下净空，甚至会侵占建筑界限。因此，设计移动式支架时，最好应在分析了布置条件，建筑界限、结构条件、施工工期等因素的基础上来决定支架的形式。

五、顶推施工法

顶推施工法是在台背引道或在桥台附近的支架上浇筑每段长6~15m的梁段，接着将完成的桥梁用顶推装置依次向前方推出。

因此，桥梁的制作场地可限制在桥台附近的固定地点，而且面积较小，多数几乎就在桥梁用地范围内得到解决。

器材和混凝土的运输只需运至制梁场就行，而不像其他施工方法要随时移动施工场地。另外，施工人员也几乎都在制梁场附近进行操作，顶推作业时亦仅需少量施工人员在各桥墩处操作。

如上所述，顶推施工法是把在制梁场制作的桥梁梁段依次向前推出，为了处理顶推施工中的施工应力，因而在桥梁的前端设置有导梁，当跨径较大时，还需在桥墩间设置临时墩，亦可在支点横梁上树立塔架，从塔架顶端吊住桥梁的前端，以此来减小梁体在施工中的悬臂弯矩。

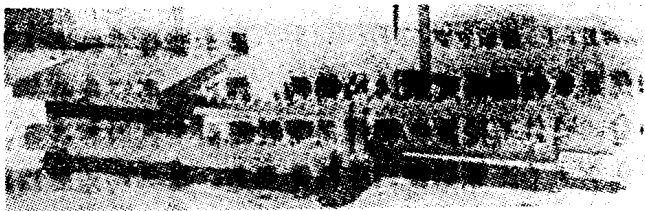
将梁段向前顶推的顶推装置，可区分为以下二类：

1. 集中反力式：

此法通常被称为鲍尔——莱昂哈特顶推施工法。此法是在桥台附近的一个位置上施加顶推梁段的水平力，在各桥墩上设置周围用钢板覆盖的混凝土块作为支点，在其上插入聚四氟乙烯板后就使梁体向前推进。

2. 分散反力式：

此法通常被称为SSY式顶推施工法。如照片1-8所示，在各



照片1-8 SSY式顶推装置

桥墩上设置由竖直千斤顶、水平千斤顶、滑板、台架所组成的顶推装置，通过集中控制装置使各桥墩上的顶推装置同步工作，并使梁体向前方推进。

上述的顶推施工法虽分两类，但其他设备是相同的，制梁台座和模板、导梁和临时墩或塔架斜吊装置，这些均系桥梁顶推装置的主要设备。

第二章 预制梁桥

第一节 概 述

PC 梁桥施工时所必需的各种临时设备大概有以下几项:

- ①PC 梁的预制场;
- ②PC 梁的制作设备;
- ③临时建筑物;
- ④机械设备 (包括安装机械);
- ⑤电力设备;
- ⑥给水设备;
- ⑦安全设施;
- ⑧其他各种临时设备。

第二节 预 备 调 查

为了确定临时设备,无疑必须拟定详细的施工计划,在此情况下,应用表 2-1 所示的核对表,可以防止调查时遗漏项目。鉴于一般建设工程中的现场作业往往难以用普通的书面文字来表达,因此,在情况许可时,最好会同与该工程有关的发包单位负责人进行现场调查。

第三节 施工方法 (安装 方法) 的选定

PC 预制梁桥是在固定的场地内预制 PC 梁,并运至架桥地

预备调查用的核对应表

表2-1

桥梁现场调查表												编号	科长	调查者
(I)														
①	发包者名称	TEL				(II)	进场路线	②③	长度	度	m	(VI)	③⑧	施工单位
②	联系人							②④	宽度	度	m		③⑨	工程
③	负责部科							②⑤	路基	基			④①	
④	施工地点					(III)		②⑥	地产权	权			④②	
⑤	路线名称							②⑦	场地	地			④③	木工
⑥	跨越的河流 或海洋名称				水位 流量			②⑧	面积	积	m ²	(VII)	④④	普工
⑦	桥梁等级							②⑨	路基	基			④⑤	钢筋工
⑧	载重							③①	地产权	权			④⑥	PCI
⑨	型式					(IV)		③②	长度	度	m		④⑦	办公室用地
⑩								③③	宽度	度	m	(IX)	④⑧	宿舍用地
⑪	工期	上部	自	至				③④	路基	基			④⑨	给排水
⑫	工程费用	下部	自	至				③⑤	地产权	权				