



中国铁建

工程建设 工法汇编

主编 中铁二十三局集团有限公司



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



中国铁建

工程建设 工法汇编

GONGCHENG JIANSHE GONGFA HUIBIAN

主编 中铁二十三局集团有限公司

西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

工程建设工作法汇编 / 中铁二十三局集团有限公司主
编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.1
ISBN 978-7-5643-2799-6

I. ①工… II. ①中… III. ①建筑工程—工程施工—
建筑规范—汇编—中国 IV. ①TU711-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 313943 号

工程建设工作法汇编

主编 中铁二十三局集团有限公司

责任编辑	杨 勇
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	39
字 数	963 千字
版 次	2014 年 1 月第 1 版
印 次	2014 年 1 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2799-6
定 价	78.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

主 编 田宝华

副 主 编 陈幼林

编 委 王 红 刘延龙 霍 莉

编者的话

为鼓励和引导集团公司所属各单位大力开展科技创新,促进工程新技术、新工艺、新材料和新设备的推广和应用,集团公司每年都组织开展优秀工法评选工作。截至2012年,经各单位积极申报、专家评审等程序,集团公司评选企业级优秀工法45项,其中桥梁工程20项,隧道及地下工程7项,线路与路基工程9项,四电工程6项,房屋建筑工程3项。

本集团公司优秀工法汇编按照专业分类以编写时间进行排序。每项工法包含前言、工法特点、适用范围、工艺原理、施工工艺流程及操作要点、材料与设备、质量控制、安全措施、环保措施、效益分析、应用实例等部分。这些工法符合工程建设的相关方针、政策和标准、规范要求,具有先进性、科学性和实用性,可以保证工程质量和安全,提高施工效率,降低工程成本,节约资源,保护环境。

汇编工作得到了集团公司领导的关注和大力支持,得到了集团公司所属各单位的大力协助,谨此致谢。由于编者水平有限,编写当中难免有不当之处,欢迎广大读者批评指正。

中铁二十三局集团有限公司

2013年7月

目 录

桥 梁 工 程

跨座式单轨 PC 轨道梁预制工法	田宝华	石元华	张玉萍	余 洋	夏代军	3
150 m 跨等截面悬链线箱形拱桥无支架吊装工法	田宝华		丁维军	肖 俊		16
客运专线 900 t 预应力混凝土简支箱梁预制工法	常 琨		黄 静	唐昌华		26
江西吉安大桥钢管拱制作工法	石帮远	张宪军	彭育芬	彭 尚	江 勇	40
铁路客运专线 900T 箱梁运架施工工法	古新敏	张雪峰	张显军	毛振辉	赵 亮	54
薄壁空心高墩收分式滑模施工工法	李文军	王保彦	刘信军	刘蒋峰	董吉州	82
钢管桁架梁桥单元节段现场流水化防腐工法	李治强	武旭升	董凤杰	陈幼林	徐仁华	94
钢管格构墩 A 型单元节段制作工法	李治强	武旭升	陈幼林	张晓飞		101
钢结构箱梁少支架大节段吊装工法	刘维川		田信井	吴光振		117
特大桥钢管桁架梁单元节段制造工法	李治强	董凤杰	刘 跃	杨 毅	张晓飞	140
严寒地区预制后张法铁路简支 T 型梁冬期施工工法	万鲁君	汪 亮	刘东升	韩灵赫	薛洪飞	159
跨越既有铁路钢箱梁架设施工工法	任 伟	张清山	张天放	刘长洪	么佐忠	173
超长桩拉-锚法荷载试验施工工法	李红金	王春堂	李锦峰	魏赵国	尹晓光	188
钢管桁架梁拖拉架设法	田宝华	李治强	陈幼林	董凤杰	杨 毅	202
严寒地区桥梁现浇大体量混凝土冬期施工工法	李胜臣	王晓军	刘 良	武登攀	王振东	213
预应力混凝土系杆拱预制安装施工工法	王春堂	朱道江	李锦峰	魏赵国	吴光振	226
浅嵌岩深水扩大基础钢套箱围堰双套阻水法施工工法					黎龙强	246
连续刚构挂篮预应力张拉预压施工工法					王华龙	254
钻孔桩钻机自动控制施工技术	刘阳平	王春堂	李锦峰	魏赵国		259

隧 道 及 地 下 工 程

长大隧道斜井有轨运输系统施工工法	李文军	273
盾构隧道衬砌管片制作工法	王 乔 汪永进 张长春	283

大断面黄土隧道弧形导坑法施工工法	丁维军	赵永明	李志强	朱华平	黎龙强	294
小半径螺旋上坡隧道施工通风工法	李治强	武旭升	樊建国			305
仰拱整体钢模快速施工工法	史卫滨	刘阳平	张高			311
大直径顶管穿越浅埋淤泥层河道施工工法	杨睿	王旭	刘铭明	迟元林	刘名	317
盾构衬砌管片流水线生产工法	刘中义	张长春	孙坚	王玉策		333

线路与路基工程

单元板式无砟轨道综合施工测量工法	钱振地	陈幼林	刘延龙	李秀华	甘凤鸣	349
客运专线轨枕埋入式大号码无砟道岔施工工法	孟庆堂	张时钟	郭忠新	张天放	石玉宝	359
严寒地区客运专线 CRTS I 型板式无砟轨道轨道板生产工法	张玉光	刘海涛	张凤华	李秀华	刘维英	376
严寒地区板式无砟轨道综合施工工法	钱振地	陈幼林	刘延龙	于晓明	张吉毅	394
松散体高边坡稳定性分析、监测预警与施工工法	王春堂	李锦峰	仵军胜			403
道岔板生产工法	张长春	黄静	谭斌	郑红彬		461
临近铁路营运线高路堑石方控制爆破施工工法	李少峰	王忠勋	窦红波			475
CRTS III 型板式无砟轨道板制造工法	刘中义	林晓波	汪永进	谭斌	税卓平	488
冲抓成孔咬合桩施工工法	任伟	张清山	刘长洪	刘德军	李照北	508

四 电 工 程

既有铁路电气化改造新旧硬横梁换装施工工法	庞宏飞					523
铁路既有车站信号设备停用期间施工工法	苏成果					531
TJK1-D 型车辆减速器安装工法	王强					547
ZPW-2000R 型无绝缘移频自动闭塞设备调试工法	梁书海					557
铁路既有 ZPW-2000R 车站电码化改造施工工法	赵吉福	相双锋	李国权	王志平	孙俊波	564
电气化铁路既有线路改造桥支柱基础施工工法	李鑫	郑云龙	魏新兴	刘红军	庞宏飞	576

房屋建筑工程

20 t/h 散装蒸汽锅炉安装工法	张向阳	张文庆	王洪涛	李晓光	梁懋军	583
冷暖型变频多联空调安装工法	王强	赵会贞				593
井架移模法烟囱施工工法	张衍					609

桥梁工程

跨座式单轨 PC 轨道梁预制工法

田宝华 石元华 张玉萍 余 洋 夏代军

中铁二十三局集团有限公司

1 前 言

跨座式单轨交通系统方式在国内首次运用于重庆轨道交通二号线，它以其环保、低噪、爬坡能力强、转弯半径小等诸多优点而将成为城市轨道交通的一种重要发展方向。该交通方式有三大关键技术：道岔、车辆、PC 轨道梁（以下简称 PC 梁）。PC 梁作为跨座式单轨交通系统的三大关键技术之一，它不仅是承重的桥梁结构，同时也是支承和约束车辆行驶的轨道，此外 PC 梁还是牵引供电、信号等系统的载体。因而，它是集多种功能于一体的建筑结构，既要有足够的强度，又必须具有足够的精度，国际上仅日本和马来西亚等少数国家有使用该项技术的成功经验。其技术难点是每榀 PC 梁制作时都会根据线路的布置需要，在梁的跨度、平面曲线、竖曲线及预埋件种类等方面进行相应的变化调整。中铁二十三局集团有限公司于 1995 年开始调查、收集大量资料，做了详细的可行性研究。1997 年完成工装初步设计和制造方案，1999 年 4 月完成了 PC 梁模板全套设施的总装，并分别于 7 月和 9 月生产出第 1 榀直线梁和第 1 榀曲线梁，12 月顺利通过由铁道部科技教育司组织的技术评审，由张澍曾、周庆瑞等国内著名专家组成的评审委员会一致认为：由中铁二十三局集团有限公司独立设计并制造的高精度可调式模板系统“设计科学合理、使用功能完善、性能稳定可靠，具有独创性，属国内首创”。2000 年 3 月生产出第 1 榀复合曲线梁，并在西南交通大学结构试验中心进行了动载试验和解剖试验，通过了产品形式检验。至此，PC 梁的国产化宣告成功，填补了国内该项技术的空白，中铁二十三局集团有限公司因此取得了“高精度可调式模板”“跨座式单轨预应力钢筋砼轨道梁制造工艺”“跨座式单轨预应力混凝土桥梁体”三项国家专利。该工法在重庆轻轨二号线一期和二期 PC 梁预制工程中得到了成功运用，并荣获了“二〇〇四年度重庆市三峡杯优质结构工程奖”“第五届重庆市市政工程金杯奖”“中国市政金杯示范工程奖”“全国优质工程银质奖”等多项奖励。为提高重庆轻轨二号线国产化率作出了卓越的贡献。

2 工法特点

跨座式单轨 PC 轨道梁结构的特殊性决定了其工艺操作方法的特殊性，本工法的主要特点如下：

(2) PC 梁制作底模为可移动台车。

3 适用范围

4 工艺原理

Technical drawing of a mechanical part with the following dimensions:

- Overall width: 850
- Overall height: 1 500
- Top flange thickness: 20
- Top flange width: 20
- Top flange height: 215
- Central hole width: 330
- Central hole height: 330
- Distance from central hole to side edges: 200
- Distance from central hole to top and bottom edges: 200
- Distance from central hole to side edges (inner): 60
- Distance from central hole to top and bottom edges (inner): 60
- Distance from central hole to side edges (outer): 60
- Distance from central hole to top and bottom edges (outer): 60
- Distance from central hole to side edges (total): 200
- Distance from central hole to top and bottom edges (total): 200
- Distance from central hole to side edges (total): 200
- Distance from central hole to top and bottom edges (total): 200

图 1 PC 梁截面示意图 (单位: mm)

4.1 模板系统的构成（见图 2）

- （1）立柱：支撑可滑动侧模吊臂及位移调节器；承受侧模板调节时的反力。
- （2）侧模吊臂装置：支撑侧模装置的重量，并调整侧模板的高度。
- （3）位移调节器：一套模板的单侧由 15 组大、小位移调节器组成，其上有标尺杆，可以精确控制调节量。
- （4）台车：作为 PC 梁预制的底模，其长度、高度可调，并能调节和固定端模。
- （5）侧模装置：主要有由竖带和横带组成的侧模支撑、侧模中模板调节装置、侧模板等组成，用于形成 PC 梁的平面曲线及竖曲线。
- （6）端模：根据不同的平面曲线和竖曲线需要，在制梁时可调整梁体端部高度、倾角及转角。

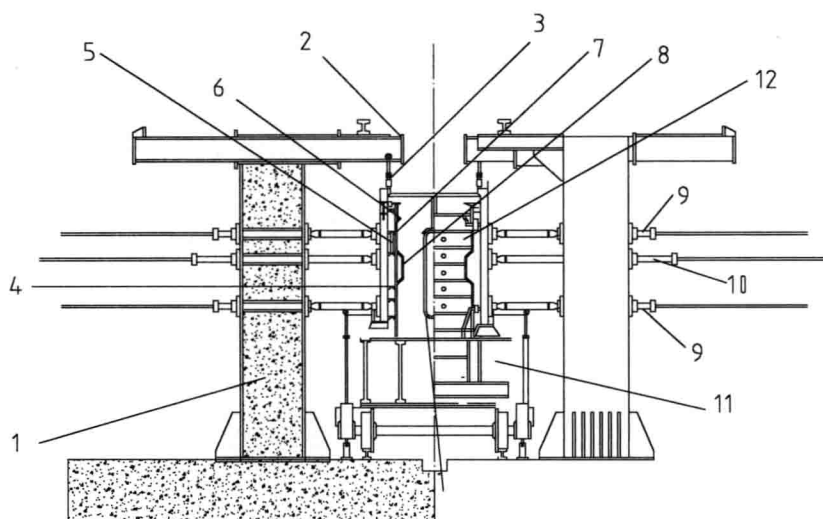


图 2 高精度可调试模板截面示意图

注：1. 上图中左半为模板中间截面图，右半为端视图。

2. 图中 1 为立柱；2 为侧模吊臂；3 为侧模高度调节器；4 为侧模板加劲钢带；5 为中模板调节装置；6 为线型板；7 为侧模板；8 为附着在侧模板上的中模板；9 为侧模小位移调节器；10 为侧模大位移调节器；11 为底模台车；12 为端模。

4.2 PC 梁线形形成原理

4.2.1 平面曲线形成原理

根据平面曲线沿梁长方向不同位置的设计值，通过对相应位移调节器杆的拉或压使梁体模板发生位移，并利用大、小位移调节器杆上的位移标尺测定位移量，来达到平面曲线的线形精度。

4.2.2 竖曲线及预设拱度形成原理

竖曲线及预设拱度是根据沿梁长方向不同位置的梁顶标高设计值，通过调整侧模高度调

节器和线形板，并利用水准仪进行测量，来达到竖曲线及预设拱度的线形精度。

4.2.3 中模板调整原理

通过计算求出不同处中模板的位置，调整中模板背后的调节柱座销使中模板达到计算位置，并拧紧调节柱座销，从而达到规定的线形。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程（见图3）

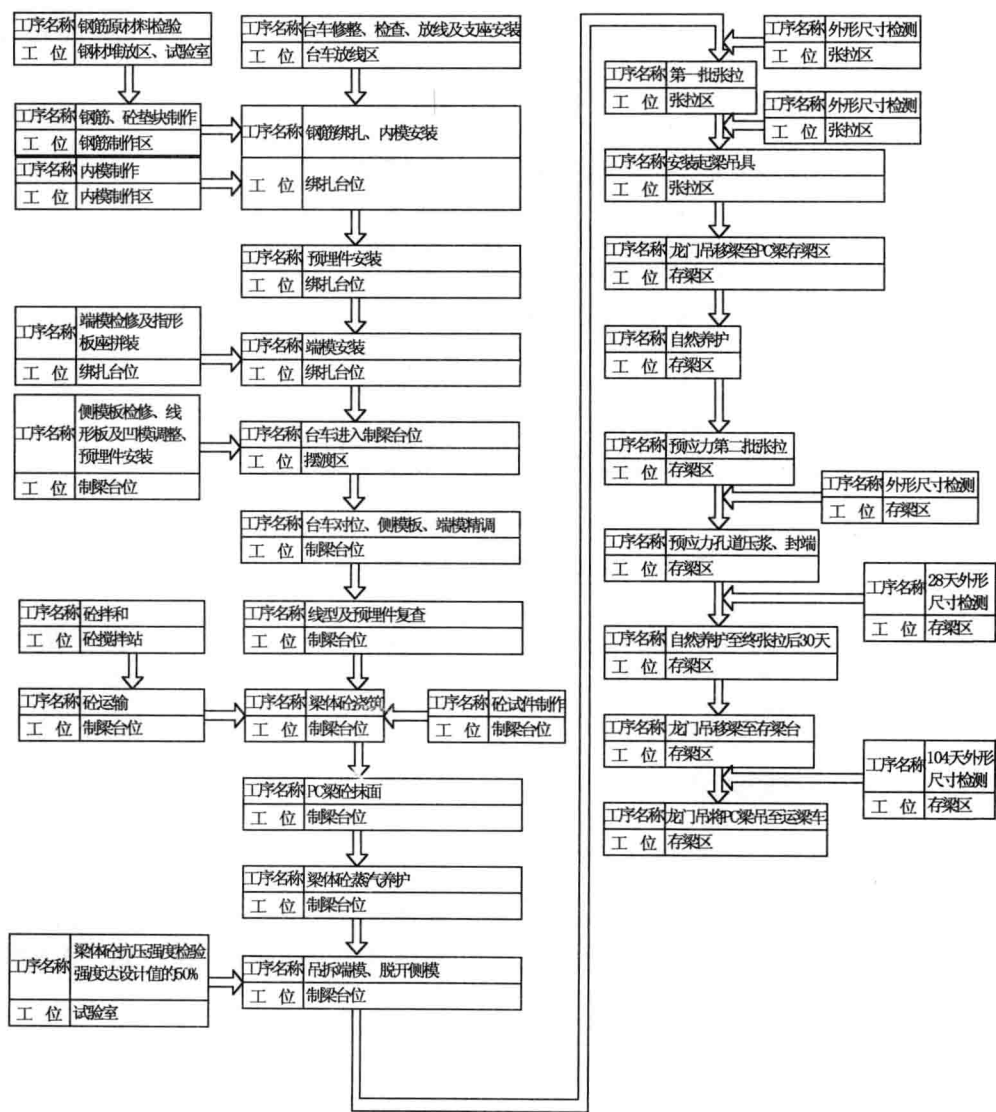


图3 PC轨道梁预制工艺流程图

5.2 操作要点

5.2.1 钢筋工程

(1) 由于 PC 梁线形多变, 不同线形梁在同一部位的钢筋下料长度不等, 因此每榀梁钢筋下料前需技术部门根据设计线形进行交底, 从而保证钢筋的成型精度。

(2) 钢筋制作需根据对应梁体不同部位的超高进行逐一弯制, 并按组立顺序进行叠放。

(3) 钢筋组立需根据台车放样所示平面曲线进行组立, 并按台车放样所示的预埋件种类及数量进行定位安装。

5.2.2 模板工程

1. 内模根据不同梁型按设计要求对应制作

内模在 PC 梁施作中为一次性 (在梁体内不再取出), 随梁体的跨度、平面曲线半径的变化而作相应变化; 内模需具备足够能承受混凝土挤压变形及破坏的刚度及强度, 一般作法是以优质层板作为隔板 (1 个/m), 以截面为 40 mm × 20 mm 的木条镶嵌在隔板上作为内模骨架, 将 0.5 mm 薄铁皮作为面板铺钉于内模骨架上即可。

2. 底模台车放样 (见图 4)

底模台车中有主梁、置于主梁底部的含行车轮的转向架, 位于主梁上与主梁连接的长度调整段、支座调整小车。其放样过程如下:

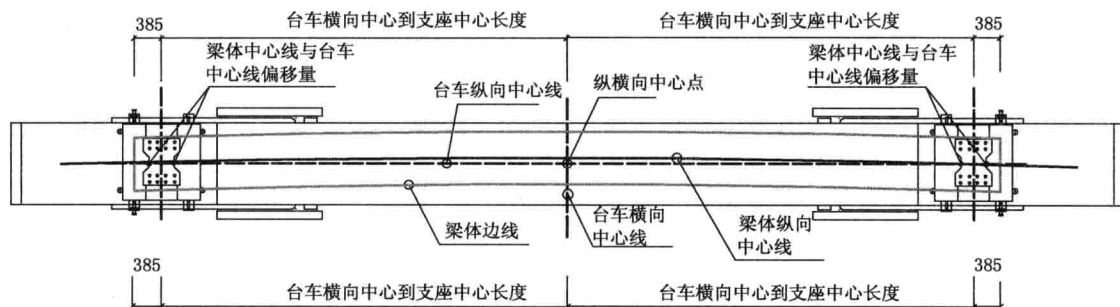


图 4 底模台车放样示意图

1) 平面直线 PC 梁放样 (含有竖曲线的平面直线梁)

(1) 用经纬仪及钢卷尺 (经校核的高精度钢卷尺, 一般为 30 m) 放出台车纵向中心线作为梁体中心线, 分别在中心线两侧作出与中心线间距为梁宽/2 的平行线作为梁体底面边线。

(2) 用钢卷尺 (经校核的高精度钢卷尺, 一般为 30 m) 在台车纵向中心线上定出台车纵向中心点, 以中心点为基准, 按设计图纸中梁长和支座中心间距, 用钢卷尺分别向台车两端作距离为 (梁长/2) 及 (跨度/2) 的点, 再过该点作纵向中心线的垂线分别与梁体边线相交, 即放出梁体端边线与支座中心位置。

2) 曲线 PC 梁放样 (含有竖曲线的平面曲线梁)

(1) 以设计图纸为依据, 作出台车纵向中心线的平行线作为梁体中心线的弦线。

(2) 用直角尺和钢卷尺从中弦线与台车横向中心线交点起,在中弦线上作间距 2 m 的垂线,在两支座中心处也作一垂线。在每条垂线上根据设计图纸中的计算数据,用钢直尺分别作出梁体内外侧边线及中心线上的点。将各点依次连接即为梁体内外侧边线和中心线(均以折线代替)。

(3) 以台车横向中心线为准分别向两端作梁体内弦线、外弦线、支座与梁体边线的交点,连接相应交点即得梁体端边线及支座中心位置。

3) 预埋件放样

梁体的边线和中心线以及支座中心位置在台车上放样之后,根据设计图纸上相应 PC 梁的预埋件种类(绝缘子固定预埋管、电缆桥架、馈线上网电缆预埋管、避雷器电缆预埋管、车体接地电缆预埋管、中间引下防护预埋管)及布置位置在台车上作出相应的平面投影位置。

3. 端模配装

1) 端模组装

(1) 先安装指形板预埋件定位铁座,再安装指形板座预埋件,指形板座应与相应的定位铁座贴合紧密。

(2) 锚具支承板用螺栓固定在端模上。

(3) 依据对应梁体设计图纸端部处的超高加工相应尺寸的木垫板,并将木垫板用螺栓安装在端模底部。

2) 端模安装

(1) 在台车端头安装端模拉杆支柱,根据台车放样吊装端模底线大致到位,并用端模拉杆将端模与台车上固定的拉杆支柱用销轴连接。

(2) 调节端模拉杆,使端模底部内边线与台车上的梁底端边线重合,并使端模倾角、转角符合设计图纸中的各项规定角度值。

(3) 端模安装完成后,复测跨度、梁长及端模倾角、转角。

4. 立 模

(1) 在台车进入模具室前,应依据设计图纸将线形板、中模板调整完毕,并安装绝缘子固定预埋管及车体接地用固定预埋管。调节侧模下缘到台车顶面间距为 20 mm。调整跨中处竖曲线调节丝杆,使跨中截面处两侧线形板台面至台车顶面高差为 1 500 mm。以调节好的跨中截面处的线形板台面高度为基准,调整竖曲线调节丝杆使各丝杆对应截面处线形板台面与跨中截面处的线形板台面高差符合设计图纸中相应的预留反拱值。

(2) 松开中模板与侧模板的紧固螺栓,调整中模板调节丝杆,使每节中模板两端的顶角到线形板台面距离为 415 mm。各中模板调到位后,拧紧紧固螺栓。用玻璃胶、封口胶等密封各中模板接缝处的间隙,然后刷脱模剂。

(3) 将梁体钢筋骨架随台车一起送入混凝土灌注位置。调节台车纵、横向位置,使台车精确就位。依据设计图纸依次调节各拉压杆的拉压量,将模板调整至设计线形(见图 5)。

(4) 安装底部密封胶条、内模防浮压栓、地脚拉杆。

(5) 对立模数据进行复核。

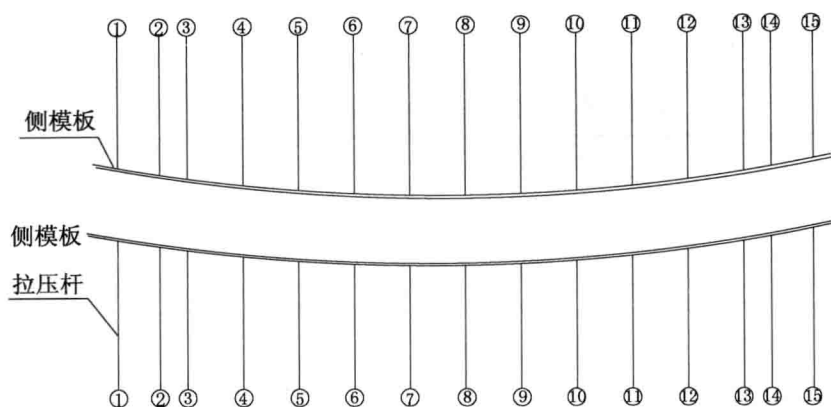


图 5 侧模调整示意图

5.2.3 混凝土工程

1. 混凝土浇筑

混凝土振捣是梁体成型质量的关键工序。梁体外观质量，特别是混凝土表面的气泡、麻面多少和混凝土振捣质量紧密相关。为了保证梁体线形的成型精度，我们摒弃了传统的附着式振动器振捣方式，而全部采用高频插入式振动棒进行振捣密实。振捣时间的长短、振点的布设是影响振捣质量的关键因素。在振捣过程中，严格做到分层布料，分层振捣。布料厚度每层不能超过 30 cm，振点按梅花形布设。

2. 混凝土抹面

(1) 当已灌注段振实后达到线形板台面时，及时跟进抹面。

(2) 先拆除振实段的内模防浮压栓，再以线形板台面为基准进行粗抹。

(3) 精准抹面：

① 将专用抹面水平尺放置在线形板台面，水平尺底部应与混凝土表面在同一个面上。

② 将专用抹面水平尺在线形板台面上前后推动，使梁体混凝土顶面与线形板台面一致。

③ 当混凝土表面接近初凝时，用专用洁净毛刷在梁体顶面横向轻刷，使混凝土表面形成均匀的细长纹路，以达到设计的粗糙度。

3. 养 护

PC 梁混凝土的养生分早期蒸汽养护、自然养护两个阶段。

1) 蒸汽养护

(1) 采用蒸汽养护时，分为静停、升温、恒温、降温四个阶段。升温速度不得超过每小时 15℃，恒温应控制在 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ 为宜；降温不超过每小时 15℃；脱模时，梁体表面温度与环境温度之差不超过 15℃。

(2) 蒸汽养护过程中，给汽以后每小时查温一次并做好记录，同时注意调整温度。温度计的布点不小于 3 处，跨中一个布点，其余两点布置在 $L/8 \sim L/4$ 处。

2) 自然养护

自然养护时，洒水次数以能使混凝土表面保持充分潮湿为度。冬季养护应采取保温措施，当环境温度低于 $+5^\circ\text{C}$ 时，不得对混凝土洒水。

5.3 劳动力组织（见表 1）

表 1 劳动力组织情况表（按两条流水线计）

序号	单项工程	所需人数	备 注
1	管理人员	20	
2	技术人员	20	
3	钢筋工程	30	钢筋制作、绑扎及一次性内模制作
4	模板工程	25	
5	混凝土工程	25	混凝土拌和及浇注、养护
6	预应力及配套	15	
	合 计	135 人	

6 材料与设备

鉴于 PC 梁在跨座式单轨交通系统中结构上的关键性以及设计上要求的耐久性（100 年），故对原材料的选择要求较高。

6.1 主要原材料（见表 2）

表 2 主要原材料表

序号	材料名称	要 求
1	胶结料	采用 52.5 级的普通硅酸盐低碱水泥，其性能应符合 GB175—2007 的相关规定
2	细集料	采用硬质洁净的中砂，细度模数在 2.4~2.8 之间，其技术要求应符合 JGJ52—2006 的规定
3	粗集料	采用坚硬耐久的碎石，公称直径在 5~25 mm 之间，其技术要求应符合 JGJ53—1992 的规定，其中，母材立方体抗压强度 ≥ 120 MPa（两倍梁体设计强度）
4	外加剂	采用聚羧酸高效减水剂，其技术标准应符合 JG/T223—2007 的规定要求
5	拌和及养护用水	采用符合 JGJ63—2006 规定要求的水源作为拌和及养护的用水
6	钢 筋	采用 HRB335 钢筋，其技术要求应符合 GB1499.2—2007 及 TB10002.3—2005 的规定，其中碳当量 $\leq 0.5\%$
7	预应力钢绞线	采用强度级别为 1 860 MPa，低松弛，技术条件符合 GB/5224—2003 的要求
8	锚 具	采用 YM 锚，试验应符合 GB/T14370—2000 中的有关规定