

桥梁上部与下部结构施工工艺

The Compendious Manual of
Technology for Bridge Superstructure and
Infrastructure Construction

| 简明手册

主 编 杨庭友
副主编 欧莘玮 刘宏林 段军朝
主 审 唐传政

中国建筑工业出版社

桥梁上部与下部结构施工工艺 简明手册

The Compendious Manual of Technology for Bridge
Superstructure and Infrastructure Construction

主 编 杨庭友

副主编 欧莘玮 刘宏林 段军朝

主 审 唐传政

参 编 郝付军 蔡勋文 易 侃 张海宝

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

桥梁上部与下部结构施工工艺简明手册/杨庭友主
编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 4
ISBN 978-7-112-18869-7

I. ①桥… II. ①杨… III. ①桥梁结构-上部结
构-桥梁施工-技术手册②桥梁结构-下部结构-桥梁施
工-技术手册 IV. ①U443-62②U445-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 306686 号

责任编辑: 李 阳 孙书妍
责任设计: 李志立
责任校对: 李欣慰 张 颖

桥梁上部与下部结构施工工艺简明手册

主 编 杨庭友
副主编 欧莘玮 刘宏林 段军朝
主 审 唐传政
参 编 郝付军 蔡勋文 易 侃 张海宝

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京科地亚盟排版公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17½ 字数: 435 千字
2016 年 8 月第一版 2016 年 8 月第一次印刷

定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-18869-7
(28094)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着我国经济和社会的发展，基础设施建设规模日益增加，作为桥梁工程又是基础设施建设中不可或缺的重要组成部分，其工程质量好坏直接影响社会稳定和人民生命财产，而其施工工艺又直接决定桥梁工程质量的关键。为了贯彻执行国家建筑行业标准化管理，加强基础性业务建设，规范和提升施工管理人员的管控能力与水平，特编写了《桥梁上部与下部结构施工工艺简明手册》。本手册是在施工实践基础上，依据现行设计系列规范、工程质量验收系列规范和相关新标准进行编写的，内容包括不同类型桥梁承台、桥墩、梁体及附属工程的施工工艺。书中每章都对工艺所涉及的适用范围、工艺特点、操作要点、质量控制、施工记录、成品保护、安全与环保措施等方面进行了较为系统的介绍。

本手册与前期出版的《桥梁桩基与基础施工工艺简明手册》共为姊妹手册，两者互为补充，这对桥梁工程施工企业推行现场标准化管理具有很好的借鉴与指导作用。本书可作为从事桥梁工程建设、施工、监理等单位的管理、技术人员和操作工人使用，也可供科研技术人员和高等院校师生参考。

本人在编写过程中得到了武汉市市政工程质量监督站唐传政教授级高工、武汉大学土木建筑工程学院高睿教授等同志的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

虽然本人力求写好本手册，但由于本人水平有限，编写时间较紧，难免有错漏之处，恳请读者不吝赐教。

目 录

第一篇 桥梁承台与墩柱工程

第 1 章 一般放坡开挖承台施工工艺	3
1.1 适用范围及特点	3
1.2 施工准备	3
1.3 施工工艺	4
1.4 质量控制	7
1.5 施工记录	8
1.6 成品保护	8
1.7 安全与环保措施	8
第 2 章 大体积混凝土施工工艺	10
2.1 适用范围及特点	10
2.2 施工准备	10
2.3 施工工艺	12
2.4 质量控制	16
2.5 施工记录	18
2.6 成品保护	18
2.7 安全与环保措施	19
第 3 章 一般墩柱（一次支模浇筑）施工工艺	20
3.1 适用范围及特点	20
3.2 施工准备	20
3.3 施工工艺	21
3.4 质量控制	29
3.5 施工记录	30
3.6 成品保护	31
3.7 安全与环保措施	31
第 4 章 混凝土墩柱滑模法施工工艺	33
4.1 适用范围及特点	33
4.2 施工准备	33
4.3 施工工艺	35

4.4	质量控制	39
4.5	施工记录	41
4.6	成品保护	41
4.7	安全与环保措施	41
第5章	混凝土墩柱翻模法施工工艺	43
5.1	适用范围及特点	43
5.2	施工准备	43
5.3	施工工艺	44
5.4	质量控制	47
5.5	施工记录	48
5.6	成品保护	48
5.7	安全与环保措施	49
第6章	混凝土墩身爬模法施工工艺	50
6.1	适用范围及特点	50
6.2	施工准备	50
6.3	施工工艺	52
6.4	质量控制	61
6.5	施工记录	63
6.6	成品保护	64
6.7	安全与环保措施	64
第7章	柱式墩盖梁抱箍法施工工艺	66
7.1	适用范围及特点	66
7.2	施工准备	66
7.3	施工工艺	67
7.4	质量控制	71
7.5	施工记录	72
7.6	成品保护	72
7.7	安全与环保措施	72
第8章	墩柱盖梁落地支架法施工工艺	74
8.1	适用范围及特点	74
8.2	施工准备	74
8.3	施工工艺	75
8.4	质量控制	78
8.5	施工记录	79
8.6	成品保护	79

8.7 安全与环保措施 80

第 9 章 支座安装施工工艺 81

9.1 适用范围及特点 81

9.2 施工准备 81

9.3 施工工艺 82

9.4 质量控制 92

9.5 施工记录 93

9.6 成品保护 93

9.7 安全与环保措施 94

第二篇 梁体工程

第 10 章 先张法预应力混凝土箱梁（空心板）施工工艺 97

10.1 适用范围及特点 97

10.2 施工准备 97

10.3 施工工艺 98

10.4 质量控制 101

10.5 施工记录 102

10.6 成品保护 102

10.7 安全与环保措施 102

第 11 章 后张预应力混凝土箱梁施工工艺 104

11.1 适用范围及特点 104

11.2 施工准备 104

11.3 施工工艺 105

11.4 质量控制 114

11.5 施工记录 114

11.6 成品保护 114

11.7 安全与环保措施 115

第 12 章 轻型手提式托架与木胶合板组合箱梁模板体系施工工艺 116

12.1 适用范围及特点 116

12.2 施工准备 116

12.3 施工工艺 117

12.4 质量控制 120

12.5 施工记录 121

12.6 成品保护 121

12.7 安全与环保措施 121

第 13 章 少支点支架与满堂支架联合支架体系施工工艺	123
13.1 适用范围及特点	123
13.2 施工准备	123
13.3 施工工艺	125
13.4 质量控制	128
13.5 施工记录	130
13.6 成品保护	130
13.7 安全与环保措施	130
第 14 章 菱形挂篮法现浇箱梁施工工艺	132
14.1 适用范围及特点	132
14.2 施工准备	132
14.3 施工工艺	134
14.4 质量控制	145
14.5 施工记录	147
14.6 成品保护	147
14.7 安全与环保措施	147
第 15 章 牵索挂篮现浇箱梁施工工艺	150
15.1 适用范围及特点	150
15.2 施工准备	150
15.3 施工工艺	151
15.4 质量控制	157
15.5 施工记录	158
15.6 成品保护	158
15.7 安全与环保措施	158
第 16 章 预应力混凝土连续箱梁顶推施工工艺	160
16.1 适用范围及特点	160
16.2 施工准备	160
16.3 施工工艺	161
16.4 质量控制	168
16.5 施工记录	169
16.6 成品保护	169
16.7 安全与环保措施	169
第 17 章 移动模架造桥机现浇箱梁施工工艺	171
17.1 适用范围及特点	171
17.2 施工准备	172

17.3	施工工艺	174
17.4	质量控制	183
17.5	施工记录	184
17.6	成品保护	185
17.7	安全与环保措施	185
第 18 章	后张预应力箱梁孔道压浆施工工艺	187
18.1	适用范围及特点	187
18.2	施工准备	187
18.3	施工工艺	191
18.4	质量控制	193
18.5	施工记录	201
18.6	成品保护	201
18.7	安全与环保措施	201
第 19 章	现浇梁体支架预压施工工艺	202
19.1	适用范围及特点	202
19.2	施工准备	202
19.3	施工工艺	203
19.4	质量控制	206
19.5	施工记录	207
19.6	成品保护	207
19.7	安全与环保措施	207
第 20 章	大截面鱼腹式箱梁混凝土施工工艺	209
20.1	适用范围及特点	209
20.2	施工准备	210
20.3	施工工艺	213
20.4	质量控制	228
20.5	施工记录	229
20.6	成品保护	229
20.7	安全与环保措施	230
第 21 章	架桥机架设法施工工艺	231
21.1	适用范围及特点	231
21.2	施工准备	231
21.3	施工工艺	232
21.4	质量控制	244
21.5	施工记录	244

21.6 成品保护 244

21.7 安全与环保措施 245

第 22 章 自行式吊机架设法施工工艺 247

22.1 适用范围及特点 247

22.2 施工准备 248

22.3 施工工艺 249

22.4 质量控制 251

22.5 施工记录 252

22.6 成品保护 252

22.7 安全与环保措施 252

第三篇 桥梁附属工程

第 23 章 桥梁混凝土防撞护栏施工工艺 257

23.1 适用范围及特点 257

23.2 施工准备 257

23.3 施工工艺 257

23.4 质量控制 261

23.5 施工记录 261

23.6 成品保护 262

23.7 安全与环保措施 262

第 24 章 桥梁伸缩缝装置安装施工工艺 263

24.1 适用范围及特点 263

24.2 施工准备 263

24.3 施工工艺 264

24.4 质量控制 265

24.5 施工记录 266

24.6 成品保护 266

24.7 安全与环保措施 266

参考文献 269

第一篇 桥梁承台与墩柱工程

第 1 章 一般放坡开挖承台施工工艺

1.1 适用范围及特点

1.1.1 适用范围

本工艺适用于干涸无水河滩、河沟中，或虽有水但经改河或筑堤能排除地表水的河沟；地下水位低于基底或渗透量小，不影响坑壁的稳定性；基础埋置不深，施工工期较短，挖基坑时不影响邻近建筑物的安全。

1.1.2 工艺特点

(1) 施工工艺简单、便于操作。(2) 施工功效高、无须特殊施工设备。(3) 施工质量、安全易于控制。

1.2 施工准备

1.2.1 技术准备

(1) 根据现场地质、水文资料以及设计图纸，编制专项承台施工方案，并向现场管理人员及作业班组进行安全、技术交底。

(2) 基坑开挖前，对基坑开挖范围内进行地上、地下障碍物的排除工作，及时清理以免造成施工干扰。

(3) 根据业主及设计单位提供的测量控制点，进行现场控制网复测及加密；并根据测量成果进行承台开挖平面尺寸、轴线、高程的测量放线工作。

1.2.2 材料准备

(1) 安全防护材料：安全帽、安全爬梯、安全照明设施等。

(2) 边坡防护材料：防护栏杆、警示带、警示牌等。

(3) 承台施工材料：模板、钢筋、混凝土、预埋件、对拉螺杆等。

1.2.3 机具准备

(1) 土方开挖设备：挖掘机、土方运输车、铁锹、空压机、风镐等。

(2) 排水设备：潜水泵、塑料管或胶皮管等。

(3) 混凝土浇筑设备：混凝土运输罐车、混凝土泵车、溜槽、串通、插入式振动棒。

(4) 测量设备：全站仪、水准仪等。

1.2.4 作业条件准备

(1) 施工前，做好现场的三通一平工作。

(2) 制定好现场施工区域机械、车辆行走路线、开挖方式及开挖顺序等方案。

(3) 施工前对现场的施工机具进行检验验收，并对现场的操作人员进行安全技术交底

工作，做好现场的排水工作。

1.3 施工工艺

1.3.1 工艺流程

一般放坡开挖承台施工工艺流程如图 1-1 所示。

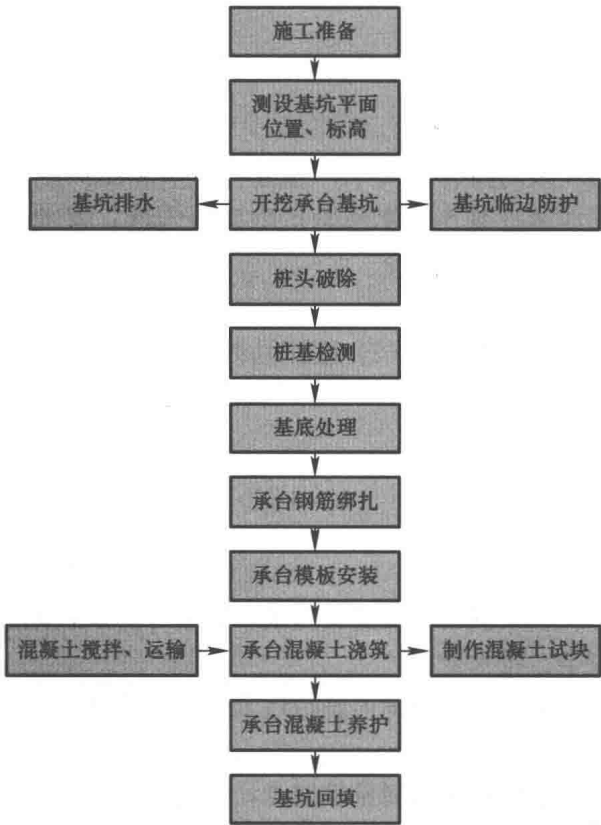


图 1-1 一般放坡开挖承台施工工艺流程

1.3.2 操作要点

1. 基坑形式选择

(1) 垂直坑壁基坑

对于天然湿度接近最佳含水量、构造均匀、不致发生坍滑、移动、松散或不均匀下沉的土层，基坑可采用垂直坑壁的形式。不同土类状态垂直坑壁基坑容许深度可参考表 1-1。

无支护加固的垂直坑壁基坑容许深度		表 1-1
序号	土类	容许深度 (m)
1	密实、中密的砂类土和砾类土（充填物为砂类土）	1.00
2	硬塑、软塑的低液限粉土、低液限黏土	1.25
3	硬塑、软塑的高液限黏土、高液限黏质土夹砂砾土	1.50
4	坚硬的高液限黏土	2.00

黏质土的垂直坑壁最大高度 $H_{\max}$ 可按下式进行计算：

$$H_{\max} = \frac{0.2c}{k\rho \text{tg}(45^\circ - \varphi/2)} - \frac{q}{10\rho}$$

式中 $H_{\max}$ ——垂直坑壁最大高度 (m);
 k ——安全系数, 一般可采用 1.25;
 ρ ——坑壁土的密度 (g/cm³);
 q ——坑顶边缘均布静荷载 (kPa);
 φ ——坑壁土的内摩擦角 (°);
 c ——坑壁土的黏聚力 (kPa)。

(2) 斜坡和阶梯形坑壁基坑

基坑深度在 5m 以内, 土的湿度正常、土层构造均匀, 基坑坑壁坡度可参考表 1-2, 采用斜坡开挖或按相应斜坡高、宽比值开挖成阶梯形坑壁, 每梯高度以 0.5~1.0m 为宜。阶梯可兼作人工运土台阶。

基坑坑壁坡度 表 1-2

序号	坑壁土类别	坑壁坡度		
		坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
1	砂类土	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.5
2	卵石、砾类土	1 : 0.75	1 : 1	1 : 1.25
3	粉质土、黏质土	1 : 0.33	1 : 0.5	1 : 0.75
4	极软岩	1 : 0.25	1 : 0.33	1 : 0.67
5	软质岩	1 : 0	1 : 0.1	1 : 0.25
6	硬质岩	1 : 0	1 : 0	1 : 0

注: ① 坑壁有不同土层时, 基坑坑壁坡度可分层选用, 并可根据现场实际情况设置平台。
② 坑壁土的类别按照现行行业标准《公路土工试验规程》JTG E40—2007 划分, 岩面单轴抗压强度<5MPa、5~30MPa、>30MPa 时, 分别定为极软、软质、硬质岩。
③ 当基坑深度大于 5m 时, 基坑坑壁坡度可适当放缓或加设平台。

基坑深度大于 5m 时, 可参考表 1-2 坑壁坡度适当放缓, 或加做平台。土的湿度超过坑壁稳定的湿度时, 应采用缓于该湿度时土的天然坡度, 或采取加固坑壁的措施。

(3) 变坡度坑壁基坑

当开挖基坑穿过不同土层时, 坑壁边坡可按各层土质采用不同坡度。当下层土质为密实黏质土或岩石时, 下层可采用垂直坑壁。在坑壁坡度变换处可视需要设至少 0.5m 宽的平台。

2. 基坑平面测量放线

根据基坑开挖深度、地下水以及土层情况, 确定基坑方式与基坑开挖平面尺寸后, 应采用全站仪对基坑开挖的平面尺寸及基坑的轴线进场测量放线。一般情况按基础平面尺寸四周各边应增宽 50~100cm, 以便在基础底面外安置基础模板, 设置排水沟、集水坑等。在无地下水、土质满足垂直开挖的要求、基础施工可采用原槽浇筑时, 基坑开挖可按基础平面尺寸进行开挖, 不必加大。

3. 基坑开挖

(1) 基坑开挖一般采用人工配合挖掘机进行开挖, 对岩石采用爆破的方式开挖。开挖至坑底时要保留不小于 20cm 的厚度, 待基础混凝土垫层浇筑前, 再用人工挖至基底标高。

根据地质情况不同,采用放坡开挖或垂直开挖,并考虑 0.5~1.0m 的工作平台预留,及时做好基坑排水。

(2) 基坑采用人工清底后,应按设计进行混凝土垫层的施工;基坑垫层施工过程中,应控制好垫层的顶标高即承台结构底标高。垫层平面尺寸一般比承台平面尺寸各边大 15cm 左右。

(3) 基坑开挖完成后,应及时采用钢管脚手架在基坑四周搭设防护栏杆,防护栏杆搭设高度不宜小于 1.2m,以确保安全;并在基坑边缘设置明显的安全警示标牌。

(4) 在基坑顶边缘四周应设置向外排水坡度,并在适当距离设置截水沟,防止地面水流入基坑。基坑顶面有动荷载时,其边缘与动荷载之间应留有不小于 1m 宽的护道,动荷载较大时宜适当加宽护道,不得将弃土堆放在基坑边缘;若水文和地质条件较差,应采取加固措施。

4. 凿除桩头、桩基检测

(1) 破桩头前,应在桩体侧面用红油漆标注高程线,以防桩头被多凿,桩顶伸入承台内高度为 10cm (不包含垫层厚度)。破除桩头时应采用空压机结合人工凿除,上部采用空压机凿除,下部留有 10~20cm 由人工进行凿除。凿除过程中保证不扰动设计桩顶以下的桩身混凝土。严禁用挖掘机或铲车将桩头强行拉断,以免破坏主筋。将伸入承台的桩身钢筋清理整修成设计形状,复测桩顶高程,进行桩基检测。

(2) 桩头凿除完成后经验收合格后,并经超声波检测桩基合格后方可进行承台钢筋的绑扎。

5. 钢筋绑扎

(1) 钢筋的质量必须符合现行国家技术标准,具有出厂质量证明书和试验报告单。进场后进行进场检验,检验合格后方可使用。钢筋统一在钢筋加工厂制作成半成品,平板车运输到工点,现场绑扎成型。

(2) 钢筋绑扎前,在基底垫层上放出承台边线,并画出钢筋绑扎的间距,用于控制钢筋绑扎和检查。

主筋采用搭接焊或直螺纹套筒连接。焊接接头焊缝的长度单面搭接不应小于 $10d$,双面搭接不应小于 $5d$ 。焊接保证钢筋接头在同一断面内(相邻焊接接头间距不小于 $35d$,且不少于 50cm)的数量不能超过钢筋总量的 50%。搭接焊应使两钢筋的轴线位于同一直线上,焊接时在钢筋一端引弧,并在搭接钢筋端头上收弧,弧坑应填满。采用直筒螺纹连接,钢筋套丝后用打磨机磨平丝头毛刺,直螺纹套筒连接外露丝扣不得超过完整一丝。

(3) 钢筋加工与安装要注意预埋钢筋及其他预埋件。安装好垫块,控制钢筋保护层厚度。

6. 模板安装

(1) 承台模板采用组合钢模或木胶合板。安装前应使模板表面清洁并涂隔离剂,以便脱模。模板与钢筋安装工作应配合进行,妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设。模板安装前应根据承台的长、宽、高安装侧模,模内以圆钢拉杆对拉,模外采用钢管或方木支撑,以保证侧模安装的垂直度和稳定性。模板安装完毕后,必须检查其平面尺寸、几何尺寸、标高及纵横向稳定性,模板拼缝及加固体系稳定性等的检查,自检合格后经监理工程师检查合格后进行混凝土的浇筑。

(2) 混凝土浇筑前对模板、钢筋及预埋件进行二次检查,符合设计要求并确认无误后

方可浇筑。对模板内带有的杂物、积水和钢筋上的污垢应清理干净，模板安装应固定、牢靠，接缝平顺严密不漏浆，模板如有缝隙，应堵塞严密。模板安装完后在模板顶测量标高，并做好记号。在混凝土灌注过程中，设专人检查模板及其支撑，随时进行加固和校正。

7. 混凝土浇筑及养护

(1) 承台混凝土浇筑前对搅拌机和配料机进行全面检修，确保混凝土拌合时计量准确，拌合时间要符合规定，确保拌合均匀，拌合时由试验人员对混凝土坍落度进行控制，以满足施工要求。

(2) 混凝土的运输采用混凝土搅拌车运输。到场混凝土，应检查混凝土的均匀性和坍落度。混凝土浇筑采用分层连续浇筑，分层厚度为 30cm；在混凝土浇筑过程中，应在前层混凝土初凝之前，将次层混凝土浇筑完毕，保证无层间冷缝发生。

(3) 混凝土的振捣，采用插入式振捣器，操作中严格按振动棒的作用范围，严禁漏捣，避免因振捣不密实出现蜂窝麻面，或因过振而出现振捣性离析的情况。振捣时移动间距不应超过振动器作用半径的 1.5 倍，且按梅花点布置，与侧模应保持 50~100mm 的距离，插入下层混凝土 50~100mm，每一处振动至表面呈平坦泛浆，不再冒气泡为止。振捣过程中，应避免振动棒碰撞模板、钢筋及其他预埋件。

(4) 混凝土浇筑时其自由下落高度不大于 2m，浇筑时视情况设置溜槽或串筒。在混凝土振捣平整以后，初凝之前进行表面抹压，以清除早期产生的塑性裂纹。混凝土浇筑完毕要及时覆盖养生布进行养护，养护时间不得小于 7 天，确保承台质量。

8. 模板拆除

拆模时要小心操作，严禁敲打模板，应采用静力使模板上下同时脱离，严禁暴力操作。安装和拆模时用吊车配合，统一指挥，严禁碰撞承台，确保承台外观质量。拆除后的模板应立即清理，并在下一施工处旁边组装完毕，进行校核检查。拆模后的混凝土应立即进行养护并包裹塑料布，做好成品保护。

9. 基坑回填

混凝土达到设计强度后按照设计要求进行基坑回填，基坑四周同步、分层回填。

1.4 质量控制

1.4.1 验收标准

承台施工允许误差，除设计有特殊规定外，应符合表 1-3 的规定。

承台施工允许误差				表 1-3
序号	项目		允许误差 (mm)	检验方法
1	基底高程	土质	+50, -50	测量检查
2		石质	+50, -200	测量检查
3	轴线偏位		25	测量检查
4	基础顶面高程		+30, -30	测量检查
5	相邻模板表面高低差		2	测量检查
6	尺寸		+10, 0	测量检查
7	预埋件中心线位置		3	测量检查