

---

# 公路水运工程承重支架 安全技术指南

Technical guide line for safety of support scaffold  
in highway and waterway engineering

主编 张建东 刘 荣

主审 黄淞文 (江苏省交通运输厅工程质量监督局)



上海科学技术出版社

# 公路水运工程承重支架 安全技术指南

Technical guide line for safety of support scaffold  
in highway and waterway engineering

主编 张建东 刘 朵

主审 黄淞文 (江苏省交通运输厅质量监督局)

上海科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

公路水运工程承重支架安全技术指南 / 张建东, 刘朵  
主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-5478-4233-1

I. ①公… II. ①张…②刘… III. ①道路施工—脚手架—安全技术—指南②航道工程—工程施工—脚手架—安全技术—指南 IV. ①U415.55-62②U615.31-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 239455 号

## 公路水运工程承重支架安全技术指南

主编 张建东 刘朵

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

印刷

开本 850×1168 1/32 印张 5.5

字数: 136 千字

2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-4233-1/TU·271

定价: 35.00 元

---

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

## 编审委员会

顾 问：姜竹生 丁志群 桂志敬

主 审：黄淞文

主 编：张建东 刘 朵

参编人员：冯晓楠 张岩松 毛 娟 王建松

徐云辉 杨 洋 吴国水 徐 剑

张 帆

主编单位：江苏省交通运输厅工程质量监督局

苏交科集团股份有限公司

参编单位：江苏恒基路桥有限公司

南京工业大学

# 前 言

随着我国交通基础设施建设的蓬勃发展,近年来,公路水运工程建设中现场施工质量和安全问题显得尤为重要。混凝土现浇施工是目前公路水运工程建设中最为常用的施工工艺之一,而承重支架是现场浇筑普遍使用的临时支撑体系,尤其随着支架规模和难度的不断增大,对施工安全的要求也逐渐提高。虽然,近年来国家出台了一系列相关政策法规和管理办法,重大支架垮塌事故时仍有发生,甚至产生连续性趋势,造成了巨大的人员和财产损失。

目前,住房和城乡建设部发布了一系列支架和脚手架技术标准,但是和房屋建筑工程相比,公路水运工程的承重支架具有荷载作用大、地基条件复杂、倾覆风险大(如横纵坡度影响、无连墙件等)等特点,住建系统的支架标准难以满足大型交通基础设施建设的需求。针对公路水运工程领域缺乏承重支架规范的现状,亟须建立符合行业特点的技术标准,为确保承重支架工程安全提供技术支撑。分析近年来承重支架重大安全事故发现,其事故原因主要包括:原材料质量缺陷、检测指标不明确;荷载认知不足、设计计算不合理;施工操作不规范、缺乏风险控制措施;安全监管不到位、缺乏职业培训教育等,且支架事故可能发生在搭设、预压、混凝土浇筑、拆除的施工各个环节。

《公路水运工程承重支架安全技术指南》包括:基本规定与安全性能指标、设计计算与构造要求、施工(搭设与拆除)、检查与验收、监测与监控、安全管理等方面。在基本规定中,根据支架工程施工环境、规模等特点划分了安全风险等级,并将风险等级与现场检查、监测及安全管理等相关联(风险等级越高,检查指标和频

率越高),给出了支架选型原则,规定了构配件及整架的基本安全性能指标;在设计计算中,给出了主要荷载及其基本组合,结构稳定性计算公式根据前期支架足尺破坏试验结果,反映节点刚度、步距等多因素耦合作用的影响,构造上根据风险等级规定了剪刀撑、斜杆等详细构造要求;在施工上,明确了地基处理要求以及搭设、预压、浇筑、拆除的施工全过程技术要求和质量控制要领;在检查与验收方面,从原材料进场检测到整架质量检测均明确了相关检查科目和各项指标要求;在监测与监控方面,针对安全风险等级较高的支架,规定了主要监测指标及安全性判别标准;在安全管理方面,明确了业主、施工、监理的职责及施工过程安全督查要求。最后 16 个附录列出了现场检查与验收等技术与管理表格模板。本指南对于公路水运工程施工技术人员编制支架专项方案、现场施工标准化管理、支架安全检查与验收等提供技术支撑。

在江苏省交通运输厅工程质量监督局的组织下,以苏交科集团股份有限公司为主,开展了“适用于公路水运工程建设的承重支架工程安全管理及技术标准研究”科研工作,研究成果在多个依托工程中得以应用和检验。以交通运输部安全与质量监督司黄勇巡视员为组长的专家组鉴定表明,通过本课题研究,建立了基于承重支架风险等级的安全性能指标体系,首次提出了考虑公路水运工程特点的支架安全指标限值,为施工过程安全管理与风险控制提供依据;通过室内和现场支架荷载试验,并结合大量数据分析,提出了适用于公路水运工程领域的承重支架实用设计计算方法;建立了承重支架搭设、使用、拆除等施工全过程标准化技术及安全控制要点,提出了现场检测与监控技术指标及控制要领。

本指南为上述研究成果的一部分,编审委员会以实地调研、组织座谈、专家审查等形式,广泛吸取了交通运输主管部门、建设、施工、监理等单位相关专家的意见与建议,力求具有针对性、合理性和可操作性。对编制过程中给予支持和协助的相关单位和专家深表感谢。

期待本指南的出版对规范承重支架施工技术、提升公路水运工程施工安全起到积极的促进作用。由于编写人员水平有限,难免存在不足之处,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议(邮箱 1165334241@qq.com),以供进一步修改和完善。

# 目 次

1	总则 .....	1
2	术语与符号 .....	2
2.1	术语 .....	2
2.2	符号 .....	3
3	基本规定 .....	8
3.1	基本要求 .....	8
3.2	风险等级 .....	8
3.3	支架种类 .....	9
3.4	支架选型原则 .....	11
4	支架安全性能指标 .....	13
4.1	构配件 .....	13
4.2	架体 .....	28
5	荷载 .....	31
5.1	荷载类型 .....	31
5.2	荷载标准值 .....	31
5.3	荷载组合 .....	32
6	结构设计 .....	34
6.1	一般规定 .....	34
6.2	水平杆设计计算 .....	36
6.3	稳定性计算 .....	37
6.4	地基承载力计算 .....	45
7	构造要求 .....	47
7.1	一般规定 .....	47
7.2	碗扣支架 .....	51
7.3	盘扣支架 .....	55
7.4	其他支架 .....	59



8	施工	60
8.1	一般规定	60
8.2	施工准备	61
8.3	地基处理及基础施工	61
8.4	搭设	62
8.5	支架预压	63
8.6	混凝土浇筑	64
8.7	拆除	65
9	检查与验收	67
9.1	一般规定	67
9.2	构配件进场	67
9.3	搭设	68
9.4	整架	68
10	监测与监控	69
10.1	一般规定	69
10.2	预压监控	70
10.3	浇筑监控	71
11	安全管理	74
11.1	一般规定	74
11.2	安全要求	75
附录 1	风压高度变化系数	77
附录 2	钢管轴心受压稳定系数	79
附录 3	碗扣支架稳定性验算折减系数	82
附录 4	承重支架专项施工方案(模板)	85
附录 5	承重支架设计计算书(模板)	87
附录 6	承重支架施工图纸(模板)	88
附录 7	承重支架安全性能检测要求	90
附录 8	承重支架检查与验收技术要求	95
附录 9	支架构配件试验检查方法	101
附录 10	支架构配件进场检测管控文件	112
附录 11	支架构配件检测报告格式	125

附录 12	承重支架日常安全巡检要点 .....	137
附录 13	承重支架日常安全巡检记录 .....	140
附录 14	承重支架整架验收文件 .....	142
附录 15	承重支架整架验收报告 .....	145
附录 16	承重支架施工监控记录 .....	154
附录 17	承重支架工程质量检查报告 .....	159
	本指南用词说明 .....	161
	引用标准名录 .....	162

# 1 总 则

**1.0.1** 为指导承重支架的设计、施工、检查与验收、监测与监控，制定本指南。力求技术先进、安全适用、经济合理、易于操作。

**1.0.2** 本指南适用于公路水运工程中承重支架的设计、施工和管理。

**1.0.3** 承重支架施工前，应编制专项施工方案。

**1.0.4** 承重支架的设计、施工、检查与验收、监测与监控、管理除应符合本指南要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 承重支架 support scaffold

由杆件或结构单元、配件通过可靠连接而成,支撑于地面或结构上,可承受各种荷载,具有安全保护功能,为公路水运提供模板支撑和作业平台的支架;包括以各类不同杆件(构件)和节点形式构成的结构安装承重支架、混凝土施工用模板承重支架等。

#### 2.1.2 碗扣式钢管支架 buckle bowls steel tubular scaffold

立杆采用套管承插连接,水平杆采用杆端“插头”插入下碗扣中,用上碗扣和定位销连接,形成结构几何不变体系的钢管支架。碗扣式钢管支架由立杆、水平杆、剪刀撑、扣件、可调底座及可调托座等构配件构成。根据用途可将其分为承重支架和脚手架两类,简称“碗扣支架”。

#### 2.1.3 盘扣式钢管支架 disk lock steel tubular scaffold

立杆采用套管承插连接,水平杆和斜杆采用杆端扣接头卡入连接盘,用楔形插销连接,形成结构几何不变体系的钢管支架。承插型盘扣式钢管支架由立杆、水平杆、斜杆、可调底座及可调托座等构配件构成。根据其用途可分为承重支架和脚手架两类,简称“盘扣支架”。

#### 2.1.4 其他钢管支架 other tubular scaffold

以其他节点形式与钢管形成杆件(构件),进一步形成结构几何不变体系的钢管支架。本指南中简称“其他支架”。

#### 2.1.5 立杆 standing tube

架体中按一定标距焊接有各类承重支架相应的连接节点和连接套管的竖向支撑杆件。

### 2.1.6 水平杆 ledger

架体中两端焊接有各类承重支架相应的接头,且与立杆连接的  
水平杆件。

### 2.1.7 剪刀撑 diagonal brace

在架体竖向或水平向成对设置的交叉斜杆或钢管。

### 2.1.8 可调底座 base jack

安装在立杆底端可调节高度的底座。

### 2.1.9 可调托座 U-head jack

安装在立杆顶端可调节高度的托座。

### 2.1.10 节点 node

立杆、纵向水平杆和横向水平杆三杆紧靠的连接点。

### 2.1.11 扣件 coupler

采用螺栓紧固的扣连接件。包括直角扣件、旋转扣件、对  
接扣件。

### 2.1.12 立杆间距 spacing of upright tube

承重支架相邻立杆支架的轴线距离。

### 2.1.13 立杆纵距(跨) longitudinal spacing of upright tube

承重支架相邻立杆之间的纵向间距。

### 2.1.14 立杆横距 transverse spacing of upright tube

承重支架相邻立杆之间的横向间距。

### 2.1.15 步距 lift height

同一立杆跨距内相邻水平杆竖向距离。

### 2.1.16 节点转动刚度 rotational stiffness of joint

支架结构中的立杆与水平杆连接节点发生单位转角(弧度  
制)所需弯矩值。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 荷载和荷载效应

$F_{wk}$ ——风荷载作用在承重支架计算单元的竖向栏杆围挡(模  
板)范围内产生的水平集中力标准值;

- $G_{jk}$ ——承重支架计算单元上集中堆放的物料自重标准值；  
 $g_{1k}$ ——承重支架均匀分布的架体结构及附件自重面荷载标准值；  
 $g_{2k}$ ——承重支架均匀分布的架体上部的模板等物料面荷载自重标准值；  
 $M$ ——水平杆弯矩设计值；  
 $M_{Tk}$ ——承重支架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值；  
 $M_w$ ——计算立杆段由风荷载设计值产生的弯矩；  
 $M_{wk}$ ——立杆由风荷载产生的弯矩标准值；  
 $N$ ——立杆的轴力设计值；  
 $R$ ——水平剪力设计值  
 $\sum N_{Gk1}$ ——立杆由架体结构及附件自重产生的轴力标准值综合；  
 $\sum N_{Gk2}$ ——承重支架立杆由模板及支撑梁自重和混凝土及钢筋自重产生的轴力标准值总和；  
 $N_{Qk}$ ——立杆由施工荷载产生的轴力标准值；  
 $N_{wk}$ ——承重支架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值；  
 $q_{wk}$ ——风荷载作用在承重支架计算单元的架体范围内的均布线荷载标准值；  
 $S_d$ ——荷载组合的效应设计值；  
 $R_d$ ——架体结构或构件的抗力设计值；  
 $\nu$ ——受弯构件挠度；  
 $w_0$ ——基本风压值；  
 $w_k$ ——风荷载标准值；  
 $w_{fk}$ ——承重支架风荷载标准值；  
 $w_{mk}$ ——承重支架竖向栏杆围挡(模板)的风荷载标准值；  
 $N_{Gk2}^1$ ——现浇箱梁腹板位置立杆恒载计算值；  
 $N_{Gk2}^2$ ——现浇箱梁底板位置立杆恒载计算值。

### 2.2.2 材料性能和抗力

- $C$ ——架体构件的容许变形值；
- $E$ ——钢材弹性模量；
- $f$ ——钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
- $f_a$ ——修正后的地基承载力特征值；
- $f_{ak}$ ——地基承载力特征值；
- $R_d$ ——架体结构或构件的抗力设计值；
- $V_R$ ——节点抗剪承载力设计值；
- $K$ ——节点转动刚度；
- $\nu$ ——水平杆挠度；
- $[\nu]$ ——受弯构件容许挠度。

### 2.2.3 几何参数

- $A$ ——钢管横截面面积；
- $A_g$ ——立杆基础底面面积；
- $a$ ——首层水平杆离地高度和立杆伸出顶层水平杆长度中最大值；
- $b_j$ ——承重支架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离；
- $H$ ——架体搭设高度；
- $L$ ——架体搭设长度(纵向)；
- $B$ ——架体搭设宽度(横向)；
- $[H]$ ——双排脚手架允许搭设高度；
- $H_m$ ——承重支架顶部竖向栏杆围挡(模板)的高度；
- $h$ ——支架标准步距；
- $h'$ ——支架立杆顶层水平杆步距；
- $I$ ——截面惯性矩；
- $i$ ——截面回转半径；
- $l_0$ ——计算长度；
- $l_a$ ——立杆纵向间距；
- $l_b$ ——立杆横向间距；

$n$ ——承重支架计算单元跨数；  
 $t$ ——钢管壁厚；  
 $W$ ——截面模量；  
 $\phi$ ——钢管外径；  
 $\lambda$ ——长细比；  
 $V$ ——承重支架立杆顶端投影钢筋混凝土体积；  
 $\rho$ ——钢筋混凝土的容重；  
 $l_{b1}$ 、 $l_{b2}$ ——单根立杆在横桥方向的左右立杆间距；  
 $l_{a1}$ 、 $l_{a2}$ ——指单根立杆在纵桥方向的前后立杆间距；  
 $H'$ ——指承重支架立杆顶端投影混凝土换算高度；  
 $h_1$ ——首层水平杆离地高度；  
 $h_1'$ ——扫地杆离地高度；  
 $h_2$ ——可调托座伸出顶层水平杆的长度。

#### 2.2.4 计算系数

$k$ ——盘扣支架悬臂端计算长度折减系数；  
 $m_f$ ——地基承载力修正系数；  
 $\mu$ ——支架立杆计算长度修正系数；  
 $\mu_z$ ——风压高度变化系数；  
 $\mu_s$ ——风荷载体型系数；  
 $\mu_{st}$ ——单榀架风荷载体型系数；  
 $\mu_{stw}$ ——平行桁架的整体体型系数；  
 $\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数；  
 $\gamma_G$ ——永久荷载分项系数；  
 $\gamma_Q$ ——可变荷载分项系数；  
 $\gamma_u$ ——永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值；  
 $\psi_c$ ——施工荷载及其他可变荷载组合值系数；  
 $\psi_w$ ——风荷载组合值系数  
 $\beta_1$ ——碗扣支架随首层水平杆高度与悬臂杆长度中最大值变化的折减系数；  
 $\alpha_1$ ——碗扣支架首层水平杆高度与悬臂杆长度中最大值与



1 m 的比值；

$\beta_2$ ——碗扣支架随节点刚度变化的折减系数；

$\alpha_2$ ——碗扣支架实际节点刚度  $K$  与  $K_g = 65 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$  的  
比值；

$\beta_3$ ——碗扣支架随长宽比与高度变化的折减系数；

$\alpha_3$ ——碗扣支架的长宽比；

$\beta_4$ ——碗扣支架随水平杆步距变化的折减系数；

$\varphi_1$ ——承重支架立杆恒载安全系数；

$\varphi_2$ ——承重支架立杆恒载折减系数。