

UDC

中华人民共和国行业标准

P

TB

TB 10110—2011
J 1325—2011

**铁路混凝土梁
支架法现浇施工技术规范**

Technical Specification for Construction
On Cast-in-situ Railway Concrete Girder by Falsework

2011-11-09 发布

2012-01-01 实施



定 价： 17.00 元

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路混凝土梁支架法现浇施工技术规范

Technical Specification for Construction
On Cast-in-situ Railway Concrete Girder by Falsework

TB 10110—2011

J 1325—2011

主编单位：中铁二局集团有限公司

中铁二十四局集团有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2012年1月1日

中国铁道出版社

2011年·北京

关于发布《铁路混凝土梁支架法 现浇施工技术规范》的通知

铁建设〔2011〕156号

现发布《铁路混凝土梁支架法现浇施工技术规范》(TB 10110—2011, 另发单行本), 自2012年1月1日起施行。

本标准由铁道部建设管理司负责解释, 由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇一一年十一月九日

中华人民共和国行业标准
铁路混凝土梁支架法现浇施工技术规范
TB 10110—2011
J 1325—2011

*

中国铁道出版社出版发行
(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

出版社网址: <http://www.tdpress.com>

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850 mm × 1 168 mm 1/32 印张: 3 字数: 74 千字

2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷

统一书号: 15113 · 3598 定价: 17.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部联系调换。

发行部电话: 路(021)73170, 市(010)51873172

6. 完善了落梁和横移梁工艺措施。细化了工装配备、工序流程、作业要点和安全保障等具体措施。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

在执行本规程过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料，如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交中铁二局集团有限公司（成都市马家花园路10号，邮政编码：610031），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区北蜂窝路乙29号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规程由铁道部建设管理司负责解释。

本规程主编单位：中铁二局集团有限公司、中铁二十四局集团有限公司。

本规程参编单位：中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁十八局集团有限公司、中铁二十二局集团有限公司。

本规程主要起草人员：周祖清、卿三惠、郇小群、钱纪民、彭亮英、李友明、张立青、吴明、蒲伟、王俊、伍佰全、杨少宏、王爱国、阚宏明、乐伟、韦慎、刘少军、徐惠纯、程慧林、武正峰。

本规程主要审查人员：安国栋、苏全利、米隆、吴明友、韩文雷、薛吉岗、闫志刚、史常青、张先军、徐升桥、梁志新、王勋文、刘宏刚、朱飏、王金、周新亚、李小和、张文格。

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	3
2.1 术 语	3
2.2 符 号	3
3 施工准备	5
3.1 施工调查	5
3.2 技术准备	6
3.3 人员培训及技术交底	6
4 支架结构设计	8
4.1 一般规定	8
4.2 支架结构分类及选型	10
4.3 荷载种类及组合	13
4.4 支架结构计算	18
4.5 支架构造要求	24
5 支架施工	31
5.1 一般规定	31
5.2 地基处理及基础施工	32
5.3 满堂式支架施工	32
5.4 梁柱式支架施工	33
6 支架检查验收	35
6.1 一般规定	35
6.2 支架原材料及构配件检查验收	35
6.3 地基及基础检查验收	35
6.4 支架检查验收	38
7 支架预压	46
7.1 一般规定	46

7.2	加载和卸载	46
7.3	预压监测	46
8	梁体施工	48
8.1	一般规定	48
8.2	支座安装	48
8.3	模板施工	49
8.4	钢筋及预应力管道安装	50
8.5	混凝土浇筑	51
8.6	预应力筋张拉及管道压浆	52
8.7	支架落架及拆除	53
9	落梁和横移梁	54
9.1	一般规定	54
9.2	落梁	54
9.3	横移梁	58
10	节能和环境保护	62
10.1	一般规定	62
10.2	节能措施	62
10.3	防止水土流失和污染	62
10.4	防止空气和噪声污染	63
10.5	文物和景区保护	63
附录 A	支架结构常用钢材及混凝土强度设计值和弹性模量	64
附录 B	支架结构常用木材强度设计值和弹性模量	65
附录 C	门式支架稳定承载力设计值	67
附录 D	贝雷梁的承载力设计值及几何特性	69
附录 E	风压高度变化系数	70
附录 F	轴心受压构件的稳定系数	71
	本规程用词说明	75
	《铁路混凝土梁支架法现浇施工技术规程》条文说明	76

1 总 则

1.0.1 为指导铁路混凝土梁支架法现浇施工,统一主要技术要求,加强施工管理,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用支架法进行现浇施工的铁路混凝土简支梁、连续梁。

1.0.3 铁路混凝土梁支架法现浇施工应严格执行设计文件,全面贯彻设计意图,达到设计要求的使用功能。

1.0.4 铁路混凝土梁支架法现浇施工应有健全的质量保证体系,对施工质量实施全过程控制。

1.0.5 设计单位对支架法现浇施工的预应力混凝土连续梁宜采用分段设计,并考虑体系转换的影响以及混凝土的收缩、徐变等因素。

1.0.6 铁路混凝土梁支架法现浇施工前,施工单位应编制包括支架设计、拼装、预压、拆除和梁体施工等内容的专项施工方案,经监理单位审查批准后实施。

1.0.7 跨越既有铁路或公路等建筑物的混凝土梁施工前,施工单位应专门编制安全施工方案,明确安全保障措施,报监理单位和建设单位审查批准。建设单位应组织联系既有铁路或公路等管理部门协商办理相关施工手续。

1.0.8 铁路混凝土梁支架法现浇应避免冬期施工。当因工期等特殊原因需进行冬期施工时,应制订可靠的施工质量保障措施。

1.0.9 施工单位应对预应力混凝土梁由锚具、喇叭口及管道摩阻等引起的预应力损失进行现场测试;设计单位根据实测数据调整预应力筋张拉控制有关参数。

1.0.10 监理单位应对支架基础施工、拼装、预压、拆除和梁体

施工等过程进行监督和控制，对混凝土浇筑、预应力张拉和压浆施工等关键工序进行旁站监理。

1.0.11 施工中采用的机械设备、常用器材、工程材料、试验及检测仪器等应符合国家和行业现行有关标准的规定。

1.0.12 参加铁路混凝土梁支架法现浇施工的各类人员应经培训合格后方可上岗；特种作业人员必须持证上岗。

1.0.13 施工单位应严格执行逐级技术交底制度，技术交底应采用书面形式并签字确认。

1.0.14 施工中应加强环境保护和水土保持，并做到文明施工。

1.0.15 铁路混凝土梁支架法现浇施工除应符合本规程的有关规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 混凝土梁支架现浇 cast-in-situ concrete girder by falsework
采用支架在梁体的原位、旁位或高位现场浇筑混凝土梁。

2.1.2 满堂式支架 full framing
支成立杆密布于梁体下的混凝土梁现浇支架。

2.1.3 梁柱式支架 post-and-beam skeletal framing
由支墩及其上部纵梁、横梁构成的混凝土梁现浇支架。

2.1.4 常用器材 common manufactured standard equipment
铁路军用梁（墩）、贝雷梁、万能杆件、碗扣式钢管支架等常用的厂制标准器材。

2.1.5 支架预压 falsework preloading
模拟梁体荷载对支架进行预加载，以检验支架承载能力和量测支架弹性、非弹性变形量。

2.1.6 施工预拱度 camber
为抵消支架变形和梁体在荷载作用下产生的位移，在支架安装时所预留的与变形和位移方向相反的校正量。

2.1.7 横移梁 lateral sliding of girder
采用移动装置将旁位现浇的混凝土梁横向移动至原位。

2.1.8 落梁 lowering of girder
采用下落装置将高位现浇的混凝土梁下放至原位。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应设计值

M ——弯矩;
 M_k ——结构抗倾覆力矩;
 M_q ——结构倾覆力矩;
 N ——轴力;
 q ——均布荷载;
 V ——剪力。

2.2.2 计算指标

E 、 E_c 、 E_w ——钢材、混凝土、木材的弹性模量;
 f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
 f_v ——钢材的抗剪强度设计值;
 f_c 、 f_t ——混凝土轴心抗压、抗拉强度设计值;
 f_w 、 f_{wv} ——木材顺纹抗弯、抗剪强度设计值;
 σ ——正应力;
 τ ——剪应力;
 ω ——弯曲挠度;
 γ 、 γ_c 、 γ_w ——钢筋混凝土、素混凝土、水的容重;
 δ ——预拱度。

2.2.3 几何参数

A ——截面面积;
 H ——高度;
 L ——长度或跨度;
 I ——截面惯性矩;
 W ——截面抵抗矩;
 S^* ——截面面积矩;
 λ ——长细比。

2.2.4 计算系数

K ——结构抗倾覆稳定系数;
 γ_0 ——结构重要性系数;
 φ ——轴心受压杆件稳定系数。

3 施工准备

3.1 施工调查

3.1.1 铁路混凝土梁采用支架法现浇施工前,应进行详细的施工调查。施工调查应包括以下内容:

- 1 支架施工范围内的地形地貌、地基承载力等情况。
- 2 支架施工范围内的道路、建筑物、管线等设施情况。
- 3 全年的气温、风力等气候状况。
- 4 跨越河流的水位变化、流速情况及河道通航条件。

3.1.2 施工调查后应形成施工调查报告。施工调查报告应包括以下内容:

- 1 设计概况:桥梁类型、桥跨布置、梁体结构型式、墩台结构型式及高度、梁体主要工程数量等。
- 2 施工条件:工程场地情况,道路交通情况,供水、供电,主要材料和地方材料的供应条件和供应方式,桥址地区地质、水文和气候情况。
- 3 施工调查中发现的设计与实际不一致的情况。
- 4 建议施工方案应包括以下内容:
 - 1) 根据工程实际、现场条件、支架材料来源等确定使用支架的类型。
 - 2) 施工队伍驻地、临时工程(包括施工便道、便桥、拌和站等)和支架安装、拆除及材料存放等施工场地布置。
 - 3) 施工供水、供电方案。
 - 4) 施工限界内建筑物及障碍物的拆迁方案、交通疏解

方案。

5) 施工机具设备配置方案。

6) 混凝土运输、浇筑、养护方案。

3.2 技术准备

3.2.1 支架法现浇施工的铁路混凝土梁开工前, 施工单位应组织有关人员对设计文件进行全面核对, 并应重点核对以下内容:

1 桥梁位置地形、地貌、水文和地质资料。

2 桥梁的结构、孔径、跨度和设计位置与既有铁路、公路及建筑物等的位置关系。

3 桥梁的平立面位置、设计高程和主要结构尺寸的协调情况。

4 设计施工方案和技术措施的可行性。

5 设计主要工程量、材料的品种及规格的准确性。

3.2.2 施工单位应在设计文件核对和施工调查的基础上编制专项施工方案, 内容包括支架设计、安装、预压、拆除及梁体施工等, 并编制作业指导书。

3.2.3 支架法现浇的专项施工方案应按相关规定审批后方可实施。有下列情况之一者, 应由建设单位组织评审:

1 满堂式支架高度大于 20 m, 梁柱式支架高度大于 25 m。

2 跨越既有铁路、高等级公路、交通繁忙的市政道路、重要航道等。

3 支架位于水中或特殊地质上。

3.2.4 梁体施工前应在高程和平面控制网复测的基础上, 对线路中线、桥梁跨度、垫石高程、锚栓孔和预埋连接件的位置及尺寸、支座型号等进行检查, 并在墩台上标志出支承垫石的十字中心线。

3.3 人员培训及技术交底

3.3.1 支架法现浇施工前, 应对参加施工的各类人员进行技术

培训, 内容包括梁体结构特点、施工方法、质量标准、操作要求、高处作业特点及安全注意事项等。

3.3.2 支架法现浇施工前, 施工单位应编制书面的施工技术交底资料, 并按工序进行现场施工技术交底。交底资料应直观、明确、具有可操作性, 附有必要的图表及说明。交底资料及所附图表应按规定由相关人员签字。

3.3.3 技术交底应包括地基处理及基础施工、支架搭设及预压、模板安装、钢筋及预应力管道安装、混凝土浇筑及养护、预应力张拉及管道压浆、落架、支架及模板拆除等工序的施工准备、技术要求、质量标准、工艺流程及操作要点、安全防护措施、质量通病防治、成品保护措施等内容。

4 支架结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 支架结构应采用以概率理论为基础的极限状态设计法，用分项系数的设计表达式进行设计。支架结构极限状态可分为下列两类：

1 承载能力极限状态。支架结构或结构构件达到最大承载能力或不适于继续承载的变形，当支架结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了承载能力极限状态：

- 1) 支架结构构件或连接因超过材料强度而破坏，或因过度变形而不适于继续承载。
- 2) 整个支架结构或结构的一部分作为刚体失去平衡。
- 3) 支架结构转变为机动体系。
- 4) 支架结构或结构构件丧失稳定。
- 5) 支架结构因局部破坏而发生连续倒塌。
- 6) 地基丧失承载能力而破坏等。

2 正常使用极限状态。支架结构或结构构件达到正常使用的某项规定限值，当支架结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了正常使用极限状态：

- 1) 影响支架结构正常使用的变形。
- 2) 影响支架结构正常使用的局部损坏。
- 3) 影响支架结构正常使用的其他特定状态等。

4.1.2 支架结构重要性系数应根据桥梁环境条件、支架高度等确定，结构重要性系数可按表 4.1.2 选用。

表 4.1.2 支架结构重要性系数及适用范围

结构重要性系数 γ_0	适用范围
1.1	1) 满堂式支架高度大于 20 m，梁柱式支架高度大于 25 m。 2) 跨越既有铁路、高等级公路、交通繁忙的市政道路、重要航道。 3) 其他特殊条件下的现浇桥梁工程
1.0	其他工程

注：支架高度指梁体底面至支架基础顶面的高差。

4.1.3 支架结构应根据施工环境、荷载和施工条件等因素合理选用，其结构型式应简单，便于制作、安装和拆除，宜采用常用器材。

4.1.4 支架结构材料应以钢结构为主，材料选用和设计强度取值应符合相关标准的规定。

4.1.5 支架结构应具有足够的强度、刚度和稳定性。构件间应结合紧密，设置足够连接系，支架应成为稳定整体。

4.1.6 支架结构应根据受力情况分别计算其强度、刚度及稳定性，计算结果应满足以下要求：

- 1 支架结构或构件的应力应满足有关规范要求。
- 2 支架结构受弯构件的弹性挠度应满足表 4.1.6 的规定。
- 3 支架结构的抗倾覆稳定系数不得小于 1.5。

表 4.1.6 支架结构受弯构件弹性挠度限值表

构件类型	挠度限值 C_R	备 注
结构表面外露模板	$\leq L/400$	L 为模板跨度
结构表面隐蔽模板	$\leq L/250$	L 为模板跨度
支架受弯构件	$\leq L/400$	L 为构件跨度

4.1.7 支架结构应进行预拱度计算并合理设置。

4.1.8 支架结构地基及基础应根据荷载、地基承载力及沉降要

求进行设计。

4.1.9 水中支架应考虑水流作用、漂浮物、冰凌等的影响，其基础应采取必要的防冲刷措施；有船舶邻近支架作业或通行时，应设置防撞设施。

4.1.10 跨越既有铁路、公路或其他建筑设施的支架结构应按规定进行安全防护设计。

4.1.11 支架结构设计可按下列顺序进行：

- 1 制订基本方案。
- 2 绘制初步结构图和荷载图。
- 3 按工况进行强度、刚度和稳定性计算。
- 4 根据计算结果进行支架结构设计。

4.1.12 支架结构设计应包括模板、支架、地基和基础；支架结构设计成果应包括支架总体结构及细部结构设计图、材料数量表、设计计算书和设计说明书等。

4.2 支架结构分类及选型

4.2.1 支架结构按结构形式可分为满堂式支架、梁柱式支架及其组合形式支架。

4.2.2 满堂式支架可分为碗扣式钢管支架、门式钢管支架等。铁路混凝土梁支架法现浇的满堂式支架应采用碗扣式钢管支架或门式钢管支架，不得采用扣件式钢管支架。

4.2.3 碗扣式钢管支架结构应由基础、立杆（含底座、顶托）、纵横向连接系（含水平杆、剪刀撑等）、立杆顶分配梁、模板等部分组成，如图4.2.3所示。支架的基础、立杆间距、水平杆步距、分配梁和模板结构应根据计算确定。

4.2.4 门式钢管支架结构应由基础、门架（含底座、顶托）、纵横向连接系（含小交叉杆、剪刀撑等）、门架顶分配梁、模板等部分组成，如图4.2.4所示。门架的基础、间距、分配梁和模板结构应根据计算确定。

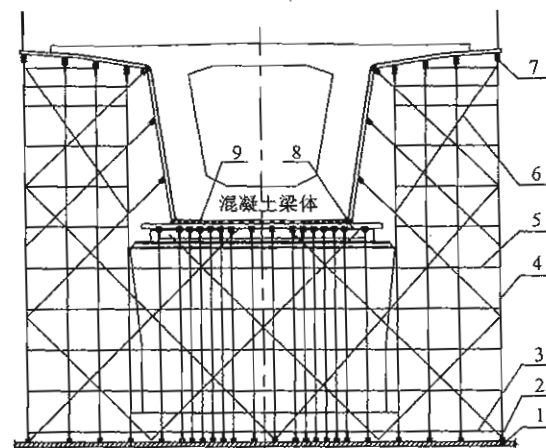


图 4.2.3 碗扣式钢管支架结构示意图

1—基础；2—底座；3—扫地杆；4—立杆；
5—水平杆；6—剪刀撑；7—顶托；8—横梁；9—模板及分配梁

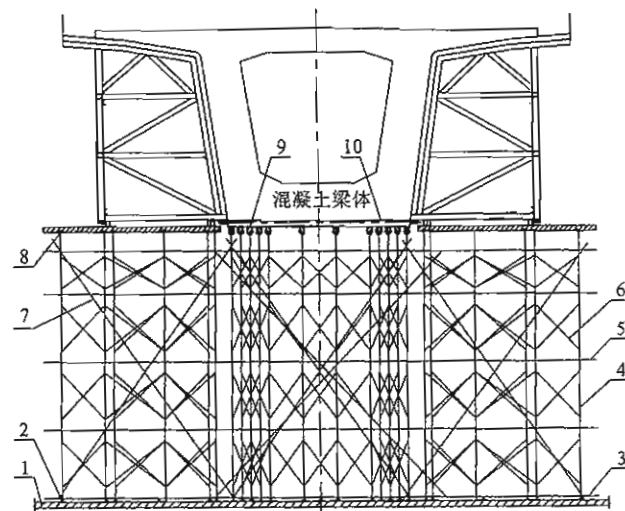


图 4.2.4 门式钢管支架结构示意图

1—基础；2—底座；3—扫地杆；4—立杆；5—水平杆；
6—交叉杆；7—剪刀撑；8—顶托；9—纵梁；10—模板及分配梁

4.2.5 梁柱式支架结构应由基础、支墩（含支墩顶分配梁和落架装置）、纵梁、横梁、模板等部分组成，如图 4.2.5 所示。支架的基础、支墩和纵梁、横梁、模板应根据计算确定。

1 基础应根据地质条件、荷载、孔跨布置等选择明挖基础或桩基础。

2 支墩可使用钢管、钢管混凝土、型钢格构柱、万能杆件、六五式铁路军用桥墩和八三式铁路轻型军用桥墩等。

3 承重梁可使用型钢、六四式及加强型六四式军用梁、贝雷梁、钢板梁或钢箱梁等。

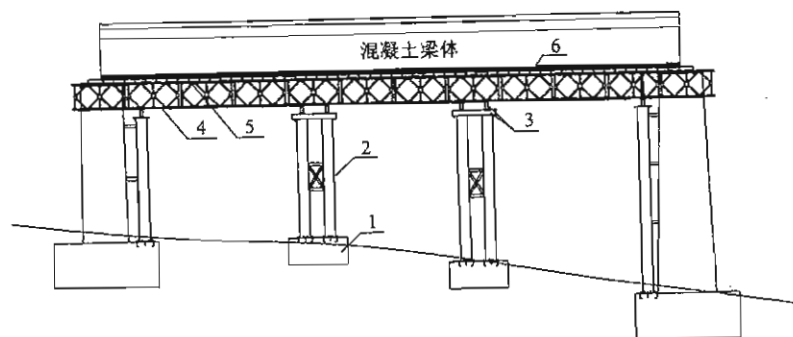


图 4.2.5 梁柱式支架结构示意图

1—基础；2—支墩；3—横梁；4—纵梁；5—分配梁；6—模板

4.2.6 支架结构类型应根据水文、地质、地形、梁体结构、荷载和施工条件等因素合理选用。满堂式支架、梁柱式支架适用范围应符合表 4.2.6 的要求。

表 4.2.6 支架结构适用范围

支架类型	适用范围
满堂式支架	1) 支架高度不宜大于 20 m； 2) 梁体的高度不宜大于 7 m； 3) 地基不需特殊处理即可满足承载力和沉降变形要求

续表 4.2.6

支架类型	适用范围
梁柱式支架	1) 地形高差大； 2) 跨越铁路、公路、河道、管线； 3) 特殊地质条件

4.3 荷载种类及组合

4.3.1 作用在支架结构上的荷载可分为恒载和活载。对恒载应采用标准值作为代表值。承载能力极限状态设计或正常使用极限状态设计按标准组合设计时，对活载应按组合规定采用标准值或组合值作为代表值。

4.3.2 对于支架结构的承载能力极限状态，宜按荷载效应的基本组合进行荷载（效应）组合。

1 当为支架结构或结构构件（包括基础）的破坏或过度变形的承载能力极限状态设计时，应采用以下设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (4.3.2-1)$$

式中 γ_0 ——支架结构重要性系数；

S_d ——支架结构荷载效应组合的设计值；

R_d ——支架结构构件抗力的设计值。

2 当为整个支架结构或其一部分失去静力平衡的承载能力极限状态设计，应采用以下设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S_{d,dsb} \leq S_{d,stab} \quad (4.3.2-2)$$

式中 $S_{d,dsb}$ ——不平衡作用效应的设计值；

$S_{d,stab}$ ——平衡作用效应的设计值。

4.3.3 对于支架结构的基本组合，支架结构荷载效应组合的设计值，应采用以下设计表达式进行设计：

$$S_d = \sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Qj} \psi_{ej} S_{Qjk} \quad (4.3.3)$$

式中 γ_{Gi} ——第 i 个恒载的分项系数;
 S_{Gik} ——第 i 个恒载作用标准值的效应;
 S_{Q1k} ——第一个活载 (主导活载) 标准值的效应;
 γ_{Q1} ——第一个活载 (主导活载) 的分项系数;
 γ_{Qj} ——第 j 个活载的分项系数;
 S_{Qjk} ——第 j 个活载标准值的效应;
 ψ_{ej} ——第 j 个活载的组合值系数。

4.3.4 基本组合下支架结构的荷载分项系数, 应按下列规定采用:

1 恒载的分项系数:

- 1) 当其效应对结构不利时, 一般情况下可取 1.2。
- 2) 当其效应对结构有利时, 一般情况下可取 1.0。
- 3) 对支架结构的倾覆验算, 一般情况下可取 0.9。

2 活载的分项系数一般情况下可取 1.4, 风荷载等特殊分项系数宜按《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068) 等相关标准选用。

4.3.5 对于支架结构的正常使用极限状态, 宜按荷载效应的标准组合进行荷载 (效应) 组合, 应采用以下设计表达式进行设计:

$$S_d \leq C \quad (4.3.5)$$

式中 S_d ——变形等荷载效应的设计值;

C ——设计对变形等规定的相应限值。

4.3.6 对于标准组合, 变形等荷载效应的设计值, 应采用以下设计表达式进行设计:

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{Gik} + S_{Q1k} + \sum_{j > 1} \psi_{ej} S_{Qjk} \quad (4.3.6)$$

4.3.7 支架结构恒载主要包括:

- 1 作用于支架的新浇筑梁体重力 (荷载代号①)。
- 2 支架结构 (含防护设施和附加构件) 自重 (荷载代号②)。

4.3.8 支架结构活载主要包括:

- 1 施工人员、材料及施工机具荷载 (荷载代号③)。
- 2 振捣混凝土时产生的荷载 (荷载代号④)。
- 3 浇筑混凝土时产生的冲击荷载 (荷载代号⑤)。
- 4 新浇筑混凝土对侧面模板的压力 (荷载代号⑥)。
- 5 风荷载 (荷载代号⑦)。
- 6 水流荷载 (荷载代号⑧)。
- 7 船舶及漂浮物冲击荷载 (荷载代号⑨)。
- 8 其他荷载: 如雪荷载、冬季施工保温设施荷载等 (荷载代号⑩)。

4.3.9 在支架结构设计中, 荷载取值标准及常用公式可参照表 4.3.9。

表 4.3.9 荷载取值标准及常用公式表

荷载种类		取值标准及常用公式	
恒载	①	$p_c = \gamma \cdot h_x$ (4.3.9-1)	p_c ——梁体钢筋混凝土在底模上产生的面荷载标准值 (kN/m^2); γ ——钢筋混凝土容重 (kN/m^3), 取 26; h_x ——按梁体翼板、腹板、底板 (含底板上顶板) 的梁体高度分别取值 (m)
	②	按模板及支架结构设计方案确定	
活载	③	无实际资料时可按以下规定采用: 1) 计算模板时, 均布荷载可取 2.5 kN/m^2 , 另外以集中荷载 2.5 kN 进行验算。 2) 计算支承模板的纵、横梁时, 均布荷载可取 1.5 kN/m^2 。 3) 计算支架立柱及其他结构时, 均布荷载可取 1.0 kN/m^2	
	④	水平面模板可取 2.0 kN/m^2 ; 垂直面模板可取 4.0 kN/m^2	
	⑤	2.0 kN/m^2	

续表 4.3.9

荷载种类		取值标准及常用公式	
活 载	⑥	$p_m = 0.22\gamma_c t_0 k_1 k_2 v^{\frac{1}{2}}$ (4.3.9-2) $p_m = k_1 \cdot \gamma_c \cdot h_0$ (4.3.9-3) 新浇筑混凝土对侧面模板的压力取公式(4.3.9-2)和公式(4.3.9-3)中计算的小值;当梁高大于3m时,侧压力计算值若小于50 kN/m ² 时,应按50 kN/m ² 取值	p_m ——新浇筑混凝土对模板的最大侧压力(kN/m ²); γ_c ——混凝土的容重(kN/m ³),取24; t_0 ——混凝土的初凝时间(h),初凝时间取值不宜小于10h; k_1 ——外加剂修正系数;不掺外加剂时取1.0,掺缓凝外加剂时取1.2; k_2 ——混凝土入模坍落度修正系数,当坍落度小于30mm时,取0.85;50~90mm时,取1.0;110~180mm时,取1.15; v ——混凝土浇筑速度(m/h); h_0 ——混凝土有效压头高度(m)。 当 $v/t < 0.035$ 时, $h_0 = 0.22 + 24.9v/t$ 当 $v/t \geq 0.035$ 时, $h_0 = 1.53 + 3.8v/t$ t ——混凝土入模时温度(℃)
	⑦	风荷载标准值: $w_k = 0.7\mu_s\mu_z w_0$ (4.3.9-4)	w_k ——风荷载标准值(kN/m ²); μ_s ——风荷载体型系数; μ_z ——风压高度变化系数,按附录E取值; w_0 ——基本风压(kN/m ²)。当无设计规定时按《建筑结构荷载规范》(GB 50009)规定采用
	⑧	作用于支架柱、桩上的流水压力: $P_w = K_w A_w \frac{\gamma_w v_w^2}{2g}$ (4.3.9-5) 流水压力合力作用在施工水位线以下1/3处	P_w ——流水压力(kN); K_w ——柱、桩形状系数,按《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1)规定采用; γ_w ——水的容重(kN/m ³); v_w ——水流速度(m/s); A_w ——支架桩、柱阻水面积(m ²); g ——重力加速度(m/s ²),取9.81

续表 4.3.9

荷载种类		取值标准及常用公式	
活 载	⑨	船舶及漂浮物冲击荷载	有船舶及漂浮物通过的水中支架设计应按规定设置临时防撞结构,支架结构本身不考虑承受撞击力
	⑩	按实际情况计取	

4.3.10 支架结构设计计算时应考虑以下工况:

- 1 按浇筑混凝土工况对支架强度、刚度和稳定性进行计算。
- 2 模板安装完毕、梁体钢筋安装前工况,应组合风荷载对支架整体稳定性进行计算。
- 3 在梁体预应力张拉前拆除侧模时,应按拆除侧模工况对支架强度、刚度和稳定性进行计算。
- 4 连续梁分段施工时,应考虑预应力筋张拉后梁体荷载重分布对支架强度和稳定性进行计算。

4.3.11 支架结构设计计算荷载组合应符合表4.3.11的规定。

表 4.3.11 支架荷载组合表

支架结构部位名称		荷载组合		
		计算强度	计算刚度	稳定性计算
底模板、模板下纵横梁		$1.2 \times (① + ②) + 1.4 \times (③ + ④ + ⑤ + ⑩)$	$① + ② + ⑩$	—
侧模板		$1.4 \times (④ + ⑥)$	⑥	—
支架结构	满堂式	$1.2 \times (① + ②) + 1.4 \times (③ + ④ + ⑤ + ⑩)$	$① + ② + ⑩$	式一: $1.2 \times (① + ②) + 0.9 \times 1.4 \times (③ + ④ + ⑤ + ⑦ + ⑧ + ⑩)$
	梁柱式	$1.2 \times (① + ②) + 1.4 \times (③ + ⑦ + ⑧ + ⑩)$		式二: $0.9 \times ② + 0.9 \times (③ + ⑦)$

注:表中“式一”用于第4.3.10条中的第1、3、4款所述工况,“式二”用于第4.3.10条中的第2款所述工况。

4.4 支架结构计算

4.4.1 支架结构计算可按照模板、支架、基础及地基的顺序进行。

4.4.2 支架结构应分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态来确定其计算项目。根据支架结构的具体情况,计算项目如下:

1 按承载能力极限状态的计算项目:

- 1) 立杆、横梁、纵梁、纵横向连接系的强度。
- 2) 支架结构节点的连接强度。
- 3) 支架结构的整体和局部稳定性。
- 4) 支架基础和地基承载能力。

2 按正常使用极限状态的计算项目:

- 1) 横梁、纵梁弯曲变形。
- 2) 立杆(柱)压缩变形。
- 3) 地基变形。

4.4.3 模板及模板纵(横)梁的强度和刚度计算可按表 4.4.3 进行计算。

表 4.4.3 模板及模板纵(横)梁的强度和刚度计算表

项目	强 度	刚 度
模 板	$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{q_1 L_1^2}{10W} \leq f_j$ (4.4.3-1) $V = 0.6q_1 L_1$ (4.4.3-2) $\tau = 1.5 \frac{V}{A} \leq f_{jv}$ (4.4.3-3) σ——模板弯曲应力 (N/mm²); M——1 mm 宽模板承受的弯矩 (N·mm);	$\omega = 0.677 \frac{q_2 L_1^4}{100E_j I} \leq C_R$ (4.4.3-4) ω——模板弯曲挠度 (mm); q_2——1 mm 宽模板承受的均布线荷载 (N/mm); L_1——同式 (4.4.3-1);

续表 4.4.3

项目	强 度	刚 度
模 板	W ——1 mm 宽模板的截面抵抗矩 (mm ³); q_1 ——1 mm 宽模板承受的均布线荷载 (N/mm); L_1 ——模板纵(横)梁的中心间距 (mm); V ——剪力 (N); τ ——模板剪应力 (N/mm ²); A ——模板横截面面积 (mm ²); f_j ——模板抗弯强度设计值 (N/mm ²); f_{jv} ——模板抗剪强度设计值 (N/mm ²)	E_j ——模板的弹性模量 (N/mm ²); I ——1 mm 宽模板的截面惯性矩 (mm ⁴); C_R ——结构挠度限值 (mm), 按表 4.1.6 取值
模 板 纵 (横) 梁	$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{q_3 L_2^2}{10W} \leq f_w$ (4.4.3-5) $V = 0.6q_3 L_2$ (4.4.3-6) $\tau = 1.5 \frac{V}{A} \leq f_{wv}$ (4.4.3-7) σ——纵(横)梁弯曲应力 (N/mm²); M——纵(横)梁承受的弯矩 (N·mm); W——纵(横)梁截面抵抗矩 (mm³); q_3——纵(横)梁承受的等效均布线荷载 (N/mm); L_2——纵(横)梁下的支撑中心间距 (mm);	$\omega = 0.677 \frac{q_4 L_2^4}{100E_w I} \leq C_R$ (4.4.3-8) ω——纵(横)梁弯曲挠度 (mm); q_4——纵(横)梁承受的等效均布线荷载 (N/mm);

续表 4.4.3

项目	强 度	刚 度
模 板 纵 (横) 梁	V ——剪力 (N); f_w ——纵 (横) 梁抗弯强度设计值 (N/mm ²), 按附录 B 规定取值; f_{vw} ——纵 (横) 梁抗剪强度设计值 (N/mm ²), 按附录 B 规定取值	L_2 ——同式 (4.4.3-5); E_w ——纵 (横) 梁弹性模量 (N/mm ²), 按附录 B 取值; I ——纵 (横) 梁的截面惯性矩 (mm ⁴); C_R ——结构挠度限值 (mm), 按表 4.1.6 规定取值

注: 本表适用于木模结构, 如采用钢模结构, 应按钢结构设计的有关规定进行计算。

4.4.4 碗扣式支架的立杆轴力、稳定性和变形计算。

1 单肢立杆轴力计算

1) 当不组合风荷载时立杆轴力

$$N = \gamma_0 (1.2Q_1 + 1.4Q_2) \quad (4.4.4-1)$$

2) 当组合风荷载时立杆轴力

$$N_w = \gamma_0 (1.2Q_1 + 0.9 \times 1.4Q_2) \quad (4.4.4-2)$$

式中 N ——不组合风载时立杆的轴力 (N);

N_w ——组合风载时立杆的轴力 (N);

Q_1 ——一根立杆的计算恒载 (N), $Q_1 = (\textcircled{1} + \textcircled{2}) \times L_x L_y$;

Q_2 ——一根立杆的计算活载 (N), $Q_2 = (\textcircled{3} + \textcircled{4} + \textcircled{5} + \textcircled{10}) \times L_x L_y$;

L_x 、 L_y ——立杆纵向间距、横向间距 (mm)。

2 单肢立杆稳定性计算

单肢立杆稳定性应按组合和不组合风荷载两种工况, 按下列公式计算。

1) 不组合风荷载时:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq f \quad (4.4.4-3)$$

2) 组合风荷载时:

$$\sigma = \frac{N_w}{\varphi A} + \frac{0.9M_w}{W} \leq f \quad (4.4.4-4)$$

式中 φ ——轴心受压构件稳定系数, 可按计算长细比 λ 查附录 F 取值;

A ——立杆截面面积 (mm²);

W ——立杆截面抵抗矩 (mm³);

f ——立杆强度设计值 (N/mm²), 按附录 A 取值;

M_w ——风荷载产生的立杆弯矩 (N·mm);

$$M_w = \frac{1.4\gamma_0 w_k L_x L_0^2}{8}$$

其中 w_k ——风荷载标准值 (N/mm²), 取值不应小于 0.27×10^{-3} ;

L_0 ——立杆计算长度 (mm); 当碗扣式钢管支架结构符合本规程的构造要求时, 按 $L_0 = B + 2a$ 计算; B 为立杆步距, 不得大于 1 200 mm; a 为立杆顶层水平杆至顶托顶部的距离, 取值 650 mm;

L_x ——同式 (4.4.4-2)。

3 碗扣式支架立杆竖向位移计算

$$\delta_x = \frac{Q_1 H}{EA} + \Delta \quad (4.4.4-5)$$

式中 Q_1 ——立杆计算恒载 (N), 同式 (4.4.4-2);

H ——立杆总高度 (mm);

E ——钢材的弹性模量 (N/mm²), 按附录 A 取值;

A ——立杆截面面积 (mm²);

Δ ——立杆接头变形 (mm), 可按一个接头 1 mm 取值。

4.4.5 门式钢管支架结构计算中,应分别对门架立杆和横梁进行计算,门架横梁可按简支梁计算,门式支架立杆轴力可按式计算:

$$N \leq N_d \quad (4.4.5)$$

式中 N ——作用于一榀门架的轴力设计值(kN),按式(4.4.4—1)进行计算;

N_d ——一榀门架稳定承载力设计值(kN),按附录C规定取值。

4.4.6 梁柱式支架结构计算应符合以下规定:

1 纵梁、横梁

- 1) 立柱上纵梁、横梁承担的梁体荷载可按纵梁、横梁的间距分配,模板及支架自重按设计进行计算,活载计算可按表4.3.9规定取值。
- 2) 纵梁、横梁应根据支架构造形式,按简支梁或多跨连续梁进行计算。
- 3) 纵梁、横梁采用缀板连接的双根或多根型钢组合结构时,组合构件的分肢长细比不应大于40。
- 4) 纵梁、横梁采用六四式军用梁或加强型六四式军用梁时,可按刚铰混合钢架计算,焊接的各三角内部杆件刚结点按梁单元处理,销接的三角之间按铰接点处理。
- 5) 纵梁、横梁采用贝雷梁时,可将贝雷梁简化为等效的矩形梁或按各内部杆件节点间刚结的梁单元处理;按等效矩形梁计算时,贝雷梁的承载力设计值和几何特性按附录D取值。贝雷梁变形计算应考虑荷载效应产生的弹性变形和因节段连接时销孔间隙产生的非弹性变形。

2 梁柱式支架的支墩应根据其结构形式,按相应规范计算其强度和稳定性。

4.4.7 支架结构应组合风载进行整体抗倾覆稳定性分析,支架整体抗倾覆稳定宜按模板安装后尚未安装梁体钢筋前工况为控制

工况,按下式进行抗倾覆稳定性计算:

$$K = \frac{M_k}{M_q} \quad (4.4.7)$$

式中 K ——结构抗倾覆稳定系数, K 不小于1.5;

M_k ——结构抗倾覆力矩(kN·m),由模板体系和支架结构重力荷载对倾覆支点取矩;

M_q ——结构倾覆力矩(kN·m),由作用在支架结构和模板体系上的风荷载共同对倾覆支点取矩。

4.4.8 满堂式支架结构应对地基承载力进行计算,立杆基础底面地基的平均压应力应满足下式要求:

$$\sigma_d = \frac{N}{A} \leq f_b \quad (4.4.8)$$

式中 N ——立杆传至基础顶面的轴力设计值(N);

f_b ——地基承载力特征值,可根据实测确定(N/mm²);

A ——立杆基础底面积(mm²);

$A = B \times D$, $B = b + 2htan\alpha$, $D = d + 2htan\alpha$

其中 h ——基础垫层厚度(mm);

b 、 d ——立杆底座长和宽(mm);

α ——应力扩散角(°),其值应根据不同垫层材料按相关规定确定;

B 、 D ——计算值不应大于相邻立杆间距,否则取相邻立杆间距。

4.4.9 支架结构的明挖基础和桩基础,可按《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)和《建筑桩基技术规范》(JGJ 94)进行设计;地基处理可按《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79)进行设计。

4.4.10 预拱度计算与设置应符合下列规定:

1 预拱度计算

梁体底模板应在加载预压前设置预拱度,并根据加载预压结果进行调整,预拱度计算可参考表4.4.10取值。

表 4.4.10 预拱度计算参考表

项 目	参考取值
由梁体自重、二期恒载、1/2 活载及混凝土收缩徐变、预应力施加等引起的梁体竖向挠度 δ_1	设计提供
支架在荷载作用下的弹性变形 δ_2	按承载力计算
支架在荷载作用下的非弹性变形 δ_3	木与木每个接头: 顺木纹 2 mm, 横木纹 3 mm
	木与钢或混凝土每个接头约 2 mm
	拆除支架装置的砂筒: 2~4 mm
	承压变形的木楔: 每个接缝约 2 mm
支架基础沉降变形 δ_4	立杆底托下垫木压缩变形 3 mm
	桩基础沉降变形根据计算及试验确定

2 预拱度设置

支架结构可按拱二次抛物线进行预拱度设置:

$$\delta_x = \frac{4\delta_1 \cdot x \cdot (L-x)}{L^2} + \delta_{2x} + \delta_{3x} + \delta_{4x} \quad (4.4.10)$$

式中 δ_x ——距梁体支点 x 处的预拱度 (m);

x ——距梁体支点的距离 (m);

L ——梁体跨度 (m);

δ_{2x} 、 δ_{3x} 、 δ_{4x} ——距梁体支点 x 处的支架弹性变形、非弹性变形和基础沉降变形值。

4.4.11 支架结构应进行支架落架设计和落架量计算, 落架装置可采用组合木楔、钢楔、砂箱或机械千斤顶等设备。

4.5 支架构造要求

4.5.1 满堂式支架构造应符合下列规定:

1 同一桥跨的支架宜采用同类型支架材料构筑, 不宜将不

同类型、直径、壁厚或材质的钢管材料混合使用。

2 满堂式支架的高宽比不宜大于 2。当高宽比大于 2 时, 应扩大下部支架宽度或采取其他构造措施, 扩大部分支架的高度和扩大后支架的总宽度应大于支架总高度的一半。

3 满堂式支架的高度超过其平面最小边尺寸时, 应采用刚性结构将支架与墩身进行可靠连接; 连接结构的竖向间距不应大于支架的平面最小尺寸, 横向间距不应大于 2 m。

4 支架的地基顶面宜设置混凝土垫层; 采用其他材料作垫层时, 应满足地基承载力和防排水要求。

5 垫层顶面高程应综合考虑梁底标高、地形条件、支架步距和立杆长度、底座及顶托伸出立杆的长度计算确定; 当垫层顶面不能设置在同一高程时, 可采用纵向台阶形式, 且应采取加固措施保证台阶稳定。

4.5.2 碗扣式钢管支架构造应符合下列规定:

1 立杆间距和水平杆步距应根据支架所承受的荷载通过设计计算确定, 并利于支架安装、拆除作业。

1) 立杆间距应按 30 cm 的倍数选取, 且不得大于 120 cm。

立杆纵向间距应根据梁体高度分段设置; 横向间距对应梁体腹板、底板、翼缘板等不同部位分别设置。

2) 水平杆步距应按 60 cm 或 120 cm 选取; 立杆底端和顶端的碗扣节点应设置纵、横向水平杆; 底层水平杆兼作扫地杆时, 其与底座支承板的高差不得大于 50 cm。

2 每根立杆的底部应设置可调底座, 底座螺杆插入立杆内的长度不得小于 15 cm, 伸出立杆的长度不应大于 15 cm。底座下宜设置垫木, 垫木长度应大于三跨。

3 每根立杆的顶部应设置 U 形可调顶托, 顶托上设置方木或型钢承受梁体荷载。严禁采用水平杆直接承受梁体荷载。顶托螺杆插入立杆的长度不得小于 15 cm, 伸出立杆的长度不得大于 30 cm、也不得小于 10 cm。

4 剪刀撑设置应符合下列规定:

- 1) 支架四周及中间纵、横向每隔四排应从底到顶连续设置竖向剪刀撑,剪刀撑水平倾角应在 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间。
- 2) 支架高度大于6 m时,其顶部和底部应设置水平剪刀撑;水平剪刀撑设置间距应不大于6 m。
- 3) 剪刀撑采用与支架立杆规格相同的钢管,用旋转扣件与立杆扣接;当剪刀撑不能与立杆扣接时,应与该立杆相邻的水平杆扣接;扣接点距碗扣节点的距离不应大于15 cm。
- 4) 每根剪刀撑钢管的长度不宜小于6 m,扣接的立杆和水平杆数量不得小于4根。
- 5) 剪刀撑应采用搭接接长,搭接长度应大于100 cm,搭接处应等间距设置3个旋转扣件扣紧,扣件边缘至杆端的距离应大于10 cm。

4.5.3 门式钢管支架构造应符合下列规定:

1 门架的间距和跨距应根据支架所承受的荷载通过设计计算确定,并利于支架安装、拆除作业。

2 门架可平行或垂直于梁轴线布置,跨距按0.19 m、0.255 m、0.465 m、0.93 m、1.21 m和1.4 m选取。

3 门式钢管支架的底座、顶托和剪刀撑设置应符合本规程第4.5.2条的相关规定。

4 每步每列门架的两侧均应连续设置交叉杆,并应与门架立杆上的锁销连接牢固。

5 门式钢管支架纵、横向水平加固杆设置应符合下列规定:

- 1) 水平加固杆应在每步门架上纵、横向连续设置,并采用扣件固定在门架立杆下端,扣接点距门架接头不得大于15 cm。
- 2) 水平加固杆应采用与门架立杆相同规格的扣件式钢管。
- 3) 水平加固杆应采用搭接接长,搭接长度应大于100 cm;搭接处应等间距设置3个旋转扣件扣紧,扣

件边缘至杆端的距离应大于15 cm。

4) 支架底层应设置纵、横向扫地杆,扫地杆距地面高度不应大于35 cm。

6 上、下榀门架间应全部设置连接棒和锁臂,连接棒直径应小于立杆内径1~2 mm。

4.5.4 满堂式支架内门洞构造应符合下列规定:

1 门洞净高不宜大于5.5 m、净宽不宜大于4.0 m。当需设置的机动车道净宽大于4.0 m时或与梁体中心线斜交时,应按照梁柱式支架构造要求设置门洞。满堂式支架内门洞总体构造如图4.5.4所示。

2 门洞顶部横梁结构及横梁下立杆间距应计算确定。

3 横梁下立杆应与相邻支架连接牢固,纵、横向剪刀撑应加密设置。

4 立杆基础应采用明挖基础,基础结构应满足防撞要求。

5 立杆与横梁之间应设置纵、横向分配梁。

6 门洞顶部应采用木板或其他硬质材料全封闭,两侧应设置安全网。

7 通行机动车的门洞,还应符合本规程第4.5.6条的相关构造要求。

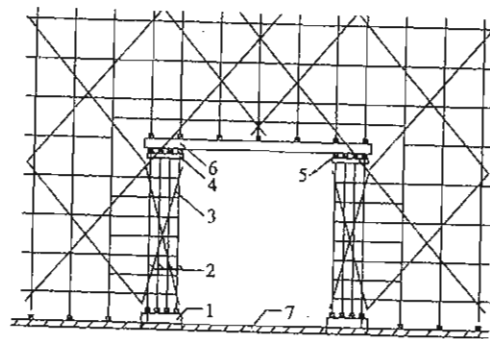


图 4.5.4 满堂式支架内门洞总体构造示意图
1—基础; 2—加密立杆; 3—剪刀撑; 4—纵向分配梁;
5—横向分配梁; 6—横梁; 7—路面

4.5.5 梁柱式支架构造应符合下列规定:

1 同一桥跨的支架宜采用相同类型的基础、立柱和承重梁结构。

2 支墩的立柱底面应根据其基础的承压强度设置钢垫板,钢垫板与立柱及基础应密贴并连接牢固。

3 支墩的立柱顶端构造应考虑局部应力采取加强措施,立柱顶上横梁与立柱顶端应紧密接触并连接牢固。

4 应根据支架结构型式、承受荷载大小及需要的落架量,在支架的适当部位设置落架装置。

5 支墩的立柱钢管应符合下列构造要求:

1) 钢管的外径与壁厚之比不得超过 100。

2) 钢管应采用法兰盘或环焊缝对接,接头强度不得小于钢管自身强度。

3) 当钢管的长细比大于 150 时,应采用连接系形成格构式框架柱;连接系与钢管之间通过节点板进行连接,连接强度不得小于连接系自身强度。

4) 邻近墩身的单排钢管宜采用刚性结构将钢管与墩身进行可靠连接。

6 采用型钢作支架横梁或纵梁时,应符合下列构造要求:

1) 两根及以上型钢构成的组合梁,应采用垫板、加劲肋将型钢连接成整体。

2) 型钢可采用栓接或焊接接长,接头强度不得小于型钢自身强度。

3) 在有较大集中荷载的横梁或纵梁支承位置应设置支承加劲肋。支承加劲肋与横梁或纵梁应连接牢固。

4) 应根据纵梁的跨度和材料规格,适当设置横向连接系将同跨内全部纵梁连接成整体。

7 采用贝雷梁、万能杆件、军用梁等常用器材作支架横梁

或纵梁(以下统称“桁架梁”)时,应符合下列构造要求:

1) 应根据桁架梁的跨度和结构特点,设置通长横向连接系将同跨内全部纵梁连接成整体;贝雷梁两端及支承位置均应设置通长横向连接系,且其间距不应大于 9 m。

2) 当桁架梁支承位置不在其主节点上时,应设置加强竖杆或 V 形斜杆对桁架进行加强。

3) 应在桁架梁支承位置设置侧向限位装置,不宜将桁架梁直接焊接在其支承结构上。

8 支墩顶横梁应适当加长,以便于支架纵梁横移拆除。

4.5.6 支架跨越通航河道和公路、铁路等既有设施时应符合下列构造规定:

1 支架下净空必须满足既有设施的安全限界要求。

2 支架结构应按规定设置导向、限高、限宽、减速、防撞等设施及标识、标示。

3 既有设施上方的支架底部应全部封闭,两侧应设置安全网等防护设施。

4 跨电气化铁路的支架,应设置静电屏蔽防护和安装接地防护装置。

4.5.7 支架附属设施构造应符合下列规定:

1 支架顶面四周应设置宽度不小于 90 cm 的作业平台;平台面应满铺脚手板并在四周设置高度不小于 18 cm 的挡脚板。

1) 脚手板的长度宜大于 2 m,并应支承在三根以上水平杆上,且与水平杆连接固定。

2) 脚手板铺设宜采用搭接方式,搭接接头应设置在水平杆上,搭接长度应大于 20 cm,接头伸出水平杆的长度不应小于 10 cm。

3) 挡脚板应设置在支架立杆的内侧并固定在立杆上。

4) 作业平台的临空面应设置高度不小于 1.2 m 的防护栏

杆,栏杆外应挂设安全网。栏杆的立柱与支架应连接牢固,立柱顶部和中部内侧应各设置一道水平杆。

2 支架应设置人行梯架或坡道,梯架或坡道的构造应符合下列规定:

- 1) 梯架或坡道应与支架连接固定,宽度不小于 90 cm。
- 2) 梯架或坡道两侧及转弯平台应按作业平台构造的相关要求设置脚手板、防护栏杆和安全网。
- 3) 梯架的坡度宜小于 1:1;坡道的坡度宜小于 1:3,坡面应设置防滑装置。

5 支架施工

5.1 一般规定

5.1.1 支架施工前,应按规定进行技术交底,明确施工方法、工艺流程和安全质量标准等相关要求。

5.1.2 跨越公路、铁路或通航河道的支架施工前应办理施工许可相关手续,完成导向、限高、限宽、减速、防撞等附属设施及标识、标示后,方可进行支架施工。

5.1.3 支架原材料及构配件使用前应进行质量检查验收;经检验合格的支架原材料和构配件应按品种、规格分类存放,并挂设材料标识牌。

5.1.4 支架施工前,应对桥梁墩台位置、高程进行测量复核,并对支架进行施工放样。

5.1.5 支架施工应遵守高空作业相关安全管理规定。

5.1.6 支架吊装作业除应符合《铁路工程基本作业施工安全技术规程》(TB 10301)和《铁路桥涵工程施工安全技术规程》(TB 10303)外,尚应符合下列要求:

1 起重机械应根据支架构件的重量、长度和吊装高度、作业半径等进行选型。

2 起重机械的安放位置应考虑地基承载力、周围环境等因素。

3 吊装过程中应采取措施防止吊运物件碰撞支架及其他既有设施。

5.1.7 寒冷地区应对冬期停工时已完成的支架及地基基础采取保护措施;恢复施工时应应对支架及地基基础进行全面检查,符合

要求后方可进行后续施工。

5.1.8 对受洪水、大风等因素影响暂停施工的支架，恢复施工时应应对支架进行全面检查，符合要求后方可进行后续施工。

5.1.9 支架中钢结构的二级及以上焊缝应编制专项焊接工艺，焊接质量应符合设计要求。

5.2 地基处理及基础施工

5.2.1 满堂式支架地基处理和基础施工应符合下列规定：

1 地基处理前，应对处理范围测量放样，标示出处理边界。处理范围应比支架平面投影周边宽 100 cm 以上。

2 支架范围内地面附着物和腐殖土、淤泥、冻融循环深度内的冻土等软弱土质应全部清除，清理后的坑槽应及时填筑、避免积水浸泡。

3 桥梁墩台的基坑应填筑到承台顶面以上，且不低于地下水位；地基表层清除后的坑槽应填筑到原地面以上。填筑应分层进行、逐层压实；填筑材料及其压实度应满足地基承载力要求。

4 处理完成后的地基应进行承载力检测，合格后方可施工垫层。

5 垫层施工时应控制其顶面标高和平整度。

6 基础周边应设置排水沟，将地表水引排到基础 5 m 以外。排水沟及基础至排水沟之间宜采用砂浆抹面封闭。

7 地基处理和基础施工完成后应检查验收，合格后方可进行支架安装。

5.2.2 梁柱式支架的明挖基础和桩基础应按照《高速铁路桥涵工程施工技术指南》（铁建设〔2010〕41 号）的相关规定进行施工。

5.3 满堂式支架施工

5.3.1 支架安装前应根据支架设计图在垫层顶面标识出支架立杆的平面位置线。

5.3.2 支架安装应从一端向另一端或从跨中向两端延伸，按照垫木、底座、立杆、水平杆（水平加固件）、剪刀撑的顺序自下向上逐层搭设，每层高度不宜大于 3 m。

5.3.3 垫木和底座应准确地放置在位置线上。底座的轴心线应与地面垂直，垫木与垫层之间空隙应填塞密实。

5.3.4 碗扣式钢管支架的首层应采用不同长度的立杆交错布置，使相邻立杆的接头设置在不同步距内。

5.3.5 支架立杆在 1.8 m 高度内的垂直度偏差不得大于 5 mm；支架全高的垂直度偏差应小于支架高度的 1/600，且不得大于 35 mm。

5.3.6 水平杆安装时应控制直线度和水平度；各层水平框架的纵、横向直线度应小于立杆间距的 1/200，相邻水平杆的高差应小于 ± 5 mm。

5.3.7 剪刀撑、交叉支撑等加固件应与立杆和水平杆等同步安装，扣件、锁臂等应安装齐全并及时拧紧，扣件螺栓的拧紧扭力矩不应小于 40 N·m、且不应大于 65 N·m。

5.3.8 立杆顶托上的下层承重方木接头一般应设置在顶托上，否则应采用绑条钉牢，并加垫木支垫；同一断面上的承重方木接头数量不应超过 50%。上层方木应交错搭接在下层方木上。

5.3.9 各层支架安装过程中，应及时校正立杆间距、垂直度、纵横向直线度和水平杆水平度等，避免误差累积导致支架质量不合格。

5.4 梁柱式支架施工

5.4.1 支墩预埋件位置及标高应准确设置，满足支墩安装精度要求。支墩安装过程中应及时校正，垂直度偏差不应大于支墩高度的 1/500，且柱顶偏移值不得大于 50 mm。

5.4.2 钢管支墩安装应符合下列要求：

1 应根据施工现场吊装设备能力和场地条件分节、分层安装。

2 钢管与基础及钢管接头之间应连接牢固，接头空隙应采用适当厚度的钢板填塞紧密。

3 下层剪刀撑安装完成后方可进行上层钢管安装。剪刀撑安装之前,应采取临时措施稳定钢管。

5.4.3 万能杆件支墩安装应符合下列要求:

1 支墩的立杆、水平杆、斜杆及节点板等构件应逐节拼装完整形成稳定结构,螺栓及时拧紧。拼装过程中应及时检查、调整支墩垂直度。

2 支墩拼装完成后应逐个拧紧螺栓。螺栓头尾的垫圈都不得多于2个,螺杆伸出螺母不得少于3丝。

3 支墩墩顶应设置2层垫梁。垫梁与墩身及垫梁之间应连接牢固,垫梁顶应支垫平整。

5.4.4 军用墩底的垫梁两层应纵、横叠置,下层垫梁与基础连接牢固;上层垫梁对应立柱设置,并与下层垫梁及立柱连接牢固。军用墩安装尚应符合本规程第5.4.3条的相关规定。

5.4.5 横梁和纵梁安装应符合下列要求:

1 纵梁和横梁安装前应准确标识安装位置,安装误差不得大于20 mm。

2 横梁宜拼接成整体后吊装就位。横梁与支墩应连接牢固;横梁与其支承之间有空隙时,应采用适当厚度的钢板填塞密实并焊接牢固。

3 贝雷梁、万能杆件、军用梁等桁架梁应在平整、坚实的场地上拼装,并采取临时稳定措施。

4 桁架梁应拼装成一跨及以上长度的节段,根据吊装能力采用单片或多片组合进行吊装;吊点位置应设置在距桁架梁两端约0.2倍长度的节点上。桁架梁就位后,应采取措施保证其横向稳定后方可松脱吊钩。

5 纵、横梁安装时应严格控制侧向弯曲,侧向弯曲矢高应小于跨度的1/1 000且不大于20 mm。

5.4.6 贝雷梁、军用梁、军用墩、万能杆件等常用器材的安装作业还应遵守其使用手册有关要求。

6 支架检查验收

6.1 一般规定

6.1.1 支架原材料及构配件进场后,施工单位应进行检查验收,合格后方可使用。

6.1.2 施工单位应对支架地基、基础、立杆(支墩)、纵横梁、模板等结构的施工质量进行全面检验。

6.1.3 监理单位应对支架施工进行全过程控制。

6.1.4 支架的各类质量检测报告、检查验收记录和其他工程技术管理资料,应按相关规定及时填写,并且严格履行责任人签字确认手续。

6.2 支架原材料及构配件检查验收

6.2.1 支架原材料及构配件进场后应检查验收其材质、规格尺寸、焊缝质量、外观质量等。

6.2.2 进入现场的新购支架原材料及构配件应具备下列证明资料:

1 产品标识及产品质量合格证。

2 供应商配套提供的管材、铸件、冲压件等材料的材质、产品性能检验报告。

6.2.3 重复使用的支架材料及构配件,应经检查合格后方可使用,必要时应通过荷载试验确定其实际承载能力。

6.3 地基及基础检查验收

6.3.1 满堂式支架的地基及基础质量检查项目、质量要求、检

验方法、检验数量应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 满堂式支架基础质量检查验收表

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
1	地基承载力	符合设计要求	触探等	每 100 m ² 不少于 3 个点
2	垫层平面尺寸	不小于设计	尺量	—
3	垫层厚度	不小于设计	尺量	每 100 m ² 不少于 3 个点
4	垫层顶面平整度	20 mm	2 m 直尺测量	每 100 m ² 不少于 3 个点
5	垫层强度或密实度	符合设计要求	试验	—
6	排水设施	完善	查看	全部
7	施工记录、试验资料	完整	查看资料	全部

6.3.2 梁柱式支架的明挖基础质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 梁柱式支架明挖基础质量检查验收表

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
1	地基承载力	符合设计要求	触探等	每个基础不少于 3 个点
2	基础平面位置	±50 mm	测量	全部
3	基础结构尺寸	不小于设计	尺量	全部
4	基础顶面高程	±10 mm	测量	每个基础不少于 3 个点
5	预埋件位置/数量	符合设计要求	测量、查看	全部
6	混凝土强度	符合设计要求	取样试验	每个基础 3 组试件
7	施工记录、试验资料	完整	查看资料	全部

6.3.3 梁柱式支架的钻（挖）孔桩基础质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.3.3—1 的规定；沉入桩基础检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.3.3—2 的规定。

表 6.3.3—1 梁柱式支架钻（挖）孔桩基础质量检查验收表

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
1	孔的中心位置	±50 mm	测量	全部
2	孔径、孔深	不小于设计值	检孔、测量	全部
3	垂直度	钻孔：≤1%； 挖孔：≤0.5%	测量	全部
4	沉渣厚度	摩擦桩：≤200 mm； 支承桩：≤50 mm	测量	全部
5	钢筋笼	钢筋间距：±20 mm； 结构尺寸：±20 mm； 顶面标高：±20 mm	尺量	每个
6	混凝土强度	符合设计要求	取样试验	每根桩 2 组试件
7	桩顶高程和 桩头处理	符合设计要求	测量、查看	全部
8	施工记录、 试验资料	完整	查看资料	全部

表 6.3.3—2 梁柱式支架沉入桩基础质量检查验收表

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
1	桩位	中间桩 桩径或短边长的 1/2， 且不大于 250 mm	测量	全部
		边缘桩 桩径或短边长的 1/4		
2	倾斜度	直桩，≤1%； 斜桩，≤15% tanθ	测量	全部
3	入土深度和 最终贯入度	符合设计要求	测量	全部
4	桩身接长	符合设计要求，连接牢固	查看	全部

续表 6.3.3—2

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
5	桩顶高程和 桩头处理	符合设计要求	测量、查看	全部
6	桩加工制造质量	满足相关规范要求	检查、检测	全部
7	施工记录、 试验资料	完整	查看资料	全部

注: θ 为斜桩轴线与垂线间的夹角。

6.4 支架检查验收

6.4.1 碗扣式钢管支架质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.4.1—1 的规定。门式钢管支架质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.4.1—2 的规定。

表 6.4.1—1 碗扣式钢管支架质量检查验收表

序号	检查项目	质量要求	检验方法	检验数量
1	底座与垫木、垫木与 地基接触面	无松动或脱空	查看	全部
2	可调 底座	插入立杆长度 ≥ 150 mm	查看 尺量	全部
		伸出立杆长度 ≤ 150 mm		
3	可调 顶托	插入立杆长度 ≥ 150 mm	查看 尺量	全部
		伸出立杆长度 ≤ 300 mm 且 ≥ 100 mm		
4	立杆	间距	查看 尺量	全部
		接头		
		垂直度		
		纵、横向轴线		

续表 6.4.1—1

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
5	水平杆	步距	符合设计	查看 尺量	全部
		水平度	相邻水平杆高差 小于 5 mm		
6	碗扣	水平杆端头 未插入碗扣	不允许	查看	全部
		上碗扣未旋转 锁紧	不允许		
7	剪刀撑	位置和间距	符合设计	查看 尺量	全部
		与地面交角	5° ~ 60°		
		搭接长度及 扣件数量	搭接长度大于 1 000 mm, 搭接处扣件不小于 3 个		
		与立杆(水平 杆)扣接	每步扣接, 与节点距 ≤100 mm	复拧	
		扣件拧紧力	不小于 40N · m, 且不 大于 65 N · m		
8	顶托与纵(横) 梁接触面		对中、不允许脱空或 线接触	查看	全部
9	纵(横)梁	间距	偏差小于 20 mm	查看 尺量	全部
		下层纵(横) 梁接头	置于顶托上, 交错布置		
		上层纵(横) 梁接头	交错搭接在下层纵 (横) 梁上		
10	支架全高垂直度		≤H/600, 且 <35 mm	测量	四周每面 不少于 4 根杆

注: H 为支架总高度。

表 6.4.1—2 门式钢管支架质量检查验收表

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
1	底座与垫木、垫木与地基接触面		无松动或脱空	查看	全部
2	可调底座	插入立杆长度	$\geq 150 \text{ mm}$	查看 测量	全部
		伸出立杆长度	$\leq 150 \text{ mm}$		
3	可调顶托	插入立杆长度	$\geq 150 \text{ mm}$	查看 测量	全部
		伸出立杆长度	$\leq 300 \text{ mm}$ 且 $\geq 100 \text{ mm}$		
4	门架	间距	符合设计	查看 尺量	全部
		垂直度	2 m 高度内偏差 小于 5 mm		
		纵横向轴线	偏差小于间距的 1/200		
		接头连接	连接棒和锁销齐全、 紧固		
		交叉杆	齐全、紧固		
5	水平杆	步距	符合设计	查看 尺量	全部
		水平度	相邻水平杆高差 小于 5 mm		
		扫地杆距 地面距离	$\leq 350 \text{ mm}$		
6	剪刀撑	位置和间距	符合设计	查看 尺量	全部
		与地面交角	$45^\circ \sim 60^\circ$		

续表 6.4.1—2

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
6	剪刀撑	搭接长度及扣件数量	搭接长度 $> 1000 \text{ mm}$, 搭接处扣件不小于 3 个	查看 尺量	全部
		与立杆（水平杆）扣接	每步扣接，与节点距离 $\leq 100 \text{ mm}$		
		扣件拧紧力	不小于 $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，且不 大于 $65 \text{ N} \cdot \text{m}$		
7	顶托与纵（横）梁接触面		对中、不允许脱空或 线接触	查看	全部
8	纵（横）梁	间距	误差小于 20 mm	查看 尺量	全部
		下层纵（横） 梁接头	置于顶托上，交错 布置		
		上层纵（横） 梁接头	交错搭接在下层纵 （横）梁上		
9	支架全高垂直度		$\leq H/600$ ，且 $< 35 \text{ mm}$	测量	支架四周 每面不少 于 4 根杆

注：H 为支架总高度。

6.4.2 梁柱式支架的支墩质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.4.2—1 的规定；梁柱式支架的梁部质量检查项目、质量要求、检验方法、检验数量应符合表 6.4.2—2 的规定。

表 6.4.2—1 梁柱式支架的支墩质量检查验收表

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
1	支墩	与基础接触面	密贴、平整	查看、尺量	全部
		平面位置	50 mm	测量	全部

续表 6.4.2—1

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
1	支墩	垂直度	$\leq H/500$, 且 ≤ 50 mm	测量	全部
		连接系	位置准确、连接牢固	查看、尺量	全部
		预埋件位置和结构尺寸	符合设计要求	查看、尺量	全部
2	钢管	规格	符合设计	尺量、查看	全部
		外观质量	纵轴线弯曲矢高 $\leq L/1000$, 且 < 10 mm, 不得有严重锈蚀, 脱皮	尺量、查看	全部
		焊缝	外观质量	尺量、查看	全部
			内部质量	探伤检查	20%
3	钢管混凝土	混凝土强度等级	符合设计	检查记录	全部
		饱满、密实	符合设计	敲击	全部
4	万能杆件	截面杆件根数、连接螺栓直径和个数, 垫板、填板设置等	符合设计	查看	全部
		螺栓拧紧程度	符合设计	复拧检查	全部
5	军用墩	立柱接头板、拉撑连接螺栓	符合设计		
		螺栓拧紧程度	符合设计	复拧检查	全部
6	横梁	规格	符合设计	查看	全部
		外观质量	弯曲矢高 $\leq L/1000$, 且 < 10 mm, 不得有严重锈蚀	尺量、查看	全部
		加工、安装质量	加劲肋符合设计	尺量、查看	全部

注: H 为支墩总高度, L 为钢管长度或横梁跨度。

表 6.4.2—2 梁柱式支架的梁部质量检查验收表

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
1	型钢	型号、数量、位置	符合设计	查看、尺量	全部
		加劲肋设置间距	符合设计	尺量	全部
		加劲肋焊缝	符合设计	查看	全部
		侧向弯曲矢高	$\leq L/1\,000$ ，且不大于 10 mm	尺量	全部
		扭曲	$\leq h/250$ ，且不大于 5 mm	尺量	全部
		纵、横向连接系	符合设计	查看	全部
		焊缝	外观质量	符合设计	尺量、查看
内部质量	符合设计		探伤检查	20%	
2	军用梁	型号、数量、位置	符合设计	查看	全部
		连接系	符合设计	查看	全部
		钢销	齐全	查看	全部
		销栓	齐全	查看	全部
		构件检查和整修		查看记录	全部
		侧向弯曲矢高	$\leq L/1\,000$ ，且不大于 20 mm	尺量	全部
3	贝雷梁	型号、数量、位置	符合设计	查看	全部
		连接系或支撑架安装	符合设计	查看	全部

续表 6.4.3

序号	检查项目		质量要求	检验方法	检验数量
2	作业平台	防护栏杆高度、水平杆位置、连接	符合设计	尺量查看	全部
3	梯步	宽度	≥ 90 cm	尺量	全部
		坡度	$\leq 1:1$	尺量	全部
		防滑措施	符合规定	尺量查看	全部
		脚手板材质、规格和安装	符合设计		
		安全网	牢固、连续		
		防护栏杆高度、水平杆位置、连接	符合设计		

7 支架预压

7.1 一般规定

- 7.1.1 支架预压应在支架结构检查合格后进行。
- 7.1.2 地基条件、基础、构造形式相同和高度相近的支架，可选择代表性浇筑段进行预压，首次浇筑段的支架必须进行预压。
- 7.1.3 支架预压完成后，监理单位应组织施工单位进行检查验收。

7.2 加载和卸载

- 7.2.1 支架预压荷载应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应小于支架所承受最大施工荷载的110%。
- 7.2.2 支架预压应选用重量稳定和易于计量、装卸的材料；当采用砂（土）作加载材料时应防止雨水影响其重量。
- 7.2.3 支架预压可按支架所承受最大施工荷载的60%、100%、110%三级进行，预压荷载分布应与支架施工荷载分布基本一致，加载重量偏差应控制在同级荷载的 $\pm 5\%$ 以内。加载过程中如发生异常情况时应立即停止加载，经查明原因并采取措施保证支架安全后方可继续加载。
- 7.2.4 支架预压加载和卸载应按照对称、分层、分级的原则进行，严禁集中加载和卸载。

7.3 预压监测

- 7.3.1 支架预压时应进行竖直和水平位移监测，监测内容包括：

- 1 基础沉降变形。
- 2 支架竖向位移。
- 3 支架顶面水平位移。
- 4 梁柱式支架纵（横）梁的挠度。
- 5 近邻结构物变形。

7.3.2 满堂式支架监测点布置应符合下列规定：

- 1 监测断面应设置在预压区域的两端及间隔1/4长度位置。
- 2 每个监测断面的基础及支架顶面对称混凝土梁中心线各布置5个以上监测点。

7.3.3 梁柱式支架监测点布置应符合下列规定：

- 1 监测断面应设置在预压区域的支墩和纵梁跨中位置。
- 2 支墩的基础、横梁顶面和纵梁跨中应对称梁体中心线各布置5个以上监测点。纵梁上设置有满堂式支架时，还应在满堂式支架顶面对应设置监测点。

7.3.4 支架预压监测频率应符合下列规定：

- 1 支架加载前，应监测记录各监测点初始值。
- 2 每级加载完成1h后进行支架的变形观测，以后间隔6h监测记录各监测点的位移量，当相邻两次监测位移平均值之差不大于2mm时，方可进行后续加载。
- 3 全部预压荷载施加完成后，应间隔6h监测记录各监测点的位移量；当连续12h监测位移平均值之差不大于2mm时，方可卸除预压荷载。

- 4 支架卸载6h后，应监测记录各监测点位移量。

7.3.5 支架沉降监测宜采用水准仪，测量精度应符合三等水准测量要求。支架平面位移宜采用全站仪进行观测。

7.3.6 支架预压完成后，应根据监测数据计算分析基础沉降量和支架弹性变形量、非弹性变形量及平面位移量，评价支架安全性和确定立模标高，形成支架预压报告。

8 梁体施工

8.1 一般规定

8.1.1 混凝土梁支架法现浇施工流程如图 8.1.1 所示。

8.1.2 梁体施工前应对支座的类型、规格、方向、平面位置及高程等进行检查确认。

8.1.3 梁体施工前应先核对张拉空间是否满足预应力筋张拉要求。

8.1.4 梁体混凝土浇筑应避开雨、雪天气和 6 级及以上大风条件。雨季施工时，应制订防雨措施并预备防雨材料。

8.1.5 梁体施工除应符合本规程外，尚应符合《铁路混凝土工程施工技术指南》（铁建设〔2010〕241 号）和《高速铁路桥涵工程施工技术指南》（铁建设〔2010〕241 号）的有关规定。

8.2 支座安装

8.2.1 混凝土梁在原位进行现浇施工时，支座及其与梁体连接的预埋件安装应在梁体底模安装前完成；若在高位或旁位现浇时，应先安装预埋钢板和锚栓，待梁体就位时完成支座安装。

8.2.2 纵向和多向活动支座应设置纵桥向预偏量；预偏量值应根据支座实际安装温度与设计安装温度之差、预应力施加引起的弹性压缩量和梁体混凝土收缩、徐变量计算确定。

8.2.3 支座上下座板与梁底及支承垫石之间和支座各部件之间应密贴无缝隙，支座配件应齐全、无损伤，螺栓螺母应拧紧无松动。

8.2.4 高速铁路和无砟轨道桥梁，同一座桥上固定支座设置应满足同桥同侧的要求，避免梁缝处相邻梁端出现横向反方向温度位移。

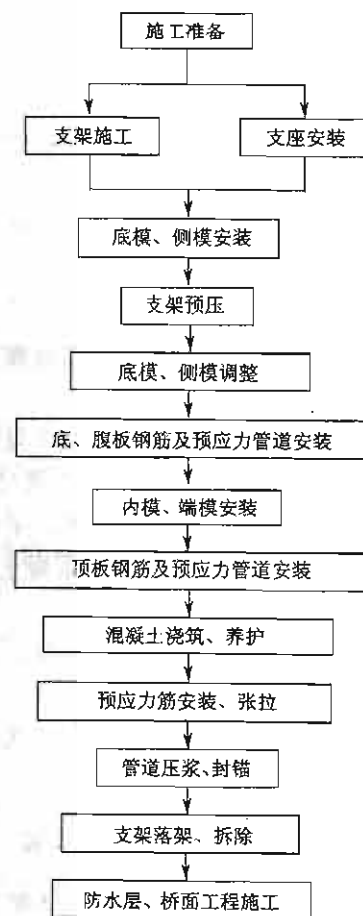


图 8.1.1 混凝土梁支架法现浇施工流程图

8.3 模板施工

8.3.1 梁体模板安装应按照底模→外侧模→内模→端模的顺序进行；梁体模板拆除应按照与安装相反的顺序进行。

8.3.2 梁体底模和外侧模应根据计算预拱度值并结合支架预压

成果设置施工预拱度,确保梁体线形符合设计要求。预拱度一般按梁体两端支点为零、跨中为最大值、其余按二次抛物线分配的原则进行设置。

8.3.3 梁体端模宜采用整体钢模,并按设计位置、尺寸和角度设置张拉槽口,将锚垫板固定在端模上。

8.3.4 梁体外侧模安装过程中及完成后,均应采用临时锚固或支撑措施防止其失稳。

8.3.5 梁体内模安装应符合下列规定:

1 内模安装应在梁体底板、腹板钢筋及腹板内预应力筋安装完成后进行。

2 内模宜拼装成节段后用吊装就位,应采取措施防止吊装变形;采用散拼内模时,内模框架与内模宜同时安装。

3 内模在箱梁底板顶面部分不应封闭,梁体内箱下倒角宜设置适当宽度的压脚模板;变高度连续梁混凝土浇筑时,应采取措施防止底板混凝土向低处自由流动。

4 内模的支架立杆应采用架立钢筋支撑,不得直接插入梁体底板混凝土内。

8.3.6 梁体外模拆除宜在纵向预应力张拉完成后进行;否则应考虑其拆除对底模支架的不利影响。

8.4 钢筋及预应力管道安装

8.4.1 钢筋及预应力管道应在梁体底模和外模安装完成后同步协调进行安装。安装顺序为:先安装底板、腹板钢筋及预应力管道(含竖向预应力筋),经检查合格后安装内模,最后安装顶板钢筋及预应力管道(含横向预应力筋)。

8.4.2 当梁体高度较大时,腹板钢筋安装前应在箱内搭设钢管脚手架作为支撑体系,以防止腹板钢筋在安装过程中失稳,并利于施工人员操作。

8.4.3 钢筋焊接时应对焊接影响部位的模板和预应力管道采取

保护措施,并配备灭火器材,防止焊渣灼伤预应力管道或引燃非钢质模板。

8.4.4 预应力管道施工尚应符合以下规定:

1 预应力管道类型、规格和质量应符合设计要求和相关技术标准规定。

2 波纹管接头位置宜避开孔道弯曲处。金属波纹管接长可采用大一号同型波纹管作为接头管,接头管长度不得小于30 cm,且接头管两端应采用密封胶带或塑料热缩管封装严密;塑料波纹管接长可采用专门焊接机焊接或采用本身具有密封性能的塑料连接器连接。

3 管道安装前,应按照设计规定的管道坐标进行放样,并应采用定位钢筋将管道固定在梁体钢筋骨架上。定位钢筋的结构形式、间距应符合设计要求;设计无要求时,定位钢筋间距不宜大于0.5 m,对于曲线管道应适当加密。

4 梁体混凝土浇筑前,应在纵向预应力管道中穿入内衬塑料管;在混凝土浇筑过程中应安排专人抽动内衬塑料管,防止预应力管道堵塞。

8.5 混凝土浇筑

8.5.1 梁体混凝土应按设计划分的节段分别连续浇筑、一次成型,并在最先浇筑的混凝土初凝前完成。

8.5.2 梁体混凝土浇筑前应按施工组织安排,对施工场地布置、施工人员配置及职责分工、混凝土原材料储备、施工设备(含电源)配置和应急预案进行检查落实,并认真做好技术交底和浇筑预演,确保混凝土浇筑施工连续不间断进行。

8.5.3 梁体混凝土浇筑应按下列顺序进行:

1 纵桥向应按“斜向分段、水平分层”的方法从低端往高端浇筑。斜向分段长度宜为4~5 m;分层厚度根据混凝土生产供应能力、浇筑速度、捣固能力和梁体结构特点等条件确定,一

般不宜超过 40 cm。

2 横桥向应按“先底板与腹板倒角,后底板,再腹板,最后顶板”的顺序进行浇筑;两侧腹板混凝土的高度应保持基本一致。

8.5.4 梁体混凝土浇筑时,对于钢筋密集的支座顶部、预应力锚垫板周围和横隔梁等区域,应加强其混凝土捣固质量控制。对于高度较大的梁体,其腹板与底板倒角区混凝土浇筑时,宜安排人员进入腹板进行混凝土捣固。

8.5.5 梁体混凝土浇筑过程中,应安排人员对支架、模板随时检查,如有异常情况,应立即暂停混凝土浇筑,待查明原因并妥善处理后方可继续施工。

8.5.6 梁体混凝土浇筑完成后应及时采用保湿材料覆盖并保湿、保温养护。

8.6 预应力筋张拉及管道压浆

8.6.1 两端张拉的纵向预应力筋宜在混凝土浇筑后安装;如在混凝土浇筑前安装,则应采取可靠措施防止混凝土浇筑过程中管道堵塞。

8.6.2 预应力张拉前,施工单位应对预应力混凝土梁的锚具、喇叭口及管道摩阻等进行现场测试;设计单位根据实测数据调整预应力筋张拉控制有关参数。

8.6.3 预应力筋初始张拉应力应结合管道几何参数和实测摩阻系数确定,宜在终张拉控制应力的 10%~25% 取值。

8.6.4 为防止混凝土产生早期裂纹,支架法现浇的混凝土梁宜采取预张拉措施;预张拉前应拆除端模、松开内模。当设计无要求时,可在梁体顶板和底板(或腹板)各选取 2~3 束对称的预应力束作为预张拉束,在混凝土强度达到设计强度的 60% 时进行预张拉,预张拉应力宜为设计终张拉应力的 30%。

8.6.5 预应力筋终张拉时,混凝土强度、弹性模量及龄期应符合

设计要求;张拉顺序及控制应力应符合设计规定。

8.6.6 预应力管道压浆应按照设计要求的方法进行。当设计无具体要求时,应采用真空辅助压浆工艺,并应符合以下规定:

1 管道压浆应在预应力筋终张拉完成后 48 h 内完成。

2 管道压浆应按先纵向、再竖向、后横向的顺序进行。纵向预应力管道应自下而上进行压浆;竖向预应力管道应从最低点向上压浆;同一管道应连续压浆,一次完成。

3 管道压浆过程中及压浆后 3 d 内,梁体温度不应低于 5℃,否则应采用养护措施使其满足规定温度。

8.7 支架落架及拆除

8.7.1 支架的落架和拆除应根据设计文件要求编制专项施工技术方案,并对操作人员进行技术交底,明确支架落架、拆除顺序和安全措施。

8.7.2 钢筋混凝土梁的支架落架和拆除应在混凝土强度达到设计强度后方可进行;预应力混凝土梁的支架落架和拆除应在梁体预应力施工完成后方可进行。

8.7.3 支架落架应按设计要求的顺序进行;当设计无要求时,宜按照“从梁体跨中向梁端”的顺序和“纵桥向对称均衡、横桥向基本同步”的原则分阶段循环进行支架落架。

9 落梁和横移梁

9.1 一般规定

9.1.1 采用支架法现浇施工的铁路混凝土简支梁，受施工条件限制不能原位浇筑时，应在高位支架上或旁位浇筑后，采用落梁、横移梁方式安装到设计位置。

9.1.2 高位或旁位现浇支架设计时，应考虑预应力筋张拉后，梁体荷载重分布对支架强度、刚度和稳定性的影响。

9.1.3 落梁或横移梁施工前，应编制专项施工方案，并进行施工技术和安全交底。专项施工方案中应根据施工工况对落梁或横移梁装置进行详细设计，保证装置的强度、刚度和稳定性满足相关要求。

9.1.4 落梁或横移梁装置应通过荷载试验和试运行验收合格后方可投入使用。

9.1.5 落梁或横移梁应在梁体预应力张拉、压浆并封锚完成后进行。

9.1.6 严禁在雨、雪天气和6级及以上大风条件下进行落梁或横移梁作业。

9.2 落 梁

9.2.1 采用支架法高位现浇施工的铁路混凝土简支梁，一般通过高位落梁方式安装到设计位置。高位落梁分为门式提升架落梁和梁底支墩落梁两种方式，如图9.2.1—1和图9.2.1—2所示。

9.2.2 门式提升架落梁和梁底支墩落梁施工流程分别如图9.2.2—1和图9.2.2—2所示。

9.2.3 支墩结构设计除应符合本规程梁柱式支架支墩的相关规定外，尚应符合下列规定：

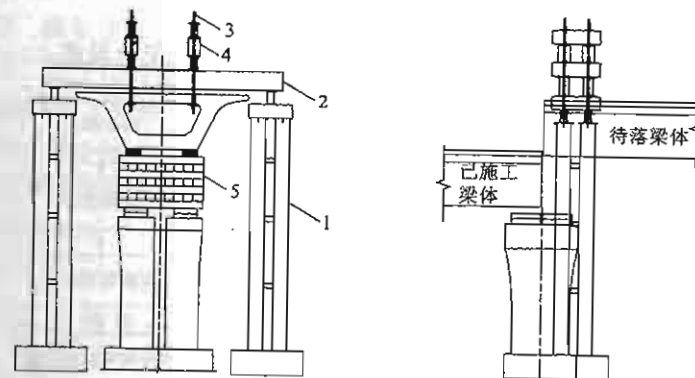


图 9.2.1—1 门式提升架落梁装置示意图

1—门式支墩；2—横梁；3—吊杆；4—千斤顶；5—保险支墩

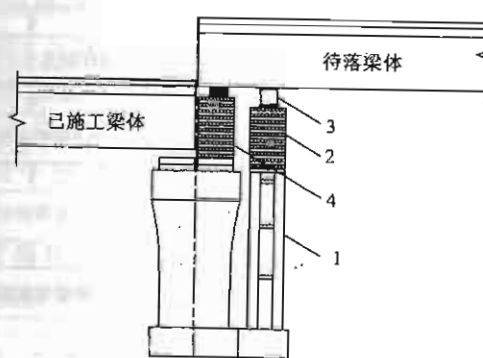


图 9.2.1—2 梁底支墩落梁装置示意图

1—梁底支墩；2—换顶支墩；3—千斤顶；4—保险支墩

- 1 支墩设置位置应满足梁体受力要求，宜尽量靠近墩身。
- 2 当无可靠措施保证四个支点均匀承载时，应按照四个支

点中的三点承受梁体荷载的最不利工况对支墩及其基础进行检算。

3 应设置足够的纵、横向连接系将支墩立柱连接成整体，并与桥墩进行刚性连接。

4 支墩顶应设置作业平台和防护栏杆等安全设施。

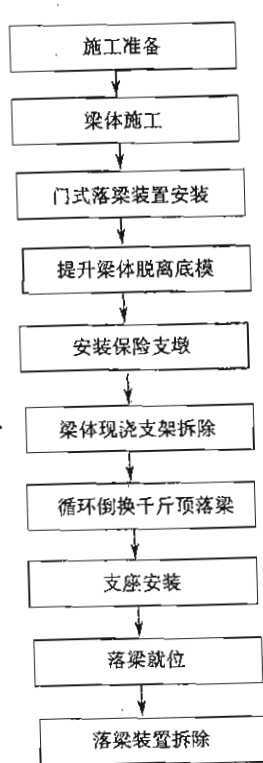


图 9.2.2—1 门式提升架落梁施工流程图

9.2.4 门式提升架落梁装置的横梁和吊杆设计应符合下列规定：

1 横梁宜采用组拼型钢或钢箱梁结构，并应根据局部稳定性检算设置加劲肋和缀板；其最大挠度不得大于跨度的

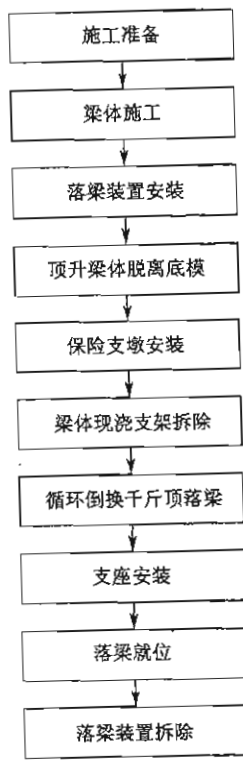


图 9.2.2—2 梁底支墩落梁施工流程图

1/500。

2 支墩立柱顶部应合理设置纵、横向分配梁，横梁、分配梁和支墩立柱之间应连接牢固。

3 横梁顶部应设置作业平台和防护栏杆等安全设施。

4 吊杆孔的位置及数量应满足梁体受力要求；吊杆孔应在梁体现浇施工时预留，预留孔周围应设置加强钢筋。

5 吊杆宜采用钢绞线或钢棒等材料，应按 4 根吊杆中的 3 根承受梁体荷载的最不利工况进行检算，吊杆应力应小于其强度设计值的 50%。

6 吊杆下端锚固螺栓与梁体顶板之间应设置厚度不小于 30 mm 的钢垫板；钢垫板应水平放置，且与梁体顶板之间密贴。

7 落梁千斤顶的额定起重能力不得小于其设计承受荷载的 1.5 倍。

9.2.5 梁底支墩落梁装置设计除应满足本规程第 9.2.3 条有关要求外，尚应符合下列规定：

1 落梁千斤顶设置位置应满足梁体受力要求，宜设置在靠近梁体两端的腹板下区域；千斤顶和梁体之间应设置钢垫板和工程橡胶板，其底部应设置限位和稳定装置。

2 落梁千斤顶的额定起重能力不得小于其设计荷载的 1.5 倍。

9.2.6 门式提升架落梁和梁底支墩落梁应在梁体与桥墩（台）顶之间设置保险支墩。保险支墩可采用型钢或方木构筑，其顶部千斤顶行程高度内设置钢垫块。保险支墩宜与梁体支架同步安装。

9.2.7 梁体两端的落梁千斤顶应分别采用单泵双顶方式并联，并在每个千斤顶上设置截流阀，与油泵上截流阀共同对落梁过程进行双控。并联千斤顶的规格、高压油管的长度及规格均应相同，确保梁体一端的千斤顶终端压力和顶升力相同且同步运行。

9.2.8 落梁作业应符合下列规定:

1 落梁千斤顶安装完成后,应将梁体提升(顶升)脱离底模板5~10 mm并停留半小时,检验落梁装置承载能力和工作状态。

2 落梁装置经检查合格后,将千斤顶油路锁闭,并用保险支墩顶紧梁底,然后从跨中向两端拆除其余梁体现浇支架和模板。

3 梁体两端应交替落梁,每端每次下落高度不得大于100 mm,保证梁体两端高差不大于50 mm;落梁过程中应及时抽换保险支墩上的钢垫板,始终保持钢垫板顶面和梁底面的距离不大于20 mm;梁体一端稳固支承在保险支墩的钢垫板上并锁闭该端千斤顶油路后,梁体另一端方可进行落梁作业。

4 千斤顶回缩至其最大行程的80%时,应暂停落梁作业并锁闭油路,将保险支墩减低约一个千斤顶行程高度后,重新安装保险支墩顶的钢垫块,再按照上述方法进行落梁。

5 落梁至梁体支座安装高度后,应停止落梁作业,锁闭千斤顶油路,然后拆除保险支墩。

6 清理桥墩顶支承垫石和锚栓孔,将组装好的梁体永久支座安装就位,落梁至设计高程,保持千斤顶受力状况,对支座下座板和支承垫石之间、锚栓孔内进行压力注浆;待浆体达到设计强度后,方可松脱千斤顶,完成落梁施工。

7 落梁过程中应有专人观测落梁支墩(或门式提升架)及其连接系等临时设施变形情况,发现异常情况应暂停落梁,待查明原因并妥善处理后方可继续落梁。

9.3 横 移 梁

9.3.1 采用支架法旁位现浇施工的铁路混凝土简支梁,宜采用横移梁和低位落梁方式安装到设计位置。

9.3.2 简支梁横移梁施工流程如图9.3.2所示。

9.3.3 横移梁应采用摩擦型滑道,横移梁装置由滑道支墩、滑道、滑板、顶推或拖拉设施等组成。横移梁装置如图9.3.3所示。

9.3.4 滑道支墩结构设计和施工除符合本规程梁柱式支架支墩的相关规定外,还应符合下列要求:

1 支墩应对应滑道设置,并与桥墩连接牢固。

2 应将梁体荷载作为活载,选取最不利工况对支墩及其基础进行检算。如移梁荷载需直接传至桥墩,应验算桥墩结构的承载力是否满足要求。

3 支墩顶应设置作业平台和防护栏杆等安全设施。

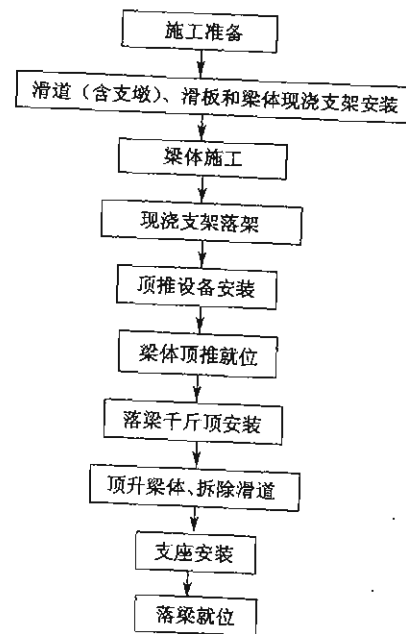


图 9.3.2 横移梁施工流程图

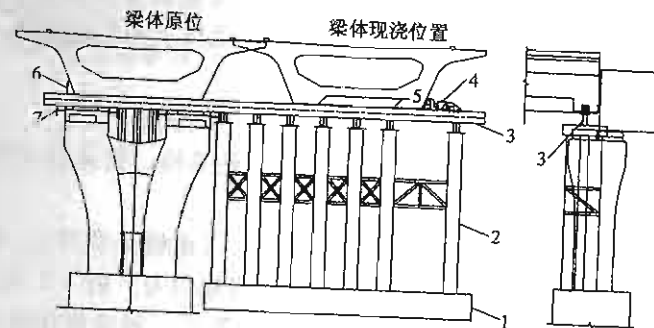


图 9.3.3 横移落梁装置示意图

1—支墩基础；2—支墩立柱；3—滑道；
4—顶推装置；5—滑板；6—梁体限位装置；7—滑道限位装置

9.3.5 滑道结构设计和施工应符合下列要求:

1 应在梁体两端允许范围内垂直于梁体中心线各设置一股滑道,两股滑道应相互平行,其间距误差不应大于10 mm、顶面高差不得大于50 mm。

2 应采用组拼型钢或钢轨作为滑道的轨道梁。轨道梁设计应符合下列要求:

- 1) 在最不利荷载工况下,轨道梁的最大挠度不得大于2 mm。
- 2) 单股轨道梁应连接成一条稳固、等高、平顺的整体,且与支墩连接牢固;同一轨道顶面的任一点高程差不大于2 mm。
- 3) 应根据局部稳定性检算结果对轨道梁支承位置设置加劲肋。
- 4) 应在梁体平移终端的轨道梁上准确设置限位装置。
- 5) 滑道顶面高程应根据梁体支座安装需要的净空高度确定。

3 滑道梁顶面应设置厚度不小于3 mm 通长不锈钢板,钢板表面应平顺无突变点,平整度误差不得大于1 mm/m。

9.3.6 滑板宜采用聚四氟乙烯板,且应支承在梁体腹板区域,并与滑道的中心线保持一致,其数量宜与梁体支座数量相同。在滑板与梁体之间应加设工程橡胶板。

9.3.7 顶推(或拖拉)装置设计应符合下列要求:

1 顶推力(或拖拉力)应根据滑道结构、梁体荷载计算确定。

2 横移梁的动力装置应采用千斤顶(或链条葫芦);动力装置的额定动力不应小于设计顶推力(或拖拉力)的1.5倍。

3 反力座应根据顶推(或拖拉)装置的行程设置在轨道梁上,保证顶推力(或拖拉力)与梁体垂直。千斤顶与梁体间应采用弹性材料支垫。

4 T形梁应设置横向稳定措施,防止梁体侧向失稳。

9.3.8 横移梁装置的支墩、滑道、滑板应与梁体现浇支架同时安装和检查验收。

9.3.9 横移梁作业应符合下列要求:

1 梁体施工完成后,应先拆除滑道上方的支架、模板,然后从跨中向两端拆除其他支架及模板,使梁体荷载平稳地转移到滑道上。支架拆除过程中应观测滑道和支墩受力及变形情况,如有异常,应立即终止支架拆除作业,待查明原因并采取加固措施后方可恢复支架拆除施工。

2 支架拆除完成并安装好顶推(或拖拉)装置后,应将滑道滑动面清理干净、涂上润滑油脂。

3 梁体横移过程中,两端应同步行进,行程差不应超过20 mm,行进速度不大于10 cm/min。可采取滑道上预先标志20 mm刻度尺,安排专人观测梁体横移进程并及时报告指挥员。

4 梁体横移就位后,应仔细复核梁体纵向、横向位置偏差,如果发现偏差超标,应调整至合格。

9.3.10 梁体位置调整合格后方可拆除顶推装置,然后在支承垫石范围外的桥墩顶帽上适当位置安装落梁千斤顶,按照本规程第9.2节的相关要求顶升梁体、拆除滑道、安装支座和落梁就位。

10 节能和环境保护

10.1 一般规定

10.1.1 铁路混凝土梁支架法现浇施工应注意保护生态环境,认真贯彻“预防为主,防治结合,综合治理”的原则,做到统一规划,合理布局,综合利用,严格控制污染源。

10.1.2 铁路混凝土梁支架法现浇施工前,应根据设计要求并结合桥梁墩台所处环境位置等实际情况,对施工中可能发生的环境破坏及不利影响在施工组织设计中提出具体预防措施并付诸实施。

10.1.3 施工中生产、生活等临时工程的规划和修建应符合当地环境保护要求。

10.2 节能措施

10.2.1 施工工点的动力需进行专项设计,其容量按既能满足生产、生活的需要,又不能太大而造成浪费配置。

10.2.2 各种运输车辆、机械及动力设备保持完好状态,尽量不用或少用高耗能的车辆和设备。

10.3 防止水土流失和污染

10.3.1 在铁路混凝土梁支架法现浇施工中,对基础施工、弃渣场、防排水临时用地应结合当地土地利用规划统筹考虑,节约用地,尽量做到不占或少占耕地,保护原有地形地貌和植被。

10.3.2 土方运输过程中,应采取措施防止撒漏,弃渣场设置挡墙或采取其他措施以免影响附近建筑物、农田、水利、河道、交

通和环境等。施工完成后,应及时清理施工垃圾,恢复原有地貌。

10.3.3 施工发生的废水、废油以及生活污水,不得直接排入河流、湖泊及其他水域中,也不得排放于饮用水源附近的土地上,防止污染水质和土地。

10.3.4 做好完(竣)工工地恢复工作,及时清除施工临时设施和工地生活设施,对污水池(沟)、垃圾场(站)及厕所等,尚应做好消毒灭菌工作,并应用净土填埋、填平压实。

10.4 防止空气和噪声污染

10.4.1 施工和各项临时设施,工程材料存放及加工场地,混凝土拌和场地等,均宜远离居民区并应位于下风区设置。应尽量推广采用清洁生产工艺,采取适当的防尘、防噪声措施,减少对周围环境的影响。

10.4.2 工程中使用的各种粉末材料,不得散装散卸,应采取措施防止粉尘飞扬、散发污染空气环境。

10.4.3 在城镇居民地区施工时,由机械设备和工艺操作所产生的噪声不得超过国家规定的建筑施工临界排放标准,否则应采取消音、隔音等措施。

10.5 文物和景区保护

10.5.1 施工中应加强对文物、古迹的保护。在施工中发现文物古迹时应立即与当地文物保护部门联系,并采取必要的保护措施。

10.5.2 在文物古迹附近进行施工时,应采取必要的措施加强对文物古迹的保护。施工不得损及文物古迹。

10.5.3 在景区进行铁路梁支架法现浇施工时,不得破坏附近的自然景观和人文景观及周围环境,并设置警示标识,做好安全防护,保护游人安全。

附录 A 支架结构常用钢材及混凝土强度设计值和弹性模量

表 A.0.1 钢材的强度设计值和弹性模量 (N/mm²)

钢 材		抗拉、抗压 和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
牌 号	厚度或直径 (mm)			
Q235 钢	≤ 16	215	125	325
	$> 16 \sim 40$	205	120	
	$> 40 \sim 60$	200	115	
	$> 60 \sim 100$	190	110	
Q345 钢	≤ 16	310	180	400
	$> 16 \sim 35$	295	170	
	$> 35 \sim 50$	265	155	
	$> 50 \sim 100$	250	145	
弹性模量 E		2.06×10^5		

表 A.0.2 混凝土的轴心抗压、抗拉强度设计值和弹性模量 (N/mm²)

等 级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
强度及弹性模量								
轴心抗压 f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1
轴心抗拉 f_t	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89
弹性模量 E_c	2.2×10^4	2.55×10^4	2.80×10^4	3.0×10^4	3.15×10^4	3.25×10^4	3.35×10^4	3.45×10^4

附录 B 支架结构常用木材强度设计值和弹性模量

表 B.0.1 木材适用的强度等级

木材种类	强度等级	组 别	适用树种
针叶树种	TC17	A	柏木 长叶松 湿地松 粗皮落叶松
		B	东北落叶松 欧洲赤松 欧洲落叶松
	TC15	A	铁杉 油杉 太平洋海岸黄柏 花旗松—落叶松 西部铁杉 南方松
		B	鱼鳞云杉 西南云杉 南亚松
	TC13	A	油松 新疆落叶松 云南松 马尾松 扭叶松 北美落叶松 海岸松
		B	红皮云杉 丽江云杉 樟子松 红松 西加云杉 俄罗斯红松 欧洲云杉 北美山地云杉 北美短叶松
	TC11	A	西北云杉 新疆云杉 北美黄松 云杉 铁冷杉 东部铁杉 杉木
		B	冷杉 速生杉木 速生马尾松 新西南辐射松
阔叶树种	TB20	—	青岗 桐木 门格里斯木 卡普木 沉水稍克隆 绿心木 紫心木 李叶豆 塔特布木
	TB17	—	栎木 达荷玛木 萨佩莱木 苦油树 毛罗藤罗
	TB15	—	锥栗 (栲木) 桦木 黄梅兰蒂 梅萨瓦木 水曲柳 红罗木
	TB13	—	深红梅兰蒂 浅红梅兰蒂 白梅兰蒂 巴西红厚壳木
	TB11	—	大叶椴 小叶椴

表 B.0.2 木材的强度设计值和弹性模量 (N/mm²)

强度等级	组别	抗弯 f_w	顺纹抗压 f_{wc}	顺纹抗拉 f_{wt}	顺纹抗剪 f_{wv}	横纹承压 $f_{w,90}$	弹性模量 E_w
TC17	A	17	16	10	1.7	2.3	10 000
	B		15	9.5	1.6		
TC15	A	15	13	9.0	1.6	2.1	10 000
	B		12	9.0	1.5		
TC13	A	13	12	8.5	1.5	1.9	10 000
	B		10	8.0	1.4		9 000
TC11	A	11	10	7.5	1.4	1.8	9 000
	B		10	7.0	1.2		
TB20	—	20	18	12	2.8	4.2	12 000
TB17	—	17	16	11	2.4	3.8	11 000
TB15	—	15	14	10	2.0	3.1	10 000
TB13	—	13	12	9.0	1.4	2.4	8 000
TB11	—	11	10	8.0	1.3	2.1	7 000

附录 C 门式支架稳定承载力设计值

表 C.0.1 典型的门架几何尺寸及杆件规格

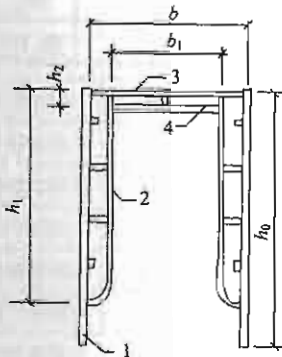
		门架代号		MF1219	
		门架几何尺寸 (mm)	h_0	1 930	1 900
			h_1	1 536	1 550
			h_2	80	100
			b	1 219	1 200
			b_1	750	800
杆件外径壁厚 (mm)	1	立杆	1	$\phi 42.0 \times 2.5$	$\phi 48.0 \times 3.5$
	2	立杆加强杆	2	$\phi 26.8 \times 2.5$	$\phi 26.8 \times 2.5$
	3	水平杆	3	$\phi 42.0 \times 2.5$	$\phi 48.0 \times 3.5$
	4	水平杆加强杆	4	$\phi 26.8 \times 2.5$	$\phi 26.8 \times 2.5$

表 C.0.2 一榀门架的稳定承载力设计值

门架代号		MF1219	
门架高度 h_0 (mm)		1 930	1 900
立杆加强杆高度 h_1 (mm)		1 536	1 550
立杆换算截面回转半径 i (cm)		1.525	1.652
立杆长细比 λ	H (支架整体高度) ≤ 45 m	148	135
立杆稳定系数 φ	H (支架整体高度) ≤ 45 m	0.316	0.371
钢材强度设计值 f (N/mm ²)		205	205
门架稳定承载力设计值 N_d (kN)	$H \leq 45$ m	40.16	74.38

附录 D 贝雷梁的承载力设计值及几何特性

表 D.0.1 贝雷梁承载力设计值及几何特性

内力及几何特性		弯矩 (kN·m)	剪力 (kN)	截面抵抗矩 (cm ³)	截面惯性矩 (cm ⁴)
非加强型	单排单层	788.2	245.2	3 578.5	250 497
	双排单层	1 576.4	490.5	7 157.1	500 994
	三排单层	2 246.4	698.9	10 735.6	751 491
	双排双层	3 265.4	490.5	14 817.9	2 148 588
	三排双层	4 653.2	698.9	22 226.8	3 222 883
加强型	单排单层	1 687.5	245.2	7 699.1	577 434
	双排单层	3 375.0	490.5	15 398.3	1 154 868
	三排单层	4 809.4	698.9	23 097.4	1 732 303
	双排双层	6 750.0	490.5	30 641.7	4 596 255
	三排双层	9 618.8	698.9	45 962.6	6 894 390

注: 1 当贝雷梁组合片数大于 3 排时, 其承载力应考虑分配折减。

2 本表所述贝雷梁为国产 321 型装配式公路钢桥的主梁桁架, 桁架高度 150 cm。

附录 E 风压高度变化系数

表 E.0.1 风压高度变化系数 μ_z

离地面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.17	1.00	0.74	0.62
10	1.38	1.00	0.74	0.62
15	1.52	1.14	0.74	0.62
20	1.63	1.25	0.84	0.62
30	1.80	1.42	1.00	0.62
40	1.92	1.56	1.13	0.73
50	2.03	1.67	1.25	0.84

注: 1 对于平坦或稍有起伏的地形, 风压高度变化系数应根据 A、B、C、D 四类地面粗糙度类别选用。

A 类: 近海海面和海岛、海岸、湖岸、湖岸及沙漠地区。

B 类: 田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市市区。

C 类: 有密集建筑群的城市市区。

D 类: 有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

2 对于山区, 风压高度变化系数由本表确定外, 还应按《建筑结构荷载规范》(GB 50009) 的规定考虑修正系数。

附录 F 轴心受压构件的稳定系数

表 F.0.1 a 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
10	0.995	0.994	0.993	0.992	0.991	0.989	0.988	0.986	0.985	0.983
20	0.981	0.979	0.977	0.976	0.974	0.972	0.970	0.968	0.966	0.964
30	0.963	0.961	0.959	0.957	0.955	0.952	0.950	0.948	0.946	0.944
40	0.941	0.939	0.937	0.934	0.932	0.929	0.927	0.924	0.921	0.919
50	0.916	0.913	0.910	0.907	0.904	0.900	0.897	0.894	0.890	0.886
60	0.883	0.879	0.875	0.871	0.867	0.863	0.858	0.854	0.849	0.844
70	0.839	0.834	0.829	0.824	0.818	0.813	0.807	0.801	0.795	0.789
80	0.783	0.776	0.770	0.763	0.757	0.750	0.743	0.736	0.728	0.721
90	0.714	0.706	0.699	0.691	0.684	0.676	0.668	0.661	0.653	0.645
100	0.638	0.630	0.622	0.615	0.607	0.600	0.592	0.585	0.577	0.570
110	0.563	0.555	0.548	0.541	0.534	0.527	0.520	0.514	0.507	0.500
120	0.494	0.488	0.481	0.475	0.469	0.463	0.457	0.451	0.445	0.440
130	0.434	0.429	0.423	0.418	0.412	0.407	0.402	0.397	0.392	0.387
140	0.383	0.378	0.373	0.369	0.364	0.360	0.356	0.351	0.347	0.343
150	0.339	0.335	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.312	0.309	0.305

注: 1 Q235 钢材可直接查取上表数据, 其余钢材按表中公式 $\sqrt{\frac{f_y}{235}}$ 乘以长细比 λ 后查取。

2 表中 a、b、c、d 截面分类见《钢结构设计规范》(GB 50017) 中表 5.1.2—1 和表 5.1.2—2 轴心受压构件的截面分类。

表 F.0.2 b 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995	0.994
10	0.992	0.991	0.989	0.987	0.985	0.983	0.981	0.978	0.976	0.973
20	0.970	0.967	0.963	0.960	0.957	0.953	0.950	0.946	0.943	0.939
30	0.936	0.932	0.929	0.925	0.922	0.918	0.914	0.910	0.906	0.903
40	0.899	0.895	0.891	0.887	0.882	0.878	0.874	0.870	0.865	0.861
50	0.856	0.852	0.847	0.842	0.838	0.833	0.828	0.823	0.818	0.813
60	0.807	0.802	0.797	0.791	0.786	0.780	0.774	0.769	0.763	0.757
70	0.751	0.745	0.739	0.732	0.726	0.720	0.714	0.707	0.701	0.694
80	0.688	0.681	0.675	0.668	0.661	0.655	0.648	0.641	0.635	0.628
90	0.621	0.614	0.608	0.601	0.594	0.588	0.581	0.575	0.568	0.561
100	0.555	0.549	0.542	0.536	0.529	0.523	0.517	0.511	0.505	0.499
110	0.493	0.487	0.481	0.475	0.470	0.464	0.458	0.453	0.447	0.442
120	0.437	0.432	0.426	0.421	0.416	0.411	0.406	0.402	0.397	0.392
130	0.387	0.383	0.378	0.374	0.370	0.365	0.361	0.357	0.353	0.349
140	0.345	0.341	0.337	0.333	0.329	0.326	0.322	0.318	0.315	0.311
150	0.308	0.304	0.301	0.298	0.295	0.291	0.288	0.285	0.282	0.279

注: 见表 F.0.1 注。

表 F.0.3 c 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995	0.993
10	0.992	0.990	0.988	0.986	0.983	0.981	0.978	0.976	0.973	0.970
20	0.966	0.959	0.953	0.947	0.940	0.934	0.928	0.921	0.915	0.909
30	0.902	0.896	0.890	0.884	0.877	0.871	0.865	0.858	0.852	0.846
40	0.839	0.833	0.826	0.820	0.814	0.807	0.801	0.794	0.788	0.781

续表 F.0.3

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0.775	0.768	0.762	0.755	0.748	0.742	0.735	0.729	0.722	0.715
60	0.709	0.702	0.695	0.689	0.682	0.676	0.669	0.662	0.656	0.649
70	0.643	0.636	0.629	0.623	0.616	0.610	0.604	0.597	0.591	0.584
80	0.578	0.572	0.566	0.559	0.553	0.547	0.541	0.535	0.529	0.523
90	0.517	0.511	0.505	0.500	0.494	0.488	0.483	0.477	0.472	0.467
100	0.463	0.458	0.454	0.449	0.445	0.441	0.436	0.432	0.428	0.423
110	0.419	0.415	0.411	0.407	0.403	0.399	0.395	0.391	0.387	0.383
120	0.379	0.375	0.371	0.367	0.364	0.360	0.356	0.353	0.349	0.346
130	0.342	0.339	0.335	0.332	0.328	0.325	0.322	0.319	0.315	0.312
140	0.309	0.306	0.303	0.300	0.297	0.294	0.291	0.288	0.285	0.282
150	0.280	0.277	0.274	0.271	0.269	0.266	0.264	0.261	0.258	0.256

注: 见表 F.0.1 注。

表 F.0.4 d 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	0.999	0.999	0.998	0.996	0.994	0.992	0.990	0.987
10	0.984	0.981	0.978	0.974	0.969	0.965	0.960	0.955	0.949	0.944
20	0.937	0.927	0.918	0.909	0.900	0.891	0.883	0.874	0.865	0.857
30	0.848	0.840	0.831	0.823	0.815	0.807	0.799	0.790	0.782	0.774
40	0.766	0.759	0.751	0.743	0.735	0.728	0.720	0.712	0.705	0.697
50	0.690	0.683	0.675	0.668	0.661	0.654	0.646	0.639	0.632	0.625
60	0.618	0.612	0.605	0.598	0.591	0.585	0.578	0.572	0.565	0.559
70	0.552	0.546	0.540	0.534	0.528	0.522	0.516	0.510	0.504	0.498
80	0.493	0.487	0.481	0.476	0.470	0.465	0.460	0.454	0.449	0.444

续表 F.0.4

$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	0.439	0.434	0.429	0.424	0.419	0.414	0.410	0.405	0.401	0.397
100	0.394	0.390	0.387	0.383	0.380	0.376	0.373	0.370	0.366	0.363
110	0.359	0.356	0.353	0.350	0.346	0.343	0.340	0.337	0.334	0.331
120	0.328	0.325	0.322	0.319	0.316	0.313	0.310	0.307	0.304	0.301
130	0.299	0.296	0.293	0.290	0.288	0.285	0.282	0.280	0.277	0.275
140	0.272	0.270	0.267	0.265	0.262	0.260	0.258	0.255	0.253	0.251
150	0.248	0.246	0.244	0.242	0.240	0.237	0.235	0.233	0.231	0.229

注：见表 F.0.1 注。

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便于在执行中区别对待。

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”、“不得”。

3 表示稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词：采用“可”。

《铁路混凝土梁支架法现浇施工技术规程》 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制目的、依据以及执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

1.0.2 本规程也适用于采用支架法现浇施工的铁路混凝土连续刚构、框架桥,公路、市政等工程中采用支架法现浇施工的类似混凝土梁也可参考本规程进行施工。

1.0.6 铁路混凝土梁支架法现浇施工安全风险高,影响梁体施工质量的因素多,为保证工程施工安全质量,施工单位需要按规定编制专项施工方案。专项施工方案包括的支架设计、拼装、预压、拆除和梁体施工等内容可以分册编制,也可以合并成整体。无论采用何种方式,施工单位都需要提供详细的支架结构设计专项资料。

4.1.1 工程结构设计的发展趋势是采用以概率理论为基础、以分项系数表达的极限状态设计方法,同时鉴于支架结构中的碗扣式钢管脚手架、门式支架等设计均采用该种设计方法,所以本规程采用此设计方法。

4.1.2 参考《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第3.2.1条,考虑铁路混凝土梁支架法现浇施工的工程实际,特别是跨越既有铁路、高等级公路、交通繁忙的市政道路、重要航道等支架结构,一旦发生破坏,将造成严重后果,同

时由于影响支架结构质量的因素较多,因此支架结构的重要性系数分别取为1.1和1.0。

4.1.4 支架结构的高度和承受的荷载通常较大,除部分分配梁及模板结构外不宜采用竹、木和其他材料。由于铁路混凝土梁支架法施工中广泛采用周转材料,在材料选用和支架设计时需按相关规定对旧材料进行折减,新购支架常用材料的质量参考下列现行国家及相关行业标准:

(1) 强度等级为Q235、Q345的钢材,其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)和《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—1994)的规定。

(2) 钢筋混凝土构件中的钢筋和混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)的规定。

(3) 扣件式钢管支架应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2011)的规定。

(4) 碗扣式钢管支架应符合现行行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 166—2008)的规定。

(5) 门式钢管支架应符合现行行业标准《门式钢管脚手架》(JG 13—1999)和《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 128—2010)的规定。

(6) 支架结构的钢管混凝土结构应符合现行行业标准《钢管混凝土结构设计与施工规程》(CECS 28:90)的规定。

(7) 木结构应符合现行国家标准《木结构设计规范》(GB 50005—2003)的规定。

4.1.5 支架结构安全是铁路混凝土梁支架法现浇施工安全的根本保障,因此,规程要求支架其有足够的强度、刚度和稳定性。支架结构各杆件间结合及连接系设置情况,是保证支架结构强度、刚度和稳定性的构造要求。

4.1.6 根据对支架结构倒塌事故的研究,从支架结构角度分析原因,其原因主要有两种:一为结构的整体构造不稳定造成倒

塌,二为杆件承载力不足导致支架结构破坏;尽管支架结构的使用条件和环境存在多边性,但是同样有规律可循,解决支架安全技术问题离不开理论指导,支架结构的稳定与否与结构是否是几何不变体系直接相关。本规程结构设计的理论中心之一即支架结构的几何不变体系,因此本规程要求结构设计和构造设计需满足“几何不变性”原则,必要时工程单位需对支架结构进行机动分析。

4.2.1 组合形式支架可分为竖向组合形式支架、纵向组合形式支架等。竖向组合形式支架通常指下部结构为梁柱式支架、上部为满堂式支架,以实现下部满足梁柱式支架工程的特殊要求而上部又可实现调整梁体线型的综合优势;纵向组合形式支架中的梁柱式支架通常为满足跨越特殊地质、特殊地形或通道等,在沿桥梁纵向方向的其他部分仍然采用满堂式支架,以实现支架结构的经济要求。

4.2.2 扣件式钢管支架在用作铁路混凝土梁支架法现浇的模板支撑体系时,作为周转材料的扣件抗滑性能难以得到可靠保证,从而难以保证支架结构的几何不变性,故本规程要求不得采用扣件式钢管支架作为模板支撑体系,但是在施工中可将扣件式钢管支架用在不承担现浇桥梁荷载的临时脚手架等位置。

4.2.5 万能杆件、六五式铁路军用桥墩、八三式铁路轻型军用桥墩、六四式及加强型六四式军用梁、贝雷梁等材料均为常用器材,当用于支架结构时,其结构在满足整体强度要求外还需根据工程技术条件和受力状态对平面内稳定、平面外稳定、局部承载能力进行验算。

4.3.1 铁路现浇梁支架结构使用时的正常情况为持久设计状况。同时通常情况下,由于短暂设计状况并不控制整个设计,而支架结构作为临时结构一般无需考虑遭受火灾、爆炸、撞击的偶然设计状况和遭受地震的抗震设计状况,故需按规定进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计,在承载能力极限状态设计中

考虑用于持久设计状况的基本组合,在正常使用极限状态设计中需考虑用于不可逆正常使用极限状态设计的基本组合。

4.3.2 本条主要参考现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第8.2.2条。

4.3.3 本条主要参考现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第8.2.3条。由于支架结构在使用过程中,作用和作用效应是按线性关系考虑的,故基本组合效应设计值按《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)公式(8.2.4—2)取用;同时由于一般情况下支架结构无预应力作用,而且作为短期临时结构的支架结构设计使用年限与设计基准期是基本相同的,故将《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)公式(8.2.4—2)按铁路工程的支架结构实际修正为式(4.3.3)。

4.3.4 本条主要参考现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第A.1.8条。本条根据恒载对支架结构承载能力有利和不利的两种情况,分别规定取值1.2和1.0,这是由于某些情况下恒载若对结构承载能力起到有利作用,则按1.2取恒载(特别是控制性恒载新浇筑梁体重力)分项系数设计的支架结构的可靠度将严重不足;另外由于支架作为临时结构,其设计使用年限不超过一年,若按《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)恒载分项系数均取用1.35,是不经济的,故未将恒载分项系数1.35纳入规程。

4.3.5 本条主要参考现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第8.3.1条。

4.3.6 本条主要参考现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)中第8.3.2条。由于支架结构在使用过程中,作用和作用效应是按线性关系考虑的,故基本组合效应设计值按《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)公式(8.3.2—2)取用;同时由于一般情况下支架结构无预应力

力作用,而且作为短期临时结构的支架结构设计使用年限与设计基准期是基本相同的,故将《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)公式(8.3.2—2)按铁路混凝土梁的支架结构实际情况修正为式(4.3.6)。

4.3.9 荷载标准值及常用公式表 4.3.9 的主要说明:

(1) 浇筑混凝土时产生的水平荷载 2.0 kPa,是按浇筑梁体混凝土时,通过采取溜槽、串筒等措施,保证混凝土自由落体高度不大于 2 m。

(2) 新浇筑混凝土对侧面模板的压力计算:

当采用内部振捣器,混凝土浇筑速度在 6 m/h 以下时,侧压力计算适用于公式(4.3.9—2)和公式(4.3.9—3)。公式(4.3.9—2)来源于《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—2000)中附录 D,公式(4.3.9—3)来源于《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》(TZ 203—2008)第 9.2 节。

(3) 风荷载体型系数 μ_s 取值规定:

① 圆形管截面 μ_s 取 1.2,除圆形截面外的型钢杆件 μ_s 取 1.3。

② 单榀桁架的体型系数:

$$\mu_{s1} = \xi \mu_s \quad (\text{说明 4.3.9—1})$$

式中 ξ ——挡风系数, $\xi = \frac{A_n}{A_L}$, A_n 为桁架杆件和节点挡风的投影面积, A_L 为桁架的轮廓面积。

③ 对多榀平行桁架的整体体型系数需考虑挡风折减系数:

$$\mu_{sw} = \mu_{s1} \frac{1 - \eta^n}{1 - \eta} \quad (\text{说明 4.3.9—2})$$

式中 μ_{s1} ——单榀桁架的体型系数;

η ——挡风折减系数,按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)中表 7.3.1 取用。

(4) 有船舶或漂流物通过的水中支架的上游需按规定设置

临时防撞结构,临时防撞结构承受的撞击力可按下列规定取用:

① 船舶撞击力:

船舶撞击力 (kN)

内河航道等级	顺桥轴方向,通航桥跨一侧	横桥轴方向,桥墩上流端
三级	400	550
四级	300	400
五级	200	300
六级	90 ~ 120	110 ~ 160

② 漂流物撞击力:

$$P_p = \frac{WV}{gT} \quad (\text{说明 4.3.9—3})$$

式中 W ——漂流物重力 (kN),按实际调查取值;

V ——水流速度 (m/s);

T ——撞击时间 (s),取 1;

g ——重力加速度 (m/s²),取 9.81。

4.4.2 本条仅列举了常规设计条件下的支架承载能力极限状态设计计算项目和按正常使用极限状态设计的计算项目,在实际支架结构设计中,需根据第 4.1.1 条结合工程实际进行。

4.4.3 本计算表中底模板下层纵、横梁强度、刚度计算,可根据上层梁的计算结果,对下层梁采用集中荷载进行计算。若用均布荷载计算,需将集中荷载转换为等效的均布荷载。

4.4.4 相关单位对标准碗扣式支架进行了室内和室外试验:下碗扣轴向极限承载力试验显示在布满横杆接头的碗扣支架破坏形式主要是焊缝开裂,立杆和下碗扣变形,在布置单横杆接头的碗扣支架其破坏形式主要是焊缝局部开裂,下碗扣变形;上碗扣偏心张拉极限强度试验显示碗扣支架的破坏形式主要是上碗扣变形;接头抗弯极限强度试验显示破坏控制部分为横杆接头与横杆的焊缝;接头抗扭极限强度试验显示碗扣支架的破坏形式是横杆

接头与碗扣的相对滑移;单元碗扣支架整体承载试验显示碗扣支架的破坏形式是整架失稳;多元碗扣支架整体强度试验显示碗扣支架的破坏形式为中间受力单元失稳破坏。根据相关试验结果分析,单肢标准碗扣支架立杆的容许承载力为40.0 kN(步距为0.6 m)、30.0 kN(步距为1.2 m)。

4.4.6 梁柱式支架结构立柱支撑和钢管混凝土立柱可参考下列方法计算:

1 用作减小轴心受压构件(柱)自由长度的支撑,当其轴线通过被支撑构件截面剪心时,沿被撑构件屈曲方向的支撑力可参考下列方法计算:

1) 长度为 l 的单根柱设置一道支撑时,支撑力 F_{b1} :

当支撑杆位于柱高度中间时:

$$F_{b1} = N/60 \quad (\text{说明 4.4.6—1})$$

当支撑杆位于距柱端 αl 处时($0 < \alpha < 1$):

$$F_{b1} = \frac{N}{240\alpha(1-\alpha)} \quad (\text{说明 4.4.6—2})$$

式中 N ——被撑构件的最大轴心压力(kN)。

2) 长度为 l 的单根柱设置 m 道等间距(或间距不等但与平均间距相比相差不超过20%)支撑时,各支撑点的支撑力 F_{bm} :

$$F_{bm} = \frac{N}{30(m+1)} \quad (\text{说明 4.4.6—3})$$

3) 被撑构件为多根柱组成的柱列,在柱高度中央附近设置一道支撑时,支撑力 F_{bn} 可按下式计算:

$$F_{bn} = \frac{\sum N_i}{60} \left(0.6 + \frac{0.4}{n}\right) \quad (\text{说明 4.4.6—4})$$

式中 n ——柱列中被撑柱的根数;

$\sum N_i$ ——被撑柱同时存在的轴心压力计算值之和(kN)。

2 梁柱式支架的钢管立柱和钢管混凝土立柱计算:

1) 钢管立柱

强度:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_p}{W} \leq f \quad (\text{说明 4.4.6—5})$$

稳定性:

$$\sigma = \frac{N_w}{\varphi A} + \frac{M_p}{W} + \frac{0.9M_w}{1.15W(1-0.8\frac{N_w}{N_E})} \leq f$$

(说明 4.4.6—6)

式中 N, N_w ——不组合和组合风荷载时立杆的轴力(N);

A ——立柱横截面面积(mm^2);

φ ——轴心受压构件的稳定系数,按《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)的相关规定计算长细比查本规程附录F取值;

M_p ——考虑立柱垂直度和柱顶横梁安装误差,由轴力 N 对管柱产生的弯矩($\text{N} \cdot \text{mm}$);偏心距根据安装精度按实际情况计取,设计时取值不得小于50 mm;

M_w ——风荷载设计值产生的弯矩($\text{N} \cdot \text{mm}$);

W ——立柱截面抵抗矩(mm^3);

f ——立柱钢材的强度设计值(N/mm^2);

N_E ——欧拉临界力; $N_E = \pi^2 EA/\lambda^2$, E 为钢材弹性模量, λ 为受压柱长细比。

2) 钢管混凝土单肢立柱承载力计算

$$N_u = N_0 \varphi_1 \varphi_e \quad (\text{说明 4.4.6—7})$$

式中 N_0 ——轴心受压短柱的承载力(N), $N_0 = A_c f_c (1 + \sqrt{\theta} + \theta)$;

θ ——套箍指标 $\theta = Af/(A_c f_c)$, 套箍指标需满足 $0.3 \leq \theta \leq 3$;

A_c 、 A ——分别为钢管内混凝土和钢管截面面积 (mm^2);

f_c ——钢管内混凝土抗压强度设计值 (N/mm^2);

f ——钢管强度设计值 (N/mm^2);

φ_1 ——考虑受压构件长细比影响的承载力折减系数;

当 $L_e/D \leq 4$ 时, $\varphi_1 = 1$;

当 $L_e/D > 4$ 时, $\varphi_1 = 1 - 0.115 \sqrt{(L_e/D) - 4}$;

φ_e ——考虑偏心率影响的承载力折减系数; φ_e 按下式计算:

当 $e_0/r_c \leq 1.55$ 时, $\varphi_e = 1/(1 + 1.85e_0/r_c)$;

当 $e_0/r_c > 1.55$ 时, $\varphi_e = 0.4/(e_0/r_c)$ 。

其中 e_0 ——立柱较大弯矩端的轴向压力对构件截面重心的偏心距 (mm);

r_c ——混凝土截面的半径 (mm);

D ——钢管外径 (mm);

L_e ——受压构件等效计算长度 (mm); 按《钢管混凝土结构设计与施工规程》(CECS 28:90) 的相关规定计算。

4.5.1 满堂式支架构造要求

(1) 不同类型的支架材料 (如碗扣式钢管支架和门式钢管支架) 的结构尺寸、承载力和连接方式等都差异较大, 相互间难以连接牢固; 不同直径、壁厚或材质的钢管, 在支架安装时难以判别、易导致错用, 对支架承载力和整体性有较大影响。

(2) 满堂式支架的高宽比不大于 2 的规定, 是参照《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 166--2008) 中第 6.2.5 条拟定, 也适用于门式钢管支架, 目的是保证满堂式支架的整体稳定性。当支架高宽比大于 2 时, 横向风荷载作用极易使立杆产生拉力, 导致支架整体倾斜甚至倾覆。

(3) 设置垫层混凝土既可封闭地基、防止雨水或养护水浸泡, 也可减少地基不均匀沉降。

4.5.2 碗扣式钢管支架的构造要求

(1) 碗扣式钢管支架的水平杆步距为 60 cm 的倍数。当水平杆步距为 180 cm 时, 立杆受压的稳定系数为 0.489, 立杆承载力效能很低, 且不能保证每根短立杆 LG-120 都有水平杆连接, 也不能保证每根长立杆 LG-240、LG-300 有两层水平杆连接, 影响支架的整体稳定性。

(2) 为进一步加强支架的整体性, 本规程结合铁路梁支架法现浇的碗扣式支架常采用扣件式钢管作剪刀撑的实际情况和《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 166--2008)、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规程》(JGJ 130--2011) 的相关规定, 制定扣件式钢管作剪刀撑的构造要求。

(3) 碗扣式钢管支架的立杆下端与最近的碗扣中心间距 35 cm, 底座螺杆允许伸出立杆 15 cm, 所以规定扫地杆与底座板间距离不大于 50 cm。

4.5.3 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规程》(JGJ 128--2010) 中规定“水平架或脚手板应每步设置”、“水平加固杆应在满堂脚手架的周边顶层、底层及中间每隔 5 列、5 排通长连续设置, 并采用扣件与门架立杆扣牢”; 考虑到每步门架高度较大 (190 cm)、槓与槓之间的交叉支撑刚度较小、立杆连接间隙较大、整体容易晃动, 本规程提出“应在支架的每步连续设置纵、横向水平加固杆”的连接方式, 既能减少水平架或脚手板材料数量, 又能保证门式支架的整体稳定性。

4.5.4 满堂式支架内门洞构造要求是针对满堂式支架内需设置的人行通道或与梁体中心线正交的机动车单行道的门洞构造作出的规定。

4.5.5 作为支架纵梁 (或横梁) 的型钢, 是支架中重要承载结构, 其接头质量通常是薄弱环节。当按有关规定采用“对焊 + 接头加强钢板”方式接长型钢时, 接头中所有焊缝可按三级焊缝质量标准进行外观检查; 当只采用对接焊、不设置接头加强钢板时, 该对接焊缝需按二级焊缝质量标准进行外观和无损探伤

检查。

4.5.6 规程对本条内容作出强制规定,是考虑到支架跨越通航河道、公路、铁路等既有设施时的桥梁施工安全和桥下的河道通航、公路和铁路交通运输安全。

1 支架下净空安全限界需满足既有设施产权单位或管理部门有关要求。

2 设置导向、限高、限宽、减速、防撞等设施及标识、标示是为了保证交通通畅和防止车辆意外撞击支架结构,可按设施产权单位或管理部门要求设置。

3 既有设施上方的支架底部进行全部封闭和两侧设置安全网等防护设施是为了防止其上方的桥梁施工作业坠落物危及车辆和行人安全。

4 静电屏蔽防护、安装接地防护装置是跨越近邻电气化铁路施工的重要安全措施,需根据支架与铁路电气化设施间的相对距离进行专门设计。

5.1.6 各类型支架施工都存在大量起重吊装作业,其中梁柱式支架的大部分构件的长度和重量较大,具有较高安全风险,需规范支架施工中的吊装作业。

5.1.7 支架的地基可能会在冬期形成冻土,冬期过后地基冻土发生融化,会导致支架地基基础承载力不满足要求,严重影响支架承载安全,所以作出本条规定。

5.2.2 桥梁明挖基础和桩基础施工方法和施工工艺在《高速铁路桥涵工程施工技术指南》中已有详细规定,所以本规程未作细述。

5.4.5 军用梁、贝雷梁的桁架节间都是销轴连接。由于销轴与销孔之间的间隙会导致军用梁或贝雷梁产生过大侧向弯曲,降低桁架梁竖向承载能力。目前计算手段还不能准确分析出承重桁架梁的侧向弯曲对桁架梁力学性能影响程度,但能通过构造措施增强桁架梁的横向刚度、减少其侧向弯曲矢高,所以本条对军用梁

和贝雷梁的侧向弯曲矢高作出了较严格规定。

5.4.6 贝雷梁、军用梁、万能杆件等常用器材都有专用使用手册,其中已明确了相关使用方法和安装质量要求,所以本规程未作细述;作为支架的承重梁使用时,需查阅相关使用手册并制定针对性施工方法和施工工艺。

7.1.2 代表性浇筑段是针对多跨简支梁或多节段连续梁支架法现浇施工,综合考虑支架地基条件、构造形式、高度和梁体荷载情况,所选择支架受力最不利的一跨或一个节段梁体;对一次性连续浇筑的连续梁,是指靠主墩位置中跨或边跨梁体的一半长度段。

7.2.1 支架预压的主要目的是为了掌握支架在荷载作用下的沉降、变形规律,为梁体预拱度的合理设置提供依据,同时检验支架的安全可靠性。在预压荷载标准的选取上,参考《钢管满堂支架预压技术规程》(JGJ/T 194—2009)和其他相关施工技术规范,考虑到预压荷载标准过高增加现场预压工作量和施工难度,因此要求以满足设计要求为原则,设计无要求时,不小于支架所承受最大施工荷载的110%为标准。要求预压荷载在支架上的分布应与支架实际承受荷载情况相一致,目的是真实反映支架上实际荷载分布特点和荷载集中情况,以保证预压效果和质量。

7.2.2 支架预压期间,降雨可能带来预压荷载的增加和地基承载能力减弱,在预压材料的选取、支架承重平台排水和地基基础防排水措施上要有充分考虑。

7.2.4 强调支架预压过程中对称、分层、分级加载和卸载的目的是为了避免偏载或局部集中荷载过大对支架造成不利影响;不对称、不合理加载或卸载程序容易造成支架局部变形过大引发支架结构失稳倒塌事故。

7.3.3 针对梁柱式支架的下部构造特点,需对支架基础、立柱及柱顶横向分配梁等进行变形观测,系统掌握各部位的受力变形情况,通过观测数据的分析,为支架结构安全性提供客观评价

依据。

8.1.2 由于部分桥梁工程施工中出现支座安装类型、规格、方向和预偏量设置错误以及平面位置、高程控制精度不高等问题，本条规定在梁体施工前需对支座进行检查验收，以避免造成梁体施工后不易处理。

8.5.1 为减小后浇混凝土引起的支架变形对先浇混凝土的影响，对于简支梁和分段浇筑的连续梁，梁体混凝土需按设计计划分节段一次浇筑成型；当一次性浇筑混凝土数量较大，无法在最先浇筑的混凝土初凝前完成浇筑时，需采取加大支架结构的刚度、延长混凝土初凝时间和优化混凝土浇筑顺序等技术措施，尽可能减小后浇混凝土对先浇混凝土的影响。

8.6.3 为准确量测和计算预应力筋实际伸长值，对于简支梁和连续梁中管道长度和偏角较小的预应力筋，其初始张拉应力值一般为终张拉控制应力的 10% ~ 15%；对于连续梁中管道长度和偏角较大的预应力筋，其初始张拉应力值宜适当增大，可按终张拉控制应力 15% ~ 25% 取值。

9.1.6 落梁或横移梁属高风险作业，在雨、雪及 6 级以上大风天气条件下进行作业将增大风险控制难度，故作出本条规定。