

团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

江苏省大件运输桥梁结构安全验算规程

Specification for bridge safety checking of heavy cargo transportation
in Jiangsu Province

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

江苏省综合交通运输学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
3.1 术语	3
3.2 符号	3
4 基本规定	5
4.1 验算规定	5
4.2 验算参数	6
5 结构验算	9
5.1 验算内容	9
5.2 验算步骤	9
5.3 其他要求	12
6 验算报告编制	12
6.1 一般规定	12
6.2 报告编制要求	13
图 1 考虑实际运营情况的大件运输车辆横向布置位置示意	6
图 2 大件运输桥梁承载许可验算框图	10

前 言

本规程是在系统总结超重大件车辆通行桥梁时的结构安全验算研究成果和相关审批工作经验的基础上编制而成。

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：华设计集团股份有限公司，江苏省交通运输综合行政执法监督局，苏交科集团股份有限公司。

本文件主要起草人：周彦锋、朱坤宁、韩大章、何宇、徐粒粒、单宏伟、郑纪研、史先飞、李明、刘伟、徐瑞丰、王敏、翰耕、曾强、李晓庆、李锐、薛宪鑫。

江苏省大件运输桥梁结构安全验算规程

1 范围

为统一和规范大件运输桥梁结构安全验算工作，确保验算方法准确、标准统一，制定本规程。

本规程规定了江苏省大件运输桥梁结构安全验算的规定、验算方法、内容以及验算报告编制的要求。

本规程适用于重量超限类大件运输车辆途径的江苏省内高速公路、干线公路上的桥梁结构安全验算，其他等级道路桥梁可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTJ 01-1997	公路工程技术标准
JTG B01-2003	公路工程技术标准
JTG B01-2014	公路工程技术标准
JTJ 021-1989	公路桥涵设计通用规范
JTG D60-2004	公路桥涵设计通用规范
JTG D60-2015	公路桥涵设计通用规范
JTJ 023-1985	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范
JTG D62-2004	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG 3362-2018	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
CJJ 11-2011	城市桥梁设计规范
JTG/T J21-2011	公路桥梁承载能力检测评定规程
JTG H11-2004	公路桥涵养护规范
JTG 5120-2021	公路桥涵养护规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1 作用（荷载）

施加在结构上的集中力或者分布力（直接作用，也称为荷载）和引起结构外加变形或约束变形的原因（间接作用）。

3.1.2 作用效应

由作用引起的结构或结构构件的反应，例如内力、变形、裂缝等。

3.1.3 作用效应的组合

结构或在结构构件上几种作用分别产生的效应随机叠加。

3.1.4 极限状态

结构或构件超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求，此特定状态为改功能的极限状态。

3.1.5 承载能力极限状态

对应于桥梁结构或其构件达到最大承载能力或者出现不适于继续承载的变形或变位的状态。

3.1.6 正常使用极限状态

对应于桥梁结构或其构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限制的状态。

3.2 符号

3.2.1 材料性能有关符号

f_{ck} ——混凝土抗压强度的标准值

f_{tk} ——混凝土抗拉强度的标准值

f_{pk} ——预应力钢筋抗拉强度的标准值

3.2.2 作用和作用效应有关符号

S_{Gik} ——永久作用效应的标准值

S_{Qik} ——特重荷载效应的标准值

σ_d ——计入活载影响修正系数的截面应力计算值；

σ_L ——应力限值；

f_{dl} ——计入活载影响修正系数的荷载变形计算值；

f_L ——变形限值；

δ_d ——计入活载影响修正系数的短期荷载变形计算值；

δ_L ——变形限值；

σ_{pc} ——预加力产生的混凝土法向压应力，(MPa)；

σ_{pt} ——预加力产生的混凝土法向拉应力，(MPa)；

σ_{kc} ——作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向压应力，(MPa)

σ_{kt} ——作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向拉应力，(MPa)；

σ_{pe} ——截面受拉区纵向预应力钢筋的有效预应力，(MPa)；

σ_p ——作用（或荷载）标准值预应力的应力或应力增量，(MPa)；

σ_{cp} ——构件混凝土中的主压应力，(MPa)；

σ_{tp} ——构件混凝土中的主拉应力，(MPa)；

$[f]$ ——容许变形值；

T_j ——计入活载影响修正系数的计算索力；

A ——索的计算面积；

$[\sigma]$ ——容许应力限值；

$P_{\text{设}}$ ——设计荷载效应；

$P_{\text{超}}$ ——超重大件车辆荷载效应（单辆或混行、冲击系数根据具体情况确定）；

$P_{\text{超混}}$ ——超重大件车辆与社会车辆混行，且考虑车辆冲击系数时对应的验算截面效应值；

$P_{\text{超单}}$ ——超重大件车辆单辆正常行驶，且考虑车辆冲击系数时对应的验算截面效应值；

$P_{\text{超低}}$ ——超重大件车辆单辆低速行驶，运营速度 $<5\text{km/h}$ ，不考虑车辆冲击系数时对应的验算截面效应值。

μ ——冲击系数

f ——结构基频 (Hz)

3.2.3 计算系数及其他有关符号

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_{Q1} ——大件车辆作用的分项系数；

Z_1 ——通过检测评定方式确定的承载能力检算系数；

Z_2 ——通过荷载试验方法确定的承载能力检算系数；

ξ_e ——承载能力恶化系数；

ξ_c ——配筋混凝土结构的截面折减系数；

ξ_s ——钢筋的截面折减系数；

4 基本规定

4.1 验算规定

4.1.1 重量超限类大件运输车辆在经过桥梁结构时，应根据桥梁设计资料，结合桥梁现状，对车辆的通过性进行评判。

4.1.2 通行重量超限类大件运输车辆的桥梁，应进行正常使用极限状态和承载能力极限状态的验算。

4.1.3 验算超重大件运输车辆通过性时，不同时计入人群荷载和非机动车荷载，但必须考虑机动车辆并行的影响，必要根据验算结果提出可与超重大件车辆并行的车种、车型情况。

4.1.4 重量超限类大件运输车辆过桥时，遵循以下规定：

1 当纵向排列时，在同向一个路幅的同一条车道内，全桥长度内应按行驶一辆大件运输车辆，其他同路幅车道应考虑其他社会车辆荷载。

2 横向布置应符合下列规定：

1) 对于高速公路或国省干线道路桥梁，应行驶于最外侧机动车道，行驶范围不应大于6m。

2) 对地方道路不设置中间分隔带的机动车道或混合行驶车道的桥面，应居中行驶。当机动车道不多于二车道时，车辆外侧车轮中线至路缘带外侧的距离不应小于1m，且车辆应居中行驶，行驶范围不应大于6m。当机动车道多于二车道时，车辆应居中行驶，行驶范围不应大于6m。

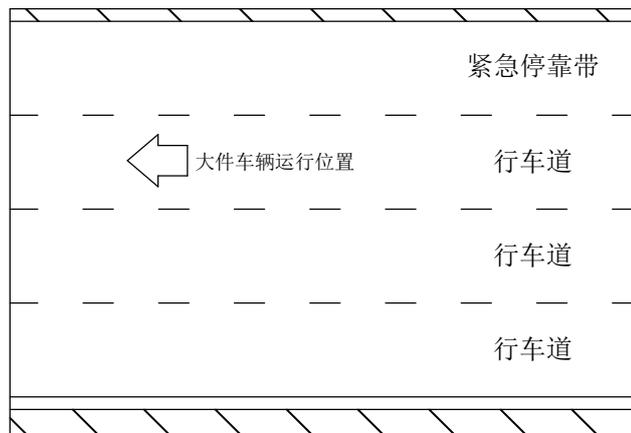
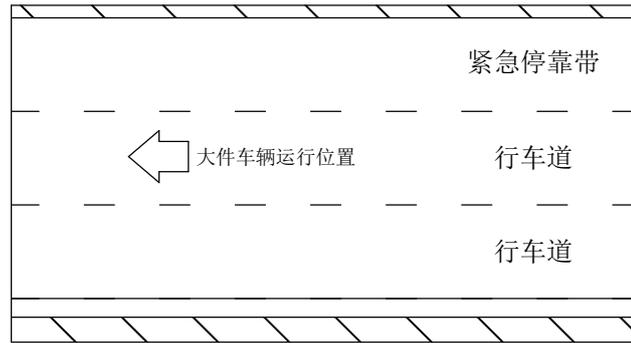
对地方道路设置中间分隔带的机动车道的桥面，中间分隔带两侧机动车道各为二车道时，车辆外边轮中心线至路缘带边缘的距离不应小于1m，且车辆应居中行驶，行驶范围不应大于6m。

当中间分隔带两侧机动车道各为三车道或更宽时，车辆应居中行驶，行驶范围不应大于6m。

3 车辆以规定速度匀速行驶。

4 不得在桥上制动、变速、停留。

5 必要时可调整期牵引车与平板挂车的行驶距离或让其分别通过桥梁。



考虑实际运营情况的大件运输车辆横向布置位置示意

4.1.5 四类及以上桥梁和验算后不满足重量超限类大件运输车辆通行的桥梁，需绕行。特殊情况无法绕行时，需进行维修加固，满足要求后方可通行。

4.1.6 途径具有重要意义的桥梁，如跨江大桥等，以及系杆拱等特殊结构桥梁，除按本规程要求进行相关验算外，还应征询桥梁产权单位的意见。

4.2 验算参数

4.2.1 在进行承载能力极限状态验算时，应根据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21-2011）中相关要求，引入检算系数 Z_1 或 Z_2 、承载能力恶化系数 ξ_0 、截面折减系数 ξ_1 和 ξ_2 对极限状态方程中结构抗力效应进行修正，并通过比较判定结构或构件的承载能力状况。

4.2.2 在进行承载能力极限状态验算时，大件运输车辆荷载需考虑相应冲击系数，荷载组合采用基本组合，结构重要性系数、超重大件车辆荷载效应系数按如下要求确定：

- 1 基本组合中结构重要性系数 $\gamma_0=1$ ，相应超重大件车辆荷载效应的分项系数取 $\gamma_{Q1}=1.1$ ；

2 当超重大件车辆荷载效应占总荷载效应100%及以下时, S_{Gik} 、 S_{Qik} 应提高3% (S_{Gik} 、 S_{Qik} 分别为永久作用效应和超重大件车辆荷载效应的标准值);

3 当超重大件车辆荷载效应占总荷载效应60%及以下时, S_{Gik} 、 S_{Qik} 应提高2%;

4 当超重大件车辆荷载效应占总荷载效应45%及以下时, S_{Gik} 、 S_{Qik} 可不再提高。

4.2.3 在进行正常使用极限状态验算时,配钢筋混凝土桥梁结构宜按现行公路桥涵设计和养护规范及检测结果分以下三方面进行计算评定:

1 限制应力:

$$\sigma_d < Z_1 \sigma_L \dots\dots\dots (1)$$

式中: σ_d ——计入活载影响修正系数的截面应力计算值;

σ_L ——应力限值;

Z_1 ——承载能力检算系数。

2 荷载作用下的变形:

$$f_{d1} < Z_1 f_L \dots\dots\dots (2)$$

式中: f_{d1} ——计入活载影响修正系数的荷载变形计算值;

f_L ——变形限值;

Z_1 ——承载能力检算系数。

3 各类荷载组合作用下的裂缝宽度满足:

$$\delta_d < Z_1 \delta_L \dots\dots\dots (3)$$

式中: δ_d ——计入活载影响修正系数的短期荷载变形计算值;

δ_L ——变形限值;

Z_1 ——承载能力检算系数。

4.2.4 配钢筋混凝土桥梁在进行正常使用极限状态验算时,荷载效应组合采用标准组合,应力限值 (σ_L) 符合下列规定:

1 预应力混凝土受弯构件正截面应力:

受压区混凝土最大压应力 (扣除全部预应力损失): $\sigma_{pt} + \sigma_{kc} \leq 0.6f_{ck}$

受拉区混凝土最大拉应力 (扣除全部预应力损失): $\sigma_{pc} + \sigma_{kt} \leq 0.9f_{tk}$

2 受拉区预应力钢筋最大拉应力:

对于钢丝、钢绞线： $\sigma_{pc} + \sigma_p \leq 0.7f_{pk}$

对于精轧螺纹钢筋： $\sigma_{pc} + \sigma_p \leq 0.85f_{pk}$

3 斜截面上混凝土的主压应力： $\sigma_{cp} \leq 0.65f_{ck}$

4 斜截面上混凝土的主拉应力： $\sigma_{tp} \leq 0.9f_{tk}$

式中： σ_{pc} ——预加力产生的混凝土法向压应力，(MPa)；

σ_{pt} ——预加力产生的混凝土法向拉应力，(MPa)；

σ_{kc} ——作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向压应力，(MPa)；

σ_{kt} ——作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向拉应力，(MPa)；

σ_{pc} ——截面受拉区纵向预应力钢筋的有效预应力，(MPa)；

σ_p ——作用（或荷载）标准值预应力的应力或应力增量，(MPa)；

σ_{cp} ——构件混凝土中的主压应力，(MPa)；

σ_{tp} ——构件混凝土中的主拉应力，(MPa)；

f_{ck} 、 f_{tk} ——分别为混凝土抗压、抗拉强度的标准值，(MPa)；

f_{pk} ——为预应力钢筋抗拉强度的标准值，(MPa)。

4.2.5 钢筋混凝土构件和 B 类预应力混凝土构件，其计算的最大裂缝宽度（ δ_L ）不应超过下列限值：

1 钢筋混凝土构件 I 类和 II 类环境 0.25mm

III 类和 IV 类环境 0.15mm

2 采用精轧螺纹钢筋的预应力混凝土构件

I 类和 II 类环境 0.25mm

III 类和 IV 类环境 0.15mm

3 采用钢丝或钢绞线的预应力混凝土构件

I 类和 II 类环境 0.15mm

根据现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018 的规定 III 类和 IV 类环境不得进行带裂缝的 B 类构件设计。

4.2.6 钢结构桥梁结构强度、总体稳定性和疲劳强度验算应按现行公路桥涵设计规范执行，其应力限制取值为 $Z_1[\sigma]$ 。

4.2.7 钢结构荷载作用下的变形按下式计算评定：

$$f_{d1} < Z_1[f] \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中： f_{d1} ——计入活载影响修正系数的荷载变形计算值；

$[f]$ ——容许变形值；

Z_1 ——承载能力检算系数。

4.2.8 拉吊索承强度应按下式计算评定：

$$\frac{T_j}{A} \leq Z_1[\sigma] \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中： T_j ——计入活载影响修正系数的计算索力；

A ——索的计算面积；

$[\sigma]$ ——容许应力限值；

Z_1 ——承载能力检算系数。

5 结构验算

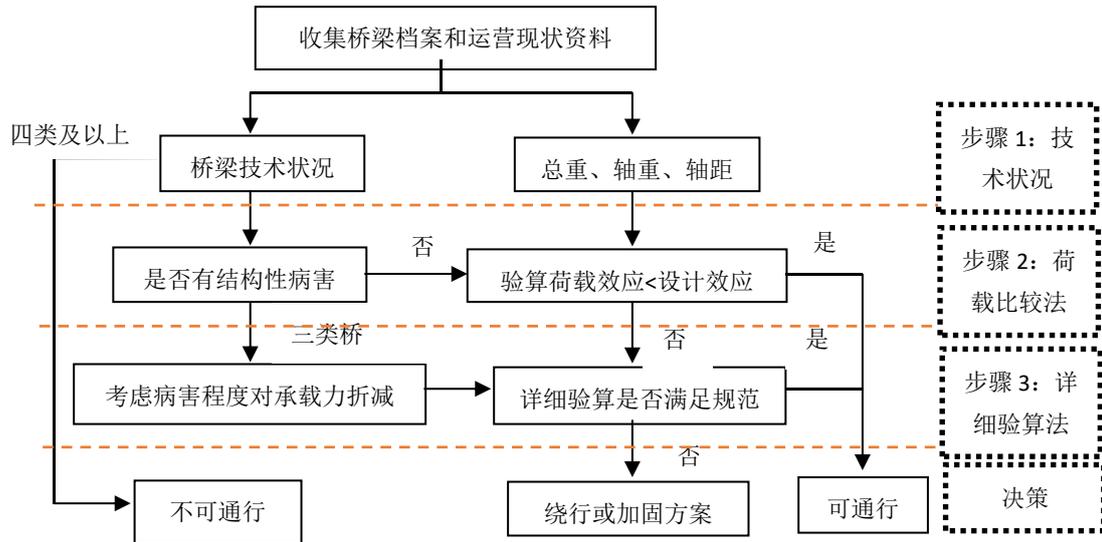
5.1 验算内容

在评判重量超限类大件运输车辆的通过性时，需对桥梁上部结构总体受力、局部受力、下部结构受力综合分析后进行评定。

- 1 上部结构总体受力包括正常使用极限状态验算、承载能力极限状态验算和稳定性验算。
- 2 局部受力包括桥面板、横梁、吊杆等计算。
- 3 下部结构验算包括盖梁、墩柱和桩基验算。

5.2 验算步骤

在验算时采取分层次验算方法，通过收集沿线各路段的桥梁资料，包括沿线桥梁结构型式、孔跨布设、设计标准等，以及沿线桥梁的技术状况评定等级和桥检报告，对沿线桥梁从跨径、结构型式、技术状况等几个方面进行分类整理后，按以下方法、思路进行评定：



大件运输桥梁承载许可验算框图

步骤1：桥梁技术状况

在进行桥梁承载许可验算前，根据收集到的桥梁技术资料，对于存在桥梁技术状况为四类及以上的情况，默认为桥梁技术状况较差，不具备通行条件，否定本次运输路线，建议承运方选择其他路线。

步骤2：荷载效应比较法

对于一、二类桥，且没有明显结构性病害的桥梁，可采用荷载效应比较法，具体为设计荷载效应（考虑冲击）与超限车辆荷载效应（单辆或与社会车辆混行、冲击系数根据运营速度确定），按以下原则确定：

$P_{超} < P_{设}$ ，大件运输车辆可以安全通过；

$P_{超} > P_{设}$ ，应进行步骤3的详细验算，根据桥梁技术状况等级，考虑承载能力检算系数、截面折减系数等，综合计算结果予以判别许可。

式中： $P_{超}$ ——大件运输车辆产生的截面内力（单辆或混行、冲击系数根据具体情况确定）；

$P_{设}$ ——设计荷载产生的截面内力。

步骤3：详细验算法

对于三类桥梁或荷载效应比较不能通过的情况，应根据桥梁实际配筋及截面尺寸，考虑桥梁缺陷情况，评估当前桥梁实际承载能力，按本规程要求进行验算。

在计算超重车辆荷载效应时，车辆运营速度 $\leq 5\text{km/h}$ 时不计超限车辆冲击力的影响，其他情况需考虑超重车辆的冲击荷载效应。

5.2.1 桥梁技术状况等级评判

在进行桥梁承载许可验算前，根据收集到的桥梁技术资料，对于存在桥梁技术状况为四类及以上的情况，默认为桥梁技术状况较差，不具备通行条件，否定本次运输路线，建议承运方选择其他路线。

对于一类、二类、三类桥梁，应根据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21-2011）中相关要求，引入检算系数 Z_1 或 Z_2 、承载能力恶化系数 ζ_e 、截面折减系数 ζ_s 和 ζ_c 对极限状态方程中结构抗力效应进行修正。

5.2.2 荷载横向分布计算

根据超重大件运输车辆的实际车型，计算桥梁的荷载横向分布系数。在计算荷载横向分布系数的时候考虑如下两种情况：

- (1) 超重大件运输车辆居中行驶；
- (2) 超重大件运输车辆与社会车辆混行。

5.2.3 荷载效应比较

对于一、二类桥，且没有明显结构性病害的桥梁，可采用荷载效应比较法，具体为设计荷载效应与结构验算荷载效应进行比较。

设计荷载效应为桥梁结构原设计荷载标准下各控制截面的荷载效应值，以下简称 $P_{\text{设}}$ 。

结构验算荷载效应考虑如下三种情况：

- (1) 超重大件车辆与社会车辆混行，考虑车辆冲击系数影响，此时超重车辆与社会车辆引起的控制截面效应为 $P_{\text{超混}}$ ；
- (2) 超重大件车辆单辆正常行驶，考虑车辆冲击系数，此时超重车辆引起的控制截面效应为 $P_{\text{超单}}$ ；
- (3) 超重大件车辆单辆低速行驶，运营速度 $\leq 5\text{km/h}$ ，不考虑车辆冲击系数，此时超重车辆引起的控制截面效应为 $P_{\text{超低}}$ ；。

若：

- 1 $P_{\text{超混}} \leq P_{\text{设}}$ ，超重车辆可以安全通过，通行时对运营速度和混行车辆不需要进行管控；
- 2 $P_{\text{超单}} \leq P_{\text{设}} < P_{\text{超混}}$ ，超重车辆可以安全通过，通行时禁止其他车辆及行人通过；
- 3 $P_{\text{超低}} \leq P_{\text{设}} < P_{\text{超单}}$ ，超重车辆可以安全通过，但通行时需以 5km/h 以下的速度匀速通过，同时禁止其他车辆及行人通过；

4 $P_{\text{设}} < P_{\text{超低}}$ ，应进行详细验算，根据桥梁技术状况等级，考虑承载能力检算系数、截面折减系数等，综合计算结果予以判别许可。

5.2.4 详细验算

对于三类桥梁或荷载效应比较不能通过的情况，应根据桥梁实际配筋及截面尺寸，考虑桥梁缺陷情况，评估当前桥梁实际承载能力，按本规程要求进行验算。

除以上情况外，在 $P_{\text{超限}} \leq P_{\text{设}} < P_{\text{超混}}$ 和 $P_{\text{超低}} \leq P_{\text{设}} < P_{\text{超限}}$ 的情况下，亦可进行详细验算以明确超重车辆的运营速度和运营时对混行车辆的管控要求。

1 在进行详细验算的时候，混凝土、钢材等材料特性按原设计规范要求计取；

2 在进行详细验算的时候，检算系数 Z_1 或 Z_2 、承载能力恶化系数 ξ_e 、截面折减系数 ξ_s 和 ξ_c 的计算要求见本规程4.2.2节；

3 在进行承载能力极限状态验算时，超重大件运输车辆的冲击系数根据实际运营速度确定。

运营速度 $\leq 5\text{km/h}$ 时，可不考虑车辆冲击系数影响；运营速度 $> 5\text{km/h}$ 时，超重大件运输车辆的冲击系数 μ 可根据相关专题研究成果确定，或按下式计算：

$$\begin{aligned} \text{当 } f < 1.5\text{Hz} \text{ 时,} & \quad \mu = 0.05 \\ \text{当 } 1.5\text{Hz} \leq f \leq 14\text{Hz} \text{ 时,} & \quad \mu = 0.1767\ln f - 0.0157 \dots\dots\dots (1) \\ \text{当 } f > 14\text{Hz} \text{ 时,} & \quad \mu = 0.45 \end{aligned}$$

式中： f ——结构基频（Hz）；

4 在进行承载能力计算状态验算的时候，荷载组合采用基本组合，结构重要性系数、超重大件车辆荷载效应系数按本规程4.2.3节要求确定；

5 在进行正常使用极限状态验算时，配筋混凝土桥梁结构的应力、变形和裂缝控制要求见本规程4.2.4节、4.2.5节和4.2.6节的要求。

6 对于钢结构和拉吊索结构的计算要求见本规程4.2.7节、4.2.8节和4.2.9节的要求。

5.3 其他要求

超重大件车辆在通行桥梁结构时，特别对于独柱墩桥梁和单车道匝道的情况，除了本规程5.2节要求的验算内容外，还需进行抗倾覆验算，相应的抗倾覆安全系数需大于等于2.5。

6 验算报告编制

6.1 一般规定

1 验算报告应针对大件运输车辆通过的桥梁现状进行分析，明确申请路线上的桥梁的通过性。

2 验算报告应明确大件运输车辆的运营位置、速度等要求，满足管理单位的审批需求。

3 验算报告的编排顺序一般为：封面、设计资质（检测资质）、扉页（签署页）、验算文件目录、验算报告正文。

6.2 报告编制要求

1 项目来源

项目来源中需明确项目具体来源单位，承运车货信息，车辆轴重、轴距数据，通行路线和时间。

2 验算内容

验算内容中需明确验算报告验算内容，具体包括上部结构、下部结构、局部验算、稳定性验算中的部分或者全部内容。

3 桥梁汇总表

根据通行路线，需明确本次验算的桥梁列表，内容包括：桩号、桥名、上下部结构类型、设计和施工时间、设计荷载等级、桥梁技术状况等级。

桥梁结构类型、设计荷载等级和桥梁技术状况等级缺一不可，若相关数据无法查询，则需要求承运人调整通行路线再行申请。

4 荷载效应比结果

根据桥梁设计情况和技术状况等级，对比大件车辆效应和原设计荷载效应，初步判断大件车辆的通过性。

在荷载效应比后，需明确需要进行详细计算的桥梁列表。

5 详细计算结果

根据桥梁原设计资料和最新的技术状况等级，对大件车辆的通过性进行详细计算。

6 结论

需明确超重大件车辆运营时的速度和是否可与社会车辆混行的管控要求。