

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH/T 5063—2023

民用机场飞机荷载桥梁设计指南

Guidance for design of aircraft bridge in civil airport

2023-01-06 发布

2023-03-01 施行

中国民用航空局 发布

中华人民共和国行业标准

民用机场飞机荷载桥梁设计指南

Guidance for design of aircraft bridge in civil airport

MH/T 5063—2023

主编单位：中交公路规划设计院有限公司

批准部门：中国民用航空局

施行日期：2023年3月1日

中国民航出版社有限公司

2023 北 京

中国民用航空局 公告

2023 年第 2 号

中国民用航空局关于发布《民用机场 飞机荷载桥梁设计指南》的公告

现发布《民用机场飞机荷载桥梁设计指南》（MH/T 5063—2023），自 2023 年 3 月 1 日起施行。

本标准由中国民用航空局机场司负责管理和解释，由中国民航出版社出版发行。

中国民用航空局

2023 年 1 月 6 日

前 言

为满足民用机场飞机荷载桥梁建设发展需要，规范其设计，保障其安全与质量，编制本指南。

在编制过程中，编写组调研和收集了国内外飞机荷载桥梁的相关资料，吸收相关研究成果和建设经验，借鉴国内外相关标准规范，在此基础上广泛征求全国相关单位和专家的意见，对主要问题进行反复研讨，最终完成本指南的编制工作。

本指南的主要内容包括基本规定、作用与作用组合、总体设计、结构设计、桥面系和安全设施。

本指南第 1 章由刘晓东、郑斐、佟岱山编写，第 2 章由李国文、翟慧娜编写，第 3 章由刘晓东、郑斐、彭运动编写，第 4 章由李会驰、翟慧娜、李国文、贺拴海编写，第 5 章由郑斐、滕启杰、吴松华编写，第 6 章由赵君黎、孟宪锋、闫磊、王琳编写，第 7 章由佟岱山、高学奎、郭东尘编写。统稿工作由郑斐、李会驰、翟慧娜完成。

本指南由中交公路规划设计院有限公司负责日常管理工作。执行过程中如有意见和建议，请函告中交公路规划设计院有限公司（地址：北京市东城区东四前炒面胡同 33 号；邮编：100010；传真：010-57507895；电话：010-57507726；电子邮箱：sssohpd@163.com），以及民航工程建设标准化技术委员会秘书处（地址：北京市朝阳区惠新东街甲 2 号住总地产大厦；传真：010-64922342；电子邮箱：mhgcjsbwh@163.com），以便修订时参考。

主编单位：中交公路规划设计院有限公司

参编单位：中国民用航空局机场司

民航机场规划设计研究总院有限公司

长安大学

民航专业工程质量监督总站

主 编：刘晓东 郑 斐 佟岱山

参编人员：李国文 李会驰 滕启杰 翟慧娜 高学奎 赵君黎 吴松华

彭运动 孟宪锋 贺拴海 闫 磊 郭东尘 王 琳

主 审：周海涛 张光辉 姜昌山

参审人员：韩振勇 袁 洪 秦大航 徐 栋 刘国煜 杨晓滨 吴洪峰

张 超 赵恒愉 崔 哲 袁慧芳 黄李骥 吕 青

目次

1	总则	1
2	术语和符号	3
2.1	术语	3
2.2	符号	4
3	基本规定	6
4	作用与作用组合	10
4.1	一般规定	10
4.2	飞机荷载和汽车荷载	15
5	总体设计	24
5.1	一般规定	24
5.2	桥梁布置	24
6	结构设计	26
6.1	一般规定	26
6.2	分析计算	28
6.3	细部构造	29
7	桥面系和安全设施	31
7.1	桥面铺装、防水和排水	31
7.2	安全设施	32
	标准用词说明	33
	引用标准名录	34

1 总 则

1.0.1 为规范民用机场飞机荷载桥梁的设计，按照安全、耐久、适用、环保和经济的原則，制定本指南。

【条文说明】近年来，我国民用机场建设面临着新的形势。作为现代综合交通运输体系的重要组成部分，机场引入更多道路、铁路和轨道交通，建设要求更高；随着航空运输需求的增加，多跑道机场日益增多，建设规模更大；山区、滨海机场建设和部分大型枢纽机场扩建受到地形、水域和既有道路、铁路、轨道交通等限制，建设环境更复杂。当在复杂地形条件下建设机场，或飞机运行与机场内外交通、水域等存在交叉时，布设飞机荷载桥梁成为一种解决方案。本指南规定了飞机荷载桥梁的基本设计标准、作用与作用组合、总体设计、结构设计、桥面系和安全设施等技术要求，以满足新形势下机场建设发展需要。

1.0.2 本指南适用于民用机场（含军民合用机场的民用部分）采用飞机滑行设计工况的桥梁。采用飞机着陆接地设计工况的桥梁设计应进行专项研究。

【条文说明】根据民用机场的区域划分，考虑桥梁的功能和结构承受的可变作用等因素，民用机场桥梁分为汽车荷载桥梁和飞机荷载桥梁两大类。其中，汽车荷载桥梁进一步细分为航站区和工作区桥梁（承担城市车辆荷载）和飞行区服务车道桥梁（承担特种车辆荷载）；飞机荷载桥梁进一步细分为升降带平整区桥梁（需考虑飞机偏出跑道滑行工况）、滑行道桥梁（承担飞机日常滑行工况）、端安全区桥梁（需考虑飞机冲出跑道滑行工况和飞机提前接地工况）、跑道桥梁（承担飞机日常接地工况）。

我国目前在役和在建的飞机荷载桥梁主要是滑行道桥梁，共70余座，从使用功能角度可分为三类：一是上跨进场道路的桥梁，如大型枢纽机场跨越陆侧道路而设置的桥梁；二是绕滑系统的桥梁，如上海虹桥国际机场为减少穿越跑道、提升飞行区安全保障能力而设置的桥梁；三是跨越水域的桥梁，如深圳宝安国际机场三跑道扩建工程和澳门国际机场的滑行道桥梁。

跑道桥梁、端安全区桥梁、升降带平整区桥梁等在欧洲、美国、日本等地区和国家均有成功应用案例，详见《飞机荷载桥梁在机场工程中的应用》（IB-CA-2019-02）。其中跑道桥梁的荷载工况、安全设施等与滑行道桥梁有显著差异，特别是飞机着陆接地设计工况需要对飞机荷载的着陆冲击作用进行专项研究。

1.0.3 飞机荷载桥梁应满足总体规划和使用寿命，结合建设条件等，统筹开展梁板、墩台、基础等主体结构与支座、伸缩装置、桥面系、安全设施的综合设计。

1.0.4 飞机荷载桥梁设计应贯彻国家有关技术经济政策，积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备和新工艺。

1.0.5 飞机荷载桥梁的设计除应符合本指南的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 飞机荷载桥梁 aircraft bridge

位于机场内，供飞机滑行、起飞、着陆和停放的桥梁。

2.1.2 滑行道桥梁 taxiway bridge

位于机场滑行道、为跨越障碍而修建的构筑物，简称滑行道桥。

2.1.3 设计使用年限 design working/service life

在正常设计、正常施工、正常使用和正常养护条件下，桥梁结构及其构件不需要进行大修或更换，即可按其预定目的使用的年限。

2.1.4 结构耐久性 structural durability

在设计确定的环境作用和维护、使用条件下，结构及其构件在设计使用年限内保持其安全性和适用性的能力。

2.1.5 极限状态 limit state

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，此特定状态为该功能的极限状态。

2.1.6 极限状态法 limit state method

使结构或构件不超越某种规定极限状态的设计方法。

2.1.7 承载能力极限状态 ultimate limit state

对应于结构或构件达到最大承载力或不适于继续承载的变形的状态。

2.1.8 正常使用极限状态 serviceability limit state

对应于结构或构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值的状态。

2.1.9 设计状况 design situation

代表一定时段内实际情况的一组设计条件；在该组条件下结构及其构件应不超越有关的极限状态。

2.1.10 作用 action

施加在结构上的集中力或分布力和引起结构外加变形或约束变形的原因；前者为直接作用，也称为荷载，后者为间接作用。

2.1.11 作用效应 effect of action

由作用引起的结构或构件的反应。

2.1.12 作用组合（荷载组合） combination of actions (load combination)

在不同作用的同时影响下，为验证某一极限状态的结构可靠度而采用的一组作用设计值。

2.1.13 作用基本组合 fundamental combination of actions

永久作用设计值与可变作用设计值的组合。

2.1.14 作用偶然组合 accidental combination of actions

永久作用标准值与可变作用某种代表值、一种偶然作用设计值的组合。

2.1.15 作用地震组合 seismic combination of actions

永久作用标准值与可变作用标准值、地震作用标准值的组合。

2.1.16 作用频遇组合 frequent combination of actions

永久作用标准值与主导可变作用频遇值、伴随可变作用准永久值的组合。

2.1.17 作用准永久组合 quasi-permanent combination of actions

永久作用标准值与可变作用准永久值的组合。

2.1.18 分项系数 partial safety factor

采用极限状态法设计时，为保证所设计的结构具有规定的可靠度，在设计表达式中采用的系数；分为作用分项系数和抗力分项系数两类。

2.1.19 结构重要性系数 factor for importance of structure

对不同设计安全等级的结构，为使其具有规定的可靠度而采用的分项系数。

2.2 符号

A_d ——偶然作用的设计值；

C ——设计对变形、裂缝等规定的相应限值；

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值；

L ——桥梁总长；

L_k ——桥梁单孔跨径；

- P_j ——飞机单轮轮载；
 p ——飞机轮胎压力；
 Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值；
 R_d ——结构或构件的抗力设计值；
 S_d ——作用组合的效应设计值；
 S_{ad} ——作用偶然组合的效应设计值；
 S_{fd} ——作用频遇组合的效应设计值；
 S_{qd} ——作用准永久组合的效应设计值；
 S_{ud} ——作用基本组合的效应设计值；
 W ——飞机轮印宽度；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_{G_i} ——第 i 个永久作用的分项系数；
 γ_{Q_j} ——第 j 个可变作用的分项系数；
 μ ——飞机荷载的冲击系数；
 ψ_c ——可变作用的组合值系数；
 ψ_f ——可变作用的频遇值系数；
 ψ_q ——可变作用的准永久值系数。

3 基本规定

3.0.1 飞机荷载桥梁应根据机场总体布置、功能要求及防洪、抗灾要求，结合水文、地质、环境等条件进行综合设计，并应符合下列功能要求：

- 1 在正常施工和正常使用时，能承受可能出现的各种作用；
- 2 在正常使用时，具有良好的工作性能；
- 3 在正常养护下，具有足够的耐久性能；
- 4 在设计规定的偶然事件发生时和发生后，能保持必要的整体稳定性。

【条文说明】本条规定了桥梁结构必须满足的四项功能，其中，第1、4两项是对结构安全性的要求，第2项是对结构适用性的要求，第3项是对结构耐久性的要求，安全性、适用性、耐久性三者可概括为对桥梁结构可靠性的要求。

足够的耐久性能指结构在规定的工作环境中，在预定时间内，其材料性能的劣化不致导致桥梁结构出现不可接受的失效概率。从工程概念上讲，足够的耐久性能就是指在正常养护条件下桥梁结构能够正常使用到规定的期限。

整体稳定性指在偶然事件发生时，桥梁结构仅产生局部的损伤而不致发生连续或整体倒塌。

3.0.2 飞机荷载桥梁可分为特大桥、大桥、中桥、小桥，其分类标准应符合表3.0.2的规定。

表 3.0.2 飞机荷载桥梁的分类标准

桥梁分类	桥梁总长 L (m)	单孔跨径 L_k (m)
特大桥	$L \geq 500$	—
大桥	$100 \leq L < 500$	$L_k \geq 40$
中桥	$20 \leq L < 100$	$20 \leq L_k < 40$
小桥	$L < 20$	$L_k < 20$

注：梁式桥、板式桥的桥梁总长系指桥梁两端台背前缘之间的长度；刚构桥的桥梁总长系指顺跨度方向桥梁外缘之间的长度。

【条文说明】飞机荷载总重较大，且荷载主要集中在主起落架。综合考虑桥梁结构的安全、经济 and 美观，飞机荷载桥梁的跨径一般较小。我国在役和在建滑行道桥的单孔跨径及桥梁总长分布见表3-1，其中单孔跨径一般为10 m~30 m，最大跨径为39.4 m；桥梁总长一般在100 m以内。

本条中飞机荷载桥梁的分类标准采用了两个指标：一个是桥梁总长，用以反映建设规模；

另一个是单孔跨径，用以反映桥梁的技术复杂程度。在确定桥梁分类时，符合其中一个指标即可归类，如单孔跨径为 45 m、桥梁总长为 90 m 的飞机荷载桥梁划分为大桥，单孔跨径为 45 m、桥梁总长为 600 m 的飞机荷载桥梁划分为特大桥。

表 3-1 我国在役和在建滑行道桥的单孔跨径及桥梁总长分布

桥梁总长 L (m)	桥梁数量 (座)	单孔跨径 L_k (m)	桥梁数量 (座)
$L < 20$	7	$L_k < 10$	3
$20 \leq L < 100$	56	$10 \leq L_k < 20$	24
$100 \leq L < 200$	7	$20 \leq L_k < 30$	36
$200 \leq L < 300$	1	$30 \leq L_k < 40$	8

3.0.3 飞机荷载桥梁的防洪标准应不低于其所在机场的防洪标准。

3.0.4 飞机荷载桥梁应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行结构设计。

【条文说明】在设计方法上，本指南采用以概率理论为基础、按分项系数表达的极限状态法进行结构设计。采用极限状态法，并不意味着要排斥其他有效的结构设计方法，可根据可靠的工程经验或通过必要的试验研究进行专项设计。

3.0.5 结构设计应根据不同种类的作用，采用按分项系数表达的极限状态法，并符合下列规定：

- 1 持久设计状况应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计；
- 2 短暂设计状况应进行承载能力极限状态设计，可根据需要进行正常使用极限状态设计；
- 3 偶然设计状况应进行承载能力极限状态设计；
- 4 地震设计状况应进行承载能力极限状态设计。

【条文说明】本条规定了桥梁结构设计的四种设计状况及其应进行的极限状态设计。

第 1 款中，持久设计状况对应桥梁的使用阶段。这个阶段持续的时间很长，要对结构的所有预定功能进行设计，即要进行承载能力极限状态和正常使用极限状态的计算。

第 2 款中，短暂设计状况对应桥梁的施工阶段和维修阶段。这个阶段的持续时间相对于使用阶段是短暂的，结构体系、结构所承受的荷载等与使用阶段也不同，设计要根据具体情况而定。在这个阶段，需要进行承载能力极限状态计算，根据需要确定是否进行正常使用极限状态计算。

第 3 款中，偶然设计状况对应桥梁可能遇到的撞击、飞机提前接地和冲偏出跑道等状况。这种状况出现的概率极小，且持续的时间极短。偶然设计状况一般只进行承载能力极限状态计算。

第 4 款中，地震设计状况是一种特殊的偶然设计状况。与撞击等偶然作用相比，地震作用能够统计并有统计资料，可以确定其标准值。而其他偶然作用无法通过概率的方法确定其标准

值,因此两者的设计表达式是不同的。地震设计状况一般只进行承载能力极限状态计算。

3.0.6 飞机荷载桥梁主体结构的设计使用年限应不低于 100 年,隔离墩、栏杆等构件的设计使用年限应不低于 15 年,伸缩装置和支座的设计使用年限应不低于 20 年。

【条文说明】飞机荷载桥梁一般采用中小跨径桥梁。考虑到桥梁位于飞行区内,施工和维护难度较大,其主体结构的设计使用年限不低于 100 年,与我国北京大兴国际机场、上海浦东国际机场、广州白云国际机场等在役或在建滑行道桥的设计使用年限一致。对于桥梁附属构件的设计使用年限,根据构件材料、使用条件、可更换程度等因素,参照《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的规定确定。

3.0.7 飞机荷载桥梁的结构设计安全等级应采用《工程结构通用规范》(GB 55001)规定的一级。

【条文说明】结构设计时,根据结构破坏可能产生后果(危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生影响等)的严重性,其设计安全等级按表 3-2 的规定划分。对重要的结构,其设计安全等级取为一级;对一般的结构,其设计安全等级取为二级;对次要的结构,其设计安全等级取为三级。飞机荷载桥梁属于重要的结构,一旦破坏直接影响到机场的正常运行,可能造成较大经济损失,产生严重的社会影响,因此其结构设计安全等级采用一级。

表 3-2 结构设计安全等级

结构设计安全等级	破坏后果
一级	很严重
二级	严重
三级	不严重

3.0.8 飞机荷载桥梁应采用两水准抗震设防和两阶段设计。地震作用重现期、抗震设防目标和地震作用应符合表 3.0.8 的规定。

表 3.0.8 飞机荷载桥梁的抗震设防要求

项目	E1 地震作用	E2 地震作用
地震作用重现期	不低于 475 年	不低于 2 000 年
抗震设防目标	1) 震后桥梁可正常使用; 2) 结构总体反应在弹性范围,基本无损伤。	1) 震后桥梁不需修复或经简单修复可正常使用; 2) 结构可发生局部轻微损伤。
地震作用	采用《中国地震动参数区划图》(GB 18306)规定的基本地震动,或通过场地地震安全性评价确定。	采用《中国地震动参数区划图》(GB 18306)规定的罕遇地震动,或通过场地地震安全性评价确定。

【条文说明】本条规定参照《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T 2231-01)中 A 类桥梁的相关规定。第一阶段的抗震设计,即对应 E1 地震作用的抗震设计,采用弹性抗震设计,保证桥梁结构在 E1 地震作用下处于弹性状态。第二阶段的抗震设计,即对应 E2 地震作用的抗震设计,要求在 E2 地震作用下桥梁局部可发生开裂,裂缝宽度也可超过容许值,但混凝土保护层保持完好。

与抗震设防目标相协调,各类桥梁的抗震重要性系数对应的重现期见表 3-3。

表 3-3 抗震重要性系数和重现期对照表

抗震重要性系数	1.70	1.30	1.00	0.50	0.43	0.34	0.23
重现期(年)	2 000	1 000	475	100	75	50	25

4 作用与作用组合

4.1 一般规定

4.1.1 飞机荷载桥梁设计采用的作用分为永久作用、可变作用、偶然作用和地震作用四类，规定见表 4.1.1。

表 4.1.1 作用分类

作用分类	作用名称
永久作用	结构重力 (包括结构附加重力)
	预加力
	土的重力
	土侧压力
	混凝土收缩、徐变作用
	水的浮力
	基础变位作用
可变作用	飞机荷载
	汽车荷载
	飞机滑行冲击作用
	飞机着陆冲击作用
	汽车冲击作用
	飞机引起的土侧压力
	汽车引起的土侧压力
	飞机制动力
	汽车制动力
	疲劳荷载
	风荷载
	流水压力
	冰压力
	波浪力及浮托力
	温度作用
支座摩阻力	

续表

作用分类	作用名称
偶然作用	漂流物、船舶撞击作用
	飞机撞击作用
	汽车撞击作用
	飞机冲偏出跑道作用
	飞机提前接地作用
	飞机重着陆作用
地震作用	地震作用

【条文说明】作用按随时间的变化分为永久作用、可变作用和偶然作用。这种分类是结构上作用的基本分类。永久作用是经常作用的、其数值不随时间变化或变化微小的作用；可变作用的数值是随时间变化的；偶然作用的作用时间短暂，且发生的概率很小；地震作用是一种特殊的偶然作用，这里将地震作用单列为一种类型。

4.1.2 飞机荷载桥梁设计时，作用的代表值应按下列规定取用。

1 永久作用的代表值应采用标准值。永久作用的标准值可根据统计、计算，并结合工程经验综合分析确定。

2 可变作用的代表值应采用标准值、组合值、频遇值和准永久值。组合值、频遇值和准永久值可通过可变作用的标准值分别乘以组合值系数 ψ_c 、频遇值系数 ψ_f 和准永久值系数 ψ_q 来确定。

3 偶然作用取其设计值作为代表值，可根据历史记载、现场观测和试验、专题研究，并结合工程经验综合分析判断确定，也可根据有关标准的专门规定确定。

4 地震作用的代表值宜采用标准值。地震作用的标准值可根据现行相关标准的规定确定。

【条文说明】作用具有变异性，但在结构设计时，不可能直接引用作用随机变量或随机过程的各类统计参数通过复杂的计算进行设计，作用的代表值就是为结构设计而给定的量值。设计的要求不同，作用的代表值也可不同，这样可以更确切、合理地反映作用对结构在不同设计要求下的特点。作用的代表值一般可分为标准值、组合值、频遇值和准永久值。

永久作用被近似地认为在设计基准期内是不变的，它的代表值只有一个，即标准值。可变作用按其在随机过程中出现的持续时间或次数的不同，可取标准值、组合值、频遇值和准永久值作为其代表值。

作用的标准值是结构设计的主要参数，关系到结构的安全问题，是作用的基本代表值。作用的标准值反映了作用在设计基准期内随时间的变异，其量值应取结构设计规定期限内可能出现的最不利值，一般按作用在设计基准期内最大值概率分布的某一分位值确定。

可变作用的组合值是指在主导可变作用（一般为飞机荷载）出现时段内其他可变作用的最

大量值,但它比可变作用的标准值小,实际上由标准值乘以小于1的组合值系数 ψ_c 得到。

可变作用的频遇值是指结构上较频繁出现的且量值较大的作用取值,但它比可变作用的标准值小,实际上由标准值乘以不大于1的频遇值系数 ψ_f 得到。

可变作用的准永久值是指在结构上经常出现的作用取值,但它比可变作用的频遇值又要小一些,实际上由标准值乘以不大于频遇值系数 ψ_f 的准永久值系数 ψ_q 得到。

4.1.3 永久作用和可变作用的设计值应取作用的代表值乘以相应的作用分项系数。

4.1.4 飞机荷载桥梁的结构设计应考虑结构上可能同时出现的作用,按承载能力极限状态、正常使用极限状态进行作用组合,均应按下列原则取其最不利作用组合效应进行设计:

- 1 当结构或构件需要做不同受力方向的验算时,应分别以不同方向的、最不利作用组合效应设计值进行计算;
- 2 当可变作用的出现对结构或构件产生有利影响时,该作用不应参与组合;
- 3 实际不可能同时出现的作用或同时参与组合概率很小的作用,可按表4.1.4的规定不考虑其参与组合。

表 4.1.4 不同时组合的可变作用

作用名称	不与该作用同时参与组合的作用
飞机滑行(着陆)冲击作用、制动力	汽车荷载及其冲击作用和制动力
飞机(汽车)制动力	流水压力、冰压力、波浪力及浮托力、支座摩阻力
流水压力	飞机(汽车)制动力、冰压力
波浪力及浮托力	飞机(汽车)制动力、冰压力
冰压力	飞机(汽车)制动力、流水压力、波浪力及浮托力
支座摩阻力	飞机(汽车)制动力

【条文说明】结构通常要同时承受多种作用。在进行结构设计时,无论是承载能力极限状态还是正常使用极限状态,均应考虑可能同时出现的多种作用的组合,求其总的作用效应,同时考虑到作用出现的变化性质,包括作用出现与否及作用出现的方向,这种组合是多种多样的,在考虑的所有可能的组合中,取其最不利作用组合效应进行设计。

本指南只指出了作用组合要考虑的范围,其具体组合的内容,尚需要由设计者根据实际情况确定,不宜规定过于死板。对于一部分不能同时组合的作用,以表的形式列出。飞机滑行(着陆)冲击作用、制动力与汽车荷载不同时组合,这是考虑到飞机滑行或着陆时桥梁上不允许同时出现汽车。飞机(汽车)制动力与支座摩阻力不同时组合,这是考虑到当上部构造恒载一定、支座摩阻系数一定时,活动支座的最大摩阻力是一个定值,任何纵向力不能大于支座摩阻力,因此制动力与支座摩阻力不同时存在。流水压力不与飞机(汽车)制动力、冰压力同时组合,这是考虑其同时出现的可能性极小,或冰压力远大于流水压力,且实测中也难以分开。

4.1.5 桥梁结构按承载能力极限状态设计时，对持久设计状况和短暂设计状况应采用作用基本组合，对偶然设计状况应采用作用偶然组合，对地震设计状况应采用作用地震组合，并应符合下列规定。

1 作用基本组合：永久作用设计值与可变作用设计值相组合。作用基本组合的效应设计值可按式 4.1.5-1 计算。

$$S_{ud} = S\left(\sum_{i=1}^m \gamma_{G_i} G_{ik}, \gamma_{Q_1} Q_{1k}, \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Q_j} Q_{jk}\right) \quad (4.1.5-1)$$

式中： S_{ud} ——承载能力极限状态下作用基本组合的效应设计值；

$S()$ ——作用组合的效应函数；

γ_{G_i} ——第 i 个永久作用的分项系数，应按表 4.1.5-1 的规定确定；

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值；

γ_{Q_1} ——飞机荷载（含飞机冲击作用）的分项系数，取 $\gamma_{Q_1} = 1.4$ ；

Q_{1k} ——飞机荷载（含飞机冲击作用）的标准值；

γ_{Q_j} ——在作用组合中除飞机荷载（含飞机冲击作用）外的其他第 j 个可变作用的分项系数，风荷载取 1.1，其他作用取 1.4；

Q_{jk} ——在作用组合中除飞机荷载（含飞机冲击作用）外的其他第 j 个可变作用的标准值；

ψ_c ——在作用组合中除飞机荷载（含飞机冲击作用）外的其他可变作用的组合值系数，取 $\psi_c = 0.75$ 。

表 4.1.5-1 永久作用的分项系数

编号	作用类别	永久作用的分项系数		
		对结构的承载能力不利时	对结构的承载能力有利时	
1	混凝土结构重力 (包括结构附加重力)	1.2	1.0	
	钢结构重力 (包括结构附加重力)	1.1 或 1.2		
2	预加力	1.2	1.0	
3	土的重力	1.2	1.0	
4	混凝土的收缩及徐变作用	1.0	1.0	
5	土侧压力	1.4	1.0	
6	水的浮力	1.0	1.0	
7	基础变位作用	混凝土结构	0.5	0.5
		钢结构	1.0	1.0

注：本表编号 1 中，当钢桥采用钢桥面板时，永久作用的分项系数取 1.1；当采用混凝土桥面板时，永久作用的分项系数取 1.2。

2 作用偶然组合：永久作用标准值与可变作用某种代表值、一种偶然作用设计值相组合；与偶然作用同时出现的可变作用，可根据观测资料和工程经验取用频遇值或准永久值。作用偶然组合的效应设计值可按式 4.1.5-2 计算。

$$S_{ad} = S \left[\sum_{i=1}^m G_{ik}, A_d, (\psi_{f1} \text{ 或 } \psi_{q1}) Q_{1k}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk} \right] \quad (4.1.5 - 2)$$

式中： S_{ad} ——作用偶然组合的效应设计值；

A_d ——偶然作用的设计值；

ψ_{f1} ——飞机荷载（含飞机冲击作用）的频遇值系数，取 $\psi_{f1} = 1.0$ ；

ψ_{q1} 、 ψ_{qj} ——飞机荷载（含飞机冲击作用）和第 j 个可变作用的准永久值系数，飞机荷载 $\psi_{q1} = 1.0$ ，风荷载 $\psi_{q1} = 0.75$ ，温度梯度作用 $\psi_{q1} = 0.8$ ，其他作用 $\psi_{q1} = 1.0$ 。

3 作用地震组合应按表 4.1.5-2 中作用产生的最不利效应计算。各类作用均取标准值，分项系数取 1.0；当有专门规定时，按相关规定取用。

表 4.1.5-2 作用地震组合

作用类别	考虑的作用
永久作用	结构重力、预加力、混凝土的收缩及徐变作用、土压力、水压力
地震作用	地震动的作用和地震土压力、水压力等
可变作用	进行支座等墩梁连接构件抗震验算时，计入 50% 均匀温度作用

【条文说明】桥梁结构的承载能力极限状态设计，按照可能出现的作用，将其分为三种作用组合，即作用基本组合、作用偶然组合和作用地震组合。作用基本组合是指永久作用设计值与可变作用设计值的组合，这种组合用于结构的常规设计，是所有桥梁结构都应该考虑的。作用偶然组合是指永久作用标准值、可变作用代表值和一种偶然作用设计值的组合，视具体情况，也可不考虑可变作用参与组合。作用偶然组合和作用地震组合用于结构在特殊情况下的设计，因此不是所有桥梁结构都要采用，一些结构也可采取构造或其他预防措施来解决。

4.1.6 桥梁结构按正常使用极限状态设计时，应根据不同的设计要求，采用作用频遇组合或作用准永久组合，并应符合下列规定。

1 作用频遇组合：永久作用标准值与飞机荷载（不计冲击作用）频遇值、其他可变作用准永久值相组合。作用频遇组合的效应设计值可按式 4.1.6-1 计算。

$$S_{fd} = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \psi_{f1} Q_{1k}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk} \right) \quad (4.1.6 - 1)$$

式中： S_{fd} ——作用频遇组合的效应设计值；

ψ_{f1} ——飞机荷载（不计飞机冲击作用）的频遇值系数，取 $\psi_{f1} = 1.0$ ；

ψ_{qj} ——除飞机荷载外第 j 个可变作用的准永久值系数，风荷载 $\psi_q = 0.75$ ，温度梯度作用 $\psi_q = 0.8$ ，汽车荷载 $\psi_q = 0.4$ ，其他作用 $\psi_q = 1.0$ 。

2 作用准永久组合：永久作用标准值与可变作用（飞机荷载不计冲击作用）准永久值相组合。作用准永久组合的效应设计值可按式 4.1.6-2 计算。

$$S_{qd} = S\left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \sum_{j=1}^n \psi_{qj} Q_{jk}\right) \quad (4.1.6-2)$$

式中： S_{qd} ——作用准永久组合的效应设计值；

ψ_{qj} ——第 j 个可变作用的准永久值系数，飞机荷载（不计飞机冲击作用） $\psi_q = 1.0$ ，其他作用的准永久值系数按式 4.1.6-1 的规定取用。

4.1.7 当结构及其构件需要进行弹性阶段截面应力计算，或进行地基或基础承载力计算时，除特别指明外，各作用应采用标准值，作用分项系数应取为 1.0。

4.1.8 构件在吊装、运输时，构件重力应乘以动力系数 1.20（对结构不利时）或 0.85（对结构有利时），并可视构件具体情况作适当增减。

4.1.9 除可变作用中飞机荷载和汽车荷载外，飞机荷载桥梁的其他作用及其代表值可按《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的有关规定执行。

4.2 飞机荷载和汽车荷载

4.2.1 采用飞机滑行工况时，飞机荷载的标准值取用、加载方法应符合下列规定。

1 飞机荷载应按拟使用该桥梁的产生最不利荷载效应的飞机的最大滑行重量确定。

2 单轮轮载的平面分布可假定为长方形，长方形轮印的长宽比取 1.5，轮印宽度可按式 4.2.1 计算。

$$W = \sqrt{\frac{P_j}{1500p}} \quad (4.2.1)$$

式中： W ——轮印宽度（m）；

P_j, p ——单轮轮载（kN）和轮胎压力（MPa），根据选用的机型确定。

3 滑行道桥横桥向布置飞机荷载时，最外侧机轮与隔离墩的净距应不小于 0.5 m。

【条文说明】 结构设计时，飞机荷载产生的最不利效应与桥梁布置、结构形式、飞机总重、起落架荷载分配及起落架构型等有关。一般情况下，95% 以上的飞机重量集中在主起落架上，根据主起落架的重量和构型，可以选定桥梁设计的最不利机型。然后根据最不利机型，确定飞机荷载的轮载、轮距、轮胎压力等相关参数。

指南编写过程中,对不同飞行区指标的常用机型(包括A320、A321、A330、A340、A380、B737、B747、B757、B767、B777、B787、MD-90、C919等共计46种机型)及其相关参数进行了调研,经分析确定了6种飞机荷载模型,可供滑行道桥的方案设计、初步设计等阶段参考使用。设计时,根据飞行区指标采用不同的飞机荷载模型,见表4-1和图4-1~图4-6。

表 4-1 飞机荷载模型及主要参数

飞机荷载模型	飞行区指标	设计机型	总重 (kN)	轴重 (kN)						主起落架			
				前起落架	主起落架						轮胎压力 (MPa)	轮印长度 (m)	轮印宽度 (m)
					P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6			
I	3C	B737-700	705	35	670	—	—	—	—	1.39	0.42	0.28	
II	4C	A321NEO	975	50	925	—	—	—	—	1.46	0.49	0.33	
III	4D	B767-300ER	1 875	95	890	890	—	—	—	1.38	0.49	0.33	
IV	4E	B747-400	3 990	190	950	950	950	950	—	1.38	0.51	0.34	
V		B777-300ER	3 525	180	1 115	1 115	1 115	—	—	1.50	0.52	0.35	
VI	4F	A380-800F	5 965	290	1 135	1 135	1 135	1 135	1 135	1.47	0.54	0.36	

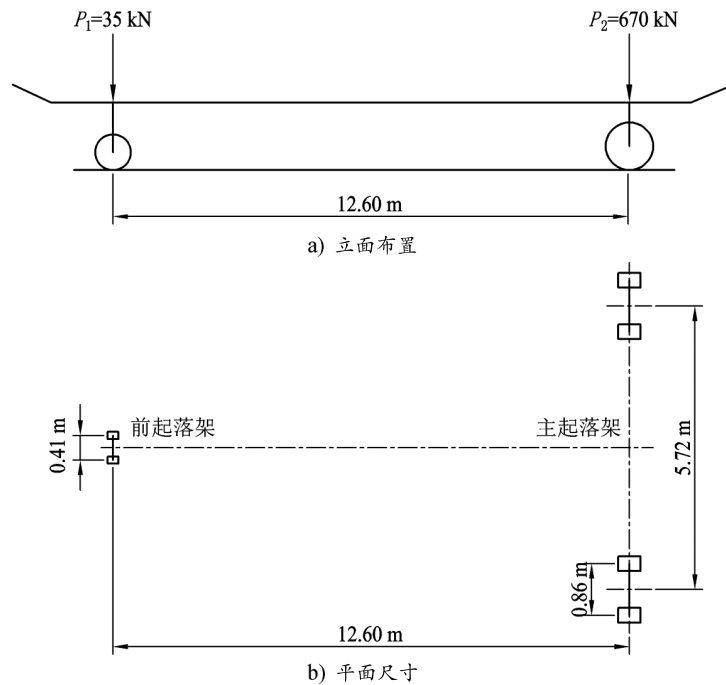


图 4-1 飞机荷载模型 I

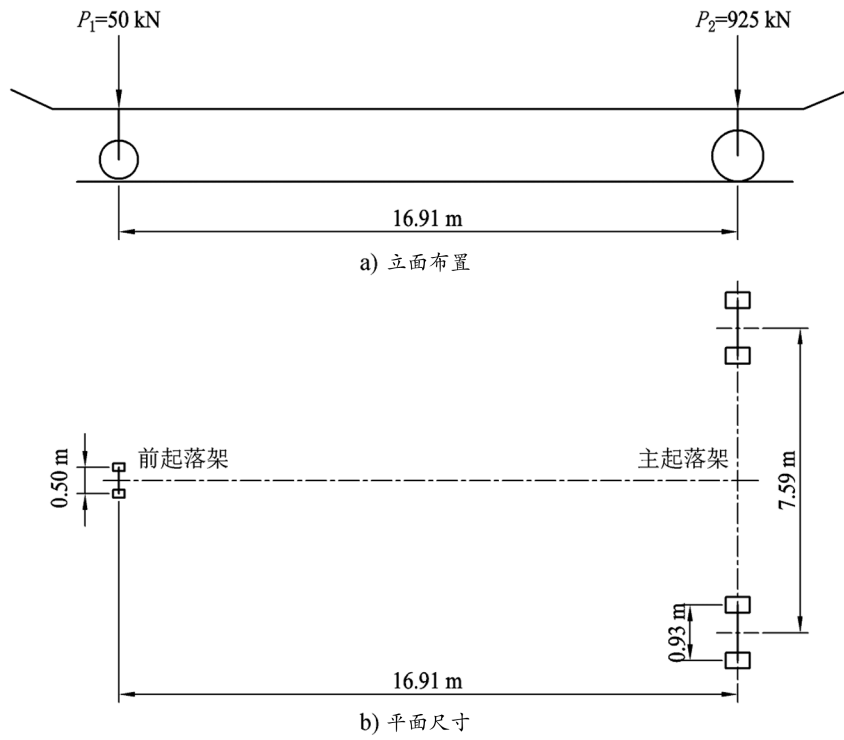


图 4-2 飞机荷载模型 II

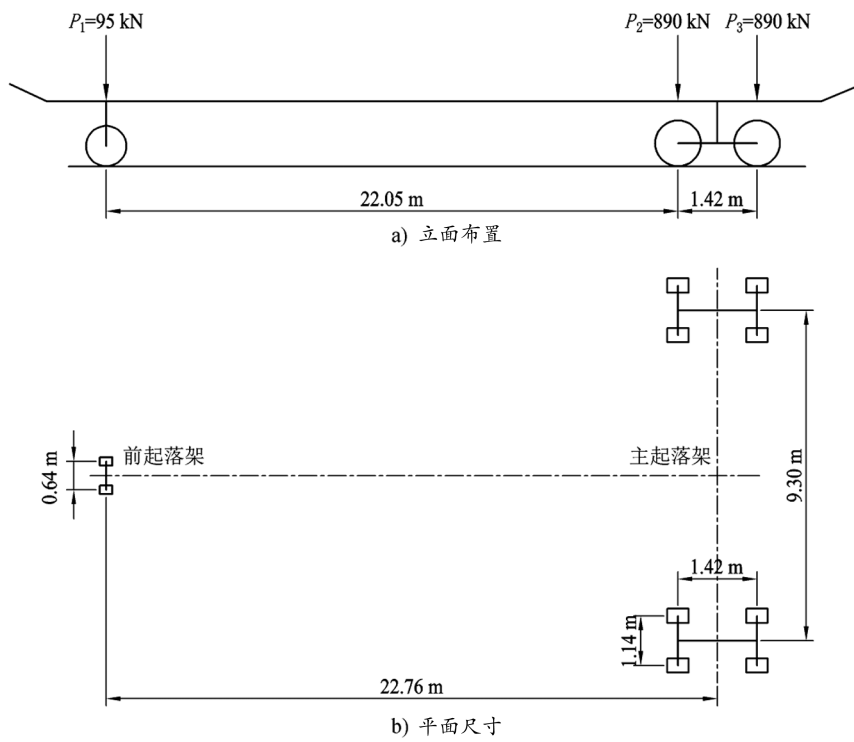


图 4-3 飞机荷载模型 III

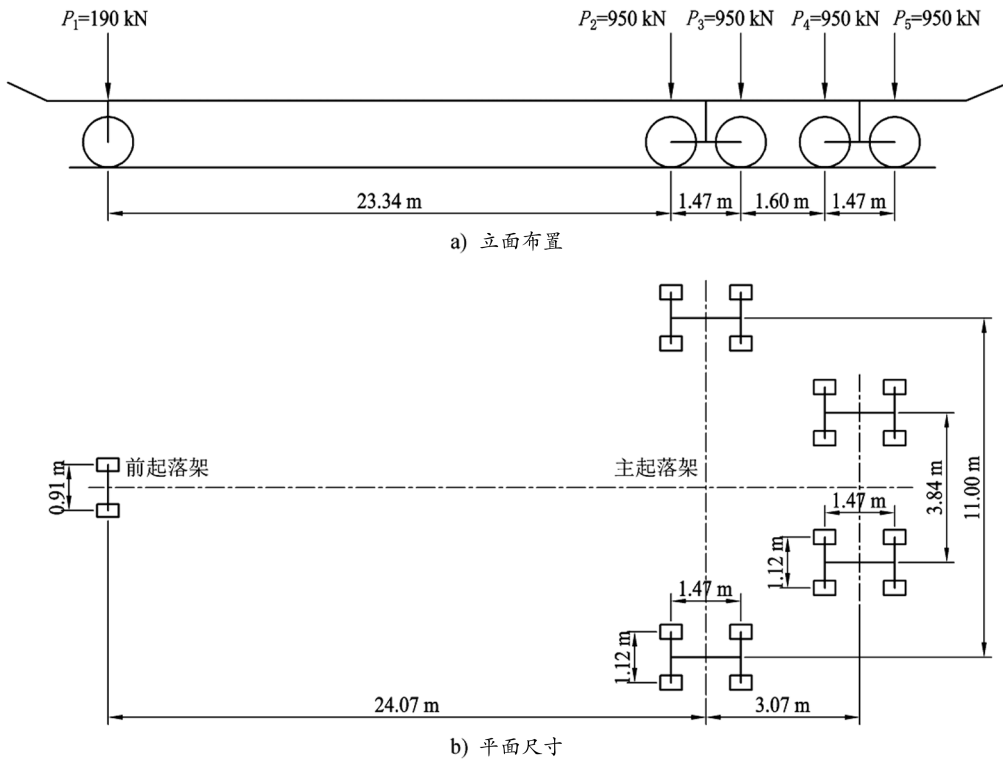


图 4-4 飞机荷载模型 IV

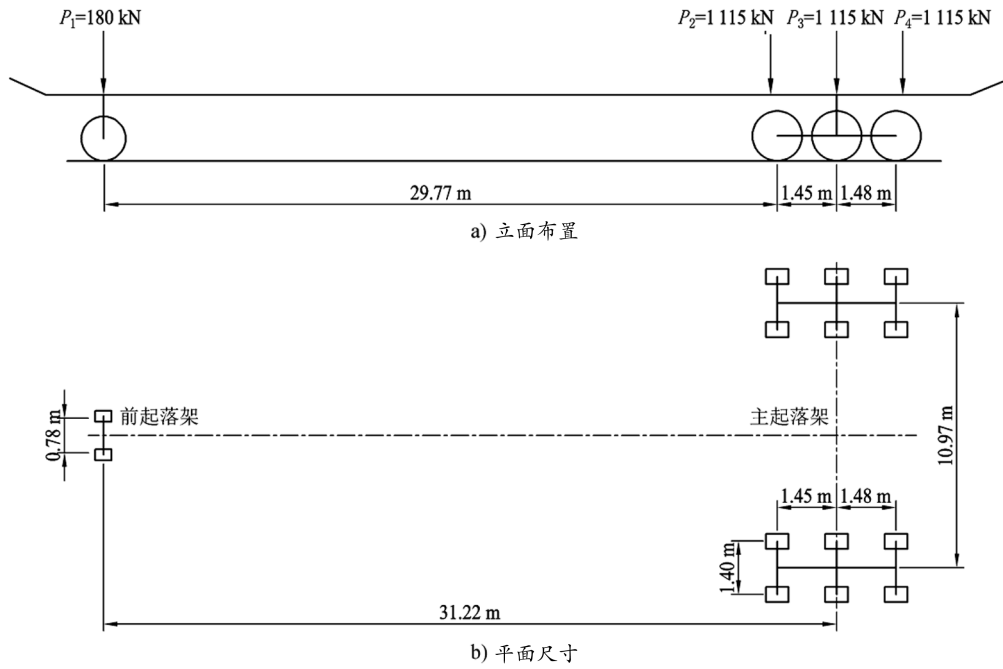


图 4-5 飞机荷载模型 V

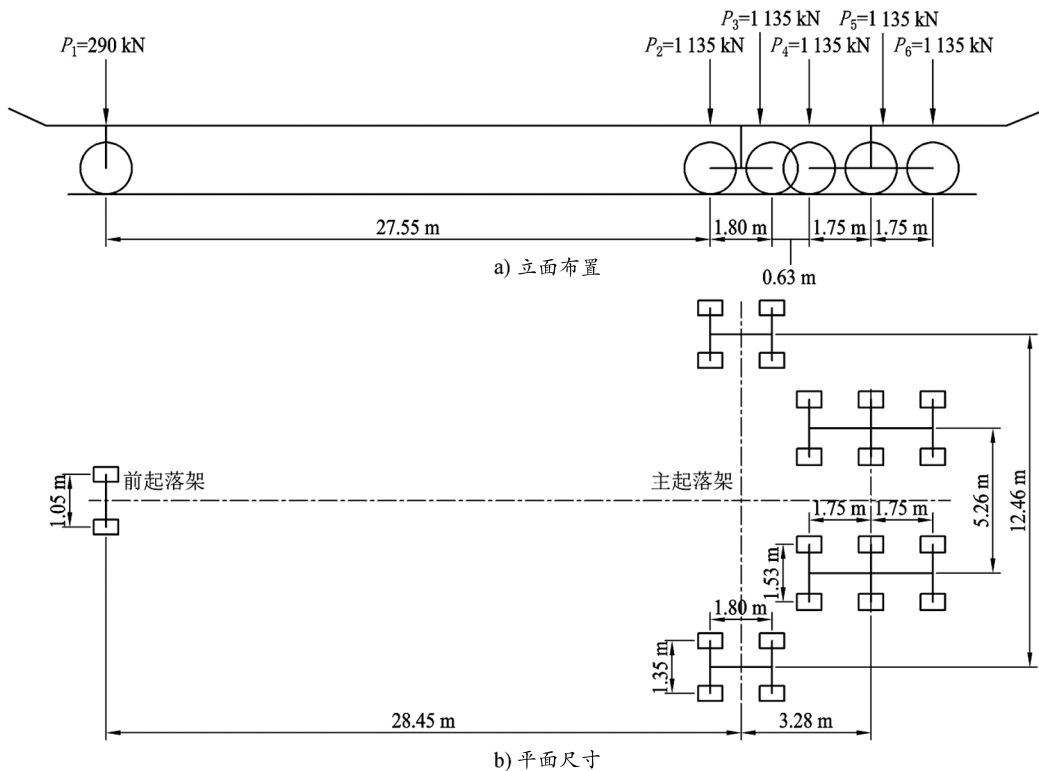


图 4-6 飞机荷载模型 VI

4.2.2 飞机荷载的冲击作用应按下列规定计算：

- 1 主梁及钢筋混凝土柱式墩台，应计算飞机荷载的冲击作用；
- 2 采用飞机滑行工况时，飞机荷载的冲击作用标准值为飞机荷载标准值乘以飞机荷载冲击系数 μ ， μ 宜取 0.45；
- 3 采用飞机着陆工况时，飞机荷载的冲击作用标准值应专项研究确定；
- 4 重力式墩台不计冲击作用；
- 5 支座、伸缩装置应计算冲击作用。

【条文说明】飞机荷载的冲击作用是飞机在桥梁上滑行或着陆时对桥梁结构产生的竖向动力效应的增大。冲击作用有飞机机体的振动和桥跨结构自身的变形和振动。当飞机的振动频率与桥跨结构的自振频率一致时，即形成共振，其振幅（即挠度）比一般的振动大许多。振幅的大小与桥梁结构的阻尼大小及共振时间的长短有关。桥梁结构的阻尼主要与材料和连接方式有关，且随桥梁跨径的增大而减小。因此，增强桥梁的纵、横向连接刚度，对于减小共振影响有一定的作用。

冲击影响一般都是用静力学的方法，即飞机荷载作用的动力影响用飞机的重力乘以飞机荷载冲击系数来表达。

对于主梁、钢筋混凝土柱式墩台、支座及伸缩装置等，因相对来说自重不大，冲击作用的

效果显著,故需要计算冲击作用。重力式墩台自重大、整体性好,冲击影响小,故不计冲击作用。

结合国内外典型滑行道桥的调研结果(见表4-2),飞机滑行冲击系数 μ 建议取0.45。

表4-2 国内外典型滑行道桥的飞机滑行冲击系数取值

滑行道桥所在机场名称	飞机滑行冲击系数
克里斯蒂亚诺·罗纳尔多国际机场(掉头坪区域)	0.40
北京首都国际机场	0.45
广州白云国际机场	0.45
成都双流国际机场	0.45
武汉天河国际机场	0.45
上海虹桥国际机场	0.40

4.2.3 飞机荷载引起的土压力采用飞机主起落架荷载加载。飞机荷载在桥台或挡土墙后填土的破坏棱体上引起的土侧压力,可按式4.2.3-1换算为等代均布土层厚度计算。

$$h_0 = \frac{\sum G}{B l_0 \gamma} \quad (4.2.3-1)$$

式中: h_0 ——飞机荷载的等代均布土层厚度(m);

γ ——土的重度(kN/m^3);

$\sum G$ ——布置在 $B \times l_0$ 面积内的机轮荷载之和(kN);

B ——桥台横向全宽或挡土墙的计算长度(m);

l_0 ——桥台或挡土墙后填土的破坏棱体长度(m)。

挡土墙的计算长度可按式4.2.3-2计算,但不应超过挡土墙分段长度。

$$B = L_a + H \tan 30^\circ \quad (4.2.3-2)$$

式中: L_a ——飞机主起落架最前轴和最后轴的轴距(m);

H ——对墙顶以上有填土的挡土墙,为两倍填土厚度加墙高(m)。

【条文说明】飞机前起落架和主起落架间距较大,且飞机重量主要集中在主起落架,因此,计算飞机荷载引起的土压力时,采用飞机主起落架的荷载。

4.2.4 由飞机荷载产生的制动力标准值应按飞机荷载标准值(不计冲击作用)乘以制动力系数计算,制动力系数取0.70。

【条文说明】根据相关研究,飞机制动时,机轮与道面间的滑动摩擦系数 φ 的大小取决于道面结构形式、道面表面的状态、飞机的运动速度、轮胎花纹及磨损程度,见表4-3。对于潮湿或干燥

平滑的道面，滑动摩擦系数一般为 0.3~0.5；对于干燥而粗糙的道面，滑动摩擦系数高达 0.7~1.0。

表 4-3 滑动摩擦系数

表面类型	φ	表面类型	φ
干燥而粗糙的道面	0.7~1.0	泥泞的道面	0.2
干燥平滑的道面	0.5	冰覆盖的道面	0.1
潮湿的道面	0.3~0.5	潮湿的草皮道面	0.1

美国联邦航空管理局咨询通告《机场设计》(AC 150/5300-13B)提出，承受直接机轮荷载作用的桥面，无滑动制动时，制动力达 0.7G。

通过调研，收集国内外典型滑行道桥飞机荷载制动力系数取值见表 4-4。美国各机场滑行道桥采用的飞机荷载制动力系数有所不同，一般为 0.20~0.70。我国机场滑行道桥飞机荷载制动力系数一般均采用 0.70。

表 4-4 国内外典型滑行道桥飞机荷载制动力系数取值

国家	滑行道桥所在机场名称	飞机荷载制动力系数
中国	北京首都国际机场	0.70
	广州白云国际机场	0.70
	成都双流国际机场	0.70
	武汉天河国际机场	0.70
	上海虹桥国际机场	0.70
美国	罗利-达勒姆国际机场	0.70
	休斯敦乔治·布什洲际机场	0.20
	菲尼克斯天港国际机场	0.70
	奥兰多国际机场	0.70
	哈茨菲尔德·杰克逊亚特兰大国际机场第五跑道	0.24

综上所述，本条建议飞机荷载制动力系数取 0.70。

计算制动力标准值时，飞机荷载按位于制动力影响面上的机轮轮重之和计算。

4.2.5 飞机荷载桥梁设计时，应根据需要考虑汽车荷载的作用，并应符合下列规定：

- 1 汽车荷载应按拟使用该桥梁的最不利车辆或设备确定；
- 2 汽车冲击作用、汽车引起的土侧压力、汽车制动力可参考《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60) 的相关规定计算。

【条文说明】一般情况下，飞机在桥梁上通行时，不允许同时存在其他车辆或设备，这种工况下桥梁设计考虑飞机荷载及其冲击作用、制动力，不考虑汽车荷载。特殊情况下，飞机在桥梁上发生紧急情况时，应急车辆需要到达飞机附近，桥梁上同时存在飞机荷载和汽车荷载，飞机一般处于静止状态，不需要考虑其冲击作用及制动力。

对于 D 类、E 类和 F 类机场飞机荷载桥梁，飞机荷载总重是汽车荷载总重的 3~10 倍，飞机荷载冲击作用大于汽车荷载，桥梁设计时可不考虑飞机荷载与汽车荷载的组合。对于 C 类机场飞机荷载桥梁，飞机荷载与汽车荷载相差不大，需要考虑飞机荷载与汽车荷载组合的工况。

飞机荷载桥梁上可能通行的重车主要包括消防车、牵引车和油罐车。设计采用的汽车荷载及其布载位置根据拟使用该桥梁的车辆类别及重量、桥面布置等确定。当无特殊需求时，汽车荷载可根据具体桥梁特点，按表 4-5 和图 4-7~图 4-9 的参考值选用。

表 4-5 汽车荷载的主要技术指标 (参考值)

车辆类型	总重 (kN)	轮印宽度 (m)	轮印长度 (m)
消防车	450	0.45	0.45
牵引车	700	0.45	0.45
油罐车	800	0.45	0.45

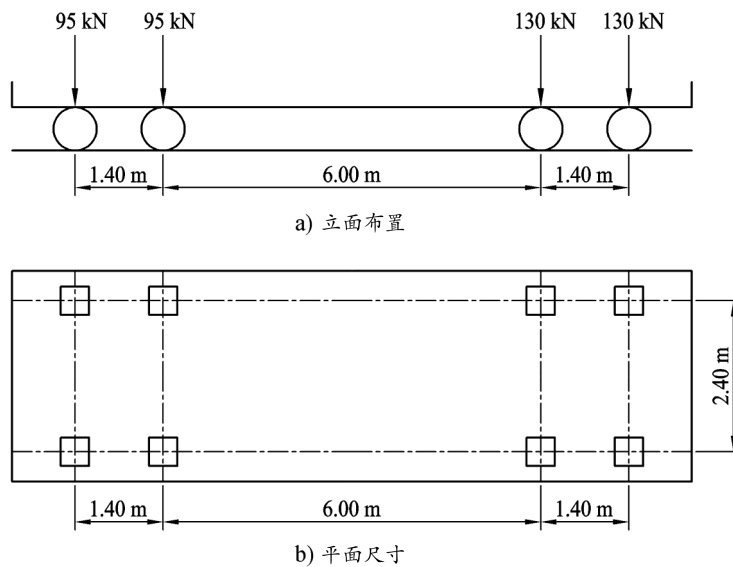
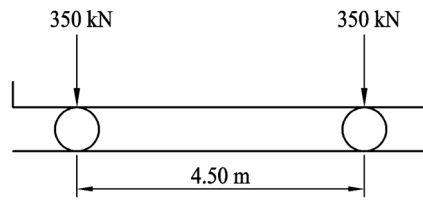
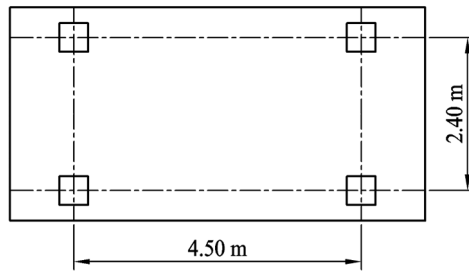


图 4-7 消防车荷载模型

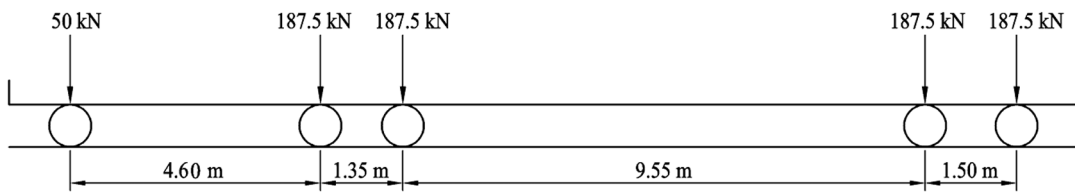


a) 立面布置

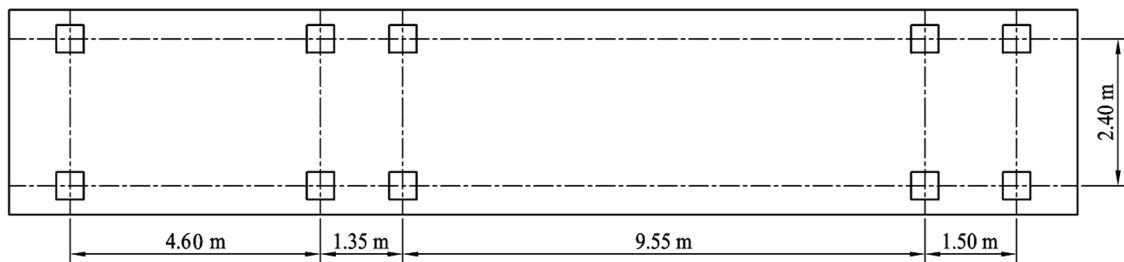


b) 平面尺寸

图 4-8 牵引车荷载模型



a) 立面布置



b) 平面尺寸

图 4-9 油罐车荷载模型

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 飞机荷载桥梁的总体设计应符合机场总体规划，满足使用功能、结构受力、应急救援等要求，并符合下列规定：

- 1 桥上净空、坡度、结构强度、构造尺寸等设计应满足飞机运行的使用要求；
- 2 应根据跨越功能和设计机型，遵循因地制宜、便于施工和养护等原则进行设计；
- 3 应按《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)的规定设置目视助航设施；
- 4 滑行道桥宜提供应急车辆双向通行的通道。

5.1.2 飞机荷载桥梁及两侧防护设施设计时应考虑维护、清洁和除雪等要求。

5.1.3 桥上管线敷设应符合下列规定：

- 1 桥梁结构设计应与目视助航设施布设及随桥管线预埋等统筹考虑；
- 2 排水设施、消防给水管线、灯光电缆、配电电缆、通信电缆等管线借助桥梁结构布设时，管线敷设不应影响飞机运行。

5.2 桥梁布置

5.2.1 跑道桥和滑行道桥的布置应符合《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)的有关规定，并不应影响机场排水系统、管线、仪表着陆系统、目视助航设施等的正常使用。

5.2.2 快速出口滑行道上不宜布设滑行道桥。必须布设时，应进行专题论证。

5.2.3 跨河桥梁的布置应根据本指南第 3.0.3 条的防洪标准和桥位河段的特性，对孔径大小、结构形式、基础埋置深度、调治构造物等进行综合比选。桥下净空应满足计算水位或最高流冰水位加安全高度的要求。

5.2.4 跨线桥梁的布置应满足市政道路、轨道交通等相关规划的要求。

5.2.5 桥梁宜采用标准化设计，跨径可采用 8 m、10 m、15 m、20 m、25 m、30 m、35 m、40 m。

5.2.6 桥梁横断面布置应符合下列规定。

- 1 滑行道直线段最小桥面净宽应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 滑行道直线段最小桥面净宽

飞行区指标 II	滑行道直线段最小桥面净宽 (m)
C	25
D	34
E	38
F	44

- 2 当在滑行道弯道处设置桥梁时，应设置额外的因主起落架偏向内侧需增补的宽度补偿。

- 3 当设计机型的发动机存在悬于桥梁结构之外的情况时，桥梁两侧应采取防护措施。

【条文说明】 根据《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001) 的规定，滑行道桥宽度应不小于滑行道直线段道面加道肩的最小总宽度。本条表 5.2.6 中的滑行道直线段最小桥面净宽与《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001) 中滑行道直线段道面加道肩的最小总宽度一致。

5.2.7 飞机荷载桥梁的桥下净高及净宽应符合现行相关标准的规定。

5.2.8 桥梁横坡和纵坡宜少设变坡点。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 桥梁结构设计应包括下列内容：

- 1 结构方案设计，包括结构选型、构件布置及传力途径；
- 2 结构及其构件的构造、连接措施；
- 3 作用及作用效应分析；
- 4 结构及其构件的极限状态设计。

6.1.2 桥梁结构形式可采用梁式桥、刚构桥和闭合框架桥，并应符合下列规定。

1 梁式桥和刚构桥的主梁可采用钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、钢结构和钢-混凝土组合结构。

2 闭合框架桥可采用钢筋混凝土结构。当水位较高时，应设置防水底板；防水底板设置应考虑与两侧结构的相接、抗浮等因素。

3 墩台基础宜采用桩基础，墩台间宜设置可靠的横向连接构造。

【条文说明】我国已建滑行道桥的结构形式主要采用梁式桥、刚构桥和闭合框架桥，如图 6-1~图 6-3 所示。

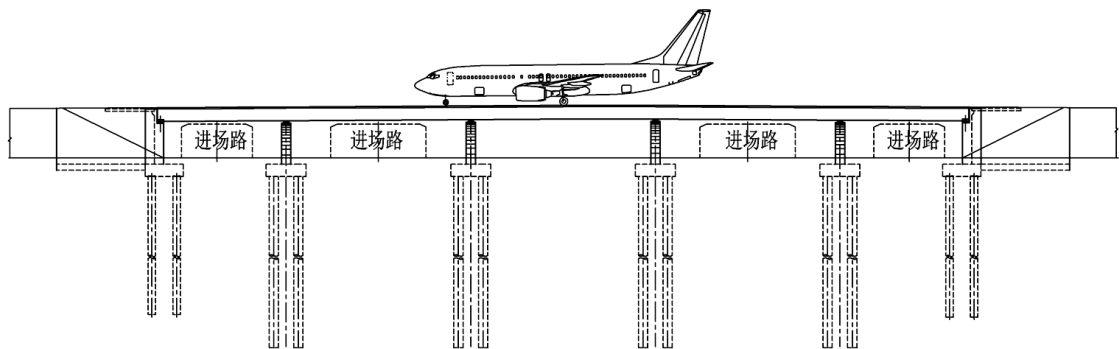


图 6-1 梁式桥典型立面布置

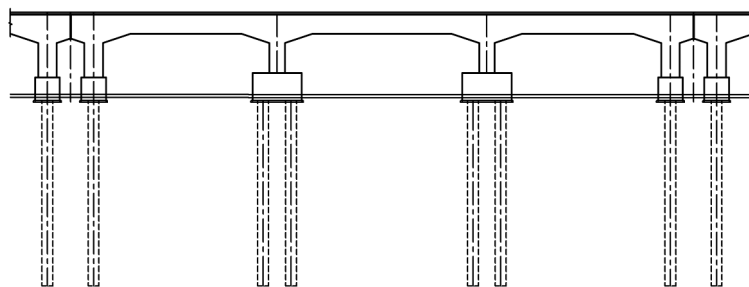


图 6-2 刚构桥典型立面布置

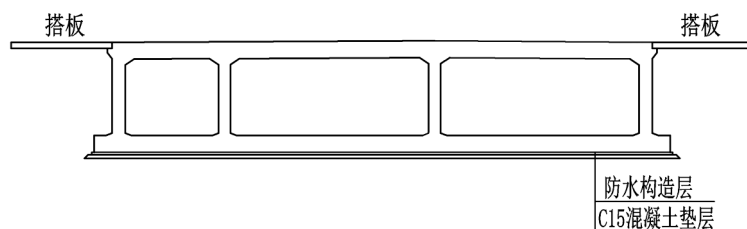


图 6-3 闭合框架桥典型立面布置

已有调研资料表明，我国滑行道桥一般采用钢筋混凝土和预应力混凝土结构，也有少数桥梁采用钢结构。主梁采用钢筋混凝土结构或预应力混凝土结构时，截面形式主要为整体式实心板、装配式 T 梁、装配式箱梁和整体式箱梁，主梁主要截面形式见表 6-1。

表 6-1 主梁主要截面形式

截面形式	典型截面示意
整体式实心板	
装配式 T 梁	
装配式箱梁	
整体式箱梁	

6.1.3 桥梁结构及其构件在制造、运输、安装和使用过程中,应具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性,便于制造、施工和养护。

6.1.4 桥梁的上、下部结构应设置必要的变形缝或伸缩缝,并配置适用的伸缩装置。

6.1.5 桥梁结构所用材料、产品的技术性能应符合现行相关标准的规定。

6.1.6 受融雪剂影响的结构及其构件,应进行耐久性专项设计。

6.2 分析计算

6.2.1 桥梁结构及其构件(含基础结构)按承载能力极限状态设计时,应符合式 6.2.1 的规定:

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (6.2.1)$$

式中: γ_0 ——结构重要性系数,对于持久设计状况,取 $\gamma_0 = 1.1$;对于短暂设计状况、偶然设计状况和地震设计状况,取 $\gamma_0 = 1.0$;

S_d ——作用组合的效应设计值,按本指南第 4.1.5 条的规定计算;

R_d ——结构及其构件的抗力设计值,应按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)、《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)的规定计算。

6.2.2 桥梁结构及其构件(含基础结构)按正常使用极限状态设计时,应符合式 6.2.2 的规定:

$$S_d \leq C \quad (6.2.2)$$

式中: S_d ——作用组合的效应(如变形、裂缝等)设计值,按本指南第 4.1.6 条的规定计算;

C ——设计对变形、裂缝等规定的相应限值,应按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)、《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)的规定确定。

6.2.3 地基或基础的承载能力和正常使用极限状态设计,可采用分项系数法进行,其验算内容及作用组合应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 地基或基础的验算内容与作用组合

验算内容	作用组合			
	持久设计状况	短暂设计状况	偶然设计状况	地震设计状况
稳定性	按本指南第 4.1.7 条的规定计算		作用偶然组合	作用地震组合
承载力				
应力、偏心距				
沉降、变形	作用准永久组合。仅计结构重力、预加力、土的重力、土侧压力和飞机荷载	根据需要进行	—	—

6.2.4 桥梁结构应进行整体作用效应分析，必要时应对结构中受力状况特殊部位进行更详细的分析。

6.2.5 桥梁结构的作用效应分析宜采用弹性理论，成桥状态应根据设计施工方案逐阶段分析确定。

6.2.6 桥梁结构应考虑空间受力特性，其受力分析宜采用精细化有限元方法。

【条文说明】飞机荷载桥梁宽度大，且飞机荷载集中，桥梁结构具有明显的空间受力特征，受力分析时建议采用梁格模型或实体有限元等精细化分析方法。

6.2.7 闭合框架桥的结构分析宜采用荷载-结构模型。

6.2.8 桥面板的分析计算宜考虑整体受力与局部受力的叠加效应。

6.3 细部构造

6.3.1 桥头宜设置搭板，搭板应符合下列规定：

1 桥台高度不大于 5 m 时，搭板长度宜不小于 5 m；桥台高度大于 5 m 时，搭板长度宜不小于 8 m；

2 搭板宽度宜与桥台侧墙内缘相齐，并用柔性材料与桥台侧墙隔离，最小宽度宜不小于桥面净宽；

3 搭板厚度宜不小于 0.5 m；

4 搭板下的填土材料及密实度应符合现行相关标准的规定。

6.3.2 桥面伸缩装置应符合下列规定：

1 满足梁端自由伸缩、错位变形以及使飞机和车辆平稳通过的要求；

2 具有良好的防水性能和排水性能，并易于检查和养护；

3 伸缩装置的材料、成品等技术要求应符合现行相关标准的规定；

4 伸缩量应根据温度变化及混凝土收缩徐变、受荷转角、梁体纵坡及伸缩装置更换所需的间隙量等因素，结合安装时温度来确定。

6.3.3 桥梁支座应符合下列规定：

1 支座类型可按桥梁跨径、结构形式、反力值、支承处的位移及转角变形值选取；

2 支座的性能应符合现行相关标准的规定；

3 横桥向多支座的设置应考虑支座脱空的影响；

4 支座上、下传力面应保持水平；

5 支座应易于检查、养护和更换，并应具有防尘、清洁、防止积水等构造措施；

6 桥梁墩台应预留支座安装、维护、更换的工作空间和操作安全防护设施。

【条文说明】本条有关桥梁支座的规定，说明如下。

第3款中，飞机桥梁宽度较大，一般沿横桥向设置多个支座。桥梁运营过程中，由于墩台沉降、结构变形等因素，支座易发生脱空，影响结构受力安全。建议对支座反力进行监测，及时对支座进行调整。

第4款中，为保证传力均匀，要求支座上下传力面水平。

第6款中，支座的使用寿命低于主体结构的设计使用年限。因此，进行桥梁结构设计时，要考虑桥梁在服役期间支座的维护和更换问题，设置支座的墩台需要留有检查和更换支座的构造措施，并配以必要的操作安全防护设施。

6.3.4 主梁应在墩、台部位设置限位构造，并采取防落梁措施。

7 桥面系和安全设施

7.1 桥面铺装、防水和排水

7.1.1 桥面铺装的结构形式宜与所衔接的场道道面相协调，可采用沥青混凝土铺装或水泥混凝土铺装。

7.1.2 桥面铺装应设置防水层，并应符合下列规定：

1 沥青混凝土铺装与水泥混凝土整平层之间应设置柔性防水卷材或涂料，材料性能及其技术要求应符合现行有关标准的规定；

2 水泥混凝土铺装可采用刚性防水材料，或底层采用不影响水泥混凝土铺装受力性能的防水涂料等。

7.1.3 沥青混凝土桥面铺装厚度应不小于 150 mm。沥青混凝土混合料尚应符合《民用机场沥青道面设计规范》（MH/T 5010）的有关规定。

【条文说明】国内已建滑行道桥沥青混凝土桥面铺装厚度大部分为 150 mm。沥青混凝土桥面铺装一般为两层，上层具有抗滑、耐磨、密实稳定的特性，下层具有传力、承重作用。飞机荷载的轮胎压力远高于汽车荷载，且飞机滑行路线相对固定，渠化明显，易发生轮辙等病害。用于桥面铺装的沥青混合料应具有较高的高温稳定性、低温抗裂性及水稳定性。

7.1.4 水泥混凝土整平层强度宜不低于 C40，厚度宜为 80 mm~100 mm，并应配置钢筋网。

7.1.5 飞行区指标 II 为 C 时，水泥混凝土桥面铺装的面层厚度宜不小于 180 mm；飞行区指标 II 为 D、E、F 时，水泥混凝土桥面铺装的面层厚度宜不小于 200 mm。混凝土强度等级应不低于 C40，28 d 龄期弯拉强度应不低于 5.0 MPa。铺装层内应配有钢筋网，钢筋直径应不小于 10 mm，间距宜不大于 100 mm，宜采用纤维混凝土。铺装表面纹理制作方法及构造深度要求等应符合《民用机场水泥混凝土道面设计规范》（MH/T 5004）的有关规定。

【条文说明】国内已建滑行道桥水泥混凝土桥面铺装厚度一般为 150 mm~250 mm。目前桥梁较少采用水泥混凝土铺装，设计经验相对较少，因此水泥混凝土桥面铺装的设计与施工均需要予以重视。

7.1.6 钢桥面沥青混凝土桥面铺装结构应根据桥梁结构形式及受力状态、桥面系情况、当地气象与环境条件、铺装材料的性能、施工工艺等，经综合研究确定。

7.1.7 桥面排水应符合《民用机场排水设计规范》(MH/T 5036)的有关规定。排水设施可按《公路排水设计规范》(JTG/T D33)的规定进行设计,并应根据需要设置必要的桥面径流汇集引排设施。

7.2 安全设施

7.2.1 飞机荷载桥梁与陆侧相接处应按《民用运输机场安全保卫设施》(MH/T 7003)的规定设置安防设施。

7.2.2 在滑行道桥两侧设置的隔离墩高度不应影响滑行安全,并涂刷醒目的警告色。隔离墩上部宜设置易折警示棒,桥梁外侧宜设置防人员坠落设施。

【条文说明】隔离墩对飞机有一定的侧向限制作用,但需要避免高度过大在飞机偶然滑偏时对飞机发动机造成损伤,国内外已建滑行道桥的隔离墩高度一般为200 mm~600 mm。

7.2.3 飞机荷载桥梁应能防止飞机发动机吹袭桥下的车辆和行人,两侧应采取防护措施。

7.2.4 滑行道桥两侧宜等间距设置低光强障碍灯标示桥梁边缘,每侧不少于3个。滑行道道肩对应位置的桥面宜涂刷道肩标志,线条间距宜不超过7.5 m,线条宽度宜为0.9 m。

【条文说明】滑行道桥设置明显的标志,有助于减小飞机滑出桥梁的风险。本条规定参考了美国联邦航空管理局咨询通告《机场设计》(AC 150/5300-13B)中关于机场桥隧中标志与灯光的有关规定。

7.2.5 飞机荷载桥梁可根据需要设置必要的结构监测设施。

【条文说明】结构监测设施包括安装在桥梁上的传感器以及数据采集与传输、数据处理与管理系统等软硬件设施。设置必要的结构监测设施,可以对桥梁的荷载与环境作用以及桥梁结构性能参数进行测量、收集、处理、分析,并对桥梁结构正常使用水平与安全状态进行评估和预警。

标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

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”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

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，采用“可”。

2 本标准中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……的规定执行”。非必须按所指定的标准、规范和其他规定执行时，写法为“可参照……”。

引用标准名录

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。下列文件凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- [1] 《中国地震动参数区划图》(GB 18306)
- [2] 《工程结构通用规范》(GB 55001)
- [3] 《民用机场飞行区技术标准》(MH 5001)
- [4] 《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(MH/T 5004)
- [5] 《民用机场沥青道面设计规范》(MH/T 5010)
- [6] 《民用机场排水设计规范》(MH/T 5036)
- [7] 《民用运输机场安全保卫设施》(MH/T 7003)
- [8] 《公路排水设计规范》(JTG/T D33)
- [9] 《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)
- [10] 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)
- [11] 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)
- [12] 《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)

民用机场建设工程行业标准出版一览表

序号	编号	书名 (书号)	定价 (元)
1	MH 5001—2021	民用机场飞行区技术标准 (1580110·411)	98.00
2	MH/T 5002—2020	运输机场总体规划规范 (0804)	60.00
3	MH/T 5003—2016	民用运输机场航站楼离港系统工程设计规范 (0409)	20.00
4	MH/T 5005—2021	民用机场飞行区排水工程施工技术规范 (1580110·405)	55.00
5	MH 5006—2015	民用机场水泥混凝土面层施工技术规范 (0265)	45.00
6	MH 5007—2017	民用机场飞行区场道工程质量检验评定标准 (0474)	55.00
7	MH 5008—2017	民用运输机场供油工程设计规范 (0424)	60.00
8	MH/T 5009—2016	民用运输机场航站楼楼宇自控系统工程设计规范 (0386)	20.00
9	MH/T 5010—2017	民用机场沥青道面设计规范 (0500)	55.00
10	MH/T 5011—2019	民用机场沥青道面施工技术规范 (0703)	55.00
11	MH/T 5012—2022	民用机场目视助航设施施工质量验收规范 (1044)	45.00
12	MH 5013—2014	民用直升机场飞行场地技术标准 (0189)	38.00
13	MH/T 5015—2016	民用运输机场航班信息显示系统工程设计规范 (0385)	20.00
14	MH/T 5017—2017	民用运输机场航站楼安防监控系统工程设计规范 (0510)	30.00
15	MH/T 5018—2016	民用运输机场信息集成系统工程设计规范 (0387)	20.00
16	MH/T 5019—2016	民用运输机场航站楼时钟系统工程设计规范 (0408)	10.00
17	MH/T 5020—2016	民用运输机场航站楼公共广播系统工程设计规范 (0411)	20.00
18	MH/T 5021—2016	民用运输机场航站楼综合布线系统工程设计规范 (0410)	20.00
19	MH/T 5024—2019	民用机场道面评价管理技术规范 (0662)	59.00
20	MH/T 5027—2013	民用机场岩土工程设计规范 (0145)	68.00
21	MH 5028—2014	民航专业工程工程量清单计价规范 (0218)	98.00
22	MH 5029—2014	小型民用运输机场供油工程设计规范 (0233)	25.00
23	MH/T 5030—2014	通用航空供油工程建设规范 (0204)	20.00

续表

序号	编号	书名（书号）	定价（元）
24	MH 5031—2015	民航专业工程施工监理规范（0242）	48.00
25	MH/T 5032—2015	民用运输机场航班信息显示系统检测规范（0266）	20.00
26	MH/T 5033—2017	绿色航站楼标准（0430）	30.00
27	MH 5034—2017	民用运输机场供油工程施工及验收规范（0435）	70.00
28	MH/T 5035—2017	民用机场高填方工程技术规范（0429）	50.00
29	MH/T 5036—2017	民用机场排水设计规范（0486）	40.00
30	MH/T 5037—2019	民用运输机场选址规范（0643）	35.00
31	MH/T 5038—2019	民用运输机场公共广播系统检测规范（0669）	35.00
32	MH/T 5039—2019	民用运输机场信息集成系统检测规范（0671）	35.00
33	MH/T 5040—2019	民用运输机场时钟系统检测规范（0670）	22.00
34	MH/T 5041—2019	机场环氧沥青道面设计与施工技术规范（0727）	28.00
35	MH/T 5042—2020	民用运输机场建筑信息模型应用统一标准（0755）	35.00
36	MH/T 5043—2019	民用机场智慧能源管理系统建设指南（0779）	56.00
37	MH/T 5044—2020	民航工程建设行业标准体系（0784）	20.00
38	MH/T 5045—2020	民航工程建设行业标准编写规范（1580110·398）	20.00
39	MH/T 5046—2020	民用机场工程建设与运营筹备总进度综合管控指南（0867）	50.00
40	MH/T 5047—2020	民用机场旅客航站区无障碍设施设备配置技术标准（0883）	20.00
41	MH/T 5049—2020	四型机场建设导则（1580110·407）	20.00
42	MH/T 5050—2021	民用运输机场水泥混凝土道面沥青隔离层技术指南 （1580110·402）	20.00
43	MH/T 5052—2021	机场数据规范与交互技术指南（0985）	58.00
44	MH/T 5053—2021	机场数据基础设施技术指南（1000）	20.00
45	MH/T 5054—2021	智慧民航数据治理规范 框架与管理机制（1580110·417）	19.00
46	MH/T 5055—2021	智慧民航数据治理规范 数据架构（1580110·419）	19.00

统一书号：1580110 · 425

定价：26.00 元