

系杆拱桥的抗震性能与减灾措施研究

王哲

身份证号码: 152726198701041212 内蒙古自治区鄂尔多斯市

DOI:10.12238/jpm.v4i10.6319

[摘要] 本文主要探讨了系杆拱桥的抗震性能和减灾措施。通过对系杆拱桥结构的分析和研究,我们发现该类型的桥梁在地震中具有较好的抗震性能。然而,由于地震的不可预测性以及桥梁形式的多样性,仍存在一定的挑战和风险。因此,本文提出了一系列减灾措施,包括加强桥梁设防等级、合理设计并选择合适的材料、优化结构布置等。这些措施旨在提高系杆拱桥的抗震能力,减少地震引起的损失。

[关键词] 地震; 建筑结构; 抗震性能; 设计优化

引言:

近年来,随着城市化进程的加速以及交通建设规模的扩大,系杆拱桥作为一种重要的交通基础设施,在我国得到了广泛应用。然而,地震频繁发生的地区常常会给拱桥的抗震性能带来严峻的考验。因此,研究系杆拱桥的抗震性能和减灾措施,对于提升桥梁的安全运行和抗灾能力具有重要意义。

1. 系杆拱桥的结构特点

1.1 桥梁构造和组成部件

系杆拱桥是一种特殊的桥梁结构,其主要由以下几个组成部件构成:

主拱: 系杆拱桥的核心构件,承受桥梁自重和荷载,起到支撑和传力的作用。

系杆: 连接在主拱两侧的拉索,通过张拉力将主拱稳定在位置,增强桥梁的稳定性和刚性。

桥面板: 横跨在系杆之间的板状结构,供车辆与行人通行,承受活载荷载并将其传递至系杆和主拱上。

支座: 支撑和固定桥梁的结构,能够允许桥梁在受力时发生微小的移动和变形,以减小地震荷载对桥梁的影响。

墩台: 支撑主拱和支座的基础结构,提供了桥梁的稳定性和承载能力。

这些组成部件相互协作,形成了系杆拱桥独特的结构特点。通过合理的设计和施工技术,可以使系杆拱桥具有较好的抗震性能和优秀的受力性能。

1.2 桥梁受力特点

桥梁受力特点及结构特点是研究系杆拱桥抗震性能与减灾措施的重要基础。桥梁受力特点是指桥梁在正常使用过程中所承受的各种力的形式和作用方式。在桥梁受力分析中,主要考虑以下几个方面:

静力特点: 静力特点是指桥梁承受荷载时的力学平衡关系。在静态荷载作用下,桥梁各构件之间的相互作用力达到平衡,保证桥梁稳定运行。

动力特点: 动力特点是指桥梁在受到冲击荷载或地震荷载等动力荷载作用时的响应特性。动力特点的分析主要包括桥梁的振动频率、振型以及相应的阻尼效应等。

疲劳特点: 疲劳特点是指桥梁在长期使用过程中由于交通荷载等频繁反复作用而引起的疲劳破坏特性。疲劳特点的了解对于桥梁的结构设计和定期检测具有重要意义。

温度特点: 温度特点是指桥梁在受到外界温度变化作用时产生的热胀冷缩效应。温度特点的研究对于桥梁结构的伸缩装置、支座设计以及材料的选择等方面都具有重要指导作用。

在运用系杆拱桥进行抗震性能研究时,需要考虑其特殊的结构特点:

系杆作用: 系杆是系杆拱桥结构的重要组成部分,其承担着主要的受力作用。系杆的合理设计和结构优化对于提高桥梁的抗震性能具有重要意义。

横向连接性: 系杆拱桥具有较好的横向连接性,这使得桥梁各部分共同协作,提高了整体结构的稳定性和抗震能力,有利于桥梁在地震中的抵抗能力。

弹性特性: 系杆拱桥具有较好的弹性特性,能够在地震荷载等外力作用下保持形状的稳定,减小结构受损和崩塌的风险。此外,弹性特性还能够一定程度上吸收地震的能量,减轻地震对桥梁造成的影响。

1.3 系杆拱桥的工作原理

在系杆拱桥的构造中,采用多个主要拱段的设置,以利用弧形结构的独特性将桥梁所承受的荷载传递到桥墩上。除此之外,系杆还起到支撑和稳定拱桥结构的作用。它们通过连接拱段与桥墩,平衡和分散荷载,并将其传递到地基上。通过合理设计和布置系杆,拱桥能够更好地负荷更大的荷载和外力,从而提升整座桥梁的强度和稳定性。系杆的发挥作用不仅使拱桥具备了承重能力,还确保了桥梁长期稳定运行。因此,在拱桥的建设过程中,科学合理地安排和运用系杆是至关重要的一环。系杆作为桥梁结构中的重要组成部分,既增加了桥体的刚

度和稳定度，又提高了桥梁的整体安全性和使用寿命。

2. 系杆拱桥的抗震性能

2.1 抗震设计理论基础

在研究系杆拱桥的抗震性能时，需要基于一定的抗震设计理论基础。抗震设计理论是指通过分析地震力作用下结构响应的性质和规律，确定结构的抗震性能目标以及相应的设计要求。

其中，对于系杆拱桥，抗震设计理论基础包括以下几个方面：

弹性响应谱法：弹性响应谱法是一种常用的抗震设计方法，它通过将地震荷载转化为结构的动力响应谱，来评估结构在地震作用下的性能。在抗震设计中，通过选取适当的地震动参数和地震波谱，进行弹性响应谱分析，以保证结构在地震作用下具有一定的安全性。

非线性时程分析：非线性时程分析是一种较为精确的抗震设计方法，能够考虑结构因地震作用产生的非线性效应。对于系杆拱桥这种复杂结构，采用非线性时程分析可以更准确地评估其在地震作用下的性能，并提供设计时所需的参数，如结构的稳定性、塑性形变等。

等效静力法：等效静力法是一种简化的抗震设计方法，常用于初步设计阶段。它将地震作用分解为几个静力工况，并假设结构的刚度不变，利用静力平衡进行求解。对于系杆拱桥来说，等效静力法可以快速评估结构在地震作用下的抗震性能，但精确性相对较差，需要结合其他方法进行验证。

系杆拱桥的抗震设计理论基础是通过弹性响应谱法、非线性时程分析和等效静力法等方法，对结构在地震作用下的响应进行分析和评估，以保证结构的抗震安全性。同时，还需要考虑地震动参数选择、地震波谱、结构的稳定性等因素，从而实现系杆拱桥的合理抗震设计。

2.2 地震对系杆拱桥的影响

地震对系杆拱桥的影响是十分重要的研究方向。在地震发生时，系杆拱桥会受到地震波的作用力，而这些作用力可能会导致桥梁产生振动、变形以及破坏。地震对系杆拱桥的影响取决于地震波的强度、频率内容和桥梁的结构特性等因素。

地震波的强度对系杆拱桥的抗震性能有重要影响。地震波的增幅与桥梁的自振周期有关，当地震波的频率接近桥梁的自振频率时，振动幅值会大幅增加，从而可能引起桥梁的破坏。因此，设计师需要合理选择系杆拱桥的自振频率，并考虑地震波的频率内容，以提高桥梁的抗震性能。

系杆拱桥的结构特性也会影响其抗震性能。系杆拱桥采用的结构形式和构造材料的选择会直接影响其抗震能力。一般来说，优化设计的系杆拱桥具有更好的抗震性能。例如，增加桥梁的刚度和强度、采用粘滞阻尼器等减震装置、合理设计桥墩和锚固措施等，都可有效提升系杆拱桥的抗震能力。

不同地区的地质条件和地形环境也会对系杆拱桥的抗震性能产生影响。例如，软土地基和高地震活动区域可能使系杆

拱桥更容易受到地震的破坏。因此，在设计和建设系杆拱桥时，需要充分考虑当地的地质条件和地震危险性，并采取相应的加固措施。

了解地震对系杆拱桥的影响是提高其抗震性能的关键。通过合理的设计和优化的结构形式，结合当地地质条件和地震危险性，可以有效减轻地震对系杆拱桥的影响，保障桥梁的安全运行，实现减灾目标。

2.3 抗震性能评估指标

在评估系杆拱桥的抗震性能时，我们通常会考虑以下指标：

结构刚度：该指标反映了桥梁结构对地震力的抵抗能力。通过分析结构的刚度，可以评估桥梁在地震加载下的变形程度，以及其对地震力的分散和消耗能力。

动力特性：动力特性描述了结构对地震激励的响应情况，包括自振频率、周期和阻尼比等。这些指标可用于评估结构的稳定性和抗震性能。

塑性位移能力：塑性位移能力是指结构在地震过程中出现塑性变形的能力。该指标能够反映结构的韧性和能量耗散能力，以及桥梁在地震中的纵向位移控制能力。

应变能力：应变能力描述了结构材料和连接件在地震加载下的应变变化情况。该指标反映了结构对地震重复加载的耐久性和疲劳强度。

疲劳性能：疲劳性能评估结构在长期动态荷载下的抗疲劳能力。对于系杆拱桥来说，这一指标尤其重要，因为它的结构特性决定了桥梁的寿命和运营安全性。

通过综合考虑以上指标，我们可以全面评估系杆拱桥在地震情况下的抗震性能，并制定相应的减灾措施，以保障其在地震发生时的安全性和可靠性。

3. 减灾措施

3.1 提高桥梁设防等级

在提高系杆拱桥的抗震性能方面，一项重要的减灾措施是提高桥梁设防等级。根据中华人民共和国的地震防护标准，桥梁的设防等级根据其所处地理位置和地震烈度确定。通过将系杆拱桥的设防等级提高到相应的标准，可以增加其抗震能力，更好地应对地震灾害。

具体而言，提高桥梁设防等级包括但不限于以下几个方面。首先，在设计阶段，要采用合适的抗震设计规范，包括结构的强度和刚度等方面的要求。其次，在施工过程中，要保证施工质量，确保材料的符合相关规范要求，还要加强施工监督，以确保桥梁结构的完整性和稳定性。

在桥梁的运行和维护阶段，需要定期进行安全检查和维护工作，及时发现和修复结构中可能存在的缺陷和隐患。同时，要加强桥梁的监测和监控系统，通过实时监测各类参数和信号，及早发现潜在的问题，并采取相应措施。

在提高系杆拱桥的抗震性能方面，提高桥梁设防等级是一项基本且有效的减灾措施。通过采取合理的抗震设计和加强施

工、运行、维护等多个环节的安全管理, 可以确保系杆拱桥在地震中的稳定性和可靠性, 减少地震灾害对桥梁的影响。这将有助于保障交通运输的畅通, 降低人员伤亡和经济损失, 提高社会的抗震能力和应急响应能力。

3.2 合理选择材料 and 设计参数

在减轻系杆拱桥抗震性能方面, 合理选择材料 and 设计参数至关重要。首先, 材料的选择应基于其抗震性能和可靠性。强度高、韧性好的材料可以提高系杆拱桥的抗震承载能力, 并在地震发生时减少损失。此外, 还需要考虑材料的耐久性和可维护性, 以确保系杆拱桥长期使用的安全性和稳定性。

在设计参数方面, 需要根据地震活动的特点和系杆拱桥的结构特征, 谨慎选择合适的参数。例如, 合适的桥墩几何形状和尺寸可以提供良好的抗震能力。此外, 桥梁的刚度、阻尼等参数也需要精确计算和选择, 以确保在地震发生时能够有效地吸收和分散地震能量, 减轻结构的震动响应。

还应采用一些先进的技术手段来提高系杆拱桥的抗震性能。例如, 可以考虑使用隔震装置、防撞设施和增加荷载路径等措施来增强结构的抗震能力。同时, 还应注意对系杆拱桥的监测和维护, 及时发现并修复结构的缺陷或损伤, 确保其在地震中的安全运行。

通过合理选择材料 and 设计参数, 结合先进的技术手段和有效的监测维护, 可以提高系杆拱桥的抗震性能, 减少地震灾害带来的损失, 并提高人们的生命财产安全。

3.3 优化结构布置 and 构造细节

优化结构布置 and 构造细节是提高系杆拱桥抗震性能的重要措施之一。在设计过程中, 可以采用以下几种方式进行优化:

合理布置系杆: 系杆的布置方式应考虑到桥梁的整体力学性能和地震作用的分布规律。合理选择系杆的位置、数量和角度, 以增强桥梁的整体刚度和稳定性。

增加桥墩的承载能力: 对于系杆拱桥而言, 桥墩是其中承受荷载的重要部分。可以通过采用增加桥墩截面尺寸、加固桥墩等方式, 提高桥墩的承载能力, 增加桥梁的整体抗震能力。

强化墩台连接部位: 墩台连接部位是桥梁结构的重点部位之一, 其抗震性能直接影响整个桥梁的安全性。可以采用加固墩台连接处的设计和施工技术, 提高其抗震性能, 防止在地震作用下出现断裂或脱落等现象。

选择合适的材料和施工工艺: 优化结构布置 and 构造细节时, 还应考虑选择合适的材料和施工工艺。采用高强度、高韧性的材料可以提高桥梁的整体抗震性能。同时, 合理的施工工艺可以保证结构的质量和稳定性。

通过优化结构布置 and 构造细节, 可以提高系杆拱桥的抗震性能, 减少地震对桥梁的影响, 实现减灾的目标。

结语:

通过系统的研究, 我们发现系杆拱桥在地震中具有较好的抗震性能, 但仍需采取一系列减灾措施来进一步提高其抗灾能力。加强桥梁设防等级、合理设计和选择材料、优化结构布置等都是有效的措施。随着科技的不断发展和经验的积累, 相信将来会有更多新颖的方法和技术用于提升系杆拱桥的抗震性能, 保障桥梁在地震中的安全运行。

[参考文献]

- [1] 王晓松, 吕军凯, 李旭东. 基于结构优化设计的建筑抗震性能分析[J]. 地震工程与工程振动, 2018, 38(1): 99-105.
- [2] 唐云华, 万琳, 张辉等. 基于随机优化的建筑结构抗震设计研究[J]. 北京工业大学学报, 2019, 45(7): 1400-1406.
- [3] 杨勇, 李海洋, 张巍. 高层建筑结构抗震设计优化方法研究[J]. 世界地震工程, 2016, 32(4): 39-43.
- [4] 张文斌, 陆刚, 谭胜, 等. 基于抗震性能评估与设计优化的综合能耗分析方法[J]. 工程力学, 2020, 37(3): 1-9.