

大型体育场馆中心预应力拉索张拉施工技术

余世红

中国十七冶集团有限公司 安徽马鞍山 243000

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10859

[摘要] 本论文探讨了大型体育场馆中心预应力拉索张拉之施工技术。说明了该技术的重要性, 涵盖增进抗震能力、提升承载水平、达成独特建筑形态及优越采光成效。剖析了技术挑战。提出了施工技术革新策略, 包含优化张拉计划选定与施工流程管理, 并指出了新材料运用与智能化施工技术的两个创新途径。此技术的发展将给体育场馆建设开辟宽广前景。

[关键词] 大型体育场馆; 预应力拉索; 张拉施工技术

Prestressed cable tension construction technology of large stadium center

Yu Shihong

China Seventeen Metallurgical Group Co., Ltd., Anhui Maanshan 243000

[Abstract] This paper discusses the construction technology of prestressed cable tension in large sports venues. It explains the importance of this technology, covering improving the seismic capacity, improving the bearing level, achieving the unique building form and superior lighting effect. The technical challenges were dissected. The construction technology innovation strategy is proposed, including the optimization of tension plan selection and construction process management, and points out two innovative ways of the new material application and intelligent construction technology. The development of this technology will open up a broad prospect for the construction of stadiums.

[Keywords] large stadiums; prestressed cable; tensioning construction technology

引言:

大型体育场馆身为城市的关键地标与公共活动聚集地, 其建造品质与技术层次至关重要。在大型体育场馆的核心区域, 预应力拉索张拉施工技术的采纳, 为体育场馆建设领域带来了崭新的进展与飞跃。文章将深刻剖析此施工技术的价值、当下状况及实施策略, 旨在为体育场馆的建造提供有价值的参考依据。

1. 大型体育场中心施工预应力拉索张拉施工概况及特点

1.1 预应力拉索张拉施工的整体概述

在滁州市奥林匹克体育中心建筑设计的历程中, 预应力拉索技术被普遍采用, 用以支撑主桁架及辐射桁架。此独特结构设计凭借创新性与美学魅力, 广受瞩目。预应力拉索构

成的柔性支撑体系, 既保障了屋盖构造的稳定性, 又令体育场馆抗震等级提升至七级。地震来临时, 预应力拉索凭借其弹性形变能力, 吸纳并分散地震波能量, 显著削减结构震动, 再度强化抗震性能。具体而言, 地震力作用下, 拉索依据结构形变需求伸缩, 有效缓解对主体构造的冲击, 降低受损风险。此类设计不仅提升建筑安全性, 还确保极端自然灾害中, 体育中心能更有效守护观众与运动员的安全。另外, 预应力拉索技术的应用还带来了经济收益, 因其减少了对传统支撑结构的依赖, 进而降低了材料及施工成本。该技术的运用也让建筑外观更现代与动感, 为城市增添了一抹绚丽景致。在视觉上, 预应力拉索的线条流畅, 与建筑的其他结构元素和谐统一, 共同营造出一种轻盈而富有张力的美学效果。这

种设计不仅在结构上实现了功能与美观的双重目标,而且在城市天际线中形成了独特的地标性建筑。预应力拉索技术的运用还体现了可持续发展的理念,通过减少材料使用和优化结构设计,为体育中心的长期运营降低了能耗和维护成本。



图1 滁州市奥体中心鸟瞰图

预应力拉索技术于现代体育场馆建设中扮演核心角色,极大增强场馆承载性能,保障复杂荷载下稳定与安全。场馆运行中,需承受屋面自重、观众、设备、风及雪等多样荷载。主桁架与辐射桁架上预加拉索,提前承受拉力,强化结构刚度与强度。以广州新体育馆为例,拉索拉力达设计标,屋架稳定性方无忧。拉索借桁架系统传递屋面荷载至支座,分散作用点,提升承载能力。预应力技术优化内力分布,均匀受力,防局部应力集中致损伤。且减少结构变形,延长场馆寿命。合理设计与施工下,预应力拉索技术确保体育场馆极端天气与高负荷中性能与安全。在设计阶段,工程师需精确计算拉索的预应力值,以确保在各种荷载作用下结构的响应符合预期。施工过程中,对拉索张拉的精度控制尤为关键,任何偏差都可能导致结构性能的下降。因此,采用先进的监测设备和精确的张拉技术,对拉索进行实时监控和调整,是保证施工质量的重要手段。预应力拉索技术的应用还促进了施工效率的提升,缩短了工期,降低了施工成本。通过这些综合措施,预应力拉索技术不仅提高了体育场馆的结构性能,还为场馆的长期运营提供了经济和环境上的双重效益。

1.2 张拉预应力拉索的特性概述

在当今体育馆的建筑设计中,一些体育馆融入了别致且充满想象力的设计理念。这些体育馆的主馆平面采取双对称弓形构造,纵轴长达170米,横轴亦有120米之宽。此类设计视觉上震撼人心,功能上亦凸显出众优势。体育馆的最大跨度运用钢桁架结构,并融入预应力拉索支撑。该设计使建筑结构既无压又美观,尽显拉索于现代建筑中的独特效用与魅力。拉索的张拉过程需要精确计算和控制,以确保结构的稳定性和安全性。在施工中,拉索的张拉顺序、张拉力的大小以及张拉的同步性都是需要严格控制的关键因素。通过科学的张拉方法,可以有效地减少结构的内应力,提高结构的

承载能力和耐久性。预应力拉索技术的应用还能够优化建筑的受力分布,使得建筑在承受重载时更加均匀和合理,从而延长建筑的使用寿命。

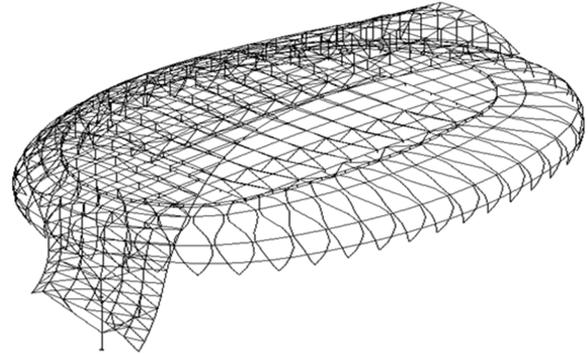


图2

拉索设计纤细精巧,和弓形主馆设计相映衬,极大提升了体育馆的艺术韵味。外观上,拉索排列井然,造就独特视觉效应,体育馆犹如精致艺术品。纤细拉索不仅视觉美感十足,功能上亦具显著优势。与弓形主馆设计互为补充,共筑通透轻盈空间感,体育馆在艺术性与实用性层面均达高度。部分场馆屋盖选用全透光阳光板,该设计与预应力拉索融合,既确保了卓越采光,又为观众及运动员带来明亮空间。以阳光板为屋盖的场馆,预应力拉索支撑全局,光线穿透阳光板洒入场馆,营造明亮氛围。此设计视觉美感与功能优势并存,拉索布局不阻采光,与阳光板共筑通透轻盈之感。在日间,馆内几乎无需大量照明设施,既节能又营造舒适光环境。总体而言,拉索与阳光板的搭配满足了体育馆功能,彰显了现代建筑节能环保与美观舒适的追求。此设计视觉上悦目,功能上卓越,使体育馆成为实用性与艺术性兼具的现代建筑代表。此建筑典范日间提供充足自然光,夜间则借适度照明展现独特美感,更添体育馆视觉魅力。

2. 大型体育场馆预应力拉索张拉施工面临的技术挑战

2.1 制定预应力拉索张拉的具体方案

在当今建筑行业中,大型体育场馆的建设流程里,预应力拉索张拉施工技术应用日趋多元。各技术均具独特应用特性,满足各异工程需求。例如济南奥体中心体育馆,该壮观建筑采用大跨度弦支穹顶构造,借助精心挑选的径向钢拉杆张拉技法实施预应力拉索作业。

施工团队择取张拉方案之际,深入考量了工程构造特性,并运用了虚拟张拉技术实施全程模拟。该技术可保障施工流程之精准与安全,有力确保工程质量整体。济南奥体中心体育馆采用了肋环型下部索杆体系,含环向索与径向钢拉杆共三环,每环单索配置。撑杆为圆钢管,与网壳、索夹紧密联

结, 此设计优化了受力构造, 大幅提升场馆稳固性及承载能力。施工团队详述拉索安装与张拉施工关键点, 并据此创新张拉设备设计。据监测数据分析, 索力与撑杆垂直度均达预定标准, 保证施工质量的可靠性。

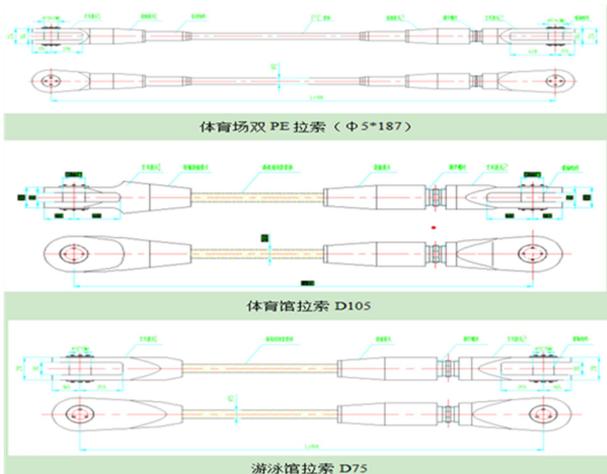


图 3

除了径向钢拉杆张拉之外, 存在若干预应力施工途径, 诸如等效降温途径、等效初应变途径及施加装配应力等途径。等效降温途径借由设定各向异性温度应变系数, 并结合应力-应变关系推导, 于特定温差条件下达成预应力应变的等效性。尽管其计算流程稍显繁复, 但温差控制的精确性可促成优异的预应力模拟成效。等效初应变途径则是凭借位移约束加载, 令结构应变与预应力应变实现等效, 该途径计算较为简便, 却需位移约束的精确性。施加装配应力途径则经由预应力等效集中力或均布力沿索向施加, 操作直观明了, 然对加载力的控制标准颇高。

与径向钢拉杆张拉方法相较, 其他预应力施工手段在各类工程项目中各具独特优势与局限。譬如, 等效降温及等效初应变两法更适用于预应力计算精度要求极高的工程项目, 因能提供更精确的预应力数值。不过, 这些方法在实际施工中可能较为复杂, 要求更多技术细节与精确操控, 进而可能提升施工难度与成本。另外, 装配应力法施工相对简便, 操作快捷, 但在加载力控制上有难度, 需施工人员具备高水平技术与丰富经验, 以保障预应力准确施加。

相比之下, 径向钢拉杆张拉法多方面彰显独特优势。它在工程结构特性融合上尤为突出, 高度适配多样结构需求。于施工全模拟分析, 此法优势显著, 可预析潜在问题, 增强施工安全可靠。在关键控制点上亦表现出众, 确保施工各环节均达预设标准。此外, 径向钢拉杆张拉法在张拉设备创新设计上优势明显, 设计创新既提施工效率, 又保施工质量。

故而, 径向钢拉杆张拉法更契合大型体育场馆等工程的预应力拉索施工要求, 为复杂重要工程提供坚实技术支撑。

2.2 预应力拉索张拉结构安装偏差所带来的影响

在真实世界应用实例中, 特别是在体育场馆建造流程里, 预应力拉索作业常面临诸多复杂且具挑战性的障碍。举山西体育中心体育馆项目为例, 该项目设计融入了多重张支网壳结构、空腹桁架与鱼腹式桁架的结合, 使其顶点高达 30 米, 蔚为壮观。如此宏大的工程中, 精确调控大垂度拉索施工状态至设计要求, 成为亟待攻克的问题。为精准把握张拉成型前大垂度拉索状态, 并利于施工中的索段加载, 我们创新提出“索段折线模型折线数估算式及初始几何迭代算法”。该法依据索的基本平衡微分方程与条件, 构建了满足特定精度需求的折线数估算式。由此, 在既定精度内, 实现了索线重量与初始预张力在折线初始形态的平衡。此创新技术为构件组装与张拉提供了核心支撑, 既提升了施工精度, 又显著加快了施工效率, 保障了工程的顺畅推进。

然而, 于体育场馆预应力拉索施工之际, 现场环境的瞬息万变引入了诸多不确定要素。鉴于施工现场状况的急剧变动, 未预见之情形或会发生。举例言之, 山西体育中心体育馆工程之中, 项目部须即刻剖析问题之根源, 并适时对施工方法加以调整。紧迫之工期促使预应力团队必须迅速提出预应力相关之结构处理方案, 以应对可能出现的各类突发状况。为应对此类不确定性, 施工单位需强化现场管理, 提高对突发事件的反应能力。构建高效沟通机制, 保障各部门间信息畅通无阻, 协同攻克难关。运用先进施工技术和设备, 可大幅提升施工过程中的精确度和效率。此等技术设备之应用, 能有效降低人为错误及施工过程中的不确定要素, 从而减少其对施工进度及质量的消极影响。通过上述举措, 施工单位能更有效地应对现场环境的动态变化, 灵活调整施工方案, 确保施工过程之顺畅进行。如此, 施工单位既能提升施工效率, 又能确保施工质量, 为整个体育场馆建设提供坚实技术支撑, 保障项目如期高质量完成。

3. 大型体育场馆中心: 预应力拉索张拉施工技术的革新

3.1 改进预应力拉索张拉施工策略的优化方法

在大型体育场馆预应力拉索施工中, 选定合适的张拉方案至关重要, 需综合考虑结构特性、施工条件及工期要求。对于结构复杂、跨度大的场馆, 径向钢拉杆张拉法或将成为首选方案。通过优化选择大跨度弦支穹顶的张拉策略, 并运用虚拟张拉技术进行模拟分析, 确保施工精确且安全可靠。面对预应力计算精度要求极高的工程, 可考虑采用等效降温

法或等效初应变法。前者通过设定各向异性温度应变系数,依据应力-应变关系推导,在特定温差下实现与预应力应变等效的效果,尽管计算过程繁琐,但能精确模拟拉索预应力施加情况。后者则通过位移约束加载方式,使结构中应变与预应力加载引起的应变等效,计算相对简单,但对位移约束的精确度要求较高。对于操作直观但对加载力控制要求严格的工程,可采用施加装配应力法,即沿索方向施加与预应力等效的集中力或均布力加载。

于大型体育场馆的建设过程中,预应力拉索张拉施工的质量控制乃工程质量保障之基石。首要之举,乃对材料质量施以严苛监管,力保预应力拉索、钢拉杆、锚具等核心材料均达标并满足设计要求,且历经详尽的材料性能与强度测试。其次,强化现场监管力度,实施施工进程的定期检查,以保障工程质量与进度与预设标准相符。精确测定预应力钢丝绳的张拉力,以校验其与设计规范之契合度;同步检验钢结构焊缝的质量与强度。在施工技艺层面,必须恪守拉索张拉的分级原则,对各级张拉力及伸长量予以精准调控,并监测钢梁形变,适时调整以确保结构设计无误。拉索安装之时,每根拉索的扭转状况均需严格查验,以防扭转连接失误;牵引过程中,拉索与锚具螺纹需充分保护,悬空位置亦需及时调整。施工人员的培育与管理于工程项目中至关重要。通过系统性提升施工人员的技术素养与质量意识,可有效确保施工操作的规范性及工程质量的高标准。施工人员须接受全面技能培训,熟稔各项施工工艺与操作规程,以便实战中灵活应用。质量意识之培养亦需加强,使其明了细节对工程质量的重大影响,从而在施工过程中恒持高度的责任心与严谨态度。此外,施工管理人员亦须具备相应的专业知识与管理能力,以有效监督并指导施工人员,确保施工活动依既定标准与规范施行。借此培训与管理,施工过程中的错误与事故可最大限度地减少,工程的整体质量与施工效率得以提升。

3.2 分析预应力拉索张拉技术创新的核心趋向

随着科技的持续进步,大型体育场馆中心内的预应力拉索张拉施工技术正不断获得创新发展。当前,预应力拉索施工中广泛采用的材料包括钢绞线、钢丝束等。然而,材料科学的飞跃促使新型拉索材料诞生,为预应力拉索技术带来了新动力。例如,碳纤维复合材料因具备高强度、高刚度及优异的耐腐蚀性,在预应力拉索中的应用能大幅减轻重量,增强承载力和耐久性。同时,新型高分子材料不断涌现,它们展现出卓越的柔韧性、耐腐蚀性和耐磨性,为预应力拉索提供了更佳的保护。比如,一种新型高分子聚合物涂层能有效

抵御腐蚀和磨损,延长拉索的使用寿命。在未来的预应力拉索施工中,新材料的应用将成为核心的创新方向。持续探索和采用新型拉索材料,将有助于提高体育场馆的建设质量和安全性,同时降低施工与维护成本。

智能化施工技术为预应力拉索张拉施工技术的未来走向。随着人工智能、大数据、物联网等技术的不断进步,智能化施工在建筑行业的运用愈发普遍。在预应力拉索施工中,智能化技术能达成施工流程的自动化、智能化及信息化。例如,安装传感器与监测设备,可实时监测拉索应力、变形等参数,为施工过程提供精准数据支持。利用人工智能算法能分析处理监测数据,预测拉索性能变化趋向,及时发现潜在问题并采取相应措施。智能化施工技术还能实现施工流程的远程管理控制,提高施工效率与质量。如物联网技术能将施工现场的设备与系统相连,实现远程监控与操作。在未来,预应力拉索施工领域,智能化施工技术的广泛应用将成必然趋势。伴随科技的持续进步,智能化施工技术将得到更深入的发展与推广。此趋势将大幅提升体育场馆的建设效率和管理层次,使体育场馆建设过程更高效、精确和安全。通过智能化施工技术的应用,可实现对施工过程的实时监管和管理,保证各环节均达到最优状态。这既能提高施工质量,又能有效减少人为失误和安全隐患,为人们提供更安全、舒适的体育场馆环境。智能化施工技术的运用,将使体育场馆建设更符合现代人需求,同时推动整个建筑行业的技术革新与升级。

结论

大型体育场馆中心的预应力拉索张拉施工技术,意义非凡,能增强抗震性能与承载能力,达成独特造型及优异采光效果。现存挑战可通过技术创新予以攻克。展望未来,新材料与智能化技术将促进其进步,为体育场馆建设开辟广阔空间。

[参考文献]

- [1]黄永银.国家跳台滑雪中心预应力拉索张拉施工技术[J].山西建筑,2023,49(06):66-68+94.
- [2]赵干明.预应力混凝土斜拉桥施工技术要点[J].交通世界,2020,(15):80-81.
- [3]王国庆.预应力拉索索夹节点类型及应用现状[J].山西建筑,2023,49(06):72-75+142.
- [4]陈海明.预应力拉索网架的设计与施工[J].中外建筑,2002,(04):54-55.
- [5]廖可美,莫楚原.广州体育馆预应力拉索支撑的施工技术[J].施工技术,2001,(11):14-16.