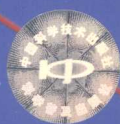


2008年奥运会 老山自行车馆工程

新技术应用与创新

◎ 董洪国 等 著



中国科学技术出版社

2008 年奥运会老山自行车馆工程 新技术应用与创新

董洪国 何华沙 杨 博 著

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2008年奥运会老山自行车馆工程新技术应用与创新/董洪国等著.
—北京:中国科学技术出版社,2008.12

ISBN 978-7-5046-5334-5

I. 2… II. 董… III. ①奥运会-自行车运动-体育馆-工程施工-新技术应用-北京市②奥运会-自行车运动-体育馆-工程施工-技术革新-北京市 IV. TU745.5-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第196465号

自2006年4月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:787毫米×1092毫米 1/16 印张:11.625 插页:1 字数:230千字

2008年12月第1版 2008年12月第1次印刷

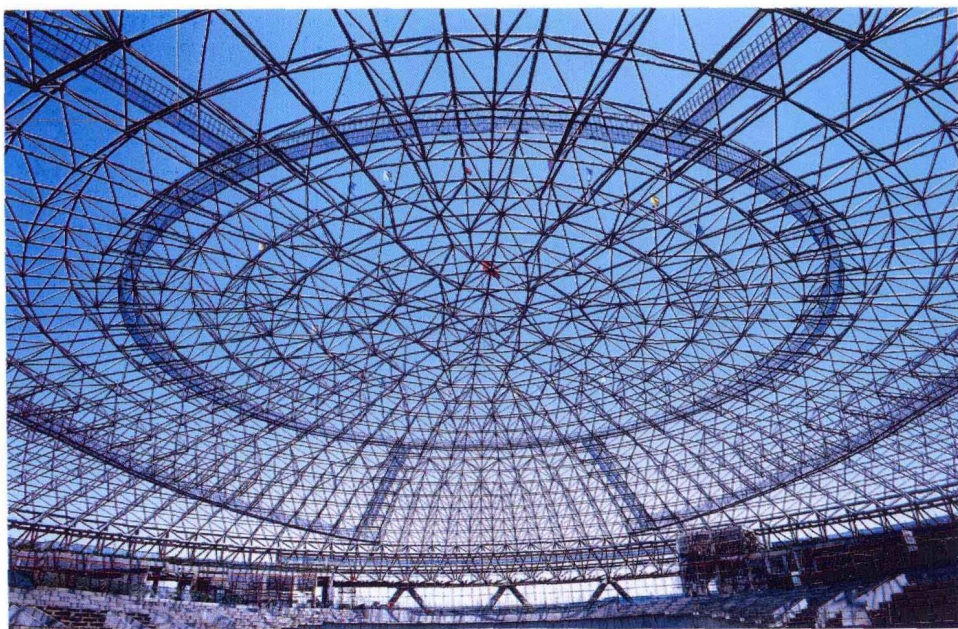
定价:28.00元

ISBN 978-7-5046-5334-5/TU·72

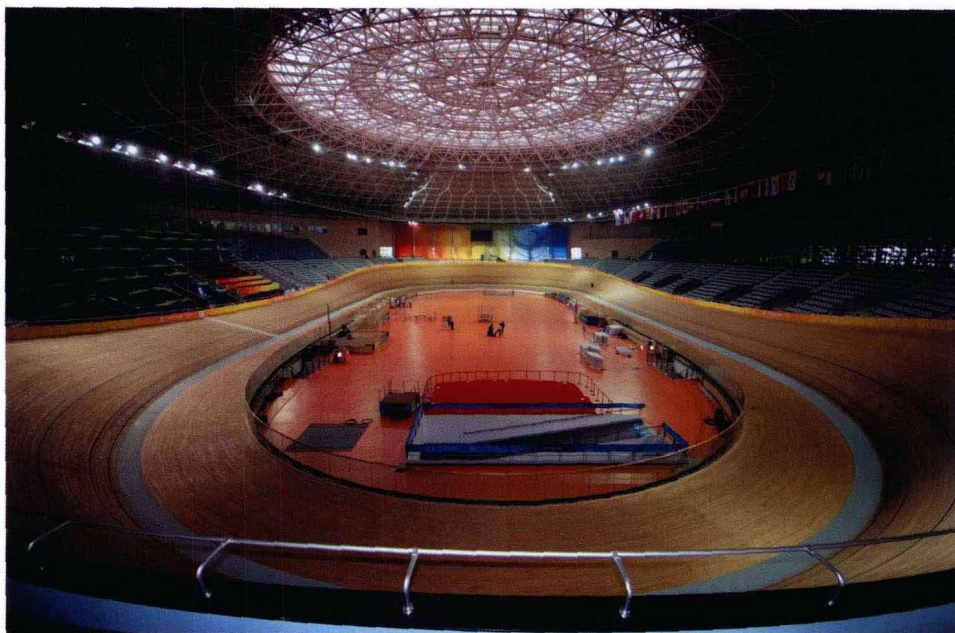
(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)



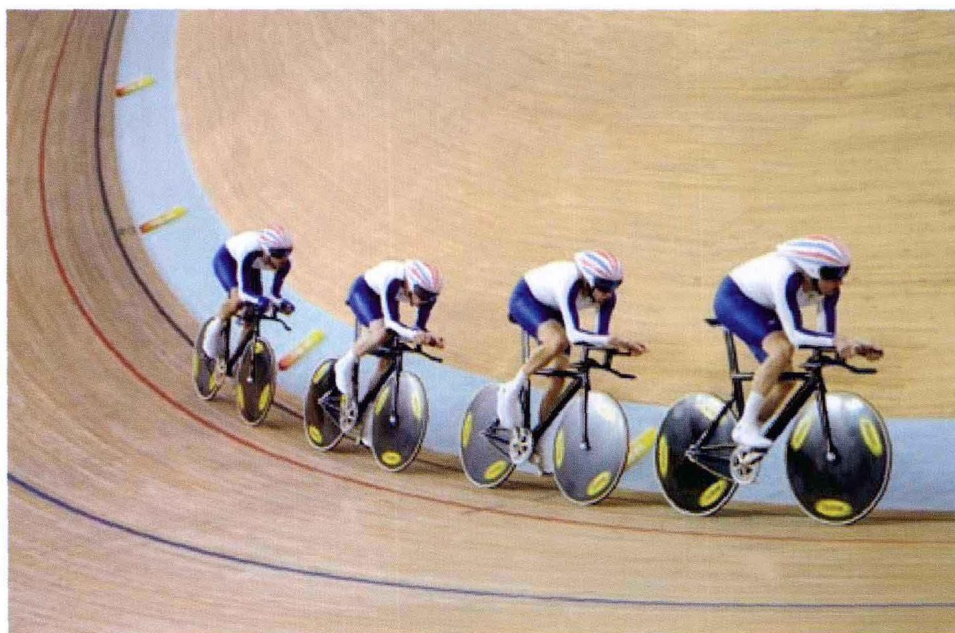
图片 1 2008 年北京奥运会老山自行车馆全貌



图片 2 2008 年北京奥运会老山自行车馆钢网壳



图片 3 2008 年北京奥运会老山自行车馆内场



图片 4 2008 年北京奥运会老山自行车馆木质赛道及运动员

序 言 一

北京 2008 年奥运会老山自行车馆工程是我从事施工管理工作 20 余年来,投入心血最多的工程项目。令我感到欣慰的是,一分耕耘一分收获。在近 4 年的辛勤培育、浇灌和呵护下,这座雄伟壮观的场馆终于“蝶舞花环迎奥运”,成为北京市展示科技、文化、竞技魅力的一张重要名片。

作为本工程施工的负责人,我感到有三个方面值得骄傲和自豪:一是通过努力,我们圆满完成了各项施工任务,不负对奥组委及北京市相关单位的承诺,不负新兴集团和新兴建设领导和同志们的重托,为 2008 年北京奥运作出了应有的贡献;二是通过努力,我们捧回许多荣誉——第一个获得奥运工程“安全优胜奖杯”的单位、第一个实现主体结构封顶的新建奥运场馆项目、荣膺代表我国建筑施工最高奖项的国家优质工程“鲁班奖”、获得代表建筑科技应用最高成就的建设部建筑业新技术应用示范工程等一大批荣誉,为新兴建设成立 55 周年庆典献上了一份厚礼;三是通过实践考验和锻炼,打造了一支敢打硬仗、善打恶仗、战无不胜的优秀队伍,培养了一批优秀的骨干人才,这将为公司未来的发展注入更加强劲的动力。

奥运会老山自行车馆工程无处不科技,这是它最为鲜明的特点之一。本书对本工程在新技术应用和创新方面的工作进行了总结,分析了应用效果和体会;单项新技术总结按照基础工程、结构工程、装修装饰工程、设备安装工程、绿色施工等五个部分进行分类,通过比较和论证,从技术的先进性、方案的优化性、工艺流程的合理性、施工操作的便捷性、应用效果的优越性、科技示范的带动性、节能环保的示范性等方面进行多角度、全方位的描述和总结,以期与广大工程技术人员进行交流和探讨。

整个工程建设的成果是在奥组委、北京市“08 办”等相关上级主管部门的领导下,在设计、勘察、监理等单位的密切配合和大力协助下取得的,凝聚着中国新兴集团、中国新兴建设开发总公司及五公司三级领导和广大员工的辛勤汗水,正是他们激情、智慧和汗水的播撒和无私奉献,才使得这座奥运场馆中的“奇葩”得以拔地而起,见证了北京“一届无与伦比的奥运会”的圆满召开和中华民族奋发向前、不断跨越的光辉历程。

在本书写作的过程中,得到了汪道金、李栋、谢连玉、陈革、刘学文、张艳明、苏建成、刘志翔、王生辉、刘建刚等各级领导和一线参施人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

在这里,还要特别感谢刘学文同志所带领的优秀团队,正是他们4年多艰苦卓绝、夜以继日的辛勤付出和无私无畏、善于钻研、勤于奉献的优秀品质,才使我们领导班子对上级的承诺得以兑现,为社会打造了一座时代精品工程。

由于写作经验和专业水平所限,书中肯定存在诸多不足与错误,恳请各位专家以及广大工程技术人员给予批评指正。

中国新兴建设开发总公司五公司总经理 董洪国
2008年9月26日

序 言 二

2008年北京奥运会和残奥会圆满结束了,那些辉煌的时光,那些激动人心的场面,都永远载入史册。但是,科技奥运、绿色奥运的精神,依然在神州大地上传播着、发扬着、实践着。这笔巨大的精神财富,其作用不可估量,对整个社会如此,对企业更是如此。

事实上,许许多多参与北京奥运会场馆建设的企业,在科技奥运、绿色奥运精神的引导和鼓舞下,在科技创新上已经取得了令人瞩目的成就,为北京奥运会的成功举办奠定了坚实的基础。中国新兴建设开发总公司就是其中之一。他们在北京奥运会老山自行车馆的建设中采取了一系列大胆有效的科技应用和创新成果,取得了骄人的成绩。本书就是他们成绩的记录,是他们创新经验的总结。

北京2008年奥运会老山自行车馆是我国首座按国际标准设计的全封闭木质赛道自行车馆。通过中国新兴建设开发总公司近4年的倾力打造,这座场馆处处闪耀着“科技领先和绿色环保”的光芒。可以说,它既是力与美的艺术体现,更是科技与实力的智慧结晶,无愧于“世界上最好自行车馆”的赞誉。

作为老山自行车馆工程一线施工的总指挥,本书作者在工程管理中注重科技应用与创新,在实践中积极探索有利于建筑科技进步、有利于绿色节能环保的方案,并采取有效措施确保各项目标圆满实现。在施工中,他们应用了2005年建设部颁发的全部十项新技术,形成并总结了25项具体应用项目,其中获国家级工法1项,效果突出的新技术高达13项,部分技术国内首创,国际领先。作为施工总指挥,本书作者积极倡导对建筑艺术的高品位追求,带领一线管理和施工人员把“过程精品、时代名牌”的理念渗透到每一个岗位、每一个环节和每一道工序中,严抓细管。正是他们对建筑艺术的高品位追求,在科技奥运、绿色奥运、人文奥运的旗帜下,通过科技创新和打造无数个过程精品的无缝链接,铸造了老山自行车馆这座建筑艺术的丰碑。但他们仍然怀着虚心学习的态度,秉承无私奉献的精神,把工程施工中新技术应用与创新的经验、体会整理成册,奉献给同行和社会,并渴求在反馈中不断学习、不断提高,更显得难能可贵。

作为一本专门记录在北京奥运会场馆建设中实践科技奥运、绿色奥运的著

作,本书的起点不同寻常,加之书中新颖丰富的内容,具有开拓性的创意。因此,本书对于有志于科技创新的科研人员和施工技术人员,有着明显的借鉴意义,也必将为我国建筑科技进步作出积极的贡献。

建设部建筑节能与科技司副司长 韩爱兴

2008年9月28日于北京

目 录

第1章 工程概况	(1)
1.1 综 述	(1)
1.2 工程概况	(3)
1.3 科技创新	(8)
1.4 科技创优活动安排	(18)
1.5 新技术应用效果及体会	(19)
第2章 基础工程	(26)
2.1 土钉墙支护技术	(26)
2.2 护坡桩与预应力锚杆复合支护技术	(28)
第3章 结构工程技术应用	(33)
3.1 饰面清水混凝土施工技术	(33)
3.2 HRB400 级钢筋应用技术	(44)
3.3 钢筋剥肋滚轧直螺纹连接技术的应用	(46)
3.4 有粘结与无粘结预应力成套技术	(49)
3.5 碗扣式脚手架应用技术	(64)
3.6 铸钢支座预埋件安装	(66)
3.7 球铰体系铸钢支座及巨型人字柱的空中定位安装技术	(69)
3.8 大跨度钢网壳外扩拼装与拔杆接力提升结合安装技术	(74)
3.9 大直径巨型环梁系统高空原位散拼安装技术	(81)
3.10 高聚物弹性体(SBS)改性沥青防水卷材应用技术	(85)
3.11 施工测量技术	(88)
3.12 钢结构安装测量技术	(97)
3.13 环梁温度、应力及变形实时监测	(101)
第4章 装修装饰工程	(107)
4.1 “贝姆”系统金属屋面施工技术	(107)
4.2 乐思龙 84R 型铝合金条形板吊顶施工技术	(119)
4.3 木质赛道施工技术	(122)

第5章 设备安装工程	(128)
5.1 矿物绝缘电缆的应用.....	(128)
5.2 楼宇设备自控系统的应用.....	(134)
5.3 金属矩形风管薄钢板法兰连接技术.....	(142)
5.4 探测器及消防水炮施工技术.....	(144)
第6章 绿色工程	(153)
6.1 绿色工程技术.....	(153)
6.2 玻璃幕墙施工技术.....	(160)
6.3 环氧砂浆自流坪地面施工技术.....	(163)
6.4 亚麻地板的应用.....	(166)
6.5 太阳能热水系统应用技术	(168)
6.6 大空间空调系统节能技术.....	(172)
附 录	(177)

第 1 章 工程概况

1.1 综 述

老山自行车馆工程是 2008 年北京奥运会的新建场馆之一,可容纳观众 6000 人,建成后将成为我国首座配备国际标准木质赛道的室内自行车赛馆。该工程位于北京市石景山区老山国家体育总局自行车击剑运动管理中心基地西侧(参见图 1-1),交通便利,环境宜人,规划用地面积约 6.65 公顷,由主赛馆和裙房组成,总建筑面积 33320m²。

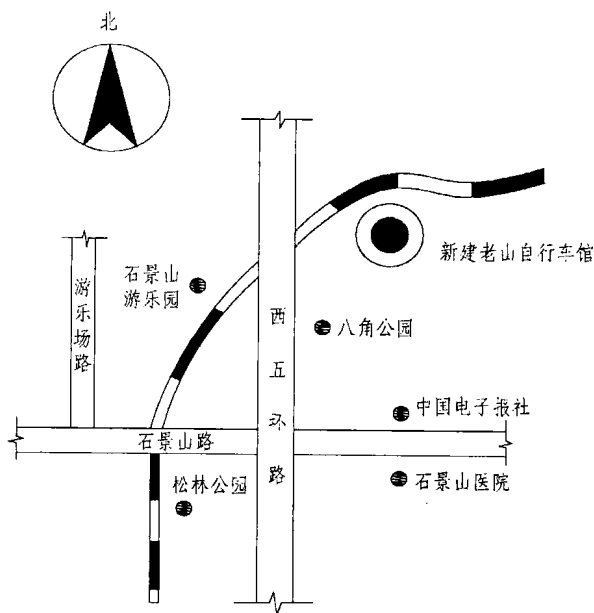


图 1-1 老山自行车馆地理位置示意图

与工程建设相关的主要单位为:

- (1)建设单位:国家体育总局自行车击剑运动管理中心;
- (2)勘察单位:北京城建勘测设计研究院有限责任公司;
- (3)设计单位:中国航天建筑设计研究院(集团)、广东建筑设计研究院;
- (4)总承包方:中国新兴建设开发总公司;

(5) 监理单位:北京帕克国际工程咨询有限公司;

(6) 监督单位:北京市建设工程质量监督总站;

作为总承包方,中国新兴建设开发总公司将本工程列为头号重点工程,成立了以总公司总经理为组长的工程指挥部,任命五公司总经理为副总指挥,负责工程施工管理的一切事宜;同时选派总公司和五公司优秀管理和技术人员组成项目经理部,制定了夺取“北京市建筑长城杯金奖”、“中国建筑钢结构金奖”和争创“鲁班奖”的质量目标;明确了争创“建设部建筑业新技术应用示范工程”的科技创新目标以及夺取“北京市安全文明工地”的文明安全施工目标。

在施工过程中,参施人员始终坚持贯彻“绿色奥运、人文奥运、科技奥运”三大理念,结合工程特点,广泛应用了 2005 年建设部颁布的建筑业十项新技术。遵循科学的管理程序,进行充分的策划、研讨、论证,严密组织实施、检查、改进和总结,精心组织,认真操作,使采用的新技术具有良好的实用性和可推广性,显著提高了工程施工质量,加快了施工速度,保证了施工安全,节约了能源,锻炼了管理层的技术管理能力及作业层的操作能力,提高了科技创新的意识和能力,取得了良好的社会效益。

本工程已经获得“北京市结构长城杯金奖”、“中国建筑钢结构金奖”、“建设部建筑业新技术应用示范工程”、“北京市安全文明工地”的荣誉称号,并通过了国家优质工程“鲁班奖”评审及公示。中央政治局常委、全国人大常委会委员长吴邦国,中央政治局委员、北京奥组委主席、北京市市委书记刘淇,国家体育总局局长刘鹏等领导在视察时均对工程的质量、进度和施工组织给予了高度评价。以亚洲自行车联盟主席达山·辛格为组长的国际自行车联盟专家组在检查后赞誉本工程为“拥有顶级木质赛道的国际一流自行车赛馆”。

本工程全面开展创建“建筑业新技术应用示范工程”等活动,对“创优质品牌工程,树科技节能示范典型”目标的实现起到了举足轻重的作用。总公司领导和各部门高度重视、直接支持和帮助,公司领导和部门大力组织与具体操作并重,项目部相关员工不遗余力的落实和验证,以相关单位和技术专家为主的社会各界人士积极参与和支持,使得本次活动系统清晰、计划周密、分工明确、控制严格,取得了巨大的综合效益,使巨型钢结构安装、饰面清水混凝土施工、“贝姆”金属屋面安装、木质赛道安装等多道具有很高科技含量和施工难度的工序得以按计划顺利完成,并形成了多项科技成果。

在经济效益方面,通过新技术应用产生直接经济效益约 2129.7 万元,占施工总造价的 10% 左右,更为重要的是由于本工程建设过程中注重贯彻执行了“绿色奥运、人文奥运、科技奥运”的建设宗旨,采用了大量绿色施工工艺和材料设备,使本工程在施工及今后的使用中均能够节省大量的能源,顺应了党和国家“可持续发展”的方针,符合全社会“节能减排”的基本要求,具有巨大的经济价值和长远

的社会效益。

1.2 工程概况

老山自行车馆工程规划用地面积约 6.65 公顷,总建筑面积 33320m²,由主赛馆和裙房两部分组成。

主赛馆局部地下一层,地上三层,建筑平面外围呈圆形,中心赛道呈椭圆形,从空中俯视犹如一株绽开的向日葵。局部地下一层为要人紧急避险处及消防水池,层高 4m,基础最深处标高 -5.10m。地上从内到外,按照内场—赛道—看台—附属用房的顺序,依次错落布置三层。一层集中了绝大部分管理、接待、办公、休息、技术支持、设备机房及交通辅助用房,层高 6m,局部 7m;二层是椭圆环形主赛场,中间为内场及环绕内场的长 250m、宽 7.5m 的国际标准木质赛道,在赛场 7.0m 标高处设置有环形的休息大厅,层高 6.06m,休息大厅周边均匀的布置了作为赛场垂直交通的楼梯、电梯及卫生间等用房,休息大厅与室外疏散平台相连,平台与裙房屋面相连通,人流通过裙房的室外楼梯最终疏散至广场;三层为看台区平面,共设置有 6000 个坐席,周边布置有电子显示屏及赛时必需的技术用房、保安用房和包厢。裙房为地上单层建筑,设有运动员休息室等功能房间。(参见图 1-2、图 1-3)

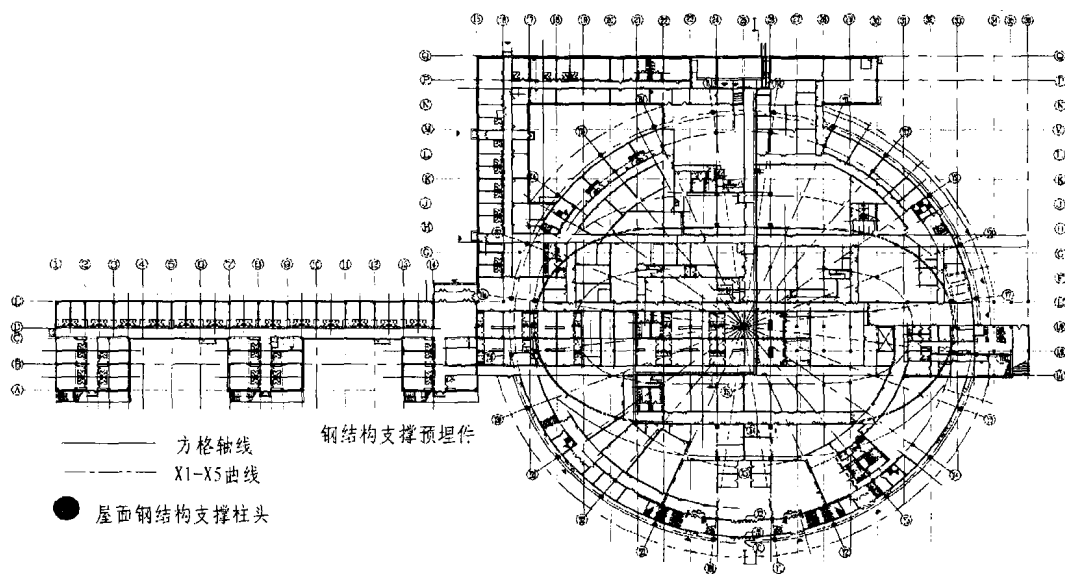


图 1-2 建筑平面图

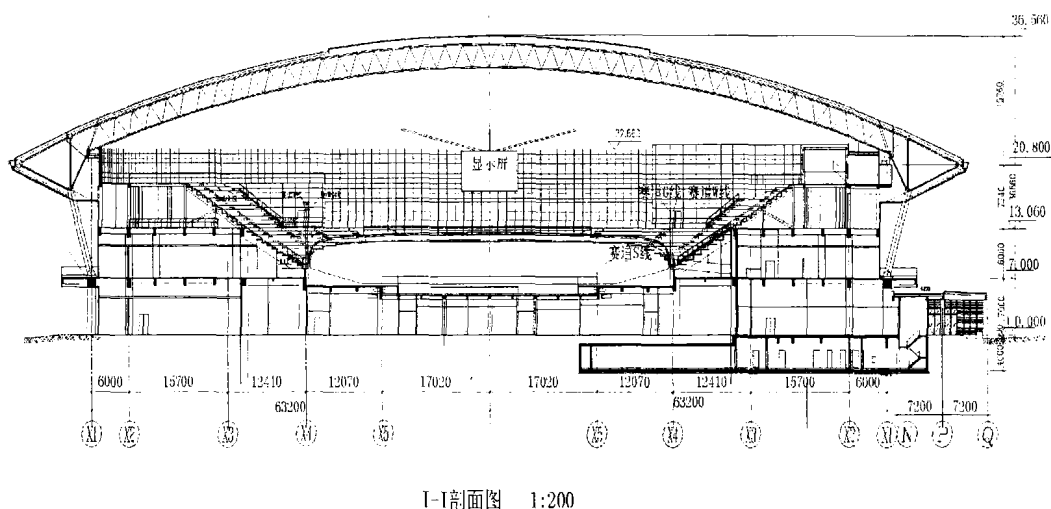


图 1-3 主赛馆剖面图

主赛馆建筑檐高 20.8m, 钢屋盖最大投影直径 149.536m, 最高点标高 36.56m。主赛馆采用了“贝姆”系统金属屋面, 自中心至檐口由三部分构成, 分别为中心核心圈、聚碳酸酯采光屋面和铝锰镁合金板屋面。采光屋面材料透光率 12%, 并设有 36 扇电动开启天窗, 保证在除正式比赛外的大部分使用条件下比赛大厅内有足够的自然光线, 不需人工照明, 显著节约能源; 天窗在火灾报警条件下可自动开启, 实现比赛大厅防排烟功能, 还可在人工指令下根据天气状况随时开启或关闭, 实现比赛大厅的自然通风。

外墙装修采用玻璃幕墙、石材幕墙和金属铝板幕墙的组合。室内顶棚做法包括“乐思龙”格栅吊顶、轻钢龙骨纸面石膏板、硅钙板和石膏板吊顶、防水乳胶漆涂料等; 墙面做法包括干挂花岗岩、抛光通体砖、木饰面板、软包饰面等; 楼地面做法包括花岗岩、亚麻地板、环氧树脂自流坪地面、地毯、防滑地砖、抛光通体砖、复合木地板、水泥地面等。

室外集散广场、停车场和林荫广场大量使用了水泥透水砖、植草砖等环保节能材料, 设有多处景观照明, 为人员提供了良好的交通条件、绿化环境和休憩场所。

1.2.1 结构工程概况

本工程设计使用年限 50 年, 建筑安全等级二级, 耐火等级一级, 结构抗震等级二级, 按照九度抗震要求设防。基础形式为钢筋混凝土独立柱基础; 主体结构采用钢筋混凝土框架—剪力墙结构, 并应用了高效预应力技术; 主赛馆屋盖采用大跨度双层焊接球球面钢网壳结构、由 24 组摇摆人字形钢管柱支撑, 整个屋盖的

重量通过人字柱下部的铸钢支座传递给混凝土结构。

(1) 钢筋混凝土结构

钢筋类别包括 HPB235 (直径 6 - 22)、HRB335 (直径 12 - 16) 和 HRB400 (直径 18 - 32)。基础垫层混凝土强度等级 C15, $\pm 0.00\text{m}$ 以下混凝土强度等级 C30, 其中消防水池、电缆夹层的底板、墙体和顶板、人防层的底板和墙体混凝土抗渗等级 P6。主体结构混凝土强度等级 C30 - C60。主赛馆和裙房的主体结构均设置了多道 800mm 宽的后浇带。

主赛馆一层室外 24 根直径 1.3m 的圆柱和二层交通平台外围周长 400m 的混凝土垂板采用饰面清水混凝土。

(2) 预应力

本工程结构体量庞大,而且结构全部现浇为一整体,主体框架部分未设永久伸缩缝,设计采用了预应力技术,预应力筋一部分用于平衡外荷载,满足构件强度、挠度、抗裂或控制裂缝宽度要求为主,另一部分以施加约束,限制温度应力产生的变形为主。

本工程预应力筋包括有粘结预应力筋和无粘结预应力筋两种,其中看台区环梁为混合配筋,既配置有粘结强度预应力筋,又配置无粘结温度预应力筋。预应力筋均采用 fptk1860 级 $\phi 15.2\text{mm}$ 低松弛钢绞线。

(3) 钢结构

本工程圆形钢结构屋盖水平投影直径 149.536m,钢网壳跨度 133.06m,矢高 14.69m,网壳厚度 2.8m,整个屋盖系统由双层焊接球球面网壳、全封闭相贯线节点钢环梁、24 组向外倾斜 15° 、高度 10.35m 的人字柱以及 24 组球铰可转动铸钢支座组成,总重量约 2000 吨,是目前国内跨度最大的焊接球钢结构屋盖。

钢管和钢板材质为 Q345C,铸钢支座材质为 ZG230 - 450,安装螺栓采用 4.6 级普通螺栓,材质为 Q235C;电焊条采用 E5016/E5015,焊剂采用 HJ431/HJ402,焊丝采用 H08MnA/H10MnSiMo/H10Mn2。

结构肋环梁节点为焊接刚性节点,一级全熔透坡口焊缝;焊接 H 型钢的 T 型接头为二级全熔透坡口焊缝;圆管相贯节点的趾部区及两侧区的钢管相贯焊缝采用二级全熔透坡口焊缝,节点根部区的相贯焊缝采用三级部分熔透坡口焊缝;钢板、型钢、圆钢管、铸钢件的对接焊缝为一级,支座处的所有焊缝为一级,其余对接焊缝为二级,角焊缝为三级。

钢构件采用喷丸除锈,修补时采用手工机械除锈,除锈等级 Sa2.5 和 St3;室内钢结构防腐做法为无机富锌底漆 $80\mu\text{m}$,环氧树脂封闭漆 $30\mu\text{m}$,环氧云铁中间漆 $100\mu\text{m}$,可覆涂丙烯酸聚氨酯面漆 $60\mu\text{m}$;室外钢结构防腐做法为电弧喷铝 $150\mu\text{m}$,环氧树脂封闭漆 $30\mu\text{m}$,环氧云铁中间漆 $100\mu\text{m}$,可覆涂丙烯酸聚氨酯面漆 $60\mu\text{m}$;支座、铰轴等部件均采用电镀或热浸镀锌防腐底层。

钢结构设计耐火极限为人字柱 3h, 钢屋盖 2h; 室内钢结构防火做法为无机富锌底漆 $80\mu\text{m}$, 环氧树脂封闭漆 $30\mu\text{m}$, 环氧云铁中间漆 $50\mu\text{m}$, 超薄型防火涂料 $2 \sim 2.5\text{mm}$; 室外钢结构防火做法为电弧喷铝 $150\mu\text{m}$, 环氧树脂封闭漆 $30\mu\text{m}$, 环氧云铁中间漆 $50\mu\text{m}$, 耐候超薄型防火涂料 $2 \sim 2.5\text{mm}$, 可覆涂丙烯酸聚氨酯面漆 $60\mu\text{m}$ 。

1.2.2 机电设备安装工程概况

本工程为现代高科技智能化的自行车比赛场馆, 专业系统齐全, 功能强大, 主要设备安装专业系统除了常规建筑包含的给水系统、生活热水系统、中水系统、管道分质直饮水系统、废水排水系统、无压污水排水系统、雨水排水系统、通风空调系统、防排烟系统、地板辐射采暖系统、动力电系统、照明系统、防雷接地系统等以外, 在建筑智能化方面主要包括如下子系统:

- (1) 综合安全防范系统(SAS);
- (2) 综合布线系统(GCS);
- (3) 数据网络系统(CNS);
- (4) 卫星接收与有线电视系统;
- (5) 建筑设备自动监控系统(BAS);
- (6) 会议系统;
- (7) 售验票系统;
- (8) 能源管理系统(EMS);
- (9) 智能照明控制系统;
- (10) 体育竞赛综合信息管理系统(EISS);
- (11) 建筑设备管理集成系统(BMS);
- (12) 程控交换机系统;
- (13) 无线通信系统;
- (14) 电子显示屏系统;
- (15) 时钟系统;
- (16) 比赛专用系统。

在本工程机电设备安装专业方面广泛采用了太阳能热水系统、地板辐射采暖系统、中水处理系统、新型高效制冷空调机组、探测器及消防水炮、赛场专用节能灯具等“绿色环保”设计和产品, 在提高工程科技含量的同时达到了节能降耗的应用效果。

1.2.3 工程特点及施工难点

- (1) 体量、规模大