

接触电阻和扭距序列作用下 CICC 耦合损耗模型

蒋华伟¹, 李战升², 武松涛³

(1. 河南工业大学信息科学与工程学院, 河南郑州 450001; 2. 河南省邮电规划设计院, 河南郑州 450008;
3. 中国科学院等离子体物理研究所, 安徽合肥 230031)

摘 要: 国际热核试验反应堆 ITER 和国内今后要建造的聚变工程实验堆 CFETR 上的 CICC 导体, 将运行在大电流快速励磁的瞬变复杂磁场中, 这使得中心螺线 CS 磁体上的导体会遭受 10T 以上的磁场冲击, 目前已采用铌三锡 (Nb₃Sn) 材料, 但应变对 Nb₃Sn 导体临界性能退化作用的研究还在探索中, 同时更缺乏导体绞缆级扭距序列和股线接触特性对耦合损耗影响的实验分析研究. 为此, 在周期载荷模拟应变情况下, 开展了不同扭距序列和导体接触电阻对耦合损耗作用的探索. 研究分析表明, 相对于经典耦合损耗和频谱损耗计算模型, 由导体扭距序列比和接触电阻作用组合分析模型, 计算获得的耦合损耗误差较小, 与测试值最接近. 结果显示采用扭距序列比和接触电阻组合的计算方法能取得较满意效果.

关键词: 接触电阻; 扭距序列比; 管内电缆导体; 耦合损耗

中图分类号: TM249.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2014)05-0953-05

电子学报 URL: <http://www.ejournal.org.cn>

DOI: 10.3969/j.issn.0372-2112.2014.05.018

Coupling Loss Model of CICC with Contact Resistance and Cabling Sequence

JIANG Hua-wei¹, LI Zhan-sheng², WU Song-tao³

(1. Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450001, China; 2. Henan Post & Telecom Planning and Designing Institute, Zhengzhou, Henan 450008, China; 3. Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui 230031, China)

Abstract: International thermal-nuclear experimental reactor and China fusion engineering testing reactor, to be built in the future, will run in the transient complex magnetic field with the large current quick exciting, which makes the conductor on the center spiral magnet suffer the impact of the magnetic field above 10 T. So, the Nb₃Sn material has been used. However, for the Nb₃Sn-based conductor, research of the critical performance degradation due to strain is still inadequate. Especially, it is lack of the experimental analysis study of the influence of the twist pitch and contact characteristics on coupling loss. Therefore, by simulating strain with the cycle load, the effect exploration of coupling loss is carried out with the different cabling sequence ratio and a contact resistance. Compared with calculation models of classical coupling loss and the spectrum loss, the coupling loss error with the combination model of conductor cabling sequence ratio and contact resistance is small, the combination model calculation is the closest to the measured value. The result shows that the calculation technology of the cabling sequence ratio and contact resistance can obtain satisfactory result.

Key words: contact resistance; cabling sequence; cable-in-conduit conductor; coupling loss

1 引言

管内电缆导体^[1~3] (Cable-in-Conduit Conductor, CICC) 是国际热核聚变试验堆 ITER (International Thermal-nuclear Experimental Reactor), 以及国内下一步将要建造的聚变工程实验堆 CFETR (China Fusion Engineering Testing Reactor) 磁体系统上的首选导体. 研制中 ITER 上的

导体将运行在快速励磁和等离子放电等复杂恶劣环境中, 会遭受到 10T 以上磁场的冲击, 其上的 CS (Central Solenoid) 等磁体采用了铌三锡 (Nb₃Sn) 导体^[4]. 但应变使 CICC 导体内丝股性能恶化, 同时应变作用下的耦合损耗成为影响 CICC 导体稳定运行的关键因素.

现有的损耗试验分析, 还不能完全准确理解应变作用下 Nb₃Sn 基 CICC 导体的耦合损耗机理, 难以准确快

速计算 Nb₃Sn 导体的耦合损耗,以获得真实运行时导体所产生的损耗热扰动.因此,对应变下 Nb₃Sn 基 CICC 导体耦合损耗理论的研究,是工程上 CICC 导体设计中亟待解决的问题.

在耦合损耗计算方面,目前主要是根据 NbTi 的损耗计算方法^[2,5~7],对 Nb₃Sn 导体的耦合损耗进行尝试性探索.如 Bottura 等提出的 ITER 用 CICC 导体耦合损耗计算模型^[8],它通过引入空间磁化形状因子,把损耗分成三维矢量来计算;但它没有考虑磁场变化对超导丝的饱和作用,不能很好解决快变磁场和高频下的损耗问题.Egorov 给出了 CICC 导体多级绞缆中耦合损耗计算方法^[9],它把时变磁场的感应电流放在每层子缆的股线对之间进行简化处理;可它是在忽略屏蔽电流及空间绞缆螺旋对耦合损耗影响下获得的理想结果.Van 等提出了用于 ITER 全尺寸 CICC 导体的耦合损耗并行算法^[10],可把互感系数的计算复杂度由 $O(N^2)$ 降为 $O(N)$,以提高变化磁场中耦合损耗计算效率;但由于磁场的不均匀性,算法简单采用均匀化的网格,使得模拟计算值与实测值相差较大.

另外还有根据应变作用,建立导体模拟设计优化模型,得到相对合理的 CICC 导体结构^[11~13].同时,还把磁场中的耦合电流及穿透场进行简化,构造满足离散傅里叶转换且包含频率、磁场及线圈特征等多参数的导体损耗计算技术^[14];尽管该算法简化了耦合损耗的计算,但它假设损耗组分是线性增加的,由此导致了一定的计算误差.

在应变影响下,Nb₃Sn 化合物因微观组织缺陷的异常性,带来了耦合损耗时间常数的畸变,从而使耦合损耗发生不可预知的变化,使得 Nb₃Sn 导体的耦合损耗有异于 NbTi;更为重要的是应变作用还使导体不同级绞缆扭距长度、接触状况以及导体刚度等产生改变^[15,16],从而导致了 Nb₃Sn 导体耦合损耗的变化.为此,在大电流快速励磁复杂环境中,开展扭距序列和股线接触情况对 Nb₃Sn 导体耦合损耗作用效应的分析研究.

2 经典模型耦合损耗计算

处于快速励磁的时变磁场环境中,CICC 导体的耦合损耗是感应电流在有阻超导丝和铜基体中流动所消耗的能量.在线圈励磁以及等离子体放电和破灭等极端情况下,考虑 CICC 中的超导丝大都处在饱和状态特点,采用饱和系数来描述导体耦合损耗计算^[17,18].

$$P = \begin{cases} \frac{2\theta}{u_0} \dot{B}_e^2 (1 - \alpha), & \alpha < 0.31 \\ \frac{4}{3\pi} \frac{B_p}{u_0} \dot{B}_e, & \alpha \geq 0.31 \end{cases} \quad (1)$$

其中 θ 为耦合损耗时间常数, B_e 为横向外加磁场,

α 为饱和系数, u_0 为真空磁导率, B_p 为渗透场.

可通过对每层的累积求和获得总耦合损耗时间常数 θ .

$$\theta = \sum_{n=1}^N \theta_n \quad (2)$$

式中 θ_n 表示第 n 级绞缆时耦合损耗时间的增加量,其表达式如下.

$$\theta_n = \frac{\mu_0}{2\rho_n} \left(\frac{P_n^*}{2\pi} \right)^2 \frac{1}{1 - f_{m-1}} \quad (3)$$

其中 P_n^* 、 ρ_n 、 f_m 为第 n 级子缆的有效扭距长度、有效电阻率和空隙率.

有效扭距长度和有效电阻率的计算方法如下.

$$P_n^* = P_n - \frac{r_{n-1}}{R_{n-1}} P_{n-1} \quad (4)$$

$$\rho_n = \frac{\rho_b e_b}{M_n R_{n-1}} \quad (5)$$

式中 P_n 、 R_n 、 r_n 和 M_n 表示第 n 级子缆的似在扭距长度、外半径、扭绞半径和接触面比率, $\rho_b e_b$ 是接触电阻层的表征.

对于 CICC 导体,耦合损耗计算中的主要参数,面积接触率 M_n 可表达为.

$$M_n = \frac{R_n}{R_{n-1}} M_{n-1} \quad (6)$$

3 扭距序列比与接触电阻对损耗作用模型

对 Nb₃Sn 导体来说,还会受到电动力和反应温度(包括热处理)到低温运行等带来的应变作用,导致超导电缆空隙率和接触状况等的改变,引发耦合损耗时间常数的变化.因此,需要对 Nb₃Sn 导体中丝股接触情况以及导体的股、缆结构(扭距序列)等开展研究.

3.1 耦合损耗时间数学表达模型

通过对大量测试数据分析获知,CICC 导体 n 级缆的耦合损耗时间可通过式(7)形式化表达.

$$\theta_n \propto L_{pn}^2 / R_{Cn} \quad (7)$$

其中, L_{pn} 是第 n 级缆扭距, R_{Cn} 是 n 级缆的接触电阻,它们是影响耦合损耗时间的关键参数.

在式(7)中仅给出耦合损耗时间常数的定性描述,没有给出定量化表达,不利于准确快速计算耦合损耗时间常数.

在实际测试分析中发现, L_{pn}^2 / R_{Cn} 是通过近似正比的关系来反映耦合损耗时间的大小,为了数学研究的严谨性,假设它们之间存在线性关系,则函数表达式为:

$$\theta_n = f[L_{pn}^2 / R_{Cn}] = k(L_{pn}^2 / R_{Cn}) + b \quad (8)$$

为获得式(8)中的函数关系,首先要求解常数项 k 和 b 的具体值.这里采用最小二乘法来解决,即通过

分析测量获得的耦合损耗时间与式(8)中计算值间的误差平方和的最小值,来求得常数项 k 和 b . 设实测 θ_i 与计算值间的误差为 E ,具体推算过程中用计算分析值 x_i 代替 L_{pn}^2/R_{Cn} ,则有:

$$E = \sum_{i=1}^N (\theta_i - kx_i - b)^2 \quad (9)$$

对式(9)的 k 和 b 求二次导可得:

$$\begin{cases} \frac{\partial E}{\partial k} = -2(\sum_{i=1}^N \theta_i x_i - k \sum_{i=1}^N x_i^2 - b \sum_{i=1}^N x_i) \\ \frac{\partial E}{\partial b} = -2(\sum_{i=1}^N \theta_i - k \sum_{i=1}^N x_i - Nb) \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 E}{\partial k^2} = 2 \sum_{i=1}^N x_i^2 \\ \frac{\partial^2 E}{\partial b^2} = 2N \end{cases} \quad (11)$$

由于对 k 和 b 二次求导后得到式(11)大于 0,则式(9)中的误差有极小值,由此可推导式(10)等于 0. 这样,仅需解如下矩阵方程即可获得常数项 k 和 b 的值.

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N x_i^2 & \sum_{i=1}^N x_i \\ \sum_{i=1}^N x_i & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N \theta_i x_i \\ \sum_{i=1}^N \theta_i \end{bmatrix} \quad (12)$$

然后用 L_{pn}^2/R_{Cn} 回带式(8)中的 x_i ,不难得到用绞缆扭距序 L_{pn} 和接触电阻 R_{Cn} 表达的耦合损耗时间的数学模型;这样就可以研究函数式(8)中的两个关键变量接触电阻 R_{Cn} 和扭距序列比 β 对超导电缆耦合损耗时间常数的量化作用效果.

3.2 扭距序列比和接触电阻作用模型

为描述 CICC 导体绞缆扭距序列,把导体中第 n 绞级扭距与第 $n-1$ 绞级扭距的比值定义为扭距序列比,用 β 来表示.

$$L_{pn} = \beta L_{pn-1} \quad (13)$$

另外为阐述接触电阻对耦合时间的作用,从初级的三角股缆开始,以至其后的所有子缆,在任意两个股线或子缆的间距不大于它们半径之和的情况下(存在接触),采用电导率的倒数来表达其间的电阻率.

根据股线和后续子缆的不同接触情况,对较长股线进行应变作用测试分析时获知,模拟应变的周期载荷是均匀分布的基础,由此给出如下假设:(1)股线(Strands)间以线(Line)接触为主;(2)后续子缆(Sub-cable)间以交叉(Cross)点接触为主;(3)股线和子缆各自的电导率是均匀一致的.

由假设(1)和(2),可得第 k 层中子缆(或股线)的电导数学概念表达式为:

$$G_k = \int_L (G(\text{Cross}) d_L + G(\text{Line}) d_L) \quad (14)$$

其中, $G(\text{Cross})$ 和 $G(\text{Line})$ 分别为交叉和线接触情况下的电导率函数.

再根据假设(3)可把积分求和转化为线性求和形式:

$$G_k = \sum_L (G_{\text{Cross}} + G_{\text{Line}}) \quad (15)$$

其中, G_{Cross} 和 G_{Line} 分别为均匀交叉和线接触情况下的电导率.

由上面的等式可以得到单位长度上的电导为:

$$Gu_k = \frac{1}{L} (N_{\text{Cross}} G_{\text{Cross}} + N_{\text{Line}} G_{\text{Line}} \frac{1}{N_Z}) \quad (16)$$

其中, N_{Cross} 和 N_{Line} 分别为均匀交叉和线接触数, L 为电缆长度, N_Z 为 Z 方向上(沿电缆长度方向)的子分数.

对具有 N 级(stage)绞缆的 CICC 导体总电导率为:

$$G = \sum_{j=1}^{N_{\text{stages}}} Gu_{hj} \quad (17)$$

由于接触电阻率为电导率的倒数,这样可得接触电阻率为:

$$R_C = 1/G \quad (18)$$

利用式(18)的电阻率,进而可以得到 CICC 导体相应的接触电阻 R_{Cn} ,在获得接触电阻和绞缆扭距序列表达,以及常数项 k 和 b 的值后,就可对式(8)中的数学模型进行实验对比分析.

4 耦合损耗实验结果与分析

4.1 扭距序列比对耦合损耗作用

为了对比分析计算,选用表 1 所示的 CS 型电缆结构^[19],进行导体短样试制和电阻测量. 它们是按照 ITER 的要求进行设计,具有良好的侧向支撑和较高刚度.

在扭距序列比和接触电阻组合分析模型,采用 100mm、120mm、150mm 和 200mm 的不同初级缆扭距而具有与 BaseLine-CS 相同绞缆级数的导体. 经计算后由

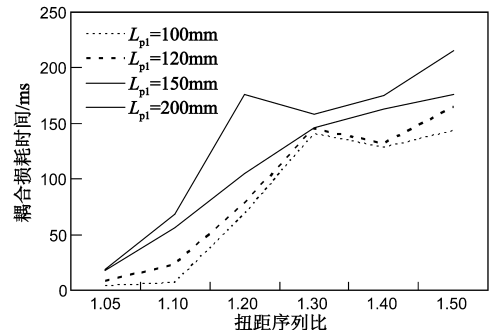


图1 BaseLine-CS导体不同初级缆扭距的耦合损耗时间随扭距序列比变化情况

图 1 给出耦合损耗时间随扭距序列比的变化情况,它表明耦合损耗时间随扭距序列比的增加而增大,并随初始扭距长度有变大的趋势.这主要是因为当扭距序列变化时,股线或子缆的相对位置保持不变,它们沿电缆中各自绞缆接触迹线的相对位置变化较小,避免了股线的滑移,消弱了应变的影响,对减小耦合损耗时间具有有利的作用.

表 1 不同 CS 型电缆结构

扭距(mm)	(2Sc+1Cu)×3×4×4×6			
	BaseLine-CS	Twente-CS	CS-S1	CS-S2
扭距序列比	1.1	1.1	1.1	1.2
L_{p1} (mm)	45	110	200	200
L_{p2} (mm)	85	118	220	240
L_{p3} (mm)	145	126	242	280
L_{p4} (mm)	250	140	266	346
L_{p5} (mm)	450	350	300	450
包绕率	70%	70%	70%	70%
空隙率	33.6%	30.6	31.4	29.6%

图 2 显示了 Twente-CS、CS-S1 和 CS-S2 型 CICC 导体,在不同绞缆扭距序列比和初级绞缆扭距情况下,耦合损耗时间对频率的变化结果.其中 CS-S2 型导体由于扭距序列比为 1.2,具有较高的耦合损耗. Twente-CS 和 CS-S1 的扭距序列比为 1.1,它们的耦合损耗时间较小.其中 Twente-CS 结构具有非常低的损耗时间,它是对结构参数进行优化后而获得的;而 CS-S1 具有相对低的损耗时间,它是按照低应变退化的要求,对股线最大侧向支撑进行优化后得到的结果.

4.2 耦合损耗计算模型比较分析

采用表 1 中的 BaseLine-CS 型结构导体,用经典耦合损耗模型和频谱模型的计算,以及扭距序列比和接触电阻组合分析模型的结果,与实际测量值进行比较.

其中频谱模型^[14]主要用傅里叶变换对耦合损耗进行离散分析,它用磁场、频率及导体特征等参数来构造耦合损耗组分的表达.模型概述如下:

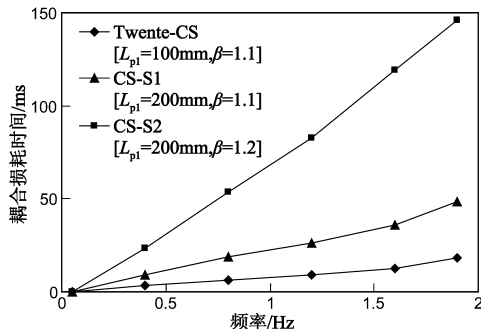


图2 不同的扭距序列比的耦合损耗对频率的变化情况

首先用周期励磁场损耗功率密度 $q_f(B(x, f), x, f)$ 函数对位置 x 和频率 f 进行积分.

$$q_f = \int_{V_i} \int_{V_i} q_f(B(x, f), x, f) dx dt \quad (19)$$

然后由离散傅里叶组分子列获得平均场损耗函数 $\phi[\cdot]$ 来表达损耗功率密度.

$$q_f(B(x, f), x, f) = \phi[B_0(x), \Delta B(x, f), f, C_i] \quad (20)$$

再采用矢量模块 $\text{Mod}[\cdot]$ 把损耗组分的积分形式转化为对不同线圈的线性求和形式.

$$q_f \approx V_i \sum_l \sum_k \phi[|\text{Mod}[\sum_j \tilde{T}_{ij} \tilde{I}_j(0)|], |\text{Mod}[\sum_j \theta_{ji} \tilde{T}_{ij} \tilde{I}_j(f)]|, f, C_i] \quad (21)$$

其中, $B_0(x)$ 表示背景场; $\Delta B(x, f)$ 表示频率为 f 的谐振场振幅的变化; C_i 是一系列与损耗计算有关的参数,包括电缆横截面、长度、时间常数、磁化因子、丝径和临界电流等; θ_{ji} 为权重因子,它作为第 j 个导体每个组分 l 的场振幅转变函数,可由最小二乘法获得; \tilde{T}_{ij} 为励磁电流 I_j 对 CICC 导体体积平均转变函数.

测试结果与几种计算模型的分析比较如图 3 所示,它显示了耦合损耗与频率之间的对数关系.组合计算模型采用了扭距序列比为 1.05 和 1.10 两种情况.

由图 3 可以发现,与测试结果相比较,频谱计算模型的耦合损耗结果误差更大,这主要是因为该模型中在由积分转化为线性累积求和时,采用了假设条件和简化方法,虽然计算效率得到提高,但带来了计算精度的降低;经典模型与采用扭距序列比和接触电阻组合的分析计算模型相比,在计算上还存在较大差异;但整体上采用扭距序列比和接触电阻作用模型与测量结果更接近.

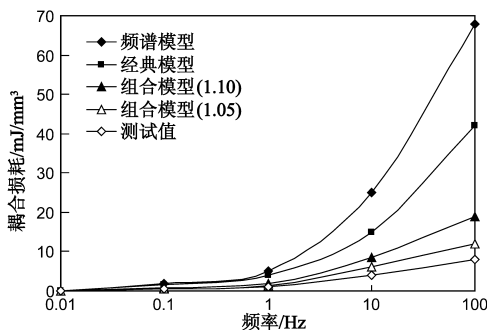


图3 耦合损耗计算结果对比

5 结论

提出扭距序列和接触电阻相结合的 CICC 导体耦合损耗计算分析模型,它是基于最小二乘法,并结合扭距序列比和用电导率描述电阻的分析计算方法,所获

得符合实际的耦合损耗。

由周期载荷进行模拟应变测试分析结果可知,小的初级缆扭距和扭距序列比能够减小导体的耦合损耗;这些组合能够对股线的局部变形提供侧向约束,使股线得到较高的刚度和较好的支撑,防止股线间的滑移和弯曲变形,并能减小 Nb_3Sn 应变对导体临界性能造成的退化影响。

通过对经典耦合损耗计算模型、频谱模型、以及扭距序列比和接触电阻组合的计算分析模型,与实验测量的结果进行比较发现,频谱计算效率的提高是以计算精度的降低为前提,扭距序列比和接触电阻相结合的计算结果,其误差小于经典模型计算值,并且与测量结果最接近。

参考文献

- [1] Dresener L. Twenty years of cable-in-conduit conductors: 1975 – 1995[J]. Journal of Fusion Energy, 1995, 14(1): 3 – 12.
- [2] Seeber B. Hand Book of Applied Superconductivity[M]. London: Institute of Physics Publication, 1998. 265 – 280.
- [3] Yan Luo Guang. Recent progress of superconducting magnet technology in China[J]. IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2010, 20(3): 123 – 134.
- [4] Ciazynski D. Review of Nb_3Sn conductors for ITER[J]. Fusion Engineering Design, 2007, 82(5 – 14): 488 – 497.
- [5] Bruzzone P. AC losses and stability on large cable-in-conduit superconductors[J]. Physica C, 1998, 310(1 – 4): 240 – 246.
- [6] Fang Jin, Weng Pei De, Chen Zhou Min, et al. The ac losses measurement and analysis of superconducting NbTi CICC for HT-7U superconducting Tokamak[J]. Plasma Science Technology, 2003, 14(1): 76 – 82.
- [7] Marinucci C, Bottura L, Calvi. A parametric AC loss model of the ITER coils for control optimization[J]. Cryogenics, 2010, 50(3): 187 – 199.
- [8] Bottura L, Bruzzone P, Lister J B, et al. Computation of AC losses in the ITER magnets during fast field transients[J]. IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2007, 17(2): 2438 – 2441.
- [9] Egorov S. AC coupling losses in superconducting multistage cables with and without additional co-twisted copper strands[J]. Physica C, 1998, 310(1 – 4): 272 – 276.
- [10] Lanen E P A V, Nugteren J V, Nijhuis A. Full-scale calculation of the coupling losses in ITER size cable-in-conduit conductors[J]. Superconductor Science Technology, 2012, 25(2): 138 – 143.
- [11] 蒋华伟,武松涛,成俊生. 管内电缆导体结构模拟设计优化模型[J]. 科学通报, 2011, 56(6): 440 – 445.
Jiang Hua Wei, Wu Song Tao, Cheng Jun Sheng. Optimization model of a structural simulation design for a CICC[J]. Chinese Science Bulletin, 2011, 56(27): 2978 – 2983.
- [12] Jiang Hua Wei, Wu Song Tao. Research of simulation design for CICC based on energy margin and temperature margin[J]. IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2010, 20(3): 1436 – 1439.
- [13] 蒋华伟,吴松涛. 基于应变 CICC 导体模拟设计模型研究[J]. 电子学报, 2010, 38(6): 1334 – 1338.
Jiang Hua-wei, Wu Song-tao. Research of simulation design model for CICC based on strain[J]. Acta Electronica Sinica, 2010, 38(6): 1334 – 1338. (in Chinese)
- [14] 蒋华伟,武松涛. 应变下管内电缆导体交流损耗计算模型[J]. 中国科学:技术科学, 2011, 55(5): 576 – 583.
Jiang Hua Wei, Wu Song Tao. Calculation model of AC loss for CICC (cable-in-conduit conductor) based on strain[J]. Science China Technological Sciences, 2012, 55(4): 1132 – 1139.
- [15] Zhu Ji Yue, Lou Wei, Zhou You He, et al. Contact mechanical characteristics of Nb_3Sn strands under transverse electromagnetic loads in the CICC cross-section[J]. Superconductor Science Technology, 2012, 25(12): 125011.
- [16] Nijhuis A, Ilyin Y. Transverse load optimization in Nb_3Sn CICC design: influence of cabling, void fraction and strand stiffness[J]. Superconductor Science Technology, 2006, 19(9): 45 – 62.
- [17] 王秋良. 高磁场超导磁体科学[M]. 北京: 科学出版社, 2008. 248 – 299.
Wang Qiu liang. High Magnetic Field Superconducting Magnet Science[M]. Beijing: Science Press, 2008. 248 – 299. (in Chinese)
- [18] 方进. HT-7U 管内电缆导体的稳定性理论及实验研究. 博士学位论文[D]. 合肥: 中国科学院等离子体物理研究所, 2002.
Fang Jin. The theoretical and experimental research on HT-7U CICC stability[D]. HeFei: Institute of Plasma Physics, CAS, 2002. (in Chinese)
- [19] Nijhuis A, Lanen E P A V, Rolando G. Optimization of ITER Nb_3Sn CICC for coupling loss, transverse electromagnetic load and axial thermal contraction[J]. Superconductor Science Technology, 2012, 25(1): 015007.

作者简介

蒋华伟 男, 1970 年 6 月出生, 河南济源人, 博士、副教授、硕士研究生导师. 研究方向为超导电缆设计、CICC 数值仿真设计、图像处理及模式识别等.

E-mail: lhwcad@126.com

李战升 男, 1972 年 3 月出生, 河南郑州人, 硕士, 高级工程师. 主要研究方向为通信和信号处理等.

E-mail: lzs183@sina.com