

工程结构裂缝控制

——“王铁梦法”应用实例集

CONTROL OF CRACKING IN ENGINEERING STRUCTURE
— EXAMPLES OF “WANG TIEMENG METHOD”

徐荣年 徐欣磊 编著

XU RONGNIAN XU XINLEI

中国建筑工业出版社

工程结构裂缝控制

——“王铁梦法”应用实例集

CONTROL OF CRACKING IN ENGINEERING STRUCTURE

——EXAMPLES OF “WANG TIEMENG METHOD”

徐荣年 徐欣磊 编著

XU RONGNIAN XU XINLEI

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程结构裂缝控制——“王铁梦法”应用实例集/徐荣年，
徐欣磊编著. —北京：中国建筑工业出版社，2005
ISBN 7-112-07320-0

I. 工... II. ①徐... ②徐... III. 工程结构—裂缝
—控制 IV. TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029292 号

为了更好地总结、完善和提高我国控制混凝土非荷载裂缝的技术水平，本书汇集、介绍了各地土木工程界在多层与高层建筑、工业建筑、桥梁、地铁、隧道、水池、道路结构、水工构筑物等工程结构中参考、应用王铁梦裂缝控制方法后解决工程非荷载裂缝的实例，基本反映了国内处理土木工程结构非荷载裂缝领域的现状和最新进展。可供土木工程领域科研、设计、施工及管理人员和高等院校相关专业的师生参考。

责任编辑：王 跃 刘平平
责任设计：郑秋菊
责任校对：李志瑛

工程结构裂缝控制
——“王铁梦法”应用实例集
CONTROL OF CRACKING IN ENGINEERING STRUCTURE
——EXAMPLES OF “WANG TIEMENG METHOD”
徐荣年 徐欣磊 编著
XU RONGNIAN XU XINLEI

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：49¼ 彩插：1 字数：1240 千字

2005 年 6 月第一版 2005 年 6 月第一次印刷

印数：1—3500 册 定价：77.00 元

ISBN 7-112-07320-0

(13274)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址：<http://www.china-abp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

循规范而不泥条文，
脱规范而顺合自然。

与不断探索自然规律
而敢于创新的工程师们
共勉

前 言

自从混凝土这种人工合成材料问世以来，混凝土构筑物出现的各种裂缝现象就一直困扰着全世界的土木工程师们。经过多年的研究，已经取得的共识是可以把混凝土构筑物裂缝分为荷载裂缝和非荷载裂缝两种，而统计资料又显示出非荷载裂缝几乎占了全部混凝土构筑物裂缝的八成左右。对荷载裂缝的控制问题，土木工程界的对策已经比较成熟，这反映在各国的规范里都有成文的建议或规定；对非荷载裂缝控制的研究则一直在探索中。换句话说，也就是对大部分混凝土构筑物上所发生的裂缝现象，土木工程师们还没有完全掌握。

混凝土构筑物的裂缝从目前的研究水平、设计指南、施工工艺上来讲是不可避免的，但从结构使用上讲我们可以把它分为有害裂缝和无害裂缝两种，土木工程师们的专业技术水平要体现在能把混凝土构筑物的裂缝控制在无害范围内。即其工作是杜绝有害裂缝，减少无害裂缝的影响。

1954年，就读于哈尔滨工业大学土木工程系的王铁梦随前苏联专家在工地调查，他见到这些专家面对诸多中国工程师们关于伸缩缝和裂缝的一些质疑，只是回答要按前苏联的规范执行，是建设经验，其他讲不出什么时，就有了要研究混凝土裂缝的想法。1955年起，王铁梦先生开始了对混凝土构筑物非荷载裂缝的研究；他投身于工程建设实践中，从工厂矿山到城市乡村，从工程建筑到国防工程，从交通运输工程、地下空间开发、隧道桥梁到核电建设，哪里有裂缝就克服重重困难赶赴工地。在处理了大量的工程实际裂缝问题和确保工程建设质量的同时进行了大量的现场裂缝研究工作。1958~1961年间，他最早写出文章，表示对工业建筑温度伸缩缝许可间距规范的质疑，提出温度效应中考虑装配式、徐变作用及裂缝刚度影响的重要性，在工程中可能扩大间距或取消伸缩缝，文章经前苏联建筑科学院审查，发表在前苏联工业建筑杂志1958年第10期，1961年第4期后受到前苏联同行的广泛关注。当时还应邀参加人民大会堂等北京十大工程伸缩缝及裂缝控制的研讨，对人民大会堂主体框架132m作了温度收缩应力计算，提出取消伸缩缝的建议，为避免施工期间的较大温差，采取了“临时性1.0m宽变形缝”，后来被称作“后浇带”。（可见本书附录B）。其后又经过十多年的探索，功夫不负有心人，他在研究混凝土结构非荷载裂缝领域方面进行了开创性的工作，在突破了规范的相关条文规定后，于1974~1976年间提出了混凝土结构承受连续式约束温度收缩应力的基本公式，并据此形成了“抗”、“放”兼施的一整套有害裂缝综合控制理论和近似计算方法（王铁梦裂缝综合控制法，简称王铁梦法）。此后的30年来，王铁梦法已在国内外不同结构的工程中应用，取得了良好的技术、经济、社会效益。其方法的特点是简单、明了、实用，为大量工程结构裂缝控制，确保工程质量做出了贡献。

国内很多土木工程师在参考、学习了王铁梦法的裂缝控制方法后，不受规范个别条文的规定约束，把“抗”、“放”兼施这一整套有害裂缝综合控制理论和方法先后参考并创造

性地应用到了各自的工程、研究项目中。在工作中成功地解决了经常遇到的工程结构长度对裂缝影响的非线性问题后，又创造性地提出了综合性处理裂缝的各自的见解，发展、完善了裂缝控制技术。

为了进一步推广、应用这些工程师们的成果和经验，为了更好地总结、完善和提高我国控制混凝土裂缝的技术水平，我们从近十年来散见于国内各地期刊的 800 多篇（目录见附录 C）王铁梦法的参考、应用和研讨文章中优选了 15% 左右的参考、应用实例论文和部分第一次公开发表的王铁梦法应用成果汇编成本书和有志者们进行交流，以提高我们的裂缝控制技术水平。除西藏以外的祖国大地（包括港、澳、台地区）都有应用王铁梦法的实例报道，工程地域从东南沿海到西北高原，从东北大地到西南边陲；工程结构种类有高层建筑、工业建筑、桥梁、地铁、隧道、水池、砖混结构、道路结构、水工构筑物等；论文作者有施工人员也有监理人员，有设计人员也有研究人员。限于篇幅关系，本书不能面面俱到，宝钢数百项一、二、三期建设及后续改建工程近 600 多万立方米大体积混凝土的施工实例也未收录。

编者作为工程技术人员，一直认为科学技术是需要不断地发展、创新的，混凝土裂缝控制这个实践性极强的技术问题是我国大规模经济建设中亟待解决的新问题，需要多少代有志者的不断探索和积累。规范尚不能全面反映该领域的认识水平，规范的修订、完善也只有在突破规范个别条文规定的实践中找到了符合自然的规律才能进行。广大工程技术工作者在实践中探索、积累的工程经验，是不可多得的宝贵财富。而面对大量的文献资料，还应该进行系统整理，科学分析，深入钻研，去粗取精。这样才能少走弯路，把先行者的经验继承下来，从而在更高的层次上去探索那些未知的自然现象。本书仅搜集有关这方面的分析与探索献给广大的读者。

本书在编著过程中，按照尽量对原文全文不动，以反映原作内容的原则对所选文章全部进行了再次编辑、加工、整理，对原文中工程实例的计算都进行了校核、修正，对重要计算数据的更正则与作者本人进行了沟通、商量，同时对个别非规范用字及印刷有误处也进行了修订和技术处理。限于编者水平，汇编过程中仍然难免有遗漏和错误之处，希望广大读者给予批评指正。

虽然我们已尽了很大的精力通过各种方式来收集国内外同行们参考、应用王铁梦法后发表的文章，但力不从心，由于各种各样的原因，肯定尚有不少优秀的文章未能编入本书；为此，我们在深表遗憾的同时，也希望得到作者和读者的谅解。

编著者

2004 年 12 月于上海

目 录

前言

第一篇 大体积混凝土裂缝控制

第一章 设备基础类混凝土

- 一、大型地下箱形基础混凝土裂缝控制实践与研究 秦夏强 谢飞 张相宝 白艳霞 10
- 二、高炉大体积混凝土基础施工温度裂缝控制 李宏 28
- 三、电厂锅炉基础温控防裂技术措施及其效果评估 魏福伟 牟宏远 田青 32
- 四、邯钢 CSP 续建连铸机及大包回转台基础大体积混凝土施工 王波 张志义 37
- 五、某电厂贮煤筒仓基础大体积混凝土施工技术 李尊忠 何宁 崔冬 41
- 六、锅炉基础混凝土温度及应力测试结果分析
..... 束廉阶 孔凡宝 李维荣 郑洁 崔东靖 楼海英 47
- 七、微矿粉在大体积混凝土中水化热及抗裂分析 马保国 张平均 许婵娟 张莉 61

第二章 基础、底板类混凝土

- 一、超长超厚一次连续浇筑大体积无微膨胀剂混凝土裂缝控制技术(奥运配套工程北京电视中心大体积混凝土裂缝控制技术) 王鑫 艾永祥 冯跃 杨玉平 年洪喜 66
- 二、新上海国际大厦基础承压平台大体积混凝土施工过程中水化热影响分析 李东 83
- 三、早龄期大体积混凝土温度应力与裂缝的关系 杨碧华 李惠强 88
- 四、大体积混凝土温度裂缝控制的理论分析及其对策 孙林柱 92
- 五、上海金茂大厦基础工程 C50 混凝土结构裂缝控制技术 曹天震 97
- 六、C50 超厚大体积混凝土承台施工及裂缝控制 蔡文鹭 103
- 七、万年场 14 号综合楼地下室底板裂缝分析及处理 王泽云 杨太和 107
- 八、地下室底板大体积混凝土抗裂设计 张杰 梅惠 113
- 九、世纪财富中心平板筏基工程的施工 潘大为 金宝芳 聂法智 117
- 十、高层筏基大体积混凝土施工和裂缝控制工程实践 张大春 曹京 冯刚 124
- 十一、玻利维亚高原中体积混凝土筏式基础的裂缝控制 雷宏刚 刘日波 129
- 十二、筏板基础施工中大体积混凝土温度裂缝的控制措施 谭克锋 范付忠 陈德玉 134
- 十三、箱形基础大体积混凝土裂缝控制计算与施工 姚激 雷劲松 袁伟斌 戚鹏 137
- 十四、大连城市广场大体积混凝土基础温控防裂 常春葆 张际斌 141
- 十五、大体积高强混凝土转换层板温度裂缝控制
..... 吴义明 何永嵩 卢衍庆 曹颖骥 刘名好 曲红波 143
- 十六、钢-混凝土组合结构转换大梁混凝土浇捣模拟与实践 王旭峰 黄兴华 149

十七、基础工程大体积混凝土的质量监控	张泳材	153
--------------------------	-----	-----

第三章 地下室混凝土

一、上海科技馆地下室外墙控制裂缝设计	李亚明 姚念亮	160
二、深圳市民广场地下停车库大面积钢筋混凝土施工	熊小刚	165
三、混凝土结构温度裂缝浅析	王仁义 刘延生 毕苏萍 李骞	168
四、600m 地下室长墙施工技术	王旭峰	173
五、混凝土长墙收缩裂缝分析	王潇洲	176
六、混凝土长墙后浇缝间距与拆模时间关系的探讨	王潇洲	181
七、地下室外墙裂缝预估与控制	周小强 朱学农	185
八、钢筋混凝土剪力墙结构裂缝分析与预防	李建峰 黄永刚 张文会 罗建峰	192

第二篇 楼板、屋盖类混凝土裂缝控制

第一章 楼(梁)板类混凝土

一、商品混凝土现浇楼板裂缝控制技术研究(材料、设计和施工部分)	张雄 毛若卿 易师信 张小伟	202
二、上广电清水无缝混凝土井字梁施工技术	上海宝冶建设有限公司上广电项目部	280
三、C60 现浇钢筋混凝土楼板大面积开裂原因分析	林力勤 樊任健 毛方益 钟声	286
四、浅析现浇钢筋混凝土楼板切角裂缝	姚照华	290
五、住宅楼板收缩受双向约束引起切角斜裂缝的实例分析	林成	292
六、钢筋混凝土结构板角斜裂缝分析	许雪峰 韩小雷	300
七、砖混房屋现浇楼板裂缝原因分析及对策	刘文琰 黄承远	307
八、现浇钢筋混凝土板收缩裂缝的定量分析方法初探	许锺	313
九、钢筋混凝土框架(剪)结构现浇板温度裂缝成因及防治浅析	刘启凤	317
十、某梁板结构裂缝分析及处理	章朝晖	322
十一、商品混凝土现浇楼板裂缝的计算分析	孙作功 孔祥红	326
十二、浅谈现浇商品混凝土楼板变形裂缝的成因和防治	康立中 金延 薛启龙	329
十三、某多层旅馆钢筋混凝土楼板空调致裂分析	雷东辉	333
十四、约束刚度对砌体结构中现浇楼板裂缝影响的试验分析	苏益声 郑宏宇 邓志恒	337
十五、钢筋混凝土梁裂缝分析与预防	李建峰 黄永刚 张文会 罗建峰	343

第二章 屋盖混凝土

一、昆山某调峰电厂屋面大梁的开裂分析和处理	杨和礼 何亚伯 鲁展达	350
二、钢筋混凝土结构及其屋面梁、板裂缝的分析鉴定和处理	何文忠 王济川	357
三、多层冷藏库钢筋混凝土楼盖温度收缩应力分析	朱铁庆 王享邑 伊宏光 缪曙光 邓泽华	363
四、某屋盖混凝土梁裂缝分析与处理	顾建平 任国华 刘建华	369

五、高层建筑斜屋盖结构设计探讨	韦宏 周汉香	373
六、广州国际会展中心混凝土楼盖温度应力计算与控制	韦宏 周汉香	380

第三篇 桥隧、路面、水工及其他结构类混凝土裂缝控制

第一章 桥梁混凝土

一、大跨径箱梁混凝土的水化热温度研究	阮静 叶见曙 贾琳 金明	396
二、重力式桥台温度裂缝控制	杨威 朱尔玉	401
三、某大桥桥塔裂缝成因分析	马春生 王萍	406
四、滨州黄河二桥承台大体积混凝土施工控制	戴明逊 张保民	411
五、滨州黄河二桥索塔大体积高强度混凝土施工控制	戴明逊 罗楚良	414
六、受刚性基础约束的钢筋混凝土拱座竖向裂缝分析	戴庆星 张征文	424
七、荆州长江公路大桥北汊北塔下塔柱裂缝控制研究	经柏林 李绍林	427
八、预应力混凝土梁桥施工裂缝的研究及处理	张巍	431
九、现场预制的预应力 T 梁裂缝原因分析与处理	吕慎明	438
十、钢筋混凝土预制空心板构件早期裂缝的试验研究	张巍	442
十一、预应力混凝土空心板梁的温度应力分析	郑海荣	450
十二、连续箱梁桥 0 号块混凝土裂缝防治	经柏林 胡小庄	454

第二章 隧道、涵洞、地铁及地下构筑物类混凝土

一、隧道的温度应力及由其引起的裂缝开展规律的研究	蒲春平 夏才初 李永盛 翁晓娜	460
二、多年冻土及寒区铁路隧道衬砌开裂探讨	乜凤鸣 刘艳	466
三、隧洞衬砌伸缩缝间距设计与裂缝开展宽度计算	蔡晓鸿	469
四、沉管隧道温度与干缩应力计算	田敬学 张庆贺 姜福兴	478
五、上海外环隧道大型管段制作方案的确定	黄忠辉	482
六、钢筋混凝土箱形断面结构的合理分节长度	夏保祥	489
七、大型箱涵竖向裂缝原因分析及防裂措施	余际可 余莘子	495
八、顶入式箱形桥预制箱身合理长度的确定	陈东杰 谢钦方 徐来观	500
九、混凝土箱涵收缩开裂与伸缩缝合理间距	周安	505
十、地铁车站顶板(逆筑法)施工阶段抗裂研究	张杰	509
十一、地下建筑物结构裂缝控制	余桂生 司海峰	514

第三章 路面混凝土

一、钢筋混凝土和普通水泥混凝土路面温缩应力、干缩应力和板长	梅安今	524
二、混凝土板块结构物非荷载裂缝成因及抗裂、控制与修补	黄颖 王刚 王振英	535
三、混凝土路面常见裂缝成因与对策	王锦春 金世伟	541
四、半刚性基层温缩裂缝控制措施的研究	光同文	544
五、大面积无筋混凝土整体地面的裂缝控制	何锐 赵立斌 张士平	551

第四章 水池混凝土

- 一、大型水池 A/O、SBR、氧化沟、清水池结构无温度伸缩缝整体设计与施工
..... 刘志刚 张亚锋 崔瑞 房哲 王志军 556
- 二、半地下水池非荷载裂缝的形成与防治 朱其林 561
- 三、钢筋混凝土水池温度应力计算 申屠宪民 564
- 四、现浇钢筋混凝土水池池壁裂缝原因分析及控制措施 黄爱军 唐永胜 568
- 五、某循环水设施结构设计 李小毛 571

第五章 水工构筑物混凝土

- 一、观音寺闸裂缝原因分析及其稳定性分析 沈兴华 陈斌 沈英武 576
- 二、宁夏扬水站封闭圈裂缝控制研究 薛塞光 刘佳 581
- 三、沙颍河郑埠口枢纽工程节制闸闸墩裂缝成因分析 郭念春 马殿君 徐艳军 587
- 四、洛河渡槽槽壁裂缝产生原因分析及处理方案 陈新明 593
- 五、大直径现浇排洪承压管早期开裂原因与预防措施 林桥春 597
- 六、泵浇混凝土闸墩裂缝成因计算分析 崔德密 沈敏 顾洪 章洪 600
- 七、混凝土面板温度收缩应力及相关参数分析 杨德福 马锋玲 何树祥 李灼然 605

第六章 其他结构混凝土

- 一、钢筋混凝土构件裂缝宽度计算的新方法 吴辉琴 610
- 二、钢筋锚固段粘结应力的理论解及其应用 刘爱荣 王定文 616
- 三、露天、超长混凝土薄壁结构裂缝原因分析 卫军 刘广智 莫国斌 俞新 620
- 四、钢筋混凝土框架结构温度应力分析 张三柱 李增林 625

第四篇 墙(砌)体类结构裂缝控制**第一章 墙(砌)体结构**

- 一、某超高层大厦剪力墙裂缝的分析与处理 宋荣 632
- 二、砌体结构温度裂缝分析及防治对策 杨淑玲 岳建伟 639
- 三、砖混结构温差裂缝的防治措施 郑伟 645
- 四、砖砌体住宅顶层墙体温度裂缝的形成及其控制 范良宜 650
- 五、砖结构房屋顶层墙体裂缝分析及防治措施 张维秀 655
- 六、建筑物常见裂缝的若干规律及成因分析 潘慧 潘斌 662
- 七、北方地区墙体受温度作用的危害和防治 王凤来 姜洪斌 赵明辉 668
- 八、北方地区某七层住宅顶层横墙裂缝的分析及处理 许音 672
- 九、砖混结构房屋顶层墙体裂缝控制 肖四喜 罗刚 676
- 十、混砖结构房屋顶层墙体温度裂缝的控制 汪响生 681
- 十一、砖混结构墙体温度裂缝的原因和分析控制措施 梁志 685
- 十二、砖混结构温度裂缝探讨 张修明 刘海峰 689
- 十三、砖混房屋温度场测试与墙体抗裂性分析 袁朝庆 张云峰 陈晓东 刘伟秋 693

十四、甘肃省自行车赛场赛道下砖混房屋墙体裂缝的分析与处理	朱彦鹏 王秀丽	697
十五、砖混结构房屋墙体裂缝探讨	王振表	703
十六、砖混结构伸缩缝间距增大的尝试	张诗涛 沈惠	707
十七、部分设置滑动层方法的抗温度裂缝设计	王振 袁朝庆 杨晓东 周国君	710
十八、砖混结构施工中墙体裂缝的探讨	王志民 刘晓娟 李华强	713
十九、砌体结构温度裂缝的预防	孙耀东 王来 宋修江	716
二十、多层砌块房屋的变形裂缝成因与防治	唐岱新 马晓儒	720
二十一、砌体结构温差及干缩裂缝分析及预防	胡金旭	727
二十二、多层砖房温度裂缝机理及防治措施的研究	王巍 高小旺	732
附录 A 20 世纪 50、60 年代前苏联的一些评论		741
A.1 工业厂房温度伸缩缝		741
A.2 横向和纵向温度缝的节点构造		742
A.3 关于工业厂房的温度缝		743
A.4 温度作用下工业厂房排架工作的实测		744
附录 B 国内第一个应用王铁梦法的大型工程建设时一些专家的评论		748
附录 C 近年来王铁梦法应用与研讨论文题目		750
附录 D 新旧规范混凝土强度对照表		782
后记		784

第一篇

大体积混凝土 裂缝控制

第一篇 大体积混凝土裂缝控制

对大体积混凝土 (mass concrete 台湾地区称为巨积混凝土) 概念的界定问题, 编著者认为这在工程界有一个逐步认识的过程是非常正常的。以前的定义主要是根据混凝土厚度尺寸和温差来区别, 采用 0.8 ~ 1m 和 25℃ 作为区分界限, 即定量判别法。在最近的行业规范《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2000) 里采用了定量和定性相结合的解释, 其定义为: 混凝土结构物实体最小尺寸等于或大于 1m, 或预计会因水泥水化热引起混凝土内外温差过大而导致裂缝的混凝土。而美国混凝土协会 (ACI 116R—00) 的解释是: “任意体量的混凝土, 当其尺寸大到必须采取预防措施控制由于水泥水化热和体积变化以最大限度地减少裂缝时, 均可称为大体积混凝土” (concrete, mass—any volume of concrete with dimensions large enough to require that measures be taken to cope with generation of heat from hydration of the cement and attendant volume change, to minimize cracking.)。请注意此定义未给予定量的概念, 而是完全定性的概念, 需要工程师们自行判断取舍。

大体积混凝土这个术语已经约定俗成, 但编著者认为术语中的“大”在某种意义上讲容易引起误解; 因为《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2000) 和美国混凝土协会 (ACI 116R—00) 的解释里提到的因水泥水化热和体积变化引起混凝土裂缝的混凝土并没有体积多大的要求, 而包含了体积不大但因预计水泥水化热和收缩会引起混凝土裂缝时需采取预防措施来控制裂缝的混凝土结构, 如本书第二篇里收录的现浇楼板结构, 其厚度较薄, 体积也不大, 但一样需按照大体积混凝土的要求施工以控制裂缝。

以往我国在土木建筑工程中解决变形作用引起裂缝问题的主要方法是按混凝土设计规范采取设置永久性变形缝来处理 (伸缩缝许可间距规定, 其源于前苏联的设计规范; 在这一点上国内规范至今未有根本性的修改)。但是在实践中发生了许多反常现象: 有的工程留了伸缩缝, 却出现了严重开裂; 有的工程虽未留伸缩缝, 但未出现明显的开裂现象。有的工程尺寸很小, 却出现了严重开裂; 有的工程尺寸很大而未出现明显开裂, 说明伸缩缝设置与否、构筑物尺寸大小, 不是决定开裂与否的惟一因素。所以根据实际工况而不是根据定量尺寸来采取措施从而减小由于体积变化引起的裂缝才是土木工程师们应该做出的正确的决策。这是王铁梦法的重点, 它从基本理论上给出了回答并在许多重点工程建设中应用。本篇所选论文各位作者在实际工程中的应用也充分证明了这一点。

由于混凝土组成材料、成分的随机、多样、非均质性, 施工质量不可避免的差异和非一贯性, 以及构筑物结构设计、工况的复杂、多变性, 混凝土构筑物结构的裂缝是不可避免的, 但我们可以把裂缝分为有害裂缝与无害裂缝两种裂缝现象来区别对待。工程师们要做的是杜绝有害裂缝, 减少无害裂缝。近年来各种构筑物上大量裂缝的出现, 并不是荷载作用产生的, 而是与非荷载作用有直接的关系, 而且通过大量的调查与实测研究可以证明, 这种非荷载裂缝 (有研究资料显示这种裂缝占了全部裂缝的 80%) 大多是由于变形作用引起, 这其中包括了温度变形 (水泥的水化热、气温变化、环境生产热)、收缩变形

(塑性收缩、干燥收缩、碳化收缩)及地基不均匀沉降(膨胀)变形等等。由于这些变形受到约束引起的应力超过了混凝土的抗拉强度,导致了裂缝的发生。

王铁梦先生根据结构温度收缩应力与结构长度是非线性关系的原理提出了“抗”、“放”兼施,以“抗”为主;或“抗”、“放”兼施,以“放”为主来控制有害裂缝的一整套处理方法。其主要特点是通过设计、施工、材料等方面综合技术措施将裂缝控制在无害范围内。在采用“抗”与“放”的裂缝控制原则时,工程师们应当在工程实施中,根据结构所处的具体情况加以灵活的应用。从结构形式的选择方面(微动、滑动及设缝措施,提供“放”的条件)及材料性能方面(提高抗拉强度、抗拉变形能力及韧性等提供“抗”的条件)综合考虑其具体技术的适用条件、使用要求和经济效果后,采取适当的工程措施。一般说来,采取“抗”的方法时,必须要留有足够的抗拉强度储备;采取“放”的方法时,必须要留有充分的变形余地。长期以来,国际上存在着两种不同的设计流派,即“设缝与不设缝”;“抗”与“放”的设计原则使得国际上“设缝与不设缝”两个流派得到了辩证的统一,“设缝与不设缝”不是对立的方法,而是在不同条件下采用“抗”、“放”兼施的互补方法。

可以选择的技术措施包括设计、施工、材料三个方面:设计上合理选择构筑物的结构形式,降低结构可能受到的约束应力,采用中低强度等级混凝土,尽量利用混凝土后期强度(60d或90d);在材料组成上尽量优选有利于抗拉性能的混凝土级配,优选水胶比、减少坍落度、增加骨料粒径,降低含泥量及杂质含量,选用影响收缩和水化热较小的外加剂和掺合料;在施工中采取保温保湿的养护技术,控制混凝土的温差和降温速度,对于超长结构则可以采取“分块跳仓浇筑结合综合技术措施”方法施工。“分块跳仓浇筑结合综合技术措施”其原理是“抗放兼施、先放后抗、以抗为主”,它是在克服了后浇带方法施工的缺陷后的一种创新,1978年在国内首先应用于上海宝钢一期工程初轧厂基础,其长度是指基础最长一边在某一方向上的最大投影长度。本篇第一章里介绍的上海宝钢一钢不锈钢工程大型地下箱形基础428m混凝土无缝工程的施工实践,提供了普通混凝土采用以“抗放兼施、先放后抗、以抗为主”原则为指导的“分块跳仓浇筑结合综合技术措施”后成功控制裂缝的大型工业设备基础地下同类工程新纪录。本篇第三章里介绍的深圳少年宫地下室基础长墙和深圳市民广场地下停车场大面积钢筋混凝土施工实践及第二章里介绍的大连城市广场大体积混凝土基础温控防裂施工实践,则提供了民用工程中普通混凝土采用“分块跳仓浇筑结合综合技术措施”后成功控制裂缝的几个施工实例。

王铁梦提出混凝土长墙的温度应力计算公式后,国内有不少研究者尝试用有限元法来研究这个问题,研究的结果是证明了王铁梦法温度应力计算公式可以满足工程计算精度。温度应力计算时较为精确的方法是采用有限元法,但计算复杂。从本书所载的应用实例来看,如果从工程计算精度和在工地现场使用方便的目的出发,采用《工程结构裂缝控制》一书给出的简化计算方法已完全可以满足工程实践需要。而且编著者认为:对于混凝土这种随机性很大的人工合成材料,在结构复杂、施工条件多变的情况下,非常精确的计算在试验和作为深入学术研究时是需要的,但用于工程实际问题时就有难度了,此时所需要的只是计算方法的简单、实用和能满足工程精度要求。国外也有一些温度应力的建议计算式,但按其计算得出的结果与大部分工程实际情况不符,无法在工程中加以应用。

王铁梦法有四个基本计算式:拉应力 σ_{max} 计算式、裂缝间距 L_{max} 计算式、裂缝宽度

δ_{fmax} 计算式和剪应力 $\tau(x)$ 计算式。从这些式子里, 可以推导出取消伸缩缝、控制裂缝、“抗”“放”兼施来控制有害裂缝一整套处理方法的计算依据。本书搜罗的数百例工程计算实例主要应用的也是这四个计算式或其演变式。

在拉应力 σ_{max} 计算式中: 拉应力 σ_{max} 与泊松比 μ 、弹性模量 E 、线膨胀系数 α 、温差 T 、水平阻力系数 C_x 、墙高 H 、松弛系数及自变量之一为建筑物长度 L 的双曲余弦函数 (\cosh) 有关; 针对某个结构设计的特定工况而言, 前七个是定值, 而双曲余弦函数 (\cosh) 从数学意义上讲, 其函数值有这样一个特点, 即在自变量达到某一个值后即使自变量增加很小一点时函数值也增加很大, 函数值接近二分之一以 e 为底的指数函数。它的倒数在自变量增加时趋近于 0。从工程意义上讲, 拉应力虽与建筑物长度是非线性关系, 但建筑物长度达到某一个数值后, 其长度的增加对拉应力增加的影响很小很小; 进一步的计算可以表明其增加量仅占到拉应力的 10^{-3} 数量级, 从工程计算精度考虑已可以忽略不计。此时拉应力值趋近于符合该结构工况的某一个相对固定的量值, 即控制了七个主要参数后, 温度收缩应力有其最大值。在计算温度收缩应力时, 王铁梦法还针对解决徐变、应力松弛计算这一难题提出了松弛系数的概念, 采用系数法, 给实用带来了很大的方便。当采取了“抗”“放”结合的综合工程技术措施使这一相对固定的最大量值小于结构材料的抗拉强度时, 建筑物就不会出现裂缝; 这就说明了在这类结构设计中取消为了避免裂缝出现而设置的伸缩缝是有计算依据的。本篇第一章里介绍的 428m 大型地下箱形基础混凝土施工和第三章里介绍的地下室长墙施工都杜绝了混凝土有害裂缝很能说明这个问题。

在裂缝间距 L_{min} 计算式中: 裂缝间距 L_{min} 与弹性模量 E 、线膨胀系数 α 、水平阻力系数 C_x 、墙高 H 、极限拉伸应变 ϵ_p 及自变量之一为温差 T 的反双曲余弦函数 (arcosh) 有关; 针对某个结构设计的特定工况而言, 前五个是定值, 而反双曲余弦函数 (arcosh) 从数学意义上讲, 其函数值是单调增加。从工程意义上讲, 当采取了“抗”“放”结合的综合工程技术措施使 $|\alpha T|$ 接近 ϵ_p 时, 裂缝间距 L_{min} 会渐渐增加, 数学表达式为: $\alpha T \rightarrow \epsilon_p$, $L \rightarrow \infty$ 。当裂缝间距 L_{min} 超过结构设计长度时, 建筑物就不会出现有害裂缝; 这也说明了在这类结构设计中采取了“抗”“放”结合的综合工程技术措施后是可以取消为了避免裂缝出现而设置的伸缩缝的。当 $|\alpha T|$ 小于 ϵ_p 时, 虽然从数学概念上讲计算表达式无意义, 但其工程意义则说明了当混凝土当量温差产生的变形低于混凝土本身所具有的极限拉伸应变时建筑物就不会出现收缩裂缝, 没有裂缝产生也就没有计算裂缝间距的必要了, 这也就是王铁梦法中“抗”的含义了。本篇介绍的《超长超厚一次连续浇筑大体积无微膨胀剂混凝土裂缝控制技术 (奥运配套工程北京电视中心大体积混凝土裂缝控制技术)》一文里一次连续浇筑 88m × 77m 大体积混凝土、《新上海国际大厦基础承压平台大体积混凝土施工过程中水化热影响分析》一文里一次连续浇筑 75m × 71m 大体积混凝土和《上海金茂大厦基础工程 C50 混凝土结构裂缝控制技术》一文里一次连续浇筑 65m × 65m 大体积混凝土施工时采取了综合工程技术措施后无有害裂缝出现就是依据了这个原理。《上海金茂大厦基础工程 C50 混凝土结构裂缝控制技术》和《C50 超厚大体积混凝土承台施工及裂缝控制》二文各有所侧重地介绍了上海金茂大厦基础工程 C50 混凝土结构施工时预防有害裂缝所采取的综合控制措施, 可互为参考。

再来看一看裂缝宽度 δ_{\max} 。谈到裂缝宽度，首先需要指出，和上述分析拉应力和裂缝间距时提到的采取综合技术控制措施预防有害裂缝不同，裂缝宽度 δ_{\max} 的计算式是在混凝土结构出现了有害裂缝后，分析和处理裂缝时应用的，它与弹性模量 E 、线膨胀系数 α 、温差 T 、水平阻力系数 C_x 、墙高 H 、裂缝宽度衰减系数 ψ 及裂缝最大间距 L_{\max} 有关；针对某个结构设计的特定工况而言，计算结果基本是一个符合该结构工况的某一个相对固定的量值。当分析构筑物裂缝时，如果发现实测的裂缝宽度明显大于这一个相对固定的量值时，工程师就要考虑收缩应力以外的裂缝产生原因了。只有弄清楚了混凝土结构裂缝产生的全部原因，才能比较彻底地处理这类裂缝。

美国混凝土协会 (ACI) 基于经验、试验资料在 “Effect of Restraint, Volume Change, and Reinforcement on Cracking of Mass Concrete” (ACI 207. 2R—95 Reapproved 2002) 里推荐了长大块体混凝土约束应力的计算公式；该式中以约束度 (R) 来估算混凝土块体由于收缩在中截面不同高度引起的水平拉应力。但是它的假设与随机性很大的各种工程结构情况很难符合，而且约束度 (R) 仅与高长比 (h/L) 有关，与长度的绝对值无关，所以按该公式分析的裂缝情况与大多数工程的实际测量数据不符。因为很明显的一点是当高长比相等的结构其绝对尺寸相差很多时其受力情况是完全不同的。

关于混凝土非荷载裂缝的裂缝宽度和裂缝间距的计算，国外有一篇文章 (THERMAL STUDY MASS GRADIENT ANALYSIS PROCEDURE AND EXAMPLE ETL 1110—2—542 30 May 97) 介绍了他们基于 ACI 207.2R—95 的一种计算方法。现简述如下：第一步计算出总变形值和极限拉伸应变值；第二步计算这二个值的差即为总的裂缝宽度值；第三步计算裂缝宽度是根据经验，估计每条裂缝的平均宽度值；第四步计算裂缝条数是用总的裂缝宽度值除以每条裂缝的平均宽度值而得到的；最后一步计算裂缝间距时，则是将构筑物的长度除以裂缝条数后得出。这种裂缝计算得出的结果很明显与大多数工程的裂缝分布情况和实际测量数据是不符的。读者可以看出：这种计算方法和王铁梦法中裂缝间距 L 和裂缝宽度 δ 的计算方法有着本质上的区别，而根据大量的工程实例介绍，用王铁梦法中裂缝间距 L 和裂缝宽度 δ 的计算方法计算得到的裂缝间距值和裂缝宽度值是和大多数工程的裂缝分布情况和实际测量数据基本相符的。

从上面的分析中我们可以看到：在 ACI 建议的计算式和上述介绍的非荷载裂缝的裂缝宽度和裂缝间距的计算方法中，既推导不出基本符合工程裂缝实际情况的裂缝宽度、裂缝间距、剪应力和位移，也不能得到取消伸缩缝和控制裂缝的计算依据；而王铁梦法却能解释这些问题。这也就是王铁梦法在裂缝控制工程领域里的领先所在。但王铁梦法里也有可以进一步研究、完善之处，如计算式里很关键的一个数据 (水平阻力系数 C_x)，其值是通过现场试验和处理裂缝的工程实践后反算得出的能近似地解决实际问题的一个参数。这是一个经验值，虽然是在经验范围里取值，但也有一定的随意性，而其取值的大小对计算结果又有较大的影响。如能在做进一步的试验、研究工作后，找到在各种约束界面情况下水平阻力系数 C_x 比较精确的取值方法，王铁梦法就又向前推进了一步。

现在工程界都在讲高性能混凝土的概念，但高强混凝土并不等于高性能混凝土，我们在推广混凝土高强度时应该考虑适用范围，不能不考虑工程结构特点就把高强混凝土推广到长墙、板梁、箱体等承受水平约束应力很高的结构中，这样会导致结构中产生过大的约