

建筑设备监控系统工程 技术指南

赵晓宇 王福林 吴悦明 姜子炎 等著



中国建筑工业出版社

建筑设备监控系统工程 技术指南

赵晓宇 王福林 吴悦明 姜子炎 等著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑设备监控系统工程技术指南/赵晓宇等著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 9

ISBN 978-7-112-19520-6

I. ①建… II. ①赵… III. ①房屋建筑设备-监控系统-指南
IV. ①TU855-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 138023 号

责任编辑: 杨 杰 张伯熙

责任设计: 李志立

责任校对: 陈晶晶 张 颖

建筑设备监控系统工程技术指南

赵晓宇 王福林 吴悦明 姜子炎 等著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京君升印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{1}{4}$ 字数: 551 千字

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-19520-6

(29045)

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)

序

随着城市化发展和信息技术的普及,智能建筑市场不断扩大。2015年十二届全国人大三次会议上,李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划,为互联网+建筑节能的深度融合以及智慧城市、绿色建筑的深化发展提供了新契机。在可预见的未来,“互联网+”下的建筑智能化系统必将在深度和广度两个维度上承担职责并发挥作用。在深度上,利用信息化、网络与控制等技术,不仅实现居住环境的安全、健康、舒适,更要最大限度的降低建筑运行的能源消耗,实现节能减排;在广度上,建设运营的主体将从住宅、办公楼向商场、学校、医院、交通枢纽、会展中心等各种类型建筑推广覆盖。

不积跬步无以至千里,上述美好而宏大的愿景若要得以实现,必须依赖智能建筑行业各个从业人员的努力与付出,做到每一个工程的精心设计、施工、调试、试运行、检测、验收和运维,通过对系统工程全生命期的技术控制,使得智能建筑真正发挥其“智能”的效果。

遗憾的是,从我国大量相关工程项目的实施效果来看,建筑设备监控系统正常运行的比例很低,能够发挥正常功能的不足20%。为何有如此大的差距呢?调研分析表明,在实际工程的设计、施工、验收和运行等环节中普遍存在着问题,而且这些问题很大程度是机制的问题,而不是某个企业的具体问题,因此需要在工程流程和技术管理上进行规范,以实现行业的健康发展。

早在2009年《建筑设备监控系统工程技术规范》编制工作启动时,我就建议制订行业标准的重点在于制定规则,要用一套标准化的描述方法把监控系统应该干成什么样给定义清楚。所谓标准化的描述方法,其实就是行业内所有参与人员都能明白的“普通话”,把监控系统需要实现的功能用标准的语言、标准的形式、标准的图描述清楚,使得人人都可以看懂。比如设计院把功能表达清楚了,工程公司据此进行具体设计、再验收,最后根据这套标准化的方法评判运行效果。这样的一套标准化的描述方法,可以成为监控系统设计、施工、调试、验收、运行的依据,解决好各环节之间衔接脱节的问题,从而保障建筑设备监控系统的良好运行。

《建筑设备监控系统工程技术规范》(JGJ/T 334—2014)在2014年发布并实施了,首次建立并规范了这样的标准化描述方法。限于写作范式,《规范》只能是对规定的简单罗列,陈述“应该做什么”、“不能做什么”,对于“为什么应该做(或不能做)”、“为什么这么做”则是惜墨如金,可能难免对想要参考规范的业内人士带来一些困惑。本书花了大量篇幅介绍了《规范》编制过程中的研究成果,包含了作者的思考和见地,是对于《规范》的有益补充,可供建筑设备监控系统全生命期参与者(设计师、施工单位、调试人员、检测机构、物业等)阅读参考。

但凡是新事物总有一个被接受和广泛采纳意见的过程，目前基于《规范》要求建成的实际工程案例还比较少。本书专门摘选出几个具有典型性的工程案例，采用标准化功能描述方法进行表述，值得读者借鉴。规范来自实践，最终还要回到实践中，去指导实践。也借此机会望业内同仁在未来更多的实践中不断推敲琢磨，多提宝贵意见。

智能技术是实现功能的根本，建筑智能化领域的发展变革也非常迅速。近些年“去中心”、“物联网”、“大数据”等概念引起了世人的极大关注，与这些概念息息相关的技术也应运而生。本书的最后一篇，作者很有心地介绍了无中心扁平化的智能建筑平台、无线无源的能量采集技术与大数据技术，希望读者开卷有益。

江亿

2016年8月于清华园

前 言

对建筑设备监控系统的素材收集和资料分析工作始于 2009 年初向住房和城乡建设部申请标准编制立项,随后《建筑设备监控系统工程技术规范》(下文简称《规范》)的编制任务被列入了当年的首批标准编制目录。《规范》的主编单位为同方股份有限公司和中国建筑业协会智能建筑分会(原智能建筑专业委员会),邀请行业内三十余位专家成立了标准编制组,由我担任主编,开始了长达五年的编制过程。经过多次讨论修改、征求意见和专家评审等环节,《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334—2014 已于 2014 年 12 月 1 日起正式实施。这是我国首部完全针对建筑设备监控系统的专业性技术规范,对建筑全生命期中关键环节,如设计、施工、调试、试运行、检测、验收和运行维护等的技术要求进行了全面的规定。

标准编制过程中,我们查阅了国内外大量技术资料,走访调研了部分实际工程,分析了当前国内工程效果存在的问题,最终确定了“功能”是贯穿系统工程的“纲”。在规范编制中强调了功能设计的重要性,并为突出可操作性,采用了一套标准化的功能描述方法。在系统配置中选用适当的系统架构和产品将其落实,通过施工安装和调试将其实现,系统检测和验收也有了明确的依据。建筑设备监控系统的功能和效果是要在实际运行中体现的,由于监控系统采用的是电子元器件,需要定期进行校核和维护保养,而且随着使用情况还需要对预先编制的软件参数和程序进行必要的调整和优化,因此运行维护阶段是必不可少的一部分,首次将该部分内容纳入为系统工程的一环,期望能促进系统发挥作用。

编制过程中比较困扰的一个问题是,由于建筑设备监控系统依托于自动化、计算机和网络通信等技术,产品的更新换代非常快,如何对系统配置中的产品进行要求?经过反复讨论,标准中未对系统的架构层次和产品的硬件参数做具体规定,希望以功能设计为导向的系统配置原则能够在技术上适用时间更长且范围更广。

在 2014 年 11 月,《规范》实施前,编制组进行了宣贯,收集了行业内的反馈意见,功能设计的理念得到普遍认同,但是标准化描述方法如何在实际工程中具体应用还比较抽象。因此本书将标准编制过程中的分析思考进行梳理后,补充了典型工程案例。

本书的主要内容包括:

第一篇主要是对技术资料的分析整理。第 1 章介绍了相关的基本概念,系统组成和关键技术,其中国内系统名称的演变过程反映了系统内涵与国外的区别。第 2 章介绍了行业发展历史,我国的行业现状和国内外的技术标准状况其中我国市场调研数据还是首次在国内公开发表,虽然数据是几年前的,但对了解当前的行业状况仍然很有参考价值。第 3 章对我国工程实施效果和产品故障情况进行了调研和分析,确定了应以功能为目标进行系统工程的全生命期技术控制。

第二篇主要是系统工程全生命期的思路和关键技术等内容,包含了标准编制的成果。第 4 章重点对功能设计和标准化描述方法进行了详细介绍。第 5 章“系统配置”中对产品

的性能参数和相关影响因素进行了详细介绍而未对其硬件参数做具体要求。由于施工、调试、试运行、检测和验收等内容有很多相关的工程建设标准和书籍，因此第6章对该部分内容进行了综合和概括介绍。第7章仅对运行维护的技术内容提出了要求，相当于系统使用说明和注意事项的提示。

第三篇选取了近年来有代表性的几个工程案例，对系统工程全生命期中的主要技术资料进行归纳整理，特别是对系统功能采用了标准化功能描述方法进行表述，以便于读者理解和参考。

考虑到技术发展快速，第四篇介绍了无中心扁平化系统（TOS）、无源无线传感器和大数据等新技术和新产品的应用。这些新技术已经在多年研究的基础上开始了工程应用，相信今后还会有更多的新技术、新产品推动本行业的健康快速发展。

本书的编写凝聚了《建筑设备监控系统工程技术规范》编制组成员的集体智慧，并通过后期同方泰德国际科技（北京）有限公司贺迪（第1章）、于长雨（第8章）、陈俊（第9章）、马奎（附录二），同方股份有限公司方豪（第6章，第9章）、张聪（第10章，附录一）和清华大学陈哲良（第13章）等多位同事的辛苦付出才得以完成。在编写过程中，得到了清华大学江亿院士的指导，在此一并表示深深的感谢。

建筑设备监控系统在我国的应用已有20余年，随着节能减排和智慧城市的深入进行将持续快速发展。希望本书提供的内容能对工程应用有一定的参考和借鉴，本书的相关结论还需行业内交流和探讨，不足之处敬请读者给予批评指正。

目 录

第一篇 概述	1
第1章 基本概念	3
1.1 名称由来	3
1.2 系统组成	4
1.2.1 现场设备	5
1.2.2 网络拓扑结构	7
1.2.3 网络传输介质	7
1.3 通信协议和接口	8
1.3.1 OSI通信参考模型	8
1.3.2 常见的通信接口	10
1.3.3 现场总线技术	10
1.3.4 无线通信技术	15
第2章 行业发展	18
2.1 行业发展历史	18
2.1.1 自动控制系统的发展	18
2.1.2 智能建筑的发展	19
2.1.3 我国节能减排的形势	20
2.2 我国楼控行业现状	21
2.2.1 总体市场规模	21
2.2.2 我国楼控市场概览	22
2.2.3 我国楼控市场细分	24
2.3 技术标准状况	27
2.3.1 境外相关标准	27
2.3.2 国内相关标准	29
2.3.3 小结	31
第3章 实施效果	32
3.1 工程实施效果调研	32
3.1.1 文献调研	32
3.1.2 规范编制组典型项目调研	35
3.1.3 清华大学对北京地区典型项目调研	35
3.2 产品故障分析	39
3.2.1 常见传感器故障	39

3.2.2 常见传感器的平均无故障时间	40
3.2.3 产品故障率	41
3.2.4 小结	41
3.3 分析与启示	42
第二篇 系统工程技术	45
第4章 功能设计	47
4.1 概述	47
4.2 标准化功能描述方法	49
4.2.1 监测功能	49
4.2.2 安全保护功能	51
4.2.3 远程控制功能	52
4.2.4 自动启停和自动调节功能	52
4.3 供暖通风与空气调节	55
4.3.1 空调冷热源和水系统	55
4.3.2 空调机组	56
4.3.3 新风机组	60
4.3.4 风机盘管	61
4.3.5 通风设备	61
4.3.6 其他供暖通风与空气调节设备	62
4.4 其他监控对象	62
4.4.1 给水排水	62
4.4.2 供配电	63
4.4.3 照明	64
4.4.4 电梯与自动扶梯	64
4.5 能耗监测	65
4.6 管理功能	66
第5章 系统配置	69
5.1 概述	69
5.1.1 设计内容	69
5.1.2 设计文件的深度	71
5.2 传感器和执行器	73
5.2.1 传感器的选用要求	73
5.2.2 常用传感器	75
5.2.3 执行器的选用要求	81
5.2.4 常用执行器	82
5.3 控制器	86
5.3.1 现场控制器基本概念	86
5.3.2 硬件构成	87

5.3.3 软件功能	93
5.3.4 控制器的评价指标	94
5.3.5 设计选用要点	96
5.4 人机界面和数据库	99
5.4.1 人机界面	99
5.4.2 数据库	101
5.4.3 人机界面和数据库的配置要求	102
5.5 网络结构和接口	104
5.5.1 常用网络接口和网络设备	104
5.5.2 网络配置要求	105
5.5.3 接口配置要求	106
5.6 系统辅助设施	108
第6章 施工验收	110
6.1 施工	110
6.1.1 施工准备	110
6.1.2 施工过程	111
6.1.3 自检自评	112
6.2 调试和试运行	112
6.2.1 调试准备	112
6.2.2 调试	114
6.2.3 试运行	114
6.3 检测	115
6.3.1 相关规定	115
6.3.2 检测方法	115
6.3.3 检测项目	117
6.3.4 国内工程检测情况分析	119
6.3.5 国外功能检测介绍	120
6.4 验收	120
6.4.1 相关的基本概念	120
6.4.2 工程质量验收的程序和组织	121
6.4.3 工程质量验收内容和条件	123
6.4.4 工程质量验收的结论与处理	125
第7章 运行和维护	127
第三篇 工程案例	131
第8章 案例A: 重庆冷站自控项目	133
8.1 案例综述	133
8.1.1 项目概况	133
8.1.2 项目难点	133

8.1.3 解决方案	133
8.1.4 获得效益	134
8.2 功能设计	134
8.2.1 被控对象概述	134
8.2.2 基本监控功能描述	136
8.2.3 管理分析功能描述	147
8.3 系统配置	148
8.3.1 设计说明	148
8.3.2 系统图	148
8.3.3 监控原理图	150
8.3.4 监控点表	151
8.3.5 施工平面图	157
8.3.6 控制器柜接线图表	158
8.3.7 控制算法分配表	159
8.3.8 设备材料表	160
8.4 施工调试和试运行	161
8.4.1 施工安装	161
8.4.2 系统调试	161
8.4.3 系统试运行和验收	166
8.5 冷站节能测试	166
8.5.1 测量范围	166
8.5.2 测量方法及条件	166
8.5.3 测量时间及数据记录	166
8.6 运行数据分析	168
8.6.1 运行概况	168
8.6.2 冷水机组台数控制算法应用效果分析	169
8.6.3 冷却水系统节能控制算法应用效果分析	171
8.6.4 冷冻水泵台数及频率优化算法应用效果分析	173
8.6.5 小结	175
第9章 案例 B: 综合建筑体设备监控项目	177
9.1 项目概况	177
9.2 功能设计	177
9.2.1 设计范围	177
9.2.2 功能描述	178
9.3 系统配置	203
9.3.1 设计说明	203
9.3.2 系统图	204
9.3.3 监控原理图	204
9.3.4 平面图	207

9.3.5 监控点表	212
9.3.6 控制箱内设备布置和配线连接图	213
9.3.7 控制算法配置表	216
9.3.8 设备材料表	216
9.4 施工到验收	218
9.4.1 施工	218
9.4.2 调试	220
9.4.3 系统功能验收	223
9.5 中央空调计量收费	224
9.5.1 系统简介	224
9.5.2 功能说明	224
9.5.3 人机界面	226
第10章 案例C: 变风量系统自控项目	231
10.1 项目综述	231
10.1.1 项目概况	231
10.1.2 难点与挑战	231
10.1.3 解决方案	231
10.2 功能设计	232
10.2.1 变风量空调系统 (含呼吸式幕墙)	232
10.2.2 与其他监控系统的集成	240
10.3 系统配置	241
10.3.1 设计说明	241
10.3.2 系统图	242
10.3.3 监控原理图	242
10.3.4 监控点表	244
10.3.5 平面图	244
10.3.6 机房大样图	244
10.3.7 监控机房平面布置图	244
10.3.8 控制箱内布置图	248
10.3.9 接线端子表	248
10.3.10 控制算法表	250
10.3.11 设备材料表	250
10.4 施工、调试和试运行	251
10.4.1 施工安装	251
10.4.2 调试	252
10.4.3 试运行	256
10.5 检测和验收	258
10.5.1 系统检测	258
10.5.2 验收	259

10.6 运行维护工作..... 260

第四篇 新技术简介与展望 261

第 11 章 TOS 智能建筑系统平台 263

11.1 对现有建筑设备控制系统的思考..... 263

11.1.1 现有系统架构下工程实施的关键问题 263

11.1.2 组网调试人力成本高 264

11.1.3 系统架构是根本的原因 265

11.2 对建筑、机电设备系统及其控制管理的新认识..... 266

11.2.1 建筑由空间组成 266

11.2.2 建筑被控物理过程大都符合“扩散方程” 267

11.2.3 控制调节和监控管理 269

11.2.4 灵活性和可扩展性需求 270

11.3 扁平化自组织的 TOS 智能建筑平台技术 271

11.3.1 面向空间、扁平化、自识别的系统架构 271

11.3.2 描述建筑系统运行的标准数据集 273

11.3.3 自组织优化控制 274

11.3.4 开放的开发工具 276

11.4 总结和展望..... 278

第 12 章 无源无线传感通信技术 281

12.1 无线通信技术在建筑中的应用..... 281

12.2 能量采集技术..... 282

12.2.1 无源自动水阀 282

12.2.2 无源无线开关 283

12.2.3 无源室内环境传感器 284

12.2.4 无源散热器控制器 284

12.2.5 管道内无源无线传感器 285

12.2.6 无源智能玻璃 285

12.2.7 无源智能安防窗 286

12.3 小结..... 286

第 13 章 大数据技术在建筑中的应用 287

13.1 大数据的概念..... 287

13.2 大数据技术在建筑设备控制中的应用..... 288

13.2.1 数据关联 289

13.2.2 数据融合 290

13.2.3 人数识别方法 290

13.2.4 基于人数识别的预测控制 294

13.3 小结.....	302
附录一 接口配置示例.....	303
附录二 常见品牌冷机接口信息.....	309
附录三 国外空调机组功能检测表.....	322
参考文献.....	335

第一篇 概 述

本篇是对技术资料的分析整理。其中相关的基本概念、系统组成和关键技术等内容贯穿于全书，了解行业发展历史、我国市场现状、国内外技术标准状况，对我国工程实施效果进行调研后深入分析了原因，提出了应以功能为目标进行全生命期的技术控制的思路。

第1章 基本概念

1.1 名称由来

“建筑设备监控系统”是建筑电气和智能建筑中的一个独立系统，其功能和内涵可以追溯到“楼宇自动化系统”或称为“楼宇自动控制系统”（简称为“楼控系统”），该词来源于 Building Automation System (BAS) 的英文直译，主要是指可以对建筑服务设备/系统进行监测、控制和记录的集中控制系统。在国外文献中相关的术语还有：Building Management System (BMS)，Building Control System (BCS)，Building Automation and Control System (BACS)，Building Energy Management System (BEMS) 等，在系统组成和主要功能方面都比较类似。

智能建筑的基本功能主要由三大部分构成，即建筑设备自动化系统 (BA)、通信自动化系统 (CA) 和办公自动化系统 (OA) 集成组成，简称为 3A。后来，由于我国对于建筑中的火灾自动报警系统 (FA) 和安全防范自动化系统 (SA) 分别由公安部消防局和公安部安防办来进行管理，因此将该两个系统与前面三个自动化系统并列开来，简称为 5A。通常，也将国外的 BAS 或 BMS 等称为广义的 BAS，而我国去除了 FA 和 SA 的 BAS 称为狭义的 BAS；国内称为建筑设备管理系统的 BMS，即包含与消防和安防系统进行信息交互和联动控制的功能，可对应于国外的 BMS 或广义 BAS。

从我国已经发布的国家标准中对该系统的术语定义可以看出这一发展过程：

智能建筑行业第一部国家标准为《智能建筑设计标准》GB/T 50314—2000^[1]，术语“建筑设备自动化系统 (BAS) building automation system”是指“将建筑物或建筑群的电力、照明、给排水、防火、保安、车库管理等设备或系统，以集中监视、控制和管理为目的，构成综合系统。”与国外的广义 BAS 概念是一致的。

随后发布的《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339—2003^[2]，术语“建筑设备自动化系统 (BAS) building automation system”是指“将建筑物或建筑群内的空调与通风、变配电、照明、给排水、热源与热交换、冷冻和冷却及电梯和自动扶梯等系统，以集中监视、控制和管理为目的构成的综合系统。本规范所用建筑设备监控系统与此条通用。”根据工程实施和验收的管理情况，将该系统定义为狭义的 BAS，并提出术语“建筑设备监控系统”与“建筑设备自动化系统”通用。

修编后的国家标准《智能建筑设计标准》GB/T 50314—2006^[3]又在前两者的基础上定义了术语“建筑设备管理系统 (BMS) building management system”，是指“对建筑设备监控系统和公共安全系统等实施综合管理的系统。”而“公共安全系统 (PSS) public security system”是指“为维护公共安全，综合运用现代科学技术，以应对危害社会安全的各类突发事件而构建的技术防范系统或保障体系。”可以对应于国外的 BMS 或 BAS。