

Qixiang
Gongcheng
Guanli

气象工程管理

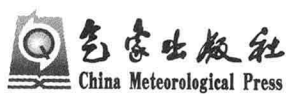
◎ 巩在武 张丽杰 孙 宁 等 编



气象出版社
China Meteorological Press

气象工程管理

巩在武 张丽杰 孙 宁 等 编



内容简介

本书从气象工程管理理论、方法、应用和热点问题等方面系统阐述了气象工程管理的基本理论,涉及的方法,气象服务平台建设、效益评估、气象灾害管理等方面知识。

本书可作为非气象专业,特别是管理学、经济学等专业的本科生教材,也可作为管理学、经济学等研究生专业从事气象经济管理交叉研究的导读书。同时本书还可作为气象部门从事管理工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

气象工程管理/巩在武等编. —北京:气象出版社,2012.6

ISBN 978-7-5029-5505-2

I. ①气… II. ①巩… III. ①气象学-工程管理 IV. ①P4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 121721 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:隋珂珂

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:720 mm×960 mm 1/16

字 数:408 千字

版 次:2012 年 7 月第 1 版

定 价:30.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:汪勤模

责任技编:吴庭芳

印 张:16

印 次:2012 年 7 月第 1 次印刷

序

2005年8月23日,威力强劲的“卡特里娜”(Katrina)飓风在美国南部沿海地区登陆,造成1836人死亡,100多万人流离失所和接近1000亿美元损失的灾难,是美国历史上最为严重的自然灾害之一。这次灾难暴露出美国联邦政府在灾难事件的应急反应方面存在严重缺陷,国土安全部缺乏快速评估和传递灾难造成损失的信息以及协调各救援机构的系统,是造成联邦政府在“卡特里娜”飓风灾难中救援反应迟缓的主要原因之一。2005年9月13日美国总统布什在白宫说,“卡特里娜”飓风暴露了美国各级政府应急反应能力中的严重问题,他对联邦政府未能在应急救灾方面完全履行职责承担责任。但是,早在1718年,就有工程师提出了洪水威胁的警告。洪水的神秘性总是冲走灾难的预兆,新奥尔良人也始终存在侥幸心理。直到2005年8月30日晨“卡特里娜”飓风最后一刻向东偏转时,当地许多居民才强烈感受到:灾难真的来了……

2008年年初,我国南方发生了历史上罕见的特大低温雨雪冰冻灾害。这次灾害发生强度大、持续时间长、影响范围广,造成湖南、湖北、安徽、江西、广西、贵州等19个省(区、市)受灾人口达1亿多人,直接经济损失达1516.5亿元。这次灾害发生在春节前后,恰逢我国民工返乡、学生放假,对我国各行各业产生了极大的影响,特别是对交通运输、能源供应、电力传输、农业及人民群众生活造成严重影响和损失。安徽等地部分列车停运,从湖南境内南下的车辆通行受阻,京广南段、沪昆西段出现旅客列车大面积晚点,广州地区滞留了80万旅客,铁路运输面临极为严峻的困难和挑战,对春运的正常运行造成重大影响,对我国政府应急管理带来极大的考验。党中央、国务院把“保交通,保电力,保民生”看作政府应对巨灾的目标,在这场突如其来的巨灾面前,政府经受住了考验,取得了巨大的抗灾成果……

2009年12月7—18日,《联合国气候变化框架公约》缔约方第15次会议在丹麦首都哥本哈根召开。本次会议就未来应对气候变暖的全球行动签署了新的协议。全球气候变暖正在造成海平面上升和降雨量及降雪量在数额上和样式上的变化。这些变动正在促使极端天气事件更强更频繁,譬如洪水、旱灾、热浪、飓风和龙卷风。除此之外,还造成农作物减产、冰河撤退、夏天河流流量减少、物种消失及疾病肆虐。有科学家指出,受全球气候变暖影响,北极冰川融化速度加快、澳大利亚大堡礁将在20年

内消失、马尔代夫也将消失,亚马逊“飞行之河”(flying river,即给广大雨林地区带来降水的潮湿气流)可能会渐渐消失。全球气候变暖的直接诱因是过多的二氧化碳排放。据美国橡树岭实验室研究报告,自 1750 年以来,全球累计排放了 1 万多亿吨二氧化碳,其中发达国家排放约占 80%。据政府间气候变化专门委员会报告,如果温度升高超过 2.5℃,全球所有区域都可能遭受不利影响,发展中国家所受损失尤为严重;如果升温 4℃,则可能对全球生态系统带来不可逆的损害,造成全球经济重大损失。科学家们预计:想要防止全球平均气温再上升 2℃,到 2050 年,全球的温室气体减排量需达到 1990 年水平的 80%。哥本哈根会议是继《京都议定书》后又一具有划时代意义的全球气候变化大会,将对地球今后的气候变化走向产生决定性的影响。

以上仅仅是气象灾害以及气候变化对人类影响的冰山一角。近年来,人们在气象科学研究方面取得了众多突破性的进展:人们在灾害性天气的发生、发展以及可预报规律研究方面取得了较大进展,在此基础上设计出服务于社会的各种气象产品;人类对非线性的全球气候系统渐变规律研究日益深入,人类对应对全球气候变化——清洁生产与碳减排意识逐渐明确。然而,在严重的、突发性的自然灾害面前,最先进的自然科学技术与仪器设备也无能为力。实际上,天灾有时并不可怕,人祸带来的危机更让人担忧:人类无节制的、变本加厉的经济社会活动使得本来变化无常的气候系统更加脆弱;危机来临之前缺乏有效的风险预测与预防方法与技术、灾难面前缺乏有效的管理方法与技术;人类在危机来临时的恐慌与混乱所造成人为后果才是真正的灾难。换言之,气候变化背景下如何采取有节制、规律性的经济活动,采取有针对性的应对策略;灾害发生前后如何采取更为合理的科学管理方式,形成系统的应对与管理策略,将可能避免的灾害降低到最低限度,是现代社会的课题。

“卡特里娜”飓风灾害发生后,引起了包括各国官员、平民百姓、各种社会组织以及研究学者各阶层的反思与探讨。代表世界最先进科学技术的国家竟然在自然灾害面前如此脆弱!科学技术再先进,都离不开社会的有序管理!于是,越来越多的专家学者将研究的重点转向危机管理、风险管理中。目前危机与风险管理已经成为一些高校的必修课程,这对于普及公众的危机意识、提高全社会危机应对能力十分重要。以美国新奥尔良危机为借鉴,我国在危机、灾害与风险管理方面也成效显著。2008 年年初,我国成功应对 50 年一遇的特大冰冻雨雪灾害;2008 年 5 月,我国政府又在汶川特大地震灾害面前经受住了考验。

2009 年 12 月 19 日,哥本哈根世界气候大会在喋喋不休的争吵中落幕,有欢笑,也有失意。有报道称,中国在这场国际谈判中赢得了尊严,争取了主动;也有国外对我国的碳减排政策提出了怀疑与非议。此前,我国学者在气候变化、碳减排与清洁生产研究方面已经取得了富有成效的研究成果。这对我国政府在国际谈判中争取外交主动权起到了积极的作用,也对我国政府制定应对气候变化以及低碳经济发展策略

提供了科学的依据。

无论是政府应对危机、灾害管理还是政府应对气候变化,都与公共气象服务息息相关。“气象防灾减灾”和“应对气候变化”一直以来是中国气象局的两项重大工程。近年来,中国气象局一方面努力发展现代气象预报预测业务,天气预报预测能力不断增强,精细化程度大大提高;另一方面着力建设现代化气象综合观测系统。综合气象观测能力明显增强,已建成了地基、空基和天基相结合,门类比较齐全,布局基本合理的综合气象观测系统。但是,气象工程最终归结为气象服务:“为经济社会发展和人民群众安全福祉作出贡献。”经过 60 年的发展,我国气象部门已从提供较为单一的决策服务和为农服务,逐步发展形成包括决策服务、公众服务、专业服务和科技服务在内的中国特色气象服务体系。农业气象服务领域已由传统农业扩展到包括农、林、牧、渔以及现代农业、新农村建设等在内的大农业范畴。面向工业、交通、环保、水利、国土、卫生、海洋、旅游等行业,以及国防建设、森林防火、应急保障、气候资源开发利用、重大工程建设等领域的专业气象服务蓬勃发展。我国气象服务效益明显增加,气象投入产出比从 20 世纪 90 年代的 1:40 提高到目前的 1:50。气象部门为抵御各种重大气象灾害,为保障新中国成立以来的各种重大庆典活动,为建设包括三峡工程、南水北调、青藏铁路、载人航天等重大工程提供了优质的气象服务保障。气象部门积极参与应对气候变化工作,强化气候变化科学研究、预测预估、影响评估、决策服务,在国家应对气候变化内政外交格局中发挥了重要作用,在国际气候变化科技领域的影响越来越大。

公共气象服务涉及的内容是一项庞大的“气象系统工程”,只有对公共气象服务实施有效管理,才能使其发挥服务社会的最大功效。本教材中,我们将“气象工程”定义为气象乃至其他经济行业针对气象系统内外的各种资源,开发满足各方面需求的气象产品。对气象工程实施有效管理,采取有效的方式与方法,最大程度地发挥气象服务的功能和效益,是气象工程管理研究的基本内容。因此,气象工程管理可以定义为:利用科学的管理手段与方法,充分整合气象内外资源,包括人力、物力、财力,使得气象为强化防灾减灾工作服务的职能和作用、气象为应对气候变化能力建设服务的职能和作用、气象信息为服务社会、行业生产及人民生活物质需求的职能作用达到最优。

科学发展的历史表明,科学上的重大突破、新的增长点至新学科的产生常常是由不同学科的彼此交叉、相互渗透而产生的。大气科学、应用气象学是传统气象学科,遥感学科与技术学科是大气科学、应用气象学科优势的延伸。在科学研究从高度分化走向交叉综合的大趋势下,数学、信息科学、计算机科学以及环境科学等理工科学科以及哲学、社会科学等软科学学科之间相互交叉、融合、渗透,将为气象工程管理学科的创新、实践与发展提供更丰富的研究手段,将赋予气象工程管理更丰富的研究领

域和内涵。

本教材共分四大部分,12章:气象工程管理理论篇主要介绍气象工程管理的概念界定,以及框架气象工程管理的理论。本部分内容中还介绍了气象科学、管理学的一些基本理论与常识,作为公共课学生的知识普及。气象工程管理的方法篇主要介绍气象工程管理涉及的方法如系统论方法、投入产出分析法以及优化方法、模糊数学方法、统计方法等方法,并通过案例分析说明这些方法的用法。气象工程管理应用篇主要介绍公共气象服务平台建设、公共气象服务效益评估理论与应用、气象灾害管理等。本部分内容是本教材的核心内容。气象工程管理热点问题篇主要介绍气候变化与公共管理、碳减排以及低碳经济等。作为全球关注的焦点问题之一,气候变化相关问题在一定程度上体现了气象服务学科当前的研究导向。作为本教材的最后部分,我们希望本热点问题能起到抛砖引玉的作用。

本书编写人员的具体分工(以姓氏笔画为序)

第1章:孙宁、吴敏洁、张丽杰、徐常萍

第2章:巩在武、孙宁

第3章:孙宁

第4章:王芳、巩在武、吴敏洁、徐常萍、姚小芹

第5章:王芳、姚小芹

第6章:王桂芝、张泓波

第7章:孙瑞玲、巢惟志、韩颖

第8章:吴优

第9章:张丽杰

第10章:谢宏佐

第11章:谢宏佐

第12章:谢宏佐

本书的统稿工作由巩在武、孙宁完成。

目 录

序

气象工程管理理论篇

第 1 章 气象工程管理概述	(3)
1.1 大气科学相关知识	(3)
1.2 工程学相关知识	(6)
1.3 管理学相关知识	(10)
1.4 气象工程管理的概念	(16)
第 2 章 气象工程管理的基本框架	(21)
2.1 气象工程管理的理论框架	(21)
2.2 气象工程管理的研究框架	(22)
2.3 气象工程管理的应用框架	(25)
第 3 章 气象工程管理的规范与特色	(30)
3.1 气象工程管理的规范	(30)
3.2 气象工程管理的特色	(30)
3.3 气象工程管理的研究意义	(31)
本篇小结	(32)
复习思考题	(32)

气象工程管理的方法篇

第 4 章 气象工程管理的方法	(35)
4.1 系统论方法	(35)
4.2 投入产出法	(45)

4.3 优化理论与应用	(53)
4.4 模糊理论及应用	(58)
4.5 统计分析方法	(67)
案例:基于贝叶斯方法的渔船出海风险决策	(71)
案例:风暴潮灾情等级识别的模糊聚分析方法	(74)
本篇小结	(79)
复习思考题	(79)

气象工程管理应用篇

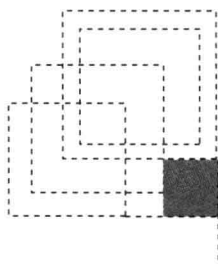
第 5 章 公共气象服务平台建设	(83)
5.1 观测平台建设	(83)
5.2 业务平台建设	(85)
5.3 服务平台建设	(89)
第 6 章 公共气象服务效益评估	(92)
6.1 公共气象服务内容、方式与渠道	(92)
6.2 公众气象服务效益评估	(93)
6.3 行业气象服务效益评估	(108)
案例:苹果花期冻害气象服务效益分析	(112)
本章小结	(115)
复习思考题	(115)
第 7 章 气象灾害管理理论	(116)
7.1 气象灾害管理基础理论	(116)
7.2 气象灾害管理技术	(126)
7.3 气象灾害风险评估	(129)
7.4 气象灾害应急管理	(134)
7.5 气象灾害灾后管理	(151)
案例:大雪无情,人间情意在	(165)
本章小结	(167)
复习思考题	(167)

第 8 章 行业气象灾害工程管理	(169)
8.1 气象敏感行业与气象的关系	(169)
8.2 敏感行业气象灾害分类	(171)
8.3 气象灾害工程管理对策	(183)
复习思考题	(186)
案例:科学预防和减轻雾害策略	(186)
案例:南方雪灾反映出的问题与思考	(187)
第 9 章 区域气象灾害工程管理	(192)
9.1 区域气象灾害	(192)
9.2 防灾管理	(196)
9.3 区域气象灾害灾中管理	(205)
9.4 灾后管理与信息的有效传递	(208)
本章小结	(209)
复习思考题	(210)

气象工程管理热点问题篇

第 10 章 气候变化专题	(213)
10.1 气候变化概述	(213)
10.2 气候变化的影响	(215)
10.3 应对气候变化	(217)
本章小结	(222)
复习思考题	(222)
第 11 章 碳减排专题	(223)
11.1 低碳经济概念	(223)
11.2 碳减排中的重点技术和投资热点	(223)
11.3 碳减排国际合作	(224)
11.4 我国节能减排工作的若干对策措施	(225)
本章小结	(227)
复习思考题	(228)

第 12 章 清洁能源专题	(229)
12.1 清洁能源概念及分类.....	(229)
12.2 中国清洁能源供给现状.....	(231)
12.3 风能.....	(232)
本章小结.....	(234)
复习思考题.....	(234)
参考文献	(235)



气象工程管理理论篇

什么是气象工程？什么又是气象工程管理？气象工程管理应该包含哪些内容？作为一门新兴的综合交叉学科，有必要首先理清上述问题。因此本篇将围绕气象工程管理的概念界定，构建气象工程管理的理论框架，从而初步回答上述基本问题。

第1章 气象工程管理概述

顾名思义,气象工程管理由气象、工程和管理三个关键词组成,代表其理论基础或者说其主干理论应该由大气科学、工程和管理学这三门学科构成。本章就由这三门学科的基础知识出发,延伸出气象工程管理的概念,探讨其内涵和外延。

1.1 大气科学相关知识

很明显,气象工程管理跟大气科学的关系密不可分,大气科学的相关理论知识就成为气象工程管理的主干理论之一。本节仅概要性的描述大气科学的基本知识^①。

1.1.1 大气科学的研究对象

大气科学主要是研究大气的各种现象及其演变规律,以及如何利用这些规律为人类服务的一门学科。故其主要研究对象是大气圈。由于地球的引力作用,地球周围聚集着一个气体圈层,这就是大气圈。相应的,这层空气称为“地球大气”或简称为“大气”。此外,大气科学也研究大气与其周围的水圈、岩石圈和生物圈相互作用的物理和化学过程。目前相关研究已经拓展到太阳系其他行星的大气。

大气具有可压缩性的特点,同时受到太阳辐射、地球公转和自转、地球表面海陆分布、地形起伏、地质演化及地球生态系统演变等诸多因素的影响,这些影响因素的作用对大气的特定组分、结构和运动状态起到重要作用。另外,人类活动也已成为影响大气组分、结构和运动的重要因素。

总之,全球大气是一个不断运动的系统,整个大气圈通过各种物理、化学等机制(这些专业内容本书不作探讨)相互紧密联系在一起,形成了空间尺度小至几米以下,大至几千乃至上万公里,时间尺度短至几秒,长至十几天乃至更长时间的多种大气运动系统。为研究这些运动系统,掌握大气运动变化快、范围广、形式多的特征,就必须对大气进行连续的、高频的、全球性的观测。目前,全球已经形成了比较完整的大气观测网,运用气象观测站、探空气球、气象雷达、气象卫星等探测手段对大气基本物理

^① 本节内容主要参考何金海主编《大气科学概论》,气象出版社,2012。

特征进行监测并做相应处理,供各国天气预报及研究部门应用。

1.1.2 大气科学的研究内容

大气科学的主要研究内容从学科的角度看,可分为气象学和气候学两大学科。气象学主要研究大气现象及其随时间变化的特征;气候学主要研究构成气候的大气长期统计特性。

(1)气象学的研究内容

气象学根据其研究的侧重点不同,衍生出三大分支学科:动力气象学、天气学和物理气象学。

动力气象学主要依据流体力学原理研究大气运动及其随时间的演变。具体来说,动力气象学是应用物理定律研究大气运动的动力过程、热力过程以及它们之间的相互关系,从理论上探讨大气环流、天气系统演变和其他大气动力过程的一门学科。从这个意义上讲,动力气象学是探讨大气运动和演变的理论基础。

天气学主要研究大尺度的大气运动状况及其分析和预报。天气学中的天气分析和预报主要是在经验方法的基础上,通过总结和归纳发展起来。

物理气象学主要研究大气的组成和结构、电磁波和声波在大气中的传输、云和降水形成的物理过程、大气电学等内容,同时也包括大气与物理学和化学紧密相关的各种问题。

(2)气候学的研究内容

气候学研究的对象是地球上的气候。气候指的是在太阳辐射、大气环流、下垫面性质和人类活动在长时间相互作用下,在某一时段内大量天气过程的综合。它不仅包括该地多年来经常发生的天气状况,而且包括某些年份偶尔出现的极端天气状况。依据其主要研究内容,目前气候学也可分为三个分支学科:物理气候学、描述气候学和应用气候学。

物理气候学主要研究气候的基本成因。如研究太阳辐射、大气环流、下垫面状况等因素在气候形成中的作用。

描述气候学主要研究气候统计特征,系统阐述全球性、地区性、局地性和微尺度的各种气候统计特征。如对气候分类和气候区划、区域气候、近地层气候、高空气候、海洋气候等的研究。

应用气候学主要研究如何利用气候方法解决实践问题。如农业气候学、林业气候学、建筑气候学、医疗气候学、航海气候学、航空气候学等。

1.1.3 大气科学的研究现状

大气科学的 关研究具有悠久的历史。古代底格里斯河与幼发拉底河流域的楔

形文字碑上就记录着许多天气知识,约公元前400年希腊医生希波克拉底所著的《空气、水和地方》可视为一篇气候志;此外,我国许多古代典籍中也有相关记载,比如《易经》、《孙子兵法》、《山海经》等。

大气科学真正得到长足发展,是在无线电报发明以后,气象观测结果得以快速传达到各地,从此编制天气图成为可能,19世纪中后期,天气图迅速发展起来,基本的大气运动规律也陆续被发现,比如1878年Ley根据卷云状的云移动记录,给出了锋面低压的基本三维空间结构;1882年Loomis出版了用等雨线绘制的世界降水量分布图;1883年泰塞伦克给出了第一幅显示季节性的反气旋和气旋的平均气压图;1920年皮叶克里斯父子等发现了暖锋和气旋锢囚过程,并提出了气旋形成的极锋学说。

20世纪50年代后,何金海等^①(2012)指出大气科学的发展表现出三大特色:一是开展大规模的科学实验;二是利用电子计算机对大气现象定量的进行数值模拟实验;三是把大气作为一个整体来研究。逐渐重视人类活动的影响。

20世纪90年代,由于大容量、高速计算机的开发,数值模式二维(x,y)网格点数从10年前的 $10^2 \times 10^2$ 增到 $10^3 \times 10^3$ 。因此,全球模式的网格距从几百千米减至几十千米,而区域模式可减至4~6 km。后者明显增强了模式对中小尺度天气波动和外强迫(如地形、感、潜热源)的分辨率,并增加数值模拟的准确度,尤其是与地形有关的降水。过去10多年里随着廉价、高速并行工作站的普及、宽频互联网的快速发展和区域模式的越来越成熟,使用区域模式和实时获取各国气象中心资料越来越方便。区域模式的普及有利于提高人们对影响本地区天气因素的认识,同时也大大促进气象资料在各地环保、水文、交通、旅游、新闻等部门中的应用。

此外,各种气象(模式和观测)资料的方便使用也使广播、电视气象学应运而生。日常电视播放的卫星云图、雷达回波和天气图以及天气频道的建立,大大改变了普通百姓对周围环境和大自然的认识,并提高了他们对大气科学、环境事业的兴趣和关注。同时,随着气象资料在近十多年来的飞速增长,如何通过网络实时传播、现场迅速处理和显示高达数千兆的多维动态气象信息(如雷达、卫星、高分辨率的模式积分结果),并且具有一定“人机对话”智能和进行自动分析、天气解释、发布异常天气警报的功能,使得信息科学和工程与其他领域中的信息技术(IT)一样在近几年来引起重视。

近年来由于土地沙漠化、温室气体和污染物过度排放,造成全球气候变暖、酸雨事件和灾害性天气频发。所以,大气科学已与水文、海洋、环境、地理、生态及其他学科相结合研究大气运动在不同时、空尺度上的演变特征。因此,大气科学的发展直接影响到与国计民生有关的工业、农业、国防、交通、能源、水资源、城市建设、污染控制、

^① 参见何金海,许建明等编《大气科学导论》

商业、体育、旅游直至人民生命和财产,并使她成为 20 世纪后叶最受各国人民和政府关注的重要科学领域之一。目前,美、日、俄等发达国家对大气科学研究的趋向大致着重在三个方面:一是关注中小尺度天气系统的研究,尤其以灾害性天气为重点;二是关注气候变化研究,尤其已经突破仅从大气圈的角度研究的限制,综合考虑五大圈层所组成的气候系统;三是关注大气物理和大气化学的研究,特别重视城市污染、酸雨、臭氧、对流层化学等方面的研究。

1.2 工程学相关知识

气象工程管理从字面上看,就隐含着气象工程这一概念(其界定下文详述),必然跟工程学有关。本节简单介绍有关工程学的基本知识,以期读者对工程学尤其是工程的概念有初步的了解,为后文界定气象工程管理的概念打下基础。

1.2.1 工程概述

什么是工程?用简单的话说,工程是服务于某个特定目的各项技术工作的总和。工程是以一系列的科学知识为依托,应用这些科学知识,并结合经验的判断、经济地利用自然资源为人们服务的一种专门技术。

工程有着十分广泛的内容。涉及各种复杂而又极不相同的活动领域,要用到多种多样的科学知识和技能。它不同于科学,也不同于技术,工程强调的是解决实际需要的问题。一项工程的完成除了需要专门的工程技术之外,还需要经济、管理方面的有关知识和技术。在长期的生产和生活实践中,人们根据数学、物理学、化学、生物学等自然科学和经济学等社会科学的理论,应用各种技术的手段,去研究、开发、设计、制造产品或解决生产工艺等方面的问题,逐渐形成了门类繁多的专业工程。如电气工程、机械工程、建筑工程、水利工程、土木工程、材料工程、航天工程、管理工程等。

工程活动是人们有目的有意识改造自然并从中获取产品的活动。人们获取产品或服务的途径有三种:试验探索途径、工业制造途径、工程途径。试验探索途径是在各种各样的试验室里进行的产品获取活动。其活动特点是:目标不是完全确定的,少数人参与的探索性的活动;工业制造途径是在工厂里进行的产品获取活动。它的活动特点是:目标是完全确定的(即唯一的),使用完全程序化(即规范化)的方法,活动空间、参与人员因产品性质而异;工程途径是在更广大的空间里进行的产品获取活动。其活动特点是:目标(即产品的结构和功能)是相对确定的,所使用的方法是相对确定的,并且主要使用程序化(即规范化)的方法,而辅之以探索性的方法;其活动空间较大,参与的人员也较多。