



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工程制图

中国矿业大学制图教材编写组 编

李爱军 陈国平 主 编

宋 彦 姚新港 副主编



高等教育出版社

TB23
L122.1

附表 21 制图基本

要容内

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工程制图

中国矿业大学制图教材编写组 编

李爱军 陈国平 主编

宋彦 姚新港 副主编

书号	书名	编者	出版社	年份	定价
1521	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1522	工程制图习题集	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1523	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1524	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1525	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1526	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1527	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1528	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1529	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00
1530	工程制图	李爱军、陈国平	高等教育出版社	2004	25.00

www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn
www.hqep.com.cn

高等教育出版社

版权所有 侵权必究

书号 14506-00

内容提要

本书是教育科学“十五”国家规划课题“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”子项目课题“工程图学课程体系与教学内容的研究与实践”的研究成果,是根据教育部最新制订的制图课程教学基本要求,在对传统工程图学内容进行分析优化的基础上编写的。为适应新世纪科技发展的需要,将计算机三维造型同工程制图有机融合为一体,构建一个图形表达、图形思维的基础平台。主要内容包括正投影法的基础、制图的基本知识与技能、立体的投影、组合体、机件的常用表达方法、零件图、计算机三维装配设计与装配图等。本书注意加强学生的徒手草图和轴测图训练,将轴测图的绘图方法、标准件常用件的画法均插入了有关章节。

书后附有《工程制图教学辅导系统》光盘可供学生自主学习使用;与本书配套的电子教案可满足教师进行多媒体教学的需要。

与本书配套的《工程制图习题集》(陈国平等编)也同时由高等教育出版社出版,可供选用。

本书可供高等院校工科近机类、非机类专业使用,亦可供其他类型院校相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/李爱军,陈国平主编:中国矿业大学制图
教材编写组编. —北京:高等教育出版社,2004.7(2007重印)
ISBN 978-7-04-014506-9

I. 工... II. ①李...②陈...③中... III. 工程
制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 050858 号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 胡纯 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 胡志萍 责任校对 朱惠芳 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 19
字 数 460 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004年7月第1版
印 次 2007年9月第8次印刷
定 价 29.00元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 14506-00

承印部 15 课组

承印部 15 课组

承印部 15 课组

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打：(010)58581118

0212	0213	0214	0215	0216	0217	0218	0219	0220	0221	0222	0223	0224	0225	0226	0227	0228	0229	0230	0231	0232	0233	0234	0235	0236	0237	0238	0239	0240	0241	0242	0243	0244	0245	0246	0247	0248	0249	0250	0251	0252	0253	0254	0255	0256	0257	0258	0259	0260	0261	0262	0263	0264	0265	0266	0267	0268	0269	0270	0271	0272	0273	0274	0275	0276	0277	0278	0279	0280	0281	0282	0283	0284	0285	0286	0287	0288	0289	0290	0291	0292	0293	0294	0295	0296	0297	0298	0299	0300	0301	0302	0303	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0319	0320	0321	0322	0323	0324	0325	0326	0327	0328	0329	0330	0331	0332	0333	0334	0335	0336	0337	0338	0339	0340	0341	0342	0343	0344	0345	0346	0347	0348	0349	0350	0351	0352	0353	0354	0355	0356	0357	0358	0359	0360	0361	0362	0363	0364	0365	0366	0367	0368	0369	0370	0371	0372	0373	0374	0375	0376	0377	0378	0379	0380	0381	0382	0383	0384	0385	0386	0387	0388	0389	0390	0391	0392	0393	0394	0395	0396	0397	0398	0399	0400	0401	0402	0403	0404	0405	0406	0407	0408	0409	0410	0411	0412	0413	0414	0415	0416	0417	0418	0419	0420	0421	0422	0423	0424	0425	0426	0427	0428	0429	0430	0431	0432	0433	0434	0435	0436	0437	0438	0439	0440	0441	0442	0443	0444	0445	0446	0447	0448	0449	0450	0451	0452	0453	0454	0455	0456	0457	0458	0459	0460	0461	0462	0463	0464	0465	0466	0467	0468	0469	0470	0471	0472	0473	0474	0475	0476	0477	0478	0479	0480	0481	0482	0483	0484	0485	0486	0487	0488	0489	0490	0491	0492	0493	0494	0495	0496	0497	0498	0499	0500	0501	0502	0503	0504	0505	0506	0507	0508	0509	0510	0511	0512	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0519	0520	0521	0522	0523	0524	0525	0526	0527	0528	0529	0530	0531	0532	0533	0534	0535	0536	0537	0538	0539	0540	0541	0542	0543	0544	0545	0546	0547	0548	0549	0550	0551	0552	0553	0554	0555	0556	0557	0558	0559	0560	0561	0562	0563	0564	0565	0566	0567	0568	0569	0570	0571	0572	0573	0574	0575	0576	0577	0578	0579	0580	0581	0582	0583	0584	0585	0586	0587	0588	0589	0590	0591	0592	0593	0594	0595	0596	0597	0598	0599	0600	0601	0602	0603	0604	0605	0606	0607	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0620	0621	0622	0623	0624	0625	0626	0627	0628	0629	0630	0631	0632	0633	0634	0635	0636	0637	0638	0639	0640	0641	0642	0643	0644	0645	0646	0647	0648	0649	0650	0651	0652	0653	0654	0655	0656	0657	0658	0659	0660	0661	0662	0663	0664	0665	0666	0667	0668	0669	0670	0671	0672	0673	0674	0675	0676	0677	0678	0679	0680	0681	0682	0683	0684	0685	0686	0687	0688	0689	0690	0691	0692	0693	0694	0695	0696	0697	0698	0699	0700	0701	0702	0703	0704	0705	0706	0707	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0719	0720	0721	0722	0723	0724	0725	0726	0727	0728	0729	0730	0731	0732	0733	0734	0735	0736	0737	0738	0739	0740	0741	0742	0743	0744	0745	0746	0747	0748	0749	0750	0751	0752	0753	0754	0755	0756	0757	0758	0759	0760	0761	0762	0763	0764	0765	0766	0767	0768	0769	0770	0771	0772	0773	0774	0775	0776	0777	0778	0779	0780	0781	0782	0783	0784	0785	0786	0787	0788	0789	0790	0791	0792	0793	0794	0795	0796	0797	0798	0799	0800	0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0815	0816	0817	0818	0819	0820	0821	0822	0823	0824	0825	0826	0827	0828	0829	0830	0831	0832	0833	0834	0835	0836	0837	0838	0839	0840	0841	0842	0843	0844	0845	0846	0847	0848	0849	0850	0851	0852	0853	0854	0855	0856	0857	0858	0859	0860	0861	0862	0863	0864	0865	0866	0867	0868	0869	0870	0871	0872	0873	0874	0875	0876	0877	0878	0879	0880	0881	0882	0883	0884	0885	0886	0887	0888	0889	0890	0891	0892	0893	0894	0895	0896	0897	0898	0899	0900	0901	0902	0903	0904	0905	0906	0907	0908	0909	0910	0911	0912	0913	0914	0915	0916	0917	0918	0919	0920	0921	0922	0923	0924	0925	0926	0927	0928	0929	0930	0931	0932	0933	0934	0935	0936	0937	0938	0939	0940	0941	0942	0943	0944	0945	0946	0947	0948	0949	0950	0951	0952	0953	0954	0955	0956	0957	0958	0959	0960	0961	0962	0963	0964	0965	0966	0967	0968	0969	0970	0971	0972	0973	0974	0975	0976	0977	0978	0979	0980	0981	0982	0983	0984	0985	0986	0987	0988	0989	0990	0991	0992	0993	0994	0995	0996	0997	0998	0999	1000
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------



前 言

近年来,由于计算机技术的飞速发展,未来社会对人才素质以及对高等学校学生智力开发要求的提高,都对图学教育提出了更高更新的要求,使得工程制图课程的教学思想、教育理念发生了很大变化。工程图学在保持了基础性、图形性、工程性三个特点的基础上,其教学目的已从专业教育向培养能力和素质的基础教育转变;从技能培养向创造能力培养转变;从单纯二维设计表达向加强三维设计表达转变。因此,大学阶段的图学教育,主要是指图示理论及方法的应用,其主要任务是培养形象思维能力、图示能力、构形能力和创造能力。

本教材在满足新时期工程图学内涵及其教育功能的基础上,针对社会的人才需求,全面引入计算机三维参数化造型与绘图的理念和方法,将计算机三维参数化特征造型与工程图学有机地融合在一起,使学生在掌握基本理论和基础知识的同时,加强实践能力、空间思维能力和创新能力的培养。本书将课程的重点放在“用构形方法培养形象思维能力和创造能力”上,在介绍表达方法的同时,将计算机绘图与参数化特征造型贯穿于教材始终。

本教材的主要特色在于:

1. 将计算机作为绘图的重要工具加以介绍。基于 AutoCAD 软件,介绍计算机技术给工程制图带来的方便、快捷和精确。借助三维设计软件基于特征的参数化造型等特点让学生开阔视野,建立空间思维的概念。由于从三维建模入手,直接进入三维空间构形,充分加强了空间思维训练。这不仅符合培养目标要求,而且可激发学生的学习兴趣 and 积极性,从而走出从二维到三维的传统图学体系。

2. 加强徒手草图和绘制简单立体的轴测图的训练。通过平面图形分析与构型和加强组合体的构形训练激发学生的创造性思维。

3. 加强轴测图训练,将轴测图内容贯穿到相关各章内容之中。

4. 在形体特征中引入国标规定的各种表达方法,并简介了利用计算机三维设计软件方便、快捷、准确地生成各种视图的方法,开拓了学生的视野,培养了空间想象能力,激发学习兴趣,并且有助于对知识的理解,从而加深了对机件常用表达方法的印象。

5. 零件图和装配图均采用最新的国家标准,将标准件、常用件和一般零件集中介绍,采用计算机对零件进行实体造型和装配演示,直观、明了地表达零件及其装配的工艺和连接关系等。

本书由李爱军、陈国平担任主编,参加编写工作的有李爱军(绪论、第一章、第五章)、宋彦(第二章部分内容)、孙海波(第二、六、七章部分内容)、曾维鑫(第三章)、江晓红(第四章)、陈国平(第六章部分内容、附录)、姚新港(第七章部分内容)等。

清华大学刘朝儒教授、中国矿业大学庄宗元教授都对本教材进行了详细的审阅并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本教材从编写到出版得到了中国矿业大学校、系各级领导和全体制图教师的大力支持、帮助和关心,在此特向他们表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中参考了部分教材、著作和习题集等文献,在此谨向文献的作者致谢。

限于编者水平,教材中错误在所难免,敬请广大同仁及读者惠于指正、不吝赐教,在此谨先表谢意。

言 前

编 者

2004年1月

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。本教材在编写过程中,得到了许多专家和同行的帮助,在此表示衷心的感谢。同时,也感谢广大读者对本教材的支持和厚爱。

目 录

绪论	1	§ 5-1 视图	158
第一章 正投影法基础	3	§ 5-2 剖视图	164
§ 1-1 投影法及其分类	3	§ 5-3 断面图	178
§ 1-2 正投影法的主要特性	5	§ 5-4 局部放大图	181
§ 1-3 三视图的形成及其投影规律	6	§ 5-5 简化表示法	183
§ 1-4 正等轴测图的画法	10	§ 5-6 机件的各种表达方法综合应用 示例	186
§ 1-5 点、直线、平面的正投影特性	13	§ 5-7 计算机创建视图、剖视图的方法 简介	189
第二章 制图的基本知识与技能	36	第六章 零件图	193
§ 2-1 国家标准的基本规定	36	§ 6-1 零件图的作用及内容	193
§ 2-2 手工绘图工具的使用	46	§ 6-2 常见的零件结构	194
§ 2-3 几何作图	49	§ 6-3 零件图的视图选择及尺寸注法	205
§ 2-4 平面图形的尺寸注法和线段分析	54	§ 6-4 零件图上的技术要求	217
§ 2-5 手工绘图的方法和步骤	57	§ 6-5 看零件图的方法步骤	228
§ 2-6 计算机绘图软件使用基础	59	§ 6-6 机械零件三维计算机特征建模 实例	230
第三章 立体的投影	82	§ 6-7 机械零件二维工程图的自动生成	235
§ 3-1 立体的三维实体造型概述	82	第七章 装配图	241
§ 3-2 平面立体	84	§ 7-1 装配图的内容	243
§ 3-3 回转体	91	§ 7-2 装配图的表达方法	243
第四章 组合体	114	§ 7-3 装配图的尺寸标注	246
§ 4-1 组合体的组合方式和形体分析法	114	§ 7-4 装配图中的零件序号、明细栏	247
§ 4-2 画组合体三视图的方法和步骤	117	§ 7-5 标准件和常用件	248
§ 4-3 用 AutoCAD 2000 绘制组合体 三视图	122	§ 7-6 装配结构的合理性	266
§ 4-4 组合体轴测图的画法	122	§ 7-7 装配图画法	267
§ 4-5 用 AutoCAD 2000 绘制组合体 轴测图	126	§ 7-8 读装配图及由装配图拆画零件图	272
§ 4-6 组合体的看图方法	128	§ 7-9 计算机三维装配模型的生成简介	276
§ 4-7 组合体的尺寸注法	139	附录	280
§ 4-8 组合体的构形设计	147	一、螺纹	280
§ 4-9 计算机三维组合体造型简介	153	二、极限与配合	283
第五章 机件常用表达方法	157	三、常用的标准件	287

绪 论

1. 工程制图课程的地位、目标与作用

18世纪,法国科学家蒙日创立了画法几何学,他研究空间几何元素(点、线、面)及其相对位置在平面上的表示方法,研究在平面上用几何作图的方法来解决空间几何问题。以画法几何为理论基础的工程图学在工程与科学技术领域里提供了可靠的理论工具和解决问题的有效手段。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程界的语言。现代工业生产中,所有机械设备的设计、制造都离不开工程图样,使用和维护这些设备同样也需要阅读图样来了解其结构和性能。工程图样是工程技术部门指导工业生产的一项重要技术文件。因此,正确地阅读和绘制工程图样是每一位工程技术人员必须具备的工程素质,也是工科院校大学生必须掌握的技术技能,这种技能的培养为专业课的学习、课程设计、毕业设计以及今后的工作打下必要的基础,同时也是培养学生创造性思维能力的重要途径。

随着计算机技术的发展,CAD/CAM技术得到了广泛的应用,新的生产模式——构思三维产品→计算机三维造型→数控加工,给工程制图课程提出了更新更高的要求。它必须以培养出适应经济发展需要,具有时代气息的人才为目标。将计算机作为工程制图的主要工具,充分利用计算机技术及其成果,特别是将计算机绘图手段与参数化实体造型技术引入工程图学教育,已成为工程图学教育发展改革的主要方向。

无论是传统图学还是现代图学,用构形方法培养受教育者的形象思维能力和创造能力都显示了图学课程的重要地位。现代图学借助计算机的三维设计表达能力和模拟仿真技术,对空间形体进行广泛的构思和彼此联想,较从前更具新颖性、独特性和创造性,对于培养创造性空间想象能力、思维能力和图形表达能力起到了非常好的启发作用。

2. 本课程的主要内容与要求

本课程是一门研究阅读和绘制工程图样和图解空间几何问题的技术基础课,既有系统的理论,又有较强的实践性。其主要内容包括画法几何、制图基础、机械图样三大部分。画法几何主要研究正投影法原理以及图示空间形体和图解空间几何问题的理论和方法,是阅读和绘制工程图样的理论基础,也是培养学生空间想象能力和空间解决问题能力的主要思想方法。制图基础部分训练学生用仪器和徒手以及用计算机绘图的操作技能,培养阅读和绘制投影图的基本能力,这一部分是本课程的重点。机械图样部分主要介绍国家标准《机械制图》的有关规定,培养绘制和阅读常见机器或部件的零件图和装配图的基本能力,以培养读图能力为重点。

在学习方法上要注意以下几方面问题:

(1) 必须坚持理论联系实际的学风。要认真学习投影原理,通过一系列的作图实践,掌握投影的基本概念及其应用方法。多看、多画、多想,反复进行由物到图和由图到物的思维和作图实践,这是学好工程制图课程的关键。

(2) 必须按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具(包括计算机)的习惯。认真掌握制图的基本知识,遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定,学会查阅和使用有关

标准和手册。

(3) 图样在生产建设中起着非常重要的作用,绘图或读图的差错,都会给生产带来很大损失,所以,在学习过程中必须养成认真负责、严谨细致的作风,这是工程技术人员最基本的素质。

3. 本课程的任务

本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用,培养图解简单空间几何问题的能力;
- (2) 培养对三维空间物体的形状表达及相对位置关系的分析能力,从而培养空间逻辑思维能力 and 形象思维能力。
- (3) 培养阅读工程图样的基本能力;
- (4) 培养计算机绘图和三维几何体造型的基本能力;
- (5) 培养徒手绘制简单图样和使用仪器绘图的基本能力;
- (6) 在教学过程中有意识地培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。



第一章 正投影法基础

§ 1-1 投影法及其分类

在日常生活中,人们可以看到物体在太阳光或灯光照射下,在地面或墙壁上产生物体的影子,影子可以完全或部分反映物体的形状。这就是一种投影现象。投影法就是根据这一现象,经过科学的抽象,将物体表示在平面上的方法。我们把发自投射中心且通过被表示物体上各点的直线称为投射线,投射线通过物体,向选定的面(称为投影面)投射,在投影面上得到图形的方法被称为投影法。用投影法所得到的图形称为投影。投影法是绘制工程图样的基础。如图 1-1 所示,设过空间一点 A ,作与投射方向 S 平行的投射线与投影面 H 相交,交点 a 为空间点 A 在该投影面上的投影。

注意:当投射方向和投影面确定后,点 A 在投影面上的投影是唯一的。相反,由点 A 的一个投影 a 却不能唯一确定点 A 在空间的位置。

投影法可以分为两类:中心投影法和平行投影法。

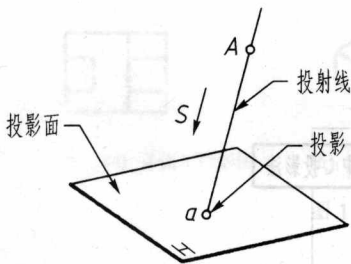


图 1-1 投影法的定义

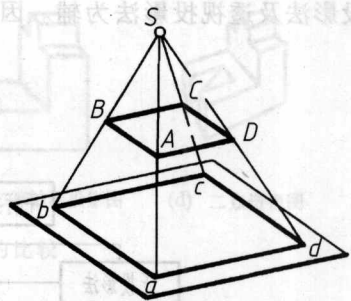


图 1-2 中心投影法

一、中心投影法

所有投射线从同一投射中心出发的投影方法,称为中心投影法。按中心投影法做出的投影称为中心投影。如图 1-2 所示,设 S 为投射中心,四边形 $ABCD$ 在投影面 H 上的中心投影为四边形 $abcd$ 。用中心投影法得到的物体投影的大小与物体相对投影面的位置有关。在投射中心与投影面不变的情况下,当四边形 $ABCD$ 靠近或远离投影面时,它的投影四边形 $abcd$ 就会变小或变大,一般不能反映四边形 $ABCD$ 的实际大小,且作图较繁。这种投影法主要用于绘制建筑物的透视图。

二、平行投影法

如果将中心投影法的投射中心移至无穷远,则所有投射线可视为相互平行,这种投影法称为

平行投影法。投射线的方向称为投射方向。如图 1-3 所示,设 S 为投射方向,四边形 $ABCD$ 在投影面 H 上的平行投影为四边形 $abcd$ 。在平行投影法中,当平行移动物体时,其投影的形状和大小都不会改变。平行投影法主要用于绘制工程图样。平行投影法按投射方向与投影面是否垂直,可分为正投影法(图 1-3a)和斜投影法(图 1-3b)。

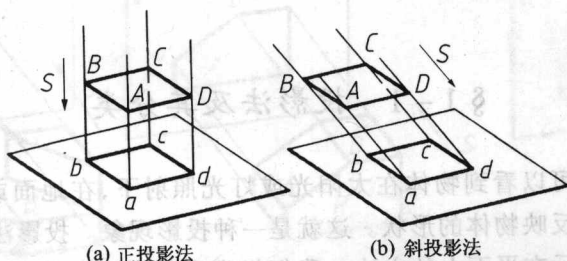


图 1-3 平行投影法

三、工程上常用的投影方法

工程上常用的投影方法可按照投射线的类型(平行或汇交)、投影面与投射线的相对位置(垂直或倾斜)及物体的主要轮廓与投影面的相对位置(平行、垂直或倾斜)设定,其分类情况见图 1-4。绘制工程图样时应按照国家标准《技术制图》的规定,采用多面正投影法的第一角画法(将物体置于第一分角内,并使其处于观察者与投影面之间而得到正投影的方法,如图 1-5 所示)为主,轴测投影法及透视投影法为辅。因此,本课程主要介绍多面正投影法的第一角画法及轴测投影。

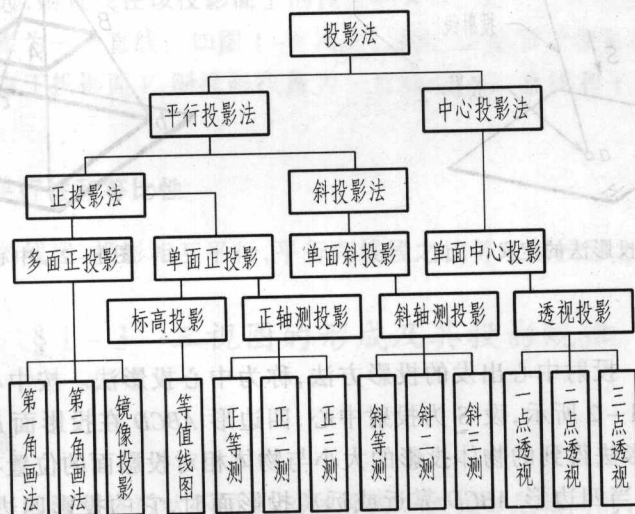
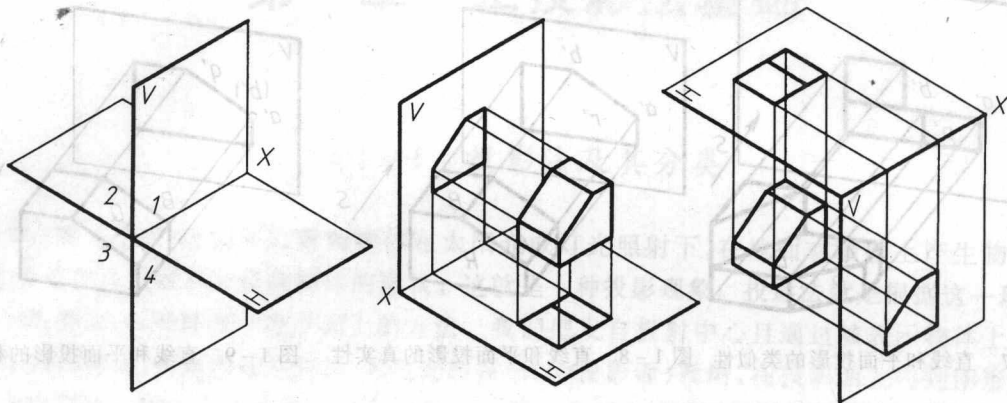


图 1-4 投影法的分类

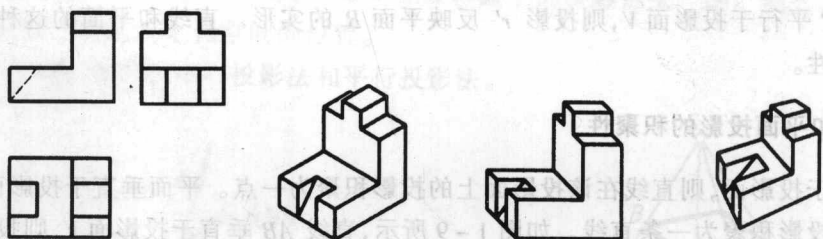
各种投影法既有共同的性质,又有各自的特点。图 1-6 将同一物体按几种不同的投影法绘制成相应的投影图,以便读者对照。图中的多面正投影图的最大优点是能表达物体的真实形状和大小且作图简单,因此在工程上应用最广泛。正等轴测投影图和斜二等轴测投影图直观性强、容易看懂,虽不能反映物体的真实形状,但沿轴测轴方向可以度量物体的长、宽、高尺寸。随着计

计算机绘图技术的应用,轴测投影图在工程上得到了较多的应用。透视图不能反映物体的真实尺寸,但富有立体感、形象逼真,因此在房屋、桥梁等建筑物表现图及工业产品的外观图中应用最多。



(a) V, H 两互相垂直的投影面将空间分成四个分角 (b) 第一角画法 (c) 第三角画法

图 1-5 第一角画法与第三角画法示意图



(a) 多面正投影图 (b) 正等轴测投影图 (c) 斜二等轴测投影图 (d) 二点透视图

图 1-6 几种不同投影法的比较

正投影法能在投影面上较“真实”地表达空间物体的大小和形状,且作图简便,度量性好,在工程中得到广泛的采用。机械图样就是采用正投影法绘制的。本课程主要学习这种投影方法。

用正投影法画出的空间几何元素(点、线、面)和物体的投影称为正投影,简称投影。另外,在画法几何中规定:凡空间点或几何元素用大写字母表示,其投影用小写字母表示。

§ 1-2 正投影法的主要特性

一、直线和平面投影的类似性

物体上倾斜于投影面的平面图形的投影为缩小的类似形,倾斜于投影面的直线段为缩短了直线段。如图 1-7 所示,直线 AB 倾斜于投影面 V ,其投影 $a'b' < AB$ 。平面 P 倾斜于投影面 V ,其投影 p' 为缩小的类似形。这种投影性质称为投影的类似性。

应当注意,类似形不是相似形,但图形最基本的特征不变。如多边形的投影仍为顶点数相同的多边形,且物体的平行投影仍互相平行。

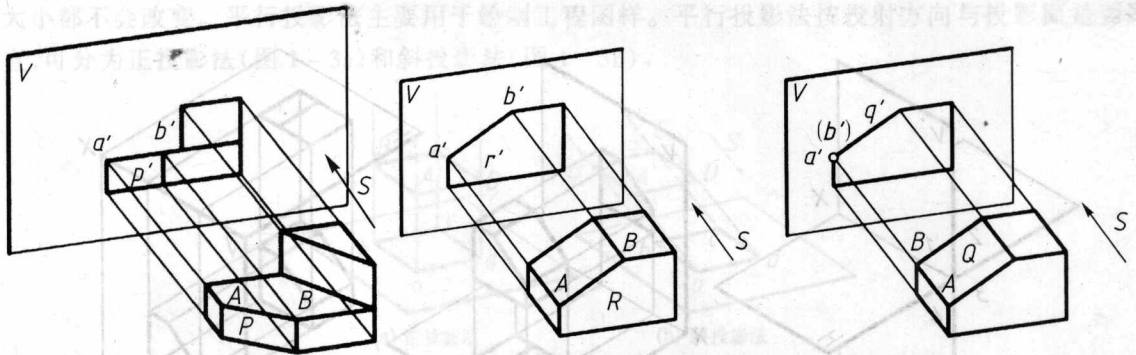


图 1-7 直线和平面投影的类似性 图 1-8 直线和平面投影的真实性 图 1-9 直线和平面投影的积聚

二、直线和平面投影的真实性

直线平行于投影面,则直线在该投影面上的投影反映实长。平面平行于投影面,则平面在该投影面上的投影反映实形。如图 1-8 所示,直线 AB 平行于投影面 V ,则投影 $a'b'$ 反映直线 AB 的实长;平面 R 平行于投影面 V ,则投影 r' 反映平面 R 的实形。直线和平面的这种投影性质称为投影的真实性。

三、直线和平面投影的积聚性

直线垂直于投影面,则直线在该投影面上的投影积聚为一点。平面垂直于投影面,则平面在该投影面上的投影积聚为一条直线。如图 1-9 所示,直线 AB 垂直于投影面 V ,则投影积聚为一点 $a'(b')$;平面 Q 垂直于投影面 V ,则投影积聚为一线段 q' 。直线和平面的这种投影性质称为投影的积聚性。

四、直线投影的平行性和等比性

物体上相互平行的线段,投影相互平行,平行两线段之比等于其投影之比。

§ 1-3 三视图的形成及其投影规律

一、三视图的形成

在图 1-10 中,甲、乙两物体形状不同,但在水平面上的投影是相同的,这说明仅用一个投影不能准确地表达物体的形状。因为在同一投射线上的所有点在同一投影面上有相同的投影,如图 1-11 所示。点的一个投影不能唯一确定点的空间位置。

为了准确地表达物体的形状,通常把物体放在由三个互相垂直的平面组成的三投影面体系中,如图 1-12 所示,按照国家标准《技术制图》的规定,采用第一角画法,分别从三个方向向三个投影面作正投影,从而得到物体的三投影。

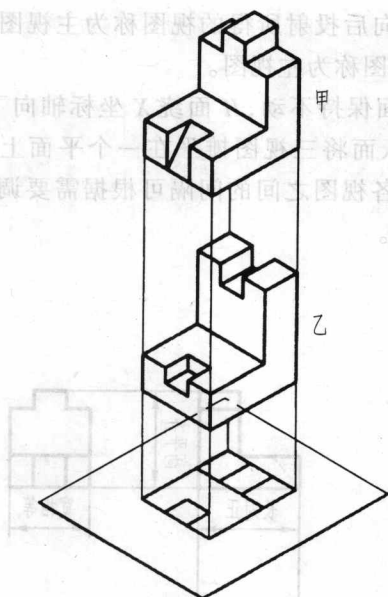


图 1-10 一个投影不能确定物体的形状

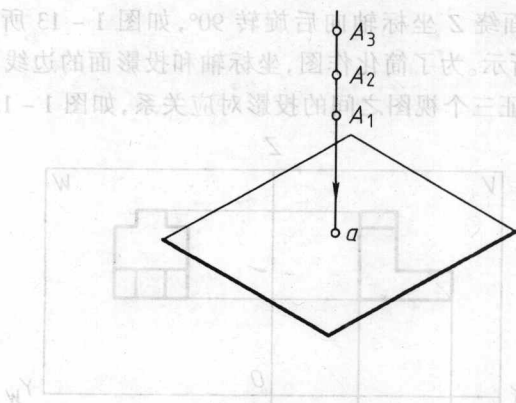


图 1-11 点的一个投影不能确定点的空间位置

在三投影面体系中,三个投影面分别称为正面投影面(简称正面,用字母 V 表示)、水平投影面(简称水平面,用字母 H 表示)、侧面投影面(简称侧面,用字母 W 表示)。两投影面的交线称为坐标轴, V 面与 H 面的交线为 X 坐标轴,代表物体的长度方向; W 面与 H 面的交线为 Y 坐标轴,代表物体的宽度方向; V 面与 W 面的交线为 Z 坐标轴,代表物体的高度方向。三根坐标轴线的交点称为原点,用字母 O 表示。

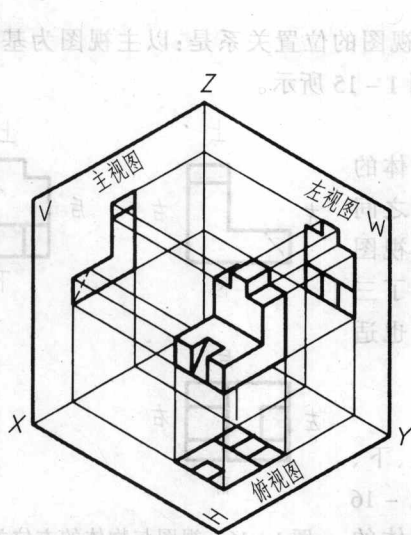


图 1-12 三投影面体系

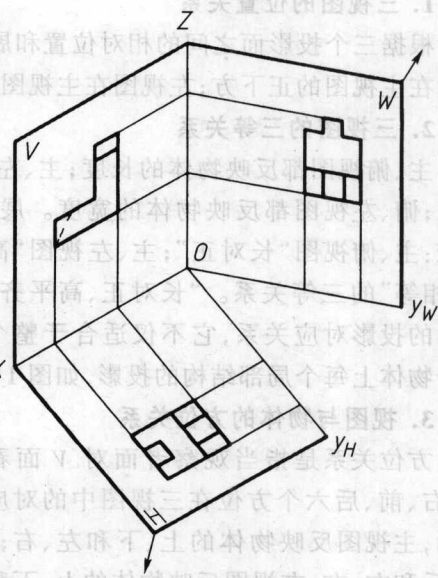


图 1-13 三个投影面的展开方法

用正投影法所绘制出的物体的图形称为视图。由前向后投射所得的视图称为主视图；由上向下投射所得的视图称为俯视图；由左向右投射所得的视图称为左视图。

为使三个视图能画在一张图纸上，国家标准规定： V 面保持不动， H 面绕 X 坐标轴向下旋转 90° ， W 面绕 Z 坐标轴向后旋转 90° ，如图1-13所示。从而将三视图摊平在一个平面上，如图1-14所示。为了简化作图，坐标轴和投影面的边线不画，各视图之间的间隔可根据需要调整，但必须保证三个视图之间的投影对应关系，如图1-15所示。

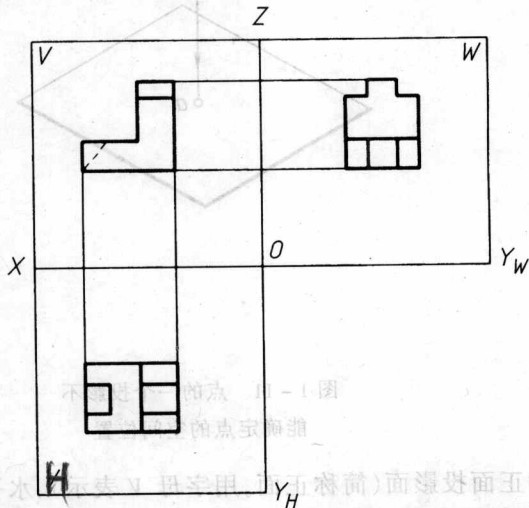


图 1-14 三投影画在一张图纸上

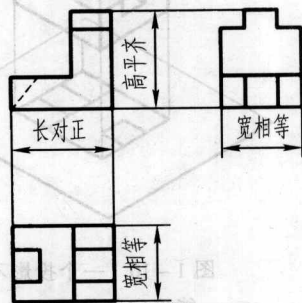


图 1-15 三视图的投影规律

二、三视图的投影对应关系

1. 三视图的位置关系

根据三个投影面之间的相对位置和展开的规定，三视图的位置关系是：以主视图为基准，俯视图在主视图的正下方；左视图在主视图的正右方，如图1-15所示。

2. 三视图的三等关系

主、俯视图都反映物体的长度；主、左视图都反映物体的高度；俯、左视图都反映物体的宽度。展开后的三视图之间存在：主、俯视图“长对正”；主、左视图“高平齐”；俯、左视图“宽相等”的三等关系。“长对正、高平齐、宽相等”反映了三视图的投影对应关系，它不仅适合于整个物体的投影，也适合于物体上每个局部结构的投影，如图1-15所示。

3. 视图与物体的方位关系

方位关系是指当观察者面对 V 面看时，物体的上、下、左、右、前、后六个方位在三视图中的对应关系。如图1-16所示，主视图反映物体的上、下和左、右；俯视图反映物体的前、后和左、右；左视图反映物体的上、下和前、后。

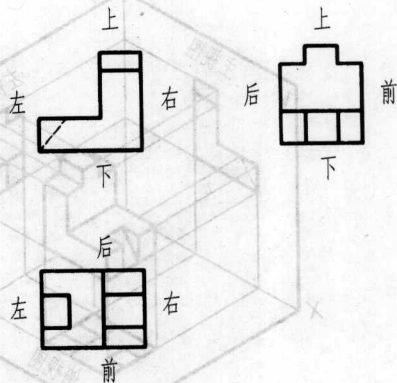


图 1-16 视图与物体的方位关系

三、物体三视图的画法及作图步骤

绘制物体三视图时,首先应分析物体的形状特征,假想物体放在三投影面体系中,使物体上尽可能多的平面、棱线平行或垂直于某一投影面,以便真实地反映物体及其各部分的长、宽、高等尺寸和形状,同时也方便作图。应将最能反映物体形状特征的视图选作主视图。

绘制物体三视图时,应将物体上可见的轮廓线画成粗实线;不可见轮廓线画成虚线;如果物体的前、后或左、右或上、下是对称的,一般应用点画线绘制其图形的对称线。如果粗实线的线宽取 0.5 mm,则虚线和点画线均取 0.25 mm 的宽度(虚线和点画线的画法详见第二章)。下面举例说明物体三视图的画法及作图步骤。

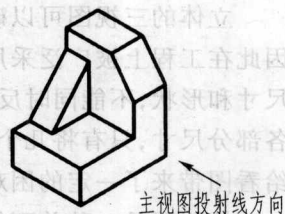


图 1-17 轴测图

例 1-1 画出图 1-17 所示物体的三视图。

分析:物体是由一块在右端上面切去了一个角的弯板和一个三棱柱叠加而成。为能清楚地表达物体的形状和结构,尽可能避免使用虚线,选用图 1-17 所示方向为主视图的投射方向。

作图:

- (1) 根据三等关系,画弯板的三视图(图 1-18a);
- (2) 根据三等关系,画三棱柱的三面投影(图 1-18b);
- (3) 先从左视图入手,画切角的三投影,注意三等关系(图 1-18c);
- (4) 检查、整理图线、加深粗实线,完成全图(图 1-18d)。

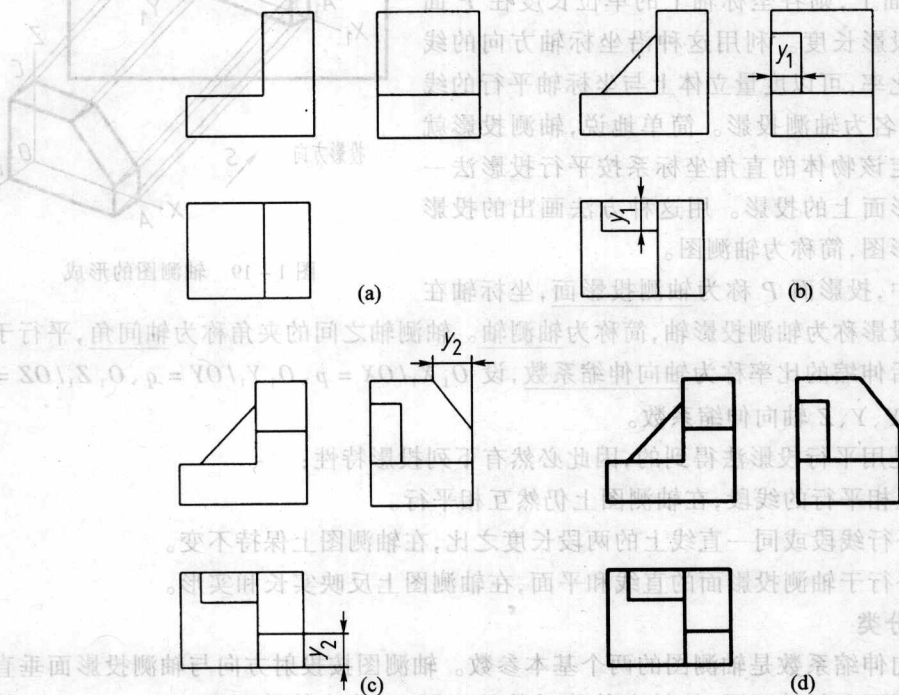


图 1-18 三视图的作图方法和步骤

§ 1-4 正等轴测图的画法

立体的三视图可以确切地反映其各部的形状和大小。三视图的特点是度量性好、作图简便，因此在工程上被广泛采用。但是三视图的直观性差，一个视图只能反映立体上两个坐标方向的尺寸和形状，不能同时反映物体三个坐标轴方向的尺寸和形状。为了想象出物体的立体形状及各部分尺寸，只有将几个投影联系起来，才能了解立体三个方向的尺寸和整体结构形状，这样就给看图带来了一定的困难。为解决这一问题，工程上常将轴测图作为辅助图样。

轴测图是一种单面的投影图。它虽然度量性差、作图较复杂，但直观性好。学习轴测图，也可以帮助我们验明所想象的形体是否正确，这样对提高看图和绘图能力以及培养空间想象能力都有帮助。

一、轴测图的基本知识

1. 轴测投影的形成、术语和特性

如图 1-19 所示，取平面 P 作为投影面，选择一个既不平行于物体棱线又不平行物体棱面的投射方向 S ，将物体平行地投射到投影面 P 上，这时物体上各棱线和棱面在投影面上都无积聚性，所得投影能同时反映立体几个表面的情况，因而给人们以较强的立体感。如再将确定该立体的空间位置的直角坐标系 $OXYZ$ 一并按 S 方向投射到 P 平面上，则各坐标轴上的单位长度在 P 面上将对应一定的投影长度。利用这种沿坐标轴方向的线段投影长度的变化率，可以度量立体上与坐标轴平行的线段的长度，因此命名为轴测投影。简单地说，轴测投影就是将物体连同确定该物体的直角坐标系按平行投影法一起投射到一个投影面上的投影。用这种方法画出的投影图就称为轴测投影图，简称为轴测图。

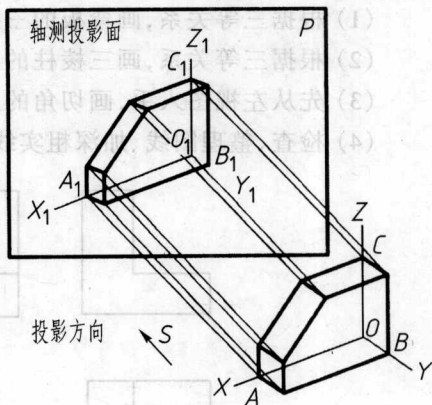


图 1-19 轴测图的形成

在轴测投影中，投影面 P 称为轴测投影面，坐标轴在轴测投影面上的投影称为轴测投影轴，简称为轴测轴。轴测轴之间的夹角称为轴间角，平行于坐标轴的线段投影后伸缩的比率称为轴向伸缩系数，设 $O_1X_1/OX = p$ 、 $O_1Y_1/OY = q$ 、 $O_1Z_1/OZ = r$ ，则 p 、 q 、 r 分别为 X 、 Y 、 Z 轴向伸缩系数。

由于轴测图是用平行投影法得到的，因此必然有下列投影特性：

- (1) 立体上互相平行的线段，在轴测图上仍然互相平行。
- (2) 立体上平行线段或同一直线上的两段长度之比，在轴测图上保持不变。
- (3) 立体上平行于轴测投影面的直线和平面，在轴测图上反映实长和实形。

2. 轴测图的分类

轴间角和轴向伸缩系数是轴测图的两个基本参数。轴测图按投射方向与轴测投影面垂直或倾斜可分为正轴测图和斜轴测图，按轴向伸缩系数的不同，可分为等轴测图 ($p = q = r$)，二等轴测图 ($p = q \neq r$ 或 $p \neq q = r$ 或 $p = r \neq q$) 和三轴测图 ($p \neq q \neq r$)。