

天生桥一级水电站设计丛书

天生桥一级水电站枢纽工程 设计与实践

张宗亮 徐 永 刘兴宁 李 升
王远亮 武赛波 王自高 编 著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

天生桥一级水电站设计丛书

天生桥一级水电站枢纽工程

设计与实践

张宗亮 徐 永 刘兴宁 李 升
王远亮 武赛波 王自高 编 著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

天生桥一级水电站枢纽工程设计与实践/中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院编著. —北京:中国电力出版社,2007.3

天生桥一级水电站设计丛书

ISBN 978-7-5083-5234-3

I. 天… II. 中… III. 水力发电站-建筑工程-义兴市-文集
IV. TV752.733-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024141 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 432 千字 2 插页

定价 48.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《天生桥一级水电站设计丛书》

编辑委员会

主任：蔡绍宽

副主任：张宗亮 李 升 刘 毅

委员：何 伟 冯峻林 杨光亮 杨世源 方大风 丁立新

徐 永 古瑞昌 王亦锥 刘兴宁 王远亮 张学中

武赛波 杨荣嵩 林德恩 毛正非 张鉴光 王自高

张 平 陈及新 傅树红 徐正镐

主 编：张宗亮

副主编：徐 永 刘兴宁 李 升 王远亮 武赛波 王自高

本书编著者：

张宗亮 徐 永 刘兴宁 李 升 王远亮 武赛波

王自高 吴贵春 赵洪明 王继明 张学中 张 平

冯业林 汪志龙 杨建敏

水电是绿色能源,是目前人类唯一能够大规模商业开发的可再生清洁能源。改革开放以来,我国经济得到飞速发展,一些地方,特别是东南沿海地区,在相当长的时间里,缺电严重,成为制约经济社会发展的瓶颈。大力开发水电,为经济社会发展提供能源支持,是我国能源发展的战略选择。

我国水能资源居世界第一,理论蕴藏量达 6.89 亿 kW,其中技术可开发装机容量 4.93 亿 kW,经济可开发装机容量 3.95 亿 kW。我国水能资源虽然丰富,但分布不均。在全国可开发水能资源中,80%分布在西部地区,其中,西南地区的云、贵、川三省约占 50%左右。为满足东部地区经济社会发展对能源的需求,促进全国联网,实现资源优化配置,根据全国电力发展规划,将在全国逐步建立南、中、北三条“西电东送”通道,其中西南地区的大型水电基地开发和骨干水电站建设成为重点。

红水河是我国西南地区一条蕴藏着丰富水能资源的河流,年平均来水量 1300 亿 m^3 。落差 760m,规划分天生桥一级、天生桥二级、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、乐滩、桥巩、大藤峡十级开发,是我国十三大水电基地之一。该水电基地以其优越的地理区位和良好的资源开发条件,被定为“西电东送”(南线)大通道的最先开发项目,同时也是云南电力东送华南的中转枢纽站之一。

红水河梯级电站建设始于大化、岩滩和 20 世纪 80 年代初开工建设的天生桥二级电站,这三个电站的合计装机容量达 2480MW,但因其调节性能差,合计保证出力仅为 535MW,因此期望处于龙头地位、具有多年调节性能的天生桥一级水电站能尽早兴建,充分发挥效益。

昆明院^①于 1982 年受命承担天生桥一级水电站的设计任务,这是昆明院继鲁布革、漫湾之后设计的第三座大型水电工程。面对坝高超过百米、水库库容超过百亿立方米、电站装机容量超过百万千瓦的“三百”工程,以及尖端的技术难题和复杂的建设条件,设计单位高度重视,科学组织,

① 本书中昆明院为中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院的简称。

全力以赴，当年完成了选坝任务，并于 1984 年和 1986 年相继提出可研报告和初步设计报告。

天生桥一级水电站枢纽工程由混凝土面板堆石坝、右岸溢洪道、放空隧洞和左岸引水发电建筑物组成。混凝土面板堆石坝坝高 178m，建成时为当时世界上已建同类坝型的第二位，其填筑总量和面板面积居世界同类坝型的首位。在当时的世界坝工建设中，混凝土面板堆石坝坝型刚出现不久，尚处在发展时期，国内在如此重要的大型工程项目中选择并成功设计这种坝型，体现出了一种可贵的胆略和创新精神，也为该坝型在我国的发展积累了宝贵的经验。

天生桥一级水电站由广东、广西、贵州三省（区）和国家联合集资，采用业主责任制、招标承包制、建设监理制方式建设。由各集资方和主管上级组成理事会，并组建中国南方电力联营公司代行业主职能，负责工程建设。工程建设实行国际招标，由武警水电第一总队和巴西门德斯·丘利尔工程公司承建。工程于 1991 年开始施工准备，1994 年截流，1998 年首台机组发电，2000 年工程竣工。迄今该电站已运行 6 年，库水位达到设计正常蓄水位，至 2005 年底累计发电量 280 亿 kW·h，主要设备达到设计参数，经受了高水位、全出力、长时间的运行检验，证明工程是安全的，运行是正常的，设计是正确的，建设是成功的。

天生桥一级水电站的顺利建成，提供了一个可靠优质的电源点，强大的电力源源不断地送往华南地区，对供电一直比较紧张的华南地区经济发展提供了重要的能源支持。天生桥一级水电站水库以其优越的多年调节性能，使其下游已建的天生桥二级、岩滩、大化三个梯级电站合计增加保证出力 829.1MW，累计增加年发电量 41.83 亿 kW·h，充分发挥了龙头水库的补偿调节作用。天生桥一级水电站以其优越的地理区位，与同期建成的马窝直流换流站成为“西电东送”（南线）的中心枢纽站，形成和增强了“西电东送”（南线）的能源战略格局，开创了“云电送粤”先河，促进了云南电力和经济社会的发展，工程建设也给当地带来了现代文明，促进了当地经济的发展。设计者以敢为天下先的精神，开发和推广应用了许多新技术，特别是超高面板堆石坝的建设，丰富了我国水电建设经验宝库，培养和锻炼了一批优秀的青年专家。

在保护生态的基础上有序开发水电，是我国新时期重要的能源方针。设计好、建设好、管理运行好水利水电工程，做到促进经济建设和保护生

态环境并重，是水利水电工作者的重大历史使命。

《天生桥一级水电站枢纽工程设计与实践》这本书，全面系统地介绍了该工程的设计成果，并进行了深刻的总结。编著者都是该工程的参与者，他们通过亲身经历以及实践后的审视、反思得到的启示，一定有助于进一步提高他们的设计水平，同时，我相信也会给本书的读者一些借鉴和启发。

水利部部长

A handwritten signature in black ink, appearing to read '汪荣斌' (Wang Rongchun), written in a cursive style.

2007年1月31日

本书编著者请我作序，大概是因为我也是这个工程的参与者，对这个工程有比较多的了解和深厚的感情。我是这个工程的第一任设计总工，后来又成为昆明院的总工程师，亲身参加这个工程的前期工作。1986年调离昆明院后，天生桥一级水电站的影子还时时在我脑中浮现。工程开工以后，又有幸参加业主单位聘请的以谭靖夷院士为首的专家组，年年去工地进行咨询，很荣幸的在不同岗位全程参与天生桥一级水电站的建设。我认真地阅读了书稿，有许多感触，有感而发写下下面的文字，就算是序吧。

天生桥一级水电站，是我国十三大水电建设基地之一的南盘江红水河梯级电站的第一个梯级，水库总库容 102.6 亿 m^3 ，电站装机容量 1200MW，建在红水河上游南盘江干流河道上，位于滇、黔、桂省（区）际边界。巨型的龙头水库、优良的多年调节性能、百万级电站装机、西电东送（南线）中转站的优越地理区位，使其在梯级电站运行和西电东送战略实施中，成为一个地位重要的大型水电工程。

枢纽工程由拦河坝、溢洪道、放空隧洞和引水发电系统组成，还为施工导流专设了两条大型导流隧洞。拦河坝采用混凝土面板堆石坝新坝型，并在国外经验还不多、国内刚起步的情况下，开创超级高面板堆石坝设计先河。设计坝高 178m，位于世界第二，坝体体积 1800 万 m^3 ，面板面积 17.3 万 m^2 ，迄今仍居世界首位，是我国坝工建设里程碑，为我国该坝型发展积累了宝贵的经验；溢洪道设于右岸垭口，充分利用地形地质条件随坡就势布置，泄量 $21750\text{m}^3/\text{s}$ ，引渠底 120m，复式矩形断面，全长 1700 余米，泄量和工程规模都是为我国岸边式溢洪道中最大的，开挖料作为坝体填筑主要料源，根据实际地质条件，分别采用喷锚、预应力锚索、钢筋混凝土和大范围的不衬砌等多种支护衬砌型式，有效节约了工程投资；导流、放空和引水 7 条大断面洞室群皆在地质条件差的 III—V 类围岩地层中，采用新奥法设计施工，并在不良地质洞段和上覆岩体过薄洞段，采用了后张法有黏结预应力混凝土衬砌及钢板钢筋混凝土衬砌新型结构；导流洞堵头按瓶塞原理设计，采用三面楔形体体型，并在导流洞过水前形成，避免了二次开挖，堵头混凝土长度仅为倍半洞径，有效节约工程量，并简

化了施工。厂区枢纽设于右岸 10 号和 12 号冲沟之间。优化布置、简化边坡处理和减小开挖量，按功能分块布置，利用少量外资采购关键高效率设备，配置完善，布置清晰、规范，方便运行。凡此种种，造就了天生桥一级电站，又是一座结构新颖、富具特色的大型水电工程。

纵观全书，具有下列鲜明特点：

(1) 根据工程的实际需要和特殊的建设条件，联合大专院校和科研机构，结合国家“七五”、“八五”科技攻关，以敢为人先的精神开发推广新技术，在相关领域达到当前国内最高水平。

(2) 成书于工程竣工 6 年之后，各建筑物和主要设备已通过了高水位，全出力、长时间的运行检验，已证明工程安全、运行可靠，工程设计是成功的。

(3) 本书除系统、全面的介绍枢纽工程设计之外，还简述了建设和运行情况，带有诸多总结、反思、感受内涵。

因此，本书的编写，不仅能进一步提高他们的设计水平，同时也作为社会财富出版发行。相信也能给阅读者以帮助。

中国工程设计大师



2007 年 1 月 15 日

昆明院于 1982 年受命承担天生桥一级水电站的设计任务,这是昆明院继鲁布革、漫湾之后设计的第三座大型水电站。

天生桥一级水电站是我国十三大水电建设基地之一的南盘江红水河梯级电站的第一个梯级。龙头水库的地位,要求构筑高坝,形成大库及大的装机容量,又位于滇、黔、桂省(区)际边界,是西电东送(南线)大通道的中转枢纽站,在梯级电站运行和西电东送(南线)战略实施中地位十分重要。

工程建在红水河上游南盘江干流河段上,这是一条具有山区河流特性的大江河,洪枯流量比大,泄洪和导流问题突出;工程区跨越扬子地台及华南地台,各时代地层的岩相厚度变化大,超覆—缺失现象比较明显,坝址岩性软弱、构造发育,地基强度低,洞室成洞条件差,工程地质和水文地质条件复杂,位处老、少、边、穷欠发达地区,交通不便,建设时期值我们水电建设改制初期阶段,有诸多技术难题需要解决,是一个设计难度很大的工程项目。

昆明院十分重视天生桥一级水电站的设计工作,自受命至今 25 个年头,大体可分为四个阶段。1982~1986 年为前期工作阶段,受命后立即组织勘探工作进点,同时组建设计、科研班底,勘测、科研、设计通力协作,分析关键问题,抓住主要矛盾,当年提出选坝报告,又于 1984 年、1986 年相继完成可研报告(相当于现行预可)和初步设计报告(相当于现行可研),历时 4 年,完成前期工作。在这个阶段,查明了基本地质条件,选定了大湾坝址,确定了工程规模和枢纽布置格局,枢纽工程由拦河坝、溢洪道、放空隧洞、引水发电系统构成。拦河坝采用混凝土面板堆石坝新坝型,高 178m,率先闯入世界超级高面板堆石坝设计行列;溢洪道利用右岸“820”垭口,随坡就势布置,泄量 $21750\text{m}^3/\text{s}$,引渠底宽 120m,全长 1700 余米,是我国当今泄量和工程规模最大的岸边式溢洪道;放空隧洞集导流、供水、旁通、放空等多种功能于一身,置于正常蓄水位下 120m,是运行工况复杂,少见的深水底孔;引水系统采用单机单管布置,不设调压井;厂区枢纽充分利用逆向坡,有利边坡稳定特点,减少开挖,简化边坡处理,按功能分块布置,方便运行,是一座特色鲜明的大型水电枢纽工程。

1987~1990 年为第二阶段,业主单位尚未明确,为迎接工程顺利开工,在经费紧缺的情况下,垫资进行招标设计阶段工作(虽然当时还没有提出这个设计阶段),坚持“人可散、线不断”,利用这段宝贵的时间,继续深入关键技术问题研究,开展前期工程招标设计、编制适应合同管理新体制的施工规划和草编招标文件,为工程顺利开工作了充分的技术准备。

1991~2000 年为工程施工阶段,设计分为两线,院本部编制相关设计文件和施工图;现场在工程放响第一炮之前即派驻项目负责人为首,专业齐全的设代处配合工程建设。

2000 年竣工至今为第四阶段,处理尾工,完善工程,进行设计总结,参与配合工程安全鉴定和竣工验收工作。

受国家发展和改革委员会委托,中国水电工程顾问集团公司会同广东、广西、贵州三省

(区)发展和改革委员会及广东省粤电集团公司等有关部门、单位和专家,组成天生桥一级水电站枢纽工程专项验收委员会,开展枢纽工程专项竣工验收工作。2006年11月17日,天生桥一级水电站枢纽工程专项竣工验收会议在北京召开,验收委员会全体委员、股东方代表、验收专家组、参建单位代表等参加了会议。验收委员会认为,天生桥一级水电站已经具备枢纽工程专项竣工验收的条件,同意通过枢纽工程专项竣工验收。

水电工程设计是一个庞杂的系统工程,天生桥一级水电站的设计工作,仅院内就有各专业数百人参与,时间跨度二十多年,每份报告,每张图纸都是两代人在历届院领导的精心组织下辛勤劳动的结晶。而院外,又有上级领导的关怀、高等院校和科研院所的协作及中外专家的帮助,也饱含着众多中外专家的智慧 and 心血。因此,应当说这座地位重要、富具特色、代表我国水电建设标志之一工程的成功设计,是大家共同的成果,成书之际,谨向他们表示崇高的敬意和衷心的感谢。

本书的编写,旨在全面系统的介绍天生桥一级水电站枢纽工程的设计,成书时间选在工程竣工、安全运行6年之后,意在设计介绍之外,还进行深刻总结。犹如攀登之后,站在峰巅,回顾征程,审视反思,从中得到启示,借以进一步提高我们的设计水平。同时也认为这是社会财富,是所有关心、帮助、参与本工程设计的领导、专家和同仁共同的成果,应当交流。

本书由昆明院策划和组织,由直接参加工作的设计人员编写。第1、2、3、4、12、13章由张宗亮、徐永、张平、王自高执笔;第5章由王远亮、冯业林执笔;第6、7、8、9章由张宗亮、刘兴宁、赵洪明、王继明执笔,第10章由李升、吴贵春执笔;第11章由张学中、武赛波、汪志龙执笔。编写大量利用了以往设计工作成果,全书由徐永、杨建敏统稿,最后由张宗亮审查定稿。

尽管编写工作力求全面客观反映工程设计实际,并努力发掘,但限于编写者的水平和经验,书中难免有欠妥甚至错误之处,恳请读者批评指正。

编者

二〇〇六年十二月

天生桥一级水电站工程特性表

序 号 及 名 称	单 位	数 量	备 注
1. 水文			
1.1 坝址以上流域面积	km ²	50139	
1.2 利用水文系列年限	年	33	1953 年 6 月~1985 年 5 月
1.3 多年平均年径流量	10 ⁸ m ³	193	
1.4 代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	612	
实测最大流量	m ³ /s	7780	1971 年 8 月 19 巴结加马岭站
设计洪水标准及流量	m ³ /s	20900	(P=0.1%)
校核洪水标准及流量	m ³ /s	28500	(PMF)
1.5 洪量			
实测最大洪量 (7 天)	10 ⁸ m ³	34.74	
设计洪水洪量 (7 天)	10 ⁸ m ³	76.3	
校核洪水洪量 (7 天)	10 ⁸ m ³	116.6	(PMF)
校核洪水洪量 (15 天)	10 ⁸ m ³	153.3	(PMF)
1.6 泥沙			
多年平均输沙量	10 ⁴ t	15.74	天然情况
多年平均含沙量	kg/m ³	0.81	天然情况
2. 水库			
2.1 水库水位			
校核洪水位	m	789.86	(PMF)
设计洪水位	m	782.87	(P=0.1%)
正常蓄水位	m	780.00	
汛期限制水位	m	773.10	龙滩投入后为 776.4
死水位	m	731.00	
2.2 正常蓄水位时水库面积	km ²	173.70	
2.3 回水长度	km	140	
2.4 水库容积			
总库容	10 ⁸ m ³	102.57	(校核洪水位以下)
调洪库容	10 ⁸ m ³	11.34	(校核洪水至防洪限制水位)
调节库容	10 ⁸ m ³	57.96	(正常蓄水位至死水位)
死库容	10 ⁸ m ³	25.99	
2.5 库容系数	%	30	

续表

序号及名称	单位	数量	备注
2.6 调节特性			多年调节（龙滩投入前）
2.7 水量利用系数	%	88.5	龙滩投入后为 89.04
3. 下泄流量及相应下游水位			
3.1 设计洪水位最大下泄流量	m ³ /s	15282.0	
相应下游水位	m	659.7	50 年淤积水平
3.2 校核洪水位最大下泄流量	m ³ /s	21750	溢洪道出口
相应下游水位	m	663.3	天然水位
4. 工程效益			
4.1 发电效益			
装机容量	MW	1200	下游梯级另增加 640
保证出力	MW	405.2	下游梯级另增加 883.9
多年平均发电量	GW·h	5226	下游梯级另增加 4077
年利用小时数	h	4485	
4.2 养殖效益	t/年		
5. 淹没损失及工程永久占地			
5.1 淹没耕地	亩	80351	
水田	亩	32525	
旱地	亩	47826	
5.2 迁移人口	人	48198	
5.3 拆迁房屋	10 ⁴ m ²	174.1	
5.4 淹没公路	km	173.3	3 级 11.4, 4 级 161.9
5.5 淹没集镇（街坊）	个	11	6 个集镇, 5 个街坊
5.6 淹没通信线路	km	386.9	含广播电视光缆
5.7 工程永久占地	亩	9050.34	
6. 主要建筑物			
6.1 大坝			
型式			混凝土面板堆石坝
地基岩石特性			灰岩、泥灰岩、泥岩、砂岩
地震基本烈度/设防烈度	度	Ⅵ/Ⅶ	
坝顶高程	m	791	
最大坝高	m	178	
坝顶长度	m	1104	

续表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
6.2 溢洪道			
型式			开敞式
地基岩石特性			灰岩、泥灰岩、泥岩
引渠长度	m	1215	
引渠底宽	m	120	
引渠底高程	m	745.0	
堰顶高程	m	760	
泄流孔口尺寸（孔数—宽×高）	孔—m×m	5—13×20	
泄槽长度	m	553.8	包括溢流堰、挑流鼻坎
泄槽底宽	m	81~73.465	不包括挑流鼻坎
最大流速	m/s	45	
消能方式			挑流
设计泄洪流量	m ³ /s	15282	
校核泄洪流量	m ³ /s	21750	
6.3 放空隧洞			
围岩岩石特性			基岩：灰岩、泥灰岩、泥岩
全长	m	1062.174	
最大泄流量	m ³ /s	1766	
进口明渠长度	m	90	
进口明渠断面型式			梯形
有压隧洞长度	m	526.212	
有压隧洞内径	m	9.6	
有压隧洞断面型式			圆形
无压隧洞长度	m	489.5	
无压隧洞净孔尺寸（宽×高）	m×m	8×11	
无压隧洞断面型式			方圆形
事故闸门孔口尺寸（宽×高）	m×m	6.8×9.0	
事故闸门井结构型式			圆筒式半地下结构
地上塔式结构断面型式			圆形
地上塔式结构内径	m	11.4	
工作闸门孔口尺寸（宽×高）	m×m	6.4×7.5	
消能方式			挑流

续表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
6.4 引水建筑物			
设计引用流量	m ³ /s	301.2	
6.4.1 电站进水口			
型式			岸塔式
地基岩石特性			砂岩、泥岩
进口底板高程	m	711.5	
进水塔尺寸（长×宽×高）	m×m×m	98×27.5×82.5	
事故闸门型式			平板快速闸门
孔口尺寸（孔数—宽×高）	孔—m×m	4—6.5×12	
6.4.2 引水隧洞			
围岩岩石特性			砂岩、泥岩
数 量	条	4	
长度	m	431.914（平均）	370.938/413.091/449.538/494.089
内 径	m	9.6	
最大水头	m	137	包括水锤压力
引用流量	m ³ /s	301.2	
6.4.3 压力钢管道			
型 式			埋管
围岩岩石特性			砂岩、泥岩
数 量	条	4	
每条管长度	m	170.118（平均）	180.373/172.056/169.400/158.641
内径	m	7~8.2	7/7.4/7.8/8.2
最大水头	m	175	包括水锤压力
6.5 厂房			
型 式			地面
围岩岩石特性			砂岩、泥岩
主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	154.4×26×67	
水轮机安装高程	m	633.5	
6.6 主要机电设备			
水轮机：台数	台	4	
型号	HL211-LJ-577.5		
额定出力	MW	310	

续表

序号及名称	单位	数量	备注
额定转速	r/min	136.4	
吸出高度	m	-3.24	
最大工作水头	m	143	
最小工作水头	m	83	
额定水头	m	111	
额定流量	m ³ /s	301.2	
发电机：台数	台	4	
型号	SF300-44/12440		
单机容量	MVA	342.86	
功率因数		0.875（滞后）	
额定电压	kV	18	
主变压器	台	4	
型号	SFP8-380000/220		
起重机	台（kN）	1	4200+4200/600+600/10
	台（kN）	1	1000/200
6.7 输电线			
一、二回	km	4.133	
三、四回	km	4.309	
7. 施工			
7.1 主体工程主要工程量			（含导流工程）
土石方明挖	10 ⁴ m ³	2550	
石方洞挖	10 ⁴ m ³	103	
土石方填筑	10 ⁴ m ³	1900	
混凝土及钢筋混凝土	10 ⁴ m ³	132	
7.2 主要建筑材料			
木材	10 ⁴ m ³	7.0	招标阶段
水泥	10 ⁴ t	71.2	招标阶段
钢材	10 ⁴ t	13.7	招标阶段（含压力钢管）
7.3 施工动力			
总实施容量	kVA	39245	
7.4 主要对外交通线路			
距贵阳	km	388	招标阶段

续表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
距昆明	km	372	
据南宁	km	532	
运量	10 ⁴ t	132.3	
7.5 施工导流			
导流方式			隧 洞
导流隧洞型式			修正马蹄形
洞身尺寸（条数—宽×高）	条—m×m	2—13.5×13.5	
洞身长度	m	1号洞 986, 2号洞 1054	
导流围堰型式			上游土石过水围堰下游土石围堰
7.6 施工占地	亩		
7.7 施工工期			
准备工程	月	42	
主体工程	月	48	
完建期	月	24	
总工期	月	114	
8. 经济指标			
8.1 静态总投资	亿元	81.20	
8.2 总投资	亿元	103.52	
其中：建设期价差预备费	亿元	8.76	
建设期还贷利息	亿元	12.25	
8.3 单位千瓦投资	元/kW	8627	
9. 财务评价指标			
9.1 上网电价	元/(kW·h)	0.3192	
9.2 发电销售收入总额	亿元	510.568	
9.3 总成本费用总额	亿元	193.605	
9.4 销售税金附加总额	亿元	6.944	
9.5 发电利润总额	亿元	310.020	
9.6 盈利能力指标			
投资利润率			
投资利税率			
资本金利润率	%	9.60	