

猴子岩水电站围堰防渗墙墙下帷幕灌浆施工技术

辜永国 方学军 朱福平 袁伟林

(中国葛洲坝集团基础工程有限公司)

【摘要】 猴子岩水电站围堰挡水水头高, 基坑开挖深度大, 围堰防渗墙深达 81m, 设计采用“塑性混凝土防渗墙+墙下帷幕灌浆”的防渗方式, 其中防渗墙墙下帷幕灌浆工期紧、施工难度大。本文结合该工程的特点和实施效果, 对墙下帷幕灌浆工程的关键和难点进行了分析, 提出了墙下帷幕灌浆施工应注意的问题和可供借鉴的经验。

【关键词】 围堰防渗墙 预埋灌浆管 墙下帷幕灌浆 施工技术

1 工程概况

猴子岩水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定县境内, 是大渡河干流水电规划调整推荐 22 级开发方案的第 9 个梯级电站, 上游为丹巴水电站, 下游为长河坝水电站。该电站拦河大坝为混凝土面板堆石坝, 最大坝高 223.50m; 电站装机容量 1700MW, 多年平均年发电量 70.15 亿 kW·h; 水库正常蓄水位 1842.00m, 总库容约 7.06 亿 m³。

按照工程总体计划, 大坝工程于 2011 年上半年完成上、下游分流围堰施工并实施导流洞分流, 2011 年下半年枯水期实施上、下游围堰防渗墙及墙下帷幕灌浆工程, 并进行围堰的加高填筑, 2012 年 6 月实现上、下游围堰全面挡水及安全度汛, 2012 年 7 月开始堰内抽水及大坝基坑开挖。

本工程河床覆盖层深厚, 大坝基坑开挖深度大, 设计最大基坑开挖深度近 80m; 上游围堰设计最大挡水水头为 117.50m。

考虑到本工程覆盖层深厚和基坑开挖深度大的特点, 上、下游围堰防渗均采用“全封闭的塑性混凝土防渗墙+墙下帷幕灌浆”设计。其中, 防渗墙设计墙厚为 1.0m, 墙底嵌入基岩 1.0m, 实际最大墙深约 80.99m。墙下帷幕灌浆设计为单排孔, 孔距 1.5m, 孔深一般 20~30m; 另在两岸基岩表浅部透水性较强部位也采用帷幕灌浆进行防渗处理, 帷幕灌浆深度一般 30~40m, 最大深度约 45m。

为确保工期, 墙下帷幕灌浆首先在靠两岸浅槽部位已完工防渗墙槽段开始施工, 墙下帷幕灌浆于 2012 年 2 月 21 开钻, 至 5 月 25 日, 上、下游围堰防渗墙墙下帷幕灌浆工程全部完工。累计完成墙下帷幕灌浆约 4093m, 灌入水泥约 8579t。围堰防渗墙墙下帷幕灌浆工程的按期圆满完成, 为猴子岩水电站 2012 年安全度汛及大坝基坑开挖的按期实施奠定了基础。

2 围堰工程地质条件

猴子岩坝址区河谷狭窄,河谷形态呈较对称的V形谷,河谷两岸地形陡峻。枯水期河水位1694~1697m,河面宽60~65m。上游围堰位于磨子沟口上游约100m,河谷枯水期水面宽约54m,下游围堰位于泥洛堆积体上游侧,河谷枯水期水面宽约46m。

据勘探揭示,上游围堰河床覆盖层厚60~75m,下游围堰河床覆盖层厚30~70m,上、下游围堰覆盖层层次结构基本相同,自下而上可分为4层:第①层,含漂(块)卵(碎)砂砾石层($fglQ_3^2$)。厚11~27m;第②层,黏质粉土(lQ_3^3)。厚10~22m;第③层,含泥漂(块)卵(碎)砂砾石层(alQ_4^1)。厚15~37m;第④层,孤漂(块)卵(碎)砂砾石层(alQ_4^2)。厚1~15m,河床表面孤块石1~4m,少量超过7~8m。

上游围堰左岸堰肩出露基岩为泥盆系下统(D_1)第⑩层厚层-巨厚状白云岩、白云质灰岩、变质灰岩,局部夹含绢云母变质灰岩,右岸堰肩出露基岩为泥盆系下统(D_1)第⑫层薄层-中厚状白云质灰岩、变质灰岩,岩层产状 $N40^\circ E/NW \angle 55^\circ$,岩石致密坚硬。两岸基岩断层及层间挤压破碎带局部发育。推测强卸荷、弱上风化水平深度20~30m,弱卸荷、弱下风化水平深度40~70m。

下游围堰右岸堰肩出露基岩为泥盆系下统(D_1)第①层薄层-厚状白云岩、白云质灰岩、变质灰岩,局部夹含绢云母变质灰岩。右岸堰肩出露基岩除了泥盆系下统(D_1)第①层岩性外,下部和河床基岩为志留系上统第3层(S_3^3)泥质结晶白云岩、绢云石英白云片岩夹灰色变质灰岩,产状 $N70^\circ E \sim (EW) / NW (N) \angle 30^\circ \sim 50^\circ$ 。两岸基岩断层及层间挤压破碎带局部发育。推测强卸荷、弱上风化水平深度15~25m,弱卸荷、弱下风化水平深度30~50m。

3 墙下帷幕灌浆工程特点与设计布置

3.1 墙下帷幕灌浆工程的特点

围堰防渗墙墙下帷幕灌浆与一般的坝基帷幕灌浆工程相比,具有以下特点:

(1)工期紧、任务重、投入资源较多。一般情况下,一个电站的围堰防渗工程(包括防渗墙及墙下帷幕灌浆)均需在一个枯水期内完成,许多工程防渗墙施工由于地质条件复杂、槽孔深、施工难度大等原因,耗费工期较长,所以留给墙下帷幕灌浆施工的工期一般均很短、很紧张,而且任务重,必须配备足够的施工力量、投入较多的施工资源才能确保完成。

(2)墙体预埋灌浆管是关键和难点。防渗墙墙下帷幕灌浆在穿过墙体部分一般均是通过预埋灌浆管实施完成的,因此,墙体预埋灌浆管的顺直与否及完整性如何,将会直接关系到墙下帷幕灌浆施工的成败,这也是墙下帷幕灌浆实施最关键的环节和难点所在。

3.2 本工程墙下帷幕灌浆设计布置

本工程上、下游围堰帷幕灌浆工程由防渗墙墙下帷幕灌浆及左、右延伸岸趾板和平硐帷幕灌浆组成,均设计为单排孔。其中,防渗墙墙下帷幕孔距为1.5m,墙体部分采用预埋钢管引导成孔;左、右岸延伸趾板及平硐帷幕灌浆孔距为2m。采用在趾板或平洞底板直接钻孔施工。

墙下帷幕深度 20~40m 不等, 底部要求进入岩体弱透水层内, 墙下帷幕的设计防渗标准为透水率 $q \leq 10Lu$ 。本文仅对“防渗墙+墙下帷幕灌浆”的相关情况进行分析, 分析资料不包括两岸延伸岸址板和平硐帷幕灌浆。

4 墙下帷幕灌浆施工

4.1 墙下帷幕灌浆预埋管下设安装

上、下游围堰防渗墙墙下帷幕灌浆设计为单排孔, 防渗墙预埋灌浆管间(孔)距均为 1.5m, 需在墙体内预埋 $\phi 108\text{mm}$ 的钢管作为墙下帷幕灌浆钻孔引导管。

墙体预埋灌浆管作为墙下帷幕灌浆的重要组成部分, 其加工制作、安装保护必须高度重视, 最终必须保证其埋管的顺直、完整, 才能顺利实现墙下帷幕灌浆的施工。

鉴于本工程预埋灌浆管普遍较深, 最大下设深度超过 80m, 为了保证同一槽孔内的预埋灌浆管位置准确并防止浇筑混凝土时产生偏斜、移位和弯曲, 采用 $\phi 22\text{mm}$ 的螺纹钢制作专门用于支撑、定位预埋管的钢筋骨架, 并将预埋钢管焊接固定在钢筋骨架中间。

预埋管加工制作: 在钢筋骨架制作场地制作定长钢筋骨架, 钢筋骨架根据防渗墙槽段长度及管距确定。骨架及预埋管在现场拼装焊接成桁架, 每节长度 12m, 每个管口接头用 3 根长 20~30cm $\phi 20$ 钢筋沿接口缝均匀将两管端头搭焊牢固。底节节长根据各槽孔的具体深度和预埋管的具体位置进行适当接长或截短, 尽量做到预埋管接近槽孔底部。

吊装入槽: 为防止钢筋骨架弯曲变形, 采用起吊架吊装, 双吊点法安装, 在孔口对孔入槽。钢筋骨架在槽口用型钢电焊法固定, 防止混凝土浇筑时上浮或偏斜。安装吊架作用是桁架吊起后, 只受到向上的拉力, 而不受到或少受到横向拉力, 避免桁架变形。吊架由 10 号工字钢焊制而成, 配四组钢丝绳及 U 形环组成的绳套。

由于槽孔较深, 预埋管需在孔口进行对接, 对接必须保证每个管口完全对齐, 并确保垂直度和焊接密实牢固。

灌浆预埋管制作安装必须满足强度、刚度、定位要求, 孔口固定牢靠。混凝土浇筑时必须由专人值守, 并避免防止预埋管受到挤压、碰撞、偏移等情形发生。预埋管的管口设置盖板封闭。

4.2 墙下帷幕灌浆施工

4.2.1 钻孔

上、下游围堰墙下帷幕灌浆施工内容包括先导孔、灌浆孔、质量检查孔。施工的顺序为先施工先导孔; 再施工灌浆孔; 最后施工质量检查孔。灌浆孔布置按三序加密原则布置, 先施工 I 序孔、再 II 序孔、最后进行 III 序孔。

钻孔施工在防渗墙施工平台上进行, 钻孔沿防渗墙墙体内预埋的灌浆管进行, 钻机安装应平整稳固, 钻孔时必须保证孔向准确, 所有帷幕灌浆孔均应全孔测斜, 测斜仪器采用 KXP-I 型井斜仪, 一般按每 5m 测 1 次, 发现偏斜及时纠偏, 孔底偏差值不得大于现行灌浆施工规范的规定。

钻孔过程中遇有洞穴、塌孔或掉块难以钻进时, 可先进行灌浆处理后再钻孔; 如发现集中漏水或涌水, 应查明情况, 及时分析原因, 及时处理后再行钻进。

钻孔孔径为分别为: 帷幕钻孔孔径为 $\phi 76\text{mm}$; 先导孔孔径为 $\phi 76\text{mm}$; 质量检查孔孔

径均为 $\phi 76\text{mm}$ 。灌浆前后对孔口要进行妥善保护。

钻孔段长，第一段在岩石中的灌浆长度控制在 2m ，后续段的灌浆长度为 6m 。特殊情况下可适当缩减或加长。

在钻进过程中对孔内的各种情况（如孔内掉块、塌孔、串浆等）及地质现象（如涌水、漏水、断层、破碎带、地层变化等）进行详细记录。

4.2.2 裂隙冲洗及压水试验

灌浆孔采用用导管通入大流量水流，从孔底向孔外冲洗的方法进行冲洗，冲洗冲至回水澄清后 10min 结束，孔内残存的沉积物厚度不得超过 20cm 。

裂隙冲洗方法根据地层情况一般采用压水冲洗方法，遇到地质条件特别复杂时的冲洗手段按设计要求和监理要求确定。裂隙冲洗水压采用灌浆压力的 80% ，并不大于 1MPa 。

压水试验在裂隙中冲洗后进行。帷幕灌浆的先导孔采用“单点法”压水试验，压力为第一段 0.3MPa ，后续段 1.0MPa ；其他帷幕灌浆的各灌浆孔段采用“简易压水”。压力为灌浆压力的 80% ，并不大于 1.0MPa 。

压水试验采用孔口阻塞的方法进行。段长同灌浆段长度。

压水试验计算公式为

$$q=Q/pL$$

式中： q 为试段透水率， Lu ； Q 为压入流量， L/min ； P 为作用于试段内的全压力， MPa ； L 为试段长度， m 。

简易压水即在稳定压力下，压水 20min ，每 5min 读测一次压入流量，取最终值作为计算岩体透水率 q 值的计算值。

4.2.3 灌浆

(1) 灌浆方法。墙下帷幕灌浆采用“孔口封闭灌浆法”进行施工。对接触段灌浆采取待凝措施，待凝时间一般定为 24h 以上，以确保墙底接触段灌浆质量。接触段以下的一般正常结束孔段，灌浆结束后不待凝。

(2) 灌浆段长。第一段在岩石中的灌浆长度控制在 2m ，后续段的灌浆长度为 6m 。特殊情况下可适当缩减或加长。射浆管距灌浆段底部的距离不得大于 0.5m 。

(3) 灌浆材料。墙下帷幕灌浆选用水泥品种为普通硅酸盐水泥，水泥强度等级 42.5 ；帷幕灌浆的水泥细度要求通过 $80\mu\text{m}$ 方孔筛，其筛余量不大于 5% 。

(4) 灌浆压力。接触段灌浆压力为 0.5MPa ，以下各段每增加一段灌浆压力增加 0.5MPa ，最大压力不大于 2MPa 。各灌注段的灌浆压力，应按基础地质条件尽量采用较高压力，以不抬动基础为限。灌浆压力以尽快达到设计值为原则，吸浆量大的孔段，可考虑采取限流分级升压。

(5) 浆液比级与变换标准。采用 $5:1$ 、 $3:1$ 、 $2:1$ 、 $1:1$ 、 $0.8:1$ 、 $0.6:1$ （或 $0.5:1$ ）6 级水灰比。浆液比级由稀至浓逐级变换，变换原则如下：在灌浆压力保持不变，注入率持续减少时，或当注入率不变而压力持续升高时，不得改变水灰比。当某一比级的浆液的注入量达 300L 以上或灌注时间达 30min ，而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时，应改浓一级灌注。当注入率大于 30L/min ，可根据工程具体情况越级变浓。

(6) 灌浆结束标准。灌浆段在最大设计压力下，当注入率不大于 1L/min ，继续灌注

60min, 灌浆可结束。若最后连续 3 个注入率读数均大于 1L/min 时, 则不能结束灌浆。当长期达不到结束标准时, 应报请监理人共同研究处理措施。

(7) 封孔。每个灌浆孔全孔灌浆结束, 会同监理人及时进行验收, 合格后, 采用“全孔灌浆封孔法”方式进行封孔。

4.2.4 特殊情况处理

(1) 墙下帷幕灌浆孔的终孔段, 其透水率大于设计规定值 10Lu 时, 钻孔应继续加深。

(2) 在灌前的压水检查中一旦出现监理人认为的透水率异常情况或灌浆过程中注浆量异常的情况, 在灌浆施工中根据监理人指示采取低压、浓浆、限流、限量、间歇、待凝、灌注砂浆等方法进行灌浆施工。

(3) 灌浆过程中发现冒浆、漏浆时, 采用嵌缝、表面封堵、低压、浓浆、限流、限量、间歇、待凝等方法进行处理。

(4) 当灌浆段注入量大而难以结束时, 则采取低压、浓浆、限流、间歇灌浆; 如采用以上综合措施, 且在灌注最浓浆液后、灌浆量达到 5~10t 后仍无结束迹象, 则采取待凝措施, 待凝时间不得小于 24h。待凝孔段复灌前应进行扫孔, 复灌后应达到灌浆结束的要求。

5 施工质量分析与工程效果

5.1 帷幕灌浆成果资料分析

5.1.1 单位注入量分析

上、下游围堰墙下帷幕灌浆共计完成 4093.39m, 累计注入水泥 8579085.86kg, 总平均单位注入量 2095.84kg/m。其中, 上游围堰 I 序孔平均单位注入量为 3427.11kg/m, II 序孔平均单位注入量为 2615.36kg/m, III 序孔平均单位注入量为 747.51kg/m, I 序孔到 II 序孔的递减率为 23.7%, II 序孔到 III 序孔的递减率为 74.42%, 符合“灌浆孔段的单位注入量随着灌浆次序的增加, 出现递减的趋势”的灌浆规律; 下游围堰 I 序孔平均单位注入量为 4133.29 kg/m, II 序孔平均单位注入量为 2236.30kg/m, III 序孔平均单位注入量为 732.16kg/m, I 序孔到 II 序孔的递减率为 45.89%, II 序孔到 III 序孔的递减率为 67.26%, 符合“灌浆孔段的单位注入量随着灌浆次序的增加, 出现递减的趋势”的灌浆规律。

单位注入量总体较大的原因: 一是虽然防渗墙嵌入基岩 1m, 但河床顶部基岩卸荷宽大裂隙发育, 所以灌入水泥量仍然较多; 二是由于防渗墙墙下帷幕灌浆自身的特性, 因为墙底部与基岩接触面之间无论怎样清孔, 始终存在一定的淤积厚度, 因此, 绝大多数接触段需经过 2 次以上复灌, 才能达到结束标准和理想的灌浆效果, 所以接触段一般灌入量均较大。

5.1.2 单位注入量各区间的频率统计分析

上游围堰: 单位注入量小于 100kg/m 的孔段, I 序孔占 3%, II 序孔占 3.7%, III 序孔则上升到 26.36%; 单位注入量在 100~500 kg/m 的孔段, I 序孔占 4.3%, II 序孔上升到 9.6%, III 序孔则上升到 23.6%; 单位注入量在 500~1000 kg/m 的孔段, I 序孔占

6.1%，Ⅱ序孔上升到10.4%，Ⅲ序孔则上升到24%；单位注入量在1000~3000 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为38%，Ⅱ序孔下降到36%，Ⅲ序孔则下降到21%；单位注入量大于3000 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为49%，Ⅱ序孔下降到41%，Ⅲ序孔则下降到4.7%。说明通过分三序帷幕灌浆，单位注入量小的灌浆段数频率逐序增加，单位注入量大的灌浆段数频率逐序降低。灌浆效果符合正常灌浆规律。

下游围堰：单位注入量小于100kg/m的孔段，Ⅰ序孔的频率为0，Ⅱ序孔频率为0，Ⅲ序孔为3.3%；单位注入量100~500 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为4%，Ⅱ序孔为4.41%，Ⅲ序孔则上升到28.5%；单位注入量500~1000 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为14%，Ⅱ序孔上升到26.5%，Ⅲ序孔则上升到45.5%；单位注入量1000~3000 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为29%，Ⅱ序孔为39.7%，Ⅲ序孔则下降到22.8%；单位注入量大于3000 kg/m的孔段，Ⅰ序孔为53%，Ⅱ序孔下降到29%，Ⅲ序孔则为0。说明通过分三序帷幕灌浆，单位注入量小的灌浆段数频率逐序增加，单位注入量大的灌浆段数频率逐序降低。灌浆效果符合正常灌浆规律。

上、下游围堰墙下帷幕灌浆成果综合统计见表1。

表1 上、下游围堰墙下帷幕灌浆成果综合统计表

部位	灌浆次序	孔数	灌浆总长度/m	注入水泥总量/kg	单位注入量/(kg·m ⁻¹)	单位注入量/(kg·m ⁻¹) 区间 [段数]					
						总段数	<100	100~500	500~1000	1000~3000	>3000
上游围堰	Ⅰ	26	822.29	2818080.16	3427.11	164	5	7	10	62	80
	Ⅱ	26	671.94	1757365.20	2615.36	135	5	13	14	48	55
	Ⅲ	51	1280.28	957027.70	747.51	258	68	61	62	55	12
	合计	103	2774.51	5532473.06	1994.04	557	78	81	86	165	147
下游围堰	Ⅰ	20	476.58	1969844.80	4133.29	100	0	4	14	29	53
	Ⅱ	19	305.87	684016.50	2236.30	68	0	3	18	27	20
	Ⅲ	38	536.43	392751.50	732.16	123	4	35	56	28	0
	合计	77	1318.88	3046612.80	2310.00	291	4	42	88	84	73
总计	180	4093.39	8579085.86	2095.84	848	82	123	174	249	220	

5.2 帷幕灌浆质量压水试验检查

帷幕灌浆根据要求每个单元内布置1个检查孔，检查孔的深度同灌浆孔深。质量检查以检查孔的压水试验成果为主，结合钻孔取芯和物探测试成果等综合评定其质量。

上、下游围堰墙下帷幕灌浆施工结束后，监理联合设计共布置17个检查孔，压水段次共70段。检查孔采用自上而下进行分段钻进和压水试验，段长划分与灌浆孔一样。压水压力采用第1段0.4MPa，第2段0.8MPa，第3段及以下各段采用1.0MPa。压水方法采用单点法压水。压水试验结果为透水率0~6.29Lu，全部小于设计防渗标准10Lu，最大透水率为6.29Lu。检查孔芯样呈柱状或短柱状，基岩芯样主要为变质灰岩，岩石节理、裂隙较发育，裂隙充填有水泥结石。根据检查孔的压水成果及芯样结石情况进行分析，上、下游围堰墙下帷幕灌浆效果良好。墙下帷幕灌浆检查孔压水试验成果汇总见表2。

表 2

墙下帷幕灌浆检查孔压水试验成果汇总表

部位	检查孔数	压水试验段数	透水率 [Lu] 区间、段数和频率						设计防渗标准 /Lu	透水率大于防渗标准的值
			<5		5~10		>10			
			段数	%	段数	%	段数	%		
上游围堰	10	49	48	97.96	1	2.04	0	0	≤10	无
下游围堰	7	21	21	100	0	0	0	0	≤10	无
合计	17	70	69	98.57	1	1.43	0	0	≤10	无

5.3 帷幕灌浆质量物探测试检查成果分析

上、下游围堰墙下帷幕灌浆业主委托第三方进行了灌浆质量物探测试检查，主要检查项目包括灌浆前后声波测试及钻孔全景图像检测。这里仅对部分测试结果作简述。

测试钻孔：灌前物探测试利用帷幕先导孔进行，灌后物探测试利用检查孔进行。

物探综合成果表明，上游防渗墙墙下基岩裂隙较发育、以缓倾角裂隙为主、裂隙微张~张开。灌前岩体单孔声波平均波速在 4400~5100m/s；灌后裂隙填充较好，单孔声波波速在 4500~5200m/s。下游防渗墙墙下基岩裂隙较发育、以缓倾角裂隙为主、裂隙微张~张开。灌前单孔声波平均波速在 4570~4737m/s；灌后裂隙填充较好，单孔声波波速在 4783~4876m/s。

墙下帷幕灌浆全景图像表明，上、下游围堰防渗墙帷幕灌浆灌前岩体较破碎，裂隙较发育、以缓倾角裂隙为主；帷幕灌浆灌后部分裂隙可见填充水泥浆液，灌后裂隙充填较好。

5.4 大坝基坑开挖后的直观工程效果

围堰防渗墙及墙下帷幕灌浆完工后，大坝基坑于 2012 年 7 月 1 日开始正式抽水，随后开始基坑开挖，基坑开挖已于 2013 年 4 月底顺利挖至设计高程，从整个基坑开挖过程和开挖完成后运行两年多时间的结果看，整个基坑的渗水量非常小，约为设计预估渗水量的 1/5，且基坑内的上、下游侧均无明显集中渗水，基坑开挖及运行两年多的结果表明，本工程上、下游围堰防渗墙及墙下帷幕灌浆的防渗效果良好。

6 结语

猴子岩水电站上、下游围堰塑性混凝土防渗墙墙下帷幕灌浆的圆满顺利完成，不仅为大坝基坑开挖奠定了基础，也为今后类似工程提供了一定的经验：

(1) 对于大中型水电工程的围堰防渗而言，采取“混凝土防渗墙+墙下帷幕灌浆”的防渗方式是科学合理和可靠可取的。其中墙下帷幕灌浆作为围堰防渗体的补充和重要组成部分，在整个围堰防渗工程中有着重要的意义和作用。

(2) 墙体内预埋灌浆管是墙下帷幕灌浆成功与否的关键和难点之一，从加工制作到安装保护，都必须高度重视和认真对待，最终应保证其顺直、完整，确保墙下帷幕钻孔能顺利通过和完成灌浆作业。

(3) 墙下帷幕灌浆由于工期紧、地质条件复杂和不确定因素多等固有特性，必须结合其地质条件和边界条件，采用合理的灌浆参数和施工工艺，认真组织实施，才能确保其圆满完成。



知网查重限时 **7折** 最高可优惠 **120元**

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
